

BIM 기반 철골부재 단면설계를 위한 IDM 개발

정중현¹, 이재철^{2*}

¹경남대학교 건축학부, ²동명대학교 건축공학과

Development of IDM for BIM based Structural Steel Member Design

Jong-Hyun Jung¹ and Jae-Cheol Lee^{2*}

¹Division of Architecture, Kyungnam University

²Department of Architectural Engineering, Tongmyong University

요약 IDM은 건설 프로젝트를 담당하는 각 전문분야의 업무 프로세스를 대상으로 정보교환의 시기 및 내용, 관련되는 IFC 객체 등을 정의하기 위한 개방형 정보전달 매뉴얼이다. 본 연구에서는 IDM 방법론을 통해 요구정보의 세부 정의 및 후속 프로세스로의 전달방법을 분석함으로써 BIM을 기반으로 철골부재의 단면설계를 수행하기 위한 정보모델을 정의하였다. 또한 현재 IFC에서 지원하는 구조정보를 분석하고 엑셀을 이용한 사례적용을 통해 그 타당성을 검증하였다. 분석 결과, BIM 기반 철골부재 단면설계를 위한 대부분의 구조정보는 현재 통용되고 있는 IFC2×3에서 지원하는 엔터티와 Pset을 활용하여 관리가 가능하였으며, IFC2×3에서 지원하지 않는 소성단면계수 등 일부 정보는 IFC4에 보완돼 있음을 확인하였다. 이와 같이 IDM 방법론은 BIM 기반 철골부재의 단면설계를 위한 프로세스 분석 및 교환정보의 구체화, 공통적 기능단위 정보의 정의에 효과적으로 활용할 수 있었다.

Abstract IDM is a methodology for capturing and specifying processes and information flow during the life-cycle of a facility. The methodology can be used to document existing or new processes, and describe the associated information that need to be exchanged between parties. In this paper, the information model for BIM-based structural steel member design was defined using IDM methodology. The structural information offered in IFC was analyzed, and its adequacy was verified by applying the case study using Excel. As a result, IFC2×3 offers the most structural design information for BIM-based structural steel member design, and some sectional properties omitted in IFC2×3 were offered in IFC4. IDM methodology can be used effectively for developing BIM-based structural design systems.

Key Words : BIM, IDM, IFC, Structural design, Steel member

1. 서론

건축물의 전 생애주기에 걸친 다양한 정보를 디지털 정보화함으로써 업무생산성을 향상시키고자 하는 BIM(Building Information Modeling)에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 비정형 형상을 통한 건물 브랜드 가치 획득과 구조적 안전성, 친환경적 에너지 절감 등을 위한 건물 성능분석 요구가 커지고 있는 현재의 환경에서는

그 중요성이 더욱 커지고 있다.

BIM의 효과적 적용을 위해서는 생성된 디지털 정보의 관리를 위한 데이터모델의 구축이 선행되어야 한다. buildingSMART에서 개발, 배포하고 있는 IFC(Industry Foundation Classes)[1]는 건설 관련 소프트웨어들 간에 건물의 구성요소와 관련된 방대한 정보를 일관되게 생성하고 교환하기 위한 건축 관련 산업체 표준 데이터모델이다. IFC는 확장이 가능한 골격모델로 설계되었으며, 현

*Corresponding Author : Jae-Cheol Lee(Tongmyong Univ.)

Tel: +82-51-629-2468 email: jclee@tu.ac.kr

Received July, 24, 2014

Revised August, 25, 2014

Accepted February 12, 2015

제 적용되고 있는 IFC2x3버전에서는 383개의 기본 엔터티와 150개의 공유 엔터티, 114개의 분야별 엔터티, 그리고 317개의 Pset을 제공하고 있다. 그러나 건설 전 분야에 걸친 방대한 정보를 다루는 IFC의 특성상 건축구조분야, 특히 구조부재의 상세구조설계 단계에서 요구되는 정보를 효과적으로 관리하기 위한 데이터모델로는 아직 충분치 않은 실정이다.

