

# 지형공간정보체계를 활용한 지적도의 변환에 관한 연구

## A study on the transformation of cadastral map using Geo-Spatial Information System

김중식\*

Kim, Jung Sik

### ABSTRACT

A cadastral map that is base map on Land Information System is divided by two categories, graphical and digital cadastre. And digital cadastre can be displayed with location coordinates of nodes that depict parcel boundary on digital cadastral records. The transformation of digital cadastral records means that imported text data of node coordinate would be transformed into system data.

This study was implemented to search reasons of errors resulted from transformation of graphic data and then to analyze the accuracy in terms of position and area. For this, checking of software used in Geo-Spatial Information System was implemented at first and it was found that the accuracy is up by using double precision in coordinate transformation. On the position accuracy the errors at nodes was erased during making topology and the errors did not effect other nodes. On the area accuracy the area errors because of being in error limit of allowable area had no problems in using of system.

Keywords : Land Information System, Digital Cadastre, Node Coordinate, Geo-Spatial Information System, Coordinate Transformation

### 要 旨

토지정보체계에서 기본도로 사용하는 지적도는 크게 도해지적과 수치지적으로 나뉘며, 수치지적의 경우 수치지적부상에 기록되어 있는 지번의 필지경계를 나타내는 절점의 위치좌표로 표시된다. 수치지적부의 변환은 문자형태의 자료로 입력된 필지의 절점좌표를 체계에서 사용할 수 있는 형태의 자료로 변환하여 사용하고 있다.

본 연구에서는 수치지적부의 절점좌표를 변환하는 과정에서 발생가능한 도형자료의 오차원인을 파악하고 이에 따른 정확도를 위치와 면적에 대하여 분석하고자 하였다. 이를 위하여 먼저 지형공간정보용 소프트웨어의 검증을 실시하여 좌표 변환시 배정밀도를 사용하였을 때 정확도를 높일 수 있었다. 또한 위치에 대한 정확도 평가에서 절점에서 발생한 오차는 위상구조가 형성되는 과정에서 오차가 소멸되며, 다른 절점에는 영향을 주지않는 것을 알 수 있었다. 면적에 대한 정확도 평가에서 절점의 위치오차로 인해 발생하는 면적오차는 허용면적(공차범위)에 들어 체계내에서 사용에 문제가 없음을 알 수 있었다.

핵심용어 : 토지정보체계, 수치지적, 절점좌표, 지형공간정보체계, 좌표변환

### 1. 서 론

현재까지 사용되고 있으며, 이는 속성정보(토지대장)와 도형정보(지적도면)로 구성되어 있다.1)

지적정보는 1910년대 생성되어 80여년에 걸쳐

현재의 지적도면은 토지조사사업에 의거 제작된 것

\*정회원 · (주)일도엔지니어링

으로 신축. 마모로 인해 토지 경계 분쟁이 빈발하고 있어 지적재조사에 의한 토지정보체계(Land Information System ; LIS) 구축이 필요하다.2) 이러한 지적 재조사에 의한 LIS 구축에는 장기간이 소요되므로 국가, 지방자치단체, 유관기관 등에서 기존 지적도면의 우선 전산화가 요구되고 있다.3)

속성정보의 경우 1990년대 초에 개발되어 사용되고 있는 부동산관리시스템을 통하여 활용되고 있으며, 도형정보의 경우 행정자치부가 중심이 되어 필지중심 토지정보체계(Parcel Based Land Information System ; PBLIS)의 구축이 진행 중에 있다.4)

도형정보로서의 지적도는 크게 도해지적과 수치지적으로 나눌 수 있으며, 도해지적은 다시 지적도 및 임야도로 나뉘고 이는 축척에 따라 1/500(수치지적), 1/600 및 1/1,200(지적도), 1/3,000 또는 1/6,000(임야도)으로 각각 구분할 수 있다. 또한 이들 지적 자료의 입력 방법에는 도해지적의 경우 수치화하기 위한 방법으로 좌표독취기를 사용하는 직접 디지털이징방법과 스캐닝에 의한 스크린에서 하는 헤드업(heads-up) 디지털이징방법이 있다. 일반적으로 과거에는 직접 디지털이징 방법에 비해 헤드업 디지털이징 방법이 정확도가 떨어지는 것으로 나타났으나, 최근 하드웨어 및 관련 소프트웨어의 발달로 이제는 정확도면에서 차이가 없는 것으로 확인되고 있다.5),6) 수치지적의 경우에는 이미 수치화되어 있는 자료이기 때문에 텍스트(text) 자료로 입력하여 DXF(Drawing Exchange Format) 등의 포맷으로 변환하거나, 사용할 체계(system)에서 직접 변환하여 사용하고 있다.

