

지하공간 3차원 지적정보시스템 구축 방안 연구

Construction Plan of 3D Cadastral Information System on Underground Space

송명수[†] · 이성호¹⁾

Myungsoo Song · Sungho Lee

Received: March 18th, 2014; Revised: April 1st, 2014; Accepted: April 28th, 2014

ABSTRACT : Recently, Construction business is changing from on the ground to underground space because of deficit of developing space, creation of green space and of incremental of land compensation expenses. Meanwhile, 3D Topographic, Marine and Cadastral maps need to have Spatial Interrelation. Also, understanding of the information is also needed. Spatial information object registration system is impossible to contact and understanding intelligence mutually because the former one is managed as automatic ID system. Therefore, 3D Object information ID System of underground space is managed based on Object Identifier. Construction of Spatial information integration ID System is required and it will offer Division Code (Ground, Index, Underground) and depth information. We are defined and classified Under Spatial Information in this paper. Moreover, we developed the integration ID System based on UFID for cadastral information Construction. We supposed underground spatial information DB Construction and a developed the way of exploiting 3D cadastral information system through the study. The research result will be the base data of Standard ID system, DB Construction and system Development of National spatial data which is considered together with spatial interrelation.

Keywords : Underground space, UFID, Underground spatial information, 3D cadastral information, 3D cadastral information system

요 지 : 최근 들어 지상에서의 건설사업은 녹지공간 조성, 개발공간 부족, 토지보상비 증가 등의 문제로 지상에서 지하공간의 개발로 변화되고 있다. 지하공간의 개발과 함께 지하공간의 지적소유권 관리에 대한 필요성도 중요한 과제로 대두되고 있다. 한편 3차원 지형도, 해도, 지적도는 상호 연계성을 가지고 있어야 하며, 정보의 파악(3차원 위치, 속성 등)도 가능해야 한다. 기존의 공간정보객체등록체계는 자동 ID 체계로 구현되고 있어 상호 연계성 및 정보파악이 불가능하다. 따라서 지하공간의 3차원 입체지적 객체정보의 ID 체계는 객체유일식별자(UFID ; Unique Feature Identification) 기반의 관리가 이루어져야 한다. 즉 객체유일식별자를 공통 연계 ID로 하여 지상, 지표, 지하를 구분코드와 함께 지하공간정보의 심도정보를 포함한 객체정보를 표현할 수 있는 공간정보 통합 ID 체계 구축이 필요하다. 본 연구에서는 지하공간을 구성하는 지하공간정보를 정의 및 분류하고, 3차원 지하공간정보에 대한 지적정보 DB 구축을 위하여 측량·지적정보의 상호 연계성을 고려한 객체유일식별자 기반의 통합 ID 체계를 개발하였다. 또한 본 연구를 통하여 통합 ID 체계를 기반으로 한 지하공간 지적정보 DB 구축 및 3차원 지적정보시스템 개발 방안을 제시하였다. 본 연구성과는 향후 국토공간정보의 상호·연계성을 고려한 국가 차원의 3차원 입체지적 표준 ID 체계, DB 구축, 시스템 개발의 핵심 기반자료의 역할을 할 것이다.

주요어 : 지하공간, 객체유일식별자, 지하공간정보, 3차원 지적정보, 3차원 지적정보시스템

1. 서 론

1.1 연구배경 및 필요성

최근 들어 지상에서의 건설사업은 녹지공간 조성, 개발공간 부족, 토지보상비 증가 등의 문제로 지상에서 지하공간의 개발로 변화되고 있다. 이와 같은 변화는 지상공간에 비하여 체계적으로 관리되고 있지 못한 지하공간에서의 난개발 증가, 지적소유권 정보 미흡, 안전사고 증가 등의 새로

운 문제점들을 발생시키고 있다. 이와 같은 지하공간 개발과 안전관리에 있어서 발생하고 있는 문제점을 해결하기 위하여 국토교통부에서는 지하공간정보 통합·활용체계 구축 사업을 추진계획 중에 있다(Korea Institute of Construction Technology, 2012). 그러나 지하공간정보의 정확한 정의와 분류도 되어있지 않은 상황이고, 지상공간과 지하공간의 상호 연계성도 충분히 검토되고 있지 않아 지하공간정보 통합·활용체계 구축은 여전히 많은 시간이 소요될 전망이다. 한편 지하공간의 개발과 함께 지하공간의 지적소유권

† Department of Urban Engineering, Pusan National University (Corresponding Author : audtn4771@korea.kr)

1) Department of Urban Engineering, Pusan National University

관리에 대한 필요성도 중요한 과제도 대두되고 있다. 현재 지적소유권 관리가 지표상의 토지에 대하여 이루어지고 있으며, 지상·지하공간의 3차원 공간상의 지적소유권 관리는 전무한 상태이다. 다만 입체지적 관리를 위한 3차원 지적정보시스템 구축을 위하여 지하공간 입체지적 데이터 모델에 대한 정보통신단체표준(TTAK.KO-10.0668)이 2013년 12월에 제정되어 3차원 입체지적 관리의 기반이 마련되었다(Telecommunications Technology Association, 2013).

향후 구축되는 입체지적 객체정보는 현재 국가에서 사용 중인 공간객체등록번호 기반으로 관리되어질 것이다. 공간객체등록번호는 전 국토 상의 객체에 대한 ID 관리체계로, 기존의 객체유일식별자(UFID ; Unique Feature Identification)가 가지고 있었던 객체관리범위의 한계성 극복을 위해 자동 ID 발급방식으로 개발된 ID 체계이다.

