

국가측지좌표계 전환에 따른 변환계수 결정 및 도시기반정보 데이터베이스 변환 -원주시를 대상으로-

Transformation UIS DB and Determination of Coordinates Transformation Coefficients for Wonju City with Translation of Nation Geodetic Datum

이현직¹⁾ · 유지호²⁾

Lee, Hyun Jik · Ru, Ji Ho

Abstract

With the use of world geodetic system, the UIS DB of WonJu City, which was established on Korea coordinate system, becomes to face the need of coordinates transformation. However, the UIS DB of WonJu City is based on dualistic control points of Korea geodetic system, which means the coordinates system is not standardized. Therefore it is required to establish a plan for transformation into world geodetic system. For this purpose, we calculated coordinate transformation coefficients per control point data of Korea geodetic system and verified the accuracy of transformation coefficients. Through the process, we propose a plan for transforming the coordinate system of UIS DB in WonJu City, which has been based on dualistic control point data of Korea geodetic system, efficiently into the world geodetic system.

Keywords : Korea geodetic system, world geodetic system, control point data

초 록

측량법 개정으로 세계측지계를 전면 사용하게 됨에 따라 기존 한국측지계로 구축된 원주시 UIS DB의 좌표 변환을 수행해야 한다. 그러나 원주시는 한국측지계의 구성과와 신성과로 이원화된 기준점 성과를 이용하여 지형공간정보 자료가 구축되어 있어 좌표체계가 통일되어 있지 않음으로 각 기준점 성과에 대한 세계측지계 변환 방안이 요구된다. 이에 본 연구에서는 한국측지계의 기준점 성과별 좌표변환계수를 산출하고, 변환계수에 대한 정확도를 검증하여 한국측지계상 이원화된 원주시 도시기반정보 DB를 효과적으로 세계측지계로 전환할 수 있었다.

핵심어 : 한국측지계, 세계측지계, 기준점 성과

1. 서 론

국가측지좌표계는 지도제작 분야뿐 아니라 국토의 개발에 있어 단일한 위치기준을 제공하여 주는 것으로서 국가에서 법령으로 정하고 유지관리를 하고 있다. 최근까지 세계 각 국가에서는 독자적인 측지좌표계를 사용하였으나, 우주·위성측지기술의 발전으로 전 지구 규모의 고정밀 측지기준계(세계측지계)가 개발되어 사용되고 있다(국

토지리정보원, 2003). 우리나라도 2001년 12월 측량법을 개정하여 기존에 사용하던 Bessel 타원체를 준거타원체로 하는 동경측지좌표계에서 GRS80 타원체를 준거타원체로 하는 세계측지계로 국가측지좌표계를 전환하였다. 이에 따라 2003년 1월 1일부터 신규로 제작되는 지형공간정보와 위치정보를 기반으로 하는 자료는 모두 세계측지계를 사용하여야 하며, 기존에 제작된 자료의 경우 2009년 12월 31일까지 한국측지계와 세계측지계를 병행

1) 연결저자 · 정회원 · 상지대학교 건설시스템공학과 부교수(E-mail:hjikle@sangji.ac.kr)

2) 정회원 · 상지대학교 토목공학과 박사과정(E-mail:sjce96@hanmail.net)

사용하고 2010년 1월 1일부터 세계측지계의 사용을 전면 시행하도록 하였다.

따라서 기존에 제작된 지형공간정보는 2010년부터 세계측지계로의 전환이 요구된다. 이에 국토지리정보원에서는 1998~2003년 수치지도 좌표계 전환에 관한 연구 I, II를 통하여 한국측지계에서 세계측지계로 전환할 수 있는 전환지침 및 전환계수를 1:5,000 축척의 수치지도를 대상으로 제공하였으며, 2005년 1:1,000 수치지형도 좌표변환에 관한 연구에서는 국가좌표변환계수(국립지리원 고시 제2002-433호, 2002.12.30)와 왜곡량 보정 이용하여 세계측지계로 변환할 수 있는 방법을 제시하고 좌표변환 프로그램(변환계수산출, 수치지도 변환)과 세계측지계 변환 지침을 제작하여, 1:1,000 이상의 대축척의 지형공간정보에 대하여 각 지자체 별로 세계측지계 전환을 권고하고 있다.

원주시의 경우 1998년부터 지하시설물, 도로시설물, 수치지도 등의 지형공간정보를 한국측지계로 구축, 운영하고 있어 세계측지계로의 전환이 요구된다. 그러나 원주시의 지형공간정보는 한국측지계의 구성과와 신성과를 병행 사용하여 측지기준점 성과로 인한 지형공간정보간의 불일치가 발생하고 있어, 각 기준점 성과에 대한 세계 좌표계 변환 방안이 요구된다.

