

# RTK GPS를 이용한 도로선형 위험요소

## 분석에 관한 연구

### A Study on the Analysis of Risk Factor on Highway Alignment Using RTK GPS

장호식\* · 서동주\* · 이종출\*\*

Jang, Ho Sik · Seo, Dong Ju · Lee Jong Chool

#### 요 旨

최근에는 도로의 교통수요 증가와 자동차 문화의 확산으로 도로의 안전성과 편리성, 신속성이 요구되고 있다. 본 논문에서는 RTK GPS를 이용하여 기시공된 도로의 중심선 관측값을 획득한 후 최소제곱법으로 도로 선형의 설계계원인 IP·IA·R을 산출해 내었다. 이런 설계 제원을 이용해 도로선형의 위험요소를 「도로·구조 시설 기준에 관한 규칙」에 준해서 분석하였다. RTK GPS를 이용함으로써 도로 선형 위험요소를 신속히 분석할 수 있었다. 기존도에서 선형개량의 필요여부를 판단할때나, 교통사고율이 높은 구간에서 선형에 관련된 사고원인을 분석하고자 할 때, 유용하게 적용될 수 있을 것으로 판단된다.

#### ABSTRACT

At a recent, with an increase of traffic demand and a spread of automobile culture, the safety, convenience and speed of highway is required. On this study, using the real time kinematic GPS, observation value at a center line of ready-built road is obtained and then design specification of highway, IP, IA and R are obtained by least square method. Using those IP, IA and R, we analysed the risk factor of highway alignment by the standard for structure and facility of the road. With using RTK GPS, we could analyse dangerous element of highway alignment rapidly and cope with dangerous area of the existing road. It is also proved to apply availablely whether we determine alignment improvement is needed or not or analyze source of accident related with alignment in the region having a high traffic accident rate.

#### 1. 서 론

도로의 선형은 당해 도로의 설계속도에 따른 자동차의 운동역학적특성과 운전자의 운전기능에 맞도록 설계·시공되어야 한다.

도로의 주된 기능은 자동차를 설계속도에 맞추어 안전하게 주행할 수 있는 공간을 제공하는 것이며, 자동차 기능의 발달에 따라 도로의 선형도

고급화로 발전되어 왔다.

우리나라는 1990년도 이후 도로교통의 급진적 발달에 부응하고자 고급 규격에 해당하는 도로들이 많이 건설되었고, 설계시에도 최소한의 설계 기준보다는 장래를 생각하여 충분한 여유를 가지는 설계요소값들을 적용하고 있다.

2000년을 넘어서 근래에는 우리나라에 공용되고 있는 도로들을 외국과 비교할 때 국민소득에

\* 부경대학교 대학원 토목공학과 박사수료

\*\* 부경대학교 공과대학 건설공학부 교수

비해서 그 수준이 높다고 평가되고 있다. 그러나 우리나라에서 발생하는 도로교통사고는 해마다 계속해서 증가하고 있는 실정이며, 1999년도에는 275,938건의 사망사고가 발생하여 412,320명의 사상자가 발생되고, 교통사고 비용도 13조 1천억원으로써 GDP대비 2.71%를 차지하고 있는 실정이다.<sup>1)</sup> 해마다 이처럼 큰 소실을 초래하는 도로교통사고 발생원인에는 여러 가지가 있으나, 도로의 선형불량에 의해서 발생하는 경우도 많다.

도로선형의 양부를 판단하기 위하여서는 설계도에 의하여 판단할 수도 있고, 실제 현장에서 도로중심선의 궤적을 3차원 좌표값으로 취득하여 이것을 도화하여 선형설계요소를 추출함으로써 판단할 수도 있다. 후자의 경우에는 특히 설계도가 없는 도로에서 할 수 있는 유일한 방법이며, 3차원 좌표값을 취득하는데는 여러가지 방법이 있으나, 본 연구에서는 측점의 위치를 신속히 이동하면서 손쉽게 좌표값을 취득할 수 있는 RTK (Real Time Kinematic) GPS를 이용하며, 이 값들을 이용하여 선형설계요소를 추출하고, 이 요소들이 설계속도에 따른 기준값 범위내에 해당하는지를 판정하여 위험요소를 분석하는 연구를 수행하였다.