여기에 각각의 서로 다른 축척의 지적도, 예를 들어 축척 1/500인 수치지적과 축척 1/600인 도해지적은 적절한 접합 규정을 통하여 체계내에서 같은 자료층으로 사용하기도 한다.7),8)

특히 수치지적의 전산화 경우는 오차가 발생해서는 안되는 것이 원칙이나, 자료의 입력과정이나 체계구축을 위한 자료의 변환과정에서 오차가 발생할 수 있음을 예상할 수 있다. 공간자료기반의 사용자는 대개 수치적 정보의 오차유형과 오차발생형태 및 이를 해석하는 방법에 대한 문제에 직면하게 된다.9)

본 연구에서는 LIS를 운영하고 있는 대전시 유성구

지역의 수치지적부를 전산화하는 변환과정에서 발생한 공간자료의 오차원인과 체계내 사용의 타당성을 규명하고자 하였으며, 타시스템으로의 변환시에 발생하는 일반적인 오차는 본 연구의 고려대상이 아니다. 본 연구를 위해서 수치지적부의 여러 필지를 체계내에서 사용되는 자료의 형태로 변환한 후 입력자료와 출력자료의 차이를 비교하여 수치지적부 상의 임의의 절점(node)에서의 위치정확도와 면적정확도를 분석하고자 한다.

## 2. 수치지적전산화

### 2.1 지형공간정보체계용 소프트웨어의 검증

본 연구에서는 지형공간정보체계(Geo-Spatial Information System ; GIS)용 소프트웨어로서 국내외에서 많이 사용하고 있으며, 유성구 지적도면전산화 시범체계의 사용 소프트웨어인 Arc/Info에 대해서 공간자료 입력성파에 대한 절점의 위치오차에 대한 검증 실시하였으며 수치지적의 좌표변환에 의한 체계의 Database 구축 흐름도는 그림 1과 같다.

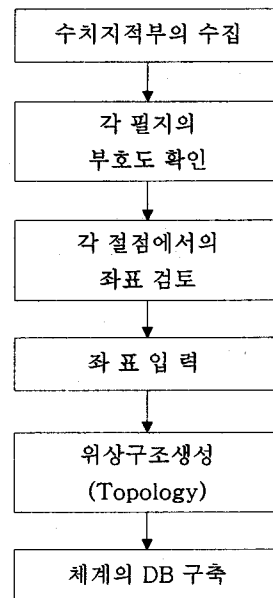


그림 1. 수치지적의 DB 구축 흐름도

수치지적의 좌표변환에 따라 예상되는 오류의 발생 형태는 표 1과 같다.

표 1. 오류의 발생 형태

수치지적부 수집상의 오류	체계에서 구축하고자 하는 대상지역의 수치지적 자료를 수집할 때 발생하는 오류 (초기오류로써 작성오류 포함)
수치지적부 검토과정의 오류	수집된 수치지적부로부터 각 필지별 좌표 확인 및 전체 개요도 작성시 발생하는 오류
Text 입력시 오류	수치지적을 원하는 형식, 즉 위상구조를 생성할 수 있는 입력 형태로 Key-in 하는 작업상의 오류(1차 오류로써 입력오류 포함)
위상 구조 생성시 오류	입력자료를 변환하여 체계에서 사용하는 위상구조를 갖는 자료로 변환하는 과정에서의 오류(2차 오류로써 변환오류 포함)
체계 자료 구축시 오류	체계에서 사용하는 자료층 또는 자료형태로 구축할 때 생기는 오류

자료기반(database) 내에 포함되어 있는 오차와 이에 따른 GIS 처리과정에서의 오차전파는 GIS 자료에 대한 정확도의 신뢰한계에 영향을 준다.10)

검증을 위한 실험조건으로서 Arc/Info 의 정밀도는

표 2. 입력된 수치지적 좌표

단위 : m

구분	X	Y	구분	X	Y
1	100.00	100.00	14	90.77	114.32
2	100.12	105.07	15	89.56	119.12
3	100.21	110.05	16	85.19	100.34
4	100.09	115.12	17	84.77	105.87
5	100.25	120.06	18	85.12	109.44
6	95.35	100.11	19	85.89	115.11
7	95.21	105.24	20	84.20	119.87
8	95.38	110.29	21	80.21	100.44
9	95.64	115.76	22	80.49	105.66
10	95.32	120.11	23	79.11	109.22
11	90.22	100.23	24	79.95	114.96
12	89.88	105.33	25	80.49	120.44
13	90.11	110.33	-	-	-

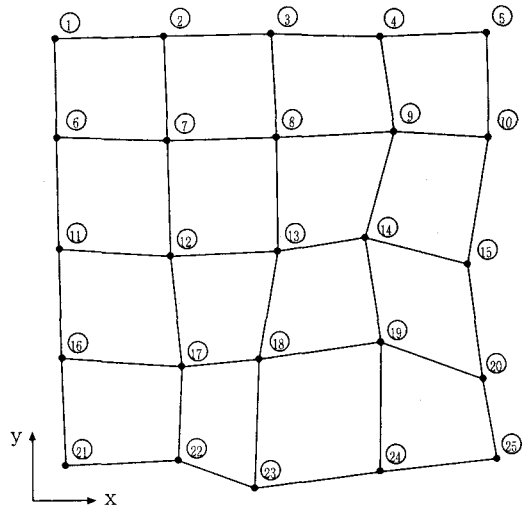


그림 2. Arc/Info 검증을 위한 수치지적 도해

default값인 단정밀도(single precision)를 사용하였으며 수치지적 도해는 그림 2에 그리고 입력된 수치지적 좌표는 표 2에 나타나 있다.

