

GIS 기본도 및 DB의 세계측지계 좌표변환 정확도 분석에 관한 연구 A study on the Accuracy Analysis of the World Geodetic System Transformation for GIS Base Map and Database

조재관* · 최윤수** · 권재현*** · 이보미****

Cho, Jae Kwan · Choi, Yun Soo · Kwon, Jay Hyoun · Lee, Bo Mi

要 旨

본 연구에서는 세계측지계 기준에 따라 지리정보를 효율적이고 정확하게 좌표변환하기 위한 방안을 도출하기 위하여 기존 1/1,000 수치지형도와 GIS 응용시스템 DB의 구축 현황 및 문제점을 파악하고, 좌표변환 파라미터 산출과 변환 성과의 정확도 평가 등을 수행하여 실용적인 좌표변환 방안을 제시하였다. 국가좌표변환계수에 의한 좌표변환 정확도를 분석하였으며, 연구대상지역의 국가기준점 및 도시기준점을 이용하여 지역좌표변환계수의 특성을 고찰하였다. 또한 항공삼각측량 성과를 이용한 1/1,000 수치지형도를 도시기준점을 이용한 측량성과와 비교 하여 수치지형도 제작 당시 국가기준점의 편위량을 분석하고, 도시기준점을 이용하여 추정된 좌표변환계수를 사용하여 세계측지계로 좌표변환한 성과의 정확도를 분석하였다. 마지막으로 1/1,000 수치지형도의 좌표변환 방법을 적용하여 지하시설물 DB를 대상으로 좌표변환 정확도를 평가하였다. 본 연구를 통하여 지자체 단위의 좌표변환을 수행하는데 있어 도시기준점을 이용한 Molodensky-Badekas 방법에 의한 좌표변환계수 적용과 2차원 Affine 변환도 국지적인 범위에서 적용 가능하였음을 확인하였다. 또한 수치지형도를 기반으로 지거측량 방법으로 구축된 GIS 응용DB의 경우에도 좌표변환 및 편위보정을 통해 약 10cm 이내의 변환 정확도로 좌표변환이 가능하여 세계측지계 전환에 큰 문제가 없다고 판단하였다.

핵심용어 : 세계측지계, 좌표변환, 수치지형도, 지리정보시스템

Abstract

This study aims to derive a practical coordinate transformation method for the existing geographic information database. After analyzing the status and problems of existing 1/1,000 digital base map and GIS application database, the transformation parameters are estimated and the accuracy of the transformation is determined based on the transformed coordinates. We analyzed the accuracy of a transformation using the published national transformation coefficients as well as the estimated local transformation coefficients using national and urban control points in a study area. In addition, the 1/1,000 digital base map from aerial triangulation is compared with respect to the coordinates of urban control points. Based on the comparison, the biases on the national control points which were used at the time of digital map generation was analyzed. Then, the accuracy of transformed coordinates based on the world geodetic system using local transformation coefficients estimated from urban control points are determined. We also analyzed the transformation accuracy of underground infrastructure database using the same transformation method as the case of 1/1,000 digital base map. Through this study, it was found that the estimation of transformation coefficients by Molodensky-Badekas using urban control points was suitable for a local government. Furthermore, it was obvious that the accuracy of a 2-dimensional affine transformation was comparable to that of 7 parameter transformation for a local area. Applying the coordinate transformation and bias correction, we could transform GIS application database which was built by an offset surveying based on digital base map within the transformation accuracy of 10 cm. Therefore, it was judged that there will not be a big problem on the transformation of the GIS DB to the world geodetic system.

