

도로 배수시설의 형상정보 표현을 위한 IFC 정보모델 확장 방안

조근하¹, 원지선^{1*}, 김진욱¹
¹한국건설기술연구원 ICT융합연구실

The Extension of IFC Model Schema for Geometry Part of Road Drainage Facility

Geun-Ha, Cho¹, Ji-Sun, Won^{1*} and Jin-Uk, Kim¹

¹ICT Convergence and Integration Research Division, Korea Institute of Construction Technology

요약 본 연구는 도로분야의 정보모델 표준 구축을 목표로 하고 있으며 도로 배수시설을 대상으로 IFC 스키마의 토목요소 확장 방안을 제시하였다. 국내 도로설계 관련 문헌 분석을 통해 도로 배수시설 중 IFC 모델로 정의가 가능한 구성요소를 도출하였으며 IFC 엔티티를 정의하였고 속성으로 정의가 가능한 배수시설 별 설계 정보를 도출하여 IFC 프로퍼티로 제시하였다. 본 연구의 결과를 통해 IFC 스키마를 도로 배수시설에 적합하도록 확장 할 수 있으며 추가적인 도로 시설물을 수용할 수 있는 IFC 스키마가 개발된다면 이를 통해 향후 공정관리, 비용 산출 및 시물레이션 등이 가능한 어플리케이션에서 상호운용성을 유지하며 활용할 수 있을 것이다.

Abstract The authors suggest the extension IFC schema of drainage facilities for the purpose of establishment the information model standard for the roads. IFC entities, types and properties for drainage facilities are defined by the analysis of road design documents for extraction physical component and design information IFC schema is able to be extended through the result of this research. Furthermore, IFC for additional road facilities is able to be used as construction process control, quantity take off, and simulation applications with the interoperability of the IFC

Key Words : Civil BIM, Drainage Facility, IFC Extension, Road Drainage, Road Information Model

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 건축분야에서는 공공 발주기관을 중심으로 개방형 BIM기반의 발주체계를 구축하고 있다. 납품모델의 중립성, 객관성 확보 그리고 납품 이후 모델의 활용의 목적으로 IFC와 같은 표준 포맷의 제출을 유도하고 있다. 이러한 BIM의 영향은 토목분야에도 확산되어 점점 BIM 적용의 사례들이 증가하고 있다. 이러한 배경에서 토목분야의 정보모델 표준 개발에 대한 필요성이 인식되면서 관련 연구가 국내 외로 수행되었다. 그 중 터널에 대한

정보모델 개발 사례로 IFC-Shield Tunnel, NATM Tunnel, 교량의 사례로 buildingSMART의 일본 및 프랑스 챗터의 IFC-Bridge 등의 연구가 진행되었으며 사례들은 모두 구조물 단위로 정의할 수 있는 요소를 대상으로 IFC 스키마(Schema)를 확장한 경우이다. 본 논문의 연구 내용은 터널 및 교량을 포함한 도로에 대한 정보를 모두 수용할 수 있는 도로분야 정보모델 표준 구축에 대한 연구의 일부이며 그 중 도로의 배수시설에 대한 부분으로 연구대상을 한정하고 있다. Express 언어 기반인 IFC 스키마를 기반으로 도로 정보모델 스키마가 확장되면 토목 BIM 설계 소프트웨어의 컨버터를 통해 BIM 표준인 도로 IFC

본 연구는 한국건설기술연구원의 주요사업((13주요-임무) Infra BIM 정보모델 표준 및 검증 기술 개발)의 일환으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

*Corresponding Author : Ji-Sun, Won(Korea Institute of Construction Technology)

