

지적기준점과 연계 활용을 위한 도시기준점의 지적좌표 성과산출 분석 - 경상남도 창원시를 중심으로 -

An Analysis on the Results of Cadastral Coordinate Computation of Urban Control Point for Connection to Cadastral Control Point -A Case Study of Changwon-si of Kyungnam-

홍성언*

Hong, Sung Eon

要 旨

본 연구에서는 지적기준점과 도시기준점을 연계-활용의 가능성을 제시하고자 창원시를 대상으로 세계측지계 성과로 고시된 창원시 도시기준점(32점)의 GPS 관측데이터를 이용하여 도시기준점에 대한 지적좌표 성과를 산출분석하여 보았다. 연구결과 3가지 서로 다른 계산 S/W를 이용해 지적좌표를 산출하고 이를 기존 도시기준점 고시 성과와 비교한 결과 현행 법률에서 규정하고 있는 오차의 허용범위 이내로 분석되어 지적측량에 활용 가능성이 있는 것으로 나타났다. 다만 실무에서 안정적인 활용 위해 현행 도시기준점 고시 성과를 직접 지적측량에 이용하기 보다는 새로이 지적성과를 산출해서 활용하는 방안을 제안하였다. 또한 지역 삼각점에 대한 사전 정밀한 성과점검이 필요함을 제시하였다. 끝으로 계산 S/W는 삼변망조정계산 S/W가 적합한 것으로 나타났다.

핵심용어 : 지적기준점, 도시기준점, 삼변망조정계산

Abstract

This study aimed at suggesting the possibility of an application that connects cadastral control point and urban control point. In order to do this, we calculated and analyzed the cadastral coordinate on urban control point by using the GPS observation data of Changwon-si urban control point (32 points) which was announced based on the result of global coordinate system. We calculated cadastral coordinate through using three different kinds of calculation S/Ws, and compared the results of the calculation with the preexisting result of urban control point. The comparison suggested that the gap between the new results and the existing results is in the range of error specified by a law. Therefore, the result can be used in cadastral surveying. However, for the safe application in practical works, we suggested that it would be better to carry out new cadastral surveying and use its result than to use the result of the current urban control point directly in surveying cadastral. In addition, we suggested that it is necessary to examine precisely the local station of triangulation. Finally, we recommended that one should use trilateral network adjustment S/W as one's calculation S/W.

Keywords : cadastral control point, urban control point, trilateral network adjustment

1. 서 론

근래 각 지자체에서는 도시정보시스템을 구축하기 위해 필요한 각종 도면의 좌표와 새로운 시설물들의 측량을 위해 도심지 내에 GPS 측량 기법을 이용하여 도시기준점들을 매설·측량하고, 그 성과를 고시한 후 측

량분야에 직접 활용하고 있다(권기욱, 2009). 이러한 도시기준점과 유사하게 도시내에 설치되고 있는 것이 지적도근점이다. 지적도근점은 지적세부측량에 앞서 이루어지는 지적기준점 측량에 의해 설치된 점이기에 문에 점의 배치밀도가 높다.

두 기준점의 경우 목적과 성격은 다르지만 측량방법,

2011년 11월 9일 접수, 2011년 12월 5일 채택

* 종신회원 · 청주대학교 지적학과 전임강사(hongsu2005@cju.ac.kr)

매설 위치 등이 상당히 유사하다. 그렇기 때문에 도심 시내에 도시기준점과 지적도근점이 1m 거리를 두고 중복 설치되는 경우도 종종 발생하고 있다. 만일 두 기준점을 연계하여 활용할 수 있다면 지적도근점 망실에 의한 복구비용의 최소화는 물론 기준점들의 배점밀도의 향상을 가져올 수 있을 것이다(홍성언, 2009).

특히, 정부조직개편으로 2008년 4월 21일 국토지리정보원의 GPS 상시관측소 14개소와 구) 행정자치부의 GPS 상시관측소 30개소의 측량성과가 구) 측량법 제 21조 제1항, 동법 시행령 제2조의 6 및 구) 지적법시행령 제44조 제2항에 의하여 통합 고시[국토지리정보원 고시 제2008-259호(2008. 4. 21)]됨에 따라 기준점의 공동 활용 및 통합에 대한 필요성이 높아지고 있다. 고시내용은 구) 측량법 제5조의 규정에 의하여 세계측지계 측량 기준의 경우 좌표계는 ITRF2000, 타원체는 GRS80을 채용하고 있다. 측량성과는 기본측량, 공공측량, 일반측량, 지적측량 및 실시간 정밀 GPS 측량 서비스를 위한 기준점으로 사용할 수 있으며, 관측자료는 홈페이지(<http://gps.ngii.go.kr>)를 통하여 제공된다.

기존 도시기준점과 관련된 연구는 주로 GPS 측량을 이용하여 도시기준점의 설치 또는 정확도 분석에 관한 연구가 많이 이루어졌다(류인중, 2001; 안원태, 2008; 임인석 등, 2001; 황창섭 등, 2001). 이러한 도시기준점의 설치 및 정확도 분석 연구에 편승하여 도시기준점의 설치 및 정확도 분석에 그치지 않고 이를 지적기준점과 연계 및 통합 활용을 위한 연구가 진행되었다(박승우, 2004; 홍성언, 2009; 권기욱, 2009). 이와 같은 연구들을 통하여 지적기준점과 도시기준점을 연계·활용할 수 있는 가능성들이 제시되고 있다.

그러나 지적기준점과 도시기준점을 연계·활용에 관한 기존 연구들의 경우 대부분 국지적으로 도시기준점의 지적좌표 성과를 산출하고, 이에 대한 정확도 분석을 통하여 활용 가능성이 제시되었기 때문에 광역적인 상시관측소 고시성과와 지적삼각점을 기초로 한 성과 제시가 이루어지지 못하였다는 면에서 한계성을 찾을 수 있다. 다시 말해, 실질적으로 지적기준점과 연계·활용하기 위해서는 광역적으로 상시관측소 및 주변 삼각점들에 대한 성과검증을 통한 후 성과가 좋은 삼각점을 선별하고 이를 기초로 도시기준점의 지적성과가 산출되어야 활용여부의 판단이 가능하다. 또한 활용 가능성의 시사가 아닌 실제 활용을 위해서는 활용 방법에 대한 제시가 있어야 한다.

본 연구에서는 지적기준점과 도시기준점을 연계·활용의 가능성을 제시하고자 창원시를 대상으로 세계측지계 성과로 고시된 창원시 도시기준점(32점)의 GPS

관측데이터를 이용하여 도시기준점에 대한 지적좌표 성과를 산출·분석하여 보고자 한다. 이를 통해 지적측량에 활용 가능성의 모색은 물론 활용 방안을 제시하여 보고자 한다.

연구방법은 기존 고시된 도시기준점 성과에 대한 검토를 통해 정확도를 검증 한 후 성과가 양호한 지적삼각점을 기초로 도시기준점에 대한 지적좌표를 산출하고 정확도를 분석하여 봄으로써 활용 가능성 및 활용 방안을 제시하여 보고자 한다.

2. 지적기준점 및 도시기준점

2.1 지적기준점

지적기준점은 지적측량을 정확하고 효율적으로 시행하기 위하여 국가기준점을 기준으로 하여 따로 정하는 측량기준점으로서 지적삼각점, 지적삼각보조점, 지적도근점으로 구분된다. 지적삼각점은 지적측량 시 수평위치 측량의 기준으로 사용하기 위하여 국가기준점을 기준으로 하여 정한 기준점을 말한다. 지적삼각보조점은 국가기준점과 지적삼각점을 기준으로 하여 정한 기준점을 말한다. 지적도근점은 지적측량 시 필지에 대한 수평위치 측량 기준으로 사용하기 위하여 국가기준점, 지적삼각점, 지적삼각보조점 및 다른 지적도근점을 기초로 하여 정한 기준점을 말한다.

지적삼각점은 측량이 빈번하게 수행되는 시가지 주위의 접근이 용이하고 시통이 원활한 산정상이나 농선에 위치하고 있다. 지적삼각보조점은 대부분 주요 건물 옥상에 위치하고 있다. 지적도근점은 대부분 도로, 구거, 하천 및 취락지역 등에 설치되어 있다.