IFC와 함께 특정 업무 프로세스를 대상으로 보다 구체적인 데이터모델의 구축을 위한 방법론으로써 IDM(Information Delivery Manuals)[2]을 활용할 수 있다. IDM은 건설 프로젝트를 담당하는 각 전문분야의 업무 프로세스를 대상으로 정보교환의 시기 및 내용, 관련되는 IFC 객체 등을 정의하기 위한 개방형 정보전달 매뉴얼이다. IDM에 관한 일반사항은 선행연구[3]와 웹사이트[4]를 참조하여 보다 자세히 살펴볼 수 있다.

본 연구에서는 IDM 방법론을 통해 요구정보의 세부 정의 및 후속 프로세스로의 전달방법을 분석함으로써 BIM을 기반으로 철골부재의 단면설계를 수행하기 위한 정보모델을 정의하였다. 또한 현재 IFC에서 지원하는 구조정보를 분석하고 엑셀을 이용한 사례적용을 통해 그 타당성을 검증하였다.

2. 기존연구 고찰

IDM은 건물의 전 생애주기에서 특정 업무에 요구되는 정보의 표준화를 위해 교환 시나리오 별로 어떤 정보가 교환되어야 하는지 정확히 정의하는 것을 목표로 한다. 해외에서 개발이 완료된 IDM 프로젝트는 주로 개념설계, 건축설계 결과의 에너지 분석, 동선 분석, 물량산출, 법적적합성 검토, 시설물 관리 등의 분야를 대상으로 하고 있다. 건축구조분야와 관련해서 아직 개발 완료된 사례는 없고 Table 1의 프로젝트가 진행 중에 있으나 철골부재의 상세구조설계를 대상으로 한 사례는 없는 것으로 나타났다[4].

이외에 HVAC 시스템의 성능분석을 위한 정보요구 분석 연구[5], 건축계획 분야에서 비정형 형태 디자인과 형태생성 프로세스의 IDM 개발 연구[6] 등이 수행되었으며, 건축구조 분야에서는 구조설계 엔지니어링 소프트웨어 간 정보교환 프로세스의 IDM 분석 연구[7], IDM을 이용한 강구조의 구조설계 단계별 정보전달 요구 분석[3] 등이 수행된 바 있다.

[Table 1] IDM projects for structural eng. field[4]

Local IDM ID	IDM Name	Internal IDM Status
ATC-001	Structural Design to Structural Detailing (ATC-75)	Draft
KO_MLT_M_005_STR	IDM between architectural design and structural engineering activities	Paused
UF-DCP-001	Masonry Structural Design to Structural Analysis	Idea
UF-DCP-002	Wood Structural Design to Structural Analysis	Idea
VBL-001	Structural design to structural analysis	Proposal
VBL-002	Architectural design to structural design	Draft
-	CIS/2 interface	-
-	IDM between architectural design and free-form structure in Super-tall Buildings	On hold
-	Structural Engineering	Work in progress

그러나 건축구조분야와 관련해서는 직접연결 방식을 통한 정보교환 시도가 주를 이루고 있으며 중립포맷 방식인 IFC 적용을 위한 IDM 활용 연구는 매우 제한적인 실정이다. 이에 본 연구에서는 철골부재의 구조설계 업무, 특히 BIM을 기반으로 하는 철골부재의 단면설계 업무자동화를 목표로 IDM을 활용한 정보전달 요구 분석 및 기존 IFC2x3, IFC4(이전 명칭 : IFC2x4)와의 매핑을 통한 적용성 평가를 수행하고 타당성을 검증하였다.

