

# 지적재조사를 위한 고해상도위성영상 적용방안 연구

## A study on the application of High Resolution Satellite Images to Cadastral Resurvey

송석진<sup>1)</sup> · 장용구<sup>2)</sup> · kwak jae ha<sup>3)</sup> · kang in joon<sup>4)</sup>

Song, Seok Jin · Jang, Yong Gu · Kwak, Jae Ha · Kang, In Joon

- 1) 학생회원 · 부산대학교 토목공학과 박사과정(공학석사 · songsjin@pusan.ac.kr · 051-510-1425)
- 2) 정회원 · 한국건설기술연구원 GIS/LBS연구센터 선임연구원(공학박사 · wkddydm@kict.re.kr)
- 3) 정회원 · 부산정보대학 건설공간디자인과 조교수(공학박사 · jhkwak@bit.ac.kr)
- 4) 정회원 · 부산대학교 토목공학과 교수(공학박사 · jkang@pusan.ac.kr)

### 요 지

지적 측량분야에서의 위성영상의 활용사례는 거의 전무한 상태이며, 그 이유로는 여러 가지가 있겠으나, 무엇보다 위성영상의 해상도가 낮음이 가장 큰 이유라 할 수 있다. 하지만 저렴한 비용으로 넓은 지역을 단시간에 분석, 다양한 정보를 얻을 수 있는 큰 장점등으로 인하여 앞으로의 그 활용가치는 매우 크다 할 수 있다. 본 연구에서는 IKONOS영상을 이용하여 지적재조사 측량에 적용 가능성을 알아보기 위해 실험한 결과 다음과 같은 연구 성과를 얻었다. 먼저, 수치지적도와 IKONOS 영상을 중첩하여 도심지의 건물들을 검사점으로 오차를 측정하고 X방향으로 평균 2.77m, Y방향으로 평균 1.58m 가 발생하였고 본 연구에서 활용한 영상이 나타내는 면적을 기준으로 개략적인 비용을 산출해 본 결과 위성영상 6km×5km의 소요비용이 260,117,000원 정도로 나타났고, 총 소요비용 중 영상의 재료비 비용이 상당히 낮게 차지한다는 장점이 있었다. 그리고 위성영상 기술은 앞으로 많은 발전이 있을 것으로 판단되어 정확도는 더욱더 향상될 것이다. 현재로서는 위성영상을 지적재조사 측량 방법으로 정립하기에는 한계가 있다고 본다. 다만, 지상측량 방법으로 측량이 곤란한 지역 즉, 접근이 제한되는 지역의 사전 정보 정보를 획득하는 수단이나 현황을 참고하는 수준정도로서는 충분한 활용 가능성이 있을 것으로 판단된다.

### 1. 서 론

지적재조사(Renovation of Cadastre)는 토지이용과 국민의 재산권 보호에 구조적인 장애를 초래하여 지적관리에 혼란을

야기하고 있는 지적불부합지의 문제를 해결하고 토지경계의 복원능력을 향상시키며, 일필지의 경계표시를 명확히 함으로써 능률적인 지적체제로 전환하기 위한 필수적인 사업이다. 그러나 지적재조사사업은 전 국토에 대한 재조사측량을 의미하는 것으로서 많은 인력 및 예산, 기간 등이

소요된다. 지적재조사사업에 대한 법률적 측면, 행정적 측면, 기술적 측면 등 여러 가지 측면들에서 심도 있고 구체적인 연구가 사업 수행 전에 이루어져야 하며, 이러한 사업의 추진은 장기적인 안목과 철저한 준비 및 계획 하에 이루어져야 한다. 특히 지적재조사사업의 근간을 이루고 있는 것이 지적측량이기 때문에 지적재조사 사업을 수행할 경우 전국적으로 통일성 있고 신뢰성 있는 지적측량모형에 대한 연구가 필요하다.

이에 본 연구에서는 지적도면 전산화일을 이용하는 방안으로 기 구축되어 있는 지적도면 전산화일과 위성영상의 중첩기법을 이용하여 전국적으로 산재되어 있는 지적불부합지를 사업시행 전에 사전조사를 하기 위하여 최신 사진측량 기술과 연계 활용하는 방안을 제시하여 본다. 먼저 지적 분야에서의 위성영상의 활용사례는 거의 전무한 상태이며, 그 이유로는 여러 가지가 있겠으나, 무엇보다 위성영상의 해상도가 낮음이 가장 큰 이유라 할 수 있다. 하지만 저렴한 비용으로 넓은 지역을 단시간에 분석, 다양한 정보를 얻을 수 있고, 무엇보다 큰 장점으로 꼽히는 공학자료의 가시화의 대표적인 경우이므로, 앞으로의 그 활용가치는 매우 크다 할 수 있다.

