

# BIM 모델을 활용한 2D 전자도면 대체 가능성 분석

## -도로분야 전자납품체계를 대상으로-

### Analysis of Substitutability of 2D Electronic Drawing Using the BIM Model -Focusing on the Electronic Delivery System in Road Field-

서명배, 주기범, 김남곤  
한국건설기술연구원 ICT융합연구실

Myoung-Bae Seo(smb@kict.re.kr), Ki-Beom Ju(kbju@kict.re.kr),  
Nam-Gon Kim(ngkim@kict.re.kr)

#### 요약

최근 토목분야 BIM(Building Information Modeling) 발주가 늘어남에 따라 발주처에서는 BIM 기반 성과품을 납품받고 있으나 관련지침 등이 미흡하고 작성방법, 수준, 성과품 목록 등이 구체적이지 않아 기존 2D기반의 성과품과 혼용해서 납품받고 있다. 이는 설계사나 시공사의 업무가중증으로 연결될 수 있으며 관리해야 할 자료가 많아져 발주처에서도 부담으로 작용한다. 이러한 부담을 줄이기 위해서는 기존 2D 기반의 전자납품체계가 BIM발주체계로 전환될 경우 BIM모델에서 추출하여 활용하거나 대체가 가능한 2D기반의 성과품들을 조사하여 중복된 성과품을 최소화하는 작업이 필요하다. 이에, 본 연구에서는 국토교통부의 실시시설계가 완료된 도로공사를 대상으로 BIM 모델링을 수행하였으며 이를 근간으로 총 3,767개 도면항목에 대해 2D도면 추출 가능여부를 검토하였다. 그 결과 67%인 2,549개의 도면항목이 BIM모델에서 2D도면으로 추출이 가능한 것으로 분석되었으며 특히 연결종합, 토공, 부대공 등과 관련된 도면항목들의 대체효과가 큰 것으로 조사되었다. 본 연구는 향후 BIM 관련 성과품 납품체계 개발시 2D 도면을 줄이거나 대체할 수 있는 근거자료로 활용될 수 있을 것이다.

■ 중심어 : | BIM | 표준 | 토목 | 도면 | 성과품 | 전자납품 |

#### Abstract

With the recent increase in BIM orders in civil engineering, project owners are supplied with BIM-based products. Due to the lack of related guidelines, however, and the vague regulations on the creation and level of drawings as well as on the products list, many owners receive BIM-based products along with the existing 2D products. This can lead to task overlapping by designers or contractors and can cause the owners to have more data to maintain. If the existing 2D-based electronic supply system is changed to a BIM ordering system to reduce such a burden, it is necessary to examine the 2D products that can be extracted from or substituted for the BIM model so as to minimize the overlapping products. Therefore, in this study, BIM modeling of road construction projects whose enforcement plan by the Ministry of Land and Transportation has been completed was conducted, and based on the study results, the possibility of extracting 2D drawings from a total of 3,767 drawing items was determined. The results showed that 2,549 drawing items (67%) could be extracted as 2D drawings from the BIM model, and in particular, drawing items related to general connection work, earthwork, and amenities work could be most effectively substituted. The results of this study can be used as the base data for reducing the number of 2D drawings or substituting them in developing a BIM-based product supply system in the future.

■ keyword : | BIM | Standard | Civil Engineering | Drawing | Deliverable | e-delivery System |

\* 본 연구는 한국건설기술연구원의 ((13주요-임무)Infra BIM 정보모델 표준 및 검증 기술 개발)의 일환으로 수행되었습니다.

접수일자 : 2013년 09월 04일

심사완료일 : 2013년 10월 28일

수정일자 : 2013년 09월 26일

교신저자 : 서명배, e-mail : smb@kict.re.kr

## I. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

최근 건설분야에서 부각되고 있는 BIM은 기존의 건설공사에서 발생하는 각종 데이터를 3D와 연동하여 관리하면서 간섭검토, 에너지 분석, 시공성 검토, 공정관리, 공사비 관리, 시설물유지관리 등에 활용할 수 있는 새로운 기술이다. 이미 조달청은 2010년에 “시설사업 BIM 적용지침서”를 발표하였고 2016년부터 BIM 도입을 의무화하기로 하였으며, 국토교통부는 2010년에 국내 건축분야 개방형 BIM 도입 및 적용을 위해 필요한 공통적 요건을 정의한 “건축분야 BIM 적용가이드”를 발표하였다. 또한 연구소, 학계 및 민간기관들도 이러한 사회적인 요구에 따라 BIM을 도입하기 위한 다양한 연구를 진행중에 있다[1].

국내에 BIM이 적용되면 다양한 분야의 변화가 예상되지만 가장 많은 변화가 요구되는 부분은 도면이라고 할 수 있다. 실제로 발주처 및 설계사를 대상으로 진행한 설문조사에서 BIM 도입시 가장 효과가 높을 것으로 예상했던 분야는 3차원 기반의 시뮬레이션을 통한 원활한 의사소통에 가장 큰 효과가 있을 것이라고 응답하였다[2]. 이러한 이유 때문에 국내외에서 개발된 BIM과 관련된 다양한 가이드, 지침 상에 도면에 대한 내용이 언급되어 있으나 BIM 기반의 도면작성의 범위, 활용목적, 활용주체, 납품방법, 관리방안 등에 대한 구체적인 제시는 이루어지고 있지 않다. 더불어 이러한 지침들은 공통적으로 BIM 기반의 성과품이 2D 기반의 성과품을 완전히 대체하기 힘들기 때문에 함께 병행 납품하도록 권고하고 있으며 BIM 기반의 데이터를 최대한 활용하여 2D 기반의 도면 및 성과품을 추출하여 작성하도록 유도하고 있다.