지적기준점의 대부분은 지적도근점으로 구성되어 있으며 지적도근점은 세부측량 수행에 용이하고 시통이 원활하도록 농경지의 경우 도로, 구거, 하천 등을 따라 위치하고 있으며, 시가지 밀집지역과 취락지역 등의 경우 주택 또는 공공 건물의 옥상에 주로 설치되어 있다. 이는 도근점이 망실되더라도 후속 측량에 지장이 없도록 기준점간 시통이 원활하도록 하고 보조점 설치를 최소화시킴으로써 정확하고 동일한 측량성과를 제시하기 위함이라고도 할 수 있다.

일반적으로 지적측량이 빈번한 지역은 지적기준점의 설치 수량이 많고 분포밀도가 높은 반면 빈번하지 않은 지역은 지적기준점의 수량이 적고 분포밀도도 낮다고 할 수 있다. 지적도근점 설치는 평균 점간거리를 50~300m 이하로 규정하고 있다. 성과의 결정은 측량성과와 검사성과의 연결교차가 경계점 좌표등록부 시행지역에서는 0.15m, 그 밖의 지역에서는 0.25m로 하고 있다.

표 1. 도시기준점과 지적기준점의 성과산출 제원 비교

구 분	도시기준점	지적기준점
위치표시	평면 : 지리학적 경위도 높이 : 평균 해수면으로부터의 높이	평면 : 평면직각좌표 높이 : 높이개념 없음
거리/면적	회전타원체면상의 값	수평면상의 값
Datum 및 타원체	• Datum : Geocentric • 준거타원체 : GRS80	• Datum : Tokyo • 준거타원체 : 베셀타원체
투영법	• TM(가우스크뤼거투영)	• TM(가우스상사이중투영)
투영원점	• 서부, 중부, 동부, 동해	• 서부, 중부, 동부, 동해
축척계수	• 1.0	• 1.0

(출처: 국토연구원, 2007; 행정자치부, 2000)

2.2 도시기준점

도시기준점은 특정 법률이나 규정 등에서 용어를 정의하지 않고 있지만, 일반적으로 공공측량 작업규정에서 공공기준점(1급에서 4급 공공삼각점)으로 규정하고 있다. 이는 도심지내의 각종 공사나 시설물 관리를 위한 주제도 및 기본도 등을 소요목적에 따라 구축하고 활용하기 위해 요구되는 절대좌표 개념의 공공성과물이라고 할 수 있다. 또한 이것은 공공측량 성과에 알맞은 측량성과를 도심지 내에 균일한 밀도로 골고루 분포시켜 측량작업시 매번 실시하게 되는 기준점측량에 대한 부담과 경제적인 손실을 줄이고 위치정확도에 대한 일관성을 확보하는 데에도 그 목적이 있다(황창섭 등, 2001).

도심지내에 도시기준점들을 설치함으로써 각종 건설 공사는 물론 수시로 변동되는 지형 지물 변화 지역에 대한 신속 정확한 측량이 가능해 졌으며, 특히 상하수도, 가스, 전기, 통신 등 지하시설물에 대한 정확한 위치 측량이 가능해짐으로 인해서 잦은 굴착으로 인한 안전 사고를 사전에 예방할 수 있는 기틀을 마련할 수 있게 되었다(권기욱, 2009). 이렇듯 도시기준점은 공공측량에 사용되는 지상기준점으로서 도시시설물의 공간정보를 효율적으로 구축·관리하기 위한 근간이 되고 있다.

도시기준점의 허용정확도에 관하여 기존 연구에서는 도시기준점들이 도심지내 설치되며 대부분 20km이내의 소지측량에 해당하는 것이므로 “정밀 2차 기준점 측량과 관련된 정확도 규정”을 참조하여, 수평위치오차 3cm, 수직위치오차 10cm 정도로 규정하고 있다. 그러나 도시기준점은 도심지내의 공공측량을 위해 설치되는 성과물로서 정밀 2차 기준점 체계보다는 저등급 기준점 체계라 할 수 있어 허용정확도는 이보다 더 낮다고 제시되고 있다(황창섭 등, 2001; 류인중, 2001).

공공측량 작업규정(제25조)에서는 GPS관측의 조정 계산에 있어 신설점의 수평위치 표준편차를 1급에서 4급을 10cm 이내로 규정하고 있다. 따라서 TS, GPS 관

측방법 별로 1급, 2급, 3급, 4급 공공삼각점 측량에 있어서 결합방식, 폐합방식, 수평위치 폐합차 등에 대해서 급을 달리하여 성과제한 규정을 두고 있으나 최종 신설점에 대한 수평위치는 10cm로 계산결과의 적합 여부를 판단하고 있을뿐 등급별로 규정하고 있지는 않다. 창원시의 경우는 2011년 현재 국가에서 관리하고 있는 1급을 제외한 총 1,634점(2급 131점, 4급 1,503점)의 도시기준점이 설치·관리되고 있다.

표 1은 도시기준점과 지적기준점의 성과산출 제원을 비교한 것으로 현재까지 지역기준계를 채택하고 있는 지적기준점과 세계측지계를 채택하고 있는 도시기준점은 기준계에서 근본적인 차이를 보이고 있다. 또한 투영법에서 차이를 보이고 있는데 이는 축척계수를 통일할 경우 좌표계의 양 끝단에서 두 투영좌표 간에는 약 6cm의 차이가 있을 뿐으로 실용상으로는 동일한 투영 방법으로 간주할 수 있다(대한지적공사 지역연구원, 2005).

3. 도시기준점 고시 성과의 정확도 검증

3.1 도시기준점의 관측현황

본 연구에 사용한 도시기준점은 세계측지계 도입에 따른 도시정보시스템 수치지도 갱신용역사업의 일환으로 2006년 12월 26일부터 2007년 09월 03일까지 창원시 북면, 대산면, 동읍, 시내 일원을 대상으로 실시된 사업에 의하여 설치되었으며, 국토지리정보원 고시 제 2007-608호(2007. 11. 13)에 의해 공공측량성과로 고시되었다. 도시기준점의 수량은 32점이며, 배치밀도는 평균 5km×5km로 설치되었다.

관측은 정지측량(Static)으로 2등 기준점 측량의 세션(Session)별 관측시간 기준에 의하여 관측점당 평균 8시간 이상으로 관측하였다. 관측장비는 관측데이터 처리에 대한 정밀도를 고려하여 전량 트림블(Trimble) 수신기가 사용되었으며, 관측일자별로 세션(Session)을