표 2 에서 알 수 있듯이 수치지적부에는 각 필지의 수치좌표가 소수점이하 둘째자리까지 등재되어 있다. 수치지적은 수치지적부에 등재되어 있는 각 필지경계점의 수치좌표를 필지별로 입력하고 속성값을 부여하여 수치파일을 작성하여 LIS에서 활용하고 있다. 표 3 은 Arc/Info에서 출력된 좌표를 나타내고 있다. 표 3 에서 알 수 있듯이 편집작업시 체계 기능을 잘못 사용하여 수치지적부에 등재되어 있는 좌표와 부분적으

표 3. Arc/Info에서 출력된 좌표

단위 : m

구분	X	Y	구분	X	Y
1	100.000000	100.000000	14	90.769997	114.320000
2	100.120003	105.070000	15	89.559998	119.120003
3	100.209997	110.050003	16	85.190002	100.339996
4	100.089996	115.120003	17	84.769997	105.870003
5	100.250000	120.059998	18	85.120003	109.440002
6	95.349998	100.110001	19	85.889999	115.110001
7	95.209997	105.239998	20	84.199997	119.870003
8	95.379997	110.290001	21	80.209999	100.440002
9	95.639999	115.760002	22	80.489998	105.660004
10	95.320000	120.110001	23	79.110001	109.220001
11	90.220001	100.230003	24	79.949997	114.959999
12	89.879997	105.330002	25	80.489998	120.440002
13	90.110001	110.330002	-	-	-

로 둘째자리에서 틀리게 나타났다.

표 4. 입력좌표와 출력좌표사이의 좌표오차

단위 : m					
구분	ΔX	ΔY	구분	ΔX	ΔY
1	0.000000	0.000000	14	-0.000003	0.000000
2	0.000003	0.000000	15	-0.000002	0.000003
3	-0.000003	0.000003	16	0.000002	-0.000004
4	-0.000004	0.000003	17	-0.000003	0.000003
5	0.000000	-0.000002	18	0.000003	0.000002
6	-0.000002	0.000001	19	-0.000001	0.000001
7	-0.000001	-0.000002	20	-0.000003	0.000003
8	-0.000003	0.000001	21	-0.000001	0.000002
9	-0.000001	0.000002	22	-0.000002	0.000004
10	0.000000	0.000001	23	0.000001	0.000001
11	0.000001	0.000003	24	-0.000003	-0.000001
12	-0.000003	0.000002	25	-0.000002	0.000002
13	0.000001	0.000002	-	-	-

표 4의 좌표오차에서 X방향의 평균제곱근오차는 ± 1.96937E-6m, Y방향의 평균제곱근오차는 ± 1.87617E-6m 이었다. 표 4에서 발생한 오차의 원인을 파악하기 위하여 오차를 X, Y, XY에 대하여 임의로 분포시켜 입력값과 출력값을 비교하였다.

2.2 오차의 분포

Test field 에 대하여 작업자의 입력오류를 고려하

표 5. 오차의 분포크기

단위 : m			
Case	구분	ΔX	ΔY
A	2		-0.06
	9	0.01	0.03
	11	0.07	0.01
	13	0.01	
	18		-0.01
	20	0.09	-0.06
	22	-0.09	
B	3		-0.03
	11	-0.01	
	17		-0.06
	25	-0.09	
C	13	-0.01	0.03

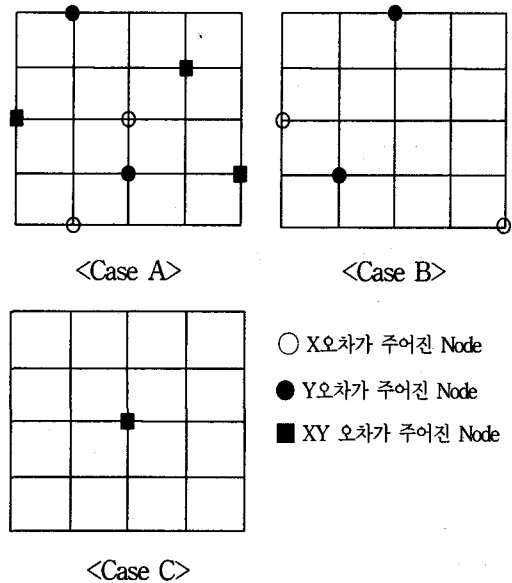


그림 3. 오차의 분포도

여 그림 3과 같은 3가지 경우로 오차를 분포시켰을 때 결과값을 비교·분석하였다. 이때 오차의 크기는 표 5에 나타난 것과 같이 0.01 ~ 0.09 m로 하였으며, X, Y 또는 XY에 대하여 임의로 분포시켰다. 또한 Arc/Info 커버리지(coverage)로 변환작업시 실시하는 Clean Parameter인 Dangle Length와 Fuzzy Tolerance는 각각 0.1로 하였다. 각 경우에 대해 입력