## 2. IKONOS 영상

고해상도 위성영상의 지적세부측량 방법으로서의 활용성을 알아보기 위해 본 연구에서는 부산광역시 금정구 일원을 연구 지역으로 하여 실험하였다. 먼저 실험에 사용한 인공위성영상은 IKONOS영상으로 Space Imaging사의 Carterra Product 중 1급의 해상도를 가지고 있는 것을 사용하였다.

본 연구에서 사용한 자료는 IKONOS 위성의 2003년 4월 22일 취득한 영상이며, 해상도 1m, 칼라 4m(다중분광4밴드) 이며, 실험을 위해 동시에 취득된 두 영상을 융합하여 생성한 칼라 1m 급 고해상도 영상이다. 촬영된 영상의 기본정보는 <표 1>과 같다. 본 연구에 사용된 IKONOS 영상은 Standard Product 중에 정사보정이 되어 있는 Ortho 영상을 사용하였으므로 별도의 정사보정과정 필요없다.

<표 1> IKONOS 기본정보

SENSOR	IKONOS
Accuied Nominal GSD	Cross Scan : 0.94 meters
	Along Scan : 0.92 meters
Scan Azimuth	359.66 degrees
Scan Dierction	Forward
Panchromatic TDI Mode	18
Nominal Collection Azimuth	232.00040 degrees
Nominal Collection Elevation	65.94311 degrees
Sun Angle Azimuth	151.1582 degrees
Sun Angle Elevation	64.43195 degrees
Acquisition Date/Time	2003-04-22 02:33 GMT

## 3. 실험 및 분석

지상기준점의 선점을 위해서는 우선 영상에서 선점이 가능한 점을 선택하여 GPS 측량방식에 의하여 구하였다. 먼저 GPS 자료는 WGS84타원체를 기본으로 한 경위도 좌표로 산출되기 때문에 이를 지적좌표계로 변환하기 위해서는 좌표변환 계수를 산출해야 한다.

좌표변환 계수를 구하기 위해서 이미 지적좌표의 성과를 알고 있는 점에 대하여 두 좌표계의 좌표값을 알고 있어야 한다.

먼저 알고 있는 지적 삼각점들에 대해 GPS 측량을 수행하여 동일 지점의 WGS84좌표들을 취득하였다. 두 타원체간 좌표를 이용하여 두 타원체간의 좌표 변환계수를 도출 할 수 있으며 변환모델식은 Bursa-Wolf 변환 모델식을 적용하였다. 변환식을 구하기 위해서는 국토지리정보원에서 배포한 NGL\_Pro Program을 사용하였으며 최종적으로 연산된 좌표변환 7parameter 계수는 <표 2>와 같다.

<표 2> 좌표변환 7parameter

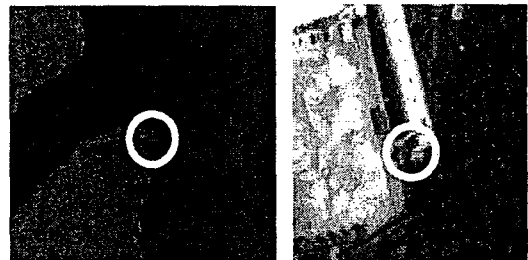
번호	매개변수	값
1	Xo	-243.2986
2	Yo	-263.8322
3	Zo	476.49344
4	Omega	4.567716
5	-Phi	0.693372
6	Kappa	10.024808
7	S	1.0000875

위에서 구해진 7매개변수를 사용하여 영상에서 지상기준점으로 사용할 점들을 GPS 측량을 수행하여 Bessel 경위도 좌표를 동부원점을 투영원점으로 하여 평면직각좌표를 산출하였다. 아래의 <표 3>은 절대표정을 하기 위해 선점한 15개의 지상기준점 좌표와 표정결과 오차를 나타낸다.

