

# 디지털 건설환경을 위한 작업분류체계 공사비 관리체계 개선

김성진\*<sup>1</sup>, 옥 현\*<sup>2</sup>

## Improving Construction Cost Management System based on Work Breakdown Structure for Digital Construction Environment

Seong-Jin Kim\*<sup>1</sup>, Hyun Ok\*<sup>2</sup>

---

본 논문은 국토교통부에서 지원한 건설사업정보화(CALS) 사업(24 건설사업정보시스템 운영 및 기능개선)으로 수행되었음

---

### 요 약

건설공사는 기획·설계 단계에서부터 유지보수단계까지 공통된 건설데이터 공유체계로 기존 공사비관리체계인 내역체계(CBS)를 그대로 적용중인 현상이 대다수인 실정이다. 이로 인해 입찰·계약단계에서부터 설계·시공 단계까지의 공사비 관리체계가 서로 상이하어 건설현장은 단계별로 공사비를 관리함으로써 불필요한 이중업무가 발생하게 된다. 본 논문은 일반국도 건설공사를 대상으로 작업분류체계(WBS)를 토대로 설계·시공단계에서 활용되는 WBS 기반의 공사비 데이터 체계를 입찰·계약단계에서의 공사원가호환규정(C3R)과 연계·활용할 수 있도록 표준공사코드체계와 작업분류체계간의 비교를 통해 매핑관계를 제시하고, 그 기반하에 정보시스템을 구현하였다. 그 결과, 건설단계별 공사비 연계가 가능해져 효율적인 공사관리 환경을 마련하였다.

### Abstract

The majority of construction sites are currently applying the existing construction cost management structure, CBS, as a common construction data sharing system from the construction planning and design stage to the maintenance stage. As a result, the construction cost management structures from the bidding and contract stage to the design and construction stage are different, and construction sites manage construction costs by stage, resulting in unnecessary double work. This study aimed to present a mapping relationship between C3R and WBS so that Construction Cost Data Structure based on WBS used in the design and construction stages for general national road construction projects can be linked and utilized with C3R in the bidding and contract stages, and an information system was constructed based on this. As a result, construction costs can be linked at each construction stage, creating an efficient construction management environment.

### Keywords

wbs, c3r, cbs, construction cost data, digital construction

---

\* 한국건설기술연구원 수석연구원(\*<sup>1</sup> 교신저자)  
- ORCID<sup>1</sup>: <https://orcid.org/0009-0008-4975-4045>  
- ORCID<sup>2</sup>: <https://orcid.org/0000-0001-5938-350X>

· Received: Nov. 15, 2024, Revised: Dec. 23, 2024, Accepted: Dec. 26, 2024  
· Corresponding Author: Seong-Jin Kim  
Dept. of Future & Smart Construction Research  
Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology  
Tel.: +82-31-910-0039, Email: [sjkim72@kict.re.kr](mailto:sjkim72@kict.re.kr)

## 1. 서 론

디지털전환이 사회 각 분야에 광범위하게 도입되고 있다. 공공 건설사업도 기존 업무형태에서 벗어나 디지털화를 위해 변화하고 있는 중이다. 건설분야에서의 디지털전환은, 기존에 분석하기 어려운 부분을 보다 자유롭게 분석·활용할 수 있는 토대를 마련하여 현업에서 효율적이고 효과적인 업무처리가 가능하도록 하는데 목적이 있다.

건설분야에 문서, 도면 등을 디지털화하고 추출된 텍스트가 의미론적으로 분류가 되는 전처리과정을 거치며, AI(Artificial Intelligence) 분석이 가능하게 된다. 설계도면의 표제부 정보를 추출하여 건설 단계별·분야별·공종별로 보다쉽게 검색할 수 있거나, 도면 내의 철근재료 내용을 추출하여 철근 소요량 자동 계산과 송장별 총괄내역서 자동 작성·전송이 가능할 수 있다. 또한, 건설현장에서 실시하는 품질검사서 수기로 작성된 결과 내용을 자동으로 시스템에 등록할 수 있으며, 품질검사 성적서 정보를 추출하여 데이터 저장·검색이 가능하다.

그러나, 공정·공사비 관점에서의 디지털 전환은 텍스트 추출만으로는 해결될수 없는 관리방식 자체의 개선이 필요하다. 기존 관리방식인 비용분류체계(CBS, Cost Breakdown Structure)로 관리되던 방식에서 작업분류체계(WBS, Work Breakdown Structure)로 점차 전환중에 있다.

CBS는 원가를 구성하는 내역항목에 의해 분류된 체계이며, 공종별 또는 자재별 규격, 단위, 물량, 단가 정보를 포함하고 있다.[4] WBS는 목적물을 공간별, 부위별로 분류하고 시설물 완성에 필요한 세부공종과 내역을 결합시키는 정보 분류체계로 시설·공간·부위로 구성되어 있는데, 현재 도로분야 작업분류체계(WBS)는 7레벨로 구성되어 있다.

CBS는 비용관점에서 개략적인 공정·공사비를 파악할수 있다면, WBS는 세부 작업단위까지의 공정·공사비를 파악할 수 있으며 건설정보모델(BIM, Building Information Modeling)과 연계하여 공정진행사항을 3차원 모델로 구현할수 있다. 그러나, 설계·시공단계에서 활용되는 WBS 공사비체계는 입찰·계약단계에서 활용되는 공사원가호환규정(C3R, Construction Cost-accounting Compatible Regulations)

과 호환이 되지 않아 건설 단계별로 공사비관리체계를 별도로 관리·운영되고 있는 실정이다.

따라서, 본 논문은 일반국도 건설공사를 대상으로 작업분류체계(WBS)를 토대로 건설공사비 데이터를 공동 연계·활용할 수 있도록 WBS-CBS 내역체계와 WBS-C3R 매핑관계를 마련하고, 그 기반하여 정보시스템을 구현하였다.

