

## 건설 분야 전자도면의 모델 기반 교환을 위한 IFC2.x2 모델의 2차원 형상정보모델의 확장 개발에 관한 기초 연구

김인한\*, 서종철\*\*

### Development of Two Dimensional Extension Model for IFC2.x2 Model in the Construction Field

Kim, I.H.\* and Seo, J.C.\*\*

#### ABSTRACT

There have been several efforts for the investigation of the formal development team which was formed in the IAI to develop a common 2D standard specification between ISO/STEP and IAI/IFC since 2002. As a result, a drafting model has been included in the IFC2.x2 model. However, to be used actively in the construction practice for construction drawing exchange, the IFC model should be extended to the paper space for multiple views, drawing output, and delivery of drawings. Therefore, in this paper, the methodology of relating STEP and IFC has been investigated and schema extension of paper space(drawing sheet, presentation view, view pipeline), complex entity(leader), and dimension(associative) have been achieved. The resulting, IFC model will enable a basic harmonization with KOSDIC, SCADEC, and STEP-CDS by retaining the current IFC architecture. In addition, IT systems for the construction industry can be beneficial from the developed data model.

**Key words** : ISO/STEP, IFC2.x2, Paper Space, Leader, Associative Dimension, KOSDIC, SCADEC, STEP-CDS

#### 1. 서 론

건설 산업의 정보는 비즈니스 주체인 다수의 실무자들 사이에 커뮤니케이션과 협력 작업의 과정을 거치면서 가공된다. 또한, 가공된 정보들은 계속되는 비즈니스 요구에 의해 수정, 전달 등의 과정을 거쳐 재가공 된다.

그러나 건설 정보의 재가공 과정은 정보의 저장 및 관리를 특정 시스템에 종속시켜 정보의 재활용 측면에서 별도의 간접비용 발생과 인적자원의 낭비를 발생시키고 있다. 특히, 건설 실무에서 주로 활용되는 2차원 CAD 도면정보는 가장 기초적이고 필수적인 정보로서, 업무 주체별 다양한 하드웨어와 소프트웨어를 통해 전산화된 형태로 작성된다. 그러나 각기 다른 하드웨어와 소프트웨어에서 작성된 2차원 CAD 도면

정보는 특정 시스템 환경에서만 사용이 가능하여 업무 주체들 사이에 빈번한 정보의 교환 및 공유가 발생되는 건설업무 환경에 효율적으로 활용되기 어렵다.

결국, 이러한 문제점들은 응용 소프트웨어들 간의 정보의 교환 및 공유를 가능케 하는 표준 포맷과 표준 데이터 접근 방법의 부재에 따른 것이다. 따라서 이를 해결하기 위해서는 정보의 교환, 공유 그리고 응용 소프트웨어 간의 상호 운용성을 확보 할 수 있는 프로덕트 모델(ISO/STEP, IAI/IFC) 기술을 통해 해결 될 수 있다. 따라서 ISO/STEP 모델은 2차원 CAD 도면 정보의 교환을 위한 명세를 제공하고 있으며, 국가별 2차원 CAD 도면정보의 교환 표준으로, KOSDIC<sup>1)</sup>, STEP-CDS<sup>2)</sup>, SCADEC<sup>3)</sup> 포맷이 기 개발된 상태이다.

또한, 건설 분야에서 활용되는 IAI/IFC 모델은 ISO/STEP 모델과는 달리 건설 분야의 응용 소프트웨어

\*종신회원, 경희대학교 토목건축공학부 교수  
\*\*학생회원, 경희대학교 건축공학과 박사과정  
· 논문투고일: 2004. 04. 23  
· 심사완료일: 2004. 10. 29

<sup>1)</sup>KOSDIC: 국내 건설 분야의 2차원 도면정보 교환모델  
<sup>2)</sup>STEP-CDS: 독일에서 개발된 2차원 도면정보 교환모델  
<sup>3)</sup>SCADEC: 일본 건설 분야의 2차원 도면정보 교환모델의 개발을 위한 프로젝트(SXF 포맷을 개발함)

어 간의 정보의 교환, 공유, 상호 운용성을 제공하기 위해 지속적으로 개발되고 있다. 그러나 IFC 모델은 3차원 빌딩 객체를 기반으로 하고 있어 2차원 CAD 도면정보의 교환을 위한 명세를 제공하지 못하고 있는 실정이었다. 따라서 국제적 컨소시엄의 IFC R3 개발 과제의 일환으로, XM-4<sup>4)</sup> 프로젝트를 통하여 기본적인 형상 표현 요소의 확장이 이루어진 바 있다. 그러나 현재의 IFC 모델은 기본적인 2차원 CAD 도면 정보의 교환을 위한 명세만을 포함하고 있어, 도면 납품, 출력, 멀티 뷰 등 실무적으로 활용되고 있는 형상 표현 요소의 교환 명세를 제공하지 못하고 있다.

따라서 본 연구에서는 IFC 모델에 포함된 2차원 형상 표현 요소 이외에, 추가적으로 필요한 형상 요소에 대한 확장 모델을 개발하고자 한다. 이를 통해 본 연구는 실무적으로 활용되는 2차원 CAD 도면 정보의 교환 및 공유를 위한 기반을 마련하고, ISO/STEP 기반의 KOSDIC, STEP-CDS, SCADEC 포맷과의 기본적인 호환을 제공하며, 국제적 컨소시엄의 IFC 모델 개발 연구에 기초 연구 성과로서 기여할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 IFC 모델의 2차원 확장모델을 개발하기 위해서 다음과 같은 연구를 진행하였다.

- IFC 모델의 2차원 확장을 위한 확장요소의 선정 및 범위 결정  
2차원 확장 요소를 선정하고, 확장 요소별 필요한 속성 정보를 도출하였다.
- IFC 모델과 STEP AP202 모델의 분석  
IFC 모델과 STEP AP202 모델과의 비교 분석을 통해 IFC 모델의 2차원 확장을 위한 적용 방법을 고찰하였다.
- IFC 모델의 2차원 확장을 위한 스키마 분석  
IFC 모델의 2차원 CAD 관련 스키마를 분석하고, 확장 요소별 엔티티들의 선별과 추출이 이루어졌다. 또한, 2차원 확장 스키마의 적용을 위한 분석이 이루어졌다.
- IFC 모델의 2차원 확장 스키마의 적용

<sup>4)</sup>XM-4(IFC 2D drafting extension): IAI/IFC R3.0 모델 개발 프로젝트의 일환으로 수행된 XM-4 프로젝트는 IFC 모델의 2차원 도면 정보의 교환을 제공하기 위해 확장 모델이 개발되었다. 참여국가로는 독일, 영국, 호주, 싱가포르 등 약 10여 개국이며, ISO/STEP과 IAI/IFC의 모델링 책임자와 17명의 국제적 레이더 모델링 전문가가 참여하였고, 경희대학교 건축정보연구실 주도로 개발되었다. 현재는 문자, 커브 스타일, 치수(non-associative), 해치, 레이어, 심볼, 비지에 커브 등 기본적인 2차원 확장요소들의 개발을 통해 IFC2.x2 모델에 반영되었다.

## 2. IFC2.x2 모델의 2차원 확장 요소의 선정

IFC 모델의 2차원 확장이 요구되는 형상 표현 요소는 상용 CAD시스템의 형상 요소의 분석과 STEP AP202를 기반으로 하는 KOSDIC, STEP-CDS, SCADEC 포맷의 형상 요소 분석을 통하여 이루어졌다.