한편 3차원 지형정보, 해양정보, 지적정보는 상호 연계성을 가지고 있어야 하며, 정보의 파악(3차원 위치, 속성 등)도 가능해야 한다. 따라서 기존의 공간객체등록번호보다는 초기 국토지리정보원에서 제공하였던 객체유일식별자 기반의 지하공간 입체지적 객체관리가 이루어지는 것이 보다 효율적이다. 즉 객체유일식별자를 공통 연계 ID로 하여 지상, 지표, 지하를 구분코드와 함께 지하공간정보의 심도정보를 포함한 객체정보를 표현할 수 있는 공간정보 통합 ID 체계 구축이 필요하다. 이를 기반으로 지하공간정보의 3차원 입체지적 객체 DB 구축 및 지하공간 3차원 지적정보시스템 개발이 추진되어야 할 것이다.

1.2 연구동향

본 연구 수행을 위하여 지하공간 3차원 지적정보 구축에 관한 국내외 연구동향을 살펴보았다. 먼저 국내동향을 살펴보면, Jun et al.(2012)은 3차원 지적을 위한 지하공간 등록화 방안으로 지하공간 객체를 공적장부에 등록하는 방법으로 단기·중기적 관점에서 제도적, 법률적, 기술적 요소를 고려하여 체계적인 지하공간의 조사, 구분지상권의 이용 확대 및 보완, 지하공간의 종합적 법제 정비, 지하필지의 개념 도입과 관련 공부의 신설, 지하기준점과 지하공간 등록측량 도입 등을 제시하였고, Lee(2006)는 지하공간의 관리를 위한 3차원 GIS의 활용방안으로 3차원 Model 형태의 통합된 지하철역과 지하상가를 활용하여 기존 2차원 GIS 형태에서는 불가능했던 입체적 토지이용 분석, 폐쇄된 개별공간의 분석, 시험 변경에 의한 공간의 예측 가능성과 지하공간의 연계 및 통합에 있어 입체적이고 3차원적인 공간적 계획의 필요성을 제안하였으며, Jung & Lee(2013)는 3차원 지적등록을 위한 입체적 권리공간 분석하기 위한 방법으로 입체적

권리공간을 한계 심도·대심도·한계고도·한계고도 초과의 권리공간으로 구분하여 입체적 권리공간을 결정방법과 3차원 지적공부 등록부의 토지표시 사항에 대한 깊이와 높이에 대한 기준을 제시하였다. 또한 Hong & Lee(2006)는 3차원 지적정보 구축을 위한 지적정보의 입체적 등록방법을 통해 지적정보를 효율적이고 안정적으로 관리할 수 있다고 주장하였고, Kim(2008)은 3차원지적정보시스템 구축을 통해 소유권을 기본으로 지하시설물은 물론 건축물과 함께 표현될 수 있는 지상권, 지역권 등 다양한 정보를 포함하는 3차원 지적정보시스템을 구축하기 위한 기반 기술을 분석하여, 지적과 3차원 정보의 가장 효과적인 시스템을 구현하기 위한 방안을 제시하였다. 그리고 Jo(2010)는 효율적인 3차원 지적자료 취득을 위한 세밀도(LOD, Level of Detail)적용에 관한 방법으로 3차원 지적 자료를 취득함에 있어 세밀도를 활용하여 보다 경제적이고 신속한 자료 구축을 위하여 터널, 지하철 등 물리적 객체와 소유권, 구분지상권 등 법률적 등록요소에 따라 건물, 구조물 등의 기하학적 정보에 대한 “형태 세밀도(SLOD, Shape Level of Detail)”와 취득하고자 하는 대상물의 “위치정확도 세밀도(LOD, Location Level of Detail)”를 단계별로 제시하였으며, Jang et al.(2013)은 3차원 지적공간정보시스템 구축 및 서비스제공방향으로 정부의 ‘공간정보 오픈플랫폼’과의 연계서비스를 전제로 하는 3차원 지적공간정보시스템 구축 방향과 3차원 지적공간정보 구축을 위한 현실성 있는 프레임의 제시하였다.

이러한 연구동향과 함께 정부에서도 지하공간정보 관리를 위해 핵심이 되는 시추정보 활용을 확대하고자 ‘13년 건설 시추정보 전산화 사업’을 전면적으로 개선한다고 발표(Korea Institute of Construction Technology, 2013)한 바 있으며, 한국정보통신기술협회에서도 “지하공간 입체지적 데이터 모델(구분지상권, 지하도상가/TTTK.KO-10.0668)”(2013.12.18.)을 단체표준으로 채택(Telecommunications Technology Association, 2013)하는 등 여러 기관과 학회에서도 3차원 공간정보시스템 구축사업에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 지하공간을 구성하는 객체를 체계적으로 관리할 수 있는 통합 ID 체계를 기반으로 한 지하공간정보 DB 구축 및 3차원 지적정보시스템 개발에 대한 연구는 부족한 실정이다.

1.3 연구목적

본 연구의 목적은 지하공간을 구성하는 지하공간정보를 정의 및 분류하고, 3차원 지하공간정보에 대한 지적정보 DB 구축을 위하여 측량·지적정보의 상호 연계성을 고려한 객체유일식별자 기반의 통합 ID 체계를 개발하는 것이다. 또한 본 연구를 통하여 통합 ID 체계를 기반으로 한 지하공간

지적정보 DB 구축 및 3차원 지적정보시스템 개발 방안을 제시하고자 한다.

