

Xsteel을 사용한 접합부 자동화 시스템의 구현 및 인터페이스 형성

Implementation of steel connection and interface using Xsteel

조효남* 조영상** 박미연*** 이승근****
Cho, Hyo-Nam Cho, Young-Sang Park, Mi-Yun Lee, Seung-Keun

ABSTRACT

Recently, with a progressive development of hardware of computer, the internet and network technology, the environment of construction varies rapidly due to increase the complex form in structure shape and system. With variations, the CAD system for design and products also varies from 2D system to 3D system. This study mainly deals with the methodology of automatic connection design of 3D CAD system, steel connection system(XSteel) using macro.

First, using design program in the steel connection system, Xsteel, the joint connection macro will be made up and established the detail classes of design. The next, Database Program(Converter Program) related to the general structural analysis program(MIDAS) and the steel connection program(Xsteel) is constructed for data interface between two programs.

From this study, if the merits of 3D CAD system and converter program are utilized well, it is expected that the time needed in modeling and the amounts due to material loses decrease gradually.

1. 서 론

1.1. 연구의 배경

최근 컴퓨터 하드웨어의 혁신적인 발전과 인터넷과 네트워크 기술이 발달하고 규모와 시간면에서는 점점 방대해지는 건설엔지니어링 환경과 다양하고 복잡한 형태의 구조물의 증가로 기존의 2D CAD System에서 3D CAD System으로의 변화가 대두되어지고 있다. 그러나, 철골제작과 관련한 실무업무에서는 2D 기반의 작업으로 제작 및 설계를 진행하고 있어 제작과 관련한 CAD정보가 고려되고 있지않아 제작단계에서 재해석을 해야하는 많은 비효율성을 내포하고 있으며, 이는 필연적으로 철골제작에 있어서의 오작을 동반하는 결과를 가져오게 한다. 따라서 이런 문제들을 해결하기 위한 최선의 노력으로 3D CAD시스템을 도입하여 철골 공사에 있어서 오작의 발생을 줄이고 효율적이고 정확한 데이터에 의한 도면 및 BOM(Bill Of Material)의 출력으로 공사비 절감 및 공기단축을 이루어낼 수 있는 것이다. 또한 데이터베이스에 의한 모델링으로 인해 다른 프로그램간에 데이터가 유동적으로 흐를 수 있는 것이다.

* 정희원 · 한양대학교 토목환경공학과 교수

** 정희원 · 한양대학교 건축공학과 교수

*** 한양대학교 토목환경공학과 박사과정

**** 한양대학교 건축공학과 석사과정

1.2. 연구의 목적

본 연구는 철골제작에서의 3D System의 전산, 자동화 적용방안에 대한 연구를 주목적으로 하였으며 이를 위한 방법론적 접근으로서 Macro를 사용한 상세설계의 전문성을 이룩하여 작업의 효율성과 단순성을 기하며, 또한 Data Interface 시스템(Converter Program)을 사용한 기존 범용프로그램과 Xsteel 철골접합부 설계프로그램 간의 데이터베이스를 통해 초기설계정보를 제작단계에 효율적으로 전달하기까지 자동화의 적용사례를 통한 개선 방안 검토에 세부목적을 두고 연구하였다.

1.3. 연구의 범위

본 연구에서는 철골구조접합부 설계프로그램인 Xsteel의 매크로 형성을 통해 제작의 효율성을 이룩하고자 하며, 또한 일반 범용구조해석 프로그램과 Xsteel과의 데이터베이스를 통한 STEP기반 데이터 표준화를 통해 인터페이스를 구축하여 철골제작 및 해석 등 전체시스템의 One Step 공정의 일부를 이룩하고자 하였다.

1.3.1. 매크로를 사용한 자동화 설계

매크로(Macro)란 사용자의 편의를 위해 CAD system내에 필요부재 접합부(Joint, Connection)의 상세를 미리 부재의 크기 및 사이즈별로 만들어 시스템의 활용도를 높이고 작업의 단순화를 제공키 위한 라이브러리라 할 수 있다. 복잡한 또는 자주 사용되는 연결들은 매크로로 만들어 제공함으로써 작업의 편리와 시간단축을 꾀할 수 있으며 기둥과 거더(Girder), 거더와 거더 사이의 보 연결 등은 사용자가 Plate의 길이 및 두께, 소요되는 볼트의 직경, 길이 및 간격 등을 제어하여 따로 저장한 후 다시 불러들여 사용할 수 있다. 또한 일반화된 프로그램 언어(시스템이 지원하는 언어)를 사용하여 일반적인 부재설계부분에 대해 상용화할 수 있는 장점을 가지고 있다. 철골제작 작업에서 요소의 상세설계는 수작업에 의한 오류를 초기에 방지할 수 있으며 공장에서의 각 작업의 시간 및 경비를 절약할 수 있는 이점을 충분히 가지고 있다.

