한국도로공사

BIM 기반 고속도로 건설공사 공정관리체계 구축 연구

최종 보고서

2021. 12

㈜ 한 울 씨 앤 비
㈜ 베이시스소프트
한 국 B I M 학 회

연 구 진

▣ 연구책임자 : 박 만 우　　명지대학교 교수

참여연구원 : 심 창 수　　중앙대학교 교수

김 윤 옥　　㈜ 한울씨앤비 대표

장 철 우　　㈜ 한울씨앤비

김 지 영　　㈜ 한울씨앤비

김 세 준　　㈜ 한울씨앤비

조 선 영　　㈜ 한울씨앤비

강 전 용　　㈜ 베이시스소프트

이 화 영　　㈜ 베이시스소프트

김 현 민　　㈜ 베이시스소프트

홍 사 훈　　㈜ 베이시스소프트

제 출 문

한국도로공사 사장 귀하

본 보고서를 “BIM 기반 고속도로 건설공사 공정관리체계 구축 연구“과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021. 12

연구기관명 : 한울씨앤비, 베이시스소프트, 한국BIM학회

연구책임자 : 박만우

< 목 차 >

목 차 ····· i

제1장 연구의 개요 ····· 2

1.1 배경 및 목적 ····· 2

1.2 과업의 범위 및 내용 ····· 3

1.2.1 국내외 건설공사 공정관리 및 기성관리 현황분석 ····· 3

1.2.2 BIM기반 고속도로 건설공사 공정관리 및 기성관리 방안 마련 ····· 3

1.2.3 연구성과의 화도이천사업단 시범적용 및 피드백 ····· 4

1.2.4 BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템 구축 방안 제시 ····· 4

1.3 과업 수행기간 및 절차 ····· 5

제2장 국내외 건설공사 공정관리 및 기성관리 현황분석 ····· 8

2.1 사업단계별 BIM 활용 수준 분석 ····· 8

2.1.1 인프라시설 사업단계별 BIM 사례 조사 ····· 8

2.1.2 BIM 활용 수준 분석 ····· 11

2.2 일반건설공사 공정 ·기성관리 분류체계 활용현황 ····· 13

2.2.1 건설정보 표준분류체계 ····· 13

2.2.2 기관별 표준분류체계 및 건설정보 시스템 활용현황 ····· 15

2.2.3 BIM 모델 정보분류체계 적용 현황 ····· 18

2.3 BIM 기반 공정·기성관리 사례 및 시스템 운영 사례 조사 ·····21
2.3.1 BIM 기반 공정관리 및 기성관리 사례 조사 ·····21
2.3.2 BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 운영 사례 ·····28
2.3.3 국내외 공정관리 및 기성관리 방식 ·····33
2.4 일반 건설공사 공정 및 기성관리 문제점 및 개선방안 ·····35

제3장 BIM기반 고속도로 건설공사 공정관리 및 기성관리 방안 ·····37

3.1 BIM모델 객체단위 공정관리 복합공종 구성방안 ·····37
3.1.1 한국도로공사 WBS체계 분석 ·····37
3.1.2 한국도로공사 CBS체계 분석 ·····42
3.1.3 BIM 객체기반 WBS, CBS 연계 필요성 ·····50
3.1.4 한국도로공사 기준 BIM 객체기반 분류체계 구성방안 ·····51
3.1.5 BIM 객체기반 공정 및 기성관리의 문제점 및
복합공종의 필요성 ·····62
3.2 객체단위 복합공종 일일 공정관리방안 및 내역서 연계방안 ·····65
3.2.1 BIM기반 공정 및 기성관리 절차 ·····65
3.2.2 BIM기반 수량 산출기준 마련 ·····66
3.2.3 공정 및 기성관리를 위한 BIM 객체별 수량분개 및 확인 ···67
3.2.4 객체단위 복합공종의 내역 및 공정 연계방안 ·····68
3.2.5 객체단위 복합공종의 일일 관리 방안 ·····71
3.5 BIM기반 공정/기성관리 실무 매뉴얼 제작 ·····79
3.5.1 매뉴얼 개요 ·····79
3.5.2 매뉴얼 구성 ·····79
3.5.3 매뉴얼 활용 ·····81

3.6 시공단계 공정관리를 위한 설계단계 BIM 모델링 방안 제시 ·····82
3.6.1 설계자료의 정확한 3D 모델링 ·····82
3.6.2 선별적 모델링 ·····82
3.6.3 공종 및 기성관리를 위한 모델링 ·····83
3.7 기존대비 BIM기반 공정/기성관리 계량적 생산성 향상 비교 ·····84
3.7.1 시범적용 사업 투입비 ·····84
3.7.2 시범적용 사업 생산성 평가 ·····89
3.8 효율적인 BIM기반 공정/기성관리 방안 제시 ·····91
3.8.1 효율적인 BIM기반 공정관리 방안 ·····91
3.8.2 효율적인 BIM기반 공정관리 방안 ·····93

제4장 시공단계 BIM 활용방안 마련 ·····95

4.1 화도이천사업단 스마트건설 개요 ·····95
4.1.1 시범적용 대상사업 개요 ·····96
4.1.2 시범적용 대상사업 현황 모델링 ·····97
4.2 화도이천사업단 시범적용 ·····108
4.2.1 화도이천사업단 시범적용 ·····108
4.2.2 건설참여자 BIM 기반 공정/기성관리 교육 ·····168
4.2.3 시범적용 성과 분석 ·····169

제5장 BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 구축 방안 ·····171

5.1 도로공사 건설정보시스템(hi-건설) 조사 분석 ·····171
5.1.1 건설정보시스템(hi-건설)의 공정관리, 기성관리
조사 분석 ·····171
5.1.2 건설정보시스템(hi-건설) 사용자 설문 조사 ·····176

5.2 BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 개요 ·····182
5.2.1 시스템구축에 따른 표준 분류체계 적용 검토 ·····182
5.2.2 BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 구축 기본방향 ·····186
5.2.3 BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 개요 ·····187
5.3 BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템구축 상세 ·····192
5.3.1 BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 연계 및 정보 흐름도 ····192
5.3.2 BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 상세 항목 ·····194

■ 부 록 ·····196

< 표 목 차 >

<표 1-1> 과제의 주요 절차 ·····5

<표 1-2> 과제의 추진일정 ·····6

<표 2-1> 인프라시설 BIM 단계별 사례 조사 ·····9

<표 2-1> 인프라시설 BIM 단계별 사례 조사 (계속) ·····10

<표 2-2> 국토부 소속, 산하기관별 건설정보 표준 및 사업관리시스템 현황 ·····16

<표 2-3> 국토부 소속, 산하기관별 BIM 지침 및 적용 표준분류체계 ·····19

<표 2-4> 국내외 BIM 공정관리 및 기성관리 사례조사 ·····21

<표 2-5> BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 운영 사례 ·····28

<표 2-5> BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 운영 사례 (계속) ·····29

<표 2-6> 국내외 공정관리 및 기성관리 방식 ·····34

<표 2-7> 도로공사 시스템 사용자 설문의견 결과 ·····35

<표 3-1> 도로공사 작업관리단위별 세부 작업내용 ·····38

<표 3-1> 도로공사 작업관리단위별 세부 작업내용 (계속) ·····39

<표 3-2> 토공 원가분류체계 ·····42

<표 3-3> 배수 및 옹벽공 원가분류체계 ·····43

<표 3-4> 교량공 원가분류체계 ·····44

<표 3-5> 포장공 원가분류체계 ·····45

<표 3-6> 부대공 원가분류체계 ·····46

<표 3-7> 터널공 원가분류체계 ·····47

<표 3-8> 한국도로공사 공종별 단가코드 예시 ·····48

<표 3-9> 기존 WBS 분류체계와 BIM 객체분류체계 ·····54

<표 3-9> 기존 WBS 분류체계와 BIM객체분류체계 (계속) ·····55

<표 3-9> 기존 WBS 분류체계와 BIM객체분류체계 (계속) ·····56

<표 3-9> 기존 WBS 분류체계와 BIM객체분류체계 (계속) ·····57
<표 3-9> 기존 WBS 분류체계와 BIM객체분류체계 (계속) ·····58
<표 3-9> 기존 WBS 분류체계와 BIM객체분류체계 (계속) ·····59
<표 3-9> 기존 WBS 분류체계와 BIM객체분류체계 (계속) ·····60
<표 3-9> 기존 WBS 분류체계와 BIM객체분류체계 (계속) ·····61
<표 3-10> 시공BIM 초기데이터 구축 과정 ·····85
<표 3-11> 시공BIM 초기데이터 참여기술자별 투입일수 ·····85
<표 3-12> 시공BIM 초기데이터 단계별 기술자 1일 과업량 ·····86
<표 3-13> 시공BIM 데이터 활용단계 업무별 표준 소요일수(예상) ·····87
<표 3-14> 시공BIM 데이터 활용단계 소요일수 산정근거(예상) ·····87
<표 3-15> 스마트 시공관리를 위한 BIM 시범사업 적용 투입비 ·····88
<표 3-16> BIM기반 스마트 시공관리 시범적용 대상사업 비용 및 편익 ·····90
<표 3-17> 진도관리 측정방법 ·····91
<표 4-1> 시범적용 대상사업 개요 ·····97
<표 4-2> 시범적용 대상사업 모델링 구축 현황(계속) ·····98
<표 4-2> 시범적용 대상사업 모델링 구축 현황 ·····99
<표 4-3> 대상구간 3차원 지형 및 지층 모델링 ·····99
<표 4-4> 부재별 모델링 ·····100
<표 4-5> 토공 모델링(계속) ·····100
<표 4-5> 토공 모델링 ·····101
<표 4-6> 배수공 모델링 ·····102
<표 4-7> 포장공 모델링 ·····103
<표 4-8> 부대공 모델링 ·····104
<표 4-9> 교량공 모델링(계속) ·····105
<표 4-9> 교량공 모델링 ·····106

<표 4-10> 터널공 모델링(계속) ·····107
<표 4-10> 터널공 모델링 ·····108
<표 4-11> 토공 복합 공종(안) ·····113
<표 4-12> 배수공 복합 공종(안) ·····115
<표 4-13> 포장공 복합 공종(안) ·····120
<표 4-14> 부대공 복합 공종(안) ·····122
<표 4-15> 교량공 복합 공종(안) ·····129
<표 4-16> 터널공 복합 공종(안) ·····135
<표 4-17> 토공 수량분개(예시) ·····145
<표 4-18> 배수공 수량분개(예시) ·····146
<표 4-19> 배수공 암거 수량분개(예시) ·····147
<표 4-20> 포장공 수량분개(예시) ·····148
<표 4-21> 부대공 수량분개(예시) ·····149
<표 4-22> 교량공 수량분개(예시) ·····150
<표 4-23> 터널공 수량분개(예시) ·····151
<표 4-24> 모델링 작성 프로세스 ·····152
<표 4-25> 공종별 더미모델 현황 ·····153
<표 4-26> 토공 대표 공종 데이터 작성(예시) (계속) ·····155
<표 4-26> 토공 대표 공종 데이터 작성(예시) ·····156
<표 4-27> 교량공 대표 공종 데이터 작성(예시) (계속) ·····156
<표 4-27> 교량공 대표 공종 데이터 작성(예시) ·····157
<표 4-28> 터널공 대표 공종 데이터 작성(예시) (계속) ·····157
<표 4-28> 터널공 대표 공종 데이터 작성(예시) ·····158
<표 5-1> 설문조사 의견 종합 및 시스템 개선방향 제시 ·····181
<표 5-2> BIM기반 공정 및 기성관리 시스템 구축 기본방향 설정 ·····187

〈표 5-3〉 BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템 구성항목 ·····195
〈표 5-4〉 BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템 입력정보 및 입력방법 ·····195
〈표 5-5〉 BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템 표출정보 항목 ·····195

< 그 림 목 차 >

<그림 1-1> 전체 과업 수행 절차 ·····5

<그림 2-1> BIM 사업단계 및 모델 상세수준 ·····8

<그림 2-2> BIM 효과 분석 ·····11

<그림 2-3> BIM 활용 분야 ·····11

<그림 2-4> BIM 활용 수준 분석 ·····12

<그림 2-5> 건설정보표준 개발 현황 ·····13

<그림 2-6> 건설정보 분류체계 ·····14

<그림 2-7> 건설정보표준 기관별 지침 활용 ·····15

<그림 2-8> 도로시설의 WBS 7단계 계층구조 ·····16

<그림 2-9> LH 작업분류체계 계층구조 ·····17

<그림 2-10> 수자원공사 작업분류체계 계층구조 ·····18

<그림 2-11> 철도공단 CWBS 분류 ·····20

<그림 2-12> 모델 연계 수량 산출 및 내역, 공정관리 시뮬레이션 ·····22

<그림 2-13> IPMS, BIM기반 공사관리 통합시스템 화면 ·····23

<그림 2-14> 오토데스크 어셈블을 활용한 연료전지발전소 설계 ·····23

<그림 2-15> 베독 복합개발 현장 ·····24

<그림 2-16> CPM copy of the schedule vs. Optimized schedule ·····25

<그림 2-17> Kaiser Oakland 병원 프로젝트 5D BIM ·····25

<그림 2-18> BEXEL Manager의 다양한 BIM 도구 ·····25

<그림 2-19> The KAFD Metro Station BIM ·····26

<그림 2-20> 캐리비안 리조트 프로젝트 BIM ·····26

<그림 2-21> Nagpur Metro Rail Project ·····27

<그림 2-22> Pan Borneo Highway Project ·····28

<그림 2-23> Deutsche Bahn 5D BIM 사례 ·····29
<그림 2-24> Kier Construction Five Pancras Square ·····30
<그림 2-25> Amur River Bridge ·····30
<그림 2-26> AZURA Gas Power Plant ·····31
<그림 2-27> Karavanke 터널 프로젝트 BIM ·····32
<그림 2-28> Karavanke 터널 BIM 준공모델 I ·····32
<그림 2-29> Rio-Niterói Bridge ·····33
<그림 2-30> 영광5 · 6호기 주설비공사 진도 측정 사례 ·····34
<그림 3-1> 도로공사 작업분류체계(WBS) 구조 ·····37
<그림 3-2> 한국도로공사 작업분류체계(WBS) 구조 ·····40
<그림 3-3> 한국도로공사 단가분류체계 ·····48
<그림 3-4> 표준단가 공종별 분류 CODE(계속) ·····49
<그림 3-5> 표준단가 공종별 분류 CODE(계속) ·····49
<그림 3-6> 기성관리와 공정관리 정보 이원화 ·····50
<그림 3-7> BIM모델 기반 수량산출 개념도 ·····51
<그림 3-8> 기존 터널 예정공정표 ·····51
<그림 3-9> BIM 기반 공정체계 개념도 ·····52
<그림 3-10> 기존방식의 WBS 분류체계 예시 ·····52
<그림 3-11> BIM기반 WBS 분류체계 예시 ·····53
<그림 3-12> BIM객체기반 분류체계 작성과정 ·····53
<그림 3-13> 부재별 모델링 수행시 객체수 ·····62
<그림 3-14> 구조물별 모델링 객체수(예시) ·····62
<그림 3-15> 설계단계 추정금액 산출 방법 ·····63
<그림 3-16> 기성지급을 위한 수량 및 공사비 산출 방법 ·····63
<그림 3-17> BIM 기반 기성 및 공정 통합관리체계 개요 ·····64

<그림 3-18> 객체분류에 다른 고유 코드 체계화(예시) ·····64
<그림 3-19> BIM기반 기성 및 공정관리 개념 ·····65
<그림 3-20> BIM 3D, 4D, 5D 절차서 ·····65
<그림 3-21> BIM 기반 수량산출방식 정의 ·····66
<그림 3-22> BIM 기반 수량분개 절차 ·····67
<그림 3-23> BIM 기반 수량분개 확인 ·····67
<그림 3-24> 기존방식의 WBS 분류체계(8레벨) ·····68
<그림 3-25> 복합공종 구성에 따른 WBS 분류체계(7레벨) ·····68
<그림 3-26> WBS 분류체계와 CBS 분류체계 연계 ·····69
<그림 3-27> 교량 복합공종 구성 방안(예시) ·····69
<그림 3-28> 터널 복합공종 구성 방안(예시) ·····70
<그림 3-29> 복합공종에 수량 및 단가연계 ·····70
<그림 3-30> 기초자료 작성 예시 ·····71
<그림 3-31> 기존의 공사일지 ·····72
<그림 3-32> BIM기반 공사일지 양식 제안 ·····73
<그림 3-33> 계약변경에 따른 신규, 증감, 삭제 물량 처리방안 ·····74
<그림 3-34> 웹기반 공사일지 ·····75
<그림 3-35> 웹기반 공사일지 집계안 ·····76
<그림 3-36> BIM기반 내역서 ·····77
<그림 3-37> 공정과 원가의 일원화 관리 ·····78
<그림 3-38> 매뉴얼 본문 구성 ·····80
<그림 3-39> 매뉴얼 부록(예시) 구성 ·····80
<그림 3-40> 시공단계 공정관리 BIM 수행절차 예시 ·····81
<그림 3-41> 선별적 모델링(예시) ·····82
<그림 3-42> 공종별 모델 구성체계 ·····83

<그림 3-43> 시공BIM 초기데이터작성비용 개념 ·····84
<그림 3-44> 일일 진도율 관리방안 ·····92
<그림 3-45> 객체단위 비율 방식(예시) ·····92
<그림 3-46> BIM 공사일지 기반 진도율 관리방식(예시) ·····93
<그림 3-47> 터널 복합공종 구성 방안(예시) ·····93
<그림 3-48> BIM 객체기반 복합단가 구성방안(예시) ·····94
<그림 4-1> 시범사업 적용 대상 ·····96
<그림 4-2> 시범적용 대상사업 현황도 ·····98
<그림 4-3> BIM 기반 공정 및 기성관리 시범적용 방안 ·····109
<그림 4-4> 선형요소 구간별 집계(예시) ·····111
<그림 4-5> 선형요소 구간별 집계 ·····111
<그림 4-6> 토공구간 분리 ·····112
<그림 4-7> 토공 구간별 복합 공종 ·····113
<그림 4-8> 배수공, 포장공, 부대공 부위별 복합 공종 ·····115
<그림 4-9> 교량공 부위별 복합 공종 ·····128
<그림 4-10> 터널공 부위별 복합 공종 ·····135
<그림 4-11> BIM 모델 중 수량산출이 불가능한 공정 ·····152
<그림 4-12> 내역서 기초자료 작성 ·····154
<그림 4-13> OBS 내역서와 도급 내역서 비교 검토 ·····155
<그림 4-14> 3D 모델-공정 연계 ·····159
<그림 4-15> 복합 공종에 수량 및 단가 연계 ·····159
<그림 4-16> 토공(3D) 수량 연계 예시 ·····160
<그림 4-17> 토공(3D 비례) 수량 연계 예시 ·····160
<그림 4-18> 토공(3D 1식) 수량 연계 예시 ·····161
<그림 4-19> 교량공(3D) 수량 연계 예시 ·····161

<그림 4-20> 교량공(3D 비례) 수량 연계 예시 ·····162
<그림 4-21> 교량공(3D 1식) 수량 연계 예시 ·····162
<그림 4-22> 터널공(3D) 수량 연계 예시 ·····163
<그림 4-23> 터널공(3D 비례) 수량 연계 예시 ·····163
<그림 4-24> 터널공(3D 1식) 수량 연계 예시 ·····164
<그림 4-25> 모델링 수량 및 내역서 연계(예시) ·····164
<그림 4-26> BIM 기반 내역서 작성 완료(예시) ·····165
<그림 4-27> BIM기반 일일공사일지 입력 ·····166
<그림 4-28> BIM기반 공사일지(11월1일) 작성 ·····166
<그림 4-29> BIM기반 공사일지(11월30일) 작성 ·····167
<그림 4-30> BIM 기반 기성 검사원 ·····168
<그림 4-31> 공정/기성관리 교육 ·····169
<그림 5-1> 작업분류체계(WBS) 적용 업무절차 ·····173
<그림 5-2> 작업분류체계(WBS) 절차와 hi-건설의 공정·공사비 연계 ·····174
<그림 5-3> hi-건설 등록 업무절차 ·····174
<그림 5-4> 공구 WBS 생성 절차 ·····175
<그림 5-5> WBS등록 물량분개 절차 ·····175
<그림 5-6> hi-건설 공정·공사비 업무절차 및 메뉴 구성 ·····176
<그림 5-7> 건설정보시스템 hi-건설 사용자 설문조사지 ·····177
<그림 5-8> hi-건설 공정·공사비 문제점 파악 ·····178
<그림 5-9> hi-건설 공정·공사비 개선사항 조사 ·····179
<그림 5-9> hi-건설 공정·공사비 개선사항 조사(계속) ·····180
<그림 5-10> BIM업무 경험 및 OBS 인식 조사 ·····180
<그림 5-11> BIM기반 공정 및 기성관리 도입 필요성 조사 ·····181
<그림 5-12> BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템 도입 예상효과 및 시스템제시 항목 ··182

〈그림 5-13〉 OBS 분류체계 ·····184
〈그림 5-14〉 속성분류체계 구성적용 ·····185
〈그림 5-15〉 EX-BIM 플랫폼 마스터 플랜 ·····186
〈그림 5-16〉 기존설계와 전면BIM설계의 수량산출, 내역작업 절차 비교 ·····188
〈그림 5-17〉 전면BIM의 건설관계자 공정·기성관리 업무 절차 변화 ·····190
〈그림 5-18〉 BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 개요도 ·····191
〈그림 5-19〉 BIM 전환설계 공정·기성관리 및 기존시스템 활용 개요 ·····192
〈그림 5-20〉 BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템 정보 연계도 ·····193
〈그림 5-21〉 BIM기반 공정·기성관리 시스템의 정보 흐름도 ·····194
〈그림 5-22〉 BIM기반의 공정관리 및 기성관리 시스템의 화면구성(안) ·····196

제1장 연구의 개요

1.1 배경 및 목적

1.2 과업의 범위 및 내용

1.3 과업 수행기간 및 절차

제1장 연구의 개요

1.1 배경 및 목적

- 최근 국토교통부(이하 ‘국토부’라 한다)는 건설산업의 BIM(건설정보모델링) 적용 기본원칙, 적용절차, 협업체계, 공통표준 등을 제시하는「건설산업 BIM 기본지침」을 마련하여 토목·건축 등 건설사업 전반에 ‘2025년 전면 BIM 설계’를 목표로 BIM관련 정책 및 연구개발 등을 적극 추진중임

- 국토부에서는 BIM 활성화의 일환으로 BIM 관련 기본 원칙과 공통기준 등을 마련하고, BIM 도입이 앞선 ‘건축’분야에 대한 활성화 로드맵을 우선적으로 제시하였음

- 한국도로공사는 2019년 6월 대산-당진 고속도로 건설공사 설계용역에 전면 BIM설계로 발주해 시행하고 있으며, 2020년 하반기에 14개 설계용역 중 7개 과업을 BIM 전면설계로 발주하였으며 설계사가 결정되어 과업을 수행할 예정임

- 공공기관 건설 프로젝트 5곳(한국도로공사, 국가철도공단, 한국수자원공사, LH, 국도지방청)에 BIM 확산을 위한 시범사업이 진행되고 있으며, 한국도로공사는 시공단계 BIM 특화사업단(화도이천)의 양평-이천 고속도로 4공구를 선정하여 과업을 수행중임

- 따라서, 본 과업의 목적은 BIM 전면설계 및 시공단계 BIM 운영 등 고속도로 건설공사 BIM 활성화·정착을 위해 사업관리 기반이 되는 공정 및 기성관리에 BIM 적용방안이 필요하고, 한국도로공사 건설정보시스템(이하 ‘hi-건설’이라 한다)내 BIM기반 공정 및 기성관리 시스템 구축 방안을 제시하여 시스템 개선을 도모하고자 함

1.2 과업의 범위 및 내용

1.2.1 국내외 건설공사 공정관리 및 기성관리 현황분석

- 사업단계별(설계-시공-유지관리) BIM 활용 수준 분석
- BIM이 적용되지 않은 일반 건설공사의 공정관리, 기성관리 분류체계 활용현황(WBS, OBS, CBS 등)
- BIM 활용 건설공사의 공정관리, 기성관리 사례 조사
- BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 운영 사례
- 일반 건설공사 공정관리, 기성관리 문제점 및 해결방안

1.2.2 BIM기반 고속도로 건설공사 공정관리 및 기성관리 방안 마련

- BIM 모델 객체 단위의 공정관리를 위한 복합공종 구성방안
- 객체 단위 복합공종의 일일 공정관리방안 및 내역서 연계방안
- 계약변경에 따른 신규, 증감, 삭제 물량의 처리방안(복합공종 구성, 내역서 연계)
- BIM 기반 전산기성을 위한 공정률 연계 기성금 자동산출
- BIM 기반 고속도로 건설공사 공정관리, 기성관리 실무 매뉴얼 제작
- 시공단계 공정관리를 위한 설계단계 BIM 모델링 방안 제시
- 기존 대비 BIM 기반 공정관리, 기성관리의 계량적 생산성 향상 비교표
- BIM 모델 객체 단위의 복합공종을 활용한 공정관리체계 이외 다른 효율적 BIM 기반 공정관리, 기성관리 방안 제시

1.2.3 연구성과의 화도이천사업단 시범적용 및 피드백

- 화도이천사업단 시범적용을 위한 전담인력 투입(3개월 이상)
  ※ 시범적용 현장 : 양평이천 2, 4공구(BIM 전면설계 전환 예정, ‘21년 상반기)
- 건설참여자 공정관리, 기성관리 실무 매뉴얼 교육
- 연구성과 시범적용 효과분석 및 실무 매뉴얼 개선
- 공정관리, 기성관리를 위한 BIM SW 활용 교육 및 운영 지원

1.2.4 BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템 구축 방안 제시

- hi-건설의 공정관리, 기성관리 시스템 조사, 분석
- hi-건설 내 BIM 기반 공정관리, 기성관리 시스템 개요도
- hi-건설 내 BIM 기반 공정관리, 기성관리 시스템 구축 상세내용
  (시스템 연계도, 정보 흐름도, 필요항목, 입력정보, 입력방법, 표출내용 등)

1.3 과업 수행기간 및 절차

□ 과업 수행기간은 300일로 하고 아래와 같이 5단계의 주요 절차에 따라 수행함

<표 1-1> 과제의 주요 절차

Ⅰ	협의	과업 범위와 성과물에 대한 협의 (자체 연구진 포함)
Ⅱ	조사 및 분석	국내 · 외 자료조사, 현황 및 동향 조사, 자료 분석 및 검토
Ⅲ	방안 마련 / 매뉴얼	BIM 기반 공정 및 기성관리 방안 마련, 실무 매뉴얼 작성
Ⅳ	시범적용 / 피드백	화도이천사업단 전담인력 투입, 실무 매뉴얼 교육, 시범적용 따른 효과 분석 및 매뉴얼 개선
Ⅴ	시스템구축 방안 제시	hi-건설 내 시스템 개요도 작성, 시스템 구축 상세내용 제시

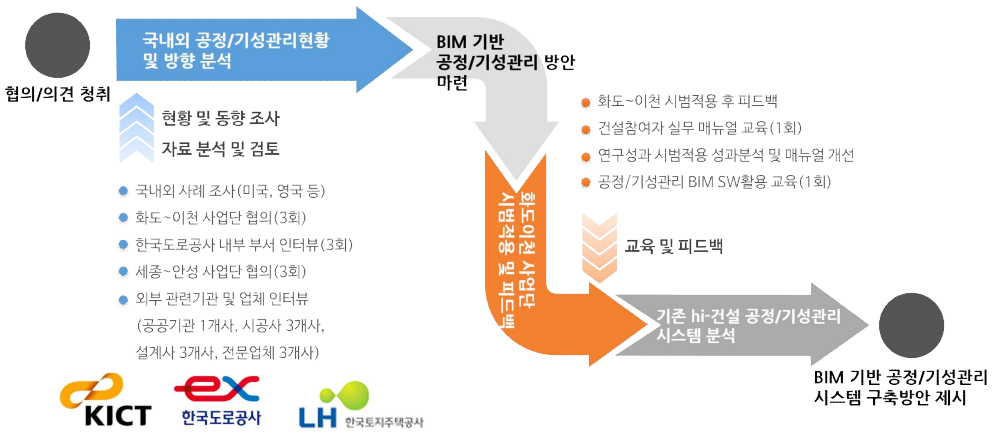
□ 과업 5개의 단계로 구분하여 진행하고 각 단계별로 내부 연구진의 의견을 청취하여 반영하도록 함

□ BIM기반의 공정 및 기성관리를 위한 다수의 방안을 검토하여 최적안을 도출함

□ BIM기반 고속도로 건설공사 공정관리, 기성관리를 위해 매뉴얼을 작성함

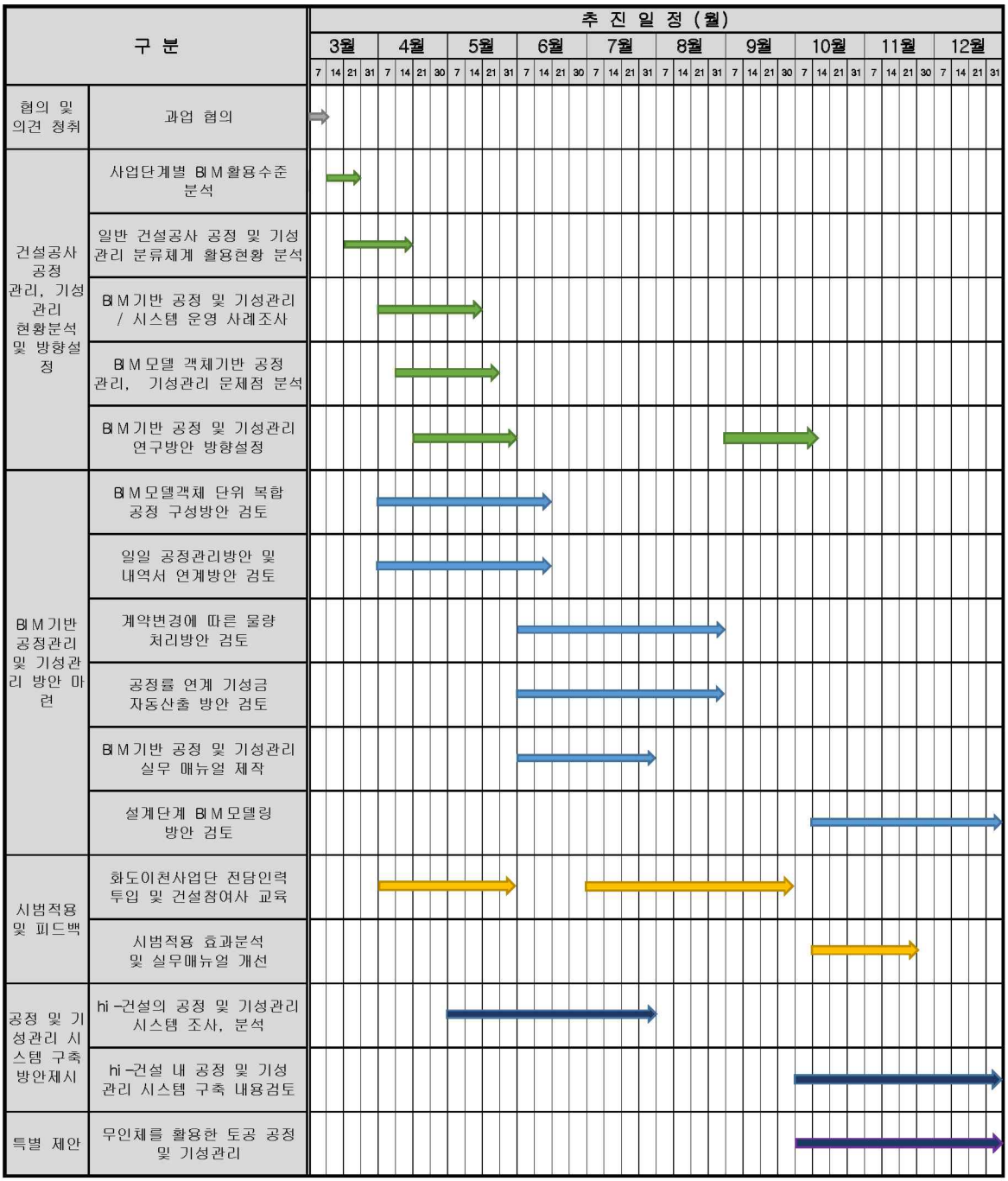
□ BIM기반 공정 및 기성관리 방안을 화도이천사업단에 시범적용하고 그 효과에 대한 분석 및 매뉴얼의 개선사항을 반영함

□ BIM기반 공정 및 기성관리 방안을 바탕으로 hi-건설내 시스템 구축에 대한 상세내용을 제시함



<그림 1-1> 전체 과업 수행 절차

<표 1-2> 과제의 추진일정


구 분
추 진 일 정 (월)
3월
4월
5월
6월
7월
8월
9월
10월
11월
12월
7 14 21 31 7 14 21 30 7 14 21 31 7 14 21 30 7 14 21 31 7 14 21 31 7 14 21 31 7 14 21 30 7 14 21 31 7 14 21 30 7 14 21 31
협의 및 의견 청취
과업 협의
건설공사 공정 관리, 기성 관리 현황분석 및 방향설정
사업단계별 BIM활용수준 분석
일반 건설공사 공정 및 기성 관리 분류체계 활용현황 분석
BIM기반 공정 및 기성관리 / 시스템 운영 사례조사
BIM모델 객체기반 공정 관리, 기성관리 문제점 분석
BIM기반 공정 및 기성관리 연구방안 방향설정
BIM기반 공정관리 및 기성관리 방안 마련
BIM모델객체 단위 복합 공정 구성방안 검토
일일 공정관리방안 및 내역서 연계방안 검토
계약변경에 따른 물량 처리방안 검토
공정률 연계 기성금 자동산출 방안 검토
BIM기반 공정 및 기성관리 실무 매뉴얼 제작
설계단계 BIM모델링 방안 검토
시범적용 및 피드백
화도이천사업단 전담인력 투입 및 건설참여사 교육
시범적용 효과분석 및 실무매뉴얼 개선
공정 및 기성관리 시스템 구축 방안제시
hi-건설의 공정 및 기성관리 시스템 조사, 분석
hi-건설 내 공정 및 기성 관리 시스템 구축 내용검토
특별 제안
무인체를 활용한 토공 공정 및 기성관리

제2장 국내외 건설공사 공정관리 및 기성관리 현황분석

2.1 사업단계별 BIM 활용 수준 분석

2.2 일반건설공사 공정관리 및 기성관리 분류체계 활용현황

2.3 BIM 기반 공정 및 기성관리 사례 및 시스템운영 사례 조사

2.4 일반 건설공사 공정 및 기성관리 문제점 및 해결방안

제2장 국내외 건설공사 공정관리 및 기성관리 현황분석

2.1 사업단계별 BIM 활용 수준 분석

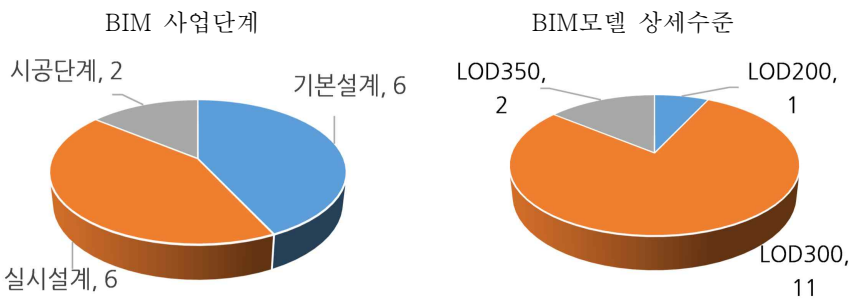
2.1.1 인프라시설 사업단계별 BIM 사례 조사

- 국내 사업단계별 BIM 활용 수준을 분석하기 위해 2017년부터 2021년까지 설계단계에서 BIM이 적용 중이거나 및 시공단계에서 BIM을 활용중인 인프라시설 BIM 프로젝트 14건에 대한 조사를 진행하였음

- 사례별로 한국도로공사에서 진행중인 도로설계, 시공 8건, 철도공사에서 진행중인 철도노반공사 3건, 한국주택공사에서 진행중인 택지조성 사업 2건, 수자원공사의 수처리시설 1건에 대해, BIM과업을 수행중인 설계사를 대상으로 설문조사를 통해 자료를 취득하고 분석을 진행하였음

- 14개 프로젝트에 대해 기본설계 6건 실시설계 6건, 시공단계 2건으로 나타났으며, 조사한 BIM 과업이 최근 진행중인 과업을 대상으로 진행하였으므로 설계단계의 비율이 높은 것으로 나타남

- 대부분의 모델이 설계, 시공단계에 걸쳐 LOD 300수준의 모델을 작성하는 것으로 조사됨



<그림 2-1> BIM 사업단계 및 모델 상세수준

■ 프로젝트의 설계, 시공, 유지관리 등 BIM 적용단계, 모델상세수준, BIM활용분야, BIM효과 등에 대한 조사를 진행하고 취합한 결과는 다음 <표 2-1>과 같음

<표 2-1> 인프라시설 BIM 단계별 사례 조사

프로젝트명		00 ~ 00 4공구	00 ~ 00 1공구	00 ~ 00 1공구	00 ~ 00	0000 ~ 00 2공구	00 ~ 00 실시설계 2공구	00~00 11공구
과업기간		20~21	21~22	21~22	21~22	21년~22년	17년 ~ 18년	18년~23년
BIM 사업단계		기본/실시	기본	기본/실시	타당성/기본	기본	기본/실시	시공
BIM 발주방식		전면BIM	전면BIM	전면BIM	전면BIM	전면BIM	BIM전환 (특별과업)	BIM전환
발주처		한국도로공사	한국도로공사	한국도로공사	한국도로공사	한국도로공사	한국도로공사	한국도로공사
BIM S/W		오픈로드, 컨셉스테이션, 루멘알티, 오픈브릿지	오픈로드, 컨셉스테이션, 루멘알티	오픈로드, 오픈빌딩, 루멘알티	오픈로드, 오픈빌딩, 루멘알티	오픈로드, 컨셉스테이션, 루멘알티	CATIA	Civil3D, Revit, Navisworks, Fuzor
BIM 수행조직		자체	자체	자체	자체	자체	자체+외주	BIM외주
BIM 효과	협업효과	○	○	○	○	○	×	○
	의사소통	○	○	○	○	○	×	○
	일정감소	×	×	×	×	×	×	×
	설계품질개선	중	상	중	중	중	중	없음
	재작업감소	×	○	○	○	x	x	x
BIM 활용	모델수준	LOD300	LOD300	LOD300	LOD300	LOD200	LOD350	LOD300
	BIM결과보고서	○	×	○	○	×	×	×
	도면작성	전체 (도로공사기준)	일부	전체 (도로공사기준)	전체 (도로공사기준)	×	일부 (BIM기반 설계도 표준)	×
	3D 시각화 (뷰어검토)	○	○	○	○	○	○	○
	간섭검토	○	×	○	○	×	○	○
	시뮬레이션 (일조,피난,방재등)	○	○	○	○	×	○	○
	물량산출	일부 (토공/포장)	일부	일부 (토공/포장)	일부 (토공/포장)	×	일부	일부
	물량산출 목적	비교검토	비교검토	비교검토	비교검토	×	비교검토	비교검토
	공정관리	×	×	×	×	×	×	×
	공정검토 (지장물,가설, 장비검토)	×	×	×	×	×	일부(크레인 거더거치 등)	일부 (터널공)
	4D 공정 시뮬레이션	×	×	×	×	×	×	일부(터널공)
	내역산출	×	×	×	×	×	×	×
	5D 기성 시뮬레이션	×	×	×	×	×	×	×
	VR/AR	일부 (노선/갱문)	×	일부 (노선선정)	일부 (노선선정)	일부 (노선선정)	×	×
	VE	×	×	×	×	×	×	×
	디지털 제조	×	×	×	×	×	×	×
	유지관리계획	×	×	×	×	×	×	×
	기타활용분야	-	-	-	-	-	-	-

<표 2-1> 인프라시설 BIM 단계별 사례 조사 (계속)

프로젝트명		00 ~ 00 4공구	00 - 00 6공구 턴키	0000 2단계 5공구	0000철도건설 7공구	0000 공공주택지구	0000 공공주택지구	0000 해수담수화
과업기간		21년~25년	19-21	20-21	20-21	20~21	20~21	21
BIM 사업단계		시공	실시	실시	실시	기본	기본	기본
BIM 발주방식		BIM전환	BIM전환	BIM전환	BIM전환	전면	전면	전환
발주처		한국도로공사	철도공단	철도공단	철도공단	LH	LH	수자원공사
BIM S/W		Civil3D, Revit, Navisworks, Fuzor	Civil3D, Revit, Navisworks	Civil3D, Revit, Navisworks	microstaion Navisworks	OpenRoads, Revit	Civil 3D, Revit	Allplan, 나비스웍스
BIM 수행조직		BIM외주	BIM외주	BIM외주	BIM외주	BIM 외주	BIM 외주	BIM 외주
BIM 효과	협업효과	○	○	○	○	○	○	○
	의사소통	○	○	○	○	○	○	○
	일정감소	×	×	×	×	×	×	×
	설계품질개선	없음	중	중	중	중	중	중
	재작업감소	×	○	○	○	○	○	×
BIM 활용	모델수준	LOD300	LOD300	LOD300	LOD300	LOD 300	LOD 300	LOD 350
	BIM결과보고서	×	○	○	○	○	○	○
	도면작성	×	일부(구조물)	일부(구조물)	일부 (갱문,경사갱)	×	×	일부
	3D 시각화 (뷰어검토)	○	○	○	○	○	○	○
	간섭검토	○	○	○	○	○	○	○
	시뮬레이션 (일조,피난,방재등)	○	×	×	×	×	×	○
	물량산출	일부	일부 (정거장)	일부 (터널,교량)	일부 (터널)	일부	일부	일부
	물량산출 목적	비교검토	비교검토	비교검토	비교검토	비교검토	비교검토	비교검토
	공정관리	×	일부(개착부)	×	×	×	×	일부
	공정검토 (지장물,가설, 장비검토)	일부 (터널공)	일부 (개착부)	×	일부	×	×	일부
	4D 공정 시뮬레이션	일부(터널공)	일부(개착부)	×	일부	×	×	일부
	내역산출	×	×	×	×	×	×	×
	5D 기성 시뮬레이션	×	×	×	×	×	×	×
	VR/AR	×	×	×	×	O	O	×
	VE	×	×	×	×	×	×	×
	디지털 제조	×	×	×	×	×	×	×
	유지관리계획	×	×	×	×	×	×	×
	기타활용분야	-	-	-	-	-	-	-

2.1.2 BIM 활용 수준 분석

- BIM 모델의 수준은 일부 구조물에 철근모델을 포함한 LOD350을 적용하고 있으나 설계, 시공 단계 대부분 LOD300 수준으로 작성하고 있으며, 모델작성시 BIM 기반의 수량산출 및 내역작성까지 고려하여 모델링을 하는 사례는 없는 것으로 조사됨

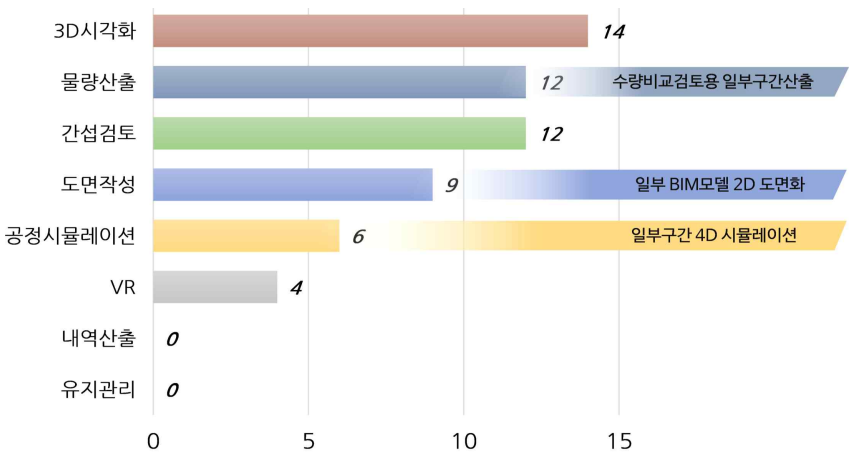
- BIM 효과 측면에서 협업진행 및 간섭 체크 등을 통한 설계품질개선에 효용성이 있다고 응답비율이 높은 반면, 재작업감소 및 일정감소 등에서 BIM 효과를 충분히 체감하지 못하고 있는 것으로 나타남

- 금회 조사한 과업 대부분 설계단계에 있거나 진행중인 과업이고, 설계·시공 분리 발주방식의 특성상 일정감소의 효과를 충분히 체감할 수 없는 것으로 판단됨



<그림 2-2> BIM 효과 분석

- BIM 활용분야로 가장 많이 활용되는 분야는 시각화, 물량산출, 간섭검토, 도면작성, 시뮬레이션, VR등의 순으로 나타났으며, 내역산출 및 유지관리에 활용되는 사례는 없는 것으로 조사됨



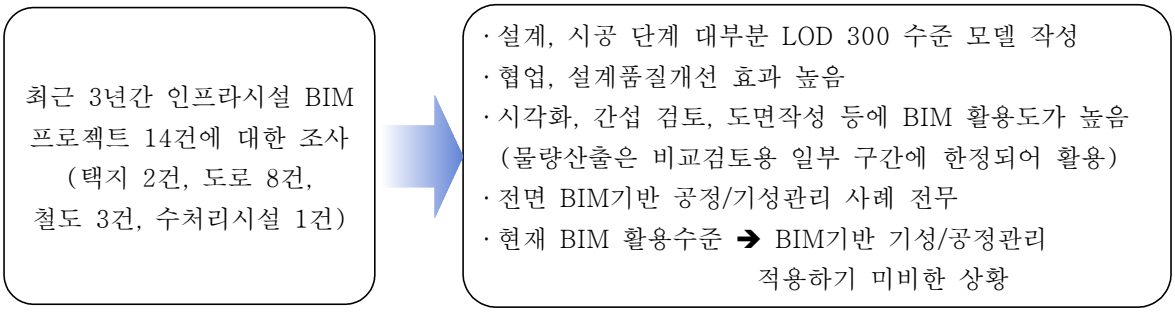
<그림 2-3> BIM 활용 분야

- BIM모델의 3D 시각화 및 간섭체크는 설계품질을 향상시키기 위해 가장 많이 활용되고 있는 것으로 나타남
- 물량산출에 BIM 모델을 대부분 프로젝트에서 활용하고 있지만, 구조물 및 토공 등의 주요 물량산출을 통해 2D 설계의 물량산출과 비교 검토용으로 활용되는 수준으로, BIM기반의 공정관리 및 기성관리에 적용하기는 어려운 것으로 보임
- BIM모델을 이용한 2D 도면작성의 경우 최근 발주되는 한국도로공사의 전면 BIM 설계는 도로공사 기준에 따라 BIM모델을 이용한 전체 도면을 작성하고 있지만, 전환설계의 경우 구조물에 대하여 일부 도면을 작성하여 비교검토용으로 활용하고 있는 것으로 나타남
- 4D 공정 시뮬레이션의 경우 설계단계 및 시공단계에서 일부 터널 및 개착구간에 대하여 진행한 것으로 조사되며 전체에 걸쳐 진행한 사례는 없는 것으로 조사됨
- 공정관리에 활용되는 예는 없는 것으로 조사되었으며 이는 설계· 시공이 분리 발주되기 때문에 설계단계에서 시공을 고려한 공정을 BIM 설계에 적용하기 곤란하며, 설계·시공이 같이 진행되는 턴키 과업에서도 설계단계에서 BIM기반의 공정관리가 충분히 반영되진 않는 것으로 나타남

☐ 공정과 내역을 반영하기 위해서는 모델작성 단계부터 이를 고려해서 작성해야 하지만, 현재 작성되는 BIM 모델은 최종목적물 중심으로 진행되기 때문에 공정 및 내역 작성에 활용하기 곤란한 것으로 보임

☐ BIM기반의 공정관리 및 기성관리가 이루어지기 위해 BIM 모델작성 단계에서 공정관리와 기성관리를 고려한 단계별 모델 작성이 필요함

☐ 국내 BIM의 활용 효과 및 활용수준을 살펴보면, 기본적인 3D 모델작성과 간섭체크 등의 설계품질 검토에 활용도가 높았지만, 시공단계의 4D 공정관리와 5D 비용관리에 대한 활용수준은 높지 않은 것으로 나타남



<그림 2-4> BIM 활용 수준 분석

2.2 일반건설공사 공정 · 기성관리 분류체계 활용현황

2.2.1 건설정보 표준분류체계

- 현재 '건설사업업정보 운용지침[국토교통부고시 제2018-910호]' 에 따라 국토부 소속 산하기관은 '건설정보 표준' 을 적용한 기관별 지침을 제정하여 표준으로 활용하고 있으며, 각 기관별 지침에 따라 건설공사에 적용하고 있음

- '건설정보표준' 이란 건설사업의 기획 설계, 시공, 유지관리 등 각 업무단계에서 발생되는 방대한 양의 정보를 체계적으로 관리하고, 건설정보의 효율적인 활용, 교환 및 공유를 위한 정보체계를 의미함

- 건설사업의 생애 주기 동안 발생되는 건설정보의 표준 체계를 통해 건설사업 관련 주체들간의 정보교환 및 지식 공유와 건설정보의 통합관리 기반 제공으로 건설사업의 생상성 및 효율성을 높임



건설정보표준 개발 현황 (6종)

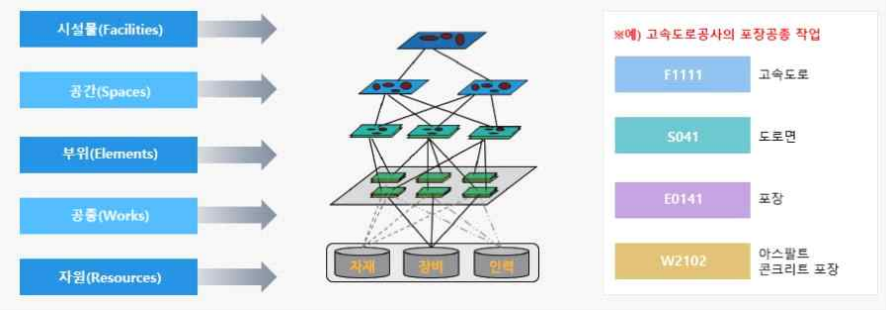
도면정보교환표준	CAD 소프트웨어의 종류와 버전에 상관없이 **전자도면 파일을 교환, 납품, 보관**하기 위해 개발된 표준 파일포맷
전자도면작성표준	건설사업의 전자도면 작성 · 납품 · 유통에 필요한 **도면분류, 파일명, 선, 색상, 레이어, 심벌** 등을 표준
전자문서 표준	건설사업에 필요한 각종 **서식이나 설계 · 준공도서 등을 전자적인 형태로 작성, 관리**하기 위한 표준
건설정보분류체계	기획, 설계, 시공, 유지관리 등 건설사업의 제반 단계에서 활용되는 **기술정보와 데이터의 분류기준**
디지털 수량산출 정보교환표준	공정 · 공사비의 실시간 관리를 위한 **작업분류체계 기반의 수량산출 정보 표준파일 규격**
건설정보모델 작성납품 공통기준	건설정보모델(BIM)을 활용 및 관리하는데 필요한 **공통기준과 작성 · 납품에 필요한 공통요건 정의**

<그림 2-5> 건설정보표준 개발 현황

■ 건설사업정보 운용지침 (국토교통부고시 제2018-910호)

① 제3조 건설정보 분류체계 구성

• 시설물, 공간, 부위 공종, 자원분류의 7개 분류로 구성 ➜ WBS(작업분류체계)



<그림 2-6> 건설정보 분류체계

② 제10조 건설사업관리시스템

• 담당자는 지방국토관리청에서 발주되는 도로 및 하천의 건설사업관리 업무 중 다음 각 호의 업무에 건설사업관리시스템을 활용하여야 한다.

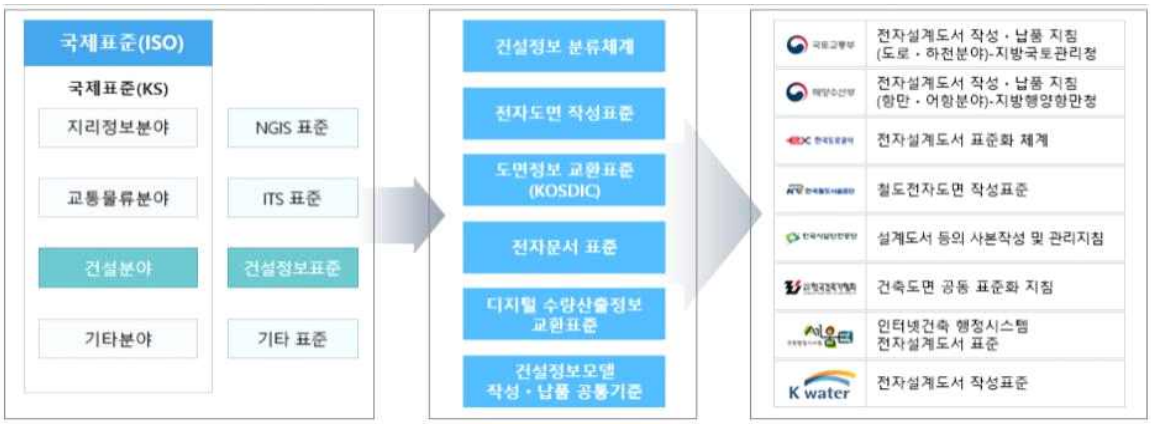
1. 사업·공사 및 용역의 등록
2. 발주청과 수급인간의 전자문서 유통
3. 수급인이 분기별로 보고하는 공사 및 용역 대장의 승인
4. 수급인이 주별로 보고하는 건설사업관리 일일업무일지 및 월별로 보고하는 건설사업관리 보고서의 승인
5. 수급인이 보고하는 공정보고, 설계변경, 기성보고, 품질관리, 안전관리비 등의 승인
6. 공사 및 용역의 준공 처리
7. 설계·준공도서 성과품(「전자설계도서 작성·납품 지침」에 따라 제작한 설계 또는 준공도서의 완성품을 말한다)의 검수 및 등록
8. 그 밖의 필요한 업무

③ 제14조 전자설계도서 작성·납품 지침

• 담당자는 제10조 제1항 제7호의 업무를 수행하는 때에는 「전자설계도서 작성·납품 지침(이하 "납품지침"이라 한다)」을 준수하여야 한다.

• 담당자(설계용역감독자, 공사감독자, 지원업무수행자)는 성과품이 납품지침에 따라 제출될 수 있도록 다음 각 호를 이행하여야 한다.

■ 국제표준 ISO12006-2 건설정보 분류체계 표준에 따라 국토부 소속 산하기관은 건설정보 표준을 적용한 기관별 지침을 제정하여 표준으로 활용하고 있음



<그림 2-7> 건설정보표준 기관별 지침 활용

2.2.2 기관별 표준분류체계 및 건설정보 시스템 활용현황

■ 현재 국토부 소속 및 산하기관은 건설정보 표준을 적용하여 전자설계도서를 납품받고 있으므로, 해당 기관별로 적용 중인 정보분류체계와 이를 적용한 사업관리 시스템을 조사하여, BIM이 적용되지 않은 일반 건설공사에서 공정, 기성관리에서 활용되고 있는 표준 분류체계를 조사하였음

■ 국토부 소속 및 산하기관에서 건설정보 표준을 적용한 기관별 지침과 현재 적용중인 정보분류체계, 운영중인 사업관리 시스템은 다음 <표 2-2>와 같으며, 시설물, 공간, 부위, 공종, 자원분류를 기반으로 WBS 분류체계를 적용중이며, 각각 사업관리시스템을 별도로 운영중인 것으로 나타남

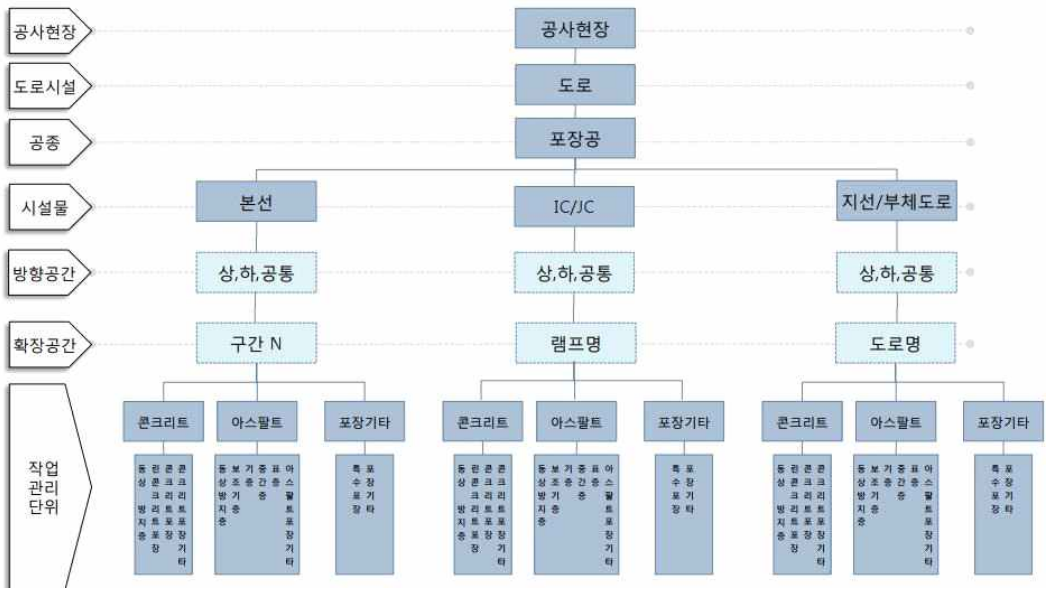
■ 현재 기관별로 운용중인 표준분류체계 및 사업관리시스템은 WBS 분류체계 및 내역기반 시스템으로, 전면 BIM 설계에 따른 OBS 분류체계 적용 및 3D 모델 기반의 공정관리 및 기성관리 시스템 적용은 어려울 것으로 판단됨

<표 2-2> 국토부 소속, 산하기관별 건설정보 표준 및 사업관리시스템 현황

구 분	건설정보 표준 지침	정보분류 체계	운영중사업관리시스템
국토교통부	전자설계도서 작성 납품지침 (도로,하천분야)	WBS 분류체계	건설사업정보시스템 https://calspia.go.kr
해양수산부	전자설계도서 작성 납품지침 (항만, 어항분야)	WBS 분류체계	항만건설사업 정보시스템 https://www.portcals.go.kr
한국도로공사	전자설계도서 표준화 체계	WBS 분류체계	도로공사 건설정보시스템 https://dorocitis.ex.co.kr
한국토지주택공사	건설사업관리시스템 표준분류체계	WBS 분류체계	LH 건설기술정보시스템 http://cotis.lh.or.kr
국가철도공단	전자설계도서 작성 및 납품지침	P-WBS,C-WBS 분류체계	국가철도공단 사업관리시스템 https://cpms.kr.or.kr
한국수자원공사	전자설계도서 작성표준 표준분류체계집	WBS 분류체계	수자원공사 건설사업관리시스템 https://cts.kwater.or.kr

■ 도로공사 건설정보시스템 작업분류체계 (2021.2)

• 작업분류체계(WBS)는 7레벨의 계층구조를 적용



<그림 2-8> 도로시설의 WBS 7단계 계층구조

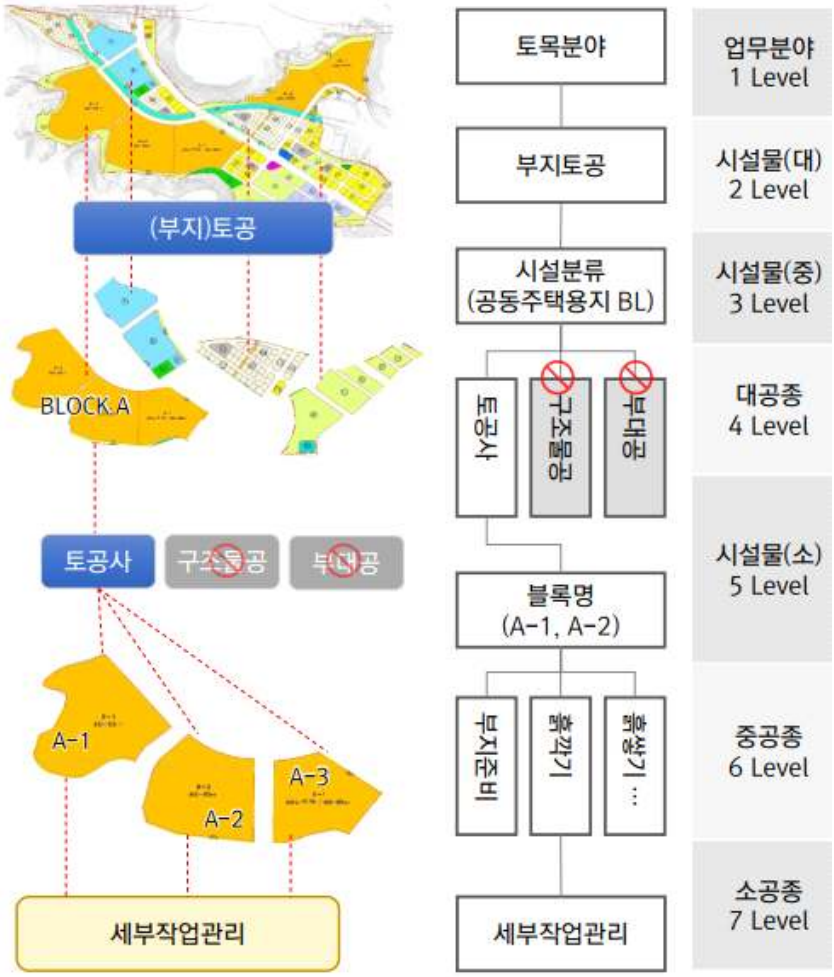
■ 항만・어항분야 전자설계도서 작성・납품지침 (2018)

• 속성 체계의 적용원칙

- 발주청은 추후 도면 데이터에 의한 설계검토, 수량산출, WBS(작업분류체계) 연계 및 유지관리 필요정보를 활용하기 위하여 건설CALS/EC 표준에 근거한 CAD 데이터 속성 체계를 사용할 수 있다.

■ 한국토지주택공사 작업분류체계 (2013)

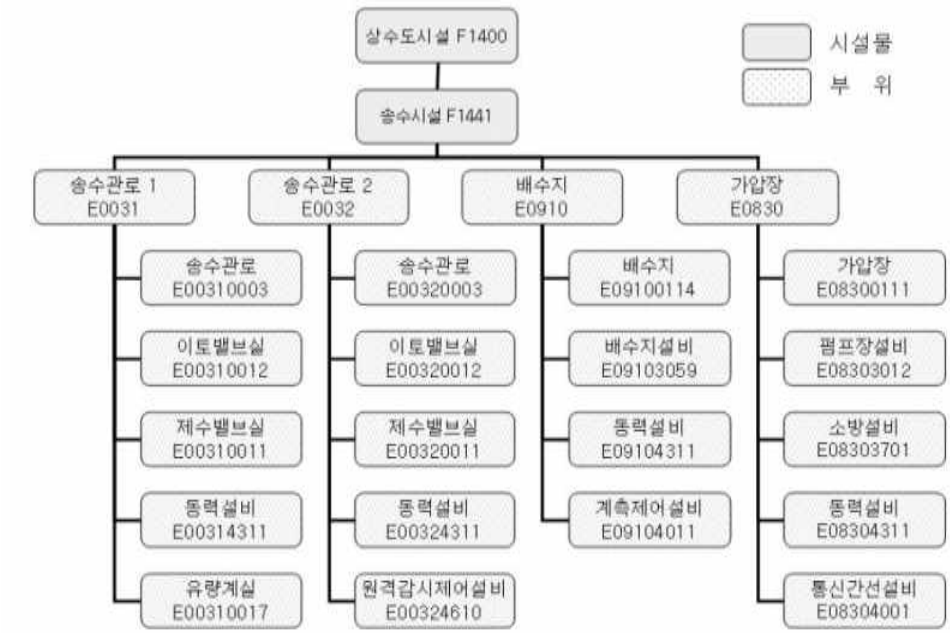
• WBS 분류에서 공종하위에 시설물 분류로 국토부와 차이 있음



<그림 2-9> LH 작업분류체계 계층구조

- 철도공단은 PWBS, CWBS를 활용중이며 PWBS는 사업단위 업무분류체계로, 분야, 특성, 공정 등에 따라 사업단위에서 관리해야 할 요소별로 5단계의 계층구조를 가지며, CWBS는 계약단위 업무분류체계로 계약단위의 상세 사업목표를 성과품, 구간, 시설/설비 등에 따라 관리 가능한 요소별로 정의한 계층구조 2~4단계의 계층구조로 되어 있음

- 수자원공사 설계내역 작성 매뉴얼(2015.2)
  - 표준분류체계는 기본요소 (시설물분류, 부위분류, 공종분류, 자원분류)와 관리요소 (사업분류, 업무분류, 자료분류)로 구성됨



<그림 2-10> 수자원공사 작업분류체계 계층구조

2.2.3 BIM 모델 정보분류체계 적용 현황

- 발주처 별로 일반공사에 WBS 분류체계를 적용하여 전자납품체계와 건설사업 관리시스템을 운영 중이나, 전면 BIM 설계를 고려한 시스템이 아니며, 현재 각 기관별로 마련중인 BIM지침과 적용 표준분류체계를 조사하였음

- 현재 국토부 및 산하기관별로 각각 BIM지침을 바탕으로 건설사업을 추진 중이며, 지침 및 적용 분류체계는 다음 <표 2-3>과 같음

<표 2-3> 국토부 소속, 산하기관별 BIM 지침 및 적용 표준분류체계

구 분	ＢＩＭ 공사	
	BIM 지침현황	적용 표준분류체계
국토교통부	건설사업 BIM기본지침('20.12)	OBS 분류 적용 지침 준비중
한국도로공사	고속도로 스마트설계지침('20.9)	WBS 분류체계
한국토지주택공사	LH Civil-BIM가이드라인('20.6)	WBS 분류체계
국가철도공단	철도인프라 BIM가이드라인('18)	P-WBS, C-WBS분류체계
한국수자원공사	BIM 체계 세부 구축방안 ('14)	WBS 분류체계

■ 국토교통부 건설사업 BIM기본지침(' 20.12)

• BIM 모델의 작성

- 시설단위별 모델은 전문분야별로 구분하여 수량산출이 가능한 수준으로 BIM 모델을 작성함을 원칙으로 한다. 사업이나 업무의 특성에 따라 예외가 필요한 경우는 내용을 제시한다.

- 시설단위별 모델은 시공단계의 공정 및 공사비 관리를 위해 BIM 객체분류체계가 마련되기 전까지 작업분류체계(WBS)에 근거하여 작성한다.

• 분류체계 적용 표준

- OBS (객체분류체계) : BIM 모델을 각종 업무에 활용하기 위하여 시설물 전체를 대상으로 건설정보 분류체계의 관점에서 객체단위를 분리하거나 조합하여 체계적으로 분류한 것이다. 시설물 객체에 속성을 구성하기 위한 객체별 속성의 분류로 식별, 형상, 재료 및 코드 등의 특성을 포함하고 있다.
  ➜ 추후 신규 단체표준 제정 이후 활용 가능

■ 한국도로공사 고속도로 스마트설계지침(' 20.9)

• 작업분류체계(WBS)자료 제출

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

■ LH Civil-BIM가이드라인(`20.6)

• BIM 객체 구성 체계 정의

- 국내 공표된 BIM 객체분류체계가 없으므로 기존 공표된 분류체계 (건설 CALS 분류체계)를 적용하고 객체분류코드 목록을 구성하여 활용할 것을 권장한다.

■ 국가철도공단 철도인프라 BIM가이드라인(`18)

• BIM 모델 분류체계

- 모델의 분류체계는 발주자가 제시한 CWBS를 기준으로 작성하며, 필요시 하위에 보다 상세한 분류를 수행계획서상에 제시한다.
- 모델 파일은 아래 그림과 같이 모델 계통을 정리하여 분야별로 배분하고 각 모델간의 관계를 예상할 수 있도록 한다. 분야별 하위모델은 기능과 공간 특성 (구역 및 레벨)에 따라 분할 한다.