표 6. Case A인 경우의 점의 좌표

단위 : m					
오차가 발생한 점의 좌표					
구분	X	Y	구분	X	Y
1	100.000000	100.000000	14	90.769997	114.320000
2	100.120003	105.070000	15	89.559998	119.120003
3	100.209997	110.050003	16	85.190002	100.339996
4	100.089996	115.120003	17	84.769997	105.870003
5	100.250000	120.059998	18	85.120000	109.430000
6	95.349998	100.110001	19	85.889999	115.110001
7	95.209997	105.239998	20	84.199997	119.870003
8	95.379997	110.290001	21	80.209999	100.440002
9	95.639999	115.760002	22	80.489998	105.660004
10	95.320000	120.110001	23	79.110001	109.220001
11	90.290001	100.239998	24	79.949997	114.959999
12	89.879997	105.330002	25	80.489998	120.440002
13	90.120003	110.330002	-	-	-

표 7. Case B인 경우의 점의 좌표

단위 : m

오차가 발생한 점의 좌표

구분	X	Y	구분	X	Y
1	100.000000	100.000000	14	90.769997	114.320000
2	100.120003	105.070000	15	89.559998	119.120003
3	100.209999	110.019997	16	85.190002	100.339996
4	100.089996	115.120003	17	84.774590	105.809563
5	100.250000	120.059998	18	85.120003	109.440002
6	95.349998	100.110001	19	85.889999	115.110001
7	95.209997	105.239998	20	84.199997	119.870003
8	95.379997	110.290001	21	80.209999	100.440002
9	95.639999	115.760002	22	80.489998	105.660004
10	95.320000	120.110001	23	79.110001	109.220001
11	90.209999	100.230003	24	79.949997	114.959999
12	89.879997	105.330002	25	80.489998	120.440002
13	90.110001	110.330002	-	-	-

표 8. Case C인 경우의 점의 좌표

단위 : m

구분	X	Y	구분	X	Y
1	100.000000	100.000000	14	90.769997	114.320000
2	100.120003	105.070000	15	89.559998	119.120003
3	100.209997	110.050003	16	85.190002	100.339996
4	100.089996	115.120003	17	84.769997	105.870003
5	100.250000	120.059998	18	85.120003	109.440002
6	95.349998	100.110001	19	85.889999	115.110001
7	95.209997	105.239998	20	84.199997	119.870003
8	95.379997	110.290001	21	80.209999	100.440002
9	95.639999	115.760002	22	80.489998	105.660004
10	95.320000	120.110001	23	79.110001	109.220001
11	90.220001	100.230003	24	79.949997	114.959999
12	89.879997	105.330002	25	80.489998	120.440002
13	90.110001	110.330002	-	-	-

표 9. 각 경우별 반올림 오차

단위 : m

Case	구분	$\Delta X$	$\Delta Y$
A	2		0.00
	9	0.00	0.00
	11	0.07	0.01
	13	0.01	
	18		-0.01
	20	0.00	0.00
B	22	0.00	
	3		-0.03
	11	-0.01	
C	17		-0.06
	25	0.00	
	13	0.00	0.00

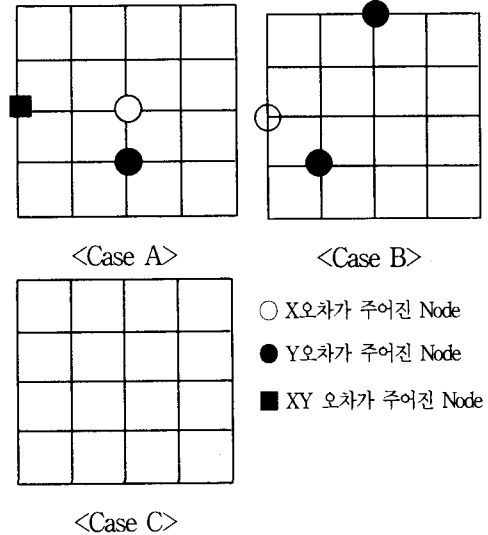


그림 4. 출력값의 오차분포도

된 점의 좌표는 표 6, 표 7, 표 8에 나타나 있다.

표 9는 앞의 각 경우별 좌표에 대해서 소수점 이하 셋째 자리에서의 반올림한 오차를 나타내고 있고 이를 오차의 분포도로 표시하면 그림 3과 같다.

그림 4에서 보는 바와 같이 각 경우별 오차의 발생을 보면 Case A에서는 11(X, Y), 13(X), 18(Y) 절점(node)에서 Case B에서는 3(Y), 11(X), 17(Y) 절점에서 그리고 Case C에서는 오차가 포함된 지점에서 오차가 전혀 나타나고 있지 않음을 알 수 있다. 또한 X, Y 좌표 모두에 오차를 준 경우에도 해당 절점에서 오차가 발생하고 있지 않음을 알 수 있다.

수치지적부에 등록된 필지별 좌표를 입력하여 Arc/Info의 자료기반으로서 변환구축하여 LIS에 이용한다. 수치지적의 경우 소수점 둘째자리까지 입력되며, 이에 대한 오차는 Arc/Info에서 단정밀도를 사용할 때, 소수점이하 둘째자리에서 발생하고 있음을 알 수 있다. 그러므로 소수점이하 셋째자리에서 반올림하여 계산한다 하더라도 실제 오차는 0.02 m를 초과하지 않는다는 것이다.

