

고속도로 BIM 적용지침

시공자편

| 2023. 12 |



머 리 말

건설산업의 디지털전환이라는 세계적 흐름 속에서, 건설 전(全)주기의 정보를 통합하고 여러 스마트 건설기술을 서로 연결·융합할 수 있게 하는 BIM(Building Information Modeling, 건설정보모델링)이 핵심기술로 각광받고 있습니다.

우리공사에서 '19년에 국내 최초로 도입한 고속도로 전면 BIM 설계의 성과물을 시공단계에서 처음으로 활용하게 될 시기가 도래했습니다. 이에 앞서 이번에 발간하는 “고속도로 BIM 적용지침(시공자편)”은 국토교통부에서 제정한 건설산업 BIM 기본지침과 BIM 시행지침에서 제시하는 적용 원칙과 방향을 반영하여 고속도로 건설에 적용하기 위해 제정되었습니다.

본 지침은 시공단계에서 필요한 BIM 업무 방법 및 절차 등의 세부 공통 실행방안을 제시하며, 각 장에서는 시공 BIM 모델의 제작·활용기준, BIM 기반 시공성과물의 납품·품질검토 기준 및 관리·활용 방안에 대해 상세히 설명하고 있습니다. 이를 통해 고속도로 공사에 참여하는 모든 건설기술인이 BIM을 최대한 활용하여 생산성 향상을 통해 효율적으로 프로젝트 성과를 달성할 수 있기를 기대합니다.

끝으로 본 지침 발간을 위해 노고를 아끼지 않으신 집필진과 자문위원 그리고 직원들에게 깊은 감사를 드립니다.

2023. 12

한국도로공사 건설본부장 박 건 태

목 차

제1장 개요	1
1.1 일반사항	1
1.1.1 적용지침의 개요	1
1.1.2 적용지침의 구성 및 기본원칙	4
1.1.3 수행 주체의 역할	6
1.1.4 적용지침의 주요 내용	8
1.1.5 용어	11
1.2 시공 BIM 공통기준	19
1.2.1 일반사항	19
1.2.2 BIM 적용 절차 개요	21
1.2.3 BIM 수행계획서 작성	26
1.2.4 BIM 기술환경 확보	31
제2장 시공 BIM 모델 제작기준	43
2.1 시공 BIM 모델 제작개요	43
2.1.1 목적	43
2.1.2 시공 BIM 모델 제작원칙	43
2.1.3 시공 BIM 모델 제작 절차	44
2.1.4 시공 BIM 모델 제작 준비업무	44
2.2 시공 BIM 모델 제작	47
2.2.1 공통사항	47
2.2.2 시공 BIM 모델 객체 제작	50
2.2.3 시공 BIM 모델 제작 유형	59
2.2.4 As-Built BIM 모델 제작기준	87
2.2.5 공통 템플릿 제작	89
2.2.6 BIM 라이브러리 제작	90

제3장 시공 BIM 모델 활용기준	93
3.1 개요	93
3.1.1 목적	93
3.1.2 활용원칙	93
3.2 시공 중 설계지원	94
3.2.1 개요	94
3.2.2 대안검토	96
3.2.3 설계변경지원	96
3.2.4 시공상세도 활용	96
3.3 시공통합 BIM 모델	101
3.3.1 개요	101
3.3.2 시공통합 BIM 모델	101
3.4 공정관리	103
3.4.1 개요	103
3.4.2 공정계획	103
3.4.3 계획공정표 작성	105
3.4.4 진도관리	105
3.4.5 BIM 기반 일일공정관리	107
3.5 공사비관리	109
3.5.1 개요	109
3.5.2 수량산출 및 확인	109
3.5.3 기성관리	110
3.6 시공관리	112
3.6.1 개요	112
3.6.2 간섭 및 설계오류 확인	112
3.6.3 장비배치 및 운영계획	114
3.6.4 공법계획	115
3.6.5 검측	115
3.6.6 자재운송	116

3.7 안전관리	117
3.7.1 개요	117
3.7.2 안전교육	117
3.8 스마트건설 기술 연계 및 적용	119
3.8.1 개요	119
3.8.2 Machine Control(MC)/ Machine Guidance(MG) 활용	121
3.8.3 드론기반 토공사 진도관리	121
3.8.4 스마트 안전관리	121
3.8.5 VR/AR/MR/XR을 활용한 현장 관리	122
3.9 탈현장 시공의 활용	123
3.9.1 개요	123
3.9.2 프리랩 기술을 활용한 사전 제작	123
3.9.3 모듈러 기술을 활용한 사전 제작	124
제4장 BIM기반 시공성과물 납품 및 품질검토 기준	125
4.1 BIM기반 시공성과물 납품기준	125
4.1.1 일반사항	125
4.1.2 시공성과물 제출원칙	126
4.1.3 시공성과물의 대상 및 포맷	127
4.1.4 시공성과물의 납품기준	129
4.1.5 시공성과물의 작성절차	131
4.1.6 BIM 활용보고서 작성	132
4.2 BIM기반 시공성과물 품질검토 기준	136
4.2.1 시공성과물 품질검토 일반사항	136
4.2.2 시공성과물 품질검토 방법 및 기준	137

제5장 BIM기반 시공성과물 관리 및 활용 143

5.1 BIM기반 시공성과물 관리 143

5.1.1 시공성과물의 책임 143

5.1.2 시공성과물의 관리 144

5.1.3 시공성과물의 권한 144

5.1.4 시공성과물 보안 방법 145

5.1.5 시공성과물 관리시스템 마련 및 운영 146

5.2 BIM기반 시공성과물 활용 147

5.2.1 시공성과물의 후속단계 연계 및 활용 147

5.2.1 시공성과물의 활용방안 148

[부속서-1] BIM 요구사항정의서

[부속서-2] BIM 수행계획서

[부속서-3] 과업지시서

[부속서-4] 간접검토보고서

[부속서-5] BIM 수행결과보고서

〈표 차례〉

[표 1-01] 수행 주체의 역할	7
[표 1-02] BIM 목적 및 활용방안 연계 작성 양식	20
[표 1-02] BIM 수행계획서 세부구성 항목(예시)	30
[표 1-03] 주체별 BIM 협업 기준	37
[표 1-04] BIG Room 구성의 최소 구비조건 예시	41
[표 2-01] 객체 상세분류체계	50
[표 2-02] 토공 BIM 모델 객체(예시)	53
[표 2-03] 배수공 BIM 모델 객체(예시)	54
[표 2-04] 부대공 BIM 모델 객체(예시)	55
[표 2-05] 교량공 BIM 모델 객체(예시)	56
[표 2-06] 터널공 BIM 모델 객체(예시)	57
[표 2-07] 위치, 형상 정보 필요 여부에 따른 무형체 구분	58
[표 2-08] 시공상세도의 목적별 분류표	62
[표 2-09] 토공 공정계획 BIM 정보 작성(예시)	69
[표 2-10] 교량공 공정계획 BIM 정보 작성(예시)	69
[표 2-11] 터널공 공정계획 BIM 정보 작성(예시)	70
[표 3-01] 설계도와 시공상세도의 개념 차이	97
[표 3-02] 실시설계도와 시공상세도의 이해	98
[표 3-03] 진도관리 활용	105
[표 4-01] 시공성과물 제작 및 납품을 위한 적용 기준	125
[표 4-02] 필수 시공성과물 목록(예시)[보고서]	127
[표 4-03] 필수 시공성과물 목록(예시)[BIM 모델]	128
[표 4-04] 선택 시공성과물 목록(예시)	129
[표 4-05] BIM 결과보고서의 요구사항	135
[표 4-06] 시공성과물 체크리스트(예시)	138
[표 5-01] 시공성과물 활용 사례(예시)	148

〈그림 차례〉

<그림 1-01> BIM 지침의 위계	3
<그림 1-02> 적용지침의 주요 내용	8
<그림 1-03> 시공단계 BIM 수행 개요	19
<그림 1-04> BIM 적용 주요 절차	22
<그림 1-05> BIM 수행계획서 작성 절차	27
<그림 1-06> 표준분류체계 시공단계	39
<그림 1-07> BIG Room 구축(예시)	42
<그림 2-01> TM 좌표계	47
<그림 2-02> 토공 BIM 모델 제작(예시)	51
<그림 2-03> 배수공, 포장공, 부대공 BIM 모델 제작(예시)	51
<그림 2-04> 교량공 BIM 모델 제작(예시)	52
<그림 2-05> 터널공 BIM 모델 제작(예시)	52
<그림 2-06> 공정관리 BIM 모델 제작 절차	65
<그림 2-07> 공정계획(4D) 수립 순서(예시)	68
<그림 2-08> 진도관리 절차(예시)	71
<그림 2-09> 공사비관리 BIM 모델 제작 절차	72
<그림 2-10> 토공 수량산출 방식 정의	74
<그림 2-11> 교량공 수량산출 방식 정의	75
<그림 2-12> 터널공 수량산출 방식 정의	76
<그림 2-13> 기성관리 절차	78
<그림 2-14> 장비배치 및 운영 최적화를 위한 업무흐름(예시)	80
<그림 2-15> 모바일 기기를 활용하여 검측(예시)	81
<그림 2-16> 시공오차 검측 업무 순서(예시)	82
<그림 2-17> 자재운송 관리 업무 순서(예시)	83
<그림 2-18> 사전제작 및 사전건설이 가능한 도로구조물(예시)	86
<그림 2-19> 도면양식 템플릿(예시)	89
<그림 3-01> PDCA에 의한 BIM 수행 선순환	95
<그림 3-02> 프로젝트 수행 절차	95
<그림 3-03> 시공단계 공정관리 BIM 수행 계획절차(예시)	103
<그림 3-04> 시공단계 공정관리 BIM 수행 절차(예시)	104

<그림 3-05> 시공단계 공정계획 변경 절차(예시)	104
<그림 3-06> 시공단계 BIM 진도관리 절차(예시)	105
<그림 3-07> 공정 시뮬레이션 수행 절차	106
<그림 3-08> 공정 시뮬레이션(예시)	106
<그림 3-09> 기존의 공사일지	107
<그림 3-10> BIM 기반 수량 확인 및 변경 절차(예시)	110
<그림 3-11> 시공단계 BIM 기성관리 절차(예시)	111
<그림 3-12> 간섭 및 오류 자동검토 업무 순서(예시)	113
<그림 3-13> 안전관리 및 교육 업무(예시)	118
<그림 3-14> 4차 산업혁명에 따른 스마트 건설기술의 적용	120
<그림 3-15> BIM 모델을 활용한 디지털 트윈 활용(예시)	122
<그림 3-16> 콘크리트 프리캐스트 제작·시공 기술(예시)	123
<그림 3-17> BIM 정보 파이프라인 구축을 통한 현장 활용(예시)	124
<그림 4-01> 시공성과물 납품절차	130
<그림 4-02> 시공성과물의 구성 및 작성 절차	132
<그림 4-03> BIM 활용보고서 작성 절차	133
<그림 4-04> 시공성과물 품질 검토 절차(예시)	136
<그림 5-01> BIM 성과물 후속단계 연계 및 활용	147

제1장 개요

1.1 일반사항

1.2 시공 BIM 공통기준

빈 페이지

제1장 개요

1.1 일반사항

1.1.1 적용지침의 개요

1) 적용지침의 목적

「고속도로 BIM 적용지침(시공자편)(이하 적용지침)」은 한국도로공사(이하 우리공사)가 시행 중인 고속도로 건설사업 BIM 적용을 위하여 시공 및 현장관리에 필요한 시공자의 BIM 업무 방법 및 절차 등의 세부 공통 실행방안을 제공하기 위한 목적으로 작성하였다.

2) 적용지침의 활용대상

본 적용지침은 전면 BIM 설계가 적용된 우리공사의 고속도로 건설사업에 우선 적용한다.

3) 적용지침의 구성 방향

본 적용지침은 고속도로 건설사업의 시공 및 현장관리 업무와 관련하여 시공자의 BIM 공통 수행 방법 및 절차 등의 세부 지침을 제시할 수 있도록 상위지침인 「건설산업 BIM 시행지침」의 BIM 적용원칙과 방향을 준용하여 구성하였다.

본 적용지침은 전면 BIM 수행에 있어서, 주체별(우리공사, 시공사) 수행 업무 및 범위가 다르고, 발주방식과 건설단계별로 BIM의 활용 목적, 대상 및 수준 등이 상이하기 때문에 보다 명확한 BIM 업무 방법 및 절차 등을 제공하기 위하여 마련하였다. 건설사업관리의 수행업무 범위가 시공단계로 확대되는 경우 본 적용지침을 활용할 수 있다.

4) 적용지침의 효과

본 적용지침은 BIM 상위지침의 원활한 활용을 위한 공통 기준을 제시함으로써 고속도로 건설사업 현장에 적합한 BIM 관련 요령 및 해설서 개발을 지원할 뿐만 아니라 주체가 다른 시공 BIM 통합 환경을 마련하는 데 일조할 수 있다.

본 적용지침은 전면 BIM 설계가 적용된 사업 수행에 있어서 우리공사, 시공사 등 모든 공사관계자가 최소한으로 갖춰야 할 요건을 제시하고 있으므로 전면 BIM 수행 업무의 길잡이가 될 수 있다.

본 적용지침은 시공자에게 최소한으로 갖춰야 할 업무요건을 제시함으로써 시공 BIM 수행과정에서 발생하는 오류를 최소한으로 줄이고, 시공 업무 효율성의 극대화 및 스마트건설 구현에 일조할 수 있다.

본 적용지침에서는 시공 BIM 모델(BIM Information Model)을 포함한 시공단계에서 생성되는 BIM 기반 성과물(이하 시공성과물)의 품질확보를 위한 공통기준을 제시한다.

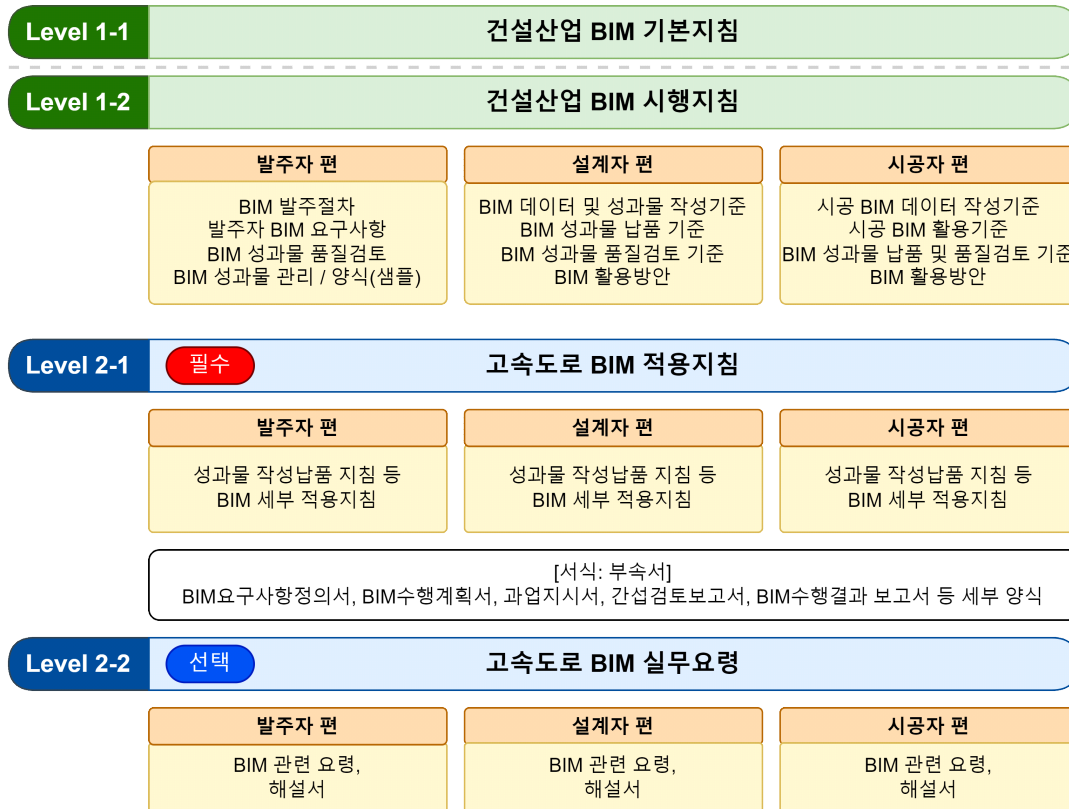
5) 지침의 위계

(1) Level 1: 국토교통부

- Level 1-1: 「건설산업 BIM 기본지침(이하 기본지침)」은 건설산업 전반의 BIM 관련 국가 최상위지침이다.
- Level 1-2: 「건설산업 BIM 시행지침(이하 시행지침)」은 기본지침을 반영하여 건설산업 공통의 BIM 성과물 작성·납품·활용 및 정보관리 등의 공통 실행지침으로 사용자 주체별(발주자, 수급인(설계자, 시공자))로 구성된다.

(2) Level 2: 우리공사

- Level 2-1: 본 적용지침인 「고속도로 BIM 적용지침(시공자 편)」은 우리공사에서 마련한 사용자 주체별 적용지침 중 하나인 시공자 편으로, 기본 및 시행지침을 반영하여 실제 고속도로 건설사업 수행을 위해 실무 수준의 BIM 세부 업무 지침과 함께 BIM 요구사항정의서, 과업지시서, 수행계획서 및 관련 보고서 등 주요 제출 문서에 대한 세부 서식과 평가 기준을 포함한다.
- Level 2-2: 「고속도로 건설사업 BIM 실무요령(이하 실무요령)」으로, 본 적용지침의 실행을 위해 실무자들이 참고해야 하는 BIM 업무절차 및 방법 등을 다루며, 우리공사가 사용자 주체별로 별도로 마련하거나, 통합하여 마련할 수 있다.



<그림 1-01> BIM 지침의 위계

6) 지침의 제한사항 및 개정

본 적용지침은 「건설산업 BIM 시행지침」에 의해 필수적으로 마련해야 하는 사항으로, 상위 지침(기본 및 시행지침) 및 우리공사에서 발간한 매뉴얼(「시공단계 Ex-BIM 매뉴얼(2018)」, 「BIM 기반 고속도로건설공사 공정 및 기성관리 실무매뉴얼(2021)」)을 참조하여 제정 시점의 기술 수준을 고려하여 작성하였다. 상위 지침의 개정이나 국제 및 국가 표준의 제·개정, 관련 BIM 및 스마트 정보기술의 발전 등에 따라 지속적으로 개정하여야 한다.

본 적용지침은 현재 보편적으로 사용 중인 BIM 기술을 기반으로 작성하였으나, BIM 기술은 계속 발전되고 있으므로 적용지침에서 요구하는 기술보다 향상된 기술을 반영하여 수행할 수 있다. 본 적용지침에서 언급된 특정 회사 프로그램 또는 기술은 예시로서 동등 이상의 결과를 얻을 수 있는 프로그램 또는 기술을 사용하여 작성할 수 있으며, 각 회사의 기술 보유 수준에 따라 구현이 곤란할 경우 우리공사와 협의하여야 한다.

우리공사는 본 적용지침을 정기 및 비정기적으로 보완하여 시공 BIM 업무에 지장이 없도록 노력한다.

1.1.2 적용지침의 구성 및 기본원칙

1) 적용지침의 구성목적

본 적용지침은 고속도로 건설사업에서 시공자가 디지털 정보의 원활한 공유·교환·관리 및 일관성 있는 BIM 관련 업무수행을 유도하기 위한 지침이다.

본 적용지침은 시행지침(시공자편)의 하위지침으로, 시행지침의 목표와 선언적 내용에 근거하여 시공자의 고속도로 건설사업 시공단계 BIM 수행 업무를 중심으로 세부적인 공통 적용방안을 제시한다.

2) 적용지침의 대상범위

(1) 내용적 범위

본 적용지침은 전면 BIM 설계를 적용한 시공단계에서의 협업, 시공 BIM 모델 제작 및 관리, 표준 등 시공자가 BIM을 수행하기 위해 필요한 공통의 적용방안을 제시하고, BIM 적용에 따른 시공 BIM 모델의 제작, 활용기준, 시공성과물의 납품 및 품질검토에 대한 방법과 절차 등의 세부 기준을 구성하는 것을 해당 지침의 내용적 범위로 설정한다.

본 적용지침은 고속도로 건설사업 공통의 기술적 사항과 우리공사의 제도와 기준 등의 내용을 반영한다.

(2) 적용대상 범위

본 적용지침은 ‘건설산업기본법 제2조(정의) 제1호’에 따른 건설산업(건설공사를 대상으로 하는 건설업 및 건설용역업을 말한다) 중 우리공사의 고속도로 건설사업을 적용대상으로 한다.

다만, ‘건설산업기본법 제2조 제4호’에서 적용 예외로 하는 전기공사, 정보통신공사, 소방시설공사, 문화재 수리공사 등 분리발주되는 공사는 우리공사의 필요에 따라 본 적용지침을 적용할 수 있다.

적용 시설물 범위는 고속도로 건설사업 전체 공종(토공, 배수공, 교량공, 터널공, 포장공, 부대공 등)을 대상으로 하며, 무인비행장치(드론) 이용 측량 등을 활용한 지형 정보모델의 구축, 지반조사 결과를 활용한 지층 정보모델 구축 등을 포함한다.

3) 적용지침의 BIM 적용 수준에 대한 원칙

본 적용지침은 전면 BIM 설계가 반영된 고속도로 건설사업의 시공단계에 적용을 원칙으로 한다.

특히, 시공자는 본 적용지침을 준수하여 유지관리 단계 등 후속 단계에 지속적으로 활용이 가능하도록 BIM 모델 품질과 연계성을 확보하여 시공성과물을 작성하고 관리하여야 한다.

시공자는 고속도로 건설사업 전체 공정에 대해 3차원 기반의 BIM 모델로 제작하며, BIM 모델 또는 데이터베이스로부터 기본도면을 추출할 수 있도록 구성하며, 일부 BIM 모델로 표현할 수 없거나 불합리한 상세부분에 대해서는 보조도면을 활용할 수 있다.

본 적용지침은 프로젝트의 발주방식에 따라 각 단계에 독립적으로 적용할 수 있으며, 사업별로 사업특성, 사업규모, 적용효과 등을 고려하여 우리공사가 BIM 적용 여부 및 수준을 결정할 수 있다.

4) 적용지침의 우선적용 대상에 대한 원칙

본 적용지침은 모든 사업발주 방식에 적용할 수 있으며, 설계와 시공간 연계가 용이한 설계·시공 일괄입찰(턴키), 기본설계 기술제안 입찰 및 시공책임형 건설사업관리(CM at Risk) 방식 등 설계·시공 통합형 사업에 적극 활용한다.

본 적용지침에서 규정하고 있지 않거나 동일한 사항에 관한 규정이 서로 상이한 경우, 다음의 순위에 따라 적용한다.

- 1순위: 우리공사 과업지시서, 전문시방서, 지침, 실무요령 등
- 2순위: 국토교통부 기준 및 지침, 국토교통부 기본지침 및 시행지침
(예: 건설공사의 설계도서 작성기준, 전자설계도서 작성·납품 지침)
- 3순위: 다른 발주기관 BIM 적용지침 및 관련 규정, 설계도서 관련 절차서 등
- 4순위: 국가표준
(예: 한국산업규격(KS) 및 국가정보 통신표준(KICS))

1.1.3 수행 주체의 역할

수급인(이하 시공자)은 우리공사로부터 건설공사를 도급받은 건설사업자(이하 시공자)를 말한다.

시공자는 우리공사가 제시한 BIM 요구사항정의서, BIM 과업지시서, 입찰 안내서 및 BIM 적용지침 등의 프로젝트 입찰서류 및 발주공고 자료를 분석하여 우리공사의 요구사항을 확인하고, 이를 반영하여 BIM 모델 제작, 활용, 검토 및 납품하는 역할을 담당한다.

시공자는 원칙적으로 본 적용지침에 따라 BIM 업무를 수행하며, 우리공사가 별도로 지정한 BIM 실무요령 또는 각종 업무 매뉴얼이 있을 경우에는 해당 내용을 적용할 수 있다.

시공자는 발주단계에서 BIM 적용 대상 및 업무 범위 등의 세부적인 BIM 수행계획을 BIM 수행계획서(BEP, BIM Execution Plan)에 반영하고, 이를 입찰서류로 제출하여야 한다. 단, 우리공사의 입찰 규정에 따라 BIM 수행계획서를 요구하지 않을 경우에는 이를 제출하지 않아도 된다.

낙찰자로 선정된 시공자는 BIM 수행계획서를 우리공사에 제출하고 승인받아야 한다.

시공자는 BIM 수행계획을 우리공사와 협의를 통해 BIM 수행계획서에 명기하여 변경할 수 있으며, 우리공사는 프로젝트 발주공고 자료에서 벗어나지 않은 범위에서 BIM 수행계획서에 대해 수정 및 보완을 지시할 수 있다.

설계단계의 BIM기반 실시설계 성과물(이하 설계성과물)이 시공단계에 직접 활용되어야 하는 사업(예: 터키)일 경우에는 설계단계에서 시공자의 의견을 BIM 수행계획서에 반영하여야 한다.

시공자는 협력업체(하도급사)가 작성한 BIM 모델을 검토하여 수정·보완해야 할 사항을 협력업체(하도급사)에게 전달할 의무가 있으며, 협력업체(하도급사)는 이를 BIM 모델에 반영하여야 한다. 또한, 시공자의 필요에 의해 계약된 협력업체(하도급사)의 경우 BIM 모델의 작성과 활용에 관한 의무 및 책임은 시공자에게 있다.

시공자는 우리공사가 승인한 BIM 수행계획서와 우리공사가 정의한 적용지침 및 실무요령, 해설서 등에 따라 시공성과물을 작성하고, 이를 우리공사에 납품해야 한다.

시공자는 우리공사에 시공성과물을 제출하기 전, 본 적용지침의 품질검토 기준에 따라 시공성과물을 검수하고, 이를 우리공사(공사감독자 또는 건설사업관리 기술인)에게 사전 검토 및 승인을 얻어야 한다.

[표 1-01] 수행 주체의 역할

수행 주체	한국도로공사	시공사
역할	• 한국도로공사 요구사항(BIM 요구사항정의서, BIM 과업지시서, 입찰안내서, BIM 적용지침, 품질 기준 등) 제시 • BIM 수행계획서 검수, 보완지시, 승인 • 시공성과물 검수, 보완지시, 승인	• 한국도로공사 요구사항 확인 • BIM 모델 제작, 활용, 검토, 납품 • BIM 적용지침 및 실무요령 준수 • BIM 수행계획서 작성, 제출 • 시공성과물 품질검토, 작성, 제출

1.1.4 적용지침의 주요 내용

1) 적용지침의 구성

본 적용지침은 시공자가 시공단계에서 BIM을 수행할 경우, 필요한 BIM 모델의 제작, 활용, 시공성과물의 납품 및 품질검토에 대하여 세부적인 적용 절차와 수행내용을 단계적으로 제시한다.



<그림 1-02> 적용지침의 주요 내용

2) 적용지침의 주요 내용

(1) 개요

본 적용지침의 “1장. 개요”는 적용지침 일반사항과 시공 BIM 공통기준으로 구분된다. 적용지침 일반사항에서는 적용지침의 개요, 구성 및 기본원칙, 수행 주체의 역할, 적용지침의 주요 내용, 용어 등 지침구성에 대한 일반사항을 제시하고 있으며, 시공 BIM 공통기준에서는 BIM 적용 절차 개요, BIM 수행계획서 작성, BIM 기술 환경 확보와 같은 시공자가 시공 BIM을 수행하는 과정에서 필요한 공통의 적용방안을 제시한다.

(2) 시공 BIM 모델 제작기준

본 적용지침의 “2장. 시공 BIM 모델 제작기준”은 시공단계에서 시공자가 BIM 모델을 활용하기 위한 유형별 BIM 모델 제작에 대한 세부 기준 및 적용방안을 제시한다. 주요 내용은 시공 BIM 모델 제작을 위한 공통사항, 시공 BIM 모델 제작 유형, As-Built BIM 모델 제작기준, 공통 템플릿 개발 및 활용, BIM 라이브러리 제작 및 활용으로 구성되어 있다. 설계 시공 통합형 사업 등의 경우와 같이 설계자 또는 협력업체(하도급사)가 BIM 모델을 제작할 때 설계를 위한 BIM 모델 제작은 적용지침의 설계자 편, 시공을 위한 BIM 모델 제작은 본 적용지침을 참조한다. 단, 설계변경 등의 요인으로 설계 및 시공 BIM 모델이 수정 또는 변경될 때는 적용지침의 설계자 편을 참고하여 수정 또는 변경할 수 있다.

(3) 시공 BIM 모델 활용기준

본 적용지침의 “3장. 시공 BIM 모델 활용기준”은 시공단계에서 시공자가 제작한 BIM 모델을 시공 BIM 모델 활용 유형에 따라 적용 및 활용할 수 있는 세부 기준 및 적용방안을 제시한다. 주요 내용은 시공 BIM 모델 활용기준 개요, 시공 중 설계지원, 시공통합 BIM 모델, 공정관리, 공사비 관리, 시공관리, 안전관리, 스마트건설 기술 연계 및 적용, 탈현장 시공의 활용으로 구성되어 있다. 설계 시공 통합형 사업 등의 경우와 같이 설계자 또는 협력업체(하도급사)가 BIM 모델을 활용할 때 설계를 위한 BIM 모델 활용은 적용지침의 설계자 편, 시공을 위한 BIM 모델 활용은 본 적용지침을 참조한다.

(4) BIM기반 시공성과물 납품 및 품질검토 기준

본 적용지침의 “4장. BIM기반 시공성과물 납품 및 품질검토 기준”의 경우 시공단계에서 시공자가 제작한 시공성과물을 납품하고 품질검토를 위한 세부 기준 및 실행방안을 제시한다. 주요 내용은 시공성과물 납품기준, 시공성과물 품질검토 기준으로 구분된다. 시공성과물 납품기준에서는 시공성과물 제출원칙, 시공성과물의 대상 및 포맷, 납품기준, BIM 활용보고서 작성 등에 대해 제시하고 있으며, 시공성과물 품질검토 기준에서는 시공성과물 품질검토 일반사항, 방법 및 기준에 대해 제시하고 있다.

(5) BIM기반 시공성과물 관리 및 활용

본 적용지침의 “5장. BIM기반 시공성과물 관리 및 활용”은 시공성과물의 생성, 승인, 공유 책임 사항, 관리 절차 및 방안, 저작권, 소유권 등의 시공성과물 권한, 시공성과물 보안 방법과 후속단계 연계 방안 및 활용방안을 제시한다.

1.1.5 용어

1) BIM(건설정보모델링, Building Information Modeling)

시설물의 생애주기 동안 발생하는 모든 정보를 3차원 정보모델기반으로 통합하여 건설정보와 절차를 표준화된 방식으로 상호 연계하고 디지털 협업이 가능하도록 하는 디지털전환(Digital Transformation) 체계를 의미한다.

2) BIM 자료(BIM Data)

BIM을 위한 목적물의 기하학적 자료(property data), 속성 자료(attribute data), 상관관계 자료(relational data), 시간기반 자료(time-based data), 비용 자료(cost data), 생애주기 자료(life cycle data), 그 밖의 데이터 유형 등이 포함된 것으로, BIM 자료는 프로젝트 생애주기 전반에 걸쳐 BIM 모델을 생성하고, 의미있는 BIM 정보를 추출하기 위한 토대를 형성한다.

3) BIM 정보(BIM Information)

BIM 자료에서 파생된 지식(knowledge), 통찰(insights), 분석(analyses) 및 해석(interpretations)을 의미하며, 원시자료를 공학적·시각적으로 의미있고 활용(실행) 가능한 정보로 처리, 구성 및 합성하는 작업이 포함된다.

4) BIM 모델(BIM Information Model)

목적물의 종합적인 디지털 표현으로, BIM 자료로부터 추출된 BIM 정보가 포함된 3차원 형상의 모델을 의미한다.

5) BIM기반 실시설계성과물(BIM-based Engineering Design Information Data and Products)

설계단계에서 설계자가 BIM 요구사항정의서 등의 요건에 의하여 납품 제출하는 설계 BIM 모델 및 관련 자료를 통칭하며, 설계 BIM 모델 사용에 필수적으로 필요한 외부 데이터, 설계 BIM 모델로부터 추출된 연관 데이터 및 디지털화된 도서 정보의 집합을 의미한다.

6) BIM기반 시공성과물(BIM-based Construct Engineering Information Data and Products)

시공단계에서 시공자가 BIM 요구사항정의서 등의 요건에 의하여 납품 제출하는 시공 BIM 모델 및 관련 자료를 통칭하며, 시공 BIM 모델 사용에 필수적으로 필요한 외부 데이터, 시공 BIM 모델로부터 추출된 연관 데이터 및 디지털화된 도서 정보의 집합을 의미한다.

7) BIM 활용

적용 시설물에 대한 신뢰할 수 있는 디지털 표현을 설계, 시공 및 운영단계 의사결정의 근거로 사용하여 건설 관련 업무의 객관성, 효율성, 정확성 등을 극대화하는 것을 의미한다.

8) BIM 설계

설계·시공 등 건설사업의 각종 업무수행에서의 활용을 목적으로 BIM 저작도구를 통해 BIM 모델을 제작하고, 도면 등 그 외 필요한 설계도서는 BIM 모델로부터 생성하는 것을 의미한다.

- BIM 전면수행 방식 : 원칙적으로 시설물의 BIM 모델을 BIM 저작도구로 제작하고, 이를 토대로 업무를 수행하는 방식을 적용한다.
- BIM 병행수행 방식: 기존 2차원 설계방식과 3차원 설계방식인 BIM을 함께 활용하는 경우에는 병행수행 방식을 사용할 수 있다. 단, 전체공사 중 특정 부분만을 BIM을 적용하는 경우에는 본 적용지침의 일부를 적용할 수 있다.
- BIM 전환수행 방식: BIM 모델이 없는 2차원 방식으로 설계 또는 시공이 완료된 기존 시설물에 대하여 BIM 모델을 확보하려는 경우 전환수행 방식을 사용할 수 있으며, 사전에 BIM 수행계획에 따라 적용한다.

9) BIM 라이브러리

BIM 모델 안에서 시설물을 구성하는 단위 객체로, 여러 프로젝트에서 공유 및 활용할 수 있도록 제작한 객체 정보의 집합을 의미한다.

10) BIM 과업지시서

BIM 활용목적, BIM 적용대상 및 범위, BIM 모델 제작 및 납품 요구사항 등 사업에 대한 발주자가 BIM 과업에 필요한 필수사항을 정의한 문서를 의미하며, BIM 요구사항정의서를 포함한다.

11) BIM 요구사항정의서(BIM Requirements)

BIM 적용 업무수행 과정에서 충족되어야 할 요구사항을 발주자가 정의한 문서를 의미하며, BIM 정보 요구사항정의서(BIM Information Requirements)와 BIM 절차 요구사항정의서(BIM Process Requirements)가 포함된다.

12) BIM 수행계획서(BEP: BIM Execution Plan)

수급인(설계자 또는 시공사)이 BIM 과업지시서 및 BIM 요구사항정의서를 충족하기 위하여 BIM 적용업무의 수행계획을 구체적으로 제시한 문서를 의미한다.

13) BIM 모델 저작도구

수급인(설계자 또는 시공사)이 BIM 모델을 제작하는데 사용하는 범용 소프트웨어를 의미한다.

14) BIM 응용도구

BIM 성과물의 확인, 검토, 분석, 가공 등의 기능을 하나 이상 수행하도록 만들어진 소프트웨어를 의미한다.

15) IFC(Industry Foundation Classes)

소프트웨어 간에 BIM 모델의 상호운용 및 호환을 위하여 개발한 국제표준(ISO 16739-1)기반의 데이터 포맷을 의미한다. 공개된 표준규격의 범위 내에서 BIM 모델의 공유, 교환, 활용 및 보존 등에 사용된다.

16) 개방형 BIM(Open BIM)

BIM 모델의 상호운용성 확보를 위해 ISO 및 buildingSMART International에서 제정한 국제표준 규격의 BIM 모델을 체계적인 절차에 따라 다양한 주체들이 서로 개방적으로 원활하게 공유 및 교환함으로써 BIM 도입 목적을 효과적으로 달성하는데 활용하는 개념을 의미한다.

17) 공통정보관리환경(CDE: Common Data Environment)

업무수행 과정에서 다양한 주체가 생성하는 정보를 중복 및 혼선이 없도록 공동으로 수집, 관리 및 배포하기 위한 환경을 의미한다.

18) 건설정보분류체계

건설공사의 제반 단계에서 발생하는 건설정보를 체계적으로 분류하기 위한 기준을 의미한다.

19) 작업분류체계(WBS: Work Breakdown Structure)

프로젝트팀이 프로젝트 목표를 달성하고 필요한 결과물을 도출하기 위해 실행하는 작업을 계층 구조로 세분해 놓은 것을 의미한다.

20) 객체분류체계(OBS: Object Breakdown Structure)

작업 단위가 아닌 BIM객체를 효율적으로 관리하기 위한 객체 관점의 공간-시설-부위 단위의 위계 구조를 의미한다.

21) 비용분류체계(CBS: Cost Breakdown Structure)

작업 단위가 아닌 BIM 객체를 효율적으로 관리하기 위한 비용(예산 or 원가) 관점의 공간-시설-부위 단위의 위계 구조를 의미한다.

22) 공간객체

물리적 또는 개념적으로 정의된 3차원 형상을 표현하는 객체를 의미한다.

23) 공사감독자

우리공사 건설사업을 관리·감독하는 자를 의미한다.

24) 수급인

공사감독자로부터 건설사업을 의뢰받아 수행하는 자를 의미한다.

25) BIM 모델 상세수준

기본지침에서 지시하는 BIM 모델의 상세수준에 대한 공통용어이며, 100~500의 6단계로 구분한다. 각 단계는 생애주기 단계별 정보모델 상세수준을 정의한 것이다.

26) LOD(Level of Development)

국제적으로 통용되는 BIM 모델의 상세수준으로, 형상 정보와 속성정보가 연계되어 단계를 거치면서 최종 준공(as-built) 정보모델로 생성되는 수준을 의미한다.

27) 국제표준기구(ISO: International Standardization Organization)

각종 분야 제품·서비스의 국제적 교류를 용이하게 하고, 상호 협력을 증진시키는 것을 목적으로 하는 국제 표준화 위원회를 의미한다.

28) LandXML(Land eXtensible Markup Language)

토지 개발 및 운송 산업에서 일반적으로 사용되는 토목공학 및 조사 측정 데이터를 포함하는 특수 XML(eXtensible Markup Language)데이터 파일 형식을 의미한다.

29) COBie(Construction Operations Building information exchange)

건설 자산의 유지관리에 필요한 공간 및 장비를 포함하는 자산정보를 정의한 국제표준(ISO 15686-4)을 의미한다.

30) bSDD(buildingSMART Data Dictionary)

건설 객체의 개념, 속성, 분류체계를 다양한 언어로 정의한 것을 의미한다.

31) 생애주기비용(LCC: Life Cycle Cost)

시설물·건축물 등의 계획-설계-입찰-계약-시공계획-시공-인도-운영-폐기 처분단계 등의 전(全) 생애주기 단계에서 발생하는 모든 비용을 의미한다.

32) 수치지형모델(DTM: Digital Terrain Model)

식생 또는 건물 등의 물체가 없는 지표면을 표현하는 모델을 의미한다.

33) 휴대용문서형식(PDF: Portable Document Format)

전자문서 형식을 의미한다.

34) BIMForum

건설시설물의 기본 LOD(Level of Development) 사양을 표시하는 BIM 규약에 따라 매년 발간하는 미국 AIA(The American Institute of Architects)에서 설립한 조직을 의미한다.

35) 기본도면(Basic Drawings)

BIM 모델로부터 추출하여 작성된 도면을 의미한다(BIM 모델에 포함되어 제출가능).

36) 보조도면(Supplementary Drawings)

BIM 모델로 표현할 수 없거나 불합리한 경우 보조적으로 작성하여 활용하는 일부 상세도 등의 2차원 도면을 의미한다.

37) 필수 시공성과물(Mandatory Information Data and Products(Deliverable))

프로젝트 성과 검증을 위해 필수로 제출되어야 하는 도면, BIM 모델 및 해석보고서, 수리계산서, 수량산출서 등의 성과물과 도면 정보를 포함하고 있는 정보모델(원본, IFC)파일을 의미한다.

38) 선택 시공성과물(Optional Information Data and Products(Deliverable))

발주자가 입찰안내서 등에서 명시하지 않은 모든 시공성과물(추가 성과물)을 의미한다.

39) nD BIM

3D 형상정보에 비형상정보(시간, 비용, 조달, 유지관리)를 연결하여 BIM 정보로 활용할 수 있는 것을 의미하며 4D(객체+시간정보), 5D(객체+비용정보), 6D(객체+조달정보), 7D(객체+유지 관리정보) 등과 같이 연속된 상수로 표현할 수 있다.

40) DfMA(Design for Manufacturing and Assembly)

제품의 부품을 쉽게 생산하기 위한 설계와 제품을 쉽게 조립할 수 있는 설계를 말하며, 이를 위해 설계단계에서 생산 및 조립에 관한 정보를 도입하는 것을 의미한다.

41) BIM기반 시공상세성과물(BIM-based Shop Design Information Data and Products)

실시설계시 반영이 곤란한 지형, 지반, 현지 여건 등을 지속적으로 갱신(update)시키고 실시설계도 또는 BIM기반 실시설계 성과물에서 표현한 공사 목적물의 내용과 형상을 구체화·상세화를 목적으로 작성되며, 현장에 종사하는 공사관계자들이 사전검토를 하여 정확한 이해, 확인, 소통을 통한 안전 시공 또는 목적물의 품질 확보를 할 수 있도록 공사 시행 전 작성 또는 공사 진행시 현장 상황을 반영하여 수정 작성하는 3차원 형상의 정보모델 및 속성정보, 목적물의 시공 상황을 알 수 있도록 하는 시뮬레이션, 정보모델 또는 D/B로부터 추출한 도면, 그 밖의 안전과 시공시 유의사항 등을 표현한 도면, 안전교육 등에 사용되는 영상 등을 말한다.

또한 시공 방법과 순서, 자재의 가공 조립, 현장 상태, 가시설물의 설치, 변경에 따른 제반 정보모델 또는 도면 등 시공에 필요한 모든 정보가 포함된 사항들로 공사작업자의 안전교육과 검측에 사용하여야 하는 정보모델, 시뮬레이션, 도면, 영상 등을 말하며 공사감독자에 확인 또는 승인받아야 한다.

42) 제작도면

제작에 필요한 모든 정보를 전달하기 위한 도면을 의미한다.

43) BIG Room

프로젝트 이해관계자들이 한 공간에 모여 프로젝트에 관한 이슈를 함께 검토하고 논의하는 것으로, 이를 통해 원활한 상호 협력 및 협업이 가능해지고, 최적의 일정 관리와 빠른 의사결정을 가능하게 한다.

44) 탈 현장화(OSC: Off-Site-Construction)

현장에 자재를 조달하여 건설하는 기존 방식과는 다르게 모듈러 공법과 공장 제작 등을 통해 현장 작업을 감소시켜 현장에서 발생할 수 있는 리스크와 환경오염, 다양한 문제점의 최소화를 목적으로 하는 건설방식을 말한다.

45) RFID(Radio Frequency IDentification)

무선주파수 인식시스템으로, 무선주파수를 이용하여 물건이나 사람 등과 같은 대상을 식별하는 기술이다. 안테나와 칩으로 구성된 RFID 태그에 정보를 저장하여 적용 대상에 붙인 후, RFID 리더기를 통하여 정보를 인식한다.

46) Zigbee

저속, 저비용, 저전력의 무선망 통신기술로 저전력으로 소량의 정보만 빠르게 소통시키는 특징이 있다.

47) As-Built BIM 모델

시설물에 대한 준공 후 BIM 모델을 의미하며, 시공단계 BIM 모델에서 준공 후 변경 사항이나 유지관리를 위해 필요한 정보를 반영한 BIM 모델을 말한다.

48) 레이저 스캐닝

레이저를 이용하여 3차원 대상물의 형상 정보를 취득하여 디지털 정보로 전환하는 과정을 말한다.

49) VR(Virtual Reality)

컴퓨터로 만든 가상공간을 사용자가 체험하게 하는 기술을 말한다.

50) AR(Augmented Reality)

현실 세계에 가상의 콘텐츠를 겹쳐 디지털 체험을 가능하게 하는 기술을 말한다.

51) 주공정(CP: Critical Path)

네트워크 공정표에서 시작과 종료가 연결되었을 때 가장 긴 경로로, 그 경로를 구성하는 공정들이 전체 공사일정에 가장 큰 영향을 미친다.

52) MG(Machine Guidance)

건설장비에 센서를 부착하여 장비의 자세, 위치, 작업 범위 등을 수집하여 모니터를 통해 운전자에게 제공하는 시스템으로 생산성 향상이 가능한 기술을 말한다.

53) MC(Machine Control)

MG보다 발전한 시스템으로, 숙련된 장비 운전자가 아니더라도 입력된 설계도면을 따라 자동으로 시공할 수 있도록 도와주는 시스템이자 생산성 향상이 가능한 기술을 말한다.

54) MR(Mixed or Merged Reality)

혼합현실 혹은 융합현실이라는 용어로 혼용되며, 현실 공간에 가상의 물체를 배치하거나 현실의 물체를 인식해 가상의 공간을 구성하는 것을 말한다.

55) XR(eXtended Reality)

확장현실이라는 용어로, XR는 VR, AR, MR을 모두 의미하며 미래에 등장할 모든 현실을 포괄하는 용어이자 MR의 확장된 개념이다.

1.2 시공 BIM 공통기준

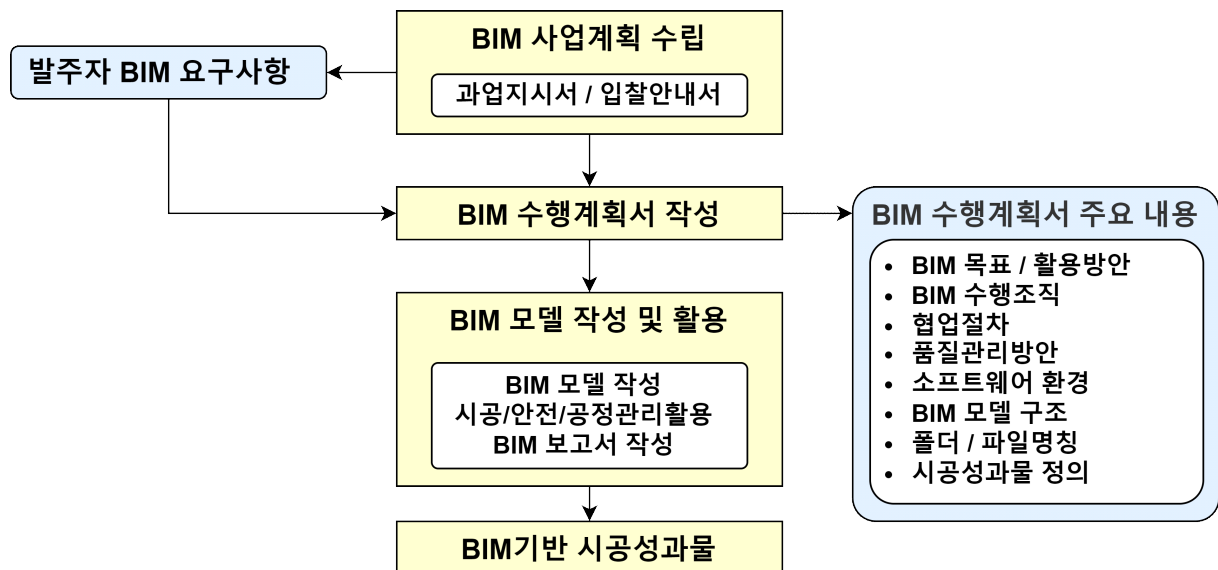
1.2.1 일반사항

시공자는 시공단계에서 BIM을 활용하기 위해 발주 및 계약방식, 사업 규모 및 특성 등을 고려하여 BIM의 목적과 활용방안을 명확히 설정하여 BIM 사업계획에 반영하고 우리공사의 요구사항으로 제시해야 한다.

BIM 수행계획서는 시공자가 작성하는 문서로써 우리공사가 요구하는 BIM 목표와 BIM 활용방안을 반드시 제시해야 하며, 사업수행 절차, 정보교환, 협업방안 등을 포함한다.

BIM 모델의 제작과 원활한 의사소통, 협업, 설계검토, 승인, 성과물의 납품 및 관리 등을 위하여 우리공사는 시공자에게 공통정보관리환경(CDE, Common Data Environment)을 구축하여 운영하도록 요구할 수 있다.

이는 시공단계에서 BIM 활용을 위해서 BIM 사업계획 수립 방안과 BIM 수행계획서 작성 방안, 공통정보관리환경 구축방안, 건설단계별 BIM 활용방안을 제시함으로써 BIM 적용 효과와 실무 활용성을 높이고자 함이다.



<그림 1-03> 시공단계 BIM 수행 개요

BIM 사업계획은 프로젝트 성격과 사업 수행상의 주요 이슈 사항을 고려하여 BIM의 활용성이 높은 영역을 설정하고 이에 맞도록 전체적인 BIM 적용 목표와 단계별 활용방안을 설정한다.

BIM 적용 목표 설정은 전체적인 사업 목적에서 공기 단축, 사업관리 효율성, 품질 향상, 설계변경 최소화 혹은 사업비 절감, 운영 유지관리를 위한 체계적인 정보 획득 등으로 우선 설정한다.

고속도로 건설사업 BIM 프로젝트 수행을 위해 필요한 절차, 기술환경 구축, 성과물 정의, 비용 반영 등을 사전에 고려하여 사업계획서를 작성한다.

[표 1-02] BIM 목적 및 활용방안 연계 작성 양식

우선순위	목적	BIM 활용방안
1	설계 품질 개선	• BIM기반 설계검토, 수량 및 도면 검토
2	사업 공기 관리	• 사업구간 가상모델 구축을 통한 주요 공정 검토, 관련기관 협의, BIM기반 사전 공정회의
3	예상 민원 사전 해결	• 사업구간 가상모델(디지털트윈) 구축, 토지보상, 지장물, 소음, 일조 등 민원 사항 검토 및 협의

1.2.2 BIM 적용 절차 개요

시공 BIM 적용 절차는 고속도로 건설사업 시공단계에서 수행하는 BIM 모델 제작부터 시공성과물 납품 및 품질검토에 이르는 기본적 공통 BIM 적용 절차와 주체별 수행내용을 단계적으로 제시한다. 제시된 각 단계의 절차는 고속도로 건설사업 전체에 적용한다.

적용지침은 시공 BIM 모델 제작, 시공 BIM 모델 활용, BIM기반 시공성과물 납품 및 품질검토, BIM기반 시공성과물 활용 부분으로 구분하고 있다.

시공단계에서 시공자는 실시설계 BIM 모델에서 표현한 목적물의 3차원 형상과 지형·지층 BIM 모델로부터 공사 시행 전 또는 공사 진행시 현장 상황을 반영하여 현장의 정합성을 확보하도록 시공 BIM 모델을 제작한다. 시공 BIM 모델은 품질관리, 안전관리, 작업관리를 위한 공사 목적물의 구체화·상세화를 목적으로 제작한다.

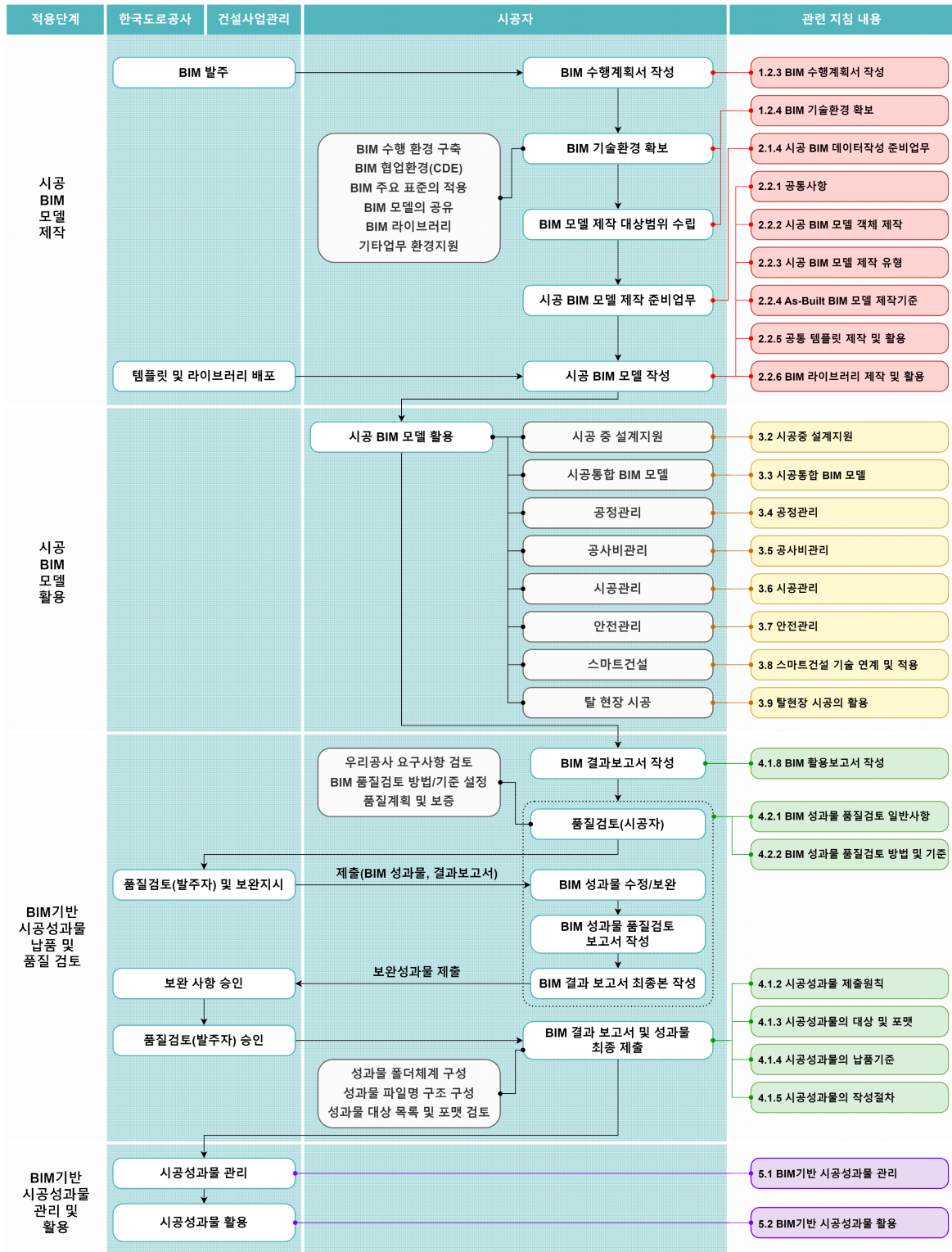
또한, 시공 BIM 모델 활용은 시공단계에서 중점적으로 다루어져야 하는 활용 업무에 대해 시공 BIM 모델에서 제시하는 유형별 제작 내용과 연계한 활용방안 및 절차 등을 제시함으로써 효과를 극대화하는 목적이 있다.

먼저 시공 BIM 모델 제작 부분에서는 건설사업 수행에 앞서 BIM 수행계획서 작성, BIM 기술 환경 확보, 정보모델 제작 대상 범위 수립, 시공 BIM 모델 제작 준비업무, 시공 BIM 모델 제작 시 고려사항 등 들을 제시하고 있으며, 시공 BIM을 수행하는 과정에서 필요한 업무 유형별 정보모델 제작 관련 사항들을 제시하고 있다.

시공 BIM 모델 활용 부분에서는 시공 BIM을 수행하는 과정에서 대표적으로 활용되는 업무 유형을 선별하여 그에 대한 활용방안을 제시하고 있다.

BIM기반 시공성과물 납품 및 품질검토 부분에서는 프로젝트 수행 후 BIM 결과보고서 작성, 품질검토 방법 및 기준, BIM기반 시공성과물 제출을 위한 제반 사항을 제시하고 있다.

BIM기반 시공성과물 관리 및 활용 부분에서는 시공성과물의 책임 및 관리, 권한, 시공성과물의 활용 방안에 대해 제시하고 있다.



<그림 1-04> BIM 적용 주요 절차

건설사업관리기술인은 “1) 시공 BIM 모델 제작, 2) 시공 BIM 모델 활용, 3) BIM기반 시공성과물 납품 및 품질검토, 4) BIM기반 시공성과물 관리 및 활용”에 대해 우리공사의 역할을 포함하여 아래와 같은 역할을 수행한다.

- 승인 절차 등과 관련된 계획의 수립, 협업조직 운영, 업무 범위 조정 등에 관한 사업관리의 일반적인 내용을 관리한다.
- 고속도로 건설사업 수행단계별 BIM 수행 시 사업 예산의 검토 및 사업비 관리, 수행단계별 BIM 모델 검토, 일정 계획의 수립 및 시공성과물 등에 대한 관리를 수행한다.
- 수행단계별 시공성과물 품질확보와 환경기준 부합 여부 등과 관련된 시공성과물 품질에 대한 관리 업무를 수행한다.
- 이 밖에 고속도로 건설사업 수행단계에서 발생하는 BIM 관련 업무 수행범위, 시공성과물 등에 대하여 우리공사를 대신하여 고속도로 건설사업 전반을 관리한다.

1) 시공 BIM 모델 제작

(1) 한국도로공사

우리공사는 본 적용지침의 “2.2.5 공통 템플릿 제작 및 활용”, “2.2.6 BIM 라이브러리 제작 및 활용”에 따라 시공자가 우리공사의 공통 템플릿과 표준 라이브러리를 활용할 수 있도록 제공할 수 있다. 또한 신규로 개발된 라이브러리의 경우 표준 라이브러리로 등록 및 관리 할 수 있는 절차와 시스템을 마련한다.

우리공사는 설계성과물(설계 BIM 모델 포함)을 시공자에게 전달 시 시공단계 활용을 높이기 위해 명확한 자료 이관 절차 및 방안을 마련하고, 시공자와의 세부 활용방안을 협의한다.

(2) 시공자

시공자는 BIM 수행계획서에 따라 “1.2.4 BIM 기술환경 확보”에서 정의하는 기술 환경을 준비한다. 이후, “2.1 시공 BIM 모델 제작개요”, “2.2 시공 BIM 모델 제작”에 따라 설계단계에서 제작한 BIM 모델을 기반으로 시공 BIM 모델을 제작한다. 설계변경 등으로 새로운 BIM 모델을 제작할 경우는 적용지침의 설계자 편을 따른다.

2) 시공 BIM 모델의 활용

(1) 한국도로공사

우리공사는 “제3장 시공 BIM 모델 활용기준”을 참고하여 시공단계 BIM 모델의 활용방안을 시공자와 협의하여 선정하고 시공단계에 적극적으로 활용될 수 있도록 관리한다.

(2) 시공자

시공자는 우리공사와 선정할 BIM 모델 활용방안을 “제3장 시공 BIM 모델 활용기준”을 참고하여 시공단계에 활용하고, 그 결과는 BIM 결과보고서에 명시한다.

3) BIM기반 시공성과물 납품 및 품질검토

(1) 한국도로공사

우리공사는 본 적용지침의 “4장 BIM기반 시공성과물 납품 및 품질검토 기준”에 따라 시공자가 제출한 시공성과물을 검수하고, 필요시 보완을 요청할 수 있으며, 다시 제출된 최종 BIM 수행계획서를 검토 및 승인한다.

