

수치지도 상에 있는 시설물들에 대한 수평위치 정확도 평가

Evaluation of horizontal position Accuracy of Facilities in Digital Map

최승필* · 양인태** · 조지현***

Choi, Seung Pil · Yang, In Tae · Cho, Jee Hyun

要 旨

수치지도의 정확도가 사용자의 요구수준에 미치지 못할 경우 이는 무용지물이 될 것이며 막대한 국가예산을 낭비하는 결과를 가져올 수 있다. 이러한 정확도 문제를 해결하기 위해서는 명확한 수치지도의 축척별 위치정확도에 관한 규정이 빨리 이루어져야 하고, 수치지도의 정확한 정보를 사용자에게 제공함으로써 사용자가 각자의 GIS응용분야에 적합하게 수치지도를 사용할 수 있도록 해야한다. 이를 위해서는 다양한 작업방법에 의해서 제작된 기존의 수치지도에 대한 위치정확도의 평가가 요구되고 있다.

따라서 본 연구에서는 1:1,000, 1:5,000 축척의 수치지도상에서 수평위치의 정확도를 평가하기 위해서 Total Station 장비를 이용하여 현지에서 선정된 시설물의 수평위치를 측정하였으며, 이 결과를 이용하여 표준편차를 구하고 T-Test를 실시하여 편의(Bias) 존재의 유무를 확인하여 수평위치 정확도를 평가하였다.

ABSTRACT

The accuracy of Digital Map does not meet the user's expectation, including the many errors caused while producing the project, this will be useless resulting waste of enormous national budget. To solve this Accuracy problem, clear regulations about the position accuracy of scaled Digital Map should be set immediately and provide the users with accurate information about Digital Map enabling the users to use Digital Map for each GIS application field. For this reason, the position accuracy evaluation of existing Digital Maps produced in diverse methods is on demand.

In this study, therefore, we performed horizontal position survey of local selected Facilities Total Station equipment to evaluate the horizontal position accuracy of 1:1,000, 1:5,000 scaled Digital Map, obtained standard deviation using the results, performed T-Test to confirm the presence of bias and evaluated the position accuracy of Digital Map.

* 관동대학교 토목공학과 교수 · spchoi@kwandong.ac.kr

** 강원대학교 토목공학과 교수

*** (주)토원 GIS사업부 과장

1. 서론

현재 우리 나라는 GIS의 응용 분야가 다양해지면서 국가 차원에서 많은 예산을 투입, 국가기본도인 수치지도를 작성하고 있다. 그러나 수치지도를 제작하는 과정에 있어서 복잡한 작업 공정과 다양한 작업 환경, 초기 경험 미숙에 따른 세부작업 규정의 모호함, 제작자의 기술수준의 차이 등에 의해서 수치지도상에 오류가 상당수 포함되어 있다. 이에 따른 수치지도의 정확도 문제가 제기되고 있다. 이러한 수치지도의 정확도가 사용자의 요구수준에 미치지 못할 경우, 이는 무용지물이 될 것이며 막대한 국가 예산을 낭비하는 결과를 가져올 수 있다. 국민들은 국가에서 제작된 수치지도의 정확도에 대하여 검증할 능력을 가지고 있지 못하며, 또한 국가를 신뢰하고 아무런 의심 없이 사용할 것이 예상되는 바 이를 바탕으로 제작된 지리정보체계도 역시 부정확한 것이 될 것이다. 이는 그 자체만으로도 막대한 경제적 손실을 가져옴은 물론이고 잘못된 판단을 사용자가 내리게 됨으로써 제 2, 제3의 손실을 가져오게 될 것이다. 따라서 국가는 작성된 수치지도의 정확한 정보를 사용자에게 제공함으로써 사용자가 각자의 GIS응용 분야에 적합하게 수치지도를 사용할 수 있도록 해야한다. 이를 위해서는 다양한 작업 방법에 의해서 제작된 기존의 수치지도에 대한 위치정확도의 평가가 요구되고 있다.

따라서 본 연구에서는 1/1,000, 1/5,000축척의 수치지도상에서 수평위치의 정확도를 평가하기 위해서 Total Station (SET4B) 장비를 이용하여 현지에서 선정된 시설물에 대하여 실측한 측량성과와 수치지도상에서 대응되는 시설물의 수평위치를 측정하여 편차를 구하였으며, 이 결과를 이용하여 T-Test를 실시하여 편의(Bias) 존재 유무를 확인하여 위치 정확도를 평가 하였다.