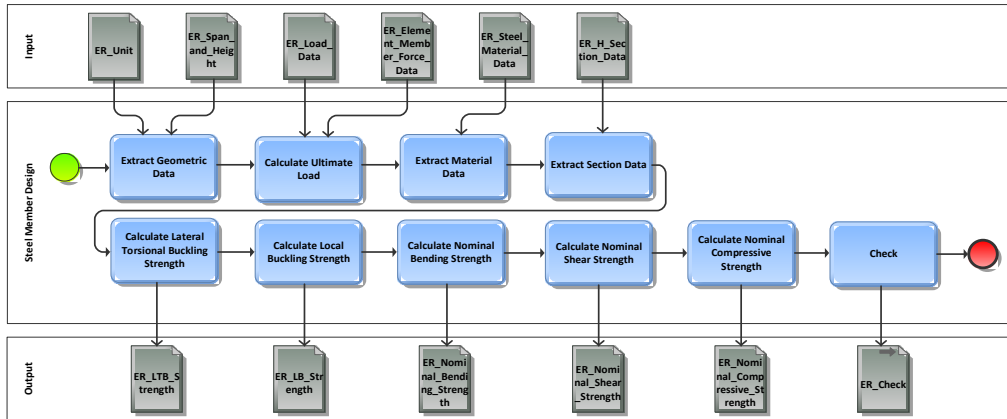
3. 상세구조설계 IDM 분석

3.1 프로세스 맵(Process Map, PM)

PM은 특정 작업 프로세스를 BPMN(Business Process Model Notation)을 이용해 표현한 것으로, PM을 통해 업무 프로세스 내에서 수행하는 작업 활동 및 순서, 요구되는 정보 등을 파악할 수 있다. Fig. 1은 철골거더와 철골기둥에 대한 단면설계 PM의 예를 나타낸 것이다.

3.2 정보교환요구(Exchange Requirement, ER)

ER은 특정 단계에서 특정 작업을 위해 교환되어야 할 정보의 모임이다. 본 연구에서는 Fig. 1의 PM을 통해 분석한 각 작업별 ER을 Table 2와 Table 3에 기술하였다. IDM에 따른 표준문서화 체계를 따르되 지면 관계상 핵심적인 부분만 발췌해 표시하였다.



[Fig. 1] PM of steel member design

[Table 2] ERs for common structural information

Exchange Requirements for <name>	
Element	
	Property concept
	Property name
ER_H_Section_Data	
H-Section	
	Nominal size
	Name, d, b, t _w , t _r , r
	Section property
	A, I _y , I _x , I _y , S _x , S _y , Z _x , Z _y , C _w , J
ER_Element_Member_Force_Data	
Member Force	
	Element No., Member group name, Load combination, i-node, center-node, j-node, P, V _y , V _z , T, M _y , M _z
ER_Unit	
Unit	
	Length unit, Force unit
ER_Span_and_Height	
Span	
	X _{ext} , X _{int} , Y _{ext} , Y _{int}
Height	
	Z _{typical}
ER_Load_Data	
Load	
	DL, LL, Factored Load, Service Load
ER_Steel_Material_Data	
Steel Material	
	E _s , F _y , F _u

Table 2는 철골부재의 단면설계를 위해 요구되는 기본구조정보 ER을 분석한 결과이다. 형상의 치수 및 단면 정보, 부재력정보, 단위정보, 스패 및 높이정보, 하중정보, 철골의 재료정보 등이 요구된다. Table 3은 철골부재의 대표사례로서 철골거더와 철골기둥의 단면설계를 위해 요구되는 ER을 나타낸 것이다. 횡좌굴강도, 국부좌굴강도, 공칭휨강도, 공칭전단강도 또는 압축강도 계산을 위한 정보들이 요구된다.

이때 철골부재의 단면설계를 위한 Table 3의 정보들은 Table 2에 제시된 기본구조정보로부터 계산해 낼 수 있는 종속정보들이므로 분석되었다.

[Table 3] ER for steel member design

Exchange Requirements for <name>	
Element	
	Property concept
	Property name
ER_LTB_Strength	
Lateral Torsional Buckling Strength	
	Slenderness Ratio
	L _b , L _p , I _{ts} , E, F _y , J _c , S _x , h _o , L _r
	Nominal moment
	M _n
ER_LB_Strength	
Lateral Buckling Strength	
	Flange
	λ, λ _p , λ _r , M _n
	Web
	λ, λ _p , λ _r , M _n
	Nominal Moment
	M _n
ER_Nominal_Bending_Strength	
Nominal Bending Strength	
	M _n
ER_Nominal_Shear_Strength	
Slenderness Ratio	
	h, t _w , E, E _{vw} , V _n
ER_Nominal_Compressive_Strength	
Elastic Buckling Strength	
	λ, K, L, r _y , F _e
Nominal Compressive Strength	
	F _{cr} , φ, P _n
ER_Check	
Bending Moment	
	φ, M _n , M _u , P _n , P _u
Shear	
	φ, V _n , V _u
Deflection	
	δ _n , δ _u