실제 유성구청의 경우 소수점이하 둘째자리에서 0.01 - 0.09 m 사이의 오차가 나타나는 것으로 조사되

었으며, 이를 고려하여 가상 오차를 분포시킨 결과 해당 지점에 오차가 생긴 경우와 생기지 않는 경우가 있었고 생긴 경우에도 주어진 오차의 범위를 크게 벗어나지 않았다. 또한 오차의 분포에 관계없이 오차는 오차가 없는 다른 절점에 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다.

또한, 입력좌표값과 출력좌표값사이의 X, Y에 대한 상관성이 없기 때문에 좌표값의 오차는 서로 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

### 3. 수치지적부의 검증

앞서의 소프트웨어의 오차발생의 특성을 바탕으로 실제 유성구 수치지적 지역에 대한 검증을 위치오차와 면적오차로부터 실시하였다. 수치지적부에 대한 좌표를 검증하기 위해서 그림 5에 나타난 바와 같이 유성구 어은동 104번지 일대의 수치지적의 입력좌표와 출력좌표를 비교하였으며 수치지적좌표는 표 10과 같다.

그림 6은 필지의 부호도를 나타내는 것으로 수치지적부에서는 한 필지별로 부호도에 따른 수치좌표가 기록되어 있으며, 이로부터 17번 절점의 좌표값은 104-4의 부호③, 104-5의 부호④, 104-12의 부호① 및 104-13의 부호②의 좌표값이 일치해야 함을 알 수 있다.

다음에서는 기존 체계에 구축되어 있는 자료의 좌표

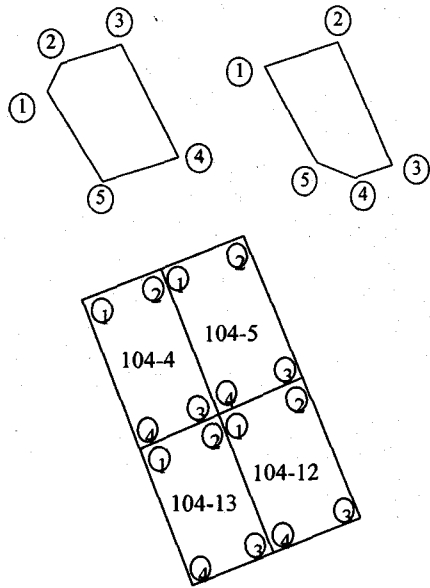


그림 6. 필지별 부호도의 예

값과 해당 지역의 수치지적부를 새로 입력하여 구축한 자료로부터 얻은 좌표값을 원 수치지적부의 좌표값과 비교함으로써 임의의 절점에 있어 수치지적부에 포함되어 있거나 입력시에 발생하는 오차에 따른 영향이 다른 절점에 어떻게 미치는지를 고찰하고자 한다.

표 10. 104블록의 수치지적 절점(Node)좌표

단위 : m

순번	X	Y	순번	X	Y
1	317894.24	231700.45	18	317895.85	231748.76
2	317898.79	231702.25	19	317891.76	231738.15
3	317901.77	231710.01	20	317887.69	231727.61
4	317905.84	231720.61	21	317883.64	231717.10
5	317909.91	231731.20	22	317879.90	231707.37
6	317913.98	231741.79	23	317865.52	231714.32
7	317918.03	231752.32	24	317863.62	231719.22
8	317922.10	231762.91	25	317865.50	231724.10
9	317926.17	231773.49	26	317869.57	231734.67
10	317930.24	231784.10	27	317873.64	231745.24
11	317932.78	231790.70	28	317877.72	231755.82
12	317930.97	231795.27	29	317881.80	231766.41
13	317915.89	231801.10	30	317885.87	231776.99
14	317912.10	231791.13	31	317889.93	231787.53
15	317908.02	231780.55	32	317894.02	231798.13
16	317903.97	231769.95	33	317896.61	231804.86
17	317899.92	231759.35	34	317901.11	231806.81

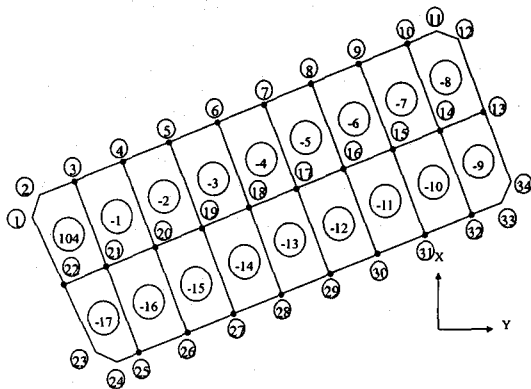


그림 5. 유성구 어은동 104 블록

표 11은 현재 구축되어 있는 어은동 104번지 일대의 좌표를 출력한 것이다.

