

3차원 지적정보 구축을 위한 지적정보의 입체적 등록 방법 연구

홍성언* · 이용익**

The Cubic Registration Strategy for 3D Cadastral Information System Construction

Sung-Eon Hong* · Yong-Ik Lee**

요 약

우리나라의 지적제도는 일본에 의해서 창설된 일본식 2차원적인 평면지적제도이다. 그러나 최근 지표뿐만 아니라 지상과 지하까지 개발 공간이 확대되어 가는 실정을 감안할 경우 현 지적관리 체계로는 국토자원의 효율적 관리와 국민의 안정적인 소유권 보호가 어렵다. 따라서 토지자원을 보다 효율적이고 입체적으로 관리할 수 있는 3차원 지적정보 구축이 필요하다. 본 연구에서는 향후 3차원 지적정보를 보다 효율적이고 안정적으로 구축하기 위하여 지적정보를 입체적으로 등록할 수 있는 방안을 제시한다.

주요어 : 평면지적제도, 3차원 지적정보, 입체적 등록

ABSTRACT : The cadastral system of our country is same as Japanese 2D-cadastral system. Recently, not only surface but ground and underground is became the developable space, so today the management of cadastre becomes more difficult to preserve each ownership of properties and to manage the nation lade efficiently. Consequently, we are in need of the 3D-cadastral information system for handle with whole cadastre information. In this paper, we propose the efficiently registrating strategies and more stabile construction technique for the 3D-cadastral information system.

Keywords : 2D-cadastral system, 3D-cadastral information system, Cubic Registration

*청주대학교 복지도지정보학부 지적학과 전임강사(hongsu2005@cju.ac.kr)

**인하대학교 지리정보공학과 석사과정(a78leekey@inhaian.net)

1. 서 론

현재 전 세계적으로 2차원 평면지적관리 체계의 한계성을 인식하여 3차원 지적정보 구축을 위한 다양한 연구가 진행되고 있다. 2차원적인 평면지적관리 체계로는 사회발전에 따른 도시공간 구조의 변화, 인구증가에 따른 토지 활용의 지상 및 지하 공간으로의 확대 등 급속히 변화해 가는 토지이용 변화에 대한 효율적 관리가 어렵다(오이균, 2004).

우리나라의 지적제도는 일본에 의해서 창설된 일본식 2차원적인 평면지적제도가기 때문에 최근 지표뿐만 아니라 지상과 지하까지 개발 공간이 확대되어 가는 실정을 감안할 경우 현 지적관리 체계로는 국토자원의 효율적 관리와 국민의 안정적인 소유권 보호가 어렵다(신동윤, 2003).

현재 국내에서는 디지털 국토 건설, 전자정부, U-Korea 구현 등 최첨단 정보화 사업들이 진행되고 있다. 그러나 국가의 토지자원 관리 및 국민의 소유권 보호에 있어 가장 중요한 역할을 담당하고 있는 지적제도는 아직까지도 낙후된 일본식의 지적제도인 평면관리 체제로 운영되고 있는 실정이다. 이마저도 지적불부합지의 문제로 인하여 관리상의 어려움을 겪고 있다.

따라서 첨단화되어 가는 사회에 부응하고, 일제 잔재를 청산할 수 있는 우리나라만의 선진화된 한국형 3차원 지적제도의 확립이 절실히 요구되고 있다. 이렇게 우리나라 고유의 선진화된 지적제도를 확립함으로써 국내만이 아닌 국외에도 선진국형 지적제도를 수출하여 국가 경쟁력

제고는 물론 일자리 창출, 지식의 세계화를 주도하여야 할 것이다.

효율적으로 3차원 지적정보 구축을 위해서는 우선적으로 취득된 3차원 정보를 입체적으로 등록하기 위한 제반 요소에 대한 연구가 필요하다. 즉, 입체적인 지번 체계 확립, 지목의 세분화 등을 들 수 있다. 또한 우리나라의 지적제도는 지적과 지형분야의 이원적인 지적관리, 지적과 등기의 이원화 운영 등 국외의 지적관리 체계와는 다른 환경에서 운영되고 있다. 따라서 이러한 국내 지적환경을 고려한 3차원 지적정보의 구축범위와 등록 범위에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 향후 3차원 지적정보를 보다 효율적이고 안정적으로 구축하기 위해서 취득된 3차원 지적정보에 대하여 이를 입체적으로 등록할 수 있는 방안을 제시하고자 한다. 구체적인 연구목적은 다음과 같다.

첫째, 3차원 지적정보의 지적공부에 등록을 위한 현행 국내 지적환경에 적합한 3차원 지적정보의 구축 범위와 등록항목을 정의·제시한다.

둘째, 3차원 지적정보를 입체적으로 지적공부에 등록·관리 할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

2. 3차원 지적정보의 개념 및 구축의 필요성

2.1 3차원 지적정보의 등장배경 및 개념

3차원 지적정보가 구축·제공되지 못함

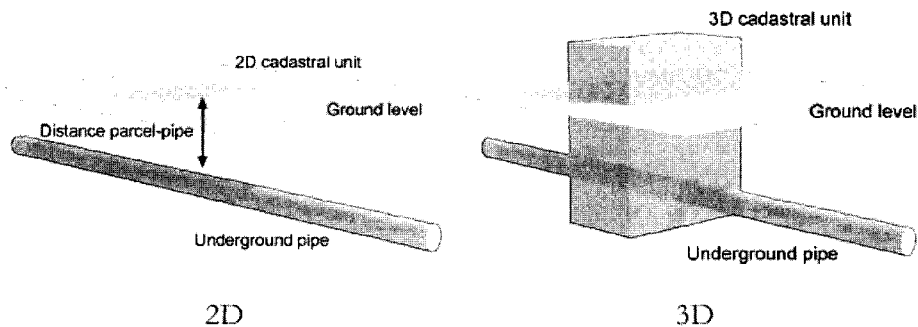
으로 인하여 지금까지 지적정보를 활용하고자 하는 각 분야에서는 제한적 정보이용에 만족할 수밖에 없었다. 3차원 정보의 경우, 도시 지역에서는 실질적인 3차원 지리객체에 대한 반영의 어려움으로 인하여 발전이 늦게 이루어지고 있다. 특히 지적정보 모델분야에서는 2차원 모델이 향상되고 발전됨으로 인한 발전 동향 역시 2차원 객체의 정의를 유지시키면서 부분적으로 3차원으로서의 확장이 이루어졌다. 이러한 원인에 기인하여 2차원적인 모델이 실생활을 완벽하게 재현하지 못할 뿐만 아니라 제한적인 정보만을 제공하고 있다(Billen, R., & Zlatanova, S., 2001).