2. 평가방법

수치지도의 위치정확도를 평가하기 위해서 선정된 대상물에 대하여 Total Station을 이용하여 현지측량을 하였으며 이 측량결과를 통해 현재 우리나라의 국

가기본도로 제작되고 있는 축척 1:1,000, 1:5,000 수치지도의 위치정확도를 평가하였다.

대상점에 대한 현지측량결과와 대응하는 수치지도상의 수평위치 사이의 차이를 계산한 자료를 SPSS7.5 프로그램을 이용하여 통계처리하고 편차평균, 표준편차 및 실험-T값을 구하였다. 이론-T값은 T-분포표에서 자유도와 유의수준을 이용해서 구하며, 표준편차를 이용하여 원형오차를 계산한다. 편의가 존재할 경우 원형오차 값을 수정하여 최종 수평위치 정확도를 평가하였다.

이상의 과정을 흐름도로 나타내면 그림 1과 같다.

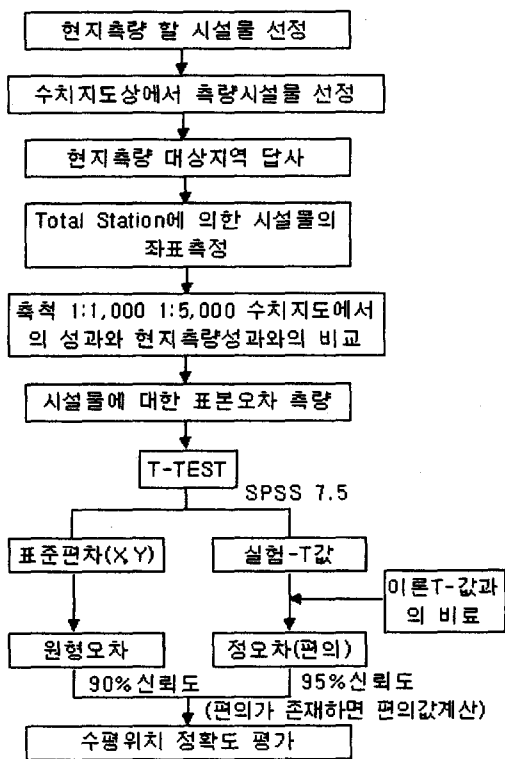


그림 1 평가흐름도

3. 수평위치 측정

3.1. 대상지역 및 시설물 선정

본 연구에서는 1:1,000, 1:5,000 축척의 수치지도

가 이미 제작되어 있고 비교적 도시계획이 잘되어 있는 강릉시 포남동 지역을 연구 대상지로 선정하였다. 또한 현장에 있는 시설물과 대응되는 수치지도상에 나타난 시설물을 서로 비교하여 수치지도의 위치정확도를 평가하는 것이 주된 내용이므로 현지답사를 통하여 수치지도상에서 선택한 점들이 현장에 모두 존재하는 지역을 측정대상으로 하였다. 현장에서의 실제 측정은 측량을 하는데 장애가 되지 않는 것 중에서 현장에 존재하는 건물 모서리, 도로 경계점, 우수맨홀, 통신맨홀을 대상으로 실시하였다.

3.2. 현지 측량

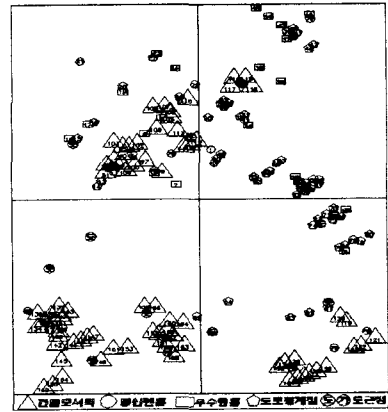
현장에서 시설물의 위치를 측정하기 위해 SOKKIA사의 Total Station(SET4B)을 사용하였으며 이 기기의 관측정확도는 $\pm(5\text{mm}+3\text{ppm})\text{m.s.e}$ 이다. 그림 2(a)는 시설물들의 위치를 구하기 위하여 1:1,000 수치지도에서 선정된 우수맨홀 20개, 통신맨홀 8개, 도로경계점 52개, 건물모서리 72개의 전체적인 분포상태와 기준으로 삼기 위한 도근점 15개, 가도근점 6개의 분포상태를 나타낸 것이며 그림4-2(b)는 1:5,000 수치지도에서 도로경계점 45개의 분포상태를 나타낸 것이다.

그림 2(a, b)는 대상지역의 시설물에 대한 모든 레이어를 OFF한 상태이다.

