

## 준공측량도면을 이용한 수치지도 수정/갱신

Update/Revision of Digital Map by Using  
the Drawing of Work Completion Surveying

김 원 대\*

이 강 원\*\*

박 흥 기\*\*\*

KIM, Wondae

LEE, Kang-Won

PARK, Hong-Gi

### 요 지

최근 활발한 수치지도의 제작과 함께 수치지도 수정/갱신의 필요성도 증대되어가고 있다. 수치 지도를 수정/갱신하는 방법에는 사진측량, 지상측량, 인공위성의 활용 등 많은 방법이 이용되고 있으나, 작업의 과정에 많은 시간이 소요되고, 소규모 지역적인 부분의 갱신에는 경제적, 시간적인 문제로 적용하는데에 제한적인 요소들이 존재한다.

따라서, 본 연구에서는 공사의 준공시에 작성되는 준공측량도면을 이용하여 수치지도를 수정/갱신하는 방법을 제시하고 이에 대한 정확도를 분석하여, 경제적인 수치지도의 수정/갱신방법을 제시하였다.

본 연구의 결과, 1/1,000 수치지도를 수정/갱신하기 위하여 1/1,200 준공측량도면을 이용한 결과, 국가 수치지도 제작 정확도에 준하는 수치지도의 수정/갱신이 가능하였다. 또한, 수치지도의 갱신을 위하여서는 전산화된 파일의 제공이 필요하며, 보다 정확한 준공측량도면의 작성을 위하여 지역기준점 개념의 도시보조 기준점의 도입이 적극적으로 검토되어야 할 것으로 조사되었다. 이를 뒷받침하기 위하여 준공단계에서 측량을 실시하여 준공측량도면을 작성할 수 있는 법률적인 지원이 있어야 할 것이다.

### ABSTRACT

There is a recent emphasis on the need for updating and revision of existing digital maps as more digital maps are used and produced. Various type of data sources, such as photographs, ground surveyed data and satellite images, are used in the revision and the updating process. The process is very time consuming and costly, especially for small regional areas.

This study, attempts to present an effective update/revision method using the as-built surveying drawings and the accuracy of the digital map which has been updated and revised using this method was also investigated.

This study showed that by using as-built surveying drawings of scale 1/1,200 to update a digital map of scale 1/1,000, the resulting accuracy satisfied the requirements of the national digital map accuracy specification for the corresponding scale. The necessity of the existence of the necessary drawings and maps is a requirement of this process and it is also suggested that densification of local control points especially in the urban areas is necessary for producing accurate as-built surveying drawings. This would require the establishment of rules and regulations which would require constructions to perform as-built surveying, immediately after the construction has been completed.

\* 정희원, 한국건설기술연구원 GIS사업단 선임연구원

\*\* 정희원, 한진정보통신(주) GIS사업본부 GIS 개발팀장

\*\*\*정희원, 경원대학교 토목환경공학과 부교수

## 1. 서론

최근 국가리지정보체계(NGIS) 구축사업이나 국가기관 또는 지방자치단체의 각종 지형공간정보체계 구축을 위한 수치지도제작이 활발하게 진행되고 있다. 이러한 수치지도는 현재 다양한 매체와 방법을 통해 여러 분야에 걸쳐서 활용되고 있으며, 사용자들은 수치지도 제작과정에서의 고품질화에 대한 관심을 뛰어넘어 현재 지형 상황을 나타내는 정확한 자료의 구축을 요구하고 있다.<sup>1),2)</sup>

수치지도의 수정/갱신에는 다양한 방법을 적용할 수 있다. 일반적인 방법으로는 기계적, 해석적, 수치적인 방법에 의한 항공사진측량, 다양한 위성체에 의하여 취득되는 영상을 이용한 인공위성영상측량, 지상측량에 의한 방법, GPS 등의 최신 측량기기를 이용하는 방법, 공사의 준공시에 실시하는 준공측량도면을 이용하는 방법등이 있다.<sup>3),4),5)</sup>

위의 여러 가지 방법을 이용하는 경우 정확도 측면에서 다소의 차이가 있으므로, 적용하고자하는 대상의 중요성, 신속성, 대상면적, 경제성 등을 고려하여 적합한 방법을 선정하고 적용하여야 한다.

본 연구에서는 소규모 단지개발, 주택의 신축, 도로의 확장, 지하매설물의 변경 공사 등 비교적 소규모 지역의 공사로 인한 지형이나 지물의 변화에 대해 신속한 대응이 가능한 방법을 모색하기 위하여, 공사의 준공시에 측량 후 작성하게 되는 준공측량도면을 이용한 수치지도의 갱신방안에 대하여 적용가능성을 검토하고, 정확도 및 문제점 해결방안을 제시하고자 한다.

## 2. 수치지도 갱신 현황

### 2.1 국외 지도 갱신 사례

#### 2.1.1 일본

일본의 지도제작 기관은 건설성 국토지리원으로서, 축척 1/50,000 지형도를 최초의 국가기본도로 채택하여 1895년부터 1925년까지 30년에 걸쳐 전 국토에 대한 기본도 제작을 실시하였다.

1964년에 일본은 1/50,000 지형도 대신 1/25,000지형도를 새로이 국가기본도로 채택하고 1983년에 거의 전

국토에 대해서 제작을 완료하였다. 1993년에 국토지리원은 1/25,000 지형도에 대해 래스터 자료에 기초한 갱신방법을 채택하였으며, 1997년에 이들 지도에 대한 수치지도 제작 계획을 수립하였다.

1/25,000 지도의 갱신주기는 도심지 3년, 교외지 5년, 산악지 10년으로 규정하고 있으며, 갱신을 위한 지형 변화량 산정은 전국 10개 지역에 배치된 지역측량국(Regional Survey Department)에서 각 도엽당 변화량을 예찰하고, 이를 국토지리원에서 종합 검토하여 갱신을 실시한다.