(2) 시공자

시공성과물 제출 이전에 자체 품질검토를 수행하고, 본 적용지침의 “4장 BIM기반 시공성과물 납품 및 품질검토 기준”에 따라 시공성과물을 준비하여 우리공사에 제출한다.

우리공사가 검토한 결과, 시공자가 제출한 시공성과물에 수정·보완 사항이 발생하여 보완이 필요할 경우 시공자는 이를 보완하여 BIM 결과보고서와 같이 최종 제출한다.

4) BIM기반 시공성과물 관리 및 활용

(1) 한국도로공사

우리공사는 본 적용지침의 “5장 BIM기반 시공성과물 관리 및 활용”에 따라 시공자가 제출한 시공성과물을 관리하고, 프로젝트 수행 단계 및 후속 단계(유지관리단계)에서 시공성과물 활용을 위한 방안을 제시한다.

(2) 시공자

시공자는 시공성과물 생성, 승인, 공유 책임이 있으며, 우리공사의 보안 요구사항을 준수하여야 한다. 시공자는 우리공사와 협의하여 “제3장 시공 BIM 모델 활용기준”을 선택적으로 적용할 수 있다.

1.2.3 BIM 수행계획서 작성

1) 개요

BIM 수행계획서(BEP, BIM Execution Plan)는 사업 수행시 BIM을 활용하기 위한 계획서로 시공자가 작성하는 문서를 말하며, 발주단계에서 입찰서류로 제출하고, 공사 전(全) 단계에 걸쳐 BIM의 내용 및 범위 조정, 대상 목적물의 변경, 우리공사의 요구사항 등을 반영하여 재승인을 받은 후 시행하여야 한다. 과업 계약 후 30일 이내 우리공사(공사감독자 또는 건설사업관리기술인)의 승인을 받아 제출해야 한다.

BIM 수행계획서는 우리공사의 요구사항을 근거로 BIM 목표 및 활용방안, BIM 모델 구성요소 및 상세수준(LOD), 정보교환의 시기·주체·승인·활용단계, 협업방안 등 시공자가 준수해야 할 BIM 수행 절차를 포함해야 한다.

BIM 수행계획서는 사업수행 단계별 현안 사항을 우리공사(공사감독자 또는 건설사업관리기술인)와 협의하여 과업 완료 시까지 지속적으로 보완해야 하며, 수행과정에서 내용의 변경 또는 보완 사항이 발생한 경우, 수정된 내용을 우리공사(공사감독자 또는 건설사업관리기술인) 승인 후 다시 제출한다.

BIM 수행계획서는 계약 문서로써 효력을 발휘하기 때문에 표지에 ‘작성자’, ‘확인자’, ‘우리공사(공사감독자 또는 건설사업관리기술인)’ 확인을 경유하고, BIM 성과물 현황 파악 및 검증을 위하여 최종 시공성과물에 포함하여 제출한다.

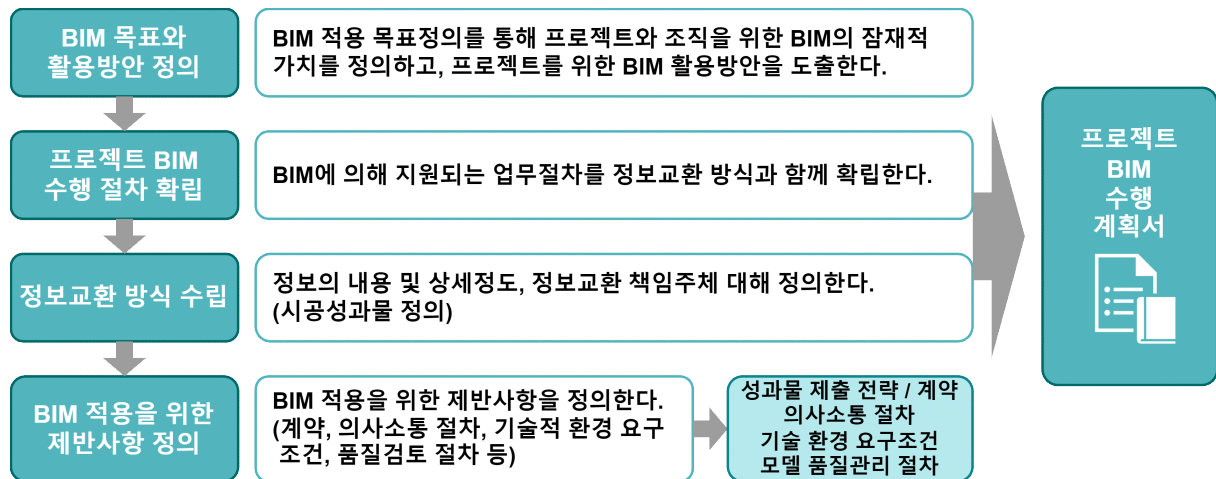
2) BIM 수행계획서 작성목적

BIM 수행계획서는 건설사업에 BIM을 효과적으로 적용하기 위한 실행 계획서로, 사업 초기에 수행 주체들(우리공사, 건설사업관리기술인 등)과 협의하여 BIM 목표와 활용방안을 설정하고, 이에 대한 공통의 BIM 사업수행계획을 수립한다.

초기에 사업에 참여하는 구성원들이 BIM 모델을 원활히 활용하는데 필요한 기본적인 교육 프로그램을 마련하여 제공해야 하며, 시공단계 BIM 수행계획서 작성 시에는 설계단계에 활용된 BIM 수행계획서를 참고하여 사업의 연속성이 확보되도록 해야 한다.

3) BIM 수행계획서 작성 주체

시공자는 BIM 업무 착수 전 우리공사(공사감독자 또는 건설사업관리 기술인)와 충분한 협의(입찰안내서에 대한 해석이나 판단 포함)를 거쳐 과업 수행내용 및 범위를 포함한 BIM 수행계획서를 작성한다.



<그림 1-05> BIM 수행계획서 작성 절차

(Messner, John, et al. "BIM project execution planning guide (V. 2.2)." (2019))

시공자는 우리공사의 요구사항과 사업의 특성을 고려하여 BIM 수행계획서를 작성하며, 여기에는 다음의 내용이 포함되어야 한다.

BIM 수행계획서는 BIM 업무 착수 전 제출하여 우리공사(공사감독자 또는 건설사업관리기술인)의 승인을 받아야 하고, 과업 수행 중 BIM 수행범위, 수행 인력, 수행 대상 목적물의 범위 및 상세가 바뀌는 경우 우리공사(공사감독자 또는 건설사업관리기술인)에 수정된 BIM 수행계획서를 제출하여 재승인을 받아야 하며, BIM 수행계획서의 버전 관리를 해야 한다.

시공성과물 납품 단계에서 시공자는 품질검토 및 업무수행 결과와 과업수행 기간 동안 발생한 각종 변경 및 이슈 사항 등을 BIM 수행계획서에 추가 작성하고, 시공성과물과 함께 우리공사에 제출하며, 우리공사와 협의하여 BIM 보고서에 포함하거나 별도의 보고서로 납품할 수 있다.

4) BIM 수행계획서 작성 단계

BIM 수행계획서에는 BIM 수행 전략 및 목적, 수행 조직 구성, BIM 모델 구조, 협업 절차, 요구 사항, 정보 교환 체계, BIM 모델 공유 등 BIM 모델 업무수행에 대한 전반적인 내용을 프로젝트 특성에 맞게 작성하여야 하며, 프로젝트 정보, 프로젝트 참여자, 프로젝트의 단계별 BIM 활용, 단계별 BIM 활용에 따른 시공성과물 정의, 시공성과물에 대한 구성 요소, 상세 정도와 속성정보, 협업 절차, 작업 수행환경 등이 반드시 포함되어야 한다.

BIM의 목표와 활용방안이 설정되면 사업 추진 단계에 따른 실행계획이 수립되어야 한다. 실행계획은 사업의 성격에 따라 우리공사가 수립하거나 사업의 참여기업이 제안할 수 있으며, 공사 수행 전 반드시 우리공사(공사감독자 또는 건설사업관리기술인)의 승인을 얻어야 한다.

발주단계에서 시공자는 BIM 요구사항정의서, BIM 과업지시서, 입찰안내서 등 발주공고 서류를 분석하여 우리공사의 요구사항을 반영하여 BIM 수행계획서를 작성해야 하며, 이를 입찰서류로 제출하여야 한다.

계약단계에서 시공자는 과업내용서, 본 적용지침 및 우리공사의 요구사항 등에 부합하도록 BIM 수행계획서를 수정 및 추가 작성하고, 정해진 기한 내 제출 후 우리공사(공사감독자 또는 건설사업관리기술인)의 승인을 받아야 한다.

과업 진행단계에서 시공자는 BIM 수행계획서를 기반으로 BIM 업무를 수행하여야 하며, 분야별, 단계별 수행한 BIM 업무내용과 수행결과가 포함된 시공성과물을 우리공사(공사감독자 또는 건설사업관리기술인)에 보고하여야 한다.

이러한 계획사항은 계약 사항에 반영되어야 하므로, BIM 수행계획서는 과업에 대한 BIM 실행 과정을 문서화하는데 필요한 모든 내용을 포함해야 한다.

5) 주요 내용

BIM 수행계획서는 최소한 아래의 내용을 포함하여 작성한다.

- ① BIM 수행계획의 개요: BIM 수행계획의 목적, 절차 및 주요 내용 등을 작성한다.
- ② 사업정보: 사업의 이해를 위한 사업 위치, 규모, 주요 일정 등을 포함한다.
- ③ 주요 사업 책임자 및 담당자: 사업 주체별 책임자와 BIM 담당자를 지정한다.

-
- ④ 프로젝트의 목표 / BIM 활용방안: 계획의 초기단계에서 해당 사업의 BIM을 위한 전략적 가치와 구체적인 활용방안을 제시한다.
 - ⑤ 조직 구성 및 역할: 사업 전반에 걸쳐 BIM의 계획과 실행 과정 역할을 정의한다. 사업의 성공적 수행을 위한 조직을 운영하고 협업체계를 구성한다.
 - ⑥ BIM 활용절차: BIM 수행 절차를 도식화하여 수행 과정을 명확히 정의한다.
 - ⑦ 정보요구사항: BIM 모델 정보에 대한 우리공사의 추가적인 요구사항으로 정의한다.
 - ⑧ 협업절차: 정보교환의 시기 및 방법, 회의 일정 및 BIM 모델 관리를 위한 절차를 정의한다.
 - ⑨ 시공성과물 품질관리: 우리공사의 요구사항을 충족시키기 위하여 공사 감독자, 건설사업관리기술인 등의 공사관계자들이 시공성과물(BIM 모델 포함) 품질을 확인하는 절차 및 방법을 제시한다.
 - ⑩ 기반 기술 구축 현황: 계획을 수행하기 위해 요구되는 소프트웨어, 하드웨어 및 네트워크 등 기반 기술 구축 현황을 정의한다.
 - ⑪ 시공성과물 구조: 구성요소 및 구조, 폴더 및 파일 구조 등을 정의한다.
 - ⑫ 사업 시공성과물의 정의: 사업의 시공성과물을 정의한다.

[표 1-02] BIM 수행계획서 세부구성 항목(예시)

구분	내용
BIM 과업 개요	과업의 기본 정보, BIM 목표 및 활용 등에 대한 개요 명시
BIM 업무 범위 계획수립	BIM 업무수행 범위, BIM 업무 일정계획, 작성대상 및 수준 등에 대한 계획 명시 실제 시공 일정과 BIM 검토완료 시기에 대한 구체적 계획 명시
BIM 수행 조직 계획수립	BIM 업무수행 조직 편성, 조직별 업무 역할 등에 대한 계획 명시 BIM 수행 조직별 세부 업무 분담 및 연락체계 명시
BIM 기술환경 확보 계획수립	- BIM 도구(소프트웨어, 버전 등), 장비(하드웨어, 성능), 협업 및 디지털 정보 관리 체계 등 기술환경 확보 계획 명시 - 장비 제원 및 효율을 고려한 가설계획 검토 명시
BIM 협업 계획수립	적용지침에 근거하여 정기적인 회의 계획, 협업 방식, 협업 절차, 정보관리 방안 등에 대한 계획 명시
파일교환 요구사항	BIM 모델 공유, 병합, 가시화 관련 파일 시스템, 파일 형식, BIM 모델 갱신 및 간섭 검토, 일정 및 빈도수, 간섭 검토를 위한 소프트웨어 도구 및 절차, BIM 모델 기반의 도면 생성 절차 등의 요구사항 명시
품질계획 및 성과물 계획	시공성과물에 대한 품질검증 대상, 시기, 기준방법, 제작 및 납품 계획 등에 대한 계획 명시
보안 및 저작권	- 시공성과물 손상 또는 의도적인 훼손 방지를 위한 보안계획 명시 - 시공성과물에 대한 저작권 및 소유권에 관한 규정, 우리공사와 시공자 사이의 상호 협의 사항 등에 대한 명시

1.2.4 BIM 기술환경 확보

1) BIM 수행 환경 구축

(1) BIM 업무 조직의 편성

가. 한국도로공사

우리공사는 해당 고속도로 건설사업의 총괄적인 사업 추진을 위하여 BIM 발주 및 수행에 관련된 계획, 시행, 관리 조정의 역할을 담당한다.

나. 건설사업관리기술인

건설사업관리기술인은 우리공사로부터 BIM 수행업무에 대한 권한의 일부를 위임받으며, 위임된 사항에 대한 BIM 사업관리 업무를 수행할 수 있다.

다. 시공자

시공자는 우리공사의 “BIM 요구사항정의서”에 근거하여 BIM 모델 제작, 활용 및 납품하는 역할을 담당한다.

시공자는 시공단계의 세부적인 BIM 적용계획을 BIM 수행계획서에 반영하여 우리공사에게 제출한다.

시공자는 본 적용지침에 따라 BIM 모델을 제작하고, 우리공사가 승인한 BIM 수행계획서에 따라 BIM 모델을 활용한다. 단, 주요 이슈사항 발생 시 우리공사와 협의하여 BIM 수행계획서와 BIM 모델을 변경할 수 있다.

유지관리 단계에서 활용할 수 있도록 호환성을 확보하여 구축한다.

라. 협력업체(하도급사)

시공자로부터 하도급 계약을 체결한 협력업체(하도급사)가 설계 업무를 수행할 때 적용지침의 설계자 편을 준수해야 하고, 이에 근거한 BIM 모델 제작 및 품질검토, 활용하는 역할을 담당한다.

시공자로부터 하도급 계약을 체결한 협력업체(하도급사)가 시공 업무를 수행할 때 본 적용지침을 준수해야 하고 이에 근거한 BIM 모델 제작 및 품질검토, 활용하는 역할을 담당한다.

하도급은 우리공사의 승인을 얻어야 하고 하도급으로 BIM 업무가 수행되었다 하더라도 그 최종적인 책임은 시공자에게 있다.

(2) BIM 업무 수행계획관리

시공자는 “BIM 과업지시서”의 요구조건을 충족하도록 본 적용지침을 참조하여 BIM 수행계획서를 작성하고 우리공사에 승인받은 후, BIM 업무를 수행한다.

수행과정에서 내용 및 범위에 대해 해석이 필요할 경우 우리공사와 협의하고, 담당자의 지시에 따르며, 변경된 수행내용과 범위는 BIM 수행계획서에 갱신하여 우리공사의 승인 절차를 밟아야 한다.

(3) BIM 업무의 수행

시설물의 BIM 모델을 제작하고, 이를 토대로 업무를 수행하는 BIM 전면 수행방식을 원칙으로 한다. 단, 사업의 목적 및 상황에 따라 BIM 전면 수행방식을 적용하지 못할 경우, 우리공사와의 협의를 거쳐 BIM 병행수행 방식, BIM 전환수행 방식 등을 선택하여 수행할 수 있다.

BIM 모델 저작도구 기능 제약으로 인해 우리공사의 요구사항을 충족하지 못하는 경우 우리공사와 협의하여 진행하며, 필요시 시공자는 해당 방안을 제안할 수 있다.

- BIM 전면수행 방식의 적용: 원칙적으로 3차원 설계방식인 BIM을 활용하여 시설물의 BIM 모델을 제작하고, 이렇게 제작된 BIM 모델과 연계된 도면 및 수량 등의 설계성과물이 제작되어야 하며, 제작된 BIM 모델은 시공단계 전반에 걸쳐 활용될 수 있어야 한다.
- BIM 병행수행 방식의 적용: 기존 2차원 설계방식과 3차원 설계방식인 BIM을 함께 활용하는 경우 병행수행 방식을 사용할 수 있다. 단, 전체공사 중 특정 부분만 BIM을 적용하는 경우 본 적용지침의 일부를 적용할 수 있다.
- BIM 전환수행 방식의 적용: BIM 모델이 없는 2차원 방식으로 설계 또는 시공이 완료된 기존의 시설물에 대하여 BIM 모델을 확보하려는 경우 또는 BIM 모델 저작도구의 한계 등에 따라 BIM 설계로 설계성과물을 제작하지 못하는 경우 전환수행 방식을 사용할 수 있으며, 사전에 BIM 수행계획에 따라 적용한다.

(4) BIM 모델 제작 대상 범위 수립

BIM 모델의 구조물 및 각 부위에 대한 시공설계는 우리공사와 협의를 통해 승인된 BIM 수행계획서와 해당 발주범위에 근거하여 제작한다.

BIM 모델 제작 시 모든 단위 객체는 목적물의 요소 단위로 구분하여 제작하고, 좌표체계의 연동 등을 통해 시공통합 BIM 모델로 운영될 수 있도록 하며, BIM 수행계획서에 정의된 BIM 모델 수준을 적용한다.

(5) 시공성과물 제작 도구

가. BIM 모델 저작도구

BIM 모델 저작도구는 LandXML, IFC 등 국제표준 형식을 지원하는 도구를 사용한다. 단, 현재 중립포맷 LandXML, IFC 등은 고속도로 건설공사 전반의 모든 정보를 반영하지 못하므로 호환용으로 사용되는 파일로 원본 파일을 우선 사용하고, 향후 업그레이드되는 중립포맷 버전을 반영하여 사용할 수 있도록 한다.

BIM 모델 저작도구는 특정 소프트웨어로 한정하지 않으며, 우리공사가 요구하는 기준에 따라 BIM 모델 제작을 지원하는 소프트웨어를 활용한다.

BIM 모델 저작도구 선정 시 소프트웨어의 기능성 이외에도 사용성, 구현성, 보편성 등을 고려하여야 한다.

① 통합검토용 프로그램

- 개방형 BIM 표준 및 BIM 모델 저작도구와의 호환
- BIM 모델 간 물리적 간섭 및 인터페이스/여유 공간 검토
- 길이, 면적, 부피 등의 측정
- 검토 의견 게시 및 공유
- 공종별 정보모델 간 통합을 위한 대용량 데이터 처리 기술

② 공정관리를 위한 BIM 소프트웨어

- 개방형 BIM 표준 및 BIM 모델 저작도구와의 호환
- BIM 모델과 공정 연계
- 계획공정과 실행공정의 비교
- 주공정(Critical Path) 분석 지원

③ 공사비관리를 위한 BIM 소프트웨어

- 개방형 BIM 표준 및 BIM 모델 저작도구와의 호환
- BIM 모델과 공사비 연계
- 목표공사비(실행)와 원가관리 용이

④ 품질관리를 위한 BIM 소프트웨어

- 개방형 BIM 표준 및 BIM 모델 저작도구와의 호환
- 품질검토를 위한 룰셋 제공
- BIM 모델의 형상 및 간섭 위주의 물리검토 지원
- BIM 모델의 설계정보 및 속성의 적정성 검토를 위한 속성검토 지원

기타 시공성과물 제작을 위한 소프트웨어는 우리공사와 협의를 통하여 선정해야 한다.

나. 3차원 모델 저작도구의 사용

모든 시설물은 원칙적으로 BIM 모델로 제작하여야 하나 BIM 모델로 제작하기 어려운 시설물에 대해서는 BIM 모델 제작 및 활용, 관리 방안을 우리공사와 협의하여 마련한다.

다. BIM 라이브러리

BIM 라이브러리는 우리공사의 「프로젝트 기반 라이브러리」를 우선 적용 및 활용함을 원칙으로 하며, 「BIM 라이브러리 작성·활용을 위한 매뉴얼(2023 예정)」을 참고한다.

BIM 라이브러리는 우리공사에서 운영하는 「프로젝트 기반 라이브러리」 외에 국토교통부에서 운영하는 건설사업정보포털시스템(www.calspia.go.kr)의 「토목시설 BIM 라이브러리(<https://www.calspia.go.kr/bimlibrary/Bim/>)」 도로분야 BIM 라이브러리(<https://www.calspia.go.kr/bim/>)를 활용할 수 있다.

시공자는 프로젝트의 특성 및 우리공사 요구 사항에 따라 신규로 라이브러리를 제작할 수 있다.

2) BIM 협업환경

(1) 공통정보관리환경 구성

우리공사와 시공자는 BIM 업무수행 과정에서 다양한 주체가 생성하는 정보를 중복 및 혼선하지 않도록 협업 플랫폼을 마련해야 하며, 이를 공통정보관리환경(CDE, Common Data Environment)이라 한다.

시공자는 발주단계에서 우리공사가 공통정보관리환경을 요구할 경우, 우리공사의 요구 사항을 분석하여 협업 플랫폼의 구축 방법, 협업 절차 및 BIM 모델 관리 방안 등의 세부적인 수행계획을 BIM 수행계획서에 반영하여야 한다. 시공자는 공통정보관리환경 구축 시 우리공사, 협력업체(하도급사)를 포함한 공사관계자를 협업대상으로 포함하여 공사 관계자가 공통정보관리환경을 활용할 수 있도록 구축한다.

시공자는 공통정보관리환경 구축 방법에 기존 시스템(상용 소프트웨어, 자체 보유 시스템)을 활용할 경우에는 시스템 선정 기준을 제시하고, 신규 시스템을 개발할 경우에는 상세한 시스템 개발 내용을 제시하여야 한다. 단, 공통정보관리환경 시스템은 기본적으로 협업, 승인 절차, 버전 및 이력 관리, 보안 등의 기능이 포함되어야 하며, BIM 정보관리 국제표준인 ISO19650-1과 2를 준용하여 개발되어야 한다.

시공자는 우리공사, 협력업체(하도급사)를 포함한 공사관계자가 공통정보관리환경의 협업절차에 BIM 모델 제작, 의사결정, BIM 모델 조정, 협업관리에 관한 세부적인 수행절차를 제시하여야 한다.

- BIM 모델 제작: BIM 요구사항과 제작기준에 맞도록 BIM 모델을 제작하는 절차 제시 (예시: 라이브러리 활용 절차, 표준 템플릿 활용 절차 등)
- 의사결정: 업무를 수행하는 주체들이 각각 생성한 BIM 모델을 통합 분석하여 의사결정 할 수 있는 절차 제시 (예시: BIM 모델 통합 절차, BIM 모델 분석 기능 및 적용 절차, 주체별 의사결정 프로세스 등)
- BIM 모델 조정: 의사결정을 기반으로 BIM 모델을 조정하는 절차(예시: 주체별 BIM 모델 조정 프로세스, 주체별 BIM 모델 조정 권한 등)

- 협업관리: 협업하는 동안 생성된 정보들을 관리하는 절차(예시: 간섭, 각종 변경사항 등 이슈 정보들을 기록하고, 사용자에게 공유하는 절차, BIM 모델 관리, 공정관리 등 BIM 정보에 접근하고, 공유할 수 있는 절차 등)

낙찰자로 선정된 시공자는 BIM 수행계획서를 우리공사에 제출하여 공통정보관리환경 구축방안에 대해 승인받아야 하며, 필요시 우리공사와 협의를 통해 BIM 수행계획서에 변경 사항을 반영하여야 한다.

(2) 공통정보관리환경 적용

시공자는 우리공사가 공통정보관리환경 시스템을 통해 표준 라이브러리, 템플릿 등의 BIM 모델과 사업수행을 위한 관련 문서 및 지침을 제공할 경우 우선적으로 이를 과업에 사용해야 하며, 과업 기간에는 필요시 업데이트하고 신규로 제작하여 성과를 업로드 할 수 있다.

시공자는 과업 동안 공통정보관리환경 시스템을 활용하여 BIM 사업을 수행하고, 변경사항이 있을 시 지속적인 업데이트로 모든 정보를 최신으로 유지하여 협업을 수행하는 데 일관성과 신뢰성 있는 데이터를 활용할 수 있도록 관리해야 한다.

시공자는 과업 동안 BIM 모델을 공통정보관리환경 시스템에 최신으로 제공하고 관련된 분야 참여자들이 제작한 BIM 모델을 시공통합 BIM 모델로 구성하여 제공하여야 한다.

시공자는 우리공사의 검토사항 및 수정사항을 수시로 확인하고, BIM 모델을 수정·보완하여 우리공사에 제출한다. 우리공사는 갱신된 BIM 모델을 공통정보관리환경 내에 최신으로 유지해야 한다.

공통정보관리환경 내에서 해당 건설사업 생애주기단계에 주체별(우리공사, 건설 사업관리기술인, 시공자) BIM 협업기준은 다음과 같다. 이때 시공단계 협력업체(하도급사)는 역할에 따라 설계 업무를 수행할 때 설계자, 시공 업무를 수행할 때 시공자의 기준을 따른다. 단, 현장의 시공 난이도, 중요도 등을 고려하여 상호 분쟁이 예상되면 시공업무의 효율적 관리를 위해 시공단계의 협력업체(하도급사)는 시공자의 관리를 받을 수 있다.

[표 1-03] 주체별 BIM 협업 기준

구분	설계단계	시공단계	유지관리단계
한국 도로공사	- 요구사항과 관련된 기능 비용, 일정 제공 - 설계검토를 제공하고 설계 요구사항을 구체화 - 설계 매트릭스의 최종 승인 검토	- 시공을 모니터링하고 시공 변경 및 문제에 대한 정보 제공 - BIM 모델 변경 결과 승인	- 유지관리의 목적, 목표, 범위에 대한 구체화 - 운영방식, 조직도 등의 기본적인 사항정리 및 유지관리 시스템 구축 기본 방향 제시
건설사업 관리자	- BIM 모델 검토 (발주자 요구사항, 설계기준 등) - BIM 사업 발주 지원	- BIM 모델을 활용한 회의 주관 - BIM 모델을 활용한 공사 수행지도 - BIM 모델의 변경결과 검토	- 준공 BIM 모델 설명서 검토 - 발주자 요구사항 및 운영 계획 부합 여부 검토
설계자	- 발주자 요구사항에 따른 모델링 - BIM 모델 품질 관리 - 발주자 및 공사감독자의 의견 및 요구사항을 설계 BIM 모델에 업데이트	수행계획서 변경에 따른 BIM 모델 업데이트	준공 및 유지관리 BIM 정보 모델 제작 협조
시공자	- 설계검토, 비용 일정, 시공성에 대한 지속적인 의견 제공 - 시뮬레이션, 조정, 건적, 일정을 포함한 시공 BIM 모델 생성	- BIM을 활용한 공사 수행 - BIM 모델 운용 및 관리	- 준공 BIM 모델 제작 - 준공 BIM 모델 설명서 검토
유지관리자	- 유지관리에 필요한 설계 데이터 검토 - 유지이력관리에 필요한 설계 데이터 추출 및 관리검토	- 설계변경 내역 및 이슈 검토 - 유지관리에 필요한 시공 BIM 모델 검토	- 유지관리 BIM 모델 제작, 검토 및 승인 - 유지관리 및 보수보강 의사 결정과 이력데이터 검토 관리

3) BIM 주요 표준의 적용

(1) 기본사항

가. BIM 관련 표준의 개요

① 표준 적용의 목적

우리공사 및 시공자는 고속도로 건설사업에 BIM을 전면 적용하기 위해, 시공단계별로 BIM 모델을 원활하게 공유·교환하고, 업무수행의 일관성을 확보해야 한다. 이를 위한 관련 표준을 확보하는 것을 목적으로 한다.

② 표준의 최소 기준

우리공사는 공통표준, 자체 표준 및 개방형 표준이라는 세 가지 범주를 고려해야 한다. BIM 표준은 BIM을 활용하고 BIM의 성과물인 시공성과물이 필요할 때 허용되는 최소한의 기준이다.

본 적용지침은 우리공사와 시공자가 BIM 활용시 필요한 정보분류 체계 표준, 상세수준(LOD), 도면작성 표준, 수량산출 표준, 개방형 표준을 포함한다.

나. BIM 표준의 적용

① 표준의 대상

고속도로 건설사업에 BIM을 전면 적용 하는 데 있어 정보 저장, 검색, 구성, 분석, 건설프로젝트 프로그래밍 및 예산 책정, 과거 비용 및 운영 데이터 컴파일, 건설 유형 지정, 시설분류 및 소프트웨어에 대한 개체 분류 등에 표준 적용이 가능하다. 이를 위해 본 적용지침에서 제시하는 공통표준을 우선 적용하는 것을 원칙으로 한다.

② 공통표준

본 적용지침에서 제시하는 공통표준은 우리공사의 「고속도로분야 BIM 정보체계 표준 지침서 v2.0(2022.08)」를 따른다.

③ 자체 표준 및 개방형 표준의 적용

만일 우리공사 공통표준 적용이 어렵거나 필요 요소가 없으면, 이를 참고하여 우리공사와 협의를 통해 실무적 적용이 적합함을 검증한 후 자체 표준을 개발하여 활용하거나 개방형 표준을 적용할 수 있다.

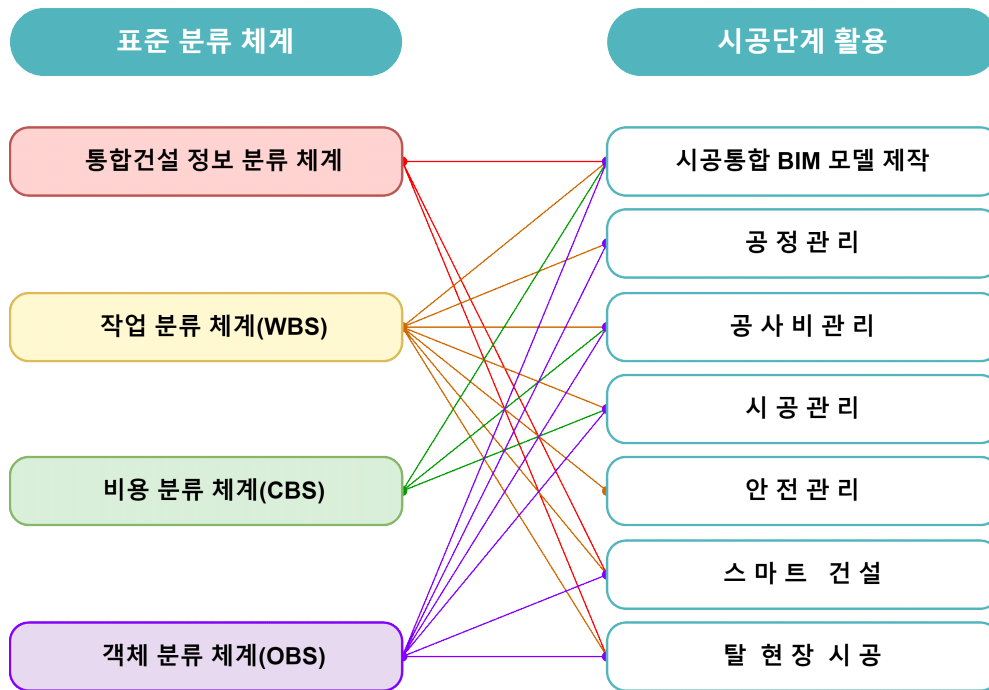
④ 신규 표준의 적용

본 적용지침에서 제시된 표준의 공표된 날짜를 기준으로 최신버전이 있는 경우 우리공사와 협의하여 적용한다.

(2) 분류체계

본 적용지침에서 제시하는 분류체계는 BIM 모델을 구성하고 있는 객체 및 속성을 체계적으로 분류하여 정리한 목록을 말한다.

BIM 정보분류체계는 필요에 따라 국제, 국가 및 회사의 정보분류체계와 연계성을 확보하여 프로젝트 코드, 라이브러리 코드, 공정관리, 수량·공사비 산출 및 기성관리 등에 활용할 수 있다.



<그림 1-06> 표준분류체계 시공단계

가. 분류체계의 활용

분류체계 표준은 고속도로 건설사업의 수행계획 수립 단계에서 정의되어야 하는 정보 분류, 작업 분류, 공사비 분류, 객체 분류 등에 대한 공통적인 내용을 담고 있으며, 이를 기반으로 우리공사와 시공자와 계약을 체결하여 고속도로 건설사업 전 주기에 각 표준을 활용하여 사업을 수행한다.

나. 적용 표준

① 건설정보분류체계

우리공사 및 시공자는 고속도로 건설사업의 기획, 설계, 시공, 유지관리 등 각 단계에서 발생하는 공사 관련 문서의 작성 시 건설정보 분류체계를 활용하며, 적용위계는 다음과 같다.

- 1순위 : 고속도로분야 BIM 정보체계 표준 지침서 v2.0(2022.08)
- 2순위 : 국토교통부 건설정보분류체계(국토교통부 고시 2015-469호)

② BIM 모델에 건설정보분류체계 적용시 작업분류체계(WBS), 비용분류체계(CBS), 객체분류체계(OBS)는 「고속도로분야 BIM 정보체계 표준 지침서 v2.0(2022.08)」를 따른다. 단, 해당사업 특성상 해당지침이나 방침 적용이 어려운 경우 우리공사와 협의하여 수정·보완할 수 있다.

(3) 개방형 표준

BIM 정보의 생애주기 단계에 일관된 사용을 보장하고 BIM 모델 저작도구의 원본 파일 형식과 함께 BIM 모델의 보존 및 공유를 위하여 개방형 표준을 사용한다.

우리공사의 BIM 모델 제작 시 BIM 모델 공유·활용 및 관리를 위한 표준파일 형식은 IFC로 하며, 3차원 데이터 저작도구의 표준파일 형식은 용도에 따라 LandXML 등 해당 국제표준 형식을 활용할 수 있다.

개방형 표준 형식이 정해지지 않은 계약 결과물의 경우, 독점적인 BIM 소프트웨어 외에도 건설정보를 재사용할 수 있도록 우리공사와 상호 합의된 형식으로 제공되어야 한다.

우리공사에서 명시하지 않은 개방형 표준의 적용이 필요할 경우 시행지침 시공자편(1.2.3 (3) (다))을 따른다.

4) BIM 모델의 공유

(1) 상호운용성

사업이 진행되면서 BIM에 포함되는 정보는 양적·질적으로 축적 및 보완되어야 한다. 이때 다양한 플랫폼이 적용될 수 있으므로 우리공사와 시공자는 BIM 수행계획서에 BIM 기술의 성질과 BIM에 포함되어야 하는 최소 요구사항을 명시하여야 하고 플랫폼 간 BIM 모델 교환에 따른 상호운용성을 명확히 하여야 한다.

국제표준 형식(IFC)으로 호환될 수 없는 BIM 모델은 다른 소프트웨어 플랫폼을 사용하는 공사관계자가 BIM 모델 내용을 검토하고, 참조할 수 있도록 변환을 협의하여야 한다. BIM 사업 초기에는 BIM 모델 상호운용성에 대한 이해가 부족할 가능성이 있으므로 전문 컨설턴트를 두어 운용할 수 있으며, 공종별 데이터의 국제표준 형식(IFC)을 활용할 수 있다.

5) 기타 업무 지원환경

(1) BIG Room(BIM 협업 공간)

BIG Room은 기존의 설계 합사나, 시공단계의 현장 사무실과 달리 BIM, Lean, Pull Planning 등의 Smart Construction 기법이 활용되는 공간이며, 이를 기반으로 프로젝트 참여자 간의 다양한 협업 및 미팅이 빈번하게 일어나는 공간으로, 시공자는 이를 수행할 수 있는 공간을 제공해야 한다.

BIG Room 구성환경은 프로젝트의 규모, BIM 모델의 활용 목적, 수행 방법에 따라 변경될 수 있으며, 이는 우리공사와 협의를 거쳐 결정하고, BIM 수행계획서에 반영하여 수행하도록 한다.

BIG Room이 없는 경우 공간을 추가로 확보하는 대신 필요에 따라 자체 활용 중인 안전교육 공간을 활용하여 구성할 수 있다.

BIG Room에서 업무는 Pre-Construction, 설계 코디네이션, BIM 코디네이션, VE 미팅 등 다양한 업무를 진행할 수 있으며, 세부 사항은 주체자별 조정을 통해 결정할 수 있다.

본 적용지침 대상인 고속도로 건설사업은 넓고 긴 지점에 수평적 배치 중심으로 시설물을 검토하고 계획하는 프로젝트로, BIG Room에서 기존 아날로그식 상황판이나 소규모 다중 모니터로 구축된 디스플레이 장치 활용하면 정보전달 효율성이 저하된다. 따라서 시공자는 정확한 정보전달, 신속한 의사결정 등 직관적 정책결정을 지원할 수 있도록 시공 BIM 모델 구동이 가능한 디스플레이 장치(디지털 사이니지(Digital Signage), 디지털 송출 프로젝터, TV 등)가 설치된 BIG Room을 구축하여야 한다.

본 지침에서 제시한 BIG Room의 활용방안 이외의 구체적인 활용방안은 우리공사의 공통정보관리환경(CDE) 시스템이 구축됨에 따라 변경될 수 있으므로, 개정된 내용을 반영하여 BIG Room을 운영하도록 한다.

[표 1-04] BIG Room 구성의 최소 구비조건 예시

구분	용도
업무공간	• 각 수급인별 업무수행 및 협력업체 간 협업에 활용할 수 있는 공간
Planning Board	• Pull Planning 및 공정 최적화 미팅 진행에 활용
BIM Dash Board	• Pre-Construction 단계에서 조정되는 설계이슈 및 간섭에 대한 추적관리, 공유
회의공간	• 설계 코디네이션 미팅 및 시공 코디네이션 미팅을 위한 공간
장비(H/W, S/W)	• BIM 모델 구축 및 BIM 코디네이션 미팅을 위한 기본 장비 구축
	- H/W: 서버, 전용 BIM PC, 디스플레이 장치(디지털 사이니지(Digital Signage), 디지털 송출 프로젝터, TV 등),
	- S/W: 시공 BIM 모델 구동 플랫폼, 시공 BIM 모델 Viewer 등



(a) 디지털 사이니지를 활용한 BIG Room 구축(예시)



(b) 시공 BIM 모델 구동 플랫폼 구축(예시)

<그림 1-07> BIG Room 구축(예시) [출처: 함양합천건설사업단]

(2) BIM 교육

시공자는 시공에 참여하는 우리공사, 협력업체(하도급사) 구성원들이 BIM 모델을 원활히 활용하는 데 필요한 기본적인 교육 프로그램을 마련하여 제공해야 한다. 이 경우 교육 시기, 횟수, 방법 등은 BIM 수행계획서에 명시하고 이에 따르도록 한다.

제2장 시공 BIM 모델 제작기준

2.1 시공 BIM 모델 제작개요

2.2 시공 BIM 모델 제작

빈 페이지

제2장 시공 BIM 모델 제작기준

2.1 시공 BIM 모델 제작개요

2.1.1 목적

고속도로 건설사업의 시공단계 BIM 모델 제작에 필요한 기본 요구사항과 기준을 제시하여, 체계적이고 일관된 BIM 모델을 확보하기 위함이다.

2.1.2 시공 BIM 모델 제작원칙

1) 제작 및 적용원칙

본 제작기준은 시공자 측면에서의 BIM 모델 제작 업무를 대상으로 기술하며, BIM 업무를 수행하기 위한 준비단계와 작성단계에서 참조가 되는 사항들을 명시한다.

BIM 모델 제작은 본 제작기준을 우선 적용하고, 개방형 BIM 또는 폐쇄형 BIM을 우리공사와 협의하여 적용한다. 이는 다양한 시공자의 소프트웨어 환경(종류, 버전 등)에 의하여 제작된 BIM 모델을 표준화된 환경에서 검토하고 관리하기 위함이다.

사업으로 조성되는 전체 토지와 모든 시설물의 실물 형상을 3차원 공간에 디지털 형상모델로 제작하고 계획, 설계, 시공, 유지관리 등을 위한 BIM 정보가 포함된 BIM 모델 제작을 원칙으로 한다.

시공단계 BIM 모델의 제작은 사업계획 및 절차에 따라 시공단계별 BIM 모델을 구분하여 제작하며, 각 BIM 모델은 우리공사의 사업 추진일정과 활용 시기에 맞추어 제작한다.

우리공사는 시공자에게 본 제작기준을 활용하도록 BIM 과업내용서 등 계약문서에 명시한다. 필요시 시공자는 우리공사와 협의하여 본 제작기준을 기초로 해당 사업에 맞는 세부 제작기준을 설정한다.

2.1.3 시공 BIM 모델 제작 절차

BIM 모델 제작 절차는 고속도로 건설사업의 BIM 모델 제작 지원을 위해 절차, 방법 및 기준 등을 구성하며, 시공자의 관점에서 범용적인 BIM 모델 제작 절차를 준수하도록 일반화된 절차로 구성한다.

BIM 모델 제작단계에서는 시공자는 BIM 수행계획서에 따라 BIM 기술환경을 확보하고 본 적용지침에 따라 분야별 BIM 모델을 제작한다. 제작이 완료된 분야별 BIM 모델은 시공통합 BIM 모델 구성을 통해 각종 검토를 진행하며, BIM 모델의 적정성을 검토한다.

2.1.4 시공 BIM 모델 제작 준비업무

1) 개요

발주문서에 제시된 BIM의 수행 목표는 적절한 BIM 활용방안을 요구하고 있으므로 시공성과물 검토 시에는 우리공사 요구사항을 확인하고 숙지하는 과정이 선행되어야 한다.

BIM 수행계획서는 BIM 수행 주체가 우리공사 요구사항을 반영하여 공사감독자의 승인을 받은 후 제출되었기 때문에, 해당 BIM 수행계획서를 근거로 시공성과물의 현황 또는 시공성과물의 유무를 파악한다.

2) 입찰 서류 검토

입찰 서류는 우리공사가 작성하고, 과업지시서 또는 입찰안내서에 우리공사 BIM 요구사항을 반영함으로써 계약문서의 효력을 지니기 때문에 BIM 수행의 근거가 된다. 따라서, 우리공사와 시공자는 입찰 서류의 내용을 확인하고 숙지해야 한다.

입찰 서류는 입찰안내서, 과업지시서, BIM 요구사항정의서 등 입찰에 관련된 서류로서, 이러한 서류를 통해 우리공사가 제시한 요구조건과 기준들을 검토하고 수행에 있어 문제가 되는 부분은 우리공사와 협의하여 조정한다.

우리공사가 제시한 내용 이외에 BIM 수행에 있어 필요한 부분은 우리공사에 추가로 요청하거나 우리공사와 협의하여 준비한다.

3) BIM 수행계획 수립 및 BIM 수행계획서 검토

과업지시서, BIM 요구사항정의서를 검토한 내용을 토대로 BIM 업무수행에 필요한 사항들을 포함하여 수행계획을 수립한다.

목표 수립부터 조직 구성 등을 포함한 업무적인 사항을 비롯하여 BIM 모델 기준 등의 기술적인 부분까지 BIM 업무수행에 있어 필요한 사항들을 준비하고 계획을 수립한다.

계획된 내용을 토대로 우리공사가 제공한 양식에 따라 BIM 수행계획서를 작성하고 우리공사에 제출 후 승인받아 관리한다.

BIM 수행계획 수립 시 시공자는 BIM 기반으로 원활한 시공이 진행될 수 있도록 조직을 구성한다. 이때, 반드시 현장 고유의 상황 (사업성격, 현장여건, 협력업체, 전면설계, 병행설계, 전환설계 등)을 고려하여 조직을 구성하여야 한다. 구성된 조직도는 BIM 수행계획서에 반영하여 우리공사의 승인을 얻어야 한다.

BIM 수행계획서는 사업 수행단계별 현안 사항을 공사감독자와 협의하여 지속적으로 보완해서 작성되었기 때문에 시공성과물 현황 파악 및 검증을 위하여 최종 시공성과물에 포함하여 제출한다.

시공성과물 검토시 BIM 수행계획서에 우리공사 요구사항의 반영 여부를 재확인하고 숙지해야 하며, BIM 목표 및 활용방안, 적절한 상세수준(LOD) 등을 반영하였는지와 단계별 시공성과물 현황을 확인해야 한다.

4) 프로젝트 지침의 구성

시공자는 우리공사가 제시한 과업지시서와 BIM 요구사항정의서를 기반으로 프로젝트 단위의 기준들을 수립하여 프로젝트 지침을 작성한 후 BIM 수행계획서에 반영하고 업무수행자들과 공유·관리해야 한다.

프로젝트 지침은 프로젝트 단위로 설정되는 기준들이나 실무자 관점에서 참고하고 준용해야 하는 기준들을 명시한 기준서로 원활한 협업환경 구축과 BIM 모델의 품질을 높이기 위해 필요하다.

지침의 주요 내용은 조직별·인원별 업무 분담, 기준좌표, 소프트웨어 버전, 호환형식, 명칭기준, 분류체계기준, 정보모델 구성기준, 코드체계기준, 표준적용기준 등이 있으며, 필요시 BIM 수행계획서와 함께 관리될 수 있다.

5) 설계도서 사전검토

BIM 모델 구축을 위해 설계도서에 대한 사전검토가 필요하다.

수량, 도면, 내역서 등 설계도서의 적정성 검토와 대상 시공구간 토공, 교량공, 터널공 등 주요 공종별 공사방법 및 기간 등 시공계획을 수립하기 위하여 검토해야 한다.

시공자는 실시설계 설계자로부터 인수한 실시설계 BIM 모델을 검토하고, 시공에 필요한 BIM 모델을 제작하여야 한다.

토공, 교량공, 터널공 등 주요 공종별 BIM 모델 제작시 위치별, 구조물별, 시공순서별 구분이 필요하며, 일반적으로 확인해야 할 사항은 다음과 같다.

- 프로젝트 현황 검토: 주변 현황 검토 / 주요 이슈사항 검토
- 실시설계 도면 검토: 도면의 평면좌표 및 EL의 적정성, 도면 오류 사항, 정보 부족 사항 등 파악
- 실시설계 수량 검토: 공종 또는 구조물별 수량, 내역서, 도면의 일치 여부 및 수량산출서 집계 및 산출근거 오류 등을 검토
- 공정검토: Activity 누락사항, 도면 및 수량과 연계된 공정, 장비 계획 및 공정별 관리계획 검토, CP 숙지 및 공정 데이터 적정성 검토
- BIM 모델 구축방향 설정: 도면, 수량, 시공순서 등 설계자료를 바탕으로 BIM 모델 제작 방향 설정

2.2 시공 BIM 모델 제작

2.2.1 공통사항

1) 단위 및 축척

BIM 모델의 단위는 국제표준화기구(ISO, International Standardization Organization) 기준의 십진법 미터(m) 또는 밀리미터(mm)를 사용한다.

BIM 모델 제작은 실 제원 적용을 원칙으로 하고, 시공성과물(도면, 시각화 자료, 각종 분석 자료 등)의 표현에 있어 필요시 임의의 축척을 적용한다.

2) 좌표계와 표고

BIM 모델에 적용할 기준 좌표계와 표고는 아래의 사항을 준용한다.

각 공종별 BIM 모델 제작 후 통합이 원활하도록 표고 레벨은 수준원점을 기준으로 하며, 통일된 기준점(CP)을 지정하여 동일하게 적용한다. 이는 가능한 설계자와 사전에 합의하여 설계에서부터 통일된 기준을 적용하기 위함이다.

측량 기준계 및 위치 좌표는 지구 중심 좌표계(GRS80타원체 적용)에 따른 위도·경도 표현체계 및 평면 직각좌표계(TM; Transverse Mercator 좌표계) 기준을 적용한다.

- 위도경도: 00° 0' 00.00" N, 000° 00' 00.00" E
- 평면직각좌표계: 00s 000000.00mE, 0000000.00mN
- 서부원점: 38° 00' 00" N, 125° 00' 00" E
- 중부원점: 38° 00' 00" N, 127° 00' 00" E
- 동부원점: 38° 00' 00" N, 129° 00' 00" E
- 동해원점: 38° 00' 00" N, 131° 00' 00" E



<그림 2-01> TM 좌표계

우리공사는 필요시 사업별 특성을 고려하여 별도의 상대기준 좌표계를 적용한다.

지형이나 대지 및 BIM 모델 부위의 표고는 수준원점의 높이를 기준으로 정한다.

BIM 모델은 기준점을 정하여 대지의 임시수준점으로부터의 상대 기준 좌표계와 표고를 운용할 수 있고, 이를 복원하기 위해 상대적인 평면직각 좌표(XY)와 표고(Z) 그리고 진북 방향각($^{\circ}$ ' ")을 갖도록 관리한다.

BIM 모델을 통합(공종별 등)할 때, 상대 좌표계 사용 등으로 좌표가 다를 경우에는 좌표를 변환하여 통일된 좌표를 사용한다.

3) 치수

BIM 모델의 치수는 실제 치수와 일치하도록 제작하며, 임의로 변경하지 않는다. 다만, 오차가 허용되는 경우 오차범위 내에서 BIM 모델을 제작한다.

가설, 장비, 안전시설 등의 경우 각 검토가 필요한 치수정보, 오차 등에 대한 개별적인 기준을 시공자가 지정하여 활용한다(예: 하이드로크레인 아우트리거 범위: 10cm, 붐 반경/각도 : 10cm, 5°).

4) 재료표현

공종, 부위 등 시설물의 구성요소를 색상에 따라 시각적으로 식별하고자 하는 경우 그 기준을 제시한다.

기존 2D도면과 달리 BIM 모델은 시각화가 중요한 요소이기 때문에 대상 목적물의 재질 특성과 유사한 색상을 사용하여 제작한다.

색상 규정 및 레이어 체계는 우리공사의 「고속국도건설공사 전산설계도서 표준지침서」를 기본으로 적용하며, 필요시 우리공사와 협의하여 수정 및 추가한다.

가설, 장비와 그 밖의 객체에 대해서는 객체 구분을 위해 임의의 색상 또는 재질 이미지를 사용할 수 있다. 다만, 임의의 색상 또는 재질 이미지를 사용할 때 필요시 이에 대한 범례를 표기한다.

5) 지형·지층

지형·지층 BIM 모델은 시공단계, 사이트 환경 등을 고려하여 수치지형도(Digital Topographic Map), 현황 측량도, 지질 분석보고서 및 항공 측량 정보 등을 적절히 활용하여 제작한다.

지층 BIM 모델은 필요시 제작하며 검토가 필요한 구간(예: 건축 대지경계선 안)만 제작하고 주상도 부족으로 인한 지층의 역전 현상이 나타나지 않도록 보간(補間)하여 지층을 구성하여야 하며, 지형·지층 BIM 모델은 좌표정보, 표고 정보를 반드시 포함한다.

지층 BIM 모델은 원칙적으로 해당 고속도로 건설공사를 위해 취득한 시추 정보를 포함한 지반조사 결과를 활용하여 제작하며, “국토교통부 국토지반정보 통합 DB 센터” 또는 “지하공간통합지도”의 시추 정보를 포함한 지반조사 자료를 활용하여 구축 및 보완할 수 있다.

지형·지층 BIM 모델은 실시설계시 현지 여건으로 인해 반영이 곤란한 경우가 있을 수 있고 설계 후 시공까지 시간이 지남에 따라 자연적인 변동사항이 발생할 수 있으며 민원에 의한 인위적인 변동사항이 발생할 수 있으므로 반드시 지속적으로 갱신하고 이를 기초로 BIM 모델을 제작한다.

2.2.2 시공 BIM 모델 객체 제작

1) 시공 BIM 모델 객체 상세분류체계

시공 BIM 모델은 단위객체인 개별체의 집합으로 구성된 복합체, 구성체, 집합체의 객체 유형으로 구분하여 제작하며, 객체 형상을 유지 또는 표현할 수 없는 공종은 무형체로 제작한다.

시공 BIM은 모든 결과물을 시공 BIM 모델에 의해 산출하는 것이 원칙이다. 그러나 이로 인한 세분화와 데이터 증가로 정보모델 제작에 어려움이 발생할 수 있고, 시공자의 BIM 수행력이 이에 미치지 못하는 경우가 발생할 수 있으므로 객체 유형을 복합체, 구성체, 집합체, 개별체, 무형체로 구분하여 제작할 수 있도록 한다. 그렇지만 BIM 기술을 개발하여 시설물 전체를 객체 단위의 정보모델로 제작하는 것이 시공 BIM의 궁극적인 목적이기 때문에 시공 BIM 모델은 모두 개별체로 제작하는 것이 바람직하다.

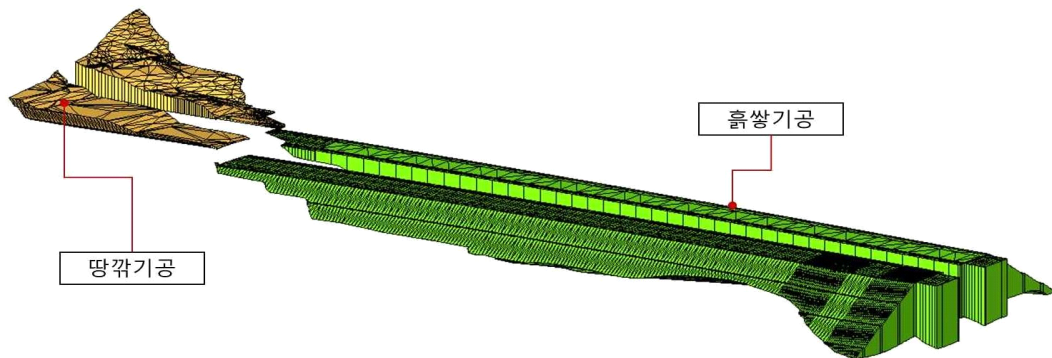
[표 2-01] 객체 상세분류체계

객체유형	상세설명	사례
복합체	- 대표공종으로 묶어서 별도 관리 - 여러부품과 작업공정이 복잡하게 사용되며, 반복적 사용이 많고, 부품으로서 객체 설명시 그 수가 너무 많아 비효율이 발생하는 경우	- 콘크리트 타설 제작하는 구조물 - 기초를 형성하는 말뚝 집합체 - 사면보강 등의 anchor
구성체	- 주공종과 부공종으로 구성된 객체유형 - 최종 목적의 상태가 되면 이에 수반하는 공정은 당연히 수행되어야 하는 등의 경우 - 주 공정이 포함된 공종을 Main 공종(주 공종)으로 하여 객체화 - 수반되는 공종은 부공종(Sub)으로 하여 비용만 계상	- 포장철거(자르기) - 무근콘크리트 철거 : Main - 무근콘크리트 절단 : Sub
집합체	각 개별로 객체를 구성하므로 통상의 사용명칭(객체통칭)과 함께 개별 종류별 객체식 별명이 있어야 하는 유형	L형측구, V형측구
개별체	단위객체로, 그 자체가 객체로서의 조건을 갖는 것의 객체 유형	
무형체	개별체 중 객체로는 존재하나 객체의 형상을 유지(표현)할 수 없는 공종	- 흙운반(유용토, 순성토) - 직접사토처리 - 자재대, 골재생산 등

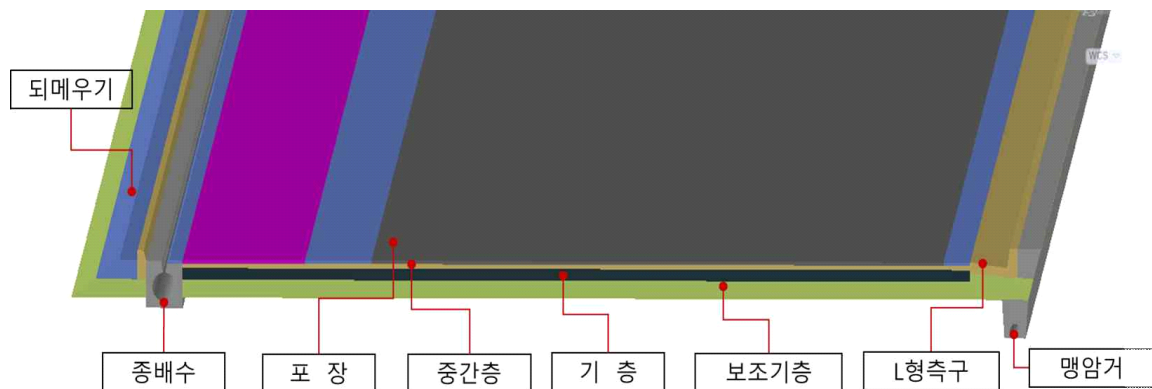
2) 개별체(단위객체)의 구성

시공 BIM 모델 객체는 개별체로 제작하는 것을 원칙으로 하며, 객체 상세분류체계에 따라 구분하여 집합화시키고 각 객체 수량 정보를 연계한다.

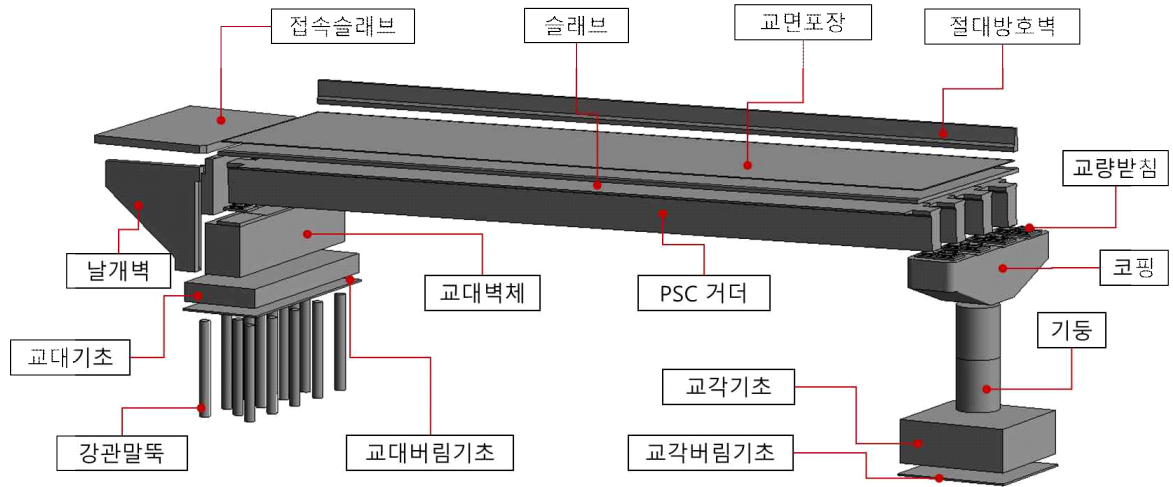
개별체로 구성된 공종별 BIM 모델 제작 현황은 다음과 같다.