상용 CAD시스템의 경우는 AutoDesk사의 AutoCAD를 기준으로 2차원 형상 표현에 관한 분석이 이루어졌다. 또한, KOSDIC, STEP-CDS, SCADEC 포맷의 경우는 공통 엔티티의 분석과 스키마의 분석을 통하여 이루어졌다.

분석 결과, 상용 CAD 시스템은 표현되는 요소들이 많기 때문에 그 중 2차원 데이터 교환 표준으로 개발 중인 KOSDIC, STEP-CDS, SCADEC과 호환이 가능한 부분을 대상으로 하여 페이퍼 스페이스 요소, 지시선(Label, Balloon), 치수(associative) 표현에 대한 확장 요소들이 도출되었다.

확장 요소 중 치수 표현은 기존의 XM-4 프로젝트를 통하여 치수 표현의 1단계 표현으로, Manual Dimensioning 표현의 개발이 이루어진 바 있다. 그러나 1단계에서의 치수 표현은 단지 문자, 선, 호 등의 조합에 의한 구성으로 되어있어, 상용 CAD 시스템에서 1개의 치수 표현 엔티티가 아닌, 여러 개의 단일 엔티티들의 배치로서 표현된다. 또한, 현재 상용 CAD 시스템에서는 치수 표현을 위해 다른 엔티티와의 연관성을 가지고 표현되고 있다. 따라서 치수 표현의 경우는 연관적 제도(Associative dimensioning) 모델을

Table 1. IFC2.x2 모델의 2차원 확장 요소

2차원 확장요소		설명
기존 연구 (1단계)	Layer	레이어 표시
	Curve style	선 종류, 두께, 색상 등
	Text	마감재 종류, 주석 표시
	Symbol	디테일 표시, 망위 표시 등
	Hatch	마감재 표시 등
	Bezier curve	특정 커브 스타일의 표현
본 연구 (2단계)	Dimension	Manual Dimensioning 표현(치수 선, 치수 보조선, 치수 문자, 치수 심볼)
	Paper space elements	도면용지(drawing sheet) 도면 뷰(presentation view) 투영방법 및 구조(view pipeline)
	Leader	지시선(label, balloon)
	Dimension	Manual Dimensioning 표현을 보완한 Associative Dimensioning (연관적 제도) 표현

포함하여 확장 범위로 선정되었다.

### 3. IAI/IFC2.x2와 ISO/STEP AP202

#### 3.1 IAI/IFC2.x2 정보모델

현재, IFC 객체 모델은 Fig. 1에서와 같이 데이터 교환이 가능한 영역(IFC2.x2 Platform : 흰색으로 표현된 부분)과 데이터 교환이 불가능한 영역(Non-IFC2.x2 Platform : 녹색으로 표현된 부분)으로 구분된다. IFC2.x2 Platform 부분은 소프트웨어 개발자들에 의해 데이터 교환이 가능하도록 물리적 파일(part21)을 생성할 수 있다. 이것은 IFC 모델이 지속적으로 확장됨에 따라 소프트웨어 개발자들에게 실제 구현이 가능한 부분을 제공하기 위함이며, IFC2.x 모델과 IFC2.x2 모델의 Platform은 동일하다. 또한, Non-IFC2.x2 Platform 부분은 지속적으로 확장 보완이 이루어지는 부분이다.

IFC2.x2 모델은 Resource, Core, Interoperability, Domain의 총4개의 레이어로 구성되어 있다. 각각의 레이어는 특정 정보를 표현하는데 이용되는 엔티티와 속성들을 포함하고 있다. 현재의 IFC 모델은 IFC2.x 모델에서 IFC2.x2 모델로 확장 보완되면서 각각의 레이어 별 스키마의 추가 및 삭제가 이루어졌다<sup>5)</sup>. IFC2.x2 모델에 추가된 스키마는 도메인 레이어 단계에서 Building Control Domain, Plumbing Fire Protection Domain, Structural Elements Domain, Structural Analysis Domain이 추가되었다. 또한, XM-4 프로젝트의 1단계의 수행을 통하여 추가된 스키마들은 associative draughting resource, presentation appearance resource, presentation definition resource, presentation organization resource가 있으며, geometry resource, presentation resource내에 일부 엔티티들이 추가되었다<sup>6)</sup>.

IFC2.x2 모델의 가장 핵심적인 표현 구조는 커널(Kernel) 레이어에 표현되어 있으며, 객체, 관계, 속성으로 구성되어 있다. 객체는 벽, 보, 기둥 등의 물리적

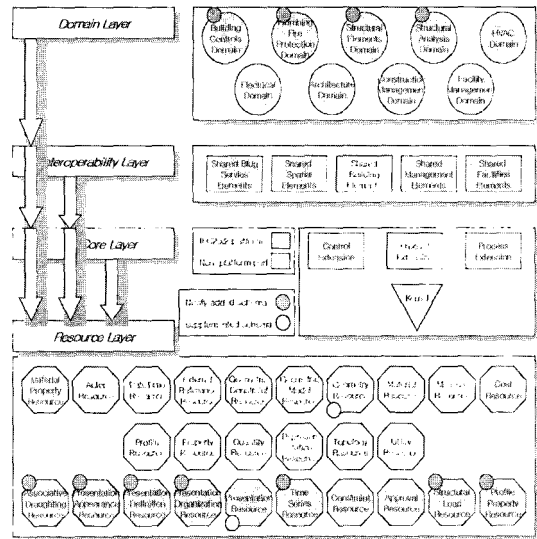


Fig. 1. IFC2.x2 객체모델 구조.

아이템들과 공간, 비용 요소, 참여자 같은 아이템들을 포함한다. 속성은 객체의 특성을 표현하는데 이용된다. 관계는 객체들 사이의 연관성 표현 및 객체와 속성 사이의 관계를 표현하는데 이용된다.

IFC2.x2 모델의 형상 표현은 직접적인 형상 표현, 위상 표현, 그리고 맵드 표현에 의한 방법으로 나눌 수 있으며, 기본 2차원 커브, 기하 집합, 면 기반의 곡면 표현, brep·CSG·SweptSolid에 의한 솔리드 표현, BoundingBox에 의한 표현, 그리고 Section-spline에 의한 표현이 가능하다.

#### 3.2 ISO/STEP AP202

본 연구와 관련된 AP202 모델은 CAD시스템으로 작성된 2차원 도면 정보를 컴퓨터를 통하여 공유하거나 변환하는데 필요한 생산용 데이터들 제공하고 있다. Fig. 2<sup>7)</sup>에서처럼, AP202 모델은 도면정보를 표현하는 모델로서 드로잉(Drawing)이라고 정의된다. 드로잉은 여러 개의 주석(Annotation) 모델과 도면 뷰(Drawing View) 모델로 구성된다. 도면 뷰는 제품을 표현하기 위한 제도 형상 모델(Draughting Shape Model)의 2차원 뷰잉 정보와 여러 개의 주석 모델로 구성된다. 제품은 여러 개의 제도 형상 모델로 표현된다. 제도 형상 모델은 형상 모델과 주석 모델로 구성된다. 주석 모델은 제품을 표현하기 위한 추가적인 제

<sup>5)</sup>IFC2.x 모델에서 IFC2.x2 모델로 변경된 사항은 다음의 웹 사이트에서 상세히 알 수 있다.

