

세계좌표계로의 전환에 따른 철도좌표 체계의 변화와 전망



| 문 정 균 |
(주)한국철도기술공사



| 박 재 홍 |
(주)한국철도기술공사

서론

1. 개요

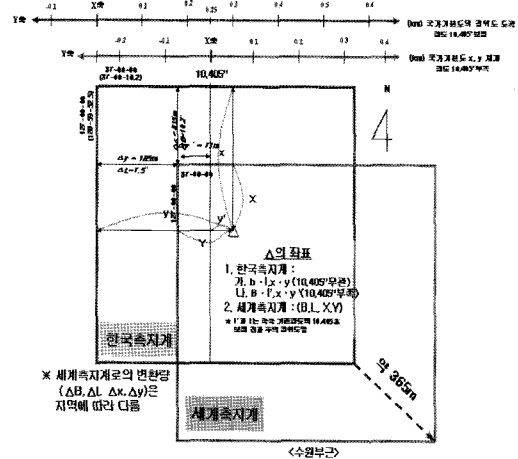
세계 측지계란 세계에서 공통으로 이용할 수 있는 위치의 기준을 말한다. 즉, 세계 측지계는, 세계 공통이 되는 측지 기준계를 말한다. 개정된 측량법에서는, 세계 측지계를 다음과 같이 정의하고 있다. “세계 측지계란, 지구를 편평한 회전 타원체라고 상정해 실시하는 위치측정의 기준으로서 다음 각 호의 요건을 갖춘 것을 말한다.” 지금까지, 각국의 측지 기준계가 측량 기술의 제약 등으로부터 역사적으로 주로 자국만을 대상으로 구축된 것인데 비해, 세계 측지계는 세계 각국에서 공통으로 이용할 수 있는 것을 목적으로 구축된 것이다. 세계 측지계에서는, 지구를 가장 잘 나타내고 있는 타원체(준거 타원체)로 지구상의 위치(경도·위도 및 평균 해면으로부터의 높이)를 나타낸다. 또한 위치를 지구 중심을 원점으로 하는 3차원 직교좌표계를 이용해 나타낼 수도 있다. 세계 측지계는 ITRF2000 좌표계(International Terrestrial Reference Frame : 국제 지구 기준 좌표계)와 GRS80(Geodetic Reference System 1980 : 측지 기준계 1980)의 타원체를 사용해 나타낸다. 표고에 대해서는, 현재와 같게 인천만 평균 해면을 기준해서 나타낸다.

2. 세계측지계의 도입

개념적으로 볼 때 세계 측지계는 세계 유일의 것이지만,

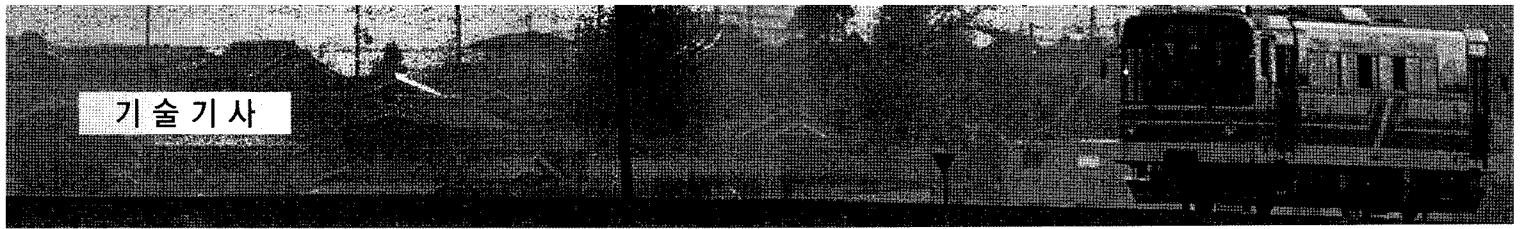
국가마다 채용하는 시기(epoch)와 구축기법 및 구현정확도에 따라 다르다. 이 때문에 측지기준계에서는 구축된 지역과 기준시점마다 다른 명칭이 붙여져 있다.

한국 측지계 2002(Korea Geodetic Datum 2002 : KGD2002)란, 세계측지계 중 우리나라가 구축한 부분의 명칭을 말하며 우리나라의 측지기준계라는 것과 기준시점을 2002년 1월1일(epoch 2002.0)로 하여 2천년 대 초에 구축된 것을 의미한다.