본 연구성과는 향후 국토공간정보의 상호연계성을 고려한 국가 차원의 3차원 입체지적 표준 ID 체계, DB 구축, 시스템 개발의 핵심 기반자료의 역할을 할 수 있을 것이다.

2. 지하공간정보의 정의 및 분류

2.1 지하공간정보의 정의

본 연구에서는 지하공간정보를 지하의 공간에 존재하는 자연적 또는 인공적인 객체에 대한 위치정보와 이와 관련된 인지 및 의사결정에 필요한 정보로 정의하였다.

또한 지하공간정보를 지하지층정보, 지하시설물정보, 심도별 지하매설물정보로 정의하였다.

2.2 지하공간정보의 분류

지하공간정보인 지하지층정보, 지하시설물정보 및 지하매설물정보에 대한 분류는 다음과 같이 분류하였다. 지하지층정보는 한국건설기술연구원의 시추정보, 한국광물자원공사의 광산정보, 한국지질자원연구원의 지질정보 및 한국수자원공사·한국농어촌공사의 관정정보로 분류하였다. 또한 지하시설물정보는 지자체에서 관리하고 있는 상수도, 하수도정보와 한국송유관공사의 송유정보, KT·LG U+등의 통신정보, 한국전력공사의 전력정보, 한국가스공사의 가스정보, 한국지역난방공사의 난방정보 등 7대 지하시설물정보로 분류하였다. 또한 지하매설물정보는 심도에 따라 지하철공사·도시철도공사의 지하철정보와 지자체별로 관리하는 지하보도, 지하차도, 지하주차장 및 지하상가로 분류하였다. Fig. 1은 지하공간정보의 요소를 보여준다.

또한 지하공간정보의 세부 항목에 대한 분류의 경우 시

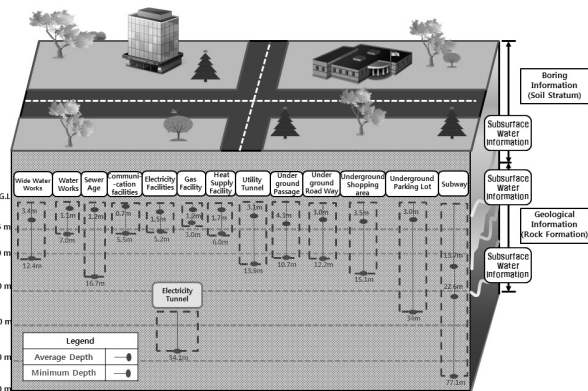


Fig. 1. Classification of underground space information

추정보는 시추공정보, N치정보 등으로 분류되며, 광산정보는 광산시추공정보, 광산지질도로 분류하였다. 관정정보는 지하수관정정보로 분류하였으며 지질정보는 지질수치정보, 수치지질도로 분류하였다. 7대 지하시설물정보에 대한 세부항목의 경우 상수도 시설에는 상수관, 배수관, 송수관 등이 포함되도록 하였으며, 하수도 시설에는 오수관거, 우수관거, 배수관거 등이 포함되도록 분류하였다. 또한 송유시설 및 통신시설에는 송유관과 통신주, 전력구 등으로 항목을 구성하였으며, 전력시설에는 전기 맨홀, 송전관로, 배전관로가 포함되도록 하였고, 가스시설에는 가스배관, 가스맨홀 등이 포함되도록 하였다. 또한 난방시설에는 열배관 등이 포함되도록 분류를 하였다. 지하매설물정보의 지하철

Table 1. A Detailed Classification of Underground Spatial Information

Division	Underground Spatial Information	Detail Classification
Underground Stratigraphic Information	Boring Information	Borehole Information, N Figure Information
	Mine Information	Mine Borehole Information, Mine Geological Map
	Tube Well Information	Tube Well Information of Underground Water
	Geological Information	Geological Features Figure Information, Geological Map
Underground Facility Information	Waterworks Facilities	Water Tower, Waterworks Manhole, Waterworks Pipe, Waste Pipe, Water Pipe, Water Leakage Detectors, Hydrant
	Sewerage Facilities	Wastewater Pipe, Rain Water Pipe, Drain Pipe, Sewerage Manhole
	Turpentine Facilities	Oil Pipeline
	Communication Facility	Communication Type, Underground Conduit, Electricity Hole
	Electricity Facilities	Electricity Manhole, Electricity Transmission Pipe, Electric Supply Pipe
	Gas Facility	Gas Pipe, Gas Manhole
	Heat Supply Facility	Heat Supply Pipe
Underground Utilities Information	Subway	Underground Railroad, Subway Station
	Underground Passage	Underground Passage
	Underground Road Way	Underground Roads
	Underground Shopping Center	Underground Shopping Center
	Underground Parking Lot	Underground Parking Lot

정보에는 지하철도와 지하철역에 대한 정보를 모두 포함할 수 있도록 세부 항목의 분류를 수행하였다. Table 1은 지하공간정보의 세부분류 현황을 나타낸다.

