

## 정사투영영상을 활용한 도로시설 정보 추출 Extraction of the Road Facility Information Using Digital Ortho-Image

함창학\* · 김원대\*\*

Hahm, Chang-Hahk · Kim, Won-Dae

### 요 旨

사회 기반시설에 대한 관리의 중요성이 높아지고, 국가적인 지형공간정보체계의 구축이 활발해짐에 따라 도로 시설물 정보의 정확한 구축을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 지금까지는 도로 시설물 정보 취득에 기존의 지상측량 방법에 의한 현장 조사측량 방법이 사용되어 왔으나 본 연구에서는 수치지상측량 기법에 의하여 제작한 정사투영영상을 활용하여 도로상의 각종 시설물 정보를 취득하고자 하였다. 연구의 결과 제작된 정사투영영상으로부터 취득된 도로 시설물 정보는 1:1,000 수치지도와 비교했을 때 약 12 cm 정도의 정확도를 가지고 있었으며, 수치지도에 표현되어 있는 도로 관련 시설물 뿐만 아니라 표현되어 있지 않은 각종 정보의 취득이 가능하였다.

### ABSTRACT

The research into the field of managing urban utility information (such as gas pipes, power line, telecommunication utilities) is growing ever more important as the efficient management of social infrastructure gets higher and also with the fast technological progress made in nationwide scale of geo-spatial information systems. This research is focused on the collection of street utilities information in urban areas using aerial ortho-images. Until now this has been carried out by on site investigation and ground surveying methods. The result of this research shows that the geometric accuracy was obtainable within 12 cm referenced to 1/1,000 digital map. It was also possible to collect the street utilities which were described in the digital map as well as other information which were not.

### 1. 서 론

국가지리정보체계(NGIS) 구축사업으로 다양한 종류의 지형도 및 주제도의 수치 지도화 사업이 진행되고 있다. 특히 지형도 분야에 있어서는 국가적인 차원에서 1:5,000, 1:25,000 국가기본도의 수치 지도화 사업이 완료되었으며, 각 지방자치단체에 있어서도 1:1,000 대축척 지도의 제작이 진행되고 있으며, 이를 바탕으로 한 지하 시설물도 구축사업이 수행되었거나, 수행 중에 있는 상황이다.<sup>1)-3)</sup>

그러나, 1:1,000 지형도를 중심으로 구축되는 지하시설물 도면의 경우에 있어서 지형도의 특성상 모든 지표상

의 시설물을 정확하게 표현하는 데에는 많은 문제점이 있으며, 이를 기준으로 하여 구축되는 지하시설물 도면은 자료의 조사 내용이나 정확도 및 신뢰성 측면에 있어서 일부 문제점을 가지고 있는 것이 현재의 상황이다.<sup>4)-5)</sup>

최근 교통 관련 시설물이 첨단화 되어감에 따라 이러한 시설물을 설치, 유지, 관리하기 위한 도면의 필요성이 증대되어 가고 있다. 그러나, 도로와 관련된 시설물 정보의 경우는 지능형 교통 체계(ITS; intelligent transportation system), 교통 데이터베이스, 도로관리시스템, 국도관리시스템 등으로 분리되어 구축되고 있어 통일된 형식과 일관된 정확도에 의한 구축은 어려운 실정이다.<sup>6)-7)</sup>

기존의 방법에 의한 도로시설물의 조사는 대부분 지상측량에 의한 수동적인 방법으로 이루어지고 있다.<sup>8)</sup> 따라서, 작업자의 숙련도와 작업시간에 많은 영향을 받으며 지상 시설물의 변화가 발생했을 경우 상대적인 입력 방

\*인하공업전문대학 지형정보과 부교수

\*\*인하공업전문대학 지형정보과 전임강사

법에 의해서 입력하는 과정에서 많은 오류를 포함할 수 있다.