3차원 지적정보는 3차원 GIS나 기존의 전산 시스템만으로 구축할 수 있는 것이 아니다. 왜냐하면, 지적정보의 경우는 현실 세계를 묘사하는 물리적인 정보가 아닌 보이지 않는 권리관계가 존재하기 때문이다. 즉, 토지 위에서 삶을 영위하는 사람들의 재산권 행사에 중요한 요소임과 동시에 제도적인 변화 역시 수반 되어야 하는 특수한 요인이 존재한다. 그렇기 때문에 주변 지리정보 시스템 기술의 발전

즉, 3차원 GIS나 3차원 측량 기술의 발전과 더불어 권리관계에 대한 3차원 공간상에서의 명확한 규정이나 표현의 필요성이 요구되었다. 그래서 이들은 상호보완 및 협조관계를 인식하게 됨으로 인하여 자연스럽게 등장하게 되었다.

2차원 지적과 3차원 지적의 개념을 고찰해 보면, [그림 1]과 같이 2차원은 X, Y 축에 의해 측정된 공간으로 정의되는 지역 또는 공간을 뜻하며, 공간객체 또는 토지 소유권은 해당 두 축의 상에 존재하게 된다. 이를 Z축(높이)으로의 확장된 개념을 공간객체 또는 토지 소유권에 적용한 것이 3차원 지적이다.

지형공간정보체계에서 3차원의 의미는 모든 공간상에서의 점들은 X, Y, Z좌표에 의해서 표현됨을 뜻한다. 이 때 2차원 상에 있는 점, 선 또는 면은 X, Y외에 속성으로 Z값이 저장되는데, 이것을 2.5차원 또는 2차원+1차원이라 한다. 그리고 완벽한 3차원 지적정보는 DEM(Digital Elevation Model) 등 물리적 지표면을 포함한 물론 건물 및 지하시설물 등을 지적도형 정보로 구축하여, 필지의 현황을 수치정보가



[그림 1] 2차원 지적과 3차원 지적의 개념 비교

포함된 영상 등을 활용하여 컴퓨터상에서 토지이동 정리가 가능하도록 하는 것을 의미한다(Stoter, J.E. & van Oostrerom, P., 2000).

이상을 종합해 볼 때, 3차원 지적의 개념은 2차원 지적인 평면지적에서 진보된 다목적 지적 체계로, 토지의 이용이 다양화·입체화됨에 따라 토지의 경계, 지목 등 지표에 관한 물리적 현황은 물론 지상과 지하에 설치된 건축물이나 시설물 등을 수치의 형태로 등록 공시하거나 또는 시설물의 관리를 지원하는 체계를 말한다. 일반적으로 입체지적이라고 한다. 일반적인 개념상으로는 지적도를 기반으로 하여 지상의 건축물과 지하구조물 등 모든 것이 3차원화된 형태로 묘사되고 등록·관리됨이 3차원 지적정보 또는 3차원 지적정보 체계라고 할 수 있다.

2.2 구축의 필요성

2.2.1 2차원 지적의 한계

2차원 지적제도는 2차원 평면상의 지표면 영역을 필지 단위로 지목과 지번을 부여하고 소유자에게 재산권을 위한 법적 권리를 부여하고 있다. 그러나 이러한 형태의 지적제도는 현재 복잡 다기화된 생활공간을 관리함에 있어 여러 한계성을 가지게 된다. 이를 구체적으로 살펴보면, 앞서 지적한 현대사회의 복잡한 도시화의 결과로 인해 [그림 2]와 같은 동일한 평면상의 위치 X, Y 값을 가진 곳에서도 소유자의 명칭과 사용 용도가 다른 경우가 빈번하게 발생하게 된다.



[그림 2] 주상복합주택 사례

이런 경우 현재의 2차원 지적 체계에서는 이를 효율적으로 관리하기 위한 어려움이 발생한다. 즉, 현행 지적체계는 동일한 필지에 한 가지 지목이 지정되어야 하는데 [그림 2]와 같이 대상 필지의 토지 용도는 상업 및 주거가 복합적으로 존재·이용되고 있기 때문에 명확한 소유권과 지목에 대한 관리의 한계가 있다.

지하공간의 경우도 마찬가지로 현대사회의 복잡한 도시화의 결과로 인해 동일한 위치에 상이한 공간구조물이 지상(건물)과 지하(지하철로)에 존재하는 경우가 발생한다. 이런 경우 기존의 2차원 지적 체계에서는 명확한 구분과 관리가 어렵다.

이상의 내용을 종합적으로 고찰해 보면, 오늘날 복잡한 도시 내 건축물에 대한 소유권의 명확한 구분이나 지목의 등록시 토지의 이용에 관해 2차원에서만 고려할 경우 불명확하게 명시되거나, 명시된 항목 외에 존재하는 항목에 대해서는 확인이 어렵다. 다시 말하자면, 2차원 지적 체계는 현재 복잡 다기화된 실세계를 명확하게 표현하는데 불가능하다. 그렇기 때문에 3차원 공간상의 현실세계를

정확하게 묘사할 수 있는 2차원 지적체계보다 진보된 3차원 지적 체계가 필요하다.

2.2.2 국제적인 3차원 지적 정보의 요구

도시지역 내 토지의 뭉침(pressure) 현상은 건축 구조물의 중복(overlapping)상태를 야기하였다. 이런 문제는 2차원 필지(parcel)들 상에서 소유자의 정보를 어떤 형태로 관리하고 표시해야 하는가를 야기하게 된다. 이러한 현안 문제들에 기인하여 최근 3차원 지적 등록으로 확장에 관한 논의가 활발하게 이루어지고 있다. 3차원 지적에 대한 관심의 공유는 다음의 여러 요소들에 의해서 야기되었다.(Stoter, J.E., 2004)

- 개인의 소유권 가치에 대한 관심의 증가
- 과거보다 보다 급속도로 증가된 많은 수의 터널, 지하 케이블(전기, 상·하수도, 전화선), 지하주차장, 대형 쇼핑몰, 도로나 철도위의 건물 그리고 도시내 건축된 다목적 건물
- 3D GIS, 3D planning 등과 같은 3차원적인 접근 시대가 도래하면서 이에 부응한 지적분야에 3차원 도입의 필요성

필지라는 것은 토지의 조각으로서 실제의 소유권을 인정할 수 있는 단위를 말하는 것이다. 비록 토지의 소유권이 명확하게 3차원 공간에서 경계를 지을 수는 없지만, 대부분의 국가에서는 소유자의 소유권 범위를 정의함에 있어, 다른 사람이 해당 필지의 지하나 공중의 공간을 사용

하는 것에 대하여 사용자가 이를 사용하는데 있어 논리적으로 반박할 수 없는 한 소유권자의 허락을 요한다.

