

발간등록번호  
AN01145-000139-14

사람 중심의 스마트<sup>3</sup> 고속도로

# 고속도로 스마트 설계지침

| 2020. 09 |



ex 한국도로공사 | 500 경부고속도로 50주년

설계처

고속도로 스마트 설계지침

2020.09

ex 한국도로공사

ex  
한국도로공사

# 목 차

## 제1장 일반 사항

1.1 목적 .....	2
1.2 적용 대상 .....	2
1.3 적용 범위 .....	2
1.4 지침 구성 .....	3
1.5 용어 및 약어의 정리 .....	3
1.5.1 용어 .....	3
1.5.2 약어 .....	5
1.6 지침의 개정 .....	5
1.6.1 개정 .....	5
1.6.2 버전의 부여 기준 .....	5

## 제2장 기본 사항

2.1 BIM 전면설계 .....	7
2.2 BIM 저작도구 .....	7
2.2.1 기본 사항 .....	7
2.2.2 데이터 파일 포맷 .....	7
2.2.3 BIM 저작도구 선정 .....	7
2.3 BIM 라이브러리 .....	8
2.3.1 개요 .....	8
2.3.2 BIM 라이브러리 플랫폼 .....	8
2.3.3 도로분야 BIM 라이브러리 플랫폼의 활용 .....	8
2.4 책임 및 권리 .....	8
2.4.1 설계도서와 BIM 데이터의 일치 .....	8
2.4.2 설계도서와 BIM 데이터의 관계 .....	8
2.4.3 BIM 성과품의 권리 .....	9
2.4.4 BIM 데이터의 보안 .....	9

## 제3장 BIM 전면설계 기준

3.1 BIM 데이터 표현 수준 .....	11
3.1.1 BIM 데이터 표현 수준 .....	11
3.1.2 BIM 데이터 표현 수준 적용 .....	12
3.2 BIM 데이터 작성 .....	13
3.2.1 일반 사항 .....	13
3.2.2 BIM 데이터 구성 .....	13
3.2.3 구간 및 객체 분할 .....	14
3.2.4 BIM 지형 데이터 .....	15
3.2.5 BIM 지층 데이터 .....	15
3.2.6 도로분야 BIM 데이터 작성 .....	16
3.2.7 교량분야 BIM 데이터 작성 .....	17
3.2.8 터널분야 BIM 데이터 작성 .....	19
3.3 설계도면 작성 .....	22
3.3.1 설계도면 작성 원칙 .....	22
3.3.2 설계도면 작성 대상 .....	22
3.3.3 형상 표현 .....	23
3.4 설계수량 산출 .....	23
3.4.1 설계수량 산출 원칙 .....	23
3.4.2 설계수량 산출 대상 및 방법 .....	23

## 제4장 스마트설계 지침

4.1 스마트설계 개념 .....	26
4.2 기본설계 단계 .....	26
4.2.1 노선 선정 .....	26
4.2.2 출입시설 형식 결정 .....	28
4.2.3 무인비행장치 측량 .....	30
4.2.4 노선 자문 및 VE, 주민설명회 활용 .....	31
4.3 실시설계 단계 .....	32

4.3.1 배수 시뮬레이션 .....	32
4.3.2 도로주행 시뮬레이션 .....	34
4.3.3 경관설계 시뮬레이션(선택사항) .....	35
4.3.4 일조영향 시뮬레이션(선택사항) .....	36
4.4 스마트설계 성과품 .....	37
4.4.1 스마트설계 성과품 제출 기준 .....	37
4.4.2 스마트설계 성과품 제출 목록 .....	37

**부속서-1 BIM 전면설계 과업내용서 표준(안)**

**부속서-2 BIM 결과보고서 표준 템플릿**

**부속서-3 스마트설계 상세 설명서**



## 01 일반 사항

1.1 목적

1.2 적용 대상

1.3 적용 범위

1.4 지침 구성

1.5 용어 및 약어의 정리

1.6 지침의 개정

# 제1장 일반 사항

## 1.1 목적

「고속도로 스마트 설계 지침」(이하 “본 지침”이라 한다.)은 고속도로의 BIM 전면설계 성과품 납품에 필요한 기본 요구사항을 정하여, 체계적이고 일관된 형태의 BIM 데이터를 확보할 수 있도록 BIM 전면설계 수행 과정에 대한 일관된 절차를 규정하고, BIM 데이터와 스마트건설기술을 연계하여 최적의 설계 성과품을 도출하기 위한 목적으로 작성되었다.

## 1.2 적용 대상

본 지침은 한국도로공사에서 수행하는 고속도로 건설사업의 BIM 전면설계(기본설계, 실시설계, 기본 및 실시설계) 과업에 적용함을 원칙으로 한다.

## 1.3 적용 범위

### 1.3.1 적용 단계

본 지침의 적용 범위는 한국도로공사에서 수행하는 고속도로의 기본설계, 실시설계, 기본 및 실시설계를 대상으로 하며, 향후 IFC 스키마 및 컨버터, 뷰어 개발과 표준체계 정립, 통합플랫폼 등의 BIM 데이터 구축에 관한 명확한 지침이 수립된 후 시공, 유지관리단계를 포함하도록 한다. 시공단계에서 BIM 데이터 구축 시 본 지침을 활용할 수 있으나 시공 관련 세부 업무기준은 포함하지 않는다.

### 1.3.2 적용 시설물

BIM 전면설계의 적용 시설물 범위는 고속도로의 토공, 배수공, 교량공, 터널공, 포장공, 부대공 등 전체 공종을 대상으로 하며, 무인비행장치(드론) 이용 측량 등을 활용한 지형 데이터의 구축을 포함한다.

### 1.3.3 적용 업무

BIM 전면설계 적용 업무의 범위는 과업의 요구사항을 담은 “BIM 전면설계 과업내용서”에 근거한다. 단, 변경이 필요한 경우에는 감독원과 문서로 협의하여야 한다.

## 1.4 지침 구성

본 지침서는 다음과 같이 구성되어 있다.

### 1.4.1 기본 사항

BIM 전면설계에 대한 정의, BIM 저작도구와 라이브러리의 활용 등 BIM 전면설계와 BIM 기반 스마트설계를 수행하는데 필요한 기본적인 지침을 말한다.

### 1.4.2 BIM 전면설계 기준

설계단계에서 계약상대자가 BIM 전면설계를 수행하는데 필요한 기준을 말한다.

### 1.4.3 스마트설계 시행 지침

설계단계에서 계약상대자가 BIM 데이터와 스마트건설기술을 융합하는 스마트설계를 수행하는데 필요한 지침을 말한다.

## 1.5 용어 및 약어의 정리

### 1.5.1 용어

- 1) BIM : 자재, 공정, 공사비, 제원정보 등 속성정보가 입력된 3차원 입체 모델링을 통해 건설 전 생애주기정보를 통합관리하는 기술을 말한다.  
(공사정보가 없는 입체모델은 3차원 조감도에 불과)
- 2) IFC : BIM 저작도구 간에 BIM 데이터의 상호운용 및 호환을 위하여 buildingSMART International이 개발한 국제표준 (ISO 16739) 데이터 포맷을 말한다.
- 3) 개방형 BIM : 적용 가능한 공개 표준을 체계적인 절차에 따라 사용함으로써, 정보를 원활하게 공유교환하고 업무를 일관성 있게 수행하는 BIM 적용방식을 의미한다.
- 4) BIM 전면수행 방식 : 시설물의 모델을 BIM 저작도구로 작성하고, 이를 토대로 업무를 수행하는 방식을 말한다.
- 5) BIM 병행수행 방식 : 시설물의 모델을 BIM 저작도구와 다른 도구를 함께 사용하여 작성하고, 이를 토대로 업무를 수행하는 방식을 말한다. 본 방식은 BIM 저작도구를 사용하기 어려운 시설물 부위가 포함되어 있는 경우에 적용하며, 해당부위의 모델작성에 국한하여 적용한다.

- 6) BIM 역설계 : 이미 설계 또는 시공이 완료된 시설물에 대하여 기존의 설계 도면 데이터나 3D 스캔데이터 등을 토대로 BIM데이터를 만들어 활용하는 수행방식을 말한다. 본 방식은 기존의 시설물에 대하여 BIM 데이터 확보에 국한하여 적용한다.
- 7) 건설정보분류체계 : 건설공사의 제반단계에서 발생하는 건설정보를 체계적으로 분류하기 위한 기준을 말한다.
- 8) BIM 데이터 : 시설물의 3차원 형상과 속성을 포함하는 데이터를 말한다.
- 9) BIM 저작도구 : BIM 데이터를 작성하는데 사용하는 소프트웨어를 말한다.
- 10) BIM 도구 : BIM 데이터의 작성, 분석, 활용, 가공 등의 기능을 하나 이상 수행하도록 만들어진 소프트웨어를 말한다.
- 11) BIM 라이브러리 : BIM 데이터를 작성 및 활용하는데 필요한 기본 요소로서 형상과 정보로 구성된 부위 객체를 모은 집합을 말한다.
- 12) BIM 콘텐츠 : BIM 데이터 작성 및 활용에 지속적으로 사용될 수 있는 자료 정보 또는 내용물을 말한다.
- 13) 부위 객체 : 시설물의 부위를 표현하는 BIM 객체를 말한다.
- 14) 공간 객체 : 시설물의 층, 구역 및 실 등 공간의 범위를 정의하는데 사용하는 BIM 객체를 말한다.
- 15) BIM 데이터 표현 수준(LOD, Level of Development) : 데이터의 상세 수준 (Level of Detail)과 정보수준(Level of Information)으로 구분하며, BIM 데이터 표현 수준은 본 지침 3.1 BIM 데이터 표현 수준을 참조한다.
- 16) 예비공간 : 시설물 모델에 시공 및 유지관리 등에 필요한 접근성, 점검, 안전 등을 위해 필요한 공간을 의미 한다.
- 17) 정보 : 의사전달, 해석 또는 가공이 가능하도록 정형화된 방식으로 데이터를 표현한 것을 말한다.
- 18) 정보모델 : 어떤 용도에 필요한 형상정보, 비형상정보 및 도서정보로 구성된 정보의 집합을 말한다.
- 19) BIM 과업내용서(EIR : Exchange Information Requirements, 과거 Employer's Information Requirements 발주자 요구사항) : BIM을 적용하는 사업의 수행에 요구되는 내용 전체를 말한다.



20) BIM 수행계획서 : BIM 요구사항에 대하여 BIM 적용 사업의 수행계획을 구체적으로 제시한 문서를 말하며, BIM 전면수행 방식으로 수행할 경우 해당 과업의 과업수행계획서로 대체한다.

21) 공동 정보관리 환경 : 업무수행 과정에서 다양한 주체가 생성하는 정보를 중복 및 혼선이 없도록 공동으로 수집, 관리 및 배포하기 위한 환경을 말한다.

### 1.5.2 약어(본문 작성 완료 후 적용된 용어로 정리 필요)

- 1) BIM : Building Information Modeling
- 2) ISO : International Organization for Standardization
- 3) IFC : Industry Foundation Classes
- 4) LandXML : Land extensible markup language
- 5) WBS : Work Breakdown Structure
- 6) CBS : Cost Breakdown Structure
- 7) OBS : Object Breakdown Structure

## 1.6 지침의 개정

### 1.6.1 개정

본 지침서는 국제 및 국가 표준의 제·개정, 관련 BIM 및 스마트 정보기술의 발전, BIM 저작도구 등의 변화에 따라 개정될 수 있다.

### 1.6.2 버전의 부여 기준

본 지침서의 개정은 버전에 의하여 관리된다. 버전의 명칭은 vX.Y의 형식을 가지며 X는 전반적 범위의 개정 또는 주요내용의 개정의 경우에 부여하고 Y는 일부 범위의 개정의 경우에 부여하며, 최초 버전의 명칭은 “v1.0”으로 한다.



## 02 기본 사항

2.1 BIM 전면설계

2.2 BIM 저작도구

2.3 BIM 라이브러리

2.4 책임 및 권리

# 제2장 기본 사항

## 2.1 BIM 전면설계

BIM 전면설계는 기본설계단계부터 실시설계까지의 전 과정의 업무를 수행함에 있어 BIM 데이터를 통하여 설계도서를 작성하는 일련의 과정을 의미한다.

## 2.2 BIM 저작도구

### 2.2.1 기본 사항

감독원, 감리자, 설계자 등 업무담당자의 역할에 따라 각각 필요한 BIM 데이터의 저작도구, 활용도구 및 이를 지원하는 장비를 확보하여 사용한다.

### 2.2.2 데이터 파일 포맷

모델 데이터는 저작도구의 원본 파일 포맷과 함께 데이터의 공유 및 교환을 위하여 표준 파일 포맷을 사용한다. BIM 저작도구의 표준 파일 포맷은 국제표준 IFC로 하며, 용도에 따라 LandXML 등 해당 국제표준 규격으로 할 수 있다.

### 2.2.3 BIM 저작도구 선정

BIM 저작도구는 특정 저작도구로 한정하지 않으며, 과업내용서의 요구사항에 따라 성과품 작성이 가능하며 데이터 공유 및 교환용 표준 파일 포맷을 지원하는 저작 도구를 활용해야 한다. 필요한 경우 각 분야별로 여러 저작도구를 활용할 수 있으며, 사전에 감독원과 협의하여 사용 여부를 결정한다.

BIM 저작도구는 다음 표 2.1의 기준을 참고하여 선정할 수 있다.

<표 2.1> BIM 저작도구 선정기준 사례

번호	선정 기준
1	· BIM 작성의 목표달성에 부합하는가?
2	· 도로시설의 BIM 객체 설계를 지원하는 라이브러리를 제공하는가?
3	· 지형데이터의 입력과 작성이 가능한가?
4	· BIM 객체의 속성입력이 가능한가?

<표 2.1> BIM 저작도구 선정기준 사례(계속)

번호	선정 기준
5	· 개방형 BIM 표준을 지원하는가?
6	· BIM데이터로부터 수량산출이 가능한가?
7	· BIM데이터 작성 후 관련 문서를 작성할 수 있는가?
8	· 구조해석 프로그램과의 연계 가능한가?
9	· 설계 방법을 지원할 수 있는 Add-in 프로그램의 확장성이 용이한가?
10	· 협업설계를 지원하는가?
11	· 프로젝트 관리 프로그램과의 직접적 결합 또는 연계가 가능한가?
12	· 국내 도로 설계기준을 만족하는 설계 툴을 제공하는가?

## 2.3 BIM 라이브러리

### 2.3.1 개요

BIM 설계 업무를 위하여 부대시설이나 공사용 자재, 건설장비 등에 대해 라이브러리를 구축하거나 기 구축된 라이브러리를 활용할 수 있다.

### 2.3.2 BIM 라이브러리 플랫폼

BIM 데이터 작성에 지속적으로 사용될 수 있는 자료정보의 집합으로서, 분야별 BIM 라이브러리, 업무 콘텐츠(각종 템플릿 등) 및 기술 콘텐츠(자재정보, 관련 기준 및 지침 등)로 구성된다.

### 2.3.3 도로분야 BIM 라이브러리 플랫폼의 활용

도로분야 BIM 라이브러리는 국토교통부에서 운영하는 건설사업정보포털시스템(www.calspia.go.kr)의 「도로분야 BIM 라이브러리」를 활용할 수 있다.

## 2.4 책임 및 권리

### 2.4.1 설계도서와 BIM 데이터의 일치

납품 시 제출된 설계도서와 BIM 데이터의 내용은 일치하여야 한다.

### 2.4.2 설계도서와 BIM 데이터의 관계

BIM 데이터는 제출되어야 할 설계도서 내용의 전부 또는 일부를 대체하지 않으며, BIM 데이터로부터 설계도서(설계도면 등)를 작성함으로써 납품하는 설계도서(설계도면 등)와 BIM 데이터는 일치하여야 한다.

### 2.4.3 BIM 성과품의 권리

BIM 성과품에 대한 저작권 및 소유권은 한국도로공사에 있으며, BIM 성과품은 시공 및 유지관리 단계에서 활용할 수 있다.

### 2.4.4 BIM 데이터의 보안

- 1) 계약상대자는 관계법규에 의해 보안관리에 최선을 다하여야 하며 계약상대자의 과실이나 부주의로 인하여 발생한 손해에 대하여 책임을 져야 한다.
- 2) 계약상대자는 BIM 데이터를 감독원의 사전승인 없이 도서 등에 게재하거나 제3자에게 누설하여서는 안된다.



## 03 BIM 전면설계 기준

3.1 BIM 데이터 표현 수준

3.2 BIM 데이터 작성

3.3 설계도면 작성

3.4 설계수량 산출

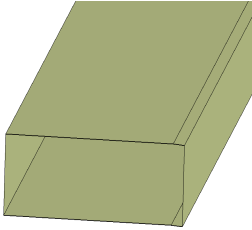
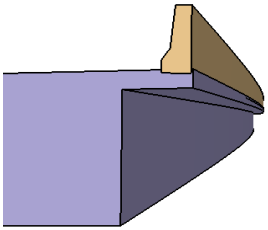
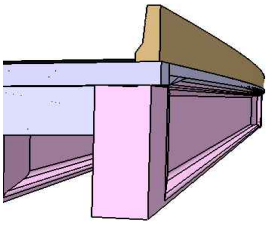
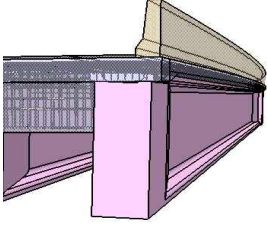
# 제3장 BIM 전면설계 기준

## 3.1 BIM 데이터 표현 수준

### 3.1.1 BIM 데이터 표현 수준

BIM 데이터 표현 수준(LOD, Level of Development)은 데이터의 상세 수준(Level of Detail)과 정보수준(Level of Information)으로 구분하여 형상적인 표현의 공중별 수준을 정하고 형상적인 표현 외 BIM 데이터의 속성을 표현하는 수준을 구분한 것으로 아래 표 3.1을 참조한다.

<표 3.1> BIM 데이터 표현 수준(LOD)의 구분

구분		개요	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 100	개념 모델	<ul style="list-style-type: none"> <li>개념 모델 수준</li> <li>개념적 요소의 표현</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>위치(STA)</li> </ul>
LOD 200	개략 형상 모델	<ul style="list-style-type: none"> <li>개략 형상 모델 수준</li> <li>개략적인 형상의 표현</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>위치(STA)</li> <li>Elevation</li> <li>좌표(X, Y, Z)</li> </ul>
LOD 300	정밀 형상 모델	<ul style="list-style-type: none"> <li>정밀 형상 모델 수준</li> <li>정밀한 형상의 표현</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>위치(STA)</li> <li>재료 속성 등</li> <li>Elevation</li> <li>좌표(X, Y, Z)</li> <li>편경사</li> </ul>
LOD 350	정밀 형상과 연계정보 모델	<ul style="list-style-type: none"> <li>정밀 형상 모델 수준</li> <li>철근 및 강연선 등 표현</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>위치(STA)</li> <li>재료 속성 등</li> <li>Elevation</li> <li>좌표(X, Y, Z)</li> <li>편경사</li> <li>철근</li> </ul>

※ 재료 속성 : 재질, 재료의 물리적 특성(강도, 규격 등) 등 설계에 필요한 정보를 말한다.

### 3.1.2 BIM 데이터 표현 수준 적용

- 1) 계약상대자는 BIM 활용 목적을 달성하기 위한 적용 공종별(토공, 배수공, 교량공, 터널공, 포장공, 부대공 등) 적정 BIM 데이터의 표현 수준(LOD)은 감독원과 협의하여 “BIM 수행계획서”에 작성하고 적용한다.
- 2) BIM 데이터의 표현 수준(LOD)은 기본설계, 실시설계, 시공 단계로 분류할 수 있으며, 각 단계별 BIM 데이터의 활용성, 투입시간, 용량 등을 고려하여 설계 수준에 맞는 BIM 데이터의 표현 수준(LOD)을 결정해야 한다.

<표 3.2> 단계별 BIM 데이터 표현 수준(LOD) 구분(안)

구분	개요	기본설계	실시설계	시공
LOD 100	· 개념 데이터 수준 · 노선선정이 가능한 절·성토 사면 포함	○		
LOD 200	· 개략형상 데이터 수준 · 기본설계 : 비교노선 검토가 필요한 사면 또는 시설물 · 실시설계 : 형상모형으로 수량산출이 가능한 시설물	○	○	
LOD 300	· 정밀형상 데이터 수준 · 실시설계 : 기본적인 모형으로 수량산출 가능한 시설물	○	○	○
LOD 350	· 정밀형상과 연계정보 데이터 수준 · 철근콘크리트 구조물		○	○
LOD 400 이상	· 제작 데이터 수준, 준공 데이터			○

- 3) BIM 데이터의 표현 수준(LOD)은 사업 전반의 공통 적용 수준을 선정하고, 활용도와 중요도가 높은 대상에 대해서 보다 상세한 수준으로 선정할 수 있다.
- 4) BIM 데이터의 표현 수준(LOD)은 「도로분야 발주자 BIM 가이드라인」 과 조달청에서 제시하고 있는 BIM 정보수준(BIL)을 참고하여 적용할 수 있으며, 각 대상별 적용 표현 수준(LOD)은 “BIM 수행계획서(과업수행계획서)”에서 선정한다.



## 3.2 BIM 데이터 작성

### 3.2.1 일반 사항

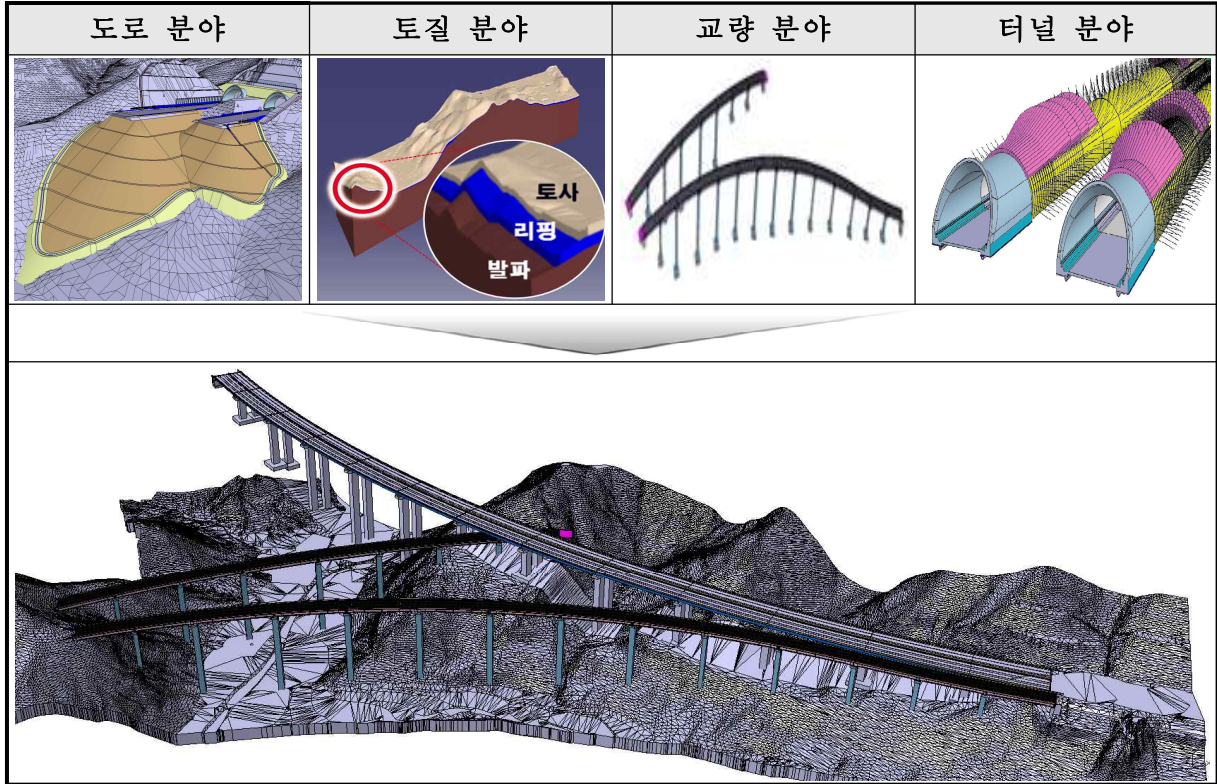
- 1) BIM 지형 데이터의 작성은 노선선정 단계에서는 위성지도 또는 수치지도를 활용할 수 있으며, 상세설계단계에서는 최소한의 범위를 선정하여 측량데이터를 바탕으로 실제 지형에 맞게 작성하여야 한다. BIM 지형 데이터의 작성은 3.2.4 BIM 지형 데이터 지침을 따른다.
- 2) BIM 지층 데이터의 작성은 지반조사 데이터를 바탕으로 토질·지질 기술인이 판단하여 지층구성을 하여야 한다. BIM 지층 데이터의 작성은 3.2.5 BIM 지층 데이터 지침을 따른다.
- 3) 교량 및 터널 등의 시설물 계획은 BIM 데이터를 통해 설계자, 감독원 등 관계자들과 충분한 공유를 통해 계획 하여야 하며, 정확한 지형과 지층에 관한 BIM 데이터가 완성 된 후 현황에 맞게 수정하여야 한다.
- 4) 각 분야별 상세설계는 BIM 철근 데이터가 필요한 경우 LOD 350 수준으로 작성하여야 하며, BIM 철근 데이터가 필요하지 않은 경우는 LOD 300 수준으로 작성하는 것을 기본으로 한다. 단, 길이나 개소수로 수량산출이 가능하거나 일부 부대공의 특정제품에 대한 BIM 데이터 표현 수준은 LOD 200 수준으로 BIM 데이터를 작성할 수 있다.
- 5) BIM 데이터는 본 지침에서 제시하는 표현 수준(LOD)을 설계 단계별로 필요 수준에 맞게 작성하여야 한다.
- 6) BIM 데이터는 최종 목적구조물의 형상 표현이 가능한 공종은 모두 BIM 데이터에 반영하여야 하며, 「BIM기반 설계도 표준」 및 「BIM 기반 수량 산출 기준」에 의한 성과품 작성에 필요한 데이터를 모두 포함하여야 한다.
- 7) 각 공종별로 국가기관 등에서 공통적으로 제공하는 라이브러리가 있을 경우 이를 사용할 수 있고, 제공 라이브러리가 없는 경우에는 관련 설계기준에 적합한 라이브러리를 자체 제작하여 사용할 수 있다.

### 3.2.2 BIM 데이터 구성

- 1) 데이터를 작성할 경우 공종(도로, 교량, 터널 등)별로 각각의 BIM 설계 진행에 따른 BIM 데이터를 구축할 수 있다.

- 2) 공종별로 동일 좌표계에서 작성된 BIM 데이터는 조합에 의한 통합 데이터 구축 시 오차가 없도록 한다.
- 3) 공종별 BIM 데이터의 작성은 해당 분야의 BIM 데이터 작성 지침을 따른다.

<그림 3.1> 공종별 BIM 데이터 구성의 예시



### 3.2.3 구간 및 데이터 분할

- 1) BIM 데이터는 건설정보의 운영과 관리를 위해 공구별 데이터를 조합하여 통합 데이터를 구축할 경우에도 오차가 없도록 좌표 및 표고 등의 정보를 포함하여야 한다.
- 2) 도로는 지형, 지물, 본선도로, 연결로, 부체도로 등을 통합하여 시각화함으로써 설계의 적정성을 확인할 수 있는 것이 원칙이다. 그러나 원활한 데이터 운용을 위하여 본선도로, 연결로, 부체도로 등으로 구분하여 운영할 수도 있다.
- 3) 교량, 터널, 암거 등의 구조물은 각각의 시설물별로 구분하여 운영할 수 있도록 하되 데이터 용량을 고려하여 동일 시설물 내에서도 구성 요소별로 구분하여 작성할 수 있다.
- 4) 분할된 구간이나 구조물의 속성 정보는 구간별 또는 구조물별로 분리되어 운영되도록 해야 한다.

### 3.2.4 BIM 지형 데이터

- 1) BIM 지형 데이터는 기본설계 단계에서는 1:5,000도, 실시설계 단계에서는 1:1,000도 이상의 정밀도를 가져야 하며, 현황 측량이 완료된 지형도를 이용하여 제작이 가능하고, 무인비행장치를 이용한 측량결과를 이용한 작성도 가능하다.
- 2) BIM 지형 데이터는 좌표정보와 표고정보를 반드시 포함하여야 한다.
- 3) 무인비행장치 이용 측량이 수행된 경우 포인트 클라우드 데이터를 수집하여 BIM 지형 데이터를 구축하는데 활용한다.
- 4) BIM 지형 데이터는 설계단계별로 그 범위를 최적화하여야 한다. 계획단계에서 surface mapping을 통하여 비교노선 검토, 출입시설 및 연결로 형식 선정이 가능하도록 대상 면적의 범위를 선정한다.
- 5) BIM 지형 데이터 작성 시 계획노선의 기존 기반시설(도로, 하천, 철도, 지중 구조물 등) 및 기존 도로구조물(교량, 터널, 통로박스 등)은 도로 계획에 반영되어야 하므로 포함하여 작성할 수 있다.
- 6) 노선선정이 완료된 상세설계 단계에서는 지층 데이터를 포함하는 solid 등의 요소를 이용한 BIM 데이터가 필요하므로 데이터 용량을 고려하여 대상 면적의 범위를 최소화 할 필요성이 있다.

### 3.2.5 BIM 지층 데이터

- 1) BIM 지층 데이터 작성은 설계단계에 따른 정밀도를 갖는 지형도를 이용하여 작성된 원지반 지형 데이터와 무인비행장치 이용 측량의 결과 등을 이용하여 작성된 원지반 지형 데이터를 활용할 수 있으며, 보링조사를 시행하여 얻어진 지층 데이터에 근거하여 TIN(불규칙 삼각망) 방식으로 작성이 가능하다.
- 2) BIM 지층 데이터는 지반조사 보링 데이터(지반의 토층, 토질, 지하수위 등)와 토질 전문가의 검토·보완(지반조사 미시행 구간 보완) 작업을 거쳐 지층 데이터를 구축하고 3D 지형과 통합하여 구조물 기초설계와 땅깎기, 흙쌓기, 터파기 등의 설계에 활용될 수 있도록 한다.
- 3) BIM 지층 데이터는 지반조사 보링 데이터의 부족으로 인한 지층의 역전 현상이 나타나지 않도록 보간하여 지층을 구성하여야 한다.
- 4) BIM 지층 데이터는 좌표정보와 표고정보를 반드시 포함하여야 하며, 지반 조사에 의한 보링 주상도 등은 BIM 지층 데이터에 포함하여야 한다.

### 3.2.6 도로분야 BIM 데이터 작성

#### 1) 공통 사항

- (1) 도로분야 BIM 데이터 작성은 관련 설계기준에 부합하도록 하여야 하며, 평면선형, 종단선형, 횡단 구성, 토공, 배수공, 포장공, 부대공 등을 포함한다.
- (2) 배수공의 경우 노면측구, 사면측구, 도로횡단에 포함되는 구조물(배수관, 암거) 등의 공종이 해당된다.
- (3) 기본 도면의 단위는 미터(m)로 설정한다.
- (4) 도로 본체를 구성하기 위한 횡단 구성요소를 정의하여 작성함을 원칙으로 한다.
- (5) 평면선형, 종단선형, 횡단면도는 반드시 관련제원의 정보를 포함해야 한다.
- (6) 도로선형에 포함되어야 할 정보는 다음과 같다.

가. 측점(STA.), 평면제원(IP) 좌표, 직선, 원곡선, 완화곡선 제원

나. 종단제원(VIP), 종단경사, 종곡선 제원

다. 편경사

#### 2) BIM 데이터 구성

- (1) BIM 지형 데이터 작성 시 계획노선대의 기존기반시설(도로, 하천, 철도, 공항 등) 및 기존 도로 구조물(교량, 터널 등)은 분류하여 작성하며 각 구조물별 구체적인 작성방안은 감독원과 협의하여 제시 할 수 있다.
- (2) 도로분야 BIM 데이터의 경우, 선형요소와 비선형요소에 대한 기준을 제시 한다.
- (3) 도로분야 BIM 데이터 표현 수준(LOD)은 공종별 도로 전체 BIM 데이터 구축의 수준을 고려하며, 「BIM 기반 수량산출기준」에 맞게 결정되어야 한다.

<표 3.3> 도로분야 BIM 데이터 표현 수준(LOD)

구 분		LOD수준	모 델 구 성
도 로 분 야	토 공	200~300	땅깎기, 흙쌓기 등 (표토제거, 비탈면보호공 등 : LOD200)
	배 수 공	200~350	측구, 배수횡단구조물 등 (암거, 옹벽 등 철근구조물 : LOD350)
	포 장 공	200~350	아스팔트콘크리트, 시멘트콘크리트 등 (각종 포장준 : LOD200)
	부 대 공	200~300	표지판, 가드레일 등 연장 및 개소수 해당 (콘크리트 기초구조물 등 : LOD300)

### 3) 구간 및 객체 분할

- (1) BIM 데이터의 운영과 관리를 위해 토공 구간별로 분할함을 원칙으로 하며, 필요시 공구전체 모델을 조합에 의한 통합 데이터를 작성할 경우에도 오차가 없도록 한다.
- (2) 본선도로, 연결로, 이설도로, 부체도로 등으로 구분하여 운영할 수 있도록 BIM 데이터를 작성한다.
- (3) 분할된 구간이나 구조물의 속성 정보는 구간별 또는 구조물별로 분리되어 운영되도록 해야 한다.

### 4) BIM 데이터 작성

- (1) 한국도로공사 「BIM 기반 수량산출기준」, 「BIM 기반 설계도 표준」에 제시된 정보가 포함되도록 BIM 데이터를 작성해야 한다.
- (2) 평면선형, 종단선형, 횡단의 도로 BIM 데이터는 각 객체의 정보가 상호 연동하여 작성되어야 한다.

## 3.2.7 교량분야 BIM 데이터 작성

### 1) 공통 사항

- (1) 교량분야 BIM 데이터 작성은 관련 설계기준에 부합하도록 하여야 하며, 평면선형, 종단선형, 횡단 구성, 상부공, 하부공, 포장공, 부대공 등을 포함한다.
- (2) 교량 구조물은 도로의 선형을 기준으로 설계되므로 평면 및 종단 선형 계획을 반영하여 교량 구조물 BIM 데이터를 작성해야 한다. 또한, 편경사와 편경사간의 변화구간이 반영된 BIM 데이터를 작성해야 한다.
- (3) 도로 및 교량 설계 업무의 진행 과정에 따라 ① 노선 선정 시 교량 계획, ② 교량 경간장 계획, ③ 교량 형식의 선정, ④ 경관성 검토, ⑤ 교량별 상세 설계 등에 대하여 BIM 전면설계 방식으로 BIM 데이터를 작성하여야 한다.
- (4) BIM 데이터의 표현 수준은 기본설계 단계와 실시설계 단계에서 다르게 적용할 수 있으며, 기본설계 단계의 BIM 데이터은 표현 수준(LOD)을 하향하여 적용할 수 있다.
- (5) 최종 교량 구조물의 BIM 데이터 작성은 설계도면 추출과 설계수량 산출이 가능하도록 하여야 한다.

## 2) BIM 데이터 구성

- (1) 교량분야 BIM 데이터 표현 수준(LOD)은 주로 LOD 350을 적용하며, 세부 공종별 표현 수준은 교량 전체 BIM 데이터 구축의 수준에 따라 결정할 수 있다.

<표 3.4> 교량분야 BIM 데이터 표현 수준(LOD)

구 분		LOD 수준	모 델 구 성
교 량 분 야	토 공	200	터파기, 되메우기 등
	상 부 공	350	바닥판, 거더, 난간 및 방호벽 등
	교 대 공	350	교대 본체, 날개벽, 접속슬래브 등
	교 각 공	350	교각 본체
	부 대 공	200	교량받침, 신축이음, 배수시설, 점검시설 등

- (2) BIM 철근 데이터는 한국도로공사 「BIM 기반 수량산출기준」, 「BIM 기반 설계도 표준」과 과업내용서 등을 참고하여 업무 범위를 결정한다.

- (3) “BIM 수행계획서”에 철근 데이터에 대한 업무 범위를 명시하고 그에 따라 BIM 철근 데이터를 작성한다.

## 3) 구간 및 객체 분할

- (1) BIM 데이터는 건설정보의 운영과 관리를 위해 교량별로 분할함을 원칙으로 하며, 필요시 교량별 모델을 조합에 의한 통합 데이터를 구축할 경우에도 오차가 없도록 한다.

- (2) 교량별 BIM 데이터는 데이터 용량을 고려하여 구조 부재별(바닥판, 거더, 교대, 교각, 부대시설 등)로 객체를 분할하여 작성할 수 있으며, 각 부재는 통합 데이터를 구축할 수 있도록 한다.

- (3) 분할된 교량과 구조 부재별 객체의 속성 정보는 교량별 또는 구조 부재별로 분리되어 운영되도록 해야 한다.

## 4) BIM 데이터 작성

- (1) 한국도로공사 「BIM 기반 수량산출기준」, 「BIM 기반 설계도 표준」에 제시된 정보가 포함되도록 BIM 데이터를 작성해야한다.

- (2) BIM 데이터는 구조 부재별 좌표, 제원, 재료, 수량 등의 정보를 포함하여야 하며, 해당 객체로부터 설계도면 추출과 설계수량 산출이 가능하도록 작성하여야 한다.

### 3.2.8 터널분야 BIM 데이터 작성

#### 1) 공통 사항

- (1) 터널 구조물(본선, 피난연결통로, 수직구, 경사갱, 환기소, 옥외공동구 등)의 BIM 데이터 작성은 관련 설계기준에 부합하도록 작성해야 한다.
- (2) 터널 구조물은 도로의 선형을 기준으로 설계되므로 평면 및 종단 선형 계획을 반영하여 터널 구조물의 BIM 데이터를 작성해야 한다. 또한, 횡단경사와 횡단경사간의 변화구간이 반영된 BIM 데이터를 작성해야 하고, 터널 환기 방식에 따른 이원화 단면 계획 시에는 제트팬 설치/미설치 구간과 그 사이의 변화구간이 BIM 데이터에 정확히 반영되어야 한다.
- (3) 도로의 선형 계획에 종속되거나 일부사업에 국한되지 않고 반복적으로 재사용 가능한 록볼트, 스틸그레이팅, 집수정, 소화전(기)함, Soil-Nailing, Earth Anchor 등의 객체는 라이브러리를 제작·이용하여 터널 구조물의 BIM 데이터 작성에 적용할 수 있다.
  - 라이브러리 가능 항목 예시 : 자재, 기성제품, 장비, 설비 등
- (4) 터널 구조물 개별 항목중 적용 개소는 많으나 상대적으로 중요도가 낮은 (예 : 공동구 뚜껑 등) 항목의 BIM 데이터 작성은 해당 항목 전체를 데이터 표현 수준(LOD)을 낮추어 작성하거나 대표구간만 해당 항목의 데이터 표현 수준(LOD)으로 작성하고 그 외 구간은 데이터 표현 수준(LOD)을 낮추어 작성한다.
- (5) 최종 터널 구조물의 BIM 데이터는 설계도면 추출과 설계수량 산출이 가능하도록 작성하여야 한다.

#### 2) BIM 데이터 구성

- (1) 터널 구조물의 각 공종별 구체적인 작성방안은 본 지침을 참고하여 감독원과 협의하여 제시할 수 있다.
- (2) 터널 단면의 BIM 데이터 작성 시 곡선과 곡선, 곡선과 직선, 직선과 직선간의 연결부(천단부와 측벽부, 측벽부와 바닥부)는 단차, 요철 등이 없이 매끄럽고 연속적인 형상으로 작성되어야 한다.
- (3) 터널분야 BIM 데이터 표현 수준(LOD)은 한국도로공사 「BIM 기반 수량산출 기준」에 따라 작성함을 원칙으로 하고, 시공 BIM 작성 및 활용에 지장이 없는 항목과 설계단계(기본설계, 실시설계 등)의 목적에 따라서 감독원과 협의하여 조정할 수 있다.

<표 3.5> 터널분야 BIM 데이터 표현 수준(LOD)

구 분	세부 공종	LOD	비 고
굴 착	• 총굴착, 설계굴착 등	LOD 200~300	
버 력 처 리	• 버력(암, 숏크리트)	LOD 200~300	
강 지 보 공	• 격자지보, H-지보, U-지보 등	LOD 300	
숏 크 리 트	• 숏크리트(일반, 강섬유) : 본선, 갱구부	LOD 200~300	
	• 와이어메쉬(갱구부)	LOD 200	
록 볼 트	• 시스템, 랜덤, 접속부보강, 갱구부보강	LOD 300	
콘 크 리 트 라 이 닝	• 콘크리트 타설, 철근가공 및 조립 등	LOD 200~350	
	• 신축 및 시공이음 등	LOD 200	
	• 거푸집, 철근처짐방지용앵커, 배면그라우팅	-	
방 및 수 배 수 수	• 공동구뚜껑(콘크리트, 스틸플레이트), 스틸 그레이팅, 콘크리트 타설, 철근가공 및 조립 등	LOD 300~350	
	• 방수막(부직포), 배수관, 맹암거, 신축 및 시공 이음, 와이어메쉬 등	LOD 200	
	• 필터콘크리트, 용수처리, 비닐깔기, 암반 청소, 거푸집 등	-	
보 조 공 법	• 선진보강 그라우팅(일반천공/직천공, 소구경 /대구경), 휘폴링 등	LOD 300	
	• 프리그라우팅, 선진수평보링 등	-	
갱 문	• 철근 가공 및 조립, 콘크리트 등	LOD 300~350	
	• 터파기, 되메우기 및 다짐, 다웰바, 내장재, 지수판, 배수공 등	LOD 200	
	• 거푸집, 방수공, 비닐깔기 등	-	
터 부속시설물 부속시설물	• 갱문가시설(임시갱문), 영구시설(세척수처리 시설, pH저감시설) 등	LOD 200	
	• 터널명판, 공사중설비, 방음문/방음커튼 등	-	
기 부 대 타 부 대 타 공	• 내장(본선), 점검용사다리 등	LOD 200~300	
	• 방화문, 식별번호판, 가B/P 등	-	
	• 각종 계측기	-	
	• 자재 및 운반 등	해당공종참조	



- (4) 철근 관련 BIM 데이터는 한국도로공사 「BIM 기반 수량산출기준」, 「BIM 기반 설계도 표준」과 과업내용서 등을 참고하여 업무 범위를 결정한다.
- (5) “BIM 수행계획서”에 철근 관련 BIM 데이터의 구체적인 업무 범위를 명시하고 그에 따라 BIM 데이터를 작성한다.
- (6) 기존 2차원 설계에서 곡선구간에 대한 철근 배근도 작성 시 직선으로만 표현하고 수량을 산출하였으나, BIM 전면설계에서는 선형의 곡선반경을 고려하여 철근 관련 BIM 데이터를 작성한다.
- (7) 철근 배근 관련(예 : 전단철근 등) BIM 데이터 작성시 컴퓨터 용량 및 처리능력을 고려하여 대표구간만 해당 항목의 BIM 데이터를 표현하고 그 외 구간에서는 생략할 수 있다.
  - 전단철근 배근시 전체 개소수가 많아서 BIM 데이터 작성 및 운영에 지장 초래 가능
- (8) 철근 관련 BIM 데이터의 경우 설계단계에서는 콘크리트 라이닝 구조도(본선, 갭문 및 개착터널 등)에 주철근과 배력철근 위주로 작성하고 시공 상세도에 필요한 조립도, 상세도 등은 시공단계에서 결정하여 작성하도록 한다.

### 3) 구간 및 객체 분할

- (1) BIM 데이터는 건설정보의 운영과 관리를 위하여 원칙적으로는 공구별로 분할한다. 특히, 터널 내에서 공구가 분할되는 경우에는 원활한 BIM 데이터 운영을 위하여 BIM 데이터의 파일 용량을 고려해야 한다. 또한, 콘크리트 라이닝, 공동구 및 배수콘크리트 등 공종이나 항목의 공구간 접속부 처리에 대한 BIM 데이터가 통합 BIM 데이터에 포함되어야 한다.
- (2) 공구 분할된 터널 구조물 BIM 데이터는 과업내용서에 제시된 기준에 부합되게 작성한다. 또한, 향후 터널 단위로 운영될 수 있도록 BIM 데이터에 터널 구조물 관련 정보를 포함하여야 한다. 관련 정보에 대해서는 과업내용서나 관련 자료를 참고하고 필요시 감독원과 협의하여 추가 및 조정할 수 있다.
  - 관련 정보 예시 : 공구별 터널 선형 정보(평면, 종단, 횡단), 터널 연장, 방재시설 설치간격 및 개소(피난연결통로(차량용, 대인용), 소화기함 등) 등

#### 4) BIM 데이터 작성

- (1) 한국도로공사 「BIM 기반 수량산출기준」, 「BIM 기반 설계도 표준」에 제시된 정보가 포함되도록 BIM 데이터를 작성해야한다.
- (2) 굴착 및 여굴(총굴착, 설계굴착)이 BIM 데이터에 포함되어 관련 정보가 추출되도록 터널 구조물 BIM 데이터를 작성해야 한다. 총 굴착은 버력처리 수량 산출에 필요하고, 여굴은 숏크리트, 콘크리트 라이닝 등의 수량 산출에 반영된다.

### 3.3 설계도면 작성

#### 3.3.1 설계도면 작성 원칙

##### 1) BIM 데이터의 추출 활용

BIM 전면설계에 의한 설계도면은 BIM 데이터로부터 추출하여 작성하여야 하며, 각 공종별 도면 작성 기준은 한국도로공사 「BIM 기반 설계도 표준」에 의해서 작성한다.

##### 2) 설계도면 임의 변경 금지

설계도면은 BIM 데이터로부터 추출하여 도면화하여야 하며 추출된 형상 등의 임의 변경을 금지하여 BIM 데이터와 설계도면의 내용은 동일하여야 한다.

##### 3) 설계도면 추가 작업

BIM 데이터로부터 추출한 설계도면에 대하여 문자, 치수선, 보조선 등 설계도면의 완성에 필요한 2차원 추가요소는 기존의 2차원 도면 작성 시 방법을 참고하여 완성한다.

#### 3.3.2 설계도면 작성 대상

- 1) 설계도면의 작성은 원칙적으로 BIM 데이터를 통해 작성하여야 하며, 불필요한 도면은 최대한 배제하여 각 공종별로 최적화 하여야 한다.
- 2) BIM 전면설계에 의해 작성된 BIM 데이터로부터 추출하여 각 공종별(도로, 교량, 터널 등) 설계도면 전체를 대상으로 하나, BIM 데이터로 작성이 불가능한 개념도, 설계기준 등의 경우는 기존의 2차원 설계방식의 도면을 작성할 수 있다.

### 3.3.3 형상 표현

#### 1) 3차원 표현의 방법

- (1) 발주자, 시공자 및 감리자의 이해를 돕기 위하여 BIM 데이터로부터 추출한 도면을 가능한 3차원으로 표현하고, 공종간 상호모순이나 설계 불분명·누락 등이 발생하지 않도록 하여야 한다.
- (2) BIM 저작도구의 3차원 형상 표현 기능에 의하여 해당 부위를 알기 쉬운 각도와 크기로 표현한다. 등각 투영을 활용하여 각도는 왜곡이 없고 치수의 측정이 가능한 30° 각의 아이소메트릭 뷰(Isometric view)를 권장한다.

#### 2) 3차원 표현을 위한 설계도면의 구성

- (1) BIM 전면설계 방식에 의한 3차원 표현의 설계도면 작성을 기본으로 한다.

## 3.4 설계수량 산출

### 3.4.1 설계수량 산출 원칙

#### 1) BIM 데이터의 추출 활용

BIM 전면설계에 의한 수량 산출은 BIM 데이터로부터 추출하여 산출하여야 하며, 세부 공종에 관한 산출 기준은 한국도로공사 「BIM 기반 수량산출 기준」에 의해 산출하며, 국토교통부 「국도건설공사 설계실무 요령(2016)」을 참조할 수 있다.

#### 2) 설계수량 임의 변경 금지

설계수량은 BIM 데이터로부터 추출하여 산출하여야 하며 추출된 수량 등의 임의 변경을 금지하여 BIM 데이터와 설계수량의 내용은 동일하여야 한다.

### 3.4.2 설계수량 산출 대상 및 방법

#### 1) 설계수량 산출 대상

BIM 저작도구에 의해 BIM 데이터의 작성이 가능한 최종 목적 구조물의 형상 표현이 가능한 공종을 설계수량 산출 대상으로 한다. 단, 시공 중 현장 상황에 의해 변경되며, 최종 목적 구조물 이외의 가설 구조물의 설계수량은 기존 2차원 도면 설계 방식에 의해 수동으로 수량을 산출한다.

## 2) 설계수량 산출 방법

- (1) BIM 데이터로부터 추출이 가능한 수량은 「BIM 기반 수량산출기준」에 의해 산출하여야 하며, BIM 데이터 작성 불가 공종 등 BIM 데이터와 무관하게 수학적 접근 방식으로 산출하는 경우는 기존 방식에 의해 산출하여야 한다.
- (2) 단위수량을 사용하는 공종 등은 해당 공종의 연장 또는 개소수만 추출하여 기존 단위수량과 연동하여 수량 산출한다.



## 04 스마트설계 지침

4.1 스마트설계 개념

4.2 기본설계 단계

4.3 실시설계 단계

4.4 스마트설계 성과품

# 제4장 스마트설계 지침

## 4.1 스마트설계 개념

### 4.1.1 정의 및 목적

스마트 설계란 BIM 전면설계에 의해 생성된 BIM 데이터와 스마트 건설기술을 융합하는 설계기법을 의미하며, 이를 통해 최적의 설계 성과품을 도출하는 것을 목적으로 한다.

### 4.1.2 적용 대상

한국도로공사에서 수행하는 고속도로 건설사업의 BIM 전면설계(기본설계, 실시설계, 기본 및 실시설계) 과업에 적용함을 원칙으로 한다.

## 4.2 기본설계 단계

### 4.2.1 노선 선정

#### 1) 공통사항

- (1) 적용범위는 도로설계를 위한 구성요소로서 도로선형(평면 및 종단)에 해당하며, 교량, 터널 등의 구조물 위치 및 형상까지 대상으로 할 수 있다.
- (2) 구성요소들은 기하구조의 결정에 따라 편리성과 안전성, 경제성 등이 결정될 수 있으며, BIM 기반으로 시각화된 정보를 생산하여 노선대를 검토함으로써 합리적인 의사결정이 가능하도록 한다.
- (3) 평면선형, 종단선형 및 횡단구성을 포함하는 3차원으로 계획을 하며, 도로의 진·출입 및 평면교차, 입체교차와 시설한계 검토도 동시에 BIM 데이터를 통해서 공유될 수 있도록 제시 한다.
- (4) 기반시설 및 지장물건에 대한 BIM 데이터 작성시 노선대의 노선선정 범위 까지 구축하여 지장물 간섭을 검토 한다.

#### 2) 지형범위의 선정

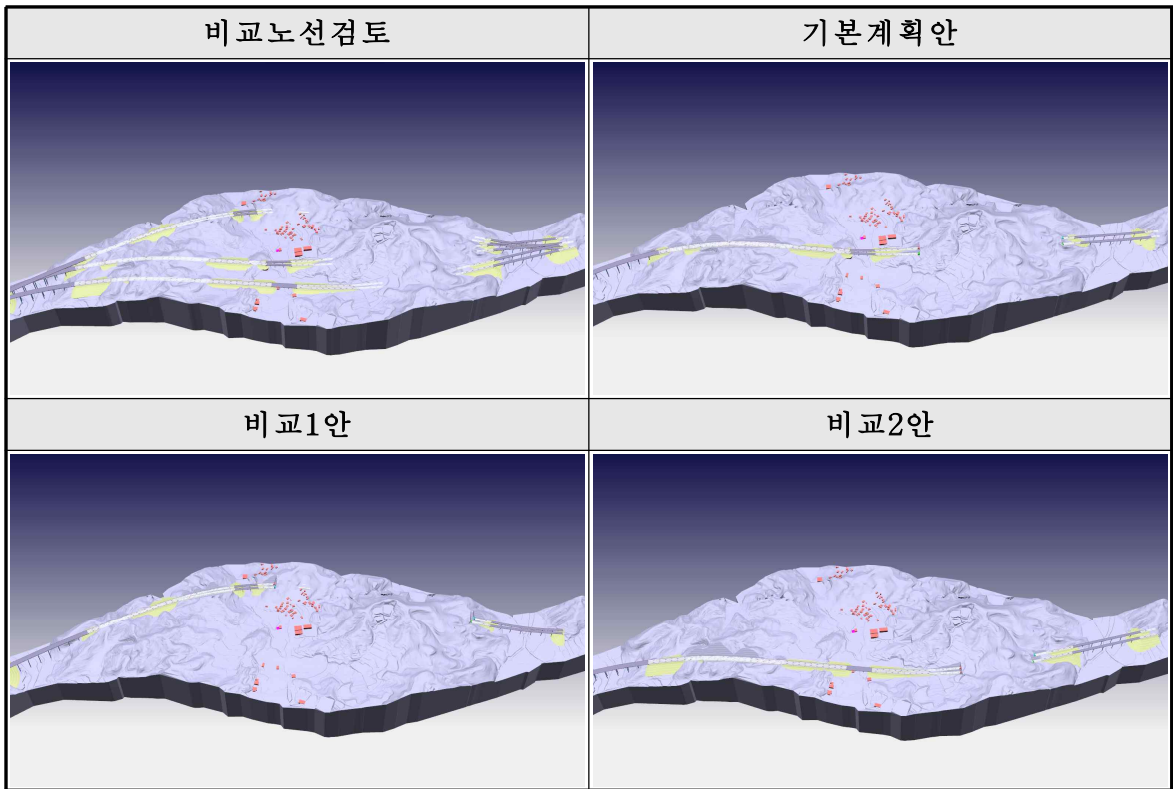
- (1) BIM 지형 데이터 작성은 3.2.4 BIM 지형 데이터 작성을 참고하며 BIM 지형 데이터의 범위는 노선선정 단계에서는 충분히 노선을 비교할 수 있을 정도의 범위를 선정하며, 최종 선정된 노선은 도로부지 경계 이상이 되도록 지형범위를 선정하여 BIM 지형 데이터를 완성한다.

- (2) BIM 지형 데이터는 계획단계에서는 1/5,000도, 상세설계단계에서는 1/1,000도 이상의 정밀도를 가져야 하며, 현황측량이 완료된 지형도를 이용하여 제작하여 활용할 수도 있다.
- (3) 노선선정 단계는 일반적으로 BIM 저작도구 및 공공포털 등에서 제공하는 지형 데이터(1/5,000)를 이용할 수 있으나, 노선선정 시 상세검토가 필요한 경우 무인비행장치를 이용한 측량 결과 등의 항공촬영 데이터를 활용해 BIM 지형 데이터를 제작하여 활용할 수 있다.
- (4) 필요시 간섭이 우려되는 구조물은 준공도면을 바탕으로 구조물의 기초 형식, 크기, 근입 깊이 등의 조사와 Laser Scanning 등의 최신기법을 활용하여 BIM 데이터에 반영할 수 있다.

### 3) 노선의 선정

- (1) 도로의 선형은 도로 중심선의 입체적인 형상으로 평면적으로 표현된 중심선 형상의 평면선형과 종단면에 표현된 중심선 형상의 종단선형이라 하며, 도로의 기하구조기준 등에 따라 도로선형을 설계한다.
- (2) 노선의 선형설계는 국내·외 선형설계 프로그램을 활용하여 선형계획을 하나, 계획된 노선선형은 BIM 데이터를 통하여 계획하고 비교·분석하여야 한다.
- (3) 평면선형은 직선, 곡선, 완화곡선으로 구성되며, BIM 데이터에는 평면선형 정보가 포함되어야 하며, 평면선형에 따라 횡단경사 등이 변화하며, 이에 대한 횡단경사 등의 정보도 BIM 데이터에 포함되어야 한다.
- (4) 종단선형은 도로 중심선을 따라 절단면의 선형으로 평면선형 및 횡단경사와 어우러져 도로의 입체적이 형상이 완성된다. 종단선형은 종단경사와 종단곡선으로 구성되어 있으며, BIM 데이터에는 형상 및 종단선형과 관련된 모든 정보를 포함한다.
- (5) 노선선정을 위한 도로선형 비교안은 BIM 데이터를 통하여 작성하여야 하며, 평면선형 및 종단선형 등 정보가 BIM 데이터에 포함되어야 한다.
- (6) 본선 및 유·출입시설(분기점, 나들목) 계획 시 기반시설(단지, 철도, 도로, 하천 등) 횡단통과 등 상세검토가 필요한 구간은 시설물과 근접시공으로 발생하는 지반의 이완 우려 등을 고려할 수 있도록 BIM 데이터에 충분히 포함되어야 한다.
- (7) 교량의 시·종점 위치 및 경간장 구성과 터널 갱구부의 위치 계획은 BIM 데이터를 활용하여 주변 환경과의 조화 등 경관에 대한 검토를 수행하여야 한다.
- (8) 개략공사비 및 보상비 산출 시 국내·외 선형설계 프로그램과 BIM 데이터에서 추출한 데이터를 활용하여 도로 및 철도부문 비용 추정지침(공공투자관리 센터)에 따라 산정한다.

<그림 4.1> 비교노선검토 예시



#### 4.2.2 출입시설 형식 결정

##### 1) 공통사항

- (1) 고속도로의 출입시설은 입체교차로를 말하며 주도로(主道路)와 부도로(副道路)가 접속하는 지점에서 주행하는 모든 자동차의 안전성과 효율성을 확보하기 위하여 적절한 형식과 규모를 정하기 위한 시설을 말한다.
- (2) 입체교차로의 규모는 도로등급이 높은 고규격 도로(고속도로, 도시고속도로 및 국도)와 고규격 도로를 연결하는 분기점과 고규격 도로와 등급이 낮은 일반도로(국도, 지방도, 시도 등)를 연결하는 나들목으로 구분한다.
- (3) 분기점과 나들목의 형식 선정은 차로변경 및 직진교통과의 마찰을 최소화 하며 주행 시 운전자의 혼란이 없도록 안전하게 선정하며 BIM 데이터를 통하여 여러 개의 형식을 비교 검토하고 필요시 주행 시뮬레이션을 통하여 가장 안전한 형식을 선정하며 검증할 수 있다.

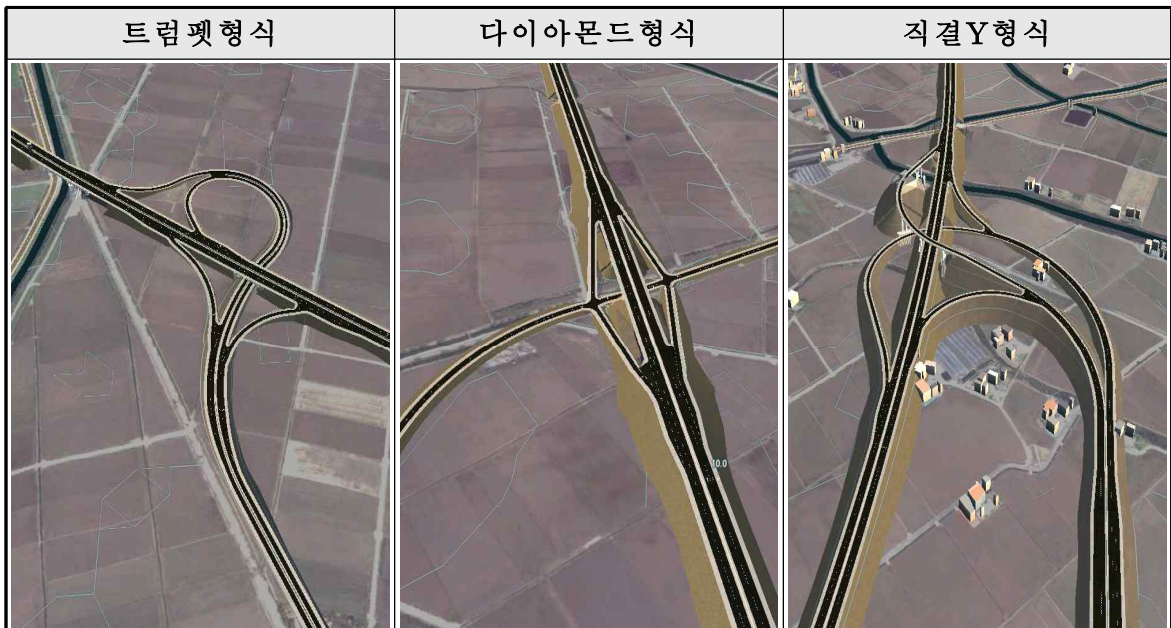
##### 2) 분기점과 나들목의 형식 선정

- (1) 분기점의 형식은 시설규모, 주변 현황, 지장물 등을 고려하여 형식 검토를 실시하여야 하며, BIM 데이터를 통하여 충분한 안전성을 입증하여야 한다.



- (2) 나들목의 형식은 본선의 설계속도 및 설계 수준을 고려하여 선형 및 도로의 구조 시설 등의 수준을 정하는 것이 중요하며, 규모와 주변현황, 지장물 등을 고려하여 BIM 데이터를 통하여 형식을 비교하고 안전성과 주행성을 검토하여야 한다.
- (3) 입체교차되는 연결로의 시설한계는 계획하는 모든 관계자들이 확실하게 인지할 수 있도록 명확하게 BIM 데이터에 표현하여 안전한 통과와 확보에 대한 시각적인 검증을 하여야 한다.
- (4) 연결로 곡선부의 확폭은 BIM 데이터에 충분한 정보를 포함하여 설계기준을 충분히 만족하고 있음을 BIM 데이터에 포함하여 주행 안전성을 확보하여야 한다.

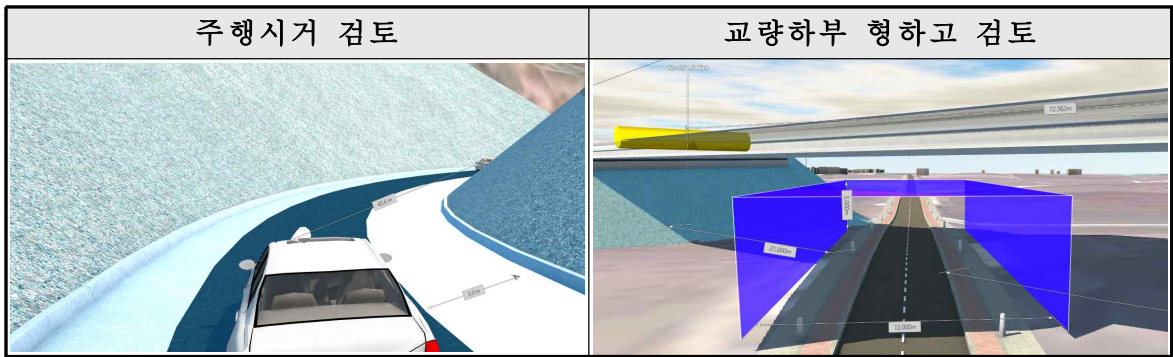
<그림 4.2> 출입시설 형식 검토 예시



### 3) 시뮬레이션 검토

- (1) 설계 시 사전 문제점 도출을 위하여 운전자 중심의 주행성을 검토하여야 한다.
- (2) 계획된 형식별로 도로 선형, 횡단 구조물계획 등을 주변 현황과 연계하여 시거, 진·출입 계획, 시설물의 시인성 등 종합적인 도로계획을 검토한다.
- (3) 교차로 계획의 시인성 및 자연스러운 진·출입을 위해 적절한 시거와 회전반경을 검토 한다.
- (4) 교차로 계획구간의 교통수요분석 결과를 반영하여 시나리오별 교통분석 결과를 가시화 할 수 있다.

<그림 4.3> 시뮬레이션 검토 예시



### 4.2.3 무인비행장치 측량

#### 1) 일반 사항

- (1) BIM 기반설계 수행시 지형정밀도를 상향시킬 경우 기존 항공측량을 대체하여 무인비행장치 측량을 통해 지형현황도(1:1,000) 작성 등의 업무를 수행하여야 한다.
- (2) 무인비행장치를 이용한 지형측량을 실시하고, 기준점 측량 및 수치도화를 수행하여 지형현황도(1:1,000)를 작성하고, BIM 데이터 작성에 활용하는 것을 목적으로 한다.
- (3) 무인비행장치 측량은 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」 등 관련법령 및 규정, 지침과 우리공사 방침 및 과업내용서 등을 준수하여 시행하여야 한다.

#### 2) 시행 방법

- (1) 관련법령 및 규정, 지침 등을 준수하여 시행하여야 한다.
- (2) 촬영 폭은 200m로 도로중심선에서 좌(100m)·우(100m) 폭을 원칙으로 하며 노선 특성 등을 고려하여 조정할 수 있다.
- (3) 중복도는 촬영 진행방향으로 75% 이상, 인접 코스간에는 70% 이상을 원칙으로 한다.(단, 지형의 기복이 큰 산림지역과 60m 이상의 고층 건물이 존재하는 경우에는 촬영 진행방향으로 85% 이상, 인접 코스간에는 80% 이상 중복도를 높여 촬영하여야 한다.)
- (4) 산지부 및 계곡부, 터널 입·출구, 출입시설 등 보완이 필요할 것으로 판단되는 구간에 대하여 보완 촬영을 실시하여야 한다.
- (5) 무인비행장치의 비행가능 범위 및 촬영면적 등을 고려하여 촬영구간을 정하고, 분할된 촬영구간에 대하여 구간간의 기준점 공유 등을 통하여 연계가 될 수 있도록 하여야 한다.

#### 4.2.4 노선 자문 및 VE, 주민설명회 활용

##### 1) 공통사항

- (1) 노선자문 및 설계VE 회의를 개최할 경우 모든 과정은 BIM 데이터 이용을 원칙으로 한다.
- (2) 노선자문, 설계VE 및 주민설명회 수행 시 배포자료는 BIM 데이터에서 추출한 노선계획(평면, 종단, 횡단 등)을 작성하여 배포하며, 계획현황 설명시에는 BIM 데이터를 이용한다.
- (3) 노선선정은 기본설계의 계획단계로 비교노선의 검토가 가능한 비교적 낮은 수준(LOD 200)의 BIM 데이터를 작성하며, 상세설계단계에서 노선검토가 필요할 경우 세부설계 BIM 데이터를 활용하거나 LOD 200 수준으로 BIM 데이터를 작성할 수 있다.
- (4) 비교노선 검토 시 BIM 데이터를 활용하여 민원사항을 검토하여야 한다.
- (5) 각 단계별 BIM 데이터 작성 수준은 제3장 BIM 설계 기준을 따른다.

##### 2) 노선자문

- (1) 비교노선 및 분기점, 나들목의 형식 선정을 위하여 자문회의 개최 시 모든 과정은 BIM 데이터를 이용하여 설명하며 안전성을 검증하여야 한다.
- (2) 노선자문 과정에서 계획구조물(교량, 터널)의 상세 BIM 데이터 자료 필요시 감독원과 협의하여 제시한다.
- (3) 서면자문 또는 문서작성에 필요한 도면은 BIM 데이터를 활용하여야 하며 감독원과 협의하여 제시한다.

##### 3) 설계VE

- (1) VE(Value Engineering)는 설계단계와 시공단계로 구분하며, 설계단계는 기본 설계단계와 실시설계단계로 구분한다.
- (2) 설계단계에서는 BIM 데이터를 활용하여 노선 및 구조물의 성능을 분석하고 설계 VE를 수행할 경우 관련 대안평가 및 분석은 BIM 데이터를 활용하여 성능 및 가격분석을 할 수 있다.
- (3) 분야별 분할된 업무로 공중간의 간섭이 발생하는 구간에 대해 간섭 및 공중간의 불일치 사항을 파악하여 설계품질을 향상 시킬 수 있다.
- (4) BIM 데이터는 과업현황 파악과 유역, 경사, 표고, 배수 등에 대한 분석이 용이하여 설계단계 시 설계적정성 검토에 활용 할 수 있다.

#### 4) 주민설명회

- (1) 주민설명회시 계획 노선에 대한 주민 및 이해당사자들의 이해를 돕기 위해 BIM 데이터를 이용하여 설명하여야 한다.
- (2) 계획 노선에 대한 세부설명이 필요한 경우, BIM 데이터를 활용한 주행 시뮬레이션, 경관 시뮬레이션 등을 활용할 수 있으며 상세내용은 4.3 상세 설계 단계를 따른다.

### 4.3 실시설계 단계

#### 4.3.1 배수 시뮬레이션

##### 1) BIM 데이터 구축

- (1) 배수 시뮬레이션은 컴퓨터 시뮬레이션과 유체역학을 접목하여 실제상황과 유사한 조건을 구현하여 배수피해를 미리 예측하고 개선대책을 도출하기 위하여 수행한다.
- (2) 설계 및 시공 시 사전 문제점 도출을 위하여 계획도로 배수체계의 원활성을 검토한다.
- (3) 도로의 배수계획은 유역에서 유입되는 물을 배수시설을 통하여 신속하게 처리할 수 있는 방식으로 계획하며 기존의 배수설계 수행방법을 준용한다.
- (4) 배수 시뮬레이션을 활용한 검토 효과를 위해서 LOD 300 수준 이상의 BIM 데이터가 필요하며, 배수시설에 대한 BIM 데이터를 작성하여야 한다.
- (5) BIM 데이터의 범위는 유역면적까지 모든 구간이 반드시 필요한 것은 아니며, 필요시 국부적인 모델을 통하여 배수 시뮬레이션을 수행할 수 있다.
- (6) 배수 시뮬레이션은 공사 중과 유지관리 단계에서 발생할 수 있는 배수시설의 범람과 침수 등을 미리 예측하여 설계단계에서 BIM 데이터를 통하여 시각화할 수 있다.
- (7) 유역면적 내의 표토 등이 우수로 인하여 침식이 가속되어 배수시설 내에 퇴적되어 우수 운반능력이 떨어져 발생하는 배수 문제점도 BIM 데이터 작성이 가능하지만 그 양을 예측하여야만 BIM 데이터에 반영할 수 있다.
- (8) BIM 데이터는 수치해석까지 가능한 것은 아니며, 수치해석을 통해 그 결과를 BIM 데이터에 반영하여 배수 시뮬레이션을 실시한다.
- (9) 감독원과 협의하여 배수 시뮬레이션의 수준 및 범위 등을 협의하여 결정하여야 한다.

## 2) BIM 데이터 활용

- (1) 평면선형이 변화하는 곡선구간의 도로 및 교량에서 횡단경사가 변화함에 따라 발생하는 물고임 등을 예측하여 미끄럼에 의한 교통사고를 예방할 수 있다.
  - 도로의 평면 및 종단 선형, 구조물 계획 등을 주변 현황과 연계하여 종단경사 완화구간의 편경사 발생지점의 종합적인 노면배수 검토를 수행한다.
  - 도로 진·출입 구간, 교차로 구간, 구조물 설치 구간, 오목부 구간 등의 물고임 해소를 통한 주행안전성 검토를 수행한다.
- (2) 비탈면의 배수 시뮬레이션을 통해 비탈면에 유입되는 지표수를 최대한 차단하여 비탈면 측구계획 등 효율적인 배수계획으로 급격한 지하수위 상승 등 위험요소로 부터 비탈면 안정성을 확보한다.
  - 깎기부 : 산마루측구, 소단측구, 도수로, 집수정, 종배수관 등의 깎기부 전반에 설치되는 사면 배수 계획을 검토한다.
  - 쌓기부 : 소단측구, 도수로, 집수정, V형측구, U형측구, 종배수관 등의 쌓기부 전반에 설치되는 사면 배수 계획을 검토한다
- (3) 배수 시뮬레이션을 통해 시각화된 배수 설계의 문제점을 분석하여 측구, 도수로, 암거 등 필요한 용량의 배수시설을 추가적으로 계획한다.
  - 지형에 따라 계획도로를 횡단하는 수로횡단, 계곡부횡단, 하천횡단으로 구분되며 구조물로는 배수관, 암거, 교량 등이 이에 해당한다.
  - 횡단배수시설은 도로와 도로 인접지역으로 부터 유입되는 우수를 횡단하여, 하천 또는 수로 등으로 배수시키기 위하여 설치하며, 배수시설은 암거, 배수관 등의 BIM 데이터를 활용하여 검토한다.
- (4) 배수 시뮬레이션의 적용 구간은 배수피해가 자주 발생되거나 우려되는 취약구간으로 선정하여 검토한다.
  - 노면배수 : 종단곡선 저점부
  - 사면배수 : 깎기비탈면 오목부, 터널 입출구부
  - 횡단배수 : 유역면적이 넓고, 평균경사가 급한 지역

<그림 4.4> 배수 시뮬레이션 적용 구간 예시



### 4.3.2 도로주행 시물레이션

#### 1) BIM 데이터 구축

- (1) 설계 및 시공 시 사전 문제점 도출을 위하여 운전자 중심의 주행성을 검토한다.
- (2) 분기점 및 나들목 형식 선정시 교통수요 예측결과를 반영한 도로주행 시물레이션을 작성하여 형식결정을 위한 비교검증을 하여야 한다.
- (3) 도로 주행 시물레이션을 활용한 검토 효과를 위해서 높은 BIM 데이터 상세 수준이 필요할 수 있다.
- (4) 감독원과 협의하여 주행 시물레이션의 수준 및 범위 등을 협의하여 결정하여야 한다.
- (5) BIM 지형 데이터 자료는 수치 지형도 또는 무인비행장치를 이용한 측량으로 얻어진 자료를 활용하여 작성할 수 있다.

#### 2) BIM 데이터 활용

##### (1) 도로 주행성 검토

- 도로 선형, 구조물 계획 등을 주변 현황과 연계하여 시거, 진·출입 계획, 시설물의 시인성 등 종합적인 도로계획을 검토한다.
- 진·출입 구간, 교차로 구간, 구조물 설치 구간, 선형 불량 구간 등의 시거 및 시인성 등을 통한 안전성을 검토한다.

##### (2) 교차로 계획 검토

- 입체 교차로 진·출입 등 교차로 구간의 차량 동선 계획을 검토한다.
- 교차로 계획의 시인성 및 자연스러운 진·출입 계획, 적절한 회전 반경을 검토한다.

##### (3) 교통 분석 연계 시물레이션

- 도로 선형 및 기하구조 계획 시 교통분야와 협업하여 BIM 데이터 정보를 기반으로 교통 분석 수행을 수행할 수 있다.
- 본선 및 교차로 계획구간의 교통수요분석 결과를 반영하여 시나리오별 교통 분석 결과를 가시화 할 수 있다.

### 4.3.3 경관설계 시뮬레이션(선택사항)

#### 1) BIM 데이터 구축

- (1) 지형 및 주변 현황, 도로 계획을 BIM 데이터로 구축하고 시뮬레이션 기법 등을 활용하여 경관 및 환경성을 검토한다.
- (2) 지형, 도로 계획, 교량 계획 등을 BIM 데이터에 포함하여야 하며, 필요시 주변 주요 지장물을 포함하여 작성하여야 한다.
- (3) 근경·중경역을 고려하여 교량 계획 구조물의 형상, 땅깁기·흙쌓기 및 옹벽 계획 등을 BIM 데이터에 포함하여야 하며, 필요시 색채 계획 등 세부 경관 계획을 반영하여 작성할 수 있다.
- (4) 원경역을 고려하여 원거리의 현황 범위로 확대하여 BIM 데이터를 작성할 수 있다.
- (5) 교량 계획 등 구조물 경관을 검토할 경우 형상에 대한 세부 경관 계획이 검토가 가능하도록 BIM 데이터를 작성하여야 한다.