수치사진측량은 수치영상을 이용하여 대상물의 정보를

처리하는 사진측량기법이다.<sup>9),10)</sup> 이러한 수치사진측량은 수치화된 영상을 이용하여 관측을 수행하거나, 수치적인

처리 기법에 의하여 중심투영으로 촬영된 영상을 정사

표 1. 수치지도작업 규칙 내의 도로 시설물 규정

코드	내용	코드	내용	코드	내용
3	도로	3212	일반국도	337	기타
31	도로경계	3213	지방도	3370	미분류
311	기존도로	3214	특별시도, 광역시도	3371	화단, 가로수 보호대
3110	미분류	3215	시도	3372	가로수
3111	고속국도	3216	군도	3373	터널입구
3112	일반국도	3217	면, 리간 도로	3374	지하도입구
3113	지방도	3218	부지안도로	3375	차단기
3114	특별시도, 광역시도	33	도로시설	3376	신호등
3115	시도	331	배수시설	34	표지 및 도로번호
3116	군도	3310	미분류	341	정류장
3117	면, 리간 도로	3311	측구	3410	미분류
3118	부지안도로	332	보행시설	3411	버스정류장
3119	소로(기호)	3320	미분류	3412	택시정류장
312	부속도로	3321	육교	342	표지
3120	미분류	3322	지하도	3420	미분류
3121	도로분리대	3323	계단	3421	도로정보판
3122	터널안도로	3324	인도	3422	안내
313	건설예정도로	3325	횡단보도	3423	지시
3130	미분류	3326	안전지대	3424	규제
3131	고속국도	334	다리	3425	주의
3132	일반국도	3340	미분류	3426	광고판
3133	지방도	3341	콘크리트교	343	도로번호(기호)
3134	특별시도, 광역시도	3342	강교	3430	미분류
3135	시도	3343	목교	3431	고속도로
3136	군도	335	입체교차부	3432	일반국도
3137	면, 리간도로	3350	미분류	3432	일반국도
314	건설중도로	3351	고가차도	3433	지방도
3140	미분류	3352	지하차도	3434	특별시도, 광역시도
3141	고속국도	336	편의시설	3435	시도
3142	일반국도	3360	미분류	3436	군도
3143	지방도	3361	공중전화	344	도로번호
3144	특별시도, 광역시도	3362	우체통	3440	미분류
3145	시도	3363	휴게소	3441	고속국도
3146	군도	3364	주차장	3442	일반국도
3147	면, 리간 도로	3365	주유소	3443	지방도
32	도로중심	3366	게시판	3444	특별시도, 광역시도
321	도로중심선	3367	가로등	3445	시도
3210	미분류	3368	자동차 수리소	3446	군도
3211	고속국도	3369	도로반사경		

투영영상으로 변환하여 대상물의 관측이 가능하도록 한다.<sup>11)</sup> 과거 고가의 전문기와 전문인력에 의해서만 이루어지던 사진측량의 과정이 일반적인 전산기와 주변기기 및 숙련 인력에 의해서 수행될 수 있는 발전단계에 와 있다.

수치사진측량의 작업 과정에서 사용되거나 생성되는 산출물들은 수치영상, 정합점, 수치표고모형, 정사투영영상 등으로 다양하며 추후 이들의 조합에 의하여 부가적인 사용 용도로 사용될 수 있다는 장점도 있다.

정사투영영상은 사진촬영 당시의 사진기의 경사 뿐만 아니라 지형의 기복에 의한 변위를 수정하므로써 지도가 가질 수 없는 현장감이 있고 기호나 주기에 따라서 제한적으로 표현되는 지도와는 달리 다양한 정보를 담고 있으므로 사용자가 원하는 정보를 추출할 수도 있다.

본 연구는 과거 대부분 지상측량에 의한 수동적인 방법에 의하여 취득되던 도로 관련 시설물 정보를 수치사진 측량에 의한 정사투영영상을 이용하여 도로에 관련된 시설물들의 위치를 결정하는 방법에 대하여 연구하였다.

## 2. 도로시설물의 종류

### 2.1 수치지도작성작업규칙

국립지리원의 수치지도작성작업규칙에는 도로와 관련된 항목을 대분류(3:도로), 중분류(31:도로경계), 소분류(311:기존도로), 세분류(3111:고속국도)의 4가지로 분류하고 있으며 도로관련 시설물의 도면화에 주 목적이 있기 때문에 도로차선수, 제한시속, 포장/비포장 등의 속성 사항은 레이어(layer)분류에 포함되어 있지 않다. 도로정보와 관련된 도면화를 위해 설정된 지형·지물명은 표 1과 같다.

### 2.2 국가 기본도 표준

정보화 사회가 도래하고 국민의 안전 및 시설물 관리 등에 대한 관심이 높아지면서 공공부분 정보화의 일환으로 국가지리정보체계의 구현에 대한 필요성이 증대하고 있다.