이와 같은 요소의 구성은 프로그램간의 호환성을 전제로 해야 효율성이 높으며 각 시스템간의 제품표준화 작업이 이룩될 경우, 상당한 시간 및 노력의 단축을 기하여 업무성취도를 증대시킬 수 있으며 설계데이터의 ASCII 파일로의 입출력이 용이해져 시스템간의 인터페이스를 높일 수 있다.

1.3.2. 컨버터 구축을 통한 데이터 인터페이스

구조해석 Package와 CAD System간의 기존 데이터 공유방식인 DXF의 선의 방식이 아닌 부재로서 Database를 통한 데이터 교환은 시간적 그리고 인원절감 및 공사비 절감에도 그 효과가 있다. 따라서 서로 다른 프로그램간의 표준데이터를 위한 데이터베이스구축이 필요하고 상이한 시스템을 가진 작업 단위에서 데이터베이스에 동시적이고 협동적인 작업을 위한 접근가능한 인터페이스 개발이 필수적이다. 본 논문에서는 그러한 필요성을 인식하고 구조해석 Package와 Modeling 프로그램간에 중간단계의 데이터베이스를 구축하였으며 더 나아가 이는 철골표준을 이용한 One-Step공정이 되는데 그 방향을 제시하고자 한다.

2. 철골제작과 CAD System

2.1. 철골제작에서의 CAD System

좁은 의미에서의 CAD는 컴퓨터가 그래픽 분야를 지원하여 설계에 조금이라도 도움을 주는 것이고, 넓은 의미에서의 CAD는 설계시에 컴퓨터가 분석기능, 해석기능 및 편집기능 등을 제공하여 설계도면작성, 설계도면산출, 도면에 관계된 견적서작성 그리고 도면자료관리시에 도움을 주는 것이라고 볼 수 있다.

초창기에는 2차원적인 설계도면 작성을 효율적으로 수행하기 위해 CAD라는 개념이 도입되었으나 응용 소프트웨어의 발달로 3차원적인 모델을 만들어내는 것으로 발전되어, 만들어진 모델에 솔리드 개념까지 추가되어 입체적 표현이 가능하게 되었다.

2.2. 3D CAD System

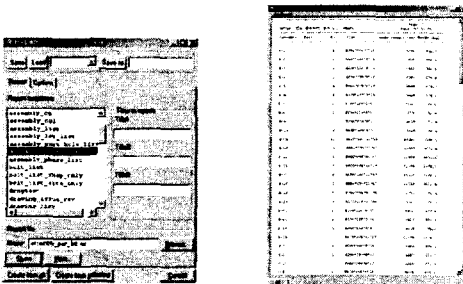
현재 많이 사용하고 있는 3D CAD에는 Xsteel, SDS/2, StruCad등이 있고 이러한 3D Modeler들은 모두 Database를 기초로 하여 자동도면산출 및 자동물량을 산출하고 부재간의 간섭까지 체크할 수 있는 특성을 갖추고 있다. 기존의 2D CAD System은 선을 그리는 개념이었으나 3D CAD에서는 선의 개념이 아닌 부재의 개념이다.

모든 부재들은 각각의 객체로서 정보를 가지고 있고 부재의 절단, 홈, 용접, 조인트 등 모든 정보를 담고 있다. 그리고 이러한 정보들은 도면을 생성시키는 정보로 연결되어 있고 작업한 모든 데이터는 데이터베이스에 저장되어 BOM(Bill Of Material), 그리고 NC Machine으로의 연결이 가능하다. 이러한 Database를 기초로 한 도면의 작성으로 오작률 0%를 보장할 수 있는 것이다.