도로선형에 대한 연구는 외국에 있어서 1975년 Oglesby C. H.<sup>2)</sup>는 시거와 곡선부의 관계에 대하여 연구한 바 있으며, 1981년 하도 외 4인<sup>3)</sup>은 고속도로 설계에 있어서 시거와 선형과의 관계를 연구하였고, AASHTO<sup>4)</sup>에서는 도로와 가로에 있어서 시거와 설계속도와의 관계를 연구하여 설계의 기준을 제시하였다.

우리나라에서도 도로선형에 관한 연구는 1992년 한국도로공사<sup>5)</sup>에서는 곡선과 시거의 관계 및 시거확보방안에 대하여 비교적 우리나라 실정에 맞는 설계법을 제시한 바 있으며, 김 외 10인<sup>6)</sup>은 우리나라의 현재 시공된 도로에 대하여 교통운영의 실무적 내용을 연구한 바 있고, 1995년 박<sup>7)</sup>은 국도24호선과 35호선을 대상으로 도로선형을 연구하였고, 1996년 김 외 1인<sup>8)</sup>은 도로의 기하구조와 안전성의 상호관계를 상세히 분석하여 제시하

였다. 그리고 2001년에 이<sup>9)</sup>는 동적 GPS를 이용하여 도로의 평면선형을 분석하였다.

따라서, 본 연구에서는 도로의 중심선궤적을 기시공된 노선을 중심으로 RTK GPS를 이용하여 관측하고 안전하게 주행하기 위한 도로의 선형설계요소를 분석하고, 기존 도로의 문제점을 도출하여 안전한 도로설계 및 유지관리에 기여하고자 한다.

## 2. 도로설계의 설계속도와 선형

### 2.1 설계속도

설계속도란 차량의 주행에 영향을 미치는 도로의 물리적 형상을 상호 관련시키기 위하여 정해진 속도로 도로요소의 기능이 충분히 발휘될 수 있는 조건하에서 운전자가 도로의 어느 구간에서 쾌적성을 잃지 않고 안전하게 주행할 수 있는 속도이어야 한다. 그리고 설계속도는 도로의 기하구조를 결정하는데 기본이 되는 속도이고, 곡선반경, 편구배, 시거와 같은 선형요소는 설계속도가 직접적인 관계를 갖는다. 표 1은 도로의 구조·시설기준에 관한 규정<sup>10)</sup>상의 구분으로 나눌 수 있으며, 설계속도는 도로의 구분에 따라 지방지역과 도시지역으로 표 2와 같은 속도이상으로 하여야 한다. 다만, 지형상황 등을 참작하여 부득이하다고 판단되는 경우에는 표 2에서 나타난 속도에 20km/h를 뺀 속도로 할 수가 있다.

표1. 도로의 구조·시설기준에 관한 규정상의 도로 구분

구분	도시지역	지방지역	도로법의 분류와 비교
자동차 전용도로	도시고속도로	고속도로	고속국도
일반도로	주간선도로 보조간선도로 집산도로 국지도로		일반국도 일반국도 및 지방도 지방도 및 군도 군도

표2. 설계속도

단위(km/h)

도로 구분		지방지역		도시 지역
		평지	산지	
자동차 전용도로		120	100	100
일반도로	주간선도로	80	60	80
	보조간선도로	70	50	60
	집산도로	60	50	50
	국지도로	50	40	40

2.2 평면선형

선형에는 평면선형과 종단선형으로 구분할 수 있으며 평면선형은 직선, 곡선반경, 곡선의 길이, 곡선부의 편구배, 곡선부의 확폭, 완화구간, 시거 등이 있다.

직선구간에서는 길게 연속되면 운전자는 그 단조로운 노면의 연속성에 권태를 느끼고 주위를 집중시키기가 어려워져서 결국에는 운전자의 지각 반응의 저하를 일으켜 사고발생요인이 된다. 따라서, 직선을 적용할 때에는 특히 지형과의 관계에 유의하고 그 제한길이를 설계속도 별로 나타낸 것이 표 3과 같다.