이에 본 연구에서는 한국측지계의 기준점에 대한 구성

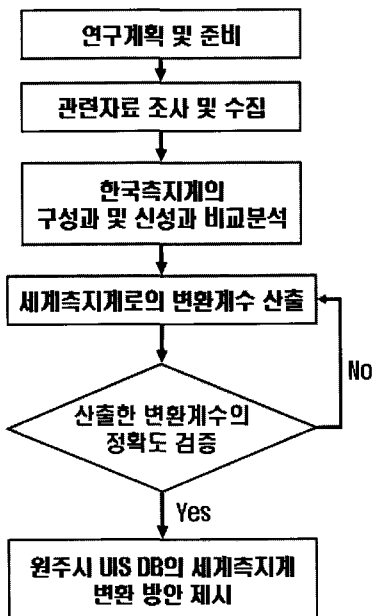


그림 1. 연구과정

과 및 신성과를 비교 분석하여, 측지기준점 성과에 따른 특징 및 좌표차를 분석하여, 측지기준점 성과별 좌표변환계수를 산출하고, 각 측지기준점 성과별 변환계수에 대한 정확도 검증을 수행하여 측지기준점 성과로 발생하는 불일치를 해결하고 보다 효율적인 세계측지계 전환 방안을 제시하고자 한다. 그림 1은 본 연구의 주요연구 과정을 나타낸 것이다.

2. 세계측지계 변환계수산출

2.1 원주시 측지기준점 및 UIS DB 구축 현황

원주시는 1998년부터 현재까지 1:1,000 수치지도, 지하시설물도, 도로시설물도 등 다양한 지형공간정보와 660점의 도시기준점을 구축, 운영하고 있다. 표 2는 한국측지계의 측지기준점 성과에 따른 원주시 UIS DB 및 도시기준점 현황을 나타낸 것이다.

1:1,000 수치지도는 1998년부터 2002년까지 구성과 측지기준점을 사용하여 제작된 1:1,200 종이지도를 이용하여 디지털타이핑 방식으로 구축하였으며, 지하시설물 및 도로시설물도 역시 기본도인 1:1,000 수치지도로서 구성과를 사용 구축하였다. 그리고 2005년 1:1,000 수치지도를 한국측지계 신성과를 이용하여 신규로 제작하면서 일부 지하, 도로시설물을 신성과로 구축하였다.

원주시 도시기준점은 삼각점 5개 측점 및 보점 19개 측점을 사용하여 558점은 구성과로 102점은 신성과로 총 660개 측점을 매설하여 지하 및 도로시설물 측량의 기준점으로 활용하였다. 그러나 각 지형정보공간은 구성과와 신성과를 혼용 사용한 관계로 불일치하는 문제점을 안고 있다.

표 1. 원주시 UIS DB 및 도시기준점 현황

UIS DB	제작년도	구축범위	기준점 성과
1:1,000 수치지도	1995	176도엽	구성과
	2005	572도엽	신성과
지하시설물	1998~2004	806.9km	구성과
	2005~현재	141.78km	신성과
도로시설물	2003~2004	167.7km	구성과
	2005~현재	147.47km	신성과
도시기준점	1998~2004	558점	구성과
	2005~현재	102점	신성과

2.2 구성과와 신성과 비교

구성과 또는 신성과라고 함은 측지기준점(삼각점, 수준점)의 좌표 값을 구분하는 것으로 일반적으로 일제 강점기하에서 일제에 의해 1910년대 1:5만의 지형도를 제작하기 위해 실시하여 산출된 측지기준점의 좌표 값을 구성과라 하며, 1978년부터 국토지리정보원에서 1:1,000 등의 대축척 지형도를 제작하기 위해 측지기준점 정비 사업으로 산출되기 시작한 성과를 신성과라고 한다.

표 2는 원주시의 동일한 도시기준점에 대한 구성과와 신성과의 좌표 값의 차이를 비교한 것이다. 구성과와 신성과의 좌표차를 비교한 결과 평균적으로 dx는 -0.22m, dy는 0.80m이고, 거리차이는 0.83m로 나타났다.

구성과와 신성과는 동일한 Bessel타원체의 TM좌표계를 사용하여 산출된 좌표 값이지만 예전과 현재의 관측 장비 및 기술의 차이로 인하여 이와 같은 위치차이를 보이는 것으로 판단된다. 이에 본 연구에서는 구성과와 신성과를 단일 성과로 전환하여 세계측지계로 변환하기 보다는 구성과와 신성과별로 각각의 세계측지계 변환계수를 산출하여 원주시의 지형공간정보를 세계측지계로 변환하고자 한다.

2.3 좌표계간 변환계수 산출

좌표계간 변환계수를 산출하기 위해서 우선 동일한 기준점에 대하여 한국측지계와 세계측지계의 좌표 값을 동시에 획득하여야 한다. 이에 본 연구에서는 원주시에 부설한 660개 측정점의 도시기준점에 대하여 한국측지계와 세계측지계 상의 좌표값을 GPS 측량을 통해 획득하였다. GPS 측량은 Trimble 4700, 5700 장비를 이용하여 신속정지측위법에 의하여 측정점에 대한 관측을 수행하였으며, Trimble Geomatics office를 이용하여 관측데이터를 처리하였다. 그림 2는 원주시 주변의 기준점 망도를 나타낸 것이고, 그림 3은 원주시에 부설된 도시기준점 현황을 나타낸 것이다. 세계측지계 변환계수의 산출은 1:1,000수치지형도 좌

표 2. 구성과와 신성과의 좌표 값 비교 (단위 : m)