#### 2) BIM 데이터 활용

- (1) 노선 선정 및 선형 계획 시 경관 분석
  - 운전자의 시각적 특성을 반영한 근경, 중경, 원경역을 고려하여 주변의 경관적 특성과 경관자원 활용을 위한 분석을 수행한다.
  - 경사 분석, 표고 분석 및 높이에 따른 가시권역을 분석하여 경관 및 환경성 검토를 수행한다.
  - 비교노선 검토 시 다양한 경관 검토 및 환경영향 분석을 통하여 최적 대안을 도출한다.
- (2) 구조물 경관
  - 주변 경관을 고려한 구조물 형식 및 디자인 대안 검토를 통하여 최적 대안을 도출한다.
  - 교량의 시·종점 위치, 형식 및 디자인 대안 검토를 통하여 최적 대안을 도출한다.
  - 터널 입·출구부 위치, 갭문 형식 및 디자인 대안 검토를 통하여 최적 대안을 도출한다.
- (3) 구조물 시공성 검토
  - 특수 교량의 주탑, 보강형, 교각, 터널의 갭문 등 경관을 고려하여 디자인 형상을 설계에 반영한 경우 BIM 데이터를 활용하여 거푸집의 제작 및 시공성 등을 사전에 검토할 수 있다.

#### 4.3.4 일조영향 시뮬레이션(선택사항)

##### 1) BIM 데이터 구축

- (1) 도로 공용 시 사전 문제점 도출을 위하여 운전자 중심의 일조영향 검토를 수행한다.
- (2) 도로 일조영향 시뮬레이션을 활용한 검토 효과를 위해서 노선선정단계에 높은 BIM 데이터 상세 수준이 필요할 수 있다.
- (3) 감독원과 협의하여 일조영향 시뮬레이션의 수준 및 범위 등을 협의하여 결정하여야 한다.
- (4) 우리공사의 터널 출구부 교통안전성 확보를 위한 직광영향 최소화 설계방안 검토(설계처-3354 2013.11.11.)를 참조한다.

##### 2) BIM 데이터 활용

###### (1) 터널 출구부 직광 영향 검토

- 도로 주행 중, 특히 터널을 운전하는 경우 출구부에서는 터널 내부의 조도에 적응되어 있는 운전자의 시력이 터널 밖으로 나오는 순간 강렬한 태양광에 직접 노출(직광) 될 때 글레어현상(화이트홀 현상)이 발생한다.
- 이러한 현상은 일반도로에서 일출 또는 일몰시 동서방향의 도로를 운전하는 운전자의 시야에 직접 유입되는 태양으로 인한 시야장애 발생으로 나타남으로써 해당 도로의 BIM 데이터를 활용하여 검토한다.

###### (2) 계획도로의 결빙 발생 예측구간 검토

- 산악지 북측 횡단도로구간의 겨울철 음지 발생 예측 구간에 대해 일조영향 분석을 통해 주행안전성을 검토한다.
- 터널 입·출구부 겨울철 결빙 현상(Black ice) 발생 예측 구간에 대해 일조영향 분석을 통해 터널 입·출구부 입지 검토를 수행한다.
- 교량구간, 도로오목부 등 겨울철 결빙현상(Black ice) 발생 예측구간에 대해 일조영향분석을 통해 선형 변경, 위험 표지판 설치, 염수분사시설 등의 대응 방안을 검토한다.

###### (3) 구조물로 인한 일조 피해 영향 검토

- 도로외측 방음시설, 방호벽 등 겨울철 음지발생 예측 구간에 대해 일조영향 분석을 통해 주행안전성을 검토한다.
- 고속도로 시설물의 음영으로 인한 농작물의 피해가 우려되는 구간에 대해 필요 시 일조영향 분석을 검토할 수 있다.



## 4.4 스마트설계 성과품

### 4.4.1 스마트설계 성과품 제출 기준

- 1) BIM 전면설계와 연관된 스마트설계 성과품이란 배수, 주행, 경관, 일조 등의 시뮬레이션 결과물을 말한다.
- 2) 수치해석과 관련된 시뮬레이션의 경우 현재 국내 기준에 적합한 해석 및 시뮬레이션 소프트웨어가 마련되지 않을 수 있으므로 충분한 검증 절차를 거친 후 시행하여야 한다.
- 3) 스마트설계 성과품은 과업내용서에 명시된 경우에 한하여 수행하며, BIM 수행 계획서에 명시하고 작성 후 납품하도록 한다.
- 4) 각 과업 목적별 시뮬레이션은 BIM 데이터를 기반으로 하여 수행하여야 하며, 동영상으로 충분한 설명이 가능하여야 한다.
- 5) 각 과업 목적별 시뮬레이션의 수행을 위하여 LOD 300 수준 이상의 BIM 데이터를 작성하여야 한다.
- 6) 수치해석 프로그램은 검증된 프로그램을 사용하도록 하며, 수행에 적용된 프로그램에 관한 소개, 활용 실적, 프로그램 검증 등의 내용을 보고서에 수록하여야 한다.
- 7) 시뮬레이션을 통하여 최적의 안을 도출하여 설계에 반영할 경우, 보고서와 동영상을 통해 시뮬레이션 수행 결과에 대한 장·단점 등 비교 검토 과정을 상세히 설명하여야 한다.

### 4.4.2 스마트설계 성과품

- 1) 시뮬레이션 동영상 파일 1식
- 2) 시뮬레이션을 위한 BIM 데이터 파일 1식
- 3) 수치해석 입출력 데이터 1식
- 4) 시뮬레이션에 관한 보고서 1식 (BIM 결과보고서 본문 또는 부록에 포함 가능)



**부속서-1**

○○~○○ 고속도로 건설공사  
기본 및 실시설계용역 제○공구  
**과업내용서(Terms of Reference)**

○○○○년도

50년의 자부심, 세계로! 미래로!

○○~○○ 고속도로 건설공사  
기본 및 실시설계용역 제○공구  
BIM 전면설계 과업내용서  
(Terms of Reference)

---

한국도로공사

# 목 차

## 제1장 일반 사항

제1절 과업명	1
제2절 과업의 목적	1
제3절 과업의 구간 및 범위	1
제4절 과업의 개요	2
제5절 과업의 수행기간	3
제6절 설계변경조건	3
제7절 주요업무의 사전협의 등	3
제8절 과업수행 및 공정보고	4
제9절 용역감독 등	5
제10절 자료요구·질의 등	6
제11절 계약상대자의 책임	6
제12절 적용규정 및 설계기준	7
제13절 관계기관 협의 및 인·허가	7
제14절 건설기술진흥법령의 준수	7
제15절 보안 및 비밀유지	8
제16절 용어의 해석	9
제17절 용역수행자의 교체	9
제18절 설계 시 고려되어야 할 사항	9
제19절 신기술의 도입	10
제20절 토석정보공유시스템의 활용	10
제21절 작업분류체계(WBS) 자료 제출	10
제22절 건설공사 물량내역수정입찰 관련 사항	10
제23절 건설공사의 공사기간 산정	11
제24절 기타 사항	11

## 제2장 인력운영

제1절 인력 투입계획	12
제2절 핵심전문가 책임 및 의무	14

## 참조 1. 조사업무 세부절차

제1절	관련계획 조사 및 검토	19
제2절	현지조사 및 답사	19
제3절	수리·수문조사	20
제4절	환경영향조사	20
제5절	측량	20
제6절	지질 및 지반조사	21
제7절	지장물 및 구조물조사	21
제8절	용지조사	22
제9절	BIM 데이터 작성	23

## 참조 2. 계획업무 세부절차

제1절	전 단계 성과검토	24
제2절	관련규정의 적용	24
제3절	교통 분석 및 평가	25
제4절	환경영향 검토 및 평가	27
제5절	재해영향평가 검토	27
제6절	노선선정	27
제7절	수리·수문 검토	29
제8절	구조물 계획	30
제9절	설계기준 작성 및 기타	32
제10절	관계기관 협의 및 민원 검토	33

## 참조 3. 상세설계 업무 세부절차

제1절	설계조건	34
제2절	선형설계	35
제3절	토공설계	35
제4절	용·배수공 설계 및 횡단구조물 설계	37
제5절	소구조물공 설계	38
제6절	포장공 설계	38
제7절	출입시설 및 부대시설 설계	39
제8절	교량설계	41
제9절	터널설계	45

제10절 가설구조물 설계 .....	49
제11절 계측계획 및 기타 .....	49
제12절 토석정보공유시스템(TOCYCLE)의 활용 .....	49
제13절 건설안전을 고려한 설계(Design For Safety) .....	50
제14절 설계단계 재난예방진단(DPA) 시행 .....	50
제15절 산업재해 예방을 위한 안전보건대장 작성 .....	51
제16절 기타사항 .....	51

## 참조 4. 설계도서 작성기준

제1절 성과품의 구분 .....	53
제2절 성과품의 내용 .....	53
제3절 성과품 작성의 특기사항 .....	61
제4절 인·허가 도서 작성 .....	69
제5절 기타사항 .....	70
제6절 설계도서 작성 및 납품기준 .....	70
제7절 BIM 성과품 품질 관리 .....	72

## 첨부 #1. 비밀보장의 의무 시행사항

1. 용역업체 보안 준수사항 .....	79
2. 시행방법 .....	79

## 첨부 #2. 용지 및 지장물 현황조서 작성요령

1. 용지현황조서 .....	81
2. 지장물 현황조서 .....	81

### -별지서식-

- 서식#1-1, 2 보안각서
- 서식#2 작업일지
- 서식#3 민원사항
- 서식#4 관계기관 협의사항
- 서식#5 분야별 참여기술인 명단
- 서식#6 설계현황
- 서식#7 설계대장
- 서식#8 교량대장
- 서식#9 터널대장

## 제1장 일반사항

### 제1절 과업명

○○~○○ 고속도로 건설공사 기본 및 실시설계용역 제○공구

### 제2절 과업의 목적

○○~○○ 고속도로 건설공사 시행을 위한 기본 및 실시설계 용역 수행

### 제3절 과업의 구간 및 범위

본 과업수행시 시·종점에 대해서는 측량시행 이전에 과업구간의 연장을 검토하고, 시·종점부의 이정이 20m간격이 될 수 있도록 인접공구 계약상대자와 적극 협조하여 공구간 경계를 조정하고 기본 및 실시설계 내용이 상호 연결되도록 하여야 하며, 시·종점에 대한 이견이 있거나 또는 공사시행에 필요한 공구의 조정이 필요한 경우 우리공사와 계약상대자가 협의하여 조정한다.

또한, 본 과업은 “BIM 전면설계”로 진행되므로 과업의 진행 및 성과품 납품도 “BIM 전면설계”에 따라야 한다. “BIM 전면설계”란 계획 및 상세설계의 순과정에서 BIM기반으로 설계를 진행하여, 설계도면과 설계수량을 산출할 수 있는 BIM 데이터를 생산하는 일련의 설계과정을 말한다.

#### 가. 과업구간

노선명	공구	행정구역 및 구간(STA)	비고
○○~○○ 고속도로 건설공사 기본 및 실시설계	1	○○시 ○○읍 ○○리 ~ ○○시 ○○읍 ○○리 (STA. 0+000~0+000)	
	2	○○시 ○○읍 ○○리 ~ ○○시 ○○읍 ○○리 (STA. 0+000~0+000)	
	3	○○시 ○○읍 ○○리 ~ ○○시 ○○읍 ○○리 (STA. 0+000~0+000)	
	4	○○시 ○○면 ○○리 ~ ○○시 ○○면 ○○리 (STA. 0+000~0+000)	
	5	○○시 ○○읍 ○○리 ~ ○○시 ○○읍 ○○리 (STA. 0+000~0+000)	

#### 나. 과업범위

설계개요 및 법령 등 관련 기준 검토, 타당성 조사 결과 검토, 관련계획 조사 및 검토, 교통분석 및 평가, 측량 및 토질조사 검토, 비교 노선 선정, 노선

및 출입시설 검토, 관계기관 협의, 교량 형식 검토, 교량 및 터널 자체 VE 시행, 특정공법 심의, 주요 공종별 방침 작성(터널 위치 및 갱문 형식 검토, 사면안전공법, 포장 형식 결정 등), 경관설계, 공종별 상세설계, 성과품 VE 시행, 성과품 심의 시행, 시설물의 기능별 배치 결정, 공사비 산정, 토취장 및 골재원 등의 조사확인, 설계 안전성 검토, 재난예방진단 수행, 자재공급계획, 기본공정표 및 상세공정표 작성, 설계 성과품 작성, 인·허가 서류작성, 용지 및 지장물 현황조서 작성, 예비 준공검사, 조달청 선심, 총사업비 협의, 공사 발주 준비, 산업재해 예방을 위한 안전보건대장 작성, 건설공사 공사기간 산정 및 적정성 검토, 기타 우리공사가 계약서, 본 과업내용서 및 특별과업내용서에서 정하는 사항

#### 제4절 과업의 개요

노선명	공구	연장(km)	차로수	설계속도(km/h)	주요시설물	비고
○○~○○ 고속도로 건설공사 기본 및 실시설계	계	00.00			교차로 0개소, IC 0개소 교량 0개소/0,000m 터널 0개소/000m	
	1	0.00	4차로	100	교차로 0개소, 교량 0개소/000m	
	2	0.00	4차로	100	교량 0개소/000m	
	3	0.00	4차로	100	IC 0개소 교량 0개소/000m	
	4	0.00	4차로	100	IC 0개소 교량 0개소/000m 터널 0개소/000m	
	5	0.00	4차로	100	JCT 0개소 교량 0개소/000m	

\* 우리공사의 방침 “3차원 정보화 설계(BIM) 확대시행계획(설계처, 2018. 11)”, “BIM 기반 수량산출기준”, “BIM 기반 설계도 표준” 및 “고속도로 스마트 설계 지침”에 따라 BIM 전면설계로 수행하여야 함

\* BIM 데이터의 표현 수준(LOD)은 “BIM 기반 수량산출기준”을 원칙으로 적용하고, 필요시 우리공사와 협의하여 BIM 데이터의 활용성과 투입비용 및 시간을 고려하여 BIM 데이터 작성 범위와 수준을 설정하여야 함



## 제5절 과업의 수행기간

본 용역의 과업기간은 착수일로부터 000일간(공휴일 등 휴지일수 포함)으로 하고, 계약상대자는 다음의 경우에 우리 공사에게 서면으로 계약기간의 변경을 청구하여야 한다.

1. 관계기관의 협의 및 검토가 관계기관의 사유로 지연되었을 때
2. 민원발생에 의해 과업수행이 지연 또는 불가능할 때
3. 천재지변, 전쟁, 내란 등 불가항력 사태의 발생으로 업무수행이 불가능할 때
4. 우리공사의 방침변경 또는 지시에 의한 때
5. 계약 이후 당초 설계수량이 현저하게 증감되었을 때
6. 기상불량(강우, 강설, 기온저하)일수가 과거 10개년 평균일수보다 현저하게 많아 조사, 측량 및 토질조사 기간의 증감이 필요하다고 인정될 때

## 제6절 설계변경조건

1. 계약상대자는 다음의 각호에 해당하는 때에는 우리 공사와 협의하여 변경을 요구할 수 있다.
  - 가. 기본 및 실시설계비는 실비정액가산방식에 의한 방식으로 산출하였는 바, 설계내용 변경으로 인해 기본업무량의 현저한 증감이 있을 경우에는 우리 공사의 방침에 따라 예산 범위 내에서 설계변경 할 수 있다.
  - 나. 계약내용에 따른 이행수량에 의한 정산 변경 시
  - 다. 민원발생에 의해 과업수행이 지연 또는 불가능할 때
  - 라. 천재지변, 전쟁, 내란 등 불가항력 사태의 발생으로 업무수행이 불가능할 때
  - 마. 우리 공사의 방침이 변경되어 변경된 방침에 의해 설계변경이 필요할 때
  - 바. 지층상태가 불규칙하여 변경이 불가피할 때
2. 설계변경에 대한 설계대가 조정 산정은 국토교통부장관 및 산업통산자원부장관이 정한 '실비정액가산방식' 기준에 따라 산정한다.

## 제7절 주요업무의 사전협의 등

계약상대자는 다음 사항에 대해서는 사전에 우리공사와 협의를 하여 과업을 수행하여야 한다.

1. 과업수행계획서 및 착수보고서의 내용 변경
2. 주요 설계내용 및 방침의 설정 또는 변경

3. 관계기관과의 협의사항
4. 설계기준의 설정 또는 변경
5. 기타 용역감독원의 지시나 계약상대자의 판단에 따라 협의하여야 할 사항

## 제8절 과업수행 및 공정보고

### 1. 착수보고서

- 가. 계약상대자는 과업착수 시 예정공정표, 사업책임기술인 선임신고서 등이 포함된 착수보고서를 계약 후 5일 이내에 우리 공사에게 제출하고, 감독원의 확인을 받아야 한다.
- 나. 계약상대자는 과업착수보고서 제출 시 건설기술진흥법 시행규칙 제27조 (별지28호 서식)에 의거 설계 등 용역업자의 현황통보 및 관리를 위한 자료를 전산파일로 제출한다.

### 2. 과업수행계획서

- 가. 계약상대자는 착수보고서 제출 시 과업내용 등을 검토한 후 과업수행 계획서를 제출하여야 하며 이에 포함할 내용은 다음과 같다.

- 1) 세부공정계획서
- 2) 과업의 단계별 성과품 제출계획서
- 3) “BIM 전면설계” 진행과정에 따른 세부 과업수행계획서
- 4) 과업수행조직 및 인력(장비)투입계획서
- 5) 건설기술 경력사항 확인서
- 6) 참여기술인 인적사항, 참여과업내용 및 참여예상기간
- 7) 참여기술인의 보안각서

- 나. 계약상대자는 상기 과업수행계획서 서류 2부를 착수보고서 제출 시 우리 공사에 제출하여 승인을 받아야 한다.

### 3. 타당성조사 검토 보고

- 가. 계약상대자는 타당성조사 결과를 검토하여야 하며 검토보고서를 과업착수 후 30일 이내에 용역감독원에게 제출하여야 한다.

### 4. 월간 진도보고서

- 가. 계약상대자는 과업수행기간 중 다음 사항을 포함한 월간 진도보고서를 매월 말일을 기준으로 하여 다음달 5일까지 용역감독원에게 제출하여야 한다.

- 가. 과업 추진내용 및 공정현황
- 나. 과업수행상 주요 문제점 및 대책
- 다. 참여기술인 현황
- 라. 다음 달 과업수행 계획
- 마. 작업일지(서식#2)

#### 5. 중간보고

계약상대자는 용역감독원의 요구가 있거나, 다음 각각의 경우에는 관련 자료를 제출하고, 담당 분야별책임기술인으로 하여금 BIM 데이터를 활용하여 설명하도록 하여야 하며, 용역감독원의 지시사항(구두지시 포함)에 대하여 성실히 수행하고 조치결과를 서면으로 제출하여야 한다.

- 가. 주요 단계별 과업이 종료되었을 때
- 나. 주요계획 및 방침의 설정과 변경 시

#### 6. 계약상대자는 기본 및 실시설계 용역 착수 시 청년 신규기술인(초급) 1명 이상을 본 과업에 의무적으로 참여시켜야 한다.

#### 7. 예비준공검사 자료제출

성과품 심의 완료 후 시행하는 예비준공검사 시(공종별 수량·단가 적정성, 내역, 도면오류 등을 확인) 관련자료 제출 및 검사에 적극 협조하여야 한다.

### 제9절 용역감독 등

#### 1. 용역감독

우리공사는 이 과업을 수행함에 있어 수시로 계약상대자에 대하여 다음의 계약관련 업무내용을 확인·감독할 권한을 가지며, 계약상대자는 이에 적극 협조하여야 한다.

- 가. 기술인력 동원현황
- 나. 설계보고서 작성현황 및 업무수행 상태
- 다. 3차원 BIM 데이터에 의한 설계 진행 상태
- 라. 기타 확인에 필요한 사항

#### 2. 용역점검

우리공사는 설계품질 확인을 위해 계약상대자에 대한 정기 또는 수시점검을 실시할 수 있으며, 특별한 사유가 없는 한 계약상대자는 용역감독원과 협의하여 지적사항을 시정하여야 한다.

## 제10절 자료요구·질의 등

1. 우리공사는 과업수행이 지연되지 않도록 우리공사에서 보유 또는 입수할 수 있는 과업관련 기초자료(정보)를 과업착수 후 빠른 시일 내 무상으로 계약상대자에게 제공하여야 하며, 계약상대자는 추가로 관련 자료를 우리 공사에 요청할 수 있다.
2. 계약상대자는 우리공사에 용역수행과 관련된 질의, 문제 등을 서면으로 제출할 수 있으며, 우리공사는 서면접수 후 14일 이내 서면으로 회신한다.

## 제11절 계약상대자의 책임

### 1. 계약상대자의 책임범위

- 가. 계약상대자는 우리공사의 승인을 받아 작성한 도서라 할지라도, 계약상대자의 잘못으로 발생한 과오나 오류 등으로 인한 과업수행 상 발생한 모든 하자에 대하여 계약상대자의 책임이 면제되는 것은 아니며, 계약상대자는 용역준공 후에도 이러한 사항에 대한 우리공사의 수정·보완요구가 있을 때에는 계약상대자 부담으로 시정 조치하여야 한다.
- 나. 계약상대자는 과업내용서의 업무 및 계약서에 명시된 계약조건을 성실히 이행하여야 하며, 과업과 관련된 중요한 모든 사항은 우리공사의 서면승인을 득한 후 시행하여야 한다.
- 다. 우리공사로부터 계획변경 등으로 추가과업을 서면으로 요청받은 경우에는 계약상대자는 과업변경에 대한 제안서 검토서를 제출하여야 하며, 우리공사로부터 서면승인을 얻은 후 과업을 착수하여야 한다.
- 라. 계약상대자가 해당 용역업무를 수행함에 있어 고의 또는 과실로 당해 용역 목적물 또는 제3자에게 재산상의 손해를 발생하게 한 경우 이의 배상을 담보하는 용역손해배상보험 또는 공제증서를 과업을 완료하기 전까지 우리공사에 제출하여야 한다.
- 마. 계약상대자는 용역 준공 후라도 총사업비 협의 조정사항 및 인허가 서류 수정 등 당해 설계와 관련한 수정·보완사항이 발생할 경우에는 적극 협조하여야 한다.
- 라. 계약상대자는 건설기술진흥법 제34조 및 같은 법 시행령 제50조의 규정에 따라 하자책임을 보증해야 하며, 하자보증기간은 5년, 하자보증금은 총 용역 부가금액의 2/100로 한다.

## 2. 문서의 기록비치

계약상대자는 이 과업을 수행함에 있어 발생하는 관계기관과의 협의사항, 우리공사의 지시 및 조치사항 등 과업추진에 따른 주요내용을 문서로 작성·비치하여야 하며, 우리공사의 제출요구가 있을 경우에는 이에 따라야 한다.

## 3. 안전관리의 의무

계약상대자는 관계법규에 의한 안전수칙의 준수 등 안전관리에 최선을 다하여야 하며, 계약상대자의 과실이나 부주의로 인하여 발생하는 사고 및 손해에 대하여 책임을 져야 한다.

## 4. 법률준수의 의무

계약상대자는 이 과업을 수행함에 있어 관계법률에 저촉되는 행위로 인한 모든 피해사항에 대하여 책임을 져야 한다.

### 제12절 적용규정 및 설계기준

1. 설계도서에 관련법령 및 기준을 명기하여야 한다.
2. 적용규정 및 설계기준은 가장 최근의 자료를 적용하며, 관련규정 및 설계기준이 개정된 경우 등 관련규정 및 설계기준 등에서 규정하는 바에 따라 적용여부를 판단하고, 특별히 규정되지 않은 사항은 우리공사와 협의하여 적용한다.
3. 통계자료는 공신력 있는 정부기관, 지방자치단체, 기타 한국은행 등 공공기관의 자료를 활용하고 인용된 통계자료는 반드시 출처를 명시한다.

### 제13절 관계기관 협의 및 인·허가

1. 계약상대자는 협의기관 목록과 인·허가 서류를 작성하여 필요시기에 우리공사에 제출하여야 한다.
2. 관계기관과 협의(문화재조사, 수행하는 각종 환경영향평가, 농지전용 등)시 특히 고려할 사항은 용역감독원과 사전에 협의하여야 한다.
3. 관계기관과의 업무협의 내용은 회의록, 공문 등의 문서로 기록을 남겨야 한다.
4. 협의가 미완료된 경우 추가협의를 필요한 사항을 별도의 양식으로 정리하여 제출하여야 한다.

### 제14절 건설기술진흥법령의 준수

본 과업을 수행함에 있어 건설기술진흥법, 동법 시행령, 동법 시행규칙 및 기타 국토교통부 지침에서 규정하고 있는 다음 각 호 사항을 준수하여야 한다.

1. 설계심의(법 제5조, 시행령 제17조, 제19조)

기본 및 실시설계 결과에 대한 설계심의를 용역과업 종료 2개월 전에 심의를 요청할 수 있도록 과업을 수행하고 심의결과에 따라 수정 또는 보완을 요하는 사항을 변경하여 과업을 완료하여야 한다.

2. 기술인문(시행령 제19조)

가. 우리공사는 「건설기술진흥법 시행령」 제19조에 의한 기술인문을 받도록 계약 상대방에게 요구할 수 있다.

나. 기술인문은 우리공사의 기술인문 규정에 따라 시행하여야 하며, 전체 용역 과업을 대상으로 하여야 한다.

다. 계약상대자는 우리공사로부터 통보 받은 기술인문 결과를 특별한 사유가 없는 한 설계에 반영하여야 하고 보고서에 수록하여야 한다.

3. 설계의 경제성(설계VE) 등 검토(시행령 제75조)

가. 우리공사가 관계법령에 따라 시행하는 본 과업에 대한 설계의 경제성(설계 VE) 등 검토에 대하여 계약상대자는 성실한 자세로 받아야 하며, 설계의 경제성(설계VE) 등 검토(조치)계획을 우리공사에 보고하고 필요한 경우 수정·보완하여야 한다.

나. 설계의 경제성(설계VE) 등의 과정은 BIM 데이터를 이용하여 진행하며, 이 경우 필요한 설명자료는 BIM 데이터에서 추출한 자료를 활용하여야 한다.

4. 설계의 안전성 검토(시행령 제75조의2)

법 제98조제1항에 따라 안전관리계획 수립이 필요한 건설공사의 실시설계를 함에 있어, 시공과정의 안전성 확보 여부를 기술인문위원회 또는 한국시설안전공단에게 검토받아야 하며, 설계의 안전성 검토(조치)계획을 우리공사에 보고하고 필요한 경우 수정·보완하여야 한다.

5. 건설기술용역 통합관리 시스템 입력

본 용역은 「건설기술진흥법」 제30조에 따른 건설기술용역 통합관리 시스템 ([www.cems.kr](http://www.cems.kr)) 등록대상용역으로 계약체결, 계약변경, 준공 및 용역실적정보 변경 시 10일 이내에 시스템 등록 후 우리공사의 승인을 받아야 한다.

**제15절 보안 및 비밀유지**

1. 보안관계 법규의 준수

계약상대자는 정부 또는 우리공사에 필요한 보안관계 법규 등에 저촉되는 일이 없도록 세심한 주의와 의무를 다하여야 하며, 이의 불이행으로 인한 모든 책임은 계약상대자가 져야 한다.(첨부#1 참조)

## 2. 과업성과품 발간시 유의사항

계약상대자는 필요시 중간 및 최종보고서 등 과업성과물을 용역감독원과 협의하여 내용의 중요도에 따라 대외비로 분류·관리하여야 하고, 대외비로 분류되는 자료의 발간 시에는 용역감독원과 협의하여 정부에서 인가한 발간업체에서 발간한다.

## 3. 보안관리의 책임

계약상대자는 관계법규에 의해 보안관리에 최선을 다하여야 하며, 계약상대자의 과실이나 부주의로 인하여 발생한 손해에 대하여 책임을 져야 한다.

## 제16절 용어의 해석

과업내용서 상의 용어해석에 차이가 있을 경우에는 우리공사와 계약상대자가 상호 협의하여 결정하여야 하며, 협의된 해석은 서면으로 작성한다.

## 제17절 용역수행자의 교체

1. 이 과업에 참여하는 기술인은 충분한 학력, 경험 및 자격을 갖추어야 하며, 용역감독원이 과업의 적정한 수행에 부적격하다고 판단되는 경우, 그 교체를 요구할 수 있으며 계약상대자는 정당한 사유가 없는 한 이에 따라야 한다.
2. 이 과업에 참여하는 기술인이 퇴직 혹은 기타 다른 사유로 과업을 수행할 수 없을 때에는 사전에 그와 동등 이상의 자격을 갖춘 기술인으로 우리공사의 승인을 받은 후 즉시 교체한다.

## 제18절 설계 시 고려되어야 할 사항

1. 시공 중 과업내용의 변경 및 공사비 증액이 최소화되도록 조사 및 설계
2. 환경친화적 건설공사를 위한 공법의 적용
3. 건설폐자재를 활용한 설계
4. 우리 공사와 시공자간의 클레임 발생이 최소화되도록 설계도서 작성
5. 공사시방서에 시공상세도면의 목록 제시 및 작성비용 내역서 반영
6. 설계에 적용 가능한 건설 신기술의 반영

7. 공사시방서에 토석정보공유시스템(TOCYCLE)의 활용방안 제시
8. 설계의 경제성(설계VE) 등 검토방안 제시
9. 시설물의 내구성 및 유지관리성 등을 고려하여 설계
10. 환경영향평가 결과에 대한 현지여건 적합여부 검토 후 설계 반영
11. BIM 전면설계 기법에 의한 설계

#### **제19절 신기술의 도입**

계약상대자는 건설기술진흥법 제14조 제1항에 의한 신기술과 기존 공법에 대하여 시공성, 경제성, 안전성, 유지관리성, 환경성 등을 종합적으로 비교 분석하여 해당 건설공사에 적용할 수 있는지를 검토하여 설계보고서에 수록하고 동법 시행령 제34조 제3항에 따라 특별한 사유가 없는 한 신기술을 설계에 반영하여야 한다.

#### **제20절 토석정보공유시스템의 활용**

1. 계약상대자는 순성토 및 사토 발생 시 토석정보공유시스템(TOCYCLE)을 활용하여 경제적인 설계를 하여야 한다.
2. 우리공사는 용역과업의 준공과 동시에 토석정보공유시스템(TOCYCLE)에 순성토 및 사토의 종류, 수량, 위치, 발생시기, 반입·반출계획 등을 등재하고, 공사 계약 시까지 수정·보완 유지하여야 한다.

#### **제21절 작업분류체계(WBS) 자료 제출**

계약상대자는 건설공사 입찰 전까지 우리공사의 작업분류체계(WBS) 표준에 따라 수량분개 작업을 시행하여 우리공사의 작업분류체계 시스템에 등록하고 그 결과를 우리공사에 제출하여야 한다.

#### **제22절 건설공사 물량내역수정입찰 관련 사항**

1. 계약상대자는 이해하기 쉽고 혼돈을 야기하지 않도록 물량내역의 산출·작성 기준을 성과품에 구체적으로 명시하여야 하며, 우리공사가 요청할 경우 건설공사 입찰자가 제출한 수정 물량내역의 적정성을 검토하여 그 결과를 제출하여야 한다.
2. 계약상대자가 고의·착오 등으로 물량내역을 과대·과소하게 계상하였다고 판정된 경우 국가계약법에서 정한 부정당업자 제재를 받을 수 있다.



### 제23절 건설공사의 공사기간 산정

계약상대자는 ‘공공 건설공사의 공사기간 산정기준 제정안(국토교통부, 19.1.1)’에 따라 건설공사의 공사기간을 산정하고 그 산출근거를 명시하여야 하며, 공사기간에 영향을 미칠 수 있는 요소들을 고려하여 설계 성과품의 일부로 제출하여야 한다.

### 제24절 기타 사항

1. 우리공사의 귀책사유로 과업이 지연되어 기간연장이 필요한 경우에는 이로 인해 발생하는 추가비용은 우리공사가 부담한다.
2. 우리공사의 필요에 따라 합동사무실을 운영하는 경우 합동사무실 설치 및 운영에 소요되는 비용은 우리공사가 부담한다.
3. 그 밖에 본 과업내용서의 업무범위에 포함되지 않는 업무로 인해 발생하는 추가비용은 우리공사에서 부담한다.
4. 하도급에 관한 사항
  - 가. 계약상대자는 도급받은 건설기술용역 중 전문분야(사업수행능력 평가과정에서 기술인 평가가 이루어지는 대상분야) 전체를 다른 건설기술용역업자에게 하도급 할 수 없다.
  - 나. 계약상대자는 다음 사항에 한해 우리공사의 승인을 받아 다른 건설기술용역업자에게 하도급 할 수 있다.
    - 1) 우리공사가 특별히 인정하는 업무(특별과업, 경관설계 등)
  - 다. 우리공사의 승인을 받아 하도급 계약시에는 건설기술진흥법 시행규칙 제31조 별지32호 서식의 하도급 계약 승인신청서에 다음 각 호의 서류를 첨부하여 우리공사에 제출하여야 한다.
    - 1) 하도급 예정 공정표
    - 2) 용역규모 및 용역금액 등이 명시된 용역내역서
  - 라. 기타 건설기술용역의 하도급 계약과 관련하여 관계법령이나 본 과업내용서에서 특별히 정한 경우를 제외하고는 「건설기술용역 하도급 관리지침(국토교통부)」을 따른다.

## 제2장 인력운영

### 제1절 인력 투입계획

1. 계약상대자는 지정된 기간 동안 최소한 다음 표에 언급된 전문가를 투입해야 한다.  
과업기간은 000일이며, 각 전문가의 전문분야는 아래와 같다.

구 분	전문분야		투입인원(명)
<b>계</b>			<b>50</b>
<b>핵심전문가 (Key Expert)</b>	<b>소 계</b>		<b>12</b>
	책임 기술인	사업책임기술인(도로기술인)	1
		도로설계기술인	1
		토질/지질기술인	1
		토목구조기술인	1
		토목시공기술인	1
		교통기술인	1
	참여 기술인	도로설계기술인	1
		토질/지질기술인	1
		토목구조기술인	1
		포장기술인	1
		수리/수문기술인	1
		수량/견적기술인	1
	<b>일반전문가 (Non Key Expert)</b>	<b>소 계</b>	
도로설계기술인		14	
토질/지질기술인		5	
토목구조기술인		10	
터널기술인		3	
토목시공기술인		1	
교통기술인		2	
환경기술인		1	
수리/수문기술인		1	
수량/견적기술인		1	

- \* 터널이 없는 경우 터널분야 참여인원 제외 / 도로, 시공, 교통 등 타분야 대체 투입
- \* 당해용역 성격에 따라 일반전문가의 전문분야별 투입인원 가·감은 가능하나, 전문분야별로 최소 1인 이상 참여하여야 한다.
- \* 총 투입인원은 초과할 수 없다.

2. 핵심전문가(Key Expert)의 최소자격조건은 다음과 같다.

가. 책임기술인

- 1) 사업책임기술인은 건설기술관련 학사이상이면서, 전문분야에서 15년 이상의 경험이 있어야 한다.
- 2) 도로설계책임기술인은 건설기술관련 학사이상이면서, 전문분야에서 10년 이상의 경험이 있어야 한다.
- 3) 토질/지질책임기술인은 건설기술관련 학사이상이면서, 전문분야에서 10년 이상의 경험이 있어야 한다.
- 4) 토목구조책임기술인은 건설기술관련 학사이상이면서, 전문분야에서 10년 이상의 경험이 있어야 한다.
- 5) 토목시공책임기술인은 건설기술관련 학사이상이면서, 전문분야에서 10년 이상의 경험이 있어야 한다.
- 6) 교통책임기술인은 건설기술관련 학사이상이면서, 전문분야에서 10년 이상의 경험이 있어야 한다.

나. 참여기술인

- 1) 도로설계기술인, 토질/지질기술인, 토목구조기술인, 포장기술인, 수리/수문 기술인, 수량/견적기술인은 건설기술관련 전문학사 이상이면서, 전문분야에서 5년 이상의 경험이 있어야 한다.

다. 핵심전문가 전문분야

구분	사업 책임	도로 설계	토질/ 지질	토목 구조	토목 시공	포장	수리/ 수문	수량/ 견적	교통
전문 분야	도로 및 공항	도로 및 공항	토질· 지질	토목 구조	토목 시공	도로 및 공항	도로 및 공항	도로 및 공항	교통

3. 일반전문가(Non Key Expert) 자격기준은 다음과 같다.

가. 학력 및 전문분야 경험에 대한 제한사항은 없으나, 직급분류상 상무급 이하로서 실무업무를 담당하는 기술인이 참여하여야 한다.

나. 참여인원 중 상무·이사급은 1/3 이하, 부장급 이하는 2/3 이상이 참여하여야 하며(아래표 참조), 전무급 이상 임원의 참여는 부득이한 경우를 제외하고는 불가하다.

직급	투입인원(명)	비 고
계	38	
상무·이사급	12명 이하	전무급 이상 참여불가
부장급 이하	26명 이상	

- 다. 상무·이사급 기술인을 대신하여 부장급 이하 기술인 참여는 가능하나 부장급 이하 기술인을 대신하여 상무·이사급 기술인 참여는 불가하다.
- 라. 기술인의 직급을 허위로 기재하거나 직급별 참여인원 수를 다르게 하여 참여할 수 없다.

## 제2절 핵심전문가 책임 및 의무

### 1. 사업책임기술인(책임)

- 가. 사업책임기술인은 설계팀의 효율적인 관리와 발주처와의 원활한 협의를 통해 과업의 성공적인 수행을 도모하고, 설계용역업무 수행에 따른 모든 사항에 대한 책임을 진다.
- 나. 사업책임기술인은 각종 보고, 현장조사, 관계기관 협의, 설명회 등 시행 시 직접 참여하여야 하며, 상기 업무를 위한 자료 등은 사전에 감독원과 협의를 거쳐야 한다.
- 다. 사업책임기술인이 참여하는 각종 보고는 BIM 데이터를 기반으로 하여야 하며, 필요시 BIM 데이터의 시연으로 대체할 수 있다.
- 라. 사업책임기술인은 모든 설계 업무를 관리하고, 각 전문분야별 업무에 직·간접적으로 참여하여야 한다.
- 마. 사업책임기술인은 국내에 체류하면서 비상주로 업무를 수행하며, 업무의 효율적 수행을 위해 합동사무실 등 운영 시 관리의 책임을 진다.

### 2. 도로설계기술인(책임)

- 가. 도로설계책임기술인은 사업책임기술인을 보조하여 설계용역을 수행하여야 하며, 사업책임기술인 유고 시 모든 업무를 대행하여야 한다.
- 나. 도로설계책임기술인은 과업대상 구간의 조사, 前단계 성과·관련규정·각종 영향평가·선형·출입시설 등을 검토하여야 하며, 도로분야에 대한 상세 설계를 수행하여야 한다.
- 다. 도로설계 책임기술인이 시행하는 상세설계는 BIM 데이터를 기반으로 한다.
- 라. 도로설계책임기술인은 포장·수리/수문·수량/견적 업무를 포함한 도로분야에 대한 모든 설계업무를 관리하여야 하며, 도로분야 업무에 직접 참여하여야 한다.
- 마. 도로설계책임기술인은 분리발주로 참여중인 측량 용역업체의 조사 계획을 검토하여야 한다.

바. 도로설계책임기술인은 국내에 체류하면서 비상주로 업무를 수행하며, 업무의 효율적 수행을 위해 필요시 합동사무실에 직접 참여하여야 한다.

### 3. 토질/지질기술인(책임)

가. 토질/지질책임기술인은 지반, 사면, 터널 등에 대한 모든 설계업무를 관리하여야 하며, 지반, 사면, 터널 등 업무에 직접 참여하여야 한다.

나. 토질/지질책임기술인은 분리발주로 참여중인 지반조사 용역업체의 지질 및 지반조사 계획을 검토하여야 한다.

다. 토질/지질책임기술인은 지질 및 지반조사 결과, 시험성과 등을 검토하여야 하며, 지반, 사면, 터널 등에 대한 상세설계를 수행하여야 한다.

라. 토질/지질 책임기술인은 상세설계를 BIM 데이터를 기반으로 한다.

마. 토질/지질책임기술인은 국내에 체류하면서 비상주로 업무를 수행하며, 업무의 효율적 수행을 위해 필요시 합동사무실에 직접 참여하여야 한다.

### 4. 토목구조기술인(책임)

가. 토목구조책임기술인은 교량, 옹벽 등 구조설계 업무를 관리하여야 하며, 구조설계 업무에 직접 참여하여야 한다.

나. 토목구조책임기술인은 교량 상·하부 형식 공법 등을 검토하여야 하며, 구조분야에 대한 상세설계를 수행하여야 한다.

다. 토목구조 책임기술인이 시행하는 상세설계는 BIM 데이터를 기반으로 한다.

라. 토목구조책임기술인은 국내에 체류하면서 비상주로 업무를 수행하며, 업무의 효율적 수행을 위해 필요시 합동사무실에 직접 참여하여야 한다.

### 5. 토목시공기술인(책임)

가. 토목시공책임기술인은 도로·토질/지질·토목구조 분야 등에 대한 시공성 적합여부를 검토하여야 하며, 도로·토질/지질·토목구조 설계업무에 직·간접적으로 참여하여야 한다.

나. 토목시공책임기술인은 건설장비, 토공운반, 연약지반, 교량가설, 터널굴착, 가시설, 작업장 진·출입로 등에 대한 시공성을 검토하여 분야별 상세설계 시 반영되도록 하여야 한다.

다. 토목시공 책임기술인은 필요시 BIM 데이터에 의해 시공가능성을 검토하며 분야별 상세설계에 반영되도록 한다.

라. 토목시공책임기술인은 국내에 체류하면서 비상주로 업무를 수행하며, 업무의 효율적 수행을 위해 필요시 합동사무실에 직접 참여하여야 한다.

## 6. 교통기술인(책임)

- 가. 교통책임기술인은 도로·교통 등에 대한 업무를 관리하여야 하며, 교통량 조사 및 분석 업무에 직접 참여하여야 한다.
- 나. 교통책임기술인은 장래 교통여건 전망에 대하여 관련계획을 검토하여야하며, 장래 교통수요는 노선 대안별 시행여부에 따른 교통체계 변화를 파악하고 도로의 기능 등을 고려하여 서비스수준 및 도로의 차로수를 결정해야 한다.
- 다. 교통책임기술인은 필요시 BIM 데이터에 의해 도로주행 시뮬레이션에 의한 검토를 수행하며 분야별 상세설계에 반영되도록 한다.
- 라. 교통책임기술인은 국내에 체류하면서 비상주로 업무를 수행하며, 업무의 효율적 수행을 위해 필요시 합동사무실에 직접 참여하여야 한다.

## 7. 도로설계기술인(참여)

- 가. 도로설계참여기술인은 도로설계책임기술인의 업무를 보조하여야 하며, 도로분야에 대한 상세설계를 수행하여야 한다.
- 나. 도로설계참여기술인은 상세설계를 BIM 데이터를 기반으로 한다.
- 다. 도로분야참여기술인은 국내에 체류하면서 비상주로 업무를 수행하며, 업무의 효율적 수행을 위해 합동사무실에 직접 참여하여야 한다.

## 8. 토질/지질기술인(참여)

- 가. 토질/지질참여기술인은 토질/지질책임기술인의 업무를 보조하여야 하며, 토질/지질 분야에 대한 상세설계를 수행하여야 한다.
- 나. 토질/지질참여기술인은 상세설계를 BIM 데이터를 기반으로 한다.
- 다. 토질/지질참여기술인은 국내에 체류하면서 비상주로 업무를 수행하며, 업무의 효율적 수행을 위해 합동사무실에 직접 참여하여야 한다.

## 9. 토목구조기술인(참여)

- 가. 토목구조참여기술인은 토목구조책임기술인의 업무를 보조하여야 하며, 토목구조 분야에 대한 상세설계를 수행하여야 한다.
- 나. 토목구조참여기술인은 상세설계를 BIM 데이터를 기반으로 한다.
- 다. 토목구조참여기술인은 국내에 체류하면서 비상주로 업무를 수행하며, 업무의 효율적 수행을 위해 합동사무실에 직접 참여하여야 한다.

## 10. 포장기술인(참여)

- 가. 포장참여기술인은 도로포장, 교면포장 등 포장관련 업무에 직접 참여하여야 한다.

나. 포장참여기술인은 각종 포장설계법을 검토하여 포장분야에 대한 상세설계를 수행하여야 한다.

다. 포장참여기술인은 국내에 체류하면서 비상주로 업무를 수행하며, 업무의 효율적 수행을 위해 합동사무실에 직접 참여하여야 한다.

#### 11. 수리/수문기술인(참여)

가. 수리/수문참여기술인은 용·배수계획, 횡단배수구조물 등에 대한 업무에 직접 참여하여야 한다.

나. 수리/수문참여기술인은 각종 문헌 검토 및 현장조사 등을 시행하고, 수리/수문 분야에 대한 상세설계를 수행하여야 한다.

다. 수리/수문참여기술인은 국내에 체류하면서 비상주로 업무를 수행하며, 업무의 효율적 수행을 위해 합동사무실에 직접 참여하여야 한다.

#### 12. 수량/견적기술인(참여)

가. 수량/견적참여기술인은 공종별 수량산출, 견적 등에 대한 업무에 직·간접적으로 참여하여야 한다.

나. 수량/견적참여기술인은 당해용역 착수 시 前단계 사업에서 산출한 수량, 견적의 적정여부를 검토하여야 한다.

다. 수량/견적참여기술인은 각 공종별로 산출한 수량의 적정성을 검토하여야 한다.

라. 수량/견적참여기술인 공사 중 수량, 견적 오류로 인한 설계변경 자료를 분석하고 이에 대한 대책을 수립하여야 한다.

마. 수량/견적참여기술인 수량/견적 분야에 대한 상세설계를 수행하여야 한다.

바. 수량/견적참여기술인은 국내에 체류하면서 비상주로 업무를 수행하며, 업무의 효율적 수행을 위해 합동사무실에 직접 참여하여야 한다.

사. 수량/견적참여기술인은 각 공정별 수량산출이 「BIM기반 수량산출기준」을 기반으로 작성되었는지 확인하고 산출된 수량의 적정성을 검토하여야 한다.

#### 13. 교통기술인(참여)

가. 교통참여기술인은 교통책임기술인의 업무를 보조하여야 하며, 교통 분야에 대한 상세설계를 수행하여야 한다.

나. 교통참여기술인은 국내에 체류하면서 비상주로 업무를 수행하며, 업무의 효율적 수행을 위해 합동사무실에 직접 참여하여야 한다.

# 참 조

- 1 : 조사업무 세부절차
- 2 : 계획업무 세부절차
- 3 : 상세설계업무 세부절차
- 4 : 설계도서 작성기준



[참조 1]

## 조사업무 세부절차

### 제1절 관련계획 조사 및 검토

1. 상위계획, 지역개발계획, 산업시설계획, 교통관련계획 등을 조사하고, 필요한 경우 관계기관과 협의한다.
2. 상위계획
  - 가. 국토종합개발계획
  - 나. 경제사회발전 5개년 계획
  - 다. 광역개발계획
3. 지역개발계획
  - 가. 광역시 및 도 종합개발계획
  - 나. 도시기본계획
  - 다. 도시계획
4. 산업시설계획
  - 가. 국가공단 및 지방공단계획
  - 나. 신항만, 공항, 댐 등의 건설계획
5. 교통관련계획
  - 가. 전국도로망체계 정비계획
  - 나. 광역종합교통계획
  - 다. 고속국도, 국도, 지방도 등 도로건설 및 확충계획
  - 라. 기타 주변도로계획

### 제2절 현지조사 및 답사

1. 계약상대자는 예정 노선의 해당계획 지역에서의 지형, 지물, 식생, 용·배수, 토지이용상황 및 문화재를 파악·확인한다. 또한 측량·지질조사 자료가 필요한 경우 계약상대자는 분리발주로 우리공사와 별도로 계약된 측량·지질조사 용역업체와 공동으로 협력하여 조사가 필요한 내용에 대해서 우리공사에 보고한 후 시행한다.

2. 현지답사를 하여 계획지역의 지형, 지물, 각종 시설물, 식생, 토지이용 상황 등의 정확한 현황을 파악하고 사진 또는 Video 등을 이용하여 과업수행에 유용한 자료를 작성한다.

### 제3절 수리·수문조사

1. 계획지역 하천의 상태, 정비계획 및 주변개발상황 등을 조사한다.
2. 계획지역 하천의 유역면적, 유로연장, 하폭, 하상구배, 제방 및 호안현황 및 지류 등을 조사한다.
3. 계획지역 인근의 배수로를 조사한다.
4. 타당성 조사의 계획홍수량과 계획홍수위 등이 적정하게 산정 되었는지를 검토한다.
5. 계획시설물 설치에 따른 홍수위의 상승, 기존 제방에 미치는 영향 등을 분석·검토하며, 특히 물의 흐름의 변화로 인한 침식 및 퇴적 등에 대하여 검토한다.
6. 홍수 시 기초지반의 세굴, 하부구조에 미치는 영향 등을 분석·검토한다.

### 제4절 환경영향조사

1. 계획시설물 설치로 인근 주민에 미치는 각종 영향을 조사한다.
2. 계획시설물이 계획지역의 동·식물의 식생에 미치는 영향을 조사한다.
3. 계획시설물 설치로 발행되는 소음, 진동으로 주민생활의 불편을 초래하게 될 것으로 예상되는 곳에서는 시설물 설치 전의 소음, 진동 현황을 조사한다.
4. 선정된 노선 경유 지역에 대한 문화재 현황파악을 위하여 문헌조사 및 지표 조사를 실시한다.

### 제5절 측량

1. 측량을 실시하기 전에 측량작업계획서를 검토하여 우리공사와 협의하여야 한다.
2. 전 단계용역에서 기 수행된 측량자료를 검토하여 측량성과의 활용가능 여부를 검토한다.
3. 측량은 우리공사와 별도로 계약된 측량용역업체와 협력하여 20m 간격으로 중심선 및 종·횡단측량을 실시하고 지형상 종·횡단의 변화가 있는 지점, 구조물 설치지점, 곡선의 시·중점(완화곡선의 시·중점) 등 필요한 지점에 중간 말뚝을 설치해야 하며 그 결과를 토대로 선형의 세부요소 등을 설계하여야 한다.

4. 계약상대자는 우리공사와 별도로 계약된 측량용역업체의 측량결과가 『측량·수로조사 및 지적에 관한 법률』, 『공공측량 작업규정에 관한 기준』 및 우리공사에서 별도로 정한 기준에 의거하여 적정하게 시행되었는지를 면밀히 검토하여 설계에 반영하여야 하며, 이상 유무를 우리공사에게 통보하여야 한다. 측량결과의 검토 미비 등 계약상대자의 과실로 인해 보완 측량이 필요한 경우 계약상대자의 부담으로 이를 시행하여야 한다.
5. 측량완료 후에는 우리공사와 별도로 계약된 측량용역업체가 제출한 야장, 원도 등이 체계적으로 정리되었는지를 검토하여야 하며, 측량도 작성 시 축척과 각종 측점 등이 기재되어 있는지를 검토하여 이상 유무를 우리공사에 통보하여야 한다.
6. BIM 전면설계를 시행할 경우 기존 항공측량을 대체하여 무인비행장치 측량을 통해 지형현황도(1:1,000) 작성 등의 업무를 수행할 수 있다.
7. 무인비행장치를 이용한 지형측량을 실시하고, 기준점 측량 및 수치도화를 수행하여 지형현황도(1:1,000)를 작성하고, BIM 데이터 작성에 활용하는 것을 목적으로 한다.

## 제6절 지질 및 지반조사

1. 전 단계의 용역에서 기 수행된 조사자료를 검토하고 도로의 선형, 주요 구조물의 위치, 구조물의 하부구조 및 기초의 형식, 크기, 위치 등을 고려하여 추가로 필요한 조사위치, 조사방법, 조사수량, 시험종류 등을 정하여 분리발주로 우리공사와 별도로 계약된 지반조사 용역업체와 협의하여 용역감독원의 승인을 받아야 한다
2. 지반조사 전에 분리발주로 우리공사와 별도로 계약된 지반조사 용역업체와 협력하여 지반조사의 합리성, 적정성을 검토한 지반조사계획서를 우리공사에 제출하여야 하며, 지반조사 계획서에는 조사위치, 조사수량, 조사방법, 시험종류, 소요기간 등이 포함되어야 한다.
3. 조사, 시험빈도 및 조사심도는 우리공사 기준에 따르도록 한다.
4. BIM 전면설계 수행을 위하여 BIM 지형 및 지층 데이터를 작성하여야 한다.
5. BIM 지형 데이터는 계획단계에서는 1:5,000도, 상세설계 단계에서는 1:1,000도 이상의 정밀도를 가져야 하며, 현황 측량이 완료된 지형도를 이용하여 제작이 가능하고, 무인비행장치를 이용한 측량결과를 이용한 작성도 가능하다.

6. BIM 지형 데이터는 설계단계별로 그 범위를 최적화하여야 한다. 계획단계에서 surface mapping을 통하여 비교노선 검토, 출입시설 및 연결로 형식 선정이 가능하도록 대상 면적의 범위를 선정한다.
7. BIM 지층 데이터는 지반조사 보링 데이터(지반의 토층, 토질, 지하수위 등)와 토질 전문가의 검토·보완(지반조사 미시행 구간 보완) 작업을 거쳐 지층 데이터를 구축하고 3D 지형과 통합하여 구조물 기초설계와 땅깎기, 흙쌓기, 터파기 등의 설계에 활용될 수 있도록 한다.

### 제7절 지장물 및 구조물조사

1. 지장물조사는 현지측량 및 실측된 지형도를 이용하여 지상의 지장물을 확인하고 소유자 및 관계기관을 정확히 조사하여 용지 및 지장물 현황조서에 반영한다.(첨부#2 참조)
  - 가. 건물조사
  - 나. 입목조사
  - 다. 분묘조사
  - 라. 농작물조사
  - 마. 전주·체신주조사
  - 바. 축산조사
  - 사. 지하매설물조사
  - 아. 기존 구조물조사
  - 자. 기존 포장상태조사
2. 현지답사를 하여 계획지역의 지형, 지물, 각종 시설물, 식생, 토지이용 상황 등의 정확한 현황을 파악하고 사진 또는 Video 등을 이용하여 과업수행에 유용한 자료를 작성한다.

### 제8절 용지조사

1. 용지조사는 법적근거인 지적도, 임야도, 토지·임야대장, 등기부등본을 열람하고, 발급받아 면적과 소유자 관계인을 정확히 조사하여 용지 및 지장물 현황조서의 기초자료로 활용한다.
2. 점유되는 토지, 가옥 및 시설물 등의 보상에 필요한 자료를 조사한다.

## 제9절 BIM 데이터 작성

1. 기반시설 및 지장물건에 대한 BIM 데이터 작성시 노선대의 노선선정 범위까지 구축하여 지장물 간섭을 검토 한다.
2. 노선대에 간섭되는 구조물은 준공도면을 바탕으로 구조물의 기초 형식, 크기, 근입 깊이 등을 조사하여 BIM 데이터에 반영할 수 있다.

## 계획업무 세부절차

### 제1절 전 단계 성과검토

1. 전 단계에서 수행된 성과품을 검토, 분석하여 조사·계획·설계업무의 각 결과치를 기본 및 실시설계에 최대한 활용하며, 만일 조정이 필요한 경우 우리공사의 승인을 받아 다시 실시하도록 한다.
2. 교통량 추이변화, 주변여건의 변화 등으로 전 단계에서 수행된 교통수요 예측의 결과치가 상이할 경우가 있으므로 교통수요에 대한 검토는 반드시 실시하도록 한다.

### 제2절 관련규정의 적용

계약상대자는 다음 1항의 관련기준 및 규정을 참고하여 설계를 수행하되, 추가적으로 적용되어야 하는 관련기준 및 규정 등을 검토하여야 하며, 적용 시 우리공사와 협의하여야 한다.

#### 1. 도로

- 가. 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙(국토교통부)
- 나. 도로설계요령(한국도로공사)
- 다. 도로공사 표준시방서(국토교통부)
- 라. 소음·진동관리법(환경부)
- 마. 도로 배수시설 설계 및 관리지침(국토교통부)
- 바. 농어촌도로의 구조, 시설기준에 관한 규칙(행정안전부)
- 사. 건설공사 비탈면 설계기준(국토교통부)
- 아. 건설공사 보강토 옹벽 설계·시공 및 유지관리 잠정지침(국토교통부)
- 자. 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설 및 지침(국토교통부)
- 차. 도로 동상방지층 설계지침(국토교통부)
- 카. 터널내 포장설계지침(국토교통부)
- 타. 암반구간 포장설계지침(국토교통부)
- 파. 고속도로 설계실무지침서(한국도로공사)
- 하. 도로안전시설 설치 및 관리지침(국토교통부)

- 거. 도로설계편람(국토교통부)
- 너. 일반국도공사 전문시방서(국토교통부)
- 더. 도로공사 노천발파 설계·시공지침(국토교통부)
- 러. 구조물기초 설계기준(국토교통부)
- 머. 구조물기초 설계기준 해설(국토교통부)
- 버. 고속도로 설계 실무자료집(한국도로공사)
- 서. 국도건설공사 설계실무요령(국토교통부)
- 어. 도로교 설계기준 해설(대한토목학회)
- 저. 터널 표준시방서(국토교통부)
- 처. 터널 설계기준(국토교통부)
- 커. 콘크리트 표준시방서(국토교통부)
- 터. 콘크리트 구조기준(국토교통부)
- 펴. 도로교 표준시방서(국토교통부)
- 허. 도로교 설계기준(국토교통부)
- 고. 고속도로공사 전문시방서(한국도로공사)
- 노. 도로터널 방재시설 설치 및 관리지침(국토교통부)
- 도. 토목공사 표준일반시방서(국토교통부)
- 로. 콘크리트 구조기준 해설(한국콘크리트학회)
- 모. 강도로교 상세부 설계지침(국토교통부)
- 보. 고속도로 교량의 내진설계지침(한국도로공사)
- 소. 하천설계기준·해설(한국수자원학회)
- 오. 소하천설계기준(행정안전부)
- 조. 기타 국토교통부 또는 우리공사가 제정한 관련 지침 및 시방서
- 초. 국가 설계기준(KDS), 표준시방서(KCS) (국가건설기준센터 참고, [www.kcsc.re.kr](http://www.kcsc.re.kr))

### 제3절 교통 분석 및 평가

#### 1. 교통현황 분석

- 가. 교통계획에 필요한 모든 자료는 합리적으로 분석하기 위해 교통조사 대상 지역을 구분하고 교통지구를 설정한다.
- 나. 조사 분석에 포함된 일반사항으로 인구, 토지이용 및 건물면적 및 자동차 보유대수 등을 포함하여 교통지구 단위별로 정리·분석한다.

다. 대중교통 운행실태, 주요 가로 및 교차로의 소통실태 및 주요 교통시설의 이용실태를 조사·분석한 후 차량 O/D를 이용하여 추정된 교통량과 조사된 교통량을 비교·분석한다.

## 2. 장래 교통여건 전망

가. 장래 교통여건 분석 시 필요한 관련계획을 검토하여 분석대상 도시의 교통 수요 예측에 반영한다.

나. 대상지역 및 주변지역에 대해 인구, 자동차 보유대수, 토지이용 및 건물 면적을 교통 지구별로 전망·분석한다.

다. 장래 교통수요 전망에서는 대상지역 및 주변지역에 대해 사람 및 화물통행량, 지구별 발생, 도착 통행량, 기·종점 통행량의 각 세부사항과 주요 가로 및 교차로의 소통여건에 관한 사항을 수록한다.

라. 교통수요예측은 원칙적으로 4단계방법을 사용하되 다른 절차를 사용할 경우 선택된 사유를 제시한다.

마. 장래 교통수요는 노선 대안별 시행여부에 따른 교통체계 변화를 파악할 수 있도록 예측되어야 한다.

바. 전국 및 당해지역의 수송수요 실적과 장래전망을 년도별로 20년간 분석 예측하여야 하며, 교통량 예측 시에는 아래사항이 포함되어야 한다

### 1) 나들목 간 차종별 교통량, 나들목 유출입 교통량

사. 조사대상 도로에 대한 교통량의 증가추세, 수송수단간 이용패턴 및 장래 교통량 예측 등을 위하여 필요 시 교통조사(일반교통량조사, O/D조사, 여객·화물의 성향조사, 속도조사 등)를 시행하고 이를 분석하여야 한다.

아. 기존도로 및 계획도로에 대한 교통용량을 산정하고 용량도달시기 등을 분석 하여야 하며, 용량 분석 시에는 당해도로의 조건(도로조건, 교통조건, 교통통제조건)을 종합적으로 고려하여 산정하여야 한다.

자. 도로의 기능, 교통특성, 입지 등을 고려하여 서비스수준을 결정하고 각종 보정 계수를 이용한 최대 서비스교통량을 산정, 도로의 차로수를 결정해야 한다.

차. 교통현황분석 및 교통수요예측은 감독원이 정한 대표공구가 과업의 내용을 분석하여 효율적으로 추진될 수 있도록 계획서를 작성하여야 하며 각 공구는 원활한 과업 수행을 위하여 적극 협조하여야 한다.



#### 제4절 환경영향 검토 및 평가

1. 후보노선별로 환경적 측면에서 분석이 필요하며, 관계기관과 협의하여야 한다.
2. 계획시설물 설치로 인한 소음, 진동 등을 분석하여 계획지역 인근주민, 주변 시설물 및 동·식물 등에 미치는 영향을 검토한다.
3. 주변시설과 계획시설물의 조화 및 주변상권의 변화 등을 검토한다.
4. 방음시설 및 방진시설 등의 설치위치를 검토한다.
5. 특히, “자연경관영향심의제도”에 따라 자연경관을 고려한 설계가 시행될 수 있도록 하고 자연경관영향심의 요청에 필요한 각종 자료의 수립 및 정리에 만전을 기하여야 한다.

#### 제5절 재해영향평가 검토

1. 도로건설로 인하여 발생 가능한 재해영향요인을 개발사업 시행 이전에 예측·분석하고 적절한 저감방안을 수립·시행토록 하여야 한다.
2. 재해영향평가 검토는 『자연재해대책법 시행령』 제6조에 의거 공사 시행전에 관계기관을 대상으로 협의토록 하며 주요 협의·검토사항은 다음과 같다.
  - 가. 유역 및 재해현황조사
  - 나. 사업수행에 따른 재해영향예측 및 분석
  - 다. 재해영향 저감대책 수립

#### 제6절 노선선정

1. 전 단계 노선대 검토 및 항측 지형도 활용
  - 가. 타당성조사에서 결정된 최적노선대를 바탕으로 각 비교노선의 경제성, 시공성, 및 환경성 등을 평가하며, 우리공사에서 별도로 분리 발주한 항공 측량 용역에서 제공하는 1:1,000 항측 지형도를 “수치지도 작성 작업규칙 (국토교통부)”에 의거 수치도화 하여 도로설계용 프로그램을 이용하여 최적 노선 (1:1,200 지도사용)을 선정한다.
2. 최적노선 검토
  - 가. 수치지도 상에서 여러 개의 비교노선을 검토하여 복수의 후보를 선정하며, BIM 데이터 작성을 위한 지형 모델 범위를 선정한다.
  - 나. 복수의 노선을 LOD 200~LOD 300 수준으로 BIM 데이터를 통해 장·단점 및 경제성 등을 고려하여 최적노선을 결정한다.

- 다. 상세설계에서 노선이 변경되지 않도록 관련계획 및 지장물 등을 충분히 조사하여 최적노선을 선정한다.
- 라. 노선검토 및 비교노선, 최적노선 선정과정을 설계도서에 기재하되, 불가피하게 노선변경이 필요하여 현황이 없는 부분에 대해서는 분리발주로 우리 공사에서 별도로 계약한 측량용역업자와 협력하여 별도의 현황측량을 실시하고 그 결과를 이용하여 설계하여야 한다.
- 마. 행정절차법에 의거 주민공청회를 개최하여 주민의견을 최대한 수렴한 후 최적노선을 선정한다.
- 바. 주민설명회 시 도면은 1:5,000으로 시행하며 관할 지자체와 협의하여 장소와 일시를 결정하여 시행한다.
- 사. 주민설명회시 계획 노선대에 대한 주민 및 이해당사자들의 이해를 돕기 위해 BIM 데이터를 이용하여 설명하여야 한다.

### 3. 노선결정

- 가. 노선계획 시 주요구조물 및 주요 도로시설물의 위치, 규모, 형식과 연계성을 검토하여야 한다.
- 나. 노선결정에 대한 보고와 협의는 BIM 데이터를 기반으로 한다.
- 다. 노선자문 및 결정에 대한 협의 시 배포자료는 BIM 데이터에서 추출한 노선 계획(평면, 종단, 횡단 등)을 작성하여 배포하며, 계획현황 설명시에는 BIM 데이터를 이용한다.
- 라. 도로표준단면 결정
  - 1) 단위 차선평을 검토·계획한다.
  - 2) 차선, 중앙분리대, 측대 등의 폭원을 검토 계획한다.
- 마. 노선결정
  - 1) 설계속도에 따른 평면선형 및 종단선형을 비교·검토하여 계획한다.
  - 2) 주위의 지형 및 경관 등을 고려하여 최적의 선형을 계획한다.
  - 3) 평면 및 종단선형이 잘 조화되도록 계획한다.
  - 4) 전후 선형의 조화를 고려하여 급경사와 작은 곡선반경은 가능한 피하도록 한다.
  - 5) 설계기준, 지방서, 지침에 따라 합리적으로 계획한다.
  - 6) 홍수위의 상승, 교차시설 설치에 따른 도로, 철도 및 선박의 항로 등과 관계되는 적정 형하고를 검토하여 계획한다.
  - 7) 노선결정은 기본설계 단계인 계획단계로 비교노선 검토 수준인 BIM 데이터를

작성하며, 상세설계단계에서 노선검토가 필요할 경우 세부설계 BIM 데이터를 활용한다.

#### 4. 출입시설

- 가. 계획시설물에서의 진출입시 운전자가 혼동을 일으키지 않도록 계획하여야 한다.
- 나. 출입시설에 대한 보고와 협의는 BIM 데이터를 기반으로 한다.
- 다. 진·출입부 및 타 도로와의 연결도로상에 필요한 가감속차로 등을 검토·계획하여야 한다.
- 라. 최대 교통량 발생 시에 교통혼잡이 최소화 되도록 검토·계획한다.
- 마. 최적 대안노선에 대하여 다른 도로, 철로 등과의 교차방안으로 입차교차 시설의 위치선정 및 형식을 비교·검토하여 최적안을 선정하도록 한다.
- 바. 분기점과 나들목의 형식 선정은 차로변경 및 직진교통과의 마찰을 최소화 하며 주행 시 운전자의 혼란이 없도록 안전하게 선정하며 BIM 데이터를 통하여 여러 개의 형식을 비교 검토하고 필요시 주행 시물레이션을 통하여 가장 안전한 형식을 선정하며 검증할 수 있다.
- 사. 시물레이션 검토 시 교차로 계획구간의 교통수요분석 결과를 반영하여 시나리오별 교통분석 결과를 가시화 할 수 있다.
- 아. 입체교차되는 연결로의 시설한계는 계획하는 모든 관계자들이 확실하게 인지할 수 있도록 명확하게 BIM 데이터에 표현하여 안전한 통과고 확보에 대한 시각적인 검증을 하여야 한다.

#### 제7절 수리·수문 검토

- 1. 타당성 조사 단계에서 결정된 계획홍수량과 계획홍수위 등이 적정하게 산정되었는지를 검토한다.
- 2. 계획시설물 설치에 따른 홍수위의 상승, 기존 제방에 미치는 영향 등을 분석·검토하며, 특히 물의 흐름의 변화로 인한 침식 및 퇴적 등에 대하여 검토한다.
- 3. 홍수 시 기초지반의 세굴, 하부구조에 미치는 영향 등을 분석·검토한다.
- 4. 필요 시 노선결정에 대한 BIM 데이터를 기반으로 주요구간의 배수시물레이션을 시행한다.
- 5. 배수 시물레이션을 활용할 경우 검토 효과를 위해서 LOD 300 수준 이상의 BIM 데이터가 필요하며, 배수시설에 대한 BIM 데이터를 작성하여야 한다.

6. 배수 시뮬레이션의 적용 구간은 배수피해가 자주 발생되거나 우려되는 취약 구간으로 선정하여 검토한다.

가. 평면선형이 변화하는 곡선구간의 도로 및 교량에서 횡단경사가 변화함에 따라 발생하는 물고임 등을 예측하여 미끄럼에 의한 교통사고를 예방할 수 있도록 한다.

나. 비탈면의 배수 시뮬레이션을 통해 비탈면에 유입되는 지표수를 최대한 차단 하여 비탈면 측구계획 등 효율적인 배수계획으로 급격한 지하수위 상승 등 위험요소로부터 비탈면 안정성을 확보한다.

다. 배수 시뮬레이션을 통해 시각화된 배수 설계의 문제점을 분석하여 측구, 도수로, 암거 등 필요한 용량의 배수시설을 추가적으로 계획한다.

## 제8절 구조물계획

### 1. 교량

#### 가. 교량형식

주변 여건변화에 따라 타당성 조사에서 검토된 형식을 변경하거나 타당성 조사에서 검토되지 않은 모든 교량에 대해 경제성, 시공성, 안전성, 미관성, 유지관리의 각 장·단점을 비교·검토하여 결정한다. 또한, 교량형식에 대한 모든 보고와 협의는 BIM 데이터를 기반으로 한다.

#### 1) 지간구성

가) 상부구조형식, 사용재료 등을 고려하여 적절한 지간을 계획한다.

나) 하상 또는 해저면까지 수심, 지형 등과 기초지반의 상태를 고려하여 지간을 계획한다.

다) 계획홍수위 및 홍수량 등을 고려하여 적정 지간을 계획하고 홍수 시 수위상승으로 기존 제방에 미치는 영향이 최소화 되도록 한다.

라) 교차시설(도로, 철도, 선박의 항로 등) 등이 갖는 적정 폭을 고려하여 지간을 계획한다.

마) 지장물 및 기타 장애물을 고려하여 지간을 계획한다.

바) 주변 경관과 조화를 고려하여 지간을 구성한다.

사) 결정된 노선에 대해 주변환경을 고려하여 LOD 200 수준의 BIM 데이터를 통해 다양한 경간구성을 검토한 후 최적안을 선정한다.

#### 2) 상부구조형식

가) 하중의 종류, 크기, 하부구조에 미치는 영향 등을 고려하여 계획한다.

- 나) 교량 장수명화를 위하여 무조인트 교량 적용을 우선 검토 한다.
- 다) 교차시설(도로·철도·선박의 항로 등)을 고려하여 적정 형하고를 유지할 수 있는 상부구조를 계획한다.
- 라) 제작, 가설방법 등을 고려하여 적절한 구조형식을 계획한다.
- 마) 내구성과 유지관리 등을 고려하여 적절한 구조형식을 계획한다.
- 바) 신축이음은 상부구조의 형식 및 연장, 사용재료 등을 고려하여 적절한 것을 선정한다.
- 사) 형식선정 및 제작·가설방법 등은 필요시 LOD 200 수준의 BIM 데이터를 통해 검증한다.

### 3) 하부구조 및 기초형식

- 가) 상부구조 형식, 폭, 사용재료, 하중의 크기 등을 고려하여 하부구조 및 기초의 형식을 계획한다.
- 나) 내진설계를 고려하여 상·하부구조 연결부(내진받침, 면진받침, 강결 구조 등)를 검토한다.
- 다) 지지층까지 심도, 지반의 상태 등을 고려하여 기초의 형식을 계획한다.
- 라) 하부구조는 하천 흐름에 방해가 되지 않도록 계획한다.
- 마) 공사자재 및 장비 등의 운반 및 진입, 공사방법 등을 고려하여 적절한 구조형식을 계획한다.
- 바) 홍수 또는 파랑에 의한 세굴, 손상 등을 고려하여 적절한 구조형식을 계획한다.
- 사) 교량받침은 하중의 크기, 상부구조 형식, 지간구성 등을 고려하여 적절한 것을 선정한다.

### 나. 공법

- 1) 계획시설물의 규모, 위치, 지형, 지질, 동원가능 장비의 능력 및 수요, 가설 및 제작장 설치 가능여부, 공사소요기간 및 가설공사비 등을 비교·검토하여 계획한다.
- 2) 주변시설 및 인근 주민에 미치는 소음·진동과 교통의 혼잡을 최소화할 수 있는 공법을 결정한다.
- 3) 하천 또는 해상공사 중 토사유출 등으로 주변이 오염되지 않도록 하여야 한다.
- 4) 가설공법에 대해 필요 시 BIM 데이터를 통하여 검증하도록 한다.

## 2. 터널

굴착공법을 선정하고 각 공법별로 비교, 분석하는 작업을 하도록 한다. 굴착 공법의 선정은 유사현장 지반조건 및 인접지형, 지질상태를 파악 하고 비교 검토하여야 하며, 다음 사항의 장단점을 고려하여 결정한다. 또한, 터널의 시·중점은 BIM 데이터를 통하여 지형조건을 고려한 최적의 위치를 선정한다.

가. 경제성

나. 시공성

다. 안전성

라. 유지관리

3. 건설기술진흥법 제48조(설계도서의 작성 등) 및 구조물 안전성 향상을 위한 가설구조물 설계적용 방안 검토(설계처-3638, 2016.12.1.)에 따라 구조검토 대상 가설구조물 선정 후 구조검토를 시행하며, 관련 도면을 성과품으로 제출하여야 한다.

4. 기타 구조물(옹벽 및 암거)의 경우 설치지점을 선정하고 지반조건 및 현지 여건에 맞도록 형식과 공법을 비교 검토하여야 한다.

5. 비교 안은 복수 이상으로 경제적, 기술적, 환경적인 측면에서 검토가 이루어져야 한다.

6. 구조물 및 도로시설물 계획 시 지자체, 관계기관과 협의하고 지역주민들의 민원사항이 반영되어야 한다.

## 제9절 설계기준 작성 및 기타

1. 설계도서 작성기준에 명시된 설계기준, 조건 이외에 특별하게 외국 등의 기준 등을 적용할 필요가 있는 경우 기술성을 충분히 검토하고 적용기준에 대한 근거를 명시한다.

가. 선형, 폭원, 재료의 종류 및 강도, 구조물별 설계방법 등

2. 계획구간의 지역여건, 공사량, 공사현장 관리의 효율성, 주요 구조물, 공사 시행 여건 등을 종합 검토하여 적정한 공사 공구로 분할할 수 있다.

3. 상기사항은 우리공사의 검토를 거쳐 확정된다.