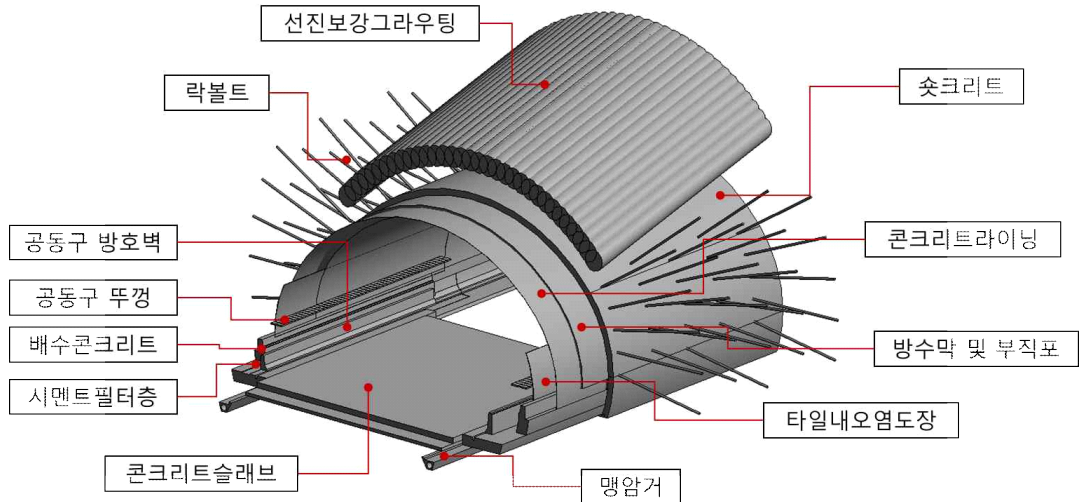
<그림 2-02> 토공 BIM 모델 제작(예시)



<그림 2-03> 배수공, 포장공, 부대공 BIM 모델 제작(예시)



<그림 2-04> 교량공 BIM 모델 제작(예시)



<그림 2-05> 터널공 BIM 모델 제작(예시)

3) 공종별 BIM 모델 객체 제작

(1) 토공

객체유형에 따라 제작된 BIM 모델 객체는 다음과 같다.

[표 2-02] 토공 BIM 모델 객체(예시)

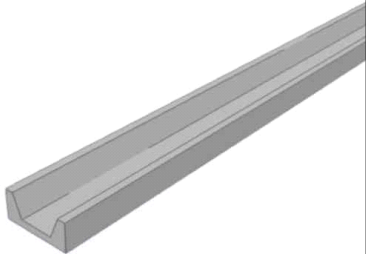
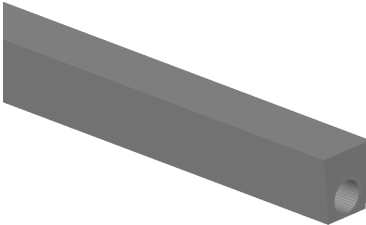
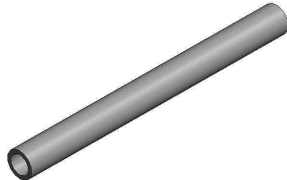
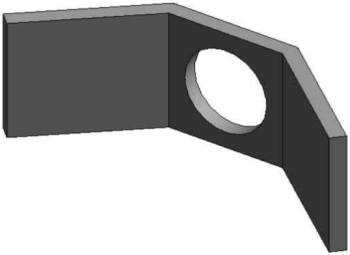
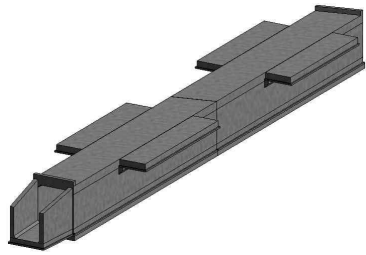
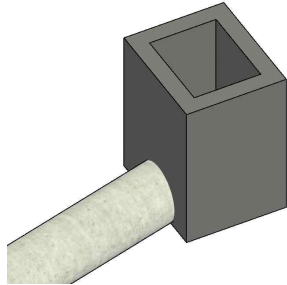
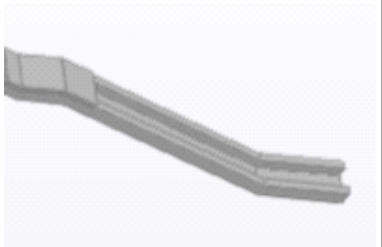
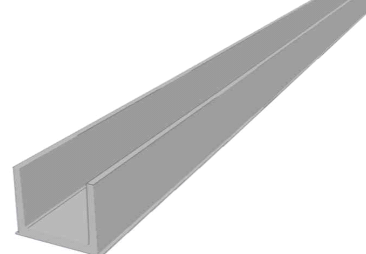
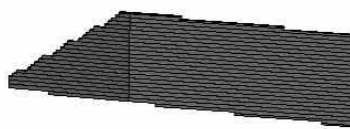
땅깎기(토사)	땅깎기(리핑암)	땅깎기(발파암)
비탈면 고르기	비탈면 녹화	비탈면 보호
흙쌓기(노상)	흙쌓기(노체)	흙쌓기(암성토)
토공 무형체		

토공					공통		환경		기타
1구간	2구간	3구간	4구간		가설방진방	품질시험비	경기도보호중 원스	이동식측중기 사용료	
비탈면현황도작성					가설방진방	품질시험비	산지불구 설계및관리	관정공사	
유용도문반					가설방음벽	가설건물	3D디지털 레이스캔링	비정오영 저장지식	
임목폐기물파쇄					세론세차시설	부지임대	인공지능기반 사고감지시스템	조경공	
표토제거					점사지	중기순번비		스마트기술	
별개제근 및 벌목					가설EGI원스	측량 및 검측비		기타 (경관조명)	
기준구조철거물					법정보호중 원스	환경유지관리비		안전관리계획서 작성비용	
토공규준물									
계측									

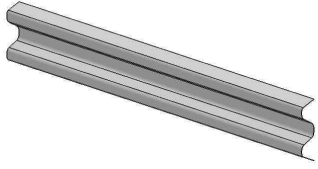
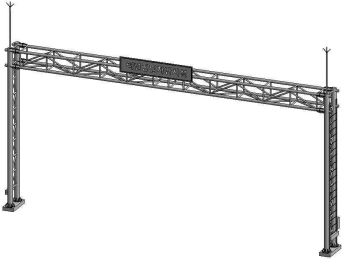
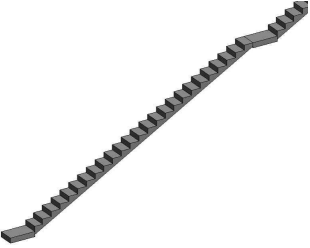
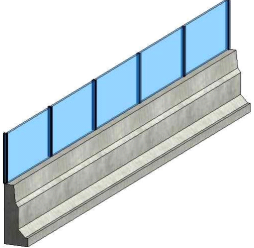
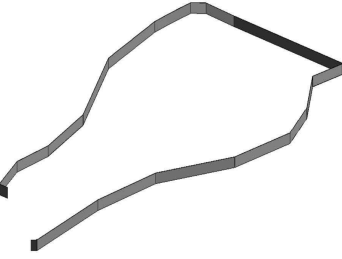
(2) 배수공, 포장공, 부대공

객체유형에 따라 제작된 BIM 모델 객체는 다음과 같다.

[표 2-03] 배수공 BIM 모델 객체(예시)

측구공	맹암거	횡배수관
		
배수관 날개벽	배수구조물	집수정
		
도수로	개거	옹벽공
		

[표 2-04] 부대공 BIM 모델 객체(예시)

교통표지	시선유도	가드레일
		
갈매기표지판	표지병	안내표지
		
진입차단시설	점검로	방음벽
		
데리네이터	동물유도웁스	준공표지판
		
부대공 무형체		

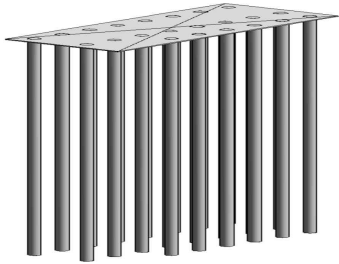
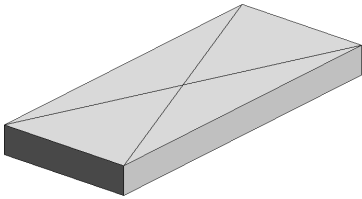
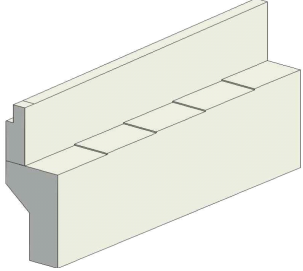
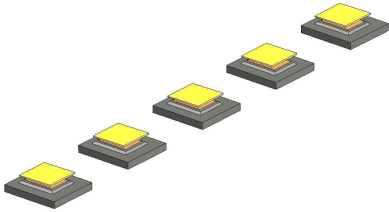
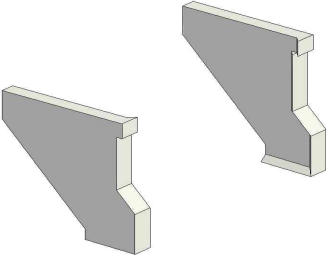
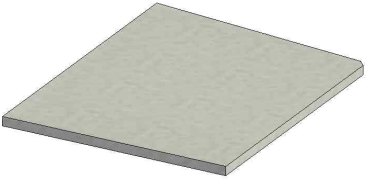
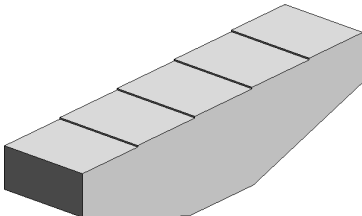
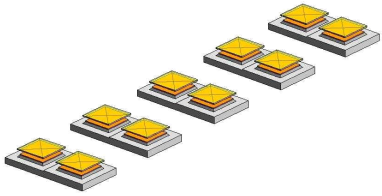
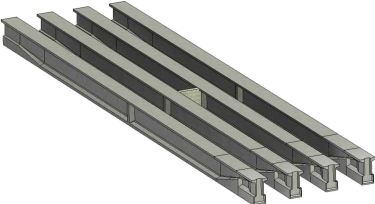
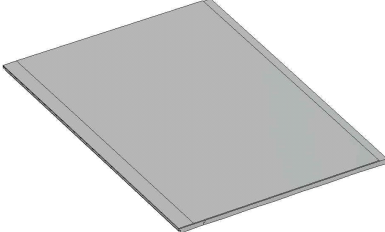
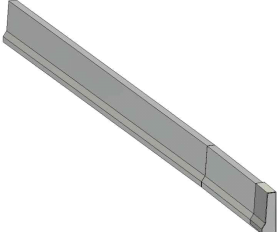
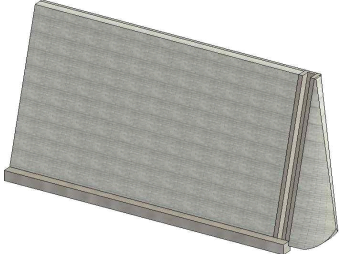
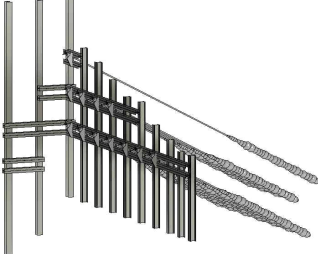
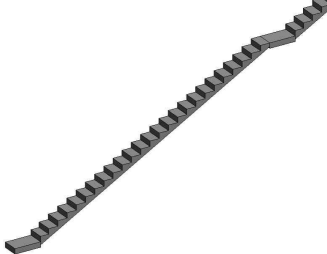
구분	구분	구분	구분
차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설
차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설
차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설
차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설
차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설
차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설
차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설
차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설
차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설

구분	구분	구분	구분
차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설
차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설
차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설
차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설
차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설
차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설
차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설
차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설
차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설
차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설	차량유도시설

(3) 교량공

객체유형에 따라 제작된 BIM 모델 객체는 다음과 같다.

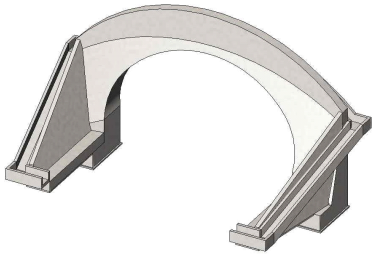
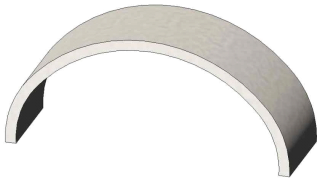
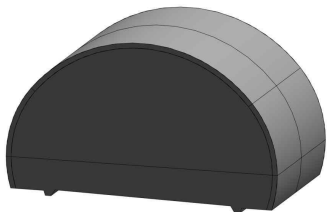
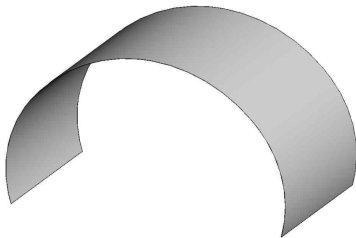
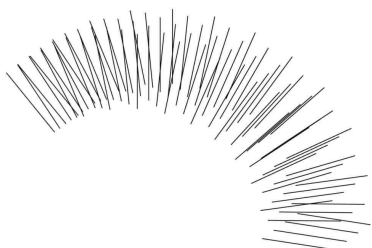
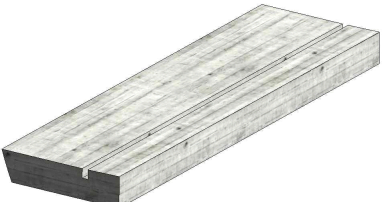
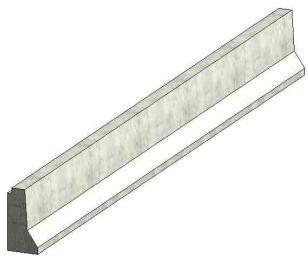
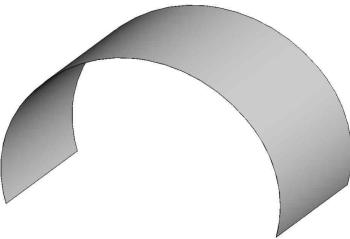
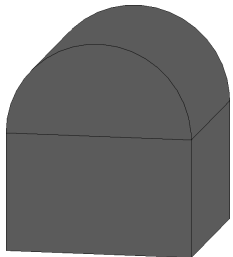
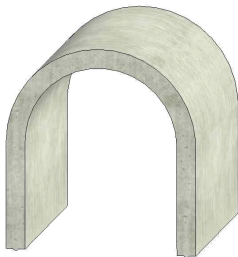
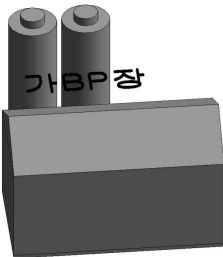
[표 2-05] 교량공 BIM 모델 객체(예시)

말뚝 및 버림	저판(푸팅)	벽체
		
교량받침	날개벽	접속슬래브
		
기둥	코핑	교량받침
		
거더	슬래브	방호벽
		
보호블럭	터파기	점검로
		

(4) 터널공

객체유형에 따라 제작된 BIM 모델 객체는 다음과 같다.

[표 2-06] 터널공 BIM 모델 객체(예시)

개문구조물	개착구조물	개착구조물 배수
		
설계굴착	총굴착	숏크리트
		
락볼트	라이닝	공동구 바닥콘크리트
		
공동구 방호벽	방수막	선진보강그라우팅
		
피난갱_굴착 및 버력	피난갱_라이닝	가BP장
		

(5) 무형체

BIM 모델에서 객체로 수량산출이 불가능한 공종은 무형체로 제작한다.

무형체는 위치 구현이 가능한 형상 무형체와 비형상 무형체, 그리고 위치 구현이 필요 없는 무형체로 구분할 수 있다.

위치 구현이 가능한 형상 무형체는 가BP장, 가설사무소 등 임시시설물과 같은 공종이며, 위치 구현이 가능한 비형상 무형체는 가시설 계측, 경관, 폐수처리시설 등 공사 위치는 명확하나 형상 구현이 어렵거나 필요 없는 공종이 이에 해당한다.

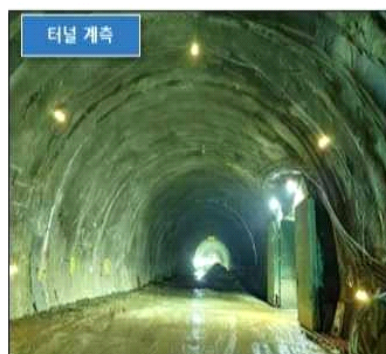
위치 구현이 필요 없는 무형체는 시험비, 토지임대료 등 부대 공종이 이에 해당한다.

위치 구현이 가능한 무형체는 해당 위치에 제작하며, 위치 구현이 필요 없는 무형체의 경우 임의 위치를 선정하여 제작한다.

형상 구현이 불필요한 경우는 표, 도형 등 공종 특성에 맞게 제작한다.

[표 2-07] 위치, 형상 정보 필요 여부에 따른 무형체 구분

구 분	위 치	형 상	예 시
형상 무형체	O	O	가BP, 가설사무소 등
비형상 무형체	O	X	가시설 계측, 경관, 폐수처리시설 등
비위치 무형체	X	-	시험비, 토지임대료 등



2.2.3 시공 BIM 모델 제작 유형

1) 설계 BIM 모델의 활용 준비

우리공사가 설계 BIM 모델을 제공하였을 때 시공자는 이를 최대한 활용해야 하며, 시공자는 시공단계의 분야별 업무수행 방식을 반영한 설계 BIM 모델 작업 주체, 담당, 책임을 지정하여 세부적인 BIM 활용 계획을 상호 합의로 결정하고, BIM 수행계획서에 반영하여 검토 및 승인 후 관리한다.

설계 BIM 모델 인수 전 BIM 소프트웨어 종류, 버전, BIM 모델의 구성, 종류, 제작기준, 범례 및 호환 관계 등을 사전 점검한다.

설계 BIM 모델에 대한 검수를 진행한 후, 오류, 누락 및 수정 필요한 부분에 대해 리스트를 작성하여 우리공사의 확인을 거쳐 설계자가 반영한다.

2) 시공단계 신규 BIM 모델의 제작

설계 BIM 모델 인수 후 시공에 필요한 BIM 모델은 시공자가 제작한다.

시공에 필요한 추가 BIM 모델은 인접 지형, 인접 도로, 공통가설, 토목가설, 장비 및 안전시설물 등이며, 그 종류와 범위 및 검토 내용 등은 주변 현황에 따라 조율한다.

3) 시공 중 설계지원 BIM 모델 제작

시공 중 민원으로 인한 우리공사의 계획 변경, 공법 개선을 위한 시공자의 공법 개선 등 현장 여건 변화에 따라 설계가 변경될 때 시공성 검토, 설계 완성도 검토를 위하여 BIM 모델을 활용할 수 있다. 계획-설계-시공-유지관리에 이르는 BIM 정보 파이프라인 구축해 설계변경 이력 BIM 정보를 작성한다.

또한, 시공자의 수행 목적에 따른 구조물, 토공별 활용도를 고려하여 공종별 상세수준(LOD)은 우리공사와 사전 협의를 통해 BIM 수행계획서에 정의되어야 한다.

- 설계자: 원설계에 대한 간섭, 오류 및 민원으로 인한 수정에 따른 BIM 모델 제작

- 시공자: 상세, 공법, VE 등 시공개선 활동으로 인한 수정으로 인한 BIM 모델 제작

설계자와 시공자 사이의 공동작업 등이 필요한 경우 해당 과업을 설정하고,

상호 의사소통 및 작업이 가능하도록 협업체계를 마련하여 제시해야 한다.

(1) 설계변경

시공 중 현장 여건의 변경 혹은 시공 중 발생하는 민원으로 인해 설계 BIM 모델의 변경이 필요한 경우 시공자 측면에서의 BIM 모델 제작에 대한 사항들을 명시한다.

시공 중 설계 BIM 모델을 활용하여 현장에 필요한 BIM 모델을 제작하는 경우는 설계단계에서 적용한 소프트웨어 환경(종류, 버전 등)을 우선 적용하여 BIM 모델의 연속성을 확보하며, 소프트웨어를 변경하거나 추가할 경우는 우리공사와 상의하여 결정한다.

설계변경 혹은 대안 검토를 위한 상세수준(LOD)은 공종별로 상세수준을 설정하되, 우리공사와 사전 협의를 통해 원안 설계 BIM 모델의 상세수준을 기준으로 한다. 단, 대안에 대한 상세수준은 협의에 따라 높은 수준의 상세를 적용할 수 있다.

설계변경 발생으로 설계 BIM 모델 수정하였을 때 BIM 모델의 변경이력에 대해 반드시 기록하며, 공사관계자에 동일한 정보가 배포되도록 한다.

변경 요인, 요구, 책임, 담당 등의 구분을 설계자와 상호 합의하도록 하며, 변경에 따른 BIM 모델 및 설계도서 기록 및 관리 방안을 사전에 마련한다.

공법 적용에 따른 일부 변경은 설계변경이 아닌 시공상세에 포함되므로, 해당 부분을 시공자가 직접 수정한다.

실시설계 내용의 변경 시 시공자는 현장에서 실정보고를 거쳐 우리공사의 승인 후 현장에서 실시설계를 수행하나 시공단계 BIM 모델로 대체하는 것은 아니다. 이는 현장 실시설계 내용의 변경 시 작성 도서를 실시설계와 마찬가지로 함축된 내용으로 작성하여 승인받기 때문이다.

(2) 시공상세도

시공상세도는 「고속도로공사 BIM기반 시공상세도 작성지침 및 해설」에 따른다.

BIM 기반 시공상세도는 실시설계시 작성된 도서 또는 BIM 기반 실시설계시 작성한 설계 성과물을 바탕으로 하는 공사목적물의 내용, 형상 및 건설과정을

구체화·상세화시켜 작성하며, 현장에 종사하는 공사감독자, 건설기술인, 공사작업자들이 공사수행 전 사전 검토하여 공사의 정확한 이해, 상호소통과 확인을 통한 안전 시공 또는 목적물의 품질 확보를 할 수 있도록 한다.

시공자는 실시설계시 수행한 측량, 지반조사, 지장물 조사 등의 각종 현장 조사 내용에 한계가 있음을 분명하게 인식하고, 시공시 확인할 수 있는 현지 여건, 시공 측량, 지반조사, 공사시 표출되는 암선 등을 반영하여 지형 및 지반 모델과 관계도면 등을 지속적으로 갱신(update)하며 시공상세도를 작성하여야 한다.

시공상세도는 종합적인 시공계획과 관련된 시공상세 계획용, 품질확보를 위한 검측에 필요한 현장 검측용, 공사작업자가 공사를 이해하고 안전을 확보하기 위한 안전교육 및 실제 작업 치수 등이 포함된 작업용, 공장 및 현장 외에서 사전 제작되는 완제품 또는 반제품을 제작하기 위해 공장에서 작성하는 제작용으로 구분한다. 이는 작성 목적과 활용방안과 제출·승인 등의 책임을 명확히 하여 공사의 안전, 품질, 효율성 등에 기여토록 하기 위함이다.

시공상세도는 공종별 토공 및 구조물에 대하여 상세가 복잡하거나 단계별 시공순서에 대한 이해가 필요한 경우의 도면을 추출하는 것으로, 시공상세도의 추출 범위는 복잡구간 및 단계별 시공계획에 대해 이해해야 하는 곳에 선별적으로 적용한다.

시공상세도의 상세수준(LOD)은 최소 300 이상으로 해야 하나, 구조물, 토공, 부대공 등과 같은 공종은 우리공사와 협의하여 상세수준을 결정한다.

[표 2-08] 시공상세도의 목적별 분류표

용 도	시공상세계획용	현장 검측용	안전교육 및 작업용	제작용
개 요	• 시공 전 상세 검토 • 협의(소통), 이해 • 시공 시행의 승인 <시공계획서>	• 목적물과 시공의 중간과정 확인 • 품질확보를 위한 요소 확인 • 시공 결과 확인	• 안전교육 시행 • 정확한 작업내용서 • 시행 확인을 위한 제출	• 계획도 및 검측도는 승인, 제작도는 확인 • 공장 제작 관리는 제작사 책임
성과물	• BIM 모델 • 시뮬레이션 • 도면 및 영상	• 도면 • 필요시 XR 기법	• 도면 및 영상 • 필요시 XR 기법	• BIM 모델(계획) • 도면 및 시방(검수)
승인 및 확인	• 승인(도면)	• 승인 및 확인(도면)	• 검토 및 확인(시행)	• 승인 및 확인(도면)
주 사용자	• 공사감독자 (전문 시공자) (자재, 장비업자)	• 건설사업관리기술인 (전문 시공자)	• 현장 공사작업자	• 공장 및 현장 제작작업자
사용장소	• 현장사무실	• 현 장	• 현 장	• 공장 / 현장 제작장
도면규격	• A3	• A3(필요시 A2)	• A2(필요시 A3)	• A2, A3

시공상세도 작성 시, 지하공간 공사의 경우는 지하시설물(상수도, 하수도, 통신, 난방, 전력, 가스), 지하구조물(지하철, 공동구, 지하상가, 지하도로, 지하보도, 지하주차장), 지반정보(시추, 지질, 관정)의 데이터를 포함하여야 하며, 지상공간 공사의 경우 우리공사와 협의하여 지하시설물, 지하구조물 그리고 지반정보 데이터의 포함여부를 결정한다.

설계 BIM 모델을 활용하여 시공상세도를 작성하는 것을 권장하되, 필요에 따라 사전 합의하여 그 범위를 결정할 수 있다. 그 적용 범위는 업무 효율성에 가장 우선순위를 두고 결정한다.

모든 대상을 3D 기반으로 제작하는 것보다 필요에 따라 기본 3D 형상 정보에 2D 상세를 조합하여 제작할 수 있다. 다만, 이 경우 정보연동에 대한 방안을 마련해야 한다.

제작용 시공상세도는 주로 철근 가공, 거푸집 제작, 철골 제작을 위한 용도로 사용된다.

구조물의 실제 시공과 직결되는 사항으로, 거푸집 제작, 철근 가공도 등의 도면 제작을 위해서는 거푸집 및 철근의 가공, 이음을 고려하여 높은 상세수준의 BIM 모델을 제작해야 한다.

거푸집의 수량이 많거나, 거푸집 형상이 복잡하여 정확한 수량 및 형상 파악이 불가능함으로 인해 제작에 어려움이 있는 경우 2차원 도면 혹은 3차원 PDF 도면을 작성할 수 있다.

철근의 제작도면은 2차원 설계 도면에서 표현하기 곤란한 철근 구부림 길이, 현장에 반입되는 가공 전 직선 철근의 길이를 고려하여 현장의 철근 겹이음 길이를 반영한 BIM 모델을 제작한다.

철골 제작도면은 강재의 재질, 형상, 치수, 접합 위치와 방식(볼트, 리벳, 용접), 부속자재(볼트, 플레이트, 스티프너 등)에 대한 정보가 누락되지 않도록 작성하며 주요부재의 경우(대형부재, 비정형 등)에는 필요에 따라 양중/설치/안전을 위한 가설부재(승강용 트랩, 구명줄 설치용 고리 등)를 가능한 한 반영한다.

프리캐스트 구조물, 모듈러 구조물 등 사전 제작으로 시공이 되는 경우 세그먼트의 위치, 체적 등 세그먼트별 특성을 고려한 BIM 모델을 제작 한다.

설계 BIM 모델을 활용 또는 참고하여 전문 제작업체가 제작도면을 작성하도록 권장하되 전문업체 역량을 고려하여 적용 여부를 결정한다.

BIM 모델을 제작 장비와 연계하여 제작할 때 연결할 제작 장비와 호환이 되도록 BIM 모델을 제작해야 하며, BIM 모델은 제작 장비와 호환되는 형식을 사용하여 연계해야 한다.

현장 작업을 위한 스마트건설 장비에 입력되어야 하는 도면 및 BIM 모델은 건설장비 제공업체별로 장비 특성을 고려하여 별도의 변환작업을 수행할 수 있으며, 장비의 특성을 고려하여 별도의 협의를 진행하여야 한다.

4) 시공통합 BIM 모델 제작

시공통합 BIM 모델은 적용 대상에 따른 활용 목적, 구성 체계, 속성정보, 상세수준 등을 정의하여 BIM 수행계획서에 근거하여 제작한다.

시공 중 활용할 수 있는 BIM 모델은 하나의 단위 시설을 구성하여 활용하거나, 사업 구간 전체를 통합한 BIM 모델로 구축한다.

도로 및 철도와 같이 노선이 길어서 하나의 BIM 모델로 다루기 어려운 규모의 사업은 구간, 구역 등에 의하여 단위시설을 분할하여 구성한다.

가설구조물의 공사계획 및 공사 중 사용하는 장비운영 계획은 우리공사와 협의하여 시공통합 BIM 모델로 제작한다.

시공자는 공종분야별(시설단위별) BIM 모델을 공종분야별로 구분하여 제작하며, 예외가 필요한 경우는 우리공사와 협의하고 그 내용을 BIM 수행계획서에 제시한다.

시공자는 BIM 모델의 파일크기 제약을 극복하기 위해 구간의 분할이 필요한 경우 분할을 최소화하고 공종별로 분리하여 구성한다.

시공자는 시공통합 BIM 모델의 활용 목적에 따라 우리공사가 구간 및 객체 분할에 대한 기준을 제시하면 이에 따라 속성정보가 포함된 BIM 모델을 제작한다.

시공통합 BIM 모델은 반드시 속성정보를 포함하여야 하며, 설계 BIM 모델과 정보의 연속성을 확보하기 위하여 설계단계의 속성정보 연속성을 확보하여야 한다.

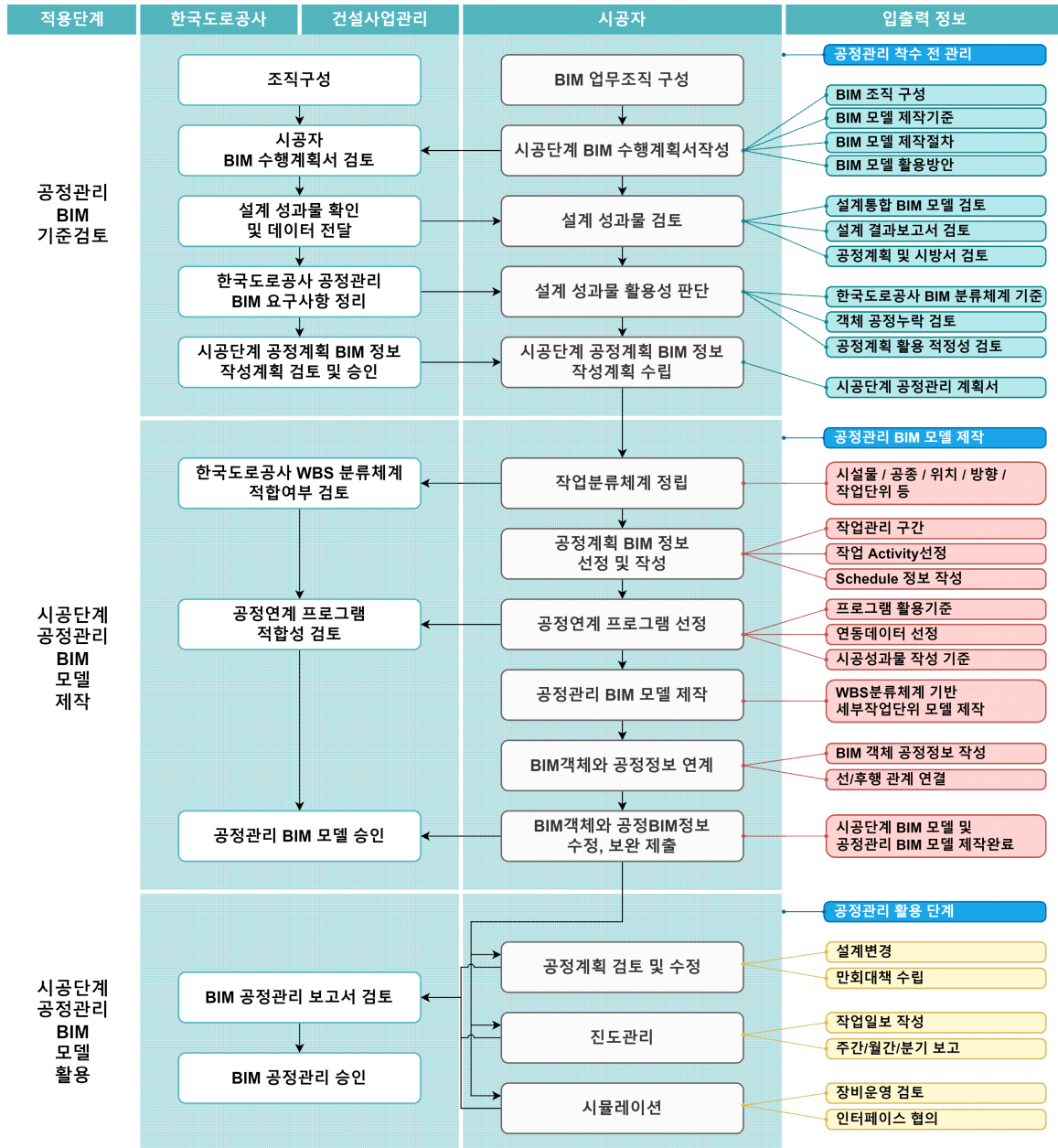
시공통합 BIM 모델은 설계 BIM 모델 활용하여 제작하는 것을 원칙으로 하며, 필요시 설계 BIM 모델과 시공통합 BIM 모델을 분리하여 제작한다.

설계 BIM 모델이 범용 소프트웨어로 제작되지 않았거나, 정보 입력방식의 상이함 등으로 인해 정보 호환성에 문제가 발생할 경우, 설계 BIM 모델 제작자와 협의하여 시공자는 직접 수정·보완할 수 있으며, 시공자는 시공 BIM 수행 전 BIM 수행계획서에 설계 BIM 소프트웨어의 데이터 형식을 고려한 활용방안 등을 명확히 명시하여야 한다.

BIM 모델을 분리 또는 부분 활용할 경우 설계 BIM 모델과의 연동성에 관한 기준과 관리방안을 별도로 마련한다.

공종별, 부분별 시공 BIM 모델 제작과 관련한 담당, 책임 등의 권한을 지정하고, 시공통합 BIM 모델에 대한 시공사 담당자를 지정하여 관리한다.

5) 공정관리 BIM 모델 제작



<그림 2-06> 공정관리 BIM 모델 제작 절차

BIM 기반 공정관리를 위해서는 각 공종별 객체를 개별체로 제작하고 개별체의 집합으로 구성된 복합체, 구성체, 집합체의 객체 유형으로 구분하여 시공 BIM 모델을 제작한다.

시공통합 BIM 모델을 제작 후 대표공종을 활용한 계획공정표를 작성한다. 대표공종을 활용한 계획공정표는 전체공정과 당해 연도 공정관리를 위해 전체 및 연차별로 각각 수립하며 추후 공사일지의 목표 공정률 기준이 되므로 계획공정표 수립시 공사감독자로부터 검토, 승인을 반드시 얻어야 한다. 계획공정표 변경 시에도 동일하게 공사감독자로부터 검토, 승인을 얻어 반영하여야 한다.

계획공정표 작성이 완료되면 시공통합 BIM 모델과 계획공정, 수량, 단가 등 공정계획 정보 연계하여 공정관리 BIM 모델을 제작한다.

BIM 기반 공정관리는 수량분개를 거친 세부공종에 일일작업수량 연계를 통한 실시공정률 산출, 계획공정률 대비를 통한 대비율을 산출 및 관리를 원칙으로 하나 필요시 입력이 가능하다. BIM 기반 공정관리는 수량분개를 통한 세부공종에 일일작업수량 입력, 관리하는 방안을 기본으로 하며, 일일작업수량을 세부공종에 연계 또는 입력함으로써 실시공정률, 대비 공정률이 자동으로 산출되도록 구성한다.

공정계획 정보와 시공 BIM 모델 제작을 위한 세부 작업분류 체계는 「고속도로분야 BIM 정보체계 표준 지침서 v2.0(2022.08)」, 「BIM기반 고속도로 건설공사 공정 및 기성관리 실무매뉴얼(2021.12)」를 따른다. 설계 BIM 객체 분류체계가 우리공사 BIM 모델 제작기준 및 시공 작업분류 체계와 상이할 시 우리공사와 협의 후 시공자는 직접 수정·보완할 수 있다.

공정계획 정보는 시설물, 공종, 위치, 방향, 작업단위 등을 고려하여 작성하여야 하며, 공정관리 BIM 모델 제외항목은 공정관리 계획서 작성 시 별도 구분하여 관리하여야 한다.

공정계획 정보와 시공통합 BIM 모델의 연계를 위한 소프트웨어 정의와 활용성을 시공 BIM 수행계획서에 명시해야 한다.

공정관리 BIM 모델은 공정계획 검토, 진도관리, 시공 시뮬레이션 등 시공성 검토 및 건설사업 관리에 활용할 수 있다.

(1) 공정계획

WBS(Work Breakdown Structure, 작업분류체계)와 정보분류체계, 코드체계에 대해 사전 정리하고, 이를 기준으로 Activity 설정을 기본원칙으로 한다. 기준을 정리할 때는 실제 실무에서 관리하는 분류기준과 부합되도록 시공실무자들과 충분한 검토와 협의를 한다.

시공 BIM 모델 객체는 공정계획의 세부속성(시설물, 공종, 위치, 작업관리 등) 정보를 포함하고 있어야 하며, 우리공사의 세부 작업분류체계를 표현할 수 있어야 한다.

공정계획 정보는 착공 전 전체 공정계획이 수립되어 있어야 하며, 사전 리스크는 공정계획을 통해 검토할 수 있어야 한다.

공정계획 정보를 표현하기 위한 소프트웨어는 공정정보 입력방식에 따라 BIM 객체기반 공정 정보생성 소프트웨어와 별도 공정관리를 위한 공정정보 외부 입력방식의 소프트웨어로 구분할 수 있으며, 외부입력방식의 공정 소프트웨어 사용 시 BIM 객체정보와 시공진도 상황이 연동될 수 있도록 관리하여야 한다.

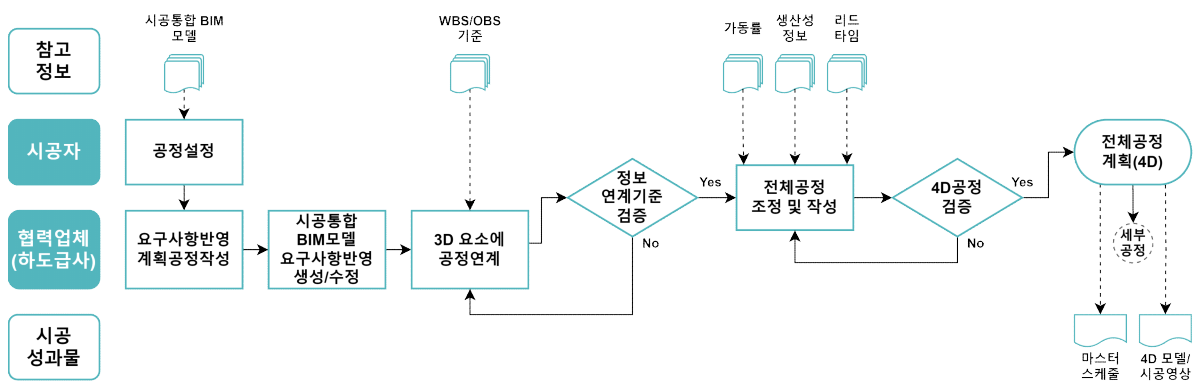
전체 공정계획 구현 시 표현하는 범위는 토목, 공통가설, 골조, 외장을 기본으로 하며 장비는 주요장비(예: T/C, 호이스트카 등)에 한하고, 생성하지 않거나 공정 시뮬레이션에서 생략하는 범위는 사전 합의하여 적용하도록 한다(예: 조정 식재 및 조형물, 철근, 철골접합상세, 방수, 단위 세대 최종 마감 등).

필요시 특정 공정에 대한 상세 공정계획을 작성할 수 있다. 이 경우 전체 공정 정보와 별도로 시공통합 BIM 모델에서 해당 부위만 분리하여 제작할 수 있으며, 전체 공정과 세부공정의 일정을 맞춘다(예, 특수공법, 운송차량 동선, 장비 반경 및 양중 검토 등).

공정 시뮬레이션 소프트웨어를 사용하여 시공통합 BIM 모델을 기준으로 Activity를 표현하도록 설정하되 필요한 Activity임에도 작성되지 않는 객체일 경우 해당 일정 표현 방법을 Activity 상황에 따라 다양하게 제시하거나 때로는 객체표현 없이 공정표상으로만 표현할 수 있다(예, 방수공사: 시공 부위 부재 컬러 변경과 공정표상 표현).

주요 Activity임에도 공정 시뮬레이션 구현 시 구조물, 지층 등에 가려 시각적으로 보이지 않을 경우 여러 방법 중 하나로 표현하기로 우리공사와 사전 합의 후 작성하되 해당 부위의 특성에 따라 적절한 표현방법을 선택한다.

전체 공정 시뮬레이션이 구축되면 주공정인 CP(Critical Path)에 대해 집중적으로 검토하여 공정 간 간섭 사항, CP 일정 단축을 위한 대안 검토 등을 통해 최적의 계획 수립을 확정한다.



<그림 2-07> 공정계획(4D) 수립 순서(예시)

(2) 공정계획 BIM 정보 작성

공정관리 BIM 모델을 구축을 위하여 선정된 공종에 일정 및 선후행 관계 등의 공정계획 BIM 정보를 작성하는 단계이다.

공정계획 BIM 정보는 선후행 관계가 명확한 계획공정에 따라 시작일, 기간, 선행 공종을 작성하여 선행 공종과 후속 공종이 연계되도록 작성하며, 독립적으로 시행되는 공종(자재, 운반 등)은 시작일 및 종료일을 작성한다.

가. 토공

토공은 구간별 공정관리가 가능하도록 수립된 공종에 공정계획 BIM 정보를 다음과 같이 작성한다.

[표 2-09] 토공 공정계획 BIM 정보 작성(예시)

공종	공정계획 BIM 정보			
	기간	시작일	종료일	선후행
토공_○구간_기존철거_철근깨기	92	2022-06-01	2022-08-31	
토공_○구간_기존철거_무근깨기	61	2023-03-01	2023-04-30	
토공_○구간_기존철거_포장깨기	31	2022-08-01	2022-08-31	
토공_○구간_기존철거_포장절단	31	2022-10-01	2022-10-31	
토공_○구간_기존철거_건설파쇄	31	2023-05-01	2023-05-31	
토공_○구간_표토제거_답/답외	122	2021-06-01	2021-09-30	
토공_○구간_벌개제근_벌개제근	92	2021-08-01	2021-10-31	
토공_○구간_땅깎기공_토사	365	2022-01-01	2022-12-31	
...	...	...	...	...

나. 교량공

교량공은 작성된 BIM 객체별 공정관리가 가능하도록 수립된 공종에 공정계획 BIM 정보를 다음과 같이 작성한다.

교량공의 공정계획 BIM 정보는 가설구조물보다 목적구조물을 대상으로 작성 및 관리를 할 수 있도록 구축한다.

[표 2-10] 교량공 공정계획 BIM 정보 작성(예시)

공종	공정계획 BIM 정보			
	기간	시작일	종료일	선후행
○○교_A1_말뚝	10	2023-05-06	2023-05-15	
○○교_A1_버림	5	2023-05-16	2023-05-20	
○○교_A1_저판	16	2023-05-26	2023-06-10	
○○교_A1_벽체	20	2023-06-16	2023-07-05	
○○교_A1_교량받침	5	2023-08-16	2023-08-20	
○○교_A1_점검로	5	2023-08-16	2023-08-20	
○○교_A1_날개벽	21	2023-07-26	2023-08-15	
○○교_A1_접속슬래브	20	2024-03-15	2024-04-03	
○○교_P1_말뚝	11	2023-05-21	2023-05-31	
○○교_P1_기둥	15	2023-06-12	2023-06-26	
○○교_P1_코핑	21	2023-08-12	2023-09-01	
...	...	...	...	...

다. 터널공

터널공은 패턴별로 작성된 BIM 객체별 공정관리가 가능하도록 수립된 공종에 공정계획 BIM 정보를 다음과 같이 작성한다.

터널공의 공종 공정계획 BIM 정보는 위치정보와 패턴별 상세 공정을 고려하여 정보를 입력한다.

[표 2-11] 터널공 공정계획 BIM 정보 작성(예시)

공종	공정계획 BIM 정보			
	기간	시작일	종료일	선후행
터널_△방향_시점부_무절취갱구	10	2023-05-06	2023-05-15	
터널_△방향_시점부_인공지반성토	5	2023-05-16	2023-05-20	
터널_△방향_시점부_가설갱문	16	2023-05-26	2023-06-10	
터널_△방향_14+438(개착)_갱문구조물	20	2023-06-16	2023-07-05	
○터널_△방향_14+438(개착)_개착구조물 라이닝	5	2023-08-16	2023-08-20	
○터널_△방향_14+438(개착)_개착구조물 배수	5	2023-08-16	2023-08-20	
○터널_△방향_14+438(개착)_개착구조물 방수	21	2023-07-26	2023-08-15	
○터널_△방향_14+438(개착)_개착구조물 부대	20	2024-03-15	2024-04-03	
터널_△방향_14+455(NP-2)_굴착버력췁	11	2023-05-21	2023-05-31	
터널_△방향_14+455(NP-2)_강지보공	15	2023-06-12	2023-06-26	
터널_△방향_14+455(NP-2)_락볼트	21	2023-08-12	2023-09-01	
터널_△방향_14+455(NP-2)_라이닝	15	2023-09-02	2023-09-16	
...	...	...	...	...

(3) 공정계획 BIM 정보의 연계

공정관리 BIM 모델은 공정계획 BIM 정보와 연계되어 BIM 기반 공정관리가 가능하도록 구축되어야 한다.

객체는 공종명과 동일한 코드를 부여하여 시공중 발생하는 Activity에 대하여 공정관리 BIM 모델과 공정이 일체화되어 공사 단계별 진행률을 시각적으로 확인하고 정량화된 공정률이 산정될 수 있도록 한다.

(4) 진도관리

진도관리는 우리공사와 사전 합의를 통해 관리기준에 대해 사전 합의한다.

WBS(Work Breakdown Structure, 작업분류체계) 일정 중심 관리: 현장 공사일지 기준 시공통합 BIM 모델을 활용하여 실제 시공되는 형상 중심으로 수량기준의 진도율을 관리한다.

WBS, CBS(Cost Breakdown Structure, 비용분류체계) 연계 비용일정 통합 관리: 원가, 견적, 공사실적 등을 유기적으로 연결하여 종합적으로 관리하나, 관리기준, 범위, 정보 연계 기준 및 적용기준 등에 대한 상세계획은 시공자의 제안과 우리공사의 승인을 사전에 거친 후 적용한다.

진도관리 시 부재별, Zone 별 또는 구역별 시공일정 정보, 주요부재 수량 정보가 함께 관리되도록 하며, 정보의 종류, 상세수준은 BIM 수행계획서에 반영하여 관리한다.

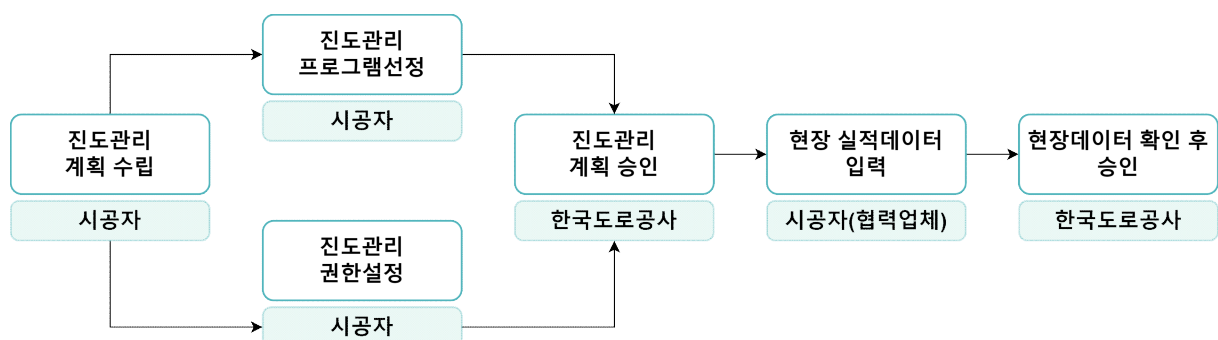
정기적인 공정계획 정보를 기준으로 보고에 활용할 수 있도록 하며, 정기적인 기간(월간, 격주간, 주간 등)은 우리공사와 시공자 간 사전 합의로 지정한다.

진도관리 시 현장의 공사일지, 기성실적 정보 등이 기준이 되어 실제 BIM 모델에 연동 또는 반영되도록 기준을 마련한다.

상세한 진도관리를 위해서는 현장의 실적 정보(BIM 객체기반 수량, 인원투입, 기성자료 등)가 필요하며, 실적 정보의 제출형식과 제출 주기는 우리공사와 협의하여 작성한다.

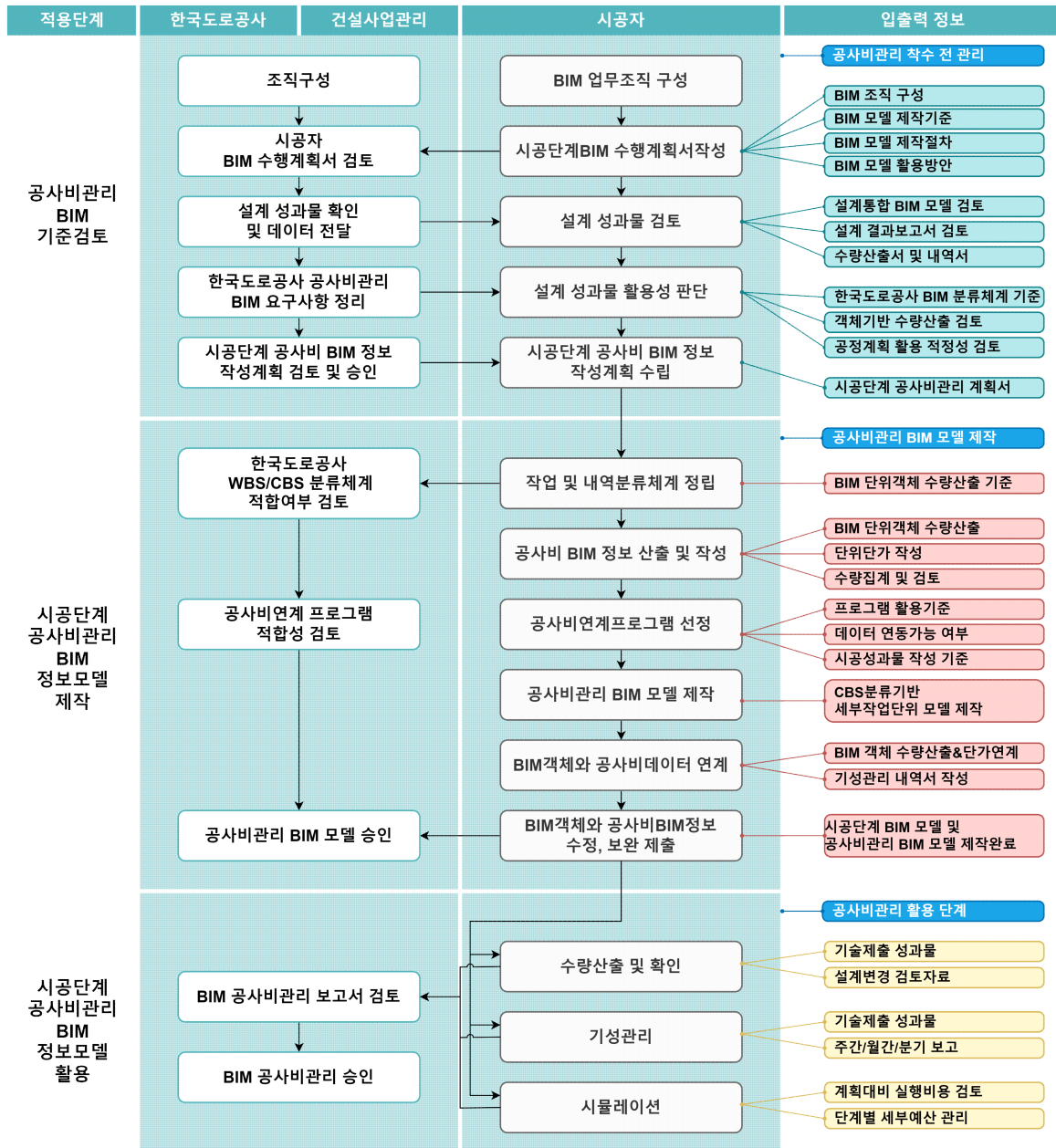
시공자는 현장에서 실적 정보(BIM 객체기반 수량, 인원투입, 기성자료 등)를 입력하고, 갱신할 수 있는 진도관리 시스템 또는 프로그램을 구축하여야 하며, 우리공사의 승인을 사전에 거친 후 적용한다.

진도관리 시스템 또는 프로그램의 권한은 우리공사와 시공자 간 사전 합의로 지정한다.



<그림 2-08> 진도관리 절차(예시)

6) 공사비관리 BIM 모델 제작



<그림 2-09> 공사비관리 BIM 모델 제작 절차

공사비관리 BIM 모델은 시공통합 BIM 모델에 공사비 BIM 정보를 연계하여 프로젝트 전체 공사비를 체계적으로 관리할 수 있도록 제작한다.

공사비관리 BIM 모델은 객체기반 수량 산출 및 단위 공사비를 연계할 수 있어야 한다.

공사비관리 BIM 모델 제외항목은 공사비관리 계획서 작성 시 별도 구분하여 관리하여야 한다.

공사비 BIM 정보와 시공통합 BIM 모델의 연계를 위한 소프트웨어 정의와 활용성을 시공 BIM 수행계획서에 명시해야 하고, 소프트웨어 구동에 문제가 없는 적정용량으로 관리가 되어야 한다.

공사비관리 BIM 모델은 수량산출 및 검토, 설계변경, 기성관리 등 건설사업관리에 활용할 수 있다.

(1) 수량산출 및 확인

수량산출용 BIM 모델을 활용하여 단계별 공사비를 관리하도록 하며, 수량산출용 BIM 모델이 실제 공사와 상이할 경우(수량산출용 BIM 모델 제작 후 설계변경 또는 일부 변경 발생 등) 최종 BIM 모델을 활용할 수 있다. 이 경우 우리공사에 산출근거가 되는 BIM 모델의 변경된 부분을 공지한다.

수량산출 시 BIM 모델 기반 직접 산출(예: 기둥, 보, 슬래브, 블록 등), 매개변수 활용 산출(예: 아스팔트방수-벽체면적정보 활용 산출) 및 템플릿 이용 산출(예: 간접비 등) 항목을 구분하며, 산출방식에 대한 상세기준은 시공자가 지정하되, 그 분류와 산출방식은 우리공사와 사전 합의한다.

수량산출은 「고속도로 BIM 데이터 작성 기준(BIM 기반 수량산출기준), 2020」에 따라 산출한다.

시공 BIM 모델 객체는 수량산출의 세부속성(길이, 면적, 체적, 개수 등) 정보를 포함하고 있어야 하며, 우리공사의 비용분류체계를 표현할 수 있어야 한다.

가. 토공

토공에서 시각적으로 드러나지 않는 부분도 점, 선, 면 등의 객체로 제작하며, 객체기반 수량산출을 통해 공사비 BIM 정보를 구축하는 것을 원칙으로 한다. 단 우리공사와 협의로 객체 작성 범위를 조정할 수 있다.

토공은 BIM 모델에서 다양한 수량을 산출하기가 어려워 해당 공종에 대한 임의 객체에 수량을 입력하는 방식으로 수량산출용 BIM 모델을 구축할 수 있다.

토공에 대한 수량산출 방식 정의의 예시는 다음과 같다.

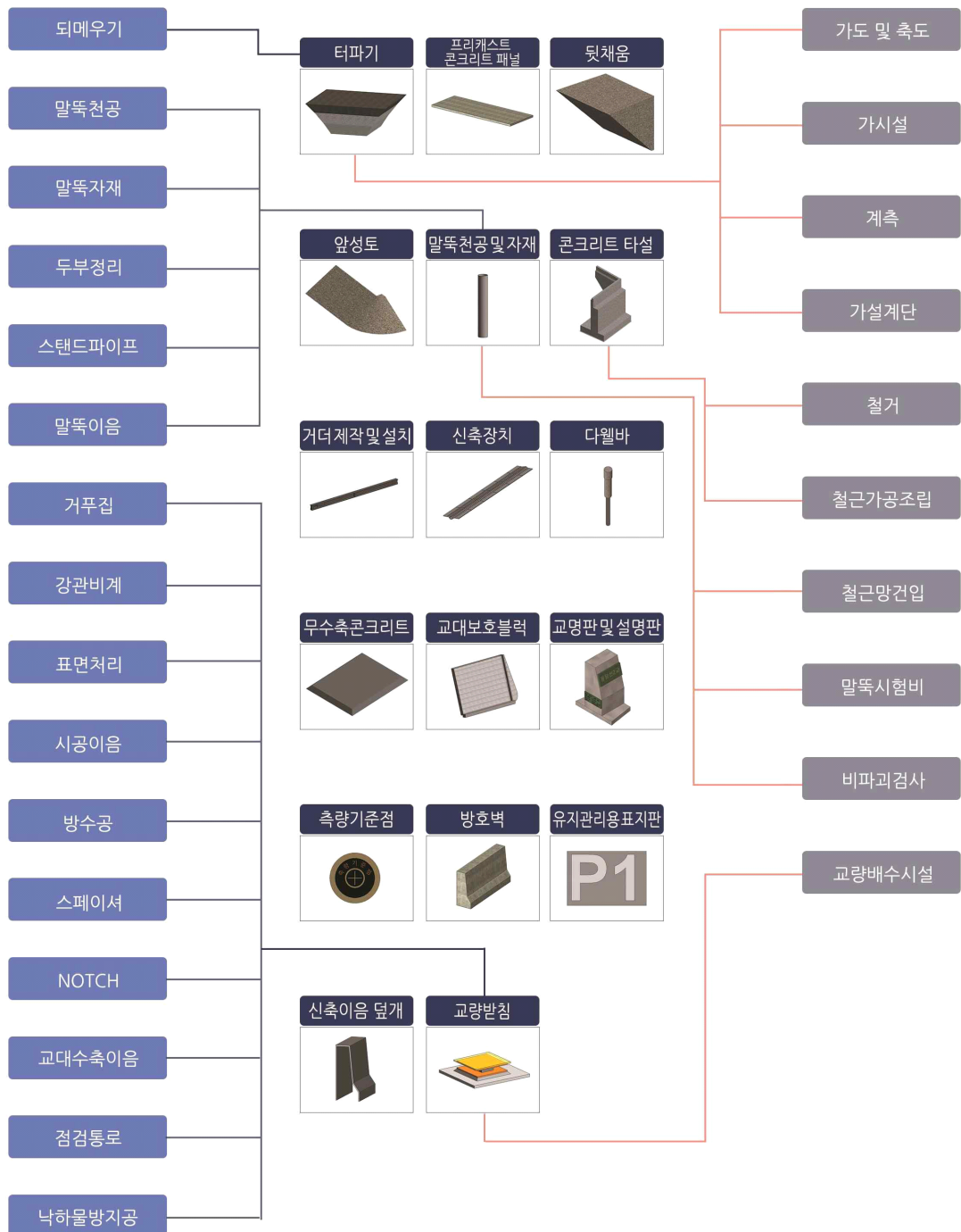


<그림 2-10> 토공 수량산출 방식 정의

나. 교량공

교량공의 수량산출은 공사 단계별 시각적 구분이 가능한 객체에서 수량을 산출하고 연계하는 방식으로 수량산출용 BIM 모델을 제작한다.

