

# 지속 가능한 구조설계 정보의 인터페이스 모듈 개발

엄진업<sup>1)</sup> · 신태송<sup>2)\*</sup>

<sup>1)</sup> 박사과정, 동명대학교, 건축공학과 <sup>2)</sup> 교수, 동명대학교, 건축공학과

## A Development of Sustainable Interface Module for the Structural Design Information

Eom, Jin Up<sup>1)</sup> Shin, Tae Song<sup>2)\*</sup>

<sup>1)</sup> Doctoral Student, Department of Architectural Engineering, Tongmyong University, Busan, 608-711, Korea

<sup>2)</sup> Professor, Department of Architectural Engineering, Tongmyong University, Busan, 608-711, Korea

**ABSTRACT** : This study is aimed at developing of the sustainable interface module for structural design. It is dealt with the Midas/Gen for analysis and design and Tekla Structures for Building Information Modeling. In this research, it is improved the applicability and function of the existing interface module developed by authors. Although model information was functionally well linked by the existing module in both directions, the applicability is limited due to the difference of attributes between structural analysis model and structural detail model. In this study, we analyzed the problems that occur in existing module. We have developed the interface module to solve the problems and improved the applicability of the existing module.

**KEYWORDS** : interoperability, structural analysis model, structural detail model, sustainable, interface module, physical model, analysis model

### 1. 서론

최근 건설 산업에서는 업무의 효율성을 높이기 위한 목적으로 BIM(Building Information Modeling) 기술이 도입되었으며, 다양한 분야에서 활발하게 적용되고 있다. BIM은 적용 분야에 따라 다양하게 정의되어지며, 그 활용 목적에 맞는 다양한 기술들이 요구되어지지만, BIM을 성공적으로 수행하기 위해서는 정보의 상호운용성(interoperability)이 반드시 수반되어야 한다<sup>(1)</sup>. 건설 프로젝트는 건축물의 전 생애주기 동안 다양한 참여자들에 의해 수많은 과정을 거치며 진행되며, 각 분야에서는 업무의 목적을 달성하기 위해 다양한

소프트웨어들을 사용하게 된다. BIM에서 정보의 상호운용성이란 이러한 이종 소프트웨어들 사이에서 각 단계별 설계 정보를 양방향으로 원활하게 연동하는 것이라 할 수 있으며, 이는 BIM의 효율성을 극대화 할 수 있는 핵심 기술 중 하나라고 할 수 있다. 현재 BIM에서 정보의 상호운용성은 데이터의 교환 방법에 따라 IFC, CIS/2 등의 개방형 표준(open standards)을 이용하는 중립 포맷(neutral format) 방법과 대상 소프트웨어들 사이에서 일대일로 직접 데이터를 교환하는 직접 연결(direct link) 방법이 주로 사용되고 있다. 이러한 방법들은 각각 장/단점을 포함하고 있어, 한 가지 방법에만 의존하기 보다는 필요에 따라 상호 보완적으로 적용하는 것이 BIM의 효율성을 높이는 방법이라 할 수 있다<sup>(2),(3),(4)</sup>.

건설 산업에서 구조분야는 건축공정 중 전체 공사비의 30~40%를 차지하며, 전체 건축물의 경제성과 안전성을 좌우하는 핵심 분야이기 때문에 타 분야들보다 BIM의 활용 가치가 매우 높은 편이라 할 수 있다<sup>(5)</sup>. BIM 환경에서 구조설계 업무 프로세스 및 단계별 BIM 모델은 Fig. 1과 같이 정의

Note.-Discussion open until April 30, 2014. This manuscript for this paper was submitted for review and possible publication on April 26, 2013; revised June 28, 2013; approved on July 29, 2013.  
© KSSC 2013

\* Corresponding author

Tel. +82-51-629-2461 Fax. +82-51-629-2429  
E-mail: tsshin@tu.ac.kr

될 수 있다. 그림에서 구조설계 업무는 기획설계, 계획설계, 기본설계, 실시설계의 네 단계로 구분되어 진행되며, 계획설계에서 실시설계 단계까지 단계별 설계 정보를 반영하는 모델을 각각 계획구조모델, 기본구조모델, 실시구조모델로 정의된다. 기본설계 단계에서는 구조해석 및 설계를 위한 구조해석모델이 포함된다<sup>[6],[7],[8]</sup>.

구조설계 업무는 BIM이 도입되기 이전부터 3차원 해석 모델을 이용하여 업무를 수행하였기 때문에 BIM의 도입이 타 업무 분야들에 비해 비교적 원활하였으나, 단위 업무들 사이의 정보 전달은 여전히 2D 도면을 통해 이루어지고 있다. 또한 업무의 전문성으로 인해 단위 설계업무들 간의 단절은 구조설계 업무가 여전히 비효율적이라는 것을 의미한다. BIM 환경에서 구조설계 업무의 효율성을 높이기 위해서는 무엇보다도 단위 설계업무들 사이의 원활한 정보 교환이 요구된다고 할 수 있다. 그리고 대부분의 설계 과정은 한번에 끝나지 않고, 여러 번의 수정과정을 거치며 업무가 진행되기 때문에 올바른 정보 교환은 단순히 모델 정보를 일 방향으로 연동하는데 그치지 않고, 설계 변경이 발생하는 경우 변경된 설계 정보를 포함해야 하며, 기존 모델에 그 정보를 반영할 수 있어야 한다. 예를 들어 실시설계 단계에서 접합부 모델링 과정이 진행 중인데 부재의 단면 치수가 변경되거나, 새로 추가 되었을 때, 변경된 정보를 반영할 수 없다면, 기존 수행되었던 접합부 모델링 과정을 변경된 모델에 다시 수행해야 하는 번거로움이 발생하게 된다.

이에 본 연구는 기본설계와 실시설계 단계의 단위 구조설계 모델 간의 정보 교환을 양방향으로 원활하게 수행하고, 구조설계 업무의 모델 정보를 지속적으로 관리할 수 있는 인터페이스 모듈의 개발을 목적으로 하며, 이를 통해 BIM 환경에서 구조설계 업무의 효율성을 제고하고자 하였다. 인터페이스 모듈의 개발은 기존 연구를 통해 개발된 모듈을 근간으로

하였다<sup>[9]</sup>. 기존 연구에서는 기본설계 단계에서의 A&D(Analysis and Design) S/W인 MIDAS/Gen(이하, MIDAS)과 실시설계 단계에서의 BIM S/W인 Tekla Structures(이하, TEKLA) 사이의 모델 정보를 연동할 수 있는 인터페이스 모듈을 개발하였으며, 적용성을 검증하였다<sup>[10],[11]</sup>. 기존 모듈에서 모델 정보를 양방향으로 교환하는데 있어 기능적으로는 문제가 없었지만, 구조해석모델과 실시구조모델이 가지는 모델의 특성 차이로 적용성이 제한적이고 일회적이라는 문제점을 가지고 있었다. 본 연구에서는 기존 연구에서 발생하는 문제점을 분석하고, 그에 대한 해결책을 제시하였으며, 이를 반영하여 인터페이스 모듈의 적용성을 개선하고자 하였다.