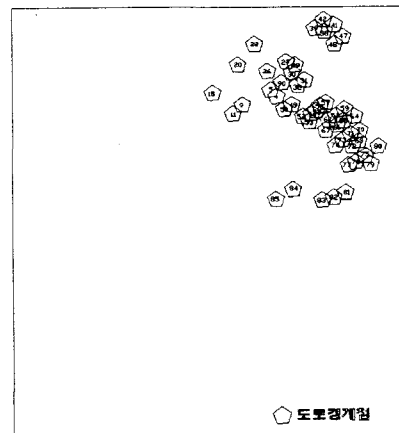
본 연구의 처음 계획에서는 삼각점을 이용한 기준점 측량을 실시하여, 각 점들의 좌표값을 비교하려고 하였다. 그러나 삼각점들의 현지조사를 나가게 되면 관리를 소홀하게 하여 삼각점이 파손되거나 삼각점들이 있어야 할 위치에 존재하지 않은 경우가 많았다. 그리고 현지에서 이러한 측량을 하기 위해서는 한 도엽 내에 이러한 삼각점들이 고르게 분포하고 있어야 하나, 축척 1:5000 수치지도 한 도엽에는 1개의 삼각점도 없는 경우가 많았다. 따라서 삼각점을 이용하여 구한 도근점의 좌표를 이용하였다.

여기서 도근점은 도근점 표석대장에 있는 TM좌표를 이용하여 수치지도상에서 위치를 결정하였으며 가도근점은 기존의 도근점을 이용하여 TM좌표를 현장에서 구하여 이 좌표로 수치지도상에서 위치를 결정하

였다.



(a) 1:1,000



(b) 1:5,000 도로경계점

그림 2 (a, b). 측량대상점들의 분포

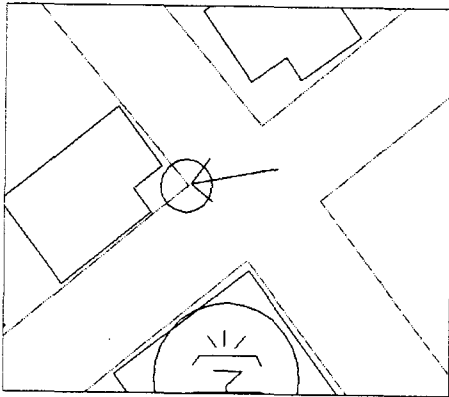
3.3. 수치지도상에서의 좌표 측정

본 연구에서 사용하는 시설물들은 우수맨홀, 통신맨홀, 건물모서리 그리고 도로 경계점 들이다. 그러나 수치지도는 실제 지형지물의 형상을 단순화하여 표현하였기 때문에 수치지도에서 현장에서의와 같은 정확한 위치의 측정 대상점을 찾는 데에는 많은 문제점들이 있다.

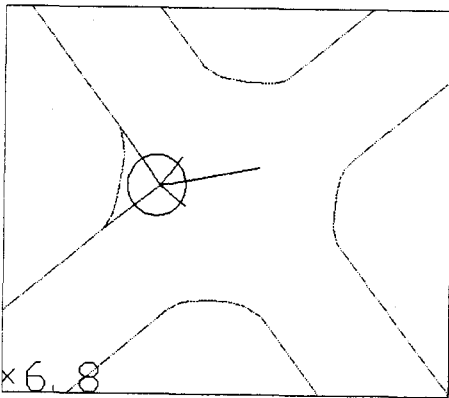
현장에서는 도로와 인도를 경계한 경계선이 존재하지만 실제 현장에 존재하는 인도가 1:5,000 축척의 수치

수치지도 상에 있는 시설물들에 대한 수평위치 정확도 평가

지도에서는 나타나 있지 않은 경우가 많다. 그리고 실제 축척 1:1,000과 축척 1:5,000 수치지도를 비교하였을 때 실제 똑같은 도로의 모서리부분이 서로 다르게 표현되어 있기 때문에 실제 측량은 그림 3과 같이 도로와 다른 차도의 도로가 만나는 교차점을 택하여 측량을 하였고 수치지도상에서도 그 교차점을 찾기위하여 임의의 가상점을 만들어서 측정하였다.