교량공 수량산출 방식 정의의 예시는 다음과 같다.



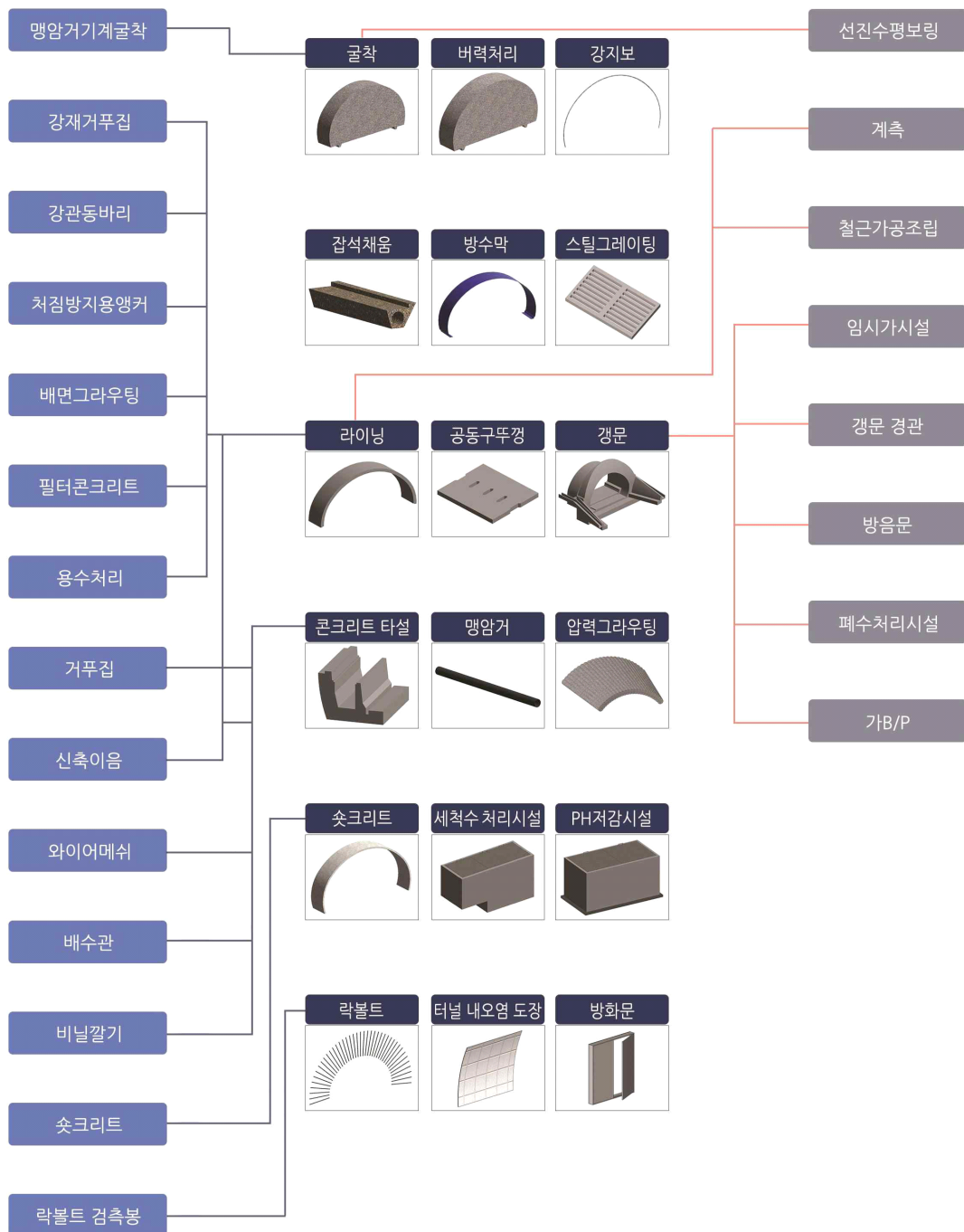
<그림 2-11> 교량공 수량산출 방식 정의

다. 터널공

터널공은 선형기반의 방향성 및 지보패턴 별 목적물로 구분이 필요하다.

공사 진행방향에 따라 패턴별로 구분되어 수량을 산출하고 연계하는 방식으로 수량산출용 BIM 모델을 제작한다.

터널공 수량산출 방식 정의의 예시는 다음과 같다.



<그림 2-12> 터널공 수량산출 방식 정의

(2) 수량분개

세부공종에 대한 수량분개는 전체, 연차별로 수행하여야 하며 전체 공정률, 연차별 공정률 산출에 각각 활용한다.

수량분개 데이터 작성은 BIM 설계가 ‘BIM 전환수행 방식’ 또는 ‘BIM 병행수행 방식’으로 시행된 건설사업에 해당하는 절차이다. ‘BIM 전면수행 방식’에서 설계시 수량분개 작업이 이루어졌을 경우 시공자는 수량분개 데이터를 검토하여 적용한다.

도급 CBS(Cost Breakdown Structure, 이하 “CBS”) 내역 구성 체계를 기초로 BIM 객체기반의 OBS(Object Breakdown Structure, 이하 “OBS”) 내역을 구성하기 위하여 수량분개 데이터를 작성하여야 한다.

세부공종의 수량을 분개하는 방법은 「작업분류체계 (WBS) 적용 설계실무 가이드라인(안) (국도분야), 국토교통부, 2021.02」과 동일한 방법으로 수행한다.

가. 토공

구간별 공종묶음에 대하여 토공 수량을 집계한 후 현행 토공 집계표 방식으로 집계표를 합산한다.

나. 배수공, 포장공, 부대공

구간별 공종묶음에 대하여 배수공, 포장공, 부대공 수량을 집계한 후 현행 수량 집계표 방식으로 집계표를 합산한다.

배수공 중 암거는 구간별 위치(측점)에 따라 수량을 분개하여 집계하고 전체 암거에 대한 수량을 총괄 합산한다.

구간별(본선, 부체도로, 이설도로, 기타 등)로 구분하여 수량을 집계한 후 주요 자재 집계표로 합산한다.

구간별로 구분하여 수량을 집계한 후 현행 전체 부대공 집계표 방식으로 집계표를 합산한다.

다. 교량공

교량별로 수량은 세부공종으로 세분하여 추가로 산출하여 전체 집계표에 취합하고, 교량별로 부위를 구분하여 집계표를 취합 작성한다.

라. 터널공

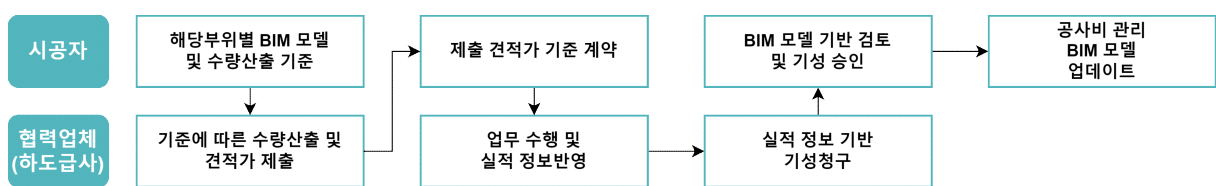
NATM 터널의 분류는 부위 또는 세부공종으로 분류하며, 본선부는 단면 형식별로 굴착 및 버력, 지보공, 라이닝, 배수 등으로 구분하여 수량산출을 집계하며, 개착부는 시중점부, 갯문, 개착터널 등으로 분개하여 집계한다.

(3) 기성관리

기성관리 시 수량산출용 BIM 모델을 협력업체(하도급사)와 공유하여 기성관리에 활용하는 것을 권장하되 협력업체(하도급사)의 역량에 따라 사전 적용여부를 결정한다.

BIM 모델 기반 기성관리를 운영하기 위해서는 다음과 같은 사항들을 사전 규정할 수 있다.

- 내역 분류체계 및 코드체계
- 항목별 상세수준(LOD) 및 활용 정보 기준
- 발주단위 및 계약정보 적용(공개가능 범위) 기준
- 계약 산출기준과 BIM 모델 산출기준과 비교
- BIM 모델과 공사일지 정보 기성실적 정보의 연계 또는 활용 방법
- 기성관리를 위한 소프트웨어에 대한 정의 및 정보 연계 방식



<그림 2-13> 기성관리 절차

협력업체(하도급사) 기성관리 시 해당 공사/용역에 해당하는 BIM 모델을 제공해야 한다. 협력업체(하도급사)는 이를 활용하여 기성신청에 대한 근거를 작성하는 것을 기준으로 하나, 적용 불가할 경우(예: 일회성 작성업무로 생산성 저하 등) 기성관리 계획서에 시공자는 별도관리 항목을 작성 후 우리공사의 승인을 받아야 한다.

BIM 모델 기반 기성관리는 실제 진도를 반영하여 정기적인 기성보고에 활용할 수 있도록 하며, 정기적인 정보 형식과 제출주기는 우리공사와 시공자 간 사전 합의로 지정한다.

기성관리 시 BIM 모델은 진도관리를 위한 세부작업관리 체계를 포함하고 있어야 하며, 상세수준은 우리공사와 협의하여 시공자가 반영·관리한다.

기성정보를 표현하기 위한 소프트웨어는 기성정보 입력방식에 따라 BIM 객체기반 기성정보 생성 소프트웨어와 별도 기성관리를 위한 기성정보 외부 입력방식의 소프트웨어로 구분할 수 있으며, 외부입력방식의 기성관리 소프트웨어 사용 시 BIM 객체정보와 기성진도상황이 연동될 수 있도록 관리하여야 한다.

7) 시공관리 BIM 모델 제작

(1) 간섭 및 설계오류 확인

설계 BIM 모델을 기준으로 오류, 누락, 부재 간 간섭을 검토하여 보고서 작성 및 리스트를 관리한다. 검토 보고서 양식은 시공자가 제시한 양식에 따르되 특정 정보는 필수로 명기되어 관리되도록 한다.

검토 시 물리적인 간섭 이외에도 시공상 문제가 발생할 수 있는 부분에 대한 면밀한 검토를 한다(예: 보 정착 불가, 거푸집 설치 불가, 작업공간 미확보, 장비진입 불가, 덧살 추가 필요 등).

- 검토보고서 필수 명기 정보: 위치(Keymap), 관련 도면 번호, 검토 내용, 검토자, 작업자, BIM 모델 반영여부, 설계 반영여부 등

시공자는 우리공사와 협의 후 검토요청 및 결과공유를 위해 BIM 모델을 단계별로 분리할 수 있으나 분리한 BIM 모델에 대한 관리기준을 마련한다.

BIM 모델에서 검토 부위를 각 담당자가 손쉽게 확인할 수 있도록 BIM 모델을 제작한다(예: 해당 위치의 view point 저장 및 이동, 각 검토 내용별 부재 컬러 적용, BIM 모델에 별도 표기 등).

(2) 장비배치 및 운영계획

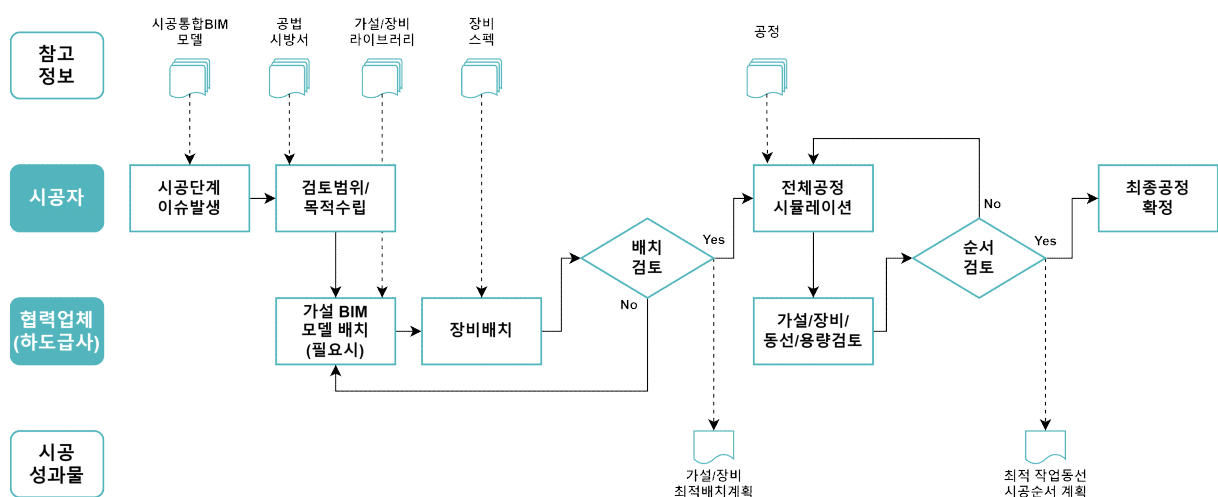
시공통합 BIM 모델 제작 시 주요 장비 및 가설에 대한 라이브러리를 제작하여 배치 검토 및 설치, 운영, 해체 등에 대한 계획에 활용한다.

검토대상 및 범위는 시공특성, 공법 및 환경에 따라 선택적으로 필요한 사항을 적용하여 검토한다.

장비배치는 배치 시 가설과 골조에 대한 종합적인 최적 위치 검토를 수행한다(예: T/C, Hoist, Crane, 가설램프·도로, 동바리, 가설벤트 등). 실제 장비의 스펙(크기, 작업반경, 양중거리 및 중량, 안전거리 등)을 반영하여 제작된 라이브러리를 활용하고, 이를 통해 간섭여부, 작업공간 가능여부, 구조변경·보강 여부(구조담당 구조계산결과 확인 필요) 등의 배치계획을 수립한다.

위치검토와 함께 순서 및 동선에 대한 검토를 수행하되, 이는 주요 장비에 대해서 선택적으로 검토한다(예: 트레일러 회전반경, 레미콘 게이트 진입 동선, 꺾임 구간 운송장비 회전반경, 크레인 각도별 반경 및 양중 한계 중량, 런칭크레인 작업 순서별 등). 이를 통해 단순 정지상의 배치만이 아닌 동선과 반경에 대한 검토를 통해 발생할 수 있는 오류를 사전에 검토한다.

이러한 검토는 장비, 가설에 대한 시공 검토뿐만이 아니라 안전관련 검토를 함께 수행한다.



<그림 2-14> 장비배치 및 운영 최적화를 위한 업무흐름(예시)

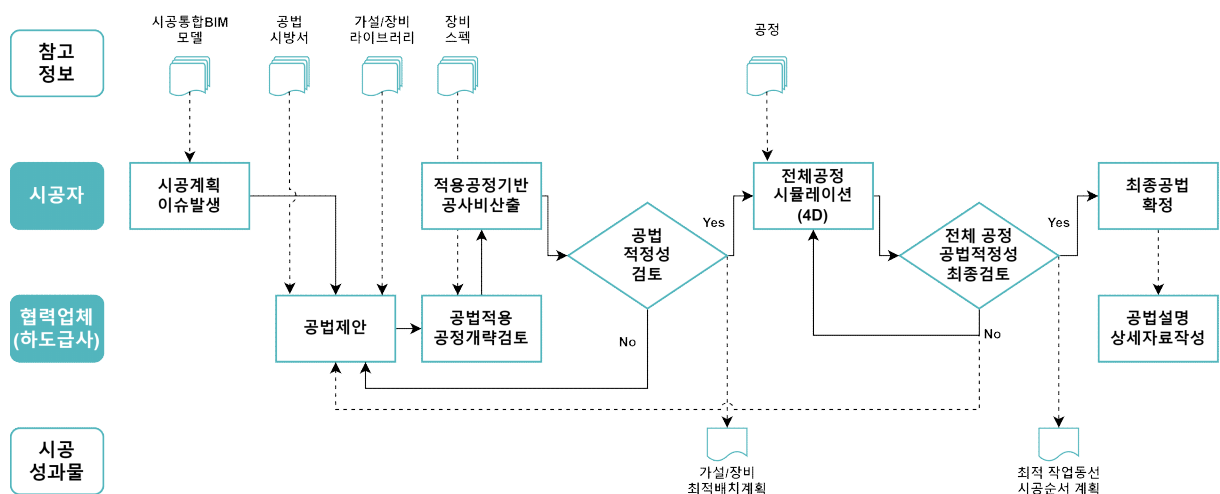
(3) 공법계획

주요 또는 특수공법이 적용될 때는 시공설명자료 작성 시 BIM 모델을 활용하여 우리공사, 협력업체(하도급사) 등 다수가 이해하기 쉽게 표현한다.

주요 또는 특수공법이 적용될 때는 시공 시뮬레이션 자료를 기반으로 해당 공법에 대한 부분을 별도로 구현한다.

공법제안을 시방서 및 지침서를 기준으로 시공자가 위임한 시공 전문업체에서 제안하고 이를 시공자가 직접 BIM 모델을 제작하는 것을 기본으로 하며, BIM 모델 제작을 위탁시 시공사 책임과 관리하에 시공통합 BIM 모델과 연계성을 가지도록 한다.

해당공법 설명에 가장 적합하다 판단되는 다양한 방법(기본도면, 보조도면, 시공 시뮬레이션, 동영상, VR/AR, 이미지 등) 중에 선택하여 작성한다.



<그림 2-15> 모바일 기기를 활용하여 검측(예시)

(4) 검측

검측 목적은 설계정보 및 시방서 등에 일치되게 시공이 되었는가를 점검하고 확인하는 데 있다. 또한, BIM 모델과 시공완료 부분에 대한 비교검토를 통해 검측을 진행하며, 이 경우 다양한 기술을 응용 및 활용한다(3D Scanner, Drone, AR 등).

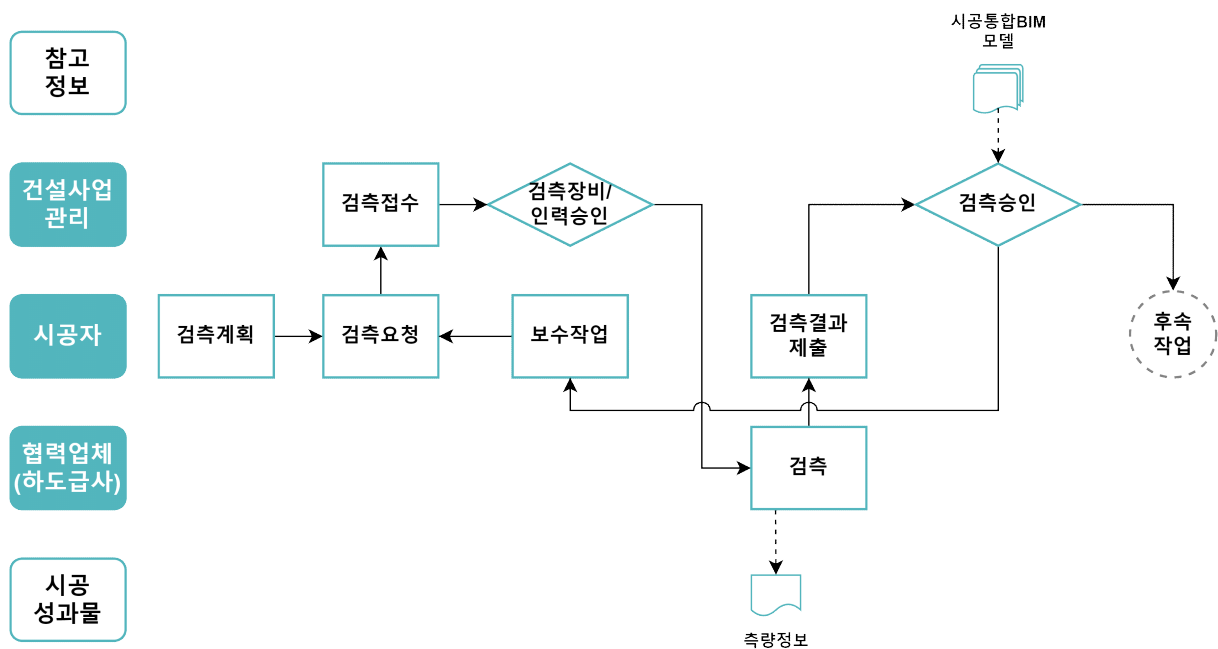
드론은 광범위한 구역의 검측 시(지형 레벨, 토공량 등) 주로 활용되며, 착공초기 현장분석, 단계별 공사 진척 상황 검측 등에 활용된다. 다만, 드론은

비행에 필요한 사전 교육을 수료한 자나 자격증을 보유한 자가 운행하며, 드론 비행금지구역, 비행제한구역을 사전에 확인하고, 비행허가신고 등 관련 법규정을 철저히 지킨다. 또한 항공 촬영된 현황측량 영상은 수치지형도, 현황측량도 등과 함께 상호보완하여 그 결괏값을 작성한다.

3D 스캐너는 구조물의 정밀 검측 또는 디지털 정보로 변환이 필요한 경우 활용한다. 검측 시 필요한 오차범위 기준에 부합되는 장비를 활용하며, 검측 시 기준점에 대한 검증은 공사감독자의 승인 이후 진행한다.

AR/VR/MR은 시공예정 또는 가려진 시공 완료분에 대한 검토 등 다양한 방법으로 검측에 활용한다.

시공자의 제안에 따라 다양한 장비를 활용하여 검측이 가능하나 사전 정밀도에 대한 검증 또는 인증이 완료된 장비를 공사감독자의 승인하에 적용한다.



<그림 2-16> 시공오차 검측 업무 순서(예시)

시공품질 기준에 따라 상세한 검측 기준 수립과 이를 측정하기 위한 장비 및 방법에 대해 우리공사와 사전에 합의하도록 한다. 그 기준은 분야별 법규와 시공 일반사항을 기준으로 수립한다.

검측을 위한 분야별 시행령에서 규정하고 있는 허용오차 기준을 근거로 위치, 회전, 크기 등의 검측 기준을 작성하여 검측 시 적용한다,

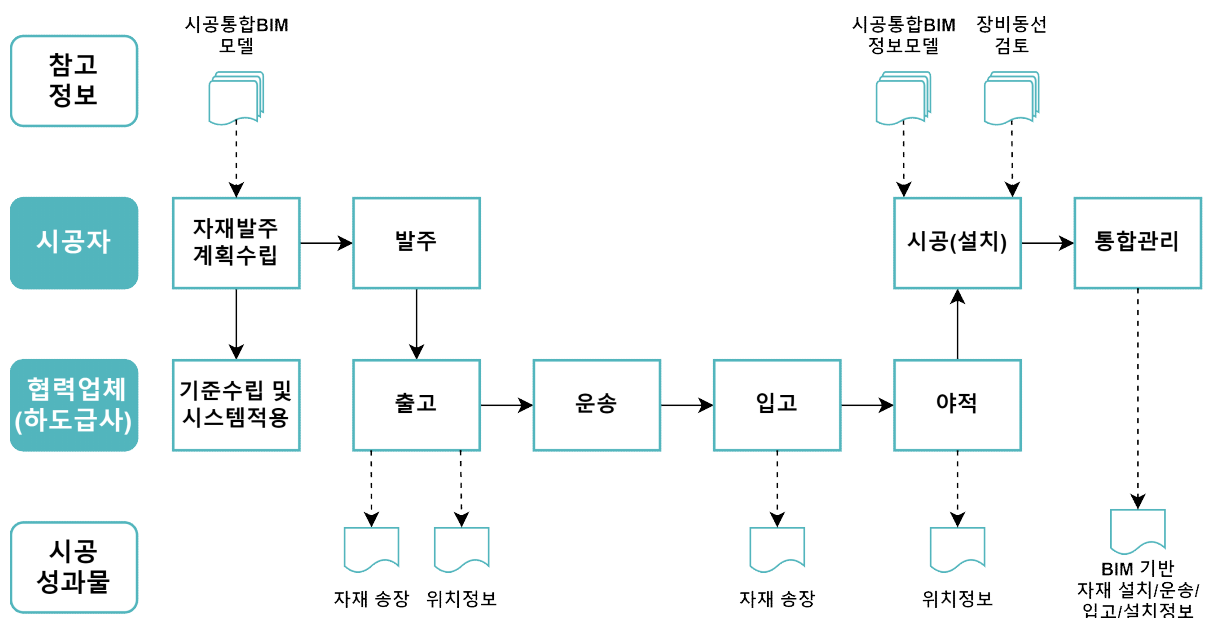
검측 장비는 협력업체 소속의 전문 측량, 장비 운용전문가 등이 운영하며, 검측 결과에 대한 책임은 시공자에게 있다. 건설사업관리기술인의 검측 시 해당 정보를 활용할 수 있다.

건설사업관리기술인은 우리공사의 ‘건설현장 검측업무 매뉴얼(2016)’을 따라 검측업무를 수행하여야 한다. 만약 검측 결과와 BIM 모델과 차이점이 발생하며, 시공 오류 또는 BIM 모델 오류 여부를 검토하여 공사감독자 에게 확인·승인을 받은 후 시공자는 BIM 모델을 갱신하도록 한다.

(5) 자재운송

모듈단위, 부재단위 시공의 경우 BIM 모델과 연계하여 실시간 물류관리 시스템(Bar-code, RFID, Zigbee 등)을 적용 및 활용한다. 적용 대상 항목은 대표적으로 철골, PC, 모듈러 등이며 적용 항목은 시공자가 사전 지정하여 전문업체와 사전 합의로 반영한다.

자재운송은 주요부재에 한 해 현장 진입, 내부 운송, 적재, 양중 등에 대한 검토가 이루어지도록 한다. 운송차량 및 장비의 동선, 회전반경, 경사각 등에 대해 장비 검토 기준에 따라 검토한다.



<그림 2-17> 자재운송 관리 업무 순서(예시)

8) 안전관리 BIM 모델 제작

안전계획 수립 시 시공통합 BIM 모델을 활용하여 안전시설물 계획, 안전 동선 등의 검토에 적극 활용하며, 주체는 시공자의 안전담당자가 수행하되 모든 담당자가 안전에 관련된 모든 부분을 협업해서 검토한다.

시공자가 BIM 수행계획서에 안전시설물 검토 부위 및 항목에 대하여 상세히 계획을 수립하고, 변경 시 우리공사와 합의 후 적용한다.

안전시설물 검토 사항으로는 추락방지용 안전시설(안전난간, 개구부 덮개 등), 낙하·비래물 보호용 시설(방호선반, 낙하물 방지망 등), 근로자 보호를 위한 안전시설(안전통로, 안전계단 등), 기타(각종 계측기 위치, 비상 피난 동선 등)가 있다.

모든 BIM기반 시공, 공정, 공법 검토 시 안전담당자가 함께 안전위해요소에 대한 검토를 병행하여 수행한다.

- 시공자가 시공통합 BIM 모델, 안전시설물 사전검토 등의 자료를 활용하여 안전교육 자료를 작성하여 활용하며, 다양한 방식으로 활용할 것을 권장한다(예: Viewer, VR, 영상 등).
- 가능한 한 시공통합 BIM 모델을 활용한 교육자료를 제작하여 더욱 효과적인 안전교육이 이루어지도록 한다.

9) 스마트건설 BIM 모델 제작

스마트건설 장비 활용을 위한 BIM 모델 제작은 장비마다 요구되는 도면 및 데이터 형식이 다르므로, 장비 특성을 고려한 정보로 변환작업을 수행한다.

토공 작업에 대한 스마트 건설장비와의 연계는 일반적으로 지형을 코리더 지표면으로 작성한 후 삼각망(TIN, Triangulated Irregular Network) 좌표를 모두 분할하여 X, Y, Z 좌표를 갖는 각각의 선 요소로 변환한다. 이때 각 요소는 국부 좌표계가 아닌 전체 좌표계를 기준으로 만들어야 장비의 GPS 장비와 연동하여 작업하며, 장비별 특성에 맞게 변환작업(Converting)을 따로 수행한다.

시공 중 축적된 수많은 데이터는 건설 생산성 향상 및 BIM을 통한 최적 설계 도출을 위해서 AI를 활용한 데이터의 정제화(Data Mining)가 가능하며, 이를 통해 불확실성을 줄이고 필요한 데이터를 확보할 수 있다. 이를 위해 데이터 신경망(Data Neural Networks), 동시다발 매트릭스(Co-Occurrence matrix) 등 관련 기술을 활용한다.

가상현실(Virtual Reality)은 실제 현실의 특정 환경, 상황, 또는 가상의 시나리오를 BIM 모델을 통하여 구현하고 사용자가 이를 활용할 수 있는 기술이다.

증강현실(Augmented Reality)은 실제 환경이 BIM 모델을 통해 생성한 가상의 사물(Object)을 겹쳐 보이게 하여 공간과 상황에 대한 가상 정보를 활용하는 기술이다. 이러한 기술의 활용을 위해서는 VR/AR과 같은 기술의 활용 목적을 명확히 정의하고, 필요한 속성 정보를 작성해야 한다.

본 지침은 현재 기술 수준을 반영하여 작성한 것으로, 우리공사의 스마트 건설기술이 더 보편적으로 활용 가능한 시점에 본 지침을 개정하도록 하여 고속도로 건설사업에 스마트 건설기술 활용성을 극대화할 수 있도록 한다.

10) 탈현장 시공 BIM 모델 제작

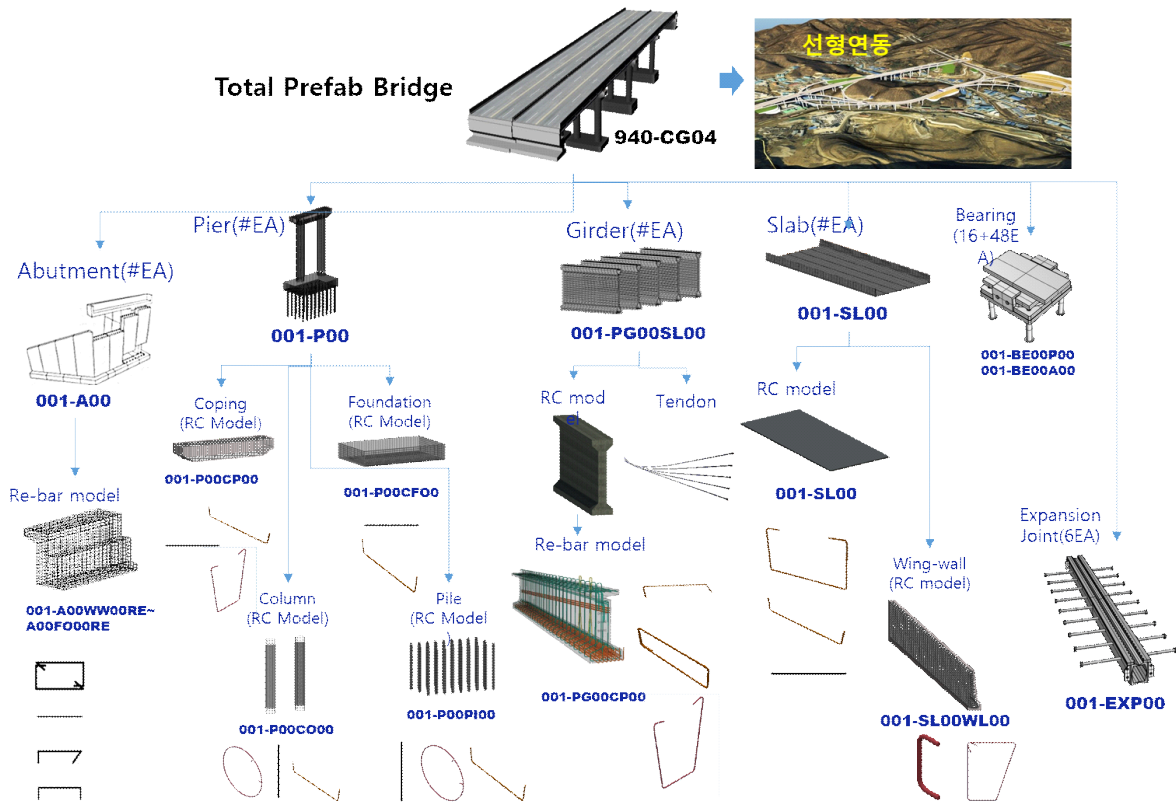
모듈러 구조, 공장에서의 사전 제작을 통한 현장 시공의 제조업화, 디지털 프리팹 기술의 현장 적용 등을 위해서는 시설물 관리 주체에 대한 BIM 자료 표준이나 기존 자료의 자산화, DB(data base) 구축에 대한 체계적 전략이 필요하다.

BIM 모델에는 표준화된 구성요소의 라이브러리를 활용하여 BIM 모델 활용 및 제작에 대한 효율을 높이는 전략이 필요하며, 부재의 구성요소를 최소화하고 조립을 위한 설계, 제조를 위한 설계의 원칙을 고려하여 BIM 모델을 제작한다.

탈현장 시공 BIM 모델 제작을 위해서는 현장에서 활용할 수 있는 디지털 엔지니어링 기반의 정보전달체계 및 기술을 고려하여 BIM 모델을 제작한다.

디지털 엔지니어링 기반의 정보전달체계는 계획-설계-시공-유지관리로 이어지는 BIM 정보 파이프라인으로, BIM 정보 교환에 대한 구체적인 정의, 시설물 통합 정보시스템 구축 등과 BIM 모델 제작 기술의 연계가 필요하다.

계획부터 유지관리까지 이어지는 BIM 정보는 로봇기반 제조기술, 센싱 기술, 자료 연동이력 관리 등이 포함되며, BIM 모델 제작 시 활용 목적에 맞게 BIM 모델에 포함시킨다.



<그림 2-18> 사전제작 및 사전건설이 가능한 도로구조물(예시)

[출처: 스마트건설사업단 4세부, 2021]

2.2.4 As-Built BIM 모델 제작기준

1) As-Built BIM 모델 제작범위

As-Built BIM 모델 제작범위는 시공자가 발주단계의 입찰서류로 제출한 BIM 수행계획서의 BIM 모델 제작 대상 범위를 우선적으로 적용 한다.

시공자는 계약단계에서 우리공사 또는 건설사업관리기술인과의 협의를 통해 세부 시설 및 공종에 대한 BIM 모델 제작항목과 제외항목, 그 외 예외 조항을 BIM 수행계획서에 명기 하고, 우리공사 또는 건설사업 관리기술인의 승인을 받는다.

단, BIM 업무수행과정에서 수행내용 및 범위 등에 대하여 변경이나 판단이 필요할 때는 우리공사(건설사업관리기술인)와의 협의를 통해 BIM 수행 계획서에 명기하여 변경한다.

프로젝트 주변에 인접 공구가 있을 경우(예: 도로 프로젝트, 터널 프로젝트, 교량 프로젝트 등) 시공자는 인접 공구와 겹치는 부분에 대하여 인접 공구와 협의하여 As-Built BIM 모델에 포함한다.

일반적으로 가시설에 대한 BIM 모델은 제외할 수 있지만, 공사 완료 후에도 철거되지 않는 경우(예: 지하연속벽, H-파일 등)에는 As-Built BIM 모델에 포함한다.

2) As-Built BIM 모델 제작기준 및 내용

As-Built BIM 모델은 BIM 모델의 품질을 높이고 준공 시 납품하는 BIM 모델이 우리공사의 요구사항에 따라 유지관리 단계에서 활용될 수 있도록 구축한다.

As-Built BIM 모델에 대한 상세수준(LOD)은 400 이상으로 적용하되, 프로젝트 특성 및 우리공사 요구에 따라 적용 상세수준이 달라질 수 있다. 기본적으로 하나의 시설은 동일한 상세수준을 적용하는 것이 바람직하나 필요한 경우 우리공사와 협의를 통해 부분적으로 상세수준을 다르게 적용한다.

시공자는 As-built BIM 모델에 유지관리단계 활용을 위한 시설물 정보를 COBie 또는 우리공사가 제시한 형식으로 제작한다.

우리공사는 시공자가 시공 BIM 모델에 포함되어야 할 시설물 정보 리스트를 사전에 제공하며, 시공자는 시공 중에 이 정보들을 협력업체 또는 시설물 설치업체의 도움을 받아 수집한다.

시공자는 우리공사의 요청에 따라 전체 또는 부분적으로 3D 스캐닝을 통한 포인트 클라우드 자료를 통하여 As-Built BIM 모델을 제작할 수 있다.

3) As-Built 모델 속성정보 작성기준 및 내용

우리공사는 사업 특성(활용목적, BIM 모델 상세수준 등)에 맞게 입력속성 대상을 정의하고, 시공자는 이에 따라 BIM 모델을 제작한다.

우리공사는 특정 용도를 위한 객체별 속성 세트를 목록 형태 또는 표준화된 전자파일 형태로 시공자에게 사전에 제공할 수 있다.

시공자는 사업별로 BIM 모델 저작도구에서 기본적으로 제공하는 속성을 활용할 수 있고 자체적으로 특정 용도를 위한 속성 구성체계를 구성할 수 있다.

속성 구성체계에서 객체종류 및 객체별 속성은 분류체계를 대상으로 선정하며 속성값은 단위, 표현형식, 데이터유형, 표현 방법, 데이터 허용 요소값 등을 포함할 수 있다.

사업별 속성 구성체계는 다음 사항을 참고하여 정의한다.

- BIM 객체의 속성은 형상모델링을 통해 자동 생성되는 생성속성(예: 기하치수, 단위 등)과 설계자가 BIM 모델 저작도구를 통해 입력하는 입력속성이 있다.
- BIM 객체의 속성은 식별, 형상, 재료 및 코드 등의 특성을 부여하기 위하여 사용한다. 객체별 속성의 분류는 우리공사가 제공하는 분류체계를 기준으로 하되, 여의치 않은 경우 저작도구가 제공하는 목록을 사용할 수 있다.

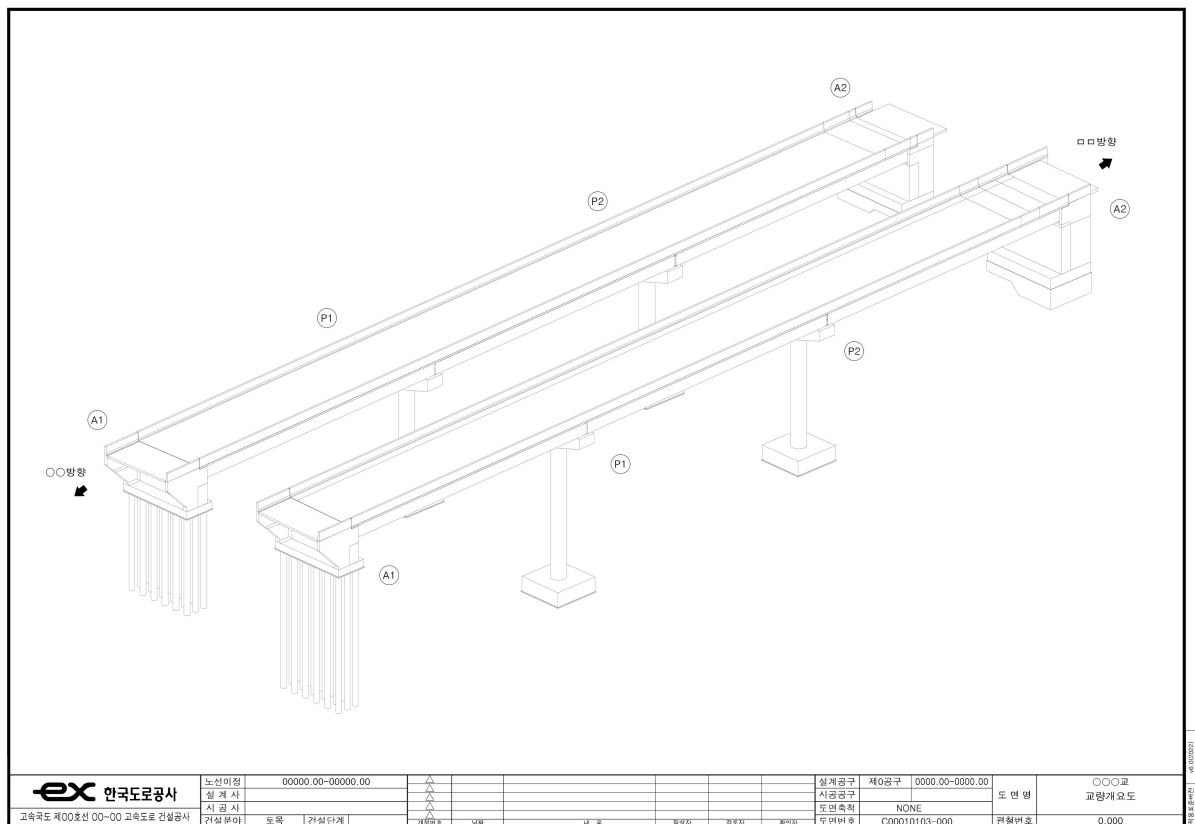
2.2.5 공통 템플릿 제작

공통 템플릿은 BIM 모델을 제작하기 전에 도면양식, 라이브러리, 정보 등을 해당사업에 적합하게 설정해놓은 작업환경을 말한다.

시공자는 우리공사가 도면양식, 라이브러리 템플릿 등 공통 템플릿을 제공할 경우에는 이에 따라 시공성과물을 제작한다.

시공자는 우리공사의 요구사항이나 필요에 따라 BIM 모델 제작에 앞서 각 사업에 적합한 도면양식, 라이브러리, 분류체계 등의 정보를 포함한 공통 템플릿을 작성하여 납품한다.

시공자는 공통 템플릿 대상, 범위 및 내용을 BIM 수행계획서에 명기하고, 우리공사의 승인을 얻은 후 시공성과물 제작에 활용할 수 있다.



<그림 2-19> 도면양식 템플릿(예시)

2.2.6 BIM 라이브러리 제작

1) 제작 기본 원칙

BIM 라이브러리는 우리공사의 「프로젝트 기반 라이브러리」를 우선 적용 및 활용함을 원칙으로 하며, 「BIM 라이브러리 작성·활용을 위한 매뉴얼(2023 예정)」을 참고한다.

BIM 라이브러리는 우리공사에서 운영하는 「프로젝트 기반 라이브러리」 외에 국토교통부에서 운영하는 건설사업정보포털시스템(www.calspia.go.kr)의 「토목시설 BIM 라이브러리(<https://www.calspia.go.kr/bimlibrary/Bim/>)」 도로분야 BIM 라이브러리(<https://www.calspia.go.kr/bim/>)를 활용할 수 있다.

2) 신규 BIM 라이브러리 제작 원칙

시공자는 BIM 라이브러리 제작시 일반적으로 개방형 BIM을 적용한다.

BIM 라이브러리는 국내 상용 BIM 소프트웨어에서 활용할 수 있는 형태로 개발하며, 이때 개발된 라이브러리는 IFC에 의한 개방형 BIM 형식으로 변환될 수 있어야 한다.

시공자는 BIM 라이브러리 납품 시 IFC 형식과 원본 형식을 함께 제공하며, 해당 IFC 버전을 제시한다.

시공자는 우리공사가 형상 및 속성요건 등의 BIM 라이브러리 제작 기준을 제시할 경우, 이에 따라 라이브러리를 제작하고 우리공사에 제공한다.

시공자는 라이브러리의 조합을 간편하게 수행할 수 있도록 라이브러리 결합, 배치 등을 일괄 처리하는 기술 콘텐츠를 제공할 수 있다.

BIM 라이브러리의 표현은 우리공사와 협의한 상세수준(LOD)에 따라 제작하며, 3D 형태의 형상 및 재질 렌더링, 2D 형태의 심볼 및 도면표현이 포함한다.

BIM 라이브러리의 상세수준은 대상과 활용 목적, 제작에 활용되는 상용 소프트웨어 기능 등에 따라 작성방법이 매우 다양하므로 우리공사와 협의하여 결정한다.

관급자재의 치수 규격이 정해져 있는 경우 치수 규격대로 제작하며, 치수 규격이 가변적인 경우 치수 조절이 가능하도록 매개변수를 사용하여 제작한다.

부재별 치수는 실제크기 1:1 비율로 제작한다.

제작에 사용되는 단위는 토목의 경우 미터(m), 건축의 경우 밀리미터(mm) 사용을 원칙으로 하고, 필요시 우리공사의 요구사항에 따라 달리 적용한다.

BIM 라이브러리별 속성세트(Pset)은 우리공사의 「고속도로분야 BIM 정보체계 표준 지침서 v2.0(2022.08), 부속서 3 고속도로분야 BIM 속성분류체계 (Pset) 목록서」를 적용하여 작성한다.

모든 BIM 라이브러리는 속성분류체계에서 정의하고 있는 필수 속성항목을 모두 포함하여야 하며, 라이브러리 작성자의 필요에 따라 사용자 정의 속성항목을 추가한다.

3) BIM 라이브러리 운영 및 제출

(1) BIM 라이브러리 운영

시공자는 우리공사와 협의를 통해 우리공사와 국토교통부에서 제공하는 BIM 라이브러리를 활용하며, 라이브러리가 필요한 경우 시공자는 직접 제작하고 납품한다.

시공자는 기존 라이브러리를 사용할 경우 실제 설계안에 부합하도록 파라미터 정보, 속성정보 등을 조정하여 활용한다.

(2) BIM 라이브러리 품질검토 기준

시공자는 우리공사의 요구사항에 맞춰 작성된 BIM 수행계획서에 따라 BIM 라이브러리의 품질검토를 실시한다.

BIM 라이브러리의 품질 검토를 위한 범위, 기준 및 절차는 우리공사와 협의를 통해 BIM 수행계획서에 명기하고, 그에 따라 시공자는 BIM 라이브러리 품질검토를 실시한다.

BIM 라이브러리의 품질 검토 기준은 간섭충돌, 형상의 유무 등 BIM 모델의 형상요건을 검토하는 물리적인 품질 기준과 설계조건, 법규검토, 속성누락 유무 등 BIM 모델의 논리적인 품질 기준들이 포함된다.

(3) BIM 라이브러리 품질검토 방법

BIM 라이브러리의 품질검토 방법은 수동적 방법과 자동적 방법으로 구분하며, 시공자는 우리공사와 협의를 통해 품질검토 방법을 선택한다.

수동적 방법은 품질검증 대상을 시각적으로 직접 확인하는 방법으로, BIM 모델을 구현할 수 있는 BIM 모델 저작도구나 BIM 뷰어를 활용하여 검토한다.

자동적 방법은 BIM 모델 저작도구 기능을 활용하여 자동으로 품질을 확인하는 방법으로, 우리공사가 적절한 조건이나 규칙을 사전에 제시하며, 시공자는 제시하는 방법에 따른 검토를 수행하는 경우 우리공사와 이를 합의한다.

(4) BIM 라이브러리 보완 및 제출

시공자는 품질검토를 통해 발견된 하자 또는 문제점과 우리공사의 요구사항에 맞게 BIM 라이브러리를 보완하고, 이를 우리공사에 제출한다.

시공자는 업무에 활용한 BIM 라이브러리 목록과 품질검토내용을 BIM 수행계획서에 제시하여야 한다.

시공자는 우리공사와 협의를 통해 BIM 라이브러리 제출 방식을 결정한다.

BIM 라이브러리 제출은 개별 BIM 라이브러리로 제출하는 방식과 BIM 모델에 포함하여 제출하는 방식으로 구분된다.

제3장 시공 BIM 모델 활용기준

3.1 개요

3.2 시공 중 설계지원

3.3 시공통합 BIM 모델

3.4 공정관리

3.5 공사비관리

3.6 시공관리

3.7 안전관리

3.8 스마트건설 기술 연계 및 적용

3.9 탈현장 시공의 활용

빈 페이지

제3장 시공 BIM 모델 활용기준

3.1 개요

3.1.1 목적

시공 중 현장의 여건 변경으로 인한 설계변경지원, BIM 모델을 활용한 간섭 검토, 가설구조물의 시공성 검토, 공사용 가설도로의 대안 검토, 기존 시설물과 신설 시설물의 간섭 검토, 대외 홍보자료 및 민원 협의자료를 위한 시각화 자료, 공사 대금 수령을 위한 기성신청의 근거 자료, 스마트 건설장비와의 연계를 위한 지형정보 등 시공중 발생하는 모든 문제에 대하여 BIM 모델을 적절하게 활용하는 것을 목적으로 한다.

설계단계에 제작한 BIM 모델은 시공자의 필요에 따라 시공단계에서 현장 여건에 맞게 수정·보완하여 활용할 수 있고, 이러한 BIM 모델이 시공 실적 및 설계변경 등에 필요한 근거 자료로 활용되기 위해서는 우리공사의 승인을 반드시 받아야 하며, 우리공사가 요구하는 BIM 모델을 제작·제출한다.

- 설계자: 원설계에 대한 간섭, 오류 및 민원으로 인한 수정
- 시공자: 상세, 공법, VE 등 시공개선 활동으로 인한 수정

BIM 모델을 활용하여 프로젝트 수행 담당자 및 관련 조직은 하나의 일관된 목표를 위하여 상시 협업 및 문제를 해결할 수 있는 체계를 구축한다.

3.1.2 활용원칙

시공 BIM 모델은 영구 구조물 및 계획 지표면에 대한 설계 BIM 모델을 기반으로 시공 중에 발생할 수 있는 현장 여건에 대한 시공성 검토, 가설구조물을 포함한 시공 중 공사관리, 부득이한 설계변경으로 인한 설계 대안검토, 공사용 가설도로의 대안 검토, 스마트 건설장비 운영을 위한 현황자료 작성 등에 활용하며, 디지털 트윈 기반의 기존 시설물 및 지형에 대한 현장 현황자료를 기반으로 활용한다.

시공 BIM 모델은 현장 측량 및 현장 시추조사에 의한 지형 및 지층 현황이 반영된 자료를 사용하여 설계할 때와 현황 및 지층이 변동이 발생하므로 오차를 보정하여 현황이 최적화된 지형 및 지층으로 제작된 시공 BIM 모델 여부를 확인 후 활용해야 한다.

3.2 시공 중 설계지원

3.2.1 개요

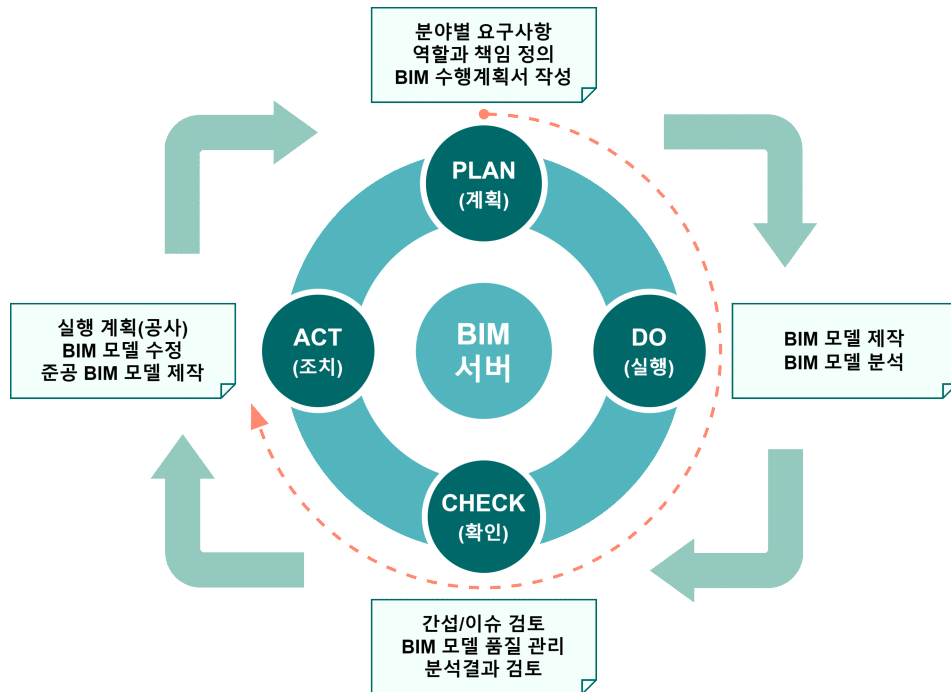
시공 중 설계지원 BIM 모델은 현장 공사계획 변경, 설계단계에서 고려하지 못한 현장 여건 변경 등에 의한 설계변경 시 현장 변경 설계 BIM 모델 제작하고 이를 바탕으로 제작한 시공 BIM 모델을 통하여 사전 시공성 및 수량을 검증하여 발생 가능한 리스크를 사전에 도출하여 리스크를 제거하고 정밀한 시공을 통하여 시공품질을 확보하기 위해 활용한다.

실시설계시 수행한 지형 및 지층 조사는 제한된 조건에 의한 한계가 있으므로, 변동가능성을 고려하여 내역서에 현장 측량 및 시추조사비를 포함하도록 설계한다. 따라서 지형 및 지층의 변동은 설계시 예측된 사항으로 설계변경이 아닌 시공상세설계에 해당하며, 이로 인한 지형·지층 BIM 모델의 갱신은 정산 대상이다.

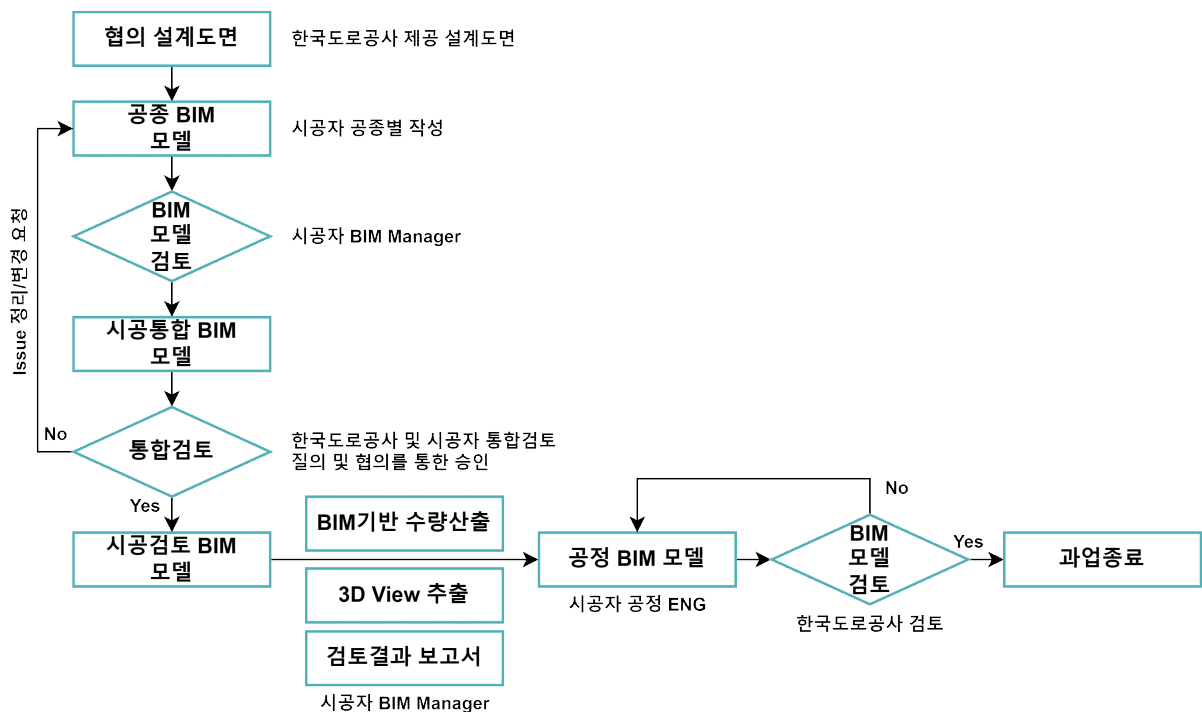
실시설계는 시공자가 정해지지 않은 상태에서 진행되기에 시공자의 내재된 기술력과 시공 성향을 알 수 없어 가장 일반적인 조건으로 설계하여 시공자의 실행방법과는 차이가 발생할 수 있다. 이러한 차이는 동등 이상의 실시설계 방향과 원칙 그리고 목적물의 목포값 한도 내에서 시공자의 장점을 살려 시공상세에서 변경한다.

시공 중 BIM을 활용하여 건설 생산성을 향상시킬 수 있는 사례는 많이 있다. 대표적인 사례로는 정밀한 공정관리가 필요한 경우, 주요 시설물의 수량 검증, 토공구간의 불확실성(토공량) 검증이 필요한 경우, 시공순서가 복잡해서 단계별 구현이 필요한 경우(교통 변경 계획, 장비 작업 동선 확보), 지형·지층의 현황, 인접 건물 현황 분석이 필요한 경우, 정밀 장비 작업의 시공성 검토가 필요한 경우, 구조물의 형상이 복잡하여 2차원 도면으로 현황 파악이 어려운 경우, 스마트 건설장비와 연계를 통한 검토 및 적용이 필요한 경우 등에 적용할 수 있다.

시공 중 간섭 혹은 현장 여건에 의하여 설계 도면대로 시공이 되지 않는 경우는 최적의 대안 선정을 위한 전략을 수립하여 프로젝트를 수행한다. 프로젝트의 수행 전략은 계획 - 실행 - 확인 - 조치(Plan - Do - Check - Act)의 효과적이고 효율적인 BIM의 생애주기 관리방식을 보조하여 궁극적인 목표를 달성할 때까지 반복 Cycle에 맞추어 리스크를 최소화할 수 있는 전략을 수립한다.



<그림 3-01> PDCA에 의한 BIM 수행 선순환



<그림 3-02> 프로젝트 수행 절차

BIM 수행이 완료된 후 정량적 평가와 정성적 평가를 통해 개선점을 도출하고 이를 보완하여야 한다. 도출된 결과로부터 추후 BIM을 적용할 때 효과가 큰 항목 및 공중에 활용하면 시공 시 건설 생산성 향상에 기여할 수 있다.

3.2.2 대안검토

시공 중 예상하지 못했던 기존 구조물과 신설 구조물의 간섭, 우리공사의 설계 대안 검토 요구, 민원으로 인한 설계변경 등 현장 여건 변화에 따른 선형 변경, 구조물 형상 변경, 토공 계획고 변경, 공사 중 우회 도로 검토 등은 설계 BIM 모델을 기반으로 검토하여 활용할 수 있다.

설계 대안 검토는 기존의 설계 BIM 모델과의 연속성을 확보하여야 하고, 입력된 속성정보를 기본적으로 확보하고 있어야 하며, 필요시 변경이력, 대안에 대한 특이사항을 추가로 입력하여 활용할 수 있다.

3.2.3 설계변경지원

시공 중 BIM 모델 제작과 이와 관련된 문서 작성은 본 적용지침을 적용한다.

설계변경에 의한 이력 변경은 공통정보관리환경(CDE)을 기반으로 설계변경 내용 및 항목 등에 대하여 원본 파일, 시공통합 BIM 모델 파일, 관련 문서를 버전별로 관리한다.

설계변경에 대한 변경 승인은 공종별 수행 주체를 포함하며, 시공통합 BIM 모델을 기반으로 부재 및 공종 간 간섭, 공정 간섭 등을 면밀히 검토 후 승인한다.

3.2.4 시공상세도 활용

시공자는 시공상세도의 작성이 선택이 아닌 의무사항임을 분명하게 인지하고, 불필요한 요식적 행정 행위가 아닌 반드시 해야만 하는 중요한 업무로 명심하여 정확하고 수준 높은 시공상세도를 작성한다.

시공자는 시공상세도를 단계적이고 반복적으로 수행하여야 하는 절차로서 공사의 이해를 통한 안전사고 예방과 품질확보 등을 위하여 직접 작성하고, 공사작업자에게 시공상세도를 사용하여 안전 및 시공 교육을 수행한다. 만일 부득이한 사정으로 인하여 전문 시공자 등에게 지시한 때도 정당한 대가를 지급하며, 그 경우에도 시공자에게 모든 책임이 있다.