하지만 건축분야 BIM 발주사례 조사결과 설계사에서 도면을 작성하는 경우 BIM모델을 근간으로 2D도면을 추출하는 경우는 찾기 어려우며 대부분 2D도면 작성을 먼저하고 BIM 모델링은 추가로 작업하는 등 작업을 이중으로 진행하고 있다. 각종 지침에서는 최대한 BIM 모델에서 2D 도면을 추출해서 활용하라고 권고하고 있지만 활용 가능한 도면이 어떤 것인지 구체적으로

기술되어 있지 않고 도로분야 BIM 모델링 전문가도 많지 않아 당분간 이러한 문제점이 개선되기 어려운 실정이다. 이에 국내 설계준공도서 납품지침상에 제출하도록 명시되어 있는 수많은 도면들 중 BIM에서 추출 가능한 2D 도면이 어떤 것인지 조사 분석하는 건 설계사 측면에서 봤을 경우엔 경제적 이익과 직접적으로 관련이 있으며 발주처 측면에서는 발주지침 상에 구체적으로 명시가 가능하기 때문에 과업범위를 명확히 할 수 있다는 장점이 있다.

이에 본 연구에서는 설계사나 시공사에서 BIM 모델을 기반으로 기존에 성과품으로 제출했던 2D 도면을 어느 정도까지 추출하여 활용 가능한지에 대해 도면 분류별로 조사 및 분석하고자 한다. 분석된 결과는 도로분야 BIM 성과품 납품체계 개발시 2D와 3D 도면의 상호운용을 위한 근거자료 및 BIM 기반의 도면 작성시 2D 도면작성을 최소화 할 수 있는 근거로 활용될 수 있을 것이다.

### 2. 연구의 방법 및 절차

도로사업 BIM 모델과 2D도면의 상호활용성 조사를 위해 다음과 같은 방법으로 연구를 진행하였다.

- 1) BIM에 대한 이론적 고찰 및 2차원 도면정보 표준, BIM 발주체계 기반의 도면납품방안, BIM 기반의 도면작성방법 등 관련 선행연구 사례를 조사하였다.
- 2) 국토교통부에서 개발한 전자설계도서 작성·납품 지침 조사를 통해 2D 분야의 도로분야의 성과품 중 도면성과품의 목록 및 납품현황을 조사하였다.
- 3) 3D도면을 활용한 기존 2D도면 대체여부를 조사하기 위해 실시설계가 완료된 국토교통부 도로공사를 선정하고 기 납품된 성과품을 근간으로 3D모델링을 수행하였다.
- 4) BIM으로 모델링된 도면을 근간으로 2D도면 추출 여부 및 활용정도에 따라 4점 척도로 구분하였고 3,767개 도면항목에 대해서 전문가 검증을 수행하였다. 이를 근간으로 도로사업 BIM 모델과 2D도면의 상호활용성을 조사 및 분석하였다.

## II. 이론적 고찰

### 1. BIM에 대한 고찰

BIM의 적용에 대한 본질적인 이유와 관련해서 BIM과 관련된 가장 크고 오래된 국제조직인 빌딩스마트(buildingSMART)의 는 'better', 'faster', 'cheaper' 라고 설명하고 있으며, 최근에는 여기에 'safer'와 'green'을 추가하였다[3]. 기업의 입장에서 봤을 때 본질적인 이익은 '이윤을 남기는 것'이라고 볼 수 있다. BIM을 활용하면 프로젝트의 코디네이션이 가능하기 때문에 도면간 일치를 통해 시공상의 오류를 미연에 방지할 수 있으며 이와 더불어 예산과 비용에 대한 분석과 모든 건축요소들의 물량검토를 위한 물량표를 추출할 수 있다. 또한, BIM에는 라이프사이클 유지관리를 위해 근간이 되는 데이터베이스들이 들어있으며 사용자는 원하는 대로 이러한 정보를 조회하고 변경할 수 있다. 더불어 다른 솔루션들과 통합적으로 데이터를 공유할 수 있기 때문에 건설정보 모델링의 가치를 건설 라이프사이클 관리까지 확대할 수 있다.

### 2. 선행연구 고찰

도로사업 BIM 모델과 2D 도면의 상호활용성을 검토하기 위한 선행연구를 조사하기 위해 2차원 도면정보 표준 관련 연구, BIM 발주체계 기반의 도면납품방안 연구, BIM 기반의 도면작성방법 관련 연구 등을 중심으로 고찰을 진행하였다.

