

도로분야 IFC 확장을 위한 도로시설의 구성요소 도출

문현석^{1*}, 최원식¹, 강인석², 나혜숙¹

¹한국건설기술연구원 ICT융합연구실, ²경상대학교 토목공학과

Extraction of Road Structure Elements for Developing IFC(Industry Foundation Classes) Model for Road

Hyoun-Seok Moon^{1*}, Won-Sik Choi¹, Leen-Seok Kang² and Hei-Sook Nah¹

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

²Dept. of Civil Engineering, Gyeongsang National University

요 약 최근 표준으로 등록된 IFC(Industry Foundation Classes)는 건축시설의 형상요소 표현에 한정될 뿐 도로, 교량 및 터널 등의 토목시설에 대한 형상표준을 정의하고 있지 않아 여전히 토목 형상모델의 교환을 위한 상호운용성에 제약이 있다. 특히 도로시설은 중심선형에 따라 모델링되는 선형적 특성을 가지며, 프로젝트 별로 형상이 서로 상이하여 표준화된 도로정보모델을 구축하는 것이 곤란하다. 따라서 본 연구에서는 도로의 형상정보모델 개발을 위해 3차원 설계 프로세스 관점에서 도로를 구성하는 구조요소 및 속성을 도출하는 것이 목적이다. 이를 위해 본 연구는 도로설계를 위해 활용되는 도로설계편람, 지침, 시방서 및 기하설계 기준 등의 정보를 분석하여 도로 구조물의 형상요소와 속성을 추출한다. 도출된 형상은 엔티티(Entity) 항목으로 정의하고 가상 도로모델을 통해 정의된 도로 형상모델의 위계구조를 검토한다. 도출된 도로의 세부 구조 요소 및 속성은 인프라 분야의 BIM(Building Information Modeling)환경을 구축하기 위한 3차원 형상정보로 활용되며, 도로의 구체적인 형상, 타입 및 속성을 세분화하여 도로 분야의 IFC로 확장하기 위한 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

Abstract Since IFC (Industry Foundation Classes) 4 is based on the representation of 3D elements for an architecture project, and does not define standardized shapes for civil projects such as roads, bridges, and tunnels etc, it has limitations in securing interoperability for exchanging a shape information model for the civil projects. Besides, since road facilities have a linear reference, which is modeled along the center alignment, it is difficult the designers to create a standardized 3D road model. The aim of this study is to configure structure elements and their attribute for a road in the perspective of 3D design for developing a shape information model for the road. To solve these issues, this study analyzes the design documents, which consist of a road design handbook, guide, specifications and standards, and then extract shape elements and their attributes of road structures. Such shape elements are defined as an entity item and we review a hierarchical structure of a road shape defined by a virtual road model. The detailed elements and their attributes can be utilized as a 3D shape information model for constructing BIM (Building Information Modeling) environment for Infrastructures. Besides, it is expected that the suggested items will be utilized as a base data for extending to IFC for a road subdividing the detailed shapes, types and attributes for road projects.

Key Words : Road Alignment, BIM(Building Information Modeling), Road Element, IFC(Industry Foundation Classes), Road Design Documents

본 연구는 한국건설기술연구원의 주요사업인 '(13주요-임무) Infra BIM 정보모델 표준 및 검증기술 개발' 연구의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

*Corresponding Author : Hyoun-Seok Moon(Korea Institute of Construction Technology)

Tel: +82-31-910-0486 email: hsmoon@kict.re.kr

Received October 11, 2013

Revised (1st December 30, 2013, 2nd February 4, 2014)

Accepted February 5, 2014

1. 서론

최근 BIM(Building Information Modeling) 기술이 토목분야에 도입됨에 따라 설계 및 시공측면에서 다양한 프로젝트에 적용빈도가 높아지고 있다. 토목분야에서는 BIM 환경 및 통합된 정보교환체계 구축을 위하여 핵심 기술로서 IFC(Industry Foundation Classes) 개발 및 적용을 요구하고 있다. IFC는 대부분 건축시설, 부재 및 부품 등을 중심으로 개발 및 적용되고 있으나 도로, 교량 및 터널과 같은 토목시설에 대해 구축이 미흡한 실정이다. 이 중에서 교량 및 터널은 연구 프로젝트 관점에서 기존의 IFC2*3을 기반으로 확장하기 위한 국제적 논의[1-4]가 시도되고 있다. 그러나 도로는 일부 설계 소프트웨어 개발사나 유럽 및 일본들이 자체적인 도로정보모델을 요구하고 있으나 이는 국제 표준을 통한 통합된 상호 운용성 확보에 제약이 있다. 특히 국내에서는 과거 2D도면 표준을 위한 STEP(Standard for the Exchange of Product Model Data)기반의 도면교환표준을 개발한 바 있으나 3차원 모델의 형상표준 개발은 선진국에 비해 상당부분 뒤쳐져 있는 것이 현실이다.

이러한 이슈를 해결하기 위해 최근 도로분야에서도 BIM환경의 운용에 적합한 정보모델 표준을 개발하는 추세이며, 토목분야 BIM의 확산을 위한 정보모델 도입을 요구하므로, 도로의 3차원 모델을 표준화된 체계로 상호 운용성을 확보하는 측면에서 도로시설의 정보모델 표준을 구축하는 것이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 국토건설공사를 대상으로 도면의 납품체계 구축에 대한 3차원 정보모델로 활용할 수 있는 도로의 표준 형상정보체계를 구축한다.