Keywords : World Geodetic System, Transformation, Digital map, GIS

2008년 8월 15일 접수, 2008년 9월 16일 채택

- * 정희원 · 서울시립대학교 공간정보공학과 석사 (xlee9693@hanmir.com)
- ** 교신저자 · 정희원 · 서울시립대학교 공간정보공학과 교수 (choiys@uos.ac.kr)
- *** 정희원 · 서울시립대학교 공간정보공학과 교수 (jkwon@uos.ac.kr)
- **** 정희원 · 서울시립대학교 공간정보공학과 석사과정 (bmlee@uos.ac.kr)

1. 서 론

측지계란 지구상의 위치를 물리적인 지구에 가장 적합하도록 구현하고자 적당한 차원의 수학적 좌표로 표현하기 위한 체계이다(건설교통부, 2006). 측지계의 적용은 국가단위 또는 국제협력을 통해 세계전역에 걸쳐 수행될 수 있으며, 이때 국가단위의 측지계는 각국의 법령에 의하여 국가기관이 정의하고 유지 관리하는 것으로 대다수의 측지계가 이에 해당한다. 지구중심좌표계는 전세계적으로 지구의 형상과 크기에 가장 근접하는 좌표계로서 타원체의 중심이 지구질량중심과 일치하는 좌표계이다(건설교통부, 2006). 지역측지계는 지구해면의 특정 지역에서 가장 잘 부합되는 형상과 크기를 가진 측지계로서 회전타원체의 중심은 지구의 질량중심과 일치하지 않으며, 대부분의 국가에서 구축한 공간정보시스템은 지역측지계에 기초하고 있다(건설교통부, 2006). 우리나라가 1910년 이후부터 2002년까지 사용해온 동경 측지계와 미국의 NAD83, 유럽의 1979(ED79) 등이 대표적인 지역측지계의 예이다(건설교통부, 2006).

우리나라에서는 독자적인 측지원점을 구축하지 못하고, 동경천문대의 천문관측으로부터 결정된 일본의 경·위도 원점을 기준으로 하여 Bessel 타원체를 준거타원체로 하는 지역측지계를 도입하였으며(건설교통부 국립지리원, 1999), 당시의 기술적인 제약 및 장비의 개발 상황을 고려할 때 그 정확도가 현저히 떨어지는 문제가 있었다(건설교통부, 2001; 서울시정개발연구원, 2004). 또한 지역에 따라서 구성과와 신성과로 이원화된 기준점 성과를 기반으로 한 공간정보가 구축되어 있어 이에 따른 변환의 문제점이 나타났고(이현직 등, 2007), 지적기준점에서는 다양한 원점체계에 따른 변환의 어려움을 보여(송동섭 등, 2007) 변환대상에 따른 방법의 다양화가 요구되고 있다. 따라서 세계측지계를 공간데이터 획득, 관리 및 표현의 기준으로 사용하게 되었고, 이에 따라 GIS에서 기본도로 사용하던 1/1,000 수치지형도와 GIS 응용시스템 DB의 세계측지계 전환을 수행하여야 한다. 세계측지계로의 좌표변환 절차는 국가표준작업지침을 준수하며(건설교통부, 2005), 지역적인 특성을 반영하여 수행하는 것이 가장 바람직하다.

본 연구에서는 세계측지계 전환에 따른 지리정보를 효율적이고 정확하게 좌표변환하기 위한 방안을 도출하기 위하여 기존 1/1,000 수치지형도와 GIS 응용시스템 DB의 구축 현황 및 문제점을 파악한 후, 좌표변환 파라미터 산출 방법과, 변환 성과의 정확도 평가 등을 통해 실용적 좌표변환 방안을 도출하고자 한다.

2. 연구방법

서로 상이한 두 직각 좌표계간의 변환은 일반적으로 형태의 보전을 전제로 한 7 매개변수 상사변환을 널리 사용한다. 대표적인 변환 모델은 Bursa-Wolf, Molodensky, 그리고 Veis 모델이며, 각 모델들은 두 개의 좌표계의 기하학적 배치와 좌표계간의 관계에 차이가 있으나, 좌표변환계수의 추정에 필요한 기본요건과 수학적 모델 및 처리 방법은 동일하다. 좌표변환계수의 추정에 필요한 기본 요건은 동일 지점에서 측정된 두 좌표계에서의 3차원 좌표값이며, 최소제곱법의 원리에 의하여 파라미터를 추정한다((주)중앙항업, 2005).

세계측지계 전환에 따른 1/1,000 수치지형도의 수정도화 및 좌표변환, GIS 응용시스템 DB의 좌표변환 성과와 도시기준점을 이용한 측량성과의 비교를 통해 정확도를 분석하여 실용적인 좌표변환 방안을 도출하기 위하여 다음과 같은 연구를 수행하였다.