권오철 외 1인(2008)은 건설CALS/EC 도면분류체계를 분석하여 도면의 유형을 도출하고 실무도면의 사례를 분석하여 도면요소에 대한 기본적인 분류체계와 2D 도면 활용을 위한 BIM 객체 등에 대한 표준화방향을 제시하였다[4]. 성준호 외 3인(2009)은 2D 전자도면표준을 고려한 BIM모델에서의 2D도면추출에 관한 연구를 통해 BIM과도기에 2D 도면의 필요성 및 템플릿을 활용하여 BIM 모델에서 2D전자도면을 추출하는 방법을 제안하였다[5]. 오향옥 외 2인(2012)은 BIM 기반 구조도면 작성기준 관련 연구를 통해 설계단계별 구조도면의 작성범위와 표현기준 등을 제안하였다[6]. 채갑수 외 1인(2011)은 국내의 특정 설계사무소들의 납품용 프

로젝트를 기반으로 BIM시스템을 활용한 도면표현 및 작성기법의 문제점분석을 통해 2차원에서 도면작업을 하는 기존 방식에서 벗어나 3차원 모델로부터 도면을 추출해내는 BIM 도면 작성방식 채택에 따른 다양한 문제제시 및 개선방안을 기술하였다[7].

고찰 결과 BIM 적용시 2D도면과의 혼재여부에 대한 다양한 문제제시와 개선방법 등이 제시되었지만 이는 결국 표준화의 요구, 지침 마련 필요 및 도면분류체계의 수정 필요성에 대한 내용이 주를 이루고 있으며 BIM으로부터 2D 도면을 재활용 하는 측면에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서 제시하는 BIM모델과 2D 도면의 상호활용성에 관한 연구는 시적으로 중요하다고 판단된다.

## III. 2D기반의 전자설계도서 작성납품체계 현황

BIM 모델을 활용한 2D 도면추출 및 대체여부를 조사하기 위해서는 기존 도로분야 성과품 납품 및 도면 납품체계를 조사할 필요가 있다. 이에 국가 대규모 SOC 토목사업을 진행하고 있는 국토교통부의 2D 기반의 성과품 납품체계 현황을 조사하였다.

국토교통부는 건설기술관리법 제23조의2(설계도서의 작성 등)에 따라 도로 및 하천분야의 전자도면 작성, 전자납품 등 설계·준공도서의 전산자료화 및 관리에 필요한 기준을 제시하기 위해 2007년 6월에 「전자설계도서 작성·납품지침(도로·하천분야)」(이하, 지침)을 마련하였으며 2011년 4월에는 수치지도 관련기준 추가, 도로분야 작업분류체계에 활용할 수 있는 공사비정보 등을 추가하여 개정작업을 진행하였다[8]. 해당 지침은 도로 및 하천분야의 전자도면 작성과 전자납품 성과품의 제작, 검사, 관리 업무에 적용중이다. 지침은 크게 일반사항, 전자도면 작성, 도로분야 작업분류체계 활용 공사비정보, 전자납품 등으로 구성되며 세부항목으로는 지침의 적용분야, 전자도면 구성 및 작성의 일반원칙, 표현기준, 데이터 작성기준, 파일작성 기준, 전자납품 성과품의 작성기준, 성과품 검사 및 관리 등으로 구성된다.

상기 해당 지침에서 제시하고 있는 성과품 목록은 마스터정보, 설계보고서, 구조계산서 등 20가지를 제시하

고 있으며 발주청에서는 성과품 이외의 설계·준공도서도 과업지시서 등 계약문서에 명시하여 수급인이 전자납품 성과품으로 제출토록 하였으며 관련내용은 [표 1]과 같다.

표 1. 도로분야 설계준공도서 납품성과품 목록

성과품 목록	적용대상	도로공사	
		설계도서	준공도서
마스터정보		○	○
설계보고서		○	○
구조계산서		○	○
수리계산서		○	○
토질조사보고서		○	○
환경영향평가보고서		○	○
교통영향평가보고서		○	○
설계예산서		○	○
용지 및 지장물조사서		○	○
감리종합보고서			○
안전점검보고서			○
유지관리침서			○
시공기록보고서			○
공사시방서		○	○
수리모형실험보고서			○
도면		○	○
공사사진			○
기술현황정보		○	○
시설물현황정보			○

BIM은 3D기반의 정보가 기반이기 때문에 성과품 목록 중 BIM 납품체계 적용시 가장 많은 변화가 예상되는 성과품 분야는 2D기반의 도면이다. [표 2]와 같이 전자설계도서 작성·납품지침상의 도로공사 성과품은 연결종합, 공동, 토공, 비탈면안전공, 구조물공 등 11가지 주분류와 연결종합계획도, 용지도 등 40가지 부분류, 표준 83가지 세분류로 구분되어 납품된다. 하천 및 도로공사 등 공사의 종류 및 특성에 따라 분류별로 납품되는 도면이 다르기 때문에 반드시 83가지의 세분류가 모두 납품되는 것은 아니며 경우에 따라 납품목록에 포함되지 않는 도면들도 존재한다.