(a) 1:5,000



(b) 1:1,000

그림 3. 실제교차점과 동일한 가상점

최근에는 항공사진측량, 현지측량 등 직접현장으로부터 획득한 자료를 이용하여 수치지도를 제작하므로 고도의 지형정보 자료를 얻을 수 있으나 종래에는 종이 지도를 스캐닝하여 수치지도를 만들게 되는데 대상물의 상태에 따라서 수치지도의 질이 크게 좌우된다. 수치지도상에서의 좌표측정은 AutoCAD R14를 이용하였으며 AutoCAD상에서 측량지역에 해당하는 수치

지도를 Display하여 현장과 동일한 위치에 해당하는 시설물을 수치지도에서 찾아내고 이 점에 대한 좌표값을 측정하였다.

그림 4는 수치지도상에서 AutoCAD R14의 List 명령어를 사용하여 좌표값을 얻는 것을 보여주고 있다.

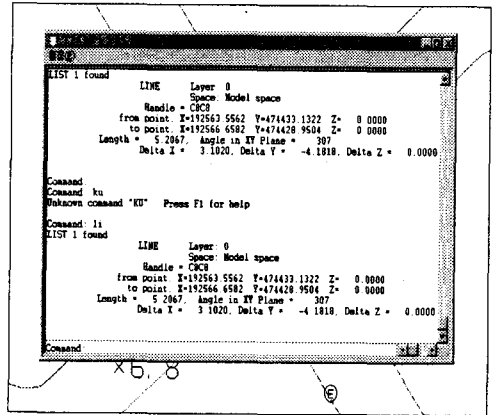


그림 4. AutoCAD R14에서의 좌표측정

3.4. 현지측량과 수치지도상에서의 결과 비교

Total Station을 이용하여 현지측량에서 얻어진 측량성과와 수치지도상에서 얻어진 성과를 비교하여 각 도엽별로 편차를 나타낸 것이 표 1(a, b, c, d, e)이다.

4. 정확도 평가

4.1. 원형오차

수평적 정확도는 지정된 신뢰도 수준에서 원형오차로 표시된다. 수평적 오차는 2개의 중심을 가진 타원분포로 나타낼수 있으며 타원분포는 다음의 공식을 이용하여 원분포로 변환 할 수 있다.

$$\sigma_c = \pm \sqrt{\frac{(\sigma_x^2 + \sigma_y^2)}{2}} \quad (1)$$

90% 신뢰도수준에서 원형오차를 논하는 것이 일반적이기 때문에, 원형 표준오차에 2.1460을 곱해야 하며, 90% 신뢰도 수준에서 언급된 원형오차를 원형 지도

정확도기준 (Circular Map Accuracy Standards)이라고 한다.

$$CMAS = \pm 2.1460 \sigma_c \quad (2)$$

CMAS는 수치지도의 수평적 정확도를 논하는데 사용된다. 90%신뢰도 수준에서의 수평적 정확도란 지도상의 각 지점들의 90%이상 이 그 참값들로부터 허용오차 범위 내에 있다는 것을 의미한다.

이러한 수평 위치정확도 즉, 원형오차는 x, y 두 방향에서 표준편차를 계산하여 90% 신뢰도 수준에서 구하였다. 1:1,000 수치지도에서 도엽별 특징을 비교하기 위해 전체적인 원형오차를 구하기 전에 4개 도엽 각각에 대하여 원형오차를 구하고 축척별 특징을 비교하기 위해 축척 1:1,000 도엽과 1:5,000 도엽에 대하여 각각 원형오차를 구한 것이 표 2이다.

표 1. 실측좌표와 수치지도상에서의 좌표비교
(a) 378042453 도엽(1:1,000) (단위:m)

측점	편차		측점	편차	
	x	y		x	y
1	-2.382	-0.304	24	-0.714	-1.165
2	-0.663	-0.938	25	1.4621	0.038
3	-1.914	-1.331	26	-0.068	0.111
4	-0.345	0.203	27	-0.285	-0.817
5	-1.684	0.968	28	-0.183	-0.204
6	-0.125	-0.695	29	-0.416	-0.583
7	0.216	0.299	30	-0.244	-1.016
8	1.291	-2.362	31	0.234	-0.493
9	0.989	-1.484	32	-0.716	-0.822
10	-0.495	0.434	33	-0.382	-0.543
11	-0.719	-0.928	34	-0.067	-0.951
12	0.255	0.095	35	0.076	-1.283
13	-0.272	-1.613	36	0.053	-0.388
14	-0.905	-1.465	37	-0.272	-1.350
15	0.431	-1.188	38	2.333	1.642
16	-1.717	-0.622	39	-0.459	-0.221
17	-1.868	-0.701	40	0.092	-0.078
18	-1.020	-2.142	41	-1.226	-0.140
19	-0.304	-0.782	42	-0.745	-0.782
20	2.183	-0.771	43	-0.345	-0.294
21	1.420	0.234	44	-0.281	-0.411
22	0.725	-0.541	42	-0.896	-1.670
23	0.614	-1.451			