첫째, 국가좌표변환계수에 의한 좌표변환 정확도를 공통점 측량성과를 이용하여 분석하였으며, 연구대상지역의 국가기준점 및 도시기준점을 이용하여 Bursa-Wolf, Molodensky 및 Veis 모델에 의한 3차원 좌표변환계수와 2차원 Affine 좌표변환계수 추정 정확도를 분석하여 지역좌표변환계수의 특성을 고찰하였다.

둘째, 항공삼각측량 성과를 이용한 신규 및 수정도화한 1/1,000 수치지형도와 도시기준점을 이용한 측량성과의 비교 검증을 통해 수정 수치도화 방식을 적용한 수치지형도 제작의 정확도 향상 방안을 도출하였다. 변환계수 산출을 위하여 서울시 인근 국가삼각점 6점 및 도시기준점 33점을 이용하였다. 측량성과는 국토지리정보원 「GPS에 의한 기준점측량 작업규정」에 의거 GPS 상시관측점과 도시 관측을 통해 산출하였다.

셋째, 수치지형도 제작 당시 국가기준점의 편의를 분석하고, 도시기준점을 이용하여 추정된 좌표변환계수를 사용하여 Bessel 구성과로 제작된 1/1,000 수치지형도의 세계측지계로 좌표변환한 성과의 정확도를 분석하여 실용적인 좌표변환 방안을 도출하였다. 본 연구에서는 도시기준점을 이용하여 산출한 세계측지계 좌표변환계수를 이용하여 1/1,000 수치지형도를 좌표변환 하였을 때의 정확도를 평가하기 위하여 서울시 노원구 등 8개 자치구를 대상지역으로 선정하였고, 1/1,000 수치지형도로는 594도엽에 해당되며, 면적은 142.56km²이다. 세계측지계 전환 시 수치지형도의 변환 방법으로는 첫째, 세계측지계를 기준으로 하는 수치지형도의 신규제작, 둘째, 좌표변환 및 왜곡모델링을 통한 데이터 변환 방법, 셋째, 세계측지계를 기준으로 도로, 건물 등 주요 지형지물만을 신규 제

작한 후, 다른 지형지물은 좌표변환계수를 이용하거나 또는 일정한 기준에 따라 이동시키는 방법 등을 고려할 수 있다. 본 연구에서는 세 번째 방법으로 수치지형도 객체 중 가장 활용성이 높은 도로 및 변화된 지형지물은 신규도화하고, 변화되지 않은 지형지물은 좌표변환 방법을 사용하였다. GRS80 타원체를 기준으로 하는 TM 좌표로의 좌표변환은 도시기준점을 이용하여 산출한 좌표변환계수를 이용하였으며, 변환모델로는 측지기간의 3차원 직각좌표를 변환하기 위한 7개 파라미터 상사변환 모델로서 지상측지기준좌표계와 위성측지기준 좌표계간의 변환에 가장 적합한 Molodensky-Badekas 모델을 이용하였다. 수치지형도의 세계측지계 좌표변환 정확도를 검증하기 위하여 연구대상 지역에 대하여 표본 추출하였으며, 수정도화 방법에 의한 수치지형도 제작 시 정확도 향상 방안을 도출하기 위하여 세계측지계를 기준으로 항공삼각측량(AT) 성과를 이용하여 신규도화한 지형지물과의 정확도 분석도 병행하였다. 정확도 검증을 위하여 서울시 1급 도시기준점을 기지점으로 하여 주요 교차로 부근에 GPS 측위를 통해 보조기준점을 매설한 다음 T/S (Total Station) 통하여 실측한 성과와의 차이를 분석하였다. 좌표변환 정확도 검증 대상은 도로, 도로부속시설물, 건물을 대상으로 하였으며, 표본 추출된 도엽당 개별 지형지물에 대하여 5점씩 총 15점의 측량성과를 이용하여 정위치편집 데이터 상에서 평면직각좌표와 차이를 비교·분석하였다. 본 연구지역은 신규도화한 도로부분과 도로를 기준으로 권역별로 7-파라미터에 의한 좌표변환 및 Affine 변환을 통하여 편의보정 작업을 통해 얻어진 정위치편집 파일을 이용하여 정확도를 분석하였으며, 개별 시설물에 대하여 각 150점씩 총 450점에 절대측량 성과를 이용하여 분석하였다.