## 제10절 관계기관 협의 및 민원 검토

1. 계획시설물 설치에 따라 주변에 미치는 영향과 민원을 최소화할 수 있는 방안을 검토하도록 한다.
2. 실시설계에서 민원 등으로 설계변경이 이루어지지 않도록 민원 사전 검토 및 관계기관과 협의를 시행한다.
3. 집단민원 등 향후 야기될 수 있는 문제점을 파악하고 관계기관 대책회의 등을 통한 방향결정이 이루어져야 하며 이 모든 과정은 문서로 보존되어야 한다.  
(서식#3, 4 참조)
4. 관계기관 협의 및 집단민원이 발생 될 구간에 대해서는 관계자 및 민원인들의 이해와 의사 결정을 돕기 위해 LOD 200~LOD 300 수준의 BIM 데이터를 활용한다.

## 상세설계 업무 세부절차

### 제1절 설계조건

1. 전 단계 과업에서 수행된 노선, 연장, 규모 등을 우선으로 적용하되, 부득이 변경이 필요한 경우 우리공사와 협의 후 시행한다.
2. 전 단계에서 검토된 설계기준을 우선으로 적용하되, 변경 또는 보완이 필요한 경우에는 우리공사와 협의 후 시행한다.
3. 전 단계과업에서 지반조사, 환경영향평가, 교통분석 및 대책수립 등의 자료가 있을 때는 이를 설계도서에 기재한다.
4. 전 단계과업에서 수행된 현장답사 및 조사내용을 설계도서에 기재한다.
5. 일반적인 설계방법, 시방서 및 지침 이외에 특정한 사항이 요구되는 경우 반드시 우리공사가 요구하는 설계방법, 기준, 시방서 및 지침 등에 대해 설계도서에 기재한다.
6. 필요에 따라 무인비행장치(드론)을 이용한 상세측량을 실시하여 BIM 데이터 작성에 활용할 수 있다.
7. 주요 구조물 및 주요 도로시설물의 위치, 형식 등을 설계도서에 기재한다.
8. 설계하중에서 주하중이 되는 계획대상 차량하중에 대해 기재하되, 특히 통상적인 설계하중 이외의 하중(상수도관, 케이블, Gas관 및 기타 등) 이 계상되는 경우에는 반드시 설계도서에 기재한다.
9. 자재의 종류, 설계강도 등과 같은 특성, 공법방법 등을 설계도서에 기재한다.
10. 주요자재 및 재료의 기준을 설계도서에 기재한다.
11. 장애인을 위한 시설이 필요할 때는 이에 대한 특기사항을 설계도서에 기재한다.
12. 건설기술 진흥법 제48조 제5항 및 관련기준에 따라 구조검토가 필요한 가시설의 경우 구조검토를 실시하고 해당 가시설도를 설계도면에 포함하여야 한다.
13. 내진 및 피로설계를 적용한다.
14. 범용 구조해석(계산)용 프로그램이 아닌 경우 프로그램의 적정성(범용 프로그램과 비교)을 사용에 앞서 제출하여 승인을 받도록 한다.



15. 공공건설공사 공사기간 산정기준(국토부 훈령)에 따라 공사기간을 산정하고 적정성을 검토하여야 한다.
16. 산업안전보건법 개정에 따른 설계 시 안전보건대장 작성 및 제공 등 산업재해 예방조치를 하여야 한다.
17. 우리공사의 방침 “3차원 정보화 설계(BIM) 확대시행계획(설계처, 2018. 11)”, “BIM 기반 수량산출기준”, “BIM 기반 설계도 표준” 및 “고속도로 스마트 설계 지침”에 따라 BIM 전면설계로 수행하여야 한다.

## 제2절 선형설계

1. 전 단계에서 최적노선대 또는 기본 및 실시설계 단계에서 재검토하여 결정된 최적노선을 현황도(1:1,200)에 정확히 재표정하고, 우리공사에서 별도로 계약한 측량용역업자와 협력하여 중심선에 대한 측량을 실시한다.
2. 평면선형과 종단선형이 조화를 이뤄 차량 주행성 및 안전성을 확보하여야 한다.
3. 선형설계의 축점은 20m 간격으로 한다.
4. 선형제원은 기준치 이상의 바람직한 값을 사용하여야 한다.
5. 평면선형의 곡선부는 기준치 이상의 완화구간을 설치하여야 한다.
6. 종단선형의 요철부는 기준치 이상의 종단곡선을 삽입하여 시거를 확보하여야 한다.
7. 노선의 선형설계는 국내·외 선형설계프로그램을 활용하여 선형계획을 하나, 계획된 노선선형은 BIM 데이터를 통하여 계획하고 비교·분석하여야 한다.
8. 선형설계를 위한 BIM 노선선형 데이터에는 평면선형, 종단선형, 횡단선형에 관한 제원 정보를 포함하여야 한다.
9. 평면선형, 종단선형, 횡단선형에 대한 도로분야 BIM 데이터는 각 객체의 정보가 상호 연동하여 작성되어야 한다.
10. BIM 데이터는 건설정보의 운영과 관리를 위해 토공 구간별로 분할함을 원칙으로 하며, 필요시 공구전체 모델을 조합에 의한 통합 데이터를 작성할 경우에도 오차가 없도록 한다.

## 제3절 토공설계

1. 횡단면도의 축점은 선형설계와 일치되게 20m 간격으로 한다.
2. 대꺾기부 및 고성토부 기울기는 별도의 사면안정해석을 실시하고 최적 비탈면 기울기 및 비탈면 처리계획을 결정하여야 한다.

3. 땅깁기부 및 흙쌓기부의 기울기는 사면안정 해석 수행결과에 따라 표준비탈면 기울기 이상을 적용한다.
4. 흙의 분류는 원칙적으로 흙의 공학적 분류방법(KS F 2324)인 통일분류법에 따르며, 필요한 경우 AASHTO분류법을 설계에 적용한다.
5. 암석의 종류는 역학적 특성과 탄성과 속도에 따라 경암, 연암, 풍화암 등으로 구분하여 설계에 반영한다.
6. 절토부는 토공작업의 난이도에 따라 토사, 리핑암, 발파암으로 구분하여 설계에 반영하며 토공 횡단면도별로 암추정선을 표기하고 수량을 산출한다.
7. 토질정수는 원칙적으로 토질시험 결과에 근거하여 설계에 적용한다.
8. 흙이나 암석을 굴착, 다짐할 때의 토량변화율은 원칙적으로 시험에 의해 산정한 값을 설계에 반영한다.
9. 절토부 노상의 지지력이 부족하다고 판단될 경우, 양질의 환토 등 지지력 보강공법 및 대책을 강구하여야 하며, 흙쌓기부의 시공재료가 불량할 경우에도 노상안정처리공법 등 대책을 강구하여야 한다.
10. 연약지반은 시험결과를 면밀히 분석하여 설계하며, 특히 다음사항을 결정할 때는 충분한 검토 및 감독원 협의를 거쳐야 한다.
  - 가. 지반활동에 대한 안전율 결정
  - 나. 한계성토고의 결정
  - 다. 총침하량의 산정
  - 라. 연약지반처리공법의 선정
11. 토취장 및 사토장은 운반거리 및 토취·사토량 등을 정확히 조사·분석하여 선정하여야 하며, 순성토에 사용될 토질은 공사용 재료로써의 적합성여부를 토질시험에 의하여 판정하여야 한다.
12. 화약 발파작업 필요 시 발파 설계도면을 작성하여야 하며 보호대상 물건별로 관련법령이 정한 허용진동기준 이하로 되도록 설계하며, 필요한 계측시스템을 선정하여 설계하여야 한다.
13. 발생하는 암석은 재활용 방안을 강구하여 예산 절감 방안을 검토한다.
14. 앵커 성능유지를 위한 보완사항으로 앵커방식(防蝕)을 위한 앵커두부의 밀폐화, 방청유완전 충전(充填), 필요시 추가 그라우트 등을 설계도서에 명기하여야 한다.

15. BIM 전면설계를 위해 최적노선대의 지층 데이터 범위를 선정한다.
16. 보링주상도를 고려하여 BIM 데이터의 지층망 구성을 통해 지층 데이터 작성을 완성한다.
17. 완성된 지층모델을 기반으로 각 공종별 LOD 300 수준의 BIM 상세설계를 수행한다.

#### 제4절 용·배수공 설계 및 횡단구조물 설계

1. 용·배수공이라 함은 계획도로의 노면배수, 지하배수, 계획도로를 횡단하는 배수관, 배수암거, 통로암거, 계획도로에 연결한 일체의 측구를 말한다.
2. 기존자료 및 현지답사, 수리 및 수문조사 결과를 활용하여 용·배수계통 계획, 구조물의 형식 및 단면을 검토하도록 한다.
3. 수리계산 시 유역면적은 축척 1/25,000~1/50,000 지형도상에서 산출하도록 하며, 자세한 검토가 요구되는 부분은 축척 1/5,000 이내의 정밀한 지형도를 사용하여 한다.
4. 중요 배수시설물에 대한 설계빈도 및 강우강도는 설계조건에 기재하여 설계에 반영되도록 한다.
5. 계획홍수량은 “도로배수시설 설계 및 관리지침”의 규정에 따라 산출한다.
6. 기타의 방법으로 용·배수 구조물설계를 반영하고자 할 때는 설계조건에 기재하도록 한다.
7. 횡단구조물은 우리공사 및 국토교통부가 제정한 설계기준 및 지방서에 준하여 설계하되, 외국의 지방서를 참고로 할 수 있으며, 외국의 설계기준 또는 지방서를 준용하였을 경우에는 그 참고자료를 명시하여야 한다.
8. 횡단구조물은 장래 지역개발 및 대형차량 이용에 지장이 없도록 충분한 규격으로 계획하여야 하며, 부득이 통로암거로 계획하는 경우 단계건설(확장공사 등)로 인한 연장증가 및 횡단(편)경사에 의한 토피고를 고려하여 계획하여야 한다.
9. BIM 데이터 작성 시 길이 또는 개소수에 의해 수량산출이 가능한 공종은 LOD 200 수준으로 BIM 데이터를 작성 하고, 암거 등 철근수량 산출이 요구되는 공종은 LOD 350 수준으로 BIM 전면설계를 수행한다.

## 제5절 소구조물공 설계

1. 도로의 선형, 지형조건, 구조물의 특성과 조화가 이루어져야 한다.
2. 표준설계도가 있는 구조물은 응력계산을 검토 후 사용하여야 하며, 표준설계도가 없는 구조물은 구조계산을 실시하고 일반도 및 배근도를 작성하여야 한다.
3. 철근수량 산출이 요구되는 공종은 LOD350 수준으로 BIM 전면설계를 수행하여 도면 및 수량을 산출한다.

## 제6절 포장공 설계

1. 포장설계는 토질, 기후, 골재 및 교통량 등에 관한 조사자료를 기초로 포장구조 및 포장두께를 결정한다.
2. 포장구조 및 공법은 기상특성, 지역 및 지형여건, 경제여건 등을 종합적으로 고려하여 결정한다.
3. 포장설계는 “한국형 포장설계법”을 사용하도록 한다.
4. 시멘트콘크리트 포장은 줄눈 및 표면처리에 대해서 상세하게 설계하도록 한다.
5. 길어깨 포장은 폭우, 강설 등으로 인한 세굴 및 파손방지와 유지관리를 고려하여 설계하도록 한다.
6. 포장층은 동결심도 이상의 충분한 동상방지층을 두어 포장구조의 동결을 방지하여야 하며, 동결심도는 “도로 동상방지층 설계지침”에 의거 결정하여 한다.
7. 포장형식은 “포장형식선정 심의위원회”를 통하여 결정한다.
8. 포장구조 및 단면해석에 필요한 포장특성치와 물성치는 도로포장에 적용할 포장공법으로부터 설정하도록 한다.
9. 포장설계는 형식 및 주요인자를 비교·검토하여 최적의 설계가 되도록 하고 특히 교량상부 포장형식은 토공부 포장과의 연속성, 건설 후 유지관리, 시공성, 저소음 등을 비교 검토하여 적절한 포장형식을 결정한다.
10. 구조물과 접속부 및 신규 포장 경계면에서 발생하는 단차가 포장파손의 원인이 되므로 이에 대한 대책을 수립 설계에 반영하여야 한다.
11. 포장공은 BIM 전면설계를 통해 수량을 산출하도록 한다.
12. BIM 데이터 작성 시 아스팔트콘크리트포장은 LOD 300 수준으로 작성하고 철근수량 산출이 요구되는 시멘트콘크리트포장은 LOD 350 수준으로 한다.

## 제7절 출입시설 및 부대시설 설계

### 1. 출입시설

- 가. 출입시설은 진출입 시 운전자에게 혼동을 일으키지 않도록 하고, 본선 접속부 및 연결로의 기하구조는 기준치 이상을 확보하여 주행차량의 안정성을 도모하여야 한다.
- 나. 출입시설(스마트톨링 설비 설치계획 포함)의 가·감속차로는 기준치 이상의 연장을 확보하여 안전성을 확보하고 본선 교통지체 현상을 방지하여야 한다.
- 다. 출입시설 내에는 배수시설과 녹지조성이 되도록 설계하여야 한다.
- 라. 출입시설 설계에 있어서 최대교통량 발생시간(Peak Time)에 혼잡이 최소화 되도록 검토하여 설계하도록 한다.
- 마. 스마트톨링 설비의 설치위치, 규모, 형식 등은 이용하게 될 장래 교통량을 감안하여 최대교통량 발생시간 시 장시간 지체되거나 혼잡이 일어나지 않도록 설계하여야 한다.
- 바. 연결도로와의 접속부 처리방법은 전 단계과업에서 제시된 사항을 원칙으로 하되 지자체 및 관계기관과의 협의가 필요하며, 접속도로의 성격, 교차점의 교통량, 접속지점의 지형조건, 접속도로의 개량 유무 및 건설비 등 경제성을 종합적으로 검토하여 우리공사와 협의 후 설계하여야 한다.
- 사. 분기점의 형식은 세 갈래 교차형식인 직결 및 준직결의 Y형 형식과 네 갈래 교차형식인 변형 클로버와 클로버 형식 중 시설규모, 주변 현황, 지장물 등을 고려하여 형식 검토를 실시하여야 하며, BIM 데이터를 통하여 충분한 안전성을 입증하여야 한다.
- 아. 나들목의 형식은 본선의 설계속도 및 설계 수준을 고려하여 선형 및 도로의 구조 시설 등의 수준을 정하는 것이 중요하며, 규모와 주변현황, 지장물 등을 고려하여 BIM 데이터를 통하여 형식을 비교하고 안전성과 쾌적성을 검증하여야 한다.
- 자. 입체교차되는 연결로의 시설한계는 계획하는 모든 관계자들이 확실하게 인지할 수 있도록 명확하게 BIM 데이터에 표현하여 안전한 통과고 확보에 대한 시각적인 검증을 하여야 한다.
- 차. 연결로 곡선부의 확폭은 BIM 데이터에 충분한 정보를 포함하여 설계기준을 충분히 만족하고 있음을 BIM 데이터에 포함하여 주행 안전성을 확보하여야 한다.

## 2. 부대시설

- 가. 부대시설의 설계는 우리공사가 제시하는 표준도를 참고하여 세부검토 후 적용하여야 하며, 용역기간 중 각종 규정 또는 방침 변경 시 변경사항에 따르도록 한다.
- 나. 휴게소(간이 휴게시설 포함)의 설치 타당성을 검토하고, 다수의 휴게소 설치계획을 작성하여 우리공사와 협의, 세부위치 및 규모를 결정하여야 하며, 도로구조가 허용하는 한 이용자의 편의가 우선되도록 설계하여야 한다.
- 다. 주요 도로시설물의 설계 시 장래 확장, 주변여건의 변화 등을 고려하여 충분한 사용기간을 갖도록 강구되어야 한다
- 라. 출입시설, 터널 등으로 전기, 건축, 기계 등의 설비가 이루어지는 경우에는 유관부서와 충분히 협의하여 상호간에 저촉되는 것을 방지하여야 한다.
- 마. 환경영향평가에서 제시된 저감대책은 설계에 반영하여야 하며, 특히 방음벽은 위치 및 규격을 검토 후 정위치에 설치하도록 하여야 한다. 또한 방음시설 계획은 “고속도로 경관설계 매뉴얼(2009)”에 의거하여 경관위원회의 평가를 통해 결정하며, 이를 감안하여 우리공사와 협의 후 설계에 반영하여야 한다.
- 바. 지장물 및 지하매설물의 이설이 필요할 때는 설계조건에 기재하여 설계에 반영하도록 한다.
- 사. 지장물 및 지하매설물이 복잡하거나 중요한 고려사항으로 판단되면 우리공사와 협의하여 BIM 데이터 작성을 통해 설계에 반영한다.
- 아. 교통안전시설(시선유도표지, 횡단보도육교, 방호울타리, 조명시설, 표지병, 충격흡수시설, 과속방지시설, 도로반사경 등)은 “도로안전시설 설치 및 관리 기준(국토교통부)”과 “교통안전시설 실무편람(경찰청)을 참조하여 설계한다.
- 자. 교통관리시설(안전표지, 노면표지, 긴급연락시설, 도로정보안내표지, 교통감시시설, 교통신호기 등)은 도로교통법과 “도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙”에 관한 규정을 참조하여 설계한다.
- 차. 도로의 표지판은 운전자의 편의 및 안전을 고려하여 검토되어야 하며, 도로표지는 최근 도로표지관련 규정집과 도로표지 규칙을 참고하며, 교통안전표지는 도로교통법과 교통안전시설 실무편람 및 우리공사가 제정한 교통안전시설 설치기준을 기준으로 우리공사 표준도를 참고하여 설계하도록 하며, 재질은 내구성과 경제성을 비교·검토하여 선정한다.

- 카. 고속도로의 진출입 계획 및 연계도로를 고려하여 스마트톨링, 무인과적단속 시설 및 과적단속검문소 설치계획을 종합적으로 검토하여야 한다.
- 타. 제한차량의 고속도로 진입 차단 및 유지관리용 회차시설을 검토하여야 한다.
- 파. 방음·방진시설은 소음·진동 저감효과 등을 고려하여 종류, 재질, 크기 등을 계획하여야 한다.
- 하. 차선도색은 관련법에 따라 재질, 색깔, 크기, 형태 등을 계획한다
- 거. 방풍시설, 안개주의시설 및 결빙방지시스템 등 기타 부대시설에 대하여 검토 후 설계하여야 한다.
- 너. 개소수로 수량산출이 가능한 공종은 LOD 200 수준으로 BIM 데이터를 작성하고 수량을 산출한다.

## 제8절 교량설계

### 1. 설계기준

전 단계과업의 설계기준을 참조하여 다음과 같은 사항을 확정하되, 재검토가 필요하다고 판단되는 경우 우리공사와 협의하여 상세설계를 시행한다.

- 가. 소요차로, 폭원구성, 구조물 연장
- 나. 구조물 설계방법과 내진설계 등급
- 다. 계획홍수량 및 계획홍수위
- 라. 주요 하중의 종류, 크기 및 부가하중의 종류, 크기
- 마. 사용재료의 종류, 재질, 강도 등
- 바. 조석의 차, 설계과고, 조류의 속도(해상구조물 설계 시)
- 사. 설계에 적용하는 설계기준 및 시방서, 지침, 편람, 방침 등
- 아. 우리공사의 방침 “3차원 정보화 설계(BIM) 확대시행 계획(설계처, 2018. 11)”에 따라 BIM 전면설계로 수행하여야 한다.
- 자. 교량 구조물은 도로의 선형을 기준으로 설계되므로 평면 및 종단 선형 계획을 반영하여 교량 구조물 BIM 데이터를 작성해야 한다. 또한, 편경사와 편경사간의 변화구간이 반영된 BIM 데이터를 작성하여야 한다.

### 2. 공법검토

- 가. 계획시설물의 규모, 구조물 형식, 위치 및 지형·지질, 동원 가능장비의 능력 및 수요, 가설·제작장 설치 가능여부, 공사 소요기간 및 가설공사비 등을 비교 검토하여 최적안을 계획한다.

- 나. 주변시설 및 인근주민에 미치는 소음·진동과 교통의 흐름을 최소화할 수 있는 공법을 검토한다.
- 다. 하천 또는 해상 공사 시 토사유출 등의 오염 방지를 위한 대책을 수립한다.
- 라. 시공이 어려운 지역에 교량이 계획되는 경우 우리공사와 협의하여 필요시 BIM 데이터로 가설공법에 대한 검증을 한다.

### 3. 최적안 선정

- 가. 교량은 위치·지질·하천 등의 재조사 결과를 기초로 하여 적용 가능한 안을 비교·검토하여야 한다.
- 나. 교량은 무조인트 교량 적용을 우선 검토하며 무조인트 교량 적용이 곤란한 경우 가급적 연속구조로 하여 이음개소를 줄이고, 미관을 고려하여 계획될 수 있도록 사전에 교량 비교안에 대하여 우리공사가 요구하는 규격의 미관 평가를 위한 현황도를 작성하여 제출 후 우리공사와 협의하여야 한다.
- 다. 교량형식은 비교·검토안을 작성하여 일반공법의 경우에는 우리공사와 협의 후 최적안을 결정하고, 특정공법의 경우에는 심의를 거쳐 최적안을 결정해야 한다.
- 라. 교량형식 선정을 위하여 필요시에는 조감도 등 입체적인 형상을 사전에 판단할 수 있는 자료를 작성하여 제출한다.
- 마. 교량형식 및 지간장 등의 선정을 위하여 복수의 안에 대해 BIM 데이터로 장·단점 비교 후 최적안을 선정한다.

### 4. 구조설계

- 가. 선정된 최적안의 구조형식에 따라 각 구조물의 상부구조, 하부구조, 기초구조의 단면을 설정하고, 구조물의 안전성과 사용성, 내구성 등을 검토하고 상세히 설계한다.
- 나. 도로교설계기준(한계상태설계법, 2015)을 근거하여 설계하여야 하며, 동 기준에 명확히 명시되지 않은 사항이나, 모호한 규정에 대해서는 그간의 설계 및 시공실적 등을 토대로 관련기준, 규정 및 지침에 따라 세부적인 사항을 검토하여 설계한다.
- 다. 시공방법 및 시공순서를 고려하여 구조계산을 수행하여야 한다.
- 라. 산출된 최대단면력(휨모멘트, 축력, 전단력, 비틀림 모멘트)에 대한 안정성, 내구성, 사용성 등을 검토·확인한다.
- 마. 상부구조의 처짐, 하부구조의 전도 및 활동, 기초구조의 지지력, 변위 등을 검토한다.



- 바. 구조물의 국부에 작용하는 하중 및 단면력을 산정하고 안전성 등을 확인한다.
- 사. 주경간 길이가 200m 이상인 장대 특수교량은 풍하중 등에 의한 동적하중에 대한 안전성 검토를 위한 풍동시험 등을 시행하여야 한다.
- 아. 강도설계 및 피로설계에 따른 상세사항을 관련 설계기준에 따라 설계한다.
- 자. 하중 집중부에 대한 상세사항을 관련 설계기준에 따라 설계한다.
- 차. 받침부와 상하구조물 연결구조를 상세히 검토하여 설계한다.
- 카. 구조계산을 위한 전산프로그램은 반드시 범용 프로그램을 사용한다.
- 타. 구조검토가 필요한 가시설물은 구조계산을 수행한다.
- 파. 하천상에 설치되는 교량의 하부기초 설계시 유속 및 세굴깊이에 따른 세굴방지 방안과 주수로(主水路)의 이동 등을 검토하여 우리공사와 협의 후 설계에 반영하여야 한다.
- 하. 연약지반 구간에 구조물 설치 시 쌓기 하중 및 횡토압에 의한 교대와 말뚝의 측방유동 방지공법을 검토하여 우리공사와 협의 후 설계에 반영하여야 한다.
- 거. 구조물의 부재단면 계산 시 경제적 설계를 위한 적정단면 산정과정(Feed Back)을 보고서 및 구조계산서에 요약하여 수록하여야 한다.
- 너. 교량 형식별, 교각 높이 및 위치에 따라 구조물의 유지 및 안전관리가 용이하도록 교량 점검시설 설치기준을 작성하여 우리공사와 협의 후 설계에 반영하여야 한다.
- 더. 교량계획 시 장래계획(도로확장, 하천정비계획 등)을 고려한 교량연장 및 경간장이 구성되도록 교량하부 관리기관과 사전협의 후 계획하여야 한다.
- 러. 교량 설계 업무의 진행 과정에 따라 ① 노선 선정 시 교량 계획, ② 교량 경간장 계획, ③ 교량 형식의 선정, ④ 경관성 검토(선택사항), ⑤ 교량별 상세 설계 등에 대하여 BIM 전면설계 방식으로 BIM 데이터를 작성하여야 한다.
- 머. 교량분야 BIM 데이터는 LOD 350 수준을 원칙으로 하며, 세부 공종별 표현 수준은 교량 전체 BIM 데이터 구축의 수준에 따라 결정할 수 있다.
- 버. BIM 데이터는 구조 부재별 좌표, 제원, 재료, 수량 등의 정보를 포함하여야 하며, 해당 객체로부터 설계도면과 수량추출이 가능하도록 작성하여야 한다.
- 서. 최종 교량 구조물의 BIM 데이터 작성은 설계도면과 설계수량 산출이 가능하도록 하여야 한다.

어. BIM 데이터는 건설정보의 운영과 관리를 위해 교량별로 분할함을 원칙으로 하며, 필요시 교량별 모델을 조합에 의한 통합 데이터를 구축할 경우에도 오차가 없도록 한다.

#### 5. 교면포장설계

가. 교량 상부구조 및 형식을 고려하여 적절한 포장방법을 검토한다.

나. 소음·진동과 승차감을 고려하여 설계한다.

다. 추정교통량, 기후 등을 기초로 설계한다.

라. 교면포장은 차량하중에 의한 충격과 빗물 등 기상조건 등을 고려하여 상부 슬래브가 보호될 수 있게 설계한다.

마. 상부 슬래브와 부착성이 좋고 반복되는 휨응력에 충분히 견딜 수 있게 마모 및 방수층을 설계한다.

바. 도로와의 연결부, 길어깨 등의 포장은 차량, 폭우 등으로 세굴 및 파손이 되지 않도록 설계한다.

사. 소성변형 등을 고려한 적정 포장공법을 검토하여 설계한다.

#### 6. 부대시설 설계

가. 유관부서와 협의하여 선시공분 등을 검토 후 설계 반영하여야 한다.

나. 필요시 관련규정에 따라 항로표시등을 설치하여 선박의 운항에 어려움이 없도록 하여야 하며, 선박의 충돌 시 하부구조를 보호하기 위한 방충시설을 검토하여야 한다.

다. 난간, 방호벽, 중앙분리대, 경계석 등의 크기, 재질 등을 검토하여 도로의 안전기능을 확보하도록 계획한다.

라. 교명주 등은 우리공사와 협의하여 위치, 크기, 재료 등을 계획한다.

마. 다음과 같은 유지관리시설을 검토하여 계획한다.

- 1) 점검통로 및 교각 안전난간
- 2) 조명 및 환기시설
- 3) 계측기기
- 4) 기타 유지관리에 필요한 시설

바. 교량받침은 “유지관리를 고려한 교량의 설계 및 시공지침(국토교통부)”에 의거 검토한다.

사. 교량점검시설은 “교량점검시설 설계 및 시공 개선방안(설계처-2813, 2018.08.21.) 및 설계예제 등을 참고하여 시공방안, 구조계산, 도면작성 등 상세설계를

시행하며, 관련 검토내용을 설계도서에 반영하여야 한다.

아. 교량 부대시설은 필요시 LOD 200~LOD 350 수준으로 BIM 데이터에 반영한다.

## 제9절 터널설계

### 1. 설계기준

가. 고속도로 터널공법(ex-TM)에 따라 상세설계를 시행한다.

나. 터널에 통상적인 설계하중 이외의 하중(상부 도로, 건축물 등)이 예상되는 경우에는 반드시 설계도서에 기재하고 검토한다.

다. 내진설계에 대해 검토하여 그 결과를 설계도서에 기재한다.

라. 지반의 피압수 및 지하수에 대한 자료가 있을 때에는 이를 설계도서에 기재하고 필요 시 수압에 대해 검토한다.

마. 우리공사의 방침 “3차원 정보화 설계(BIM) 확대시행 계획(설계처, 2018. 11)”에 따라 BIM 전면설계로 수행하여야 한다.

바. 터널 구조물은 도로의 선형을 기준으로 설계되므로 평면 및 종단 선형 계획을 반영하여 터널 구조물의 BIM 데이터를 작성해야 한다. 또한, 횡단 경사와 횡단경사간의 변화구간이 반영된 BIM 데이터를 작성해야 하고, 터널 환기방식에 따른 이원화 단면 계획 시에는 제트팬 설치·미설치 구간과 그 사이의 변화구간이 BIM 데이터에 정확히 반영되어야 한다.

### 2. 지반조사 평가

가. 터널설계 시 역학조건을 만족하기 위하여 지반조사 결과에 대해 반드시 평가를 수행하여야 한다.

나. 지반평가는 심도별 지반특성이 파악되도록 하여, 현 위치 암반의 역학적 특성을 파악할 수 있도록 우리공사가 별도로 분리 발주한 토질조사용역 업체와 협력하여 현장시험 및 실내역학시험을 병행하여 실시하도록 한다.

다. 시험수량 및 종목은 우리 공사에서 수립한 기준에 따른다.

라. 각종 계산 시 평가된 정수를 반영하여야 한다.

### 3. 방수 및 배수설계

가. 방수방식은 현장상황과 터널형상 및 규모 등의 터널조건을 감안 하여 공사의 시공성, 경제성, 유지관리성 등을 종합 검토하여 결정하여야 한다.

나. 배수형 방수방식의 터널에는 원활한 배수계통과 배수단면을 확보하며, 유지관리상 배수계통의 기능 확인과 보수가 용이하도록 계획하여야 한다.

다. 비배수방식의 터널에는 터널시공 특성에 부합되는 방수공법 및 방수재료를 선정하여야 하며, 수압에 충분히 지지할 수 있는 콘크리트 라이닝을 계획하여야 한다.

#### 4. 공법선정

가. 적정공법은 지반조건, 지하수위, 인접구조물 및 매설물, 공사 기간, 시공성, 안전성, 환경조건을 종합적으로 고려하여 선정하도록 한다.

나. 터널의 단면크기, 막장의 자립성, 지반지지력 및 지표면 허용치 등 제반 여건을 고려하여 굴착방법을 결정하도록 한다.

다. 버력처리방법 및 운반, 배출방법을 계획한다.

라. 발파패턴 및 방법을 선정한다.

마. 시공이 어려운 터널계획에 대해 우리공사와 협의하여 필요시 BIM 데이터로 운반 및 배출방법에 대한 검증을 한다.

#### 5. 내공단면의 결정

가. 실측 횡단도면상에 측량 및 지반조사 자료를 활용하여 암선에 따른 내공 단면을 검토하여 설계하도록 한다.

나. 도로터널의 내공단면은 터널목적 및 기능에 따라 소요 시설한계와 선형 조건에 따른 확폭량, 터널 내 제반설비의 시설공간, 유지관리에 필요한 여유폭 등을 고려하여 정하여야 한다.

다. 터널의 내공단면 계획 시에는 지형 및 지반조건, 토피정도에 따라 소단면의 2개 이상 병렬터널이나 대단면의 1개 터널 등 형식 채택여부를 충분히 검토하여 안정성과 시공성 및 경제성을 확보하여야 한다.

라. 터널의 굴착단면계획은 지보재의 총두께와 콘크리트라이닝의 두께, 허용편차 등을 고려하되, 구조적으로 유리한 형상을 결정하여야 한다.

마. 동일 작업구간내의 터널내공 단면은 가급적 동일한 규격 및 형상으로 표준화하여 시공성을 높일 수 있도록 계획하여야 한다.

바. 시공허용 편차는 지반조건 및 터널단면 형상에 따른 지반의 최종 허용변위량과 굴착공, 지보공 및 콘크리트 라이닝의 시공오차와 뿔어붙임콘크리트(Shotcrete)의 표면 및 록볼트(Rockbolt)의 두부처리에 필요한 여유를 감안하여 결정한다.

사. 터널 단면의 BIM 데이터 작성 시 곡선과 곡선, 곡선과 직선, 직선과 직선간의 연결부(천단부와 측벽부, 측벽부와 바닥부)는 단차, 요철 등 없이 매끄럽고

연속적인 형상으로 작성되어야 한다.

- 아. BIM 전면설계에 의한 데이터 작성 시 선형의 곡선반경을 고려하여 철근 관련 BIM 데이터를 작성한다.

#### 6. 지보공 설계

- 가. 현장지형, 지질, 지반의 역학적 특성, 토피의 대소, 용수의 유무, 굴착단면의 크기, 지표침하의 제약, 시공법 등 제반설계 조건을 종합적으로 고려하여 설계한다.
- 나. 지보재의 종류는 지반조건 시공법에 따라 그 형식을 구분하여 선정하며, 주지보로 안정성을 만족하지 못하는 경우 보조공법을 사용하도록 한다.

#### 7. 콘크리트 라이닝 설계

- 가. 사용목적 및 조건에 적합한 설계가 되도록 한다.
- 나. 콘크리트라이닝 형상은 소정의 내공단면을 유지하여 구조적으로 유리한 단면이 되도록 한다.
- 다. 설계두께는 그 목적에 적합하도록 단면의 크기와 형상, 원지반 특성, 작용하중, 재료, 시공성 등을 고려하여 결정한다.
- 라. 콘크리트 균열대책이 강구되도록 한다.

#### 8. 터널단면 해석

- 가. 터널해석은 횡방향 해석을 원칙으로 하고 필요 시 횡방향 및 종방향에 대해 동시 해석이 가능한 모델을 선정하여 해석하도록 한다.
- 나. 지반조사 평가 및 설계기준에 따라 해석단면의 지반 특성치와 지보재의 물성치를 설정하도록 한다.
- 다. 터널수치해석법을 분류하여 적용가능 기법을 선별토록 한다.

#### 9. 절취사면 설계

- 가. 갱구의 영구 절토법면 경사는 지반조사 결과에 따라 비탈면 처리계획을 검토하여 설계에 반영하도록 한다.
- 나. 그 외의 사항은 제3절 토공설계를 따른다.

#### 10. 가시설 설계

- 가. 가시설은 수직환기구나 작업구 설치 등을 위해 계획하여야 한다.
- 나. 작업구는 설치목적, 기능에 따른 공사설비, 터널 본체와의 연결성 시공장비 투입 원활성을 감안하여 설치한다.

- 다. 부대시설은 환기구, 피난갱, 유지보수시설 등과 조명, 비상용시설 등이 조합되어 시공성, 유지관리성이 종합적으로 연관되어 검토·계획되어야 한다.
- 라. 가시설은 지반조건, 인접구조물, 굴착규모 및 시공방법에 따라 구분될 수 있도록 설계한다.

#### 11. 구조물공

- 가. 측압은 벽면에 작용하는 분포하중으로 설계한다.
- 나. 구조물 설치 상 부득이 가시설이 필요하다고 판단되면 가시설을 설치하도록 한다.
- 다. 최종 터널 구조물의 BIM 데이터는 설계도면 추출과 설계수량 산출이 가능하도록 작성하여야 한다.
- 라. BIM 데이터는 건설정보의 운영과 관리를 위하여 원칙적으로는 공구별로 분할한다. 특히, 터널 내 공구 분할 시 원활한 BIM 데이터 운영을 위하여 BIM 데이터의 파일 용량을 고려해야 한다. 또한, 콘크리트 라이닝, 공동구 및 배수콘크리트 등 공종이나 항목의 공구 구간별 접속부 처리에 대한 BIM 데이터가 통합 BIM 데이터에 포함되어야 한다.

#### 12. 갱문설계

- 가. 단면의 크기, 입지조건, 원지반조건, 주변경관과의 조화, 차량주행에 주는 영향, 유지관리를 고려해서 위치 및 형식 구조를 선정한다.
- 나. 갱문의 위치는 배후지형, 지질, 지내력, 비탈면의 안정, 근접구조물, 시공방법, 접속 토류벽과의 관계 등을 고려하여 선정한다.
- 다. 갱문 비탈면은 지층조건 등을 고려하여 BIM 데이터를 통해 LOD 300 수준으로 설계한다.

#### 13. 환기계획

- 가. 환기방법은 교통량, 터널연장, 종단경사, 굴착단면 및 환경조건, 터널의 기능에 따라 적절히 구분하여 선정하도록 한다.
- 나. 환기방식은 공사 중 및 공사 후로 나누어 구분하여 결정하도록 한다.
- 다. 최근 국내터널이 장대화에 따른 환기 및 방재부분의 비중이 커지고 있는 실정이므로 도로터널의 환기시설은 “도로의 구조·시설기준에 관한 규칙” 제42조에 정하는 바와, 방재시설은 “도로터널 방재시설 설치 및 관리지침”과 “도로 터널 화재 안전기준” 등을 고려하여 터널의 규모 및 위험도에 따라 환기시설 및 방재시설에 대한 계획을 수립한다.

- 라. 환기시설은 화재발생시 배연시설로서 운용되기 때문에 환기방식 선정단계에서 비상시 안전성에 대해서도 검토해야 한다.
- 마. 유사시를 대비하여 예비기(Stand-By)를 설치할 수 있도록 한다.
- 바. 여러 조건을 충분히 검토한 후 적절한 환기 방식에 대해서 공사비, 유지동력비, 유지관리비 등의 경제성을 비교하여 환기방식을 선정한다.
- 사. 주요설비의 수명을 감안하여 환기방식을 선정한다.

#### 제10절 가설구조물 설계

1. “구조물 안전성 향상을 위한 가설구조물 설계적용 방안 검토(설계처-3638, 2016. 12.1)”에 따라 구조검토 대상을 선정한다.
2. “가설구조물 설계예제 편람(한국도로공사, 2018)”을 참고하여 가설구조물에 대한 구조계산, 도면 작성 등 상세설계를 시행하며, 관련 검토내용을 설계 도서에 반영하여야 한다.

#### 제11절 계측계획 및 기타

1. 계측의 목적, 문제점 및 항목을 명확히 설정하도록 하여, 계측기의 선정, 설치, 빈도 등의 신뢰도가 높도록 계획한다.
2. 지반조건 및 위험단면, 주변현황, 지장물 등을 종합적으로 고려하여 계획하도록 한다.
3. 터널 계측은 터널의 규모, 원지반 조건, 시공방법 등을 고려하여 계측목적에 부합되도록 위치를 선정하고, 계측간격 및 측정빈도는 지반조건 및 굴착방법, 시공조건에 따라 변경 가능하도록 제시한다.
4. 계측과 병행하여 지보공 및 지질 상태를 파악, 평가하여 시공에 반영될 수 있도록 역해석을 실시할 수 있는 자료를 제공하도록 한다.
5. 계측을 현장의 여건과 중요도에 따라 계측의 자동화 및 영구계측 시스템의 운영을 검토하도록 한다.
6. 계측기의 종목 및 수량은 계측관리 표준품셈이나 우리공사의 기준에 따른다.
7. 시공과 유지관리에 관련하여 우리공사의 별도 요구에 의한 계획을 수립한다.

#### 제12절 토석정보공유시스템(TOCYCLE)의 활용

1. 본 시스템의 활용은 토목 및 건축 공종의 공공공사로 사토 또는 순성토 발생량 1,000m<sup>3</sup> 이상인 공사를 대상으로 한다.

2. 계약상대자는 순성토 및 사토 발생 시 토석정보공유시스템(TOCYCLE)를 활용하여 경제적인 설계를 하여야 하며, 사토발생 시 모암 판매방안에 대해 검토 하여야 한다.
3. 우리 공사는 용역과업의 준공과 동시에 토석정보공유시스템(TOCYCLE)에 순성토 및 사토의 종류, 수량, 위치, 발생시기, 반입·반출계획 등을 등재하고, 공사계약 시까지 수정·보완하여야 하며, 계약상대자는 본 시스템에 등재하거나, 수정·보완사항이 발생하였을 때 지체없이 협조하여야 한다.

### 제13절 건설안전을 고려한 설계(Design For Safety)

1. 계약상대자는 설계과정 중에 공종별 담당자가 상호 협의하여 건설안전에 치명적인 리스크(Risk) 항목을 선정하여야 하며, 선정된 항목에 대하여는 지속적인 집중검토 및 제어방안을 강구하는 등 5단계 설계안전성 검토를 시행하여야 한다.
  - 가. 리스크(Risk) 항목은 분야별 책임기술인 및 감독원이 참여하여 선정한다.
  - 나. 선정된 리스크 항목에 대하여는 “건설안전 위험성 평가기법”을 활용하여 사고 위험성 예측 및 제어방안을 강구하고, 공종별 체크리스트를 작성한다.
  - 다. 건설안전 설계에 대한 설계도서(보고서, 설계도, 구조계산서, 시방서, 수량 산출서, 내역서 등) 반영여부는 체크리스트를 활용하여 검증한다.
  - 라. 계약상대자는 도출된 건설안전 위험요소 및 위험성을 평가하여, 위험요소, 위험성, 저감대책 형태로 설계안전 검토보고서를 작성한다.
2. 계약상대자는 건설기술진흥법 시행령 제75조의2(설계의 안전성 검토)에 따라 기술인문위원회를 통한 설계안전 검토보고서 등 심의를 거쳐야 하며, 검토 결과를 건설안전정보시스템에 건설공사 착공 전 까지 업로드하여야 한다.
3. 건설안전을 고려한 설계와 관련된 기타 세부사항은 우리공사 기준 및 “건설공사 안전관리 업무매뉴얼(국토교통부)”에 따라 검토하여야 한다.

### 제14절 설계단계 재난예방진단(DPA) 시행

1. 계약상대자는 실시설계 완료 전 상세설계 단계에서 “설계단계 재난예방진단(DPA) 시행(재난안전처-1456, 2017.6.19)”에 따라 설해, 풍수해 등에 대한 재난예방 및 대응을 위하여 우리공사를 통하여 재난예방진단을 받아야 한다.
2. 재난예방진단 결과에 따라 조치계획 작성 후 설계도서를 보완하여야 한다.



## 제15절 산업재해 예방을 위한 안전보건대장 작성

1. 산업안전보건법 제67조(개정법률안)에 따라 계약상대자는 건설공사에서 중점적으로 관리하여야 할 유해·위험요인과 이의 감소방안을 포함한 설계안전보건대장을 작성하여야 한다.

## 제16절 기타사항

1. 우리공사가 별도로 시행하는 환경영향평가 결과(대기, 수질, 소음·진동 등)에 대한 현지여건 적합여부를 반드시 검토해야하며, 시공 시 필요한 제반사항을 도면, 내역서, 시방서 등에 반영하여야 한다.(비점오염저감시설 최적기능 확보방안, 환경품질처-1855, 2015.5.13. 참고)
2. 계약상대자는 최적의 경관분석 수행업체 선정을 위하여, 도로시설 경관분석 수행실적 및 능력 분석 등 주요사안 결정 시 반드시 우리공사와 협의하여야 한다.
3. 계약상대자는 “경관설계 매뉴얼(한국도로공사)”등에 따라 경관설계를 과업 단계별로 수행하고 그 결과를 설계에 활용, 성과를 제출하여야 한다.
4. 경관설계 시 지형 및 주변 현황, 도로 및 교량계획을 BIM 데이터로 구축하고 시물레이션 기법 등을 활용하여 경관 및 환경성을 검토하여야 하며, 교량 및 터널 갱구부 등 랜드마크를 위하여 구조물의 형상 디자인을 설계에 반영한 경우 BIM 데이터를 활용하여 시공성 등을 검토하여야 한다.
5. 계약상대자는 BIM 데이터를 활용하여 필요 시 주행 3D 동영상 제작하고, 민원 등의 입체적 검토가 필요한 구간에 대하여 3D 시물레이션을 수행하여 그 결과를 활용, 성과를 제출하여야 한다.
6. 계약상대자는 BIM 데이터를 활용하여 필요 시 도로 공용 중 사전 문제점 도출을 위하여 운전자 중심의 일조영향 검토를 수행하여야 하며, 터널 출구부 영향 검토, 계획도로의 결빙 발행 예측구간 검토, 구조물로 인한 일조 피해 영향 검토 등을 수행하여야 한다.
7. 계약상대자는 고속도로 노선이 군사시설 지역을 통과하는 경우 과업기간 내 관계기관과 협의를 완료하도록 노력하여야 한다.
8. 계약상대자는 설계구간 내에 발생하는 사토를 이용하여 소류지를 설치할 수 있는 적정위치를 검토하여야 한다.
9. 계약상대자는 필요시 국외사례, 신기술, 신공법, 관련규정 등의 기술적 검토를 시행하여야 한다.

10. 계약상대자는 우리공사에서 정한 특정공법 선정을 위한 절차에 따라 공법 조사 및 검토를 하여야 하며, 특정공법 심의를 통해 결정된 공법에 대하여 설계를 시행하여야 한다.
11. 계약상대자는 필요시 갈등해소를 위한 영향분석을 시행하고 대책을 마련하여야 한다.
12. 계약상대자는 실시설계 결과에 대한 조달청 단가 적정성 검토 후 조정사유에 대한 분석을 실시하여야 한다.
13. 계약상대자는 용역성과품 납품 시 수량 및 단가산출서 등에 공종별, 담당 PM, 작성자, 확인자의 연락처, 서명 등을 수록하여야 한다.
14. 계약상대자는 우리공사 설계기준 등을 필히 숙지하여 당해 과업에 적용되도록 하여야 하며, 공구별로 원활한 정보 교환이 이루어지도록 노력하여야 한다.
15. 당해 과업이 완료된 후 건설공사 중 발생한 설계착오 관련 설계변경 사항은 건설기술진흥법 제53조 제1항 관련 별점관리기준 적용대상으로 과업 수행 중 설계착오가 발생하지 않도록 유의하여야 한다.
16. 계약상대자는 설계내용이 유지관리에 미치는 영향을 검토하고, 유지관리 시 고려할 사항에 대한 유지관리보고서를 작성하여야 한다.
17. 우리공사의 방침에 따라 BIM 전면설계로 수행하여야 하며, 계획단계에서 민원 등의 해결을 위하여 3차원 BIM 데이터를 적극 활용하여야 한다.

[참조 4]

## 설계도서 작성기준

### 제1절 성과품의 구분

1. 설계보고서(종합, 일반보고서, BIM 결과보고서)
2. 지질 및 지반조사보고서
3. 터널해석보고서
4. 경관보고서
5. 배수보고서
6. 설계기준
7. 수량산출기준
8. 구조 및 수리계산서
9. 설계서 및 설계예산서
10. 설계도면(평면도, 횡단면도, 구조물도 및 부대시설도 등)
11. 공사시방서
12. 설계안전 검토보고서
13. 설계안전보건대장
14. 유지관리보고서
15. 기 타
16. BIM 데이터
17. 스마트 설계 시행 결과물

### 제2절 성과품의 내용

1. 설계보고서
  - 가. 표지
  - 나. 제출문(용역수행업체의 대표이사 명의)
  - 다. 참여기술인(명단 및 인적사항, 업무내용)(서식#5 참조)
  - 라. 목차
  - 마. 위치도(1/25,000~1/50,000)

바. 공사개요(목적, 범위, 내용, 기간, 과업수행방법, 금액 등)

사. 조 사

- 1) 현지조사 및 답사
- 2) 측량
- 3) 지질·지반조사
- 4) 지장물·구조물 조사
- 5) 토취장·골재원·사토장 조사
- 6) 용지조사
- 7) 기 타

아. BIM 데이터 작성 기준

자. 계 획

- 1) 전 단계 성과검토
- 2) 교통분석 및 평가
- 3) 환경영향평가
- 4) 재해영향성 검토
- 5) 수리·수문 검토
- 6) 구조물계획
- 7) 설계기준 작성
- 8) 관계기관 협의
- 9) 민원검토
- 10) 기 타

차. 상세설계(설계기준·조건, 선형, 토공, 용·배수공, 구조물공, 포장공, 출입시설, 부대시설, 기타)

카. 사업비 분석

- 1) 공사개요
- 2) 공사비산출
- 3) 사업비분석
- 4) 용지 및 지장물 보상비

타. 부 록

각종 조사자료, 선형계산서, 기술심의 및 자문사항, 업무협의 및 지시사항, 관계기관 협의자료, 주민공청회 결과, 설계의 경제성 등

## 2. 지질 및 지반조사보고서

가. 표지

나. 제출문(용역수행업체의 대표이사 명의)

다. 목차

라. 조사개요(목적, 범위, 기간, 장비 등)

마. 조사내용

1) 조사위치 선정

2) 조사방법(지표지질조사, 시추조사, 현장원위치시험, 실내시험, 물리탐사)

3) 토질 및 암석의 분류 및 기재방법

바. 조사결과

1) 지형 및 지질

2) 시추조사 결과

3) 현장원위치시험 결과

4) 물리탐사 결과

5) 실내시험 결과

사. 성과분석

1) 터널 및 교량구간 지층분석

2) 교량기초 검토

3) 사면안정 검토

4) 성토재의 다짐특성, CBR, 골재원 평가

아. 부록

1) 조사위치 및 지층단면도

2) 주상도(시추조사, 핸드오거보링, 시험굴)

3) 시험성과(수압, 공내재하, 실내토질, 실내암석, 골재원시험 등)

4) 물리탐사 야장 및 자료

## 3. 터널해석보고서

가. 표지

나. 제출문(용역수행업체의 대표이사 명의)

다. 목차

라. 조사개요(목적, 범위, 기간, 장비, 적용 수치해석기법, 사용Program)

마. 해석기준

주요 사용재료, 터널해석범위, 해석방법, 터널해석기준

바. 터널 안정성 검토

- 1) 해석목적
- 2) 해석위치 및 검토내용
- 3) 안정해석 결과요약
- 4) 2차원 연속체 모델 해석단면
- 5) 3차원 연속체 모델 해석단면

사. 일반 구조물 설계

- 1) 콘크리트 라이닝 설계
- 2) 본선 및 대인용 피난연락갱 접속부 설계
- 3) 개착터널 설계
- 4) 갱문 및 옹벽 안정검토

4. 경관보고서

- 가. 사업개요 및 현황조사 분석
- 나. 경관기본구상
- 다. 교량 경관계획
- 라. 방음벽 경관계획
- 마. 나들목 경관계획
- 바. 터널 갱문 및 내부 경관계획
- 사. 도로시설물 경관계획
- 아. 경관심의 결과

5. 배수보고서

6. 설계기준

- 가. 총직
- 나. 지하구조
- 다. 공통공사
- 라. 토공사
- 마. 배수 및 옹벽공사
- 바. 구조물공사
- 사. 터널공사
- 아. 포장공사
- 자. 부대공사

## 7. 수량산출기준

가. 토공사

나. 배수및옹벽공사

다. 교량공사

라. 터널공사

마. 포장공사

바. 부대공사

## 8. 구조 및 수리계산서

가. 구조계산서

1) 개요

2) 구조계획도

3) 설계조건

구조형식, 설계방법, 설계하중, 사용자재 및 특성, 지반조건, 사용Program, 설계기준 및 지침, 기타

4) 구조계산

개요, 구조해석 방법 및 모델, 사용자재, 단면상수, 하중조건, 구조해석, 설계 단면력, 단면응력검토, 기초허용지지력 계산, 안정검토

5) 내진설계

나. 수리계산서

1) 유역도, 홍수량산정지점도

2) 수리계산

확률강우량, 강우강도, 홍수도달시간, 유역면적, 유출계수, 유효우량, 설계유량, 통수량 등

## 9. 설계서 및 설계예산서

가. 설계설명서

1) 공사목적

2) 공사개요

3) 위치

4) 기간

5) 규모

6) 공사수량

- 7) 지급자재
- 8) 예정공정표
- 9) 기타

나. 설계예산서 및 설계서

공사비 집계표, 지급자재비, 공종별 내역서, 제잡비 계산서 등

다. 단가산출서

기초단가 LIST, 중기사용료, 제잡비 공제금액, 공종별 운반거리, 단가산출 및 목록 등

라. 단가설명서

단가목록, 단가별 세부구성사항, 단가별 물량측정 단위 및 방법 등

마. 수량산출서

- 1) 총괄 자재집계표
- 2) 공종별 수량집계표
- 3) 공종별 자재집계표
- 4) 세부공종별 수량집계표
- 5) 세부공종별 산출근거
- 6) 기 타

10. 설계도 (분야별 도면 목록은 표1~3 참고)

가. 목차

나. 위치도(1/5,000~1/50,000)

다. 일반도(1/50~1/500 : 표준횡단면도, 편경사도 등)

라. 종·평면도(H=1/1,000, V=1/200)

마. 토공횡단면도(1/100~1/200)

바. 배수계획도(H=1/1,200, V=1/200)

사. 배수구조물 횡단면도(1/50~1/200)

아. 포장계획도(1/1,200)

자. 교통처리계획도(1/500~1/1,200)

차. 구조일반도, 단면력도, 주철근조립도(1/50~1/200 : 일반구조물, 기초)

카. 가시설 개요도 및 대표 단면도, 상세도(구조계산이 필요한 경우)

타. 부대시설도(교통안전시설, 조경시설, 방음벽 등)

※ 설계도면이 많을 경우에는 토공횡단면도와 구조물도를 설계도와 분리하여 별책으로 작성하도록 한다.



※ 주요 단면 구조상세도(1/10~1/100)

구조상세도면은 중요한 부분에 대해서 시공상세도 작성자에게 설계자의 의도를 표현하는 도면을 말함

11. 공사시방서

- 가. 총칙
- 나. 지반조사 및 측량
- 다. 지반개량공사
- 라. 토공사 및 조경공사
- 마. 말뚝공사
- 바. 콘크리트공사
- 사. 상하수도공사
- 아. 강구조물공사
- 자. 교량공사
- 차. 도로 및 포장공사
- 카. 터널공사

12. 설계안전 검토보고서

- 가. 대상사업 개요 및 결과요약
- 나. 설계안전성 검토 절차
  - 1) 설계안전성 검토 목표
  - 2) 설계안전성 검토 수행절차 및 일정
  - 3) 설계안전성 검토 참여자
  - 4) 검토 자료
- 다. 설계안전성 평가
  - 1) 발생빈도, 심각성의 등급 및 기준
  - 2) 위험성 허용수준
  - 3) 공종별 위험요소 도출
  - 4) 위험요소별 관리주체 선정
  - 5) 위험요소별 위험성 평가
  - 6) 위험요소별 저감대책
    - 가) 저감대책 선정 협의사항
    - 나) 저감대책 대안평가

라. 위험성 평가표 요약

마. 잔여 위험요소

바. 결론

사. 부록

1) 설계도면

2) 관련 자료

3) 건설신기술 또는 특허공법(채택된 경우)의 저감대책 검토보고서

4) 기타 발주자와 설계자가 협의한 내용 등

### 13. 설계안전보건대장

가. 사업개요

나. 안전보건 목표와 참여조직

1) 해당 건설공사의 안전보건에 대한 목표

2) 참여자(발주자, 설계자, 시공자, 전문가(필요시) 등)의 역할과 책임

3) 관련 기본안전보건대장

다. 산업안전보건관리비 산출내역서

라. 적정 공사기간 산정 요약표

마. 주요 유해·위험요인 및 감소대책에 대한 위험성 평가

1) 유사 건설공사 주요 사고사례 분석 결과

2) 발굴 유해·위험요인 및 설계 반영 여부

3) 위험성 평가 기준(발생 가능성(빈도), 중대성(강도), 허용 위험성 기준)

4) 유해·위험요인 별 위험성 평가 및 위험성 감소대책

5) 위험성 평가 결과 요약표

6) 잔존 유해·위험요인 및 공사 시 반영할 내용

바. 안전보건 회의 이력

사. 유해·위험방지계획서 작성 대상 및 재해예방 전문지도기관 기술지도 확인

1) 유해·위험방지계획서 작성 대상 확인

2) 재해예방 전문지도기관 기술지도 실시 대상 확인 및 실시계획

아. 발주자 확인

### 14. 유지관리보고서

가. 표지

- 나. 목차
- 다. 토공
- 라. 배수공
- 마. 포장공
- 바. 교량공
- 사. 부대공
- 아. 터널공

#### 15. 기타

해당사항이 있을 경우 다음사항을 작성, 제출하도록 해야 한다.

- 가. 지적도 및 용지도
- 나. 용지 및 지장물 현황조서
- 다. 사진첩(측량 및 지반조사 현황)
- 라. 인·허가서류 및 도서

#### 16. BIM 데이터

#### 17. 스마트 설계 시행 결과물

### 제3절 성과품 작성의 특기사항

#### 1. 설계보고서(종합, 일반보고서, BIM 결과보고서)

- 가. 지질 및 지반조사보고서는 별도로 작성하고 본 보고서에는 요약분을 수록하는 것을 원칙으로 하나 지반조사 내용이 적을 경우에는 우리공사와 협의 후 본 보고서의 한 항목으로 하고 시추주상도, 시험결과 등을 부록에 수록한다.
- 나. 설계심의, 설계VE, 자문 및 업무협의 사항에 대한 조치결과는 부록에 수록한다.
- 다. 용역참여자의 실명관리를 위하여 실시설계용역에 참여한 관계공무원 및 용역기관의 담당자, 우리공사, 방침 승인기관(설계도서를 작성하거나 공사비를 산정한 자 등을 포함한다)에 대하여 각 참여자별 참여기간, 수행업무 등을 기록하며 설계 실명관리를 위해 날인 또는 서명하여야 한다.
- 라. BIM 데이터 요소에 대한 LOD를 정의하여야 하며, 모델의 분류 방법 등 모델의 작성 기준 등을 제시하여야 한다.
- 마. 계획 및 실시설계에서 BIM 데이터에 의한 계획과 상세설계 내용 등을 보고서에 수록하여야 한다.

바. 우리공사의 방침 “3차원 정보화 설계(BIM) 확대시행계획(설계처, 2018. 11)”, “BIM 기반 수량산출기준”, “BIM 기반 설계도 표준” 및 “고속도로 스마트 설계지침”에 따라 BIM 전면설계로 수행하여야 한다.

## 2. 지질 및 지반조사보고서

가. 지질 및 지반조사보고서에는 조사개요, 조사항목, 조사위치, 조사방법, 조사내용, 각종 시험내용 및 결과, 시추주상도가 수록되어야 하며, 시험결과로 얻어지는 각종 지반의 물성치 계획지역의 지반구성 상태, 연약지반현황 및 대책, 예상되는 구조물기초의 종류(직접·말뚝·우물통기초 등)에 따른 적합성 여부, 허용지지력 검토 등이 포함되어야 한다.

나. 또한, 대결토부 및 고성토부는 별도의 비탈면 안정검토를 실시한 후 그 내용을 수록하고 적정 비탈경사를 제시하여야 한다.

## 3. 구조 및 수리계산서

가. 계산서는 계산된 모든 것을 정확하게 수록하여 손쉽게 검토할 수 있도록 한다.

나. 각종 계산에 사용한 전산프로그램명과 이를 이용하여 설계한 사항을 기재한다.

다. 범용 구조계산 또는 터널 계산 프로그램이 아닌 경우에는 범용 프로그램과 비교·결과를 제시하여 신뢰성을 검증할 수 있는 프로그램을 사용한다.

라. 전산프로그램을 사용하여 계산한 경우, 구조계산서에는 정확한 모든(Case별) 입력자료가 정리되어야 한다. 또한 그에 대한 출력자료 역시 정리되어 있어야 한다.(BMD, SFD 등)

마. 모든 전산프로그램의 출력자료는 구조계산서의 부록으로 하고, 그 양이 과대한 경우에는 별책으로 작성하여 최소 소요부수만 제출한다. 그러나 정리된 형태로 입·출력자료가 인쇄된 것은 본 구조계산서 해당항목에 수록한다.

바. 구조계산서 각 부분의 첫 쪽(Page)마다 우측 상단에 작성자와 검토자가 적정 여부를 확인한 후 서명하도록 한다.

사. 구조계산 시 주요 설계계수가 가정값인 경우에는 반드시 가정값임을 명시하도록 한다.

아. 수리계산서 및 터널해석보고서는 계산된 모든 것을 정확하게 정리하여 수록하고 손쉽게 검토할 수 있도록 한다.

자. 수리계산서 및 터널해석보고서에서 설계자의 소견이 필요로 할 때에는 그 내용 및 대책을 명확히 하여, 설계도면 및 사용상에 하자가 없도록 한다.

#### 4. 설계예산서

- 가. 설계예산서는 설계설명서, 설계내역서, 단가산출서, 수량산출서, 단가설명서로 구별하고 단가산출서, 수량산출서, 단가설명서는 별책으로 작성한다.
- 나. 설계예산서는 총공사비와 공사개요를 기재하며, 총괄내역서에는 제경비 및 시공상세도면 작성, 추가지반조사 비용이 포함되어야 한다.
- 다. 설계예산서 작성은 설계용역완료 직전 해당월을 기준으로 작성한다.
- 라. 노임기준은 당해연도 시중공사 노임단가(대한건설협회)를 기준한다.
- 마. 재료비는 “정부구매물자 가격정보”를 우선으로 하며, 가격정보에 없는 재료는 2개 이상의 물가정보지를 참조하여 산출한다.
- 바. 공사비산정은 당해연도 “건설공사 표준품셈”, 국토교통부에서 공고하는 “표준시장단가” 및 우리공사에서 공고하는 “자체실적공사비”에 준한다.
- 사. 중기손료 작성시의 외환환율은 당해연도 1월에 조달청 홈페이지에서 공고하는 환율 또는 당해연도 1월 2일 하나은행 전신환매도율을 기준으로 하나, 외환환율의 변동이 클 경우는 우리공사와 협의 후 결정한다.
- 아. 공사비 산출을 위한 견적서는 3개 업체 이상의 것을 기준으로 하되, 부득이 한 경우에는 우리공사와 협의하여 1개 또는 2개 업체의 견적서를 기준한다.
- 자. 설계예산서는 회계예규 “원가계산에 의한 예정가격 작성준칙”에 의거 작성한다.
- 차. 수량산출서 작성 시 자재할증, 손율, 고재처리 등은 “건설공사 표준품셈”에 준한다.
- 카. 설계수량은 BIM 데이터로부터 추출하여 산출하여야 하며 추출된 수량 등의 임의 변경을 금지하여 BIM 데이터와 설계수량의 내용은 동일하여야 한다.
- 타. BIM 저작도구에 의해 BIM 데이터의 작성이 가능한 최종 목적 구조물의 형상 표현이 가능한 공종을 설계수량 산출 대상으로 한다. 단, 시공 중 현장 상황에 의해 변경되며, 최종 목적 구조물 이외의 가설 구조물의 설계수량은 기존 2차원 도면 설계 방식에 의해 수동으로 수량을 산출한다.
- 파. 단가설명서는 공사계약문서의 일부분으로서 단가산출 구성을 상세하게 서술한다.

#### 5. 설계도면

- 가. 설계도면은 이해가 쉽도록 작성한다.
- 나. 구조물 도면에는 설계방법(허용응력설계법 또는 강도설계법, 한계상태설계법)에 대하여 표시하여야 한다.

- 다. 모든 설계도면에는 도면작성자, 검토자, 책임기술인의 서명 또는 날인이 있어야 한다.
- 라. 설계도면에는 주석(Note)란을 만들어 구조물 설계방법, 재료의 종류, 강도 등과 같은 주요 설계조건과 시공 시에 유의하여야 할 사항을 해당도면 공사내용에 대한 특기사항을 수록한다.
- 마. 설계도면에는 관련 도면란을 만들어 해당도면의 내용과 밀접한 관계가 있는 도면의 번호를 수록하여야 한다.
- 바. 설계도면은 KS A 0005(제도통칙)과 KS F 1001(토목제도통칙)에 따라 작성한다.
- 사. 도면 하단의 표제란의 형식은 우리공사와 협의하여 결정한다.
- 아. 주요 설계계수가 가정값인 경우 현장시공에 앞서 확인이 필요하면 도면 주석란에 이러한 사실을 명시하여야 한다.
- 자. 모든 도면은 CAD System을 이용하여 작성하되 “건설기술개발 및 관리 등에 관한 운영규정” 제66조에 따라 단체표준으로 공고된 “건설CALS/EC 전자도면 작성표준”에 따라 작성한다.
- 차. 설계도면에 작성되는 단위는 SI를 원칙으로 하며, 특수단위가 필요할 때는 우리공사와 협의한 후 사용한다.
- 카. 도면의 맨 앞에는 전체 도면의 목록을 작성하여 두도록 한다.
- 타. 설계도면은 견본도면 목록을 참고하여 작성하며, 목록 외의 도면이 필요한 경우에는 우리공사와 협의하여 결정한다.
- 파. BIM 전면설계에 의해 작성된 BIM 데이터로부터 추출하여 각 분야별(도로, 교량, 터널 등) 설계도면 전체를 대상으로 하나, BIM 데이터로 작성이 불가능한 개념도, 설계기준 등의 경우는 기존의 2차원 설계방식의 도면을 작성할 수 있다.
- 하. 설계도면은 BIM 데이터로부터 추출하여 도면화하여야 하며 추출된 형상 등의 임의 변경을 금지하여 BIM 데이터와 설계도면의 내용은 동일하여야 한다.

## 6. 공사시방서

- 가. 공사시방서는 공사계약문서의 일부분으로 시설물 또는 구조물의 품질, 기능, 구조, 재료 등과 시공절차, 방법, 기타 시공 및 유지관리에 필요한 요구사항 등을 규정한 것으로 표준시방서 및 전문시방서, 관련법규를 근간으로 국가

건설기준 코드체계화에 따른 KCS와 현재 개정중인 우리공사의 전문시방서 코드체계인 EXCS에 따라 우리공사 및 설계자의 설계의도가 정확히 반영될 수 있도록 작성한다.

나. 공사시방서는 다음사항을 포함하여 작성한다.

- 1) 적용범위, 용어의 정의, 설계도서의 적용 우선순위, 설계도서 검사 의무 등에 관한 상세사항
- 2) 해당 건설공사 표준시방서 및 전문시방서, 관련법규 및 지침, 제기준의 명칭
- 3) 계약문서의 계약조건 이외의 필요한 계약조건에 관한 사항
- 4) 관련법규에 따른 요구사항 및 조건에 관한 상세사항
- 5) 계약상대자가 작성하여야 할 시공상세도 목록
- 6) 계약상대자가 제출할 각종 보고서 및 서류 등에 관한 방법, 시기 및 절차 등에 관한 세부사항
- 7) 우리공사와 계약상대자 사이의 책임범위 및 한계
- 8) 각종 검사, 기성지급, 설계변경 등에 대한 절차, 방법, 시기
- 9) 공사관리, 공정관리, 품질관리, 안전관리, 환경관리 등에 대한 상세사항
- 10) 주요 공종별 시공방법 및 절차, 시험방법, 허용오차, 사용자재, 사용장비, 소요인원 등에 대한 상세한 규정
- 11) 공사전반에 관한 주의사항 및 절차
- 12) 기타 주요공사 사항

다. 공사시방서 작성 시 유의사항

- 1) 공사시방서는 전문용어를 사용하고, 정확하고 완전하며 간단·명료하게 작성하여 해석에 이견이 없도록 한다.
- 2) 계약상 필요한 모든 사항이 포함되도록 작성한다.
- 3) 표준양식을 사용하도록 하고 되도록 작성형식의 일관성을 유지하도록 한다.
- 4) 공법 및 공종에 맞는 자재, 장비, 인원을 선정한다.
- 5) 공종 전반에 대해 기술하며, 목차는 가능한 한 공사 순서대로 작성한다.
- 6) 현실적으로 가능한 방법 및 내용으로 작성한다.
- 7) 공사기성에 관련된 사항을 이해가 명확하도록 한다.
- 8) 우리공사의 의도를 정확히 파악하고, 우리공사의 감독원, 공사 계약상대자, 감리자 등이 직면할 수 있는 어려움을 감안하여 신중히 작성한다.
- 9) 정확한 문법을 준수하고 오차, 오키 등이 없도록 작성한다.

10) 공사 착수 이전에 토석정보공유시스템(TOCYCLE)를 활용하여 공사에 반영할 수 있도록 공사시방서에 명기한다.

## 7. 설계안전 검토보고서

가. 설계과정 중에 도출한 건설안전 위험요소(Hazard) 및 위험성(Risk)에 대한 평가를 실시한 결과로서 HRA(위험요소/위험성/저감대책) 형태로 작성된 설계안전성검토(DFS)에 관한 사항을 작성한다.

나. 설계에 가정된 각종 시공법과 절차에 관한 사항이 포함되도록 작성한다.

다. 설계에서 잔존하여 시공단계에서 반드시 고려해야 하는 HRA(위험요소/위험성/저감대책)에 관한 사항이 포함되도록 작성한다.

라. 작성 세부사항

- 1) 설계에서 가정한 시공법 및 절차에 의해 발생하는 위험요소가 회피, 제거, 감소되도록 하여야 한다.
- 2) 시공단계에서 설치되는 가설 시설물의 안전한 설치 및 해체를 고려하여야 한다.
- 3) 깊은 지하 굴착을 최대한 배제하여야 한다.
- 4) 위험장소에서의 작업을 최소화하기 위해 공장제작 자재의 활용을 적극적으로 고려하여야 한다.
- 5) 동일 작업장소에서 시공절차가 충돌되지 않고 안전한 작업이 이루어지도록 하여야 한다.
- 6) 시설물의 유지관리가 용이하도록 개·보수 및 청소를 위한 전용통로, 설비의 설치 및 제거가 용이한 반입구 등을 고려하여야 한다.
- 7) 부서지기 쉬운 자재 활용이 최소화되도록 하여야 하며, 석면 및 석면이 함유된 자재가 사용되지 않도록 하여야 한다.
- 8) 해체 및 개·보수 공사 시 기존 구조물의 안전성을 확보하여야 한다.
- 9) 지반굴착공사의 시행시기가 장마철, 해빙기와 겹칠 경우에는 이에 대한 안전성 검토를 실시하여야 한다.
- 10) 건설공사 중 근로자의 안전 확보를 위하여 「산업안전보건법」 제23조부터 24조까지에서 정하는 내용을 고려하여야 한다.
- 11) 설계자는 건설안전을 저해하는 위험요소를 고려한 설계를 위해 시공 및 건설안전 분야 전문가의 자문 등을 통해 시공방법 및 절차를 명확히 이해 하여야 하며, 시공법과 절차에 대한 이해가 부족하거나 건설안전에 관한



전문성이 부족한 경우 관련 건설안전전문가(필요시 시공 전문가 포함) 등을 설계과정 중에 참여하도록 할 수 있다.

12) 설계자는 교량형식 심의 후 설계 안전 검토보고서 작성을 착수하여야 하며 설계VE 시 검토보고서를 설계 안전성 검토(D.F.S) 체크리스트와 함께 제출하여야 한다. 또한, 설계 안전 검토보고서는 성과품 심의 시 심의가 수행되도록 조치하여야 한다.

13) 설계자는 이외 사항에 대하여는 「설계 안전성 검토 업무 매뉴얼(국토교통부, 2017.5)」에 따라 수행하여야 한다.

#### 8. 설계안전보건대장

가. 위험성 평가 결과를 반영한 안전설계, 적정공사기간의 산출 근거와 산업안전 보건관리비의 산정 근거 등의 내용이 포함되도록 작성하여야 한다.

나. HOC 원칙(Hierarchy of Controls)에 의한 근본적인 유해·위험요인의 감소 대책을 수립하고 설계도서에 반영한다.

다. 잔존 유해·위험요인을 작성하여 시공자가 대책을 수립할 수 있도록 해야 한다.

라. 안전설계를 수행함에 있어, 작업 중 발생할 수 있는 유해·위험 요인을 설계단계에서 감소시킬 수 있는 대책을 적용하여야 한다.

마. 유지보수 및 해체를 실시하는 작업자에게 발생할 수 있는 유해·위험 요인에 대한 대책을 포함하여 작성할 수 있다.

#### 9. 유지관리보고서

가. 선형결정, 구조물 형식, 갱구형식 등 각종 설계방침, 재료선정 등 유지관리를 고려한 설계내용을 빠짐없이 수록한다.

나. 도로 및 보강시설에 대하여 기후, 교통, 민원 등 환경조건과 공법특성을 감안한 유지관리 시 유의사항에 대하여 상세히 기술한다.

다. 유지관리 유경험자의 최종검수를 통해 실질적인 유지관리 내용이 될 수 있도록 하여야 한다.

#### 10. 용지도 및 용지조서의 작성

가. 용지도는 지적기사 자격소지자가 용지도 작성 및 확인, 날인 하여야 하며, 용지도상에는 도로부지경계선 및 중심선을 표시하고, 행정구역, 지번, 지목, 축척 등을 기입하고, 중요물건(가옥, 분묘, 전주, 지하매설물)을 표시한다.

나. 용지조서에는 지번, 지적, 지목, 소유자의 주소, 성명이 표시되어야 하며, 지적에는 당초 지적과 계획도로로 분할된 지적을 구분하여 작성한다.

다. 소유권 이외의 권리(저당권, 지상권, 지역권 등)가 설정되어 있거나 예고등기,

가등기 등이 설정되어 있는 경우는 그 내용을 기입하고 공유물일 경우는 공유지분을 기입한다.

라. 지적도상의 토지 중 등기가 되어있지 않거나, 토지대장에도 미 등록된 토지는 소유자란에 별도 기재한다.

마. 용지조서 작성에 사용한 지적도, 임야도, 토지대장, 등기부등본 등은 성과품 납품 시 함께 제출한다.

#### 11. 보상대상 및 지장물조서의 작성

가. 과업용지 내 보상대상 물건 및 지장물은 종류별로 상세하게 조사 기입한다.

나. 보상대상 물건 및 지장물은 우리공사와 협의하여 그 범위 등을 결정한다.

다. 고속도로 건설로 인해 새로 공공시설을 설치하거나, 기존의 공공시설에 대체되는 시설을 설치한 경우, 기존의 공공시설은 우리공사에 무상으로 귀속하고, 대체되는 새로운 공공시설은 해당시설의 관리청에 무상 귀속하는 것으로 계획하여야 한다.

#### 12. BIM 데이터

가. BIM 데이터는 우리공사의 전산관리체계에 맞게 그 결과를 반영한다.

나. BIM 데이터 파일은 원본 파일 포맷과 함께 데이터의 공유 및 교환을 위하여 표준 파일 포맷을 사용한다. BIM 저작도구의 표준 파일 포맷은 국제표준 IFC로 하며, 용도에 따라 LandXML 등 해당 국제표준 규격으로 할 수 있다.

#### 13. 설계 현황 및 대장의 작성

가. 계약상대자는 용역 준공 전 또는 총사업비 심의 완료 후 설계현황 및 설계 대장, 교량대장, 터널대장을 작성하여야 한다.

나. 기본 및 실시설계 현황은 위치도, 사업개요, 공구현황, 설계기준, 교통량수 요예측결과, 선형설계, 토공현황, 배수공현황, 교량현황, 터널현황, 포장현황, 출입시설 및 휴게소 현황, 기타현황(지사, 터널관리소, 부변전실 등)을 포함하여 작성하여야 한다.(서식#6)

다. 기본 및 실시설계 대장은 계약 및 준공 현황 등을 포함하여 작성한다.(서식#7)

라. 교량 대장은 교량 현황, 교량별 공사비 및 교량설계대장(서식#8)을 포함하여 작성한다.