## II. 관련 연구

H. S. Yoon et al.은 도로건설사업을 대상으로 설계사에서 작성한 작업분류체계(WBS) 기반 공사비 정보를 시공사까지 활용할 수 있도록 작업분류체계 공사비 작성을 위한 지원도구를 제시하였다[1].

J. H. Ahn은 BIM 기반 건설 프로젝트에서의 공정·공사비 통합관리의 효율화를 위해 BIM모델의 수량산출에 관한 방법을 제시하고, BIM 데이터의 유형 정의를 통해 프로세스 모델을 제시하였다. 설계 단계에서 생성된 BIM 모델로부터 모델정보를 추출하고, 각 공종별 물량을 산출하면, 산출된 데이터는 견적단계에서의 내역작성에 활용되며, 이후 공정관리 단계에서 비용과 일정이 통합된 도급내역관리가 가능하다. 이러한 과정을 거쳐 최종적으로는 객체정보를 포함하는 BIM기반의 원시산출정보를 활용하여 시각화 및 공정·공사비 통합관리 5D(Dimension) 시뮬레이션이 가능한 점을 제시하였다[2].

J. S. Won et al.은 BIM 적용과 운영을 위한 기준, 시스템 개발 등 대비가 필요하여 하천분야 IFC(Industry Foundation Classes) 기반 스키마 확장을 위해 하천시설 표현을 위한 IFC 확장 개발방안을 제시하고, 하천 WBS를 분석하여 확장할 구성요소를 도출하고 IFC 스키마 상위 구조에 맞게 분류하였으며, 분류한 하천시설 구성요소를 IFC 클래스 위계와 구성에 맞게 배치하여 하천 IFC 스키마 상위 구조 확장안을 제시하였다[3].

J. K. Yang et al.은 건설사업관리에서 작업분류체계(WBS)와 조직분류체계(OBS, Organization Breakdown Structure)의 활용도 제고를 위하여 AHP 중요도 분석 등을 실시하여 건설사업관리자(CMr, Construction Manager)가 적용할 수 있도록 WBS와 OBS의 표준화와 연계 방안을 제시하였다[4].

E. H. Kim는 아파트 건설사업에서 작업분류체계 기반의 작업 상세내용 텍스트 데이터를 이용하여 WBS의 최하위 계층을 구성하는 작업패키지를 이루는 위치 정보와 공종 정보를 머신러닝 기술을 활용하여 자동 분류한 후, 그 결과를 검증하기 위하여 다양한 평가방법을 제시하였다[5].

S. H. Choi은 하이테크 산업의 공장건설을 위해 CBS-WBS 연관관계를 조사한 후 프로젝트별 상이한 공사비 체계를 표준화하고 이를 기반으로 3차원 사업비 DB(Database)를 구성하여 개선견적모델을 개발하고 신뢰도 평가모델을 제시·검증하였다[6].

S. K. Lee은 건축분야의 단계별로 BIM 모델을 각각 생성하지 않고 하나의 BIM 모델을 통해 활용할 수 있도록 구상하였다. 예로서, 설계·시공 BIM과 견적 BIM의 분리는 견적이 필요할 때마다 견적 BIM을 별도로 구축해야 하기 때문에 활용도가 떨어질 수 밖에 없다. 따라서, 견적 BIM의 통합을 위해 각 건설단계에 필요한 OBS를 규정하고, 규정된 OBS를 바탕으로 WBS 및 CBS와의 연계방안을 제시하였다[7].

J. H. Won은 건축물 화재안전 유지관리를 위해 WBS 기반 IFC 스키마를 사용하여 건축물 안전 구성요소를 도출하고 확장방법을 제시하고 검증하였다. 이를 위해 IFC 스키마를 수정·검증 및 확장 방안을 테스트하고 속성·관계정보 등을 사용자정의 IFC 뷰어를 활용하여 검증함으로써, BIM 기반 건축물 안전관리시스템 개발을 위한 IFC 확장성을 제시하였다[8].

이와 같이, 기존 논문은 WBS를 기반으로 IFC BIM 체계로 전환하는 방안을 제시하거나 CBS를 WBS 및 OBS로 전환하는 방안을 제시하였다. 건설 공사의 설계단계 또는 시공단계에서 기존 내역서인 CBS체계와 WBS체계 상호간에 호환되도록 매핑을 마련하고, BIM과의 확장성을 검토한 내용이다. 그러나, 대부분의 국토건설공사의 경우 현실적으로 WBS 체계 적용이 어려워 기존 방식인 CBS로 운영하고 있는 실정이다. 그 이유로, 설계사는 설계 도중에 공간·부위 등이 포함된 WBS 기반의 내역서를 작성·검토하지만, 설계가 완료되면 공간·부위가 제외된 CBS 체계의 내역서로 발주청에 납품하며, 시공입찰

을 위해 C3R 체계의 내역서로 다시 작성·제출하는 이중 업무를 수행하고 있다. 또한, 입찰이후, 시공사는 C3R 체계로 된 내역서를 토대로 실제 공정에 따른 수량산출 등 물량분개를 통해 WBS 기반으로 공정·공사비를 관리한다. 이처럼 설계사와 시공사 모두 건설 공사비 데이터간의 교환·공유가 이루어지지 않아 이중 업무가 발생하고 있는 실정이다.

따라서, 본 논문은 C3R 체계 내에 WBS 체계가 반영될 수 있도록 개선하고 C3R과 WBS의 공종별 비교 매핑환경을 마련하고 이를 토대로 불일치 공종을 조사하는 등 상호공유환경을 마련하고 관련 정보시스템을 구현하였다.

### III. 입찰·계약 공사비 데이터체계와 연계

WBS는 목적물을 공간별, 부위별로 분류하고 시설물 완성에 필요한 세부공종과 내역을 결합시키는 정보 분류체계로서 계층구조화되어 있다. 그림 1은 도로분야의 WBS 정보분류체계 중 일부로서, 구조물 중에서 교량공에 해당되는 정보분류체계이다.