3. 지하공간정보 3차원 지적 ID 체계 표준화

3.1 객체유일식별자

수치지도 작성 작업규칙 제2조 10항에 따라 객체유일식별자란 지형·지물의 체계적인 관리와 효과적인 검색 및 활용을 위하여 다른 데이터베이스와의 연계 또는 지형·지물간의 상호 참조가 가능하도록 수치지도의 지형·지물에 유일하게 부여되는 코드로 정의된다.

국토지리정보원에서는 관리기관(4자리), 도엽번호(9자리), 지형지물코드(4자리), 부여기관(1자리), 일련번호(15자리), 오류확인(1자리)으로 총 34자리의 코드를 부여하여 수치지도를 관리하고 있다.(Korea Spatial Information System Society, 2005) Fig. 2는 국토지리정보원의 공간객체 ID 부여 체계를 나타낸 것이며, Table 2는 공간객체 ID 부여 예시를 나타낸 것이다.

이러한 객체유일식별자는 우리나라의 국토를 구성하고 있는 모든 지형·지물에 단일 식별자를 부여함으로써 해당 지형지물을 관리하는데 중요한 역할을 한다(Kang et al., 2004). 뿐만 아니라 국가 기본지리정보에 포함되는 모든 지형지물에 ID가 부여되므로 국가좌표원점과의 위치관계의



Fig. 2. ID Granting System of Spatial Object ID

Table 2. Example of Spatial Object ID

	Management Agency	Map number
	National Geographic Information Institute	1,000
	2,000	036715068
	1,000	036715068
	2,000	367151255

Geographic Feature	Granting Agency	Serial Number	Error Checking
B001	1	000000000484388	1
A001	1	000000000324587	1
A001	1	000000000374224	1
B001	1	000000000213578	1

파악이 용이하므로 미래 위치기반서비스(LBS)의 기반자료로서의 사용이 가능하다(Song, 2013). Fig. 3은 객체유일식별자의 활용에 대한 개념도를 나타낸다.

3.2 지하공간정보 지적코드체계

본 연구에서 지하지층정보는 지적소유권과 직접적인 연관성이 없어 제외하였으며, 나머지 지하공간정보에 대해서 지적코드체계를 부여하였다.

지하시설물정보는 상수도 시설, 하수도 시설, 송유시설, 통신시설, 전력시설, 난방시설, 가스시설로 나누어 상세지적코드체계를 부여하였으며, 지하매설물정보는 지하철, 지하보도, 지하차도, 지하상가, 지하주차장으로 나누어 상세지적코드체계를 부여하였다. 지적코드체계 부여방법은 모든 지하공간정보객체를 4자리 숫자로 코드를 체계화하였다. Table 3은 세부지적코드체계를 보여준다.

3.3 지하공간정보 3차원 지적 표준 ID 체계

본 연구에서는 국토지리정보원에서 사용하고 있는 객체유일식별자 기반으로 3차원 지적정보를 포함하는 형태의 ID 체계를 제시하였다.

3차원 지적정보 코드는 지상·해상·지적의 공간정보를 연계하기 위하여 객체유일식별자 코드 34자리, 지상·지표·지하를 분류하는 고도코드 1자리, 한국정보통신기술협회에서 제공하는 구분코드 4자리, 객체코드 4자리로 구성하였다. Fig. 4는 본 논문에서 제안하는 3차원 지적 표준 ID 체계이다.

객체유일식별자 코드 34자리는 위치정보를 포함하고 있으며, 지상·지표·지하 분류코드는 각각 지상(A), 지표(B),

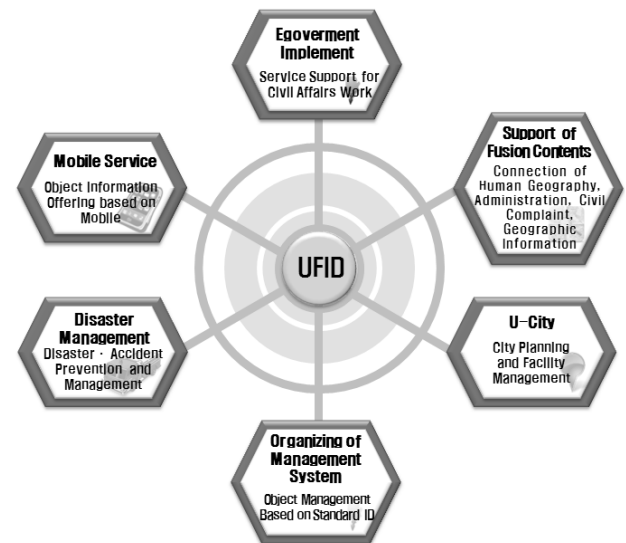


Fig. 3. Utilization of UFID

Table 3. Cadastral Code System

Division	Underground Spatial Information	Detail Classification	Code
Underground Facility Information	Waterworks Facilities	Waterworks Pipe	0007
		Waste Pipe	0008
		Water Pipe	0009
		Hydrant	0010
		Water Tower	0011
		Pipe, Water Leakage Detectors	0023
		Waterworks Manhole	0025
	Sewerage Facilities	Wastewater Pipe	0012
		Rain Water Pipe	0013
		Drain Pipe	0014
		Sewerage Manhole	0026
	Turpentine Facilities	Oil Pipeline	0024
	Communication Facility	Electricity Hole	0017
		Underground Conduit	0020
		Communication Type	0021
	Electricity Facilities	Electricity Transmission Pipe	0015
		Electric Supply Pipe	0016
		Electricity Manhole	0027
	Gas Facility	Gas Pipe	0018
		Gas Manhole	0019
Heat Supply Facility	Heat Supply Pipe	0022	
Underground Utilities Information	Subway	Underground Railroad	0003
		Subway Station	0004
	Underground Passage	Under ground Passage	0002
	Underground Road Way	Underground Roads	0001
	Underground Shopping Center	Underground Shopping Center	0006
Underground Parking Lot	Underground Parking Lot	0005	