본 연구에서는 국가기본도 제작을 위해 명시된 지형지물중 도로와 관련 있는 내용 파악과 속성부호 등을 분류하기 위해서 NGIS 표준화에 대한 검토를 하였으며 국립지리원의 수치지도작성작업규칙과 비교해 볼 때 NGIS의 국가기본도 표준에서는 도로를 시설물 속에 포함시키고

표 2. 국가지리정보체계 내의 도로시설물 규정(예)

대분류	중분류	소분류	지형지물명
A	AD	시설물	
		도로	
		AD001	도로
		AD002	도로중심선(I)(4m이상)
		AD003	도로중심선(II)(4m미만)
		AD010	도로교차점
		AD020	도로원표
AE	AE	도로시설	
		AE001	인도
		AE010	교량
		AE020	터널
		AE021	터널입구
		AE030	입체교차부(로)
		AE031	입체교차로 중심선
		AE040	고가도로
		AE041	고가도로 중심선
		AE050	지하도
		AE051	지하도 중심선
		AE052	지하도 입구
		AE053	지하철입구
		AE100	육교
		AE110	도로분리대
		AE120	횡단보도
AE121	안전지대(교통섬)		
AE122	과속방지시설		
AE123	미끄럼방지시설		
AE130	차단기		
AE131	가로등		
AE132	신호등		

있다. 도로와 관련이 있는 지형지물부호, 속성부호 및 분류값, 지형지물과 속성간 연계 관계는 다음과 같다. NGIS 표준에서는 표 2와 같이 도로와 관련된 시설물을 도로, 도로시설, 기타의 3가지 형태로 분류하였다.<sup>12),13)</sup>

중분류 도로에 대한 항목은 5개이고 도로시설인 경우 48개이며 기타인 경우 21개로 전체 74개의 항목이 도로와 관련된 항목으로 설정되어 있다.

### 2.3 도로관리통합체계

건교부 도로관리통합시스템의 도로와 도로시설물의 도형정보는 NGIS에서 정의한 '지형정보 분류체계'와 건설

교통부의 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙을 참조하여 분류되어 있으며 표 3과 같다.

**표 3. 도로관리 통합 시스템 상의 도로시설물 정의**

번호	대분류	중분류	소분류
1	도로	도로기하구조	차도
2			자전거도
3			자전거 보행자도
4			보도
5			길어깨
6			중앙분리대
7			정지대
8			식수대
9			측도
10			환경시설대
11		차선	도로중심선
12	도로구조물	교량	교량
13		터널	터널
14		사면	절토
15			성토
16			법면보호공
17	도로배수시설	도로배수시설	측구
18			도수로
19			배수관
20	도로부속시설	교통안전시설(면)	횡단보도육교
21			지하횡단보도
22			횡단보도
23		교통안전시설(선)	방호울타리
24		교통안전시설(점)	조명시설
25			시선유도표지
26			도로반사경
27			충격흡수시설
28			과속방지시설
29		교통관리시설(면)	과적단속지점
30		교통관리시설(점)	도로표지
31			안전표지
32			긴급연락시설
33			교통감지시설
34			교통신호기
35			교통량조사 검지기
36			ITS 검지기
37		정차시설	주차장
38			버스정차대
39			비상주차대
40			휴게시설
41			긴급제동시설
42		방호시설(면)	낙석방지시설
43		방호시설(선)	방파시설
44		방음시설	방음시설
45	도로출입시설	교차로	평면교차
46			입체교차
47			철도교차

도로와 직접적인 관련이 있는 항목을 살펴보면 대분류로 도로, 도로구조물, 도로배수시설, 도로부속시설, 도로출입시설의 5가지를 가지고 있으며 일반국도와 관련된 도형정보는 47개이다.

### 3. 도로시설 정보 취득 방법

#### 3.1 일반 측량에 의한 방법

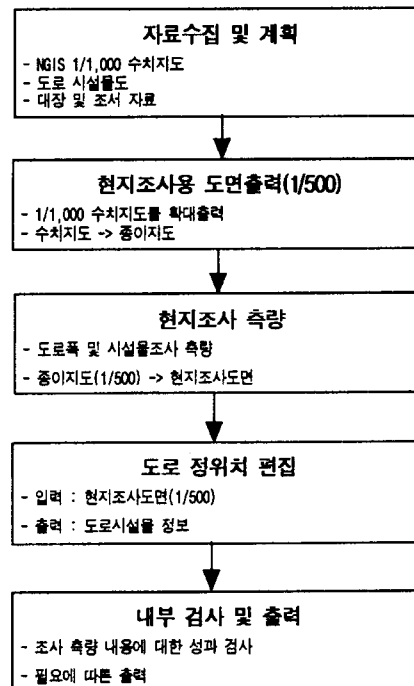
기존의 일반 측량에 의한 도로 시설 정보 취득방법은 그림 1에 나타나 있다.