Tel: +82-31-910-0141 email: wonjisun@kict.re.kr

Received October 10, 2013 Revised November 5, 2013 Accepted November 7, 2013

모델로 변환이 가능하며, 변환된 도로 IFC는 향후 공정관리, 비용 산출 및 시뮬레이션 등이 가능한 어플리케이션에서 중립적으로 활용이 가능하다. 본 연구는 도로 정보의 수용을 위해 IFC 스키마를 확장하기 위한 초기단계로 도로 배수시설의 형상정보 표현을 위한 객체정의, 객체별 속성정보 및 유형 정의를 목적으로 연구가 수행되었다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 토목분야 도로의 공종 중 배수공에 초점을 맞춰서 수행되었다. 배수공은 도로, 교량, 터널 부분에서 공통적으로 적용되는 공종이다. 기존 IFC 스키마에서 MEP 도메인을 통해 배수를 위한 파이프, 피팅, 악세서리 그리고 기계설비 등의 건축요소 중심의 정의가 이미 이루어져 있기 때문에 일부 참조가 가능한 정보들이 존재한다. 하지만 토목 분야에서 공통적으로 사용하기에는 한계가 있으며 도로의 배수시설은 기하, 유형 그리고 속성 정보가 건축 요소와는 상이하기 때문에 새로운 스키마의 확장이 필요하다. 연구 범위는 형상표현을 위한 스키마의 구성요소(Element) 정의와 타입(Type) 및 속성(Property)에 대한 정의를 범위로 하고 있다. 도로 배수공에 대한 다양한 정보는 BIM의 활용 목적에 따라 다양한 속성으로 정의될 수 있지만 초기단계에서 활용 목적을 정의하기에는 활용 사례 및 어플리케이션의 부재로 인한 한계가 있기 때문에 기본적인 정보라고 판단되는 설계정보를 대상으로 하였다. 연구 방법은 토목분야 IFC 스키마의 연구현황을 분석하기 위해 국제조직인 buildingSMART의 토목분야 IFC 개발 프로젝트인 IFC OpenINFRA의 연구현황을 조사하고, 국내 외 토목분야 IFC 스키마 확장 관련 연구를 조사하였다. 도로공사의 스키마 구성가능 요소를 도출하기 위해 국내 도로사업의 WBS(Work Breakdown Structure)를 분석하고, 배수공사의 구성요소를 도출하기 위해 국토교통부에서 발행한 기준, 편람, 지침과 배수시설에 대한 표준도를 분석하였다. 도출된 구성요소를 통해 IFC 스키마의 규칙에 따라 배수시설의 IFC 위계 및 타입을 정의하고 각 배수시설 별 속성을 정의하였다.

2. IFC 스키마 연구현황 분석

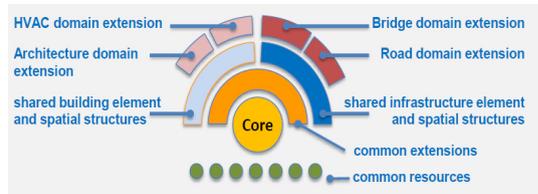
2.1 IFC for Infrastructure Project

OpenINFRA는 국제조직인 buildingSMART를 주체로 도로, 교량, 터널 등의 토목시설물에 대한 정보모델의 개발을 위한 프로젝트이다. OpenINFRA의 개발 목표 및 개

념은 다음과 같다[1].

- 1) 명확하게 정의된 활용목적에 근거하여 국제 표준 ISO 16739 (IFC)의 확장을 수행한다.
- 2) 공통 구성요소들은 유지하고 확장될 주 스키마 즉, 지형, 지층, 도로, 수로, 교량, 터널, 공공시설에 대한 구성요소를 모듈 화하여 추가한다.
- 3) 데이터 드롭(Data Drops), 핸드오버(Hand Over), 협업(Collaborative Work)에 대한 정보의 전달 및 교환 프로세스에 대한 정의와 정보의 질과 완결한 규칙에 대한 정의가 프로젝트의 주 개념을 확정하기 위해 요구된다.
- 4) 스키마 지원 소프트웨어의 구현과 인증절차를 위해 프레임워크(Framework)를 확정하여 솔루션 제공자들이 지원해야 한다.