<표 2-1> 일본의 지도 갱신주기

축척지역구분	1/2,500	1/10,000	1/25,000	1/50,000
도심지	3년	3년	3년	3년
교 외	5년	5년	5년	5년
산악지	-	-	10년	10년

#### 2.1.2 영국

영국의 국가 지도제작 기관은 Ordnance Survey로서 다양한 지도를 제작·관리 및 배포하고 있다. 축척 1/25,000과 1/50,000 지도에 대한 1994년 이전까지의 갱신전략은 각 지도의 도엽별 재고량 및 원가 등을 고려하여 축척별로 결정하였으나, 최근에는 다음과 같은 내용을 포함하는 새로운 갱신전략을 수립하였다.

- 1) 사용자 중심
- 2) 규칙적이고 명백한 갱신 주기 확립
- 3) 축척간의 적절한 조화
- 4) 지형지물의 변화에 대해 주기적이고 신속한 대응
- 5) 축척에 따른 전반적인 갱신
- 6) 제작비용과 수입금의 적정성

이들 지도에 대한 갱신은 1/25,000의 경우 최대 2년마다 갱신 여부를 검토하고 있으며, 최소한 5년마다 갱신을 실시하고 있다. 1/50,000의 경우 주요 지형지물의 변화 요인에 대해서는 즉각적으로 부분 갱신을 실시하고 있으며, 5년마다 전반적으로 갱신을 실시한다. 이러한 국가기본도에 대한 갱신은 OS에서 주관하고 있고, 갱신방법은 전반적 갱신(New Revision), 부분 갱신(Selected Revision), 갱신내용 없이 재출력하는

방법 등을 적절히 조화하여 활용하고 있다.

### 2.1.3 미국

미국을 대표하는 지도제작기관은 지질조사측량국(USGS : United States Geological Survey)이며, 미국의 국가 기본도는 1/24,000지형도이다. 지형도의 갱신은 기본적으로 항공사진을 이용하며 크게 표준갱신(Standard Update)과 부분갱신(Limited Update) 방식으로 구분된다. 표준갱신은 모든 지형정보에 대한 전반적 갱신을 의미하는 것으로 현장조사를 포함하고 있고, 부분갱신은 변화요인에 대한 부분적 갱신으로서 현장 조사를 포함하지 않는다.

기본적인 갱신 주기는 부분갱신의 경우 통상 1년이지만 구체적인 갱신 여부는 미국의 국가지도제작계획협력기관에 의해서 결정된다

## 2.2 국내 지도 갱신 사례

### 2.2.1 국내 일반 지도 갱신 현황

국립지리원에서 보급하고 있는 축척 1/5,000, 1/25,000 및 1/50,000 국가기본도는 예산상의 문제점 등 다양한 이유로 갱신 작업의 성과가 저조한 실정이다.<sup>6)</sup>

<표 2-2>의 축척별 지형도에 대한 갱신현황 분석 결과를 보면 축척 1/5,000 지형도의 경우 최초 지도제작 이후 현재까지 1회만 갱신된 도엽수가 전체의 74.0%이고, 2회 갱신된 도엽수가 22.3%에 불과하며, 특히 축척 1/25,000 지형도의 경우 현재까지 갱신이 시행되지 않은 도엽수가 12.3%에 달하고 있다.

<표 2-2> 1/5,000 및 1/25,000 지도 갱신현황

축척 갱신횟수	1/5,000		1/25,000	
	도엽수	백분율(%)	도엽수	백분율(%)
1회	11,706	74.0	264	34.4
2회	3,528	22.3	409	53.3
갱신없음	581	3.7	95	12.3
계	15,815	100.0	768	100.0

또한 <표 2-3>의 축척별 지형도 평균 갱신주기 분포 현황에 의하면 첫번째 갱신이 최초 편집 연도로부터 최소 8년에서 최대 15년 이후에야 시행되었다는 것을

알 수 있다. 이는 측량법규에 갱신주기가 규정되어 있음에도 불구하고 제작기관의 예산에 따른 구체적인 갱신전략이 뒷받침되지 않았기 때문으로 판단된다.

<표 2-3> 1/5,000 및 1/25,000 지도 평균 갱신 주기

구 분		평균 갱신 주기	
축척		1/5,000	1/25,000
갱 신 기 간	1회	9.0년	12.6년
	2회	8.3년 (최초편집-1차갱신)	15.3년 (최초편집-1차갱신)
		3.5년 (1차갱신-2차갱신)	3.4년 (1차갱신-2차갱신)

이러한 종이지도에 대한 갱신은 모두 항공사진을 이용한 수정도화 방법에 의해 수행되었다. 갱신을 위한 지형변화량 산정은 사업지구에 대해 지형별로 일률적인 변화율을 적용하므로 동일한 사업지구 내에서도 도엽별 갱신율에 대한 격차가 있게 된다. 이러한 경우 지역별 또는 도엽별로 정확한 갱신율 및 수정요소의 파악이 불가능하여 차후 갱신에서 동일한 방법을 적용하게 되므로 갱신 때마다 갱신량 판단과 갱신 주기 산정이 문제점으로 지적되고 있다.

### 2.2.2 국내 지방자치단체 수치지도 수정/갱신 현황

#### 1) 대구광역시

대구광역시는 1988년 12월부터 도로상태, 각종시설물, 배수구조물 및 지하시설물 등의 대장과 도면을 데이터베이스로 구축하여 도로의 장기건설, 보수 및 투자 계획을 수립하는데 활용하기 위하여 전산시스템인 달구벌 시스템을 개발하여 사용해 오고 있다.