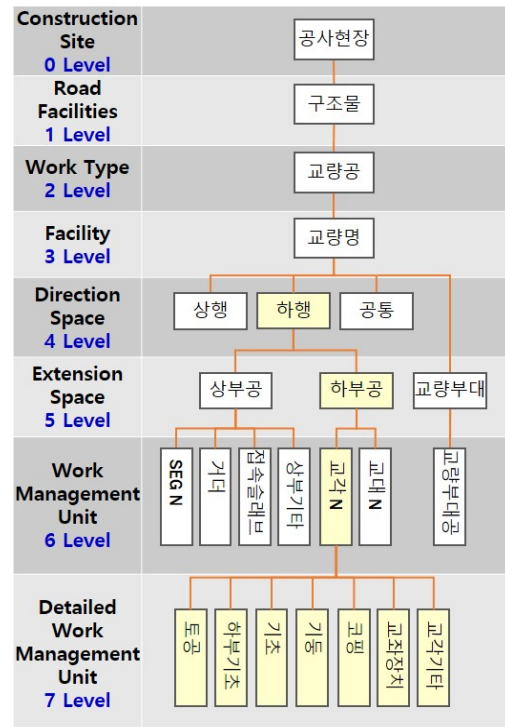


그림 1. 도로분야 WBS 일부 예  
Fig. 1. Some examples of WBS in the road sector

WBS는 국도 건설공사 설계 실무요령에 근간을 두고 적용되는 부분이며, 조달청 표준공사코드는 C3R에 따라 적용된다.

C3R은 조달청 공사원가통합관리시스템과 시중 시설공사 원가관리 응용 프로그램 및 각 수요기관의 시설 원가관리 업무시스템 간의 데이터 호환 규정을 정의한 문서로 그림 2와 같이 4가지 구조로 구성된다.

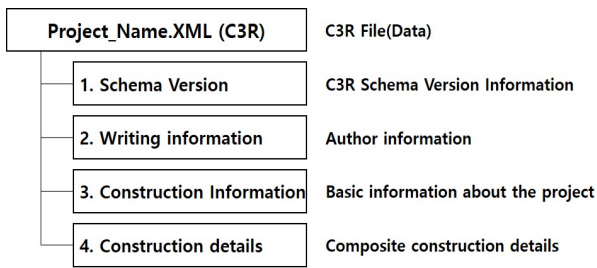


그림 2. 공사원가 호환 규정 구조  
Fig. 2. structure of the construction cost compatibility regulations

첫째, 스키마 버전은 마크업 언어인 XML (eXtensible Markup Language)을 통해 구조화하여 설계된 문서로서 XML 스키마 문서를 통해 공사원가 호환 규정의 구조를 정의하며, 정의된 XML 스키마 문서는 지정 정보 처리장치에 공지된다. 공사원가 호환 데이터 파일을 작성할 때 반드시 게시된 XML 스키마 버전을 통해 공사원가 호환 규정의 유효성을 검토하여 유효한 파일만 작성하여야 한다. 스키마 버전은 type 이외의 정보는 별도의 제약 없이 작성되며, 업데이트 항목으로는 공사 구분 추가, 내역 구분 추가, 제경비 항목 추가, 인도조건 코드 수정(삭제, 추가), 작업분류체계 반영, 조달청 산출내역서 파일 구조 설명 추가 등이 있다[9].

둘째, 작성정보는 작성업체명, 프로그램명, 프로그램 버전 별로 각각의 type과 제약이 존재하고 파일 제작일의 경우 별도의 제약은 없다. 파일 검증 여부에서는 조달청 C3R 검증사이트를 통해 검증 완료가 된 파일에는 'true'를 기록하고 검증받지 않은 파일에 대해서는 'false'로 기록한다.

셋째, 공사정보는 그림 3과 같이 해당 공사의 기본정보를 담고 있으며 기계경비 산출, 건축공사 사업내용으로 구성된다.

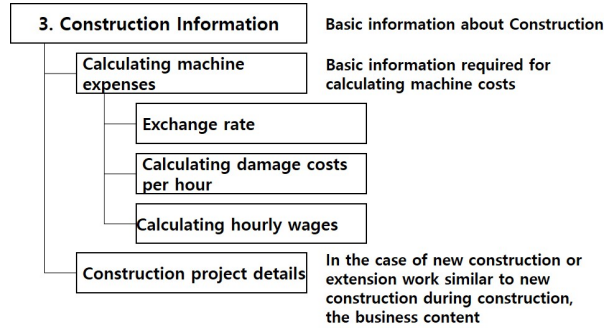


그림 3. 공사정보 구조  
Fig. 3. structure of construction information

넷째, 공사내역서는 단일공사내역서와 공사 제경비로 구성되며, 단일공사내역서는 단일공사정보, 내역서, 일위대가, 중기 단가 산출, 기계경비, 자재비, 노무비, 경비 항목, 실적단가, 제경비로 구성된다. 공사내역서는 C3R 체계의 내역서로 작성되는 구조이다.

이러한 C3R 체계에 따라 WBS 체계와의 연계성을 검토한 결과, 그림 4와 같이 C3R 체계 내에 WBS 체계가 반영될 수 있도록 공사정보 항목 내에 작업분류정보를 추가하고, 공사내역서에 WBS 체계의 내역서가 포함될 수 있도록 환경을 마련하였다.