[http://www.iai-international.org/iai\\_international/Technical\\_Documents/iai\\_documents.html](http://www.iai-international.org/iai_international/Technical_Documents/iai_documents.html)

<sup>6)</sup>XM-4 프로젝트의 1단계에 결과에 대한 내용은 <http://italab.khu.ac.kr/xm-4> 웹 사이트의 XM-4 report에 모두 기술되어 있다. 또한, 2차원 확장모델은 [http://www.iai-international.org/iai\\_international/Tech\\_nical\\_Documents/iai\\_documents.html](http://www.iai-international.org/iai_international/Tech_nical_Documents/iai_documents.html) 웹 사이트의 20030515\_ifcR2x2\_final\_html\_distribution.zip에 포함되어 있다.

<sup>7)</sup>“ISO 10303-202 : Associative draughting” 문서에서 말해하였다.

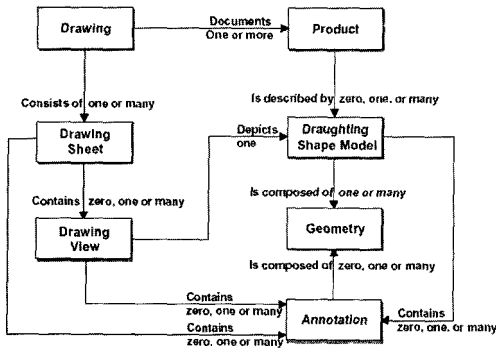


Fig. 2. AP202의 Data Planning Model.

품 정보 및 도면을 해석하기 위한 정보를 제공하고 있으며, 제도 형상 모델, 도면 뷰, 그리고 도면 용지(Drawing Sheet)가 주목모델을 이용한다.

AP202 모델은 CAD 데이터의 생성을 위한 제도 모델 단계에서 mapped\_item 엔티티, annotation\_occurrences 엔티티, styled\_item 엔티티의 구조를 제공하고 있다. mapped\_item 엔티티는 도면용지 엔티티와 도면 뷰 엔티티와의 관계 설정에서 도면 뷰 엔티티가 도면용지 엔티티에 매핑 될 경우에 이용된다. annotation\_occurrences 엔티티는 제도모델에서 도면 설명을 위해 사용되는 주석 데이터를 정의하며, 문자 열, 점 마커, 서브퍼거, 라벨 지시선, 해치, 치수 등이 포함된다. styled\_item 엔티티는 제도모델에서 CAD 데이터가 가지고 있는 스타일 정보(선의 두께, 색상, 문자크기 등)를 정의하고 있다.

### 3.3 IAF/IFC2.x와 ISO/STEP AP202의 모델 간 비교 분석

IFC2.x2 모델은 건설 산업의 전 생명주기 동안 이용되는 응용 소프트웨어들을 대상으로, 빌딩 정보 교환의 상호 호환성 지원을 목적으로 하고 있다. 이에 반해, STEP AP202 모델은 CAD 시스템에서 생산되는 도면정보의 표현 방법과 구조를 제공하고 있으며, 도면의 교환을 목적으로 하고 있다. 두 표준 모델은 기본적으로 STEP 표준의 통합자원을 활용하고 있으나, 본 연구와 관련된 개발 방법론에 있어 몇 가지 차이점을 가지고 있다.

• IFC 이름 명명(naming convention)

STEP 표준 자원을 이용하여 개발된 IFC 모델은 AP202 모델과 엔티티, 속성, 타입 등 모델의 표현(이름: Naming) 방법에 있어 차이점을 가지고 있다. AP202 모델을 이용하여 확장 개발 할 경우, 엔티티

Table 2. 이름 명명의 표현 예

IFC	AP202
ENTITY IfcCircle SUBTYPE OF (IfcConic); Radius : IfcPositiveLengthMeasure; END_ENTITY;	ENTITY circle SUBTYPE OF (conic); radius : positive_length_measure; END_ENTITY;

이름의 표현에는 “Ifc”의 접두어(prefix)를 붙여 표현되어야 한다. 또한, AP202 모델은 여러 개의 단어로 조합된 엔티티, 속성, 타입 등의 이름을 표현할 경우, “\_” 붙여 표현된다. 그러나 IFC 모델에서는 이를 허용하지 않기 때문에 “\_” 대신 조합되는 단어별로 대문자 표기를 통해 표현되어야 한다.

• 다중 상속(multiple inheritance)과 ANDOR 서브타입의 배제

IFC 모델은 다중 상속과 ANDOR 서브타입 구조를 지원하지 않는다. 즉, 한 엔티티는 오직 한 개의 서브타입을 가질 수 있으며, 한 개의 상위 엔티티로부터 상속을 받을 수 있는 구조로서, 복합 엔티티 표현을 허용하지 않는다. 그러나 AP202 모델에서는 다중 상속과 ANDOR 서브타입 구조를 지원하고 있다. 즉, 한 개의 엔티티가 여러 엔티티로부터 상속을 받을 수 있으며, 여러 개의 서브타입을 가질 수 있는 구조로서 복합 엔티티 표현이 가능하다. 다음의 Table 3은 위에 언급된 IFC 모델과 AP202 모델에서 모델 구조상의 차이점 중 다중 서브타입의 표현 예를 설명하고 있다.

Table 3에서처럼, AP202 모델의 엔티티는 ANDOR 서브타입 구조를 가지고 있기 때문에, 이러한 엔티티들을 IFC 모델 구조에 적합한 형태로 확장할 경우, 이에 대한 변경이 이루어져야 한다. IFC의 구조에 맞게 변경을 하기 위해서는 다중상속의 경우, IFC 모델에서 관계설정에 문제가 없다면 한 개의 엔티티만 서브타입으로 가질 수 있도록, 상속하고 있는 상위 엔티

Table 3. 다중 상속의 표현 예

IFC	AP202
ENTITY IfcConnectedFaceSet SUPERTYPE OF (ONEOF (IfcClosedShell, IfcOpenShell)); SUBTYPE OF (IfcTopologicalRepresentationItem); CfsFaces : SET {1..?} OF IfcFace; END_ENTITY;	ENTITY named_unit SUPERTYPE OF (ONEOF (si_unit, conversion_based_unit) ANDOR ONEOF (length_unit, plane_angle_unit)); dimensions : dimensional_exponents; END_ENTITY;

**Table 4.** IFC 구조에 맞게 변경된 named\_unit 엔티티와 타입

IfcNamedUnitSelect	IfcNamedUnit
<b>TYPE</b> IfcNamedUnit = <b>SELECT</b> (IfcSiUnit, IfcConversionBasedUnit, IfcLengthUnit, IfcPlaneAngleUnit); <b>END_TYPE;</b>	<b>ENTITY</b> IfcNamedUnit Dimensions : IfcDimensionalExponents; NamedUnits : <b>OPTIONAL</b> SET [1:4] OF IfcNamedUnitSelect; <b>END_ENTITY;</b>

티들을 삭제할 필요가 있다. AP202 모델의 ANDOR의 서브타입 구조를 IFC 모델에 적용할 경우는 관계 설정에 문제가 없으면 ONEOF 관계로 엔티티의 정의를 변경해야한다. 즉, Table 4에서처럼, ONEOF 관계는 IfcNamedUnitSelect 타입의 추가와 IfcNamedUnit 엔티티의 정의를 변경하여 한 개의 서브타입 구조를 가질 수 있도록 표현할 수 있다. 또한, 두 모델의 상호 연계 측면에서는 엔티티들이 가지는 관계 설정의 구조가 상이하더라도 속성이 1:1 매핑이 가능하다면 연계가 가능하다.