일반측량 기법에 의하여 정보를 취득하는 방법은 1:1,000 수치지도를 확대한 1:500 종이 도면을 기준으로 하여 입력하게 되므로 수치지도의 정확도에 많은 영향이 있으며 현장 작업자의 숙련도 및 작업 환경에 따라 많은 영향을 받게 된다.<sup>14)</sup>

#### 3.2 항공사진측량에 의한 방법

항공사진측량기법을 이용하여 정보를 취득하는 과정은 그림 2에 나타나 있다.<sup>15)</sup>

기존의 항공사진측량기법을 적용하는 경우 높은 정확



**그림 1. 일반측량 방법**

도를 기대할 수 있다. 그러나, 작업에 소요되는 장비가 고가이며, 이를 조작하는 조작자의 숙련도 및 전문성에 따라서 정확도 및 신뢰성에 많은 영향을 미치게 된다.

### 3.3 수치사진측량에 의한 방법

수치사진측량 기법에 의하여 정보를 취득하는 과정은 그림 3에 나타나 있다.

수치사진측량에 의하여 정보를 취득하는 과정은 수치지도나 수치표고모형이 존재하는 것을 가정하면, 기존의 사진측량기법과는 달리 촬영 후 다른 과정을 거치지 않고 수치화 과정 이후 직접 정사투영영상 제작 과정으로

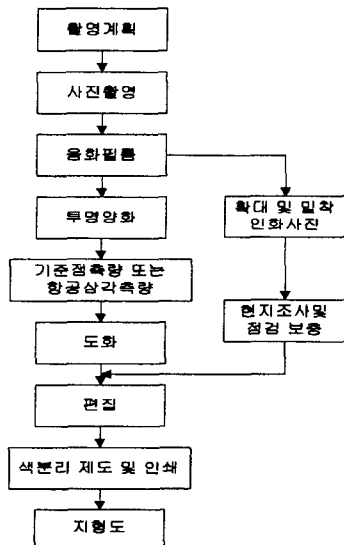


그림 2. 항공사진측량 방법

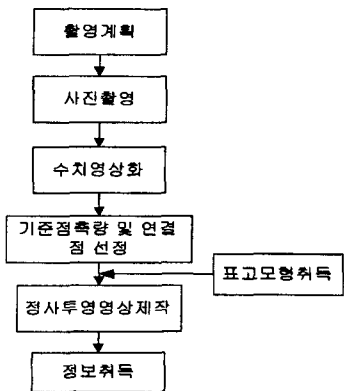


그림 3. 수치사진측량 방법

들어가게 되므로 단순화된 과정으로 진행할 수 있으며, 이러한 일련의 작업들이 모두 전산기 상에서 이루어지므로 시간을 절약할 수 있다.

또한 정보를 취득하는 과정도 일련의 작업이 전산기 상에서 이루어지므로 경제적인 작업이 가능하다.

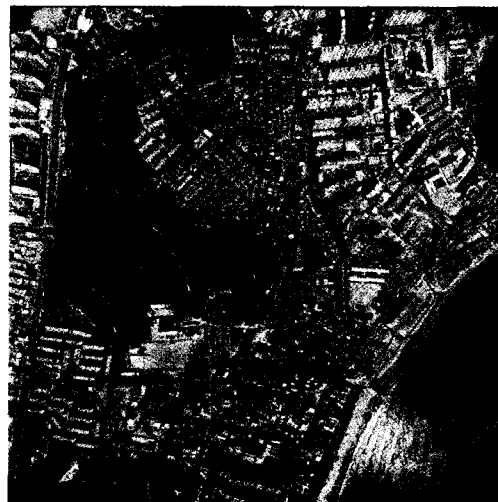
## 4. 정사투영영상에 의한 정보 취득 및 분석

### 4.1 정사투영영상의 제작

본 연구에서는 도로 시설물 정보의 취득을 위하여 정



(a) 좌측 영상(1:5,000)



(b) 우측 영상(1:5,000)

그림 4. 연구에 사용된 항공 영상

사투영영상을 제작하였다.