결론적으로, 지리적 지하공간은 소유권의 3차원 공간에서의 실질적인 경계에 대해서 매우 중요하다. 일례로 지반이 단단한 노르웨이, 핀란드, 스웨덴 등의 경우, 지표면으로부터 25미터 아래 터널에 대해서는 필지의 소유권이 미치지 않는다. 하지만 지반이 단단하지 않는 나라에서는 이러한 구조물들은 건설하기에 앞서 소유권의 권리에 개념에 따라 소유자로부터 허락을 득하여야 한다.

이러한 지상과 지하공간의 복잡한 관계를 현재의 지적 체계에서 3차원 대상물을 등록하기 위해서는, 3차원 공간에 여러 대상 객체가 존재하는 상황의 법적 상태를 현재의 지적 등록체계에 등록할 수 있도록 적정 방법을 개발하여야 한다.

FIG(세계측량사협회)의 7분과(Cadastre and Land Management)는 전 세계적으로 3차원 지적에 대해 2014년에 개최할 Cadastre 2014를 통해 기본 개념과 추진 결과를 6개의 항목으로 정의하여 실천 목표로 삼고 있다.

- ① 공공의 권리와 제한을 포함한 토지의 완벽한 법적 환경을 구상
- ② 지적도와 지적공부의 분리체계를 폐지
- ③ 지적 모델링(Cadastral Modelling)이 지적도 작성(Cadastral Mapping)을 대신함
- ④ 종이와 펜(paper-and-pencil)으로 만들어진 지적은 사라질 것임
- ⑤ 공공의 지적 업무 분야와 개인의 분야가 보다 밀접하게 됨

⑥ 비용에서도 효율성이 증대되어 소요 비용의 회수가 가능함

위에서 보는 것과 같이 Cadastre 2014의 설명서에는 3차원 지적에 대해 어떤 식으로 어떻게 구현한다고 하는 언급은 명확하지 않으나 미래의 지적은 완벽하게 토지의 법적 등록이 가능한 것을 기술하고 있다. 이렇게 3차원 지적에 대한 논의는 꾸준히 이루어지고 있다. 이러한 결과로 미래에는 토지에 대한 애매모호한 등록이 일어나지 않고 분명한 실세계와 부합하는 지적 등록이 가능해 질 것이다. 이는 전 세계적인 추세로 토지와 관련된 모든 권리, 제약사항, 그리고 책임의 소지에 대한 통합된 형태의 3차원 지적 체계를 위한 각국의 교류가 빈번하게 일어날 것이다.

3. 국외의 3차원 지적정보 구축 동향

3차원 지적정보 구축을 연구하고 있는 나라 중 대표적으로 네덜란드, 이스라엘, 그리고 터키를 들 수 있다. 세 나라의 경우, 토지이용의 입체화에 따른 효율적인 지상 및 지하공간의 관리 및 소유권 관계에 대한 명확한 규명 등을 위해 3차원 지적정보의 구축을 진행하고 있다. 물론 연구에서는 대표적으로 세 나라를 대상으로 하였으나 이외에도 유럽을 비롯한 대부분의 국가에서 3차원 지적정보 구축을 위한 노력을 경주하고 있다.(양인태, 오이균, 2003)

국외의 3차원 지적정보 구축동향을 고찰한 결과, 세 나라 모두 도시 개발 및 인구 집중에 따른 도시 공간 구조 변화,

토지이용의 입체화, 한정된 공간의 입체적 활용 등의 변화에 따라 현행 2차원 평면지적 관리 체계의 한계성에 근거하여 3차원 지적정보 체계 도입의 필요성을 논하고 있다. 또한 지표 공간뿐만 아니라 지상과 지하공간 이용의 확대에 인하여 이에 대한 관리 및 소유권 관계 등의 명확한 규명을 위해 3차원 지적정보 체계를 도입하려하고 있다.

그러나 현재 3차원 지적정보의 구축은 초기 연구단계로 구축에 따르는 데이터 모델이나 권리부여 방안 등에 대해서는 정립된 사항이 없다. 즉, 현재는 주로 지상의 복합 이용 건축물과 지하의 구조물 및 시설물 등에 대하여 등록 방법이나 이에 따른 권리관계 규명 등에 대한 연구 즉, 방법론적인 측면에 연구가 진행되고 있다.

그리고 대부분 현행 2차원 지적정보 체계를 기반으로 한 2.5차원의 3차원 지적정보를 구축하고 있다. 이는 현행 2차원 지적정보 체계에서 관리되어 오던 각종 부수적인 자료(대장 등)를 이용할 수 있고, 완전한 3차원화된 개발에 따른 효율성 저하 등의 이유에 기인된 것이다 (Stoter, J.E., 2002; Forral, J. & Kirschner, G., 2003; Ayhin, C. C., 2003).

3차원 권리관계에 표현이나 등록에 있어서는 아직까지 정립된 방법론은 없다. 다만, 소유권 관계 정도를 파악할 수 있는 정도의 연구가 진행되고 있다. 그리고 공간 객체에 대한 등록에 있어서는 다중 레이어 형태로 데이터를 구축한 후 여기에 표고 값을 추가하여 3차원 형태로 시각화하고 소유권 관계를 나타내고 있다.

이상에서 살펴본 것과 같이 대부분의

국가에서 2차원 지적관리 체계의 한계성을 인식하고 3차원 지적정보 구축의 필요성을 논하고는 있지만, 아직까지 3차원 지적정보 구축과 관련해서는 각 나라마다 초기 연구 단계로, 등록이나 권리관계 규명에 대하여 정립된 방법론은 없다.

이렇게 2차원 지적 관리의 한계 극복을 위한 3차원 지적정보의 구축은 세계적인 추세이다. 그런데 우리나라의 경우는 외국에서 연구되고 있는 3차원 지적정보 구축 방법을 직접적으로 도입하기에는 제도적인 차이로 인하여 한계가 있다. 이는 다음 장에서 논의되어지는 3차원 지적정보 구축 범위 등에서 자세히 기술하도록 한다.

4. 3차원 지적정보의 입체적 등록 방안

4.1 3차원 지적정보의 구축 범위와 등록 대상 정의

4.1.1 구축 범위

3차원 지적정보 구축에 있어 가장 중요한 것은 현행 지적제도 여건이 충분히 고려되어야 한다는 것이다. 즉, 지적과 지형의 이원적인 관리체계를 반영할 수 있는 구축 범위 및 등록 대상에 대한 정의가 이루어져야 한다.

본 연구에서는 3차원 지적정보의 구축 범위를 규정함에 있어 지상의 건축물과 지하 시설물 및 구조물 중에서 소유권으로서 등록·관리가 가능한 것을 구축 범위로 한정하고자 하였다. 이는 지상과 지

하의 모든 건축물과 시설물을 대상으로 할 경우, 현재 다양하게 구축되고 있는 GIS 응용 시스템의 데이터들과 중복 구축의 우려가 있기 때문이다. 그리고 소유권으로서 등록 관리가 어려운 여타의 모든 항목을 구축 범위로 할 경우 이에 대한 소유권 관계나 권리관계의 규명에 있어 많은 어려움이 따른다. 또한 이러한 사항들은 3차원 지적정보 구축의 필요성이나 근본 취지와도 상충되는 요소이기도 하다.