△점의 좌표변환식

한국측지계	세계측지계
가. 경도 10.405° 보정	나. 경도 10.405°부족
$B = b + \Delta B(10.2'')$	$B = b + \Delta B(10.2'')$
$L = l - \Delta L(7.5'')$	$L = l + \Delta L(7.1m)$
$X = x + \Delta x(315m)$	$X = x + \Delta x(315m)$
$Y = y - \Delta y(116.5m)$	$Y = y + \Delta y(71m)$



참고) 동경측지계는 우리나라에서 1910년대 토지조사 사업에서 지형도와 지적도작성을 위해 채택된 측지계이며 당시 일본의 것을 그대로 연결하여 사용하였고 측량법에 세계측지계가 적용되기 이전까지 사용되고 있던 측지기준계를 말한다. 동경측지계는 벡셀(BESSEL)타원체를 채택하고 천문관측에 의해 결정된 경위도원점의 값과 원 방위각을 기준으로 구축되었다. 그러나 당시의 기술적인 한계 때문에 세계측지계 기준과는 차이가 있는데, 우리나라에서는 실제로 대삼각점인 영도와 절영도 삼각점이 원점의 역할을 하였다.

본론

가) 세계측지계 도입의 장점

세계측지계 도입의 가장 큰 장점은 GPS좌표와 지도좌표(측지성좌)가 실시간으로 완전히 호환될 수 있다는 것이

세계측지계 (GRS80타원체 기반의 지구중심좌표계)

- 측량법(’01.12.19 개정) 개정에 따라 2007년 1월 1일부터는 모든 측량의 기준이 세계측지계를 이용하여야 함. 그러나 부칙(제 8071호, 2006.12.20) 제2항의 규정에 의하여 2009년 12월 31일까지는 측량기준으로 세계측지계와 동경측지계 병행.
- 세계측지계는 세계적으로 공통이 되는 측지계를 뜻하는 것으로 좌표계의 원점 및 회전타원체의 중심은 지구의 질량중심으로 하고, 회전타원체의 단축은 지구의 자전축과 일치 함 즉 지구 중심 좌표계(Geocentric Geodetic Coordinate System)임.
- 국제기구의 세계공통좌표계 사용요구 및 국제민간 항공기구(ICAO), 국제해상기구(IMO), 국제전기통신연합(ITU), 국제수로기구(IHO)등의 가입등으로 공통좌표계의 필요.
- 향후 세계측지계 전면시행 방침에 따라 시행을 고려한다면 시공 및 준공시좌표체계의 이원화를 방지할 수 있다.
- 세계측지계 전면시행 방침(2009.12.31)에 따라 국가정책 방향 부합.
- 단일구성망으로 인한 공구경계 오차 최소화
- 세계화 와 부합되며 보다 정밀한 평면좌표 및 수준위치 결정 가능.
- 세계측지계 적용시 인접노선)에 대한 좌표변환이 연계되어야 하며 이와 관련 추가 인력 및 경비 소요발생
- 현재로서 어떤 좌표계를 선택하던지 좌표변환(세계측지계 ↔ 지역좌표계)을 고려 공통기준점(Common Point)을 설치해야 하며 좌표변환을 실시후, 상호 확인이 필요하는 인접되는 좌표(체계)를 확인, 성과를 확인(필요).

지역측지계 (베셀타원체 기반의 평면직각좌표계)

- 우리나라의 측지성좌는 1910년대 일본 동경 데이텀에 기초한 대마도의 1등 삼각점 성과로부터 연결되어 산정되었으므로 평면위치의 기준은 동경 데이텀이다.
- 우리나라 삼각점의 평면직각좌표는 크게 서부좌표계, 중부좌표계, 동부좌표계 등 3개의 직각좌표계로 나뉘어져 각각 가우스 상사이중투영법에 의하여 계산되었으며, 현재의 삼각점 직각좌표도 이 투영법에 의한 수치가 사용되고 있다. 반면에 현재 지도제작에 있어서는 TM 투영법(가우스-크뤼거 투영법)에 의해 좌표를 전개하고 있다.
- 조선토지조사사업이 완료된 시점인 1918년에 일본의 동경원점 수치가 오류가 확인되어 모든 삼각점의 경도 좌표에 10.405초를 가산하게 되었다.
- 동일한 직각좌표를 갖는 지역이 여러 군데 발생하며, 각 직각좌표계의 경계에 위치한 지역은 서로 다른 2개의 직각좌표를 갖게 된다.
- 기존의 지역좌표체계와의 성과차이가 없으나 국가좌표체계와 이원화
- 인접한 도로공사지역 및 도시계획선 결정고사(지역) 좌표값과 최소화.
- 소유권 경계의 기준인 지적공부등록상의 지적좌표체계와의 차이가 미소하다.
- 현재로서 어떤 좌표계를 선택하던지 좌표변환(세계측지계 ↔ 지역좌표계)을 고려 공통기준점(Common Point)을 설치해야 하며 좌표변환을 실시후, 상호 확인이 필요하는 인접되는 좌표(체계)를 확인, 성과를 확인하며 과업추진(필요).
- 지역좌표계 선택시 각 공구 개별관측에 의한 측량을 실시 공구 경계 오차 발생.

