2017년도 주요사업 최종보고서 (기술사업화)

KICT 2017-189

BIM 기반 견적 산출 방법 및 프로세스에 대한 기술과 도로분야 IFC 표준의 수량산출 정보 연계 체계 기술 개발

Development of BIM-based Quantity Takeoff Method, Process, and QTO Information Link System of IFC Standards in Road Projects

2017.12.

KICT 한국건설기술연구원

2017년도 주요사업 최종보고서(기술사업화)

KICT 2017-189

BIM 기반 견적 산출 방법 및 프로세스에 대한 기술과 도로분야 IFC 표준의 수량산출 정보 연계 체계 기술 개발

Development of BIM-based Quantity Takeoff Method, Process, and QTO Information Link System of IFC Standards in Road Projects

2017.12.

한국건설기술연구원

연구책임자 / 문현석

연구수행자 / 주기범, 윤여환, 김현석, 원지선, 정수매

KICT 한국건설기술연구원

요 약 문

I. 연구제목

(17주요-대5-수요기반) BIM 기반 견적 산출 방법 및 프로세스에 대한 기술과 도로분야 IFC 표준의 수량산출 정보 연계 체계 기술 개발

II. 연구의 필요성

본 연구는 연구원의 지적 자산을 활용하여 기업의 애로기술을 해결할 수 있도록 지원하는 연구이다. 본 애로해결 요청 기업은 토목 공사비 내역작성 프로그램인 EBS(Event Breakdown System) 프로그램을 개발 및 운영 관리하는 전문 건설IT 개발업체로써, 최근 3차원 BIM기반의 수량/공사비 견적산출 솔루션을 추가 개발, 구축하여 현재 운영관리 업무 수행 중이다.

현재의 3차원 BIM기반 견적산출 솔루션은 토목분야 BIM 공통 표준인 IFC의 연계 반영이 미비하여 현재는 (주)Autodesk사 Revit 제품에만 국한되어 있어 제품판매에 한계가 있다. 이를 위해 향후 토목분야 BIM 표준의 도입에 대응하기 위해 BIM기반 자동 및 연동 수량 외 수동입력 수량에 대한 프로그램의 입력기능과 합계 등 집계 기능의 비효율로 인해 별도의 추가적인 인력 소요로 제품 판매가 애로가 있어 이를 해결한 기술도입이 절실하다. 또한 여러 他상용 BIM 툴(Tool)에 대한 공통의 3차원 BIM기반 수량/공사비 견적산출을 위해서는 토목분야 표준화와 연계된 IFC 파일에 대한 추가 연계개발이 반드시 이루어 져야 한다. 현재의 관련 BIM기반 견적시스템은 건축분야에 한정되어 있고 표준화가 미흡하나 향후 토목분야로의 BIM표준 확대를 고려하며, 시장선점을 위한 기술 개발지원 필요하다. 향후 BIM기반 3차원 설계를 위한 공통파일로 활용될 것이며, 성과품 납품 포맷에 수량산출 성과물을 포함하므로 토목분야 IFC 표준을 활용한 수량산출 연계 기능의 개발이 필수적이다.

III. 연구내용

본 연구의 주요 연구내용은 크게 기술지원, 시작품제작, 활용방안 도출의 3가지로 이루어지며, 세부 수행 연구내용은 다음과 같다.

○개방형 BIM 표준기반 수량산출 방법 및 프로세스 개선에 대한 기술 지원
- 토목분야 IFC기반의 개방형 BIM기술 개발 도입 방안 수립
- BIM기반 라이브러리를 활용한 견적산출 방법의 표준화 방안 수립
- BIM기반 수량산출 프로세스 개선을 위한 현재 프로세스 분석 및 프로세스 모델링 구성
○토목분야 BIM 표준인 IFC기반의 수량산출 정보 연계와 컨버터 및 뷰어를 활용한 수량산출 활용 방안 기술 지원
- 토목분야 IFC 표준 기반의 수량산출 정보 연계 및 수동수량의 자동화 방안 구축 및 기술 지원
- 연구원이 보유한 IFC엔진을 활용한 수량산출 정보의 변환 및 검토를 위한 컨버터 및 뷰어기반 수량산출 방법론 구축
○BIM 표준기반 수량산출 기능을 제공하는 도구 시작품 개발
- 토목분야 IFC표준에 대응한 수량산출 기능을 제공하는 도구 시작품 개발
- 사례모델 적용을 통한 표준기반 수량산출 연동 체계 검증
○BIM 표준기반 수량산출 기술의 국내외 시장진출 지원방안 수립
- BIM표준(IFC)를 활용한 수량산출 기술기반 도구의 국내외 시장 분석
- 국내외 시장 분석을 통한 체계적 시장진입 및 판로 확보 방안 수립
○수량산출시 디지털수량산출 표준 연계 및 활용 방안 도출 지원
- IFC 기반의 디지털수량산출 표준 연계방안 수립

IV. 주요 연구결과

○ 인프라 BIM 기반의 표준을 활용한 수량산출 기법 기술 지원
- 개방형 BIM 표준기반 수량산출 방법 및 프로세스 개선에 대한 기술 지원
- 토목분야 BIM 표준인 IFC기반의 수량산출 정보 연계와 컨버터를 활용한 수량산출 활용 방안 기술 지원
- 수량산출시 디지털수량산출 표준 연계 및 활용 방안 도출 기술 지원
○ BIM 표준기반 수량산출 기능을 제공하는 도구 시작품 개발
- 인프라 BIM 표준기반 수량산출 속성입력 모듈 개발
- 3D객체(패밀리)기반 속성필드 연계 및 자동 매핑 기능 개발
- 수량산출 속성 포함 IFC변환 모듈 개발
- 상용 수량산출 및 내역정보 연계 모듈 개발

- 외부 속성 Pset/Qset의 3D매핑 및 IFC연계 속성처리 기능 개발

○ 특허 1건 출원

- (12.19) 인프라 IFC공통표준 기반 객체 수량산출 정보 자동 생성 및 출력방법

○ S/W 등록 3건

- 건설정보모델 속성 양방향 자동제어 프로그램
- 객체기반 수량산출 속성 자동 생성 및 일괄매핑 프로그램
- 수량-공사비 내역속성 연계 프로그램

○ 학술발표 1건 (KSC2017)

- (12.20) 인프라 IFC공통표준 기반 객체 수량산출 정보 자동 생성 및 출력방법

○ 홍보 1건 : 건설경제신문

- (12.06) 건설연, 인프라 BIM 표준 수량산출 연계 기술 개발

Executive Summary

I. TITLE

Development of BIM-based Quantity Takeoff Method, Process, and QTO Information Link System of IFC Standards in Road Projects

II. NECESSITY OF RESEARCH

The aim of this study is to supports researcher ′s intellectual assets to solve business difficulties. As a professional construction IT development company that develops and manages the EBS (Event Breakdown System) program, which is a program for the construction of the cost of civil works, the company has recently developed and built a solution for estimating the quantity / cost of construction based on 3D BIM in present, they are also in charge of operational management.

Current 3-dimensional BIM-based QTO solution is limited to Revit products of Autodesk Co., Ltd. because it does not reflect the linkage of IFC(Industry Foundation Classes), which is the common standard of BIM in civil engineering field. In order to cope with the introduction of BIM standards in the future, the BIM-based automatic and interworking quantities other than the manual input quantity and the sum of the program input function and the sum are inefficient due to the inefficiency of the aggregate function. It is urgent to introduce the solution. In addition, additional joint development of IFC files linked with civil engineering standardization must be made in order to calculate the common 3-dimensional BIM-based quantity / cost estimate for several other commercial BIM authoring tools. Currently, the related BIM-based QTO system is limited to the construction field and the standardization is insufficient, but considering the expansion of the BIM standard in civil engineering field, it is necessary to support the technology development for market preemption. It will be used as a common file for 3D design based on BIM and it is necessary to develop the quantity calculation

linking function using IFC standard in civil engineering field because it includes the quantity calculation result with the properties in the product delivery format.

III. CONTENTS OF RESEARCH

The major contents of this study are three kinds of technical support, prototype development, and utilization plan establishment.

- ○ Technical support for improvement of quantity estimation method and process based on open BIM standard
  - Establishment of introduction method of open BIM technology based on IFC in civil engineering field
  - Establishment of standardization method of estimation method using BIM-based library
  - Current process analysis and process modeling for improving BIM-based quantity calculation process
- ○ IFC-based quantitative information linking with BIM standard in civil engineering field and supporting technical support for quantitative calculation using converters and viewers
  - Linkage of quantity estimation information based on IFC standard in civil engineering field and establishment of automated method of manual quantity and technical support
  - Converters and viewer-based quantity estimation methodology for conversion and review of quantity estimation information using our own IFC engine
- ○ Development of tool prototypes to provide BIM standard-based quantity calculation function
  - Development of tool prototype that provides quantity calculation function in compliance with IFC standard in civil engineering field
  - Validation of standard-based quantity calculation interworking system by applying case model
- ○ Establish a plan to support domestic and overseas market entry of BIM

standard-based quantity calculation technology

- Domestic and overseas market analysis of quantity-based technology tool using BIM standard (IFC)
- Establish systematic approach to market and secure market by analyzing domestic and overseas market

○ Supporting the linkage of digital quantity calculation standard and its utilization plan in quantity calculation

- Establishment of linkage standard for IFC-based digital quantity calculation standard

IV. RESULTS

○ Technical support of quantity calculation technique using infrastructure based on BIM

- Technical support for quantification method and process improvement based on open BIM standard
- IFC-based quantitative information linkage of civil engineering field BIM standard and technical support for quantitative calculation utilizing converter
- Technical support for deriving digital quantity calculation standard linkage and utilization plan in quantity calculation

○ Development of tool prototypes to provide BIM standard-based quantity calculation function

- Development of input module for attribute calculation based on infrastructure BIM standard
- 3D object (family) based attribute field linkage and automatic mapping function development
- Development of IFC conversion module including quantity calculation property
- Development of commercial quantity calculation and history information linking module
- 3D mapping of external attribute Pset / Qset and development of IFC

link property processing function

○ Applied for 1 patent

- (12.19) Infrastructure IFC Automatic generation and output method

○ S / W registration 3 cases

- Construction information model attribute bi-directional automatic control program
- Automatic generation and batch mapping program of object-based quantity calculation property
- Quantity - Construction cost breakdown property linkage program

○ One academic presentation (KSC2017)

- (12.20) Infrastructure IFC Common standard-based method for automatically generating and outputting quantity information of object quantities

○ 1 Promotion: Construction Economy Newspaper

- (12.06) Development of linkage technology of BIM standard quantity calculation for construction year and infrastructure

목 차

제 1 장 서 론 ····· 1

1. 연구 목표 ····· 1
2. 연구 필요성 ····· 2
3. 연구 내용 ····· 3
4. 추진 일정 및 추진체계 ····· 3
   4.1. 추진일정 ····· 3
   4.2. 추진체계 ····· 3

제 2 장 기술지원 ····· 7

1. 개요 ····· 7
2. 개방형 BIM 표준기반 수량산출 방법 및 프로세스 개선 기술 지원 ····· 7
   2.1. 목적 ····· 7
   2.2. 인프라 BIM 개발 및 활용 기술 지원 ····· 8
   2.3. 인프라 IFC기반의 수량산출 프로세스 기술 지원 ····· 8
3. IFC기반의 수량산출 정보 연계와 컨버터 기반 수량산출 활용 기술 지원 ····· 9
   3.1. 목적 ····· 9
   3.2. 컨버터 개발 기술 지원 ····· 9
   3.3. 컨버터에서의 수량산출 속성처리 기술 지원 ····· 9
4. 디지털 수량산출 표준연계 및 활용방안 도출 기술 지원 ····· 10
   4.1. 목적 ····· 10
   4.2. IFC 엔진을 활용한 컨버터 개발 기술 지원 ····· 10
   4.3. 디지털 수량산출 표준 연계 방안 기술 지원 ····· 10
5. 소결 ····· 11

제 3 장 인프라 IFC기반의 수량산출 자동화 도구 개발 ····· 12

1. 개발 개요 ····· 12
   1.1. 개발 필요성 ····· 12
   2.2. 개발 개요 및 수행범위 ····· 14
2. 국내외 BIM 기반 수량산출 관련 현황 분석 ····· 17
   2.1. 국내외 BIM기반 수량산출 문헌 분석 ····· 17
   2.2. 국내외 BIM기반 수량산출 기술 및 적용사례 분석 ····· 18
3. 인프라 BIM 표준 형상, 속성처리 및 변환 메카니즘 분석 ····· 21
   3.1. 인프라 IFC 표준의 구성체계 분석 ····· 21
   3.2. 인프라 IFC 표준의 형상, 속성, 변환 메카니즘 ····· 23
4. 요구기능 분석 및 핵심기능 도출 ····· 25
   4.1. 사용자 요구기능 도출 ····· 25

4.2. 요구기능별 구현 및 활용 시나리오 구성 ····· 27
4.3. 요구기능 정의서 및 설계서 ····· 29
5. 상용툴 기반 인프라 IFC 활용 수량산출 속성 입력 개발 방법론 구축 ····· 32
5.1. 수량산출 자동입력 기능 요구사항 분석 ····· 32
5.2. 수량산출 속성 생성 및 자동입력 아키텍처 설계 ····· 33
5.3. 수량산출 속성 생성 및 추출을 위한 로직 개발 ····· 37
6. 수량산출 속성이 포함된 BIM 성과품의 IFC 변환 메카니즘 구축 ····· 40
6.1. 기능 요구사항 분석 ····· 40
6.2. 수량산출 속성이 포함된 BIM 파일의 IFC변환 구성도 ····· 41
6.3. IFC변환 로직 개발 ····· 42
6.4. 변환시 수량산출 속성 검증 기능 로직 개발 ····· 45
7. 상용툴 API를 활용한 BIM 표준기반 수량산출 속성입력 도구 개발 ····· 47
7.1. 상용툴의 형상, 속성 처리 및 변환 메카니즘 분석 ····· 47
7.2. 상용툴 API를 활용한 수량산출 속성입력 도구 클래스 명세서 ····· 48
7.3. 수량산출 속성의 Pset 구성 및 입력 기능 구현 ····· 51
7.4. QDBX의 BIM 모델 연계 및 입력 기능 구현 ····· 52
8. 수량산출 속성입력 기능이 포함된 IFC변환 도구 개발 ····· 54
8.1. 수량산출 속성 입력 및 변환 기능 구현 ····· 54
8.2. 수량산출정보가 포함된 IFC파일의 속성검증 기능 구현 ····· 56
9. 상용 수량산출 시스템 연계 방법론 및 인터페이스 도구 개발 ····· 57
9.1. 수량산출 및 내역정보 연계 기능 및 방법론 구축 ····· 57
9.2. BIM 기반 수량산출 리포팅 기능 구현 ····· 60
10. 샘플 BIM 모델 작성 및 검증 ····· 62
10.1. 샘플 BIM 모델링 ····· 62
10.2. 샘플 모델 기반 수량산출 정보 생성, 추출, 입력 프로세스 검증 ····· 63
11. 알고리즘 보완 및 시스템 성능 검토 ····· 65
11.1. 시스템 알고리즘 테스트 ····· 65
11.2. 시스템 성능 검토 ····· 66
12. 소결 ····· 68

제 4 장 개발기술의 성과 ····· 69

1. 개요 ····· 69
2. 개발기술의 독창성 및 우수성 ····· 70
3. 개발기술의 활용 효과 ····· 71
4. 권리확보 가능성 ····· 72
4.1. 특허출원에 의한 권리확보 ····· 72
4.2. S/W 등록에 의한 권리확보 ····· 72
5. 기존 기술대비 개발 기술의 경쟁력 ····· 73
6. 성과목표 달성도 ····· 74
6.1. 성과목표 대비 달성도 ····· 74
6.2. 성과 및 달성 내용 ····· 74

7. 연구성과의 활용 계획 ····· 76
7.1. 기술이전 가능성 ····· 76
7.2. 사업화 성공 가능성 ····· 77
8. 경제사회적 기대효과 ····· 79
8.1. 경제적 기대효과 ····· 79
8.2. 사회적 기대효과 ····· 80
8.3. 기술적 기대효과 ····· 80
9. 소결 ····· 81

제 5 장 결론 ····· 82

참고문헌 ····· 83

표 목 차

표 1.1 추진전략 및 역할 1 ····· 4
표 1.2 추진전략 및 역할 2 ····· 4
표 1.3 추진전략 및 역할 3 ····· 5
표 3.1 국내 주요 토목 BIM 연구 현황 ····· 19
표 3.2 국내 주요 연구자 현황 ····· 19
표 3.3 시스템 요구사항 분석 ····· 29
표 3.4 변환기 요구사항 정의서 ····· 41
표 3.5 시스템 클래스 명세서(일부) ····· 50
표 3.6 주요 기능 (일부) ····· 55
표 3.7 예: 토공의 측구깨기 : UA0101, 부대공의 가드휀스 : UE0761 ····· 58
표 3.8 예: 토공의 측구깨기 : QA0101, 부대공의 가드휀스 : QE0761 ····· 59
표 4.1 개발기술의 독창성 및 우수성 ····· 70
표 4.2 성과목표 및 설정사유 ····· 74
표 4.3 성과달성 내용 ····· 75
표 4.4 기술개발 후 국내·외 주요 판매처 예상현황 ····· 79
표 4.5 사업화 계획 및 매출 효과 ····· 79

그 림 목 차

그림 1.1 과제의 개요 ····· 2
그림 1.2 추진일정 ····· 4
그림 1.3 연구수행 추진체계 및 전략 ····· 5
그림 2.1 개방형 BIM 표준기반 수량산출 방법 및 프로세스 개선에 대한 기술 지원 ····· 8
그림 2.2 토목분야 BIM 표준인 IFC기반의 수량산출 정보 연계와 컨버터를 활용한 수량산출 활용 방안 기술 지원 ····· 9
그림 2.3 QDBEx의 IFC연계 및 변환엔진 개발 기술지원 ····· 10
그림 3.1 인프라 BIM기반 수량산출 정보 자동생성 및 변환도구의 기대효과 ····· 14
그림 3.2 인프라 BIM 표준기반의 수량산출 정보 자동생성 및 변환도구 개발목적 ····· 15
그림 3.3 인프라 BIM 표준기반 수량산출 ····· 15
그림 3.4 토목IFC 표준 Pset 속성 샘플(Sample) ····· 21
그림 3.5 토목IFC 표준 Qset 속성 샘플(Sample) ····· 22
그림 3.6 토목IFC 표준 Pset/Qset 템플릿(Template) 호출에 의한 테이블(Table) 매핑(Mapping) ····· 23
그림 3.7 BIM 형상에 대한 자동 속성 생성 및 입력 처리 프로세스 ····· 24
그림 3.8 BIM 형상에 대한 자동 속성 생성 및 입력 프로세스 분석 ····· 24
그림 3.9 BIM 표준의 형상, 속성처리 및 변환도구 요구기능 및 핵심기능 도출 이유 ····· 26
그림 3.10 2D와 BIM기반 수량산출 프로세스 비교 ····· 26
그림 3.11 인프라 BIM 표준기반의 수량산출 정보 자동생성 및 변환도구 개발 프로세스 ····· 27
그림 3.12 속성 자동 생성 및 입력 기능 프로세스 ····· 28
그림 3.13 토목IFC Pset/Qset 속성 자동 생성 및 입력 기능 프로세스 ····· 28
그림 3.14 토목IFC 표준 Pset/Qset 속성과 수량산출 속성연계 기능 프로세스 ····· 28
그림 3.15 요구 시스템 아키텍쳐 ····· 30
그림 3.16 요구 시스템 컴포넌트 구조도 ····· 31
그림 3.17 IFC 변환기(Converter) 속성 창(Window) ····· 33
그림 3.18 요구 시스템 아키텍쳐 ····· 34
그림 3.19 Revit 2016 재료 객체속성 생성 및 추출 프로세스 ····· 35
그림 3.20 Revit 2016 패밀리 유형(Element Type) 객체속성 생성 및 추출 프로세스 ····· 36
그림 3.21 Revit 2016 패밀리 유형 인스턴스(Element) 객체속성 생성 및 추출 프로세스(Process) ····· 36
그림 3.22 Revit 형상 수량산출 속성 연계 로직(Logic) 프로그래밍 ····· 38
그림 3.23 상용 툴을 적용한 인프라 BIM 표준기반 수량산출 속성입력 개발 다이아그램(Diagram) ····· 38
그림 3.24 인프라 BIM 표준기반 수량산출 속성 생성 및 추출을 위한 로직(Logic) 설계 ····· 39
그림 3.25 수량산출 속성이 포함된 BIM 성과품 작성을 위한 상용툴 기반 IFC 변환 프로세스 ····· 40

그림 3.26 구조물 모델 변환기 개발 환경 ····· 41
그림 3.27 변환기 모듈 구성 체계 ····· 42
그림 3.28 상용툴에 대한 수량산출 속성이 포함된 토목IFC 표준속성 연계 예시 ····· 43
그림 3.29 상용 툴에 의한 토목IFC 표준속성 변환과정 예시 ····· 44
그림 3.30 변환기 기능수행 시나리오 ····· 45
그림 3.31 토목IFC 표준속성과 수량산출 속성정보 연계 IFC변환 및 검증 프로세스 ····· 46
그림 3.32 Revit 2016 재료(Material) 매개변수(Parameter) 입력 창(Window) ····· 47
그림 3.33 Revit 2016 프로젝트 매개변수(Parameter) 입력 창(Window) ····· 48
그림 3.34 Revit API와 Delphi 프로그래밍을 통한 BIM형상과 내역속성 연계 프로그래밍 ····· 48
그림 3.35 매핑 매크로(Macro) 기능에 의한 수량산출 정보 BIM 속성 연계 (Revit 2016 패밀리 유형(Element Type)) ····· 49
그림 3.36 IFC 컨버터(Converter) 속성 창에서의 입력 속성 값 확인 ····· 49
그림 3.37 요구 시스템 컴포넌트 구조도 ····· 50
그림 3.38 인프라(도로, 교량 등) 시설의 수량산출 속성의 Pset 구성 및 입력 기능 프로세스 ····· 51
그림 3.39 매핑(Mapping) 매크로(Macro) 기능에 의한 속성 값 자동입력 설계 구현 ····· 51
그림 3.40 BIM모델에 수량산출 속성 자동입력 프로세스 로직(Logic) 설계 ····· 52
그림 3.41 디지털 수량산출정보 교환표준에 대한 속성 필드(Field) 적용 ····· 53
그림 3.42 IFC 컨버터(Converter)를 활용한 수량산출 정보 연계기능 구현 ····· 54
그림 3.43 팔레트 좌측 고정 ····· 55
그림 3.44 팔레트 하단고정 ····· 55
그림 3.45 IFC 컨버터(Converter) 와 BIM 속성 창(Window)을 통한 속성검증 ····· 56
그림 3.46 IFC 변환속성 검증 프로세스(Process) ····· 56
그림 3.47 L형 측구깨기 단위수량 산출 화면 ····· 58
그림 3.48 수량산출서 작성화면 ····· 59
그림 3.49 수량산출서와 내역연계 화면 ····· 60
그림 3.50 BIM기반 수량산출 리포팅 기능의 목적 ····· 60
그림 3.51 상용 수량산출 솔루션 연계시스템 엑셀(Excel) 리포팅(Reporting) 기능 구현 ····· 61
그림 3.52 개발 시스템의 검증을 위한 샘플 BIM 모델 작성 및 검증 프로세스 ····· 62
그림 3.53 상용 수량산출 솔루션 연계시스템 샘플 BIM 모델 적용예시1 ····· 63
그림 3.54 상용 수량산출 솔루션 연계시스템 샘플 BIM 모델 적용예시2 ····· 64
그림 3.55 인프라 BIM기반 수량산출 변환도구 IFC 내보내기(Export) 프로세스 ····· 65
그림 3.56 시제품 매뉴얼 및 가이드라인 ····· 65
그림 3.57 시제품 자체 및 외부 전문가 테스트(Test) ····· 66
그림 3.58 인프라 BIM 표준기반의 수량산출 정보 자동생성 및 변환도구 개발목적 ····· 68
그림 4.1 프로세스 효율화 및 Human Error 감소 ····· 71
그림 4.2 타 상용Tool 확대 및 최초 인프라IFC적용 ····· 71

그림 4.3 기술이전 가능성 확보 ····· 76
그림 4.4 사업화 성공 가능성 ····· 78
그림 4.5 기술이전기업(글로텍)의 사업화 전략 ····· 78

(공 란)

제1장

서 론

1. 연구 목표

본 연구는 중소기업의 애로기술을 지원하고 이에 따라 개발된 성과품을 기술이전하여 해당 중소기업의 사업화를 달성할 수 있도록 하는 것이 목적이다. 본 기술은 지원기업의 토목분야 BIM 표준 활용을 통해 수량산출의 BIM 표준 도입 기반 확보하는 것이 목표이다. 이를 위해 향후 BIM 성과품 납품체계 전환 대비에 따라 수량산출 기능이 개선된 Tool의 개발과 BIM 표준인 IFC 도입 기반기술 사전 확보 지원한다.

또한 BIM기반의 수동수량 산출 자동화에 의한 활용 Tool의 확대 및 사용성 확보를 통해 시장 진출 지원한다. 즉 현재 Revit에 국한된 수량산출 기능을 개선함으로써 Tool의 확대에 따른 개방형 BIM기술 기반 구축을 지원하고 사용성 개선에 따른 개발 소프트웨어의 시장진출 지원하는 것을 목표로 하고 있다.

본 연구의 과제명은 “BIM기반 견적 산출 방법 및 프로세스에 대한 기술과 도로분야 IFC 표준의 수량산출 정보 연계 체계 기술 개발”에 관한 연구로서 2017년 8월 1일부터 12월 31일까지 약 5개월간 진행되었다. 연구의 5대 전략목표는 인프라 시설의 설계 품질향상과 시공성 개선을 목적으로 하므로 “신시장 창출을 위한 융·복합 기반 미래형 인프라 기술 확보에 해당하며, 중점연구영역으로는 ”미래성장 융-복합 사업 발굴 기반 확보“에 해당한다.

이를 달성하기 위해 본 연구에서는 요청 중소기업의 애로기술의 해결을 위해 본 연구원이 보유한 기술의 적용에 대한 컨설팅을 수행하였으며, 향후 BIM 표준이 수량산출 과정에 적용될 수 있도록 그 기반을 구축하도록 지원하였다. 또한 이를 위해 BIM 표준에 근거한 수량산출 자동 산출, 입력 및 변환을 구현하는 시작품을 제작하였다. 본 연구의 최종 성과는 이의 연구결과물인 소프트웨어 등록 및 특허 출원을 통해 기술이전을 추진하는 것이다. 이는 연구종료 1년 이내에 달성할 수 있도록 기술이전 업체와 지속적인 협의를 지속하도록 할 것이다.



그림 1.1 과제의 개요

2. 연구 필요성

본 애로해결 요청 기업은 토목 공사비 내역작성 프로그램인 EBS(Event Breakdown System) 프로그램을 개발 및 운영 관리하는 전문 건설IT 개발업체로써, 최근 3차원 BIM 기반의 수량/공사비 견적산출 솔루션을 추가 개발, 구축하여 현재 운영관리 업무 수행 중이다.

현재의 3차원 BIM기반 견적산출 솔루션은 토목분야 BIM 공통 표준인 IFC의 연계 반영이 미비하여 현재는 (주)Autodesk사 Revit 제품에만 국한되어 있어 제품판매에 한계가 있다. 이를 위해 향후 토목분야 BIM 표준의 도입에 대응하기 위해 BIM기반 자동 및 연동 수량 외 수동입력 수량에 대한 프로그램의 입력기능과 합계 등 집계 기능의 비효율로 인해 별도의 추가적인 인력 소요로 제품 판매가 애로가 있어 이를 해결한 기술도입이 절실하다. 또한 여러 他상용 BIM 툴(Tool)에 대한 공통의 3차원 BIM기반 수량/공사비 견적산출을 위해서는 토목분야 표준화와 연계된 IFC 파일에 대한 추가 연계개발이 반드시 이루어 져야 한다. 현재의 관련 BIM기반 견적시스템은 건축분야에 한정되어 있고 표준화가 미흡하나 향후 토목분야로의 BIM표준 확대를 고려하며, 시장선점을 위한 기술 개발지원 필요하다. 향후 BIM기반 3차원 설계를 위한 공통파일로 활용될 것이며, 성과품 납품 포맷에 수량산출 성과물을 포함하므로 토목분야 IFC 표준을 활용한 수량산출 연계 기능의 개발이 필수적이다.

3. 연구 내용

본 연구의 주요 연구내용은 크게 기술지원, 시작품제작, 활용방안 도출의 3가지로 이루어지며, 세부 수행 연구내용은 다음과 같다.

○개방형 BIM 표준기반 수량산출 방법 및 프로세스 개선에 대한 기술 지원
- 토목분야 IFC기반의 개방형 BIM기술 개발 도입 방안 수립
- BIM기반 라이브러리를 활용한 견적산출 방법의 표준화 방안 수립
- BIM기반 수량산출 프로세스 개선을 위한 현재 프로세스 분석 및 프로세스 모델링 구성

○토목분야 BIM 표준인 IFC기반의 수량산출 정보 연계와 컨버터 및 뷰어를 활용한 수량산출 활용 방안 기술 지원
- 토목분야 IFC 표준 기반의 수량산출 정보 연계 및 수동수량의 자동화 방안 구축 및 기술 지원
- 연구원이 보유한 IFC엔진을 활용한 수량산출 정보의 변환 및 검토를 위한 컨버터 및 뷰어기반 수량산출 방법론 구축

○BIM 표준기반 수량산출 기능을 제공하는 도구 시작품 개발
- 토목분야 IFC표준에 대응한 수량산출 기능을 제공하는 도구 시작품 개발
- 사례모델 적용을 통한 표준기반 수량산출 연동 체계 검증

○BIM 표준기반 수량산출 기술의 국내외 시장진출 지원방안 수립
- BIM표준(IFC)를 활용한 수량산출 기술기반 도구의 국내외 시장 분석
- 국내외 시장 분석을 통한 체계적 시장진입 및 판로 확보 방안 수립

○수량산출시 디지털수량산출 표준 연계 및 활용 방안 도출 지원
- IFC 기반의 디지털수량산출 표준 연계방안 수립

4. 추진일정 및 추진체계

4.1. 추진일정

본 연구에서 초기 계획한 일정에 따라 수행된 추진일정은 다음 그림과 같다. 당초 계획대비 달성도는 100%이며, 연구기간이 단기여서 당초계획에 뒤처지지 않도록 일정관리를 수행하였다. 다음의 일정에서 자체중간점검과 최종평가의 마일스톤을 포함하고 있다.

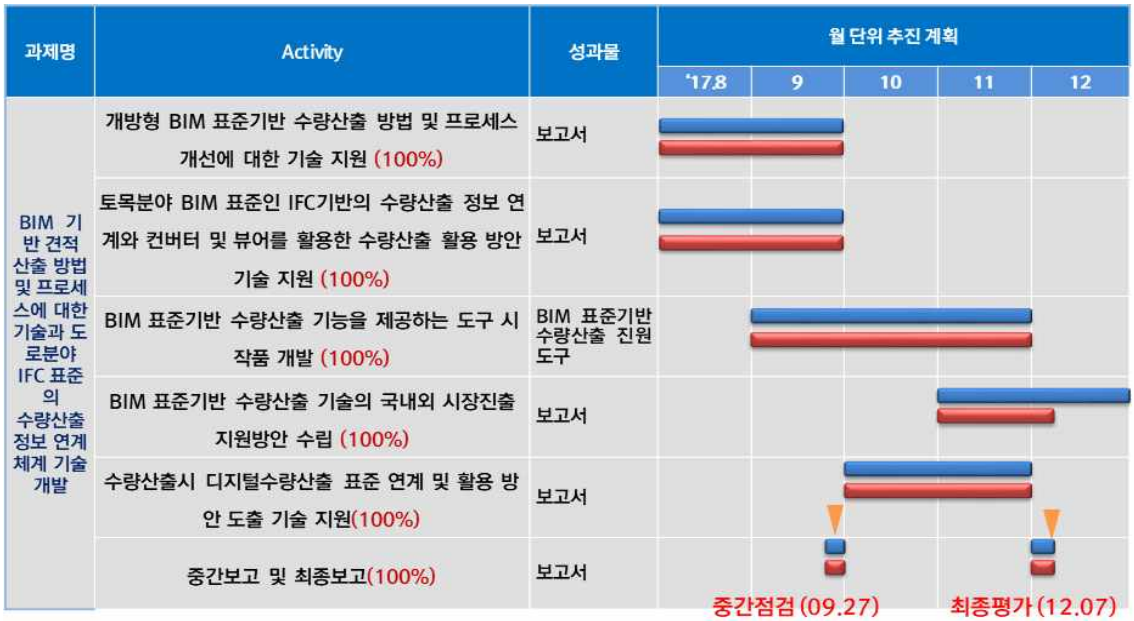


그림 1.2 추진일정

4.2. 추진체계

본 연구의 원활한 연구추진체계 확보를 위해 다음의 참여기관별 추진전략 및 역할을 정의하여 상호 유기적인 관계에서 효과적인 성과를 도출할 수 있도록 하였다.