아래의 <그림 1>은 해당지역 IKONOS 영상에 지상기준점을 선점하여 작업하는 모습이다. 지상기준점 작업에 사용한 소프트웨어로는 Micro Station과 Erdas Imagine 8.7 을 사용하였다.

<표 3> 지상기준점 좌표와 절대표정 결과 오차

point	지상좌표(m)		영상좌표(pixel)		Residual		RMS E
	x	y	x	y	x	y	
1	206865.46 6	192878.53 2	1549.91 75	2922.65 14	0.014 8	0.236 8	0.237
2	210606.59 7	193237.55 4	5244.42 08	2621.09 74	-0.01 23	0.010 8	0.016
3	208719.14 1	192382.07 9	3384.57 33	3430.44 84	0.202 8	-0.11 26	0.232
4	208073.94 4	192162.70 3	2723.18 21	3662.81 86	-0.69 91	0.218 6	0.732
5	207758.61 9	192123.81	2403.97 07	3704.19 67	0.545 7	-0.14 53	0.565
6	208772.33 1	194407.49 9	3423.35 03	1417.18 4	0.161 7	0.004 5	0.162
7	208028.62	194430.61 2	2691.98 14	1390.05 2	-0.12 92	0.103 8	0.166
8	207714.37 8	193813.01 9	2368.89 61	2010.8	0.121 9	-0.48 3	0.498
9	208180.79	193572.92 3	2829.67 14	2255.29 17	-0.90 78	-0.55 76	1.065
10	207860.28 6	193382.49 9	2510.02 36	2444.84 07	0.935 1	1.040 9	1.399
11	207621.35 8	193280.85 9	2275.19 41	2543.33 32	0.725 4	0.882 3	1.142
12	207276.19 9	192506.75	1938.01 94	3310.79 11	0.253 2	0.192 1	0.318
13	207792.42 1	192455.42 2	2443.07 05	3372.31 8	-0.23 14	0.03	0.233
14	208134.95 2	192731.26 4	2785.78 63	3097.85 98	0.366 6	0.028 5	0.368
15	207412.92 4	192967.49 7	2073.75 58	2850.55 57	-1.17 71	-1.44 98	1.867

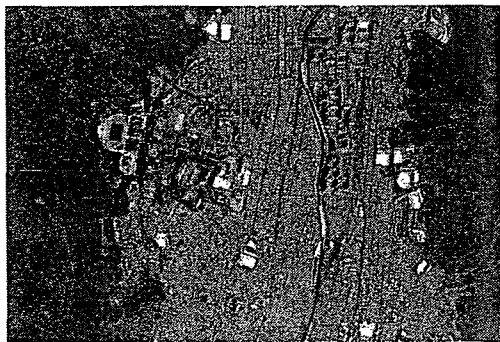


<그림 1> 지상기준점 작업

본 연구를 수행하기 위해 부산광역시 금정구 일원을 모델로 하여 좌표변환한 고해상도영상을 각각 연구지역의 수치지도와 수치지적도와 중첩분석을 시행하였다



<그림 2> IKONOS영상과 수치지도의 중첩



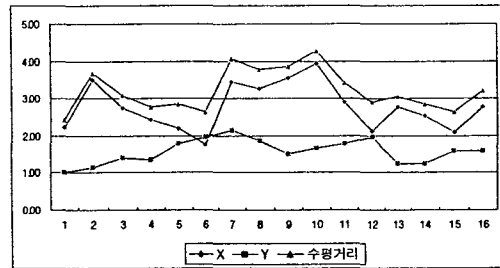
<그림 3> IKONOS영상과수치지적도의 중첩

수치지적도와 고해상도영상을 중첩했을 때의 불일치 여부를 조사하기 위하여 금정구 장전동 부산대학교 앞 일대의 주택가<그림 4>에서 건물현황을 검사점으로 하여 거리의 오차를 산출해 보았다.



<그림 4> 검사점의 위치

일단 고해상도영상에서의 건물은 누워있는 모습으로 보이기 때문에 건물의 바닥면이 잘 보이는 건물에 대해 거리의 오차 정도를 확인하였다. 위의 검사점들에 대한 위치오차는 평균거리가 약 3m에 이르며, 영상이 수치지적도에 비해 북동 방향으로 편향되어 있음을 알 수 있다.