본 연구의 목적은 도로분야의 정보모델표준인 IFC를 확장하기 위해 토공을 제외한 도로시설의 구성요소 및 속성을 도출하여 도로 정보모델 구조를 구축하는 것이다. 이를 위해 도로시설의 정보분류체계를 참조하여 도로구조물의 부위별 분류 위계를 확인하고 도로분야 관련 편람, 지침 및 기준 등을 참조하여 공통된 도로형상요소를 추출한다. 그런 다음 도로의 형상별 특성을 나타내는 주요 속성(Attributes)을 도출한다. 이를 통해 도로의 종횡단 선형과의 연계를 갖도록 형상간의 참조체계를 구축할 수 있다. 이는 향후 도로시설에 대한 형상정보모델의 개발시 최근 표준으로 등록된 IFC4[5]를 기반으로 다양한 유스케이스에 따라 도로분야뿐만 아니라 교량이나 터널 등에 대한 추가 Entity 확장을 위한 기반정보로 활용될 수 있다.

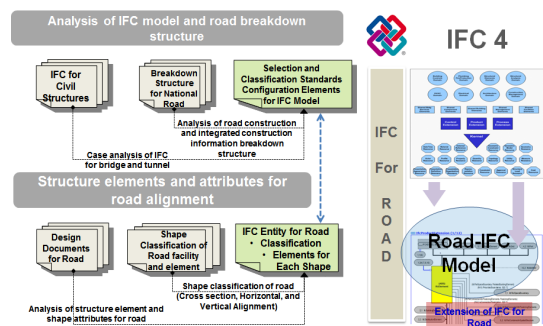
2. 도로설계정보의 분석

2.1 도로설계정보 분석 개요 및 방법

도로시설의 구성요소는 주로 선형적 관계를 갖는 횡단면 구조를 결정하는 단면 형상요소와 공장제작을 통해 설치가 가능한 객체 형상요소의 두 가지로 구분할 수 있다. 도로의 설계정보는 국토교통부에서 발간한 도로설계편람[6], 도로설계기준[7], 도로의 구조 및 시설기준에 관한 규칙[8] 및 도로공사 표준시방서[9]를 참조한다. 전자의 세 항목은 주로 도로구조의 세부시설 및 부위형상요소를 도출하고 후자의 마지막은 주로 각 형상별 주요한 특성항목인 속성을 도출한다. 이러한 자료를 기반으로 작성된 도로공학원론[10]과 최신도로공학[11] 교재를 참조하였다.

도로는 평면선형과 종단선형 및 이들을 참조하여 3차원으로 생성되는 기준인 횡단면에 의해 모델링 된다. 이러한 선형과 횡단면의 구성요소는 상기에 참조된 정보를 기반으로 형상정보를 추출하고 있으며, 관련 설계정보를 참조하여 공통된 단면요소를 추출한다. 평면선형과 종단선형은 일반적으로 동일한 형상요소를 구성하므로 기하정보의 표현에 중점을 두고 분석한다. 특히 도로를 구성하는 절성토 구간의 토공부분은 도로의 기하구조 항목에 포함되지 않으므로 연구에서 제외한다.

연구에서 구성하는 도로의 형상분류는 국토건설공사를 대상으로 하고 있으며, 형상분류의 범위는 도로형상의 3차원 설계모델의 생성과 이를 통해 설계정보의 납품을 위한 형상요소 추출을 범위로 한다. Fig. 1은 도로선형 및 횡단면 구조에 의해 형상요소 추출 방법을 나타낸 것이다.



[Fig. 1] An Extension Method of Alignment Structures for Road-IFC

우선, 국내 건설정보의 표준체계를 파악하기 위하여 다양한 건설정보를 상호 공유하고 교환할 목적으로 개발된 도로분야 작업분류체계와 통합건설정보 분류체계를

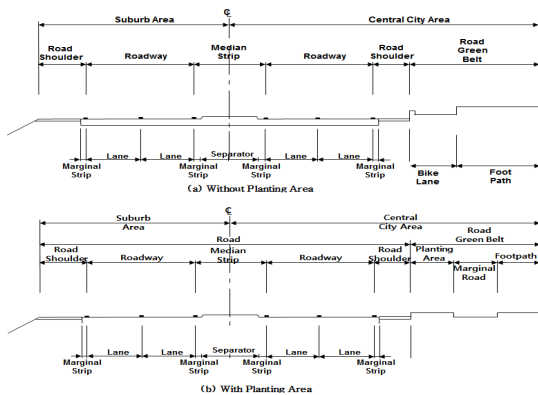
분석한다. 그런 다음 도로분야 설계도서인 기준·요령·편람 등을 분석하여 도로선형의 기하구조 요소를 도출하여 상세 형상을 분류한다. 그리고 향후 IFC의 *IfcCivilElement* 확장에 활용될 수 있도록 도로선형의 형상구성 IFC Entity를 도출한다.

2.2 도로설계정보 분석

도로의 기하구조는 도로의 통행, 종류, 위치 및 지형 등의 외적 조건을 검토하기 위한 기하학적 제원으로써 도로의 횡단면, 평면선형, 종단선형 및 교차접속부분의 구조 등으로 구성된다. 각각의 기하학적 제원들의 구성요소들을 ‘도로공학원론’[10], ‘최신 도로공학’[11] 등의 도로공학 관련 서적과 ‘도로설계기준 2012’[7] 및 ‘도로설계편람’[6] 등에서 참고하였다.