○ 연구의 보유 기술을 구현하는 개발사와 신청 업체가 역할 분담을 통해 효율적 연구 개발 추진

표 1.1 추진전략 및 역할 1

기관	추진전략 및 역할
연구원	신청업체 애로기술(BIM표준기반 수량산출 연계, 자동화) 개발, 기술지원, 자문 및 평가
개발사	인프라 BIM표준 기반 수량산출 연계 및 자동화 프로그램 개발
수요기관	개발시스템의 적용, 개발기술 세부요구사항 정의 및 개발 시제품 현장 적용

○ 외부 전문가 자문을 통한 개발기술 활용성 극대화

표 1.2 추진전략 및 역할 2

기관	추진전략 및 역할
학계	알고리즘 개발 방안 및 활용성 검토
관/산	개발기술 관련 요구사항 및 시제품 개발방안 자문
수요기관	요구사항을 반영한 개발 및 활용 전략 수립

○ 시장확보 및 진출을 위한 외부 자문

표 1.3 추진전략 및 역할 3

기관	추진전략 및 역할
학계	시장진출 확보를 위한 자문
관/산	시장진출 지원을 위한 외부 자문 지원
수요기관	시장진출 및 사업화 방법을 검토한 내부 전략 수립

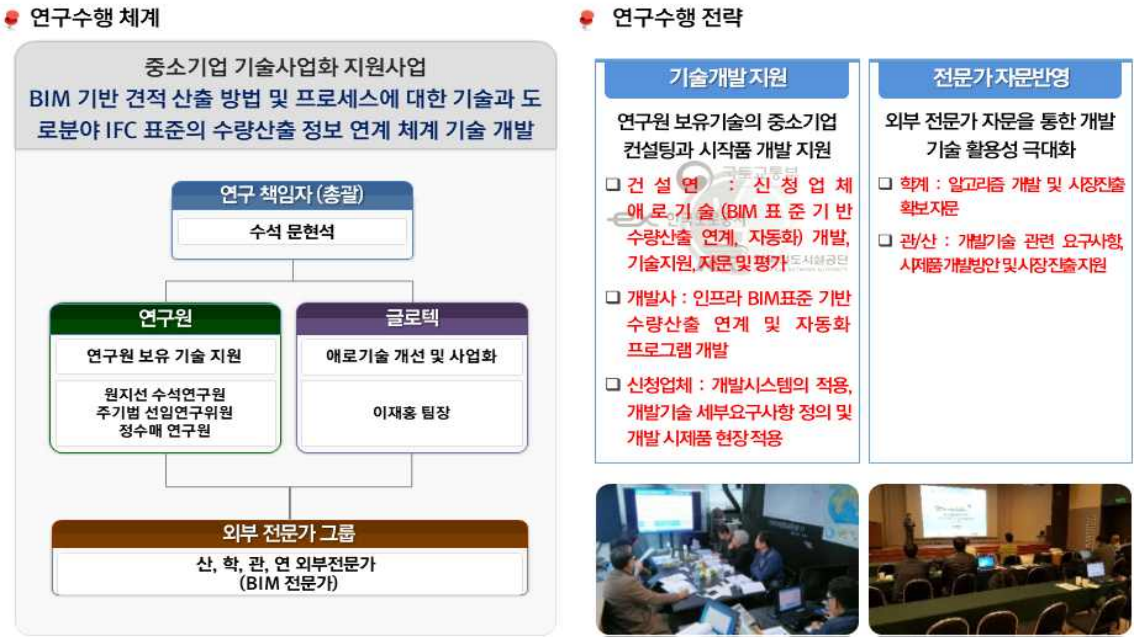


그림 1.3 연구수행 추진체계 및 전략

(공 란)

제 2 장

기술지원

1. 개요

앞서 언급한 바와 같이 본 연구의 목적은 신청기업의 애로기술의 수요에 대한 연구원 보유기술의 컨설팅을 수행하는 것이다. 해당 기업은 기존 내역 DB를 보유하고 있어 이를 활용한 응용분야가 많다. 그 중 하나가 본 BIM기술을 활용하여 보유DB를 연계하는 것이다. 그러나 건축분야를 중심으로 BIM기반 수량산출 기능을 개발하여 컨설팅 하였으나, 향후 토목분야 BIM 표준 확장을 고려하여 사전에 이러한 인프라 BIM 표준기반의 수량산출 기술을 개발하여 기술선점을 하는 것이 목표였다. 본 연구원은 이미 인프라 BIM 표준에 관한 기반 기술을 확보하고 있으며, 이를 기반으로 성과품을 작성하는 표준변환 기술, 2D성과품의 하나인 디지털수량산출 기술 등을 보유하고 있다. 이러한 기술은 인프라 BIM 표준을 기반으로 하는 수량산출 과정에 충분히 적용 가능한 기술이며, 이를 기업에 지원하였을 경우 활용 분야의 확대가 기대된다. 이에 따라 기술지원 조건을 통해 연구원 보유기술을 컨설팅 하였다. 다음의 내용들은 연구원 보유기술을 정리하여 신청기업 애로기술을 보완하는데 활용될 수 있도록 지원되었다.

2. 개방형 BIM 표준기반 수량산출 방법 및 프로세스 개선 기술 지원

2.1. 목적

본 기술에 대한 기술지원 목적은 향후 BIM 설계 전환에 따른 수량산출 성과품 납품에 대비하여 3차원 모델을 활용한 수량산출 방법론과 프로세스에 대한 방법론 관련 기술 지원 수행하는 것이다.

2.2. 인프라 BIM 개발 및 활용 기술 지원

BIM 표준기반 수량산출 방법 기술지원 내용으로는 다음의 1)인프라 IFC 표준체계 데이터 구조에 관한 기술지원 (공간-시설-부위-부품 단위), 2)인프라 IFC 출력을 위한 변환처리 개발 체계 지원, 3)IFC와 연동되는 수량산출 Qset 속성 구성 (Qset 스키마 활용 및 속성 처리), 4)Qset기반 수량산출의 IDM 프로세스 맵을 활용한 수량산출 처리 방법 지원의 4가지로 정리하여 세부 기술사항에 대하여 기업에 컨설팅을 수행하였다.

인프라 BIM 표준체계 데이터 구조에 관한 기술지원에서는 IFC4에서 정의하고 있는 공간-시설-부위-부품 단위의 위계 및 형상요소체계를 설명하였다. 특히 도로, 교량, 터널 등의 구조물은 어떠한 세부 요소를 담고 있는지를 확인하였다.

2.3. 인프라 IFC기반의 수량산출 프로세스 기술 지원

본 절에서는 수량산출 속성 정보를 포함하여 인프라 IFC와 연계를 통해 어떻게 수량을 산출할 수 있는지의 기술적 지원을 위해 다음의 두 가지 항목에 대해 컨설팅을 수행하였다.

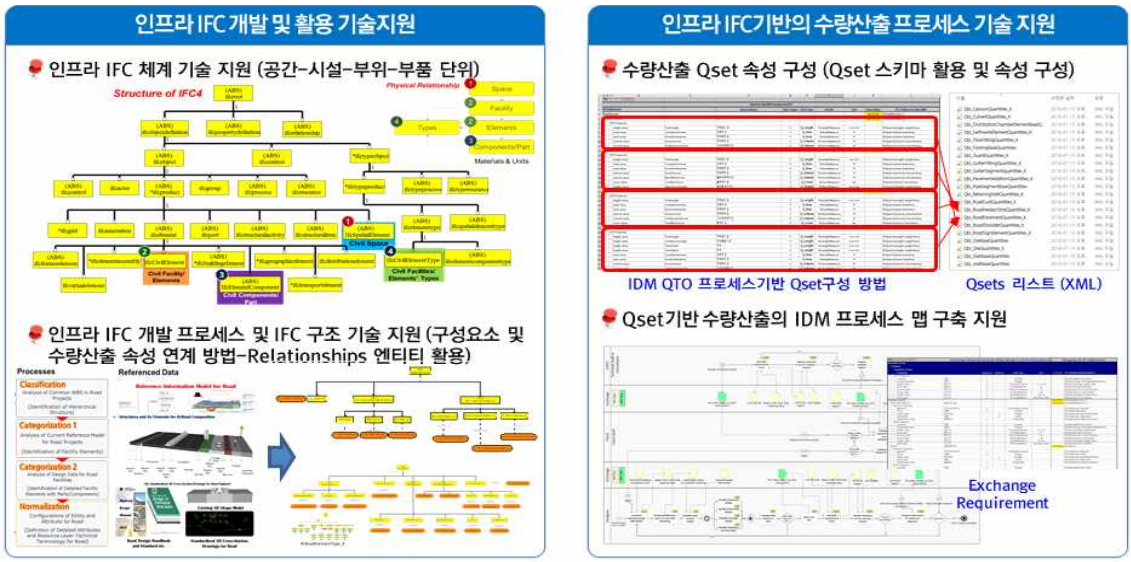


그림 2.1 개방형 BIM 표준기반 수량산출 방법 및 프로세스 개선에 대한 기술 지원

우선 인프라 IFC 개발 및 활용에 대한 기술지원이 수행되었다. 수요기업은 수량산출 기술에 특화되어 있으나 향후 인프라 분야의 BIM 표준이 도입될 것을 고려하면 현재의 표준반영 수준은 미비하다. 향후 자체의 BIM 표준 기술력을 확보하고 수량산출 정보 흐름 체계를 반영하여 BIM 표준에 근거한 수량산출 기반을 구축하는 것이 해당 수요기업의 목적이다.

3. IFC기반의 수량산출 정보 연계와 컨버터 기반 수량산출 활용 기술 지원

3.1. 목적

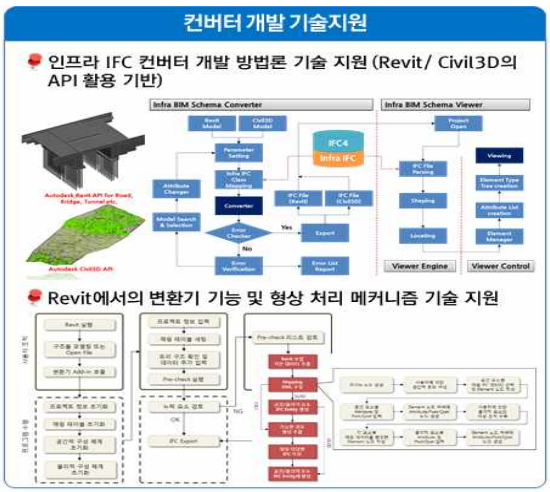
본 절의 목적은 Revit이나 상용 S/W를 통해 생성되는 3D모델(패밀리 정보)과 이의 파라미터 정보를 통해 구성되는 수량산출 정보를 연계하고 이를 BIM표준인 IFC를 통해 출력하는 방법과 수량산출 결과물의 활용방안 도출과 관련된 지원방안 수립하는 것이 목적이다.

3.2. 컨버터 개발 기술 지원

연구팀은 IFC기반 수량산출 정보 연계 및 컨버터 활용 출력 방법을 지원하기 위해 기 개발한 S/W 업체와의 협력을 통해 세부 변환기 개발 기술의 노하우를 전수하였다. 세부 지원사항은 다음의 1) 인프라 IFC 변환기 개발 방법론에 대한 알고리즘 처리 기술 지원, 2) Revit에서의 변환기 기능 및 형상처리 메카니즘 구현 기술 지원, 3) IFC 데이터 구조에 의한 수량산출 속성 및 할당 처리 기술 지원, 4) Psets 및 Qsets 데이터의 3D객체(패밀리)로의 저장 및 매핑을 위한 기술 지원의 크게 4 가지로 구성된다. 수량산출 속성을 IFC로 저장하여 처리하기 위해서는 IFC의 구조에서 속성의 연결을 어떻게 처리하는지 사전 분석이 필요하다.

3.3. 컨버터에서의 수량산출 속성처리 기술 지원

본 절에서는 IFC 변환기에서의 수량산출 처리 속성을 확인하기 위한 방법을 지원하였다.



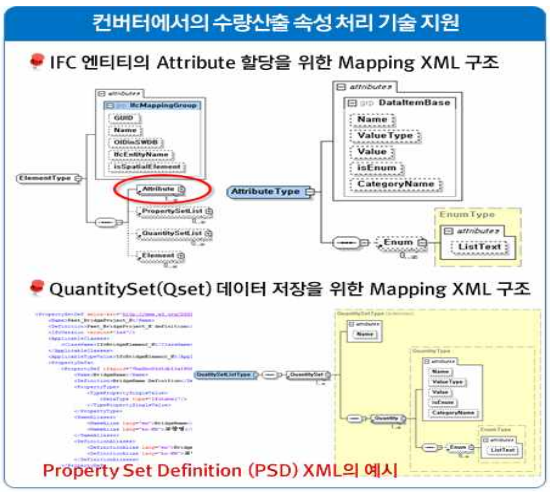


그림 2.2 토목분야 BIM 표준인 IFC기반의 수량산출 정보 연계와 컨버터를 활용한 수량산출 활용 방안 기술 지원

4. 디지털 수량산출 표준연계 및 활용방안 도출 기술 지원

4.1. 목적

본 내용의 목적은 BIM 성과품 납품시 활용되는 디지털수량산출 표준에 근거한 수량산출 속성 연계와, 매핑과 이의 IFC표준 및 활용에 관한 기술 지원을 수행하는 것이 목적이다.

4.2. IFC 엔진을 활용한 컨버터 개발 기술 지원

본 연구팀은 BIM 성과품 최종 납품시 활용될 수 있는 디지털수량산출 표준 및 IFC연계 처리에 관한 기술 지원을 수행하였다. 이를 위해 1) IFC엔진을 활용한 변환기 개발 기술 지원, 2) 디지털 수량산출정보(QDBEx)의 IFC연계 및 활용에 대한 기술 지원, 3) 디지털 수량산출정보의 PSets/QSets 변환 및 IFC 엔티티 매핑 기술 지원이 이루어졌다.

4.3. 디지털 수량산출 표준 연계 방안 기술 지원

본 절에서는 디지털 수량산출 표준을 활용하여 BIM 표준의 속성으로 어떻게 구성되는지에 대하여 기술지원을 수행하였다. 참고로 QDBEx는 XML의 구조로 이루어져 있어 해당 수량속성의 엘리먼트 셋을 Pset이나 Qset의 속성 셋으로 전환이 가능하다. 이를 위해서는 중간 인터페이스에 상호 속성 Set을 매칭할 수 있는 MVD형태의 템플릿을 구성하는 것이 바람직하다. 디지털수량산출표준의 2D성과품 납품시 동시에 제출되는 표준항목으로 BIM의 전환시 QDBEx를 그대로 쓸 수 있거나 커스터마이징 방안을 강구할 필요가 있다.

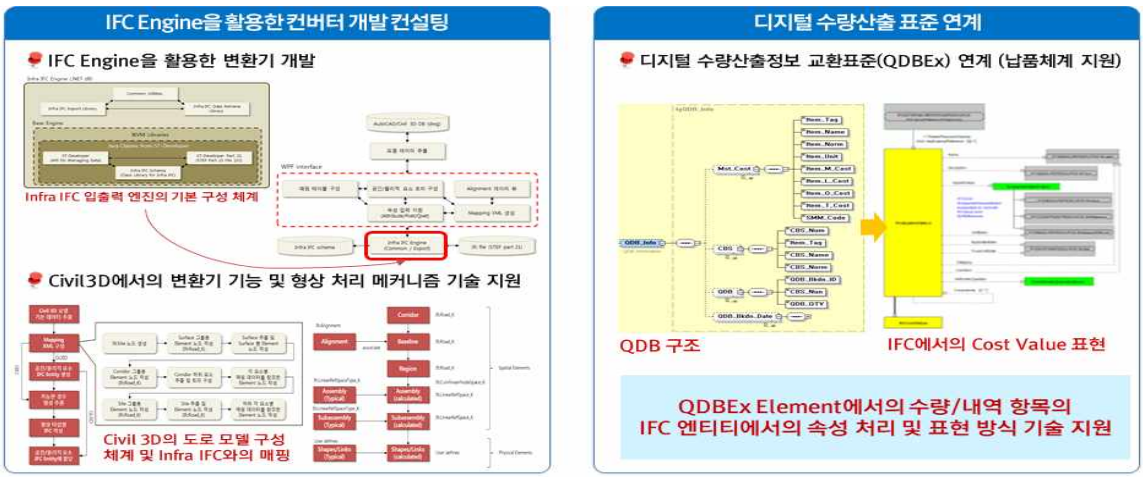


그림 2.3 QDBEx의 IFC연계 및 변환엔진 개발 기술지원

5. 소결

본 장에서는 향후 인프라 BIM 개발 및 도입을 고려하여 수요기업의 수량산출 정보 입력, 추출, 매핑 등의 과정에 BIM 표준을 활용할 수 있도록 변환기 개발, 속성매핑, 표준연계 등의 연구원 보유기술에 대한 기술 컨설팅이 이루어졌다.

이러한 기술의 난이도와 복잡성으로 인해 단기적인 컨설팅만으로는 수요기업의 기술을 확보하는데 제약이 많다. 또한 기술이전 과정에서 소요되는 연구원 보유 기술의 노하우를 사전에 공유하는 차원에서 진행되었다. 일부 IfcEngine을 활용한 변환기 개발 기술은 별도의 컨설팅을 통해 추가적인 기술지원 방안을 강구할 것이다.

국내의 기업들 중에서 실무차원의 활용시스템에 연구원이 개발한 IFC표준을 시범적으로 탑재하는 살계가 많지 않다. 본 기술이전 과제가 향후 인프라 IFC의 적용 가능성을 검토하기 위한 중요한 사례로서 활용될 수 있다. 특히 국제표준화 기구(buildingSMART International)에서는 인프라 IFC의 구축시 수량산출을 포함한 다양한 유스케이스 개발과 이에 적응성을 높인 표준을 개발하는 것이 관건이다. 물론 본 연구에서 시도하는 바와 같이 수량산출이 중요한 유스케이스가 될 수 있으며, 향후 인프라 IFC를 활용한 수량산출 처리의 정보전달체계(Information Delivery Manual)를 표준화하는데 기여할 수 있다.

제 3 장

인프라 IFC기반의 수량산출 자동화 도구 개발

1. 개발 개요

1.1. 개발 필요성

본 인프라 IFC기반의 수량산출 자동화 도구 개발의 목적은 3D형상으로부터 수량산출과 연관된 제원(속성, 기하, 재료 등) 정보를 추출하여 3D엔티티에 연결하기 위한 Macro기반 자동화 매핑 툴을 개발하고 이를 통해 생성된 Pset/Qset 정보를 인프라 IFC표준과 연계하여 출력하기 위한 BIM기반 자동화된 수량산출 기술을 확보하는 것이 목적이다.

향후 예상되는 토목 인프라 시설물에 대한 BIM 모델링 구축과 활용에 대한 사전 대비를 위해서는 선행되어야 요소들이 있다. 그중 가장 중요한 것은 3차원 BIM 공통 파일 포맷인 IFC 파일의 인프라 시설물에 대한 표준화 연계가 반드시 정의되고 확립되어야 한다. 이를 통해 인프라 시설물에 대한 다양한 BIM 구축과 활용이 이루어 질 것이라고 본다. 또한 인프라 시설물에 대한 표준기반의 기준연구와 함께 3차원 BIM기반의 수량/공사비 산출 등에 대한 후단의 기존 2D기반 프로세스를 3차원 BIM기반의 프로세스로의 변화에 대비하는 것도 중요하다. 이와 같은 BIM 공통 파일 포맷인 IFC에 대한 표준화 연계와 더불어 이를 통한 BIM기반의 활용 프로세스 정립은 반드시 선행되어 이루어져야할 필수불가결한 요소라 할 수 있다.

한편 건축분야에서 먼저 도입되고 시행되었던 BIM 모델링 구축과 활용에 대한 선행연구의 장점은 살리고 시행착오로 소모적으로 벌어졌던 과오에 대해서는 같은 잘못된 답습의 과정을 거치지 않기 위해서는 토목 인프라 시설물에 대한 BIM 모델링 구축과 활용에 참여하는 구성원들이 모든 만족하고 사용할 수 있는 공통의 표준을 마련하는 것이 필요하다.

현재 본 연구원이 보유하고 있는 BIM 공통 파일 포맷인 IFC 파일에 대한 변환기

(Converter)와 뷰어(Viewer)에 대한 기술지원을 통해 기존 BIM 파일에 대한 연계활용 기술로 확대 적용할 필요가 있다. 기본 BIM 모델링 툴(Tool)에 인프라 시설물에 대한 IFC 표준속성을 연계하기 위한 필수 요소로 BIM 속성(Property)에 대한 필드(Field) 자동 생성 및 속성 값 자동 입력 등에 대한 기술개발이 병행하여 이루어 져야한다. 이러한 BIM 모델링 툴(Tool)에 대한 속성 자동생성 및 자동입력 기능구현을 통해 토목 인프라 시설물에 대한 토목 IFC 표준속성인 PSet 속성과 수량산출 속성이 포함된 Qset 속성에 대한 연계가 가능 할 것으로 본다.

토목 인프라 시설물에 대한 IFC 표준화 연계를 통해 기존 2D기반으로 수행되고 있는 상용 툴 기반의 수량/공사비 활용기술과의 연계를 통해 IFC연동 3차원 BIM기반의 수량/공사비 연계활용이 이루어 질 수 있는 기술을 제안한다.

토목분야에 있어서 일반적인 IFC를 연계한 BIM 모델링 구축과 활용에 대한 아래와 같은 필요성에 따라 개발 타당성을 확보해야 한다. 첫째, 토목 인프라 시설은 국가가 투자하여 발주하고 관리하는 시설이므로 우선적으로 국가가 나서 BIM 표준, 납품체계 등 관련 기술을 개발하고 이의 보급을 위한 가이드라인 배포 필요하다. 둘째, 국내의 도면납품체계는 2D를 기반으로 수행되므로 관련 수량산출이나 공정관리가 어렵고 운영을 위해 고도의 전문성을 요구하므로 직관적인 3차원 설계로 전환에 따라 3차원 객체기반의 표준 기술개발을 통한 BIM기반 수량/공사비 연계활용 기술구축에 대한 기술적 대응이 필요하다. 셋째, 향후 토목 인프라 시설의 설계환경에 2D에서 3차원 입체설계 기법으로 전환되므로 요구되는 정보의 양이 방대하며, 단계별로 관련 건설정보 데이터의 급속한 증가로 인해 이를 효율적으로 수집・관리하기 위한 기반기술의 구축이 반드시 필요하다. 넷째, 국내외에 인프라 시설물에 대한 BIM 도입 기반 확보와 실무 활성화를 통한 응용체계 구축을 위해 관련 BIM 표준, 응용기술, S/W 개발, 국가 자산시설의 생애주기 건설정보를 통합적으로 관리・분석・운영하기 위해 핵심 기술 개발을 요구하고 있으며, 해외 국가(미국, 핀란드, 싱가폴, 영국, 일본 등)별로 인프라 BIM 정책을 활성화되고 있다. 다섯째, 인프라 시설물에 대해 점진적으로 BIM을 적용하는 분야가 많아지고 있으며, 이에 따라 필요한 요구사항 등이 도출되어 BIM의 정책적 지원을 요구하고 있으며, 개별적인 BIM 활용 대상을 단일의 모델로부터 구현하도록 관련 기술지원 방안마련이 필요하다. 여섯째, BIM 모델링을 통한 설계정보를 시공 및 유지관리 단계까지 통합적으로 활용할 수 있는 정보관리 기반을 제공함으로 전 생애주기에 걸친 비용의 경제성을 향상시킬 수 있으므로 BIM의 적용이 필요하다. 마지막으로 BIM으로 전환 시 실시간으로 생성되는 방대한 건설정보를 통합적으로 관리하고 이를 활용하여 사용자 요구에 맞는 건설정보 및 업무 서비스를 진행하기 위해서는 국가차원의 정보통합관리 체계가

필요하므로 플랫폼 구축도 향후 선행되어야 진행되어야 한다.

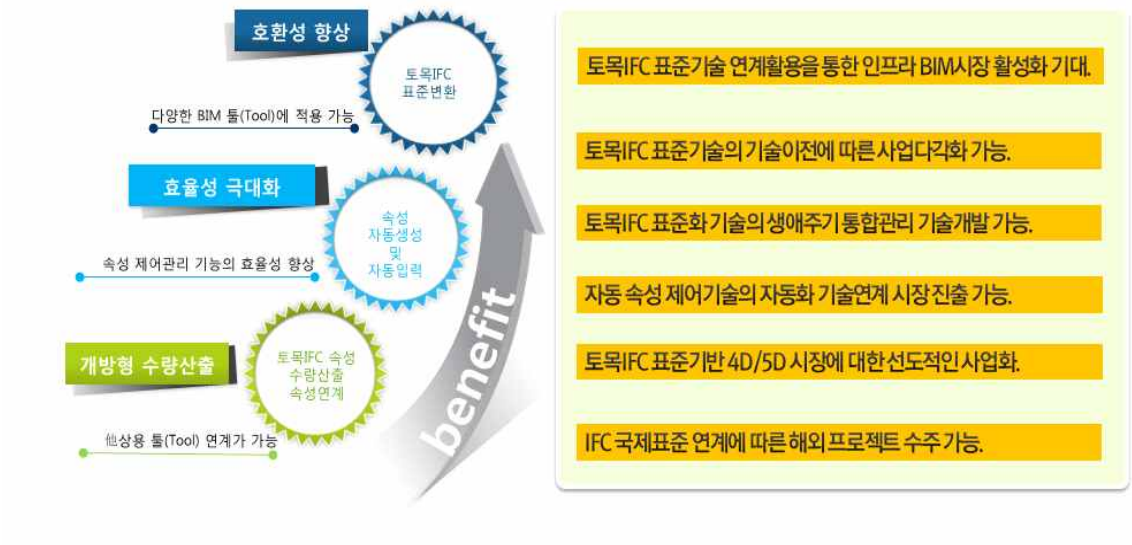


그림 3.1 인프라 BIM기반 수량산출 정보 자동생성 및 변환도구의 기대효과

1.2. 개발 개요 및 수행범위

본 인프라 BIM 표준기반의 수량산출 정보 자동생성 및 변환도구 연구개발은 BIM 형상 속성에 대한 자동생성 및 자동입력 기능을 1차 구현하고 여기에 토목 IFC 표준기반의 속성정보를 연계하여 이를 연구원이 제공하는 IFC 컨버터(Converter)와 뷰어(Viewer) 기술을 활용하여 BIM 모델링 설계데이터로부터 IFC 표준속성에 부여된 수량/공사비 연계활용에 이르는 모든 과정을 실용화 중심의 기술로 개발하기 위한 BIM 모델링 구축 및 활용분야에 있어서의 선행연구라 할 수 있다. 이를 통해 구현하고자 하는 목표는 아래와 같다.

1) 인프라 BIM 표준기반의 BIM 활용의 기준 마련 : 인프라 시설물에 대한 토목IFC 표준화 연계를 통해 향후 토목분야의 BIM기반 구축 및 활용 기술에 대한 기준을 제시할 수 있게 된다.

2) 토목 인프라 시설물에 대한 IFC연동 BIM기반 수량/공사비 연계적용 기술의 확보 : 오토데스크사 Revit 등 기존 상용 툴(Tool)기반 사용자 위주의 BIM기반 수량/공사비 연계활용을 토목 IFC 표준기반의 연계활용 기술로의 확대로 다양한 타 BIM 상용 툴 사용자에 대한 활용성 확장이 가능하게 된다.

3) 토목분야 견적BIM 구축 및 사업화를 통한 시장 진출이 가능 : 토목 인프라 시설물에 대한 BIM 모델링 구축을 통한 설계 단계를 넘어 향후 형성될 견적BIM 시장에 대한 선도

적인 역할을 수행할 수 있는 IFC기반 수량/공사비 연계활용 기술에 대한 사업화가 가능하게 된다.



그림 3.2 인프라 BIM 표준기반의 수량산출 정보 자동생성 및 변환도구 개발목적

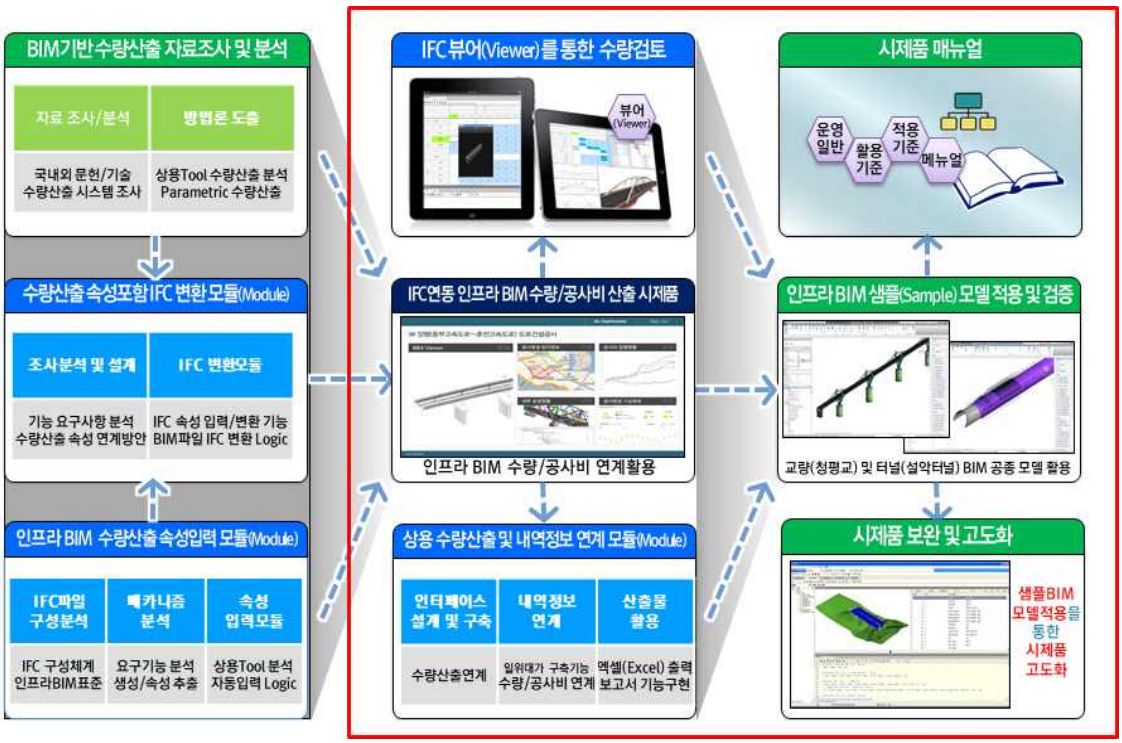


그림 3.3 인프라 BIM 표준기반 수량산출

본 시범 프로그램에서 개발하는 핵심기능은 다음과 같다.

1) 인프라 BIM 표준기반 수량산출 속성입력 모듈 개발
2) 3D객체(패밀리)기반 속성필드 연계 및 자동 매핑 기능 개발
3) 수량산출 속성 포함 IFC변환 모듈 개발
4) 상용 수량산출 및 내역정보 연계 모듈 개발
5) 외부 속성 Pset/Qset의 3D매핑 및 IFC연계 속성처리 기능 개발

이를 구축하기 위해 세부 개발의 수행범위는 크게 3가지로 구분하여 수행하였다.

첫째, BIM 객체에 대한 속성에 대한 자동생성 및 입력 등의 제어관리를 수행할 수 있는 기능 모듈(Module)을 개발 구현하는 것으로 (주)오토데스크 제품인 Revit 2016을 대상으로 재료(Material) 및 패밀리 유형(Element Type), 패밀리 유형 인스턴스(Element)에 대한 속성 필드(Field)를 자동으로 생성하고 생성된 속성 필드(Filed)에 속성 값(Value)을 자동으로 입력 제어할 수 있도록 개발 구현하였다. 둘째, 개발될 속성 필드(Fileld) 제어 관리 기능 모듈(Module)에 한국건설기술연구원에서 제공되는 토목 IFC 표준 속성인 Pset과 수량산출 속성이 포함된 Qset 속성을 연계하는 것이고 이를 또한 한국건설기술연구원에서 제공되는 IFC 컨버터(Converter)와의 연계를 통해 토목IFC 표준속성 연계를 구현하였다. 마지막으로 셋째, 토목IFC 표준속성에 대한 연계 기능 모듈(Module)과 함께 코드, 명칭, 규격, 단위와 CBS(Cost Breakdown System), MBS(Model Breakdown System), WBS(Work Breakdown System) 트리(Tree) 정보 등의 기본 상용 수량산출 프로그램 정보와의 연계활용을 수행할 수 있는 기능 프로세스를 정립하고 이를 구현하여 향후 최종적으로 IFC 뷰어(Viewer)를 통해 확인 검증할 수 있도록 하는 것이 개발의 마지막 수행 범위였다.

2. 국내외 BIM 기반 수량산출 관련 현황 분석

2.1. 국내외 BIM기반 수량산출 문헌 분석

국내외 BIM 기반의 수량 산출에 대한 선행 연구를 조사하기 위해 BIM 기반의 자동 수량 산출에 대한 신뢰도, 품질, 효율성 등에 대한 선행 연구를 중심으로 연구문헌 분석을 수행하였다.

신재철 외 3인(2012)은 『BIM 기반 신뢰성분석 및 수량 산출서 자동화』라는 연구 논문을 통해 ATM 터널 1개소와 PSC 거더 교량 1개소를 대상으로 BIM 모델링을 통한 물량 산출과 기존 2D 기반의 물량과의 오차율을 이용한 신뢰성 분석을 수행하였다. 해당 연구에서는 BIM기반 수량산출서 자동화를 위해서는 첫 번째로 기존 2D기반의 도면 및 수량산출서를 분석하여 설계오류를 찾아 수정하는 작업을 한다. 두 번째로는 BIM Solution을 통해 구조물을 3차원객체로 모델링하여 자동으로 물량산출(자동물량산출)을 한다. 세 번째로 자동 및 연동, 수동물량산출이 완료된 후 각각의 물량DB를 수량산출서 내 최소단위 물량(수량산출근거 물량)과 매핑시켜줌으로써 자동화 구현을 가능케 하였다. 본 연구는 정보통합의 시작단계로서 모델링과 물량정보의 통합으로 향후 적용될5D-BIM 개발방향에 대한 가능성을 확인할 수 있다고 평가하고 있다.

문진석 외 2인(2013)은 『BIM 저작도구를 활용한 도로공사 수량산출 자동화 활용성 분석』라는 연구 논문을 통해 2D 기반으로 설계된 도로건설공사 도면을 바탕으로 BIM 저작도구 이용하여 토공 및 도로공과 구조물을 3D 모델링 하고 BIM 저작도구에서 제공하는 자동물량산출기능을 통해 활용성을 검토하였다. 특히 도로분야의 BIM 기반 자동 물량산출을 위하여 지방국토관리청에서 발주한 도로건설공사 설계 성과품의 도면데이터를 기반으로 3D 모델링을 수행하였다. 3D 모델링의 작성 및 정보 관리를 위해 건설정보분류체계와 국토교통부 도로건설공사 작업분류체계를 확장하여 사용하였다. 또한 BIM 기반의 자동수량 산출을 위한 항목을 구성하기 위하여 국도건설공사 설계실무요령의 내역체계기반으로 3D모델링한 객체를 선택할 경우 해당 정보가 연동되도록 하였다.이러한 연구를 바탕으로 BIM을 활용한 건설정보관리의 원활하고 정확한 생성과 관리를 위해서는 BIM을 활용한 데이터의 작성, 연계 활용 등에 대한 가이드라인의 개발이 필요하다는 결론을 도출하였다.

김영진외 2인(2012)은 『BIM기반 견적 모델링 데이터 신뢰성 향상을 위한 연구』 라는 논문을 통해 BIM 기반 견적 모델데이터 생성 시 모델링 방법에 따라 어떠한 물량 오차가 발생 할 수 있으며, 그 오차는 IFC라는 중립파일의 데이터 교환 시 어떠한 오류를 발생시키는지 테스트를 통해 BIM 기반 견적 모델링의 올바른 모델링 방법을 제시하고자 했다. 해당

연구에서는 각 소프트웨어에 의존하는 기능적 한계들은 소프트웨어의 발전과 함께 다양한 기능적 오류들이 해결되어 가고 있지만 본 논문에서 제시한 모델링 방법을 고려하지 않는다면 물량산출에 있어서 신뢰성 있는 데이터를 얻기는 힘들다는 결론을 도출하고 있다.