## 2. 기존 연구 정리

기존 연구를 통해 개발된 인터페이스 모듈(이하, 기존 모듈)은 직접 연결 방법에 의한 상호운용성 방법을 적용하여 개발한 것으로 부재의 기하학적 형상 정보와 속성 정보를 대상으로 하며, 철골, 철근콘크리트 구조를 모두 지원한다. MIDAS와의 정보 교환 방법은 MIDAS에서 자체적으로 읽고 쓰기가 가능한 텍스트 데이터 파일인 MGT 파일을 통해 이루어지며, TEKLA와의 정보 교환은 OpenAPI를 이용한다. Fig. 2는 기존 모듈의 시스템 기능을 나타낸 것으로 주요 기능은 MIDAS와 TEKLA와 데이터 교환(exchange)을 위한 각각의 import, export 기능과 읽어 온 데이터를 대상 소프트웨어에서 읽어 들일 수 있는 형태로 변환하는 데이터 변환(convert) 기능으로 구성된다.

## 3. 정보 교환 형태에 따른 적용성 검토

기존 연구를 통해 개발된 인터페이스 모듈은 기능적으로 MIDAS에서 TEKLA 또는 TEKLA에서 MIDAS로 모델 정보를 양방향으로 연동하는 것이 가능하나, 정보 교환의 형태에 따라 적용성이 제한되는 문제점이 발생하였다. 이에 본 연

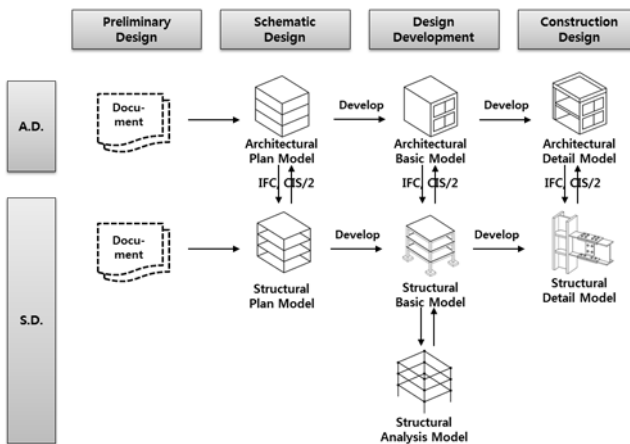


Fig. 1 The structural design process in BIM environments

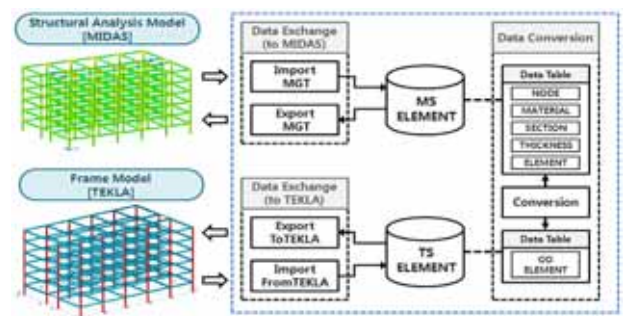


Fig. 2 Process diagram of the existing research

구에서는 구조설계 업무가 진행되는 동안 예상되는 정보 교환의 형태를 세 가지 유형으로 분류하였으며, 각각에 대하여 기존 모듈의 적용성을 검토하여 발생하는 문제점을 분석하였다. 구조설계 업무가 진행되는 동안 예상되는 단위 설계업무들 사이에서 정보 교환의 형태는 Fig. 3과 같으며 그 내용은 다음과 같다.

먼저, Fig. 3의 Case 1에 해당하는 것으로 MIDAS 모델로부터 TEKLA 모델을 생성하는 형태의 정보 교환이다. 기존 모듈을 적용할 경우, 생성된 모델은 MIDAS와 기하학적 위치 정보 및 속성 정보가 완전히 동일한 모델이다. 즉, 모든 부재는 구조해석모델의 특성에 따라 중심 대 중심 조건으로 모델링 되어 있다. 사용자는 이후 제작 및 설치와 관련된 사항 등을 반영하고, 접합부 및 철근 배근과 같은 실시설계 정보를 반영하여 실시구조모델을 생성한다. Fig. 4는 기존 모듈을 적용하여 MIDAS 모델로부터 TEKLA 모델을 생성한 예를 나타낸 것으로 정보의 교환이 잘 이루어짐을 알 수 있다.

다음은, Fig. 3의 Case 2에 해당하는 것으로 TEKLA 모델로부터 MIDAS 모델을 생성하는 형태의 정보 교환이다. 이는 BIM 모델(기본구조모델, 실시구조모델 등)로부터 구조해석모델을 생성하는 경우에 해당한다. 일반적으로 구조해석 모델에서 부재는 절점과 절점간의 관계를 정의하는 선 요소로 정의되며, 부재는 중심 대 중심 조건으로 모델링된다. BIM 모델에서 구조해석모델을 생성하는 경우 부재의 기하학적 조건으로부터 절점과 선 요소가 생성된다. Fig. 5는 BIM 모델의 부재와 기하학적 조건으로부터 생성되는 해석 요소의

관계를 나타낸 것으로, 해석 요소는 기둥, 보와 같은 선재(linear)와 벽, 바닥과 같은 면재(planar)로 구분할 수 있다. 대부분의 요소들은 수직, 수평적으로 기하학적 중심으로 해석 요소가 생성되나, 보의 경우 바닥 슬래브의 상부와 보의 상부가 일치되는 특성에 기인하여 수직적으로는 보의 상부를 중심으로 해석 요소가 생성된다.

기존 모듈을 적용하여 BIM 모델로부터 구조해석모델을 생성할 경우, 부재와 부재의 관계가 구조해석모델과 마찬가지로 중심 대 중심 조건을 만족하는 경우에는 원활한 정보 교환이 가능하지만, 그렇지 않은 경우에는 BIM 모델과 구조해석모델이 가지는 특성의 차이로 적용이 제한된다. 일반적으로 BIM 모델에서는 마감 등의 건축 요소와의 관계, 제작 및 설치와 관련된 사항 등이 반영되므로 부재는 실제 설치되는 위치를 기준으로 모델링되며, 부재와 부재의 관계에는 편심과 단차가 포함된다. Fig. 6은 기존 모듈을 이용하여 TEKLA 모델로부터 MIDAS 모델을 생성한 예를 나타낸 것으로 모델에 반영된 편심과 단차에 의해 MIDAS에서 생성된 모델은 부재의 연속성이 단절된 것을 확인할 수 있다.