마. 터널 대장은 터널 현황, 터널별 공사비 및 터널설계대장(서식#9)을 포함하여 작성한다.

#### 14. 기 타

- 가. 도면의 크기는 KS A 5201의 A0-A6에 준하는 것을 원칙으로 한다.
- 나. 모든 보고서, 계산서, 시방서, 지침 등은 A4 크기 용지에 작성하는 것을 원칙으로 한다. 그러나 도면, 집계표 등을 위해 A3 크기 또는 적절한 크기의 용지를 사용할 수 있다.
- 다. 설계도서 납품 시 “전자설계도서 작성·납품지침(도로·하천분야), 국토교통부(2015)” 및 우리공사의 “전산설계도서 표준화체계 작성 및 납품지침서”에 따라 전자납품 성과품을 작성하여 CD-ROM 등 비휘발성 저장매체로 제출하여야 한다.
- 라. CD-ROM의 File명 및 번호체계는 우리공사의 지침을 따른다.

#### 제4절 인·허가 도서 작성

계약상대자는 임목축적조서, 평균경사도, 계획서, 조서 등과 같이 인허가(도로구역결정고시, 지형도면고시, 기타 인허가)에 필요한 제반자료를 작성하여야 하고, 용역준공 전후 우리공사의 요청에 의거 필요시기에 필요부수를 작성·제출하여야 한다.

1. 도로구역(변경)결정 구비서류 1식
2. 도로계획시설(변경) 결정고시 요청서류 1식
3. 도시계획구간(해당 경우)
  - 가. 도시계획시설(변경)결정 협의서류 1식
  - 나. 도시계획사업 실시계획 인가 협의서류 1식
4. 농지전용 협의서류 1식
5. 임야관계 협의서류 1식
6. 재선충 협의서류 1식
7. 하천관계 협의서류 1식
8. 초지전용 협의서류 1식
9. 사방지 지정해제 협의서류 1식
10. 소하천 협의서류 1식
11. 분묘개장허가 협의서류 1식
12. 군사시설, 철도관련 협의서류 1식
13. 광업권 취소 처분 협의서류 1식
14. 지형도면고시 구비서류 1식
15. 기타 인·허가에 필요한 부수되는 서류 1식

## 제5절 기타사항

1. 기타 설계도서는 우리공사와 협의하여 작성한다.
2. 본 과업내용서에 명시되지 않은 사항은 노선별, 공구별 특별과업내용서에 따른다.

## 제6절 설계도서 작성 및 납품기준

### 1. 준공성과품 작성기준

준공도서 표준화 및 준공 CD 작성은 아래의 표준지침을 참조하여 시행하되, 세부내용은 우리공사가 배부하는 표준지침서, 표준지원S/W 및 매뉴얼을 참조한다.

### 2. 표준 지침

#### 가. 설계도면

- 1) 모든 도면은 DWG 포맷으로 작성함을 원칙으로 한다
- 2) 도면 표준화 적용대상

부 문	대 상 도 면
기본수치지형도	▪ 노선도 기본맵
연결 평면 및 종단면도 연결용지도	▪ 공통
설 계 도	▪ 토공 평면 및 종단면도 ▪ 배수계획 평면 및 종단면도 ▪ 부대계획평면도 ▪ 포장계획평면도 ▪ 노즈부 상세도 등
횡단면도	▪ 토공 횡단면도, 배수구조물 횡단면도
구조물도	▪ 터널, 교량 구조물 종평면도 ▪ 구조물 지질주상도
	▪ 구조물 일반도
	▪ 배근, 강구조도, 가시설도
	▪ 배수, 포장 등 기타 구조물도
용 지 도	▪ 용지 및 지장물도
기 타	▪ 편경사도, 유토곡선도 등 기타 토목도면

- 3) CAD화되지 않은 파일은 TIFF 포맷으로 작성하되 200DPI 이상 해상도로 원도면을 스캔하여야 한다.
- 4) 평면도에 사용되는 기본 지형도(Base Map)는 국가지리정보체계(NGIS)의 국가 기본도 표준을 준수한 수치지도를 사용한다.

- 5) 연결용지도는 필지별로 폐합, 폴리곤으로 작성하여야 하며 행정구역코드, 지번지목 코드를 속성으로 입력하여야 한다.
- 6) CAD파일(설계도면) 작성 시 우리공사에서 제공하는 표준화 지원 소프트웨어인 HCAD 및 라이브러리를 사용하여 입력 및 편집할 수 있다.  
(단, BIM 저작도구에서 추출되는 BIM데이터가 HCAD의 Layer체계와 불일치 할 수 있으며, 사전에 감독원과 협의하여야 한다)
- 7) 도면에 사용하는 폰트는 돋움을 원칙으로 하며, 이 외의 글꼴을 사용하는 경우 감독원과 사전에 협의하여야 한다.

나. 설계문서

- 1) 원본파일은 워드프로세서 등의 프로그램으로 작성하여 PDF로 출력하여 제출하여야 한다.
- 2) 세부적인 작성방법은 「전산준공설계도서 작성 및 관리방안 개선(설계처)」 및 「건설현장 중심의 설계도서 작성방안(설계처)」 등을 따른다.
- 3) 원본파일(PDF) 제출시에는 감독과 협의하여 INDEX를 포함시켜야 한다.
- 4) 데이터파일은 작성한 S/W 파일 포맷으로 제출하여야 한다.
- 5) 뷰잉파일(TIF)은 제출하지 않는다.
- 6) 문서 표준화 대상

부 문		성 과 품	
		원본파일(PDF)	작성파일
보고서	종합보고서	○	○
	일반보고서	○	○
	지질 및 지반조사보고서	○	○
	터널해석보고서	○	○
	설계안전 검토보고서	○	○
	유지관리보고서	○	○
	경관보고서	○	○
공사시방서		○	○
설계기준		○	○
수량산출기준		○	○
구조계산서		○	○
수리계산서		○	○
설계서 및 예산서	설계서	○	○
	예산서(내역서)	○	○
	수량산출서	○	○
	단가산출서	○	○
단가설명서		○	○

※ 향후 업무환경변화에 따라 메타정보 및 관련파일 내용은 변경가능

#### 다. 설계납품

- 1) 전산설계도서 제출을 위한 CD는 반드시 공사에서 제공하는 소프트웨어인 CD-INDEXER를 사용하여 제작하여야 한다.
- 2) 모든 파일은 CD제작 전에 바이러스 체크를 하여야 한다.
- 3) 제출 CD의 제작은 전산설계도서 표준화체계 업무기준 제4조 ③설계도서의 납품 2. OFF-LINE 납품매체의 제작 규정에 의한 규격, 용량, CD-ROM 수록형식 및 디지털 포맷 기준에 따라 제작하여야 한다.
- 4) CD 및 케이스에는 식별이 가능하도록 별도로 제공하는 파일을 편집, 장기간 보관이 가능하도록 라벨 전용지에 출력하여 부착하거나 CD 표면에 CD Printer로 직접 출력하여야 한다.

#### 3. 도면검수 지침

- 가. 계약상대자는 표준화 작업 후 HCAD 점검모듈을 통해 자체 검수한 도면별 검수조서를 출력하여 감독원에게 제출하여야 한다.
- 나. 제출도면의 문제발견 시 계약상대자는 재작성 또는 보완하여야 한다.

### 제7절 BIM 성과품 품질 관리

#### 1. 기본 원칙

##### 가. 품질관리의 구분

BIM 품질관리는 BIM 데이터를 대상으로 하며 계약상대자의 자체적인 품질 검토와 용역감독원의 품질검수로 구분된다.

##### 나. 품질관리의 수행

BIM 품질관리의 대상, 시기, 기준, 방법 등을 계획을 수립하여 BIM 업무수행 계획서에 반영하고, 계획에 따라 BIM 품질관리를 수행한다.

##### 다. 품질관리의 책임

BIM 데이터 품질관리 절차가 모든 설계 품질을 보장하는 것은 아니며, 최종적인 설계품질에 대한 책임은 계약상대자에게 있다.

#### 2. BIM 품질관리의 구분

##### 가. 품질검토

품질검토는 BIM 품질관리 계획에 따라 납품 이전에 계약상대자가 수행하며, BIM 데이터를 각종 용도에 따라 활용하기 전에 수행한다. 그 시기와 횟수는 사업의 기간, 규모 등을 감안하여 용역감독원과 협의에 의하여 정한다.

#### 나. 품질검수

품질검수는 납품 시 용역감독원이 실시한다. 용역감독원은 계약상대자가 제출한 BIM 성과품을 토대로 BIM 데이터의 품질검수를 수행한다. 품질검수 결과에 따라 필요한 경우 계약상대자에게 수정 및 보완을 지시하고, 수행 여부를 확인하여 품질검수를 종료한다.

### 3. BIM 품질관리의 수행

#### 가. 품질관리의 대상

착수단계에서 계약상대자가 용역감독원과 협의하여 품질관리의 대상을 구체적으로 정한다.

##### 1) 정보품질 확보

속성 정보의 존재, 속성 정보의 표현 형식 및 내용의 정확성 등

##### 2) 물리품질 확보

공간 객체의 중첩 방지, 부위 객체간의 간섭 금지, 구조 부재간의 지지 등

#### 나. 품질관리의 기준

본 과업내용서의 조사업무, 계획업무, 상세설계업무 세부절차와 설계도서 작성기준의 내용을 따른다.

#### 다. 품질관리의 방법

BIM 성과품의 품질을 확인하는 방법으로 수동적 방법과 자동적 방법이 있다.

##### 1) 수동적 방법

수동적 방법은 사람이 품질관리 대상을 시각적 방법 등에 의하여 직접 확인하는 방법을 말하며, 이 경우 BIM 데이터를 확인할 수 있는 BIM 저작도구 또는 뷰어를 사용한다.

##### 2) 자동적 방법

자동적 방법은 BIM 저작도구 기능에 의하여 자동적으로 확인하는 방법을 말하며, 이 경우 BIM 데이터를 분석할 수 있는 품질관리 소프트웨어를 사용하며, 품질관리를 위한 조건 또는 규칙 등을 사전에 마련하여 적용하고 BIM 성과품에 기록한다.

#### 라. BIM 성과품 수정 및 보완

계약상대자는 BIM 성과품 품질검토 수행을 통해 발견된 하자 혹은 문제점등을 보완하고 용역감독원이 요구한 조건에 맞는 BIM 성과품을 재작성한다.

마. BIM 성과품 검수

- 1) 용역감독원은 BIM 성과품의 객체 구성 체계, 속성 구성 체계, 폴더체계 및 BIM 관련 문서 등을 검수하여 누락된 사항이나, 추가로 보완될 사항이 있는지 검수한다.
- 2) BIM 성과품의 검수를 위한 기준은 본 과업내용서의 조사업무, 계획업무, 상세설계업무 세부절차와 설계도서 작성기준의 내용을 따르며, BIM 성과품 검수를 위한 검토리스트를 별도로 구성할 수 있다.



[표1. 도로분야 설계도면 목록]

▪ 목차
▪ 위치도
▪ 일반도 - 범례 · 설계기준 - 표준 횡단면도 - 편경사도 - 좌표전개도
▪ 평면 및 종단면도 ( $H=1/1,000$ , $V=1/200$ ) - 본선 - 교차로 - 이설도로 · 부체도로 (필요시 작성)
▪ 토공 횡단면도 : 20m 간격 ( $1/100 \sim 1/200$ ) - 본선 - 교차로 - 이설도로(필요시 작성)
▪ 배수유역도
▪ 배수계획 평면도 (측구 · 도수로 등)
▪ 배수구조물 횡단면도 - 횡배수관 - 수로BOX 일반도 · 구조도 - 통로BOX 일반도 · 구조도
▪ 옹벽 일반도 · 구조도
▪ 포장단면도, 포장계획도
▪ 부대시설도(교통안전시설, 조경시설, 방음벽 등)
▪ 교차로 상세도

[표2. 구조분야 설계도면 목록]

▪ 목차
▪ 설계기준(설계 개요)
▪ 종평면도
▪ 지질주상도
▪ 교량받침 배치도 및 상세도
▪ 상부 일반도 - 슬래브(바닥판) 일반도 · 구조도 - 프리캐스트 거더 일반도 · 구조도 - 강상형 일반도 · 구조도 - PSC박스 일반도 · 구조도
▪ 아치 일반도 · 구조도
▪ 표준횡단면도 · 구조도
▪ 케이블 배치 일반도 및 주요단면
▪ 강연선 배치 일반도 및 주요단면
▪ 주탑 일반도 · 구조도
▪ 교대 일반도 · 구조도
▪ 교각 일반도 · 구조도
▪ 기초구조 일반도 · 구조도
▪ 시공순서 개요도(시공계획도)
▪ 제작장 개요도
▪ 접안시설 개요도
▪ 옹벽일반도 · 구조도
▪ 배수시설, 점검시설 개요도 및 상세도
▪ 신축이음장치, 난간, 방호벽 상세도
▪ 가시설 종평면도 - 교각기초 가시설 개요도, 상세도(구조계산이 필요한 경우) - 일반 터파기 가시설 개요도, 상세도(구조계산이 필요한 경우)
▪ 가도 · 가교 및 축도 종평면도, 상세도(구조계산이 필요한 경우)

[표3. 터널분야 설계도면 목록]

▪ 목차
▪ 위치도
▪ 종·평면도
▪ 지질개요도
▪ 설계기준(설계 개요)
▪ 표준단면도(단면별)
▪ 기본지보공도
▪ 굴착 및 보강순서도
▪ 단면변화부(비상주차대 등) 일반도, 구조도
▪ 단면변화부(비상주차대 등) 굴착 및 보강 순서도
▪ 공동구 및 배수 개요도
▪ 피난연결통로 표준단면도
▪ 피난연결통로 기본지보공도
▪ 피난연결통로 접속부 일반도 및 구조도
▪ 갱구부 계획도, 횡단면도, 보강도
▪ 갱구부 배수 계획도
▪ 옥외공동구 계획도 및 구조도
▪ 개착터널 표준단면도
▪ 갱문 일반도 및 구조도
▪ 공사용 갱문 개요도
▪ 개착터널 방수 및 배수 연결 개요도
▪ 계측계획도
▪ 터널 보조공법 개요도(포오폐링, 선진보강그라우팅, 프리그라우팅 등)
▪ 공사중 설비 계획도 및 개요도
▪ 운영중 시설물 배치도
▪ 터널 내장재 설치 개요도

# 첨 부

#1 : 비밀보장의 의무 시행사항

#2 : 용지 및 지장물 현황조서  
작성요령

## 비밀보장의 의무 시행사항

용역업체는 비밀보장의 의무에 대하여 다음과 같이 시행하여야 한다.

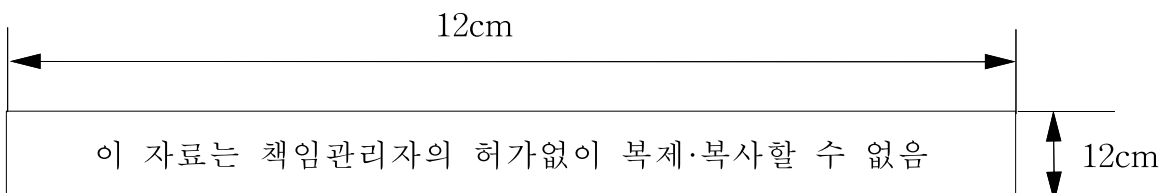
### 1. 용역업체 보안 준수사항

- 가. 용역사업과 관련되는 국가 주요개발 계획
- 나. 용역사업의 위치선정
- 다. 고속도로의 계획노선
- 라. 각종 자료(유인물, 간행물, 설계도서 및 문서 포함)
- 마. 기타 설계와 관련되는 사항

### 2. 시행방법

#### 가. 일반사항

- 1) 계약상대자의 대표자는 서식#1-1의 보안각서를 제출하고, 용역 참여자에 대한 보안각서(서식#1-2)는 회사 대표 책임하에 제출하여야 한다.
- 2) 당해 용역에 대해서는 작업장소(실)를 제한구역으로 지정하고, 외부인의 출입을 통제하여야 한다.
- 3) 자료 보관함은 별도 비치하되 비밀, 대외비, 일반자료 보관함으로 구분하고, 정·부 책임자를 지정하여 자료목록 및 일일 점검부를 비치하고, 일일작업 종료 후 확인하여야 한다.
- 4) 비밀 및 대외비로 분류되는 자료 작업도중 발생하는 폐지 및 폐도면은 철저히 분쇄 또는 소각하여야 한다.
- 5) 중간 및 최종보고서 등 용역성과물(확정안 포함)은 감독원과 협의하여 내용의 중요도에 따라 비밀 또는 대외비로 분류·관리하여야 하며, 이 경우 사업의 위치선정, 도로 노선결정 등 주요 공중작업의 확정안은 대외비 이상으로 분류·관리하여야 한다. 또한, 비공개 또는 공개제한 지리정보는 그 비밀(대외비) 표지 또는 예고문 상단에 다음과 같이 적색으로 기입한다.



- 6) 지리정보 자료를 복제·복사 출력할 때에는 감독원의 책임하에 지리정보 보안 규정에 의거 지리정보자료 복제·복사·출력대장에 기록을 유지·관리하여야 한다.
- 7) 비밀 또는 대외비로 분류된 성과물을 발간하고자 할 때에는 정부 비밀취급인가 업체를 이용해야 한다.
- 8) 용역참여자가 교체될 시는 인계인수를 철저히 하고, 감독원의 확인을 받아야 한다.
- 9) 과업수행 기간 중 감독원은 수시로 작업장소를 방문하여 현지 보안관리를 점검·확인하고, 필요에 따라 우리공사의 보안담당관이 임명하는 직원이 확인할 수 있으며, 이에 계약상대자는 점검확인에 응해야 한다.
- 10) 성과물 제작과 관련하여 우리공사에서 제공한 각종 자료는 용역종료 시 즉각 반납하여야 한다.

#### 나. 유인통제 및 승인

계약상대자가 각종 문서 및 일반자료를 유인하고자 할 때에는 반드시 다음 사항을 우리공사와 협의하여야 한다.

- 1) 게재 내용에 대한 비밀 또는 대외비 분류의 필요성
- 2) 외주 발간의 타당성 및 유인부수의 적합성
- 3) 기타 보안관리 상 저촉 여부

#### 다. 자료의 배포 및 제공

- 1) 계약상대자가 각종 설계자료를 특정업체 및 특정인에게 임의 배포 및 제공하는 것을 일체 금지한다.
- 2) 자료의 내용 및 활용도를 고려하여 감독원 승인하에 지리정보 보안담당관의 검토를 거친 후 관계기관, 용역회사, 민원인에게 제공될 수 있다.

#### 라. 지도관리

계약상대자는 본 과업과 관련된 중요사항, 중요시설물이 위치한 지도의 사용 현황을 항시 파악하여 기록 유지하여야 한다.

#### 마. 항공사진관리

- 1) 항공사진을 현상하거나 인화할 경우에는 우리공사와 협의하여 감독원 또는 우리공사의 직원을 입회시켜 확인하여야 한다.
- 2) 항공사진은 대외비로 비밀에 준하여 취급하여야 한다.

#### 바. 기 타

- 1) 상기에 명시되지 않은 사항은 우리공사의 지시에 따른다.
- 2) 비밀보장 관련 양식 : 서식 #1-1, 1-2

## 용지 및 지장물 현황조사 작성요령

### 1. 용지현황조사

- 가. 지적도에 의거 지번을 추출하여 토지대장, 등기부 등본을 확인, 대조하여 소재지, 지번, 지목, 지적, 편입면적, 소유자 주소 성명 등을 지번별로 기입한다.
- 나. 소유권 이외의 권리(저당권, 지상권, 지역권 등)가 설정되어 있거나, 예고등기, 가등기 등이 되어 있는 경우 그 내용을 기입하고 공유물인 때에는 공유지분을 기입한다.
- 다. 지적도상의 토지 중 등기가 되어 있지 않거나, 토지대장에도 미등록된 토지는 소유자란에 별도 기재한다.
- 라. 지적공부의 지목과 실제 이용 지목이 다른 토지의 경우
  - 1) 실제이용 지목 현황을 별도 작성한다.
  - 2) 지적분할을 수반하지 않는 현황 측량을 실시하여 실제이용 면적을 산정하고, 실제이용 상황 도면을 작성한다.
  - 3) 하천에 포락된 토지는 현황 측량을 실시하여 포락 면적을 산정 기입한다.
  - 4) 사유토지 개간지는 개간된 현황지목과 면적을 조사 기입하고, 개간일자와 개간 허가의 유무 및 허가일자, 허가면적 등을 조사 기입한다.
  - 5) 국유지 또는 지방자치단체 소유 또는 개간지는 점용허가 유무, 허가일자, 허가면적, 허가권자, 개간일자, 개간된 지목, 개간면적 등을 기입한다.
  - 6) 별도 분할되어 있는 묘지에 대하여는 분묘 대장에 묘지에 관한 일반관행에 의거 묘지의 면적, 소유자 등을 기입한다.
  - 7) 사도는 사실상의 사도, 새마을 사업으로 설치된 농로 등에 편입된 도로 면적을 실측하여 기입한다.

### 2. 지장물 현황조사

#### 가. 건물조사

- 1) 사용자재에 따라 목조, 석조, 블록조, 벽돌조, 철근 콘크리트조 등으로 구분한다.
- 2) 지붕의 형태에 따라 와조, 슬래트조, 루우핑조, 슬래브조 등으로 분류한다.
- 3) 부속건물은 사랑채, 대문, 창고, 헛간, 화장실, 우사, 가축, 펌프 등으로 구분한다.

- 4) 건물의 면적 산정은 건물 외벽의 중심선으로 둘러싸인 부분의 수평 투영 면적으로 측정하며, 건축물 관리대장이 있는 건물은 대장을 우선 기준으로 하여 작성한다.
- 5) 건물 평면도를 작성하고 건물의 구조 및 규격, 면적 산정의 근거, 거주자 및 세입자 현황 조사 년월일, 조사자의 직, 성명 등을 기입 날인한 지장물 도면을 작성하고, 소유자를 입회토록 한다.
- 6) 건물은 리, 동 별로 일련번호를 붙여 사진을 촬영하고 필요한 사항을 기재한다.
- 7) 공부열람
  - 가) 건물 등기부등본 및 건축물대장에 의거 소재지, 지번, 건물의 구조, 사용 자재, 건평, 소유자의 주소, 성명 등을 확인 기재한다.
  - 나) 소유권 이외의 권리(저당권, 전세권 등)가 설정되어 있거나 예고등기, 가등기 등이 되어 있을 경우 그 내용을 기입하고 공유물인 때에는 공유 지분을 기입한다.
- 8) 건물 부지내의 공작물 및 입목
  - 가) 공작물은 종별로 구조 및 규격, 수량, 관리상태 등을 소유자별로 물건조서에 포함 작성한다.
  - 나) 담장(울타리)은 높이와 둘레의 길이를 조사하고 생목일 때에는 수고 및 연장 등을 조사하되 보상대상 입목인가를 확인 후 기록한다.
  - 다) 사일로, 연초 건조장 등은 구조, 높이, 사용재료, 면적 등을 조사한다.
  - 라) 장독대, 액비통, 기타 공작물은 깊이, 두께, 높이, 넓이 등을 조사하고 간이 상수도는 수원, 연장, 사용자재 등을 조사한다.
  - 마) 양수장, 수차용수로, 보, 저수지, 관정, 집수 암거, 교량, 공장내외 공작물은 구조 및 규격, 수량, 사용자재 등을 조사하여 실측 평면도를 작성하고 사진을 촬영한다.
- 나. 수목조서
  - 1) 건물부지내의 입목은 지장물현황 조서에 포함하여 작성한다.
  - 2) 기타 입목은 수종, 수령 및 규격, 주수 및 식부면적, 관리상태, 벌기 등을 조사하여 수목조서를 작성하고 지번별, 소유자 별로 지장물 조서에 기록한다.
  - 3) 입목의 본수 산정은 셀 수 있는 것은 헤아리며, 셀 수 없거나 세기 곤란한 것은 단위 면적을 기준으로 한 표본 추출의 방법에 의하되, 정상치의 본수를 초과하지 못한다.



- 4) 파종, 발아중에 있는 묘목은 파종 면적, 수종, 파종 년월일 등을 조사하여 작성한다.
- 5) 임야에 자연적으로 성장하고 있는 지목이나 경제가치가 적은 미성장된 자연생 입목이나 용재림이라도 성장되어 벌기에 이른 입목은 조서 작성에서 제외한다.

다. 분묘조서

- 1) 분묘의 소재지, 유인, 무인, 단장, 합장 및 연고자의 주소, 성명을 작성한다.
- 2) 리, 동별로 일련번호를 붙여 번호 표시판을 세우고 사진을 촬영한다.
- 3) 비석, 상석, 향석, 망주석, 장군석, 동자석, 호석 기타 석물은 사용석재(시멘트조, 오석, 청석, 대리석 등), 규격(높이, 두께, 넓이) 및 연고자 등을 조사 작성한다.
- 4) 분묘 주변의 공작물(축대 등) 및 입목을 분묘 조사에 포함 작성한다.
- 5) 분묘조서 상의 분묘, 시설물 또는 석물, 입목 등은 지번별, 연고자 별로 지장물 조서에 기록한다.

라. 농작물 조사

- 1) 농작물의 보상은 수확 이전에 당해 토지를 사용할 경우에 한하므로 수확기를 기다려 착공할 수 있는 경우에는 조사에 제외한다.
- 2) 영년 작물(인삼, 지황, 산삼, 약초 등)은 소재지, 작물명, 식재면적, 소유자, 주소, 성명 등을 조사하여 작성한다.

마. 전주조서

고속도로 건설공사에 지장을 초래하는 전주(한전주, 체신주, 군용, 기타)는 소재지, 지번, 위치, 전주, 번호 및 소관청을 명기하여 작성하고 용지도상에 표시한다.

바. 지하 매설물 조사

중심선을 따라 도로 부지내에 설치되어 있는 지하매설물은 소관청을 명기하여 작성한다.

사. 축산 조사

조사 당시의 가축의 종류, 성장상태, 수량 및 소유자의 주소, 성명을 작성한다.

아. 영업권 조사

영업은 업종, 상호, 허가(사업자등록)의 유무, 허가내용 및 영업시설, 규모 등을 조사 작성한다.

# 별 지 서 식

## 보 안 각 서

본인은 년 월 일 귀사와 계약 체결한 용역을 시행함에 있어 다음 사항을 준수할 것을 자의 각서로 제출합니다.

1. 본인은 본 용역을 시행함에 있어 계약서 및 과업내용서 상의 제반 보안사항을 철저히 이행할 것임은 물론 용역과업 수행전에 용역 참여자 전원에 대하여 보안교육을 실시하고 보안각서를 징구하여 용역 시행부서에 제출할 것임.
2. 본인은 물론 당회사 직원이 보안사항을 외부에 누설시켜 중대한 문제점을 야기시켰을 경우에는 누설자가 보안관계 제법규에 의거 처벌받음은 물론 회사에 대한 용역업의 등록취소, 부정당업자의 입찰참가 자격제한 등 어떠한 제재조치를 취하여도 이의를 제기하지 않을 것임.

년 월 일

소 속 :  
 직 위 :  
 성 명 : (인)

(계약시 사용인장을 사용할 것)

한 국 도 로 공 사 사 장 귀 하

## 보 안 각 서

본인은       년       월       일 귀사와 계약 체결한 용역을 시행함에 있어  
다음 사항을 준수할 것을 자의 각서로 제출합니다.

1. 본인은 본 용역을 시행함에 있어 계약서 및 과업내용서상의 제반 보안사항을  
철저히 이행하겠으며,
2. 보안사항을 외부에 누설시켜 중대한 문제점을 야기시켰을 경우에는 보안  
관계 제 범규에 의거 처벌받음은 물론 어떠한 제재조치를 취하여도  
이의를 제기하지 않을 것임.

년       월       일

소    속 :  
직    위 :  
성    명 :                   (인)

한 국 도 로 공 사 사 장       귀 하

## 작 업 일 지

일 자				착 공 일	
작 성 자				준 공 일	
인 력 투 입 현 황	기 술 자 명	전 일 까 지	금 일	누 계	특 기 사 항
과 업 수 행 내 용	※ 각 분야별로 진행과정 및 상황을 파악할 수 있도록 작성 다만, 지면부족시는 별도첨부				

## 민원 사항

건 명	민원인	민원요지	조치결과	비 고

## 관계기관 협의사항

관계기관	협의사항	관계기관의견	조치결과	비 고





---

00~00 고속도로 건설공사(제0~0공구)

**설 계 현 황**

---

0000. 00

---

**설 계 처**



## 2. 사업 개요

### 사업목적

○

### 사업규모

○ 구 간 :

○ 연 장 : 000km

○ 차 로 수 : 0차로(100km/h)

○ 사 업 비 : 0000억원

○ 주요시설물 : 분기점 0개소, 나들목 0개소

○ 기타시설물 : 졸음쉼터 0개소

개 요 도

### 추진경위

○

고속국도 제00호선 00~00간 건설공사

# 설 계 대 장

제0공구 : 00~00

0000. 00.

---

설 계 처

# 실시설계대장

노선명									
용역명				용역회사					
위치		시점							
		중점							
계약 및 준공	구분	계약일	착공일	준공일	준공검사일	준공검사자	도금액	설계변경액	
	1차								
	2차								
	3차								
설계제원		연장	차로수	폭원	설계속도	교통량	설계하중	포장형식	
일반사항		과업일수	감독원		책임기술인	기본설계			
			주감독	보조감독		기간	용역회사		
					조경일				
골재원		세골재	생산 및 구입		조골재	생산			
도급내역		금액							
		항목	계약	준공	공종		단위	시공공구	
		실시설계비			주요 공사량	1. 토공	천m <sup>3</sup>		
		성과품복사비				2. 압거	개소/ m		
		인허가서류작성비				3. 소교량	개소/ m		
		공동작업실운영비				4. 장대교	개소/ m		
		손해배상공제비				5. 터널	개소/ m		
		토질조사 및 측량검토비				6. 포장	a		
		특별과업				7. 출입시설	개소		
		부가가치세				8. 휴게소(상·하행선)	개소		
						9. 영업소	개소		
계			10. 편입용지	천m <sup>3</sup>					
인허가현황		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도로구역 결정(변경)요청 :</li> <li>• 도로구역 결정(변경)고시 :</li> </ul>							

특기사항	
기 타	
하자보증 기 간	

책임기술인 : (인)

고속국도 제00호선 00~00 기본 및 실시설계

# 교 량 대 장

0000. 00.

---

설 계 처

0 0 0 丑



### 0000교 설계대장

노 선 명		용 역 명				
용역회사		설계책임기술인				
종 평 도  및  횡 단 면 도	종단면도					
	횡단면도					
일  반  사  향	설계하중		공 사 비			
	위 치					
	폭 원		지간구성			
	사 각		교량면적			
	선형조건	평 면 선 형				
		종 단 선 형				
	교차조건	교 차 지 점		관 리 자	계획 폭원	여유고 및 형하고
		하 천	-			
		도 로				
		철 도	-			
	기 타	-				

일 반 사 항	계 약 및 준 공	구분	계 약 일	착 수 일	준 공			감 독 원	
		1차			일 자	검 사 일	검 사 자	주	보 조
		2차							
		3차							
		4차							
기본설계	기 간			용 역 회 사	교 량 형 식		연 장		
개 요	형 식			가 설 공 법					
	방 호 울 타 리			신축이음장치					
	교면포장		콘크리트		철근	P.C 강재		강재	
하 부 개 요	기 초								
	구 분			형 식		기초깊이 (m)		지질개요	

## 본 체

용역명					교량명			
구조형식					가설공법			
단  면  도								
안 정 검 토	구 분	상 시			지 진 시			
		전도(변위량)	활동(응력)	지 지 력	전도(변위량)	활동(응력)	지 지 력	
	계산값							
	허용값							
주)말뚝 기초인 경우는 ( )안 적용.								
슬 래 브 단 면 검 토	구 분	단 지 점 부		중 앙 부		중 간 지 점 부		
	$M_u, \phi M_n$ (kN·m)							
	$A_s$							
	$V_u, \phi V_n$ (kN)							
$A_s$								
벽 체 단 면 검 토	구 분	단 부	중 간 부	기 초 단 면 검 토	구 분	앞 굽	뒷 굽	
	$M_u, \phi M_n$ (kN·m)							
	$A_s$							
	$V_u, \phi V_n$ (kN)							
$A_s$								
사 용 재 료	구 분	단 위	수 량			비 고		
	콘크리트	m <sup>3</sup>						
	철 근	tonf						
	PILE	본						
	MASS CONC.	m <sup>3</sup>						

고속국도 제00호선 00~00 기본 및 실시설계

# 터 널 대 장

0000. 00.



설 계 처

0 0 0 터 널

터널명												
용역명								감독원	주			
용역회사						설계책임기술사			보조			
용역기간						설계속도			차선수			
터널연장						내공단면적	○○방향					
							○○방향					
위치	시점											
	종점											
선형	평면					공사비	본선					
	종단						기타					
굴착 및 지보패턴	구분		A	B-1	B-2	C-1	C-2	D-1	D-2	E		
	TYPE별 연장											
	굴착방법											
	굴진장 (M)	상부										
		하부										
	굴착 단면적 (M <sup>2</sup> )	상부										
		하부										
	강점유보강 SHOTCRETE 두께 (cm)											
	ROCK BOLT (상부)	연장 (M)										
		간격 (M)	중 형									
	ROCK BOLT (하부)		연장 (M)									
		간격 (M)	중 형									
	강지보간격 (M)											
라이닝 두께 (mm)	무근											
	철근											

굴 착 및 지 보 패 턴	구 분																	
	TYPE별 연 장																	
	굴 착 방 법																	
	굴진장 (M)	상 부																
		하 부																
	굴 착 단면적 (M <sup>2</sup> )	상 부																
		하부																
	강 섬 유 보 강 SHOTCRETE 두께 (cm)																	
	ROCK BOLT (상부)	연 장 (M)																
		간 격 (M)	종															
	횡																	
	ROCK BOLT (하부)	연 장 (M)																
		간 격 (M)	종															
	횡																	
강지보간격 (M)																		
라이닝 두께 (mm)	무 근																	
	철 근																	

해 석 기 법		FEM 해석			프로그램명	MIDAS-GTS 2D		
지 반 특 성 치	구 분	단위 중량 (kN/m <sup>3</sup> )	내부 마찰각 (°)	점 착 력 (kPa)	탄성 계수 (MPa)	포아슨 비	측압 계수	
	SOFT SHOTCRETE							
	HARD SHOTCRETE							
	ROCK BOLT							
	토 사(풍화토 N≤30)							
	풍화암							
	암반 5등급							
	암반 4등급							
	암반 3등급							
	암반 2등급							
	암반 1등급							

시 공 단 계 별 해 석 조 건	A, B, C				D, E, W, L, P			
	하중단계	시 공 단 계	응력해방율 (%)		하중단 계	시 공 단 계	응력해방율 (%)	
			A, B	C			D	E,W,L,P
	1				1			
	2				2			
	3				3			
	4				4			
	5				5			
	6				6			
	7				7			
	8				8			
	9				9			
	10				10			
	11				11			
	12				12			



해석결과	구분				
	위치 (STA) (광주방향)				
	내공변위 (mm)				
	천단침하 (mm)				
	숏크리트 응력 (MPa)				
	록볼트 응력 (kN)				

배수구 규격				공동구 규격			
피난 연결로 (차량/대인)		갱문형식		시점			
				종점			
				시점			
				종점			
		비상주차대					
보조공법	FORE PILING						
	PREGROUTING						
	일반천공그라우팅 (소구경)						
	일반천공그라우팅 (대구경)						
	직천공그라우팅 (대구경)						
환기	환기 방식		자연 환기				
방식	개요						
일교통량	목표도		승용차		소형스		대형스
	소형트럭		중형트럭		대형트럭		특수차

환기량 산정 (일본 방식)	소요환기량		$m^3/s.km.lane$		매연배출량	소형	$m^3/h.veh$
						중대형	$m^3/h.veh$
	표고 보정 계수	속도-구배 보정계수	○○ 방향	중차량수			대/km.lane
			○○ 방향				대/km.lane
	평균주행속도		km/h		매연투과계수		$m^{-1}$
			km/h				$m^{-1}$
차선당 교통량 $D_{pc}$							
소요환기량		매연 : $m^3/s$		CO : $m^3/s$	NO <sub>x</sub> : $m^3/s$		
		매연 : $m^3/s$		CO : $m^3/s$	NO <sub>x</sub> : $m^3/s$		
환기량	$q_o^T$			$K_{lim}$	10km/h : $m^{-1}$ 20~40km/h : $m^{-1}$ 50~80km/h : $m^{-1}$		
산정 (PIARC 방식)	매연의 $f_{iv}$			매연의 $f_H$			
	$q^{oCO}$			$CO_{lim}$			
	CO의 $f_i$		CO의 $f_v$		CO의 $f_H$		
	$q^{oNO_x}$			$NO_{xlim}$			
	NO <sub>x</sub> 의 $f_i$		NO <sub>x</sub> 의 $f_v$		NO <sub>x</sub> 의 $f_H$		

표 준 단 면 도	
총 단 면 도	

구	분	내	역	비	고			
굴	착	공						
강	지	보	공					
숯	크	리	트					
ROCK	BOLT	공						
방	수	및	배	수	공			
라	이	닝	콘	크	리	트		
기 타	갱	문	및	기	타			
	부	대	시	설	공			
	계			측				
	선	진	수	평	보	링		
	직	천	공	그	라	우	팅	
	일	반	천	공	그	라	우	팅
				(소	구	경)		
	일	반	천	공	그	라	우	팅
				(대	구	경)		
	회	플	링					
	프	리	그	라	우	팅		
	지	상	부	보	강	그	라	우
자	재	생	산	및	운	반		
지	급	자	재	비				



부속서-2

BIM 결과보고서 표준 템플릿

○○○○년도

50년의 자부심, 세계로! 미래로!

## BIM 결과보고서 표준 템플릿



한국도로공사

# 목 차

## 제1장 과업의 개요

1.1 과업의 목적 .....	2
1.2 과업의 개요 .....	2
1.3 과업의 추진 경위 .....	3
1.4 과업의 범위 .....	3
1.5 과업의 내용 .....	4
1.5.1 일반 사항 .....	4
1.5.2 설계 기준 .....	5

## 제2장 BIM 데이터 개요

2.1 BIM 데이터 모델 표현 수준 .....	9
2.2 BIM 저작도구 .....	10

## 제3장 도로분야 BIM 데이터

3.1 BIM 데이터 개요 .....	12
3.1.1 BIM 일반 형상 데이터 .....	13
3.1.2 BIM 철근 형상 데이터 .....	13
3.2 BIM 지형 및 지층 데이터 .....	14
3.3 선형 계획 .....	15
3.4 토공 .....	16
3.5 배수공 .....	17
3.6 포장공 .....	20
3.7 부대공 .....	22
3.8 품질관리 .....	24

## 제4장 구조분야 BIM 데이터

4.1 BIM 데이터 개요 .....	26
4.1.1 BIM 일반 형상 데이터 .....	27
4.1.2 BIM 철근 형상 데이터 .....	27
4.2 교량 계획 .....	28
4.3 상부공 .....	29
4.4 교대공 .....	31
4.5 교각공 .....	33
4.6 부대공 .....	35
4.7 품질관리 .....	36

## 제5장 터널분야 BIM 데이터

5.1 BIM 데이터 개요 .....	38
5.1.1 BIM 일반 형상 데이터 .....	39
5.1.2 BIM 철근 형상 데이터 .....	39
5.2 터널 계획 .....	40
5.3 본선 .....	41
5.4 피난연결통로 .....	43
5.5 품질관리 .....	45

## 제6장 스마트 설계 BIM 데이터

6.1 기본설계 단계 .....	47
6.1.1 비교노선 검토 .....	47
6.1.2 출입시설 결정 .....	48
6.1.3 노선 자문 및 VE, 주민설명회 활용 .....	49
6.2 실시설계 단계 .....	50
6.2.1 배수 시뮬레이션 .....	50
6.2.2 도로주행 시뮬레이션 .....	51
6.2.3 경관설계 시뮬레이션(선택사항) .....	52
6.2.4 일조영향 시뮬레이션(선택사항) .....	53



# 제1장 과업의 개요

---

1.1 과업의 목적

1.2 과업의 개요

1.3 과업의 추진 경위

1.4 과업의 범위

1.5 과업의 내용

# 제1장 과업의 개요

## 1.1 과업의 목적

고속도로에 BIM을 통한 3차원 정보 모델 기반의 건설 프로세스와 관련 응용 기술을 설계에 적용하여 향후 시공, 운영 및 유지관리 단계에서의 현실적인 활용방안을 마련하는 것이 주목적임.

## 1.2 과업의 개요

과업명	
공사위치 (본선)	
과업기간	
설계속도	
교통량	
과업규모	
설계사	

### 1.3 과업의 추진 경위

날 짜	추진 내용	비고

### 1.4 과업의 범위

(노선 개요도)

## 1.5 과업의 내용

### 1.5.1 일반 사항

본 과업의 실시설계 수행을 위한 접근은 관련계획 및 현황조사, 노선검토 및 선정, 실시설계, 설계도서 작성 등 4단계로 실시하였으며, 각 단계별로 과업수행의 균형을 유지할 수 있도록 다음 흐름도와 같이 과업수행 방법을 수립하고 이에 준하여 BIM 전면설계를 수행하였다.

(설계 흐름도)

## 1.5.2 설계 기준

### 1) 도로의 구분 및 설계속도

도로의 구분		고속국도 제○○호선	비 고
설계 속도	본선		
	연결로	JCT	
		IC	

### 2) 도로폭원 구성 및 표준횡단면

구 분		본선구간		연결로구간		비 고
		일반구간 (양방향4차로)	일반구간 (일방향2차로)	분기점 (일방향1차로)	나들목 (일방향1차로)	
도 로 폭 원	총 폭 원					
	차 로 폭					
	중앙분리대폭					
	길 어 깨 폭					
교 량 폭 원						
보 호 길 어 깨						

- 토공부(일반구간)

일 반 구 간
(횡단면도)

- 토공구간(분리구간)

분 리 구 간
(횡단면도)

- 토공구간(연결로구간)

분리구간	
(횡단면도)	

- 교량구간

교량구간	
(횡단면도)	

- 터널구간

구분	단위	터널구간		단면도	
		1방향 2차로			
N A T M 구 간	총 폭 원	m		(횡단면도)	
	차로 폭	m			
	중앙 분리대	m			
	길어깨	좌측	m		
		우측	m		
	측대	좌측	m		
		우측	m		

3) 설계하중 :

4) 시설한계 :

5) 기하구조 설계기준

구 분	설계속도	단 위	본 선	연 결 로			비 고
				100km/h	60km/h	50km/h	
최소평면곡선반경		m					
평면곡선의 최소길이	교각 5°미만	m					
	교각 5°이상	m					
최대종단 경사	평 지	%					
	산 지	%					
종단곡선의 최소변화 비율	볼록곡선	m/%					
	오목곡선	m/%					
종단곡선 최소길이		m					
최소정지시거		m					
완화곡선 최소길이		m					
표준횡단경사		%					
최대 편경사		%					

## 제2장 BIM 데이터 개요

---

2.1 BIM 데이터 모델 표현 수준

2.2 BIM 저작 도구



# 제2장 BIM 데이터 개요

## 2.1 BIM 데이터 모델 표현 수준

본 과업에서 적용한 분야별 BIM 데이터의 대표적인 모델 표현 수준은 다음과 같다.

### 2.1.1 도로분야

<표 2.1> 도로분야 BIM 데이터 모델 표현 수준(LOD)

구 분	LOD 수준	모 델 구 성
토 공	300	흙깎기, 흙쌓기 등
배 수 공	200~350	측구, 배수구조물 등 암거 옹벽 등 철근구조물은 LOD 350
...		
...		

### 2.1.2 구조분야

<표 2.2> 교량분야 BIM 데이터 모델 표현 수준(LOD)

구 분	LOD 수준	모 델 구 성
토 공	300	터파기, 되메우기 등
상 부 공	350	바닥판, 난간 및 방호벽 등
...		
...		

### 2.1.3 터널분야

<표 2.3> 터널분야 BIM 데이터 모델 표현 수준(LOD)

구 분	LOD 수준	모 델 구 성
굴 착	300	총 굴착, 설계 굴착 등
지 보 공	350	H-지보, 격자-지보, 록볼트 등
...		
...		

## 2.2 BIM 저작도구

### 2.2.1 분야별 BIM 데이터 작성을 위한 저작도구

<표 2.4> BIM 저작도구

구 분	모델 요소	저작도구	비 고
원 지 반	원지반, 지표면, 지층 등		
도 로 분 야	도로 선형 등		
구 조 분 야	상부, 교대, 교각 등		
터 널 분 야	터널 본선, 갱문 지보공 등		
...			

### 2.2.2 저작도구의 소개

<표 2.5> BIM 저작도구 소개

구 분	내 용	비 고
개 발 사		
배 급 사		
특징 및 장점		

### 2.2.3 Viewer 프로그램의 소개

<표 2.6> BIM 데이터 Viewer 소개

구 분	내 용	비 고
개 발 사		
배 급 사		
특징 및 장점		
사 용 법	(주요 기능 사용 방법)	

# 제3장 도로분야 BIM 데이터

---

3.1 BIM 데이터 개요

3.2 BIM 지형 및 지층 데이터

3.3 선형 계획

3.4 토공

3.5 배수공

3.6 포장공

3.7 부대공

# 제3장 도로분야 BIM 데이터

## 3.1 BIM 데이터 개요

- 1) 본 과업의 도로분야 BIM 데이터는 STA. ○ ~ STA. ○ 구간으로 연장 L=○.○km 구간에 대하여 토공, 배수, 포장, 부대공의 BIM 전면설계를 바탕으로 도로구조물 설치 위치의 적정성과 주변 지형과의 배치 및 조화 등의 적정성을 검토하기 위하여 상세한 BIM 데이터 작성을 실시하였다.
- 2) 토공 : BIM 지형 및 지층 데이터 작성을 수행하여 교량 및 터널 구조물과 연계되는 구간의 구조물 및 지형여건을 고려한 계획사면의 적정성, 도로구조물의 상관관계 등 적합성을 검토하였다.
- 3) 배수공 : 도로노면 및 사면의 소형 구조물의 BIM 데이터 작성을 통하여 도로 구조물 상호간 간섭 등 설계 적정성을 검토하였다.
- 4) 포장공 : 포장면에 대한 본선부와 길어깨부의 BIM 데이터를 작성하였으며, BIM 데이터 작성이 불필요한 부분은 모델 표현 수준을 단순화하여 단위수량 처리가 가능하도록 하였다.
- 5) 부대공 : 표지판, 가드레일, 낙석방지울타리, 방음벽, 동물유도휀스 등의 BIM 데이터를 작성하였다.
- 6) 본 과업에서 적용한 분야별 BIM 데이터의 대표적인 모델 구성은 다음과 같다.

<표 3.1> 공종별 BIM 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
지 형			
선 형			
토 공			
배 수 공			
포 장 공			
부 대 공			
...			

### 3.1.1 BIM 일반 형상 데이터

1) 도로분야 BIM 일반 형상 데이터는 각 공종별로 구분하였으며, 형상 데이터는 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터
지 형	(관련 BIM 데이터 이미지)
선 형	(관련 BIM 데이터 이미지)
토공 및 배수공	(관련 BIM 데이터 이미지)
포장 및 부대공	(관련 BIM 데이터 이미지)
...	

<그림 3.1> 도로분야 BIM 일반 형상 데이터

### 3.1.2 BIM 철근 형상 데이터

1) 도로분야 BIM 철근 형상 데이터는 각 공종별로 구분하였으며, 철근 형상 데이터는 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터
압 거 공	(관련 BIM 데이터 이미지)
RC 용벽공	(관련 BIM 데이터 이미지)
...	

<그림 3.2> 도로분야 BIM 철근 형상 데이터

### 3.2 BIM 지형 및 지층 데이터

1) 본 과업의 BIM 지형 및 지층 데이터는 “0.0” 파일에 수록하였으며, BIM 지형 및 지층 데이터에 포함된 정보는 다음과 같다.

<표 3.2> BIM 지형 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
지 형			원지반 등
지 층			토사층
			리핑암층
			발파암층
			보링주상도
...			

2) BIM 지형 및 지층 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터
원지반 등	(관련 BIM 데이터 이미지)
토 사 층	(관련 BIM 데이터 이미지)
리핑암층	(관련 BIM 데이터 이미지)
발파암층	(관련 BIM 데이터 이미지)
보링주상도	(관련 BIM 데이터 이미지)
...	

<그림 3.3> BIM 지형 및 지층 데이터

### 3.3 선형 계획

1) 본 과업의 BIM 선형 계획 데이터는 “O.O” 파일에 수록하였으며, BIM 선형 계획 데이터에 포함된 정보는 다음과 같다.

<표 3.3> BIM 선형 계획 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
선형 계획			
...			

2) BIM 선형 계획 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터
선형 계획	(관련 BIM 데이터 이미지)
...	

<그림 3.4> BIM 선형 계획 데이터

### 3.4 토공

1) 본 과업의 BIM 토공 데이터는 “0.0” 파일에 수록하였으며, BIM 토공 데이터에 포함된 정보는 다음과 같다.

<표 3.4> BIM 토공 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
토 공			절 토
			성 토
			사면보호공
...			

2) BIM 토공 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터
절 토	(관련 BIM 데이터 이미지)
성 토	(관련 BIM 데이터 이미지)
사면보호공	(관련 BIM 데이터 이미지)
...	

<그림 0.0.0> BIM 토공 데이터



### 3.5 배수공

1) 본 과업의 BIM 배수공 데이터는 “O.O” 파일에 수록하였으며, BIM 배수공 데이터에는 일반 형상과 일반 형상에 대한 수량 정보를 포함하였다.

<표 3.5> BIM 배수공 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
배 수 공			L형 형상
			L형 일반제원
			L형 일반수량
			V형 형상
			V형 일반제원
			V형 일반수량
			산마루 형상
			다이크 형상
			다이크 일반제원
			다이크 일반수량
			연속배수 형상
			연속배수 일반제원
			연속배수 일반수량
			집수거 형상
			도수로 형상
		소단 형상	
...			

2) BIM 배수공 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 일반 형상에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터
L형 측구 형상	(관련 BIM 데이터 이미지)

<그림 3.5> BIM 배수공 데이터(계속)

구 분	BIM 데이터
V형 측구 형상	(관련 BIM 데이터 이미지)
산마루 측구 형상	(관련 BIM 데이터 이미지)
다이크 형상	(관련 BIM 데이터 이미지)
연속배수 시설 형상	(관련 BIM 데이터 이미지)
집수거 형상	(관련 BIM 데이터 이미지)
도수로 형상	(관련 BIM 데이터 이미지)
소단 형상	(관련 BIM 데이터 이미지)
...	

<그림 3.6> BIM 배수공 데이터

3) BIM 배수공 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 일반 제원 및 수량에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터	정 보
L형 측구 일반 제원	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원 및 위치 등 관련 정보)
L형 측구 일반수량	(관련 BIM 데이터 이미지)	(수량 및 규격 등 관련 정보)
V형 측구 일반제원	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원 및 위치 등 관련 정보)
V형 측구 일반수량	(관련 BIM 데이터 이미지)	(수량 및 규격 등 관련 정보)
다이크 일반제원	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원 및 위치 등 관련 정보)
다이크 일반수량	(관련 BIM 데이터 이미지)	(수량 및 규격 등 관련 정보)
연속배수시설 일반제원	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원 및 위치 등 관련 정보)
연속배수시설 일반수량	(관련 BIM 데이터 이미지)	(수량 및 규격 등 관련 정보)
...		

<그림 3.7> BIM 배수공 데이터

### 3.6 포장공

1) 본 과업의 BIM 포장공 데이터는 “O.O” 파일에 수록하였으며, BIM 포장공 데이터는 일반 형상과 일반 형상에 대한 수량 정보를 포함하였다.

<표 3.6> BIM 포장공 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
포 장 공			아스콘 포장 형상
			아스콘 포장 일반제원
			아스콘 포장 일반수량
			콘크리트 포장 형상
			콘크리트 포장 일반제원
			콘크리트 포장 일반수량
			길어깨 포장 형상
			길어깨 포장 일반제원
			길어깨 포장 일반수량
...			

2) BIM 포장공 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 일반 형상에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터
분선 포장	(관련 BIM 데이터 이미지)
길어깨 포장	(관련 BIM 데이터 이미지)
...	

<그림 3.8> BIM 포장공 데이터

3) BIM 포장공 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 일반 제원 및 수량에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터	정 보
본선 포장 제원	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원 및 위치 등 관련 정보)
본선 포장 일반 수량	(관련 BIM 데이터 이미지)	(수량 및 규격 등 관련 정보)
길어깨 포장 제원	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원 및 위치 등 관련 정보)
길어깨 포장 일반 수량	(관련 BIM 데이터 이미지)	(수량 및 규격 등 관련 정보)
...		

<그림 3.9> BIM 포장공 데이터

### 3.7 부대공

1) 본 과업의 BIM 부대공 데이터는 “O.O” 파일에 수록하였으며, BIM 부대공 데이터에는 일반 형상과 일반 형상에 대한 수량 정보를 포함하였다.

<표 3.7> BIM 부대공 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
부 대 공			표지판 형상
			표지판 일반제원
			표지판 일반수량
			가드레일 형상
			가드레일 일반제원
			가드레일 일반수량
			낙석방지울타리 형상
			낙석방지울타리 일반제원
			낙석방지울타리 일반수량
			방음벽 형상
			방음벽 일반제원
			방음벽 일반수량
			동물유도웬스 형상
			동물유도웬스 일반제원
			동물유도웬스 일반수량
...			

2) BIM 부대공 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 일반 형상에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터
표지판	(관련 BIM 데이터 이미지)

<그림 3.10> BIM 부대공 데이터(계속)

구 분	BIM 데이터
가드레일	(관련 BIM 데이터 이미지)
낙석방지 울타리	
방음벽	
동물유도 웬스	
...	

<그림 3.11> BIM 부대공 데이터

3) BIM 부대공 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 일반 제원 및 수량에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터	정 보
표지판	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
가드레일	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
낙석방지 울타리	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
방음벽	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
동물유도 웬스	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
...		

<그림 3.12> BIM 부대공 데이터

### 3.8 품질관리

1) 본 과업의 도로분야 BIM 전면설계 중 아래와 같은 검토를 수행하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

구 분		품질관리 항목	품질관리 내용	비 고
1	선형 계획	간섭 검토 (물리적 품질)	간섭, 교차 등의 확인	
2	L형 측구	수량 검토 (논리적 품질)	수량 등의 확인	
3				
4				
5				
...				

<그림 3.13> 도로분야 BIM 품질관리



# 제4장 구조분야 BIM 데이터

---

4.1 BIM 데이터 개요

4.2 교량 계획

4.3 상부공

4.4 교대공

4.5 교각공

4.6 부대공

# 제4장 구조분야 BIM 데이터

## 4.1 BIM 데이터 개요

- 1) 본 과업의 구조분야 BIM 데이터는 STA. ○ ~ STA. ○ 구간으로 연장 L=○.○km 구간에 대하여 교량 ○개소의 BIM 전면설계를 바탕으로 교량구조물 설치 위치의 적정성과 주변 지형과의 배치 및 조화 등의 적정성을 검토하기 위하여 상세한 BIM 데이터 작성을 실시하였다.
- 2) 각 교량별 BIM 데이터는 주변 현황과 노선 전체의 교량 계획을 확인할 수 있는 데이터와 각 교량의 구조물별(상부 및 하부 등) 일반 형상, 철근 형상 등을 확인할 수 있는 개별 데이터로 구분하여 분리하였다.
- 3) 상부공 : 바닥판, 거더, 방호벽 및 포장 등을 작성 대상으로 철근을 포함하는 모델 표현 수준으로 BIM 데이터를 작성하였으며, 거더와 같이 특정 공법이 적용될 경우 일반 형상(철근 및 강선 등 제외)을 BIM 데이터 작성 대상으로 하였다.
- 4) 하부공 : 교대, 교각 등을 작성 대상으로 철근을 포함하는 모델 표현 수준으로 BIM 데이터를 작성하였다.
- 5) 본 과업에서 적용한 분야별 BIM 데이터의 대표적인 모델 구성은 다음과 같다.

<표 4.1> 공종별 BIM 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
교량 계획			○○교
			○○교
			...
○○교	상부공		(각 교량별 작성)
	교대공		(각 교량별 작성)
	교각공		(각 교량별 작성)
...			

#### 4.1.1 BIM 일반 형상 데이터

1) 구조분야 BIM 일반 형상 데이터는 각 교량별로 구분하였으며, 형상 데이터는 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터
교량 계획	(관련 BIM 데이터 이미지)
○○교	(관련 BIM 데이터 이미지)
○○교	(관련 BIM 데이터 이미지)
...	

<그림 4.1> 구조분야 BIM 일반 형상 데이터

#### 4.1.2 BIM 철근 형상 데이터

1) 구조분야 BIM 철근 형상 데이터는 각 교량별, 공종별로 구분하였으며, 철근 형상 데이터는 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터
○○교	상부공 (관련 BIM 데이터 이미지)
	교대공 (관련 BIM 데이터 이미지)
	교각공 (관련 BIM 데이터 이미지)
...	

<그림 4.2> 구조분야 BIM 철근 형상 데이터

## 4.2 교량 계획

- 1) 본 과업의 BIM 교량 계획 데이터는 “O.O” 파일에 수록하였으며, BIM 교량 계획 데이터에 포함된 정보는 다음과 같다.

<표 4.2> BIM 교량 계획 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
OO교(1안)			
OO교(2안)			
OO교(3안)			
OO교(4안)			
...			

- 2) BIM 교량 계획 데이터는 교량 비교(안)을 구분하여 작성하였으며, 작성된 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터	
OO교(1안)	(관련 BIM 데이터 이미지)	(교량 시.종점, 경간장 구성 등 정보)
OO교(2안)	(관련 BIM 데이터 이미지)	(교량 시.종점, 경간장 구성 등 정보)
OO교(3안)	(관련 BIM 데이터 이미지)	(교량 시.종점, 경간장 구성 등 정보)
OO교(4안)	(관련 BIM 데이터 이미지)	(교량 시.종점, 경간장 구성 등 정보)
...		

<그림 4.3> BIM 교량 계획 데이터

### 4.3 상부공

1) 본 과업의 BIM 상부 데이터는 “O.O” 파일에 수록하였으며, BIM 상부 데이터에 포함된 정보는 다음과 같다.

※ 해당 교량별로 작성한다.

<표 4.3> BIM 상부 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
상 부 공 (OO방향)			바닥판 일반 형상
			바닥판 철근 형상
			거더 일반 형상
			거더 철근 형상
...			

2) BIM 상부 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 일반 형상에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터
바닥판	(관련 BIM 데이터 이미지)
프리캐스트 패널	(관련 BIM 데이터 이미지)
거더	(관련 BIM 데이터 이미지)
가로보	(관련 BIM 데이터 이미지)
...	

<그림 4.4> BIM 상부 데이터

3) BIM 상부 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 일반 제원 및 일반 수량에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터	
바닥판	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
프리캐스트 패널	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
거더	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
가로보	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
...		

<그림 4.5> BIM 상부 데이터

4) BIM 상부 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 철근 형상 및 철근 수량에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터	
바닥판	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
프리캐스트 패널	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
거더	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
가로보	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
...		

<그림 4.6> BIM 상부 데이터

#### 4.4 교대공

1) 본 과업의 BIM 교대 데이터는 “O.O” 파일에 수록하였으며, BIM 교대 데이터에 포함된 정보는 다음과 같다.

※ 해당 교량별로 작성한다.

<표 4.4> BIM 교대 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
교대공 (OO방향)			시점부 일반 형상
			시점부 철근 형상
			종점부 일반 형상
			종점부 철근 형상
...			

2) BIM 교대 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 일반 형상에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터
교대 본체	(관련 BIM 데이터 이미지)
접속슬래브	(관련 BIM 데이터 이미지)
교량 받침	(관련 BIM 데이터 이미지)
말뚝 기초	(관련 BIM 데이터 이미지)
...	

<그림 4.7> BIM 교대 데이터

3) BIM 교대 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 일반 제원 및 일반 수량에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터	
교대 본체	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
접속슬래브	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
교량 받침	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
말뚝 기초	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
...		

<그림 4.8> BIM 교대 데이터

4) BIM 교대 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 철근 형상 및 철근 수량에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터	
교대 본체	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
접속슬래브	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
...		

<그림 4.9> BIM 교대 데이터



## 4.5 교각공

1) 본 과업의 BIM 교각 데이터는 “O.O” 파일에 수록하였으며, BIM 교각 데이터에 포함된 정보는 다음과 같다.

※ 해당 교량별로 작성한다.

<표 4.5> BIM 교각 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
교 각 공 (OO방향)			P1 일반 형상
			P1 철근 형상
			P2 일반 형상
			P2 철근 형상
...			

2) BIM 교각 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 일반 형상에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터
기 초	(관련 BIM 데이터 이미지)
기 등	(관련 BIM 데이터 이미지)
두부보	(관련 BIM 데이터 이미지)
교량 받침	(관련 BIM 데이터 이미지)
말뚝 기초	(관련 BIM 데이터 이미지)
...	

<그림 4.10> BIM 교대 데이터

3) BIM 교각 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 일반 제원 및 일반 수량에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터	
기 초	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
기 등	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
두부보	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
교량 받침	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
말뚝 기초	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
...		

<그림 4.11> BIM 교각 데이터

4) BIM 교각 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 철근 형상 및 철근 수량에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터	
기 초	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
기 등	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
...		

<그림 4.12> BIM 교각 데이터

## 4.6 부대공

- 1) 본 과업의 BIM 부대공 데이터는 “O.O” 파일에 수록하였으며, BIM 부대공 데이터에는 일반 형상과 일반 형상에 대한 수량 정보를 포함하였다.

<표 4.6> BIM 부대공 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
부 대 공			배수시설
			점검시설
...			

- 2) BIM 부대공 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 일반 형상에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터
배수시설	(관련 BIM 데이터 이미지)
점검시설	
...	

<그림 4.13> BIM 부대공 데이터

- 3) BIM 부대공 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 일반 제원 및 수량에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터	정 보
배수시설	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
점검시설	(관련 BIM 데이터 이미지)	(제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
...		

<그림 4.14> BIM 부대공 데이터

## 4.7 품질관리

1) 본 과업의 구조분야 BIM 전면설계 중 아래와 같은 검토를 수행하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

구 분		품질관리 항목	품질관리 내용	비 고
1	교량 계획	간섭 검토 (물리적 품질)	간섭, 교차 등의 확인	
2	바닥판	수량 검토 (논리적 품질)	수량 등의 확인	
3				
4				
5				
...				

<그림 4.15> 구조분야 BIM 품질관리

# 제5장 터널분야 BIM 데이터

---

5.1 BIM 데이터 개요

5.2 터널 계획

5.3 본선

5.4 피난연결통로

# 제5장 터널분야 BIM 데이터

## 5.1 BIM 데이터 개요

- 1) 본 과업의 터널분야 BIM 데이터는 STA. ○ ~ STA. ○ 구간으로 연장 L=○.○km 구간에 대하여 터널 ○개소의 BIM 전면설계를 바탕으로 터널구조물 설치 위치의 적정성과 주변 지형과의 배치 및 조화 등의 적정성을 검토하기 위하여 상세한 BIM 데이터 작성을 실시하였다.
- 2) 각 터널별 BIM 데이터는 주변 현황과 노선 전체의 터널 계획을 확인할 수 있는 데이터와 각 터널의 구조물별(본선 및 피난연결통로 등) 일반 형상, 철근 형상 등을 확인할 수 있는 개별 데이터로 구분하여 분리하였다.
- 3) 본 과업에서 적용한 분야별 BIM 데이터의 대표적인 모델 구성은 다음과 같다.

<표 5.1> 공종별 BIM 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
터널 계획			터널 본선
			피난연결통로 (차량용, 대인용)
			...
○○터널	본 선		(각 터널별 작성)
	피난 연결통로		(각 터널별 작성)
	갱 문		(각 터널별 작성)
	개착터널		(각 터널별 작성)
...			

### 5.1.1 BIM 일반 형상 데이터

1) 터널분야 BIM 일반 형상 데이터는 각 터널별로 구분하였으며, 형상 데이터는 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터
터널 계획	(관련 BIM 데이터 이미지)
○○ 터널	(관련 BIM 데이터 이미지)
○○ 터널	(관련 BIM 데이터 이미지)
...	

<그림 5.1> 터널분야 BIM 일반 형상 데이터

### 5.1.2 BIM 철근 형상 데이터

1) 터널분야 BIM 철근 형상 데이터는 각 터널별, 공종별로 구분하였으며, 철근 형상 데이터는 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터	
○○ 터널	본 선	(관련 BIM 데이터 이미지)
	피난연결 통로	(관련 BIM 데이터 이미지)
	갱 문	(관련 BIM 데이터 이미지)
	개착터널	(관련 BIM 데이터 이미지)
...		

<그림 5.2> 터널분야 BIM 철근 형상 데이터

## 5.2 터널 계획

- 1) 본 과업의 BIM 터널 계획 데이터는 “O.O” 파일에 수록하였으며, BIM 터널 계획 데이터에 포함된 정보는 다음과 같다.

<표 5.2> BIM 터널 계획 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
OO터널(1안)			
OO터널(2안)			
OO터널(3안)			
OO터널(4안)			
...			

- 2) BIM 터널 계획 데이터는 터널 비교(안)을 구분하여 작성하였으며, 작성된 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터	
OO터널 (1안)	(관련 BIM 데이터 이미지)	(터널 시·중점 등 정보)
OO터널 (2안)	(관련 BIM 데이터 이미지)	(터널 시·중점 등 정보)
OO터널 (3안)	(관련 BIM 데이터 이미지)	(터널 시·중점 등 정보)
OO터널 (4안)	(관련 BIM 데이터 이미지)	(터널 시·중점 등 정보)
...		

<그림 5.3> BIM 터널 계획 데이터



### 5.3 본선

1) 본 과업의 BIM 터널 본선 데이터는 “O.O” 파일에 수록하였으며, BIM 터널 본선 데이터에 포함된 정보는 다음과 같다.

※ 해당 터널별로 작성한다.

<표 5.3> BIM 터널 본선 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
본 선			본선 일반 형상
			갱문 일반 형상
...			

2) BIM 터널 본선 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 일반 형상에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터
터널 단면 (굴착량)	(관련 BIM 데이터 이미지)
룩볼트	(관련 BIM 데이터 이미지)
콘크리트 라이닝	(관련 BIM 데이터 이미지)
종배수관	(관련 BIM 데이터 이미지)
선진보강 그라우팅	(관련 BIM 데이터 이미지)
...	

<그림 5.4> BIM 터널 본선 데이터

3) BIM 터널 본선 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 일반 제원 및 일반 수량에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터	
터널 단면 (굴착량)	(관련 BIM 데이터 이미지)	(지보패턴, 제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
록볼트	(관련 BIM 데이터 이미지)	(지보패턴, 제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
콘크리트 라이닝	(관련 BIM 데이터 이미지)	(지보패턴, 제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
중배수관	(관련 BIM 데이터 이미지)	(지보패턴, 제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
선진보강 그라우팅	(관련 BIM 데이터 이미지)	(지보패턴, 제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
...		

<그림 5.5> BIM 터널 본선 데이터

4) BIM 터널 본선 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 철근 형상 및 철근 수량에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터	
콘크리트 라이닝	(관련 BIM 데이터 이미지)	(지보패턴, 제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
개착터널	(관련 BIM 데이터 이미지)	(지보패턴, 제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
쟁 문	(관련 BIM 데이터 이미지)	(지보패턴, 제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
...		

<그림 5.6> BIM 터널 본선 데이터

## 5.4 피난연결통로

1) 본 과업의 BIM 터널 피난연결통로 데이터는 “O.O” 파일에 수록하였으며, BIM 터널 피난연결통로 데이터에 포함된 정보는 다음과 같다.

※ 해당 터널별로 작성한다.

<표 5.4> BIM 터널 피난연결통로 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
피난연결통로			대인용 일반 형상
			차량용 일반 형상
...			

2) BIM 터널 피난연결통로 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 일반 형상에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터
터널 단면 (굴착량)	(관련 BIM 데이터 이미지)
숏크리트	(관련 BIM 데이터 이미지)
콘크리트 라이닝	(관련 BIM 데이터 이미지)
접속부 철근보강	(관련 BIM 데이터 이미지)
접속부 지보보강	(관련 BIM 데이터 이미지)
...	

<그림 5.7> BIM 터널 피난연결통로 데이터

3) BIM 터널 피난연결통로 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 일반 제원 및 일반 수량에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터	
터널 단면 (굴착량)	(관련 BIM 데이터 이미지)	(지보패턴, 제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
숏크리트	(관련 BIM 데이터 이미지)	(지보패턴, 제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
콘크리트 라이닝	(관련 BIM 데이터 이미지)	(지보패턴, 제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
접속부 철근보강	(관련 BIM 데이터 이미지)	(지보패턴, 제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
접속부 지보보강	(관련 BIM 데이터 이미지)	(지보패턴, 제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
...		

<그림 5.8> BIM 터널 피난연결통로 데이터

4) BIM 터널 피난연결통로 데이터는 각 데이터를 구분하여 작성하였으며, 작성된 철근 형상 및 철근 수량에 대한 데이터의 내용은 다음과 같다.

구 분	BIM 데이터	
접속부	(관련 BIM 데이터 이미지)	(지보패턴, 제원, 위치, 수량 및 규격 등 관련 정보)
...		

<그림 5.9> BIM 터널 피난연결통로 데이터

## 5.5 품질관리

1) 본 과업의 터널분야 BIM 전면설계 중 아래와 같은 검토를 수행하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

구 분		품질관리 항목	품질관리 내용	비 고
1	터널 계획	간섭 검토 (물리적 품질)	간섭, 교차 등의 확인	
2	접속부	수량 검토 (논리적 품질)	수량 등의 확인	
3				
4				
5				
...				

<그림 5.10> 터널분야 BIM 품질관리

# 제6장 스마트 설계 BIM 데이터

---

6.1 기본설계 단계

6.2 실시설계 단계

# 제6장 스마트 설계 BIM 데이터

## 6.1 기본설계 단계

### 6.1.1 비교노선 검토

1) 본 과업의 계획단계에서 비교노선 검토 및 계획에 활용된 BIM 비교노선 검토 데이터는 “O.O” 파일에 수록하였으며, BIM 비교노선 검토 데이터에 포함된 정보는 다음과 같다.

<표 6.1> BIM 비교노선 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
노선 1안			
노선 2안			
...			

2) 본 과업의 계획단계에서 비교노선 검토의 활용 결과는 다음과 같다.

구 분	내 용
위 치	
이 미 지	
활용 결과	
비 고	

<그림 6.1> 비교노선 검토 활용 결과

### 6.1.2 출입시설 결정

1) 본 과업의 계획단계에서 출입시설 검토 및 계획에 활용된 BIM 출입시설 결정 데이터는 “O.O” 파일에 수록하였으며, BIM 출입시설 결정 데이터에 포함된 정보는 다음과 같다.

<표 6.2> BIM 출입시설 결정 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
출입시설 1안			
출입시설 2안			
...			

2) 본 과업의 계획단계에서 출입시설 검토의 활용 결과는 다음과 같다.

구 분	내 용
위 치	
이 미 지	
활용 결과	
비 고	

<그림 6.2> 출입시설 검토 활용 결과



### 6.1.3 노선 자문 및 VE. 주민설명회 활용

1) 본 과업의 계획단계에서 노선 자문 및 VE 등에 활용된 BIM 데이터는 “0.0” 파일에 수록하였으며, BIM 데이터에 포함된 정보는 다음과 같다.

<표 6.3> BIM 노선 자문 및 VE. 주민설명회 활용 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
...			

2) 본 과업의 계획단계에서 노선 자문 및 VE. 주민설명회의 활용 결과는 다음과 같다.

구 분	내 용
위 치	
이 미 지	
활용 결과	
비 고	

<그림 6.3> 노선 자문 및 VE. 주민설명회 활용 결과

## 6.2 실시설계 단계

### 6.2.1 배수 시뮬레이션

- 1) 본 과업의 계획 및 상세설계 단계에서 배수 시뮬레이션에 활용된 BIM 데이터는 “0.0” 파일에 수록하였으며, BIM 데이터에 포함된 정보는 다음과 같다.

<표 6.4> BIM 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
...			

- 2) 본 과업의 계획 및 상세설계 단계에서 배수 시뮬레이션의 활용 결과는 다음과 같다.

구 분	내 용
위 치	
이 미 지	
활용 결과	
비 고	

<그림 6.4> 배수 시뮬레이션 활용 결과

### 6.2.2 도로주행 시뮬레이션

1) 본 과업의 계획 및 상세설계 단계에서 도로주행 시뮬레이션에 활용된 BIM 데이터는 “0.0” 파일에 수록하였으며, BIM 데이터에 포함된 정보는 다음과 같다.

<표 6.5> BIM 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
...			

2) 본 과업의 계획 및 상세설계 단계에서 도로주행 시뮬레이션의 활용 결과는 다음과 같다.

구 분	내 용
위 치	
이 미 지	
활용 결과	
비 고	

<그림 6.5> 도로주행 시뮬레이션 활용 결과

### 6.2.3 경관설계 시뮬레이션(선택사항)

1) 본 과업의 계획 및 상세설계 단계에서 경관설계 시뮬레이션에 활용된 BIM 데이터는 “0.0” 파일에 수록하였으며, BIM 데이터에 포함된 정보는 다음과 같다.

<표 6.6> BIM 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
...			

2) 본 과업의 계획 및 상세설계 단계에서 경관설계 시뮬레이션의 활용 결과는 다음과 같다.

구 분	내 용
위 치	
이 미 지	
활용 결과	
비 고	

<그림 6.6> 경관설계 시뮬레이션 활용 결과

### 6.2.4 일조영향 시뮬레이션(선택사항)

1) 본 과업의 계획 및 상세설계 단계에서 일조영향 시뮬레이션에 활용된 BIM 데이터는 “0.0” 파일에 수록하였으며, BIM 데이터에 포함된 정보는 다음과 같다.

<표 6.7> BIM 데이터 구성

구 분	데이터 파일명	데이터 구성	데이터 내용
...			

2) 본 과업의 계획 및 상세설계 단계에서 일조영향 시뮬레이션의 활용 결과는 다음과 같다.

구 분	내 용
위 치	
이 미 지	
활용 결과	
비 고	

<그림 6.7> 일조영향 시뮬레이션 활용 결과



**부속서-3**

**스마트설계 상세 설명서**

○○○○년도

50년의 자부심, 세계로! 미래로!