<표 2-4> 수치지도 수정현황

구 분	대상면적	기 간	비 고
유지관리 1차	142.28	94.6 ~ 95.4	시가지 지역 도로
유지관리 2차	142.28	95.4 ~ 96.2	시가지 지역 도로
유지관리 3차	142.68	96.5 ~ 97.2	시가지 지역 도로
유지관리(97)	236	97.7 ~ 98.6	시가지 및 외곽지 일부지역

지금까지의 유지관리는 기존의 도로현황 평면도의 수

정을 위주로 이루어져 왔고 갱신도 외부용역에 의해 시행되어 왔다. 대구광역시 유지관리는 연차적인 현황도 갱신과 더불어 시설물 변동에 대한 수시 갱신의 이원적 방법을 사용해 왔다.

구체적인 갱신절차로는 대구시에서 매년 촬영하는 항공사진을 스캐닝하여 좌표변환 및 보정을 거친 후 기존의 현황도와 중첩하여 현황도를 수정하고 현지조사를 통해 확인보완하는 순서로 진행되었다.

대구시는 정기적인 도로현황도 유지관리와 더불어 분기별로 빈번히 변동되는 도로와 부속시설물에 대한 정보를 수집하고 유지하는 방법을 사용해 왔다. 이 방법은 도시계획시설물이 변경되거나 도로공사 준공시에 제출되는 준공도면을 도로현황도(1/500 혹은 1/2,500)로 사용하도록 의무화하였다. 또한 변경되는 시설물과 기타 관련정보를 기재하여 제출하도록 하여 수시로 도로와 시설물에 대해 변경되는 정보를 행정적으로 수집하고 이를 바탕으로 즉각 도로현황도를 수정할 수 있게 하였다. 또한 분기별로 수집된 자료들을 수정·보완하여 최신의 자료가 유지될 수 있도록 규정하고 있다. 이러한 행정적 절차를 대구광역시에서는 「대구광역시 도로대장 전산화 시스템 운영규정(1995)」이라는 조례를 만들어 시행하고 있다.

그러나 지금까지의 유지관리는 기존의 도로현황 평면도의 수정을 위주로 이루어져 왔기 때문에 도로 및 도로시설물을 제외한 지형지물의 갱신은 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

## 2) 광주광역시

광주광역시는 1991년부터 「도시종합정보시스템 구축」 사업을 시행하여 1/500수치지형도와 상수도관망 관리시스템을 구축하였다. 도시종합정보시스템은 도심 지역의 수치지형도와 상·하수도, 도로, 전기, 가스, 통신망 등 각종 도시시설물은 물론 도시행정에 필요한 제반자료를 입체적으로 관리·활용할 수 있는 시스템이다. 주요 사업으로는 축척 1/500인 수치지형도 구축, 지상·지하시설물 탐사 측량, 지상·지하시설물 관련 대장자료의 DB구축, 상수도관망관리 전산화 및 운영, 도로·하수물관리 전산화 및 운영 등이 있다.

광주광역시 전역에 대하여 3년에 걸친 항공사진측량

에 의한 수정도화 방법으로 수치지형도를 유지 관리할 계획을 세우고 있으며, 시외곽 부분에서의 대규모 택지개발 또는 신시가지 조성에 의하여 변화되는 부분은 시공업체로부터 측량 비용을 받아 수치지형도를 유지관리하고 있다.

각종 공사시에 필요한 설계도면은 상수도 관망도를 출력하여 설계하도록 하며, 공사가 준공됨과 동시에 도면을 넘겨받아 변화된 부분을 입력하도록 한다. 입력방법은 설계도면을 참조하여 기존의 수치지형도에 변화된 부분을 도면 디지털이징하거나 스크린 디지털이징하는 방식을 이용하며, 상수도관망과 관련된 여러 속성정보도 함께 수정한다.

그러나, 상수도관망과 도로 및 도로시설물을 제외한 지형지물에 대해서는 수시 갱신이 이루어지지 못하고 있으며, 수치지형도 갱신은 내부에서 시행 및 검수를 동시에 수행하기 때문에 인력의 부족으로 수치지형도를 실시간에 갱신할 수 없다. 또한, 타부서의 지하시설물 관리기관(한국통신, 한전 등)과의 원활한 자료공유가 이루어지지 못하고 있다.

## 2.3 수치지도 갱신 방법 비교

수치지도 수정/갱신 방법은 첫째 직접측량에 의한 방법, 둘째 항공사진 및 위성영상 자료를 이용한 방법, 셋째 준공도면에 의한 방법으로 구분할 수 있다. 직접측량방법으로는 토탈스테이션, GPS-Laser, 평판측량, 지거측량 및 기타 방법이 있으며, 항공사진 및 위성영상 이용방법에 의한 수정방법은 항공사진에 의한 정사사진방법과 위성영상 이용방법, 항삼점을 이용한 수정과 지도좌표점을 이용한 수정으로 분류할 수 있고 마지막으로 준공도면을 이용한 방법은 종이지도와 수치지도에 의한 수정방법이 있다.<sup>7),8),9),10),11)</sup>

### 2.3.1 직접측량에 의한 방법

직접측량에 의한 수치지도 수정/갱신 방법은 토탈스테이션, GPS-Laser, 평판측량 등을 이용하여 기설치된 기지점을 시작으로 직접측량에 의한 거리와 각을 관측하여 지도에 필요한 각종 위치자료를 획득하는 방법이다.

직접측량은 기존의 지상기준점을 이용하는 방법으로,

실제 현장에서 관측을 실시함으로써 획득되는 자료의 정확도에 대한 신뢰성이 매우 높으며, 측량방법은 수정대상 지역에 대하여 위치좌표(X,Y)를 측량하는 방법과 높이(H)를 측량하는 방법이 있다.

일반적으로 수정 대상지역에 대한 평면과 높이 자료를 획득하기 위해서는 평면위치와 높이에 대해 따로 측량을 실시하므로 작업시간과 경비가 많이 소요되는 단점이 있었으나, 오늘날 토탈스테이션을 사용하면 평면과 표고를 동시에 측정할 수 있다.