<그림 2-11> 철도공단 CWBS 분류

■ 한국수자원공사 BIM 체계 세부 구축방안 (`14)

• 14년 부터 기존 댐 시설에 대한 3D스캔 및 모델구축 진행

• BIM모델을 통한 다차원 정보 제공계획 수립

■ 국토부 '건설사업 BIM기본지침' 에서 OBS 분류체계 개발 이후 이를 표준으로 적용하고, 21년 중 '건설산업 BIM시행지침' 및 '국토부 BIM 정보표준체계' 에서 세부기준을 제시할 예정으로 발주처별 현 BIM지침 보완 및 OBS 확장개발 필요함

2.3 BIM 기반 공정·기성관리 사례 및 시스템 운영 사례 조사

2.3.1 BIM 기반 공정관리 및 기성관리 사례 조사

- BIM 기반의 공정관리 및 기성관리 사례에 대해 국내외 자료를 조사하였으나, BIM의 잠재적 기술과 가능성을 모두 활용한 사례는 없는 것으로 보이며, 구체적이고 상세한 자료를 취득하는 것이 쉽지 않은 관계로 각 사례별로 해당 수준의 성과를 실현하였는지 알기 어려운 한계가 있음

- 본 연구에서는 각 사례를 통해 BIM의 활용 가능성과, 목표 수준을 위해 활용된 도구를 파악하는 데 중점을 두었으며, 국내외 BIM기반 공정관리 및 기성관리 사례에 대한 조사내용을 요약하여 다음 <표 2-4>에 나타내었음

<표 2-4> 국내외 BIM 공정관리 및 기성관리 사례조사

No	시 공 사	사 업 명	국가	년도	수 준		
					3D	4D	5D
1	Parsons Brinckerhoff	인천 송도 D6-4 공립초교(건축)	한국	2010	○	○	○
2	삼성물산	서울지하철 919공구	한국	2011	○	○	-
3	롯데건설	나인원한남 건설공사(건축)	한국	2018	○	○	-
4	SK건설	파주 연료전지발전소	한국	2020	○	○	○
5	계룡건설	동작구 종합행정타운	한국	2020	○	○	○
6	쌍용건설	베독복합개발현장 (싱가포르)	싱가포르	2014	○	○	-
7	McCarthyBuilding Companies	Kaiser Oakland hospital project	미국	2013	○	○	○
8	BEXEL Consulting	CSKA Moscow Stadium	러시아	2013	○	○	○
9	ZHA	King Abdullah Fahad District metro station	사우디	2012	○	○	○
10	BEXEL Consulting	Karisma Hotels & Resorts project	자메이카	2017	○	○	○
11	NMRCL	Nagpur Metro Rail Project	인도	2015	○	○	○
12	LBU	Pan Borneo Highway	말레이시아	2015	○	○	○

■ 인천 송도 D6-4 공립초교

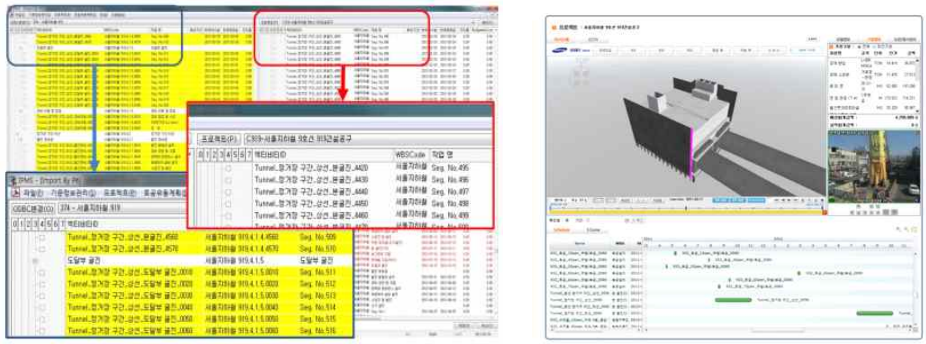
- 2D로 작성되어 있던 설계도면을 3D Modeling화하여 4D, 5D 작업과 연계할 수 있는 기반을 마련함
- BIM Model을 활용하여, GRACE, FIART, JOYST,FLAVOR, ARIA(수량산출 프로그램), ARTE(내역 작성 프로그램)를 활용하여 수량을 산출하고 시스템상에서 제공하는 단가를 연계함으로써 공사내역서 및 WBS(Work Breakdown Structure) 생성함
- 4D 작업수행을 위하여 원가 내역서 및 WBS를 기반으로 하여 R-ARTE(내역관리 프로그램)와 공정관리 전용프로그램인 Primavera를 연동하여 비용과 일정이 통합된 공정표를 작성하고 HI-FIVE(공정진행 시뮬레이션 프로그램)를 통하여 공사진행에 따른 비용과 일정이 통합된 공정 시뮬레이션 구성함



<그림 2-12> 모델 연계 수량 산출 및 내역, 공정관리 시뮬레이션

■ 서울지하철 919공구

- 공정데이터는 현장에서 실재 공정관리를 위해 활용중인 프리마베라 P6데이터를 직접 이용하였으며. 공정 및 내역 데이터 자료는 모두 중간 관리 프로그램인 IPMS를 통해 온라인 DB화함으로써, 모델에 모든 정보를 직접 담는 방법에 비해 훨씬 효율적으로 데이터를 관리함
- 공정과 내역데이터를 손쉽게 연계하기 위해 매트릭스 구조의 조합 프로그램을 개발하였으며. 온라인 DB 및 동시접속 작업이 기능하여 분야별로 협업을 통해 단시간 내에 공정과 내역 데이터를 연계함
- 구축된 3D 모델을 웹기반에서 검토가 가능하도록 BIM 온라인 뷰어인 Virtools 소프트웨어를 이용하여 변환한 후. 공정 및 내역 데이터 온라인 DB와 연계함



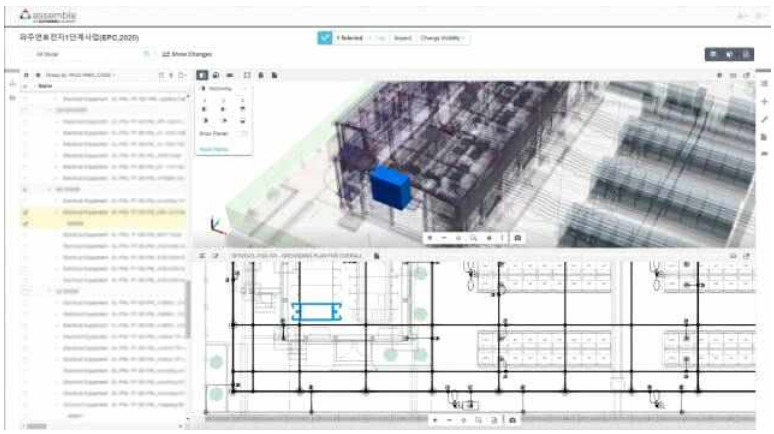
<그림 2-13> IPMS, BIM기반 공사관리 통합시스템 화면

나인원 한남 건설공사

- BIM 설계를 도입해 건축, 구조, 토목 공사에 대한 통합 모델을 설정하고 기계, 전기 공사를 포함한 효율적 공사관리를 수행, 드론과 BIM을 활용한 공정관리 진행함
- GPS와 연동해 드론을 건설 현장 상공에서 360도 스캔하고 수집한 정보를 통해 효율적이고 즉각적인 공정관리를 수행하고 건축물을 3D 모델링해 시공 현황 및 실시간 물량 체크, 시공 오차 검토함

파주 연료전지발전소

- SK건설은 연료전지 프로젝트 전반에 걸쳐 Revit을 도입하고 BIM워크플로를 지원, 프로젝트 운영의 효율성 증대를 위해 오토데스크 컨스트럭션 클라우드에 포함된 BIM 데이터 관리 소프트웨어 어셈블, 공사 관리 소프트웨어인 BIM360을 도입함
- 오토데스크 어셈블을 사용해 표준 공정 분류체계(WBS)와 비용 분류체계(CBS) 코드를 기반으로 연료전지 프로젝트에 최적화된 공사 관리 분류체계를 구축하고, BIM 데이터와 연계해 4D 및 5D 건설기술 고도화 및 안전과 품질 관리도 체계화함



<그림 2-14> 오토데스크 어셈블을 활용한 연료전지발전소 설계

■ 동작구 종합행정타운

- 시공책임형 CM 방식을 적용한 '동작구 종합행정타운 건설공사' 로 다양한 BIM 기술을 적용, 3D(3차원 모델링), 4D(Schedule), 5D(Cost) 외에도 3D 레이저스캔 및 드론 플랫폼을 도입하는 동시에 BIM 기반 클라우드 및 현장 교육시스템을 구축해 사업관리단계 및 공사단계에 활용함
- 가상현실(VR), 증강현실(AR)을 활용한 디지털목업(Digital Mock-Up)

■ 싱가포르 베독 복합개발 현장

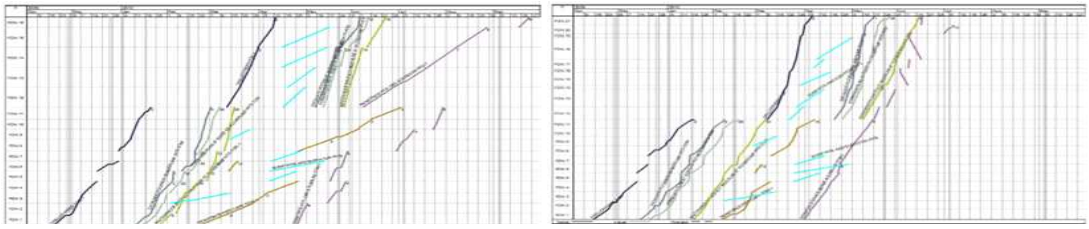
- 베독 지역에 주거(Residences), 쇼핑센터(Mall), 버스 환승센터(Bus Interchange) 등을 제공, 3차원(3D) 설계인 빌딩정보모델링(BIM)을 기반으로 설계와 시공을 동시에 진행하는 디자인앤드빌드(Design & Build) 방식을 도입함
- 3D설계 및 4D 시뮬레이션을 도입, 클라우드를 활용한 웹 기반 자료 관리시스템임



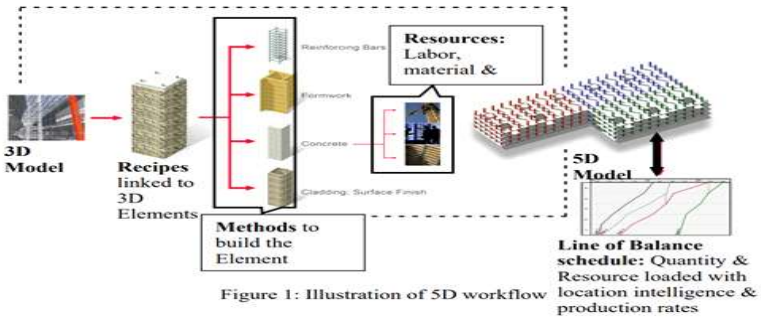
<그림 2-15> 베독 복합개발 현장

■ Kaiser Oakland 병원 프로젝트

- Kaiser Oakland 병원 프로젝트의 설계 및 계획 단계에 Vico Virtual Construction Suite를 사용하여 일정 최적화, 시공상 문제 식별, 정확하고 상세한 수량 산출, 자원 할당, 기타 비용 또는 일정 분석을 포함하여 5D BIM의 다양한 기능이 활용됨
- 기존 방식의 CPM 일정에는 위치 이동 시간, 자원 배치 및 동기화 등 여러 요인으로 인한 비활성 기간이 있으나 BIM 도구를 사용하여 일정을 최적화하여 이러한 요소들을 제거함



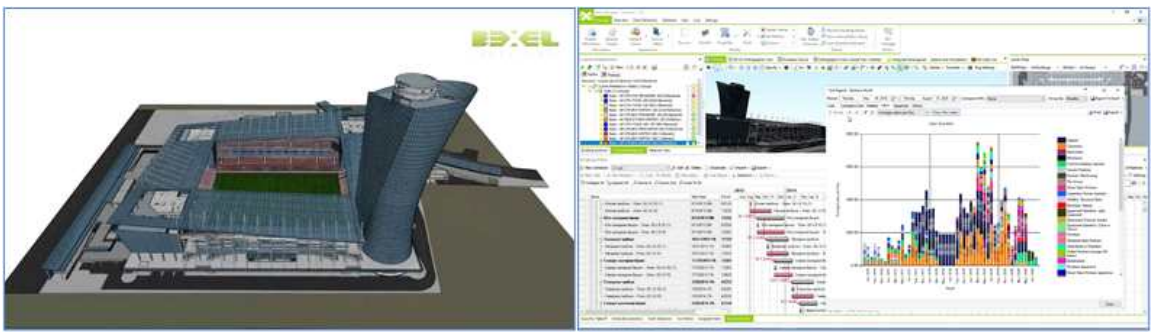
<그림 2-16> CPM copy of the schedule vs. Optimized schedule



<그림 2-17> Kaiser Oakland 병원 프로젝트 5D BIM

CSKA 모스크바 스타디움 (2013 ~ 2016)

- BEXEL Manager는 프로젝트 초기에 4D 및 5D 모델 시뮬레이션을 발전시키는 데 사용되었으며, 모델은 건설단계에서 프로젝트가 진행되고 새로운 요구사항에 따라 지속적으로 업데이트 진행함
- BIM 모델은 약 400,000개의 LOD300 수준의 요소로 구성되어 있으며, 전체 프로젝트가 실행되는 동안 최신 상태로 유지되며, 충돌감지 및 조정 프로세스를 통해 설계분야 간 문제를 해결하여 수개월의 공사 기간을 절약할 수 있었음

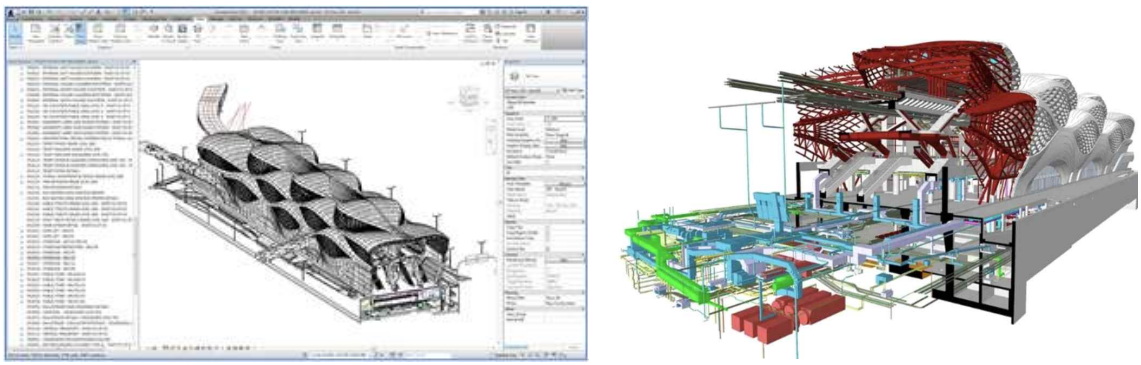


<그림 2-18> BEXEL Manager의 다양한 BIM 도구

■ King Abdullah Fahad District metro station

• 사우디아라비아 리야드의 KAFD(King Abdullah Fahad District) 지하철역 설계는 복잡한 형상을 가진 비정형 건축물로 상용화된 BIM 소프트웨어는 nD 모델 개발에 적합하지 않았음

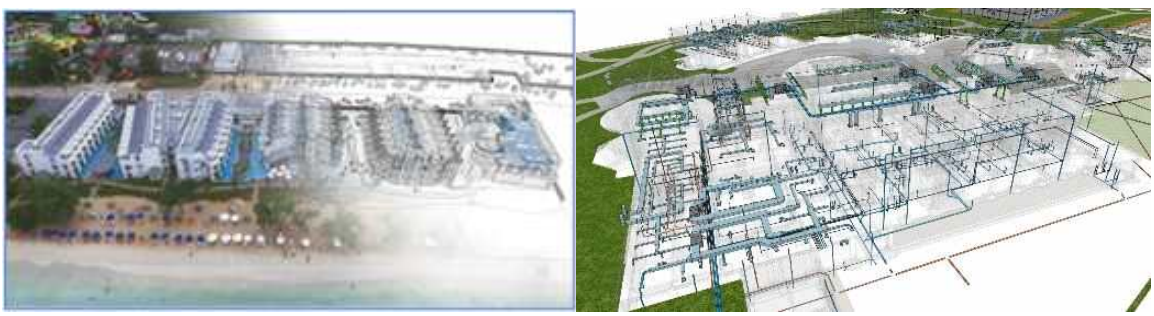
• ZHA (Zaha Hadid Architects)에서는 이 프로젝트를 위해 Zaha BIM 맞춤형 소프트웨어라는 전용 소프트웨어를 개발하여 적용하였으며, Maya, Rhino, Revit을 활용한 프로젝트 결과물에는 포괄적인 BIM 실행 계획(BEP), 4D/5D BIM 및 IFC 모델이 포함되었음



<그림 2-19> The KAFD Metro Station BIM

■ Karisma Hotels & Resorts project

• 자메이카의 Karisma Hotel & Resort의 설계단계부터 프로젝트 완료까지 BEXEL Consulting에서 프로젝트를 수행하고, Autodesk Revit에서 초기 메인 BIM 모델을 작성하고, BEXEL Manager에서 QTO, 5D분석, 4D시뮬레이션, 충돌감지 등 건설단계 전반에 걸쳐 정기적인 진행상황을 업데이트하며 집중적으로 관리함



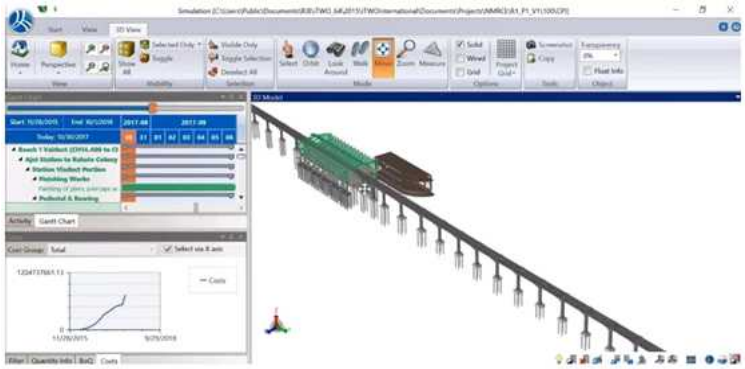
<그림 2-20> 캐리비안 리조트 프로젝트 BIM

Nagpur Metro Rail Project

- Nagpur Metro Rail Project는 연장 38.215km, 36개의 지상 정거장으로 구성된 철도 프로젝트로 인도 중앙정부에서 투자한 Nagpur Metro Rail Corporation Limited (NMRCL)에서 진행된 프로젝트임
- NMRCL은 설계 및 건설단계에 5D BIM을 적절하게 적용하기 위해 프로젝트의 다양한 측면을 지원할 수 있는 소프트웨어들을 함께 배포하여 활용함

Table 4. Function table of platform software.

	Design	Planning	Cost	Reported	Integration
Bentley software	√				
Primavera P6 EPPM		√			
SAP-ERP/EAM			√	√	
5D BIM integration on RIB iTWO					√



<그림 2-21> Nagpur Metro Rail Project

Pan Borneo Highway

- 말레이시아의 Pan Borneo 고속도로는 왕복 4차선의 1,060km 규모로, 프로젝트 파트너인 Labuhraya Borneo Utara(LBU)는 설계 및 시공 데이터를 자산 성능 기술과 통합하여 운영 및 유지관리를 담당하였음
- LBU는 운영, 유지보수 및 관리를 위해 BIM, GIS 및 건설 데이터 통합 플랫폼으로 ProjectWise를 활용하여 계획, 설계 및 시공을 위한 데이터 환경을 제공, 연결된 데이터 환경 내에 자산 정보 소스와 함께 디지털트윈을 구축하고, 1억 6천만MYR 이상의 비용을 절감, 시스템은 운영, 유지보수 및 엔지니어링에 대한 신뢰할 수 있는 실시간 정보를 제공함
- 자산성능 및 관리 애플리케이션인 AssetWise를 통해 LBU는 ProjectWise의 중요한 정보 및 시공 데이터를 자산 태그와 연결하여 관리 및 운영을 지원함



<그림 2-22> Pan Borneo Highway Project

2.3.2 BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 운영 사례

- BIM 기반의 공정관리 및 기성관리 시스템 운영 사례를 조사하였으나, 기성관리를 위한 시스템 적용 사례의 상세 자료를 취득하기가 쉽지 않은 관계로 각 사례별로 시스템 운영의 성과가 어느 정도 실현되었는지 구체적으로 알기 어려운 한계가 있음

- 본 연구에서는 각 사례를 통해 시스템 운영을 위해 활용된 도구를 파악하는 데 중점을 두었으며, BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템 운영 사례에 대한 조사내용을 요약하여 다음 <표 2-5>에 나타내었음

<표 2-5> BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 운영 사례

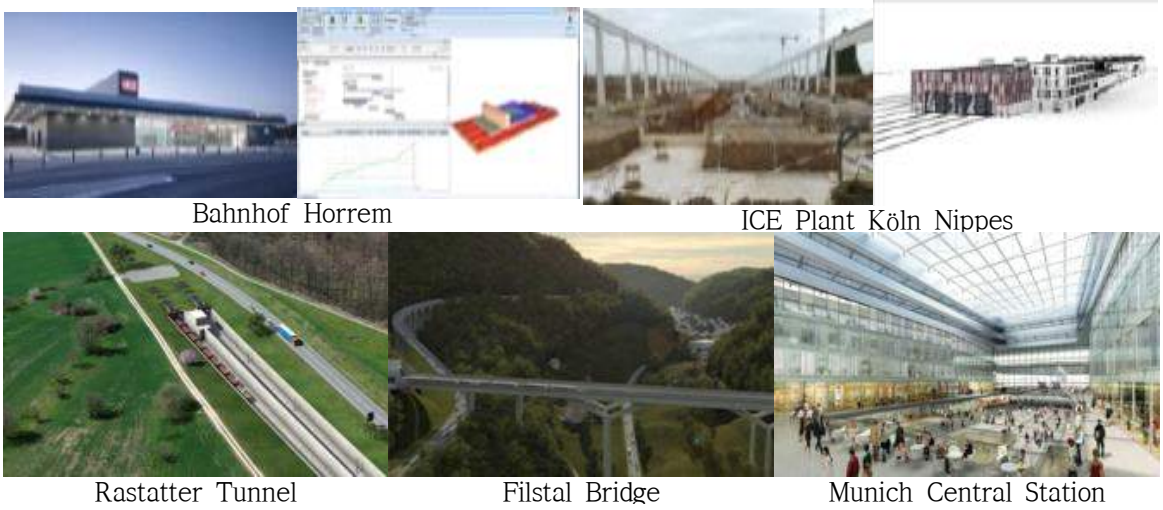
No	사 업 명	운 영 시 스템	소프트웨어	국가	년도	수 준		
						3D	4D	5D
1	Bahnhof Horrem	Sustainable Lifecycle Management	RIB, iTWO	독일	-	○	○	
2	Filstal Bridge	Sustainable Lifecycle Management	RIB, iTWO	독일	-	○	○	○
3	ICE Plant Köln Nippes	Sustainable Lifecycle Management	RIB, iTWO	독일	2017	○	○	○
4	Rastatter Tunnel	Sustainable Lifecycle Management	RIB, iTWO	독일	-	○	○	○
5	Reconstruction of Munich Central Station	Sustainable Lifecycle Management	RIB, iTWO	독일	-	○	○	○
6	Five Pancras Square	Digital PM	Powerproject	영국	2015	○	○	-
7	Amur River Bridge	BIM Construction Project Management	MicroStation, ProjectWise	중국	2016	○	○	○
8	AZURA gas power plant	Digital Twin	RIB, iTWO, Navisworks, SAP	나이지리아	2011	○	○	○

<표 2-5> BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 운영 사례 (계속)

No	사 업 명	운 영 시 스템	소프트웨어	국가	년도	수 준		
						3D	4D	5D
9	Karavanke tunnel project	BIM Construction Project Management	Revit, Advanced Steel, Civil 3D, Navisworks	오스트리아	-	○	○	○
10	KarismaHotels & Resorts project	Centralized PM Coordination Model	BEXEL Manager, Revit	자메이카	2017	○	○	○
11	Pan Borneo Highway	Digital Twin FM	AssetWise, ProjectWise	말레이시아	2015	○	○	-
12	Rio-Niterói Bridge	6D/7D BIM	YouBIM, Revit	브라질	-	○	○	○

■ Deutsche Bahn 그룹 사례

- Deutsche Bahn 그룹은 독일 베를린에 본사를 두고 있으며, 공정, 비용, 작업 품질 및 지속 가능성을 개선하기 위해 프로젝트 기획 단계부터 BIM을 적용함
- 63개의 프로젝트가 5D 계획을 위해 선택되었으며, 대부분의 프로젝트는 진행 중으로 Deutsche Bahn은 이 목적을 위해 RIB, iTWO와 파트너쉽을 맺음
- 5D 프로젝트로는 Bahnhof Horrem 역사, 가장 최신의 고속 열차 플랜트인 쾰른의 ICE Plant, 고속철도에서 가장 큰 터널 단면을 가진 Rastatter Tunnel, 485미터의 Filstal Bridge, 뮌헨 중앙역 재건축 프로젝트 등이 있음



<그림 2-23> Deutsche Bahn 5D BIM 사례

Five Pancras Square

- Kier Construction은 런던의 Five Pancras Square에 6,800만 파운드의 주거용 프로젝트에 Asta Powerproject를 사용했으며, 이 시스템은 문제가 발생시 위험 완화, 계획수정, 순서수정 등 관련 당사자에게 정보를 제공하기 위해 사용되었음
- Powerproject 시스템을 활용하여 계획에 대한 프로젝트 진행과정 관리를 쉽게 하며, 문제가 발생할 때마다 작업의 특정 섹션에 초점을 맞춰 진행 상황을 파악할 수 있음




<그림 2-24> Kier Construction Five Pancras Square

Amur River Bridge

- 하얼빈에 위치한 이 교량은 중국과 러시아를 연결하는 프로젝트로 롱젠 로드 & 브리지에서 19.9km 길이의 교량 프로젝트에 대한 모든 토목 공사를 담당하고 있음
- 마이크로스테이션 외 벤틀리의 분야별 애플리케이션과 ProjectWise를 기반으로 5D BIM 공통 모델링 및 연결된 데이터 환경을 조성하여 교량, 도로 및 암거, 토목 공사 및 국경 검사 영역 및 관련 교통공학과 관련된 다양한 분야에 대한 협업과 조정을 크게 향상할 수 있었음




<그림 2-25> Amur River Bridge

AZURA Gas Power Plant

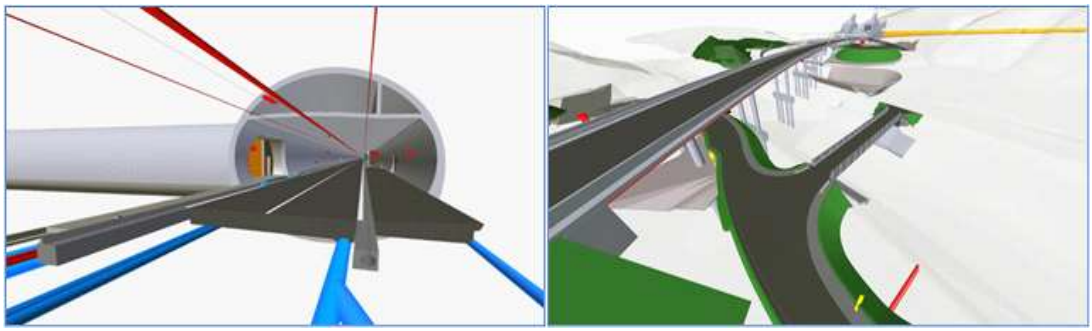
- Julius Berger는 협업 향상을 위해 입찰 초기단계에서 모든 데이터를 RIB BIM 5D 소프트웨어인 iTWO로 가져왔으며, iTWO, Navisworks 및 SAP를 활용하였음
- 첫 번째 단계에서 수량을 검토하고, 코디네이션 모델 역할을 하는 프로젝트 파트너의 하위모델을 기반으로 전체 모델링을 생성하여, 계획 초기단계에서 포괄적인 지원을 제공함으로써 공사가 마찰 없이 무결점으로 진행되는 데 기여함
- RIB iTWO 5D 코디네이션 모델은 모든 추가 계획 및 건설 단계에서 파트너 회사를 포괄적으로 지원하고, 3D/5D 모델은 관련된 부서의 협력을 강화하였음
- 이러한 소프트웨어의 설계단계 모델은 프로젝트 수명 주기의 미래 단계를 위한 디지털 트윈을 생성하기 위해 통합됨



<그림 2-26> AZURA Gas Power Plant

Karavanke Tunnel

- Karavanke 터널 프로젝트의 설계 및 건설 단계에서 BIM이 광범위하게 활용되었으며, 설계단계의 결과물로 IFC 3D 모델, 5D 모델, 코디네이션 모델 및 품질관리 확인 보고서가 있으며, 4D 및 5D 초기 모델이 생성되어 프로젝트에 대한 이해도가 높아졌음
- 일정 및 모델 일부분은 비용 추정을 위해 RIB iTWO 소프트웨어에서 5D 모델이 사용되었으며, Revit 터널 모델과 결합된 3D 지질모델은 터널 굴착 및 지원을 위한 4D 수치 분석의 근거로 제시하였음
- Autodesk Navisworks Manage는 3가지 다른 좌표계의 모델들을 결합하고, 요소를 Microsoft Project에서 작성된 시간 일정과 연결하여 활동 시퀀스를 최적화하는데 사용되는 포괄적인 4D 모델을 만드는 데 사용되었음



<그림 2-27> Karavanke 터널 프로젝트 BIM

• 프로젝트의 시공단계에서 LiDAR가 사용되었고, 이 단계의 결과물은 준공 IFC모델, 코디네이션 모델, 품질관리 점검 보고서 및 진행상황 보고를 위한 5D 모델이 작성되었음



<그림 2-28> Karavanke 터널 BIM 준공모델 I

Rio-Niterói Bridge

• 브라질의 Rio-Niterói 교량은 1974년에 건설되었으며, YouBIM은 유지보수 목적으로 준공BIM을 제공하였음

• 유지관리 목적으로 Revit 3D 모델링이 완료된 후, 라이프사이클 관리를 위한 FM용 6D/7D BIM에 YouBIM이 사용되었음



<그림 2-29> Rio-Niterói Bridge

2.3.3 국내외 공정관리 및 기성관리 방식

■ 해외 건설사업의 기성 산정 및 대금 지급방법

• 해외건설사업은 복합공사 수준으로 작성된 기성내역서의 항목별로 사전에 협의된 기성 진도 측정 방법에 따라 기성 진도를 산정함

- 발주자와 계약자는 기성 진도 측정 방법을 협의하여 결정하고 이를 계약서에 포함

• 산정된 공사진도율(기성진도율)을 근거로 하여 기성금액을 결정하고 매월마다 기성 신청을 하고 있음

- 단순 토목공사와 같이 단가계약을 기준으로 하는 계약에서는 선정된 대표 공종의 실적 물량을 측정하여 기성금액을 산정하는 사례도 있음

• 기성서류가 단순하므로 기성서류 작성과 투입하는 인력소요가 적음

• 지정된 현장에 상주하는 담당 기술자가 시공계약자 측에서 제출한 (resident engineer) 기성 검사원에 대한 기성검사 권한을 가지고 있음

■ 국내 건설사업의 기성 처리 절차

• 정식기성의 경우 기성검사원, 기성수량산출서와 기성내역서, 기성표시도면 등 많은 양의 준비서류가 필요하며, 기성내역서를 기성 산정의 근거 자료로써 활용함

<표 2-6> 국내외 공정관리 및 기성관리 방식

구 분	기성지급 방식			비 고
	기성수량 산출/내역서	기성진도 측정	복합단가	
국내 (일반)	○			· 기성과 공정의 별도관리 · 투명성의 비중이 큼
싱가포르		○		· 완성품 위주의 복합단가로 표시되는 내역서 · 기성을 관리수단으로 활용
영국			○	· 완성품 위주의 복합단가로 표시되는 내역서 · 기성을 관리수단으로 활용
미국			○	· 완성품 위주의 복합단가로 표시되는 내역서 · 기성을 관리수단으로 활용
국내 (한전)		○		· 도급공사비의 10%를 사업관리로 할당 · 기성을 관리수단으로 활용

1) 수량산출내역서 : 품셈을 기준으로 산정한 수량산출기반의 내역서
2) 기성진도측정: 발주자와 계약자가 내역항목별 기성진도 측정방법을 합의하여 기성진도율을 산정
3) 복합단가 : 재료비와 공사비를 합친 계약에서 인건비, 자재비, 제경비를 포함한 단위당 공사비

■ 한국전력공사 공정관리 및 기성관리 사례

한국전력공사는 해외 사례를 벤치마킹해 발주자와 계약자 상호간 합의한 기성고산정 방법론 개발

- 수량산출내역서를 대신한 기성내역서를 기성산정의 근거자료로 활용
- 시공사와는 별도의 예정 공정률 및 실적 정산 방법에 따라 기성고 지급 (공사비 10% 사업관리로 할당)

① 예정공정률에 의한 기성 지급방법

- 지급금액 = 추정기성고×80%
- 추정기성고= 계약공사비×90%×예정공정률

② 실적에 의한 정산 지급 방법

- 지불금액 = 정산사정금액 - 기지급누계금액



공사명	단위	진도 측정 단계(Control Point)	
		진도 내용(Status Description)	%
골조철근 콘크리트공사 (Structural FR&P[Form, Rebar & Pouring])	CY (Cubic Yard)	- 콘크리트 타설 완료 (Complete Concrete Pouring)	90
		- 후속작업에 구조물 인계	92
		- 최종 구조물 인계	95
		- 준공	100
부지정지 굴착공사 (Excavation)	M3	- 검사완료 굴착물량 (The Quantity of As-Built Inspection)	95
		- 준공	100

출처 : 영광 5 · 6호기 주설비공사 기성고 산정 및 지불 방안(Rev.3, 1999.9)

<그림 2-30> 영광5 · 6호기 주설비공사 진도 측정 사례

2.4 일반 건설공사 공정 및 기성관리 문제점 및 개선방안

- 현재 국내 건설 현장에서는 공간 개념이 포함된 세부 데이터들이 전달되지 않고 설계시 공종별 계상된 비용 중심의 내역으로 공사를 진행하기 때문에 공종-공정-원가 통합관리가 이루어지지 않고 있음

- 현장에서는 공정별 내역서를 바탕으로 공정관리에 필요한 작업 분류체계와 공간 개념 세부데이터를 다시 생성하는 이중작업을 하고 있음

- 위와 같은 문제점을 개선하는 방안은 BIM 기반의 목적물 중심의 분류체계(OBS)를 적용한다면 공정-기성의 통합관리가 가능함

- 3차원 형상 모델링인 각 구성요소를 표현하는 객체에 비형상 속성정보(공정, 원가)를 입력한 일원화된 데이터로 직관적인 공정관리와 투명하고 신속한 기성관리를 할 수 있음

- 현재 도로공사 시스템에 대한 사용자 설문의견을 취합한 결과 <표 2-7>과 같은 의견이 도출되었음

<표 2-7> 도로공사 시스템 사용자 설문의견 결과

구 분	도로공사 시스템 사용자 설문의견
계약관리 / 원가관리	· 계약내역 등록을 위한 CBS코드 작업이 어려움 · WBS 체계가 복잡하고 입력사항이 많음 · 원가관리를 사용하기 복잡함 · 인수인계 및 신규 직원 교육 애로사항이 있음
공정관리 / 공사일지	· 제대로 된 공정관리 불가함 - 시스템 복잡, 에러발생 등 · 공정률은 엑셀프로그램을 이용하여 오프라인으로 관리하고, 공정률은 시스템상 수기로 입력함 (엑셀파일은 첨부파일로 업로드) · 일일공사일지 작성 시간이 과다하게 소요됨

- 설문의견의 종합적인 내용은 시스템이 복잡하여 사용자가 사용하기 어렵고, 데이터 입력하는 시간이 과다하게 소요된다는 의견임

- 위와 같은 시스템의 문제점을 해결하기 위한 방안은 BIM기반의 시스템을 개발하여 사용자가 모델을 통해 직관적으로 업무처리가 가능하고 확인자 또한 직관적인 확인이 가능한 시스템으로 개선이 필요함

- WBS가 포함된 모델링 분류 및 코드화 체계를 정립하고 모델과 공정 및 기성정보를 연계하는 시스템이 개발이 필요함

제3장 BIM기반 고속도로 건설공사 공정관리 및 기성관리 방안

3.1 BIM모델 객체단위 공정관리 복합공종 구성방안

3.2 객체단위 복합공종 일일 공정관리방안 및 내역서 연계방안

3.3 계약변경에 따른 신규, 증감, 삭제 물량 처리방안

3.4 BIM기반 전산기성 공정률 연계 기성금 자동산출, 개산급 처리방안

3.5 BIM기반 공정 / 기성관리 실무 매뉴얼 제작

3.6 시공단계 공정관리를 위한 설계단계 BIM 모델링 방안 제시

3.7 기존대비 BIM기반 공정 / 기성관리 계량적 생산성 향상 비교

3.8 효율적인 BIM기반 공정 / 기성관리 방안 제시

제3장 BIM기반 고속도로 건설공사 공정관리 및 기성관리 방안

3.1 BIM모델 객체단위 공정관리 복합공종 구성방안

- 현재 국내 건설현장에서는 공간 개념이 포함된 세부 데이터들이 전달되지 않고 설계시 공종별 계상된 비용 중심의 내역으로 공사를 진행하기 때문에 공정-원가 통합관리가 이루어지지 않고 있음
- 현장에서는 공종별 내역서를 바탕으로 공정관리에 필요한 작업분류 체계와 공간 개념 세부 데이터를 다시 생성하는 이중작업을 하고 있음
- 3차원 BIM 모델 객체에 공정을 위한 일정 및 기성을 위한 원가를 연계함으로써 일원화된 공정 및 기성관리를 할수있는 복합공종을 구성함

3.1.1 한국도로공사 WBS체계 분석

- 도로공사의 작업분류체계(WBS) 구조는 7레벨로 다음과 같음



<그림 3-1> 도로공사 작업분류체계(WBS) 구조

■ 도로공사 작업분류체계의 작업관리단위별 세부작업내용은 다음과 같음

<표 3-1> 도로공사 작업관리단위별 세부 작업내용

도로 시설	공종	작업관리	세부작업내용
도로	토공	부지준비	기존구조물깨기, 표토제거, 벌개제근 및 가로수제거, 부지준비기타
		흙깎기	토사, 리핑암, 발파암, 층따기, 흙깎기기타
		흙운반	유용토운반, 순쌓기운반, 사토, 흙운반기타
		흙쌓기	노체, 노상, 녹지대, 측구뚝쌓기, 노상준비공, 쌓기비탈면다짐, 흙쌓기기타
		토공기타	토공규준틀설치, 연약지반처리공, 토공기타
	비탈면 안정공	식생보호공	식생보호공, 식생보호공기타
		구조물보호공	구조물보호공, 구조물보호공기타
		비탈면안정공기타	비탈면안전공기타
	배수공	측구	토공, L형측구, U형측구, V형측구, 산마루측구, 소단측구, 다이크, 측구기타
		맹암거	맹암거, 맹암거기타
		배수관	토공, 횡배수관, 종배수관, 배수관기타
		집수정	집수정, 집수정기타
		암거공	토공, 암거, P.C BOX, 암거기타
		배수시설기타	토공, 수로보호공, 도수로, 용수개거, 가배수관, 가시설공, 수문, 우수 받이및연결관, 맨홀공, 배수시설기타
	구조물공	하부공/교대N	토공, 하부기초, 기초, 벽체, 교좌장치, 접속슬래브, 교대기타
		하부공/교각N	토공, 하부기초, 기초, 기둥, 코핑, 교좌장치, 교각기타
		주탑/주탑N	토공, 하부기초, 기초, 주탑, 가로보, 정착구, 주탑기타
		주탑/케이블N	케이블, 정착부, 케이블기타
		주탑/앵커리지N	토공, 기초, 본체, 정착구, 앵커리지기타
		주탑/주탑기타N	탑정, 주탑기타
		상부공/거더N	거더제작, 거더설치, 거더기타 상부공/슬래브N
		상부공/슬래브N	슬래브N, 슬래브N 기타
		상부공/상부공기타	신축이음, 난간설치, 중앙분리대, 낙하물방지공, Cover Plate, 상부기타
		교량부대	배수시설, 교명판및설명판, 측량기준점설치, 교량유지관리표지판, 안전 점검통로, 가도및축도, 가시설, 교량부대기타
		옹벽공/옹벽N	토공, 콘크리트옹벽, 블록식옹벽, 판넬식옹벽, 옹벽기타
		옹벽공/옹벽부대	옹벽부대기타

<표 3-1> 도로공사 작업관리단위별 세부 작업내용 (계속)

도로 시설	공종	작업관리	세부작업내용
도로	지하 차도공	시점부	토공, 구조물공, 가시설, 시점부기타
		종점부	토공, 구조물공, 가시설, 종점부기타
		BOX구간	토공, 구조물공, 가시설, 본선부기타
		지하차도기타	지하차도기타
	터널공	개착부/시점부	토공, 개착터널, 갱문면벽, 갱문옹벽, 벨마우스, 시점부기타
		개착부/종점부	토공, 개착터널, 갱문면벽, 갱문옹벽, 벨마우스, 종점부기타
		본선부/굴착및버력	굴착, 버럭처리, 굴착및버럭기타
		본선부/지보공	강지보공, 숏크리트및버럭, 록볼트공, 지보공기타
		본선부/라이닝	라이닝콘크리트, 라이닝기타
		본선부/본선부기타	방수공, 배수공, 공동구뚜껑, 부대시설공, 계측, 강관다단그라우팅, 본선부기타
		터널공통/터널부속시설	연결통로, 옥외공동구, 터널부속시설 기타
		터널공통/터널부대	오폐수처리시설, 터널부대기타
	포장공	시멘트콘크리트	동상방지층, 보조기층, 콘크리트기층, 콘크리트포장, 줄눈설치공, 콘크리트포장기타
		아스팔트콘크리트	동상방지층, 보조기층, 프라임코팅, 택코팅, 기층, 중간층, 표층, 표층(특수아스콘), 길어깨포장, 아스팔트포장기타
		포장기타	교면포장, 크라샤, 콘크리트배치플랜트, 절삭후아스콘덧씌우기, 골재생산(구입) 및 운반,소형고압블럭포장, 포장기타
	교통안전 시설공	도로안내,안전표식	교통표지판, 시선유도표시, 노면표시, 도로안내,안전표식기타
		도로안전시설	가드레일, 중앙분리대, 낙석방지시설, 가드휀스, 미끄럼방지시설, 충격흡수시설, 현광방지시설, 긴급제공시설, 도로안전시설기타
		교통통제시스템	교통신호기, 교통통제시스템기타
		교통안전시설기타	교통안전시설기타
	부대공	도로안내표지판	도로안내표지판, 도로안내표지판기타
		부대시설	방음벽, 깎기부점검로, 버스정차대계단, 수로보호공, 잡초성장억제시설, 식재공, 공동구, 초기우수처리시설, 접도구역경계표주, 부대시설기타
		가시설	방호시설, 축중기설치, 지장가옥철거, 공사용진입가도, 공사중교통관리, 가설사무실, 공사안내간판, 가시설기타
		부대기타	기존도로유지보수, 부대기타
	관리 시설공	건축	건축
		기계	기계
		전기	전기
		통신	통신
		조경	조경
타시설	타공종	타시설 분류	

■ 도로공사의 작업분류체계 필드는 다음과 같음

코드 ①	도로시설 ②	코드 ③	공종 ④	시설물		방향공간		확장공간		작업관리단위		세부작업관리단위	
				코드 ⑤	시설물명 ⑥	코드 ⑦	분류1 ⑧	코드 ⑨	분류2 ⑩	코드 ⑪	분류3 ⑫	코드 ⑬	분류4 ⑭
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명	S3110001	상행	E13100	하부공	E13120NN	교대 N	01	토공
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명	S3110001	상행	E13100	하부공	E13120NN	교대 N	02	하부기초
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명	S3110001	상행	E13100	하부공	E13120NN	교대 N	03	기초
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명	S3110001	상행	E13100	하부공	E13120NN	교대 N	04	벽체
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명	S3110001	상행	E13100	하부공	E13120NN	교대 N	05	접속슬래브
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명	S3110001	상행	E13100	하부공	E13120NN	교대 N	91	교대기타
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명	S3110001	상행	E13100	하부공	E13130NN	교각 N	01	토공
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명	S3110001	상행	E13100	하부공	E13130NN	교각 N	02	하부기초
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명	S3110001	상행	E13100	하부공	E13130NN	교각 N	03	기초
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명	S3110001	상행	E13100	하부공	E13130NN	교각 N	04	기둥
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명	S3110001	상행	E13100	하부공	E13130NN	교각 N	91	교각기타
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명	S3110002	하행	E13200	상부공	E13270NN	슬래브N	01	슬래브N
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명	S3110002	하행	E13200	상부공	E13270NN	슬래브N	91	슬래브N 기타
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명	S3110002	하행	E13200	상부공	E13600	상부기타	01	난간설치
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명	S3110002	하행	E13200	상부공	E13600	상부기타	02	중앙분리대
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명	S3110002	하행	E13200	상부공	E13600	상부기타	03	낙하물방지공
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명	S3110002	하행	E13200	상부공	E13600	상부기타	91	상부기타
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명			E13900	교량부대	E13900	교량부대	01	배수시설
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명			E13900	교량부대	E13900	교량부대	02	교명판및설명판
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명			E13900	교량부대	E13900	교량부대	03	측량기준점설치
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명			E13900	교량부대	E13900	교량부대	04	가도및축도
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명			E13900	교량부대	E13900	교량부대	05	가시설
F11101	도로	14	구조물공	F15101NN	교량명			E13900	교량부대	E13900	교량부대	91	교량부대기타

<그림 3-2> 한국도로공사 작업분류체계(WBS) 구조

① 작업분류체계 코드는 건설정보분류체계 기반의 도로시설분류코드 3자리에 2자리 NN코드를 확장하여 부여함
예) 도로시설 F111NN : F11101

② 작업분류체계의 시설분류로서 도로와 타시설로 구분하며, 하천이나 철도 등 타 분야 시설과 동시에 시공할 경우 타 분야의 작업분류체계를 도입하고, 도로시설을 관리하는 건축, 기계 등 관리시설은 관련 분야의 작업분류체계를 도입하여 활용할 수 있음

③ 공종코드는 공종에 따라 순차적으로 NN으로 부여함. 단, 타 사업과 연계를 위해 시설분류별로 1N, 2N, 9N과 같이 10단위를 구분하여 확장 부여할 수 있음
예) 구조물공 : 14, 관리시설공 : 80

④ 공종은 도로건설공사 설계실무요령의 주요 공종에 따라 토공, 비탈면안정공, 배수공, 구조물공, 지하차도공, 터널공, 포장공, 교통안전시설공, 부대공, 관리시설공으로 분류함

⑤ 공종별 시설물코드로 건설정보분류체계 기반으로 5자리 시설물코드를 부여하고 복수시설 등은 2자리를 확장하여 NN코드를 부여함
예) PCS BEAM형식 3번째 교량 F15121NN : F1512103

⑥ 본선, IC/JC와 같은 도로구성 또는 명칭으로 구분하거나 시설물의 공법에 따라 시설물별로 구분하여 분류함

⑦ 방향공간 분류코드로 건설정보분류체계를 기반으로 5자리 공간코드를 부여하고 방향에 따라 2자리를 확장하여 NN코드를 부여함
예) 교량 상행 S31100NN : S3110001

⑧ 도로시설의 방향공간을 분류하는 필드로써 도로이정 증가방향을 기준으로 상행, 반대방향은 하행으로 구분하고 방향구분이 없는 경우는 공통으로 구분함

⑨ 확장공간 분류코드로 건설정보분류체계를 기반으로 5자리 공간코드나 부위코드를 부여하고 다수의 구간이나 복수의 시설인 경우 2자리를 확장하여 NN코드를 부여함
예) 본선 토공 3번째 구간 S16180NN : S1618003

⑩ 반복되거나 확장되는 공간을 분류하는 필드로 구간, 부위 또는 시설명칭 등으로 단일 또는 복수로 구분하여 분류함

⑪ 관리관점의 작업관리단위 분류코드로 건설정보분류체계를 기반으로 5자리 부위, 공간, 공종 코드를 부여하고 다수의 공간이나 복수의 부위인 경우 2자리를 확장하여 NN코드를 부여함
예) 교량의 2번째 교각 E13130NN : E1313002

⑫ 관리관점의 작업구성요소로 작업관리단위라고 함

⑬ 작업분류체계의 최하위 분류로서 세부작업관리단위 분류코드로 관리관점의 작업관리단위 분류별로 NN코드를 부여하고 세부 작업관리단위 분류가 곤란한 경우는 기타분류로 ‘91’ 코드를 부여함
예) 교량의 토공 : 01, 기초 : 03

⑭ 작업분류체계의 최하위 분류로서 세부작업관리단위라고 함. 불필요한 경우 발주청과 협의 하에 적용을 생략할 수 있음

3.1.2 한국도로공사 CBS체계 분석

■ 도로공사의 원가분류체계(CBS) 구조는 다음과 같음

① 토공

<표 3-2> 토공 원가분류체계

공종명	규 격	단 위	수 량	비 고
1. 토 공 사		식		
1.01 기존구조물철거공				
a 철근콘크리트깨기				
a-1 철근콘크리트깨기	T=30cm미만(기계)	M3		
a-2 철근콘크리트깨기	T=30cm이상(기계)	M3		
b 무근 콘크리트 깨기				
b-1 무근콘크리트깨기	T=30cm미만(기계)	M3		
b-2 무근콘크리트깨기	T=30cm이상(기계)	M3		
c 기존포장깨기				
c-1 콘크리트포장깨기	기계	M3		
c-2 아스팔트포장깨기	기계	M3		
c-3 보도블록포장헐기	인력(집토포함)	M2		
d 포장절단				
d-1 콘크리트포장절단		M		
d-2 아스팔트포장절단		M		
e 석축헐기				
e-1 석축헐기	찰쌓기(기계)	M2		
e-2 석축헐기	메쌓기	M2		
f 콘크리트관 깨기				
f-1 D = 300 MM 이하		M		
f-2 D = 300～500 MM		M		
f-3 D = 500 MM 초과		M		
g PSC 빔 철거				
g-1 PSC 빔 철거 L=15M 이하		본		
g-2 PSC 빔 철거 L=15-20M 이하		본		
g-3 PSC 빔 철거 L=20-30M 이하		본		
g-4 PSC 빔 철거 L=30-40M 이하		본		
g-5 PSC 빔 철거 L=40M 초과		본		
h 임목폐기물파쇄				
h-1 임목폐기물파쇄	적재및운반	M3		
h-2 임목폐기물파쇄	파쇄	M3		
i 건설폐기물파쇄(100M/M)				
i-1 건설폐기물파쇄(100M/M)	적재및운반	M3		
i-2 건설폐기물파쇄(100M/M)	크러셔투입및크러싱	M3		
j 기타헐기				
j-1 호안블럭헐기	인력10%	M2		
j-2 돌망태헐기	인력10%	M2		
j-3 견치블럭헐기	인력10%	M2		

② 배수 및 옹벽공

<표 3-3> 배수 및 옹벽공 원가분류체계

공종명	규 격	단 위	수 량	비 고
2. 배수 및 구조물공		식		
2.01 토공				
a 측구터파기공				
a-1 측구터파기(토사)	인력10%+기계90%	M3		
a-2 측구터파기(리핑암)	인력10%+기계90%	M3		
a-3 측구터파기(발파암)	인력10%+기계90%	M3		
a-4 측구되메우기및다짐(토사)	기계	M3		
a-5 되메우기	비다짐	M3		
b 구조물터파기				
b-1 구조물터파기(육상토사)	0-2m(인력10%+기계90%)	M3		
b-2 구조물터파기(육상토사)	2-4m(인력10%+기계90%)	M3		
b-3 구조물터파기(육상토사)	4-6m(인력10%+기계90%)	M3		
b-4 구조물터파기(육상토사)	6-8m(인력10%+기계90%)	M3		
b-5 구조물터파기(육상리핑암)	0-2m(인력10%+기계90%)	M3		
b-6 구조물터파기(육상리핑암)	2-4m(인력10%+기계90%)	M3		
b-7 구조물터파기(육상리핑암)	4-6m(인력10%+기계90%)	M3		
b-8 구조물터파기(육상리핑암)	6-8m(인력10%+기계90%)	M3		
b-9 구조물터파기(육상발파암)	0-2m(인력10%+기계90%)	M3		
b-10 구조물터파기(육상발파암)	2-4m(인력10%+기계90%)	M3		
b-11 구조물터파기(육상발파암)	4-6m(인력10%+기계90%)	M3		
b-12 구조물터파기(육상발파암)	6-8m(인력10%+기계90%)	M3		
b-13 구조물터파기(용수토사)	0-2m(인력10%+기계90%)	M3		
b-14 구조물터파기(용수토사)	2-4m(인력10%+기계90%)	M3		
b-15 구조물터파기(용수토사)	4-6m(인력10%+기계90%)	M3		
b-16 구조물터파기(용수토사)	6-8m(인력10%+기계90%)	M3		
b-17 구조물터파기(용수리핑암)	0-2m(인력10%+기계90%)	M3		
b-18 구조물터파기(용수리핑암)	2-4m(인력10%+기계90%)	M3		
b-19 구조물터파기(용수리핑암)	4-6m(인력10%+기계90%)	M3		
b-20 구조물터파기(용수발파암)	0-2m(인력10%+기계90%)	M3		
b-21 구조물터파기(용수발파암)	2-4m(인력10%+기계90%)	M3		
b-22 구조물터파기(용수발파암)	4-6m(인력10%+기계90%)	M3		
c 되메우기및다짐(토사)	기계	M3		
2.02 측구공				
a L형측구				
a-1 L형측구(형식-1)				
a-1-1 L형측구(형식-1)	H=0.45M(기계)	M		
a-1-2 L형측구(형식-1-1)	H=0.45M(성토부,기계)	M		
a-1-3 L형측구(형식-1-2)	H=0.45M(녹지대,기계)	M		
a-1-4 L형측구(형식-1-3)	H=0.45M(길어깨보강부,기계)	M		
a-1-5 L형측구(형식-1-3-1)	H=0.43M(길어깨보강부,기계)	M		
a-1-6 L형측구(형식-1-3-2)	H=0.48M(길어깨보강부,기계)	M		
a-2 L형측구(형식-2)				

③ 교량공

<표 3-4> 교량공 원가분류체계

공종명	규 격	단 위	수 량	비 고
3. 교 량 공		식		
3-A. (OO교)		식		
3.01 토공				
a 땅깎기				
a-1 땅깎기(토사)	신설	M3		
a-2 땅깎기(리핑암)	신설	M3		
a-3 땅깎기(발파암)	신설	M3		
a-4 땅깎기(토사)	확장	M3		
a-5 땅깎기(리핑암)	확장	M3		
a-6 땅깎기(발파암)	확장	M3		
b 구조물내부굴착	토사	M3		
c 구조물터파기	기계100%			
c-1 토사				
c-1-1 터파기(육상토사)	0-2m(기계)	M3		
c-1-2 터파기(육상토사)	2-4m(기계)	M3		
c-1-3 터파기(육상토사)	4-6m(기계)	M3		
c-1-4 터파기(육상토사)	6-10m(기계)	M3		
c-1-5 터파기(육상토사)	10-15m(기계)	M3		
c-1-6 터파기(육상토사)	15m초과(기계)	M3		
c-1-7 터파기(용수토사)	0-2m(기계)	M3		
c-1-8 터파기(용수토사)	2-4m(기계)	M3		
c-1-9 터파기(용수토사)	4-6m(기계)	M3		
c-1-10 터파기(용수토사)	6-10m(기계)	M3		
c-1-11 터파기(용수토사)	10-15m(기계)	M3		
c-1-12 터파기(용수토사)	15m초과(기계)	M3		
c-2 리핑암				
c-2-1 터파기(육상리핑암)	0-2m(기계)	M3		
c-2-2 터파기(육상리핑암)	2-4m(기계)	M3		
c-2-3 터파기(육상리핑암)	4-6m(기계)	M3		
c-2-4 터파기(육상리핑암)	6-10m(기계)	M3		
c-2-5 터파기(육상리핑암)	10-15m(기계)	M3		
c-2-6 터파기(육상리핑암)	15m초과(기계)	M3		
c-2-7 터파기(용수리핑암)	0-2m(기계)	M3		
c-2-8 터파기(용수리핑암)	2-4m(기계)	M3		
c-2-9 터파기(용수리핑암)	4-6m(기계)	M3		
c-2-10 터파기(용수리핑암)	6-10m(기계)	M3		
c-2-11 터파기(용수리핑암)	10-15m(기계)	M3		
c-2-12 터파기(용수리핑암)	15m초과(기계)	M3		
c-3 발파암				
c-3-1 터파기(육상발파암)	0-2m(기계)	M3		
c-3-2 터파기(육상발파암)	2-4m(기계)	M3		
c-3-3 터파기(육상발파암)	4-6m(기계)	M3		

④ 포장공

<표 3-5> 포장공 원가분류체계

공종명	규 격	단 위	수 량	비 고
5. 포 장 공		식		
5.01 동상방지층(SB-1) 포설및다짐				
a 동상방지층 포설및다짐	T=15cm이하	M3		
b 동상방지층 포설및다짐	T=15~20cm	M3		
c 동상방지층 포설및다짐	T=20~25cm	M3		
d 동상방지층 포설및다짐	T=25~30cm	M3		
e 동상방지층 포설및다짐	T=30~40cm	M3		
f 동상방지층 포설및다짐	T=40~50cm	M3		
g 동상방지층 포설및다짐	T=50~60cm	M3		
h 동상방지층 포설및다짐	T=60cm초과	M3		
i 동상방지층 포설및다짐	굴삭기포설	M3		
j 동상방지층 포설및다짐	면고르기	M3		
5.02 보조기층(SB-2) 포설및다짐				
a 보조기층 포설및다짐	T=15cm이하	M3		
b 보조기층 포설및다짐	T=15~20cm	M3		
c 보조기층 포설및다짐	T=20~25cm	M3		
d 보조기층 포설및다짐	T=25~30cm	M3		
e 보조기층 포설및다짐	T=30~40cm	M3		
f 보조기층 포설및다짐	T=40~50cm	M3		
g 보조기층 포설및다짐	T=50~60cm	M3		
h 보조기층 포설및다짐	T=60cm초과	M3		
i 보조기층 포설및다짐	굴삭기포설	M3		
j 보조기층 포설및다짐	면고르기	M3		
5.03 시멘트안정처리필터층 포설및다짐				
a 시멘트안정처리필터층 포설및다짐	T=15cm이하	M3		
b 시멘트안정처리필터층 포설및다짐	T=15~20cm	M3		
c 시멘트안정처리필터층 포설및다짐	T=20~25cm	M3		
d 시멘트안정처리필터층 포설및다짐	T=25~30cm	M3		
5.04 빈배합콘크리트 포설및다짐				
a 빈배합콘크리트 포설및다짐	T=15cm이하	M3		
b 빈배합콘크리트 포설및다짐	면고르기(인력포설)	M3		
5.05 요철보정층 포설및다짐				
a 요철보정층 포설및다짐	T=15cm이하(필터층)	M3		
b 요철보정층 포설및다짐	T=15~20cm(필터층)	M3		
c 요철보정층 포설및다짐	T=20~25cm(필터층)	M3		
d 요철보정층 포설및다짐	T=25~30cm(필터층)	M3		
5.06 콘크리트포장포설				
a 일반구간(1차로포설)				
a-1 콘크리트포장(일반구간)	T=28cm(1차로기계포설)	M3		
a-2 콘크리트포장(일반구간)	T=30cm(1차로기계포설)	M3		
a-3 콘크리트포장(일반구간)	T=33cm(1차로기계포설)	M3		
b 일반구간(2차로동시포설)				

⑤ 부대공

<표 3-6> 부대공 원가분류체계

공종명	규 격	단 위	수 량	비 고
6. 부 대 공		식		
6.01 교통표지판				
a 교통표지판	풍속30m/s			
a-1 교통표지판 (형식-1)	단주식,Φ76.3mm			
a-1-1 삼각표지판	삼각1변90cm			
a-1-1-1 절토부		개소		
a-1-1-2 성토부		개소		
a-1-1-3 교량부		개소		
a-1-2 삼각표지판	삼각1변120cm			
a-1-2-1 절토부		개소		
a-1-2-2 성토부		개소		
a-1-2-3 교량부		개소		
a-1-3 원형표지판	Ø60cm			
a-1-3-1 절토부		개소		
a-1-3-2 성토부		개소		
a-1-3-3 교량부		개소		
a-1-4 원형표지판	Ø90cm			
a-1-4-1 절토부		개소		
a-1-4-2 성토부		개소		
a-1-4-3 교량부		개소		
a-1-4-4 방음벽		개소		
a-1-5 오각표지판(소)	60cm			
a-1-5-1 절토부		개소		
a-1-5-2 성토부		개소		
a-1-5-3 교량부		개소		
a-1-6 팔각표지판(대)	90cm			
a-1-6-1 절토부		개소		
a-1-6-2 성토부		개소		
a-1-6-3 교량부		개소		
a-2 교통표지판 (형식-2)	단주식,Φ89.1mm			
a-2-1 이중교통표지판	원형Ø90cm+보조0.9*0.3			
a-2-1-1 절토부		개소		
a-2-1-2 성토부		개소		
a-2-1-3 교량부		개소		
a-2-2 이중교통표지판	원형Ø90cm+보조1.2*0.4			
a-2-2-1 절토부		개소		
a-2-2-2 성토부		개소		
a-2-2-3 교량부		개소		
a-2-3 이중교통표지판	원형Ø90cm+장애물표적표지			
a-2-3-1 절토부		개소		
a-2-3-2 성토부		개소		
a-2-3-3 교량부		개소		

⑥ 터널공

<표 3-7> 터널공 원가분류체계

공종명	규 격	단 위	수 량	비 고
4. 터 널 공		식		
4-A. 00터널	기계환기,L=00.0M	식		
4.01 굴착				
a 전단면굴착	제트팬설치단면			
a-1 전단면 굴착	표준단면-1			
a-1-1 전단면 굴착(2차로)	일반발파	M3		
a-1-2 전단면 굴착(2차로)	무진동굴착	M3		
a-1-3 전단면 굴착(2차로)	제어발파CB-1	M3		
a-1-4 전단면 굴착(2차로)	제어발파CB-2	M3		
a-1-5 전단면 굴착(2차로)	제어발파CB-3	M3		
a-1-6 전단면 굴착(2차로)	제어발파CB-4	M3		
a-1-7 전단면 굴착(본선+테이퍼)	일반발파	M3		
a-2 전단면 굴착	표준단면-2			
a-2-1 전단면 굴착(2차로)	일반발파	M3		
a-2-2 전단면 굴착(2차로)	무진동굴착	M3		
a-2-3 전단면 굴착(2차로)	제어발파CB-1	M3		
a-2-4 전단면 굴착(2차로)	제어발파CB-2	M3		
a-2-5 전단면 굴착(2차로)	제어발파CB-3	M3		
a-2-6 전단면 굴착(2차로)	제어발파CB-4	M3		
a-2-7 전단면 굴착(본선+테이퍼)	일반발파	M3		
a-3 전단면 굴착	표준단면-3			
a-3-1 전단면 굴착(2차로)	일반발파	M3		
a-3-2 전단면 굴착(2차로)	무진동굴착	M3		
a-3-3 전단면 굴착(2차로)	제어발파CB-1	M3		
a-3-4 전단면 굴착(2차로)	제어발파CB-2	M3		
a-3-5 전단면 굴착(2차로)	제어발파CB-3	M3		
a-3-6 전단면 굴착(2차로)	제어발파CB-4	M3		
a-3-7 전단면 굴착(본선+테이퍼)	일반발파	M3		
a-4 전단면 굴착	RP-1			
a-4-1 전단면 굴착(2차로)	일반발파	M3		
a-4-2 전단면 굴착(2차로)	무진동굴착	M3		
a-4-3 전단면 굴착(2차로)	제어발파CB-1	M3		
a-4-4 전단면 굴착(2차로)	제어발파CB-2	M3		
a-4-5 전단면 굴착(2차로)	제어발파CB-3	M3		
a-4-6 전단면 굴착(2차로)	제어발파CB-4	M3		
a-5 전단면 굴착	RP-2			
a-5-1 전단면 굴착(2차로)	일반발파	M3		
a-5-2 전단면 굴착(2차로)	무진동굴착	M3		
a-5-3 전단면 굴착(2차로)	제어발파CB-1	M3		
a-5-4 전단면 굴착(2차로)	제어발파CB-2	M3		
a-5-5 전단면 굴착(2차로)	제어발파CB-3	M3		
a-5-6 전단면 굴착(2차로)	제어발파CB-4	M3		

■ 도로공사 표준단가 코드 구성 체계

① 구성 및 CODE 체계

• 공종 및 특성별 단가 분류

- 공종분류 : 토공, 배수및옹벽공, 교량공, 포장공, 부대공 터널공 등
- 특성분류 : “기초단가”, “본공종단가”, “공통단가”로 분류

▪ 기 초 단 가 : 본공종 단가 구성을 위한 단가
▪ 본공종 단가 : 내역(BOQ) 구성을 위한 단가
▪ 공 통 단 가 : 기초, 본공종, 내역(BOQ) 구성을 위한 단가

<그림 3-3> 한국도로공사 단가분류체계

• 체계분류 : CODE 방식 적용

• 공종별 적용 CODE

<표 3-8> 한국도로공사 공종별 단가코드 예시

구 분	토공	배수공	교량공	포장공	부대공	터널공	비 고
본공종	P~	Q~	S~	U~	W~	Y~	내역서 적용 항목
기초단가	ZP~	AQ~	ZS~	ZU~	ZW~	ZY~	공종별 기초단가
공통단가	ZCCM~						ex) 거푸집, 콘크리트타설 등
	- 국토부 표준시장단가 : 조달청 표준시장단가 Code적용(_C~) - 도로공사 자체 실적단가(_CV~) ※ 조달청 허용 Code 자리수(12자리)에 맞추어 Code 부여						ex) 물푸기 _CAA220500000 ex) 지수판 _CVEF43000400

② 공종별 분류 CODE

대 분 류	중 분 류	대 분 류	중 분 류	대 분 류	중 분 류
P. 토 공	001.기존구조물철거공 002.표토제거 003.벌개제근및벌목 004.땅깎기 005.유용토 운반 006.순쌓기운반 007.직접 사토처리 008.타공구반출토 009.흙쌓기 010.노상준비공 011.비탈면 녹화공 012.비탈면 고르기 013.콘크리트 기성제품 014.P.E 제품 015.ROCK ANCHOR 016.ROCK BOLT 017.NAILING 018.EARTH ANCHOR 019.수평배수공 020.토공기타공사 021.공사중 비탈면 보호공 022.연약지반 처리 023.계 측 024.토공규준틀 설치 025.암성토 부대공 026.쇄석 생산 및 운반 027.자재운반비 028.자재대 029.고철대(고제)	Q. 배수 및 옹벽공	001.토공 002.측구공 003.맹암거 004.횡배수관 005.횡배수관(보강) 006.종배수관 007.중분대횡배수관 008.중분대종배수관 009.배수용강관 010.기타관 011.강관추진 012.집수정 013.제작집수정 014.암거공 015.배수구조물공 016.수로보호공 017.도수로 018.철근콘크리트개거 019.용수개거 020.제작방수거 021.수로이설 022.기존배수관 폐쇄 023.기존BOX 폐쇄 024.기존배수관세척 025.문비 026.우수받이 및 연결관 027.가시설(공통) 028.맨홀 029.침전조 030.생태이동통로 031.수로교(용수가통) 032.농업용수이설및신설(잠관) 033.용수지선,지거이설 034.용수간선이설 035.저류조		036.소류지이설공 037.용수관이설 038.계단 039.접합공 040.유송잡물 방지시설 041.휴게소 오수 횡단배관 042.사면보호 세굴방호공 043.수로정비 044.사방댐 045.옹벽공사 046.간이상수도이설 047.환경보호종 서식지 조성 048.낙차공 049.취수보 050.호안공 051.자재운반비 052.자재대 053.고철대(고제)

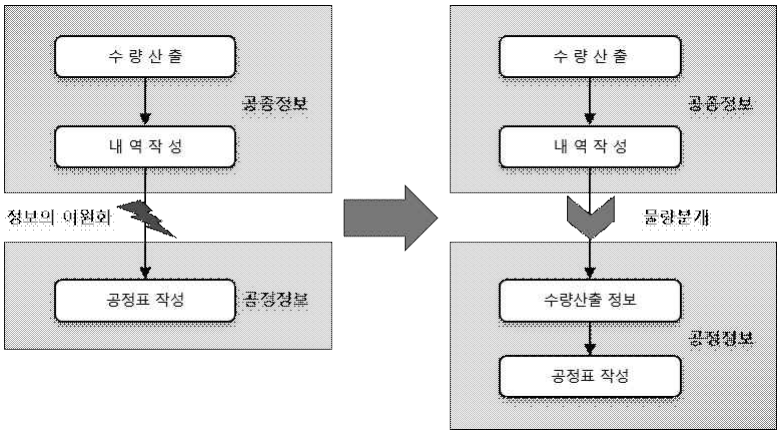
<그림 3-4> 표준단가 공종별 분류 CODE(계속)