2.2.1 도로 횡단면 (Cross Section)

도로 횡단면은 Fig. 2와 같이 차도, 중앙분리대, 길어깨, 정차대, 자전거전용도로, 자전거 보행자 겸용도로, 보도, 식수대 및 측도의 조합으로 구성된다. 일반적으로 도로의 단면은 식수대가 있는 경우와 없는 경우로 구분된다. 이러한 도로단면은 기능에 따라 구성되고 설계속도가 높고 계획교통량이 많은 노선일수록 높은 규격의 횡단요소를 갖추어야 한다. 도로횡단면은 모든 도로 단면이 공통적 형상요소를 갖도록 표준화된 형태로 구성될 필요가 있다. 또한 각 단면형상은 그 형태 및 기능에 따라 타입이 정의된다.



[Fig. 2] Standardized Cross Section of Road (Road Design Standard 2012)

1) 차도: 차도는 차량의 통행이 직접적으로 이루어지는 부분으로 차로들로 구성되며, 그 기능에 따라 차로의 형태가 구분된다. 차로는 차로수와 차로폭 요소로 구성된다. 차로수는 도로의 구분 및 기능, 지

형상, 설계시간 교통량, 설계 서비스 수준 및 차로수 등을 고려하여 결정된다. 차로폭은 노면표시의 중심선에서 중심선까지의 폭이며, 차량폭에 여유폭을 더한 것으로 주행속도에 따라 달라진다.

- 2) 중앙분리대: 중앙분리대는 안전하고 차량의 원활한 교통 확보를 위해 차량의 통행방향별 분리와 측방여유를 확보하기 위한 시설로서 도로의 중앙부에 설치된다. 이는 분리대와 측대로 구성되고 분리대의 폭은 측방여유폭과 시설대폭을 고려하여 결정되며, 측대는 설계속도에 따라 결정된다.
- 3) 길어깨: 길어깨는 각 차도와 보도 등에 접속하여 설치되는 띠모양의 도로부분이다. 이는 노면표시선 구간을 공유하고 측방여유폭으로 활용된다. 길어깨의 폭은 도로구분, 설계속도에 따라 결정된다.
- 4) 주정차대: 이는 자동차의 주차·정차에 이용하기 위해 도로에 접속하여 설치하는 것으로 주정차대 폭으로 결정된다.
- 5) 자전거도로 및 자전거 보행자도로: 이는 자전거 및 보행자가 안전하게 통행할 수 있도록 도로에 설치하는 도로의 한 형태이다. 자전거 교통량에 따라 결정되며, 자전거전용도로, 자전거보행자겸용도로, 및 자전거자전거 겸용도로의 3가지로 구분한다.
- 6) 보도: 보도는 보행자의 안전한 통행을 위해 설치되는 것으로 연석이나 방호울타리를 이용하여 도로와 분리한다.
- 7) 측도: 측도는 도로의 이동성 확보를 위해 본선차도에 병행하여 설치한다. 이는 고속도로나 간선도로에 설치되며, 최소 측도폭 이상으로 정의한다.
- 8) 환경시설대: 이는 도로변의 환경보전을 위해 도로에 설치하는 시설물 구역으로 환경시설대나 방음시설을 설치하여 구성된다.
- 9) 식수대: 식수대는 도로교통 환경정비 등 생활환경 확보를 위해 설치되는 띠모양의 부분으로 중앙분리대의 식재 등과 유사하게 별도 설치한다.

2.2.2 평면선형 (Horizontal Alignment)

평면선형은 운전자의 쾌적하고 안전한 운행을 위한 도로설계의 기준 요소로서 도로중심선의 형태로 입체적으로 표현하며, 종단선형 및 횡단면의 Profile을 결정짓는 중요한 설계요소이다. 이는 직선, 원곡선 및 완화곡선(Clothoid)으로 구성된다. 직선은 설계속도에 따른 한계길이 최대 및 최소값으로 결정한다. 원곡선은 직선과 직선사이 또는 완화곡선 사이에 설치되고 곡선반경으로 표시된다. 이를 결정하기 위해 접선길이, 교각, 중앙중거 및 곡선의 시종점과 같은 다양한 기하속성을 갖는다. 특히

도로의 경우 직선부와 평면곡선 사이 또는 평면곡선들 사이에 설치되는 곡선으로 곡선상의 위치에 따라 곡선반경이 변하는 완화곡선을 설치하게 된다. 이는 해당 길이, 곡선반지름 및 완화곡선 파라미터를 통해 결정된다.

2.2.3 종단선형 (Vertical Alignment)

종단선형은 자동차의 진행방향에 따른 도로의 단면을 나타낸 것으로 종단직선과 종단곡선으로 구성된다. 종단직선은 자동차의 설계속도, 교통용량, 도로구분 및 지형 조건을 고려하여 설계된다. 종단곡선은 포물선형태의 볼록형과 오목형으로 구분되며, 크기는 종단곡선의 변화비율로 나타낸다.