표 2. 국토교통부 전자설계도서 작성납품지침 도로분야 도면목록

대분류	중분류	
	주분류	부분류
C:토목	000:연결종합	01:연결종합계획도
		02:연결종합용지도
	001:공동	01:일반
		02:표준도
		03:좌표전개
		04:노즈부상제
		99:기타

002:토공	01:본선	
	10:IC 또는 JCT*	
	20:영업소*	
	30:휴게소*	
	40:법정도로*	
	50:부체도로*	
	90:유도곡선도	
	99:기타	
	003:비탈면안전공	01:비탈면안전시설
		99:기타
004:배수공	01:배수계획	
	02:배수구조	
	90:배수공 표준도	
	99:기타	
005: 구조물공	01:공동	
	02:교량명*	
	90:옹벽공	
	99:기타	
006:터널공	01:공동	
	02:터널명*	
	99:기타	
007:포장공	01:포장계획	
	02:교량접속	
	99:기타	
008:교통안전시설공	01:교통안전시설	
	99:기타도면	
009:부대공	01:부대시설	
	90:부대공 표준도	
	99:기타	
010:용지공	01:편입용지	
	02:지장물	
	99:기타	
099:기타공	99:기타	

#### IV. 도로사업 BIM 모델과 2D도면의 상호활용성 분석

##### 1. 활용성 분석을 위한 BIM 모델링

이렇듯 다양한 성과품들이 건설사업 단계별로 존재하고 있으며 BIM으로 납품체계가 전환된다 하더라도 기존 성과품을 완전히 대체할 수는 없다. 특히 각종 보고서나 계산서, 예산서 등은 BIM 성과품에서 일부 추출해서 사용할 수는 있지만 완전 대체가 불가하여 병행해서 제작, 납품받아야 한다. 이에 반하여 도면의 경우는 BIM 체계로 전환시 3D모델링에서 2D도면을 추출할 수 있어 성과품 대체의 가능성이 가장 높을 것으로 예상되지만 어느 정도 대체가 가능한지 판단하기가 어렵다. 이는 BIM 성과품 납품체계 설계시 기존 2D 기반의 성과품 납품체계를 고려하지 않을 경우 이중작업이 발

생활 가능성이 높아 설계예산 및 기간의 증대로 이어질 수 있다.

이에 BIM 기반의 도면 작성시 2D 도면의 대체 가능 여부를 조사하기 위해 국토교통부 산하 지방국토관리청에서 실시설계가 완료된 옥동-농소구간을 대상으로 선정하여 기존 2D기반의 성과품을 기반으로 BIM상용 S/W를 활용하여 BIM모델링을 수행하였고 전문가 검토를 통해 BIM산출물을 근간으로 한 2D도면의 활용성 여부를 검토하였다.

선정된 옥동-농소 구간은 총길이 4.73Km 이며 교량 6개소, 터널 2개소, 지하차도 1개소 등 다양한 도로시설물과 지형을 포함하고 있어 본 연구에서 검토하고자 하는 테스트 대사로 적합하다. 납품된 2D 도면을 근간으로 선형은 Civil3D, 구조물은 Revit Structure를 활용하여 3D 모델링을 수행하였다. 또한, 국토교통부의 전자설계도서 작성납품지침에서 제안하는 토목분야 도로공사 목록을 기준으로 기존 2D 성과품 대체 가능성을 검토하였다. [그림 1][그림 2]은 옥동-농소구간을 Civil 3D 와 Revit Structure 로 모델링한 예이다.

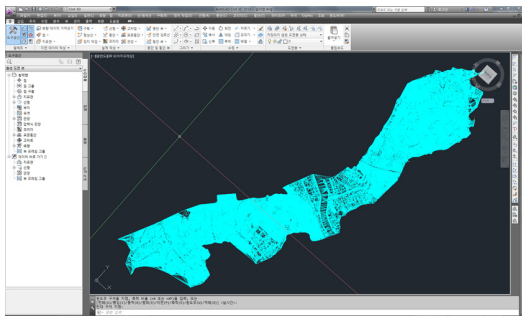


그림 1. Civil 3D를 활용한 선형 모델링

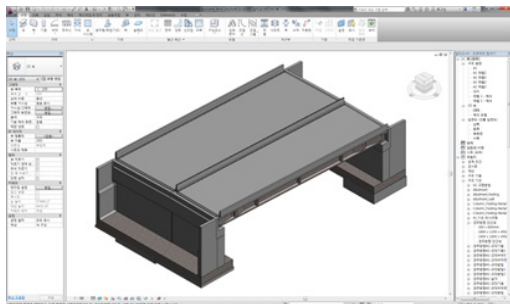


그림 2. Revit Structure를 활용한 교량 모델링

## 2. 도면 상호활용성 검토 및 분석

### 2.1 활용성 검토 방법

국토교통부 전자설계도서 작성납품지침을 준수하여 납품된 옥동-농소 구간의 도면을 근간으로 3D 모델링을 수행하였고 수행된 모델링 결과를 기준으로 2D 도면 활용성을 조사하였다. BIM 도입 초창기인 국내 현실에 비추어봤을 때 어느정도 연구가 진행중인 건축분야에 비교하여 토목분야는 BIM 모델링 전문가가 매우 드문 상황이다. 이에 객관성 확보를 위해 모델링 경험이 적은 다수의 BIM 모델러에게 활용성 여부 검증을 의뢰하기 보다는 BIM 초창기부터 국내외적으로 건축, 토목, 플랜트 등 다양한 분야의 모델링 경력을 갖고 있는 소수의 전문가를 대상으로 검증을 의뢰하여 진행하는 것이 데이터 변별력이 높이는데 도움이 된다고 판단된다. 이에 BIM 관련 상용 S/W 사용경험이 최소 5년 이상이고 도로분야 BIM 성과품 작성 및 납품 경험이 있는 사람들을 선별하여 모델링 작업과 활용성 검토 작업을 의뢰하였으며 전문가들의 의견수렴을 통해 결과를 도출하였다.