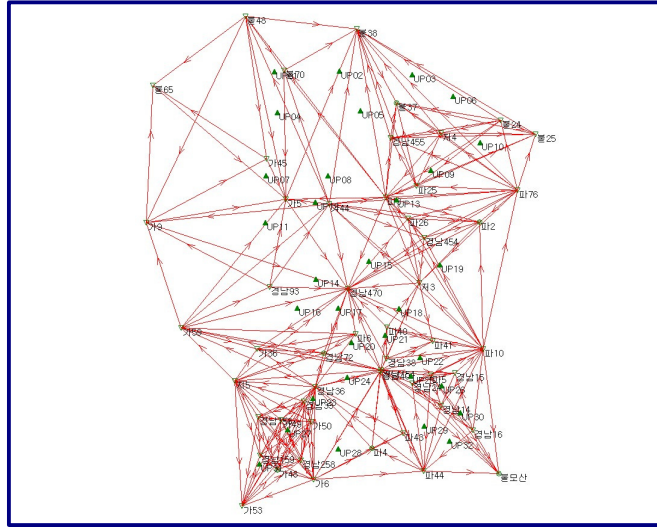


그림 1. 도시기준점 및 지적기준점 관측 망도

표 2. 도시기준점 관측현황

점명	관측 시작시간	관측 종료시간	총관측시간	안테나높이	측정방법	안테나 유형
UP01	01/04/2007 07:27:45	01/04/2007 17:00:30	9h 32' 45"	1.3271	Vertical	TRM39105.00
UP02	01/04/2007 08:09:30	01/04/2007 17:00:30	8h 51' 00"	1.3020	Vertical	TRM39105.00
UP03	01/04/2007 07:52:00	01/04/2007 17:00:45	9h 08' 45"	1.2713	Vertical	TRM33429.00-GP
UP04	01/04/2007 07:13:30	01/04/2007 17:00:15	9h 46' 45"	1.1065	Vertical	TRM39105.00
UP04	01/05/2007 07:06:00	01/05/2007 17:05:30	9h 59' 30"	1.2730	Vertical	TRM39105.00
UP05	01/04/2007 08:03:30	01/04/2007 17:00:45	8h 57' 15"	1.2963	Vertical	TRM33429.00-GP
UP05	01/05/2007 08:50:30	01/05/2007 17:05:45	8h 15' 15"	1.2713	Vertical	TRM33429.00-GP
UP06	01/04/2007 08:07:30	01/04/2007 17:01:00	8h 53' 30"	1.0824	Vertical	TRM39105.00
UP07	01/05/2007 06:49:30	01/05/2007 17:25:30	10h 36' 00"	1.2519	Vertical	TRM39105.00
UP08	01/05/2007 08:55:00	01/05/2007 17:06:15	8h 11' 15"	1.2539	Vertical	TRM39105.00
UP09	01/04/2007 08:13:15	01/04/2007 17:11:45	8h 58' 30"	1.3990	Vertical	TRMR8
UP10	01/04/2007 08:18:00	01/04/2007 17:00:30	8h 42' 30"	1.3922	Vertical	TRM39105.00
UP11	01/05/2007 06:25:15	01/05/2007 17:32:45	11h 07' 30"	1.2893	Vertical	TRM33429.00-GP
UP12	01/05/2007 07:35:15	01/05/2007 17:58:45	10h 23' 30"	1.0677	Vertical	TRM33429.00-GP
UP13	01/04/2007 08:12:30	01/04/2007 17:00:30	8h 48' 00"	1.3677	Vertical	TRM39105.00
UP13	01/05/2007 08:45:00	01/05/2007 17:06:00	8h 21' 00"	1.3351	Vertical	TRM39105.00
UP14	01/05/2007 08:24:15	01/05/2007 17:06:15	8h 42' 00"	0.0000	Vertical	TRM39105.00
UP15	01/05/2007 08:11:30	01/05/2007 17:06:45	8h 55' 15"	1.4073	Vertical	TRM39105.00
UP16	01/05/2007 08:25:30	01/05/2007 17:38:45	9h 13' 15"	0.0000	Vertical	TRM39105.00
UP16	01/06/2007 07:38:45	01/06/2007 18:04:45	10h 26' 00"	0.0000	Vertical	TRM41249.00
UP17	01/05/2007 08:43:00	01/05/2007 17:05:15	8h 22' 15"	0.0000	Vertical	TRM33429.00-GP
UP18	01/05/2007 08:37:00	01/05/2007 17:43:45	9h 06' 45"	0.0000	Vertical	TRMR8
UP19	01/04/2007 07:44:00	01/04/2007 17:00:45	9h 16' 45"	1.3582	Vertical	TRM39105.00
UP19	01/05/2007 08:20:30	01/05/2007 17:54:30	9h 34' 00"	1.2576	Vertical	TRM41249.00
UP20	01/05/2007 09:05:30	01/05/2007 17:09:30	8h 04' 00"	0.0000	Vertical	TRM39105.00
UP20	01/06/2007 08:07:30	01/06/2007 17:37:00	9h 29' 30"	0.0000	Vertical	TRM39105.00
UP21	01/05/2007 08:09:30	01/05/2007 17:06:30	8h 57' 00"	0.0000	Vertical	TRM39105.00
UP21	01/06/2007 08:01:45	01/06/2007 17:22:45	9h 21' 00"	0.0000	Vertical	TRMR8
UP22	01/05/2007 08:50:00	01/05/2007 17:06:00	8h 16' 00"	0.0000	Vertical	TRM33429.00-GP
UP23	01/06/2007 09:22:30	01/06/2007 17:21:15	7h 58' 45"	0.0000	Vertical	TRM39105.00
UP24	01/06/2007 07:56:30	01/06/2007 17:24:15	9h 27' 45"	1.2910	Vertical	TRM39105.00
UP25	01/05/2007 08:33:00	01/05/2007 17:05:15	8h 32' 15"	0.0000	Vertical	TRM39105.00
UP25	01/06/2007 07:33:15	01/06/2007 18:18:00	10h 44' 45"	0.0000	Vertical	TRM33429.00-GP
UP26	01/05/2007 08:20:45	01/05/2007 17:05:45	8h 45' 00"	0.0000	Vertical	TRM39105.00
UP26	01/06/2007 08:27:00	01/06/2007 17:22:15	8h 55' 15"	0.0000	Vertical	TRM33429.00-GP
UP27	01/06/2007 08:10:30	01/06/2007 17:22:15	9h 11' 45"	1.1780	Vertical	TRM33429.00-GP
UP28	01/06/2007 06:39:30	01/06/2007 17:47:30	11h 08' 00"	1.2298	Vertical	TRM39105.00
UP29	01/06/2007 08:39:00	01/06/2007 17:21:15	8h 42' 15"	1.2148	Vertical	TRM39105.00
UP30	01/06/2007 08:03:00	01/06/2007 18:19:45	10h 16' 45"	0.9984	Vertical	TRM33429.00-GP
UP31	01/06/2007 08:15:30	01/06/2007 17:22:00	9h 06' 30"	1.2549	Vertical	TRM39105.00
UP32	01/06/2007 08:07:30	01/06/2007 17:40:00	9h 32' 30"	1.3373	Vertical	TRM41249.00

구분하여 실시되었다. 관측 세션(Session)은 인접 세션(Session)과 1번 이상을 중복하여 최소도형이 삼각형 또는 사각형이 되도록 구성하였다. 그림 1은 연구지역 도시기준점과 지적기준점의 관측 망도를 나타낸 것이고 표 2는 각 관측점에 대한 관측정보를 나타낸 것이다.

3.2 도시기준점의 세계측지계 성과 산출

도시기준점의 세계측지계 성과를 산출하고자 GPS 상시관측소를 이용하였다. GPS 관측자료의 처리는 기선해석을 시작으로 3차원 망조정을 통해 세계좌표를

산출하였다. 국토지리정보원 내규인 『GPS에 의한 기준점측량작업규정』에 의하면 GPS위성의 궤도요소는 정밀력 또는 방송력에 의하고, 당해 관측지역과 가장 가까운 국토지리정보원 GPS 상시관측소 2점 이상의 WGS84 좌표값을 기지로 기선해석을 실시하며, 그 다음의 기선해석은 바로 전의 기선해석에서 구하여진 WGS84 좌표값을 사용하여 순차적으로 해석한다고 규정되어 있다.

따라서 작업규정에 의한 GPS 관측자료 처리를 위하여 그림 2와 같이 관측지역 주위의 CHNG(창녕), PUSN(부산), JINJ(진주), TEGN(대구) 등 GPS 상시관측소 4개소를 이용하여 GPS 관측데이터를 처리하였다.

기선해석은 도시기준점의 GPS 관측데이터를 관측지역 주위의 CHNG(창녕), PUSN(부산), JINJ(진주), TEGN(대구) 등 GPS 상시관측소 4개소의 WGS84 좌표값을 기지로 하여 순차적으로 해석하였다. 기선해석을 위해 GPS 위성 궤도요소는 GPS상시관측소와 관측점간 거리가 평균 30km가 넘는 장기선이란 점을 고려하여 IGS에서 관측한 후 약 11일 후에 확정하여 공식적으로 발표하는 SP3(IGS Final Orbit)를 이용하였다. 기선해석을 위한 조건으로 고도각은 원칙적으로 15°이상의 위성만을 사용하였으며, 기선해석 결과에 따라 최대 20°까지만 고도각을 조정하였다. 그림 3은 기선해석 망도를 나타낸 것이다.