이상과 같은 차이점 이외에도 형상 표현에 있어 STEP AP202의 경우는 노면과 제품 데이터 정의의 관계로 표현된다. 그러나 IFC 모델의 경우는 제품 정의로 표현이 이루어지며, 표현과 표현 조직의 상속 구조가 상이하다. 또한, STEP AP202의 representation\_item 엔티티는 ISO 10303-46의 drawing coordinates 내에 있으며, presentation view, areas, sets 등이 계층적 구조를 가지며 표현되고 있다. 그러나 IFC 모델의 경우는 제품에 의해서 구성된 객체 좌표 시스템 내에서 정의된다.

#### 4. IFC2.x2 모델의 2차원 형상표현의 확장을 위한 스키마 분석

##### 4.1 IFC2.x2 모델의 2차원 표현 관련 스키마 분석

IFC2.x2 모델은 3차원 빌딩 객체를 기반으로 하고 있지만, XM-4 프로젝트를 통하여 2차원 형상 표현의 엔티티들을 대부분 가지고 있다. 즉, 이러한 엔티티들은 새로이 추가되어질 필요가 없으며, 그대로 이용될 수 있음을 의미한다. 다음의 Table 5, 6은 IFC2.x2 모델에 포함된 2차원 표현 관련 스키마들이다.

##### 4.2 IFC2.x2 모델의 2차원 확장 스키마 분석

본 연구에서는 페이지 스페이스 요소, 지시선, 그리고 연관적 치수의 2차원 확장 요소를 대상으로, STEP AP202를 기반으로 하는 2차원 확장 스키마의 추출 및

**Table 5.** IFC2.x2의 2차원 표현 관련 스키마

리소스 레이어	2차원 표현 엔티티
IFCGEOMETRY RESOURCE	IfcGeometricRepresentationItem, IfcCompositeCurve, IfcTransitionCode, IfcCompositeCurveSegment, IfcBoundedCurve, IfcPoint, IfcCartesianPoint, IfcAxis2Placement2D, IfcDirection, IfcBSplineCurve, IfcBezierCurve, IfcRationalBezierCurve
IFCPRESENTATION APPEARANCE RESOURCE	IfcCurveStyle, IfcCurveStyleFont, IfcCurveStyleFontAndScaling, IfcCurveStyleFontPattern, IfcDraughtingPreDefinedCurveFont, IfcFillAreaStyle, IfcFillAreaStyleHatching, IfcFillAreaStyleTileSymbolWithStyle, IfcFillAreaStyleTiles, IfcExternallyDefinedhatchStyle, IfcOneDirectionRepeatFactor, IfcPreDefinedCurveFont, IfcPresentationStyleAssignment, IfcStyledItem, IfcSymbolStyle, IfcTextStyle, IfcTextStyleWithBoxCharacteristics, IfcTextStyleWithMirror, IfcTextStyleWithSpacing, IfcTwoDirectionRepeatFactor, IfcCurveStyle, IfcCurveStyleFont
IFCPRESENTATION APPEARANCE RESOURCE	IfcCurveStyleFontAndScaling, IfcCurveStyleFontPattern, IfcDraughtingPreDefinedCurveFont, IfcFillAreaStyle, IfcFillAreaStyleHatching, IfcFillAreaStyleTileSymbolWithStyle, IfcFillAreaStyleTiles, IfcExternallyDefinedhatchStyle, IfcOneDirectionRepeatFactor, IfcPreDefinedCurveFont, IfcPresentationStyleAssignment, IfcStyledItem
IFCPRESENTATION DEFINITION RESOURCE	IfcAnnotationCurveOccurrence, IfcAnnotationFillArea, IfcAnnotationFillAreaOccurrence, IfcAnnotationOccurrence, IfcAnnotationTextOccurrence, IfcDefinedSymbol, IfcPreDefinedSymbol, IfcExternallyDefinedSymbol, IfcTextLiteralWithExtent
IFCPRESENTATION ORGANIZATION RESOURCE	IfcPresentationLayerAssignment, IfcPresentationLayerAssignmentWithStyle
IFCPRESENTATION RESOURCE	IfcExternallyDefinedTextFont, IfcPlanarBox, IfcPlanarExtent, IfcPreDefinedItem, IfcPreDefinedColour, IfcPreDefinedTextFont, IfcDraughtingPreDefinedColour, IfcDraughtingPreDefinedTextFont, IfcColorRGB

Table 6. IFC2.x2의 2차원 표현 관련 스키마(계속)

IFCPRESENTATION DIMENSIONING RESOURCE	IfcAngularDimension IfcDiameterDimension IfcDimensionCalloutRelationship IfcDimensionCurve IfcDimensionCurveDirectedCallout IfcDimensionCurveTerminator IfcDraughtingCallout IfcDraughtingCalloutRelationship IfcLinearDimension IfcPreDefinedTerminatorSymbol IfcPreDefinedDimensionSymbol IfcPreDefinedPointMarkerSymbol IfcProjectionCurve IfcRadiusDimension IfcStructuredDimensionCallout IfcTerminatorSymbol
IFCREPRESENTATION RESOURCE	IfcRepresentation, IfcRepresentationItem
IFCMEASURE RESOURCE	IfcMeasureWithUnit IfcPositiveRatioMeasure IfcRatioMeasure, IfcLabel, IfcText IfcPlaneAngleMeasure IfcPositiveLengthMeasure IfcLengthMeasure, IfcIdentifier

Table 7. 확장 요소별 엔티티의 추출

확장요소	추출 엔티티
Paper space (drawing sheet, presentation view, view pipeline)	drawing_sheet_revision_usage drawing_definition draughting_drawing_revision draughting_title presentation_size drawing_sheet_revision planar_box camera_usage presentation_view camera_image_2d_with_scale camera_model_d2_shape_clipping representation_map geometric_curve_set, representation_context geometric_representation_context global_unit_assigned_context, length_unit named_unit, si_unit, plane_angle_unit
associative dimensioning	dimensional_characteristic_representation shape_dimension_representation, direction shape_representation, cartesian_point shape_definition_representation property_definition, shape_aspect representation_item, measure_representation_item measure_with_unit, representation_context geometric_representation_context global_unit_assigned_context, length_unit plane_angle_unit, named_unit, si_unit, plus_minus_tolerance dimensional_location_with_path tolerance_value, measure_with_unit
Leader (label, balloon)	IFC2.x2 모델의 2차원 관련 스키마로 표현이 가능함

적용 분석이 이루어졌다.

4.2.1 2차원 확장 스키마의 추출

IFC2.x2 모델은 STEP 모델을 이용하여 개발되며, STEP의 데이터 구조를 정의하는 정보모델링 언어 (EXPRESS)와 동일하다.

Table 7에서처럼, 본 연구의 2차원 확장 요소들은 AP202를 기반으로 스키마 추출이 이루어졌다.

4.2.2 2차원 확장 스키마의 적용 분석

2차원 확장 요소에 대해 추출된 엔티티들은 3.3절의 IFC2.x2와 STEP AP202의 모델 간 비교 분석을 통해 도출된 적용 방법론에 따라 IFC2.x2 모델의 표현 구조에 적합한 형태로 일부 엔티티들의 변경이 이루어졌다. 다음의 Table 8은 주요하게 변경된 엔티티들의 예를 보이고 있다.