BIM 모델을 기반으로 한 2D 도면 활용성 검토시 성과품 관련 여부 및 작업 난이도에 따라 4가지 항목으로 구분하여 정리하였으며 활용가능성 거의 없다고 판단되는 항목은 Negative로 구분하였고, 활용가능성이 높은 Positive로 구분하였다. 상세한 내용은 [표 3]과 같다.

표 3. BIM 성과품의 2D도면 활용성 검토를 위한 4점 척도

관련 번호	활용성 검토	4점 척도	비고
①	BIM과 관련 없음	Impossible	Negative
②	일부 형상은 이용가능하나 기존 2D작업에 가까움	Negative	
③	도면 작성에 활용이 가능하나 여러 단계의 작업을 필요로 함	Weak Positive	Positive
④	비교적 간단한 작업으로 2D추출이나 치수작업이 가능함	Positive	

예를 들면 [그림 3]은 옥동-농소구간내의 갈티교량의 2D기반의 CAD납품 도면이고 [그림 4]는 Revit Structure로 작업한 BIM모델에서 도출한 2D 도면이다. 두 도면 비교 결과 Revit으로 작업된 도면을 활용하여

비교적 간단한 작업으로 2D추출이나 치수작업이 가능함을 알수 있으며 이런 경우는 ④번으로 분류하였다.

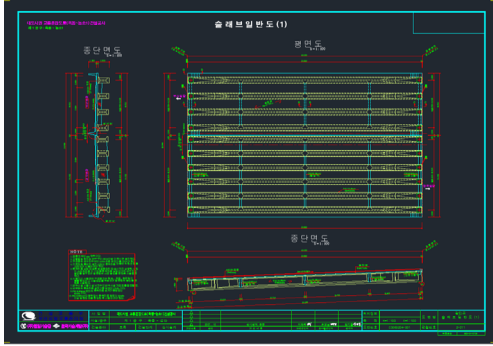


그림 3. 옥동-농소 구간내 갈티고 슬래브 일반도

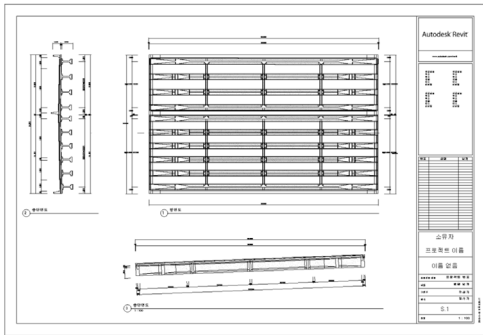


그림 4. 옥동-농소 구간내 갈티고 슬래브의 Revit Structure 2D View 추출

[표 4]는 연결종합 계획평면도를 근간으로 활용성 여부를 검토한 결과이다. 이 도면의 경우 BIM모델을 활용하여 도면을 추출할 수는 있으나 여러단계의 보정작업이 필요하여 ③번 항목으로 검토된 경우다. 검토시 총 항목 수는 기하형상, 재료표 만을 범위로 하였으며 도곽, 레이어, 심볼, 텍스트 설명 박스는 고려대상에서 제외하였다. 때문에 총 항목수는 하나로 검토되었다.

[표 5]는 표준도 중 표준횡단면도로 납품된 도면의 일부를 근간으로 활용성 여부를 검토한 예이다. 총 5장의 도면항목이 있으며 성토부와 상세 A, B, C, D로 구분된다. 이중 상세 A 도면은 횡단면도상의 지반, 지층, 노반 등을 표시한 예로 지반의 토질 종류 및 개략 모양까지 명시되어 있다. BIM 모델링 수준(Level of Detail)

에 따라 3차원 객체로 표현될 수도 있으나 선형으로 이루어진 토공형상을 근간으로 단면별로 지반정보를 표현하기는 사실상 어려울 것으로 판단되어 BIM 과 직접적인 관련이 없는 도면항목으로 검토되었다. 횡단면도상의 상세 B, C, D 도면 역시 BIM 모델에서 추출하기는 어려우며 기존 2D 기반의 S/W를 활용한 별도의 작업이 필요한 것으로 검토되었다. 반면 상단에 있는 표준횡단면도 도면은 BIM S/W를 활용하여 BIM 모델을 활용한 도면추출이 가능한 것으로 검토되었다. 이를 근간으로 종합한 결과 [표 5]의 횡단면도 중 총 5개 도면항목은 Negative 4개, Positive 1개로 분석되었다.