대 분 류	중 분 류	대 분 류	중 분 류	대 분 류	중 분 류
S. 교량공	001.토공 002.현장타설콘크리트 말뚝공(육상부) 003.현장타설콘크리트 말뚝공(수상부) 004.P.H.C 말뚝공 005.강관 말뚝공 006.복합 말뚝공 007.H-PILE공 008.뒷채움 009.교대앞성토 010.사석채움 011.지반개량공 012.현장타설공 013.표면처리공 014.교량받침 015.거더교 016.강교 017.PSC BOX 018.기타구조물 019.신축이음장치 020.교면방수공 021.다웰바설치공 022.무수축콘크리트공 023.시공이음 024.방수공 025.교대보호블럭 026.교량부대공 027.기존교량확장및철거공 028.확장교량계측 029.기존교량 보수보강 030.방풍벽 계측용역비 031.골재생산 및 운반 032.자재운반비 033.자재대 034.고철대(고제)	U. 포장공	001.동상방지층(SB-1) 포설 및 다짐 002.보조기층(SB-2) 포설 및 다짐 003.시멘트안정처리필터층 포설 및 다짐 004.빈배합콘크리트 포설 및 다짐 005.요철보정층 포설 및 다짐 006.콘크리트 포장 포설 007.아스콘포장 포설 및 다짐 008.콘크리트 포장 줄눈 009.경계석 010.경하중 포장 011.도로 및 포장의 보수 012.PTCP 포장 013.플랜트 014.골재생산및운반(C/R→현장) 015.자재운반비 016.자재대 017.고철대(고제) 018.골재생산(레미콘생산용) (C/R→B/P)	W. 부대공	001.교통표지판 002.시선유도표지 003.노면표시 004.가드레일 005.중앙분리대 006.방호벽 007.낙석방지시설 008.가드휀스 009.미끄럼방지시설 010.교통안전시설 011.충격흡수시설 012.현광방지시설 013.긴급제동시설 014.도로안내표지판 015.방호시설 016.방음벽 017.교통처리우회도로 018.공사용진입도로 019.환경관리비 020.깎기부점검로 021.쌓기부점검로 022.품질시험비 023.지장가옥철거 024.가설사무실 025.토지임대료 026.기존도로유지보수 027.현지차량및업무관리차량 028.중기운반비 029.준공표지판 030.경계표주 031.차폐시설 032.측량및검측비 033.도서인쇄출력및준공 034.안전관리계획서작성비용 035.현장유지관리비

<그림 3-5> 표준단가 공종별 분류 CODE(계속)

3.1.3 BIM 객체기반 WBS, CBS 연계 필요성

- 현장에서는 원가 중심의 내역만으로 공사를 진행되어 원가와 공정이 이원화되어 진행됨
- BIM 객체기반으로 WBS와 CBS를 연계하여 기성관리와 공정관리를 일원화할 수 있는 방향 마련이 필요함

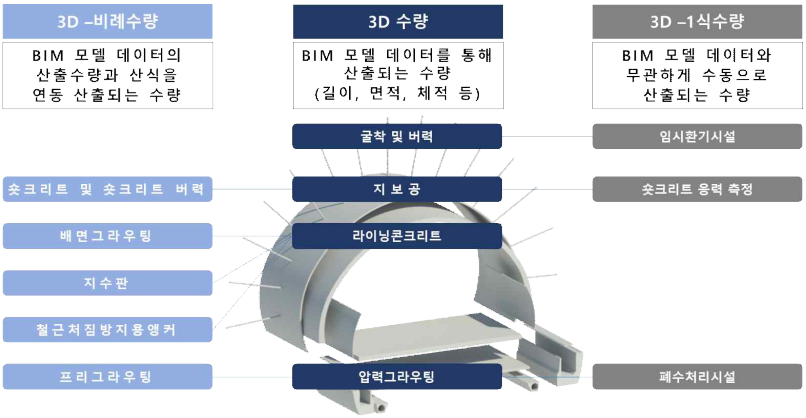


<그림 3-6> 기성관리와 공정관리 정보 이원화

- 국외는 사업관리 업무로 구분하여 공정과 기성이 연계하고 있음. 이런 기성 산정방식은 원활한 사업관리를 유도한다는 측면에서 매우 효과적임
- BIM 기술을 활용한다면 3차원 기반의 형상 모델링의 각 구성요소를 표현하는 객체에 비형상 속성정보(공정, 기성)를 담을 수 있음
- BIM 기법을 활용한 토목분야의 공정 및 기성관리는 국내에서 초기단계로서 체계적인 관리방안이 구축되어 있지 않은 상태임
- BIM 전면설계 및 시공단계 BIM 운영 등 고속도로 건설공사 BIM 활성화·정착을 위해 사업관리의 기반이 되는 WBS 및 CBS의 연계가 필요함

3.1.4 한국도로공사 기준 BIM 객체기반 분류체계 구성방안

- 그림 3-6의 BIM 객체단위 개념도를 바탕으로 한국도로공사 WBS 및 CBS 정보를 BIM 객체에 연계하기 위한 BIM 객체분류체계 구성방안을 제시함

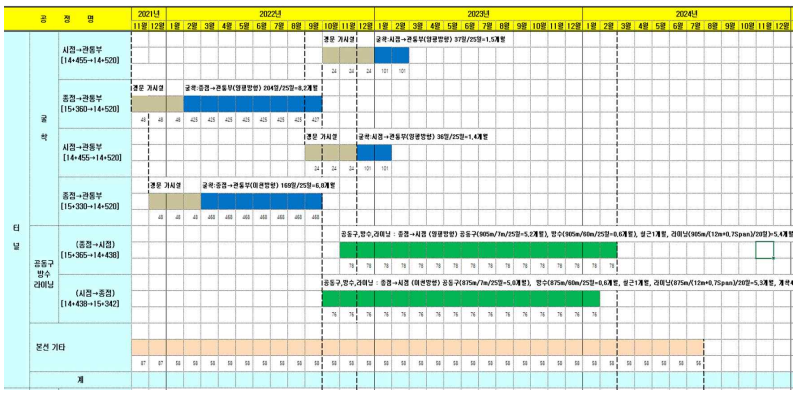


<그림 3-7> BIM모델 기반 수량산출 개념도

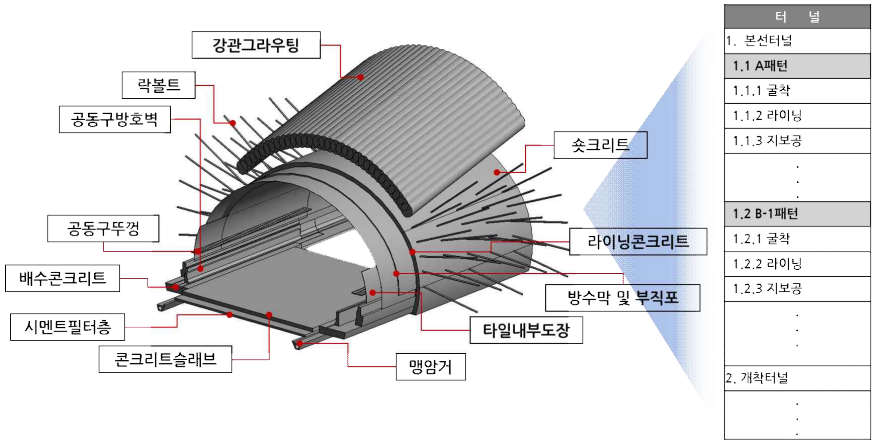
- BIM 3D 객체로 수량산출이 가능한 공종과 불가한 공종을 구분하여 모델작성 기준을 선정함

- 도로공사 WBS(Work Breakdown Structure)체계를 분석하기 위해 기존 수행되었던 도로공사 프로젝트의 공정표(그림 3-8 참조)를 바탕으로 공정별 상세 Activity를 분석함

- BIM객체 모델에 공정데이터의 표준 연계를 위해 그림 3-9와 같은 대표공종을 선정 하위 Activity 정보를 종속시키는 체계로 구축함

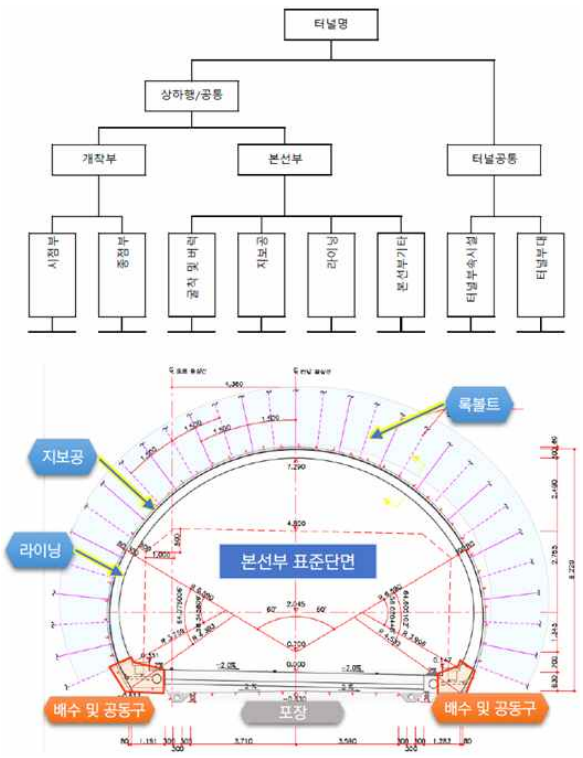


<그림 3-8> 기존 터널 예정공정표



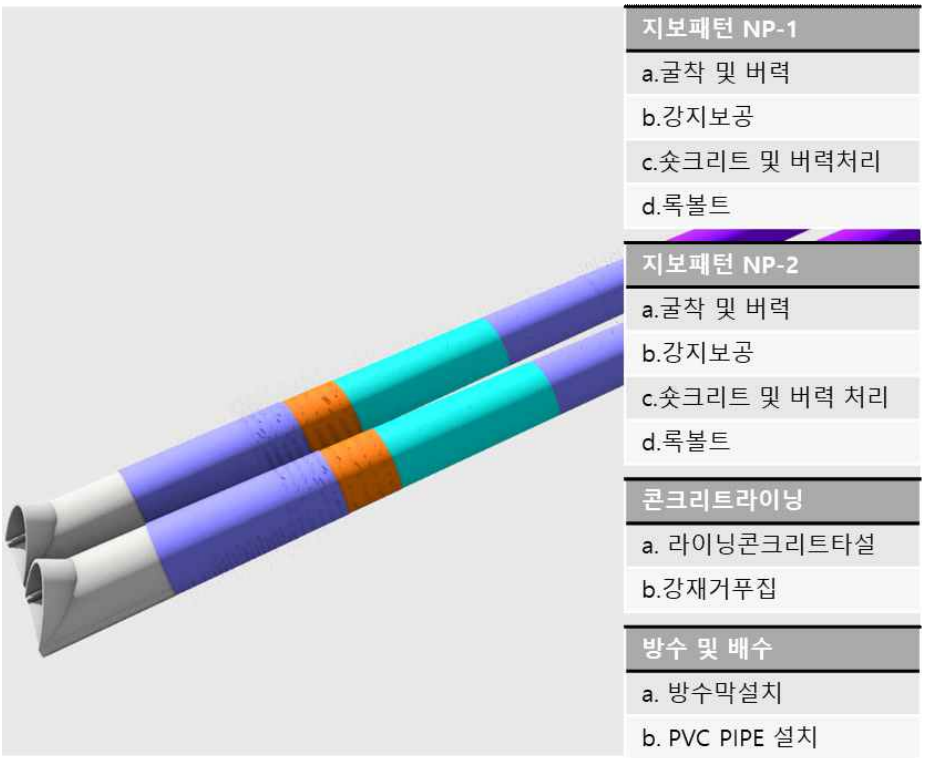
<그림 3-9> BIM 기반 공정체계 개념도

- BIM 기반 공정체계 개념을 바탕으로 기존 국내 WBS 분류체계를 분석한 결과 세부작업단위는 8~10단계로 구성되어 있음
- 데이터 정보량의 축소와 관리의 효율성을 위해서는 단계의 간소화 및 개선이 필요함
- 해외사례와 국토교통부의 전자설계도서 작성·납품지침 WBS 7단계 구성안을 검토함



6.01 OO1터널
a. 굴착(발파)
b. 버력처리
c. 강지보공
d. 숏크리트
e. 락볼트
f. 콘크리트 라이닝
g. 방수 및 배수
h. 압력그라우팅
i. 갱문
j. 터널부속 시설물
k. 부대공
l. 계측
m. 숏크리트생산및운반
n. 골재생산및운반
o. 자재운반
p. 자재대

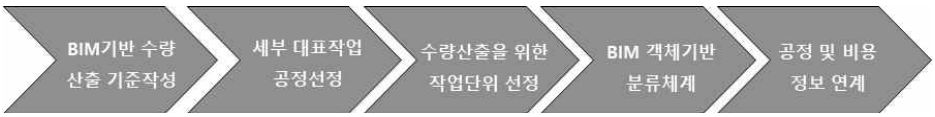
<그림 3-10> 기존방식의 WBS 분류체계 예시



<그림 3-11> BIM기반 WBS 분류체계 예시

- BIM 객체기반 분류체계(OBS)는 기존 비용분류체계(CBS)를 BIM 기반 3D 모델 수량산출 가능 여부로 분석하여 작업분류체계(WBS) 정보의 연계를 할수있는 BIM 객체기반 작업분류체계를 표준화 함

- <표 3-9>는 도로터널 공종의 수량산출서를 BIM 객체기반 분류체계로 분류한 예시로 먼저, 모델작성이 가능한 BIM 객체기반의 복합공종의 세부작업단위를 선정함



<그림 3-12> BIM객체기반 분류체계 작성과정

<표 3-9> 기존 WBS 분류체계와 BIM 객체분류체계

기존 WBS 분류체계				OBS Level 7
WBS (Level5)	WBS (Level6)	WBS (Level7)	공종별 세부작업 (Level8[BOQ])	
개착부	시점부 / 종점부	토공	토공	토공
			터파기	
			되메우기 및 다짐	되메우기
			와이어메쉬	갱구보강
			숏크리트	
			강섬유	
			락볼트	갱구락볼트
			쏘일네일(천공, 그라우팅, 자재, 정착판)	갱구네일
			앵커	갱구앵커
			배수공(천공 및 수평배수공)	갱구배수
		갱문면벽	거푸집, 배수, 방수, 비닐, 이음	갱문 면벽
			강관비계	
			철근가공 및 조립	
			콘크리트 타설	
			경관	
개착부	시점부 / 종점부	갱문옹벽	거푸집, 배수, 방수, 비닐, 이음	갱문 옹벽
			강관비계	
			철근가공 및 조립	
			콘크리트 타설	
		벨마우스	거푸집, 배수, 방수, 비닐, 이음	벨마우스
			강관비계	
			철근가공 및 조립	
			콘크리트 타설	
		개착터널	거푸집, 배수, 방수, 비닐, 이음	개착터널
			강관비계	
			철근가공 및 조립	
			콘크리트 타설	

<표 3-9> 기존 WBS 분류체계와 BIM객체분류체계 (계속)

기존 WBS 분류체계				OBS Level 7
WBS (Level5)	WBS (Level6)	WBS (Level7)	공종별 세부작업 (Level8[BOQ])	
본선부	굴착 및 버력	굴착	굴착 및 면정리	굴착 및 버력
		버력처리	버력처리	
	지보공	강지보공	강지보공	H강지보
			강지보공	격자지보
			특수지보공(사각지보, 원형지보)	특수지보
본선부	지보공	숏크리트 및 버력	숏크리트 및 숏크리트 버력처리	숏크리트
		록볼트공	록볼트, 록볼트검측봉	록볼트
		지보공 기타	필러보강	필러보강
	라이닝	라이닝 콘크리트	라이닝콘크리트	라이닝
			철근가공 및 조립	
			배면그라우팅	
			배면채움관	
			인버트콘크리트	
			신축이음 및 시공이음	
			철근처짐방지용 앵커	
		라이닝 기타	강재거푸집(이동 및 설치)	
			마감 거푸집	
			라이닝식별번호판	
			강재거푸집(자재비)	
	본선부 기타	방수공	방수쉬트 및 부직포	방수쉬트
			측벽유공관	유공관
			필터콘크리트	필터콘크리트
		배수공	비닐깔기	기초콘크리트
			바닥버림콘크리트	
			바닥 기계타설	공동구 바닥
			와이어메쉬/철근	
			신축/시공이음	

<표 3-9> 기존 WBS 분류체계와 BIM객체분류체계 (계속)

기존 WBS 분류체계				OBS Level 7
WBS (Level5)	WBS (Level6)	WBS (Level7)	공종별 세부작업 (Level8[BOQ])	
본선부	본선부 기타	배수공	측벽기계타설	공동구벽체
			배면 인력타설	
			신축/시공이음	
			벽체(방호벽) 기계타설	공동구 방호벽
			신축/시공이음	
			공동구-Dich 배수관(PVC)	
			맹암거기계굴착 및 면정리	맹암거
			맹암거유공관	
			잡석채움	
			횡배수관(PVC)	
			맨홀 거푸집	
			맨홀 타설	
본선부	본선부 기타	공동구 뚜껑	공동구 뚜껑	공동구 뚜껑
			스틸그레이팅	스틸크레이팅
		부대 시설공	내부도장 및 타일붙임	내부도장 및 타일붙임
			방화문	방화문
			방음문 및 방화문 추가굴착	
			소화전함 추가굴착	소화전함
			소화전함 뒷채움	
			소화전함 거푸집	
		계측	지중변위계	지중변위계
			내공변위 천단침하계	내공변위계
			RockBolt 축력계	RockBolt 축력계
			RockBolt 인발계	RockBolt 인발계
			숏크리트응력측정	숏크리트응력측정

<표 3-9> 기존 WBS 분류체계와 BIM객체분류체계 (계속)

기존 WBS 분류체계				OBS Level 7
WBS (Level5)	WBS (Level6)	WBS (Level7)	공종별 세부작업 (Level8[BOQ])	
본선부	본선부 기타	계측	TSP 탐사	계측 기타
			영구계측	
			시험발파	
			발파소음진동계측	
			터널계측(측정 및 정리비)	
			기타	
		압력 그라우팅	프리그라우팅	프리그라우팅
			직천공 보강그라우팅(대구경)	직천공보강그라우팅
			선진보강그라우팅(소구경)	소구경보강그라우팅
			선진보강그라우팅(대구경)	대구경보강그라우팅
			훠폴링	훠폴링
			선진수평보링	선진수평보링
			부분보강(추가보강)_록볼트	부분 보강
			부분보강(추가보강)_훠폴링	
			부분보강(추가보강)_선진보강	
		본선부 기타	풍도슬래브 거더	풍도슬래브 거더
			풍도슬래브	풍도슬래브
			격벽	격벽 및 거더
터널공통	터널 부속시설	옥외 공동구	터파기	토공
			되메우기 및 다짐	되메우기
			콘크리트 타설	옥외공동구
			신축이음	
			철근가공 및 조립	
			거푸집	
		터널 부속시설 기타	터널 명판 및 안내판	터널 명판 및 안내판
			검사원통로 난간, 핸드레일	검사원통로 난간, 핸드레일
			입출구부 점검사다리	입출구부 점검사다리

<표 3-9> 기존 WBS 분류체계와 BIM객체분류체계 (계속)

기존 WBS 분류체계				OBS Level 7
WBS (Level5)	WBS (Level6)	WBS (Level7)	공종별 세부작업 (Level8[BOQ])	
터널공통	터널부대	오폐수 처리시설	세척수처리시설	세척수 처리시설
			콘크리트 타설 및 철근 조립	
			토공 및 되메우기	
			PH저감시설	PH 처리시설
			콘크리트 타설 및 철근 조립	
			토공 및 되메우기	
		터널부대 기타	임시환기시설 설치 및 철거	임시환기시설 설치/철거
			임시환기시설 운영	임시환기시설 운영
			임시전기시설 설치 및 철거	임시전기시설 설치/철거
			임시전기시설 운영	임시전기시설 운영
			폐수처리시설 설치 및 철거	폐수처리시설 설치/철거
			폐수처리시설 운영	폐수처리시설 운영
터널공통	터널부대	터널부대 기타	가BP장 설치 및 철거	가BP장 설치/철거
			가BP장 운영	가BP장 운영
			물푸기	준공 정산 임시시설
			급수설비	
			방음문	
			방음커텐	
			작업용대차	운용중 정산 임시시설
			터널차량비	
			숏크리트	가설갱문
			숏크티르버력처리	
			강지보	
			와이어메쉬	
			스페이셔	
			콘크리트	
			운반(시멘트,모래,철근,잡석 등)	운반
			자대재(시멘트,모래,철근,잡석 등)	자재대

<표 3-9> 기존 WBS 분류체계와 BIM객체분류체계 (계속)

OBS Level 7	공정 TASK		
	공정명	단위	작업관리
토공	갱구토공	[개소]	수량 비율
되메우기	되메우기	[개소]	수량 비율
갱구보강	갱구배면보강	[개소]	수량 비율
갱구락볼트	갱구보강 RockBolt	[개소]	수량 비율
갱구네일	갱구보강 SoilNail	[개소]	수량 비율
갱구앵커	갱구보강 Anchor	[개소]	수량 비율
갱구배수	갱구보강 배수	[개소]	수량 비율
갱문 면벽	갱문 면벽	[개소]	수량 비율
갱문 옹벽	갱문 옹벽	[개소]	수량 비율
벨마우스	갱문 벨마우스	[개소]	수량 비율
개착터널	개착터널	[개소]	M당 비율
굴착 및 버력	굴착 및 버력	[M]	패턴별 M 비율
H강지보	H강지보	[개소]	패턴별 M 비율
격자지보	격자지보	[개소]	패턴별 M 비율
특수지보	특수지보	[개소]	패턴별 M 비율
숏크리트	숏크리트 및 버력처리	[M]	패턴별 M 비율
록볼트	록볼트	[M]	패턴별 M 비율
필러보강	필러보강	[개소]	패턴별 M 비율
라이닝	라이닝	[M]	타설 M 비율
방수쉬트	방수	[M]	M당 비율
유공관			
필터콘크리트			
기초콘크리트	공동구 바닥	[M]	M당 비율
공동구 바닥			

<표 3-9> 기존 WBS 분류체계와 BIM객체분류체계 (계속)

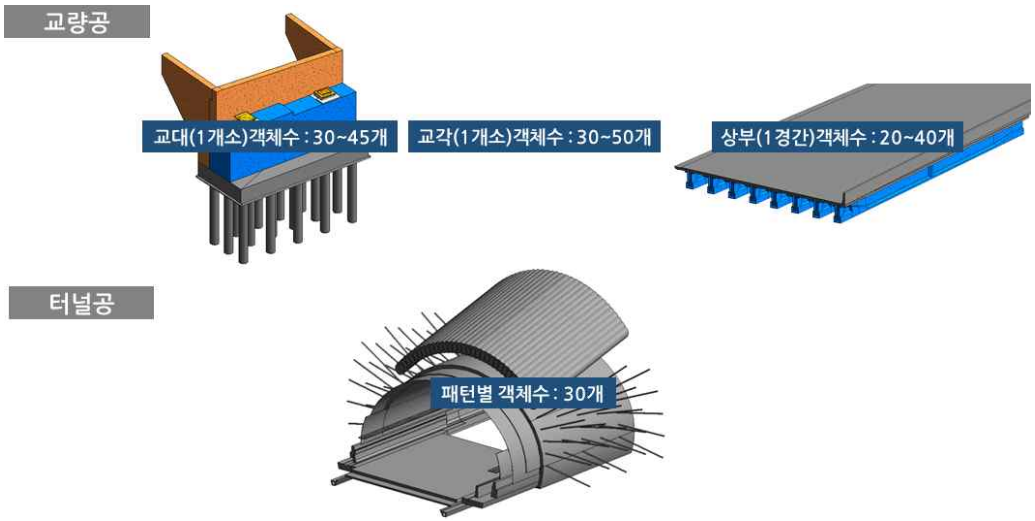
OBS Level 7	공정 TASK		
	공정명	단위	작업관리
공동구벽체	공동구 벽체	[M]	M당 비율
공동구 방호벽	공동구 방호벽	[M]	M당 비율
맹암거	맹암거	[M]	M당 비율
공동구 뚜껑	공동구 뚜껑	[M]	M당 비율
스틸크레이팅	스틸그레이팅 뚜껑	[개소]	수량 비율
내부도장 및 타일붙임	내부도장 및 타일붙임	[M]	M당 비율
방화문	방화문	[개소]	수량 비율
소화전함	소화전함	[개소]	수량 비율
지중변위계	지중변위계	[개소]	수량 비율
내공변위계	내공변위계	[개소]	수량 비율
RockBolt 축력계	RockBolt 축력계	[개소]	수량 비율
RockBolt 인발계	RockBolt 인발계	[개소]	수량 비율
숏크리트응력측정	숏크리트응력측정	[개소]	수량 비율
계측 기타	계측 기타	[식]	수량 비율
프리그라우팅[EA]	프리그라우팅	[개소]	수량 비율
직천공보강그라우팅	직천공보강그라우팅	[개소]	수량 비율
소구경보강그라우팅	소구경보강그라우팅	[개소]	수량 비율
대구경보강그라우팅	대구경보강그라우팅	[개소]	수량 비율
훠폴링	훠폴링	[개소]	수량 비율
선진수평보링	선진수평보링	[개소]	수량 비율
부분 보강	부분 보강	[개소]	수량 비율
풍도슬래브 거더	풍도슬래브 거더	[M]	M당 비율
풍도슬래브	풍도슬래브	[M]	M당 비율
격벽 및 거더	격벽 및 거더	[M]	M당 비율

<표 3-9> 기존 WBS 분류체계와 BIM객체분류체계 (계속)

OBS Level 7	공정 TASK		
	공정명	단위	작업관리
토공	옥외공동구 터파기	[개소]	수량 비율
되메우기	옥외공동구 되메우기	[개소]	수량 비율
옥외공동구	옥외공동구	[M]	M당 비율
터널 명판 및 안내판	터널 명판 및 안내판	[개소]	수량 비율
검사원통로 난간, 핸드레일	검사원통로 난간, 핸드레일	[개소]	수량 비율
입출구부 점검사다리	입출구부 점검사다리	[개소]	수량 비율
세척수 처리시설	세척수 처리시설	[개소]	수량 비율
PH 처리시설	PH 처리시설	[개소]	수량 비율
임시환기시설 설치/철거	임시환기시설 설치/철거	[개소]	수량 비율
임시환기시설 운영	임시환기시설 운영	[개월]	개월 비율
임시전기시설 설치/철거	임시전기시설 설치/철거	[개소]	수량 비율
임시전기시설 운영	임시전기시설 운영	[개월]	개월 비율
폐수처리시설 설치/철거	폐수처리시설 설치/철거	[개소]	수량 비율
폐수처리시설 운영	폐수처리시설 운영	[개월]	개월 비율
가BP장 설치/철거	가BP장 설치/철거	[개소]	수량 비율
가BP장 운영	가BP장 운영	[개월]	개월 비율
준공 정산 임시시설	준공 정산 임시시설	[식]	수량 비율
운용중 정산 임시시설	운용중 정산 임시시설	[식]	수량 비율
가설갱문	가설갱문	[개소]	수량 비율
운반	운반	[식]	수량 비율
자재대	자재대	[식]	수량 비율

3.1.5 BIM 객체기반 공정 및 기성관리의 문제점 및 복합공종의 필요성

- 국내 현장의 공정률 계산방식은 총예상 공사비 대비 투입 비용으로 산출함 (공정률 = 진도과정에 따라 투입된 공사비 / 총공사비 × 100%)
- 모델링 수행시 부재당 객체수는 다음 그림과 같으며, 관리해야 할 기성 및 공정의 정보량이 과다함



<그림 3-13> 부재별 모델링 수행시 객체수

2 공 구

구 분	교량1	교량2	교량3	교량4	교량5	터널1	합계	단위객체수	전체객체수
교대	2 개소	2 개소	2 개소	2 개소	2 개소		10 개소	45 개	450 개
교각	8 개소	2 개소	8 개소	4 개소	6 개소		28 개소	50 개	1,260 개
상부	9 경간	1 경간	9 경간	5 경간	7 경간		31 경간	40 개	1,240 개
터널패턴						50 패턴	50 패턴	30 개	1,500 개

모델링 객체수 : 4,450개 (토공/배수공/포장공/부대공 미포함)

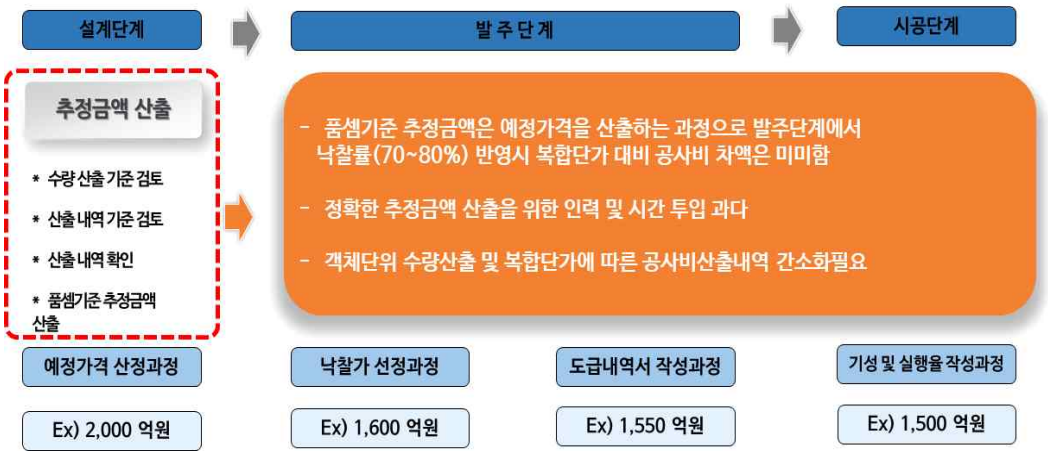
4 공 구

구 분	교량1	교량2	교량3	교량4	터널1	터널2	합계	단위객체수	전체객체수
교대	1 개소	1 개소	1 개소	1 개소			4 개소	30 개	120 개
교각	1 개소	1 개소	8 개소	8 개소			18 개소	30 개	540 개
상부	2 경간	1 경간	9 경간	9 경간			21 경간	20 개	420 개
터널패턴					50 패턴	240 패턴	290 패턴	30 개	8700 개

모델링 객체수 : 9,780개 (토공/배수공/포장공/부대공 미포함)

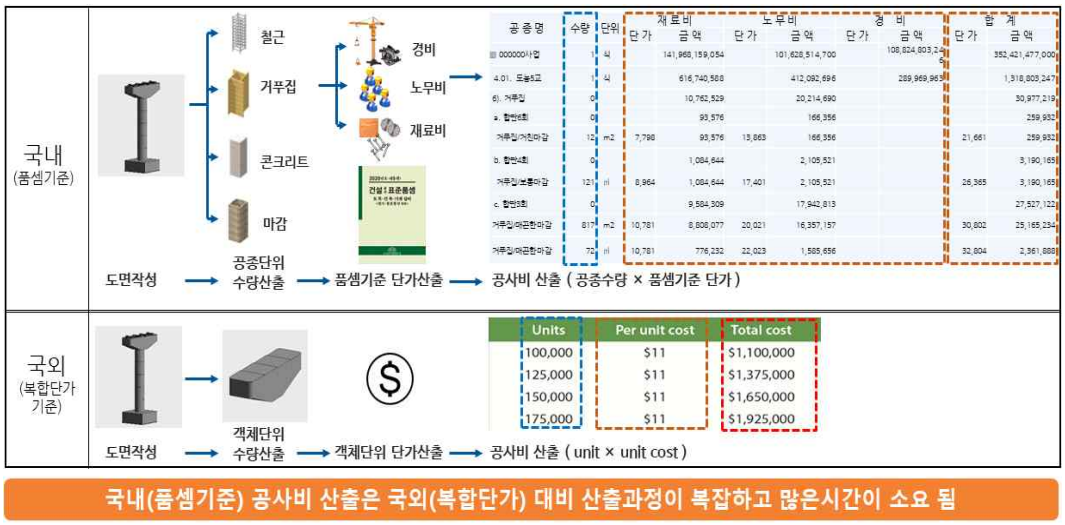
<그림 3-14> 구조물별 모델링 객체수(예시)

■ 설계단계에서 추정금액 산출을 위한 시간 및 인력투입이 과다함



<그림 3-15> 설계단계 추정금액 산출 방법

■ 진도율이 기성지급과 연계도지 않고 있으며, 별도의 공정률 계산 및 기성지급을 위한 물량 산출이 필요함



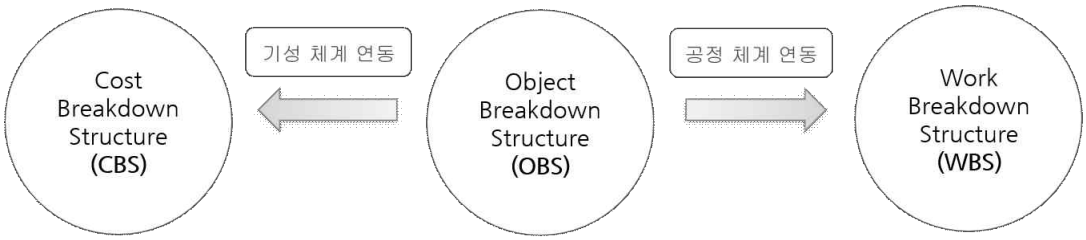
<그림 3-16> 기성지급을 위한 수량 및 공사비 산출 방법

■ 공사비 비율로 측정되는 기성 및 공정 산정 방식으로 실제 공정파악이 어려움

■ 국내 현장별 공정률 파악이 어려워 공기 지연 등 문제 사례가 발생함

■ 물량과 시간이 고려된 공정 및 기성의 통합관리 방안이 필요함

■ 국내 · 외의 기성관리를 검토한 결과 수량 산출내역서 방식이 아닌 사업관리를 위한 객체 중심의 분류체계(Object Breakdown Structure)가 필요하며, 이는 3D BIM 객체를 활용하여 기성-공정 통합관리 방안이 필요함



<그림 3-17> BIM 기반 기성 및 공정 통합관리체계 개요

■ 3D BIM 객체를 활용하여 기성-공정 통합관리 방안을 위해서는 프로젝트의 공정별 Activity를 분석하여 WBS(Work Breakdown Structure) 체계를 분석하고, 이에 맞는 기성 CBS(Cost Breakdown Structure) 체계를 연동시켜 3D BIM 객체를 작성하여야 함

■ BIM 객체를 WBS 분류체계가 포함된 모델링 분류 및 코드화 체계를 제시하고 공정 및 기성관리시 모델링과 공정정보, 기성정보가 연계되어 있어 모델수정에 따라 정보가 변경되는 방안을 제시함

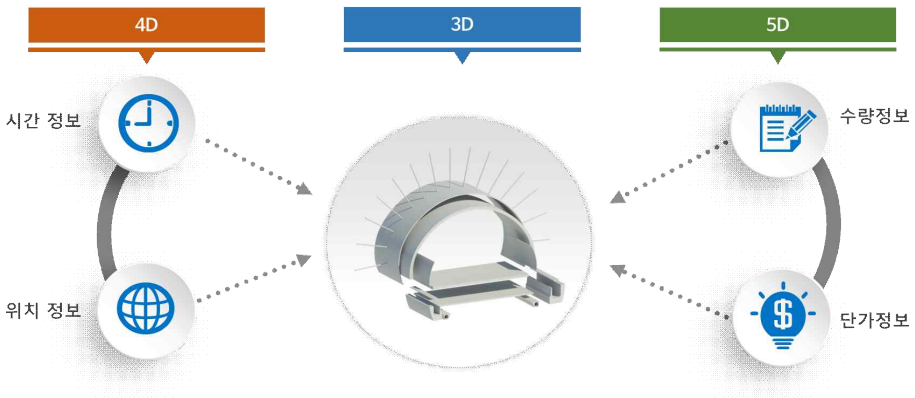
대분류		방향	위치정보1(STA.)	위치정보2(지점)	부재명(전공종 ex.)		
토공	E	1	Ex) 00155	S01(1경간)	절토부	슬래브공	보조층
배수공	W	2	Ex) 01530	A01(교대1)	성토부	상부거더	총상반
교량공	B			P01(교각1)	L1측	직접기초	숏상반
포장공	P			P200(P-2패턴)	U1측	벽체1단	라이닝
부대공	S			E100(E-1패턴)	횡45	표층1	공바1
터널공	T			A100(A-1패턴)	종30	기층1	시멘트

<그림 3-18> 객체분류에 다른 고유 코드 체계화(예시)

3.2 객체단위 복합공종 일일 공정관리방안 및 내역서 연계방안

3.2.1 BIM기반 공정 및 기성관리 절차

■ BIM 기반 공정·기성관리에 대한 기본 개념은 시간정보, 위치정보, 수량정보, 단가정보 등 통합데이터를 구축하여 객체중심의 공정 및 기성관리 체계를 의미하며, 기본 개념은 다음과 같음



<그림 3-19> BIM기반 기성 및 공정관리 개념

■ BIM기반 객체(3D), 공기(4D), 단가(5D) 등 통합데이터를 이용한 공정 및 기성관리를 위한 절차는 다음과 같음



<그림 3-20> BIM 3D, 4D, 5D 절차서

3.2.2 BIM기반 수량 산출기준 마련

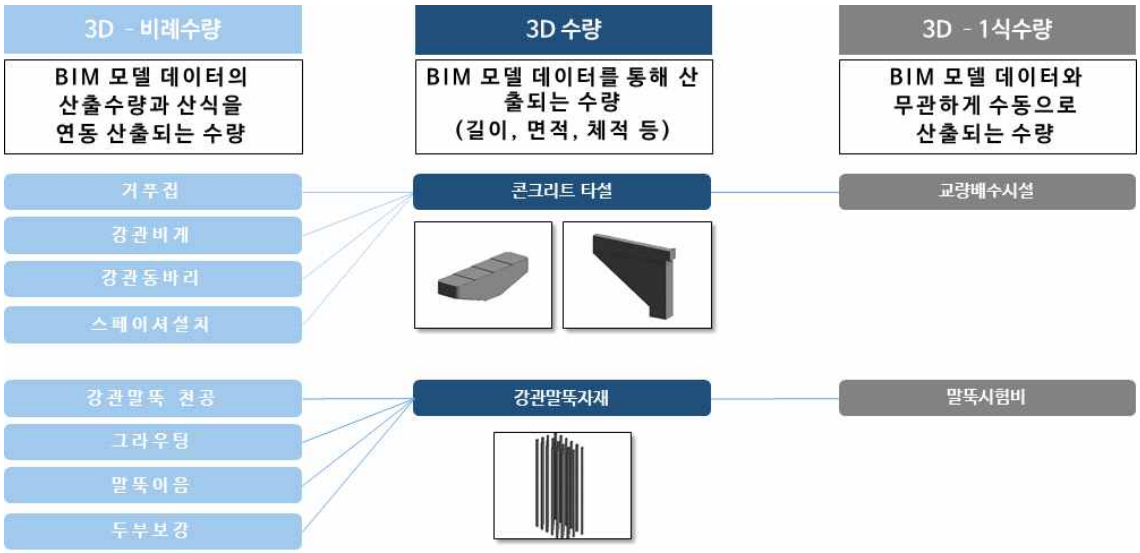
- BIM기반 기성데이터 구축전 수량 산출은 BIM 모델을 이용해 산출하는 것을 원칙으로 함

- 수량산출방식 정의

① BIM 모델 데이터를 통해 추출이 가능한 수량은 3D 수량, 3D 비례수량, 3D 1식 수량으로 구분할 수 있음

- 3D 수량 : BIM 모델 데이터를 통해 산출되는 수량(길이, 면적, 체적 등)
- 3D 비례수량 : BIM 모델 데이터에 수식을 연계하여 산출되는 수량
- 3D 1식수량 : 3D 수량산출이 어려워 임의 모델에 수동으로 입력되는 수량

② 수량산출 방식 정의에 따른 위치별, 객체별 모델링 데이터에서 산출된 수량은 기성 데이터로 활용할 수 있음



<그림 3-21> BIM 기반 수량산출방식 정의

- 국내 기성처리는 효율성과 전문성보다 투명성(시공 수량의 검증)의 비중이 큼

- 3D 모델링 기반의 수량은 2D 설계수량과 차이가 발생하므로 기성관리시 발주처와 시공사의 이해관계에 대한 의견 취합으로 타 사업 적용시 기준을 마련함

3.2.3 공정 및 기성관리를 위한 BIM 객체별 수량분개 및 확인

▣ 구간별, 패턴별, 객체별 수량분개 절차



<그림 3-22> BIM 기반 수량분개 절차

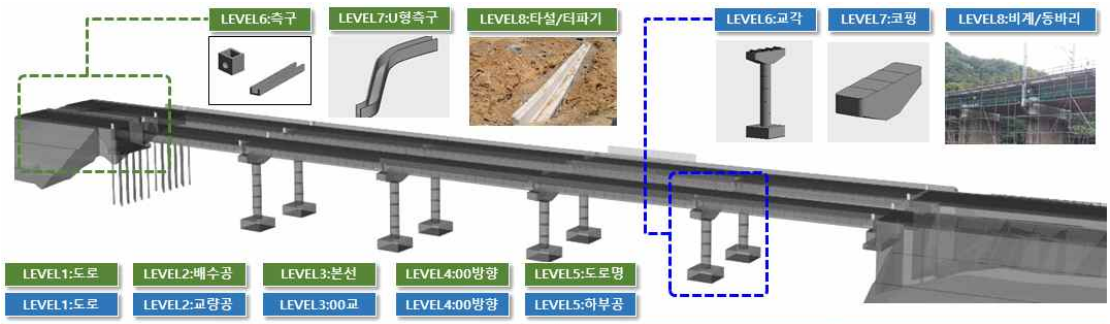
▣ 구간별, 패턴별, 객체별 수량분개 확인



<그림 3-23> BIM 기반 수량분개 확인

3.2.4 객체단위 복합공종의 내역 및 공정 연계방안

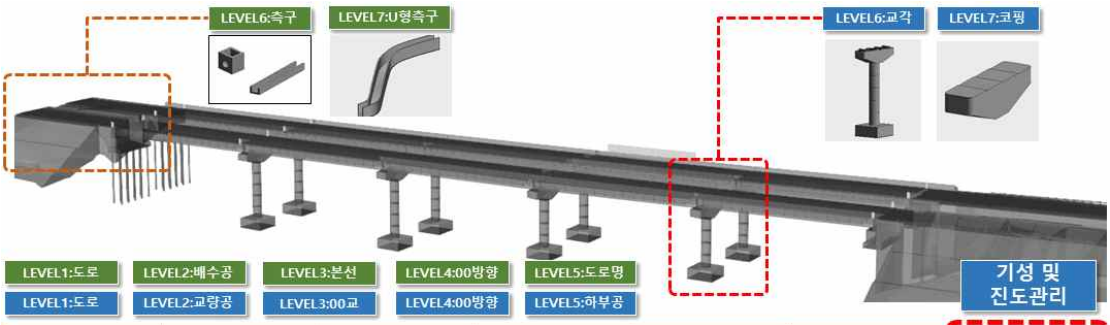
■ 기존방식의 WBS 분류체계는 8레벨로 구성되어 있으며 BIM 기반 복합공종 연계를 위한 7레벨로 간소화 및 개선이 필요함



LEVEL1	LEVEL2	LEVEL3	LEVEL4	LEVEL5	LEVEL6	LEVEL7	LEVEL8
도로	토공	본선/IC	00방향	상.하.공통	00구간	흙깎기	토사/리핑/발파
도로	배수공	본선/IC	00방향	상.하.공통	측구	U형측구	타설/터파기
도로	교량공	00교	00방향	상부공/하부공	슬래브/교대/교각	코핑/기둥/기초	거푸집/비계/동바리
도로	포장공	본선/IC	00방향	상.하.공통	00구간	콘크리트/아스팔트	기층/보조기층
도로	부대공	본선/IC	00방향	상.하.공통	00구간	방음벽/표지판	토공
도로	터널공	00터널	00방향	상.하.공통	개착부/본선부	갱문/라이닝	타설/거푸집/방수

• 주요 목적물 외 품셈을 근거로 한 분류체계로 LEVEL8에 해당하는 항목 과다, 기성 및 공정관리 복잡

<그림 3-24> 기존방식의 WBS 분류체계(8레벨)



LEVEL1	LEVEL2	LEVEL3	LEVEL4	LEVEL5	LEVEL6	LEVEL7
도로	토공	본선/IC	00방향	상.하.공통	00구간	흙깎기
도로	배수공	본선/IC	00방향	상.하.공통	측구	U형측구
도로	교량공	00교	00방향	상부공/하부공	슬래브/교대/교각	코핑/기둥/기초
도로	포장공	본선/IC	00방향	상.하.공통	00구간	콘크리트/아스팔트
도로	부대공	본선/IC	00방향	상.하.공통	00구간	방음벽/표지판
도로	터널공	00터널	00방향	상.하.공통	개착부/본선부	갱문/라이닝

• WBS LEVEL7 기준의 공정 및 기성관리는 주요 목적물 중심의 복합단가로 단순화된 내역체계 구성 가능

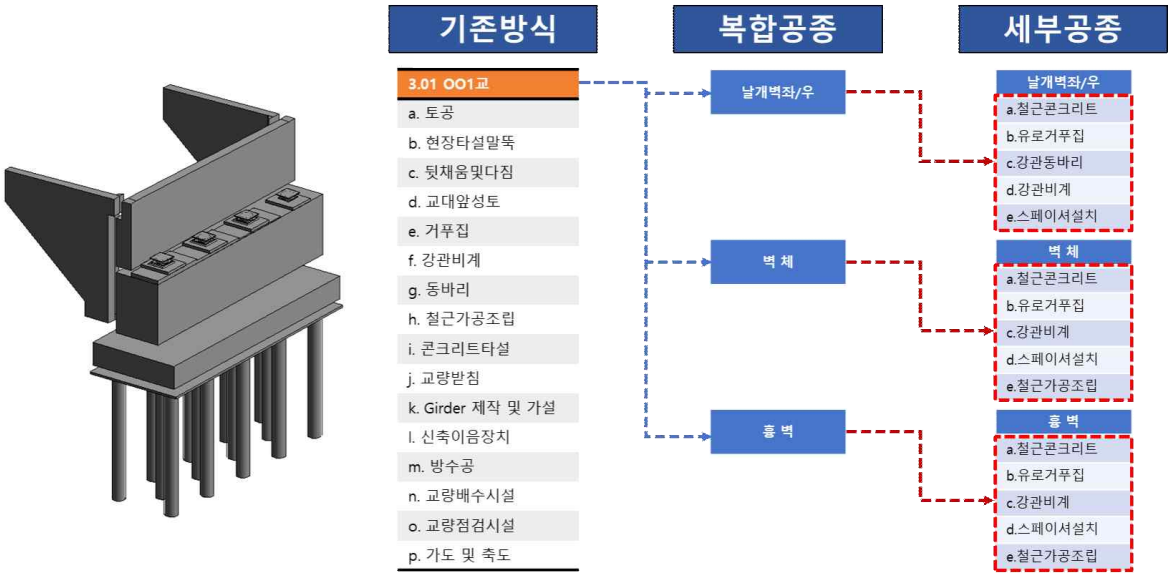
<그림 3-25> 복합공종 구성에 따른 WBS 분류체계(7레벨)

■ 국토교통부에서 제시하는 WBS 7레벨을 기준으로 BIM 기반의 객체별 모델링을 수행하고 이를 CBS 분류체계에 연계함

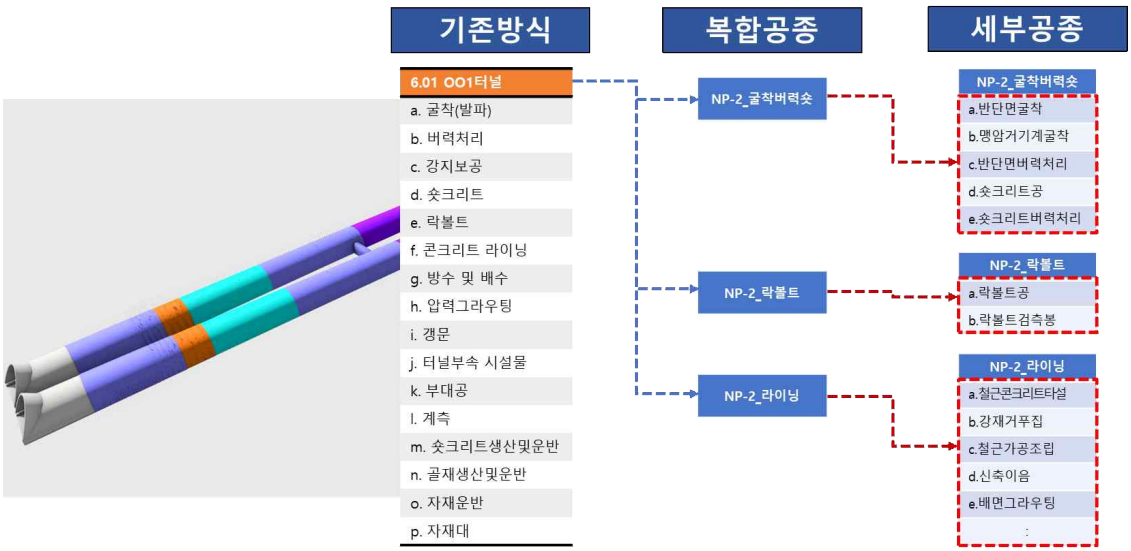


<그림 3-26> WBS 분류체계와 CBS 분류체계 연계

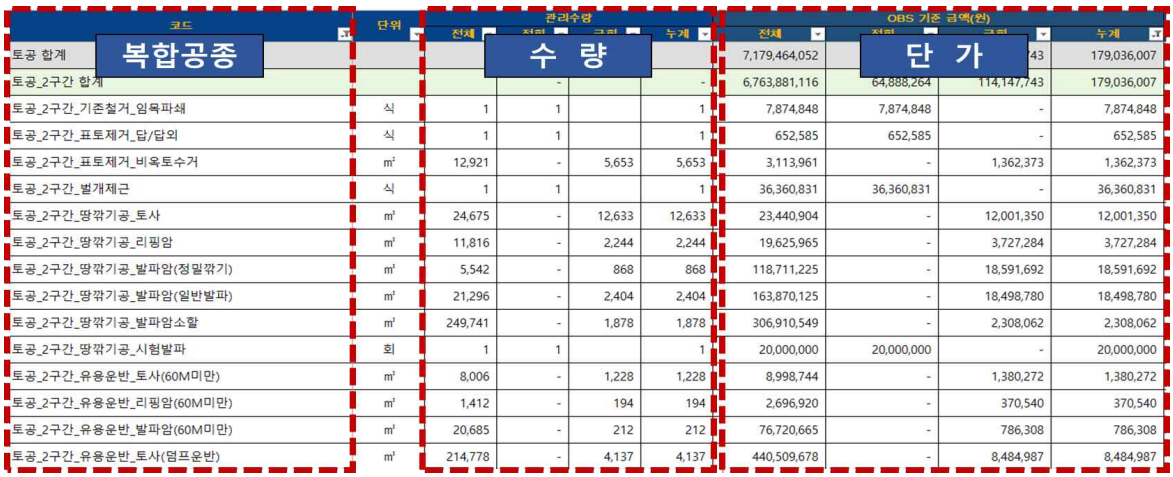
- 기존방식은 BIM 객체별 수량 및 공사비의 파악이 힘들고 객체단위 방식은 부재당 객체수가 많아져 관리해야 하는 기성 및 공정의 정보량이 과다함
- WBS 7레벨 기준의 복합공종 방식을 적용하여 내역서와 공정을 연계함
- 공종별 복합공종 및 세부공종 구성방안의 예시는 다음과 같음



<그림 3-27> 교량 복합공종 구성 방안(예시)



<그림 3-28> 터널 복합공종 구성 방안(예시)



코드	단위	관리수량				OBS 기준 금액(천)			
		전체	지하	그외	누계	전체	지하	그외	누계
토공 합계						7,179,464,052		43	179,036,007
토공_2구간 합계			-		-	6,763,881,116	64,888,264	114,147,743	179,036,007
토공_2구간_기존철거_임목파쇄	식	1	1		1	7,874,848	7,874,848	-	7,874,848
토공_2구간_표토제거_답/답외	식	1	1		1	652,585	652,585	-	652,585
토공_2구간_표토제거_비옥토수거	㎡	12,921	-	5,653	5,653	3,113,961	-	1,362,373	1,362,373
토공_2구간_벌개제근	식	1	1		1	36,360,831	36,360,831	-	36,360,831
토공_2구간_땅깎기공_토사	㎥	24,675	-	12,633	12,633	23,440,904	-	12,001,350	12,001,350
토공_2구간_땅깎기공_리핑암	㎥	11,816	-	2,244	2,244	19,625,965	-	3,727,284	3,727,284
토공_2구간_땅깎기공_발파암(정밀깎기)	㎥	5,542	-	868	868	118,711,225	-	18,591,692	18,591,692
토공_2구간_땅깎기공_발파암(일반발파)	㎥	21,296	-	2,404	2,404	163,870,125	-	18,498,780	18,498,780
토공_2구간_땅깎기공_발파암소할	㎥	249,741	-	1,878	1,878	306,910,549	-	2,308,062	2,308,062
토공_2구간_땅깎기공_시험발파	회	1	1		1	20,000,000	20,000,000	-	20,000,000
토공_2구간_유용운반_토사(60M미만)	㎥	8,006	-	1,228	1,228	8,998,744	-	1,380,272	1,380,272
토공_2구간_유용운반_리핑암(60M미만)	㎥	1,412	-	194	194	2,696,920	-	370,540	370,540
토공_2구간_유용운반_발파암(60M미만)	㎥	20,685	-	212	212	76,720,665	-	786,308	786,308
토공_2구간_유용운반_토사(덤프운반)	㎥	214,778	-	4,137	4,137	440,509,678	-	8,484,987	8,484,987

<그림 3-29> 복합공종에 수량 및 단가연계

- CBS 기반의 도급 내역서의 모든 공종에 대하여 OBS 기반의 기성연계가 가능하도록 데이터 작성이 필요하며 수량 및 공사비가 일치하도록 작성함
- 목적물 중심의 OBS 기반 복합공종의 구성방안을 고려하여 분개된 수량에 따라 모델링 된 객체별 단가를 정의한 기초자료를 작성함

no	Code, 1	Code, 2	Code, 3	Code, 4	Code, 5	공 정	단위	단가	수량
1	A03					3. 교량공	식		
2		A0304				3-04. 플담천2교(IPC GIRDER)			
3			A030401			3-04-01. 교대공			
4				A03040101		3.01 A1			
5					A0304010101	3.01.01 말뚝			
6						a-1 말뚝자재비/D=609.6 M/M,T=12 M/M	M	133,989	
7						a-2 사전천공/D=609.6 M/M	M	46,094	
8						a-3 말뚝이음/D=609.6 M/M,T=12 M/M(현가)	개소	204,827	
9						a-4 말뚝이음/D=609.6 M/M,T=12 M/M(표준시장)	개소	17076	
10						a-5 두부보강/D=609.6 M/M	개소	163000	
11						a-6 말뚝시험/종재하시험,E.o.I.D	회	889,603	
12						a-7 말뚝시험/종재하시험,Restrike	회	1,777,003	
13						a-8 말뚝시험/수평재하시험	회	3,000,000	
14						a-9 철근콘크리트타설/펌프차,보통(S15, 100m3, 초과)	M3	12,452	
15						a-10 철근콘크리트타설/펌프차,양생비	M3	839	
16						a-11 초음파 탐상검사/UT	M	25,000	
17						a-12 시멘트 운반/최기역-현장, 포대	TON	25330	
18						a-13 시멘트/포대	TON	78120	
19					A0304010102	3.01.02 버림			
20						b-1 유로거푸집/복잡, 7~ 10m이하	M2	30,784	
21						b-2 무근콘크리트타설/VIB제외	M3	25,519	
22					A0304010103	3.01.03 기초			
23						c-1 유로거푸집/복잡, 0~ 7m이하	M2	28,399	
24						c-2 철근가공 및 조립/복잡	TON	413,080	
25						c-3 철근콘크리트타설/펌프차,보통(S15, 100m3, 초과)	M3	12,452	
26						c-4 철근콘크리트타설/펌프차,양생비	M3	839	
27						c-5 표면처리/콘크리트양생	M2	467	
28						c-6 ASPHALT 방수/수직면	M2	7,376	
29						c-7 스페이셔설치/슬래브 및 기초	M2	158	
30						c-8 스페이셔설치/벽체용	M2	317	
31						c-9 앵커박기/D25, L=1,000M/M	개	134,889	
32						c-10 콘크리트 면정리/	M2	22,767	
33						c-11 철근 운반/가공공장-현장	TON	15,369	
34						c-12 철근 운반/현장창고-현장	TON	16,314	
35						c-13 철근/연강,D10mm	TON	598,500	
36						c-14 철근/연강,D13mm	TON	655,000	
37						c-15 철근/연강,D16~32mm	TON	650,000	

단가 연계

<그림 3-30> 기초자료 작성 예시

- 작성된 기초자료와 3D 모델링 수량을 연계하여 내역서를 작성함
- 3D 모델링에서 산출된 수량에 대하여 단가를 연계하여 공사비를 산출할수 있음

3.2.5 객체단위 복합공종의 일일 관리 방안

- 객체단위 복합공종의 일일관리방안으로 공사일지 작성이 필요함
- 공사일지는 하루 동안의 공사 진행에 대한 작업 현황을 기록하여 관리하는 문서임
- 기존의 공사일지는 일별로 수행된 상세 작업 업무에 대하여 CBS내역서 기반의 공종별 수량, 인원, 장비현황 등에 관한 내용이 포함되어 작성이 필요함

[별지 제19호 서식] <제31조 별표2 관련>

공 사 일 지

1. 일반현황

작성일자 : . . ( )

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

2. 공정현황

가. 총 괄

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

나. 세부내역

공 종	단위	설계량	보합	실 시 량			진 도(%)		
				전일누계	금 일	누 계	금일실시	당해년도누계	전체누계
토공계									
깍 기									
쌓 기									
배수공계									
가배수관									

(210㎜×297㎜ 백상지 70g/㎡)

3. 인원현황

구 분	전일누계	금일투입	누계인원	비 고
철근공				
목공				
CON'C공				
보통인부				
계				

4. 장비현황

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

5. 주요자재명

품 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

(210㎜×297㎜ 백상지 70g/㎡)

<그림 3-31> 기존의 공사일지

- 기존의 공사일지를 활용하되 BIM 기반의 일일공정관리에 적합한 개선된 공사일지 작성(안)을 제시함
- BIM기반 공사일지는 기본데이터 구축시 선정된 복합공종의 세부공종에 해당하는 OBS내역서를 기반으로 공종별 수량을 기입하는 방식임
- 기존의 공사일지에서 당일 세부 작업 실시량과 진도율을 나타내는 BIM 기반 복합공종을 활용한 일일공정관리에 적합한 변경 양식 제시함

[별지 제19호 서식] <제31조 별표2 관련>

공 사 일 지

1. 일반현황

작성일자 : . . ( )

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

2. 공정현황

가. 총 괄

구 분	진 척(%)			당해년도(%)			전체누계(%)
	총 계	전년까지	당해년도	계획	실시	대 비	
계							
토 공							
배수공							
구조물공							

나. 세부내역

종 별	단위	설계량	보합	실 시 량			진 도(%)		
				전일누계	금 일	누 계	금일실시	당해년도누계	전체누계
토공계									
작 기									
항 기									
배수공계									
가배수관									

(210㎜×297㎜, 백상지 70g/㎡)

3. 인원현황

구 분	전일누계	금일투입	누계인원	비 고
철근공				
목공				
CON'C공				
보통인부				
계				

4. 장비현황

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

5. 주요자재명

품 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

(210㎜×297㎜, 백상지 70g/㎡)

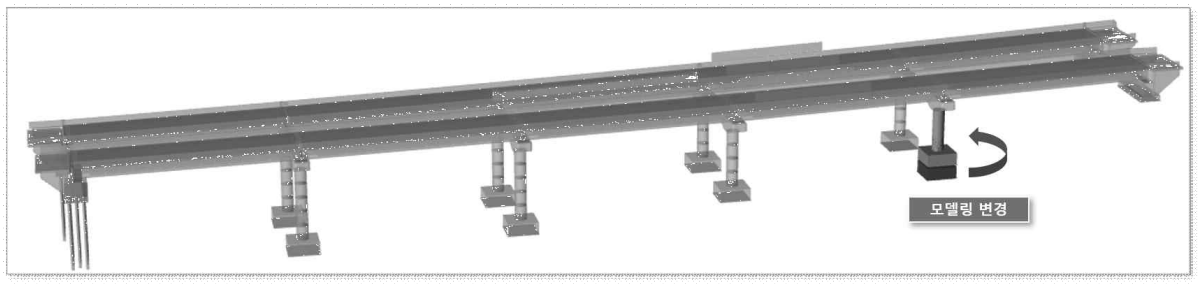
코드	단위	BIM 모델 수량			진도율 (%)	OBS 기준 금액(원)			공정율(%)		비고
		전체	현재	미진행		전체	현재	잔액	현재공정률	남은공정률	
교량공 합계						10,941,298,871	10,851,745	10,930,447,127	0.10%	99.90%	
강상분기점1B 합계						1,098,813,898	10,851,745	1,087,962,153	0.99%	99.01%	
강상분기점1B_A1_말뚝	본			-	10%	105,314,424	10,851,745	94,462,679	10.30%	89.70%	
말뚝자지비T=12MM,D=609.6MM	M	493	58	435	12%	66,056,576	7,771,362	58,285,214	11.76%	88.24%	
철근콘크리트타설양생비콤프자	㎥	3		3		2,738	-	2,738		100.00%	
초음파탐상검사UT	M	6		6		150,000	-	150,000		100.00%	
내부굴착후경타공법D=609.6MM	M	486	57	429	12%	22,410,903	2,636,577	19,774,326	11.76%	88.24%	
말뚝이음T=12MM,D=609.6MM(용가)	개소	17	2	15	12%	3,482,059	409,654	3,072,405	11.76%	88.24%	
말뚝이음T=12MM,D=609.6MM(표준시장)	개소	17	2	15	12%	290,292	34,152	256,140	11.76%	88.24%	
두부보강D=609.6MM	개소	17		17		2,771,000	-	2,771,000		100.00%	
말뚝시험E.o.1.D.동재하시험	회	2		2		1,779,206	-	1,779,206		100.00%	
말뚝시험Restrike,동재하시험	회	3		3		5,331,009	-	5,331,009		100.00%	
말뚝시험수평재하시험	회	1		1		3,000,000	-	3,000,000		100.00%	
철근콘크리트타설보통(S15,100m3초과)콤프자	㎥	3		3		40,641	-	40,641		100.00%	
강상분기점1B_A1_버림	㎥			-		223,674	-	223,674		100.00%	
유로기푸집복잡,0~7m이하	㎡	3		3		89,002	-	89,002		100.00%	
무근콘크리트타설VIB저의	㎥	5		5		134,671	-	134,671		100.00%	
강상분기점1B_A1_기초	㎥			-		3,101,470	-	3,101,470		100.00%	
유로기푸집복잡,0~7m이하	㎡	34		34		954,036	-	954,036		100.00%	
철근가공및조립복잡	TON	3		3		1,304,751	-	1,304,751		100.00%	
철근콘크리트타설보통(S15,100m3초과)콤프자	㎥	55		55		680,463	-	680,463		100.00%	
철근콘크리트타설양생비콤프자	㎥	55		55		45,849	-	45,849		100.00%	
콘크리트양생	㎥	25		25		11,847	-	11,847		100.00%	
ASPHALT방수수작면	㎡	12		12		86,026	-	86,026		100.00%	
스페이셔설치슬라브및기초	㎡	50		50		7,849	-	7,849		100.00%	
스페이셔설치벽체용	㎡	34		34		10,649	-	10,649		100.00%	

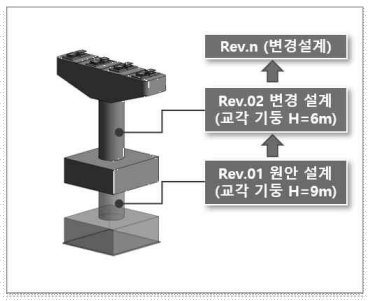
<그림 3-32> BIM기반 공사일지 양식 제안

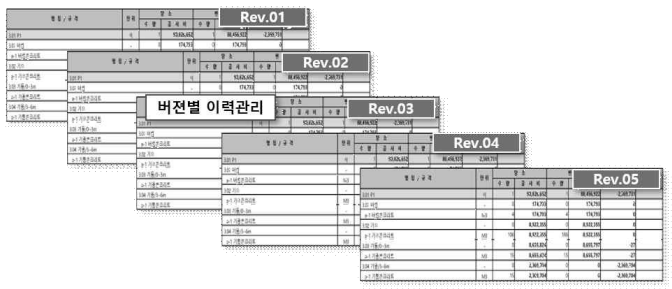
3.3 계약변경에 따른 신규, 증감, 삭제 물량 처리방안

3.3.1 계약변경에 따른 신규, 증감, 삭제 물량 처리방안

- 기간대별 사업비의 산정 및 진척도에 따른 예산의 체계적인 집행계획을 통하여 사업기간 중 예산 확보와 집행 관리의 안정적인 계획 수립 필요함
- 사업관리에 있어서 계약변경 등 사업비 재추정 및 사업비 조정에 대한 관리체계시스템 정립 필요함
- 현장에서 수시로 발생하는 계약변경은 BIM 기반으로 구축된 통합데이터의 3D 모델링 수정으로 공정 및 공사비가 자동으로 변경되어 신속하게 대처할 수 있는 방안 제시함







명 칭 / 규 격	단위	Rev.01		Rev.02		Rev.03		Rev.04		Rev.05		Rev.05		비 고
		수 량	공 사 비	수 량	공 사 비	수 량	공 사 비	수 량	공 사 비	수 량	공 사 비	수 량	공 사 비	
3. 00교 / L=5@45=225.0M	식	1	4,233,842,293	1	4,231,472,597	1	4,229,102,900	1	4,181,472,562	1	4,241,472,562	1	4,236,872,562	
3. P1	식	1	90,826,652	1	88,456,922	1	88,456,922	1	88,456,922	1	88,456,922	1	88,456,922	
3.01 버팀	-		174,793		174,793		174,793		174,793		174,793		174,793	
a-1 버팀콘크리트타설	M3	4	174,793	4	174,793	4	174,793	4	174,793	4	174,793	4	174,793	
3.02 기초	-		8,922,355		8,922,355		8,922,355		8,922,355		8,922,355		8,922,355	
a-1 기초콘크리트타설	M3	106	8,922,355	106	8,922,355	106	8,922,355	106	8,922,355	106	8,922,355	106	8,922,355	
3.03 기둥/0~3m	-		8,655,824		8,655,797		8,655,797		8,655,797		8,655,797		8,655,797	
a-1 기둥콘크리트타설	M3	15	8,655,824	15	8,655,797	15	8,655,797	15	8,655,797	15	8,655,797	15	8,655,797	
3.04 기둥/3~6m	-		2,369,704		2,369,697									
a-1 기둥콘크리트타설	M3	15	2,369,704	15	2,369,697									
3.05 기둥/6~9m	-		2,369,697											
a-1 기둥콘크리트타설	M3	15	2,369,697											