(b) 378042454 도엽 (1:1,000) (단위:m)

측점	편차		측점	편차	
	x	y		x	y
1	-0.555	-0.611	23	-0.452	-0.599
2	-0.533	-0.066	24	-0.573	-0.051
3	-0.544	-0.453	25	-1.009	-0.434
4	-1.021	-1.404	26	-0.972	-0.645
5	-0.463	-1.042	27	1.520	0.756
6	0.428	-0.409	28	0.925	-2.803
7	0.095	-1.812	29	-0.316	-1.357
8	-1.058	0.251	30	-0.153	-0.274
9	-0.453	0.005	31	0.788	0.571
10	1.876	1.527	32	1.178	1.450
11	-0.721	0.409	33	-0.812	-0.531
12	-0.991	-0.580	34	-1.040	0.247
13	-0.885	-0.500	35	-1.465	-0.310
14	-0.159	-0.948	36	-2.197	-0.398
15	-0.349	-2.127	37	0.299	-0.127
16	0.734	0.388	38	-0.251	0.207
17	0.356	-0.517	39	-1.105	-0.321
18	-1.003	-0.127	40	-0.916	-0.524
19	-1.443	-0.621	41	0.681	-0.303
20	-0.106	1.579	42	-1.103	-0.333
21	-0.271	0.018	43	0.048	-1.408
22	-1.272	-0.239	44	-0.264	-0.053

(c) 378042463 도엽(1:1,000) (단위:m)

측점	편차		측점	편차	
	x	y		x	y
1	-0.677	2.390	20	0.775	-1.312
2	1.214	-2.558	21	0.528	0.757
3	-1.014	2.937	22	0.765	-1.558
4	-0.388	-2.066	23	0.374	0.117
5	-0.204	0.209	24	1.569	-2.063
6	0.712	-0.504	25	0.006	-0.090
7	0.139	0.402	26	0.648	-0.582
8	-0.539	0.020	27	0.380	0.401
9	1.770	-0.414	28	0.356	0.668
10	0.034	-0.077	29	-0.586	0.927
11	0.603	0.092	30	0.187	-0.201
12	0.317	0.271	31	0.110	0.713
13	-0.207	-0.123	32	0.034	0.988
14	0.806	2.177	33	0.168	0.539
15	1.002	-1.687	34	-1.014	-0.217
16	-2.468	-0.205	35	0.387	0.602
17	1.810	2.413	36	-0.604	0.248
18	-2.050	-2.933	37	0.403	0.294
19	-2.045	0.293	38	-0.021	0.483

수치지도 상에 있는 시설물들에 대한 수평위치 정확도 평가

(d) 378042464 도엽(1:1,000)

(단위:m)

측점	편차		측점	편차	
	x	y		x	y
1	-0.787	0.027	14	1.260	-0.554
2	-0.178	-0.489	15	0.409	-0.151
3	0.409	0.065	16	1.001	-0.227
4	-0.280	0.365	17	0.069	-0.543
5	0.008	-1.286	18	0.434	-0.235
6	0.650	-0.383	19	0.583	-0.198
7	0.414	0.194	20	0.256	-0.401
8	0.180	-0.732	21	0.905	0.387
9	0.932	-0.083	22	0.381	0.026
10	-0.635	0.135	23	-0.271	-0.306
11	0.401	1.152	24	0.010	-0.188
12	1.246	-0.909	25	-0.091	-1.003
13	-0.547	0.011			

(e) 37804097 도엽(1:5,000)

(단위:m)

측점	편차		측점	편차	
	x	y		x	y
1	0.171	-2.281	24	2.066	5.828
2	0.274	-2.483	25	1.161	-1.278
3	-0.030	-1.980	26	-1.462	-2.832
4	1.681	0.552	27	-2.273	-1.961
5	-2.827	5.379	28	-0.921	-1.800
6	-1.958	0.221	29	-1.645	-0.918
7	-0.734	-0.347	30	-1.192	-0.582
8	-1.803	2.436	31	0.042	-1.086
9	-0.853	1.695	32	-1.810	-0.720
10	-1.424	2.999	33	-0.398	-1.181
11	-1.415	0.603	34	-1.104	-0.158
12	0.199	0.410	35	0.472	-0.316
13	1.368	2.776	36	-0.181	0.676
14	0.806	2.177	37	-0.478	-0.478
15	1.002	-1.687	38	0.289	0.576
16	-2.468	-0.205	39	-2.931	-1.389
17	1.810	2.413	40	-1.561	-0.435
18	-2.050	-2.933	41	0.352	-0.338
19	-2.045	0.293	42	-0.158	-0.993
20	-2.016	1.756	43	0.735	-0.140
21	0.920	3.630	44	-2.423	4.363
22	-4.242	-1.000	45	-1.152	4.329
23	-0.956	1.286			