Zigang Shen 외 1인(2010)은 『Quantitative Evaluation of the BIM-assisted construction detailed cost estimate』라는 연구 논문을 통해 BIM 기반의 견적과 기존 방식의 견적평가를 위하여 generality, flexible, effciency, accuracy 의 기준을 사용하였으며, 이를 통해 BIM 기반의 견적효과를 증명하였다. 또한 Saeed Karshenas(2008)는 From CAD to BIM : The Experience of architectural education with building information modeling』를 통해 견적업무의 정확성 향상을 위해 3D CAD프로그램과 객체 모델렝 데이터베이스를 통하여, 이후 복잡하고 다양한 건물에 대하여 효율적인 대처방안을 제시하였다

이와 같이 BIM 기반의 자동물량산출에 대한 다양한 연구가 이루어지고 있으나, 건축분야에 치중되며 토목, 플랜트 등의 분야에 대한 연구가 적고, 기존2D 기반의 수량산출과 BIM 기반의 자동물량산출의 수량차이에 대한 연구가 진행됨을 알 수 있다.

2.2. 국내외 BIM기반 수량산출 기술 및 적용사례 분석

국내에서는 LH공사에서 진행한 행정중심복합도시 내 금강 4교의공사의 경우 입찰안내서에 기본설계시 3차원 모델(BIM)을 구성하여 교량 설계 결과의 충실성을 검토하고 이를 보고서에 명시하도록 하였다. 또한 실시설계적격자는 실시설계 시 교량시설에 대하여 3차원 모델(BIM)을 구성하여 교량 설계 결과의 충실성을 검토하고 이를 보고서에 명시하고 3차원 모델(BIM) 파일로 납품하도록 하였다. 이 기관의 BIM 도입목표는 3차원 모델로 도면, 수량을 미리 검토하는 것이다.

국토교통부 산하 부산지방국토관리청에서 진행한 낙동강살리기 공사의 경우 실시설계 적격자는 보 등의 하천 주요시설물에 대하여는 공정과 연계하여 3차원적으로 설계하고 시뮬레이션 및 사업관리를 하여야 하며, 필요한 경우 발주청과 협의하여 각종 매체(인터넷 등)에 본 사업을 홍보할 수 있도록 명시하였다.

한국수자원공사에서 진행한 대산임해산업지역 공사의 경우 실시설계시 작성된 성과물은 기본설계에서 작성된 성과물과 호환이 가능하여야 하고 3차원으로 성과품이 작성되어야 하며 3D 시공계획도는 실시설계에 따른 구조물 변경사항 및 기술심의 결과를 반영하여야 한다고 명시하였다. 또한, 구조물의 형상 및 위치는 실제와 근접되게 작성되어야 하며 구조물별로 레이어를 분리하여 Model을 작성하도록 하였다.

한국도로공사는 자체 도로발주 사업인 '대구순환고속도로 5공구' 및 '울산-함안 고속도로' 건설과정에 실제 BIM을 도입하여 기존 설계대비 효과를 검증하기 위해 물량산출에 대한 정확성을 검토하였으며, 향후 도로공사에 BIM을 도입하기 위한 로드맵을 구축하는데 근거자료로 활용하고 있다.

하지만 BIM 설계 데이터에 의한 3차원 활용은 아직 검토, 도면추출 및 간섭체크 등 기본적인 기능위주로 활용되고 있으며, 분석 및 수량/공정/공사비 산출 등의 전문적인 분석활용의 업무에는 아직 활발하게 활용되고 있지 못하고 있다.

표 3.1 국내 주요 토목 BIM 연구 현황

발주자	BIM 주요추진 내용
한국도로공사 (Ex-BIM)	- 고속도로건설공사 BIM 마스터플랜(ISP) 수립(2013, 정보처) - 최신IT 기술과 건설을 융합한 BIM 정보체계 시범구축 용역(2014, 정보처) - Ex-BIM 설계 표준모델 구축 연구용역(2014~2015, 설계처)

표 3.2 국내 주요 연구자 현황

그룹	전문가	소속기관	기술개발현황	수준 (국외대비)
학계		㈜유미드시스템	- BIM기반 수량,공정,공사비 활용	65%
		㈜경원건축사사무소	- BIM기반 견적 용역 수행	60%
연구계		㈜파이브위드	- BIM기반 견적 용역 수행	60%
		㈜스페이스에이디	- BIM기반 공정관리 컨설팅	50%
산업계		㈜코스펙이노랩	- BIM기반 수량산출 개발	60%
		㈜담원	- 토목분야 BIM기반 모델링 및 활용	60%

해외의 경우 IPD(Integrated Project Delivery) 등 통합발주방식에 BIM기술이 접목되어 새로운 프로젝트 수행기법이 적극적으로 모색되고 있고 유지관리의 BIM정보 활용이 국내에 비해 좀 더 구체적이고 실질적인 활용이 이루어지고 있다.

영국은 런던 Crossrail 프로젝트 수행을 계기로 BIM을 공공 프로젝트에 적용하는 시범사례로 활용하고 절차와 방법을 체계화하였다. 이 문서에서는 BIM 소프트웨어는 단일 플랫폼 기반으로 설정하고 Bentley와 협조하여 BS1192의 협업 절차를 Projectwise에 반영하

도록 하고 Asset Lifecycle Information Management (ALIM)를 최종 활용목표로 설정하였다. Crossrail 프로젝트 발주시에 BIM은 설계사의 계약의 일부로 포함되도록 설정하고 모든 2차원 및 3차원 설계는 Bentley DGN BIM format으로 제공되도록 하였으며 CADQA라는 검토 시스템을 통과하도록 하였다. UniClass를 분류체계로 채택하였는데 이는 추후 유지관리 시스템을 위한 분류체계를 고려하도록 한 것으로 보인다.

싱가포르의 경우 성과품을 납품받기 위해 CORENET을 통한 E-Submission System을 활용하고 있으며 아직까지는 건축위주의 BIM 발주를 하고 있고 주고 Revit을 활용하고 있지만 성과품으로는 IFC파일을 요구하고 있다.

홍콩 A사의 지하철과 관련된 BIM 발주문서를 검토한 결과 성과품으로 구체적인 목록을 제시하진 않고 있다. 대신, BIM 성과물 제출시 관련된 명세서를 제출할 것, 성과물에 간섭검토와 관련된 자료를 추가할 것, 최종 BIM 성과물 제출시 실제 현장 작성시 참고했던 최종 자료를 제출할 것 등 제출시 유의사항을 명시하고 있다.

카타르의 철도회사인 B사의 토목BIM 발주문서 (Employer's Requirements) 를 검토한 결과 BIM 성과품으로 제시하는 목록은 별도로 구성된 것이 없었으며 단지 제출할 때 주의해야 할 내용을 명시하였다. 예를 들면 수정, 추출, 참조 등이 가능하도록 제출하고 IFC, 원본파일과 PDF를 병행 제출하며 모든 자료와 파일은 지정된 온라인시스템으로 제출해야 한다는 내용 등이 포함되어있다. 또한 단일 플랫폼 기반으로 작업을 수행할 것으로 요구하고 있으며 Primavera, Tilos 등 특정 소프트웨어를 사용할 것을 요구하고 있다. 또한 작은 규모의 3D모델을 결합하여 3D 복합 모델을 생성하고 생성된 모델을 근간으로 2D 모델 및 Raster 파일을 추출하는 것을 권장하고 있다.

미국은 COBie(Construction Operations Building Information Exchange) 프로젝트를 통하여 BIM정보의 구축과 보급을 통해 건축물 생애주기(Life-Cycle) 동안 발생하는 정보의 교환/공유방법을 제시하고 있다.

최근 유럽, 미국을 중심으로 도로분야의 형상정보표준(IFC)을 개발하고 확장하기 위해 독일, 프랑스, 핀란드 및 미국 등이 도로시설의 형상표현 체계를 국제 표준으로 제안하기 위한 노력들이 활발히 진행되고 있는 실정이다. 해외의 BIM 표준은 buildingSMART International을 통해 표준화 하고 있으며, 다양한 영역에서 BIM 표준을 개발하기 위한 인력과 기관 인프라가 구축되어 있다.

3. 인프라 BIM 표준 형상, 속성처리 및 변환 메카니즘 분석

3.1. 인프라 IFC 표준의 구성체계 분석

기존 상용 BIM 툴(Tool) 인 오토데스크사 Revit 2016에서 이루어지고 있는 패밀리 유형 인스턴스 객체에 대한 속성 필드 생성 및 속성 값 입력 등의 기존 기능에 대한 면밀한 분석을 통해 상용 툴(Tool) 자체의 속성 필드에 대한 생성/입력/편집 등의 자체 기능보다는 별도의 프로그램에서 다양한 상용 BIM 툴을 하나의 프로그램에서 제어하는 방식으로 구현하는 것이 적합하다고 판단하여 별도의 속성 필드에 대한 자동생성 및 입력 기능을 수행할 수 있는 모듈(Module)을 설계 구현하는 것으로 개발방향을 도출 선정하였다.

별도의 하나의 프로그램 모듈(Module)을 통해 인프라 BIM 표준의 형상 속성 정보를 일관성 있는 제어를 수행할 수 있게 함으로써 향후 타 상용 BIM 툴(Tool)에 대한 적용을 확대해 나갈 수 있도록 설계 구현하였다. Revit 2016 프로그램을 통한 인프라 BIM 표준속성 자동생성 및 부여(속성값 입력)를 통한 표준화 연계와 더불어 BIM 공통 파일인 IFC 파일에 대한 세부적인 내부 구성체계 분석을 아래와 같이 수행하였다.

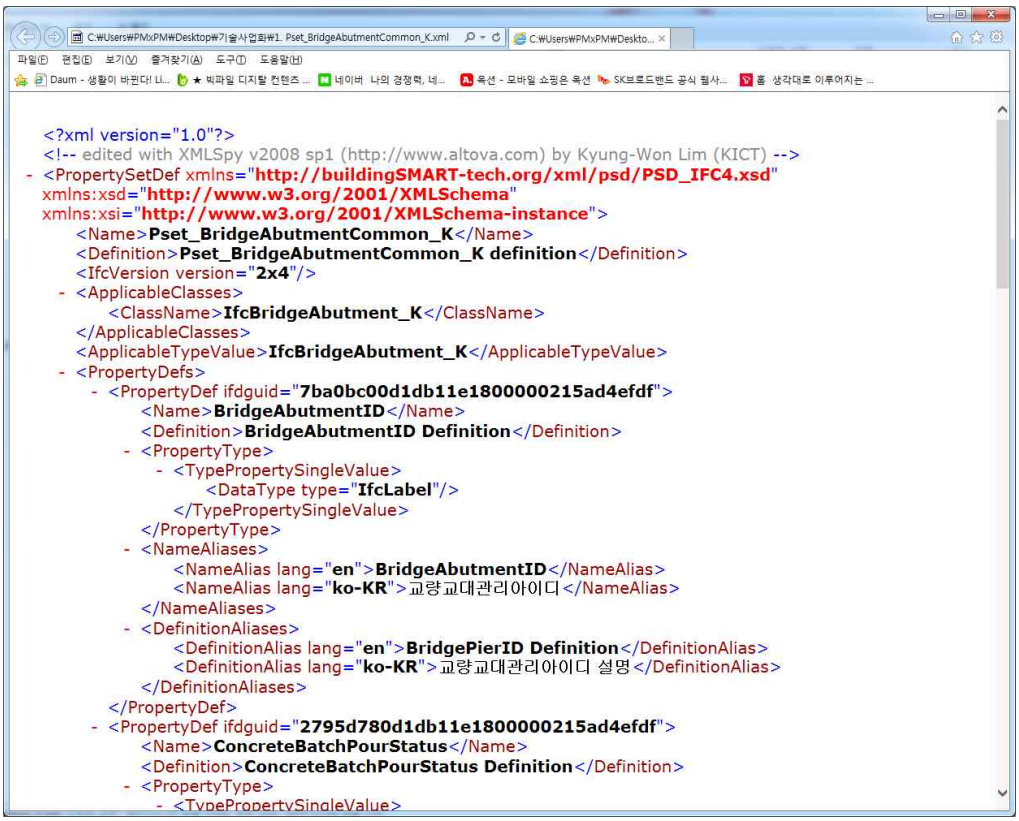


그림 3.4 토목IFC 표준 Pset 속성 샘플(Sample)

우선 토목 IFC 표준속성 Pset 필드 xml 파일 리뷰를 통해 해당 속성 필드(Field)에 대해 Revit 2016 패밀리 유형 및 유형 인스턴스 정보에 어떻게 담을 것인지에 대한 분석을 수행하였다. 그런 다음, 속성 자동 생성 및 자동 입력 모듈(Module)에 적용할 매핑 테이블 필드에 적용될 토목IFC Pset 필드에 대한 파일 분석을 수행하였다. 그리고 수량산출 속성이 포함된 토목 IFC Qset 필드 xml 파일 리뷰 및 분석을 통해 해당 속성 필드(Field)에 대해 Revit 2016 패밀리 유형 및 유형 인스턴스 정보에 어떻게 담을 것인지에 대한 분석을 수행하였다.

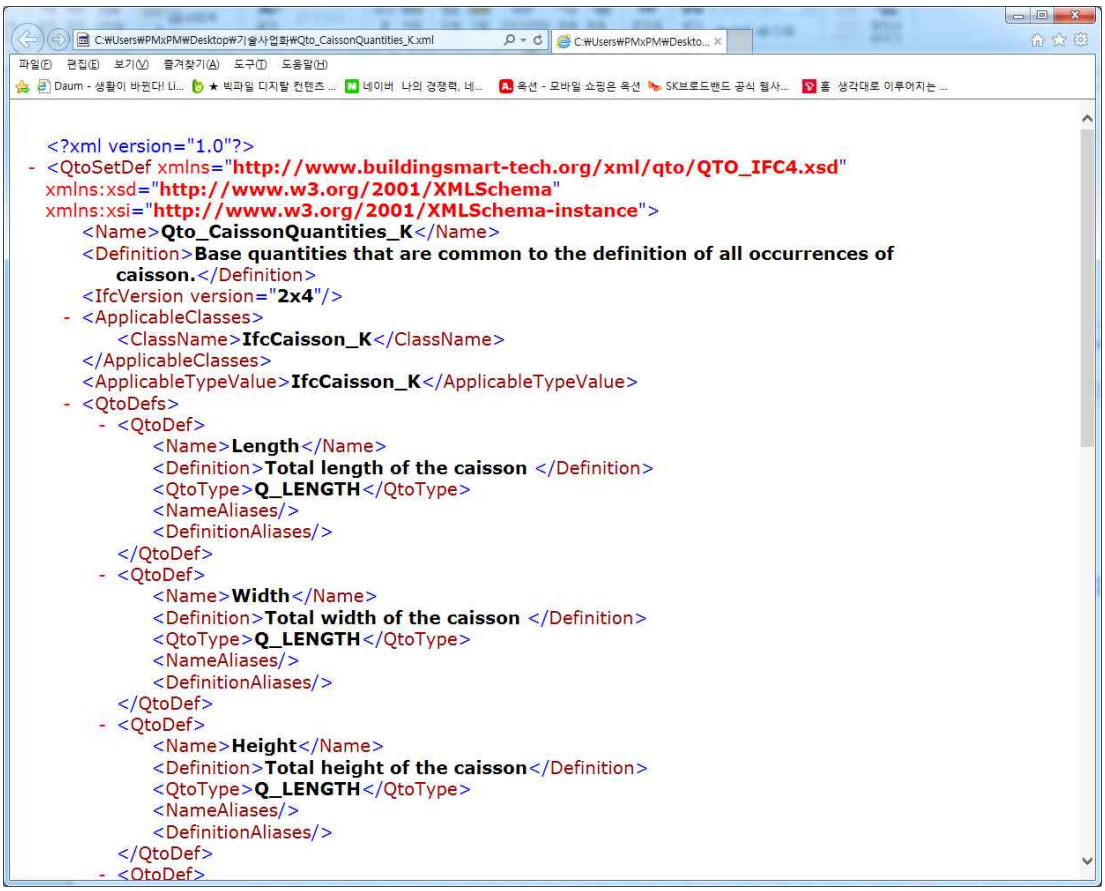


그림 3.5 토목IFC 표준 Qset 속성 샘플(Sample)

또한 토목IFC Pset/Qset 표준속성에 대한 수량산출 연계 대상 형상 속성 분석을 통해 Revit 2016 패밀리 유형 속성 필드에 대한 수량산출 연계 필드 속성에 대한 정의를 수행하였다. 다음 그림 3.6, 3.7에서와 같은 좌측 BIM 객체 속성 필드와 우측 IFC 필드 속성 간 매핑 테이블 연계 시나리오에 의한 양방향 속성 매핑 시나리오 분석하여 이를 적용하고 구현하기 위한 개발 시스템에 대한 설계 및 구축에 대한 분석을 하였다. 마지막으로 사용자가 토목IFC 표준속성 및 수량산출 속성이 포함된 Pset/Qset을 선택하였을 경우 자동으로 해

당 Pset/Qset에 의한 BIM 필드와 IFC 필드가 매핑이 될 수 있도록 하는 매핑 테이블과 같은 기능이 필요하다는 분석결과를 도출하였다. 또한 이를 통한 속성 자동생성 및 속성 값 자동 입력이 가능하도록 연계하여 개발하도록 시나리오를 구성하였다.

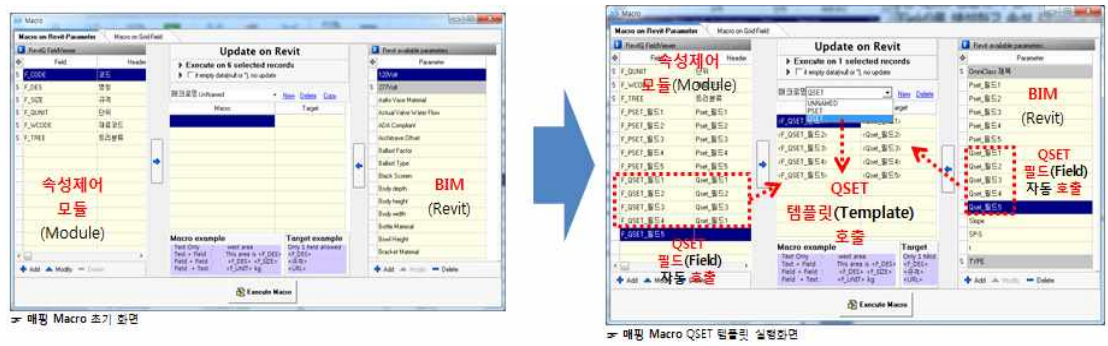


그림 3.6 토목IFC 표준 Pset/Qset 템플릿(Template) 호출에 의한 테이블(Table) 매핑(Mapping)

3.2. 인프라 IFC 표준의 형상, 속성, 변환 메카니즘

본 연구에서는 연구팀이 제공한 IFC 컨버터(Converter)에서의 IFC 표준속성 파일인 Pset xml 파일과 수량산출 속성이 포함된 Qset xml 파일에 의해 생성된 토목 IFC 파일 속성을 앞선 과정에서 만들어진 BIM 툴(Tool)에 대한 하나의 프로그램을 통한 속성 자동생성 및 부여(입력제어) 모듈(Module)을 통해 생성된 Pset/Qset 속성 필드에 입력된 속성 값을 자동으로 IFC 컨버터(Converter)의 Pset/Qset 속성에 자동으로 호출해 오는 방식으로 인프라 BIM 표준의 형상, 속성, 변환 프로세스를 정립하고 이를 구현하였다.

세부적인 인프라 BIM 표준의 형상, 속성, 변환 매카니즘 분석에 대한 내용은 아래와 같다. 첫째, 토목IFC 표준속성인 Pset/Qset 템플릿 xml에 정의된 필드 속성을 그대로 시제품 속성 필드 자동 생성 모듈에 적용하여 이를 반영한 속성 값 자동입력이 이루어지도록 설계 구현할 수 있도록 한다. 둘째, Revit 형상 속성에 속성 필드 값 연계를 구현하기 위해 Revit 2016의 재료(Material)/패밀리 유형(Element Type)/패밀리 유형 인스턴스(Element)에 대한 매개변수(Parameter)를 시제품에서 자동생성 및 입력 기능을 수행할 수 있도록 기능을 구현할 수 있도록 한다. 셋째, 필드 속성에 대한 자동 생성 및 입력을 수행할 수 있는 매크로(Macro) 같은 기능을 구현하여 Revit 2016의 재료(Material)/패밀리 유형(Element Type)/패밀리 유형 인스턴스(Element)에 해당하는 속성 필드를 시제품에서 일괄 제어 관리할 수 있도록 하여

속성 필드에 대한 자동생성 및 입력을 제어하는 프로세스를 구축하고 일괄 맵핑을 수행하여 필드 속성 값에 대한 입력 제어의 사용자가 쉽고 편하게 수행할 수 있도록 한다.

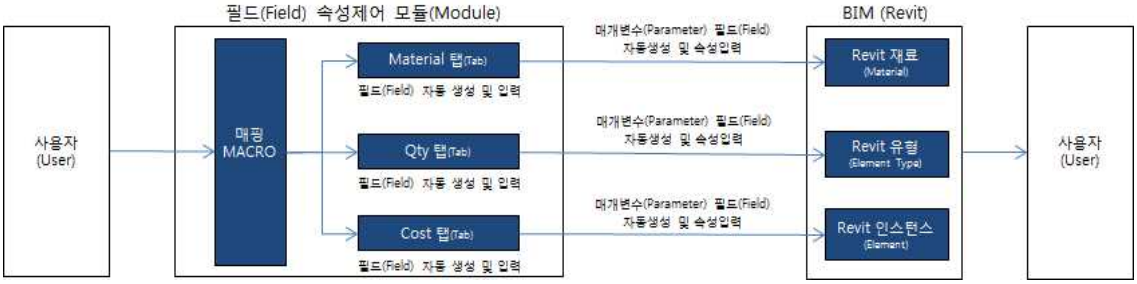


그림 3.7 BIM 형상에 대한 자동 속성 생성 및 입력 처리 프로세스

넷째, BIM 형상 속성과 수량산출 내역 속성 간 양방향으로 속성 자동 생성 및 입력 작업이 가능하도록 프로세스를 설계하여 구현함으로써 사용자가 보다 쉽게 속성 제어관리를 수행할 수 있는 기능으로 설계하는 것이 타당하는 분석의 결론을 도출하였다.



그림 3.8 BIM 형상에 대한 자동 속성 생성 및 입력 프로세스 분석

마지막으로 상기의 그림과 같이 수량산출 프로그램의 재료/수량/공사비 탭 별로 속성 자동 생성 및 자동 입력 기능을 수행할 수 있도록 Revit 2016의 재료(Material)/패밀리 유형(Element Type)/패밀리 유형 인스턴스(Element) 매개변수 필드에 대한 생성 및 입력 작업을 수행하도록 설계분석 된 속성 자동 생성 및 입력 기능에 대한 프로세스 분석에 따른 개발 예시 그림이다.

4. 요구기능 분석 및 핵심기능 도출

4.1. 사용자 요구기능 도출

다음은 시범모듈 제작을 통해 요구되는 사용자 요구기능의 정의를 어떻게 수행할 것인지에 대한 세부 계획 방법을 도출한 것이다.

1) 인프라 BIM 수량/공사비 산출 시제품에 대한 사용자 요구기능 분석 및 도출

기존 상용 BIM 툴에 대한 속성 자동생성을 별도의 하나의 프로그램을 통해 속성 필드에 대한 자동생성 및 제어가 필요하다. 이는 하나의 프로그램을 통한 각 상용 BIM 툴에 대한 속성 제어를 통해 일관성 있는 IFC 속성에 대한 연계가 가능할 것으로 판단된다.

2) 인프라 BIM 표준기반 수량산출 속성 분석을 통한 변환도구 시제품 수량산출 연계 속성에 반영

우선 개발사는 기존 상용 수량산출 기능을 그대로 살리고 신규 개발 모듈을 통해 이를 연계하여 기존 연계성을 확보하도록 하였다. 즉, 기존 2D 기반 내역체계에 대한 연계활용의 연계성이 확보되어야 한다.

3) 토목 IFC 표준속성(Pset/Qset)과 수량산출 내역 속성 필드(Filed)에 대한 자료조사 및 분석을 통한 시제품 속성 필드(Field) 정의 및 도출

이를 위해서는 본 연구팀이 제공하는 토목IFC 표준속성(Pset/Qset) Xml 파일을 매핑 테이블 등을 통해 하나의 프로그램을 통해 일괄적인 연계가 필요하다. 또한 토목IFC 표준속성 및 수량산출 속성이 포함된 IFC 파일 변환을 위해서는 자동 매핑과 같은 기능이 요구된다.

4) BIM 형상 속성 필드(Filed)에 대한 수작업에 의한 입력을 프로그램에 의한 자동입력으로 기능 설계

기존 BIM 툴 사용자의 대부분은 원하는 신규 속성 값을 입력하기 위해 사용자가 직접 해당 BIM 툴에 속성 필드 생성기능을 통해 속성에 대한 입력 작업을 수행하던 비효율적인 속성 제어관리를 본 시제품 매핑 매크로 기능을 통해 프로그램에 의한 생성 입력 제어로 구현하는 것이 필요하다.



그림 3.9 BIM 표준의 형상, 속성처리 및 변환도구 요구기능 및 핵심기능 도출 이유

5) 사용자(User)의 시제품에 의한 속성 필드(Filed) 생성 및 입력제어를 자동 생성 및 입력 기능 구현

본 매핑(Mapping) 매크로(Macro) 기능과 같은 속성 자동생성에 의한 자동 매핑 등을 수행하는 기능이 필요하다.

6) 기존 AutoCAD 도면에 근거한 엑셀(Excel) 입력 방식에 의한 수량산출 프로세스를 3차원 BIM 형상 속성에 의한 파라메트릭(Parametric) 수량산출 방식으로 변환하는 방식

이를 위해서는 기존 엑셀(Excel) 입력 방식이나 프로그램 입력 방식에 오는 수량산출 작업자의 수작업으로 인한 오류를 본 시스템 모듈의 속성 자동 생성 및 입력 기능을 통해 BIM 속성과 내역 속성간 파라메트릭 수량산출이 이루어지도록 설계에 반영하였다. 기존 2D기반 수량정보 속성을 연계한 엑셀(Excel)기반의 수량산출 방식은 중간 집계과정의 수작업으로 인한 오차발생의 문제와 함께 3차원 BIM기반의 파라메트릭(Parametric) 수량산출의 불가로 인한 설계변경에 의한 再견적의 비효율성이 존재하게 된다.

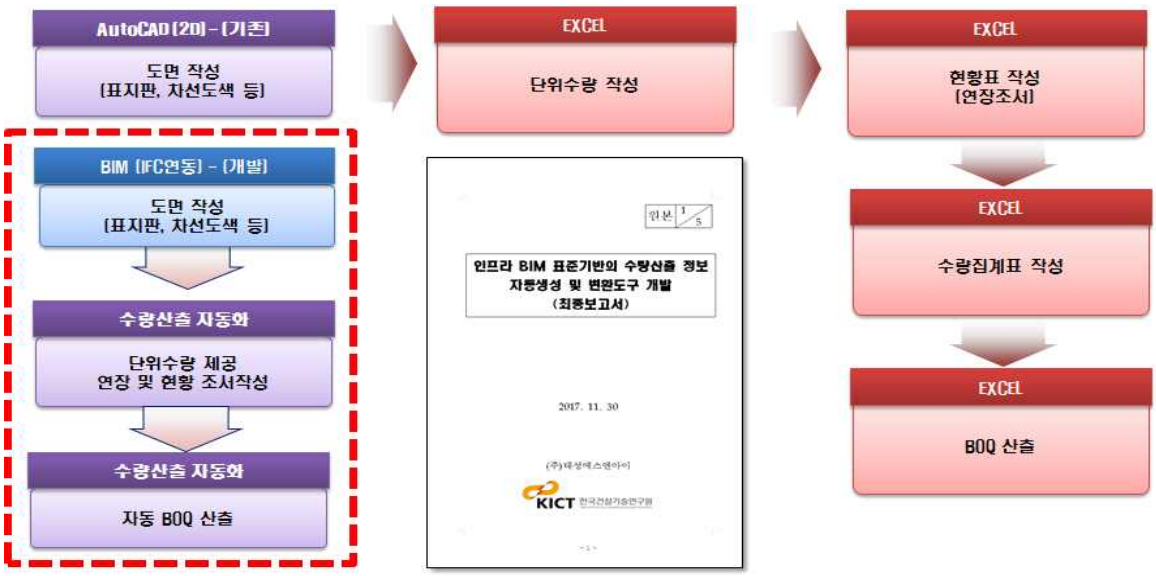


그림 3.10 2D와 BIM기반 수량산출 프로세스 비교

4.2. 요구기능별 구현 및 활용 시나리오 구성

본 절에서는 요구기능별 구현방법을 정의하기 위한 개발 프로세스 및 개발 명세를 구축하고 각 기능에 대한 활용 시나리오를 구성하였다.

1) 인프라 BIM 수량/공사비 산출 시제품에 대한 요구기능별 구현 및 적용 시나리오 구성

본 요구사항에서는 속성 자동 생성 및 입력, 토목IFC 표준속성과 연계한 BIM기반 수량산출에 대한 요구기능별 구현 및 적용 시나리오에 대한 BIM 사용자의 요구사항에 대한 면밀한 분석을 통한 기능 반영이 필요하다. 또한 BIM 모델링 설계 -〉 토목IFC 표준속성 반영 -〉 수량산출 속성 연계 등의 과정을 통해 시제품에 적용할 프로세스에 대응하는 기능 프로세스를 설계 반영하는 것이 필요하다. 특히 Revit 2016의 기존 기능에 연계되는 속성 자동 생성 및 입력에 대한 시제품 기능 모듈(Module)이 되도록 최적의 프로세스 설계를 통한 기능 효율성의 확보가 요구된다.



그림 3.11 인프라 BIM 표준기반의 수량산출 정보 자동생성 및 변환도구 개발 프로세스

2) 속성 필드(Field) 자동 생성 및 입력 요구 기능에 대한 시나리오 작성 및 구현.

본 시나리오 작성 및 구현단계에서는 시제품 속성 자동 생성과 입력에 대한 인터페이스 설계반영을 통해 사용자의 시제품 속성 자동생성 및 입력 기능을 통해 Revit 2016 객체 속성에 자동 반영되는 프로세스로 설계구현 시나리오 구성이 필요하다.

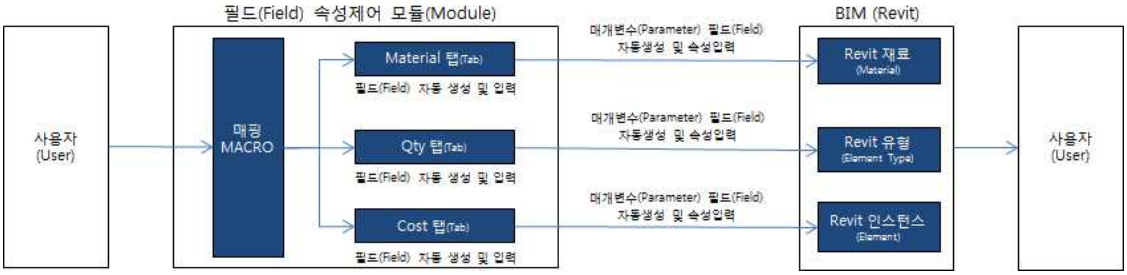


그림 3.12 속성 자동 생성 및 입력 기능 프로세스

3) 토목IFC 표준속성 Pset 템플릿과 수량산출 속성이 포함된 Qset 템플릿 필드(Field) 생성 및 필드 값(value) 입력 시나리오 작성 및 구현

우선, 토목 IFC 표준 Pset 템플릿 속성 필드를 매핑 매크로 기능 모듈의 매핑 테이블에 템플릿 속성 필드를 구성한다. 여기에 코드, 명칭, 규칙, 단위, 트리정보 등의 수량산출 정보를 포함한 Qset 템플릿 속성 필드도 연계하여 BIM형상 속성과 IFC 속성, 수량산출 속성을 하나의 파일에서 일괄 자동 생성 및 입력하는 시나리오로 구성하는 것이 필요하다.



그림 3.13 토목IFC Pset/Qset 속성 자동 생성 및 입력 기능 프로세스

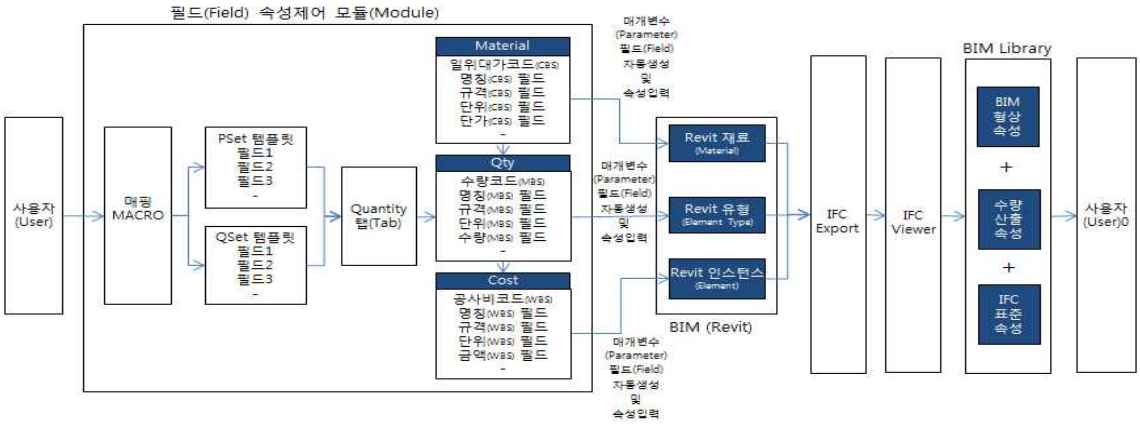


그림 3.14 토목IFC 표준 Pset/Qset 속성과 수량산출 속성연계 기능 프로세스

4.3. 요구기능 정의서 및 설계서

속성 자동생성 및 자동입력에 의한 BIM 상용 툴에 대한 제어와 이를 통한 토목 IFC 표준속성 연계를 위한 요구기능은 아래의 표와 같다.