3.3 기능단위(Functional Part, FP)

FP는 ER을 위한 정보의 소단위로서 해당 정보의 표현에 활용할 수 있는 IFC 엔터티 및 Pset 또는 다른 FP 등으로 기술된다. 전술한 철골거더와 철골기둥의 단면설계 프로세스를 분석한 결과, 이들 역시 Table 2의 기본구조정보를 이용해 수행할 수 있음을 확인하였다. 이에 따라 Table 2의 기본구조정보들은 독립정보로서 단위 유닛화하여 FP로 정의할 필요가 있다. 본 연구에서는 현재 적용되고 있는 IFC2×3와 2013년 3월 신규 배포된 IFC4에서 제공하는 엔터티 및 Pset과의 매핑을 통해 Table 4와 같이 기본구조정보 ER과 관련된 FP들을 정의하였다.

[Table 4] FPs for common structural information

FP_Name (ER_Name)	IFC2×3 Derived Entity/Pset IFC4 Newly Defined Pset
FP_Reference (ER_H_Section_Data)	IfcIShapeProfileDef .ProfileName .OverallWidth .OverallDepth .WebThickness .FlangeThickness .FilletRadius
	IfcGeneralProfileProperties .CrossSectionArea
	IfcStructuralProfileProperties .MomentOfInertiaY .MomentOfInertiaZ .MaximumSectionModulusY .MaximumSectionModulusZ .WarpingConstant .TorsionalConstantX
	IfcStructuralSteelProfileProperties .ShearAreaZ .PlasticShapeFactorY .ShearAreaY .PlasticShapeFactorZ
	Pset_ProfileMechanical .PlasticShapeFactorY .PlasticShapeFactorZ
FP_Member_Forces_and_Load (ER_Element_Member_Force_Data, ER_Load_Data)	IfcStructuralLoadGroup .PredefinedType .ActionType .ActionSource .Coefficient (Abstract)IfcStructuralLoadStatic IfcStructuralLoadSingleForce .ForceX .MomentX .ForceY .MomentY .ForceZ .MomentZ
	IfcStructuralResultGroup .Name .Description .TheoryType .IsLinear .ResultForLoadGroup → IfcStructuralLoadGroup
	IfcDerivedUnit .Elements .UnitType Pset_MemberCommon .Span .IsExternal
FP_Basic_Data (ER_Unit, ER_Span_and_Height)	IfcMechanicalMaterialProperties .YoungModulus .ShearModulus .PoissonRatio IfcMechanicalSteelMaterialProperties .YieldStress .UltimateStress .ProportionalStress

FP_Reference는 형강의 단면정보를 포함하고 있다. 형강의 단면형상은 IfcIShapeProfileDef를, 단면특성은 IfcGeneralProfileProperties, IfcStructuralProfileProperties, IfcStructuralSteelProfileProperties를 활용해 관리할 수 있다. 이때 Table 2의 형강 단면특성 중 소성단면계수 (Z_x, Z_y)는 기존 IFC2×3에서는 지원하지 않는다. 이 정보는 IFC4에 추가로 정의돼 있으며 Table 4에 *Pset_ProfileMechanical*로 표시하였다.

FP_Member_Forces_and_Load는 하중정보와 부재력 정보를 포함하고 있다. 하중조건, 하중조합, 하중계수 등은 IfcStructuralLoadGroup을, 정적하중은 가상 엔터티 IfcStructuralLoadStatic을 활용할 수 있다. Table 4에는 단위 점에 작용하는 하중의 예로 IfcStructuralLoadSingleForce를 표시하였다. 부재력정보는 IfcStructuralResultGroup을 활용할 수 있으며, 이 엔터티는 ResultForLoadGroup 속성을 통해 IfcStructuralLoadGroup 과 연계된다.

FP_Basic_Data는 단위정보와 부재의 기하정보를 포함하며, IfcDerivedUnit, Pset_MemberCommon을 활용할 수 있다.

FP_Material은 철골의 재료정보를 포함한다. IfcMechanicalMaterialProperties, IfcMechanicalSteelMaterialProperties를 통해 관리할 수 있다.

