

GIS활용을 위한 지적도 전산화 방안 연구 - 지적도 도형자료 제작 지침을 중심으로 -

강영옥*·안재영**·조태영***

A Study on Construction of Digital Cadastral Map for the GIS

Young-Ok Kang·Jae-Young Ahn·Tae-Young Cho

요 약

건설교통부는 국가지리정보체계구축사업(NGIS)의 일환으로 수치지형도 제작사업을 1998년 말까지 완료할 예정이며, 특히 1:1,000 수치지형도는 지방자치단체의 GIS 기본도로 사용될 예정이다. 그러나 1:1,000 수치지형도에는 많은 지방정부들의 행정업무에 필요한 지적이나 도시계획과 같은 무형의 정보들은 포함되어 있지 않다. GIS사업의 활성화를 위해 지적도의 전산화 작업이 시급한 실정이다. 본 연구는 수치지형도와 지적의 불부합 원인을 분석하고, 정확도가 다른 두 데이터를 일치시키는 GIS의 기술적 방법들을 검토하고, 서울시를 예로 하여 도시계획관련부서의 지적데이터에 대한 수요를 분석하여 수치지형도와 중첩하여 활용할 수 있는 지적도 도형자료의 구축지침을 제시하였다. 그리고 제작지침 제시를 위해 서울시 중구 황학동, 신당동, 그리고 종로구 송인동 일부지역에 대한 편집지적 데이터를 구축하였다.

ABSTRACT : The Ministry of Transportation and Construction has a plan to finish up the construction of digital topographic map which is based on airphoto interpretation method by the end of 1998 as a part of NGIS (National Geographic Information System) Project. The digital topographic map, especially 1:1,000 scale, is used as a basemap of many local government's GIS projects. The digital topographic map, however, does not include property information such as cadastral and urbanplan data that are essential for the GIS database of many local governments. This study aims to develop a set of technical guidelines for the construction of digital cadastral map, which can be used together with the 1:1,000 scale digital topographic map, through 1) analysis of the inconsistency between topographic map and cadastral map, 2) comparison of technical methods for the integration of GIS data that have different accuracy, and 3) requirement analysis of the departments related to urban planning of Seoul Metropolitan Government. For this research, edited digital cadastral map has been experimentally produced in pilot study area, a part of Hwanghak-dong, Shindang-dong, and Soengin-dong in Seoul.

* 서울시정개발연구원 전산정보연구부 부연구위원 (Dept. of GIS & LIS, Seoul Development Institute, San 4-5, Yejang-Dong, Jung-Gu, Seoul 100 - 200, Korea, Tel : (02)726-1181)

** 서울시정개발연구원 전산정보연구부 위촉연구원 (Tel : (02)726-1183)

*** 전산정보관리소 전문직 연구원

1. 서 론

1995년 건설교통부에서 주관이 되어 시작된 국가지리정보체계구축사업(NGIS) 가운데 수치지형도 제작은 1998년 말까지 완료될 예정이어서 국가 GIS 사업의 근간이 될 수 있는 기본지도가 완성단계에 놓여있다고 볼 수 있다. 특히 78개 도시지역에 대해 구축되는 1:1,000 수치지형도는 지하매설물 관리, 도로관리, 환경, 방재, 도시계획 등 각 지방자치단체 GIS 구축사업의 기본도로¹⁾ 사용될 예정이다. 그러나 항공사진의 도화 또는 기존 지형도 전산화를 통해 제작된 수치지형도는 눈으로 파악될 수 있는 현황을 중심으로 제작된 것이기 때문에 무형지물이라 할 수 있는 소유권 내지 계획관련 정보 예들 들면 지적이나 도시계획등의 사항은 포함되어 있지 않다.

그러나 지방자치단체의 입장에서는 현황에 대한 자료뿐 아니라 지적정보 전산화에 대한 필요성도 높으며, 특히 현황과 지적을 중첩하여 활용할 수 있는 정보의 제작은 필수적이라 볼 수 있다. 실제 일선행정업무에 있어서는 지적도가 가장 대축척의 도면이고 위치에 대한 정보를 제공할 수 있는 도면이기 때문에 기본도면으로서 많이 활용되어 왔다. 이를 위하여 현재 NGIS의 행정자치부가 간사기관으로 되어 있는 토지정보분과에서는 기존 지적도면 전산화작업을 추진중에 있다. 그러나 지적도는 도엽간, 법정동간, 상이한 축척의 지적도가 경계가 일치하지 않을 뿐 아니라 항공사진 측량에 의해 제작되는 수치지형도와 서로 맞지 않는 문제점이 있다. 따라서 기존 지적도면의 전산화 작업은

도면의 전산화뿐 아니라 수치지형도와 중첩하여 활용할 수 있도록 제작되어야 하며, 이러한 제작과정에 대한 지침연구가 필요하다.

본 연구는 이러한 배경하에 진행되었으며, 수치지형도와 중첩하여 활용할 수 있는 지적도 도형자료의 구축지침에 초점을 두었다.²⁾ 수치지형도와 중첩하여 활용할 수 있는 지적도의 제작이라는 개념하에는 정확도가 상이한 두 도면에 대한 중첩활용을 위해 상대적으로 정확도가 낮은 도면에 대한 편집을 필요로 하게 되며, 편집할 기준설정이 중요한 문제가 될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 수치지형도와 지적의 불부합 원인을 분석하고, 정확도가 다른 두 도엽을 일치시키는 GIS의 기술적 방법들을 검토한 후 이를 바탕으로 지적도 전산화의 기본방향을 모색하고, 지적도 도형자료 구축을 위한 기술적인 제작지침을 제시하고자 한다. 기술적 방법 검토를 위한 실험연구의 대상지역으로 종로구 송인동, 중구 황학동과 신당동 일부(TM 좌표 201500, 451160 ~ 201900, 452360) 400m×1200m 크기의 지역을 선택하였고, 임야도에 대해서는 중구 장충동 일대를 대상으로 하였다. 실험연구대상에서 사용된 지적도 및 임야도는 <표 1.1>에 나타난 바와 같고, 지적(임야)도와 중첩할 1:1,000 수치지형도는 중구 376082067과 376082077 두도엽이 사용되었다. 본 실험연구 작업은 Arc/Info 7.0.2와 AutoCAD r.12를 사용하였다.

-
- 1) GIS 기본도로 1:1,000 수치지형도를 사용할 것인지 지적도를 사용할 것인지에 대해서는 논란의 여지가 있으나, 지적도는 도엽간, 법정동간 경계 불일치 등의 문제가 있는 반면, 수치지형도는 넓은 지역에 대한 균일한 정확도가 보장되므로 수치지형도를 GIS사업의 기본도로 결정하였음.
 - 2) 지적(임야)도의 속성자료라 볼 수 있는 토지대장, 임야대장은 지번을 키아이템(key item)으로 하여 이미 전산화가 완료된 상태이며, 현재 건축물도 지번을 키아이템으로 하여 건축물 관리대장 전산화작업이 수행중에 있다. 따라서 지적(임야)도의 도형자료가 구축되고 필지별로 지번이 키아이템으로만 입력된다면 속성자료는 행정구역코드와 지번을 키로 바로 연계되어 사용할 수 있다. (강영욱, 1997)

<표 1.1> 실험지역의 지적(임야)도 현황

구분	법정 구역	축척	도엽 번호	도엽수
지적도 지역	종로구 송인동	1/600	2, 5, 5-1, 6, 18	5
	중구 황학동	1/600	2, 3, 4, 5, 13, 14	6
	중구 황학동	1/1,200	4, 5, 6	3
	중구 신당동	1/500	9, 10, 11, 14, 15, 16, 19, 20	8
	중구 신당동	1/1,200	5, 6	2
임야도 지역	중구장충동2가, 예장동	1/3,000	1,2,3,4	4
	충무로5가, 쌍림동,광희동1가, 오장동, 목정동,장충동1,2가	1/600	7,8,13,21,22,23,24,25,26,27,28,29, 30,31,32,34	22
	중구 신당동	1/1,200	21,22	2

2. 향측과 지적의 불부합 원인분석

본 장에서는 동일한 통일원점과 좌표체계를 사용함에도 불구하고 건설교통부의 국립지리원에서 관리하는 측량성과에 따라 제작된 1:1,000 수치지형도와 행정자치부 지적과에서 제작된 지적도를 중첩하였을 경우 두 도면의 건물이나 도로등이 일치하지 않고 불부합되게 나타나는 원인을 파악하고자 한다. 이러한 불부합 원인에 대한 이해는 1:1,000 수치지형도에 지적도를 어떻게 맞추는 것이 합리적인지에 대한 방안을 제공할 수 있다.