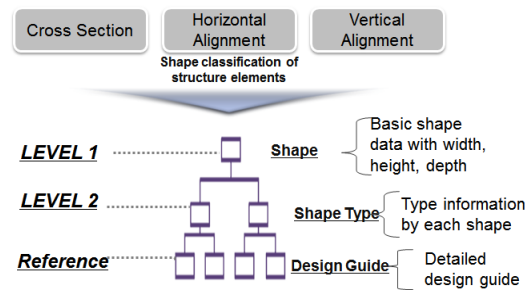
3. 도로 기하요소 분류기준 정의 및 구성요소 형상 도출

3.1 도로 기하설계 분류 기준 정의

일반적으로 도로의 선형은 각 선형 설계요소의 조합으로 구성되고, 그 형상은 연속적으로 표현된다. 이러한 형상요소들 간의 위상학적 관계를 갖고 상호 연계되도록 하며, IFC 구조에 따라 도로의 형상정보모델 개발을 위해서는 구조물 및 부유물 위계관계를 통해 구조요소들의 형상분류가 필요하다.

이를 위해 본 장에서는 ‘도로의 구조·시설기준에 관한 규칙’[8], ‘도로설계기준’[7], ‘도로설계편람’[6]을 통해 설계기준과 도로의 구조 및 기능 등을 분석하여 도로선형의 기하구조 요소들을 형상정보로 표현할 수 있도록 도로 형상분류체계를 제시한다.

도로선형에 관한 기하구조들의 형상 표현을 위해서 횡단면, 평면선형, 종단선형으로 구분하고, 각 형상분류에 관한 세부정보는 형상요소(Level 1), 형상종류(Level 2), 설계지침(Level3)으로 구분한다 [Fig. 3].



[Fig. 3] Classification Standard of Alignment and Structure Shape for Road

형상정보는 가로, 세로, 높이 등과 같이 각 객체의 기본형상을 표현할 수 있도록 구성한다. 형상종류 정보는 사용된 공법 및 재료 등에 따라 다양한 유형이 존재하는 객체들의 유형 정보를 나타낼 수 있도록 구성하고, 설계지침은 각 객체를 구성하기 위한 필수적인 설계요소(속성)의 참조지침을 나타낸다.

3.2 도로 기하설계 구성요소 도출

도로에서 횡단면 구성요소들의 형상분류는 ‘도로의 구조·시설기준에 관한 규칙’[8], ‘도로설계기준’[7], ‘도로설계편람’[6]을 기초하여 Table 1과 같이 형상요소, 형상의 종류 및 설계지침 등으로 구성하였다. 특히 본 연구에서는 횡단면의 구성요소에 도로 선형단면과 토공부 단면을 모두 포함하지 않고, 도로의 선형과 토공의 형상을 구분할 수 있도록 도로 횡단면을 노면의 구성요소로 한정하였다. 이러한 이유는 도로선형과 토공 업무에서 사용하는 정보의 종류가 상이함으로 형상을 구분하여 설계정보를 관리하는 것이 효과적일 것으로 판단하였기 때문이다. Table 1에서 Shape Elements는 IFC에서 도로의 주요시설에 대한 *IfcCivilElement*의 하위 요소로 정의되고, Level 1은 Resource Layer에서의 기하 파라미터, Level 2는 *IfcCivilElementType*의 하위 요소로 구성된다. Level 3는 각 Entity의 Attribute항목으로 정의된다. 이 외에도 상기의 분류구조에 따라 평면선형에 대하여 직선, 원곡선 및 완화곡선과 종단선형의 종단직선과 종단곡선에 대한 형상, 기하, 타입 및 설계요소 등을 분류하였다. 이와 같이 정의된 형상요소 및 속성들은 IFC의 확장을 위한 주요 Entity로서 활용된다.

4. 도로 형상요소의 구조화 모델 구성

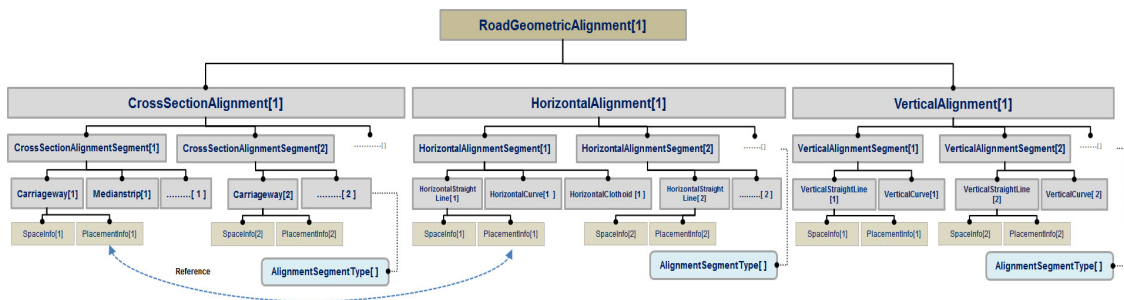
4.1 도로 형상요소의 분류 구조 작성

본 장에서는 도로선형 형상이 동일한 단면 내에서 상호 위계와 연관성을 유지하여 모델링되도록 형상을 세분화하였다. Fig. 4는 도로선형의 형상분류를 개별형상, 구간형상 및 전체형상으로 구분한 분류도를 나타내고 있으며, 공간정보, 위치정보 및 개별형상타입 등의 세부정보들도 포함하고 있다.