연구에 사용된 좌우측 영상은 1:5,000 축척의 사진으로 152.85 mm의 초점거리를 가진 RC-30 사진기에 의하여 약 880 m의 고도에서 촬영되었으며, 32  $\mu$ m 해상력으로 수치화하고 그림 4에 나타내었다.

본 연구에서는 정사투영영상을 제작하기 위한 표고자료의 취득을 위해서는 1:1,000 수치지도를 사용하였으며



그림 5. 등고선 및 표고점의 배치



그림 6. 구성된 불규칙 삼각망과 등고선의 합성

연구에 사용된 등고선 및 표고점 자료는 그림 5에 나타난 것과 같다. 여기서 추출된 표고자료를 이용하여 불규칙 삼각망을 구성하였으며, 생성된 결과와 등고선의 합성 도면은 그림 6에 나타나 있다.

한 쌍의 항공사진 및 불규칙 삼각망을 이용하여 생성된 결과를 KLT ATLAS 수치사진측량 소프트웨어의 ORTHO 모듈을 이용하여 그림 7과 같이 정사투영영상을 생성하였다.

KLT ATLAS를 이용하여 정사투영영상을 제작하는 과정에서 입력된 자료의 내용은 수치화된 항공사진영상과 1:1,000 수치지도를 이용하여 생성된 수치표고모형이다. 정사투영영상 제작과정은 제작 대상의 항공사진에 대한 내부표정을 실시하고, 육안에 의한 겹합점 선정에 의한 상호표정을 실시한 후, 수치표고모형과의 연결성을 설정하기 위한 절대표정의 과정으로 진행되었다. 이렇게 표정이 끝난 입체모형을 대상으로 정사투영영상이 제작되었다.

또한 그림 7에 나타난 것과 같이 도로 시설물 정보를 추출하기 위하여 대상지역을 선정하였다.

생성된 정사투영영상을 표고 정보 추출을 위한 1:1,000 지형도와 중첩한 결과 매우 양호한 결과를 보였으며, 연구 지역 A에 대하여 중첩된 결과는 그림 8에 나타나 있다.



그림 7. 생성된 정사투영영상 및 연구 대상영역

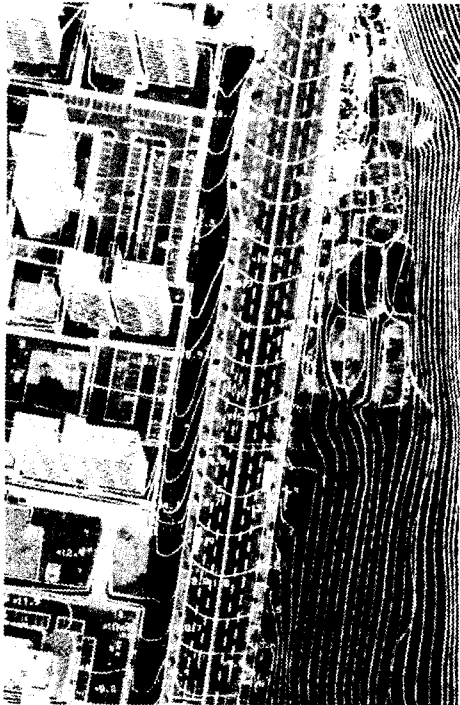


그림 8. 수치지도와 중첩된 정사투영영상(A지역)



그림 10. 도로 상의 측구(원내)



그림 11. 중앙선, 차로 구분 및 안내 표지

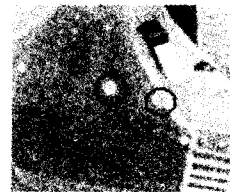


그림 12. 도로의 맨홀(원내)



그림 9. 가로수, 가로등(원내) 및 보·차도 경계

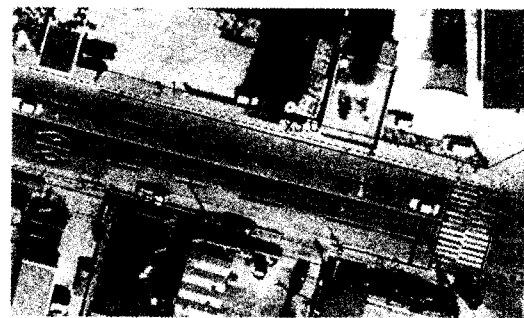


그림 13. 정보 취득 결과의 중첩

#### 4.2 도로시설물 정보의 취득

본 연구에서는 수치사진 측량 기법에 의하여 제작된 정사투영영상을 이용하여 각종 도로 시설물에 대한 정보를 취득하였다.