그러나 소유권으로서 등록·관리가 필요하다고 하여 모든 지상과 지하의 건축물과 시설물을 모두 구축한다면 이 또한 건설교통부의 3차원 공간정보 구축이나 여타의 전산화 데이터와 중복구축의 우려가 있다. 따라서 구축 범위에 대하여 보다 구체적이고 명확한 정립이 필요하다. 본 연구에서는 이를 위해 다음과 같은 3차원 지적정보 구축의 범위를 제안하여 보고자 한다.

첫째, 지상의 건축물 중에서 이미 등기가 되어 있거나 또는 미등기 건축물 중에서 등기가 요구되는 것으로 범위를 한정한다.

둘째, 지하의 구조물이나 시설물에 대해서도 등기가 되어 있거나 또는 등기할 필요가 있는 것으로 범위를 한정한다.

현재 3차원 공간정보 구축에 있어 지하의 구조물이나 시설물 등은 아직까지는 등록의 세부계획이나 방법이 제시된 것은 없다. 다만, 지하 출입구나 터널입구 정도를 표시하고 있다. 그러나 향후에는 지하 매설물 즉, 상수관, 하수관, 가스관 등에 대한 구축이 이루어질 것이다. 따라서 이러한 지하시설물 및 매설물은 구축 범위에서 제외함으로써 중복을 최대한 배제하여야 할 것

이다. 그리고 지하상가나 지하주차장 등의 구조물은 3차원 공간정보 사업이나 기타 위치정보를 포함한 전산화 데이터를 구축하고 있는 사례는 없으므로 구축 범위로 규정하여도 문제의 소지는 없을 것이다.

위와 같이 최대한 중복을 배제한 3차원 지적정보의 구축범위 제시하였다. 현행 지적법상에는 지상의 건축물에 관한 등록 규정은 제시하고 있다. 반면에 지하 구조물의 등록에 대해서는 별도의 규정을 두고 있지 않아 이에 대한 법률적 보완이 요구된다. <표 1>은 현행 법령에 근거하여 지하 구조물의 등록을 위한 법령 개정(안)을 나타낸 것이다.

4.2.2 등록대상

등록항목에 있어 무엇보다도 중요한 사항이 건설교통부의 3차원 공간정보 구축 사업에서의 등록항목과 중복 배제 문제이다. 즉, 구축과정이나 구축 후, 비용이나

인력의 낭비 없이 효율적으로 관리하기 위해서는 현행 이원적인 체제로 되어 있는 우리나라의 지적환경과 데이터의 중복 문제가 고려되어야 한다는 것이다.

연구에서는 위에서 정의한 3차원 지적정보의 구축 범위를 기반으로 하여 세부 등록 항목을 정의하고자 한다. 세부등록항목으로는 먼저 지상은 범위를 소유권으로서 등록·관리가 가능한 건축물로 한정하였다. 따라서 지상의 건축물 중 소유권으로서 등록이 가능한 것은 이미 등기가 되어 있는 건축물과 등기를 요하는 미등기 건축물을 의미한다. 그러나 독립 건축물 또는 시설물로서 등기가 어려운 창고, 컨테이너 등은 제외한다. 지상의 건축물 중 구체적인 대상을 정의하면 다음과 같다. 단독주택, 공동주택, 주상복합 건물, 문화 및 집회시설, 판매 및 영업시설, 의료시설, 교육연구 및 복지시설, 운동시설, 업무시설, 숙박시설, 위락시설, 공장, 공공용시설 등과 등기를 요하는 무허가 건축물 등이 된다.

<표 1> 지하 구조물 등록을 위한 법령 개정

지적법시행규칙	지적법시행규칙 개정(안)
제10조 (도면의 등록사항 등) ①법 제10조제5호에서 “그 밖에 행정자치부령이 정하는 사항”이라 함은 다음 각호의 사항을 말한다. 1. 도면의 색인도(인접도면의 연결순서를 표시하기 위하여 기재한 도표와 번호를 말한다) 2. 도면의 제명 및 축척 3. 도곽선과 그 수치 4. 좌표에 의하여 계산된 경계점간의 거리(경계점좌표등록부를 비치하는 지역에 한한다) 5. 삼각점 및 지적측량기준점의 위치 6. 건축물 및 구조물 등의 위치 7. 그 밖에 행정자치부장관이 정하는 사항	제10조 (도면의 등록사항 등) ①법 제10조제5호에서 “그 밖에 행정자치부령이 정하는 사항”이라 함은 다음 각호의 사항을 말한다. 1. 도면의 색인도(인접도면의 연결순서를 표시하기 위하여 기재한 도표와 번호를 말한다) 2. 도면의 제명 및 축척 3. 도곽선과 그 수치 4. 좌표에 의하여 계산된 경계점간의 거리(경계점좌표등록부를 비치하는 지역에 한한다) 5. 삼각점 및 지적측량기준점의 위치 6. 지상 건축물 및 지하 구조물 등의 위치 7. 그 밖에 행정자치부장관이 정하는 사항

지하의 구조물이나 시설물은 위에서 구축 범위를 정의함에 있어 등기가 되어 있거나 또는 등기할 필요가 있는 것으로 범위를 한정하고, 지하 매설물 즉, 상·하수도, 가스, 전기, 전화, 광케이블, 난방, 송유관 등은 배제하였다. 물론 현재 지하철 편입토지, 고압송전선, 상수도, 용수로 통과 토지 등에 대한 권리보전 방법으로 등기부상에 일부 지상권설정 등기가 되어 있으나 이러한 시설물이나 매설물들을 등록할 경우 중복의 문제가 있을 수 있어 배제됨이 바람직하다. 이상의 것을 고려한 결과 3차원 지적정보 구축에 있어 등

록 대상이 되는 지하 구조물로는 지하상가, 지하실, 지하주차장 등이 된다<표 2>.

4.2 3차원 지적정보의 입체적 등록 방안

4.2.1 도면 형식 개선을 통한 등록·관리의 효율화

현행 지적법령상 지적공부는 지적도, 임야도, 경계점좌표등록부, 토지대장, 임야대장, 공유지연명부, 대지권등록부, 지적파일로 구성된다. 지적공부별 등록사항은 다음 <표 3>과 같다.