노선에 사용되는 곡선은 노선방향이 평면적인 변화를 하는 경우에 설치하는 수평(평면)곡선과 노선면이 수직방향으로 변화하는 경우에 만드는 종(수직)곡선인데, 여기서, 곡선설치라 할 때는 보통 수평곡선을 말할 때가 많다. 수평곡선에는 단곡선, 복심곡선, 반향곡선, 배향곡선 그리고 완화곡선이 있고, 종곡선에는 포물선곡선과 원곡선이 있다.

표3. 직선구간의 제한길이

설계속도(km/h)	120	100	80	60	50
직선의 최대길이(m)	2400	2000	1600	1200	1000
반대 방향으로 굴곡하는 곡선사이에 삽입되는 직선의 최소길이(m)	240	200	160	120	100
같은 방향으로 굴곡하는 곡선사이에 삽입되는 직선의 최소길이(m)	720	600	480	360	300

선형설계에 있어서 개개의 선형요소는 먼저 주행상의 안전성이 제1조건이다. 따라서, 자동차가 도로의 곡선부에서도 직선부와 마찬가지로 안전하고 쾌적한 주행이 가능하도록 곡선부의 최소반경을 표 4와 같이 규정하는 것이다.

표4. 최소곡선반경

설계속도(km/h)	120	100	80	70	60	50	40	30	20
최소곡선반경(m)	710	460	280	200	140	90	60	30	15

곡선의 길이인 곡선장은 차도의 중심선 길이로 도로의 교각에 따라 표 5와 같이 길이 이상으로 한다. 이때 완화곡선을 사용하는 경우에는 당해 완화곡선의 길이를 원곡선에 가산한 길이를 말한다.

표5. 최소곡선의 길이

단위(m)

설계속도(km/h)	곡선의 최소길이	
	도로의 교각이 5도 미만일 경우	도로의 교각이 5도 이상일 경우
120	$700/\theta$	140
100	$550/\theta$	110
80	$450/\theta$	90
70	$400/\theta$	80
60	$350/\theta$	70
50	$300/\theta$	60
40	$250/\theta$	50
30	$200/\theta$	40
20	$150/\theta$	30

2.3 종단선형

도로선형 중 종단면상의 경사를 종단구배라 하며, 차량이 속도저하 없이 쾌적한 주행을 할 수 있는 종단구배는 완만할수록 좋다. 그리고, 차종에 따라 등판능력이 좋은 승용차는 종단구배의 영향을 받지 않는 곳이라도 잉여마력이 적은 트럭은 주행속도가 떨어진다. 속도가 저하되는 차량 때문에 고속차의 주행을 방해하여 교통량을 저하시키며, 종단구배의 완급은 도로건설비와 완

공 후에 도로관리용면의 경제성에도 큰 영향을 미친다. 따라서, 도로의 구조·시설기준에서는 다음과 같은 시점에서 표 6과 같은 종단구배의 제한치를 규정하고 있다.

표6. 종단구배의 제한치 단위(%)

설계속도 (km/h)	120	100	80	70	60	50	40	30	20
표준구배	3	3	4	4	5	6	7	8	9
부득이한 경우	-	5	6	6	7	9	10	11	13

각종 종단구배에서 주행속도가 설계속도 이하로 저하되는 구배구간에서는 종단구배 제한길이를 표 7과 같다.

종단곡선의 최소길이는 설계속도에 따라 표 8의 길이보다 이상으로 하고, 종단곡선의 변화 비율은 당해 차도의 설계속도와 종단곡선의 형태에 따라 표 9의 값보다 이상으로 한다.