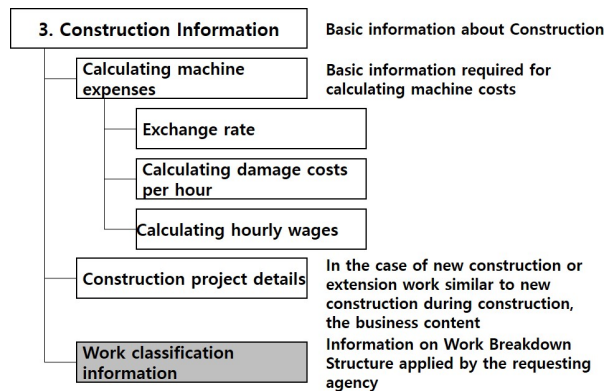


그림 4. 개선된 공사정보 구조  
Fig. 4. structure of the revised construction information

그림 4와 같이 공사정보 내에 작업분류정보를 구성하고 그 내용으로 수요기관에서 적용한 작업분류 기준, 단계, 분류 정보를 담을 수 있도록 구성하였다. 또한, 실질적인 내역서 부분은 공사내역서 내에 WBS 기반의 세부공종별 식별번호, 수량, 일자, 작업예정일수 등을 담을 수 있도록 구성하였다.

그림 5는 공사내역서 내에 WBS 세부공종별 코드의 매핑관계를 나타낸 것이다. C3R 체계와 WBS 체계의 상호 정보연계를 위해 각 코드간의 매핑이 제대로 이루어져야 한다.

C3R 체계의 세부 공종코드는 표준공사 코드체계를 따르며, 영문 대문자와 숫자의 조합으로 열두 자리를 구성되어 있다.

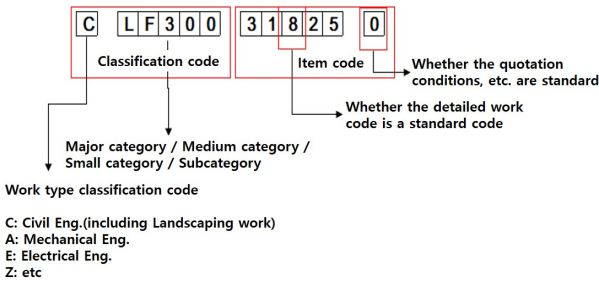


그림 5. 세부 공종 코드 분석내용  
Fig. 5. Detailed work code analysis contents

앞의 여섯 자리 코드는 분류 코드이며 첫번째 자리는 공종을 구분하는 코드로 사용된다. 공종 구분 코드는 C(토목공사, 조경공사 포함), A(건축공사), M(기계공사), E(전기공사), Z(기타공사)로 구분된다. 두 번째 자리부터 여섯번째 자리는 분류를 나타내며 각각은 대분류·중분류·소분류·세분류·세세분류로 구성되어 있다. 뒤 여섯 자리 코드는 항목 코드로서, 비규격화한 항목의 경우 세 번째 코드인 ‘세부 공종 코드의 표준코드 여부’를 N으로 작성하며, 한 공사에서 작성되는 산출 근거가 다른 항목은 열번째, 열한번째 자리에 일련번호를 부여하여 구분하고 있다.

이와 달리, WBS 레벨은 7단계로 나뉘어 있으며 총 코드는 38자리로 구성되어 있다. 표 1은 WBS 코드체계를 나타낸 것이다.

표 1. WBS 7단계 코드체계 예  
Table 1. WBS 7-step code system example

Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5
F1101	도로	11 토공	F11120 본선	S311000 공통
			S1618NN	구간명

Step 6	Step 7	WBS Code
E01001	01 토사	F110111F11120S311000S1618NNE0100101
	02 리핑암	F110111F11120S311000S1618NNE0100102
	03 발파암	F110111F11120S311000S1618NNE0100103
	04 총따기	F110111F11120S311000S1618NNE0100104

1단계는 공사 유형을 확인할 수 있는 코드로 총 6자리로 구성되어 있으며, 도로, 하천, 항만 등 공사 유형을 나타낸다.

2단계는 공종 분류를 확인할 수 있는 코드로 총 2자리로, 토공, 배수공, 구조물공 등의 내용으로 구성되어 있다.

3단계는 비선형적 공종과 같은 시설물을 확인할 수 있는 코드로 총 6자리로, 공사 유형이 도로일 경우 본선, 지선, IC 등의 내용으로 구성되어 있다.

4단계는 방향을 확인할 수 있는 코드로 총 8자리로, 공사 유형이 도로일 경우 공통, 상행, 하행 등의 내용으로 구성되어 있다.

5단계는 해당 구간에 대한 명칭을 확인할 수 있으며 총 8자리로, 공사 유형이 도로일 경우 구간명, 램프 명, 도로명 등의 내용으로 구성되어 있다.

6단계는 작업관리 단위에 해당하는 정보로 공사에서 발생하는 일위대가를 확인할 수 있는 코드이며 총 6자리로, 부지 준비, 흙막기, 흙 운반 등의 내용으로 구성되어 있다.

7단계는 일위대가 상세 내용에 관한 정보를 확인할 수 있는 코드로 총 2자리로, 기존 구조물 깨기, 표토제거 등의 내용으로 구성되어 있다.

본 논문은 WBS와 C3R 체계를 분석하여 입찰계약단계와 설계시공단계 간의 공사코드체계가 상이하여 공종별로 비교 후 매핑하였다. 표 2는 WBS를 기준으로 한 공종별 매핑관계도를 나타낸 것이다.