4. 사례 적용 및 검증

본 장에서는 전술한 ER과 FP의 정보가 BIM 기반 철골부재 단면설계를 수행하는데 충분한지 검토함으로써 IDM을 통해 분석한 정보전달 요구의 타당성을 검증하였다. 이때 BIM 기반 정보전달 요구를 구현할 도구로서 단순하면서도 실무적으로 가장 범용성이 큰 엑셀을 활용하였다. 엑셀 시트에 전술한 ER과 FP의 정보를 입력한 후, 추가정보 없이 기 입력한 정보만으로 철골부재의 단면설계를 수행할 수 있는지 검토하였다.

4.1 구조체의 기본정보

Fig. 2~4는 Table 2의 ER 및 Table 4의 FP에 기술한 구조체의 기본정보를 엑셀 시트 상에 입력한 화면을 보여주고 있다. 이 정보로부터 추가정보 없이 철골부재의 단면설계를 수행할 수 있었다.

H-section	1	2	3
Nominal size	H-100x50x5x7	H-125x60x6x8	H-200x200x8x12
d	100.0	125.0	200.0
b	50.0	60.0	200.0
t _w	5.0	6.0	8.0
t _f	7.0	8.0	12.0
r	8.0	9.0	13.0
Section property			
A	1.185E+03	1.684E+03	6.353E+03
r _y	1.120E+01	1.320E+01	5.020E+01
I _x	1.800E+06	4.130E+05	4.720E+07
I _y	1.480E+05	2.420E+05	1.600E+07
S _x	3.750E+04	6.610E+04	4.720E+05
S _y	5.410E+03	9.730E+03	1.600E+05
Z _x	4.410E+04	7.760E+04	5.260E+05
Z _y	9.520E+03	1.570E+04	2.440E+05
C _w	3.200E+08	9.990E+08	1.410E+11
J	1.500E+04	2.830E+04	2.600E+05
Rebar	1	2	3
Nominal size	D10	D13	D16
r	5.0	6.5	8.0
A _r	71.3	126.7	198.6

[Fig. 2] FP_Reference coded in excel sheet

Load	Dead Load	D1	0.0032						
		D2	0.0007						
		D	0.0039						
	Live Load	L	0.004 office						
	Factored Load	1.2D+1.3W+0.5L	0.00668						
	Service Load	D+L	0.0079						
Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN-m)	Moment-y (kN-m)	Moment-z (kN-m)	
1	1.2D+1.3(WX+WW)+0.5L	i-node	0.0	0.0	-83.1	0.0	-133.8	0.0	
		center	0.0	0.0	10.6	0.0	99.5	0.0	
		j-node	0.0	0.0	104.3	0.0	-229.2	0.0	
	1.2D+1.3(WX+WW)+0.5L	i-node	0.0	0.0	-90.1	0.0	-166.0	0.0	
2	1.2D+1.3(WX+WW)+0.5L	j-node	0.0	0.0	3.6	0.0	98.8	0.0	
	1.2D+1.3(WX+WW)+0.5L	i-node	0.0	0.0	97.3	0.0	-198.5	0.0	
	1.2D+1.3(WX+WW)+0.5L	j-node	0.0	0.0	-83.1	0.0	-133.8	0.0	
3	1.2D+1.3(WX+WW)+0.5L	center	0.0	0.0	10.6	0.0	99.5	0.0	
	1.2D+1.3(WX+WW)+0.5L	j-node	0.0	0.0	104.3	0.0	-229.2	0.0	

[Fig. 3] FP_Member Forces coded in excel sheet

Unit	Length	mm		
Steel	Force	N		
	Elastic modulus	E _s	205000	
	Girder, Beam (SS400)	F _y	235	
		F _u	400	
		F _y	325	
	Span and Height	X Direction	Exterior	9000
Interior			9000	
Y Direction		Exterior	9000	
		Interior	9000	
Concrete	Z Direction (Story Height)	Typical	3500	
	Composite Slab	E _c	27000	
		f _{ck}	24	
Rebar	Composite Column	E _s	29500	
		f _{ck}	34	
	Elastic Modulus	E	205000	
High-Tension Bolt Diameter	Yield Strength	F _{yr}	400	
		M16	16 18	
		M20	20 22	
		M22	22 24	
	Strength	M24	24 27	
		F10T		
	T _o	M16	106	
		M20	165	
		M22	200	
		M24	237	