표7. 종단구배 제한길이

설계속도 (km/h)	120		100		80		70		60		50		40	
	3	4	5	5	6	5	6	6	7	7	8	9	8	9
종단구배 (%)	3	4	5	5	6	5	6	6	7	7	8	9	8	9
제한길이 (m)	75	50	40	40	30	50	40	50	40	40	40	30	50	40

표8. 종단곡선의 최소길이

설계속도 (km/h)	120	100	80	70	60	50	40	30	20
최소길이 (m)	100	85	70	60	50	40	35	25	20

표9. 최소 종단곡선 변화 비율

설계속도 (km/h)	120	100	80	70	60	50	40	30	20
볼록곡선	190	100	50	30	20	10	5	3	1
오목곡선	70	50	35	25	20	12	7	4	2

## 2.4 평면선형과 종단선형의 조합

도로의 선형조합은 시각적으로 연속성과 운전자의 심리적 균형을 확보해야 하며, 노면의 배수 및 자동차의 역학적 요구사항에서 적절하게 조화 된 구배가 취해질 수 있는 선형조합을 택하여야 하고 도로 주위환경과의 조화를 고려하여야 한다.

## 3. 현장관측

### 3.1 실측

RTK GPS를 이용하여 도로선형 위험요소를 분석하기 위해, 연구대상도로인 남해안 ○○도로 확·포장 공사 일부구간에서 RTK GPS측량방식으로 도로중심선을 측량하였다.

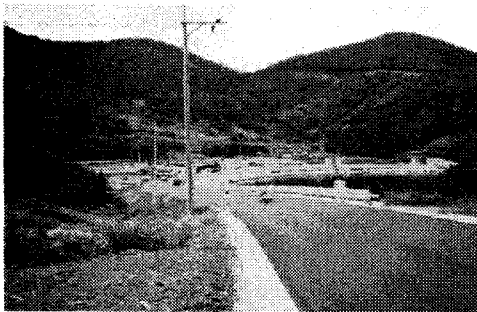
본 연구의 현장관측은 2001. 9. 9 ~ 2001. 10. 13 사이에 관측하였으며, 관측대상지역은 경남 고성에서 거제방향인 남해안 ○○도로 확·포장 공사 일부구간 중, 설계도가 입수되어 있고, 평면선형 및 종단선형이 확실한 구간에서 약 1.2km구간을 선정하여 관측하였다. 측점위치는 가표지로 된 도로중심선상에서 측정되었고, 이동 속도는 1km당 약 1시간정도 소요되나, 본 연구에서는 전 노선구간이 확보된 구간이 아니므로 사진 1과 같이 각 구간을 3부분으로 나누어서 측정을 하였다. 관측장비는 Trimble사에서 제조된 1주파 장비로 사용하였으며, 모델명은 4600LS이고, 관측장비 제원은 표 10과 같다.

표10. 관측장비 제원

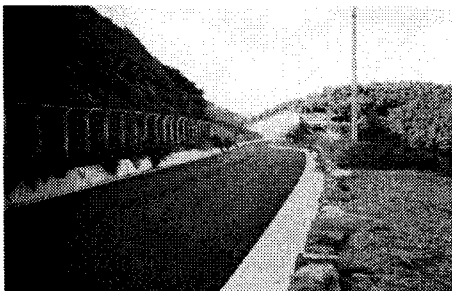
제품명		Trimble
모델명		4600LS
정확도	Static Survey	수평 : ±5mm+1ppm(≤10km)
		수직 : ±10mm+2ppm(≤10km)
도	Kinematic Survey	수평 : ±1cm+1ppm
		수직 : ±2cm+1ppm
	RTK Survey	수평 : ±1cm+1ppm
		수직 : ±2cm+1ppm

### 3.2 관측시스템 구성

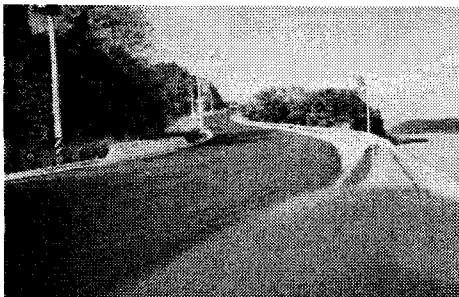
관측시스템은 그림 1과 같이 도로 주변에 기지국을 설치하였고, 도로의 중심선 선형을 GPS로 관측하는 방법으로 차량에 GPS수신기를 탑재하여 관측하는 방법이 효과적이거나 도로건설 후 또는 공용중인 도로의 중심선을 따라서 GPS를 탑재한 차량을 운행하는 것은 운전기능에 따라서 관측값이 크게 달라질 수도 있으므로 본 연구에서는 그림 2와 같은 대차를 이용하였다.