표 2. WBS기반 내역서와 공사표준코드 간의 데이터 매핑 관계도 예

Table 2. Example of data mapping relationship between WBS-based details and construction standard code

No.	Bidding contract stage	Design/construction stage	Work type	standard
4.B			P.S.C BEAM교	
4.B.01			토공	
4.B.01.a			구조물 터파기	기계100%
4.B.01.a-1	CDE100111100	W2131000001	육상토사	0-4m
4.B.01.a-10	CDE200121600	W2132000012	육상리핑암	4m이상
4.B.01.a-11	CDE320200000	W2133000011	육상발파암	0-4m
4.B.01.a-12	CDE340200000	W2133000012	육상발파암	4m이상
4.B.01.a-13	CDE100131100	W2131000021	수중토사	0-4m
4.B.01.a-14	CDE100132300	W2131000022	수중토사	4m이상
4.B.01.a-2	CDE100111600	W2131000002	육상토사	4m이상
4.B.01.a-3	CDE200111100	W2132000001	육상리핑암	0-4m
4.B.01.a-4	CDE200111400	W2132000002	육상리핑암	4m이상
4.B.01.a-5	CDE300111400	W2133000001	육상발파암	0-4m

예로서, 규격이 4m<sup>2</sup> 이하의 육상토사에 대한 공종코드가 입찰계약단계에서는 CDE100111100로 사

용되고 설계시공단계에서는 W213100001로 사용되었는데, 동일한 공종에 상이한 코드체계를 상호 매핑시켰다. 그림 6은 WBS와 C3R 간의 공종코드 연계를 보다쉽게 처리하기 위해 개발한 화면이다.

WBS				Public Procurement Service Construction Information			
Code	Work Item	Standard	Unit	Code	Work Item	Standard	
	도굴						
	기온구도물배기						
	무관콘크리트배기	기체 100%					
W1821400001	무관콘크리트배기	T=30cm이만		CDC120100000	무관콘크리트배기	T=30cm이만(기체100%)	
W1821400002	무관콘크리트배기	T=30cm이상	㎡	CDC120200000	무관콘크리트배기	T=30cm이상(기체100%)	
W1821300001	철근콘크리트배기	기체 100%					
W1821300002	철근콘크리트배기	T=30cm이만	㎡				
	석축쌓기		㎡				
	석축쌓기 배방기	횡강아=60cm	㎡				
	석축쌓기 배방기	횡강아=60cm	㎡				
W1827100001	석축쌓기 배방기	기체	㎡	CDC320000000	석축쌓기	배방기(기체)	
	기준표장배기						

그림 6. 공종코드 매핑 화면 예  
Fig. 6. Example of a work code mapping screen

입찰·계약단계와 설계·시공단계에서의 활용되는 공종이 상이하어 공종코드 연계만으로 100% 연계가 되지 않는다. 본 논문은 C3R 체계와 WBS 체계의 세부공종 및 공종코드를 매핑한 결과, 1318개 공종 중에서 대부분의 공종은 매핑되어 활용될수 있으나, 9.2%인 121개 공종은 매핑되지 않는 것을 확인하였다. 그 원인으로, 공종명 또는 세부 규격이 상이한 경우로서, 공종이 새롭게 생성되면 즉각적으로 반영되기 어려워 건설사 자체적으로 또는 업계 통상적인 기준으로 공종 또는 규격이 만들어짐으로써 발생한 원인이다. 이를 해결하기 위해 3년마다 개정되는 국토설계실무요령 등에 신규 공종 및 규

격 등을 지속적으로 반영시킨다면, 상호간에 누락되는 공종은 없어질 것으로 예상된다.

#### IV. 설계·시공 공사비 데이터 관리

지금까지 C3R 체계와 WBS 체계의 상호 매핑을 통해 내역서 공종을 일치시켰다. 이러한 WBS 체계를 기반으로 공정과 공사비를 체계적으로 관리하기 위해선 작업단위별로 참여기술자 관리, 시공참여자별 작업내역관리, 작업단위별 일일 작업현황관리, 작업단위별 투입자원(인력·장비·자재)에 대한 관리, 투입자원을 이용한 작업일보체계 관리, 작업단위별 CPM(Critical Path Method) 방식을 이용한 공정계획 관리, 작업단위 기반의 공사비 및 기성관리 등을 수행해야 한다[10].

WBS 기반의 공정·공사비 데이터는 WBS 기반의 시공실명제 도입과 시공과정에서 투입되는 인력·자재·장비 등 자원 관리를 위해 작업일보에 활용되며, CPM 공정관리와 공사비 등 정보관리에 활용된다. 즉, 건설공사는 WBS 정보관리체계에 따라 매일 수행하는 공사를 작업단위별로 인력·자재·장비로 구분하여 투입자원을 입력관리한다. 등록된 투입자원정보를 근거로 일일작업일보를 작성하게 되며, 매일 등록된 공사량을 근거로 월간공정보고를 보고하게 되며, 투입된 공사량만큼 기성을 청구하게 된다.

그림 7은 WBS 공사데이터를 이용한 공정·공사비 통합관리 처리절차를 상세화한 내용이다.

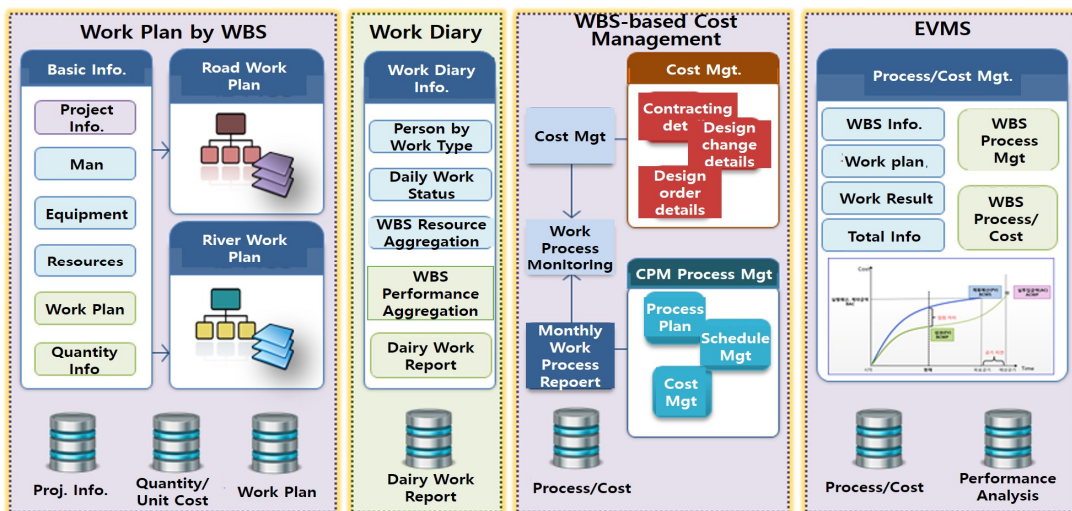


그림 7. WBS를 이용한 공정·공사비 통합관리체계 개념도  
Fig. 7. Conceptual diagram of an integrated process and construction cost management system using WBS