시공자는 안전, 품질, 환경, 민원 등의 사회적 요구와 근무 시간 제한, 노령화, 기후변화에 따른 야외작업일 감소 등의 여건 변화를 고려하여 갈등을 최소화하는 방안을 수립하여 시공상세도를 작성한다.

시공자는 우리공사의 지시, 현장 여건, 민원 등으로 인하여 실시설계 성과물의 내용을 변경할 경우 변경된 실시설계 양식의 도면을 시공상세도로 사용해서는 안 되며, 별도로 시공상세도를 작성하여 승인받고 시공한다.

설계도면은 최종목적물의 명시, 시공상세도는 어떻게 시공할 것인가에 대한 건설방법의 명시에 도면 작성 목적이 있다. 즉, 실시설계도와 시공상세도는 서로 추구하는 바가 전혀 다르므로, 실시설계도를 시공에 직접 사용하는 것은 도면 작성 목적에 어긋난다.

[표 3-01] 설계도와 시공상세도의 개념 차이

설계도면(Engineering drawing)	시공상세도면(Shop drawing)
What(최종목적물)의 명시	How(건설방법)의 명시
목적물의 형상과 규격 등을 표현	설계도면의 구체화-상세화 목적
물량산출과 내역 산출의 기초 (예산과 계약에 필요한 정도)	공사관계자의 품질과 안전 시공 수행 (실질적 작업자인 기계 운전원, 기능공의 이해)
시공상세도를 작성할 수 있도록 표현	시공 방법, 순서, 상태 등 필요한 모든 정보를 작성하는 시공상세
구조계산이 필요한 가시설물의 도면 포함 (시방서 보완개념의 설계도)	가시설물의 설치·변경 포함 검토·승인 필요

시공상세도는 작성 방법에 따라 적합성이 검증된 시공상세 BIM 모델로부터 추출된 기본도면과 보조적으로 작성하는 보조도면으로 구분하며, 작성 목적에 따라 계획용, 검측용, 작업 및 제작용으로 구분하여 우리공사 공통 템플릿에 맞게 작성한다. 작성된 시공상세도는 우리공사와의 사전 협의하여 기성 청구에 활용한다.

기본도면은 승인이 완료된 시공상세 BIM 모델로부터 추출하여 작성한다.

계획용과 검측용은 BIM 모델에서 표현될 수 없는 부분이 있어서 시공상세 BIM 모델의 승인만으로는 부족하여 현장 설계한 도면을 추가로 승인받아야 한다. 현장실무 공사작업자들이 사용하는 작업용과 공장의 공사작업자들이 사용하는 제작용 시공상세도는 BIM 모델에서 추출한 도면에서 추가의 엔지니어링 작업이 많지 않아 시공 전 제출한다.

[표 3-02] 실시설계도와 시공상세도의 이해

구분		실시설계도	시공상세도
정의 및 사용처		- 최종 목적물의 형상과 규격을 표현하고, 주석 등을 통한 설계 의도 전달 - 시공자가 설계자의 의도와 시공 관련 주석을 이해하여 시공상세도를 작성 할 수 있도록 함 - 공사의 내역과 물량을 산출하기 위해 필요한 최소한의 설계 - 관계기관 협의, 영향평가 등의 검토	- 실시설계 최종 목적물의 건설을 위해 시공 단계별로 구체화·상세화 - 시공 방법, 순서, 자재의 가공조립, 현장 상태 등 시공에 필요한 모든 정보를 작성 - 현장에 종사하는 공사관계자들이 공사 내용의 쉽고 정확한 이해, 확인, 소통 등을 통해 목적물의 안전 시공과 품질확보 - 공사작업자의 안전교육 및 작업지시용
개 념	주목적	- 최종 목적물의 형상, 규격, 설계 의도 등을 시공자에 전달 - 시공상세도의 기초가 되도록 작성 - 공사의 내역과 물량산출 및 예산 책정	- 최종 목적물을 건설하기 위한 중간 단계와 건설 방법 및 현장 상태 등의 구체화 - 공사의 안전, 품질, 공정, 기성 등을 종합적으로 고려한 작업서 - 목적물의 검측을 위한 검측방법의 제시 - 공사작업자 안전교육, 공사감독자 확인·승인
	방법	최종 목적물(What) 중심으로 명시	시공방법과 과정(How) 중심으로 명시
	관점	건설계획의 합리성과 운영·관리의 효율성	시공 과정의 안전성, 합리성, 효율성 등
	작성자	시공자가 확정되지 않았으므로 가장 보편적이고 쉬워 보이는 방법으로 계획	각 시공자의 보유 장비, 자재 사용 등의 장점을 최대한 발휘하여 작성
표현 방법		형상, 규격, 주석, 표 등으로 함축적으로 표현, 도면 최소화	구체적 상세 형상과 시공과정을 공사작업자가 이해할 수 있도록 쉽고 정확하게 표현
특징		- 계획과 유지관리에 중점 - 시공방법, 주변 여건 등의 많은 변수를 가정하여 최종 목적물 중심으로 작성 - 설계 시점과 실제 공사 시점과의 기간 차이로 인한 변동성이 큼 - 개별 기업의 기술력 차이 반영 곤란	- 공사의 세부 사항과 효율성에 중점 - 현장 여건을 최대한 반영한 최적 안 도출 - 실제 시공 시점의 여건과 기술을 반영, 수행 가능한 최적의 기술을 적용 - 개별 기업의 장점을 최대한 발휘
소통	관계자	공사감독자, 관련 부서, 분야별 협업, 관계기관, 영향평가, 시공자	공사감독자, 분야별 시공자, 공사작업자
	도면 배포처	- 분야별·공구 간 협업, 각종 자문, 설계VE, 관계기관 협의용 및 심의·심사 등 - 평가(재해, 환경, 교통, 안전성, 교통 안전진단, 적정성 검토 등) 협의 및 보고 - 예비 준공, 납품 도서 등	공사감독자, 공사작업자, 준공용 등
작성 노력		- 실시설계는 초기 단계의 폭넓은 조사, 노선선정, 구조물 형식선정 등의 실행 계획에 많은 노력과 시간이 필요 - 설계 시 심의, 심사 관계기관 협의, 주민설명회, 민원, 잦은 노선 변경 등으로 인해 설계도서 작성 시간 부족	- 착공 전 짧은 기간 내에 수행하여야 하는 실시설계 도서 검토를 위한 많은 시공 경험과 엔지니어링 능력이 필요 - 공사 단계별로 시공 전 작성 및 최종 압선 등의 현황이 반영된 시공상세도 작성으로 많은 엔지니어가 필요
요약		실시설계도와 시공상세도는 정의, 개념, 도면작성 방법 및 작성 매수 등에서 많은 차이가 있다. 특히, 최종 목적물의 형상, 규격을 표현한 실시설계도 그대로 시공상세도로 사용하는 것은 공사 안전과 품질에 문제가 발생할 수 있다. 따라서 시공상세도를 작성·승인을 득하고 안전교육을 실시한 후 목적물을 건설하여야 한다.	

시공상세도는 시공 시 적용되어야 하는 가설구조 계획을 포함하며, 사용 장비의 작업 성능을 고려하여 작성한다.

시공상세도 작성 시 우리공사의 요구 및 협의에 따라 지하시설물(상수도, 하수도, 통신, 난방, 전력, 가스), 지하구조물(지하철, 공동구, 지하상가, 지하도로, 지하보도, 지하주차장), 지반정보(시추, 지질, 관정)의 데이터를 포함하며, 시공 간섭이 예상되는 경우는 지하 지장물을 포함하여 시공성 검토를 수행해야 한다.

작업용 및 제작용 시공상세도는 목적물의 시공단계별로 자재, 장비, 인력 공법 등이 포함된 시공 방법을 상세히 설명한 도면으로 승인된 시공상세 BIM 모델로부터 추출한다. 현장 시공을 위해 기반이 되는 거푸집, 철근 배근, 강재 제작 및 용접 등의 상세는 시공상세도 범위에 포함된다.

작업용 및 제작용 시공상세도는 목적물의 형상과 각 요소의 특징을 정확히 표현되도록 활용 목적에 따라 평면도, 측면도, 정면도로 추출한다.

목적물 형태가 비정형이거나 평면도, 측면도, 정면도의 형태로 표현하기 어려운 경우는 별도의 상세도면을 구성하여 추출한다. 단, 모든 도면 추출 과정은 BIM 모델 기반으로 수행한다.

철근 및 강재는 반드시 이음 및 용접 상세가 반영된 도면을 추출하여 현장 시공에 활용하며, 구조물과의 간섭 등이 종합적으로 검토된 BIM 모델을 기반으로 도면을 추출한다.

2차원 도면의 추출로 현장 시공에 활용도가 떨어지는 경우 치수가 포함된 3차원 PDF 도면을 활용할 수 있다.

철골 부재의 발주-운송-설치를 위한 관리시스템과 연계 시에는 철골 제작사, 설계자, 시공사 간 ID체계에 대한 사전 합의를 통해 지정 및 반영하며, 상세도에서 양중-설치-안전을 위해 상세한 사전검토가 이루어지도록 필요한 정보를 관련 부서(설계, 시공, 안전)와 협의하여 상황과 필요에 따라 적합한 수준의 상세 정보를 반영하여 활용한다.

승인된 BIM 모델을 통해 직접 정보를 확인할 방법이 있음에도 불구하고 작업용과 제작용 시공상세도와 같이 추출도면을 작성하는 것은 현장 작업 계획을 사전에 작성하여 확인하고 현장 작업 내용을 보전하여 추후 유지관리 등 목적물의 이력을 확인하기 위함이다.

작업용과 제작용 시공상세도는 파일로 작성되기는 하지만 종래의 도면과 같이 다수 출력하지 않고 최소 부수만 출력하되 작업자의 고령화와 외국인 근로자의 증가를 고려하여 A2 크기로 상세하게 작성 및 출력하여 현장에 비치하고 시공 전 품질 및 안전 교육자료로 활용한다.

3.3 시공통합 BIM 모델

3.3.1 개요

시공통합 BIM 모델은 여러 가지 공종이 복합된 공사의 흐름을 파악하여 공기 지연을 방지하는 데 활용한다. 또한, 소요 자재의 공급 시기, 소요 장비 등을 사전에 파악하여 공정 지연을 미연에 방지하는 데 활용한다. 시공통합 BIM 모델은 기상 조건, 현장의 불가피한 여건 등으로 공정이 변경되면 즉시 반영하여 후속 공정 및 대체 공정에 대한 방안을 마련하며, 시공통합 BIM 모델 변경 시 다른 파일에 저장하여 파일을 관리한다.

3.3.2 시공통합 BIM 모델

시공자는 공종분야별 BIM 모델(시설 및 공종별 BIM 모델)이 분리되어 제작된 경우 좌표체계의 연동 등을 통해 각 형상 객체가 물리적인 간섭 없이 통합되고 분류체계 등 논리적인 정보 또한 오류 없이 통합 운영될 수 있도록 관리한다.

시공자는 분리된 파일을 전체 중첩하여 구성할 경우 기준 좌표에 따라 연속된 BIM 모델 구축이 가능하도록 좌표정보나 기준점 정보를 명확하게 제시하고 관리한다.

시공자는 우리공사와 협의하여 공유좌표가 반영된 공통 템플릿을 구성하거나 S/W 기능으로 공유좌표를 적용하는 등 시공통합 BIM 모델의 구성 방식 및 통합관리 방법을 마련하고, 그 내용을 BIM 수행계획서에 제시한다.

시공통합 BIM 모델을 통하여 간섭 검토 및 설계 변경이 필요한 부분의 시공 간섭 여부를 확인하고, 간섭이 확인된 경우 간섭 확인 보고서를 제출한다. 구조물 및 형상이 변경된 경우 설계 수정사항에 대하여 변경된 BIM 모델과 함께 승인을 받는다.

간섭 검토 보고서 및 수정사항을 제출하는 경우 BIM 모델 파일을 함께 버전별로 관리한다.

시공 중 직접적인 간섭이 발생하지 않더라도 시공에 문제 또는 어려움이 예상되는 경우 시공상세 BIM 모델을 통해 시공성을 사전에 확인하고 필요한 경우 보완 조치를 취한다.

시공성 검토 시 필요에 따라 현장의 가설 및 시공에 필요한 장비를 포함한 시공통합 BIM 모델을 제작하여 검토하며, 장비 및 가설구조물에 대한 공사계획의 시공통합

BIM 모델 포함 여부는 우리공사와 협의한다.

시공성 검토 보고서를 제출하는 경우도 BIM 모델 파일을 함께 제출하는 것을 원칙으로 하며, 필요시 시공성의 검토 위치를 확인할 수 있는 View 및 관측점 정보를 같이 관리한다.

시공과정 동안 시공 성능 향상을 위한 시공 및 부속 자재 등에 대한 대안을 검토하는 경우, 시공통합 BIM 모델에 반영된 BIM 정보를 수정하여 승인을 얻은 시공상세 BIM 모델로부터 추출한 시공상세도로 시공한다.

시공통합 BIM 모델을 통하여 산출된 주요 수량에 대하여 설계변경 사항 혹은 시공 중 변경된 여건에 대한 수량 증감 내역을 비교 검토하여 관리하며, 필요시 검토 수량 항목은 사전 협의를 통하여 선정한다.

시공 중 품질관리, 안전관리 등 VR(Virtual Reality) · AR(Augmented Reality)을 활용한 시각화 자료가 추가로 필요한 경우 관련 내용을 BIM 수행계획서에 추가하여 수정본을 제출하며, 이에 대한 별도의 디바이스 및 데이터 파일을 협의에 따라 구축한다.

3.4 공정 관리

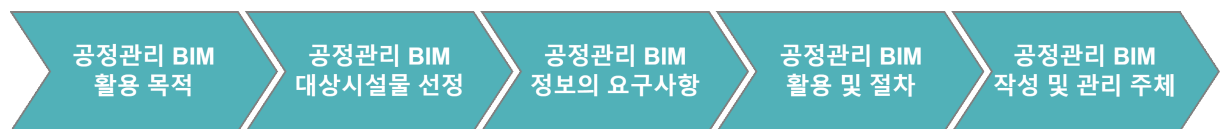
3.4.1 개요

시공단계 공정관리 BIM 모델은 시공통합 BIM 모델과 공정계획 정보 연계로 공정과정을 디지털화하고, 공정계획 검토 및 수정, 진도 관리 및 3D 시뮬레이션에 활용 선제적 리스크 분석, 공사 진행 과정에 대한 모니터링, 설계변경에 따른 대응 방안 수립 등 효율적이며 체계적인 시공관리를 위해 활용한다.

3.4.2 공정 계획

1) 공정계획의 절차

시공자는 발주방식, 사업규모, 계약체계, 공사 특성 등을 고려하여 공정관리 BIM 수행계획서를 작성한다.



<그림 3-03> 시공단계 공정관리 BIM 수행 계획절차(예시)

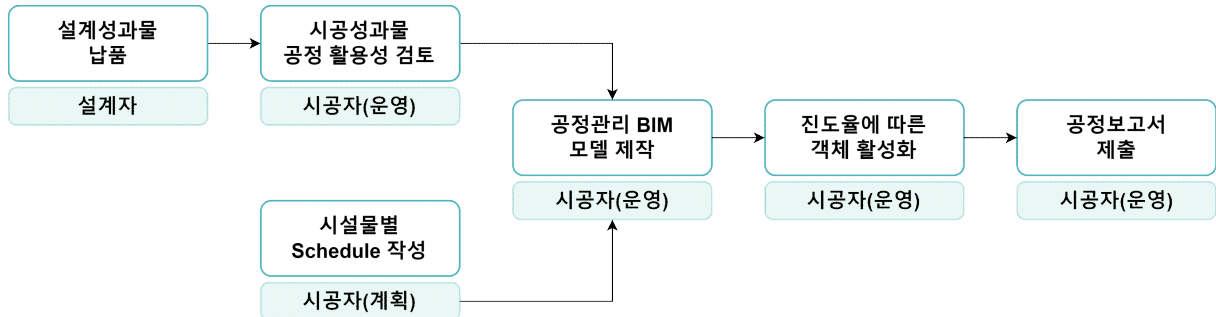
시공자는 공정관리 BIM 수행계획에 따라 총공사에 대한 연도별, 월별 공정계획을 수립하여 제출하여야 하며, 공정계획 변경 시 사전에 우리공사(건설사업관리기술인)의 승인을 받아야 한다.

공정관리 BIM 수행계획 승인 후 공정관리 BIM 모델의 관리는 우리공사(건설사업관리기술인)와 공동 관리를 원칙으로 하며, 착공 전 우리공사(건설사업관리기술인)와 협의 후 관리주체를 변경할 수 있다.

공기를 효율적으로 달성할 수 있는 공정계획을 수립하고, 진도율 관리를 할 수 있는 프로그램과 담당자 지정 및 각 조직간 협업을 통해 원활하게 운영 되도록 한다.

시공자는 건설사업 특성상 선행되는 분야의 공정에 따라 분야별 상호 인터페이스가 반영되도록 공정표를 작성하여야 한다.

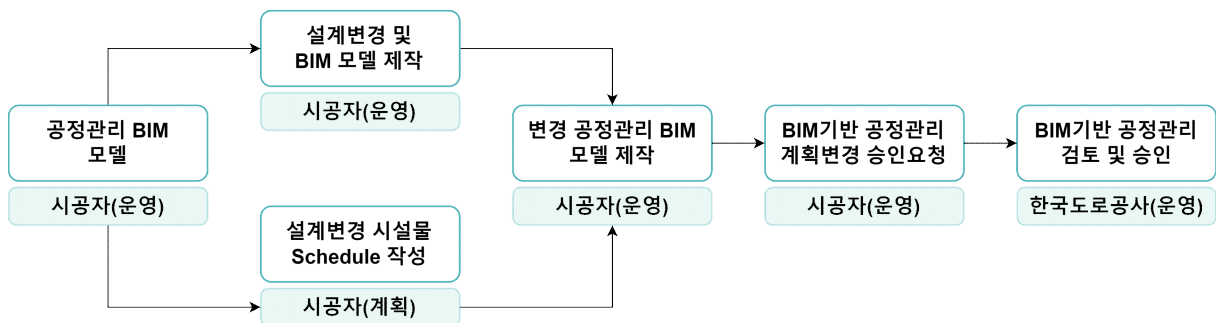
공정관리 특수성을 고려 BIM 기반 공정관리에 대한 이해도가 높고 경험이 많은 인력을 중심으로 효율적 공정관리를 해야 한다.



<그림 3-04> 시공단계 공정관리 BIM 수행 절차(예시)

다음 사항의 사유가 발생하였을 때 공정계획 BIM 정보를 수정하여야 한다.

- 계약(또는 기간) 변경 시
- 설계변경으로 인한 업무범위 변경 시
- 기타 계획변경 등으로 주무관청의 요청이 있을 경우
- 현실적 시공 검토에 따른 시공통합 BIM 모델의 추가 수정 시



<그림 3-05> 시공단계 공정계획 변경 절차(예시)

공정관리 BIM 모델은 우리공사(건설사업관리기술인)의 작업분류체계에 따라 시설물, 공종, 위치, 방향, 작업관리 구간, 세부 작업분류체계를 구분할 수 있어야 하며, 공정관리 BIM 모델 단위의 공기 정보를 산정, 관리하여야 한다.

3.4.3 계획공정표 작성

공정관리 BIM 모델과 공정계획 BIM 정보 구축이 완료되면 공사 예정공정표를 작성하여 목적물(BIM객체) 기반으로 현장 공정관리에 활용한다.

공정관리 BIM 모델 객체별로 부여된 공정계획 BIM 정보를 기반으로 공중에 대한 일일 진도율 및 공사 전체 공정률을 확인할 수 있다.

3.4.4 진도관리

1) 진도관리 활용

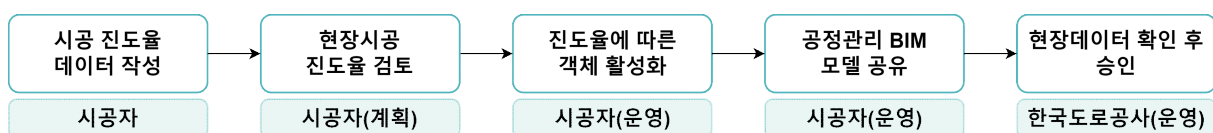
시공자는 공정계획에 따라 생성된 공정관리 BIM 모델을 일정 관리, 자원 및 원가 관리, BIM 정보 축적 등 진도관리에 활용할 수 있다.

[표 3-03] 진도관리 활용

구 분	활용대상
일정관리	• 공사진척사항의 정기적인 업데이트 • 계획 및 실적의 비교분석과 대책 수립 • 진도분석 보고서에 의한 공사 BIM 정보 축적
자원 및 원가관리	• 인력, 기계, 장비의 수요예측 • 기간별 최적의 자원 투입계획 수립 및 적정 투입관리 • 기성 산정의 기초 자료
BIM 정보 축적	• 프로젝트 유형별 작업분류체계 정립 • 단위 공종별 공정실적 자료 분석 • 프로젝트별 공정계획 표준화

체계적 진도관리를 위해 우리공사(건설사업관리기술인)와 시공자는 담당자가 관리하도록 하여야 한다.

진도율에 대한 상세정보는 해당 협력업체로부터 제공받을 수 있으며, 공정관리 BIM 모델의 공유는 협력업체의 역량에 따라 사전 승인을 받아 결정하도록 한다.



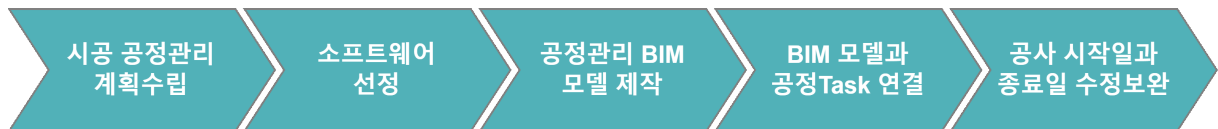
<그림 3-06> 시공단계 BIM 진도관리 절차(예시)

2) 4D 시뮬레이션(공정 시뮬레이션)

BIM기반 4D 시뮬레이션은 시공통합 BIM 모델과 공정계획 BIM 정보를 연계하여 4D[x, y, z, t(시간)] BIM 모델을 구축하고 시공과정을 시뮬레이션할 수 있다. 이를 통해 계획공정을 시각화하여 시공성 및 안전성 측면의 공정검토를 할 수 있다.

공정 시뮬레이션은 계획공정의 오류 및 시공단계, 착공 전 문제점 등을 검토할 수 있는 자료로 활용할 수 있다.

시공단계 공정 시뮬레이션은 다음과 같은 절차에 따라 작성하여야 한다.



<그림 3-07> 공정 시뮬레이션 수행 절차



<그림 3-08> 공정 시뮬레이션(예시)

3.4.5 BIM 기반 일일공정관리

1) 공사일지

구축된 공정관리 BIM 모델을 활용하여 공사일지를 작성한다.

공사일지는 하루 동안의 공사 진행에 대한 작업 현황을 기록하여 관리하는 문서이다.

기존의 공사일지는 일별로 수행된 상세 작업 업무에 대하여 CBS내역서 기반의 공종별 수량, 인원, 장비현황 등에 관한 내용을 포함하여 작성한다.

[별지 제19호 서식] <제31조 별표2 관련>

공 사 일 지

1. 일반현황

작성일자 : . . . ()

공사명		작성자	현장대리인: (인)	온도	최 고	℃
위 치		확인자	감 독 원 : (인)	기상	최 저	℃
				강우량	mm	
				강설량	mm	

2. 공정현황

가. 총괄

구 분	전 체(%)			당해년도(%)			전체누계(%)
	총 계	전년가지	당해년도	계획	실시	대 비	
계							
토 공							
배수공							
구조물공							

나. 세부내역

공 종	단위	설계량	보합	실시량			진도(%)		
				전일누계	금 일	누 계	금일실시	당해년도	전체누계
토공계									
착 기									
쌓 기									
배수공계									
가배수관									

(210mm×297mm 백상지 70g/㎡)

3. 인원현황

구 분	전일누계	금일투입	누계인원	비 고
철근공				
목공				
CONC공				
보통인부				
계				

4. 장비현황

장 비 명	전일누계	금일사용	누계사용	비 고
D/T				
BACK HOE				
DOZER				
CRANE				
계				

5. 주요자재명

종 명	규 격	설계량	반입량			사용량		잔 량
			전일누계	금 일	누 계	금일사용	누계사용	

6. 주요작업내용

금 일 작 업	명 일 작 업

(210mm×297mm 백상지 70g/㎡)

<그림 3-09> 기존의 공사일지

BIM 기반 공사일지는 세부공종에 해당하는 OBS내역서를 기반으로 공종별 수량을 연계하여 기존의 공사일지에서 당일 세부 작업 실시량과 진도율을 나타내는 ‘나. 세부내역’을 BIM 기반 일일공정관리에 적합하게 작성하는 것이 원칙이나 현장 여건에 맞추어 입력을 할 수도 있다.

공사일지를 웹 기반 관리가 가능한 시스템 구축하여 공종별 수량을 연계하면 체계적인 공정관리를 할 수 있다.

웹 기반의 공사일지에서는 BIM 객체 코드를 입력하여 일일 공사 현황에 대한 공정관리 BIM 모델을 활성화하여 직관적으로 확인될 수 있도록 작성된다.

BIM 객체 코드에 의해 연계된 일일 시공 수량으로 공정관리 BIM 모델에 입력된 공정 및 기성 정보가 연계되어 공정률이 자동으로 산출되며, 산출된 공정률을 기반으로 기성 신청금액을 계산한다.

이와 같이 BIM 객체 코드를 연계하여 BIM 기반의 기성 및 공정 관리하는 것이 원칙이나 BIM 기술 내재 여부에 따라 우리공사와 협의하여 부분적으로 수기 입력을 할 수도 있다.

2) 공사일지 작성안

수기로 작성 및 집계되었던 일일작업 정보를 웹 기반 관리가 가능한 시스템을 구축하여 일일작업 정보의 자동집계를 통해 기존방식 대비 인력투입을 감소하고 효율성을 향상시키는 것이 바람직하다.

웹 기반 시스템에서 공사 기간별 해당하는 공정관리 BIM 모델과 공종별 상세 공사 내역을 확인할 수 있도록 BIM 모델과 공정, 내역의 연계가 되어야 한다.

3.5 공사비관리

3.5.1 개요

시공단계 공사비관리 BIM 모델은 시공통합 BIM 모델 속성에서 수량정보를 산출 후 단위 공사비 BIM 정보 연계로 전 공정별 투입되는 비용 현황을 쉽게 파악하고, 단계별 예산계획을 수립하는 데 활용한다. 또한 3차원 시각화 정보와 함께 물량검토, 기성관리, 예산계획과 실제 투입 공사비에 대한 분석 및 유지관리 활용 등 공사 진도율에 따른 시공관리를 체계적이고 투명하게 관리하기 위해 활용한다.

BIM 기반 기성관리는 객체 단위 기성금 산출, 지급을 말하여 기성금은 공종(객체) 단위로 신청하고 공사비관리 BIM 모델에서 해당 객체를 직접 선택하는 방식으로 기성금을 간단히 산출할 수 있어야 한다. 또한 필요시 실시공정률 기반으로 실시금액으로도 기성금 산출, 신청이 가능하도록 구성하여 객체 단위 기성산출에서 단위객체의 공기 및 금액이 매우 큰 경우 공사대금 지연 문제점을 사전에 해소하여야 한다.

3.5.2 수량산출 및 확인

시공자는 우리공사의 「고속도로 BIM 데이터 작성 기준(BIM 기반 수량산출기준), 2020」에 따라 수량산출을 한다.

BIM 객체로 수량산출이 불가한 항목은, 우리공사(건설사업관리기술인)와 시공자 협의로 결정한다.

시공자는 실시설계성과물을 검토하여 수량산출 이상 유무를 확인하고, 설계변경 시 우리공사(건설사업관리기술인)와 협의로 결정한다.

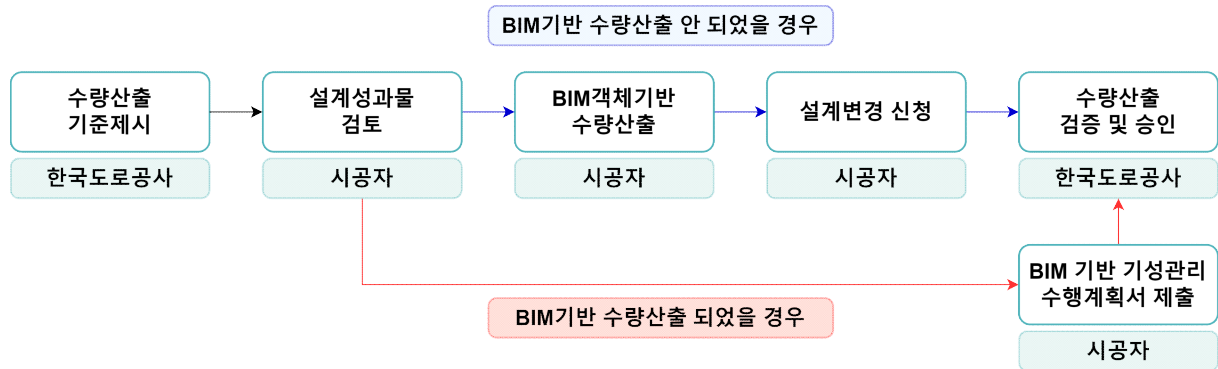
시공자는 우리공사(건설사업관리기술인)와 협의로 수량산출 기준변경 시 공동도급사 및 협력업체에 통보해야 한다.

우리공사(건설사업관리기술인)와 시공자가 협의 후, BIM 기반 수량 산출서는 기성관리 및 진도관리 서류로 활용할 수 있다.

제작된 BIM 모델에 대하여 공종별 적산 특징에 따라 물량을 산출함으로써 도면에 표현되지 않은 공종과 시공단계에서 필요한 물량산출이 가능하도록 한다.

BIM을 활용하여 물량을 산출하기 위해서는 각각의 객체에 속성정보를 부여한 후 이 정보를 체적, 면적, 길이 등으로 구분하여 필요한 공종의 물량정보로 산출한다.

BIM 모델 저작도구마다 객체 정보를 정의하거나 속성정보를 작성하는 방식에서 차이가 있지만 모델제작을 통하여 생성된 객체에 필요한 속성정보가 부여되어 물량이 산출되는 개념은 동일하다.



<그림 3-10> BIM 기반 수량 확인 및 변경 절차(예시)

3.5.3 기성관리

1) 기성관리 활용

시공자는 우리공사의 「고속도로 BIM 데이터 작성 기준(BIM 기반 수량산출기준), 2020」, 「BIM기반 고속도로 건설공사 공정 및 기성관리 실무매뉴얼(2021.12)」을 참고하여 BIM 기성관리 수행계획서를 작성, 우리공사(건설사업관리기술인)의 승인 후 기성관리 정보를 관리한다.

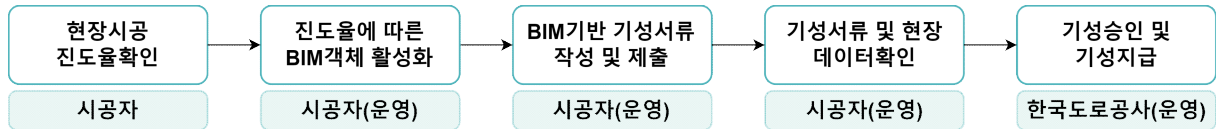
기성관리 주체는 발주방식, 사업규모, 계약체계, 공사 특성 등을 고려하여 우리공사(건설사업관리기술인)와 시공자가 협의로 결정한다.

시공자는 기성을 효율적으로 관리할 수 있는 BIM 기반 기성계획을 수립하고, 기성지급 방법 및 활용 프로그램을 우리공사(건설사업관리기술인)의 승인 후 관리 한다.

기성관리의 특수성을 고려하여 BIM 및 기성관리에 대한 업무 수행 경험이 있는 인력을 배치하여 효율적 기성관리를 수행해야 한다.

BIM기반 기성관리 시 기성진도율은 해당 협력업체와 공유하여 기성관리에 활용하는 것을 권장하되 협력업체의 역량에 따라 사전 적용여부를 결정하도록 한다.

BIM 기반 기성관리 시 기성내역서, 수량산출서, 현황도 등은 시공성과물로 대체 할 수 있다.



<그림 3-11> 시공단계 BIM 기성관리 절차(예시)

2) 5D 시물레이션(공사비 시물레이션)

BIM기반 5D 시물레이션은 시공통합 BIM 모델과 단위 공사비 BIM 정보를 연계하여 5D [x, y, z, c(비용)] BIM 모델을 구축하고 건설 비용관리 과정을 시물레이션할 수 있다. 이를 통해 시공단계별 세부 예산의 기성계획에 대한 시각적 비용검토가 가능하다.

3) BIM기반 기성 내역서

BIM기반 기성내역서는 제작된 BIM 객체의 공종에 수량, 단가를 연계하여 작성하며, 3D 객체에 대한 정보의 연동을 통해 객체 변환 시 수량, 공사비, 일정에 대한 정보가 연계되어 자동 변환되도록 작성한다.

BIM 기반 기성물량 및 기성금액 산출은 효율적이고 투명한 관리를 위해 BIM 모델의 최소 객체단위로 산정한다.

BIM 모델의 최소 객체단위로 기성금액을 신청할 경우 공사가 진행 중인 객체에 대하여는 기성금 신청이 불가한 단점은 있으나 신속하고 효율적인 공사관리가 가능하다.

일일공정과 내역서 연계를 통하여 작업물량과 금액이 자동으로 누적 관리되며 기성금액은 객체단위로 공사가 완료된 물량으로 신청하되 객체를 대표하는 대표공종 혹은 공사비관리 BIM 모델을 활용하여 간단히 산정할 수 있다.

단, 공사비관리 BIM 모델에서 하나의 객체가 규모가 크거나 공사기간이 장기간 소요되어 시공 완료 전 공사 중인 객체에 대하여 기성 신청이 필요할 경우 세부내역 실 공사금액으로 신청한다.

3.6 시공관리

3.6.1 개요

시공단계에서 시공관리 BIM 모델은 기존에 제작된 BIM 모델을 실제 시공관리 어떻게 적절히 활용할 것인가에 초점을 맞추어 제작한다. BIM기반 시공관리는 최종결과물만 작성하여 납품하는 것이 아니라 착공에서 준공까지 이루어지는 실무에 시공관리 BIM 모델을 활용하는 데 목적이 있으며, 이를 통해 기존 업무수행 방식의 개선 및 효율성을 증대할 수 있다.

상세 수행 계획은 BIM 수행계획서로 작성하며, 그 내용은 본 적용지침 “1.2.3 BIM 수행계획서 작성” 내용을 준수하여 시공자가 작성한다. 특히 시공 BIM 모델은 단계별, 공종별 정보모델 제공 필요시기와 제공 형태, 각 정보모델 작업 담당 및 승인·책임에 대한 세밀한 계획을 수립하여 관리하도록 한다.

3.6.2 간섭 및 설계오류 확인

우리공사로부터 설계 BIM 모델의 인수 이후 간섭 및 설계오류 사항 발견 시 원인별 수정 및 반영 주체를 결정하여 수행한다.

- 설계자: 원설계에 대한 간섭, 오류 및 민원으로 인한 수정
- 시공자: 상세, 공법, VE 등 시공개선 활동으로 인한 수정

간섭 및 오류는 물리적 요인과 논리적 요인으로 구분한다.

- 물리적: 공종별 부재 간 중첩, 포함, 충돌 등
- 논리적: 지침, 기준, 법규 등의 부합 여부 및 시공 가능 여부

간섭 및 오류에 대한 검증은 건설기술인에 의한 직접검토와 소프트웨어를 활용한 자동검토 두 가지 방법을 여건에 맞게 활용한다.

- 직접검토: 모든 검토의 기본, 담당자에 의해 시각적 검토 수행
- 자동검토: 간섭과 오류에 대한 규칙을 정의하여 소프트웨어가 자동으로 해당 부위를 검토

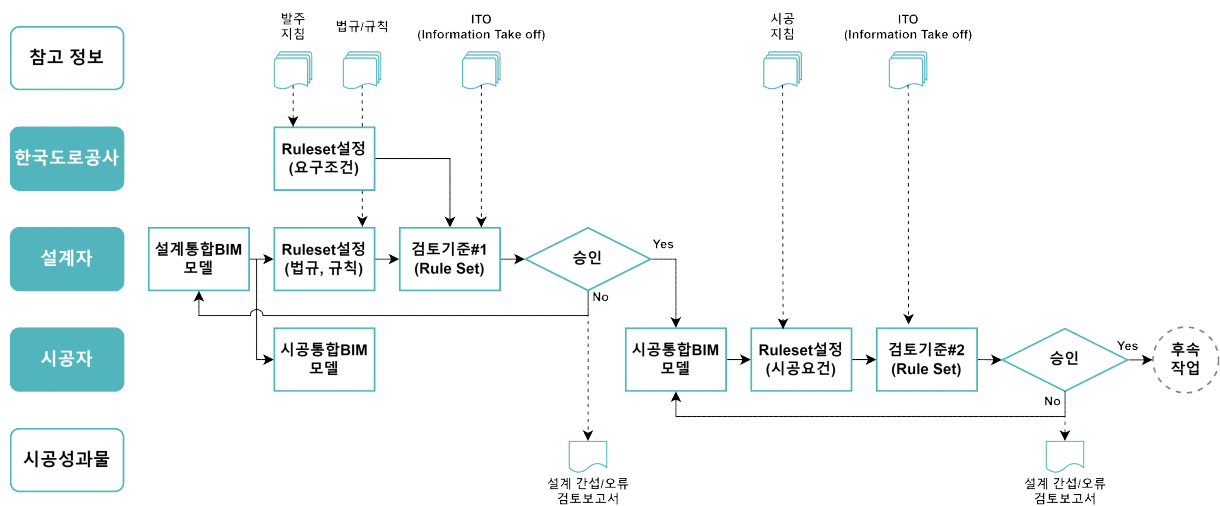
직접 검토 시 가능한 관련된 모든 공종이 함께 종합적인 검토가 이루어지도록 하며 특별히, 구조물의 내부를 검증할 때 가능한 1인칭 시점으로 실제 공간을 검측하듯 검토할 것을 권장한다. 1인칭 시점을 지원하지 않는 소프트웨어의 경우 별도 뷰어를 활용한다.

자동 검토의 경우 소프트웨어에 따라 물리적, 논리적 검토 가능 여부가 다르므로 목적에 맞도록 사용한다. 물리적 검토의 경우 최근 대부분의 소프트웨어에서 기능을 제공하므로 사용주체별로 편의에 따라 적용하여 검토한다. 논리적 검토의 경우 전문 소프트웨어를 사용하되 검토기준이 되는 명령어에 대한 세팅을 사전 검증하고 적용한다.

가설, 장비 또는 공법적용 등에 따른 간섭 및 오류검토는 모든 조직이 수시 수행하도록 하고, 시공자가 주체가 되어 정기적인 회의(주간/월간 등)를 통해 이를 공유하도록 한다.

설계변경 및 오류에 대한 기록과 이를 시공통합 BIM 모델에 반영했는지에 대한 기록관리를 우리공사, 설계자 그리고 시공자 간 상호 공유 하도록 한다.

검토내용은 BIM 모델, 뷰어 파일, 동영상 등을 활용하여 공유하는 방법을 마련하고, 가능한 한 현장에서 직접 확인 및 협의할 수 있도록 방법을 마련한다.



<그림 3-12> 간섭 및 오류 자동검토 업무 순서(예시)

3.6.3 장비배치 및 운영계획

1) 장비배치, 차량동선 및 양중

시공자는 착공초기 차량 진입동선, 회전반경 등을 활용한 게이트, 세륜기, 가설도로, 가설램프 등의 적정성 검토를 통해 인허가, 발주자협의, 공통가설 발주 등에 활용할 수 있다. 타워크레인, 호이스트, 안전통로, 낙하방지망, 동바리, 철골벤트, 시스템비계, 현장사무실 등의 배치 검토를 통해 시공계획에 활용할 수 있다. 또한 이를 통해 적정 장비스펙, 가설 물량 등을 결정하는 데 활용할 수 있다.

배치검토 시 동적인 장비의 경우 가능하면 장비의 동선 반경을 실제 검토할 수 있는 소프트웨어를 활용한다. 예를 들어, 차량 회전 반경의 경우 소프트웨어를 활용하여 실제 차량의 회전반경을 반영하여 진입도로, 게이트 및 세륜기 위치 등을 계획하는 데 활용한다.

장비 배치 시 구조물과의 간섭 여부와 함께 적정 위치인지 BIM 모델을 활용하여 검토한다. 해당 장비 스펙기준에 따른 양중 범위, 거리 및 각도에 따른 양중 무게 및 간섭 여부 등을 안전 담당자와 함께 검토한다.

장비배치, 차량동선 및 양중 계획은 전문시공업체와 계약, 협의, 작업지시, 실적보고 등에 활용한다.

장비 및 가설 라이브러리는 소프트웨어가 제공하는 기본 라이브러리가 실제 스펙을 반영할 수 있다면 직접 활용 가능하나 그렇지 않을 경우 장비, 가설 전문업체에서 실제 스펙에 맞춘 라이브러리를 제작하여 납품하는 것을 기본으로 하며, 상황에 따라서 시공자가 제작하여 활용할 수 있다.

장비 라이브러리 제작 시 실제 사이즈, 작업 반경(예: 크레인 붐대 회전각, 펼침길이, 아우트리거 등), 이동 동선 등을 표현할 수 있도록 제작한다. 그렇지 못할 경우 별도 응용하여 검토할 방법을 마련한다.

3.6.4 공법계획

시공공법의 종류는 분야별로 다양하나 그중에서 BIM으로 검토할 수 있는 것은 작업순서에 따른 자재의 설치 또는 해체 등으로 이루어지는 공법이 대상이 될 수 있다. 예를 들어 터널 시공의 쉴드 TBM공법, 교량공사의 FCM공법 등이 공법일 경우 검토 대상이 될 수 있다. 그러나 화학반응, 역학성능 등의 기술이 필요한 공법의 경우에는 해당이 되지 않으나 특별한 경우에 한 해 전문 분석 소프트웨어를 활용하여 분석할 수 있다. 예를 들어 배수 유입 및 통수 성능 분석, 기류분석, 일조분석 등의 경우 별도의 전문 분석 시스템을 활용할 수 있다.

공법검토는 전문업체 발주를 위한 현장설명회 시 BIM기반 구현 여부, 범위 및 방법 등에 대한 기준을 사전 제시하고, 공사계획 제출 시 이에 대한 결과물을 함께 받도록 한다.

공정순서에 연관된 공법의 경우 시공자의 주도하에 각 협력업체와 함께 전체 공정계획과 공법에 대한 검토 자료를 작성한다.

전문해석이 요구되는 공법의 경우 전문업체가 단독 수행할 수 있으나 시공자가 이에 대한 결과물을 취합·관리한다.

공사계획 보고 시, 공사 작업 지시, 진도관리 자료 작성 시 활용하며 해당 공법계획에 대한 자료는 해당 공법 설명에 가장 적합하다 판단되는 다양한 방법을 활용하여 작성할 수 있으며, 작성된 자료는 시공계획서에 첨부하여 활용한다.

3.6.5 검측

BIM기반 검측의 대상은 위치, 규격, 형태 등의 물리적인 형상과 위치 위주의 검측을 대상으로 한다.

검측은 시공자가 건설사업관리기술인에게 사전 검측에 사용될 장비, 인력에 대한 인증을 받은 후 검측에 활용한다.

전문업체는 검측에 활용되는 장비에 대한 검증자료와 이를 운영하는 전문인력의 공식 자격 또는 가늠할 수 있는 경력 등의 자료를 제출한다.

검측정보의 오류가 발생할 경우 이에 대한 책임은 시공자가 지게 되므로 사전에 검측 정보를 위한 도근점(CP, Control Point)과 파일 취합에 대한 검증을 관리한다.

대공간, 높은 옹벽, 장경간 구조, 터널, 터파기 등의 시공 시 정밀측량장비(LiDAR, 드론, 로봇 등)를 활용하여 검측 데이터 구축 기준에 따라 시공 중 모니터링과 완료 후 검측에 활용할 수 있다.

건설사업관리기술인은 검측에 사용된 장비 및 방법에 따라 검측된 정보의 사전 적용 여부를 합의했다면 그 결과에 대한 신뢰를 인정해주어야 한다. 다만, 검측 방법과 검측 당시의 상황을 고려하여 작업자의 오류에 의한 오류가 발생하지 않도록 검측을 진행한다.

3.6.6 자재운송

주요 핵심 자재에 대해 자재운송 계획을 반영하도록 하고, 현장 내 운송장비에 의한 이동과 양중 장비에 의한 양중에 대한 검토가 이루어지도록 한다. 현장 내 운송 시 BIM 모델을 활용하여 장비 이동, 회전과 자재 야적공간 검토가 이루어져야 하며, 양중 시 작업반경, 양중 허용 무게, 양중 시간, 양중 일정 등을 검토하는 데 활용할 수 있다.

자재운송 검토는 시공자의 주도하에 관련 업체가 참석하여 BIM 기반으로 검토가 이루어지도록 하며, 검토는 일정 주기로 계획을 수립하고, 필요시 수시 협의가 이루어질 수 있도록 한다.

검토 대상이 되는 자재는 패키지 단위의 자재를 중심으로 관리하며, 시공통합 BIM 모델, 공정 정보와 연계하여 실제 자재운송 관리를 수행한다.

필요시 주요 자재에 한해 실시간 물류관리시스템과 연동하고자 할 때는 각 패키지 자재마다 바코드, QR코드, RFID, Zigbee 등을 선택해 단계별(발주, 출고, 운송, 입고, 설치)에 대한 정보를 실시간으로 읽어 들일 수 있도록 각 담당자가 관리한다. 단계별로 읽어 들인 자재정보는 BIM 모델과 연동되어 실시간으로 그 상태와 위치의 파악이 가능한 시스템을 구축할 수 있다.

작업분류체계(WBS), 비용분류체계(CBS)를 기반으로 관리 코드 기준을 협력업체와 협의하여 패키지 단위로 관리하도록 하며, 모듈러, 철골, PC, 교량 거더박스 등과 같이 개별 관리가 가능하거나 패키지 단위 관리가 가능한 자재에 한해 실시간 관리 대상으로 한다.

3.7 안전관리

3.7.1 개요

무재해 준공을 이루기 위해 설계, 시공과 함께 안전에 대한 검토가 다양한 부분에 적극적으로 활용하도록 한다.

안전담당은 전체 안전관리계획 수립 시 BIM기반 안전시설물 계획, 공사작업자 동선 및 대피 동선 등 가능한 모든 부분에 사전검토와 시뮬레이션을 통해 안전위해요소를 제거하기 위한 활동을 적극적으로 수행하도록 하며, 이에 대한 업무지원은 전 직원이 함께 협업한다.

안전담당자의 안전관리계획을 기반으로 각 시공담당은 시공계획 수립 시 반영해야 하며, 월간/주간 등 정기 시공계획 보고 시 함께 검토 및 보고가 이루어지도록 한다.

안전시설물 관련 사전검토는 시공통합 BIM 모델과 공정정보를 활용하여 검토하며, 안전시설계획 또는 관련 검토 자료는 모든 현장의 사람들이 공유하기 쉽도록 영상, 모바일기기용 뷰어, 이미지, 키오스크(Kiosk) 활용 등 현장 여건에 맞추어 다양하게 제공할 수 있도록 한다.

스마트 안전고리, 위험지역 접근 센서 알람, 유해가스 검측 센서, 바디캠, 이동형 CCTV, 이상행동 감지 카메라 등 현장 여건에 맞게 적극적으로 활용하여 안전관리를 수행하도록 한다.

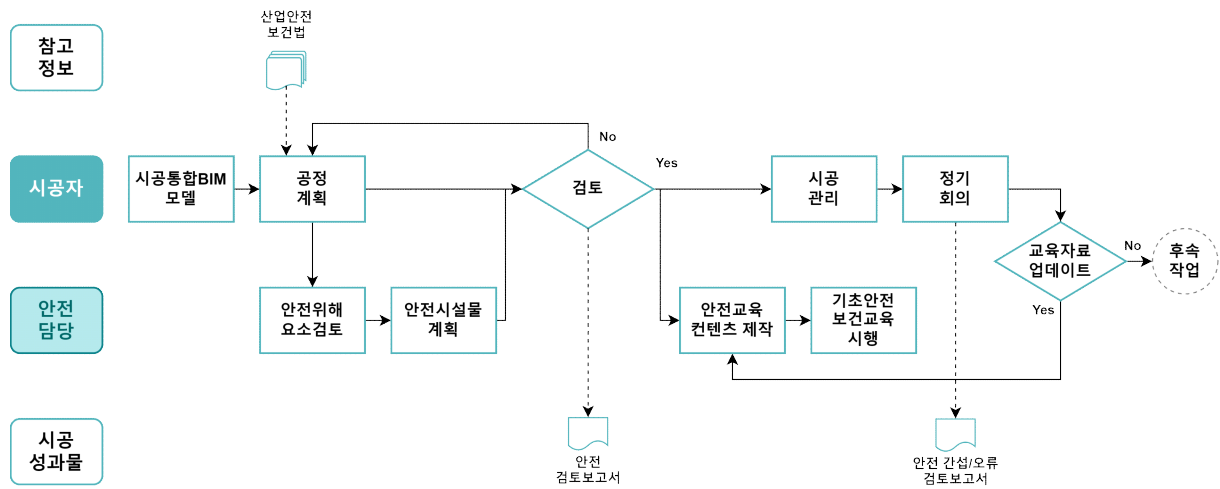
3.7.2 안전교육

시공자는 현장을 출입하는 공사작업자를 위해 시행하는 기초 안전 보건 교육에 교육 콘텐츠로 BIM을 활용한 적극적이고 실질적인 안전교육이 이루어지도록 한다.

모든 공사작업자는 기초안전보건교육에 적극적인 협조가 이루어지도록 하여야 한다.

현장 안전교육 콘텐츠 제작은 시공자가 제작하고 안전 담당자가 운영하도록 한다. BIM 모델을 활용한 실제와 유사한 공간구현에 안전위해 요소(고소작업 구간, 낙하물 위험구간, 장비 이동 구간, 협착 위험작업, 화재발화 위험작업, 유독가스 발생위험 구역 등)에 대한 경각심을 일으킬 수 있도록 교육자료를 작성한다.

교육자료는 BIM 자료를 활용하여 이미지, 영상, VR 등 다양한 방법으로 가능한 참여와 체험형의 콘텐츠로 제작하도록 한다.



<그림 3-13> 안전관리 및 교육 업무(예시)

3.8 스마트건설 기술 연계 및 적용

3.8.1 개요

스마트건설기술을 활용하여 건설 생산성을 높이는 방법은 로봇에 의한 사전제작 시스템 자동화, 스마트 현장관리 시스템을 이용한 현장의 시공관리, AR/VR/MR과 같은 가상 건설 시스템을 이용한 시공 중 관리, 드론과 같은 기기를 이용한 시공 중·후 현장관리, 레이저 스캐너, 라이더와 같은 측량기기를 이용한 시공 후 품질관리, 하자관리 등 다양한 분야에서 활용될 수 있다.

1) 설계단계

- Lidar, Camera 등을 활용한 건설 현장 정보 수집
- Big Data 활용 시설물 배치 계획
- VR기반 대안 검토
- BIM기반 설계 자동화

2) 시공단계

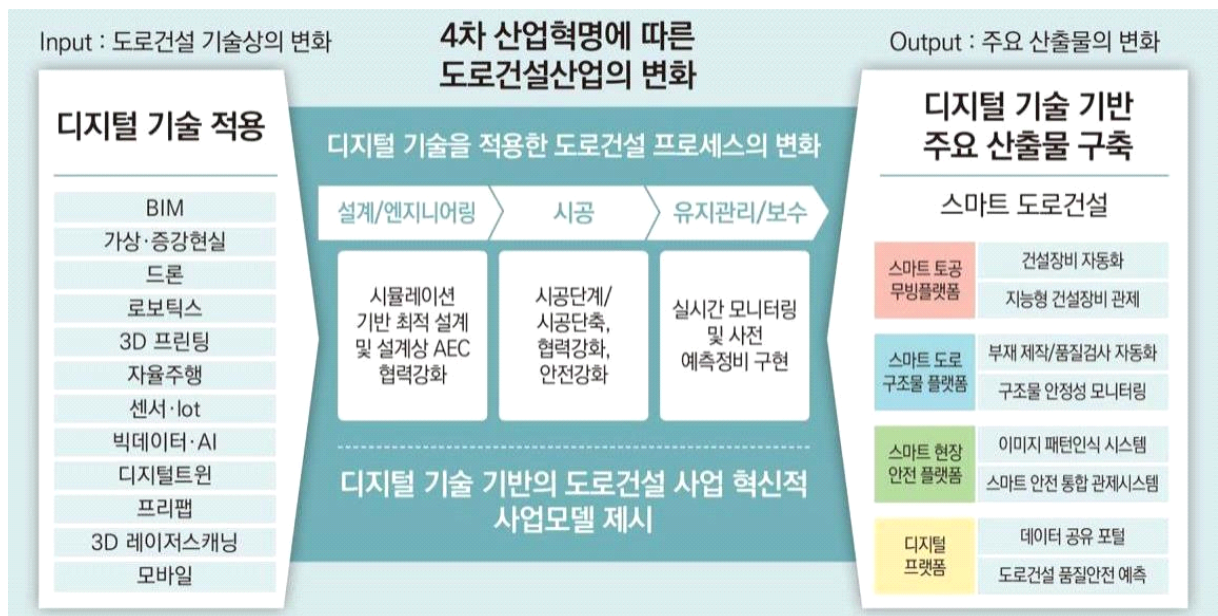
- Drone을 활용한 현장 모니터링
- IoT기반 현장 공사작업자 안전관리
- 스마트 건설장비 자동화 & 로봇 시공
- 3D 프린터를 활용한 급속 시공

3) 유지관리 단계

- IoT 센서를 활용한 예방적 유지관리
- Drone을 활용한 시설물 모니터링
- AR기반 시설물 운영

- ① BIM: BIM 모델을 이용한 구조해석 수행 S/W, BIM 기반의 시공 시뮬레이션 및 공정/공사비 관리 S/W 등 다양한 방법으로 활용
- ② Drone: Drone에 Lidar, Camera 등 각종 장비를 탑재하여 건설현장의 지형 및 장비 위치 등을 빠르고 정확하게 수집하는 기술로 활용
- ③ VR/AR: 건설 현장의 위험을 인지할 수 있도록 VR/AR기술을 통한 건설사고의 위험을 시각화한 안전교육 프로그램에 활용, 시공 전/후 건설 현장을 VR을 통해 현실감 있는 정보제공 가능

- ④ 빅데이터 및 인공지능: 건설현장에서 수집 가능한 다양한 정보를 축적하여 축적된 정보를 AI 분석을 통해 다른 건설현장의 위험도 및 시공기간 등을 예측하는 기술로 활용
- ⑤ 3D 스캐닝: 레이저 스캐너를 이용하여 건설 현장을 보다 정확하게 측량하고, 측량한 정보를 디지털화 하여 Digital Map을 구축하거나, 구조물 형상을 3D로 계측 및 관리
- ⑥ IoT: 건설장비, 의류, 드론 등에 센서를 삽입하여 건설현장에서 장비·공사 작업자의 충돌 위험에 대한 정보 제공 및 건설장비의 최적 이동 경로를 제공하는 데 활용
- ⑦ 디지털 트윈: 건설현장을(On Site) 직접 방문하지 않고 컴퓨터로 시공 현황을 3D로 시각화하여(Off-Site) 현실감 있는 정보를 제공하는 데 활용
- ⑧ Mobile기술: 건설현장의 다양한 정보를 수집·분석하여 위험 요소에 관한 정보를 공사작업자에게 실시간으로 제공하여 현장의 안전성을 향상하는 데 활용
- ⑨ Digital Map: 정밀한 전자지도 구축을 통해 측량오류를 최소화하여 재시공 및 작업지연을 방지할 수 있는 기술로 활용
- ⑩ 자율주행: 건설 장비의 지능형 자율 작업이 가능하게 함으로써 작업의 생산성 향상 및 작업시간 절감이 가능한 기술로 활용



<그림 3-14> 4차 산업혁명에 따른 스마트 건설기술의 적용

[출처: 스마트건설사업단, 2021]

3.8.2 Machine Control(MC)/ Machine Guidance(MG) 활용

건설 공사작업자의 고령화, 그레이더(Grader), 크롤러 크레인(Crawler Crane) 등과 같은 특수 건설 장비에 대한 숙련공 부족 등으로 인해 건설산업의 현장 여건은 예전에 비하여 좋지 않지만, 이러한 문제점들은 스마트 건설 장비를 활용하여 극복할 수 있다.

작업의 정확성, 효율, 안전성을 높이는 MC(Machine Control)/MG(Machine Guidance) 기술은 백호(Back-Hoe), 도저(Dozer) 등과 같은 굴착 장비, 롤러(Roller) 같은 다짐 장비 등의 현장 적용이 점점 확대되고 있으므로, 정보통신기술(ICT)과 인공지능을 결합한 시스템을 개발하여 현장에 적용할 수 있다.

또한, IoT기반 센서를 부착하여 장비의 작업 효율에 대한 분석, 연료 소모량, 부품 교체시기 분석 등에도 활용할 수 있다.

3.8.3 드론기반 토공사 진도관리

건설공사의 불확실성이 가장 큰 공종은 대규모 토공사로, 드론 기반 토공량을 측정하여 절·성토 토공량을 분석하여 공정계획의 수립·변경에 활용할 수 있다.

드론은 현장의 공사 진도 관리, 토공 유용 계획 수립, 민원 문제에 대한 시각적 협의도구로 활용할 수 있으며, 드론 촬영 데이터를 웹과 연계하여 활용하는 상용 플랫폼을 활용할 수 있다.

3.8.4 스마트 안전관리

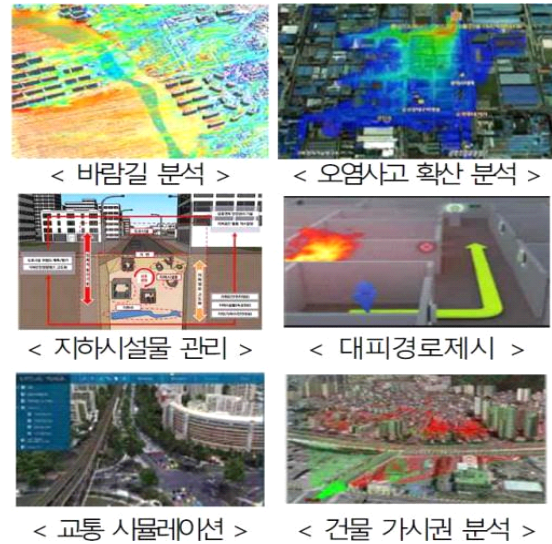
위치기반 BIM 정보가 연계된 BIM 모델을 활용하여 시공 중 현장의 안전관리 및 공사작업자의 안전관리에 활용될 수 있다.

공사작업자의 실시간 이동 동선 파악, 장비와 공사작업자의 협착, 가스누출, 폭염, 폭우에 대한 공사작업자 건강관리, 시공 중·후 축적된 BIM 정보를 활용한 최적 설계안 도출, 리스크 도출, 유지관리 등에 활용할 수 있다.