표 4. 연결종합 계획평면도 구분사례

도면명 : 연결종합/연결종합 계획평면도	
항목	체크(개수)
1. BIM과 관련 없음(Impossible)	-
2. 일부 형상은 이용 가능하나 기존 2D 작업에 가까움(Negative)	-
3. 도면 작성에 활용이 가능하나 여러 단계의 작업을 필요로 함(Weak Positive)	1
4. 비교적 간단한 작업으로 가능함(Positive)	-
<b>총 항목 수</b>	<b>1</b>

표 5. 표준횡단면도 구분사례

도면명 : 표준도/표준횡단면도(1)	
항목	체크(개수)
1. BIM과 관련 없음(Impossible)	1
2. 일부 형상은 이용 가능하나 기존 2D 작업에 가까움(Negative)	3
3. 도면 작성에 활용이 가능하나 여러 단계의 작업을 필요로 함(Weak Positive)	1
4. 비교적 간단한 작업으로 가능함(Positive)	-
<b>총 항목 수</b>	<b>5</b>

### 2.2 활용성 검토 결과

앞절에서 설명한 방법을 근간으로 “국토교통부 전자 설계도서 작성·납품지침”에 따라 납품된 옥동-농소구간의 도면전체를 대상으로 활용성 검토를 진행하였다.

분석한 결과 총 옥동-농소구간의 3,767개의 도면항목 중 88개의 도면항목(2%)은 BIM기반의 S/W를 활용하여 비교적 간단한 작업으로 2D추출 및 치수작업이 가능하며 2,461개의 도면항목(65%)은 활용이 가능하나 여러 단계의 작업을 필요로 하는 것으로 분석되었다(표 6). BIM 성과품을 기준으로 2D 도면 활용 여부를 Weak Positive 까지 합산하였을 경우 전체 도면의 67.67%는 몇 단계의 작업을 통한 수정작업을 통해 대체 활용이 가능한 것으로 조사되었다[그림 5][그림 6]. 하지만 32.33%는 BIM모델에서 추출이 어려운 도면항목들로 BIM 기반의 발주방식으로 바뀌더라도 2D기반의 성과품으로 납품이 필요한 항목들로 판단된다.

도면 분류별로 활용도 가능성을 조사한 결과 연결종합, 토공, 부대공은 활용도가 95% 이상으로 BIM모델에서 2D 도면을 추출해서 사용하기가 용이한 것으로 파악되었고 구조물공이 72%, 터널공, 포장공은 34~35%로 조사되었다. 하지만 공통, 비탈면안전공, 배수공 등은 사용가능성이 매우 낮은 것으로 조사되었다[그림 7].

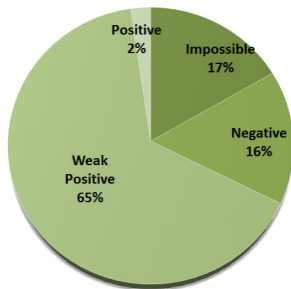


그림 5. 도면활용성 분석결과

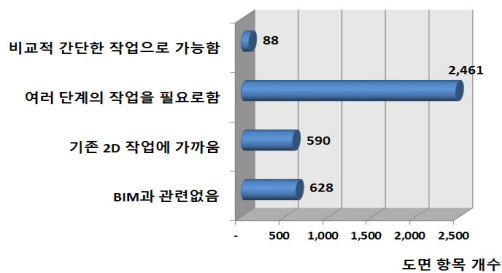


그림 6. 카테고리별 도면항목 개수

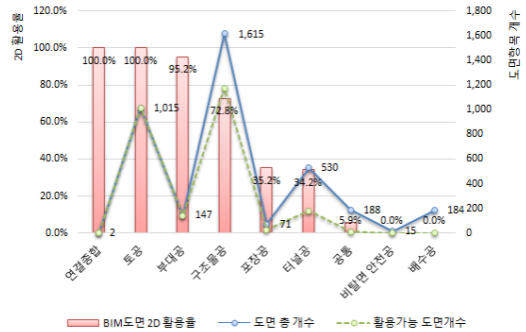


그림 7. 도면 분류별 활용도 가능성 검토결과

### 3. 종합 및 향후 발전방안

본 연구에서는 BIM 발주가 늘어남에 따라 2D와 3D 형태의 도면이 공존해야 하는 국내의 현실을 고려하여 BIM 도면에서 2D 도면을 추출했을 경우 어느정도 이용이 가능한가에 대해 조사를 수행하였다. 조사결과 바로 활용할 수 있는 도면은 2%에 불과하였다. 여러단계의 작업을 통한 추가로 진행할 경우 67%정도는 BIM 모델에서 추출이 가능한 것으로 조사되었지만 이 역시 Weak Positive를 포함했을 때의 수치로 공사의 특성이나 종류에 따라 오차가 커질 수 있다. 중요한 점은 3,767개의 도면항목 중 1,218개인 33%가 BIM과 관련이 없어 2D 기반의 작업을 반드시 필요로 한다는 것이다. 이는 BIM기반의 성과품 납품체계 구성시 대체 가능한 도면을 활용하거나 대체가 불가능하면 삭제 또는 기존 2D 기반의 도면으로 계속 납품받아야 한다는 것을 의미한다. 또한 BIM 모델러도 이러한 사실을 숙지하여 이중작업이 발생하지 않도록 최대한 BIM 모델을 활용하여 2D 도면을 추출하도록 하여야 할 것이다.

또한, 조사결과에서 볼수 있듯이 토공, 구조물공, 부대공 등은 BIM모델에서 기존 전자납품체계에서 요구하는 2D 도면의 추출이 가능하리라 판단되기 때문에 설계사의 이중작업을 최소화하고 도면관리를 효율적으로 하기 위해서는 발주문서나 지침에 중복되는 이러한 도면항목들을 간소화하거나 생략하는 방안들이 고려되어야 할 것이다. 기존 2D 도면 간소화나 생략이 불가능할 경우 BIM 모델에서 다양한 2D도면을 추출하여 활용하는 것이 가능하다.