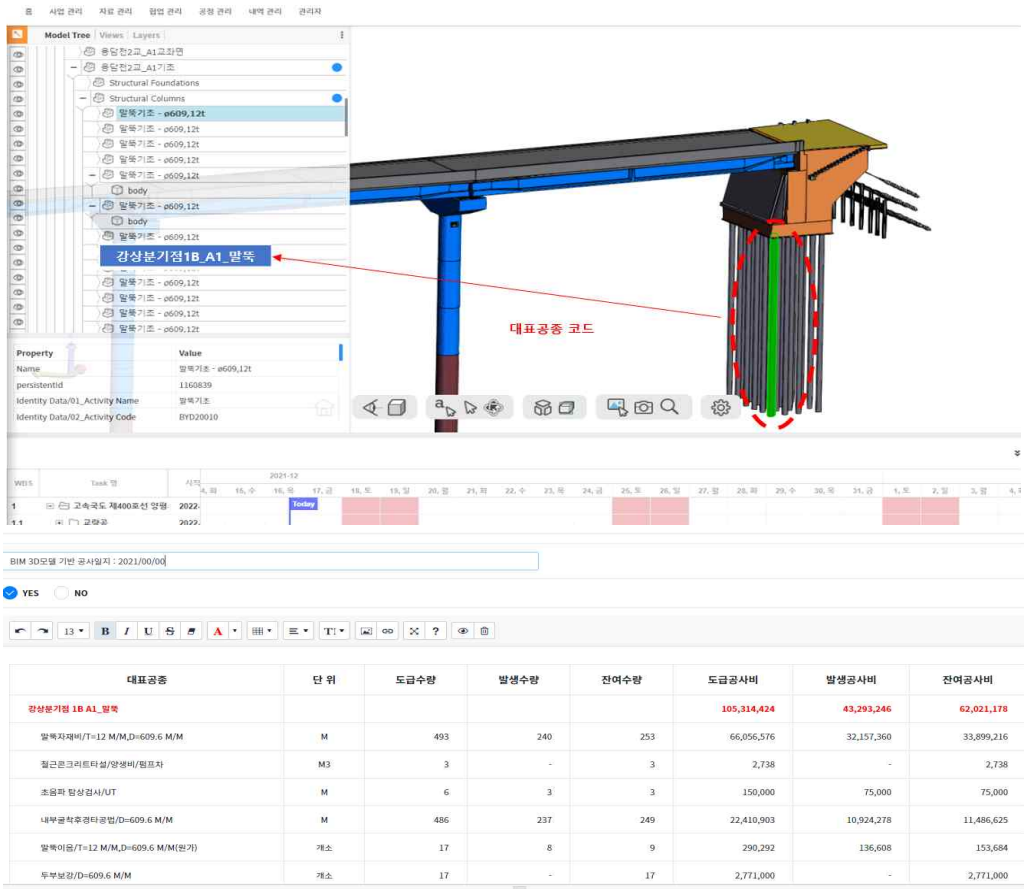
설계 변경

<그림 3-33> 계약변경에 따른 신규, 증감, 삭제 물량 처리방안

3.4 BIM기반 전산기성 공정률 연계 기성금 자동산출 방안

3.4.1 BIM기반 전산기성 공정률 연계 기성금 자동산출 방안

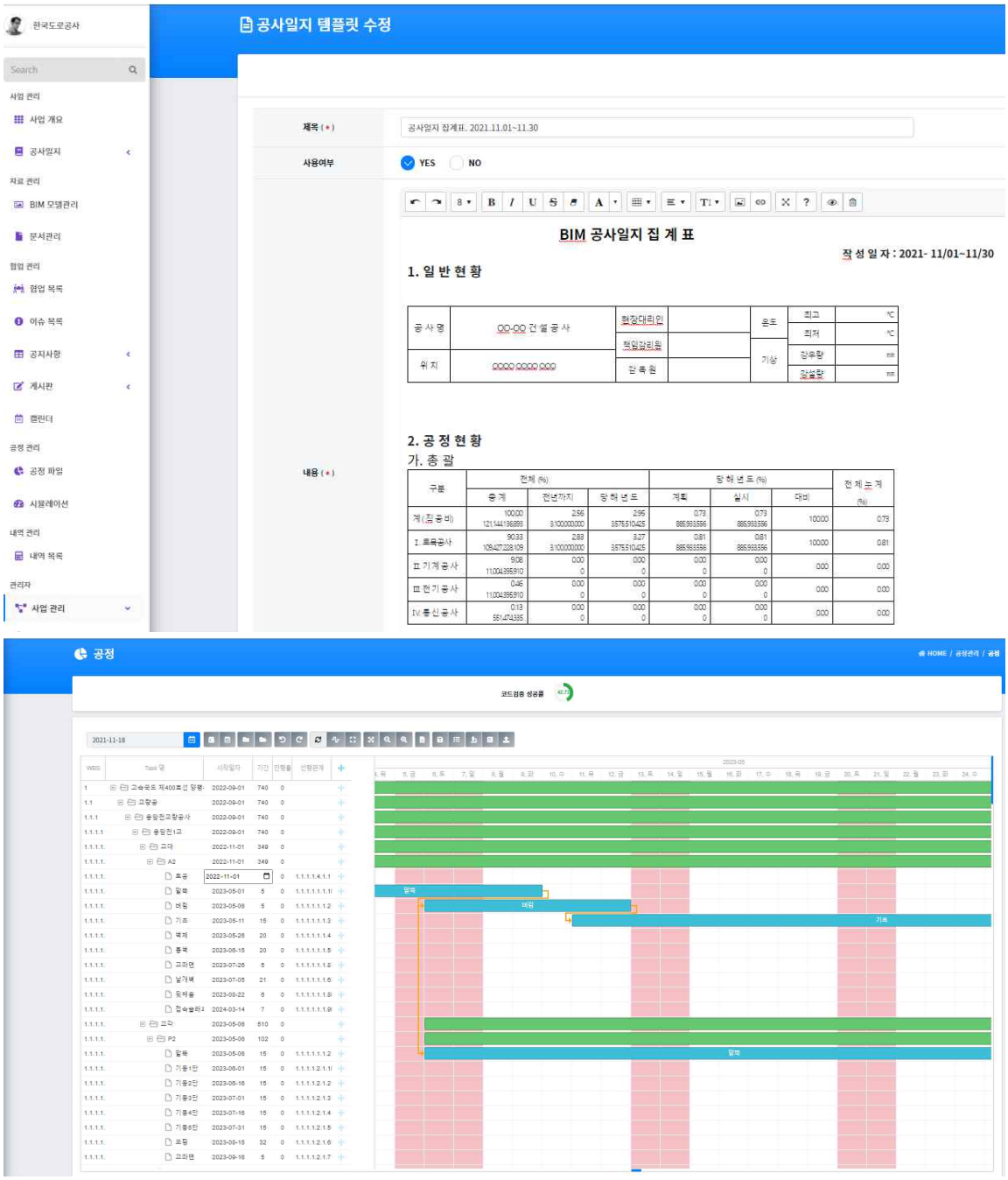
- 수기로 작성되던 공사일지는 향후 웹기반 관리가 가능하도록 시스템 구축이 완료되면 체계적인 공정관리가 가능함
- 웹기반의 공사일지에서는 BIM모델 코드를 입력하여 일일 공사 현황에 대한 3D모델을 활성화하여 직관적 확인이 가능하도록 작성이 필요함
- BIM모델 코드와 일일 시공 수량을 입력하면 모델내 입력된 공정 및 기성 정보가 연계되어 공정률이 자동으로 산출되며, 산출된 공정률을 기반으로 기성 신청금액이 계산될수 있도록 작성이 필요함



<그림 3-34> 웹기반 공사일지

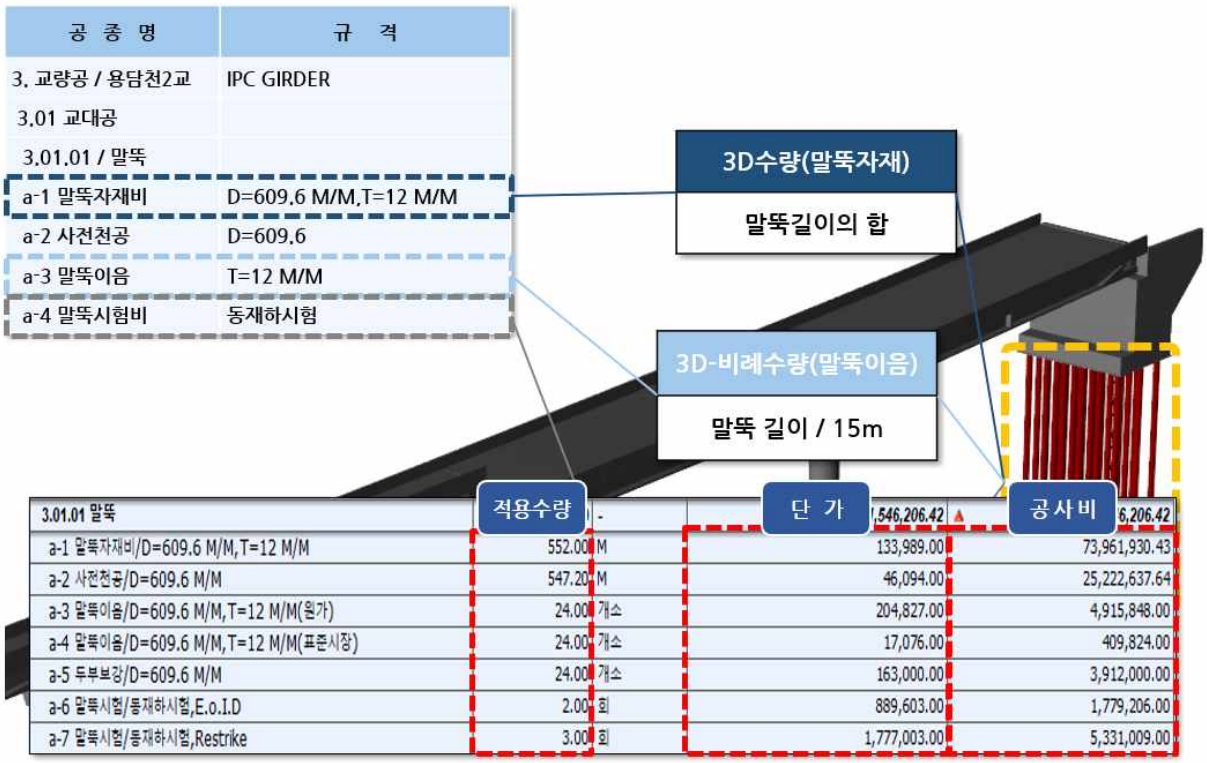
- 수기로 작성 및 집계되었던 일일작업 정보는 향후 웹기반 관리가 가능하도록 시스템 구축이 완료되면 정보의 자동집계로 기존 방식 대비 인력투입 감소 및 효율성 향상됨

- 웹기반 시스템에서 공사 기간별 해당하는 BIM 3D모델과 공종별 상세 공사 내역을 확인할 수 있도록 모델과 공정, 내역의 연계 필요함



<그림 3-35> 웹기반 공사일지 집계안

- 작성된 BIM 모델에 대하여 공종별 적산 특징에 따라 물량을 산출함으로써 도면에 표현되지 않은 공종과 시공단계에서 필요한 물량산출 가능함
- BIM을 활용하여 물량을 산출하기 위해서는 각각의 객체에 속성정보를 부여한 후 이 정보를 체적, 면적, 길이 등으로 구분하여 필요한 공종의 물량정보로 산출함
- BIM 모델링 도구마다 객체정보를 정의하거나 속성정보를 작성하는 방식에서 차이가 있지만 모델링을 통하여 생성된 객체에 필요한 속성정보가 부여되어 물량이 산출되는 개념은 동일함
- 3D 객체에 대한 정보의 연동으로 객체 변환 시 물량, 공사비, 스케쥴에 대한 정보가 연계되어 자동 변환되도록 작성함



공 종 명	규 격
3. 교량공 / 용담천2교	IPC GIRDER
3.01 교대공	
3.01.01 / 말뚝	
a-1 말뚝자재비	D=609.6 M/M,T=12 M/M
a-2 사전천공	D=609.6
a-3 말뚝이음	T=12 M/M
a-4 말뚝시험비	동재하시험

3.01.01 말뚝	적용수량		단 가	공사비
a-1 말뚝자재비/D=609.6 M/M,T=12 M/M	552.00	M	133,989.00	73,961,930.43
a-2 사전천공/D=609.6 M/M	547.20	M	46,094.00	25,222,637.64
a-3 말뚝이음/D=609.6 M/M,T=12 M/M(원가)	24.00	개소	204,827.00	4,915,848.00
a-4 말뚝이음/D=609.6 M/M,T=12 M/M(표준시장)	24.00	개소	17,076.00	409,824.00
a-5 두부보강/D=609.6 M/M	24.00	개소	163,000.00	3,912,000.00
a-6 말뚝시험/동재하시험,E.o.I.D	2.00	회	889,603.00	1,779,206.00
a-7 말뚝시험/동재하시험,Restrike	3.00	회	1,777,003.00	5,331,009.00

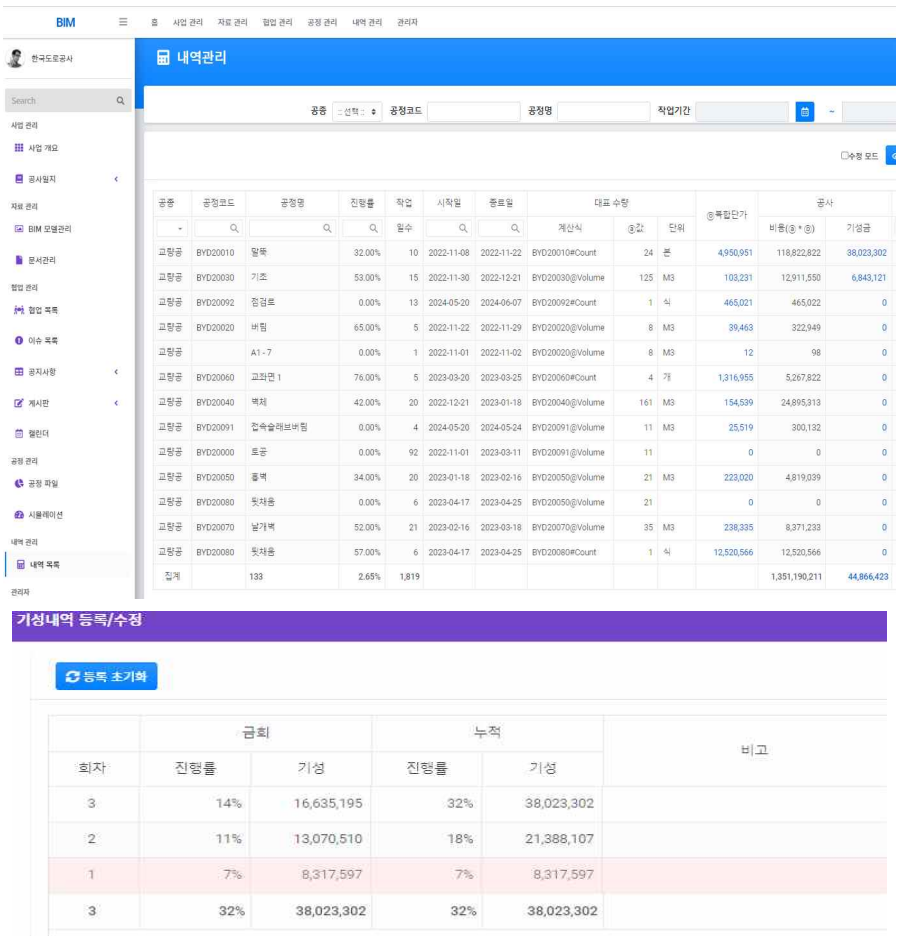
<그림 3-36> BIM기반 내역서

- BIM 기반 기성물량 및 기성금액 산출은 효율적이고 투명한 관리를 위해 BIM 모델의 최소 객체단위로 산정이 필요함

- BIM 모델의 최소 객체단위로 기성금액을 신청할 경우 공사가 진행중인 객체에 대하여는 기성금 신청이 불가한 단점은 있으나 신속하고 효율적인 공사관리가 가능하여 BIM 현장에서는 적합한 방법으로 효과가 우수함

- 복합공종 기반의 일일공정과 내역서 연계를 통하여 작업물량과 금액이 자동으로 누적 관리되며 기성금액은 객체단위로 공사가 완료된 물량으로 신청하되 객체를 대표하는 대표공종 혹은 BIM 3D 모델링을 활용하여 간단히 산정할 수 있음

- BIM 모델링에서 하나의 객체가 규모가 크거나 공사기간이 장기간 소요되어 시공완료전 공사중인 객체에 대하여 기성 신청이 필요할 경우 복합공종 세부내역 실공사금액으로 신청할 수 있음



<그림 3-37> 공정과 원가의 일원화 관리

3.5 BIM기반 공정 / 기성관리 실무 매뉴얼 제작

3.5.1 매뉴얼 개요

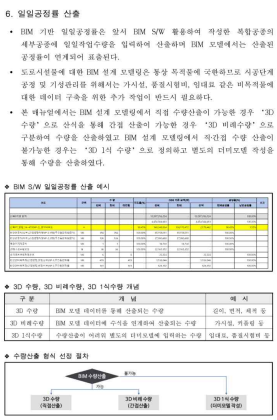
- BIM기반 공정/기성관리 실무 매뉴얼은 고속도로 건설공사에서 3차원 정보의 BIM 데이터를 활용하여 공정 및 기성관리 업무 절차의 실무 지원을 목적으로 작성함
- 한국도로공사의 업무 절차와 성과품 체계를 고려하여 공정 및 기성관리 수행 시 BIM 활용방안을 제시함으로써 시공 중 BIM의 효과적인 수행 방안을 마련하고자 함
- 매뉴얼은 ‘시공단계 BIM 발주 사업’, ‘설계·시공 일괄입찰 발주 사업’, ‘발주자가 BIM 적용이 필요하다고 판단되는 사업’ 등 BIM을 적용함으로써 효과가 기대되는 사업에 적용할 수 있음
- 매뉴얼에서 다루는 것은 시공단계의 공정 및 기성관리 BIM 모델의 구축 및 활용방안, BIM기반 공정관리 체계 및 기성서류 작성과 검토에 관한 내용임
- 매뉴얼의 절차는 다음의 ‘제4장 화도이천사업단 시범적용 및 피드백’에서 시공중 BIM을 시범적용한 내용을 바탕으로 BIM기반 공정 및 기성관리를 위한 실무 절차를 기술하였으며, 작성된 내용은 시범적용 사업에 적용된 공종 및 공사관리 방식으로 작성됨

3.5.2 매뉴얼 구성

- BIM기반 공정 및 기성관리 기본 데이터 작성
  - BIM기반 공정 및 기성관리를 위한 객체별 복합공종 계획 및 설계도서를 활용한 수량분개, 3D 모델링 작성과정, 공정 및 기성 연계를 제시함
- BIM기반 공정 및 기성 데이터 구축
  - BIM기반 공정 및 기성관리를 위한 기본 데이터(공정, 수량, 모델링)를 통합데이터(공정 BIM 모델, 기성 BIM 모델)로 구축하는 과정을 제시함
- BIM기반 공정 및 기성관리
  - 구축된 공정 BIM 모델를 활용한 공정 및 기성관리 방법에 대한 일련의 절차를 제시함

• 한국도로공사의 공사일지를 활용한 BIM 기반 일일공정관리를 통하여 기성 내역서와의 연계과정을 예시로 제시함



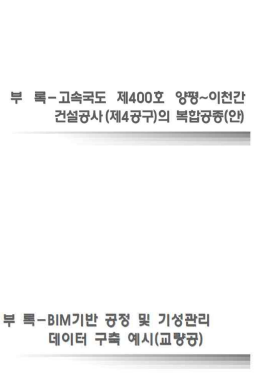


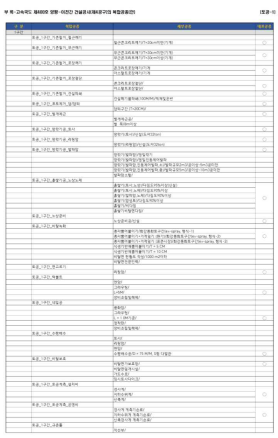
〈그림 3-38〉 매뉴얼 본문 구성

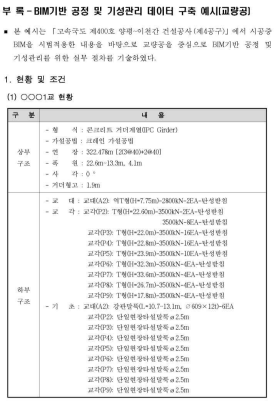
복합공종 및 데이터 구축 예시 제공

• 매뉴얼의 부록으로 시범적용 사업인 「고속국도 제400호 양평~이천간 건설공사(제4공구)」에서 현장여건 및 시공관리계획을 고려하여 선정한 복합공종을 수록함

• BIM기반 공정 및 기성관리 데이터 구축 방법에 대하여 교량공을 중심으로 절차를 예시로 제공함





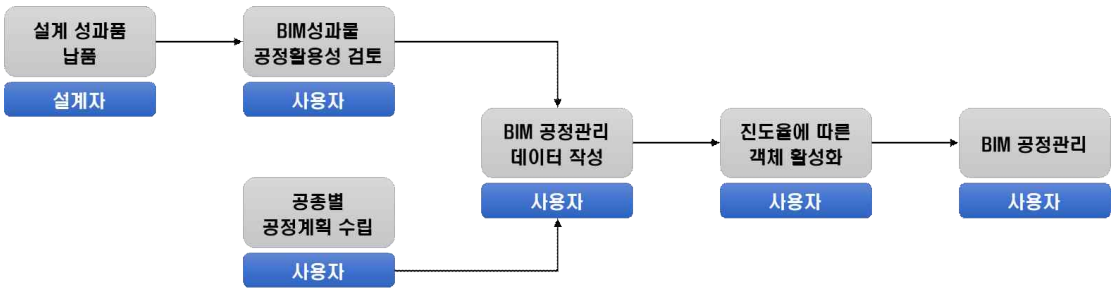


〈그림 3-39〉 매뉴얼 부록(예시) 구성

3.5.3 매뉴얼 활용

- BIM기반 공정 및 기성관리는 BIM 공정계획에 의거하여 총공사에 대한 연도별, 월별, 일일 공정계획을 수립하여 목적구조물에 대한 효율적인 진도율 관리가 가능함

- BIM기반 공정 및 기성관리 기본데이터를 바탕으로 진도율 관리를 할 수 있는 프로그램과 BIM 공정관리에 대한 이해도가 높고 경험이 많은 인력을 중심으로 전담팀을 구성하여 관리할 수 있음



<그림 3-40> 시공단계 공정관리 BIM 수행절차 예시

- BIM기반 공정관리는 객체별 공사기간, 선후행관계, 작업일 계획에 따라 BIM 모델과 연계되어 관리하며, 계획과 실시공정을 시각적으로 확인 가능

- 일일작업관리는 BIM기반 공사일지를 활용하여 계획 공정률 대비 금일 공정률을 비교 · 검토하여 진도관리를 수행함

- BIM기반 계약변경에 따른 증감, 삭제 수량은 BIM 모델 정보 수정으로 처리하며, 신규일 경우 기본 데이터부터 작성 가능함

- BIM기반 공정관리에 개산급 공종 발생 시 해당 공종을 별도로 관리하여 공정률을 따로 계상하고, 기성관리는 기존방식과 동일하게 처리함

- BIM기반 기성관리는 기성 반영일을 기준으로 일일 공사일지를 집계하고 BIM 기성서류(내역서 및 기성검사원 등)을 제출에 활용함

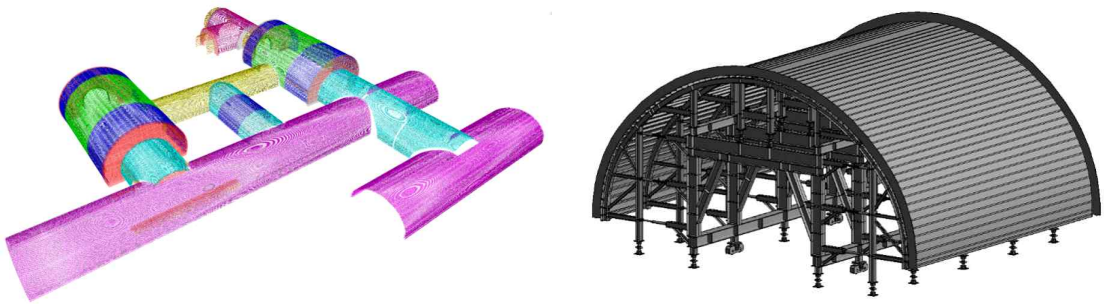
3.6 시공단계 공정관리를 위한 설계단계 BIM 모델링 방안 제시

3.6.1 설계자료의 정확한 3D 모델링

- 설계단계 BIM 데이터는 기본적인 BIM 데이터의 품질확보를 위해 형상의 완성도를 높이고 요구되는 속성정보를 정확하게 반영할 수 있어야 함
- 설계단계에 요구되는 BIM 모델 상세수준이 제시되었을 경우 이에 근거하여, 객체의 표현 수준을 준수하여 작성하며 최종 목적구조물의 형상 표현이 가능한 공종은 모두 BIM 데이터에 반영하여야 함
- 시공단계에서 설계 BIM 데이터를 큰 가공없이 사용하기 위해 가장 최소한의 필요조건으로 실시설계의 도면, 수량 속성이 BIM 데이터에 100% 일치하여야 공정 및 기성관리에 활용이 가능함

3.6.2 선별적 모델링

- 설계 BIM 데이터는 설계수량을 산출하기 위해서 또는 설계도면을 위해 작성해야 하는 모델링이 있음
- <그림 3-41>과 같이 철근, 터널 강재거푸집 등의 모델은 설계수량 및 설계도면을 위해 설계시는 필요하나, 공정 및 기성은 목적물 모델로 관리가 가능함
- 설계 BIM 데이터 작성 시 목적물 이외의 모델은 따로 작성하여 시공단계 활용 시 필요한 모델만 활용이 가능하도록 파일 관리가 필요함

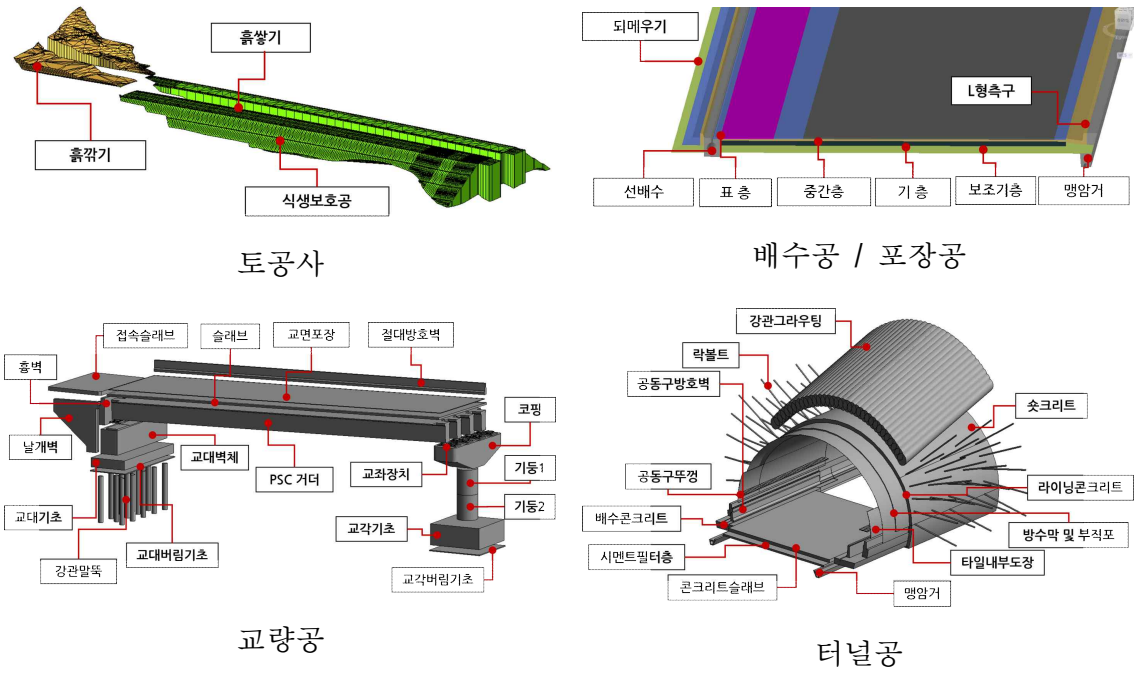


철근 모델링(예시) 강재거푸집 모델링(예시)

<그림 3-41> 선별적 모델링(예시)

3.6.3 공종 및 기성관리를 위한 모델링

- BIM 객체분류체계는 BIM 모델을 각종 업무에 활용하기 위하여 시설물 전체를 대상으로 건설정보분류체계의 관점에서 객체 단위를 분리하거나 조합하여 체계적으로 분류하여야 함
- BIM 객체분류체계는 공종별로 작성 가능한 객체로 구성해야 하며, 각 분류체계에 코드를 부여하여 객체 분류 코드 목록으로 관리하여야 함
- <그림 3-42>와 같이 제시된 공종별 모델 구성체계에 따라 데이터 관리가 가능하도록 고려해야 함



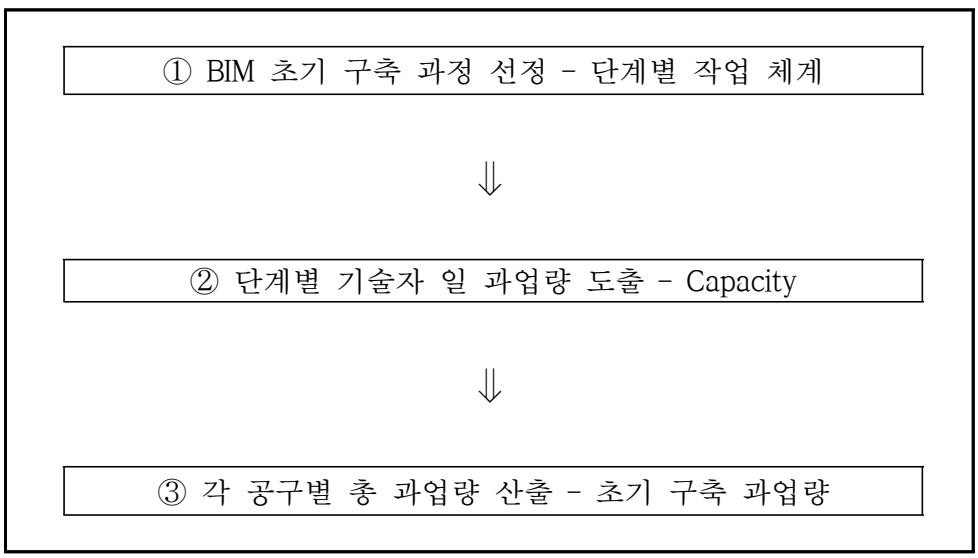
<그림 3-42> 공종별 모델 구성체계

- BIM 모델을 각종 업무에 활용하기 위하여 시설물 전체를 대상으로 건설정보분류체계의 관점에서 객체 단위를 분리하거나 조합하여 체계적으로 분류한 것이다. 시설물 객체에 속성을 구성하기 위한 객체별 속성의 분류로 식별, 형상, 재료 및 코드 등의 특성을 포함하고 있음
- 객체분류체계(OBS)는 작업분류체계(WBS)를 구성하는 BIM 모델의 최소 부위나 자재·부품을 정의하는 분류체계로 현재 건설산업 전 분야를 포괄하기는 미흡한 수준이나 발주처의 의지에 따라 정의할 수 있음

3.7 기존대비 BIM기반 공정/기성관리 계량적 생산성 향상 비교

3.7.1 시범적용 사업 투입비

- BIM기반 공정 및 기성관리를 위한 데이터 구축 및 스마트 시공관리를 위한 연구에 대한 계량적 생산성 평가를 위해서 시범적용 대상사업인 고속도로 건설사업단의 양평~이천 고속도로 건설공사 4공구에 투입된 자료를 바탕으로 비용을 산출함
- 산출방식은 실비정액방식으로 직접인건비, 직접경비, 제경비, 기술료를 합산한 비용으로 산출함. 대가의 기준은 엔지니어링사업대가의 기준에 따라 직접인건비는 기술자 등급별 구분하였으며, 직접경비(10%), 제경비(115%), 기술료(20%)등은 산업통산자원부 고시율에 따라 직접인건비의 비율대로 적용함
- 직접인건비 산출과정은 시공BIM 초기데이터 작성, 시공BIM 데이터 활용단계로 구분하여 투입된 인원으로 산정하였으며, 시공BIM 데이터 활용단계의 투입비는 도로공사의 공사기간을 고려하여 예상인원을 산출함
- BIM 객체분류체계 정립단계는 실제 투입비는 발생하였으나, 체계가 정립된 후 프로젝트 수행 시마다 적용되는 항목이 아니므로, 직접인건비 투입비용에서는 제외함
- 시공BIM 초기데이터 작성투입비용 산출과정은 표 3-10, 표 3-11, 표 3-12와 같음



<그림 3-43> 시공BIM 초기데이터작성비용 개념

<표 3-10> 시공BIM 초기데이터 구축 과정

구 분		개 념	작업 순서
1단계	수량분개	목적물별 수량산출서 (정고려)	① 수량산출방식 정의 (3D, 3D-비례, 3D-1식) ② 목적물별 수량 분개 ③ 임의 구간별 소계 (내역변환 시 활용)
2단계	내역변환	도급내역서 재구성 (수량산출 기반)	① 수량 비교 검토(당초 vs 변환) ② EBS 단가 연계 ③ 공사비 비교 검토(당초 vs 변환)
3단계	3D모델링	목적물별 모델링	① 모델링 작성방향 설정 (코드화, 속성값 정의) ② 지형, 토공부, 구조물 모델링 ③ 구간별 통합모델링
4단계	수량연계	모델링 + 내역변환 연계	① 모델링 입력 ② 내역정보 입력 ③ 모델링 + 내역정보 연계
5단계	공정연계	모델링 + 작업 연계	① 작업(Activity) + 내역변환 ② 공정의 선후행 연계 ③ 계획공정표 작성

<표 3-11> 시공BIM 초기데이터 참여기술자별 투입일수

구 분	수량 분개	내역 변환	3D 모델링	수량 연계	공정 연계	소요일수 합계
고급 1인	434.6일	29.1일	-	183.9일	44.0.일	691.6 일
중급 2인	-	-	81.5일	-	-	81.5 일
초급 2인	-	-	70.0일	-	-	70.0 일

■ <표 3-11>에 산정된 참여기술자별 투입일수는 <표 3-12>의 단계별 기술자 1일 과업량을 기준으로 산정하였으며, 과업량은 시범사업 수행시 실제 발생한 시간을 근거로 각 공종별로 기준량을 산정함

<표 3-12> 시공BIM 초기데이터 단계별 기술자 1일 과업량

구 분			고급1인 (8년이상)	중급2인. (5년이상)	초급2인 (1년이상)
1단계	수량분개	토 공	25개	-	-
		배수공	35개		
		포장공	25개		
		부대공	40개		
		교량공	21개		
		터널공	200개		
2단계	내역변환	토 공	1,000개	-	-
		배수공	1,000개		
		포장공	1,000개		
		부대공	1,000개		
		교량공	200개		
		터널공	2,000개		
3단계	3D모델링	토 공	-	본선:0.05km 나들목:0.15km	-
		배수공			
		포장공			
		부대공	-	0.1km / 0.3km	-
		교량공	-	-	55개
		터널공	-	-	180개
4단계	수량연계	토 공	40개	-	-
		배수공	80개		
		포장공	40개		
		부대공	90개		
		교량공	30개		
		터널공	700개		
5단계	공정연계	토 공	400개	-	-
		배수공	400개		
		포장공	400개		
		부대공	400개		
		교량공	80개		
		터널공	2000개		

▣ 시공BIM 데이터 활용단계의 투입비 산출근거는 <표 3-13>, <표 3-14>와 같으며, 유지관리 투입인원의 경우 고급기술자 1인과 초급기술자 1인으로 가정하여 산정함

<표 3-13>시공BIM 데이터 활용단계 업무별 표준 소요일수(예상)

구 분		업무내용	소요일수 (일/년)	비 고
1	기성관리	기성서류 작성	12	월 1회
2	공정관리	공정 사항 주기적 반영	12	월 1회
3	시공관리	민원, 검측(품질) 작업 시뮬레이션	24	월 2회
4	설계방향 피드백	설계단계 BIM 피드백 제시	24	월 2회
5	시공표준 모델제시	시공단계 BIM 표준모델 제시	24	월 2회

<표 3-14>시공BIM 데이터 활용단계 소요일수 산정근거(예상)

구 분	‘22년	‘23년	‘24년	‘25년	‘26년	합 계
기성관리	12일	12일	12일	12일	12일	60일
공정관리	12일	12일	12일	12일	12일	60일
시공관리	24일	24일	24일	24일	24일	120일
설계방향 피드백	24일	–	–	–	–	24일
시공표준모델제시	24일	–	–	–	–	24일
총 소요일수						288일

■ 시범적용 대상사업인 고속도로 건설사업단의 양평~이천 고속도로 건설공사에 투입된 비용은 <표 3-9>와 같음

<표 3-15>스마트 시공관리를 위한 BIM 시범사업 적용 투입비

구 분		기 준 단 가	소요일수	투입비용 (원)
초기구축	고급기술자	235,682 원	692.0 일	163,084,629
	중급기술자	219,451 원	163.0 일	35,770,513
	초급기술자	170,615 원	140.0 일	23,890,925
운영관리	고급기술자	235,682 원	288일(5년)	67,876,416
	초급기술자	170,615 원	288일(5년)	49,137,120
① 직접인건비				339,759,603
직접경비		직접인건비 × 10%		33,975,960
제 경 비		직접인건비 × 115%		390,723,543
기 술 료		직접인건비 × 20%		67,951,921
② 소 계				492,651,424
③ 설 계 비		① 직접인건비 + ② 소계		832,411,027
④ 투입비용		832,411,027 원		

3.7.2 시범적용 사업 생산성 평가

- BIM 객체분류체계를 바탕으로 스마트 시공관리의 활용성에 대한 연구로 활용성의 객관적 평가를 위해서는 경제성 평가지표가 필요함
- 시범적용 사업에 반영하여 실제 투입된 비용을 산정하였고, 투입된 비용으로 인해 발생하는 편익을 비교 분석하면 본 연구 활용성에 대한 가치 판단기준이 될 것임
- 투입된 비용 추정은 <표 3-10>과 같으며, 위 자료를 바탕으로 발생하는 편익을 산정해 보았다. 편익을 산정하기 위해 3가지로 가정하였음

(편익 1) 시공 공무인력 활용성 증대의 편익

(편익 2) 시각적 진도관리로 사전 리스크 해소의 편익

(편익 3) 시공상세도 활용 및 설계변경 절감의 편익

- (편익 1) 시공 공무인력 활용성 증대의 편익은 BIM 연구내용을 바탕으로 공무업무 영역인 기성관리에 활용할 수 있음
- 특히, 공무업무에 가장 큰 비중을 차지하고 있는 기성 서류 작성 시간을 당초 공무인력 2인이 5~7일 소요됨
- BIM 객체정보를 활용 시 작업일보와 정보가 연동되어 실시간 진도율이 반영되면 최대 1일이면 기성서류를 작성이 완료되어 검토 후 제출할 수 있어, 잉여인력을 안전과 시공에 활용할 수 있음
- 공무인력 2인의 월 급여를 500만원으로 가정 시 다음과 같이 편익을 계산할 수 있음

  = 공무인력 월 급여 × 2인 × 기업의 이윤 및 관리비 × 기성서류작성 절감일 ÷ 월근무일수 × 년 기성 횟수 × 공사기간

  = 0.05억원 × 2인 ×1.8 ×(6일−1일) ÷ 22일 × 12개월 × 5년

  = 2.45억원

■ (편익 2) BIM 객체정보를 활용 시 실시간 계획대비 실공정율과 단계별 예산을 비교할 수 있으며, 장비운영 및 인터페이스에 사전 시뮬레이션이 가능하여, 시공 리스크를 최소화할 수 있음

■ 시공사의 리스크 비용을 1~2%라 가정 시, 리스크 비용을 시공사의 편익으로 활용할 수 있음

= 전체공사비 × 시공사에서 책정한 리스크비율 × 정확성 비율

= 3000억원 × 1.5% × 0.7

= **31.50억원**

■ (편익 3) BIM 객체정보를 활용 시 시공상세도 비용을 BIM 데이터로 활용할 수 있으며, 설계변경에 대한 투입비용도 50% 이상 줄일 수 있음

= 시공상세도비용 × 활용성비율 + 년간 설계변경투입비용 × 공사기간 × 활용성비율

= 4.5억원 × 70% + 2억원 × 5년 × 50%

= **8.15억원**

<표 3-16> BIM기반 스마트 시공관리 시범적용 대상사업 비용 및 편익

구 분		업무내용	비 고
비용	1	시범적용 사업 투입 비용	8.32억원
비용 소계			8.32억원
편익	1	시공 공무인력 활용성 증대	2.45억원
	2	시각적 진도관리로 사전 리스크 해소	31.50억원
	3	시공상세도 활용 및 설계변경 절감	8.15억원
편익 소계			41.20억원

■ BIM 시공관리 시범적용 대상사업에 대한 비용 및 편익은

= 41.20억원 ÷ 8.32억원 = 4.95

■ 시범적용 대상사업의 비용, 편익 비율은 [BIM 기술동향 조사 및 도로분야 도입방안 연구](국토교통부, 2014)에서 제시한 4.628과 유사한 결과를 확인할 수 있음

3.8 효율적인 BIM기반 공정/기성관리 방안 제시

3.8.1 효율적인 BIM기반 공정관리 방안

■ 건설산업 시공관리는 예정목표에 맞는 일정 및 예산을 집행해야 하고, 이러한 공사의 진행관리를 진도관리라 하며, 진도관리는 적절한 시기마다 공사의 계획공정 진도와 예정된 예산집행을 집행 작업률과 비교 분석하여 문제점을 사전에 분석, 리스크에 대한 대책 마련이 시공관리에서는 매우 중요함

■ 진도관리 측정 방법에는 <표 3-17>와 같음

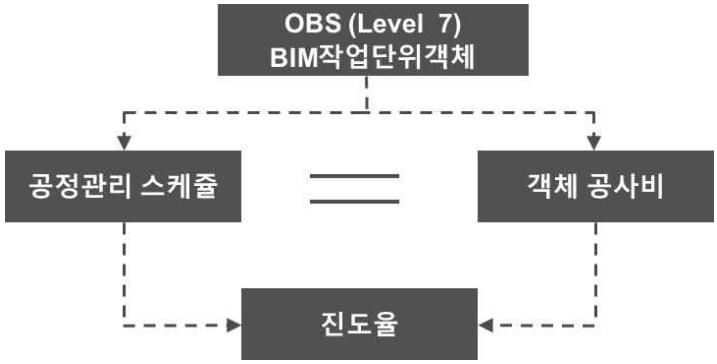
<표 3-17> 진도관리 측정방법

구 분	내 용
완료물량 측정	• 쉽게 측정이 가능하고 각 단위 작업에 필요한 노력이 거의 같은 반복되어지는 작업에 적합함
진행단계별 측정	• 순차적으로 진행되는 세부작업군으로 구성되어 있는 작업에 적합하다. 작업 진행율은 각 작업에 소요될 노무량에 기준하여 제시되어짐
시작/완료 구분에 의한 측정	• 세부작업군 구분이 어렵거나 단위작업기간별 노력도를 측정하기 어려운 작업에 적합함
추정에 의한 측정	• 어느 특정의 측정방법적용이 어려운 상대적으로 중요하지 않은 작업에 적합함
공사비 비율에 의한 측정	• 기간이 긴 또는 프로젝트 진행되면서 지속적으로 진행되는 일식으로 예산이 잡히는 작업에 적합함
가중치에 의한 측정	• 서로 작업진도 측정단위가 다른 몇 개의 세부작업으로 구성된 기간이 긴 작업에 적합함

■ 해외공사의 경우 완료물량 측정 및 시작/완료 구분에 의한 측정 방식을 주로 사용하고 있으며, 별도의 진도관리용 내역서를 작성하고 있음

■ 국내의 경우 대부분 진행단계별 측정 또는 공사비 비율에 의한 측정으로 진도를 관리하고 있어, 선행적 관리가 아닌 물량검증에 중점을 두고 있음

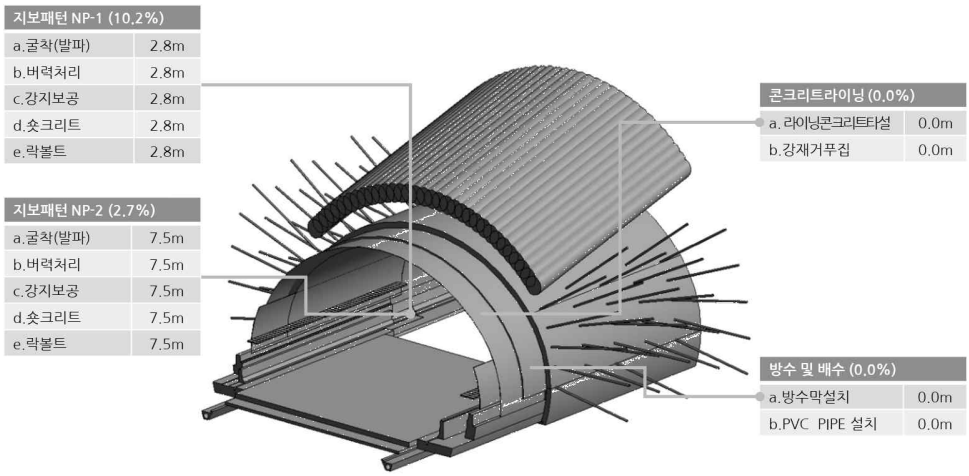
■ 이에 효율적인 공정관리 방안으로 국내 물량검증 방식과 해외 선행적 관리방식을 중용 BIM 작업단위객체에 <그림 3-44>와 같이 공정과 공사비 정보를 같은 LEVEL로 정의하게 되면 선행적 관리는 공정관리에서 물량검증은 공사비 관리에서 진도관리를 수행하게 됨



<그림 3-44> 일일 진도율 관리방안

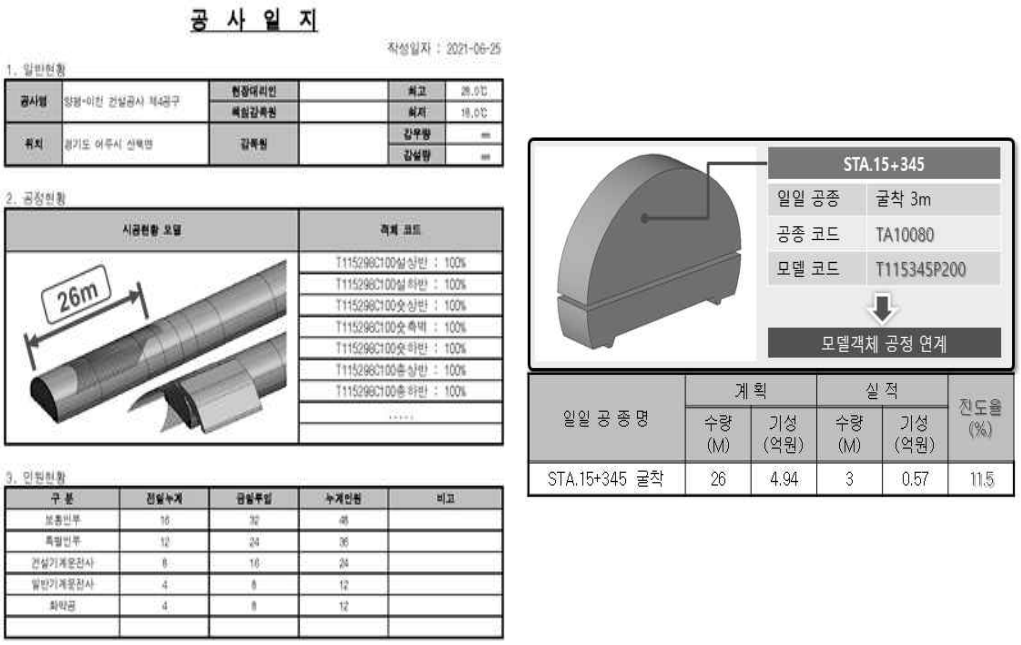
- <그림3-45>는 BIM 객체에 공사비단위별 비율대로 분개한 예로 실제 시공 현장에서 세부 작업 단위별 작업이 완료된 물량을 측정하면, BIM객체에 공사비 비율대로 표현되어 물량검증이 가능함

- 세부 작업 단위 시작과 종료를 BIM 객체에 정보 기입, 관리하면 계획공정과 실공정을 시각적으로 비교 검토할 수 있어 선행적 관리를 수행할 수 있음



<그림 3-45> 객체단위 비율 방식(예시)

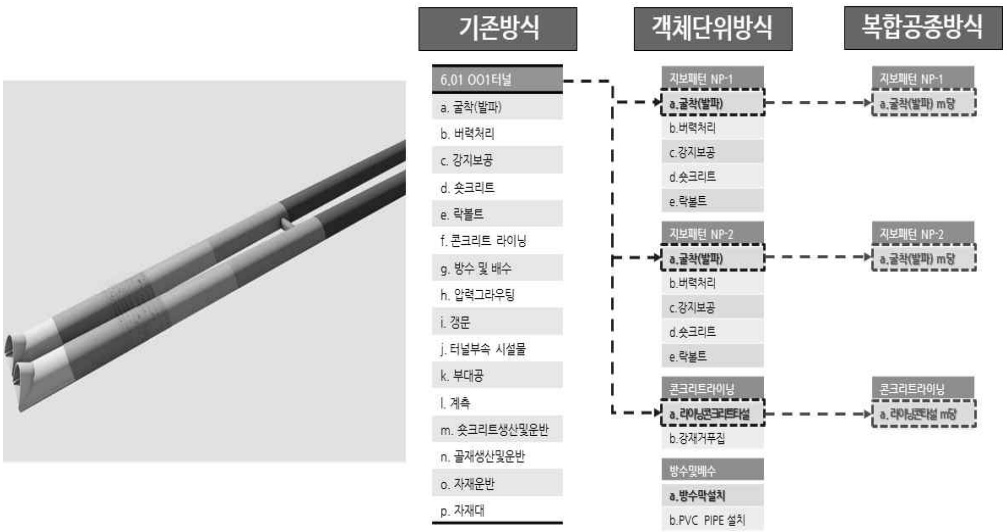
- <그림 3-46>과 같이 공사일지를 BIM 객체기반으로 수정 작성하게 되면, 일일 진척도를 BIM 객체 코드 기반에 표현 계획 및 실적 진도율을 상세히 표현할 수 있음



<그림 3-46> BIM 공사일지 기반 진도율 관리방식(예시)

3.8.2 효율적인 BIM기반 기성관리 방안

□ 공사비 정보 연계방안으로 <그림 3-47>과 같이 기존 공종 중심의 정보를 BIM 객체기반 분류체계(OBS) 기준으로 세부공종을 분개한 후, 세부공종 중 BIM 모델객체를(OBS) 대표할 수 있는 공종을 선정, 대표공종 단위로 복합단가를 구성함



<그림 3-47> 터널 복합공종 구성 방안(예시)

- <그림 3-48>은 복합단가 산정의 예시로 P-1패턴 25M의 공종인 굴착, 버력처리를 품셈 기준으로 산정 시 451,760,960원이며, 이를 BIM 모델객체를 (OBS)대표할 수 있는 굴착공정으로 선정 대표 단위를 m로 선정하여 버력처리를 포함한 복합단위 단가는 17,375,422원으로 산정할 수 있음

- 이를 BIM 객체속성에서 산출할 수 있는 길이수량 26m를 연결하면 451,760,972원으로 산출되며, 기존방식과 BIM 기반 복합단가로 산정된 금액의 차액을 비교해보면 차액은 12원으로 공사비의 오차율은 거의 없음

품셈기준 공사비(기존방식)

공종명	수량	단위	합계	
			단가	금액
A. P-1패턴	26	M		**451,760,960**
a-1 굴착	2,080	M3	212,492	441,983,360
a-2 버력처리	2,240	M3	4,365	9,777,600

대표공종및단가산정

공종명	수량	단위	합계	
			단가	금액
A. P-1패턴	1	M		**17,375,422**
a-1 굴착	80.000	M3	212,492	16,999,360
a-2 버력처리	86.154	M3	4,365	376,062

BIM 객체기반 공사비

공종명	수량	단위	합계	
			단가	금액
A. NP-1패턴 (굴착)	26	M	17,375,422	**451,760,972**

12원

<그림 3-48> BIM 객체기반 복합단가 구성방안(예시)

- 또한, 기존 공종중심의 수량산출은 계획이 변경될 때마다 재산출하여야 하나, BIM 객체기반 수량산출은 모델속성에서 수량정보를 가져오므로 단위당 복합단가만 정해지면 수량산출 시간을 줄일 수 있어 공사비 산출에 큰 장점이라 할 수 있음

- BIM 활성화를 위해서는 객체기반의 복합단가를 적용하는 방안이 데이터 구축 및 관리에 유용할 것으로 판단됨 하지만 복합단가를 적용하기 위한 검증절차는 필요할 것으로 판단됨

- 만약, 검증된 복합단가가 표준화된다면 BIM기반의 공정 및 기성관리 뿐만 아니라 설계단계 BIM 또한 활성화될 것으로 사료됨

제4장 화도이천사업단 시범적용 및 피드백

4.1 화도이천사업단 스마트건설 개요

4.2 화도이천사업단 시범적용

제4장 시공단계 BIM 활용방안 마련

4.1 화도이천사업단 스마트건설 개요

- BIM기반 고속도로 건설공사 공정관리체계 구축은 연구성과에 그치지 않고 실제 건설공사에 적용 가능한 활용적 연구가 되기 위해서 현장 검증이 필수적이며, 구축된 모델의 시범적용으로 지속적인 현장 피드백을 통하여 현장 적용성 및 활용성을 높이고자 함

- 최종적으로 시범적용 및 피드백을 통한 BIM 기반 공정·기성관리 등 스마트 건설기술의 건설현장 정착을 위한 기반을 도모함

- 이에, 본 연구에서는 국토교통부에서 BIM 기반 추진 시범사업으로 선정한 화도이천사업단의 양평~이천 고속도로 건설공사 4공구를 대상으로 시공단계에서 BIM 기반 공정·기성관리 개발 모델을 적용함

- 양평~이천 고속도로 건설공사 4공구는 토공, 교량공, 터널공 등 주요 건설공사 전공종이 포함되어 있는 구간으로 BIM 기반 공정·기성관리 개발 모델을 시범적용 대상 사업으로 선정하기에 적절함



<그림 4-1> 시범사업 적용 대상

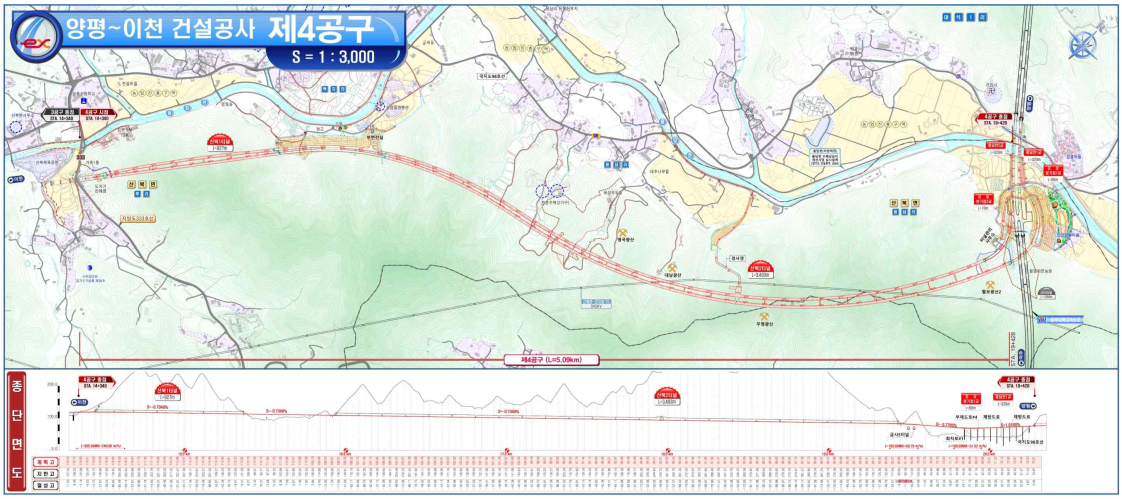
4.1.1 시범적용 대상사업 개요

- 시범적용 대상사업으로 선정된 화도이천사업단의 양평~이천 고속도로 건설공사 4공구 건설공사는 제2차 도로정비기본계획(2011~2020) 및 수도권 고속도로망 구축 실행계획(2008.06)에 반영된 수도권 제2외곽순환고속도로의 일부구간이며, 광역경제권 30대 선도 프로젝트로 포화상태의 수도권 생활환경 분산 및 지역균형 발전을 도모하고자 시행되는 사업임

- BIM 기반 공정·기성관리 개발 모델은 초기데이터 구축이 현장운영 적용 가능 여부에 중요한 요소이며, 추후 지속적인 활용을 위해 토공, 교량공, 터널공 등 주요 건설공사 전 공종이 포함되어 있음

<표 4-1> 시범적용 대상사업 개요

사 업 명	고속국도 제400호 양평~이천간 건설공사(제4공구)
사업위치	경기도 여주시 산북면 후리 ~ 경기도 여주시 산북면 용담리
사업기간	2020년 12월 ~ 2026년 12월 준공 예정
현 사업단계	시공단계
사업규모	· 연 장 : L = 5.09km · 폭 원 : L = 23.4m(왕복4차로) · 교 량 : 4개소, 총 L=728m - 강상분기점1교 : L = 80m(SEB GIRDER교) - 강상분기점2교 : L = 8m(RC함형라멘교) - 용담천1교 : L = 320m(IPC GIRDER교) - 용담천2교 : L = 320m(IPC GIRDER교) · 터 널 : 2개소, 총 L=4,420m(양평방향 기준) - 산북1터널 : L = 927m(양평방향), L = 904m(이천방향) - 산북2터널 : L = 3,493m(양평방향), L = 3,349m(이천방향)

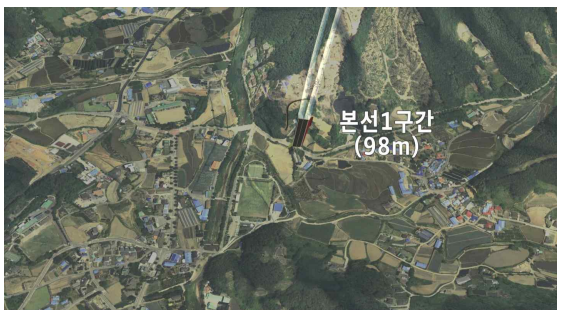
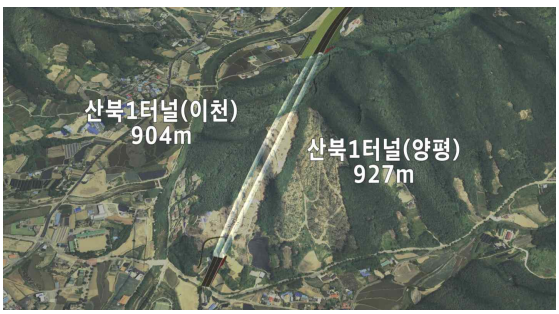


<그림 4-2> 시범적용 대상사업 현황도

4.1.2 시범적용 대상사업 현황 모델링

■ 시범적용 대상사업에 대하여 BIM 기반 공정 · 기성관리를 위한 3차원 BIM모델링을 수행하였으며, 토공, 교량공, 터널공으로 구간을 구분하여 초기데이터를 구축함

<표 4-2> 시범적용 대상사업 모델링 구축 현황(계속)

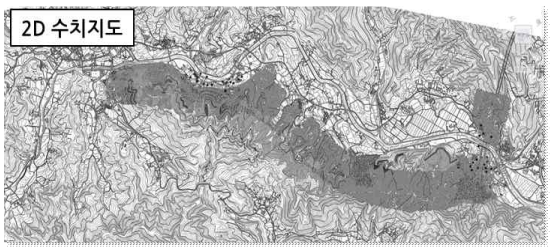
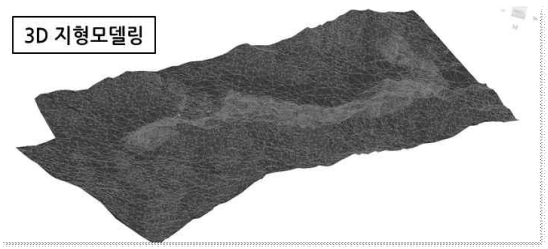
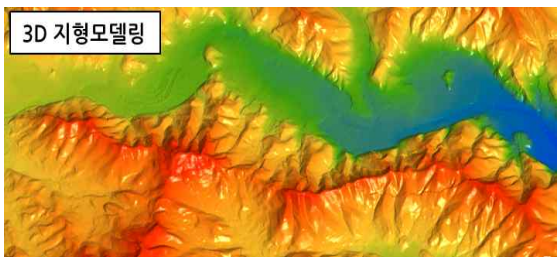
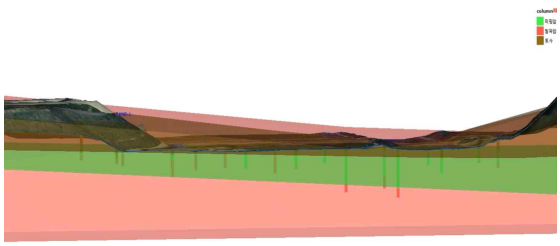
대상사업 전체현황	
	
본선1구간 모델링	산북1터널 모델링
	

<표 4-2> 시범적용 대상사업 모델링 구축 현황

본선2구간 모델링	산북2터널 모델링
	
강상분기점 모델링	**교량 모델링**
	

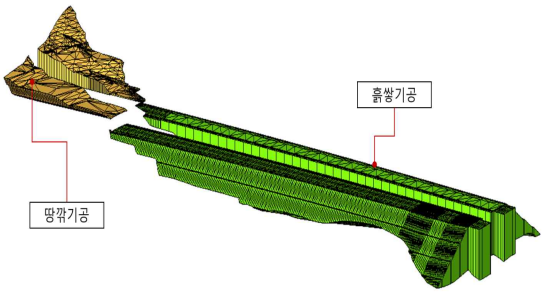
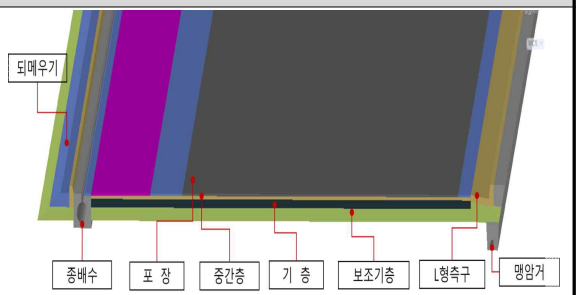
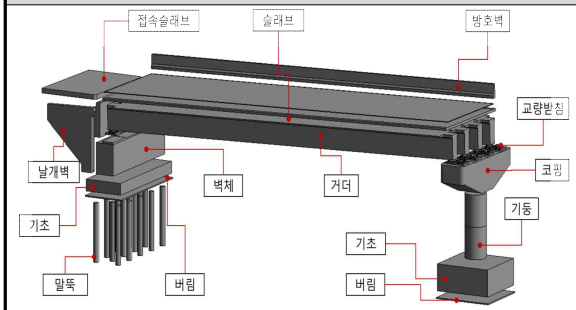
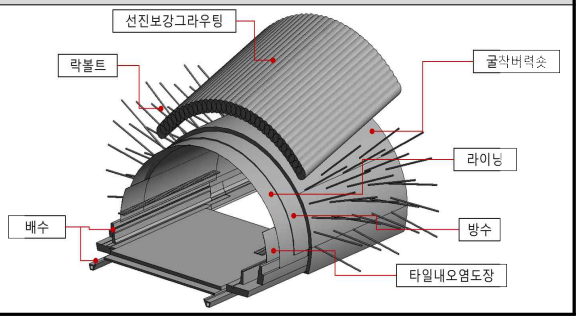
■ 시범적용 대상사업의 현황은 수치지도 및 현황측량 데이터를 기반으로 1차 지형모델링을 구축한 후 공사전 시공측량을 통해 최종 3차원 지형모델링을 보완하였으며, 시추조사 위치별 결과를 대상 구간에 반영하여 지층 모델링을 반영함

<표 4-3> 대상구간 3차원 지형 및 지층 모델링

① 수치지도 및 현황측량 정리	② 3차원 지형 모델링 작성
	
③ 3차원 지형모델링 보완(시공측량)	**④ 3차원 지층 모델링**
	

■ 시범적용 대상사업에 대하여 BIM 기반 공정·기성관리를 위해 부재별 모델링을 수행하였음

<표 4-4> 부재별 모델링

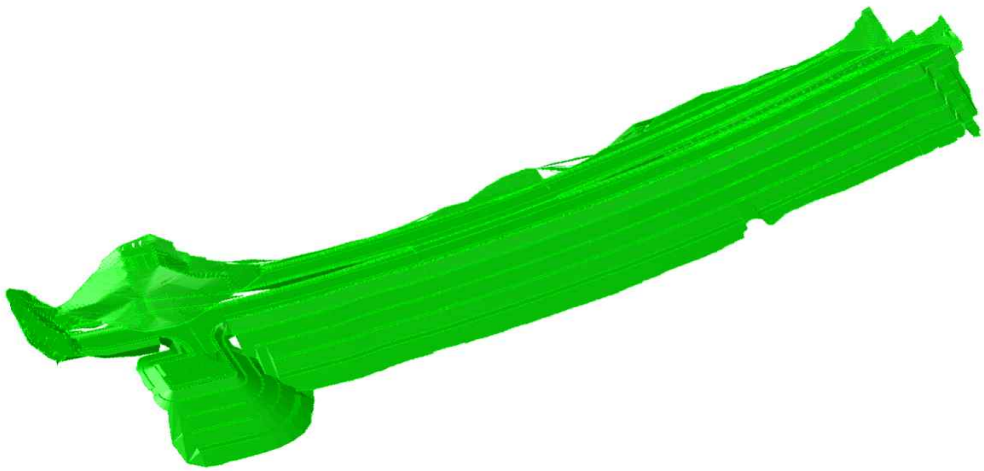
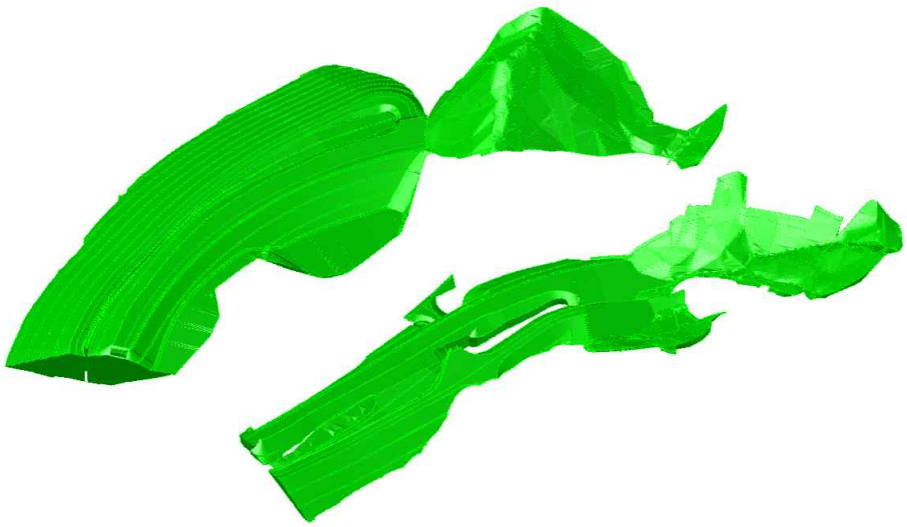
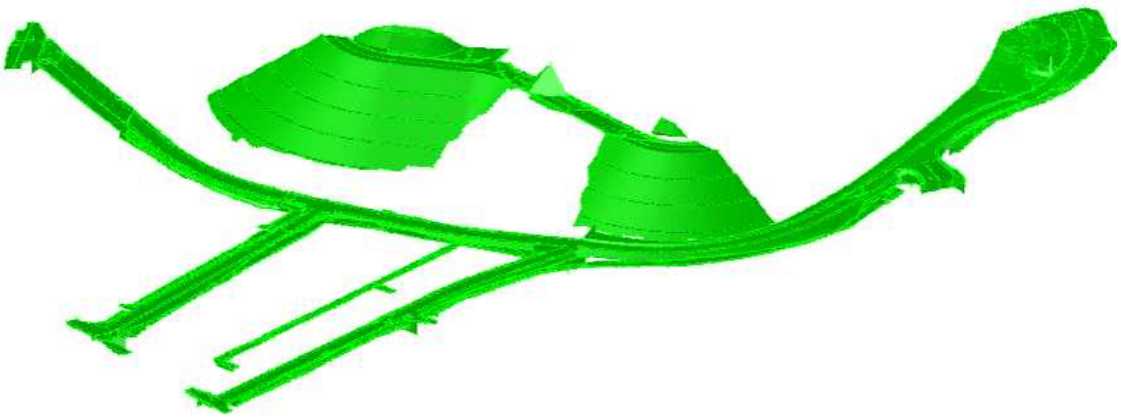
① 토 공	② 배수공/포장공
	
③ 교량공	④ 터널공
	

■ 토공, 교량공, 터널공 등 각 공종의 상세 모델링은 다음과 같음

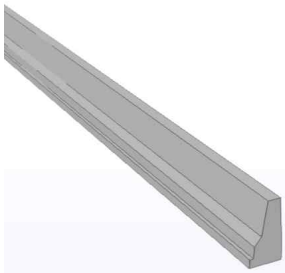
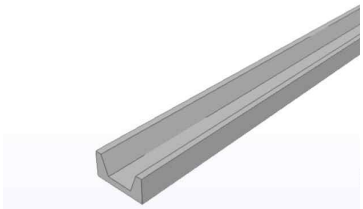
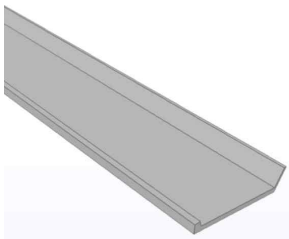
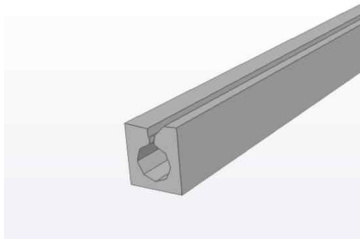
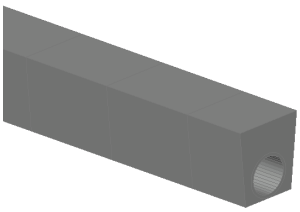
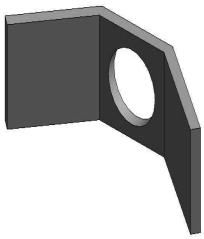
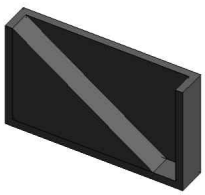
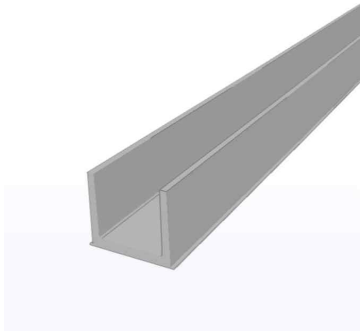
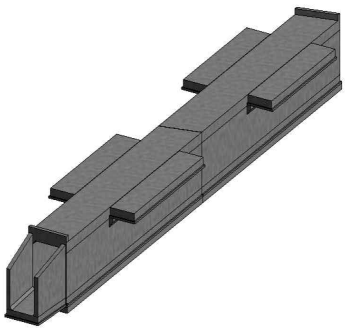
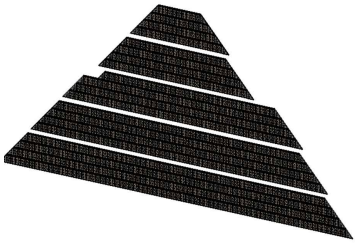
<표 4-5> 토공 모델링(계속)