2.1 도해지적의 문제

지적도는 토지 대장에 등록된 토지의 경계를 밝히는 도면으로 국가가 만들어 보관하는 지적 공부의 일종이며, 토지의 등록 단위인 1필지의 소재, 경계, 위치, 형상, 면적 등을 정량적으로 파악할 수 있어야 하며 토지소유권 확립상 매우 중요한 도면이

다. 지적도는 1/500~1/6,000까지 6가지 축척(1/500, 1/600, 1/1,000, 1/1,200, 1/3,000, 1/6,000)의 종류가 있으며 지적도(1/600)에 포함하고 있는 도면 항목은 경계선, 지번(본번-부번), 지목(전답, 과수원, 도로, 철도, 하천 등), 기초점, 도곽좌표, 행정구역 경계 등이 있다. 지적제도를 토지의 경계표시 방법에 따라 분류해 보면 圖解地籍과 數値地籍으로 나눌 수 있는데, 도해지적(graphical cadastre)은 토지의 경계점을 圖解的으로 측정하여 지적도 또는 임야도 등에 등록하고 토지경계의 효력을 도면에 등록된 경계에만 의존하는 지적제도를 말하며, 수치지적(numerical cadastre)은 토지의 경계점을 도해적으로 표시하지 않고 수학적인 좌표로서 표시하는 지적제도로써 도해지적보다 훨씬 정밀하게 경계를 표시할 수 있다. 우리나라는 도해지적제도로 창설되었지만 최근에는 도시지역에 수치지적 제도를 채택하고 있으며 지적공부 목록 현황을 살펴보면 <표 2.1>과 같다.

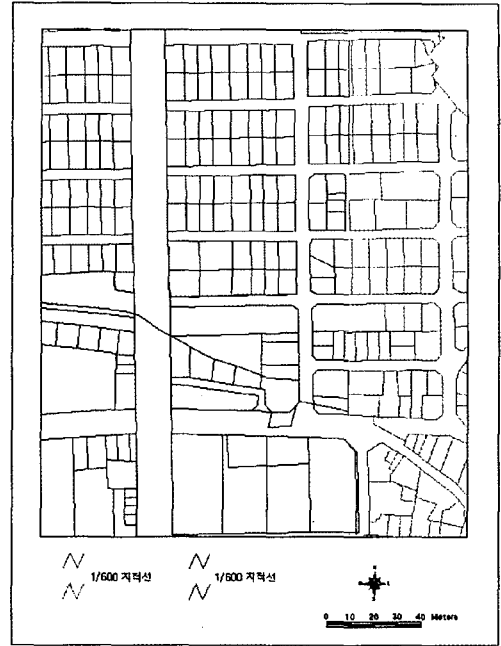
<표 2.1> 지적공부 목록 현황 (1993)

대 장		수치지적부	도 면									
토지대장	임야대장		지 적 도							임 야 도		
			계	1:500	1:600	1:1,000	1:1,200	1:2,400	1:3,000	계	1:3,000	1:6,000
31,152,640	3,409,664	668,809	621,274	22,735	13,655	77,170	442,941	64,687	86	59,500	14,491	45,009

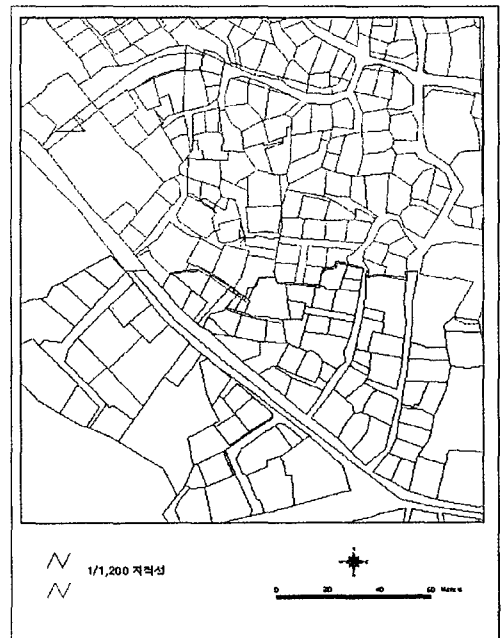
자료 : 내무부, 「지적통계」 1994.

지적과 향측이 불부합하는 원인 중의 하나로서 도해지적 자체가 갖고 있는 문제점을 들 수 있다. 도해지적은 토지조사사업이 실시된 1910년에 평판 측량에 의하여 작성된 도면을 대부분 그대로 사용하고 있으며, 훼손, 마모된 부분만 재조제하고 있는 실정이다. 종이에 도해된 지적도면은 관리에 있어서 열람이나 등사로 인한 마모, 복사시 빛과 열에 의한 변형, 그리고 습기에 의한 변형 등 많은 문제가 있다. 과거에는 훼손된 도면을 수작업에 의해 재조제하였으며, 이 과정에서 오류가 발생하였다. 1978년부터는 컴퓨터를 사용하여 지적도를 재조제하고 있으나, 자동 재조제도 많은 문제를 가지고 있다. 첫째, 지적도의 좌표독취시 개인오차 및 숙련도에 따른 측정값의 차이가 발생하며, 둘째, 종이도면은 부위와 지질에 따라 신축정도가 균일하지 않으므로 좌표보정을 다르게 해주어야 하는데, 이를 일률적으로 보정함으로써 도곽접합시 토지경계선이 정밀하게 접합되지 않는 경우가 생기며, 셋째, 도면이 심하게 훼손되어 좌표독취시 식별이 곤란한 경우등의 문제가 발생하고 있다.(대한지적공사,1996).

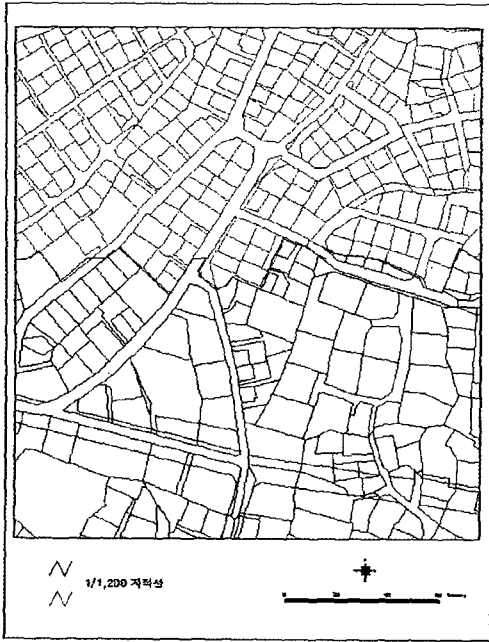
도해지적의 또 다른 문제는 도곽간 불부합이 발생한다는 것이다. 이러한 경계 불부합은 동일 축척의 지적도 도곽간 발생하는 경우, 상이한 축척의 지적도 도곽간 발생하는 경우, 법정동 경계에서 지적도 도곽을 접합할 때 발생하는 경우 등이 있으며, 그 유형도 ①중복되는 경우, ②이격되는 경우, ③서로 어긋나는 경우, ④부분적으로 지적도가 현황과는 전혀 맞지 않는 경우 등으로 나누어 볼 수 있다(<그림 2.1> ~ <그림 2.6>) (김희영, 1993). 이러한 지적도 자체의 부정확의 문제는 결국 향측과의 불부합을 발생시킬 수밖에 없다.