표 6. 도로사업 BIM모델을 이용한 전자설계도서 작성납품지침상의 2D 도면 추출 및 대체가능성 분석(분석대상 : 옥동-농소 구간)

- (①) : BIM과 관련없음, (②) : 일부 형상은 이용 가능하나 기존 2D 작업에 가까움,
- (③) : 도면 작성에 활용이 가능하나 여러단계의 작업을 필요로 함,
- (④) : 비교적 간단한 작업으로 가능함)

중분류		소분류	활용가능성				SUM	활용가능성 (%)
주분류	부분류		Negative		Positive			
			①	②	③	④		
000:연결종합	01:연결종합계획도	01:연결종합계획평면도			1		1	100.00
		02:연결종합중단면도			1		1	100.00
001:공통	01:일반	01:표지	1				1	0.00
		02:목차	1				1	0.00
		03:개요	1				1	0.00
		04:위치도	1				1	0.00
		05:범례	1				1	0.00
		06:설계기준	1				1	0.00
	02:표준도	01:표준횡단면도	1	11	10		22	45.45
		02:표준편경사도	4	6	1		11	9.09
		03:편경사설치도	30				30	0.00
		03:좌표전개	01:좌표전개도	48	22			70
04:노조부상세	01:노조부상세도		48			48	0.00	
	99:기타	01:기타도면	1				1	0.00
002:토공	01:본선	01:평면및중단면도			123		123	100.00
		02:횡단면도			892		892	100.00
003:비탈면안전공	99:기타	01:기타도면	3	12			15	0.00
004:배수공	01:배수계획	01:배수계획도	10	10			20	0.00
		02:배수계획중평면도		24			24	0.00
		03:수로이설중평면도		2			2	0.00
	02:배수구조	01:배수구조물횡단면도		60			60	0.00
		02:배수구조물구조도		72			72	0.00
	99:기타	01:기타도면		6			6	0.00
005:구조물공	01:공통	01:표지	1				1	0.00
		02:목차	1				1	0.00
		03:공통사항	1				1	0.00
	02:교량명*	01:일반사항	65	24	211	44	344	74.13
		02:평면및중단면도또는지질	3	21	26	8	58	58.62
		04:상부구조도	154	114	477		745	64.03
		05:하부구조도	42	4	359	23	428	89.25
		08:가시설도(가도)	5		8		13	61.54
	99:기타	01:기타도면	5		18	1	24	79.17
	006:터널공	01:공통	01:표지	1				1
02:목차			1				1	0.00
03:공통사항			1				1	0.00
02:터널명*		01:일반사항	2		13	3	18	88.89
		02:평면및중단면도또는지질	1	3	23	1	28	85.71
		04:본선타널기타등	142	55	16		213	7.51
		05:갱구부및갱문구조도	22	29	74		125	59.20
		06:비상주차대또는피난갱구조도	37	7	24		68	35.29
99:기타		01:기타도면	38	10	27		75	36.00
007:포장공		01:포장계획	01:포장단면도	-	2	3		5
	02:포장계획도		-	44	22		66	33.33
009:부대공	90:부대공표준도	01:부대공표준도	3		72	8	83	96.39
	99:기타	01:기타도면		4	60		64	93.75
		<b>계</b>	<b>628</b>	<b>590</b>	<b>2,461</b>	<b>88</b>	<b>3,767</b>	<b>67.67</b>

BIM 모델에서 2D 도면을 추출하기 위해 2D 도면에 필요한 정보들이 BIM 객체 정보안에 포함되어야 할 것이다. BIM 객체정보가 증가할수록 2D도면 및 관련 성과물의 대체확률은 높아지겠지만 BIM 모델링을 하는

사람들은 많은 부담을 갖게 될 것이므로 완전 대체보다는 효율성을 고려해서 상호 역할을 정립하는게 필요할 것이다.

더불어, 객체정보의 수준과 양을 결정하기 위해 객체



분류체계와 작업수준(Level of Detail)에 대한 기준이 조속히 마련되어야 할 것이다. 이는 정보의 활용사례에 따라 달라질 수 있기 때문에 BIM 관련 지침이나 가이드에 구체적으로 명시되는게 좋겠지만 복잡한 사례를 모두 명문화하기 보다는 공사시작 전에 발주처, 설계사, 시공사 등 이해당사자가 모여서 BIM의 활용대상, 관리방법, 작성S/W, 납품방법 등이 포함된 BIM 실행계획서(BIM Execution Planning)를 같이 작성하는게 필요할 것으로 판단된다. 설계단계에 현장상황 등 시공을 고려해서 설계가 이루어지고 시공시 발생하는 다양한 수정사항들이 도면에 실시간으로 반영되며 유지관리를 고려한 성과품 제작 및 자료 관리방안 등이 상호 유기적으로 반영될 때 BIM이 건설이 새로운 패러다임으로 정착될 수 있으며 BIM의 가치를 건설 라이프사이클 관리까지 확대할 수 있을 것이다.