Table 8. 주요 변경 엔티티

엔티티명	변경 사항	변경 이유
representation_item	ONE OF로 변경	ANDOR 상속
representation_content	ONE OF로 변경	ANDOR 상속
named_unit	ONE OF로 변경	ANDOR 상속
annotation_occurrence	ONE OF로 변경	ANDOR 상속
draughting_callout	ONE OF로 변경	ANDOR 상속
text_style_select	타입 추가	ANDOR 상속
text_style_with_box_characteristic	text_style의 서브 타입 삭제	ANDOR 상속
text_style_with_mirror	text_style의 서브 타입 삭제	ANDOR 상속
text_style_with_spacing	text_style의 서브 타입 삭제	ANDOR 상속

5. IFC2.x2의 2차원 확장 스키마의 적용

IFC2.x2 모델의 2차원 확장 개발은 2차원 확장 요소의 선정 과정, 확장을 위한 방법론 연구, 스키마 추출 과정, 그리고 적용 분석의 순서로 연구가 진행되었다. 따라서 본 연구에서는 IFC2.x2 모델의 2차원 확장개발을 위해, 다음과 같이 분석된 사항들을 종합하여 스키마 적용이 이루어졌다.

- IFC2x2 모델과 STEP AP202 모델의 비교·분석을 통해 도출된 2차원 확장스키마의 적용 방법 (3.3절)

- IFC2.x2 모델의 2차원 표현 관련 스키마(Table 5, Table 6)
- 확장요소별로 추출된 2차원 스키마(Table 7)
- IFC2.x2 모델에 적합한 구조로의 표현을 위해 변경된 2차원 확장 엔티티(Table 8)

엔티티들의 위계에 따른 조합방식에 의해 EXPRESS-G로 표현하였다. EXPRESS-G 표현에서 진한 색으로 표현된 부분은 확장이 요구되는 엔티티들을 나타낸 것이며, 그 이외의 부분은 기존 IFC2.x2 모델의 엔티티들을 나타낸 것이다.

2차원의 확장 요소로 추가된 엔티티들은 정보 모델링 명세 언어인 EXPRESS로 표현되며, 확장 요소들의 엔티티 및 표현 구조를 알기 쉽게 표현하기 위해,

### 5.1 Paper Space

XM-4 프로젝트의 1단계 연구에서는 모델 스페이스의 범위에서 도면에 표현되기 이전까지의 도면과 스

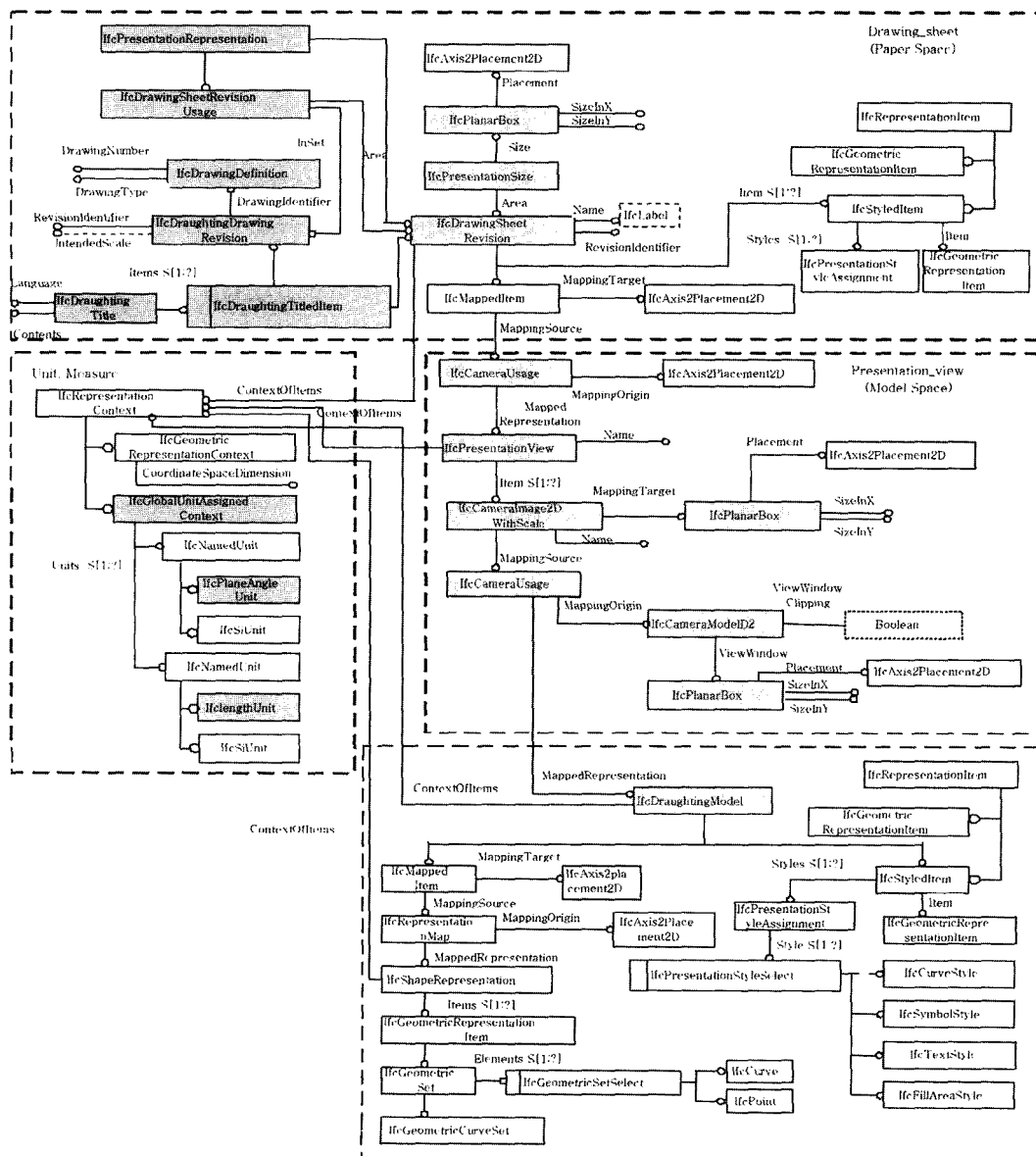


Fig. 3. Paper Space Elements EXPRESS-G Diagram.

케일 표현 요소가 없는 1:1의 실세계를 표현하였다. 그러나 본 연구에서는 도면의 표현, 출력, 스케일, 그리고 도면 납품 등 건설 실무의 활용을 위해 페이퍼 스페이스의 요소가 추가되었다.

Fig. 3에서, 페이퍼 스페이스의 표현을 위해 도면용지(Drawing sheet) 정의에 사용되는 엔티티들은 도면 용지의 크기를 정의하는 presentation\_size, 도면 작성 환경 설정에 사용되는 representation\_context, 모델로부터 도면 용지에 적용된 뷰 생성에 사용되는 View pipeline 관련 요소들로 구성된다. View pipeline에 사용되는 엔티티들은 모델 투영결과로 생성된 뷰를 의미하는 presentation\_view, 2차원 투영정보 생성에 필요한 정보를 포함하는 camera\_model, camera\_model을 원하는 viewport로 매핑 하는 camera\_image, 투영 전의 정보와 camera\_model간에 관계 설정에 사용되는 camera\_usage로 구성된다. 또한, camera\_model과 camera\_image는 camera\_model\_d2\_shape\_clipping과 camera\_image\_2d\_with\_scale를 통해 표현된다.