또한, GPS를 이용할 경우에도 평면 위치좌표와 표고 정보를 동시에 측정할 수 있으므로 소요경비를 절감할 수 있고, 측정 자료의 정확도도 신뢰할 수 있기 때문에 최근에는 GPS를 이용한 측량 방법이 각광을 받고 있으나 도심지와 산악지 등 수신장애에 의한 작업이 불가능한 지역이 많다는 단점이 있다.

수정요소의 위치측량과 위치현황 파악은 종전에는 대부분 평판측량을 이용하는 현황측량에 의해서 이루어 지는데, 이 방법은 수정요소의 위치 정확성보다 현황 파악에 중점을 두고 있다. 그러나 지도를 갱신할 때에는 수정요소에 대한 정확한 위치정보가 요구되므로 이를 위해서는 좌표 측량과 현황 측량을 동시에 수행해야 한다.

그러므로 작업 대상의 면적과 수정요소가 많아질수록 절대적으로 소요되는 작업기간과 경비는 증가할 수밖에 없다. 따라서 직접측량에 의한 방법은 정확도가 높은 지도를 제작하거나 소규모 지역 또는 갱신대상이 소량일 경우에 효과적인 방법이다.

### 2.3.2 항공사진 및 위성영상 이용방법

#### 1) 해석도화에 의한 방법

해석 도화기에 의한 방법은 해석 도화기를 통해 변화된 지역에 대해서 수정도화를 실시하여 변화된 내용을 수치화하는 방법으로 기존 수치지도와의 연계성이 용이하고, 기준점 측량을 통한 항공삼각측량을 실시하므로 정확도 측면에서는 가장 뛰어난 방법이라 할 수 있다.

해석 도화기를 이용한 수치지도 수정/갱신은 정위치된 자료내의 지형지물을 이용하거나 항공 삼각점을 이용하여 작업하므로 비교적 높은 정확도를 유지하면서

작업할 수 있다는 장점이 있다.

#### 2) 수치사진측량에 의한 방법

수치사진측량은 수치형태의 영상자료를 수치적 환경에서 처리하여 직접적으로 수치도면을 제작하므로 수치지도의 제작이나 수정/갱신에 효율적으로 적용될 수 있을 것으로 평가되고 있다.

수치사진측량은 현재 발전단계에 있으며, 향후에 안정된 시스템이 개발되면 기존에 제작된 수치지도를 수정 및 갱신할 경우는 해석도화에 의한 방법보다 높은 효율성을 제공할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

기존에 제작된 수치지도에서 절점(vertex)의 좌표가 3차원 값으로 저장되어 있다면, 수치사진측량에서는 표정작업이 끝난 후에 기존의 수치지도를 3차원으로 입체영상에 중첩시킬 수 있다. 따라서 입체상태에서 대상물과 수치지도의 형상에 중첩되어 나타나게 되므로 기존의 수치지도와 새로 촬영된 항공사진 사이에서의 변화된 요소를 쉽게 판독할 수 있다. 또한 입체영상과 중첩된 상태에서 기존의 수치지도를 직접적으로 수정 및 갱신할 수 있으므로 작업과정이 매우 신속하고 편리하다.

#### 3) 위성영상에 의한 방법

위성영상을 이용하여 수치지도를 제작하는 방법은 영상처리를 통하여 특정 지도요소를 강조한 후 수치사진 측량과 같은 방법을 통하여 지도를 제작하는 방법이다.

현재 1m의 해상력을 갖는 위성영상자료는 1/5,000 수치지도의 수정에 활용될 수 있을 것으로 기대하고 있다.

### 2.3.3 준공도면을 이용한 방법

준공도면은 공사가 완료되면 시공되어 있는 상황에 대하여 도면을 제작하는 방법으로서, 외국에서는 사용 중인 지도가 공사 등에 의하여 현황이 틀려지는 경우 원인 제공자에 의하여 지도를 수정토록하고 이에 따라 각종 지도들의 최신성을 확보하고 정확한 지도가 작성되도록 하고 있다.

우리나라에서도 이러한 제도를 시행하고는 있으나 여

러 이유에 의하여 제대로 정착되어 시행되지 못하고 있는 실정이다. 그러나 우리나라에서도 수치지도의 제작보급에 따라 이러한 제도를 시행하여야만 지도의 최신성을 확보할 수 있다.

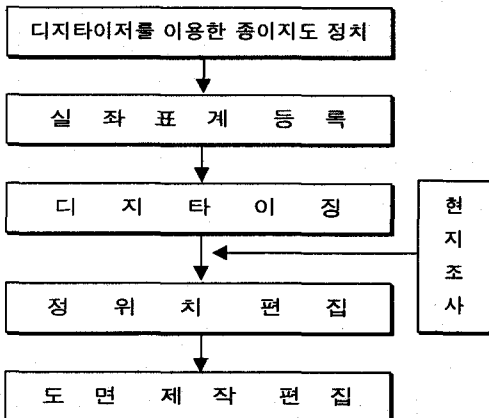
준공도면의 제작방법은 시설계획에 의하여 도면을 제작하고, 이 도면을 이용하여 공사를 시행한 다음 현장을 확인(지하시설물인 경우 흙을 덮기 전)하여 현황측량을 실시하고 준공도면을 작성하게 된다.

준공도면을 이용하여 효과적으로 수치지도를 수정/갱신하기 위해서는 먼저 제도적인 뒷받침이 있어야 한다. 예를 들어 준공도면을 납품 받을 때 제도적인 조례화를 통해 일련의 수치파일 포맷으로 납품받는다면, 이 자료를 이용하여 효과적으로 수치지도를 수정/갱신할 수 있다.

1) 자료입력방법

① 준공도면의 수동 입력

준공도면, 즉 지형의 변화 정보에 대한 수동입력은 디지털타이저를 이용한 벡터 입력방식과 격자망을 도면 위에 중첩하여 각각의 셀에 대한 속성값을 저장시키는 래스터 입력방식이 있다. 기존지도에 대한 디지털화는 각 점에 대한 좌표값을 취득하여 입력한다.