이러한 목표는 기존 IFC 스키마를 기반으로 토목분야에 대한 스키마를 확장하는 개념으로부터 시작되었다. Fig. 1은 기존 스키마의 코어(Core)부분과 공통 확장요소 및 리소스(Resource)는 유지하고 교량과 도로 등에 대한 도메인을 추가하여 건축 분야와는 구분된 토목 요소와 토목 공간구조를 정의하는 개념을 보여주고 있다[2].

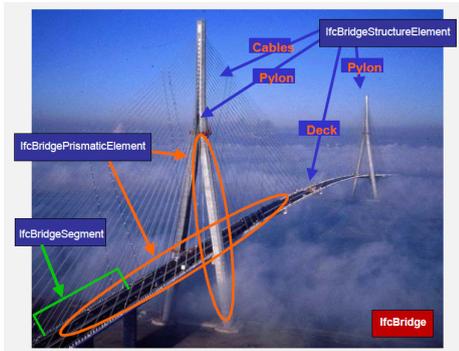


[Fig. 1] A Concept of IFC Extension for Infrastructure

현재 IFC는 IFC4 버전이 공개되었다. IFC4에서는 토목요소를 정의할 수 있는 상위 엔티티(Entity)인 IfcCivilElement가 표현되었으며 이를 통해 토목분야를 위한 확장을 염두하고 있음을 알 수 있다[3].

2.2 토목분야 IFC 확장 연구 현황

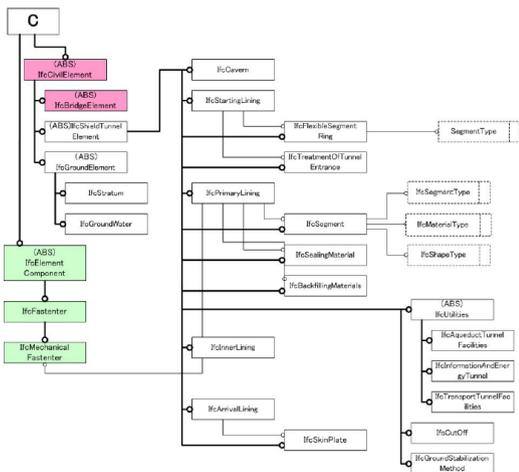
토목분야의 IFC 확장 연구는 교량과 터널에 대한 사례가 대표적이라 할 수 있다. 교량에 대해서는 bSI(buildingSMART International)에 2002년 프로젝트 제안으로 시작되어 일본과 프랑스 챗터를 주축으로 연구가 진행되었다[4]. 현재 교량에 대한 IFC 스키마는 이미 개발되어 있으며 이를 기반으로 Open INFRA 프로젝트에 fast-track 프로젝트로 추가 수행될 예정이다.



[Fig. 2] A Concept of Extension IFC Schema for Bridge

국내 연구로는 강교 부재의 상세 설계정보 표현을 위한 IFC 기반의 데이터 모델 개발[5]이 있으며 설계기준, 구조계산서, 상세설계도면을 분석하여 도출된 보강재, 다이어프램, 강부재간의 연결부 등의 정보요소를 IFC 모델을 기반으로 표현하였다.

터널에 대해서는 일본에서 쉐드 터널에 대한 3차원 데이터 모델을 개발하는 연구가 수행되었으며 쉐드 터널의 형상 및 공정 표현을 위해 시범적으로 개념 모델을 개발하였다[6]. 또한 프로덕트와 가설비, 쉐드머신 계측데이터 등에 대한 정보를 구성요소와 속성을 통해 표현하고 위계를 정의하였다.