그림 9, 그림 10, 그림 11 및 그림 12는 정사투영영상 상에서 구분할 수 있는 각종 도로 관련 시설물 정보 취득의 예를 나타내고 있다.

본 연구에서는 정사투영영상에서 인식할 수 있는 정보들을 스크린 상에서 직접 디지털화하여 도로 관련 시

설물 정보를 구축하였다.

정사투영영상 상에서 구분이 가능한 각종 도로 시설물을 C 지역에서 추출하고, 본 연구의 기준이 되는 1:1,000 지도와 중첩한 결과는 그림 13에 나타나 있다.

정사투영영상에서 도로 관련 시설물 정보를 취득하고 도면을 구성하는 과정에서의 정확도 비교를 위해서는

1:1,000 수치지도와 동일한 대상 지역의 동일한 대상물에 대한 정보의 취득이 가능해야 한다. 그러나 본 연구에서 사용된 1:1,000 수치지도는 차선 및 중앙선의 구분이 명확할 뿐 가로등, 가로수, 맨홀 등의 정보에 있어서는 누락된 부분이 있어 절대적인 비교가 불가능하였다. 따라서, 본 연구에서는 도로 표면에 표시되어 있는 차선을 중심으로 정보를 구축하였다.

### 4.3 정확도 분석

본 연구에서는 연구지역 C에 구축된 정보와 수치지도상의 정보를 비교하여 정확도를 산출하였으며 분석은 사진 상에서 명확한 구분이 가능하고, 수치지도상에 나타나 있는 대상 중에서 도로 표면에 표현되어 있는 차선 관련 정보를 대상으로 하였다. 그림 13에 나타난 대상지역 및 구축정보 중 임의의 15개 대상물을 선정하여 수치지도상에 나타난 동일 대상의 위치 정보를 절대값으로 하여 정확도를 산정하였다.

이렇게 분석된 결과는 그림 14에 나타난 바와 같다. 그림에 나타난 바와 같이 수치지도와 대비하였을 때 평균 제곱근 오차가 x 좌표에 대해서는 0.133 m, y 축에 대해서는 0.123 m로 나타났다.

위의 그래프 상에서 표현된 것과 같이 x, y 좌표 각각에 대해서 거의 동등한 정확도를 가지며 양호한 결과를 나타내었다.

그러나, 본 연구에서 산출된 결과는 절대적인 값과 비교하여 구한 결과가 아니라 수치지도와 비교하여 산출된 결과 값이므로 상대적인 오차 값이다.

### 4.4 비교 고찰

본 연구는 수치사진측량의 과정을 통하여 제작되는 수치정사투영영상을 이용하여 도로 관련 시설물의 정보를 취득하는데 목적이 있다.

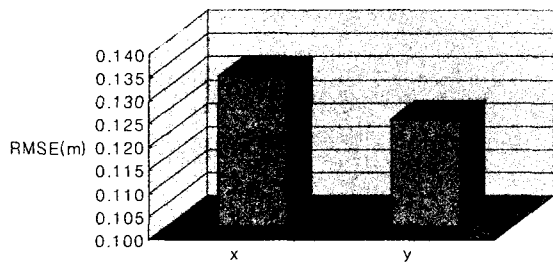


그림 14. 연구결과의 평균제곱근 오차

앞서 기술된 바와 같이 정사투영영상을 이용하여 도로 시설물 정보를 취득하는 과정은 내업을 중심으로 효율적인 작업 진행이 가능하였다. 과거 확대 인쇄된 종이지도 상에서 현지 조사·측량의 과정을 통해서만 이루어지던 작업에 비하여 신속한 작업이 가능하였다.

그러나, 현장에서 이루어지던 작업이 내업에 의해서만 이루어지는 것은 아니며, 영상 상에서 위치 정보 및 인식이 가능한 대상물의 구분을 바탕으로 현지 조사과정은 이루어져야 할 것으로 사료된다. 이러한 과정을 통하여 더욱 정확한 정보의 구축이 가능할 것이다.