90% 신뢰도 수준에서 원형오차가 가장 큰 것은 1:1,000 도엽에서 ±1.903m이고 가장 작은 것은 ±1.136m이며, 전체적으로 ±1.828m로 나타났다. 그리고 1:5,000 도엽에서는 ±3.915m로 1:1,000 도엽보다 ±2.087m정도로 나타났다.

이러한 원형오차는 삼각점이 아닌 도근점 좌표만을 이용하여 현지시설물을 측정 하였고 또한 편협된 몇 도엽만을 적용 대상으로 해서 다소 크게 발생할 수 있다고 생각된다.

4.2. 정오차

오차분석 및 통계실험을 하는 목적은 검정하고자 하는 함수가 어떤 표본에 대해 일정한 표준편차를 가진 정규분포처럼 지정된 매개변수 값을 가진 모집단에 포함된다는 가설에 부합되는지 여부를 판단하

는 것이다.

통계실험에서 가장 기본적인 사항은 검정하고자 하는 모집단의 모수에 대하여 가설을 설정하는 것인데, 가설은 항상 귀무가설과 대립가설의 2가지로 설정하며 표본관찰 또는 실험을 통하여 귀무가설과 대립가설 중에 하나를 선택하는 과정이라고 할 수 있다.

두 가설은 각각의 경우에 따라서 결정되어 지는데 모수에 대한 가설중에서 “항상 간단하고 구체적인 표

표 2. 수치지도의 상의 시설물 원형오차 (단위:m)

측척별	도엽번호	측점수	평균		표준편차		원형오차 (CMAS)
			X	Y	X	Y	
1:1,000	전체	152	-0.103	-0.311	±0.837	±0.866	±1.828
	378042453	45	-0.208	-0.633	±0.991	±0.768	±1.903
	378042454	44	-0.353	-0.330	±0.836	±0.852	±1.811
	378042463	38	0.066	0.031	±0.685	±1.047	±1.899
	378042464	25	0.270	-0.214	±0.555	±0.502	±1.136
1:5,000	37804097	45	-0.692	0.331	±1.421	±2.153	±3.915

표 3. 수치지도상에 있는 대상점의 정오차

(단위:m)

축척	구분	표본수	X		Y		편의(β)	
			실험-T	이론-T	실험-T	이론-T	x	y
1:1,000	전체	152	-1.513	1.960	-4.424	1.960	-	-0.286
	378042453	45	-1.405	2.016	-5.531	2.016	-	-0.539
	378042454	44	-2.800	2.017	-2.569	2.017	-0.300	-0.171
	378042463	38	0.589	2.025	0.181	2.025	-	-
	378042464	25	2.438	2.060	-2.133	2.060	0.216	-0.171
1:5,000	37804097	45	-3.268	2.016	1.030	2.016	-0.589	-

현"을 귀무가설로 설정한다.

위치정확도 시험을 통해 검정된 두 개의 매개변수, 즉 평균과 표준오차는 표본에서 도출되며, 이론적 기대치를 가진 확률변수가 된다. 따라서 귀무가설로 삼은 두 개의 변수에 대한 이론적 기대치를 공식화하는 것과 가설시험을 통해 이론적 값과 실험값을 비교하는 것이 가능하게 된다. 확률추출에서 평균오차의 이론적 기대치는 0이며, 표준편차의 이론적 기대치는 최대오차가 된다.

편의라고도 불리는 정오차는 동일한 크기와 방향을 가지는 수치지도상의 지형지물의 위치특성을 나타낸다. 만약 표본의 정확도가 오직 부정오차에 의해서만 영향을 받는다면, 표본 오차평균의 이론적 기대치는 0이된다. 반대로 만약 공간자료가 시스템 오차에 의해 영향을 받는다면, 그 값은 0이 아니라 표본오차평균이 될 것이다.