<표 2> 3차원 지적정보 구축의 범위와 등록 대상

구분	구축 범위	등록 대상
지상	기 등기가 되어 있거나 또는 미등기 건축물 중에서 등기를 요하는 건축물	단독주택, 공동주택, 주상복합 건물, 문화 및 집회시설, 판매 및 영업시설, 의료시설, 교육연구 및 복지시설, 운동시설, 업무시설, 숙박시설, 위락시설, 공장, 공공용시설 등과 등기를 요하는 무허가 건축물 등
지하	등기가 되어 있거나 또는 등기할 필요가 있는 구조물	지하상가, 지하실, 지하주차장 등

<표 3> 현행 지적공부의 종류 및 등록사항

토지대장/임야대장	지적도/임야도	경계점좌표등록부	공유지연명부	대지권등록부
- 토지의 소재 - 지번 - 지목 - 면적 - 소유자의 성명 또는 명칭, 주소 및 주민등록번호 - 그 밖에 행정자 치부령이 정하는 사항	- 토지의 소재 - 지번 - 지목 - 경계 - 그 밖에 행정자 치부령이 정하는 사항	- 토지의 소재 - 지번 - 좌표 - 그 밖에 행정자 치부령이 정하는 사항	- 토지의 소재 - 지번 - 소유권 지분 - 소유자의 성명 또는 명칭, 주소 및 주민등록번호 - 그 밖에 행정자 치부령이 정하는 사항	- 토지의 소재 - 지번 - 대지권 비율 - 소유자의 성명 또는 명칭, 주소 및 주민등록번호 - 그 밖에 행정자 치부령이 정하는 사항

현행 지적공부 중 가장 문제점이 되고 있는 것이 지적도와 임야도이다. 도해지적 제도의 한계성으로 인하여 불부합의 문제, 축척의 다양화에 따른 접합 문제 등이 발생하기 때문이다. 이러한 문제점들은 지적재조사 측량이나 불부합지 정리 사업 등을 통하여 해결이 가능하다. 3차원 지적정보 구축 역시 기존 도해지적 제도하에서는 구축은 무의미하다. 그러므로 반드시 지적재조사 사업이나 지적불부합지 정리 사업 등을 통하여 정확한 수치지적도를 확보한 후에 이를 기반으로 하여 이루어져야 할 것이다.

수치측량방식을 통하여 3차원 지적정보 구축을 위한 새로운 수치지적도가 제작된다면 기존의 도면(지적도/임야도)과 축척체계 유지는 무의미하다. 즉, 수치측량 방식으로 제작이 되기 때문에 다양한 도면과 축척체계를 유지할 필요가 없다. 따라서 이에 대한 통합 및 단순화가 합리적이다. 지적도와 임야도를 지적도로 통합하게 되면 토지대장과 임야대장을 구분할 필요가 없으므로 이를 토지대장으로 단일화한다.

지적도와 임야도의 통합과 축척의 단일화(안) 제시를 위해 외국의 사례를 먼저 고찰해 보고자 한다(대한지적공사, 1997). 일본은 지적재조사사업을 통하여 지적도의 축척을 주거지역 1:250, 1:500, 농지지역 1:500, 1:1,000, 1:2,500으로 개선하였고, 산지, 임야, 황무지에 대하여 1:2,500, 1:5,000으로 개선하였다. 지적측량에는 6개 등급의 정확도 기준이 있는데 지적측량 사업관련 지역의 토지이용 실체에 따라 적절한 정확도 등급이 적용된다. 측량 방법은 평판측량이 1995년까지 20% 이하

에 불과한 반면 경위의, 토털스테이션 측량이 70%이상이고, 항공사진측량이 나머지 부분을 차지하고 있다.

대만의 경우, 지적공부는 토지등기부, 건축물개량등기부, 지적도로 구성되어 있으며, 지적도의 축척은 중요도시의 중심부가 1:600, 기타지역이 1:1,200 체계였으나 지적재조사 측량을 하면서 도시지역 1:500, 일반농지 및 산지 1:1,000, 고산지역 1:2,000으로 각각 전환하였다.

독일의 경우, 지적재조사 측량은 부분적으로 수정측량으로 시행되고 있고 지상측량방법과 항공사진측량 방법을 병용하여, 지적도의 축척은 1:5000을 기본도로 하여 시가지는 1:500, 농·산림지역은 1:1,000~1:2,500이다.

프랑스는 축척 1:2500 지도를 기본도로 하여 도시지역은 1:500, 농촌지역은 1:1000, 기타지역은 1:2000이며 모두 집성도를 작성하며, 지적공부의 기재사항은 지목, 면적 등 13개로 구분되어 있고, 과세를 위하여 토지평가에 관한 자본가치가 기입되어있다.

스위스의 축척체계는 도시지역 1:500, 농촌지역 1:2,000, 산악지역 1:1,000로 구분되어 있다. 대부분 국외의 경우 단일화된 축척으로 도면을 관리하고 있고 도면 역시 지적도와 임야도를 별도로 구별하지 않고 있다.

우리나라의 경우도 3차원 지적정보 구축에 있어 지적도와 임야도의 구별은 무의미하며 이를 구별하여 관리하는 것도 비효율적이다. 따라서 지적도와 임야도를 단일화된 지적도 형태로 통일함이 바람직하다.

그리고 현행 다양화되어 있는 축척은 도해지적제도에 기반을 둔 것으로 수치지적 제도로 발전하게 되면 이에 대한 단일화가

필요하다. 그런데 수치지적측량 방식을 통하여 취득되는 필지경계점의 좌표는 원칙적으로는 축척의 구별이 무의미할 것이다. 그러나 제작된 데이터를 관리하고 이의 제공 및 유통을 위해서는 지역별로 축척을 구별함이 효율적일 것으로 판단된다.

예를 들면, 지적도면을 유통시킬 경우, 유통단위를 일반적으로 도엽 단위로 정의하는 것이 가장 효율적이다. 축척 역시, 도시 지역은 가능한 한 대축척으로 그 외 지역은 도시지역보다 상대적으로 소축척으로 정의하여 유통하는 것이 효율적이다. 현재 수치지형도는 웹상에서 도엽 단위로 유통이 이루어지고 있다. 그리고 유관기관이나 민원인에게 지적도 정보를 제공할 경우도 도시지역과 그 외 지역의 축척을 달리하여 제공하여 줄 수 있게 단순하게 표준화할 수 있는 축척 관리에 대한 개선이 요구된다.

축척을 단순하게 표준화할 수 있는 방안에 대하여 구체적으로 기술하면 다음과 같다. 현재의 축척체계는 지적도와 임야도로 구분되어 7종으로 관리되고 있다. 우리나라도 축척체계를 외국과 같이 도시지역, 농경지역, 기타로 구분하여 도시지역은 1:500, 농촌지역은 1:1,000, 이외의 기타 지역은

1:2,000의 3종으로 단순화 시켜야 한다.

