
공사코드 표준화를 통한 유형별 공사비 산정방안 연구

2020. 11

주관연구기관 : [재]한국조달연구원

제 출 문

조달청장 귀하

본 보고서를 『공사코드 표준화를 통한 유형별 공사비 산정방안 연구』에 대한 최종보고서로 제출합니다.

2020년 11월

(재)한국조달연구원

원 장 지 순 구

연구책임자	한국조달연구원	책임연구원	오 세 욱
공동연구원	서 울 대 학 교	교 수	지 석 호
공동연구원	아이디어정보기술	대 표 이 사	유 흥 배
연 구 원	한국조달연구원	부연구위원	김 창 원
	한국조달연구원	연 구 원	서 정 훈
	서 울 대 학 교	연 구 원	이 규 은
	아이디어정보기술	연 구 원	윤 현 식

- 목 차 -

1. 서론	3
1.1 연구의 추진배경 및 필요성	3
1.2 연구의 목적 및 기대효과	4
1.3 연구의 범위 및 방법	6
2. 표준공사코드 개선방안	11
2.1 조달청 표준공사코드 현황	11
2.2 표준공사코드 활용의 문제점	17
2.3 표준공사코드 개선방안	23
3. 건설생애주기 공사비관리를 위한 WBS-CBS 연계방안	39
3.1 건설정보 분류체계	39
3.2 작업분류체계와 내역분류체계 연계방안	44
4. 토목공사 유형별 공사비 영향요인	53
4.1 유형별 영향요인 조사 개요	53
4.2 토목공사 유형별 영향요인	54

5. 도로분야 유형별 공사비 산정 제시	103
5.1 개요	103
5.2 데이터 분석방법	104
5.3 데이터 맵핑	106
5.4 데이터 분석 결과	111
5.5 시사점	123
 6. 사용자 관점의 공사비 분석방안	 127
6.1 공사비 정보 분석 시스템 개념	127
6.2 건축분야 공사비정보광장 시스템	128
6.3 토목분야 공사비 정보 분석시스템 구현 방안	130
6.4 토목분야 공사비 정보 분석시스템 로드맵	134
 7. 결론	 137
 참고문헌	 141
 부록	 143

- 표 목 차 -

표 2-1 토목공사 대분류별 세부공종코드 현황	12
표 2-2. 수량산출 기준과 조달청 세부공종코드 구성간 특징 비교	14
표 2-3. 도로공사 설계내역서 대공종과 표준공사코드 대분류간 항목수 비교	16
표 2-4. 도로공사설계내역서의 표준공사코드 구성비율	19
표 2-5. 다양한 중기단가산출 오류 사례	20
표 2-6. 자재로 산출되는 세부공종 항목 오류 사례	21
표 2-7. 일위대가로 산출되는 세부공종 항목 오류사례	22
표 2-8. 표준공사코드 개선 방안	23
표 2-9. 표준공종분류체계 개선안	26
표 2-10. 표준공사코드 준수율 향상 비교	35
표 3-1. 국외 건설정보표준분류체계 분석 결과	39
표 3-2. MasterFormat과 UniClass의 분류체계 비교	40
표 3-3. 건설정보 분류체계 파세별 분류체계의 구성	42
표 3-4. 수량산출 기준 개념	42
표 3-5. 수량산출 기준 대공종분류 기준	43
표 3-6. 건설정보 분류체계의 종류	44
표 4-1. 분야별 전문가 및 인터뷰 일정	53
표 4-2. 도로 시설의 유형별 시설분류	54
표 4-3. 토공(포장) 공사비 영향요인	57
표 4-4. 일반교 선정기준	59
표 4-5. 특수교량의 특징	59
표 4-6. 교량 공사비 영향요인	60
표 4-7. 방재등급 기준	63
표 4-8. 터널 공사비 영향요인	64
표 4-9. 하천 시설분류	65
표 4-10. 하천 등급의 구분	66

표 4-11. 토공 및 호안 공사비 영향요인	67
표 4-12. 교량 공사비 영향요인	69
표 4-13. 하천구조물 분야 영향요인	71
표 4-14. 환경부 수질환경기준 및 규제기준의 생활환경항목(하천분야) 기준 ...	72
표 4-15. 친수시설 공사비 영향요인	72
표 4-16. 수질개선시설 및 생태계 공사비 영향요인	74
표 4-17. 항만 시설분류	75
표 4-18. 접안시설 공사비 영향요인	76
표 4-19. 외곽시설 공사비 영향요인	78
표 4-20. 준설 및 수역시설 공사비 영향요인	79
표 4-21. 배후부지 공사비 영향요인	80
표 4-22. 상하수도 시설분류	81
표 4-23. 취수시설 공사비 영향요인	82
표 4-24. 정수시설 공사비 영향요인	84
표 4-25. 가압장 및 배수시설 공사비 영향요인	85
표 4-26. 관종별 부설단가 예시(A업체 사례)	86
표 4-27. 상수관로시설의 공사비 영향요인	87
표 4-28. 하수처리시설의 공사비 영향요인	89
표 4-29. 하수관로시설의 공사비 영향요인	91
표 4-30. 철도시설 시설분류	92
표 4-31. 철도의 유형	93
표 4-32. 노반 토공 공사비 영향요인	94
표 4-33. 교량 공사비 영향요인	95
표 4-34. 터널 공사비 영향요인	97
표 4-35. 정거장 공사비 영향요인	98
표 4-36. 궤도분야 공사비 영향요인	99
표 5-1. 기존 내역서 사례 내 비탈면공, 구조물공, 부대공 세부내역 예시	104
표 5-2. 분석 데이터 표본 구성	106
표 5-3. 교량 공사비 영향요인 및 세부항목의 데이터 분포 현황	107

표 5-4. 터널 공사비 영향요인 및 세부항목의 데이터 분포 현황	108
표 5-5. 교량 데이터 중 이상치로 검토된 표본	109
표 5-6. 교량 공사비 영향요인 더비변수 변환 결과	110
표 5-7. 교량의 회귀분석 모형요약	111
표 5-8. 교량의 회귀모형 적정성 검토(분산분석)	111
표 5-9. 교량의 회귀모형 계수 추정 결과	112
표 5-10. 터널의 회귀분석 모형요약	113
표 5-11. 터널의 회귀모형 적정성 검토(분산분석)	114
표 5-12. 터널의 회귀모형 계수 추정 결과	115
표 5-13. 교량 및 터널 회귀모형의 검증 데이터 개요	116
표 5-14. 교량의 회귀모형 검증 결과	117
표 5-15. 터널의 회귀모형 검증 결과	118
표 5-16. 포장공 단위공사비(원/m) 분포	119
표 5-17. 포장공 단위공사비(원/m) 회귀분석 결과	120
표 5-18. 설계속도 60km/h 초과 80km/h 이하 교량의 회귀분석 결과	121
표 5-19. 영향요인 제한조건에 따른 교량 단위공사비 예측 결과	122

- 그림 목 차 -

그림 1-1. 연구 수행방안과 세부 연구목표의 연계	7
그림 2-1. 동일 자원 다른 코드 사용 예시	11
그림 2-2. 표준공사코드 운영현황	12
그림 2-3. 세부공종 코드 예시	13
그림 2-4. 자원코드 예시	13
그림 2-5. 국토교통부 설계작성기준과 조달청 표준공사코드의 대공종 분류 기준 ...	15
그림 2-6. C3R 검증화면(국도 31호선 양구-원통 도로공사)	18
그림 2-7. 중기단가 산출관련 코드 사용 오류 사례	19
그림 2-8. 표준 자재 세부공종코드 생성	24
그림 2-9. 표준일위대가 코드 생성(조경부분)	25
그림 2-10. 조경공사(CS) 대분류 생성	27
그림 2-11. 비표준화된 공사코드 DB화 후 표준공사코드로 변환하는 알고리즘 구축 ...	28
그림 2-12. 표준공사코드 관리 프로세스 도식	29
그림 2-13. 인공지능 기반 표준공사코드 자동변환 시스템	31
그림 2-14. 표준내역서 작성 예시(터널공)	32
그림 2-15. 표준 내역서 제공을 통한 표준공사코드 준수율 향상 방안 ...	33
그림 2-16. C3R 일정수준 설정 예시	33
그림 2-17. 준수율 강화 후, 표준공사 코드관리 프로세스 정립 예시	34
그림 2-18. 표준공사코드 운영방안 로드맵	36
그림 3-1. 건설정보 분류체계의 개념	42
그림 3-2. 수량산출 기준 코드의 예시	44
그림 3-3. WBS의 기본개념	45
그림 3-4. WBS 레벨 구성	45
그림 3-5. 교각의 물량 산출의 예시	46
그림 3-6. 현재 방식의 건설정보관리 절차	47
그림 3-7. QDB 개념도	48

그림 3-8. QDB의 교량 사례	49
그림 3-9. 향후, QDB기반의 관리방식 절차	50
그림 4-1. 하수처리장 구조물 형태 기준	88
그림 4-2. 하수 고도처리 공법의 분류	89
그림 5-1. 도로분야 세부시설 유형 분류	103
그림 6-1. 공사비 정보분석 시스템 개념	127
그림 6-2. 건축공사 분야 공사비 정보 광장 개념	128
그림 6-3. 건축공사분야 공사비 정보광장 UI 예시	129
그림 6-4. 도로분야 공사비 영향요인	130
그림 6-5. 토목공사 공사비 정보광장 운영 개념	131
그림 6-6. 토목공사분야 공사비 정보광장 UI 예시	131
그림 6-7. 시설물 유형별 물량 및 공사비 영향요인 추적 방안	132
그림 6-8. 향후 토목공사비 정보 분석 시스템 개발 방향	133
그림 6-9. 토목분야 공사비 정보 분석 시스템 로드맵	134

제1장

서론

1.1 연구의 추진배경 및 필요성

1.2 연구의 목적 및 기대효과

1.3 연구의 범위 및 방법

공사코드 표준화를 통한 유형별 공사비 산정방안 연구

1. 서론

1.1 연구의 추진배경 및 필요성

- 정부가 발주하는 시설공사들은 자금의 원천이 국민의 세금으로 운영되기 때문에 프로젝트에 대한 합리적인 예산수립과 함께 집행의 효율성을 극대화 하여 성공적으로 성과물을 완성하고, 동시에 건설산업의 건전한 발전과 육성에도도해야 함.
- 합리적인 예산 수립 과정은 기획단계의 추정공사비에 의해 결정되며 추정공사비는 해당 사업의 공사 범위를 결정하기 때문에 최대한 현실적이고 합리적인 방법에 의해 수립되어야 함.
- 추정공사비 산정은 기획단계에서 사업개요(사업목적, 용도, 규모)가 가시화 되면 개산견적(단위당 단가)을 통해 이루어지며, 여기서 단위당 단가는 과거의 실적자료를 기반으로 활용되고 있음.
- 여기서 대표적인 과거 실적자료는 조달청이 운영하는 예정공사비 산정자료이며, 실례로 조달청은 건축분야의 경우 유형별 공사비 분석자료를 구축하여 공사비 정보광장(pace.g2b.go.kr)을 통한 대국민 서비스를 수행하고 있음.
- 그러나 토목분야의 경우, 동일 사업내에 여러 형태의 시설물(예, 도로공사의 경우, 포장, 터널, 교량 등)이 존재하며 넓은 지역에서 공사가 이루어는 선형적 특징을 갖고 있어 공종분류구조인 건축분야와는 다른 특성이 있음.
- 조달청은 토목분야에 있어서도 다양한 시설에 대한 예정공사비 산정자료가 축적되어 있으나 현재 유형별 공사비 분석자료에 대한 대국민 서비스가 미구축되어 있어 유용한 실적자료로서 활용이 미흡한 실정임.
- 한편 국내 정부발주 공사들은 여러 기관에서 다양한 형태로 공사비관련 정보

를 양산하고 있으나 공사비 관리체계 부족으로 인해 개별 기관의 일회성 정보로서 사장되고 있는 실정임.

- 또한 공공분야에 있어 하나의 건설 프로젝트는 생애주기(life cycle) 관점에서 기획단계에는 사업초기 대안 및 예산 수립, 설계단계에서는 건설VE를 통한 설계공사비, 구매단계에서는 입찰을 위한 예정공사비 및 계약공사비, 시공단계에서는 계약금액 조정을 고려한 기성 및 준공공사비 등 다양한 공사비들이 양산되고 있으나 공사비 정보에 대한 일련의 피드백이 취약하여 생애주기 관점 실적자료로 사장되고 있는 실정임.
- 조달청은 구매단계의 대표적인 예정공사비 및 계약공사비를 실적자료로 축적하고 있으며 이를 통대로 시공단계와 연계하여 피드백 정보를 구축할 수 있다면 건설생애주기 관점의 실적자료 구축 및 활용이 가능할 것임.
- 따라서 토목공사비의 유의미한 실적자료 구축 및 건설생애주기 관점의 공사비 관리체계 구축을 위해 현시점에서 토목공사비 관리체계에 대한 점검과 토목분야의 유형별 공사비 분석 방안, 나아가 시공단계와의 연계방안 등을 전체적으로 검토가 필요한 시점임.

1.2 연구의 목적 및 기대효과

- 이 연구는 토목공사의 현행 공사비 관리체계 분석을 통해 정비방안을 제시하고 토목공사 유형별 공사비 영향요인을 발굴하여 실적자료로서 공사비 분석방안과 유형별 공사비 데이터의 지속적 관리 및 축적 활용할 수 있는 방안을 마련하고자 하는 것임.
- 이를 위해 설정한 이 연구의 세부목표는 다음과 같이 크게 3단계로 구분할 수 있음.

첫째, 공중분류체계 및 유형별 공사비 활용에 대한 국내외 현황조사 ; 국내공중분류체계(건설정보분류체계 및 수량산출 기준 등)에 대한 분석 및 국내외 유사기간 유형별 공사비 활용사례를 분석

둘째, 토목공사 유형별 공사비 산정기준 마련 및 특정 공종에 대한 유형별 공사비 산정 방안 제시 ; 공중분류기반 토목공사 유형별 공사비 영향요인 도출 및 산정 기준 마련하고 도로분야를 대상으로 실제 유형별 공사비 산정방안 제시

셋째, 유형별 공사비 데이터 지속관리, 축적, 활용을 위한 발전 방안 제시 ; 공사코드 현황조사 및 분석을 토대로 공사코드 관리 및 축적, 활용할 수 있는 방법론을 제시하고 현행 조달청 공사코드 준수 및 지속 관리할 수 있는 방안 마련

○ 이 연구의 결과물을 통해 얻을 수 있는 기대효과를 정리하면 다음과 같음.

첫째, 조달청 내부의 공사비 관리와 관련된 업무 프로세스를 개선하여 공사비 원가검토와 관련된 업무 효율성을 제고하고자 함.

둘째, 실적자료를 활용한 공사비 분석방안을 제시하여 수요기관 및 건설산업의 다양한 이해관계자에게 실적자료로서 제공하고자 함.

셋째, 건설생애주기 관점의 공사비 관리 방안을 구축하여 프로젝트 단위의 공사비관련 정보의 데이터 활용 방안을 모색할 수 있도록 도모함.

○ 궁극적으로는 정부가 발주하는 시설공사에 대한 예산 효율적 운영을 극대화하여 공공사업의 발전과 국민 경제 부흥을 제고하고자 하는 것임.

1.3 연구의 범위 및 방법

- 이 연구는 범용적 실적 공사비 데이터를 확보하고 있는 조달청을 중심으로 토목공사의 유형별 공사비 분석체계를 구축 및 활용하고 건설생애주기 관점의 데이터 연계 방안을 제시하는데 있으며 이를 위해 조달청 내부의 표준공사코드 정비와, 토목분야 공사비 영향요인, 실적데이터 활용 방안 등을 검토하고자 함.
- 과업내용에서 제시한 세부 과업목표를 근거로 이 연구의 구체적인 추진 전략은 크게 다음과 같이 5단계로 구성하고자 함.

Phase 1. 조달청 표준공사 코드 개선 방안

- 조달청 표준공사코드 개념 정리 ; 수량산출 기준에 따른 표준공사코드 개념에 대한 정리
- 조달청의 표준공사코드 운영 현황 분석 ; 토목공사와 관련된 표준공사코드 운영 현황 분석을 통해 문제점을 정리
- 표준공사코드 개선 방안 제시 ; 표준공사코드 정비 및 이와 관련된 개선 방안을 제시

Phase 2. 건설생애주기 관점의 공사비 관리를 위한 WBS-CBS 연계 방안

- 건설정보 분류체계에 대한 개념 정리 ; 건설정보 분류체계의 개념 정리
- 국토교통부 WBS와 조달청 CBS 연계방안 제시 ; 공사비 통합관리 운영을 위한 WBS와 CBS 연계방안 제시

Phase 3. 토목분야 유형별 공사비 영향요인 제시

- 유형별 공사비 분석 사례 정리 ; 조달청 건축분야 및 유사기관 공사비 분석 사례 및 시사점 정리

- 토목공사 시설물 유형별 공사비 영향요인 도출 ; 시설물 유형별(도로, 상하수도, 하천, 항만, 철도 등)로 공사비 영향요인 항목 도출

Phase 4. 도로분야 유형별 공사비 산정 방안 제시

- 도로분야 실적자료를 토대로 데이터 맵핑 ; 도출한 영향요인과 공사비 관계를 분석하기 위한 데이터 맵핑 작업 정리
- 도로분야 데이터 분석 결과 제시 ; 공사비 영향요인과 공사비간의 상관관계에 대해 통계적 기법을 활용하여 결과물의 시사점 정리

Phase 5. 사용자 관점의 공사비 분석 방안 제시

- 사용자 관점의 공사비 분석 시스템 정리 ; 연구 결과물을 토대로 사용자 관점의 공사비 분석 시스템 운영 방안 제시

○ 연구 수행방안을 통해 도출된 결과물과 세부 연구목표와의 연계성을 정리하면 그림 1-1과 같음.

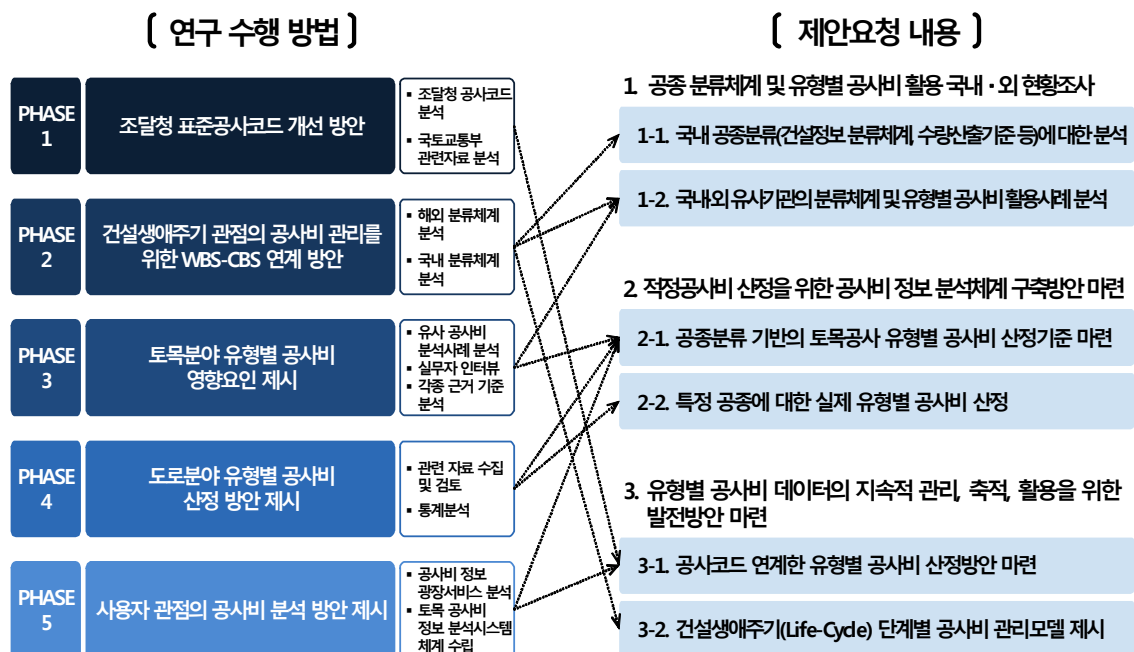


그림 1-1. 연구 수행방안과 세부 연구목표의 연계

제2장

표준공사코드 개선방안

2.1 조달청 표준공사코드 현황

2.2 표준공사코드 활용의 문제점

2.3 표준공사코드 개선방안

공사코드 표준화를 통한 유형별 공사비 산정방안 연구

2. 표준공사코드 개선방안

2.1 조달청 표준공사코드 현황

- 조달청은 공사원가계산과 관련한 자료를 코드화하여 원가계산 시스템 사용시 업무 효율성을 증대시키고 있음.
- 기존에는 건설공사 프로젝트의 설계내역서 작성 시 그림 2-1과 같이 동일 자원에 대해 각각 다른 코드를 부여하여 사용함으로써 원가계산에 있어 소비되는 시간과 비용 등 업무량의 증가가 발생하였음.

A 설계내역서			B 설계내역서			C 설계내역서		
노무코드	품명	단가	노무코드	품명	단가	노무코드	품명	단가
LL0000000004	보통인부	52,585	L082	목 도	74,772	LL00041	포장공	89,164
LL0000000005	콘크리트공	90,480	L084	특별인부	66,422	LL00084	특별인부	66,422
LL0000000006	작업반장	70,235	L085	보통인부	52,585	LL00085	보통인부	52,585
LL0000000007	포 장 공	89,164	L098	기계설치공	71,841	LL00087	중기운전기사	77,606
LL0000000011	특 별 인 부	66,422	L099	기 계 공	65,205	LL00088	운전사(운반차)	65,086

그림 2-1. 동일 자원 다른 코드 사용 예시

- 이를 개선하기 위하여 조달청은 공사코드 표준화를 정립하여 원가계산 시간 단축 및 업무 효율성을 도모하고 공사원가 산정의 객관성 확보와 원가관리 효율성을 극대화 하고자 함.
- 조달청의 표준공사코드는 그림 2-2와 같이 건설정보분류체계의 공종(works) 및 자원(resources)을 반영하여 운영하고 있으며, 2020년 9월 기준, 세부공종 코드 42,975개 및 자원코드(자재, 노무, 경비, 표준시장단가, 시장시공가격) 60,000여개를 구축하여 운영하고 있음.
- 이중 토목공사에서 주로 사용되고 있는 세부공종 공사코드는 표 2-1과 같이 12,750여개가 존재하며 대공종별로 볼 때 토공사, 도로 및 포장공사, 관공사, 현장 타설공사 순으로 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 조사되었음.

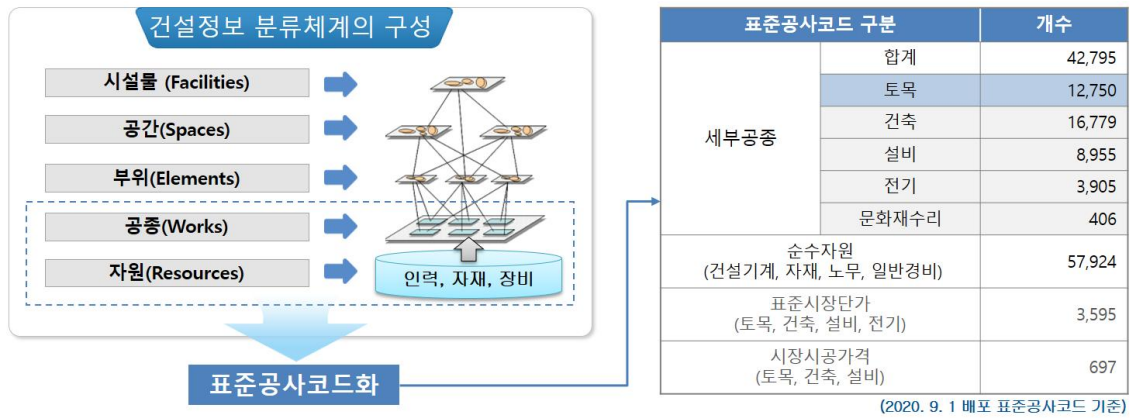


그림 2-2. 표준공사코드 운영현황

표 2-1 토목공사 대분류별 세부공종코드 현황

토목공사 대분류		코드 개수	토목공사 대분류		코드 개수
CD	토공사	3,742	CC	지반개량공사	241
CL	도로 및 포장공사	2,178	CJ	말뚝공사	189
CG	관공사	1,420	CR	기타공사(2)	179
CE	현장타설콘크리트공사	1,041	CI	강구조공사	143
CA	공동공사	943	CQ	기타공사(1)	97
CO	하천 및 항만공사	905	CB	지반조사	33
CK	교량공사	774	CF	프리캐스트콘크리트공사	27
CN	터널공사	562	CP	댐 및 제방공사	8
CH	배수공사	268	합계		12,750

- 세부공종코드의 구성체계를 살펴보면, 그림 2-3과 같이 총 12자리의 기호와 숫자의 조합으로 구성되어 있으며 첫째자리는 공사종류, 둘째자리부터 여섯째자리까지는 대·중·소·세·세세분류로 구성하여 대공종, 품명, 규격을 확인할 수 있도록 하고 일곱째자리 이상은 추가고지사항으로 특정 품명이나 규격을 확인할 수 있도록 정리되어 있음.
- 자재 관련 자원코드는 그림 2-4와 같이 물품목록 관리분류기준에 따른 UNSPC기반의 물품목록번호 8자리와 물품식별번호 8자리를 합하여 총 16자리로 구성되며, 노무코드 및 장비코드 역시 물품분류코드와 유사한 방식으로 16자리로 운영하고 있음.

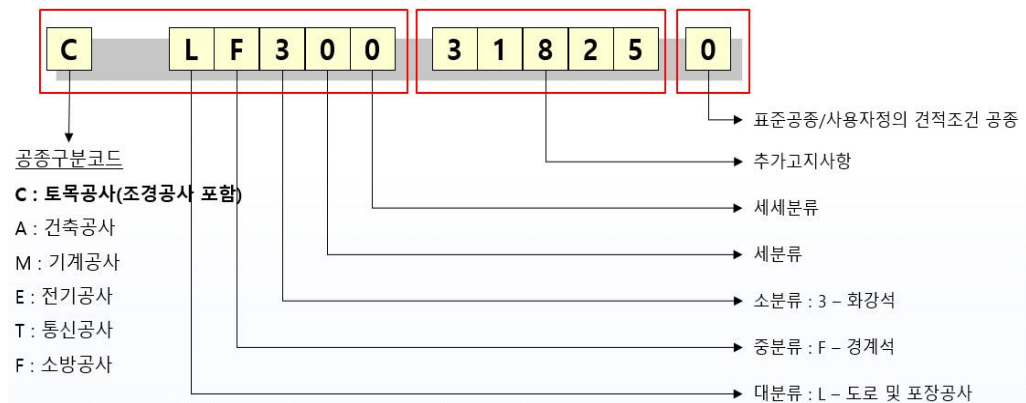
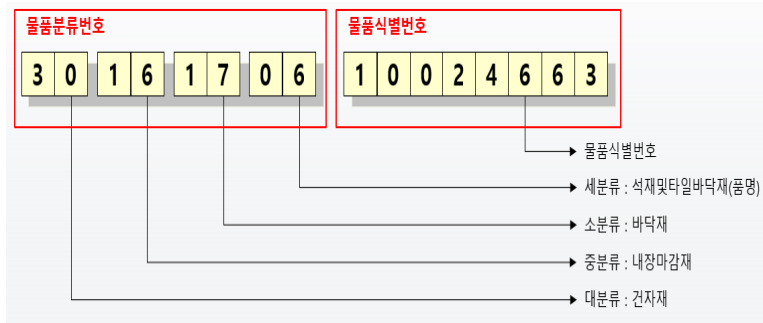
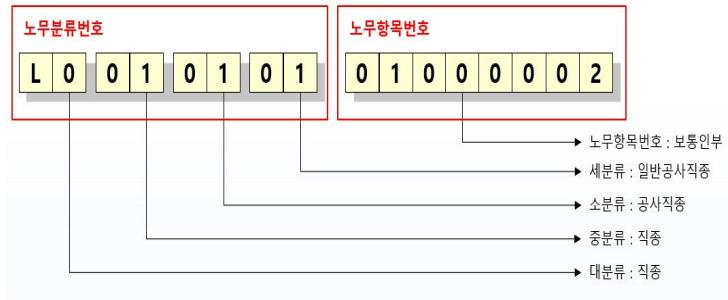


그림 2-3. 세부공종 코드 예시

자재코드 예시



노무코드 예시



장비코드 예시

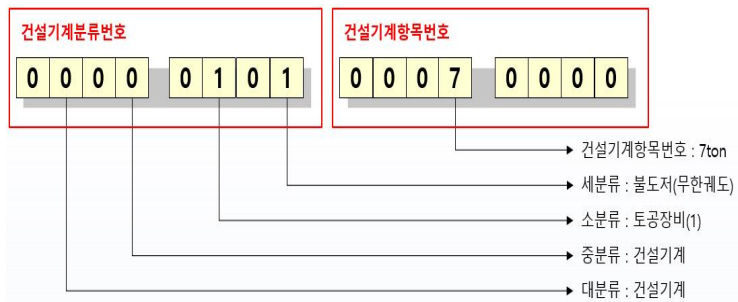


그림 2-4. 자원코드 예시

- 표준공사코드의 세부공종 코드는 토목공사 수량산출기준(국토교통부, 1997년도)을 바탕으로 작성되어 있으며 토목공사 수량산출 기준은 영국토목학회 (institution of civil engineers)가 1993년 제정한 토목 부분 수량산출기준 (CESMM, civil engineering standard method of measurement)을 기반으로 작성되었음.
- 토목공사 수량산출 기준과 조달청이 운영하고 있는 세부 공종코드 체계를 비교해 보면 표 2-2와 같이 거의 특정 기준을 제외하곤 거의 유사한 방법으로 운영되고 있는 것으로 분석되었음.
- 예를 들어 조달청은 공통공사에는 공통가설공사, 환경보전시설, 공통장비, 현장 및 본사관리와 관련된 항목 외에 공통자재 항목을 추가하여 운영하거나 토공사에 수량산출기준에서 규정하는 항목 외에 흙 운반 항목을 추가 발굴하여 운영하는 등의 유사체계를 갖고 있음.

표 2-2. 수량산출 기준과 조달청 세부공종코드 구성간 특징 비교

코 드	대분류	수량산출기준(1997) 포함사항	수량산출기준(1997) 제외사항	현 조달청 기준
CA	공통공사	- 공통가설공사 - 환경보전시설 - 공통장비 - 현장 및 본사관리		공통자재 (CAM) 추가됨
CB	지반조사	- 시험굴착 - 보링공, 샘플링 - 현장시험, 실내시험 - 암석 및 암반시험 - 계측	- 지질개량(C) - 말뚝공을 위한 보링(J)	계측 (CBH)만 활용 중
CC	지반개량공사 (지질개량과 특수공종)	- 지질개량 - 특수공종	- 현장타설콘크리트(E) - 터널공(T)	동일
CD	토공사	- 기존구조물 철거, - 포토제거, 벌개제근 - 흙깎기, 터파기, 흙깎기의 부대공	- 지반조사(B) - 지하연속벽, 지반앵커, 토류 시설(C) - 파이프와 관련공사(G, H)	흙운반 (CDS) 추가됨

코드	대분류	수량산출기준(1997) 포함사항	수량산출기준(1997) 제외사항	현 조달청 기준
		- 흙쌓기, 되메우기, 흙쌓기의 부대공 - 비탈면 보호공 - 조경 - 트렌치 굴착 제외 파이프공의 토공	- 말뚝공(J) / 우물통 굴착공(K) - 교통표지판 기초(L) - 터널관련공사(N) / 준설(O) - 울타리, 출입문의 기초(Q) / 구조물의 지정(Q)	
CE	현장타설 콘크리트	- 현장타설콘크리트 생산 및 타설 - 현장타설콘크리트의 거푸집 - 현장타설콘크리트의 철근 - 현장타설콘크리트의 조인트 - 포스트-텐션프리스트레싱 - 현장타설콘크리트의부대공	- 보링공(B) - 지하 연속벽(C) / 굴착 부대공(D) - 프리-텐션 프리스트레싱(F) - 프리캐스트 콘크리트(F) - 말뚝공(J) / 도로, 포장 및 경계석(L) - 터널의 수직공(N) / 울타리 및 출입문(Q)	동일

- 국토교통부의 도로공사 설계 작성기준과 조달청의 표준공사코드간 공종별 구성항목을 비교해 보면 그림 2-5와 같이 국토교통부의 설계작성기준은 국토 설계실무요령을 기본 형식으로 하여 총 8개의 대공종으로 구분하고 있는데 반해 조달청의 표준공사코드는 17개의 대공종 분류로 구분되어 있어 상호 일치하지 않는 것을 알 수 있음.

