

# CityGML 기반 상하수도 유지관리를 위한 노후도 영향인자 도출

장영훈\*, 박원영\*

\*한국건설기술연구원

e-mail: wypark@kict.re.kr

## Identification of Deterioration Factors for CityGML-based Pipe Network Management

Young-Hoon Jang\*, Won-Young Park\*

\*Cost Engineering & Management Center, Department of Construction Policy Research,  
Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

### 요 약

국내 인프라 시설의 내구연한 경과로 인해 유지관리의 중요성이 증가하고 있으며, 인프라 시설의 피해는 다른 시설에도 상호종속적으로 영향을 미치므로 인프라 시설들에 대한 도시 단위의 데이터 구축 및 통합관리가 필요하다. 본 연구에서는 도시 시설물들의 3차원 형상 및 의미정보를 고려할 수 있는 표준 데이터 스키마인 CityGML(City Geography Markup Language) 기반 유지관리단계 활용 모델 구축을 위해 상하수도의 노후도 영향인자들을 도출하였다. 도출한 영향인자들을 CityGML의 모듈과의 매칭을 하여 모델링 단계에서 속성정보로 활용하고자 하였다. 속성정보 및 형상정보를 고려한 도시모델이 구축될 경우 시설물 유지관리 단계에서 위험도 분석, 유지관리 우선순위 도출 등의 다양한 의사결정 지원이 가능할 것으로 기대된다.

### 1. 서론

최근 도심지 내의 상하수도 시설들의 노후화로 인해 싱크홀, 열수관 파손 등의 문제가 발생하고 있다. 하지만 지하에 매설된 시설물의 특성상 사고가 발생하기 전까지 상태 파악이 어려우며, 지자체의 유지관리에서도 후순위로 밀리는 문제가 있다.

현재 많은 도시 요소들이 GIS 기반으로 데이터가 구축되어 있으나, 2D 기반의 정보이며 속성정보들이 테이블 형식으로 저장되어 있어 유의미한 정보 활용이 어렵다. 이러한 문제는 도시정보의 표현, 저장, 교환에 대한 개방형 표준 데이터 스키마인 CityGML을 활용하여 극복할 수 있다. CityGML은 도시의 다양한 구성 시설물을 표현할 수 있는 표준 데이터 스키마로써 3D 형상 정보와 의미 정보를 동시에 생성하고 관리할 수 있어 다양한 시설물의 정보 구축 및 활용이 가능하다.

본 연구는 상하수도 노후도 분석에 CityGML을 활용하기 위한 사전연구로 상하수도 모델 생성 단계에서 속성 정보로 고려할 수 있는 정보항목을 도출하고, CityGML 모듈과 매칭하여 3차원 도시모델 생성에 기여할 수 있다.

### 2. 문헌고찰을 통한 상하수도 노후도 관련 정량 지표 분석

1970~80년대 활발히 설치된 상하수도의 경우 시간이 지남에 따라 내외부적인 원인에 의해 구조적 성능이나 기능이 열화되는 문제가 발생한다. 상하수도는 그 특성상 지하에 매설되어 육안으로 파악이 어려워 대부분 직접평가, 간접평가, 원인 분석을 위한 평가 등의 방법으로 상태 평가를 수행하고 있는 것으로 분석되었다.

상하수도 관련 지표 도출을 위해 상수도관로의 부식 및 노후도 예측모델 개발[1] 보고서를 분석하여 평가지표를 분류하였다. 정량적인 지표와 정성적인 지표를 구분하여 수량화할 수 있는 지표만을 활용하였다. 활용 가능한 지표로는 토양 및 외부 환경 관련 지표(토양 종류, 토양 부식성, 기초공/매설 지역, 교통상황 등), 수질 관련 지표(수질부식성, 수압 등), 매설 관 관련 지표(관종, 관경, 매설년도 등)가 있으며 수압 등의 민원 정보, 누수/파손 사고 이력 관련 정보는 노후도 예측 결과의 정확도를 평가하기 위한 지표로 활용 가능할 것으로 분석되었다.