본선 1구간

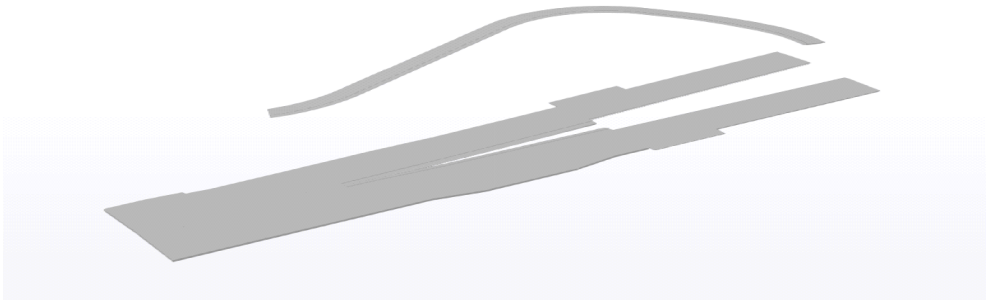

〈표 4-5〉 토공 모델링

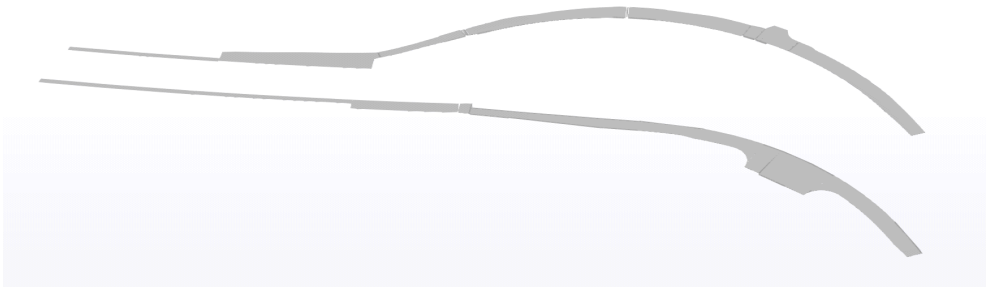
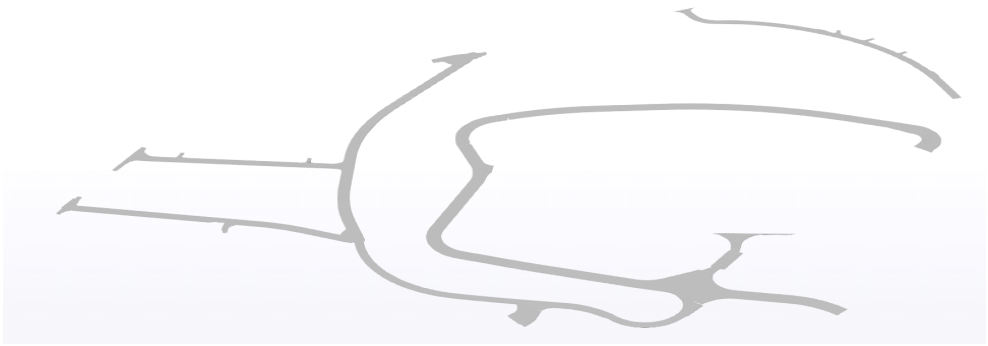
본선 2구간

본선 3구간

본선 4구간


<표 4-6> 배수공 모델링

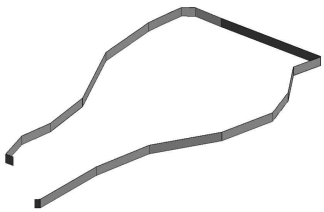
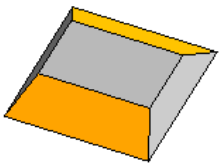
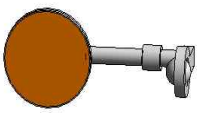
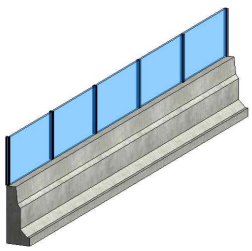
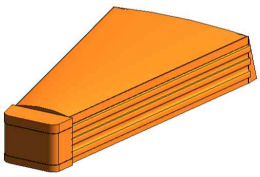
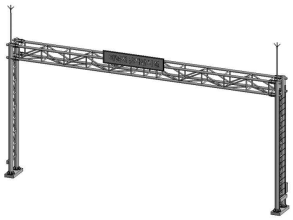
L형 측구	V형 측구	소단 측구
		
연속배수시설	맹암거	도수로
		
배수관	배수관 날개벽	동물이동 경사로
		
철근콘크리트 개거	암거	옹벽
		

<표 4-7> 포장공 모델링

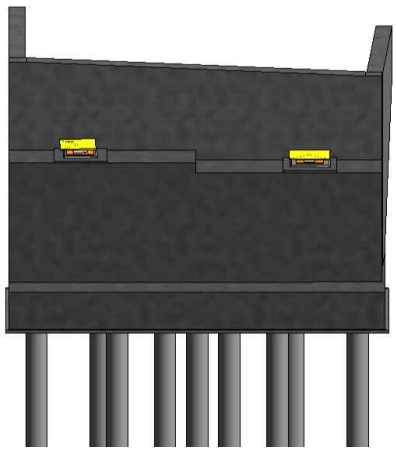
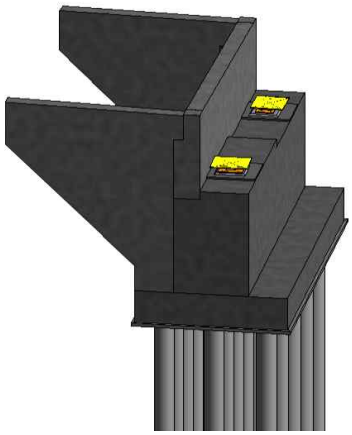
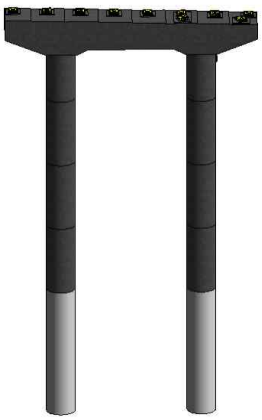
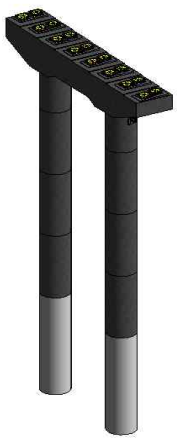
본선 1구간

본선 2구간

본선 3구간

본선 4구간


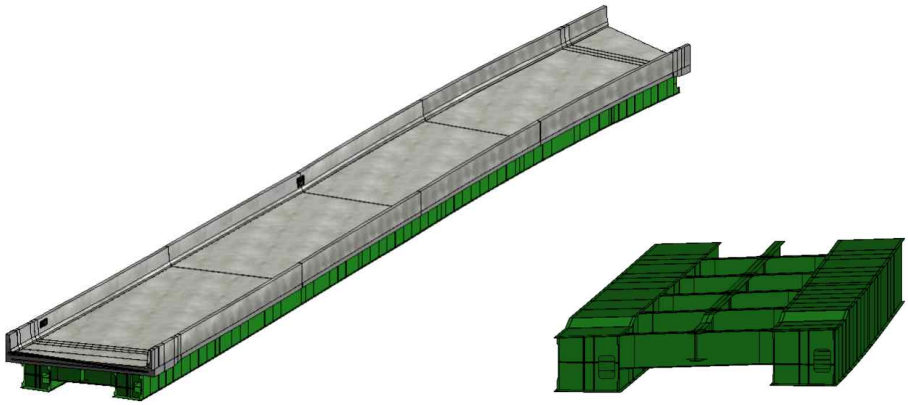
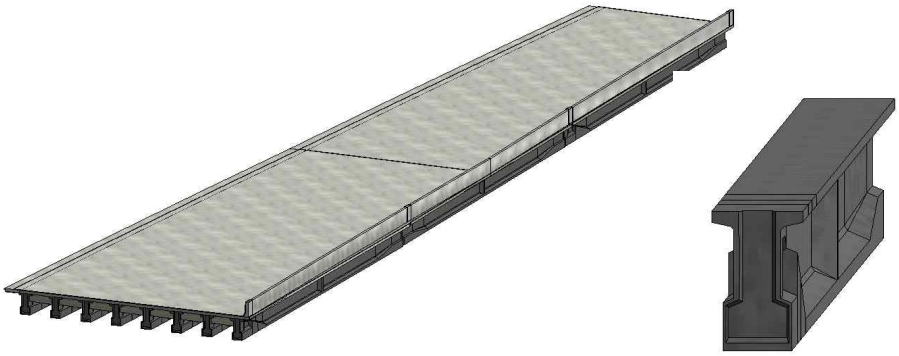
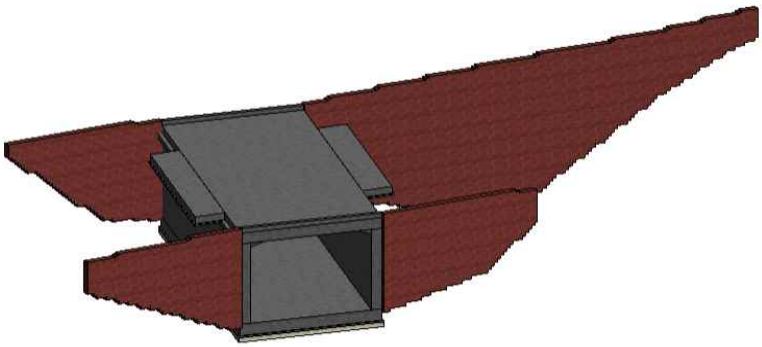
<표 4-8> 부대공 모델링

교통표지판	안내표지판	가드레일
		
가설휀스	표지병	시선유도봉
		
데리네이터	갈매기표지판	방음벽
		
충격흡수시설	터널진입차단시설	준공표지판
		

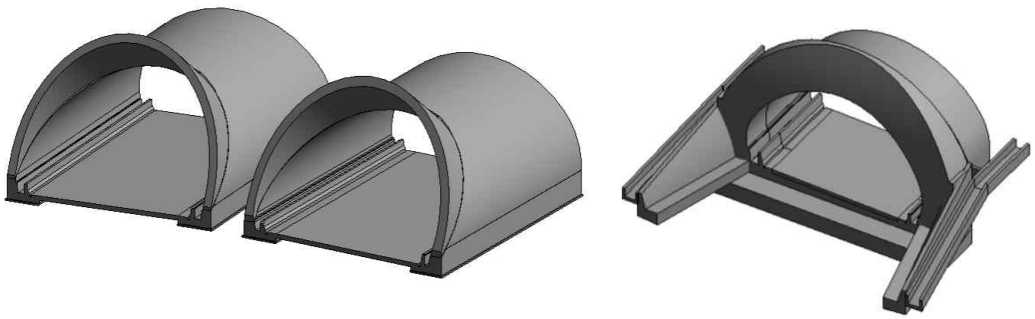
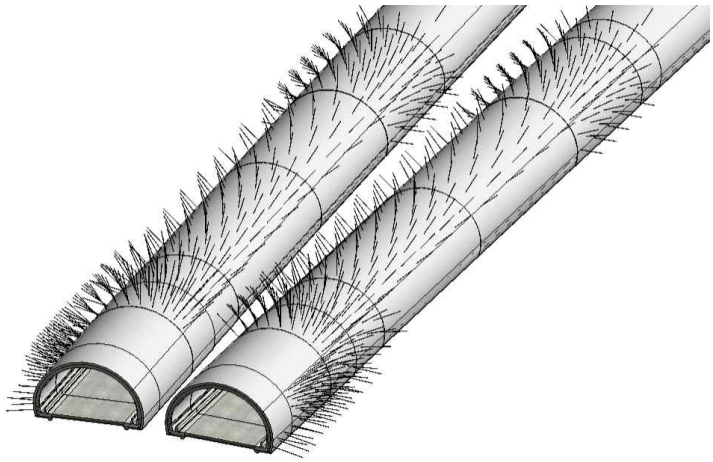
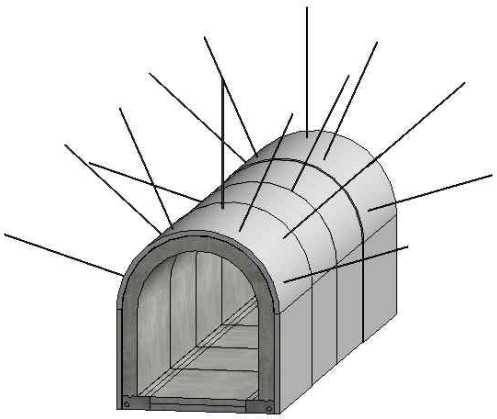
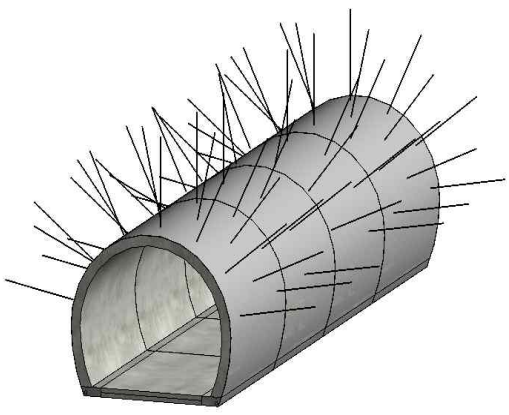
<표 4-9> 교량공 모델링(계속)

교대	
	
교각(T형)	
	
교각(π형)	
	

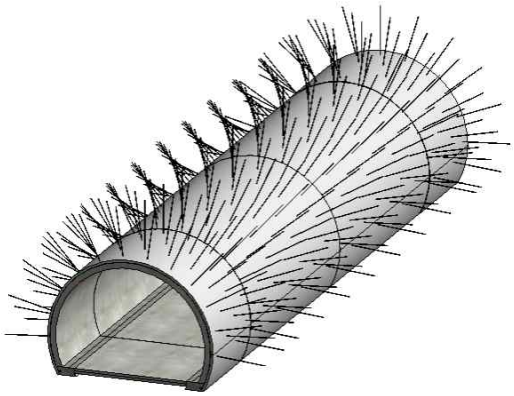
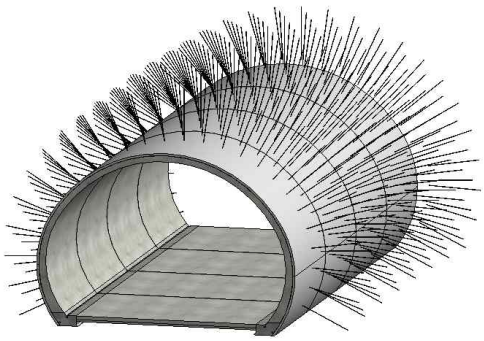
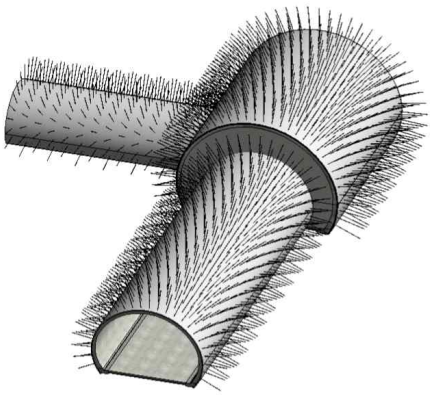
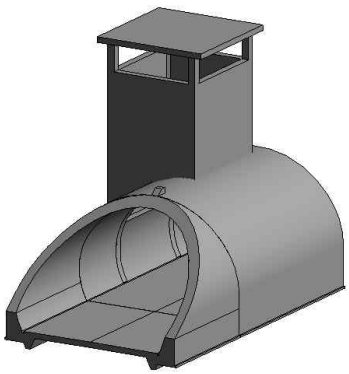
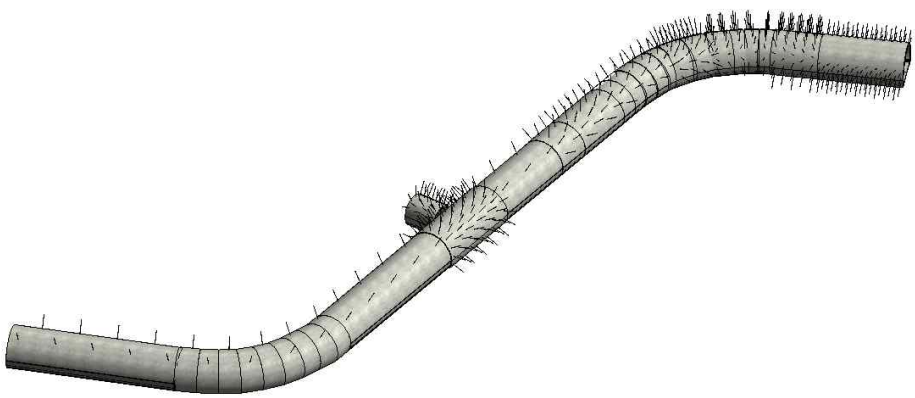
<표 4-9> 교량공 모델링

SEB 거더

IPC 거더

함형 라멘


<표 4-10> 터널공 모델링(계속)

<table>
<tr><td colspan="2">갱문</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">산북1터널 근접병렬구간</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>대인용 피난연결통로</td><td>차량용 피난연결통로</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
</table>

<표 4-10> 터널공 모델링

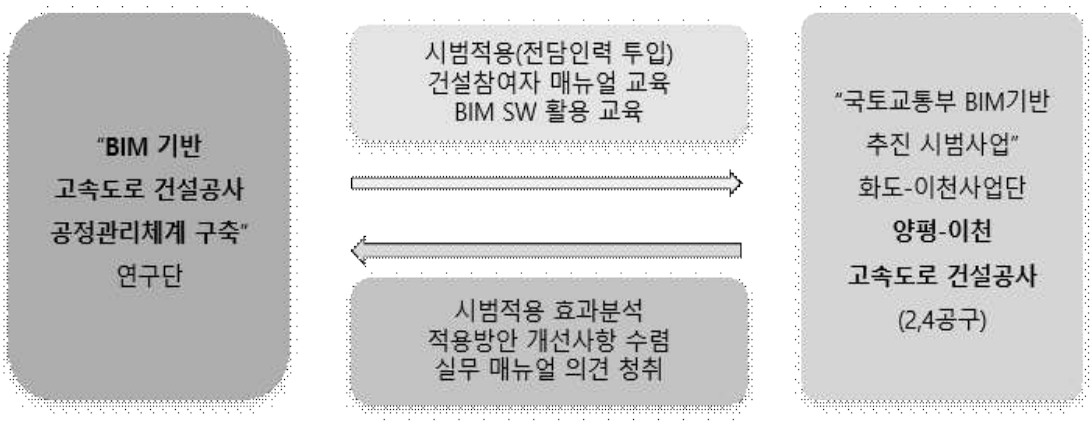
대형차량용 피난연결통로	초대형차량용 피난연결통로
	
지하환기소	경사갱 갱문
	
경사갱	
	

4.2 화도이천사업단 시범적용

- 양평~이천 고속도로 건설공사 4공구의 설계자료를 바탕으로 초기데이터 구축을 완료하였으며, 연구용역 초기부터 현장 건설참여자와 공정관리, 기성관리의 현장 적용성에 대한 의견을 수집하여 BIM 기반 공정 및 기성관리 방안 마련을 위한 의견을 적극적으로 반영함

- 초기데이터 구축은 3차원 형상 모델링인 각 구성요소를 표현하는 객체에 비형상 속성정보(공정, 원가)를 입력하기 위한 단계임

- BIM기반으로 구축된 데이터를 바탕으로 현장에 시범 적용하여 공정 및 기성관리 방안의 적정성 및 보완사항에 대한 발주처, 시공사, BIM 담당자 간 주기적인 회의를 개최하여 각 담당자별 의견을 수렴함



<그림 4-3> BIM 기반 공정 및 기성관리 시범적용 방안

4.2.1 화도이천사업단 시범적용

- 시범적용 사업에 대하여 BIM 기반 공정 · 기성관리를 도입하기 위해서는 구간별, 객체별, 패턴별 설계데이터의 정리가 필요함

- 화도이천사업단의 양평~이천 고속도로 건설공사 4공구는 BIM 전환수행방식으로 기본 데이터 구축을 위해서 기존 설계도서의 사전 검토가 필요함

- 수량, 도면, 내역서 등 설계도서의 적정성 검토와 대상 시공구간의 토공, 교량공, 터널공 등 주요 공종별 공사방법 및 기간 등 공정계획을 수립하기 위한 검토가 필요함

1) BIM 기반 기본데이터 작성시 검토사항

■ 토공, 교량공, 터널공 등 주요 공종별 BIM 기반 기본 데이터 작성시 위치별, 구조물별, 시공순서별 구분이 필요하며 다음과 같음은 사항을 검토함

① 프로젝트 현황 검토

- 주변 현황 및 주요 이슈 사항 등 검토

② 실시설계 도서 검토

- 도면의 평면 좌표 및 EL.의 적정성, 도면 오류 사항, 정보 부족 사항 등 검토
- 공종 또는 구조물별 수량, 내역서, 도면의 일치 여부 및 수량산출서 집계, 산출근거 오류 등 검토

③ 공정검토

- Activity 누락 사항, 도면 및 수량과 연계된 공정, 장비 운용 계획 및 공정별 관리계획 검토, CP 숙지 및 공정 데이터 적정성 검토

④ 데이터 구축 방향 설정

- 도면, 수량, 시공순서 등 설계자료를 바탕으로 BIM 모델링 작성 방향 설정과 공정 및 기성관리를 위한 통합 데이터 구축 방향 설정

■ BIM 기반 공정관리를 위해 세부 시공 단계별 현장에서 관리하고자 하는 복합공종 선정 및 관리방안에 대해 계획함

■ 복합공종은 기본적으로 작업분류체계(WBS)의 구성에 따라 공종 및 수량을 분할하였고,「작업분류체계(WBS) 적용 설계실무 가이드라인(안) (국도분야), 국토교통부, 2021.02」에서 제시하고 있는 구성 방식은 다음과 같음

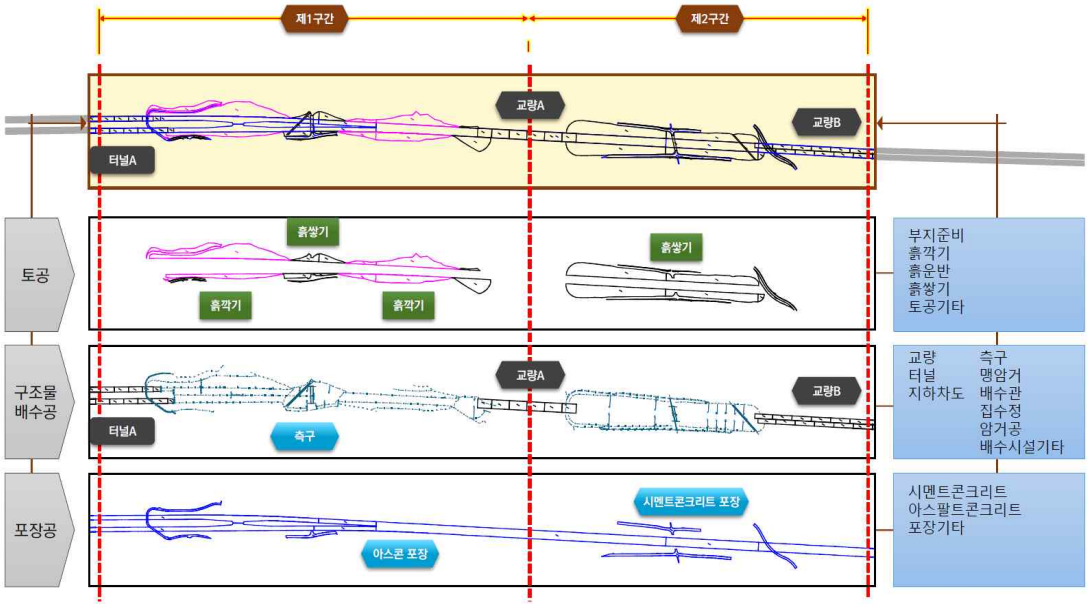
① 작업분류체계(WBS)는 공사 시점에서 종점까지 작업여건(토공운반 단절)에 따라 구간을 분할하여 수량을 분개하고, 주로 교량이나 터널을 기준으로 분할함

② 도로의 선형 요소는 도로 선형을 따라 연속으로 구성되는 토공, 배수공, 포장공, 부대공으로 분류하고 IC/JC의 램프, 부체도로 등은 독립된 구간형식으로 분류함

③ 도로의 비선형 요소는 교량, 터널, 암거, 옹벽 등 독립된 구조물이나 표지판, 방음벽 등과 같은 독립된 시설물로 분류함

④ 분할된 구간별로 선형 요소 공종인 토공(흙깎기, 흙쌓기 등), 포장공(아스콘, 시멘트 콘크리트 등), 배수공(측구, 맹암거 등), 부대공(표지판, 가드레일 등)으로 분할

하여 수량을 분개하고 집계함



<그림 4-4> 선형요소 구간별 집계(예시)

⑤ BIM 기반 공정 · 기성관리를 위한 복합 공종은 공사관리의 시각화를 위해 3차원 모델링 객체단위로 표현되며, 작업분류체계(WBS)에서 7Level 또는 8Level에 해당되는 공종임

⑥ 그러나, 국토교통부에서 제시한 WBS 7레벨의 기준은 <그림 4-5>의 교량공 작업분류체계와 같이 교대기타, 교각기타, 토류가시설 등 작업관리 공종이 미분류되어 합쳐진 공종의 경우 BIM 객체 또는 공종에 따른 목적구조물의 진도를 명확하게 관리하기 어려우므로 복합 공종 선정시 작업분류체계를 기초로 현장여건을 고려하여 공종을 추가하거나 보완할 수 있음



<그림 4-5> 선형요소 구간별 집계

⑦ BIM 기반 복합 공종은 목적구조물을 시공하기 위해 해당되는 세부공종(거푸집, 철근조립 등)을 통합하는 개념으로 원가 및 기성의 연계를 위한 설계수량 및 내역서를 기반으로 해당 관리 공종에 필요한 세부 공종을 분개 및 통합하는 복합공종으로 선정함

⑧ 복합 공종은 WBS와 동일한 개념으로 작업여건 및 작업구간, 작업관리단위, 시공단계 등에 따라 공종을 분할하고 분할된 공종에 해당되는 수량을 분개하여 합친 공종임

⑨ 또한, 선정된 복합 공종에 대한 명칭은 추후 BIM 모델 코드와 동일하게 부여하고 모델 코드에 공정 정보, 수량 및 원가 정보가 연계되어 BIM 기반 공정관리시 모델 수정에 따라 기성 및 공정률이 일괄적으로 변경되므로 사용자가 현장여건을 고려하여 관리하기 용이한 명칭으로 선정함

2) 복합 공종 선정

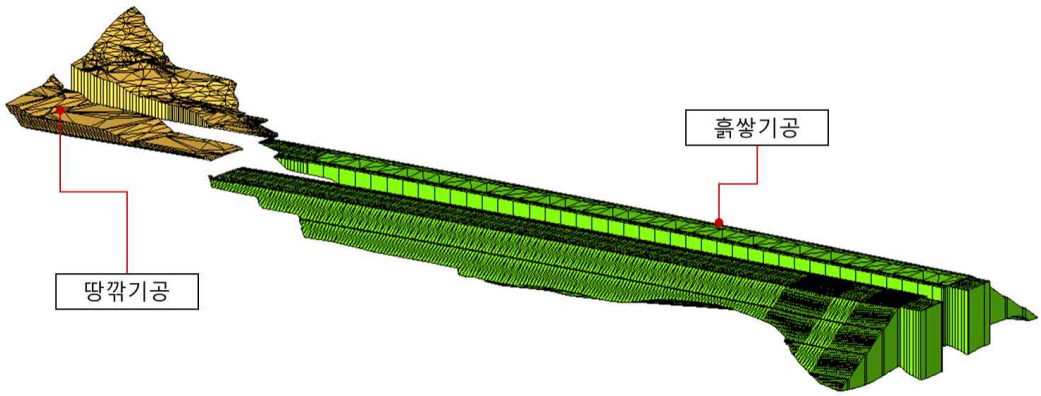
① 토공

- 현장여건 및 공정을 고려하여 시·종점, 터널/교량 등 토공운반 단절부, 분기점, 경사갱 등 시공계획에 따라 위치별 구간을 분리함



<그림 4-6> 토공구간 분리

- 구간별 표토제거, 벌개제근, 땅깎기, 흙쌓기, 비탈면 녹화공, 비탈면 고르기, 락볼트공, 네일링공, 수평배수공 등으로 현장관리가 용이하도록 BIM 기반 복합공종을 선정하고 그와 연계된 세부공종을 정리함



<그림 4-7> 토공 구간별 복합 공종

• 시점적용 사업에서 토공은 총 80개의 복합 공종이 선정되었으며, 다음의 <표 4-11> 토공 복합 공종(안)은 시범적용 사업에서 선정된 복합 공종 중 주요 공종 일부만 기술함

<표 4-11> 토공 복합 공종(안)

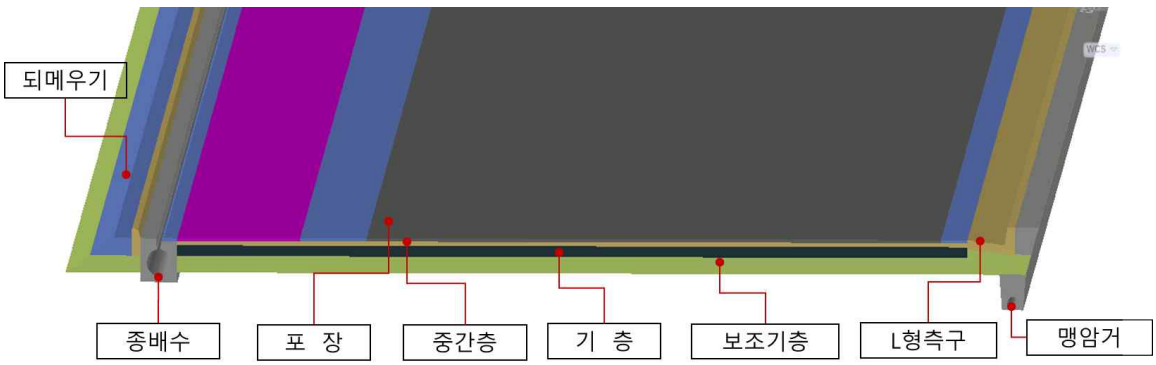
복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
토공_○구간_기존철거_철근깨기	철근콘크리트깨기/T=30cm미만(기계) 철근콘크리트깨기/T=30cm이상(기계)
토공_○구간_기존철거_무근깨기	무근콘크리트깨기/T=30cm미만(기계) 무근콘크리트깨기/T=30cm이상(기계)
토공_○구간_기존철거_포장깨기	콘크리트포장깨기/기계 아스팔트포장깨기/기계
토공_○구간_기존철거_포장절단	콘크리트포장절단 아스팔트포장절단
토공_○구간_기존철거_흄관깨기	D = 500 MM 초과/
토공_○구간_기존철거_건설파쇄	건설폐기물파쇄(100M/M)/적재및운반
토공_○구간_기존철거_임목파쇄	임목폐기물파쇄/적재및운반
토공_○구간_표토제거_답/답외	답구간 (T=20CM)/ 답외구간 (T=20CM)/
토공_○구간_벌개제근	벌개제근공 벌 목/8m이상
토공_○구간_땅깎기공_토사	땅깎기(토사)/신설(도쟈32ton)
토공_○구간_땅깎기공_리핑암	땅깎기(리핑암)/신설(도쟈32ton)

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
토공_○구간_땅깎기공_발파암	땅깎기(발파암)/정밀깎기 땅깎기(발파암)/미진동암파쇄굴착 땅깎기(발파암)/정밀진동제어발파 땅깎기(발파암,진동제어발파,소) 땅깎기(발파암,진동제어발파,중) 땅깎기(발파암,일반발파) 땅깎기(발파암,일반발파,대) 발파암소할
토공_○구간_땅깎기공_시험발파	시험발파비
토공_○구간_유용운반_유용운반	토 사(신설) 리핑암(신설) 발파암(신설) 발파암(신설,현장암) 발파암(신설,현장암,암성토) 발파암(터널암) 토사(비옥토) 발파암(터널암)
토공_○구간_흙쌓기공_노상노체	흙쌓기(토사,노상)/다짐도95%이상(신설) 흙쌓기(토사,노체)/다짐도90%이상 흙쌓기(발파암,노체)/다짐도90%이상 흙쌓기(암성토)/다짐도90%이상 흙쌓기/비다짐 흙쌓기비탈면다짐
토공_○구간_노상준비	노상준비공/신설
토공_○구간_비탈녹화	종자뿜어붙이기/화강풍화토구간(ex-spray, 형식-1) 종자뿜어붙이기+거적덮기/화강풍화토구간(ex-spray, 형식-2) 식생기반재뿜어붙이기/T = 5 CM 식생기반재뿜어붙이기/T = 10 CM 비탈면 현황도 작성/1000 m2이하 비탈면 현황도 작성/1000 m2초과 ~ 3000 m2미만 비탈면전문인력
토공_○구간_면고르기	리핑암
토공_○구간_비탈보호	비탈면가보호망 비탈면덮개시설 가도수로 임시토사다이크
토공_○구간_연약지반_굴착치환	굴착 치환
토공_○구간_토공계측_설치비	경사계 지하수위계 신축계 수평경사계 비탈면 경보시스템

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
토공_○구간_토공계측_운영비	경사계 계측기손료 지하수위계 계측기손료 신축경사계 계측기손료 수평경사계 계측기손료
토공_○구간_규준틀	곡선반경300M이상 토공규준틀/수평

② 배수공, 포장공, 부대공

- 앞서 토공구간 분리와 동일하게 적용하여 구간을 분리함
- 측구, 암거, 포장층, 표지판, 가드레일 등으로 현장관리가 용이하도록 BIM 객체기반 복합 공종을 선정하고 그와 연결된 세부공종을 정리함



<그림 4-8> 배수공, 포장공, 부대공 부위별 복합 공종

- 시범적용 사업에서 배수공, 포장공, 부대공은 총 배수공 118개, 포장공 85개, 부대공 141개의 복합 공종이 선정되었으며, 다음의 <표 4-12> 배수공 복합 공종(안), <표 4-13> 포장공 복합공종 (안), <표 4-14> 부대공 복합공종 (안)은 시범적용 사업에서 선정된 복합 공종 중 주요 공종 일부만 기술함

<표 4-12> 배수공 복합 공종(안)

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
배수공_○구간_토공_측구터파기	측구터파기(토사)/인력10%+기계90% 측구터파기(리핑암)/인력10%+기계90% 측구터파기(발파암)/인력10%+기계90%
배수공_○구간_토공_구조물터파기	구조물터파기(육상토사)/0-2m(인력10%+기계90%) 구조물터파기(육상토사)/2-4m(인력10%+기계90%) 구조물터파기(육상토사)/4-6m(인력10%+기계90%) 구조물터파기(육상리핑암)/0-2m(인력10%+기계90%) 구조물터파기(육상발파암)/0-2m(인력10%+기계90%)

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
배수공_○구간_토공_측구되메우기	측구되메우기및다짐(토사)/기계 되메우기/비다짐
배수공_○구간_토공_구조물되메우기	되메우기및다짐/기계
배수공_○구간_측구공_L형측구	L형측구(형식-2-2)/0.605×1.30 M(기계)-토사20M미만 L형측구(형식-2-2)/0.605×1.30 M(기계)-리핑20M미만 L형측구(형식-2-2)/0.605×1.30 M(기계)-발파20M미만 L형측구(형식-2-3)/0.500×0.96 M(기계)-토사 L형측구(형식-2-3)/0.500×0.96 M(기계)-리핑 L형측구(형식-2-3)/0.500×0.96 M(기계)-발파 L형측구(형식-4)/0.70×0.35 M(기계) L형측구(형식-5)/2.50×0.35 M(인력) L형측구(형식-5-1)/1.00×0.20 M(인력) L형측구(형식-6)/1.00×0.20 M(인력) L형측구(형식-10)/H=0.45~1.20 M(인력)
배수공_○구간_측구공_U형측구	U형측구(형식-5)/0.3×0.50 M U형측구(형식-9)/0.5×0.50 M
배수공_○구간_측구공_V형측구	V형측구(형식-1)/1.01×0.45 M V형측구(형식-2)/1.10×0.60 M V형측구(형식-3-2)/1.80×0.60 M
배수공_○구간_측구공_산마루측구	산마루측구(형식-1)/1.01×0.45 M-표준 쏘일시멘트/되메우기
배수공_○구간_측구공_다이크	콘크리트다이크(형식1-1)/0.25×0.45 M 콘크리트다이크(형식-4)/분리구간
배수공_○구간_측구공_동물경사	동물이동경사로/형식-1 동물이동경사로/형식-2 동물이동경사로/형식-3-2
배수공_○구간_맹암거	맹암거(형식-6)/토사구간 맹암거(형식-7)/리핑암구간 맹암거(형식-7)/발파암구간 맹암거(형식-6)/녹지대토사구간 맹암거(형식-1)/산마루측구 형식-1
배수공_○구간_횡배수관	철근콘크리트관(횡배수관)/공칭직경600MM 철근콘크리트관(횡배수관)/공칭직경1200MM
배수공_○구간_횡배수관_보강흉관	보강철근콘크리트관(횡배수관)/공칭직경1000MM
배수공_○구간_종배수관	종배수관(흄관)기계부설/Φ450MM 종배수관(흄관)기계부설/Φ600MM 무근콘크리트타설/VIB포함 거푸집공(유로폼)/보통, 0-7M
배수공_○구간_배수강관	L/O/M종배수용강관/공칭직경600MM

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
배수공_○구간_연속배수	연속배수시설(690×670)/선배수 연속배수시설(690×670)/TYPE-1 연속배수시설(690×670)/TYPE-2 연속배수시설(690×670)/TYPE-3 연속배수시설(690×670)/TYPE-4 스틸그레이팅 설치/자재제외 연속배수시설(840×825)/선배수 연속배수시설(840×825)/TYPE-1 연속배수시설(840×825)/TYPE-2 연속배수시설(840×1530)/TYPE-4 스틸그레이팅 설치/자재제외 연속배수시설(400×350)/개거형S5 주입줄눈제/T=10mm 줄눈제/실런트
배수공_○구간_집수정	소형콘크리트타설/VIB포함 철근콘크리트타설/VIB포함 거푸집공(유로폼)/보통, 0-7M 철근가공및조립/간단(계단철근) 계단철근도장/자재제외 스페이셔/슬라브 및 기초 스페이셔/벽체용 계단철근도장/자재제외 스틸그레이팅 설치/자재제외
배수공_○구간_제작집수정	철근콘크리트타설/VIB포함 거푸집공(유로폼)/보통, 0-7M 철근가공및조립/보통 강관비계/3개월이하 스틸그레이팅 설치/자재제외 계단철근도장/자재제외 스페이셔/슬래브및기초 스페이셔/벽체용

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
배수공_○구간_암거공_15+506	철근콘크리트타설/펌프카/양생비 철근콘크리트타설/펌프카/보통(S15, 100~150m3이하) 무근콘크리트타설/펌프카/양생비 무근콘크리트타설/펌프카/보통(S15, 100~150m3이하) 무근콘크리트타설/VIB제외 거푸집공(유로폼)/보통, 0-7M 철근가공및조립/복잡 시스템비계 자재비/3개월이하 시스템비계 설치및해체/H=10M 이하 강관동바리/설치높이 2.5m이하 아스팔트 코팅/2회 배수파이프/PVC(φ100) 부직포/중량 350 g/m2 신축이음(JOINT FILLER포함)/지수판(230*9.5) 스페이셔/슬래브및기초 스페이셔/벽체용 다웰바설치/신축이음부(φ32*1000) 수팽창고무지수재 시공이음면정리(치핑)/인력 조인트(스치로폴)/T=20 실런트/비중 1.40 뒷채움부설및다짐(양질의토사)/기계(자재제외) 암거상재토부설및다짐(SB-1)/기계(자재제외) 기초잡석깔기/T=30cm(현장암유용) DRAIN BOARD 설치 암거수축이음 평판재하시험
배수공_○구간_배수구조물	성토부L형측구용/L형,(분리구간좌측) 철근콘크리트타설/VIB포함 거푸집공(유로폼)/보통, 0-7M 철근가공및조립/간단 무근콘크리트타설/VIB제외 거푸집공(유로폼)/보통, 0-7M
배수공_○구간_수로보호	무근콘크리트타설/VIB제외 거푸집공(유로폼)/보통, 0-7M 철근가공및조립/간단

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
배수공_○구간_도수로	철근콘크리트타설/펌프카/양생비 비탈면구조물철근콘크리트타설/매우불량(S15, 30m3. 이하) 거푸집공(유로폼)/보통, 0-7m 이하 거푸집공(유로폼)/보통, 7-10m 이하 거푸집공(유로폼)/보통, 10-13m 이하 거푸집공(유로폼)/보통, 13-16m 이하 거푸집공(유로폼)/보통, 16-19m 이하 거푸집공(유로폼)/보통, 19-22m 이하 거푸집공(유로폼)/보통, 22-25m 이하 거푸집공(유로폼)/보통, 25-28m 이하 거푸집공(유로폼)/보통, 28-31m 이하 철근가공및조립/보통
배수공_○구간_개거	무근콘크리트타설/VIB제외 철근콘크리트타설/펌프카/양생비 철근콘크리트타설/펌프카/보통(S15, 100m3. 이하) 거푸집공(유로폼)/보통, 0-7m 거푸집공(유로폼)/7m초과-10m이하 거푸집공(유로폼)/10m초과-13m이하 거푸집공(유로폼)/13m초과-16m이하 거푸집공(유로폼)/16m초과~19m이하 철근가공및조립/보통 신축이음(JOINT FILLER포함)/지수판(230*9.5) 계단철근도장/자재제외 스페이셔/슬래브및기초 스페이셔/벽체용 목재동바리/4회 강관동바리/2.5m이하,3개월 강관동바리/3.5m이하,3개월 강관비계/3개월이하 수축줄눈설치/백업재+실런트
배수공_○구간_수로이설_석축	석축(찰쌓기)/H=0.0-3.0 M(현장암유용)
배수공_○구간_유송잡물_유송잡물	유송잡물 방지시설/
배수공_○구간_옹벽공_패널T1	패널형/type-1
배수공_○구간_옹벽공_패널T3	패널형/type-3
배수공_○구간_자재비_시멘트	시멘트운반/최기역-현장, 포대 포대시멘트
배수공_○구간_자재비_모래	모래/도착도

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
배수공_○구간_자재비_철근	철근 운반/현장창고-현장 이형철근(고강:현장도착도)/SD400, H=13 이형철근(고강:현장도착도)/SD400, H=16 이상 이형철근(고강:현장도착도)/SD500, H=10 이형철근(고강:현장도착도)/SD500, H=13 (고강:현장도착도)/SD500, H=16 이상 (연강:현장도착도)/D=10 (연강:현장도착도)/D=13 (연강:현장도착도)/D=16 이상 고철대(고재)
배수공_○구간_자재비_동상방지층	동상방지층재 생산/SB-1 동상방지층재 운반/SB-1

<표 4-13> 포장공 복합 공종(안)

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
포장공_○구간_동상방지층	동상방지층 포설및다짐/T=20~25cm 동상방지층 포설및다짐/T=25~30cm 동상방지층 포설및다짐/T=30~35cm
포장공_○구간_보조기층	보조기층 포설및다짐/T=15~20cm 보조기층 포설및다짐/T=20~25cm 보조기층 포설및다짐/굴삭기포설
포장공_○구간_시멘트필터	시멘트안정처리필터층 포설및다짐/T=15~20cm
포장공_○구간_요철보정	요철보정층 포설및다짐/T=15cm이하(필터층) 필터층 포설및다짐/T=15cm
포장공_○구간_콘크리트_포장	콘크리트포장/T=28cm(2차로동시기계포설) 중분대기초/T=28cm(기계포설) 절성경계부/T=25cm(인력포설) 부체도로콘크리트포장/T=20cm(인력포설),포장폭원5m미만 연결로접속부 및 길어깨부/T=28cm(인력포설) 피난연결통로포장/T=15cm(인력포설) 와이어 메쉬/2~3 kg/m2 철근가공 및 조립/간단 분리막설치/ 포장용거푸집/유로폼,간단 다웰바설치/Φ32*500

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
포장공_○구간_아스팔트_포장	프라임코팅/RSC-3(150 l /a,자재포함) 저소음포장구간/고무혼입유제(50l/a,자재포함) 아스콘포장(기층) 포설및다짐/T=13cm(PG 64-22) 저소음포장 포설및다짐/T=7cm 이하(PG 82-28) 길어깨 저소음포장 포설및다짐/T=7cm 이하(PG 82-28) 수밀성개질 아스팔트포장포설및다짐/T=7cm 이하(PG 76-22) 길어깨저수밀성개질 아스팔트포장포설및다짐/T=7cm 이하(PG 76-22)
포장공_○구간_포장줄눈	중분대기초및길어깨/T=28cm 2차로용(형식1-1)/T=28cm(성형줄눈재) 중분대기초및길어깨/T=28cm(성형줄눈재) 형식-2/T=28cm 형식2-1/T=28cm(성형줄눈재) 형식2-3/T=28cm(성형줄눈재) 형식3-1/T=28cm 형식3-1/T=28cm(성형줄눈재) 형식3-3/T=28cm(성형줄눈재) 부체도로용 줄눈/실런트
포장공_○구간_포장보수	콘크리트포장면마무리(2차로용)/T=28cm 다이아몬드 그라인딩(NGCS)/콘크리트포장 시공이음면정리(치핑)/인력 길어깨노면요철포장/(전압식-아스콘포장) 길어깨노면요철포장/(전압식-콘크리트포장) 종방향 타이닝/TCM 1800
포장공_○구간_골재운반_동상방지층	동상방지층재 생산/SB-2 동상방지층재 운반/SB-2
포장공_○구간_골재운반_보조기층	보조기층재 생산/SB-2 보조기층재 운반/SB-2
포장공_○구간_골재운반_요철보정층	요철보정층 생산/Φ25mm 요철보정층 운반/Φ25mm
포장공_○구간_골재운반_필터층	필터층 생산/Φ25mm 필터층 운반/Φ25mm
포장공_○구간_골재운반_쇄석모래	쇄석모래 생산/스크리닝스유용
포장공_○구간_자재비_순환골재	순환골재 운반/동상방지층재(SB-2),골재원~현장 순환골재 운반/보조기층(SB-2),골재원~현장
포장공_○구간_자재비_모래	모래 운반/골재원→B/P 모래/상차도
포장공_○구간_자재비_철근	철근 운반/현장창고-현장 이형철근(고강:현장도착도)/Φ=13mm 이형철근(고강:현장도착도)/Φ=16mm이상 고철대/철근

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
포장공_○구간_자재비_시멘트	시멘트/벌크 시멘트(2성분결합재 도착도) 시멘트(3성분결합재 도착도)
포장공_○구간_골재생산_20mm	골재생산(현장암및터널암유용)/Φ=20mm
포장공_○구간_골재생산_25mm	골재생산(현장암및터널암유용)/Φ=25mm
포장공_○구간_골재생산_30mm	골재생산(현장암및터널암유용)/Φ=30mm
포장공_○구간_골재생산_40mm	골재생산(현장암및터널암유용)/Φ=40mm
포장공_○구간_콘크리트운반	콘크리트운반/25-30-130 콘크리트운반/25-27-150 콘크리트운반/25-27-150, 저발열시멘트 콘크리트운반/25-24-80 콘크리트운반/25-24-150 콘크리트운반/25-30-(20-50) 콘크리트운반/25-30-(20-50), 폐유리사용 콘크리트운반/25-21-150 콘크리트운반/25-21-80 콘크리트운반/30-24-150 콘크리트운반/25-35-(20-50) 콘크리트운반/40-21-80 포장용콘크리트운반/40-15-80 포장용콘크리트운반/30-휨5.0-40(2성분계) 포장용콘크리트운반/30-휨5.0-80(인력포설) 시멘트안정처리필터층운반/

<표 4-14> 부대공 복합 공종(안)

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
부대공_○구간_교통표지	형식-1(풍속30m/s)/단주식,Φ76.3mm,조명식 형식-6(풍속30m/s)/단주식,Φ89.1mm,조명식 형식-3(풍속30m/s)/단주식,Φ114.3mm,조명식 형식-7(풍속30m/s,풍속40m/s)/부착식,조명식 형식-8(풍속30m/s)/단주식,Φ76.3mm,발광형(D=900) 터파기/토사 되메우기/다짐 잔토처리/인력 콘크리트 타설/무근,소형구조물 거푸집/유로폼, 간단, 0~7m

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
부대공_○구간_시선유도	태양광 LED 매립형 도로표지병 쏠라 LED 갈매기표지판/단면(75cm*90cm) 장애물표적표지판/단주식,발광형 구조물도색 시선유도봉/H=70CM LED 시선유도등/토공용 LED 시선유도등/가드레일용 LED 시선유도등/옹벽용 LED 시선유도등/터널용 터파기/ 되메우기/인력다짐 잔토처리/인력 콘크리트타설/무근소형구조물 거푸집/유로폼, 간단, 0~7m
부대공_○구간_노면표시	콘크리트포장 개질아스팔트포장 차선도색(인건비및장비사용료)/실선 차선도색(인건비및장비사용료)/파선 개질아스팔트포장 차선도색(인건비및장비사용료)/실선 백색/문자,기호 백색/횡단보도,주차창 차선도색(인건비및장비사용료)/문자,기호 차선도색(인건비및장비사용료)/횡단보도,주차장 문자,기호 문자,기호 차선도색(인건비및장비사용료) 백색/실선 백색/파선 일반형/실선,파선 우천형/실선,파선
부대공_○구간_가드레일	가드레일 (SB5)/3W 토공구간/2단 교량전이구간/(SB1,SB2,SB3,SB4,SB5) L2측구<->다이크/(SB1,SB2,SB3,SB4,SB5) 다이크집수거,형식1-1 L=6.0m/(SB1,SB2,SB3,SB4,SB5) 라운드레일/
부대공_○구간_중앙분리대	일반구간/백색 일반구간/녹색

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
부대공_○구간_가드휀스	형식-1/토공용 형식-5-2/능형, H=1.5m 형식-5-5/신방형, H=1.5m 형식-5-8/출입문(H=1.5m) 터파기/육상토사0-1,인력10% 잔토처리/인력 되메우기/토사(인력100%) 콘크리트 타설/무근,소형구조물 유로폼/간단, 0~7m
부대공_○구간_안내표지	단주식안내표지(형식-1~5) 복주식안내표지(형식-6~22) 터파기/육상토사0-1,인력10% 되메우기/토사(인력100%) 잔토처리/인력 콘크리트 타설/무근,소형구조물 유로폼/간단, 0~7m 이정표지(형식 1~4) 암거,지하통로,암거설명,지중라멘/설치규격(0.40×0.20) 야생동물유도울타리표지판/0.80×0.30 야생동물유도울타리출입문표지판/0.50×0.30 야생동물문구표지/20.0×0.80 분기점 출구 예고표지(LED)/5.0*1.0m 차로변경 시작표지(LED)/5.0*1.0m 내민식안내표지(형식-1~11,국도용) 콘크리트 타설/철근 철근가공조립/복잡 도로전광표지(VMS)/문형식 도로전광표지(VMS)/부착식 진입차단시설/문형식(3차로) 앵커볼트 설치/M28×1500L
부대공_○구간_공사용가도	보조기층포설및다짐/T=20cm 콘크리트포장/T=20cm,분리막포함
부대공_○구간_점검로	측면부점검로/계단부 측면부점검로/단부
부대공_○구간_가옥철거	지장가옥철거/
부대공_○구간_경계표주	경계표주/접도구역경계표주 경계표주/용지경계표주
부대공_○구간_제방공사	제방 보강공사(원가)

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
부대공_○구간_자재비	보조기층재 운반/골재원-현장 철근 운반/현장창고-현장 고강/D13mm 고강/D16~32mm 연강/D13mm 연강/D16~32mm 보조기층/상차도 고재대/철근
부대공_공통_충격흡수	충격흡수시설/100KM/H(CC3)
부대공_공통_환경관리비_방진망	가설방진망/H=1.0m_○구간 가설방진망/H=1.0m_2구간
부대공_공통_환경관리비_방음벽	가설방음벽(H=3.0M)/24개월(형식-1, 이동식),유용50%_1구간 가설방음벽(H=3.0M)/24개월(형식-1, 이동식),유용50%_2구간
부대공_공통_환경관리비_세륜세차	세륜세차시설/이동식(현장암유용)_1구간 세륜세차시설/이동식(현장암유용)_2구간
부대공_공통_환경관리비_오탁방지막	오탁방지막(원가)/일반하천(H=2.0M)
부대공_공통_환경관리비_골재덮개	골재덮개시설/
부대공_공통_환경관리비_폐콘크리트	폐기물처리비/상차비(콘크리트)_1구간 폐기물처리비/상차비(콘크리트)_2구간
부대공_공통_환경관리비_폐아스콘	폐기물처리비/상차비(폐아스콘)
부대공_공통_환경관리비_혼합폐기물	폐기물처리비/상차비(혼합폐기물)_1구간 폐기물처리비/상차비(혼합폐기물)_2구간
부대공_공통_환경관리비_침사지	측구터파기(토사)/인력10%+기계90% P.P마대쌓기및헐기/45*70cm 되메우기및다짐(토사)/기계 비닐깔기/
부대공_공통_환경관리비_EGI휀스	가설EGI휀스(H=2.0M)/75개월(형식-1, 이동식)
부대공_공통_환경관리비_살수차	비산먼지용살수차/_1구간 비산먼지용살수차/_2구간
부대공_공통_환경관리비_폐수유지관리	폐수처리시설유지관리인건비/(터널폐수처리시설)_1구간 폐수처리시설유지관리인건비/(터널폐수처리시설)_2구간
부대공_공통_환경관리비_소음전광판	소음측정 전광판
부대공_공통_환경관리비_미세전지전광판	미세먼지측정 전광판
부대공_공통_환경관리비_적외선카메라	적외선 무인카메라/야생동물 모니터링
부대공_공통_품질시험_시험비	품질시험비
부대공_공통_품질시험_활동비	시험차량비 및 품질관리활동비

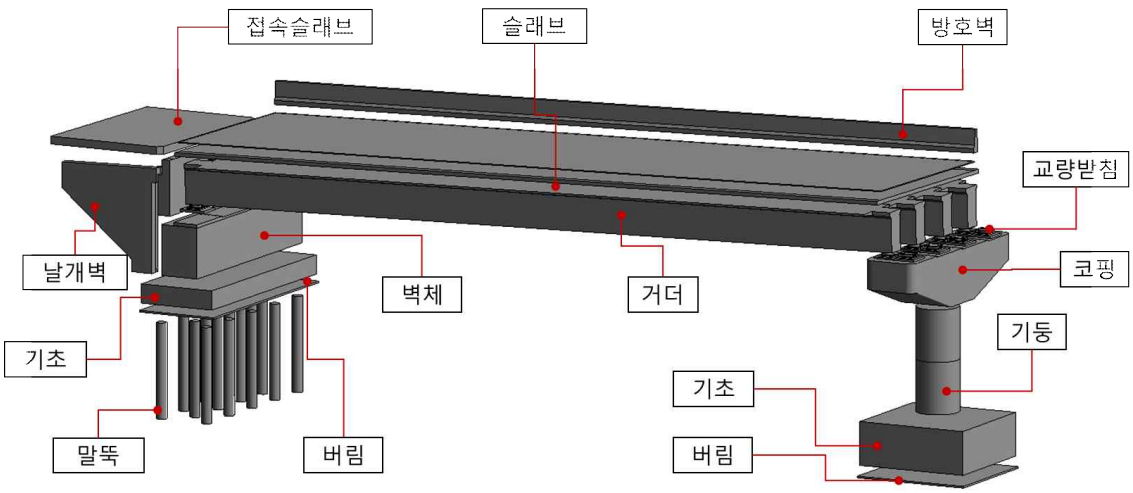
복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
부대공_공통_품질시험_인건비	품질시험 현장상주 인건비
부대공_공통_품질시험_기타시험비	기타시험비
부대공_공통_가설건물	감독사무실 수급자가설건물/원도급사 수급자가설건물/협력업체 건설근로자편의시설 가설건물/부대시설 가설건물 수선보수비 철근야적장/TYPE-B CCTV 설치 및 운영 전자종합상황판 설치
부대공_공통_부지임대_CR및SR	C/R 및 S/P 부지
부대공_공통_부지임대_공사용진입도로	공사용진입도로 부지/1구간 공사용진입도로 부지/2구간
부대공_공통_부지임대_가설건물	가설건물 부지
부대공_공통_부지임대_철근야적장	철근야적장 부지
부대공_공통_부지임대_교통우회도로	교통처리용우회도로 부지
부대공_공통_부지임대_가적치장	가적치장 부지
부대공_공통_부지임대_침사지	침사지 부지
부대공_공통_부지임대_빔제작장	빔제작장 부지
부대공_공통_중기운반	중기운반비
부대공_공통_측량검측_측량비	측량비
부대공_공통_측량검측_기계기구	기계기구 설치비
부대공_공통_측량검측_보링비_점토	점토(NX)
부대공_공통_측량검측_보링비_풍화암	풍화암(NX)
부대공_공통_측량검측_보링비_모래	모래(NX)
부대공_공통_측량검측_보링비_자갈	자갈(NX)
부대공_공통_측량검측_보링비_연암	연암(NX)
부대공_공통_측량검측_보링비_경암	경암(NX)
부대공_공통_측량검측_표준관입시험비	표준관입시험비
부대공_공통_측량검측_토성시험비	함수비 비중 입도 체분석 액성한계 소성한계

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
부대공_공통_측량검측_암석시험비	비중 및 흡수율 탄성파속도 탄성계수 포와송비 일축압축강도
부대공_공통_측량검측_공내재하시험	공내재하시험
부대공_공통_측량검측_시추공영상촬영	시추공영상촬영
부대공_공통_측량검측_토양경도시험	토양경도시험
부대공_공통_측량검측_공내영상촬영	공내영상촬영
부대공_공통_측량검측_토양화학적특성시험	토양화학적 특성시험
부대공_공통_측량검측_사면해석비	사면안정해석비
부대공_공통_안전관리계획	안전관리계획서작성비용
부대공_공통_현장유지관리	현장유지관리비
부대공_공통_축중기	이동식축중기사용료
부대공_공통_제설자재	토공부/TYPE-A, 1200*700*800_1구간 토공부/TYPE-A, 1200*700*800_2구간
부대공_공통_관정공사	관정개발및설치/_1구간 관정개발및설치/_2구간
부대공_공통_비점오염_영구저류지	영구저류지(원가)
부대공_공통_비점오염_침투저류지	침투 저류지
부대공_공통_융설시스템	자동개별분사방식/1구간 자동개별분사방식/2구간
부대공_공통_조경공사_자생수목	자생수목이식비
부대공_공통_조경공사_조경공사	조경공사/식재 및 시설물공사
부대공_공통_무인단속	무인단속부스/1000*1750*1200 (스테인레스스틸)
부대공_공통_긴급대피	긴급대피시설(형식-1)/토공구간_1구간 고객대피표지/0.40×1.40, 부착식_1구간 잡철물제작/간단_1구간 긴급대피시설(형식-1)/토공구간_2구간 고객대피표지/0.40×1.40, 부착식_2구간 잡철물제작/간단_2구간

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
부대공_공통_안개예측	지향성스피커/2구간 가변형속도제한시스템/내민식_2구간 안개시선유도등/2구간 도로기상시스템/2구간 안개소산장치/2구간 전방차량위치안내시스템/2구간 도로기상시스템/2구간
부대공_공통_시인성부대	직광차단시설
부대공_공통_안전성부대	LED 신호수/1구간 졸음알리미/1구간 LED 신호수/2구간 졸음알리미/2구간 돌발상황검지시스템/2구간 LCS(차로제어시스템)/2구간
부대공_공통_고령자부대	과속경보시스템 낮은가로등 분체도장 가드레일 연결로형태 표지판

③ 교량공

• 시공순서 및 분할시공(분할타설) 등을 고려하여 하부기초, 기초, 벽체, 슬래브 등으로 현장관리가 용이하도록 BIM 객체기반 복합 공종을 선정하고 그와 연계된 세부공종을 정리함



<그림 4-9> 교량공 부위별 복합 공종

• 시범적용 사업에서 교량공은 총 200개의 복합공종이 선정되었으며, 다음의 <표 4-15> 교량공 복합공종 (안)은 시범적용 사업에서 선정된 복합공종 중 주요공종 일부만 기술함

<표 4-15> 교량공 복합 공종(안)

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
○○교_A1_말뚝	말뚝자재비D=609.6MM,T=12MM 사전천공D=609.6MM 말뚝이음D=609.6MM,T=12MM 두부보강D=609.6MM 말뚝시험동재하시험 말뚝시험동재하시험 말뚝시험수평재하시험
○○교_A1_버림	유로거푸집복잡,7~10m이하 무근콘크리트타설VIB제외
○○교_A1_기초	유로거푸집복잡,0~7m이하 철근가공및조립복잡 철근콘크리트타설펌프차,보통(S15,100m3.초과) 철근콘크리트타설펌프차,양생비 콘크리트양생 ASPHALT방수수직면 스페이셔설치슬래브및기초 스페이셔설치벽체용
○○교_A1_벽체	유로거푸집복잡,0~7m이하 유로거푸집복잡,7~10m이하 시스템비계자재비,3개월이하 시스템비계설치및해체,H=10M이하 철근가공및조립복잡 철근콘크리트타설펌프차,양생비 철근콘크리트타설펌프차,보통(S15,100m3.초과) 일반하드너표면보호재 ASPHALT방수수직면 스페이셔설치벽체용 교대수축이음
○○교_A1_교량받침	교량받침설치비중량0.5tonea이하 SOLEPLATE,경사구배조절용 무수축모르타르타설교량받침용
○○교_A1_점검로	무근콘크리트타설VIB제외 점검용계단

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
○○교_A1_날개벽	유로거푸집복잡,0~7m이하 유로거푸집복잡,7~10m이하 시스템비계자재비,3개월이하 시스템비계설치및해체,H=10M이하 시스템동바리H=10.0m이하 철근가공및조립복잡 철근콘크리트타설펌프차,보통(S15,100m3.초과) 철근콘크리트타설펌프차,양생비 ASPHALT방수수직면 스페이셔설치벽체용
○○교_A1_접속슬래브	유로거푸집복잡,0~7m이하 철근가공및조립보통 철근콘크리트타설펌프차,보통(S15,100m3.초과) 철근콘크리트타설펌프차,양생비 무근콘크리트타설VIB제외 콘크리트양생 접속슬래브¢25*600 시공이음T=5MM 시공이음T=20MM 스페이셔설치슬래브및기초
○○교_P1_말뚝	굴착D=2500MM 천공D=2500MM 콘크리트타설D=2500MM(육상) 철근망건입D=2500MM(육상) 스텐드파이프D=2500MM희생강관 두부정리D=2500MM 말뚝시험비정재하시험,현장타설말뚝 말뚝시험비건전도평가시험,현장타설말뚝 말뚝시험비연직도시험,현장타설말뚝 철근가공및조립매우복잡
○○교_P1_기초	유로거푸집복잡,0~7m이하 철근가공및조립복잡 철근콘크리트타설펌프차,보통(S15,100m3.초과) 철근콘크리트타설펌프차,양생비 콘크리트양생 스페이셔설치슬래브및기초 스페이셔설치벽체용

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
○○교_P1_기둥	강재거푸집교각기둥부,재료비및운반비 강재거푸집교각기둥부,조립및해체비 가설계단(워킹타워),강재거푸집용,3개월 철근가공및조립매우복잡 특수한이음직경16-25MM 특수한이음직경29-35MM 철근인상작업크레인,H=30M미만 철근콘크리트타설보통(S15,100m3.초과)펌프차 철근콘크리트타설양생비펌프차 스페이셔벽체용
○○교_P1_코핑	강재거푸집재료비및운반비,교각코핑부 교각코핑부조립및해체비교각코핑부 가설계단(워킹타워),강재거푸집용,3개월 철근가공및조립매우복잡 철근인상작업크레인,H=30M미만 철근콘크리트타설보통(S15,100m3.이상)펌프차 철근콘크리트타설양생비펌프차 콘크리트양생 일반하드너표면보호재 스페이셔벽체용 교각용점검통로TYPE1(1차로) 합판거푸집(3회)19m초과~22m이하
○○교_P1_교량받침	교량받침설치비중량0.5tonea이하 SOLEPLATE경사구배조절용 무수축모르타르타설교량받침용
○○교_상부_거더 제작	GIRDER교제작L=40m, H=1.9m,중앙부 GIRDER교제작L=40m, H=1.9m,양단부
○○교_상부_거더 가설	GIRDER교가설거더가설및전도방지공

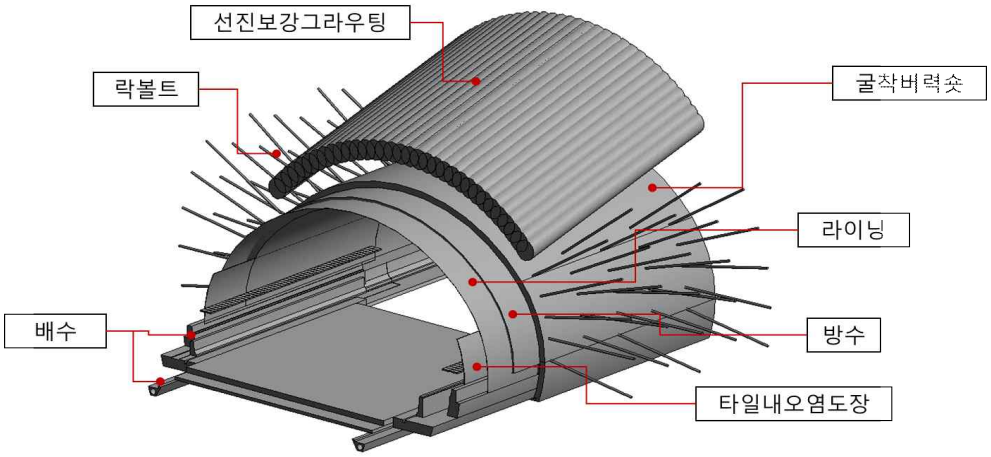
복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
○○교_상부_슬래브	합판거푸집복잡,0~7m이하(3회) 프리캐스트콘크리트패널PSC용(T=6cm) 프리캐스트콘크리트패널PSC용캔틸레버부 프리캐스트콘크리트패널PSC용패널용브라켓 가로보작업발판콘크리트가로보,단부용,3개월 가로보작업발판콘크리트가로보,중앙부용,3개월 시스템동바리H=10.0m이하 철근가공및조립보통 철근인상작업크레인,H=30M미만 철근콘크리트타설보통(S15,100m3.초과)펌프차 철근콘크리트타설양생비펌프차 슬라브양생양생제 데크휘니샤면고르기 강핑거조인트100MM이하 무수축콘크리트 스페이셔슬래브및기초 유도배수용홈설치NOTCH 절대방호벽콘크리트포장구간 교량유지관리용표지판방호벽용 낙하물방지공방호선반
○○교_상부_방호벽	철근가공및조립보통 일반하드너도장 난간방호벽콘크리트포장구간,절대방호벽
○○교_상부_기타_가로등기초	합판거푸집복잡,0~7m이하(3회) 철근가공및조립보통 철근콘크리트타설보통(S15,100m3.초과)펌프차 철근콘크리트타설양생비펌프차
○○교_상부_기타_신축이음	강핑거조인트100MM이하 무수축콘크리트

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
○○교_상부_기타_배수시설	배수구D=150A 배수구D=200A 배수구D=250A 직관D=150A 직관D=200A 직관D=250A 곡관D=250A 연결관D=150A 연결관D=200A 연결관D=250A 집수구250x250(일반)(Type-1) 집수구250×500(중분대,일반)(Type-6) 고정대시설연결부(일반형) 곡관D=150A(TEE) 곡관D=200A(TEE) 곡관D=250A(TEE) 모래수집장치TYPE-1 모래수집장치TYPE-2 배수침전조300X300X200
○○교_상부_기타_교명판	교명판일반교량
○○교_상부_기타_측량기준점	측량기준점설치(원가)
○○교_상부_기타 _교량유지관리용표지판	교량유지관리용표지판방호벽용 방호벽용(절대방호벽용)
○○교_부대공_토공_터파기	토사터파기(육상토사),0-2m(기계) 토사터파기(육상토사),2-4m(기계) 토사터파기(육상토사),4-6m(기계)
○○교_부대공_토공_되메우기	기계다짐다짐도95%이상
○○교_부대공_토공_뒷채움	뒷채움양질의토사 뒷채움D-20,E.P.S블럭 맹암거토사구간-표준,(형식-1) 시멘트혼합층 접속슬래브하단그라우팅 접속슬래브하단그라우팅D=16mm그라우팅주입호스 접속슬래브하단그라우팅그라우팅주입호스함체
○○교_부대공_토공_교대앞성토	교대앞성토비다짐

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
○○교_부대공_보호블럭	토사터파기(육상토사),0-2m(기계) 유로거푸집복잡,0~7m이하 교대보호블럭설치육교용 교대중앙보호블럭점검계단중앙부계단 교대중앙보호블럭점검계단소단설치 도수로설치
○○교_부대공_쏘일시멘트	쏘일시멘트
○○교_부대공_가설계단	가설계단3개월 무근콘크리트타설다짐포함 무근콘크리트타설VIB제외
○○교_부대공_기타	뒷채움SB-1 유로거푸집복잡,0~7m이하 무근콘크리트타설VIB제외 교량유지관리용표지판교각용 옹벽용교대점검로난간H=1.20M,설치도
○○교_부대공_계측	교대부수평변위모니터링수평변위모니터링 교대부수평변위모니터링계측프리즘설치
○○교_부대공_석축	유로거푸집복잡,0~7m이하 무근콘크리트타설VIB제외 옹벽용교대점검로난간H=1.20M,설치도 돌쌓기H=3.0-6.0M(현장암유용),석축(찰쌓기) 돌쌓기H=3.0-6.0M,석축(찰쌓기)기초 배수파이프P.V.C. ø50mm
○○교_자재_골재생산및운반	쇄석골재구입Φ20mm 쇄석골재운반Φ20mm 동상방지층재생산SB-1 동상방지층재운반SB-1
○○교_자재_시멘트	시멘트운반최기역-현장,포대 시멘트포대
○○교_자재_모래	모래운반골재원-현장 모래상차도
○○교_자재_철근	철근운반가공공장-현장 철근운반현장창고-현장 고강(SD400)H10mm 고강(SD400)H13mm 고강(SD400)H16~32mm 고강(SD500)S16~32mm 고재대철근