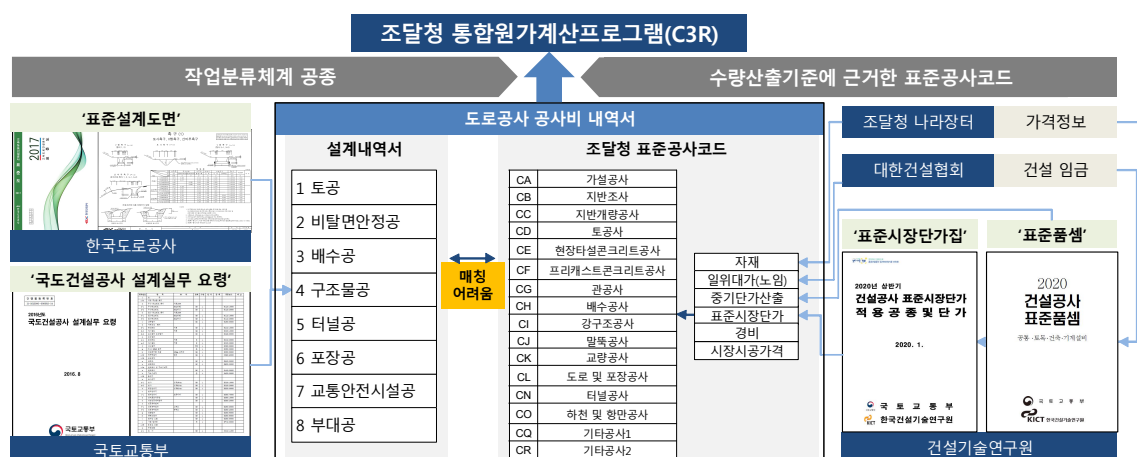


그림 2-5. 국토교통부 설계작성기준과 조달청 표준공사코드의 대공종 분류 기준

- 국토설계실무요령의 8개 대공종을 기준으로 작성한 설계내역서의 세부공종 항목과 조달청의 수량산출 기준의 대분류(대공종)상의 세부공종항목을 연결하여 비교해 보면 표 2-3과 같이 1 : 1 대응이 어려운 것을 확인할 수 있음.
- 예를 들어 국토설계실무요령의 구조물공에는 표준공사코드 분류기준 가설공사의 세부항목이 238개, 토공사 항목이 179개, 현장타설 콘크리트 공사 항목이 391개, 교량공사 항목 260여개, 말뚝공사 항목이 47개 등이 존재하고 있음을 알 수 있음.
- 따라서 설계내역서를 작성하는 엔지니어들이 도로분야의 국토설계실무요령에 따라 조달청의 표준 공사코드 체계를 반영하여 세부공종 항목을 작성하는 것이 어렵게 되며, 대부분 적산프로그램에 의해 산출된 과거 내역서 항목을 그대로 불러와 내역서를 작성하는 문제를 양성하게 됨.

표 2-3. 도로공사 설계내역서 대공종과 표준공사코드 대분류간 항목수 비교

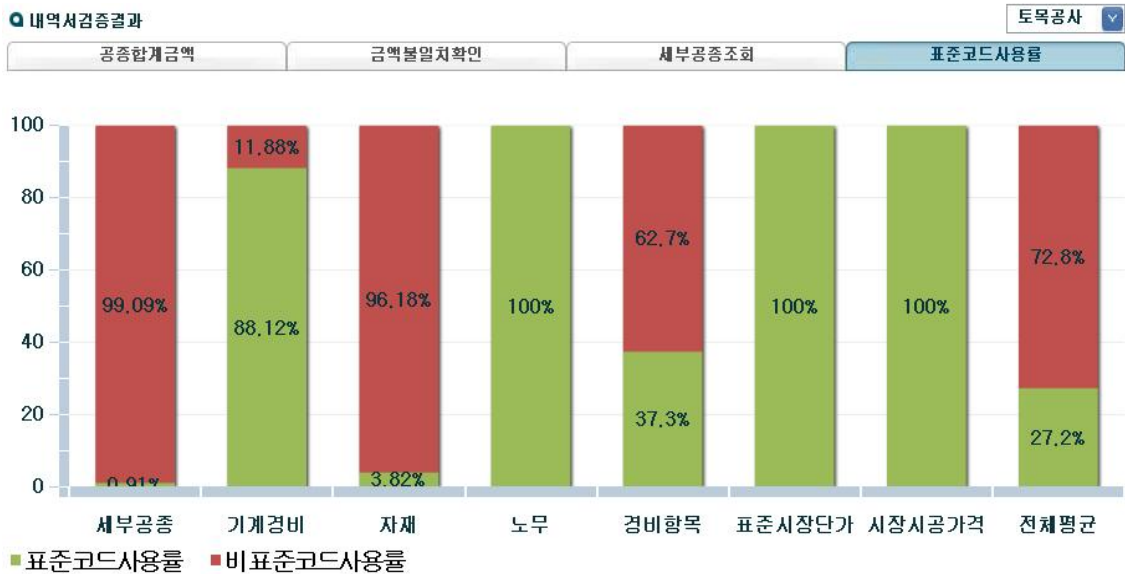
대분류 \ 대공종		1	2	3	4	5	6	7	8	합계
		토공	비탈면 안정공	배수공	구조물공	터널공	포장공	교통안전 시설공	부대공	
CA	가설공사	3	5	34	238	14	24	2	40	360
CB	지반조사	6	—	—	1	—	—	—	—	7
CC	지반개량공사	14	—	—	10	—	—	—	—	24
CD	토공사	46	26	49	179	8	—	—	7	315
CE	현장타설 콘크리트공사	—	—	39	391	30	4	—	—	464
CF	프리캐스트 콘크리트공사	—	—	—	4	—	—	—	—	4
CG	관공사	—	—	3	7	4	—	—	—	14
CH	배수공사	—	—	—	—	—	—	—	—	0
CI	강구조공사	—	—	—	11	—	—	—	—	11
CJ	말뚝공사	—	—	—	47	—	—	—	—	47
CK	교량공사	—	—	1	260	—	—	—	—	261
CL	도로 및 포장공사	—	—	49	2	1	75	72	83	282
CN	터널공사	—	—	—	—	87	—	—	—	87

대분류 \ 대공종		1	2	3	4	5	6	7	8	합계
		토공	비탈면 안정공	배수공	구조물공	터널공	포장공	교통안전 시설공	부대공	
CO	하천 및 항만공사	-	2	-	-	-	-	-	-	2
CQ	기타공사(1)	-	-	1	21	1	-	-	-	24
CR	기타공사(2)	-	2	2	1	1	-	-	-	6
합계		69	35	178	1172	146	103	74	130	1907

2.2 표준공사코드 활용의 문제점

1) 낮은 조달청 표준공사코드 사용률

- 조달청은 시설공사 원가계산 프로그램인 통합원가 계산 시스템 서비스 (<http://pccs.g2b.go.kr>)을 통해 매월 표준 공사코드를 파일로 배포하고 있으며 C3R 호환성 검증 서비스를 제공하여 설계 내역서 전산 파일이 조달청 공사원가 호환 규정에 따라 적합하게 작성 되었는지를 검증함.
- C3R(construction cost-accounting compatible regulations)호환성 검증 서비스는 설계내역 작성 전문 적산프로그램을 활용해 작성된 설계 내역서의 구조 검증과 데이터 검증을 수행하며 데이터 검증은 표준공사코드 준수여부와 데이터 정합성, 금액 오류를 확인하는 것을 의미함.
- 설계사는 조달청에서 인증한 공사원가 산출 적산 프로그램을 사용하여 설계 내역서를 작성하거나, 엑셀 형식으로 작성한 파일을 조달청에서 요구하는 파일형식(.xml)로 변환하여 제출해야 함.
- 조달청에 원가검토가 의뢰된 ‘국도31호선 양구-원통 도로공사’의 설계내역서를 C3R을 통해 검증해본 결과 그림 2-6과 같이 표준공사코드 사용률이 27.2%에 불과한 것으로 조사되었음.



* 조달청에서는 시설공사분야 원가계산 내역서의 표준화 및 정보화를 위하여 50%이상의 표준코드 사용을 권장하고 있습니다.

그림 2-6. C3R 검증화면(국도 31호선 양구-원통 도로공사)

- 검증 내용을 세부적으로 살펴보면 반드시 지켜야하는 단가인 표준시장단가, 시장시공가격, 노무단가 등은 대부분 표준공사코드를 준수하고 있으나, 세부공종 코드 및 자재 코드의 경우에는 조달청의 표준공사코드를 준수하지 않는 것으로 분석되었음.

2) 세부공종 코드 운영의 문제점

- 최근 3년간 조달청에 원가검토가 의뢰된 도로공사 44건의 세부 내역서의 구성 비율을 살펴보면 표 2-4와 같이 중기단가 산출이 전체의 54.79%로 가장 높은 비율을 차지하고 있으며, 표준시장 단가체계가 31.19%, 일위대가 체계가 4.77%를 차지하고 있는 것으로 조사되었음.
- 이 외에 자원코드라 할 수 있는 자재, 경비, 노무코드가 약 10% 비율을 차지하고 있는 것으로 조사되었음.

표 2-4. 도로공사설계내역서의 표준공사코드 구성비율

세부공종의 자원구분	표준코드사용 여부	구성 비율
중기단가산출	X	54.79 %
표준시장단가	O	31.19 %
일위대가	X	4.77 %
자재	X	6.86 %
경비항목	X	2.25 %
기계경비	X	0.02 %
노무	O	0.04 %
손료	X	0.07 %
시장시공가격	O	0.00 %

○ 이와 같이 중기 단가 산출 방식으로 구성된 세부공종항목은 세부공종코드가 존재하고 있음에도 불구하고 자체적인 임의코드를 사용하고 있는 것으로 분석되었음.

○ 예를 들어 ‘소형고압블록 포장 규격 6cm’ 품목의 경우, 세부 산출 내역이 유사하고 조달청의 표준공사코드가 존재하고 있음에도 불구하고 그림 2-7과 같이 중기단가 산출 코드를 조달청에서 운영하는 기준에 부합되지 않은 임의 코드를 부여하는 사례를 볼 수 있음.

프로젝트 명	중기단가산출코드	품명	규격	단위	재료비	노무비	경비	합계
국도5호선 춘천-화천3 도로건설	U610A00000	..a. 소형고압블록	T=6cm	M2	613	3,913	533	5,059
화순 동면-순천 주암 도로시설개량	PW25W00A	소형고압블록설치비	T=6-8cm	m2	554	4,409	626	5,589

세부공종코드	항목	규격	단위
CLG820308010	소형고압블록포장	T=6~8cm	m ²
CLG820400000	소형고압블록포장	T=6cm, 회색	m ²
CLG820500000	소형고압블록포장	T=6cm, 적색	m ²
CLG820600000	소형고압블록포장	T=8cm, 회색	m ²
CLG820700000	소형고압블록포장	T=8cm, 적색	m ²

그림 2-7. 중기단가 산출관련 코드 사용 오류 사례

- 이러한 중기단가 산출의 오류사례는 표 2-5와 같이 1)표준시장 단가가 있음에도 불구하고 임의코드를 사용, 2)두 개 이상의 표준시장 단가를 조합하여 새로운 중기단가 산출로 산정, 3)견적서 자체를 임의로 작성, 4)노무비와 재료비 조합으로 중기단가 산출식을 임의로 작성하는 등 다양한 오류 사례들이 존재하는 것으로 조사되었음.

표 2-5. 다양한 중기단가산출 오류 사례

분류	설명 및 예시							
Case 1	유사한 표준시장단가 있는 경우							
	표준시장단가코드	품명	규격	단위	재료비	노무비	경비	합계
	CED402020000	유로돌	보통	m2	5,443	23,203	0	28,646
	중기단가산출코드	품명	규격	단위	재료비	노무비	경비	합계
PWC9UB	크그리트포장용거푸집	유로폴(보통)(0-7m)	m2	5,303	22,629	0	27,937	
Case 2	표준시장단가 여러 개를 조합하여 작성한 경우							
	중기단가산출코드	품명	규격	단위	재료비	노무비	경비	합계
	O*06BA1000	도자유반(토사)	L=47.0m³	M3	493	358	422	1,273
	CDI011000400 X 1	흙도반/기.사	노저19ton,(L=40m)	m3	383.0	275.0	324.0	982.0
CDI011000500 X 0.7	흙유반/토사	노저19ton,(L=50m)	m3	113.5	83.3	98.7	297.5	
Case 3	견적서를 참조하여 작성한 경우							
	중기단가산출코드	품명	재료비	노무비	경비	합계		
	CDF710000000	시임발파비 null 호	0	0	20,000,000	20,000,000		
		※ 견적서 참조						
1. 시임발파(적정 적용공법 선정) 경비: 1 식 * 20,000,000 * 1 회 = 20,000,000		0	0	20,000,000	20,000,000			
Case 4	노무비와 재료비의 결합으로 작성한 경우							
	중기단가산출코드	품명	재료비	노무비	경비	합계		
	HVEF49100000	수축조인트용 팽창용면목 m	1,407	70	0	1,477		
		1. 면목(30X20MM) 재 료 비 : 1.00 m * 1,340 * 1.05 = 1,407.0						
		[합:면목-A*5*5x15x21.2mm-m]	1,407	0	0	1,407		
		2. 설치비(재료비의 5%) 노 무 비 : 1,407.0 * 0.05 = 70.3		0	70	0	70	

3) 자원코드 운영의 문제점

- 현재 조달청 자원코드의 운영은 UNSPC 기반의 8자리와 식별번호 8자리의 조합으로 총 16자리로 운영하고 있음.
- 실제 도로공사 내역서를 살펴본 결과 세부공종코드 품목에 자원코드 품명이 약 10%내외를 차지하고 있는 것으로 조사되었음.
- 세부공종코드의 품목은 대공종/중공종/세공종/세세공종의 형태로 운영하여 품명과 규격을 갖고 있으므로 자원코드 기반 코드를 그대로 내역코드로 사용하는 것에는 한계가 있음.
- 실례로 표 2-6과 같이 자재 항목으로 작성되는 세부공종 품명의 경우, 자재대에 해당되는 시멘트, 모래 등에 있는 세부공종코드는 자원코드 기준이 아니며, 비표준화된 임의 코드를 부여하는 사례가 빈번함.

표 2-6. 자재로 산출되는 세부공종 항목 오류 사례

자원구분	세부공종코드	품명	규격	단위	재료비	노무비	경비
					단가	단가	단가
자재	○9531005	고재대		TON	-330,000	0	0
자재	○0747003	시멘트	포대40kg	대	3,472	0	0
자재	○0717403	모래	도착도	M3	23,000	0	0
자재	○0729403	쇄석골재	도착도	M3	21,000	0	0
자재	○0726413	뒤채움재	도착도	M3	20,000	0	0

4) 일위대가 산출 항목의 문제점

- 도로공사 설계내역서 분석 결과 일위대가로 산출되고 있는 세부공종 내역 항목 상당수가 조경 및 식재와 관련되어 있거나 교통 안전시설공과 관련된 품목이 다수인 것으로 조사되었음.
- 실례로 조경 및 식재의 세부공종코드의 경우, 표 2-7과 같이 품명이 식재명으로 되어 있는 것이 대부분이고 조달청의 표준공사코드는 식재명으로 구성된 것은 전무하며 대부분 규격에 따른 통합된 일위대가(예, 나무 높이에 의한 식재)를 운영하고 있음.
- 이로 인해 조경식재와 관련된 세부공종코드 역시 표준공사코드 기준과 별개의 임의코드 형식으로 부여된 사례가 빈번한 것으로 분석되었음.

표 2-7. 일위대가로 산출되는 세부공종 항목 오류사례

자원구분	세부공종코드	품명	규격	단위	재료비	노무비	경비
					단가	단가	단가
일위대가	WA00010	느릅나무	H4.5xR20	주	943,974	120,439	9,518
일위대가	WA00020	상수리나무	H4.5xR20	주	668,974	120,439	9,518
일위대가	WA00030	신갈나무	H4.5xR20	주	767,974	120,439	9,518
일위대가	WA00040	이팝나무	H4.0xR25	주	1,777,924	176,235	25,426
일위대가	WA01010	고광나무	H1.0x3가지	주	3,960	3,379	0
일위대가	WA01020	덜꿩나무	H1.0xW0.4	주	14,300	3,379	0
일위대가	WA01030	매자나무	H0.6xW0.4	주	7,920	2,206	0
일위대가	WA01090	황매화	H1.0xW0.6	주	6,490	3,379	0

2.3 표준공사코드 개선방안

- 조달청이 운영하는 표준공사코드체계가 대표적인 내역산출체계(CBS)로서 향후 국토교통부가 운영하고자 하는 작업분류체계(WBS)와 연계되게 함으로써 내부적으로는 조달청의 업무 효율성을 제고함과 동시에 대외적으로는 비용과 일정의 통합관리를 통한 생애주기 관점의 비용관리체계가 구축되어야 함.
- 이를 위해서는 문제점이 있는 현행 표준공사코드의 자체정비를 마련하고 원가검토가 의뢰되는 프로젝트의 설계내역서를 작성하는 설계사 또는 수요기관의 표준공사코드 준수율을 향상시켜야 함.
- 따라서 이 연구에서는 표 2-8과 같이 표준공사 코드 정비방안과 표준공사코드 준수율 향상방안으로 구분하여 표준공사코드 운영 방안을 제시하고자 함.

표 2-8. 표준공사코드 개선 방안

구분	세부방안		검토 내용
표준공사 코드정비	세부공종코드 정비		• 자재 및 일위대가 항목 등 표준공사코드 정비
	표준공종분류체계정비		• 조정공사 분야 대분류 기준으로 상향
표준공사 코드 준수율 향상	Alt1. 내부프로세스 개선	비표준화공사코드 수집후 DB 구축	• 비표준화된 공사코드를 표준공사코드로 변환하여 데이터베이스화
		코드 관리프로세스 정립	• 프로젝트 단위 표준공사코드 준수율 향상시키는 관리프로세스 정립
		AI 기반 텍스트 마이닝 도입	• 비표준화된 내역을 텍스트 마이닝 기법을 통해 표준공사코드로 자동 변환
	Alt 2. 외부프로세스 개선	표준내역서 작성 및 배포	• 국토설계실물요령을 토대로 표준공사코드 내역작성 및 배포
		C3R호환성 기준 설정	• 표준공사코드 일정 수준 준수율 기준 설정
		코드 관리프로세스 정립	• 프로젝트 단위 표준 공사코드 준수율 향상 시키는 관리 프로세스 정립

- 먼저 표준공사 코드 정비는 조달청이 운영하고 있는 표준공사코드의 효율성 및 활용성을 높이기 위해 세부공종코드를 정비하고 대공종 분류 기준의 정비하는 것을 의미함.

- 표준공사코드 준수율 향상을 위해 두 개의 대안을 제시할 수 있으며, 첫 번째 대안으로 조달청 내부프로세스를 개선하여 준수율을 향상시키는 방안을, 두 번째 대안으로 외부프로세스를 개선하여 준수율을 향상시키는 방안을 검토하는 것임.

1) 표준공사코드 정비 방안

가. 세부공종 코드 정비 방안

- 앞서 설명한 바와 같이 자원코드는 물품목록 코드로만 구성되어 있을 뿐 세부공종코드에는 내역을 대표할 수 있는 코드체계가 없으므로 자원코드가 내역서 품명으로 올라오는 항목에 대해서는 별도의 세부공종 코드를 부여하여 내역서상의 모든 품명을 세부공종코드 체계로 일원화 해야함.
- 실례로 자재코드의 경우, 현재시점에서 자원코드 개념의 UNSPC 기반 코드만 있을 뿐 세부공종 코드로 사용할 수 있는 대표코드는 존재하지 않음.
- 자재코드는 토목공사 공종분류체계 중 공통공사(CA) 대분류에 공통자재(CAM)에 해당 하는 항목들과 유사하므로 해당 중분류 단위 이하에서 세부공종코드를 생성하여 자재코드들을 대변할 수 있는 세부공종코드를 도출할 수 있음.

AS-IS: 자재 항목을 대표할 수 있는 세부공종코드 없음			
세부공종코드	품명	규격	단위
M0747003	시멘트	포대40kg	대
M9531005	고재대		TON

TO-BE: 공통공사-공통자재(CAM) 하위에 세부공종 코드 생성·활용			
세부공종코드	품명	규격	단위
CAM90011N000	시멘트	포대40kg	대
CAM900010000	고재대		TON

그림 2-8. 표준 자재 세부공종코드 생성

- 또한 현재 조달청에서 운영하는 토목공사 표준 일위대가는 관공사(CG), 배수공사(CH), 하천 및 항만공사(CO) 분야에서 일부 공종만 포함하고 있어 조적 및 식재 등 대분류 단위의 타 공종에서도 표준 일위대가 코드 생성이 필요한 것으로 분석되었음.
- 조경 식재의 경우, 조경목명으로 일위대가가 포함된 내역 항목들을 설계내역서에서 쉽게 찾아 볼 수 있으나 조달청의 표준공사코드는 조경목 구분 없이 ‘나무 높이에 의한 식재’ 등 품 위주의 세부공종항목만 형성되어 있음.
- 따라서 나무 높이에 의한 식재 조경 및 식재(CDK)의 중분류 단위이하에서 조경목을 구분할 수 있는 표준공사코드 부여 등을 개발하여 설계 내역서 상의 자재와 품이 포함된 일위 대가 항목들을 대체할 수 있도록 표준공사코드 정비가 필요함.

AS-IS: 일위대가를 대표할 수 있는 조경부분 일위대가 코드 없음			
세부공종코드	품명	규격	단위
WA00010	느릅나무	H4.5xR20	주
WA02010	느릅나무(굴취/가식/이식/정식)	R20 기준	주

TO-BE: 조경공사 하위에 표준일위대가 생성·활용			
표준일위대가코드	품명	규격	단위
CDK32108N000	나무 높이에 의한 식재	H4.1~4.5/인력	주
CDK32317N000	근원 직경에 의한 식재	R20/인력	주

그림 2-9. 표준일위대가 코드 생성(조경부분)

나. 공종분류체계 정비 방안

- 현행 공종분류체계는 수량산출 기준을 근거에 따라 정비되어 있으나 토공사의 중분류 단위에 있는 조경공사의 경우, 토공사와 성격이 다르며 설계 내역서 상에서도 별도의 대공종으로 작성되는 경우가 빈번하며 ‘도로공사표준시방서(2016)’에서도 대공종 단위에 별도 생성되어 있음.

- 따라서 조경공사의 경우, 대분류 단위의 공중분류 체계로 생성하여 정비하는 것이 합리적이거나 현행 공중분류체계 기준상 중간에 생성되면 전체 시스템 변경으로 인한 부담과 설계사 혼란 가중이 예상될 수 있으며 기존의 표준공사 코드의 상당부분을 재수정해야 하는 부담을 갖게 됨.
- 따라서 표 2-9와 같이 조경공사의 대공중단위의 분류로 생성하되 마지막 순서로서 조경공사(CS)로 추가하는 안을 통해 기존의 대분류 단위 변경을 최소화 하는 방안을 검토할 수 있음.

표 2-9. 표준공중분류체계 개선안

항목	현행	제안	항목	현행	제안
공통공사	CA	CA	교량공사	CK	CK
지반조사	CB	CB	도로 및 포장공사	CL	CL
지반개량공사	CC	CC	철도 및 궤도공사	CM	CM
토공사	CD	CD	터널공사	CN	CN
현장타설 콘크리트공사	CE	CE	하천 및 항만공사	CO	CO
프리캐스트 콘크리트공사	CF	CF	댐 및 제방공사	CP	CP
관공사	CG	CG	기타공사(1)	CQ	CQ
배수공사	CH	CH	기타공사(2)	CR	CR
강구조공사	CI	CI	조경공사(신규)		CS
말뚝공사	CJ	CJ	제잡비	CZ	CZ

- 또한 조경 관련 공종들은 그림 2-10와 같이 ‘토공사(CD)’ 대분류 하위에 ‘조경공(CDK)’ 라는 중분류로 포함되어 있으나, 중분류인 조경공을 대분류 ‘조경공사(CS)’ 로 상향시키고 조경공 이하 소분류 항목들을 중분류단위로 상향시켜 현행 체계를 유지하면서 조경공사의 표준공사코드를 생성할 수 있음.

AS-IS: '조경' 중분류 위치					
CODE	대분류	CODE	중분류	CODE	소분류
D	토공사	DA	별개제근		
		DB	표토제거		
		DC	기존구조물 철거공		
		DD	흙깎기		
		DE	터파기		
		DF	절토의 부대공		
		DG	흙쌓기		
		DH	되메우기		
		DI	성토의 부대공		
		DJ	비탈면 보호공		
		DK	조경	DK1	교목류
				DK2	관목류
				DK3	묘목류
				DK4	초화류
				DK5	잔디식재
				DK6	조류중자살포
				DK7	조경시설물
				DK8	조경부대공
				DK9	기타
		DS	흙운반		

TO-BE: '조경공사' 대분류 생성					
CODE	대분류	CODE	중분류	CODE	소분류
S	조경공사	SA	교목류	SA1	굴취
				SA2	식재
				SA3	이식
		SB	관목류	SB1	굴취
				SB2	식재
				SB3	이식
		SC	묘목류	SC2	식재
		SD	초화류	SD2	식재
				SD4	파종
		SE	잔디식재	SE5	잔디식재
		SF	조류중자살포	SF6	조류중자살포
		SG	조경시설물	SG1	놀이시설물
				SG2	운동시설물
				SG3	생태연못
				SG4	안내시설물
				SG5	휴게시설물
				SG6	편익시설물
				SG7	관리시설물
				SG8	경계시설물
		SH	조경부대공	SH1	식재부대공
				SH2	식재유지관리
				SH3	조경부대공
		SI	기타	SI1	기타

그림 2-10. 조경공사(CS) 대분류 생성

2) Alt 1. 내부 프로세스 개선을 통한 표준공사코드 정비 방안

가. 비표준화된 공사코드 데이터베이스 구축

- 현재 조달청이 인증한 적산관련 소프트웨어 업체는 다수존재하고 있으며 이들은 조달청의 표준공사코드를 준수하지 않고 개별적인 임의코드를 사용하고 있음.
- 따라서 비 표준화된 공사코드를 조달청의 표준 공사코드로 전환하기 위해서는 그림 2-11과 같이 해당 적산관련 소프트웨어 업체에서 적용하는 품목과 규격을 수집하여 데이터 패턴에 따라 조달청 내부에서 표준공사코드로 변경하여 데이터에 저장하는 알고리즘을 구축해야함.

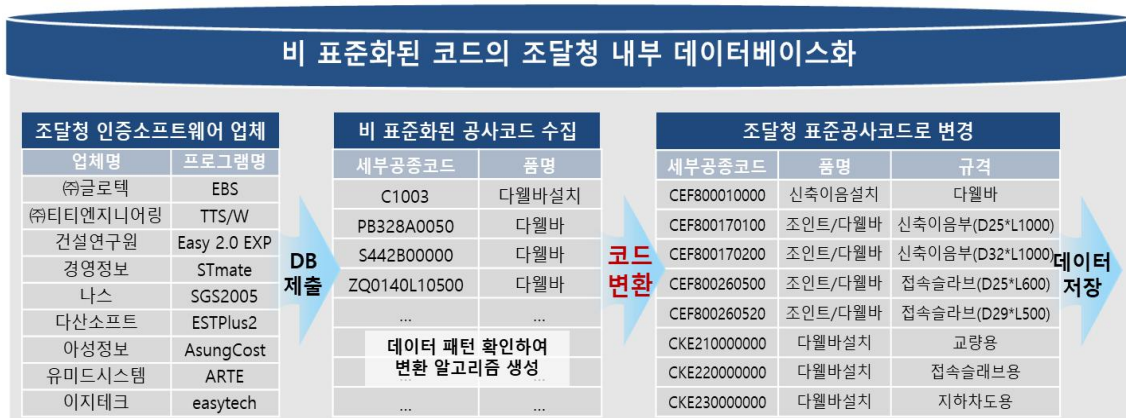


그림 2-11. 비표준화된 공사코드 DB화 후 표준공사코드로 변환하는 알고리즘 구축

- 적산관련 소프트웨어업체가 품목과 규격에 대해 임의코드를 사용하는 경우에는 1번의 코드 수집을 통해 자동 변환이 가능하지만 코드가 없이 품목과 규격만 존재하는 경우에는 프로젝트 마다 인위적인 표준공사코드를 부여 하는 문제점이 있으며 이를 해결하기 위해 향후 텍스트 마이닝(text mining) 기법을 통합 공사원가 시스템에 접목할 필요가 있음.

나. 표준공사코드 관리 프로세스 정립

- 현재 조달청 통합원가시스템으로 제출되는 설계내역서들은 그림 2-12과 같이 C3R 호환성 검증 서비스를 통해 1차적인 표준공사코드 준수율 확인이 가능함.
- 비 표준화된 공사코드를 데이터베이스로 구축하여 공사코드 부여를 한다 하더라도 준수되지 않는 품목은 ①표준공사코드가 없는 경우, ②표준공사코드가 있는데 사용하지 않는 경우, ③공사코드 품명을 잘못 연결한 경우 등으로 분류할 수 있음.



그림 2-12. 표준공사코드 관리 프로세스 도식

- 먼저, ①표준공사코드 없는 경우에는 새로운 표준공사코드를 부여해야 하며, ②공사코드가 있지만 사용하지 않은 경우와 ③품목과 규격이 잘못된 표준공사코드를 부여한 경우에는 표준 공사코드로 수정하는 작업을 수행해야 함.
- 따라서, 세부공종에 대한 표준공사코드 준수율을 향상시키기 위해서는 조달청 내부에 별도의 관리 운영주체가 필요하며 신규 공사코드의 경우, 별도의 심의 절차를 거쳐 신규 코드를 생성하는 것도 감안하여 관리해야 함.

- 이를 위해서는 조달청 조직 내 표준공사코드 변경 이력을 관리하고 표준 공사코드 현황을 레포트 할 수 있도록 내부 운영 매뉴얼 작성 및 업무 프로세스 확립이 필요함.

다. 인공지능 기반 표준공사코드 자동변환 시스템 도입

- 수요기관으로 공사원가검토가 의뢰되는 설계 내역서들은 대부분 설계사가 작성하며 설계사는 설계내역서 작성시 과거에 작성했던 설계내역서의 품명, 규격, 단위와 공사코드를 그대로 복사하여 사용하는 경우가 대부분이며 이로 인해 공사코드 준수율이 현저히 저조한 현상이 발생하는 주요 원인이 되고 있음.
- C3R 호환성 검증에서는 일부 항목들이 표준공사코드를 사용했는지 여부와 설계 내역서 전산 파일의 자료 구조만 검증하기 때문에 표준 공사코드와 내역항목의 일치 및 수정에 대한 방법론은 구축되어 있지 않은 상태임.
- 따라서 공사코드 표준화를 위해서 비표준화된 내역이 입력되면 내부 조직의 시간과 노력을 통해 인위적인 작업과정을 거쳐야만 하는 것이 현실임.
- 향후, 그림 2-13과 같이 비표준화된 내역이 입력되더라도 내역 항목의 텍스트를 인식하여 적정 표준공사코드로 자동 변환해주는 알고리즘을 통합공사가 시스템에 적용할 경우, 표준 공사코드 준수율 향상과 함께 코드 관리를 위한 별도의 조직을 대변할 수 있을 것임.

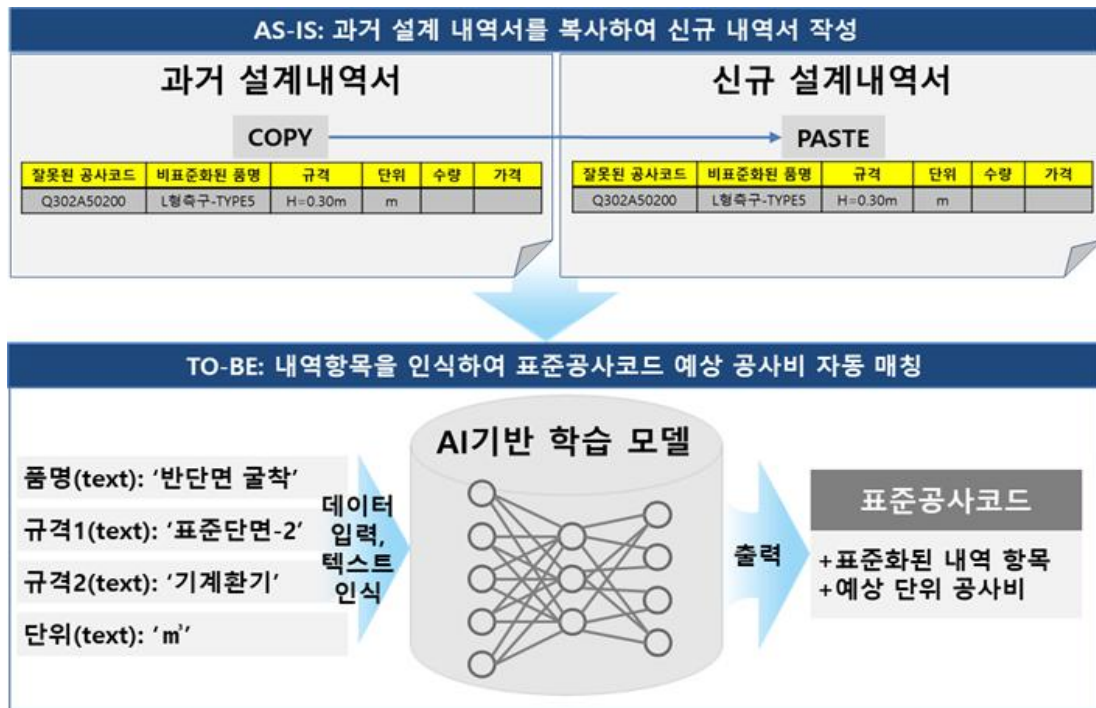


그림 2-13. 인공지능 기반 표준공사코드 자동변환 시스템

- 따라서 장기적으로는 통합공무원가 시스템의 고도화 작업시 텍스트 마이닝 및 딥러닝 기반의 알고리즘 개발을 접목할 필요가 있음.