## 스마트설계 상세 설명서



한국도로공사

# 목 차

## 제1장 BIM 전면설계

1.1 개요 .....	2
1.1.1 개요 .....	2
1.1.2 설계 프로세스 .....	2
1.1.3 공종별 BIM 데이터 작성 기준 .....	4
1.1.4 BIM 데이터 표현수준(LOD, Level of Development) .....	4
1.2 도로분야 BIM 전면설계 .....	5
1.2.1 BIM 데이터 표현수준 및 작성 기준 .....	6
1.2.2 BIM을 이용한 노선 선정 .....	7
1.2.3 BIM을 이용한 분기점 및 나들목 형식 선정 .....	10
1.2.4 실시 설계 .....	11
1.3 교량분야 BIM 전면설계 .....	24
1.3.1 BIM 데이터 표현수준 및 작성 기준 .....	25
1.3.2 교량 계획 .....	25
1.3.3 실시 설계 .....	32
1.4 터널분야 BIM 전면설계 .....	41
1.4.1 BIM 데이터 표현수준 및 작성 기준 .....	42
1.4.2 터널 계획 .....	42
1.4.3 실시 설계 .....	53
1.5 설계도면 작성 .....	71
1.5.1 개요 .....	71
1.5.2 작성 원칙 .....	71
1.5.3 작성 대상 .....	72
1.5.4 3차원 형상 표현 .....	72
1.5.5 작성 예시 .....	72
1.6 설계수량 산출 .....	74
1.6.1 산출 원칙 .....	74
1.6.2 산출 대상 .....	74
1.6.3 산출 예시 .....	75
1.6.4 수량산출서 작성 .....	79



## 제2장 스마트설계

2.1 개요 .....	84
2.2 배수 시뮬레이션 .....	85
2.2.1 개요 .....	85
2.2.2 BIM 데이터 작성 .....	85
2.2.3 대상 선정 .....	87
2.3 도로주행 시뮬레이션 .....	88
2.3.1 개요 .....	88
2.3.2 BIM 데이터 작성 .....	89
2.3.3 대상 선정 .....	90
2.4 일조영향 시뮬레이션 .....	91
2.4.1 개요 .....	91
2.4.2 BIM 데이터 작성 .....	91
2.4.3 대상 선정 .....	93
2.5 경관설계 시뮬레이션 .....	94
2.5.1 개요 .....	94
2.5.2 BIM 데이터 작성 .....	95
2.5.3 대상 선정 .....	96

# 제1장 BIM 전면설계

---

1.1 개요

1.2 도로분야 BIM 전면설계

1.3 교량분야 BIM 전면설계

1.4 터널분야 BIM 전면설계

# 제1장 BIM 전면설계

## 1.1 BIM 전면설계

### 1.1.1 개요

현재의 고속도로 설계는 분야별 계획 및 상세설계를 CAD를 이용한 2차원 도면을 작성하고, 수량 및 공사비산출을 통해 시공을 하며, 유지관리를 하게 된다.

현재 고속도로 사업의 실시설계는 2차원 개념으로 분야별 계획 및 상세설계를 통하여 CAD 시스템으로 2차원 도면을 만들고 2차원 도면에 의한 수량산출 등 성과품을 만들어 공사발주를 하게 된다. 설계조건과 현장조건이 상이하면 설계 변경이 발생될 수 있으며 설계변경 시 관련된 모든 도면이 같이 변경되어야 하지만 그렇지 못한 경우는 설계오류로 인하여 시공 오류가 발생하는 등의 단점이 있으며, 설계 성과품이 과다하여 관리가 곤란한 어려움도 있다. 현재의 BIM 전환 설계는 분야별 계획 및 상세설계를 2차원으로 실시하며, 2차원 설계를 활용하여 BIM 데이터를 구축하는 수준으로 진행하고 있다. 따라서 BIM 병행수행 방식 및 역설계 방식의 개념으로 간섭검토 등에 주로 사용되고 있으며, 근본적인 2차원 설계의 단점들을 보완하지는 못하고 있는 실정이다. BIM 전면설계는 분야별 계획에서 상세설계까지 설계개념에 의한 BIM 전면설계를 진행하고, 계획 및 상세설계 전 과정을 모델하고 BIM 데이터를 통하여 도면을 추출하며 BIM 데이터를 통하여 수량을 산출하는 일련의 과정을 말한다. 따라서, BIM 전면설계는 3차원 통합 데이터로 시공 및 유지관리가 가능하게 되어 스마트 건설의 가장 초보적인 단계가 완성이 되었다고 할 수 있으며, 진정한 건설분야의 생산성 향상이 이루어 질 수 있는 바탕이 될 수 있다.

### 1.1.2 설계 프로세스

BIM 전면설계란, 기존 2차원 설계와 유사한 조사와 설계 방법을 적용하게 되는데 단지, CAD 시스템만 2차원에서 3차원으로 바뀐다고 이해하면 가장 이해하기가 쉽다. 본 지침에서는 BIM 전면설계를 위한 계획에서 상세설계까지의 프로세스를 실무자 등 이해관계자들을 위하여 상세하게 설명하였으나, 모든 과정을 설명하기 어려우므로 본 지침을 참고로 응용하여 적용해도 무방하다. 계획단계는 노선검토를

위하여 현장조사 및 관련계획 조사가 이루어지며, 대상노선에 대한 BIM 지형 데이터 작성을 가장 먼저 수행하게 된다. BIM 지형 데이터는 수치지도와 위성 지도를 바탕으로 작성되며 관련계획 및 주요 지장물과 간섭되는 기존 시설물들도 노선선정을 위하여 충분한 정보로 제공되어야 한다. BIM 지형 데이터가 완성되면 기본계획 및 타당성조사 등의 노선검토와 대안노선들에 대한 비교를 통해 기하구조, 편리성, 안전성, 경제성 등을 고려하여 최적 노선을 선정한다. 노선선정이 완료되면 지반조사 및 측량을 실시하여 보다 많은 정보들이 BIM 데이터에 포함되도록 하며, 교량분야, 지반 및 터널분야의 계획을 실시한다. 교량분야에서는 교량의 시·종점, 경간장 및 형식을 BIM 데이터를 통하여 선정하게 되며, 지반 및 터널분야는 쌓기 및 깎기 비탈면에 대한 경사, 보강공법 등에 대한 검토와 터널의 시·종점 및 입·출구부 형식에 대한 계획을 BIM 데이터를 통하여 실시하게 된다. 나들목과 분기점도 동일한 과정으로 계획하지만 기하구조, 횡단구성 등 안전성과 편의성을 위해 보다 면밀히 검토할 수 있도록 충분한 정보를 포함한 BIM 데이터를 통하여 선정한다. 계획단계의 BIM 데이터 표현수준(LOD)을 200 이하로 수행하면 충분하며 필요에 따라 BIM 데이터 표현수준(LOD)을 상향시킬 수 있다.

각 분야별로 모든 계획단계가 완료되면 상세설계를 수행하게 된다. 먼저, 토공은 토사, 리핑, 발파암 등 지층을 고려하여 깎기, 쌓기, 비탈면, 소단 등 상세한 정보를 포함하여 BIM 지층 데이터를 작성하고 측구, 암거, 배수관 등 주요 구조물은 LOD 300~350 수준으로 설계하지만 스틸그레이팅, 맨홀뚜껑 등 부속자재는 LOD 200 수준으로 작성하여도 충분하다. 포장공도 포장층별로 BIM 데이터를 작성하고, 부대공은 필요에 따라 LOD 수준을 낮추어 수량산출을 위한 길이 및 개소수 정도 파악이 가능할 수준의 작성으로도 충분하다. 교량 및 터널 등 구조물의 상세설계는 철근을 포함하는 BIM 데이터가 필요하므로 LOD 350 수준으로 작성하고 철근을 포함하지 않은 공종은 LOD 300 수준까지 작성한다. 최종 목적 구조물의 형상 표현이 가능한 공종은 모두 BIM 데이터에 반영하여야 하며, 도면 추출 및 수량산출이 가능하도록 하여야 한다. BIM 전면설계 성과품의 Paper 도면은 향후 3차원 디지털 도면으로 대체되어야 하나 2차원 설계가 아직까지는 주를 이루고 있으므로 성과품 납품 체계가 확립되기 전까지는 최소화하여 납품하여야 한다.

### 1.1.3 공종별 BIM 데이터 작성 기준

도로설계를 위한 각 공종별 BIM 데이터 작성 기준은 다음과 같다.

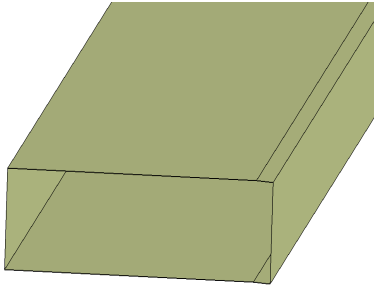
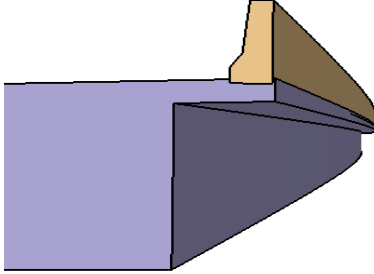
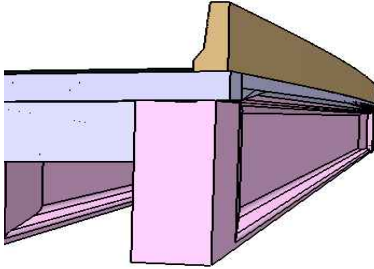
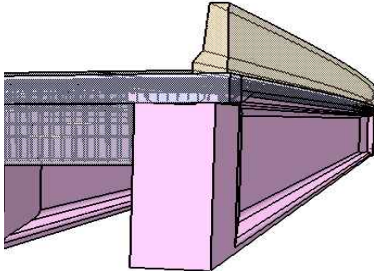
<표 1.1.1> 공종별 BIM 데이터 작성 기준

구분	데이터 작성 항목	데이터 작성 제외 항목
		· 최종 목적구조물로서 각 항목별 수량 산출이 가능한 구조물
토 공	· 땅깍기, 흙쌓기, 표토제거	· 유용토 운반, 타공구 반출, 자재대 등
배수 공	· 토공, 측구공, 맹암거, 배수관 (중횡), 기타관, 집수정, 암거공, 수로보호공, 도수로, 개거, 방수거, 우수받이, 맨홀, 침전조, 생태이동 통로, 저류조, 옹벽공, 사방댐, 낙차공 등	· 유송잡물, 간이상수도, 골재생산, 운반 및 자재대 등
포장 공	· 동상방지층, 보조기층, 시멘트 안정 처리필터층, 콘크리트포장, 아스팔트 콘크리트포장, 경하중포장, 빈배합 콘크리트, 경계석	· 골재생산/운반, 자재운반, 자재대 등
부대 공	· 교통표지판, 시선유도표지, 가드레일, 중앙분리대, 방호벽, 낙석방지시설, 가드웬스, 미끄럼방지시설, 교통안전 시설, 충격흡수시설, 긴급제동시설 등	· 교통처리우회도로, 환경관리비, 품질시험비, 토지임대료, 각종운반 등
구조물공	· 상부 슬래브, 거더, 교대 및 교각 등 · 콘크리트, 철근, 거푸집 등	· 자재대, 말뚝 시험비, 워킹 타워, 동바리, 비계 등
터널 공	· 본선 및 피난연결통로, 갱문 등 · 지보공(록볼트, 강지보 등) · 콘크리트 라이닝 철근 및 거푸집 · 휘폴링, 선진보강 그라우팅, 선지보 네일 등	· 발파공, 록볼트 충전재, 배면 그라우팅, 계측기, 공사중 임시 시설 (공사중 설비 포함) 등

### 1.1.4 BIM 데이터 표현수준(LOD, Level of Development)

건설 전 분야에서 시설물 객체의 물리적 혹은 기능적 특성에 의하여 시설물 수명 주기 동안 의사 결정을 하는데 신뢰할 수 있는 근거를 제공하는 BIM의 데이터 표현 수준(LOD, Level of Development)은 데이터의 상세수준(LOD, Level of Detail)과 정보수준(LOI, Level of Information)으로 구분하여 형상적인 표현의 공종별 수준을 정하고 형상적인 표현 외 데이터 값은 정보로 입력하는 수준을 정의할 수 있다.

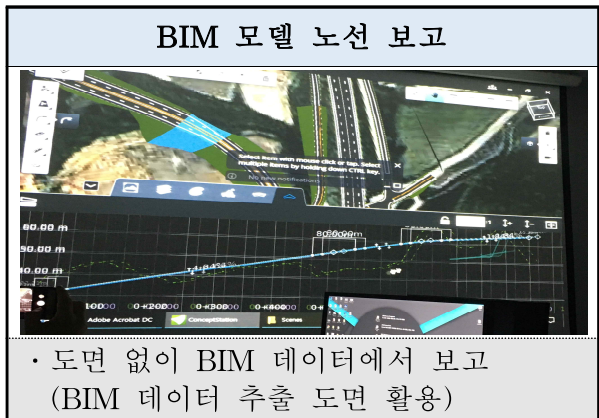
<표 1.1.2> BIM 데이터 표현수준(LOD, Level of Development)

구분	개요	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 100	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 개념 모델 수준</li> <li>- 개념적 요소의 표현</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 위치(STA)</li> </ul>
LOD 200	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 개략 형상 모델 수준</li> <li>- 개략적인 형상의 표현</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 위치(STA)</li> <li>· Elevation</li> <li>· 좌표(X,Y,Z)</li> </ul>
LOD 300	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 정밀 형상 모델 수준</li> <li>- 정밀한 형상의 표현</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 위치(STA)</li> <li>· 재료 속성 등</li> <li>· Elevation</li> <li>· 좌표(X,Y,Z), 편경사</li> </ul>
LOD 350	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 정밀 형상 모델 수준</li> <li>- 철근 및 강연선 등 표현</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 위치(STA)</li> <li>· 재료 속성 등</li> <li>· Elevation</li> <li>· 좌표(X,Y,Z), 편경사</li> <li>· 철근</li> </ul>

※ LOD 수준과 무관하게 수량 산출 등을 위한 속성정보는 정보수준(LOI)에 포함할 수 있다.

## 1.2 도로분야 BIM 전면설계

적용범위는 도로설계를 위한 구성요소로서 도로선형, 교량, 터널 등 시설물의 선형계획에서 도로분야 상세설계까지를 대상으로 할 수 있다. 구성요소들은 기하구조의 결정에 따라 편리성과 안전성, 경제성 등이 결정될 수 있으며, 가이드라인에서는 설계기준 등에 따라 정해지는 기하구조는 기존 설계 개념대로 기준에 따라 결정을 하게 되며, 기존의 2차원 개념으로 논의하고, 보고하던 관행을 오류를 줄이고 시각적이며 공유를 쉽게 할 수 있는 BIM 데이터로 실시할 수 있도록 제시한다.



<그림 1.2.1> 노선보고 예시

평면선형, 종단선형에서부터 횡단구성까지도 3차원으로 계획을 하며, 도로의 진출입 및 평면교차, 입체교차와 시설한계 검토도 동시에 BIM 데이터의 통해서 공유될 수 있도록 가이드 한다. 또한, 도로분야 상세설계에서도 토공, 배수공, 포장공, 부대공 등을 BIM 전면설계가 가능하도록 모델 및 정보수록 방법을 표준화하여 제시한다. 또한, 노선선정과 나들목 및 분기점 형식 선정에 대한 자문 및 설계 VE를 이행할 경우에는 반드시 BIM 데이터를 이용하여 설계자, 감독원, 자문위원 등 관련되는 모두의 이해를 돕고 공유하며, 계획단계에서 큰 오류가 없도록 면밀히 검토하여 실시하여야 한다.

자문 및 설계 VE수행 시 배포자료는 BIM 데이터에서 추출한 노선계획(평면, 종단, 횡단 등)을 작성하여 배포하며, 계획현황 설명시에는 BIM 데이터를 이용한다.

### 1.2.1 BIM 데이터 표현수준 및 작성 기준

#### 1) BIM 데이터 표현수준

<표 1.2.1> BIM 데이터 표현수준(LOD, Level of Development)의 적용

구분	주요 내용	적용 LOD	BIM 데이터 예시
기본설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>비교 노선대 검토</li> <li>비교 노선대 주요구조물 (교량, 터널)</li> <li>교차로 입지 및 형식 검토</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LOD 200</li> <li>• LOD 200</li> <li>• LOD 200</li> </ul>	
실시설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>토 공 : 흙깎기, 흙쌓기 등</li> <li>배수공 : 측구, 배수관, 암거 등</li> <li>포장공 : 아스팔트, 콘크리트 포장 등</li> <li>부대공 : 표지판, 가드레일 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LOD 200~300</li> <li>• LOD 200~350</li> <li>• LOD 200~350</li> <li>• LOD 200~300</li> </ul>	

## 2) BIM 데이터 작성 기준

<표 1.2.2> BIM 데이터 작성 기준(LOD, Level of Development)

구분			대상 구조물	적용 LOD	
실시 설계 (상세 설계)	· 목적 구조물	· 일반 구조물	· 설계사 업무에 의해 계획되는 소형구조물 등	· 측구, 암거, 옹벽, 포장, 표지판 등	· 300~350
		· 특정 공법 구조물	· 전문 회사에서 특히, 신기술에 의해 계획 되는 구조물	· 옹벽, 비점오염시설, 특정배수시설 등	· 300
		· 자재	· 제품으로 설계에 반영 되는 시설물	· 배수관, 초기우수 처리시설, 문비, 방음판 등	· 200~300
	· 가설 구조물 및 기타	· 목적 구조물을 생산 하기 위해 시공 중 발생되는 구조물	· 가시설, 공사 중 교통 처리, 생산 및 운반 등	· 작성 제외 (필요시 시공 중 작성)	

### 1.2.2 BIM을 이용한 노선 선정

#### 1) 지형범위의 선정

- (1) 지형모델의 범위는 노선선정 단계에서는 충분히 노선을 비교할 수 있을 정도의 범위를 선정하며, 최종 선정된 노선은 도로부지 경계 이상이 되도록 지형범위를 선정하여 지형모델을 완성한다.
- (2) 지형모델은 계획단계에서는 1:5,000도, 상세설계단계에서는 1:1,000도 이상의 정밀도를 가져야 하며, 현황측량이 완료된 지형도를 이용하여 제작하여 활용한다.
- (3) 드론 등 항공촬영 데이터를 활용해 BIM 지형 데이터를 제작하여 활용할 수 있다.
- (4) 특히, 산지부의 지형은 경사면인 경우가 많고 복잡할 수 있으므로 정밀한 측량을 실시하고 정확한 지형정보를 얻어 BIM 데이터 작성에 활용한다.
- (5) 교차도로나 인접도로의 교량, 터널 등의 시설물은 정밀한 측량을 통해서 상세히 BIM 지형 데이터에 반영한다. 필요시 준공도면을 바탕으로 기존구조물의 기초 형식, 크기, 근입 깊이 등을 조사하여 BIM 데이터에 반영하여야 한다.

지형 데이터 범위 선정	BIM 데이터
	
- 노선대 지형 맵핑 작업	- 계획단계 5,000도 정밀도 제공

<그림 1.2.2> 계획단계 BIM 지형 데이터 예시


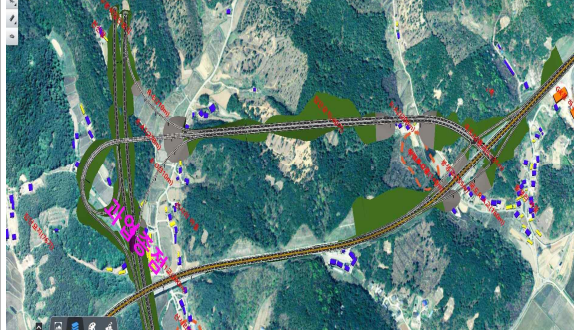


노선대지형 측량	BIM 지형 데이터
	
- 노선대 드론 등 항공 촬영 작업	- 설계단계 1000도 정밀도 제공

<그림 1.2.3> 상세설계단계 BIM 지형 데이터 예시

## 2) 노선의 선정

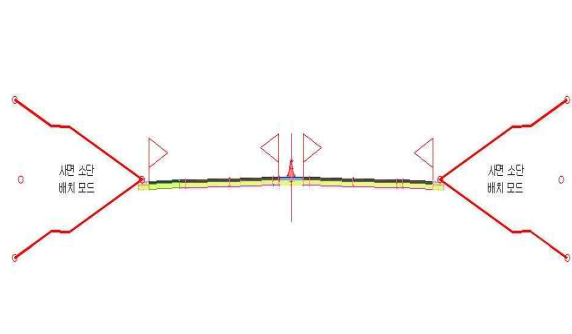
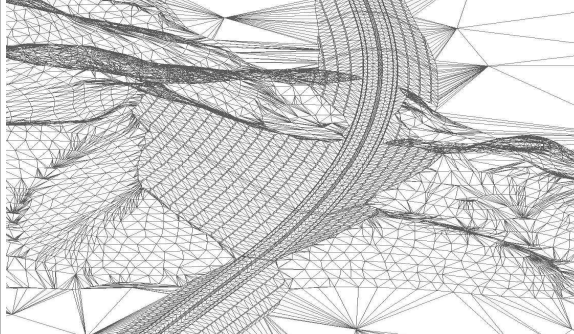
- (1) 도로의 선형은 도로 중심선의 입체적인 형상으로 평면적으로 표현된 중심선 형상의 평면선형과 종단면에 표현된 중심선 형상의 종단선형이라 한다. 또한, 도로의 선형은 기하구조기준 등에 따라 지배되며, 기존 2차원 설계 방법과 동일한 설계기준으로 도로선형을 설계한다
- (2) 노선의 선형설계는 국내외 선형설계프로그램을 활용하여 선형계획을 하나, 계획된 노선선형은 2차원 방식이 아닌 BIM 데이터를 통하여 계획하고 비교·분석하여야 한다.
- (3) 평면선형은 직선, 곡선, 완화곡선으로 구성되며, 모델은 평면선형 정보가 포함되어야 하며, 평면선형에 따라 횡단경사 등이 변화하며, 이에 대한 모델 및 횡단경사 정보도 포함되어야 한다.
- (4) 종단선형은 도로 중심선을 따라 절단면의 선형으로 평면선형 및 횡단경사와 어우러져 도로의 입체적이 형상이 완성된다. 종단선형은 종단경사와 종단곡선으로 구성되어 있으며, BIM 데이터에는 형상 및 종단선형과 관련된 모든 정보를 포함한다.
- (5) 노선선정을 위한 도로선형 비교안은 BIM 데이터를 통하여 작성하여야 하며, 평면선형 및 종단선형 등 최소한의 정보가 BIM 데이터에 포함되어야 한다.
- (6) 노선선정 단계에서는 산지부 등 시공이 어려운 구간에 대한 시공성의 검토가 중요 항목이 될 수 있으므로 공법, 장비선정, 기자재반입, 반출 경로 등을 고려하여 BIM 데이터를 작성하여야 한다.
- (7) 교차도로 등의 시설물과 근접시공으로 발생하는 지반의 이완 우려 등을 고려할 수 있도록 BIM 데이터에 충분히 표현해 주어야 한다.
- (8) 노선선정 단계에서의 교량 시·중점 위치 및 경간장 계획, 터널 갱구부의 위치 계획은 주변환경과 조화를 이룰 수 있도록 하여야 하며, 필요 시 BIM 데이터를 활용하여 경관에 대한 검토를 수행하여야 한다.

선형 계획	노선 선정 BIM 데이터
	
- 노선대 평면 및 종단선형 계획	- 나들목 형식(평면 및 종단) 계획 검토

<그림 1.2.4> 노선선정단계 BIM 데이터 예시

### 3) 횡단면의 구성

- (1) 횡단구성은 LOD 300수준을 기준으로 BIM 데이터를 작성한다.
- (2) 도로전체 폭원 등의 정보는 m단위로 소수점 3째 자리까지 표기한다.
- (3) 차도의 구성은 차로, 중앙분리대와 길어깨로 구분하며 정보를 BIM 데이터에 포함한다.
- (4) 측구에 대한 길이 및 경사 정보와 배수시설을 BIM 데이터에 포함한다.
- (5) 흙막기는 설계기준에 맞추어 BIM 데이터를 작성하며, 흙막기면의 경사 및 높이를 BIM 데이터 정보에 포함한다.
- (6) 흙쌓기 높이와 경사에 대한 정보를 BIM 데이터에 포함한다.
- (7) 횡단구성은 변화되는 구간별로 Station과 길이 정보를 포함하며, 쌓기 각기 등의 토공정보를 요약 정리하여 정보를 BIM 데이터에 포함한다.
- (8) 횡단면도에는 절토부의 지층선과 포장 정보가 포함되어야 하며 성토부의 노상, 노체 등 재료와 BIM 포장 데이터 및 정보가 포함되어야 한다.



횡단 계획	횡단계획 BIM 데이터
	
- 차로수, 차로폭 등 횡단구성	- 노선횡단계획 검토

<그림 1.2.5> 횡단구성 BIM 데이터 예시

### 1.2.3 BIM을 이용한 분기점 및 나들목 형식 선정

#### 1) 분기점과 나들목의 형식 선정

- (1) 고규격 도로와 고규격 도로를 연결하는 분기점과 고규격 도로와 접속도로를 연결하는 나들목은 도로의 규격, 교통량, 차종구성과 지형 및 지역 환경을 고려하여 형식과 규모를 정하는 것이 가장 중요하다.
- (2) 분기점과 나들목의 형식 선정은 차로변경 및 직진교통과의 마찰을 최소화 하며 운전자의 혼란이 없도록 안전하게 선정하는 것은 기존의 설계방식을 준용하지만 BIM 데이터를 통하여 여러 개의 형식을 비교 검토하고 필요시 주행 시뮬레이션을 통하여 가장 안전한 형식을 선정하며 검증하여야 한다.
- (3) 분기점의 형식은 3지 교차형식인 직결 및 준직결의 Y형 형식과 4지 교차형식인 변형 클로버와 클로버 형식 중 규모와 주변 현황, 지장물 등을 고려하여 형식 검토를 실시하여야 하며, BIM 데이터를 통하여 충분한 안전성을 입증하여야 한다.
- (4) 나들목의 형식은 본선의 설계속도 및 설계 수준을 고려하여 선형 및 도로의 구조 시설 등의 수준을 정하는 것이 중요하며, 규모와 주변현황, 지장물 등을 고려하여 BIM 데이터를 통하여 형식을 비교하고 안전성과 쾌적성을 검증 하여야 한다.

나들목 BIM 데이터	주행 시뮬레이션
	
- 나들목 형식 비교 검토	- 교통수요분석결과 반영

<그림 1.2.6> 나들목 형식 선정 BIM 데이터 예시


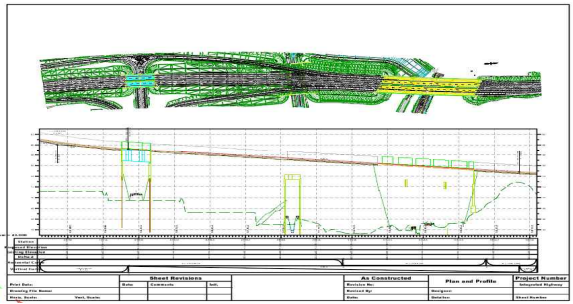
#### 2) 분기점과 나들목 연결로의 횡단구성

- (1) 연결로의 횡단구성은 차로와 길어깨로 구성하며, 양방향 통행의 경우는 중앙 분리대를 설치하여야 한다. 형식 선정단계라 할지라도 비교안에서는 충분한 횡단구성을 고려하여 BIM 데이터를 작성하여야 하며 필요시 본선의 횡단 구성, 교통량 차종 구성, 주행속도, 곡선부의 확폭 등에 대한 정보도 BIM 데이터에 포함하여 최적의 형식선정이 되도록 한다.

- (2) 입체교차로는 연결로의 시설한계가 계획하는 모든 관계자들이 확실히 인지할 수 있도록 명확하게 BIM 데이터에 표현하여 안전한 통과고 확보에 대한 시각적인 검증을 하여야 한다.
- (3) 곡선부의 확폭은 BIM 데이터에 충분한 정보를 포함하여 설계기준을 충분히 만족하고 있음을 BIM 데이터에 포함하여 주행 안전성을 확보하여야 한다.
- (4) 횡단구성과 차로수는 해당구간 기하구조기준 및 교통수요분석결과를 반영하며, 본선의 횡단구성과 동일한 방법으로 모델을 구축한다.

3) 노선선정 VE 및 자문회의

- (1) 분기점 및 나들목의 형식 선정을 위하여 각 분야 전문가로 구성되는 설계 VE 및 자문회의를 개최하여야 하며 모든 과정은 BIM 데이터를 이용하여 설명하며 안전성을 검증하여야 한다.
- (2) 자문 및 설계 VE수행에 필요한 배포자료는 BIM 데이터에서 추출한 노선 계획(평면, 종단, 횡단 등) 도면을 작성하여 배포한다.

설명 자료	배포 자료
 <p>- BIM 데이터 설명자료</p>	 <p>- BIM 데이터 추출 배포 자료</p>

<그림 1.2.7> 노선선정 VE 및 자문회의의 배포자료 BIM 데이터 예시

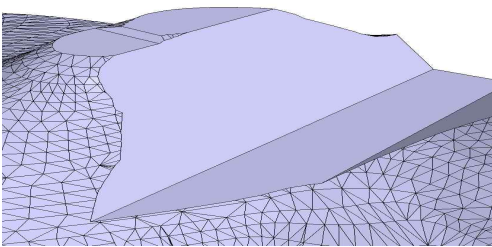
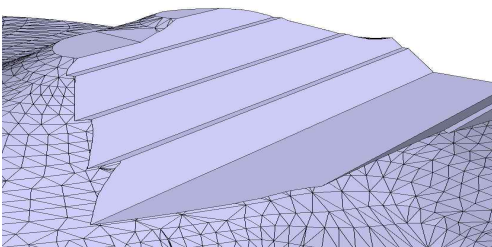
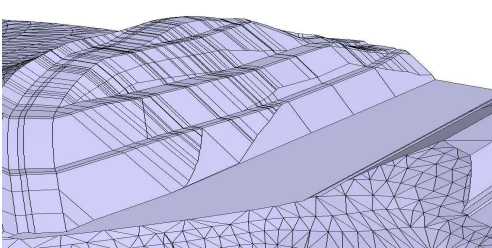
1.2.4 실시 설계

1) 토공 설계

- (1) 계획단계의 토공은 상위계획과 하위계획이 맞물려 도로건설의 흐름을 파악하여 상호관련성을 충분히 이해하고 반영을 하여야 한다. 경제적인 타당성, 공사 중 교통 운용의 적정성 등과 함께 토공량의 균형은 최적 노선을 선정하는데 필수적인 요소가 된다. 따라서, BIM 데이터는 시각적으로 보다 정확한 토공계획을 수립하는데 매우 중요한 요소가 되므로 설계단계의 토공 모델은 자세한 BIM 지형 데이터(1/1,000)를 활용하여 계획단계(1/5,000) 보다 정확한 지층의 예측을 바탕으로 BIM 데이터가 작성되어야 한다.

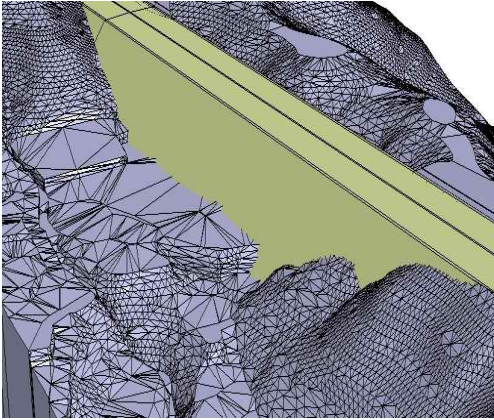
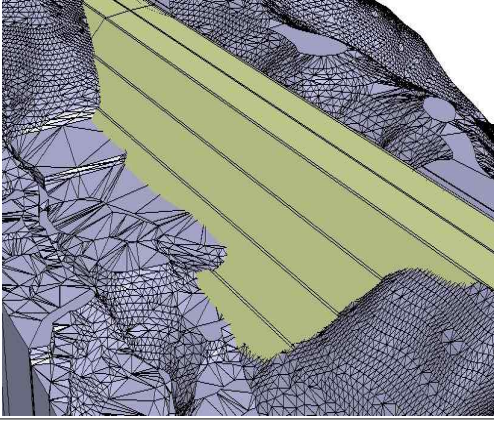
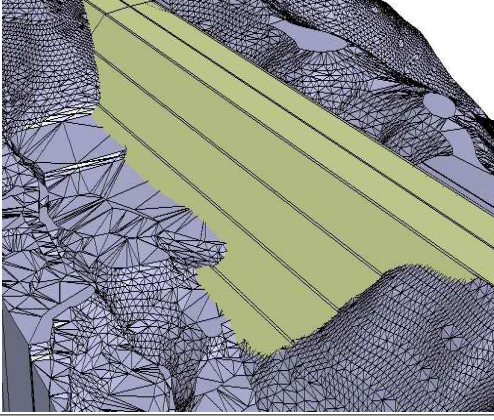
- (2) 토공은 흙쌓기, 깎기 비탈면, 옹벽 등으로 구성할 수 있으며, 상세설계 단계에서는 지반조사를 통해 정확한 BIM 지층 데이터를 작성하여 설계기준에 맞도록 계획하여야 하며, LOD 수준별 관련 정보(높이, 경사, 지층별 토공 정보 등)를 표기한다.
- (3) 토공의 계획단계는 LOD 200 수준으로 하고, 설계단계는 LOD 200~300 수준으로 토공 항목별로 수량산출 및 도면추출이 가능한 정도로 하며 지침에서 제시한 항목은 해당용역특성에 따라 보정할 수 있다.
- (4) 토공의 수량산출은 BIM 데이터에 의해 구해지는 토공 항목은 자동으로 산출하고, 운반 및 할증 등의 수량은 연동으로 산출하고 모델이 필요 없는 항목에 대해서는 수동으로 산출한다.
- (5) 토공량 계산은 시공단계 BIM이 정착되기 전까지 한시적으로 양단면평균법을 적용한다.

○ 토공 : 땅깎기

구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 100		<ul style="list-style-type: none"> <li>계획 노선 상에서 땅깎이가 발생하는 위치 표현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>위치(STA)</li> </ul>
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>계획 노선 상에서 땅깎이가 발생하는 위치 및 개략의 형태 표현</li> <li>지층변화에 따른 사면 경사 미고려</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>형태</li> <li>위치(STA)</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>계획 노선 상에서 땅깎이가 발생하는 위치, 단의 개수 등 상세 데이터</li> <li>지층에 따른 사면 경사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>형태</li> <li>위치(STA)</li> <li>사면 경사</li> <li>elevation</li> </ul>
LOD 350	-	-	-

<그림 1.2.8> 토공 땅깎기 LOD 수준 예시

○ 토공 : 흙쌓기

구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 100		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 계획 노선 상에서 흙쌓기가 발생하는 위치 표현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> </ul>
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 계획 노선 상에서 흙쌓기가 발생하는 위치 및 개략의 형태 표현</li> <li>• 성토고에 따른 사면 경사 미고려</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 형태</li> <li>• 위치(STA)</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 계획 노선 상에서 흙쌓기가 발생하는 위치, 단의 개수 등 상세 데이터</li> <li>• 성토고에 따른 사면 경사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 형태</li> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 사면 경사</li> <li>• elevation</li> </ul>
LOD 350	-	-	-

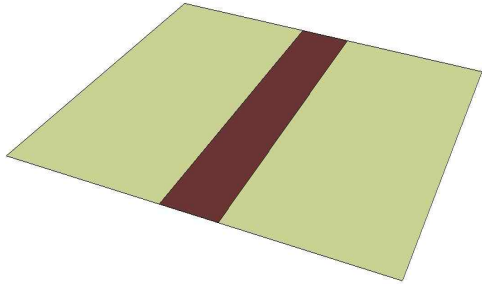
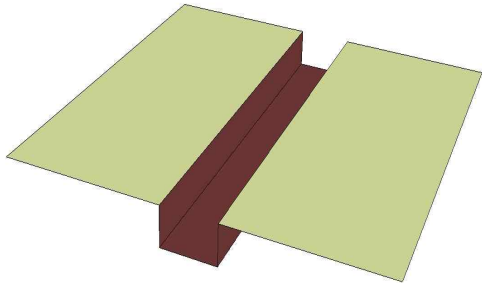
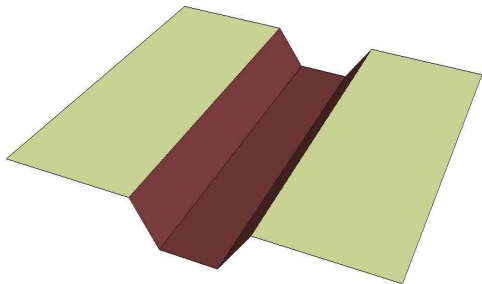
<그림 1.2.9> 토공 흙쌓기 LOD 수준 예시

## 2) 배수공 설계

- (1) 도로에서 배수시설은 도로구조를 보존하는데 중요한 시설이다. 그러므로 신속한 노면배수와 침투수의 차단, 침투된 물의 지하배수, 도로 인접지로부터의 배수 처리를 적절하게 하는 것이 필요하다.
- (2) 배수시설을 설계할 때에는 현지의 지형, 기상, 지질 등의 조건을 충분히 고려하여야 하며 공용후의 청소, 보수, 점검 등의 유지관리도 고려하여야 한다.
- (3) 도로의 배수시설은 도로 땅깍기 및 포장, 옹벽 등 도로 시설물의 기능보존, 표면수 침투, 지하수 유입으로 인한 지반 지지력 약화방지, 노면배수 불량으로 인한 교통체증 및 사고예방, 도로건설로 영향을 받을 수 있는 지표수의 흐름을 파악하여 자연 상태로 연결 등을 통하여 원활한 도로기능을 유지하여 이용자의 편의와 안전한 도로환경을 조성하여야 한다.
- (4) 도로의 배수시설은 표면배수, 지하배수, 횡단배수로 구분되며 표면배수는 노면배수, 비탈면배수, 측도 및 도로인접지 배수가 포함되며, 각각의 기능별로 구조물을 설치하며, 해당구조물의 LOD 수준별 정보수준(높이, 경사, 지층별 토공 정보, 위치, 형식, 크기, 깊이, elevation, 철근제원 및 간격 등)을 표기한다.
- (5) 배수공의 계획단계는 LOD 100~200 수준으로 하고, 설계단계는 LOD200~350 수준(LOD 350 : 철근배근)으로 배수공항목별로 수량산출 및 도면추출이 가능한 수준으로 하고 지침에서 제시한 항목은 해당용역특성에 따라 보정할 수 있다.
- (6) 횡단배수구조물 수리계산시 필요한 유역조사 등은 BIM 지형 데이터에서 설정할 수도 있으며, 배수설계프로그램과 연동하여 data 값을 적용할 수도 있으나 횡단배수구조물은 BIM 데이터로 설계되어야 한다.

○ 배수공 : 측구 터파기(배수토공)

- 배수공 구조물 설치 시에 발생하는 모든 토공에 해당되며 각 상세 수준 (LOD)별로 정보수준(LOI)을 입력한다.

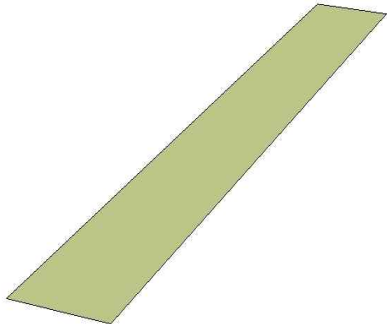
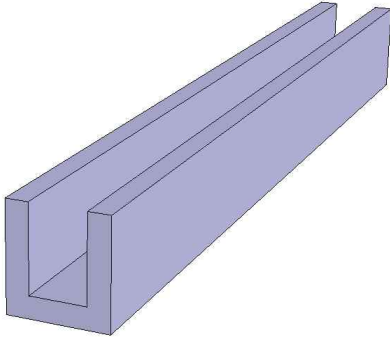
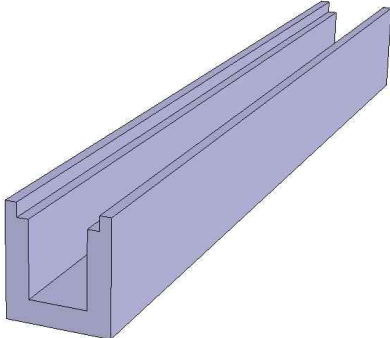
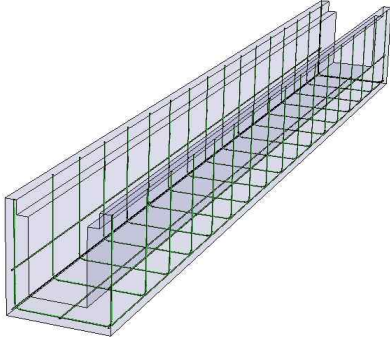
구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 100		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 터파기 위치 표현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> </ul>
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개략 터파기 형상 표현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 깊이</li> <li>• 개략 폭</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 터파기 경사, 깊이 등의 상세 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 깊이</li> <li>• 폭</li> <li>• elevation</li> </ul>
LOD 350	-	-	-

<그림 1.2.10> 배수공 (측구터파기) LOD 수준 예시



○ 배수공 : U형 측구(길이로 표현)

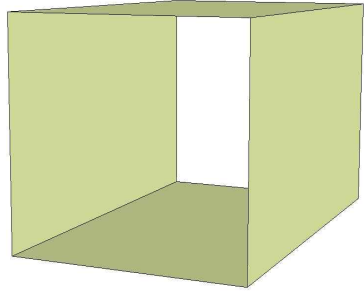
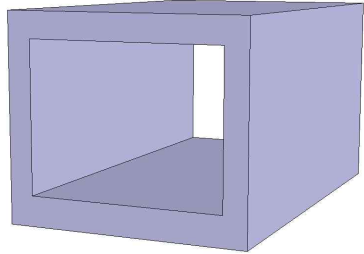
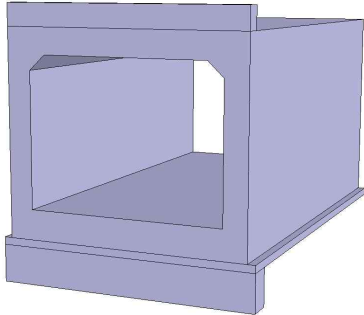
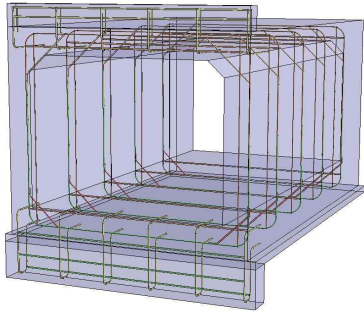
- 배수공 구조물 설치 시에 발생하는 길이로 표현되는 모든 배수구조물에 해당되며 각 상세 수준(LOD)별로 정보수준(LOI)을 입력한다.

구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 100		<ul style="list-style-type: none"> <li>측구 위치 표현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>위치(STA)</li> </ul>
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>형식 구분이 가능한 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>위치(STA)</li> <li>형식</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>측구 제원 확인이 가능한 상세 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>위치(STA)</li> <li>재료 및 규격 등</li> <li>형식</li> <li>크기</li> <li>깊이</li> <li>elevation</li> </ul>
LOD 350		<ul style="list-style-type: none"> <li>측구 제원 및 철근 배근(간격, 철근 제원 등) 확인이 가능한 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>위치(STA)</li> <li>재료 및 규격 등</li> <li>형식</li> <li>크기</li> <li>깊이</li> <li>elevation</li> <li>철근제원 및 간격</li> </ul>

<그림 1.2.11> 배수공 U형측구 LOD 수준 예시

○ 배수공 : 암거(철근콘크리트 구조물)

- 배수공 구조물 중 도로를 횡단되는 모든 배수구조물(암거, 횡단배수관 등)에 해당되며 각 상세 수준(LOD)별로 정보수준(LOI)을 입력한다.

구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 100		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 암거 위치 파악이 가능한 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> </ul>
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 암거 폭, 암거 높이 등 제원 확인이 가능한 정보가 포함된 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 폭</li> <li>• 높이</li> <li>• Elevation</li> <li>• 좌표</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 암거 슬래브, 벽체 두께 등이 표현된 상세 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 폭</li> <li>• 높이</li> <li>• Elevation</li> <li>• 좌표</li> <li>• 두께</li> </ul>
LOD 350		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 철근 등의 정보가 포함된 상세 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 폭</li> <li>• 높이</li> <li>• Elevation</li> <li>• 좌표</li> <li>• 철근</li> </ul>

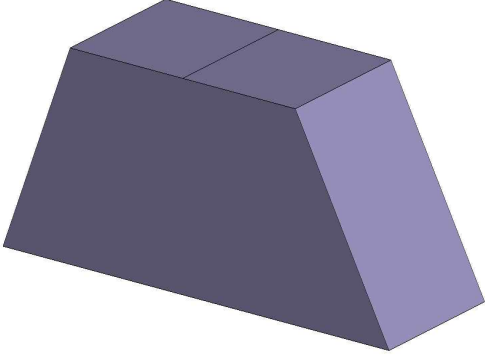
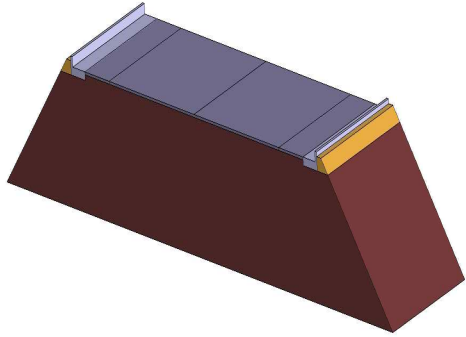
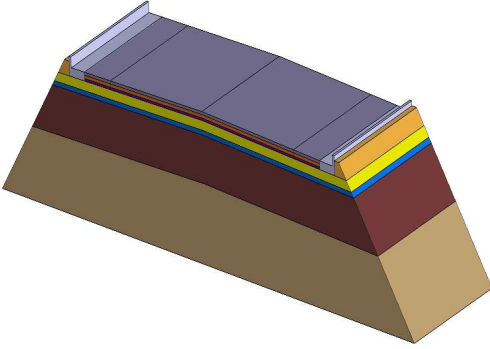
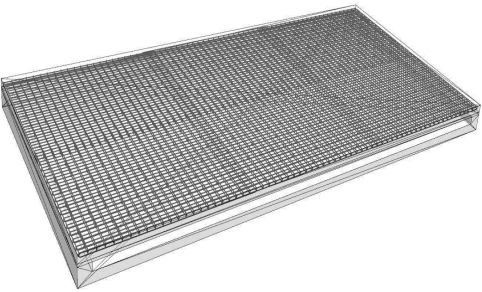
<그림 1.2.12> 배수공 암거 LOD 수준 예시

### 3) 포장공 설계

- (1) 도로포장은 계획하는 교통하중에 충분히 견딜수 있는 구조로 하여 경제성, 안전성 및 주행성이 양호한 공법으로 계획하여야 한다.
- (2) 도로의 포장은 크게 아스팔트콘크리트포장과 시멘트콘크리트포장으로 구분되나 적용에 대해서는 각각 다른 특성을 갖고 있기 때문에 정량적으로 그 우열을 가리기에는 용이하지 않으므로 기후조건, 지역조건, 대형자동차 혼입률, 연약지반 존재 유무, 시공성 등을 면밀히 검토한 후 적절한 공법을 선정하여야 한다.
- (3) 포장구조계산은 한국형포장설계법을 따르며, 본선포장, 연결로포장, 길어깨포장, 교면포장, 터널내포장, 영업소포장 등으로 구분하여 BIM 데이터를 작성하며, LOD 수준별 정보수준( 도로폭, 도로위치, 포장층 두께, 성토층 두께 정보 등)을 표기한다.
- (4) 포장공의 계획단계는 LOD 200 수준으로 하고, 설계단계는 LOD 200~350 수준(LOD 350 : 철근배근)으로 포장공 항목별로 수량산출 및 도면추출이 가능한 수준으로 하고 지침에서 제시한 항목은 해당용역특성에 따라 보정할 수 있다.
- (5) 포장공 수량산출시 본선포장은 BIM 데이터에서 추출하며 길어깨포장은 BIM 데이터의 속성정보를 통해 TYPE별 연장을 추출하여 단위수량을 이용하여 수량을 산출한다.

○ 포장공 : 본선, 연결로, 이설도로 등

- 포장공 구조물 중 본선도로를 구성하는 모든 포장구조물(아스팔트, 콘크리트 등)에 해당되며 각 상세 수준(LOD)별로 정보수준(LOI)을 입력한다.

구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 100		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 계획 노선 상에서 도로폭, 위치 표현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도로폭</li> <li>• 도로위치</li> </ul>
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 계획 노선 상에서 포장계획 시 발생하는 포장층 표현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도로폭</li> <li>• 도로위치</li> <li>• 포장층 두께</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 계획 노선 상에서 포장계획 시 발생하는 성토층 두께 표현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도로폭</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 도로위치</li> <li>• 포장층 두께</li> <li>• 성토층 두께</li> </ul>
LOD 350		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 계획 노선 상에서 철근콘크리트포장의 철근 등 정보가 포함된 상세 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 폭</li> <li>• 높이</li> <li>• Elevation</li> <li>• 철근</li> </ul>

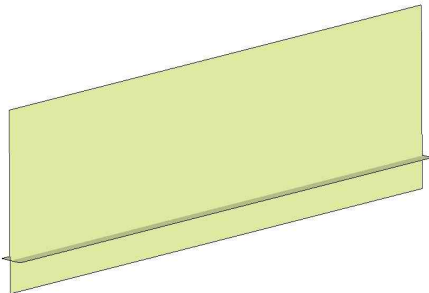
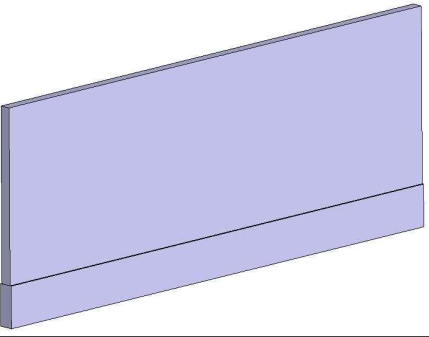
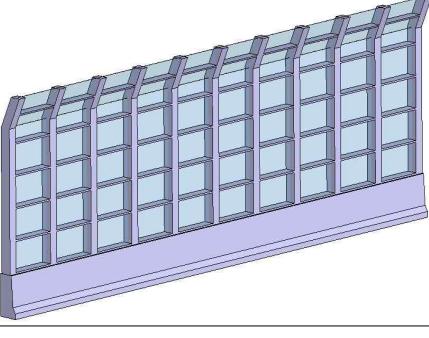
<그림 1.2.13> 포장공 포장 LOD 수준 예시

#### 4) 부대공설계

- (1) 부대공은 도로이용자의 안전성을 제공하기 위한 안전시설물과 부대시설물로 구분되는데 각각의 기능에 따라 구분하여 부대시설물을 설계한다.
- (2) 안전시설이란 도로교통의 안전하고 원활한 소통을 확보하며, 도로의 미비한 구조 상태를 보완하여 도로이용자의 안전을 도모하기 위하여 설치하는 시설물이다.
- (3) 부대시설이란 차량의 충돌이나 기타 도로 교통사고로 발생하는 피해를 줄이기 위하여 설치되는 안전시설과 달리 도로의 기하구조상 본선 이외에 설치되어 도로이용자에게 도로를 효율적으로 이용할 수 있게 편의를 도모하고 안전성 및 쾌적성을 제공할 뿐만 아니라 사고에 대한 피해를 최대한 줄일수 있게 설치되는 시설물이다.
- (4) 부대공에서는 안전시설물에 대해서는 BIM 데이터를 통해 위치 및 형상 등을 표기하고 BIM 데이터 작성이 불필요한 부대시설물(축중기, 공사용가도 및 축도, 현장사무실 등)을 구분하여 작성하며, LOD 수준별 정보수준( 위치, 종류, 크기, 높이 등)을 표기한다.
- (5) 부대공의 계획단계는 LOD 100~200 수준으로 하고, 설계단계는 LOD 200~350수준(LOD 350 : 철근배근)으로 부대공항목별로 수량산출 및 도면추출이 가능한 수준으로 하고 지침에서 제시한 항목은 해당용역특성에 따라 보정할 수 있다.

○ 부대공 : 방음벽


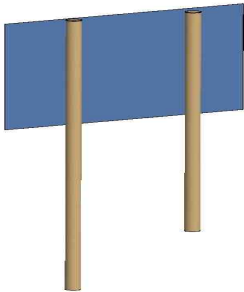
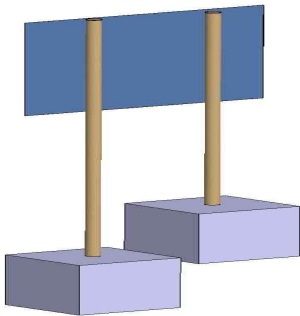
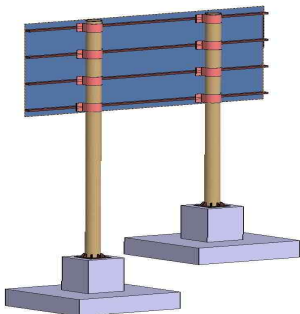
- 부대구조물 설치 시 발생하는 길이로 표현되는 모든 부대구조물에 해당되며 각 상세 수준(LOD)별로 정보수준(LOI)을 입력한다.
- 구조물 중 상세 수준(LOD)과 정보수준(LOI)을 수정할 경우 이를 사전에 협의하여 별도로 정의한다.(ex, 방음벽 LOD300수준 + 판모형 LOD200수준 ⇒ LOD300수준)

구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 100		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치 확인이 가능한 형상 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> </ul>
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 종류 및 크기가 표현된 개략 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 종류</li> <li>• 크기</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상세 형상이 포함된 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 종류</li> <li>• 크기</li> <li>• 높이</li> </ul>
LOD 350	-	-	-

<그림 1.2.14> 부대공 방음벽 LOD 수준 예시

○ 부대공 : 도로안내표지판(TYPE-1)

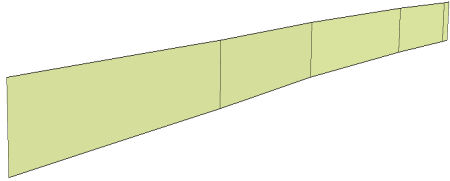
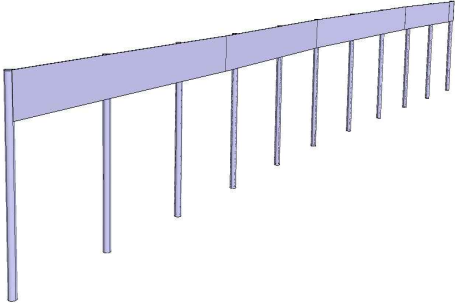
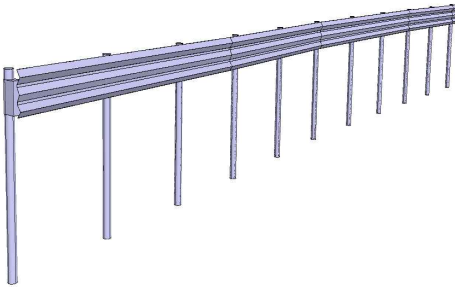
- 부대구조물 설치 시 발생하는 개소수로 표현되는 모든 부대구조물에 해당되며 각 상세 수준(LOD)별로 정보수준(LOI)을 입력한다.
- 구조물중 상세 수준(LOD)과 정보수준(LOI)을 조합할 경우 이를 사전에 협의하여 별도로 정의한다.(ex, 표지판 LOD300수준 + 콘크리트기초 LOD 350 수준 ⇒ LOD300 수준)

구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 100		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치 확인이 가능한 형상 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> </ul>
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 종류 및 크기가 표현된 개략 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 종류</li> <li>• 크기</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기초, 높이 등의 정보가 포함된 상세 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 종류</li> <li>• 크기</li> <li>• 높이</li> </ul>
LOD 350		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 결합 클립, 기초 상세 등의 정보가 포함된 상세 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 종류</li> <li>• 크기</li> <li>• 높이</li> <li>• 기초</li> <li>• 연결판</li> </ul>

<그림 1.2.15> 부대공 도로표지판 LOD 수준 예시

○ 교통안전시설공 : 가드레일

- 부대구조물 설치 시 발생하는 자재로 표현되는 모든 부대구조물에 해당되며 각 상세 수준(LOD)별로 정보수준(LOI)을 입력한다. 그러나 업체 또는 BIM라이브러리 플랫폼에서 제공하는 제품에 대해서는 상세 수준(LOD) 및 정보수준(LOI)을 별도로 지정할 수 있다.

구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 100		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치 확인이 가능한 형상 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> </ul>
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 종류 및 크기가 표현된 개략 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 종류</li> <li>• 크기</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상세 형상이 포함된 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 종류</li> <li>• 크기</li> <li>• 높이</li> </ul>
LOD 350	-	-	-

<그림 1.2.16> 부대공 가드레일 LOD 수준 예시



### 1.3 교량분야 BIM 전면설계

도로설계를 하다보면 하천, 계곡 및 기존도로와 교차를 할 경우 교량을 계획하게 된다. 현대의 교량은 단순히 장애물을 건너가는 도로의 교통을 통행하는 수단으로만 볼 수는 없는 시대가 되었다. 계획단계에서 선형, 가설조건, 구조 안전성, 경제성 뿐만 아니라 심미적 요소인 아름다운 교량을 만들어 지역의 랜드마크가 되기도 하는 것이 현대의 교량이다. 또한 교량의 계획은 경간장의 결정, 교량형식 선정, 하부구조 형식 선정 등 중요 결정사항들을 2D로 계획함으로써, 교량 계획 결정을 하기 위한 설계자, 감독원, 자문위원 등이 최적의 교량계획을 하는데 한계가 있다. 따라서 교량 가설 후에 교통통행의 목적 외의 주변환경과 부조화하고 도시미관을 저해하는 등의 현대의 교량계획의 목적과는 거리가 멀어지게 될 수 있다.

BIM 전면설계는 교량계획을 하는 이해 관계자들이 시각적으로 정확한 판단을 통해 교통소통 목적 이상의 성과를 거둘 수 있다. 눈으로 보면서 경관성 및 상징성을 판단할 수 있을 뿐만 아니라, BIM 데이터를 통해 지형조건을 인지하여 주변 마을의 민원 해결도 가능하고, 가설 시뮬레이션을 통해 교량가설의 적정성도 판단하는 등 BIM 전면설계는 계획의 중요한 요소가 될 수 있다.

상세설계를 하다보면 현장의 설계변경이 가장 많은 공종이 교량이다. 복잡한 3차원의 도로선형에 교량을 2차원으로 설계하다보면, 도면간 불일치와 철근간 간섭이 발생하고, 지장물 위치를 오판할 수 있으며, 수량 산출의 오류로 공사비가 갑자기 상승하게 되는 오류를 종종 범하게 된다. 이러한 설계오류는 설계변경을 거치면서 공기가 늘어나 예산을 낭비하고, 발주처, 시공사, 설계사, 감리단 등 시시비비를 가리다 보면 2차적인 피해가 발생할 수 있으므로 2차원 설계의 한계는 상세설계 단계에서는 더 심각한 단점이 될 수 있다. 따라서 교량의 상세설계단계에서 BIM 전면설계는 서로 다른 공종간에도 항상 도면을 일치할 수 있으며, 철근뿐만 아니라 강선의 간섭 등을 쉽게 방지할 수 있고, 정확한 지장물을 BIM 데이터로 작성하여 하부구조 위치를 최적화할 수 있으며, 콘크리트, 철근 수량을 정확히 산출하여 신뢰성 있는 공사비를 산출할 수 있게 되어 공사현장의 잦은 설계변경이 필요 없게 되는 등 2차원 설계의 단점을 대폭 개선시키면서, 건설 산업의 생산성을 향상시킬 수 있는 스마트 건설의 핵심이 될 수 있다.

교량분야 BIM 전면설계 지침은 교량 계획부터 상세설계까지 BIM 데이터 작성의 방법론과 필요한 정보를 제시하며, BIM 전면설계를 접하는 기술인, 발주처 등 설계관계자들의 이해를 돕고 이해 관계자들의 공통분모를 찾아 최적의 교량 설계가 될 수 있도록 하는 실무적인 지침이 될 것이다.

### 1.3.1 BIM 데이터 표현수준 및 작성 기준

#### 1) BIM 데이터 표현수준

<표 1.3.1> BIM 데이터 표현수준(LOD, Level of Development)의 적용

구분	주요 내용	적용 LOD	BIM 데이터 예시
기본 설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 비교 노선 검토에 적용되는 구조물</li> <li>· 교량 시·종점 및 경간장 검토 등 계획</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· LOD 200</li> <li>· LOD 200</li> </ul>	
실시 설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 상세 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· LOD 200~350</li> </ul>	

#### 2) BIM 데이터 작성 기준

<표 1.3.2> BIM 데이터 작성기준(LOD, Level of Development)

구분		대상 구조물	적용 LOD
실시 설계 (상세 설계)	· 일반 구조물	· 설계사 업무에 의해 계획되는 구조물 등	· 교대, 교각, 바닥판 등 · 300~350
	· 목적 구조물	· 특정 공법 구조물	· 전문 회사에서 특허, 신기술에 의해 계획되는 구조물 · 개량형 PSC 거더, 점검시설, 배수시설 등 · 300
	· 자재	· 제품으로 설계에 반영되는 시설물	· 교량받침, 신축이음 등 · 200
	· 가설 구조물 및 기타	· 목적 구조물을 생산하기 위해 시공 중 발생하는 구조물	· 동바리, 비계, 가시설 등 · 작성 제외 (필요시 시공 중 작성)

### 1.3.2 교량 계획

#### 1) 일반 사항

(1) 교량계획은 노선의 선형, 지형, 지층, 교차조건 등의 조건과 시공성, 유지관리, 경제성 및 주변 환경을 검토하고 미적인 조화를 고려하여 가설위치 및 교량의 형식을 선정하여야 한다. BIM 데이터는 이러한 외적 조건들을 3차원으로 종합적인 검토를 통해 설계자, 감독원, 자문위원 등과 충분한 협의를 거쳐 최적의 교량을 계획하여야 한다. 구조 안전성 및 경제성, 유지관리 측면 등은 BIM 데이터와는 별도로 기존 2차원 설계 개념과 동일하게 계획하고, 다음의 고려사항을 계획단계의 BIM 데이터에 반영하여야 한다.

- ① 가설위치 및 노선의 3차원 선형
- ② 주행 안전성
- ③ 시공성
- ④ 주변환경과의 조화(경관성)
- ⑤ 민원 발생 예방

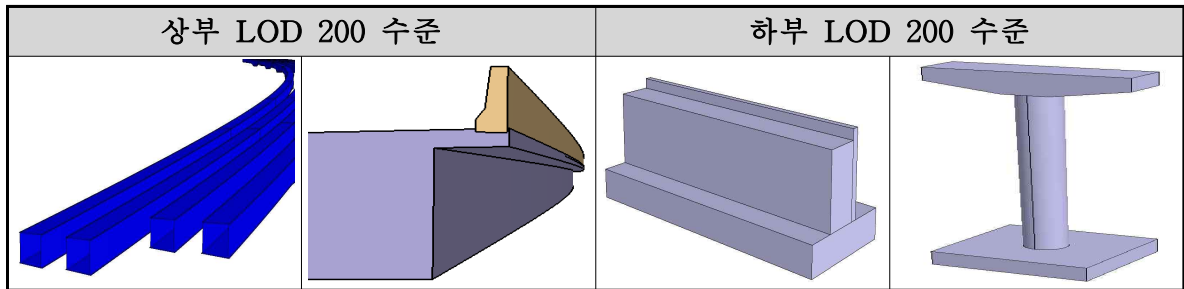
## 2) 교량 계획을 위한 BIM 데이터 작성의 주안점

- (1) 교량 가설위치는 가급적 평면선형과 종단선형 변화가 심하지 않는 곳을 선정하는 것이 바람직하다. 평면선형 변화가 심하거나 곡선반경이 작은 구간에서는 교량형식이 제한적일 수 있으므로 경제적인 계획을 하기가 어렵기 때문이다. 따라서 BIM 데이터를 통하여 거더의 배치 가능성, 경관성, 주행안전성 및 횡단경사에 따른 교면 배수까지도 고려하여 교량계획을 수행하여야 한다.
- (2) 자동차 주행성을 보면 상로교 형식이 좋으나, 주변환경을 고려하여 경관성을 고려할 수 있는 BIM 데이터가 되어야 한다. 또한 도심지 가설되는 교량이나 하부 경관이 중요시 되는 교량은 상·하부 구조의 형상이 슬림하며 주위의 경관과 조화로운지에 대한 검토도 BIM 데이터를 통하여 검토한다.
- (3) BIM 데이터는 LOD 200 수준의 개략적인 검토가 될 수 있으나, 산악지역, 주변도로가 미비한 소외지역에 교량을 계획할 경우 교량 자재의 운반로, 장비 이동 및 위치, 가설 가능성 등을 고려하여 계획하여야 한다.
- (4) 주변환경을 고려한 교량 경관의 반영은 상로형, 하로형, 기타 거더형식, 아치형식, 사장형식 등 특수형식까지도 개략적으로 모델에 반영하여야 하며, 마을간의 단절 등을 고려한 교량의 연장 및 경간장 계획으로 민원예방에 기여할 수 있는 BIM 전면설계가 되어야 한다.
- (5) 특히, 경관이 중요시 되는 지역에 교량을 계획할 경우, BIM 데이터를 통하여 경관 전문가가 교량계획에 참여하여야 하며 경관성, 시공성, 경제성, 구조 안전성, 유지관리 측면 등에 대해 이해관계자들의 의견을 충분히 반영하여 교량형식을 선정하여야 한다.
- (6) 하부구조 형식은 BIM 데이터를 통하여 상부구조 형식, 상부 가설공법 등 상부계획과 서로 연관시켜야 하며, 시공성과 교량미관 등을 고려할 수 있는 BIM 데이터를 작성하여야 한다.

## 2) 최적 노선 선정 시 교량 BIM 전면설계(노선 자문·VE 단계)

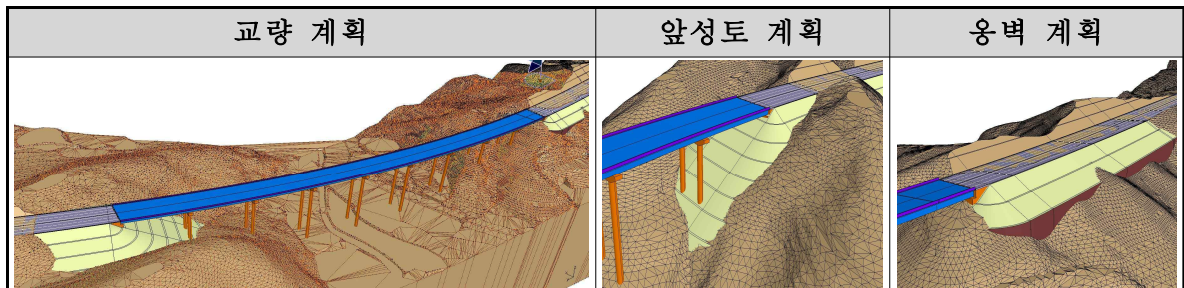
- (1) 최적 노선 선정을 위한 도로 선형의 비교안은 BIM 데이터를 통하여 작성하며, 평면선형 및 종단선형 등 최소한의 정보가 모델에 포함되어야 한다.

(2) 최적 노선 단계에서는 노선을 구성하는 교량 등 시설물에 대한 계획보다는 노선 전반에 대한 계획의 적정성을 검토하는 단계이므로 교량에 대한 BIM 설계 LOD 200 수준으로 결정할 수 있으며, 교량 받침과 신축이음 등의 BIM 데이터는 제외할 수 있으나 중·횡단 경사 및 교량 상부 거더의 높이는 정확하게 반영되어야 한다.



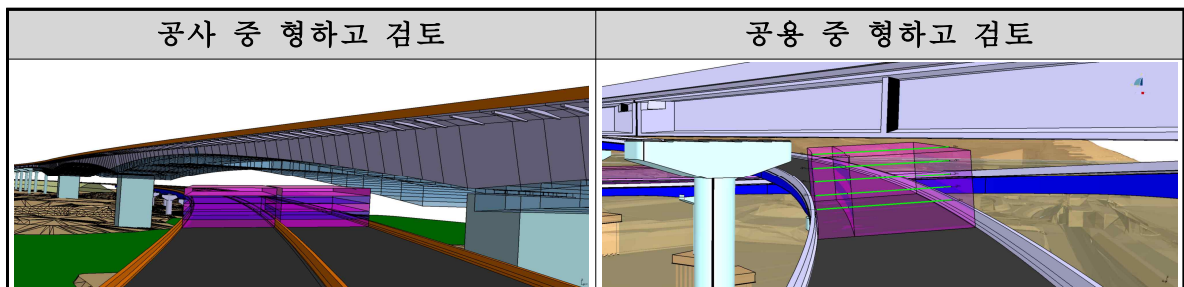
<그림 1.3.1> LOD 수준 예시

(3) BIM 데이터를 통한 교량 설계시 교량 시·종점 및 교각의 설치 위치에 대한 검토가 가능하여야 하며, 특히 산지부 등 원지형의 변화가 심한 위치 등을 고려하여 앞성토 계획 또는 옹벽 계획 모델을 통하여 교량 시·종점의 위치를 검토하여야 한다.



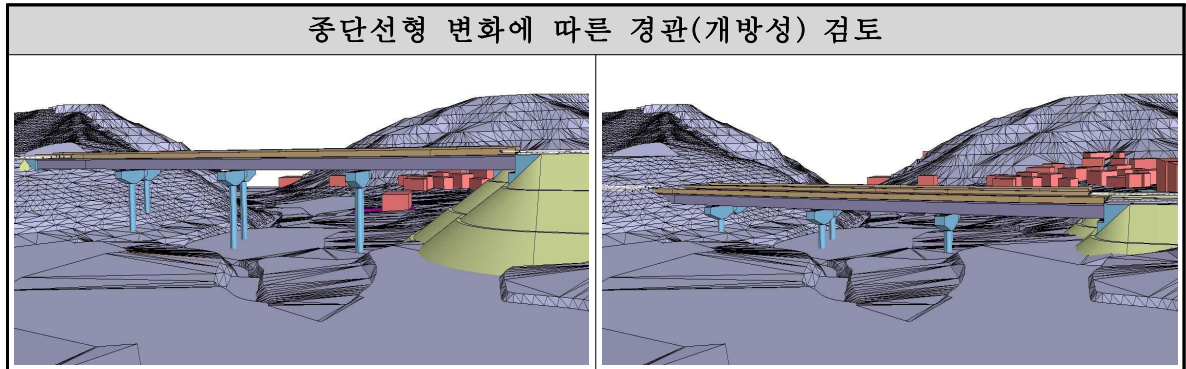
<그림 1.3.2> 교량 모델 및 시·종점 계획 검토

(4) 교량 BIM 전면설계를 통해 산지부 등 시공이 어려운 구간에 대한 시공성의 검토, 가설 장비에 관한 검토, 가설 장비의 진입로 등을 검토할 수 있으며, 입체 교차하는 시설물의 경우 형하고 검토를 통해 종단선형의 적정성을 검증할 수 있다.



<그림 1.3.3> 형하고 검토

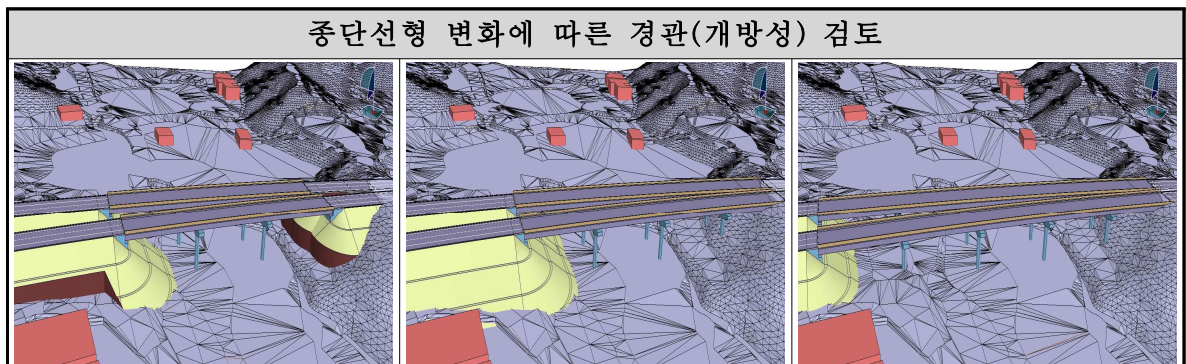
- (5) 최적 노선 계획 시 종단선형 변화에 따른 개방감의 변화에 대한 검토를 수행할 수 있으며, 이 경우 방호벽(또는 방음벽 기초), 상부 거더 높이, 앞성토 또는 옹벽 등의 설치 여부를 확인하여 모델에 포함하여야 하며 LOD 200 수준으로 결정할 수 있다.



<그림 1.3.4> 종단선형 검토

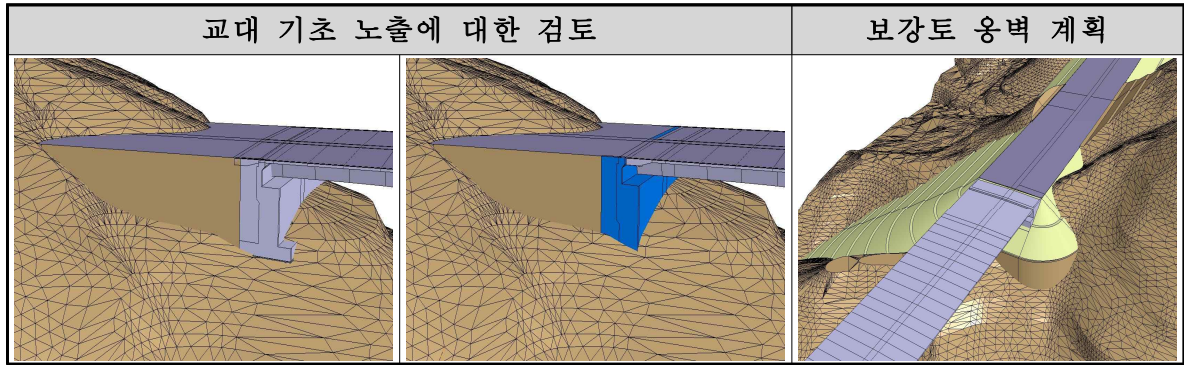
### 3) 교량 경간장 계획(교량 경간장 VE 단계)

- (1) 교량 경간장 계획 단계의 BIM 설계는 LOD 200 수준으로 결정할 수 있으며, 교량 받침과 신축이음 등의 BIM 데이터 작성은 제외할 수 있으나 종·횡단 경사 및 교량 상부 거더의 높이는 정확하게 반영되어야 한다.
- (2) 교량 경간장 검토시 위치정보, 평면선형 및 종단선형 정보가 BIM 데이터에 포함되어야 하며, 교량의 전체연장, 경간장, 교대 및 교각의 규모 정보까지 모델하여야 한다.
- (3) 교량의 경간장은 설계, 시공 및 경제적으로 유리한 선형에 적합한 경간구성을 하여야 하며, 교량연장, 경간, 교대 및 교각의 위치와 방향, 교량 하부공간 등을 BIM 데이터를 통하여 면밀히 분석하여야 한다.
- (4) 교량 경간장 선정은 선정된 노선을 바탕으로 시·중점의 위치, 통과조건 등을 고려하여 최소 3개안 이상을 비교 검토하여 최적안을 선정하여야 한다.