표 3.3 시스템 요구사항 분석

구분	요구사항	비고
속성 연계	Revit 패밀리 유형 및 유형 인스턴스 속성 정보를 내역프로그램에 호출한다.	
	IFC 표준속성이 포함된 Revit 패밀리 유형 인스턴스(Element)들에 대해 수량산출을 수행할 수 있는 기능을 구현한다.	
IFC연계	Revit 패밀리 유형 인스턴스(Element) 속성 필드를 자동 생성할 수 있는 기능을 구현한다.	
	Revit 패밀리 유형 인스턴스(Element) 매개변수 속성 필드를 자동 생성하는 기능을 구현한다.	
	내역 필드를 자동 생성하는 기능을 구현한다.	
	내역 필드와 Revit 패밀리 유형 인스턴스(Element) 필드간 매핑을 수행할 수 있는 매핑 테이블 기능을 구현한다.	
	매핑 테이블을 통해 IFC 표준 Pset과 Qset 속성을 템플릿으로 자동으로 내역 필드와 Revit 패밀리 유형 인스턴스(Element) 필드를 호출할 수 있는 기능을 구현한다.	
	선택된 패밀리 유형 인스턴스(Element) 리스트들에 대해 매크로 기능을 통해 필드 속성 값을 일괄 자동입력할 수 있는 기능을 구현한다.	
	IFC 표준속성이 포함된 Revit 패밀리 유형 인스턴스(Element)들에 대해 공사비를 산출할 수 있는 기능을 구현한다.	

속성 자동생성 및 자동입력에 의한 BIM 상용 툴에 대한 제어와 이를 통한 토목 인프라 IFC 표준속성 연계를 위한 요구 시스템 아키텍쳐 설계서는 아래의 그림과 같다.

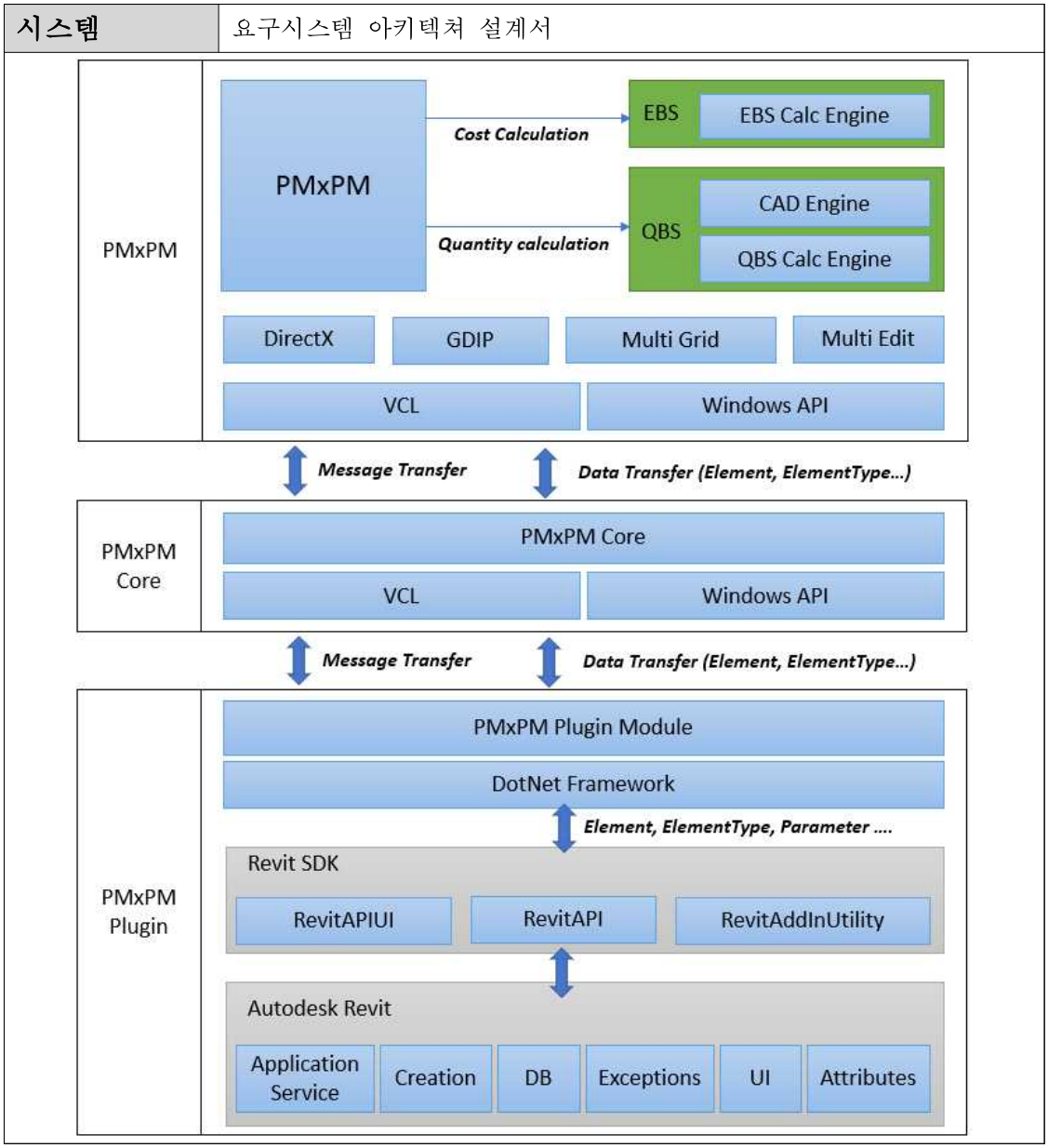


그림 3.15 요구 시스템 아키텍쳐

속성 자동생성 및 자동입력을 위한 BIM 상용 툴에 대한 제어와 이를 통한 인프라 IFC 표준속성 연계를 위한 요구 시스템 컴포넌트 구조도는 아래의 그림과 같다

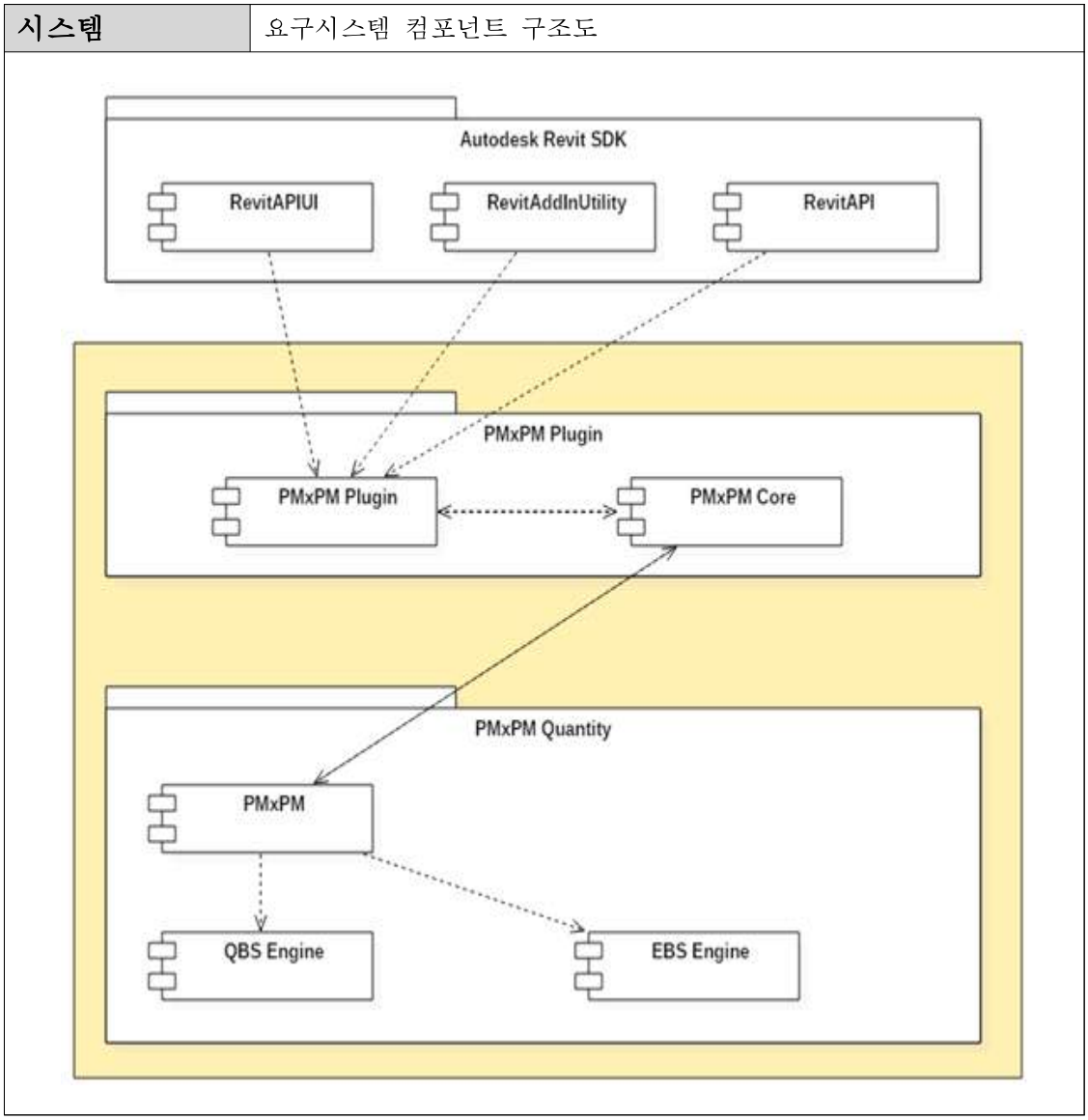


그림 3.16 요구 시스템 컴포넌트 구조도

5. 상용툴 기반 인프라 IFC 활용 수량산출 속성 입력 개발 방법론 구축

5.1. 수량산출 자동입력 기능 요구사항 분석

본 내용에서는 수량산출을 위해 구성된 속성을 인프라 IFC 속성값으로 입력하여 해당 수량산출 속성이 포함된 인프라 IFC 파일을 작성하는 방법을 구성하였다. 이러한 IFC 결과물은 연구원이 개발하여 활용 중인 Infra IFC 뷰어를 통해 세부 수량산출 속성을 확인할 수 있다. 본 절에서는 기 구축된 변환기의 속성 창에서 수량산출 속성창에 의해 구성된 수량 템플릿을 매칭할 수 있는 기능을 구현하며, 본 기능에 대한 요구사항을 정의하였다.

1) 인프라 BIM 표준기반 수량산출 표준변환 도구 시제품에 수량산출 연계를 위한 자동입력 기능 요구사항 분석

우선 연구팀은 자동 입력 기능에 포함될 자동 입력 대상 토목IFC 표준속성 필드에 대해 분석을 실시하였으며, 토목IFC 표준속성을 포함한 수량산출 속성 연계 자동입력 기능의 사용자 편리성을 위한 요구기능을 분석하였다.

2) 인프라 BIM 표준기반 수량산출 속성 필드(Field) 분석 및 대상 선정.

본 기술 항목에서는 Revit 2016 재료/패밀리 유형/패밀리 유형 인스턴스 등에 대한 토목 IFC 표준속성의 필드와 매핑할 대상 필드를 선정하고 해당 필드를 적용할 객체를 구분하여 매핑 테이블 필드 규칙을 정의하였다.

3) Revit 2016 재료(Material)/패밀리 유형(Element Type)/패밀리 유형 인스턴스(Element) 객체에 대한 수량산출 속성 필드(Field) 생성 대상 분석.

본 항목에서는 토목IFC 표준속성을 대상으로 Revit 2016 재료/패밀리 유형/패밀리 유형 인스턴스 등에 매칭할 대상 속성 필드 대상에 대한 분석을 통한 대상 속성 필드를 선정하였다.

4) 인프라 BIM 표준기반 수량산출 속성 필드(Field) 분석 및 대상 선정

연구원이 개발하여 자체 보유하고 있는 토목IFC 표준 Pset, Qset Xml 파일을 대상으로 수량산출 속성 필드 연계 대상 필드를 분석하여 선정 대상에 대해 매핑 매크로 기능 모듈의 템플릿 호출 기능에 반영하여 구현하였다.

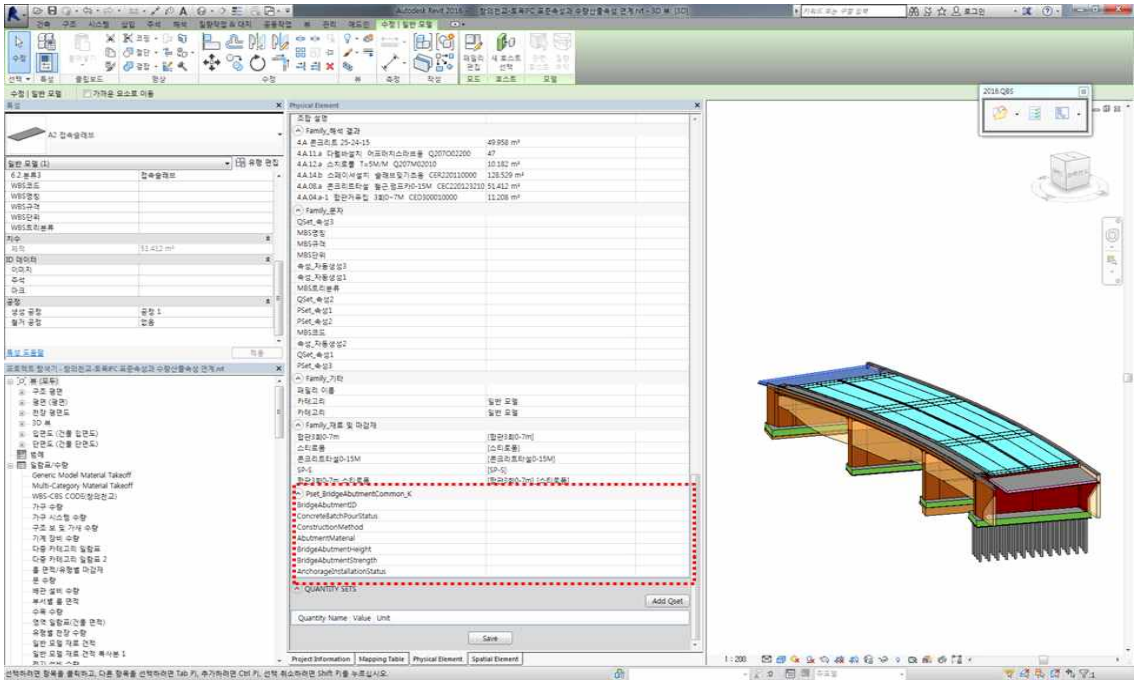


그림 3.17 IFC 변환기(Converter) 속성 창(Window)

5.2. 수량산출 속성 생성 및 추출 로직 개발

본 절에서는 수량산출 속성을 매크로 기능 등을 생성하고 정보를 추출하여 수량산출에 활용할 수 있도록 정보를 구성하는 로직을 개발하였다. 다음은 그러한 방법을 제시하고 있다.

1) 인프라 BIM 수량/공사비 산출 시제품 수량산출 속성 생성 모듈(Module) 구현 방법론 설계.

연구팀은 Revit 2016에서 재료/패밀리 유형/패밀리 유형 인스턴스 등에 대한 코드, 명칭, 규격, 단위 등의 수량산출 속성 연계 대상 처리를 위한 로직(Logic)을 설계 구현하였다. 특히 Revit 2016 재료/패밀리 유형/패밀리 유형 인스턴스 등에 대한 속성 자동 생성을 시제품 모듈을 통해 프로그램에 의한 자동생성으로 가능하도록 로직(Logic)을 설계 구현하였다.

2) 인프라 BIM 수량/공사비 산출 시제품 수량산출 속성 추출 로직(Logic) 설계 및 구현

수량산출 속성 추출 로직에서는 코드, 명칭, 규격, 단위 등의 수량산출 관련 속성 필드 정보를 한번은 형상 속성에 자동부여하고 이를 다음부터는 해당 형상객체를 호출하였을 경우 자동으로 수량산출 관련 속성이 추출되는 방식으로 기능 로직을 설계하여 구현하였다.

3) Autodesk Revit 2016에서 재료(Material) 매개변수(Parameter) 대상 인프라 BIM 수량/공사비 산출 시제품 수량산출 속성 필드(Field) 생성 기능에 대한 프로세스를 설계하고 구현

Revit 2016의 재료 객체를 대상으로 일위대가에 대한 정보를 담도록 설계하고 여기에 일위대가를 구성하기 위한 기초단가 DB인 재료/노무/경비/장비 등의 기초단가 속성 필드를 연계하도록 설계 구현하였다.

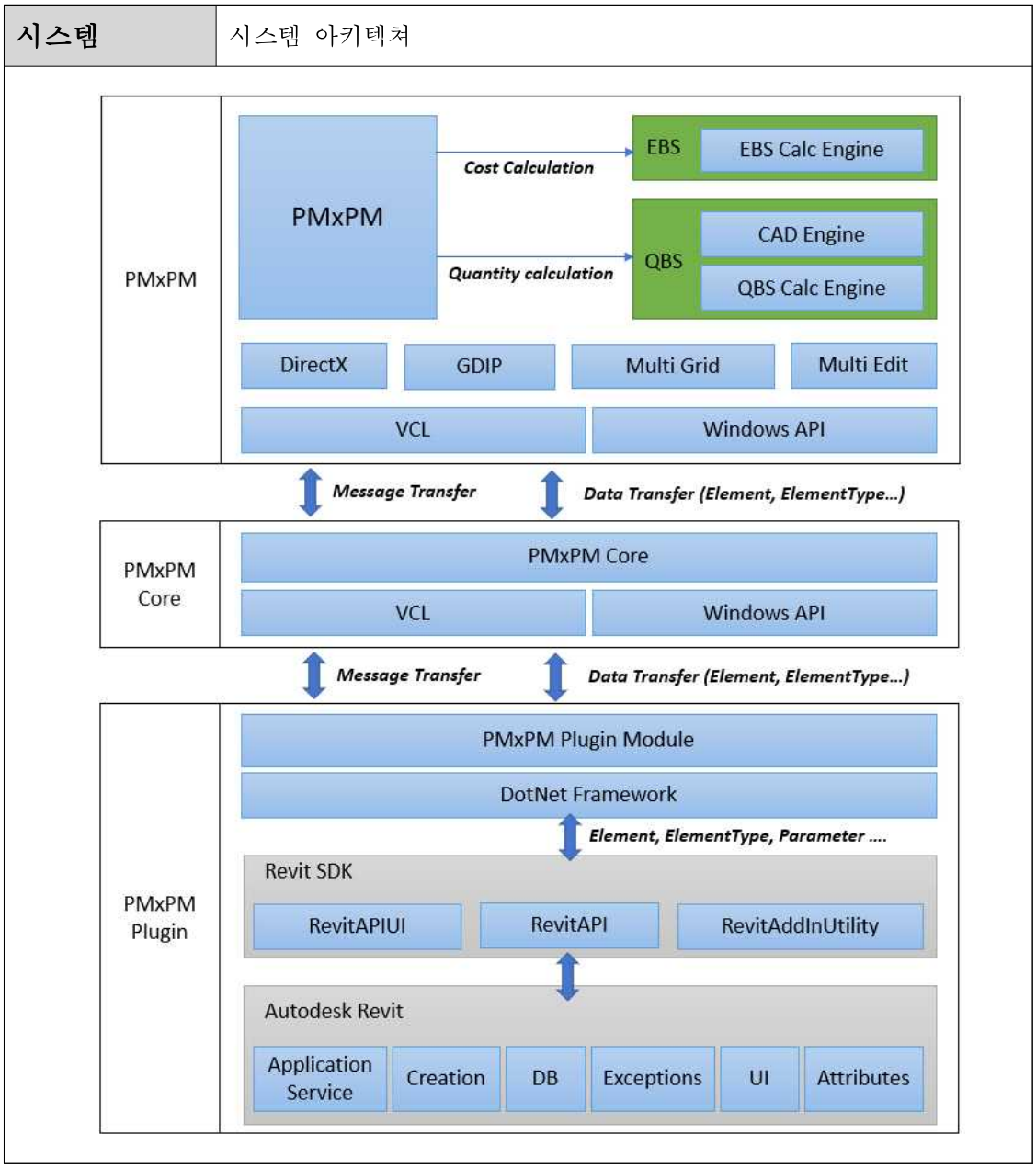


그림 3.18 요구 시스템 아키텍쳐

4) 매핑(Mapping) 매크로(Macro) 기능 구현을 통한 BIM객체와 내역속성 간 속성 자동 생성 및 입력 로직(Logic) 설계 및 구현

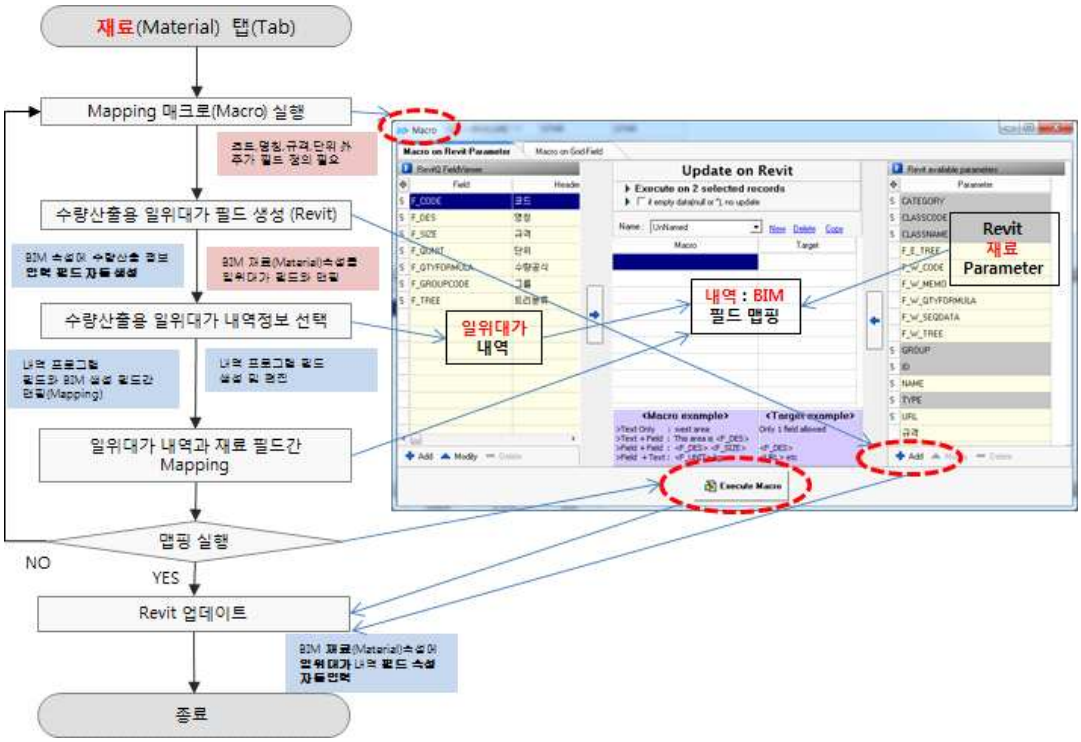


그림 3.19 Revit 2016 재료 객체속성 생성 및 추출 프로세스

5) 패밀리 유형(Element Type) 매개변수(Parameter) 대상 인프라 BIM 수량/공사비 산출 시제품 수량산출 속성 필드(Field) 생성 기능 프로세스 설계 및 구현.

이를 위해 본 모듈에서는 Revit 2016의 패밀리 유형 객체를 대상으로 수량산출을 위한 자동 산식과 연동산식 등의 정보를 담도록 설계하고 여기에 수량산출을 위한 토목IFC 속성을 연계하여 IFC 연계활용 하도록 설계 구현하였다.

6) 매핑(Mapping) 매크로(Macro) 기능 구현을 통한 BIM객체와 내역속성 간 속성 자동 생성 및 입력 로직(Logic) 설계 및 구현

7) 패밀리 유형 인스턴스(Element) 매개변수(Parameter) 대상 인프라 BIM 수량/공사비 산출 시제품 공사비산출 속성 필드(Field) 생성 기능 프로세스 설계 및 구현.

본 단계에서는 Revit 2016의 패밀리 유형 인스턴스 객체를 대상으로 WBS 분류에 의한 BIM 객체 분류에 의한 공사비산출을 수행할 수 있도록 설계 구현하였다.

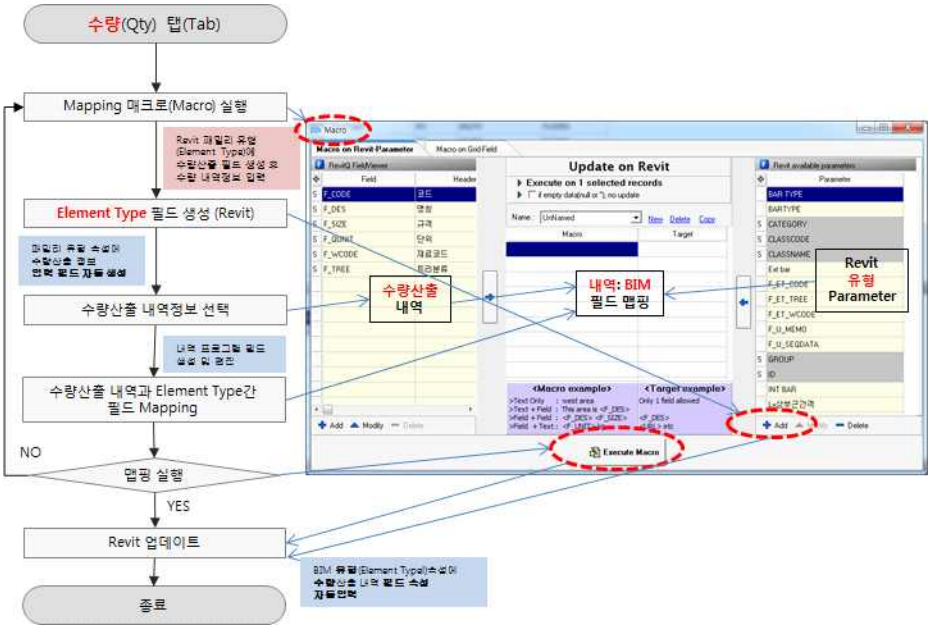


그림 3.20 Revit 2016 패밀리 유형(Element Type) 객체속성 생성 및 추출 프로세스

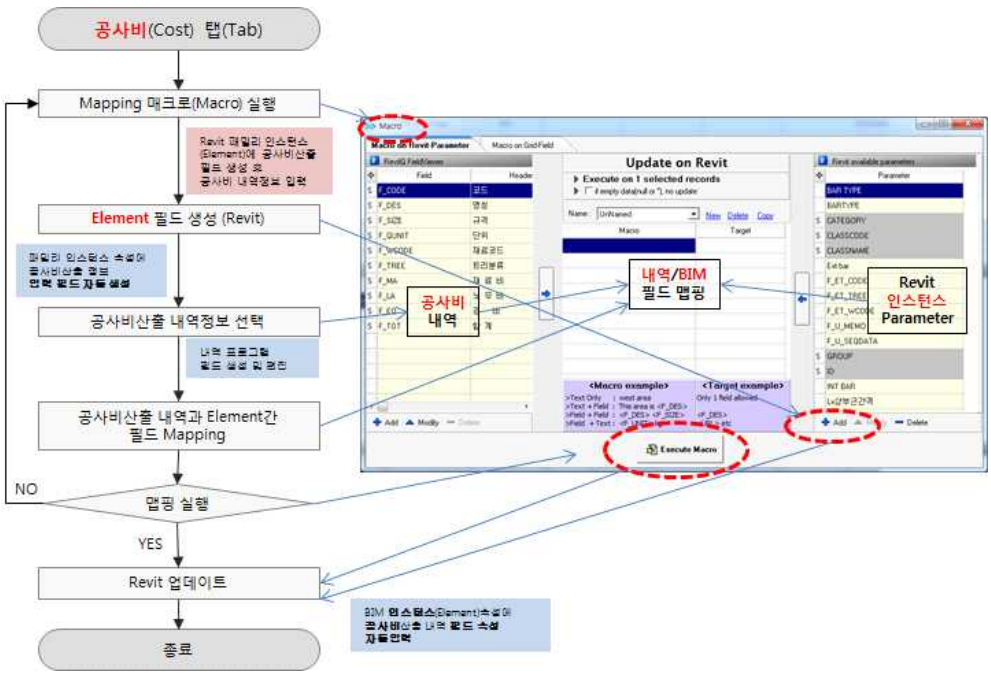


그림 3.21 Revit 2016 패밀리 유형 인스턴스(Element) 객체속성 생성 및 추출 프로세스(Process)

8) 매핑(Mapping) 매크로(Macro) 기능 구현을 통한 BIM객체와 내역속성 간 속성 자동 생성 및 입력 로직(Logic) 설계 및 구현

본 단계에서는 패밀리 유형 인스턴스(Element) 매개변수(Parameter) 대상으로 프로그램에 의한 속성 자동 생성 및 입력으로 로직 설계 구현하였다.

5.3. 수량산출 속성 자동입력 로직 개발

그런 다음 수량산출 속성을 자동으로 입력할 수 있는 로직을 개발하였으며, 다음의 설계와 구현 절차를 통해 기능을 완성하였다.

1) 재료(Material) 매개변수(Parameter) 대상 인프라 BIM 수량/공사비 산출 시제품 일위대가 코드, 명칭, 규격, 단위, 단가, CBS(Cost Breakdown System) 트리(Tree) 정보 등 수량산출 속성 필드(Field) 자동 생성 및 속성 입력 로직(Logic) 설계

본 단계에서는 Revit 2016 재료 매개변수에서 직접 입력하는 방식에서 본 시제품에 의한 속성 자동 입력으로 구현하였다.

2) Revit의 패밀리 유형(Element Type) 매개변수(Parameter) 대상 인프라 BIM 수량/공사비 산출 시제품 수량코드, 명칭, 규격, 단위, 단가, MBS(Model Breakdown System) 트리(Tree) 정보 등 수량산출 속성 필드(Field) 자동 생성 및 속성 입력 로직(Logic) 설계

본 단계에서는 Revit 2016 패밀리 유형 매개변수에서 직접 입력하는 방식에서 본 시제품에 의한 속성 자동 입력으로 구현하였다.

3) Revit 패밀리 유형 인스턴스(Element)의 매개변수(Parameter) 대상 인프라 BIM 수량/공사비 산출 시제품 공사비코드, 명칭, 규격, 단위, 단가, WBS(Work Breakdown System) 트리(Tree) 정보 등 공사비산출 속성 필드(Field) 자동 생성 및 속성 입력 로직(Logic) 설계

본 단계에서는 Revit 2016 패밀리 유형 인스턴스 매개변수에서 직접 입력하는 방식에서 본 시제품에 의한 속성 자동 입력으로 구현하였다.

Revit Template에 기록

기록대상			
LMEG 데이터		무조건 overwrite	프로젝트정보의 F_LMEG
자재별 데이터			
	새로운 W코드	기존에 존재하면 생성안함	새로운 자재생성
	W코드별 수량공식 (F_Formula)	무조건 overwrite	자재의 F_FORMULA
	W코드별 트리분류	무조건 overwrite	F_TREE
	W코드에 추가된 Memo	무조건 overwrite	F_MEMO
	W코드에 추가된 M/L/E/G코드	삭제후 무조건 append	F_SEQDATA
Element Type별 수량산출 방식 (Q코드-->U코드)			
	Q코드의 트리분류	무조건 overwrite	ElementType의 F_TREE
	Q코드의 #AUTO여부 (재료코드)	무조건 overwrite	F_WCODE
	U코드 목록Memo	무조건 overwrite	F_MEMO
	U코드 추가된 내역seq 모두	삭제후 무조건 append	F_SEQDATA
Element	Template에는 기록불가		
	Instance의 Tree분류		Element의 F_TREE
FieldDef			프로젝트정보의 F_FIELDDEF
	자재	무조건 overwrite	
	ElementType	무조건 overwrite	
	Element	무조건 overwrite	
Category		무조건 overwrite	프로젝트정보의 F_CATEGORY
내역서 옵션		무조건 overwrite	프로젝트정보의 F_BOQTYPE

그림 3.22 Revit 형상 수량산출 속성 연계 로직(Logic) 프로그래밍

4) 인프라 BIM 수량산출 속성 자동입력 모듈(Module) 설계

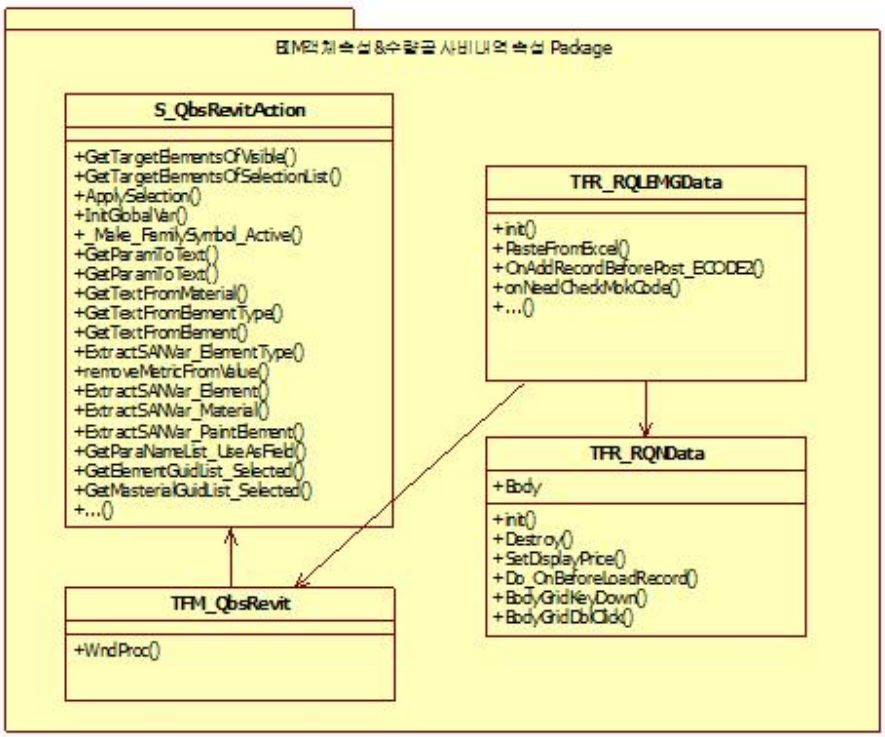


그림 3.23 상용 툴을 적용한 인프라 BIM 표준기반 수량산출 속성입력 개발 다이아그램(Diagram)

5) Revit API를 통해 Revit의 재료(Material), 패밀리 유형(Element Type), 패밀리 유형 인스턴스(Element)에 대한 형상 속성 필드(Field) 생성 로직(Logic) 설계

본 단계에서는 Revit API를 통해 형상 속성 필드와 내역 속성 필드간 양방향 호출 로직(Logic)을 설계하여 기능을 구현하였다.