드론 등 무인기를 활용하여 공사현장의 상황과 인접구조물에 대한 정보를 정확하게 파악하여 BIM 모델로 구축할 수 있으며, 이를 활용하여 위험요소 파악 및 안전관리에 활용할 수 있다.

3.8.5 VR/AR/MR/XR을 활용한 현장 관리

가상현실(Virtual Reality), 증강현실(Augmented Reality), 혼합현실(Mixed Reality), 확장현실(eXtended Reality) 기술은 현장의 시공관리를 위해 활용될 수 있으며, 이렇게 BIM 모델과 현장의 겹침 기술을 활용하기 위해서는 좌표점을 일치시킨 후 사용한다.



<그림 3-15> BIM 모델을 활용한 디지털 트윈 활용(예시)

[출처: 국토교통부, 디지털뉴딜, 2020]

3.9 탈현장 시공의 활용

3.9.1 개요

탈현장 시공 BIM 모델은 미학적 디자인과 3차원 기술, 구조물 디지털 가설 등의 분야에서 활용할 수 있으며, 디지털 디자인과 로봇의 가공기술의 융합을 통한 건설 생산성 향상, 기존 공법의 혁신 등의 부분에 활용될 수 있다.

- ① 프리팹(Prefabrication): 건설 부재를 공장제작을 통해 생산하여 현장 작업을 최소화하고 공사기간을 단축하는 기술로 활용
- ② 로보틱스(Robotics): 사고 위험이 높은 환경에서 로봇을 통한 원격시공으로 안전 확보 및 공사기간 단축이 가능한 기술로 활용

3.9.2 프리팹 기술을 활용한 사전 제작

디지털 엔지니어링 기반의 BIM 정보는 제조업 기반의 부재 생산 공정에 활용되어 시스템 몰드 개발, 재료 이송 장비를 포함한 콘크리트 분배기, 표면 마감기, 자동 양생 시스템 구축 등에도 활용될 수 있다.

Lean Construction의 접근 방식에서 프리팹 시공을 접근하여 활용한다면, 건설 생산성의 향상, 노동력 절감 및 부품 수 감소에 의한 낮은 시공(조립)비용, 더 높은 품질과 지속 가능성 확보, 구성 요소의 개소 감소에 의한 유지관리 용이 등 건설 현장의 수많은 장점을 극대화할 수 있다.

이러한 프리팹 기술을 활용하기 위해서는 제작단계, 시공단계의 활용 BIM 정보에 대한 정의, 요구 속성정보, 요구 형상정보 등을 사전에 정의한다.



<그림 3-16> 콘크리트 프리팹 제작·시공 기술(예시)[출처: 스마트건설사업단, 2021]



<그림 3-17> BIM 정보 파이프라인 구축을 통한 현장 활용(예시)

[출처: 스마트건설사업단, 2021]

3.9.3 모듈러 기술을 활용한 사전 제작

모듈러 기술은 사전에 제작된 표준화된 모듈을 현장에서 조립하는 공법으로 재해, 사고 등으로 인한 구조물 손상에 빠른 복구가 가능한 공법이다.

모듈러 기술을 활용하면 가설교량, 가설벤트, 공사작업자 접근용 가시설 등과 같은 현장의 가설구조물에 활용할 수 있으며, 모듈러 교량 하부구조, 상부구조 등과 같은 영구 구조물에도 활용할 수 있다.

모듈러 기술은 공장에서 사전에 제작하고, 현장까지 운반하여 현장에서 조립하는 기술로 현장의 여건을 반영할 수 있는 지형과 같은 현장의 현황 정보와 조립 시 발생할 수 있는 현장의 조립 오차를 고려하여 각 구성 모듈에 대하여 BIM 제작 정보를 작성한다.

제4장

BIM기반 시공성과물 납품 및 품질검토 기준

4.1 BIM기반 시공성과물 납품기준

4.2 BIM기반 시공성과물 품질검토 기준

빈 페이지

제4장 BIM기반 시공성과물 납품 및 품질검토 기준

4.1 BIM기반 시공성과물 납품기준

4.1.1 일반사항

사업 완료단계에서 검토결과를 반영한 BIM기반 시공성과물(이하 시공성과물)은 「고속국도건설공사 전산설계도서 표준지침서」 및 「고속도로분야 BIM 정보체계 표준 지침서 v2.0」 등을 참조하여 납품한다.

다음 단계 활용을 위한 편의성을 확보하기 위하여 시공성과물 목록별 폴더 및 파일명 기준을 준수해야 한다.

[표 4-01] 시공성과물 제작 및 납품을 위한 적용 기준

시공성과물 제작 및 납품을 위한 적용 기준	비 고
고속국도건설공사 전산설계도서 표준지침서	한국도로공사(2011.11)
건설정보모델(BIM)을 위한 전산설계도서 표준가이드(유지관리)	한국도로공사(2013.11)
Ex-BIM 가이드라인	한국도로공사(2015.10)
전산설계도서 작성·납품 지침 (도로·하천분야)	국토교통부(2016.9)
국토교통부 도로분야 BIM 가이드라인	국토교통부(2016.12)
조달청 시설사업 BIM 적용 기본지침서	조달청(2016.3)
시공단계 Ex-BIM 매뉴얼	한국도로공사(2018.12)
고속도로BIM 데이터 작성기준(BIM기반 수량산출기준)	한국도로공사(2020.7)
고속도로 스마트설계지침	한국도로공사(2020.9)
BIM 기반 고속도로건설공사 공정 및 기성관리 실무매뉴얼	한국도로공사(2021.12)
건설산업 BIM 시행지침	국토교통부(2022.7)
고속도로분야 BIM 정보체계 표준 지침서 v2.0	한국도로공사(2022.08)
BIM기반 설계도면 표준	한국도로공사(2022.08)
BIM 성과품 품질검토 가이드라인(V1.0)	한국도로공사(2023.10)
고속도로 BIM 적용지침(설계자편)	한국도로공사(2023.10)
고속도로공사 BIM기반 시공상세도 작성지침	한국도로공사(예정)

4.1.2 시공성과물 제출원칙

1) 기본원칙

제출되는 시공성과물은 BIM 전면수행에 따라 산출된 성과물을 말하며, BIM 모델이 기본적으로 제출되고 이로부터 추출 및 가공된 시공성과물 파일을 제출해야 한다.

BIM 모델은 원본 BIM 모델 파일과 함께 우리공사의 요구사항이 있는 경우 IFC 형식으로 변환하여 함께 제출한다. 기본도면은 반드시 BIM 모델 또는 데이터베이스(D/B)로부터 추출하여 3D PDF로 제출할 수 있다. 또한, 보조도면도 기본도면과 함께 별도로 PDF로 제출하는 것을 원칙으로 한다.

시공성과물은 필수 시공성과물과 선택 시공성과물로 구분한다. 필수 시공성과물은 건설사업의 모든 BIM 사업수행 시 필수로 납품되어야 하는 성과물이고, 선택 시공성과물은 건설사업 수행 중에 발생하는 필수 시공성과물 이외의 모든 시공성과물이 해당한다.

선택 시공성과물은 사업의 종류, BIM 적용 범위, 활용목적에 의하여 변하기 때문에 우리공사가 프로젝트 발주 이전에 결정하여 입찰안내서에 반영하여야 하며, 시공자 선정 후에 우리공사와 시공자의 협의를 통해 시공성과물을 결정하며 이를 BIM 수행계획서에 명시하고 납품한다.

시공 중 시공성과물 납품 시기는 프로젝트 마일스톤에 따라 결정할 수 있으며, 프로젝트 전체 기간을 고려하여 특정기간(예: 3개월마다 제출)을 지정할 수 있다. 시공성과물 납품 시기는 우리공사와 시공자의 협의를 통해 결정하며, 이를 BIM 수행계획서에 명시한 후 준수하여야 한다. As-Built BIM 모델의 경우 일반적으로 준공 6개월 전에 초안 제출을 시작으로 준공 후 3개월 이내 최종 BIM 모델을 제출한다.

2) 시공성과물 분류체계 및 폴더체계

시공성과물의 분류체계, 폴더체계 및 파일명체계 구성기준은 우리공사의 「고속도로분야 BIM 정보체계 표준 지침서 v2.0」를 따른다.

2D 설계도서의 분류체계는 「고속국도건설공사 전산설계도서 표준지침서」를 적용하며 BIM 이외의 2D 시공성과물은 이 체계를 준용한다.

시공성과물의 폴더체계는 「고속국도건설공사 전산설계도서 표준지침서」의 2D 폴더체계와 연계하여 도입한다.

4.1.3 시공성과물의 대상 및 포맷

1) 필수 시공성과물

프로젝트 성과 검증을 위해 필수로 제출되어야 하는 시공성과물 목록을 의미하며, 관련 보고서, BIM 모델 파일 등이 포함된다. 납품 시 파일 형식은 아래의 예시를 참고하여 우리공사와 상의하여 결정하며 이를 BIM 수행계획서에 명시한다.

관련 보고서의 예시로는 BIM 수행계획서, BIM 결과보고서 등이 있으며, 우리공사가 입찰안내서 등에 명시한 경우, 간섭검토 보고서, 수량산출 보고서 등이 추가로 요구될 수 있다.

BIM 모델 파일의 경우, 도면정보를 포함하고 있는 원본파일이 이에 해당되며, 우리공사가 입찰안내서 등에 명시한 경우, IFC 파일 등이 추가로 요구될 수 있다. 중립 포맷(IFC, LandXML 등)은 현재 건설산업 전반의 모든 정보를 반영하지 못하고 호환용으로 사용되는 파일로 원본 파일을 우선 사용하며, 향후 업그레이드되는 중립 포맷 버전을 반영하여 사용한다.

공정 및 공사비관리를 위한 BIM 프로그램 사용 시 원본파일을 제출하며, 우리공사가 입찰안내서 등에 명시한 경우 별도의 서류파일 형식(PDF, HWP, MS Office) 또는 동영상 파일을 제출한다.

[표 4-02] 필수 시공성과물 목록(예시)[보고서]

구분	종류	시공성과물명	포맷	비고
필수 시공성과물	보고서	BIM 수행계획서	서류파일 형식(PDF, HWP, MS Office)	
		BIM 결과보고서	서류파일 형식(PDF, HWP, MS Office)	
		간섭검토 보고서	서류파일 형식(PDF, HWP, MS Office)	
		수량산출 보고서	서류파일 형식(PDF, HWP, MS Office)	
		...	...	...

[표 4-03] 필수 시공성과물 목록(예시)[BIM 모델]

구분	종류	시공성과물명	포맷	비고
필수 시공성과물	BIM 모델	원본파일 및 시공통합BIM 모델	원본파일/ 중립포맷	
		라이브러리	원본파일/ 중립포맷	
		4D, 5D BIM 모델	원본파일 / 동영상 파일	
		...	...	...
	도면	2D 도면	CAD원본 파일/PDF	기본도면

공정시물레이션의 경우, 계획공정과 실제 공정을 비교 및 공사비, 장비 계획을 검토할 수 있는 수준의 BIM 정보를 납품한다.

수량산출 및 도면의 경우 BIM 모델에서 자동으로 추출하는 방식으로 BIM 3D 객체의 수정 시 수량 및 도면이 연동 변경되는 것을 원칙으로 하되 사용되는 저작도구 기능 등에 따라 다르게 적용할 수 있다.

2) 선택 시공성과물

선택 시공성과물의 경우, 건설사업 수행 중에 발생하는 필수 시공성과물 이외의 모든 시공성과물이 이에 해당된다. 선택 시공성과물이 필요한 경우 동영상, CG(Computer Graphics) 이미지, 3D 프린팅 모델(Mock-up), 3D 스캐닝 정보, COBie 정보 등을 추가로 제출할 수 있다.

선택 시공성과물은 사업의 종류, BIM 적용 범위 활용목적에 따라 우리공사와 시공자가 협의로 결정하며 BIM 수행계획서에 명시하고 수행한다.

선택 시공성과물의 목록 예시는 다음과 같으며 추후 BIM 사업증대 및 활성화에 따라 변경 및 추가될 수 있다.

[표 4-04] 선택 시공성과물 목록(예시)

구분	시공성과물명	포맷	비고
선택 시공성과물	각종 시뮬레이션 및 VR	원본 및 동영상 파일	
	품질검증 Check list	서류파일 형식 (PDF, HWP, MS Office)	
	GIS Data	SHP	
	동영상	동영상 파일	
	CG 이미지	이미지 파일	
	3D 프린팅 모델	-	
	3D 스캐닝 데이터	포인트 클라우드 (e57, las, pts, xyz rcs 등)	
	COBie 데이터	스프레드시트 / XML 등	
	...	...	...

일부 시뮬레이션 시공성과물의 경우 현재 국내 기준에 적합한 해석 및 시뮬레이션 소프트웨어가 마련되지 않았기 때문에 추후 개발 시 본 적용지침에 반영한다. 필요한 경우 우리공사와 시공자가 협의하여 BIM 수행계획서 내 납품에 관련된 사항을 명시하고 납품한다.

GIS 시공성과물은 BIM 사업수행 완료 후 도로선형, 하천선형, 관망, 단지 등을 차선 수, 차도 및 하천 폭, 관경 등의 포함된 BIM 정보로 변환하여 납품하고, 추후 근접한 타 BIM 사업의 현황 정보로 활용될 수 있도록 한다.

4.1.4 시공성과물의 납품기준

1) 시공성과물의 납품 절차

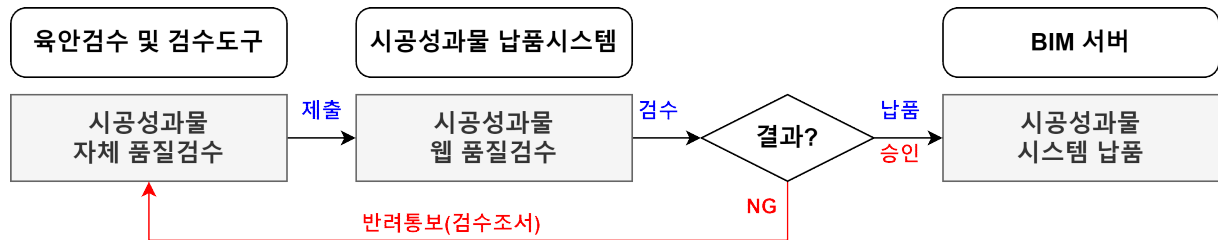
시공성과물은 원칙적으로 온라인으로 납품하고, 시공성과물을 제출하기 위해서는 사업정보, 시설물 정보의 인덱싱 등을 구축하여 시스템에 등록할 수 있는 요건을 갖춰야 한다.

시공성과물을 납품하기 전에 시공자는 자체적으로 품질검수를 수행한다. 성과물 납품지원도구가 보급되기 이전에는 ‘4.2.4 BIM 성과물 품질검토 세부기준’의 품질검토 체크리스트와 육안검수로 대신한다.

자체적인 품질검수가 완료되면 우리공사의 성과물 웹 납품시스템을 통해 임시저장소에 등록 후 검수 요청을 한다.

성과물 검수 요청이 접수되면 웹 납품시스템을 통해 품질검수를 수행한 후 문제가 없는 경우 납품을 승인하고 BIM 서버에 등록한다. 품질에 문제가 있는 경우는 시공자에게 검수조서와 함께 반려하여 보완을 요청한다.

시공성과물 웹 납품시스템이 보급되기 이전에는 본 적용지침에 따라 품질을 관리하고, 시공성과물은 휴대용 저장매체(USB 등)에 저장하여 오프라인으로 제출한다.



<그림 4-01> 시공성과물 납품절차

(1) 사전품질검토 및 제출

시공자는 시공성과물을 납품하기 전에 품질검토를 수행하고, 품질검토가 완료된 시공성과물을 BIM 결과보고서와 함께 우리공사(건설사업 관리기술인)에게 제출한다.

(2) 품질검토 및 보완 지시

우리공사(건설사업관리기술인)는 시공성과물에 대한 품질검토를 수행하고, 품질검수는 우리공사의 「BIM검수매뉴얼(2023년 예정)」에 따른다. 품질검토 결과에 따라 시공자에게 수정 및 보완을 지시할 수 있다.

(3) 보완 및 승인

우리공사(건설사업관리기술인)로부터 시공성과물에 대한 수정 및 보완 지시가 있는 경우 그에 따르고 보완 완료된 시공성과물에 대해 우리공사(건설사업관리기술인)의 승인을 받아야 한다.

(4) 납품

우리공사(건설사업관리기술인)로부터 시공성과물에 대한 품질검토 승인을 받아 납품을 완료한다.

2) BIM 시공성과물 제출 조건

(1) 바이러스 점검

시공성과물 파일은 각종 바이러스에 감염되지 않은 상태로 제출한다.

(2) 불필요한 정보의 제거 및 파일 크기의 최소화

시공성과물 파일을 되도록 불필요한 정보를 제거하거나 필수 정보 손실이 발생하지 않도록 최적화함으로써 파일 크기를 최소화하여 제출한다.

시공자는 우리공사의 원활한 BIM 모델 활용을 위해 각 BIM 모델 파일을 공간별, 시설별, 층별, 구역별, 항목별로 구분하여 제출하며, 각 파일 최대 크기는 우리공사와 시공자의 협의로 결정하여 BIM 수행계획서에 명시하고 수행한다.

(3) 연결된 파일의 제출(시공성과물의 구성)

시공성과물 파일 간 서로 연결되었으면 파일을 확인할 수 있도록 필요한 관련 해당 파일(연결된 모든 파일)을 포함하여 제출한다.

(4) 압축사항

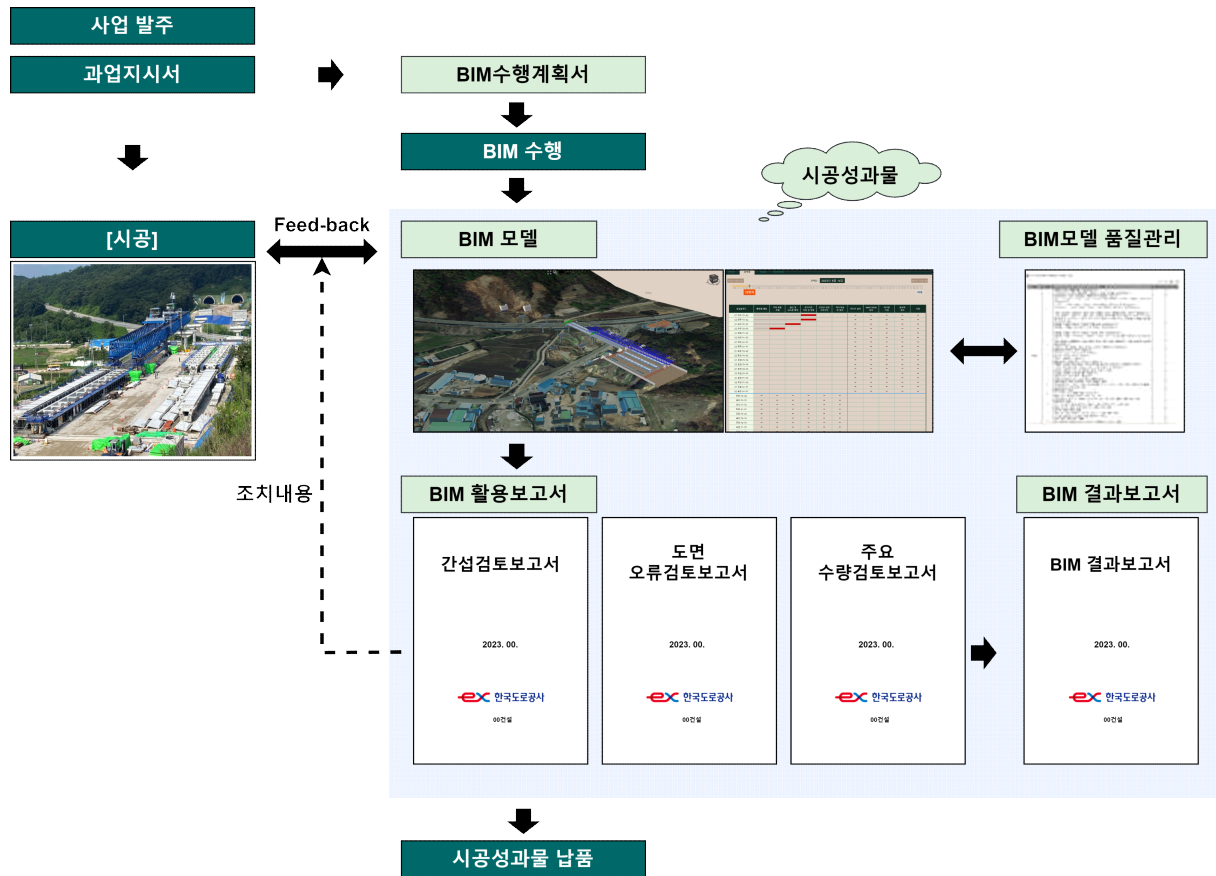
원본 파일은 압축하지 않고 IFC 파일의 경우 압축하여 관리함을 원칙으로 한다. 납품 파일의 압축이 필요한 경우 압축파일 형식은 우리공사와 시공자의 협의로 결정하여 BIM 수행계획서에 명시하고 수행한다.

4.1.5 시공성과물의 작성절차

우리공사는 BIM 요구사항을 발주문서에 반영해야 하며, 시공자는 도로건설 절차에 따라 BIM을 수행하고 결과물을 시공성과물로 제출한다.

시공단계에서는 BIM기반 실시설계성과물을 활용하여 설계검토, 설계변경을 수행할 수 있으며, 공정관리, 안전관리 등 지속적인 공사관리 계획을 수립하기 위하여 시공성과물을 주기적으로 업데이트하고 관리한다.

도로 시설물 또는 공종별 BIM 모델 제작 방법은 본 적용지침의 “제2장 시공 BIM 모델 제작기준”을 참고한다.



<그림 4-02> 시공성과물의 구성 및 작성 절차

4.1.6 BIM 활용보고서 작성

1) 개요

BIM 활용보고서는 BIM 활용 결과를 작성한 보고서로써, 설계성과물 검토, 설계변경 등 시공단계에서 수행할 수 있는 간접검토, 도면오류검토, 주요 수량검토 등 BIM 수행 내용을 작성한 관련 보고서로 구성한다.

BIM 활용보고서는 업체 고유 기술력으로 해당 사업의 특성을 최대한 반영하여 작성한다.

BIM 활용보고서는 각각의 표지에 '작성자', '확인자', '공사감독자' 확인을 경유하여, BIM 수행계획서에 시공성과물로 제시하고 최종 시공성과물로 제출한다.

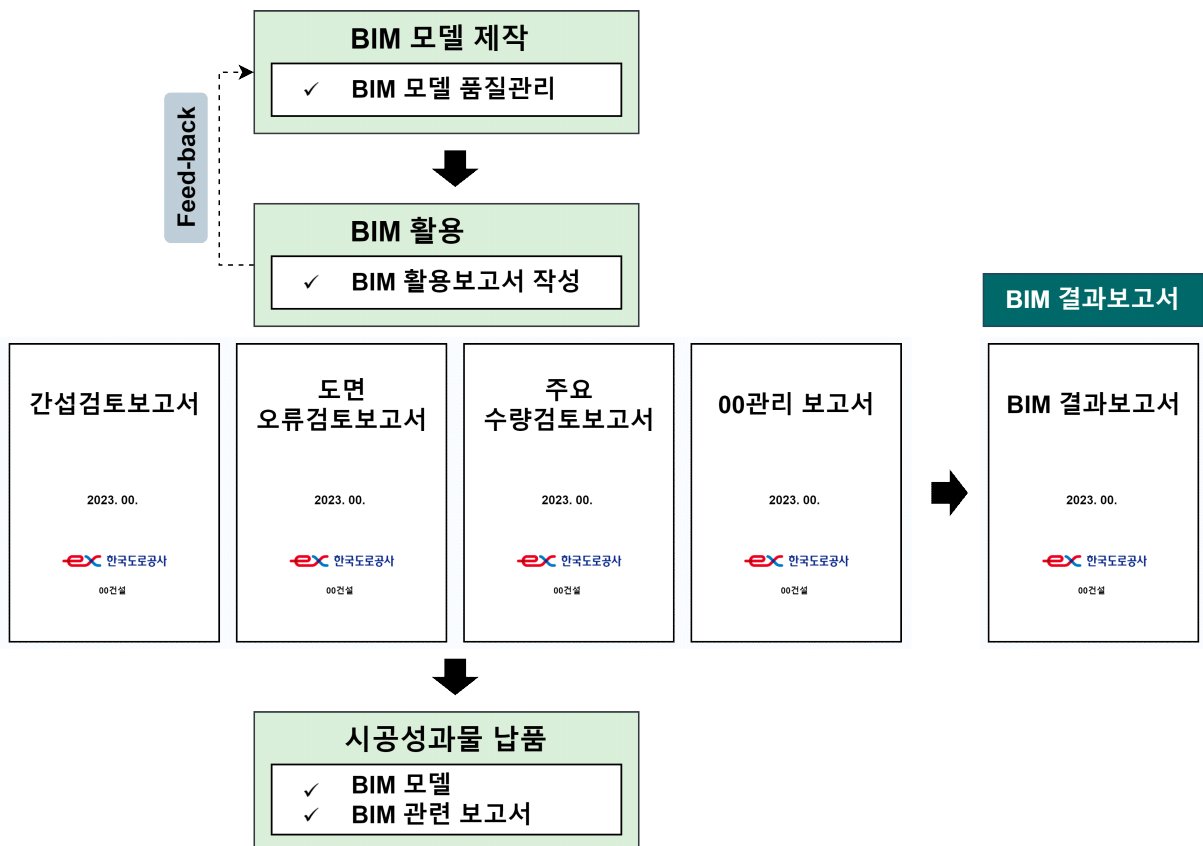
2) 주요 내용 및 작성 절차

BIM 모델은 실무자 또는 관리자에 의하여 적절한 품질관리가 선행되어야 하며, 이러한 BIM 모델을 활용하여 BIM 활용보고서를 작성한다.

BIM 활용보고서는 도로 시설물 요소 간 간섭, 2D 도면의 오류, 주요 수량 검토 등 설계검토와 공정관리, 안전관리 등 시공관리에 대한 BIM 활용 내용을 각각 보고서 형태로 작성할 수 있다.

간섭검토보고서, 도면오류검토보고서, 주요수량검토보고서 등을 통하여 검토 결과를 조치내용으로 제시하여 시공성과물을 수정·보완함으로써 시공성과물의 품질을 향상시키고 활용 효과를 증대시킨다.

Feed-back 과정을 통한 조치내용 및 조치결과 등 검토 이력을 각각의 보고서에 추가로 반영하는 것이 시공성과물 관리 측면에서 바람직하며, BIM 결과보고서를 포함하여 최종 BIM 시공성과물로 납품한다.



<그림 4-03> BIM 활용보고서 작성 절차

3) 간섭검토보고서 작성

간섭검토는 구조물 또는 시설물 요소 간 물리적 또는 정보의 정합성 여부를 검토하기 위하여 수행한다.

간섭검토 수행내용 및 결과를 포함하며, 간섭검토 후 조치내용에 대한 feed-back을 수행하여 조치결과를 제시한다.

4) 도면오류검토보고서 작성

도면오류검토는 BIM 기반 설계도면(기본도면, 보조도면) 작성시 물리적 또는 정보의 오류 여부를 검토하기 위하여 수행한다.

도면오류검토 수행 내용 및 결과를 포함하며, 검토 후 조치내용에 대한 feed-back을 수행하여 조치 결과를 제시한다.

5) 주요수량검토보고서 작성

주요 수량검토는 BIM 기반 수량산출 오류 여부를 검토하기 위하여 수행한다. 과업지시서 및 BIM 수행계획서를 근거로, 현 BIM 모델 수준에서 적절한 수량 검토 항목 및 범위를 설정하여, 수량산출용 BIM 모델 구축이 가능하고 이를 활용한 수량검토 효과가 큰 항목 위주로 선정한다.

주요 수량검토 검토 내용 및 결과를 포함하며, 검토 후 조치내용에 대한 feed-back을 수행하여 조치결과를 제시한다.

6) BIM 결과보고서 작성

시공자는 시공성과물 제출 시 BIM 결과보고서를 포함하여 제출한다.

BIM 결과보고서는 사업 완료단계에서 BIM 목적과 활용방안, 실행절차, 설계 활용 및 결과, 시공성과물 작성 등 BIM 수행 결과를 보고서 형식의 한글파일(hwp, docx 등)로 작성하며, 준공 시공성과물 제출 시 함께 제출한다.

BIM 결과보고서는 우리공사 요구사항 및 BIM 수행계획서에서 제시된 BIM 수행 환경, 성과물 구성 및 수준 등을 기본적으로 포함하고 BIM 수행현황 및 결과, 수행과정에서의 문제점 및 한계, 특이사항 등으로 구성하며, 이후 단계 활용방안을 제시함으로써 다음 단계에서 BIM을 수행하기 위한 기초자료로 활용한다.

BIM 결과보고서는 본 적용지침 부속서의 BIM 결과보고서 표준 템플릿을 활용하여 작성한다. 필요시 사업내용 및 특성에 따라 우리공사(공사감독자)와 협의하여 양식을 수정하거나 보완하여 작성할 수 있다.

BIM 수행 환경, 수행과정 및 결과를 취합·요약하는 형태로 다음 요구사항을 기본적으로 포함해야 한다.

[표 4-05] BIM 결과보고서의 요구사항

구분	내용
BIM 과업 개요	• 과업의 기본 정보, BIM 목표 및 활용 등에 대한 사업 개요 명시
BIM 적용기준	• BIM 업무수행 범위, BIM 업무 일정계획, 작성대상 및 수준 등에 대한 기준 명시
BIM 업무수행 환경	• BIM 업무수행 조직, BIM 기술 환경(하드웨어, 소프트웨어 등)에 대한 환경 명시
BEP 수행결과	• 계획대비 결과 보고
활용 결과	• 시공성과물 활용 방안 등
BIM 품질관리 결과	• 품질관리의 내용 및 결과 보고
시공성과물	• 시공성과물 목록, 상세범위 및 내용 등에 대한 결과 보고

4.2 BIM기반 시공성과물 품질검토 기준

4.2.1 시공성과물 품질검토 일반사항

1) 시공성과물 품질검토 목적

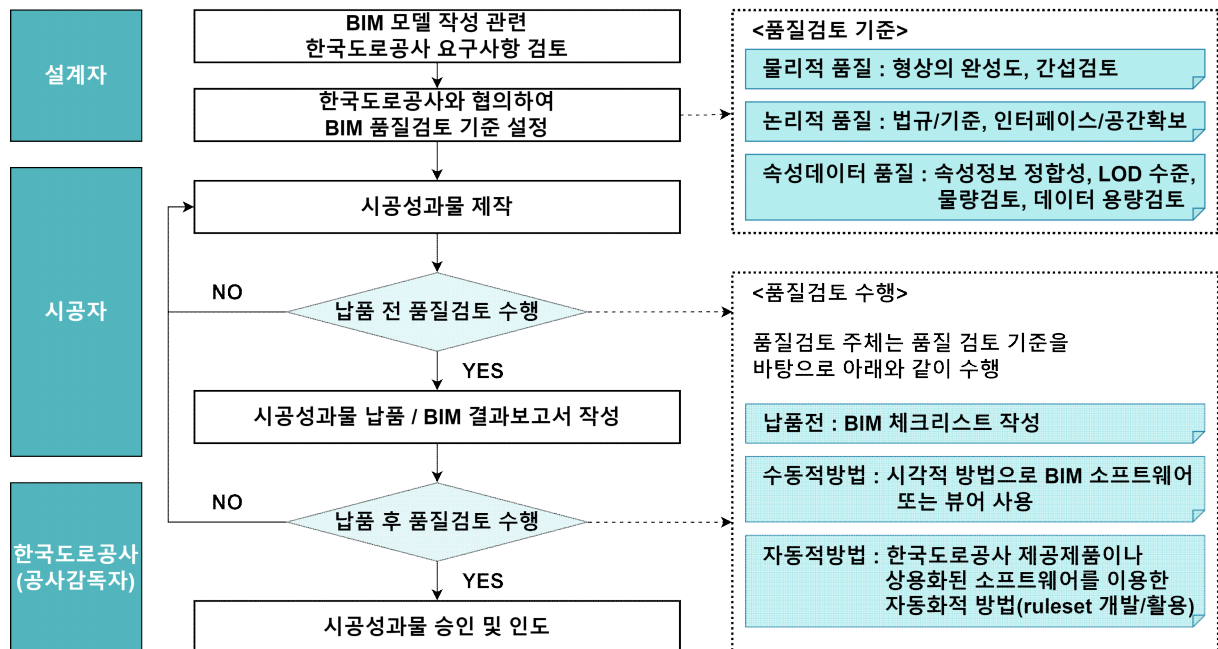
시공자가 시공성과물을 납품하기 전에 우리공사 요구사항에 부합 하도록 시공성과물의 품질검토 업무를 지원하기 위함이다.

2) 시공성과물 품질검토 원칙

품질관리는 우리공사의 요구나 품질검수 기준에 부합되는지를 검증하여 오류를 교정하기 위해 시공성과물을 작성단계에서 최종 납품단계까지 수행한다.

품질관리는 품질계획을 수립하여 품질검수를 수행하며, 품질검수 대상, 시기, 기준, 방법 등을 우리공사와 협의하여 BIM 수행계획서에 포함하고 관리한다.

품질검수를 실시하여 품질이 미흡한 경우 품질기준에 부합되도록 반드시 수정 및 보완 작업을 수행한다.



<그림 4-04> 시공성과물 품질 검토 절차(예시)

시공자는 품질검토를 수행하기 전에 시공성과물 제작에 활용된 우리공사 요구사항을 검토한다.

시공자는 품질검토 수행 전 우리공사의 「BIM검수매뉴얼(2023년 예정)」을 기준으로 우리공사와 협의를 통해 시공성과물 품질검토 기준을 설정한다.

시공자는 시공성과물 품질검토 수행 및 보완 작업을 수행한 후 설정된 품질검토 기준에 적절한 시공성과물을 작성하였는지 결과보고서를 작성한다.

우리공사는 시공자가 제출한 결과보고서에 따라 납품 후 품질검토를 수행한다.

시공자는 납품 후 우리공사의 품질검토 수행 결과에 따라 시공 성과물을 보완하여 시공성과물을 재작성한다.

4.2.2 시공성과물 품질검토 방법 및 기준

1) 시공성과물 품질검토의 종류

(1) 납품 전 품질검토

납품 전 품질검토는 납품 이전에 시공자가 수행하며, 시공성과물을 시공도서 생성 또는 각종 분석에 활용하기 전에 수행하는 것을 말한다. 납품 시에는 시공성과물 체크리스트가 포함된 BIM 결과보고서를 같이 납품하여 우리공사가 품질 검수 시 참고할 수 있도록 한다.

시공성과물 체크리스트는 아래의 표에서 예로 든 내용들을 참고하여 추가 리스트를 작성한 후 우리공사와 시공자의 협의로 결정하여 BIM 수행계획서에 명시한다.

(2) 납품 후 품질검토

납품 후 품질검토는 시공성과물 납품 시 우리공사가 실시하는 것을 말한다. 납품 후 품질검토는 시공자가 제출한 BIM 결과보고서를 토대로 시공성과물의 품질을 확인하고, 필요한 경우 추가적 품질검수를 실시한다. 품질검토보고서에는 물리정보, 논리정보, 속성데이터 품질에 대한 항목을 포함하며, 품질검수 결과에 따라 필요한 경우 보완을 요청하고 수행여부의 결과 확인 후 검수를 종료한다.

[표 4-06] 시공성과물 체크리스트(예시)

구분	단계	리스트
시공성과물 체크리스트	BIM 모델 확인 전 준비단계	1. 프로젝트 정보는 업데이트 되었는가? 2. BIM 모델 폴더체계와 객체명이 기준에 부합하는가? 3. 모든 라이브러리 파일명은 기준에 부합하는가? 4. 버전 및 날짜는 갱신되었는가? 5. 시공통합 BIM 모델에서 누락된 파일은 없는가? 6. 연결된 파일 중 누락된 것은 없는가?
	BIM 모델 확인단계	1. 단위 및 축척, 좌표 및 표고는 기준에 부합하는가? 2. 객체는 기준에 맞게 구분되어 있는가? 3. 속성과 COBie 데이터는 기준에 부합하는가? 4. 필요 없는 뷰, 범례, 표, 이미지 등은 삭제되었는가?
	객체 확인단계	시공자는 체크해야 할 객체를 각 분야별(건축, 토목, 설비전기)로 “BIM 수행계획서”에 명시할 수 있다.
	...	...

2) 시공성과물 품질검토의 방법

(1) 수동적 방법

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

(2) 자동적 방법

자동적 방법은 소프트웨어 기능에 의하여 자동으로 확인하는 방법을 말하며, 이 경우 시공성과물을 분석할 수 있는 품질관리 소프트웨어를 사용하며 품질관리를 위한 조건 또는 규칙 등을 사전에 마련하여 적용하고 BIM 결과보고서에 기록한다. 품질관리 소프트웨어는 우리공사가 제공하는 제품이나 상용화된 소프트웨어를 사용할 수 있다.

3) 시공성과물 품질검토의 기준

품질검토란 시공자가 작성한 시공성과물을 납품 이전에 우리공사 요구사항 및 「BIM검수매뉴얼(2023년 예정)」에 따라 적절하게 작성되었는지 확인하는 단계이다. 시공자는 우리공사 요구사항에 따라 작성된 BIM 수행계획서에 따라 시공성과물의 품질검토를 실시하고, 미흡하다고 판단되는 경우 요구사항에 맞는 시공성과물을 작성할 수 있도록 수정 또는 보완 작업을 수행한다.

(1) 물리적 품질

시공자는 시공성과물에서 형상요건에 의한 품질을 검토하며, 대표적인 물리적 품질검토 항목으로는 간섭검토와 객체 위치 및 형상 검수가 있다.

간섭검토는 육안 간섭검토와 자동 간섭검토로 나눌 수 있다. 육안 간섭검토는 사람이 BIM 모델을 시각적으로 직접 확인하는 방법이며, 자동 간섭 검토는 BIM 활용 도구의 기능에 의해 자동으로 확인하는 방법을 말한다. 간섭검토는 동일 부재의 간섭인 중첩검수와 타 공종 간의 교차 간섭인 충돌 검수 등으로 나눌 수 있다.

객체 위치 및 형상 검수는 도면 및 보고서에 제시되는 위치정보의 일치성 확인이나 도면 치수와 형상의 일치 검토 등이 있다.

(2) 논리적 품질

시공자는 시공성과물에 대한 논리요건에 의한 품질을 검토하며, 대표적인 논리적 품질검토 항목으로는 설계법규와 기준에 부합여부, 인터페이스, 작업공간 확보, 건설장비 운영공간 확보, 이동 동선 확보 등이 이에 해당한다.

시공자는 우리공사와 협의하여 품질검토 지표(예: Rule Set 등)를 개발하고 활용할 수 있다.

(3) 속성정보 품질

시공자는 시공성과물에 대한 BIM 정보 요건에 의한 품질을 검토하여야 한다. 대표적인 속성정보 품질검토 항목으로는 공종 객체에 따른 속성정보 부여 정합성, 형상 및 상세수준(LOD) 검토, 물량산출 결과, 파일 용량 검토 등이 있다.

공종 객체에 따른 속성정보에 대한 정합성은 우리공사에 의해 제시된 표준분류체계 기준에 따른 속성정보를 가졌는지 검토하여야 하며, 필수 속성정보의 누락 및 오타 등을 검토할 수 있다.

BIM 객체의 형상 및 상세수준(LOD)이 BIM 수행계획서 대비 시공성과물의 형상 및 상세수준이 적합한지를 검토한다.

BIM 물량이 BIM수행계획서 대비 각 공종에서 요구되는 시공성과물의 물량산출 결과가 적합한지를 검토한다.

시공통합 BIM 모델이 분야별, 공종별로 협업이 가능한 BIM 모델 으로 분할하였는지, 우리공사 협업환경에 업로드 가능한 파일 용량인지를 검토한다.

4) 시공성과물 품질검토 방법 및 절차

(1) 품질검토 주체 및 역할

품질관리자는 품질검토를 수행하는 수급인을 의미하며, 이는 시공자 및 건설사업관리기술인을 대상으로 한다.

시공자는 시공성과물에 대한 품질검토 업무를 수행한다.

우리공사(건설사업관리기술인)는 시공자로부터 받은 시공성과물 품질검토와 승인을 담당한다.

(2) 품질계획

품질을 보증하기 위하여 품질계획을 수립하고, 품질 보증 규정을 작성하며, 제작된 BIM 모델의 품질관리 방안을 정한다. 이러한 일련의 절차는 BIM 수행계획서에 품질보증(QA)과 품질관리(QC) 분야로 나뉘어 작성한다.

품질관리 과정은 후속 유지보수단계에서 시공성과물을 사용하기 위한 단계이며, 시공자의 오류를 최소화하기 위한 과정으로, 시공성과물의 품질 표준은 과업 초기 단계에서 세부적으로 논의되어 문서화한다.

시공 BIM 모델을 제작하기 전 BIM 품질관리자는 다음 항목을 정의한다.

- BIM 수행계획서 안에 규정된 품질 보증과 품질관리 분야
- BIM 모델을 제작하는 과정을 관리하기 위한 품질 보증 분야
- 품질 표준의 준수 여부를 확인하기 위한 결과물의 검토

품질보증과 품질관리 단계의 수행 인원은 수행 방법과 책임을 부여하기 위하여 BIM 수행계획서 또는 계약서에 포함하여 작성한다.

(3) 품질 보증

시공 BIM 모델의 품질 보증은 시공자가 BIM 수행계획서상에 규정된 BIM 모델을 제작하기 위하여 규정된다. 품질 보증을 위해서 최소한 다음 사항을 수행하여야 한다.

- BIM 모델이 우리공사의 요구사항에 충족하는지 검증하기 위한 관리와 확인
 - BIM 모델 제작을 위한 시공 자원 이용 가능성과 가용 능력 확인
 - 결과물이 명확하게 정의되기 위한 정보 교환 방법의 검토
 - 계획에 따른 BIM 모델 제작 진도를 주기적으로 점검
 - BIM 모델 제작 단계에 발생하는 문제를 문서화하여 시공성과물에 포함
- 시공 BIM 모델은 시공단계에서 발생하는 문제점을 기록하여 다음 단계에서 해당 문제의 내용을 파악할 수 있도록 하여야 한다. 이때, 미결사항 및 대안에 관한 내용이 포함하며, 협의 내용은 시공 BIM 모델에 반영한다.

(4) 품질관리

품질관리자는 시공성과물 제작 후 납품하기 전 시공성과물의 품질체크를 수행한다.

품질검토 횟수는 BIM 사업의 기간 및 규모 등을 고려하여 우리공사와 협의하여 정한다.

(5) 시공성과물 수정 및 보완

품질관리자는 시공성과물 품질검토 수행을 통해 발견된 하자 혹은 문제점 등을 보완하고 우리공사가 요구한 조건에 맞는 시공성과물을 재작성한다.

(6) 시공성과물 품질검토보고서 작성

품질관리자는 시공성과물 품질검토 수행 및 수정 보완 작업을 수행한 후, 설정된 품질검토 기준에 적절한 시공성과물을 작성하였는지 품질검토 보고서를 작성한다.

(7) BIM 결과보고서 작성 및 제출

품질관리자는 최종 설계된 사항이 반영된 최종 BIM 수행계획서를 포함하여 BIM 설계에 대한 모든 사항을 담은 BIM 결과보고서를 작성하여 우리공사에 제출한다.

빈 페이지

제5장 BIM기반 시공성과물 관리 및 활용

5.1 BIM기반 시공성과물 관리

5.2 BIM기반 시공성과물 활용

빈 페이지

제5장 BIM기반 시공성과물 관리 및 활용

5.1 BIM기반 시공성과물 관리

5.1.1 시공성과물의 책임

1) 준공도서와 시공성과물의 책임

시공자는 시공성과물과 준공도서가 일치되도록 작성하며, 시공성과물로부터 준공도서를 생성하여 사용하는 경우 준공도서 내용에 관한 확인의 책임은 시공자에게 있다. 작성된 시공성과물이 시공도면 등과 불일치 하면 우리공사는 구체적인 세부 절차와 기준을 마련하여 책임 관계 등을 관리한다.

2) 납품 파일 형식 변환의 책임

원본 파일이 우리공사가 요구하는 납품 형식(예: IFC, LandXML, PDF 등)으로 적절하게 변환되었는지에 대한 확인 책임은 시공자에게 있다. 이때 소프트웨어의 기능적 한계로 인한 문제점을 BIM 결과보고서에 기록한다. 납품 형식 변환의 문제가 아닌, BIM 소프트웨어 업데이트로 인한 시공성과물 갱신 문제 등은 우리공사가 시공자와 충분히 협의하여 처리한다.

3) 시공성과물 생성, 승인, 공유 책임

시공성과물은 설계를 정확하게 반영한 BIM 모델을 제작하고 도면 적정성, 물량 산정의 적정성, 공정 반영 등의 BIM 활용목적에 맞게 관련 시공성과물을 도출하는 책임은 시공자에게 있다.

사업 절차에 따라 작성되는 단계별 시공성과물은 BIM 담당자가 지속적인 품질관리를 수행하여 일정 수준의 품질을 확보하고 시공자의 목적에 따라 활용하는 것은 시공자의 책임하에 이루어질 수 있다. 기존 방식 대로 설계가 완료된 이후에 BIM 모델을 제작하는 경우에 설계자와의 설계 오류에 대한 검토 및 수정, 공사팀과의 시공성 검토 및 수정이 이루어져야 한다.

설계 승인과 같이 BIM 모델과 이로부터 도출된 시공성과물은 우리공사(건설사업관리기술인)의 승인을 얻은 후에 공식적으로 사업을 수행하는 주체들 사이에 공유한다. 승인된 BIM 모델은 전자 서명을 통해서 변경 불가하도록 조치한다. 사업관리시스템이 있는 경우에 탑재하도록 하고 설계변경 이력 관리의 용도로 활용한다.

As-Built BIM 모델은 시공자가 준공 상태를 정확하게 반영할 책임이 있고 향후 유지관리를 위해 활용되도록 납품한다.

시공자는 프로젝트 초기에 BIM 모델과 도면에 대한 모든 파일 인식자, 제출날짜, 중간 이정표 등이 포함된 MDI(Master Document Index)를 제공한다.

5.1.2 시공성과물의 관리

시공성과물은 실시설계성과물 관리와 동일한 시기와 절차에 따라 수행한다. 우리공사는 BIM 모델에 대한 품질검토를 민간 전문가를 위촉하여 수행할 수 있다.

시공성과물에는 시공자, 승인 주체와 시기 등이 기록되어 이력을 관리한다.

시공성과물의 버전 및 이력관리는 우리공사의 공통정보관리환경(CDE)에서 정의된 사항을 따른다.

BIM 모델로부터 생성되는 도면, 물량, 공정 시뮬레이션은 상호 참조 관계가 설정되도록 관리한다.

승인된 BIM 모델로부터 도출되는 전자도면은 PDF 형태로 참여자들에게 공유될 수 있고 디지털 장비를 통해 현장과의 의사소통에 활용한다. 이 과정에서 발생하는 부가적인 정보는 디지털 공사지 작성에 활용한다.

5.1.3 시공성과물의 권한

시공성과물에 대한 저작권, 소유권 등은 계약문서에 별도로 명시하고 이를 따른다. 시공성과물을 제공받는 자는 업무수행에 필요한 시공성과물의 활용 및 지식재산권 또는 사용 권리를 확보한다. 시공성과물의 권리사항이 규정되어 있으면 그 내용을 제시한다.

시공성과물 제작시 사용되는 제반 콘텐츠는 저작권법에 위반되지 않아야 하고, 위반 시 관련 분쟁의 일체 책임은 시공자에 있다.

최종 납품된 시공성과물에 대한 저작재산권 일체와 2차적 저작물 또는 편집저작물의 작성권은 우리공사가 소유하며, 우리공사 이외의 제3자가 시공성과물 원본 자료를 사용할 경우, 우리공사의 승인을 얻는다.

시공성과물 제작단계에서 발생하는 저작권과 지식재산권은 우리공사와 시공사 공동소유로 한다.

저작권 및 소유권 관련 규정은 BIM 수행계획서와 계약서에 명시한다.

시공자는 업무 수행 중 자체적으로 BIM 서버 등 협업시스템을 활용할 경우, 사용자의 접근 및 갱신 권한을 관리한다. 향후 우리공사가 협업시스템을 개발하여 제공할 경우 우리공사가 사용자의 접근 및 갱신 권한을 관리한다.

5.1.4 시공성과물 보안 방법

1) 시공성과물의 전자서명

시공성과물은 작성자, 승인자를 식별할 수 있도록 전자서명을 통해서 시공성과물 정보에 포함한다.

제작된 시공성과물은 승인 이후에 공사관계자 중에서 접근 권한을 설정할 수 있는 공통정보관리환경에서 보안을 설정하여 관리한다.

원본 BIM 모델은 수정 권한을 갖는 공사관계자만 접근할 수 있도록 설정한다.

원본 BIM 모델이 승인된 후에 공유될 때는 별도의 절차를 통해 전자도면 혹은 전자문서 형태로 생성된 자료로 제공한다.

납품된 As-Built BIM 모델은 준공 도서의 정보와 동일하게 공사관계자 정보를 포함하고 복사되어 사용될 경우에 원래 출처를 알 수 있도록 하는 전자서명이 포함되어야 한다.

2) 보안관계 법규의 준수

우리공사(발주부서)는 개인정보보호, 관련규정 준수, 보안지침 준수, 문서 및 전산자료 보안, 정보시스템 접근 보안 등 관련 지침규정을 과업지시서 ‘보안 요구사항’에 명시하고 시공자는 이를 준수하여야 한다.

시공자는 원본 자료의 손상, 바이러스 감염 및 원본 자료의 의도적인 훼손을

사전에 방지하기 위한 세부적인 보완 계획을 수립하고 관리하여야 한다.
시공자의 과실이나 부주의로 인하여 발생한 손해에 대하여 책임져야 한다.

3) 시공성과물의 공개 및 사용

시공자는 시공성과물을 우리공사의 사전 승인 없이 도서 등에 게재하거나 제3자에게 누설하여서는 안 된다. 다만, 공개범위를 사전에 협의하여 공개할 수 있다.

5.1.5 시공성과물 관리시스템 마련 및 운영

납품된 시공성과물 일체를 통합 관리하기 위해 자체 BIM 시공성과물 납품관리 시스템을 구축한다.

본 적용지침을 근간으로 BIM관리시스템의 DB구조를 설계하고, 표준절차에 따라 납품된 시공성과물을 저장·관리한다.

5.2 BIM기반 시공성과물 활용

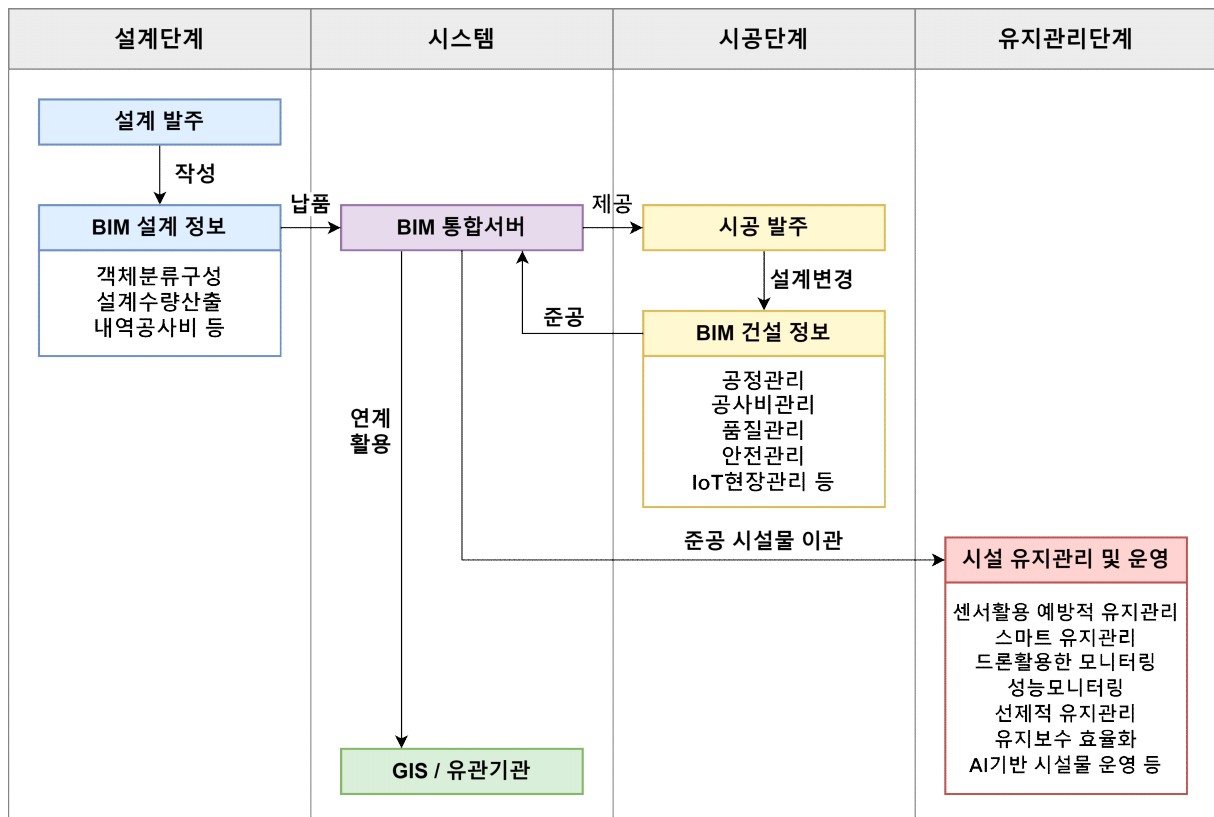
5.2.1 시공성과물의 후속단계 연계 및 활용

설계성과물은 객체 분류를 준용한 부재 정보를 확보하고 설계수량 산출과 내역 기반의 공사비를 산출하여 설계 BIM 정보를 확보한다.

설계 정보모델은 시공 발주단계에 제공되고 시공단계에서 공정관리, 공사비관리, 품질관리, 안전관리 등에 활용한다.

As-Built BIM 모델은 유지관리 부서에서 직접 활용할 수 있도록 이관하며, 유지관리 부서에서는 이를 기초로 유지관리 BIM 모델을 제작한다.

시공성과물 관리자는 시공성과물 관리 및 후속 활용 절차에 따라 시공성과물이 손상 또는 망실되지 않도록 하며, 유지관리단계에서 지속적으로 연계 및 활용될 수 있도록 관리하여야 한다.



<그림 5-01> BIM 성과물 후속단계 연계 및 활용

5.2.1 시공성과물의 활용방안

BIM은 시설물을 가상공간에 3D 형상과 시설물에 대한 다양한 정보를 구축하여 정보모델을 구축하는 것이다. 이러한 BIM 모델은 다양한 소프트웨어를 활용하여 건설사업 전반에 걸쳐 신속하고 정확한 검토가 가능해지며, 가상의 공간에 각종 시물레이션을 통해 문제점을 예측할 수 있다. 궁극적으로 설계·시공의 품질 및 효율을 높일 수 있다. 따라서 시공성과물 활용 업무의 목적은 건설산업 설계·시공 분야의 BIM 활용 계획수립 및 수행 결과 등을 지원하기 위함이다.

기본적으로 시공단계에서 요구하는 상세수준에 맞는 시공통합 BIM 모델을 구축하고 시공통합 BIM 모델을 기반으로 계획수립 및 조정, 시공성 검토 등에 활용할 수 있다. 계획 수립 및 조정의 경우 4D 시물레이션을 활용한 공정계획, 3차원 간섭조정, 시공대안 검토 등에 활용할 수 있다. 또한 시공성 검토의 경우 시공성분석, 장비운용성 검토, 현장 안전성 검토, 현황 및 지장물 검토 등에 활용할 수 있다. 시공자는 현장 여건 등을 고려하여 우리공사와 협의 후 본 적용지침의 “제3장 시공 BIM 모델 활용기준”을 선택적으로 적용할 수 있다.

[표 5-01] 시공성과물 활용 사례(예시)

활용사례	주요 내용
디자인 검토	• BIM 모델을 활용한 시물레이션으로 디자인 검토
경관 및 환경성 검토	• BIM 형상정보를 통한 주변 경관 및 환경성 사전검토
설계 VE 지원	• BIM 기술을 활용한 주요 시설물의 대안평가 및 분석 지원
설계오류 검토	• BIM 기술 적용을 통한 설계 오류 검토
설계 대안 검토	• BIM 형상정보를 바탕으로 한 설계대안의 사전검토
설계변경	• BIM 형상정보를 바탕으로 한 설계변경 전후 사전검토
지장물 검토	• BIM 모델로 각종 지장물을 시각화
시공대안 검토	• BIM 모델을 활용하여 두 개 이상의 시공대안 검토
디지털 목업	• 실제 샘플 구조물 목업을 통한 디테일링 검토
간섭검토	• BIM 모델을 활용하여 공정별 간섭검토 및 수정
현장 장비 운영성 검토	• 건설현장 장비운영에 대한 작업 반경 및 안전성 검토
시공성 검토	• BIM 모델을 활용한 시공현장에서 발생할 수 있는 문제점 사전분석 및 시공성 사전검토
공사순서	• BIM 모델(주변현황, 드레인, 우회도로)을 활용하여 공사순서 사전검토
공사순서 철거	• BIM 모델(철거시설물, 주변현황, 장비)을 활용하여 철거공사순서 및 안전 사전검토.
공정 시물레이션(1)	• 공정계획정보를 반영한 공정 진행상의 문제점 파악 및 대처
공정 시물레이션(2)	• BIM 모델과 공정계획의 연계를 통하여 공정계획 검토
공사비산정	• BIM 모델을 활용한 개략 공사비 산정
공정보고	• BIM 모델을 활용한 연도별, 월별 공정보고 및 CDE 기반의 일일 진도관리
드론활용(토공물량산출)	• 실시간 드론 촬영을 통한 정확한 물량(기성물량) 산출
드론활용(진도 관리)	• 실시간 드론 촬영을 통한 효율적인 현장관리
3D 스캔	• 레이저스캐너를 활용한 역설계 및 정밀시공 검증



부속서-1

BIM 요구사항정의서



고속국도 제○○호 ○○-○○선(○○-○○) 건설공사
B I M 요 구 사 항 정 의 서

20○○. ○

 한국도로공사

빈 페이지

목 차

1. BIM 활용목표	1
1.1 BIM 사업개요	1
1.2 BIM 활용목표 및 활용방안	3
2. BIM 업무범위	4
2.1 BIM 업무수행 범위	4
2.2 BIM 사업 추진일정	4
2.3 주요 BIM 사업 수행내용	5
3. BIM 조직구성	6
3.1 BIM 업무조직 요건	6
3.2 BIM 사업수행 조직체계	6
3.3 BIM 사업수행 조직표	6
3.4 BIM 주요업무별 인력투입 계획	7
3.5 BIM 수행자의 역할 및 책임	7
3.6 BIM 프로젝트 교육	8
4. BIM 기술환경 구축	9
4.1 BIM 수행도구	9
4.2 BIM 수행 인프라(S/W)	9

4.3 BIM 수행 인프라(H/W)	10
5. BIM 모델 제작	11
5.1 BIM 모델 제작 절차	11
5.2 BIM 모델 제작 범위 및 내용	11
5.3 BIM 모델 상세수준(LOD)	11
5.4 BIM 적용표준	13
5.5 BIM 모델 구성체계	13
5.6 BIM 라이브러리 작성	13
6. BIM기반 시공성과물 품질검토 및 납품	14
6.1 BIM기반 시공성과물 품질검토	14
6.2 BIM기반 시공성과물 납품	17
7. BIM기반 시공성과물 보안 및 관리	19
8. 기타 특기사항	20

1. BIM 활용 목표

1.1 BIM 사업 개요

1.1.1 사업의 개요

사업의 목적을 달성하기 위하여 BIM 수행 절차 및 활용내용, 수행 결과에 대한 개요를 설명한다.