④ 터널공

• 터널 굴착 및 보강순서를 고려하여 지보패턴별 굴착 및 버력, 지보공, 락볼트, 라이닝, 공동구 등으로 현장관리가 용이하도록 BIM 객체기반 복합 공종을 선정하고 그와 연계된 세부공종을 정리함



<그림 4-10> 터널공 부위별 복합 공종

• 시점적용 사업에서 터널공은 총 3,491개의 복합공종이 선정되었으며, 다음의 <표 4-16> 터널공 복합공종 (안)은 시범적용 사업에서 선정된 복합공종 중 주요공종 일부만 기술함

<표 4-16> 터널공 복합 공종(안)

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
○○터널_본선_시점부_가설갱문	스페이서벽체용 철망설치 φ1.2mmx1.2mm BASEPLATE300x300x10 ANCHORBOLT Φ25,L=0.30M 숏크리트타설강섬유 숏크리트버력처리갱구부 강지보,갱구부격자지보(70*20*30) 와이어메쉬(#4.8-100×100)(원가)2kg㎡이하
○○터널_본선_14+438(개착) _갱문구조물	갱문및옹벽터파기발파암 거푸집공복잡,0~7m 거푸집공(곡면)매우복잡,0-7m 시스템비계자재비3개월 시스템비계설치및해체H=10M이하 철근가공및조립매우복잡 철근콘크리트펌프카타설양생 철근콘크리트펌프카타설보통(S15,100m3.이하) 무근콘크리트타설VIB제외 갱문경관

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
○○터널_본선_14+438(개착) _개착구조물 라이닝	거푸집공복잡,0~7m 거푸집공(곡면)매우복잡,0-7m 거푸집공(곡면)매우복잡,7m초과-10m이하 거푸집공(유로폼)보통,0~7m 시스템비계자재비3개월 시스템비계설치및해체H=10M이하 철근콘크리트펌프카타설양생 철근콘크리트펌프카타설보통(S15,100m3.이하) 철근콘크리트타설VIB포함 무근콘크리트타설VIB제외 신축이음실런트 수팽창고무지수재 JOINTFILLER 지수판B=200×5t 라이닝식별번호판
○○터널_본선_14+438(개착) _개착구조물 배수	되메우기및다짐(토사)인력10%+기계90% 맹암거(파형강관φ200MM)유공관,부직포포함 맹암거(파형강관φ300MM)유공관,부직포포함 배수파이프PVCΦ50mm 터널비닐깔기 잡석채움 PVC반달관설치D=50MM 공동구뚜껑(콘크리트)580*250*60 GRATINGCOVER2@430*492*75 무늬강판430*492*4.5T
○○터널_본선_14+438(개착) _개착구조물 방수	부직포설치(옹벽용)중량500gm2 폴리에틸렌발포단열재 방수쉬트방수막및부직포설치
○○터널_본선_14+438(개착) _개착구조물 부대	터널내오염도장하부
○○터널_본선_14+455(NP-2) _굴착버력숏	반단면굴착(상부),NP-2,무진동암파쇄 반단면굴착(하부),NP-2,무진동암파쇄 맹암거기계굴착 선대구경수평보링 숏크리트버력처리본선 반단면버력처리(상부)NP-2,무진동암파쇄 반단면버력처리(하부)NP-2,무진동암파쇄 숏크리트공(2차로)(상부)NP-2 숏크리트공(2차로)(하부)NP-2

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
○○터널_본선_14+455(NP-2) _강지보공	강지보공,2차로자연환기125*125*6.5*9(P-2,WL-4,NP-2)
○○터널_본선_14+455(NP-2) _락볼트	록볼트(하부)L=4.0M,NP-2,무진동암파쇄 록볼트검측봉
○○터널_본선_14+455(NP-2) _라이닝	철근콘크리트펌프카타설양생 철근콘크리트펌프카타설보통(S15,100m3.이하) 강재동바리및거푸집(이동설치비)2차로,자연환기 라이닝단부마감거푸집간단,0~7m 철근가공및조립현장,매우복잡 라이닝콘크리트신축이음 라이닝콘크리트실런트 라이닝콘크리트스티로폴t=5mm 배면그라우팅 천단부배면공극채움(S-PE유공관)
○○터널_본선_14+455(NP-2) _배수	고밀도파형폴리에틸렌유공관D=150MM P.V.CPIPE50MM P.V.CPIPE150MMT형소켓포함 P.V.CPIPE150MMY형소켓포함 공동구뚜껑(원가)580*250*60,콘크리트 공동구뚜껑(표준시장)580*250*60,콘크리트 그레이팅(2@430*492*75) 용수처리 터널배수공비닐깔기 공동구기계타설(철근),외벽4 공동구기계타설(무근),내벽3 공동구기계타설(무근),바닥2 공동구인력타설(무근)다짐포함 공동구바닥콘크리트타설 배수공유공관(파형강관)Φ300,부직포포함 잡석채움 무늬강판430*492*4.5T 거푸집(합판)간단,0~7m 거푸집(합판)보통,0~7m 와이어메쉬(#5.8-100×100)2kg㎡이하 암반청소터널바닥 배수콘크리트신축이음 배수콘크리트실런트 배수콘크리트스티로폴

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
○○터널_본선_14+455(NP-2) _방수	방수막설치 필터콘크리트타설
○○터널_본선_14+455(NP-2) _PREGROUTING	PREGROUTINGL=9.0m,12공개소
○○터널_본선_14+455(NP-2) _선진보강그라우팅(대구경)	선진보강그라우팅(대구경)L=9.0m,풍화암
○○터널_본선_14+455(NP-2) _선진수평보링	선진수평보링연암
○○터널_본선_14+455(NP-2) _강관강연선	강관강연선
○○터널_본선_14+455(NP-2) _강관동시가압그라우팅	강관동시가압그라우팅
○○터널_본선_14+455(NP-2) _라이닝번호판	라이닝식별번호판
○○터널_본선_14+461(NP-1) _굴착버력숏	반단면굴착(상부),NP-1 반단면굴착(하부),NP-1 맹암거기계굴착 숏크리트버력처리본선 반단면버력처리(상부)NP-1 반단면버력처리(하부)NP-1 숏크리트공(2차로)(상부)NP-1 숏크리트공(2차로)(하부)NP-1
○○터널_본선_14+461(NP-1) _강지보공	강지보공,2차로자연환기100*100*6*8
○○터널_본선_14+461(NP-1) _락볼트	록볼트(상부)L=4.0M,NP-1 록볼트(하부)L=4.0M,NP-1 록볼트검측봉
○○터널_본선_14+461(NP-1) _라이닝	철근콘크리트펌프카타설양생 철근콘크리트펌프카타설보통(S15,100m3.이하) 강재동바리및거푸집(이동설치비)2차로,자연환기 라이닝단부마감거푸집간단,0~7m 철근가공및조립현장,매우복잡 라이닝콘크리트신축이음 라이닝콘크리트실런트 라이닝콘크리트스티로폴t=5mm 배면그라우팅 천단부배면공극채움(S-PE유공관)

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
○○터널_본선_14+461(NP-1) _방수	방수막설치 필터콘크리트타설
○○터널_본선_14+461(NP-1) _배수	고밀도파형폴리에틸렌유공관D=150MM P.V.CPIPE50MM P.V.CPIPE150MMT형소켓포함 공동구뚜껑580*250*60,콘크리트 그레이팅(2@430*492*75) 용수처리 터널배수공비닐깔기 공동구기계타설(철근),외벽4 공동구기계타설(무근),내벽3 공동구기계타설(무근),바닥2 공동구인력타설(무근)다짐포함 공동구바닥콘크리트타설 배수공유공관(파형강관)φ300,부직포포함 잡석채움 무늬강판430*492*4.5T 거푸집(합판)간단,0~7m 거푸집(합판)보통,0~7m 와이어메쉬(#5.8-100×100)2kg㎡이하 암반청소터널바닥 배수콘크리트신축이음 배수콘크리트실런트 배수콘크리트스티로폴
○○터널_본선_14+461(NP-1) _PREGROUTING	PREGROUTINGL=9.0m,12공개소
○○터널_본선_14+461(NP-1) _선진보강그라우팅(소구경)	선진보강그라우팅(소구경)L=9.0m,연암
○○터널_본선_14+461(NP-1) _선진수평보링	선진수평보링연암
○○터널_본선_14+461(NP-1) _강관강연선	강관강연선
○○터널_본선_14+461(NP-1) _강관동시가압그라우팅	강관동시가압그라우팅
○○터널_본선_14+461(NP-1) _라이닝번호판	라이닝식별번호판
○○터널_본선_14+550(RP-1) _굴착버력숏	전단면굴착,굴진장3.0m초과 맹암거기계굴착 버력처리(2차로)본선,기계환기 숏크리트버력처리본선 숏크리트공(2차로)

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
○○터널_본선_14+550(RP-1) _락볼트	록볼트L=3.0M 록볼트검측봉
○○터널_본선_14+550(RP-1) _라이닝	철근콘크리트펌프카타설양생 철근콘크리트펌프카타설보통(S15,100m3.이하) 강재동바리및거푸집(이동설치비)2차로,자연환기 라이닝단부마감거푸집간단,0~7m 철근가공및조립현장,매우복잡 라이닝콘크리트신축이음 라이닝콘크리트실런트 라이닝콘크리트스티로폴t=5mm 철근처짐방지용앵커 배면그라우팅 천단부배면공극채움(S-PE유공관)
○○터널_본선_14+550(RP-1) _방수	방수막설치 필터콘크리트타설
○○터널_본선_14+550(RP-1)_배수	고밀도파형폴리에틸렌유공관D=150MM P.V.CPIPE50MM P.V.CPIPE150MMT형소켓포함 공동구뚜껑580*250*60,콘크리트 그레이팅(2@430*492*75) 용수처리 터널배수공비닐깔기 공동구기계타설(철근),외벽4 공동구기계타설(무근),내벽3 공동구기계타설(무근),바닥2 공동구인력타설(무근)다짐포함 공동구바닥콘크리트타설 배수공유공관(파형강관)φ300,부직포포함 잡석채움 무늬강판430*492*4.5T 거푸집(합판)간단,0~7m 거푸집(합판)보통,0~7m 철근가공및조립매우복잡 와이어메쉬(#5.8-100×100)2kg㎡이하 암반청소터널바닥 배수콘크리트신축이음 배수콘크리트실런트 배수콘크리트스티로폴
○○터널_본선_14+550(RP-1) _PREGROUTING	PREGROUTINGL=9.0m,12공개소

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
○○터널_본선_14+550(RP-1)_훠폴링	훠폴링본선부,L=4.0M,25공개소
○○터널_본선_14+550(RP-1) _터널내오염도장하부	터널내오염도장하부
○○터널_본선_14+550(RP-1) _라이닝번호판	라이닝식별번호판
○○터널_본선부대공_명판및안내판	터널명판및안내판형식-1
○○터널_본선부대공_임시환기시설	임시환기시설
○○터널_본선부대공 _임시환기시설(전력비)	임시환기시설(전력비)터널공기-114개월 임시환기시설(전력비)터널공기-214개월 임시환기시설(전력비)터널공기-314개월
○○터널_본선부대공_임시전기시설	임시전기시설
○○터널_본선부대공 _임시전기시설(전력비)	임시전기시설(통로임시조명전력비)터널공기-129개월 임시전기시설(통로임시조명전력비)터널공기-229개월 임시전기시설(통로임시조명전력비)터널공기-329개월
○○터널_본선부대공_작업용비계	작업용비계
○○터널_본선부대공 _터널차량비	터널차량비터널내고소작업차-114개월 터널차량비터널내고소작업차-214개월 터널차량비터널내고소작업차-314개월
○○터널_본선부대공_물푸기	물푸기
○○터널_본선부대공_급수설비	급수설비
○○터널_본선부대공_방음문	방음문
○○터널_본선부대공_방음개선시설	방음개선시설
○○터널_본선부대공_처리능력	처리능력:800M3일
○○터널_본선부대공 _처리능력(개월)	처리능력:800M3일125개월 처리능력:800M3일225개월 처리능력:800M3일325개월
○○터널_본선부대공_세척수처리시설	세척수처리시설
○○터널_본선부대공_PH저감시설	PH저감시설
○○터널_본선부대공_가BP설치공	가BP설치공
○○터널_본선부대공_가BP철거공	가BP철거공
○○터널_본선부대공_이동식쉘터	이동식쉘터
○○터널_본선부대공_붕괴위험경보기	붕괴위험경보기
○○터널_본선부대공 _BLOCKOUT및기타부대공	계단철근도장 콘크리트타설무근,소형구조물 고성능격자지보연결부개선 블록아웃거푸집보통마감 철근가공및조립현장,매우복잡 그레이팅(1330*830*75) 잡석채움 배수관(흄관)기계부설Φ1000MM(흄관제외)

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
○○터널_피난갱_15+256(대인용) _굴착버력숏	전단면굴착,피난연결통로,대인용대인용--1,대인용--2 버력처리(2차로)본선,기계환기 숏크리트버력처리본선 숏크리트공(2차로)차량용--1,2,대인용--1,2
○○터널_피난갱_15+256(대인용) _락볼트	록볼트L=3.0M,차량용--1,2,대인용--1,2 보강락볼트L=3.0M 록볼트검측봉
○○터널_피난갱_15+256(대인용) _라이닝	무근콘크리트펌프카타설양생 무근콘크리트펌프카타설불량(S15,100m3.이하) 철근콘크리트펌프카타설양생 철근콘크리트펌프카타설보통(S15,100m3.이하) 강관동바리설치높이4.2m이하 강관동바리수평연결재(3개월) 합판거푸집복잡,0~7m 철근가공및조립현장,매우복잡 라이닝콘크리트신축이음 라이닝콘크리트실런트 배면그라우팅
○○터널_피난갱_15+256(대인용) _방수	방수막설치 필터콘크리트타설
○○터널_피난갱_15+256(대인용) _배수	고밀도파형폴리에틸렌유공관D=150MM 용수처리 터널배수공비닐깔기 공동구인력타설(무근)다짐포함 암반청소터널바닥
○○터널_피난갱_기타_방화문	대인용 차량용
○○터널_피난갱_기타 _피난연결통로조명	피난연결통로조명
○○터널_자재_숏크리트생산및운반	숏크리트생산,운반D=10MM,강섬유 숏크리트생산,운반D=10MM,일반 숏크리트생산,운반D=10MM,고강도
○○터널_자재_골재생산및운반	골재생산(현장암및터널암유용)D=10MM 골재생산(현장암및터널암유용)D=13MM 골재생산(현장암및터널암유용)D=25MM 쇄석골재운반CR~터널내 쇄석골재운반CR~가BP장

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
○○터널_자재_시멘트	시멘트운반포대 포대시멘트포틀란드KSL-5201(1종) 벌크시멘트포틀란드KSL-5201(1종)
○○터널_자재_모래	모래운반(부순모래)CR장-가BP장 모래운반(하상골재)골재원-가BP장 모래상차도
○○터널_자재_철근	철근운반현장창고-현장 경강(SD500)S13mm 경강(SD500)S16~32mm 고강(SD400)H13mm 고강(SD400)H16~32mm 연강D13mm 연강D16~32mm 고철대(고재)경량A매입가
○○터널_자재_잡석	잡석운반골재원-현장 잡석상차도
○○터널_공통_계측_지중변위측정	지중변위측정
○○터널_공통_계측_내공변위측정	내공변위측정
○○터널_공통_계측_천단침하측정	천단침하측정
○○터널_공통_계측 _ROCK BOLT 축력측정	록볼트축력측정
○○터널_공통_계측 _ROCK BOLT 인발측정	록볼트인발측정
○○터널_공통_계측_지표침하측정	지표침하측정
○○터널_공통_계측 _숏크리트응력측정	숏크리트응력측정
○○터널_공통_계측 _라이닝응력계측정	라이닝응력계측정
○○터널_공통_계측_간극수압측정	간극수압측정
○○터널_공통_계측_필러부EM센서	필러부EM센서
○○터널_공통_계측_지중침하계	지중침하계
○○터널_공통_계측_TSP탐사	TSP탐사
○○터널_공통_계측 _전단면내공변위계	전단면내공변위계
○○터널_공통_계측_자동계측시스템	자동계측시스템
○○터널_공통_계측 _발파진동,소음측정	발파진동,소음측정113개월 발파진동,소음측정213개월 발파진동,소음측정313개월

복합 공종	세부공종(내역 항목 기반)
○○터널_공통_계측_시험발파	시험발파
○○터널_공통_계측 _터널계측측정및정리비	터널계측측정및정리비
○○터널_공통_계측_터널안정해석	터널안정해석
○○터널_공통_계측 _보강철근변형률측정	보강철근변형률측정
○○터널_공통_계측 _필라부발파진동측정	필라부발파진동측정후행터널매발파시,특정공법
○○터널_공통_계측 _필라부발파진동영향평가	필라부발파진동영향평가근접터널부,특정공법
○○터널_공통_계측_미세먼지측정기	미세먼지측정기
○○터널_공통_계측_라돈측정기	라돈측정기

2) 수량분개 데이터 작성

- 앞서 선정된 복합 공종에 수량 및 단가를 연계하기 위해 공종별 해당되는 설계 수량을 분개하는 절차가 필요함
- 수량 분개 데이터 작성은 BIM 설계가 ‘BIM 전환수행 방식’ 또는 ‘BIM 병행수행 방식’으로 시행된 건설사업에 해당하는 절차로 ‘BIM 전면수행 방식’으로 설계된 건설사업은 본 단계를 제외할 수 있음
- 설계단계에서 작성된 도급 CBS(Cost Breakdown Structure, 이하 “CBS”) 내역 구성 체계를 기초로 앞서 선정한 복합 공종에 따라 BIM 객체기반의 OBS(Object Breakdown Structure, 이하 “OBS”) 내역을 구성하기 위하여 수량 분개 데이터를 작성해야 함
- 복합 공종에 해당되는 세부작업의 수량을 분개하는 방법은 「작업분류체계(WBS) 적용 설계실무 가이드라인(안) (국도분야), 국토교통부, 2021.02」과 동일한 방법으로 수행함

① 토공

- 구간별 복합 공종에 대하여 토공 수량을 집계한 후 현행 토공 집계표 방식으로 합산함

<표 4-17> 토공 수량분개(예시)

복합공종 및 세부공종	설 계		수량 분개			
	단위	총수량	1구간	2구간	3구간	4구간
토공_(○구간)_기존철거_포장깨기						
콘크리트포장깨기/기계	M3	1,792	1,060	86		646
아스팔트포장깨기/기계	M3	575	330	-		245
토공_(○구간)_땅깎기공_발파암						
땅깎기(발파암)/정밀깎기	M3	22,118	663	5,542	15,913	-
땅깎기(발파암)/미진동암파쇄굴착	M3	7,374	-	-	7,374	-
땅깎기(발파암)/정밀진동제어발파	M3	18,528	416	-	18,112	-
땅깎기(발파암,진동제어발파,소)	M3	38,648	5,788	-	32,860	-
땅깎기(발파암,진동제어발파,중)	M3	2,161	1,632	464	65	-
땅깎기(발파암,일반발파)	M3	58,426	-	21,296	37,130	-
땅깎기(발파암,일반발파,대)	M3	18,112	-	-	18,112	-
발파암소할	M3	833,431	16,847	249,724	566,860	-
토공_(○구간)_흙쌓기공_노상노체						
흙쌓기(토사,노상)/다짐도95%이상(신설)	M3	30,486	110	14,297	15,316	763
흙쌓기(토사,노체)/다짐도90%이상	M3	135,033	424	62,071	60,587	11,951
흙쌓기(발파암,노체)/다짐도90%이상	M3	147,600	599	7,584	139,417	-
흙쌓기(암성토)/다짐도90%이상	M3	841,103	611	395,065	410,004	35,423
흙쌓기/비다짐	M3	14,090	60	3,226	10,135	669
흙쌓기비탈면다짐	M2	94,948	661	39,250	43,391	11,646

② 배수공, 포장공, 부대공

• 구간별 복합 공종에 대하여 배수공, 포장공, 부대공 수량을 집계한 후 현행 집계표 방식으로 합산함

<표 4-18> 배수공 수량분개(예시)

복합공종 및 세부공종	설 계		수량 분개			
	단위	총수량	1구간	2구간	3구간	4구간
배수공_(○구간)_측구공_L형측구						
L형측구(형식-2-2)/0.605×1.30 M(기계)-토사20M미만	M	201	122	79	-	-
L형측구(형식-2-2)/0.605×1.30 M(기계)-리핑20M미만	M	31	10	21	-	-
L형측구(형식-2-2)/0.605×1.30 M(기계)-발파20M미만	M	564	28	536	-	-
L형측구(형식-2-3)/0.500×0.96 M(기계)-토사	M	144	37	107	-	-
L형측구(형식-2-3)/0.500×0.96 M(기계)-리핑	M	38	10	28	-	-
L형측구(형식-2-3)/0.500×0.96 M(기계)-발파	M	220	10	210	-	-
L형측구(형식-4)/0.70×0.35 M(기계)	M	559	118	153	288	-
L형측구(형식-5)/2.50×0.35 M(인력)		425	-	-	425	-
L형측구(형식-5-1)/1.00×0.20 M(인력)	M	212	-	19	193	-
L형측구(형식-6)/1.00×0.20 M(인력)	M	1,306	-	586	671	49
L형측구(형식-10)/H=0.45~1.20 M(인력)	M	2	1	1	-	-
배수공_(○구간)_집수정						
소형콘크리트타설/VIB포함	M3	24	3	6	-	15
철근콘크리트타설/VIB포함	M3	4	4	-	-	-
거푸집공(유로폼)/보통, 0-7M	M2	259	74	51	-	134
철근가공및조립/간단(계단철근)	TON	0.146	0.045	0.027	-	0.074
계단철근도장/자재제외	TON	34	1		-	33
스페이셔/슬라브 및 기초	M2	19	12		-	7
스페이셔/벽체용	M2	122	80		-	42
계단철근도장/자재제외	M	34	20		-	14
스틸그레이팅 설치/자재제외	EA	14	3		-	11

• 배수공 중 암거는 구간별 위치(측점)에 따라 일반 수량을 분개하고 집계한 후 전체 암거에 대한 수량을 현행 집계표 방식으로 합산함

<표 4-19> 배수공 암거 수량분개(예시)

복합공종 및 세부공종	설 계		수량 분개			
	단위	총수량	2구간			
			15+506	15+774	15+916	15+705
배수공_(○구간)_암거공_(STA)						
철근콘크리트타설/펌프카/양생비	M3	1,024	524	175	243	82
철근콘크리트타설/펌프카/보통(S15)	M3	1,024	524	175	243	82
무근콘크리트타설/펌프카/양생비	M3	64	47	17	-	-
무근콘크리트타설/펌프카/보통(S15)	M3	64	47	17	-	-
무근콘크리트타설/VIB제외	M3	92	31	24	27	10
거푸집공(유로폼)/보통, 0-7M	M2	2,780	1,261	569	732	218
철근가공및조립/복잡	TON	108	58	19	24	7
시스템비계 자재비/3개월이하	M2	1,028	526	202	256	44
시스템비계 설치및해체/H=10M 이하	M2	1,028	526	202	256	44
강관동바리/설치높이 2.5m이하	공/M3	1,249	567	212	359	111
아스팔트 코팅/2회	M2	1,710	787	332	476	115
배수파이프/PVC(φ100)	M	3	2	1	-	-
부직포/중량 350 g/m2	M2	84	59	25	-	-
신축이음(JOINT FILLER포함)/지수판(230*9.5)	M	49	29	9	11	-
스페이셔/슬래브및기초	M2	1,350	499	320	381	150
스페이셔/벽체용	M2	2,240	1,036	455	590	159
다웰바설치/신축이음부(φ32*1000)	개소	338	188	62	42	46
수팽창고무지수재	M	699	266	176	197	60
시공이음면정리(치핑)/인력	M2	298	145	62	70	21
조인트(스치로폴)/T=20	M2	69	17	23	22	7
실런트/비중 1.40	M	85	49	16	20	-
뒷채움부설및다짐(양질의토사)/기계	M3	1,492	70	1,206	17	199
암거상재토부설및다짐(SB-1)/기계	M3	1,122	531	482	-	109
기초잡석깔기/T=30cm(현장암유용)	M3	238	135	36	48	19
DRAIN BOARD 설치	M2	40	28	12	-	-
암거수축이음	M	226	97	52	59	18
평판재하시험	회	4	1	1	1	1

• 포장공은 각 구간별(본선, 부체도로, 이설도로, 기타 등)로 구분하여 수량을 집계한 후 현행 집계표 방식으로 합산함

<표 4-20> 포장공 수량분개(예시)

복합공종 및 세부공종	설 계		수량 분개			
	단위	총수량	1구간	2구간	3구간	4구간
포장공_(○구간)_콘크리트_포장						
콘크리트포장/T=28cm(2차로동시기계포설)	M3	8,865	451	680	7,734	-
중분대기초/T=28cm(기계포설)	M3	45	32	13	-	-
절성경계부/T=25cm(인력포설)	M3	598	138	276	184	-
부체도로콘크리트포장/T=20cm(인력포설)	M2	7,027	395	1,252	-	5,380
연결로접속부 및 길어깨부/T=28cm(인력포설)	M3	223	202	14	7	-
피난연결통로포장/T=15cm(인력포설)	M3	316	32	180	104	-
와이어 메쉬/2~3 kg/m2	M2	7,084	463	1,253	-	5,368
철근가공 및 조립/간단	TON	1.9	0.876	0.142	0.882	-
분리막설치	M2	98,697	11,731	49,808	31,424	5,734
포장용거푸집/유로폼,간단	M2	429	54	100	2	273
다웰바설치/Φ32*500	개소	6	-	4	2	-
포장공_(○구간)_아스팔트_포장						
프라임코팅/RSC-3(150 l /a,자재포함)	M2	31,824	-	14,360	11,181	6,283
저소음포장구간/고무혼입유제(50l/a,자재포함)	M2	69,723	-	39,178	30,545	-
아스콘포장(기층) 포설및다짐/T=13cm	M2	29,590	-	13,066	10,090	6,434
저소음포장 포설및다짐/T=7cm 이하	M2	13,386	-	12,708	678	-
길어깨 저소음포장 포설및다짐/T=7cm 이하	M2	2,708	-	1,531	1,177	-
수밀성개질 아스팔트포장포설및다짐/T=7cm 이하	M2	23,002	-	12,947	10,055	-
길어깨저수밀성개질 아스팔트포장포설및다짐/T=7cm 이하	M2	2,729	-	1,523	1,206	-

• 부대공은 각 구간별로 구분하여 수량을 집계한 후 현행 집계표 방식으로 합산함

<표 4-21> 부대공 수량분개(예시)

복합공종 및 세부공종	설 계		수량 분개			
	단위	총수량	1구간	2구간	3구간	4구간
부대공_(○구간)_교통표지						
형식-1(풍속30m/s)/단주식, Φ76.3mm,조명식	개소	21	-	11	10	-
형식-6(풍속30m/s)/단주식, Φ89.1mm,조명식	개소	11	2	4	5	-
형식-3(풍속30m/s)/단주식, Φ114.3mm,조명식	개소	5	1	1	3	-
형식-7(풍속30m/s,풍속40m/s) /부착식,조명식	개소	24	1	12	11	-
형식-8(풍속30m/s)/단주식, Φ76.3mm,발광형(D=900)	개소	2	-	-	2	-
터파기/토사	M3	32	-	-	26	6
되메우기/다짐	M3	20	-	-	15	5
잔토처리/인력	M3	11	-	-	10	1
콘크리트 타설/무근,소형구조물	M3	14	-	-	13	1
거푸집/유로폼, 간단, 0~7m	M2	45	-	-	40	5
부대공_공통_가설건물						
감독사무실	M2	180				180
수급자가설건물/원도급사	M2	1,340				1,340
수급자가설건물/협력업체	M2	387				387
건설근로자편의시설	M2	625				625
가설건물/부대시설	식	1				1
가설건물 수선보수비	식	1				1
철근야적장/TYPE-B	식	1				1
CCTV 설치 및 운영	대	2				2
전자종합상황판 설치	개소	1				1

③ 교량공

• 교량별로 일반수량을 세부작업관리단위로 세분하여 추가로 산출하고 전체 집계표에 취합하고, 교량별로 부위를 구분하여 집계표를 취합하여 작성함

<표 4-22> 교량공 수량분개(예시)

복합공종 및 세부공종	단위	수량 분개	
		○○교	△△교
(교량명)_A1_벽체			
유로거푸집복잡,0~7m이하	M2	88	50
유로거푸집복잡,7~10m이하	M2	-	50
시스템비계자재비,3개월이하	M2	70	42
시스템비계설치및해체,H=10M이하	M2	70	42
철근가공및조립복잡	TON	4.709	3.431
철근콘크리트타설펌프차,양생비	M3	81	35
철근콘크리트타설펌프차,보통(S15,100m3.초과)	M3	81	35
일반하드너표면보호재	M2	51	16
ASPHALT방수수직면	M2	32	13
스페이셔설치벽체용	M2	88	50
교대수축이음	M	7	-
(교량명)_P1_코핑			
강재거푸집재료비및운반비,교각코핑부	조	1	1
교각코핑부조립및해체비교각코핑부	M2	59	192
가설계단(워킹타워),강재거푸집용,3개월	M	3	3
철근가공및조립매우복잡	TON	4.442	16.942
철근인상작업크레인,H=30M미만	TON	4.442	16.942
철근콘크리트타설보통(S15,100m3.이상)펌프차	M3	47	189
철근콘크리트타설양생비펌프차	M3	47	189
콘크리트양생	M2	19	72
일반하드너표면보호재	M2	19	72
스페이셔벽체용	M2	59	192
교각용점검통로TYPE1(1차로)	개	1	1
합판거푸집(3회)19m초과~22m이하	M2	1	-

④ 터널공

• NATM 터널의 분류는 부위 또는 세부 공종으로 분류하며, 본선부는 단면 형식별로 굴착 및 버력, 지보공, 라이닝, 배수 등으로 구분하여 수량산출을 집계하며, 개착부는 시종점부, 갱문, 개착터널 등으로 분개하여 집계함

<표 4-23> 터널공 수량분개(예시)

복합공종 및 세부공종	단위	수량 분개	
		○○터널	△△터널
(터널명)_본선_(STA(개착))_개착구조물 라이닝			
거푸집공복잡,0~7m	M2	50	32
거푸집공(곡면)매우복잡,0-7m	M2	137	70
거푸집공(곡면)매우복잡,7m초과-10m이하	M2	69	36
거푸집공(유로폼)보통,0~7m	M2	24	-
시스템비계자재비3개월	M2	243	172
시스템비계설치및해체H=10M이하	M2	243	172
철근콘크리트펌프카타설양생	M3	145	88
철근콘크리트펌프카타설보통(S15,100m3.이하)	M3	145	88
철근콘크리트타설VIB포함	M3	63	45
무근콘크리트타설VIB제외	M3	7	6
신축이음실런트	M	26	26
수팽창고무지수재	M	23	22
JOINTFILLER	M2	10	9
지수판B=200×5t	M	23	23
라이닝식별번호판	개소	1	1
(터널명)_본선_(STA(패턴))_굴착버력숏			
반단면굴착(상부),NP-2,무진동암파쇄	M3	394	789
반단면굴착(하부),NP-2,무진동암파쇄	M3	126	252
맹암거기계굴착	M3	1	1
선대구경수평보링	M	36	-
숏크리트버력처리본선	M3	6	11
반단면버력처리(상부)NP-2,무진동암파쇄	M3	419	839
반단면버력처리(하부)NP-2,무진동암파쇄	M3	141	282
숏크리트공(2차로)(상부)NP-2	M3	41	83
숏크리트공(2차로)(하부)NP-2	M3	7	14

3) BIM 모델 작성

- BIM 기반 공정 및 기성관리를 위한 3차원 BIM 모델링은 「시공단계 EX-BIM 매뉴얼(한국도로공사)」의 BIM 성과품 작성 절차 및 방법을 준용하며, 작성 프로세스는 다음과 같음

<표 4-24> 모델링 작성 프로세스

구 분	내 용
모델링 작성방향 설정	- 모델링 적용 프로그램 및 LOD 결정 - 모델 데이터의 복합 공종별 단위 객체 방향 결정
복합 공종별 모델링	- 복합 공종 선정에 따른 단위 모델링 작성
공종별 모델링 취합	- 토공, 교량공, 터널공 등 공종별 모델링 취합

- BIM 객체는 복합 공종과 연계될 수 있도록 복합 공종에 포함된 세부공종에 대한 수량산출 및 연계를 위한 단위객체로 분할하여 모델링함
- BIM 모델은 앞서 기술한 4.1.2 시범적용 대상사업 현황 모델링 참고

4) 더미 모델

- BIM 모델 객체에서 수량산출이 불가능한 공종은 더미 모델로 작성함
- 더미 모델은 위치구현이 가능한 형상 더미 모델과 비형상 더미 모델, 그리고 위치구현이 필요 없는 더미 모델로 구분함
- 위치구현이 가능한 형상 더미 모델은 가BP장, 가설사무소 등 임시시설물과 같은 공종이며, 위치구현이 가능한 비형상 더미 모델은 가시설계측, 경관, 폐수처리시설 등 공사 위치는 명확하나 형상 구현이 어렵거나 필요 없는 공종이 이에 해당됨
- 위치구현이 필요 없는 더미모델은 시험비, 토지임대료 등 부대공 공종이 이에 해당됨



<그림 4-11> BIM 모델 중 수량산출이 불가능한 공정

■ 시범사업에서 적용한 각 공종별 더미모델 공종은 다음과 같음

<표 4-25> 공종별 더미모델 현황

구 분	더미모델 공종	구 분	더미모델 공종
토 공	- 기존구조철거공 - 임목폐기물파쇄 - 표토제거 - 벌개제근및벌목 - 유용토 운반 - 비탈면 현황도 작성 - 계측 - 토공규준틀	부대공	- 교통안전시설 - 교통처리우회도로 - 공사용 진입도로 - 환경관리비 - 품질시험비 - 감독사무실 - 토지임대료 - 기존도로유지보수 - 중기운반비 - 준공표지판 - 경계표주 - 측량및검측비 - 안전관리계획서작성비용 - 현장유지관리비 - 이동식축중기사용료 - 제설자재 보관함 및 거치대 - 기타공사비 - 공사안내표지판 - 골재생산 및 운반 - 자재운반 - 자재대 - 고재대 - 관정공사 - 비점오염저감시설 - 융설시스템 - 조경공 - 무인단속부스 - 긴급대피시설 - 안개 예측・홍보 시스템 - 시인성 부대시설물 - 안전성 부대시설물 - 고령자 부대시설물 - 과속주행 방지시스템
교량공	- 철근망건입 - 말뚝 시험비 - 가설계단 - 철근가공조립 - 거더 제작 및 가설 - 점배수시설공 - 비파괴 검사 - 낙하물 방지공 - 가도 및 축도 - 기타공 - 어스앵커 장비조립 및 해체 - 가시설 / 강재사용료및운반비 - 가시설 계측 - 기존교량 화장 및 철거공 - 골재 생산(구입)및운반 - 자재운반 - 자재대 - 고재대		
터널공	- 강지보공 / 콘크리트타설 - 숏크리트공(필라부) - 강재동바리및거푸집 - 철근가공및조립 - 선진수평보링 - 갱문경관 - 터널 명판 및 안내판 - 임시가시설 - 방음문 - 갱문가시설 - 갱문가시설 철거 - 폐수처리시설 - 세척수 처리시설 - PH저감시설 - 계단철근도장 - 가B/P - 계측 - 숏크리트생산및운반 - 골재생산및운반 - 자재운반 - 자재대 - 고철대(고재)	배수공	- PVC PIPE설치 - 디웰바설치 - 수팽창고무지수재 - 시공이음면정리(치핑) - 채움재 - 실런트 - 찰쌓기 - 문비 - 유송잡물방지시설 - 골재생산 및 운반 - 자재대
		포장공	- 플랜트 - 골재생산및운반 - 자재운반 - 자재대 - 고철대(고재)

5) BIM 기반 공정 및 기성 데이터 구축

- BIM 작업 단위 객체로 공정 정보와 공사비 정보를 같은 Level로 정의하게 되면 선행적 관리는 공정관리에서, 수량 검증은 기성관리에서 수행이 가능함
- BIM 기반 기성관리를 위해 수량산출 및 기성을 위한 수량산출 방식을 정의하고, 분개한 수량을 기초로 내역 변환 및 공사비 비교를 통하여 적합성을 검토함
- 또한 분개한 수량을 바탕으로 3D 객체별 모델링을 시행하여 구간별 통합모델링 및 공정과 연계한 통합 시스템을 구축함
- 내역서 변환

① 기준 내역서 작업 방향 설정

- 공정 및 기성관리를 위한 구간별, 객체별 그룹 설정
- 공정 그룹과 연계가 가능한 내역 공종의 작성 방향 설정

② 내역서 재작성

- 공정이 고려된 구간별, 객체별 OBS 기반 내역서 재작성
- 기성 내역서 작성을 위한 OBS 내역서의 수식 연결

no	Code, 1	Code, 2	Code, 3	Code, 4	Code, 5	공 정	단위	단가	수량
1	A03					3. 교량공	식		
2		A0304				3-04. 용담천교(IPC GIRDER)			
3			A030401			3-04-01. 교대공			
4				A03040101		3.01 A1			
5					A0304010101	3.01.01 말뚝			
6						a-1 말뚝자재비/D=609.6 M/M,T=12 M/M	M	133,989	
7						a-2 사전천공/D=609.6 M/M	M	46,094	
8						a-3 말뚝이음/D=609.6 M/M,T=12 M/M(용가)	개소	204,827	
9						a-4 말뚝이음/D=609.6 M/M,T=12 M/M(표준시장)	개소	17076	
10						a-5 두부보강/D=609.6 M/M	개소	163000	
11						a-6 말뚝시험/돌재하시험,E.o.I.D	회	889,603	
12						a-7 말뚝시험/돌재하시험,Restrike	회	1,777,003	
13						a-8 말뚝시험/수평재하시험	회	3,000,000	
14						a-9 철근콘크리트타설/펌프차,보통(S15, 100m3, 초과)	M3	12,452	
15						a-10 철근콘크리트타설/펌프차,양생비	M3	839	
16						a-11 초음파 탐상업사/UT	M	25,000	
17						a-12 시멘트 운반/철기역-현장, 포대	TON	25330	
18						a-13 시멘트/포대	TON	78120	
19					A0304010102	3.01.02 버팀			
20						b-1 유로거푸집/복잡, 7~ 10m이하	M2	30,784	
21						b-2 무근콘크리트타설/VIB제외	M3	25,519	
22					A0304010103	3.01.03 기초			
23						c-1 유로거푸집/복잡, 0~ 7m이하	M2	28,399	
24						c-2 철근가공 및 조립/복잡	TON	413,080	
25						c-3 철근콘크리트타설/펌프차,보통(S15, 100m3, 초과)	M3	12,452	
26						c-4 철근콘크리트타설/펌프차,양생비	M3	839	
27						c-5 표면처리/콘크리트양생	M2	467	
28						c-6 ASPHALT 방수/수직면	M2	7,376	
29						c-7 스페이셔설치/슬래브 및 기초	M2	158	
30						c-8 스페이셔설치/벽체용	M2	317	
31						c-9 앵커박기/D25, L=1,000M/M	개	134,889	
32						c-10 콘크리트 면정리/	M2	22,787	
33						c-11 철근 운반/가공공장-현장	TON	15,369	
34						c-12 철근 운반/현장창고-현장	TON	16,314	
35						c-13 철근/연장,D10mm	TON	598,500	
36						c-14 철근/연장,D13mm	TON	655,000	
37						c-15 철근/연장,D16~32mm	TON	650,000	

단가 연계

<그림 4-12> 내역서 기초자료 작성

③ 도급내역서 비교 검토

- 구간별, 객체별로 작성된 OBS 내역서와 도급내역서의 수량 및 공사비 비교 검토

내역서

공 종 명	규 격	단위	단가	수량(①)		공사비(②)		증감(②-①)		비고
				CBS	OBS(BIM)	CBS	OBS(BIM)	수량	공사비	
3-01. 강상분기형1교(SEB GIRDER)	B=8.7m, L=80.0M	식		1		1,098,172,751	1,096,764,495.94	- 1	- 1,408,255	
3.01 토공			-			1,665,261	1,668,139.89	-	2,879	
c 구조물터파기	기계100%		-			1,665,261	1,668,139.89	-	2,879	
c-1 토사			-			1,614,951	1,616,428.95	-	1,478	
c-1-1 터파기(육상토사)	0-2m(기계)	M3	1,161	690	690.198	801,090	801,319.88	0	230	
c-1-2 터파기(육상토사)	2-4m(기계)	M3	1,161	554	554.513	643,194	643,789.59	1	596	
c-1-2 터파기(육상토사)	6-6m(기계)	M3	1,161	147	147.562	170,667	171,319.48	1	652	
g 되메우기			-			50,310	51,710.94	-	1,401	
g-2 기계다짐	다짐도95%이상	m3	1,935	26	26.724	50,310	51,710.94	1	1,401	
3.02 현장타설 콘크리트 말뚝	육상부		-	-		26,224,500	25,985,703.16	-	- 238,796	
a 굴착			-	-		4,429,271	4,447,333.61	-	18,063	
a-5 D = 2500 M/M		M3	108,031	41	41.167	4,429,271	4,447,333.61	0	18,063	
b 천공			-	-		5,137,050	4,280,875.00	-	- 856,175	
b-5 D = 2500 M/M		M	1,712,350	3	2.500	5,137,050	4,280,875.00	- 1	- 856,175	
c 콘크리트타설			-	-		1,418,419	1,422,341.17	-	3,922	
c-9 D = 2500 M/M	(육상)	M3	24,041	59	59.163	1,418,419	1,422,341.17	0	3,922	
d 철근망건입			-	-		471,692	470,310.97	-	- 1,381	
d-9 D = 2500 M/M	(육상)	TON	89,319	5	5.266	471,692	470,310.97	- 0	- 1,381	
e 스텐드파이프			-	-		11,935,488	12,532,262.40	-	596,774	
e-5 D = 2500 M/M	희생강관	M	1,491,936	8	8.400	11,935,488	12,532,262.40	0	596,774	
f 두부정리			-	-		467,280	467,280.00	-	-	
f-5 D = 2500 M/M		본	467,280	1	1.000	467,280	467,280.00	-	-	
g 말뚝 시험비			-	-		2,365,300	2,365,300.00	-	-	
g-7 말뚝 시험비	D = 2500 M/M		-	-		2,365,300	2,365,300.00	-	-	
g-7-4 건전도평가시험	현장타설말뚝	회	800,000	1	1.000	800,000	800,000.00	-	-	
g-7-5 연직도시험	현장타설말뚝	회	1,565,300	1	1.000	1,565,300	1,565,300.00	-	-	
3.03 강관말뚝공			-	-		105,111,827	105,121,044.70	-	9,218	
a 말뚝자재비			-	-		66,056,577	66,056,576.18	-	- 1	
a-6 D=609.6 M/M	T=12 M/M	M	133,969	493	493.000	66,056,577	66,056,576.18	- 0	- 1	
c 사전천공			-	-		22,401,684	22,410,902.52	-	9,219	
c-3 내부굴착 후경타 공법			-	-		22,401,684	22,410,902.52	-	9,219	
c-3-3 D=609.6 M/M		M	46,094	486	486.200	22,401,684	22,410,902.52	0	9,219	
d 말뚝이음			-	-		3,772,351	3,772,351.00	-	-	
d-6 D=609.6 M/M(본가)	T=12 M/M	개소	204,827	17	17.000	3,482,059	3,482,059.00	-	-	
d-6 D=609.6 M/M(표준시장)	T=12 M/M	개소	17,076	17	17.000	290,292	290,292.00	-	-	
f 두부보강			-	-		2,771,000	2,771,000.00	-	-	
f-3 D=609.6 M/M		개소	163,000	17	17.000	2,771,000	2,771,000.00	-	-	
g 말뚝시험			-	-		10,110,215	10,110,215.00	-	-	
g-3 동재하시험	E.o.I.D	회	889,603	2	2.000	1,779,206	1,779,206.00	-	-	
g-4 동재하시험	Restrike	회	1,777,003	3	3.000	5,331,009	5,331,009.00	-	-	
g-5 수평재하시험		회	3,000,000	1	1.000	3,000,000	3,000,000.00	-	-	

<그림 4-13> OBS 내역서와 도급 내역서 비교 검토

■ 통합 시스템 구축

① 계획 공정 데이터 작성

- 공정 데이터는 선후행 관계가 명확한 계획 공정에 따라 시작일, 기간, 선행 대표 공종을 작성하여 선행 대표 공종과 후속 대표 공종이 연계되도록 작성하며, 독립적으로 시행되는 대표 공종(자재, 운반 등)은 시작일 및 종료일을 작성

- 토공은 구간별 공정 관리가 가능하도록 수립된 대표 공종에 공정 데이터를 다음과 같이 작성

<표 4-26> 토공 대표 공종 데이터 작성(예시) (계속)

대표공종	공정 데이터			
	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	
토공_○구간_땅깎기공_리핑암	31	2021-10-01	2021-10-31	

<표 4-26> 토공 대표 공종 데이터 작성(예시)

대표공종	공정 데이터			
	기간	시작일	종료일	선후행
토공_○구간_땅깎기공_발파암	30	2021-11-01	2021-11-30	
토공_○구간_흙쌓기공_노상노체	30	2023-04-01	2023-04-30	
토공_○구간_노상준비_노상준비	122	2021-06-01	2021-09-30	
토공_○구간_비탈녹화_비탈녹화	92	2021-08-01	2021-10-31	
토공_○구간_면고르기_면고르기	365	2022-01-01	2022-12-31	
토공_○구간_락볼트	61	2022-08-01	2022-09-30	
토공_○구간_네일공	334	2022-09-01	2023-07-31	
토공_○구간_수평배수	365	2023-01-01	2023-12-31	
토공_○구간_비탈보호	61	2022-10-01	2022-11-30	
토공_○구간_토공계측_설치비	30	2022-11-01	2022-11-30	
토공_○구간_토공계측_운영비	30	2023-09-01	2023-09-30	
토공_○구간_규준틀	31	2024-03-01	2024-03-31	

- 교량의 대표 공종 데이터는 가설 구조물 보다 목적 구조물을 대상으로 상세 공정을 고려하여 정보를 입력하고 객체별 공정 관리가 가능하도록 수립된 대표 공종에 공정 데이터를 다음과 같이 작성

<표 4-27> 교량공 대표 공종 데이터 작성(예시) (계속)

대표공종	공정 데이터			
	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_기초	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	
○○교_P1_교량받침	15	2023-09-02	2023-09-16	

<표 4-27> 교량공 대표 공종 데이터 작성(예시)

대표공종	공정 데이터			
	기간	시작일	종료일	선후행
○○교_상부_거더	11	2024-07-06	2024-07-16	
○○교_상부_슬래브	46	2024-08-26	2024-10-10	
○○교_상부_방호벽	10	2024-11-16	2024-11-25	
○○교_상부_기타_가로등기초	2	2025-06-01	2025-06-02	
○○교_상부_기타_신축이음	2	2025-06-02	2025-06-03	
○○교_상부_기타_배수시설	5	2025-03-01	2025-03-31	
○○교_상부_기타_교명판	1	2025-06-05	2025-06-05	
○○교_상부_기타_측량기준점	1	2025-06-05	2025-06-05	
○○교_상부_기타_교량유지관리용표지판	1	2025-06-05	2025-06-05	
○○교_부대공_토공_터파기	3	2025-05-01	2025-05-03	
○○교_부대공_토공_되메우기	3	2025-05-04	2025-05-06	
○○교_부대공_토공_뒷채움	3	2025-05-04	2025-05-06	
○○교_부대공_토공_교대앞성토	2	2025-06-01	2025-06-02	
○○교_부대공_보호블럭	2	2025-06-01	2025-06-02	
○○교_부대공_쏘일시멘트	5	2025-05-10	2025-05-15	
○○교_부대공_가설계단	2	2025-06-01	2025-06-02	
○○교_부대공_부대공	2	2025-06-01	2025-06-02	

- 터널의 대표 공종 데이터는 위치 정보와 패턴별 상세 공정을 고려하여 정보를 입력하고 패턴별 공정 관리가 가능하도록 수립된 대표 공종에 공정 데이터를 다음과 같이 작성

<표 4-28> 터널공 대표 공종 데이터 작성(예시) (계속)

대표공종	공정 데이터			
	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	

<표 4-28> 터널공 대표 공종 데이터 작성(예시)

대표공종	공정 데이터			
	기간	시작일	종료일	선후행
○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)_굴착버력쇼	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	
○터널_△방향_14+455(NP-2)_배수	11	2024-07-06	2024-07-16	
○터널_△방향_14+455(NP-2)_방수	46	2024-08-26	2024-10-10	
○터널_△방향_14+455(NP-2)_PREGROUTING	10	2024-11-16	2024-11-25	
○터널_△방향_14+455(NP-2)_선진보강그라우팅	2	2025-06-01	2025-06-02	
○터널_△방향_14+455(NP-2)_선진수평보링	2	2025-06-02	2025-06-03	
○터널_△방향_14+455(NP-2)_강관강연선	5	2025-03-01	2025-03-31	
○터널_△방향_14+455(NP-2)_강관동시가압	1	2025-06-05	2025-06-05	
○터널_△방향_14+455(NP-2)_라이닝번호판	1	2025-06-05	2025-06-05	
○터널_△방향_14+461(NP-1)_굴착버력쇼	1	2025-06-05	2025-06-05	
○터널_△방향_14+461(NP-1)_강지보공	3	2025-05-01	2025-05-03	
○터널_△방향_14+461(NP-1)_락볼트	3	2025-05-04	2025-05-06	
○터널_△방향_14+461(NP-1)_라이닝	3	2025-05-04	2025-05-06	
○터널_△방향_14+461(NP-1)_배수	2	2025-06-01	2025-06-02	
○터널_△방향_14+461(NP-1)_방수	2	2025-06-01	2025-06-02	
○터널_△방향_14+461(NP-1)_PREGROUTING	5	2025-05-10	2025-05-15	
○터널_△방향_14+461(NP-1)_선진보강그라우팅	2	2025-06-01	2025-06-02	
○터널_△방향_14+461(NP-1)_선진수평보링	2	2025-06-01	2025-06-02	
○터널_△방향_14+461(NP-1)_강관강연선	2	2025-06-01	2025-06-02	

② 3D 모델-공정 연계

• 통합 시스템 구축을 위해 작성한 계획 공정 데이터를 입력 후 3D 모델을 연계하고 모델링 객체는 대표 공종명과 동일한 코드를 부여하여 시공중 발생하는 Activity에 대하여 BIM 모델과 공정이 일체화되어 공사 단계별 진행율을 시각적으로 확인하고 정량화된 공정율이 산정될 수 있도록 작성함



<그림 4-14> 3D 모델-공정 연계

③ 3D 모델-수량 연계

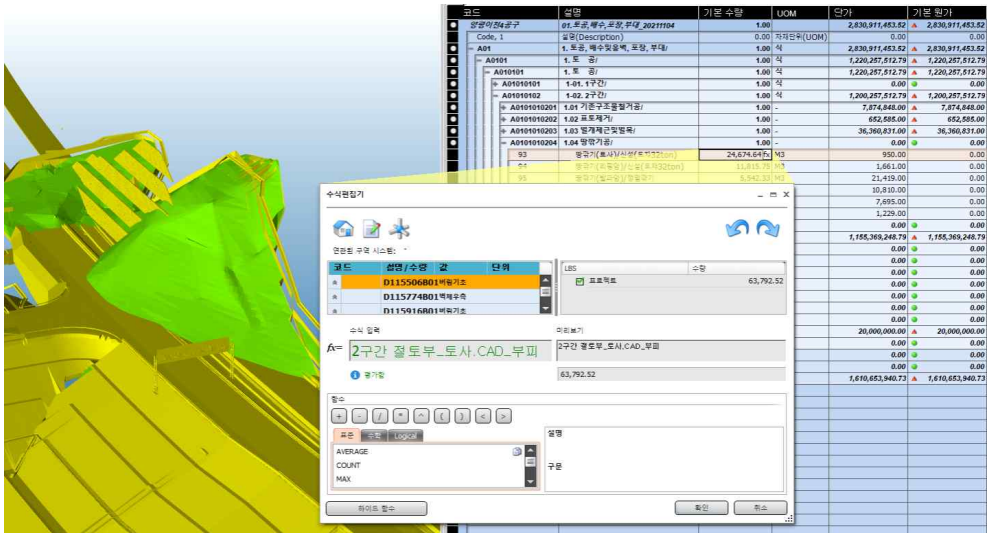
• BIM 기반의 기성 내역서 작성을 위해 복합 공종에 따라 3D 모델이 연계된 데이터와 OBS 기반으로 작성된 기준 내역서에 수량 및 단가를 연계함

코드 (복합공종)	단위	관리수량 (수 량)				OBS 기준 금액(원) (단 가)			
		전체	정위	구위	누계	전체	정위	구위	누계
토공 합계						7,179,464,052		43	179,036,007
토공_2구간 합계			-		-	6,763,881,116	64,888,264	114,147,743	179,036,007
토공_2구간_기존철거_임목파쇄	식	1	1		1	7,874,848	7,874,848	-	7,874,848
토공_2구간_표토제거_답/답외	식	1	1		1	652,585	652,585	-	652,585
토공_2구간_표토제거_비옥토수거	㎡	12,921	-	5,653	5,653	3,113,961	-	1,362,373	1,362,373
토공_2구간_벌개제근	식	1	1		1	36,360,831	36,360,831	-	36,360,831
토공_2구간_땅깎기공_토사	㎥	24,675	-	12,633	12,633	23,440,904	-	12,001,350	12,001,350
토공_2구간_땅깎기공_리핑암	㎥	11,816	-	2,244	2,244	19,625,965	-	3,727,284	3,727,284
토공_2구간_땅깎기공_발파암(정밀깎기)	㎥	5,542	-	868	868	118,711,225	-	18,591,692	18,591,692
토공_2구간_땅깎기공_발파암(일반발파)	㎥	21,296	-	2,404	2,404	163,870,125	-	18,498,780	18,498,780
토공_2구간_땅깎기공_발파암소할	㎥	249,741	-	1,878	1,878	306,910,549	-	2,308,062	2,308,062
토공_2구간_땅깎기공_시험발파	회	1	1		1	20,000,000	20,000,000	-	20,000,000
토공_2구간_유용운반_토사(60M미만)	㎥	8,006	-	1,228	1,228	8,998,744	-	1,380,272	1,380,272
토공_2구간_유용운반_리핑암(60M미만)	㎥	1,412	-	194	194	2,696,920	-	370,540	370,540
토공_2구간_유용운반_발파암(60M미만)	㎥	20,685	-	212	212	76,720,665	-	786,308	786,308
토공_2구간_유용운반_토사(덤프운반)	㎥	214,778	-	4,137	4,137	440,509,678	-	8,484,987	8,484,987

<그림 4-15> 복합 공종에 수량 및 단가 연계

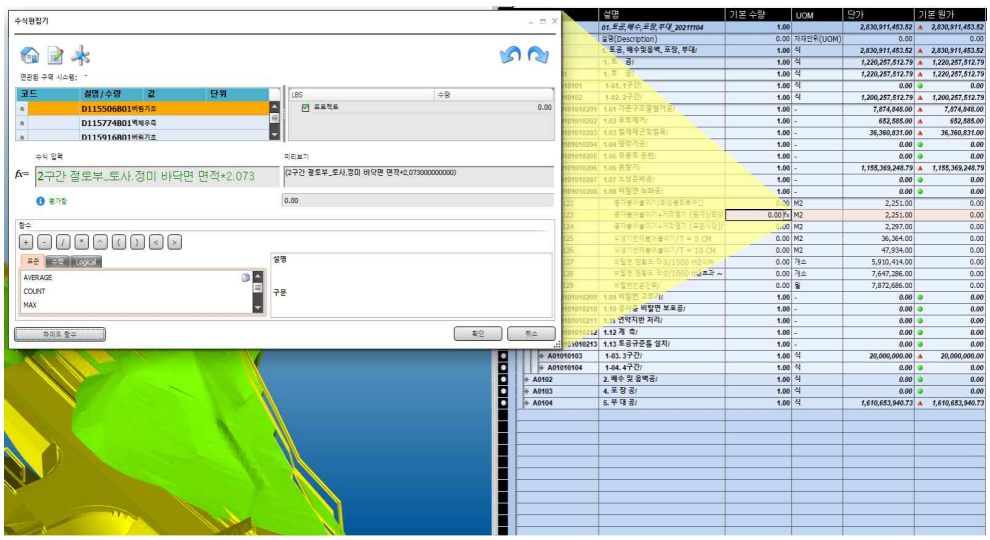
- 복합 공종에 따라 작성된 BIM 모델과 기성 데이터를 연계하면 모델로부터 수량을 산출하여 3D 모델링 정보(체적, 면적, 개수, 길이)를 활용하여 3D 수량을 입력하고, 수식이 필요한 아이템은 산식을 적용하여 3D 비례수량으로 입력함
- 모델링과 무관하게 수동으로 산출되는 수량은 임의로 모델링하여 3D 1식 수량으로 입력함
- 토공의 모델링-기성 데이터 산출 및 연계 예시는 다음과 같음

- 땅깎기는 3D 수량으로 작성된 깎기 모델에서 산출함



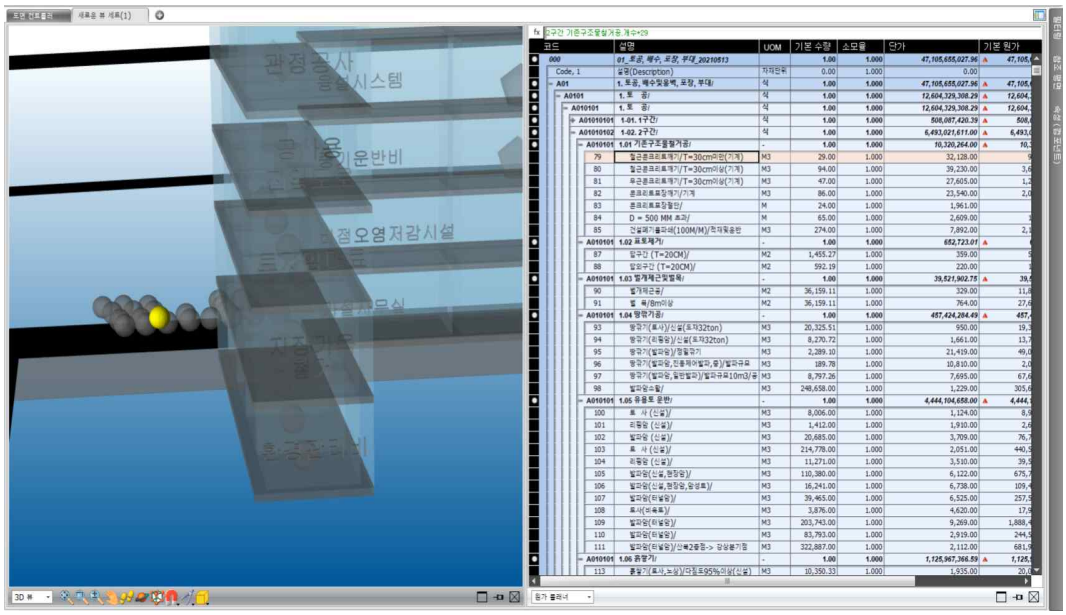
<그림 4-16> 토공(3D) 수량 연계 예시

- 비탈면 녹화공은 3D 비례 수량으로 작성된 쌓기 및 깎기 모델에서 수식으로 연계하여 산출함



<그림 4-17> 토공(3D 비례) 수량 연계 예시

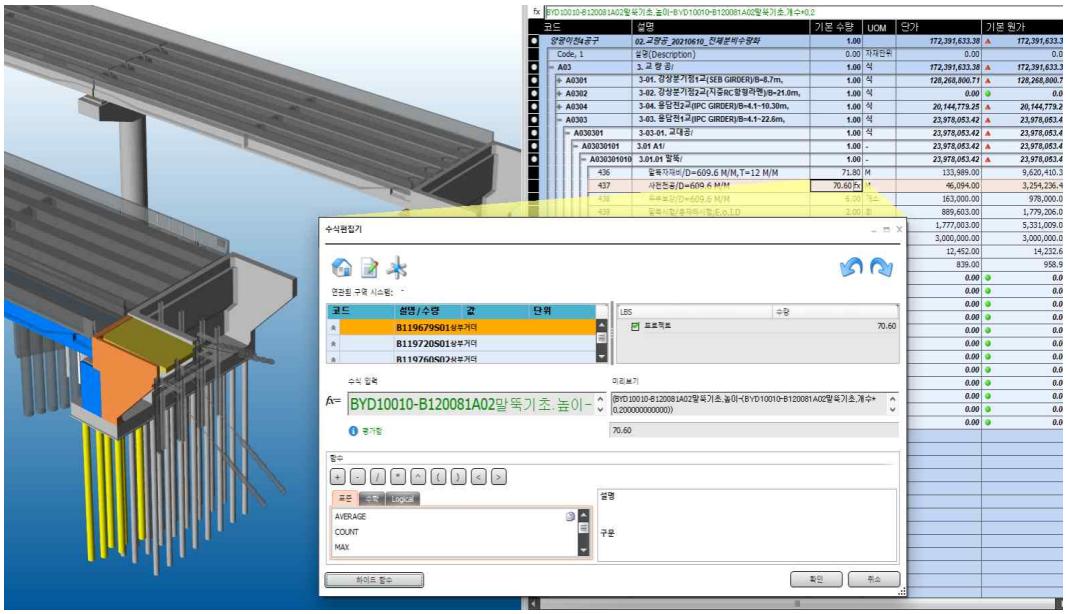
- 기존구조물 철거공은 3D 1식 수량으로 임의로 작성된 더미 모델링에 기존 2D 산출방식으로 산출된 수량을 연계함



<그림 4-18> 토공(3D 1식) 수량 연계 예시

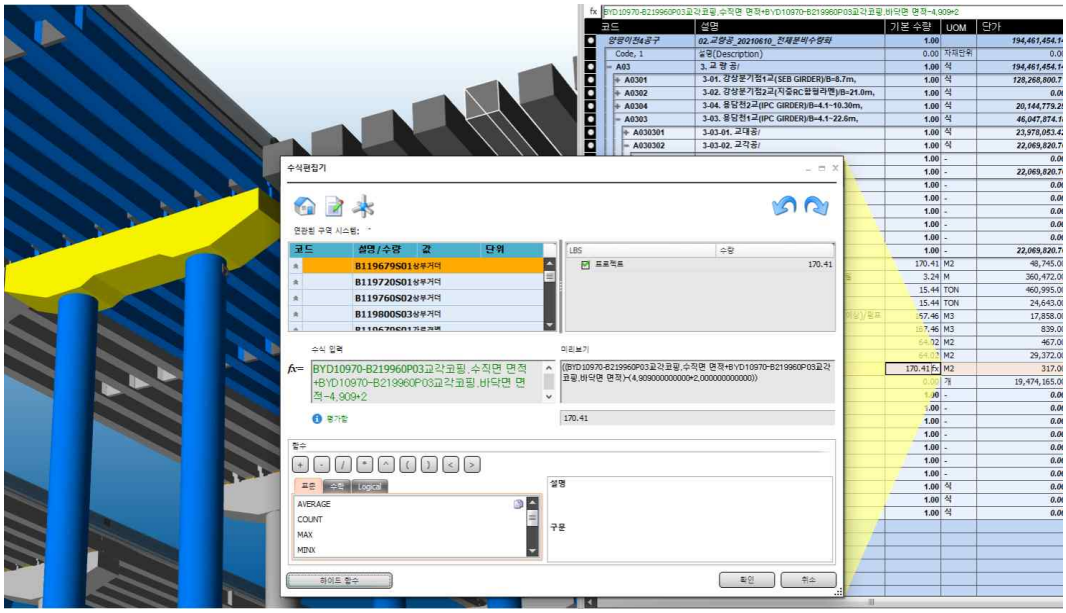
• 교량공의 모델링-기성 데이터 산출 및 연계 예시는 다음과 같음

- 말뚝 천공은 3D 수량으로 작성된 말뚝 모델에서 산출함



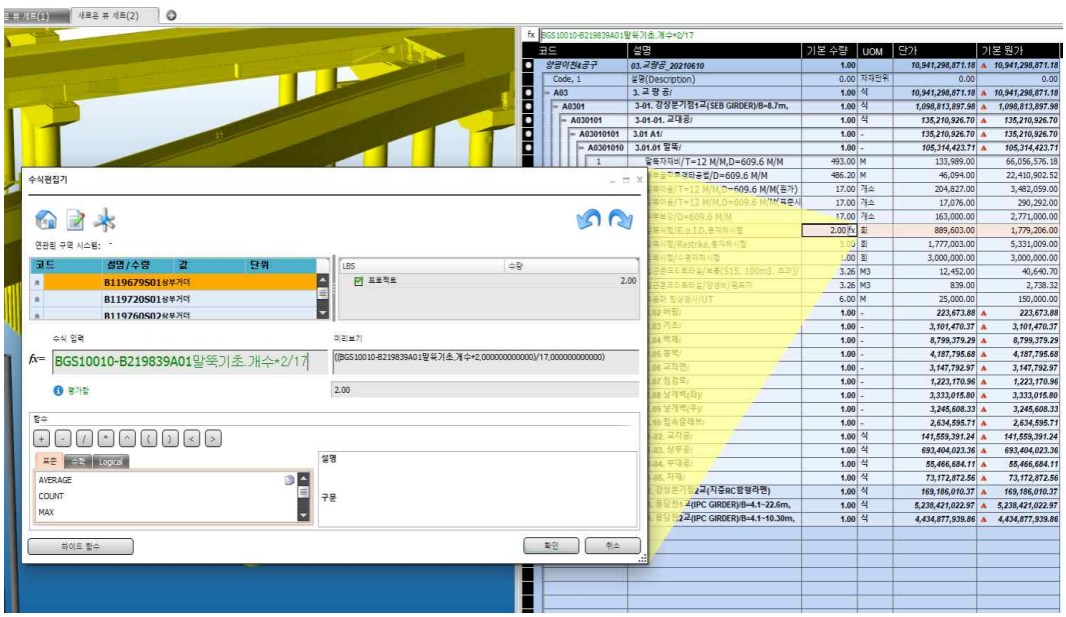
<그림 4-19> 교량공(3D) 수량 연계 예시

- 스페이셔는 3D 비례 수량으로 콘크리트타설 모델의 면적을 수식으로 연계하여 산출함



<그림 4-20> 교량공(3D 비례) 수량 연계 예시

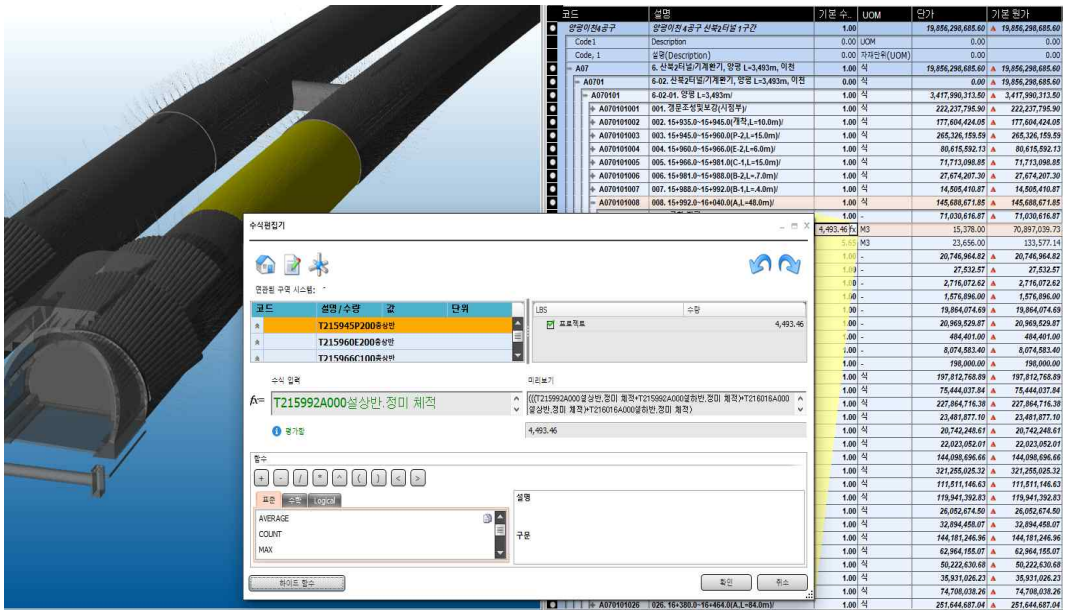
- 말뚝시험비는 3D 1식 수량으로 임의 모델링 데이터에 기존방식으로 산출된 2D수량을 연계함