넷째, 1/1,000 수치지형도의 좌표변환 특성을 이용하여 GIS 응용시스템 데이터베이스의 좌표변환 특성 및 정확도를 분석하기 위하여 상수도, 전기, 가스 및 같은 지하시설물 DB를 대상으로 좌표변환 정확도를 분석하였다. 서울시는 1995년 수립한 「서울시 지리정보시스템(GIS) 구축 기본계획」에 의하여 1996년부터 수치지형도 제작, 도로관리시스템, 상수도시설관리시스템 구축 등의 사업을 통하여 공간데이터웨어하우스, 지하시설물통합정보시스템을 구축하였다. 이들 응용시스템에 구축되어 있는 공간데이터의 정확도는 1/1,000 수치지형도에 의존하므로, 수치지형도의 위치정확도가 낮다면 공간데이터의 정확도 또한 낮게 나타난다(대한측량협회, 2004). 따라서 각 응용시스템의 데이터베이스에서 세계측지계로의 좌표변환은 신규제작을 하는 경우가 아니라면 수치지형도의 위치정확도에 따라 좌우된다. 본 연구에서는 연구대상 지

역에 포함되는 상수도, 극동도시가스, 한국전력(전기)의 GIS DB를 대상으로 하였으며, 상수도와 극동도시가스는 Bessel 구성과 수치지형도를 기반으로 지거측량에 의한 방법, 한국전력은 Bessel 신성과 기준 절대측량에 의한 방법으로 GIS DB가 구축되었다. 따라서 상수도와 극동도시가스 데이터는 수치지형도의 위치정확도에 따라 좌표변환 정확도에 미치는 영향이 많을 것으로 판단되며, 특히 서울시 수치지형도가 국가기준점 성과의 좌표변환계수만을 사용하였을 때 심각한 편의를 나타내고 있어 정확도 확보에 문제점이 발생할 것으로 예상된다. 연구대상 지하시설물에 대한 좌표변환은 1/1,000 수치지형도 세계측지계 전환을 위해 산출한 좌표변환계수를 사용하였으며, 지하시설물통합정보시스템에 구축되어 있는 Bessel 구성과 수치지형도 기준의 상수도, 극동도시가스, 한국전력 데이터베이스를 shape 파일 형태로 추출하여 좌표변환 및 국가기준점에 의한 편의량 보정을 한 다음 세계측지계 기준으로 제작된 수치지형도와 비교·분석하여 정확도를 평가하였다.

3. 연구결과

3.1 국가좌표변환계수의 정확도 분석

국가좌표변환계수의 정확도를 분석하기 위해 구미, 군산, 대전지역에 대한 자료를 분석하였다. 국가좌표변환계수와 변환식은 『국토지리정보원 고시 제2003-497호』에서 제시한 Molodensky-Badekas 모델에 의하여 결정된 값과 식을 사용하였다.

국토지리정보원에서 제공하는 1000GDKtrans S/W를 이용하여 수치지형도 제작 당시 사용한 국가기준점 및 항측기준점 등을 이용한 좌표변환으로 그림 1, 2, 3의 결과를 얻었으며 이로부터 국가변환계수만의 사용은 크기는 20 ~ 40cm 가량의 지역적 편의를 유발하는 것으로 나타났다. 이와 대비하여, 공통점 측량성과를 이용하여 산출한 지역좌표변환계수를 이용한 좌표변환으로 그림 4, 5, 6의 결과를 얻었다.