이것은 위에서 고찰했던 관리나 제공을 위한 축척의 단순화와 더불어 측량 기술적인 측면에도 기반 한다고 볼 수 있다. 즉, 도시지역은 일반적으로 지상 수치측량 방식으로 측량이 이루어지기 때문에 가능한 한 대축척으로 관리함이 타당하다. 그리고 농촌지역의 경우 지상측량 방식과 함께 항공사진측량 기법으로도 측량이 가능하다. 항공사진측량의 경우 일반적으로 가장 대축척인 1:1,000 수치지형도를 도화하기 위해서는 1:5,000 축척으로 항공사진 촬영이 이루어진다. 물론 보다 대축척의 항공사진 촬영 및 대축척의 도화는 가능하지만 이것은 비용이나 시간 경제적 면에서 비효율적이다. 따라서 가장 대축척으로 측량하고 도화할 수 있는 한계를 축척 1:1,000으로 볼 경우, 농촌지역은 1:1,000 축척이 타당하다.

마지막으로 기타 지역의 경우는 일반적으로 지상 수치측량 방식보다는 항공사진측량 방식으로 측량하는 것이 효율적이고, 도시지역이나 농촌지역에 비해 상대적으로 낮은 정확도를 요하게 되므로 축척 1:2,000이 적당하다고 판단된다. 이를 종합적으로 정리해 보면 <표 4>와 같다.

<표 4> 도면의 단일화와 축척의 단순화

구분	현 재	3차원 지적정보 구축시
도 면	지적도, 임야도	지적도
축 척	- 지적도 · 1:500, 1:600, 1:1,000, 1:1,200, 1:2,400, 1:3,000, 1:6,000 - 임야도 · 1:3,000, 1:6,000	- 도시지역 : 1:500 - 농촌지역 : 1:1,000 - 기타지역 : 1:2,000

4.2.2 지적도 레이어 체계의 개편을 통한 위치정보의 입체적인 등록

본 절에서는 3차원 지적정보의 등록은 물론 지적도 자체를 유관부서나 GIS 관련 분야에 효율적으로 유통 및 제공하기 위해서 레이어 체계의 개편 방안을 모색하고자 한다. 이를 위해 현재의 수치지적도면의 레이어 체계의 고찰과 이에 따른 문제점을 고찰하고 향후 수치지적도의 레이어 체계 구축 방안을 제시한다.

현행 지적도 전산화 데이터나 수치지적도면 레이어 체계의 문제점을 고찰하기 위해 먼저 수치지적도와 수치지형도의 레이어 체계를 비교하였다. 먼저, 수치지형도(1:1,000)의 경우는 <표 5>와 같이 대분류, 중분류로 분류하고 이를 보다 더 세분화하여 소분류까지 분류하고 있다. 즉, 건물의 표현도 각각의 건물마다 세분화하여 코드 값을 부여하고 있다.

이렇게 레이어 체계를 세분화하여 구축함으로써 다양한 공간분석(spatial analysis)이 가능하도록 하였다. 다른 분야의 사용

자가 필요한 레이어만을 제공받아 이용할 수 있으므로 효율적이다.

일반적으로 도형정보 중에서 타 분야에서 가장 많이 이용되는 도로 데이터의 경우, 일반 수치지형도에서는 간단한 쿼리(query)만으로 편리하게 추출할 수 있다. 그러나 기존 지적도 전산화 자료의 경우, 도로 정보를 예로 든다면, 도로(지목) 정보가 텍스트 형태로 입력되어 있어 간단한 쿼리만으로는 도로 레이어를 추출할 수 없다. 즉, 이를 추출하기 위해서는 복잡한 데이터 포맷 변환과 더불어 지점질의(locations query)를 통한 분석이 병행되어야 한다. 이렇게 레이어 체계를 세분화하여 구축하지 않고 있어 타 분야에서 지적도 정보의 활용 시 어려움을 겪고 있다.

따라서 3차원 지적정보를 효율적으로 등록하기 위해서는 지상의 건축물과 지하 구조물 까지 세분화된 지적도 레이어 체계의 구축이 필요하다. 그리고 속성정보 역시 TEXT 타입의 데이터 형태를 탈피하여 지번과 지목 등과 같은 정보를 POINT 형태로 구축하여야 할 것이다. 이렇게 레

<표 5> 수치지형도(1/1,000) 레이어의 대분류, 중분류 정보

대분류	중분류	지형지물명	비고
A	AA	시설물/건물관련지물	
	AD	도 로	
B	BA	수 계	
C	CA	고 도	
	CC	지 형	
E	EA	행정경계	
Z	ZD	도 광	

* 국토지리정보원, 1/1,000 수치지도제작용 지형·지물 코드

이어 체계를 세분할 경우 도로망이나 기타 필요 레이어를 쉽게 추출 구축할 수 있고 필요하다면 레이어별로 다른 분야에 쉽게 제공할 수 있다.

[그림 3]은 새로이 작성되는 지적도에 대하여 지하와 공중 공간의 정보를 포함할 수 있도록 레이어체계를 세분화 하여 본 것이다.

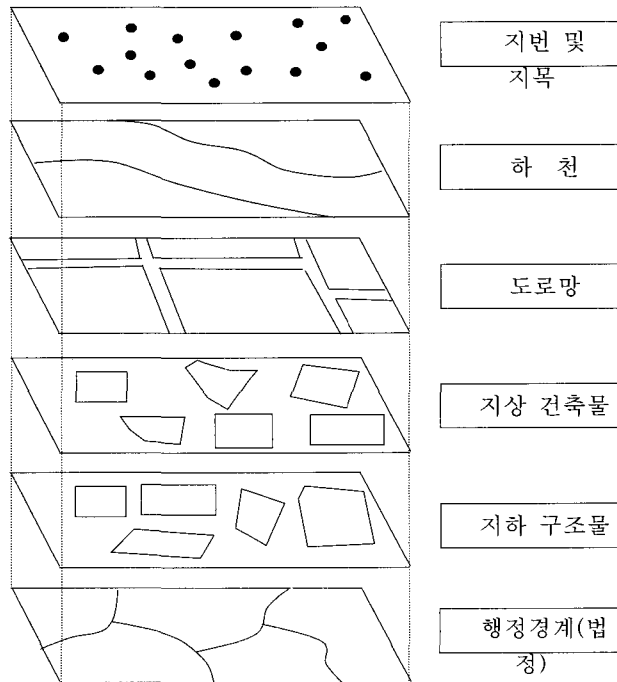
4.2.3 입체 지번 체계의 도입

평면이 아닌 지상과 지하의 3차원 지적 정보를 등록하기 위해서는 현행 평면적인 지번부여 체계의 개선이 필요하다. 즉, 평면 공간, 지상공간, 지하공간을 구별하여 지번을 부여할 수 있고, 이를 관리할 수 있는 입체지번 체계의 도입이 요구된다.

지번 체계의 개선에 있어 제시될 수 있는 방안은 크게 두 가지로 첫째는 새로운 지번 체계의 도입을 통하여 3차원 지적정보 구축에 적정하게 개편하는 것이고, 둘째는 현재의 지번 체계를 유지하면서 3차원 지적정보 구축에 적정하게 개선하는 방안이다.