(a) 측정 노선구간 I



(b) 측정 노선구간 II



(c) 측정 노선구간 III

사진 1 GPS 측량 노선구간

따라서 본 연구에서는 그림 1과 같이 대차에 GPS수신기를 고정시키고, 이 대차 측면을 도로 중심선으로 Lane Marking에 접하도록 하면서 대차를 인력으로 끌면서 측량하였다.

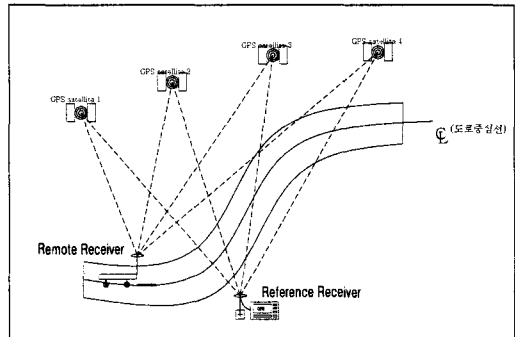


그림1. 도로 중심선 관측시스템 구성

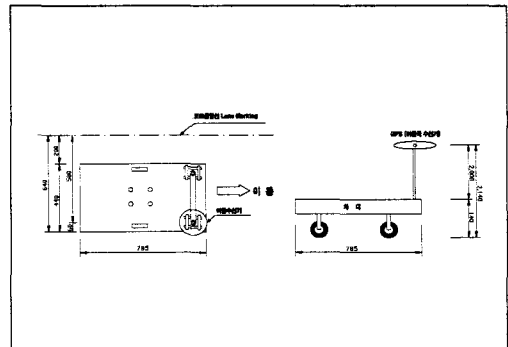


그림2. 관측시스템 중 대차의 모습

### 3.3 자료산출방법

RTK GPS에 의해 관측된 도로 중심선 좌표와 설계도와의 좌표 차를 표 11과 같이 GPS에 의해 관측된 좌표중에서 설계도상에서 있는 좌표 중 측정 100m 구간마다 관측값을 나타내었다. 표 11를 이용하여 그래프로 나타내면 그림 3과 같이 X방향에서의 평균오차로는 16.4cm이고, 그림 4와 같이 Y방향에서는 19.8cm 이었다. 또한 그림 5에서는 Z방향에서 평균오차 7cm로 나타났

으며, 이는 Total Station 관측에서 규정하고 있는 노선좌표 오차 30cm이내<sup>11)</sup>로 규정하고 있으므로, 본 연구에서 관측된 좌표값은 이 규정에 만족하였다.

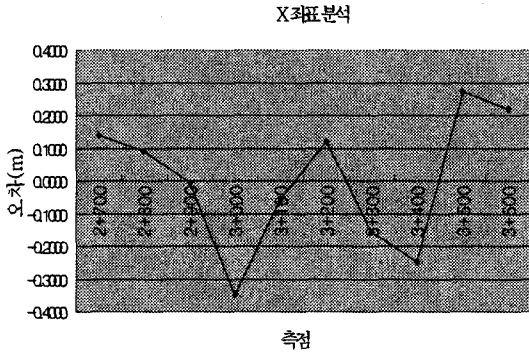


그림3. X방향에서의 오차

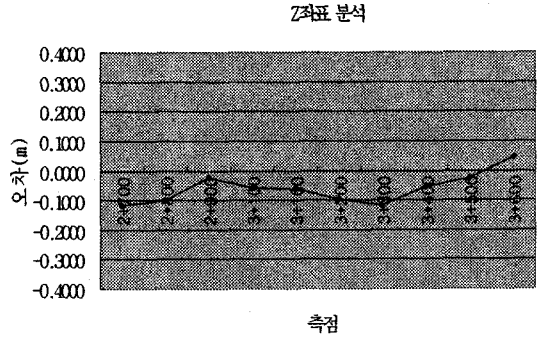


그림5. Z방향에서의 오차

### 3.3.1 평면선형 설계요소 추출

평면선형의 궤적은 RTK GPS에서 취득된 도로 중앙선 평면좌표를 Auto CAD상에서 DWG 화일로 변환시켜 그림 6과 같이 평면선형 궤적을 나타내었고, 그림 7과 같이 최소제곱선을 이용하여 평면선형 설계요소인 IP점과 R을 추출하였고, 그 흐름도는 그림 8과 같으며, 이를 이용하여 Fortran 프로그램으로 계산하였다.