<그림 4-21> 교량공(3D 1식) 수량 연계 예시

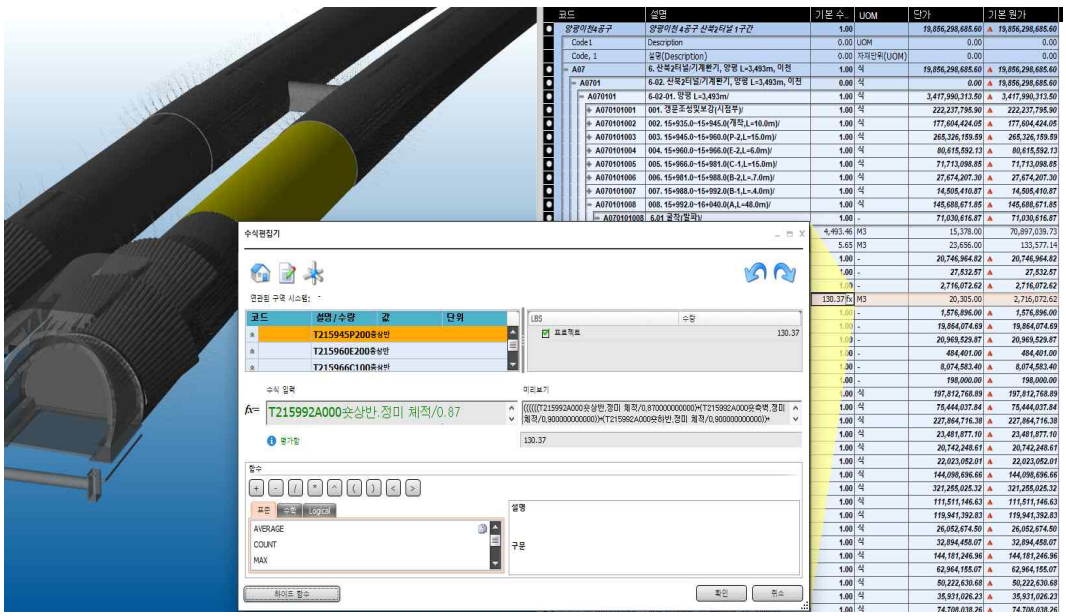
• 터널공의 모델링-기성 데이터 산출 및 연계 예시는 다음과 같음

- 터널 굴착은 3D 수량으로 작성된 굴착 모델에서 산출함



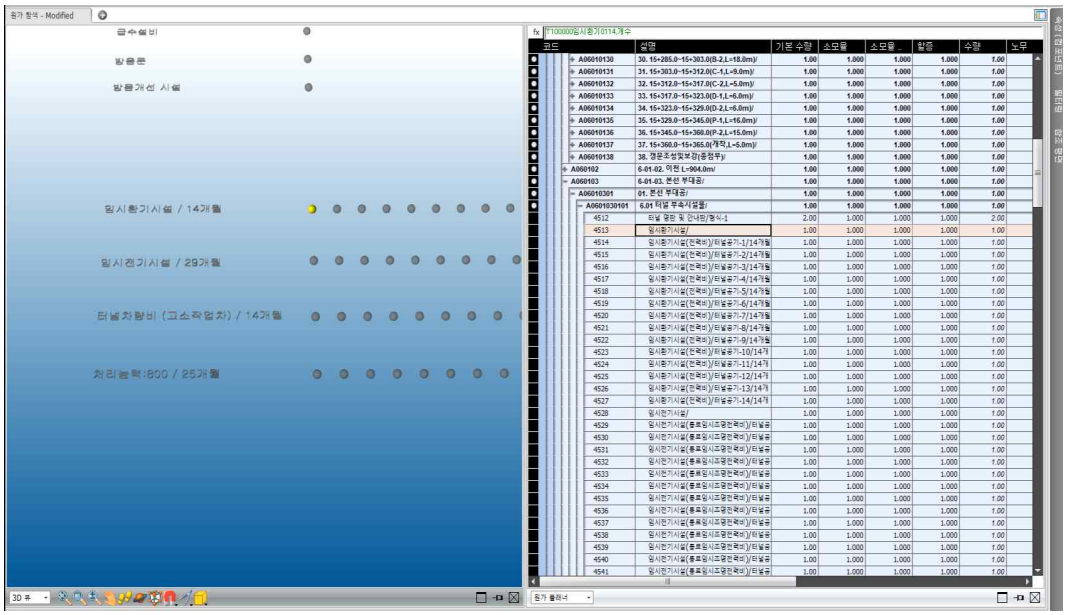
<그림 4-22> 터널공(3D) 수량 연계 예시

- 숏크리트 타설은 3D 비례 수량으로 숏크리트 타설 모델의 부피를 수식으로 연계하여 산출함



<그림 4-23> 터널공(3D 비례) 수량 연계 예시

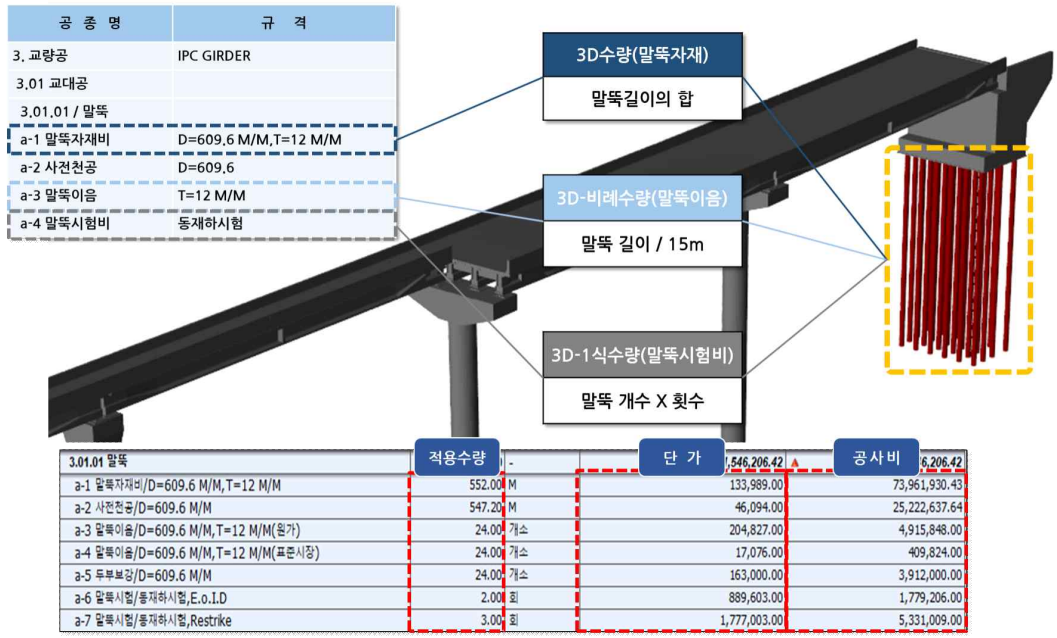
- 임시환기시설은 3D 1식 수량으로 임의 모델링 데이터에 기존방식으로 산출된 2D수량을 연계함



<그림 4-24> 터널공(3D 1식) 수량 연계 예시

④ 기성 내역서

• 3D 모델로부터 산출된 수량에 대하여 단가를 연계하여 공사비를 산출함



3.01.01 말뚝	적용수량	-	단 가	,546,206.42	공사비	6,206.42
a-1 말뚝자재비/D=609.6 M/M,T=12 M/M	552.00	M	133,989.00		73,961,930.43	
a-2 사전천공/D=609.6 M/M	547.20	M	46,094.00		25,222,637.64	
a-3 말뚝이음/D=609.6 M/M,T=12 M/M(원가)	24.00	개소	204,827.00		4,915,848.00	
a-4 말뚝이음/D=609.6 M/M,T=12 M/M(표준시장)	24.00	개소	17,076.00		409,824.00	
a-5 두부보강/D=609.6 M/M	24.00	개소	163,000.00		3,912,000.00	
a-6 말뚝시험/동재하시험,E.o.I.D	2.00	회	889,603.00		1,779,206.00	
a-7 말뚝시험/동재하시험,Restrike	3.00	회	1,777,003.00		5,331,009.00	

<그림 4-25> 모델링 수량 및 내역서 연계(예시)

• 3D 모델과 단가가 연계되면 최종 업데이트 및 활성화를 통해 BIM 기반 OBS 내역서 작성이 완료됨

코드	단위	수량			진도율(%)	OBS 기준 금액(원)			공정율(%)		비고
		전체	현재	미진행		전체	현재	잔액	현재공정률	남은공정률	
산북1터널 합계						12,097,293,224	-	12,097,293,224		100.00%	
						4,654,564,693	-	4,654,564,693		100.00%	
산북1T_양평_14+455(NP-2)_굴착버력쇳	m			-	98.45%	140,349,934	138,170,472	2,179,462	98.45%	1.55%	
반단면굴착(상부),근접병행터널NP-2,선행(무진동암파쇄굴착)	M3	394	394	-	100.00%	85,158,011	85,158,011	-	100.00%		
반단면굴착(하부),근접병행터널NP-2,선행(무진동암파쇄굴착)	M3	126	126	-	100.00%	27,090,680	27,090,680	-	100.00%		
명암거기계굴착	M3	1	1	-	100.00%	16,730	16,730	-	100.00%		
선대구경수평보링	M	36	36	-	100.00%	22,161,852	22,161,852	-	100.00%		
숏크리트버력처리본선	M3	6		6		22,224	-	22,224		100.00%	
반단면버력처리(근접병행,선행,상부)NP-2,무진동암파쇄	M3	419		419		1,533,046	-	1,533,046		100.00%	
반단면버력처리(근접병행,선행,하부)NP-2,무진동암파쇄	M3	141		141		624,192	-	624,192		100.00%	
숏크리트공(2차로)(근접병행,선행,상부)NP-2	M3	41	41	-	100.00%	3,167,418	3,167,418	-	100.00%		
숏크리트공(2차로)(근접병행,선행,하부)NP-2	M3	7	7	-	100.00%	575,782	575,782	-	100.00%		
산북1T_양평_14+455(NP-2)_강지보공	m			-	100.00%	7,442,004	7,442,004	-	100.00%		
강지보공,2차로지연환기125*125*6.5*9(P-2,WL-4,NP-2)	EA	7	7	-	100.00%	7,439,422	7,439,422	-	100.00%		
와이어메쉬(#3.2-100×100)(원가)2kg/㎡이하	M2	5	5	-	100.00%	81	81	-	100.00%		
와이어메쉬설치(표준시장)	M2	5	5	-	100.00%	2,500	2,500	-	100.00%		
산북1T_양평_14+455(NP-2)_락볼트	m			-	100.00%	558,636	558,636	-	100.00%		
록볼트(근접병행,선행,하부)L=4.0M,NP-2,무진동암파쇄	조	6	6	-	100.00%	546,756	546,756	-	100.00%		
록볼트검측봉	ea	6	6	-	100.00%	11,880	11,880	-	100.00%		
산북1T_양평_14+455(NP-2)_라이닝	m			-		6,618,722	-	6,618,722		100.00%	
철근콘크리트펌프카타설양생	M3	49		49		42,108	-	42,108		100.00%	
철근콘크리트펌프카타설보통(S15,100m3이하)	M3	49		49		936,413	-	936,413		100.00%	

<그림 4-26> BIM 기반 내역서 작성 완료(예시)

⑤ 통합 시스템 구축

• 공정 및 기성 데이터와 3D 모델을 연계하면 BIM 기반 공정 및 기성관리 통합 시스템을 구축이 완료되고 시공사에서 제공하는 공사일지에 대해 복합 공종 기반의 관리 수량 또는 공정율을 입력하는 방식으로 공정 및 기성관리가 가능함

⑥ BIM기반 공사일지

• 기존의 공사일지 작성의 문제점을 개선하고 직관적이고 투명한 공정관리를 위하여 BIM기반 공사일지를 작성함

• BIM기반 일일 작업일지는 기본데이터 구축시 선정된 복합 공종에 해당하는 OBS 내역서를 기반으로 <그림 4-27>과 같이 공종별 수량을 입력하여 진도율을 산정함

• BIM기반 일일작업일지를 시범사업에서 적용하여 도로공사 현재 양식과 동일한 공사일지를 작성함

• 공사일지(안)을 시범사업에 적용하여 일정 기간동안 작성하여 효율성을 확인함

11월 19일 실시수량
(굴착 5.0m 진행)

	단위	관리수량			진도율(%)	OBS 기준 금액(원)			비고
		계획	현재	미진행		계획	현재	미진행	
산						53,049,508,083	1,019,535,500	52,029,972,583	
산북2T-1구간_양평_15+945(P-2)_굴착버력옷				-	34%	87,636,155	29,957,274	57,678,881	
반단면굴착,굴진장1.2m미만,상부(강관보강)P-1(강관보강),P-2(강관보강),WL-3(강관보강)	M3	1,045	357	687	34%	51,150,961	17,493,624	33,657,336	
반단면굴착,굴진장1.2m미만,하부P-1(강관보강),P-2(강관보강),WL-3(강관보강)	M3	415	142	273	34%	20,710,363	7,082,934	13,627,429	
맹암거기계굴착	M3	2		2		41,743	-	41,743	
버력처리(2차로)본선,기계환기	M3	1,565	535	1,030	34%	6,861,633	2,346,679	4,514,955	
숏크리트버력처리본선	M3	15	5	10	34%	60,299	20,622	39,677	
숏크리트공(2차로)P-1,P-2,WL-1,WL-2,WL-3	M3	128	44	84	34%	8,811,156	3,013,415	5,797,741	
산북2T-1구간_양평_15+945(P-2)_강지보공				-	33%	15,487,449	5,162,483	10,324,966	
강지보공,기계환기(2차로)125*125*6.5*9(P-2)	조	15	5	10	33%	15,478,845	5,159,615	10,319,230	
와이어메쉬(#3.2-100×100)(원가)2kgm²이하	M2	18	6	12	33%	270	90	180	
와이어메쉬설치(표준시장)	M2	18	6	12	33%	8,334	2,778	5,556	
산북2T-1구간_양평_15+945(P-2)_락볼트				-	33%	1,992,150	664,050	1,328,100	
GFRP록볼트L=4.0M,C-1,C-2,P-1,P-2,WL-1,WL-2	공	30	10	20	33%	1,992,150	664,050	1,328,100	

11월 19일 실시수량
(굴착 5.0m 진행)

	단위	관리수량			진도율(%)	OBS 기준 금액(원)			비고
		계획	현재	미진행		계획	현재	미진행	
산						53,049,508,083	1,019,535,500	52,029,972,583	
산북2T-1구간_양평_15+945(P-2)_굴착버력옷				-	34%	87,636,155	29,957,274	57,678,881	
반단면굴착,굴진장1.2m미만,상부(강관보강)P-1(강관보강),P-2(강관보강),WL-3(강관보강)	M3	1,045	357	687	34%	51,150,961	17,493,624	33,657,336	
반단면굴착,굴진장1.2m미만,하부P-1(강관보강),P-2(강관보강),WL-3(강관보강)	M3	415	142	273	34%	20,710,363	7,082,934	13,627,429	
맹암거기계굴착	M3	2		2		41,743	-	41,743	
버력처리(2차로)본선,기계환기	M3	1,565	535	1,030	34%	6,861,633	2,346,679	4,514,955	
숏크리트버력처리본선	M3	15	5	10	34%	60,299	20,622	39,677	
숏크리트공(2차로)P-1,P-2,WL-1,WL-2,WL-3	M3	128	44	84	34%	8,811,156	3,013,415	5,797,741	
산북2T-1구간_양평_15+945(P-2)_강지보공				-	33%	15,487,449	5,162,483	10,324,966	
강지보공,기계환기(2차로)125*125*6.5*9(P-2)	조	15	5	10	33%	15,478,845	5,159,615	10,319,230	
와이어메쉬(#3.2-100×100)(원가)2kgm²이하	M2	18	6	12	33%	270	90	180	
와이어메쉬설치(표준시장)	M2	18	6	12	33%	8,334	2,778	5,556	
산북2T-1구간_양평_15+945(P-2)_락볼트				-	33%	1,992,150	664,050	1,328,100	
GFRP록볼트L=4.0M,C-1,C-2,P-1,P-2,WL-1,WL-2	공	30	10	20	33%	1,992,150	664,050	1,328,100	

<그림 4-27> BIM기반 일일공사일지 입력

공 사 일 지

작성일자 : 2021-11-01

1. 일 반 현 황

공사명	고속국도 제400호선 양평~이천간 건설공사 제4공구	현장대리인		온도	최고 ℃
		책임감리원			최저 ℃
위 치	경기도 여주시 산북면 후리~용담리 일원	감 독 원		기상	강우량 mm
					감설량 mm

2. 공 정 현 황

가. 총 괄

구 분	전체(%)			당해년도(%)			전체누계(%)
	총계	전년까지	당해년도	계획	실시	대비	
전체 공정 현황	100.000	0.273	2.766	100.000	77.834	77.834	2.153
	136,397,714,984.00	369,326,780.00	3,745,627,918.00	3,745,627,918.00	2,915,358,110.20		

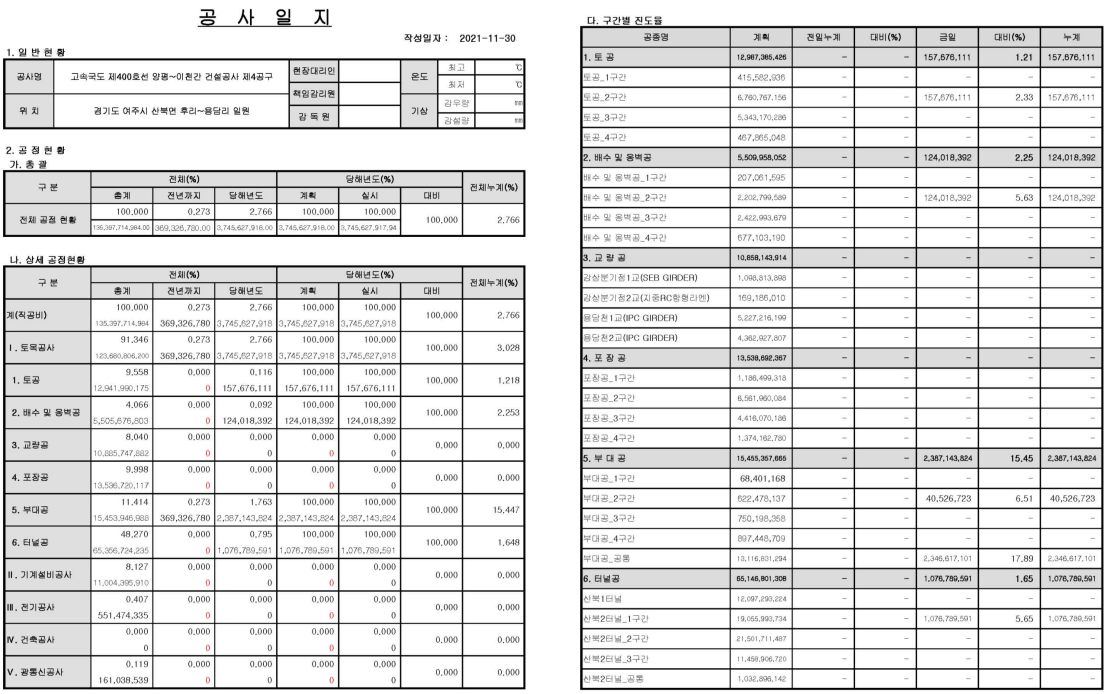
나. 상세 공정현황

구 분	전체(%)			당해년도(%)			전체누계(%)
	총계	전년까지	당해년도	계획	실시	대비	
계(직공비)	100.000	0.273	2.766	100.000	77.834	77.834	2.153
	135,397,714,984	369,326,780	3,745,627,918	3,745,627,918	2,915,358,110		
Ⅰ. 토목공사	91.346	0.273	2.766	100.000	77.834	77.834	2.357
	123,680,806,200	369,326,780	3,745,627,918	3,745,627,918	2,915,358,110		
1. 토공	9.558	0.000	0.116	100.000	28.469	28.469	0.347
	12,941,990,175	0	157,676,111	157,676,111	44,888,265		
2. 배수 및 옹벽공	4.066	0.000	0.092	100.000	0.000	0.000	0.000
	5,505,676,803	0	124,018,392	124,018,392	0		
3. 교량공	8.040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	10,885,747,882	0	0	0	0		
4. 포장공	9.998	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	13,536,720,117	0	0	0	0		
5. 부대공	11.414	0.273	1.763	100.000	79.877	79.877	12.338
	15,453,946,988	369,326,780	2,387,143,824	2,387,143,824	1,906,768,096		
6. 터널공	48.270	0.000	0.795	100.000	89.498	89.498	1.475
	65,356,724,236	0	1,076,789,591	1,076,789,591	963,701,750		
Ⅱ. 기계설비공사	8.127	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	11,004,395,910	0	0	0	0		
Ⅲ. 전기공사	0.407	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	551,474,335	0	0	0	0		
Ⅳ. 건축공사	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	0	0	0	0	0		
Ⅴ. 광통신공사	0.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	161,038,539	0	0	0	0		

다. 구간별 진도율

공종명	계획	전일누계	대비(%)	금일	대비(%)	누계
1. 토 공	12,967,365,426	-	-	44,888,265	0.35	44,888,265
토공_1구간	415,582,936	-	-	-	-	-
토공_2구간	6,780,787,156	-	-	44,888,265	0.66	44,888,265
토공_3구간	5,343,170,286	-	-	-	-	-
토공_4구간	467,865,048	-	-	-	-	-
2. 배수 및 옹벽공	5,509,958,052	-	-	-	-	-
배수 및 옹벽공_1구간	207,061,595	-	-	-	-	-
배수 및 옹벽공_2구간	2,202,799,589	-	-	-	-	-
배수 및 옹벽공_3구간	2,422,993,679	-	-	-	-	-
배수 및 옹벽공_4구간	677,103,190	-	-	-	-	-
3. 교 량 공	10,858,143,914	-	-	-	-	-
강상분기점1고(SEB GIRDER)	1,098,813,898	-	-	-	-	-
강상분기점2고(지중RC형형라멘)	169,186,010	-	-	-	-	-
용담천1고(IPC GIRDER)	5,227,216,199	-	-	-	-	-
용담천2고(IPC GIRDER)	4,362,927,807	-	-	-	-	-
4. 포 장 공	13,538,692,367	-	-	-	-	-
포장공_1구간	1,186,499,318	-	-	-	-	-
포장공_2구간	6,581,980,084	-	-	-	-	-
포장공_3구간	4,416,070,186	-	-	-	-	-
포장공_4구간	1,374,162,780	-	-	-	-	-
5. 부 대 공	15,455,367,665	-	-	1,906,768,096	12.34	1,906,768,096
부대공_1구간	68,401,168	-	-	-	-	-
부대공_2구간	622,478,137	-	-	40,526,723	6.51	40,526,723
부대공_3구간	750,198,358	-	-	-	-	-
부대공_4구간	897,448,709	-	-	-	-	-
부대공_공통	13,116,831,294	-	-	1,866,241,373	14.23	1,866,241,373
6. 터널공	65,148,801,308	-	-	963,701,750	1.48	963,701,750
산북1터널	12,097,293,224	-	-	-	-	-
산북2터널_1구간	19,055,993,734	-	-	963,701,750	5.06	963,701,750
산북2터널_2구간	21,501,711,487	-	-	-	-	-
산북2터널_3구간	11,456,906,720	-	-	-	-	-
산북2터널_공통	1,036,896,142	-	-	-	-	-

<그림 4-28> BIM기반 공사일지(11월1일) 작성



공 사 일 지

작성일자 : 2021-11-30

1. 일 반 현 황

공사명	고속국도 제400호선 양평~이천간 건설공사 제4공구	현장대리인		온도	최고 ℃
		책임감리원			최저 ℃
위 치	경기도 여주시 산북면 후리~용담리 일원	감 독 원		기상	강우량 mm
					강설량 mm

2. 공 정 현 황

가. 총 괄

구 분	전체(%)			당해년도(%)			전체누계(%)
	총계	전년까지	당해년도	계획	실시	대비	
전체 공정 현황	100.000	0.273	2.766	100.000	100.000	100.000	2.766
	136,397,714,984.00	369,326,780.00	3,745,627,916.00	3,745,627,918.00	3,745,627,917.94		

나. 상세 공정현황

구 분	전체(%)			당해년도(%)			전체누계(%)
	총계	전년까지	당해년도	계획	실시	대비	
계(직공비)	100.000	0.273	2.766	100.000	100.000	100.000	2.766
	135,397,714,984	369,326,780	3,745,627,918	3,745,627,918	3,745,627,918		
Ⅰ. 토목공사	91.346	0.273	2.766	100.000	100.000	100.000	3.029
	123,680,806,200	369,326,780	3,745,627,918	3,745,627,918	3,745,627,918		
1. 토공	9.558	0.000	0.116	100.000	100.000	100.000	1.218
	12,941,990,175	0	157,676,111	157,676,111	157,676,111		
2. 배수 및 옹벽공	4.066	0.000	0.092	100.000	100.000	100.000	2.253
	5,505,676,803	0	124,018,392	124,018,392	124,018,392		
3. 교량공	8.040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	10,885,747,882	0	0	0	0		
4. 포장공	9.998	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	13,536,720,117	0	0	0	0		
5. 부대공	11.414	0.273	1.763	100.000	100.000	100.000	15.447
	15,453,946,988	369,326,780	2,387,143,824	2,387,143,824	2,387,143,824		
6. 터널공	48.270	0.000	0.795	100.000	100.000	100.000	1.648
	65,356,724,235	0	1,076,789,591	1,076,789,591	1,076,789,591		
Ⅱ. 기계설비공사	8.127	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	11,004,395,910	0	0	0	0		
Ⅲ. 전기공사	0.407	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	551,474,335	0	0	0	0		
Ⅳ. 건축공사	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	0	0	0	0	0		
Ⅴ. 광통신공사	0.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	161,038,539	0	0	0	0		

다. 구간별 진도율

공종명	계획	전일누계	대비(%)	금일	대비(%)	누계
1. 토 공	12,987,365,426	-	-	157,676,111	1.21	157,676,111
토공_1구간	415,582,936	-	-	-	-	-
토공_2구간	6,760,767,156	-	-	157,676,111	2.33	157,676,111
토공_3구간	5,343,170,286	-	-	-	-	-
토공_4구간	467,865,048	-	-	-	-	-
2. 배수 및 옹벽공	5,509,958,052	-	-	124,018,392	2.25	124,018,392
배수 및 옹벽공_1구간	207,061,595	-	-	-	-	-
배수 및 옹벽공_2구간	2,202,799,589	-	-	124,018,392	5.63	124,018,392
배수 및 옹벽공_3구간	2,422,993,679	-	-	-	-	-
배수 및 옹벽공_4구간	677,103,190	-	-	-	-	-
3. 교 량 공	10,858,143,914	-	-	-	-	-
감삼분기점1교(SEB GIRDER)	1,098,813,898	-	-	-	-	-
감삼분기점2교(지중RC형철리멘)	169,186,010	-	-	-	-	-
용담천1교(IPC GIRDER)	5,227,216,199	-	-	-	-	-
용담천2교(IPC GIRDER)	4,362,927,807	-	-	-	-	-
4. 포 장 공	13,538,692,367	-	-	-	-	-
포장공_1구간	1,186,499,318	-	-	-	-	-
포장공_2구간	6,561,960,084	-	-	-	-	-
포장공_3구간	4,416,070,186	-	-	-	-	-
포장공_4구간	1,374,162,780	-	-	-	-	-
5. 부 대 공	15,455,357,666	-	-	2,387,143,824	15.45	2,387,143,824
부대공_1구간	68,401,168	-	-	-	-	-
부대공_2구간	622,478,137	-	-	40,526,723	6.51	40,526,723
부대공_3구간	750,198,358	-	-	-	-	-
부대공_4구간	897,448,709	-	-	-	-	-
부대공_공통	13,116,831,294	-	-	2,346,617,101	17.89	2,346,617,101
6. 터널공	65,146,901,308	-	-	1,076,789,591	1.65	1,076,789,591
산북1터널	12,097,293,224	-	-	-	-	-
산북2터널_1구간	19,055,993,734	-	-	1,076,789,591	5.65	1,076,789,591
산북2터널_2구간	21,501,711,487	-	-	-	-	-
산북2터널_3구간	11,459,906,720	-	-	-	-	-
산북2터널_공통	1,032,896,142	-	-	-	-	-

<그림 4-29> BIM기반 공사일지(11월30일) 작성

⑦ 기성 검사원

- BIM 기반의 공정 및 기성관리는 체계적으로 관리되는 BIM 수행데이터를 시각화하여 직관적으로 파악하며, 공정진도율 / 공종별 이슈사항 / 주간 공정체크 등으로 생산성에 기여할 수 있음
- 기존의 기성검사원에 포함되는 서류 외 추가로 BIM기반의 기성검사원에는 BIM공사일지 집계표, BIM현황도, OBS내역서, CBS 및 OBS 내역비교표, 일일작업일지가 포함되어야 함
- 이러한 추가 서류들은 일정기간 검증 과정을 거친 후 기존의 설계 내역서 기반의 기성서류를 대처할 수 있을 것으로 기대되며, 향후 'BIM 전면수행 방식'으로 발주된 사업은 CBS 및 OBS 내역비교와 같은 단계가 제외되어 BIM기반 공정 및 기성관리 절차가 간소화될 수 있을 것으로 판단됨

연 차 기 성 부 분 집 계 표 (제2차-제2회)

1. 공정별 기성내역

<단위:원>

공종명		도급액	기성부분액			기성율(%)	비고
			전회까지	금 회	누 계		
손해사비	I.토목공사	3,575,510,425	827,743,070	138,252,984	965,996,054	27.02%	
	1. 토 공	509,199,804		-	-	0.00%	
	2. 배수및옹벽공	595,475,844		-	-	0.00%	
	3. 구조물공	-		-	-		
	4. 포 장 공	-		-	-		
	5. 부 대 공	853,476,344	827,743,070	138,252,984	965,996,054	113.18%	
	6. 전 철 공	1,617,359,633	-	-	-	0.00%	
	II.기계설비공사		-		-		
	III. 전기공사		-		-		
	IV. 건축공사		-		-		
	V.통신공사		-		-		
	VI.조경공사		-		-		
	가. 직 접 공 사 비	3,575,510,425	827,743,070	138,252,984	965,996,054	27.02%	
	1) 간 접 노 무 비	149,487,689	34,599,973	5,779,027	40,379,000	27.02%	
	2) 산 재 보 험 료	52,310,191	12,109,990	2,022,659	14,132,649	27.02%	
	3) 산업안전보건관리비	61,069,138	43,145,701	17,923,437	61,069,138	100.00%	일정산
	4) 고 용 보 험 료	19,389,644	4,488,768	749,732	5,238,500	27.02%	
	5) 통신 경제 복 리 비	31,352,777	-	-	-	0.00%	일정산
	6) 건 강 보 험 료	42,530,724	-	-	-	0.00%	일정산
	7) 연 금 보 험 료	51,342,390	-	-	-	0.00%	일정산
	8) 노인장기요양보험료	3,138,767	-	-	-	0.00%	일정산
	9) 퇴직공제부금비	14,553,378	-	-	-	0.00%	일정산
	10) 환경보전비	2,680,006	-	-	-	0.00%	일정산
	11) 공사이행보증수수료	3,837,287	-	-	-	0.00%	일정산
	12) 하도급대금지급보증보험료	2,538,612	-	-	-	0.00%	일정산
	13) 기 타 경 비	858,400,309	59,850,567	9,991,472	69,812,039	27.02%	
	5. 손 금 사 원 가	4,277,851,339	961,908,069	174,719,312	1,136,627,381	27.04%	
14) 일 반 관 리 비		192,503,310	44,565,183	7,443,457	52,008,640	27.02%	
15) 이 윤		175,315,660	42,525,748	7,139,558	49,666,306	28.33%	
16) 공사손해보험료		150,511,000	-	150,511,000	150,511,000	100.00%	
21) 터널정기안전시설비		94,300,000	-		-	0.00%	
25) 교외일반자상활관		1,375,000	-	1,194,754	1,194,754	86.89%	
29) 안전관리계획서 검토비		3,450,000	-	1,550,000	1,550,000	44.93%	
31) 설계도서 인쇄, 출력 및 준공도서		22,969,100	-	22,969,100	22,969,100	100.00%	
32) 가설구조물의 안정성 검토비		2,000,000	-		-	0.00%	
C. 공 사 비 계		4,920,275,409	1,069,000,000	365,527,181	1,434,527,181	29.16%	
D. 부 가 가 치 세		492,027,541	106,900,000	36,552,718	143,452,718	29.16%	
가. 도 급 액 계		5,412,302,950	1,175,900,000	402,079,899	1,577,979,899	29.16%	
지 급 자 재 액		87,697,050			-	0.00%	
총 공 사 비		5,500,000,000	1,175,900,000	402,079,899	1,577,979,899	28.69%	

BIM 공사일지 집계표

작성일자 : 2021-10-12

1. 공사현황

공종	구분	작업내용	코드	공정률(%)	비고
터널공	압력그라우팅				
		무결위경구	산북2T-1구간_양방향_시점부_갱문조성	51.61	
		무결위경구	산북2T-1구간_이천_시점부_갱문조성	26.09	
토공	벌개제근및벌목				
		벌목	2구간_벌개제근_벌개제근	100.00	
	표토제거				
		표토제거	2구간_표토제거_합/합호	100.00	
	기존구조물철거공				
		임목폐기물파쇄	2구간_기존철거_임목파쇄	100.00	
	땅깎기공				
		시험발파	2구간_땅깎기공_발파암(시험발파)	100.00	

2. 공사위치



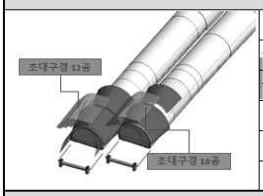
BIM 공사 현황도

공사 위치



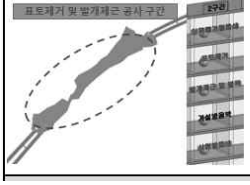
- 금회 해당 공사 현황 : 2구간 산북2터널 시점부 갱구조성 및 토공, 부대공

산북2터널 상세 공사현황



공종명	비 고
1구간_양방향_시점부 갱문조성	30 1식 (공사현황 모델링)
1구간_이천방향_시점부 갱문조성	30 1식 (공사현황 모델링)

토공 상세 공사현황



공종명	비 고
임목폐기물 파쇄	30 1식 (입의 모델링)
표토제거	30 1식 (입의 모델링)
벌개제근 및 벌목	30 1식 (입의 모델링)
시험발파비	30 1식 (입의 모델링)

OBS 내역서

공 종	수량	단위	단가	공사비
1. 토공, 배수및옹벽, 포장, 부대/				
1-02. 2구간/	1	식		44,888,264
1.01 기존구조물철거공/	1	-		7,874,848
철근콘크리트깨기/T=30cm미만(기계)		M3	32,128	
철근콘크리트깨기/T=30cm이상(기계)		M3	39,230	
무근콘크리트깨기/T=30cm이상(기계)		M3	27,605	
콘크리트포장깨기/기계		M3	29,540	
콘크리트포장절단/		M	1,961	
D = 500 MM 초과/		M	2,609	
건설폐기물파쇄(100M/M)/적재및운반		M3	7,892	
입목폐기물파쇄/적재및운반	1,376	M3	5,723	7,874,848
1.02 표토제거/	1	-		652,585
합구간 (T=20CM)/	1,455	M2	369	522,345
합최구간 (T=20CM)/	592	M2	220	130,240
1.03 벌개제근및벌목/	1	-		36,360,831
벌개제근공/	33,267	M2	329	10,944,843
벌 목/8m이상	33,267	M2	764	25,415,988
1.04 땅깎기공/	1	-		
땅깎기(토사)/신설(토자32ton)		M3	950	
땅깎기(터널암)/신설(토자32ton)		M3	1,661	
땅깎기(발파암)/정밀깎기		M3	21,419	
발파암소할/		M3	1,229	
1.05 유공토 옹벽/	1	-		
토 사 (신설)/		M3	1,124	
터널암 (신설)/		M3	1,910	
발파암 (신설)/		M3	3,709	
토 사 (신설)/		M3	2,051	
터널암 (신설)/		M3	3,510	
발파암(신설,현장타입)/		M3	6,122	
발파암(신설,현장타입콘크리트)/		M3	6,738	
발파암(터널암)/		M3	6,525	
토사(비옹토)/		M3	4,620	
발파암(터널암)/		M3	9,269	
발파암(터널암)/		M3	2,919	
발파암(터널암)/산북2종점--> 감성분기점		M3	2,112	
1.06 흙쌓기/	1	-		
흙쌓기(토사,노상)/다짐도95%이상(신설)		M3	1,935	
흙쌓기(토사,노체)/다짐도90%이상		M3	1,480	

<그림 4-30> BIM 기반 기성 검사원

4.2.2 건설참여자 BIM 기반 공정/기성관리 교육

- BIM 기반 공정 · 기성관리 데이터 구축을 위해 초기 단계부터 현장 건설 참여자와 공정관리, 기성관리의 현장 적용성에 대한 의견을 수집함
- 공무인력이 BIM 기반 공정 · 기성관리 데이터 활용이 가능하도록 상시 교육을 수행함



제 목	공정/기성관리 교육	장소	4공구 현장사무실
일 시	2021년 10월 28일 (목)	번호	#1



제 목	공정/기성관리 교육	장소	4공구 현장사무실
일 시	2021년 10월 28일 (목)	번호	#2

<그림 4-31> 공정/기성관리 교육

4.2.3 시범적용 성과 분석

- 기존 국내의 건설정보 분류체계, 작업분류체계, 비용분류체계를 분석하여 BIM 기반 객체분류체계(OBS)를 제시함
- 목적구조물 시공을 위해 필요한 세부 작업 공종을 통합하고 현장 여건을 고려하여 공정관리를 위한 공종별 복합 공종 선정을 제시함
- 기성관리를 위한 수량 산출방식을 정의하고 수량 분개 데이터를 BIM 객체기반의 OBS 내역서로 작성 방법을 제시함
- BIM 기반 공정 · 기성관리 데이터 구축으로 실제 현장 시공 시설물의 진도를 확인 후 공사비와 공정 정보가 연계된 BIM 객체를 활성화하면 공정 및 기성 데이터의 실시간 확인이 가능함
- BIM 객체로부터 공정, 기성을 연계하여 일원화된 데이터 구축으로 직관적이고 투명한 공정 및 기성관리가 가능함
- 공무 업무에 가장 큰 비중을 차지하고 있는 기성서류 작성 시간을 당초 공무인력 2인이 5~7일 소요되는 시간을 BIM 객체정보를 활용하여 기성 서류 작성시 시간이 단축됨
- 복잡한 기존 방식의 기성 서류를 일정기간의 검증 과정를 거친후 설계 내역서 기반의 내역서, 수량산출서, 설계도면 등을 BIM 기반의 작성을 통해 서류 작성의 간소화가 예상됨
- 실시간 계획대비 실 공정율과 단계별 예산 비교가 가능하고 장비 운영 및 인터페이스 등 사전 시뮬레이션이 가능함
- BIM 모델 작성으로 시공 이해도 향상에 따른 시행착오가 줄어 공사 기간이 단축되고 비용 절감이 예상되며, 안전이나 환경요인에 의한 위험요소를 사전에 차단할 수 있어 리스크 감소 및 공사 효율성 극대화 예상됨

제5장 BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 구축방안

5.1 도로공사 건설정보시스템(hi-건설) 조사 분석

5.2 BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 개요

5.3 BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 구축 상세

제5장 BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 구축 방안

5.1 도로공사 건설정보시스템(hi-건설) 조사 분석

5.1.1 건설정보시스템(hi-건설)의 공정관리, 기성관리 조사 분석

■ 한국도로공사는 건설사업 전 단계의 디지털화, 건설사업 수행절차 개선, 자료 교환 및 공유 등을 통해 건설사업의 생산성, 효율성, 투명성 향상에 기여 하기 위해 'hi-건설 관리 및 운영 업무 기준'에 따라 'hi-건설 시스템'을 운영중임

■ hi-건설의 주요 대상업무는 공사의 건설정보화 활동 전반을 대상으로 하며, 주요업무는 아래와 같음

① 공사관리 : 건설소통방, 공사일반, 감독 및 건설사업관리, 시공관리, 도로시설물, 공정· 공사비

② 품질·안전·환경 관리 : 품질관리, 안전관리, 환경관리

③기타 공사관리 : 문서관리, 책임시공, 스마트건설기술, 평가모니터링, 업무표준, 시스템 관리

■ 본 연구는 기존 hi-건설 시스템의 공정관리 및 기성관리에 대한 분석을 통해 향후 BIM전면화에 따른 BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템 구축방안을 제시하는 것으로 공정・공사비 항목을 중점적으로 검토함

■ hi-건설 공정・공사비 주요 업무내용

① 공사시행부서의 장은 시공자로 하여금 hi-건설 시스템을 활용한 공정 및 공사비 관리를 위해 착공과 동시에 hi-건설 시스템에 계약내역서 및 물량분개(WBS)를 등록하게 하여야 하며 변경계약 시 계약내역서 및 물량분개(WBS)를 수정하게 하여야 함

② 공사시행부서의 장은 시공자로 하여금 계약내역서 등록 및 물량분개(WBS) 이후 hi-건설 시스템을 활용하여 공정계획을 수립하고 감독원은 이를 공정관리에 활용하여야 함

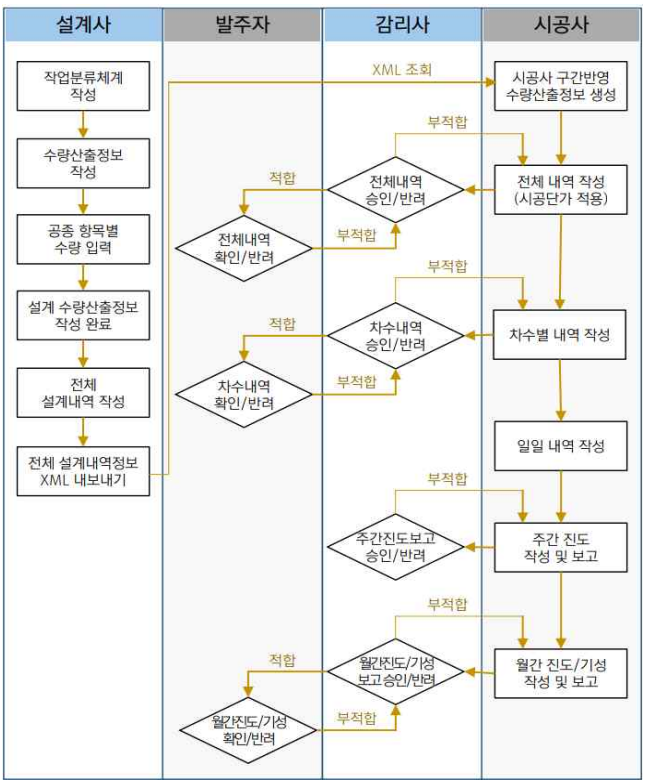
③ 감독원은 hi-건설 시스템을 활용하여 시공자가 작성한 공사일지 및 주간공정을 확인한 후 공사시행부서의 장에게 보고하여야 함

④ 공사시행부서의 장은 매주 주간공정을 hi-건설 시스템에 입력하여야 함

⑤ 공사시행부서의 장은 시공자로 하여금 효율적이고 투명한 기성 및 준공처리를 위해 hi-건설 시스템을 활용하여 전산기성 및 준공 업무를 하게 하여야 함

■ 작업분류체계(WBS)적용 설계실무 가이드라인(2021, 국토부)

- 작업분류체계(WBS, Work Breakdown Structure)는 목적물을 공간별, 부위별로 분류하고 시설물 완성에 필요한 세부 공종과 내역을 결합시키는 정보 분류체계
- 발주청은 표준 작업분류체계(WBS)와 비용분류체계(CBS)를 관리하고 제공하며, 건설사업관리시스템(hi-건설)을 통해 작업분류체계(WBS) 기반의 공사비 정보를 작성하고 운영될 수 있도록 관리
- 건설업체(설계/시공/감리)는 각 업무단계에서 건설사업관리시스템(hi-건설)을 통해 작업분류체계(WBS) 기반의 공사비 정보를 작성하고 보고함
- 일반적인 건설사업의 각 참여 주체별 작업분류체계(WBS) 업무절차를 다음 그림에 나타내었음

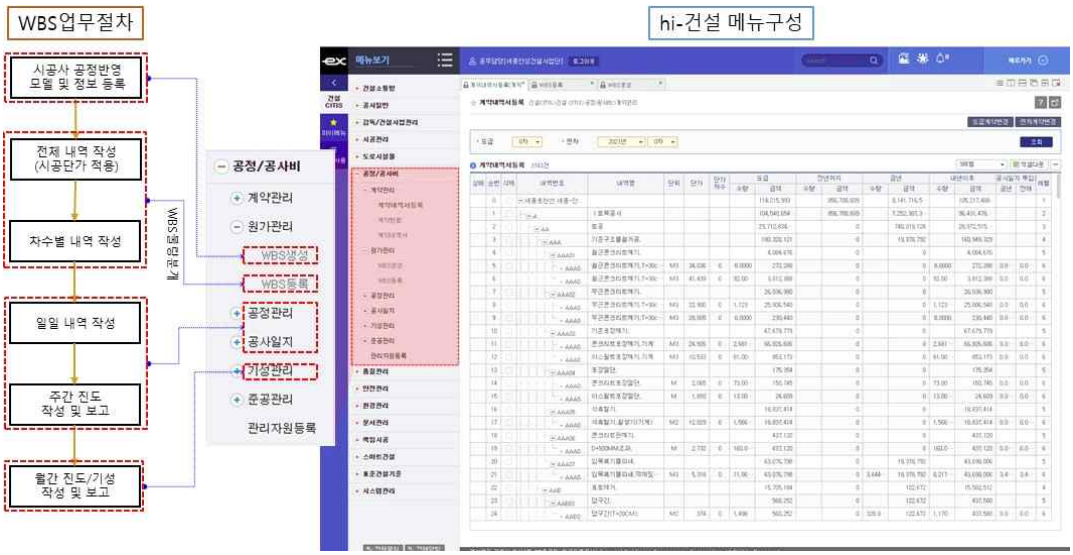


<그림 5-1> 작업분류체계(WBS) 적용 업무절차

■ 한국도로공사 건설사업관리시스템 hi-건설에서 작업분류체계(WBS)의 업무절차에 따라 공정·공사비 메뉴가 구성되어 있음

• 시공사 구간 반영 수량산출 정보는 WBS생성으로, 전체내역/차수별 내역작성 항목은 WBS등록, 일일내역작성 및 주간진도작성은 공정관리 및 공사일지 작성으로 구성되어 있음

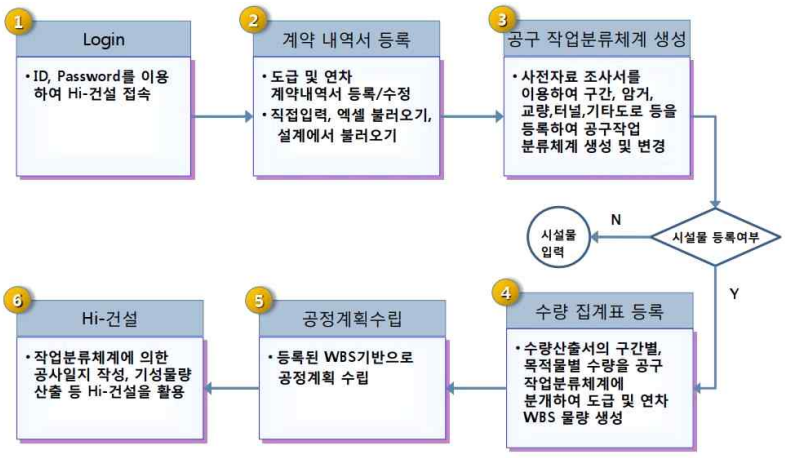
• 작업분류체계(WBS) 작업절차와 도로공사 hi-건설의 공정·공사비 연계항목을 다음 <그림 5-2>에 나타내었음



<그림 5-2> 작업분류체계(WBS) 절차와 hi-건설의 공정·공사비 연계

■ hi-건설 등록 업무 절차 분석

• hi-건설 건설정보시스템에 작업분류체계(WBS)를 등록하는 업무 절차는 다음 그림과 같은 순서로 진행됨

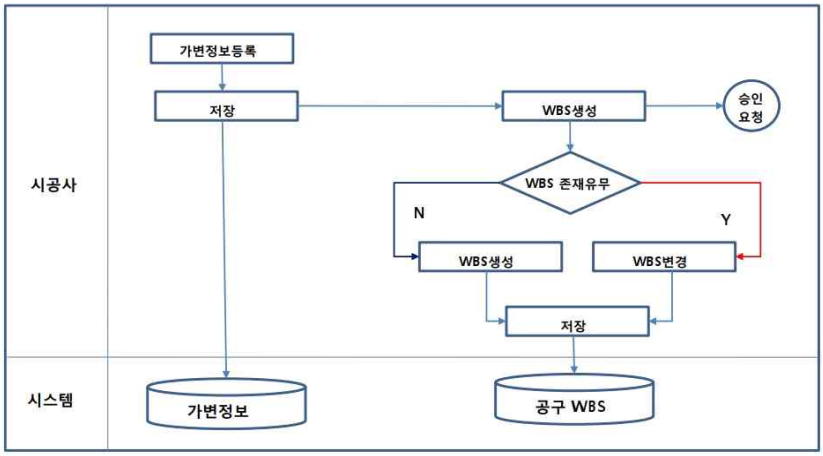


<그림 5-3> hi-건설 등록 업무절차

① 건설정보시스템 웹 사이트 접속 후 로그인

② 계약내역서 등록 : 도급 및 연차 계약 내역서 등록, 공종별 CBS코드 및 수량 금액 생성

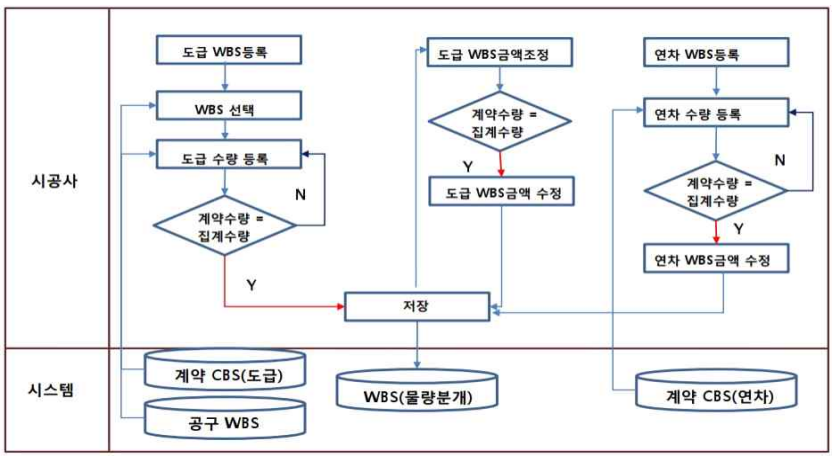
③ WBS생성 : CBS 체계로 구성된 계약내역서를 WBS 전환을 위하여 시공관리에 필요한 구간, 교량, 터널 등 시설물 정보를 이용하여 공구 WBS를 생성



<그림 5-4> 공구 WBS 생성 절차

④ WBS등록 : 도급WBS 등록, 도급WBS 금액조정, 대표수량, 연차 WBS 생성, 공구 WBS에 수량산출서를 참조하여 각 위치별, 부위별로 계약수량을 WBS에 분개하고 수량 x 단가의 금액을 세부적으로 조정

- 대표수량 : 단위공사비 및 공정계획 산출시 사용되는 것으로 액티비티를 구성하는 여러 요소들 중 그 액티비티를 대표할 수 있는 수량을 의미함
- 연차 WBS : 도급 WBS를 기준으로 연도 단위로 등록하며, 연차 CBS 또는 도급 WBS를 이용하여 등록



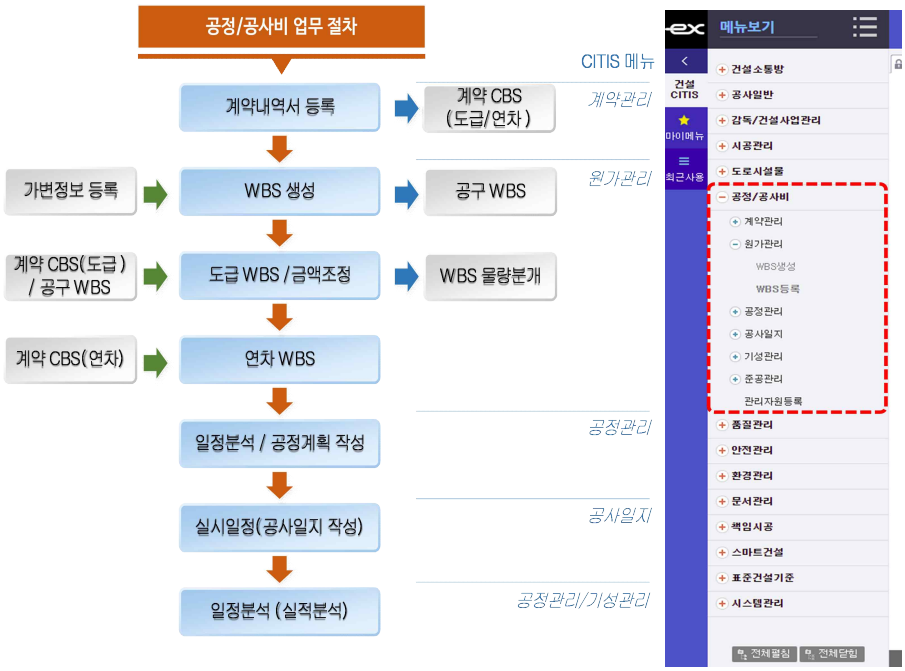
<그림 5-5> WBS등록 물량분개 절차

⑤ 공정계획(일정) : 연차WBS와 일정분석 후 공정계획 일정 생성

⑥ 공사일지 : 작업분류체계(WBS)에 의한 공사일지 작성, 전일까지의 물량, 금일 투입물량을 통하여 공정율 산정, 작업물량, 자원투입, 주요작업 입력

일정분석(실적분석) : 입력된 공사일지를 통해 계획/실시 지연 정보 조회 및 기성물량 산출

■ hi-건설 공정·공사비 업무절차를 요약하여 도식화하면 다음 <그림 5-6>과 같이 나타낼 수 있으며, hi-건설 메뉴와 각 업무절차별로 좌측에 입력정보, 우측에 생성정보를 나타내었다.



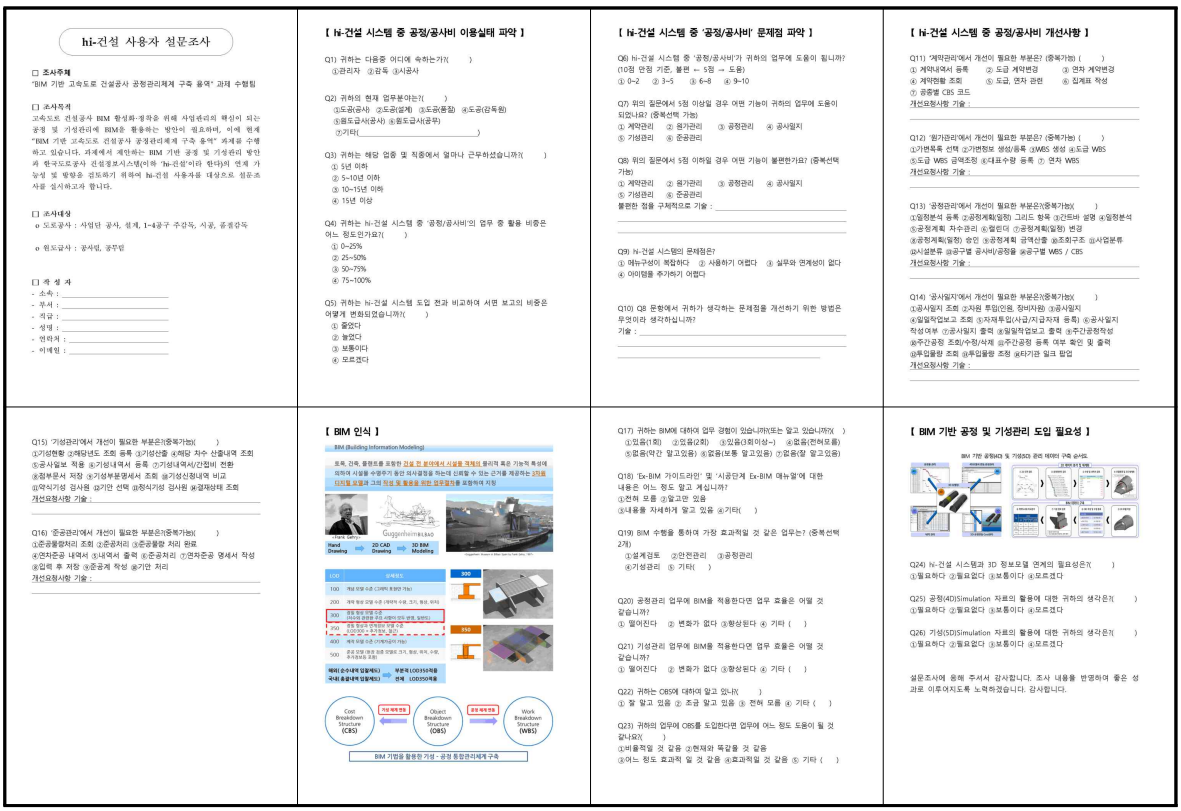
<그림 5-6> hi-건설 공정·공사비 업무절차 및 메뉴 구성

5.1.2 건설정보시스템(hi-건설) 사용자 설문 조사

■ 기존 운영중인 hi-건설 시스템에 대해 현재 과업에 활용 중인 시공사를 대상으로 hi-건설의 공정·공사비 이용실태 및 문제점, 개선사항 등에 대한 설문조사를 실시하여 향후 BIM기반의 공정관리 및 기성관리 시스템에 반영하고자 함

■ 건설정보시스템(hi-건설) 사용자 설문조사 개요

- 조사대상 : 양평~이천 사업단 1~4공구 공사/공무팀 4개사 12명
- 설문조사 내용 공정·공사비 및 BIM 관련 총 25문항
  - 공정·공사비 이용실태 파악 5문항
  - 공정·공사비 문제점 파악 4문항
  - 공정·공사비 개선사항 6문항
  - BIM 경험 및 수준 7문항
  - BIM기반 공정 및 기성관리 도입 필요성 3문항
- 설문조사 내용을 다음 <그림 5-7>에 나타내었으며, 해당 질문지는 이메일을 통해 자료 취합 후, 방문면담을 통해 의견을 추가로 취득하였음

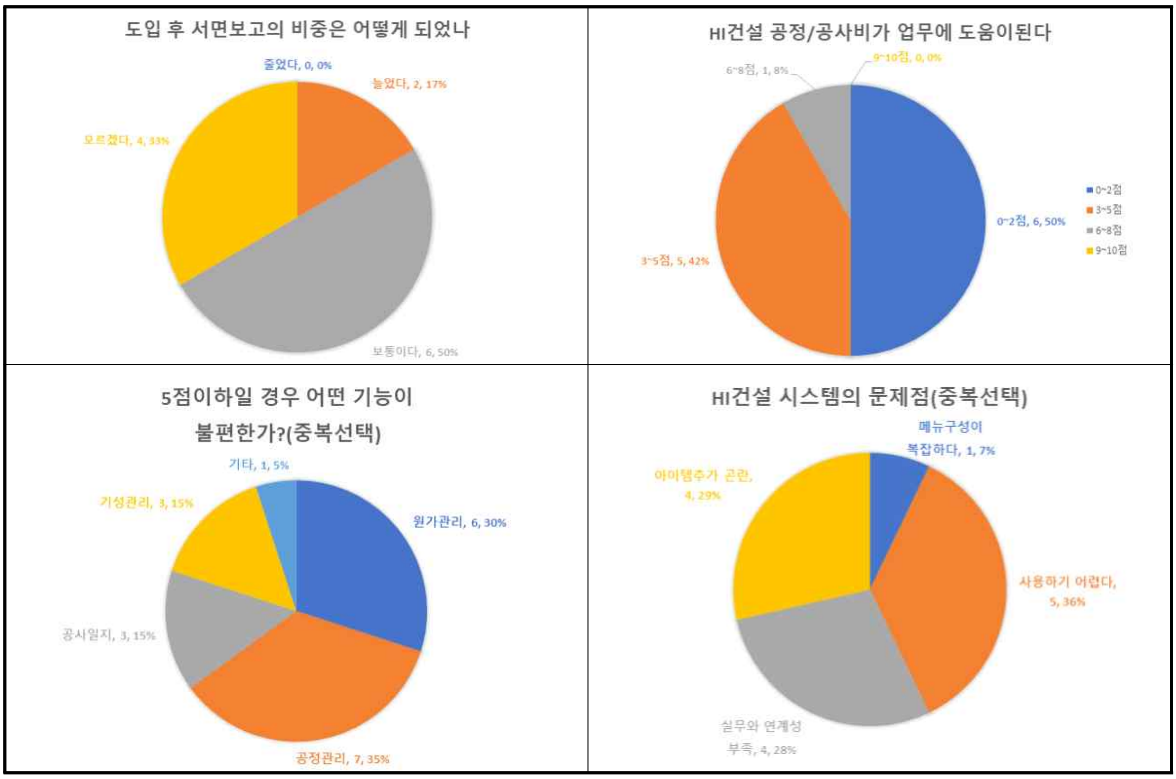


<그림 5-7> 건설정보시스템 hi-건설 사용자 설문조사지

■ 건설정보시스템(hi-건설)에서 공정·공사비 문제점 파악

① 공정·공사비 문제점 파악 설문조사

- hi-건설 도입에 따른 서면작업 감소나 업무 효율성 증대효과는 hi-건설의 도입 취지와 다르게 체감효과가 크지 않은 나타남
- 가장 불편한 기능으로 원가관리, 공정관리와 공사일지로 나타났으며, 시스템이 사용하기 어려우며 실제 업무와 차이가 나는 것으로 응답하였음



<그림 5-8> hi-건설 공정·공사비 문제점 파악

② 불편한 기능에 대한 의견 취합

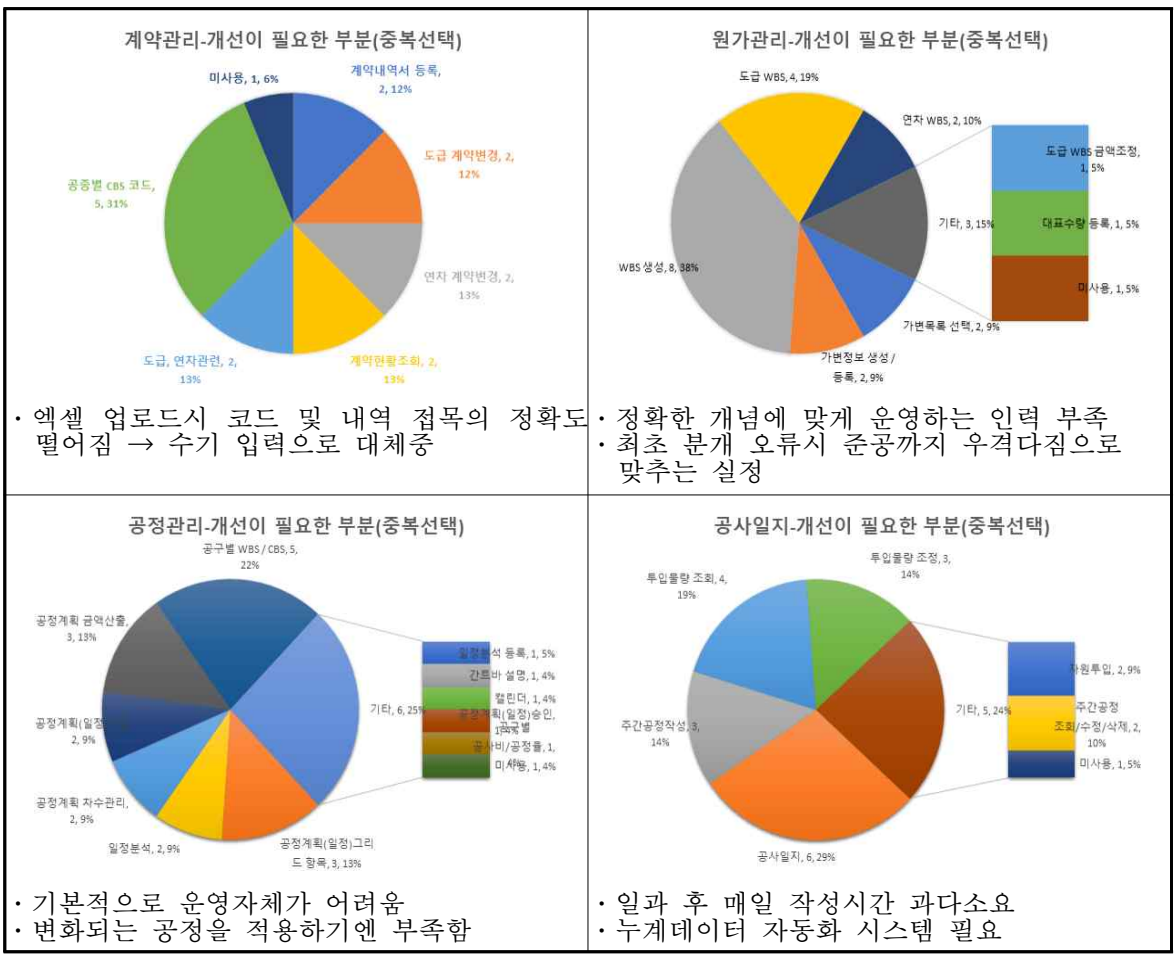
- WBS 체계가 너무 복잡하고 입력 사항이 너무 많음
- 원가관리 복잡하여 인수인계 및 신규 직원 교육 애로
- 시공사 현장관리 부분과 상이하여 업무 중복
- 설계변경 시 매번 계약내역 및 시스템 내역 변경해야 함
- 시스템이 불안정하여 작업 중 에러 발생 빈번
- 공사수량 입력시 설계수량 초과분 또는 내역 외 시공분을 투입하기가 불가능하여, 실제 공사를 진행하다 보면 시스템수량과 실제시공수량과 상이함. 이를 수정하기 위해 매번 계약내역을 변경하여야 하며, 시스템 내역도 변경 필요

③ 문제점 개선 방향 의견

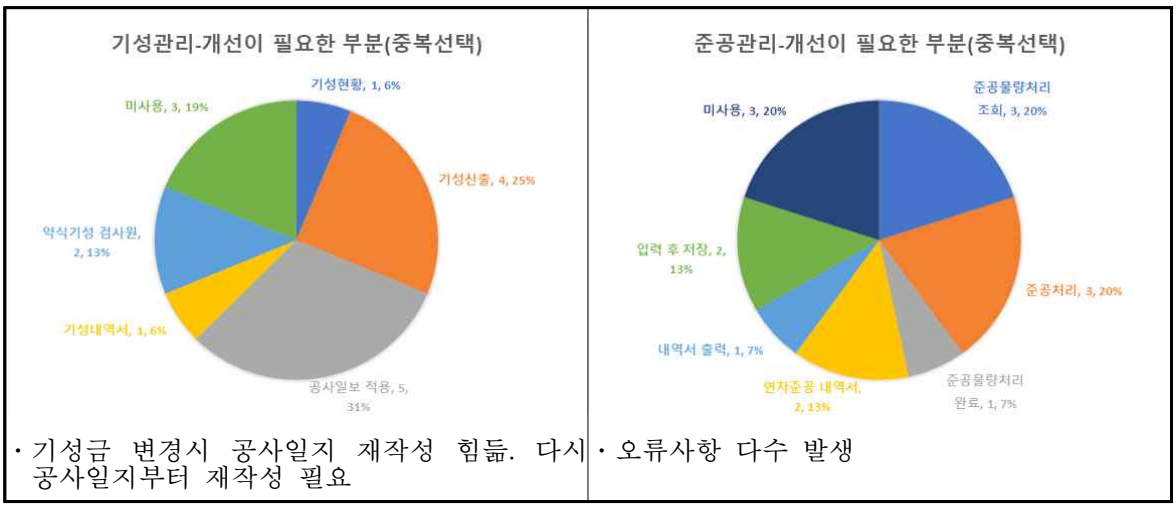
- 매뉴얼 배포 및 사용절차 확립, 공정관리는 수기 입력/수정, 최초 WBS분개의 정확성 향상 및 지속적 교육으로 인재 육성 필요
- 공정율은 시스템상 입력이 불편하니 첨부 파일 등 활용 엑셀프로그램을 이용하여 오프라인으로 관리하고, 공정율은 시스템상 수기로 입력

건설정보시스템(hi-건설) 공정·공사비 개선사항 조사

- 공정·공사비에서 원가관리와 공정관리, 공사일지에 대해 불편사항이 가장 많은 것으로 앞서 나타났으며, 원가관리에서 가장 개선이 필요한 부분으로 WBS 생성(물량분개) 작업이 가장 어려운 것으로 나타났음
- 계약관리에서 CBS 코드 생성을 위한 내역 입력에 대한 개선이 가장 필요한 나타났음. 공사일지 작성에 많은 시간이 소요되고 있으며, 공정관리는 실제현장의 변화되는 공정을 적용하기 어려우므로 개선이 필요하다고 응답함