점명칭	신성과		구성과		평면오차		
	X	Y	X	Y	dx	dy	거리
CP208	427071.379	285379.136	427071.549	285378.349	-0.170	0.787	0.805
CP210	427087.574	285680.662	427087.751	285679.874	-0.177	0.788	0.808
CP211	427131.165	285670.042	427131.386	285669.232	-0.221	0.810	0.840
CP212	427150.126	285523.519	427150.307	285522.736	-0.181	0.783	0.804
CP213	427240.524	285416.888	427240.755	285416.087	-0.231	0.801	0.834
CP214	427120.576	285527.980	427120.784	285527.184	-0.208	0.796	0.823
CP215	427252.355	285290.267	427252.575	285289.470	-0.220	0.797	0.827
CP216	427172.976	285360.253	427173.205	285359.447	-0.229	0.806	0.838
CP224	427314.955	285329.454	427315.186	285328.654	-0.231	0.800	0.833
CP229	427176.226	285493.819	427176.463	285493.018	-0.237	0.801	0.835
CP230	427210.899	285518.145	427211.140	285517.328	-0.241	0.817	0.852
CP236	427339.248	285359.446	427339.485	285358.649	-0.237	0.797	0.831
CP237	427191.700	285419.402	427191.940	285418.614	-0.240	0.788	0.824
CP239	427149.791	285471.352	427150.032	285470.578	-0.241	0.774	0.811
CP240	427108.723	285390.078	427108.948	285389.282	-0.225	0.796	0.827
CP244	427207.630	285336.393	427207.848	285335.586	-0.218	0.807	0.836
CP245	427287.578	285359.820	427287.792	285359.014	-0.214	0.806	0.834
CP246	427115.539	285483.852	427115.759	285483.077	-0.220	0.775	0.806
CP392	428613.820	282168.207	428614.044	282167.393	-0.224	0.814	0.844
CP400	428336.553	282167.986	428336.778	282167.151	-0.225	0.835	0.865
CP401	428464.800	282670.687	428465.033	282669.872	-0.233	0.815	0.848
CP402	428477.699	282823.238	428477.930	282822.446	-0.231	0.792	0.825
CP404	428369.627	282639.730	428369.847	282638.950	-0.220	0.780	0.810
평균					-0.22	0.80	0.83

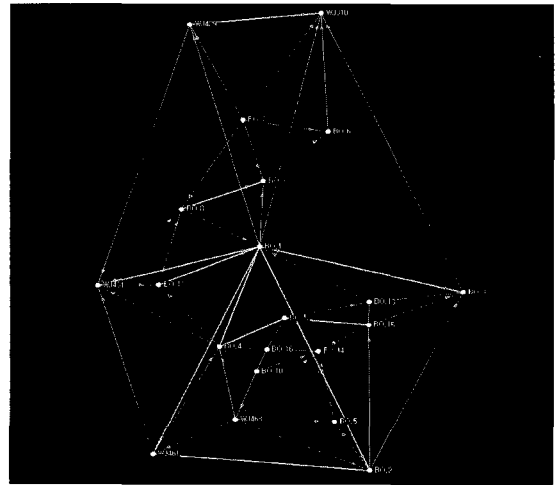


그림 2. 원주시 기준점 망도

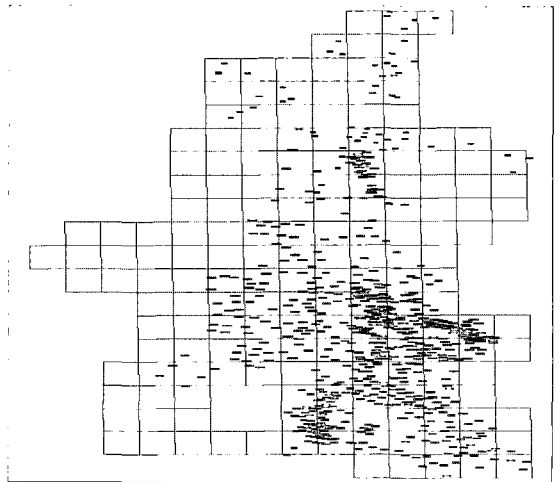


그림 3. 원주시 도시기준점 분포도

표변환 표준 작업지침(국토지리정보원, 2005)에서 고시된 좌표변환계수 산출지침에 따라 Molodensky-Badekas

모델을 이용하여 구성과 및 신성과에 대한 변환계수를 각각 산출하였다. 표 3과 표 4는 구성과, 신성과에 대하여 산출된 변환계수를 나타낸 것이다.

표 3. 구성과 세계측지계로의 변환계수

변환계수	구분	변환계수	표준편차
평행이동량(m)	ΔX	-53.561	23.622
	ΔY	514.969	20.447
	ΔZ	680.081	15.369
회전량(°)	RX	-2.117	0.569
	RY	3.992	0.608
	RZ	0.047	0.760
축척변화(ppm)	λ	1.00000630	0.00000219

표 4. 신성과 세계측지계로의 변환계수

변환계수	구분	변환계수	표준편차
평행이동량(m)	ΔX	-190.513	3.304
	ΔY	462.631	2.986
	ΔZ	625.553	3.221
회전량(°)	RX	-1.607	0.105
	RY	-0.328	0.105
	RZ	2.956	0.099
축척변화(ppm)	λ	1.00000611	0.00000038

3. 세계측지계 변환계수 정확도 검증

3.1 정확도 검증 방법

세계측지계로의 변환계수의 정확도 검증은 우선 대상 지역을 선정하고 실측을 위한 기준점에 대하여 한국측지계의 구성과 및 신성과 좌표와 세계측지계 좌표를 획득하고, 기준점 성과별로 대상지역에 대한 절대측량을 실시하였다. 구성과 및 신성과 측량 결과를 산출된 세계측지계 변환계수를 이용하여 세계측지계로 변환하여 세계측지계 기준점을 이용한 실측자료를 기준으로 변환된 구성과 및 신성과 자료의 위치오차를 비교 분석하여 변환계수에 대한 정확도 검증을 수행하였다.