이론적 평균 μ_0 와 표본평균 S_x 가 같다는 조건 하에서 이론적 평균과 표본평균을 비교하는 확률 변수는 다음과 같이 정의된다.

$$T = \frac{(\delta x - \mu_0)}{S_x} \sqrt{n} \quad (3)$$

여기서 μ_0 는 이론적평균, δ_x 는 표본평균, S_x 는 표준편차 그리고 n은 측정수이다.

귀무가설에서 확률변수에 대한 각각의 결과는 지정된 개연성을 갖는다. 각각의 가설시험에 앞서 기각요인이 결정된다.

시험의 목적은 두 개의 평균이 같은지 여부를 결정하는 것이다. 만약 $|T_x| \leq T_{n-1, \alpha}$ 이거나, 표본

통계 T_x 의 절대값이 이론적 통계값보다 작으면, 편 의가 없는 것으로 받아들여도 좋다. 즉 귀무가설이 참으로 받아들여진다.

따라서 정오차 계산은 편의의 존재여부를 파악하기 위해 95% 신뢰도 수준에서 각 실험에 사용된 표본 수에 따라 정해지는 자유도(n-1)에 의하여 T-분포표 상에서 이론-T값을 구하고, (4)식의 실험-T값과 비교하여 편의(β) 존재여부를 확인 하였다.

$$T_x = \frac{\delta_x}{S_x} \sqrt{n} \quad (4)$$

이것을 각 도엽별로 계산하여 나나 낸 것이 표3 이다. 1:1,000 수치지도의 95% 신뢰도 수준에서 전체적으로 y방향으로 음의 편의를 나타내었으며 도엽별로 살펴 보면 378042453 도엽에서 y방향으로 음의 편의가 발생하였으며 378042454도엽에서는 x방향과 y방향에서 음의 편의가 발생하였다. 그리고 378042464 도엽에서 x방향으로 양의 편의가 y방향에서는 음의 편의가 발생한 것으로 나타났다. 그러나 세부적으로 살펴보면 4개 도엽 중 3개 도엽에서 편의가 발생하였다. 따라서 그 영향이 전체적으로 전파되어 전체도엽에서도 음의 편의가 발생되었다고 생각된다.

1:5,000 수치지도도 95% 신뢰도 수준에서 x방향으로 음의 편의가 나타났다.

4.3. 수평위치 정확도 평가

유의확률 P값을 계산하고 이것을 유의수준과 비교 하여 이 유의수준보다 작은 경우 귀무가설을 기각하고 클 경우 귀무가설을 채택하였다.

표 4. 도엽별 수평위치 정확도

(단위:m)

축척	도엽번호	표본수	편의값(β)		유의확률(P)		최종 원형오차
			X	Y	x	y	
1:1,000	전체	152	-	-0.286	0.132	0.000	± 2.161
	378042453	45	-	-0.539	0.167	0.000	± 2.489
	378042454	44	-0.300	-0.171	0.008	0.014	± 2.434
	378042463	38	-	-	0.559	0.858	± 1.899
	378042464	25	0.216	-0.171	0.023	0.043	± 1.553
1:5,000	37804097	45	-0.589	-	0.002	0.309	± 4.470

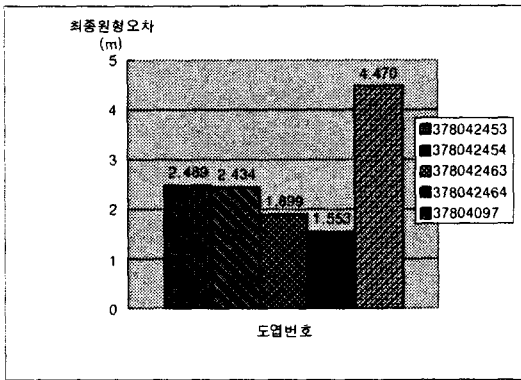


그림 5. 수평위치 정확도 분포도

귀무가설을 기각한 경우 편의가 있는 것으로 보고 표준오차평균, 실험-T값, 평균편차를 이용하여 편의(β) 값을 구하였으며 이 값을 표준편차에 반영하여 수정된 최종원형오차를 산출한 결과가 표 4이며 이것을 그래프로 나타낸 것이 그림 5와 같다.

각 축척별로 살펴보면 1:1,000 수치지도에서 반영된 최종원형오차가 가장 적게 나타난 도엽에서는 $\pm 1.553m$, 가장 크게 나타난 도엽에서는 $\pm 2.489m$ 이며 전체적으로 $\pm 2.161m$ 로 나타났다.