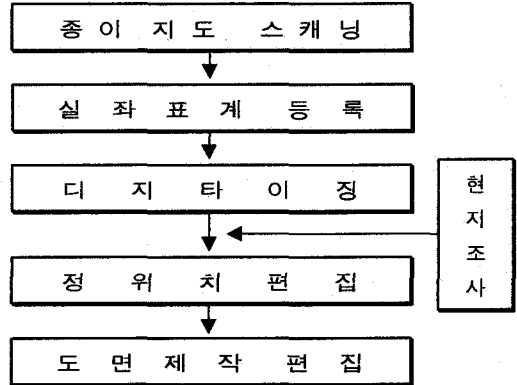


<그림 2-1> 준공도면의 수동입력 과정

② 준공도면의 자동 입력

스캐너와 벡터라이징 소프트웨어에 의한 입력작업으

로, 도면을 스캐너에 의해 자동으로 래스터 자료로 입력하여 벡터 변환처리를 하여 도형의 각 좌표값을 자동으로 취득하는 방법이다.



<그림 2-2> 준공도면의 자동입력 과정

③ 준공도면 CAD화일 직접입력

설계도면, 시공도면, 준공도면을 CAD로 관리하는 경우, 수치지도와 같은 실좌표계로 작성되었는지를 확인하고 입력한다.

④ 속성자료 입력

속성정보는 주로 공간정보와 연결되는 내용을 포함하고 있다. 이 정보에는 명칭, 분류기호, 특성, 길이, 폭 등의 정보를 포함한다.

2) 기존의 수치지도와 준공도면의 결합

① 기존의 수치지도와 준공도면 CAD파일의 결합

준공도면 제작에 사용된 CAD파일을 직접 수치지도와 결합한다.

② 기존의 수치지도와 수치화한 준공도면의 결합

디지털타이징이나 벡터라이징을 통해 수치화 된 준공도면을 기존의 1/1,000 수치지도에 결합한다.

③ 기존의 수치지도에 준공도면 직접 작성

기존의 준공도면을 수치화하는 것이 아니라, 기 제작된 1/1,000 수치지도에 직접 준공도면의 내용을 수치

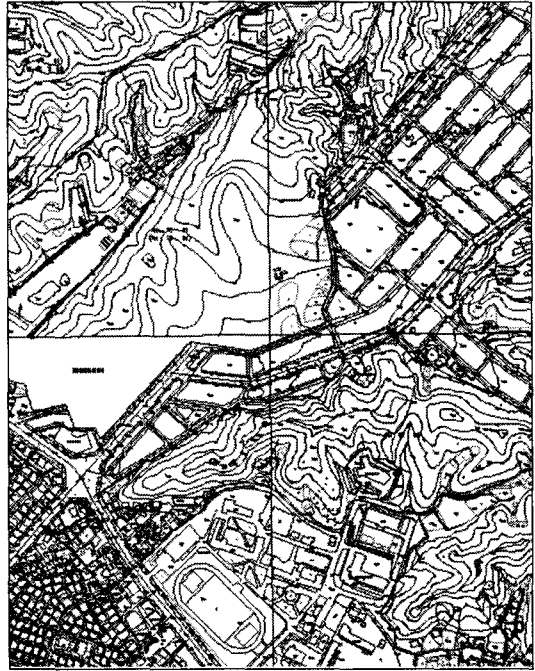
입력한다.

### 3. 준공측량도면을 활용한 수치지도 갱신

#### 3.1 대상지역 선정

본 연구의 평가 대상 지역은 강원도 춘천시에 위치하고 있으며 상세한 설명은 아래의 표와 같다. 선정된 대상 지역에 대해 춘천시에서 기 제작된 1/1,000 수치지도 7도엽과 한국토지공사의 춘천 석사3지구 택지개발사업의 준공도면 중 1/1,200 도로계획평면도를 이용하였다. 도엽번호는 춘천시에서 작성한 일련의 번호를 이용하였다.

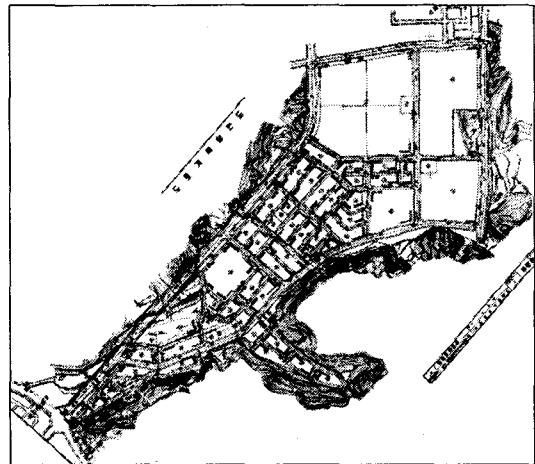
준공도면은 한국토지공사에서 작성한 것으로 축척은 1/1,200이다. 다수의 준공도면 중 본 연구에 이용된 도로계획 평면도는 한 개의 도면으로 이루어진 일련번호 131의 도면이다.