마지막은 Fig. 3의 Case 3에 해당하는 것으로 모델이 수정되는 형태의 정보 교환이다. 이러한 경우는 주로 설계 변경시에 발생하는 것으로 잦은 설계 변경이 발생하는 국내 구조설계 업무 환경에서 가장 많이 발생하는 형태이다. Fig. 7은 BIM 환경에서의 일반적인 구조설계 업무 흐름 및 설계 변경에 따른 정보 교환의 형태를 나타낸 것이다. 기본설계 단계에서 기본구조모델로부터 정보 교환을 거쳐 구조해석모델을 생

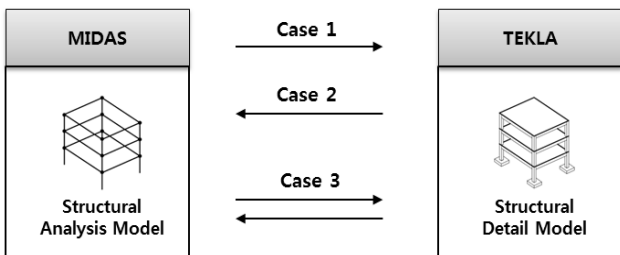


Fig. 3 Case of information exchange in structural design work

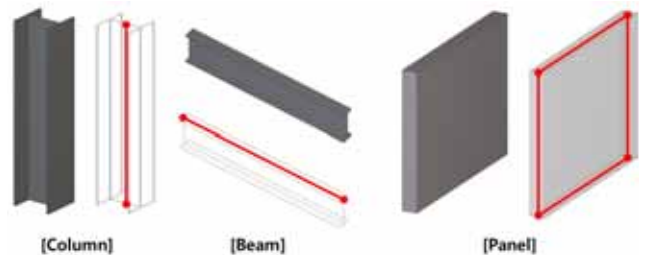


Fig. 5 Relationship between the elements of analysis and member

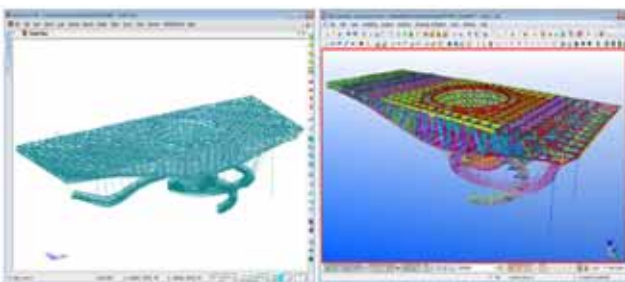


Fig. 4 Applicable of existing module : MIDAS → TEKLA

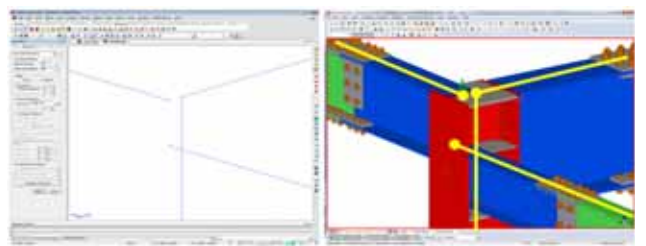


Fig. 6 Applicable of existing module : MIDAS ← TEKLA

성하며, 하중, 경계조건 등의 해석 조건을 입력하고 구조해석 및 설계 업무를 수행함으로써 부재의 치수를 결정한다. 해석 및 설계 결과가 반영된 구조해석모델의 정보는 정보 교환 과정을 거쳐 다시 기본구조모델로 반영된다. 이후 실시설계 단계에서 제작 및 설치 정보 등을 반영하여 기본설시모델을 생성하며, 철골 접합부 또는 철근 배근 모델을 추가 생성하여 실시구조모델을 완성한다.

실시설계 과정에서 설계 변경 등의 이유로 모델이 수정되는 경우, 기본설시모델, 실시구조모델에 반영된 설계 정보가 유지된 상태에서 변경된 정보만을 모델에 반영할 수 있어야 한다. 다시 말해 건축 요소와의 관계, 제작 및 설치와 관련하여 부재에 반영된 편심과 단차, 그리고 추가 생성된 철골 접합부 및 철근 배근 정보는 그대로 유지된 상태에서 단면 치수의 변경, 새로운 부재의 추가, 기존 부재의 삭제 등의 변경된 정보들이 모델에 반영되어야 한다. 하지만, 이러한 형태의 정보 교환 과정에서 기존 모듈을 적용할 경우, 앞서 언급한 BIM 모델과 구조해석모델의 특성 차이, 그리고 정보 교환 대상 소프트웨어의 특성 차이로 인해 적용이 제한되는 경우가 발생하며, 대표적인 예를 Fig. 8을 통해 설명하고자 한다.

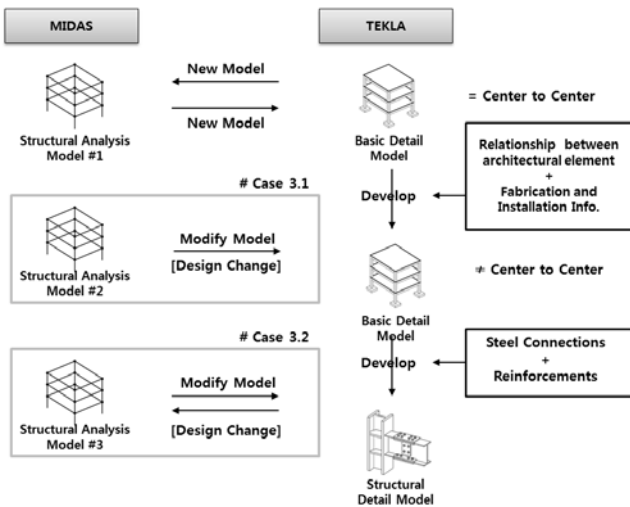


Fig. 7 Type of data exchange by design change

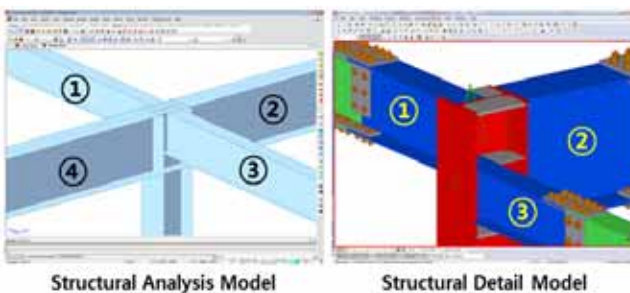


Fig. 8 Example of data exchange by design change

Fig. 8의 오른쪽은 접합부가 포함된 실시구조모델로 부재에는 편심(1, 3번 거더)과 단차(3번 거더)가 반영되어 있다. Fig. 8의 왼쪽은 설계 변경을 통해 수정된 구조해석모델로 4번 거더가 추가되며, 3번 거더의 단면 치수가 변경된 상태이다. 실시구조모델에 반영된 설계 정보를 유지한 채로 구조해석모델의 변경된 정보를 실시구조모델에 반영하기 위해서는 두 모델의 기하학적 위치 정보와 속성(단면 치수, 재질 등) 정보를 비교하여 부재가 수정되는 경우(modify), 새로운 부재가 생성되는 경우(new), 기존 부재가 삭제되는 경우(delete), 변경이 없는 경우(none)로 구분하며, 이를 통해 변경된 내용만(new, modify, delete) 실시구조모델에 반영할 필요가 있다.