3) Alt 2. 외부 프로세스 개선을 통한 표준공사코드 정비 방안

가. 표준 내역서 작성 및 배포

- 앞서 설명한 바와 같이 수요기관이 공무원가검토를 요청하는 공공건설공사의 설계내역서는 설계사가 작성하는 것이 보편적이며 설계사는 원가데이터 입력 시 적산 소프트웨어 업체에서 제공하는 데이터에 근거하여 작성하고 있음.
- 따라서 설계사 또는 적산 소프트웨어 업체에게 표준화된 내역서를 제공하여 표준 공사코드체계에 따른 설계내역서 작성을 유도해야 함.

- 표준 내역서는 국토설계실무요령의 ‘수량내역서’ 양식 공중항목을 기준으로 조달청의 표준공사코드와 세부공종을 연결하는 샘플을 구축할 수 있으며, 이에 따라 설계 내역서를 올바르게 작성할 수 있도록 세부공종 항목의 품목, 규격, 단위까지 표준화하여 작성할 수 있도록 지원할 수 있음.

국토설계실무요령(2016) 중 터널공 수량내역서 양식						
6. 터널공 (수량 내역서)						
번 호	공 종	규 격	단 위	수 량	비 고	
6	터널공					
6.01	굴착					
a	전단면굴착(2차로)					
a-1	전단면굴착	(표준단면-1)	m'			
a-2	전단면굴착	(표준단면-2)	m'			
a-3	전단면굴착	(표준단면-3)	m'			

조달청 표준공사코드, 세부공종(품명, 규격, 단위) 정리한 표준 내역서 예시							
번호	공종	규격	단위	표준공사코드	세부공종 품명	세부공종 규격	단위 비고
1	굴착			CNA 굴착(발파)			
1.1	전단면굴착(2차로)			CNA 굴착(발파)			
a-1	전단면굴착	(표준단면-1)	m'	CNA150110000	터널굴착/표준단면-1	2ARCH, 중앙	m'
				CNA160110000	터널굴착/표준단면-1	2차로, 자연광기	m'
				CNA160510000	터널굴착/표준단면-1	2ARCH, 분선	m'
				CNA160610000	터널굴착/표준단면-1	사경	m'
				CNA160810000	터널굴착/표준단면-1	2차로, 기계광기, 기계굴착(로드헤드)	m'
				CNA170110000	터널굴착/표준단면-1	3차로	m'
				CNA170210000	터널굴착/표준단면-1	2차로, 기계광기	m'
a-2	전단면굴착	(표준단면-2)	m'	CNA150120000	터널굴착/표준단면-2	2ARCH, 중앙	m'
				CNA160120000	터널굴착/표준단면-2	2차로, 자연광기	m'
				CNA160520000	터널굴착/표준단면-2	2ARCH, 분선	m'
				CNA160620000	터널굴착/표준단면-2	사경	m'
				CNA160820000	터널굴착/표준단면-2	2차로, 기계광기, 기계굴착(로드헤드)	m'
				CNA170120000	터널굴착/표준단면-2	3차로	m'
				CNA170220000	터널굴착/표준단면-2	2차로, 기계광기	m'

그림 2-14. 표준내역서 작성 예시(터널공)

- 국토설계실무요령을 기반으로 도로공사분야의 표준내역서를 설계사 및 적산 소프트웨어 업체에게 배포하면 적산 소프트웨어 업체는 그림 2-15와 같이 자체 프로그램 내에서 사용하던 임의코드를 표준공사코드 체계로 변환하여 운영해야 하며, 설계사는 설계 내역서 작성 시 유사 내역서의 원가 데이터를 반영하되 코드 부여는 조달청이 제공한 표준 내역서를 토대로 작성할 수 있도록 유도해야 함.

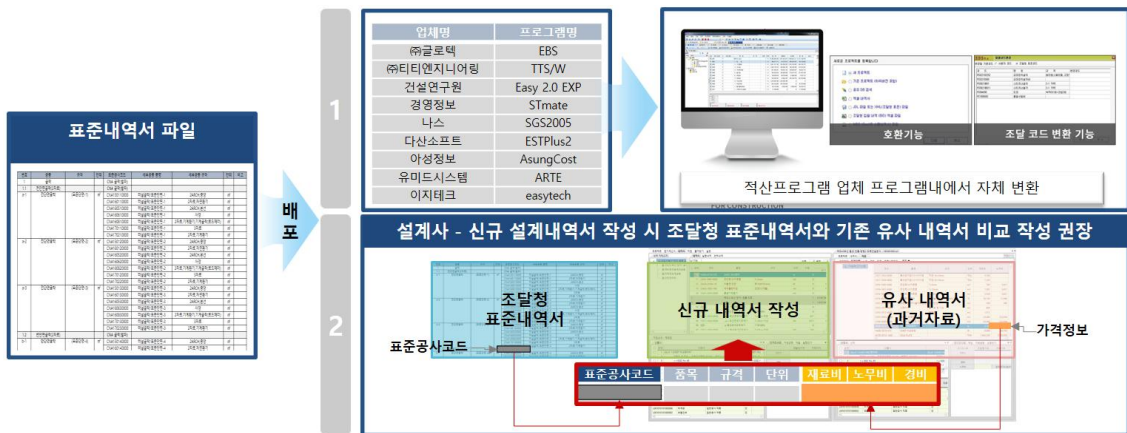


그림 2-15. 표준 내역서 제공을 통한 표준공사코드 준수율 향상 방안

나. 표준공사코드 최소 준수율 기준 설정

- 표준 내역서 제공을 통한 표준공사코드 준수율을 향상시키기 위해서는 현행 C3R 호환 검증시 표준 공사코드 준수를 일정 수준 이상(예, 설계내역서 품목의 80%권장) 준수하도록 해야 함.
- 예를 들어 그림 2-16과 같이 표준공사코드 준수율이 일정 기준에 미달되는 경우, 검증파일 내려 받기 기능 사용이 불가하도록 시스템 규정을 운영하여 설계사 자체적인 준수율 향상을 도모하도록 해야 함.



그림 2-16. C3R 일정수준 설정 예시

다. 표준공사 코드 관리 프로세스 정립

- 표준 내역서 배포후 설계사 등의 C3R 호환성 검증의 표준코드 준수율이 일정 수준 이상 개선이 된다면 표준공사 미 준수 항목도 크게 개선 될 것으로 예상됨.
- 표준공사코드 미 준수항목에 대해 앞서 설명한 바와 같이 ①표준공사코드가 없는 경우, ②표준공사코드가 있는데 사용하지 않는 경우, ③표준공사코드 품명을 잘못 연결한 경우 등으로 분류할 수 있음.
- 별도의 조직 관리를 통해 해당 품목의 표준공사코드를 부여하여 준수율을 향상시킬 필요가 있음.

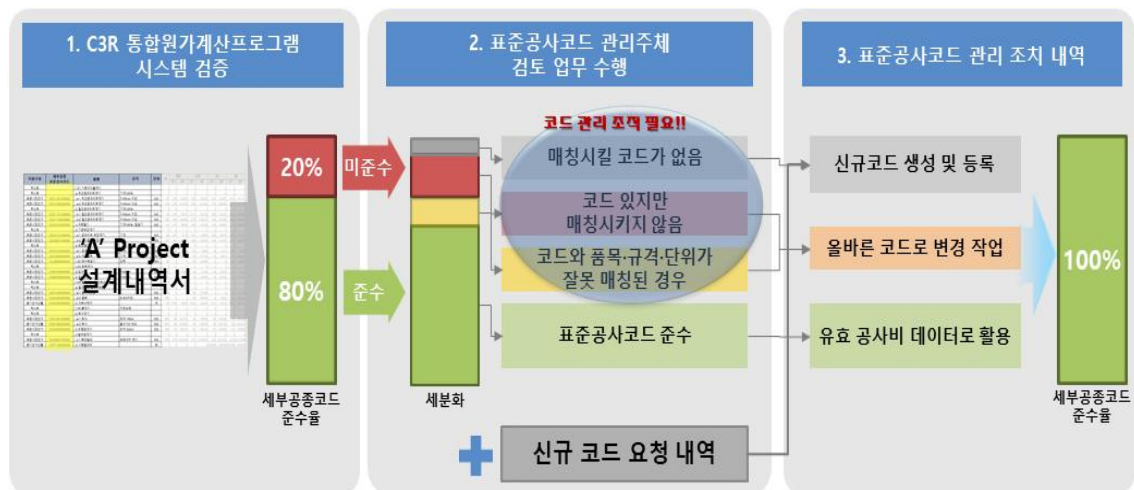


그림 2-17. 준수율 강화 후, 표준공사 코드관리 프로세스 정립 예시

4) 표준공사코드 운영 방안 로드맵

- 앞서 설명한 바와 같이 자체적인 표준공사코드 정비를 통해 내실을 기한 후 표준공사코드 준수율 향상을 위한 방안으로 Alt1. 내부프로세스 개선 방안, Alt 2. 외부프로세스 개선 방안으로 구분할 수 있으며, 두 가지 대안에 대한 특징을 상호 비교하면 다음 표 2-10과 같음.

표 2-10. 표준공사코드 준수율 향상 비교

구분		주요 개선 방안		특징
Alt 1	내부 프로세스 개선	1단계	비표준 공사코드 수집 후 DB 구축	설계사 및 원가계산 소프트웨어 업체는 기존 방식을 유지, 조달청 내부 시스템구축을 통해 표준공사코드 준수율 향상
		2단계	코드 관리 프로세스 정립	
		3단계	인공지능 기반 표준공사코드 자동 변환 시스템 도입	
Alt 2	외부 프로세스 개선	1단계	표준 내역서 작성 및 배포	설계사 및 원가계산 소프트웨어 업체가 설계내역서 작성 시 표준공사코드 준수하도록 현행 기준 상향 조정
		2단계	C3R 호환성 검사의 표준공사코드 최소 준수 기준 설정 및 반영	
		3단계	코드 관리 프로세스 정립	

- 현재 표준공사코드 제반여건과 실효성 여부 등을 종합적으로 고려해 볼 때, 조달청 내부의 프로세스 개선을 통한 표준공사코드 정비가 현시점에서 실현 가능한 대안이라 할 수 있음.
- 단기적으로는 세부공종 단위의 표준공사코드를 정비하고 중기적으로 비표준화된 공사코드의 자체 변환 알고리즘 구축과 코드관리 프로세스를 정립하여 현행 표준공사코드 준수율을 향상시켜야함.
- 여기서 코드 관리 프로세스 정립은 수요기관으로부터 제공된 설계 내역서를 자체 조직적으로 개선하는 부분으로서 필요에 따라서는 별도의 공사목록 관리팀(신규코드 생성, 기존코드 수정 등)의 운영이 필요할 것임.
- 장기적으로는 인공지능 기반 공사코드 자동 매칭 시스템을 통합 원가관리 시스템에 구축하여 신규코드 부여 외에는 별도 조직 없이 표준공사코드 운영이 가능하도록 구축해야함.



그림 2-18. 표준공사코드 운영방안 로드맵

제3장

건설생애주기 공사비관리를 위한 WBS-CBS 연계방안

3.1 건설정보 분류체계

3.2 작업분류체계와 내역분류체계 연계방안

공사코드 표준화를 통한 유형별 공사비 산정방안 연구

3. 건설생애주기 공사비관리를 위한 WBS-CBS 연계방안

3.1 건설정보 분류체계

1) 해외의 건설정보 분류체계

- 해외 주요 국가들은 1960년대부터 건설산업에서 발생하는 정보의 효율적 관리를 위한 표준분류체계를 마련하여 운영하고 있으며, 대표적인 분류체계로서 북미의 마스터포맷(masterformat), 유럽의 CI/SfB 및 유니클래스(uniclass) 등이 있음.

표 3-1. 국외 건설정보표준분류체계 분석 결과

구분	운영국가	구축연도	주요내용
Master Format	북미 (미국)	1963년	- 공중 중심의 정보분류체계 : 공사일반(general requirements)부터 전기 설비(electrical)까지의 16개 공중(division) 중심 - 코드표현 : 16개 공중을 중심으로 그 이하 대·중·소분류에 대한 표준화된 숫자형태
CI/SfB	유럽	1968년	- 건축분야 중심 정보분류체계 - 파셋(facet)분류 : 시설, 부위, 공중, 자재, 공사지원설비 등 5개 분류 - 코드표현 : (초기)알파벳과 아라비아 숫자 조합 → 컴퓨터 활용에 따라 모두 숫자화
ISO TR 14177	국제표준	1993년	- 국제표준기구 ISO의 건설분야 표준정보 분류체계의 기본 틀 - 파셋(facet)분류 : 시설, 공간, 부위, 작업구역, 자재, 장비, 관리, 속성 등 8개 분류
UniClass	유럽	1997년	- ISO TR 14177의 분류개념을 근거로 하여 기존 CI/SfB를 개선한 정보분류체계 - 기존의 분류체계인 CAWS, CESMM3, EPIC 등의 체계를 취합 - 코드표현 : 괄호, 대문자, 소문자, 아라비아 숫자 등의 조합

- 북미의 마스터포맷은 현재 북미지역 대부분의 공공 및 민간분야의 건설분야 입찰요건, 계약요건 등 건설생산물과 작업(construction products and activities)의 표준의 활용되고 있으며, 실제 건축사 협회(AIA)의 표준 시방서의 분류기준과 민간분야의 견적 참고자료로서 대표되는 RS Means cost data 등의 분류체계 기준에서 활용하고 있음.
- 유럽의 유니클래스는 기본적으로 ISO TR14177에서 제시하고 있는 파셋¹⁾ (facet) 분류 개념을 근거로 하고 있으며 CI/SfB를 개선한 분류체계로서 토목분야는 CEMMS(civil engineering standard method of measurement third edition)가 대표적인 사례로 CEMMS는 앞서 설명한바와 같이 국내의 수량산출 기준의 모체로서 활용된바 있음.

표 3-2. MasterFormat과 UniClass의 분류체계 비교

MasterFormat		UniClass	
구분	내용	구분	내용
Division 1	general requirements (공사일반)	A. form of information	정보표현방식 등 정보의 형태
Division 2	sitework (토공 및 대지조성공사)	B. subject disciplines	참고자료(도서)구분
Division 3	concrete (콘크리트공사)	C. management	공사관리분야 정보 분류
Division 4	masonry (조적공사)	D. facilities	시설분류(대공중 ; 토목 및 건축)
Division 5	metals (금속공사)	E. construction entities	공간분류(토목, 중공중 분류)
Division 6	woods & plastics (목공사 및 플라스틱공사)	F. spaces	공간분류(건축, 중공중 분류)
Division 7	thermal & moisture protection (단열 및 방수공사)	G. elements for buildings	부위분류(토목 및 건축 소공중 분류)
Division 8	doors & windows (창호공사)	H. elements for civil engineering works	
Division 9	finishes (마감공사)	J. work section for buildings	공중분류(세공중분류 , CAWS와 연계)

1) 파셋(facet)이란? 어떤 사물의 다양한 측면에서 공통의 특성을 가진 집단을 모으는 분류 기준을 의미함.

MasterFormat		UniClass	
구분	내용	구분	내용
Division 10	specialties (잡공사)	K. work section for civil engineering works	공중분류(세공중분류 , CESMM3와 연계)
Division 11	equipment (각종장비 및 시설물공사)	L. construction products	공사완성물에 포함되는 각종 부품(비품), EPIC과 연계
Division 12	furnishing (가구 및 비품설치공사)	M. construction aids	장비, 가설재 등의 제품설명서, 가격정보 등
Division 13	special construction (특수공사)	N. properties and characteristics	공중, 부위, 구조물 등의 속성 분류
Division 14	conveying systems (운송설비공사)	P. materials	건설자재 분류
Division 15	mechanical (기계설비공사)	Q Universal decimal classifications (국제도서분류체계)	UniClass 적용불가 부분 분류
Division 16	electrical (전기설비공사)		

2) 국내의 건설정보 분류체계

- 국내 건설정보분류체계는 1970년대 해외 건설법을 통해 민간을 중심으로 발전되기 시작했으며 유럽의 유니클래스 및 북미의 마스터포맷을 벤치마킹하여 개발되기 시작하였음.
- 한국건설기술연구원은 ISO기술보고서를 근거로 건설정보 분류체계 연구를 통해 1996년 통합건설정보 분류체계를 제시하였으며, 그림 3-1에서와 같이 5개의 파셋(시설물, 공간, 부위, 공중, 자원)을 구분하고 건설공사 생애주기 관점에서 설계도서, 공사비내역서 등 공사 관련 문서 작성 시 이를 정보관리 시스템에서 건설정보의 분류기준으로 적용하도록 규정하고 있음.

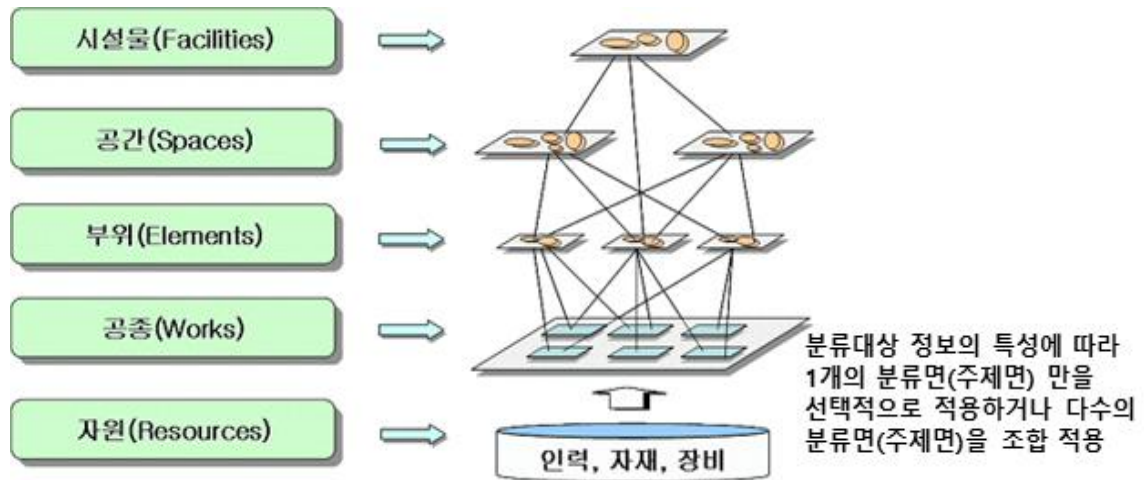


그림 3-1. 건설정보 분류체계의 개념

표 3-3. 건설정보 분류체계 파세별 분류체계의 구성

기호	분류항목	자릿수	내용
F	시설물	5	물리적, 환경적 관점의 시설물(예, 건축, 토목, 플랜트 등)
S	공간	5	기능적 혹은 이론적으로 구획되는 시설물 구성 요소로서 공간
E	부위	5	물리적, 기능적 관점에서 시설물을 구성하는 부분적 요소
W	공종	4	건설자원 등 부위를 생산하는 작업 및 유형
R	M 자원 ; 자재	4	부위를 구성하는 자재, 제품, 보조자재
	Q 자원 ; 장비	4	작업에 투입되는 장비, 공구
	L 자원 ; 인력	4	작업에 투입되는 인력 및 작업조,

- 이후 1998년도에 국토교통부는 수량산출 기준을 CEMMS를 근거로 제정하고 2007년도 개정하여 현재는 수량산출 기준 지침서에 건축, 토목, 설비, 전기 분야 분류체계 기준이 제정되어 있음.

표 3-4. 수량산출 기준 개념

구분	분류구조	적용대상	개념
수량산출 기준	대/중/소분류/세/세세분류 + 추가고지사항	공공건설공사 적용	적산제도 개선방안으로 분야별 수량산출 기준을 제시하기 위하여 내역서의 구성항목을 중심으로 기재방법, 공종 및 단가 등을 기술

- 수량산출 지침서의 분류기준은 2001년 이후 발표된 실적공사비 단가 공표 기준체계에 활용되었으며 토목, 건축, 기계 및 플랜트 분야의 대공종 단위 수량산출 분류 기준을 정의하면 표 3-5와 같음.

표 3-5. 수량산출 기준 대공종분류 기준

토목분야	건축분야	기계 및 플랜트분야
A. 공통사항	A. 공통사항	A. 공통공사
B. 지반조사	B. 토공사	B. 배관공사
C. 지질개량과 특수공종	C. 지정공사	C. 덕트공사
D. 토공사	D. 철근콘크리트공사	D. 보온공사
E. 현장타설콘크리트공사	E. 철골공사	E. 펌프 및 공기설비공사
F. 프리캐스트 콘크리트공사	F. 조적공사	F. 밸브설비공사
G. 파이프공사	G. 미장공사	G. 측정기기공사
H. 맨홀 및 파이프 부대공사	H. 방수공사	H. 위생기구설비공사
I. 강구조 및 철물공사	I. 목공사	I. 공기조화설비공사
J. 말뚝공사	J. 금속공사	J. 기타공사
K. 교량공사	K. 지붕 및 홈통공사	K. 소방공사
L. 도로 및 포장공사	L. 창호 및 유리공사	L. 가스설비공사
M. 철도 및 궤도공사	M. 타일 및 돌공사	M. 자동제어설비공사
N. 터널공사	N. 도장공사	N. 운송설비공사
O. 하천 및 항만공사	O. 수장공사	O. 특수설비공사
P. 기타공사 1(목공,조적 등)	P. 건축물 부대공사	P. 서비스설비공사
Q 기타공사 2(석공, 설비 등)	Q 조경공사 1(식재 및 유지관리)	Q 해체 및 철거공사
	R. 조경공사 2(조경시설물 공사)	R. 제잡비공사

- 또한 수량산출 기준은 공종별 목적물의 물량 내역서 및 산출 내역서 작성시 적용하여야 할 일반적인 기준을 제시한 것으로 그림 3-2와 같이 10자리로 구성하여 운영하고 있음.
- 현행 조달청의 표준공사코드는 수량산출 기준을 유사하게 따르고 있으며 앞자리 분야에 건축(A), 토목(C)분류를 추가 및 추가고지사항을 6자리로 확대 운영하는 방안에서 약간의 차이가 있음.

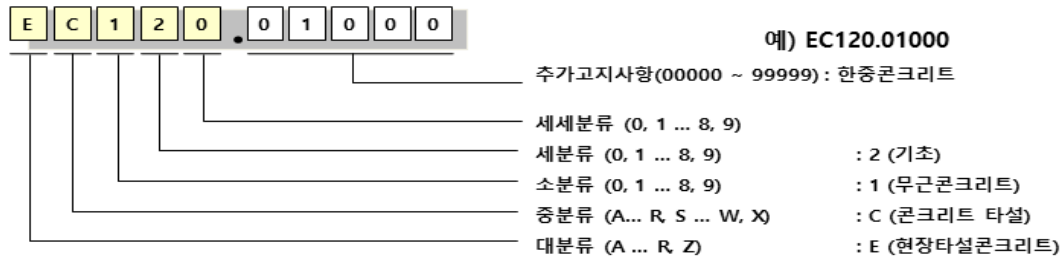


그림 3-2. 수량산출 기준 코드의 예시

3.2 작업분류체계와 내역분류체계 연계방안

- 앞서 설명한 바와 같이 건설 정보분류체계는 건설분야에 발생하는 다양한 정보들을 사용 목적에 따라 체계적으로 분류하여 분석(또는 시스템화)하기 위해 분류기준을 마련하고 대변할 수 있는 코드를 부여하는 것을 의미함.
- 건설정보 분류체계는 표 3-6과 같이 사용 목적에 따라 다양한 분류기준이 존재하며 분류체계는 상하위 계층적(hierarchical classification) 구조를 갖고 있어 상위단계는 취합, 하위단계는 분할의 개념으로 정리할 수 있음.

표 3-6. 건설정보 분류체계의 종류

구분		정의	사용목적
WBS	Work Breakdown Structure	공사분할체계	작업분류체계로서 공사·공정관리
CBS	Cost Breakdown Structure	비용분할체계	비용분류체계로서 내역·공사비관리
OBS	Organization Breakdown Structure	조직분할체계	조직분류체계로서 조직·업무관리
PBS	Project Breakdown Structure	사업분할체계	프로젝트분류체계로서 현장·사업관리

- 국토교통부는 ‘제4차 건설 CALS 기본계획 수립’에 따라 지방국토관리청에서 발주하는 ‘도로분야 및 하천분야’에 대해 작업분류체계(work breakdown structure, 이하 WBS)를 구축하여 운영 예정임.
- WBS는 그림 3-3과 같이 설계단계에서 물량 산출 항목을 시공단계에서 시설, 공간, 부위별로 작업물량을 재 분개하여 작업 기반으로 공사를 운영하는 것을 목적으로 하고 있음.

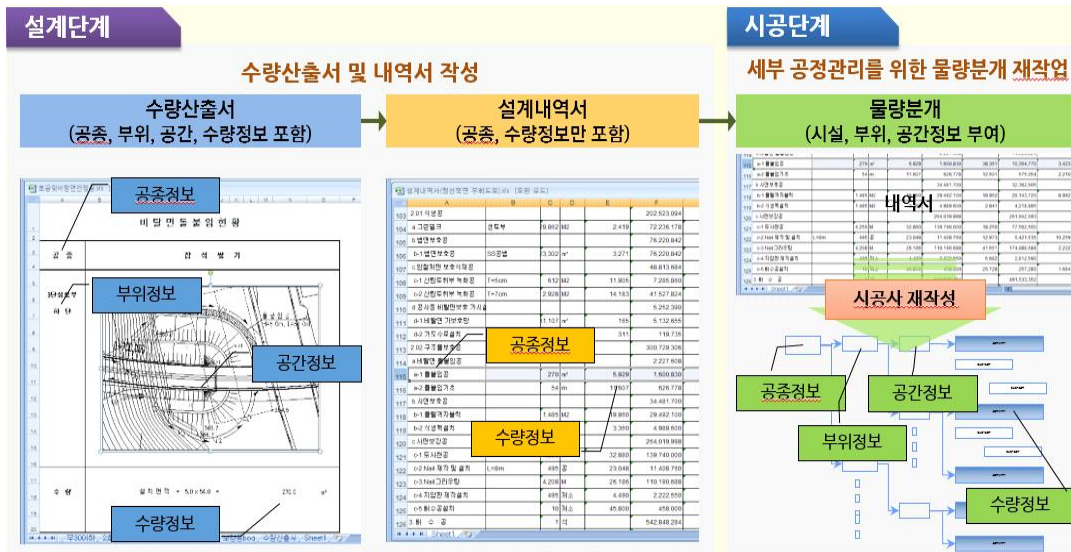


그림 3-3. WBS의 기본개념

- 국토교통부가 추진하는 WBS는 총 7개의 레벨²⁾로 구성되어 ‘L1. 공사명~ L7. 세부작업관리단위’ 까지 계층적 구조로 형성되어 있으며, 시공관리 단계에서 비용과 일정을 통합 관리할 수 있도록 함을 목적으로 하고 있음.

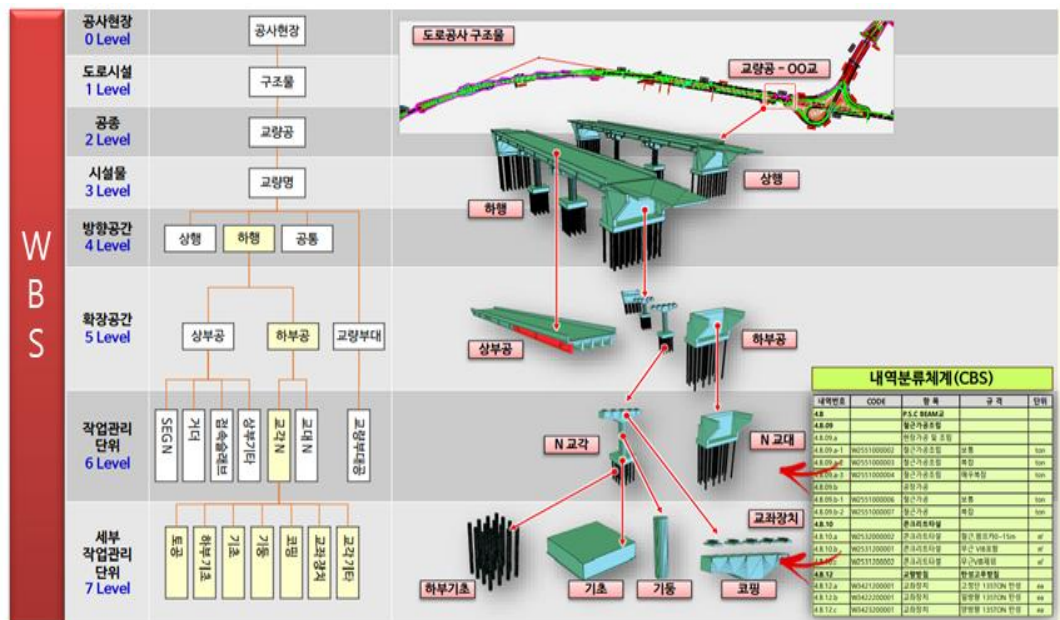


그림 3-4. WBS 레벨 구성

2) 자료 ; 한국건설기술연구원, 지방국토관리청 건설산업의 작업분류체계 적응방안, 2020

- 그림에서와 같이 작업 단위를 정의하기 위하여 상위단계에는 시설물을 두고 하위 단계로 내려올수록 공간, 부위로 세분화하여 작업단위까지 정의할 수 있음.
- 현행 물량산출 방식은 시설물→공간→부위로 구분하여 공종별 물량을 산출하고 내역서상에서 집계하는 형태로, 그림 3-5와 같이 집계되기 직전의 부위별 산출된 물량을 WBS의 최하 레벨의 작업단위로 볼 수 있음.

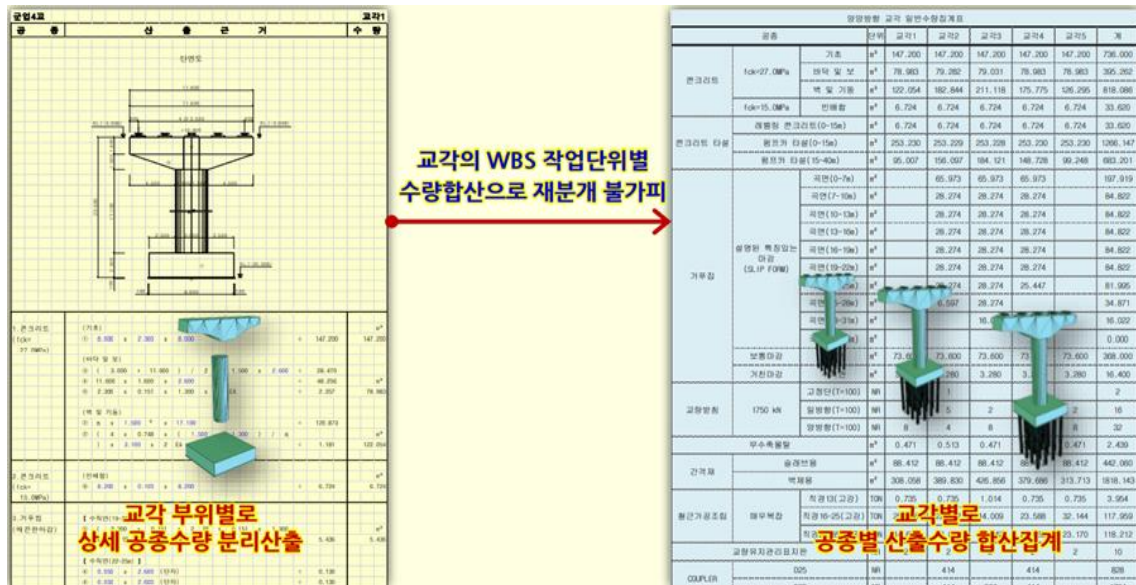


그림 3-5. 교각의 물량 산출의 예시

- 실례로 00교→교량→교각 단위에서 콘크리트, 거푸집, 철근조립 등의 물량을 산출하게 되면 이를 내역서 상에서는 교각에서 동일 물량을 집계하는 방식이라 할 수 있음.
- 즉 공사비 산출을 위해서는 설계내역서 작성시 여러 부위에서 산출된 동일물량을 집계한 것만 필요할 뿐 개별 부위에서 산출된 물량은 내역분류체계(cost breakdown structure 이하 CBS)에서는 필요 없는 구조임.

- 따라서 현행 설계단계에서부터 입찰단계로 넘어오는 공사비 산정 체계는 CBS로서 입찰단계에서 발주자와 시공자간 입찰관련 내역서의 형식도 CBS 체계를 갖고 있음.
- 따라서 낙찰 받은 시공자가 시공단계에서 공사관리를 위해 CBS형식의 내역서를 WBS체계로 변환하기 위해서는 도급내역서상의 물량내역서를 다시 WBS체계로 변환하기 위한 분개작업이 실행되어야 함.
- 그림 3-6에서와 같이 현행 설계단계에서 설계도면으로부터 산출된 물량을 물량내역서(CBS)로 납품하면 발주자는 입찰단계에서 물량내역서 기반 낙찰자를 선정하고 시공단계에서는 낙찰자가 작업분류체계로 전환하기 위해 물량내역서를 인위적으로 분개해야 함.