<그림 3-1> 대상지역의 1/1,000 수치지도

<표 3-1> 연구 대상지역의 도엽명

지구명	도면종류	도엽번호	축척	도엽수
춘천 석사3지구	수치지도	77031570	1/1,000	7
		77031580		
		77031590		
		77041161		
		77041171		
		77041181		
	77041182			
	도로계획 평면도	일련번호 131	1/1,200	1



<그림 3-2> 연구대상지역의 1/1,200 준공도면

#### 3.2 실험을 위한 준비

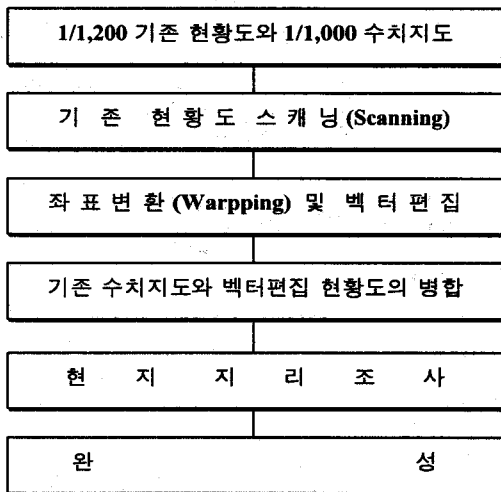
기 제작된 1/1,000 수치지도 외에 1/1,200 준공도면은 준공도면의 수치지도 제작방법에 의하여 제작되었다. 기존의 1/1,200 평면도를 수치화하기 위해서는 스캐닝(Scanning)과 벡터편집이라는 과정을 거쳐야 하기 때

문에 필요한 정확도로 검정된 스캐너와 벡터편집 소프트웨어를 이용해야만 한다. 또한 벡터편집에 이용되는 좌표변환을 하기 위해서는 Affine 등의 방법에 의한 와핑(Warping)이 가능해야 한다. 정위치 편집을 위해서는 기본 벡터 편집기능 외에 복잡한 편집기능을 지원하는 소프트웨어를 이용한다.

위와 같은 작업을 위해 필요한 기존 1/1,000 수치지도, 해당 준공도면, 필요한 정확도를 유지할 수 있는 스캐너, 벡터 편집에 이용될 소프트웨어, 정위치 편집과 병합에 이용될 소프트웨어 등이 갖춰져야 한다.

### 3.3 작업 절차

기존의 1/1,000 수치지도와 1/1,200 현황도를 준비한 후, 두 자료를 확인하여 해당 연구대상지역을 다시 확인한다. 기존의 1/1,000 수치지도는 춘천시에서, 1/1,200의 준공도면은 한국토지공사에서 각각 취득하였다. 확인된 1/1,200 현황도는 신축이나 구겨짐, 얼룩짐, 긁힘 등이 없는 도면이어야 한다. 준공도면을 400dpi 이상의 해상도를 가진 스캐너로 스캐닝하였다. 이때 좌표변환에 이용될 도곽좌표나 기준점 등에 대한 철저한 확인이 선행되어야 한다.

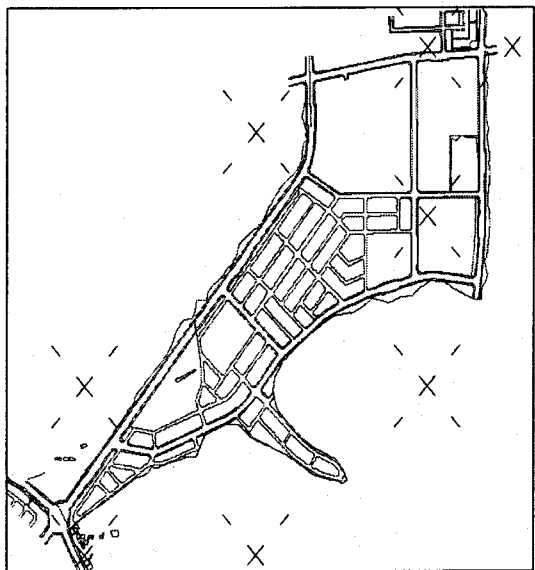


<그림 3-3> 준공도면에 의한 방법의 작업 절차 그리고 스캐닝된 도면은 좌표변환 프로그램에 의해 와핑되어진다. 와핑에 이용되는 기본식은 Affine 변환

방법이다. 좌표변환된 스캐닝 자료는 벡터라이징을 거쳐 기존의 수치지도와 병합하게 된다. 두 자료의 병합에는 여러 가지의 문제점이 있으므로, 철저한 문제점 발견과 해결책을 모색한다. 이러한 자료는 다시 현지 조사 자료를 바탕으로 수치자료를 확인한 후에 최종적으로 완성하게 된다.

### 3.4 준공도면에 의한 실험

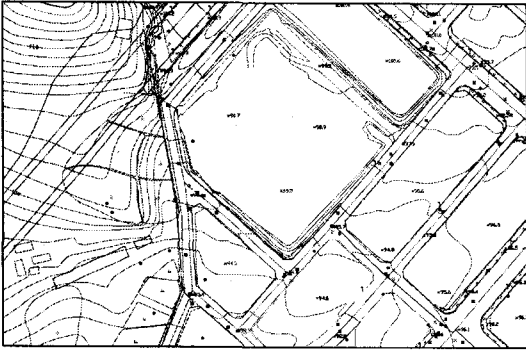
위와 같은 작업 절차를 통해 준공도면에 의한 실험을 하였다. 준공도면을 스캐닝한 후의 좌표변환은 인터그라프사의 'I/RAS B'라는 소프트웨어를 이용하여 실시하였다. 아래의 <그림 3-4>는 준공도면에 대해 벡터라이징을 실시한 그림이며, 인터그라프의 'GEOVEC'이라는 소프트웨어를 이용하여 실시하였다.



<그림 3-4> 준공도면에 대한 벡터라이징 결과

다음은 기존의 수치지도와 벡터라이징이 완료된 준공도면을 Micro-Station으로 중첩한 그림이다.