아. 내역 테이블(Table)에 대한 속성 필드(Field) 자동생성 및 속성 값 자동입력 로직(Logic)은 Delphi로 작성하여 설계 및 기능 구현

본 단계에서는 Delphi 와 Revit API를 통한 형상 속성 필드와 내역 속성 필드간 연계 로직(Logic)을 설계하고 이를 통해 BIM 형상 속성과 내역 속성간 양방향 연동을 구현하였다.

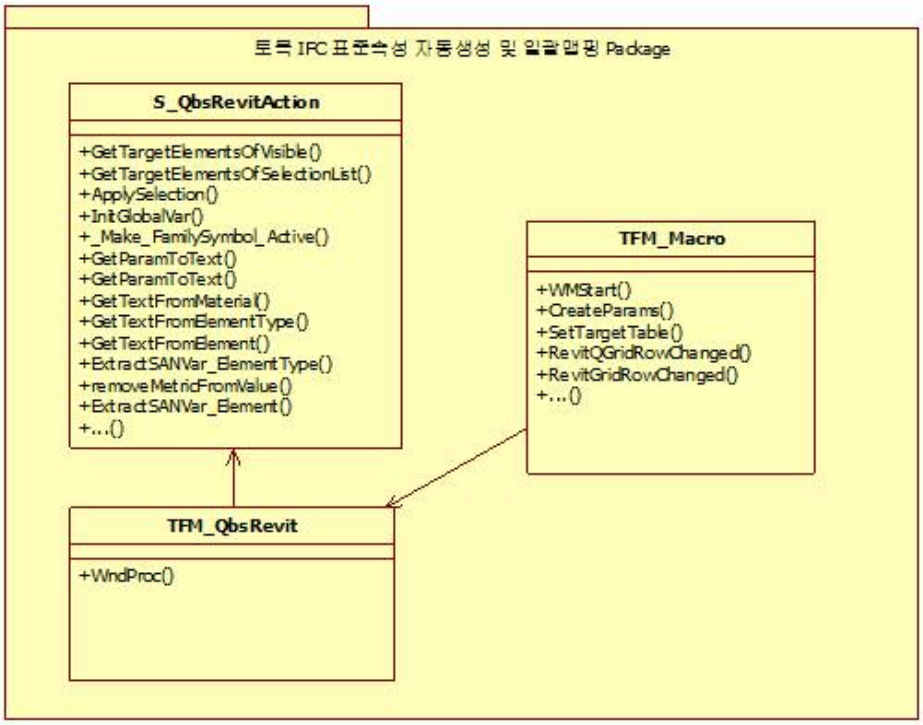


그림 3.24 인프라 BIM 표준기반 수량산출 속성 생성 및 추출을 위한 로직(Logic) 설계

6. 수량산출 속성이 포함된 BIM 성과품의 IFC 변환 메카니즘 구축

6.1. 기능 요구사항 분석

수량산출 속성이 포함된 상용툴 기반의 IFC파일 변환 기능 요구사항 분석을 통한 인프라 BIM 수량/공사비 산출 시제품에 IFC 파일 변환 기능을 적용하였다. 이는 본 연구팀이 보유한 인프라 IFC 컨버터(Convert) 요소기술에 대한 상세분석을 통해 시제품 속성 제어 모듈에 연계할 IFC 파일 속성에 대한 대상 및 요구기능을 분석하여 적용하였다. 또한 Autodesk Revit 2016을 대상으로 인프라 BIM 표준기반 수량산출 속성 자동생성 및 변환도구 시제품 모듈(Module)과 IFC 컨버터(Converter) Revit Add-In 기술을 동시에 연계가 가능한 사용자 요구기능을 설계에 반영하였다. 그리고 BIM 사용자가 하나의 프로그램에서 BIM기반 수량산출과 토목IFC 표준속성에 대한 제어를 수행할 수 있도록 연구팀이 개발한 IFC 컨버터(Converter)와 기존 Revit 기반 수량산출 자동화 애드-인과의 연동기능 구현을 통해 사용자 편리성과 시제품 모듈의 기능 효율성을 확보하도록 설계 구현하였다.

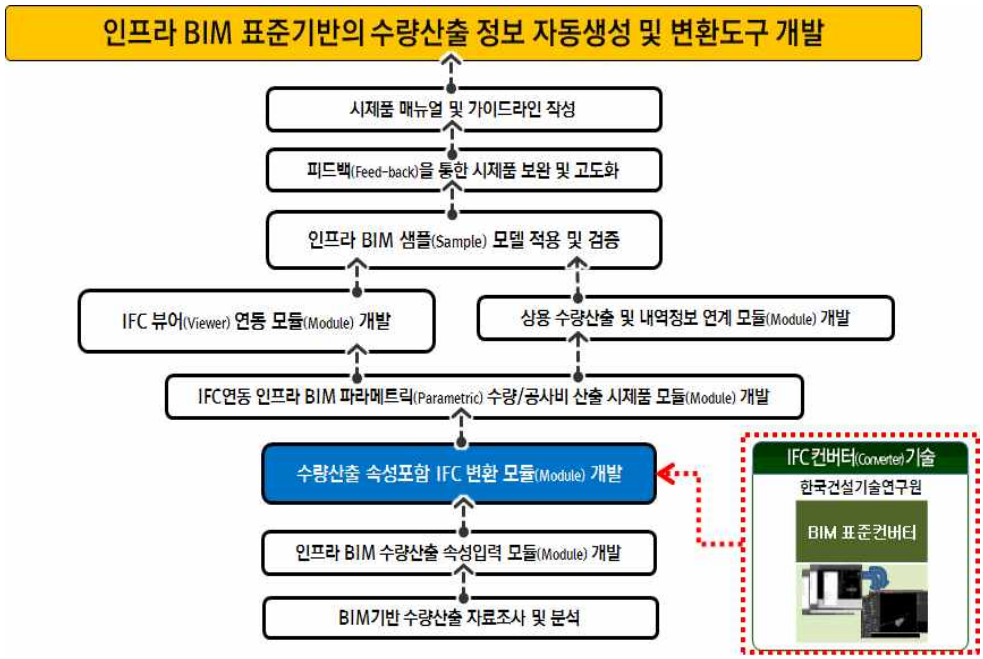


그림 3.25 수량산출 속성이 포함된 BIM 성과품 작성을 위한 상용툴 기반 IFC 변환 프로세스

이러한 방법을 통해 구축되는 수량산출 속성을 포함한 파일 변환기의 주요 요구사항은 다음 표와 같이 정리하였다.

표 3.4 변환기 요구사항 정의서

요구사항	상세 내용
프로젝트 정보 입력 기능	• IfcProject 엔티티에 입력될 사용자/기관/프로그램에 대한 데이터 입력이 되어야 하며, 사용자 입력도 가능하여야 한다 • Unit 체계는 프로그램에서 자동 입력되어야 하며, 사용자 확인이 가능하여야 한다.
매핑 테이블 구축	• 템플릿 옵션파일이 식별 가능한 코드명으로 이루어진 경우 추천되는 엔티티 초기 값이 자동 설정되며 사용자가 조정 가능하여야 한다.
공간적 구성 요소에 대한 정보 입력	• 구조물 모델 구성 체계에 따라 공간적 위상 구조가 자동으로 생성되어야 한다 • Attribute 필드에 일부 값(GUID, Name)의 경우 자동으로 값이 채워지며 나머지는 사용자 입력이 가능하여야 한다 • Pset / Qset 정의 파일을 읽어와 해당되는 요소에 매핑되어야 한다
물리적 구성 요소에 대한 정보입력	• 구조물 모델 구성 체계에 따라 물리적 위상 구조가 자동으로 생성어야 한다 • Attribute 필드에 일부 값(GUID, Name)의 경우 자동으로 값이 채워지며 나머지는 사용자 입력이 가능하여야 한다 • Pset / Qset 정의 파일을 읽어와 해당되는 요소에 매핑되어야 한다

6.2. 수량산출 속성이 포함된 BIM 파일의 IFC변환 구성도

구조물 모델 변환기의 개발환경을 나타낸 것으로 Infra IFC 엔진과 .NET 프레임워크를 기본적으로 사용하였다. 그리고 Revit 내의 모델 데이터를 조회하고 추출하거나 WPF로 구현된 사용자 인터페이스를 Revit 내에서 구동하기 위해 Revit API를 이용하였다.

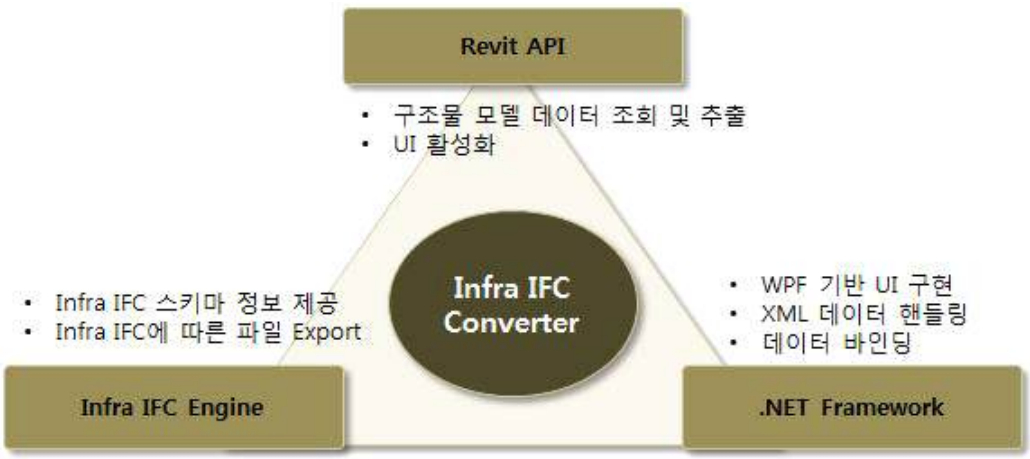


그림 3.26 구조물 모델 변환기 개발 환경

Revit으로 설계된 구조물 모델을 Infra IFC에 따라 변환하기 위해 구성된 시스템 통합 구성도를 나타낸 것이다. 본 과업에서 구현한 구조물 모델 변환기 모듈은 크게 사용자 인터페이스 모듈과 사용자가 Revit을 이용하여 작성한 구조물 설계 데이터를 추출하는 모듈로 구성되어 있다. 사용자 인터페이스는 Revit 내에서 Docking UI 구현을 위해 WFP를 이용하여 개발되었고, Revit의 구조물 모델 체계를 나타내는 트리 구조와 트리 구조를 선택했을 때에 나타나는 Attribute/ Property set/Quantity set에 대한 데이터 테이블 등으로 구성되어 있다. 사용자 인터페이스의 내부 코드에서는 데이터 테이블과 연동되는 Mapping xml 데이터를 생성하며, 최종적으로 Mapping xml에 저장된 데이터는 InfraIFC 엔진을 통해 .ifc 파일로 변환되는 과정을 거친다.

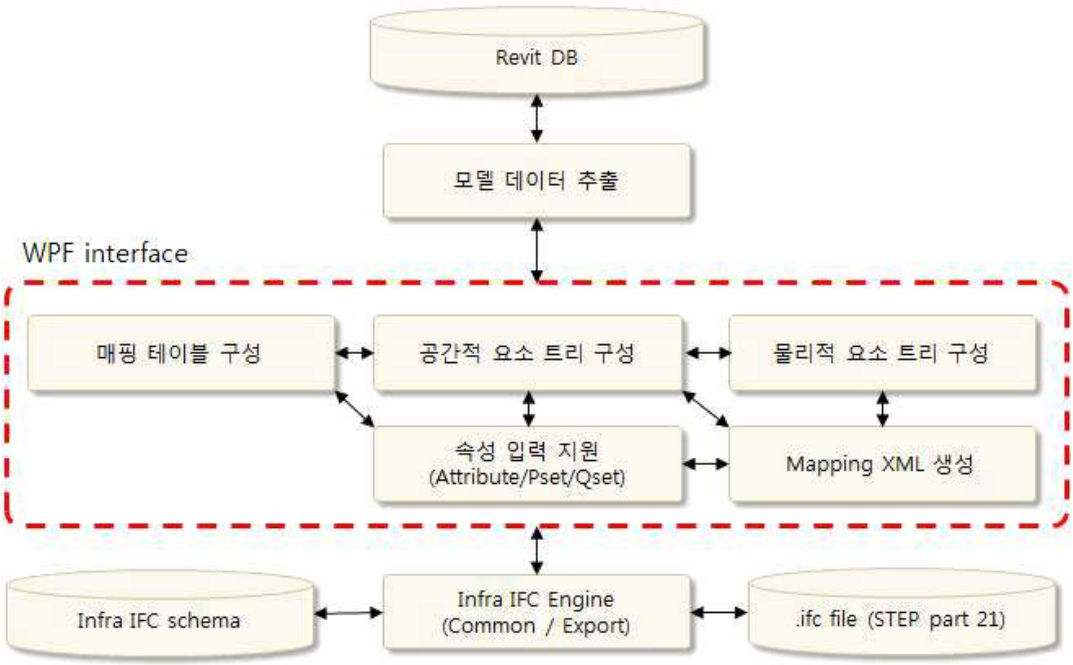


그림 3.27 변환기 모듈 구성 체계

6.3. IFC변환 로직 개발

수량산출 및 외부 속성을 포함한 IFC 표준이 변환을 위해서는 IFC 컨버터(Converter) Pset 및 Qset 속성 필드(Field)에 대해 매핑(Mapping) 매크로(Macro) 기능 구현을 통해 Autodesk Revit 2016 객체 속성 필드(Field)로 연계 생성하고 속성 필드 값(Value)을 매핑(Mapping) 매크로(Macro) 기능을 통해 자동 입력되는 프로세스 로직(Logic) 설계 및 구현해야 한다. 다음의 그림과 같이 가운데 매핑 매크로 템플릿 테이블에서 IFC 컨버터(Converter)의 Pset/Qset 속성 필드 및 입력 값을 자동으로 생성 입력하고 이를 오른쪽

유형특성 창에서 처럼 Revit 형상 객체 매개변수 속성이 자동 반영되는 프로세스로 실제 구현하였다.

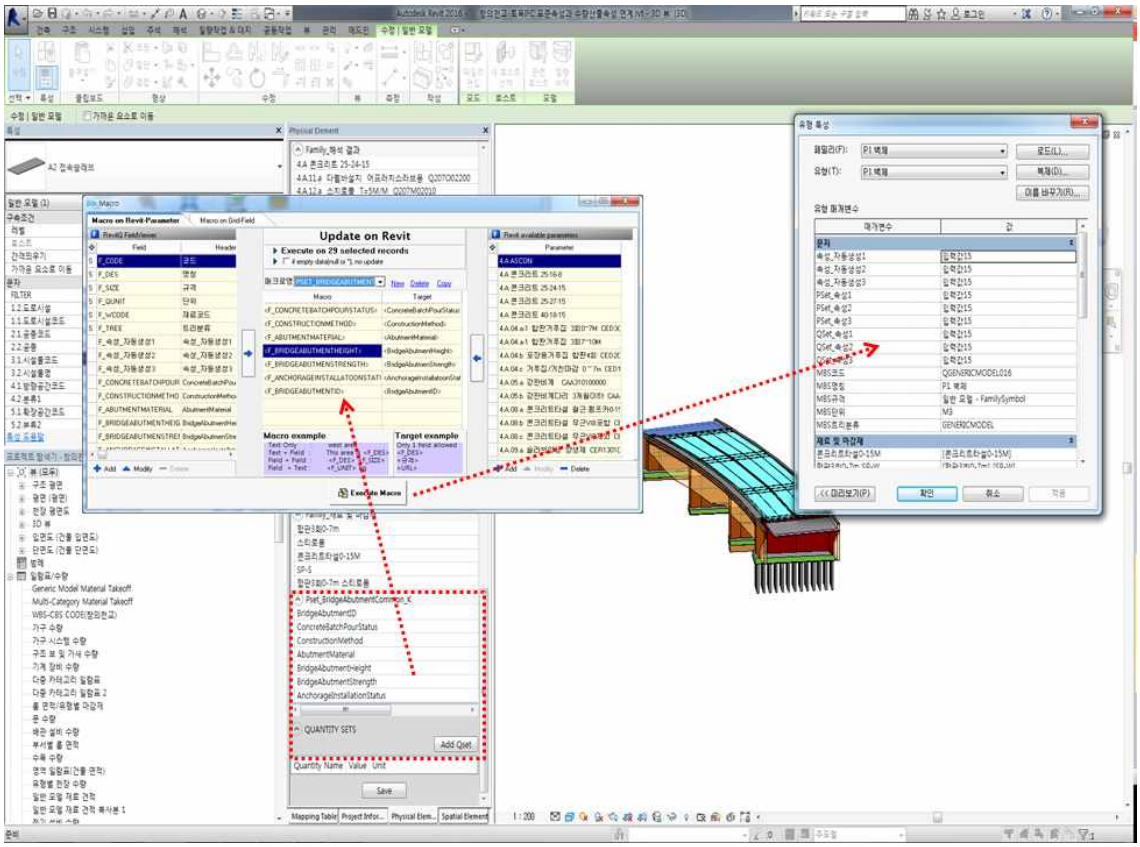


그림 3.28 상용툴에 대한 수량산출 속성이 포함된 토목IFC 표준속성 연계 예시

그리고, IFC 컨버터(Converter) Revit Add-In을 통한 수량산출 정보를 포함한 BIM 파일((주)Autodesk Revit 2016 파일)을 IFC 파일로 변환(Converter) 하는 과정으로 IFC 변환 로직(Logic) 설계 및 구현하였다. 이는 앞 그림 3.28의 속성 생성 및 자동 입력 과정을 거쳐 다음의 그림 3.29에서와 같이 IFC 컨버터(Converter)의 내보내기 기능을 통해 토목 IFC 표준파일로 변환하는 과정을 설계하고 기능을 구현하였다.

이러한 두 과정을 거쳐 수량산출 속성이 포함되고 토목IFC 표준속성이 부여된 IFC 파일 변환의 프로세스가 정립되고 이를 통해 하나의 프로그램을 통한 전체 변환과정을 수행하도록 설계하고 구현하였다.

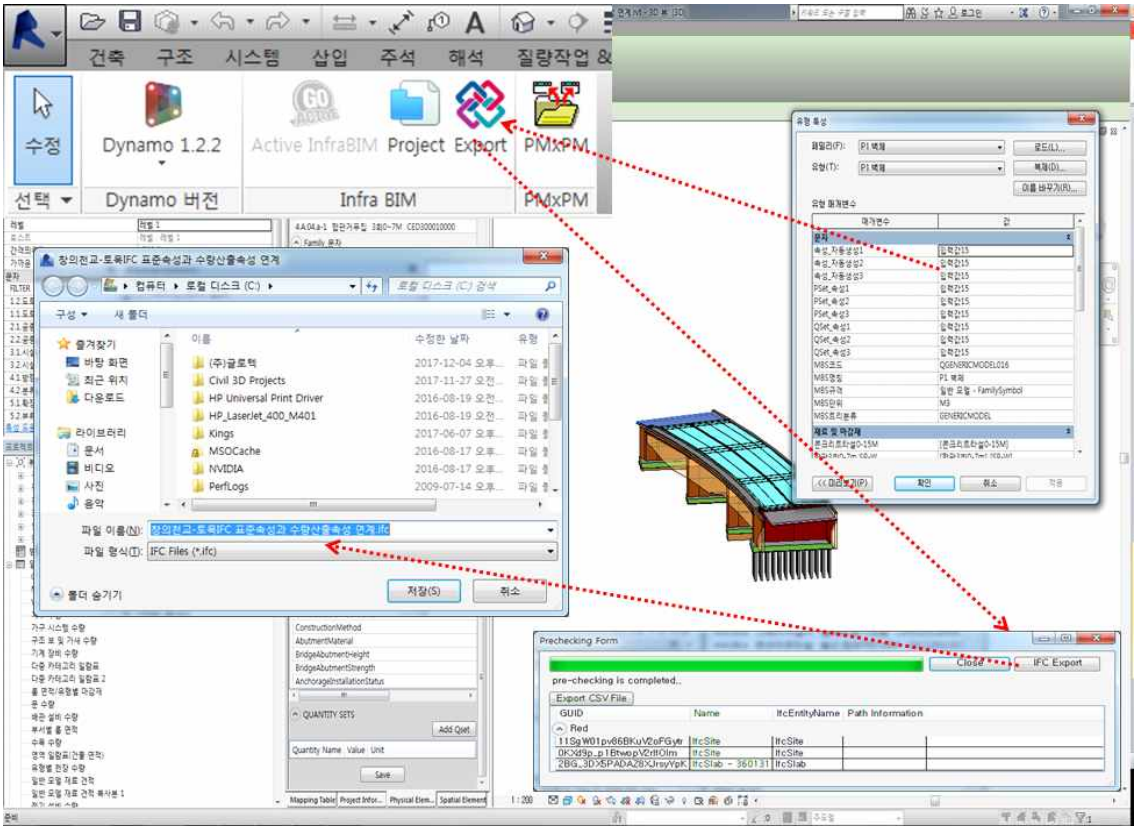


그림 3.29 상용 툴에 의한 토목IFC 표준속성 변환과정 예시

변환기 기능을 수행하는 시나리오는 다음과 같이 정리할 수 있다. 사용자는 먼저 Revit을 실행하고 구조물 모델을 구축하거나 이미 구축된 모델을 불러온 후 Revit 상에서 변환기를 실행시킨다. 이후 변환기 프로그램에 의해 모델의 정보를 추출하여 각 사용자 인터페이스를 초기화하여 사용자에게 제공하게 되는데, 앞서 언급한 바와 같이 패밀리 인스턴스 단위로 추출된 테이블 상에서 매핑 엔티티를 설정하게 되며, Civil 3D 와는 달리 공간 구성체계를 사용자 정의에 의해 수행할 수 있도록 하였다. 이후 사용자는 각 사용자 인터페이스의 기능을이용하여 IFC에 추가로 내보낼 데이터(Pset or Qset 등)를 추가한 후 Pre-checking을 수행한다. 이후 Pset 또는 Qset 등의 데이터가 없거나 proxy 요소의 경우 리스트 형태로 사용자에게 보고하고, 사용자 검토후 최종 IFC 파일을 Export하게 된다.

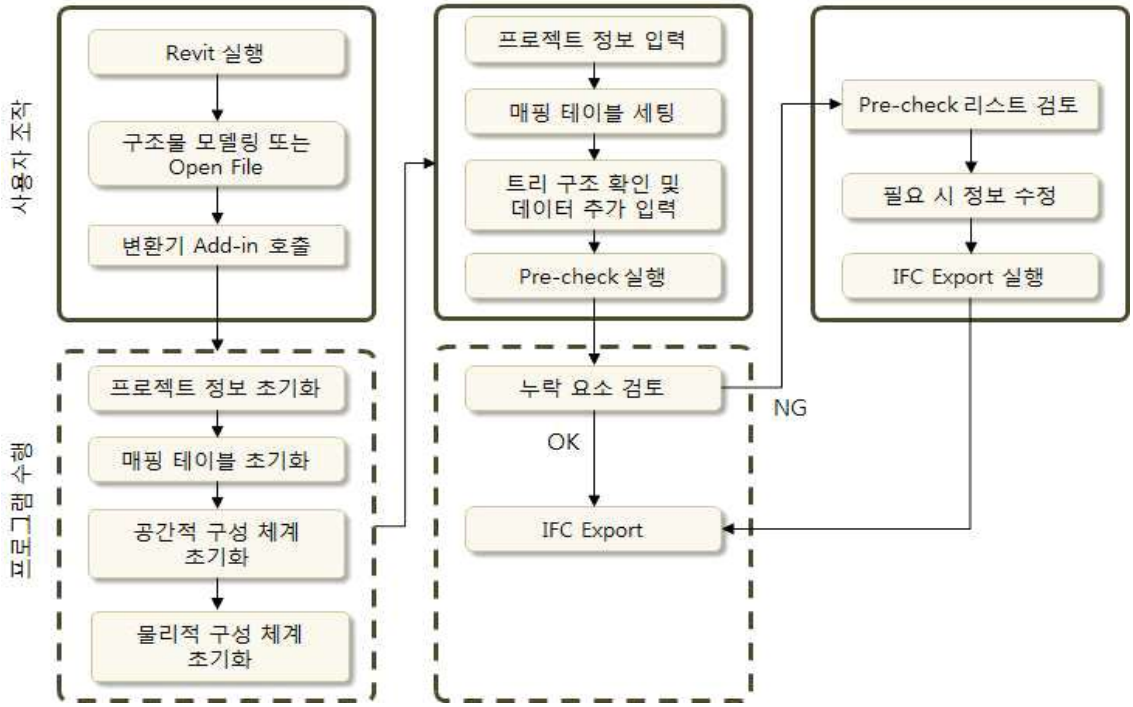


그림 3.30 변환기 기능수행 시나리오

6.4. 변환시 수량산출 속성 검증 기능 로직 개발

본 절에서는 수량산출 속성을 포함하여 변환기를 통해 IFC파일을 작성할 때 IFC 컨버터(Converter)의 Export(내보내기) 기능을 통해 변환되어 생성된 토목IFC 표준속성 파일을 솔리드-뷰어(Solid-Viewer)와 같은 IFC 뷰어(Viewer)를 통해 토목IFC 표준속성과 수량산출 속성 등의 내용을 확인검증 과정이 필요하다. BIM 형상 속성에 수량산출 속성과 토목IFC 표준속성을 부여한 IFC 변환과정을 거친 앞선 과정의 IFC 파일에 대한 수량산출 속성 검증은 현재 기능상으로는 불가하지만 무료버전인 솔리드뷰어와 같이 일반 IFC 뷰어(Viewer)를 통해 속성에 대한 결과 값을 리뷰(Review)하여 검증하는 것으로 수량산출 속성 검증 기능 로직 개발에 대한 절충 개발을 마무리하였다. 향후 추가적인 별도의 IFC 뷰어(Viewer) 연계 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

또한 토목IFC 표준속성이 포함된 Revit 2016 프로젝트 파일의 해당 Revit 패밀리(Family)는 시제품 라이브러리(Library)에 저장하여 향후 재사용이 가능하도록 설계 구현하였다. 이는 BIM 형상 속성에 수량산출 속성과 토목IFC 표준속성을 부여한 IFC 변환과정을 거친 IFC 파일을 BIM 라이브러리 파일로 저장 제공하는 기능을 통해 이를 사용하는 BIM 사용자는 모델링 설계만 구현시 IFC 표준속성이 부여된 파일과 이를 통한 수량산출 자동화를 수행할 수 있는 라이브러리 기능을 설계하여 구현하였다.

이와 같이 개발된 시제품의 토목IFC 표준속성 및 수량산출 속성이 포함된 BIM 라이브러리(Library)는 향후 토목 공통 표준 BIM 라이브러리(Library)로도 재사용이 가능하다. 또한 시제품 BIM 라이브러리(Library)를 활용하여 향후 BIM 모델링 설계시 모델링 설계만 수행하더라도 바로 여기에 포함된 토목IFC 표준속성과 수량산출 속성을 연계한 파라메트릭(Parametric) 수량/공사비 연계활용이 바로 가능하다.

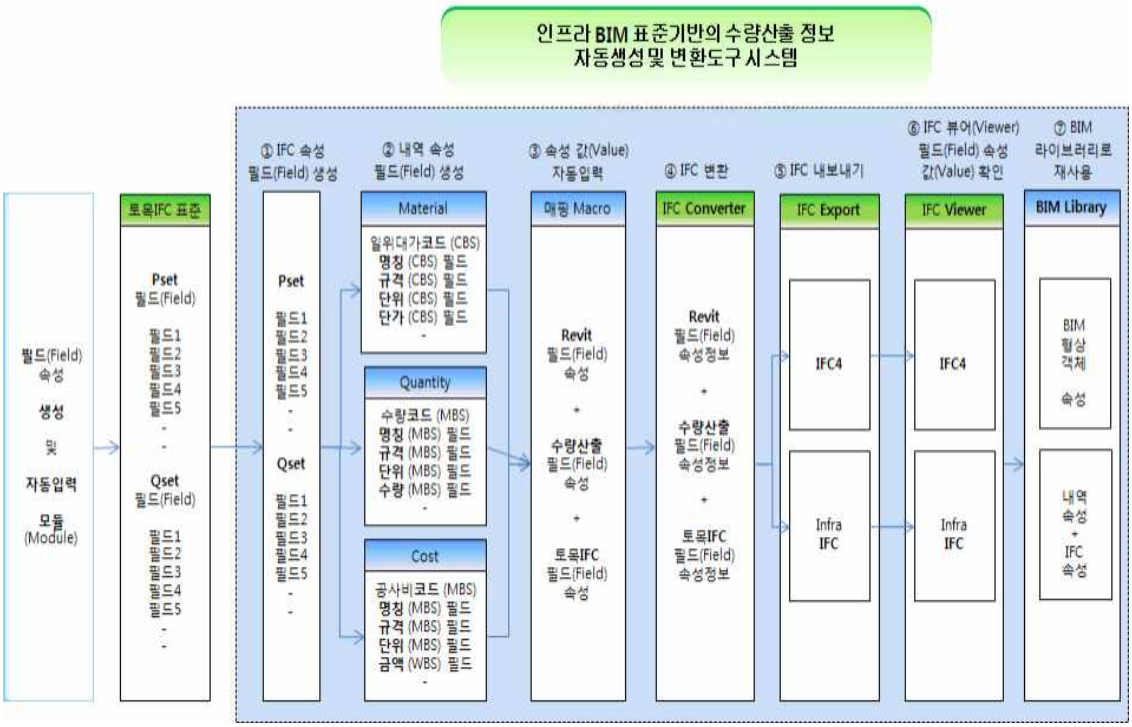


그림 3.31 토목IFC 표준속성과 수량산출 속성정보 연계 IFC변환 및 검증 프로세스

7. 상용툴 API를 활용한 BIM 표준기반 수량산출 속성입력 도구 개발

7.1. 상용툴의 형상, 속성 처리 및 변환 메카니즘 분석

Revit 2016의 경우 형상에 대한 속성(Property) 처리는 객체의 종류에 따른 해당 객체별로 매개변수(Parameter) 속성(Property)을 제어하도록 되어 있다. 시제품 속성 제어 모듈(Module)에서 Revit 2016 재료(Material)/패밀리 유형(Element Type)/패밀리 유형 인스턴스(Element) 매개변수(Parameter) 등을 직접 제어관리 하도록 설계에 반영하였다.

또한 Autodesk Revit 2016의 재료(Material)/패밀리 유형(Element Type)/패밀리 유형 인스턴스(Element) 매개변수(Parameter)의 속성 필드(Field) 생성 및 값(Value) 입력에 대한 제어(Control)를 인프라 BIM 표준속성 및 수량산출 속성 자동 생성 및 변환 도구 시제품에서 자동으로 생성 제어관리 하도록 설계하는 것이 사용자 관점에서 효율적이라고 판단하여 기능에 구현하였다.

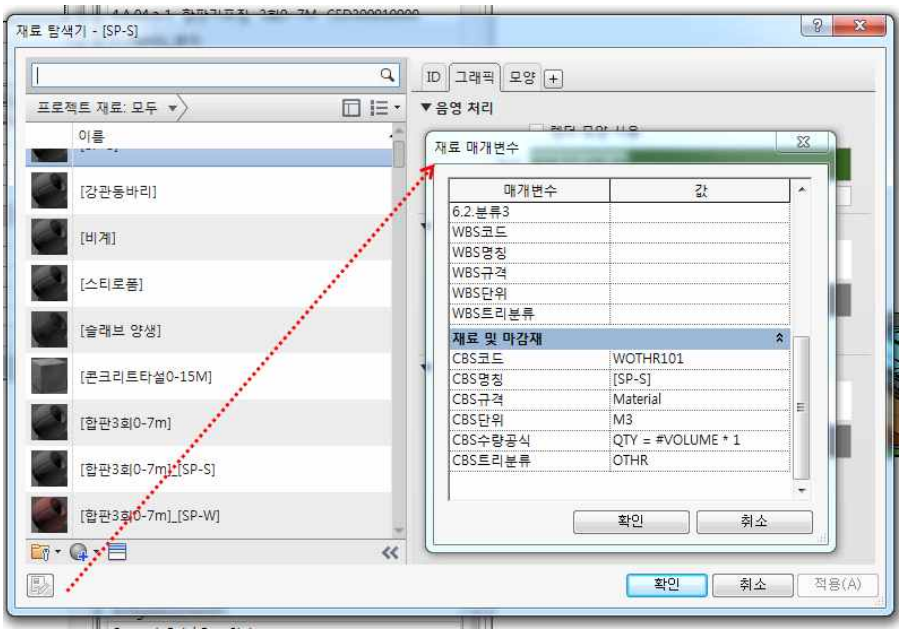


그림 3.32 Revit 2016 재료(Material) 매개변수(Parameter) 입력 창(Window)

Revit 2016의 경우 또한 별도의 프로젝트 파일인 .rvt 파일에 대해 프로젝트 매개변수(Paramater)와 공유(Shared) 매개변수(Paramater)를 사용하여 형상 객체에 대한 속성을 제어관리 할 수 있다. BIM SW 자체의 매개변수(Parameter)를 제어하는 기능을 본 시제품 모듈(Module)에 연계하기 위한 효율적인 연계 방법론에 대한 분석 및 반영하였다.

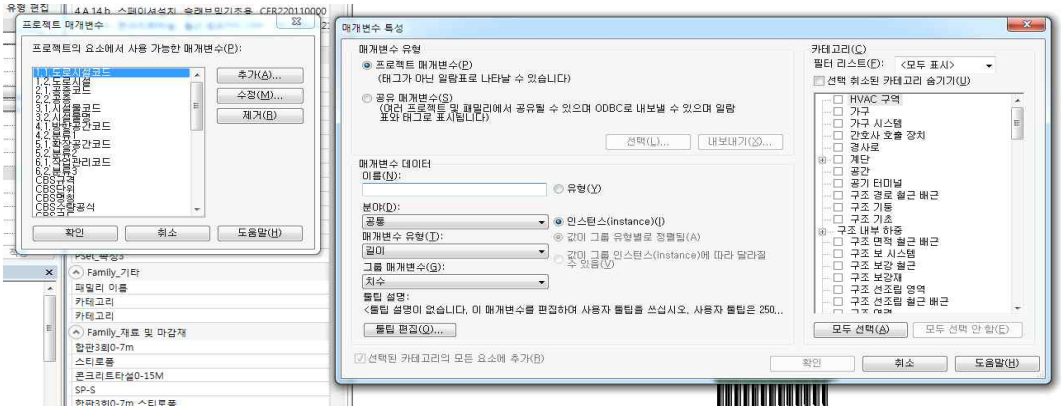


그림 3.33 Revit 2016 프로젝트 매개변수(Parameter) 입력 창(Window)

또한 Revit API를 통해 Revit 2016 재료(Material)/패밀리 유형(Element Type)/패밀리 유형 인스턴스(Element) 매개변수(Parameter)를 시제품 매핑(Mapping) 매크로(Macro) 모듈(Module) 기능에서 자동 생성 및 입력할 수 있도록 설계 구현하였다. 이는 시제품에 의한 속성 필드(Field) 자동 생성 및 입력 제어 -〉 IFC 컨버터(Converter) 에 의한 표준 IFC 파일 변환 -〉 IFC 뷰어(Viewer)에 의한 속성 검증의 프로세스로 속성에 대한 생성/입력/제어/검증의 프로세스를 확립하고 이를 반영하였다.