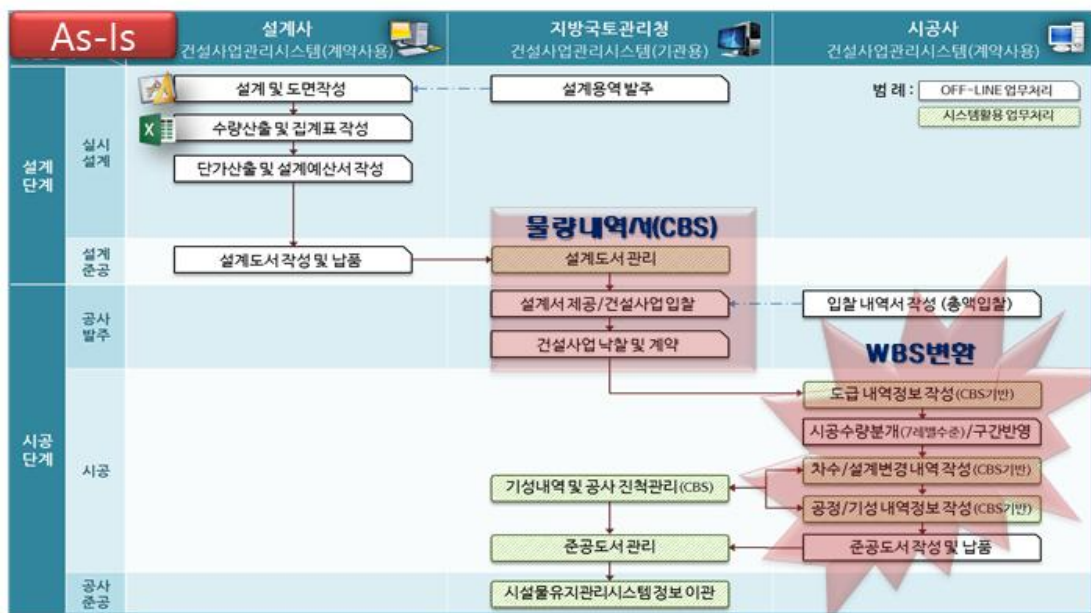


그림 3-6. 현재 방식의 건설정보관리 절차

- 이처럼 시공단계에서 내역체계(CBS)를 작업분류체계(WBS)로 전환하는 이 중 작업이 발생하여 전환 과정 중 데이터 손실에 따른 신뢰성 저하, 시공자가 설계자에게 의존해야 하는 등 다양한 문제점이 양산될 수 있음.

- 따라서, 설계단계에서 설계도면으로부터 물량을 산출한 집계표가 물량내역 뿐만 아니라 작업 물량으로도 분개가 가능한 조합으로 구성이 된다면 입찰단계에서는 내역체계 기반으로 낙찰자를 선정하고, 시공단계에서는 작업분류 기반으로 공사관리의 편의성을 향상시킬 수 있음.
- 이와 같이 물량분개 및 집계가 가능하도록 조합을 만드는 알고리즘을 QDB(quantity data base)라 정의함. QDB는 설계단계에서 도면으로부터 산출되는 물량정보를 WBS와 CBS로 연계할 수 있도록 구성하는 방안으로 열방향에는 WBS의 작업정보를 계층적 구조로 작성하여 최하단위 작업레벨까지 나열하고, 횡방향으로는 물량 내역 정보를 나열하여 물량이 발생한 테이블에 물량을 채워 넣는 구조를 의미함.

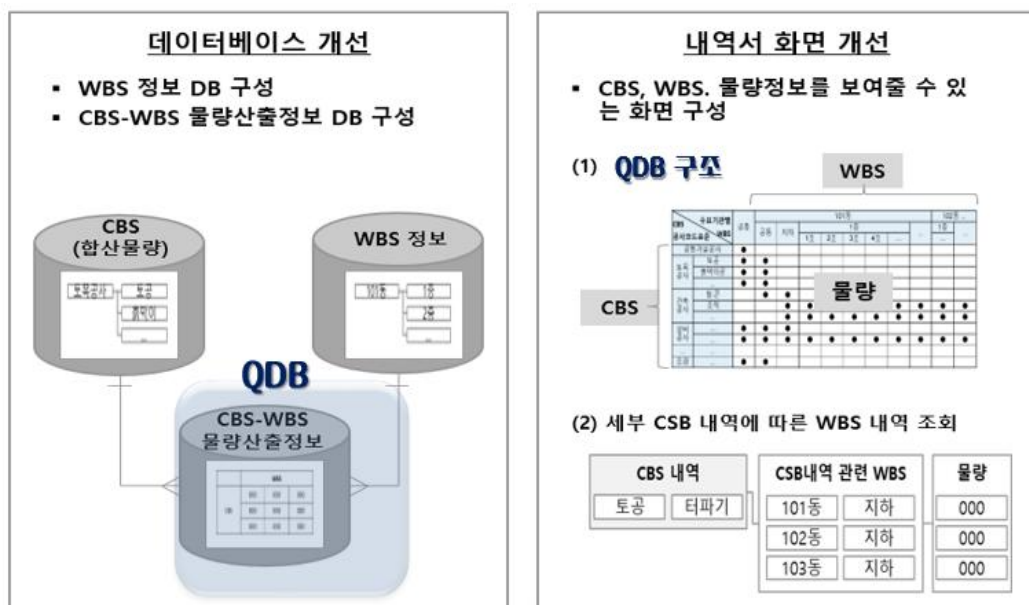


그림 3-7. QDB 개념도

- 실례로 교량의 경우, 그림 3-8과 같이 열방향으로 WBS 위계에 따라 레벨을 최하위 작업레벨까지 나열(PSC Beam, Span1...과 교대 1, 교대 2... 교각 1, 교각 2 등)한 후 CBS에서 도출되는 수량이 작업레벨 단계와 만나는 셀에 물량을 채워 넣으면 기존의 A와 같이 수량을 산출할 수 있으며, 작업레

- 사례조사결과, 설계단계에 물량산출 QDB 알고리즘을 도입한다 하더라도 내역체계의 구조 및 시스템 코드 부여는 조달청의 표준공사코드로 대체하여도 문제가 없으며 국토교통부가 주관하는 WBS 연계구조와 대부분 매칭 될 수 있는 것으로 분석되었음.
- 따라서 향후, CBS는 조달청의 표준 공사분류체계에 의한 CBS를 준용하고 WBS는 국토교통부의 작업 분류체계에 의한 WBS를 구축하되 설계단계에서 부터 QDB 구조로 내역이 작성될 수 있다면, 입찰단계에서는 기존의 물량 내역서 뿐만 아니라 WBS기반의 입찰내역서를 자유롭게 산출할 수 있어 해당 사업내 시설물 유형별 물량 취합 및 분개가 가능할 수 있음.

그림 3-8. QDB의 교량 사례

- 또한 시공단계에서는 입찰내역을 강제 분개 하는 것이 아니라 WBS기반으로 취합하여 위계구조(hierarchical classification)에 따른 작업관리가 가능할 수 있을 것임.

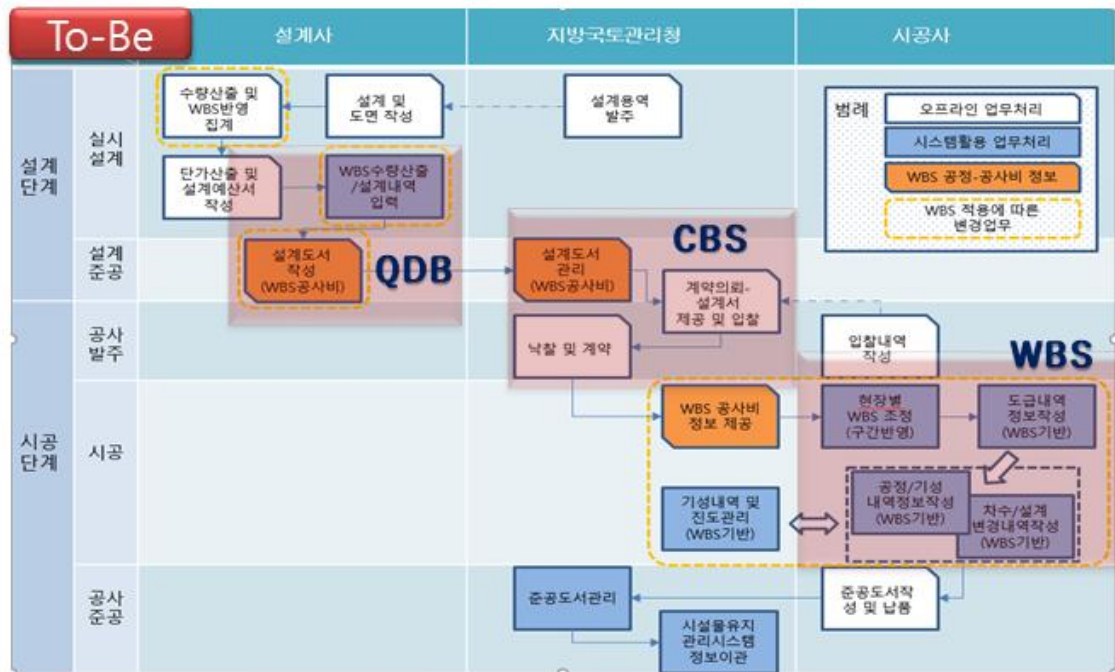


그림 3-9. 향후, QDB기반의 관리방식 절차

제4장

토목공사 유형별 공사비 영향요인

4.1 유형별 영향요인 조사 개요

4.2 토목공사 유형별 영향요인

공사코드 표준화를 통한 유형별 공사비 산정방안 연구

4. 토목공사 유형별 공사비 영향요인

4.1 유형별 영향요인 조사 개요

- 토목분야는 넓은 대지에서 수평으로 공사가 진행되는 특징으로 인해 해당 지역의 특성이 반영되어야 하며 토목공사 종류별로 상호 다른 특성을 갖고 있는 시설 유형이 존재하고 있어 공사비에 영향을 주는 요인들이 시설 유형에 따라 다를 수 있음.
- 토목공사의 시설 유형별로 공사비 영향요인을 도출하기 위해 표 4-1과 같이 분야별 전문가를 구성하여 총 3차에 걸쳐 심층 인터뷰를 진행하였음.

표 4-1. 분야별 전문가 및 인터뷰 일정

대상		인터뷰 내용	비고	시기
1차	Y엔지니어링 분야별전문가 5인	도로, 하천, 항만, 상하수도, 철도 분야의 공사비 영향요인 항목개발	토목공사 분야별 공사비 영향요인 초안 작성	7월 초
2차	도로/철도분야 ; K엔지니어링 등 4인	도로/철도분야 공사비 영향요인 세부항목 개발	-. 도로분야 ; 토공, 터널, 교량 -. 철도분야 ; 노반(토공, 교량, 터널, 정거장), 궤도	7월 29일
	하천/항만분야 ; H엔지니어링 등 6인	하천/항만분야 공사비 영향요인 세부항목 개발	-. 하천분야 ; 하천정비(토공 및 호안, 교량, 하천구조물), 하천환경개선(토공 및 호안, 천수시설, 수질개선시설, 생태시설) - 항만분야; 접안시설, 외곽시설, 수역시설, 배후부지	7월 27일
	상하수도분야 ; D엔지니어링 등 3인	상하수도분야 공사비 영향요인 세부항목 개발	-. 상하수도분야 ; 상수도(취수시설, 정수시설, 가압장 및 배수시설, 관로시설), 하수도(하수처리시설, 관로시설)	7월 24일
3차	K엔지니어링 등 5인	항목 개발 보완	-. 유형별 공사비 영향요인 보완	8월 초

- 1차 실태조사에서는 Y엔지니어링사의 도로, 철도, 항만, 상수도, 하천 등 5개 분야의 전문가를 대상으로 토목공사분야의 각 시설 유형 및 영향요인에 대한 초안을 작성하였음.
- 2차 실태조사에서는 세부영향요인을 집중적으로 발굴하기 위하여 도로/철도 분야, 하천/항만분야, 상하수도분야로 구분하여 심층 인터뷰를 토대로 개발하였으며 이를 근거로 각 분야별 관계부처의 법령근거, 업체 매뉴얼 등을 참고 자료로 개발된 영향요인을 분류하였음.
- 3차 실태조사에서는 토목분야 시설물 유형별로 개발된 영향요인에 대한 보완 수정 및 추가 발굴 작업을 실시하여 영향요인 개발의 신뢰성을 확보하였음.

4.2 토목공사 유형별 영향요인

1) 도로분야 영향요인

- 도로분야는 토목공사중 가장 대표적인 선형시설로서 공사가 진행되는 구간의 특징에 따라 토공(포장포함)시설, 교량시설, 터널 시설 등으로 구분할 수 있음.

표 4-2. 도로 시설의 유형별 시설분류

대분류	중분류	소분류	내용
도로	도로	토공	토공사, 포장공사, 배수시설, 부대시설 등 포괄
		터널	산, 지하부분을 관통하여 차량이 통과할 수 있도록 구축하는 시설
		교량	물, 특정 지반 위로 차량이 건너다닐 있도록 구축하는 시설

가. 토공(포장)시설

- 토공(포장)분야의 경우, 토공사 외에도 포장공사, 배수시설, 교차로 등과 기능에 따라 인도와 중앙분리 시설 등을 포괄할 수 있음.
- 이러한 토공(포장)분야의 공사비 영향요인은 도로의 기능과 규모(공사성격, 도로유형, 설계속도, 지역, 차로수, 교차형식, 포장형식)에 따른 분류와 지반 특성(연약지반, 암반, 토량처리 등)에 따른 분류로 구분할 수 있음.
- 먼저, 도로의 기능과 규모에서는 공사성격으로 신설 또는 확장 공사로 구분할 수 있으며 도로유형은 고속도로, 일반도로, 지방도로로 구분할 수 있음.
- 또한 설계속도는 40KM미만, 40KM~60KM미만, 60KM~80KM미만, 80KM 이상으로 구분할 수 있으며 이는 국토교통부의 「도로의 구조시설기준에 관한 규칙」과 실무 전문가 인터뷰를 근거로 구분하였음.
- 지역 구분에서는 도심지역은 많은 평면교차로와 이와 관련된 교통 제어시설이 늘어나고 도로 뿐만 아니라 인도 및 배수로 등이 추가 시설이 증가하므로 지방도로와 구분이 필요한 것으로 분석되었음.
- 차로수의 경우, 대표적인 도로의 횡단면 구성요소로서 도로의 공사비 단위를 KM(또는 M)로 구성할 경우 단면의 면적을 결정하는 차로수가 반드시 포함되어야 하며 편도기준으로 1차로 이하, 2차로 이하, 3차로 이하, 4차로 이상으로 구분할 필요가 있음.
- 교차형식의 경우, 평면교차, 입면교차(인터체인지 및 JCT)로 구분할 수 있으며, 평면교차는 지역구분에서 선 반영되므로 제외하는 대신 입면교차로는 인터체인지 및 JCT가 발생할 경우 공사비 증감요인이 될 수 있다는 의견을 반영하여 인터체인지는 무, 1개소, 2개소 이상, JCT는 유·무로 구분하여 분류하였음. 또한 포장형식의 경우, 아스팔트 콘크리트와 콘크리트로 구분할 수 있음.

- 지반의 특성으로는 지반의 절토과정 중 연약지반이나 암이 발생할 수 있으며 지반 특성이 전체 공사비에 상당한 영향을 줄 수 있는 것으로 분석되었음.
- 먼저, 연약지반의 경우, 심도가 중요하나 전체 공사구간 중 연약지반이 점유하는 구간 비중(%)을 표기하여 전체 구간 대비 5%미만, 30%미만, 30%이상으로 범위로 구분할 필요가 있으며, 발파암이 나오는 경우에도 전체 구간 대비 5%미만, 30%미만, 30%이상으로 범위를 구분하였음.
- 또한 지반에 있어 공사의 주요 영향요소로서 절토도 중요하지만 토사 반입 및 처리도 중요하며 실질적으로 거리와 공사비는 상호 비례관계가 있는 것으로 조사되었음.
- 따라서 사토장(성토하고 남은 토사의 버리는 장소) 및 토취장(도로의 성토를 위해 필요한 흙을 공급하는 장소)의 거리가 공사비에 영향을 줄 수 있으므로 10KM미만, 20KM미만, 30KM미만 및 이상으로 구분하였음.
- 이와 같이 도출된 영향요인들은 우선적으로 법령 및 관련 부처 기준을 근거로 하고, 필요에 따라 업계의 자체기준 분석 및 전문가 의견 수렴 등을 종합적으로 고려하였음.

표 4-3. 토공(포장) 공사비 영향요인

영향요인	세부항목	비고
공사유형	신설	-. 확장분야는 공사장애를 고려한 구분 필요
	확장	
도로 유형	일반국도	-. 도로 유형에 따라 차간폭, 중앙분리대 여부, 포장 두께 등 결정되므로 구분 필요
	고속국도	
	지방도 이하	
설계속도	40KM 미만	-. 설계속도에 따라 포장(보조기층, 표층, 중간층 등) 두께가 영향을 받으며 차간폭 및 중앙분리대 등 결정되므로 구분 필요
	40KM~60KM미만	
	60KM~80KM미만	
	80KM~100KM미만	
	100KM이상	
지역	지방도로	-. 도심을 통과하는 도로는 평면교차, 교통설비 및 인도 등 추가 공사 발생하므로 구분 필요
	도심도로	
포장	콘크리트	-. 포장 재료에 따른 구분
	아스팔트	
편도 차로수	1차로 이하	-. 토공분야는 공사비 단위가 길이 당 단가이므로 면적을 가늠하는 차로수를 구분 필요
	2차로 이하	
	3차로 이하	
	4차로 이상	
인터체인지	무	-. 해당 사업의 공사구간에 인터체인지 발생 여부 구분 필요
	1개소	
	2개소 이상	
JCT	무	-. 도로와 도로가 교차하거나 합류하는 지점 발생 여부 구분 필요
	유	
연약지반	전체 5% 미만	-. 전체 공사구간 대비 연약지반 비중에 따른 구분 필요
	전체 30% 미만	
	전체 30% 이상	
발파암지반	전체 5% 미만	-. 전체 공사구간 대비 발파암 비중에 따른 구분 필요
	전체 30% 미만	
	전체 30% 이상	
사토장거리	10KM 미만	-. 사토장 운반거리에 따른 구분 필요
	20KM 미만	
	30KM 미만	
	30KM 이상	
토취장거리	10KM 미만	-. 토취장 운반건리에 따른 구분 필요
	20KM 미만	
	30KM 미만	
	30KM 이상	

나. 교량시설

- 도로공사에 있어 교량은 강이나 하천, 바다, 언덕과 언덕 사이에 차량이나 사람이 건너다닐 수 있도록 걸쳐 놓은 구조물로서 해당 공사구간에 반드시 존재하는 시설은 아니지만 존재할 경우 토공(포장)과 다른 차원의 공사비 분리 구간이라 할 수 있음.
- 교량이 존재할 경우, 공사비에 영향을 주는 요인으로 도로의 기능과 규모(공사성격, 도로유형, 설계속도, 지역, 차로수, 포장) 외에 교량의 구조적 특성(교량형식, 경간장, 교각높이, 교량 위치) 등을 구분할 필요가 있음.
- 도로의 기능과 규모는 앞서 설명한 바와 같이 토공분야의 구분이 가능한 범위로 분류가 가능함.
- 교량의 구조적 특성으로서 교량의 형식은 크게 일반교와 특수교로 구분할 수 있으며 일반교는 주재료 및 공법에 따라 RC교, P.S.C교, PSC box교(ILM, FCM), 스틸교, 강합성교, 강합성라멘교 등으로 구분할 수 있음.
- 한국개발연구원(KDI)에서 발표한 도로 및 철도 공사비 추정지침에서 일반교에 대한 구분을 정리하면 다음 표 4-4와 같이 구분할 수 있음.

표 4-4. 일반교 선정기준

일반교량형식		형식 선정 조건
RC 라멘교		- 도로 및 소하천(폭 10~15M) 횡단 - 교량 형고의 제약을 받는 곳, 선형 및 교폭 변화구간 설치 가능
PSC 빔교		- 도로 및 하천(폭 20m 이상), 계곡부 횡단 - 형하고 30M이하, 미관이 중요시 되지 않는 구간 - 선형제약(직선구간이나 큰 곡선구간 적용 가능)
Steel Box교		- 대하천, 계곡부 및 도로횡단으로 미관고려 구간 - 형하고 제약 없으며 곡선구간 및 교폭 변화구간 설치 가능 - 가설시 지반조건 제약이 없으며 기초의 심도가 깊은곳에 적용
PSC BOX	ILM	- 대하천, 계곡부 및 도로횡단, 교량 연장이 약 600M 이상인 경우 - 평면 선형 제약(직선구간, 단일 원곡선 구간 적용 가능) - 가설 시 지반조건에 제약이 없으며 형하공간 활용
	FCM	- 대하천, 계곡부 및 도로횡단으로 장경간이 요구되는 경우 - 지반조건이 기초공사비가 많이 소요되는 경우 - 가설 시 지반조건에 제약이 없으며 형하공간 활용
합성교		- 지간은 40M내외가 가능하며 형고가 낮아 형하공간 확보가 가능 - PSC보다 더 장경간 확보가 가능

- 특수교의 경우, 대경간을 적용하는 것으로서 해상 또는 폭이 넓은 강에서 육지와 육지를 연결이 필요한 경우 적용되는 교량으로서 대부분 최대 경간장을 확보하기 위해 공법에 따라 사장교, 트러스교, 아치교, ED교 등으로 구분할 수 있음.

표 4-5. 특수교량의 특징

특수교량형식	형식 선정 조건
현수교	적당히 늘어지게 친 케이블이 본체를 구성하는 다리로서, 케이블, 앵커, 강재, 플레이트 거더 등으로 구성되어 있으며 국내에는 남해대교, 광안대교, 이순신 대교 등
사장교	탐에서 비스듬히 친 케이블로 거더를 매단 다리로서 올림픽대교, 서해대교, 돌산대교 등
트러스교	다리 상판에 몇 개의 직성으로 연속된 삼각형의 조합으로 다리를 지탱하는 방식으로 성수대교, 성산대교 등
아치교	다리 상판에 아치를 형성하여 축력에 의한 수평반력을 발생시켜 다리를 지탱하는 방식으로 서강대교, 암사대교 등
ED교 (extradosed)	사장외 케이블 방식이라 하며 케이블의 편심을 크게 하여 프리스트레싱을 주형에 도입하여 장경간장을 구성 하는 것으로 무영대교, 금가대교 등

- 또한 교량은 경간장 길이(교각과 교각 사이의 수평거리)도 구조물의 크기를 결정하는 잣대이므로 공사비와 상관관계가 있으며 구조 전문가들의 의견에 따라 20M미만, 20M~40M미만, 40M~60M미만, 60M이상으로 구분하였음.
- 교량의 기둥역할을 담당하는 교각높이에 있어서도 구조물의 크기를 결정하는 잣대이므로 구조전문가들의 의견에 따라 10M미만, 10M~20M미만, 20M~30M미만, 30M~40M미만, 40M이상으로 구분하였음.
- 마지막으로 교량의 기초 공법을 결정하는 교량 위치도 공사비에 상당한 영향을 줄 수 있으므로 교량 기초의 위치를 육상, 수상, 해상여부로 구분하였음.

표 4-6. 교량 공사비 영향요인

영향요인	세부항목	비고
공사유형	신설	-. 확장분야는 공사장애를 고려한 구분 필요
	확장	
포장	콘크리트	-. 포장 재료에 따른 구분 필요
	아스팔트	
도로 유형	일반국도	-. 도로 유형에 따라 차간폭, 중앙분리대 여부, 포장 두께 등 결정되므로 구분 필요
	고속국도	
	지방도 이하	
설계속도	40KM 미만	-. 설계속도에 따라 포장(보조기층, 표층, 중간층 등) 두께가 영향을 받으며 차간폭 및 중앙분리대 등 결정되므로 구분 필요
	40KM~60KM미만	
	60KM~80KM미만	
	80KM~100KM미만	
	100KM이상	
편도 차로수	1차로 이하	-. 토공분야는 공사비 단위가 길이 당 단가이므로 면적을 가늠하는 차로수를 구분 필요
	2차로 이하	
	3차로 이하	
	4차로 이상	
교량형식	일반교(RC)	-. 해당사업에 적용된 교량 형식에 따라 구분 필요
	일반교(PSC)	
	일반교(강교)	
	일반교(강합성교)	
	일반교(합성형라멘교)	
	특수교(사장교)	
	특수교(트러스교)	

영향요인	세부항목	비고
	특수교(현수교)	
	특수교(아치교)	
	특수교(ED교)	
경간장	경간장 20M 미만	-. 교량의 평균 경간장 길이에 따라 구분 필요
	경간장 20M~40M 미만	
	경간장 40M~60M 미만	
	경간장 60M 이상	
교각높이	교각높이 10M 미만	-. 교량의 평균 교각 높이에 따라 구분 필요
	교각높이 10M~20M 미만	
	교각높이 20M~30M 미만	
	교각높이 30M~40M 미만	
	교각높이 40M 이상	
교량위치	육상	-. 교량의 설치되는 장소 기준에 따라 구분 필요
	수상	
	해상	

다. 터널시설

- 터널은 차량이나 사람의 통행을 위해 산, 바다, 강밀, 도심지 지중을 뚫어 굴 모양의 통로 시설을 의미하며 교량과 마찬가지로 해당 사업에 반드시 존재하는 시설은 아니지만 존재할 경우, 공사비에 상당한 영향을 주는 구조물임.
- 해당 사업에 터널이 존재할 경우, 공사비에 영향을 주는 요인은 도로의 기능과 규모와 함께 터널만이 갖고 있는 구조적 특성(굴진장, 방재등급, 터널공법, 환기공법, 갯문형식 등)으로 구분하였음.
- 먼저 터널의 구조적 특성 중 굴진장이란 1회에 굴을 뚫을 수 있는 최대길이를 의미하며 지반의 특성에 따라, 지하수위 여부에 따라 굴착시 무너짐을 고려하여야 함.
- 보통 경암반 지반보다 연약지반 또는 파쇄암 존재 여부 등에 따라 굴진장이 짧아지며 1회 굴착시 1M이하, 1M~3M이하, 3M초과로 구분할 수 있음.

- 터널 전문가와 인터뷰한 결과, 굴진장이 공사비에 영향을 주는 경우는 1회 굴진장이 1M 이하가 전체 터널 구간에 얼마나 비중을 갖고 있는 것으로 판단할 수 있음. 즉 터널에서는 지반 특성을 고려하기 보다는 1회 굴진장으로 공사비 영향요인을 판단하는 것이 적절한 것으로 조사됨.
- 따라서 터널 굴진장은 1회 굴진장 1M이하 전체 구간 10%미만, 20%미만, 30%미만, 30%이상으로 총 4개 구간으로 영향요인을 구분함.
- 터널공법은 지반, 지반에 따라 결정되며 발파공법과 기계공법으로 구분할 수 있으며 발파공법의 대표적인 방법으로 NATM 공법이 있으며 기계공법으로는 TBM 공법 및 Shield 공법이 대표적인 공법이라 할 수 있음.
- 한국개발연구원에서 출간한 도로 및 철도분야의 총사업비 지침에서도 터널공법은 3가지로 구성하여 공사비 추정지침이 있으며 터널 전문가의 의견도 의견 일치되어 터널 공법은 NATM, Shield, TBM 공법으로 영향요인을 구분하였음.
- 터널분야에 있어 방재시설은 터널내 크고 작은 사고 및 화재발생 등이 증가함에 따라 비상시에 대한 위기 대응 능력 향상을 위해 대피로, 보조터널 설치유무, 영상 유고설비 및 유고감지 시설 등을 종합적으로 고려하는 것을 의미함.
- 방재시설 관련 기준은 국토교통부 「도로터널방재시설 설치 및 관리지침」에 따라 연장기준 등급과 위험도 지수평가에 의한 기준 등급을 고려하여 총 4개 등급으로 구분하고 있으며 방재 등급에 따라 공사비 차이가 상당한 것으로 조사되어 공사비 영향요인으로 구분하였음.

표 4-7. 방재등급 기준

등급	터널연장(L) 기준	위험도지수(X) 기준
1	연장 3,000M 이상	$X > 29$
2	연장 1,000M 이상~3,000M 미만	$19 < X \leq 29$
3	연장 500M 이상~1,000M 미만	$14 < X \leq 19$
4	연장 500M 미만	$X \leq 14$

- 또한 터널 공사에 대한 공사비 영향요인의 요인으로서 환기방식을 선정할 필요가 있으며 환기방식에는 자연환기와 강제환기방식으로 구분할 수 있음. 여기서 강제환기방식은 제트팬 등 기계를 이용한 환기방식과 터널 중간에 수직구를 설치하여 외부 공기를 터널내 주입시키는 방식으로 구분할 수 있음.
- 터널 전문가의 의견 수렴결과, 수직구 설치방식은 또 하나의 토공사가 진행되는 것이므로 공사비 영향요인으로 구분할 필요가 있는 것으로 조사되었음. 따라서 터널공사의 환기방식은 자연환기, 강제식(제트팬 등), 강제식(수직구 설치)로 영향요인을 구분하였음.
- 마지막으로 터널의 갱문은 주변경과의 조화, 차량 주행에 주는 영향 및 유지관리 편의를 고려해야 하며 해빙기와 집중호우시 낙석, 눈사태 등 자연재해로부터 안전을 확보하는 것을 고려해야 하며 갱문의 형태에 따라서도 공사비가 달라질 수 있다는 전문가의 의견을 수렴하였음.
- 갱문의 형식은 크게 아치면벽형 및 벨마우스형으로 구분하여 필요에 따라서는 진입구와 진출구가 서로 다른 경우도 존재하는 것으로 조사되었음. 따라서 터널의 갱문 형식은 아치면벽형, 벨마우스형, 혼합형으로 영향요인을 구분하였음.

표 4-8. 터널 공사비 영향요인

영향요인	세부항목	비고
공사유형	신설	-. 확장분야는 공사장애를 고려한 구분 필요
	확장	
지역	도심(시내)	-. 도심지역은 공사장애를 고려한 구분 필요
	지방(시외)	
포장	콘크리트	-. 포장 재료에 따른 구분
	아스팔트	
도로 유형	일반국도	-. 도로 유형에 따라 차간폭, 중앙분리대 여부, 포장 두께 등 결정되므로 구분 필요
	고속국도	
	지방도 이하	
설계속도	40KM 미만	-. 설계속도에 따라 포장(보조기층, 표층, 중간층 등) 두께가 영향을 받으며 차간폭 및 중앙분리대 등 결정되므로 구분 필요
	40KM~60KM미만	
	60KM~80KM미만	
	80KM~100KM미만	
	100KM이상	
편도 차로수	1차로 이하	-. 토공분야는 공사비 단위가 길이 당 단가이므로 면적을 가늠하는 차로수를 구분 필요
	2차로 이하	
	3차로 이하	
	4차로 이상	
굴진장	굴진장 1M이하 10% 미만	-. 전체 터널 구간대비 1회 굴진장 1M 이하가 차지하는 비중을 고려하여 구분
	굴진장 1M이하 20% 미만	
	굴진장 1M이하 30% 미만	
	굴진장 1M이하 30% 이상	
방재등급	방재1등급	-. 국토교통부 기준에 따른 방재 등급 규정에 따라 구분
	방재2등급	
	방재3등급	
	방재4등급	
터널공법	TBM 공법	-. 해당 터널 구간을 대표하는 터널 공법을 기준으로 구분
	NATM 공법	
	SHIELD 공법	
환기방식	자연환기	-. 터널구간을 환기방식에 따라 추가공사비가 발생하므로 구분필요
	강제식(제트펜 등)	
	강제식(수직구설치)	
개문형식	아치벽면형	-. 터널의 시작점 및 종료점의 입출구 형태에 따라 공사방법 및 물량 변동이 발생하므로 구분 필요
	벨마우스형	
	혼합형	

2) 하천분야 영향요인

- 하천분야는 중분류 단위에서 하천정비와 하천환경개선으로 구분할 수 있으며 하천정비는 토공 및 호안, 교량, 하천구조물로 구분하고 하천환경개선은 토공 및 호안, 친수시설, 수질개선시설로 구분할 수 있음.
- 하천 정비의 경우 하천의 치수 및 이수 목적을 갖고 있으며 하천환경개선은 하천생태를 복원하거나 생태서식처 조성 등을 목적으로 갖고 있음.

표 4-9. 하천 시설분류

대분류	중분류	소분류	내용
하천	하천 정비	토공 및 호안	토공사, 배수시설, 부대시설 등 관련 공사 및 강이나 바다 기슭, 둑 따위가 무너지지 않도록 보호하는 시설
		교량	물 위로 차량 또는 사람이 건너다닐 수 있도록 만든 시설
		하천구조물	배수시설이나 보 낙차공 등
	하천 환경 개선	토공 및 호안	토공사, 배수시설, 부대시설 등 관련 공사 및 강이나 바다 기슭, 둑 따위가 무너지지 않도록 보호하는 시설
		친수시설	하천 주변 여건을 개선함으로써 사람들이 하천을 이용할 수 있게 하는 시설(고수부지와 같이 홍수 시에는 잠기지만, 평상시에는 사람들이 이용할 수 있는 체육시설, 징검다리, 자전거도로 등)
		수질개선 및 생태서식처시설	기존 하천의 수질 개선을 목적으로 운영되는 시설

가. 토공 및 호안분야(하천정비)

- 토공 및 호안의 경우, 하천전문가 의견 수렴을 통해 하천등급, 지역, 연약지반, 계획홍수량, 평균 유속, 하도단면 형태 등에 따라 공사비에 영향을 줄 수 있는 것으로 분석되었음.
- 하천등급의 경우, 「하천법」에 따라 국가하천 및 지방하천 「소하천정비법」에 따라 관리되는 소하천으로 구분할 수 있으며 이는 하천 등급에 따라 요구

되는 치수 및 이수 능력에 있어 차이가 존재하며 공사비 측면에서 차이가 나는 것으로 분석되었음.