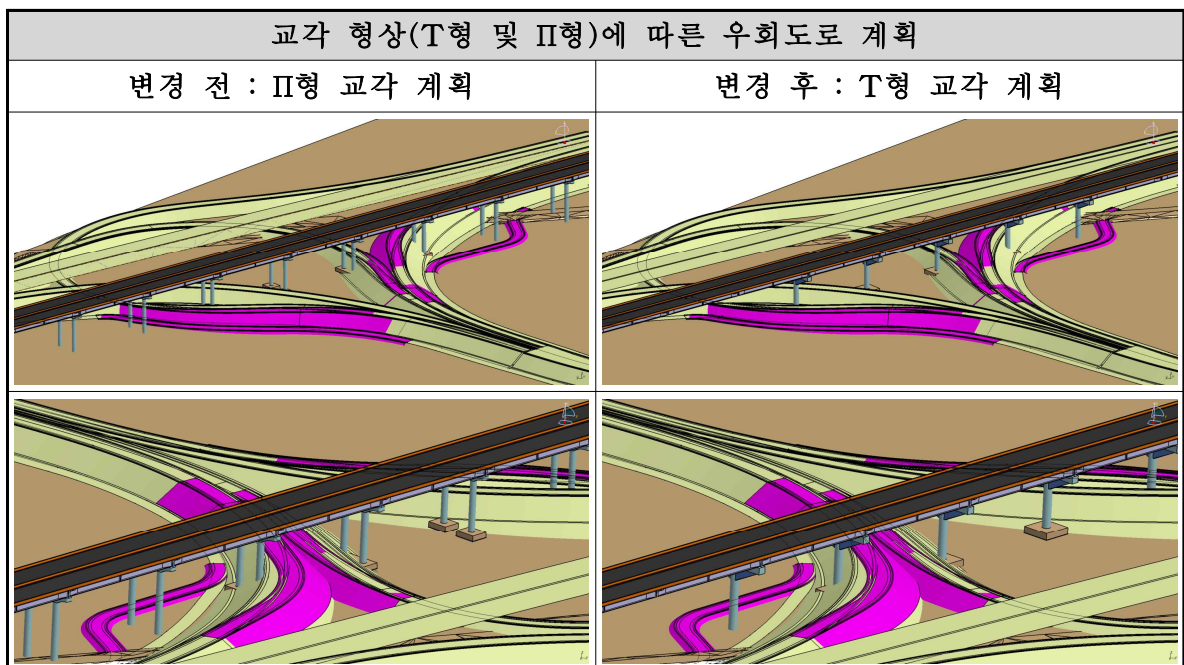
<그림 1.3.5> 교량 경간장 검토

- (5) 계곡부 등 산악지역을 통과하는 교량의 경우 시·종점부의 지형이 복잡하므로 지층을 개략적으로 예상하여 교대 높이의 적정성, 교대 기초가 돌출 여부 등을 BIM 데이터를 통하여 검토하고 관련된 치수 정보를 BIM 데이터에 포함하여야 한다.



<그림 1.3.6> 교대 위치의 적정성 검토

- (6) 하천을 통과하는 교량의 시·종점은 하천 제방의 훼손여부와 제방 제외지 비탈면 끝단의 이격 여부, 최대 경간장 준수 여부, 다리 밑 여유 공간 등 설계기준에 맞도록 BIM 데이터를 통하여 확인하며, 해당되는 치수 정보를 별도로 표기하여 BIM 데이터에 포함하여야 한다.
- (7) 도심지를 통과하는 경우는 교대·교각의 위치가 교차도로와의 간섭 여부, 시설 한계의 만족 여부, 필요시 공사 중 교통 처리는 가능성 등에 대한 관련정보를 BIM 데이터에 포함하여야 한다.



<그림 1.3.7> 교대 위치의 적정성 검토

(8) 해상교량의 경우 통항선박에 따라 경간구성 및 시설한계를 검토하여야 하며 관련 치수정보를 충분히 BIM 데이터에 포함하여야 한다.

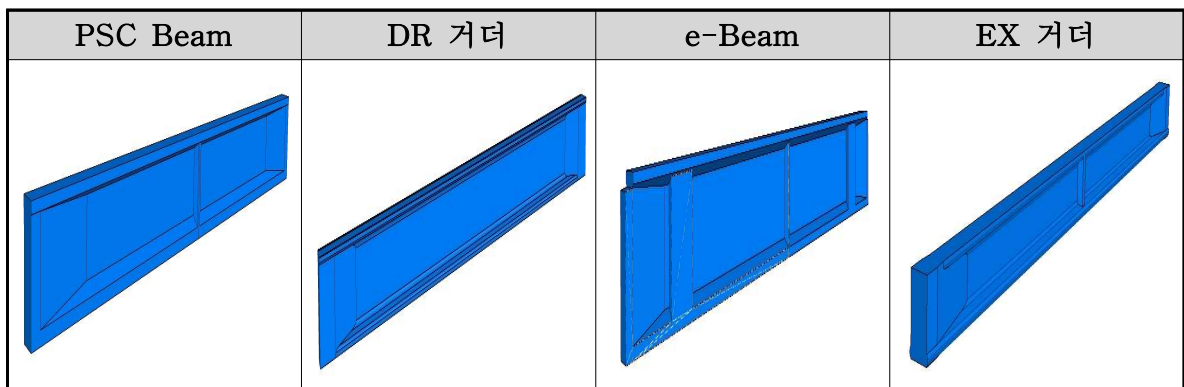
4) 교량 형식 선정(교량 특정공법 심의 단계)

- (1) 교량형식 선정 및 경간장 결정시 자문 및 설계 VE, 특정공법 심의를 이행할 경우 반드시 3차원 BIM 데이터를 이용하여 설계자, 감독자, 자문위원 등 이해관계자들의 이해를 돕고 공유하며, 형식 선정 및 경간장 결정 단계에서 면밀히 검토하여 실시하여야 한다.
- (2) 교량 형식을 선정하는 단계에서 일반 개량형 PSC빔교 계열의 교량을 비교 검토하는 경우 BIM 데이터에 의한 변별력이 크지 않으므로 BIM 전면설계에 의한 검토를 반드시 수행할 필요는 없으므로 감독원과 협의에 의해 결정한다.
- (3) 교량 형식을 선정하는 단계에서 다른 형식을 상호 비교하는 경우 BIM 데이터를 작성하여야 한다.

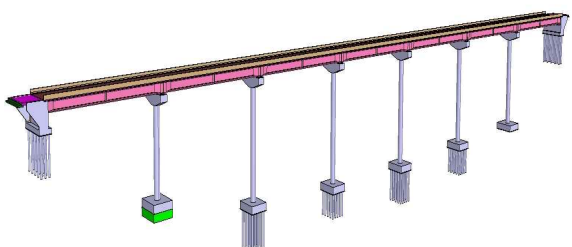
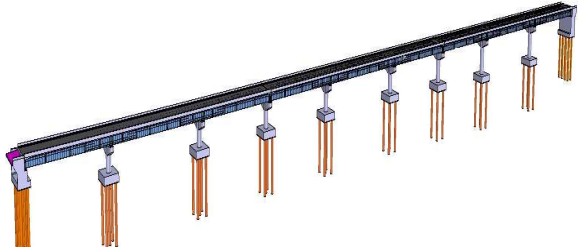
<표 1.3.3> 교량 형식에 따른 BIM 설계 수행 여부

교량 형식 비교	LOD 수준	BIM 설계
· PSC Beam 계열의 비교	LOD 200 (필요시 LOD 300)	감독원 협의를 의함
· PSC Beam 계열과 등단면 ST Box 계열의 비교	LOD 200 (필요시 LOD 300)	수행
· 부등단면(콘크리트교 및 강교) 거더 계열의 비교	LOD 200 (필요시 LOD 300)	수행
· 특수교량 계열의 비교	LOD 200 (필요시 LOD 300)	수행

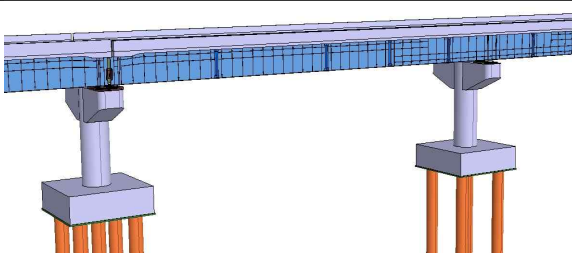
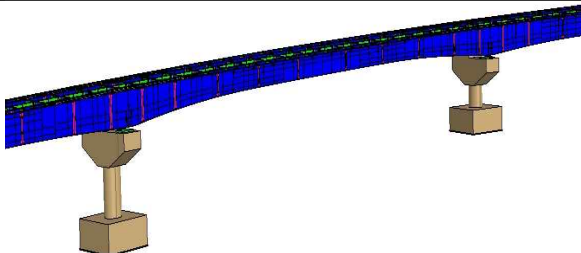
(4) 교량 형식별 비교에 대한 예시는 다음과 같다.



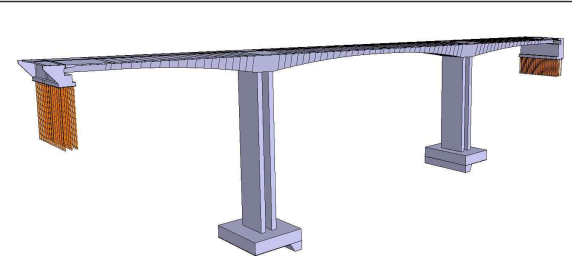
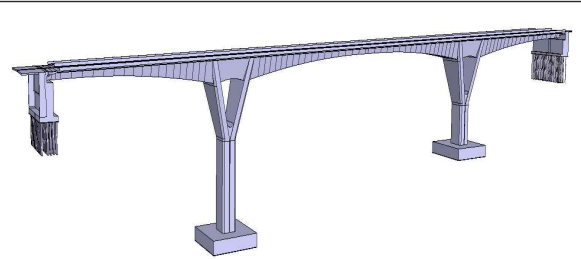
<그림 1.3.8> PSC Beam 계열의 비교

등단면 PSC Beam교	등단면 ST Box 거더교
	
<p>· 등단면 거더 계열의 경우 외형에 의한 변별력 없음.</p>	

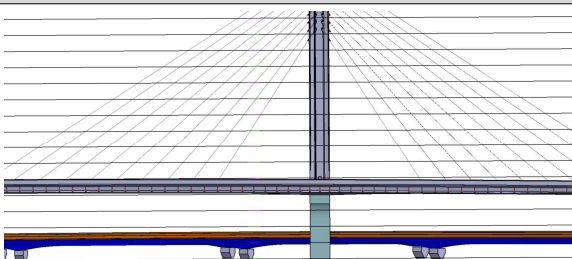
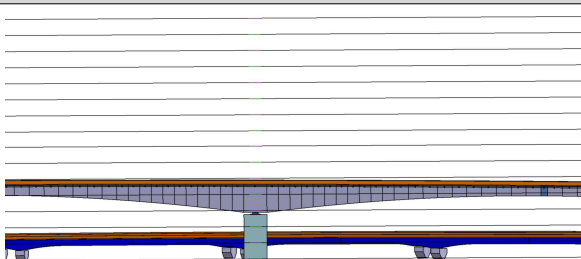
<그림 1.3.9> PSC Beam 계열과 등단면 ST Box 계열의 비교

등단면 ST Box 거더교	부등단면 ST Box 거더교
	
<p>· 부등단면 거더 계열의 경우 외형에 의한 변별력 있음.</p>	

<그림 1.3.10> 부등단면(콘크리트교 및 강교) 거더 계열의 비교

PSC 거더교(거더 및 하부형상 검토)	
	
<p>· 거더 및 하부형상에 의한 경관성, 개방성 등의 검토가 가능함.</p>	

<그림 1.3.11> 특수교량의 거더 비교

사장교	PSC 거더교
	
<p>· 거더 형상에 의한 경관성, 개방성 등의 검토가 가능함.</p>	

<그림 1.3.12> 특수교량 계열의 비교



### 1.3.3 실시 설계

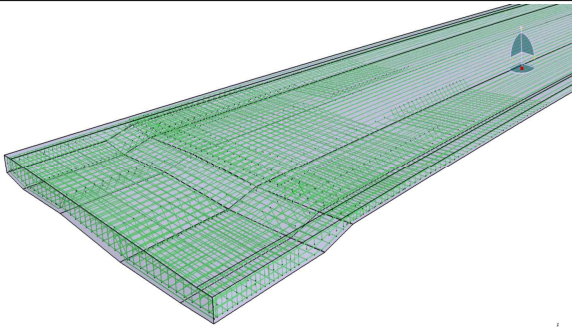
고속도로의 구조물 BIM 전면설계는 교량, 터널, 옹벽, 암거 등으로 구분할 수 있으며, 교량의 상부구조는 도로의 선형을 기준으로 설계되므로 평면선형, 종단선형, 횡단경사 등을 반영한 BIM 데이터를 작성하여야 한다.

고속도로 교량의 설계는 BIM 전면설계를 수행하므로 BIM 데이터의 표현수준은 철근을 포함하는 LOD 350 수준 이상으로 결정하여야 한다. 또한, BIM 데이터로부터 도면과 수량을 산출할 수 있도록 관련 정보를 수록하여야 한다.

#### 1) 상부 구조

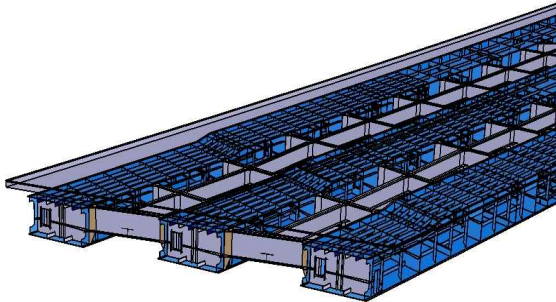
##### (1) 강교

- 바닥판의 BIM 데이터는 철근을 포함하는 LOD 350 수준 이상으로 적용한다.
- 철근의 겹이음부에 발생하는 용접과 기계식이음에 해당되는 커플러 등은 BIM 데이터에 포함하지 않는 것을 원칙으로 하나, 복잡한 구간으로 시공성 등의 검토가 필요한 경우에는 감독원과 협의에 의해 추가할 수 있다.

데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 슬래브 수량, 철근 등의 정보가 포함된 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교량위치</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• Elevation</li> <li>• 좌표</li> <li>• 철근</li> </ul>

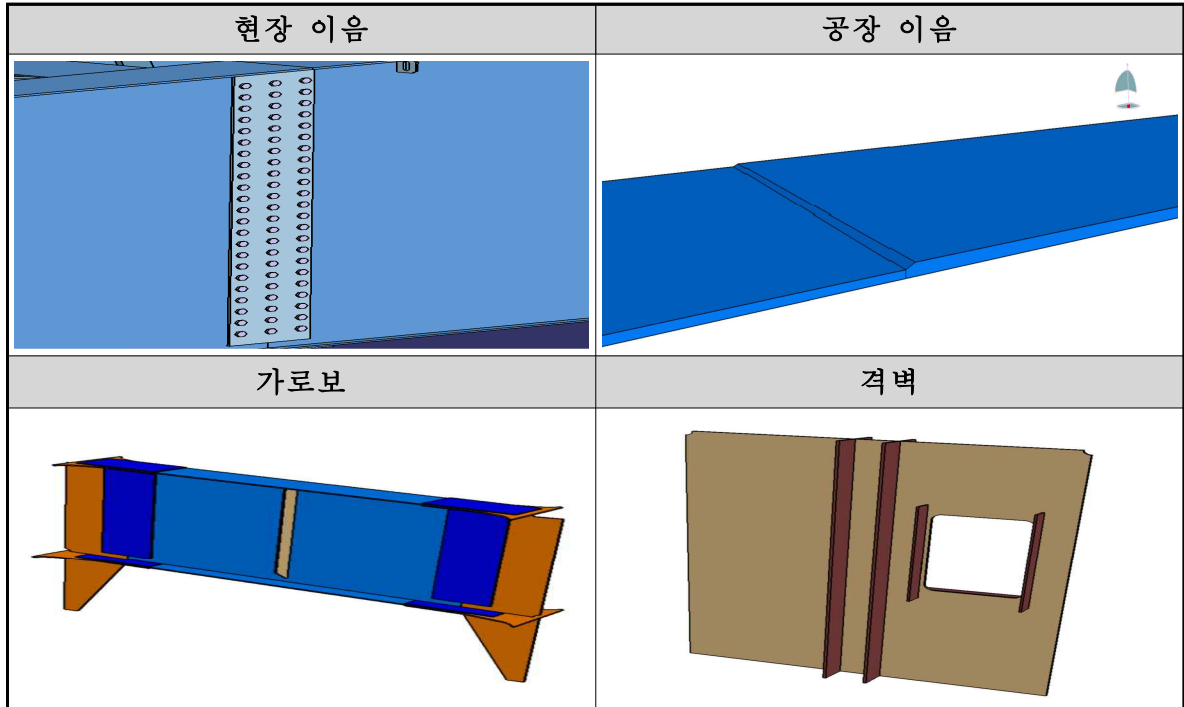
<그림 1.3.13> 바닥판의 BIM 전면설계

- 강 거더는 해당 중량과 도장 면적 등의 수량 산출이 가능도록 작성하여야 한다.

데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 플레이트의 두께, 가로보, 세로보 등이 표현된 상세 데이터</li> <li>• 현장이음 이음판 등 상세 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교량위치</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• Elevation</li> <li>• 좌표</li> <li>• 현장이음위치</li> </ul>

<그림 1.3.14> 바닥판의 BIM 전면설계

○ 강교의 세부 상세 BIM 데이터에 대한 예시는 다음과 같다.



<그림 1.3.15> 강 거더의 상세부 BIM 전면설계

(2) PSC Beam교(개량형 PSC Beam교 포함)

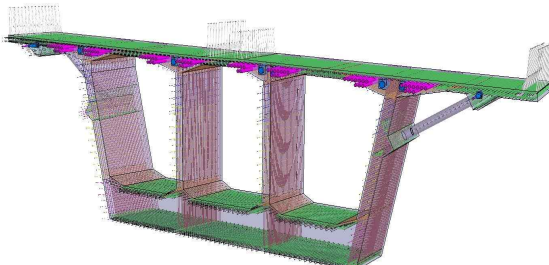
- 바닥판의 BIM 데이터는 철근을 포함하는 LOD 350 수준 이상으로 적용한다.
- 철근의 접이음부에 발생하는 용접과 기계식이음에 해당되는 커플러 등은 BIM 데이터에 포함하지 않는 것을 원칙으로 하나, 복잡한 구간으로 시공성 등의 검토가 필요한 경우에는 감독원과 협의에 의해 추가할 수 있다.
- 개량형 PSC Beam교의 경우 그 종류가 다양하며, 각 공법별 특히 또는 신기술을 보유한 전문업체의 고유 기술임을 고려하여 철근과 강선 등의 모델을 제외하는 LOD 300 수준으로 적용할 수 있으며, 감독원과 협의에 의해 BIM 데이터에 포함할 수 있다.

데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 거더 세부 형상 및 철근 등의 정보가 포함된 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• Elevation</li> <li>• 좌표</li> <li>• 철근</li> </ul>

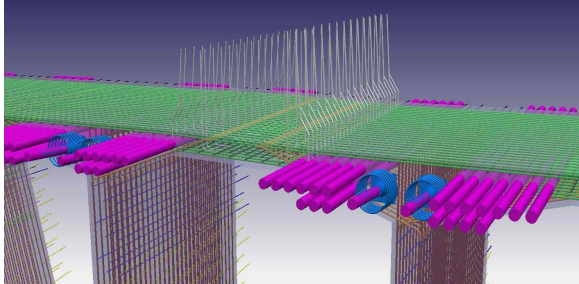
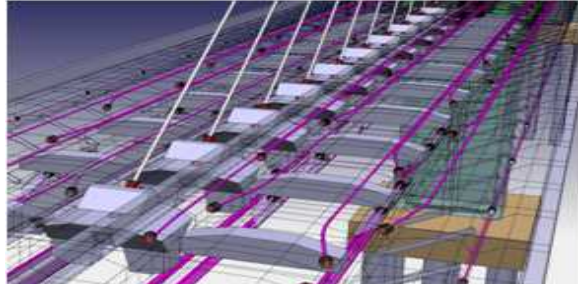
<그림 1.3.16> 개량형 PSC Beam의 BIM 전면설계

(3) 프리스트레스 박스 거더교

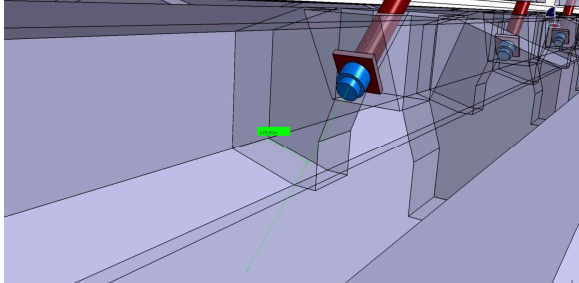
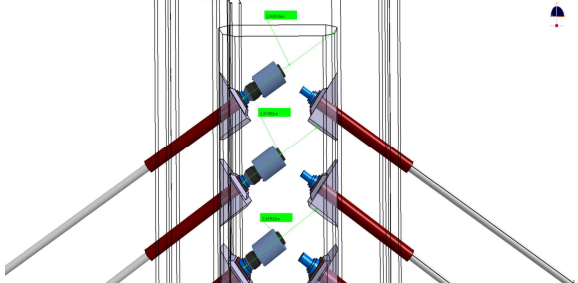
- 프리스트레스 박스 거더의 BIM 데이터는 철근을 포함하는 LOD 350 수준 이상으로 적용한다.
- 철근의 접이음부에 발생하는 용접과 기계식이음에 해당되는 커플러 등은 BIM 데이터에 포함하지 않는 것을 원칙으로 하나, 복잡한 구간으로 시공성 등의 검토가 필요한 경우에는 감독원과 협의에 의해 추가할 수 있다.
- 상부 거더의 BIM 데이터는 PS 강선, 정착구 등을 포함하여야 하며, 거더의 부등단면 또는 사장교의 보강형과 같이 형하고가 상대적으로 낮게 계획되는 경우 긴장장치에 의한 긴장 작업 공간의 확보 여부를 검토하여야 한다.

데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 거더 세부 형상 및 철근 등의 정보가 포함된 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• Elevation</li> <li>• 좌표</li> <li>• 철근</li> </ul>

<그림 1.3.17> 세그먼트 교량의 상부 BIM 전면설계

데이터 예시	데이터 예시
	

<그림 1.3.18> 정착장치 및 강연선의 BIM 전면설계

데이터 예시	데이터 예시
	

<그림 1.3.19> 긴장 작업 공간의 검토

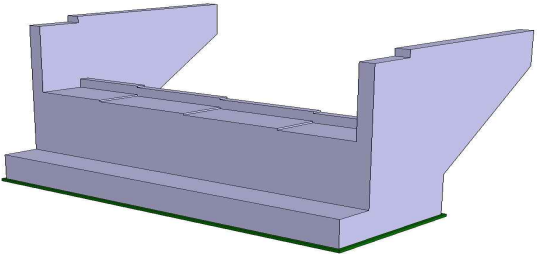
## 2) 하부 구조

교량의 하부구조는 도로의 선형을 기준으로 설계되므로 평면선형, 종단선형, 횡단경사 등을 반영한 BIM 데이터를 작성하여야 한다.

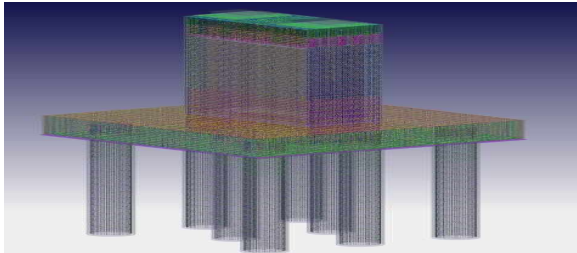
고속도로 교량의 설계는 BIM 전면설계를 수행하므로 BIM 데이터의 상세 수준은 철근을 포함하는 LOD 350 수준 이상으로 결정하여야 한다. 또한, BIM 데이터로부터 도면과 수량을 산출할 수 있도록 관련 정보를 수록하여야 한다.

### (1) 교대

- 교대의 BIM 데이터는 철근을 포함하는 LOD 350 수준 이상으로 적용한다.
- 철근의 겹이음부에 발생하는 용접과 기계식이음에 해당되는 커플러 등은 BIM 데이터에 포함하지 않는 것을 원칙으로 하나, 복잡한 구간으로 시공성 등의 검토가 필요한 경우에는 감독원과 협의에 의해 추가할 수 있다.
- 도로선형의 횡단경사 구성에 의해 발생하는 교좌면의 단차 계획은 BIM 데이터에 포함하여야 하며, 벽체 등의 균열 방지를 목적으로 하는 줄눈은 BIM 데이터 작성에서 제외가 가능하다.
- 교대 전면과 날개벽 외측면 등에 문양 거푸집이 적용된 경우 문양은 BIM 데이터에서 제외가 가능하며, 감독원과 협의에 의해 BIM 데이터에 적용할 수 있다.

데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교좌면, 교량받침 등 세부 제원이 표현된 상세 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 폭원, 높이</li> <li>• Elevation</li> <li>• 좌표</li> <li>• 날개벽, 교좌면</li> </ul>

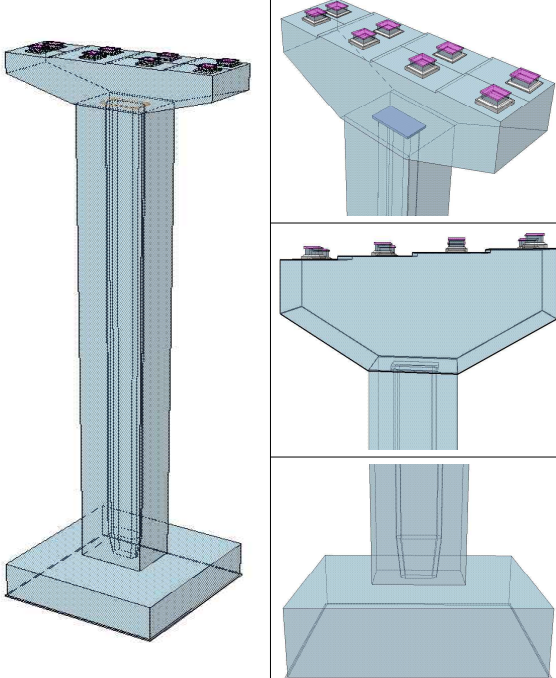
<그림 1.3.20> 교대 형상의 BIM 전면설계

데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 철근 등이 표현된 상세 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 폭원, 높이</li> <li>• Elevation</li> <li>• 좌표</li> <li>• 날개벽, 교좌면</li> <li>• 철근</li> </ul>

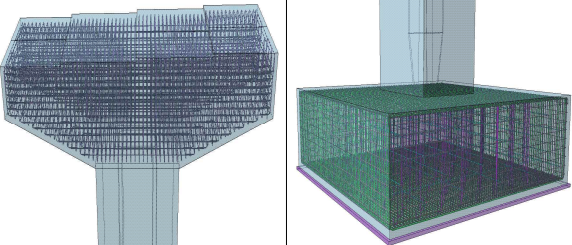
<그림 1.3.21> 교각 철근의 BIM 전면설계

(2) 교각

- 교각의 BIM 데이터는 철근을 포함하는 LOD 350 수준 이상으로 적용한다.
- 철근의 접이음부에 발생하는 용접과 기계식이음에 해당되는 커플러 등은 BIM 데이터에 포함하지 않는 것을 원칙으로 하나, 복잡한 구간으로 시공성 등의 검토가 필요한 경우에는 감독원과 협의에 의해 추가할 수 있다.
- 도로선형의 횡단경사 구성에 의해 발생하는 교좌면의 단차 계획은 BIM 데이터에 포함하여야 하며, 벽체 등의 균열 방지를 목적으로 하는 줄눈은 BIM 데이터에서 제외가 가능하다.
- 코핑부에 경관을 위하여 문양 거푸집이 적용된 경우 문양은 BIM 데이터에서 제외가 가능하며, 감독원과 협의에 의해 BIM 데이터에 적용할 수 있다.

데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교좌면, 교량받침 등 세부 제원이 표현된 상세 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 폭원, 높이</li> <li>• Elevation</li> <li>• 좌표</li> <li>• 날개벽, 교좌면</li> </ul>

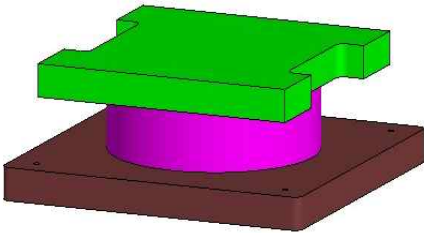
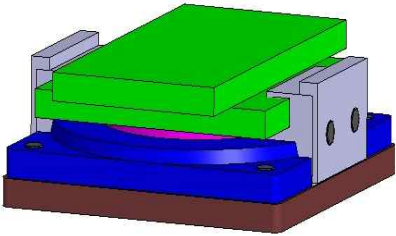
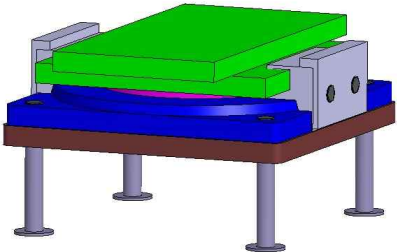
<그림 1.3.22>교각의 BIM 전면설계

데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 철근 등이 표현된 상세 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 폭원, 높이</li> <li>• Elevation</li> <li>• 좌표</li> <li>• 날개벽, 교좌면</li> <li>• 철근</li> </ul>

<그림 1.3.23>교각의 BIM 전면설계

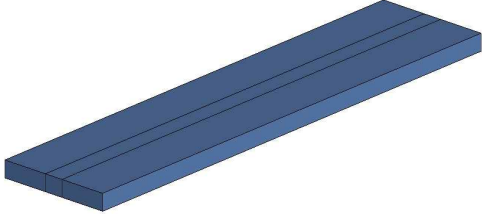
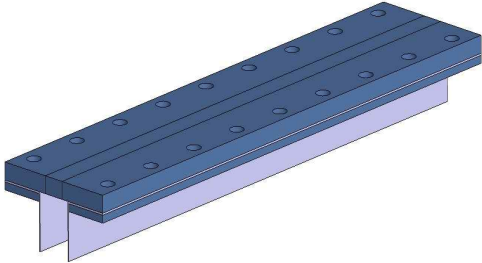
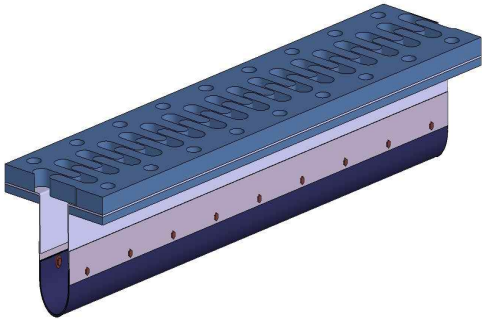
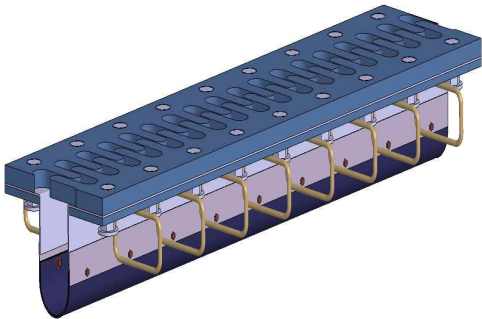
### 3) 부대공

- (1) 부대공의 BIM 데이터는 대상에 따라 LOD 200~350 수준으로 선택적으로 적용할 수 있다.
- (2) 방호벽, 중분대와 같이 철근을 포함하는 대상에 대해서는 LOD 350 수준을 적용하며, 신축이음과 교량 받침 등 제품적 요소가 강한 대상의 경우 필요에 따라 LOD 수준을 적용할 수 있다.
- (3) 제품적 요소가 강한 부대 시설은 LOD 수준을 높일 필요는 없으나, 신축 유간의 확인, 교량 받침 형상공간 및 설치 가능성 등을 확인하기 위하여 필요한 제원은 정확하게 표현하여야 하며 규격, 제원, 특성 등에 관한 속성 정보는 포함하여야 한다.
- (4) 교량 받침의 형상 수준은 아래와 같으며, 교좌면에 배치되는 철근과의 간섭 여부 등의 검토 필요성에 따라 LOD 수준을 선택적으로 결정, 적용한다.

구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 100		<ul style="list-style-type: none"> <li>받침 높이, 크기 등 제원 확인이 가능한 정보가 포함된 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>위치</li> <li>높이</li> <li>크기</li> <li>Elevation</li> <li>좌표</li> <li>받침용량 및 규격 등</li> </ul>
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>플레이트, 받침형상 등이 표현된 상세 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>위치</li> <li>높이</li> <li>크기</li> <li>Elevation</li> <li>좌표</li> <li>받침용량 및 규격 등</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>앵커 등이 표현된 상세 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>위치</li> <li>높이</li> <li>크기</li> <li>Elevation</li> <li>좌표</li> <li>앵커</li> <li>받침용량 및 규격 등</li> </ul>

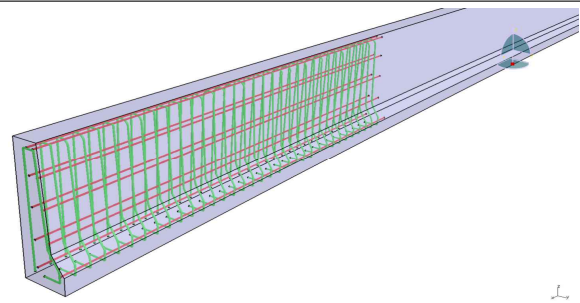
<그림 1.3.24> 교량받침 LOD 수준 예시

(5) 신축이음의 형상 수준은 아래와 같으며, 설치를 위한 신축유간 및 블록아웃의 제원, 설치를 위한 철근과의 간섭 여부 등의 검토 필요성에 따라 LOD 수준을 선택적으로 결정, 적용한다.

구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 100		<ul style="list-style-type: none"> <li>설치위치 판단이 가능한 형상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>위치</li> </ul>
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>신축이음 장치의 크기 확인이 가능한 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>위치</li> <li>크기</li> <li>신축용량 및 규격 등</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>신축이음 장치의 종류 및 형상 확인이 가능한 세부 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>위치</li> <li>크기</li> <li>형상</li> <li>종류</li> <li>신축용량 및 규격 등</li> </ul>
LOD 350		<ul style="list-style-type: none"> <li>후크 철근 등 시공을 위한 상세 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>위치</li> <li>크기</li> <li>형상</li> <li>종류</li> <li>철근</li> <li>신축용량 및 규격 등</li> </ul>

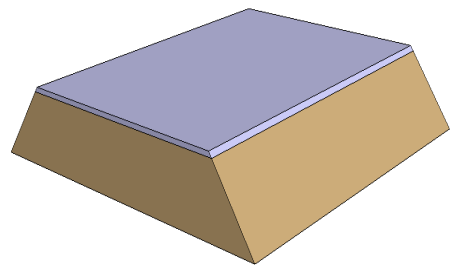
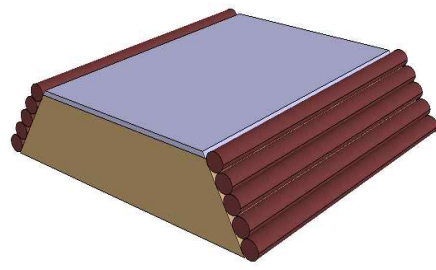
<그림 1.3.25> 신축이음 LOD 수준 예시

(6) 방호벽 및 중앙분리대의 형상 수준은 아래와 같으며, 철근 수량을 포함하는 수량 산출과 도면 산출이 가능한 LOD 350 수준을 적용하며, 필요시 전선관 (PVC 관) 등을 포함할 수 있다.

데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 철근 등이 표현된 상세 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 높이</li> <li>• 폭</li> <li>• Elevation</li> <li>• 좌표</li> <li>• 철근</li> </ul>

<그림 1.3.26> 방호벽의 BIM 전면설계

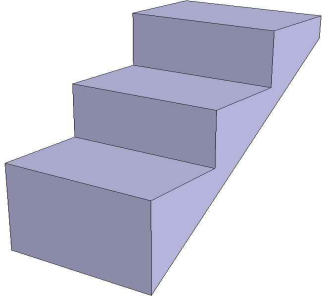
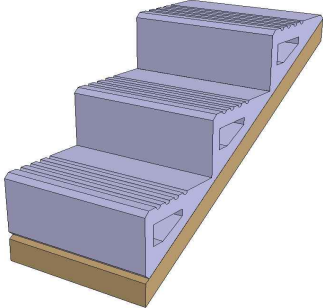
(7) 가·축도의 형상 수준은 아래와 같으며, 가·축도를 형성하는 성토재와 포장층 (보조기층재 등)의 모델링과 경사면 보호를 위한 마대 쌓기 등의 공종을 추가 하여 결정할 수 있으며, 필요시 가배수관 등의 데이터를 포함하여 결정할 수 있다.

구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가도 종단경사 등이 표현된 상세 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 길이</li> <li>• 폭</li> <li>• Elevation</li> <li>• 좌표</li> <li>• 종단경사</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가배수관, 마대쌓기 등이 표현된 상세 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 길이</li> <li>• 폭</li> <li>• Elevation</li> <li>• 좌표</li> <li>• 가배수관</li> <li>• 마대쌓기</li> </ul>

<그림 1.3.27> 가·축도 LOD 수준 예시

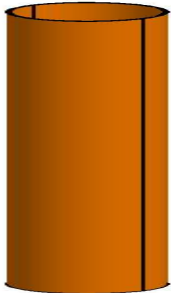
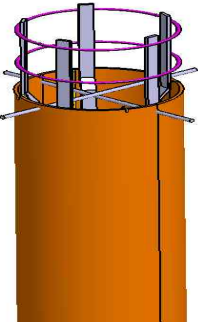


(8) 점검계단의 형상 수준은 아래와 같으며, 점검 계단의 형상 또는 점검계단을 형성하는 재료를 필요에 따라 LOD 수준을 선정하여 결정할 수 있다.

구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 폭, 길이 등 제원 확인이 가능한 정보가 포함된 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 형상</li> <li>• 길이</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 형식, 두께 등이 표현된 상세 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 종류</li> <li>• 형상</li> <li>• 길이</li> <li>• 두께</li> </ul>

<그림 1.3.28> 점검계단 LOD 수준 예시

(9) 강관말뚝의 형상 수준은 아래와 같으며, 필요에 따라 LOD 수준을 선정하여 결정할 수 있다.

구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 말뚝 두께 등이 표현된 상세 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 길이</li> <li>• 직경</li> <li>• Elevation</li> <li>• 좌표</li> <li>• 말뚝 형식</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 말뚝 두부보강 등이 표현된 상세 데이터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 길이</li> <li>• 직경</li> <li>• Elevation</li> <li>• 좌표</li> <li>• 말뚝 형식</li> <li>• 두부보강</li> </ul>

<그림 1.3.29> 강관말뚝 LOD 수준 예시

## 1.4 터널분야 BIM 전면설계

국내 터널 적용분야는 도로, 철도 및 지하철, 전력구, 통신구, 수로, 상하수도 등에 터널 기술의 발전에 힘입어 환경친화적인 구조물 계획, 복잡한 지장물 통과, 공사 중 교통체증 해소 등의 측면에서 터널 적용 분야가 다양화되고 있다.

기존 2차원 설계는 계획단계에서 지반 및 지층, 평면 및 종단 선형, 갱구부 위치 및 갱문형식, 경관 등 종합적인 검토에 필요한 자료가 입체적인 공간정보(3차원)가 아닌 2차원 형태의 단순정보가 제공되므로 최적 터널 계획을 어렵게 하거나 소요 시간이 늘어나게 하는 등 한계점을 보이고 있다.

이런 현상은 상세설계에서도 똑같이 나타나고 있다. 예를 들면, “편경사 변화구간, 이원화 단면 변화구간, 곡선반경구간”의 2차원 설계에서는 실제적인 터널 단면 변화양상 묘사가 불가능하고 “본선-피난연결통로 접속부, 본선-지하환기소 접속부, 본선 분기구간” 등 3차원적으로 복잡하게 연결된 구조물에서의 도면 작성, 수량 산출에 많은 어려운 점이 있었다.

3차원 BIM 설계는 터널계획에 참여하는 관계자(발주처, 설계사 등)의 시각적·공간적인 이해 증진(예 : 3차원 지형 및 지반 정보, 구조물 형상정보 등)과 판단에 필요한 다양하고 신속한 정보(토피고 및 지층두께, 비탈면 경사 및 높이, 구조물 연장 및 높이 등)를 제공하므로 최적 터널 계획의 중요한 역할을 할 수 있다.

이런 장점이 많은 BIM 설계 도입을 위하여 십여년 세월이 지났으나 토목분야에서는 큰 도약을 못하고 있는 실정이다. 그리고 현재 BIM 관련 자료들은 대부분 BIM 병행수행 방식에 대한 자료들이 차지하고 있고, BIM 전면수행 방식을 위한 자료나 지침 등이 부족한 실정이다. 특히, 터널분야에 대한 BIM 전면 설계 자료는 거의 없는 실정이다.

터널분야 BIM 설계 지침은 국내 고속도로 터널설계의 설계기준과 방침에 따라서 갱구 위치 및 갱문형식 선정, 터널 단면 계획, 지보 계획 등 기존 설계방식의 터널 설계방법을 대체하여, 터널계획에서부터 상세설계까지 기본적인 공종에 대한 BIM 데이터 작성 방법과 필요한 정보를 제시하며, 3차원 터널 BIM 설계 관계자(발주처, 시공사, 설계사, 감리단 등)의 이해를 증진시키고 실질적인 터널 BIM 설계를 할 수 있도록 하는데 본 지침의 목적이 있다.

### 1.4.1 BIM 데이터 표현수준 및 작성 기준

#### 1) BIM 데이터 표현수준

<표 1.4.1> BIM 데이터 표현수준(LOD, Level of Development)의 적용

구분	주요 내용	적용 LOD	BIM 데이터 예시
기본 설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>비교 노선 검토에 적용되는 구조물</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LOD 200</li> </ul>	
실시 설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>터널 갱구 위치 및 갱문형식 검토</li> <li>터널 단면 검토</li> <li>상세 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LOD 200</li> <li>LOD 200~300</li> <li>LOD 200~350</li> </ul>	

#### 2) BIM 데이터 작성 기준

<표 1.4.2> BIM 데이터 작성기준(LOD, Level of Development)

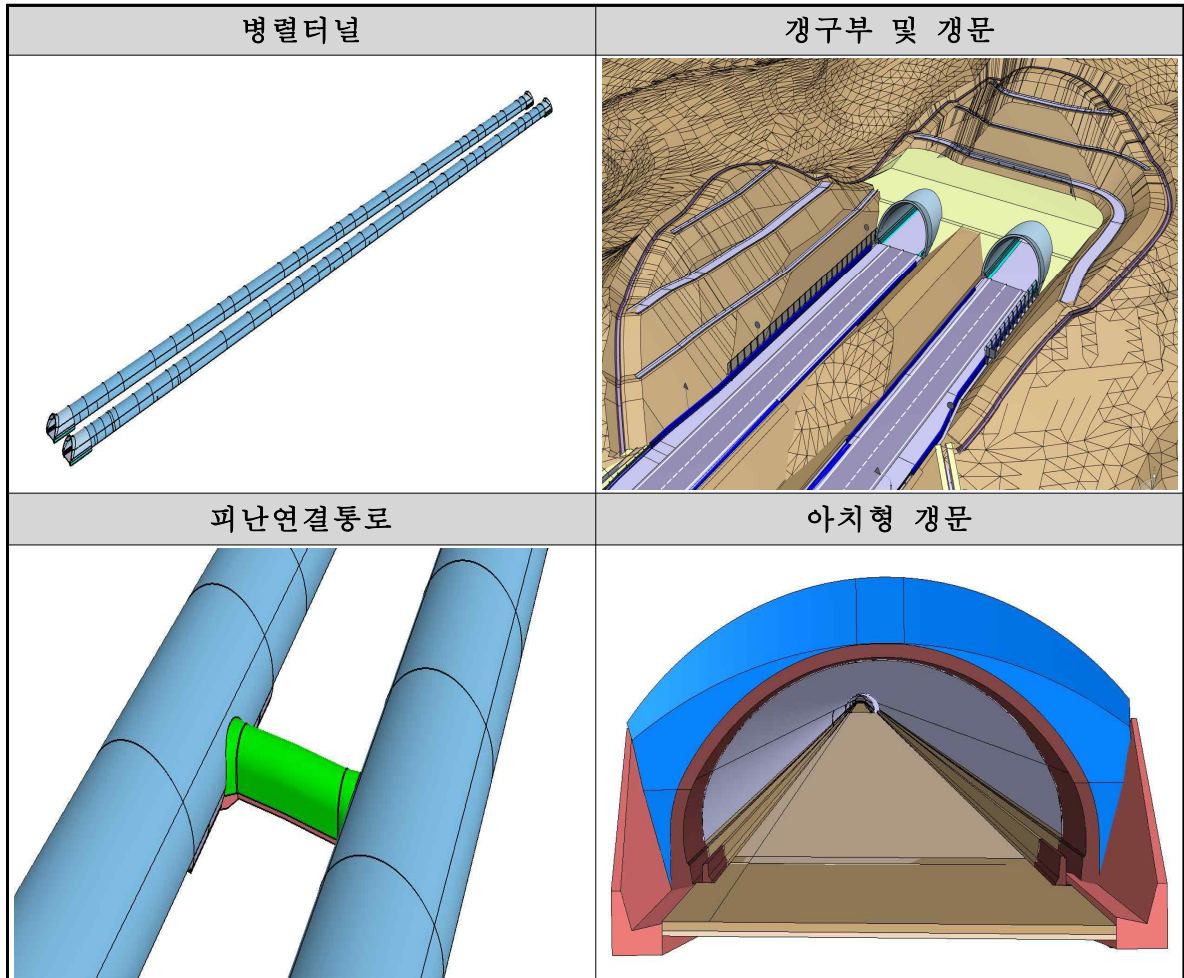
구분		대상 구조물	적용 LOD
실시 설계 (상세 설계)	<ul style="list-style-type: none"> <li>일반 구조물</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>설계사 업무에 의해 계획되는 구조물 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>굴착, 슛크리트, 라이닝, 여굴 등</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>목적 구조물</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전문 회사에서 특허, 신기술에 의해 계획되는 구조물</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>깎기부 옹벽, 선진 보강 그라우팅 등</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>자재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제품으로 설계에 반영되는 시설물</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>록볼트, 강지보, 배수관 등</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>가설 구조물 및 기타</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>목적 구조물을 생산하기 위해 시공 중 발생하는 구조물</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>공사 중 설비, 동바리, 비계 등</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>200~350</li> <li>300</li> <li>200~300</li> <li>작성 제외 (필요시 시공 중 작성)</li> </ul>

### 1.4.2 터널 계획

#### 1) 일반 사항

- (1) 터널 계획은 지역 및 주변 현황, 지형 및 지반 조건, 토지이용 현황 및 장래 전망 등과 터널 건설의 목적과 기능, 공사의 안전성과 시공성, 공법의 적용성, 경제성 등을 종합적으로 고려하여 터널 위치 및 형식을 선정하여야 한다. 터널의 안전성 및 경제성, 유지관리 측면 등은 3차원 BIM 설계와는 별도로 기존 2차원 설계 개념과 동일하게 계획하고, 다음의 고려사항을 계획단계의 BIM 데이터에 반영하여야 한다.

- ① 노선의 3차원 선형(평면, 종단 등), 지형 및 지층(계곡부, 편경사, 급변구간 등)
- ② 갱구 위치 및 갱문(경관, 토피고, 필라폭 등)
- ③ 민원 발생 예방(소음 및 진동 등)

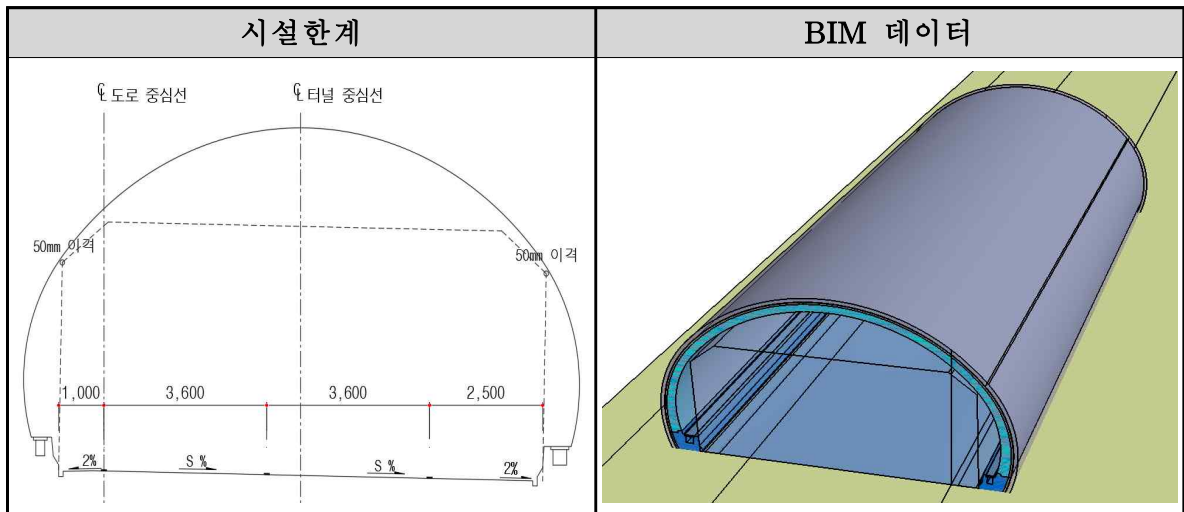


<그림 1.4.1> 터널 주요주간의 BIM 데이터 예시

(2) 터널 계획을 위한 BIM 모델의 주안점

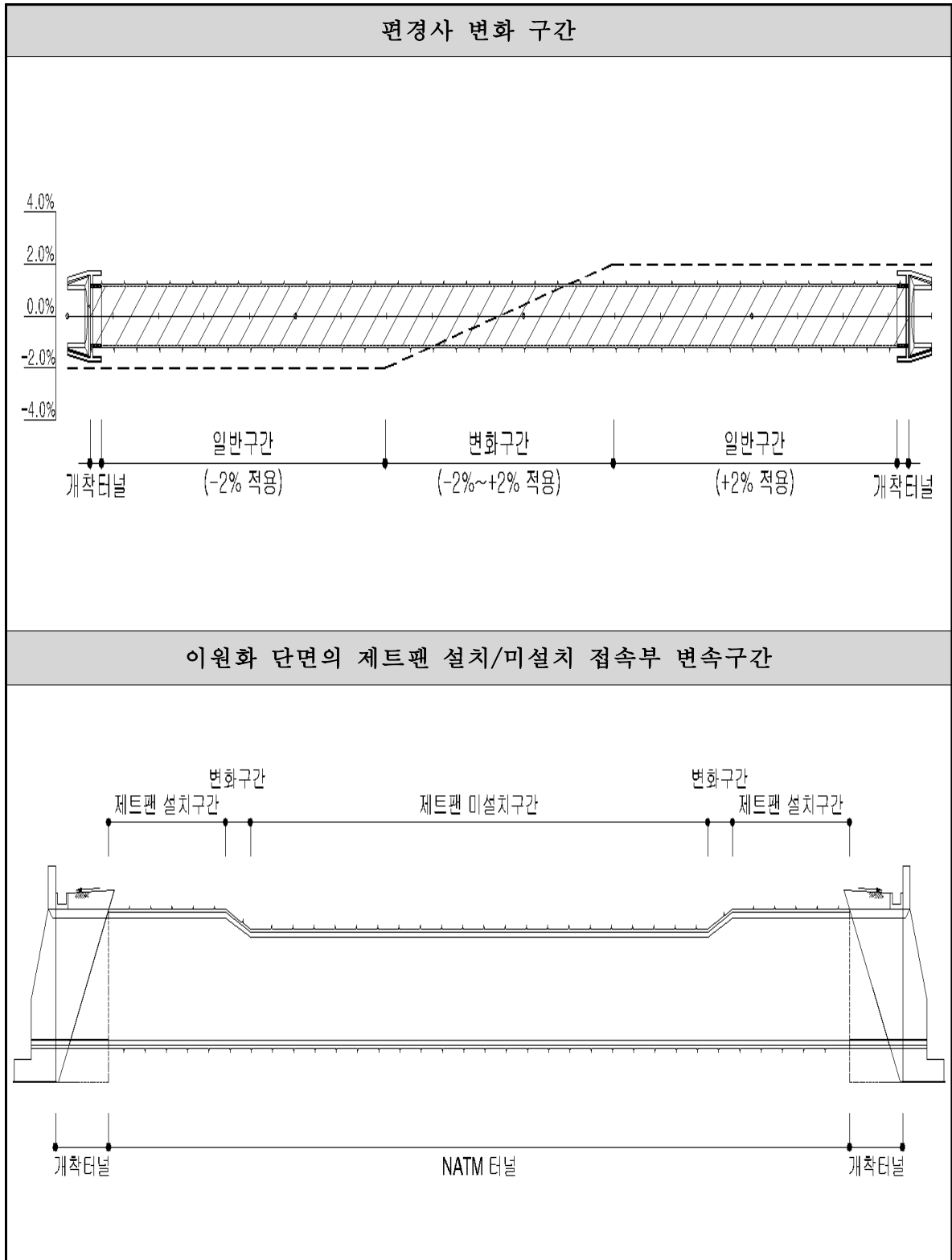
- 터널 평면 선형은 가능한 직선으로 계획하되 주변 여건, 지형 현황, 지반 조건 및 터널 연장 등을 감안하여 곡선으로 계획할 경우 가능한 곡선 반경을 크게 하여야 한다. 곡선 반경이 작을 경우는 주행속도, 정지시거 등 터널 주행 안전성에 문제가 발생할 수 있어 터널 측면에서는 불리할 수 있다.
- 또한, 종단선형은 주행안정성, 터널 내 배수 및 시공성, 최소토피, 환기 및 방재 등을 종합적으로 고려해서 계획되어야 한다. 따라서, 3차원 BIM 데이터를 이용하여 지형과의 교차각(좌우), 자연비탈면경사, 편경사 지형, 갱구부 토피고, 종단구배 등 검토하여 터널계획을 수행하여야 한다. 이때 BIM 데이터는 LOD 200 수준 정도로 하고 3차원 지형 정보를 고려하여 검토한다.

- 2개 이상의 병설터널로 계획하는 경우에는 터널 단면의 크기와 굴착대상 지반의 공학적 특성을 감안하여 터널공사로 인한 영향이 미치지 않는 범위 까지 충분히 이격시켜야 한다. 기존 설계방식과 마찬가지로 이론적 방법, 수치해석방법, 관련 설계기준 및 방침 등을 참조하여 적정 필라 폭을 산정한다. 3차원 BIM 데이터의 표현 수준을 LOD 200 정도로 해서, 산정된 필라 폭이 확보되는 위치를 개략적으로 검토한다. 적정 이격거리 미확보 시에는 상세설계단계의 BIM 데이터 작성 시 보강공 범위, 위치 및 수량 등의 정보를 추가해야 한다.
- 내공단면은 터널의 목적 및 기능, 평면선형에 따른 편경사 등을 고려하여 시설한계를 설정, 터널 내 제반설비의 시설공간, 유지관리에 필요한 여유폭 등을 반영하여야 한다. 설계기준 및 방침 등을 참고하여 편경사별 시설한계를 3차원 BIM 데이터로 작성한 후 내공단면을 작성, 콘크리트 라이닝, 숏크리트, 여굴 두께 등을 준수하여 3차원 BIM 데이터 굴착 단면을 작성하여야 한다.



<그림 1.4.2> 터널 단면 BIM 데이터 예시

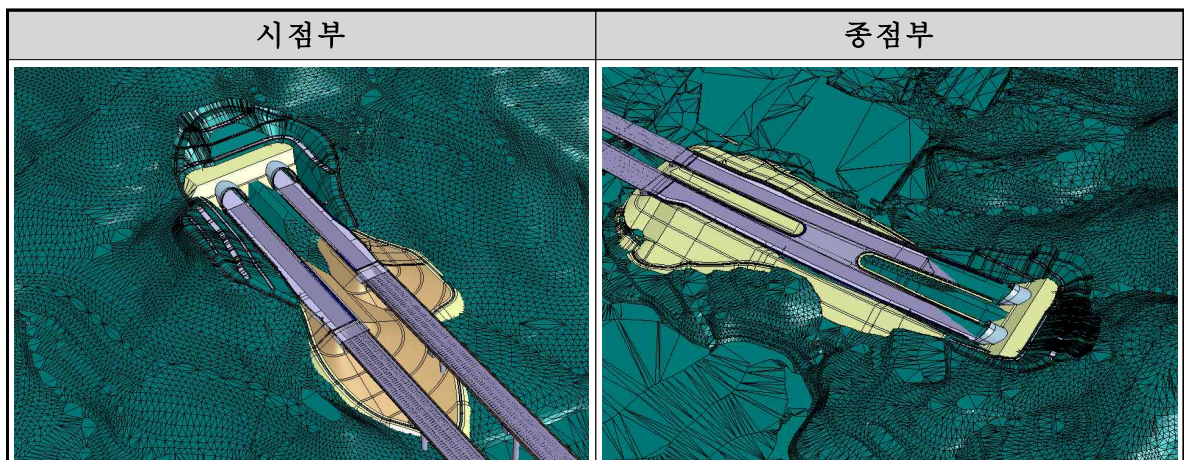
- 터널 내에서 편경사 변화구간과 이원화 단면의 제트팬 설치/미설치 접속부 변화구간 등에서는 단면 변화양상이 직접 표현되도록 3차원 BIM 데이터를 작성하여야 한다.



<그림 1.4.3> 편경사 및 이원화 단면에 대한 단면 변화 구간 예시

2) 최적 노선 선정 시 터널 BIM 설계(노선 자문·VE 단계)

- (1) 최적 노선 선정을 위한 여러 대안 노선에 대한 비교안들은 3차원 BIM 데이터로 작성하며, 평면 및 종단 선형, 지형 및 지층, 터널 시·종점부 위치(갱구부) 등 최소한의 정보가 모델에 포함되어야 한다.
- (2) 최적 노선 선정 단계에서는 노선을 구성하는 교량, 터널 등 시설물에 대한 계획보다는 노선 전반에 대한 계획의 적정성을 검토하는 단계이므로 터널 BIM 데이터는 LOD 200 수준 정도로 낮추어 검토할 수 있다. 터널 갱구 및 갭문 이외 지층에 있는 본선내 BIM 데이터는 현 단계에서는 작성할 필요가 없다.(상세 BIM 설계에서 작성) 갱구부의 종·횡단 경사 및 시·종점부 위치, 터널 높이(적정 토피고)는 개략적으로 반영되어야 한다.
- (3) 터널 계획시 3차원 BIM 데이터의 평면 및 종단 선형, 지형 및 지층 등 3차원 정보를 활용하여 터널 시·종점부 갱구 및 갭문 위치에 대한 검토가 가능해야 한다. 특히, 계곡부인지, 편토압 지형인지, 지형급변구간인지 등 최소한의 지형 정보로 터널 시·종점부 위치를 개략적으로 검토한다. 이후 노선 확정 후 “갱구 위치 및 갭문 형식 선정” 단계에서 발주처, 설계사 등 관계자들이 노선 선정 때보다 많은 3차원 BIM 데이터 정보(측량 및 지반조사 결과가 반영된 지형 및 지층 정보, 터널제원)를 활용하여 터널 시·종점부 갱구위치와 갭문 형식을 최종 확정한다.
- (4) 3차원 BIM 데이터를 통하여 터널 시·종점부의 진입로 위치, 비탈면 현황 등을 검토할 수 있다. 특히, 터널 갱구부 시공중 설계사와 시공사간 분쟁이 빈번히 일어나는 갱구부 깎기 비탈면의 범위에 대한 오차는 3차원 지형 및 지층 정보를 활용한 BIM 데이터를 활용함으로써 그 오차를 최소화할 수 있다.



<그림 1.4.4> 터널 시·종점부 갱구부 및 갭문 BIM 데이터 예시

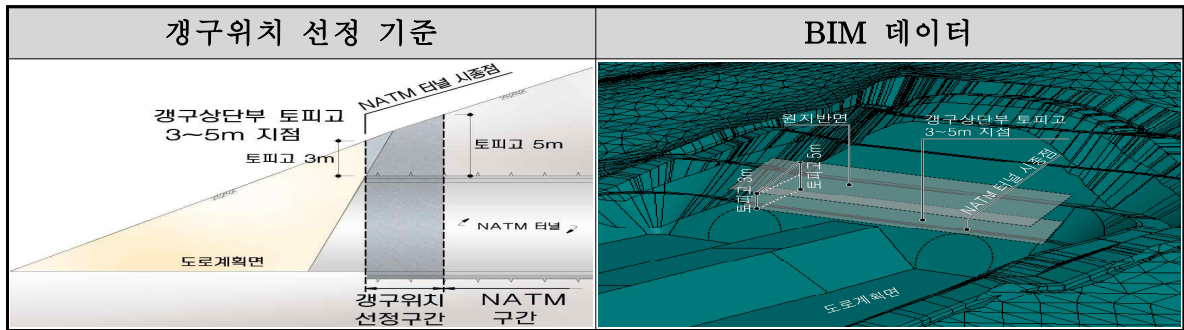
3) 갱구 위치 및 갱문 형식 선정

- (1) 갱구 위치 및 갱문 형식 선정할 경우, 반드시 측량 및 지반조사 결과가 반영된 지형 및 지층 정보와 최종 노선 정보가 포함된 3차원 BIM 데이터를 이용해야 한다. 이 BIM 데이터 정보를 통하여 발주처, 설계사 등 관계자들의 시각적/공간적 이해 증진과 3차원 정보 공유로 갱구 위치 및 갱문 형식 선정 단계에서 보다 면밀한 검토/분석이 이루어질 수 있다.

<표 1.4.3> 갱구 위치 및 갱문 형식 선정시 BIM 설계

구 분	표현수준	BIM 데이터 (필요 정보)
· 갱구위치	LOD 200	지형 및 지층 정보, 토피고(암, 토사층) 등
· 갱문형식	LOD 200~300	지형 및 지층 정보, 비탈면(경사, 높이) 등

- (2) 갱구 위치 선정 단계에서 선형조건(평면곡선구간, 종곡선), 지형 및 지층(터널 노선축과 지형의 교차각, 계곡부, 하천, 지형 및 지층 급변구간, 편경사, 토피고 등), 주변현황(지장물, 보완물건) 등의 터널 노선 축에서의 횡방향·종방향 3차원 BIM 데이터 정보를 면밀히 검토하여 감독원과 설계사 등 관계자들의 협의로 결정한다.



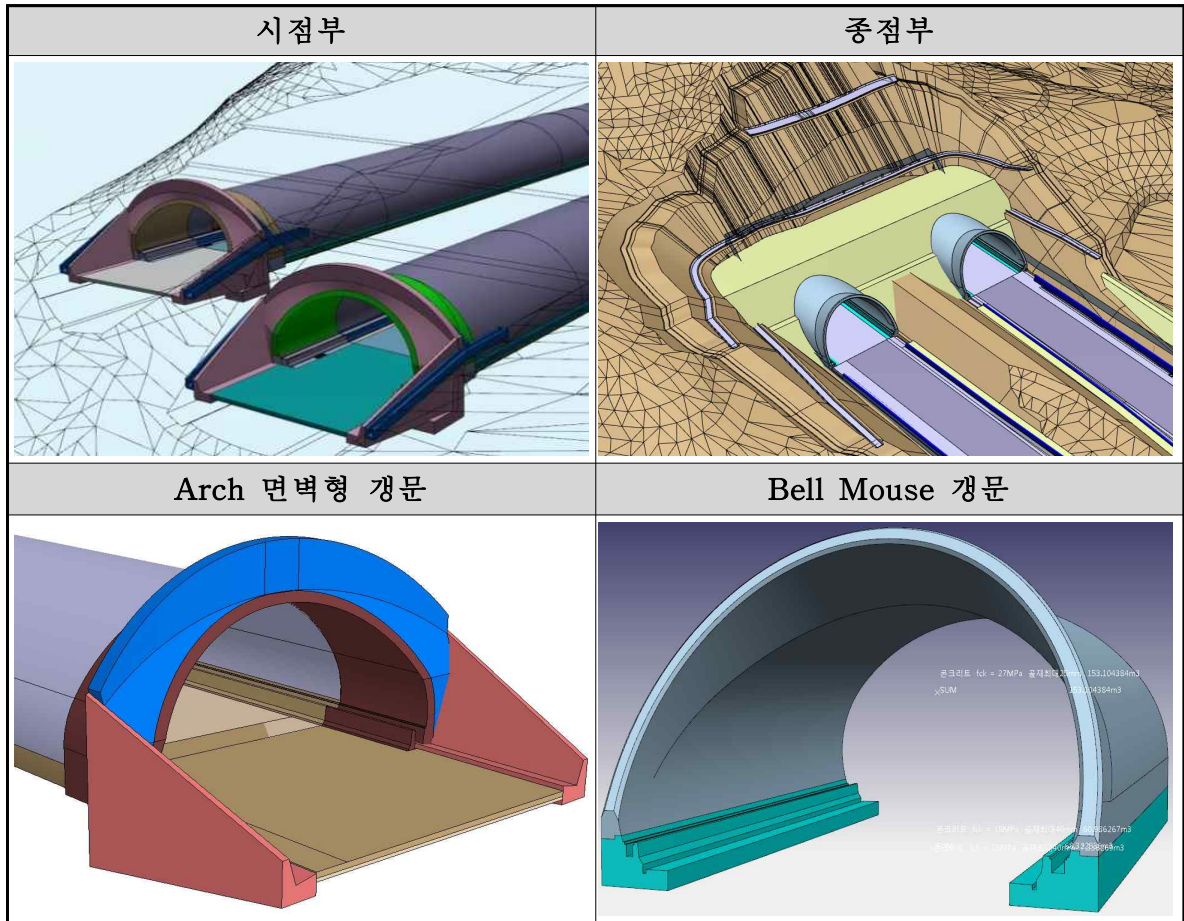
<그림 1.4.5> 갱구위치 선정 BIM 데이터 예시

- (3) 갱문 형식 선정은 3차원 BIM 데이터 정보에서 갱구부 자연비탈면 경사와 특수지형(편토압, 배수, 낙석 등) 여부 등을 분석하여 Bell Mouth 변형, Bird Beak형, Arch 면벽형 갱문중 적정 갱문형식을 감독원과 설계사 등 관계자들의 협의로 선정한다.

Bell Mouse 갱문	Bird Beak 갱문	Arch 면벽형 갱문
- 자연비탈면 경사 30°미만	- 자연비탈면 경사 30°이상, 편토압 없는 구간	- 자연비탈면 경사 30°이상, 편토압 구간 - 옹벽형에 유리한 지형

<그림 1.4.6> 갱문형식 선정 기준



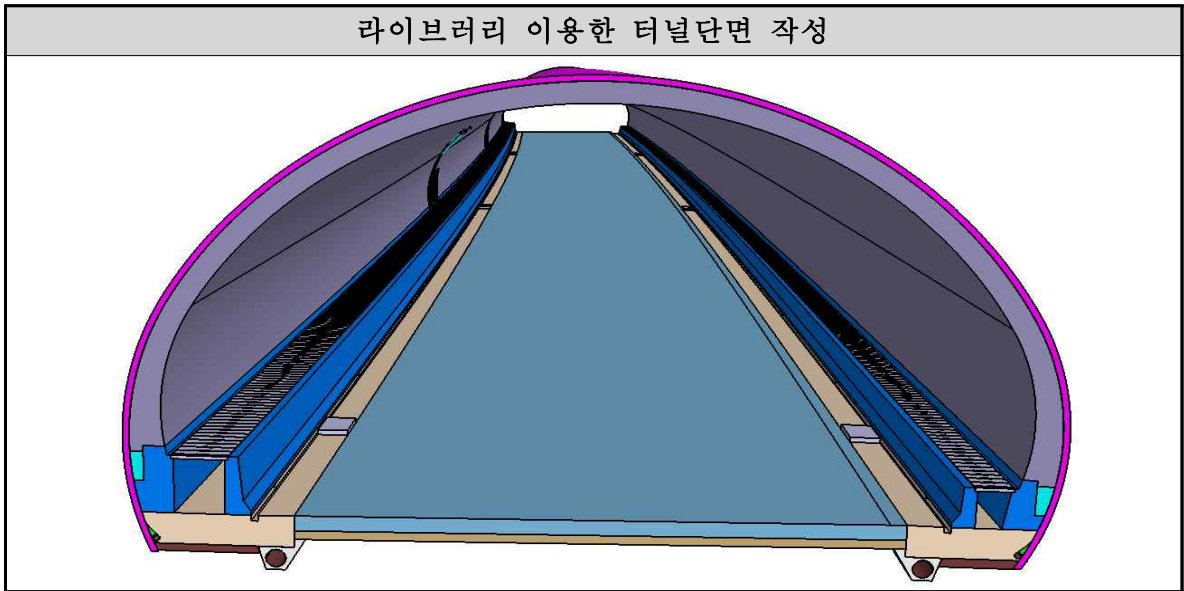


<그림 1.4.7> 터널 시·종점부 및 갯문형식 BIM 데이터 예시

#### 4) 터널 단면 계획

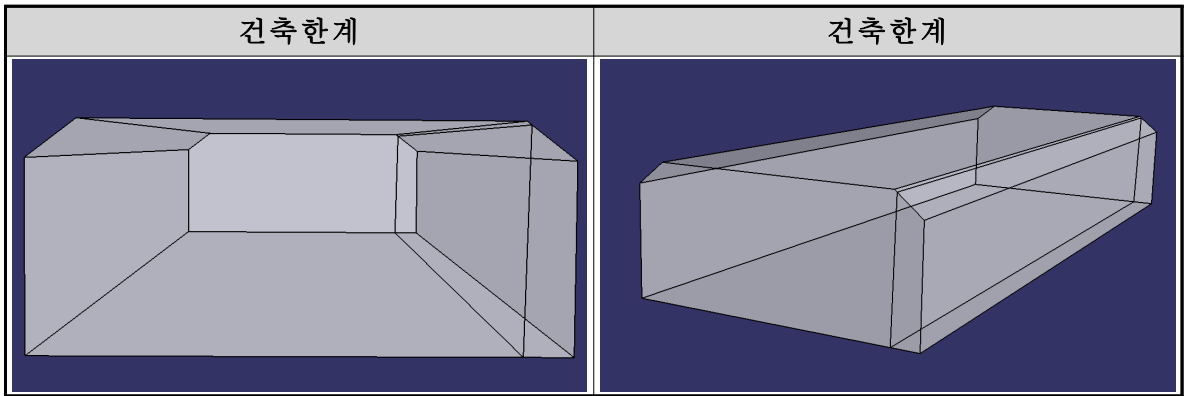
- (1) 터널의 단면에 대한 3차원 BIM 데이터를 작성할 경우에는 터널의 사용 목적/용도 및 기능에 따라 소요시설한계와 선형조건에 따른 편경사, 터널 내의 제반설비 시설공간, 유지관리에 필요한 여유폭 등을 고려해야 하며 시공중 터널 변형 등의 시공오차에 대한 여유를 예상하여 결정하여야 한다. 또한, 터널의 편평율, 시공성, 경제성을 고려하여 최종적인 단면을 선정해야 한다.
- (2) 터널 단면에 대한 3차원 BIM 데이터의 표현수준은 설계도 및 수량산출, 감독원 협의, 시공 및 유지관리 등을 고려하여 LOD 200~350 정도로 하여 각각 공종별/항목별로 구분하여 라이브러리(굴착, 슛크리트, 록볼트, 라이닝, 맨암거, 집수정 등)를 작성한다. 이렇게 작성된 라이브러리를 각 지보패턴에 맞게 조정한 후(연장, 여굴 두께, 라이닝 및 슛크리트 두께 등) 해당 공종별 라이브러리를 조합하여 지보패턴별 터널 단면을 완성한다. 이러한 라이브러리를 이용하는 방법은 터널 단면 BIM 데이터를 작성하는 하나의 예시이므로 BIM 저작도구 기능에 맞게 터널 단면의 BIM 데이터를 작성할 수 있다.

(3) 다음의 그림은 각 공종별/항목별 라이브러리를 조합하여 완성된 터널 단면 3차원 BIM 데이터에 대한 예시이다.

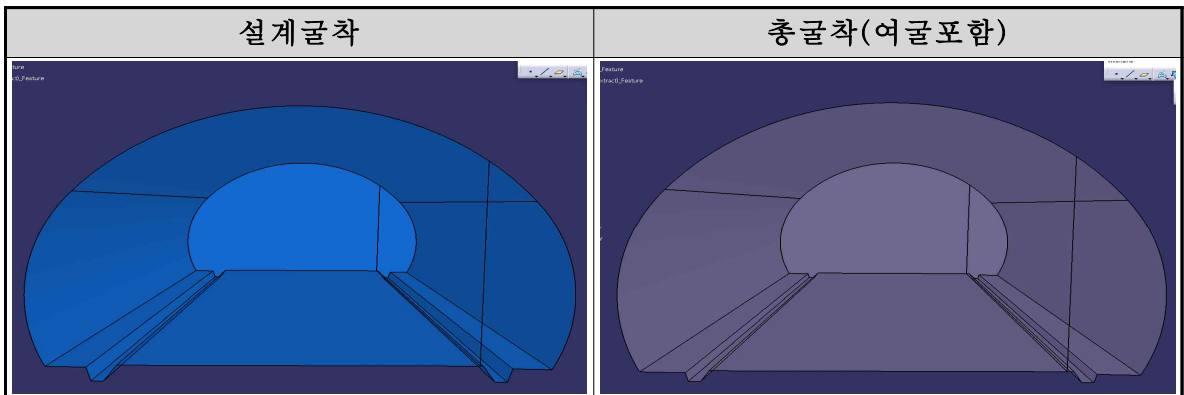


<그림 1.4.8> 터널 단면 BIM 데이터 예시

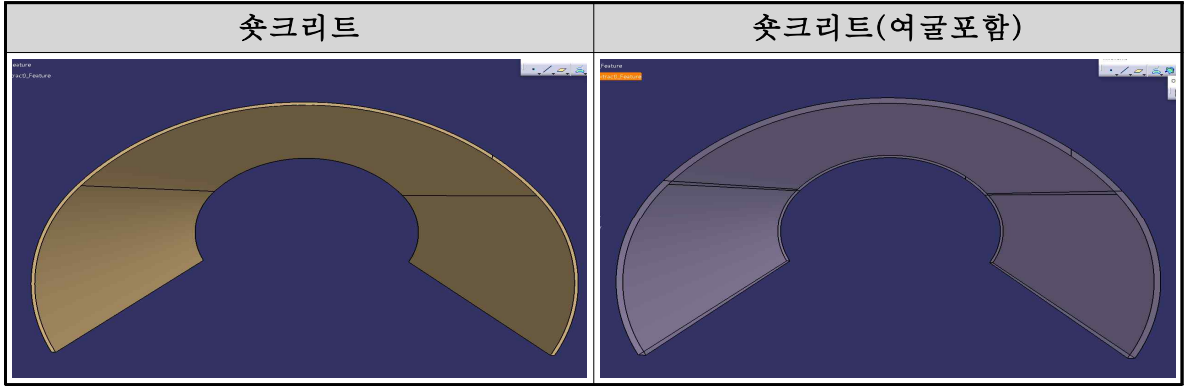
(4) 다음은 터널 구조물 3차원 BIM 데이터의 주요 항목별 라이브러리와 그 외 갭문, 피난연결통로 등에 대한 예시이다.