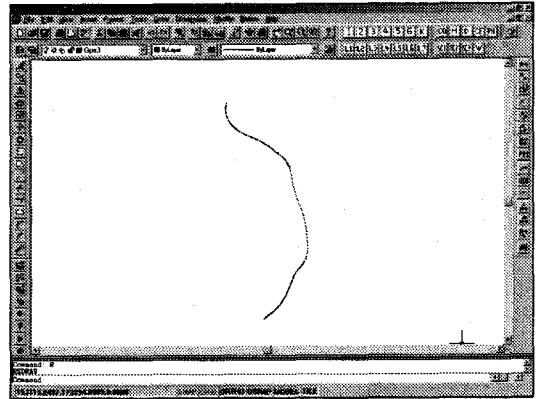


그림6. RTK에 의한 평면선형 궤적 추출

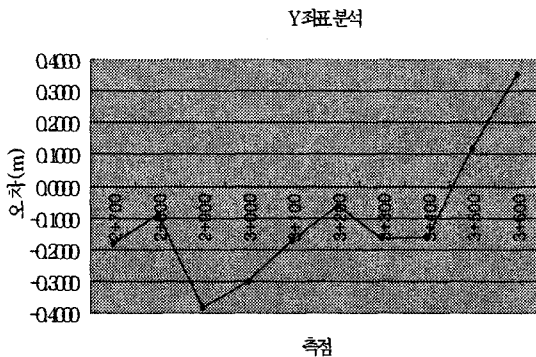


그림4. Y방향에서의 오차

곡선반경인 R값을 구하기 위하여 GPS에 의해 관측된 도로 중심선의 좌표값이 최소제곱선 상에서 벗어나는 좌표점을 선택하여 두 최소제곱선상에 접하는 법선을 나타내어서, 두 법선이 교차하는 점을 구한 후에 그 교차점과 최소제곱선상의 접하는 좌표점과의 거리를 곡선반경 R로 판별할 수 있었다. 따라서, 이 원상에서 접하는 접선에서의 교점인 BC와 EC값을 나타낼 수가 있었다.

표11. GPS에 관측된 도로 중심계적 3차원 좌표

측 점		X좌표	오차	Y좌표	오차	Z좌표	오차
2+700	GPS 관측값	173432.454	0.140	152341.567	-0.183	6.532	-0.118
	설계도 좌표	173432.314		152341.750		6.650	
2+800	GPS 관측값	173519.060	0.092	152389.758	-0.089	14.881	-0.099
	설계도 좌표	173518.968		152389.847		14.980	
2+900	GPS 관측값	173608.599	-0.005	152427.211	-0.382	23.938	-0.022
	설계도 좌표	173608.604		152427.593		23.960	
3+000	GPS 관측값	173707.686	-0.348	152417.084	-0.300	29.531	-0.059
	설계도 좌표	173708.034		152417.384		29.590	
3+100	GPS 관측값	173803.371	-0.058	152387.567	-0.169	26.788	-0.062
	설계도 좌표	173803.429		152387.736		26.850	
3+200	GPS 관측값	173899.281	0.110	152359.325	-0.063	25.044	-0.096
	설계도 좌표	173899.161		152359.388		25.140	
3+300	GPS 관측값	173990.717	-0.154	152324.165	-0.164	23.363	-0.117
	설계도 좌표	173990.871		152324.329		23.480	
3+400	GPS 관측값	174051.216	-0.247	152244.786	-0.160	16.106	-0.054
	설계도 좌표	174051.463		152244.946		16.160	
3+500	GPS 관측값	174093.635	0.272	152154.530	0.118	7.663	-0.027
	설계도 좌표	174093.363		152154.412		7.690	
3+600	GPS 관측값	174153.632	0.217	152076.417	0.353	2.816	0.046
	설계도 좌표	174153.415		152076.064		2.770	
평균오차		$\frac{\sum  x }{n} = 0.164$		$\frac{\sum  y }{n} = 0.198$		$\frac{\sum  z }{n} = 0.070$	
표준편차		$\sqrt{\frac{\sum v \cdot v}{n(n-1)}} = 0.084$		$\sqrt{\frac{\sum v \cdot v}{n(n-1)}} = 0.120$		$\sqrt{\frac{\sum v \cdot v}{n(n-1)}} = 0.046$	
확률오차		0.057		0.081		0.031	