이러한 분석 결과 국가적으로 하나의 변환 파라미터를 사용하는 경우 일관성 있는 변환을 이룰 수 있다는 장점

표 1. 국토지리정보원 고시 국가좌표변환 계수

구분	평행이동량 (m)			회전량 (")			축척 변화량 (ppm)
	Δx	Δy	Δz	Rx	Ry	Rz	λ
변환 계수	-145.907	505.034	685.756	-1.162	2.347	1.592	6.342

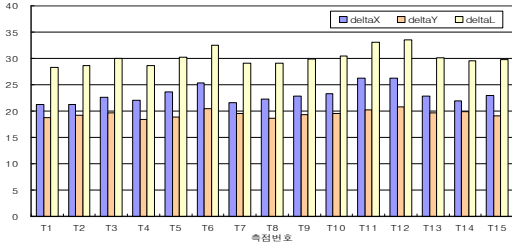


그림 1. 국가좌표변환계수에 의한 구미지역의 외곡량

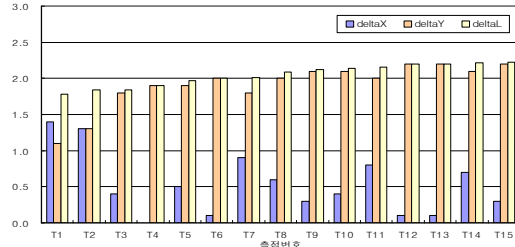


그림 4. 지역좌표변환계수에 의한 구미지역의 좌표변환 정확도

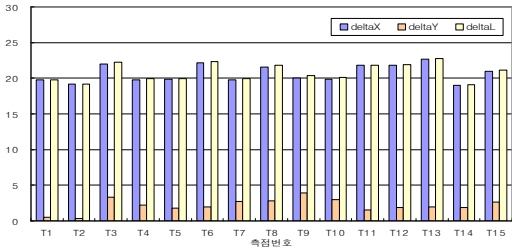


그림 2. 국가좌표변환계수에 의한 군산지역의 외곡량

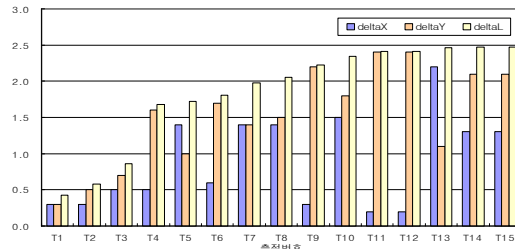


그림 5. 지역좌표변환계수에 의한 군산지역의 좌표변환 정확도

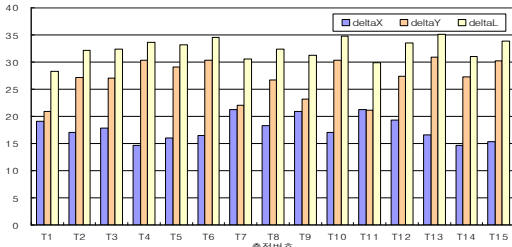


그림 3. 국가좌표변환계수에 의한 대전지역의 외곡량

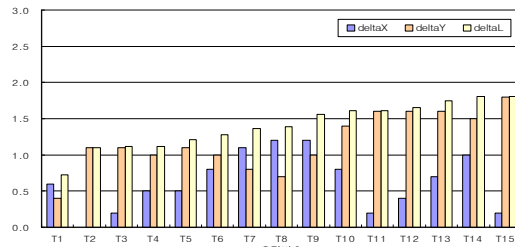


그림 6. 지역좌표변환계수에 의한 대전지역의 좌표변환 정확도

이 있으나, 지역별로 망의 왜곡, 관측장비의 불일치 등으로 인한 왜곡을 별도로 모델링하여야 하는 단점이 있으므로 지역 별로 좌표변환계수를 별도로 추정하는 것도 고려하여야 한다고 판단된다.

3.2 도시기준점을 이용한 좌표변환계수 추정

서울시 수치지형도 제작 당시 사용한 국가삼각점 9점과 6점을 이용한 추정계수는 표 2, 표 3과 같다. 좌표변환 후 잔차의 평균이 거의 0에 가깝고, 표준편차가 3cm를 넘지 않음에 따라 국지적 좌표변환계수의 추정이 성공적으로 수행되었음을 알 수 있었으며, 이는 다음 장에서 볼 수 있듯이 왜곡모델링이 필요하지 않은 근거가 되었다. 또한, 도시기준점 33점을 이용하여 (그림 7) 추정된 3차원 좌표변환계수는 표 4와 같으며, 표준편차는 표 5와 같았다.