표 11. 기 구축된 104블록의 출력좌표

단위 : m

순번	X	Y	순번	X	Y
1	317894.250000	231700.453125	18	317895.843750	231748.766625
2	317898.781250	231702.250000	19	317891.750000	231738.156250
3	317901.781250	231710.015625	20	317887.687500	231727.609375
4	317905.843750	231720.609375	21	317883.625000	231717.093750
5	317909.906250	231731.203125	22	317879.906250	231707.375000
6	317913.968750	231741.796875	23	317865.531250	231714.312500
7	317918.031250	231752.312500	24	317863.625000	231719.218750
8	317922.093750	231762.906250	25	317865.500000	231724.093750
9	317926.156250	231773.484375	26	317869.562500	231734.671875
10	317930.250000	231784.037500	27	317873.666250	231745.234375
11	317932.781250	231790.703125	28	317877.718750	231755.812500
12	317930.968750	231795.265625	29	317881.812500	231766.437500
13	317915.875000	231801.093750	30	317885.875000	231776.984375
14	317912.093750	231791.125000	31	317889.937500	231787.531250
15	317908.031250	231780.546875	32	317894.031250	231798.125000
16	317904.093750	231769.906250	33	317896.625000	231804.859375
17	317899.906250	231759.343750	34	317901.125000	231806.812500

표 12는 유성구 수치지적부와 기 구축된 체계의 출력좌표사이의 오차를 나타내는 것으로 16번 절점에 살펴보면 오차가 나머지 절점에 비해 크게 나타난 것을 알 수 있다.

표 12. 수치지적부와 기 구축된 체계의 출력좌표의 비교

단위 : m

■ 오차가 과대하게 발생한 점의 좌표

순번	X	Y	순번	X	Y
1	0.010000	0.003125	18	-0.006250	0.005625
2	-0.008750	0.000000	19	-0.010000	0.006250
3	0.011250	0.005625	20	-0.002500	-0.000625
4	0.003750	-0.000625	21	-0.015000	-0.006250
5	-0.003750	0.003125	22	0.006250	0.005000
6	-0.011250	0.006875	23	0.011250	-0.007500
7	0.001250	-0.007500	24	0.005000	-0.001250
8	-0.006250	-0.003750	25	0.000000	-0.006250
9	-0.013750	-0.005625	26	-0.007500	0.001875
10	0.010000	-0.006250	27	0.016250	-0.005625
11	0.001250	0.003125	28	-0.001250	-0.007500
12	-0.001250	-0.004375	29	0.012500	0.027500
13	-0.015000	-0.006250	30	0.005000	-0.005625
14	-0.006250	-0.005000	31	0.007500	0.001250
15	0.011250	-0.003125	32	0.011250	-0.005000
16	0.123750	-0.043750	33	0.015000	-0.000625
17	-0.013750	-0.006250	34	0.015000	0.002500

표 13은 새로 구축한 104 블록의 출력좌표를 나타내고 있다.

표 13. 새로 구축한 104블록의 출력좌표

단위 : m

순번	X	Y	순번	X	Y
1	317894.250000	231700.453125	18	317895.843750	231748.750000
2	317898.781250	231702.250000	19	317891.750000	231738.156250
3	317901.781250	231710.015625	20	317887.687500	231727.609375
4	317905.843750	231720.609375	21	317883.625000	231717.093750
5	317909.906250	231731.203125	22	317879.906250	231707.375000
6	317913.968750	231741.796875	23	317865.531250	231714.312500
7	317918.031250	231752.312500	24	317863.625000	231719.218750
8	317922.093750	231762.906250	25	317865.500000	231724.093750
9	317926.156250	231773.484375	26	317869.562500	231734.671875
10	317930.250000	231784.093750	27	317873.625000	231745.234375
11	317932.781250	231790.703125	28	317877.718750	231755.812500
12	317930.968750	231795.265625	29	317881.812500	231766.406250
13	317915.875000	231801.093750	30	317885.875000	231776.984375
14	317912.093750	231791.125000	31	317889.937500	231787.531250
15	317908.031250	231780.546875	32	317894.031250	231798.125000
16	317903.968750	231769.953125	33	317896.625000	231804.859375
17	317899.906250	231759.343750	34	317901.125000	231806.812500

표 14는 수치지적부의 좌표값과 새로 구축하여 얻은 출력 좌표값과의 오차를 나타내고 있다.

표 14. 새로 입력한 좌표와의 오차

단위 : m

■ 기 구축좌표와 새로 입력한 좌표간의 오차가 다르게 발생한 점의 좌표

순번	X	Y	순번	X	Y
1	0.010000	0.003125	18	-0.006250	-0.010000
2	-0.008750	0.000000	19	-0.010000	0.006250
3	0.011250	0.005625	20	-0.002500	-0.000625
4	0.003750	-0.000625	21	-0.015000	-0.006250
5	-0.003750	0.003125	22	0.006250	0.005000
6	-0.011250	0.006875	23	0.011250	-0.007500
7	0.001250	-0.007500	24	0.005000	-0.001250
8	-0.006250	-0.003750	25	0.000000	-0.006250
9	-0.013750	-0.005625	26	-0.007500	0.001875
10	0.010000	-0.006250	27	-0.015000	-0.005625
11	0.001250	0.003125	28	-0.001250	-0.007500
12	-0.001250	-0.004375	29	0.012500	-0.003750
13	-0.015000	-0.006250	30	0.005000	-0.005625
14	-0.006250	-0.005000	31	0.007500	0.001250
15	0.011250	-0.003125	32	0.011250	-0.005000
16	-0.001250	0.003125	33	0.015000	-0.000625
17	-0.013750	-0.006250	34	0.015000	0.002500

표 10, 표 11, 표 13에서 알 수 있듯이 같은 지역의 수치지적부의 좌표값으로 구축한 체계의 출력좌표값이 표 11의 기 구축되어 있는 체계 및 표 13의 새로 입력하여 구축한 체계의 좌표값과 비교하여 얻은 오차값이 표 14에서 보듯이 16, 18, 27, 29 절점에서 서로 다르게 나타나고 있다.