[Fig. 4] FP_Basic_Data & FP_Material coded in excel sheet

4.2 철골거더의 단면설계 요구정보

Fig. 5는 철골거더의 단면설계를 위해 요구되는 필수 정보들로서 Fig. 2~4의 기본구조정보를 엑셀 시트 상에서 셀 참조를 통해 추출한 것이다. Fig. 6은 철골거더의 단면설계 프로세스와 이 과정에서 요구되는 정보들을 나타내고 있으며, 각 프로세스에서 요구되는 정보들을 기 입력한 엑셀 시트 상의 셀 참조만으로 추가정보 없이 계산해 낼 수 있었다.

Steel girder		SG1	SG2 (interior)	SG3 (exterior)
Length				
Span	L _x	9000.0	9000.0	9000.0
Spacing	L _y	4500.0	3000.0	1500.0
Unbraced length	L _b	9000.0	9000.0	9000.0
Load				
Moment	M _{ux}	229.2	216.5	134.6
	M _{uy}	0.0	0.0	0.0
Shear	V _u	104.3	109.6	61.0
Section		42	11	24
Nominal size		H-600x200x11x17	H-300x150x6.5x9	H-400x400x13x21
d		600.0	300.0	400.0
b		200.0	150.0	400.0
t _w		11.0	6.5	13.0
t _f		17.0	9.0	21.0
r		22.0	13.0	22.0
Sectional properties				
A		1.344E+04	4.678E+03	2.187E+04
r _y		4.120E+01	3.290E+01	1.010E+02
I _x		7.760E+08	7.210E+07	6.660E+08
I _y		2.280E+07	5.080E+06	2.240E+08
S _x		2.590E+06	4.810E+05	3.330E+06
S _y		2.280E+05	6.770E+04	1.120E+06
Z _x		2.980E+06	5.420E+05	3.670E+06
Z _y		3.610E+05	1.050E+05	1.700E+06
C _w		1.940E+12	1.080E+11	8.040E+12
J		9.060E+05	9.870E+04	2.730E+06
Material				
		SS400	SS400	SS400
F _y		235.0	235.0	235.0
F _u		400.0	400.0	400.0

[Fig. 5] Basic data for steel girder structural design coded in excel sheet

1. LTB strength				
Slenderness ratio				
	L _b	9000.0	9000.0	9000.0
	L _p	2141.7	1710.2	5250.2
	r _{ts}	50.7	39.2	112.9
	E/0.7F _y	1246.2	1246.2	1246.2
	J _c /S _x h _{ts}	0.00060	0.00071	0.00216
	L _r	6482.1	5141.9	19722.2
Nominal moment				
	M _n (kN-m)	Elastic LTB	Elastic LTB	Inelastic LTB
		261.4	36.5	780.9
2. LB strength				
Flange				
	λ	5.88	8.33	9.52
	λ _p	11.22	11.22	11.22
	λ _r	29.54	29.54	29.54
	M _n (kN-m)	Plastic moment	Plastic moment	Plastic moment
		700.3	127.4	862.5
Web				
	λ	47.45	39.38	24.15
	λ _p	111.05	111.05	111.05
	λ _r	168.35	168.35	168.35
	M _n (kN-m)	Plastic moment	Plastic moment	Plastic moment
		700.3	127.4	862.5
Nominal moment				
	M _n (kN-m)	700.3	127.4	862.5
3. Nominal bending strength				
Nominal moment				
	M _n (kN-m)	261.4	36.5	780.9
4. Nominal shear strength				
Slenderness ratio				
	h/t _w	47.5	39.4	24.2
	2.24*sqrt(E/F _{yw})	66.2	66.2	66.2
	V _n (kN)	930.6	275.0	733.2

5. Check				
Bending moment	ΦM_x	235.3	32.9	702.8
	M_x	229.2	216.5	134.6
		O.K.	N.G.	O.K.
Shear	ΦV_x	930.6	275.0	733.2
	V_x	104.3	109.6	61.0
		O.K.	O.K.	O.K.
Deflection	δ_x	17.35	27.40	1.48
	δ_y	30.00	30.00	30.00
		O.K.	O.K.	O.K.