표 4-10. 하천 등급의 구분

구분	지정기준	관리자	법령 근거
국가 하천	• 유역면적 200km² 이상 하천 • 다목적댐 하류 및 댐 저수지 배수영향구간 하천 • 유역면적 50~200km² 이내 하천 중 - 인구 20만명 이상, 범람지역 인구 1만 이상 - 500만m³ 이상의 저류지 및 하구둑 등이 있는 하천	국토교통부 장관	「하천법」
지방 하천	• 지방의 공공 이해와 밀접한 하천	광역 단체장	
소하천	• 일시적이 아닌 유수가 있거나 있을 것이 예상되는 구역으로, 평균하폭 2m 이상, 하천연장 500m 이상	기초 단체장	「소하천정비법」

- 지역의 경우, 농경지/산지와 도심지로 구분이 가능하며 농경지/산지 대비 도심지는 매립시설 존재, 공사수행을 위해 추가적인 가시설 존치 여부 등이 공사비에 차이를 발생시킬 수 있다는 의견을 반영하여 구분하였음.
- 연약지반의 경우, 깊이에 따라 보강작업 등에 소요되는 비용이 차이가 있는 것으로 분석되었음. 하천 전문가들은 연약 지반 깊이가 10M 미만, 10M~20M, 20M 이상으로 구분할 수 있으나 전체에서 차지하는 비중을 계량화하기 어렵기 때문에 지반 개량작업 포함 여부로 연약지반을 구분하는 것이 합리적이라는 의견을 수렴하여 구분하였음.
- 계획홍수량은 하천 홍수 방어의 기준이 되는 홍수량으로 정의할 수 있으며 하천 규모 및 설계 방향을 결정하는 주요인자인 것으로 조사되었음. 즉, 계획홍수량은 하천의 규모를 결정하기 때문에 공사비 차이를 줄수 있으며 이에 따라 국토교통부가 공표한 「하천설계기준·해설」에서 제시된 분류기준에 의거 200M³/sec~10,000M³/sec 범위내에서 6개의 영향요인으로 구분하였음.
- 평균유속은 홍수 발생시 유속을 의미하며 해당 요소는 호안설계의 기준이 될 수 있음. 예를 들어 홍수시 유속이 빠를 경우 강성호안이 필요하며 이에 따

라 공사비에 차이가 발생하는 것으로 조사되었음.

- 이에 평균 유속은 국토교통부가 공표한 「하천공사 설계실무요령」 및 국립재난안전연구원이 공표한 「소하천 설계기준」에 근거하여 평균 유속 기준을 1M/sec미만, 1M/sec~2M/sec미만, 2M/sec~3M/sec, 3M/sec이상으로 4개의 영향요인을 구분하였음.
- 하도단면 형태는 일반적으로 단단면, 복단면, 혼합형(단단면+복단면)으로 구분할 수 있는 것으로 조사되었음. 단단면은 둔치³⁾ 없이 기존 하천을 그대로 유지하는 것을 의미하며 복단면은 둔치나 제방을 추가적으로 축조하는 것을 의미함. 즉 복단면의 경우, 단단면 대비 둔치나 제방 축조에 따른 공사비 차이가 발생한 다는 의견을 반영하였음.

표 4-11. 토공 및 호안 공사비 영향요인

영향요인	세부항목	비고
하천등급	국가하천	-. 「하천법」 및 「소하천정비법」에 근거하여 등급 분류
	지방하천	
	소하천	
지역	농경지/산지	
	도심지	
연약지반	유	-. 연약지반 깊이에 따라 3단계로 구분 ; ①10m 미만, ②10m 이상 20m 미만, ③20m 이상
	무	
계획홍수량 (단위 ; m ³ /sec)	200 미만	-. 국토교통부 ‘하천설계기준·해설’ 내 계획홍수량 기준 준용
	200 이상~500 미만	
	500 이상~2,000 미만	
	2,000 이상~5,000 미만	
	5,000 이상~ 10,000 미만	
평균유속 (단위 ; m/sec)	10,000 이상	
	1미만	
	1이상~2미만	
	2이상~3미만	
	3이상	
하도단면형태	단단면	-. 하도의 단면형태 차이를 기준으로 설정
	복단면	
	혼합형	

3) 둔치 ; 물이 흐르는 곳의 가장자리에 두둑하게 언덕 모양을 이루는 곳으로 평상시에는 저수로로 물을 흐르게 하고 홍수시에는 저수로와 둔치로 물을 흐르게 하여 물의 양을 조절하는 시설

나. 교량 분야(하천정비)

- 하천에서의 교량은 홍수 예방을 위해 제방을 높일 시 기존 교량이 제방보다 낮은 경우 추가적인 보완공사를 의미하며 이에 대한 영향요인으로 계획홍수량, 평균 유속, 경간장, 교량폭, 교량형식, 세굴방지공 등이 도출되었음.
- 먼저 계획 홍수량은 하천 홍수 방어 기준이 되는 홍수량으로서 교량에서는 교량의 규모(높이 및 너비, 경간장 등)를 결정하는 변수로 작용할 수 있음. 따라서 계획 홍수량은 토공 및 호안 기준과 동일한 조건으로 영향요인을 구분하였음.
- 또한 평균 유속도 교량의 구조 및 규모를 결정하는 요소이므로 토공 및 호안 기준과 동일한 조건으로 영향요인을 구분하였음.
- 경간장의 경우, 교량의 규모를 결정하는 잣대로서 국토교통부 「하천공사 설계실무 요령」을 참고하여 12.5M미만, 12.5~15.0M미만, 15M~20M미만, 20M 이상으로 영향요인을 구분하였음.
- 교량 형식의 경우 일반적으로 콘크리트교와 강교로 구분되고 있으나 크게 일반교와 특수교로 이원화 하는 것이 합리적이라는 전문가 의견을 고려하여 영향요인을 구분하였음.
- 교량 폭의 경우, 법정도로의 폭 개념을 활용하여 4M미만 및 이상으로 이원화 하여 운영하는 합리적이라는 전문가 의견을 고려하여 영향요인을 구분하였음.
- 세굴방지공은 유속 등에 기인하여 교각 바닥이 파여 교각이 노출되는 것을 방지하기 위한 추가설치공사로서 교량의 안정성 확보하기 위함을 목적으로 함. 이와 같이 정비 세굴방지공 추가여부가 공사비에 영향을 줄 수 있다는 전문가 의견을 고려하여 영향요인을 구분하였음.

표 4-12. 교량 공사비 영향요인

영향요인	세부항목	비고
계획홍수량 (단위 ; m ³ /sec)	200미만	- 국토교통부 ‘하천설계기준·해설’ 내 계획 홍수량 기준 준용
	200이상~500미만	
	500이상~2,000미만	
	2,000이상~5,000미만	
	5,000이상~10,000미만	
	10,000 이상	
평균유속 (단위 ; m/sec)	1미만	- 홍수 발생시 유속으로 정의되며, 국토교통부 ‘하천공사 설계실무 요령’ 및 행정안전부 ‘소하천 설계기준’ 내 기준 준용
	1이상~2미만	
	2이상~3미만	
	3이상	
경간장	12.5m 미만	- 국토교통부 ‘하천공사 설계실무 요령’ 내 교량 설계요령 기준 준용
	12.5m 이상 15m 미만	
	15m 이상	
교량형식	일반교	- 교량의 형식 차이를 기준으로 설정
	특수교	
교량폭	4m 미만	- 법정도로의 폭 기준을 준용하여 설정
	4m 이상	
세굴방지공	유	- 개소에 따라 5단계 분류 추가 ; 1개소, 2개 소~3개소, 3개소~4개소, 4개소~5개소, 5개소 이상
	무	

다. 하천 구조물 분야(하천정비)

- 하천구조물은 배수시설과 보 낙차공 시설을 포함하고 있으며 하천의 기능(하천등급, 연약지반, 계획홍수량, 지역, 평균 유속)과 함께 배수시설을 고려한 수문, 보 낙차공 시설을 고려한 가동보, 어도 등으로 구분할 수 있음.
- 하천의 기능은 앞서 설명한 토공 및 호안의 영향요인 분류기준에 따라 동일한 기준으로 구분하며 배수시설의 수문의 경우, 분류를 횡단하거나 분류로 유입되는 지류를 횡단하여 제방을 분리시키는 형태로 설치한 개폐문을 가진 구조물로서 취수, 수위유지, 역류방지를 목적으로 하고 있음.

- 수문의 설치 여부에 따라 공사비 차이가 있다는 하천 전문가의 의견에 따라 수문설치 유무로 영향요인을 구분하였음.
- 보 낙차공에 있어 가동보는 물을 가두는 보의 기능과 함께 홍수 보를 낮혀 수위를 조절하는 일종의 댐 기능을 포함한 시설로서 가동보 설치 유무에 따라 공사비 차이가 있다는 하천 전문가 의견을 반영하여 유무로 영향요인을 구분하였음.
- 보 낙차공에 있어 어도는 하천 정비 공사로 인해 어류의 이동이 차단되어 생태계 변화를 방지하기 위한 시설로서 하천에 서식하는 어종 보호를 목적과 함께 하천 유량과 수위변화 등을 예방하기 위한 목적을 수반하고 있으며 어도 설치 유무에 따라 공사비 차이가 있다는 하천 전문가 의견을 반영하여 유무로 영향요인을 구분하였음.

라. 친수시설 분야(하천환경개선)

- 친수시설은 하천 주변 여건을 개선함으로써 지역 주민이 하천을 이용할 수 있게 하는 부대시설(체육시설, 산책로, 자전거도로, 고수부지 등)을 포괄하는 것을 의미함. 해당 시설은 평상시에는 사람들이 이용할 수 있는 부대시설이지만 홍수시에는 물에 잠길 수 있다는 특성을 가지고 있음.
- 친수시설의 영향요인으로서는 하천의 기능(하천등급, 지역, 계획홍수량, 하도단면형태)과 함께 하천유지유량 확보시설, 수질등급이 공사비 영향요인으로 추가될 수 있음.

표 4-13. 하천구조물 분야 영향요인

영향요인	세부항목	비고
하천등급	국가하천	-. 「하천법」 및 「소하천정비법」에 근거하여 등급 분류
	지방하천	
	소하천	
지역	농경지/산지	
	도심지	
연약지반	유	-. 연약지반 깊이에 따라 3단계로 구분 ; ①10m 미만, ②10m 이상 20m 미만, ③20m 이상
	무	
계획홍수량 (단위 ; m ³ /sec)	200 미만	-. 국토교통부 ‘하천설계기준·해설’ 내 계획홍수량 기준 준용
	200이상~500 미만	
	500이상~2,000 미만	
	2,000이상~5,000미만	
	5,000이상~10,000미만	
	10,000 이상	
평균유속 (단위 ; m/sec)	1미만	-. 홍수 발생시 유속으로 정의되며, 국토교통부 ‘하천공사 설계실무 요령’ 및 행정안전부 ‘소하천 설계기준’ 내 기준 준용
	1이상~2미만	
	2이상~3미만	
	3이상	
수문 설치	유	-. 수문유형에 따라 3단계로 구분 ; ①배수통관(자동문비), ②배수통문(자동문비), ③배수통문(권양기조작실 설치)
	무	
가동보 설치	유	-. 높이 기준으로 5단계로 구분 ; ①15m미만, ②15m이상~20m미만, ③20m이상~30m미만, ④30m이상~40m미만, ⑤40m 이상
	무	
어도	유	-. 설치 개소 기준으로 5단계로 구분 ; ①1개소 이상~5개소미만, ②5개소이상~10개소미만, ③10개소이상~15개소미만, ④15개소이상~20개소 미만, ⑤20개소 이상
	무	

○ 하천유지유량확보 시설의 경우, 하천 내 생식물이 생존할 수 있는 최소한의 유량을 확보하기 위해 설치되는 시설을 의미하며 해당 시설 설치 여부에 따라 공사비 차이 발생한다는 전문가 의견을 반영하여 유무로 구분하였음.

○ 하천 수집 등급의 경우, 환경부의 「수질환경기준 및 규제기준」에서 제시하고 있는 하천분야 기준을 대상으로 수질 개선 필요에 따라 5개의 급수로 구분되고 있으며 공사비 영향과 관련하여 하천 전문가의 의견은 2급수 이상

(1급수 및 2급수)와 3급수 이하(3급수~5급수)정도로 구분이 적정하다는 전문가 의견을 반영하였음.

표 4-14. 환경부 수질환경기준 및 규제기준의 생활환경항목(하천분야) 기준

등급	이용목적	특징	지표생물	BOD,COD	DO	pH
1급수	상수원급 1급	가장 맑고 깨끗한 물로 냄새가 나지 않으며, 그냥 마실 수 있다. 바닥의 모래알이나 자갈까지 자세히 보임	버들치, 버들개, 가재, 어름치, 갈겨니, 열목어, 금강모치, 산골플라나리아, 강도래, 하루살이류, 옆새우	1이하	7.5이상	6.5~8.5
2급수	상수원급 1급, 수산용수 1급, 수영용수	맑고 냄새가 나지 않는 물로써 그냥 마시지는 못하고 수영이나 목욕을 할 수 있다.	적지, 갈겨니, 피라미, 쏘가리, 은어, 다슬기, 날도래유충, 장구애비, 잠자리유충, 소금쟁이, 물장군	3이하	5이상	6.5~8.5
3급수	급수 상수원수 3급, 수산용수 2급, 공업용수 1급	황갈색의 탁한 물이며 바닥에 모래와 자갈이 깔려 있다.	붕어, 잉어, 메기, 우렁이, 뱀장어, 미꾸라지, 거머리, 달팽이, 조개류, 장구애비, 잠자리유충, 소금쟁이, 물장군	6이하	5이상	6.5~8.5
4급수	공업용수 2급, 농업용수	심하게 오염된 물이며 물고기가 살 수 없다.	실지렁이, 나방애벌레, 깔따구, 피벌레, 거머리, 중벌레	8이하	2이상	6.0~8.5
5급수	공업용수 3급	심하게 오염된 물	실지렁이, 나방애벌레, 깔따구, 피벌레	10이하	2이상	6.0~8.5

표 4-15. 친수시설 공사비 영향요인

영향요인	세부항목	비고
하천등급	국가하천	-. 「하천법」 및 「소하천정비법」에 근거하여 등급 분류
	지방하천	
	소하천	
지역	농경지/산지	
	도심지	
계획홍수량 (단위 ; m ³ /sec)	200 미만	-. 국토교통부 ‘하천설계기준·해설’ 내 계획홍수량 기준 준용
	200이상~500 미만	
	500이상~2,000 미만	
	2,000이상~5,000미만	
	5,000이상~10,000미만	
	10,000 이상	
하도단면형태	단단면	-. 하도의 단면형태 차이를 기준으로 설정
	복단면	
	혼합형	

영향요인	세부항목	비고
하천유지유량 확보시설	유	-. 유량 유지에 활용되는 수원에 따라 4단계로 구분 ; ①차수처리장 방류수 활용, ②하류 하천수 상류 이송, ③상류저수지 이용, ④타 유역 하천수 활용
	무	
수질등급	2급수 이상	-. 환경부 ‘수질환경기준 및 규제기준’ 내 하천분야 기준 활용
	3급수 이하	

마. 수질개선 및 생태서식처 분야(하천환경개선)

- 수질개선 및 생태서식처 분야는 기존의 하천 수질이 좋지 않을 경우 수질을 개선하기 위해 설치되는 시설로서 하천의 기능(하천등급, 지역, 계획홍수량)과 함께 비점오염저감시설, 습지 및 비오톱반영, 생태서식처를 구분할 수 있음.
- 비점오염저감시설이란 오염 원인을 특정할 수 없는 비점오염원⁴⁾을 관리하기 위해 추가적으로 설치하는 시설로서 오염원이 모이는 장소에 설치하여 오염저감을 목적으로 하며 공사비 영향요인 차원에서 유무로 영향요인을 구분하였음.
- 비오톱(biotope)은 다양한 생물종의 서식 공간을 제공하기 위해 조성되는 곳으로 정의할 수 있으며 세부적으로는 특정한 식물과 동물이 하나의 생활 공동체로서 군집을 이루어 지표상에서 다른 곳과 명확히 구분되는 하나의 생태서식지로 정의하고 있음.
- 이러한 비오톱은 인간의 토지이용 및 이용형태에 기인한 직·간접적 영향을 배제한 자연보호 및 생물종 보호를 생물 서식공간의 보전, 복원 및 관리 시설로 정의할 수 있으며 해당 시설의 존재 여부가 공사비 영향에 상당한 영향을 줄 수 있다는 전문가 의견을 수렴하여 유무로 구분하였음.

4) 비점오염원의 정의 ; 장소를 특정할 수 없이 넓은 면적에 걸쳐 다수의 공급원에서 오염물질이 배출되는 곳으로 농지에 살포된 농약, 축사에서 유출물, 도로상 오염물질, 도시지역의 먼지와 쓰레기, 지표상 퇴적 오염물질 등이 빗물과 함께 유출되어 수질 오염을 유발하는 것의 의미함.

- 생태서식처는 하천복원사업을 통해 곤충, 양서류, 조류 및 식물 등의 양호한 서식환경 제공을 위해 조성되는 공간이며 이에 조류의 산란, 곤충 생존 등을 고려한 식생 선정 및 배치, 홍수시 서식처의 보존 및 관리방안, 유속 등을 고려한 추가시설로서 전문가 의견 수렴하여 유무로 구분하였음.

표 4-16. 수질개선시설 및 생태계 공사비 영향요인

영향요인	세부항목	비고
하천등급	국가하천	-. 「하천법」 및 「소하천정비법」에 근거하여 등급 분류
	지방하천	
	소하천	
지역	농경지/산지	
	도심지	
계획홍수량 (단위 ; m ³ /sec)	200 미만	-. 국토교통부 ‘하천설계기준·해설’ 내 계획홍수량 기준 준용
	200이상~500 미만	
	500이상~2,000 미만	
	2,000이상~5,000미만	
	5,000이상~10,000미만	
	10,000 이상	
하천유지유량 확보시설	유	-. 유량 유지에 활용되는 수원에 따라 4단계로 구분 ; ①차수처리장 방류수 활용, ②하류 하천수 상류 이송, ③상류저수지 이용, ④타 유역 하천수 활용
	무	
수질등급	2급수 이상	-. 환경부 ‘수질환경기준 및 규제기준’ 내 하천 분야 기준 활용
	3급수 이하	
비점오염저감 시설	유	-. 비점오염저감시설 유형에 따라 세분화 ; ①침투도랑형, ②식생저류조형, ③식생수로형, ④장치형시설
	무	
습지 및 비오톱 반영	유	-. 면적에 따라 세분화 ; ①1,000m ² 미만, ②1,000m ² 이상 5,000m ² 미만, ③5,000m ² 이상 10,000m ² 미만, ④10,000m ² 이상 50,000m ² 미만, ⑤50,000m ² 이상
	무	
생태서식처	유	-. 생태서식처 유형에 따라 세분화 ; ①어류서식처, ②조류서식처, ③곤충서식처, ④양서류 서식처
	무	

3) 항만분야 영향요인

- 항만분야는 육상과 해상활동이 연결되는 지리적 결절지로서 자연지형 또는 인공 축조물을 통해 풍랑을 막아놓아 선박의 출입, 여객과 화물들이 안전하게 정착하는 기반시설을 포괄함.
- 항만의 목적과 용도, 해당지연의 특징 등에 따라 접안시설, 외곽시설(방파제), 수역시설, 배후부지로 구분할 수 있음.

표 4-17. 항만 시설분류

대분류	중분류	소분류	내용
항만	항만	접안시설	선박이 안전하게 육지에 접안되는데 필요한 모든 시설로 부두라고도 함.
		외곽시설(방파제)	바다로부터 들어오는 파랑 에너지를 소산 또는 반사시켜 항내 침임을 방지하여 선박출입 및 부두의 기능을 보호하고자 하는 시설로 육지와 연결된 시설
		수역시설	항만구역내에서 선박의 안전한 항행과 정박, 항로 등을 항만의 기능을 도모하고자 설치하는 시설
		배후부지	항만의 기능을 위해 조성되는 부가시설로서 용도에 따라 여객용 터미널, 지원 시설, 물류 창고 등을 포함

가. 접안시설 분야

- 항만에서 접안시설은 해당 지역의 바다특성과 조수 간만 차이로 인해 공사유형, 지역, 부두 기능, 수심 등이 공사비에 영향을 주는 것으로 분석되었음.
- 먼저 공사의 유형은 신설공사, 증축공사로 구분할 수 있으며 지역은 삼면이 바다로 구성된 반도의 특징을 반영하여 동해, 서해, 남해와 함께 도서지역(섬)으로 구분할 수 있음.

- 접안시설에서 토공사는 지반 수심과 밀접한 관계가 있으며 수심의 구분은 3M미만, 3M~5M, 5M이상으로 구분하며 선박의 접안시설 규모는 선박크기에 따라 달라지므로 선박 2만톤 미만, 선박 2만톤~5만톤, 선박 5만톤 이상으로 구분하는 것이 적절하다는 의견을 수렴하였음.
- 또한 접안시설의 규모와 용도는 부두의 기능에 따라 달라지기도 하며 부두의 기능은 여객항, 화물항, 유류 및 가스항, 어항, 기타(소형어선)으로 구분하는 전문가 의견을 반영하였음.

표 4-18. 접안시설 공사비 영향요인

영향요인	세부항목	비고
공사유형	신설	-. 증축의 경우, 기존 시설에 따른 공사장에 요인을 고려할 필요가 있어 구분
	증축	
지반특성	연약지반 유	-. 연약지반 존재시 지반 개량을 위한 공법이 추가 되므로 구분 필요
	연약지반 무	
지역	동해	-. 지역에 따라 지반, 바다의 특성 등이 각각 다르기 때문에 구분 필요
	남해	
	서해	
	도서지역(섬)	
지반수심	3M 미만	-. 토공량 및 기초 크기를 결정할 수 기준이므로 구분 필요
	3M~5M 미만	
	5M 이상	
선박 종류	2만톤 미만	-. 접안 시설의 규모를 결정하는 기준이므로 구분 필요
	2만톤~5만톤 미만	
	5만톤 이상	
부두 기능	여객항	-. 접안 시설의 규모 및 용도를 결정하는 기준이므로 구분 필요
	화물항(무역항)	
	유류 및 가스항	
	어항	
	기타(소형어선, 소형 화물항)	

나. 외곽시설(방파제, 호안포함) 분야

- 외곽시설은 접안(부두)시설을 바다로부터 보호할 목적을 주기능으로 하며 외곽시설도 접안시설에서 도출된 공사유형, 지반특성, 지역, 지반수심과 함께 파고와 이안재 및 잠재시설 존치 유무를 추가로 도출하였음.
- 먼저 외곽시설에 있어 파고 높이에 따라 케이슨과 방파제 규모를 결정하는 주요 요인이므로 공사비 관점에서 5M미만, 5M~10M미만, 10M 이상으로 영향요인을 구분하였음.
- 또한 이안재 및 잠재시설은 방파제와 유사하게 항만 안쪽 접안시설을 바다로부터 보호하고 백사장 등 유실을 방지하기 위한 목적으로 설치되는 시설물이며 방파제가 육상과 연결되는 시설물이라면 이안재와 잠재는 육상과 연결되지 않고 바다에 설치하며 이안재는 천당고가 물위에 드러나는 것을 잠재는 물밑에 잠겨 있는 시설물로 정의할 수 있음.
- 공사비 관점에서 이안재 및 잠재 설치 유무로 영향요인을 구분하는 것이 적정하다는 전문가의 의견을 반영하였음.

표 4-19. 외곽시설 공사비 영향요인

영향요인	세부항목	비고
공사유형	신설	-. 증축의 경우, 기존 시설에 따른 공사장에 요인을 고려할 필요가 있어 구분
	증축	
지반특성	연약지반 유	-. 연약지반 존재시 지반 개량을 위한 공법 이 추가 되므로 구분 필요
	연약지반 무	
지역	동해	-. 지역에 따라 지반, 바다의 특성 등이 각 각 다르기 때문에 구분 필요
	남해	
	서해	
	도서지역(섬)	
지반수심	3M 미만	-. 토공량 및 기초 크기를 결정할 수 기준이 므로 구분 필요
	3M~5M 미만	
	5M 이상	
파고	5M 미만	-. 파고는 케이슨과 방파제 규모를 결정하는 기준이므로 구분 필요
	5M~10M 미만	
	10M 이상	
이안/잠재	유	-. 해당사업의 이안재 및 잠재 설치 유무로 구분
	무	

다. 수역시설 분야

- 수역시설은 배가 다닐 수 있는 길(항로)를 건설하거나 선박의 해상에서 대기 장소할 수 있는 장소를 위해 바다 밑을 준설하거나 파내어 수심을 조절하는 것을 의미하며 필요에 따라 준설공사도 추가 적용될 수 있음.
- 수역시설에 있어 공사비에 영향을 주는 용인으로 지역, 파고, 선박종류와 함께 준설방식 및 준설시 지반형태, 준설처리 방식으로 구분할 수 있음.
- 준설방식 및 준설시 지반형태는 항만 및 어항설계기준에 따라 일반준설, 암준설, 오니준설로 구분할 수 있음. 먼저 일반준설은 준설선(그래브, 버킷, 펌프, 디퍼, 백호 등)을 이용하여 준설하는 것을 의미하며 암준설은 쇄암선이나 발파공법을 이용하여 지반을 파쇄한 후 준설선을 이용하는 준설방식을 의미함.
- 오니준설은 지형상 차폐된 항만의 경우, 해수순환이 어려움으로 인해 주변 오염수가 침전된 지역에 오염수를 처리하면서 준설하는 방식을 의미함.

- 이와 같이 공사비 영향요인 관점에서 준설방식은 일반준설, 암준설, 옹니준설로 구분하였음.
- 준설처리방식이란 준설한 토사를 처리하는 방식으로 거리와 수심이 공사비에 영향을 줄 수 있으나 이보다는 투기방식이 중요하다는 의견이 도출되었음. 투기방식의 구분으로는 준설토를 외해에 투기하는 방식, 준설토를 근접해안 매립에 이용하는 방식, 준설토를 일정한 장소에 투기후 별도 준설방법을 통해 재매립하거나 타지역에 투기하는 방식으로 구분하였음.

표 4-20. 준설 및 수역시설 공사비 영향요인

영향요인	세부항목	비고
지역	동해	-. 지역에 따라 지반, 바다의 특성 등이 각각 다르기 때문에 구분 필요
	남해	
	서해	
	도서지역(섬)	
파고	5M 미만	-. 파고는 준설 작업시 작업 난이도를 결정하는 기준이므로 구분 필요
	5M~10M 미만	
	10M 이상	
선박종류	2만톤 미만	-. 선박의 크기는 수역의 크기를 결정하는 기준이므로 구분 필요
	2만톤~5만톤 미만	
	5만톤 이상	
준설방식	일반준설	-. 준설선만으로 준설하는 방법에 파쇄, 오염물 처리 등이 추가되므로 구분 필요
	암준설	
	옹니준설	
준설처리 방식	준설토를 외해에 투기방식	-. 준설이후 토사 처리 방식에 따라 기준 구분 필요
	준설토를 근접해안에 매립	
	준설토 투기후 별도 준설 실시	

라. 배후부지 분야

- 배후부지는 부두의 기능에 따라 야적 기능, 운영 관리동, 여객터미널 등으로 구분할 수 있으며 기능의 목적에 따라 면적, 기반시설(건축, 기계설비 및 전

기설비 등)이 동반할 수 있음. 따라서 항만 전문가의 의견을 수렴하여 부두 기능에 따른 영향요인을 구분하였음.

- 또한 배후부지내 지반에 있어 연약지반 유무가 공사비에 영향을 줄 수 있음. 연약지반의 경우, 토공사 대비 분포보다는 연약지반 심도가 중요하며 특히 심도 30M 이하의 깊은 부분에 존재할 경우 대심도 공법이 추가되므로 심도로 구분하는 것이 중요함.

표 4-21. 배후부지 공사비 영향요인

영향요인	세부항목	비고
공사유형	신설	-. 증축의 경우, 기존 시설에 따른 공사 장애 요인을 고려할 필요가 있어 구분
	증축	
지반특성	깊은 연약지반 유	-. 연약지반이 심도 30M 이상인 깊은 연약지반 존재 여부 구분 필요
	연약지반 무	
부두 기능	여객항	-. 배후부지의 기능에 따라 용도 및 면적 등 규모가 결정되므로 구분 필요
	화물항(무역항)	
	유류 및 가스항	
	어항	
	기타(소형어선, 소형 화물항)	

4) 상하수도 분야 영향요인

- 상하수도분야는 상수도과 하수도 시설로 구분할 수 있으며 상수도 시설의 경우, 취수시설, 정수시설, 급배수시설, 관로시설로 구분하고 하수도시설의 경우, 하수처리시설과 관로시설로 구분할 수 있음.

표 4-22. 상하수도 시설분류

대분류	중분류	소분류	내용
상하수도	상수도	취수시설	강이나 호수 등에서 필요한 물을 끌어 올리는 시설
		정수시설	수질을 만족하기 위해 원수수질을 상황에 따라 정화하는 시설
		가압장 및 배수시설	원수 또는 정수된 상수를 이송하기 위한 가압 및 저류 시설
		상수관로시설	원수 또는 정수된 상수를 이송하기 위한 관로 시설
	하수도	하수처리 시설	발생 하수를 일정 수질이하로 처리하는 정화시설
		하수관로시설	발생 하수를 하수처리시설로 이송하기 위한 관로 시설

- 또한 하수도시설의 경우, 사용목적에 따라 폐수처리시설과 하수저류시설, 분뇨처리시설 등을 추가될 수 있으나 해당시설은 토목분야 보다는 환경시설 분야로 분류할 수 있어 하수도 시설에서 배제하였음.

가. 취수시설(상수도분야)

- 취수시설은 강이나 호수 등을 통해 물을 끌어 올리는 시설을 의미하며 지반의 구조와 취수처리 능력 및 처리 기술적 방법에 따라 공사비에 영향을 줄 수 있는 것으로 조사되었음.
- 지반의 구조란 취수시설을 설치해야 하는 지반 형태를 의미하며 토량 작업시 암반, 보통토사, 연약지반에 따라 공법이 달라지고 보수 보강 방법이 달라지므로 공사비 영향요인으로 구분할 필요가 있음. 여기서 암반의 정의는 전체 토공량 공사비에 암반처리가 30% 넘는 경우로 구분할 필요가 있음.
- 취수의 처리 능력이란 일일 최대 규모의 취수 용량을 의미하며 취수용량은 취수시설 규모를 결정하기 때문에 공사비 영향요인으로 매우 중요한 기준이라 할 수 있음. 따라서 취수용량은 상하수도 전문가들의 의견을 수렴하여 최소 5,000M3/일 이하부터 최대 100,000M3/일 이상까지 총 5단계로 구분하였음.

- 취수 처리 기술적 방법으로는 취수원, 취수방식, 도수방식으로 구분할 수 있으며 여기서 취수원은 물을 취수하는 원천이 하천, 호소(댐, 호수 등 물이 고인 장소), 해수로 구분이 필요함. 이는 원천이 어디인가에 따라 취수방식이 달라질 수 있기 때문이며 특히 해수인 경우에는 염분을 제거해야 하는 추가 시설이 설치되기 때문에 공사비에 상당한 영향을 줄 수 있는 것으로 분석되었음.
- 취수방식은 취수원의 형태와 연계되어 취수탑, 집거매수, 취수문, 하상여과로 구분할 수 있으며 취수방식에 따라 공사비 차이가 발생할 수 있음. 상하수도 전문가의 의견에 따르면 ‘하상여과 > 취수탑 > 집수매거 > 집수문’ 순으로 공사비 차이가 보편적인 것으로 분석되었으며 공사비 영향요인에서 구분할 필요가 있는 것으로 조사되었음.
- 도수방식은 취수장에서 정수처리시설로 물을 이동시키는 시설로서 자연유하와 가압방식으로 구분할 수 있음. 여기서 가압방식은 취수시설보다 정수시설의 위치가 높을 경우 원활히 물을 공급해주기 위해 추가로 설치되는 시설로서 자연유하 보다 공사비가 높고 추가적으로 도수관 재질도 구분이 필요하다는 의견이 도출되었음.

표 4-23. 취수시설 공사비 영향요인

영향요인	세부항목	비고
지반형태	암반	-. 암반의 구분을 토공 공사비 대비 암반 관련 공사비 비율(30%)로 구분
	보통토사	
	연약지반	
취수용량	5,000M3/일 이하	-. 일일 취수처리 용량 규모를 5단계로 구분
	5,000M3/일~20,000M3/일	
	20,000M3/일~50,000M3/일	
	50,000M3/일~100,000M3/일	
	100,000M3/일 이상	
취수원	하천	-. 취수원의 물상태에 따른 추가 공사가 필요하므로 구분 필요
	호소	
	해수	
취수방식	취수탑	-. 취수처리 방식에 따른 공사 구분 필요
	하상여과	

영향요인	세부항목	비고
도수방식	집수매거	
	취수문	
	가압방식	- 강관/주철관/PVC관 구분 여부
	자연유하방식	- 강관/주철관/PVC관/유리섬유 복합관 여부

나. 정수시설(상수도분야)

- 정수시설은 취수시설로부터 공급받은 자연수를 정수 처리하는 과정(원천으로 공급받은 수질을 수돗물의 수질간 차이를 줄이기 위한 일련의 처리공정)을 의미하며 공사비와 관련해서는 크게 지반 특성과 정수에 대한 기술적 처리방식으로 구분할 필요가 있음.
- 지반의 특성의 경우 취수시설과 동일하며 정수에 대한 기술적 처리 방식에는 여과처리방식과 고도처리 방식으로 구분할 필요가 있음.
- 여과처리방식이란 자연수의 오염물질을 걸러내는 작업을 의미하며 완속여과, 급속여과, 해수 담수화로 구분할 수 있음. 완속여과는 수질상태가 양호하여 소량의 탁질과 미량의 유기물질만 제거하는 것을 의미하며 급속여과는 수질상태가 불량하여 현탁물질을 약품처리 하여 침전지에서 제거 후 급속처리 하는 방법을 의미함. 또한 해수 담수화는 전기를 이용해서 염분을 제거 정화시키는 방법을 의미함.
- 고도처리장치란 일반 정수처리공정인 여과처리 방식으로는 완전히 제거되지 않는 수돗물의 미량 유기 오염물질, 맛, 냄새 유발물질, 암모니아성 질소 등을 완전히 제거하기 위해 오존처리, 활성탄처리, 자외선 살균조, 막여과 등으로 구분할 수 있음.
- 상하수도 전문가의 의견 수렴을 통해 고도처리장치에 있어 공사비 영향을 주는 요인으로 오존처리와 활성탄 혼합방식, 자외선 살균과 활성탄처리 혼합방

식, 막여과 방식으로 구분하였음.