현재 제작되어 있는 1:1,000 수치지도는 매우 정밀하게 제작되어 있으나, 그 대상이 되는 도심에 대한 지형

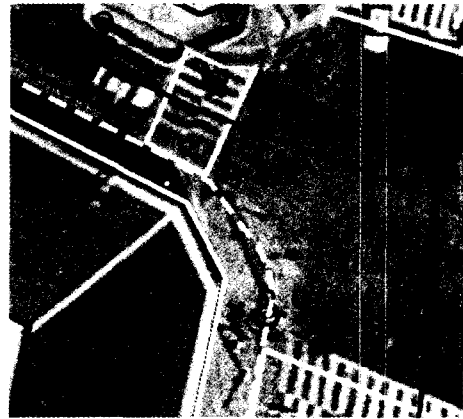


그림 15. 차도 경계 표현 상 오류



그림 16. 중앙선 표시 오류



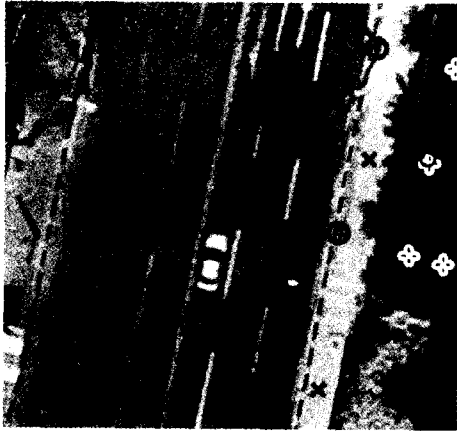


그림 17. 가로등 표시 오류

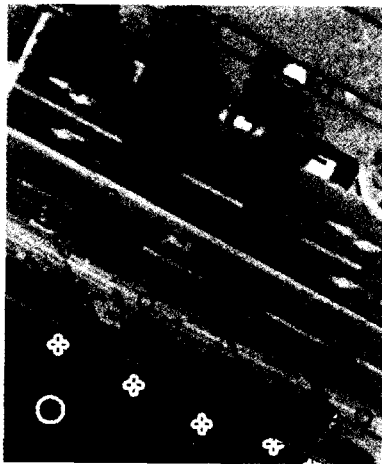


그림 18. 가로수 표시 오류

도로 제작되어 있으므로 교통 시설물 정보 관리 측면에 있어서는 정보의 누락 등으로 인하여 직접적인 사용이 힘든 것으로 파악되었다.

본 연구의 결과 1:1,000 수치지도상에 표현되어 있지 않은 오류에 대해서는 그림 15, 그림 16, 그림 17 및 그림 18에 나타내었다.

그림 15에 나타난 것과 같이 수치지도를 작성하는 과정에서 도로의 보·차도 경계는 직선으로 굽은 구간을 곡선으로 표현하고 있다.

그림 16의 경우는 일정한 폭을 가진 중앙선을 중심선 또는 한 쪽의 선만으로 표현한 경우이다.

그림 17의 경우에 있어서는 도로 양측의 보도 부분에

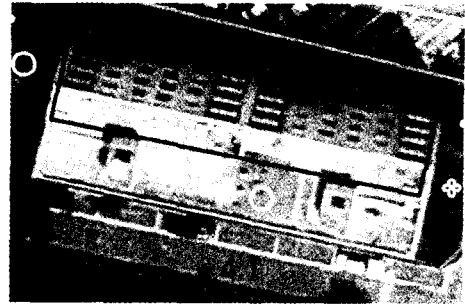


그림 19. 건물의 기복변위에 의한 정보의 은폐

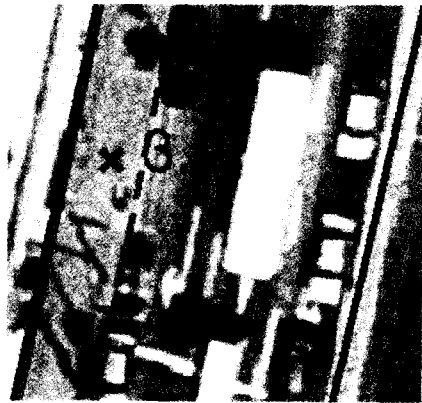


그림 20. 도로상 차량에 의한 정보의 은폐

설치되어 있는 가로등을 오른쪽에 대해서는 위치 및 속성을 표현하고 있으나, 왼쪽의 보도부분에 있는 가로등(원내)에 대해서는 위치 표시 및 속성을 누락하여 표시한 경우이다.

그림 18에 있어서 하단부의 가로수는 위치 및 속성이 표현되어 있으나 길 건너편의 가로수에 대해서는 위치 표시 및 속성에 대한 표현이 누락되어 있다.