또한 유성구 수치지적의 필지좌표와 이를 새로 입력하여 출력한 좌표를 소수점이하 셋째자리에서 반올림하여 비교하고 이미 구축되어 있는 유성구 출력값과 비교하면 새로 입력한 경우 수치지적부와의 오차가 0.015 m 이하였으며, 기 구축된 체계의 출력 좌표값과 비교하면 0.12 m 이하의 오차를 나타내고 있다.

아울러 체계에서 사용되는 위상관계를 형성시킬 때 같은 위치를 나타내는 절점들에 대하여 그림 5에서 설명한 필지에 대한 절점의 부호도를 통하여 알 수 있듯이 만일 한 절점에 입력오류가 있다면 같은 값을 갖는 다른 필지의 부호의 좌표값에 따라 절점으로 일치시키는 과정에서 오차가 소멸되기도 함을 알 수 있다.

다음 표 15, 표 16은, 수치지적의 공부상의 면적과 기 구축된 자료의 면적 및 새로 입력한 자료의 면적차를 비교한 것이다.

또한 표 15의 경우 실면적과 기 구축된 필지의 면적차의 평균제곱근오차는  $\pm 0.2939 \text{ m}^2$  이고 표 16의 경우 실면적과 새로 구축한 필지의 면적차의 평균제곱근오차는  $\pm 0.1406 \text{ m}^2$ 이었다.

표 15 및 표 16 에서 알 수 있듯이 기 구축되어 있는 자료의 실면적과의 오차가 새로 구축한 자료와 실면적과의 오차보다 대체로 큰 값을 갖는 것으로 나타나고 있으며, 기 구축자료의 경우 과대 오차가 발생한 절점 16에서 다른 필지에 비해 면적의 오차가 더 크게 나타나고 있음을 알 수 있다.

지적자료는 각 필지의 면적 값이 민원인의 재산보호라는 중요한 의미를 갖고 있기 때문에 각 종 측량성과의 기준의 하나로 소위, 공차 범위라는 허용면적을 사용하고 있으며, 본 연구에서도 수치지적의 좌표 변환에 따른 면적의 정확도를 확인하는 기준으로 허용면적을 사용하였다. 본 연구에서 허용면적을 산정하

순번	지번	실제면적	기 구축 자료	면적차
1	104	211.0	210.8	-0.2
2	104-1	220.1	220.4	0.3
3	104-2	220.1	220.3	0.2
4	104-3	220.7	220.7	0.0
5	104-4	219.8	219.9	0.1
6	104-5	220.5	220.0	-0.5
7	104-6	220.7	220.7	0.0
8	104-7	221.0	220.9	-0.1
9	104-8	201.9	202.0	0.1
10	104-9	200.4	200.2	-0.2
11	104-10	220.1	219.9	-0.2
12	104-11	219.7	220.4	0.7
13	104-12	220.4	220.9	0.5
14	104-13	220.7	220.8	0.1
15	104-14	220.9	220.7	-0.2
16	104-15	220.1	220.0	-0.1
17	104-16	219.6	219.7	0.1
18	104-17	180.8	180.5	-0.3

표 15. 실면적과 기구축 자료의 면적오차  
단위 : m<sup>2</sup>

순번	지번	실제면적	새로 구축한 자료	면적차
1	104	211.0	210.9	-0.1
2	104-1	220.1	220.2	0.1
3	104-2	220.1	220.3	0.2
4	104-3	220.7	220.5	-0.2
5	104-4	219.8	219.7	-0.1
6	104-5	220.5	220.8	0.3
7	104-6	220.7	220.5	-0.2
8	104-7	221.0	220.9	-0.1
9	104-8	201.9	202.0	0.1
10	104-9	200.4	200.2	-0.2
11	104-10	220.1	219.9	-0.2
12	104-11	219.7	219.7	0.0
13	104-12	220.4	220.3	-0.1
14	104-13	220.7	220.6	-0.1
15	104-14	220.9	220.8	-0.1
16	104-15	220.1	220.0	-0.1
17	104-16	219.6	219.7	0.1
18	104-17	180.8	180.5	0.3

표 16. 실면적과 새로 구축한 자료의 면적오차  
단위 : m<sup>2</sup>



기 위하여 다음과 같은 식을 이용하였다.11)

$$A = 0.0023^2 M \sqrt{F} \quad (\text{식1})$$

여기서, A : 허용면적

M : 축척분모

F : 면적

다음 표 17은 위 허용면적을 구하는 식에 의한 각 지번별 허용오차를 나타내고 있다.