따라서 1/1,000 수치지형도와 같이 고정밀도를 요구하

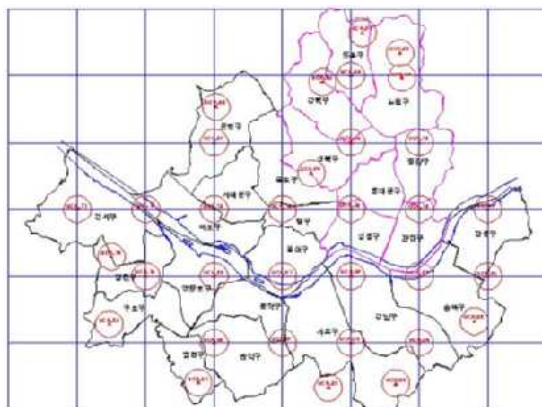


그림 7. 서울시 도시기준점

표 2. 국가기준점(6점)을 이용한 파라미터 산출결과

	구분	Tx(m)	Ty(m)	Tz(m)	Rx	Ry	Rz	scale (ppm)
BW 모델	계수	-390.67	517.71	417.4	-6.681	-7.833	5.845	-8.46
	표준편차	5.790	5.512	5.492	0.186	0.177	0.181	0.681
MB 모델	계수	-102.47	444.48	631.13	-6.681	-7.833	5.845	-8.46
	표준편차	0.010	0.010	0.010	0.186	0.177	0.181	0.681
Ve-is 모델	계수	-102.47	444.48	631.13	-5.995	-10.049	-1.793	-8.46
	표준편차	0.010	0.010	0.010	0.201	0.196	0.140	0.681

표 3. 국가기준점(6점)을 이용한 좌표변환계수 추정 표준편차

	ΔX (m)	ΔY (m)	ΔZ (m)
평균	8.33×10^{-11}	1.66×10^{-10}	-3.00×10^{-10}
표준편차	0.026	0.020	0.024

는 대축척 수치지형도에서는 국지적 좌표변환계수를 추정하여 사용하여도 문제점이 없다고 판단된다. 또한 국지적인 범위에서 2차원 Affine 변환에 의한 방법과 3차원 좌표변환에 의한 방법을 비교하기 위하여 도시기준점을 이용한 Affine 좌표변환계수를 추정한 결과는 표 6과 같으며, 표준편차는 표 7과 같다.

위와 같이 2차원 Affine 변환을 해도 정확도가 2cm 이내로 매우 양호하므로, 충분한 정확도의 도시기준점을 이용한다면 2차원 변환을 통한 변환계수를 적용해도 실용적으로는 무리가 없을 것으로 사료된다.

3.3 1/1,000 수치지형도의 좌표변환 정확도 분석

지역적 7 파라미터 좌표변환 결과 연구지역에 해당되는 베셀성과의 수치지형도는 GRS80 타원체를 기준으로 하였을 경우, 북동방향으로 평면상의 좌표값에 변화가 발생하였다. 평면좌표의 편위량은 직선거리로 약 313m이며 동쪽으로 71m, 북쪽으로 306m 정도로 나타났다. 또

한 GRS80 타원체를 기준한 도곽은 동쪽으로 255m, 남쪽으로 5m 이동되어 구성된다. 이는 수치지형도 제작시 사용된 삼각점의 신성과와 구성과간 오차를 그대로 보여주고 있다.

수치지형도의 좌표변환 정확도 분석결과, 항공사진에 의한 1/1,000 수치지형도 신규제작 시 평면위치 정확도 기준은 공공측량작업규정세부기준에서 0.7m로 정하고 있으나, 본 연구에서 적용한 방법에 의한 평균제곱근 오차가 X축은 27.1cm, Y축은 24.7cm, 최대오차는 X축은 44.4cm, Y축은 31.4cm, 최소오차는 X축 및 Y축 0.0cm로 높은 정확도 확보가 가능하였다. 또한 수정도화 방식에 의한 1/1,000 수치지형도 제작의 허용오차는 공공측량작업규정세부기준에서 1.0m로 규정하고 있지만, 7-파라미터에 의해 좌표변환된 정위치편집 파일을 신규도화된 도로를 기준으로 계산한 권역별 기준점 편위량을 이용하여 Affine 편의 보정한 도로시설물 및 건물데이터에 대하여 분석한 결과 도로시설물의 경우 평균제곱근 오차가 X축