[Fig. 3] A Part of IFC-Shield Tunnel

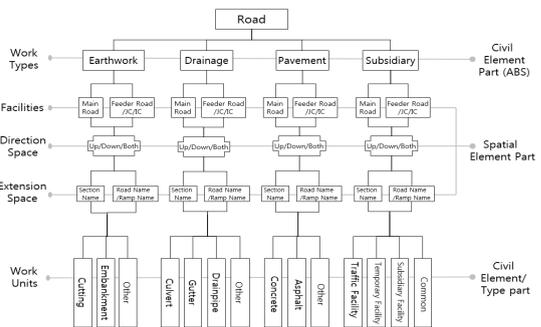
국내 연구로는 NATM 공법이 적용된 터널 구조물의 IFC 기반 정보모델 구축[7]이 있으며 NATM 도로터널 구조물의 IFC 모델의 표현을 위해 도로설계요령 및 실제 설계도면을 분석하여 구성요소를 도출하고 이를 적용한 IFC 모델 구축 및 검증을 수행하였다.

기존의 연구사례들을 고찰해 본 결과, 기존 연구는 구조물 단위로 정의할 수 있는 대상에 대해 스키마 확장 연구를 수행하였다. 도로는 교량 및 터널을 포함하는 보다 상위 개념의 토목 분야이며 이를 총체적으로 고려한 스키마 확장이 기존 연구를 기반으로 수행되어야 한다.

3. 국내 도로관련 문헌 분석

3.1 도로공사 WBS 분석

국내 도로사업 WBS(Work Breakdown Structure)에서는 도로사업 레벨을 도로시설, 공중, 시설물, 방향공간, 확장공간, 작업관리 단위로 구분하고 있다.



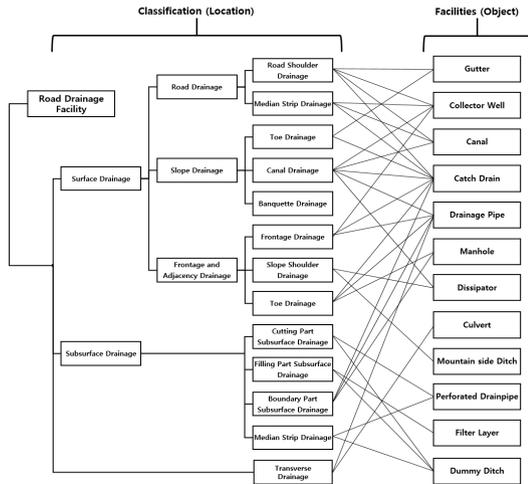
[Fig. 4] Work Breakdown Structure of Road Project

이 중 공중(Work Types)은 스키마의 IfcCivilElement로 부터 분류되는 엔티티로 각 공중별 구성요소의 상위 집합을 정의하는데 참조될 수 있다. 그리고 공중별 물리적인 구성요소를 도출할 수 있는 부분으로 작업관리 단위(Work Units)를 참조할 수 있다. 시설물(Facilities)과 공간(Direction Space, Extension Space) 부분은 IFC 스키마 중 Spatial Elements 구성을 위해 참조될 수 있는 부분이다. 본 연구에서는 WBS의 공중 중 배수공을 대상으로 스키마 확장을 목표로 하고 있으며 분석된 내용 중 공간부분은 제외하고 물리적인 요소를 도출할 수 있는 작업관리 단위에 초점을 맞추어 연구를 수행하였다.

3.2 국내 설계기준, 편람, 지침, 표준도 분석

배수공의 스키마 구성요소 도출을 위해 국내 도로설계 관련 문헌들을 분석하였다. 분석은 국토교통부에서 발행한 문헌 및 도면을 대상으로 하였으며 도로설계기준[8], 도로설계편람[9], 도로 배수시설 설계 및 관리지침[10], 도로부대시설 표준도[11]를 통해 수행되었다. 분석된 내용은 크게 4가지로 구분되며, 요약하면 다음과 같다. 1)

스키마의 물리적인 요소 표현을 위한 엔티티의 위계를 정의하기 위해 배수시설에 대한 분류기준을 분석하였다. 2) 각 분류에 따라 존재하는 배수시설을 도출하였다. 3) 각 구성요소(Element)의 속성정보 정의를 위한 배수시설 단위의 요구정보를 분석하였다. 4) 각 구성요소의 타입을 정의하기 위해 표준도를 추가로 분석하여 배수시설의 보다 상세한 유형을 도출하였다.