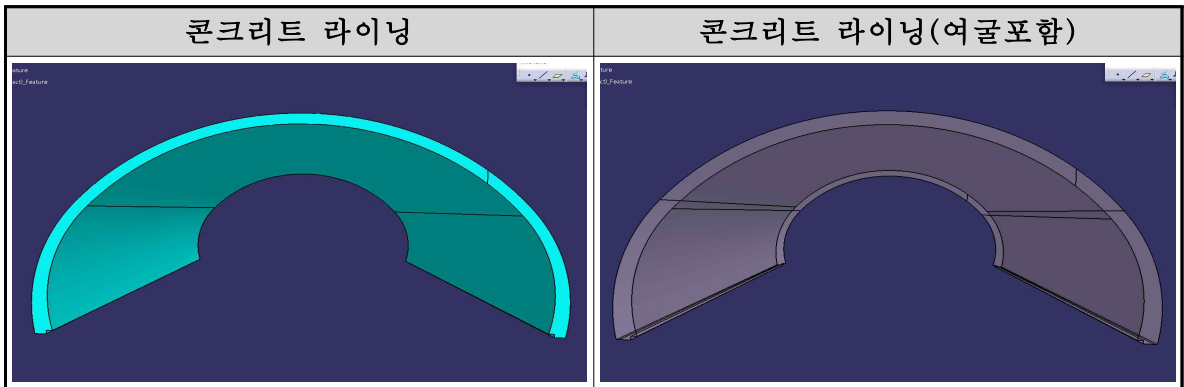
<그림 1.4.9> 건축한계 BIM 데이터



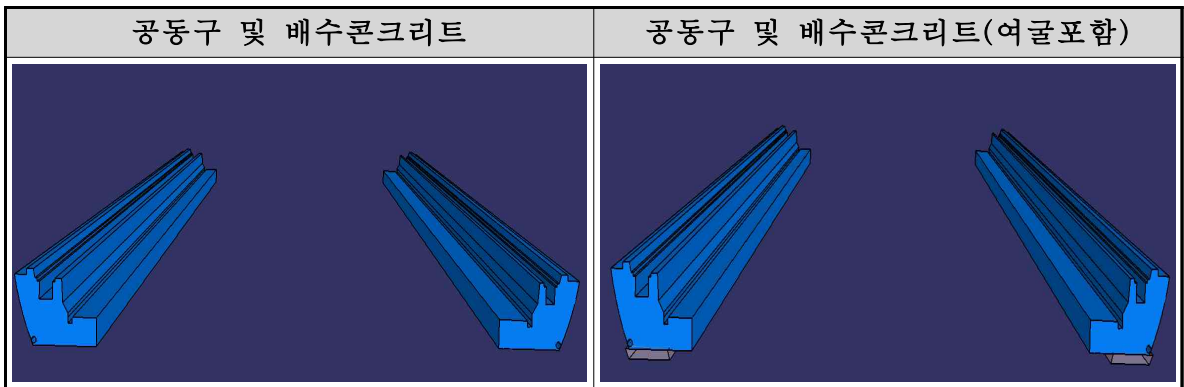
<그림 1.4.10> 설계굴착 및 총굴착(여굴포함) BIM 데이터



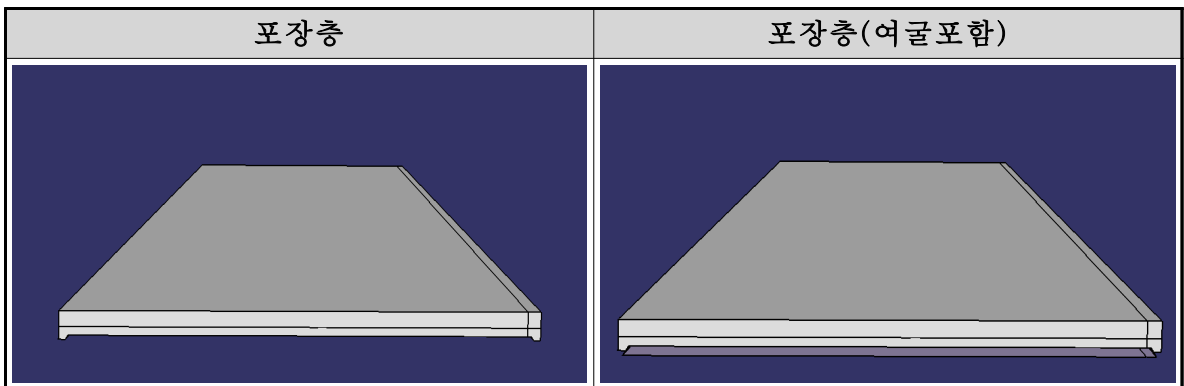
<그림 1.4.11> 숯크리트 BIM 데이터



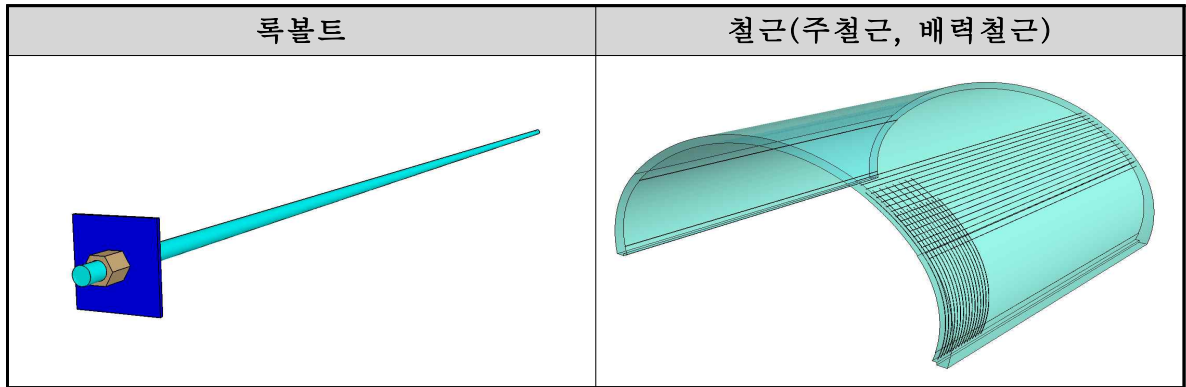
<그림 1.4.12> 콘크리트 라이닝 BIM 데이터



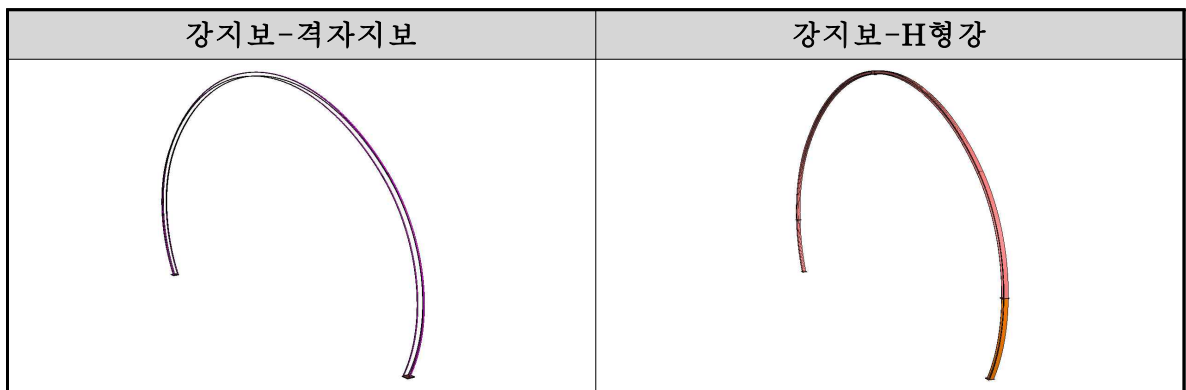
<그림 1.4.13> 공동구 및 배수콘크리트 BIM 데이터



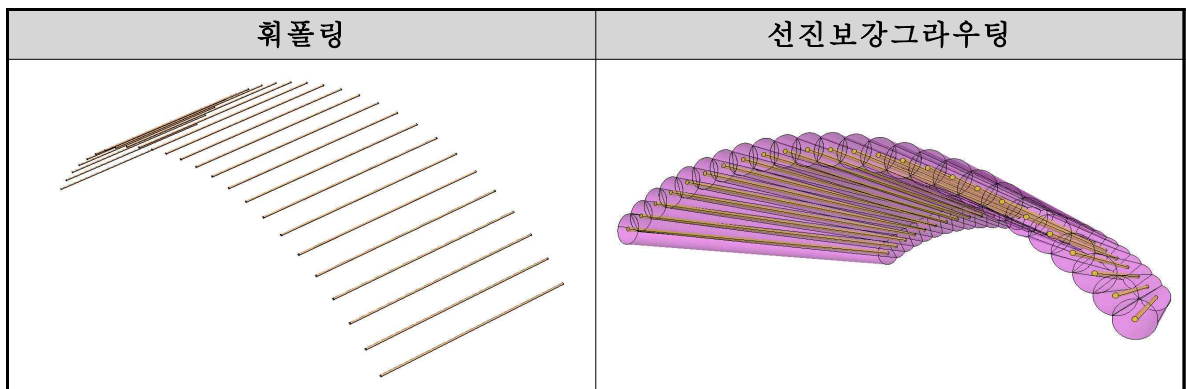
<그림 1.4.14> 터널 내 포장층 BIM 데이터



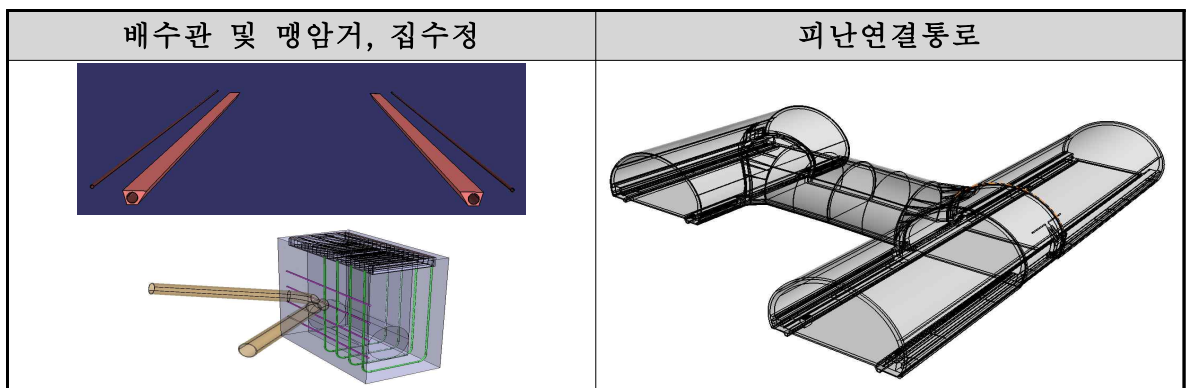
<그림 1.4.15> 록볼트 및 철근 BIM 데이터



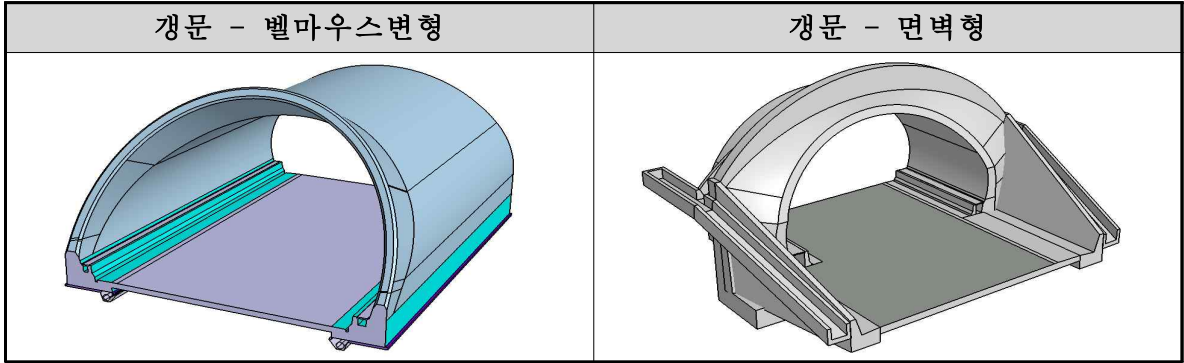
<그림 1.4.16> 강지보공 BIM 데이터



<그림 1.4.17> 터널 보조공 BIM 데이터

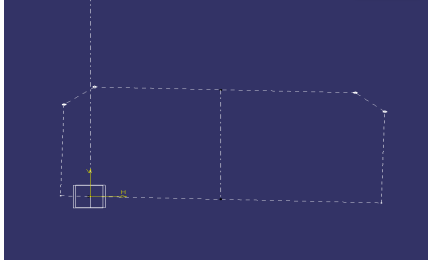
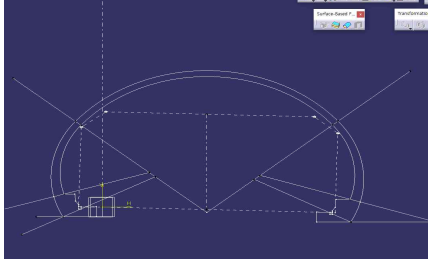
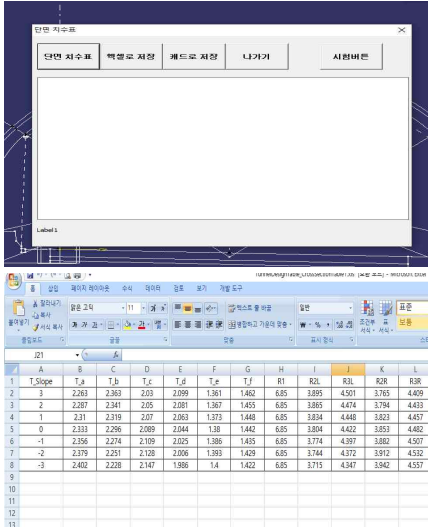


<그림 1.4.18> 터널 내 배수 및 피난연결통로 BIM 데이터



<그림 1.4.19> 갱문 BIM 데이터

(5) 다음은 터널 내 편경사별(예 : -3~3%) 단면제원 생성을 위한 BIM 데이터 예시이다.(BIM 저작도구의 내장프로그래밍언어(예 : VBA)를 이용하여 편경사별 단면제원 자동 생성 후 엑셀과 캐드로 단면제원표 출력)

BIM 데이터	내용
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BIM 저작도구로               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 편경사 고려한 시설한계 작성</li> <li>- 중심점 결정</li> <li>- 내측 천단부 및 측벽부, 시설대 작성</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BIM 저작도구로               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 콘크리트 라이닝, 바닥부, 숏크리트 작성</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 내장프로그래밍언어 활용하여               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 편경사별 터널단면 제원 자동 계산 및 터널단면제원표 산정</li> <li>- 터널단면제원표 엑셀 및 캐드로 자동 출력</li> </ul> </li> </ul>

<그림 1.4.20> 터널 내 편경사별 단면제원 작성 예

### 1.4.3 실시 설계

고속도로의 터널분야 BIM 전면설계 시 환기방식별(종류식, 대배기구식, 반횡류식, 횡류식 등), 굴착방법별(인력굴착, NATM, 전단면기계굴착(TBM) 등)로 다양한 형태의 구조물로 구분하여 BIM 데이터를 작성할 수 있다. 본 지침은 터널 설계 시 가장 일반적인 종류식 환기방식, NATM 굴착방법을 기준으로 한 터널 구조물중 토목시설에 대한 BIM 데이터 작성 방법에 대하여 개략적으로 설명하고자 한다. 상기 언급된 터널구조물이외의 다른 구조물의 BIM 설계는 본 지침의 터널분야에 기술된 유사 공종의 설명을 참고하여 BIM 데이터를 작성할 수 있다.

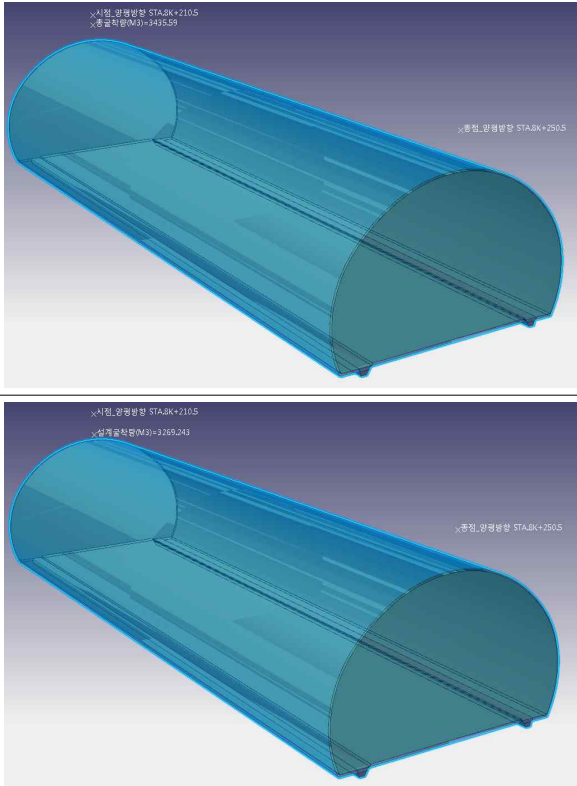
터널 대부분 공종/항목은 도로의 선형을 기준으로 설계되므로 평면선형, 종단선형, 횡단경사 등을 반영하여 BIM 데이터를 작성하여 한다. 본 지침은 터널의 지보패턴에 따라서 굴착(설계굴착, 총굴착), 버력처리, 지보공(강지보, 슛크리트, 록볼트 등), 콘크리트 라이닝, 방수 및 배수, 보조공법, 갱문 및 개착터널 등의 공종/항목을 고려하여 3차원 BIM 데이터를 작성하였다.

고속도로의 터널분야 BIM 수행 방식은 BIM 전면설계로 수행되므로 표현 수준은 철근을 포함하는 LOD 350 수준으로 하고, 일부 공종/항목중 정밀형상이나 철근 표현이 필요 없는 경우 표현 수준을 낮추어 BIM 데이터를 작성할 수 있다. 터널의 토목시설 중 영구 구조물에 대하여 원칙적으로 BIM 데이터를 작성하고 거푸집, 방음문, 방음커튼, B/P장, 공사중 설비 등의 가설 구조물은 필요에 따라 작성을 생략할 수 있다. 그리고, 도면 및 수량 산출에 큰 지장이 없거나(예 : 시공 및 신축 이음 등) BIM 데이터 운용시 응답지연이나 버퍼링 등을 초래하는 일부 공정 및 항목중에서 터널 전체 BIM 데이터에서 차지하는 비중이 미소한 공종/항목(예 : 공동구 두경 등)에 대해 컴퓨터 용량 및 처리 능력을 고려하여 표현 수준을 LOD 350 수준미만으로 낮추어 작성할 수 있도록 하였다.

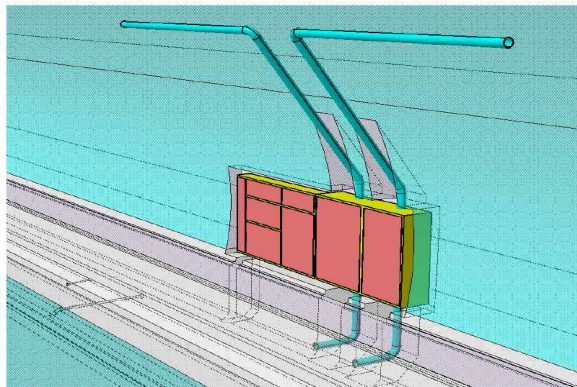
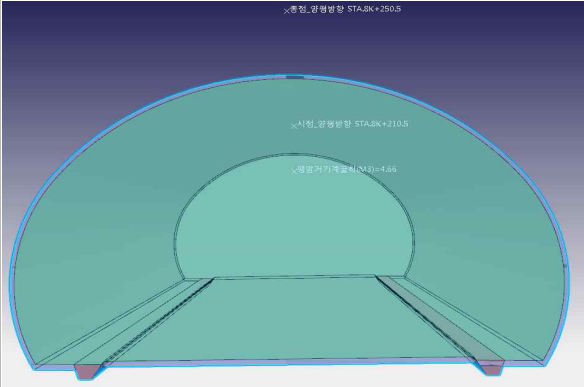
또한, BIM 데이터로부터 도면과 수량을 산출할 수 있도록 관련 정보를 BIM 데이터 기본 속성정보에 포함되어야 한다. 터널의 수량산출은 BIM 데이터의 기본 속성정보로 구해지는 항목은 자동으로, 기본 속성정보를 슛크리트 리바운드율, 자재 할증, 여유량 등과 같은 요소와 연계하여 수량을 산출하는 경우는 연동으로, 필터콘크리트, 배면그라우팅 등과 같이 BIM 데이터 작성이 필요없거나 BIM 데이터는 작성하고 기존 방법으로 수량을 산출한 경우는 수동으로 표기하였다.

1) 굴착, 버력처리(암)

- (1) 구간별 해당 지보패턴 연장에 맞게 BIM 데이터를 나누어서 작성한다.
- (2) 굴착은 여굴(천단부, 측벽부, 바닥부)을 고려한 경우(총굴착)와 미고려한 경우(설계굴착)로 나누어서 BIM 데이터를 작성한다.
- (3) 굴착의 BIM 데이터 표현수준은 총굴착/설계굴착에 대하여 원칙적으로 LOD 200~300 수준으로 한다.

BIM 데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지보패턴, 여굴 및 체적 등의 정보가 포함된 모델</li> <li>• 여굴 미고려/고려 굴착(설계/총굴착)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 지보패턴</li> <li>• 체적-여굴포함 (총굴착량) (버력처리량(암))</li> <li>• 체적-여굴미포함 (설계굴착량)</li> <li>• 여굴량</li> </ul>

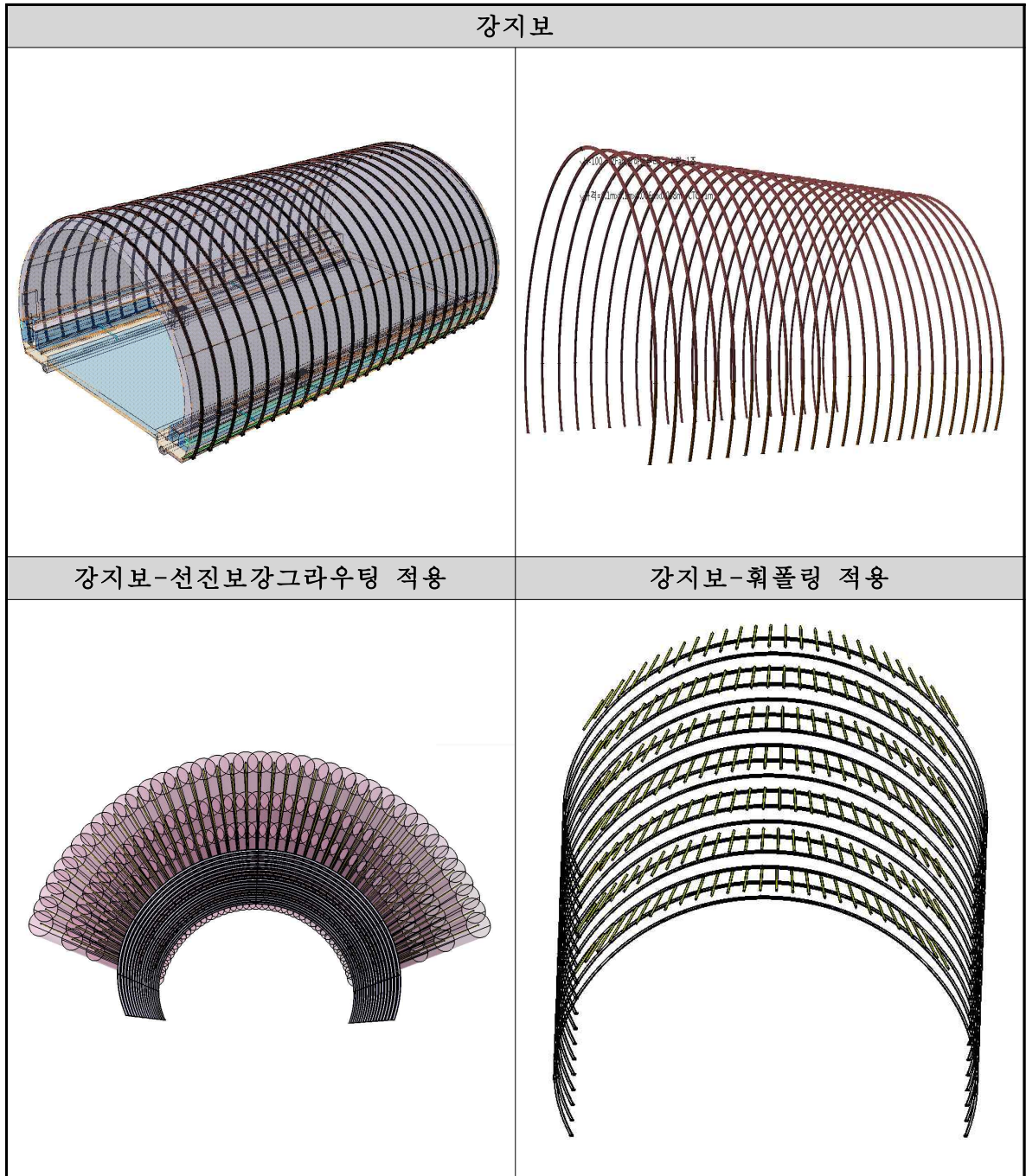
<그림 1.4.21> 터널의 총굴착/설계굴착에 대한 BIM 설계 예시

인력굴착(Block out)	기계굴착(맹암거)
	

<그림 1.4.22> 인력굴착(Block out) 및 기계굴착(맹암거)의 BIM 설계 예시

2) 강지보

- (1) 구간별 해당 지보패턴 연장에 맞게 BIM 데이터를 나누어서 작성한다.
- (2) 강지보는 지반조건에 따라서 적용되는 종류나 규격이 다른데, 일반적으로 격자지보, H-형강, U-지보로 구분하고 있으며 조건에 맞는 강지보에 대한 BIM 데이터를 작성한다.
- (3) 강지보의 BIM 데이터는 원칙적으로 LOD 300 수준으로 한다.



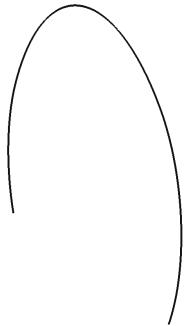
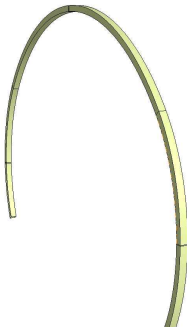

<그림 1.4.23> 터널 강지보의 BIM 설계 예시



(4) 다음 표는 강지보의 상세 수준별로 BIM 데이터 작성에 대한 예시를 나타낸 것이다. 설계단계 검토 필요에 따라 간섭여부, 수량확인 등 BIM 데이터의 표현수준을 선택적으로 적용할 수 있다.

구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 100		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 격자지보 길이 등 개략 형상 표현이 가능한 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 형상</li> <li>• 지보패턴</li> <li>• 개략 길이</li> </ul>
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 격자지보 형상 표현 및 확실한 길이가 표현된 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 형상</li> <li>• 지보패턴</li> <li>• 형태(TYPE)</li> <li>• 길이</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 격자지보 재료의 두께 등 세부 정보가 표현된 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 형상</li> <li>• 지보패턴</li> <li>• 형태(TYPE)</li> <li>• 길이</li> <li>• 두께</li> </ul>
LOD 350	-	-	-

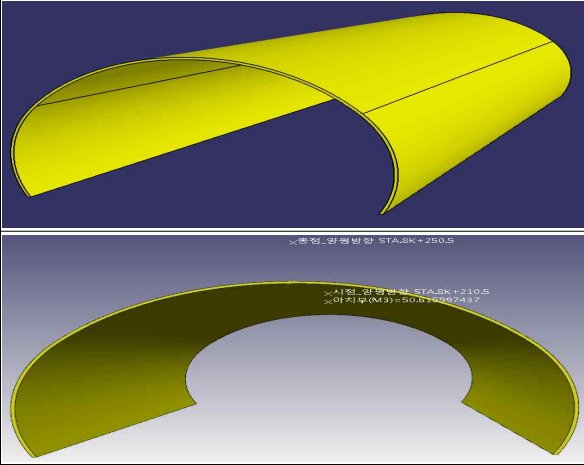
<그림 1.4.24> 강지보(격자지보) LOD 수준 예시

구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 100		<ul style="list-style-type: none"> <li>• H-형강 길이 등 개략 형상 표현이 가능한 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 형상</li> <li>• 지보패턴</li> <li>• 개략 길이</li> </ul>
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>• H-형강 형상 표현 및 확실한 길이가 표현된 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 형상</li> <li>• 지보패턴</li> <li>• 형태(TYPE)</li> <li>• 길이</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>• H-형강 재료의 두께 등 세부 정보가 표현된 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 형상</li> <li>• 지보패턴</li> <li>• 형태(TYPE)</li> <li>• 길이</li> <li>• 두께</li> </ul>
LOD 350	-	-	-

<그림 1.4.25> 강지보(H-형강) LOD 수준 예시

### 3) 숏크리트, 버력처리(숏크리트)

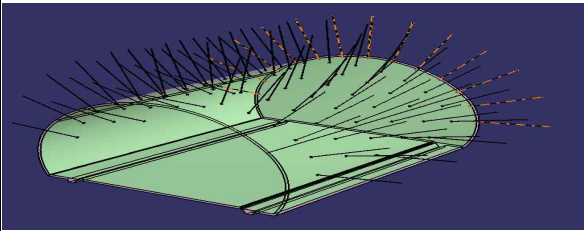
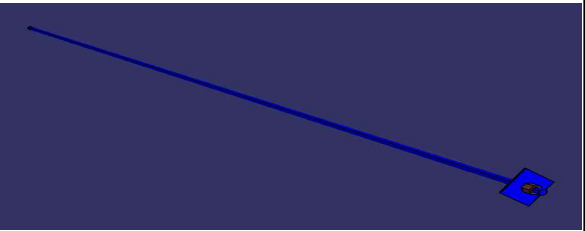
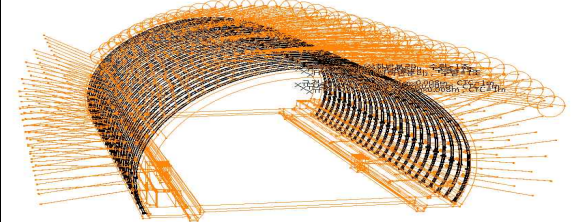
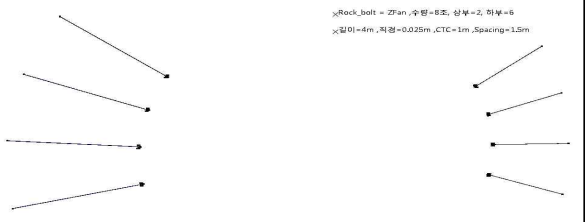
- (1) 구간별 해당 지보패턴 연장에 맞게 BIM 데이터를 나누어서 작성한다.
- (2) 숏크리트는 일반/강섬유보강 숏크리트, 숏크리트 버력처리 등을 고려하여 BIM 데이터를 작성한다.
- (3) 숏크리트는 여굴, 1st, 2nd 등으로 구분하여 BIM 데이터를 작성할 수 있다.
- (4) 숏크리트의 BIM 데이터 표현수준은 원칙적으로 LOD 200~300으로 한다.

데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지보패턴, 여굴 및 체적 등의 정보가 포함된 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 지보패턴</li> <li>• 구분 (일반/강섬유)</li> <li>• 리반운드울               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 천단부</li> <li>- 측벽부</li> </ul> </li> <li>• 체적               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 여굴</li> <li>- 1st</li> <li>- 2nd</li> </ul> </li> <li>• 버력처리량</li> </ul>

<그림 1.4.26> 터널의 숏크리트에 대한 BIM 설계 예시

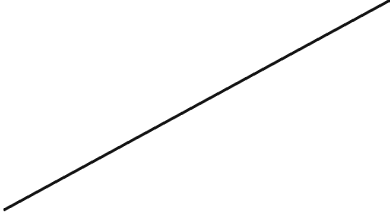
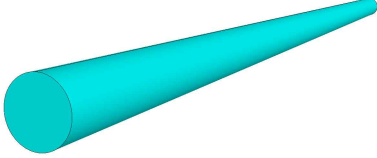
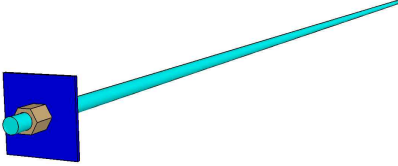
### 4) 록볼트

- (1) 구간별 해당 지보패턴 연장에 맞게 BIM 데이터를 나누어서 작성한다.
- (2) 록볼트는 사용목적에 따라서 랜덤록볼트, 시스템록볼트, 접속부 보강록볼트, 갱구부 보강록볼트 등으로 구분되고, 록볼트 TYPE에 따라서 전면접착방식, 마찰접착방식 등으로 나누어서 BIM 데이터를 작성할 수 있다.
- (3) 록볼트의 BIM 데이터 표현수준은 원칙적으로 LOD 300으로 한다.

데이터 예시	
	
	

<그림 1.4.27> 터널 록볼트의 BIM 설계 예시

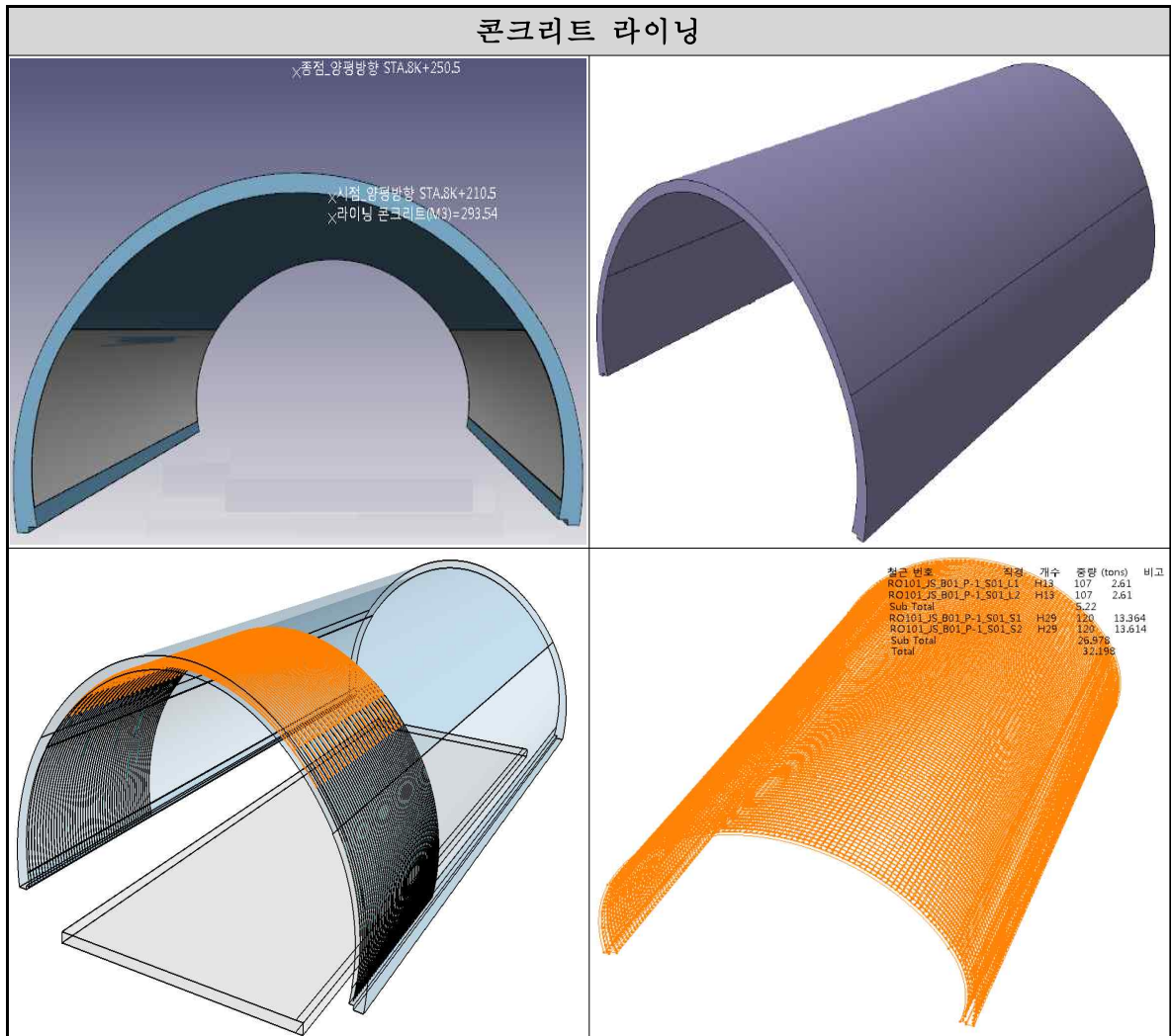
(4) 다음 표는 록볼트의 표현수준별로 BIM 데이터 작성에 대한 예시를 나타낸 것이다. 설계단계 검토 필요에 따라 간섭여부, 수량확인 등 BIM 데이터의 표현수준을 선택적으로 적용할 수 있다.

구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 100		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 록볼트 길이 등 개략 형상 표현이 가능한 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 형상</li> <li>• 지보패턴</li> <li>• 개략 길이</li> </ul>
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 록볼트 형상 표현 및 확실한 길이가 표현된 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 형상</li> <li>• 지보패턴</li> <li>• 구분 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시스템</li> <li>- 접속부보강</li> <li>- 갱구부보강</li> </ul> </li> <li>• 분류(TYPE)</li> <li>• 길이</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 록볼트 재료의 두께 등 세부 정보가 표현된 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치(STA)</li> <li>• 형상</li> <li>• 지보패턴</li> <li>• 구분 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시스템</li> <li>- 접속부보강</li> <li>- 갱구부보강</li> </ul> </li> <li>• 분류(TYPE)</li> <li>• 길이</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> </ul>
LOD 350	-	-	-

<그림 1.4.28> 록볼트 LOD 수준 예시

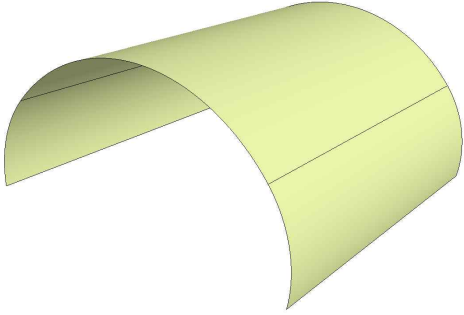
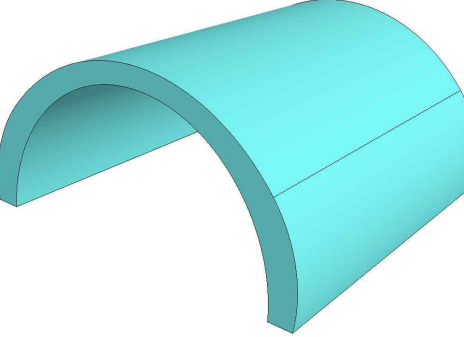
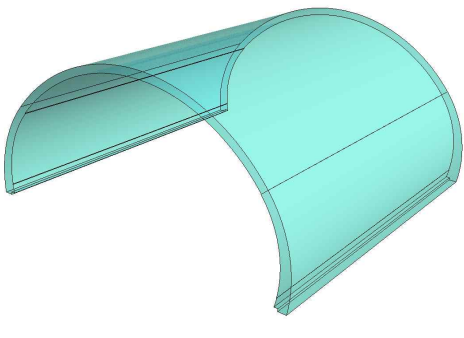
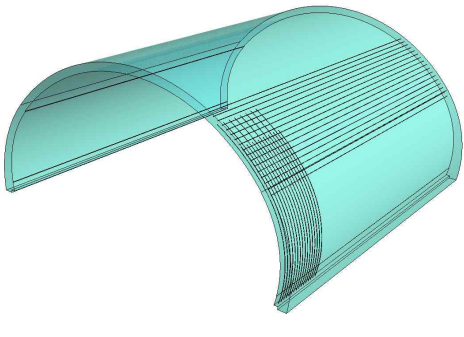
## 5) 콘크리트 라이닝

- (1) 구간별 해당 지보패턴 연장에 맞게 BIM 데이터를 나누어서 작성한다.
- (2) 콘크리트 라이닝의 BIM 데이터는 철근을 포함하는 LOD 350 수준으로 작성한다. 단, 신축 및 시공이음 등의 BIM 데이터는 도면 및 수량 산출에 지장이 없을 경우에는 BIM 데이터를 작성하지 않거나 BIM 데이터의 표현수준을 LOD 350 수준미만으로 낮추어 작성할 수 있다.
- (3) 철근의 겹이음은 LOD 350 수준에서는 원칙적으로 BIM 데이터에 포함하지 않는 것으로 하나, 복잡한 구간의 시공성 향상, 수량확인 등 필요에 따라 감독원과의 협의에 의하여 추가할 수 있다. 또한, 전단철근, Block out에 대한 철근의 BIM 데이터는 필요시 각각 대표단면에 대하여 작성할 수 있다.



<그림 1.4.29> 터널 콘크리트 라이닝의 BIM 설계 예시

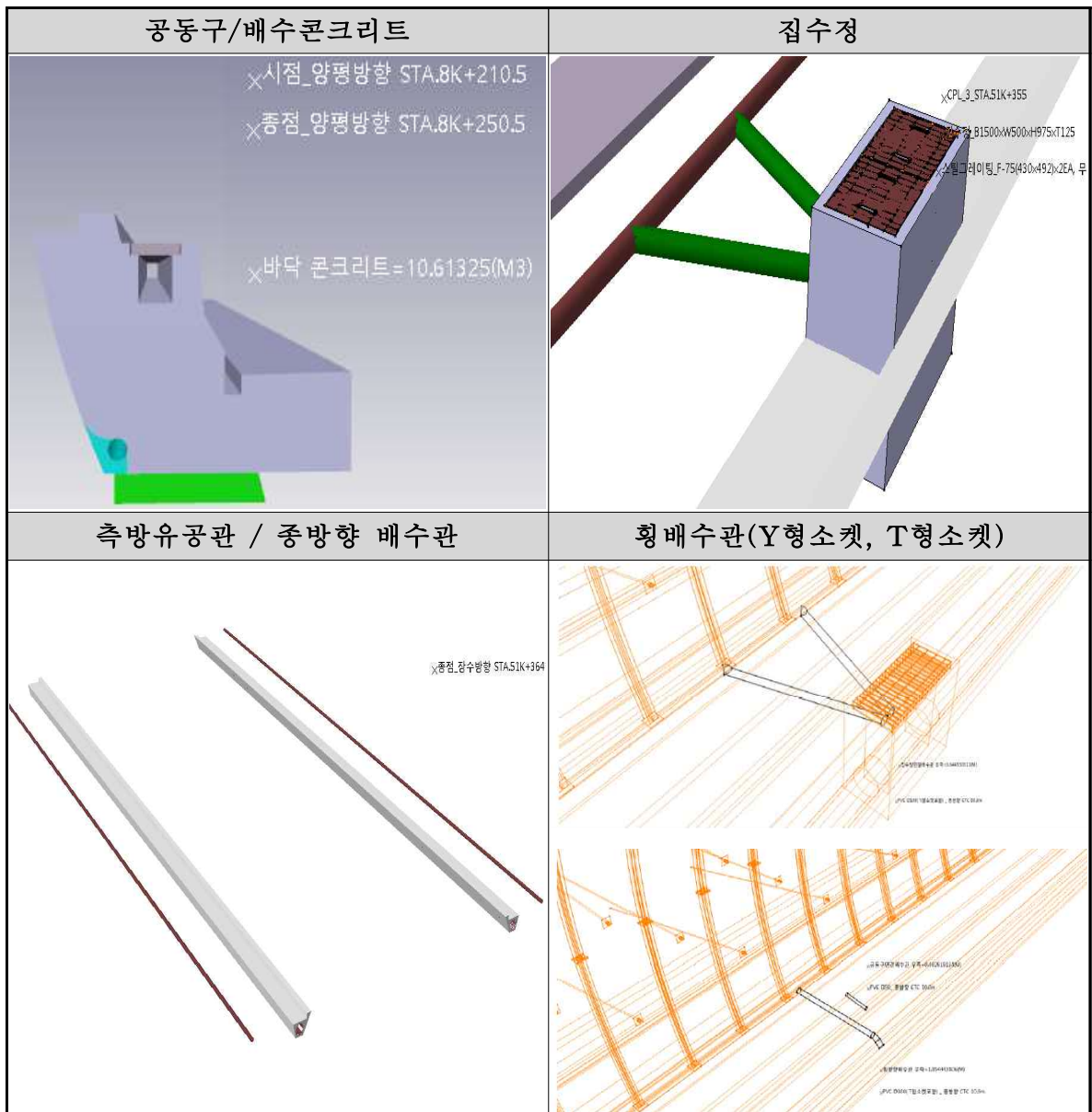
(4) 다음 표는 콘크리트 라이닝의 표현수준별로 BIM 데이터 작성에 대한 예시를 나타낸 것이다. 설계단계 검토 필요에 따라 간섭여부, 수량확인 등 BIM 데이터의 표현수준을 선택적으로 적용할 수 있다.

구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 100		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 콘크리트 라이닝 위치 파악이 가능한 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 지보패턴</li> <li>• 개략 길이</li> </ul>
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 콘크리트 라이닝 개략 형상 표현이 가능한 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 형상</li> <li>• 지보패턴</li> <li>• 규격                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 설계강도 등</li> </ul> </li> <li>• 길이</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 콘크리트 라이닝 세부 재원이 표현된 상세 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 형상</li> <li>• 지보패턴</li> <li>• 규격(재원)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 설계강도 등</li> <li>- 면적, 체적</li> </ul> </li> <li>• 길이</li> <li>• 두께</li> </ul>
LOD 350		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 철근 등이 표현된 상세 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 형상</li> <li>• 지보패턴</li> <li>• 규격(재원)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 설계강도 등</li> <li>- 면적, 체적</li> </ul> </li> <li>• 길이</li> <li>• 두께</li> <li>• 철근</li> </ul>

<그림 1.4.30> 콘크리트 라이닝 LOD 수준 예시

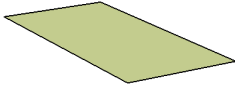
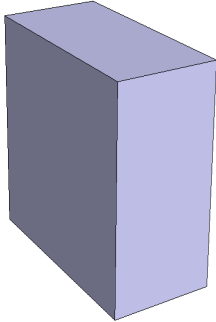
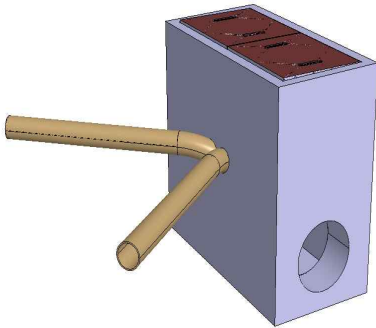
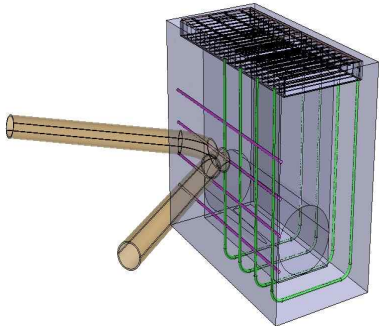
6) 방수 및 배수

- (1) 구간별 해당 지보패턴 연장에 맞게 BIM 데이터를 나누어서 작성한다.
- (2) 방수 및 배수의 BIM 데이터는 LOD 200~350 수준으로 적용한다. 단, 신축 및 시공이음, 방수쉬트(부직포), 비닐갈기, 필터콘크리트, 거푸집 등의 BIM 데이터는 도면 및 수량 산출에 지장이 없을 경우에는 BIM 데이터를 작성하지 않거나 BIM 데이터를 LOD 350 수준미만으로 낮추어 작성할 수 있다. 또한, 공동구뚜껑가 같이 개소수가 많아 BIM 데이터 운용에 지장을 초래하는 경우 대표단면/개소에 대해 작성하거나 표현수준을 낮추어 작성할 수 있다.



<그림 1.4.31> 터널 방수 및 배수의 BIM 설계 예시

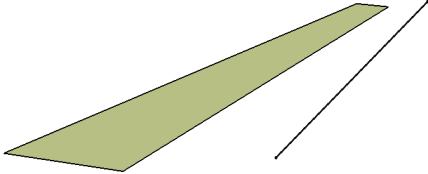
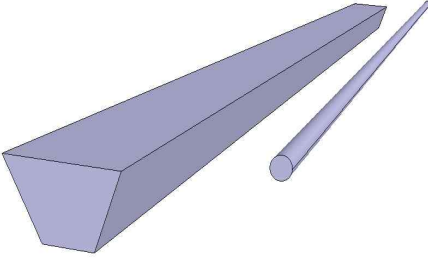
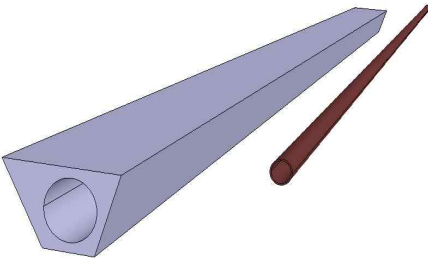
(3) 다음 표는 집수정의 표현수준별로 BIM 데이터 작성에 대한 예시를 나타낸 것이다. 설계단계 검토 필요에 따라 간섭여부, 수량확인 등 BIM 데이터의 표현수준을 선택적으로 적용할 수 있다.

구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 100		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 집수정 길이 등 개략 형상 표현이 가능한 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 종류</li> <li>• 개략 길이</li> </ul>
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 집수정 형상 표현 및 확실한 길이가 표현된 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 종류</li> <li>• 형상</li> <li>• 규격</li> <li>• 길이</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 집수정의 세부재원이 표현된 상세 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 종류</li> <li>• 형상</li> <li>• 규격(채원)</li> <li>• 길이</li> <li>• 두께</li> </ul>
LOD 350		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 집수정의 세부재원, 철근 등이 표현된 상세 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 종류</li> <li>• 형상</li> <li>• 규격(채원)</li> <li>• 길이</li> <li>• 두께</li> <li>• 철근</li> </ul>

<그림 1.4.32> 집수정 LOD 수준 예시



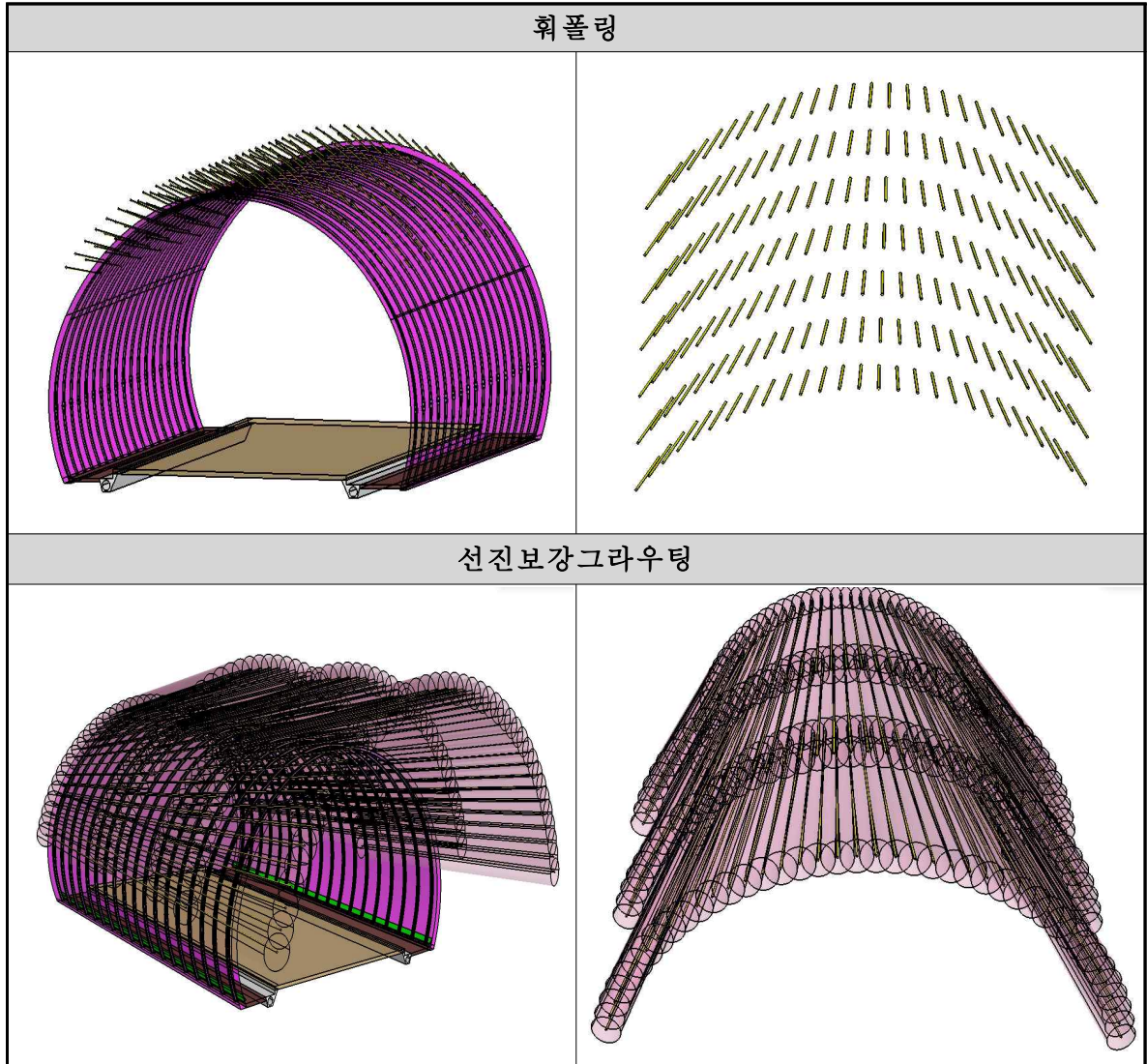
(4) 다음 표는 배수관(측방유공관, 통합배수관 등)의 표현수준별로 BIM 데이터 작성에 대한 예시를 나타낸 것이다. 설계단계 검토 필요에 따라 간섭여부, 수량 확인 등 BIM 데이터의 표현수준을 선택적으로 적용할 수 있다.

구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 100		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 배수관 길이 등 개략 형상 표현이 가능한 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 종류</li> <li>• 개략 길이</li> </ul>
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 배수관 형상 표현 및 확실한 길이가 표현된 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 종류</li> <li>• 형상</li> <li>• 규격</li> <li>• 길이</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 배수관의 두께 등의 세부정보가 표현된 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 종류</li> <li>• 형상</li> <li>• 규격(제원)</li> <li>• 길이</li> <li>• 두께</li> </ul>
LOD 350	-	-	-

<그림 1.4.33> 배수관(측방유공관, 통합배수관) LOD 수준 예시

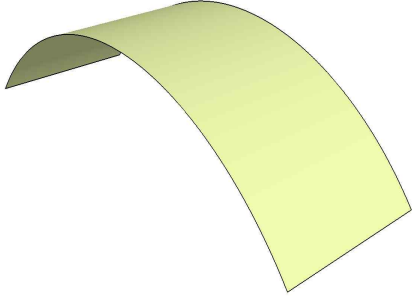
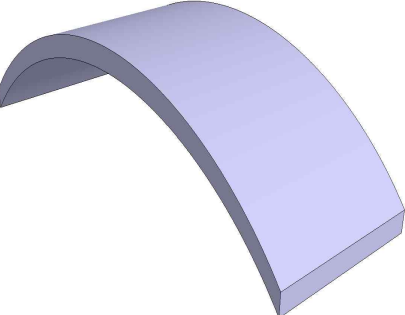
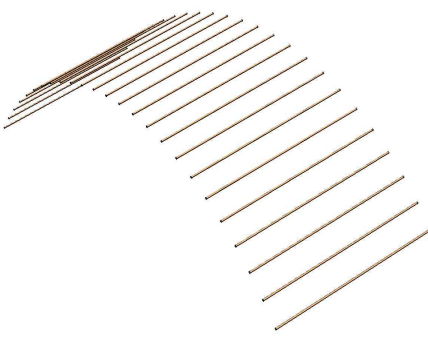
7) 보조공(휘폴링, 선진보강그라우팅)

- (1) 구간별 해당 지보패턴 연장에 맞게 BIM 데이터를 나누어서 작성한다.
- (2) 보조공(휘폴링, 선진보강그라우팅 등)의 BIM 데이터 표현수준은 원칙적으로 LOD 300으로 적용한다. 단, 그라우트재, 실링재 등 항목의 BIM 데이터는 도면 및 수량 산출에 지장이 없을 경우에는 BIM 데이터를 작성하지 않거나 BIM 데이터의 표현수준을 낮추어 작성할 수 있다.



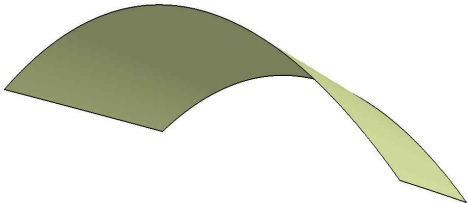
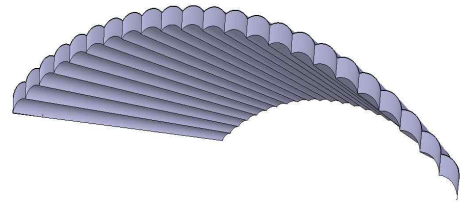
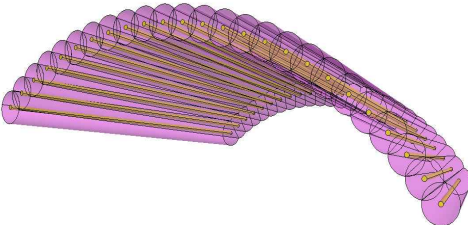
<그림 1.4.34> 터널 보조공(휘폴링, 선진보강그라우팅)의 BIM 설계 예시

(3) 다음 표는 휘폴링의 표현수준별로 BIM 데이터 작성에 대한 예시를 나타낸 것이다. 설계단계 검토 필요에 따라 간섭여부, 수량확인 등 BIM 데이터의 표현수준을 선택적으로 적용할 수 있다.

구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 100		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 휘폴링 길이 등 개략 형상 표현이 가능한 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 지보패턴</li> <li>• 개략 길이</li> </ul>
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 휘폴링 형상 표현 및 확실한 길이가 표현된 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 형상</li> <li>• 지보패턴</li> <li>• 규격</li> <li>• 길이</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 휘폴링의 두께 및 세부정보가 표현된 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 형상</li> <li>• 지보패턴</li> <li>• 규격(재원)</li> <li>• 길이</li> <li>• 두께</li> </ul>
LOD 350	-	-	-

<그림 1.4.35> 휘폴링 LOD 수준 예시

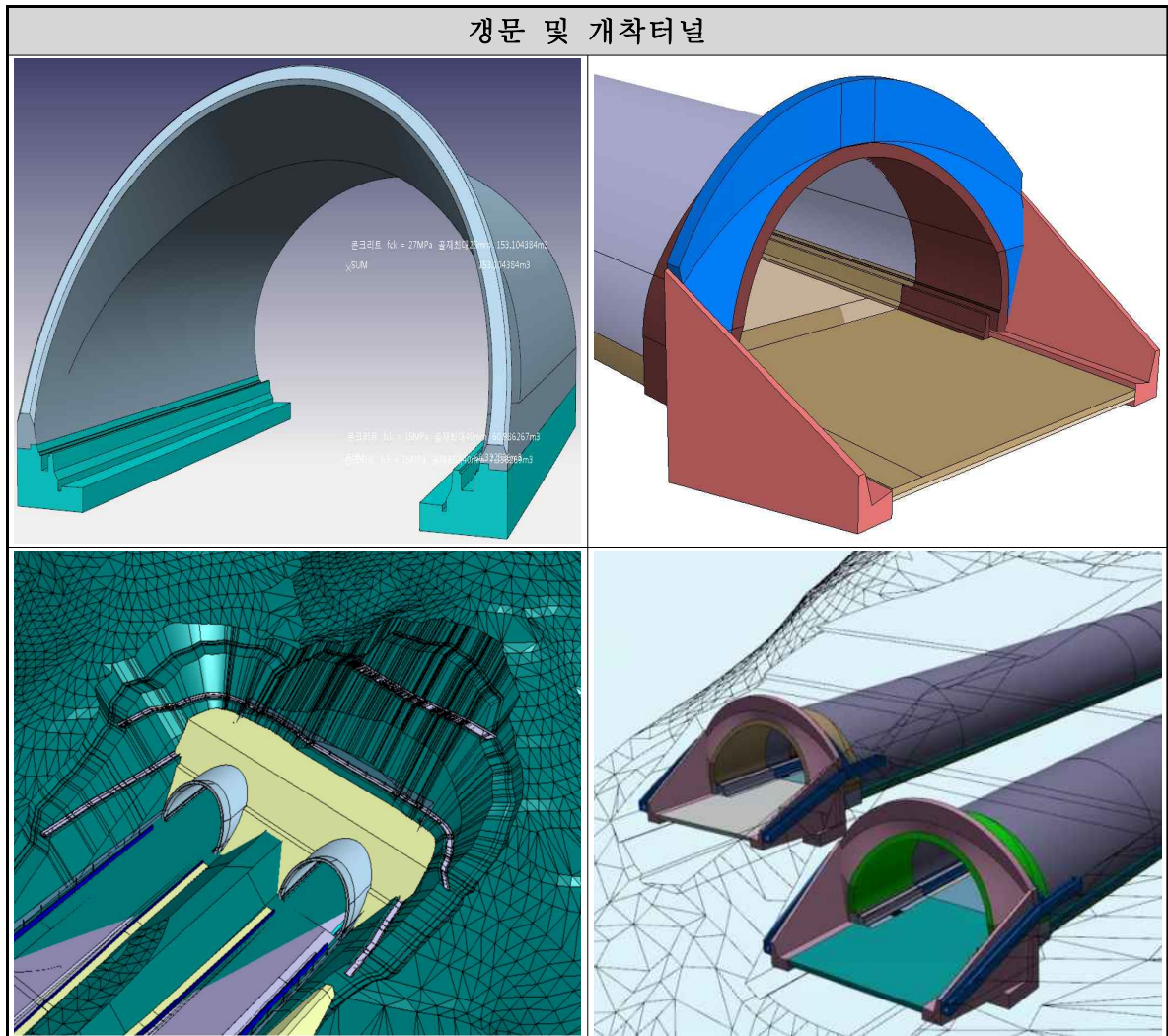
(3) 다음 표는 선진보강그라우팅의 표현수준별로 BIM 데이터 작성에 대한 예시를 나타낸 것이다. 설계단계 검토 필요에 따라 간섭여부, 수량확인 등 BIM 데이터의 표현수준을 선택적으로 적용할 수 있다.

구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 100		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 선진보강 그라우팅 길이 등 개략 형상 표현이 가능한 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 지보패턴</li> <li>• 개략 길이</li> </ul>
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 선진보강 그라우팅 형상 표현 및 확실한 길이가 표현된 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 형상</li> <li>• 지보패턴</li> <li>• 규격</li> <li>• 길이</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 선진보강 그라우팅의 두께 및 세부정보가 표현된 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 형상</li> <li>• 지보패턴</li> <li>• 규격(채원)</li> <li>• 길이</li> <li>• 두께</li> </ul>
LOD 350	-	-	-

<그림 1.4.36> 선진보강그라우팅 LOD 수준 예시

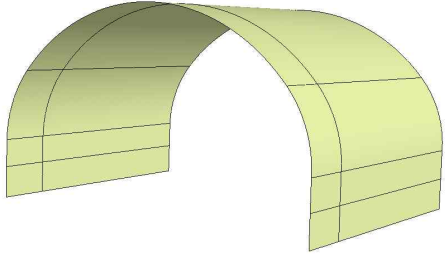
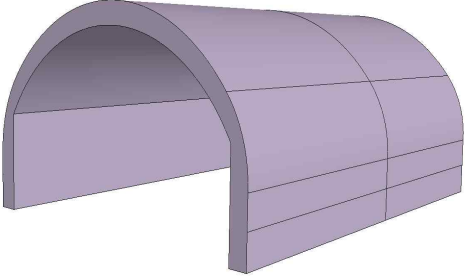
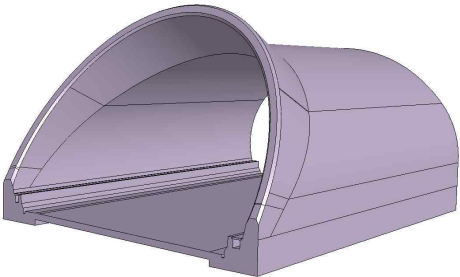
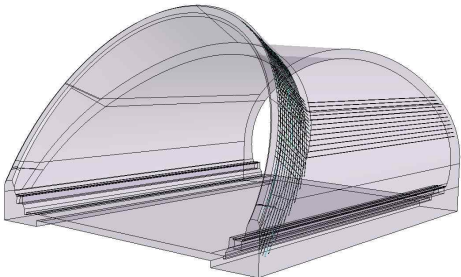
## 8) 갱문 및 개착터널

- (1) 갱문 및 개착터널의 BIM 데이터 갱문과 개착터널로 나누어서 작성한다.
- (2) 갱문 및 개착터널의 BIM 데이터는 철근을 포함하는 LOD 350 수준으로 작성한다. 단, 신축 및 시공이음, 공사용 갱문, 다웰바, 방수공 등의 BIM 데이터는 도면 및 수량 산출에 지장이 없는 경우 BIM 데이터를 작성하지 않거나 LOD 350 수준미만으로 낮추어 작성할 수 있다.
- (3) 철근의 겹이음은 LOD 350 수준에서는 원칙적으로 BIM 데이터에 포함하지 않는 것으로 하나, 복잡한 구간의 시공성 향상, 수량확인 등 필요에 따라 감독원과의 협의에 의하여 추가할 수 있다. 또한, 전단철근, Block out에 대한 철근의 BIM 데이터는 필요시 대표단면 및 개소에 대하여 작성할 수 있다.



<그림 1.4.37> 터널 갱문 및 개착터널의 BIM 설계 예시

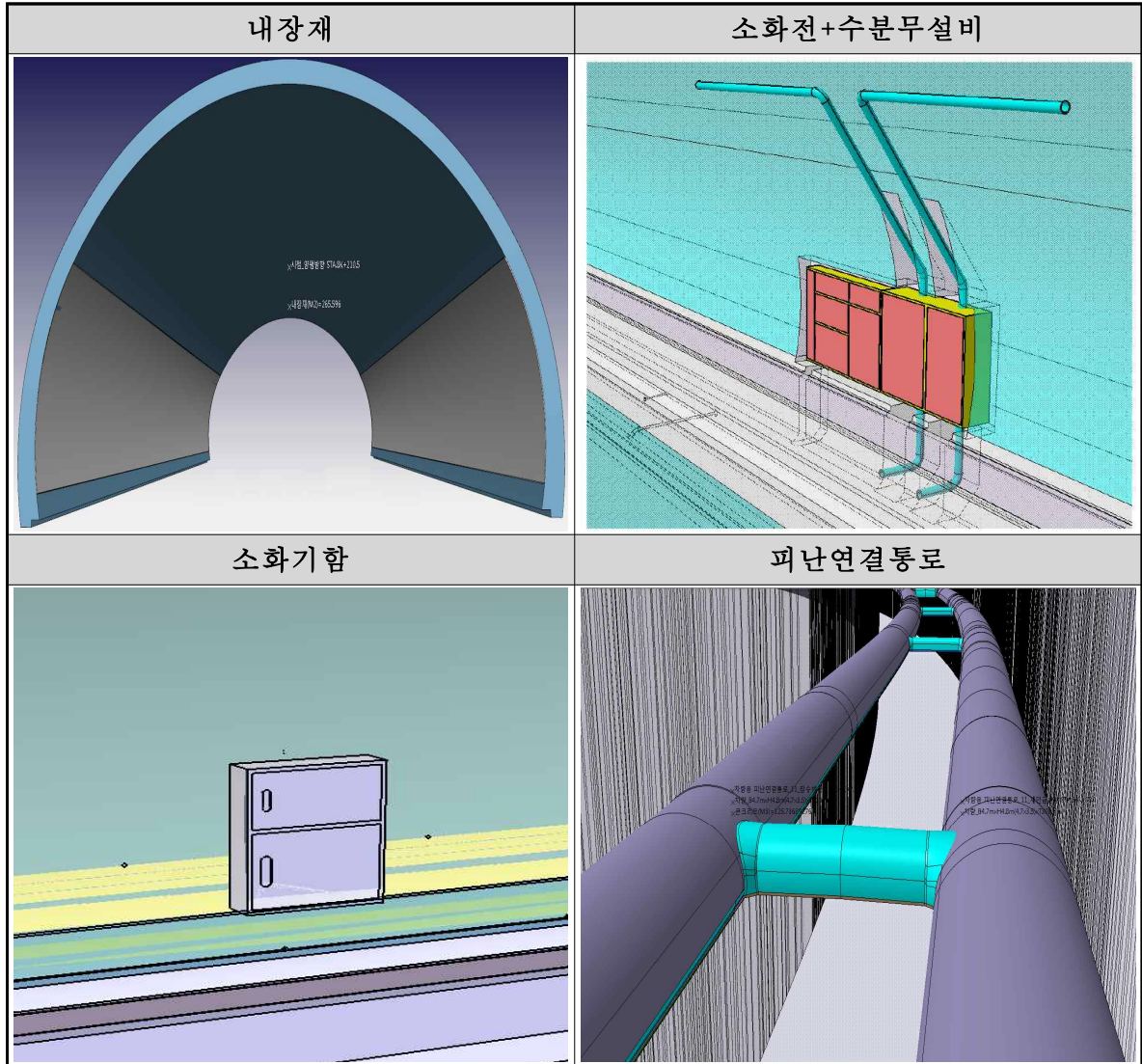
(4) 다음 표는 갯문 및 개착터널의 표현수준별로 BIM 데이터 작성에 대한 예시를 나타낸 것이다. 설계단계 검토 필요에 따라 간섭여부, 수량 확인 등 BIM 데이터의 표현수준을 선택적으로 적용할 수 있다.

구분	데이터 예시	상세 수준(LOD)	정보 수준(LOI)
LOD 100		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 갯문 및 개착터널 위치 파악이 가능한 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 개략 길이</li> </ul>
LOD 200		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 갯문 및 개착터널 개략 형상 표현이 가능한 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 규격               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 설계강도 등</li> </ul> </li> <li>• 길이</li> </ul>
LOD 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 갯문 및 개착터널 세부 재원이 표현된 상세 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 규격(재원)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 설계강도 등</li> <li>- 면적, 체적</li> </ul> </li> <li>• 길이</li> <li>• 두께</li> </ul>
LOD 350		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 갯문 및 개착터널 세부재원, 철근 등이 표현된 상세 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치</li> <li>• 재료 및 규격 등</li> <li>• 규격(재원)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 설계강도 등</li> <li>- 면적, 체적</li> </ul> </li> <li>• 길이</li> <li>• 두께</li> <li>• 철근</li> </ul>

<그림 1.4.38> 갯문 및 개착터널 LOD 수준 예시

9) 기타

- (1) 구간별 해당 지보패턴 연장에 맞게 BIM 데이터를 나누어서 작성한다.
- (2) BIM 데이터는 해당 항목의 도면 및 수량 산출에 따라서 LOD 200~300 수준으로 작성할 수 있다. 단, 도면 및 수량 산출에 지장이 없을 경우, 공사 중 시설, 계측 등은 BIM 데이터를 작성하지 않거나 BIM 데이터의 표현수준을 낮추어 작성할 수 있다.



<그림 1.4.39> 기타의 BIM 설계 예시

## 1.5 설계도면 작성

### 1.5.1 개요

- 1) 현재의 실시설계는 목적물 건설을 위하여 많은 양의 전문 분야별 2차원 도면으로부터 정보를 습득한 이러한 과정에서 도면 이해 오류, 설계 내용 변경 시 연계된 모든 도면의 보완 누락으로 인한 도면간 불일치 등의 이유로 시공오차로 이어질 수 있다. BIM 전면설계는 하나의 통합된 BIM 데이터로부터 정보를 습득하므로 목적물에 대한 이해도 향상과 BIM 데이터 보완에 의해 시공오차의 최소화가 가능하다.
- 2) BIM 데이터에는 위치 및 형상, 수량 정보 등 기존의 2차원 도면에서 제공하였던 모든 정보를 가능한 범위 내에서 모두 제공하여 2차원 도면을 배제하고도 목적물 시공을 위한 모든 정보를 습득할 수 있도록 하여야 한다.
- 3) 2)항의 정보 제공에도 불구하고 기존의 2차원 도면에 익숙하여 BIM 데이터만에 의한 공사 발주 시 혼란이 발생할 가능성이 있으므로 최소한의 도면 제공을 목적으로 도면화 작성이 필요하다.
- 4) BIM 데이터에 의한 도면화는 BIM 데이터로부터 추출하여 도면화하여야 하며 추출된 형상 등을 임의적으로 수정하여 BIM 데이터와 불일치하도록 하는 것을 금지하여야 한다.

### 1.5.2 작성 원칙

#### 1) BIM 데이터의 추출 활용

BIM 전면설계에 의한 설계도면은 BIM 데이터로부터 추출하여 작성하여야 하며, 각 설계분야별 도면 작성 기준은 한국도로공사 「BIM 기반 설계도 표준」에 의해서 작성한다.

#### 2) 설계도면 임의 변경 금지

BIM 데이터에 의한 설계도면은 BIM 데이터로부터 추출하여 도면화하여야 하며 추출된 형상 등의 임의 변경을 금지하여 BIM 데이터와 설계도면의 내용은 동일하여야 한다.

#### 3) 설계도면 추가 작업

BIM 데이터로부터 추출한 설계도면에 대하여 문자, 치수선, 보조선 등 설계도면의 완성에 필요한 2차원 추가요소는 기존의 2차원 도면 작성 시 방법을 준용하여 완성한다.



### 1.5.3 작성 대상

#### 1) 설계도면 작성 대상

BIM 전면설계에 의해 작성된 BIM 데이터로부터 추출하여 각 분야별(도로, 교량, 터널 등) 설계도면 전체를 대상으로 하나, BIM 데이터로 작성이 불가능한 개념도, 설계기준 등의 경우는 기존의 2차원 설계방식의 도면을 작성할 수 있다.