### 3. 노후도 분석을 위한 CityGML

#### 도시구성요소 도출

CityGML은 Open Geospatial Consortium(OGC)에서 표준으로 제시하는 도시 정보의 표현, 저장 및 교환을 위한 개방형 데이터 스키마이다. CityGML은 지형 및 시설물을 동시에 관리할 수 있는 데이터 항목들을 포함하기 때문에 여러 응용분야에서 활용할 수 있는 환경을 제공할 수 있다. 21년에 발표된 최신버전인 CityGML 3.0에서는 Building, Bridge, Tunnel, Construction, CityFurniture, CityObjectGroup, LandUse, Relief, Transportation, Vegetation 및 WaterBody 등의 11개의 Module로 다른 주제 분야를 설정하여 표현할 수 있으며 5개의 확장모듈 중 하나인 Generics 모듈을 활용하여, 일반 개체, 속성에 대해 정의할 수 있다.

본 논문에서는 방재업무에 대한 도시모델링 관련 연구[2], 도시침수해석을 위한 도시배수시설 모델링 관련 연구[3] 내용을 바탕으로 도시모델 생성을 위한 CityGML 모듈을 선정하고 도출한 정보항목과 매칭하였다. CityGML의 Relief, LandUse 모듈을 활용하여 지형과 관련된 정보항목을 표현할 수 있으며 Transportation 모듈을 활용하여 도로 관련 정보항목을 표현이 가능할 것으로 분석되었다. 상하수도관망의 경우 CityGML에서 제시하는 정보항목이 없으므로 확장모듈인 Generics 모듈을 활용하여 상하수도 관망 관련 정보항목들을 표현하였다[표 1].

[표 1]

| 대상시설<br>분류 | CityGML<br>모듈     | 활용 형상<br>정보                  | 활용 정보 항목                                                                                                                         |
|------------|-------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 지형         | Relief<br>LandUse | Point<br>Polyline            | 도양종류, 도양 pH,<br>매설지역                                                                                                             |
| 도로         | Transportation    | Point<br>Polyline<br>Polygon | 도로폭, 교통량                                                                                                                         |
| 맨홀         | CityFurniture     | Ppoint                       | 하수관망 교차지점 정보                                                                                                                     |
| 상하수도<br>관망 | Generics          | Point<br>Polyline            | 관 관련 :<br>관특성, 관종,<br>방식도장유무,<br>갱생공법유무, 매설심도,<br>접합부 형식, 매설년수<br><br>유지관리 이력 :<br>누수/파손 이력 정보<br><br>수질 및 유량 관련 :<br>관내수질, 파손기록 |

모델의 형상의 경우 국토지리정보원 및 지자체에서 구축한

GIS 데이터를 분석하여 3D 형상 표현이 가능한지 여부를 검토하였다. 지형 모델은 표고점과 등고선의 조합으로 Digital Terrain Model을 생성할 수 있다. 도로의 경우 점과 도로 중심선의 조합으로 노드와 링크의 표현이 가능하며, Polygon 형상을 통해 도로의 면 형상 표현이 가능하다. 하수관망 역시 GIS의 선형 정보와 관망의 단면 정보를 활용하여 형상 표현이 가능할 것으로 분석되었다.

### 3. 결론

본 연구에서는 상하수도 유지관리를 위해 기존의 상하수도 노후도 관련 연구를 분석하여 지형, 도로, 수질, 관망 등의 영향인자에 대한 정량적인 지표들을 도출하였으며, 정보들과 연계할 수 있는 도시시설물을 선정하여 CityGML 모듈을 도출하였다. 향후에는 본 연구를 기반으로 실제 3차원 도시정보 모델링을 수행하고, 모델 내의 속성정보들을 활용하여 위험도 분석 및 유지관리 우선순위를 도출하고자 한다. 추가적인 연구를 통해서 더 많은 구성요소와 정량적인 지표들을 고려한다면 신뢰도 높은 위험도 예측 및 데이터 기반의 의사결정이 가능해질 것으로 보인다.

### 감사의글

본 연구는 과학기술정보통신부 한국건설기술연구원 연구운영비지원(주요사업)사업으로 수행되었습니다(과제번호 20220153-001, 건설정책 및 건설관리 발전전략).

### 참고문헌

- [1] 한국건설기술연구원, 상수도관로의 부식 및 노후도 예측 모델 개발, 환경부, 2002년.
- [2] 박상일, 송민선, 장영훈, 서경완, 이상호, “방재업무 활용을 위한 개방형 도시정보모델 생성”, 한국전산구조공학회는 문집, 제 27권 4호, pp. 321-328, 8월, 2014년.
- [3] 이상호, 장영훈, 김종명, “강우우수 유출해석을 위한 CityGML 기반 3차원 도시 배수시설 정보모델 구축 방안”, 한국방재안전학회논문집, 제 9권 2호, pp. 77-86, 9월, 2016년.