즉, 동일한 단면을 가지는 개별형상들이 결합하여 구간형상을 구성하고, 이러한 구간형상들이 결합하여 구간 전체의 형상을 표현하는 방식으로써 상위레벨에서 하위레벨의 정보들을 참조, 취합하여 형상을 구성할 수 있도록 하였다. 이와 같이 구분을 위한 기준 정보로서 형상구

[Table 1] Detailed Classifications of Element Shapes for Road Cross-Section(Partial)

Shape Element	Level 1 (Shape-Geometry)	Level 2 (Type of Shape)	Reference (Design Attributes)
Carriageway	- Lane number - Lane width	- Straight lane - Turning lane - Speed-change lane - Climbing lane - Passing lane	- Road Types and Functions - Design Speed - Design Traffic Volume - Region Types - Ground Status - Design Service Level
Median Strip	- Median strip width - Marginal stripe width - Separator width - Separator height	- Green area - Guard rail - Guard fence of concrete - Curb of concrete	- Road Types - Region Types - Design Speed
Shoulder	- Shoulder width - Marginal stripe width - Soft shoulder width	- Full shoulder - Half shoulder - Quarter shoulder - Soft shoulder	- Road Types - Region Types - Design Speed
Stopping Lane	- Stopping lane width - Bus stop width	- Stopping lane - Bus stop	- Road Types - Region Types - Vehicle Types - Traffic Volume
Bike Lane	- Bike lane width - Lateral clearance width - Separation of space width	- Bike lane - Bike and pedestrian lane - Bike and motor lane	- Region Types - Riverside/River Types - Lateral Width - Valid Footpath Width - Standard Bike Types
Footpath	- Footpath width	- Higher height than curb - Same height than curb - Separation by safety fence - Vertical curb - Slope curb	- Region Types - Minimum Valid Width - Required Footpath Traffic Volume - Service Traffic Flow Ratio
Frontage Road	- Frontage road width	-	- Road Types - Traffic Environment
Green Belt of Roadside	- Green belt of roadside width - Marginal stripe width	- Levee - Noise barrier	- Road Types - Traffic Status - Ground Status
Planting Belt	- Planting belt width	- Downtown area - Landscape area - Residential zone	- Tree Types and Layout - Harmonization of Cross Section Elements
Drainage Facilities	- Size - Pitch - Width - Thickness	- L Type - U Type - J Type - Drain pipe - Infiltration gallery	- Drain Capacity - Design Frequency - Outflow



[Fig. 4] Shape Classification of Road Structures

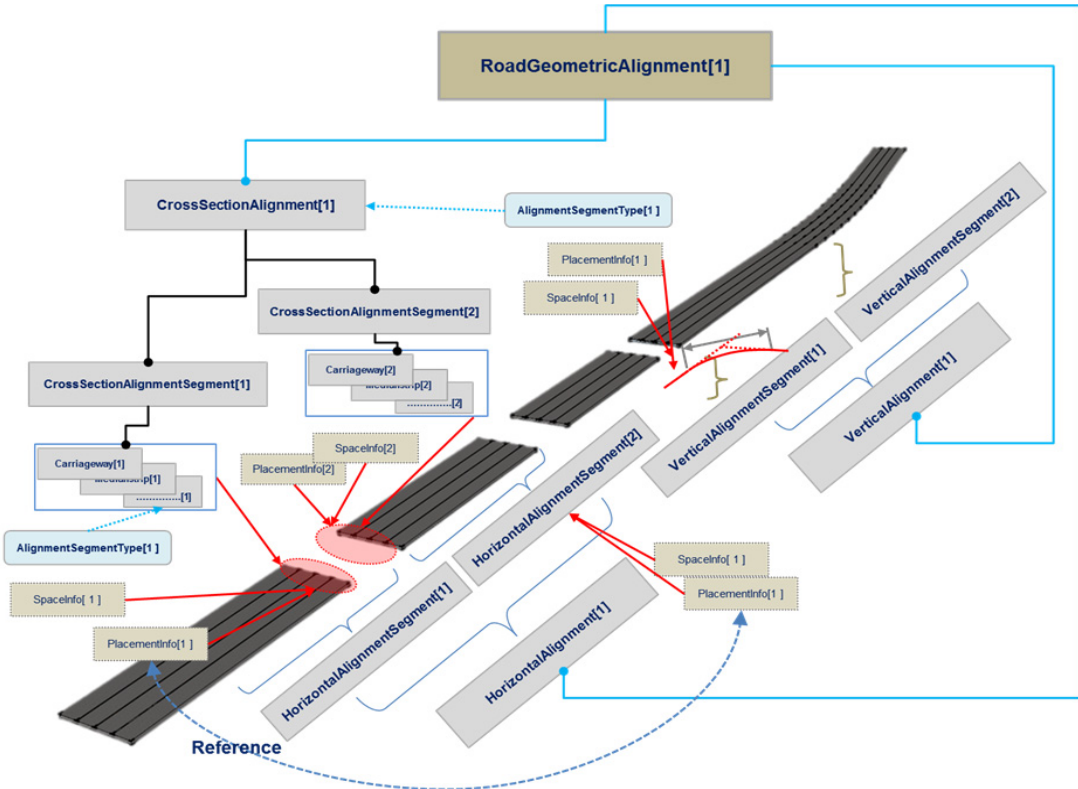
성요소별로 공간정보와 위치정보를 포함한다. 공간정보는 구성요소들의 객체의 기본적인 형상을 포괄하는 기능적 공간정보이며, 위치정보는 도로선형에서 횡단면 객체들의 설치위치, 기점 및 시-종점을 나타내는 좌표정보로 개별, 구간 및 전체형상을 구분하는데 활용된다. 또한 개별형상 및 구간형상정보에서는 사용된 공법 및 재료 등에 따라 다양한 형상들이 구성될 수 있으므로 이러한 형상타입정보를 개별 및 구간형상에 속성정보로 부여할 수 있도록 개별형상타입으로 구성하였다.