[Fig. 5] Classification of Drainage Facilities

분석된 문헌에서 배수시설의 분류기준은 Fig. 5와 같이 표면배수, 지하배수, 횡단배수로 구분하고 설치 위치에 따라 노면, 비탈면, 측도 및 도로 인접지 등으로 구분하여 각 위치별로 요구되는 배수시설을 정의하고 있다. 속성정보 정의를 위한 배수시설물 정보에 대한 분석결과 수리해석 등을 위한 엔지니어링 관점의 정보와 설계빈도 등의 유지관리를 위한 정보, 그리고 간격 및 규격 등의 배수시설 설계를 위한 정보가 존재한다. 수많은 정보 중 각 배수시설 엔티티에 속성으로 표현할 정보는 기본적인 정보라고 판단되는 설계정보를 중심으로 분석하였다.

분석된 내용을 기반으로 배수공사의 구성요소를 도출하고 물리적 객체 단위의 구성요소 엔티티 정의 및 각 객체별 타입 및 속성정보 정의에 대한 내용은 4장에서 다루고자 한다.

4. 도로 배수공사 IFC 확장 방안

4.1 배수시설 IFC 엘리먼트 및 타입 정의

3장에서 분석된 내용을 중심으로 IFC 스키마의 구성요소 및 타입을 정의하였다. 설계기준, 편람, 지침 분석을

통해 도출된 배수시설 중 물리적인 요소의 표현을 위한 엔티티인 IFC 엘리먼트(IFC Element)로 표현하기 위해서는 일부 배수시설의 제외 및 조정이 필요하다. 위치별로 분류된 배수시설 중 산마루 측구의 경우 측구 유형으로 포함시켰다. 맹암거의 경우 유공관과 필터층을 포괄하여 일컫는 배수시설이므로 맹암거 엘리먼트에 필터와 유공관을 타입으로 구분하였다. 감세공의 경우 도로 배수시설의 범위에서는 경우에 따라 선택적으로 사용되며 분석된 문헌에서는 감세공에 대한 설계정보나 유형에 대해서는 다루고 있지 않기 때문에 다른 엘리먼트의 위계와 맞지 않다고 판단되어 제외하였다. 타입의 경우 설계기준, 편람, 지침을 통해 유형을 우선 도출하였고 추가적으로 배수시설에 대한 표준도에서 분류하고 있는 유형을 적용하여 확정하였다. IFC의 일반적인 규칙으로는 물리적인 엘리먼트 엔티티와 이에 상응하는 타입 엔티티(IFC ElementType)가 존재한다. 타입 엔티티는 하위에 열거형(Enumeration Type)으로 보다 상세한 타입을 선택할 수 있도록 정의하고 있다. 정의된 각 배수시설별 IFC 엘리먼트 및 타입에 대한 내용은 Table 1과 같다.

[Table 1] IFC Element and Type for Road Drainage Facilities

Object Definition IFC Element Entity (Subtype of IfcRoadDrainage(ABS))	Object Type Definition	
	IFC Type Entity (Subtype of IfcRoadDrainageType)	IFC Enumeration Type (Data Type)
IfcGutter	IfcGutterType	IfcGutterTypeEnum + V Type + L Type + U Type
IfcCollectorWell	IfcCollectorWellType	IfcCollectorWellTypeEnum + Filling Part + Cutting Part + Access Road Part + Median Strip Part
IfcCanal	IfcCanalType	IfcCanalTypeEnum + Filling Part + Cutting Part
IfcCatchDrain	IfcCatchDrainType	IfcCatchDrainTypeEnum + Mountain Side Part + Banquette Part + Slope Shoulder Part
IfcDrainagePipe	IfcDrainagePipeType	IfcDrainagePipeTypeEnum + Longitudinal Pipe + Transverse Pipe
IfcManhole	IfcManholeType	IfcManholeTypeEnum + Rectangular Type + Circular Type
IfcCulvert	IfcCulvertType	IfcCulvertTypeEnum + Pipe Type + Box Type
IfcDummyDitch	IfcDummyDitchType	IfcDummyDitchTypeEnum + Perforated Pipe, + Filter