3.2 정확도 검증 실험

1) 대상지역 선정 및 현지 측량

세계측지계로의 변환계수 정확도 분석을 위한 대상 지역은 원주시 태장농공 단지 일대로 1:1,000수치지도

표 5. 대상지역의 기준점 현황

기준점	국지좌표계						세계측지계		
	구성과			신성과			X	Y	Z
	X	Y	Z	X	Y	Z			
W31	433977.470	283637.942	138.917	433977.239	283638.816	138.900	434284.370	283708.234	164.924
W32	433916.071	283790.006	142.772	433915.841	283790.879	142.753	434222.975	283860.297	168.785
W31-1	434048.860	283450.702	134.570	434048.628	283451.576	134.553	434355.756	283520.993	160.577
W30	434225.416	283739.428	135.216	434225.186	283740.303	135.200	434532.317	283809.716	161.226
W30-1	434166.393	283890.500	136.660	434166.163	283891.375	136.644	434473.297	283960.790	162.670
W30-2	434049.667	283838.914	139.198	434049.437	283839.789	139.182	434356.570	283909.207	165.208
W28	433703.054	284343.878	129.775	433702.821	284344.750	129.751	434009.968	284414.169	155.811
W29	433642.357	284197.605	133.289	433642.125	284198.477	133.267	433949.270	284267.898	159.320
W29-1	433856.238	283953.195	147.600	433856.007	283954.068	147.578	434163.149	284023.486	173.631
W32-1	434048.832	283450.717	134.547	434048.601	283451.589	134.528	434355.730	283521.005	160.560
TPW31-1	434048.876	283450.701	134.565	434048.645	283451.575	134.548	434355.772	283520.992	160.572
TPW31-11	434001.424	283428.096	135.348	434001.193	283428.970	135.331	434308.319	283498.388	161.355
TPW31-12	434039.121	283435.500	134.394	434038.890	283436.374	134.377	434346.017	283505.791	160.401
TPW30-1	434258.531	283661.297	135.080	434258.301	283662.172	135.064	434565.430	283731.584	161.090
TPW32-1	434180.268	283899.985	136.395	434180.038	283900.857	136.376	434487.174	283970.271	162.408
TPW32-2	434133.570	283881.329	138.038	434133.340	283882.200	138.019	434440.475	283951.615	164.051
CPW32-21	434298.591	283955.360	134.630	434298.361	283956.230	134.611	434605.497	284025.642	160.643
CPW32-22	434367.367	283987.888	123.752	434367.137	283988.758	123.733	434674.274	284058.169	149.765



그림 4. 정확도 검증 대상지역

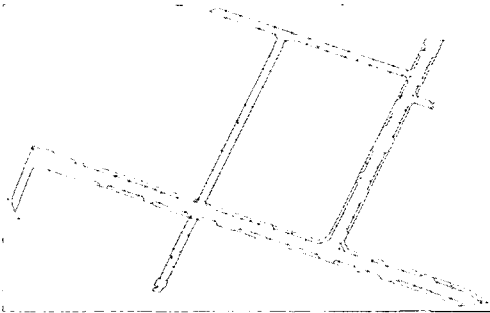


그림 5. 구성과 측량 결과

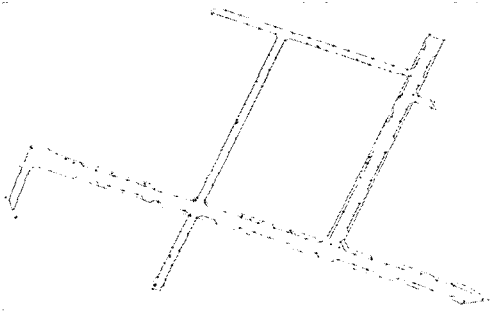


그림 6. 신성과 측량 결과

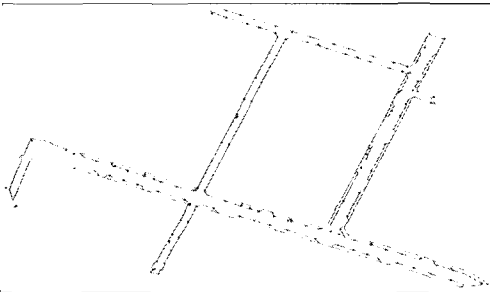


그림 7. 세계측지계 측량 결과

377120900, 377121091도엽을 선정하였다. 그림 4는 정확도 검증 대상지역의 수치지도를 나타낸 것이다.