전체형상은 ‘전체도로선형형상(RoadGeometricAlignment[])’으로 정의하고, 구간형상은 ‘횡단면구간형상(Cross-sectionAlignment[])’, ‘평면선형구간형상(HorizontalAlignment[])’, ‘종단선형구간형상(VerticalAlignment[])’으로 정의하였다. 개별형상은 ‘횡단면개별형상(CrosssectionAlignmentSegment[])’, ‘평면선형개별형상(HorizontalAlignmentSegment[])’, ‘종단선형개별형상(VerticalAlignmentSegment[])’으로 정의하였다. 그리고 공간정보, 위치정보 및 형상타입정보는 각각 ‘공간정보(SpaceInfo[])’, ‘위치정보(PlacementInfo[])’ 및 ‘개별형상타입(AlignmentSegmentType[])’로 정의하였다. 또

한, 공간정보 및 위치정보는 횡단면, 평면선형 및 종단선형의 조합에 있어서 공통적으로 사용되는 경우가 많기 때문에, 이러한 정보들의 연결 관계를 나타낼 필요가 있으며, 이를 위해 ‘참조(Reference)’를 구성하여 공간정보 및 위치정보의 상호 연결성(Relationships)을 나타낸다.

4.2 도로 형상분류기반의 3D모델 적용 예

Fig. 5는 도로선형의 형상 분류도를 활용하여 개별형상에서부터 구간형상 및 도로선형 전체의 형상을 구성하는 3차원 도로선형 모델 개략적으로 나타내고 있다. 도로선형의 개별형상은 ‘횡단면구간형상(Cross-sectionAlignment[])’의 구성요소인 차도, 중앙분리대 등의 ‘위치정보(PlacementInfo[])’를 통해 횡단면이 구성되고, 평면선형 및 종단선형개별형상의 ‘공간정보(SpaceInfo[])’와 ‘위치정보(PlacementInfo[])’를 참조하여 개별형상을 표현하게 된다. 이때 사용되는 공간정보와 위치정보는 ‘개별형상타입(AlignmentSegmentType[])’과 ‘참조(Reference)’에 따라 결정되어 진다. 그리고 이러한 개별형상들은 평면선형 및 종단선형구간형상들로부터 참조된 ‘공간정보(SpaceInfo[])’와 ‘위치정보(PlacementInfo[])’



[Fig. 5] An Application Example of Shape Classification for Road

를 중심으로 결합됨으로서 구간형상으로 나타낼 수 있으며, 이와 같은 방식으로 전체도로선형의 형상모델을 구성할 수 있다.

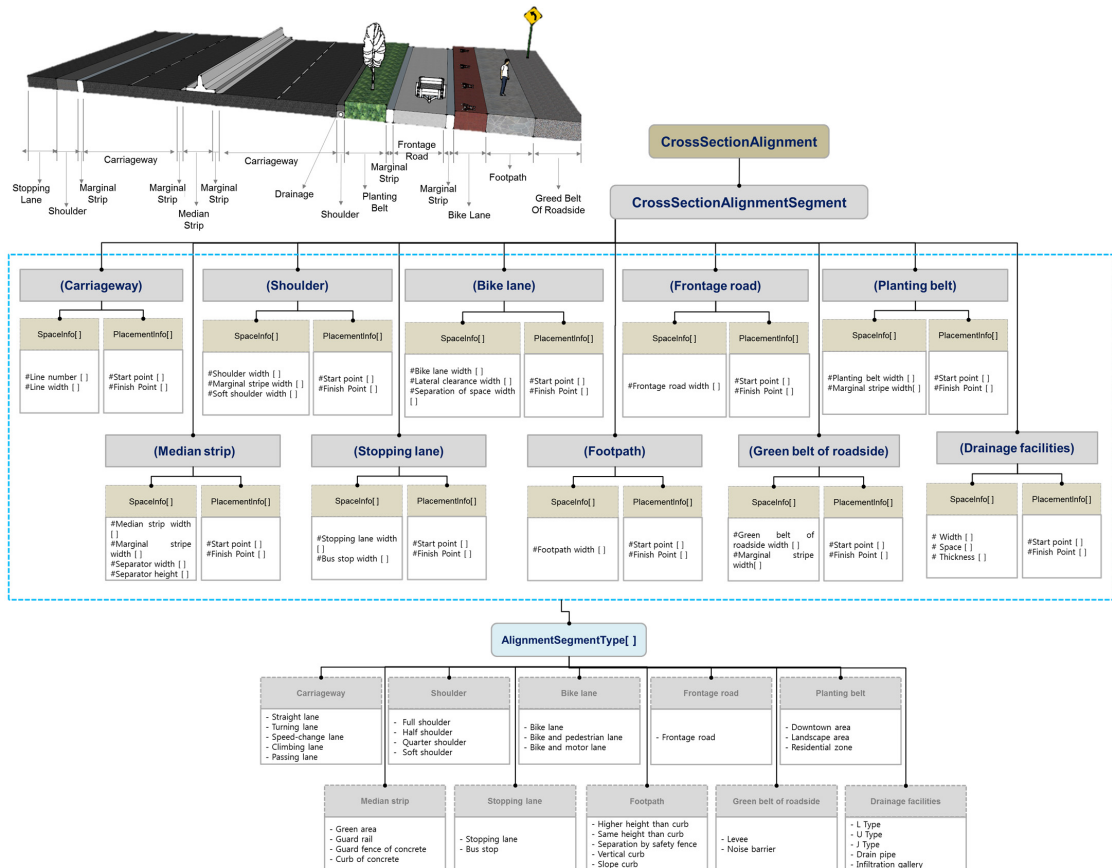
도로의 공간정보는 설계 및 시공관점에서 위치적 관리 단위를 고려하여 정의되었다. 이는 상위 수준으로 정의되었으나 하위의 공간적 부분은 위치적 공간과 구조적 공간으로 나눌 수 있다. 위치적 공간은 본선, 지선이나 시점, 종점, 상행, 하행 및 스테이션 정보로 구성된다. 구조적 공간은 도로를 결정하는 차도, 도로 Segment 및 기하구조 시설이 갖는 형상적 공간으로 구분된다. 이러한 공간은 중심선형을 기준으로 동시에 참조되고 관리된다. 중심선형은 도로의 형상을 결정짓도록 하는 기준이므로 단면 Profile을 기본적으로 포함한다.