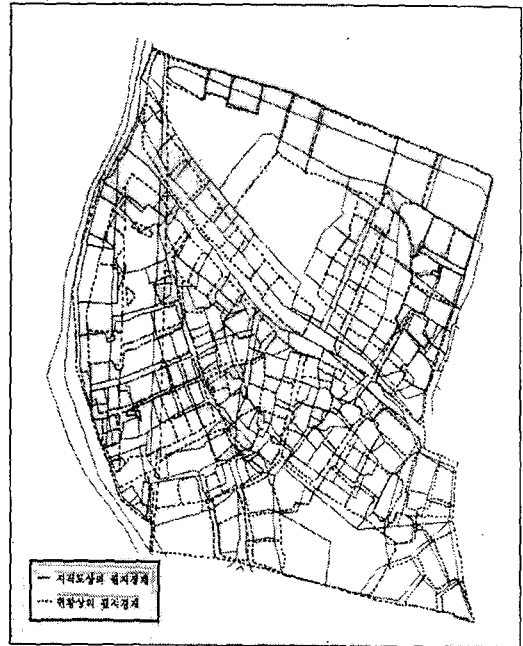
<그림 2.1> 지적도 도엽간 어긋나는 경우



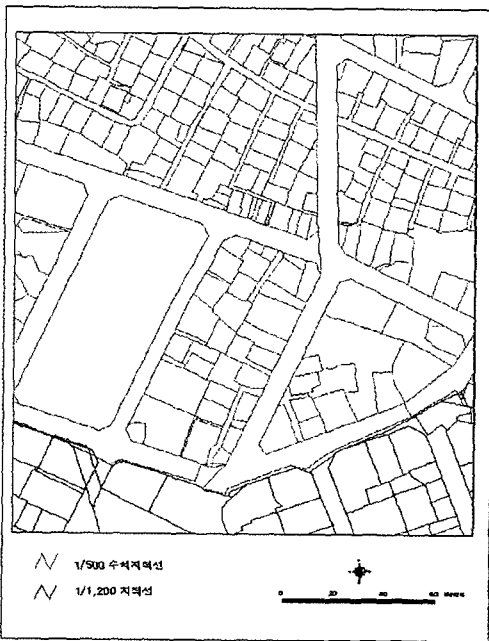
<그림 2.2> 지적도 도엽간 중복되는 경우



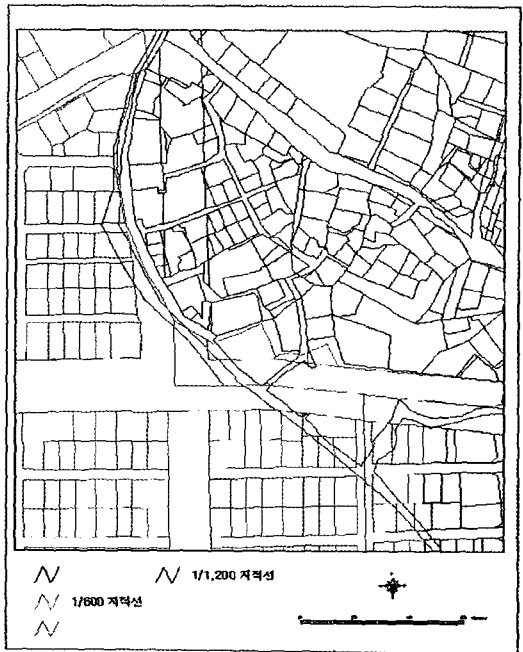
〈그림 2.3〉 지적도 도엽간 이격되는 경우



〈그림 2.5〉 지적 불부합 사례 (서울시 중구 황학동 일부)



〈그림 2.4〉 축척이 다른 지적도 도엽간 이격되는 경우



〈그림 2.6〉 축척이 다른 지적도 도엽간 중복되는 경우

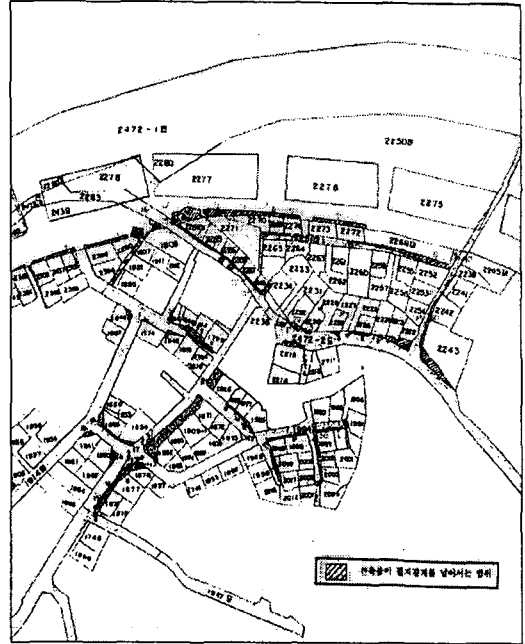
2.2 건축물이 필지경계선과 일치하지 않게 건축되는 경우

항측과 지적이 서로 맞지 않는 또 다른 원인은 토지의 경계를 벗어나 무단으로 건물이나 담장을 축조하여 도로나 국공유지를 점용하는 경우가 왕왕 있기 때문이다(<그림 2.7>). 지적도의 필지경계는 1910년 토지조사사업 당시 처음 만들어진 것으로 이후 토지이동에 따른 많은 경계변동이 있었으며, 급격한 도시화 과정에서 시가지 주위의 농경지가 택지로 개발되면서 건축물경계가 필지경계와 맞지 않는 경우가 많이 발생하였다. 우리나라 건물의 내구연한을 평균 20~30년으로 보면, 1910년 이후 적어도 3~4회의 건물 신축 또는 증축이 발생하였다고 볼 수 있으며, 그때마다 정확한 토지경계를 지키지 않고 건축행위가 일어남으로써 항측에서 실제 건물을 도화한 것과 지적도의 필지경계선이 일치하지 않은 경우가 많다. 1985년 이후에는 건축법상의 규제로 공공용지 점용시 준공이 되지 않기 때문에 공공용지 무단점용은 많이 줄었으나, 그 이전에 건축된 건물은 15~20% 가량이 도로, 하천, 구거등을 무단 점용하고 있는 것으로 밝혀지고 있다(강영욱,1997).

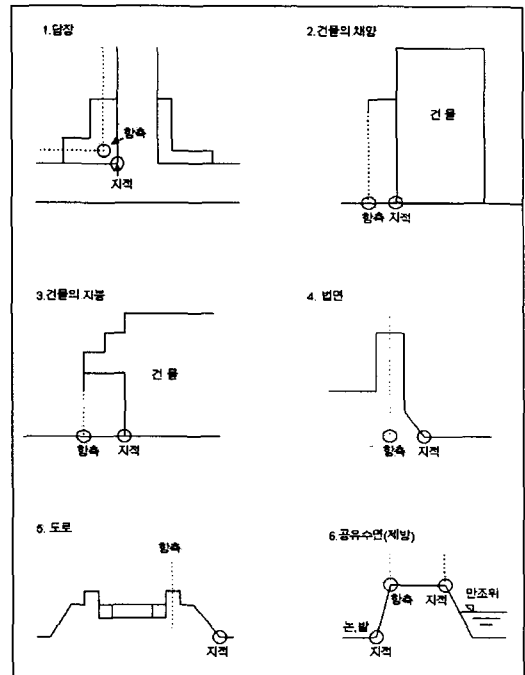
2.3 지적과 항측 경계 개념의 불일치

지적법과 항공사진 측량법상에 규정된 경계에 대한 설정기준이 다른 점도 지적과 항측 불부합의 한가지 원인이 되고 있다. 지적법의 경계설정기준은 다음과 같다.