5.2 Leader(Label, Balloon)

5.2.1 Label Leader

라벨 지시선은 2차원 CAD상에서 임의의 엔티티에 대한 설명이나 지시사항을 설명하기 위하여 사용되는 엔티티로, 여러 개의 직선, 문자열, 심볼로 구성되어있다. Fig. 4에서, 라벨 정의에 사용되는 엔티티는 지시선을 정의하는 poly\_line, 문자 정의에 사용되는 annotation\_text\_occurrence, 지시선 심볼을 정의하는 terminator\_symbol로 표현된다. 라벨 지시선은 IFC2.x2 모델을 이용하여 스키마 구성이 가능하다.

5.2.2 Balloon Leader

원형 지시선은 라벨 지시선과 마찬가지로 2차원 CAD상에서 임의의 엔티티에 대한 설명이나 지시사항을 설명하기 위하여 사용되는 엔티티로서, 여러 개의 직선, 문자열, 원, 심볼로 구성되어있다. 문자열의 경우는 반드시 임의의 크기를 가지는 원에 포함되도록 되어있다. Fig. 5에서, 원형 지시선 정의에 사용되는 엔티티는 지시선을 정의하는 poly\_line, 문자 정의

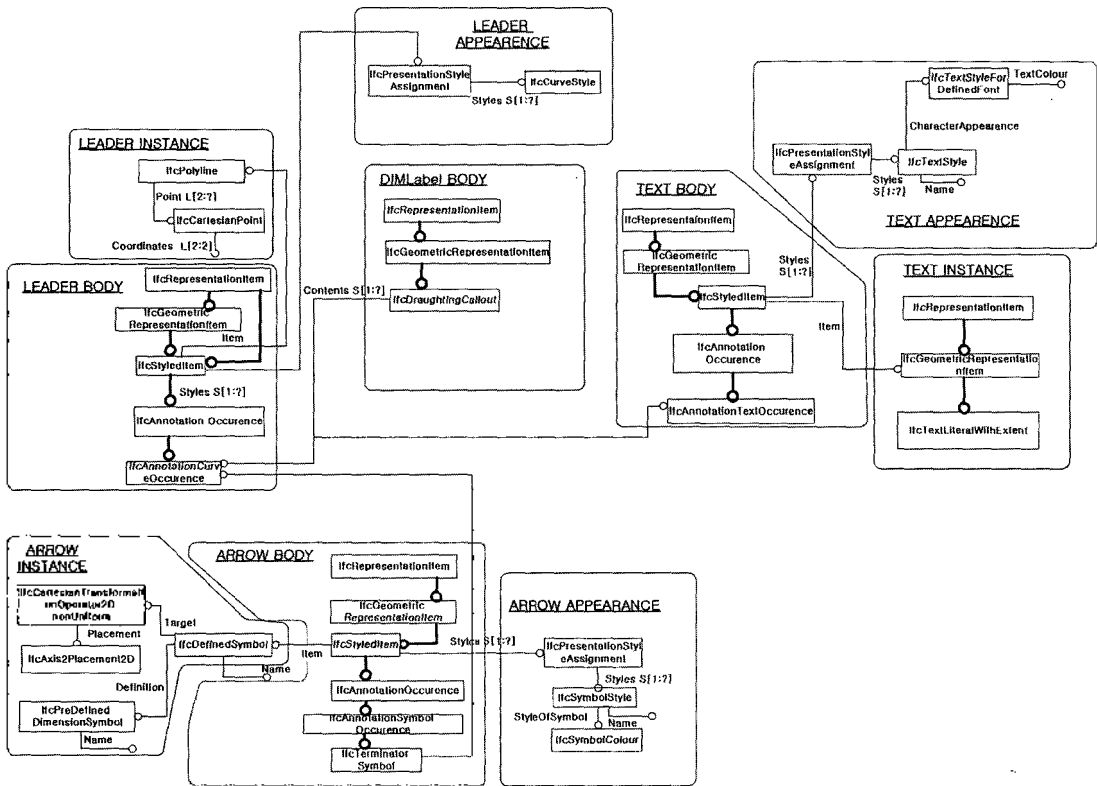


Fig. 4. Label Leader EXPRESS-G Diagram.



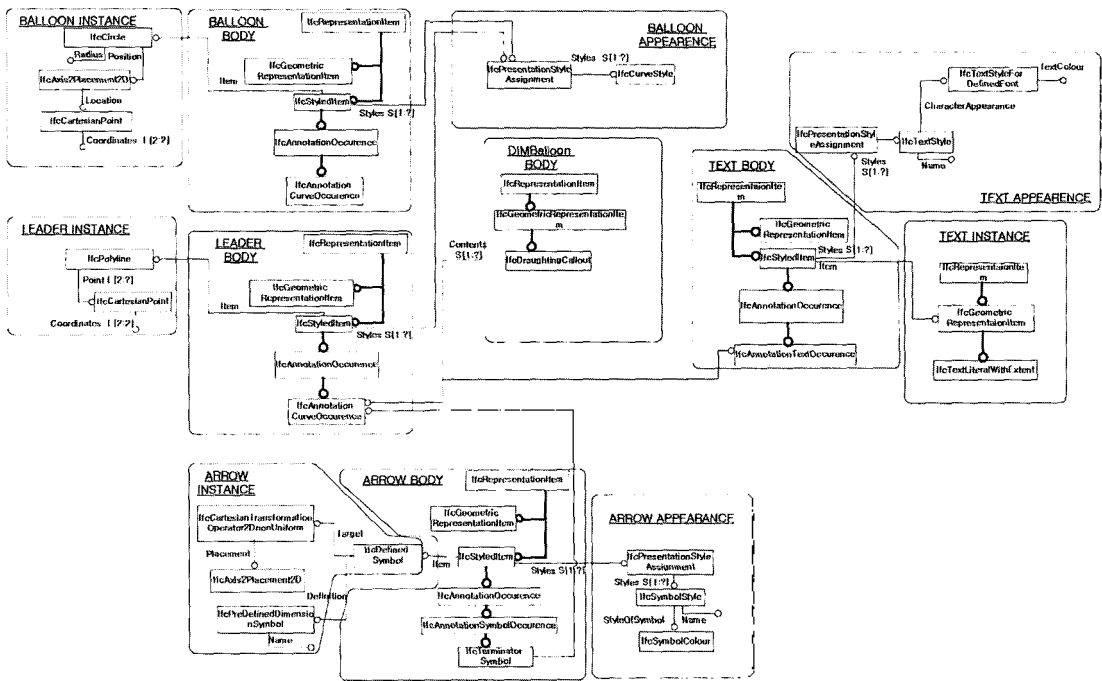


Fig. 5. Balloon Leader EXPRESS-G Diagram.

에 사용되는 annotation\_text\_occurrence, 지시선 심볼을 정의하는 terminator\_symbol, 원을 정의하는 circle로 표현된다. 원형 지시선은 IFC2.x2 모델을 이용하여 스키마 구성이 가능하다.