그러나, 수치사진측량과정에 의한 정사투영영상을 이용하여 도로 관련 시설물 정보를 취득하는 경우에 있어서 문제점으로는 그림 19에 나타난 바와 같이 건물 높이 차 등 기복의 변화가 많은 지형 지물에서 발생하는 기복변위에 따라 사진상에서 탐색이 불가능한 대상물이 존재할 수도 있다. 그림 19에서는 맨홀과 가로수가 건물의 기복변위에 의하여 가려짐으로서 정보의 취득이 불가능하였다.

또한 그림 20에 나타난 바와 같이 도로상에 정차해 있는 차량에 의해서 도로 표면에 존재하는 표지, 맨홀, 배수구 등의 정보가 가려짐으로서 정보의 취득이 불

가능한 경우가 있었다.

앞의 문제를 해결하기 위해서는 큰 표고차가 존재하는 도심지를 촬영하는데 있어서는 종종복도 및 횡중복도를 현재의 값 보다 높여서 촬영하거나, 현재 범용되고 있는 광각사진기가 아닌 보통각 사진기를 사용하여 사진을 취득하므로써 문제를 일부 해결하거나,<sup>16)</sup> 현장 조사의 과정에서 보충하는 것을 고려할 수 있다.

정사투영영상을 제작하는 과정에 있어서 가장 많은 영향을 미치는 것이 수치표고모형의 정확도이다. 본 연구에서는 수치 지도 상의 등고선 및 표고점을 사용하여 제작을 하였다. 그러나, 보다 정확하고 효율적으로 정사투영영상을 제작하기 위해서는 국가적인 차원에서 수치표고모형 데이터베이스를 구축하여 운영하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

## 5. 결 론

본 연구는 수치사진측량 기법을 이용하여 제작된 정사투영영상으로 도로 관련 시설물에 대한 정보를 취득하기 위한 연구를 수행하였으며 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 도로 관련 시설물 정보를 취득하기 위하여 정사투영영상을 이용한 결과 정확하고 효율적인 정보의 구축이 가능하였다.

2. 정사투영영상으로부터 추출된 정보를 기존의 1:1,000 수치지도와 비교한 결과 평균 12.8 cm의 양호한 결과를 도출하였다.

3. 정사투영영상의 이용으로 지상측량과정에 의해 수행되던 종래의 방법과는 달리 내업에 의해서 위치정보를 취득할 수 있었으나 현장 확인 과정을 통하여 누락된 속성정보를 보완하는 과정이 필요함을 알 수 있었다.

4. 수치사진측량에 의하여 보다 정확한 결과를 도출하기 위하여 현재의 종종복도를 높이거나, 보통각 사진기

를 이용하여 지형, 지물의 기복변위에 의한 영향을 최소화하여야 한다.

## 감사의 글

본 연구는 인하공업전문대학 2000년도 교내 연구비 지원에 의하여 수행되었으며 연구비 지원에 감사 드립니다.

## 참고문헌

1. 건설교통부, 국가지리정보체계 구축사업 발전방안 연구, 1992. 2.
2. 서울시정개발연구원, 서울시 GIS 기본도 구축을 위한 기술지침 연구, 1996.
3. 건설교통부 토지구, GIS 구축현황, 2000. 8.
4. 건설교통부, 지하시설물 관리체계 개발 시범 사업, 1997.
5. 서울특별시, 지하시설물 통합정보시스템 구축전략, 2000. 1.
6. 교통개발연구원, 전국교통 DB 구축사업, 2000.
7. 건설교통부, 도시정보(UIS)기반 구축 방안 수립 연구, 2000.
8. 서울특별시, GIS(도로관리시스템)시범사업, 1998. 12.
9. 유복모, 디지털사진측량학, 문운당, 2001.
10. 이강원, 함창학, GIS 용어 해설집, 구미서관, 1999. 3.
11. 김원대, 수치사진측량에 의한 정사투영영상 생성 자동화, 연세대학교 박사학위 논문, 1998.
12. 건설교통부, 수치지도작성작업규칙, 건설교통부, 1995.
13. 국가지리정보체계 표준화 분과 위원회, 국가지리정보체계(NGIS)의 국가 기본도 및 표준수치지도의 표준(안), 1997.
14. 유복모, 측량학 원론(II), 박영사, 1995.
15. 유복모, 사진측정학, 문운당, 1991.
16. 염재홍, GPS/INS 국내실험결과 및 활용방안, From Data to GIS 세미나 발표자료, 2001. 3.

(2001년 4월 30일 원고접수)