- 연결되는 토지사이에 고저가 없는 경우에는 그 지물 또는 구조물의 중앙
- 연결되는 토지사이에 고저가 있는 경우에는 그 지물 또는 구조물의 하단부
- 토지가 해면 또는 수면에 접하는 경우에는 최대 만조위 또는 최대 만수위가 되는 선
- 도로·구거 등의 토지에 절토된 부분이 있는 경우 그 경사면의 상단부
- 공유수면 매립지의 토지 중 제방 등을 토지에 편입하여 등록하는 경우에는 바깥쪽 어깨 부분



<그림 2.7> 건축물의 국공유지 무단점유 현황사례



<그림 2.8> 지적과 항측의 경계개념 차이(출처 : 내무부, 대한지적공사, 1996)

항공사진 측량법상 경계는 법규로 제정되지는 않았으나, 도식규정과 수치지도작성 및 작업규칙에 규정된 건물, 담장, 법면, 도로 등에서 항공지형의 경계개념은 지적경계와는 <그림 2.8>에서 보는 바와 같이 뚜렷한 차이를 보이고 있다.

2.4 상이한 측량기준점 사용에 따른 문제

항측과 지적의 불부합 문제는 항측과 지적에서 사용하는 기준점이 상이하다는 점에도 그 원인이 있다. 이 문제는 지적측량의 투영법과 항측 투영법의 차이, 지적에서 사용하는 측량원점의 통일성 결여 등의 요인과도 관련되지만, 가장 큰 문제는 6.25사변을 겪으면서 망실되었던 삼각점을 복원하는 과정에서 국립지리원에서는 자체적으로 삼각점을 설치하여 공공측량에 사용하였으며, 지적공사는 국립지리원 삼각점과는 별도의 지적삼각점을 복원하거나 새로 설치하였다는 것이다. 따라서 국립지리원이 공공측량에서 사용하는 삼각점과 지적에서 사용하는 지적삼각점이 경우에 따라 일치할 수도 있고, 그렇지 않을 수도 있다. 이로 인하여 실제로 현장 측량에서 부근의 삼각점과 도근점 중 어떤 기준점을 사용하는가에 따라 측량결과가 달라질 수 있는 문제가 발생한다.

3. 정확도가 상이한 도엽간의 중첩활용을 위한 GIS기술 검토

정확도가 서로 다른 데이터간의 중첩활용을 위하여 GIS 소프트웨어가 제공하는 기술로는 좌표변환(transformation), 러버쉬팅(rubber-sheeting) 등의 방법이 있으며, 현재 항공회사들이 1:1,200 지적현황도 작성³⁾에 사용하고 있는 위치이동방법(move)이 있다.

좌표변환(transformation) 방법은 지적선의 형태

를 왜곡하지 않으면서 전체적으로 밀려나가거나 틀어진 형태를 기준이 되는 점에 맞추는 방법으로, 흔히 GIS에서 서로 다른 투영법(projection)에 의해 생성된 데이터들을 하나의 좌표체계로 통일하기 위해서 사용되는 방법이다. 좌표는 원점이동(translation), 축척변환(scaling), 회전(rotation)의 3가지 방식에 의해 변환된다. 좌표변환 방법은 이 3가지 방식을 복합적으로 사용하여 다음의 식과 같이 이동전의 좌표(x, y)를 이동후 좌표(u, v)로 변환한다.

$$u = a + bx + cy$$

$$v = d + ex + fy$$

식에서 보듯이 변환시키고자 하는 점(u, v)을 얻기 위해서는 6개의 계수(a~f)를 구해야 하기 때문에 적어도 3쌍의 x, y와 u, v 점들이 필요하다. 만약 x, y와 u, v가 3쌍만 존재한다면 6개의 계수에 대해서 답이 나오지만 그 이상의 좌표값들이 입력될 때는 이 방정식은 정확한 해를 가질 수 없고 결과값의 오차를 최소화하는 방법으로 변환하게 된다(Goodchild, M. F. and Karen K. Kemp. ed., 1991). 좌표변환에서 직선을 그대로 유지하는 affine 방법과, 직선을 곡선형태로 바꾸는 curvilinear 방법이 있는데, 지적도 전산화 및 편집을 위해서는 affine 변환법을 사용하는 것이 바람직하다.

러버쉬팅(rubber-sheeting) 방법은 지도 제작시 불완전한 등록, 원 데이터에서의 잘못된 측지적인 제어 등의 원인으로 원도에 기하학적인 변형을 생길 경우 좌표를 기하학적으로 조정하여 그 결정을 보완, 수정하는 방법이다. 러버쉬팅을 사용할 경우, 수치지형도의 도로, 담장, 경계 등에 기준점을 정하고 편집할 도면인 지적도에 해당되는 기준점을 정하면, 지적도의 기준점은 항측의 기준점으로 이동하지만, 선의 형태에는 변형이 발생한다 (ESRI,

3) 항공회사들의 지적현황도 작성방법에 대해서는 강영욱(1997) PP.35-40을 참조할 것.

INC. & CADLAND, INC., 1997).

위치이동(move)은 선을 변형하지 않고 모든 객체를 평행이동시키는 방법으로, 이동할 좌표점과 이동시킬 좌표점을 지정하면 두 점 사이의 상대적인 거리와 방향이 계산되어 모든 객체들이 현재 위치에서 평행하게 이동하게 된다. 회전(rotation) 방법도 선의 형태를 변형하지 않고 정의된 중심점(pivot point)과 각도로 객체를 회전시킨다 (ESRI, INC. & CADLAND, INC., 1997).

세 가지 방법에 의해 편집지적을 제작한 결과를 비교하면 <표 3.1> 및 <그림 3.1> ~ <그림 3.4>와 같다.

4. 지적도 도형자료 전산화지침

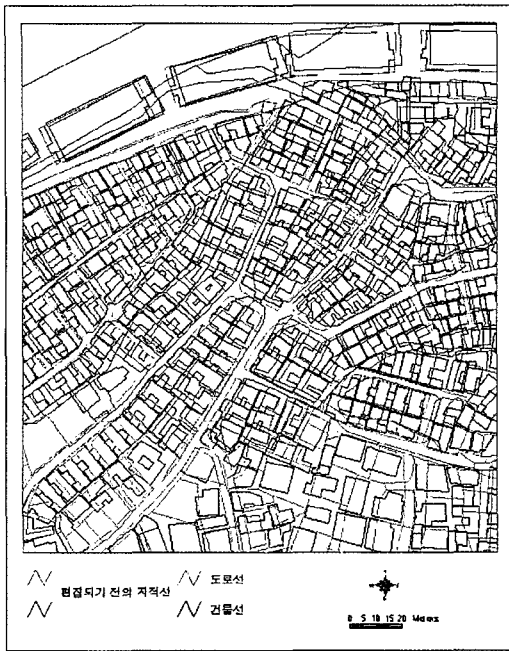
4.1 지적도 전산화를 위한 기준 설정

현재의 지적도를 1:1,000 수치지형도와 중첩하려면 어떠한 형태로든 지적선의 변형을 피할 수 없다. 지적도를 전산화한 이후 1:1,000 수치지형도와 중첩활용을 위하여 편집지적⁴⁾ 제작시 허용되는 변형의 정도에 대한 결정은 편집지적 수요자의 요구사항을 최대한 수렴하도록 하는 것이 바람직할 것이다. 서울시의 관련부서 업무분석 결과 지적선이 변형된 도면은 실무 활용가치가 없다고 답변하여 편집지적에 대한 요구사항은 지적선을 변형하지 않는 범위에서 향측선과 지적선을 한번에 파악