Table 4. Division Code of Underground Spatial Information Standard ID

Code Number	Division
1110	Underground Shopping Center
1120	Management Facility

(TTA.KO-10.0668)을 적용하였다(Telecommunications Technology Association, 2013). Table 4는 한국정보통신기술협회에서 제공하고 있는 지하공간정보 표준 ID 구분코드를 보여준다. 또한 객체코드는 4자리로 구성되어 있어 총 9,999개의 객체가 표현될 수 있어 코드의 갱신이 용이하도록 하였다. 본 논문에서 제안된 코드체계는 다른 기관과의 정보 공유 및 공간정보의 식별성이 높게 구성되어 있어 활용성이 높을 것으로 기대된다.

4. 3차원 지적정보시스템 구축 방안 제시

4.1 3차원 지하공간정보 DB 구축

3차원 지적정보는 지하공간정보와 지하공간정보에 대한 지적 속성정보로 이루어진 GIS 정보로 구성된다.

4.1.1 3차원 지하공간정보

3차원 지하공간정보는 지하지층정보, 지하시설물정보, 심도별 지하매설물정보로 구성되며, 본 연구에서는 각 지하공간정보별 3차원 공간정보 형상 및 DB 구축형태를 다음과 같이 제안하였다.

즉 지하지층정보는 불규칙한 표면과 두께를 가진 속이 채워진 3차원 체적정보로 공간정보가 구축된다. 또한 지하시설물정보는 중심선로정보와 함께 도넛 모양의 입체 관모양의 3차원 정보로 구축되어진다. 그리고 지하매설물정보는 3차원 건설정보모델(BIM ; Building Information Model) 정보로 구축되어야 한다. Table 5는 본 연구에서 제안한 지하공간정보 항목별 3차원 공간정보 DB 형태를 정의한 표를 나타낸 것이고, Fig. 5는 지하공간정보별 3차원 공간정보 구축 결과형태의 예를 보여준다.

4.1.2 지적 속성정보

지하공간정보 중 지하지층정보는 지적 속성정보가 없다. 따라서 지하시설물정보와 지하매설물정보의 지적 속성정보의 형태를 정의하였다. 즉 지하공간의 지적 속성정보는 지적소유권을 나누어 볼 때 지자체에서 임대하여 사용하고 있는 지하상가와 공공기관에서 관리하고 있는 관리시설로 나

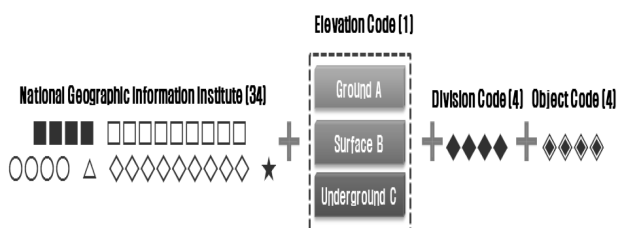


Fig. 4. 3D Cadastral Standard ID System

지하(C)로 표현하였다. 또한 고도코드를 통하여 지상, 지하의 높이 및 심도 정보를 표현할 수 있도록 하였으며, 구분코드 4자리는 한국정보통신기술협회의 정보통신단체표준

Table 5. Itemized DB Type Definition for Underground Spatial Information

Division	Underground Spatial Information	DB Type
Underground Stratigraphic Information	Boring Information	3D Point/Volume
	Mine Information	3D Point/Volume
	Tube Well Information	3D Point/Volume
	Geological Information	3D Point/Map/Volume
Underground Facility Information	Waterworks Facilities	3D line/Donut Volume
	Sewerage Facilities	3D line/Donut Volume
	Turpentine Facilities	3D line/Donut Volume
	Communication Facility	3D line/Donut Volume
	Electricity Facilities	3D line/Donut Volume
	Gas Facility	3D line/Donut Volume
	Heat Supply Facility	3D line/Donut Volume
Underground Utilities Information	Subway	3D BIM
	Underground Passage	3D BIM
	Underground Road Way	3D BIM
	Underground Shopping Center	3D BIM
	Underground Parking Lot	3D BIM



Fig. 5. Built Figure of 3D Spatial Information

눌 수 있다. 지하시설물정보는 모두 공공기관에서 관리하는 관리시설이며, 지하매설물정보에서도 지하상가 제외한 모든 매설물정보는 공공기관에서 관리하는 관리시설이다.

지적 속성정보 DB 구축을 위해서는 지하공간의 관리시설과 지하상가에 대한 입체지적 데이터 모델 클래스 속성 명세서와 현장조사를 위한 지하공간대장을 정의해야 한다. 본 연구에서는 속성명세서와 지하공간대장을 현재 한국정보통신기술협회(TTA.KO-10.0668)의 “지하공간 입체지적 데이터 모델”에서 정의하고 있는 내용을 반영하였다. Table 6 은 “지하공간 입체지적 데이터 모델” 표준정의에서 제시되어 있는 입체지적 데이터 모델 클래스 속성명세서 중 지하상가와 관리시설의 속성명세서와 지하공간대장을 보여준다(Telecommunications Technology Association, 2013).