표 5. 도시기준점을 이용한 좌표변환계수 추정 표준편차

	ΔX (m)	ΔY (m)	ΔZ (m)
평균	-3.39×10^{-11}	-6.06×10^{-11}	-5.45×10^{-11}
표준편차	0.002	0.002	0.002

표 4. 도시기준점을 이용한 파라미터 산출 결과

	구분	Tx(m)	Ty(m)	Tz(m)	Rx	Ry	Rz	scale (ppm)
BW 모델	계수	-393.39	522.64	421.02	-6.734	-7.808	5.884	-9.58
	표준편차	0.265	0.235	0.259	0.008	0.008	0.008	0.305
MB 모델	계수	-102.52	444.62	631.32	-6.734	-7.808	5.884	-9.58
	표준편차	0.000	0.000	0.000	83.407	0.008	0.008	0.305
Veis 모델	계수	-102.52	444.62	631.32	-5.996	-10.077	-1.855	-9.58
	표준편차	0.000	0.000	0.000	0.009	0.009	0.006	0.305

표 6. 2차원 Affine 파라미터 산출결과

항목	매개변수
Northing scale	0.999990673829
rotation	0.000021717166
skew	-0.000021951226
Easting scale	0.999990628208
Northing	305.209307715995
Easting	81.428998802643

표 7. 2차원 Affine 매개변수 추정 편차 분포

	Δ Northing (m)	Δ Easting (m)
평균	-3.13×10^{-6}	6.25×10^{-6}
표준편차	6.82×10^{-4}	0.017

은 41.8cm, Y축은 43.4cm, 최대오차가 X축은 86.1cm, Y축은 94.4cm, 최소오차는 X축 및 Y축 모두 0.0cm로 나타났다. 그리고 건물의 경우 평균제곱근 오차가 X축은 43.0cm, Y축은 44.67cm, 최대오차가 X축은 89.1cm, Y축은 82.5cm, 최소오차는 X축 및 Y축 0.0cm로 매우 높은 정확도 확보가 가능하였다. 이러한 분석 결과는 본 연구에서 적용한 수정제작 및 좌표변환 방법이 고정밀도의 수치지형도 제작 및 좌표변환을 시행할 수 있고 저비용으로 최신성을 확보할 수 있는 방안임을 증명하였다.

3.4 GIS DB의 좌표변환 및 정확도 확보 방안

GIS 응용 DB에 대한 좌표변환 정확도를 분석하기 위하여 8개 자치구별로 Bessel 타원체와 GRS 80 타원체 기준으로 제작된 수치지형도 상에서 변화되지 않은 지형지물을 이용하여 정확도를 분석하였으며, 상수도 DB의 경우 자치구별 100점씩 총 800점에 대하여 분석한 결과 그림 8과 같이 평균 Δx 는 10.28cm, Δy 는 10.26cm, 상대거리는 14.74cm로 나타났다.

극동도시가스 DB의 경우 자치구별 100점씩 총 500점에 대하여 분석한 결과 그림 9와 같이 평균 Δx 는 7.99cm, Δy 는 7.35cm, 상대거리는 10.95cm로 나타났다. 이는 본 연구에서 적용한 편의량 보정이 효과적임을 입증한다.