7.2. 상용툴 API를 활용한 수량산출 속성입력 도구 클래스 명세서

본 절에서는 인프라 BIM 수량/공사비 산출 시제품에 대한 BIM BIM설계 모델의 파라미터 정보를 활용한 수량정보 자동입력 기능 설계 및 구현하였다. 이를 위해 시제품 매핑(Mapping) 매크로(Macro) 기능 모듈(Module) 설계 구현을 통해 Autodesk Revit 2016 패밀리 유형(Element Type) 매개변수(Parameter)에 자동으로 수량정보 속성 필드(Field)를 생성하고 일괄 매핑 기능을 실행하여 매개변수 값(Value)을 해당 수량산출 속성 필드(Field) 값(Value)으로 자동 입력되도록 설계 및 구현하였다.

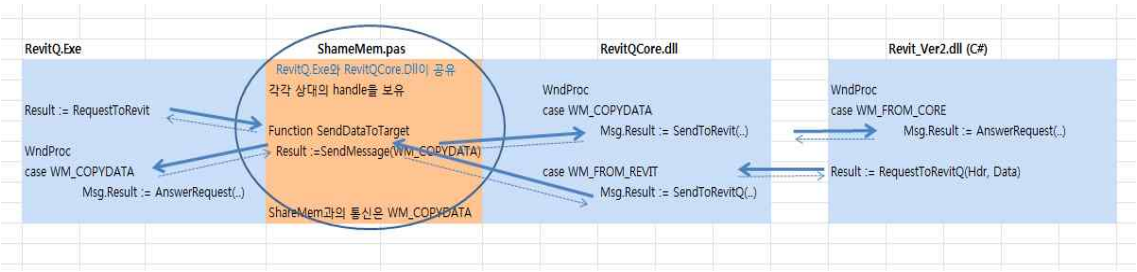


그림 3.34 Revit API와 Delphi 프로그래밍을 통한 BIM형상과 내역속성 연계 프로그래밍

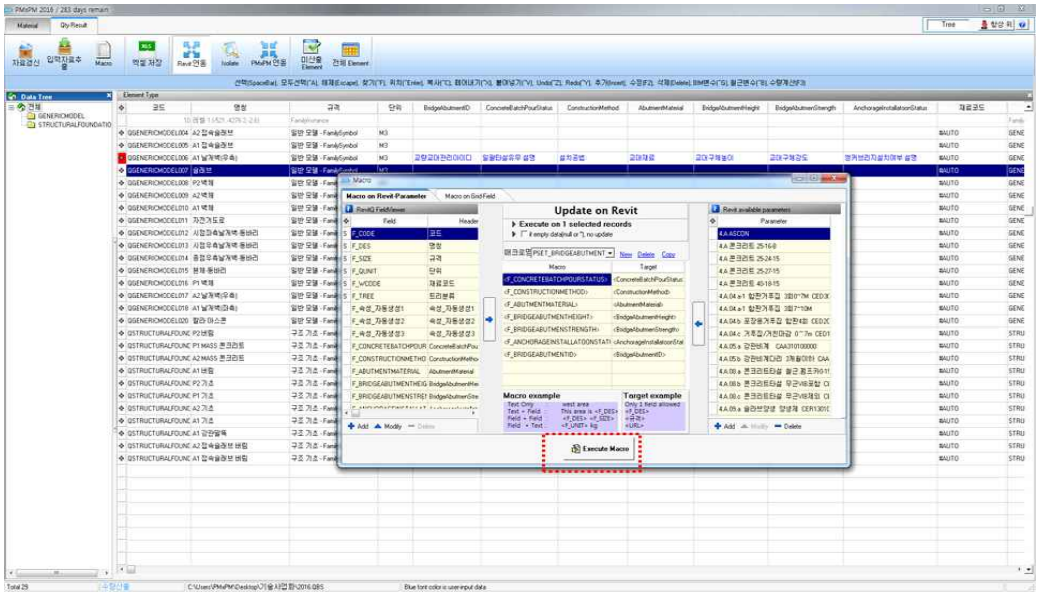


그림 3.35 매핑 매크로(Macro) 기능에 의한 수량산출 정보 BIM 속성 연계 (Revit 2016 패밀리 유형(Element Type))

자동 입력된 BIM 설계 데이터(Autodesk Revit 2016)의 필드 정보는 IFC 컨버터(Converter) 속성 창을 통해 해당 입력 값(Value)을 확인 검증할 수 있도록 설계 구현하였다. 다음 그림 3.36에서는 IFC 컨버터(Converter) 속성 창의 Pset 그룹내에 시제품 속성 제어 모듈에 의해 입력된 값이 자동으로 호출되어 사용자가 입력된 값을 확인할 수 있도록 IFC 컨버터(Converter)와 시제품 속성 제어 모듈간 연계 구현하였다.

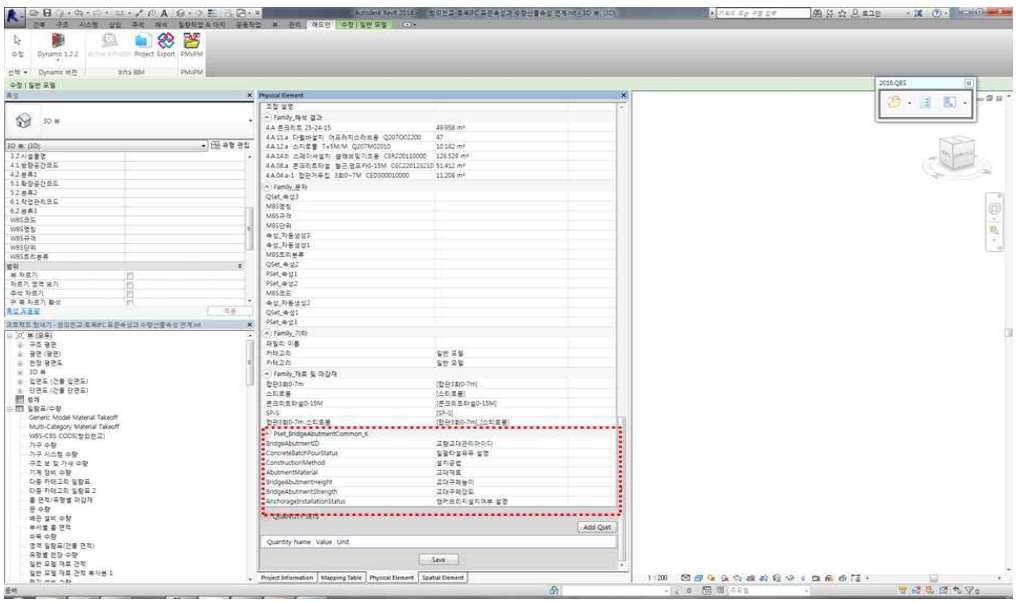


그림 3.36 IFC 컨버터(Converter) 속성 창에서의 입력 속성 값 확인

시스템 컴포넌트 구조도는 아래와 같다.

시스템	시스템 컴포넌트 구조도

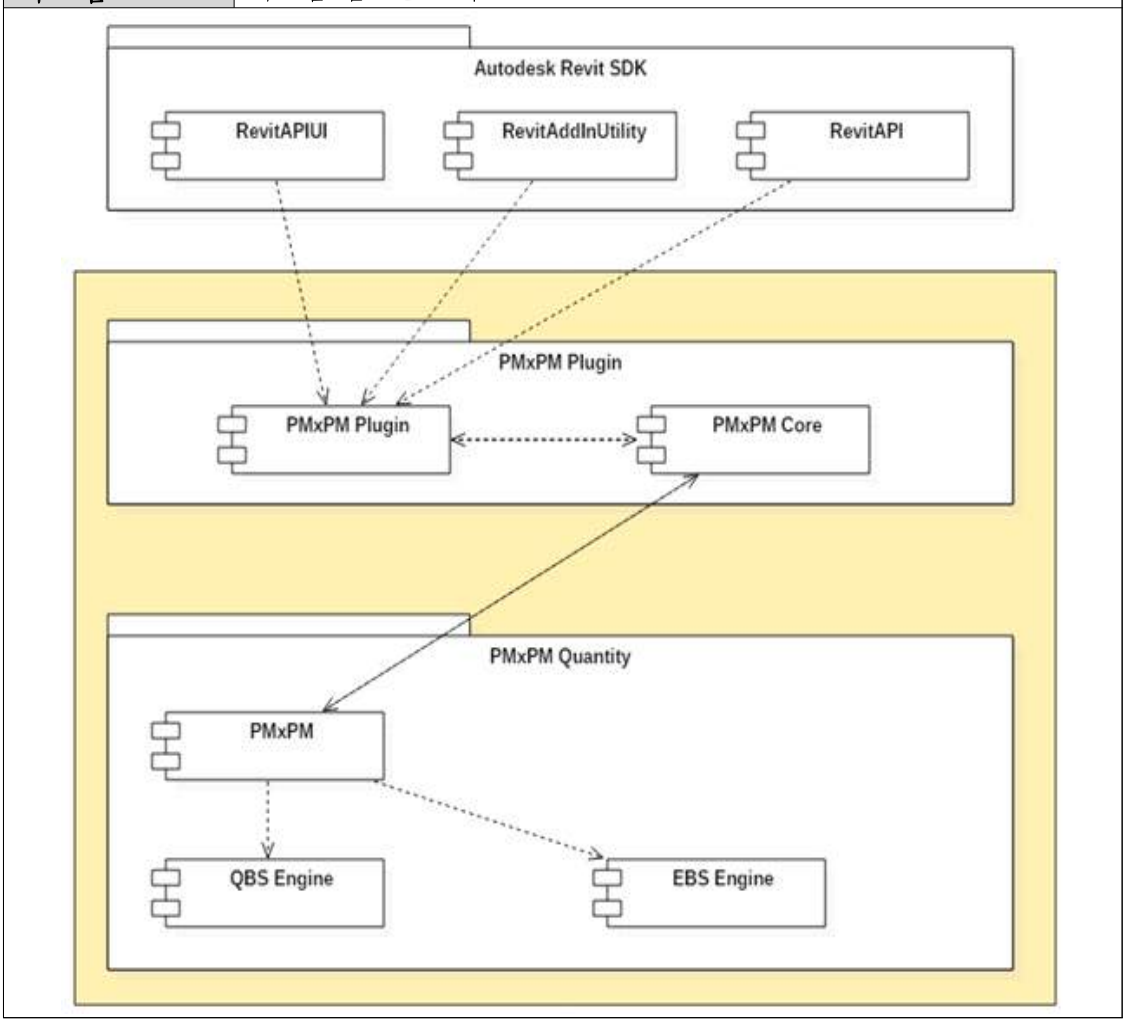


그림 3.37 요구 시스템 컴포넌트 구조도

상기의 시스템 컴포넌트 목록은 아래와 같다.

표 3.5 시스템 클래스 명세서(일부)

컴포넌트ID	PMxPM Plugin	컴포넌트명	PMxPM 플러그인
컴포넌트 개요	Revit 데이터 및 디자인 요소에 연결한다.		
내부 클래스			
클래스명	설명		
S_QbsRevitMain	Revit 로딩시 호출된다. Plugin 요소를 초기화 및 메모리 해제		
QbsRevitSchema	특정이름의Schema를생성한다.		
QbsRevitUtil	Element/Parameter 등 각 요소에 접근 한다.		
S_QbsRevitAction	PMxPM에서 전달된 명령을 처리한다.		
S_QbsRevitDoFromDelphi	PMxPM 으로부터 메시지를 송/수신 처리		

7.3. 수량산출 속성의 Pset 구성 및 입력 기능 구현

본 기능에서는 Autodesk Revit 2016 수량산출 속성을 포함하는 패밀리 유형(Element Type)에 대해 토목IFC 표준속성의 Pset/Qset 속성 필드(Field)를 추가 생성 및 값(value)을 입력 제어할 수 있는 기능 설계 및 구현하였다. 이를 위해 도로, 교량의 구조물인 터널, 교량 Revit 2016 모델링 데이터의 Pset 속성 Xml 파일의 필드 및 속성 값을 아래 <그림34>의 과정을 거쳐 매핑 매크로 기능 모듈에 의해 BIM 속성에 입력되도록 기능을 구현하였다.

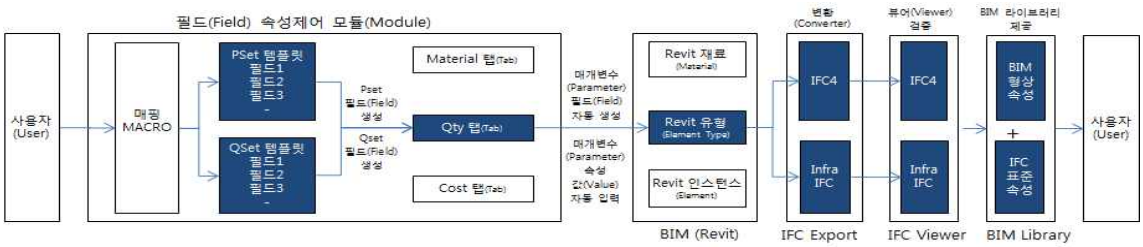


그림 3.38 인프라(도로, 교량 등) 시설의 수량산출 속성의 Pset 구성 및 입력 기능 프로세스

또한, 매핑(Mapping) 매크로(Macro) 의 템플릿(Template) 호출 기능을 통해 토목IFC 표준속성의 Pset 매핑 테이블(Table)을 자동 생성하고 속성 값을 자동으로 입력될 수 있도록 기능을 설계 구현하였다. 아래 그림 3.39에서와 같이 시제품 모듈의 매핑 매크로 기능을 통해 기 입력된 토목IFC 표준속성의 Pset 속성을 자동으로 호출해 올 수 있는 템플릿 호출 기능을 통해 사용자가 보다 쉽게 토목IFC 표준속성 Pset 템플릿 속성을 BIM 형상 속성에 부여 제어 관리할 수 있도록 기능을 설계하여 구현하였다.

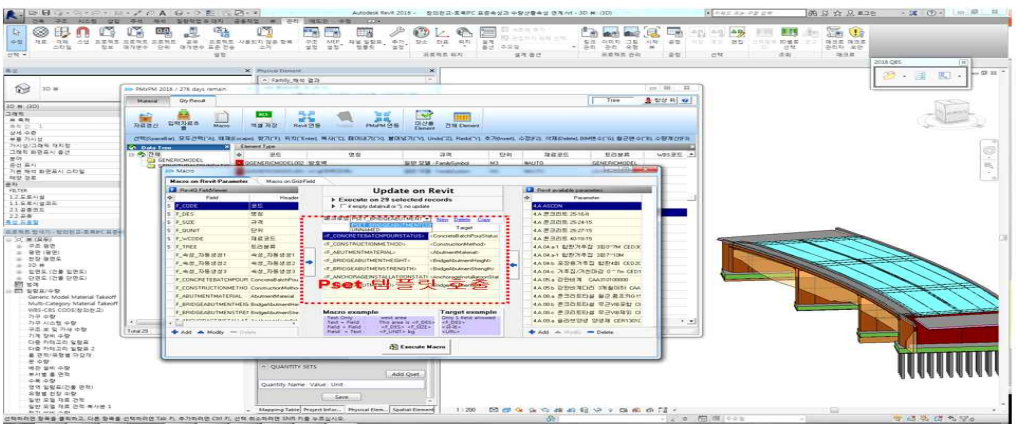


그림 3.39 매핑(Mapping) 매크로(Macro) 기능에 의한 속성 값 자동입력 설계 구현

7.4. QDBX의 BIM 모델 연계 및 입력 기능 구현

본 단계에서는 에서는 Autodesk Revit 2016 재료/패밀리 유형/패밀리 유형 인스턴스 매개변수에 대한 신규 속성 필드(Field) 자동 생성 기능을 구현하여 디지털수량산출 표준(건설연 제공)에 대한 수량 및 내역정보에 대한 속성 필드(Field)를 생성하고 이를 매핑 매크로 기능을 통해 BIM 객체 속성 정보와 디지털수량산출표준 속성 정보간 양방향 입력 제어 기능을 구현하였다. 다음 그림 3.40은 디지털수량산출 표준 속성 정보에 대한 내용을 분석하여 이를 반영할 수 있도록 시제품 매핑 매크로 기능에 적용 구현하였으며 디지털수량산출 표준 속성과 같은 규칙이 정의된 필드 속성에 대해서는 앞서 템플릿 호출 기능을 통해 일괄 호출에 의한 일괄 속성 제어를 할 수 있도록 기능에 반영하였다. 또한 인프라 BIM 수량/공사비 산출 시제품에 대한 디지털수량산출표준(건설연 제공)의 BIM 모델 연계 및 입력 기능 구현하였다.

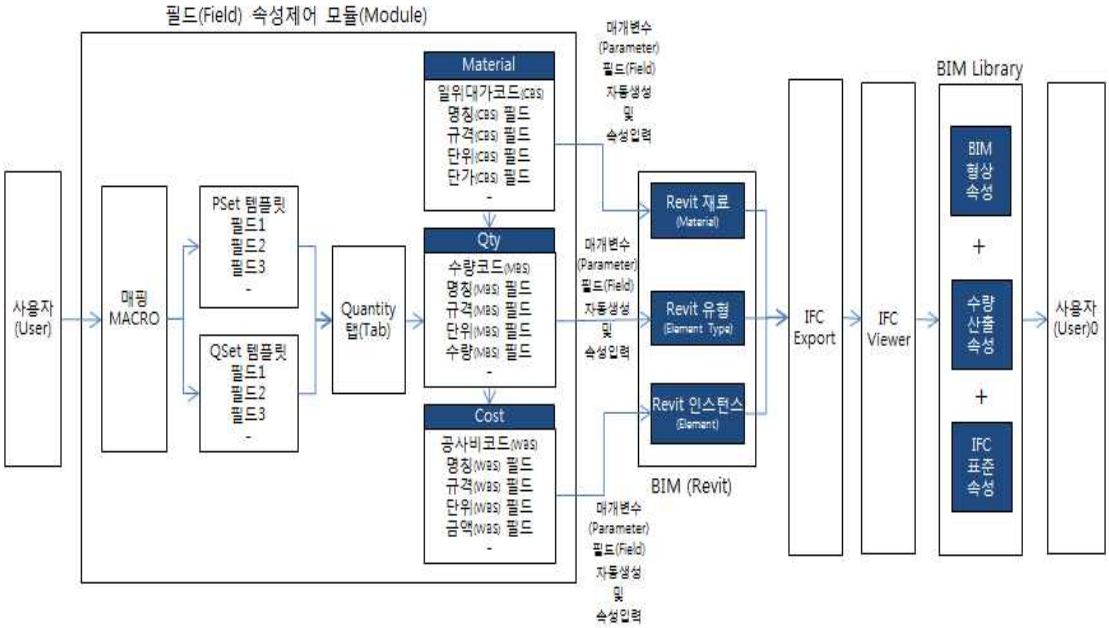


그림 3.40 BIM모델에 수량산출 속성 자동입력 프로세스 로직(Logic) 설계

그리고, 디지털 수량산출 정보 교환표준에 의한 속성 필드(Field) 자동 생성 및 입력 모듈(Module)에 적용하였다. 다음 그림 3.41의 디지털 수량산출 정보 교환표준의 수량 및 내역 속성에 대한 규칙을 반영할 수 있도록 속성 제어 관리 모듈 기능에 적용하였다.

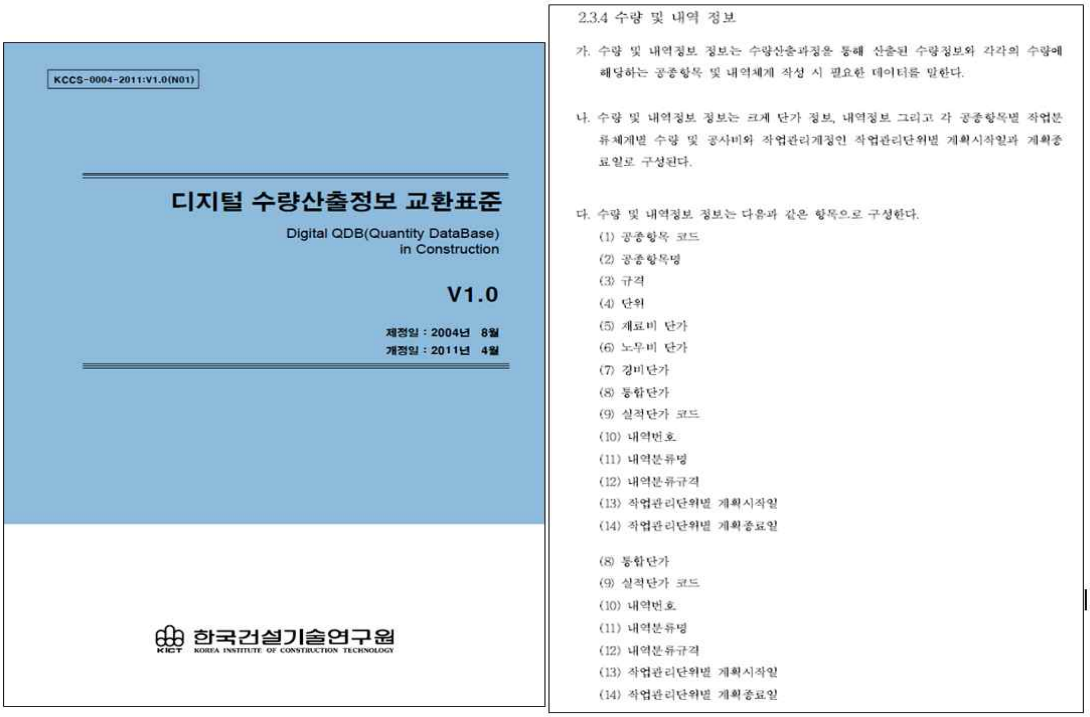


그림 3.41 디지털 수량산출정보 교환표준에 대한 속성 필드(Field) 적용
(한국건설기술연구원 제공)

8. 수량산출 속성입력 기능이 포함된 IFC변환 도구 개발

8.1. 수량산출 속성 입력 및 변환 기능 구현

본 단계에서는 시제품 매핑(Mapping) 매크로(Macro) 기능 모듈(Module)을 통한 수량산출 속성 자동 생성 및 입력 -> IFC 컨버터(Converter) 변환도구를 통한 표준 토목IFC 파일 변환을 구현하였다. 연구팀이 구축한 IFC 변환도구 모듈을 본 시제품에 연계 적용하여 Revit 2016에서 Add-In 방식으로 모두 사용이 가능하도록 연계 구현하고 이를 통해 속성 자동 생성 및 입력에서부터 IFC 변환의 모든 과정을 하나의 일련의 과정으로 수행할 수 있도록 구현하였다.



그림 3.42 IFC 컨버터(Converter)를 활용한 수량산출 정보 연계기능 구현
(한국건설기술연구원 제공)

그리고 UI구현 단계에서는 Revit에서 제공하는 사용자 인터페이스의 종류 중 팔레트 종류의 경우 여러 정보를 한눈에 확인 할 수 있도록 지원하며, 사용자 임의로 위치시킬 수 있는 Docking 기능을 기본적으로 제공한다. 사용자 편의를 위해 팔레트 인터페이스를 이용하여 Docking 기능을 구현하였다. 팔레트 내에 배치된 각 사용자 인터페이스의 설계 내용과 주요 수행 기능도 아래 표에서 정리하였다.

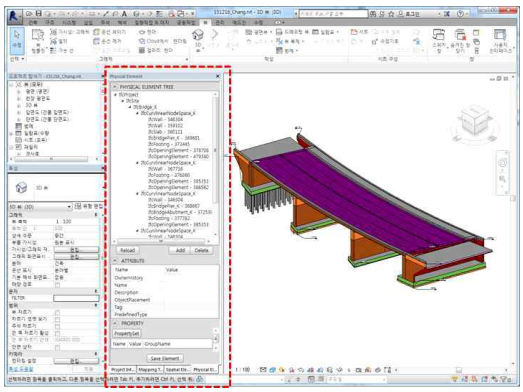


그림 3.43 팔레트 좌측 고정

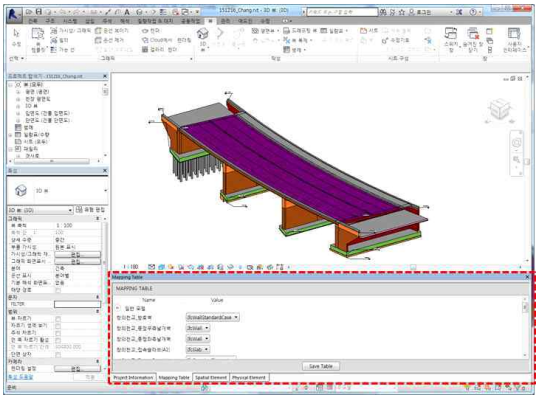
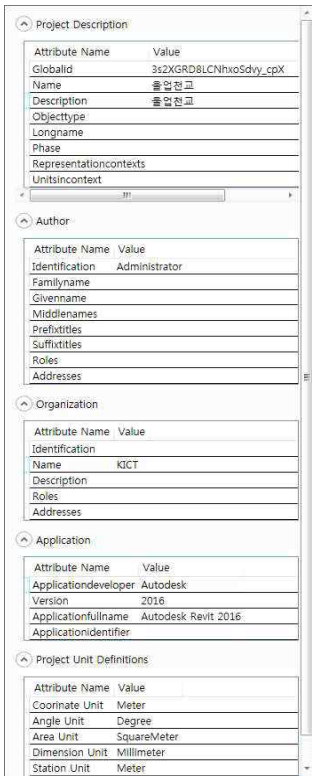


그림 3.44 팔레트 하단고정

그리고 기능구현 단계에서 정의되고 구성된 팔레트 내에 배치된 각 사용자 인터페이스의 주요 수행 기능은 다음과 같다. 다음 표는 구성된 기능의 일부를 보여주는 것이고 이를 통해 모든 내외부 속성처리와 함께 IFC와 연계 되도록 절차적으로 구성할 수 있다.

표 3.6 주요 기능 (일부)

사용자 UI	기능 설명
	Project Description (Data Grid View) ▪ Infra BIM 엔진을 이용하여 IfcProject 엔티티에 해당하는 Attribut 리스트를 작성 ▪ GlobalID과 Name은 자동으로 기입되며, 그이하의 데이터 필드의 경우 사용자가 입력 Author (Data Grid View) ▪ Infra BIM 엔진을 이용하여 IfcPerson 엔티티에 해당하는 Attribute 리스트 작성 ▪ Identification은 컴퓨터의 사용자 아이디 값으로 자동 기입되며 사용자가 변경 가능 Organization (Data Grid View) ▪ Infra BIM 엔진을 이용하여 IfcOrganization 엔티티에 해당하는 Attribute 리스트 작성 ▪ 기본적으로 채워지는 필드는 없으며, 사용자가 필요항목을 입력 Application (Data Grid View) ▪ Infra BIM 엔진을 이용하여 IfcApplication 엔티티에 해당하는 Attribute 리스트 작성 ▪ 기본적으로 채워지는 필드는 없으며, 사용자가 필요항목을 입력 Unit Definition (Data Grid View) ▪ Revit의 프로젝트 정의 데이터 중 Unit과 관련한 정의 내용을 추출하여 리스트 업 ▪ 사용자는 확인만 필요

.

8.2. 수량산출정보가 포함된 IFC파일의 속성검증 기능 구현

본 속성 검증단계에서는 Autodesk Revit 2016 Add-In 형식의 IFC 컨버터(Converter) 속성 창과 Revit 2016 유형 특성 창을 통해 입력된 수량산출 속성 정보와 토목 IFC 표준속성 정보를 확인 검증할 수 있는 기능을 구현하였다. 본 연구팀이 사전에 제공한 IFC 변환기와 BIM 속성 창을 통해 변환 구현된 IFC 파일에 대한 속성검증을 수행하고 이를 별도의 IFC 뷰어(Viewer)를 통해 다시 확인 검증할 수 있도록 하였다.

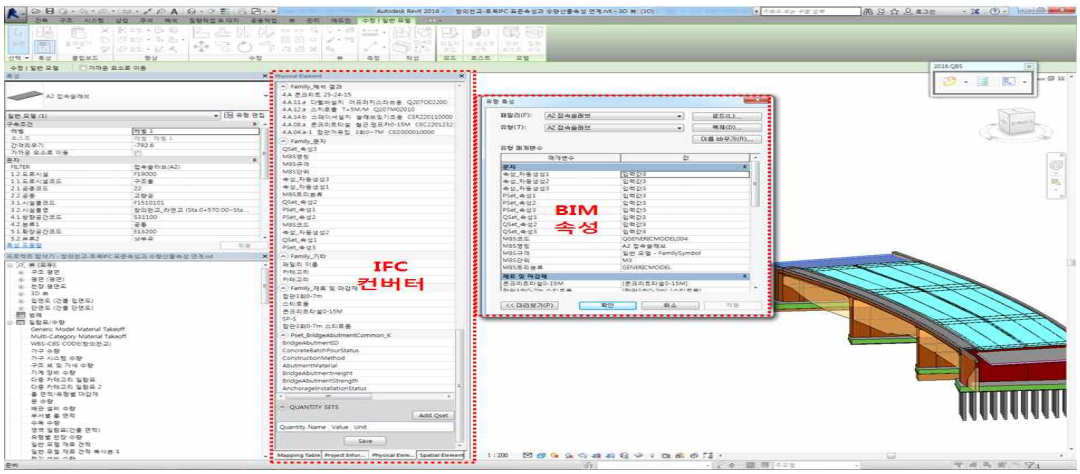


그림 3.45 IFC 컨버터(Converter) 와 BIM 속성 창(Window)을 통한 속성검증

또한 수량산출 정보가 포함된 IFC 속성 검증 프로세스는 아래와 같이 앞선 과정의 설명과 동일한 기능으로 구현하였다.

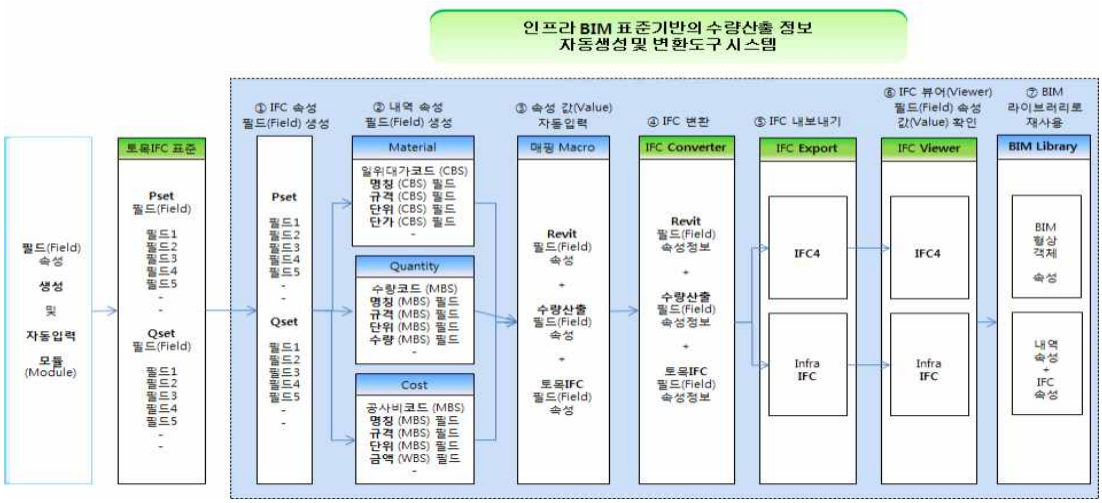


그림 3.46 IFC 변환속성 검증 프로세스(Process)

9. 상용 수량산출 시스템 연계 방법론 및 인터페이스 도구 개발

9.1. 수량산출 및 내역정보 연계 기능 및 방법론 구축

수량산출과 내역정보를 연계하기 위하여 수량산출의 속성정보인 재료에 코드를 부여하여 재료코드를 생성하고 이것을 내역정보의 기초 값인 재료와 매칭시킨다. 매칭된 재료코드에 산식을 적용하여 단위수량을 만들고 이를 내역의 공종에 연결하기 위해 공종별 코드를 부여하여 공종별 단위수량과 코드를 생성한다. 이때 내역의 공종코드에 단위수량의 재료코드가 연계되어진다. 즉 수량과 내역의 연계는 수량산출의 기본분류인 WBS(작업분류체계) 와 내역중심의 CBS(내역분류체계)를 공종(대분류, 중분류, 소분류)으로 레벨을 분류하여 연결한 것이다. 다음의 항목들은 수량산출 및 내역정보 연계기능의 구성 사례를 보여주는 것이다.

가. 수량산출 기초코드(W) 작성

먼저 수량산출서 기본이 되는 재료에 코드를 부여하여 '기초코드'를 생성한다. 기초코드는 W로 시작하는 코드로 만든다. 기초코드를 뜻하는 W다음으로 숫자4자리가 오며 그 다음으로 공종 구분 코드로 구성되어 있다. 4자리 숫자의 구성은 모든 공종에 다 포함되는 일반적은 공통 공종은 0000~0999까지 이며 가시설은 1000~1999로 되어있다. 토공은 2000~2999, 교량공은 3000~3999, 포장공은 4000~4999, 부대공은 5000~5999, 터널공은 6000~7999, 공종별 자재 및 운반항목은 8000~9999로 구성되어 있다. 숫자 다음에 오는 알파벳 코드는 토공은TO, 배수 및 옹벽공은 BA, 교량공은 BR, 포장공은 PO, 부대공은 BU, 터널공은 TU로 구성됩니다.

ex) W2271TO : 토공의 항목
W0053BR : 공통의 항목이지만 교량공에 속하는 항목

나. 수량산출 단위수량(U) 작성

작성된 기초코드를 토대로 단위수량을 산출한다, 단위수량은 U코드를 사용하며 단위수량 작성시 코드입력에는 공종별로 다음과 같은 기준이 있다. 코드는 총 6자리이며 알파벳 두자리와 숫자 네자리로 구성되어 있다.