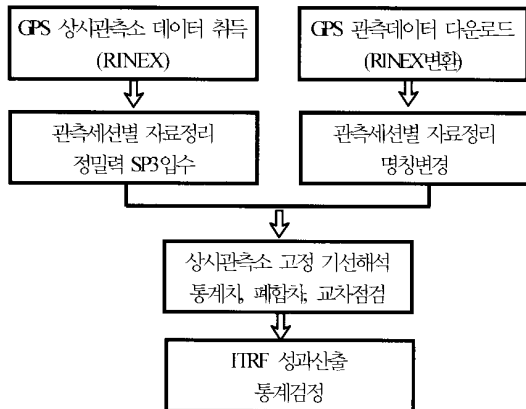


그림 2. 자료처리 흐름도

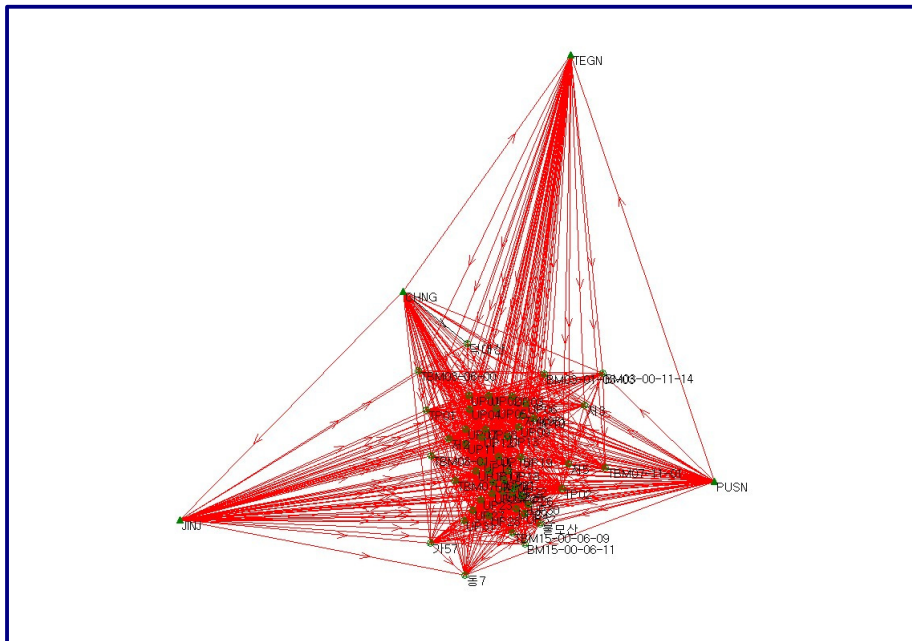


그림 3. 기선해석망도

표 3. 기선해석 결과

시점	종점	기선 길이	해 유형	비율	기준 분산	RMS	시점	종점	기선 길이	해 유형	비율	기준 분산	RMS
PUSN	UP19	33925.410m	fixed	12.1	1.576	0.016m	CHNG	UP01	21450.460m	fixed	10.6	1.325	0.014m
PUSN	UP19	33925.411m	fixed	10.8	1.957	0.016m	CHNG	UP02	23534.989m	fixed	13.4	1.144	0.013m
PUSN	UP01	45429.610m	fixed	10.3	1.576	0.015m	CHNG	UP03	26457.995m	fixed	13.6	1.909	0.018m
PUSN	UP02	42042.156m	fixed	16.9	1.235	0.013m	CHNG	UP19	35542.516m	fixed	14.5	1.376	0.015m
PUSN	UP03	38193.341m	fixed	12.0	1.988	0.018m	CHNG	UP19	35542.516m	fixed	12.3	1.719	0.015m
PUSN	UP04	44599.582m	fixed	14.1	1.699	0.015m	CHNG	UP04	23485.693m	fixed	11.6	1.644	0.015m
PUSN	UP04	44599.577m	fixed	20.0	1.572	0.014m	CHNG	UP04	23485.699m	fixed	22.7	1.398	0.014m
PUSN	UP05	40201.699m	fixed	17.8	1.304	0.014m	CHNG	UP05	25981.908m	fixed	20.3	1.249	0.014m
PUSN	UP05	40201.698m	fixed	19.0	1.226	0.014m	CHNG	UP05	25981.905m	fixed	17.0	1.119	0.013m
PUSN	UP06	35644.432m	fixed	13.9	1.871	0.016m	CHNG	UP06	28923.768m	fixed	15.6	1.851	0.016m
PUSN	UP09	35482.813m	fixed	49.8	1.333	0.015m	CHNG	UP09	31044.170m	fixed	30.6	1.295	0.015m
PUSN	UP10	33297.818m	fixed	11.3	2.169	0.016m	CHNG	UP10	31812.651m	fixed	11.1	2.034	0.016m
PUSN	UP13	36947.039m	fixed	13.0	2.340	0.018m	CHNG	UP13	31172.314m	fixed	11.4	2.229	0.017m
PUSN	UP13	36947.039m	fixed	12.0	2.233	0.017m	CHNG	UP13	31172.313m	fixed	11.6	2.032	0.016m
PUSN	UP11	43914.043m	fixed	10.6	2.350	0.020m	CHNG	UP26	41269.826m	fixed	17.6	0.945	0.012m
PUSN	UP07	44342.766m	fixed	13.7	2.591	0.018m	CHNG	UP26	41269.830m	fixed	15.3	1.861	0.017m
PUSN	UP26	33672.674m	fixed	23.0	1.167	0.013m	CHNG	UP07	26331.286m	fixed	12.8	2.542	0.018m
PUSN	UP26	33672.661m	fixed	25.2	1.827	0.017m	CHNG	UP08	27943.584m	fixed	15.6	1.570	0.015m
PUSN	UP08	40972.835m	fixed	14.4	1.765	0.016m	CHNG	UP11	28733.899m	fixed	10.0	2.148	0.019m
PUSN	UP12	41340.876m	fixed	10.9	1.532	0.015m	CHNG	UP12	28893.685m	fixed	11.3	1.400	0.014m
PUSN	UP14	40738.847m	fixed	14.7	1.043	0.012m	CHNG	UP14	32746.958m	fixed	15.6	0.895	0.011m
PUSN	UP15	37880.132m	fixed	23.7	0.964	0.013m	CHNG	UP15	33230.642m	fixed	14.1	0.819	0.012m
PUSN	UP17	39405.872m	fixed	14.4	0.938	0.013m	CHNG	UP16	33824.931m	fixed	25.1	0.756	0.011m
PUSN	UP18	35994.954m	fixed	11.9	1.333	0.015m	CHNG	UP16	33824.932m	fixed	17.0	1.340	0.015m
PUSN	UP20	38631.750m	fixed	19.3	1.118	0.012m	CHNG	UP17	34720.142m	fixed	12.0	0.812	0.012m
PUSN	UP20	38631.748m	fixed	18.8	1.247	0.014m	CHNG	UP18	36345.976m	fixed	14.8	1.176	0.014m
PUSN	UP21	36732.190m	fixed	25.0	1.264	0.013m	CHNG	UP20	36787.884m	fixed	17.2	0.809	0.011m
PUSN	UP21	36732.186m	fixed	10.6	1.226	0.015m	CHNG	UP20	36787.882m	fixed	18.9	1.274	0.014m
PUSN	UP22	34797.961m	fixed	20.1	0.932	0.013m	CHNG	UP21	37273.387m	fixed	12.0	1.020	0.012m
PUSN	UP25	35335.387m	fixed	13.7	1.456	0.016m	CHNG	UP21	37273.380m	fixed	10.8	1.185	0.015m
PUSN	UP25	35335.379m	fixed	12.8	1.626	0.016m	CHNG	UP22	39305.207m	fixed	15.3	0.795	0.012m
PUSN	UP16	41677.384m	fixed	15.0	1.139	0.013m	CHNG	UP25	39981.996m	fixed	15.0	1.311	0.015m
PUSN	UP16	41677.386m	fixed	20.5	0.929	0.012m	CHNG	UP25	39981.993m	fixed	11.9	1.679	0.018m
PUSN	UP32	33615.585m	fixed	19.3	1.268	0.014m	CHNG	UP32	44166.753m	fixed	15.6	1.327	0.014m
PUSN	UP23	40892.238m	fixed	10.8	1.305	0.014m	CHNG	UP23	38839.723m	fixed	26.7	1.460	0.015m
PUSN	UP24	38911.422m	fixed	11.8	1.605	0.016m	CHNG	UP24	38454.288m	fixed	10.9	1.709	0.017m
PUSN	UP27	42458.499m	fixed	16.4	1.888	0.017m	CHNG	UP27	40033.911m	fixed	10.9	2.094	0.018m
PUSN	UP30	32775.933m	fixed	24.8	2.452	0.018m	CHNG	UP30	43097.001m	fixed	13.2	2.523	0.019m
PUSN	UP29	34870.684m	fixed	14.8	2.816	0.018m	CHNG	UP29	42760.957m	fixed	14.9	2.750	0.018m
PUSN	UP28	39817.876m	fixed	11.2	1.709	0.015m	CHNG	UP28	41970.214m	fixed	12.5	1.699	0.015m
PUSN	UP31	44294.423m	fixed	12.7	1.529	0.015m	CHNG	UP31	41428.626m	fixed	10.2	1.682	0.015m