Table 7은 지하상가와 관리시설에 대한 지하공간대장양식을 나타낸 것이다.

4.2 지하공간정보 분류별 지적정보시스템 구축 방안

입체지적 관리를 위하여 구축되어야 하는 3차원 지적정

Table 6. Attribute Statement for Division Code of Underground Spatial Information Standard ID

Underground Shopping Center		
Name/Role	Definition	Data Type
underground shopping center ID	Center Identification Number, Administrative District Code+Right Space Code+Object Code+Unit_ID	String
Underground Shopping Center Number	Number of Center	String
Underground Shopping Center Contents	Purpose of Use about Center	String
underground shopping Center Area	Center Area is Shown in m ²	Real
Rent Contents	Rent Contents Include Period, Rent, Payment Date, Type of Business and Shop name	Class
Hirer	Fill Out a Name, Resident Registration Number, Address, Phone Number and E-mail	Class
Underground Spatial Material Object	Underground Spatial Material Object	Inheritance
Management Facility		
Name/Role	Definition	Data Type
Management Facility ID	Management Facility Identification Number	String
Management Facility	Identified Thing is Management Number, Contents, Area (m ²) and Reason	Class
Agency for Management	New Date, Cause of Change, Address, Registration Number and Name	Class
Underground Spatial Material Object	Underground Spatial Material Object	Inheritance

Table 7. Register Form of Underground Space

Serial Number			Management Number	Chapter Number		
Facility				Number of Lot		
Division	Name	Registration Number	Address	Cause of Change	New Date	Phone Number
Manager						
Marking Facility				Agency for Management		
Number	Contents	Area (m ²)	Reason	New Date	Address	Registration Number
				Cause of Change		Name

보시스템은 본 연구에서 정의한 지하지층정보, 지하시설물 정보, 지하매설물정보 중 지하지층정보는 지하공간의 입체 현황 및 지적관리의 효율성을 위한 공간정보로서만 활용되어지고, 실제 3차원 입체지적 관리를 위한 지하공간정보는 지하시설물정보와 지하매설물정보의 2가지이다. 각각의 지하공간정보에 대한 3차원 입체지적 관리를 위한 지적정보 시스템 구축 방안을 다음과 같이 제안하고자 한다.

4.2.1 지하시설물정보 입체지적 관리

지하시설물정보는 모두 공공기관의 관리시설물로 일반인들에게 공개되지 못하는 보안데이터이다. 따라서 일반인들에게 공개되는 인터넷망이 아닌 인트라넷 기반의 행정망 기반의 웹 시스템으로 개발되어야 한다. 그리고 현재 국가에서는 지하공간정보 통합·활용 서비스 플랫폼 개발을 추진 중이어서 향후 모든 지하공간정보들은 지하공간 통합·활용 서비스 플랫폼을 통하여 제공되어질 예정이다. 따라서 3차원 지적정보시스템에서도 지하공간정보 통합·활용 서비스 플랫폼과의 실시간 연계체계 구축을 통하여 지하공간정보 DB의 접근 및 활용이 가능하도록 개발되어야 할 것이다.

지하시설물정보 관련 3차원 입체지적 관리는 공간정보 및 속성정보 기반의 공간 검색 및 분석이 가능해야 하며, 가상현실(VR ; Virtual Reality) 기반의 3차원 가시화 및 시물레이션 기능 활용이 가능해야 한다. Fig. 6은 3차원 지하시설물 공간정보 구축 기반의 지적 속성정보를 검색하고 있는 3차원 지적정보시스템 모습의 가상사례를 보여주고 있다.

4.2.2 지하매설물정보 입체지적 관리

지하매설물정보는 지하상가를 제외하고는 공공기관의 관리시설물로 구분된다. 따라서 일반인들에게 공개되어지는

지하상가정보를 제외하고는 모든 지하매설물정보는 공개되지 못하는 보안데이터이다. 따라서 지하상가에 대한 3차원 지적정보는 인터넷 기반의 상용망을 통해 임대인 및 일반인들이 접근 가능한 웹 시스템으로 개발되어야 한다. 하지만 나머지 지하매설물에 대해서는 일반인들에게 공개되는 인터넷망이 아닌 인트라넷 기반의 행정망 기반의 웹시스템으로 개발되도록 이원화 체계, 시스템 개발이 이루어져야 한다. 지하시설물정보와 마찬가지로 지하매설물정보 3차원 지적정보시스템도 지하공간정보 통합·활용 서비스 플랫폼과의 실시간 연계체계 구축을 통하여 지하공간정보 DB의 접근 및 활용이 가능하도록 개발되어야 할 것이다.

지하매설물정보 관련 3차원 입체지적 관리의 경우 건설정보모델(BIM) 공간정보로 구축되나, 지적 속성정보는 지하매설물 한 객체에 대한 속성정보로 구축 및 속성연계가 되도록 위상구조를 갖추어야 한다. 이렇게 구축된 지하매설물정보는 지하시설물정보와 동일하게 공간정보 및 속성정보 기반의 공간 검색·분석이 가능해야 하며 가상현실 기반의 3차원 가시화 및 시물레이션 기능 활용이 가능해야 한다. Fig. 7은 3차원 지하매설물 공간정보 구축 기반의 지적 속성정보를 검색하고 있는 3차원 지적정보시스템 모습의 가상사례를 보여주고 있다.