[예시]

-
- 00~00간 고속도로 건설공사(제00공구) 시공단계 BIM 수행 계획 수립
 - BIM기반 시공성과물 목표 수립 및 활용방안에 따른 BIM 상세수준(LOD) 정의
 - BIM기반 시공성과물의 적정성에 대해 3D 설계기법을 이용하여 시공 품질향상 도모
 - 3차원 간섭검토를 통한 설계오류 및 시공의 적정성 확인
 - 주요 공종 BIM 모델기반 수량산출을 통한 수량의 검토
 - 3차원 공정 시뮬레이션을 통한 공정계획의 적정성 확인
-

1.1.2 사업의 기본 내용

사업의 기본적인 정보와 주요 일정을 입력하며, 사업의 이해를 위하여 사업 위치도, 노선도 등을 첨부할 수 있다.

[예시]

발주자	한국도로공사
사업명	○○ 고속도로 ○○ ~ ○○간 건설공사(제○○공구)
사업위치	000도 00시 00동 ~ 00시 00동
사업단계	시공단계
사업개요	- 과업 연장 : L=00.0km - 교량 : 총00개소(0,000m) - 터널 : 총00개소(0,000m) - 과업기간 : 0000.00.00 ~ 0000.00.00(총0000일)

<과업의 위치도 또는 노선도>

1.1.3 사업의 규모

사업의 개요를 파악할 수 있는 주요 공종별 공사 규모를 제시한다.

[예시]

구분	시설물 명	시 설 규 모	내 용	비 고
토공	흙깎기		순성토(사토) 000,000m ³	
	흙쌓기			
교량	OO교량		교량 형식, 최대 경간장 등	
	△△교량			
터널	OO터널		갱문 형식, 굴착 공법 등	
	△△터널			
지하차도	00지하차도			
교차로	00 분기점		교량 0개소, 스마트 톨 설치 등	

1.2 BIM 활용목표 및 활용방안

BIM 수행계획서에서 제시된 'BIM 활용방안'에 대하여 실제 적용한 활용 결과를 활용 현황 및 세부 내용으로 구분하여 작성한다.

[예시]

활용 결과	활용 현황	세부 내용
현황정보	• 지형 Surface 작성	• 위치 정보 제공
BIM 모델	• 00 교량 주경간교 • 00 교량 접속교	• 도면, 물량검증을 통한 설계품질 향상
	• 램프교	•
설계검토	• 00 교량	•
	• 00 터널	•
3차원 간섭조정	• 주경간교 • 접속교	•
	• 램프교	•
3차원 공사관리 및 계획	• 공정표 활용한 4D시뮬레이션 수행	•
가상목업(DMU)	• 주탑 정착부, 주두부	•
수량 검토	• 주경간교 콘크리트 수량 검토	•
안전관리	• 장비운영 안전성 검토	•

2. BIM 업무범위

2.1 BIM 업무수행 범위

본 과업의 BIM 적용대상은 『○○ 고속도로 ○○~○○간 건설공사 (제○○공구)』의 전 공간적 범위를 대상으로 하며, 조성공사에 필요한 모든 공종을 포함하는 것을 원칙으로 한다.

구조물 BIM 모델 내 철근 포함 여부 등 시설별 세부 공종의 적용범위 및 적용방법은 우리공사 적용지침 및 상위지침에 준하되 세부사항은 공사감독자와 협의하여 결정한다.

2.2 BIM 사업 추진일정

[예시]

추진업무		1차년도(0000년)												2차년도(0000년)								
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09
사업 착수	착수보고	■																				
	BEP	■	■																			
	수립/검토	■	■																			
BIM 모델 제작	-			■	■	■																
	-				■	■	■	■	■	■	■	■	■									
	-										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	-									■	■	■	■						■	■	■	■
-	-																					
	-																					
	-																					
	-																					
	-																					
	-																					

 사업특성에 맞는 다양한 양식 사용

2.3 주요 BIM 사업 수행내용

BIM 수행시 프로세스별 BIM 모델, 주요 회의 및 보고, 교육, 시공성과물 납품 등 수행 결과 위주로 작성한다.

[예시]

구분		날짜	내용	관련조직
시공단계 BIM	시공단계 BIM	00년 00월00일 ~ 00년 00월00일	·공종별 시공단계 BIM 수행	발주자 시공사
BIM 모델 제작 및 검토	3D 모델링 및 설계검토	00년 00월00일 ~ 00년 00월00일	·공종별 BIM 모델 제작 ·검토 및 feed-back	발주자, 시공사 BIM 수행자
주요 회의	착수회의	00년 00월00일	·BIM 수행계획서 작성방안 마련	발주자, 시공사 BIM 수행자
	중간보고	00년 00월00일	·BIM 수행 계획 및 현황 보고	발주자, 시공사 BIM 수행자
BIM 교육	BIM 기본교육	00년 00월00일	·BIM 개념 등 소양 교육	발주자, 시공사 BIM 수행자
	BIM Viewer 교육	00년 00월00일	·Viewer 및 BIM 솔루션 기본 교육	발주자, 시공사 BIM 수행자
시공 성과물 납품	BIM 모델	00년 00월00일		발주자, 시공사 BIM 수행자
	보고서	00년 00월00일		발주자, 시공사 BIM 수행자
⋮				

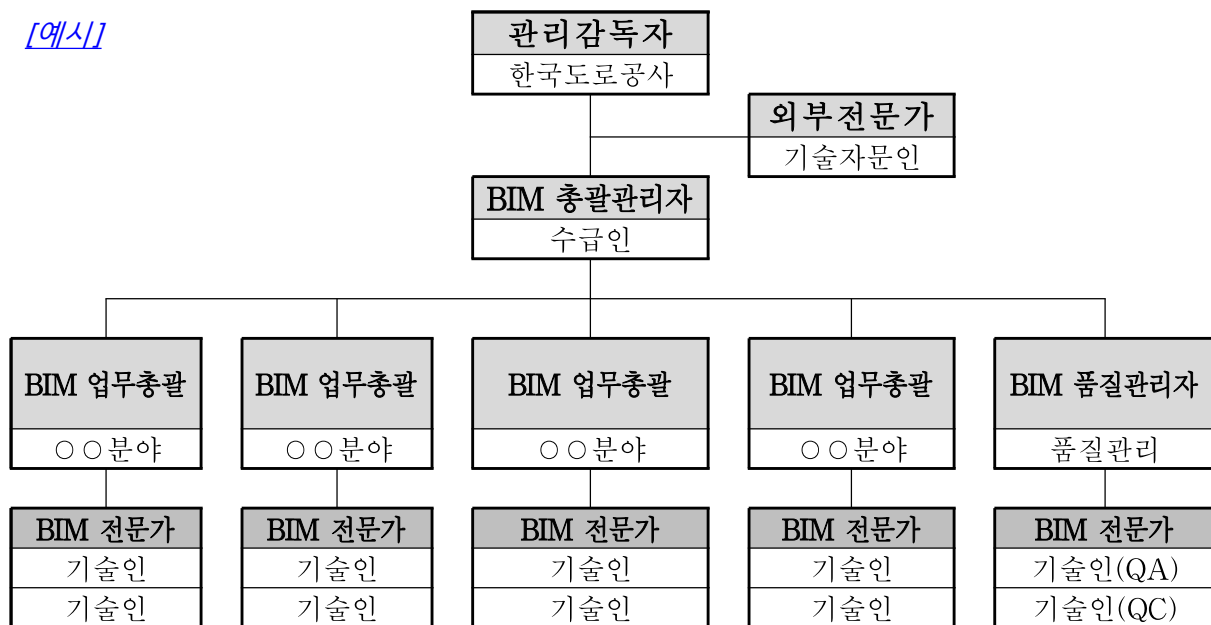
3. BIM 조직구성

3.1 BIM 업무조직 요건

수급인은 BIM 요구사항정의서의 예시 양식을 참고하여 과업의 BIM 조직구성 방안을 BIM 수행계획서(이하 “BEP”라 한다)에 구체적으로 제시한다.

3.2 BIM 사업수행 조직체계

[예시]



3.3 BIM 사업수행 조직표

[예시]

역할	성명	소속	담당업무	연락처	E-mail	비고
발주자	성명/직위	한국도로공사	BIM 사업총괄			
기술자문	성명/직위		BIM 기술자문			
BIM 수행 인원	성명/직위		BIM 총괄관리자			
	성명/직위		BIM 품질관리자			
	성명/직위		BIM 전문가/분야			
	성명/직위		BIM 전문가/분야			

 BIM 사업수행 조직의 주요 업무별 투입인력 기본정보 기술

3.4 BIM 주요업무별 인력투입 계획

[예시]

BIM 주요업무	대상공종	성과물	투입인력(명)	책임자

 BIM 주요 업무별 투입 인력과 담당자 정보 기술

3.5 BIM 수행자의 역할 및 책임

[예시]

구 분	담당자	역할 및 책임
발주자	관리감독자	
BIM 수행 인원	BIM 총괄관리자	
	BIM 품질관리자	
	BIM 전문가 (공종별)	

 BIM 사업수행 조직의 담당자별 역할과 책임 기술

3.6 BIM 프로젝트 교육

후속 참여 BIM 수행주체에 프로젝트 교육은 고속도로 BIM 적용지침(시공사 편)을 준용한다.

수급인은 후속 참여 BIM 수행주체를 위한 교육과정(교육회차, 교육장소, 교육일시, 교육시간, 교육시설, 교육방법, 교육내용, 교육자료, 강사 및 수강생 명부, 이수확인 서명부 작성 등)에 관한 세부계획을 BEP에 제시한다.

4. BIM 기술환경 구축

4.1 BIM 수행도구

BIM 수행도구(저작도구, 응용도구) 선정요건은 고속도로 BIM 적용지침(시공사 편)의 관련 내용에 따른다.

수급인은 BIM 요구사항정의서의 예시 양식을 참고하여 본 과업의 BIM 수행도구 계획을 BEP에 구체적으로 제시한다.

4.2 BIM 수행 인프라(S/W)

BIM 수행시 적용된 해당 소프트웨어와 버전을 작성한다.

BIM 소프트웨어는 데이터의 상호 운용성이 원활하며, 중립포맷(LandXML, IFC 2X3)을 지원해야 하기 때문에, 'BIM 수행계획서(BEP)' 대비 해당 소프트웨어의 변경이 발생하였을 경우는 공사감독자와 사전 협의하고 변경 사유를 제시한다.

[예시]

BIM 활용방안		소프트웨어		개발사	요구 기능
		이름	버전		
BIM 정보 모형	현황 및 도로				만족
	교량, 터널 및 구조물				
BIM 모델 검토					
3차원 간섭 조정					
3차원 공사관리 및 계획					
가상목업					
수량 검토					
공간관리					
안전관리					

 BIM 사업수행에 필요한 BIM 저작도구(S/W) 구비사항 기술

4.3 BIM 수행 인프라(H/W)

[예시]

수행업무	H/W명	H/W 사양	수량	비고
현황/지층 BIM 모델	Desktop PC Workstation	CPU; Memory; GraphicCard;		
BIM 모델(시설물)				
BIM 모델 간섭 검토				
시공통합 BIM 모델 (지형 및 시설물)				
수량 검토	Desktop PC Workstation	CPU; Memory; GraphicCard;		
라이브러리 구축				
자료공유, 협업작업	00Network	Network 사양		

 BIM 사업수행에 필요한 BIM 저작도구(H/W) 구비사항 기술

5. BIM 모델 제작

5.1 BIM 모델 제작 절차

BIM 모델 제작 절차는 고속도로 BIM 적용지침(시공사 편)의 관련 내용에 따른다.
수급인은 본 과업의 BIM 모델 제작 절차를 BEP에 구체적으로 제시한다.

5.2 BIM 모델 제작 범위 및 내용

BIM 모델 제작 범위 및 내용은 고속도로 BIM 적용지침(시공사 편)의 관련 내용에 따른다.
수급인은 본 과업의 BIM 모델 제작 범위 및 내용을 BEP에 구체적으로 제시한다.

5.3 BIM 모델 상세수준(LOD)

5.3.1 요구사항

BIM 모델 상세수준은 고속도로 BIM 적용지침(시공사 편)의 관련 내용에 따른다.
수급인은 요구사항정의서의 예시 양식을 참고하여 본 과업의 BIM 모델 상세수준(LOD)을 BEP에 구체적으로 제시한다.

5.3.2 공통 적용원칙

[예시]

구분	모델 수준	BIM 모델 상세수준 설명	유사 기준	실시 설계	시공 단계	유지 관리
상세수준 100	개념 정보 모형	- 대상을 기호나 선 등 간단한 개념적인 형상 표현 - 지형, 위치, 좌표, 방향, 면적, 선형 등 2차원 수준의 최소 정보	LOD100 BIL10			
상세수준 200	개략 형상 정보 모형	- 대상의 위치, 최소규격, 간략화된 형상표현 - 시설물 명칭, ID, 3D 좌표, 선형정보, 체적, 면적, 길이, 치수, 설계조건 검토 등 개략 정보	LOD200 BIL20			
상세수준 300	기본 형상 정보 모형	- 대상의 위치, 상세규격, 연결부, 마감 등 일반 형상 기본설계 수준의 BIM 모델 - 시설물 명칭, 분류체계, 체적, 면적, 길이, 치수 등 세부규격, 수량산출, 의사결정 등 기본정보	LOD300 BIL30	○	○	
상세수준 350	상세 형상 정보 모형	- 대상의 세부 구조물과 부품에 대한 실시설계 수준의 BIM 모델 - 각종 설계기준, 재료 특성, 콘크리트 배합량, 상세 수량산출, 공사비 검토 등 상세정보	LOD350 BIL40	○	○	
상세수준 400	형상 제작 정보 모형	- 대상의 부위별 상세 형상과 배근, 자재조립 등 시공 시 필요한 세부 자재 등 시공수준의 BIM 모델 - 자재 특성, 시방서, 시험서, 제조사 정보, 설계 변경, 공정 공사비, 안전관리 등 시공 정보	LOD400 BIL50		○	○
상세수준 500	준공 운영 정보 모형	- 시공이 완료된 검증된 현실공간 유지관리 대상 수준의 BIM 모델 - 시설물 관리번호, 점검일자, 점검 및 보수 정보, 손상정보, 검사대장, 계측정보 등 유지관리정보	LOD500 BIL60			○

 기본적으로 하나의 시설 BIM 모델에는 동일한 상세수준을 적용하는 것을 원칙으로 하나, 필요한 경우 부분적으로 상세수준을 다르게 적용 가능

5.3.3 적용 템플릿

[예시]

시설물 (Level2)	대공종 (Level5)	중공종 (Level6)	적용사항	상세 수준	비고

5.4 BIM 적용표준

BIM 적용표준은 고속도로 BIM 적용지침(시공사 편)의 관련 내용에 따른다.
수급인은 본 과업의 BIM 적용표준 관련 사항을 BEP에 구체적으로 제시한다.

5.5 BIM 모델 구성체계

BIM 모델 구성체계는 고속도로 BIM 적용지침(시공사 편)의 관련 내용에 따른다.
수급인은 본 과업의 BIM 모델 구성체계 관련 내용을 BEP에 구체적으로 제시한다.

5.6 BIM 라이브러리 작성

BIM 라이브러리 작성은 고속도로 BIM 적용지침(시공사 편)의 관련 내용에 따른다.
수급인은 본 과업의 BIM 라이브러리 작성 관련 내용을 BEP에 구체적으로 제시한다.

6. BIM기반 시공성과물 품질검토 및 납품

6.1 BIM기반 시공성과물 품질검토

6.1.1 품질검토 방법

BIM기반 시공성과물의 품질검토는 고속도로 BIM 적용지침(시공자 편)의 관련 내용에 따른다.

수급인은 요구사항정의서의 예시 양식 및 고속도로 BIM 적용지침(시공자 편) 부속서의 내용을 참고하여 본 과업의 BIM기반 시공성과물 품질검토 방법에 관한 내용(품질검증 대상, 시기, 기준 및 방법 등 포함)을 BEP에 구체적으로 제시한다.

6.1.2 품질검토 체크리스트

[예시]

구분	코드	항목	반영여부	조치사항
물리적 품질검토	G01	BIM 모델과 속성정보의 연동성 확보		
	G02	개별 BIM 모델의 좌표 기준점 설정		
	G03	개별 BIM 모델이 좌표에 의해 통합배치 정합성		
	G04	BIM 모델 단위적용 적정성		
	G05	BIM 모델 축척적용 적정성		
	G06	BIM 모델의 규격 및 형상 일치성		
	G07	시설 BIM 모델의 부재 누락		
	G08	시설 BIM 모델의 공중 누락		
	G09	시공통합 BIM 모델 간섭검수(중첩 및 충돌) 수행 여부		
	G10	BIM 모델 내 불필요 객체 제거		

구분	코드	항목	반영여부	조치사항
논리적 품질검토	L01	납품표준체계 적용 여부		
	L02	표준분류체계 적용 여부		
	L03	주요 공종구성 누락 여부		
	L04	BIM 모델과 연동된 수량산출정보 산출 여부		
	L05	산출수량과 내역의 부합성		
	L06	주요공정 공사비 부합성		
	L07	토공시설 설계기준 부합성		
	L08	도로시설 설계기준 부합성		
	L09	구조물의 기하구조 부합성		
	L10	터널공사 설계기준 부합성		
속성정보 품질검토	A01	폴더체계 및 명칭 표준준수		
	A02	원본과 표준포맷(IFC, XML) 파일 누락		
	A03	원본과 표준포맷(IFC, XML) 버전 준수		
	A04	BIM 모델 파일명 체계 표준준수		
	A05	BIM 모델 용량 제한에 따른 분할 준수		
	A06	BIM 모델 연계자료 제출 여부		
	A07	프로젝트 표준좌표 기준점 적용		
	A08	BIM 모델의 공통속성(식별, 관리 등) 적용		
	A09	BIM 모델의 분류속성(WBS) 적용		
	A10	BIM 모델 부재 속성정보 적정성		

 품질검수 소프트웨어가 없는 경우, 육안검토가 가능한 대상만 품질검토 체크리스트를 구성하여 품질관리 방안을 제시

6.1.3 BIM기반 시공성과물 수동 품질점검조서

[예시]

BIM기반 시공성과물 수동 품질점검조서

사업명	○○ 고속도로 ○○~○○간 건설공사(제○○공구)				
시설분류		검수자		소속	
시설명칭		승인자		검수일	

코드	항목	점검 결과	검토내용	조치 결과
G01	BIM 모델과 속성정보의 연동성 확보	X	속성정보 미연동	미조치
G02	개별 BIM 모델의 좌표 기준점 설정	△	구조물 일부 기준점 정보 없음	완료
G03	개별BIM 모델이 좌표에 의해 통합배치 정합성	O		
G04	BIM 모델 단위적용 적정성	O		
G05	BIM 모델 축척적용 적정성	O		
G06	BIM 모델의 규격 및 형상 일치성	△	전체 규격 육안검사 불가	조치유보
G07	시설BIM 모델의 부재 누락	O		
G08	시설BIM 모델의 공중 누락	O		
G09	시공통합BIM 모델 간섭검수(중첩 및 충돌) 수행 여부	O		
G10	BIM 모델 내 불필요 객체 제거	△	불필요 객체 확인 불가	조치유보
L01	납품표준체계 적용 여부	O		
L02	표준분류체계 적용 여부	△	전체 표준분류 수동검사 불가	조치유보
L03	주요 공중구성 누락 여부	O		
L04	BIM 모델과 연동된 수량산출정보 산출 여부	O		
L05	산출수량과 내역의 부합성	O		
A01	폴더체계 및 명칭 표준준수	O		
A02	원본과 표준포맷(IFC, XML) 파일 누락	△	원본파일 누락	완료
A03	원본과 표준포맷(IFC, XML) 버전 준수	△	표준포맷 IFC 버전 상이	완료
A04	BIM 모델 파일명 체계 표준준수	△	일부 파일명체계 미준수	완료
A05	BIM 모델용량 제한에 따른 분할 준수	O		
A06	BIM 모델 연계자료 제출 여부	O		
A07	프로젝트 표준좌표 기준점 적용	△	일부 교량 기준점 정보 없음	완료

 BIM기반 품질검토 소프트웨어가 없는 경우, 수동으로 검수가 가능한 항목을 별도로 구성하여 품질을 검토하여 품질점검 조서를 작성

 품질검토 소프트웨어를 사용하는 경우 별도의 품질점검 조서 제출

6.2 BIM기반 시공성과물 납품

6.2.1 BIM기반 시공성과물 목록

BIM기반 시공성과물 목록은 고속도로 BIM 적용지침(시공자 편)의 관련 내용에 따른다. 수급인은 요구사항정의서의 예시 양식을 참고하여 본 과업의 BIM기반 시공성과물 납품 계획에 관한 내용을 BEP에 구체적으로 제시한다.

6.2.2 BIM기반 시공성과물 납품 계획

[예시]

시공성과물	사업단계	제출(예정)일	파일형식	비고
BIM 모델	시공단계	'00.00.00	원본/Dwg	ver2023 이상
BIM 표준 포맷 데이터	시공단계	'00.00.00	IFC	IFC 2X3
BIM 수행계획서	시공단계	'00.00.00	HWP	
품질검토서	시공단계	'00.00.00	HWP	
BIM 결과보고서	시공단계	'00.00.00	HWP	

 BIM기반 시공성과물의 구체적인 종류와 파일형식 등을 정의

6.2.3 표준파일 형식

[예시]

주요공종	정보구성 대상	표준파일 형식
측량	광파기, GPS	LandXML, TXT, CSV
지형지층	토질조사 자료	LandXML, TXT, CSV
토공	평면 및 종단선형	LandXML
	토공 BIM 모델	IFC
도로 및 포장	평면 및 종단선형	LandXML
	도로 BIM 모델	IFC
배수시설	배수 정보	LandXML
	배수 BIM 모델	IFC
구조물시설	구조물 및 시설물 BIM 모델	IFC
터널시설	터널 정보	LandXML, RAS
	터널 BIM 모델	IFC

 시공성과물 파일은 자료의 범용적 활용성을 위해 원본과 함께 중립포맷으로 작성

6.2.4 BIM기반 시공성과물 폴더체계

BIM기반 시공성과물 폴더체계는 고속도로 BIM 적용지침(시공자 편)의 관련 내용에 따른다.
수급인은 본 과업의 시공성과물 폴더체계에 관한 내용을 BEP에 구체적으로 제시한다.

6.2.5 BIM기반 시공성과물 파일명 구조

BIM기반 시공성과물 파일명 구조는 고속도로 BIM 적용지침(시공자 편)의 관련 내용에 따른다.
수급인은 본 과업의 시공성과물 파일명 구조에 관한 내용을 BEP에 구체적으로 제시한다.

7. BIM기반 시공성과물 보안 및 관리

BIM기반 시공성과물 보안 및 관리는 고속도로 BIM 적용지침(시공자 편)의 관련 내용에 따른다.

수급인은 본 과업의 시공성과물 보안 및 관리에 관한 내용(데이터 손상 또는 의도적인 훼손 방지를 위한 시공성과물 보안계획, 시공성과물에 대한 저작권 및 소유권에 관한 내용, 우리공사와 수급인 사이의 상호 협의 사항 등 포함)을 BEP에 구체적으로 제시한다.

8. 기타 특기사항

설계·시공 일괄입찰사업 등 설계단계의 설계성과물이 시공단계에 직접 활용되어야 하는 사업인 경우 시공자의 의견, BIM 프로젝트 관련 스마트건설 특화방안 및 제안사항, BIM 모델 제작방안 협의, 기타 BIM 사업목표 달성을 위해 필요한 사항 등 기술한다.



부속서-2

BIM 수행계획서



고속국도 제○○호 ○○-○○선(○○-○○) 건설공사
B I M 수 행 계 획 서

20○○. ○

 **한국도로공사**

빈 페이지

목 차

1. BIM 실행계획의 개요	1
2. 사업정보	2
2.1 사업정보	2
2.2 주요 사업일정	3
3. 주요 사업 책임자 및 담당자	4
4. 사업목표 및 BIM 활용방안	5
4.1 BIM 목표 및 잠재 BIM 활용방안	5
4.2 BIM 활용방안	6
5. 조직 구성 및 역할	7
5.1 BIM 관련 담당자의 역할과 책임	7
5.2 BIM 활용방안별 인력 계획	8
5.3 BIM 교육	9
6. BIM 활용 절차	10
6.1 1단계 Level1 : 전체 BIM 수행계획 절차	11
6.2 2단계 Level2 : 상세 BIM 활용 절차	11
7. BIM 및 유지관리를 위한 정보 요구사항	12

8. 협업절차	13
8.1 협업계획	13
8.2 회의절차	13
8.3 정보교환이 필요한 BIM 모델 활용 절차	14
8.4 자료교환 절차	14
9. BIM 모델 품질관리	15
10. 소프트웨어/하드웨어/네트워크에 대한 요구사항	16
10.1 소프트웨어	16
10.2 컴퓨터/하드웨어	17
11. BIM 모델 구조	18
11.1 BIM 모델 구조	18
11.2 BIM 모델 요소	18
11.3 폴더명 및 파일명 기준	20
11.4 BIM 및 CAD 표준	21
12. BIM기반 시공성과물 정의	22

1. BIM 실행계획의 개요

사업의 목적을 달성하기 위해 BIM 적용의 목적과 활용방안, 수행 절차에 대한 개요를 작성한다.

[예시]

-
- 00~00간 고속도로 건설공사(00공구) 시공단계 BIM 수행 및 활용계획 수립
 - 성과품 목표 수립 및 활용방안에 따른 BIM 상세수준(LOD) 정의
 - 단계별 수행 절차 및 BIM 모델 활용방안, 시공성과물 정의
 - 3차원 간섭검토를 통한 설계오류 및 시공의 적정성 확인
 - 3차원 공정 시뮬레이션을 통한 공정계획의 적정성 확인
-

2. 사업 정보

해당 사업의 이해를 위하여 일반 사업정보, 주요 사업일정으로 구분하여 작성한다.

2.1 사업 정보

시공단계에서 BIM을 발주자, 사업명, 사업위치 및 사업 개요 등 사업의 기본적인 내용을 작성하며, 사업의 위치도, 노선도 등을 첨부할 수 있다.

[예시]

발주자	한국도로공사
사업명	00 고속도로 00~00간 건설공사(제00공구)
사업위치	000도 00시 00동~00시 00동
사업단계	시공단계
사업개요	• 과업 연장 : L=00.0km - 교량 : 총00개소(0,000m), - 터널 : 총00개소(0,000m) • 과업기간 : 0000.00.00~0000.00.00(총0000일)

<과업의 위치도 또는 노선도>

2.2 주요 사업일정

해당 사업의 수행절차에 따라 BIM을 포함한 사업의 주요 일정을 작성한다.

사업 수행시 설계자료, BIM 데이터 등 정보의 교환을 위하여 BIM 수행계획 절차, 참여 업체간 협업 방안 등을 개략적으로 파악할 수 있다.

[예시]

구 분	주요 일정	수행기간(예상)	관련 조직
시 공 단 계	설계검토	0000년 00월 00일 ~ 0000년 00월 00일	시공사, BIM수행사
	설계변경	0000년 00월 00일 ~ 0000년 00월 00일	발주자, 시공사, 설계사, BIM수행사
	시공 BIM 모델 제작	0000년 00월 00일 ~ 0000년 00월 00일	발주자, 시공사, 설계사, BIM수행사
	⋮		
	준 공	0000년 00월 00일	

3. 주요 사업 책임자 및 담당자

원활한 BIM 업무수행과 협의를 위하여 사업에 참여하는 각 주체의 책임자와 BIM 담당자를 정하여야 한다.

사업수행 단계에 따라 발주자, 설계자, 시공자, BIM 수행사, 협력업체 등을 대상으로 각 주체별 책임자와 BIM 담당자를 지정한다.

[예시]

구분	소속	역할	성명	E-mail	전화
발주자	한국도로공사	사업 감독			
		BIM 담당자			
시공자	00건설	사업 책임자			
		BIM 관리자			
		BIM 담당자(공무)			
		BIM 담당자(공사)			
		BIM 담당자(안전)			
설계자	00엔지니어링	설계 책임자			
		BIM 담당자			
BIM 수행사	0000사	BIM 사업 관리자			
		도로분야 BIM 책임자			
		교량분야 BIM 책임자			
		터널분야 BIM 책임자			
		BIM 실무자			
⋮					

4. 사업목표 및 BIM 활용방안

과업지시서 등 발주자 요구사항을 반영하여 BIM 목표(BIM Goal) 및 활용 방안(BIM Uses)을 공사감독자와 협의하여 작성하며, 사업 단계 및 절차별로 주요 BIM 목표를 달성하기 위하여 BIM을 어떻게 활용할 것인지를 정의한다.

BIM 목표는 해당 사업에서 BIM 수행을 통하여 달성하고자 하는 전략적인 가치를 말하며, 구체적으로 정의함으로써 BIM 수행을 위한 근거를 마련할 수 있다.

BIM 활용방안은 사업의 목표가 정의되면 이를 달성하기 위하여 BIM을 활용하여 수행하는 작업으로 정의한다.

4.1 BIM 목표 및 잠재 BIM 활용방안

주요 BIM 목표와 내용을 중요도와 함께 제시하고 이를 달성하기 위하여 수행 가능한 BIM 활용방안을 작성한다.

BIM 목표(BIM Goal)는 해당 사업에 구체적이며, 측정 가능해야 하며 계획, 설계, 시공 및 유지관리 각 단계별 달성이 가능해야 한다. 예를 들어 사업수행 일정의 기간 단축, 비용 절감 또는 전반적인 품질 향상을 포함하여 일반적인 사업 성과와 관련될 수 있다.

잠재 BIM 활용방안(Potential BIM Uses)은 BIM 목표를 달성하기 위하여 잠재적인 가치가 있으며, 수행 가능한 BIM 활용 방안을 1차적으로 정의한 것으로서, 최종 BIM 활용방안을 설정하기 위한 근거로 활용한다.

BIM 목표를 가치에 따라 '상, 중, 하'로 중요도를 구분하고, 이를 달성하기 위하여 수행 가능한 BIM 활용방안을 1차적으로 정의하여 '잠재 BIM 활용방안'을 설정한다.

[예시]

중요도	BIM 목표	잠재 BIM 활용방안
상	• 적정성 검토	• 3차원 공사관리 및 계획 • 공정계획(4D 모델링)
중	• 주요 수량의 적정성 검토	• 2D & 3D 수량 비교
상	• 설계변경의 효율성 향상	• 3차원 모델링, 설계검토, 3차원 간섭조정
상	• 00 교량 - 복잡부 계획 검토 - 주요시설물 및 장비간 간섭검토	• 3차원 간섭조정 • 공정계획(4D 모델링), 가상목업
상	• 00 터널 - 주요자재 배치 및 간섭검토 - 설비 등 타 공종간 간섭검토	• 3차원 검토, 3차원 간섭조정
중	• 시공 생산성 향상	• 설계검토, 3차원 간섭 조정 • 3차원 공사관리 및 계획 • 공정계획(4D 모델링)
하	• 설계변경이력 BIM 정보를 통한 원활한 유지관리	• 예방적 유지관리, 자산관리, 이력 관리

4.2 BIM 활용방안

‘잠재 BIM 활용방안’과 공사감독자와 협의에 의해서 추가적으로 제시된 ‘BIM 활용방안’ 중 해당사업에 적용할 최종 “BIM 활용방안”을 정의한다.

최종 선정된 ‘BIM 활용방안’별로 적용 공종, 상세수준(LOD) 및 시공성과물을 정의하며, [12. 사업 성과물 정의] 항목과 연계하여 최종 시공성과물 납품 항목과 결과보고서에 수행 내용을 반드시 포함한다.

[예시]

BIM 활용방안	적용 공종	상세수준(LOD)	성과물
현황정보		100~200	BIM 모델
3차원 모형	전 공종	200~400	BIM 모델
설계검토	교량공, 터널공	100~400	도면오류검토보고서
3차원 간섭조정	교량공, 터널공	300~400	간섭검토보고서
3차원 공사관리 및 계획	전 공종	100~300	BIM 모델
가상목업	교량공	300~400	각종 보고서
수량검토	전 공종	100~400	주요수량검토보고서
안전관리	토공, 구조물공	100~300	BIM 모델, 결과보고서

5. 조직 구성 및 역할

5.1 BIM 관련 담당자의 역할과 책임

BIM 관리자 및 BIM 분야별 책임자 등의 역할을 아래와 같이 정의하였으며, 내용을 참조로 해당 사업에서 BIM 관련 담당자의 역할과 책임을 제시한다.

BIM 관리자는 BIM 전문가로써 BIM 사업의 책임자를 말하며, 발주자 또는 사업 수행 주체에서 위임을 받은 BIM 수행사에서 선임될 수 있다.

• BIM 관리자

- BEP 작성 및 지속적인 개정을 통한 품질 향상
- BIM 일정 및 기술적 회의 주관
- BIM 소프트웨어의 적절한 설치 및 운영 현황 관리
- BIM 파일 교환과 단계별 성과물 관리
- BIM 모델의 품질 관리를 통한 시공성과물 품질 보증

• 분야별 BIM 책임자

- BEP의 작성, 실행에 대한 책임이 있는 BIM 전문가
- 해당분야의 기준과 실무에 대한 BIM 전략, 절차, 기준 수립
- 분야별 책임자, 그 외 업체들과의 원활한 업무 주관
- BIM 모델의 내·외부적 BIM 정보의 흐름 파악 및 관리
- 상세수준(LOD), BIM 모델 구조, 품질 검토
- 설계와 BIM 업무회의에 참여하고 해당 분야의 관련 업무 주관

[예시]

구 분	담당자	역할 및 책임
발주자	한국도로공사	- 계약문서 작성 및 승인 - 과업지시서 / 입찰안내서 작성 - BEP 검토 및 승인 - 시공성과물 검토 및 승인
시공사	시공사 BIM 담당자	- 원활한 시공관리를 위한 설계 및 시공 BIM 업무 협업 - 시공 BIM을 수행하기 위한 설계 BIM 성과 및 BEP 검토
설계자	설계자 BIM 담당자	- 발주자/시공사/BIM수행사간 원활한 BIM 업무 협업 - BIM 결과보고서에 따른 설계성과물 feed-back
BIM 수행사	BIM 관리자	- BIM 사업 총괄 - BEP 작성 및 feed-back - BIM 프로세스 적용 및 보완 - BIM 검토보고서 작성 - BIM기반 시공성과물 관리 및 품질보증
	분야별 BIM 책임자	- 해당분야 BEP 작성 및 BIM 실무 총괄 - 분야별 BIM 수행을 위한 전략 및 절차 수립 - 분야별 설계검토, 간접검토 및 보고서 작성 - 분야별 상세수준(LOD) 설정 협의 및 모델 품질관리

5.2 BIM 활용방안별 인력 계획

시공단계에서 BIM을[4.2 BIM 활용방안]별로 담당 조직 및 담당자 등의 정보를 입력한다. 사업의 참여 인력에 대한 BIM 수행 실적 근거로 활용할 수 있으며, 실제 수행 인력을 대상으로 작성한다.

[예시]

BIM 활용방안	소속	투입인력	주소	담당자
현황정보	OOOO	0명	OOO	OOO
BIM 모델				
설계검토				
3차원 간섭조정				
3차원 공사관리 및 계획				
가상목업				
수량검토				
안전관리				

5.3 BIM 교육

사업 수행에 필요한 BIM 관련 교육을 정의하며, 도로 사업의 특성상 공구 분할이 되어 있는 경우는 공구별로 역할을 분담하여 중복되지 않도록 교육 내용을 조정할 수 있다.

BIM 교육은 공사감독자, 설계자, 시공, 협력업체 등을 대상으로 해당 사업 및 교육 대상자의 특성을 고려하여 BIM 이론 및 실무, 실습 등의 교육 과정을 구성할 수 있으며, 사업의 BIM 관리자가 주관한다.

[예시]

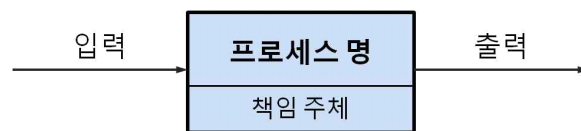
교육명	교육 목표	주기	주관자	참가자
BIM 기본 교육	BIM 기본 소양 교육	최소 1회	BIM 수행사	공사감독자, 설계자, 시공자
BIM 모델 관리 교육	BIM 모델 기본 체계 및 관리 방안 습득	최소 1회	BIM 수행사	공사감독자, 설계자, 시공자
BIM 모델 뷰어 교육	BIM 모델 검토 방법 습득	최소 1회	BIM 수행사	공사감독자, 설계자, 시공자
⋮				

6. BIM 활용 절차

BIM의 목표와 활용방안이 설정되면 사업의 수행 절차에 따른 수행계획이 수립되어야 하며, BIM 모델을 통한 정보 교환의 시기, 주체, 승인, 활용 단계를 설정하고 각 절차별로 제출되어야 하는 BIM기반 시공성과물도 정의되어야 한다.

수행계획 절차는 전체적인 BIM 활용에 대한 개요와 세부적인 BIM 적용 절차를 상호 연계시키는 작업으로, BIM 수행계획 절차를 도식화함으로써 사업 전반적인 수행 과정을 이해할 수 있도록 다양한 절차 및 정보전달에 대한 전·후 관계를 정의한다.

수행계획 절차에는 참조 정보, 절차, 정보 교환이 정의되어야 하며, BIM 활용방안은 수행계획 절차에 반드시 포함하여 수행 순서를 분명하게 정의하고, 참조 자료 및 프로세스별 공유할 정보 교환, 각 프로세스의 책임 주체 등을 아래와 같이 명확하게 제시한다.



[프로세스 작성 방안]

수행 범위 및 상세 정도에 따라 '1단계', '2단계'로 구분하여 작성하며 아래 적용 기호를 적절하게 사용하여 작성한다.

이벤트	사업 절차상에 발생하는 일로 시작, 중간, 끝으로 구성							
절차	구성요소가 행하는 절차는 사각형으로 표시							
게이트웨이	의사결정에 해당하는 것으로 순차적인 흐름의 수렴 및 발산을 조절							
절차 흐름	절차 내에서의 선, 후를 표시							
연계	정보와 절차를 데이터객체에 연결시키고 화살표 방향은 흐름의 방향							
풀(pool)	Activity의 세트를 구분하는 그래픽 컨테이너 역할	<table border="1" data-bbox="1230 1610 1385 1736"><tr><td colspan="2">Pool</td></tr><tr><td>Lane</td><td>Lane</td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>	Pool		Lane	Lane		
Pool								
Lane	Lane							
레인(lane)	풀의 하부 구분으로 Activity를 조직하거나 분류할 때 사용							
데이터객체	데이터 요구사항이나 Activity에 의해 생산되는 것							

[실행계획 절차 작성시 적용 기호]

6.1 1단계 Level1 : 전체 BIM 수행계획 절차

'1단계'(Level 1)는 사업의 생애주기 전반에 걸쳐 수행하는 BIM 프로세스로 정의하며, 이때 [4.2 BIM 활용방안]에서 제시된 각 활용방안은 '1단계'(Level 1)의 프로세스상에 반드시 포함되도록 작성하고, 각 프로세스 수행시 책임주체를 명확히 제시해야 한다.

각 프로세스별 참조하는 정보 내용을 '참고자료'로 제시하며, 수행 결과물로 얻어지는 BIM 기반 '시공성과물'을 제시한다.

'전체 BIM 수행계획 절차'는 'Ex-BIM 가이드라인 (2015)'을 참조하여 작성한다.

6.2 2단계 Level2 : 상세 BIM 활용 절차

'2단계'(Level 2)는 [4.2 BIM 활용방안]을 근거로 한 상세 활용절차로 정의한다. 따라서 [4.2 BIM 활용방안]별로 상세 프로세스를 작성하며, 각 프로세스 수행시 책임주체를 명확히 제시해야 한다.

각 프로세스별 참조하는 정보 내용을 '참고자료'로 제시하며, 수행 결과물로 얻어지는 BIM 기반 '시공성과물'을 제시한다.

'상세 BIM 활용절차'는 'Ex-BIM 가이드라인 (2015)'을 참조하여 작성한다.

7. BIM 및 유지관리를 위한 정보 요구사항

BIM 모델의 객체가 가져야 하는 속성 및 BIM 모델로 부터 도출되는 시공성과물에 필요한 정보는 요구사항[Employer's Information Requirement, EIR]]으로 설정해야 하며, 기술적 측면, 관리적 측면, 상업적 측면으로 구분하여 제시할 수 있다[Ex-BIM 가이드라인 '4.3 BIM 모델 정보요구사항의 정의' 참조].

BIM 발주서(과업지시서 또는 입찰안내서 포함) 이외의 BIM 모델 정보에 대한 발주자의 추가적인 요구사항으로 정의하며, 필요시 [4. 사업의 목표 및 활용방안], [5.2 BIM 활용방안별 인력계획], [6. BIM 활용 절차]에 포함한다.

'Ex-BIM 가이드라인 (2015)' '4.3 BIM 모델 정보요구사항 정의'를 참조하여 작성할 수 있다.

8. 협업절차

BIM은 다양한 공종과 소프트웨어를 활용하여 정보를 입력하고 가공해서 원하는 데이터를 추출해야하기 때문에 정보교환, 설계검토, 간섭체크 및 조정 등을 원활히 수행하기 위하여 협업을 위한 절차를 마련한다.

따라서 건설 단계별, 수행 주체간 협업계획, 회의절차, BIM 모델 활용을 위한 정보와 자료의 교환 절차 등을 정의한다.

8.1 협업계획

건설단계별 사업팀의 커뮤니케이션 방법, 문서 관리, 문서 전달, 자료 저장 등 협업 방법의 계획을 간략하게 기술하며, 사업의 목표, 정보 교환의 절차, 시공성과물의 특성 등을 시각적으로 제시한다.

협업계획은 발주자, 설계자, 시공사, BIM 수행사 등 수행 주체별로 정보 교환 방법 등을 도식화하여 시각적으로 작성한다.

8.2 회의절차

시공단계에서 BIM과 연관된 회의 종류와 방법을 정의한다.

사업 수행절차에 따라 시행되는 착수회의, 자문회의, 업무 협의 등 주요 업무회의 및 협의 시 다양한 정보의 교환과 협업을 위하여 BIM을 활용한 회의를 수행할 수 있다.

[예시]

회의 종류	수행단계	주기	참가자	장소
BIM	시공	사업착수 후 30일 이내	사업책임자, 분야별책임자, BIM 관리자, 분야별 BIM 책임자	
BIM 수행 계획서 시연	시공	사업착수 후 30일 이내	사업책임자, 분야별책임자, BIM 관리자, 분야별 BIM 책임자	
설계 BIM 협의	시공	상시	사업책임자, 분야별책임자, BIM 관리자, 분야별 BIM 책임자	
공정계획 회의	시공	상시	사업책임자, 분야별책임자, BIM 관리자, 분야별 BIM 책임자	
⋮	시공			

8.3 정보교환이 필요한 BIM 모델 활용 절차

[6.2 Level 2 : 상세 BIM 활용 절차]을 참고하여 정보 교환의 필요 유무를 결정할 수 있으며 필요시 정보 교환에 필요한 항목을 기입한다.

[예시]

구분	시기	제공자	수신자	시기/횟수	파일 형식	S/W	원파일 형식	교환파일 형식
- 구조해석모델	설계	BIM 전문가	구조 기술자	구조 BIM 모델 완료시	3D BIM 모델	Revit	RVT	DWG
공정스케줄-4D시물레이션	설계 시공	공정 담당자	BIM 전문가	공정스케줄 완료 후	텍스트	Primavera	XER	XLS
4D시물레이션-공정스케줄	설계 시공	BIM 전문가	공정 담당자	4DBIM 모델 검토 후	4D BIM 모델	Navisworks	NWD	XLS
⋮								

8.4 자료교환 절차

사업 수행에 필요한 자료를 교환하는 방법을 정의한다.

[예시]

저장 위치	파일 이름	파일 종류	보안유무	관리자	주기
FTP	프로젝트 폴더	폴더	보안(패스워드)	000	상시
클라우드	프로젝트 폴더	폴더	보안(패스워드)	000	상시
⋮					

9. BIM 모델 품질관리

BIM 모델의 품질관리를 위한 체크리스트를 작성하고 시공성과물 납품 이전에 품질관리를 수행한다. 별도로 제공되는 상세 품질관리 체크리스트를 기준으로 아래 사항을 고려하여 수행한다.

- 시각적 검토: 뷰어 등을 통한 시각적 BIM 모델 검토
- 간섭검토: 간섭검토 기능을 이용한 객체간 간섭 여부 검토
- 표준검토: BIM 모델이 계획에서 제시된 표준을 만족하는지 검토
- 객체검증: 각 객체의 데이터 세트 정확성 검토

10. 소프트웨어/하드웨어/네트워크에 대한 요구사항

10.1 소프트웨어

BIM의 특성상 단일 소프트웨어로 수행하기는 한계가 있으므로 데이터의 상호 운용성을 고려하여 중립포맷(LandXML, IFC 2X3)을 지원해야 한다.

[4.2의 BIM 활용방안]별로 사용하는 소프트웨어와 버전을 기입한다.

[예시]

BIM 활용방안		소프트웨어명	소프트웨어 버전
BIM 모델	현황 및 도로		년도 / Ver 0.0
	교량, 터널 및 구조물		년도 / Ver 0.0
설계검토			년도 / Ver 0.0
3차원 간섭조정			년도 / Ver 0.0
공사관리 및 계획			년도 / Ver 0.0
가상목업			년도 / Ver 0.0
수량검토			년도 / Ver 0.0
공간관리			년도 / Ver 0.0
안전관리			년도 / Ver 0.0

10.2 컴퓨터/하드웨어

[4.2의 BIM 활용방안]별로 BIM 사업의 목표를 달성하기 위하여 일반 PC 외에 특별히 사용되는 하드웨어와 장비 등을 기입한다.

[예시]

BIM 활용방안	하드웨어명	용도	담당자	하드웨어 사양
BIM 모델 제작	예) 팬텀 4 Pro(UAV)	지형 / 지장물 정보 취득	분야별 BIM 관리자	운영체제, 픽셀, 해상도, 속도, 비행시간 등
	예) Trimble TX (3D 스캐너)	기존 구조물 정보 취득	분야별 BIM 담당자	운영체제, 범위, 픽셀, 해상도, 메모리 등
	예) OO 워크스테이션	시공통합 BIM 모델 검토 및 시연	분야별 BIM 담당자	운영체제, 그래픽 카드, 메모리 등
설계검토	예) Microsoft Hololens (VR 기기)	3D모델 가상체험	BIM 관리자	운영체제, 크기, 무게, 센서, 해상도 등
공정계획	예) OO COMPUTER SYSTEM	3차원 협의	BIM 관리자	운영체제, 그래픽 카드, 메모리 등
⋮				

11. BIM 모델 구조

11.1 BIM 모델 구조

우리공사 '고속도로분야 BIM 정보체계 표준지침서'를 기준으로 작성한다.

11.2 BIM 모델 요소

BIM 모델 분류체계에 따른 설계 공종별 세부 객체요소와 상세수준(LOD)을 정의한다. 시공 통합 BIM 모델을 구성하기 위한 객체 구조를 구분하고, 객체의 설계변경 요소와 상세수준을 제시한다.

- 도로 BIM 요소

[예시]

요소		설계변수	상세수준(LOD)
토공	지형	TIN 모델	200
	지장물	취득 정보	100~200
	도로구조	평면 및 선형, 도로폭, 편경사	200~350
	흙깎기/쌓기	지형 및 도로 구조	200
배수공	측 구	도로구조, 측구 형식	200~300
	배수관	도로구조, 관경(D)	200~300
	암 거	도로구조, 암거 형식	200~300
	옹 벽	도로구조, 옹벽 형식	200~300
	기타 배수시설	도로구조, 시설물 형식	200
포장공	아스팔트	포장형식, 포장 두께	200
	콘크리트	포장형식, 포장 두께	200
부대공	방음벽	방음벽 형식	200
	표지판	표지판 형식	200
	가드레일	가드레일 형식	200
	기타 도로시설물	도로구조, 시설물 형식	200
그 외 시설물		시설 기준	200
시공 장비		장비 규격	200
⋮			

- 교량 BIM 요소

[예시]

요소	설계변수	상세수준(LOD)
가설공	지형, 지장물, 도로구조, 교량형식	200~300
말뚝	지형, 교량형식, 기초형식, 말뚝형식	200~300
기초	지형, 교량형식, 기초형식	200~300
교각	지형, 도로구조, 교량형식, 교각 형식	200~300
코핑부	지형, 교량형식, 교각 형식	200~300
교대	지형, 도로구조, 교대형식	200~300
교좌장치	교각, 교대형식, 거더	200~300
거더(BOX포함)	도로구조, 교량형식	200~300
슬래브	도로구조, 교량형식	200~300
주탑	지형, 도로구조, 교량형식, 연장	300~350
케이블	지형, 도로구조, 교량형식, 연장	200~300
방음벽	도로구조, 교량형식	200
중분대	도로구조, 교량형식	200
난 간	도로구조, 교량형식	200
철근 상세	도로구조, 교량형식	350
가설장비	고정(장비 규격)	200
⋮		

- 터널 BIM 요소

[예시]

요소	설계변수	상세수준(LOD)
가설공	길이, 폭, 두께, 재질	200
갱구부 비탈면	지형, 도로구조, 사면 경사, 높이, 암질	200
갱문	갱문 형식, 크기	200~300
쑏크리트	굴착방식, 지보패턴	200~300
라이닝	시설한계, 굴착방식, 지보패턴	200~300
록볼트	지질, 굴착방식, 보강방법	200~300
격자지보	지질, 굴착방식, 보강방법	200~300
보강공법	보강공법	200~300
중·횡 배수관	배수관 형식	200~300
맨홀	맨홀 형식	200~300
경사갱	지형, 터널형식	200~300
환풍기	터널형식	200~300
환기소	지형, 터널형식	200~300
대기오염정화시설	지형 터널형식	200~300
피난연결통로	터널형식, 대인용, 차량용	200~300
공동구	터널형식, 공동구 형식	200~300
⋮		

- 기타시설 BIM 요소

[예시]

요소	설계변수	상세수준(LOD)
건축	도로구조, 해당 설계기준	100~300
기계	도로구조, 해당 설계기준	100~300
전기	도로구조, 해당 설계기준	100~300
통신	도로구조, 해당 설계기준	100~300
조경	도로구조, 해당 설계기준	100~300
⋮		

11.3 폴더명 및 파일명 기준

BIM 모델 관리를 위하여 '고속도로분야 BIM 정보체계 표준지침서'를 적용한 공종별, 구간별, 시설물별 폴더를 구성한다.

11.4 BIM 및 CAD 표준

BIM 수행을 위해 참고할 BIM 및 CAD 표준을 정의한다. 작성시 BIM 과업지시서와 '고속도로 BIM 적용지침(시공자편)'을 우선적으로 참고하여 적용한다.

[예시]

적용 우선순위	표준 종류	버전/ 발행년월	해당 BIM 활용방안	해당 조직
상	고속도로 BIM 적용지침(시공자 편)	2023.X	BIM 수행	시공자, BIM 수행사
중	고속도로공사 BIM 시공상세설계성과물 작성지침 및 해설	2023.X	시공상세 설계	시공자, 설계자, BIM 수행사
중	한국도로공사 Ex-BIM 가이드라인	1.0/2015.10	설계검토	시공자, 설계자, BIM수행사
중	조달청 시설사업 BIM 적용 기본지침서	1.31/2016.3	설계검토	시공자, 설계자, BIM수행사
하	국토교통부 도로분야 BIM 가이드라인	1.0/2016.12	설계검토	시공자, 설계자, BIM수행사
상	고속도로분야 BIM 정보체계 표준지침서	2.0/2022.8	BIM 모델 구조	시공자, 설계자, BIM수행사
상	건설정보모델(BIM)을 위한 전산설계도서 표준가이드 (유지관리부문)	0.1/2013.11	BIM 폴더 및 파일 구조	시공자, 설계자, BIM 수행사

12. BIM기반 시공성과물 정의

[4.2 BIM 활용방안]에서 정의된 BIM기반 시공성과물의 구체적인 종류와 포맷 등을 정의한다.

[예시]

BIM기반 시공성과물		내용	납품일	포맷	비고
BIM 모델	3D	·공중별 BIM 모델 ·시공통합 BIM 모델	00년00월00일	DGN	
	4D / 5D	·공정관리/공사비관리	00년00월00일	NWF	
	BIM 표준포맷 파일	·표준 포맷	00년00월00일	IFC	IFC 2X3
보 고 서	BIM 수행계획서				
	간접검토보고서				
	도면오류검토보고서				
	주요수량검토보고서				
	품질관리 체크리스트				결과보고서에 포함
	BIM 결과보고서				



부속서-3



과업지시서





고속국도 제○○호 ○○-○○선(○○-○○) 건설공사
과 업 지 시 서

20○○. ○

 한국도로공사

빈 페이지

목 차

제1장 과업개요	1
제1절 과업명	1
제2절 과업의 목적	1
제3절 과업위치	1
제4절 대상 구간	1
제2장 과업내용	2
제1절 과업범위	2
제2절 과업내용	2
제3절 과업의 수행기간	2
제4절 설계변경조건	3
제5절 주요업무의 사전승인 등	3
제6절 과업수행 및 공정보고	3
제7절 용역감독 등	4
제8절 자료요구·질의 등	5
제9절 계약상대자의 책임	5
제10절 적용규정 및 기준	6
제11절 용어의 해석	6
제12절 용어의 사용 및 문장의 구성	6
제13절 용역수행자의 교체	8

제14절 기타 사항	8
제3장 시행방법	9
제1절 BIM 모델 제작	9
제2절 시공 BIM 시행	10
제4장 일반사항	11
제5장 보안사항	12
제6장 안전 및 보건대책 이행 의무	13
제7장 BIM기반 시공성과물의 제출	13

제1장 과업개요

제1절 과업명

고속국도 제○○호 ○○-○○선(○○-○○) 건설공사 시공단계 BIM 용역

제2절 과업의 목적

본 과업의 목적은 고속국도 제○○호 ○○-○○선(○○-○○) 건설공사 시공단계에서 BIM(Building Information Modeling)을 기반으로 수량, 도면, 공사비 등의 BIM 정보 연계를 통해 공정관리(4D), 기성관리(5D), 시공상세설계도 등 현장에서의 효율적인 사업관리 및 안전관리, 품질관리 등에 활용하기 위함.

제3절 과업위치

본 과업수행 시 검토가 필요하거나 불분명한 사항은 우리공사와 계약상대자 간 협의하여 시행한다.

용역명	행 정 구 역	비 고
고속국도 제○○호 ○○-○○선(○○-○○) 건설공사 시공단계 BIM 용역	○○○도 ○○군 ○○면 ~ ○○○도 ○○군 ○○면	

제4절 대상 구간

구 분	대 상 구 간	비 고
1~6공구	· ○○-○○ 구간 본선 및 연결로를 포함한 전 구간 - (연 장) 00.000 km - (차로수) 0 차로(폭 00.0~00.0 m) - (분기시설) ○○ 분기점, ○○ 분기점 - (출입시설) ○○ 나들목, ○○ 나들목 - (휴게시설) ○○ 휴게소(양방향), ○○졸음쉼터(양방향) - (교량) ○○교 등 00개소(0.0 km) - (터널) ○○터널 등 00개소(00.0 km)	

제2장 과업내용

제1절 과업범위

시공단계 BIM 활용을 위한 BIM 모델 구축, 안전 및 품질 시공을 위한 시공 상세도 작성, BIM 관련교육 및 신규 아이템 발굴 등을 과업범위로 한다. 설계단계의 BIM기반 설계성과물을 이용하여 건설사업 전 구간을 BIM 모델로 제작하여 가상시공 등 각종 시뮬레이션 및 개선사항에 대한 개략적인 공사비 검토 등이 포함된다.

제2절 과업내용

「스마트 건설현장 기반조성을 위한 시공단계 BIM 추진계획 수립, 공사관리 팀-353 2022.03.02.」에 따라 결빙취약구간 검토, 터널 출구부 눈부심 해소를 위한 직광영향 검토, 드론영상을 활용한 시공 정합성 검토, 표지판 간섭 검토, 시공 중 갱부 비탈면 안정해석, XR장비를 활용한 시공 적정성 확인의 과업이 포함, 과업의 난이도에 따라 과업 내용을 상호·협의하여 조정할 수 있다.

과업내용	검토구간	비고
① 노선 전구간 BIM 모델 제작 *BIM 상세수준은 300 이상으로 하되, 필요시 우리공사와 협의 후 변경	전구간	기본
② 시공상세도 작성	전구간	기본
③ 결빙취약구간(응달구간, 종단급경사) 검토	전구간	
④ 터널 출구부 직광 영향 검토	전구간	
⑤ 드론영상을 활용한 시공 정합성 검토	전구간	
⑥ VMS 등 도로시설물과 표지판 간섭 검토	전구간	
⑦ 지반모델링을 통한 시공 중 갱부 비탈면 안정해석	1개소	
⑧ XR장비를 활용한 시공 적정성 확인	1개소	

※ (결빙취약구간 검토) 도로결빙사고 예방을 위한 설계기법 잠정 적용방안(설계처-2828, 20.10.21)

제3절 과업의 수행기간

본 영역의 과업기간은 착수일로부터 000 일간(공휴일 등 휴지일수 포함)로 하고, 계약상대자는 다음의 경우에 우리공사에게 서면으로 계약기간의 변경할 수 있다.

1. 민원발생에 의해 과업수행이 지연 또는 불가능할 때
2. 천재지변, 전쟁, 내란 등 불가항력 사태의 발생으로 업무수행이 불가능할 때
3. 우리공사의 방침변경 또는 지시에 의한 때
4. 계약 이후 당초 설계수량이 현저하게 증감되었을 때

제4절 설계변경조건

1. 본 과업량이 당초와 증감이 있을 경우에는 우리공사의 방침에 따라 예산 범위 내에서 설계 변경할 수 있다.
2. 본 용역과업에 대한 우리공사의 방침이 변경될 시는 변경된 방침에 따른 설계 변경
3. 본 용역의 합리적인 용역수행을 위하여 공정계획의 변경이 필요한 경우에는 감독이 승인한 조정 공정으로 변경
4. 계약내용에 따른 이행수량에 의한 정산 변경 시
5. 민원발생에 의해 과업수행이 지연 또는 불가능할 때
6. 천재지변, 전쟁, 내란 등 불가항력 사태의 발생으로 업무수행이 불가능할 때

제5절 주요업무의 사전승인 등

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

1. 과업수행계획서 및 착수보고서의 내용 변경
2. BIM 모델을 포함한 주요 내용 및 방침의 설정 또는 변경
3. 설계기준의 설정 또는 변경
4. 기타 공사감독자의 지시나 계약상대자의 판단에 따라 승인받아야 할 사항

제6절 과업수행 및 공정보고

1. 착수보고서

가. 계약상대자는 과업착수시 예정공정표, 사업책임기술자 선임신고서 등이 포함된 착수보고서를 계약 후 5일 이내에 우리공사에게 제출하고, 공사감독자의 확인을 받아야 한다.