<그림 5-9> hi-건설 공정·공사비 개선사항 조사



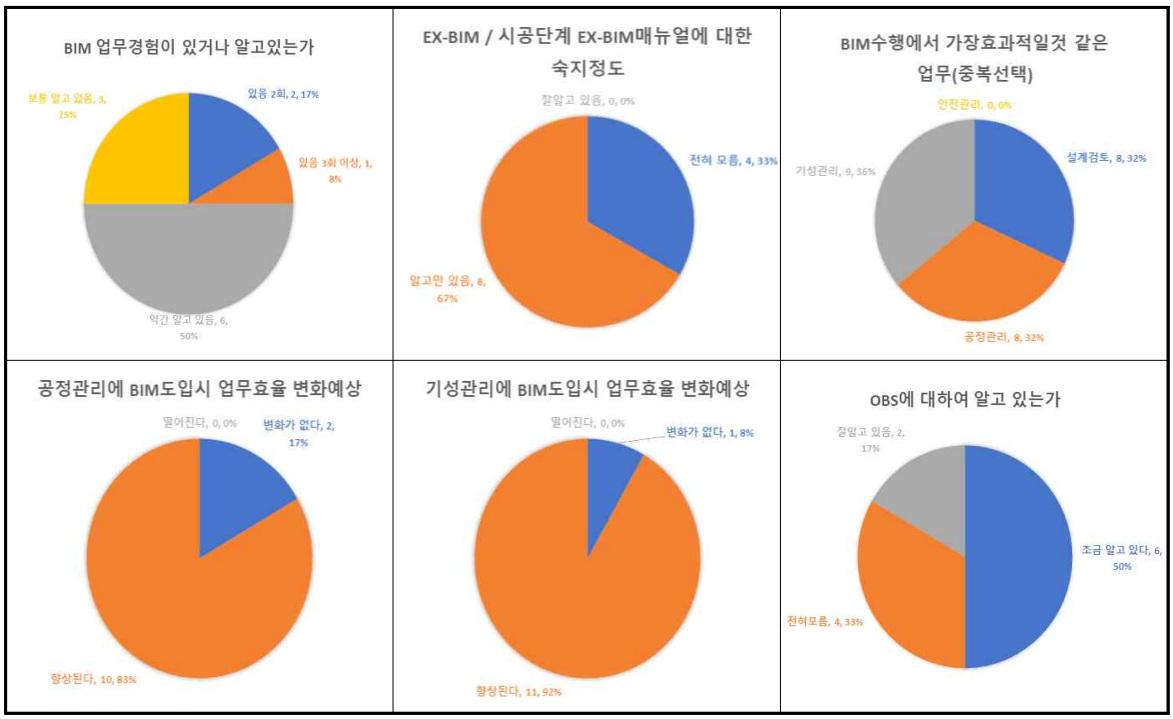
· 기성금 변경시 공사일지 재작성 힘듦. 다시 공사일지부터 재작성 필요

· 오류사항 다수 발생

<그림 5-9> hi-건설 공정·공사비 개선사항 조사(계속)

BIM업무 경험 및 OBS 인식조사

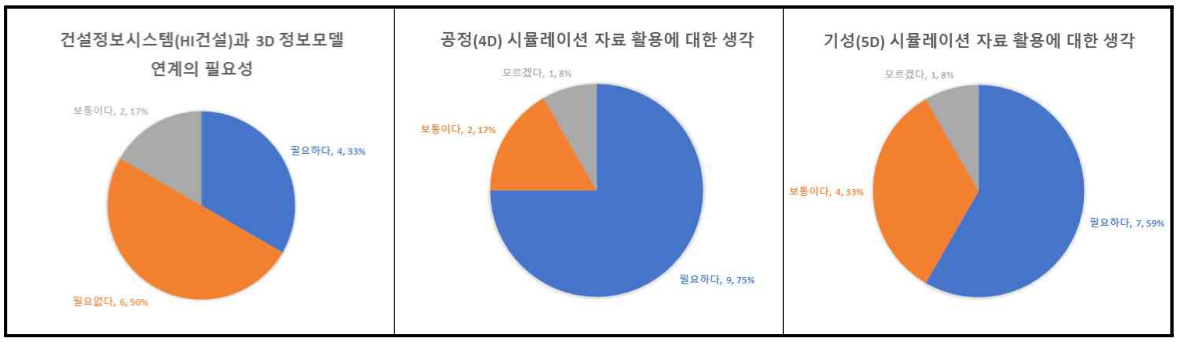
- BIM업무경험 있는 설문대상자는 3명(25%)으로 나타났으며, 그 외 인원은 업무경험이 없으나 BIM에 대한 지식은 있는 것으로 응답하였음
- EX-BIM 매뉴얼에 대해서 충분히 숙지가 되지 않은 것으로 보이며, BIM 도입시 공정관리 및 기성관리의 업무효율성과 설계검토의 효율성은 증가할 것이라고 예상하는 반면, BIM기반 공정관리 및 기성관리에 적용될 객체기반분류체계(OBS)에 대해서는 충분한 지식은 없는 것으로 나타남



<그림 5-10> BIM업무 경험 및 OBS 인식 조사

BIM기반 공정 및 기성관리 도입 필요성 조사

• hi-건설에 3D정보 모델의 연계는 필요하나, 기존시스템의 불편함과 불안정성으로 현재 시스템에 연계는 긍정적이지 않은 것으로 보이며, 4D/5D 시뮬레이션 활용에 대해서는 대체로 긍정적인 것으로 조사됨



<그림 5-11> BIM기반 공정 및 기성관리 도입 필요성 조사

설문조사 의견 종합 및 시스템 개선방향 제시

• hi-건설의 공정·공사비에서 설문조사에서 도출된 가장 불편한 사항에 대해, BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템 도입시 개선할 사항과 도임 후 예상되는 효과를 검토하여 다음 <표 5-1>에 나타내었음

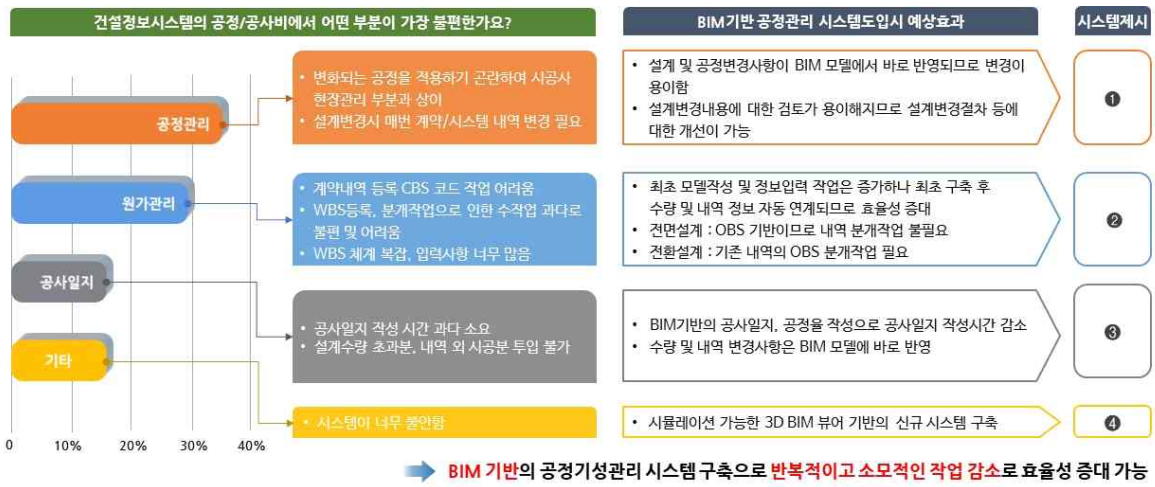
<표 5-1> 설문조사 의견 종합 및 시스템 개선방향 제시

구 분	설문조사 의견 종합	BIM기반 공정·공사비 시스템 개선 효과
계약관리 / 원가관리	· 계약내역 등록 CBS 코드 작업 어려움 · WBS체계가 너무 복잡하고 입력할 사항이 너무 많음 · WBS등록 분개작업시 수작업 과다로 불편 및 어려움	· BIM기반 전환시 최초 모델작성 및 속성정보 연계작업은 증가하나 구축 이후 수량 및 내역 정보 등이 자동으로 연계되므로 후속작업 편리성 증대 · 전면설계 : OBS, 내역속성정보가 포함되므로 현재와 같은 내역 분개작업 불필요 · 전환설계 : 기존 내역의 OBS분개작업 필요
공정관리 / 공사일지	· 시공사 현장관리 부분과 상이하여 업무 중복 및 제대로 된 공정 불가 · 공사일지 작성 시간 과다 소요 · 공정율은 시스템상 입력이 불편하므로 엑셀로 작성한 후 수기로 입력방식 제안	· 객체기반으로 공정율에 따라 공사일지를 작성하므로 공정관리가 현장과 일치성 높아짐 · 3D BIM모델을 활용하여 기성 단계별 시공현황의 시각화 및 시공현황도 작성 대체 · 대표 공종에 대한 공정율을 적용하여 물량 및 현장상황 관리 쉬워짐

<표 계속>

구 분	설문조사 의견 종합	BIM기반 공정 · 공사비 시스템 개선 효과
설계변경	· 공사수량 입력시 설계수량 초과분 또는 내역 외 시공분을 투입하기가 불가능 · 매번 설계변경 및 계약내역을 변경하여야 하며, 시스템 내역도 변경해야 되는 과도한 업무가 발생	· 설계변경사항에 대한 수량 및 내역은 BIM 모델에서 바로 반영되므로 변경사항 적용이 간단함 · 변경내용에 대한 검토가 용이하므로 계약변경부분 및 승인절차 등에 대한 개선이 이루어질 수 있을 것으로 판단됨
시스템	· 시스템이 너무 불안정함	· BIM기반 공정 및 기성관리 시스템은 OBS 분류체계의 3D BIM 뷰어 기반으로 시뮬레이션이 가능하게 구성되어야 하므로 별도의 시스템 구축

· 설문조사의 불편사항에 대해 BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템에 반영될 사항을 다음 <그림 5-12>에 나타내었으며, 시스템 반영항목에 대해 우측에 제시하고 <그림 5-18>에 나타내었음



<그림 5-12> BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템 도입 예상효과 및 시스템제시 항목

5.2 BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 개요

5.2.1 시스템구축에 따른 표준 분류체계 적용 검토

■ 건설정보시스템(hi-건설)은 ‘건설사업정보 운용지침’ 및 ‘hi-건설 관리 및 운영 업무 기준’에 따라 작업분류체계(WBS)기반으로 공정·공사비가 구성되어 있음

■ BIM기반의 공정관리 및 기성관리 시스템에 적용될 표준 분류체계는 기존의 작업분류체계(WBS)가 아닌 객체분류체계(OBS)를 기준으로 작성되어야 하므로 BIM 표준 객체분류체계 개발 현황을 조사하고 본 시스템에 적용할 표준분류체계에 대한 검토를 진행하였음

■ ‘BIM 기반 도로·하천 시설물의 건설사업정보 통합관리기술 개발 연구’ 세부과제로 ‘객체지향의 도로분야 BIM 표준객체분류체계개발’, ‘도로 및 하천분야 BIM 속성분류체계 개발방안 연구’가 진행되었으며 이 연구를 토대로 건설산업 BIM 시행지침 및 국토부 BIM 정보 표준체계 세부기준 제시 예정

■ BIM 기반 도로·하천 시설물의 건설사업정보 통합관리기술 개발
(한국건설기술연구원, 2016~2021)

- 도로 및 하천시설의 통합 플랫폼에서 운영 가능한 BIM 표준 기반 납품 검증체계 및 공정-공사비 통합관리 체계를 구축하기 위해 코드, 형상, 정보의 BIM 표준을 개발을 목표로 함

- 도로분야 인프라 BIM 표준분류체계 및 표준속성체계

  - 타 참조모델의 객체형상 물리적 위계 분석 및 분류

  - 도로분야 인프라 BIM 표준속성체계 개발

  - 도로분야 인프라 BIM 표준분류체계 개발

■ 객체지향의 도로분야 BIM 표준객체분류체계개발 방안 (2018)

- 건설정보분류체계 ISO 12006은 건설 산업에서 발생하는 모든 유형의 정보 교환을 위한 표준으로서 분류체계 개념의 ISO 12006-2와 객체기반 정보교환체계 개념의 ISO 12006-3을 제시함

- 국토교통부의 건설정보분류체계는 ISO 12006-2를 도입하여 제정한 파셋 개념의 정보분류체계이며, ISO12006-3은 건설정보를 객체개념으로 접근하여 정보고유의

특성, 속성 등을 상속, 계승 등을 통해 정보모델을 체계적으로 관리하는 객체분류체계임

• 정보표준 측면의 객체분류체계 개발 방향

- ISO 12006-2기반의 건설정보분류체계의 파셋 개념을 도입하여 시설물 계층적 분류
- ISO 12006-3기반의 객체체계를 도입하여 BIM 정보체계 추이를 반영
- BIM 공통포맷인 InfraBIM IFC-Road 정보구조를 반영

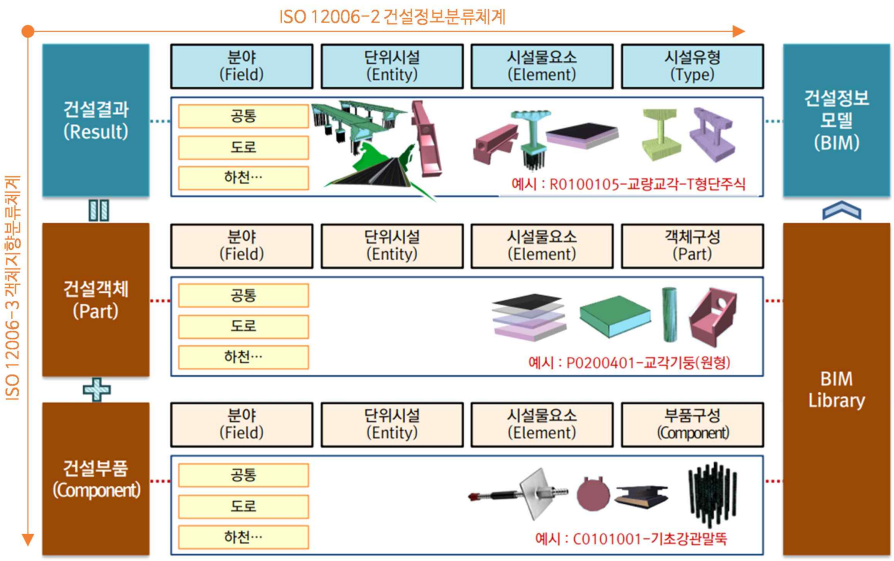
• 실무적용 측면의 객체분류체계 개발방향

- 도로분야 객체분류 외에 타 분야로 확대적용이 가능한 구조를 확보
- 수량산출과 공정관리가 가능하도록 세부적으로 객체를 분류하여 개발
- 토목시설의 다양한 특성을 반영할 수 있도록 구성요소를 세분화하여 분류
- 실무에 활용이 가능하도록 현행 작업분류체계(WBS) 연계 활용성을 고려

• 미래의 정보체계는 다차원으로 진보하고 있으므로 기존의 2D기반 정보체계에서 3D기반 입체정보체계의 도입이 요구되고 있으며 국제적으로도 다차원 정보체계의 개발이 활발히 추진되고 있으므로 다차원 정보체계를 수용할 수 있는 객체지향 객체분류체계를 채택하는 것이 타당함

• 객체분류체계(OBS)

- 건설결과(Result) 분류 25종 단위시설에 327종의 유형
- 건설객체(Part)174종, 건설부품(Component) 207종으로분류



<그림 5-13> OBS 분류체계

■ 도로 및 하천분야 BIM 속성분류체계 개발방안 연구(2019)

• 생애주기 정보를 관리하기 위해서 속성분류체계는 전체 범위로 구축하고, 건설 단계별로 필요에 따라 구축범위를 선택하여 구성

- 토목분야별로 확장이 가능한 구조로 개발
- 객체분류체계와 연계활용 가능한 구조로 개발
- BIM 표준라이브러리에 속성을 탑재하여 보급, 효율성을 고려하여 개발
- 수량, 내역은 시설현황과 전문기술을 반영 설계단계에서 구축토록 개발
- 지능화된 설계자동화를 위한 객체정보 축적요건을 지원토록 개발

• 속성분류체계의 전체적인 정보구성은 속성분류(Property Classification), 속성명(Property Name), 속성표현(Representation), 입력주체(Input Step), 속성설명(Property Description)으로 구성

• 속성분류는 속성정보를 대분류, 중분류, 소분류로 구분하고 대분류 속성정보는 사업정보, 공통정보, 시설정보와 객체정보로 분류됨

• 속성분류체계는 모델의 계층구조에 따라 필요한 속성정보를 채택하여 구성하고 설정할 수 있도록 속성분류체계가 개발 아래 <그림 5-14> 사업정보, 시설정보, 구조물정보, 부위공법정보, 객체(BIM Library)정보를 모델수준에 따라 채택 구성됨

• 도로와 하천분야를 대상으로 대분류 4종, 중분류 13종, 소분류(카테고리) 58종

• 속성정보 333종으로 개발



<그림 5-14> 속성분류체계 구성적용

EX-BIM 정보체계 추진 현황

- BIM확산 지원을 위한 EX-BIM 가이드라인(2017) 및 고속도로 스마트 설계지침(2020) 제작 배포
- BIM기반의 설계, 시공, 유지관리를 통합하는 EX-BIM 플랫폼은 '건설산업 BIM 시행지침' 및 '국토부BIM정보 표준체계 세부기준' 공표 후 추진 예정



<그림 5-15> EX-BIM 플랫폼 마스터 플랜

BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 적용 표준분류체계 기본방향

- BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템 구축을 위해 먼저 시스템에 적용될 표준분류체계가 결정되어야 함
- BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템은 국제표준 및 국토부의 기준에 부합하는 객체분류체계(OBS)와 속성분류체계(Pset)을 적용
- '건설산업 BIM 시행지침' 및 '국토부 BIM정보표준체계(OBS, WBS, CBS, Pset등) 세부기준'이 21년 이후 제시될 예정이므로 세부기준 발표 후 도로분야에 적합한 객체분류체계 / 속성분류체계 확장개발을 통해 시스템에 적용함

5.2.2 BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 구축 기본방향

□ 본 연구에서는 기존 hi-건설 사용자 설문조사에서 나타난 시스템 개선사항과 국토부에서 연구 진행중인 표준 분류체계를 검토하여 BIM기반의 공정관리 및 기성관리 시스템 구축 기본방향에 대해 다음 <표 5-2>에 정리하였음

<표 5-2> BIM기반 공정 및 기성관리 시스템 구축 기본방향 설정

구 분	기 본 방 향 검 토
시스템구축 기본방향	· 텍스트입력에 의한 기존 건설관리시스템과 별도의 시스템 구축 · BIM모델 기반의 수량, 내역 및 4D, 5D 시뮬레이션 가능한 시스템 구축 · EX-BIM 정보체계를 반영한 설계-건설-유지관리의 통합 플랫폼을 고려한 시스템 구축
적용 표준 분류체계	· 국토부 표준 객체분류체계(OBS)를 바탕으로 도로분야에 최적화된 객체분류체계 코드 개발 및 시스템 적용 · 국토부 표준 속성정보(Pset)를 바탕으로 도로분야에 최적화된 속성정보 코드 확장개발 및 시스템 적용 · 수량산출과 공정관리가 가능하도록 객체를 분류하여 개발하되 실무에 활용이 가능하도록 현행 작업분류체계(WBS) 연계 · OBS와 WBS 연계 불일치 항목 (BIM모델이 존재하지 않는 작업 및 수량, 내역 등) 처리방안 및 지침 마련
시스템 구현기능	· BIM모델(IFC파일) 연동시 OBS분류체계에 의한 수량 및 내역정보 자동연계 및 내역서 작성 · 3D BIM뷰어 기반의 시스템에서 수량 및 내역 확인 및 공정 및 기성 실시간 확인 · BIM기반 복합공종 및 대표공종 세부사항 확인 · BIM 속성정보를 활용하여 대표 공종의 진척도에 대한 가중치로 물량정보를 산출하고 모델별 기성산정 · 각종 일지 및 기성서류 작성시 3D 모델 공사현황도 반영 · 4D, 5D 시뮬레이션 및 주행VR기능 연동 · 설계변경 및 각종 서류 시스템의 전자결재 시스템 반영
기 타	· OBS 등록시 모델과 속성정보에 대한 룰셋기반 품질관리 체크 기능 추가 · 현장 영상정보와 계획/진행 일정 검토

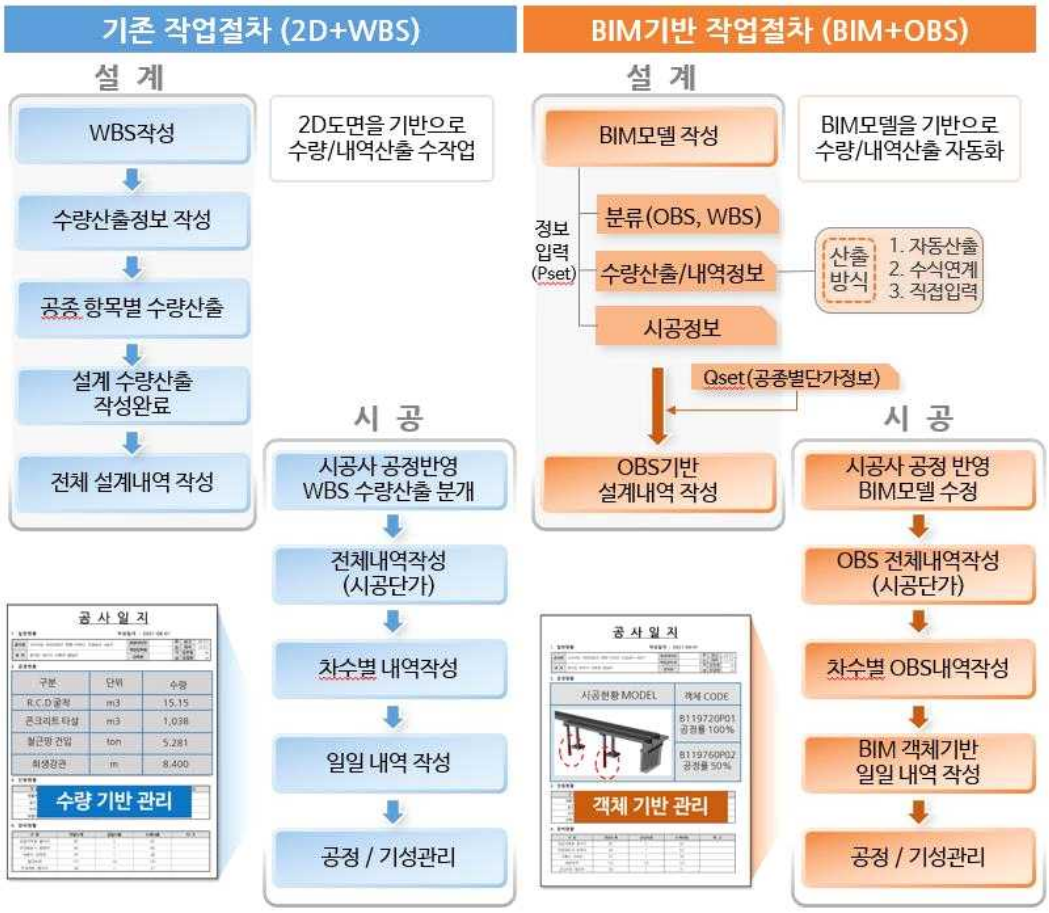
5.2.3 BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 개요

▣ 전면 BIM설계에 따른 공정관리 및 기성관리 작업절차

- BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템은 전면 BIM설계를 기준으로 시스템이 개발되어야 하며, 적용될 표준분류체계 또한 기존 hi-건설에서 적용중인 작업분류체계(WBS)가 아닌 객체분류체계(OBS)를 적용해야 함
- 기존의 2D 설계에서 전면 BIM설계로 전환될 때 수량산출 및 내역작업의 작업절차 변화에 대해 검토하고 향후 BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템에 반영해야 할 사항을 도출하였음

① 전면 BIM설계에 따른 내역, 공정·기성관리 작업절차 변화

- 전면 BIM설계시 기존 2D 기반의 설계 및 시공단계에서 진행되는 수량산출 및 내역작업의 변경사항에 대해 다음 <그림 5-16>에 비교하여 나타내었음



<그림 5-16> 기존설계와 전면BIM설계의 수량산출, 내역작업 절차 비교

• 기존 2D기반 + WBS 설계방식

- 설계단계에 수량산출 및 CBS 내역을 작성하고, 시공 단계에서 시공사의 공정을 반영하여 WBS수량을 재분개하는 과정을 거치게 되므로 설계시 작성된 수량산출 및 내역을 다시 분개하는 작업과정에서 많은 수작업과 시간소요가 발생됨
- 시공단계에서 공사일지 작성시 수량산출 기반의 일일내역 작성에 많은 시간이 많이 소요되며, 건설정보시스템(hi-건설)의 투입물량입력방식 한계에 따라 현장상황과 일치하지 않는 경우가 발생할 수 있음

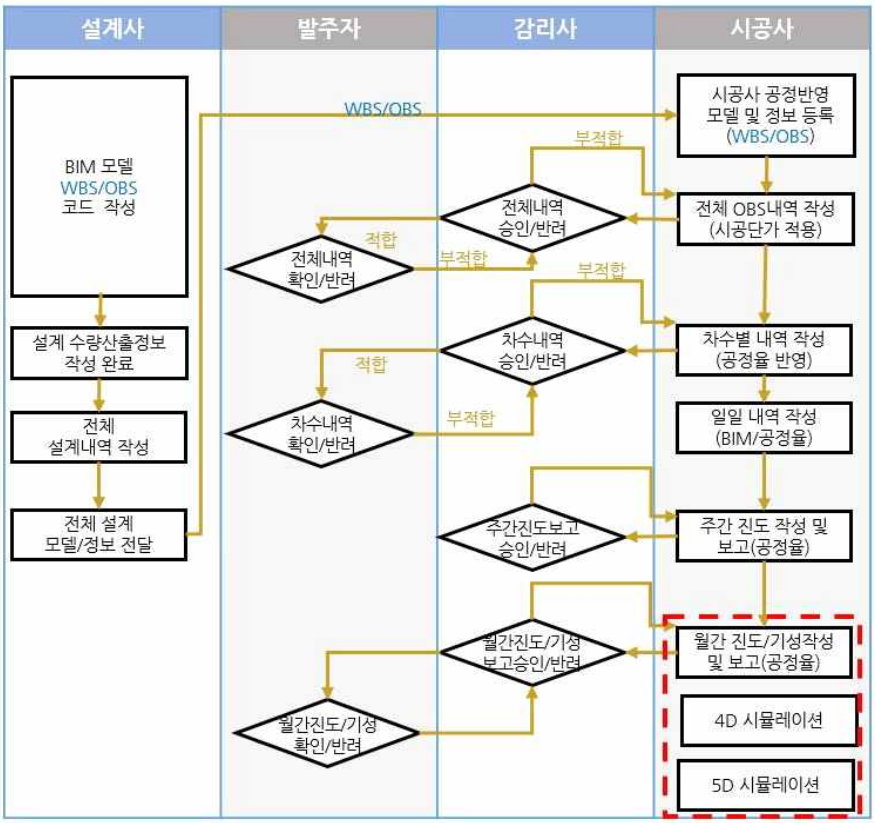
• 전면 BIM설계 + OBS 설계방식

- 초기 설계단계부터 BIM모델 작성시 OBS분류체계 및 속성정보(Pset) 체계에 따라 수량산출 및 내역정보, 시공정보 등이 포함되어야 하므로 모델구축에 대한 작업량이 높아지게 됨
- 최초 모델구축 후 모델속성 정보를 활용한 OBS분류체계 기반의 내역작성으로, 작업절차가 간소화될 수 있으며, 설계 변경사항이 즉시 반영되므로 수량 및 내역작성시 재작업 및 반복작업이 감소됨
- 수량산출 및 내역 작성시 기존 2D 방식의 WBS 수량산출과 달리 BIM설계는 최종 목적물 중심의 모델링이므로 수량산출시 모델 데이터에서 자동산출되는 부분(3D 수량), 모델데이터에서 수식을 연계해 산출될 수 있는 부분(3D 비례수량), 모델에서 표현되지 못하므로 직접 입력하거나 임의 모델을 사용하여 입력되는 수량(3D 1식 수량) 등을 고려해서 작성해야 함
- OBS분류체계 기반으로 작성된 BIM모델이므로 시공사의 공정에 따라 모델수정 및 공정을 변경하는 절차가 용이하며, 기존 2D 기반의 WBS 물량분개와 같은 작업이 불필요함
- 시공단계에서 객체기반의 복합공종에 공정율과 투입물량을 적용하므로 공사일지 작성이 쉬워질 수 있으며, 현장상황과 일치성을 높일 수 있음

② 전면 BIM설계에 따른 건설관계자의 공정·기성관리 작업절차 변화

• 전면 BIM설계에 따른 공정·기성관리 작업절차에서 건설관계자 대부분 기본적인 업무절차는 동일하나 설계사와 시공사는 세부적인 사항에 변화가 있으며, 다음 <그림 5-17>에 공정·기성관리 업무 절차 변화를 나타내었음

• 설계사는 설계단계에서 공정관리를 고려한 BIM모델을 작성하고 OBS 분류체계에 맞게 수량산출 및 내역을 작성하며, 시공사는 시공사 공정에 맞게 BIM모델과 OBS 내역을 수정 후 객체기반의 공사일지를 작성하게 됨



<그림 5-17> 전면BIM의 건설관계자 공정·기성관리 업무 절차 변화

BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 개요도

① 전면 BIM설계에 따른 공정 및 기성관리 시스템 개요도

• OBS내역 생성 및 등록

- 설계단계에서 입력된 BIM모델의 속성정보(Pset)를 시공사 공정을 반영하여 모델을 수정하고 OBS내역 수정 후 등록

- 기존 hi-건설 시스템에서 수작업 과다로 가장 많은 불편사항이었던 계약내역서 등록 및 WBS생성, 등록 작업은 BIM모델의 속성을 기반으로 OBS내역이 작성되므로 절차가 간소화됨

• 일정분석 / 공정계획

- BIM모델에 포함된 시공정보와 공사일정을 반영하여 4D 시뮬레이션이 가능한 공정계획 작성

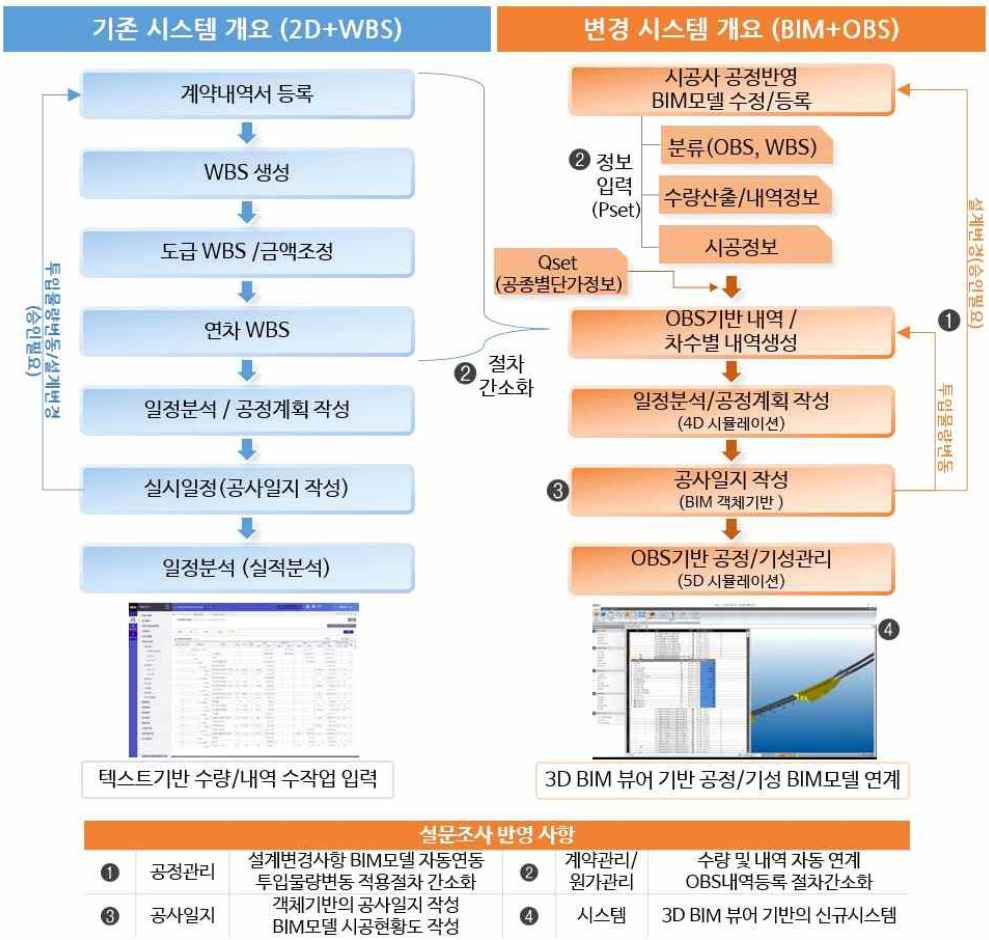
• 공사일지 작성

- 객체기반의 복합공종에 공정율과 투입물량을 적용하여 일지 작성

- 3D BIM모델을 이용한 시공현황도 작성

• 투입물량 변동사항이 있을 경우, 전체 물량내에서 변동이 없으면 OBS내역 작성단계에서 처리하고, 설계변경이 발생할 경우에 승인과정을 거쳐 처리하는 방식으로 전환

• 기존 hi-건설 시스템의 설문조사에서 나타난 불편사항에 대해 금회 시스템에 반영할 사항과 신규 BIM기반의 공정관리 및 기성관리 시스템의 개요도를 다음 <그림 5-18> 에 나타내었음



<그림 5-18> BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 개요도

② BIM 전환설계에 따른 공정 및 기성관리 시스템 개요도

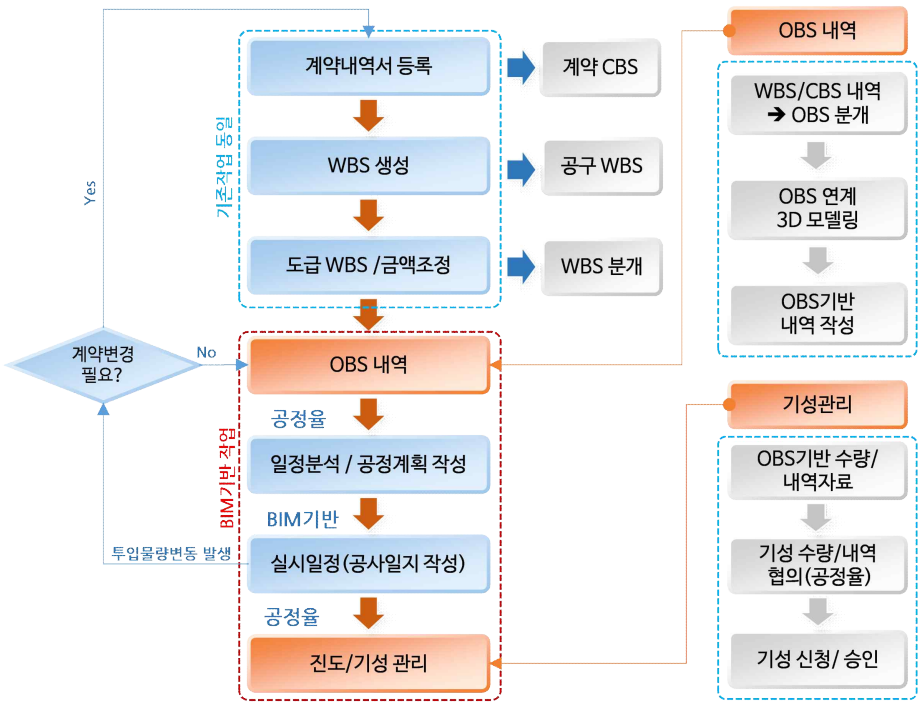
• '20년 공공 도로사업의 전면 BIM설계를 의무화하였으나, 본 연구의 2장에서 국내 BIM활용 수준을 검토한 결과 수량산출 및 내역작성은 기존 방식으로 진행되고 있으며, BIM모델 또한 공정관리 및 기성관리를 고려한 모델링이 되지 않고 있음

• 국토부에서 개발중인 객체분류체계(OBS)와 속성정보체계(Pset)를 도로분야에 최적화된 표준분류체계로 확장 개발하여 BIM기반의 공정관리 및 기성관리 시스템 구축까지 상당 시일이 소요될 것으로 예상됨

• 설계단계에서 공정·기성관리를 고려한 BIM모델을 작성하고 표준분류체계가 적용된 신규 공정·기성관리 시스템이 개발되기 전까지 기존 수량 및 내역 산출방식과 기존시스템(hi-건설)을 병행해야 하므로 다음 <그림 5-19>와 같이 시스템 운영 방안을 검토하여 제시함

• BIM 전환설계에 따른 공정·기성관리 및 기존시스템 개요

- 수량 및 내역산출이 기존 2D 방식으로 진행될 경우 계약내역서 및 WBS 물량 분개작업은 기존과 동일한 과정으로 작업 진행
- BIM모델기반의 OBS내역을 작성하기 위해 시공사 공정에 맞게 실시설계 BIM 모델을 시공단계에 맞게 재작성하고 (혹은 2D 설계를 3D BIM모델로 전환시) WBS/CBS 내역에 대한 최초 분개 작업이 이루어져야 함
- 공사일지 및 공정관리와 기성관리는 OBS 내역서를 기반으로 진행하며, 기존 hi-건설 시스템을 병행하여 운영하는 것은 사업별 현장 상황에 맞게 운용해야 할 것으로 보임



<그림 5-19> BIM 전환설계 공정·기성관리 및 기존시스템 활용 개요

5.3 BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템구축 상세

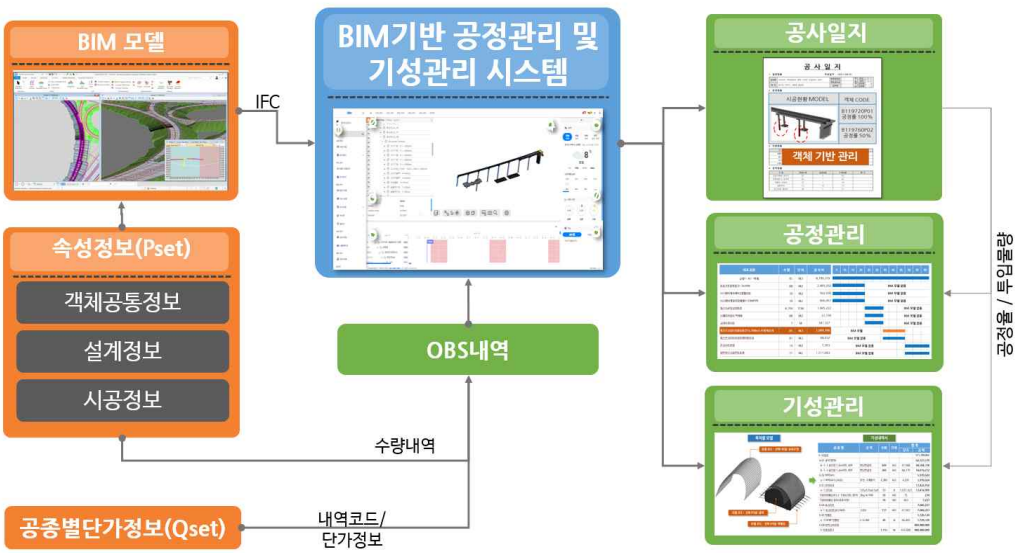
5.3.1 BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 연계 및 정보 흐름도

BIM기반 공정·기성관리 시스템의 정보 연계

• BIM기반 공정·기성관리 시스템은 기존의 hi-건설과 달리 시공단계의 BIM 플랫폼 역할을 수행해야 하므로 여러 BIM S/W에서 생성되는 모델 및 속성정보를 담을 수 있어야 하며, 생성된 정보를 활용하여 4D, 5D BIM으로 확장될 수 있도록 시스템이 연계되어야 함

• 다음 <그림 5-20>은 BIM기반 공정·기성관리 시스템의 정보 연계를 나타낸 것으로, 좌측(주황색)의 영역은 시스템에 입력될 BIM 모델의 속성정보(Pset) 및 내역정보(Qset)를 나타내며, 우측(녹색) 영역은 시스템에서 구현된 공정관리(4D) 및 기성관리(5D)를 나타냄

- BIM모델에서 개방형 표준포맷인 IFC를 생성하여 공정·기성 관리시스템에 등록하고, 속성정보에서 산출된 수량정보와 내역정보를 활용하여 작성된 OBS 내역서를 시스템에 등록함
- 시스템에 등록된 OBS 내역서를 기준으로 객체기반의 공사일지가 작성되며, 공사일지의 공정율과 투입물량 정보가 공정관리 및 기성관리에 활용될 수 있도록 시스템이 연계됨

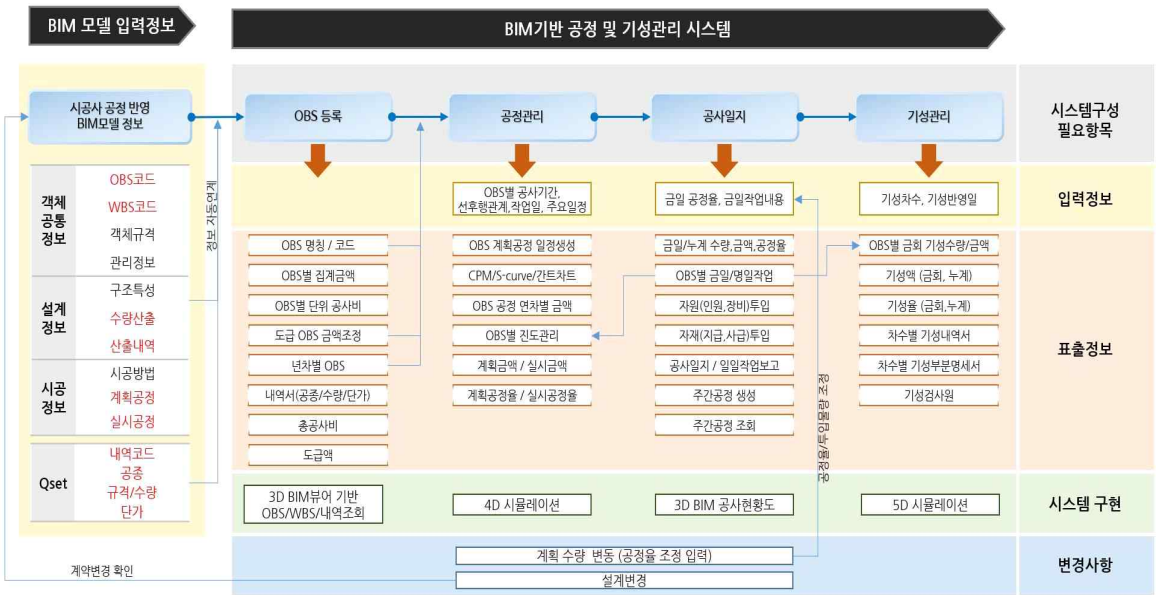


<그림 5-20> BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템 정보 연계도

BIM기반 공정·기성관리 시스템의 정보 흐름도

• 앞서 검토한 공정·기성관리 시스템의 정보 연계도를 바탕으로 BIM기반 공정·기성관리 시스템에 입력될 정보와 시스템에서 표출될 정보, 시스템에서 구현할 정보들에 대해 다음 <그림 5-21>에 나타내었음

- OBS 분류체계에 따라 시공사 공정을 반영하여 작성된 BIM모델의 속성정보(Pset)와 공종별 단가정보(Qset)는 시스템 외부에서 작성되어 BIM기반 공정·기성관리 시스템에 최초로 입력되어야 함
- BIM기반 공정·기성관리 시스템의 작업 절차에 따라 OBS등록, 공정관리, 공사일지, 기성관리 순으로 시스템의 정보가 연계되며, 등록된 OBS 내역서는 공정관리, 공사일지, 기성관리의 기준이 되는 정보임
- 공사일지에서 작성된 작업사항들은 공정관리의 진도관리와 기성관리의 기성수량/금액에 반영되어 공정율 및 기성율을 산정 정보로 활용
- 공사일지 작성시 투입물량 및 공정변경사항에 대해 공사일지에서 공정율 조정으로 처리할 수 있는 사항과 계약변경 사항인지 구분하여 작업함
- 표출정보는 시스템 화면을 통해 확인할 수 있도록 하며, 4D/5D 시뮬레이션은 3D BIM뷰어를 통해 공정, 내역정보와 함께 확인할 수 있도록 구현되어야 함
- 각 정보별 구체적 세부항목은 다음 5.3.2 시스템 상세 항목에서 검토



<그림 5-21> BIM기반 공정·기성관리 시스템의 정보 흐름도

5.3.2 BIM 기반 공정관리 및 기성관리 시스템 상세 항목

BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템 구성 필요항목

• 신규 BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템에 적용할 상세 항목들에 대해 기존 hi-건설의 시스템 구성항목과 입력, 표출정보들을 검토하여 본 시스템에 적용할 항목을 다음과 같이 나타내었음

<표 5-3> BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템 구성항목

구 분	시 스 템 구 성 항 목
시스템구성	· 작업절차 및 기존 hi-건설 반영하여 구성항목 설정 · OBS등록, 공정관리, 공사일지, 기성관리
입력항목	· 각 시스템구성 항목별로 입력정보 항목구성 · 모델작성 데이터 입력과 시스템 입력 데이터 구분
표출항목	· 각 시스템구성 항목별로 표출정보 항목구성
시스템구현	· 3D BIM뷰어, 4D공정/5D기성 시뮬레이션

BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템 입력정보 및 입력 방법

<표 5-4> BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템 입력정보 및 입력방법

입력정보			세부항목	입력방법
모델 작성 데이터	속성정보 (Pset)	객체공통정보	OBS코드, WBS코드, 객체규격, 관리정보	· BIM모델 작성시 속성정보 입력 · IFC생성 시스템등록 · 내역프로그램 데이터 연동 및 수기입력
		설계정보	구조특성, 수량산출, 산출내역	
		시공정보	시공방법, 계획공정, 실시공정	
	공종별 단가정보(Qset)		내역코드, 공종, 규격/수량, 단가	
시스템 입력 데이터	공정관리		OBS별 공사기간, 선후행관계, 작업일, 주요일정	· 공정프로그램 생성 데이터 호환 · 시스템내 수기입력
	공사일지		금일공정율, 금일작업내용	
	기성관리		기성차수, 기성반영일	

BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템 표출정보 항목

<표 5-5> BIM기반 공정관리 및 기성관리 시스템 표출정보 항목

시스템구성항목	표 출 정 보
OBS등록	OBS명칭/코드, OBS별 집계금액, OBS별 단위 공사비, 도급 OBS금액조정, 년차별 OBS, OBS내역서(공종/수량/단가)
공정관리	계획공정 일정생성, CPM/S-Curve/간트차트, OBS공정 연차별 금액, OBS별 진도관리, 계획금액/실시금액, 계획공정율/실시공정율
공사일지	OBS별 금일/명일작업, 자원(인원,장비)투입, 금일/누계 수량/금액/공정율, 자재(지급,사급)투입, 공사일지/일일작업보고, 주간공정생성/조회
기성관리	OBS별 금회 기성수량/금액, 기성액(금회,누계), 기성율(금회,누계), 차수별기성내역서, 차수별기성부분명세서, 기성검사원

BIM기반의 공정관리 및 기성관리 시스템 구현(안)

• 객체분류체계를 반영한 BIM기반의 공정관리 및 기성관리 시스템의 화면에서 구현되어야 할 사항에 대해 아래와 같이 제시하였으며, 본 연구는 최소한의 표출정보에 대한 안을 제시한 것으로 실제 시스템 개발단계에서 화면구성과 인터페이스에 대한 추가적인 검토가 이루어져야 함

① 메인메뉴 : 공정·기성관리 작업절차에 따라 메뉴항목 구성

② OBS개체 트리 : 도로분야 객체분류체계(OBS)에 따라 분류된 건설객체에 대해 트리구조를 생성하고 모델 객체와 공종확인

③ 속성정보(Pset) : 건설객체의 객체공통정보, 설계정보, 시공정보 등 모델의 속성정보를 조회

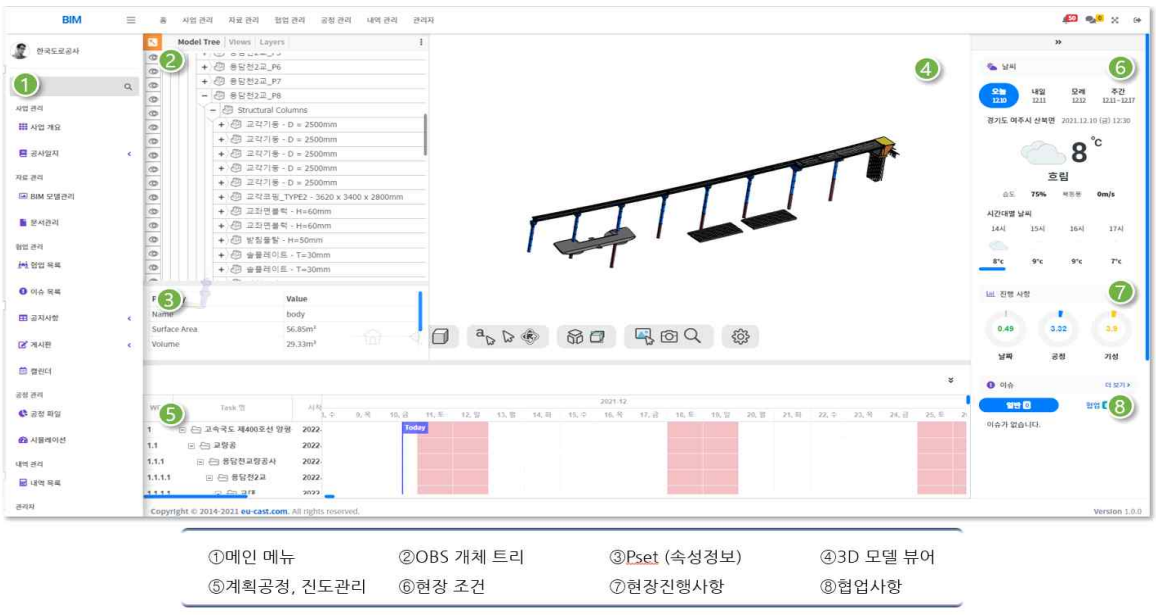
④ 3D 모델 뷰어 : 객체분류체계와 속성분류체계가 상호연계성을 갖고 구축된 3D BIM 모델을 뷰어창에서 조회 및 4D, 5D 시뮬레이션 시각화

⑤ 계획공정, 진도관리 : 계획공정과 입력된 공기에 의해 공정 시뮬레이션과 공정일정별로 공사비를 표출함. OBS 개체별로 구축된 수량 및 내역정보를 조회하며 상위레벨에서도 논리적인 합산이 이루어지며 집계됨

⑥ 현장조건 : 공사일지 작성에 필요한 현장의 기상조건 등을 확인

⑦ 현장진행상황 : 공정율과 기성율을 종합하여 정보를 표출함

⑧ 협업사항 : 발생 이슈 및 특이사항 표출



<그림 5-22> BIM기반의 공정관리 및 기성관리 시스템의 화면구성(안)

부 록

Ⅰ. 주요 회의 현황 및 내용

Ⅱ. 자문회의 내용

Ⅰ. 주요 회의 현황 및 내용

1) 중간보고회 사전 검토 참여자 합동회의

BIM기반 고속도로 건설공사 공정관리체계 구축용역
중간보고회 사전 검토 참여자 합동회의

□ 목 적

○ BIM기반 고속도로 건설공사 공정관리 체계 구축용역 중간발표 준비를 위한 사전 회의이며, 연구 진행상황 및 향후 연구계획 공유에 목적이 있음.

□ 일시 및 장소

○ ‘21. 6. 11(금) 14:00 ~ 16:00, 수서역 근처 회의실

□ 참 석 자

○ 도 공 : (건설처) 정태민 팀장, 공규찬 차장, 강수지 대리

○ 용역사 : 한국BIM학회 박만우 교수, ㈜한울씨앤비 김윤옥 대표, ㈜베이시스소프트 최재웅 대표 외 연구진

□ 회의내용 및 진행순서

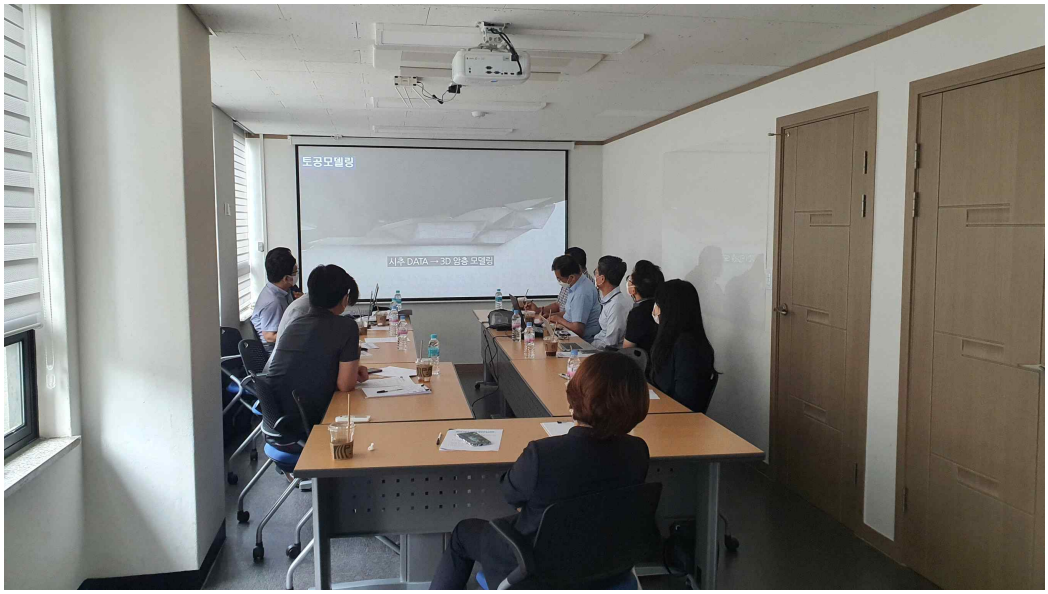
1) 과업 진행 정도 발표 (20’)

2) 화도-이천 사업단 데이터 구축 시연 (30’)

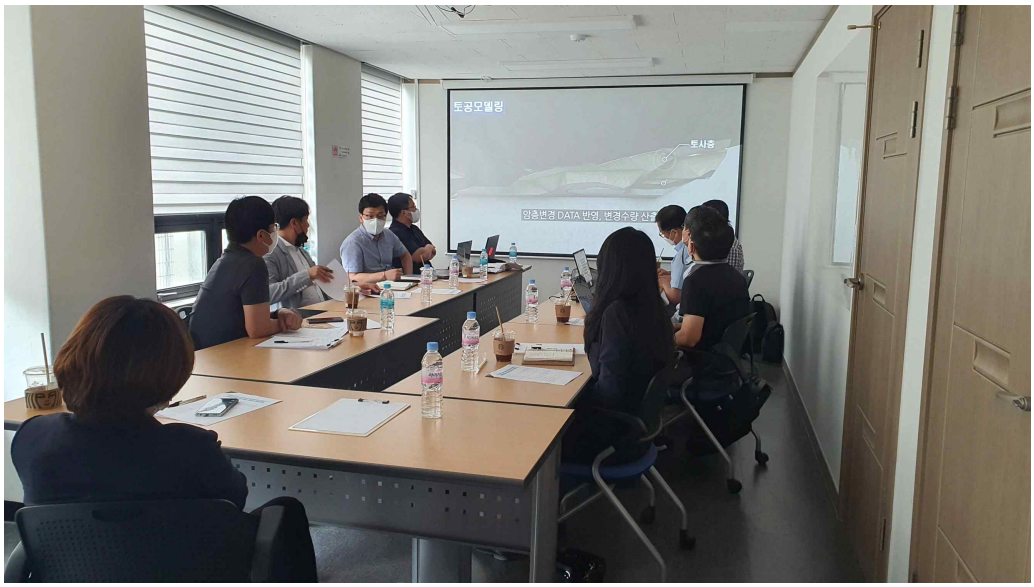
3) 향후 일정 계획 (10’)

4) 중간보고 발표의견 토의 (10’)

중간보고 사전 회의 사진대지



제 목	중간보고회 사전 검토 참여자 합동회의	장소	수서역 근처 회의실
일 시	2021년 6월 11일 (금)	번호	#1



제 목	중간보고회 사전 검토 참여자 합동회의	장소	수서역 근처 회의실
일 시	2021년 6월 11일 (금)	번호	#2

참 석 자 서 명 부

회 의 록	
과 업 명	BIM 기반 고속도로 건설공사 공정관리체계 구축 연구용역
회 의 명	BIM 기반 고속도로 건설공사 공정관리체계 구축 용역 중간 점검회의
장 소	델포이 비즈니스 센터
시 간	2021. 06. 11. 14:00~16:00

소 속	성 함	연락처	서 명
베이시스소프트	강	0/0	
명지대	박	0/0	
한국도로공사	강	0/0	
〃	정	0/0	
베이시스소프트	한	0/0	
〃	최	0/0	

참 석 자 서 명 부

회 의 록	
과 업 명	BIM 기반 고속도로 건설공사 공정관리체계 구축 연구용역
회 의 명	BIM 기반 고속도로 건설공사 공정관리체계 구축 용역 중간 점검회의
장 소	델포이 비즈니스 센터
시 간	2021. 06. 11. 14:00~16:00

소 속	성 함	연락처	서 명
(주) 한울씨앤비	고		
(주) 한울씨앤비	김		
(주) 한울씨앤비	김		
(주) 한울씨앤비	장		
한국도로공사	공		

Ⅱ. 자문회의 내용

【자문의견서】

작성일시 : 2021년 06 월 29 일

1 용역 정보

발주자	용역명	수행기관
한국도로공사	BIM 기반 고속도로 건설공사 공정관리체계 구축 연구용역	한울씨앤비 베이시스소프트 한국비아이엠학회

2 자문 의견

○ 소속 : 서영엔지니어링 직위 : 전무 성함 : 이

자문의견
BIM을 적용하고자 하는 공정 및 기성관리을 위해서 객체기반의 모델을 중심으로 적용하여 활용하는 방법은 적용 목표가 맞다고 보여지지만, 우선 시공 공정에 사용될 모델의 생성 및 분개의 업무를 설계사, 시공사 중에서 업무분장을 우선적으로 정의되어야 할 것임. 특히 공정간의 문제점 및 시공성에 대한 실질적인 검토는 전문적인 건설업체가 시공단계에 참여 하므로 설계단계에서 작성되는 BIM자료의 변경과 설계변경이 다량으로 발생할수 있으므로 이를 보완할 프로세서 정의가 필요함. 기존의 2D기반의 업무프로세서에 기반을 둔 공정관리기법을 BIM중심의 객체지향기반의 세부적인 업무프로세서 표준방향을 먼저 제시하여야 할 것으로 판단됨. 4D 공정 및 기성관리를 위한 시공단계에서의 BIM 운영 프로세서는 프로젝트 정보 및 설계안 검토 후에 이를 기반으로 시공계획을 수립하여 시공 공사가 진행되는 기존의 과정에 3차원 기반의 시각화를 통한 공정수순 오류, 계획대비 실제진도, 시공리스크 등의 정보를 제공 해야 하기 때문에 시공상의 업무진행에 대한 사전 검토안의 프로세서가 정립 되어야 할 것임.

자문의견
기성관리에서의 BIM 적용시 현재 기술로 BIM 중심의 객체지향 중심의 적용이 어려운 프로세서에 대한 Level별 적용 유.무 방법론의 적용안을 제시하여 도출하여야 할 것으로 판단됨. BIM기반 물량 산출과 견적은 설계단계에서 설계대안에 대한 비용 검토적인 측면에서는 효과적이지만, 시공단계에서의 기성관리와 연계된 5D BIM 활용은 대표부재 중심의 모델기반에 적용되므로 BIM에서 표현되는 부재의 물량이 실제 공사에 기반을 둔 물량과의 차이가 발생할 확률이 높으므로 이를 최소화할 방안을 마련하여야 할 것으로 판단됨.

【자문의견서】

작성일시 : 2021년 6월 29일

1 용역 정보

발주자	용역명	수행기관
한국도로공사	BIM 기반 고속도로 건설공사 공정관리체계 구축 연구용역	한울씨앤비 베이시스소프트 한국비아이엠학회

2 자문 의견

○ 소속 : 한국건설기술연구원 직위 : 수석연구원 성함 : 문

자문의견
- 본 용역은 국내 고속도로 사업의 시공단계 BIM 적용을 위한 공정 및 기성관리 적용체계 구축을 위한 것으로 설계단계의 성과를 시공단계까지 연결하여 활용할 수 있도록 실무적인 방안을 제시한다는 점에서 매우 의의가 있음 - 다만 본 용역의 제목이 고속도로 건설공사 공정관리체계 구축용역인데 내용에서는 공정에 관한 내용이 상당부분 누락되어 있음. 기성에 BIM을 활용하기 위해서는 공정이 우선적으로 고려되어야 하나 이러한 부분의 검토가 이루어지고 있지 않음 - 제시된 1식 개념은 기존의 건축 ArchiCAD에서 채택하고 있는 Recipe개념의 수량산정 방식과 매우 유사함 - 공정 구성을 통해 4D를 구축하고 관련 정보를 입력하여 기성까지 확장할 수 있도록 절차를 제시할 필요가 있음 - 진정한 공정관리체계는 실무수준의 공사계획 수립과 계획공정에 따라 실적공정과의 비교를 통해 진도관리 등을 수행함으로써 부진공정 등을 제시할 수 있어야 함. 이러한 이슈로 인해 기성과의 연계성이 어떻게 이루어지는지 검토가 필요 - 4D의 구성시 모델과 공정을 연결하는 방법을 제시하고 이때 객체분류체계와 같은 코드표준 체계의 활용방안의 검토가 필요

자문의견
- 객체관점의 수량과 기성을 관리하기 위해서는 1식 단가에 대한 자동, 수동, 연동 수량의 구분이 필요 - 현재의 제시된 BIM기반 기성체계는 Vico S/W에 국한되고 해당 S/W에 적합한 수준으로 방법론을 제시하고 있음. 먼저 방법론을 만들고 이를 S/W적으로 해결할 수 있도록 해야 함 - Vico자체에서는 Revit 등에 포함된 정보까지 읽어 들일 수 없으므로 다양한 입력된 속성의 고려가 약함 - 수량의 고려시 LOD별로 구분해야 하고, 무게, 길이, 면적, 체적, 개수 등에 대한 수량도 고려해야 함 - BIM기반 기성체계 구축시 장비의 투입계획과 연동할 필요가 있음 - 위치기반 선형 공정관리가 이루어지도록 BIM 공정관리 체계를 구축하고 이에 따른 수량 및 기성관리 체계 연동 방안 마련 필요 - 기성금, 기성일정 등을 BIM을 통해 명확히 파악하기 위해서는 EVMS(Earned-Value Management System)와 같은 기성-공정 관리 시스템의 개념을 도입할 필요가 있음 - 객체별 수많은 수량정보를 어떻게 입력하고 관리할지에 대한 고민도 할 필요가 있음 - 수고많으셨습니다.

【자문의견서】

작성일시 : 2021년 7 월 1 일

1 용역 정보

발주자	용역명	수행기관
한국도로공사	BIM 기반 고속도로 건설공사 공정관리체계 구축 연구용역	한울씨앤비 베이시스소프트 한국비아이엠학회

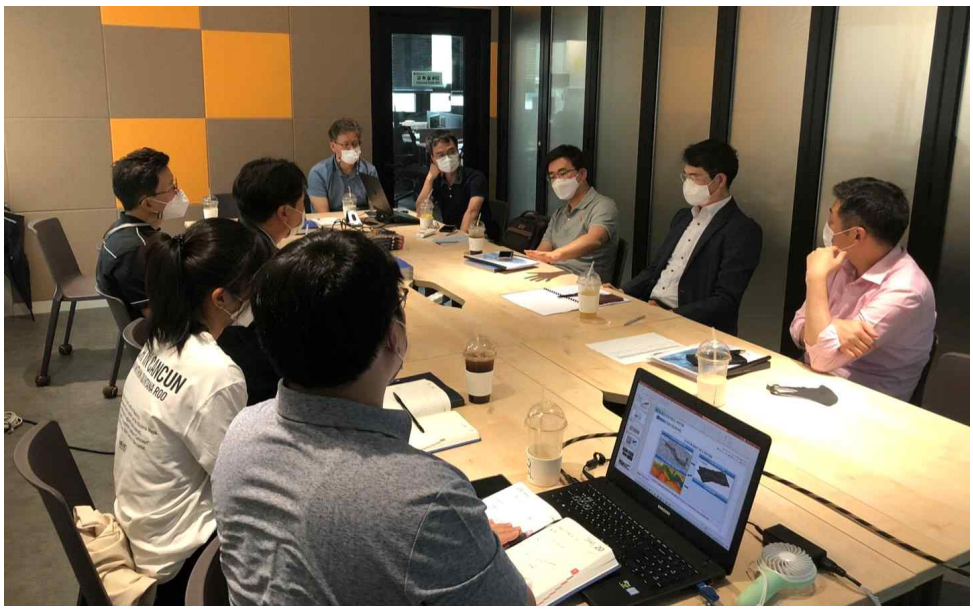
2 자문 의견

○ 소속 : DL E&C 직위 : 차장 성함 : 김 (서명)

자문의견
한국도로공사의 BIM 기반 고속도로 건설공사 공정관리체계 구축 연구용역에 대한 자문의견을 아래와 같이 제출합니다. - 아래 - 1. BIM 기반 기성관리를 위해서는 객체 정보, 모델 분류체계, 공정계획에 대한 표준 액티비티 정의, 표준 코드화 등 데이터의 표준화가 우선적으로 시행되어야 합니다. 2. 과제 용역에 맞는 연구가 선행되어야 합니다. 5D 구현을 위해서는 표준 Acitivity정의, 모델(3D)과 공정(4D)의 연계방안이 우선적으로 표준화되어 정립 되어야 하며, 이후 금액(5D)와 연계 되는 방향이 타당해 보입니다. 3. 복합단가에 대한 구체적인 세부 계획이 필요합니다. 예를들면 완성품 단위의 기성지급을 할 경우 섬 공사의 경우 기상여건, 현장 내부 사정으로 공사가 중지되어 가는 기간이 생길 수 있는데, 이러한 경우 간접비는 투입되나 직공비는 투입되지 않아 기성지급에 문제가 생길 수 있습니다. 4. 단순화된 모델에 대해서는 매개변수 활용을 통한 수량 산출 등 계획/실적을 비교할 수 있는 데이터도 필요합니다. 모든 구조물에 대한 상세 수준을 높여서 모델을 제작하는 것은 현실적으로 불필요하며, 3D-4D-5D를 연계하는 방법에 대한 대책이 필요합니다. 5. 암종, 지층별 작업효율(Q)값을 반영한 공정계획 수립이 우선적으

자문의견
로 되어야 합니다. 6. 또한, 철근 조립을 우선적으로 시행하고 추후 타설을 집중적으로 수행하는 현장은 완성품을 기준으로 기성을 지급하기 때문에 기업의 기성지급에 문제가 생기게 되어 영세한 업체는 도산할 우려가 있습니다. 7. BIM 기반 기성지급을 위해서는 현장의 BIM모델 숙련자가 반드시 필요하며 완성된 모델을 기반으로 기성 서류 작성 및 신청을 해야 하는데 5D Tool은 일반적인 현장에 활용이 불가능 합니다. 이렇게 되면 전문 업체에 의존할 수 밖에 없습니다. 8. BIM 기반 기성지급을 위한 국가의 제도적인 지원이 필요합니다. 스마트 건설 장비를 활용한 토공량 측정 등 BIM 기반 스마트 기술로 현장의 공정관리를 하는 경우에 대한 기성지급 제도가 명확히 정의되어야 합니다. 9. 소운반, 가설구조물과 같이 1식 단가로 포함되어 있는 항목에 대해서는 더미 공정과 같은 별도의 방법 강구가 필요합니다.

자 문 회 의 사 진 대 지



제 목	BIM기반 고속도로 건설공사 공정관리체계 구축 자문회의	장소	베이시스소프트 회의실
일 시	2021년 6월 29일 (화)	번호	#1



제 목	BIM기반 고속도로 건설공사 공정관리체계 구축 자문회의	장소	베이시스소프트 회의실
일 시	2021년 6월 29일 (화)	번호	#1

참 석 자 명 단

○ 일 자 : 2021년 6월 29일 화요일 14시
○ 장 소 : ㈜베이시스소프트 회의실
○ 제 목 : BIM기반 고속도로 건설공사 공정관리체계 구축 용역 자문위원회

순 번	소 속	직 급	성 명	서 명	비 고
1	베이시스소프트	상무	이		
2	한국건설기술연구원	수석	윤		
3	세명엔지니어링	전무	이		
4	DL E&C	차장	김		
5	한울씨앤비	부장	장		
6	한울씨앤비	사원	송		
7	한울씨앤비	대표	길		
8	명지대학교	부교수	박		
9	베이시스소프트	이사	한		
10	베이시스소프트	대표	허		
11	베이시스소프트	이사	강		
12	베이시스소프트	이사	김		
13					
14					
15					