먼저, 사업정보·투입인력·투입장비·투입자원·작업 계획·수량정보 등 세부작업단위별로 투입자원별 작업계획에 대한 정보를 입력한다. 등록된 작업계획에 따라 공종별 담당자·일일작업현황·WBS자원집계·실적집계를 수행한다. 도급내역·설계내역·차수내역정보를 관리하며, 공정계획과 공사비관리를 모니터링한다. 결국, 공정·공사비 통합관리의 최종 목적은 EVMS(Earned Value Management System) 실현으로서, 최적의 공사비 집행과 공정관리를 도모하는 것이다. EVMS는 건설공사의 성과를 평가하고, 진행 상황을 평가하며, 공사 계획과 실제 수행간의 차이를 분석하는 등 시간과 비용을 통합적으로 관리하는 방법론으로서, 공정·공사비 및 기술 측면에서의 목표와 기준을 설정하고, 이에 대하여 실제 성과를 측정·분석하여 문제점 분석 및 만회대책 수립, 향후 예측이 가능하다. 현재의 공사 상황을 토대로 향후 공기 및 공사비를 예측함으로써 최적의 공기와 공사비 하에서 공사를 수행할수 있게 된다.

본 논문은 작업일보를 기반으로 공사참여기술자 투입내역 및 기술자 작업내역 등 체계적으로 관리할 수 있도록 정보환경을 마련하였다.

먼저, 작업일보 관리로서, WBS 기반 작업일보 입력 및 관리방안과 WBS 기반 시공실명제 적용을 위한 WBS 기반 공정별 책임기술자 및 공사참여자 현황 관리기능을 구현하였다. 그림 8은 공사현장의 참여기술자 현황자료를 나타낸 것이다. 공사참여자 실명부를 바탕으로 현장 참여자 현황을 관리하는 화면이다.

□ Process Engineer Input Details										□ Status of on-site construction participants									
[Detailed description of the input details and participant status tables, including columns for name, rank, position, and company.]																			

그림 8. 현장 참여기술자 및 직원 현황  
Fig. 8. Status of on-site participating technicians and staff

그림 9은 현장 참여자 현황 중에서 공정별로 공사참여기술자 투입내역 및 기술자현황을 데이터로 조회·관리하는 화면이다.

Company	Name	Rank	Position	Grade	Certification	Note
건설	장길수	자장	공무담당	토목등급	건축기사	특기사항
건설	백상기	자장	공무담당	토목등급	토목산업기사	
합건설	이준상	부장	공무관리자	건축등급	건축기술사	
건설	김지우	과장	토목담당	토목등급	토목기사	
합건설	김길동	이사	현장대리인	토목등급	토목시공기술	기타
건설	김이상	과장	건축담당	건축등급	건축기사	
합건설	김기홍	과장	토목담당	토목등급	토목기사	
속업세명	참여자명	참여자 직급	참여자 직책	참여자 기술종	참여자 자격사항(예: 토목)	특기사항

그림 9. 공사참여자 현황 관리 화면 예  
Fig. 9. Example of a screen for managing the status of construction participants

그림 10은 현장 참여자 기준으로 작업내역을 관리하는 화면이다. 화면 좌상단의 WBS에 따라 우상단에 각 공종현황이 나타나고, 해당 공종별로 참여하는 참여기술자들이 하단 화면에 나타난다.

No.	Code	Work Item	Standard
1	1.01	기초구조물캐기	
2	1.01.a	무근콘크리트캐기	기계 100%
3	1.01.a.01	W1821400001 무근콘크리트캐기	T=30cm미만
4	1.01.a.02	W1821400002 무근콘크리트캐기	T=30cm이상
5	1.01.b	철근콘크리트캐기	기계 100%
6	1.01.b.01	W1821300001 철근콘크리트캐기	T=30cm미만
7	1.01.b.02	W1821300002 철근콘크리트캐기	T=30cm이상
8	1.01.c	석축쌓기	
9	1.01.c.01	석축쌓기 매쌓기	윗쌓기=60Cm
10	1.01.c.02	석축쌓기 매쌓기	윗쌓기>60Cm
11	1.01.c.03	W1827100001 석축쌓기 잘쌓기	기계

Classification	Company	Name	Rank	Position	Grade	
1	직영	종합건설	이	부장	공무관리자	건축등급
2	직영	종합건설	김	이사	현장대리인	토목등급
3	협력	마건설	김	과장	건축담당	건축등급

그림 10. WBS 기반 참여기술자별 작업내역 화면 예  
Fig. 10. Example of work history screen by participating technician based on WBS

또한, 그림 11은 공정별로 작업량을 관리하는 화면이다. 해당 참여기술자별로 날짜에 따라 작업한 작업량이 화면에 나타난다.

Const. Participants	Work Diary		
	Date	Workload	Worker
<input checked="" type="checkbox"/>	2020-11-05 00	50	김관리
<input type="checkbox"/>	2020-05-06 00	100	김관리

그림 11. WBS 기반 참여기술자별 작업량 관리 화면 예  
Fig. 11. Example of work management screen for each participating engineer based on WBS

이를 통해 취합된 작업량을 근거로 그림 12에서와 같이 작업일보를 자동으로 생성토록 하였다. 현장에서는 매일 작업일보를 수기로 작성하는데, 현장 참여자들의 공종별 작업량 등이 작성되면 자동으로 작업일보가 생성되게 만들어진다.