토목분야의 구성요소들을 IFC 스키마에서 정의하려면 이미 정의된 IfcCivilElement로부터 위계를 나누어 각각의 물리적 요소들을 IFC 엘리먼트 엔티티로 표현하여야 한다. 도로 배수시설은 IfcRoadDrainage 로 상위 개념을 정의하고 하위에 배수시설 엘리먼트 엔티티를 정의하도록 위계를 설정하였다. 배수시설의 타입 또한 IfcRoadDrainageType 하위에 타입 엔티티를 정의할 수 있도록 설정하였다.

4.2 배수시설 프로퍼티(Property) 정의

분석된 배수시설의 정보 중 기본적인 설계정보를 각 엘리먼트 단위로 구분하여 정의하였다. 정의된 정보는 IFC 프로퍼티(IFC Property)로 표현될 수 있다.

[Table 2] IFC Property for Road Drainage Facilities

IFC Element Entity	IFC PropertySet	IFC Property
IfcGutter	Pset_GutterCommon	Form
		Discharge
		Flow Rate
		Basin Area
IfcCollectorWell	Pset_CollectorWellCommon	Spacing
		Coefficient
		Flow Rate
IfcCanal	Pset_CanalCommon	Spacing
		Runoff
		Flow Rate
		Coefficient
		Collecting Width
IfcCatchDrain	Pset_CatchDrainCommon	Spacing
		Coefficient
		Flow Rate
		Collecting Width
IfcDrainagePipe	Pset_DrainagePipeCommon	Flow Velocity
		Material
		Gradient
IfcManhole	Pset_ManholeCommon	Capacity
		Spacing
IfcCulvert	Pset_CulvertCommon	Water Level
		Coefficient
		Flow Velocity
IfcDummyDitch	Pset_DummyDitchCommon	Gradient
		Perforated Pipe Length
		Flow Velocity
		Safety Factor
		Displacement
		Filter Material

IFC 프로퍼티는 객체의 속성 정보를 표현하기 위한 요소이며 필요한 정보를 객체에 따라 각각 구분하여 정의해야 하기 때문에 배수시설의 설계정보 중 다른 시설의 정보를 가져와서 이용하는 경우는 객체 정보에서 제외하

였다. 또한 배수시설의 치수를 표현하는 정보들은 IFC 형상표현에서 기본적으로 수용되는 정보이기 때문에 프로퍼티 정의 대상에서 제외하였다. 정의된 프로퍼티는 인스턴스 유형 (Instance Type)을 분석하여 IFC 타입(Defined Type)으로 정의하여야 스키마로 정확한 확장이 가능하지만 현재 단계에서는 프로퍼티의 내용과 명칭을 정의하는 수준으로 범위를 한정하였다.

정의된 배수시설별 IFC 프로퍼티는 Table 2와 같다. IFC 프로퍼티 셋(IFC Property Set)은 IFC 프로퍼티의 집합이며 포함되는 정보의 용도 및 성격에 따라 정의된다. IFC는 유형에 의한 구분 없이 공통적으로 사용되는 프로퍼티의 경우 Pset_(Element)Common 으로 정의한다. 배수시설의 기본적인 설계정보는 공통으로 사용가능하기 때문에 Common 프로퍼티 셋으로 정의하였다.