본 연구에서 처리된 모든 기선은 매우 안정적인 결과를 보였으며 표 3은 그 결과의 일부인 부산(PUSN), 창녕(CHNG) 상시관측소와 도시기준점간 기선해석 결과를 나타낸 것이다. 또한 기선거리에 대한 정밀도의 판단기준인 환폐합차 허용범위 기선해석에 의한 ΔX , Δ

Y , ΔZ , 각성분의 폐합차 허용범위인 $[1PPM \times \sum D(D: \text{사거리(km)})]$ 이내로서 양호하였다.

기선해석을 통해 결정된 각 기선에 대한 기선 정밀도를 최종 점검하기 위해 GPS 루프 폐합(Loop Closure) 오차를 분석하였다. 불합격한 루프가 발생했다면 그 루

프 내에 불량한 기선이 있음을 의미하므로 루프 폐합 보고서에 불합격 루프 여부를 점검하여 그 루프를 조사하고 루프를 구성하는 기선들 중에 오류가 있는 기선을 찾아내어 필요에 따라 기선 해석을 다시 수행하거나, 이를 통해서도 오류가 수정되지 않을 경우 해당 기선을 제거하였다.

3.2 도시기준점의 성과 분석

관측된 도시기준점의 GPS 관측데이터에 대해 기선 해석과 망조정 작업을 통해 최종적으로 산출된 ITRF

좌표를 비교한 결과 표 5와 같이 X좌표의 RMSE는 ±0.0049m, Y좌표의 RMSE는 ±0.0028m로 산출되어 매우 양호하였다. 구체적으로 위도에서 0.00012"~0.00019", 경도에서는 0.0"~0.00028", 타원체고에서 0.0032m~0.0243m의 차이를 나타내었다. 또한, GRS80 타원체에 의한 평면좌표를 비교한 결과 종선(X)에서 0.0036m~0.0061m, 횡선(Y)에서 0.0m~0.0074m를 나타내었으며, 평면위치의 평균오차는 0.0036m~0.0092m로 산출되어 고시 성과는 매우 정확한 것으로 나타났다<표 4, 5>.

표 4. 세계측지계 고시성과와 산출성과의 비교(GRS80_ITRF)

점명	세계측지계 고시좌표_GRS80			세계측지계 산출좌표_GRS80		
	위도	경도	타원체고	위도	경도	타원체고
UP01	35°22'10.14030"N	128°36'12.67893"E	40.0537	35°22'10.14048"N	128°36'12.67878"E	40.037
UP02	35°22'11.74344"N	128°38'36.22779"E	45.0729	35°22'11.74357"N	128°38'36.22759"E	45.052
UP03	35°22'04.65661"N	128°41'17.00696"E	38.8842	35°22'04.65673"N	128°41'17.00715"E	38.870
UP04	35°20'55.98798"N	128°36'18.07937"E	51.9913	35°20'55.98814"N	128°36'18.07922"E	51.973
UP05	35°21'00.14406"N	128°39'22.30252"E	47.4913	35°21'00.14424"N	128°39'22.30280"E	47.484
UP06	35°21'26.02280"N	128°42'46.73190"E	38.8411	35°21'26.02295"N	128°42'46.73186"E	38.824
UP07	35°19'02.32193"N	128°35'53.48366"E	51.6867	35°19'02.32210"N	128°35'53.48358"E	51.668
UP08	35°19'01.97278"N	128°38'09.98552"E	74.6893	35°19'01.97296"N	128°38'09.98547"E	74.665
UP09	35°19'11.79803"N	128°41'57.15738"E	33.4946	35°19'11.79821"N	128°41'57.15753"E	33.471
UP10	35°20'01.68069"N	128°43'46.86464"E	34.0213	35°20'01.68087"N	128°43'46.86461"E	34.004
UP11	35°17'36.90194"N	128°35'51.94208"E	89.8425	35°17'36.90209"N	128°35'51.94216"E	89.829
UP12	35°18'13.96114"N	128°37'42.86969"E	49.5448	35°18'13.96131"N	128°37'42.86978"E	49.529
UP13	35°18'18.10521"N	128°40'41.32975"E	38.4527	35°18'18.10539"N	128°40'41.32970"E	38.435
UP14	35°15'54.80226"N	128°37'43.86305"E	106.4867	35°15'54.80239"N	128°37'43.86300"E	106.468
UP15	35°16'27.05065"N	128°39'41.44230"E	46.7203	35°16'27.05080"N	128°39'41.44226"E	46.704
UP16	35°15'02.15363"N	128°37'02.64663"E	68.1260	35°15'02.15378"N	128°37'02.64657"E	68.113
UP17	35°15'02.81527"N	128°38'32.61933"E	52.6637	35°15'02.81540"N	128°38'32.61936"E	52.652
UP18	35°15'01.68230"N	128°40'47.62735"E	81.5646	35°15'01.68247"N	128°40'47.62743"E	81.547
UP19	35°16'20.51764"N	128°42'18.09229"E	74.4555	35°16'20.51781"N	128°42'18.09229"E	74.446
UP20	35°13'59.86190"N	128°39'01.65072"E	52.0601	35°13'59.86203"N	128°39'01.65066"E	52.047
UP21	35°14'13.12971"N	128°40'16.80078"E	77.6164	35°14'13.12987"N	128°40'16.80078"E	77.604
UP22	35°13'32.68614"N	128°41'33.79990"E	82.9350	35°13'32.68626"N	128°41'33.80004"E	82.927
UP23	35°12'18.74260"N	128°37'37.44915"E	64.7812	35°12'18.74277"N	128°37'37.44900"E	64.768
UP24	35°12'57.19853"N	128°38'52.79072"E	34.2692	35°12'57.19868"N	128°38'52.79064"E	34.260
UP25	35°12'58.69974"N	128°41'14.30133"E	68.6749	35°12'58.69987"N	128°41'14.30133"E	68.666
UP26	35°12'41.68864"N	128°42'21.56542"E	106.7813	35°12'41.68877"N	128°42'21.56541"E	106.773
UP27	35°11'22.14313"N	128°36'42.12246"E	63.8622	35°11'22.14326"N	128°36'42.12246"E	63.859
UP28	35°10'47.45421"N	128°38'33.24367"E	162.0722	35°10'47.45440"N	128°38'33.24351"E	162.064
UP29	35°11'29.31175"N	128°41'43.38424"E	67.9397	35°11'29.31192"N	128°41'43.38418"E	67.935
UP30	35°11'52.95208"N	128°43'03.12297"E	181.9242	35°11'52.95221"N	128°43'03.12303"E	181.931
UP31	35°10'20.08607"N	128°35'39.38657"E	31.8517	35°10'20.08625"N	128°35'39.38641"E	31.841
UP32	35°11'01.81377"N	128°42'38.72659"E	120.8806	35°11'01.81393"N	128°42'38.72662"E	120.889

표 5. 세계측지계 고시성과와 산출성과의 비교(GRS80_평면좌표)

(단위 : m)