구조해석모델과 실시구조모델의 정보를 직접적으로 비교하기 위해서는 앞서 Fig. 3의 Case 2의 경우에서 언급한 내용을 토대로 실시구조모델의 부재를 구조해석모델과 동일한 형태로 변환해야 한다. Fig. 9는 구조해석모델의 해석요소와 실시구조모델의 기하학적 조건으로부터 생성된 해석 요소를 나타낸 것으로 실시구조모델의 경우 부재에 반영된 편심 및 단차로부터 부재의 위치 정보가 수정되어 부재들 간의 연속성이 단절된 것을 알 수 있다. 구조해석모델의 해석요소와 실시구조모델의 해석요소를 비교하면 그 내용은 다음과 같다. 구조해석모델의 4번 부재는 새롭게 추가된 것으로 실시구조모델에서 위치 정보가 동일한 부재가 없기 때문에 새로운 부재

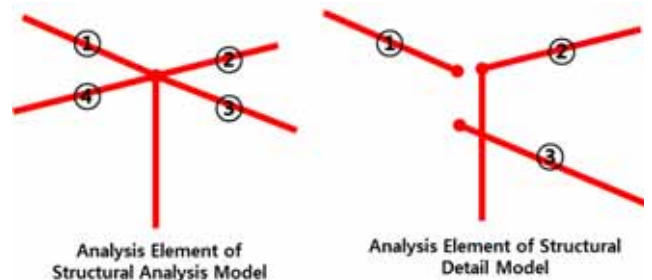


Fig. 9 Analysis element of structural analysis model and structural detail model

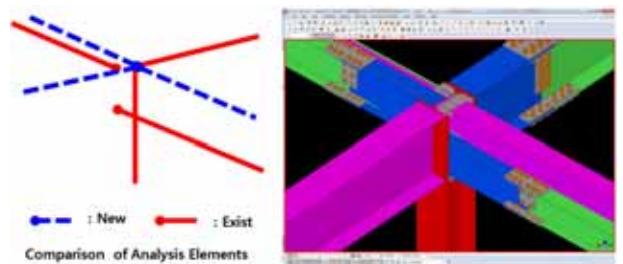


Fig. 10 Comparison of analysis elements and modified structural detail model

(new)로 분류된다. 기둥과 2번 거더의 경우 위치 정보와 속성 정보가 일치하기 때문에 동일한 부재로 분류(none)된다. 1번과 3번 거더는 논리적으로 구조해석모델과 실시구조모델에서 동일한 부재이나, 실시구조모델에서 편심과 단차에 의해 부재의 위치가 수정되었기 때문에 두 모델의 위치 정보의 비교하면 새로운 부재(new)로 분류된다. 이상의 분류 결과를 토대로 정보 교환을 수행하면 그 결과는 Fig. 10의 우측과 같으며, 1번과 3번 거더가 중첩되어 모델링 된 것을 확인할 수 있다.

#### 4. 문제점 분석 및 해결 방안 제시

구조설계 업무에서 일반적으로 발생하는 정보 교환의 형태에 기존 모듈을 적용할 경우 구조해석모델과 실시설계 단계의 BIM 모델의 특성 차이로 제한적인 조건에서만 적용이 가능하며, 설계 변경으로 인해 모델이 수정되는 경우 변경된 정보를 지속적으로 관리할 수 없기 때문에 정보 교환의 형태가 일회적이라는 문제가 발생한다. 이러한 문제의 가장 큰 원인은 실시설계 업무가 진행되는 과정에서 부재에는 편심과 단차가 반영되어 부재의 위치가 변경되기 때문이라 할 수 있다.

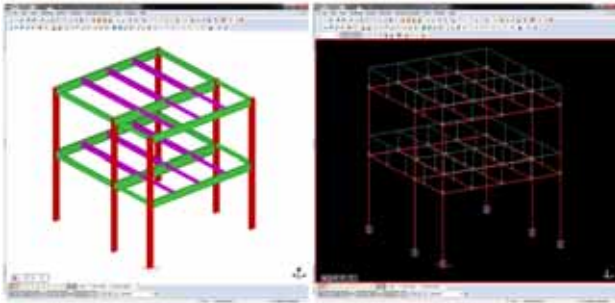


Fig. 11 Physical model and analysis model of Tekla Structures

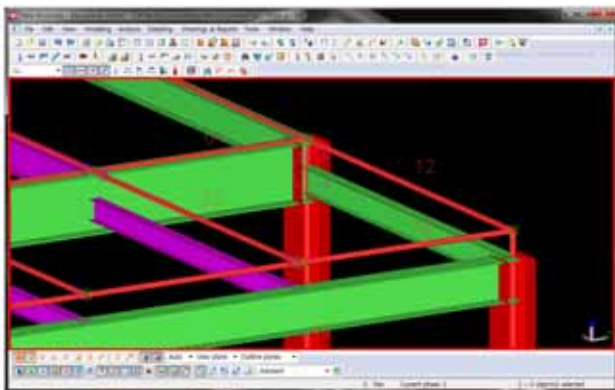


Fig. 12 The Positional Relationship between Physical and Analytical models

BIM 모델에서 구조해석모델 즉, 해석요소를 생성하기 위해서는 부재의 기하학적 조건에 의존할 수밖에 없기 때문에 단순히 실시구조모델의 정보만으로 이러한 문제점을 해결하기에는 어려운 실정이다. 이러한 문제는 비단 연구에서 대상으로 하는 MIDAS와 TEKLA에서만 발생하는 것이 아니라 구조설계 업무의 특수성에 기인하는 것이므로 구조설계 업무를 지원하는 대부분의 BIM 소프트웨어에서도 이러한 문제를 인식하여 다루고 있다. 구조설계 업무에서 사용되는 BIM S/W는 Autodesk사의 Revit Structure, Tekla사의 Tekla Structures 등이 있다. 이들은 일반적인 설계 정보를 저장하는 모델 이외에 구조해석과 관련된 정보를 저장할 수 있는 모델을 추가로 포함하고 있으며, 전자를 물리(physical) 모델, 후자를 해석(analytical) 모델이라 구분하고 있다. Fig. 11은 TEKLA의 물리 모델과 해석 모델을 나타낸 것으로, 해석 모델에는 지지조건, 하중, 하중 조합 등의 해석 조건이 포함되어 있다.

해석 모델의 특징을 살펴보면 다음과 같다. 해석 모델은 물리 모델과 단면 치수, 재질 등의 속성 정보를 공유하며, 기본적으로 물리 모델의 기하학적 위치 정보로부터 자동으로 생성되지만, 독립된 객체로 인식되기 때문에 필요에 따라 위치의 이동이 가능하다. Fig. 12는 물리 모델과 해석 모델의 위치 관계를 나타낸 것으로 물리 모델은 슬래브 단차에 의해 아래로 이동되었지만, 해석 모델에서는 힘의 흐름을 단순화하기 위하여 인접 부재와 연속된 선상에 위치할 수 있도록 위치를 수정할 수 있다.