[Fig. 6] Steel girder structural design processes and data coded in excel sheet

4.3 철골기둥의 단면설계 요구정보

Fig. 7은 철골기둥의 단면설계를 위해 요구되는 필수 정보들을, Fig. 8은 철골기둥의 단면설계 프로세스와 이 과정에서 요구되는 정보들을 나타내고 있다.

Steel column		SC1	SC2
Length			
Height	L	3500.0	3500.0
Spacing	L_y	0.0	0.0
Unbraced length	L_b	3500.0	3500.0
Load			
Strong axis moment	M_{ux}	201.9	190.1
Weak axis moment	M_{uy}	278.1	472.7
Axial force	P_u	158.3	304.0
Section		26	26
Nominal size		H-414x405x18x28	H-414x405x18x28
	d	414.0	414.0
	b	405.0	405.0
	t_w	18.0	18.0
	t_f	28.0	28.0
	r	22.0	22.0
Sectional properties			
	A	2.954E+04	2.954E+04
	r_y	1.020E+02	1.020E+02
	I_x	9.280E+08	9.280E+08
	I_y	3.100E+08	3.100E+08
	S_x	4.480E+06	4.480E+06
	S_y	1.530E+06	1.530E+06
	Z_x	5.030E+06	5.030E+06
	Z_y	2.330E+06	2.330E+06
	C_w	1.150E+13	1.150E+13
	J	6.620E+06	6.620E+06
Material			
		SS400	SS400
	F_y	235.0	235.0
	F_u	400.0	400.0

[Fig. 7] Basic data for steel column structural design coded in excel sheet

1. Nominal compressive strength			
Elastic buckling strength			
	$\lambda(KL/r_y)$	34.31	34.31
	F_e	1718.37	1718.37
Nominal compressive strength			
		Short column	Short column
	F_{cr}	300.3	300.3
	$\Phi_c P_n(kN)$	7982.8	7982.8
2. Lateral buckling strength			
Slenderness ratio			
	L_b	3500.0	3500.0
	L_p	4508.7	4508.7
	r_{ts}	115.4	115.4
	$E/0.7F_y$	901.1	901.1
	$J_c/S_x h_o$	0.00383	0.00383
	L_r	18835.9	18835.9
Nominal moment			
		Plastic moment	Plastic moment
	$M_n(kN-m)$	1634.8	1634.8
3. Local buckling strength			
Flange			
	λ	7.23	7.23
	λ_p	9.54	9.54
	λ_r	25.12	25.12
		Plastic moment	Plastic moment
	$M_n(kN-m)$	1634.8	1634.8
Web			
	λ	17.44	17.44
	λ_p	94.43	94.43
	λ_r	143.16	143.16
		Plastic moment	Plastic moment
	$M_n(kN-m)$	1634.8	1634.8
Nominal moment			
	$M_n(kN-m)$	1634.8	1634.8
4. Nominal bending strength			
Nominal bending moment			
	$M_{nu}(kN-m)$	1634.8	1634.8
5. Check			
Bending moment			
	$P_u/\Phi_c P_n$	0.02	0.04
	$M_{ny}(kN-m)$	757.3	757.3
	Interaction	0.56	0.84
		O.K.	O.K.

[Fig. 8] Steel column structural design processes and data coded in excel sheet

이상과 같이 전술한 ER과 FP의 정보만으로 추가정보 없이 철골거더와 철골기둥의 단면설계를 충분히 수행할 수 있었으며, 이를 통해 본 논문에서 IDM을 통해 도출한 구조정보의 타당성을 검증하였다.

5. 결 론

본 연구에서는 IDM 방법론을 통해 BIM 기반 철골부재 단면설계를 위한 요구정보의 세부 정의 및 후속 프로세스로의 전달방법을 분석하였다. 이를 통해 IFC에서 지원하는 구조정보와 매핑하고 엑셀을 이용한 사례적용을 통해 그 타당성을 검증하였다. 본 연구를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

- (1) 철골부재의 단면설계 과정에서 발생하는 구조정보 중 형강의 단면정보, 하중정보, 부재력정보, 단위

정보, 부재의 기하정보, 철골의 재료정보 등은 기존 IFC2×3에서 지원하는 엔티티와 Pset을 활용해 관리가 가능하였다.