점명	세계측지계 고시좌표_GRS80		세계측지계 산출좌표_GRS80		성과비교		
	X	Y	X	Y	ΔX	ΔY	ΔXY
UP01	-291841.0020	-36030.4057	-291840.996	-36030.410	-0.0060	0.0043	0.0074
UP02	-291805.3800	-32406.5533	-291805.376	-32406.558	-0.0040	0.0047	0.0062
UP03	-292037.4946	-28348.6422	-292037.491	-28348.637	-0.0036	-0.0052	0.0063
UP04	-294126.8399	-35903.1968	-294126.835	-35903.200	-0.0049	0.0032	0.0059
UP05	-294016.1054	-31251.1364	-294016.100	-31251.129	-0.0054	-0.0074	0.0092
UP06	-293234.9951	-26087.0866	-293234.991	-26087.088	-0.0041	0.0014	0.0043
UP07	-297627.3903	-36538.4445	-297627.385	-36538.446	-0.0053	0.0015	0.0055
UP08	-297651.4701	-33090.4834	-297651.464	-33090.485	-0.0061	0.0016	0.0063
UP09	-297367.9119	-27351.2673	-297367.906	-27351.264	-0.0059	-0.0033	0.0068
UP10	-295838.5822	-24575.9961	-295838.577	-24575.997	-0.0052	0.0009	0.0053
UP11	-300259.7600	-36588.0656	-300259.755	-36588.063	-0.0050	-0.0026	0.0056
UP12	-299128.5819	-33780.9666	-299128.577	-33780.964	-0.0049	-0.0026	0.0055
UP13	-299016.6317	-29271.9593	-299016.626	-29271.960	-0.0057	0.0007	0.0057
UP14	-303417.3430	-33771.9182	-303417.339	-33771.919	-0.0040	0.0008	0.0041
UP15	-302434.1259	-30796.6071	-302434.121	-30796.608	-0.0049	0.0009	0.0050
UP16	-305035.9315	-34819.9554	-305035.927	-34819.957	-0.0045	0.0016	0.0048
UP17	-305024.0208	-32545.3317	-305024.017	-32545.331	-0.0038	-0.0007	0.0039
UP18	-305070.5873	-29132.3921	-305070.582	-29132.390	-0.0053	-0.0021	0.0057
UP19	-302648.1013	-26838.1780	-302648.096	-26838.178	-0.0053	0.0000	0.0053
UP20	-306966.7477	-31818.2368	-306966.744	-31818.238	-0.0037	0.0012	0.0039
UP21	-306564.3459	-29916.6548	-306564.341	-29916.655	-0.0049	0.0002	0.0049
UP22	-307816.9761	-27973.6167	-307816.972	-27973.613	-0.0041	-0.0037	0.0055
UP23	-310075.3146	-33959.0399	-310075.309	-33959.044	-0.0056	0.0041	0.0069
UP24	-308897.1268	-32049.1122	-308897.122	-32049.114	-0.0048	0.0018	0.0051
UP25	-308862.8338	-28469.9955	-308862.830	-28469.995	-0.0038	-0.0005	0.0038
UP26	-309392.2769	-26770.3683	-309392.273	-26770.368	-0.0039	-0.0003	0.0039
UP27	-311814.2416	-35365.3171	-311814.238	-35365.317	-0.0036	-0.0001	0.0036
UP28	-312893.8268	-32557.8586	-312893.821	-32557.863	-0.0058	0.0044	0.0073
UP29	-311619.8791	-27742.9017	-311619.874	-27742.903	-0.0051	0.0013	0.0053
UP30	-310897.2888	-25723.5432	-310897.285	-25723.542	-0.0038	-0.0012	0.0040
UP31	-313720.3785	-36960.3027	-313720.373	-36960.307	-0.0055	0.0043	0.0070
UP32	-312471.4911	-26345.2758	-312471.486	-26345.275	-0.0051	-0.0008	0.0052
RMSE					± 0.0049	± 0.0028	

4. 도시기준점의 지적좌표 성과 산출 및 분석

4.1 도시기준점의 지적좌표 성과 산출

본 연구에서는 광역적으로 상시관측소 및 주변 삼각점들에 대한 성과점검을 통한 후 성과가 좋은 삼각점을 선별하고 이를 기초로 도시기준점의 지적좌표 성과를 산출·분석하여 보고자 하였다. 이를 위해 우선적으로 창원시 삼각점의 성과 점검을 통하여 성과가 양호한 삼각점을 우선적으로 선별하였다. 그리고 도시기준점이 도시지역에 주로 위치한다는 공간적 특성을 고려하여 창원시내에 위치한 삼각점을 선별하였다.

창원시 관내 총 51점의 삼각점에 대한 성과가 양호한 점의 선정은 토지조사사업시 설치된 삼각점 중 점의

변동이 없고 등급이 높은 삼각점을 우선적으로 선별하였다. 다음으로 복구 삼각점과 기존 지적측량에 자주 사용한 삼각점 및 70년대 재설 삼각점 순으로 대비하여 선정하였고, 80년대 이후 재설 및 정밀조정에 의한 성과가 수정된 삼각점을 차우선적으로 선별하였다.

이상과 같은 선별 작업을 거친 결과 총 27점의 삼각점이 선별되었고, 이중에서 창원시내에 위치한 삼각점 12점을 최종적으로 선별하였다. 이 삼각점을 기준으로 도심지에 위치하고 있는 총 19점의 도시기준점에 대하여 성과를 산출하여 보았다. 도시기준점의 지적좌표 성과를 산출하기 위해 가장 일반적으로 이용하는 변환방법중의 하나인 Bursa-Wolf 모델에 의한 7변수 변환을 통해 현행 베셀(Bessel) 평면좌표를 산출하였다. 소프

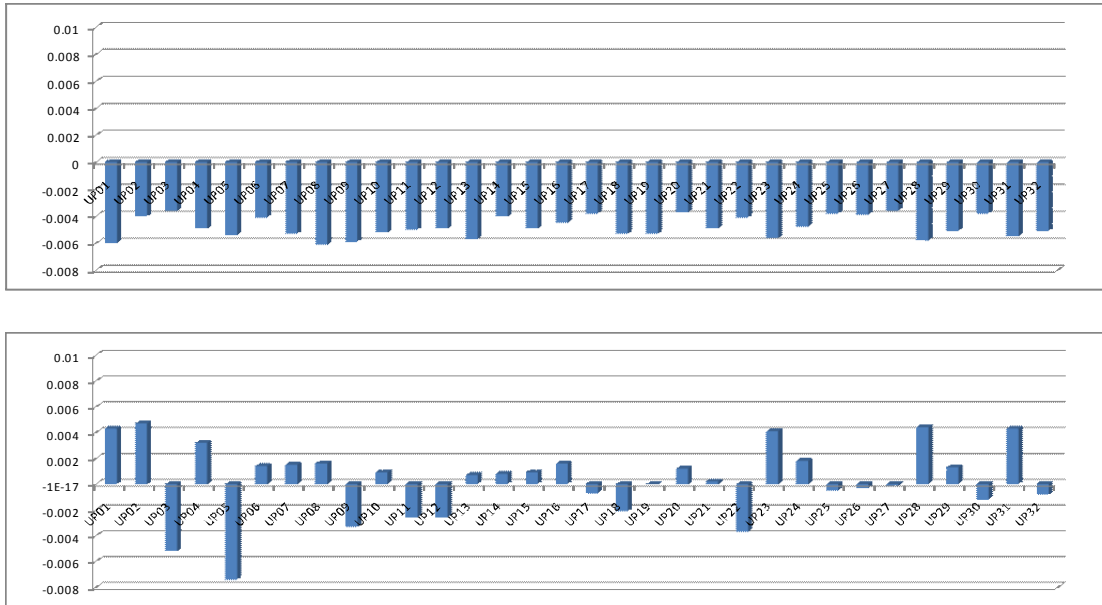


그림 4. 세계측지계 고시성과와 산출성과의 차이(상:X차이량, 하:Y차이량)

트웨어는 LGO S/W의 Datum&Map과 지적연구원 좌표변환 S/W 및 삼변망조정계산 S/W를 사용하였다. 이 S/W들은 현재 지적분야에서 지역적으로 많이 이용되고 있는 방법들이다.