표 17. 각 지번 별 허용오차

단위 : m<sup>2</sup>

순번	지번	실제면적	허용면적	비교
1	104	211.0	3.84	
2	104-1	220.1	3.92	
3	104-2	220.1	3.92	
4	104-3	220.7	3.93	
5	104-4	219.8	3.92	
6	104-5	220.5	3.93	
7	104-6	220.7	3.93	
8	104-7	221.0	3.93	
9	104-8	201.9	3.76	
10	104-9	200.4	3.74	
11	104-10	220.1	3.92	
12	104-11	219.7	3.92	
13	104-12	220.4	3.93	
14	104-13	220.7	3.93	
15	104-14	220.9	3.93	
16	104-15	220.1	3.92	
17	104-16	219.6	3.92	
18	104-17	180.8	3.56	

표 17의 허용면적과 표 15 및 표 16의 면적차를 비교하여 보면 변환에 따른 두 경우 모두 허용면적에 포함되는 것으로 확인되었다.

#### 4. 비교고찰

이상의 연구를 통해서 볼 때 토지정보체계에서 수치지적도의 각 절점의 입력변환에 대한 오차를 분석해

본 결과 기 구축된 체계의 자료와 새로 구축한 자료가 서로 다르게 나타나는 것은 수치지적부의 입력과정에서 나타나는 오차에 대한 처리방식에서 차이가 있었으며, 과도한 오차가 포함된 것으로 확인된 절점 16 에서의 부호도에 따른 각 지번의 절점 좌표값을 비교해 본 결과 한 지번에서 수치지적부 자체의 오류가 있는 것으로 나타났다.

오류확인된 지적도면 수치파일에 대한 각 절점의 좌표를 구하여 수치지적부상의 실제 좌표값과 비교검토하거나 수치지적부가 갖는 부호도의 특성을 활용하여 오차가 있는 절점의 확인이 가능하며, 이러한 오차의 결과는 실제면적과 좌표변환에 의한 면적과의 면적차이로 나타남을 알 수 있었다.

수치좌표의 입력시 작업자의 입력 오류 중 큰 오차는 위치좌표나 면적차이를 통하여 쉽게 발견되나, 소수점 이하 자리의 작은 오차는 절점의 좌표를 모두 대조작업을 하지 않는 한 확인이 거의 불가능하였다.

이러한 문제점을 보완하기 위해서는 수치지적부의 작성을 수기로 작성하는 방법을 지양하고 구축된 자료에 의하여 직접 출력 또는 파일로 관리하는 방법으로 전환하여야 할 것으로 판단된다. 또한 체계구축시 수치지적을 입력할 때 배정밀도(double precision)를 사용하면, 변환된 좌표값이 입력값과 똑같은 값을 갖는 것으로 나타났다.

오차가 포함된 수치지적부의 경우 LIS 자료로 구축하기 위해 위상구조를 형성하는 과정에서 자동 소멸하거나 남아 있더라도 오차가 포함된 절점에서만 발생하며, 다른 절점에는 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

또한 좌표변환에 따른 각 필지별 허용면적과 비교하여 본 결과 기 구축된 자료의 각 필지별 면적오차와 새로 구축한 자료의 각 필지별 면적오차가 허용면적내에 모두 포함되는 것으로 나타나 두 경우 모두 좌표변환 자체에 의한 문제점은 없는 것으로 나타났다.

#### 5. 결론

수치지적도의 좌표변환에 대하여 위치오차 및 면적오

차에 관해 분석해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 작업자가 수치지적으로부터 체계에서 위상구조를 갖는 자료로 변환하는 과정에서 배정밀도(double precision)를 사용하지 않았거나, 입력 오류를 무시 또는 확인하지 않고 위상관계를 형성시킨 경우에 오차가 발생됨을 알 수 있었다.
- 2) 수치지적부 작성시의 기재오류(typing errors)와 체계내에서는 이들 오류로 인한 오차를 내포한 좌표값을 갖는 절점에서만 오차를 갖게되나 이 절점은 위상구조 형성과정에서 오차가 소멸되며 이로 인해 타 절점에 오차가 전파되지 않음을 알 수 있었다.
- 3) 수치지적도의 경우 좌표변환 과정에서 나타난 각 필지별 면적오차의 경우 지적법령에서 제시하고 있는 허용면적 오차범위 내에 포함되어 체계에서의 사용에 문제가 없음을 알 수 있었다.

## 참고문헌

1. 필지중심토지정보시스템 구축사업추진(1996), 내무부
2. 지적도면 수치화일화 작업규정 및 전산화에 관한 연구(1997), 내무부
3. 강태석(1994). 지적측량학, 형성출판사.
4. 강인준, 장용구, 박기태(1994), "토지정보체계에 있어서 토지대장 데이터베이스 구축", 한국측지학회지, 제12권 제2호, pp. 141-146.
5. Ewan Masters(1992), Digitization and Database Accuracy, GIS/LIS, vol.2, pp. 522-531.
6. Najeh, T.(1992), "Upgrading Boundary Information Obtained From Digitized Tax Maps for the Purpose of Creating a Digital Cadastral Overlay", URISA, vol. I, pp. 46-57.
7. 지적도면 전산화 시범시스템 개발보고서(1996), 내무부.
8. 지적도면전산화 시범사업 최종결과보고서(1997), 내무부

9. Gary J. H. and Michael F. G.(1993), "Managing Uncertainty in Spatial Databases : Putting Theory into Practice", URISA, vol. I, pp. 1-14.
10. 유복모(1996), 지형공간정보론, 동명사.
11. 지적관계법령집(1996), 대한지적학회, pp. 172-182.