표 4-24. 정수시설 공사비 영향요인

영향요인	세부항목	비고
지반형태	암반	-. 암반의 구분을 토공 공사비 대비 암반관련 공사비 비율(30%)로 구분
	보통토사	
	연약지반	
여과처리 방식	완속여과	수질상태 양호하여 소량 탁질과 유기물질만 제거
	급속여과	수질상태 불량하여 약품처리를 통해 급속처리
	해수담수화	전기 및 약품처리를 통해 염분 제거 및 정화
고도처리방식	오존처리+활성탄	미량의 유기물질을 산화 분해
	자외선살균+활성탄	자외선 살균을 통해 유기물질 제거
	막여과	막을 이용하여 통과하는 특정성분을 선택적으로 제거

다. 가압장 및 배수시설(상수도분야)

- 가압장 및 배수지는 정수장에서 정수된 물을 통해 배수지에 저장하여 물을 공급하는 시설 일체를 의미하며 공사비와 관련해서는 지반 특성과 가압 및 배수에 대한 기술적 처리방식으로 구분할 수 있음.
- 지반의 특성은 취수 및 정수시설과 동일한 형태로 분류가 가능하며 가압 및 배수에 대한 기술적 처리방식으로는 송수시설, 배수지 구조, 배수용량으로 구분할 수 있음.
- 송수시설이란 정수처리된 물을 배수지로 이송하는 방식을 의미하며 공사비와 관련된 세부 영향요인으로는 가압장 존재여부 및 송수관로로 구분할 수 있음.
- 여기서 가압장의 존재에 따라 흡수정 방식과 라인 가압방식으로 구분할 수 있으며 흡수정 방식은 송수시 배수지가 높이 있어 중간에 저장하는 중간 시설물을 설치하는 것을 의미하며 라인 가압방식은 흡입측 관로의 압력을 이용하는 방법으로 가압펌프를 관로에 직접연결해서 가압하는 방식을 의미함. 또한 가압이 별도로 필요 없을 경우에는 송수관로만 설치하여 물을 공급하는

장소보다 높은 곳에 배수지를 설치하여 자연 유하식으로 물을 공급하도록 하는 방법이 있음. 따라서 송수시설에는 가압장 유(흡수정 방식), 가압장 유(라인가압방식), 송수관로시설로 영향요인을 구분하였음.

- 배수지 구조란 배수지 기초 및 틀을 형성하는 자재를 의미하며 공사비 영향요인으로 RC 구조물, STS구조물로 구분할 수 있으며 배수용량이란 일일 처리 가능한 최대 처리용량을 의미하며 전문가 의견 수렴결과, 최소 5,000M3/일 이하부터 최대 100,000M3/일 이상의 구간에서 5단계 범위 구간으로 구분하였음.

표 4-25. 가압장 및 배수시설 공사비 영향요인

영향요인	세부항목	비고
지반형태	암반	-. 암반의 구분을 토공 공사비 대비 암반관련 공사비 비율(30%)로 구분
	보통토사	
	연약지반	
송수시설	가압장유(흡수정방식)	배수지역이 정수지보다 높이 있을 경우 설치되는 중간시설
	가압장유(라인가압방식)	가압펌프를 이용하여 물을 이송 시키는 방법
	송수관로시설	자연유하식 물을 이동시키는 방법
배수지용량	5,000M3/일 이하	-. 일일 처리 능력에 따라 5개 범위로 구분
	5,000M3/일~20,000M3/일	
	20,000M3/일~50,000M3/일	
	50,000M3/일~100,000M3/일	
	100,000M3/일 이상	
배수지구조	RC구조	-. 배수시설의 구조물 형태에 따른 구분 필요
	STS구조	

라. 상수관로시설(상수도분야)

- 상수도분야에 있어 관로시설이란 도수관, 송수관, 배수관, 급수관 등 원천에서부터 물을 이송하고 공급하는데 필요한 수도관 설비 일체를 의미하며 상수도분야의 대표적인 선형시설이라 할 수 있음.

- 필요에 따라 관로시설은 취수, 정수, 배수시설 등과 별도로 독립 프로젝트로 발주되는 사례가 존재할 수 있음.
- 관로시설의 공사비에 영향을 주는 요인으로는 관의 크기 및 재질, 선형으로 인한 지반 특성에 따른 가시설 설치 여부, 매립 이후 마무리 등으로 구분할 수 있음.
- 먼저 관의 크기(관경)의 경우, 최소 80mm이하부터 최대 2,800mm까지 다양한 종류가 존재하며 관경이 커질수록 단순 비례가 아닌 급격한 공사비 증가가 발생되므로 일정 구간 범위를 구분할 필요가 있음.

표 4-26. 관종별 부설단가 예시(A업체 사례)

관경 (mm)	주철관(원/M)	강관(원/M)	관경 (mm)	강관(원/M)	강관(원/M)
	토사구간	토사구간		토사구간	토사구간
80	139,000		900	1,098,000	994,000
100	145,000		1,000	1,331,000	1,219,000
150	175,000		1,100	1,881,000	1,357,000
200	200,000		1,200	2,146,000	1,550,000
250	233,000		1,350		1,802,000
300	267,000		1,500		2,070,000
350	306,000	358,000	1,650		2,478,000
400	386,000	430,000	1,800		2,792,000
450	430,000	474,000	2,000		3,248,000
500	475,000	517,000	2,200		3,683,000
600	592,000	597,000	2,400		4,449,000
700	721,000	704,000	2,600		4,993,000
800	931,000	889,000	2,800		5,774,000

- 관 재질의 경우, 강관, 유리섬유복합관, PE 및 PVC관, 덕타일 주철관(DCIP) 등으로 구분할 수 있으며 관 설치후 매립 방식으로는 비포장, 아스팔트, 콘크리트 등으로 구분할 필요가 있음.
- 또한 지반의 특성에 따른 가시설로는 오픈컷, 파일공법(Sheet pile,

H-pile), 어스앵커 공법 등으로 구분할 수 있으며 이는 국부적인 토공사가 아닌 상당한 길이의 토공사가 진행되기 때문에 주 가시설 공법을 구분하는 것이 필요함.

표 4-27. 상수관로시설의 공사비 영향요인

영향요인	세부항목	비고
지반형태	암반	-. 암반의 구분을 토공 공사비 대비 암반관련 공사비 비율(30%)로 구분
	보통토사	
	연약지반	
관종	강관	-. 관은 관로시설에 상당한 물량이 소요되므로 재질에 따라 구분 필요하며 해당 사업에서 가장 많은 관종을 기준으로 설정
	다타일 주철관(DCIP)	
	PE/PVC관	
	유리섬유 복합관	
관경	500mm이하	-. 해당 사업에 주요한 관의 관경을 기준으로 설정
	500~900mm이하	
	1,000~1,350mm이하	
	1,500~1,800mm이하	
	2,000mm 이상	
포장	비포장구간	-. 해당 사업에서 가장 많이 포장되는 방법에 따라 기준 설정
	아스팔트포장	
	콘크리트포장	
공사성격	신설분야	-. 관로의 갱생부분은 기존시설을 고려하여 공사를 수행해야 하므로 구분 필요
	노후상수관로 갱생	

마. 하수처리시설(하수도분야)

- 하수처리시설이란 하수관을 통해 모여진 분뇨, 생활하수나 산업폐수 등이 하수처리장의 처리공정을 통해 정화되는 과정을 의미하며, 여기서 하수처리공정은 침전, 부상, 여과 등 물리적 처리방법, 응집제 주입 등의 화학적 처리, 활성슬러지를 이용한 생물학적 처리 방법 등을 조합하여 진행함.
- 하수처리 시설과 관련한 공사비 영향요인으로서는 지반 특성과 기술적 처리 방법에 따라 구분할 수 있으며 지반의 특성은 지반형태에 따라 구분할 수 있어 상수도에서 규정한 지반 특성에 따른 영향요인을 반영할 수 있음.

- 하수처리 시설에 대한 기술적 처리사항에는 하수처리 최대용량, 구조물 형태, 하수처리공법, 총인처리 시설 여부 등으로 구분할 수 있음.
- 먼저 하수처리 최대용량이란 일일 기준 감당할 수 있는 처리 용량을 의미하며 소규모 500M3/일 이하부터 최대 100,000M3/일까지 다양하게 분포되어 있으며 구간 범위설정과 관련하여 유사연구⁵⁾사례를 근거하여 소규모 5,000M3/일, 중규모 5,000M3/일~50,000M3/일, 대규모 50,000 M3/일로 3개 구간의 영향요인을 구분하였음.

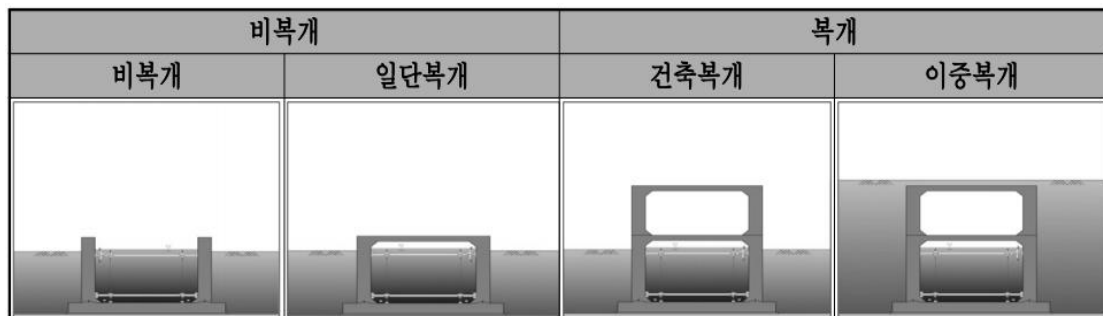


그림 4-1. 하수처리장 구조물 형태 기준

- 하수처리장 구조물의 형태는 비복개, 복개로 구분하고 비복개에는 비복개시설과 일단 복개시설, 복개시설에는 건축복개와 이중복개로 구분할 수 있으며 구조물 형태에 따라 공사물량 차이가 커지므로 영향요인으로 구분하였음.
- 하수처리 공법은 고도처리방법에 따라 해당 사업의 공사비에 상당한 영향을 주는 것으로 분석되었으며 그림에서와 같이 A2O계열, 담체계열, 특수미생물계열, SBR계열, 막계열 등으로 영향요인을 구분하였음.
- 총인처리시설이란 「하수도법」에 따라 총인(total phosphorus)⁶⁾을 낮추기

5) 하수도시설 표준사업비 산정을 통한 국고지원 적정성 검토, 한국환경공단, 2015.08

6) 총인이란 일반적으로 하천, 호소 등 부영양화를 나타내는 지표의 하나로서 물속에 포함된 인의 총량을 의미함. 인구 집중도가 높은 지역의 하천, 호소에는 인의 분포도가 높으며 인은 질소와 함께 수질계를 부영양화 하는 영양 염류로 적조 현상의 주요 원인이 됨.

위해 설치되는 특수 설비 시설을 의미하며 총인처리시설이 존재할 경우, 상당한 공사비 상승이 예상될 수 있어 존재 여부를 영향요인으로 구분하였음.

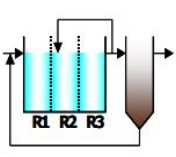
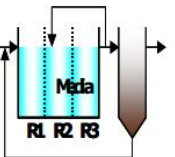
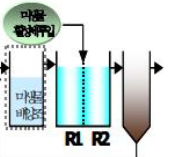
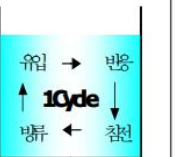
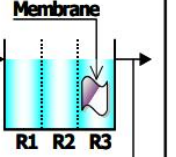
구 분	A2O 계열	담체계열	특수미생물 계열	SBR 계열	막 계열
공정도					
개 요	• 혐기, 무산소, 호기조의 수와 배치를 특성에 맞게 구성	• 혐기, 무산소, 호기조의 수와 배치를 특성에 맞게 구성하고 Media 충전	• 혐기, 무산소, 호기조의 수와 배치를 특성에 맞게 구성하고 토양미생물 배양 및 이용	• 혐기, 무산소, 호기조 및 이차침전지를 한 반응조에서 Cycle에 따라 운전	• 반응조내에 혹은 반응조 후단에 Membrane을 설치하여 MLSS와 유출수를 분리 운전

그림 4-2. 하수 고도처리 공법의 분류

표 4-28. 하수처리시설의 공사비 영향요인

영향요인	세부항목	비고
공사성격	신설	- 해당사업의 공사 성격을 기준으로 설정
	개량	
지반형태	암반	- 암반의 구분을 토공 공사비 대비 암반 관련 공사비 비율(30%)로 구분
	보통토사	
	연약지반	
하수처리용량	5,000M3/이하	- 일일 하수 최대 처리용량을 대/중/소 규모로 구분
	5,000M3~50,000M3/이하	
	50,000M3/이상	
하수처리공법	A2O계열	- 해당 사업의 주요 하수처리 공법을 기준으로 설정
	담체계열	
	특수미생물계열	
	SBR계열	
	막계열	
구조물형태	비복개	- 하수처리시설 구조물의 형태를 기준으로 설정
	비복개(일단복개)	
	복개(건축복개)	
	복개(이중복개)	
총인시설 설치여부	유	- 해당사업의 총인시설 설치 여부로 설정
	무	

바. 하수관로시설(하수도분야)

- 하수관로시설이라 함은 주거, 사업, 공업지역 등에서 발생한 오염수를 하수처리장 또는 방류처까지 안전하게 전달하는 물 흐름길을 구축하는 것을 의미하며 부대시설로서 맨홀, 우수토출실, 방출구 등을 총칭함.
- 하수관로시설이 공사비에 영향을 주는 요인으로는 공사성격, 관종 및 관의 재질 및 크기, 선형에 따른 지반 형태, 매립이후 마무리, 토량피복 등이 있음.
- 먼저 지반특성에 따른 가시설은 오픈컷, 파일공법, 어스앵커 공법 등이 있으며 이는 국부적인 토공사가 아닌 상당한 길이의 선형 토공사가 진행되는 것이기 때문에 가시설 공법을 구분하는 것이 필요하며 이는 상수 관로시설과 유사함.
- 공사성격으로는 신설 및 노후하수관로 개량으로 구분할 수 있으며 관종의 경우, 관의 재질에 따라 강관, 닥타일 주철관(DCIP), PE 및 PVC관, 유리섬유 복합관으로 구분할 수 있음.
- 관경의 경우에는 원형인 경우와 사각 형거(Box)형으로 구분할 수 있음. 원형은 최소 80MM부터 최대 1,200MM까지, 박스형은 최소 1.0M*1.0M부터 최대 3.0M*3.0M 범위내에서 종류를 구분할 수 있으며 관경이 커질수록 공사비가 단순 비례가 아닌 급격한 상승이 되므로 일정구간 범위를 구분할 필요가 있음.
- 이외 매립이후 마무리는 비포장구간, 아스팔트구간, 콘크리트 구간으로 구분하고 토량 피폭의 경우 터파기량과 밀접한 관계가 있어 2.0M를 기준으로 이내 및 이상으로 공사비 영향요인을 구분할 필요가 있음.

표 4-29. 하수관로시설의 공사비 영향요인

영향요인	세부항목	비고
지반형태	암반	-. 암반의 구분을 토공 공사비 대비 암반 관련 공사비 비율(30%)로 구분
	보통토사	
	연약지반	
관종	강관	-. 관은 관로시설에 상당한 물량이 소요되므로 재질에 따라 구분 필요하며 해당 사업에서 가장 많은 관종을 기준으로 설정
	다타일 주철관(DCIP)	
	PE/PVC관	
	유리섬유 복합관	
관경	원형관, 500mm이하	-. 해당 사업에 주요한 관의 관경을 기준으로 설정
	원형관, 500~900mm이하	
	원형관, 900mm~1,200mm	
	박스형 1.0Mx1.0M	
	박스형 2.0Mx2.0M	
	박스형 3.0Mx3.0M	
포장	비포장구간	-. 해당 사업에서 가장 많이 포장되는 방법에 따라 기준 설정
	아스팔트포장	
	콘크리트포장	
공사성격	신설분야	
	노후하수관로 갱생	
토량피복	깊이 2.0M 미만	-. 해당 사업의 주요 관로의 기준으로 설정
	깊이 2.0M 이상	

5) 철도분야 영향요인

- 철도분야는 도로공사와 함께 토목공사 중 가장 대표적인 선형시설로서 중분류 단위에서 노반공사와 궤도공사로 구분할 수 있음.
- 이는 철도분야의 공사를 노반공사와 궤도공사를 분리하여 발주하는 경우가 빈번하기 때문이며 노반공사란 지반처리, 쌓기 등의 토공시설과 교량, 터널, 정거장설치 등을 통해 철도의 노선을 만드는 공사로 할 수 있으며 궤도공사는 기 구축된 노선을 따라 철로를 구축하는 공사를 의미함.

표 4-30. 철도시설 시설분류

대분류	중분류	소분류	내용
철도	노반	토공사	철도 노선에 따른 토공사, 배수시설, 부대시설 포함
		교량	물위, 특정지반 위로 열차가 건너다닐 수 있도록 만든 시설
		터널	물, 지하부분을 관통하여 열차가 통과할 수 있도록 만든 시설
		정거장	열차가 일정시간 머무르는 동안 사람의 탑승이나 화물을 선적할 수 있도록 구성된 시설
	궤도	궤도	노선에 따른 철로 및 신호기, 분리기를 포괄

가. 토공시설 분야

- 노반공사의 토공분야에 있어 공사비 영향요인들은 도로공사 토공과 매우 유사한 것으로 조사되었음. 다만 도로공사는 포장공사가 존재하나 노반공사는 궤도가 별도로 존재한다는 관점에서 검토할 필요가 있음.
- 토공분야의 공사비 영향요인으로는 노선의 기능(공사성격, 철도 유형, 설계속도, 지역)과 지반의 특성(연약지반, 암반지반, 토량 처리)으로 구분할 수 있음.
- 특히 철도 유형은 「철도건설법」 제2조에서 정의하고 있는 고속철도, 일반철도와 「대도시권 광역교통관리에 관한 특별법」 제2조에서 정의하는 광역철도, 「도시철도법」 제3조에서 정의하는 도시철도로 구분할 수 있음.
- 이와 같은 철도의 유형은 공사비 영향요인 분류로 볼 때 광역철도는 목적과 지역에 따라 일반철도 또는 도시철도에 편입이 가능하기 때문에 고속철도, 일반철도, 도시철도로 3가지 유형의 공사비 영향요인으로 구분하였으며 노선이 단선 또는 복선 여부를 추가하여 구분이 필요한 것으로 분석되었음.

표 4-31. 철도의 유형

구분	정의	근거
고속철도	해당법령에 따라 열차가 주요구간을 200km/h 이상 속도로 주행하는 철도로서 국토교통부장관이 고시하는 철도	「철도건설법」 제2조
일반철도	지역간 여객과 화물을 수송하는 간선철도	「철도건설법」 제2조
광역철도	시·도간 일상적인 교통수요를 대량으로 신속하게 처리하기 위한 도시철도 또는 대도시권 광역교통위원회 심의를 거쳐 노선이 50km이내 구간의 철도	「대도시권광역교통관리에 관한특별법」 제2조
도시철도	도시내를 연결하는 대규모 여객수송수요를 위한 지상, 지하에 건설하는 철도	「도시철도법」 제3조

- 철도 설계속도는 노반의 폭과 두께 등 규모와 곡선 반경 및 완화곡선 등 노선의 구간 경로도 결정하므로 공사비에 상당한 영향을 줄 수 있음.
- 따라서 「철도의 건설기준에 관한 규정」에 따라 곡선 반경 계산법에서 규정하고 있는 시간당 설계속도 70KM미만, 70KM~150KM미만, 150KM~250KM미만, 250KM~350KM미만, 350KM 이상으로 영향요인을 구분하였음.
- 그 외 토공사시 연약지반 발생여부, 발파암 발생여부, 토량 운반과 관련된 사토처리장 및 토취장 거리는 기존의 도로공사와 유사한 분류기준에 따라 영향요인을 구분하였음.

표 4-32. 노반 토공 공사비 영향요인

영향요인	세부항목	비고
공사유형	신설	-. 확장분야는 공사장해를 고려한 구분 필요
	확장	
철도 유형	일반철도(단선)	-. 철도 유형에 따라 노선의 규모가 결정되므로 구분 필요
	일반철도(복선)	
	도시철도(단선)	
	도시철도(복선)	
	고속철도(단선)	
	고속철도(복선)	
설계속도	70km/h 미만	-. 설계속도에 따라 노반의 폭 및 두께, 노선의 곡선 경로 등이 결정되므로 구분 필요
	70km/h~150km/h미만	
	150km/h~250km/h미만	
	250km/h~350km/h미만	
	350km/h이상	
지역	지방	-. 도심을 통과하는 철도는 도심지 여부에 따라 공사에 추가되는 작업이 많으므로 구분 필요
	도심지	
연약지반	전체 5% 미만	-. 전체 공사구간 대비 연약지반 비중에 따른 구분 필요
	전체 30% 미만	
	전체 50% 미만	
발파암지반	전체 5% 미만	-. 전체 공사구간 대비 발파암 비중에 따른 구분 필요
	전체 30% 미만	
	전체 50% 미만	
사토장거리	10KM 미만	-. 사토장 운반거리에 따른 구분 필요
	20KM 미만	
	30KM 미만	
	30KM 이상	
토취장거리	10KM 미만	-. 토취장 운반거리에 따른 구분 필요
	20KM 미만	
	30KM 미만	
	30KM 이상	

나. 교량시설 분야

- 철도공사에 있어 교량이 존재할 경우, 공사비에 영향을 주는 주요 요인으로 서 도로공사와 큰 차이가 없는 것으로 조사되었음.
- 먼저 철도의 기능(공사성격, 철도유형, 설계속도)과 함께 교량의 구조적 특성 (교량형식, 경간장, 교각높이, 교량위치) 등을 구분할 필요가 있는 것으로 분석되었음.
- 철도의 기능은 앞서 설명한 바와 같이 토공분야와 유사한 구분이 가능하며 교량의 구조적 특징은 도로공사에서 정의하고 있는 교량형식과 일반적으로 유사한 분류기준으로 영향요인을 구분이 가능함.
- 단 철도에서는 일반적으로 현수교는 적용하지 않는다는 의견에 따라 교량 형식에서 현수교는 배제하였음.
- 그 외 경간장, 교각높이, 교량위치 등과 관련된 영향요인은 도로공사의 교량 규모와 유사한 분류기준에 따라 구분이 가능한 것으로 조사되었음.

표 4-33. 교량 공사비 영향요인

영향요인	세부항목	비고
공사유형	신설	－. 확장분야는 공사장애를 고려한 구분 필요
	확장	
지역	지방	－. 도심을 통과하는 철도는 도심지 여부에 따라 공사에 추가되는 작업이 많으므로 구분 필요
	도심지	
철도 유형	일반철도(단선)	－. 철도 유형에 따라 노선의 규모가 결정되므로 구분 필요
	일반철도(복선)	
	도시철도(단선)	
	도시철도(복선)	
	고속철도(단선)	
	고속철도(복선)	
설계속도	70km/h 미만	－. 설계속도에 따라 노반의 폭 및 두께, 노선의 곡선 경로 등이 결정되므로 구분 필요
	70km/h~150km/h미만	
	150km/h~250km/h미만	

영향요인	세부항목	비고
	250km/h~350km/h미만	
	350km/h이상	
교량형식	일반교(RC)	- 해당사업에 적용된 교량 형식에 따라 구분 필요
	일반교(PSC)	
	일반교(강교)	
	일반교(강합성교)	
	일반교(합성형라멘교)	
	특수교(사장교)	
	특수교(트러스교)	
	특수교(아치교)	
	특수교(ED교)	
경간장	경간장 20M 미만	- 교량의 평균 경간장 길이에 따라 구분 필요
	경간장 20M~50M 미만	
	경간장 50M 이상	
교각높이	교각높이 20M 미만	- 교량의 평균 교각 높이에 따라 구분 필요
	교각높이 20M~50M 미만	
	교각높이 50M 이상	
교량위치	육상	- 교량의 설치되는 장소 기준에 따라 구분 필요
	수상	
	해상	

다. 터널시설 분야

- 철도공사 구간에 터널이 존재할 경우, 공사비에 영향을 주는 주요요인으로서 도로공사와 큰 차이가 없는 것으로 조사되었음. 먼저 철도의 기능(공사성격, 철도유형, 설계속도)와 함께 터널만이 갖고 있는 구조적 특성(굴진장, 터널공법, 환기 방식)을 구분할 필요가 있는 것으로 분석되었음.
- 앞서 도로공사에서 설명한 바와 같이 철도의 터널도 굴진장이 공사비 영향에 가장 민감하게 반응하는 것으로 조사되었음. 단, 방재등급의 경우 철도에서는 해당되지 않는 것으로 조사되어 배제하였음.
- 또한 환기방식은 도로공사와 약간의 차이가 있으며 개착방식 및 수직구 방식 병행, 수직구 방식으로 영향요인을 구분하는 것이 적절하다는 전문가들의 의

견을 수립하여 구분하였음.

표 4-34. 터널 공사비 영향요인

영향요인	세부항목	비고
공사유형	신설	-. 확장분야는 공사장애를 고려한 구분 필요
	확장	
지역	지방	-. 도심을 통과하는 철도는 도심지 여부에 따라 공사에 추가되는 작업이 많으므로 구분 필요
	도심	
도로 유형	일반철도(단선)	-. 철도 유형에 따라 노선의 규모가 결정되므로 구분 필요
	일반철도(복선)	
	도시철도(단선)	
	도시철도(복선)	
	고속철도(단선)	
	고속철도(복선)	
굴진장	굴진장 1M이하 10% 미만	-. 전체 터널 구간대비 1회 굴진장 1M 이하가 차지하는 비중을 고려하여 구분
	굴진장 1M이하 20% 미만	
	굴진장 1M이하 30% 미만	
	굴진장 1M이하 30% 이상	
설계속도	70km/h 미만	-. 설계속도에 따라 노반의 폭 및 두께, 노선의 곡선 경로 등이 결정되므로 구분 필요
	70km/h~150km/h미만	
	150km/h~250km/h미만	
	250km/h~350km/h미만	
	350km/h이상	
터널공법	TBM 공법	-. 해당 터널 구간을 대표하는 터널 공법을 기준으로 구분
	NATM 공법	
	SHIELD 공법	
환기방식	개착방식	-. 해당 터널 구간을 대표하는 환기방식을 기준으로 구분
	개착+수직구방식	
	수직구방식	

라. 정거장 시설 분야

- 철도공사에 있어 정거장은 여객 및 화물을 선적하기 위한 장소로서 역사와 정거장 규모(노선 수 및 노선 길이)로 구분할 수 있음.

- 역사의 경우, 설치 위치와 형태에 따라 토공 정거장, 터널 정거장, 교량 정거장으로 구분할 수 있으며 정거장의 규모는 노선(플랫폼) 수와 노선 길이로 구분할 수 있음.
- 노선 수는 2홈 4선부터 4홈 8선으로 구분이 가능하며 정거장 길이는 차량 연결수(량)로 구분이 가능함. 예를 들어 한 개의 차량의 평균 길이는 20M이며 6량부터 10량 범위에서 구분하면 정거장 길이를 충분히 고려할 수 있는 것으로 분석되었음.

표 4-35. 정거장 공사비 영향요인

영향요인	세부항목	비고
정거장 노선수	2홈 4선 미만	-. 정거장의 규모는 노선수에 의해 결정되며 소규모부터 대규모 노선수를 구분 필요
	3홈 6선 미만	
	4홈 8선 미만	
	4홈 8선 이상	
정거장 유형	토공 정거장	-. 정거장이 설치되는 위치에 따라 공사비가 영향을 주므로 구분 필요
	터널 정거장	
	교량 정거장	
정거장 길이	6량 미만	-. 정거장의 길이는 철도 차량수의 정거 규모로 구분 필요
	8량 미만	
	10량 미만	
	10량 이상	

마. 궤도 분야

- 철도공사에서 궤도시설은 노반 공사 위에 철로를 설치하는 것으로 노반공사와 함께 발주되거나 독립적으로 별도 발주되는 사례도 존재하는 것으로 조사되었음.
- 궤도시설의 공사비 영향요인은 노반공사에서 상당부분 도출되었기 때문에 실질적으로 궤도 분야에서는 철도의 기능(공사성격, 철도유형, 설계속도)과 함께 궤도 도상 정도로 구분하면 충분하다는 전문가 의견을 수렴하였음.

- 궤도의 구조는 레일, 침목, 도상으로 구분되는데 여기서 도상은 침목으로 하중을 노반으로 전달하는 역할로서 크게 자갈도상과 콘크리트 도상으로 구분되며 공사비 영향요인으로 도상의 주자재 구분이 필요하다는 의견을 반영하여 공사비 영향요인을 구분하였음.

표 4-36. 궤도분야 공사비 영향요인

영향요인	세부항목	비고
공사유형	신설	-. 확장분야는 공사장애를 고려한 구분 필요
	확장	
지역	지방	-. 도심을 통과하는 철도는 도심지 여부에 따라 공사에 추가되는 작업이 많으므로 구분 필요
	도심	
도로 유형	일반철도(단선)	-. 철도 유형에 따라 노선의 규모가 결정되므로 구분 필요
	일반철도(복선)	
	도시철도(단선)	
	도시철도(복선)	
	고속철도(단선)	
	고속철도(복선)	
설계속도	70km/h 미만	-. 설계속도에 따라 노반의 폭 및 두께, 노선의 곡선 경로 등이 결정되므로 구분 필요
	70km/h~150km/h미만	
	150km/h~250km/h미만	
	250km/h~350km/h미만	
	350km/h이상	
궤도도상	자갈도상	-. 도상의 주자재에 따라 구분 필요
	콘크리트도상	

제5장

도로분야 유형별 공사비 산정 제시

5.1 개요

5.2 데이터 분석방법

5.3 데이터 맵핑

5.4 데이터 분석 결과

5.5 시사점

공사코드 표준화를 통한 유형별 공사비 산정 방안 연구

5. 도로분야 유형별 공사비 산정 제시

5.1 개요

- 앞 장에서 기술한 토목분야 유형별 영향요인과 단위 공사비(m당 공사비)의 정량적 관계를 파악하기 위해 이 연구는 도로분야를 대상으로 사례분석을 수행함.
- 세부적으로는 그림 5-1과 같이 도로분야의 교량공(그림 내 ② 부분), 터널공(그림 내 ③ 부분)으로 선정하였으며, 이는 현 체계에서 정확한 물량분개가 어렵다는 상황을 반영한 결과임.

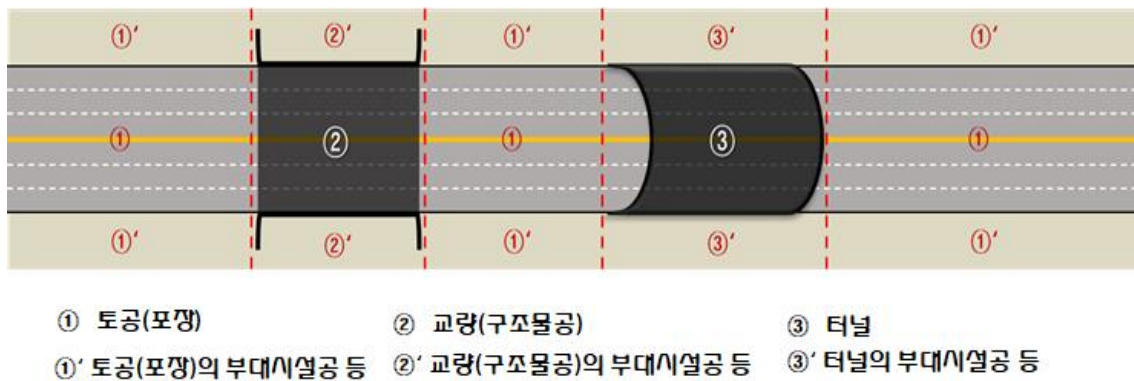


그림 5-1. 도로분야 세부시설 유형 분류

- 실제 표 5-1과 같이 기존 내역서 사례를 살펴보면, 토공(배수공, 비탈면공, 식생보호공, 부대공 등)의 상당 수 물량이 교량공 및 터널공 등에 존재하는 것으로 분석됨.

표 5-1. 기존 내역서 사례 내 비탈면공, 구조물공, 부대공 세부내역 예시

공종	구성내역
비탈면공	식생보호공, 비탈면보호공, 자재운반
구조물공	토공, 강관파일공, 강관비계, 동바리, 철근가공/조립, 콘크리트 타설, 표면처리, 신축이음, 아스팔트 방수, 배수시설공 등
부대공	도로안내표지판, 방음벽(교량부 총괄 내역), 환경관리비, 품질관리비 등

- 이와 같은 상황을 고려하여 이 연구는 가급적 동일 조건의 물량 범위 내에서 공사비 영향요인을 산정한다는 가정에 따라 ②교량(구조물공), ③터널공 범위 내 물량만 단위 공사비로 하여 유형별 공사비 분석을 수행하였음.