4.3 국가 공간정보시스템과의 연계 구축 방안

국가공간정보는 국가공간정보센터의 국가공간정보 유통 시스템을 통하여 보안이 요구되는 공공의 국가공간정보를 행정망을 통하여 공공기관들에 제공해주는 공간정보와 공간정보 오픈플랫폼(V-World)을 통하여 일반인 누구나 인터넷을 통하여 접근 및 활용할 수 있도록 하는 민간용 공간정보로 구분된다.



Fig. 6. 3D Figure of Cadastral Information System (Underground Facility)



Fig. 7. 3D Figure of Cadastral Information System (Underground Utilities)

최근 들어 국가에서는 모든 국가공간정보를 국토교통부의 공간정보 오픈플랫폼을 통하여 활용될 수 있도록 일원화를 추진하고 있으며, 지하공간으로 국토확장과 맞추어 지하공간정보 통합·활용 서비스 플랫폼 구축을 위한 추진도 가속도를 내고 있다. 따라서 지하공간의 입체지적 관리를 위하여 개발하고자 하는 3차원 지적정보시스템은 반드시 지하공간정보 통합·활용 서비스 플랫폼 및 공간정보 오픈플랫폼과 연계체계 기반으로 개발되어야 한다.

3차원 지적정보시스템과 지하공간정보 통합·활용 서비스 플랫폼 및 공간정보 오픈플랫폼의 국가공간정보시스템과 연계 구축방안을 아래와 같이 제안하고자 한다.

4.3.1 지하공간정보 통합·활용 서비스 플랫폼과의 연계 구축 방안

지하공간정보 통합·활용 서비스 플랫폼에서 제공되는 공간정보는 본 연구에서 정의한 모든 지하공간정보와 함께 지표면 정보(수치지형도, 항공사진, 위성영상 등)가 제공될 계획이다. 지하공간정보 중 지하지층정보는 각 기관별로 구축·관리되고 있는 시추정보(한국건설기술연구원), 지질정보(한국지질자원연구원), 광산정보(한국광물자원공사), 관정정보(한국수자원공사, 한국농어촌공사)가 국토지반정보 통합 DB 센터의 지하지층정보 통합·활용 플랫폼으로 실시간 연계·통합 구축되고, 지하지층정보 통합·활용 플랫폼과 지하공간정보 통합·활용 서비스 플랫폼 간 VPN망 기반의 실시간 지하지층정보 연계체계가 구축되어 최종 지하지층정보가 지하공간정보 통합·활용 서비스 플랫폼을 통하여 제공된다. 지하시설물정보도 7대 지하시설물 통합관리시스템과 실시간 연계체계를 통하여 정보가 제공되어진다.



Fig. 8. Combination·Utilization Service Platform of Underground Spatial Space

지하매설물정보는 현재 비전산화된 정보가 대부분이며, 전산화된 정보의 경우에도 2차원 수치지도로 구축되어 있는 실정이다. 따라서 지하매설물정보의 경우 지하공간정보 통합·활용체계 구축사업을 통하여 비전산화된 지하매설물에 대해서는 최첨단 측량기술을 통하여 신속·정확한 자료 획득 및 건설정보모델기반의 공간정보로 DB화될 예정이다. 또한 전산화된 지하매설물정보는 건설정보모델 DB화 시스템을 통하여 DB로 구축되어 정보가 제공될 예정이다.

따라서 본 연구에서 개발하는 3차원 지적정보시스템은 지하상가와 관리시설로 구분하여 시스템 연계체계가 구축되어야 하지만, 두 시스템 모두 행정망 기반으로 개발·운영되어야 하기 때문에 양 시스템 간 실시간 연계 인터페이스 개발을 통해 DB 실시간 연계체계를 구축해주는 것이 바람직하다. Fig. 8은 국토교통부에서 추진 중인 지하공간정보 통합·활용서비스 플랫폼 미래 구현 모습을 보여준다.

4.3.2 공간정보 오픈플랫폼과의 연계 구축 방안

공간정보 오픈플랫폼은 국토교통부의 대표 3차원 국가공간정보 서비스 플랫폼으로, 현재 모든 국가공간정보는 공간정보 오픈플랫폼을 통해 제공·활용될 수 있도록 일원화가 추진·계획되고 있다.

현재 공간정보 오픈플랫폼에서는 지상공간정보(건물, 교량, 도로 등)와 지표면정보를 제공하고 있으며, 지하공간정보 서비스 확대 제공까지도 고민하고 있다. 그러나 지상과 지하 공간정보의 특성(비정형, 볼륨을 가진 3차원 공간정보 등) 차이로 3차원 지하공간정보 서비스의 한계성을 보이고 있으며, 현재까지는 2차원 기반으로 지하정보(시추정보, 지하시설물정보 등) 제공계획을 가지고 있다.

따라서 지상과 지하의 공간정보 특성차이로 인해 공간정보 오픈플랫폼에서 모든 공간정보 구현을 하지 않고, 각 서비스 플랫폼과의 연계체계 구축을 통해 각각의 서비스 플랫폼에 접근하여 그 시스템들을 활용할 수 있도록 하는 계획도 병행하여 추진하고 있다.

따라서 공간정보 오픈플랫폼과의 연계 구축방안 수립 시 국가의 공간정보 오픈플랫폼 개발계획 방향을 충분히 검토하고 상호 협력을 통해 3차원 지적정보시스템과의 연계 구축이 이루어져야 할 것이다.