표 3.7 예: 토공의 측구깨기 : UA0101, 부대공의 가드휀스 : UE0761

공 종	코드 첫째자리	코드 둘째자리	코드 세째자리이하
토 공	U	A	0001 ~ 9999
배수 및 옹벽공	U	B	0001 ~ 9999
교 량 공	U	C	0001 ~ 9999
포 장 공	U	D	0001 ~ 9999
부 대 공	U	E	0001 ~ 9999
터 널 공	U	F	0001 ~ 9999

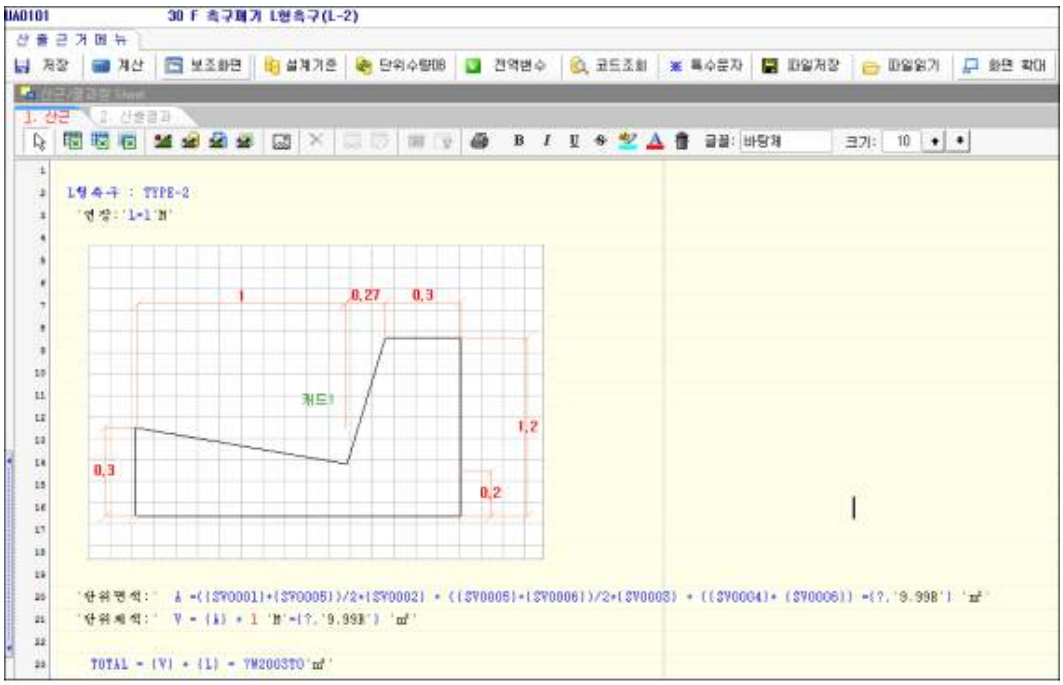


그림 3.47 L형 측구깨기 단위수량 산출 화면

다. 수량산출서(Q) 작성

코드의 첫 자리는 Q로 시작하며 단위 수량을 산출하는 작업공간입니다. 기본적으로 기 작성된 단위수량을 불러와서 연장 또는 개소를 입력하여 수량을 산출합니다.

단위수량 * 연장 (또는 개소 등) = 산출 수량

수량산출시 코드입력에는 공종별로 다음과 같은 기준이 있습니다. 코드는 총 6자리이며 알파벳 두 자리와 숫자 네 자리로 구성되어 있습니다.

표 3.8 예: 토공의 측구깨기 : QA0101, 부대공의 가드휀스 : QE0761

공 종	코드 첫째자리	코드 둘째자리	코드 세째자리이하
토 공	Q	A	0001 ~ 9999
배수 및 옹벽공	Q	B	0001 ~ 9999
교 량 공	Q	C	0001 ~ 9999
포 장 공	Q	D	0001 ~ 9999
부 대 공	Q	E	0001 ~ 9999
터 널 공	Q	F	0001 ~ 9999

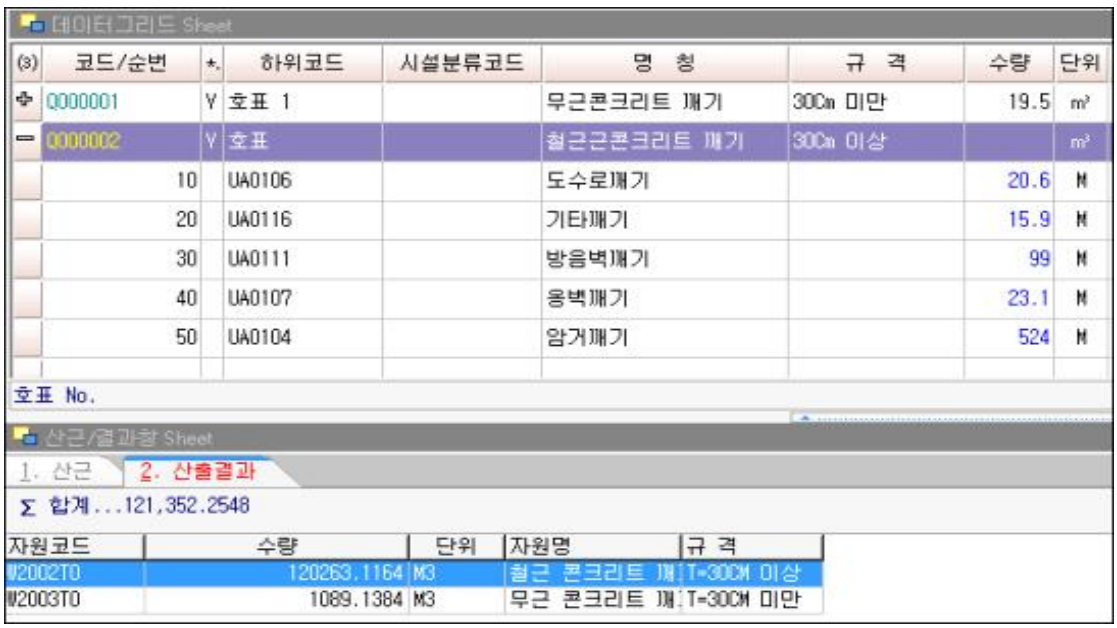


그림 3.48 수량산출서 작성화면

라. 수량산출서와 내역연계

단위수량과 수량산출서에서 산출된 수량을 집계하고 이를 공종과 연계하여 내역서를 작성한다. 내역서 코드는 단위수량 및 수량산출에서 산출한 항목의 기초코드를 입력하며 공사비 산출을 위해 산출된 수량과 단가 연계를 위한 표준일위대가 코드를 기록한다.

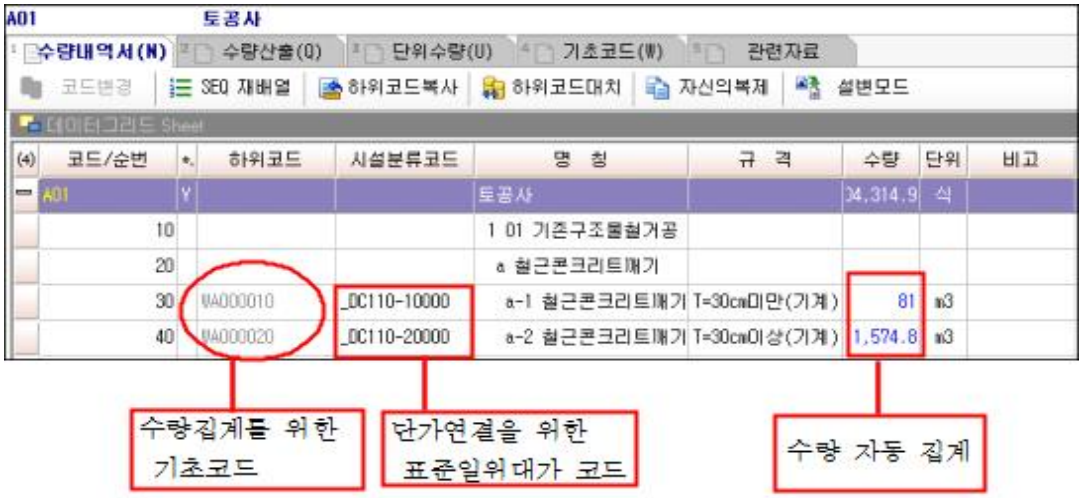


그림 3.49 수량산출서와 내역연계 화면

9.2. BIM 기반 수량산출 리포팅 기능 구현

기존 2D CAD를 포함한 설계 데이터를 기반으로 한 수량산출 연계활용의 산출물은 대부분 수작업에 의한 수량산출 연계과정으로 인한 휴먼에러(Human Error)가 빈번하게 발생하고 있다. 따라서 토목BIM분야 수량산출 방식은 자동화에 의한 파라메트릭 수량산출이 구현되어야 하며 이에 대한 결과 산출물을 엑셀(Excel) 보고서 기능으로 연계가 가능하도록 설계 되어야 한다.

이런 문제점을 개선하고자 BIM 형상 객체 속성에 수량산출 속성과 토목IFC 표준속성을 연계하고 이를 파라메트릭(Parametric)에 의한 수량산출을 수행하고 이를 다시 엑셀(Excel) 형식 내보내기(Export) 기능을 개발하여 BIM기반 수량산출에 대한 리포팅(Reporting) 기능을 구현 하였다.



그림 3.50 BIM기반 수량산출 리포팅 기능의 목적

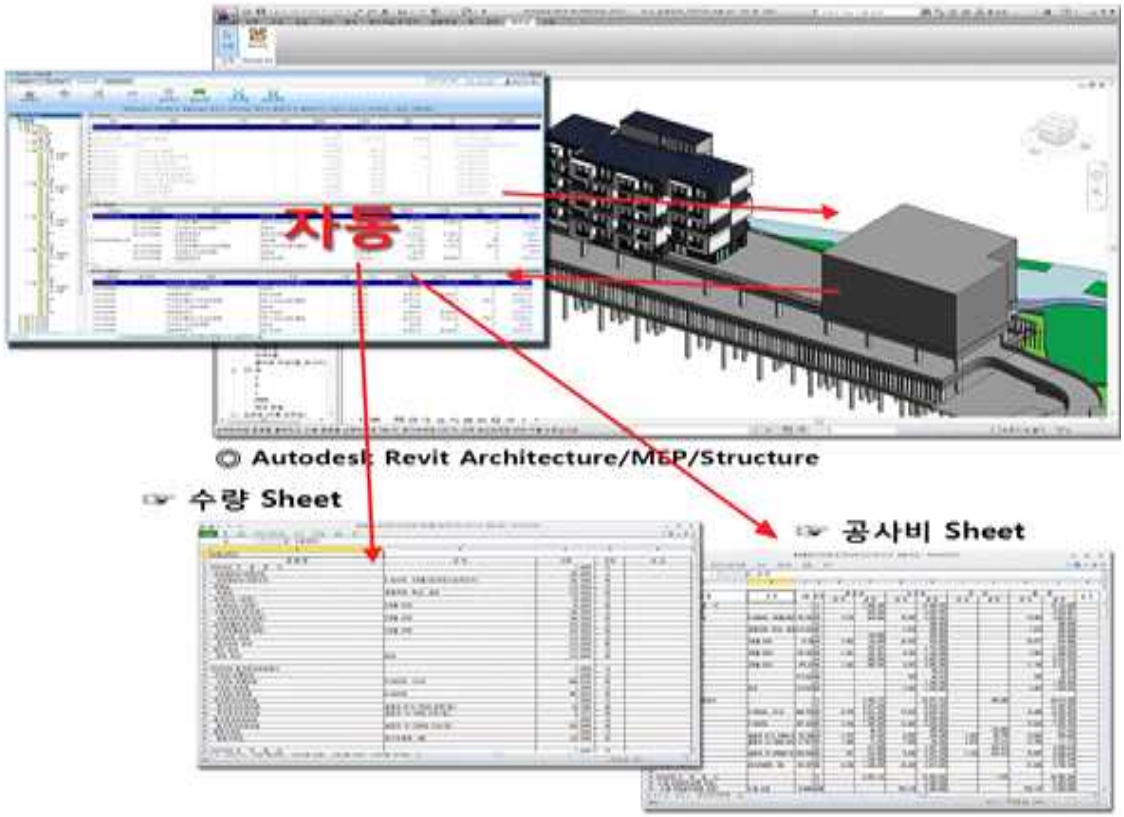


그림 3.51 상용 수량산출 솔루션 연계시스템 엑셀(Excel) 리포팅(Reporting) 기능 구현

10. 샘플 BIM 모델 작성 및 검증

10.1. 샘플 BIM 모델링

본 인프라 BIM 시설물에 대한 표준 IFC 표준속성이 부여된 표준화 파일을 기존 BIM 상용 툴에 의해 모델링된 교량과 터널에 대한 적용 검증을 통해 IFC 파일이 적용된 모델링 설계에서부터 이를 통한 수량/공사비 연계활용에 대한 가능성을 실제 BIM 샘플 모델에 적용하였다.

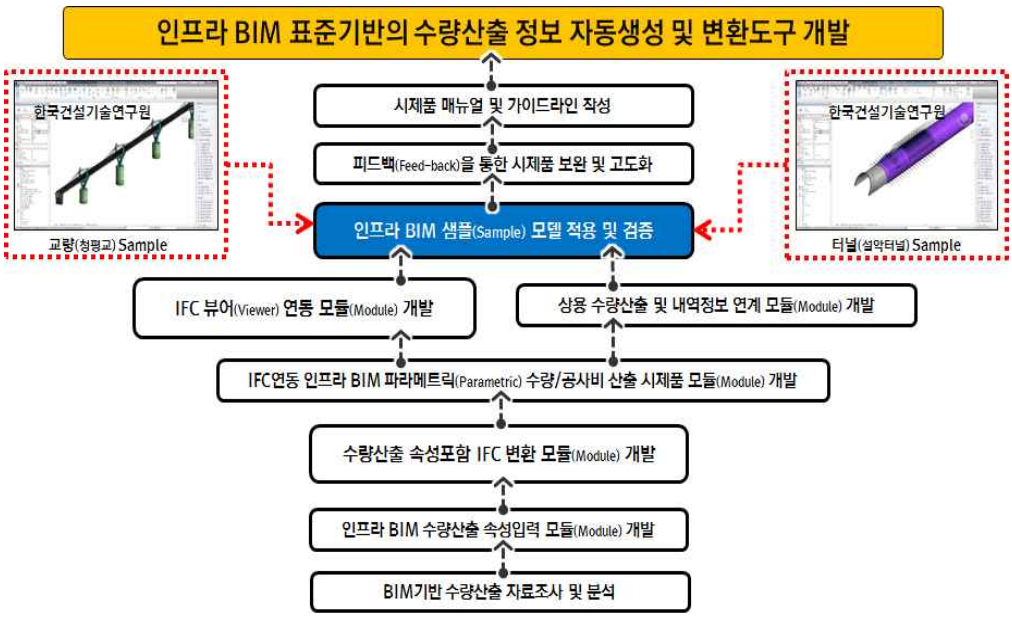


그림 3.52 개발 시스템의 검증을 위한 샘플 BIM 모델 작성 및 검증 프로세스

우선 본 연구팀이 이전 시범사업을 통해 제작된 설악터널(터널BIM) 샘플 BIM 모델링 프로젝트 파일에 대해 인프라 BIM 표준속성 수량산출 및 변환도구 개발 시제품을 적용하였다. 다음 그림 3.53에서와 같이 해당 시범모델을 대상으로 추가로 제공된 토목IFC 표준속성 Pset/Qset 속성 Xml 파일을 연계하여 실제 시제품에 속성 자동생성 기능과 입력 기능이 정상적으로 구동되는지에 대한 내부 테스를 실시하고 이를 피드-백(Feed-back)하여 시제품 모듈의 최적화의 과정을 거쳤다. 또한 청평교(교량BIM) 샘플 BIM 모델링 프로젝트 파일에 대한 인프라 BIM 표준속성 수량산출 및 변환도구 개발 시제품 적용을 통해 개발구현 기술에 대한 적용을 수행하였다.

그림 3.53에서와 같이 청평교 교량 BIM 모델링 성과품을 대상으로 추가로 제공된 토목

IFC 표준속성 Pset/Qset 속성 Xml 파일을 연계하여 실제 시제품에 속성 자동생성 기능과 입력 기능이 정상적으로 구동되는지에 대한 내부 테스를 실시하고 이를 피드-백(Feed-back)하여 시제품 모듈의 최적화의 과정을 거쳐 최종 완성된 개발모듈을 만들 수 있게 되었다.

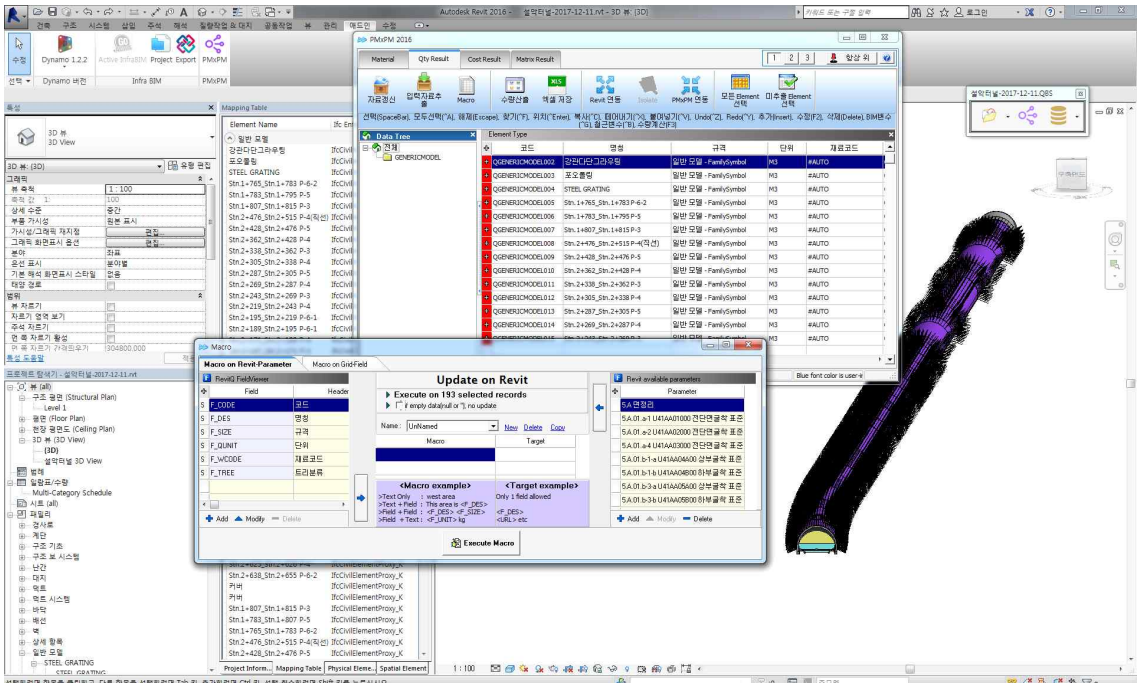


그림 3.53 상용 수량산출 솔루션 연계시스템 샘플 BIM 모델 적용예시1
(설악터널(터널BIM)-한국건설기술연구원 제공)

10.2. 샘플 모델 기반 수량산출 정보 생성, 추출, 입력 프로세스 검증

기존 상용 BIM기반 수량산출 프로그램에 본 개발을 통해 구현된 인프라 BIM 시설물에 대한 표준 IFC 속성 자동생성 및 변환도구를 적용하여 수량/공사비 연계활용에 대한 적용성을 검증하였다.

우선 설악터널(터널BIM)의 샘플 BIM 모델링 프로젝트 파일에 대한 수량산출 정보 생성, 추출, 입력 프로세스 검증을 수행하였다. 위 그림 3.53에서와 같이 한국건설기술연구원에서 제공된 설악터널 터널 BIM 모델링 성과품을 대상으로 수량산출 연계활용을 위한 코드, 명칭, 규격, 단위, 산식, 트리정보 등의 수량산출 관련 속성 필드에 대한 자동생성 및 입력 기능을 검증하였다.

청평교 BIM 모델링 프로젝트 파일에 대한 수량산출 정보 생성, 추출, 입력 프로세스 검

증을 수행하였으며, 다음의 그림 3.54와 같이 청평교 교량 BIM 모델링 성과품을 대상으로 수량산출 연계활용을 위한 코드, 명칭, 규격, 단위, 산식, 트리정보 등의 수량산출 관련 속성 필드에 대한 자동생성 및 입력 기능 검증을 수행하였다.

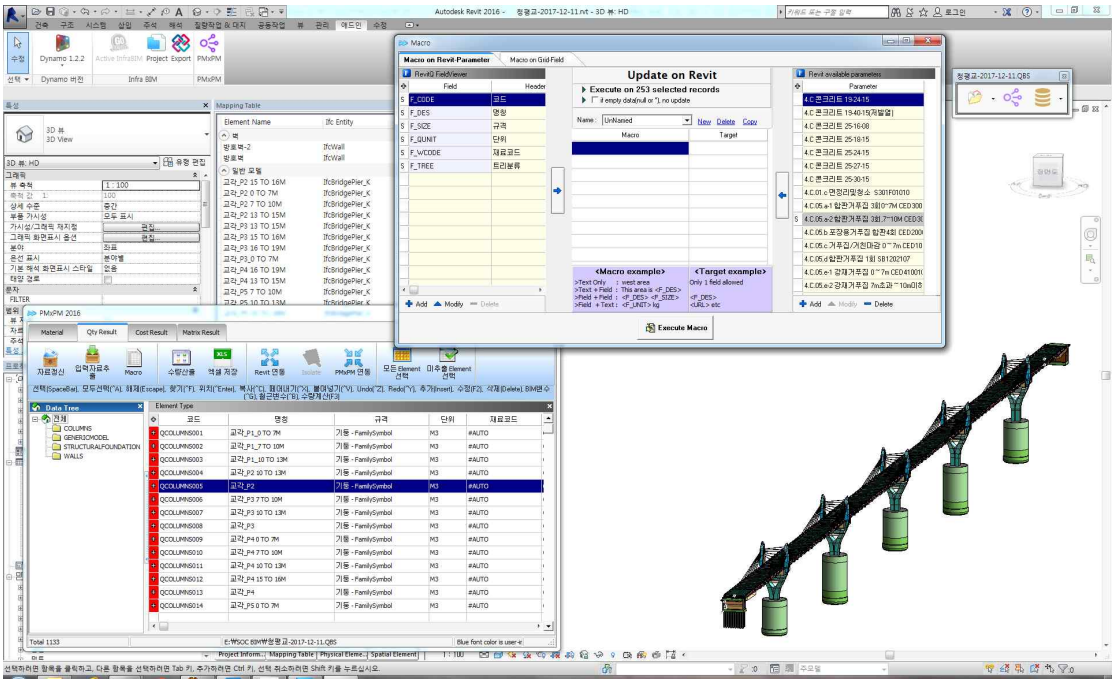


그림 3.54 상용 수량산출 솔루션 연계시스템 샘플 BIM 모델 적용예시2
(청평교(교량BIM)-한국건설기술연구원 제공)

11. 알고리즘 보완 및 시스템 성능 검토

11.1. 시스템 알고리즘 테스트

본 연구개발을 통해 구현된 인프라 BIM 시설물에 대한 표준 IFC 속성 자동생성 및 변환 도구에 대한 알고리즘을 보완하기 위한 시스템 성능에 대한 프로세스 적인 측면에서의 IFC 파일이 연계된 속성 자동생성 및 입력에 대한 속성부여하고 이를 기존 상용 수량산출 프로그램에 적용하는 일련의 과정을 통해 사용자 관점의 시스템 성능상의 사용 편의성 검토와 함께 개발 시스템의 알고리즘에 대한 보완 및 향후 고도화에 대한 부분을 염두해 두게 되었다.

속성 자동생성 및 입력 기능/토목IFC 표준속성 부여 변환기능/토목IFC 수량산출 속성 연계 검증 등의 기능에 대한 알고리즘 테스트를 통해 기능 프로세스에 대한 보완 및 고도화를 위한 검증을 수행하였다. 다음 그림 3.55에서와 같이 시제품 모듈을 통한 수량산출 속성이 포함된 토목IFC 표준속성이 부여된 IFC 파일에 대한 변환과정에 대한 많은 내부테스트(알파)와 외부 전문가 테스트를 통해 기능상 버그 수정과 기능 프로세스상의 문제점 등을 피드-백 받아 이를 시제품 모듈의 최적화에 적용하여 개발 구축하였다.

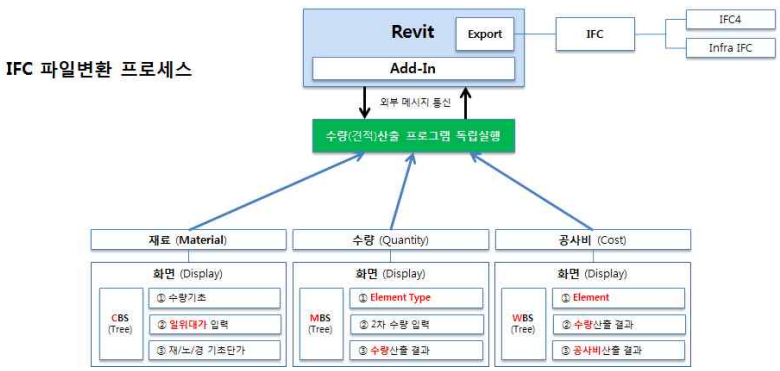


그림 3.55 인프라 BIM기반 수량산출 변환도구 IFC 내보내기(Export) 프로세스

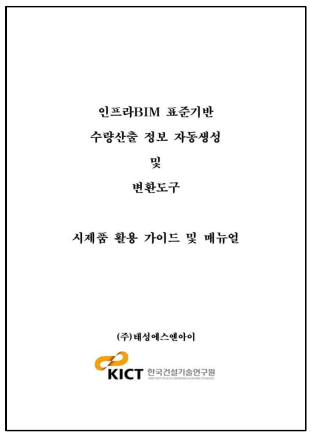


그림 3.56 시제품 매뉴얼 및 가이드라인

이에 따라 개발 시제품에 대한 매뉴얼(Manual) 및 가이드-라인(Guide-Line)을 정립하여 이를 사용자가 쉽게 적용하여 사용할 수 있도록 하였다. 또한 그림 3.56의 시제품 사용에 관한 매뉴얼과 가이드-라인 제작을 통해 사용자가 쉽게 사용할 수 있도록 하고 이를 통해 실제 현업 사용자들에게도 연계사용이 가능하도록 판매용 매뉴얼로도 적극 활용할 수 있도록 할 예정이다.

보완에 관하여서는 개발 시스템에 대한 교량과 터널에 대한 샘플 BIM 파일에 대한 구체적인 적용 검증과 시스템 구성상의 기능적 알고리즘 분석을 통해 사용자 불편사항과 기능적 문제점을 개선한 알고리즘 보완을 수행하였다. 향후 연계될 IFC 뷰어(Viewer)에 대한 연계 시나리오를 작성하고 이를 감안한 Revit 2016 연동에 대한 대안을 마련할 것이며, 알고리즘 최적화를 통한 노하우를 바탕으로 향후 사업화 연계에 활용할 예정이다.

11.2. 시스템 성능 검토

개발된 최종 시스템의 성능 검토를 속성 자동생성 및 입력 기능/토목IFC 표준속성 부여 변환기능/토목IFC 수량산출 속성 연계 검증 등의 기능에 대한 외부 전문가 자문을 통한 세부 기능에 대하여 편리성을 점검 하였다.

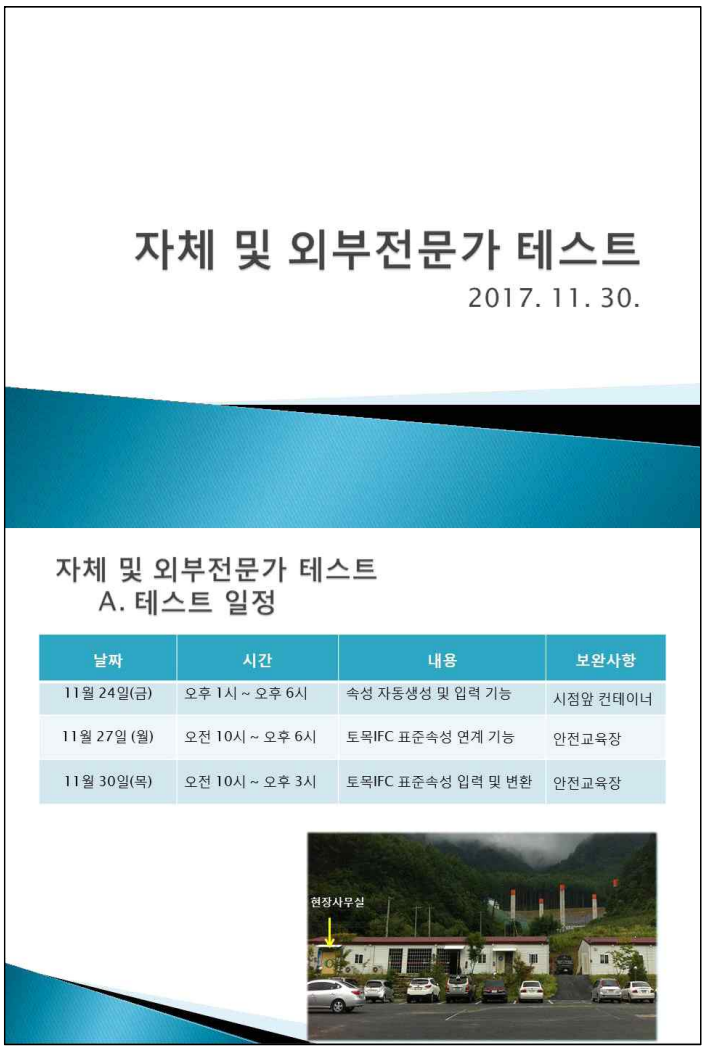


그림 3.57 시제품 자체 및 외부 전문가 테스트(Test)

이를 위해 (주)온디지탈 홍진기이사 (토목BIM 자문위원) 등의 관련 토목 BIM 전문가에 대한 사용성 검증을 통해 실제 속성 자동생성 및 입력 기능에 대한 편리성, 토목IFC 표준속성 변환과정의 프로세스 검증 등을 받아 이를 시제품 최적화에 반영하였다. 또한 외부전문가에 대한 평가와 함께 자체 알파 테스트를 통한 실제 구현 기능에 대한 버그 수정 및 최적화를 통한 시제품 고도화를 수행하였다. 마지막으로 자체 알파 테스트를 통해 발생된 수정사항에 대한 수정을 통해 최적화된 시제품이 되도록 하였으며 이를 통해 실제 BIM 사용자의 사용성 편의를 제공하는 시제품 고도화를 수행하였다

12. 소결

본 인프라 BIM 표준기반의 수량산출 정보 자동생성 및 변환도구 개발은 BIM 형상 속성에 대한 자동생성 및 자동입력 기능을 구현하고 이를 수량산출 정보와 연계하여 토목 표준기반의 IFC 파일로 변환하는 일련의 프로세스 구축에 대한 한국건설기술연구원 측의 자문을 받아 개발된 BIM 표준기반의 수량산출 연계활용의 핵심 운영기술로 실용화 중심의 연구개발 과제이다.

본 개발을 통해 구현된 기술을 바탕으로 향후 토목BIM 분야에서의 BIM 모델링 설계 데이터를 활용한 표준화된 연계활용 기술로의 선도적인 역할을 수행할 수 있도록 한국건설기술연구원과의 원활한 협의를 통해 실용화된 요소기술로써 사업화의 기틀을 마련하고자 하였다.



그림 3.58 인프라 BIM 표준기반의 수량산출 정보 자동생성 및 변환도구 개발목적

제 4 장

기술개발의 성과

1. 개요

본 연구는 특정 세부 요소기술을 개발하기 보다는 기업의 애로기술을 해결하기 위해 연구원에서 보유한 유무형의 지적자산을 활용하며, 시작품제작서, 수요기업 및 연구원 사이의 유기적인 연계를 통해 애로기술을 해결하고자 노력하였다. 그 결과 수요기업의 애로기술(IFC 표준을 적용한 수량산출 기술 등)을 다소 해결하였으며, 인프라 IFC의 활용성을 확대하기 위한 기초를 만들었다. 본 연구에서는 수요기업의 애로기술을 해결하는 과정에서 도출되는 아이디어를 정리하여 컨설팅 과정에 전담 지원하였다. 또한 그 결과 파생된 새로운 기술에 대한 특허를 출원하였으며, 개발 시작품에 대한 S/W 등록을 완료하여 본 연구에서 개발한 기술 수준을 어느정도 확보할 수 있었다. 이러한 성과품은 수요기술의 애로기술을 어느 정도 해결함과 동시에 향후 파생 분야로의 IFC 적용이 가능할 것이다.

본 연구팀은 본 실용화 연구를 통해 도출된 개발 성과를 확인하고 향후 수요기업으로의 기술이전을 통해 좀 더 실용화 및 사업화에 가깝게 본 기술을 적용할 수 있도록 지원할 것이다. 본 연구는 기존에는 시도하지 않은 새로운 독창적이고 차별화된 기술 메카니즘을 구축하였다. 이를 통해 IFC기반의 활용성을 검증하였으며, 기존 기술대비 좀 더 진보된 기술 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 개발기술의 독창성 및 우수성

본 연구의 성과를 통한 최종 결과물의 독창성 및 우수성은 다음과 같이 정리될 수 있다.