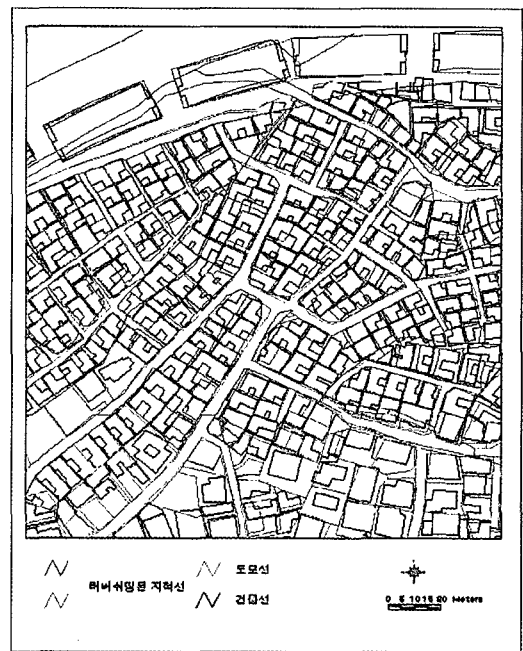
<표 3.1> 편집지적 제작기술 결과 비교

제작방법	변형 결과	
	장 점	단 점
좌표변환	<ul style="list-style-type: none"> • 육안으로 확인되는 지적선의 변형은 많지 않으며, 블록단위로 보면 필지선과 건물선의 소유 및 포함관계를 유추할 수 있음. • 블록 내의 건물선과 지적선의 형태가 상이한 부분은 변형없이 그대로 유지. 	<ul style="list-style-type: none"> • 도엽내 편위방향이 동일한 경우에는 편집지적과 향측의 일치여부가 명확하나, 편위방향이 다른 경우에는 전체적으로 회전, 이동, 축척을 등에 있어서 변화가 생겨 지적선이 변형되고 정확하게 일치하지 않음. • 도엽 내에서 전체적인 이동이 있으므로 도엽경계 부근에서는 경우에 따라 지적선이 심하게 overshoot 또는 undershoot되어 도엽간 경계 일치 작업시 어려움이 예상됨.
러버쉬팅	<ul style="list-style-type: none"> • 육안 검사시 대부분의 건물선과 필지선의 포함관계가 확실히 구분. 	<ul style="list-style-type: none"> • 블록의 외곽의 지적선은 현황의 도로경계와 정확히 맞출 수 있으나, 블록 안쪽의 지적선은 여러 기준점이 서로 영향을 미쳐 꾸불꾸불하게 변형되는 등 지적선이 심하게 변형되어 지적원도와 차이가 많이 발생
위치이동	<ul style="list-style-type: none"> • 블록단위로 봤을 때 건물선과 필지선의 포함관계가 육안으로 구분 가능. • 블록 내 지적선이 변형되지 않음. 	<ul style="list-style-type: none"> • 블록 단위로 위치이동을 시킬 경우 블록이 연결된 도로부분에서 면적의 가감이 생기며 지적선의 변형이 발생.

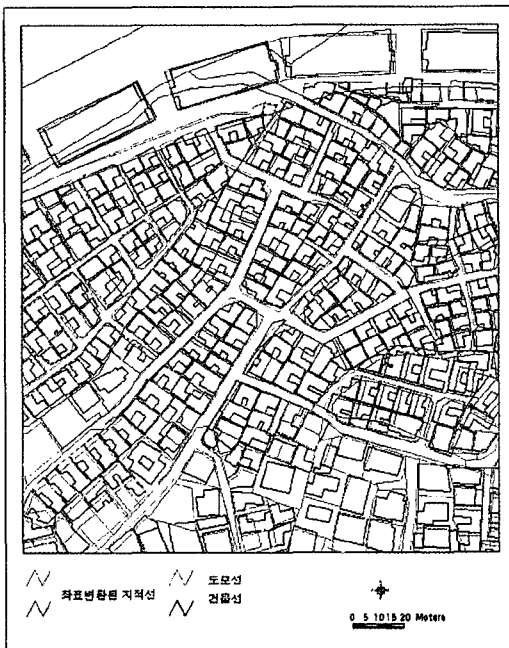
4) 기존의 지적도면을 편집하지 않고 전산화만 시킨 데이터에 대해서는 '전산지적'이라 하고, 이 '전산지적'을 1:1,000 수치지형도에 중첩하여 활용할 수 있도록 편집한 데이터는 '편집지적'이라고 명하도록 함.



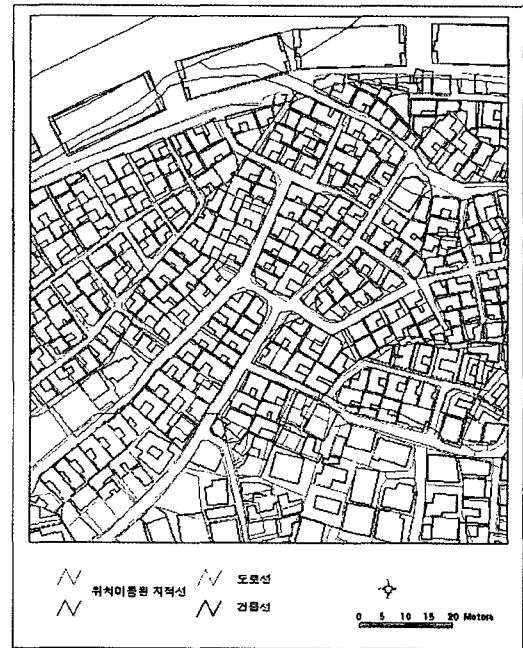
〈그림 3.1〉 편집이전의 지적도



〈그림 3.3〉 러버쉬팅방법에 의한 편집지적



〈그림 3.2〉 좌표변환방법에 의한 편집지적



〈그림 3.4〉 위척이동방법에 의한 편집지적

할 수 있는 도면을 원하는 것으로 파악되었다.⁵⁾

수치지형도와 지적도 사이의 불부합 형태는 한 도엽 내에서도 향측과 지적의 편위방향이 상이하여 유형화가 불가능하였다. 다만 향측과 지적의 불부합 정도를 지적도 축척별로 살펴보면, 실험지역의 수치지적 축척은 모두 1:500이었는데 토지구획정리사업시 제작되어 비교적 정확한 것으로 판단되었으며, 수치지형도와 중첩한 후에도 비교적 잘 맞는 편이었다. 도해지적에서는 1:600의 지적도가 1:1,200보다 향측에 좀 더 가까웠다. 1:600 지적도는 통일된 기준점에 근거하여 세부측량이 이루어졌으나, 1:1,200지적도는 기준점으로부터 망을 구성하기 힘들어 부분측량 성과에 의존하는 경우가 많다. 그러므로 1:1,200 지적도는 도로체계 등의 전체적 틀은 현황과 불일치하는 경우가 많지만 블록 내부는 현황과 일치할 가능성이 비교적 높으며, 임야도(1:3,000, 1:6,000)는 지적도보다 불부합의 정도가 심하여 일반적으로 축척이 작아질수록 불부합 문제는 심화되는 것으로 판단되었다. 그리고 불부합지로 규정된 지역은 지적도도 현황과 매우 다르기 때문에 별도로 처리하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다.⁶⁾

따라서 본 연구에서는 이러한 실무부서 요구사항과 지적도 축척별 향측과의 불부합 유형을 고려하여 ① 도곽단위로 편집지적을 제작하며, ② 도로로 구분되는 독립된 블록을 하나의 단위로 보고 지적선의 변형없이 위치이동 및 회전으로 지적선을 편집하도록 하는 방안을 택하였다. 즉, 지적선은 블록단위로 이동하고 블록 내에서의 필지선 변형은 허용하지 않되, 다만 블록과 블록이 연결되는 도로부분에서의 면적 가감은 허용하도록 한다. 이러한 기준에 적합한 GIS 관련 제작기술은 앞서의 세 방법 중 위치이동(move) 방법이며, 이를 이용

하여 실험지역에 대한 편집지적 데이터를 구축하도록 한다.

4.2 지적도 도형자료 전산화 제작 지침

지적도 도형자료의 전산화는 1:1,000 수치지형도와 중첩하여 사용하는 것을 목표로 하므로, 지적도를 전산화하는 단계, 도엽단위의 지적도를 수치지형도에 맞추는 단계, 도엽단위로 편집된 지적도의 경계를 일치시키는 단계, 그리고 수치지형도의 도곽단위로 편집하는 단계 등을 거친다.