양 시스템간의 연계 구축기술은 공간정보 활용을 위한 연계와 3차원 지적정보 서비스 제공을 위한 연계로 나누어 연계 구축기술이 개발되어야 한다. 즉 최종 3차원 지적정보시스템은 지상·지하를 모두 포함한 입체지적 관리가 가능하도록 개발되어야 한다. 따라서 행정망 기반으로 개발되어야 하는 3차원 지적정보시스템과 인터넷망을 기반으로 하



Fig. 9. Spatial information Open Platform (V-World)

는 공간정보 오픈플랫폼은 기본적으로 VPN망을 기반으로 해킹에 대한 안전성 강화가 반드시 이루어지도록 연계 구축 기술이 개발되어야 한다. Fig. 9는 현재 국토교통부에서 운영 중인 공간정보 오픈플랫폼의 실행 모습을 보여준다.

5. 결 론

본 연구는 현재 활발히 추진 중인 지하공간 개발과 맞추어 지적분야에서 지하공간의 입체적 지적관리를 위한 3차원 지적정보시스템 구축 방안을 위하여 수행한 연구로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 아직까지도 정확히 정의되어 있지 못한 지하공간을 구성하는 공간정보의 정의와 분류를 수행할 수 있었다. 즉 지하공간정보는 지하지층정보, 7대 지하시설물정보, 심도별 지하매설물정보로 정의되며, 각각의 지하공간정보 항목별 세부항목을 분류하였다.

둘째, 지형정보, 해양정보, 지적정보로 구성되는 핵심 3차원 공간정보의 상호 연계성 및 정보 파악이 가능한 통합 ID 체계를 개발할 수 있었다. 즉 정보의 연계성 및 정보 파악이 가능하도록 객체유일식별자(34), 지상·지표·지하 고도 코드(2), 구분코드(4), 오류확인코드(4)지적객체코드의 44자리로 구성되는 통합 ID 체계를 제시하였다.

셋째, 통합 ID 체계 기반의 지하공간 지적정보 DB 구축 방안을 제시할 수 있었다. 즉 지하공간정보와 표준 지적 DB 테이블 정의를 통한 속성정보의 정의를 통하여 지하공간 지적정보 DB 구축 방안을 본 연구를 통하여 제시하였다.

넷째, 통합 ID 체계기반의 지하공간 지적정보 DB를 검색·관리·분석을 수행할 수 있는 지하공간 3차원 지적정보 시스템을 지하공간정보 분류 별 개발 방안을 제시하였다.

그리고 향후 지하공간정보 통합·활용 서비스 플랫폼 및

공간정보 오픈플랫폼으로 구성된 국가공간정보 시스템과의 연계구축 방안을 제시하였다.

본 연구논문은 향후 지하공간 3차원 지적정보시스템의 개발방향, 구축시간, 안정성을 높이는데 크게 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

References

- Hong, S. Y. and Lee, R. I. (2006), The cubic registration strategy for 3D cadastral information system construction. Journal of Korea Spatial Information Society, Vol. 14, No. 1, pp. 81~82 (in Korean).
- Jang, W. J., Yu, C. H. and Jung, D. H. (2013), Local government's administrative strategies for industrialization of social resources, Korea Policy Research Society, pp. 125~138 (in Korean).
- Jo, C. K. (2010), A study on the application of LOD for effective 3D cadastre data acquisition, University of Seoul, pp. 82~83 (in Korean).
- Jun, B. J., Lee, C. Y., Park, Y. G. and Kim, G. H. (2012), 3D plan for registration underground space for 3D cadastre. Journal of Korean Cadastre Information Association, Vol. 14, No. 1, p. 79 (in Korean).
- Jung, Y. J. and Lee, J. Y. (2013), A study on analysis of multi-dimensional rights in sand for 3D cadastre registration, Journal of Korean Cadastre Information Association, Vol. 15, No. 1, pp. 39~4 (in Korean).
- Kang, H. Y., Hwang, J. R., Kim, J. J. and Lee, K. J. (2004), Design and implementation of efficient unique feature identifier management system, Journal of the Korea Society for GeoSpatial Information System, pp. 17~22 (in Korean).
- Kim, G. T. (2008), A study on construction of three dimensional cadastral information system. Myoungii University, p. 21 (in Korean).
- Korea Spatial Information System Society (2005), The development of utilization technology in UFID (Unique Feature Identifier) for geographic features. National Geographic Information Institute, pp. 23~26 (in Korean).
- Korea Institute of Construction Technology (2012), Basic plan research about underground spatial information integration·utilitization system, Ministry of Land, Infrastructure, and Transport, pp. 1~8 (in Korean).
- Korea Institute of Construction Technology (2013), Final report 2013 construction boring information computing business, Ministry of Land, Infrastructure, and Transport, p. 3 (in Korean).
- Lee, S. M. (2006), The application of three-dimensional GIS for the management of underground spaces : focused on the connection of subway station and underground arcades, University of Seoul, pp. 22~23 (in Korean).
- Song, S. C. (2013), A study on 3D cadastral spatial data standardization, Pusan Nation University, pp. 8~12 (in Korean).
- Telecommunications Technology Association (2013), Data model of 3D cadastral in underground space (Divided Superficies, Underground Shopping Center), pp. 8~24 (in Korean).