### 1.5.4 3차원 형상 표현

#### 1) 목적

발주자, 시공사 및 관리자의 이해를 돕기 위하여 BIM 데이터로부터 추출한 도면을 가능한 3차원으로 표현하고, 공사현장에서 공중 간 상호모순이나 설계 불분명·누락 등이 발생하지 않도록 하여야 한다.

#### 2) 3차원 표현의 방법

BIM 저작도구의 3차원 형상 표현 기능에 의하여 해당 부위를 알기 쉬운 각도와 크기로 표현한다. 등각 투영을 활용하여 각도는 왜곡이 없고 치수의 측정이 가능한 30° 각의 아이소메트릭 뷰를 권장한다.

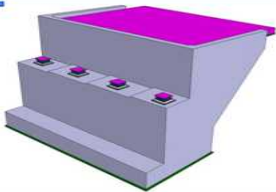
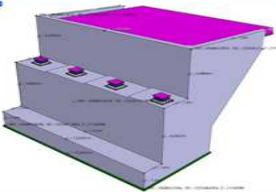
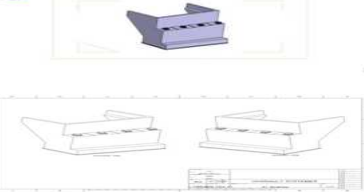
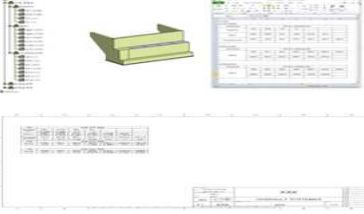
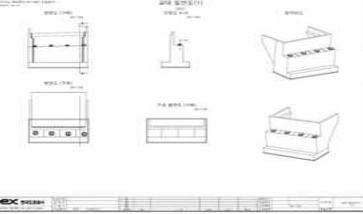
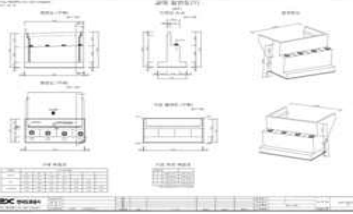
#### 3) 3차원 표현을 위한 설계도면의 구성

BIM 전면설계 방식에 의한 3차원 표현의 설계도면 작성을 원칙으로 하며, 필요한 경우 BIM 데이터의 이미지를 설계도면에 추가하여 표현할 수 있다.

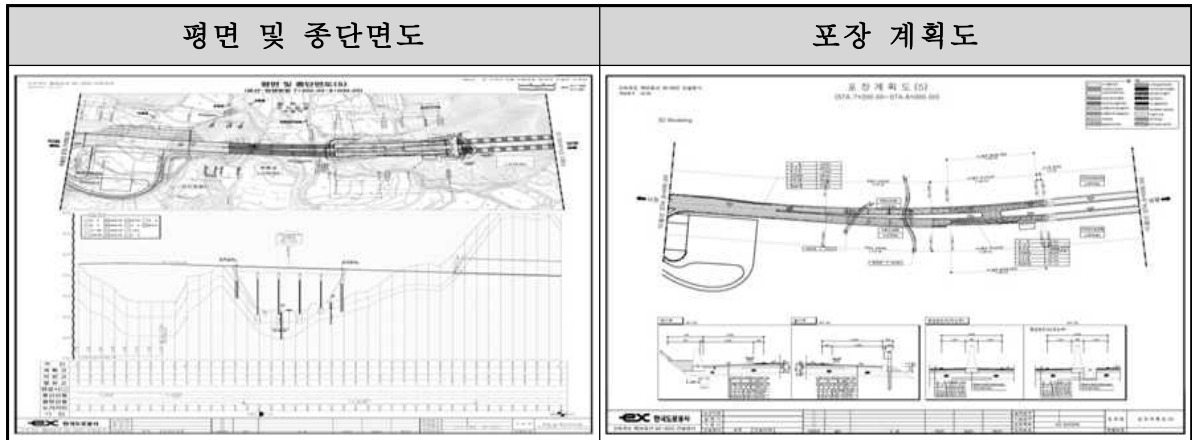
### 1.5.5 작성 예시

1) BIM 데이터에 의한 설계도면 작성 순서에 대한 예시는 다음과 같다.

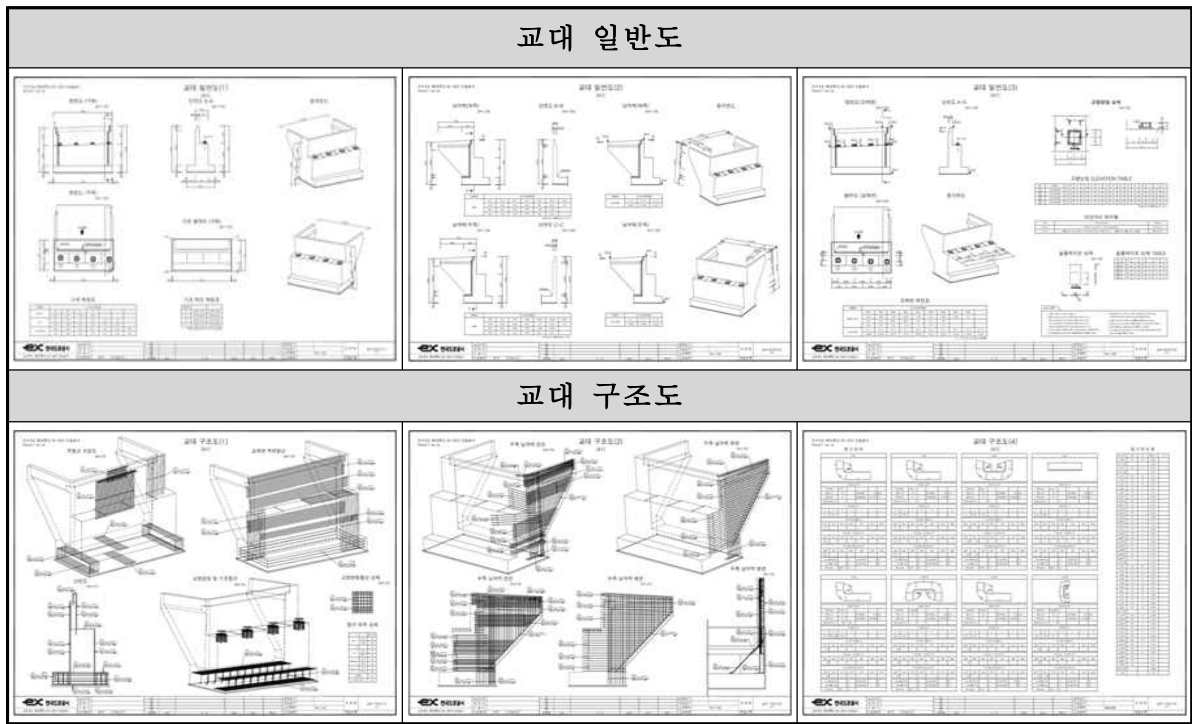
<표 1.5.1> BIM 데이터에 의한 설계도면 작성 순서의 예시

1. 모델 형상 구축	2. 속성 정보 구축	3. View 선정 및 형상도면 추출
		
4. 부재별 제원 추출	5. BIM 기반 도면화	6. BIM 기반 도면
		

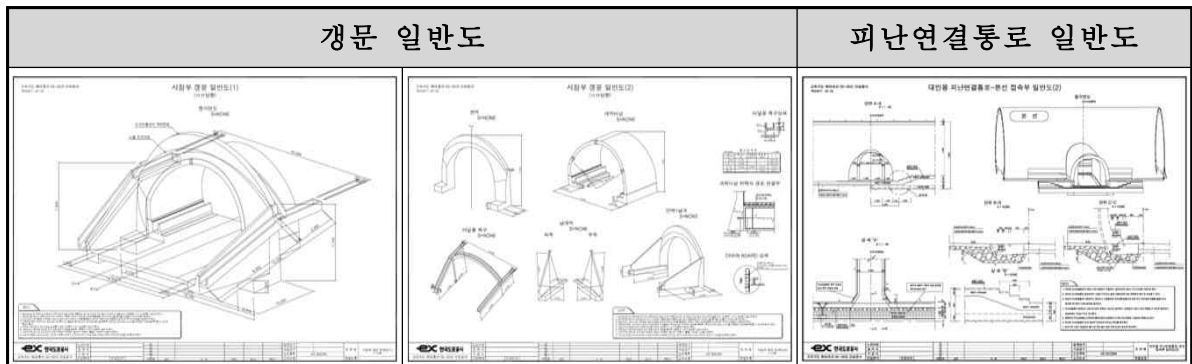
2) BIM 데이터에 의한 설계도면 작성에 대한 예시는 다음과 같다.



<그림 1.5.1> 도로분야 BIM 데이터에 의한 설계도면 작성의 예시



<그림 1.5.2> 교량분야 BIM 데이터에 의한 설계도면 작성의 예시



<그림 1.5.3> 터널분야 BIM 데이터에 의한 설계도면 작성의 예시

## 1.6 설계수량 산출

### 1.6.1 산출 원칙

#### 1) BIM 데이터의 추출 활용

BIM 전면설계에 의한 수량 산출은 BIM 데이터로부터 추출하여 산출하여야 하며, 세부 공종에 관한 산출 기준은 한국도로공사 「BIM 기반 수량산출기준」에 의해 산출하며, 국토교통부 「국도건설공사 설계실무 요령(2016)」을 참조할 수 있다.

#### 2) 설계수량 임의 변경 금지

설계수량은 BIM 데이터로부터 추출하여 산출하여야 하며 추출된 수량 등의 임의 변경을 금지하여 BIM 데이터와 설계수량의 내용은 동일하여야 한다.

### 1.6.2 산출 대상

#### 1) 설계수량의 구분

- (1) BIM 전면설계에 의한 설계수량은 자동수량, 연동수량, 수동수량으로 구분할 수 있다.
- (2) 자동수량 : BIM 저작도구를 사용하여 생성되는 시설물의 물리적 요소를 표현하는데 사용하는 BIM 데이터로부터 개수, 길이, 면적, 체적 등이 자동으로 산출되는 수량
- (3) 연동수량 : BIM 저작도구를 사용하여 자동으로 생성되는 자동물량과 연동시켜 산식으로 산출되는 수량으로서 BIM 데이터의 변경에 따른 자동물량과 연동하여 일정한 규칙으로 동시에 변경이 가능한 수량
- (4) 수동수량 : BIM 데이터와 무관하게 수학적인 접근 방식으로 수동으로 산출되는 수량

#### 2) 설계수량 산출 대상

- (1) BIM 저작도구에 의해 BIM 데이터의 작성이 가능한 최종 목적 구조물의 형상 표현이 가능한 공종을 설계수량 산출 대상으로 한다. 단, 시공 중 현장 상황에 의해 변경되며, 최종 목적 구조물 이외의 가설 구조물의 설계수량은 기존 2차원 도면 설계 방식에 의해 수동으로 수량을 산출한다.
- (2) 토공수량산출은 시공 BIM이 정착되기 전까지 시공 시 설계변경 등을 고려하여 한시적으로 양단면 평균법을 사용한다.

### 3) BIM 데이터 작성 항목

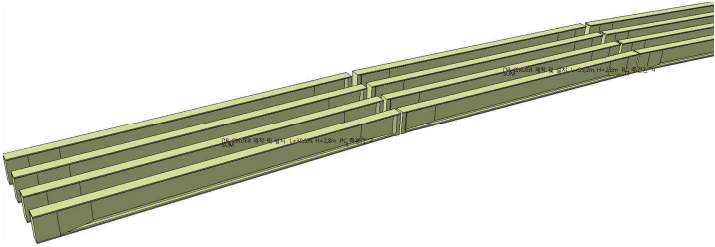
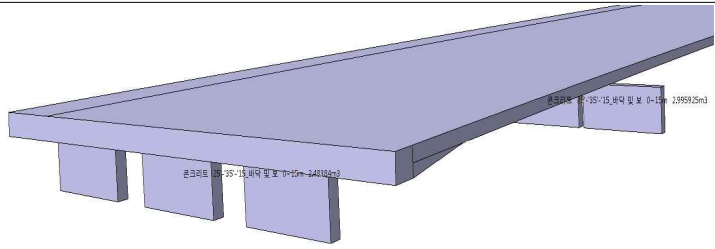
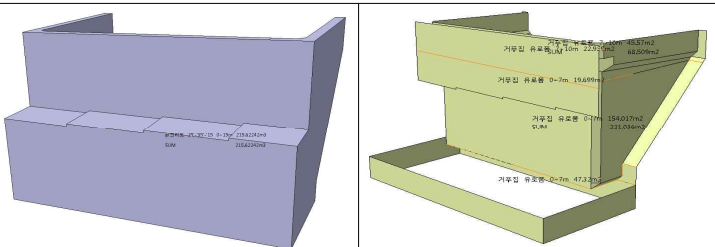
(1) 수량 산출을 위한 BIM 데이터의 작성은 최종 목적구조물의 형상 표현의 여부와 시공 시 현장 상황에 의해 변경되는 가설구조물의 여부에 따라 구분할 수 있다. 수량 산출을 위한 BIM 데이터 작성 기준은 다음과 같다.

<표 1.6.1> 수량 산출을 위한 BIM 데이터 작성 기준

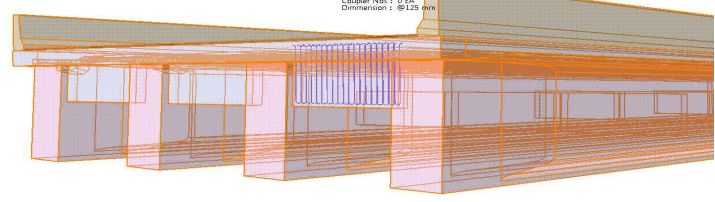
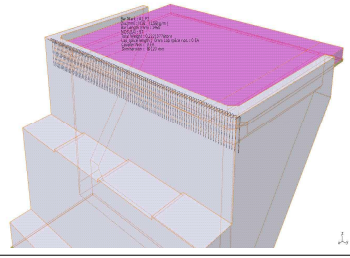
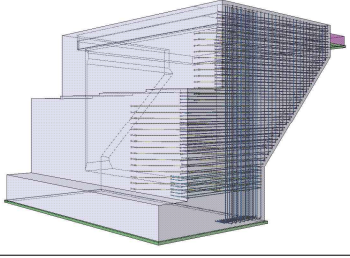
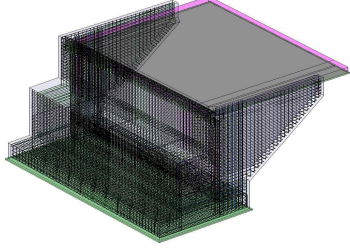
구분	BIM 데이터 구성 항목	BIM 데이터 제외 항목
적용 기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>최종 목적구조물의 형상 표현이 가능한 공중으로 수량 산출이 가능한 구조물</li> <li>구조물 시공을 위한 가설 구조물 (단, 최종 목적구조물 중 모델이 불필요한 공중은 제외)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>운반 등 모델링을 통화여 형상 표현이 불가능한 공중</li> <li>전문회사에 의해 제작물로 설계에 반영되는 공중</li> <li>현장 상황에 의해 변경되는 가설 구조물</li> </ul>
도로 분야	· 토공, 암거공, 포장층, 교통표지판 등	· 운반, 유송잡물, 환경관리비 등
구조 분야	· 모든 최종 목적 구조물, 터파기 등	· 물푸기, 평판제하시험, 계측비 등
터널 분야	· 굴착, 지보공, 라이닝, 갭문 등	· 발파공, 방수막, 용수 처리 등

### 1.6.3 산출 예시

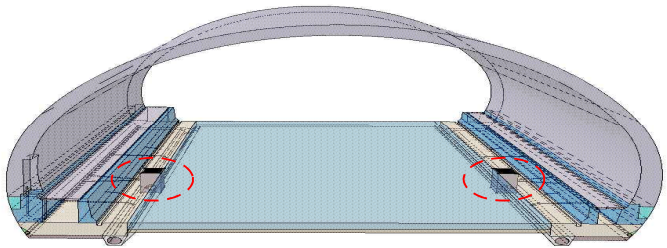
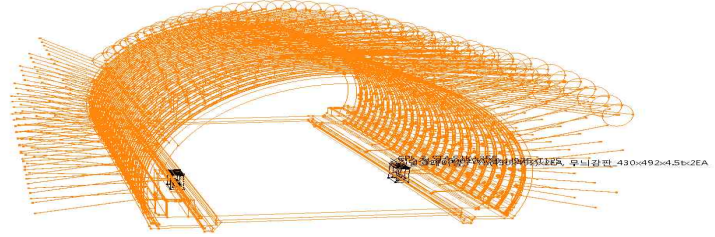
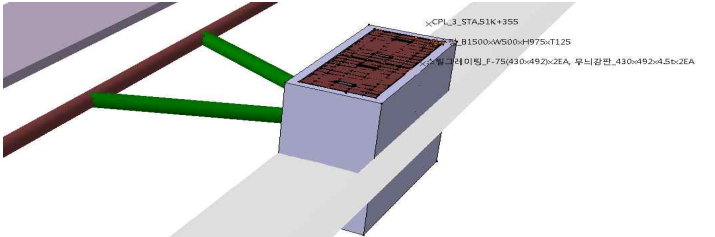
1) 수량산출을 위한 BIM 데이터와 속성 정보의 표현 예시는 다음과 같다.

구분	BIM 데이터	정보 구현
일반 수량에 관한 정보 구현		<ul style="list-style-type: none"> <li>GIRDER 제작 및 설치</li> <li>L=39.3m, H=2.8m</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>콘크리트 25-35-15</li> <li>바닥 및 보 0~15m 2.48384m<sup>3</sup></li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>콘크리트 25-35-15</li> <li>0~15m 215.62242m<sup>3</sup></li> </ul>

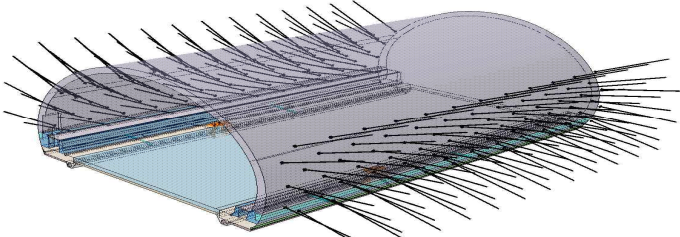
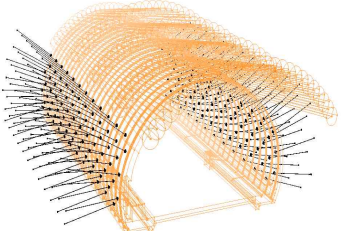
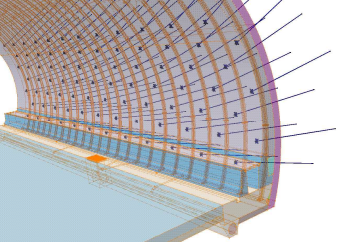
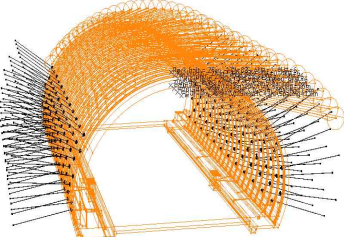
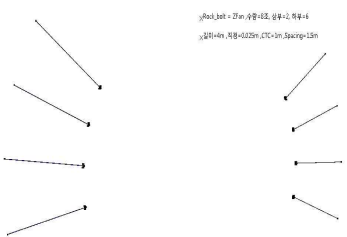
<그림 1.6.1> 교량분야 일반수량 산출을 위한 BIM 데이터 작성 기준(안)

구분	BIM 데이터	정보 구현																																																																																				
철근 수량에 관한 정보 구현	 <p>Bar Mark: EC1_5 Dia.(mm): H16 NOS.(EA): 19 Total Weight: 0.0773 tons Lap splice nos.: 0 EA Crawler Nos.: 0 EA Dimension: @125 mm</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bar Mark:EC1_5</li> <li>• Dia.(mm):H16</li> <li>• NOS.(EA):19</li> <li>• Weight:0.0773tons</li> </ul>																																																																																				
	 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bar Mark:A1_P2</li> <li>• Dia.(mm):H16</li> <li>• NOS.(EA):97</li> <li>• Weight:0.2221tons</li> </ul>																																																																																				
	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>철근 번호</th> <th>직경</th> <th>개수</th> <th>중량 (tons)</th> <th>비고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1_S4</td> <td>H10</td> <td>69</td> <td>0.057</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sub Total</td> <td></td> <td></td> <td>0.057</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A1_P4</td> <td>H13</td> <td>27</td> <td>0.325</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sub Total</td> <td></td> <td></td> <td>0.325</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A1_P1</td> <td>H16</td> <td>50</td> <td>0.411</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A1_P2</td> <td>H16</td> <td>97</td> <td>0.222</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A1_P3</td> <td>H16</td> <td>97</td> <td>0.715</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A1_P5</td> <td>H16</td> <td>27</td> <td>0.51</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A1_B5</td> <td>H16</td> <td>3</td> <td>0.167</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A1_WL17</td> <td>H16</td> <td>3</td> <td>0.023</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A1_WL18</td> <td>H16</td> <td>11</td> <td>0.019</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A1_WL19</td> <td>H16</td> <td>2</td> <td>0.024</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A1_WL20</td> <td>H16</td> <td>6</td> <td>0.071</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A1_WL21</td> <td>H16</td> <td>7</td> <td>3.273</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A1_WL22</td> <td>H16</td> <td>8</td> <td>18.487</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A1_WL23</td> <td>H16</td> <td>4</td> <td>0.117</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	철근 번호	직경	개수	중량 (tons)	비고	A1_S4	H10	69	0.057		Sub Total			0.057		A1_P4	H13	27	0.325		Sub Total			0.325		A1_P1	H16	50	0.411		A1_P2	H16	97	0.222		A1_P3	H16	97	0.715		A1_P5	H16	27	0.51		A1_B5	H16	3	0.167		A1_WL17	H16	3	0.023		A1_WL18	H16	11	0.019		A1_WL19	H16	2	0.024		A1_WL20	H16	6	0.071		A1_WL21	H16	7	3.273		A1_WL22	H16	8	18.487		A1_WL23	H16	4	0.117	
철근 번호	직경	개수	중량 (tons)	비고																																																																																		
A1_S4	H10	69	0.057																																																																																			
Sub Total			0.057																																																																																			
A1_P4	H13	27	0.325																																																																																			
Sub Total			0.325																																																																																			
A1_P1	H16	50	0.411																																																																																			
A1_P2	H16	97	0.222																																																																																			
A1_P3	H16	97	0.715																																																																																			
A1_P5	H16	27	0.51																																																																																			
A1_B5	H16	3	0.167																																																																																			
A1_WL17	H16	3	0.023																																																																																			
A1_WL18	H16	11	0.019																																																																																			
A1_WL19	H16	2	0.024																																																																																			
A1_WL20	H16	6	0.071																																																																																			
A1_WL21	H16	7	3.273																																																																																			
A1_WL22	H16	8	18.487																																																																																			
A1_WL23	H16	4	0.117																																																																																			

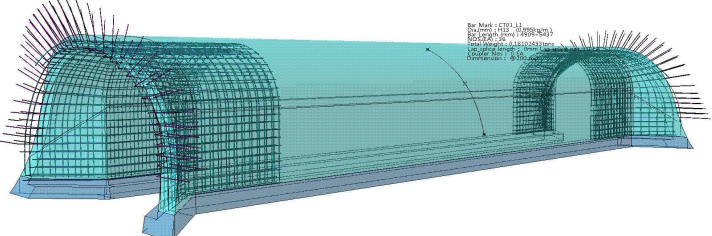
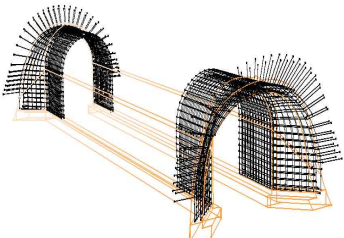
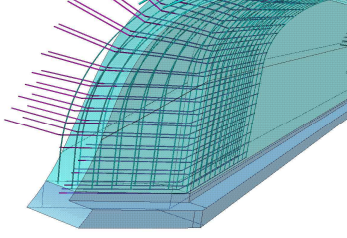
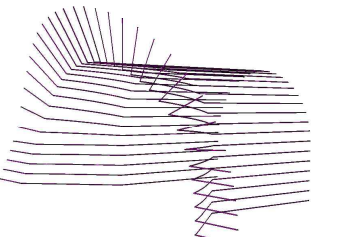
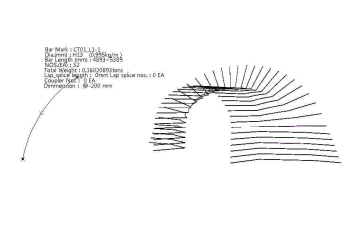
<그림 1.6.2> 교량분야 철근수량 산출을 위한 BIM 데이터 작성 기준(안)

구분	BIM 데이터	정보 구현
터널 내 집수정 수량에 관한 정보 구현		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• CPL_3</li> <li>• STA 51K+355</li> <li>• 집수정_ B1500xW500xH975</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 스틸그레이팅_ F-75(430x492)x2EA</li> <li>• 무늬강판_ 430x492x4.5tx2EA</li> </ul>

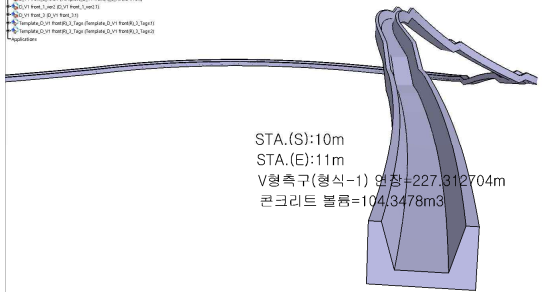
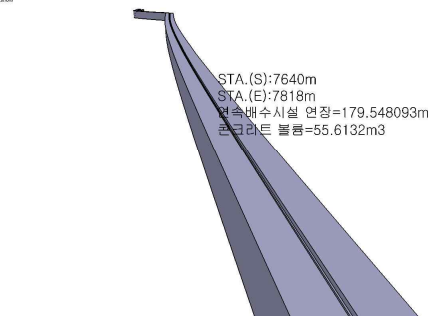
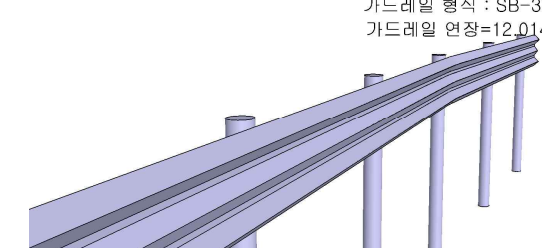
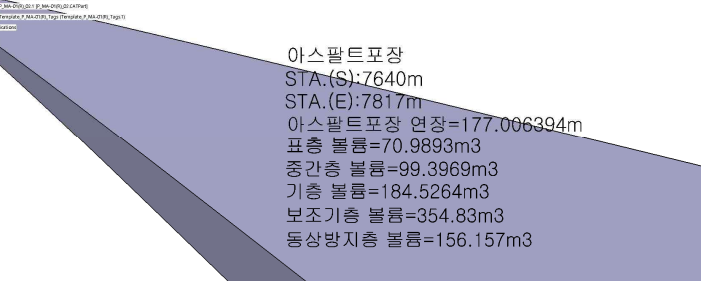
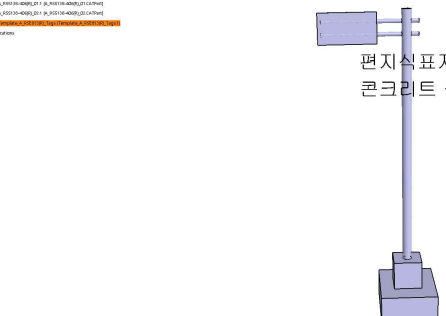
<그림 1.6.3> 터널분야 집수정 수량 산출을 위한 BIM 데이터 작성 기준(안)

구분	BIM 데이터	정보 구현	
터널 보강재 수량에 관한 정보 구현			
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Rock_bolt 수량 : 6조</li> <li>상부 : 0조</li> <li>하부 : 6조</li> </ul>
		 <p>Rock_bolt = 강재 수량대로 일괄 배치        Rock_bolt = 직경=0.025m, CTC=1m, Spacing=1.5m</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>길이 4m,</li> <li>직경=0.025m</li> <li>CTC=1m,</li> <li>Spacing=1.5m</li> </ul>

<그림 1.6.4> 터널분야 보강재 수량 산출을 위한 BIM 데이터 작성 기준(안)

구분	BIM 데이터	정보 구현	
터널 대인피난통로 수량에 관한 정보 구현			
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Bar Mark: CT01_L1-3</li> <li>Dia : H13</li> <li>Bar Length : 4,098~4,356</li> </ul>
		 <p>Bar Mark : CT01_L1-3        Dia : H13        Bar Length : 4,098~4,356        수량 : 10 (EA)        중량 : 0.04tons        간격 : @200</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수량 : 10 (EA)</li> <li>중량 : 0.04tons</li> <li>간격 : @200</li> </ul>

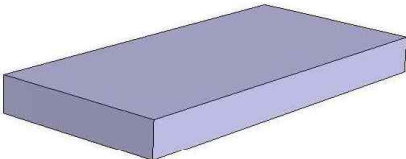
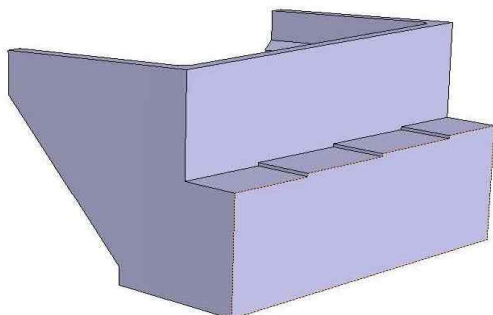
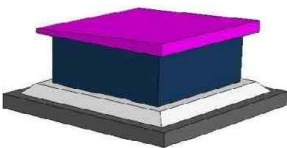
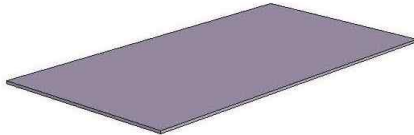
<그림 1.6.5> 터널분야 대인피난통로 수량 산출을 위한 BIM 데이터 작성 기준(안)

구분	BIM 데이터	정보 구현
일반 수량에 관한 정보 구현	 <p>STA.(S):10m STA.(E):11m V형측구(형식-1) 연장=227.312704m 콘크리트 볼륨=104,3478m<sup>3</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V형측구</li> <li>• 형식-1</li> <li>• L=227.3m,</li> <li>• 콘크리트=104.3m<sup>3</sup> (필요시)</li> </ul>
	 <p>STA.(S):7640m STA.(E):7818m 연속배수시설 연장=179.548093m 콘크리트 볼륨=55.6132m<sup>3</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연속배수시설</li> <li>• L=179.55m</li> <li>• 콘크리트=55.61m<sup>3</sup> (필요시)</li> </ul>
	 <p>가드레일 형식 : SB-3 가드레일 연장=12,014857m</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가드레일 형식 :SB-3</li> <li>• L=12m,</li> </ul>
	 <p>아스팔트포장 STA.(S):7640m STA.(E):7817m 아스팔트포장 연장=177.006394m 표층 볼륨=70.9893m<sup>3</sup> 중간층 볼륨=99.3969m<sup>3</sup> 기층 볼륨=184.5264m<sup>3</sup> 보조기층 볼륨=354.83m<sup>3</sup> 동상방지층 볼륨=156.157m<sup>3</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 아스팔트포장</li> <li>• 위치정보(STA.)</li> <li>• L=177.0m,</li> <li>• 표층V=70.9m<sup>3</sup></li> <li>• 중간층V=99.4m<sup>3</sup></li> <li>• 기층V=184.5m<sup>3</sup></li> <li>• 보조기층 V=354.8m<sup>3</sup></li> </ul>
	 <p>편지식표지판 콘크리트 볼륨=1.125m<sup>3</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 편지식표지판</li> <li>• 콘크리트 : V=1.125m<sup>3</sup></li> </ul>

<그림 1.6.6> 도로분야 일반수량 산출을 위한 BIM 데이터 작성 기준(안)


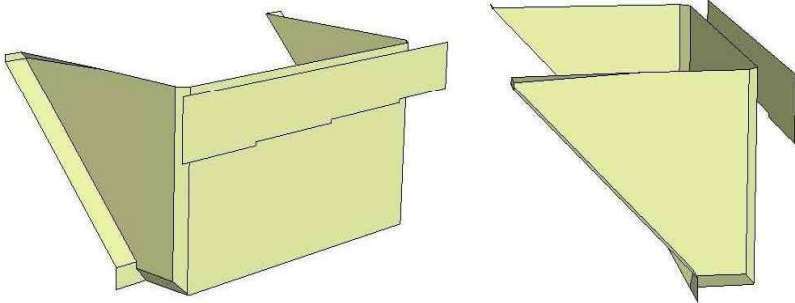
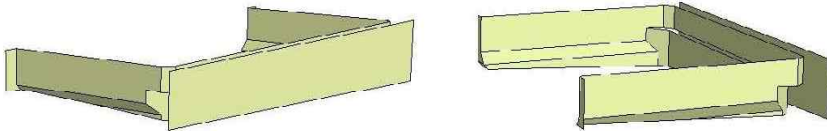
### 1.6.4 수량산출서 작성

1) BIM 데이터의 수량에 관한 속성 정보는 추출하여 수량산출서로 작성하여야 하며, 이 경우 BIM 데이터에서 추출된 개수, 길이, 면적, 체적 등의 수량을 임의적으로 수정하여서는 안된다. 수량산출서의 예시는 다음과 같다.

00~00고속도로		00교
공 종	산 출 근 거	수 량
1. 콘크리트 (25-27-150)	[0~15m] (기초) - BIM 모델에 의해서 산출하며, 그 형상은 아래와 같음  	m <sup>3</sup> 94.341
2. 콘크리트 (25-35-150)	[0~15m] (구체) - BIM 모델에 의해서 산출하며, 그 형상은 아래와 같음    215.622  (교량 받침 블록) - BIM 모델에 의해서 산출하며, 그 형상은 아래와 같음 - 교량 받침 블록 1개소에 대한 형상이며, 해당 수량은 전체 수량임  	m <sup>3</sup> 215.729
3. 콘크리트 (40-21-150)	[0~15m] (버림 콘크리트) - BIM 모델에 의해서 산출하며, 그 형상은 아래와 같음  	m <sup>3</sup> 7.627

<그림 1.6.7> 구조분야 수량산출서 작성 예시



공 종	산 출 근 거	수 량
<p>6. 거푸집 (합판6회)</p>	<p>[0~7m] - 버림 콘크리트 타설을 위한 거푸집으로, 버림 콘크리트 외측 면적에 적용 - BIM 모델에 의해서 산출하며, 그 형상은 아래와 같음</p> 	<p>m<sup>2</sup> 3.720</p>
<p>7. 거푸집 (유로폼)</p>	<p>[0~7m] - 본체 콘크리트 타설을 위한 거푸집으로 무늬 거푸집을 제외한 외측 면적에 적용 - 교차면 단차부와 교량받침 블록은 합판3회에서 산출하며, 유로폼에서는 제외 - BIM 모델에 의해서 산출하며, 그 형상은 아래와 같음</p>  <p>[7~10m]</p> 	<p>m<sup>2</sup> 221.036</p> <p>m<sup>2</sup> 68.509</p>
<p>8. 거푸집 (PET시트)</p>	<p>[0~7m] (유로폼 수량과 동일) = 221.036</p> <p>[7~10m] (유로폼 수량과 동일) = 68.509</p>	<p>m<sup>2</sup> 221.036</p> <p>m<sup>2</sup> 68.509</p>

<그림 1.6.7> 구조분야 수량산출서 작성 예시(계속)

2) 도로분야는 대부분 소형구조물이고 내역체계도 단위수량으로 이루어져 있어 BIM 데이터에서 수량추출시 기존의 단위수량 활용이 가능하도록 연장 또는 개소수의 조서의 데이터만 추출하여 수량산출한다.

수량산출 (연장 단위수량)										
2차원 단위 수량	공 종	산 출 근 거							비 고	
	1. 콘크리트 25-21-15  2. 시공이음 D16	깎기부 소단측구 단 위 수 량								0.340 m <sup>3</sup>
$( 0.15 \times 3.333 \times 1.56 ) \times 1 ) / 1000 = 0.0008 \text{ TON}$							0.0008 TON			
설치 조서	번호	측 점		방향	연 장 (M)			비 고		
		시 점	종 점		깎기부		쌓기부			
BIM 데이터		본선			형식-5	형식-5-1	형식-6			
	1	4+200.0	4+258.7	우측			75.0	본선(비분리)		
	2	4+200.0	4+251.4	좌측			67.0	본선(비분리)		
	3	4+742.2	4+817.7	좌측		76.0		본선(비분리)		
집계표 (결과)	구 분	연 장	무근 콘크리트 소형구조물		거푸집 유로폼	철근 D16	신축이음재 스치로폴 T=10mm	수축줄눈 6x50m/m	비닐깎기 M <sup>2</sup>	비 고
			25-21-15 M <sup>3</sup>	30-24-15 M <sup>3</sup>						
	a. 형식-5 : 깎기부 L형측구	447.00	0.340 / 151.98		0.954 / 426.43	0.0008 / 0.348	0.019 / 8.44	0.567 / 253.44	3.000 / 1341.00	
	d. 형식5-1 : 깎기부 L형측구	1104.00	0.153 / 168.91		0.583 / 643.63	0.0008 / 0.861	0.009 / 9.38	0.300 / 331.20	1.500 / 1656.00	
	d. 형식-6 : 쌓기부 L형측구	257.00	0.153 / 39.32		0.503 / 149.83	0.0008 / 0.200	0.009 / 2.18	0.300 / 77.10	1.500 / 385.50	
계	1808.00	360.21		1219.89	1.410	20.01	661.74	3382.50		

<그림 1.6.8> 도로분야 수량산출서 작성 예시

수량산출 (개소수 단위수량)

공 종	산 출 근 거	수 량

구 분	형 식	지주형식	수량(EA)
단 주	형식-1	삼각 (1번 900)	4
		삼각 (1200×1039)	
원형 (Φ 596)			
원형 (Φ 896)			
오각표지판 (600)			
단 주	형식-2	팔각표지판 (830 x 830)	32
		원형+사각 (Φ 896 + 900×300)	
		원형+사각 (Φ 896 + 1200×400)	
원형+장애물표적표지 (Φ 896 + 장애물표적표지)			
삼각+사각 (1200×1039 + 1200×400)			
삼각+삼각 (1번 900 x 1번 900)			

구 분	설치 수량	터파기(M³)		암터파기(M³)		되메우기(M³)		거부심(M³):유로폼		콘크리트(M³)		노상층 공제		동상방시층 공제		비고		
		단위량	수량	단위량	수량	단위량	수량	단위량	수량	단위량	수량	단위량	수량	단위량	수량			
단 주 식	형식-1(Φ76.3)	4	2.469	9.88			1.989	7.96	2.400	9.60	0.480	1.920						
	형식-2(Φ89.1)	20	3.700	74.00			3.075	61.50	3.000	60.00	0.625	12.500						
	형식-3(Φ114.3)	12	4.653	55.84			3.898	46.78	3.400	40.80	0.755	9.060						
	형식-4(Φ114.4)	2	5.755	11.51			4.860	9.72	3.800	7.60	0.895	1.790						
내 민 식	부착식	4																
	성 토 부	6.8차 로 교 통 표 지 형식-1	1	3.323	3.32			1.906	1.91	5.580	5.58	1.622	1.622	0.303	0.303	0.003		
		형식-2		8.759				5.958		9.960		3.369		0.640				
	절 토 부	6.8차 로 교 통 표 지 형식-1	3	10.058	30.17			8.436	25.31	5.580	16.74	1.622	4.866					
		형식-2		18.862				15.493		9.960		3.369						
	성 토 부	6.8차 로 교 통 표 지 형식-1		3.323				1.906		5.580		1.622		0.303				
		형식 2		8.759				5.958		9.960		3.369		0.640				
	절 토 부	6.8차 로 교 통 표 지 형식-1		10.058				8.436		5.580		1.622						
형식-2			18.862				15.493		9.960		3.369							
유 용	부착식																	
계		46	184.7	M³		M³	153.2	M³	140.3	M²	31.758	M³	0.303	M³		M³		

<그림 1.6.8> 도로분야 수량산출서 작성 예시(계속)

## 제2장 스마트설계

---

2.1 개요

2.2 배수 시뮬레이션

2.3 도로주행 시뮬레이션

2.4 경관설계 시뮬레이션

2.5 일조영향 시뮬레이션

# 제2장 스마트설계

## 2.1 개요

### 2.1.1 개요

현재의 BIM 설계는 2D로 이미 설계가 완료된 시설물에 대해 도면 등 설계 성과품을 토대로 BIM 데이터를 확보하는 BIM 역설계 단계에서 더 나아가 계획에서 상세설계까지 3차원 BIM 저작도구로 설계를 하고 있는 BIM 전면수행 방식이 추진되고 있다. BIM 전면설계가 조속히 시행되어야 한다는 의견은 많이 나오고 있지만 아직까지 설계 또는 시공단계에서 BIM 전면수행 방식은 시작단계라 할 수 있다. 하지만 국내 토목분야의 BIM 도입은 목적 시설물의 최적 시공을 위하여 설계오류와 잦은 설계변경, 공사 중지 등에서 벗어나 BIM 설계의 궁극적인 목적인 생산성 향상을 이루어야 하므로 토목분야에 BIM 전면설계제도의 정착은 시급한 것이 현실이다. 아울러 더 나가 BIM 전면설계에 의해 생성된 BIM 데이터와 스마트 건설기술을 융합한 설계 기법인 스마트 설계를 통해 설계 성과품을 도출하여 최적의 목적 시설물 시공까지 이루어져 생산성 향상은 물론 향후 유지관리가 용이하며, 재해 및 재난을 사전에 예방하고 시설물의 효용성 증진을 통해 공공의 안전을 도모하는 쾌적한 고속도로가 될 수 있을 것이다.

스마트 설계 상세설명은 최근 지구온난화, 국지성 집중호우 등 기후변화로 인해 발생할 수 있는 고속도로의 교통사고로부터 이용자의 안전을 지키며, 보다 쾌적한 고속도로가 될 수 있도록 3차원 BIM 데이터와 각종 스마트 설계 기법을 접목한 설계를 수록하였다. 유체역학을 바탕으로 수치해석 기법과 융합한 배수 시뮬레이션, 주행안전성을 점검할 수 있는 도로주행 시뮬레이션, 터널 입·출구부 등의 사고 방지 대책을 위한 일조영향 시뮬레이션, 주변 환경과 이용자의 쾌적성을 고려한 경관 시뮬레이션을 필요시 선택적으로 실시한다.

스마트 설계의 가장 기본은 3차원 BIM 데이터와 융합하여 왜곡이나 변형 없이 정확한 위치와 제원을 반영하여 실제 상황을 시뮬레이션하는 것을 주안점으로 하여야 한다.

본 부속서의 상세설명은 스마트 설계에 관한 설계방법을 제시하여 설계 및 시공 분야의 엔지니어에게 도움이 되고자 한다.

## 2.2 배수 시뮬레이션

### 2.2.1 개요

- 1) 기후변화로 인한 강우패턴의 변화 및 국지성 집중호우 발생 시 설계기준에서 정한 설계빈도이상의 강우발생이 빈번하여 고속도로의 노면 및 각종 배수 시설물 등의 피해가 발생하여 교통사고의 위험이 증가할 뿐 아니라, 국민의 안전과 재산에도 막대한 피해가 발생할 수 있으므로 고속도로 계획 및 설계단계에서 배수시뮬레이션을 실시하여 재해 예방을 목적으로 실시한다.
- 2) 배수 시뮬레이션은 컴퓨터 시뮬레이션과 유체역학을 접목하여 실제상황과 유사한 조건을 구현하여 배수피해를 미리 예측하고 개선대책을 도출하여야 하며, 이해 관계자들의 최적의 계획 및 결정을 위하여 VR 시뮬레이션과 동영상 등을 통한 결과보고를 통해 과업 목적을 달성하여야 한다.

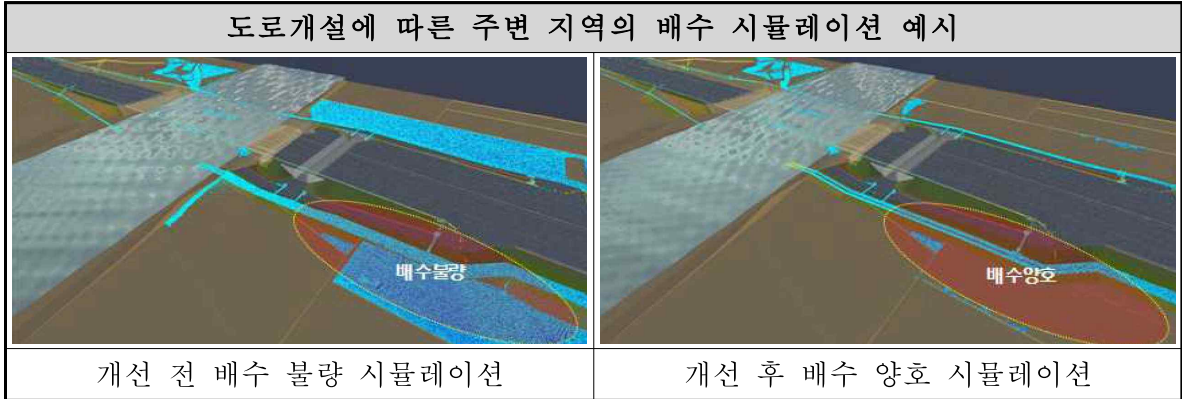
### 2.2.2 BIM 데이터 작성

- 1) BIM 데이터는 수치해석을 위한 엔진이 아니므로 별도의 3차원 유체해석 프로그램과 접목하여 설계 및 시공시 사전 문제점 도출과 배수체계의 원활성을 검토할 수 있어야 한다.



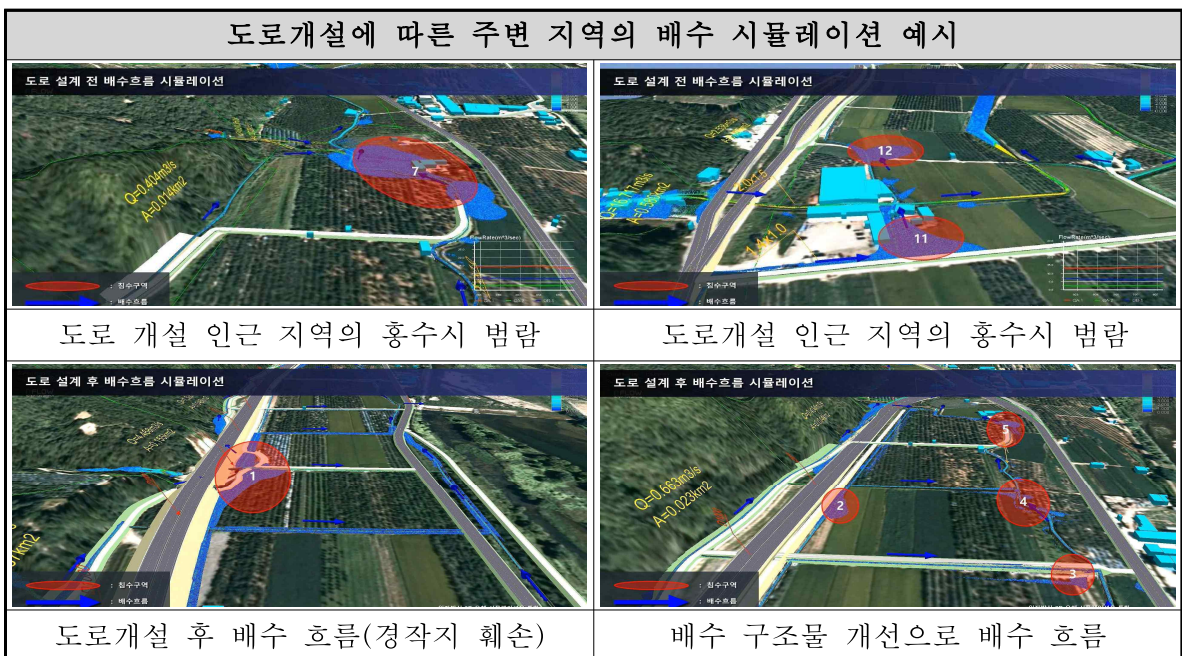
<그림 2.2.1> 배수 시뮬레이션 예시

- 2) 3차원 유체해석 결과의 시뮬레이션은 BIM 데이터를 활용하여 구현하며, BIM 데이터는 LOD 300 수준이상으로 작성한다.
- 3) 배수 시뮬레이션은 유역에서 유입되는 물을 배수시설을 통하여 신속하게 처리할 수 있는 방식으로 계획하며 기존의 배수설계 수행방법을 준용하고 공사 중 및 유지관리 단계에서 발생할 수 있는 범람과 침수 등의 재해를 사전에 예측하여 시각화한다.



<그림 2.2.2> 배수 시뮬레이션 예시

- 4) BIM 데이터를 이용하여 가상현실 공간에서 현재 설계기준 및 지침에 대한 배수검증과 집중호우 등을 실시간으로 3D 유체 시뮬레이션을 통해 가시화함으로써 배수 불량구간에 대한 문제점 및 개선 대책 도출한다.
- 5) BIM 데이터 범위는 유역면적까지 모든 구간이 필요한 것은 아니므로 위험가능 구역을 사전에 검토하여 국부적인 모델을 통해 시뮬레이션을 실시한다.
- 6) 수치해석 방법에서 1, 2차원 해석은 격자생성, 해석결과의 불확실성 및 가시적 표현 부족 등에 문제가 지속적으로 발생하고 있으므로 반드시 3차원 유체해석을 바탕으로 시뮬레이션 하여야 한다.
- 7) 3D 유체해석을 위한 수치해석 프로그램은 적용 실적 등을 충분히 검토하여야 하며, 적용 사례와 성과를 제시하여 프로그램에 대한 검증을 하여야 한다.



<그림 2.2.3> 배수 시뮬레이션 예시

8) 3D 수치해석을 위한 모델은 BIM 데이터를 활용하거나, 해당 구역의 지형 측량 및 무인비행장치 측량을 이용하여 정확한 자료를 취득하여야 한다.



<그림 2.2.4> 유체해석을 위한 자료 취득

### 2.2.3 대상 선정

- 1) 집중 호우 시 노면 배수구조물의 적정 설치 여부 분석을 통해 추가 또는 확장 설치 등 대책방안을 수립할 수 있어야 하며, 대안에 대한 안전성 검증 또한 3차원 시뮬레이션을 통하여 검증한다.
- 2) 대상 항목
  - (1) 터널 전·후 및 대절토부 등의 유량 집중구간 배수 적정성
  - (2) 고속도로 및 고속도로 시설물 설치 시 주변 도로의 배수영향 검토를 통한 영향 최소화
  - (3) 각종 배수 불량 구간(산악지 계곡부, 종곡선 오목부, 교량구간 등)의 배수 효율성 증대 방안 분석
  - (4) 집수정 설치구간의 집수정 효율분석
  - (5) 교량구간의 배수 적정성 분석
  - (6) 중·형 배수시설의 적정 배수 분석
  - (7) IC, JCT 등 입체교차로의 적정 배수 분석
  - (8) 지하차도 등 지하구조물 배수 효율성 분석



## 2.3 도로주행 시뮬레이션

### 2.3.1 개요

- 1) 고속도로 설계 및 시공 전 고속도로의 기하학적 기준은 만족하지만 운전자 중심의 사전 주행 시뮬레이션을 통해 주행 안전의 문제점 분석과 개선으로 안전하고 쾌적한 고속도로를 계획하며, 교통사고를 예방하여 국민의 안전과 재산을 지킴을 목적으로 실시한다.
- 2) 도로주행 시뮬레이션은 고속도로의 기하학적 기준뿐만 아니라 필요시 도로의 부대시설, 주변 조경과 환경 부분을 BIM 데이터로 작성하여 운전자 안전에 대한 위협 여부를 검토하고, 위급상황을 재현할 수 있도록 부대시설 등에 높은 BIM 데이터 상세수준을 요구할 수 있으며, 이해 관계자들의 최적 계획 및 결정을 위하여 VR 시뮬레이션과 동영상 등을 통한 결과보고를 통해 과업 목적을 달성하여야 한다.
- 3) 분기점과 나들목의 형식 선정
  - (1) 분기점의 형식은 3지 교차형식인 직결 및 준직결의 Y형 형식과 4지 교차형식인 변형 클로버와 클로버 형식 중 시설규모, 주변 현황, 지장물 등을 고려하여 형식 검토를 실시하여야 하며 BIM 데이터를 통한 주행시뮬레이션을 통하여 충분한 안전성을 입증하여야 한다.
  - (2) 분기점 및 나들목의 형식은 본선의 설계속도 및 형식선정에 따라 교통수요 예측결과를 반영한 도로주행 시뮬레이션을 작성하며 형식결정을 위한 비교·검증을 하여야 한다.
  - (3) 입체교차되는 연결로의 시설한계는 계획하는 모든 관계자들이 확실하게 인지할 수 있도록 명확하게 시뮬레이션에 표현하여 안전한 통과고 확보에 대한 시각적인 검증을 하여야 한다.



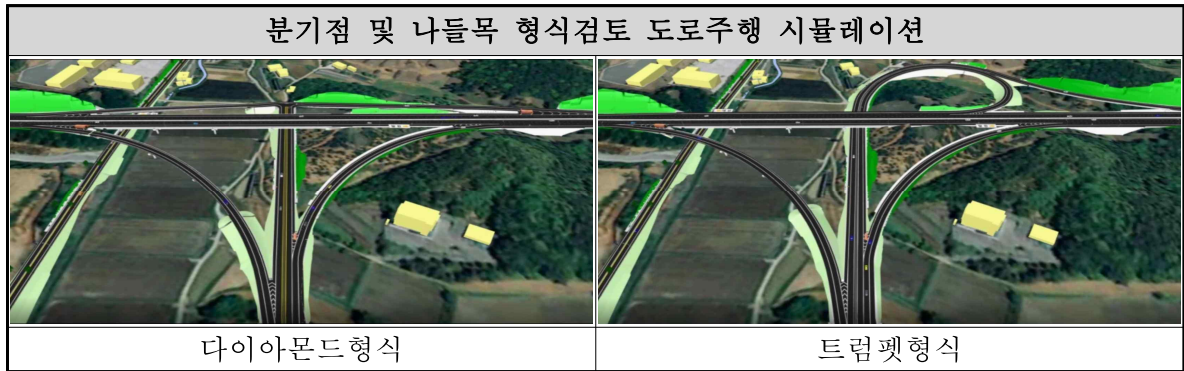
<그림 2.3.1> 도로주행 시뮬레이션 사례



<그림 2.3.1> 도로주행 시물레이션 사례(계속)

### 2.3.2 BIM 데이터 작성

- 1) 주행 시물레이션 모델을 위하여 BIM 데이터를 활용하거나, 해당 구역의 지형 측량 및 무인비행장치 측량을 이용하여 정확한 자료를 취득하여야 한다.
- 2) 주행 시물레이션은 도로 기하학적 기준의 적정성을 검토하기 위하여 계획 초기에 반드시 검증을 하여야 하며, 설계 완성단계에서 최종적으로 시물레이션을 통해 완성하여야 한다.
- 3) 계획초기의 시물레이션은 도로 선형적으로 불리한 나들목, 분기점 등의 개소에 대하여 국부적으로 실시할 수 있으며, 완성단계의 시물레이션은 전 구간을 대상으로 하여야 한다.
- 4) 나들목형식 선정시 계획단계의 시물레이션은 교통분야와 협업하여 BIM 데이터를 기반으로 교통분석 등을 병행하여 수행할 수 있다.
- 5) 도로주행 시물레이션은 BIM 데이터를 활용하여 구현하며, BIM 데이터는 LOD 300 수준이상으로 BIM 데이터를 작성하나, 계획단계에서는 LOD 수준을 낮추어 수행할 수 있다.
- 6) 고속도로 준공 전·후의 시물레이션은 주행 상황 재현을 위하여 3차원 가상현실(VR) 시스템과 연계될 수 있도록 한다. 즉, BIM 데이터를 이용하여 가상현실 공간에서 현재 기하구조 기준 및 지침에 대한 검증이 가능하며 사고위험 구간에 대해 국부적인 시물레이션을 통해 가시화함으로써 문제점 및 개선 대책을 도출한다.
- 7) 분기점 및 나들목(교차로) 계획구간의 교통수요분석 결과를 반영하여 시나리오별 교통분석 결과를 가시화 할 수 있다.



<그림 2.3.2> 입체교차로 형식검토 주행 시뮬레이션 사례

### 2.3.3 대상 선정

- 1) 도로주행 시뮬레이션은 고속도로 개통 전후 종합적인 설계검토 기능을 할 수 있으며, 계획 및 설계단계에서는 위험요소의 다각적인 검토로 사전에 위험요소를 제거할 수 있고, 여러 가지 대안에 대한 도로주행 시뮬레이션을 통해 최적의 고속도로 계획을 수립할 수 있다.
- 2) 계획 및 설계단계 도로주행 시뮬레이션 검토 항목
  - (1) 도로의 주행성 검토
    - 도로의 종합적인 기하구조 검토(평면 및 종단 선형, 구조물 계획, 시거, 진·출입 계획, 시설물의 시인성 등)
    - 나들목 및 분기점 구간의 시뮬레이션 검토(진·출입, 교차로, 교량 및 터널 설치에 따른 영향, 교차 및 간섭 영향, 선형 불량 구간 등에 대한 시거와 운전자의 시인성 등)
  - (2) 분기점 및 나들목(교차로) 계획검토
    - 입체 교차로 진·출입 계획(교차로 구간의 차량 동선 계획 등)
    - 진·출입시 도로의 시인성 계획(자연스러운 진·출입 계획, 회전 반경, 곡선구간 시거 등)
  - (3) 교통 분석 연계 시뮬레이션
    - 교통분야와 협업(BIM 데이터 정보를 기반으로 교통 분석 수행)
    - 교통수요분석 결과를 반영에 활용(도로 및 교차로 계획구간, 시나리오별 교통 분석 시뮬레이션)
- 3) 고속도로 도로주행 시뮬레이션 검토 항목
  - (1) 도로설계의 적정성(기하구조, 부대시설, 조경 및 환경분야 등 종합적 검토)
  - (2) 위험요소 사전 제거로 교통안전 서비스 향상

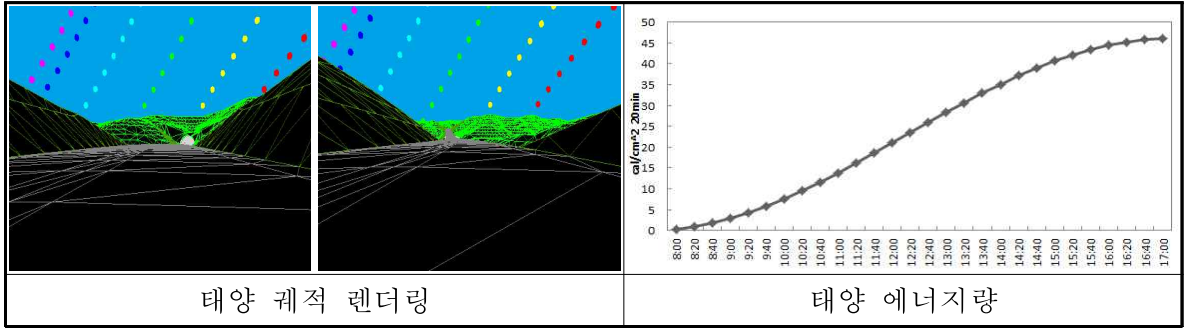
## 2.4 일조영향 시뮬레이션

### 2.4.1 개요

- 1) 최근 국내 고속도로는 기후변화로 인한 이상 강설, 강우, 기온변화로 인하여 고속도로의 노면의 미끄러짐으로 교통사고의 위험이 증가할 뿐 아니라, 국민의 안전과 재산에도 막대한 피해가 발생되고 있으므로 고속도로 계획 및 설계단계에서 노면 미끄러짐 방지 대책 및 직광 위험도 분석을 통해 일조영향시뮬레이션을 실시하여 교통사고 예방을 목적으로 한다.
- 2) 일조영향 시뮬레이션은 결빙예측과 직광위험도 시뮬레이션을 포함하여야 한다.
- 3) 결빙예측 시뮬레이션은 겨울철 적설 및 강우 등으로 인한 고속도로 음지 발생을 예측하여 블랙아이스 등 고속도로 결빙을 방지하여 사고를 사전에 예방하도록 한다.
- 4) 직광위험도 시뮬레이션은 도로 주행 중, 특히 터널을 운전하는 경우 출구부에서는 터널 내부의 조도에 적응되어 있는 운전자의 시력이 터널 밖으로 나오는 순간 강렬한 태양광에 직접 노출(직광) 될 때 화이트홀 현상이 발생하면서 일시적으로 시야 확보가 불가능해 짐에 따라 사고 위험이 있으므로 운전자 시야에 태양이 직접 유입되어 주행안전성을 해치는 경우 사전 시뮬레이션을 통해 설계 요소를 변경함으로써 사고를 사전에 예방하여야 한다.

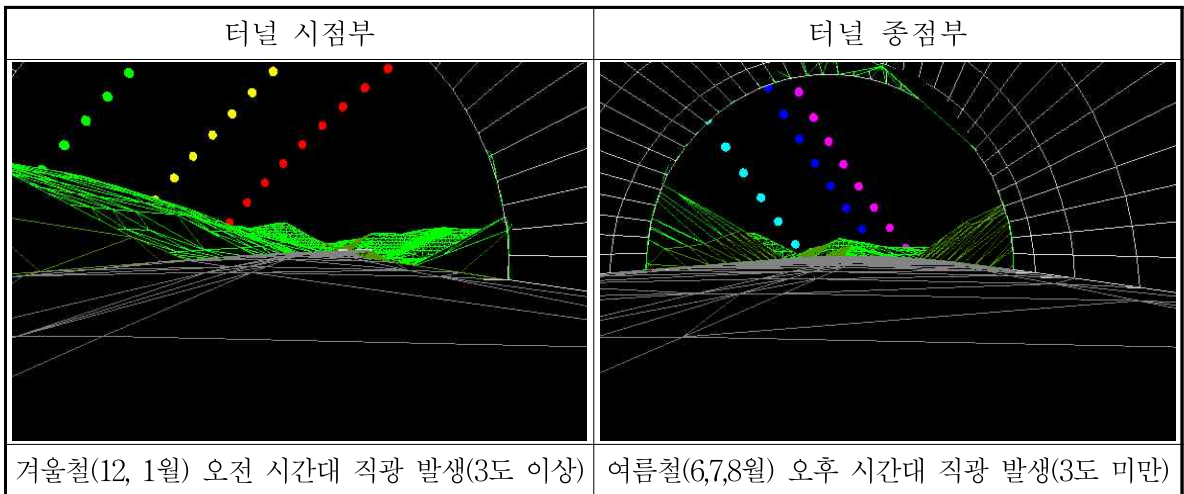
### 2.4.2 BIM 데이터 작성

- 1) BIM 데이터는 수치해석을 위한 엔진이 아니므로 별도의 일영분석 프로그램과 접목하여 설계 및 시공 시 사전 문제점을 도출할 수 있어야 한다.
- 2) 일조영향 시뮬레이션 모델을 위하여 BIM 데이터를 활용하거나, 해당 구역의 지형 측량 및 무인비행장치 측량을 이용하여 정확한 자료를 취득하여야 하며, 일조영향 해석을 위해서 지역의 정확한 기상자료 수집이 중요하며, 이상 기후에 대한 검토를 반영하여야 한다.
- 3) 일조영향 시뮬레이션은 태양의 궤적과 에너지량을 고려하여 결빙예측구간을 BIM 데이터에 반영하여야 하며, 결빙위험이 높은 구간에 대해서는 결빙방지 시설과 경고표지를 시뮬레이션에 포함하여야 한다.

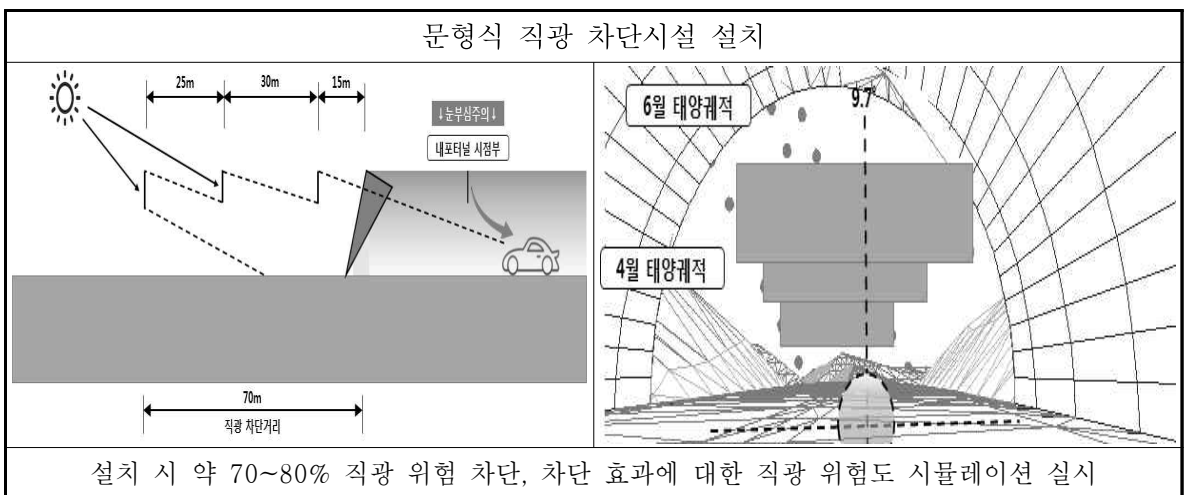


<그림 2.4.1> 일조영향 시물레이션 사례

4) 직광위험도 시물레이션을 위해 태양고도 방위각의 연중 변화에 따라 고속도로 계획 구간내 직광위험성이 높은 구간을 선별하는 것이 중요하며, 직광위험이 높은 구간에서 차량속도 저하로 정체가 유발되고, 사고 확률도 높아지므로 직광위험을 감소시키기 위한 대안노선 또는 대응방안을 검토하여 그 효과를 시물레이션에 반영하여야 한다.



<그림 2.4.2> 직광 위험도 시물레이션 사례



설치 시 약 70~80% 직광 위험 차단, 차단 효과에 대한 직광 위험도 시물레이션 실시

<그림 2.4.3> 위험도 분석에 의한 차단시설 설치

- 5) 고속도로 시설물의 설치로 인해 농작물의 피해가 우려되는 구간에 대하여 필요 시 일조피해를 검토할 수 있다.



<그림 2.4.4> 대상 구간의 선정 사례

### 2.4.3 대상 선정

#### 1) 터널 출구부

- (1) 터널 내부 조도에 적응된 운전자의 시력이 터널 출구부에서 강렬한 태양에 노출가능 구간
- (2) 터널 입·출구의 내·외부 온도차이로 인해 겨울철 결빙현상으로 사고발생 우려가 있는 구간

#### 2) 일반 도로 및 교량 구간

- (1) 산악지, 절토 비탈면 부근 겨울철 음지 발생이 예측되어 결빙으로 인한 사고 발생 우려가 있는 구간
- (2) 교량 구간 및 도로구간의 오목부 등 겨울철 결빙현상 발생 예측 구간

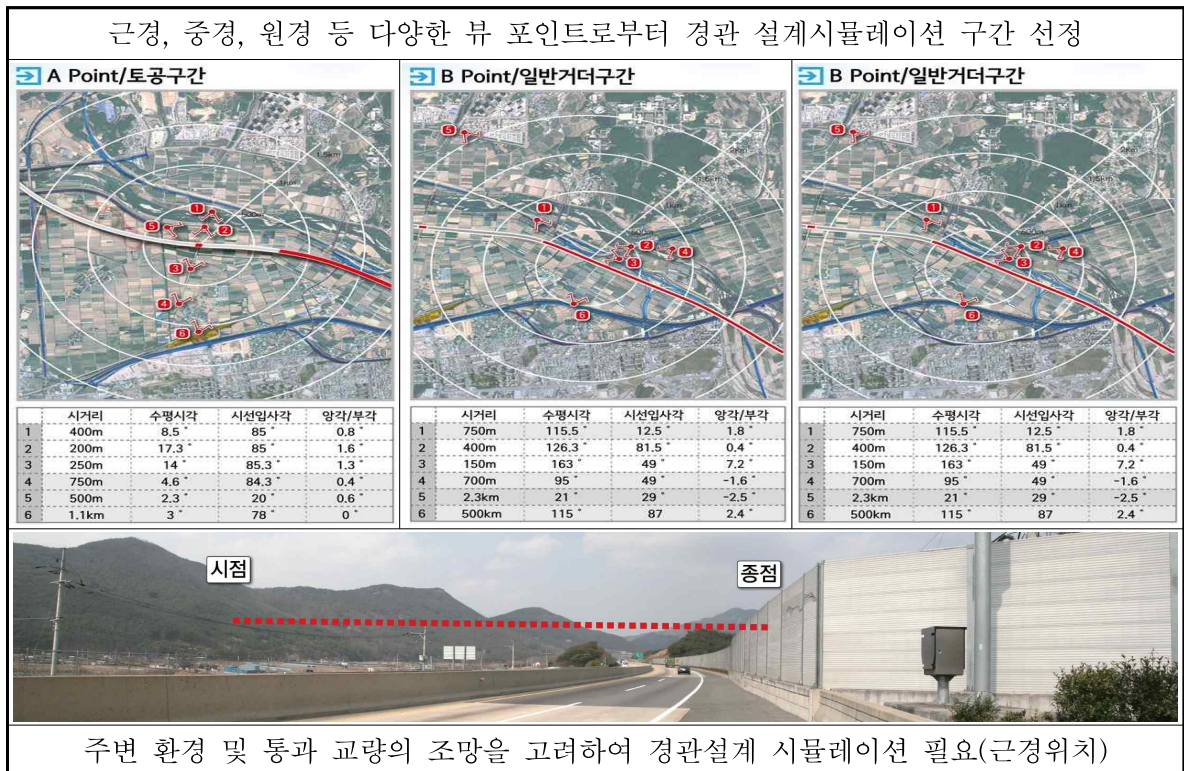
#### 3) 기타 시설물로 인한 일조 피해가 발생할 수 있는 구간

- (1) 도로 외측 방음시설, 방음벽 등 겨울철 음지 발생 예측 구간
- (2) 고속도로 시설물의 음영으로 인한 농작물의 피해가 우려되는 구간(필요시)

## 2.5 경관설계 시뮬레이션

### 2.5.1 개요

- 1) 최근 국내 고속도로는 국민 삶의 질이 향상됨에 따라 경관적으로 우수한 고속도로 시설물의 요구로 과거의 기본기능 외에 심미성, 쾌적성을 추구하게 되었으므로 고속도로 계획 및 설계단계에서 BIM 데이터를 활용하여 경관설계 시뮬레이션을 실시하여 조화롭고 아름다운 시설물 건설을 목적으로 한다.
- 2) 경관설계 시뮬레이션은 3차원 BIM 데이터를 활용하여 왜곡이나 변형 없이 정확한 위치와 제원을 반영하여 시설물의 경관 및 주변환경과의 조화를 고려하여 쾌적하고 친환경적이 고속도로 경관이 되어야 한다.
- 3) 경관설계 시뮬레이션은 입지분석, 지역현황 검토, 관련 상위계획 검토에서부터 목적 시설물 디자인, 경관을 고려한 부대시설 디자인 등 기존 경관설계 체계는 유지한다. 경관설계 시 BIM 데이터를 접목하여 시뮬레이션을 하는 과정을 추가하여 고속도로의 아름다운 경관 향상에 기여하여야 한다.



<그림 2.5.1> 경관 시뮬레이션 대상 선정

- 4) 경관설계에 의한 목적 시설물의 디자인 등은 BIM 데이터를 통해 철근의 가공 조립, 거푸집 제작 등 시공 가능성을 확인하여야 한다.

시공성 검토에 의한 대안 선정	
 <p>기본설계 주탑 모델</p> <p>기본설계 검토</p> <p>2중 곡면 거푸집 필요. 락걸근 Shpae의 변수 증가, 캐블 가공 불가피.</p>	 <p>원안</p> <p>대안1</p> <p>대안2</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>경관성 검토 후 거푸집 형태 및 철근배치 등 시공성 검토</li> <li>BIM 데이터 시각화를 통해 주탑 형식 변경</li> </ul>	

<그림 2.5.2> ○○대교 주탑 시공성 검토 사례

### 2.5.2 BIM 데이터 작성

- 1) 경관설계 시뮬레이션을 위한 BIM 데이터는 주변환경과의 조화를 고려하여 경관설계에 필요한 기존 지형 및 주요시설물과 지장물 등을 반영하여야 한다.
- 2) 교량의 경관설계 시뮬레이션은 근경, 중경, 원경 관측점에서의 모델뿐만 아니라 운전자 입장에서 시뮬레이션을 포함하여야 한다.
- 3) 지하차도나 터널 내부는 패턴 디자인 설계와 컬러 표현까지 시뮬레이션에 반영한다. 또한, 교통사고 방지를 위한 각종 시설물의 디자인도 주행 시뮬레이션 데이터에 포함하여야 한다.

교량 상·하부 구조 형식 선정시 경관설계 시뮬레이션 도입	
	
	<p><b>상부 형식</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 슬림하고 개방적이며 일체감을 고려한 형식으로 하부주행 시 교량 측부 조형성 및 개방감 우수</li> </ul> <p><b>하부 형식</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 교각 타입별 통일성 있는 디자인 적용</li> <li>• 기둥부 원형단면과 라운드형 코핑부 적용으로 메스감 최소화 및 하부주행 시 위압감 최소화</li> </ul>

<그림 2.5.3> 교량 상·하부 구조 계획 시뮬레이션 사례



- 4) 방음벽 등 교량 부대시설에 대한 경관설계 시뮬레이션은 주변 경관 및 고속도로와 조화되도록 경관설계 시뮬레이션에 반영하여야 한다.
- 5) 경관설계 시뮬레이션은 반드시 경관분야 전문가가 데이터 작성을 하여야 하며, 설계자, 발주처 관계자 등 주변 이해관계자의 의견을 충분히 반영하여야 한다.

터널 수준별 경관 연출		
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지역의 문화와 전통성을 상징하는 랜드마크</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주변경관과 조화롭고 지역 문화의 이미지를 반영한 터널</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 간결하고 단순한 형태의 경제적인 터널</li> </ul>

<그림 2.5.4> 터널 입·출구부 계획 시뮬레이션 사례

### 2.5.3 대상 선정

- 1) 일반 도로 및 교량 구간
  - (1) 교량 경간구성의 적정성
  - (2) 교량 상·하부 형식 선정
- 2) 터널 입·출구부
  - (1) 갭문 위치, 형식 선정
  - (2) 입·출구 갭문 디자인 선정
  - (3) 터널 내부 디자인 선정
- 3) 경관 구조물
  - (1) 시공성 검토
- 4) 방음벽 등 기타 부대 시설물