일반적으로 구조해석은 절점에서의 힘과 변위를 해석하는 것으로 부재와 부재가 만나는 부위에는 절점이 생성되어야 한다. Fig. 13은 기둥과 기둥 사이에 연결된 거더에 3개의 보가 연결되는 형태로 물리 모델에서는 하나의 부재로 모델링 되지만, 해석 모델에서는 연결되는 보의 절점으로 인하여 거더의 해석 요소가 4개로 분리되어 있음을 알 수 있다. 해석 모델에서는 절점과 절점의 관계를 정의하는 직선상에 절점이 포함되는 경우 자동으로 해석 요소를 나누는 기능을 포함한다.

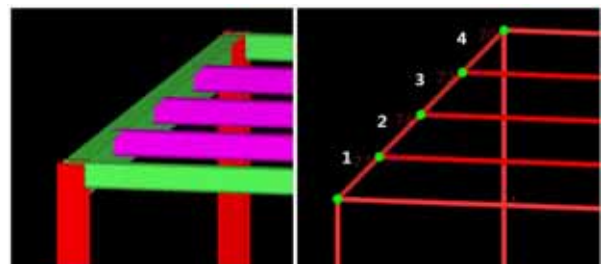


Fig. 13 The connective relationship between physical and analytical models

이러한 해석 모델의 특징들로 인해 실시설계 단계에서 부재의 위치 정보가 수정되더라도 해석 모델은 물리 모델과는 독립적으로 그 형상을 유지할 수 있게 되며, 구조해석모델과의 정보 교환 과정에서 해석 모델의 정보를 이용함으로써 기존 모듈의 적용 과정에서 발생하는 문제점들을 해결할 수 있게 된다. 앞의 Fig. 8의 경우를 대상으로 해석 모델을 적용하여 두 모델을 비교하여 부재를 분류하면 그 내용은 Fig. 14와 같다. 기둥과 1번, 2번 거더는 위치 정보와 속성 정보가 모두 동일하기 때문에 none으로 분류된다. 3번 거더의 경우 구조해석모델에서 단면 치수가 증가된 것으로 두 모델을 비교하면 위치 정보는 동일하지만, 속성 정보가 다르므로 modify로 분류되며, 4번 거더의 경우 실시구조모델에서 동일한 위치의 부재가 없으므로 new로 분류된다. Fig. 15는 분류 결과를 반영하여 실시구조모델을 수정한 것으로 기존에

생성되었던 접합부 모델과 부재에 반영된 편심 및 단차 정보가 유지된 상태에서 변경된 구조해석모델의 정보가 잘 반영된 것을 확인할 수 있다. 따라서 Fig. 10에서와 같이 기존 모듈의 적용 시에 나타나는 부재의 중첩(중복 생성) 문제를 해결할 수 있다.

### 5. 인터페이스 모듈 개발

인터페이스 모듈은 기존 모듈의 개발 내용을 토대로 기능을 수정하고, 보완하는 방식으로 개발을 진행하였다. 모듈 개발에 있어 기존 모듈과의 가장 큰 차이는 TEKLA와의 정보 교환 과정에서 물리 모델과 해석 모델의 정보를 동시에 고려한다는 점이며, 모델을 변환하는 과정에서 기존 모델의 정보와 비교를 통해 수정되는 사항을 업데이트 할 수 있도록 하는 점이다. 연구를 통해 개발되는 모듈의 시스템 기능도는 Fig. 16과 같으며, 인터페이스 모듈의 정보 교환 형태에 따른 주요 개발 내용을 설명하고자 한다.

#### 5.1 MIDAS → TEKLA 정보 교환

MIDAS의 모델 정보로부터 TEKLA 모델을 생성하는 과정은 기존 모듈에서 적용한 방법과 동일하다. 먼저, mgt 파일로부터 모델 정보를 읽어 온다. 이때 읽어오는 정보는 절점(node) 정보, 재질(material) 정보, 선재(linear)의 단면(section) 정보, 면재(planar)의 단면(thickness) 정보, 부재(element) 정보이며, 각각의 정보는 모듈 내부에 정의된 DB에 저장된다. Fig. 17은 mgt 파일로부터 읽어 온 모델 정보를 인터페이스 모듈에서 확인한 것으로 부재(element)의 정보를 나타낸 것이다.