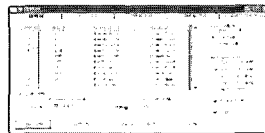
표 5는 대상지역내의 위치한 기준점에 대한 한국측지계 상의 구성과와 신성과 및 GPS 관측에 의한 세계측지계상 TM 지도좌표를 나타낸 것이다.

대상지역의 측량은 한국측지계의 구성과 및 신성과 기준점과 세계측지계의 기준점 성과를 이용하여 대상지역의 일부 도로 및 지하시설물을 대상으로 총 444개 측점에 대하여 상대측량을 수행하여 각각의 좌표계 및 기준점 성과별 실측자료를 획득하였다. 관측 장비는 Total Station을 이용하였으며, 기준점간 관측오차는 $\pm 0.001 \sim \pm 0.003$ 으로 측량을 수행 하였다. 그림 5~7은 각 좌표계 및 기준점 성과별 측량 결과를 나타낸 것이다.

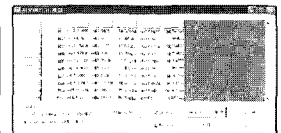
2) 정확도 비교 분석

① 세계측지계로의 변환

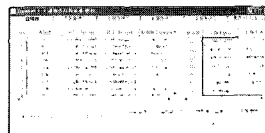
세계측지계로의 변환은 한국측지계의 각 기준점 성과별 상대측량 결과를 국토지리정보원에서 배포하는 좌표 변환프로그램인 NGI-Pro Ver 1.6을 이용하여 1:1,000 수치지형도 좌표변환 표준 작업지침(국토지리정보원, 2005)