1) (2D수량→3D수량) 기존 2D도면의 평면적 수량산출 방식에서 3D모델에 구성된 기하제원에 의한 입체적인 3차원 수량산출 방식과 3D설계 방식 전환 대응 가능
2) (수동수량→자동수량) 기존 설계자가 2D도면에서 엑셀에 의한 직접 계산을 통해 수량을 산출하는 방식에서 3D모델의 기하제원 정보의 분석을 통한 자동수량 산출 방식으로 개선
3) (비호환성→호환성) 기존 2D방식에서 설계 S/W간 수량산출 데이터의 호환성 부족으로 수치오류, 누락, 깨짐 등이 발생하는 것을 IFC 형상표준과 수량산출 속성 표준을 연계·활용하므로 S/W간 데이터 호환성, 신뢰성, 무결성 확보. 인프라 분야의 수량산출 속성에 최초의 IFC적용
4) (수량오류→수량정확) 2D방식에서 Human Error에 의한 수량산출 오류가 3D의 제원에 의한 수량산출 방식으로 전환되어 정확한 수량산출 가능
5) (시간소요→시간절감) 수작업에 의한 수량산출 방식에서 BIM S/W에 의한 자동수량산출 방식을 활용하므로 설계데이터의 수량산출 프로세스의 시간 절감

표 4.1 개발기술의 독창성 및 우수성

개발기술	독창성	우수성
인프라 BIM 표준기반 수량산출 속성입력 모듈	BIM표준인 IFC의 속성으로서 수량산출 속성을 연계하는 방법 구성 측면에서 독창적임	인프라 IFC표준을 기반으로 한 국내외 최초 수량산출 기술 (인프라 IFC표준의 국가수용시 활용도 증대)
3D객체(패밀리)기반 속성필드 연계 및 자동 매핑 기능	BIM설계 S/W에서 작성되는 모델 패밀리 정보를 기반으로 수량산출 정보를 입력·매핑하기 위한 Macro기능 구축	상용 S/W에서 작성된 3D객체를 기반으로 속성의 필드 자동 매핑 기술 (Macro 기능)
수량산출 속성 포함 IFC변환	수량산출 속성을 형상입력하고 데이터 호환성을 확보하도록 IFC로 변환하여 출력하는 방법을 구축하였다는 점에서 독창적임	내부 수량 및 외부 수량 속성을 모두 포함하는 IFC 파일 작성을 위한 자체 고유 알고리즘을 갖는 변환기(Converter) 기술 (모든 BIM S/W에 적용 가능한 IfcEngine 활용)
상용 수량산출 및 내역정보 연계 모듈	실제 설계 성과품으로 활용 가능한 수량을 산출하고 이를 내역과 연계하는 모듈 개발 측면에서 독창적임	3D객체로부터 추출된 수량산출정보에 의한 내역산출 기술과 현장 실무활용 수준의 내역 Template 작성 기술
외부 속성 Pset/Qset의 3D매핑 및 IFC연계 속성처리 기능	Use case에 따라 가변적인 수량산출 외부속성(Psets 또는 Qsets)을 Template로 구성하고 이를 IFC의 속성으로 연계처리하였다는 점에서 독창적임	외부의 사용자 정의 속성 Sets을 다양하게 활용한 IFC 연계 및 매핑 기술

3. 개발기술의 활용 효과

또한 개발된 패키지 기술의 활용효과를 보면 다음의 핵심적인 두 가지로 요약될 수 있다.

1) (프로세스 효율화) 수량산출 자동화에 의한 프로세스 효율화 및 Human Error 감소

2) (타 BIM S/W 대응) 타 상용 BIM 툴 확대 적용 및 최초 인프라 IFC기반 수량산출 기술

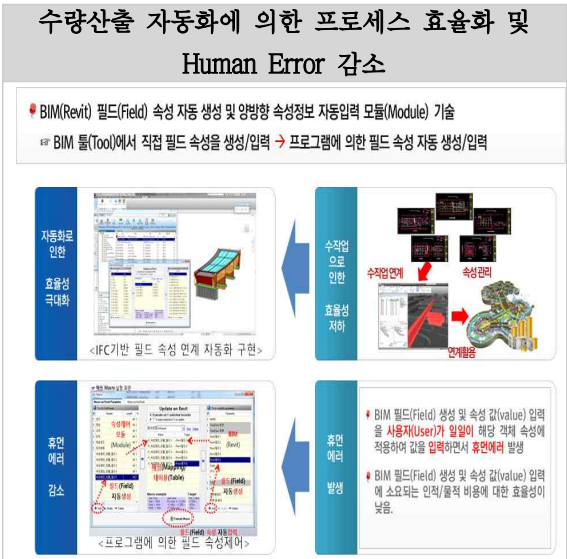


그림 4.1. 프로세스 효율화 및 Human Error 감소

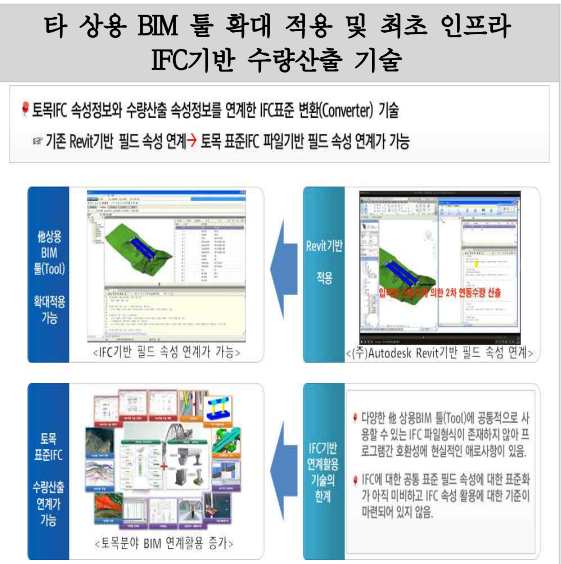


그림 4.2. 타 상용Tool 확대 및 최초 인프라IFC적용

4. 권리확보 가능성

4.1. 특허출원에 의한 권리확보

연구원 보유기술을 활용하여 BIM 표준기반의 수량산출 정보 자동생성 · 매핑을 통한 IFC 생성 및 활용 기술에 대한 특허기술 출원하여 지재권 권리 확보가 가능할 것으로 본다. 이미 특허출원을 완료하였으며, 본 특허에는 다음의 핵심기술을 담고 있다. 이러한 지재권은 이전받는 기업의 통상 실시를 통해 기술의 독립 실시를 가능하게 한다.

1) (수량산출 자동화) 3D객체와 수량산출 속성을 자동으로 매핑하는 방법론

2) (IFC변환 알고리즘) 입력된 수량산출 정보를 포함한 인프라 IFC변환 메카니즘

4.2. S/W 등록에 의한 권리확보

본 연구를 통해 개발된 시작품 결과의 주요 기능에 대한 S/W 등록에 따른 지재권 권리확보 가능하며, 이에 대해 이미 3건의 S/W 등록을 완료하였다. 등록된 S/W의 해당 건은 다음과 같다.

1) (S/W 1) 건설정보모델 속성 양방향 자동제어 프로그램

2) (S/W 2) 객체기반 수량산출 속성 자동 생성 및 일괄매핑 프로그램

3) (S/W 3) 수량-공사비 내역속성 연계 프로그램

5. 기존 기술대비 개발 기술의 경쟁력

개발된 기술이 기존 기술과 비교하여 어떠한 경쟁력을 가지는지 다음에 정리한 바와 같이 활용성, 프로세스 측면 및 범용성에서의 경쟁력을 가질 것으로 기대한다.

1) (활용성) IFC 표준연계 3차원 BIM기반 수량-공사비 연계활용 기술의 활용성 극대화

기존 기술은 대부분 상용 툴(Tool) 위주의 수량-공사비 연계활용이 이루어지고 있는 반면 본 기술은 여러 상용 툴(Tool)에 공통으로 사용될 수 있는 기술이다. 또한 IFC 공통 파일을 기준으로 BIM 공통 표준의 수량-공사비 연계활용이 가능하게 되어 시장범위가 확대될 것으로 판단된다.

2) (프로세스) IFC기반 수량산출 자동화 구현을 통한 새로운 3차원 BIM기반 설계-시공-유지관리 프로세스 정립

기존 2D 설계에 의한 수작업에 의한 수량산출 오류를 극복하고 3차원 BIM기반 표준 IFC기반 수량산출 자동화를 통해 시간적/물리적 비용 절감 효과를 가질 수 있다. 또한 새로운 IFC기반 수량-공사비 산출 프로세스 정립을 통해 토목분야 BIM 설계 데이터에 의한 일관성 있는 시공 및 유지관리 분야에서의 BIM 활용이 이루어 질 수 있다.

3) (범용성) 향후 인프라 분야의 IFC표준 채용이 확대될 것을 고려하면 BIM 표준기반 수량산출 자동화 기술은 범용적 시장성을 가질 것으로 기대되며, 해당 분야의 기술선점 가능

6. 성과목표 달성도

6.1. 성과목표 대비 달성도

본 절에서는 당초 연구계획서 설정된 성과목표대비 정량적 달성도를 평가하였다. 시작품 제작, 특허출원, S/W 등록외에도 연구결과에 대하여 정보과학회 학술대회에 소개되었고. 본 기술의 독창성을 홍보하기 위해 건설경제 신문에 기사를 싣기도 하였다.

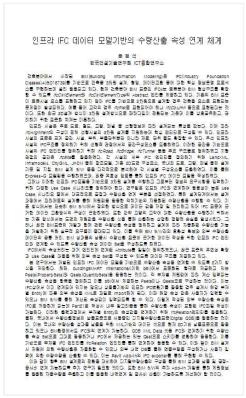
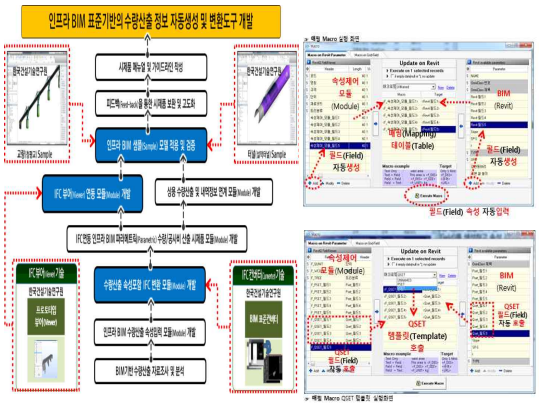
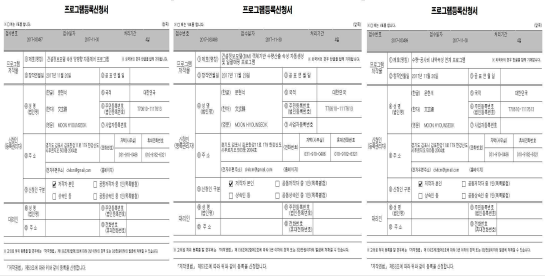
표 4.2. 성과목표 및 설정사유

성과지표명	단위	구분	실적 및 목표치	성과	성과지표 설정 사유
논문 게재 여부 (학술발표)	건	목표	1	정보과학회 동계학술대회 논문	(국내) 등재(후보)지 이상급 학술논문 발표
		실적	1		
BIM표준(IFC) 연계 수량산출 자동화 도구	건	목표	1	시스템 및 매뉴얼	인프라 IFC를 기반으로 한 수량산출 정보 연계 및 입력 자동화 도구 개발 필요(업계 애로 및 요구사항 반영)
		실적	1		
특허출원 여부	건	목표	1	**특허출원 중 (12월 중 완료)**	개방형 BIM 표준기반 수량산출 연계 및 입력 자동화 관련 특허 출원 필요
		실적	(특허출원중)		
기술이전 여부	건	목표	1	**기술이전 협의중 (1월 중 완료)**	기업 애로기술에 대한 기술자문, 개발 결과물의 수요 업체로의 기술이전
		실적	(기술이전 협의중)		

6.2. 성과 및 달성 내용

본 절에서는 상기에서 제시한 성과물의 증빙결과를 나타낸 것이다.

표 4.3 성과달성 내용

학술발표 논문 실적 1건	BIM표준 기반 연계 수량산출 자동화 도구 1식
 ▪ 제목 : 인프라 IFC공통표준 기반 객체 수량산출 정보 자동 생성 및 출력방법 ▪ 학술대회 : KSC2017 ▪ 개최날짜 : 12.20~22 ▪ 개최장소 : 부산 Bexco	
특허출원-1건(완료)	**소프트웨어 등록-3건**
출원명 : 인프라 IFC공통표준 기반 객체 수량산출 정보 자동 생성 및 출력방법 	1) 건설정보모델 속성 양방향 자동제어 프로그램 2) 객체기반 수량산출 속성 자동 생성 및 일괄매핑 프로그램 3) 수량-공사비 내역속성 연계 프로그램 
기술이전 여부 1건 (협의중)	
• 기술이전명 : 인프라 BIM 표준 기반 수량산출 정보 자동생성 · 출력 및 활용 기술 • 이전기관 : ㈜글로텍 • 예정일자 : 2018년 3월 • 이전비용 : 3,000만원	▪ 학술발표 논문 1건 -완료 ▪ 시작품 1건 - 완료 ▪ 특허출원 1건 - 완료 ▪ S/W등록 3건 - 완료 ▪ 기술이전 - 협의중 (18.3월 완료) ▪ 홍보 - 1건 (건설경제 신문)

7. 연구성과의 활용 계획

7.1. 기술이전 가능성

기술 수요기관인 (주)글로텍에서는 향후 수량산출 기술의 활용성 확대와 공공 인프라 공사의 BIM 발주 확대를 고려하여 BIM표준을 활용한 수량산출 기술 개발을 요구하였으며, 연구원이 보유한 다음의 1)인프라 BIM표준 및 변환, 2)BIM기반 수량산출 방법 및 프로세스, 3)디지털수량산출표준 적용에 관한 기술을 포괄하여 이를 기반으로 개발된 BIM기반 수량산출 자동화 모듈의 기술이전을 수행할 것으로 이미 확약되었다.

다만, 당초 협약당시 4,000만원에서 본 연구의 직접비와 시작품 개발비의 축소로 인해 기술이전 내용의 범위도 축소하여 3,000만원으로 최종 협의하였다. 본 연구원은 특허출원, S/W 등록을 통해 기술이전을 위한 준비를 하고 있으며, 특허는 12월 출원 완료하였고, S/W는 이미 등록을 마친 상태이다.

상기의 지적재산권 권리 확보 후 연구원의 K-IPS를 통해 기술이전 명세서의 작성에 따라 '18년 1월 중 기술이전 완료 예정이며, 이전 조건은 통상실시, 5년, 경상기술료 매출액 2%로 설정하였다. 이에 따라 (주)글로텍은 기술이전을 통해 향후 BIM표준기반 수량산출 기술 확보로 향후 공공공사의 BIM컨설팅에 활용할 수 있는 시장성 사전 확보 가능할 것으로 기대한다.

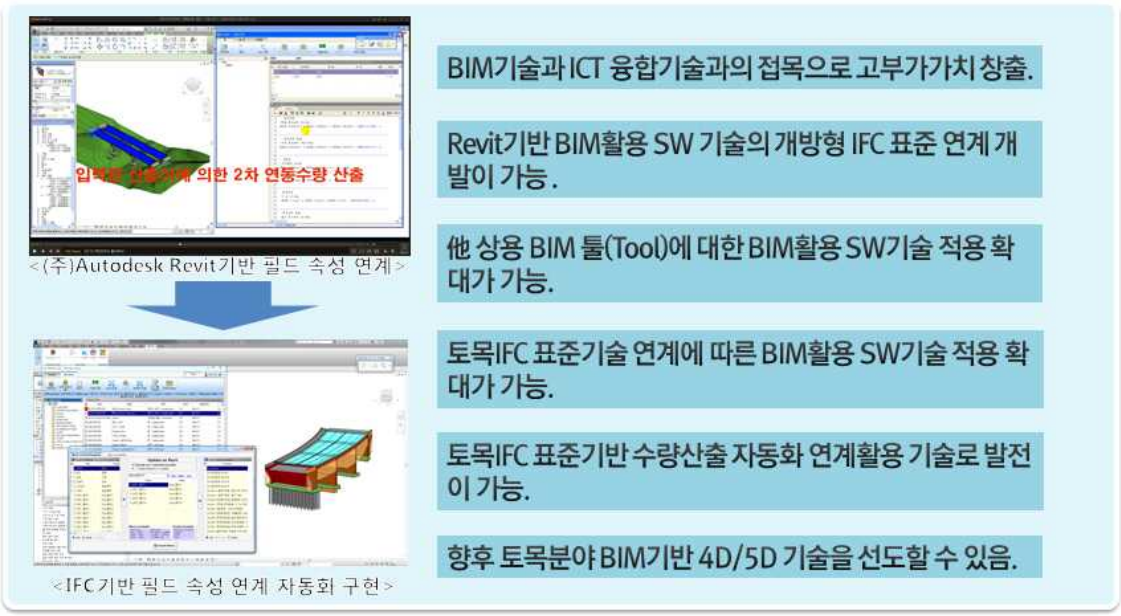


그림 4.3. 기술이전 가능성 확보

7.2. 사업화 성공 가능성

본 연구는 기술사업화 및 실용화 과제로서 사업화의 성공 가능성을 평가하여 이에 대응하는 것이 무엇보다 중요하다. 이에 사업화 성공 가능성을 높이고 추진 의지를 가지기 위해 다음의 키워드를 바탕으로 전략을 수립하였다.

1) (시장성) IFC 표준 BIM기반 수량-공사비 연계활용 기술 사업화를 통한 시장 확대 가능

기존 (주)글로텍 BIM기반 수량/공사비 자동산출 솔루션 PMxPM 2018의 Revit기반 사용고객인 시공사, 설계사 등을 대상으로 한 수요처 추가 확보에 이미 나서고 있다. 기존 건설 시장 3D BIM 솔루션 공급 총판 및 대리점들과의 전략적 제휴를 통한 채널영업 활성화를 통해 시장 진입할 수 있도록 할 것이다. 또한 기존 3D BIM 솔루션들과의 호환성 확보를 통한 및 시너지 효과를 높을 수 있도록 이와 유사한 Needs를 보유한 기업들에 대한 적극적인 발굴과 홍보를 통하여 판매시장 확보에 나설 것이다.

2) (기존고객 연계) 他토목분야 관공서 연구개발과 연계하고 학회 및 기존 확보 고객사 DB를 통한 신규시장 개척 가능

글로텍과 연구원은 함께 한국도로공사, 한국철도기술연구원, LH 토목 등 진행 중인 토목분야 BIM 연구 또는 개발용역과 연계하여 IFC기반 수량-공사비 연계활용에 대한 본 연구와의 전략적인 제휴를 통해 새로운 신규 수요처 확보에 나서야 한다. 또한 한국BIM학회, 빌딩스마트협회 정기학술대회 등을 통한 지속적인 홍보를 통해 본 연구개발에 대한 성과물 홍보 및 신규 판매처 확보에 나서야 한다. 토목 원가 계산 및 견적 프로그램인 EBS로 관련 시장의 80%를 점유하고 있는 (주)글로텍은 2만여 정부, 공공기관 등의 발주사, 대형 시공사, 설계사, 엔지니어링, 조경, 환경, 대학교 등 다양한 확보 고객을 최대한 활용하여 연구개발 결과 홍보에 따른 신규 수요처 확보에 나설것으로 본다. 이후 (주)글로텍의 주요 레퍼런스 고객군은 투자 여력이 상대적으로 높은 정부, 공공기관과 대형 시공사, 설계사, 엔지니어링 회사 등 국내 유수 대기업 군이며, 이들 기업을 대상으로 안정적인 마켓 포지션 확보에 나섬으로서 사업화 성공 가능성 있는 것으로 평가된다.

3) (BIM발주 확대) 최근 한국도로공사, LH 공사 등 토목분야 BIM 발주사례 증대되고 지방청 국도건설공사에도 시범사업이 선정되는 등 BIM 발주 확대될 것을 고려하면 BIM설계를 통한 수량산출 기술의 활용성 및 시장성 확보 가능

이러한 트렌드 변화에 맏추어 향후 국내에서는 인프라 BIM표준을 납품포맷으로 채택 가능함으로 이를 기반으로 한 수량산출 핵심 기술 확보에 따라 사전 기술 및 시장 선점 가능

할 것이다.

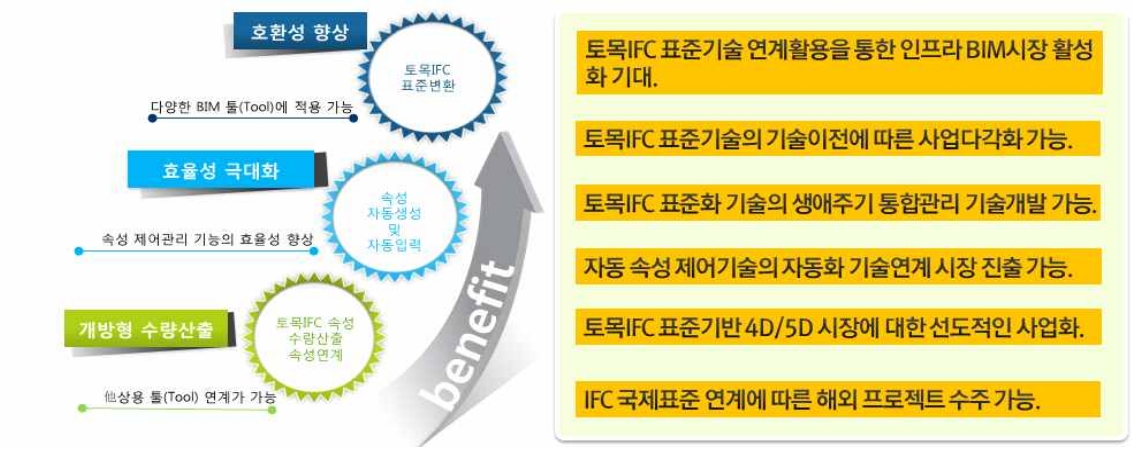


그림 4.4. 사업화 성공 가능성



그림 4.5. 기술이전기업(글로텍)의 사업화 전략

8. 경제사회적 기대효과

8.1. 경제적 기대효과

본 개발 기술의 시장성 확대에 따른 경제적 기대효과를 볼 때 신규매출 관점에서 IFC표준 수량-공사비 연계활용 기술의 사업화에 따른 신규 매출수요 확보가 가능할 것이다.

표 4.4 기술개발 후 국내·외 주요 판매처 예상현황

판매처	국가	판매 단가 (백만원)	예상 연간 판매량(개)	예상 판매기간(년)	예상 총판매금 (백만원)	관련제품
공공기관	한국	10	10	5	100	IFC기반 수량-공사비 연계활용 솔루션
시공사	한국	10	20	5	200	IFC기반 수량-공사비 연계활용 솔루션
설계사, 엔지니어링	한국	10	20	5	200	IFC기반 수량-공사비 연계활용 솔루션
기타	한국	10	10	5	100	IFC기반 수량-공사비 연계활용 솔루션
해외시장	한국	10	10	5	100	IFC기반 수량-공사비 연계활용 솔루션

표 4.5 사업화 계획 및 매출 효과

구분		(2018년) 개발 종료 후 1년	(2019년) 개발 종료 후 2년	(2020년) 개발 종료 후 3년
국내	시장점유율(%)	5 (%)	10 (%)	20 (%)
	판매량(단위:copy)	5	10	15
	판매단가(원)	10,000,000	10,000,000	10,000,000
	국내매출액(백만원)	50	100	150
해외	시장점유율(%)		2 (%)	4 (%)
	판매량(단위:copy)		10	20
	판매단가($)		10,000	10,000
	해외매출액(백만$)		0.1	0.2
당사 생산능력1)		10 Copy	20 Copy	30 Copy

8.2. 사회적 기대효과

본 기술의 사회적 기대효과 관점에서는 다음에 정의된 항목에 대해 영향이 기대된다.

1) (일자리 창출) IFC 표준연계 BIM기반 수량-공사비 활용기술 신규/추가 솔루션 시장 확보를 통한 매출향상 및 일자리 창출

신규 토목 견적BIM 시장 진출을 통한 매출처 확보를 통해 관련 견적BIM 담당자 신규 채용확대로 일자리 창출이 가능할 것이다. 기존 2D기반 토목분야 견적BIM 인원에 대한 3차원 BIM기반 신규 인원으로의 전환과 함께 신규인원 충원을 통한 안정적인 판로확보가 가능하게 된다. 또한 IFC 국제표준과 연계한 해외시장으로의 진출이 가능하게 될 거이다.

2) (글로벌 진출) 수동수량 산출의 자동화를 통한 BIM 기반 수량산출 기능을 개선에 따른 대상 확대 및 소프트웨어 시장과 IFC 국제표준 연계를 통한 글로벌 시장 진입이 가능

3) (산업 활성화) 속성의 IFC연계를 활용한 BIM기반 사업관리 관련 유관분야 기술 적용 확대 및 산업의 활성화 기대

8.3. 기술적 기대효과

본 기술의 기술적 차원에서의 기대효과는 거시적인 형태는 아니지만 다음의 툴사용성, 원가관리, 설계생산성, 프로젝트관리 및 범용성 측면에서 도출될 수 있다.

1) (툴사용성) 토목BIM 분야 IFC기반 수량/공사비 견적산출 연계 가능에 따른 다양한 토목 BIM 툴(Tool) 사용자(User)에 대한 사용성 확보와 향후 국제BIM표준기반 수량산출 사전 대응 가능

2) (원가관리) 토목분야 3차원 BIM기반 표준화와 연계된 BIM기반 수량/공사비 견적산출을 통해 모든 토목 현장에서 시설물에 대한 3차원 BIM기반의 수량 및 공사비의 효율적인 관리/분석을 통해 관련 공사에서 시설물 원가관리에 활용이 가능함.

3) (설계생산성) BIM 활용 기술에 의한 수량산출 자동화로 설계생산성 향상 극대화 가능

4) (프로젝트관리) 수량 및 외부 속성관리의 자동화로 인한 프로젝트 관리 비용 절감 기대가 가능

5) (범용성) 他상용 BIM 툴(Tool)에 대한 호환성 확보로 인한 BIM활용 기술의 발전 기대

9. 소결

본 장에서는 개발된 기술의 성과를 정리하고 이들 결과물이 어떻게 사업화되고 기존 기술과의 차별성을 가지며 기대효과를 얻을 수 있는지 논의하였다. 이러한 전략을 수립하는 것도 중요하지만 논의된 전략을 행동에 옮기는 실행력이 무엇보다 중요하다. 본 기술의 기존 기술과 대비하여 차별성을 갖는 것에 그치지 않고 그 차별화된 기능을 어떻게 하면 새로운 사업 분야로 전이할 수 있는지 심도 깊은 고민이 필요한 시점이다. 수량산출이라는 전통적인 실무가 과거의 수치적인 방식에서 이제는 능동적이고 동적인 형태로 구현되고 처리된다. 표준을 기반으로 다수의 소프트웨어들 사이의 상호호환성을 물론 수량산출의 과정과 그 결과가 투명하게 공개되고 관리되어 국가차원의 합리적인 비용계획을 수립하는데 기초자료로 쓸수 있는 기반이 된다. 현재는 단일 IFC 모델을 기반으로 수량산출 속성을 추출하여 입력하고 매핑하고 변환하는 과정을 거치는 것뿐만 아니라 그러한 과정에서 얻어지는 의미있는 수량산출 정보를 잘 정리해서 미래의 가치 있는 정보로의 창출이 필요하다.

앞으로 본 기술을 사용할 경우 생성되는 정보는 소멸되지 않고 지속적으로 축적될 것이며, 정보의 축적에 따라 좀 더 투명하고 신뢰성있는 정보의 의사결정에 활용할 수 있을 것이다. 단순히 기능을 쓴다는 개념에서 정보를 창출하고 융합하는 개념으로 확대되어야 할 것이다.

제 5 장

결 론

본 연구는 연구원이 가진 역량과 자산을 애로기술을 보유한 중소기업을 자생시킬 수 있도록 하는 일종의 인큐베이팅 연구라고 할 수 있다. 연구원 보유 기술을 토대로 이를 활용한 수요기업의 참여를 유도하고 당근을 부여하여 기술적 자립과 경쟁력을 가지도록 하는 것이 큰 목표이다. 연구원이 보유한 무수히 많은 지적자산의 공개 창구가 필요하다. 상시적으로 그 기술을 보고 활용할 수 있는 기업이 참여할 수 있도록 온라인으로 개방하자는 것이다.

본 개발기술은 당장에 실무적으로의 활용 수준은 다소 낮을 수 있으니 기술이전을 통해 지속적인 커스터마이징을 수행해야 할 것이다. 또한 수많은 프로젝트 참여를 통해 시행착오를 겪고 그에 따라 기술의 완성도 수준은 더욱더 깊어질 것이다.

본 연구에서는 연구원이 보유는 인프라 IFC 표준화 기술, 변환기 개발, 외부 Pset/Qset 속성 처리 기술 및 디지털수량산출표준 기술을 융합하여 IFC기반의 수량산출 체계를 구성하였고 아이디어를 완성하였다는 점에서 고무적이다. 현재의 변환기 체계도 다소 개선되어야 한다. 정보를 추출하고 매핑하는 기능의 고도화를 통해 좀 더 쉽게 추출된 정보가 IFC에 매핑될 수 있도록 기능을 개선해야 할 것이다.

현재 연구팀은 도로분야 IFC의 국제표준을 추진하고 있다. 이러한 과정에 IFC를 활용한 다양한 유스케이스 발굴과 적용성을 검토할 필요가 있다. 그러한 점에서 본 개발 기술이 활용될 수 있을 것이다. 향후 표준기반의 수량산출에 대한 체계적인 Information Delivery Manual을 구축하여 우리가 개발한 IFC+수량산출에 대한 표준화된 가이드를 제공할 수 있을 것으로 기대한다. 본 결과는 2018년 3월 프랑스에서 열리는 buildingSMART International Summit에서 소개될 것이다. 또한 새로운 펀딩의 기회가 생긴다면 IFC표준을 기반으로한 수량산출 기능을 오픈소스로 제작하여 누구나 활용할 수 있는 환경을 만들필요가 있다. 기술은 소유가 아니라 공유이다.

참고문헌

1. 건설경제신문 (2017.12.06), "건설연, 인프라 BIM 표준 수량산출 연계 기술 개발"
2. 신재철, 황주환, 이상규, 이시원 (2012), BIM기반 신뢰성 분석 및 수량산출서 자동화, 한국방재학회논문집, 12(3), pp.49-55
3. 문진석, 원지선, 최원식, (2013), BIM저작도구를 활용한 도로공사 수량산출 자동화 활용성 분석, 한국산학기술학회 학술발표논문집, 14(10)
4. 김영진, 김성아, 진상윤 (2012), BIM기반 견적 모델링 데이터 신뢰성 향상을 위한 연구, 한국건설관리학회 논문집, 13(3), pp.43-55
5. Shen Z, Issa R R A (2010), Quantitative evaluation of the BIM-assisted construction detailed cost estimates, Journal of Information Technology in Construction (ITcon), 15, pp. 234-257
6. Sarah Berwald (2008), From CAD to BIM: The Experience of Architectural Education with Building Information Modeling, Architectural Engineering Conference (AEI) 2008
7. buildingSMART International, http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC4/final/html/ (Accessed : Oct. 15 2017)

서지자료

<table>
<tr><td colspan="2">1. 출판물 고유번호
KICT 2017-189</td><td colspan="2">2. 사업분류
주요사업</td><td>3. 발행일
2017. 12. 31</td></tr>
<tr><td colspan="3">4. 제목/부재
(17주요-대5-수요기반) BIM 기반 견적 산출 방법 및 프로세스에 대한 기술과 도로분야 IFC 표준의 수량산출 정보 연계 체계 기술 개발</td><td colspan="2">5. 연구수행기간
2017. 8. 1 ~ 2017. 12. 31</td></tr>
<tr><td colspan="3">6. 연구수행기관
한국건설기술연구원</td><td colspan="2">7. 연구 수행자
문현석, 주기범, 윤여환, 김현석, 원지선, 정수매</td></tr>
<tr><td colspan="3">8. 수행기관 주소
경기도 고양시 일산서구 고양대로 283</td><td colspan="2">9. 연구의뢰기관 및 주소
해당없음</td></tr>
<tr><td colspan="3">10. 공동 수행기관
해당없음</td><td colspan="2">11. 계약 또는 인가번호
해당없음</td></tr>
<tr><td colspan="5">12. 초 록
본 연구는 연구원에서 보유한 BIM 표준화 기술을 기반으로 기업의 수량산출 처리 및 자동화에 대한 애로기술을 해결하는 사업화 과제이다. 이를 위해 기업의 애로기술이 무엇인지를 파악하고 연구원에 보유한 IFC 표준, 변환기, 속성구성 및 디지털수량산출 기술 등에 대해 컨설팅을 수행하였다. 그러한 과정에 애로기술을 해결하기 위한 프로토타입 프로그램을 개발하였다. 이를 통해 인프라 IFC 표준을 기반으로 수량산출 속성을 구성하고 이에 따라 작성된 값을 IFC에 입력하여 변환할 수 있는 체계를 구축하였다. 향후 이러한 기술은 인프라 BIM 표준화가 달성될 것을 고려하면, BIM기반의 수량산출 체계를 표준화할 수 있으며, 타 사례로의 모범사례가 될 것으로 기대한다.</td></tr>
<tr><td colspan="5">13. 키워드
인프라 IFC, 수량산출, 속성, 매개변수, 속성셋</td></tr>
<tr><td colspan="5">14. 기타사항
해당없음</td></tr>
<tr><td>15. 비밀구분
Unclassified</td><td>16. 총면수
103</td><td>17. 발행부수</td><td colspan="2">18. 가격</td></tr>
</table>

Bibliographic Data

1. Report ID	2. Project Classification	3. Report Date
KICT 2015-189	Internal Research Project	December 31, 2017

4. Title	5. Research Period
Development of Infra BIM Standard and Verification Technology	Aug. 1, 2017~Dec. 31, 2017
6. Performing Organization	**7. Authors**
Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology(KICT)	Hyoun-Seok Moon, Ki-Beom Ju, Yuhwan Yoon, Hyunsuk Kim, Ji-Sun Won, Xiu-Mei Zheng
8. Performing Organization Address	**9. Sponsoring Agency**
283, Goyangdae-Ro Ilsanseo-Gu, Koyang-Si, Kyonggi-Do, 411-712, Republic of Korea	None
10. Co-performing Organization	**11. Contact No.**
None	None

12. Abstracts

This study is a commercialization project that solves the difficulties in the process of quantity calculation and automation based on the BIM standardization technology possessed by the researchers. In order to do this, I consulted the IFC standard, transducer, attribute configuration, and digital quantity calculation technology of the researcher. In the process, we developed a prototype program to solve difficulties. In this way, we constructed a system that can construct the quantity calculation attribute based on the infrastructure IFC standard and input the created value into IFC. Considering that the infrastructure BIM standardization will be achieved in the future, this technology will be able to standardize the BIM-based quantity calculation system, and it is expected to become the best case in other cases.

13. Keywords

Infrastructure IFC, Quantity Take Off, Properties, Parametric Value, Pset/Qset

14. Supplementary Notes

None

15. Security Class	16. No. of Pages	17. Circulation	18. Price
Unclassified	103		

주의사항

1. 본 보고서는 우리 연구원이 기본연구사업으로 수행한 자체 연구성과로서 정부의 정책이나 견해와는 다를 수도 있습니다.
2. 본 보고서의 내용을 인용할 경우 반드시 출처를 밝혀주시기 바랍니다.
3. 무단복제는 절대 금하며, 저작권 관련법에 의해 처벌을 받을 수 있습니다.

구입안내

본 보고서의 구입을 원하시는 분은 아래 연락처로 문의하시기 바랍니다.

■ 문의처 : 한국건설기술연구원 정보전산실
TEL : 031-9100-079, 077

KICT 2017-189

BIM 기반 견적 산출 방법 및 프로세스에 대한 기술과 도로분야 IFC 표준의 수량산출 정보 연계 체계 기술 개발

■ 출판사등록번호/ 제98-10호
■ 발행일/ 2017. 12. 31
■ 발행처/한국건설기술연구원
경기도 고양시 일산구 고양대로 283
TEL : (031) 9100-114
www.kict.re.kr
■ 인쇄처/카피코