이러한 도로형상정보 분류 및 위계는 기본적으로 도로공사 표준분류체계를 기반으로 국내에서 활용되는 국토교통부의 도로설계편람, 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 및 도로설계기준 등 도로설계에 관한 국가기준을 참조하여 작성되었다. 각 형상은 모든 요소를 공통적으로

포함하도록 하였다. 이는 도로설계의 횡단면, 종단곡선, 평면선형 등에 대한 표준화된 형상분류를 가지므로 국내에서 적용되는 도로설계에 공통적으로 활용될 수 있다.

Fig. 5에서 각 단위 구간형상은 타 구간형상과의 Profile단면을 공유한다. 이는 도로 설계의 단면 기준이 될 수 있으며, 시공관점에서 물량산출이나 공정관리를 위한 공간 구조단위로 활용된다.

본 도로형상정보는 국내의 도로분야 표준 설계정보를 참조하여 기하구조의 형상요소를 공통적으로 분류하고 있다. 이는 국내의 도로구조만을 참조하고 있기 때문에 대부분의 도로 형상 요소를 포함하고 있다. 만약 추가 확장이 요구되는 도로 기하구조 요소의 경우 신규 Entity, Data Type, Attribute 등은 동일 위계 내에 추가할 수 있다. 현재의 도로 형상요소들 기반으로 IFC구조를 확장할 경우 Express-G 모델링을 통해 Express언어로 표현되어야 한다. 이때 각 Entity의 Representation을 위해 Resource Layer의 Geometry를 참조해야 한다. 또한 도로 설계 및 시공을 위해 요구되는 Use case에 따라 공통적



[Fig. 6] Application Example of Shape Classification for Road

Property Set(Pset)을 정의할 수 있다. 특히 Express로 표현된 도로 IFC스키마는 STEP의 Part 21 파일로 변환되어야 한다. 이는 IFC Viewer의 개발을 통해 확장 타당성을 검증할 수 있다. 또한 기존 설계 소프트웨어에서는 개발되는 도로 IFC로의 변환을 위해 변환기를 개발해야 하고 이에 따른 스키마 구조 검증을 위해 Checker의 개발도 선행될 필요가 있다.

4.3 도로 형상정보 구성

Fig. 6은 도로의 횡단면 형상분류에 대한 통합 구조 및 속성 체계를 나타내고 있다. 횡단면 형상분류는 Fig. 6의 상단부분과 같이 개별형상의 종류가 차로, 중앙분리대, 길어깨, 주정차대 등 10개로 구성되어 있다. 이들은 각각의 공간정보 및 위치정보를 포함하고 있다. 그리고 개별형상 구성요소들은 고유의 형상타입정보를 포함하고 있다. 횡단면 형상모델은 사용자가 차로, 중앙분리대 등의 횡단면 구성요소들을 부분적으로 선택하고, 이들에 관한 공간정보 및 위치정보를 입력하여 구성할 수 있는데, 횡단면 구성요소별 형상타입을 우선 결정함으로써 횡단면 구성요소들의 공간정보와 위치정보는 각각의 형상타입에 따라 다르게 적용될 수 있다. 기본적인 기하구조형상을 따르되 1차적으로 확장된 도로 구성요소를 참조하므로 향후 추가되는 Entity의 경우 검증을 과정을 통해 신규 적용이 가능할 것이다.

5. 결론

본 연구에서는 3차원 도로설계정보의 상호운영성을 확보할 목적으로 도로의 형상정보모델 구축하기 위해 도로의 기하구조에 관한 세부 형상과 각 형상의 다양한 속성을 분류하였다. 이를 위해 다양한 도로설계정보를 분석하여 도로의 횡단구조, 평면 및 종단선형의 주요 형상요소와 세부 속성을 도출하였다. 이는 개략적인 3차원 모델을 활용하여 연구에서 구성된 형상요소의 분류구조에 따라 시설, 부위 및 속성을 표현하는 3차원 형상으로 표현되었다.