5.2 데이터 분석방법

- 이 연구는 단위 공사비(m당 공사비)와 영향요인 간의 관계를 정량적으로 분석하기 위해 ‘더미변수를 이용한 다중회귀분석’을 활용하였음.
- 이 연구에 있어 방법론의 설정 배경은 종속변수(y값)인 단위 공사비는 정량적 변수, 독립변수(x값)인 영향요인은 다수의 명목형 변수라는 특성상 영향요인을 0, 1의 조합으로 수치화한 더미변수(dummy variable)⁷⁾로 변환하여 다중회귀분석을 적용한 것으로 정리할 수 있음. 방법론의 설정배경에 대한 세부적인 사항은 다음과 같음.

7) 더미변수의 정의 ; 변수의 형태가 수치가 아닌 범주형 문자(예. 남녀, 직급 등)인 경우 통계학적 분석을 위해 0, 1의 조합으로 수치화하여 변환된 변수

※ 더미변수를 이용한 다중회귀분석 적용 배경

1. 더미변수 적용 배경

- 영향요인(세부항목)은 명목형 변수(예. 남녀 등 정량적 수치가 아닌 문자로서 분류된 변수)이며, 따라서 단위공사비와의 정량적 관계 분석을 위해서는 더미변수로서 변환 필요
- 예를 들어 ‘남녀에 따른 소득격차는 통계학적으로 유의한 수준인가?’ 라는 분석을 하기 위해서는 남녀를 각각 1, 0(또는 0, 1)으로 변환 필요 ; 모든 더미변수는 0, 1의 숫자조합으로 구성되며, 더미변수 자리 수는 (변수의 수-1)로 설정
- 교량의 영향요인 중 교량형식에 대한 더미변수 변환 예시 ; 일반교(RC) 기준으로 분석 시 해당 형식은 ‘0000’으로 변환하고, 나머지 형식에 대해 숫자 1의 위치를 변동시켜 변환

세부항목	더미변수			
	dum1	dum2	dum3	dum4
일반교(RC)	0	0	0	0
일반교(PSC)	0	1	0	0
일반교(강교)	0	0	1	0
일반교(강합성교)	0	0	0	1
일반교(합성형라멘교)	1	0	0	0

2. 다중회귀분석 적용 배경

- 시설물별 단위공사비는 여러 영향요인(세부항목)의 복합적 조합에 따라 설정 ; 따라서 1개의 종속변수(y값)에 영향을 미칠 수 있는 다수의 독립변수(x값)간 관계를 정량적으로 분석하기 위한 다중회귀분석의 적용이 합리적
- 다중회귀분석의 적용을 통해 각 영향요인별 세부항목이 시설물별 단위공사비에 미치는 영향도를 통계학적으로 분석 가능하며, 이론적 모형이 전체 데이터를 설명하는 지표(결정계수 R^2) 등을 분석 가능

- 분석 절차는 1)데이터 수집, 2)수집 데이터에 대한 이상치 검정, 3)영향요인 더미변수화, 4)단위공사비와 영향요인 간 다중회귀분석, 5)최종 분석 결과 도출 및 모형 검토의 순으로 수행하였음.
- 분석을 위한 기초 데이터는 최근 3년간 조달청에 발주의뢰된 44개 프로젝트를 대상으로, 해당 사업을 수행한 엔지니어링사 실무자 검토요청을 통해 연장길이, 폭원, 공사비, 관급자재비, 영향요인 등에 대한 정보를 수집하였음.
- 수집 결과, 총 44개 프로젝트 중 30개 프로젝트에 대한 정보를 회신받았으며⁸⁾, 30개 프로젝트의 세부적인 시설물 구성은 교량 213개, 터널 30개로 분석됨.

- 수집된 데이터에 대한 검토 결과, 일반적인 교량 형태가 아닌 시설(지하차도/생태이동통로/육교 등), 개착터널 등에 대한 13개 데이터는 삭제하였으며, 이에 따라 최종 분석에 활용된 데이터 수는 표 5-2와 같이 총 230개(교량 201개, 터널 29개)로 설정함.

표 5-2. 분석 데이터 표본 구성

구분		데이터 수	비고
교량	전체 시설물 수	213	
	삭제 시설물 수	12	교량형식 개착박스 1건, 포장방식 목재데크 1건, 지하차도 1건, 생태이동통로 2건, 육교 7건
	분석 표본 수	201	
터널	전체 시설물 수	30	
	삭제 시설물 수	1	개착터널 1건
	분석 표본 수	29	

5.3 데이터 맵핑

- 수집된 데이터를 대상으로 각 시설물별 영향요인의 세부항목에 따른 분포를 분석한 결과는 각각 표 5-3, 5-4와 같이 정리할 수 있음.

8) 데이터 미수집 사유 ; 협조 불응 5건, 실무자 파악 불가 3건, 사업수행사 오류 2건, 회신불가 의견 4건 등

표 5-3. 교량 공사비 영향요인 및 세부항목의 데이터 분포 현황

영향요인	세부항목	데이터 수 및 비중	
		데이터 수(개)	비중(%)
공사유형	신설	190	95%
	확장	11	5%
지역	도심지	14	7%
	지방	187	93%
포장방식	콘크리트	44	22%
	아스팔트	157	78%
도로유형	일반국도	199	99%
	고속국도	0	0%
	지방도 이하	2	1%
설계속도 (km/h)	40 이하	25	12%
	40 초과 60 이하	54	27%
	60 초과 80 이하	92	46%
	80 초과	30	15%
편도 차로 수	1차로 이하	93	46%
	2차로 이하	100	50%
	3차로 이하	4	2%
	4차로 이상	4	2%
교량형식	일반교(RC)	50	25%
	일반교(PSC)	90	45%
	일반교(강교)	16	8%
	일반교(강합성교)	25	12%
	일반교(합성형라멘교)	20	10%
	특수교(사장교 등)	0	0%
평균경간장(m)	20 미만	50	25%
	20 이상 40 미만	68	34%
	40 이상 60 미만	69	34%
	60 이상	14	7%
평균교각높이(m)	10 미만	30	15%
	10 이상 20 미만	63	31%
	20 이상 30 미만	6	3%
	30 이상 40 미만	7	3%
	40 이상	2	1%
	없음	93	46%
교량위치	육상	83	41%
	수상	118	59%
	해상	0	0%

표 5-4. 터널 공사비 영향요인 및 세부항목의 데이터 분포 현황

영향요인	세부항목	데이터 수 및 비중	
		데이터 수(개)	비중(%)
공사유형	신설	29	100%
	확장	0	0%
지역	도심지	0	0%
	지방	29	100%
포장방식	콘크리트	24	83%
	아스팔트	5	17%
도로유형	일반국도	24	83%
	고속국도	0	0%
	지방도 이하	5	17%
설계속도 (km/h)	40 이하	0	0%
	40 초과 60 이하	11	38%
	60 초과 80 이하	11	38%
	80 초과	7	24%
편도 차로 수	1차로 이하	13	45%
	2차로 이하	11	38%
	3차로 이하	5	17%
	4차로 이상	0	0%
굴진장	1m 이하 10% 미만	19	66%
	1m 이하 20% 미만	4	14%
	1m 이하 30% 미만	4	14%
	1m 이하 30% 이상	2	7%
방재등급	1등급	0	0%
	2등급	7	24%
	3등급	6	21%
	4등급	16	55%
터널공법	TBM	0	0%
	NATM	29	100%
	SHIELD	0	0%
환기방식	자연환기	20	69%
	강제식(체트펜 등)	9	31%
	강제식(수직구 설치)	0	0%
개문형식	아치벽면식	14	48%
	벨마우스변형	8	28%
	혼합식	7	24%

○ 분석결과, 교량은 지방에 위치한 편도차로수 2차로 이하, 일반교(RC 및 PSC), 평균경간장 60m 미만, 아스팔트 포장방식 공사를 중심으로 구성되었으며, 터널은 지방에서 NATM공법 적용으로 수행된 신설 일반국도 공사에 한정되어 2차로 이하, 굴진장 1%이하 10%미만, 아치벽면식 데이터를 중심으로 분석됨.

- 수집된 데이터를 대상으로 분석 수행시 통계적 유의성을 확보하기 위해 Z-score⁹⁾를 이용하여 이상치 검정¹⁰⁾을 수행함. 이상치 검정은 1)종속 변수인 단위 공사비에 대해 1차적으로 검토하고, 2)독립변수 중 이상치로 의심되는 데이터를 선별¹¹⁾하여 검토를 수행함.
- 검토 결과, 터널의 표본에서는 이상치가 검토되지 않았으나, 교량의 경우 표 5-5와 같이 15개 데이터가 이상치로 영향을 미칠 수 있다는 결과가 도출되었음.

표 5-5. 교량 데이터 중 이상치로 검토된 표본

구분	이상치 검토 표본	Z-Score 분포(절대값)
단위 공사비 기준	옥륜1교, 주정천교, 봉암천교, 유평교, 두우교, 괴평교(주교량), 괴평교(접속1교), 월정천교, 이읍천교, 문길천교, 신흥교	[2.120, 9.805]
차로수 및 폭원 기준	긴바위천교, 송정천교, 옥륜3교, 왕대천교	[2.000, 6.951]

- 이와 같은 결과를 반영하여 교량은 분석대상 데이터 201개 중 이상치로 예상되는 데이터 15개를 제외한 총 186개 데이터를, 터널은 기존 29개 데이터를 최종 분석대상으로 설정하였음.
- 선별된 데이터에 대한 정량적 분석을 위해 명목형 변수인 영향요인별 세부항목에 대한 더미변수화를 수행하였음. 단, 수집된 데이터에서 표본수가 0으로 도출된 데이터(예. 도로유형의 고속국도 등)는 변환 범위에서 제외함.
- 더미변수의 자리 수는 (세부항목의 수-1)로 설정되며, 각 영향요인 내에서 기준이 되는 세부항목은 모두 0으로 표기됨. 또한 더미변수로서 변환시 1이라는 숫자는 2개 이상 조합할 수 없음.

9) 표본의 평균과 표준편차를 활용하여 산정되는 수치이며, 일반적으로 절대값이 2 이상인 경우에는 이상치로 판단 가능

10) 이상치 검정 목적 ; 통계학적 분석을 실기하기 위한 표본 내 이상치 존재시 발생할 수 있는 분석결과의 왜곡 또는 편향 등의 문제에 대한 사전 예방

11) 독립변수의 경우, 차로 수 등을 기준으로 폭원이 타 표본 대비 상대적으로 높거나 낮은 데이터를 선별하여 삭제 ; 예)편도차로수는 1차로 이하이나 폭원이 45m 이상인 사업 등

○ 예를 들어 교량 형식의 경우, 세부항목은 5개이기 때문에 더미변수의 자리수는 4자리가 되며, 기준을 일반교(RC)로 선정하였을시 ①일반교(RC) 0000, ②일반교(PSC) 0100, ③일반교(강교) 0010, ④일반교(강합성교) 0001, ⑤일반교(합성형라멘교) 1000으로 표기할 수 있음.

○ 이와 같은 기준에 따라 교량의 영향요인을 더미변수로서 변환한 결과는 표 5-6과 같으며, 터널 역시 이와 동일한 기준을 적용하였음.

표 5-6. 교량 공사비 영향요인 더미변수 변환 결과

영향요인	세부항목	더미변수				
		dum1	dum2	dum3	dum4	dum5
공사유형	신설	0				
	확장	1				
지역	도심지	0				
	지방	1				
포장방식	콘크리트	0				
	아스팔트	1				
도로유형	일반국도	0				
	고속국도					
	지방도 이하	1				
설계속도(km/h)	40 이하	0	0	0		
	40 초과 60 이하	0	1	0		
	60 초과 80 이하	0	0	1		
	80 초과	1	0	0		
편도 차로 수	1차로 이하	0	0	0		
	2차로 이하	0	1	0		
	3차로 이하	0	0	1		
	4차로 이상	1	0	0		
교량형식	일반교(RC)	0	0	0	0	
	일반교(PSC)	0	1	0	0	
	일반교(강교)	0	0	1	0	
	일반교(강합성교)	0	0	0	1	
	일반교(합성형라멘교)	1	0	0	0	
	특수교(사장교 등)					
평균경간장(m)	20 미만	0	0	0		
	20 이상 40 미만	0	1	0		
	40 이상 60 미만	0	0	1		
	60 이상	1	0	0		
평균교각높이(m)	10 미만	0	0	0	0	0
	10 이상 20 미만	0	1	0	0	0
	20 이상 30 미만	0	0	1	0	0
	30 이상 40 미만	0	0	0	1	0
	40 이상	0	0	0	0	1
	없음	1	0	0	0	0
교량위치	육상	0				
	수상	1				
	해상					

5.4 데이터 분석 결과

1) 교량 분석결과

- 교량의 수집된 결과를 기초로 신뢰수준 95%에서의 회귀분석을 수행한 결과, 표 5-7과 같이 회귀모형은 실제 데이터 대비 약 49%의 설명력¹²⁾을 가지고 있는 것으로 분석됨.

표 5-7. 교량의 회귀분석 모형요약

R	R 제곱	수정된 R 제곱	추정값의 표준오차	Durbin-Watson
.747	.559	.493	9143651.705	1.537

- 또한 표 5-8과 같이 분산분석을 통해 검토된 유의확률(0.000)은 분석시 설정한 유의수준(0.05)¹³⁾보다 작기 때문에 통계적 유의성은 확보된 것으로 판단할 수 있음.

표 5-8. 교량의 회귀모형 적정성 검토(분산분석)

구분	제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
회귀	17028325795622940.000	24	709513574817622.500	8.486	.000
잔차	13460625006096456.000	161	83606366497493.520		
전체	30488950801719396.000	185			

- 교량의 단위 공사비에 통계학적으로 유의한 수준에서 영향을 미치는 요인은 표 5-9와 같이 1)도로유형, 2)편도차로수, 3)교량형식으로 검토됨.
- 세부적으로 살펴보면, 1)도로유형에 있어 지방도는 일반국도 대비 단위 공사비가 하락하며, 2)편도차로수는 1차로 이하를 기준으로 차로수가 상승할수록 단위공사비 역시 상승하며, 3)교량형식인 일반교(RC)를 기준으로 강교 > 합

12) 설명력은 통계학적 용어로서 해당 데이터의 통계적 유의성으로서 데이터의 신뢰수준으로 해석할 수 있음.

13) 유의수준은 “100%-(연구에서 설정한 신뢰수준)”을 소수로서 표현한 수치임. 이 연구의 경우, 신뢰수준 95%에서 분석을 수행하였기 때문에 유의수준은 “100%-95% = 5%(0.05)”로 수치화할 수 있음.

성형 라멘교 > 강합성교 > 일반교(PSC) 순으로 단위공사비가 상승할 수 있는 것으로 분석됨.

표 5-9. 교량의 회귀모형 계수 추정 결과

구분	회귀계수	영향요인	영향도	공사비 영향순위	유의확률
(상수)	19109352.128				.001
공사유형변수	4033038.147				.257
지역변수	4579123.739				.293
포장방식변수	2921390.640				.131
도로유형변수	-20855944.825	지방도	-		.006
설계속도dum1	-6942626.327				.081
설계속도dum2	-10471328.591				.006
설계속도dum3	-7459848.768				.039
편도차로수dum1	33776548.651	4차로 이상	+	1	.000
편도차로수dum2	7927293.591	2차로 이하	+	3	.000
편도차로수dum3	23725213.391	3차로 이하	+	2	.001
교량형식dum1	23162270.621	일반교(합성라멘교)	+	2	.000
교량형식dum2	16299786.775	일반교(PSC)	+	4	.003
교량형식dum3	27969551.891	일반교(강교)	+	1	.000
교량형식dum4	21500976.695	일반교(강합성교)	+	3	.000
평균경간장dum1	-10531584.854				.097
평균경간장dum2	-14992472.239				.005
평균경간장dum3	-19012152.796				.000
교각높이dum1	7137769.875				.004
교각높이dum2	1127398.079				.626
교각높이dum3	55436.713				.992
교각높이dum4	1288656.848				.763
교각높이dum5	14542008.651				.146
교량위치변수	1602918.690				.342

2) 터널 분석결과

- 터널의 경우, 분석에 활용할 수 있는 데이터가 29개라는 특성상 표본의 정규성 확보 측면 등에 기인하여 통계적으로 유의미한 분석 결과의 도출에는 한계가 존재함.
- 이 연구는 이와 같은 한계를 보완하기 위한 방안으로 시뮬레이션을 통한 가상의 데이터를 생성하여 분석에 활용하였음.
- 시뮬레이션 데이터의 생성 방법은 1)종속변수인 단위 공사비 데이터는 최소값 및 최대값 범위 내에서 선형보간¹⁴⁾법을 활용하여 데이터를 생성하고, 2) 독립변수인 영향요인은 변동이 가능한 세부항목에 대해 무작위로 난수를 발생시켜 생성하였음. 예를 들어 도로유형이 고속국도인 데이터는 표본이 존재하지 않기 때문에 난수 발생시 해당 데이터가 생성되는 것은 통제하였음.
- 시뮬레이션을 통해 발생한 데이터 셋은 148개이며, 기존 분석 데이터 29개에 이를 합산한 총 177개 데이터를 기초로 분석을 수행하였음.
- 터널의 수집된 데이터 및 시뮬레이션 데이터를 기초로 신뢰수준 95%에서의 회귀분석을 수행한 결과, 표 5-10과 같이 회귀모형은 실제 데이터 대비 약 71%의 설명력¹⁵⁾을 가지고 있는 것으로 분석됨.

표 5-10. 터널의 회귀분석 모형요약

R	R 제곱	수정된 R 제곱	추정값의 표준오차	Durbin-Watson
.855	.732	.709	1954680.322	1.087

14) 선형보간법 : 첫 번째 시점과 마지막 시점 데이터 존재시 해당 범위 내에서 존재할 수 있는 데이터를 예측할 수 있는 데이터마이닝 기법으로, 시뮬레이션에 있어 일반적으로 활용되는 방법론

15) 터널의 경우, 데이터 표본수가 작아 수집된 데이터 범위내에서 유사 데이터를 무작위 난수로 시뮬레이션 하여 데이터 값을 유추한 결과로서 데이터 범위내의 난수 존재를 가정하였으므로 설명력이 교량보다는 높은 수치로 나온 것으로 분석되었음.

- 또한 표 5-11과 같이 분산분석을 통해 검토된 유의확률(0.000)은 분석시 설정한 유의수준(0.05)보다 작기 때문에 통계적 유의성은 확보된 것으로 판단할 수 있음.

표 5-11. 터널의 회귀모형 적정성 검토(분산분석)

구분	제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
회귀	1689052342828615.500	14	120646595916329.670	31.576	.000
잔차	618965576095694.100	162	3820775161084.532		
전체	2308017918924309.500	176			

- 터널의 단위 공사비에 통계학적으로 유의한 수준에서 영향을 미치는 요인은 표 5-12와 같이 1)설계속도, 2)편도차로수, 3)굴진장, 4)방재등급, 5)환기 방식으로 검토됨¹⁶⁾.
- 세부적으로 살펴보면, 터널의 단위공사비는 1)설계속도의 경우 60km/h를 기준으로 속도가 증가할수록, 2)편도차로수는 1차로 이하를 기준으로 차로수가 증가할수록, 3)굴진장 1m 이하 10% 미만을 기준으로 비중이 증가할수록, 4)방재등급은 2등급을 기준으로 등급이 높아질수록, 5)환기방식은 강제식(제트팬 등)적용시 보다 자연환기일 때 상승하는 것으로 분석됨.

16) 굴진장과 방재등급 내 일부 터미에서 유의수준을 벗어난 변수 존재 ; 향후 다수의 데이터 수집시 통계적으로 유의미한 검토결과 도출이 가능할 수 있다는 가정 하에 변수로서 선정

표 5-12. 터널의 회귀모형 계수 추정 결과

구분	회귀계수	영향요인	영향도	공사비 영향순위	유의확률
(상수)	9053684.354				.000
포장방식	-954512.247				.194
도로유형	-370832.397				.452
설계속도dum1	4630550.152	80 이상	+	1	.000
설계속도dum2	2914337.740	60이상 80 미만	+	2	.002
편도차로수dum1	3688963.105	3차로 이하	+	1	.001
편도차로수dum2	2445325.771	2차로 이하	+	2	.015
굴진장dum1	4141723.073	1M이하30%이상	+	1	.000
굴진장dum2	1703089.111	1M이하20%미만	+	3	.084
굴진장dum3	3110128.119	1M이하30%미만	+	2	.001
방재등급dum1	-1308967.465	방재4등급	-	2	.019
방재등급dum2	-1001535.142	방재3등급	-	1	.054
환기방식	-1359239.619	강제식(제트팬 등)	-		.037
갹문형식dum1	2438481.022				.000
갹문형식dum2	-484711.661				.510

3) 회귀모형 검증

- 교량 및 터널을 대상으로 도출한 회귀모형에 대한 검증을 위해 교량 4개, 터널 2개 사업을 검증 데이터로 설정하여 분석을 수행하였음.
- 검증 사업은 통계적으로 유의미한 영향요인이 동일한 사업을 기준으로 설정하였으며, 이외 영향요인에 대해서는 회귀계수의 값을 0 또는 최소 영향을 줄 수 있는 사항으로 반영하였음.
- 교량 및 터널의 검증용 데이터 현황은 표 5-13과 같으며, 교량은 ‘(도로유형)일반국도 + (편도차로수)2차로 이하 + (교량형식)강합성교’로, 터널은 ‘(설계속도)80km/h초과 + (편도차로수)2차로 이하 + (굴진장)1m 이하

10% 미만 + (방재등급)3등급 + (환기방식) 자연환기' 의 조건에 충족하는 프로젝트로 구성함.

표 5-13. 교량 및 터널 회귀모형의 검증 데이터 개요

구분	단위공사비(원)	영향요인
교량	Case 1	47,422,460 (공사유형)신설, (지역)지방, (포장방식)콘크리트, (도로유형)일반국도, (설계속도)80km/h초과, (편도차로수)2차로 이하, (교량형식)강합성교, (평균경간장)40m이상 60m미만, (교각높이)없음, (교량위치)육상
	Case 2	33,334,200 (공사유형)신설, (지역)지방, (포장방식)콘크리트, (도로유형)일반국도, (설계속도)80km/h초과, (편도차로수)2차로 이하, (교량형식)강합성교, (평균경간장)20m이상 40m미만, (교각높이)없음, (교량위치)수상
	Case 3	38,894,227 (공사유형)신설, (지역)지방, (포장방식)콘크리트, (도로유형)일반국도, (설계속도)80km/h초과, (편도차로수)2차로 이하, (교량형식)강합성교, (평균경간장)20m이상 40m미만, (교각높이)없음, (교량위치)수상
	Case 4	32,484,850 (공사유형)신설, (지역)지방, (포장방식)콘크리트, (도로유형)일반국도, (설계속도)80km/h초과, (편도차로수)2차로 이하, (교량형식)강합성교, (평균경간장)40m이상 60m미만, (교각높이)10m 이상 20m 미만, (교량위치)육상
	적용데이터	38,033,944 (공사유형)신설, (지역)지방, (포장방식)콘크리트, (도로유형)일반국도, (설계속도)80km/h초과, (편도차로수)2차로 이하, (교량형식)강합성교, (평균경간장)20m이상 40m미만, (교각높이)10m 이상 20m 미만, (교량위치)육상
터널	Case 1	20,332,025 (공사유형)신설, (지역)지방, (포장방식)콘크리트, (도로유형)일반국도, (설계속도)80km/h초과, (편도차로수)2차로 이하, (굴진장)10%미만, (방재등급)3등급, (터널공법)NATM, (환기방식)자연환기, (갱문형식)혼합
	Case 2	12,967,940 (공사유형)신설, (지역)지방, (포장방식)콘크리트, (도로유형)일반국도, (설계속도)80km/h초과, (편도차로수)2차로 이하, (굴진장)10%미만, (방재등급)3등급, (터널공법)NATM, (환기방식)자연환기, (갱문형식)혼합
	적용데이터	16,649,983 (공사유형)신설, (지역)지방, (포장방식)콘크리트, (도로유형)일반국도, (설계속도)80km/h초과, (편도차로수)2차로 이하, (굴진장)10%미만, (방재등급)3등급, (터널공법)NATM, (환기방식)자연환기, (갱문형식)혼합

- 검증 결과는 표 5-14, 5-15와 같이 정리할 수 있으며, 실제 단위 공사비 데이터 평균과 비교하여 회귀모형을 통해 추정한 값은 교량 약 412만원, 터널 약 200만원 정도 수준의 편차가 발생하는 것으로 분석됨.

표 5-14. 교량의 회귀모형 검증 결과

구분	회귀계수	변수값	산정
(상수)	19109352		19,109,352
공사유형	4033038	0	—
지역	4579124	1	4,579,124
포장방식	2921391	0	—
도로유형	-20855945	0	—
설계속도dum1	-6942626	1	-6,942,626
설계속도dum2	-10471329	0	—
설계속도dum3	-7459849	0	—
편도차로수dum1	33776549	0	—
편도차로수dum2	7927294	1	7,927,294
편도차로수dum3	23725213	0	—
교량형식dum1	23162271	0	—
교량형식dum2	16299787	0	—
교량형식dum3	27969552	0	—
교량형식dum4	21500977	1	21,500,977
평균경간장dum1	-10531585	0	—
평균경간장dum2	-14992472	1	-14,992,472
평균경간장dum3	-19012153	0	—
교각높이dum1	7137770	0	—
교각높이dum2	1127398	1	1,127,398
교각높이dum3	55437	0	—
교각높이dum4	1288657	0	—
교각높이dum5	14542009	0	—
교량위치	1602919	1	1,602,919
합계			33,911,964
평균 단위공사비(38,033,944원)와 차이			-4,121,980

- 이와 같은 결과는 1)교량 및 터널의 정확한 물량 분개 한계에 따른 단위 공사비 데이터의 오류 가능성, 2)실제 분석에 활용 가능한 데이터 표본의 수 한계 등에 기인한 것으로 예상됨.

- 따라서 향후 WBS와 연계하여 공정에 따른 정확한 공사비 및 영향요인 정보를 다수 확보할 시 모든 영향요인이 반영된 교량 및 터널 시설물의 단위 공사비 추정 모형의 개발이 가능할 것으로 예상됨.

표 5-15. 터널의 회귀모형 검증 결과

구분	회귀계수	변수값	산정
(상수)	9053684		9,053,684
포장방식	-954512	0	-
도로유형	-370832	0	-
설계속도dum1	4630550	1	4,630,550
설계속도dum2	2914338	0	-
편도차로수dum1	3688963	0	-
편도차로수dum2	2445326	1	2,445,326
굴진장dum1	4141723	0	-
굴진장dum2	1703089	0	-
굴진장dum3	3110128	0	-
방재등급dum1	-1308967	0	-
방재등급dum2	-1001535	1	-1,001,535
환기방식	-1359240	0	-
갹문형식dum1	2438481	0	-
갹문형식dum2	-484712	1	-484,712
합계			14,643,313
평균 단위공사비(16,649,983원)와 차이			-2,006,670

4) 추가 분석 및 검토

- 단위공사비와 영향요인 간 정량적 관계 분석의 일환으로 1)포장공에 대한 단위공사비 및 영향요인 간 관계 분석, 2)교량의 일부 영향요인 제한 후 타 영향요인 변동에 따른 분석 등에 대한 추가적인 검토를 수행함.

가. 포장공 분석 결과

- 포장공에 대한 분석을 위한 단위 공사비는 사업별 내역서의 포장공 공사비와 레미콘/아스팔트의 관급자재비 합계로 산출하였음. 또한 영향요인은 ①공사유형, ②도로유형, ③설계속도, ④지역, ⑤포장방식, ⑥편도차로수, ⑦인터체인지 유무, ⑧JCT 유무 등과 같이 8개로 구분하였음.
- 포장의 단위 공사비는 표 5-16과 같이 [441,354원, 2,308,794원]의 범위에서 분포하며, 표준편차는 552,023원으로 높은 것으로 분석됨.

표 5-16. 포장공 단위공사비(원/m) 분포

구분	최소	최대	평균	표준편차
단위공사비(원/m)	441,354	2,308,794	1,023,992	552,023

- 이와 같은 결과는 포장공 공사비 데이터 내 도로 뿐만 아니라 보도, 조정 등 타 공종과 관련된 데이터가 합산되어 있어 도출된 결과로 예상됨. 즉, 현행 체계에서 공종별 내역의 분리가 불가능한 상황이 반영된 결과로 정리할 수 있음.
- 영향요인 데이터의 경우, (도로유형)일반국도, (설계속도)60km/h 이상 100km/h 미만, (지역)지방 등 3개 요인의 세부지표는 모두 동일한 것으로 검토됨. 따라서 해당 영향요인들은 제외한 5개 영향요인과 단위공사비를 대상으로 분석을 수행하였으며, 표 5-17과 같이 통계적으로 유의미한 영향요인은 존재하지 않는 것으로 도출됨¹⁷⁾.

17) 포장방식 영향요인의 경우, 타 영향요인 간 높은 상관관계 및 데이터 편차(콘크리트 2개, 아스팔트 22개)에 기인한 공차한계 문제로 제외 ; 공차한계는 여러 개 독립변수 중 하나의 독립변수를 종속변수로 하고, 나머지를 독립변수로 하여 분석한 결과로, 독립변수 간 상관관계를 분석한 결과로 정리 가능함. 해당 수치가 0으로 도출될 경우, 독립변수간 상관관계는 100%로 산정되어 변수간 독립성이라는 회귀분석의 전제에 위반되어 변수는 삭제되게 됨.

표 5-17. 포장공 단위공사비(원/m) 회귀분석 결과

구분	회귀계수	유의수준
(상수)	667613.066	.002
공사유형	-235930.616	.217
차로수dum1	287854.934	.526
차로수dum2	594291.347	.009
인터체인지dum1	168010.142	.428
인터체인지dum1	40236.345	.901
JCT	548975.344	.121

- 즉, 포장공에 대해 통계적으로 의미있는 회귀모형 도출을 위해서는 1)명확한 내역 분류에 따른 단위공사비 데이터 확보, 2)영향요인 세부지표 단위에서의 데이터 편차 조정 등이 선행되어야 할 것으로 사료됨.

나. 일부 영향요인 제한 후 타 영향요인 변동에 대한 분석

- 일부 영향요인을 제한한 후 타 영향요인의 변동에 대한 분석은 교량을 대상으로 수행하였으며, 전반적으로 세부지표별 데이터 수의 편차가 낮은 설계속도, 교량형식, 교량위치 등 3개 영향요인을 기준으로 분석하였음.
- 터널의 경우, ‘(공사유형)신설 + (지역)지방 + (공법)NATM’에 한정된 데이터이며, 영향요인 세부지표 간 편차도 높게 존재한다는 특성상 검토 범위에서 제외하였음.
- 검토 결과, 제한조건을 교량형식, 교량위치의 세부지표로 설정한 경우에는 통계적으로 유의미한 결과가 도출되지 않았으며, 설계속도 ‘60km/h 초과 80km/h 이하’에 한정하여 통계적으로 유의미한 결과가 도출됨.

- 설계속도 ‘60km/h 초과 80km/h 이하’ 인 경우, 공사유형 및 도로유형은 모두 신설인 일반국도라는 점에서 해당 변수들은 회귀분석시 제외하였으며, 그 결과 표 5-18과 같이 통계적으로 유의미한 영향요인은 ①편도차로수, ②교량형식, ③평균경간장으로 도출됨.
- 실제 평균 단위공사비와 회귀모형을 통해 추정한 단위 공사비의 비교분석을 위해 수집 데이터의 평균 단위 공사비를 검토한 결과, ‘(설계속도)60km/h 초과 80km/h 이하 + (공사유형)신설 + (도로유형)일반국도’ 인 80개 사업의 평균 단위 공사비는 29,179,787원으로 분석됨.

표 5-18. 설계속도 60km/h 초과 80km/h 이하 교량의 회귀분석 결과

구분	회귀계수	영향요인	영향도	영향도 순위	유의확률
상수	-6819547.157				.589
지역변수	20944160.529				.057
포장방식변수	4429207.727				.116
편도차로수dum1	42363067.564	4차로 이상	+	3	.000
편도차로수dum2	8854751.417	2차로 이하	+	1	.000
편도차로수dum3	25911112.456	3차로 이하	+	2	.000
교량형식dum1	36162179.975	합성형라멘교	+	4	.000
교량형식dum2	24997162.541	PSC	+	1	.000
교량형식dum3	29679123.425	강교	+	3	.000
교량형식dum4	28756062.471	강합성교	+	2	.000
평균경간장dum1	-18079070.006	60m이상	-	3	.030
평균경간장dum2	-25009858.558	20m이상40m미만	-	2	.001
평균경간장dum3	-26845055.066	40m이상60m미만	-	1	.000
교각높이dum1	8764042.081				.016
교각높이dum2	648848.891				.832
교각높이dum3	3613402.258				.576
교각높이dum4	2452410.797				.600
교각높이dum5	13687398.442				.160
교량위치변수	1903834.925				.416

- 회귀모형을 통해 추정한 단위 공사비는, 표 5-19와 같이 일부 제한조건의 조합에서 실제 데이터 기반 평균 단위 공사비와 비교적 낮은 편차가 존재하는 것으로 분석됨.