5.3 Dimension(associative dimension)

현재 IFC2.x2 모델에 포함된 치수 표현은 단순히 문자, 선, 호 등의 조합으로 표현 된다. 이것은 하나의 치수 엔티티가 아닌, 여러 개의 단일 엔티티들이 배치된 것을 의미한다. 그러나 실제 상용 CAD시스템에서는 다른 엔티티와의 연관성을 가지고 표현되고 있다. 따라서 본 연구에서는 상용 CAD시스템에서의 치수 표현에 대한 교환 명세를 제공하기 위해 AP202 모델의 연관적 치수(associative dimensioning)를 추가·보완하였다. 연관적 치수의 표현을 위해 사용된 모델은 크게 치수 측정의 기준 요소를 정의하는 dimension location 모델, 측정된 치수 값을 정의하는 dimension measured value 모델, 치수의 공차 정보를 정의하는 tolerance 모델로 구성된다.

5.3.1 Linear · Radius · Diameter Dimension

AP202 모델은 치수의 표현을 위해 Linear · Radius · Diameter · Angular의 네 가지 타입을 제공한다. Fig.

6은 Linear · Radius · Diameter 치수에서 공통적으로 이용되는 연관적 치수의 스키마를 표현하고 있다. 이러한 연관적 치수의 표현은 측정 기준점인 cartesian point와 측정의 시작점, 끝점, 방향 등의 정보를 내부적으로 가지고 있기 때문에 선택된 엔티티로부터 치수를 재생성할 수 있다.

5.3.2 Angular dimension

Fig. 7에서 보여 지는 Angular 치수의 표현은 치수 표현 요소인 각을 표현하기 위해 측정 기준 요소로 trimmed curve를 사용한다.

Angular 치수의 연관적 표현은 다른 치수와 마찬가지로 치수 측정의 기준 요소를 정의하는 dimension location 모델을 사용하여 측정 기준 요소들 간에 연관성을 정의하고 있다. 측정 기준 요소의 정의는 representation item 하위의 엔티티들을 사용하여 정의된다. 정의된 기준 요소는 shape definition representation을 매개로 하여 dimension location에 연결된다. dimension measured value 모델에서 측정된 치수 값은 measure representation item, representation item, measure with unit로 정의된 엔티티에 표현된다. 치수 측정 요소와 측정된 치수 값은 dimensional characteristic representation을 사용하며, 치수 측정 기준 요

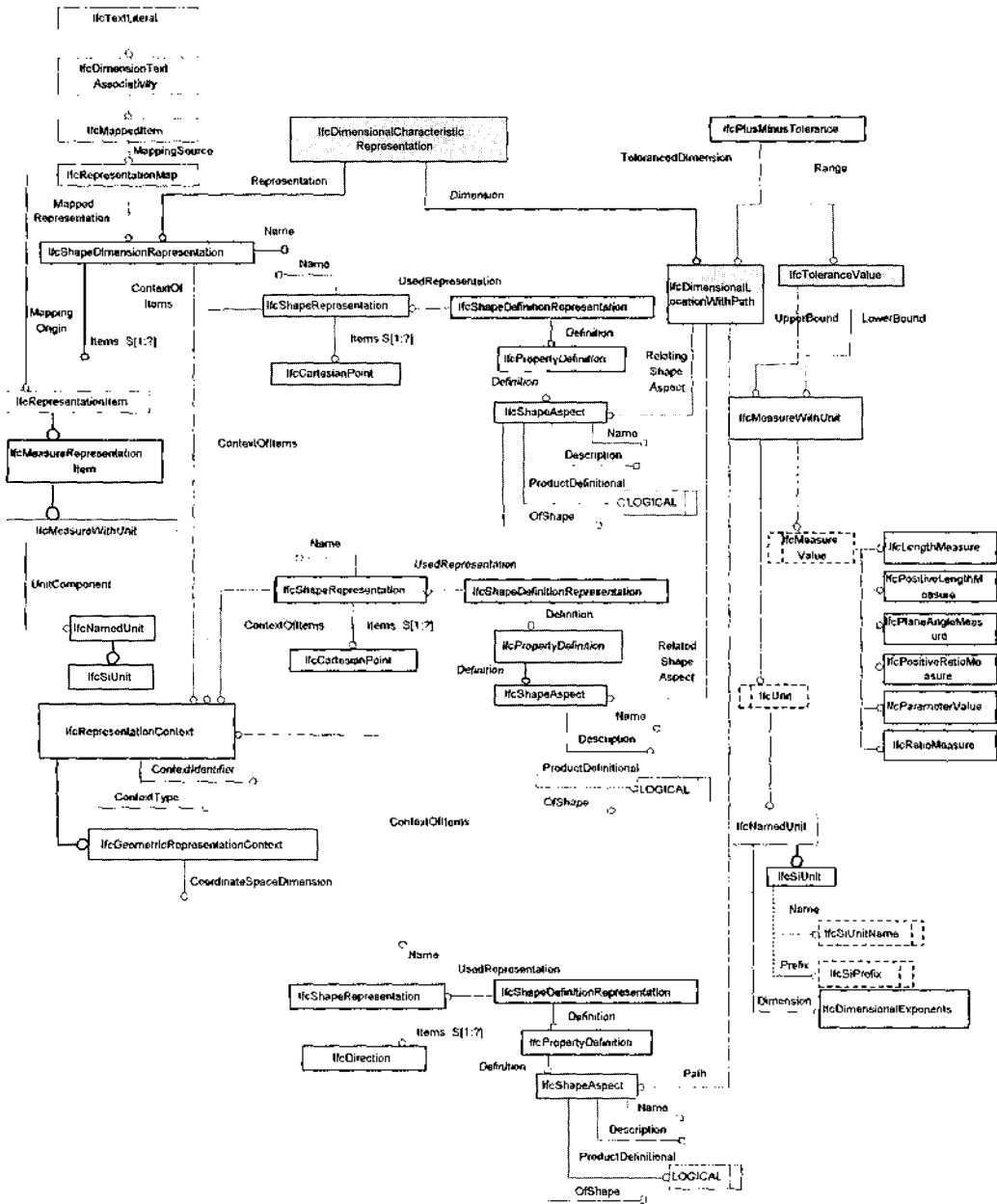


Fig. 6. Linear · Radius · Diameter Dimension EXPRESS-G Diagram.

소와 치수 값의 공차는 공차 정보를 표현하는 plus minus tolerance를 통해 연결된다.

### 6. 결 론

본 연구는 건설 산업에서의 실무적 활용과 STEP 기반의 국가별 2차원 교환 표준 모델과의 호환을 고

려한 확장 모델을 개발함에 있다. 즉, 기존 연구(XM-4 project stage1)에서는 단지 기본적인 형상 표현 요소의 확장이 이루어져 IFC2.x2 모델에 반영되었다. 그러나 기존 형상 표현으로는 건설 실무에서의 활용이 미비하여 실제 CAD 데이터간의 원활한 교환을 제공하지 못하게 된다. 따라서 본 연구는 XM-4 프로젝트의 차후 연구로써 진행되는 페이퍼 스페이스 요소, 지