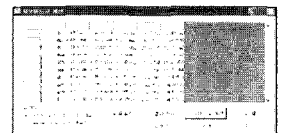
(a) 경위도좌표로 변환



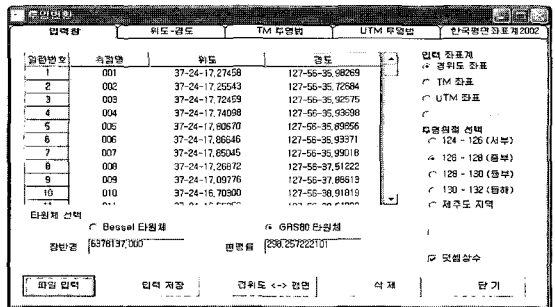
(b) 표고를 타원체고로 변환



(c) 세계측지계로 변환

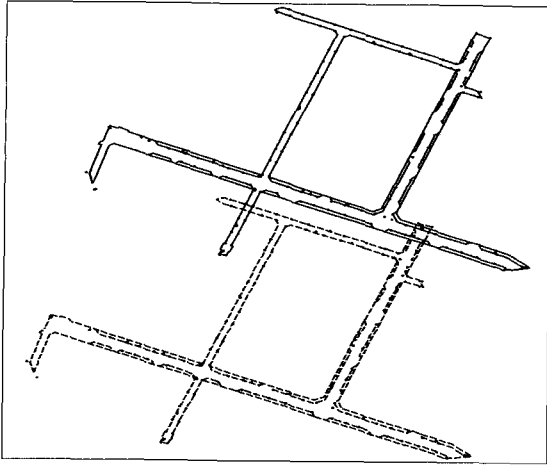


(d) 타원체고를 표고로 변환

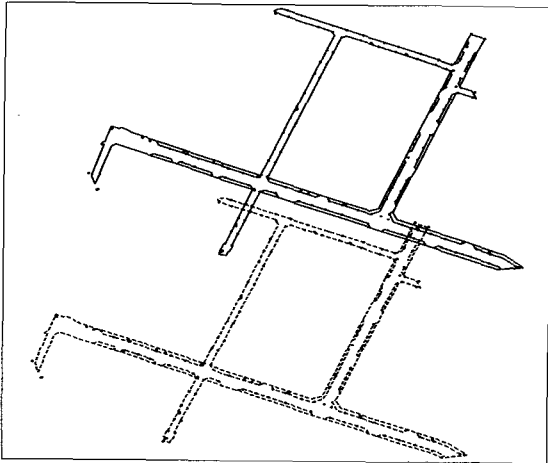


(e) 경위도좌표를 평면좌표로 변환

그림 7. 세계측지계 변환 과정



(a) 구성과 세계측지계 변환 결과



(b) 신성과 세계측지계 변환 결과

———— 세계측지계 - - - 한국측지계

그림 8. 세계측지계로의 변환 결과

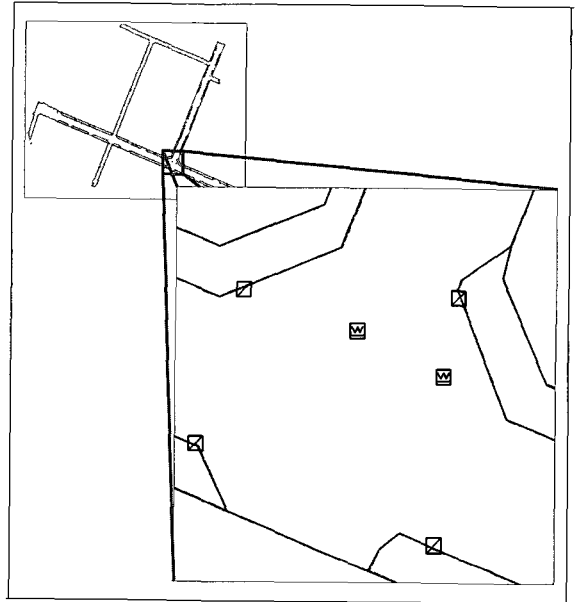
에서 제시한 변환과정으로 좌표변환을 수행하였다. 그림 8은 세계측지계의 변환과정으로 구성과 및 신성과의 좌표값을 표 3과 표 4의 변환계수를 활용하여 세계측지계상의 좌표로 변환한 후, TM 지도투영에 의한 지도좌표로 산출하였다. 그림 9는 세계측지계로 변환된 결과를 나타낸 것이다.

② 정확도 검증

정확도 검증은 세계측지계의 상대측량 결과를 기준으로 한국측지계에서 세계측지계로 변환된 자료의 위치오차를 분석하였다. 세계측지계로 변환된 표고는 현재 정밀 지오

표 6. 세계측지계 변환 정확도 기준

항 목	측 척		비 고		
	1:500 이상	1:1,000 이하			
표준편차	평면위치	0.5m 이내	0.7m 이내	도상거리 Δh 는 주곡선의 간격	
	표고	표고점	$\Delta h/4$ 이내		$\Delta h/3$ 이내
		등고선	$\Delta h/2$ 이내		



———— 세계측지계 - - - 한국측지계

그림 9. 세계측지계 측량 결과와 구성과 비교

이드고 모델(GRS80)이 국토지리정보원에서 고시되지 않아 오차를 포함하고 있음으로 정밀한 표고 산출에는 적용할 수 없어(출처:국토지리정보원, <http://www.ngi.go.kr>) 평면좌표만을 사용하여 정확도를 검증하였다. 변환 정확도 평가 기준은 1:1,000수치지형도 좌표계 변환 표준작업지침(Ver 1.0- 2005. 10)에서 공공측량의 작업규정 세부 기준에 명시한 수치지도 정확도 규정을 사용하도록 하여 이를 정확도 기준으로 사용하였다. 표 6은 세계측지계 변환 정확도 기준으로 나타난 것이다.

그림 9는 한국측지계의 구성과 측량자료를 세계측지계로 변환하여 세계측지계의 측량성과 자료와 중첩한 것을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 세계측지계로 변환된 자료와 세계측지계로 실측된 자료와 오차가 거의 발생하지 않는 것을 확인할 수 있었다. 표 7은 세계측지계로 변환된 한국측지계 구성과 측량 자료와 세계측지계 측량자료에 대한 위치오차를 수치적으로 분석한 것이다.

표 7. 세계측지계 측량 결과와 구성과 비교 (단위 : m)

측점	세계측지계		구성과세계측지계변환		평면오차		
	X	Y	X	Y	dx	dy	거리
1	434355.772	283520.992	434355.770	283521.001	0.002	-0.009	0.009
2	434355.119	283514.704	434355.117	283514.714	0.002	-0.010	0.010
3	434369.633	283519.452	434369.630	283519.462	0.003	-0.010	0.010
4	434370.140	283519.723	434370.138	283519.733	0.002	-0.010	0.010
5	434372.157	283518.759	434372.155	283518.768	0.002	-0.009	0.009
6	434374.008	283519.605	434374.006	283519.614	0.002	-0.009	0.009
7	434373.529	283520.998	434373.526	283521.008	0.003	-0.010	0.010
8	434355.968	283558.611	434355.966	283558.621	0.002	-0.010	0.010
9	434350.790	283567.861	434350.787	283567.870	0.003	-0.009	0.009
10	434338.873	283593.366	434338.870	283593.375	0.003	-0.009	0.009
11	434334.629	283611.170	434334.626	283611.179	0.003	-0.009	0.009
12	434330.783	283613.366	434330.780	283613.375	0.003	-0.009	0.009
13	434331.539	283614.921	434331.537	283614.930	0.002	-0.009	0.009
14	434316.947	283608.703	434316.945	283608.711	0.002	-0.008	0.008
15	434334.258	283617.762	434334.255	283617.771	0.003	-0.009	0.009
16	434324.160	283629.640	434324.157	283629.648	0.003	-0.008	0.009
17	434310.527	283624.617	434310.525	283624.625	0.002	-0.008	0.008
18	434304.010	283640.618	434304.007	283640.626	0.003	-0.008	0.009
19	434316.586	283648.391	434316.583	283648.400	0.003	-0.009	0.009
20	434319.504	283649.030	434319.502	283649.039	0.002	-0.009	0.009
21	434321.486	283649.416	434321.483	283649.424	0.003	-0.008	0.009
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
425	434406.794	283941.761	434406.789	283941.770	0.005	-0.009	0.010
426	434387.446	283933.906	434387.441	283933.916	0.005	-0.010	0.011
427	434601.088	284020.536	434601.083	284020.547	0.005	-0.011	0.012
428	434599.301	284024.134	434599.295	284024.145	0.006	-0.011	0.013
429	434600.154	284022.897	434600.147	284022.908	0.007	-0.011	0.013
430	434601.955	284023.060	434601.949	284023.071	0.006	-0.011	0.013
431	434604.724	284027.011	434604.718	284027.022	0.006	-0.011	0.013
432	434600.199	284032.956	434600.193	284032.967	0.006	-0.011	0.013
433	434598.056	284025.376	434598.050	284025.387	0.006	-0.011	0.013
434	434601.744	284026.981	434601.738	284026.992	0.006	-0.011	0.013
435	434602.645	284029.815	434602.639	284029.826	0.006	-0.011	0.013
436	434606.345	284029.824	434606.339	284029.835	0.006	-0.011	0.013
437	434631.991	284116.979	434631.984	284116.989	0.007	-0.010	0.012
438	434632.582	284127.077	434632.575	284127.088	0.007	-0.011	0.013
439	434674.274	284058.169	434674.267	284058.179	0.007	-0.010	0.012
440	434697.525	283999.474	434697.518	283999.485	0.007	-0.011	0.013
441	434701.755	283994.119	434701.749	283994.130	0.006	-0.011	0.013
442	434673.861	284058.977	434673.854	284058.988	0.007	-0.011	0.013
443	434666.428	284070.639	434666.421	284070.649	0.007	-0.010	0.012
444	434642.893	284100.817	434642.887	284100.826	0.006	-0.009	0.011
평균					±0.004	±0.008	0.009
RMSE					±0.005	±0.009	±0.010