5. 결론

본 연구는 토목분야 IFC 확장을 위한 초기단계로 도로 배수시설에 대한 IFC 확장 방안을 제시하였다. 토목분야 IFC 스키마의 연구현황을 분석하기 위해 토목분야 IFC 개발 프로젝트인 IFC OpenINFRA의 연구 현황 및 국내외 토목분야 IFC 스키마 확장 관련 연구를 조사하였다. 스키마 구성요소를 도출하기 위해 국내 도로사업의 WBS 및 국토교통부에서 발행한 기준, 편람, 지침과 배수시설에 대한 표준도를 분석하였다. 도출된 구성요소를 통해 IFC 엘리먼트 및 위계를 정의하고 그에 맞는 타입 및 프로퍼티를 정의하였다. 본 연구는 도로시설 전체 중 일부 배수시설만을 대상으로 하였기 때문에 도로시설과 도로 공간정보에 대한 IFC 확장을 통해 추가로 보완되어야 할 부분이 발생할 수 있으며, 추후 IFC 모델의 활용 목적을 정의하고 요구되는 속성 정보를 확장하는 작업이 추가로 필요할 것이다. 연구결과에 대한 검증을 위해 프로퍼티에 대한 인스턴스 유형을 확정하고 Express 언어로 스키마를 확장 및 적용하여 각 배수시설에 대한 BIM 데이터를 IFC로 변환하는 검증단계가 필요하다. 본 연구의 결과로 도로 배수시설에 대한 IFC 스키마를 확장할 수 있을 것으로 기대되며, 확장된 스키마를 통해 배수시설의 BIM 데이터가 IFC 모델로 표현된다면 배수 시뮬레이션 또는 엔지니어링 정보를 통한 수문 계산 등에서의 활용을 기대할 수 있다.

References

[1] T. Liebich, C. Castaing, F Grobler. "OpenINFRA

- Projects Roadmap”, buildingSMART International. 2013.
- [2] T. Liebich. “IFC For Infrastructure”, buildingSMART Model Support Group. 2012.
- [3] buildingSMART. IFC4 Release Candidate 4. Retrieved from buildingSMART Available From: <http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC2x4/rc4/html/index.htm>, (accessed Oct., 2013)
- [4] J. H. Yi, “Development of IFC based Data Model for Representation of Detailed Design Information for Steel Bridge Members”, Master’s Thesis, Yonsei University, 2008.
- [5] E. Lebegue. “IFC-BRIDGE V2 Data Model” buildingSMART International French Chapter. 2005.
- [6] N. Yabuki, “Representation of Caves in a Shiled Tunnel Product Model”, eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction ECPPM 2008, pp. 545-550, 2009.
- [7] J. N. Park. “Development of an Information Model based on IFC for NATM Tunnel Structure”, Master’s Thesis, Yonsei University, 2008.
- [8] Ministry of Land, Infrastructure and Transport. *Road Design Standard*. 2012.
- [9] Ministry of Land, Infrastructure and Transport. *Road Design Handbook*. 2012
- [10] Ministry of Land, Infrastructure and Transport. *Road Drainage Facilities Design and Management Guide*. 2009.
- [11] Ministry of Land, Infrastructure and Transport. *Road Subsidiary Facilities Standard Drawing*. 1998.

조 근 하(Geun-Ha Cho)

[정회원]



- 2012년 2월 : 경희대학교 건축공학과(공학석사)
- 2012년 11월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 전임연구원

<관심분야>

Open BIM, IFC, BIM 품질관리, 자동화 검토시스템, 표준정보모델, 시설물 유지관리

원 지 선(Ji-Sun Won)

[정회원]



- 2005년 2월 : 경희대학교 건축공학과(공학석사)
- 2005년 12월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 전임연구원

<관심분야>

BIM, IFC, 표준정보모델, 시설물 유지관리, 건설자재정보 표준화

김 진 옥(Jin-Uk, Kim)

[정회원]



- 1991년 2월 : 충남대학교 컴퓨터과학과(박사수료)
- 1991년 3월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 연구위원

<관심분야>

건설정보화, 정보검색, 데이터베이스, RFID