4. 결 론

본 연구에서는 연구대상지에 구축된 1/1,000 수치지형도 및 상수도, 전기, 가스 등의 GIS 응용 DB에 대한 세계 측지계 좌표변환을 위한 좌표변환계수 추정, 좌표변환 방

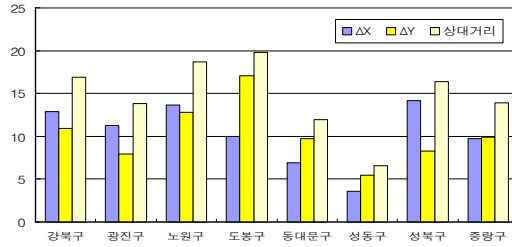


그림 8. 자치구별 상수도 DB 좌표변환 정확도 분석

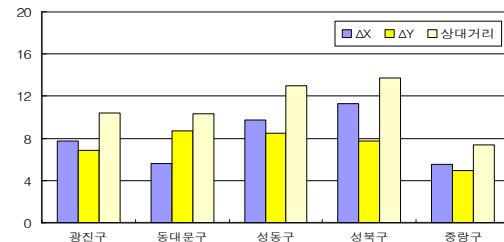


그림 9. 자치구별 극동도시가스 좌표변환 정확도 분석

법별 정확도 검증을 통해 실용적인 좌표변환 방안을 도출하기 위하여 적용해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 국가좌표변환계수 및 왜곡량 모델링 방법을 통한 1/1,000 수치지형도의 좌표변환 정확도는 평면위치에 대하여 약 20cm 정도로 나타났으며, 공통점 측량성고를 통한 격자과일을 적용한 결과 약 1cm 정도로 나타났고, 이는 지역좌표변환계수 추정을 통한 좌표변환 방법이 효율적이라는 것을 반증한다. 둘째, 공간정보의 구축시기, 방법 등의 상이로 인하여 지자체 단위의 좌표변환을 수행하기 위해서는 도시기준점을 이용한 Molodensky-Badekas 방법에 의한 좌표변환계수 추정이 바람직하며, 2차원 Affine 변환 정확도도 2cm 이내로 매우 양호하여 국지적인 범위에서 적용하여도 무방하다고 판단된다. 셋째, 항공사진을 이용하여 신규도화한 1/1,000 수치지형도의 평면위치에 대한 평균제곱근오차가 약 25cm인 것을 감안할 때 좌표변환 및 편의보정을 통해 검증한 지형·지물의 평균제곱근오차가 약 40cm 정도라는 것은 본 연구에서 적용한 방법으로 고정밀도의 수치지형도 제작 및 좌표변환을 수행하여 최신성을 확보할 수 있다는 것을 증명한다. 넷째, 수치지형도를 기반으로 지거측량 방법으로 구축된 GIS 응용 DB의 경우에도 좌표변환 및 편의보정을 통해 약 10cm 이내의 변환 정확도로 좌표변환이 가능하였으며, 절대측량 성과가 있는 지하시설물과의 상관관계 분석을 통해 좌표변환을 수행하면 효율적이라 사료된다.

참고문헌

1. 이현직, 유지호, 2007, “국가측지좌표계 전환에 따른 변환계수 결정 및 도시기반정보 데이터베이스 변환 - 원주시를 대상으로-”, *한국측량학회지*, 한국측량학회, 25권, pp. 141-148.
2. 송동섭, 윤홍식, 황진상, 2007, “국가 GIS와 연계를 위한 지적 기준점의 세계측지계 변환 실험”, *한국측량학회지*, 한국측량학회, 25권, pp. 309-317.
3. 건설교통부, 1999, “수치지도 좌표계 변환에 관한 연구”.
4. 건설교통부, 2001, “수치지도 좌표계 전환 연구 (I)”.
5. 건설교통부, 2001, “세계좌표계 도입에 따른 기준점 구축 및 관리방안”.
6. 건설교통부, 2003, “GIS DB 실시간 갱신방안에 관한 연구 -1/1,000 수치지도 수시갱신을 중심으로 -”.
7. 건설교통부, 2005, “1/1,000 수치지형도 좌표계변환 표준 작업 지침(Ver 1.0)”.
8. 건설교통부 국토지리정보원 및 대한측량협회, 2006, “세계측지계 도입에 따른 대응방안 교육”.
9. 대한측량협회, 2004, “서울특별시 지하시설물 정확도 심사평가용역 최종보고서”.
10. 서울시정개발연구원, 2004, “세계측지계 전환에 따른 서울시 지리정보 대응방안 연구”.
11. (주)중앙항업, 2005, “세계측지좌표계 도입과 지자체의 대응방안”.