지적연구원 좌표변환 S/W는 1998년 지적연구원에서 개발하여 지적분야에서 사용하고 있는 것으로 Bursa-Wolf 모델에 의한 7-parameter(변환변수) 방법을 택하고 있으나, 필요에 따라 3변수(3차원 좌표원점의 평행 이동량), 4변수(3변수+축척보정량) 또는 6변수(3변수+3좌표축회전량) 변환을 택할 수 있다. 또한 지적기준

점 좌표의 경우 경위도, 평면좌표 어느 것이나 입력데이터로 할 수 있다. 평면좌표(x, y)의 경우에는 투영원점이 다른 점의 혼합처리가 가능하다. 좌표변환계산은 삼차원직교좌표계(x, y, z)상에서 수행되므로, 좌표변환계산의 적용 범위(지역)는 특별히 제한이 없다. 즉, 우리나라 전역을 대상으로 적용 가능하다. 그림 5는 좌표변환 과정을 나타낸 것이다(대한지적공사 지적연구원, 2005).

삼변망 조정계산 S/W는 GPS 관측에 의해 우리나라 전역 지적측량기준점의 벡셀(Bessel)성과 통일계산을 위하여 지적연구원에서 개발한 것으로 좌표변환, 평면투영, 지오이드모델 등의 내부모듈을 통하여 GPS 관측거리를 벡셀계의 평면거리로 전개하고 있다. 개략적인 알고리즘은 GPS 관측점의 세계측지좌표를 이용하여 점간 기선(경사)거리 산출 → 점간 경사거리를 수평면에 전개 → 점간 관측평면거리는 수평거리이다 가우스상사이중투영에 따른 거리 증대율을 적용하여 평면투영거리 계산(GPS 평면거리) → 세계측지계(ITRF)와 지적좌표계(Bessel)간의 7-좌표변환파라미터를 이용하여 조정계산에 필요한 미지점의 추정좌표 산출 → 최소제곱법에 의한 추정좌표의 수정량 보정 순으로 이루어진다(진중노, 2007). 표 6은 연구에서 사용된 12점의 삼각점 현황을 나타낸 것이다. 표 7은 각각 3종류의 S/W를 이용하여 산출한 도시기준점의 지적좌표 성과이다.

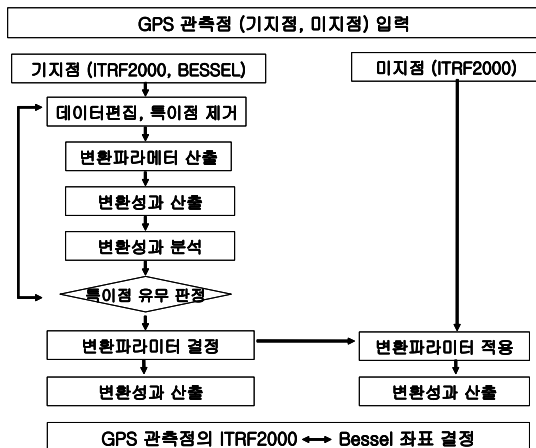


그림 5. 좌표변환계산 과정의 흐름도

표 6. 창원시내 삼각점 사용 현황

등급	도면	번호	명칭	원점	총선좌표(m)	횡선좌표(m)	표고(H)	고시성과
4	마산	412	파40	동부	193,581.52	170,117.30	126.97	72재설
특소(4)	마산	405	지5	동부	190,629.52	161,631.35	53.50	80성과수정
지적	창원		경남258	동부	186,177.62	165,298.54	146.00	81신설
지적	마산		경남158	동부	188,591.13	162,913.63	133.12	80신설
4	마산	402	가59	동부	193,587.41	158,635.73	198.73	토지조사
지적	마산		경남159	동부	186,459.24	163,002.95	89.13	80신설
지적	창원		경남93	동부	195,835.90	163,570.61	104.61	81성과수정
4	마산	406	가36	동부	192,399.92	162,851.65	192.56	토지조사
2	창원	선고산	저3	동부	196,032.00	171,941.36	566.67	토지조사
4	마산	408	가49	동부	188,415.55	164,209.46	186.94	토지조사(80성과확정)
지적	마산		경남33	동부	189,462.14	165,489.40	280.35	81성과수정
4	마산	415	파41	동부	192,789.83	172,679.42	180.16	72재설

표 7. 도시기준점의 지적좌표 산출성과

(단위 : m)

점명	LGO S/W Datum&Map			지적연구원 좌표변환		삼변망조정계산	
	X	Y	H	X	Y	X	Y
UP14	196274.068	166169.757	77.4286	196274.036	166169.782	196273.950	166169.750
UP15	197257.230	169145.146	17.6265	197257.211	169145.177	197257.110	169145.090
UP16	194655.472	165121.661	39.0584	194655.432	165121.691	194655.380	165121.670
UP17	194667.320	167396.343	23.5774	194667.297	167396.364	194667.250	167396.310
UP18	194620.662	170809.356	52.4424	194620.663	170809.373	194620.610	170809.270
UP19	197043.165	173103.640	45.3246	197043.154	173103.684	197043.060	173103.540
UP20	192724.532	168123.420	22.9488	192724.515	168123.435	192724.500	168123.360
UP21	193126.888	170025.058	48.4945	193126.888	170025.064	193126.860	170024.970
UP22	191874.153	171968.147	53.7915	191874.193	171968.118	191874.190	171967.980
UP23	189616.011	165982.490	35.681	189615.925	165982.525	189615.970	165982.480
UP24	190794.128	167892.505	5.1542	190794.099	167892.517	190794.120	167892.440
UP25	190828.313	171471.718	39.5238	190828.323	171471.709	190828.340	171471.570
UP26	190298.822	173171.374	77.6217	190298.837	173171.360	190298.850	173171.200
UP27	187876.972	164576.205	34.7764	187876.990	164576.184	187877.060	164576.170
UP28	186797.349	167383.685	132.961	186797.331	167383.676	186797.420	167383.610
UP29	188071.212	172198.767	38.782	188071.205	172198.763	188071.260	172198.610
UP30	188793.769	174218.180	152.7727	188793.776	174218.174	188793.810	174218.000
UP31	185970.829	162981.162	2.7786	185970.843	162981.128	185970.940	162981.140
UP32	187219.555	173596.406	91.7114	187219.550	173596.399	187219.610	173596.230

4.2 도시기준점의 지적좌표 성과 산출 분석

산출된 도시기준점의 지적좌표 성과에 대해 기존 고시된 도시기준점(bessel성과)의 좌표와 상호 비교분석하여 보았다. 먼저 LGO S/W를 이용한 결과 X좌표의 RMSE는 ±0.033m, Y좌표의 RMSE는 ±0.064m로 산출되어 성과는 양호하였다. 지적연구원 좌표변환 S/W를 이용한 결과 X좌표의 RMSE는 ±0.037m, Y좌표의 RMSE는 ±0.063m로 산출되어 LGO S/W를 이용한 결과와 유사하였다. 그리고 실무에서 많이 사용하고 있는 삼변망조정계산 S/W를 이용한 결과 X좌표의 RMSE는 ±0.065m, Y좌표의 RMSE는 ±0.010m로 X축오차는 상

대적으로 조금 높으나 Y축 오차는 매우 적었다<표 8>.

이상과 같은 결과(3소프트웨어 공통)는 현행 측량·수로조사 및 지적에 관한 법률에서 규정하고 있는 경계점 좌표등록부 시행지역에서 지적도근측량 성과의 허용오차인 15cm를 만족시키는 양호한 성과이다.