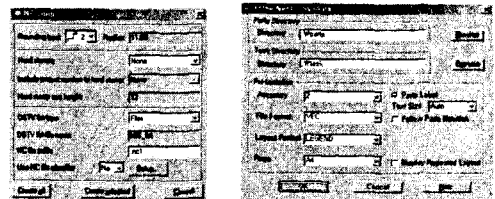
3. 본 문

3.1. Xsteel 에서의 Macro 사용을 위한 기본함수

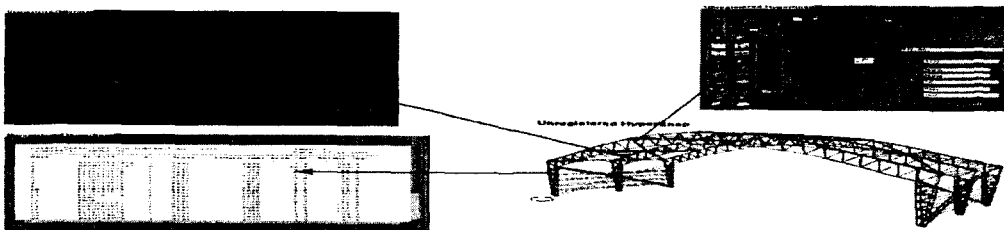
Xsteel은 3D Modeling Data에서 Shop Drawing을 위한 도면을 자동 생성하여 주며, 자재 List 및 CNC LINK Data를 자동 생성한다. 또한 오브젝트 지향 프로덕트 모델로서 형상정보에 설계제작에 필요한 모든 정보를 포함하고 있다. 오브젝트는 교량의 기둥과 같은 부재와 용접과 볼트 등과 같은 부재의 접합과 절단을 정의하고 있다. 모델을 구성하는 각 오브젝트는 독립성을 높이기 위하여 어떤 시점에서든 추가, 변경 및 삭제가 가능하다. 그래서 모든 정보는 한번의 데이터베이스에서 일괄되게 관리할 수 있으며 모델의 일부를 변경하게 되면 그것에 관련된 오브젝트가 자동적으로 갱신된다.



(그림.1) CNC LINK Data 자동생성



(그림.2) Xsteel CNC LINK Page



(그림.3) Object 지향 모델링

또한, Macro 접합부 Type을 위한 약 300종류의 조인트 Macro라 불리는 파라메트릭 타입의 접합이 준비되어 있어 사용이 용이하다. 사용자는 접합부를 선택하고 그 파라미터를 설정할 수 있다. 조인트 Macro는 C언어를 사용하여 추가할 수 있다. 조인트 Macro는 별도로 특수용접부와 상세구조의 경우 사용자가 임의의 접합모델을 작성하여 등록할 수 있게끔 간단히 재이용할 수 있도록 지원한다.

3.2. 매크로(Macro)구성을 위한 Class Type의 분류

모멘트 조인트(Moment Connection)나 쉬어 조인트(Shear Connection)의 각종 조인트에 대해 매크로 형태로 제공하여 쉽게 연결부위의 설계를 이룩할 수 있으며 특별한 조인트가 필요할 때는 Cutting, Notching, Bolting, Welding을 대화방법으로 사용가능하며 이것을 라이브러리화하여 다른 프로젝트에서 재사용이 가능하다. 복잡한 또는 자주 사용되는 연결들은 매크로로 만들어 제공함으로써 작업의 편리와 시간단축을 꾀할 수 있으며 기둥과 거더(Girder), 거더와 거더 사이의 보 연결 등은 사용자가 Plate의 길이 및 두께, 소요되는 볼트의 직경, 길이 및 간격 등을 제어하여 따로 저장한 후 다시 불러들여 사용할 수 있다. 또한 일반화된 프로그램 언어(시스템이 지원하는 언어)를 사용하여 일반적인 부재설계부분에 대해 상용화할 수 있는 장점을 가지고 있다.

철골제작 작업에서 요소의 상세설계는 수작업에 의한 오류를 초기에 방지할 수 있으며 공장에서의 각 작업의 시간 및 경비를 절약할 수 있는 이점을 충분히 가지고 있다. 이와 같은 요소의 구성은 프로그램간의 호환성을 전제로 해야 효율성이 높으며 각 시스템간의 제품표준화작업이 이룩될 경우, 상당한 시간 및 노력의 단축을 기하여 업무성취도를 증대시킬 수 있으며 설계 데이터의 ASCII 파일로의 입출력이 용이해져 시스템간의 인터페이스를 높일 수 있다. 또한, 구조물의 모델링이 완료된 후 Assembly Drawing, Shop Drawing, BOM(Bill of Material) 등은 자동적으로 얻을 수 있다. 또한 솔리드 모델링(Solid Modeling)이므로 구조물의 중량 등을 계산하여 BOM List를 산출하는 것이 가능하다.