공사명 :	Const. Name		2020-11-05				
공정 현황		기상현황					
구분	계획	실시	남씨	기온	강우/강선량		
전체	340.67%	340.67%		0.0	0.0		
공사개요 Overview							
작성일	현장관리자	착공일	종공일	작업일수			
2020-11-05	김관리	2018-07-01	2018-12-31	858			
1. 주요작업현황 Main Work Status							
공종	단위	실계량	작업량		공정율(%)		작업일지 및 기타사항
			금회	누계	금회	누계	
토공	식	150	51	311	34.00	207.33	
비탈면안정공	식	0	0	0	0.00	0.00	
배수공	식	0	0	200	0.00	0.00	
구조물공	식	0	0	0	0.00	0.00	
지하자도공	식	0	0	0	0.00	0.00	
터널공	식	0	0	0	0.00	0.00	
포장공	식	0	0	0	0.00	0.00	
교통안전시설공	식	0	0	0	0.00	0.00	
부대공	식	0	0	0	0.00	0.00	
관리시설공	식	0	0	0	0.00	0.00	
계	식	150.0	51.0	511.0	34.00	340.67	
2. 작업사항 Work details							
구분	금원 작업내용		명원작업내용				
인정	무근콘크리트개기 10m3		무근콘크리트개기15m3				
기타	중장비		중장비 사용				

그림 12. WBS 기반 작업일보 자동 생성 화면 예  
Fig. 12. Example of automatic creation screen of work report based on WBS

작업일보상에 작업량을 근거로 공정율을 산정하기 위해서는 그림 13과 같이 WBS 기반의 공정계획과 실적관리를 수행할 수 있도록 작업단위별 액티비티를 생성하고 기간을 산정하도록 구성하여야 한다.

ID	Work	Cost	Planned Start Date	Planned End Date	Planned Period	Start Date	End Date	Period	Progress Rate
1	도로	0	2018-07-01	2018-12-31	131	2018-07-02	2018-09-21	60	40
2	토공	0	2018-07-01	2018-12-31	131	2018-07-02	2018-09-21	60	50
3	분선	0	2018-07-01	2018-12-31	131	2018-07-02	2018-09-21	60	0
4	공통	0	2018-07-01	2018-12-31	131	2018-07-02	2018-09-21	60	0
5	토공 분선구간	0	2018-07-01	2018-12-31	131	2018-07-02	2018-09-21	60	0
6	부지준비	0	2018-07-01	2018-12-31	131	2018-07-02	2018-07-13	10	87
7	기존구조물개기	0	2018-07-01	2018-12-31	131	2018-07-02	2018-07-13	10	214.00
8	표트제거	0	2018-07-01	2018-12-31	131	2018-07-02	2018-07-02	1	0
9	별개제근 및 가로	0	2018-07-01	2018-12-31	131	2018-07-02	2018-07-02	1	0
10	부지준비 기타	0	2018-07-01	2018-12-31	131	2018-07-02	2018-07-02	1	0
11	흙꺾기	0	2018-07-01	2018-12-31	131	2018-07-16	2018-08-10	20	0
12	토사	0	2018-07-01	2018-12-31	131	2018-07-16	2018-08-10	20	0
13	리핑업	0	2018-07-01	2018-12-31	131	2018-07-16	2018-07-16	1	0

그림 13. WBS 기반 계획/실적 공정율 화면 예  
Fig. 13. Example of WBS-based plan/performance progress rate screen

그림 14는 WBS 기반 각 공정별 계획 시작일자 와 종료일자, 공사시작일자와 종료일자 등을 지정할 수 있도록 구현하고 상위 공정을 지정하여 CPM 방식의 공정계획을 관리할 수 있도록 하였다. 또한, WBS 기반 공정관리를 통한 공사비, 기성관리가 가능할 수 있도록 진행률을 입력하여 계획 공정에 대비하여 진행 현황을 모니터링하며 WBS 기반 작업 일보의 작업 수량 누계와 공정관리의 진행 수량과 연계하여 공정·공사비 통합관리체계를 마련하였다.

또한, 작업일보 내 건설데이터를 기반으로 월간 보고, 기성, 설계변경 등 공정·공사비 통합 관리할 수 있는 토대를 마련하였다.

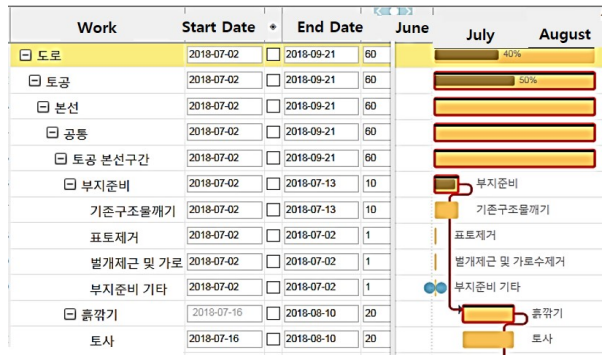


그림 14. WBS 기반 CPM방식을 이용한 주공정 화면 예  
Fig. 14. Example of a main process screen using the WBS-based CPM method

본 논문을 통해 설계·입찰·계약·시공단계가 건설 공사비 데이터의 단절없는 교환·공유환경을 마련하였다. 그 결과, 설계사는 설계용역이 완료된 이후, 별도의 C3R 체계의 내역서를 작성·제출하는 수일간 소요되는 작성업무가 경감되고, 시공사는 입찰·계약 이후 최소 1~2달 소요되는 물량분개 작업이 50% 이상 업무량이 줄어들 것으로 예상된다. 또한, 설계 단계에서 입찰·계약을 거쳐 시공이 완료될 때까지 공사비 변경추이를 세부 공종별로 분석할 수 있는 토대가 마련하였다. 이를 기반으로 건설공사의 개략 공사비 검토 등 다양한 분야의 공사비 분석 연구에 기초자료로 활용될수 있을 것으로 예상된다.