<그림 5> 검사점의 오차 그래프

#### 4. 위성영상기법의 비용 산출

지적재조사 사업 시 위성영상을 이용하여 수치정사영상을 작성하는 데에 소요되는 비용을 산출해 보았다. 아직 위성영상기법에 따른 비용을 산출하기에는 그 작업공정이나 품셈등이 확립되지 않은 상태이고 고려해야 될 사항이 많기 때문에 정확한 산출이 매우 어렵다. 하지만 위성영상기법의 경제성을 분석하는 연구분석의 차원에서 부분적으로 항공사진측량 및 정사사진제작 작업품셈을 참고로 하여 개략적인 비용을 산출하였다. 비용을 산정하기 위해 수치표고모형 및 수치정사영상재단의 품은 수치지형도 1/1,000 한 도엽의 면적을 단위 면적으로 하였고, 기준점 측량은 계산의 편의상 한 도엽당 (0.4km×0.5km) 1점으로 계산하였다.

◎ 수치표고모형 : 14,000원 (수치지형도 1/1,000도곽)

◎ 수치정사영상재단 : 260,000원 (수치

지형도 1/1,000도곽)

- ◎ 기준점 측량 : 600,000원(평면기준점), 200,000원(표고기준점)

실험에 사용한 IKONOS 영상의 지상 면적이 약 6km×5km를 포함하고 있으므로, 한 영상은 1/1,000 수치지형도 약 150도곽을 포함하게 된다. 아래의 표는 IKONOS 한 영상을 이용해 수치지정사영상을 생성하는 데에 드는 비용단가표이다.

<표 4> 위성영상을 이용한 수치지정사영상 생성 비용(6km×5km)

종 별	비 용(원)
1. 위성영상비	10,000,000
2. 기준점 측량	120,000,000
3. 수치지표자료 구축	2,100,000
4. 위성영상을 이용한 수치지정사영상 제작	2,000,000
5. 영상 좌표변환 및 후처리 공정	5,000,000
6. 제 경 비(제작비용의70%)	97,370,000
7. 부가가치세	23,647,000
총 계	260,117,000

위에 표에서 산출된 비용은 여러 가지 조건들을 단순화 시켰고, 비용의 상당부분을 차지하고 있는 기준점측량부분이 실제 위성영상의 사용 시 많이 유동적이기 때문에 비용부분에 있어도 변동이 있을 수 있다. 하지만 그 포함하는 면적에 비해 위성영상의 가격은 매우 낮게 차지하고 있음을 주목 할 만하다.

### 5. 실험결론

본 연구에서는 IKONOS영상을 이용하여 지적의 활용방안에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 수치지적도와 IKONOS 영상을 중첩하여 도심지의 건물들을 검사점으로 오차를 측정된 결과 X방향으로 평균 2.77m, Y방향으로 평균 1.58m 가 발생하였다.

둘째, 고해상도 위성영상을 지적재조사에 활용한 경우 본 연구에서 활용한 영상이 나타내는 면적을 기준으로 개략적인 비용을 산출해 본 결과 위성영상 6km×5km의 소요비용이 260,117,000원 정도로 나타났고, 총 소요비용 중 영상의 재료비 비용이 상당히 낮게 차지하였다.

셋째, 고해상도 위성영상을 지적재조사에 활용할 경우 본 연구에서 활용한 영상이 가지는 해상도의 한계로 인하여 도심지의 사용에는 어려움이 있으나, 기존의 방법으로 측량이 힘든 험야지역 및 도서지역에서의 활용가능성이 있을 것으로 판단된다.

### 참고문헌

1. 강길선 (2004) 항공정사사진과 수치지적도의 활용방안과 정확도 분석에 관한 연구, 박사학위논문, 경기대학교 대학원
2. 강태석, 박기현 (2001) 수치지정사사진을 이용한 지적도 도곽접합에 관한 연구, 한국지력학회지 제17권 제1호
3. 라용화 (2004) 정사영상을 이용한 연속지적도의 정확도 평가, 박사학위논문, 명지대학교 대학원
4. 문용현 (2001) 지적재조사를 위한 신기술 적용방안 연구, 서울시립대학교 도시과학대학원, 석사학위논문
5. 행정자치부 (2003) 지적불부합지 정리를 위한 학술연구
6. 행정자치부 (2003) 항공사진측량기법을 이용한 지적불부합지 정리방안 연구