다음은 Macro로 구현된 분류계층을 기준으로 각 요소간의 접합부 설계를 만든 매크로 타입을 나열하였으며 이들 매크로의 접합부 타입은 총 50여개를 구현하였다.

<Classes of Macro>	
->>	Main Column Connections
->>	Roof Truss Connections
->>	Crane Runway & Back Girder Connections
->>	Base Plate Connections
->>	Wall Brace Connections
->>	General Splice Connections
->>	Truss

(표 1) Macro의 Class들의 분류

3.3. 3D CAD System과 구조해석 System과의 연결

Import	Export	Import	Export
SDNF	PML(Model Draft)	CIMSteel(CIS/1, CIS/2)	CIMSteel(CIS/1, CIS/2)
PDS/PDMS	PML(FrameWorks)	Calma	MicroSAS
DWG/DXF	PDMS	HLI	Staad
3D DXF	HLI	Plantview	DXF
DSTV	Calma	MicasPlus	3D DXF
Monorail	DSTV	Eureka LPM	3D DGN

(표 2) Xsteel의 Interface환경

STEP을 사용한 인터페이스에서는 구조해석 System간의 인터페이스에는 문제가 없으나, 구조해석된 Data와 실제 철골 Shop Drawing에 있어서는 몇 가지 차이점이 존재하였다. 첫째로 구조해석에서는 모든 부재를 노드(Node)에 의한 절점요소로 보기 때문에 실제 부재가 여러 부재로 분리되어 나타난다. Girder 또는 Column 부재에 있어 실제로는 한 부재가 각 절점으로 분리되어 나타나게 되고 분리되어진 각각의 부재는 서로 다른 요소로 나타나게 되는 문제가 있다. 둘째로는 Program간 Section Name이 상이하다. 특히, MIDAS와 같은 국내개발 소프트웨어와 외국개발 소프트웨어의 Section Name이 상이하다. 이는 Import된 Model상에서의 Database에 따로 등록해주어야 하는 단점이 있다. 셋째로는 Program간 부재의 회전방향이 다르다는데 있다. 이는 각각의 부재들을 일대일 대응시켜 주어야 한다. 이는 3D Modeling 프로그램에서의 Offset을 위한 로테이션과 Depth 조절이 있기 때문이다. 넷째로는 부재의 기준레벨이 다르다. 구조해석에서는 모든 부재를 Center To Center로 간주하지만 실제 철골작업에서는 TOS(Top Of Steel)로 간주된다. 따라서, 위의 사항을 참고하여 국내에서 사용이 가장 많은 구조해석 Program인 MIDAS와 3D CAD Program인 Xsteel을 사용하여 Converter Program을 제작, 구현하였다.

3.4. 3D CAD System과 구조해석 System과의 Converter개발

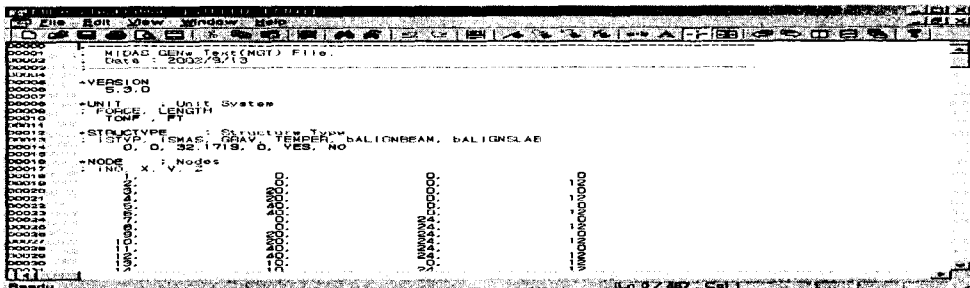
(1) MIDAS MGT File

a) MIDAS MGT File의 구성 (Covert Program에 필요한 정보들만 기술)

VERSION	MIDAS Version 정보
UNIT	단위계에 대한 정보(ton, cm)
NODE	각각의 NODE 좌표(X, Y, Z)
ELEMENT	각각의 요소에 대한 정보
MATERIAL	재질 정보
SECTION	부재 SECTION에 대한 정보