<그림 3-5> 기존의 수치지도와 준공도면의 중첩

## 4. 정확도 분석 및 비교고찰

### 4.1 정확도 분석

본 연구에서는 1/1,000의 수치지도와 1/1,200의 준공도면 사이의 상대적인 위치정도, 즉 각각의 자료에서 같은 위치와 같은 사상을 나타내는 임의점에 대한 상대 위치 비교와 각각의 수치지도에 대한 위치정확도를 확인하고자 하였다. 국내에서는 수치지도 관련 위치정확도 기준인 <표 4-1>을 이용하여 수치지도의 위치정확도 기준을 삼고 있다.<sup>12),13),14)</sup>

<표 4-1> 1/1,000 및 1/5,000 수치지도의 기대정확도  
(단위 ; m)

축척	수평위치 기대정확도	수직위치 기대정확도
1/1,000	±1.00m	±0.97m
1/5,000	±5.02m	±3.97m

그러나, 준공도면 수치자료와 춘천시가 보유한 기존의 수치지도 각각에 대한 위치정확도 연구가 수행되지 않아 그 정도를 알 수가 없었다. 따라서, 본 연구에서는 두 자료사이의 상대적인 위치 차이와 각각에 대한 위치정확도를 살펴보고자 하였다. 기존의 수치지도와 준공도면 수치자료는 축척이 각각 1/1,000과 1/1,200으로 차이가 있기 때문에 두 수치자료를 비교한다는 것은 어려움이 많다. 따라서, 수치지도와 준공도면 사이의 결합에 따른 상대 위치를 비교하기 위해 전체 지

역에서 같은 위치에 같은 사상으로 묘사된 각각의 좌표점을 이용하였다. 또한 각 점에 대한 실측값과 수치자료를 비교하여 그 위치정확도를 확인하였다.

수평 및 수직위치오차 분석을 위해 사용된 기기는 토탈스테이션(소기아, Set 3000)과 1급 정밀레벨(TS-E1/분해력 2", 42배율, 대물직경 50mm)이었다.

본 연구에서 상대 위치비교는 1/1,200 준공도면과 1/1,000 수치지도사이의 수평 및 수직오차의 차이를 비교하여 확인하였다.

본 연구의 위치정확도 확인에 이용된 자료는 준공도면을 수치화 한 수치도면과 기존의 1/1,000 수치지도, 현지에서 실측하여 얻은 성과 등이다. 수평위치와 수직오차를 확인하기 위하여 각 도엽별 50점을 선택하였다. 특히 비교한 각 점의 좌표는 건물의 모퉁이나 현지에서 쉽게 확인할 수 있는 변곡점 등의 상대위치가 뚜렷하게 나타난 곳을 선택하였다.

#### 4.1.1 수평위치 정확도

1/1,000 수치지도와 준공도면을 수치화 한 수치도면사이의 상대 수평 위치오차와 각각의 수치자료에 대한 위치정확도 비교 분석을 위해 자료층을 분류하고 자료층별로 실시하였다. 수치지도와 준공도면과의 상대 위치오차에 대한 분석에서 자료층별 수평 위치오차는 다음 표와 같았다.

<표 4-2> 1/1,000 수치지도와 1/1,200 준공도면의 상대 수평위치오차  
(단위 ; m)

상대 수평위치 오차	자료층별			평균
	건물	농지	도로경계(차선)	
표준편차 (m)	±0.77	±0.82	±0.72	±0.77

자료층별 수평 위치오차를 분석한 결과, 도로와 전주 건물 등의 자료층에서 0.77m의 표준편차가 확인되었다. 이중에서 도로경계(차선)가 건물이나 농지보다 상대 수평 위치정확도가 좋은 것으로 나타났다.

1/1,000 수치지도에 대한 위치정확도와 1/1,200 준공도면에 대한 위치정확도는 다음 <표 4-3>, <표4-4>와

같이 분석되었다.

<표 4-3> 1/1,000 수치지도의 위치정확도 (단위 ; m)

수평 위치 오차	자료층별						평균 (전체)	평균 (건물, 농지, 도로)
	건물	농지	도로 경계	전주	맨홀	비닐하우스		
표준편차 (m)	±0.40	±0.82	±0.24	±0.41	±0.32	±0.95	±0.52	±0.49

<표 4-4> 1/1,200 준공도면 수치지도의 위치정확도 (단위 ; m)

수평 위치 오차	자료층별			평균
	건물	농지	도로경계(차선)	
표준편차 (m)	±0.25	±0.59	±0.15	±0.33

#### 4.1.2 수직위치 정확도

1/1,000 수치지도와 준공도면을 수치화 한 수치도면 사이의 상대 수직위치오차는 두 수치자료에서 동일한 비교대상 지점이 없어 분석하지 못했다.

각각의 수치지도에 대한 위치정확도 비교 분석은 자료층을 분류하고 자료층별로 실시하였다. 수직 위치정확도 분석은 대상지역에 대해 정밀 수준측량을 통해 실측한 성과와 기존의 1/1,000 수치지도 및 준공도면으로 제작한 수치도면의 관측성과를 비교하였다.

주로 도로와 밭 경지계로 구성된 도엽별 40점의 관측점을 선정하여 실측한 성과를 최확값으로 하고, 1/1,000 수치지도 상에서 관측한 동일점의 표고 값에 대한 오차를 통해 절대 위치정확도 분석을 하였다. 도엽별 40점의 자료층별 관측점은 도로가 25점, 밭이 15점이며, 이 때의 수직오차는 표준편차 ±0.15m 였다.

준공도면으로 제작한 수치도면의 관측성과와 실측한 성과를 비교하기 위해 준공도면에 작도되어 있는 도엽별 도로와 밭의 관측점 40점을 선정하였으며, 이 때 수직오차의 표준편차는 ±0.14m 였다. 위의 두 자료의 수직 위치정확도를 분석한 결과, 준공도면으로 제작한 수치지도의 위치정확도가 높게 나타났다.

#### 4.2 비교고찰

일반적으로 어떤 종류의 공사이든지 준공이 되면 그 성과를 도면으로 작성하도록 되어 있다. 따라서 이러한 준공도면은 특정지역에서 변화된 지형지물의 내용을 그대로 표현해주는 매우 활용가치가 높은 자료이다.