95% 신뢰도 수준에서 편의가 나타나지 않은 것은 378042463 도엽이며, 378042453 도엽은 y좌표방향에서 $-0.539m$, 378042454 도엽은 x방향에서 $-0.300m$, y방향에서 $-0.171m$, 78042464 도엽은 x 좌표방향에서 $0.216m$, y좌표방향에서 $-0.171m$ 의 편의가 발생하였다.

전체적으로 4개도엽 중 3개 도엽에서 편의가 발생하였는데 그 영향이 전체적으로 미쳐 y좌표방향에 $-0.286m$ 의 편의가 발생하였다.

이 편의의 영향으로 원형오차 $\pm 1.828m$ 가 최종적으로 $\pm 2.161m$ 로 나타났다. 따라서 편의를 제거하거나 보정한 경우 $0.333m$ 의 오차를 줄일 수 있다고 생각된다. 그리고 1:5,000 수치지도에서의 최종원형오차도 y방향에서 $-0.589m$ 의 편의가 발생하여 원형오차 $\pm 3.915m$ 가 최종적으로 $\pm 4.470m$ 로 나타났으며 이 편의를 제거하거나 보정할 경우 $0.555m$ 의 오차를 줄일 수 있다.

5. 결론

현지에 있는 시설물을 실측한 측량성과와 수치지도상에 대응되는 시설물의 수평위치를 측정한 결과를 이용하여 편차를 구하고 통계분석을 하여 수치지도의 수평위치 정확도를 평가한 결과 다음과 같다.

- 1:1,000 수치지도의 수평위치 정확도는 90% 신뢰도 수준에서 원형오차가 선진외국에서 규정하는 원형오차한계 보다 다소 크게 나타났으며, 1:5,000 수치지도에서는 선진외국에서 규정하는 원형오차한계 보다 훨씬 양호하게 나타났다.
- 95% 신뢰도 수준에서 축척 1:1,000 수치지도에서는 Y좌표 방향에서 $-0.286m$, 축척 1:5,000에서는 X좌표 방향에서 $-0.589m$ 의 편의가 발생한 것으로 나타났으며 이 편의를 제거하거나 보정할 경우 1:1,000 수치지도에서 $0.333m$, 1:5,000 수치지도에서 $0.555m$ 의 정확도 향상이 기대된다.
- 수치지도의 정확도 향상은 정밀한 정확도 평가를 통해 오차발생요인인 편의를 제거할 수 있는 방법을

모색하는 것이 시급한 과제라고 생각된다.

study, INT. J. Geographical Information Systems, VOL 4, NO. 4, 1990, pp385~398.

참 고 문 헌

1. 국립지리원, 수치지도 위치정확도에 관한 연구, 1998.
2. 국토개발연구원, 수치지도의 정확도 향상방안 연구, 1997.
3. 유복모, 권 현, 표명영, "지형공간정보체계를 위한 수치지도의 정확도 평가 및 검증", 한국지형공간정보학회지, 제3권 제1호, 1995, pp.123~137.
4. 김은모, 수치지도에서의 상대거리 관측 및 정확도 평가, 아주대학교 대학원 석사학위논문, 1998.
5. 이현직, 박홍기, 이강원, " 1:1,000 및 1:5,000 수치지도의 위치정확도 검증 " 한국지형공간정보학회지, 제6권 제1호, 1998, pp117~128.
6. 전제홍, 지도입력방법에 의한 수치지도의 위치정확도 분석, 충남대학교 대학원 석사학위논문, 1994.
7. 양인태, 김동문, 조홍목, "준공도면에 의한 수치지도의 갱신에 관한 연구", 대한토목학회논문집, 제20권 제2-11호, 2000, pp121~127.
8. 이현직, 최석근, 신동빈, 박경열, "국가기본도 수치지도제작 데이터베이스의 품질 확보에 관한 연구", 한국측지학회지, 제15권 제1호, 1997.
9. 유복모, 디지털측량공학, 박영사, 2002, pp679~701.
10. Paul R.wolf, charles D.Ghilani, Adjustment Computations, 1996, pp53~80.
11. Khagendra Thapa, John Bossler, "Accuracy of Spatial Data Used in Geographic Information Systems", P.E&R.S., Vol.58, No.6, 1992, pp835~841.
12. D. C. Merchant, Spatial Accuracy Specification for Large-Scale Topographic Maps, PE&RS, VOL, 53, NO.5, 1987, pp958~961.
13. R. Dunn. A. R. Harrison, and J. C. White. Positional accuracy and measurement error in digital databases of land use : and empirical