본 연구에서 제시한 도면활용 가능성은 BIM 모델링 비용의 고가로 인해 하나의 사이트만 선정하여 모델링을 수행함으로써 대상수가 작고, BIM 공사현장의 특성이나 발주처의 상황에 따라 도면갯수나 항목이 바뀔수 있기 때문에 절대적인 수치가 될 순 없다. 하지만, 토공, 구조물공 등 도면분류별로 구분했을 경우 상호 비율은 근사치로 수렴할 것으로 예상되며 설계사나 시공사에게 BIM에서 도출 가능한 2D도면을 제시하거나 향후 BIM 성과품 납품 관련 지침을 제정할 때 근거자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

#### IV. 결론

BIM을 도입하는 이유에 대해서는 다양한 의견이 존재하지만 가장 근본적인 이유는 예산절감 및 이윤창출이다. 간섭체크, 시공성 검토, 물량자동추출 등 BIM이 가지고 있는 기본적인 장점들을 모두 가져가는 것 모두 중요하지만 실제로 BIM모델을 작성하면서 기존 2D보다 더 많은 성과품을 작성하는데 따른 시간 및 비용이 증가한다면 이 역시 BIM을 도입하는 가장 큰 장애요소로 작용할 소지가 있다.

본 연구에서는 도로공사 기반의 BIM 성과품 납품체

계 개발을 위해 BIM 모델을 기반으로 기존 2D 기반의 도면 성과품을 어느정도 수준까지 대체가 가능한지 조사하였고 향후 발전방향을 제시하였다. BIM기반의 성과품을 기반으로 2차원 도면이나 수량산출서 및 내역서 등 각종 문서들의 추출이 가능하여 모든 성과물이 BIM 모델로 대체되는게 이상적이거나 국내 현실을 고려했을 경우 기존의 체계를 유지하되 BIM 성과품을 레퍼런스로 활용할 수 있도록 당분간 유지하는게 필요할 것으로 판단된다. BIM 모델을 근간으로 토종, 구조물공, 부대공의 2D 도면의 추출이 가능하기 때문에 이중작업을 방지하기 위해서는 BIM모델에서 기존 2D 도면을 추출할 수 있도록 관련 지침이나 가이드에서 방법이나 대상 산출물에 대한 구체적인 명시가 필요할 것이다.

실제 시공이나 각종 인허가작업을 위해서는 여전히 2D도면이 필요하고 BIM 모델은 시공전 사전검토, 시물레이션, 의사소통 도구 등으로 활용할 수 있어 상호 역할이 명확히 구분되어 있기 때문에 BIM 기반 성과품이 기존 2D기반의 전자납품체계를 완전히 대체하기엔 많은 시간이 걸릴 것으로 판단된다. 하지만 과도기적인 현 시점에 시대적인 변화에 따라 2D 도면이 단순한 종이도면을 탈피하여 2차원 정보로서의 역할을 충분히 수행하고 이를 재활용 할 수 있는 다양한 방안들도 향후 제시되어야 할 것이다. 본 연구는 향후 BIM 기반의 성과품 납품체계를 만들 때 2D 도면과의 상호연관성 및 대체가능 도면여부 검토에 대한 참고자료로 활용될 수 있을 것이다.

#### 참고 문헌

- [1] 조달청, *시설사업 BIM적용 기본지침서*, VOL.2, 2013.
- [2] 서명배, 주기범, “토목설계 전문가 설문조사를 통한 BIM 활성화 방안”, 한국콘텐츠학회논문지, 제 12권, 제11호, pp.446-457, 2012
- [3] <http://www.buildingsmart.com>
- [4] 권오철, 조찬원, “BIM도입을 고려한 2D 전자도면 표준 발전방향에 관한 연구”, 대한건축학회논문

집 계획계, 제24권, 제5호, pp.49-57, 2008(5).

- [5] 성준호, 채갑수, 최종천, 김길채, “2D 전자도면표준을 고려한 BIM모델에서의 2D도면추출에 관한 연구”, 한국전산구조공학회 학술발표대회, pp.573-577, 2009.
- [6] 오향옥, 정종현, 이재철, “BIM 기반 구조도면 작성기준”, 대한건축학회 논문집 구조계, 제29권, 제3호, pp.39-46, 2013(3).
- [7] 채갑수, 이강, “BIM 도입에 따른 건축도면 표현 및 작성기법의 문제점 및 개선방안에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집 계획계, 제27권, 제10호, pp.67-74, 2011(10).
- [8] 국토해양부, 전자설계도서 작성 및 납품지침(도로, 하천분야), 2012.

김 남 곤(Nam-Gon Kim)

정회원



- 1989년 2월 : 울산대학교 전자계산학과(공학사)
- 1991년 10월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 수석연구원

<관심분야> : CALS, 건설정보, 건설관리

저 자 소 개

서 명 배(Myoung-Bae Seo)

정회원



- 1999년 2월 : 조선대학교 전자계산학과(이학사)
- 2001년 2월 : 조선대학교 전자계산학과(이학석사)
- 2003년 2월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 전

임연구원

<관심분야> : CALS, BIM, 자산관리, 시멘틱 웹, 영상처리

주 기 범(Ki-Beom Ju)

정회원



- 1992년 2월 : 단국대학교 건축공학(공학사)
- 1997년 9월 : 단국대학교 건축공학(공학석사)
- 1992년 7월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 연

구위원

<관심분야> : BIM, 유지관리, CALS