다음은 데이터 변환(convert) 과정으로 읽어 온 모델 정보를 TEKLA에서 받아들일 수 있는 형태로 변환한다. 데이

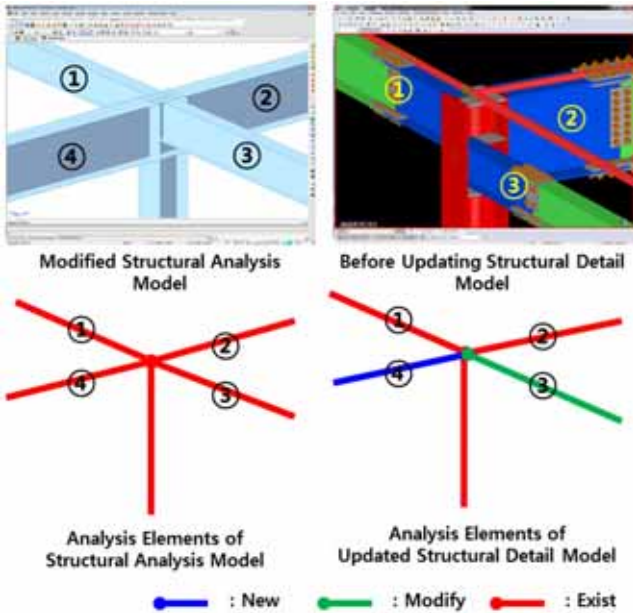


Fig. 14 Data exchange of structural analysis model using analysis model

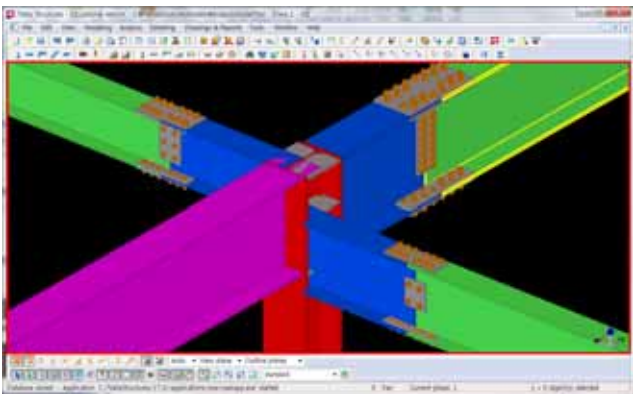


Fig. 15 Modified Structural Detail Model

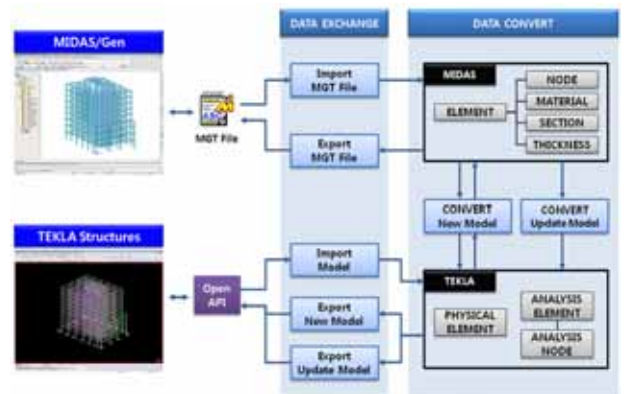


Fig. 16 Process diagram of interface module

IEL	TYPE	IMAT	IPRO	IN1	IN2	IN3	IN4	ANGLE
1	BEAM	1	15	141	1	0	0	0
2	WALL	1	4	1	2	142	141	0
3	WALL	1	4	2	3	143	142	0
4	BEAM	1	15	143	3	0	0	0
5	WALL	1	4	3	4	144	143	0
6	WALL	1	4	4	5	145	144	0
7	WALL	1	4	5	6	146	145	0
8	BEAM	1	15	146	6	0	0	0
9	WALL	1	4	6	7	147	146	0
10	WALL	1	4	7	8	148	147	0
11	BEAM	1	15	148	8	0	0	0

Fig. 17 Data table of elements in the interface module

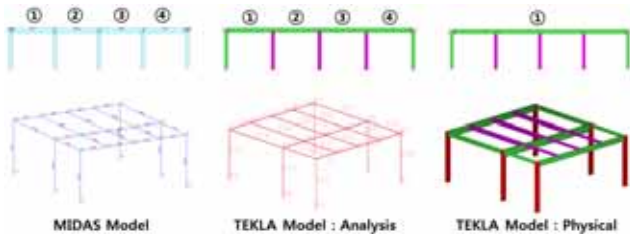


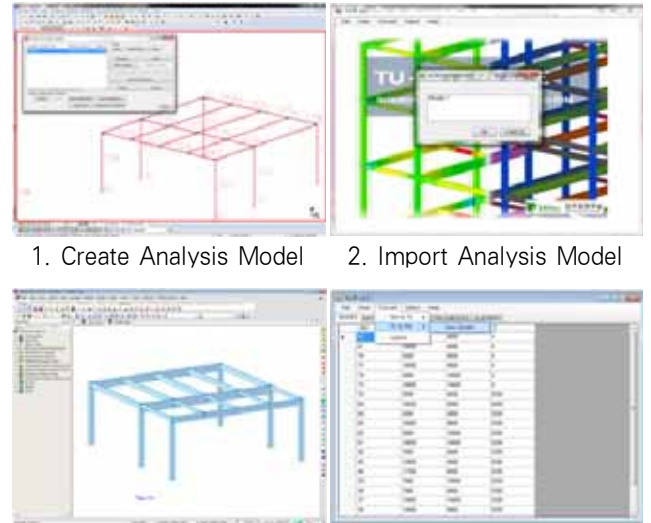
Fig. 18 Process of data conversion : MIDAS → TEKLA

터 변환은 MIDAS의 모델 정보로부터 TEKLA의 해석 모델과 물리 모델을 순차적으로 변환하는 것으로, 모델의 변환 과정은 Fig. 18과 같다. TEKLA 해석 모델은 데이터 구조가 TEKLA에서 읽고 쓸 수 있는 Open API 형식으로 변환된 것으로 위치 및 속성 정보는 MIDAS와 동일하다. 구조해석은 절점에서의 힘과 변위를 해석하는 것으로 부재와 부재의 연결부에서는 절점이 생성되며, 그로 인해 실제 하나의 부재이지만 다수의 부재로 분할되어 모델링된다.

Fig. 18은 각 모델의 거더를 평면 뷰로 나타낸 것으로 구조해석모델의 경우 하나의 거더이지만 중간에 연결되는 3개의 보의 절점에 의해 4개의 거더로 분할되어 모델링된다. 하지만, TEKLA 모델에는 부재의 실제 조건이 반영되므로 하나의 거더로 모델링되어야 한다. TEKLA의 해석 모델에서 물리 모델로 변환하는 과정에서는 해석적 이유로 분리된 모델을 다시 하나의 부재로 합치는 과정이 포함되어 있으며, 이는 거더, 보, 벽체 등에 적용된다.

### 5.2 TEKLA → MIDAS 정보 교환

TEKLA 모델 정보로부터 MIDAS의 모델을 생성하기 위해서는 먼저 물리 모델에서 해석 모델을 생성하는 과정이 우선되어야 한다. 해석 모델은 절점과 절점간의 관계를 정의하는 선으로 구성되어 있으며, 물리 모델의 기하학적 조건으로부터 자동으로 생성된다. TEKLA 모델에는 편심과 단차가 반영되어 있기 때문에 자동으로 생성된 해석 요소에는 부재



1. Create Analysis Model      2. Import Analysis Model

4. Read mgt file at MIDAS      3. Data Conversion

Fig. 19 Process of data exchange : TEKLA → MIDAS

의 연속성이 단절되어 있다. 따라서 사용자는 수작업을 통해 절점과 선을 이동시켜 연속성을 유지시키는 과정을 거쳐야 하며, 이 과정에서 힘의 흐름을 단순화하는 과정이 포함된다. 해석 모델에는 지지조건, 하중 등의 해석 조건을 추가할 수 있지만, 구조해석 및 설계 전용 S/W인 MIDAS의 기능과 편의성에 미치지 못한다. 따라서 해석 조건의 입력은 전용 S/W에서 수행하는 것으로 하였으며, 연구에서는 해석 모델의 형상 정보만을 대상으로 설정하였다. TEKLA 모델로부터 MIDAS 모델을 생성하는 과정은 Fig. 18과 같다. TEKLA에서 해석 모델을 생성하고, 인터페이스 모듈에서 해석 모델의 정보를 읽어 온 뒤 MIDAS에서 읽고 쓰기가 가능한 mgt 파일의 데이터 구조로 변환한다. 변환된 데이터를 mgt 파일로 변환하고, MIDAS에서 읽어서 모델을 생성한다.

### 5.3 MIDAS ↔ TEKLA 정보 교환

MIDAS와 TEKLA의 양방향 정보 교환은 TEKLA에서 실시설계 업무가 진행되는 과정에서 설계 변경이 발생하여 MIDAS 모델이 수정되는 경우를 예를 들어 설명하고자 한다.

Fig. 20은 실시설계 정보가 반영되어 있는 즉, 부재에는 편심 및 단차가 고려되어 있으며, 집합부 모델이 추가되어 있는 실시구조모델이다. Fig. 21은 수정된 MIDAS의 구조해석모델로 한 개 층이 추가되었으며, 기둥과 Y방향 장스팬 거더의 단면 치수가 각각 H350\*350\*12\*19에서 H400\*400\*13\*21로, H400\*200\*8\*13에서 H 500\*200\*10\*16으로 변경된 내용을 포함하고 있다.