세계측지계 측량 자료를 기준으로 한국측지계 구성과를 세계좌표로 변환한 자료의 위치오차를 분석한 결과 dx 축으로 ±0.004m, dy 축으로 ±0.008m, 거리 ±0.010m의 위치오차가 발생하였다.

표 8. 세계측지계 측량 결과와 신성과 비교 (단위 : m)

측점	세계측지계		신성과세계측지계변환		평면오차		
	X	Y	X	Y	dx	dy	거리
1	434355.772	283520.992	434355.746	283521.029	0.026	-0.037	0.045
2	434355.119	283514.704	434355.093	283514.742	0.026	-0.038	0.046
3	434369.633	283519.452	434369.606	283519.490	0.027	-0.038	0.047
4	434370.140	283519.723	434370.114	283519.761	0.026	-0.038	0.046
5	434372.157	283518.759	434372.131	283518.796	0.026	-0.037	0.045
6	434374.008	283519.605	434373.982	283519.642	0.026	-0.037	0.045
7	434373.529	283520.998	434373.502	283521.035	0.027	-0.037	0.046
8	434355.968	283558.611	434355.942	283558.649	0.026	-0.038	0.046
9	434350.790	283567.861	434350.763	283567.898	0.027	-0.037	0.046
10	434338.873	283593.366	434338.847	283593.403	0.026	-0.037	0.045
11	434334.629	283611.170	434334.603	283611.207	0.026	-0.037	0.045
12	434330.783	283613.366	434330.756	283613.403	0.027	-0.037	0.046
13	434331.539	283614.921	434331.513	283614.958	0.026	-0.037	0.045
14	434316.947	283608.703	434316.921	283608.739	0.026	-0.036	0.044
15	434334.258	283617.762	434334.231	283617.799	0.027	-0.037	0.046
16	434324.160	283629.640	434324.133	283629.676	0.027	-0.036	0.045
17	434310.527	283624.617	434310.501	283624.653	0.026	-0.036	0.044
18	434304.010	283640.618	434303.984	283640.654	0.026	-0.036	0.044
19	434316.586	283648.391	434316.560	283648.428	0.026	-0.037	0.045
20	434319.504	283649.030	434319.479	283649.067	0.025	-0.037	0.045
21	434321.486	283649.416	434321.460	283649.452	0.026	-0.036	0.044
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
425	434406.794	283941.761	434406.768	283941.795	0.026	-0.034	0.043
426	434387.446	283933.906	434387.420	283933.941	0.026	-0.035	0.044
427	434601.088	284020.536	434601.062	284020.569	0.026	-0.033	0.042
428	434599.301	284024.134	434599.274	284024.168	0.027	-0.034	0.043
429	434600.154	284022.897	434600.127	284022.930	0.027	-0.033	0.043
430	434601.955	284023.060	434601.928	284023.093	0.027	-0.033	0.043
431	434604.724	284027.011	434604.697	284027.044	0.027	-0.033	0.043
432	434600.199	284032.956	434600.172	284032.989	0.027	-0.033	0.043
433	434598.056	284025.376	434598.029	284025.409	0.027	-0.033	0.043
434	434601.744	284026.981	434601.718	284027.014	0.026	-0.033	0.042
435	434602.645	284029.815	434602.618	284029.848	0.027	-0.033	0.043
436	434606.345	284029.824	434606.318	284029.857	0.027	-0.033	0.043
437	434631.991	284116.979	434631.965	284117.011	0.026	-0.032	0.041
438	434632.582	284127.077	434632.556	284127.109	0.026	-0.032	0.041
439	434674.274	284058.169	434674.247	284058.202	0.027	-0.033	0.043
440	434697.525	283999.474	434697.498	283999.507	0.027	-0.033	0.043
441	434701.755	283994.119	434701.729	283994.151	0.026	-0.032	0.041
442	434673.861	284058.977	434673.834	284059.009	0.027	-0.032	0.042
443	434666.428	284070.639	434666.401	284070.672	0.027	-0.033	0.043
444	434642.893	284100.817	434642.867	284100.849	0.026	-0.032	0.041
평균					±0.026	±0.035	0.044
RMSE					±0.026	±0.035	±0.044

한국측지계 구성과를 세계좌표로 변환한 표준편차는 ±0.01m로 변환 정확도 기준인 0.7m보다 현저하게 작게 나타났다.