도로공사와 같은 노선측량의 성과를 이용하면 신설 또는 확장되는 도로의 표현을 수치지도 상에 그대로 적용시킬 수 있다. 그러나 대부분의 공사와 도시계획 및 택지개발의 경우 지적 경계측량을 실시하게 되며, 준공도면은 이러한 경계측량 성과에 기초하여 작성하게 된다. 따라서 이를 기존의 수치지도와 연계해서 활용하기 위해서는 지형과 지적간에 발생하는 많은 문제점들을 선결해야 한다. 특히 이러한 경우는 건축물, 시설물, 택지 등 지적소유권에 해당하는 경우가 대부분이며, 지형별로는 거의 대부분이 시가지의 경우에 해당한다. 또한, 모든 종류의 측량 성과물이 수치적으로 표현되는 것은 아니다.

따라서 준공측량을 실시하는데 있어서 사용자가 이용할 수 있는 보조기준점 개념의 지역기준점(또는 도시기준점)에 대한 도입이 추진되어야 할 것이다.

노선 측량 성과를 제외한 일반적인 준공도면을 이용한 수치지도의 수정/갱신은 현재로서는 채택하기 어렵지만, 공사시작단계가 아닌 준공단계에서의 준공측량에 의한 준공도면 납품제도의 도입과 납품 성과의 수치화 등의 방안이 제시된다면 머지않아 수정/갱신에 많은 부분을 담당할 수 있을 것으로 기대된다.

현재 준공도면에 의한 방법은 각 지역 또는 도엽별 변화요인의 검토와 부분적이고 일시적으로 소규모 지역에 대한 수정/갱신 현황 파악에 그 효용성이 매우 높다.

본 연구에서의 위치오차 분석결과, 기존 1/1,000 수치지도와 준공으로 제작된 1/1,200 수치준공도면의 수평 및 수직오차는 양호하게 나타났다. 이는 선진 외국에서 규정하고 있는 1/1,000 수치지도 수평 위치오차인 ±0.7m와 주곡선 간격의 1/3을 적용하는 수직 위치오차에 비해 양호하게 평가된 것이다.

본 연구에서 기존 1/1,000 수치지도와 1/1,200 준공도면의 수평 및 수직위치오차를 분석한 결과는 다음 <표 4-5>와 같았다.

의 도입이 필요하다.

<표 4-5> 기존 수치지도와 준공도면에 의한 수치지도의 위치정확도 (단위 ; m)

참고문헌

분 류	기존 1/1,000 수치지도		1:1,200 준공도면에 의한 수치지도	
	수 평	수 직	수 평	수 직
위치오차(m)	±0.52m	±0.15m	±0.33m	±0.14m

준공도면에 의한 방법은 위의 표에 나타난 바와 같이 수평 ±0.33m, 수직 ±0.14m의 평균오차를 나타내었다. 이러한 결과는 현행 우리나라 수치지도 오차 규정에서 1/1,000 축척의 오차 범위 내에 해당되는 것이다. 따라서 준공도면에 의한 수치지도의 수정/갱신 방법은 부분적인 소규모 지역에서 효용성이 높은 방법이며, 앞으로 제도적인 측면이 보완된다면 보다 많은 준공도면이 1/1,000 수치지도의 정확한 수정/갱신에 사용되어질 수 있을 것이다.

5. 결론

본 연구는 준공측량도면을 이용하여 1/1,000수치지도를 수정/갱신하기 위한 방안을 마련하기 위한 연구로서, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 공사의 준공시에 작성되는 준공도면을 이용하여 1/1,000 수치지형도를 수정/갱신한 결과 기대 정확도를 만족하는 방안의 제시가 가능하였다.
2. 준공도면이 종이 등에 인쇄된 형태가 아닌 전산 파일의 형태로 제공이 되는 경우 보다 정확하고 경제적인 수치지도의 수정/갱신이 가능하다.
3. 준공측량을 실시하는데 있어서 사용자가 이용할 수 있는 보조기준점 개념의 지역기준점에 대한 도입이 추진되어야 한다.
4. 공사의 시작단계에서 보다는 준공단계에서 준공측량을 실시하여 작성된 준공측량도면 납품제도

- 1) 유복모, 지형공간정보론, 동명사, 1994.
- 2) 한상득, "GIS 구축을 위한 수치지도제작의 방향," 한국지형공간정보학회 '94학술강연회 개요집, 1994.
- 3) 김원대, "수치사진측량을 이용한 정사투영영상생성 자동화", 박사학위논문, 연세대학교, 1998.
- 4) 국립지리원, 사진측량에 의한 수치지도의 수정, 국립지리원, 1998.
- 5) 최석근, 이현직, "국가기본도의 수치지도제작에 관한 연구", 경북실업전문 대학산업개발 연구소(제2집), 1996.
- 6) 국립지리원, 수치지도 위치 정확도에 관한 연구, 국립지리원, 1998.
- 7) 이현직 "NGIS구축을 위한 국가기본도 DIGITAL MAPPING에 관한 연구", 상지대학교 논문집.
- 8) 이현직, 손덕재, "국가기본도 수치지도제작 과정에서 입출력장비에 따른 위치정확도 분석", 한국측지학회지, 1998.
- 9) 이현직, 최석근, 신동빈, 박경열, "국가기본도 수치지도제작 데이터베이스의 품질 확보에 관한 연구", 한국측지학회지, 1997.
- 10) 유복모, 신동빈, "수치지도 제작에 관한 연구", '95 대한토목학회 학술발표회지, 1995.
- 11) 한상득, "GSIS를 위한 수치지도 제작 계획", 한국지형공간정보학회 '94 학술발표회 개요집, 1994.
- 12) 국립지리원, 수치지도작성작업규칙, 1995.
- 13) 국립지리원, 수치지도작성작업내규, 국립지리원, 1995.
- 14) 신동빈, "수치지도 자료기반의 신뢰성 향상에 관한 연구", 박사학위논문, 연세대학교 1998.