모델의 수정 과정은 Fig. 22와 같다. 모델을 수정하기 위해서는 MIDAS와 TEKLA 모델 정보를 읽어 와서 두 모델

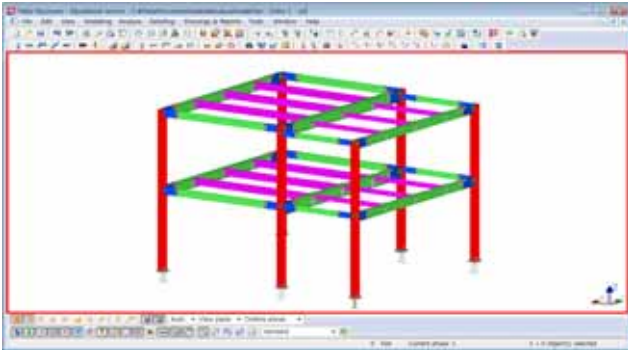


Fig. 20 Structural detail model(TEKLA)

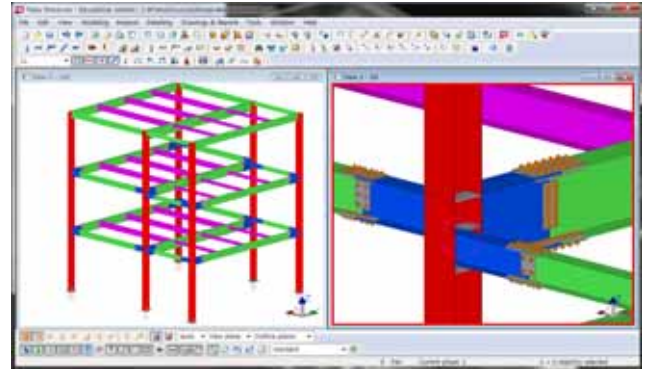


Fig. 23 Modified structural detail model

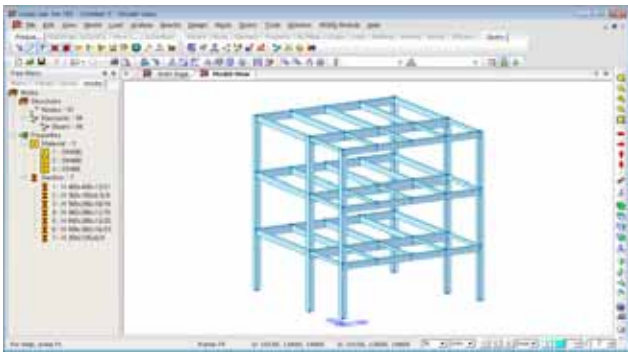


Fig. 21 Modified structural analysis model(MIDAS)

다면 TEKLA에서 수정되는 부재(modify)로 분류된다. 마지막으로 TEKLA 모델에서 분류가 되지 않는 부재 즉, new, modify, none으로 분류되지 않은 부재는 삭제되는 부재(delete)로 분류한다. 이상의 분류 결과로부터 TEKLA에서 모델을 생성, 수정, 삭제하는 것으로 모델의 수정이 완료되며, 그 결과는 Fig. 23과 같다. 수정된 모델에는 기존 모델에 반영된 편심 및 단차, 접합부 모델이 그대로 유지되어 있으며, 수정 추가된 부재의 정보가 잘 반영되어 있는 것으로 확인된다.

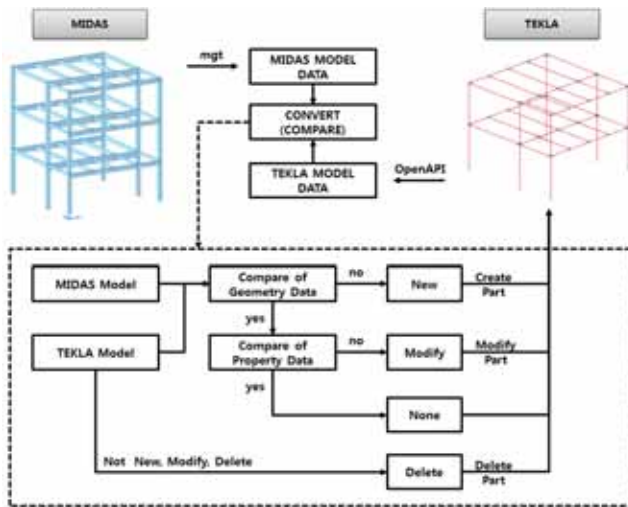


Fig. 22 Process of data conversion for modification

에 포함된 부재의 위치 정보와 속성 정보를 각각 비교하여 수정 여부를 검토한다. 모델의 비교는 수정된 모델(MIDAS)을 기준으로 수정되는 모델(TEKLA)과 비교하는 방식으로 진행된다. 먼저, 위치 정보를 비교하여 동일한 부재의 존재 여부를 판단한다. 일치하는 부재가 없다면(no) TEKLA에서 새로 생성되는 부재(new)로 분류되며, 일치하는 부재가 있을 경우(yes) 속성(단면치수, 재질)을 비교한다. 비교한 속성이 동일하다면 수정이 없는 부재(none)이며, 동일하지 않

## 6. 결론

본 연구는 지속 가능한 구조설계 정보의 인터페이스 모듈의 개발을 목적으로 수행하였으며, 연구를 통해 내린 결론은 다음과 같다.

- (1) 기존 연구에서 개발한 인터페이스 모듈은 MIDAS와 TEKLA의 모델 정보를 양방향으로 연동하는데 있어 기능적으로는 문제가 없었으나, 정보 교환의 형태에 따라 제한적인 조건에서만 적용이 가능하며, 설계 변경 등의 이유로 모델이 수정되었을 때, 모델 데이터를 지속적으로 관리할 수 없는 문제가 발생하였다. 이에 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 구조설계 업무가 진행되는 동안 발생하는 정보 교환의 형태를 구분하고, 각각의 경우에 대하여 인터페이스 모듈의 적용성을 검토하였으며, 발생하는 문제점을 분석하였다.
- (2) 적용성 검토 결과 MIDAS 모델 정보로부터 TEKLA 모델을 생성하는 경우에는 정보 교환이 잘 이루어졌으나, TEKLA 모델로부터 MIDAS 모델을 생성하는 경우 제한적인 조건에서만 가능한 것으로 나타났다. 구조해석 모델의 경우 중심 대 중심 조건으로 모델링 되지만, 실시 설계 단계에서는 건축 요소와의 관계, 제작 및 설치와



관련되어 부재에 반영되는 편심과 단차에 의해 부재의 위치가 수정된다. 따라서 실시설계 단계의 모델로부터 구조해석모델을 생성할 때는 구조해석모델에서 요구하는 중심 대 중심 조건을 만족할 수 없으며, 부재의 연속성이 단절된다. 이로 인하여 인터페이스 모듈의 적용이 제한되며, 모델이 수정되는 경우 지속적으로 모델 정보를 관리할 수 없게 된다.