전자의 경우는 현재 지번 체계를 전면 개편하는 방안으로 장기적 측면에서는 상당히 효율적일 수 있다. 그러나 현재 지적분야 외적으로 구축되고 있는 정보화 시스템에서는 일반적으로 현행 지번 체계를 기준으로 위치정보를 제공하고 있어 전면 개편을 통한 제도 정착이 이루어지기 위한 기간 동안 상당한 혼선이 예상된다.

또한, 현재 새주소 제도도 제도 정착에 어려움을 겪고 있는 실정으로 향후 수년



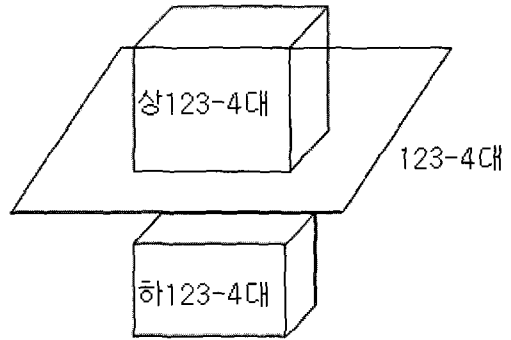
[그림 3] 3차원 위치정보 등록을 고려한 지적도 레이어 체계 개편

간은 현행 주소체계와 새주소 체계가 병행되어 활용될 것이다. 그런데 이러한 시점에서 지적도의 지번 체계까지 개편되고 이것이 수년간 병행·활용을 거친 후 정착되기 위해서는 이 기간 중 많은 혼란이 야기될 수 있어 지번 체계의 전면 개편은 현실적으로 무리가 따를 것으로 예상된다.

따라서 후자의 개선 방안인 현행 지번 체계를 유지하면서 3차원 지적정보를 표현할 수 있는 개선방향이 합리적이라 판단된다. 이에 대한 개선 방안은 다음과 같다. 현행 지번 체계를 유지하면서 소유권이 상하로 중복되는 경우에 현행 지번 체계를 기반으로 하여 현행 지번 앞에 상·하의 구분을 둔다. 그리고 지표면상의 필지의 지번체계는 현행 체계를 유지한다.

예를 들면, [그림 4]와 같이 현행 지번이 “123-4대”로 지상의 건축물과 지하의 구조물이 있는 경우, 지상의 건축물은 “상123-4대”로 표기하고, 지하의 구조물은 “하123-4대”로 표기하는 것이다. 이러한 방안은 현행 체계를 유지하면서 단지 상·하만을 구별하여 사용하기 때문에 일반적으로 쉽게 접근이 가능하고 사용이 용이할 것이다.

다만, 현행 지번 체계의 수정이 요구되는 부분은 임야 부분이다. 현재 임야의 경우 지번 앞에 “산”이라는 표기를 쓰고 있다. 이 부분은 지적도와 임야도가 통합되고 새로운 토지대장(토지대장+임야대장)이 만들어지면 지번 앞에 “산”을 표기하는 것은 무의미하므로 향후 입체지번 체계를 도입하기 위해서는 지번 앞에 “산”표기를 삭제하여야 한다.



[그림 4] 3차원 지번체계의 개념도

위에서도 언급하였듯이 현재 우리나라는 주소체계를 기존 토지지번 중심의 주소방식에서 도로방식 즉, 도로명과 건물번호를 이용한 선진국형 주소 체계로의 전환을 꾀하고 있다. 연구에서는 새로운 주소체계와 최대한 혼선을 탈피하기 위해 현행 지번 체계를 유지하면서 3차원으로 지번을 부여할 수 있는 방안을 제안하였다.

그러나 연구에서 제시하는 3차원 지번 부여 방식이 현행 새주소 체계와 완벽하게 혼란의 문제가 없다고 단정 짓기는 어렵다. 그렇기 때문에 차후 새로운 지번 체계의 운영 및 제도개선 측면에서 좀 더 심도 있는 논의가 요구된다고 판단된다. 예를 들면, 연구에서 제시한 3차원 지번 체계는 지적도에 등록을 목적으로 하고, 현행 지번부여 체계를 최대한 수용한 방안이므로 새주소 체계와 상호 독립적으로 운영하는 방안, 또는 3차원 지적정보 시스템 상에서 새로운 주소체계(건물번호 및 도로명)를 viewing(표시)하는 기능을 두어 사용자에게 3차원 지번정보 뿐만 아니라 새주소 정보까지 포함된 정보를 제공하는 방안, 아니면 장기적인 개선 방안으로서 3차원 지번체계와 새주소 체계를 연

계할 수 있는 새로운 지번체계의 도입 방안 등, 보다 다양하고 심도 있는 논의를 통하여 3차원 지번체계에 대한 정립이 이루어져야 할 것이다.

4.2.4 지목체계의 세분화

현재 우리나라의 지목체계는 위에서도 고찰하였듯이 총 28종으로 되어있다. 그런데 현행 28개의 지목만으로는 복잡 다기화 되어가는 토지이용 상황을 정확하게 반영하기는 어렵다. 즉, 현대 사회에서는 토지를 지표면만 아니라 고층빌딩과 같은 건축물들이 많이 건축되고 있으며, 지하에는 지하상가, 지하주차장 등이 개발되어 이용되고 있다.

일례로, 일반건축물의 지하층은 종래에는 2-3층 정도로 개발하여, 지하 1층은 상가, 지하 2-3층은 주차장, 창고 등으로 이용하여 왔으나 최근 대형 업무용 건축물의 경우에는 지하 7-8층까지 개발하여 지하 1-2층은 주로 상가, 사무용으로 사용하고 그 이하는 주차장, 기계실로 사용하고 있다. 그리고 점차 지하개발의 깊이를 더해 가는 추세이다. 도로, 광장 등 공공용지의 지하는 지하철, 지하도 등 지하 교통시설과 지하상가 건설을 위한 개발이 다소 활발한 편이다.

그런데 현행 지적도상의 지목표기만으로는 이러한 토지이용 변화 추세를 반영하기 어렵다. 즉, 일반적으로 “대”라는 지목만 보더라도 실질적인 이용 상황은 일반주택, 아파트, 사무실, 은행 등으로 이용되고 있으나 이것에 대한 정보를 지적도상에서는 확인하기가 어렵다. 따라서 3

차원 지적정보를 구축한다는 것은 지상의 건물과 지하의 구조물에 대한 정보의 제공 및 관리가 수반되는 것으로서 지상의 건물에 대하여 일률적인 “대”라는 지목으로 표기하기에는 한계가 있기 때문에 현재 건축물에 대한 용도를 쉽게 확인할 수 있도록 이에 대한 개선이 요구된다.