연구에서 구성된 형상요소는 도로의 3차원 모델링에 따른 3D설계정보의 납품 관점에서 정의되고 있다. 제시된 도로시설 구성요소 분류는 기존 KOSDIC 형태의 2D 기반 도면납품체계를 IFC 형태의 3D기반 납품체계의 변화시킬 수 있는 도로분야 정보모델 표준 구성을 위한 기초모델로 활용하게 된다. 이는 도로분야 BIM지침 및 가이드라인 개발을 위해 발주처에서 납품받는 성과품의

신규 납품목록 구성을 위해 활용될 수 있다. 또한 도로설계시 필요한 저작 및 변환도구의 구성에 활용할 수 있다.

특히 연구에서 활용된 설계정보는 주로 설계편람, 기준 및 시방서 등을 참조하고 있어 상세시공도면 관점이나 공정관리 및 물량산출 수준에서의 분석에 제약을 갖는다. 따라서 도로의 형상정보모델은 그 활용범위에 따라 다양한 형상 분류 구조와 속성의 정의가 이루어져야 한다. 또한 표준상세시공도면의 세부 형상 요소를 분류하고 형상별 다양한 특성정보를 분류할 수 있어야 한다. 이러한 측면에서 본 연구에서 제시하는 도로의 형상정보 분류 방법론은 도로의 새로운 형상요소의 추가를 용이하게 할 수 있으며, 교량이나 터널 등도 제시된 방법론에 따라 손쉽게 확장할 수 있는 토대를 마련한다. 본 연구는 국내의 도로설계 요소에 적합하도록 표준 기하구조를 기준으로 정의하고 있으나, 국제 표준으로서의 수준을 갖기 위해서는 해외에서 참조하고 있는 표준화된 도로 기하구조의 반영이 요구된다. 향후 형상정보모델 표준인 IFC4를 토대로 새로운 토목 구조물의 형상정보모델을 신속하게 확장할 수 있는 기초정보로 활용될 것으로 기대한다.

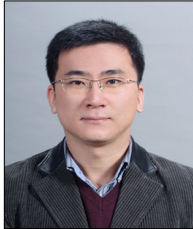
References

- [1] Kim, B. G., Integration of a 3-D bridge model and structured information of engineering documents. Ph. D. Dissertation, Yonsei University, 2010
- [2] Yabuki, N., Azumaya, Y., Akiyama, M., Kawanai, Y., and Miya, T., Fundamental study on development of a shield tunnel product model. Journal of applied computing in civil engineering 16. pp. 261-268, 2007
- [3] Park, J. N., Development of an information model based on IFC for NATM tunnel structures, Master's Thesis, Yonsei University, 2008
- [4] Arthaud, G. and Lebegue, E., IFC-Bridge V2 data model-Edition R7. IAI, 2007
- [5] buildingSMART International [Internet]. IFC4 release summary, Available From: <http://www.buildingsmart-tech.org/>, 2013
- [6] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, Road Design Handbook, 2012
- [7] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, Road Design Standard, 2012
- [8] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, Protocol for Structure and Facility Standard of Road. 2012
- [9] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, Standard Specifications for Road, 2009

[10] Min, W, Principles of Road Engineering, Kumi Publishers, 2011

[11] Kwon, H. J. and Jin, M. S., The latest Road Engineering, Kimundang Publishers, 2011

문 현 석(Hyoun-Seok Moon) [정회원]



- 2006년 2월 : 경상대학교 토목공학과 (공학석사)
- 2009년 8월 : 경상대학교 토목공학과 (공학박사)
- 2009년 8월 ~ 2011년 1월 : Teesside University (UK), CCIR 센터 방문연구원
- 2012년 2월 ~ 2013년 1월 : University of Michigan, Post-Doc.
- 2013년 1월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 수석연구원

<관심분야>

BIM, 건설관리, 프로세스 최적화, 4D CAD

최 원 식(Won-Sik Choi) [정회원]



- 1984년 2월 : 고려대학교 지질학과 (이학석사)
- 2001년 2월 : 공주대학교 전산학과 (이학석사)
- 2012년 2월 : 공주대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)
- 1984년 9월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 연구위원

<관심분야>

BIM, 데이터베이스, 정보표준

강 인 석(Leen-Seok Kang) [정회원]

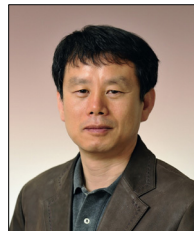


- 1986년 2월 : 중앙대학교 토목공학과 (공학석사)
- 1990년 8월 : 중앙대학교 토목공학과 (공학박사)
- 1991년 3월 ~ 1991년 8월 : 대한주택공사 주택연구소 책임연구원
- 1995년 6월 ~ 1996년 8월 : Stanford University, Post-Doc
- 1991년 9월 ~ 현재 : 경상대학교 토목공학과 교수

<관심분야>

BIM, 4D CAD, 건설관리

나 혜 숙(Hei-Sook Nah) [정회원]



- 1995년 2월 : 서강대학교 컴퓨터공학 (공학석사)
- 2012년 2월 : 공주대학교 전자계산학과 (이학박사)
- 2011년 11월 ~ 2013년 6월 : 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 실장
- 1984년 8월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 연구위원

<관심분야>

BIM, 데이터베이스, 정보검색, 정보표준