- (3) 연구에서는 해석 모델을 통해 이러한 문제를 해결하였다. 해석 모델은 물리 모델과 속성 정보는 공유하지만 독립적인 객체 인식되어 고유의 위치 정보 및 객체와의 관계를 가질 수 있다. 때문에 하나의 BIM 모델 안에서 구조해석모델과 실시구조모델의 정보를 동시에 관리할 수 있게 된다. 따라서 물리 모델의 위치가 수정되더라도 해석 모델은 고유의 위치와 관계를 유지할 수 있게 되어 구조해석모델과의 정보 교환이 원활하게 이루어질 수 있다.
- (4) 본 연구에서는 기존 연구 결과를 토대로 인터페이스 모듈을 수정 보완하였다. TEKLA와의 정보 교환 과정에서 물리 모델과 해석 모델의 정보를 동시에 고려함으로써 기존 모듈에서 발생하는 적용성의 문제를 해결할 수 있었으며, 설계 변경에 의해 모델이 수정되는 경우에서도 지속적으로 모델 정보를 관리할 수 있다. 이를 통해 구조설계 업무의 효율성을 제고할 수 있을 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 논문은 2010년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2010-0003822).

## 참 고 문 헌(References)

[1] Young Jr., N.W., Jones, S.A., and Bernstein, H.M. (2007) Interoperability in the Construction Industry, *SmartMarket Report*, McGraw Hill Construction.

[2] Karp, R. (2011) Structural Software Interoperability, *Insight : new trends, new techniques and current industry issues*, StructureMag, pp.32-34.

[3] 이재철, 정종현, 김치경, 김지현, 김민수(2012) IFC를 이용한 건축강구조 표준접합상세의 표현, *대한건축학회논문집*, 대한건축학회, 제28권, 제7호, pp.65-72.

Lee, J.C., Jung, J.H., Kim, C.K., Kim, J.H., and Kim, M.S. (2012) Representation of Standard Steel Connections using IFC, *Journal of the Architectural*

*Institute of Korea*, AIK, Vol. 28, No. 7, pp.65-72.

[4] 정종현, 김치경, 이재철, 김지현, 김민수(2012) IFC를 이용한 기본설계단계 철근배근의 표현, *대한건축학회논문집*, 대한건축학회, 제28권, 제1호, pp.59-67.

Jung, J.H., Kim, C.K., Lee, J.C., Kim, J.H., and Kim, M.S. (2012) Representation of Rebar Using IFC at Schematic Structural Design Stage, *Journal of the Architectural Institute of Korea*, AIK, Vol. 28, No. 7. pp.59-67.

[5] 이정호, 김지현, 최일섭, 김민수, 이재훈(2012) 구조사무소 현업에 적용 가능한 강구조의 BIM 작성지침, *한국강구조학회지*, 한국강구조학회, 제24권, 제1호, pp.12-17.

Lee, J.H., Kim J.H., Choi, I.S., Kim, M.S., and Lee, J.H. (2012) Bim Guideline of Steel Structure for Application in Structural Engineering, *Magazine of the Korean Society of Steel Construction*, KSSC, pp.12-17.

[6] 엄진엽, 신태송, 금동성(2010) BIM 기반 협업체계 구축을 통한 철골구조 설계의 사례연구, *한국강구조학회 학술대회발표집*, 한국강구조학회, pp.187-188.

Eom, J.U., Shin, T.S., and Keum, D.S. (2010) Case Study for Steel Structures Design by Build of Collaboration System based on BIM, *Proceedings of Annual Conference of Korean Society of Steel Construction*, KSSC, pp.187-188.

[7] 신태송, 엄진엽(2012) 오피스 건물에 대한 BIM기반 구조설계 프로세스의 적용사례, *한국강구조학회논문집*, 한국강구조학회, 제24권, 제3호, pp.301-312.

Shin, T.S. and Eom, J.U. (2012) Application Case Study on the BIM based Structural Design Process for Office Buildings, *Journal of Korean Society of Steel Construction*, KSSC, Vol. 24, No. 3, pp.301-312.

[8] 엄진엽, 신태송(2011) C 학술정보관을 중심으로한 구조 BIM 프로세스 적용사례, *한국강구조학회 학술대회발표집*, 한국강구조학회, pp.7-8.

Eom, J.U. and Shin T.S. (2011) An Application Case Study on the Structural BIM Process for the C Research Information Center, *Annual Conference of Korean Society of Steel Construction*, KSSC, pp.7-8.

[9] 엄진엽, 신태송(2011) BIM 기반의 구조설계와 상세설계 인터페이스 모듈 개발, *한국강구조학회논문집*, 한국강구조학회, 제23권, 제1호, pp.113-124.

Eom, J.U. and Shin, T.S. (2011) A Development of Interface Module between Structural Design and Detail Design based on BIM, *Journal of Korean Society of Steel Construction*, KSSC, Vol. 23, No.

1, pp.113-124.

[10] 엄진업, 신태송(2011) 비정형 구조물에 대한 구조해석모델과 기본상세모델의 인터페이스 적용 사례, 2011년도 학술대회발표집, 한국강구조학회, pp.69-70.  
Eom, J.U. and Shin, T.S. (2011) A Case Study for the Application of the Interface for Non-Uniformal Structures between the Structural Analytical Model and the Basic Detail Model, *Proceedings of Annual Conference of Korean Society of Steel Construction*, KSSC, pp.69-70.

[11] 엄진업, 신태송(2012) 공장건물에서 BIM기반 정보 상호운용성 적용사례, 2012년도 정기학술대회논문집, 한국BIM학회, 제2권, 제1호, pp.41-42.  
Eom, J.U. and Shin, T.S. (2012) An Application Case Study of the BIM Based Interoperability for Industrial Construction, *Proceedings of Annual Conference of Korean Institute of Building Information Modeling*, KiBIM, Vol. 2, No. 1, pp.41-42.

**요 약:** 본 연구는 지속가능한 구조설계 정보의 인터페이스 모듈의 개발에 관한 것으로 구조해석 S/W인 Midas/Gen과 BIM S/W인 Tekla Structures를 대상으로 한다. 모듈의 개발은 기존 연구의 내용을 근간으로 기능과 적용성을 개선하였다. 기존 연구에서 모델 정보를 양방향으로 교환하는데 있어 기능적으로 문제가 없었지만, 구조해석모델과 실시설계 모델의 특성 차이로 적용성이 제한적이고 일회적이라는 문제점을 가지고 있었다. 본 연구에서는 기존 연구에서 발생하는 문제점을 분석하고, 그에 대한 해결책을 제시하였으며, 이를 반영하여 인터페이스 모듈의 적용성을 개선하고자 하였다.

**핵심 용어:** 정보의 상호운용성, 구조해석모델, 실시구조모델, 지속가능한, 인터페이스 모듈, 물리 모델, 해석 모델