(표 3) MIDAS MGT File의 구성

b) Version

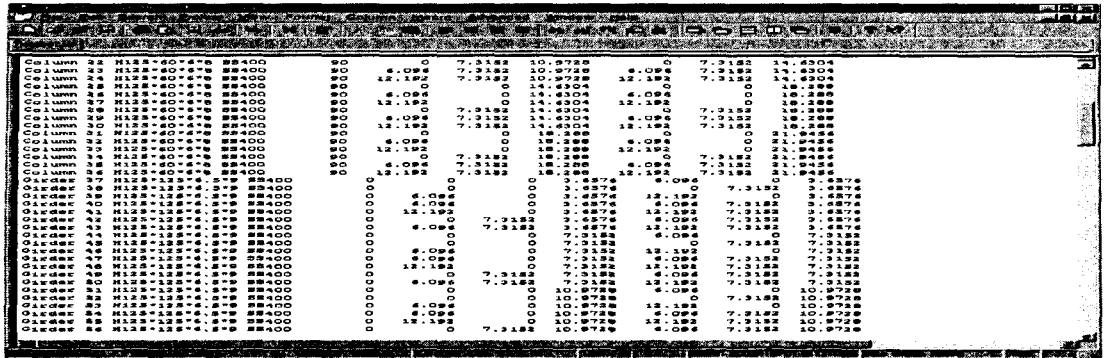


(그림 4) MGT File

MIDAS Version 정보로서 본 논문에서는 5.3.0을 사용한다. MIDAS Version에 따라 MGT File 형식은 UNIT, NODE, ELEMENT, MATERIAL 등의 정보 등을 고려하여 조금씩 변화하게 된다.

(2) Xsteel Macro Import File 구조

이 파일은 Xsteel상에서 Macro로 받아들이기 위한 File로서 다음의 구조를 기본구조로 한다.



(그림 5) Xsteel.in File

(3) Database의 구성

Type	Column, Beam, Girder, Brace의 구분 이름
Element_id	요소의 id
Section_Name	Section Name (Ex: H148*100*6*9)
Rotation :	부재의 회전각도
Start_X_direction	부재 시작점의 X좌표
Start_Y_direction	부재 시작점의 Y좌표
Start_Z_direction	부재 시작점의 Z좌표
End_X_direction	부재 끝점의 X좌표
End_Y_direction	부재 끝점의 Y좌표
End_Z_direction	부재 끝점의 Z좌표

(표 4) Converter의 Database 구축

Element
Element_Id
Type
Material_Id
Section_Id
Start_Node_Id
End_Node_Id
Rotation_Deg

(표 5) Database 구성

3.5 Converter Program 구축

(1) MIDAS와 Xsteel의 Section Name

MIDAS	Xsteel
H 150X150X7/10	H150*150*7*10
L 40X3	L40*40*3
C 150X75X6.5/10	[150*75*6.5*10
T 62.5X60X6/8	T62.5*60*6*8
B 60X60X1.6	TS60*60*1.6
P 27.2X2.3	PD27.2*2.3
CC 100JL10	C75*45*15*2.3

(표 6) 두 프로그램간의 Section Name 비교

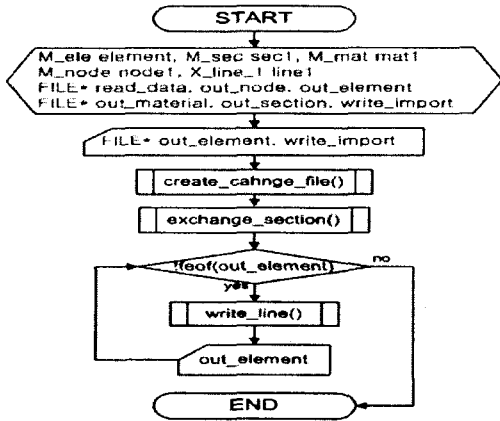
(2) Program Flow Chart

Main함수는 먼저 MGT File(MIDAS File)을 읽고 MGT File의 절점(Node), 요소(Section), 재료(Material) 및 요소의 정보만을 읽어 Xsteel 매크로로 받아들이기 위한 파일만을 데이터베이스에 저장한다. "create_change_file()"은 각각의 구분된 정보를 "midas_node.out", "midas_element.out", "midas_section_temp.out", "midas_material.out"에 저장한다. "exchange_section()"은 "midas_section_temp.out" File에서 "midas_section.out"을 생성시킨다. "midas_section_temp.out" 파일에는 MIDAS의 Section 이름으로 되어 있기 때문에 이 함수를 거쳐 Xsteel의 Section 이름으로 바뀌게 된다. 새로 생성된 파일 중에서 부재의