4.2.1 지적도를 전산화하는 단계

지적도는 지적도를 보관하고 있는 지적서고에서 시장 또는 군수의 사전승인 없이는 반출이 불가능하기 때문에 지적서고의 지적도를 정밀복사한 후, 디지털이징 또는 정밀 스캐닝 후 헤드업 디지털이징을 통해 전산화하도록 한다.

4.2.2 지적도를 수치지형도에 맞추는 단계

가. 전제 조건

- 도엽 내 도로와 블록 단위로 지적을 맞추는 작업은 도해지적에 한하며, 수치지적은 향측과 지적이 거의 일치하므로 도엽 내 편집은 하지 않고 인접 도해지적과의 경계일치작업만 한다.
- 임야도(1:3,000과 1:6,000) 역시 지적선을 이동시킬 기준점을 설정하기가 매우 어려우므로 도엽 내 편집은 하지 않고 인접 지적도와의 경계일치작업만 한다.

나. 편집지적 제작 기준

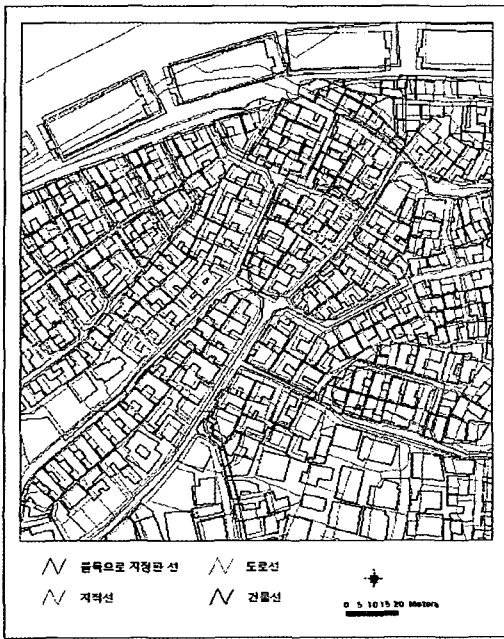
- 지적도를 현황에 맞추는 기본단위는 지적도 도엽을 기준으로 한다.
- 지적도를 연결하여 현황에 맞출 때는 외곽으

5) 서울시 관련부서의 업무분석에 대해서는 강영욱(1997) PP. 11-46을 참고할 것

6) 지적도 축척별 향측과 불부합 형태는 강영욱(1997) pp. 98-104. 참조할 것.

- 로 갈수록 왜곡이 커지므로 지적도와 현황의 편위는 지적도 도곽단위로 보정한다.
- 지적도의 한 도엽은 해당 축척의 도곽경계에 해당하는 기준점(tic) 4개를 가지며, 이 점들을 기준으로 도곽경계의 좌표값과 현황의 좌표값을 일치시킨다.
- 한 도엽 내에서 블록의 지정은 도로로 구분되는 독립된 단위로 한다(그림 4.1).
- 블록을 집단화(grouping)하는 기준선은 1:600, 1:1,200 지적도에서 도로로 구획되는 경계이며, 독립된 블록을 하나의 단위로 지정한다. 즉, 도로 외의 지목으로 지정된 필지를 블록의 경계로 설정할 수는 없다.
 - 도로를 중심으로 구분되는 블록들은 서로 독립적이지 않을 수도 있다. 블록간에 필지선이 연결되어있을 경우에는 도로 필지선에 수정이 가해지며 도로폭의 가감이나 블록을 연결하는 도로선의 변형 등이 일어날 수 있다.
- 지적도에서 도로로 구획된 독립 블록단위를 수치지형도에서 실폭도로 경계로 구획되는 블록에 일치시킨다(그림 4.2).
- 건물, 담장, 도로 경계 등은 지적경계와 대부분 일치한다고 보고, 현장측량없이 육안으로 지적선을 향측에 맞추어 편집할 경우 향측의 도로, 담장, 건물 경계를 기준선으로 설정한다.
 - 2장에서 언급하였듯이 향측과 지적의 도로 경계가 반드시 일치하는 것은 아니지만, 도로의 형태는 향측에 지적을 맞추는 객관적인 기준으로 사용될 수 있다.
 - 지적도에서 집단화된 블록은 선의 변형없이 위치의 평행이동과 회전기능만을 이용하여 수치지형도의 도로선과 일치시킨다.
 - 블록은 도로를 기준으로 구분하였으므로 지적도의 블록경계를 수치지형도의 실폭도로경계에 맞추면서 블록 내부의 필지경계와 건물경계를 일치시키도록 하며, 블록단위로 보았을 때 가장 부합된다고 판단될 때까지 블록의 평

- 행이동(move)과 회전(rotate)을 하도록 한다.
- 필지와 건물의 포함관계가 분명하지 않은 경우에는 도로의 형태를 기준으로 맞춘다.
 - 도엽의 경계부분에 있는 블록은 해당 수치지형도의 도로 및 건물선과 더불어 인접 도엽의 도로 및 건물선과의 관계도 고려하여 차후 경계일치 작업에서 작업이 원활하도록 한다.
- 도로로 구분되는 블록이 독립적이지 않고 인접 블록과 연결된 경우에는 블록간 연결이 자연스럽도록 도로선을 수정한다(그림 4.2).
 - 독립적이지 않은 블록을 이동할 때에는 블록 경계선과 인접 도로선 사이를 끊어서 블록을 이동하되, 블록간 인접 도로선의 연결이 자연스럽게 되도록 한다.
 - 한 쪽 블록을 이동하였을 때 도로선의 연결이 부자연스러운 경우에는 지적의 블록이 향측 블록과 일치하지 않더라도 도로선의 연결이 자연스럽게 되도록 이동시킨다.
 - 향측의 도로선에 맞춰 블록을 이동하였을 때 인접 블록의 지적선을 침범하는 경우에는 침범하지 않도록 블록을 적절히 이동한다(그림 4.2).
 - 인접 블록의 지적선을 침범하게 되면 중복부분에 대해 기존 필지선의 변형 및 생성, 삭제 등의 수정이 심하게 되므로 이를 방지하기 위해 인접 블록과의 관계를 고려해 적정한 선에서 블록을 이동한다.
 - 임야도에서 예외적으로 같은 도엽 내에서 필지가 연속되지 않고 섬처럼 떨어져 있는 경우에는 지적도 경계선을 따라 임야도의 필지경계를 새로이 입력한다.