그리고 “대”와 더불어 문제가 되고 있는 지목이 “잡종지”이다. 현재는 기타 지목으로 부여하기 어려운 것을 대부분 “잡종지”로 분류하고 있으나 고속버스나 시외버스터미널, 물류센터, 보건위생시설용지(하수처리시설용지, 폐기물처리시설용지 등), 군사용지 등 이러한 것은 분명히 구분하여 지목을 부여함이 타당하다. 연구에서는 현행 지목체계 중에서 가장 문제가 되고 있다고 판단되는 “대”와 “잡종지”를 중심으로 <표 6>과 같이 지목의 세분화 방안을 제시하였다.

연구에서 고찰한 지목에 대한 개선 방안은 현재 가장 문제가 되고 있다고 판단되는 “대”와 “잡종지”의 세분화에 주안을 두었다. 이는 단기적 개선 방안 정도로 해석됨이 바람직할 것이다. 지목체계 개선에 대해서는 현재 복식지목체계 도입이나 대분류·소분류 등으로 세분화 방안 등 다양하게 연구가 이루어지고 있으므로 이러한 여타의 연구성과를 토대로 한 향후 장기적인 정립안이 모색되어야 할 것이다.

5. 결 론

본 연구에서는 향후 효율적인 3차원 지적정보 구축을 위해 취득된 3차원 지적정

<표 6> 지목의 세분화 방안

토지의 주된 사용 목적	현행 지목	개선 (안)
대지, 공지	대	대
관공서(시청, 구청, 교육청, 우체국, 전화국 등)	대	공공시설용지
사무실, 은행, 단자회사, 회사사옥 등	대	업무용지
근린생활시설, 상품판매시설 등	대	상업용지
의료시설(병원, 의원, 약국 등)	대	의료용지
호텔, 여관 등 숙박시설	대	숙박용지
단독주택, 다세대주택, 연립주택	대	택지
5층 이상의 아파트	대	아파트
자동차학원, 정비소	잡종지	자동차시설용지
고속·시외버스 터미널, 차고지(버스, 택시, 관광버스)	잡종지	차고지
보건위생시설(하수처리시설용지, 폐기물처리시설용지, 기타 처리시설용지)	잡종지	보건위생시설용지
군사용지	잡종지	군사용지

*자료 : 이성호·황택수, “지목체계 개선에 관한 연구”, 부산대학교 도시문제연구소, 1999; 전효중, “한국 지목 분류체계에 관한 실증적 연구”, 경기대학교 박사학위 논문, 1998 참고.

보를 효율적으로 등록할 수 있는 방안을 제시하였다.

연구성과로는 먼저, 3차원 지적정보를 구축하기 위해서는 무엇보다도 필요한 것이 지적공부에 등록하여 관리 되어지는 지적정보에 대하여 국내 지적환경에 적절한 범위설정과 이에 따른 등록항목의 정의이다. 본 연구에서는 이를 위해 국내실정에 적합하도록 각종 정보화 사업과 서로 중복 상충되는 요소를 최대한 배제한 3차원 지적정보의 구축의 구축범위와 등록대상을 정의하였다.

그리고 3차원 지적정보 등록을 위해 현행 지적공부 중 지적도와 입야도를 지적도로 통합하고, 토지대장과 입야대장을 입야대장으로 통합을 제안하였다. 또한 축척의 다양화로 인한 문제해결을 위해

국외의 축척관리 체계를 분석한 후 총 9종의 축척을 3종으로 단순화하는 방안을 제시하였다.

현행 지번체계로는 입체적인 토지의 등록 관리가 어려움으로 이를 개편할 수 있도록 지상의 건축물과 지하 구조물을 입체적으로 지번을 부여·관리할 수 있는 입체적인 지번체계 도입 방안을 제시하였다. 이와 더불어 지목부여 체계 역시 3차원 공간의 토지이용을 체계적으로 관리할 수 있도록 현행 지목 중 가장 문제가 되고 있는 “대”와 “잡종지”를 중심으로 한 지목의 세분화 방안을 제시하였다.

3차원 지적정보 구축은 한정된 토지자원을 다목적·입체적으로 관리하기 위한 것으로 이는 세계적인 추세이다. 우리나라에서의 경우도 토지이용이 더욱 복잡·

다기화 되어가는 추세를 감안한다면, 국민의 안정적인 보호와 지적정보의 다양화를 위해서는 이에 대한 구축은 반드시 필요하다. 그러나 가장 효율적이고 안정적인 구축을 위해서는 시스템에 국한한 연구에서 탈피하여 3차원 지적정보 구축과 관련된 제반 분야에 대한 다양한 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 대한지적공사, 1997, 지적재조사를 위한 외국의 지적제도 연구.
- 문승주, 2004, “새로운 지적기준점체계 정립과 지적제도의 개선방안 연구”, 대한지적공사, 학술지 지적, 제34권 제4호, pp.132-148.
- 신동윤, 2003, 3차원 지적정보관리체계의 도입 방안 및 기대효과 연구, 단국대학교 대학원, 박사학위 논문.
- 양인태, 오이균, 2003, “3D Cadastre 구축시 효율적 건물등록 방법에 관한 연구 : 건물등록 측량을 중심으로”, 한국지적학회지 제19권 제1호, pp.83-96.
- 오이균, 2004, 효율적 건물등록을 위한 3차원정보지적도 모형 구축에 관한 연구, 강원대학교 대학원, 박사학위 논문.
- 이성호·황택수, 1999, 지목체계 개선에 관한 연구, 부산대학교 도시문제연구소.
- 전효중, 1998, 한국 지목 분류체계에 관한 실증적 연구, 경기대학교 대학원, 박사학위 논문.
- 지준만, 2004, “지적제도의 불합리성에 관한 연구”, 한국지적학회지, 제20권 제2호, pp.31-41.
- Ayhin, C. C., 2003, The Possibility of Collecting Data for Geographical Information Systems Using Digital and Video Cameras, PhD Thesis, YTU, Istanbul.
- Billen, R., & Zlatanova, S., 2001, “3D Spatial Relationships Model : A Useful Concept For 3D Cadastre”, Registration of Properties in Strata, International Workshop on 3D Cadastres, Delft, ISBN 87-90907-15-9, pp.232-244.
- Forral, J. & Kirschner, G., 2003, An Interdisciplinary 3D Cadastre Development Project in Practice, FIG Working Week 2003, Paris, France.
- Stoter, J.E. & van Oosterom, P., 2000, “3D Registration of Real Estate Objects”, Proceedings of the First International Conference on GIScience, pp.55-58.
- Stoter, J.E., 2004, 3D Cadastre, PhD thesis, TU Delft, the Netherlands.
- Stoter, J.E., 2002, Salzmann, M.A., van Oosterom, P. & van der Molen, P., “Towards a 3D cadastre”, In Proceedings FIG XXII/ACSM-ASPRS, pp.19-26 April, Washington, USA.