- (2) 형강의 단면특성 중 소성단면계수 정보는 기존 IFC2×3에서는 지원하지 않으며 IFC4에 Pset으로 추가 정의돼 있다.
- (3) IDM 방법론은 BIM 기반 철골부재의 단면설계 프로세스 분석 및 요구되는 교환정보의 구체화, 공통적 기능단위 정보의 정의에 효과적으로 활용할 수 있다.
- (4) 현재 IFC2×3에서는 일부 국가의 설계코드에 따른 철근의 절곡정보를 Pset으로 제공하고 있을 뿐, 건축구조설계와 관련된 Pset의 정의가 상당히 부족하며 IFC4에 일부 보완이 된 상태이다.
- (5) BIM 기반 구조설계 프로세서의 개발을 위해서는 IDM 방법론을 활용한 작업 프로세스의 분석 및 교환정보의 도출을 통해 국내 작업관행에 맞는 건축구조설계 관련 Pset의 정의가 선행되어야 한다.

현재 BIM에 대한 높은 관심과 앞으로의 확산 전망에도 불구하고 건축구조설계 현업에서 체감하는 BIM의 활용성은 높지 않은 실정이다. 본 연구에서는 IDM 방법론을 통해 철골부재의 단면설계 과정을 분석하고 정보모델을 정의하였다. 이를 통해 BIM 기반 구조설계 프로세서 개발의 토대를 마련하고 더 나아가 BIM을 통한 건축구조설계 실무의 생산성 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

References

- [1] buildingSMART, Available From: <http://www.buildingsmart.com>. (accessed Jul., 21, 2014)
- [2] buildingSMART, Information Delivery Manuals, Available From: <http://iug.buildingsmart.com/idms/>. (accessed Jul., 21, 2014)
- [3] J. C. Lee, "Information Delivery Requirements of Steel Structure according the Structural Design Stages using IDM", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.14, No.3, pp.1467-1473, 2013.
- [4] <http://iug.buildingsmart.org/idms/overview>, (accessed Jul., 21, 2014)
- [5] X. Liu, B. Akinci, M. Berges, J. H. Garrett jr.,

"Extending the information delivery manual approach to identify information requirements for performance analysis of HVAC systems", *Advanced Engineering Informatics*, Vol.27, pp.496-505, Jun., 2013.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2013.05.003>

- [6] S. H. Woo, S. Y. Choo, "A BIM based IDM development for supporting free-form generation", *Proc. of Conference in The Regional Association of Architectural Institute of Korea*, pp.47-49, Dec., 2010.
- [7] J. W. Kim, J. I. Lim, S. J. You, S. W. Kwon, S. Y. Chin, C. H. Choi, "Capturing information exchange process among structural engineering software applications for BIM deployment using IDM", *Proc. of COSEIK Annual Conference*, pp.464~469, 2008.

정 종 현(Jong-Hyun Jung)

[정회원]



- 1993년 2월 : 서울대학교 대학원 건축학과 (공학석사)
- 1998년 8월 : 서울대학교 대학원 건축학과 (공학박사)
- 1998년 11월 ~ 1999년 10월 : 한국건설기술연구원 위촉연구원
- 1999년 11월 ~ 2002년 12월 : 현대건설 기술연구소 선임연구원
- 2003년 1월 ~ 2003년 8월 : 포스코건설 기술연구소 선임연구원
- 2003년 9월 ~ 현재 : 경남대학교 건축학부 교수

<관심분야>

초고층구조, BIM

이 재 철(Jae-Cheol Lee)

[정회원]



- 1995년 2월 : 서울대학교 대학원 건축학과 (공학석사)
- 2000년 2월 : 서울대학교 대학원 건축학과 (공학박사)
- 2000년 5월 ~ 2003년 2월 : 현대건설 기술연구소 선임연구원
- 2003년 3월 ~ 현재 : 동명대학교 건축공학과 부교수

<관심분야>

건축IT, BIM