그림 10은 한국측지계의 구성과 측량자료를 세계측지

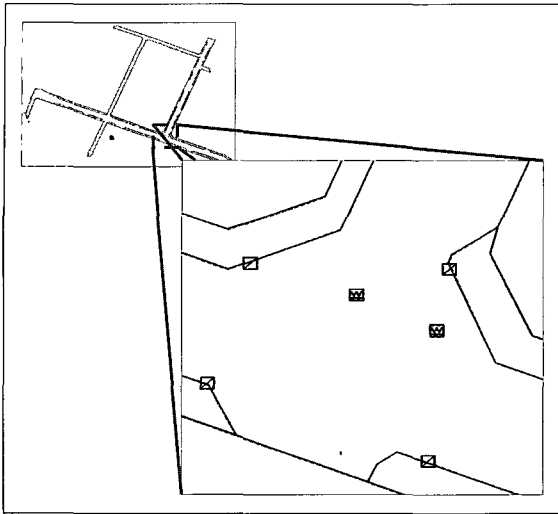


그림 10. 세계측지계 측량 결과와 신성과 비교

계로 변환하여 세계측지계의 측량성과자료와 중첩한 것을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 세계측지계로 변환된 신성과와 세계좌표로 실측된 자료의 오차가 거의 발생하지 않은 것을 확인할 수 있었으며, 표 8은 위치오차를 분석한 것으로 dx축으로 $\pm 0.026m$, dy축으로 $\pm 0.035m$, 거리 $\pm 0.044m$ 의 위치오차가 발생한다. 한국측지계 신성과를 세계좌표로 변환한 표준편차는 $\pm 0.044m$ 로 구성과의 변환 결과 보다는 오차량이 많지만, 변환 정확도 기준인 $0.7m$ 보다 작게 나타났다.

4. 결 론

본 연구에서는 측지기준점 성과에 따른 세계측지계 변환계수를 각각 산출하고, 산출된 변환계수의 정확도 검증 및 변환계수의 타당성 분석을 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 원주시 측지기준점을 이용하여 구성과 및 신성과에 대한 세계측지계로의 변환계수를 산출할 수 있다.

둘째, 검증을 위하여 한국측지계에서 세계측지계로 변환된 자료와 세계측지계를 비교한 결과 구성과는 dx축으

로 $\pm 0.004m$, dy축으로 $\pm 0.008m$, 거리 $\pm 0.010m$, 신성과는 dx축으로 $\pm 0.026m$, dy축으로 $\pm 0.035m$, 거리 $\pm 0.044m$ 의 위치오차가 발생하였으며, 수치지도 정확도 규정 기준에 만족하는 것으로 나타났다.

셋째, 세계측지계로의 변환을 수행할 경우 한국측지계의 이원화된 기준점 성과로 인하여 발생하는 문제점을 해결할 수 있었으며 원주시와 같이 측지기준점 성과에 따라 이원화된 지형공간정보를 구축한 다른 지자체에 본 연구 성과를 활용할 수 있는 것으로 판단하였다.

검증실험은 원주시 일부(1:1,000수치지도 2도엽)를 대상으로 수행되었으나, 원주시 전역에 분포된 도시기준점을 이용하여 변환계수를 결정하였기 때문에 원주시 전역을 대상으로 변환을 수행하여도 변환 정확도 문제가 없을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2006년 상지대학교 교내연구비를 지원 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

건설교통부 국립지리원 (1996), 한국측지좌표계와 지구중심좌표계의 재정립에 관한 연구(I).
 건설교통부 국립지리원 (1997), 국가좌표계의 정립과 GPS 활용.
 건설교통부 국립지리원 (1998), 수치지도 좌표계에 관한 연구.
 건설교통부 국립지리원 (1999), 수치지도 좌표계 변환에 관한 연구.
 건설교통부 국토지리정보원 (2003), 수치지도 좌표계 전환에 관한 연구II.
 건설교통부 국토지리정보원 (2005), 1:1,000 수치지형도 좌표변환에 관한 연구.
 서용운 (1999), 우리나라의 최적합 지도투영법에 관한 연구, 성균관대학교 박사학위논문.
 윤홍식, 조재명, 송동섭, 김명호, 조홍묵 (2004), 수치지도 좌표계 변환 도구 개발, 한국측량학회지, 제 22권, 제 1호, pp. 29-36.
 윤홍식, 조재명, 송동섭, 김명호, 조홍묵 (2003), 수치지도 좌표계 전환에 관한 연구, 2003 한국측량학회 춘계학술대회지, pp. 373-378.

(접수일 2007. 2. 7, 심사일 2007. 4. 2, 심사완료일 2007. 4. 16)