표 5-19. 영향요인 제한조건에 따른 교량 단위공사비 예측 결과

구분	제한조건	변동요인	단위공사비(원/m)
1	교량형식 합성형라멘교	편도차로수 1차로 이하	11,263,563
		편도차로수 2차로 이하	20,118,314
	평균경간장 60m 이상	편도차로수 3차로 이하	37,174,675
		편도차로수 4차로 이상	53,626,630
2	편도차로수 3차로 이하	RC	-5,918,293
		PSC	19,078,869
		강교	23,760,830
	평균경간장 20m이상40m미만	강합성교	22,837,769
		합성형라멘교	30,243,887
3	교량형식 합성형라멘교	평균경간장 20m미만	55,253,745
		평균경간장 20m이상 40m미만	30,243,887
	편도차로수 3차로이하	평균경간장 40m이상 60m미만	28,408,690
		평균경간장 60m이상	37,174,675

- 이와 같은 결과는 각 데이터별 표본의 수 차이, 명확한 물량분개 불가능에 따른 단위공사비 데이터의 신뢰성 측면에 기인하여 도출된 것으로 예상됨.
- 따라서 향후 영향요인별 데이터의 추가 수집 및 정확한 물량 분개에 따른 단위공사비 데이터의 신뢰성이 확보된다면 영향요인을 고려한 단위공사비 추정에 활용할 수 있는 일반화된 모형의 설정이 가능할 것으로 예상됨.

5.5 시사점

- 토목분야 영향요인과 단위공사비의 정량적 관계를 분석하기 위해 도로분야를 대상으로 검토한 결과, 회귀모형을 통해 일부 영향요인이 고려된 교량 및 터널의 단위 공사비 추정은 가능한 것으로 검토되었음.
- 세부적으로 살펴보면, 교량은 3개 영향요인(도로유형, 편도차로수 및 교량형식), 터널은 5개 영향요인(설계속도, 편도차로수, 굴진장, 방재등급 및 환기방식)이 단위 공사비 추정에 통계적으로 유의미하게 활용할 수 있는 변수로서 설정됨.
- 단, 실제 데이터의 단위 공사비 평균 값과 회귀모형을 통해 추정한 값을 비교 분석한 결과, 교량 약 412만원, 터널 약 200만원정도 수준의 편차가 발생하는 것으로 도출됨. 이와 같은 결과는 데이터 표본 수의 부족 및 물량 분개의 한계 등에 기인하는 것으로 예상됨.
- 또한 토공 분야의 포장공을 중심으로 영향요인과 단위 공사비 간 관계를 분석한 결과, 통계적으로 유의미한 결과는 확보할 수 없었음.
- 이와 같은 분석 결과를 종합하자면, 현 시점에서 토공, 교량 및 터널 등 시설물 유형별 정확한 물량 분개가 어렵고, 영향요인에 따른 데이터 표본 수의 차이 등과 같은 한계에 기초하여 일반화된 통계적 모형 추정은 어려운 것으로 정리할 수 있음.
- 따라서 향후 통계적 신뢰도 및 유의성을 증가시키기 위한 방안의 모색이 필요하며, 해결 방안의 일환으로 현행 CBS 기반의 내역체계와 WBS와의 연계를 통해 현행 문제에 대한 해소가 가능할 것으로 예상됨.
- 즉, 현재 통합된 내역으로서 제시되는 토공/포장공/배수공/부대공 등을 WBS와 연계하여 ①토공(토공+부대시설공 등), ②교량공(교량공+부대 시설공 등), ③터널공(터널공+부대시설공 등)으로 분개시¹⁸⁾ 각 시설물 유형에 대한 정확한 단위공사비 예측이 가능할 것으로 예상됨.

18) 각 부분별 개념은 그림 5-1 참조 ; 그림에서 토공(①), 토공의 부대시설공 등(①'), 교량공(②), 교량의 부대시설공 등(②'), 터널공(③), 터널의 부대시설공 등(③')을 의미

제6장

사용자 관점의 공사비 분석방안

- 6.1 공사비 정보 분석 시스템 개념
- 6.2 건축분야 공사비정보광장 시스템
- 6.3 토목분야 공사비 정보 분석시스템 구현 방안
- 6.4 토목분야 공사비 정보 분석시스템 로드맵

공사코드 표준화를 통한 유형별 공사비 산정방안 연구

6. 사용자 관점의 공사비 분석방안

6.1 공사비 정보 분석 시스템 개념

- 조달청은 계약 및 원가검토를 통해 공공공사 분야의 범용적인 공사비 데이터를 축적할 수 있는 유일한 기관으로서 축적된 데이터의 가공을 통한 공사비 정보 분석 시스템의 대국민 서비스를 진행할 수 있음.
- 공사비 정보분석시스템은 과거의 실적자료(공사비 및 영향요인)가 확보된다는 전제하에서 다양한 관점에서 활용이 가능할 것임.
- 대표적으로 기획단계의 추정사업비 유추를 예시로 들 수 있으며 기본계획 수립후 예상되는 공사비영향 요인 및 규모를 토대로 과거 실적자료를 분석하여 산정이 가능할 것임.

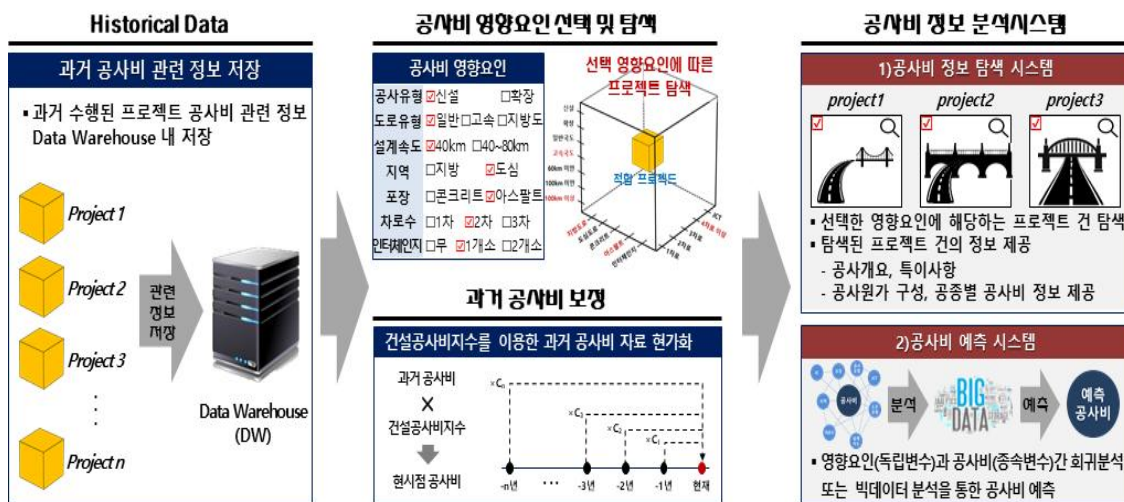


그림 6-1. 공사비 정보분석 시스템 개념

- 공사비 분석에는 예상되는 공사비 영향요인을 탐색하여 과거의 유사사례에서의 공사비 정보를 제공할 수 있는 공사비 정보 탐색시스템과 예상되는 공사

비 영향요인의 변화에 따라 공사비 변동 결과를 제공할 수 있는 공사비 예측 시스템으로 구성할 수 있음.

- 공사비 분석시스템은 과거의 유사사례 정보를 신속하고 다양하게 제공하여 사용자의 합리적 의사결정 지원을 도모할 수 있을 것임.

6.2 건축분야 공사비정보광장 시스템

- 현재 조달청에서는 건축공사를 대상으로 공사비영향요인과 공사비를 추적하여 공사비 정보를 제공하는 공사비정보광장서비스를 운영 중에 있음.
- 조달청이 운영하는 공사비정보광장서비스는 건축공사분야에 한하여 11개의 공사비 영향요인에 따라 실적공사비를 추적한 상태에서 사용자가 관심을 갖고 있는 공사비 영향요인을 선택하여 그와 유사한 특성을 갖고 있는 건설프로젝트를 데이터베이스에서 탐색하여 프로젝트 단위의 공사비 정보를 제공하는 것을 의미함.



그림 6-2. 건축공사 분야 공사비 정보 광장 개념

- 현재 제공되고 있는 공사비 정보는 관심 있는 공사비 영향요인과 관련이 있었던 프로젝트 단위의 공사비 정보를 제공하는 탐색정보 시스템 기능이 강화

며 프로젝트 단위에서 공사개요 및 단위면적당 공사비, 공종별 공사비, 유사 프로젝트 간 단위면적당 공사비의 평균 값 등을 제공할 수 있음.

- 공사비정보광장의 사용자화면(user interface)를 살펴보면, 사용자는 시스템 상에 관심있는 공사비 영향요인을 선택할 수 있으며 이미 정해져 있는 11개의 영향요인¹⁹⁾내에서 세부 영향요인(예, 건축물 인증인 경우, 신재생에너지 존재여부 및 에너지효율 등급 1+++등급~4등급)을 선택할 수 있으며 선택한 영향요인과 유사한 프로젝트를 화면 하단에 불러 모을 수 있음.

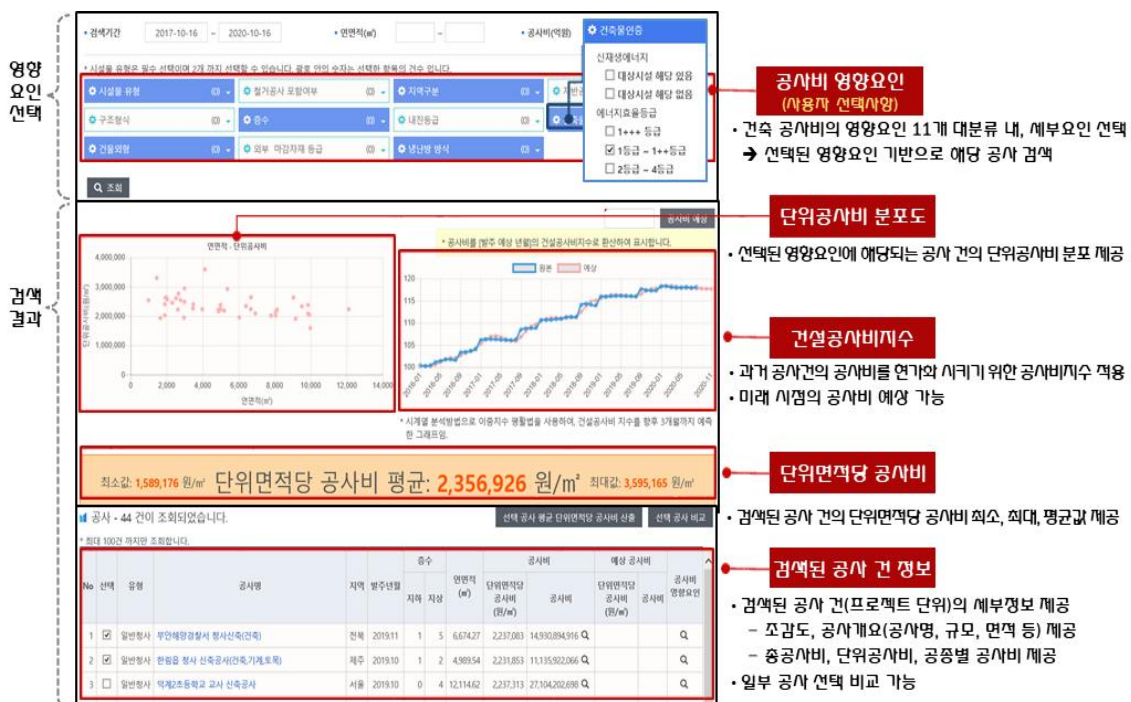


그림 6-3. 건축공사분야 공사비 정보광장 UI 예시

- 또한 건설 공사비 지수를 반영하여 유사한 프로젝트에 대한 단위면적당 평균 공사비와 최소 및 최대 공사비 등을 유추할 수 있도록 되어 있음.

19) 건축공사 11개 영향요인 ; 1)시설물 유형, 2)철거공사 포함여부, 3)지역구분, 4) 지반공사, 5)구조형식, 6)층수, 7)내진등급, 8)건축물 인증, 9)건물 외형, 10)외부 마감자재등급, 11)냉난방 방식

6.3 토목분야 공사비 정보 분석시스템 구현 방안

- 이 연구를 통해 토목공사의 시설물 유형별 공사비 영향요인을 도출하였으며 과거 및 향후 조달청에서 원가 검토하는 프로젝트를 시설물 유형별 공사비 영향요인과 함께 축적할 수 있다면 건축분야의 공사비 정보광장과 유사한 체계로 공사비 정보 분석시스템 구현이 가능할 것임.
- 예를 들어 도로분야의 경우, 시설물 유형(도로, 교량, 터널) 모두에 공사비 영향요인으로 도출될 수 있는 공통사항과 특정 시설물 유형에만 존재하는 영향요인들이 있으며 시설물 특성에만 존재하는 영향요인들은 대표할 수 있는 영향요인들을 규정하여 데이터를 축적할 수 있다면 공사비 탐색 기능이 부여된 공사비 분석 시스템을 제공할 수 있음.



그림 6-4. 도로분야 공사비 영향요인

- 즉, 특정 프로젝트 안에 여러개의 교량이 존재할 경우, 교량의 특성에 따른 영향요인이 여러개 존재할 수 있으며 이중 대표적인 영향요인을 감안하여 영향요인을 축적할 수 있다면 토목분야도 프로젝트 단위에서의 공사비정보광장 시스템에서 정보 제공이 가능할 것임.

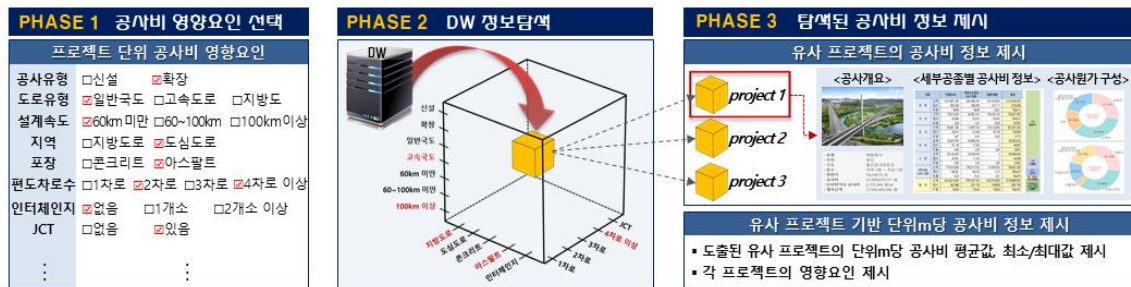


그림 6-5. 토목공사 공사비 정보광장 운영 개념

○ 토목공사의 공사비정보광장의 사용자화면(user interface)을 살펴보면, 사용자는 시스템 상에 관심 있는 공사비 영향요인(공사유형, 도로유형, 설계속도, 교량형식 등)안에서 세부 영향요인(예, 교량형식의 경우, 강합성교 선택)을 선택할 수 있으며 과거 축적된 프로젝트에서 가장 유사한 범위의 프로젝트를 하단에 불러 모아 건설 공사비 지수를 반영하여 유사한 프로젝트에 대한 단위당(M 또는 KM 당) 평균 공사비와 최소 및 최대 공사비 등을 유추할 수 있도록 되어 있음.



그림 6-6. 토목공사분야 공사비 정보광장 UI 예시

- 이러한 공사비 탐색시스템 뿐만 아니라 앞서 설명한 바와 같이 향후, 토목분야 공사비가 시설물 유형별로 물량 분개가 정확히 되어 데이터 수집이 가능할 경우, 프로젝트 단위가 아닌 프로젝트내 독립된 시설물 유형별 단위당 공사비와 영향요인을 토대로 공사비 정보를 제공이 가능할 것임.
- 즉, 그림에서와 같이 토공(포장포함), 교량 A, 교량 B, 터널 A 등의 각각의 단위당 공사비와 영향요인들을 수집하여 축적할 수 있다면 사용자 관점에서 프로젝트 단위에서 공사비 정보 제공이 아닌 유형별 단위에서 조합을 통한 공사비 정보 제공이 가능해 질 것임.

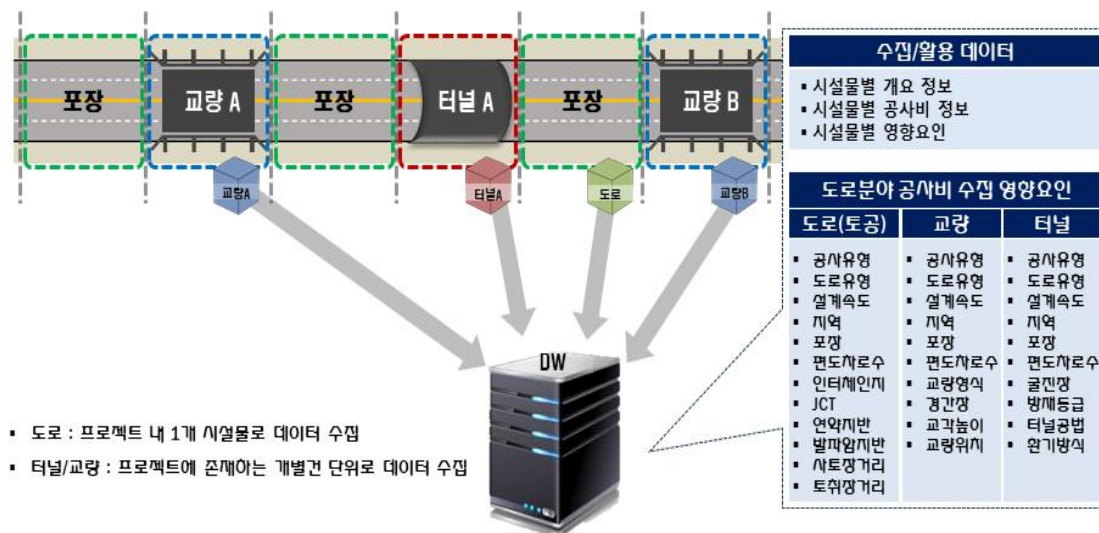


그림 6-7. 시설물 유형별 물량 및 공사비 영향요인 축적 방안

- 즉, 사용자는 도로분야의 공사비 분석을 위해 과거의 데이터로부터 토공(도로포장), 교량(A, B...등), 터널(A, B...등)을 각각의 영향요인을 개별로 설정하게 되면 기존의 데이터베이스 상에서는 프로젝트 단위가 아닌 프로젝트 내의 시설물 유형에서 가장 유사한 데이터들을 불러 모을 수 있음.

- 즉, 사용자 관점에서 유사 시설물 유형을 여러 프로젝트에서 불러모아 사용자 관점의 프로젝트 공사비 설계가 가능함으로써 기존의 공사비 정보 분석보다 신뢰성 및 융통성을 확보할 수 있을 것임.
- 또한 앞장에서 서술한 바와 같이 통계적(회귀 분석 등) 분석을 감안한 공사비 예측 시스템 구현도 가능할 것임.

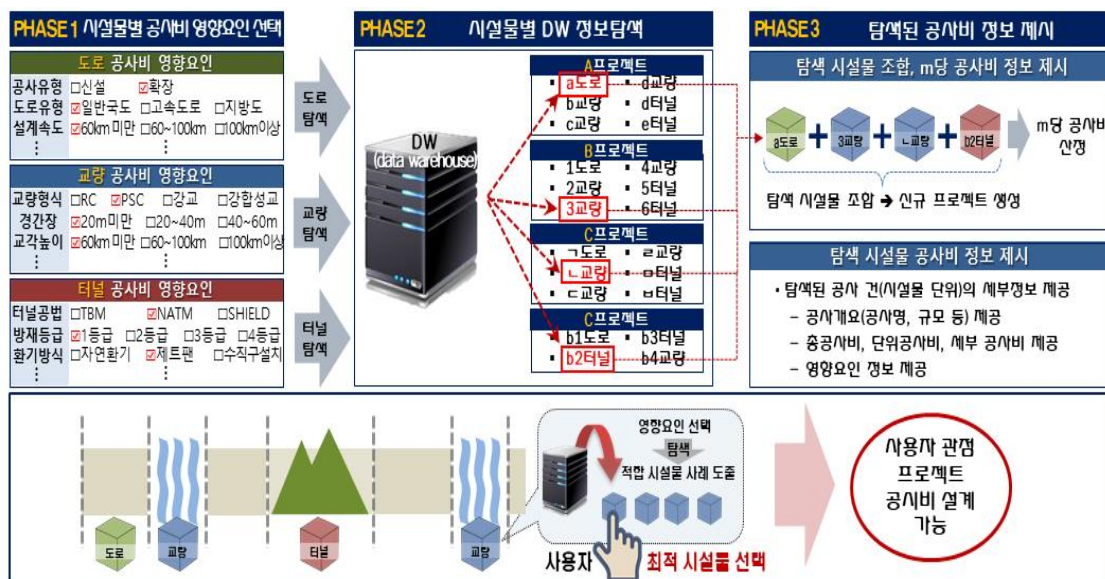
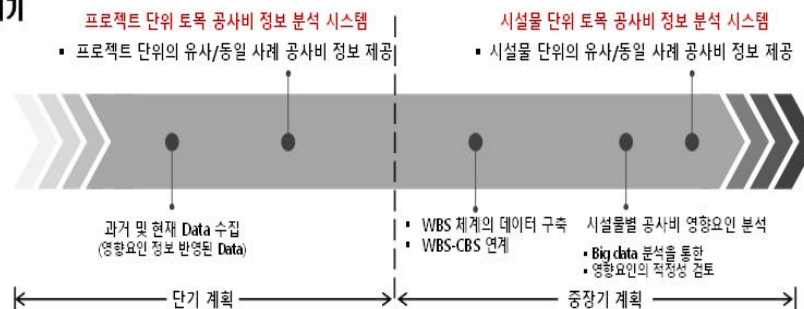


그림 6-8. 향후 토목공사비 정보 분석 시스템 개발 방향

6.4 토목분야 공사비 정보 분석시스템 로드맵

- 토목분야 공사비 정보 분석 시스템은 보유한 데이터를 기반으로 유사사례의 공사비 정보를 제공하거나 나아가 시설물 유형 설계를 통한 공사비 분석 및 공사비를 예측하는 시스템을 의미함.
- 그러나 현 시점에서 데이터 보유량 및 데이터체계의 문제점으로 인해 시스템 구축 및 활용에는 한계성이 존재함.
- 예를 들어 시설물 유형 설계가 가능하기 위해서는 기존의 실적 데이터가 시설물 유형별로 정확히 물량 분개가 구분되어야 하며 데이터의 보유량도 통계적 유의 수준이 가능할 수 있는 데이터가 확보되어야 할 것임.
- 따라서 현재 시점에서 단기 계획은 프로젝트 단위의 공사비 탐색 시스템을 구축하고 WBS와 CBS가 연계되어 시설물 유형별 공사비가 축적 가능하다면 중장기 계획에서는 시설물 유형 설계를 통한 공사비 분석 및 공사비 예측 시스템을 구축할 수 있을 것임.

■ 시스템 예상적용 시기



■ 공사비 정보 분석시스템 개발 로드맵

구분	시스템	내용	제공 정보	적용 시기	비고
단기	프로젝트 단위 토목공사비 분석 (탐색시스템)	- 프로젝트 단위 유사 사례 탐색, 유사사례의 공사비 정보 제공 - 교량/터널 단위 유사 사례 탐색, 유사사례의 공사비 정보 제공	- 프로젝트(교량/터널) 단위 정보 제공 - 일반사항 및 주요내용 - 공종별 공사비 등 - 단위길이당 공사비 등	연계	- 프로젝트 단위의 정보 제공 → 세부시설물 설정 불가능 → 좌측의 공사비 정보 제공 불가능
중장기	시설물 유형별 토목공사비 분석 (예측시스템)	시설물 단위 유사 사례 탐색, 유사사례 조합의 공사비 제공	- 시설물 유형별 정보 제공 - 일반사항 및 주요내용 - 공종별 공사비 등 - 단위길이당 공사비 등	WBS 체계 데이터 구축 및 빅데이터 분석 가능한 수준의 데이터 수집 시점	시설물별 특성을 고려한 좌측의 공사비 선정 가능

그림 6-9. 토목분야 공사비 정보 분석 시스템 로드맵

제7장

결론

공사코드 표준화를 통한 유형별 공사비 산정방안 연구

7. 결론

- 이 연구는 범용적 공사원가 실적 자료를 구축하고 있는 조달청을 중심으로 토목분야의 유형별 공사비 분석 체계를 구축하여 건설 생애주기 관점의 공사비 데이터 활용방안을 제시하데 있으며 이를 위해 주요 연구 결과는 다음과 같이 정리 할 수 있음.

첫째, 세부공종 공사코드 정비 및 공사코드 표준화를 통한 공사비 데이터 확보 방안 제시

- **현행 표준 공사코드 운영 현황상 문제점 제시** ; 표준 공사코드의 체계 및 운영 현황을 통해 공사코드가 갖고 있는 문제점을 코드체계 측면, 코드 준수율 측면, 세부공종 코드상이 준수율이 낮은 측면 등을 중심으로 기술하였음.
- **세부공종 단위 공사코드 정비방안 제시** ; 기존 공사코드 정비방안으로 자원 및 일위대가 분야의 코드 정비 분야 및 내부 프로세스 개선을 통한 공사코드 준수율 향상 방안에 대해 제시하였음.

둘째, WBS-CBS 연계를 통한 건설 생애주기 관점의 공사비 운영체계 수립 방안 제시

- **건설 CALS 운영 기본계획 따른 WBS 운영현황 분석** ; 국토교통부의 향후 운영 방안 및 현행 WBS 구조를 통해 조달청 내역 체계와 차이점을 정리하였음.
- **WBS-CBS 연계방안 제시** ; 국토교통부의 WBS와 조달청의 설계내역체계(CBS)를 연계하는 알고리즘으로 QDB 기반의 모델을 제안하였으며 해당 QDB 기반으로 시설물 유형별 물량 취합 방안에 대해 제시하였음.

셋째, 토목분야 유형별 공사비 영향요인 도출

- 토목분야 시설물별 공사비 영향요인 도출 ; 도로공사, 하천, 항만, 상하수도, 철도시설물별로 세부 시설물 유형 및 공사비 영향요인을 도출하였음.
예) 도로분야의 경우, 토공(포장포함), 터널, 교량분야의 시설물별로 공사비 영향요인을 도출하였음.

넷째, 도로분야 유형별 공사비 산정 방안 제시

- 실적자료를 통한 공사비 영향요인 수집 ; 최근 3년간 조달청에서 원가검토된 30여개의 프로젝트를 대상으로 교량분야 201개, 터널분야 29개의 공사비 영향요인을 수집하였음.
- 교량분야 공사비 분석 ; 교량분야 공사비 분석결과, 지방도 < 일반국도, 편도차로수 1차로 < 2차로 < 3차로, 교량형식에서는 PCS < 강합성교 < 합성라멘교 < 강교 순으로 공사비가 상승하는 것으로 분석되었음.
- 터널분야 공사비 분석 ; 터널분야의 경우, 설계속도가 증가할수록, 편도차로수가 증가할수록, 굴진장 1M이하 비중이 클수록 공사비가 상승하는 것으로 분석되었음.
- 시설물 유형별 공사비 예측 모델 제시 ; 다중회귀 분석 방법에 따른 공사비 예측 모델을 제시하였음.

다섯째, 사용자 관점의 공사비 분석시스템 활용 방안 제시

- 단기방안, 공사비 탐색 시스템 구축 방안 ; 프로젝트 단위당 공사비 및 공사비 영향요인 축적을 통해 유사 프로젝트의 공사비 정보 제공 방안을 제시하였음.
- 중장기방안, 유형별 공사비 분석 및 예측 방안 ; 프로젝트내 시설물 유형

별로 물량 분개가 가능할 경우, 개별 유형별 영향요인에 따른 공사비 설계구축 방안 및 통계적 기법을 적용한 공사비 예측 정보 제공 방안을 제시하였음.

- 이 연구는 조달청이 운영하는 표준공사비 코드체계를 국토교통부가 운영하고자 하는 WBS체계와 연계하여 건설생애주기 관점의 공사비 추적 및 활용방안에 대해 검토하였음.
- 이 연구 결과는 향후 공사비를 산정할 때 조달청의 CBS 기반으로 작성된 공사비 내역을 별도의 변환과정 없이 활용할 수 있게 되어 조달청 표준공사코드 사용율을 제고하는데 기여할 것임.
- 또한 토목 유형별 공사비 실적자료를 이 연구에서 제시하고 있는 방법으로 추적하고 시스템으로서 출력이 가능하다면 향후 사용자 관점의 공사비 분석이 가능케 되어 조달청의 대국민 정보 제공 서비스도 확대될 수 있음.
- 아울러, 수요기관이 사업초기 단계부터 합리적인 예산 수립과 운영을 통해 해당 프로젝트의 효율을 극대화하는데 기여할 수 있을 것임.

< 참고문헌 >

1. 국토교통부, 국도건설공사 설계실무 요령, 2016
2. 국토교통부, 국토교통부고시 제2020-503호 「철도의 건설기준에 관한 규정」, 2020
3. 국토교통부, 「철도건설법」, 2017
4. 국토교통부, 「대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법」, 2020
5. 국토교통부, 「도시철도법」, 2020
6. 국토교통부, 「하천법」, 2020
7. 국토교통부, 토목공사 수량산출기준 지침서, 1997
8. 국토교통부, 하천공사 설계기준, 2019
9. 국토교통부, 하천공사 설계실무 요령, 2016
10. 한국개발연구원, 도로 및 철도부문 비용 추정지침, 2015
11. 행정안전부, 「소하천정비법」, 2020
12. 행정안전부, 행정안전부 고시 제2020-53호 「소하천설계기준」, 2020
13. 환경부, 수질환경기준 및 규제기준, 2020
14. 환경부, 「하수도법」, 2020
15. 한국건설기술연구원, 지방국토관리청 건설산업의 작업분류체계 적응방안, 2020
16. 한국환경공단, 하수도시설 표준사업비 산정을 통한 국고지원 적정성 검토, 2015
17. 조달청, 공사비정보광장(<http://pcae.g2b.go.kr>)
18. 조달청, 통합공사원가계산프로그램(<http://pccs.g2b.go.kr:8780/pccos/index.do>)

＜ 부 록 ＞

도로분야 유형별 공사비 산정을 위한 실태조사 대상 리스트

(단위 : 백만원)

공사관리번호	공사명	공사비
1600229-00	제2안민터널 건설공사	34,257
1600487-00	김천시 국도대체우회도로(옥륜~대룡) 건설공사	33,165
1600932-00	보령-부여 도로건설공사	94,564
1601624-00	충청내륙고속화(제1-2공구) 도로건설공사 영동-보은 도로건설공사	48,369
1601625-00	남일-보은(제2공구) 도로건설공사	129,097
1601963-00	한기리-교리 국도건설공사	33,591
1602468-00	전주시관내 국도대체우회도로(용진-우아1) 건설공사	33,614
1602573-00	경주시 국도대체우회도로(상구~효현) 건설공사	99,788
1603521-00	청주시 국도대체우회도로(북일-남일1) 건설공사	131,537
1603522-00	안동-영덕 국도건설공사	108,531
1604595-00	천안시 국도대체우회도로(서북-성거) 건설공사	49,394
1604658-00	진도 포산-서망 도로시설개량공사	146,388
1700064-00	충청내륙고속화(제1-2공구) 도로건설공사	59,025
1700103-00	충청내륙고속화(제1-1공구) 도로건설공사	93,433
1700698-00	고성-통영 국도건설공사	142,901
1700699-00	청도-밀양2 국도건설공사	103,493
1701370-00	삼자현터널 국도건설공사	54,147
1701555-00	국립생태원-동서천IC등 2개소 도로건설공사	36,155
1701658-00	단양~영월 도로건설공사	130,436
1701826-00	국도59호선 남면-정선1 도로건설공사(1차)	50,406
1702508-00	영양-평해 국도건설공사	118,013
1703448-00	고창 해리-부안 도로시설개량공사	48,118
1703584-00	안동시 관내 국도대체우회도로(용상-교리1) 건설공사	110,911
1703585-00	안동시 관내 국도대체우회도로(용상-교리2) 건설공사	134,942
1800210-00	구미국가산업단지 제5단지 진입도로건설공사(1공구)	40,072
1800795-00	국도42호선 정선-북면간 2차로 시설개량공사	104,354
1801091-00	충청내륙고속화(3공구) 도로건설공사	130,814
1801092-00	충청내륙고속화(2공구) 도로건설공사	78,686
1801560-00	국도5호선 춘천-화천1 도로건설공사	38,166
1801561-00	국도5호선 춘천-화천2 도로건설공사	56,425
1801562-00	국도5호선 춘천-화천3 도로건설공사	119,422
1801937-00	계룡시 국도대체우회도로(연산-두마) 건설공사	105,873
1802913-00	청량-옥동 국도건설공사	121,289
1803306-00	국도31호선 장안-서생 이설공사	35,277
1803545-00	포항-안동2(1공구) 국도건설공사	70,717
1803546-00	포항-안동2(2공구) 국도건설공사	81,705
1803546-00	포항-안동2(2공구) 국도건설공사	81,705
1804918-00	순천 벌교-주암(3-1공구) 도로확장공사	51,494
1804919-00	순천 벌교-주암(3-2공구) 도로확장공사	49,794
1900116-00	전주시관내 국도대체우회도로(용진-우아2) 건설공사	99,328
1902017-00	팔당대교-와부 도로건설공사	68,354
1902076-00	화순 동면-순천 주암 도로시설 개량공사	98,631
1903610-00	국도42호선 횡성 안흥-방림2 도로건설공사	141,170
1903611-00	국도42호선 횡성 안흥-방림1 도로건설공사	93,661
2000012-00	국도31호선 양구-원통 도로건설공사	48,609