나. 계약상대자는 과업착수보고서 제출시 건설기술진흥법 시행령 제45조 (별지 제27호 서식)에 의거 설계 등 용역업자의 현황통보 및 관리를 위한 자료를 필요시 전산파일로 제출한다.

2. 과업수행계획서

가. 계약상대자는 착수보고서 제출시 과업내용 등을 검토한 후 과업수행계획서를 제출하여야 하며 이에 포함할 내용은 다음과 같다.

- 1) 세부공정계획서
- 2) 과업의 단계별 성과물 제출계획서

- 3) 과업수행조직 및 인력(장비)투입계획서
- 4) 건설기술 경력사항 확인서
- 5) 참여기술자 인적사항, 참여과업내용 및 참여예상기간
- 6) 참여기술자의 보안각서

나. 계약상대자는 상기 과업수행계획서 서류 2부를 착수보고서 제출시 우리공사에 제출하여 승인을 받아야 한다.

3. 월간 진도보고서

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

가. 과업 추진내용 및 공정현황

나. 공종별 BIM 모델 제작 현황(승인사항 포함)

다. 과업수행상 주요 문제점 및 대책

라. 참여기술자 현황

마. 다음 달 과업수행 계획

바. 작업일지

4. 중간보고

계약상대자는 공사감독자의 요구가 있거나, 다음 각각의 경우에는 관련자료를 제출하고, BIM 수행자로 하여금 설명하도록 하여야 하며, 공사감독자의 지시사항(서면지시 포함)에 대하여 성실히 수행하고 조치결과를 서면으로 제출하여야 한다.

가. 주요 단계별 과업이 종료되었을 때

나. 주요계획 및 방침의 설정과 변경 시

제7절 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. BIM 모델 제작, 주요 검토내용 및 업무수행 상태

다. 기타 확인에 필요한 사항

2. 용역점검

우리공사는 BIM 모델 제작 등 확인을 위해 계약상대자에 대한 정기 또는 수시점검을 실시할 수 있으며, 특별한 사유가 없는 한 계약상대자는 공사 감독자와 협의하여 지적사항을 시정하여야 한다.

제8절 자료요구·질의 등

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

제9절 계약상대자의 책임

1. 계약상대자의 책임범위

- 가. 계약상대자는 우리공사의 승인을 받아 작성한 도서라 할지라도, 계약상대자의 잘못으로 발생한 과오나 오류 등으로 인한 과업수행상 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 과업지시서의 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. 계약상대자의 해당 용역업무를 수행함에 있어 고의 또는 과실로 당해 용역목적물 또는 제3자에게 재산상의 손해를 발생하게 한 경우 이의 배상을 담보하는 용역손해배상보험 또는 공제증서를 과업을 완료하기 전까지 우리공사에 제출하여야 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. 법률준수의 의무

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

제10절 적용규정 및 기준

1. 적용규정 및 기준은 가장 최근의 자료를 적용하며, 관련규정 및 기준이 개정된 경우 등 관련규정 및 기준 등에서 규정하는 바에 따라 적용여부를 판단하고, 특별히 규정되지 않은 사항은 우리공사와 협의하여 적용한다.
2. 관련법령 및 기준에 대해 명기한다.
3. 통계자료는 공신력 있는 정부기관, 지방자치단체, 기타 한국은행 등 공공기관의 자료를 활용하고 인용된 통계자료는 반드시 출처를 명시한다.

제11절 용어의 해석

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

제12절 용어의 사용 및 문장의 구성

1. 성과물 작성에 사용하는 용어
 - 가. 계약조건에서 정의, 사용한 용어
 - 나. KS 등 표준규격에서 정의, 사용한 용어
 - 다. 기술용어사전에서 정의, 사용한 용어
 - 라. 정부제정 제기준 용어
 - 마. 기타 국어사전에서 정의, 사용한 용어
2. 성과물 작성에 사용하는 맞춤법
 - 가. 한글 맞춤법(교육과학기술부)
 - 나. 외래어 맞춤법(교육과학기술부)
 - 다. 기본 외래어 용어집

3. 성과물 작성에 사용하는 문장구성

가. 과업내용서에 사용하는 문장은 주어와 술어가 일치하여야 하고 목적어가 빠진 문구사용 지양

나. 형용사, 부사는 문장의 연결이 확실히 되도록 사용

다. 누구나 쉽게 이해될 수 있도록 평이한 문장 사용

라. 의사전달이 명확하도록 간결하고 서술적·명령적 구술체 사용

4. 성과물 작성에 사용하는 용어의 표현방법

가. 애매한 표현 배제

- 1) “원칙적으로”, “대체로”, “충분한”, “관련○○” 등의 애매한 표현을 최대한 배제

나. 주어의 명확화

- 1) 주어, 서술어, 목적어를 명확히 구분하여 “누가”, “무엇을”, “어떻게” 해야 하는지를 명확하게 기술

- 2) “계약상대자는”, “공사감독자는” 등 주어 명시

다. 약어사용

- 1) 가능한 약어를 사용하지 말 것

- 2) 약어 사용이 필요한 경우 다음에 따른다.

- 건설업 분야에서 제정된 협약
- 사전에 수록되어 있는 약어
- KS규준 및 기타에서 사용되고 있는 일반적인 약어
- 규준 및 규격은 그 단체 및 기관 또는 제조회사에서 제정한 것
- 약어는 원 단어의 특성을 유지하는데 필요한 최소한의 문자 및 수로 구성

5. 성과물 작성 시 서술원칙

가. 문장내용은 간단명료하고 불필요한 낱말이나 구절은 피할 것

나. 계약상의 필요한 모든 사항을 서술하되 반복하지 말 것

다. 불가능한 사항은 규정하지 말 것

라. 긍정문으로 알기 쉽게 서술할 것

마. 정확한 문법으로 기재할 것

바. 예측보다는 직설적으로 서술할 것

사. 공법과 결과를 모두 기재하지 말 것

아. 모순된 항목은 배제할 것

자. 이해하기 쉽고 혼돈을 야기하지 않도록 구두점을 사용할 것

- 차. 정확하고 통일된 용어를 사용할 것
- 카. KS 등과 같은 표준규격은 그 내용을 숙지한 후 인용할 것
- 타. 상투적인 표현의 반복사용이나 틀에 박힌 문구는 피할 것

제13절 용역수행자의 교체

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

제14절 기타 사항

1. 우리공사의 귀책사유로 과업이 지연되어 기간연장이 필요한 경우에는 이로 인해 발생하는 추가비용은 우리공사가 부담한다.
2. 하도급에 관한 사항(필요시)
 - 가. 계약상대자는 본 용역을 일괄하여 하도급 할 수 없다.
 - 나. 계약상대자가 하도급으로 처리할 수 있는 사항은 다음과 같다.
 - 1) 각종 조사, 측량 및 이와 유사한 작업
 - 2) 토질조사와 이에 부수되는 시험 등의 작업
 - 3) 기타 우리공사가 특별히 인정하는 업무(특별과업, 경관설계 등)
 - 다. 계약상대자는 위항에서 규정하고 있는 하도급으로 처리할 수 있는 사항에 대하여 하도급을 하고자 할 경우 하도급 계획서를 제출하고 우리공사의 승인을 받아야 한다.
 - 라. 계약상대자는 도급받은 용역에 관하여 하도급 계약을 체결한 경우에는 그 계약을 체결한 날로부터 30일 이내에 다음 각 호의 사항을 우리공사에 통보하여야 하며, 우리공사는 하도급 계약 적정성을 검토한 후 통보일로부터 30일 이내에 이를 변경 요구할 수 있다.
 - 1) 하도급 계약을 체결할 용역의 범위
 - 2) 하도급 받을 용역업자와 참여기술자의 현황
 - 3) 하도급 기간 및 하도급 금액(율) 등

마. 계약상대자는 선금·기성금·준공금 등을 지급 요청시 하도급 대금 내역을 별도로 통보하여야 하며, 대금을 지급받은 날로부터 15일(하도급대금의 지급기일이 그 전에 도래하는 경우에는 그 지급기일) 이내 하도급 계약 용역업자에게 용역수행한 부분에 상당하는 금액을 지급하여야 한다.

바. 계약상대자는 하도급 대금을 지급한 후 우리공사로 10일 이내에 지급 내역을 통보하여야 하며, 구비서류는 다음과 같다.

- 1) 하도급 대금 지급금액
- 2) 하도급 대금 지급일자
- 3) 지급계좌 등 확인가능 서류

사. 우리공사는 선금, 기성금, 준공금 등 하도급 대금 지급실태에 대한 관리실태를 점검할 수 있으며, 점검결과 위반사실이 확인되는 경우 관련 기관에 신고 등을 포함한 제재조치를 취할 수 있다.

제3장 시행방법

제1절 BIM 모델 제작

1. 우리공사에서 제공되는 BIM기반 설계성과물을 기반으로 작성하고 설계 BIM을 시행하지 않은 시설물은 2D 실시설계도면, 내역, 공정 자료 등 설계도서를 기반으로 BIM 모델을 작성한다.
2. 3차원 지형, 지반 BIM 모델(현장 좌표계와 동일)을 포함한다.
3. 현장의 좌표계와 도로의 평면, 종횡단 등 선형정보가 정확히 일치하도록 하여야 하고, 공용중인 도로의 정보가 정확히 반영되어 접속부 등에서 오류가 발생하지 않도록 하여야 한다.
4. BIM 모델로부터 발견된 오류 및 간섭사항에 대해 설계도서(2D 도면) 수정 후 이를 BIM 모델에 반영하여야 한다.
5. BIM 모델 제작 범위

가. 과업구간 본선, 연결로 및 주변환경 등은 상세수준 300으로 제작하며, 과업에 따라 상세수준은 우리공사와 협의하여 시행한다.

나. 그 이외 정보 입력 수준은 일반적인 사항을 기준으로 작성하며, 반드시 시공 BIM 단계에서 활용할 수 있도록 BIM 모델을 제작하여야 한다.

6. 필요시 BIM 모델 또는 데이터베이스(DB)로부터 정보를 추출하여 2D 도면을 작성한다.

가. 구축된 BIM 모델 또는 DB를 활용하여 평면 및 종단면도, 상세도면 등 2D 도면 작성

7. 현장에서 BIM기반 시공성과물을 활용할 수 있도록 뷰어프로그램 제공 및 사용법 등 이와 관련된 교육을 수행하여야 한다.

8. 기타사항은 다음 우리공사 지침 등을 준수하고, 최종적으로는 공사감독자 협의결과에 따른다.

가. 고속도로 BIM 적용지침-시공자편(한국도로공사, 2023년 예정)

나. 고속도로공사 BIM기반 시공상세도 작성지침 및 해설
(한국도로공사, 2023년 예정)

다. 고속도로 BIM 적용지침-설계자편(한국도로공사, 2023년 10월)

라. 건설산업 BIM 시행지침(국토교통부, 2022년 7월)

마. 건설산업 BIM 기본지침(국토교통부, 2020년 12월)

바. 시공단계 Ex-BIM 매뉴얼(한국도로공사, 2018년 12월)

사. 기타 국토교통부 또는 우리공사가 제정한 관련 지침(방침) 및 시방서

제2절 시공 BIM 시행

1. 작성된 BIM 모델을 활용하며, 현장과 합동회의(월1~2회) 결과를 반영하여 시공 BIM 모델로 업데이트하여야 한다.

2. 시공상세도는 기본도면과 보조도면으로 구성하여 제출한다.

가. 기본도면: 시공 BIM 모델 또는 DB로부터 추출한 도면

나. 보조도면: 안전 또는 시공시 유의사항, 개념도 등 상세사항을 표현한 도면

3. 과업내용은 다음을 따르며, 현장에서 실제로 활용할 수 있도록 뷰어프로그램 제공 및 교육을 실시하고, 개선방안을 제시하는 과업의 경우 개선 결과를 반영하여 BIM 모델을 수정하고 변경사항에 대한 설계도서를 제출하여야 한다.

가. (결빙취약구간 검토) 본선 및 연결로 전 구간에 관련 방침(설계처-2828, '20.10.21)을 적용하여, 결빙사고 위험지수를 산정하고 목표점수 미달 시 결빙사고 취약구간 대책시설을 검토 후 최적안을 제시하여야 한다.

나. (터널 출구부 직광 영향 검토) 동서노선 특성상 일출·일몰 시 터널 출구부 직광 저감이 필요할 것으로 예상되므로 관련방침(건설처-3109, '12.07.30)과 기 설계 검토 사항을 참고하여 직광영향을 분석하고 이를 저감할 수 있는 차단시설 및 VMS 안내시설을 제시하여야 한다.

- 다. (시공 정합성 검토) 우리공사가 제공하는 시공 중 드론 영상 자료와 BIM 모델을 비교하여 시공 정합성 여부를 검토하고 그 결과를 제시한다.
 - 라. (표지판 간섭 검토) 설계 단계에서 검토된 표지판을 모델링하여 운전자 시점에서 타 시설 등과 간섭여부를 검토하여 개선방안을 제시한다.
 - 마. (갱구비탈면 안정해석) 기존 비탈면 안정성 검토 과정 개선을 위해 우리공사가 제시하는 터널 갱부 비탈면 1개소를 대상으로 지층 및 지반 조건 등을 상세수준 300의 BIM 모델로 제작하고 불리한 단면에 대한 시공 중 안정성 검토 시행 및 보강방안을 제시한다.
 - 바. (XR장비를 활용한 시공적정성 확인) 우리공사가 제시하는 구조물, 분기점 또는 나들목 중 구현 가능한 1개소를 대상으로 XR장비를 활용하여 가상의 완성상태를 시각적으로 확인할 수 있도록 관련 장비를 포함한 성과물을 제시한다.
4. 기타 사항은 다음 우리공사 지침 등을 준수하고, 최종적으로는 공사감독자 협의결과에 따른다.

제4장 일반사항

1. 본 과업지시서에 규정되지 아니한 사항은 기본적으로 우리공사의 지침 및 용역계약일반조건 등 제기준을 준수하여야 하며 공사감독자와 협의하여 최종 시행하여야 한다.
2. 용역 착수 후 다음과 같이 BIM 수행계획서(BEP)를 제출하여야 한다.
 - 가. BIM 수행계획서(BIM Execution Planning, BEP)는 사업 수행시 BIM을 활용하기 위한 계획서로 제안자 또는 계약자가 작성하는 보고서 형식의 문서를 말하며, 과업 계약 후 15일 이내 공사감독자의 승인을 받아 제출해야 한다.
 - 나. BIM 수행계획서는 발주자 요구사항을 근거로 BIM 목표 및 활용방안, BIM 모델 요소 및 상세수준, 정보 교환의 시기·주체·승인·활용단계, 협업 방안 등 계약자(BIM 수행사)가 준수해야 할 BIM 수행 절차를 설정해야 한다.
 - 다. BIM 수행계획서는 사업 수행 단계별 현안사항을 공사감독자와 협의하여 과업완료시까지 지속적으로 보완해야 하며, 수행 과정에서 내용의 변경 또는 보완 사항이 발생한 경우, 수정된 내용을 공사감독자 승인 후 다시 제출한다.

- 라. BIM 수행계획서는 계약 문서로써 효력을 발휘하기 때문에 표지에 <작성자>, <확인자>, <공사감독자> 확인을 경유하고, BIM기반 시공성과물 현황 파악 및 검증을 위하여 제출한다.
3. BIM 모델 제작 후 월 1~2회 실무자 합동회의를 시행하며, BIM 모델의 공유를 통해 BIM기반의 신속하고 정확한 의사결정을 지원하여 시공 생산성 향상은 물론 위험요소를 최소화하고 품질, 안전 및 친환경을 극대화하도록 노력한다.
4. 입찰 참여사는 아래와 같이 참여기술자의 경력증명서를 입찰시 제출하고 과업기간동안 참여기술자의 변경 시 동급의 엔지니어로 대처하여야 한다.
- 가. BIM 사업총괄 매니저는 토목분야경력 10년 이상자 1인 이상 참여
나. BIM 코디는 BIM기술자로 1인 이상 참여
다. BIM 모델러는 BIM기술자로 2인 이상 참여
- 라. 입찰 참여사는 토목분야에 대한 설계 또는 시공 BIM 수행 실적을 최소 1건 이상 보유해야 한다.
5. “계약상대자”는 계약일로부터 5일 이내에 착수계를 제출하여야 하고, 과업수행 참여자는 계약 후 과업 종료시까지 공사감독자의 사전 승인 없이 임의 교체할 수 없다. 단, 본인의 중병, 이민, 퇴직 등 부득이한 경우에 한하여 승인될 수 있으며, 승인 없이 과업수행 참여자의 교체가 있을 경우 당해 과업수행 참여자 및 “계약상대자”에 대하여는 우리공사가 제재를 가할 수 있으며, “계약상대자”는 이 사실에 대하여 이의를 제기하지 못한다.
6. 과업수행 참여자의 교체시는 인수, 인계를 철저히 하여 자료의 외부 유출을 방지하여야 한다.

제5장 보안사항

1. 본 과업 수행으로 개발되는 시공성과물에 대한 모든 권리는 우리공사와 계약상대자가 공동으로 소유하며, 제안기관은 본 용역을 이행함에 있어서 발생하는 저작권, 사용권 또는 특허 등의 문제에 대한 일체의 책임을 져야 한다.
2. 본 과업의 수행에 사용된 모든 기록과 자료는 본 과업 수행과 관계없는 일에 사용하거나, 임의로 복사 또는 외부에 유출할 수 없다. 과업 수행자는 계약 후 7일 이내에 보안유지에 관련된 제반 서류를 제출 후 과업에 착수하여야 한다(별지 제1호 관련 서식).

제6장 안전 및 보건대책 이행 의무

1. 계약상대자는 관계법규에 의한 안전수칙의 준수 등 안전관리에 최선을 다하여야 하며, 계약상대자의 과실이나 부주의로 인하여 발생하는 사고 및 손해에 대하여 책임을 져야 한다.
2. (산업안전보건 의무) 산업안전보건법 및 중대재해처벌상 안전보건확보 의무를 성실히 수행하여야 한다.(별지 3호)
 - 가. 산업안전보건법 제 36조(위험성 평가)관련 위험성 최초평가를 실시하고 안전관리계획서 작성하여 착수 후 10일이내에 사업단으로 제출하여야 한다. 2차 위험성 평가는 공정 50% 내외에서 실시하여야 한다.
 - 나. 용역기간 중 안전사고 예방을 위하여 안전관리계획서를 위험성 평가서와 함께 제출하여야 한다.
3. (협업체 운영) 산업안전보건법 제 64조에 따른 도급인인 협업체를 구성·운영하는 경우 성실히 참여하여야 한다.

제7장 BIM기반 시공성과물의 제출

설계도서 작성은 고속도로 BIM 적용지침, 시공단계 Ex-BIM 매뉴얼(2018) 등 우리공사 기준을 준수하고, BIM 모델 원본파일, 중립 형태의 파일, 이 BIM 모델로부터 추출된 도면, 관련 보고서 등을 BIM기반 시공성과물로 작성할 수 있으며 공사감독자와의 협의 및 BEP를 통해 확정된다.

보 안 각 서

본인은 0000년 00월 00일 귀사와 체결한

()용역을
시행함에 있어 다음 사항을 준수할 것을 각서로 제출합니다.

1. 본인은 본 용역을 시행함에 있어 계약서 및 과업지시서상의 제반
보안사항을 철저히 이행할 것임은 물론 용역과업수행 전에 용역참여자
전원에 대하여 보안교육을 실시하고 보안각서를 징구하여 용역 시행
부서에 제출할 것임.
2. 본인은 물론 당 회사 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.

0000년 00월 00일

소 속:

직 위:

성 명: 인

한국도로공사 ○○○○건설사업단장 귀하

보 안 각 서

본인은 0000년 00월 00일 귀사와 체결한

()용역을
시행함에 있어 다음 사항을 준수할 것을 각서로 제출합니다.

본인은 본 용역을 시행함에 있어 계약서 및 과업지시서상의 제반
보안사항을 철저히 이행할 것은 물론 과업수행 중에 습득한 일체의
보안사항을 외부에 누설하지 않을 것을 서약하오며, 누설하였을 경우
보안관계 제법규에 의거 처벌받음은 물론 민·형사상의 조치에 어떠한
이의를 제기할지 않을 것을 서약합니다.

0000년 00월 00일

소 속:

직 위:

성 명: 인

한국도로공사 ○○○○건설사업단장 귀하

(별지 제3호)

□ 산업안전보건법 관련 수급인 의무사항

조항	의무사항	이행주체
제25조	◦ 안전보건관리규정 작성	
제29조 제32조	◦ 근로자의 안전보건 교육	
제34조	◦ 안전보건관리규정 요지 등의 게시	
제35조	◦ 근로자 대표의 산업안전보건위원회 의결 사항 통지요청	
제36조	◦ 위험성평가(근로자 의무 참여, 최초, 정기, 수시)	
제39조	◦ 근로자 건강진단 및 보건상의 조치	
제64조	◦ 협의체 구성·운영 참여	
제158조	◦ 근로자 보호구 지급 등 재해 및 건강장해 예방조치	

□ 중대재해처벌법 관련 수급인 의무사항

조항	의무사항
시행령 제4조	◦ 안전보건에 관한 목표와 경영방침 설정
	◦ 안전·보건 업무를 총괄·관리하는 전담조직 설치
	◦ 유해·위험요인의 확인·점검 및 개선
	◦ 필요한 예산의 편성 및 집행
	◦ 안전보건관리책임자 등에 대한 조치
	◦ 안전관리자 등의 배치 및 업무 수행시간 보장
	◦ 중앙행정기관·지자체가 개선·시정 등 명령한 사항의 이행관련 조치
시행령 제5조	◦ 안전보건 관계 법령 의무 이행 점검
	◦ 안전보건 관계 법령 의무 미이행 사항 조치
	◦ 유해·위험 작업에 관한 교육 실시 점검
	◦ 유해·위험 작업 교육 미실시에 대한 조치



부속서-4



간접검토보고서



고속국도 제○○호 ○○-○○선(○○-○○) 건설공사
간 섭 검 토 보 고 서

20○○. ○

빈 페이지

목 차

1. 간섭검토 결과	1
2. 간섭검토 상세	2

빈 페이지

1. 간섭검토 결과

간섭검토는 BIM 모델을 활용하여 구조물 또는 시설물 객체 요소 간 물리적 또는 정보의 정합성 여부를 검토하기 위하여 수행한다.

간섭검토 수행 내용 및 결과를 포함하며, 간섭검토 후 조치내용에 대한 feed-back을 수행하여 조치결과를 제출한다.

BIM의 특성인 2D 성과물의 가시화를 통하여 공종간 또는 타 공종간 간섭검토 내용을 반영한다.

간섭검토 결과를 조치내용으로 제시하고, 설계자와 feed-back을 통하여 검토결과를 제시한다. 시공성과 품질 향상을 통하여 설계오류, 설계변경 최소화 등을 BIM 수행의 효과로 산정할 수 있다.

[예시]

구분	검 토 결 과					비고
	구간 [STA.]	방향	시설물명	도면 번호	검토내용	
1	1+050		배수관	-	• 횡배수관과 종배수관 간섭 발생	배수공
2	3+852	하행	00교	C0060209 -021~023	• 주탑 주 철근과 정착부 보강철근 간섭	00교량 주두부
3	3+600.00	상행	00터널	-	• 발파영향원과 본선타널간 이격거리 시각적 검토	터널공
4	4+500	하행	00터널	C0060209 -018~020	• 환기시설 및 터널 구조물과의 간섭 발생	타공종간 간섭
5	5+650	본선	Ramp-A	-	• 광역 상수도이설로 인한 구조물 간섭 사항 검토	광역상수도 이설구간
6	예정공정표	-	00교	-	• 00교 구간의 4D 모델을 통한 공정간 간섭검토	공정검토
⋮						

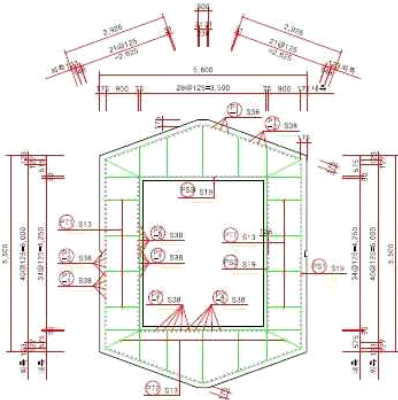
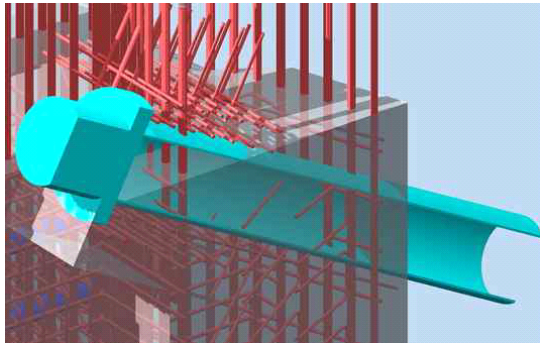
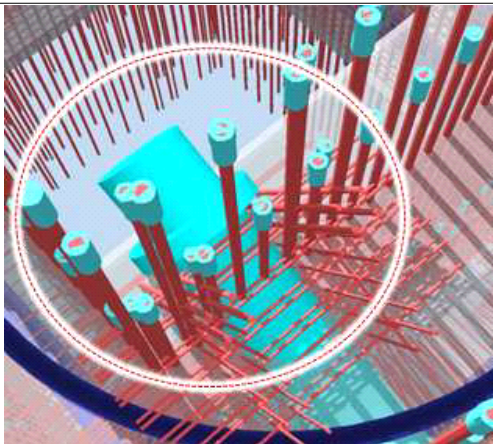
2. 간섭검토 상세

시설물의 위치, 시설물명, 도면번호 등을 입력하고, 해당되는 도면은 전부 명시해야 한다.

검토내용은 2D 도면을 3차원 BIM 모델로 검토하였을 경우의 간섭내용을 작성하며, 조치내용은 간섭 해결방안을 작성한다.

작성 양식의 한계로 인하여, BIM 모델의 상세표기 등 도면 첨부가 어려운 경우 검토내용 및 조치 내용 등을 구분하여 별도의 페이지로 작성한다.

[예시] 간섭검토 상세

구분	번호	3	도면 번호	• C0050205-110 : (2D 설계도면) • C0050205-016 : (2D 설계도면) • 39~40 LOT(CSM28).ndw (BIM 모델)
	STA.	PY1		
	방향	39LOT-40LOT		
	시설물명	주탑		
검토 내용	[당초] 2D 설계도면			[당초] BIM 모델
				
	• 주탑 케이블과 주철근 및 보강철근 간섭 • 철근의 간격 및 길이 조정 필요			
	[변경] BIM 모델			
조치 내용				
	• 주탑 케이블과 주철근 및 보강철근 간섭 해소 • 철근의 간격 및 길이 조정			



부속서-5

BIM 수행결과보고서



고속국도 제○○호 ○○-○○선(○○-○○) 건설공사
B I M 수 행 결 과 보 고 서

20○○. ○

 한국도로공사

빈 페이지

목 차

1. BIM 사업의 개요	1
1.1 사업의 개요	1
1.2 사업의 기본 내용	1
1.3 사업의 규모	2
1.4 BIM 사업의 목표	2
2. 수행 환경 및 주요 현황	3
2.1 BIM 주요 과업내용	3
2.2 수행 조직 및 인력	4
2.3 소프트웨어 환경	5
2.4 BIM 활용 결과 및 목적	6
2.5 주요 BIM 사업 수행내용	7
2.6 BIM기반 시공성과물	8
2.7 BIM 모델의 구성	9
2.8 폴더 및 파일 현황	12
3. BIM 수행 내용	13
3.1 주요 BIM 모델	13
3.2 BIM 활용 내용 [시공단계]	21
3.3 활용내용 검토 결과	24

3.4 정보교환 및 협업 내용	30
3.5 주요 회의 및 교육 내용	30
4. BIM 수행 결과	31
4.1 수행 성과	31
4.2 다음 단계에의 BIM 활용성	31
4.3 그 외 [BIM 수행 문제점]	32

1. BIM 사업의 개요

1.1 사업의 개요

사업의 목적을 달성하기 위하여 BIM 수행 절차 및 활용내용, 수행 결과에 대한 개요를 설명한다.

[예시]

- 00~00간 고속도로 건설공사(제00공구) 시공단계 BIM 수행 계획 수립
 - BIM기반 시공성과물 목표 수립 및 활용방안에 따른 BIM 상세수준(LOD) 정의
 - BIM기반 시공성과물의 적정성에 대해 3D 설계기법을 이용하여 시공 품질향상 도모
 - 3차원 간섭검토를 통한 설계오류 및 시공의 적정성 확인
 - 주요 공종 BIM 모델기반 수량산출을 통한 수량의 검토
 - 3차원 공정 시뮬레이션을 통한 공정계획의 적정성 확인
-

1.2 사업의 기본 내용

사업의 기본적인 정보와 주요 일정을 입력하며, 사업의 이해를 위하여 사업 위치도, 노선도 등을 첨부할 수 있다.

[예시]

발주자	한국도로공사
사업명	○○ 고속도로 ○○ ~ ○○간 건설공사(제○○공구)
사업위치	000도 00시 00동 ~ 00시 00동
사업단계	시공단계
사업개요	• 과업 연장 : L=00.0km - 교량 : 총00개소(0,000m) - 터널 : 총00개소(0,000m) • 과업기간 : 0000.00.00 ~ 0000.00.00(총0000일)

<과업의 위치도 또는 노선도>

1.3 사업의 규모

사업의 개요를 파악할 수 있는 주요 공종별 공사 규모를 제시한다.

[예시]

구분	시설물 명	시 설 규 모	내 용	비 고
토공	흙깎기		순성토(사토) 000,000m ³	
	흙쌓기			
교량	OO교량		교량 형식, 최대 경간장 등	
	△△교량			
터널	OO터널		갱문 형식, 굴착 공법 등	
	△△터널			
지하차도	00지하차도			
교차로	00 분기점		교량 0개소, 스마트 톨 설치 등	

1.4 BIM 사업의 목표

사업 수행시 입찰안내서 및 과업지시서, 그 외 발주자 요구사항 등을 반영한 BIM 사업의 목표를 기술한다. BIM 수행계획서의 BIM 목표, 활용방안 등을 반영하여 작성한다.

[예시]

- 3차원 공사관리 및 계획, 공정 계획을 통한 공기의 적정성 검토
- 2D & 3D 수량 비교를 통하여 공종별 주요 수량의 적정성을 검토
- BIM 모델을 통하여 사업수행을 관리함으로써 시공 품질 향상을 도모

2. 수행 환경 및 주요 현황

2.1 BIM 주요 과업내용

사업의 과업지시서, 발주 요구사항 등의 내용을 반영하여 제시한다.

[예시]

[입찰안내서, 00~00간 고속도로 건설공사]

- (1) 실시설계 적격자는 다음 구조물에 대하여 3차원 건설관리 기법인 BIM (Building Information Modeling)을 적용한다.
- (2) BIM기술에 관련한 기술언어, 기술범위, 구현, 납품 등은 “고속도로 BIM 적용지침(한국도로공사)”를 우선으로 적용한다.
- (3) 입찰 참가사는 BIM 기술 적용을 위한 참여주체, 업무 정의, 상세수준(LOD) 및 분류체계, 정보전달 절차 등이 포함된 BIM 수행계획서(BIM Execution Plan, 이하 “BEP”이라 함)를 작성하여 발주자에 제출하여야 한다.
- (4) 분야 및 공구별 BIM 발주자 요구사항

구 분		BIM 발주자 요구사항	비고
시공	공통	▪ 공정시물레이션을 이용한 주요 공정의 공기의 적정성 검토 ▪ 주요 수량의 적정성 검토	상세수준 300
	11공구	▪ 00터널 - 록볼트, 격자지보, 강관다단, 포어폴링 등 주요자재 배치 및 간섭검토 - 지보재, 설비, 전기시설 상호 간섭검토	
	12공구	▪ 철탑 간섭 및 저축 구간 - 철탑이설 전후 검토 - 크레인, 굴착기 등의 장비 운용	
	13공구	▪ 00터널 - 록볼트, 격자지보, 강관다단, 포어폴링 등 주요자재 배치 및 간섭검토 - 지보재, 설비, 전기시설 상호 간섭검토	
	14공구	▪ 00대교 - 주탑부, 정착부 등 복잡부 계획 검토 - 주요시설물 및 시공 장비간 간섭검토	

2.2 수행 조직 및 인력

원활한 BIM 업무수행과 협의를 위하여 사업에 참여한 각 주체의 책임자와 BIM 담당자를 제시한다.

발주자, 시공자, 설계자, BIM 수행사, 협력업체, 제조사 제품 공급자 등 BIM 사업 참여자를 대상으로 하며, 향후 BIM 수행 이력 관리를 위하여 BIM 수행계획서 대비 참여자 변경시 공사감독자의 승인을 득하여 변경내용을 작성한다.

[예시]

구분	소속	역할	성명	E-mail	전화
발주자	한국도로공사	사업 감독			
		BIM 담당자			
시공자	00건설	사업 책임자			
		BIM 관리자			
		BIM 담당자(공무)			
		BIM 담당자(공사)			
		BIM 담당자(안전)			
설계자	00엔지니어링	설계 책임자			
		BIM 담당자			
BIM 수행사	OOOO사	BIM 사업 관리자			
		도로분야 BIM 책임자			
		교량분야 BIM 책임자			
		터널분야 BIM 책임자			
		BIM 실무자			
⋮					

2.3 소프트웨어 환경

BIM 수행시 적용된 해당 소프트웨어와 버전을 작성한다.

BIM 소프트웨어는 데이터의 상호 운용성이 원활하며, 중립포맷(LandXML, IFC 2X3)을 지원해야 하기 때문에, 'BIM 수행계획서(BEP)' 대비 해당 소프트웨어의 변경이 발생하였을 경우는 공사감독자와 사전 협의하고 변경 사유를 제시한다.

[예시]

BIM 활용방안		소프트웨어		개발사	요구 기능
		이름	버전		
BIM 모델	현황 및 도로				만족
	교량, 터널 및 구조물				
BIM 모델 검토					
3차원 간섭 조정					
3차원 공사관리 및 계획					
가상목업					
수량 검토					
공간관리					
안전관리					

2.4 BIM 활용 결과 및 목적

BIM 수행계획서에서 제시된 'BIM 활용방안'에 대하여 실제 적용한 활용 결과를 활용 현황 및 세부 내용으로 구분하여 작성한다.

[예시]

활용 결과	활용 현황	세부 내용
현황 정보	• 지형 Surface 작성	• 위치 정보 제공
BIM 모델	• 00 교량 주경간교 • 00 교량 접속교	• 도면, 물량검증을 통한 설계품질 향상
	• 램프교	•
설계검토	• 00 교량	•
	• 00 터널	•
3차원 간섭조정	• 주경간교 • 접속교	•
	• 램프교	•
3차원 공사관리 및 계획	• 공정표 활용한 4D시뮬레이션 수행	•
가상목업(DMU)	• 주탑 정착부, 주두부	•
수량 검토	• 주경간교 콘크리트 수량 검토	•
안전관리	• 장비운영 안전성 검토	•

2.5 주요 BIM 사업 수행내용

BIM 수행시 프로세스별 BIM 모델, 주요 회의 및 보고, 교육, 시공성과물 납품 등 수행 결과 위주로 작성한다.

[예시]

구분		날짜	내용	관련조직
시공단계 BIM	시공단계 BIM	00년 00월00일 ~ 00년 00월00일	·공종별 시공단계 BIM 수행	발주자 시공사
BIM 모델 제작 및 검토	3D 모델링 및 설계검토	00년 00월00일 ~ 00년 00월00일	·공종별 BIM 모델 제작 ·검토 및 feed-back	발주자, 시공사 BIM 수행자
주요 회의	착수회의	00년 00월00일	·BIM 수행계획서 작성방안 마련	발주자, 시공사 BIM 수행자
	중간보고	00년 00월00일	·BIM 수행 계획 및 현황 보고	발주자, 시공사 BIM 수행자
BIM 교육	BIM 기본교육	00년 00월00일	·BIM 개념 등 소양 교육	발주자, 시공사 BIM 수행자
	BIM Viewer 교육	00년 00월00일	·Viewer 및 BIM 솔루션 기본 교육	발주자, 시공사 BIM 수행자
시공 성과물 납품	BIM 모델	00년 00월00일		발주자, 시공사 BIM 수행자
	보고서	00년 00월00일		발주자, 시공사 BIM 수행자
⋮				

2.6 BIM기반 시공성과물

과업지시서와 BIM 수행계획서에 제시된 BIM기반 시공성과물을 포함하여, 최종 작성된 BIM 모델과 보고서로 구분하여 작성한다.

BIM 모델은 시공 이후 단계에서 BIM 활용성과 지속적인 관리를 위하여 BIM 표준 포맷 데이터(LandXML, IFC 등)로 변환하여 제출한다.

보고서는 BIM 활용보고서 및 결과보고서를 포함하고, BIM 수행계획서는 계획 대비 수행 결과를 검토하기 위하여 공사감독자의 최종 승인을 득한 내용으로 제출하며, 품질관리 체크리스트는 결과보고서에 포함하여 제시한다.

BIM기반 시공성과물은 '고속도로 BIM 적용지침-시공자편(한국도로공사)' 납품 규정을 준수하여 납품한다.

[예시]

BIM기반 시공성과물		내용	납품일	포맷	비고
BIM 모델	3D	·공중별 BIM 모델 ·시공통합 BIM 모델	00년00월00일	exe	
	4D / 5D	·공정관리/공사비관리	00년00월00일	exe	
	BIM 표준포맷 파일	·표준 포맷	00년00월00일	IFC	IFC 2X3
보 고 서	BIM 수행계획서				
	간접검토보고서				
	도면오류검토보고서				
	주요수량검토보고서				
	품질관리 체크리스트				결과보고서에 포함
	BIM 결과보고서				

2.7 BIM 모델의 구성

WBS 분류체계는 공정 관리를 위해 지정한 작업 단위 분류체계로 설계 및 시공단계, 그리고 유지관리 단계에 의해 각각 7단계의 정보를 가지며, BIM 모델은 WBS 분류체계에 따라 객체 구성을 원칙으로 한다(고속도로분야 BIM 정보체계 표준지침서, 한국도로공사).

공종별 BIM 모델의 구성요소와 상세수준, BIM 라이브러리 정보, 폴더 및 파일정보를 작성한다.

2.7.1 공종별 모델 요소

BIM 수행계획서를 근거로 객체 요소 및 상세수준(LOD), 적용 소프트웨어를 작성한다.

[예시]

- 도로 BIM 모델 요소

	요소	수준(LOD)	비고
토공	지형		
	지장물		
	도로구조		
	흙깎기/쌓기		
배수	측 구		
	배수관		
	암 거		
	옹 벽		
	기타 배수시설		
포장	아스팔트		
	콘크리트		
부대시설	방음벽		
	표지판		
	가드레일		
	기타 시설		
그 외 도로시설물			

- 교량 BIM 요소

요소		수준(LOD)	비고
00교량	가설공		
	말뚝		
	기초		
	교각		
	코핑부		
	교대		
	교좌장치		
	거더(BOX포함)		
	슬래브		
	주탑		
	케이블		
	난간		
	철근 상세		
	가설장비		
	⋮		

- 터널 BIM 요소

요소		수준(LOD)	비고
00터널	가설공		
	갱구부 비탈면		
	갱문		
	샷크리트		
	라이닝		
	록볼트		
	격자지보		
	보강공법(포어폴링 등)		
	중·횡 배수관		
	맨홀		
	경사갱		
	환풍기		
	환기소		
	대기오염정화시설		
	피난연결통로		
	공동구		
	⋮		

- 기타시설 BIM 요소

요소	수준(LOD)	비고
건축	100~300	
기계	100~300	
전기	100~300	
통신	100~300	
조경	100~300	
⋮		

2.7.2 BIM 라이브러리 제작 현황

제작된 BIM 라이브러리를 객체 체계에 따라 분류하고, BIM 라이브러리 현황 및 관련 내용을 작성한다.

[예시]

분류		라이브러리 명	LOD	내용	비고
교량공	상부	con'c_난간_type_01	300	교량용 콘크리트 방호시설	
	상부	con'c_거더_type_01	300	교량용 콘크리트 방호시설	
	하부	con'c_거더_type_01	300	매개변수 적용한 T형 거더	
	하부	탄성받침_type_01	300	매개변수 적용한 탄성받침	
터널공	개착부	면벽식_옹벽_type_01	300		
	개착부	배수_집수정_type_01	200		
⋮					

2.7.3 기준좌표 현황

BIM 모델의 통합이나 수정, 보완 또는 시공 및 유지관리 단계에서 BIM 모델 활용을 위하여 기준이 되는 좌표를 제시한다. WGS84 또는 TM좌표계 등 기준이 되는 좌표계를 반영하여 과업의 시·중점 또는 특정 구조물의 좌표를 작성한다.

[예시]

시점	중점	기준좌표계	비고
X = 000000.0000 Y = 000000.0000 Z = 000.00	X = 000000.0000 Y = 000000.0000 Z = 000.00	예) WGS84	과업 시·중점 적용

2.8 폴더 및 파일 현황

BIM 수행계획서를 근거로 실제 분류한 폴더 경로 및 파일명을 적용하여 성과물로 작성된 모든 파일을 제시한다.

[예시]

전문 분야	도서 분류명	공종분류 폴더	BIM포맷 폴더	파일	내용	비고
토목	BIM 정보 모델	001 공통	원본	C001XXXX_5000 현황.exe	지형 및 지장물	
					시공통합BIM 모델	
			IFC	C001XXXX_5000 현황.ifc		IFC 2x3
			LandXML			지형 BIM 모델
		002 토공	원본	C002XXXX_평면및종단면도.exe		
			IFC	C00102000_평면및종단면도.ifc		
			LandXML			
		005 교량공	원본	C005XXXX_00교량일반도.exe		
			IFC	C005XXXX_00교량일반도.ifc		
			LandXML			
		006 터널공	원본	C006XX_00터널갱문일반도.exe		
			IFC	C006XX_00터널갱문일반도.ifc		
			LandXML			
		099 기타공				
	BIM 보고서	보고서	원본			
			변환			PDF

3. BIM 수행 내용

3.1 주요 BIM 모델

시공 단계별 BIM의 주요 활용내용을 위주로 3D BIM 모델과 4D BIM 모델로 구분하여 현황, 활용 내용 및 효과 등을 제시한다.

3.1.1 3D BIM 모델

3D BIM 모델은 도로, 교량, 터널 등으로 구성하였으며, 작성 양식의 한계로 인하여, 3D BIM 모델의 상세표기 등 도면 첨부가 어려운 경우 검토내용 및 조치 내용 등을 구분하여 별도의 페이지로 작성할 수 있으며, 사업 특성에 따라 내용을 추가적으로 작성할 수 있다. 'BIM 모델 내용'은 BIM 모델의 포함 내용이나 구성을 작성하고, '활용현황'은 BIM 수행계획서에서 제시한 활용방안에 대하여 실제 적용된 내용을 작성한다. 특히, '활용효과'는 가능한 정성적, 정량적으로 구분하여 BIM 적용 효과를 구체적으로 제시한다. 각 공종에서 발생하는 가시설, 장비 등은 해당 공종에서 제시한다.

1) 도로

3D 지형 BIM 모델, 선형계획, 토공, 배수공, 포장공 및 그 외 시설물 등 공종별 BIM 모델 위주로 BIM 모델 현황 및 활용내용, 활용 효과를 제시한다.

- 주요 BIM 모델 현황 요약

[예시]

세부 공종		주요 BIM 모델 현황	주요 활용내용
도로	토공	지형 및 지장물	현황검토, 경관 및 환경성 검토
		도로구조	평면선형, 종단선형, 도로폭, 편경사
		흙깎기/쌓기	지형 및 도로 구조
	배수	배수관	배수 계획 및 타공종간 간섭검토
		암 거	배수 계획 및 시공성 검토
		옹 벽	경관 계획 및 시공성 검토, 수량 검토
	부대시설	방음벽	방음벽 형식 및 경관 검토
	시공 장비		장비 운영성 및 시공성 검토
	가시설		교통처리 계획 및 시공성 검토

- 주요 BIM 모델 현황 및 활용 내용

[예시]

지형 BIM 모델	
과 일 명 칭	
과 일 위 치	
BIM 모 델 내 용	
활 용 현 황	
활 용 효 과	

선형계획 BIM 모델	
과 일 명 칭	
과 일 위 치	
BIM 모 델 내 용	
활 용 현 황	
활 용 효 과	

옹벽 BIM 모델 [보강토옹벽]	
과 일 명 칭	
과 일 위 치	
BIM 모 델 내 용	
활 용 현 황	
활 용 효 과	

2) 교량

교량 BIM 모델을 구성하는 BIM 모델 현황 및 활용 효과를 제시한다.

- 주요 BIM 모델 현황 요약

[예시]

구분	주요 BIM 모델 현황		주요 활용내용
00교	주경간	슬래브, 거더, 부대시설	·설계검토 및 시공성 검토 ·상부 통합 BIM 모델
	Pier.4	교각, 코핑부, 기초, 말뚝	·설계검토 및 시공성 검토 ·하부 통합 BIM 모델
	가설공		장비 운영성 및 시공성 검토
	가시설		교통처리 계획 및 시공성 검토
△△교			

- 주요 BIM BIM 모델 현황 및 활용 내용

[예시] 00교

주경간 BIM 모델	
과 일 명 칭	
과 일 위 치	
BIM 모 델 내 용	
활 용 현 황	
활 용 효 과	

가설장비 BIM 모델(폼 트레블러)	
과 일 명 칭	
과 일 위 치	
BIM 모 델 내 용	
활 용 현 황	
활 용 효 과	

3) 터널

터널 BIM 모델을 구성하는 모델 현황 및 활용 효과를 제시한다.

- 주요 BIM 모델 현황 요약

[예시]

구분	주요 BIM 모델 현황			주요 활용내용
00터널	갱구부	시점	비탈면, 갭문, 옹벽, 진출입로	·설계검토 및 시공성 검토 ·갱구부 통합 BIM 모델
		종점		
	터널		지보재, 라이닝, 터널 내부	·설계검토 및 시공성 검토 ·터널 내부 통합 BIM 모델
	관리사무소			·설계검토 및 시공성 검토 ·관리사무소 통합 BIM 모델
	피난연결통로			·설계검토 및 시공성 검토 ·피난연결통로 통합 BIM 모델
	가설공			장비 운영성 및 시공성 검토
	가시설			교통처리 계획 및 시공성 검토

- 주요 BIM BIM 모델 현황 및 활용 내용

[예시] 00터널

시점부[종점부] 갭문 BIM 모델	
파 일 명 칭	
파 일 위 치	
BIM 모 델 내 용	
활 용 현 황	
활 용 효 과	

4) 시공통합 BIM 모델

시공통합 BIM 모델은 BIM 모델간 또는 공종간 간섭검토를 목적으로 한다. 따라서 2개 이상의 요소로 통합된 BIM 모델의 구축현황을 '부분 시공통합 BIM 모델'과 '시공통합 BIM 모델'로 구분할 수 있으며, 사업의 특성과 BIM 모델의 성격에 따라 시공통합 BIM 모델을 구분하여 작성한다.

BIM 모델 통합시 발생할 수 있는 오류를 최소화 하기 위하여 BIM 모델 '통합방법'을 추가적으로 제시하며, 불필요시 삭제할 수 있다.

- 부분 시공통합 BIM 모델

[예시]

00대교	
통 합 과 일	
과 일 명 칭	
과 일 위 치	
통 합 방 법	
BIM 모 델 내 용	
활 용 현 황	
활 용 효 과	

- 시공통합 BIM 모델

[예시]

사업구간 계획현황 [00공구]	
통 합 과 일	
과 일 명 칭	
과 일 위 치	
통 합 방 법	
BIM 모 델 내 용	
활 용 현 황	
활 용 효 과	

3.1.2 4D BIM 모델

'4D BIM 모델'은 공사관리 및 계획을 위하여 제작한 BIM 모델으로, 'BIM 모델 내용'은 BIM 모델의 포함 내용이나 구성을 하고, '활용현황'은 BIM 수행계획서에서 제시한 활용방안에 대하여 실제 적용된 내용을 작성한다.

특히, '활용효과'는 가능한 정성적, 정량적으로 구분하여 BIM 적용효과를 구체적으로 제시한다.

- 4D 공정계획 및 검토

[예시]

4D 공정시뮬레이션 검토	
과 일 명 칭	
과 일 위 치	
BIM 모 델 내 용	
활 용 현 황	
활 용 효 과	

3.2 BIM 활용 내용 [시공단계]

시공 단계에서 수행한 BIM의 활용 내용 및 효과를 작성한다.

예를 들어, 공정관리, 안전관리, 주민설명회 핵심 내용 및 장비 운영검토 등 공구별 특성에 따라 검토내용을 반영하여 작성할 수 있다.

효과는 정량적인 측면도 제시하는 것이 바람직하며, 당초 계획되었던 효과 이외에 추가적인 효과도 제시할 수 있다.

[예시]

1) 지형 및 현황 분석

구분	00지역 지형 및 현황 분석
활용 현황	
활용 결과	
활용 효과	

2) 경관분석

구분	00지역 경관 분석
활용 현황	
활용 결과	
활용 효과	

3) 구조물 시공방안 검토

구분	00교량 구조물 시공방안 검토	
활용 현황	1안	
	2안	
	3안	
활용 결과		
활용 효과		

4) 주민설명회

구분	00지역 경관 분석
활용 현황	
활용 결과	
활용 효과	

5) 장비 운영성 검토

구분	00지역 경관 분석
활용 현황	
활용 결과	
활용 효과	

3.3 활용내용 검토 결과

BIM 활용 결과는 '간섭검토 결과', '도면오류검토 결과', '주요수량 검토 결과', '그 외 검토 내용 및 결과'등으로 구성하며, 각각의 검토내용을 요약하여 결과 위주로 작성한다.

3.3.1 간섭검토 결과

'간섭검토보고서'의 간섭검토 결과 내용을 반영하여 작성한다.

조치결과는 각각의 간섭검토 조치내용에 대한 결과를 반영한다.

[예시]

구분	검토결과				
	STA.	방향	시설물명	도면번호	조치결과
1	0+000.0 ~ 0+000.0	상행	• 00터널 - 환기소	Cxxxxxx-000	• 조치내용 반영 - 배근도 내측벽체 공기배관 고려
2	0+000.0	하행	• 00교량 - 교대 기초	Cxxxxxx-000	• 조치내용 반영 - 주철근 및 전단철근 간섭 해결

3.3.2 도면 오류검토 결과

'도면오류검토보고서'의 도면 오류검토 결과를 반영하여 작성한다.
조치결과는 각각의 도면오류검토 조치내용에 대한 결과를 반영한다.

[예시]

구분	검토결과			비고
	위치 [STA.]	도면번호	조치결과	
1	시점부 토공구간 [STA. 0+000]	C0020101-001 C0020101-002	- 조치내용 반영 - 관리사무소 진출입로, 유지관리도로의 시점 EL과 연결되는 본선구간 EL과 단차 발생 해결	

3.3.3 주요 수량검토결과

‘주요수량검토보고서’는 전환BIM으로 추진하는 고속도로 건설사업을 대상으로 작성하며, 전면BIM으로 추진할 시 작성 여부는 우리공사와 협의 후 결정한다.

‘주요수량검토보고서’의 주요 수량검토결과 내용을 반영하여 작성하며, 조치결과는 각각 주요 수량검토 조치내용에 대한 결과를 반영한다.

1) 토공

[예시]

시설물	항목		단위	2D수량 (①)	3D수량 (②)	검증 (①-②)	비율 (%)	조치결과
IC/JC	흙깎기	토사	m ³					
		리핑암	m ³					
		발파암	m ³					
		기타	m ³					
	흙쌓기	노체	m ³					
		노상	m ³					
		비다짐	m ³					
		경량성토	m ³					
		비탈면다짐	m ²					
		기타						
	비탈면 녹화	깎기부	m ²					
		쌓기부	m ²					

2) 배수 및 옹벽공사

[예시]

시설물	항목		단위	2D수량 (①)	3D수량 (②)	검증 (①-②)	비율 (%)	조치결과
배수공	측구공	L형측구	m					
		V형측구	m					
		산마루측구	m					
		다이크	m					
	맹암거	토사	m					
		리핑	m					
		발파	m					
	중배 수관	D600	m					
		D1,000	m					
		D1,200	m					
	집수정	흙쌓기부	ea					
		땅깎기부	ea					
	암거공	콘크리트	m ³					
		거푸집	m ² /m					
		동바리	m ² /m					
		기타	m ² /m					

3) 교량공

[예시]

	항목		단위	2D수량 (①)	3D수량 (②)	검증 (①-②)	비율 (%)	조치결과
00	상 부 공		콘크리트	m ³				
			거푸집	m ²				
			동바리	m ³				
			교면포장	m ²				
			거더 제작 및 설치	본				
	하 부 공	교 대	콘크리트	m ³				
			거푸집	m ²				
			동바리	m ³				
			교량받침	ea				
			말강관	본, m				
			뚝기타	본, m				
			교대 기타					
		교 각	콘크리트	m ³				
			거푸집	m ²				
			동바리	m ³				
			교량받침	ea				
			말강관	본, m				
			뚝기타	본, m				
			교각 기타					

4) 터널공

[예시]

	항목		단위	2D수량 (①)	3D수량 (②)	검증 (①-②)	비율 (%)	조치결과
00	개 착 부	con'c	철근	m ³				
		타설공	무근	m ³				
		배수con'c	철근	m ³				
		거푸집	매끈마감(수직)	m ²				
			매끈마감(곡면)	m ²				
			거친마감(수직)	m ²				
		상반	총굴착	m ³ /m				
			설계굴착	m ³ /m				
			숏크리트	m ³ /m				
			록볼트	EA/m				
			면정리	m ² /m				
		하반	총굴착	m ³ /m				
			설계굴착	m ³ /m				
			숏크리트	m ³ /m				
			록볼트	EA/m				
			면정리	m ² /m				
		합계	총굴착	m ³ /m				
			설계굴착	m ³ /m				
			숏크리트	m ³ /m				
			록볼트	EA/m				
			면정리	m ² /m				
		공동구 콘크리트	추월차로(좌)	m ³ /m				
			주행차로(우)	m ³ /m				
		콘크리트 라이닝		m ³ /m				
		터널내 타일붙임		m ² /m				
		상반	총굴착	m ³ /m				
			설계굴착	m ³ /m				
			숏크리트	m ³ /m				
			록볼트	EA/m				
			면정리	m ² /m				
		하반	총굴착	m ³ /m				
			설계굴착	m ³ /m				
			숏크리트	m ³ /m				
			록볼트	EA/m				
			면정리	m ² /m				
		합계	총굴착	m ³ /m				
			설계굴착	m ³ /m				
			숏크리트	m ³ /m				
			록볼트	EA/m				
			면정리	m ² /m				
		기초부 콘크리트	기초부(좌)	m ³ /m				
			기초부(우)	m ³ /m				
		콘크리트 라이닝		m ³ /m				
	기타	기타						

5) 포장공

[예시]

	항목		단 위	2D수량 (①)	3D수량 (②)	검증 (①-②)	비율 (%)	조치결과
00	동상방지층	15cm이하	m ³					
		15cm이상	m ³					
	보조기층	15cm이하	m ³					
		15cm이상	m ³					
	콘크리트포장 포설	터널구간	m ³					
	아스콘포장 포설	프라임 코팅	m ²					
		택코팅	m ²					
		기층	m ²					
		중간층	m ²					
		표층	m ²					
	기타	기타						

3.4 정보교환 및 협업 내용

사업 수행과정에서 BIM을 수행하기 위하여 설계 정보의 교환, BIM 모델간 상호 교환 내용 및 협업 내용을 제시한다.

건설단계별 2D 성과물 작성 및 검증을 위하여 2D 설계 정보와 BIM 모델간 상호 정보 교환이 필요하며, 정보 교환의 시기 및 내용 등 주요 내용을 기입한다.

분야간 커뮤니케이션 방법, 문서 관리, 문서 전달, 자료 저장 등 협업 수행 내용 및 결과를 제시하며, 협업 내용은 발주자, 설계자, 시공자, BIM 수행사 등 수행 주체별로 정보교환 방법 등을 작성한다.

[예시]

명칭	단계	제공자	수신자	시기/횟수	파일형식	S/W	비고
설계변경 단계		발주자	BIM 관리자	• 마무리자문 이전 • 조치결과 반영		해당 S/W	2D설계자료 -BIM 모델
구조모델- 구조해석모델		BIM 전문가	구조 기술자	• 구조모델 완료시	BIM 모델	해당 S/W	2D설계자료 -BIM 모델
공정스케줄- 4D시뮬레이션		공정 담당자	BIM 전문가	• 공정스스케줄 완 료 후	텍스트	해당 S/W	2D설계자료 -BIM 모델
4D시뮬레이션- 공정스케줄		BIM 전문가	공정 담당자	• 4DBIM모델 검토 후	BIM 모델	해당 S/W	2D설계자료 -BIM 모델
⋮							

3.5 주요 회의 및 교육 내용

BIM 수행 과정중에 수행한 회의, 교육 등에 대하여 회의의 주요 내용 및 결과, 교육명, 교육내용 및 대상 등을 제시한다.

4. BIM 수행 결과

4.1 수행 성과

설계검토 수행, 설계 효율성 향상, 시공성 향상, 비용 절감 등 BIM 수행과정에서 발생하는 BIM 수행 성과 및 효과 등의 내용을 제시하며, 설계 효율성, 시공성 향상 등은 가능한 정량적인 측면에서 작성하는 것이 바람직하다.

내용은 간섭검토, 도면오류검토, 주요 수량검토 수행 결과 설계 품질향상 등 설계사, 시공자 측면에서 유의미한 결과 위주로 작성한다.

구분	주요 성과내용	비고
설계검토		
설계 효율성 향상		
비용 절감		
⋮		

4.2 다음 단계에의 BIM 활용성

현재 단계의 수준을 고려하여 BIM 모델이 다음 단계(예: 시공단계 → 유지관리단계)에서 활용될 수 있는 방안 제시한다.

결과보고서에는 BIM 모델 활용방안의 제시를 포함할 수 있다. 이 경우 제출하는 시공성과 물의 활용가능 용도와 수준을 기반으로 이후 단계에서 BIM 모델의 보완 및 추가를 통한 활용 용도와 수준을 제시한다.

[예시]

1) 3D BIM 모델 활용방안

3D BIM 모델	
활용방안	· 시공단계 - 시공시 작업공정 및 장비 위치 등 시공성, 안전성 검토 - 정별 공사금액 검토(5D검토) · 유지관리단계 - 유지관리 및 자산관리를 위한 이력모델링 DB 활용

2) 4D BIM 모델 활용방안

4D BIM 모델	
활용방안	· 시공단계 - 4D BIM 모델을 활용한 시공시 공기별 공사비 산출 및 분석 - 공정별 공사금액 검토(5D검토)

4.3 그 외 [BIM 수행 문제점]

BIM 수행과정에서 문제점 및 개선사항 등을 추가적으로 작성할 수 있다.



한국도로공사