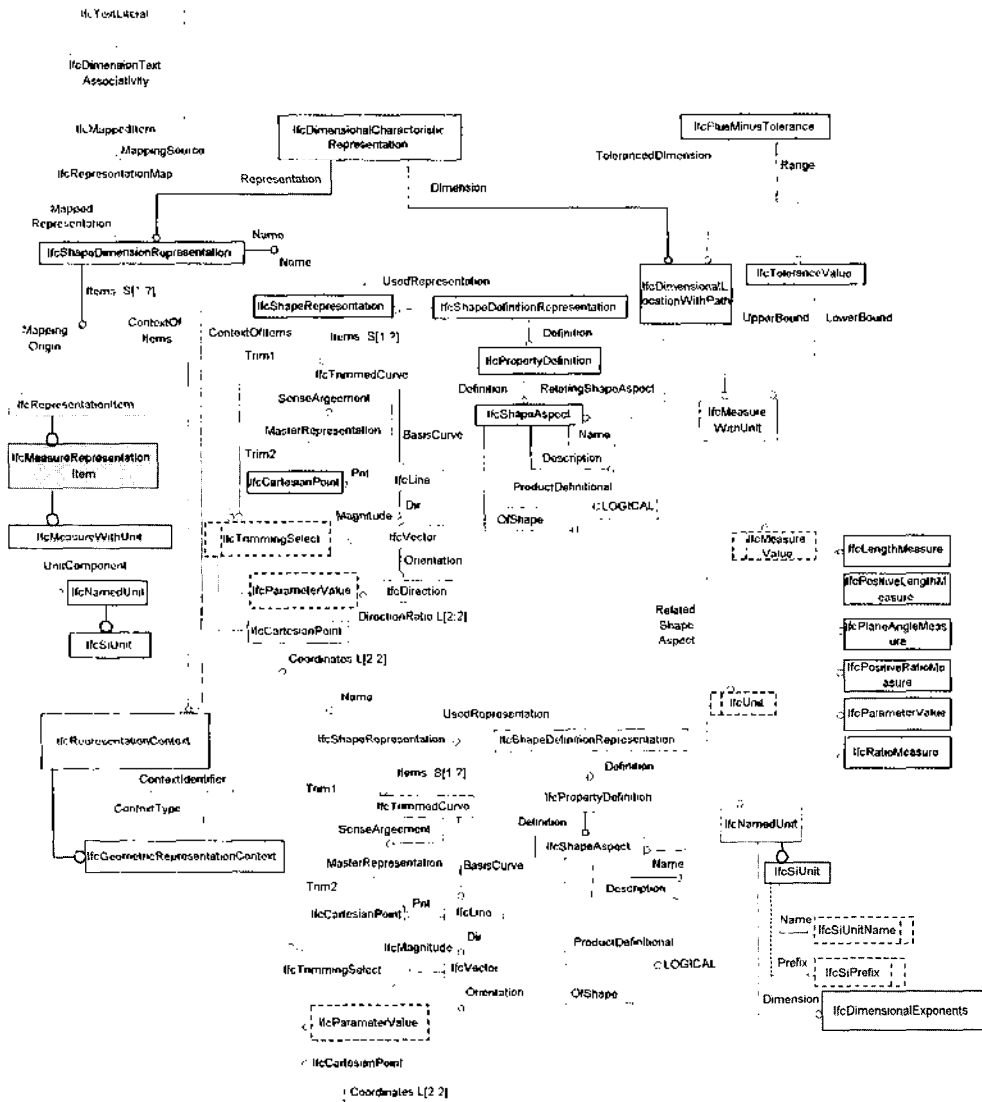


Fig. 7. Angular Dimension EXPRESS-G Diagram.

시선, 치수의 연관적 표현을 대상으로, 2차원 확장을 위한 방법론의 연구, 스키마의 추출 과정, 적용 분석의 과정을 거쳐, 2차원 확장 스키마의 적용이 이루어졌다.

이를 통해 본 연구의 결과는 IFC2.x2 모델의 2차원 확장모델 개발을 위한 국제적인 컨소시엄 연구의 기초 연구로서 그 성과를 기대할 수 있을 것이다. 또한, 본 연구를 기반으로 IFC2.x2 모델에 2차원 확장 모델의 추가가 이루어지면, 건설 실무에서 2차원 CAD 도면 데이터의 원활한 교환이 가능해지고, IFC2.x2 모델의 활용 영역이 확장되리라 예상된다.

즉, 2차원의 도면 정보와 객체지향 정보를 포함하는 복합적인 건설 정보의 표현이 가능하여 실무에서의 적극적인 활용을 유도할 수 있다. 또한, 본 연구는 STEP AP202를 기반으로 하는 KOSDIC, STEP-CDS, SCADEC 포맷들과의 기본적인 호환을 전제로 진행됨에 따라 국가별 교환 표준과의 호환을 위한 기반을 마련하였다.

향후, 본 연구를 기반으로 IFC2.x2 모델과 STEP 모델간의 2차원에서의 상호 호환을 위한 모델 개발이 완료되면, 실제 활용을 위한 파일럿 프로젝트를 통해 검증 및 확장·보완이 지속적으로 이루어져야 한다.

## 감사의 글

본 연구는 건설교통부 산하 한국건설기술연구원의 건설 CALS/EC 표준화 사업의 일환으로 수행되었으며, 지원에 감사드립니다.

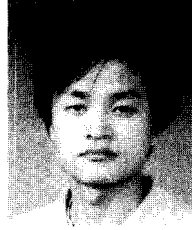
## 참고문헌

1. IAI, Interoperability and the AEC Industry, 1995.
2. ISO, ISO 10303-202 : Associative Draughting, 1996.
3. IAI, Transposing the IFC2.x Specification as ISO Standard, 2001.
4. IAI Model Support Group, IFC Extension Modelling Guide, 2001.
5. IAI Model Support Group, Transposing the IFC2.x Specification as ISO Standard, 2001.
6. IAI UK, News Release : IFCs RECOGNISED BY ISO, 2002.
7. IAI Model Support Group, IFC2.x2 Model Implementation Guide, 2003.
8. IAI, IFC2.x2 Final Edition, 2003.
9. 한국건설기술연구원, 건설CALS/EC 표준화 개발 : 건설분야 도면정보 교환표준, 2003.
10. Kim, I. H., "IFC XM-4 Report v1.0", 2003.
11. Kim, I. H., Thomas Liebich, and Kim, S. S., "Development of a Two Dimensional Model Space Extension for IAI/IFC2.x2 Model", *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, Vol. 8, pp. 219-230, 2003.
12. Kim, I. H. and Seo, J. C., "Founding a Common Ground for the Emerging Industry Model Standard(IFC) and ISO Model Standard(STEP) for the Global Construction Industry", *Proceedings of the International Conference on Construction Information Technology*, Langkawi, Malaysia, pp. 535-542, February 18-21, 2004.
13. Seo, J. C. and Kim, I. H., "Best Practice for using IT Standards for Integration in the AEC Industry: Product Modeling Approach", Accepted paper, *Journal of Architectural Institute of Korea*, 2005.



### 김 인 한

1988년 서울대학교 건축학과 학사  
 1991년 미국 Carnegie-Mellon 대학 건축학 석사  
 1994년 영국 Strathclyde 대학 건축학 박사  
 1996년~현재 경희대학교 건축공학과 교수  
 관심분야: Integrated Design Environment (ISO/STEP, IAI/IFC) Architectural Design Process Theory, Design Methodology Virtual Design Studio, Digital Design Media



### 서 종 철

2000년 원광대학교 건축공학과 학사  
 2002년 경희대학교 건축공학과 석사  
 2002년~현재 경희대학교 건축공학과 박사 과정  
 관심분야: Integrated Design Environment (ISO/STEP, IAI/IFC) Database (DataWarehouse, DataMining) System Integration(SI), Knowledge Management(KM) Object Oriented Development Methodology