따라서 광역적으로도 현행 도시기준점은 지적측량에 활용 가능성이 있는 것으로 나타났다. 다만 실제 안정적인 활용을 위해서는 다음과 같은 사항들이 고려하여 접근해야 할 것으로 보인다. 먼저, 현행 도시기준점의 고시 성과의 지적측량에 이용은 실험결과에서 나타났듯이 가능성은 충분히 있다고 보인다. 그러나 고시성과

표 8. 도시기준점의 지적좌표 산출성과 비교

(단위 : m)

점명	LGO S/W Datum&Map			지적연구원 좌표변환			삼변망조정계산		
	△X	△Y	△XY	△X	△Y	△XY	△X	△Y	△XY
UP14	-0.042	-0.001	0.042	-0.041	-0.011	0.042	0.070	0.000	0.070
UP15	-0.044	-0.018	0.047	-0.057	-0.040	0.070	0.070	0.000	0.070
UP16	-0.028	0.004	0.028	-0.023	-0.003	0.023	0.070	0.000	0.070
UP17	-0.022	-0.016	0.028	-0.027	-0.027	0.038	0.060	-0.010	0.061
UP18	-0.005	-0.044	0.044	-0.033	-0.062	0.070	0.060	-0.020	0.063
UP19	-0.039	-0.039	0.055	-0.062	-0.081	0.102	0.060	-0.010	0.061
UP20	-0.003	-0.030	0.030	-0.009	-0.038	0.039	0.070	-0.010	0.071
UP21	0.007	-0.036	0.037	-0.016	-0.056	0.058	0.070	-0.020	0.073
UP22	0.052	-0.107	0.119	-0.007	-0.079	0.079	0.060	-0.010	0.061
UP23	-0.003	-0.011	0.012	0.028	-0.022	0.036	0.060	-0.010	0.061
UP24	0.007	-0.035	0.036	0.011	-0.039	0.041	0.070	-0.010	0.071
UP25	0.033	-0.086	0.093	0.004	-0.076	0.076	0.060	0.000	0.060
UP26	0.036	-0.108	0.114	0.006	-0.095	0.095	0.060	-0.010	0.061
UP27	0.026	-0.013	0.029	0.047	-0.011	0.048	0.050	0.010	0.051
UP28	0.036	-0.043	0.056	0.054	-0.041	0.068	0.060	0.010	0.061
UP29	0.038	-0.094	0.101	0.031	-0.089	0.094	0.070	0.000	0.070
UP30	0.034	-0.115	0.120	0.020	-0.107	0.109	0.060	-0.010	0.061
UP31	0.039	-0.006	0.040	0.070	0.002	0.070	0.050	0.000	0.050
UP32	0.042	-0.110	0.118	0.038	-0.104	0.111	0.070	0.000	0.070
RMSE	±0.033	±0.064		±0.037	±0.063		±0.065	±0.010	

자체를 직접 지적측량에 이용하기 보다는 연구에서와 같이 삼각점을 기초로 지적성적을 산출하고 이 성과를 기초로 지적측량에 이용해야 보다 안정적인 성과로 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 다시 말해, 기존 도시기준점 성과가 양호하다고는 해도 이를 직접 이용하기 보다는 새로이 지적성적을 산출해 이를 이중성과로 관리하면서 공동 활용하는 것이 가장 안정적일 것으로 보인다.

또한 상기와 같은 방법을 채택하기 위해서는 지적성과 산출에 있어 우선적으로 지역 삼각점에 대한 정밀한 성과점검을 통하여 성과가 양호한 점을 선별한 후 이를 기초로 도시기준점의 지적좌표를 산출하는 과정이 반드시 필요할 것으로 판단된다. 끝으로 소프트웨어간 차이는 크지 않으나 상대적으로 삼변망조정계산 S/W가 현행 실무에서 많이 사용하고 있는 방법이고 또한 상대적으로 성과도 양호하기 때문에 이 방법을 채택하는 것이 합리적일 것으로 본다.

5. 결론

본 연구에서는 지적기준점과 도시기준점을 연계·활용의 가능성을 제시하고자 창원시를 대상으로 세계측지계 성과로 고시된 창원시 도시기준점(32점)의 GPS 관측데이터를 이용하여 도시기준점에 대한 지적좌표 성과를 산출·분석하여 보았다. 연구결과는 다음과 같다.

먼저 정확한 도시기준점의 지적좌표 성과 산출을 위해 기존 도시기준점의 고시 성과에 대해 정확도를 검증하는 과정을 거쳤다. 그리고 창원시 관내 총 51점의 삼각점에 대한 성과가 양호한 총 27점을 선별하고, 이중에서 창원시내에 위치한 삼각점 12점을 최종적으로 선별하였다. 이 삼각점을 기준으로 도심지에 위치하고 있는 총 19점의 도시기준점에 대하여 성과를 산출하여 보았다. 도시기준점의 지적좌표 성과를 산출하기 위해 LGO S/W의 Datum&Map과 지적연구원 좌표변환 S/W 및 삼변망조정계산 S/W를 사용하였다.

LGO S/W를 이용한 결과 X좌표의 RMSE는 ±0.033m, Y좌표의 RMSE는 ±0.064m로 산출되었고, 지적연구원 좌표변환 S/W를 이용한 결과 X좌표의 RMSE는 ±0.037m, Y좌표의 RMSE는 ±0.063m로 산출되었으며, 삼변망조정계산 S/W를 이용한 결과 X좌표의 RMSE는 ±0.065m, Y좌표의 RMSE는 ±0.010m로 산출되었다. 이 결과는 현행 법률에서 규정하고 있는 오차의 허용범위 이내(15cm)로 지적측량에 활용 가능성이 있는 것으로 나타났다.

이상과 같이 분석된 결과를 기초로 실제 실무에서 안정적인 활용을 위해 현행 도시기준점 고시 성과를 직접 지적측량에 이용하기 보다는 새로이 지적성적을 산출해서 이를 이중성과로 관리하면서 활용하는 방안을 제안하였다. 다만, 이를 위해서는 사전 해당 소관청의 검

사가 필요하며, 세계좌표계로의 전환시는 통일된 성과로 관리되어야 할 것이다. 또한 지역 삼각점에 대한 사전 정밀한 성과점검을 통하여 성과가 양호한 삼각점을 선별한 후 이를 기초로 도시기준점의 지적좌표를 산출해야 할 것을 제시하였다. 끝으로 소프트웨어간 차이는 많지 않으나 상대적으로 삼변망조정계산 S/W 계산 성과가 양호하고, 실무에서 많이 사용되고 있기 때문에 이 방법의 사용이 효율적임을 제시하였다.

도시기준점과 지적기준점을 공동으로 연계 활용할 경우 지적기준점의 배치밀도의 향상은 물론 근거리를 두고 양 기준점이 중복 설치되는 것을 방지할 수 있어 기준점 구축에 따른 비용절감 효과를 기할 수 있다. 또한 양 기준점에 대한 융합을 통하여 각종 공간정보산업에 필요시되는 공간데이터를 효율적으로 구축할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 국토연구원, 2007, 국가공간정보에 대한 세계측지계의 체계적 적용방안, p.8.
2. 권기욱, 2009, "도시기준점을 이용한 VRS 측량 효율성에 관한 연구", *한국지적학회지*, 한국지적학회, 제25권 제2호, pp.99-110.
3. 대한지적공사 지역연구원, 2005, 지적재조사사업의 기준점 활용 방안 연구(우리나라 전역의 지적기준점 성과통일).
4. 류인중, 2001, "GPS RTK 기법을 이용한 도시기준점 설정", 석사학위논문, 충북대학교.
5. 박승우, 2004, "GPS 기준점 및 도시기준점 통합관리시스템 개발", 석사학위논문, 충북대학교.
6. 안원태, 2008, "VRS를 이용한 지역 파라메타 결정과 도시 기준점 분석", 석사학위논문, 충북대학교 산업대학원.
7. 임인섭, 박경식, 최석근, 2001, "GPS RTK 기법을 이용한 도시기준점 설정", *건설기술연구소 논문집*, 충북대학교, 제20권, 제2호, pp.135-146.
8. 진중노, 2007, "기타원점지역 지적기준점의 성과점검 및 통일방안", 석사학위논문, 인하대학교.
9. 행정자치부, 2000, 지적측량대행제도의 개선방안, p.41.
10. 홍성언, 지적도근점과 연계활용을 위한 도시기준점의 위치정확도 분석, *한국지형공간정보학회지*, 한국지형공간정보학회, 제17권 제1호, 2009.3, pp.97-104.
11. 황창섭, 정성혁, 임인섭, 이재기, 2001, "GPS 실시간 이동측량 기법을 이용한 도시기준점 설정", *2001 학술발표회 논문집(창립50주년)*, 대한토목학회, pp.2379-2382.
12. GPS기준점서비스 홈페이지(<http://gps.ngii.go.kr>)