다. 또한 세계측지계가 도입되면 현재 GPS항법(1점 측위)에서 동경측지계로의 좌표변환이 불필요하게 되어 변환에 따른 정확도 저하와 측지기준계 혼용의 우려가 없어진다. 최근 몇 년간의 세계측지계로의 변화가 국제적인 흐름이다. 구체적으로는 1996년에 미국이 GPS의 민간 이용을 위하여 지속적인 서비스를 표명한 이후 GPS가 본격적으로 보급되기 시작하였고 1998년에 국제수로기구(IHO : International Hydrographic Organization)에서 수로측량의 기준에 관해서는 세계측지계에 근거하는 것으로 정하였기 때문이다. 각국에서도 지도의 측지기준계를 세계측지계로 변경 중에 있고 육지의 지도에서는 호주, 영국, 일본, 뉴질랜드 등 약 50개국에 전환을 시작하거나 했고 최근 그 움직임이 현저하다. 이에 우리나라에서도 이러한 국제적인

흐름에 맞추어, 세계 측지계로 이행하는 것이다.

나) 세계측지계 도입으로 인한 철도분야의 변화

세계측지계의 도입은 국내의 모든 위치에서 현행의 좌표값(경도, 위도 등)이 변경된다. 따라서 측량분야는 물론이고 그 밖의 분야에서도 지금까지의 방식을 변경 또는 기존의 자료의 정정을 필요로 한다. 철도분야도 예외는 아니다. 동경측지계를 차용하고 있었던 철도분야는 벅셀타원체를 기준으로 하였기에 세계측지계에서 채용하고 있는 GRS80 타원체와 크기·형상 및 중심의 위치가 다르다. 이때문에 두 측지계에서 기준점성과의 경도·위도의 변화가 위치에 따라 다르게 발생된다. 즉 지도상의 물체는 지도종횡선(map grid)을 기준으로 이동량이 발생하여 지도축척에 따라 다르게 나타난다.

다) 철도분야의 좌표체계 변화와 실질적 의미

최근 우리나라는 측량법 개정을 통하여 기존의 동경대 이템에 의한 측지좌표계를 2007년부터 GRS80 타원체의 세계좌표계를 적용한다고 발표하였다. 다만 한시적으로 2009년 기존의 동경좌표계와 병행한다. 이것은 3차원 위치의 표현에 있어서 지리좌표계가 아닌 지심좌표계를 채택한다는 의미가 아니라, 기존의 국지적 원점에 타원체를 표정하는 방식이 아닌 세계기준계에서 정의한 방법에 의해 타원체의 원점과 각 축을 표정한다는 것이다. 지리좌표의 계산에 필요한 타원체의 크기로 과거의 벅셀 타원체가 아닌 국제적으로 공인된 GRS80 타원체를 적용한다는 뜻이다.

따라서 과거 철도분야에서 사용되는 좌표체계에서 약 300m 좌표변화가 발생하게 된다. 현재 국가좌표체계변환 고시로 호남고속철도사업은 이러한 세계좌표계를 사용하

여 사업을 추진하고 있다. 그러나 이는 국제기준(Global Standard)으로 기존 구축된 좌표체계와 많은 차이가 발생하므로 상호 인터페이스확인(Interface)이 매우 중요하게 대두되었다. 이와함께 공사 및 시공을 위한 토지취득시, 소유권 변동에 따른 사적재산의 한계를 결정하는 지적좌표계는 사업승인 및 분할등에 적용되는 좌표계로서 새로운 좌표체계와 면적오차 및 경계오차가 과거보다 좀더 증가할 수 있는 요인이 발생하였다. 따라서 과소 또는 과대토지가 발생하지 않도록 이에대한 주의가 요구된다. 이와함께 용지(지적)업무 및 절차 개선에 대한 연구가 병행되어야 할 것으로 보인다.

결론

세계측지계로의 변화는 국제기준으로의 능동적 대응이라고 이해할 수 있다. 또한 기술적으로는 GPS의 사용증대와 이를 이용해 지도좌표(측지성좌)와 실시간으로 호환할 수 있게 된다.

국토지리정보원에서는 전국 14개소에 설치한 GPS상시 관측소의 데이터를 좌표변환 없이 직접 이용 가능하게 지원함으로써 언제 어디서나 정확한 위치정보의 이용이 가능하며 정확도가 향상됨에 따라 실시간의 고정밀도 위치 정보를 제공할 수 있다. 그러나 향후 기존 우리나라의 소유권 경계의 기준인 지적좌표계와의 면적 및 거리오차는 좀더 증가될 것으로 예상되므로 이에따른 지역별 좌표변환 방법 및 기준(지침)에 대한 연구가 이어져야 할 것이다. ☺