## V. 결 론

건설공사에서 공사비정보와 일정정보는 사업의 성과를 결정짓는데 중요한 요인으로 작용한다.



디지털 건설관점에서 공사비 데이터의 공동 활용을 위해 표준화된 체계가 필요하다. 그러나 국내 실정은 공사비가 내역체계 기반으로 관리됨에 따라 설계사에서 작성되어 시설·부위·공간 등의 정보를 갖고 있던 수량정보가 내역체계 기반으로 전환되면서 정보들을 상실하고 시공사에서 물량분개라는 별도의 작업을 통해 다시 시설·부위·공간 등의 정보를 부여하는 이중업무가 발생하고 있다.

이에 본 논문은 도로분야 사업을 대상으로 작업분류체계(WBS)를 토대로 건설공사비 데이터를 공동 연계·활용할 수 있는 체계를 마련하고 건설현장에서 사용가능한 정보시스템을 구현하였다. 즉, 설계·시공단계에서 활용되는 작업분류체계(WBS) 기반의 공사비 데이터 체계를 입찰·계약단계에서의 C3R 호환 규정과 연계·활용할 수 있도록 하였다.

표준공사코드체계와 작업분류체계간의 비교를 통해 매핑관계를 마련하고, 공사비 데이터 호환, 공사 표준코드 연계, WBS-CBS 연계 공사비 내역관리, 기초자원을 적용한 공사 관리 등을 시스템화하였다.

이를 통해 내역정보와 공정정보의 연계가 실현되고, 효율적인 공사비 관리의 기반을 제공할 수 있게 되었다. 일반국도 건설공사의 입찰·계약과 설계·시공단계 간의 공사비 데이터 연계가 가능해지고 동일한 WBS 내역서의 유통 및 시공을 위한 별도의 WBS 내역작성이 불필요해져 설계·시공 데이터를 이중으로 작성하던 업무가 하나로 통일되어 건설사의 업무 부담이 경감될 것으로 예상된다. 또한, 표준공사코드 사용에 따른 데이터 공유환경 조성으로 공사비 분석 및 예측 등 공사비 데이터를 활용할 수 있게 되었다.

아울러, 설계·입찰·시공 등 공사비 데이터의 축적으로 유사 공공 건설사업 수행 시 기획 단계에서의 예산 수립 및 개략사업비 예측·산정 등 공사비 산정업무에 활용되며, 데이터를 기반으로 공정계획, 공사비, 기성, 설계변경 등 효율적인 공사관리에 활용될 것으로 기대된다.

## References

- [1] H. S. Yoon, J. S. Moon, S. J. Kim, and C. H. Han, "Development of Supporting tool for WBS-based cost", Annual Conference of KIPS, Vol. 18, No. 2, pp. 1430-1432, Nov. 2011. <https://doi.org/10.3745/PKIPS.y2011m11a.1430>.
- [2] J. H. Ahn, "A Study on the BIM based Schedule and Cost Integrated Management System", Dept. of Construction Management, Hanyang University Master's thesis, pp. 11-19, Feb. 2012.
- [3] J. S. Won, J. Y. Shin, H. S. Moon, and K. B. Ju, "The Development Method of IFC Extension Elements using Work Breakdown Structure in River Fields", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 19, No. 4, pp. 77-84, Apr. 2018. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.4.77>.
- [4] J. K. Yang, B. R. Seo, and S. B. Lee, "A Study on the Practical Utilization Analysis and Linkage Scheme of WBS and OBS from the Construction Manager (CMr) Perspective", Korean Journal of Construction Engineering and Management, KICEM, Vol. 21, No. 3, pp. 57-64, May 2020. <http://dx.doi.org/10.6106/KJCEM.2020.21.3.057>.
- [5] E. H. Kim, "Automatic Classification on the Work Breakdown Structure of Apartment Construction Projects : A Machine Learning Approach", Dept. of Applied Data Science, Sungkyunkwan University Master's thesis, Oct. 2022.
- [6] S. H. Choi, "A Cost Estimating Model for the High-Tech Industrial Facilities Construction based on the Three-dimensional Cost DB", Sungkyunkwan University Ph.D dissertation, pp. 45-71, Apr. 2022.
- [7] S. K. Lee, "A Study on the Integrated Management of 4D and 5D by Introducing BIM Object Classification Systems, Department of Architectural", Civil and Landscape, Hanyang University Master's thesis, Aug. 2023.
- [8] J. H. Won, "IFC Standard Expansion through WBS for Building Safety Management Simulation, Department of Architecture", Kyungbook National

[1] H. S. Yoon, J. S. Moon, S. J. Kim, and C. H.

University Master's thesis, pp. 13-38, Dec. 2012.

[9] C3R Schema Information,  
<https://npccs.g2b.go.kr:8785/portal/bbs/dta/bbsForm.do>  
[accessed: Dec. 27, 2024]

[10] Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, "22 Operation and Technical Improvement of Construction CALS System(1)", Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Dec. 2022.

### 저자소개

김 성 진 (Seong-Jin Kim)



1995년 2월 : 계명대학교

산업공학과(공학사)

2001년 2월 : 계명대학교

산업공학과(공학석사)

2001년 4월 ~ 현재 :

한국건설기술연구원 수석연구원

관심분야 : 블록체인, 건설AI,

빅데이터, 공정관리, 공공플랫폼

옥 현 (Hyun Ok)



1997년 2월 : 광주대학교

건축공학과(공학사)

2000년 2월 : 동국대학교

건축공학과(공학석사)

2000년 4월 ~ 현재 :

한국건설기술연구원 수석연구원

관심분야 : 건설정보표준, 공정·

공사비(WBS), 건설정보모델(BIM)