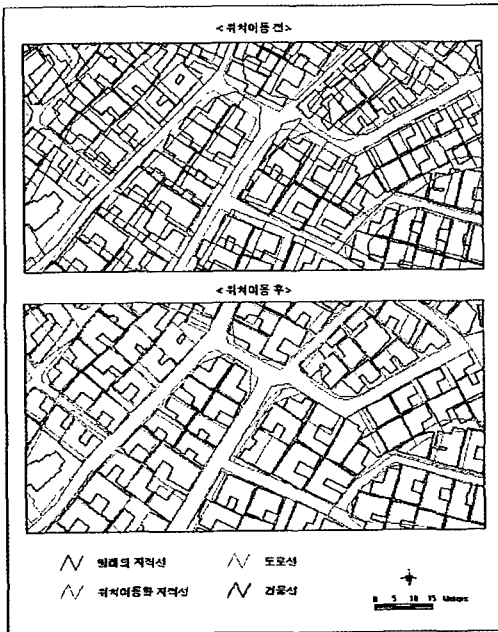


〈그림 4.1〉 블록 지정의 예

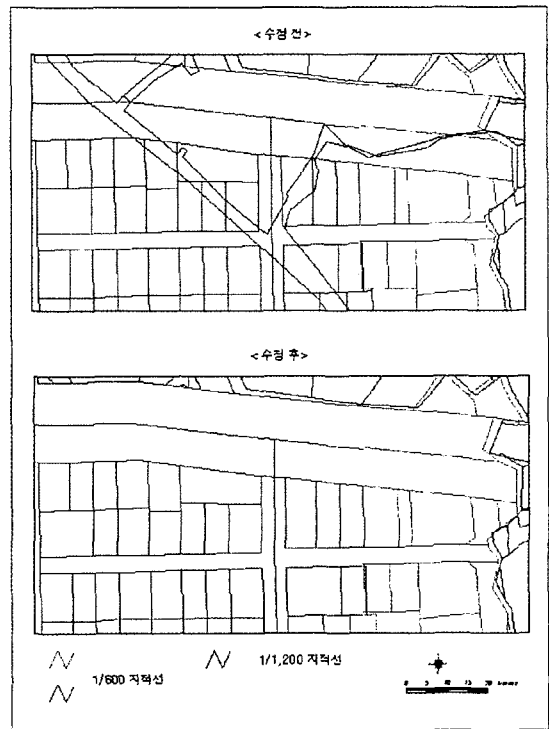
4.2.3 편집된 지적도의 경계를 일치시키는 단계

지적도는 도엽단위로 이루어져 있으며, 한 도곽 내에서도 축척별, 법정동별로 도엽이 구분되어 있으므로, 도곽경계뿐 아니라 한 도곽 내에서도 상이한 도엽간 경계를 일치시켜야한다. 지적도의 도엽간 불일치 문제는 도곽단위로 지적도를 수치지형도에 맞춘 이후에도 해결되지 않으므로 도엽간 지적선을 일치시키는 작업이 별도로 필요하다.

도엽간의 불일치는 인접 도엽간 도곽경계선상에서 뿐 아니라, 서로 다른 법정동들이 인접하는 경우, 상이한 축척의 도엽들이 인접하는 경우, 동일 축척에서 불부합지의 도엽과 인접하는 경우 등에서 발생할 수 있다. 모든 경우에 있어서 나타날 수 있는 불일치 유형은 ①지적선 중복, ②지적선 이격, ③도곽경계에서 지적선의 어긋남 등 3가지로 생각할 수 있다. 본 연구에서는 실험 데이터 구축



〈그림 4.2〉 지적도와 위치이동시킨 편집지적 비교



〈그림 4.3〉 상이한 지적선의 수정

을 통해 발생할 수 있는 불부합의 경우를 최대한 도출하여 이에 대한 방안을 제시하였다.

가. 전제조건

- 도엽단위 경계일치의 순서는 도엽 내의 법정동 경계를 먼저 일치시키고, 도엽간 경계일치에 있어서 인접 도엽 축척이 상이할 경우 1:500(수치지적) → 1:600(도해지적) → 1:1,200(도해지적) → 1:3,000(임야도) → 1:6,000(임야도)의 순으로 경계일치 작업을 수행한다.
- 갱신작업이 제대로 이루어지지 않아 도엽이 중복되는 부분에서 두 도엽의 지적 형태가 상이한 경우가 있다. 이런 경우 현장 조사 및 최신 지적도의 갱신상황을 파악하여 시기적으로 오래된 도엽의 지적선을 수정한 후 경계일치 작업을 하도록 한다(그림 4.3).

나. 도엽간 경계일치 작업의 우선 순위

- ① 수치지형도의 현황과 일치하는 지적선을 기준으로 한다(그림 4.4).
 - 두 지적도엽의 경계선 중 한 선이 현황에 가깝다고 판단되면 그 지적선을 경계선으로 살리고, 나머지 선은 삭제한다.
- ② 成筆된 지적도의 경계선을 따른다(그림 4.5).
 - 인접 도엽에서 한 도엽의 지적선은 성필(폐합)되어 있고, 다른 도엽의 지적선은 未筆되어있는 경우, 성필된 선을 살리고 미필된 선은 삭제한다.
- ③ 상이한 축척의 지적도가 인접하는 경우 대축척 지적도의 경계를 따른다(그림 4.6).
 - 축척이 다른 지적도엽들의 경계를 일치시킬 경우에는 일반적으로 대축척 지적도가 더 정확하므로 대축척 지적도의 경계선을 따른다.

- 지적도와 임야도의 경계일치 작업은 지적도의 경계선을 따른다.
- 그러나 대축척 지적경계선을 따른 경계일치 작업이 도로의 형태를 심하게 왜곡시키는 경우에는 도로의 형태에 맞추어 중심선을 입력하도록 한다.

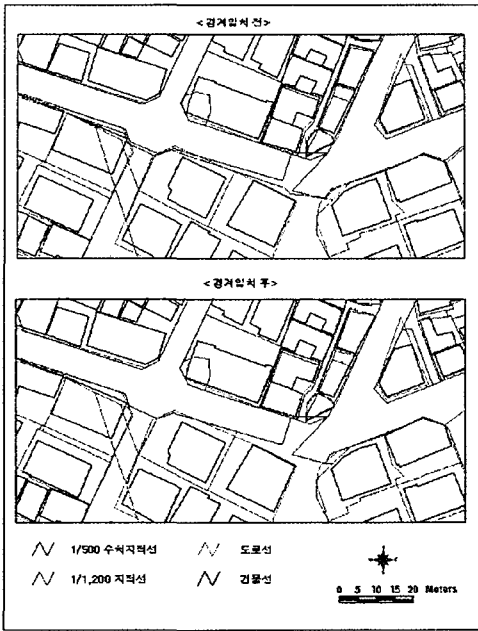
④ 동일축척의 지적도엽간 경계일치시(그림 4.7)

- 축척이 동일한 두 도엽의 경계일치에 있어서 두 지적선이 모두 성필되어 있거나 모두 미필되어 있을 경우 두 지적선의 중심선을 그려 이에 맞춘다.
- 두 지적선이 모두 성필되어 필지선이 면 형태로 이격되거나 중복되어 있을 경우, 중복부분에서 필지선의 형태변화가 최소한이 되도록 중심선을 생성한다. 이러한 경우에는 필지 면적의 가감이 발생할 수도 있다.
- 두 지적선이 모두 성필되지 않은 선일 경우에는 두 선의 중심선을 생성한다.
- 도엽간 경계일치 작업의 우선순위를 도식화하면 <그림 4.8>과 같다.

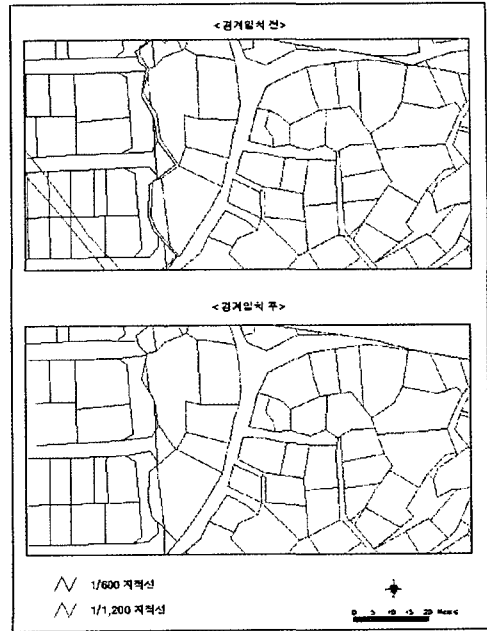
4.2.4 1:1,000 수치지형도 도곽으로 편집하는 단계

향후 편집지적의 활용에 있어서 유지·관리의 도곽체계는 1:1,000 수치지형도의 도곽단위와 일치시키도록 한다. 이를 위해 1:1,000 도곽경계(18" × 18") 레이어를 만들고, 이에 맞추어 서울시 전체 편집지적을 분할한다. 분할된 도엽의 번호체계는 1:1,000 수치지형도 체계와 동일하게 한다.