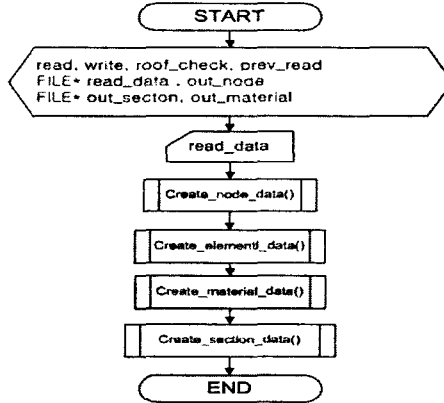
모든 정보를 담고 있는 "midas_element.out"을 중심으로 다른 파일들에서 필요한 정보를 "write_line()" 함수에서 찾아내고 Xsteel에서 Import될 파일인 "midas_import.out"을 생성한다.

a) main 함수

b) create_change_file()



(그림 6) Flow Chart 1



(그림 7) Flow Chart 2

4. 결 론

본 연구에서 실행한 Xsteel의 Macro함수를 이용한 Macro의 구성 및 이용은 철골제작 및 설계시스템의 효율성과 작업의 단순함을 이룩하였으며, 프로그램간 인터페이스를 용이하게 할 수 있는 Converter의 개발은 MIDAS와 Xsteel 사이의 Interface를 복잡하고 대규모인 철골구조물에 적용하여 시간적으로 단축시키고 정확하게 함을 확인할 수 있었다. 그리고 MIDAS로부터 들어온 모든 데이터는 Xsteel상에서 BOM(Bill Of Material)이 정확하게 계산되어짐을 확인할 수 있었다. 3D CAD System의 장점과 Converter Program의 활용으로 인해 Modeling에 필요한 시간절감 및 손실되는 물량을 최소화할 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

1. Bo-Christer Bjork(1994), "RATAS PROJECT-Developing and an Infrastructure for Computer-Integrated Construction" Journal of Computing in Civil Engineering, October 1994, ASCE
2. Karhu, V. (1997), "PRODUCT MODEL BASED DESIGN OF PRECAST FACADES", ITcon Vol.2
3. Kathleen Mckinney, "Interactive 4D CAD", Computing in Civil Engineering Proceedings, June 1996, ASCE
4. Zeid Ibrahim(1991), "CAD/CAM Theory and Practice", McGraw-Hill, pp595-604
5. 김수정(1997), "3D CAD 시스템을 이용한 설계-공정 정보통합 시스템 개발", 한양대학교 석사학위논문
6. "월간 철구기술", 1997. 8, 현대건설정보, pp102-107
7. 강경인, 김재엽, 김철환, 이덕찬, "국내 건축용 철골 가공공장의 실태에 관한 연구", 대한건축학회 학술발표논문집 제15권 제1호, 1995.4
8. 이종호, "철골제작, 설치의 현재와 발전방향", 대한건축학회지, 1997. 7, pp82-85
9. 황선영, "시공성 향상을 위한 CAD 모델 개체화에 관한 연구", 한양대학교 건축공학과 석사학위 논문, 1998
10. 정세범, 천진호, 이병해 "CIS/2를 적용한 철골 접합부 설계모듈 개발" 대한건축학회, 학술발표논문집 (2000.4)
11. 임준택, 천진호, 이병해 "분산환경에서의 협업구조설계를 위한 CIS/2데이터베이스 구축", 대한건축학회 학술발표논문집 (2000.4)
12. 정연석 "STEP에 따른 철골구조물 접합부설계를 위한 제품모델의 구현 (1999)
13. 황호진, 이수홍, ""STEP을 이용한 프로세스 표현에 관한 연구" 한국 CAD/CAM 학회 논문집(1999)
14. 강인호, "통합 구조설계 시스템의 구축에서의 분산시스템 도입" 한양대학교 석사학위 논문(1999)
15. <http://www.xsteel.com>
16. <http://www.cis2.org>
17. <http://www.midasit.com>
18. STEP연구회 "제품모델 정보교환을 위한 국제표준 STEP", 성안당 (1996)
19. 현문, 천진호, 이병해, "STEP을 이용한 범용시스템간의 데이터교환에 관한 연구", 대한건축학회, 학술발표논문집, 제13권 1집, pp51~p54, 2000.4