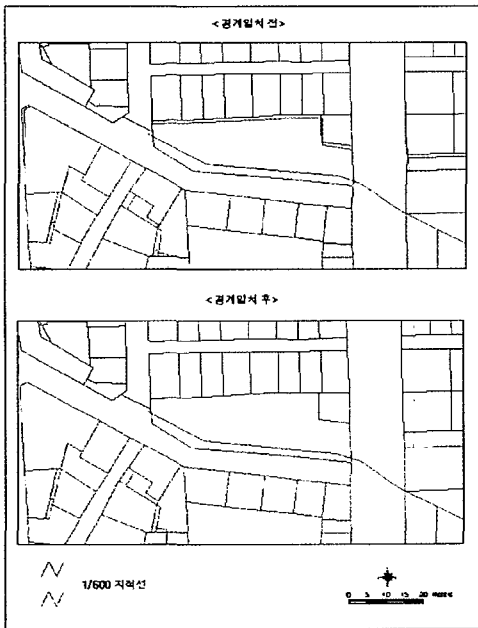
이상에서 정리된 편집지적 제작과정을 단계별로 정리하면 <그림 4.9>와 같다.



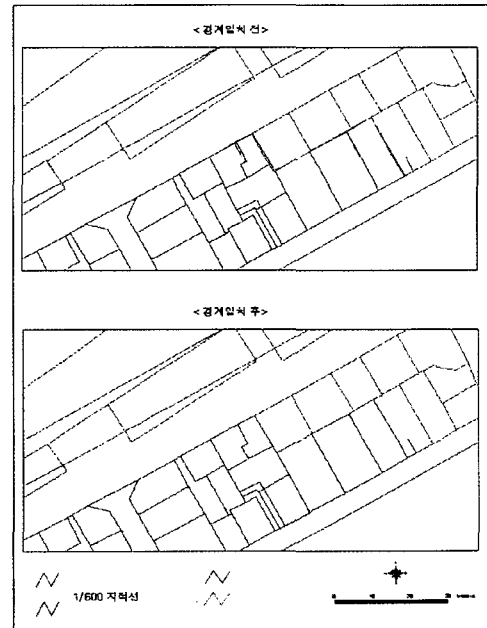
〈그림 4.4〉 경계일치 작업의 예 (수치지형도 현황에 맞추는 경우)



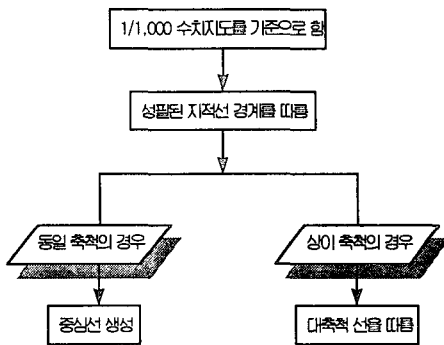
〈그림 4.6〉 경계일치 작업의 예 (대축척 지적도 경계에 맞추는 경우)



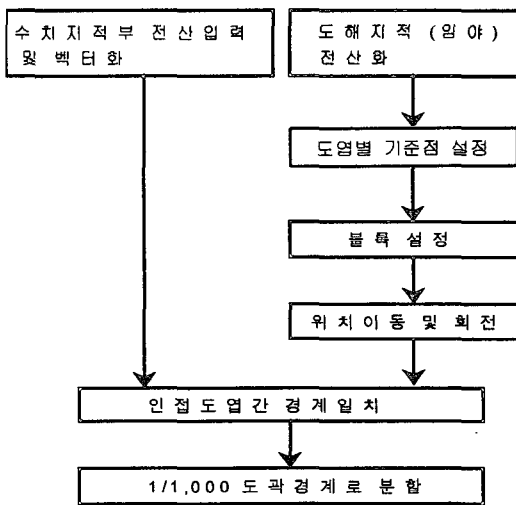
〈그림 4.5〉 경계일치 작업의 예 (성필된 지적도 경계선에 맞추는 경우)



〈그림 4.7〉 동일 축척의 경계일치 작업의 예



〈그림 4.8〉 경계일치 작업 우선 순위



〈그림 4.9〉 편집지적 제작과정

첩하여 사용하는 실무부서의 요구사항을 분석하여 자료 구축의 기본방향을 정립하고, 실험지역에 대한 지적도 전산화 과정을 통해 지적도 도형자료 전산화 구축지침을 제시하였다.

항측과 지적의 불부합 원인분석에서도 지적된 바와 같이 지적과 항측 불부합 문제에 대한 근본적인 해결책은 장기적으로는 국가 표준 三角網을 재정비한 후 지적도를 다시 제작하는 것이나, 지적도 재정비의 실현은 표준삼각망의 재정비, 利權과 관련된 민원의 처리방안, 전국도의 재측량에 소요되는 비용과 시간문제 등 장기적 차원에서 검토가 요구되는 사항이기 때문에 기존지적도면을 전산화한 후 1:1,000 수치지형도에 맞게 편집한 후 사용하는 것을 전제로 하였다. 그러나 국가 표준 삼각망의 재정비는 측량을 담당하는 건설교통부 국립지리원과 행정자치부 지적공사의 이원화된 체계를 일원화한다는 의미에서도 매우 중요한 일이며, 국토의 공간정보를 다룬다는 측면에서도 매우 시급히 이루어져야 할 일이라고 판단된다. 이와 관련하여 지방자치단체의 지적과에서는 지적도근망도와 도근망의 좌표값을 관리하고 있는데 이들 좌표값을 이용한 편집지적제작 가능성 검증은 중·단기적으로는 편집지적 데이터가 소유권과 무관한 일에만 사용해야 하는 전제조건에서 벗어나 보다 광범위하게 사용될 수 있는 계기가 될 가능성이 있는 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 강남구, (주)유니세크, 1997, 『토지행정종합전산화 보고서』.
- 강영욱, 1997, 『서울시 지적 및 도시계획 데이터의 GIS활용방안』, 서울시정개발연구원.
- 강태석, 1994, 『지적측량학』, 형설 출판사.
- 국토개발연구원, 1996, 『공간계측을 위한 공통주제도 수치지도화 방안연구』.

5. 결 론

본 연구에서는 1:1,000 수치지형도와 중첩하여 활용할 수 있는 지적도 도형자료 구축방안을 제안하였다. 이를 위하여 항측과 지적의 불부합 원인을 분석하였으며, GIS 소프트웨어 내에서 정확도가 서로 다른 두 도면의 중첩을 위한 기술적 방법들을 검토하였다. 이와 함께 지적과 현황 자료를 중

- _____, 1996, 『공통주제도 수치지도화 실험연구』.
- 김재덕외, 1991, 『지적기준점측량』, 한국지적학회.
- 김희영, 1993, “합리적인 국토이용관리를 위한 지적제도 개선방안에 관한 연구”, 서울시립대학교 도시행정대학원 도시행정학과, 토지 전공.
- 내무부, 대한지적공사, 1996, 『필지중심토지정보시스템 구축사업추진』.
- 내무부, 한국전산원, 1993, 『한국종합토지정보시스템 구축방안』.
- 박순표외, 1993, 『지적학개론』.
- 서울시정개발연구원, 1993, 『서울시 지리정보시스템 구축에 관한 연구 (I)』.
- _____, 1994, 『서울시 지리정보시스템 구축에 관한 연구 (II)』.
- 서울특별시, 1991, 『지적(임야)도 정비시범사업 연구보고서』.
- _____, 1994, 『도시계획업무편람』.
- 조미경, 조환규, “모핑 기법을 이용한 지도의 변형 방법”, 부산대학교 전자계산학과 그래픽스 응용 연구실.
- ESRI, INC. & CADLAND, INC., 1997, 『ArcDoc 한글Online 매뉴얼』.
- Goodchild, M. F. and Karen K. Kemp. ed., 1991, Affine and Cuvilinear transformations, Technical Issues in GIS, NCGIA Core Curriculum.
- Laurini, R. and D. Thompson, 1992, Fundamentals of Spatial Information System, Academic Press.
- Serrigne, Sylvie. and Robert Laurini, 1995, "Updating Geographic Database Using Multi-Source Information", ACM-GIS '95 Proceedings of the 3rd ACM International Workshop on Advances in GIS, 109-119.