표12. 설계도와 최소제곱법에 의한 IP값 비교

IP	X좌표			Y좌표		
	최소 제곱법	설계도	X오차	최소 제곱법	설계도	Y오차
1	173362.340	173361.000	1.340	152311.809	152312.000	-0.191
2	173493.784	173495.000	-1.216	152367.556	152367.900	-0.344
3	173566.862	173565.000	1.862	152431.612	152432.000	-0.388
4	173714.274	173716.000	-1.726	152417.967	152418.000	-0.033
5	173867.459	173872.000	-4.541	152365.369	152364.000	1.369
6	173977.639	173978.000	-0.361	152346.275	152346.000	0.275
7	174063.812	174064.400	-0.588	152227.908	152227.500	0.408

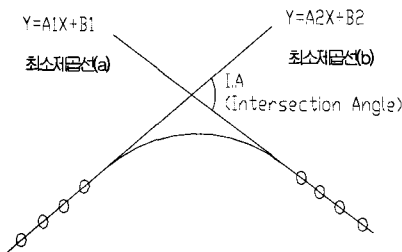


그림7. 최소제곱선을 이용한 IP 및 IA값 추출

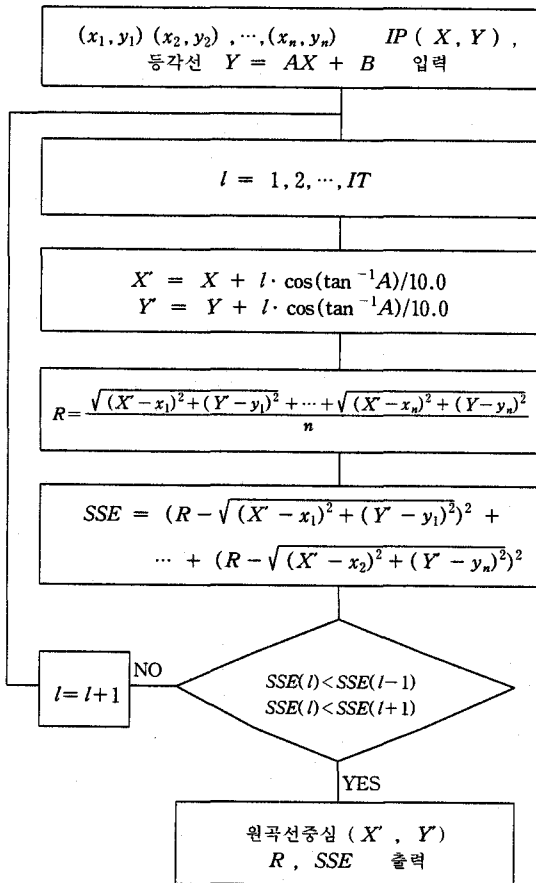


그림 8 R-flow chart

### 3.3.2 종단선형 설계요소 추출

종단선형에서의 설계요소추출은 VIP와 종단곡선길이를 추출하는 것이 중요하다. 따라서 본 연구에서는 종단선형의 궤적은 GPS에서 취득된 종단좌표를 CAD상에서 DWG파일로 변환시켜 그림 9와 같이 종단선형 궤적을 나타내었고, 여기서 VIP값을 추출하기 위하여 표 11에서 GPS에 의해 관측된 표고값을 가지고 그림 7과 같이 최소제곱선을 이용하였다.

따라서, 종단경사는 VIP값을 연결하여 그 기울기로 산출할 수 있었고, 종단곡선길어도 최소제곱선에 의해 추출할 수 있었다.

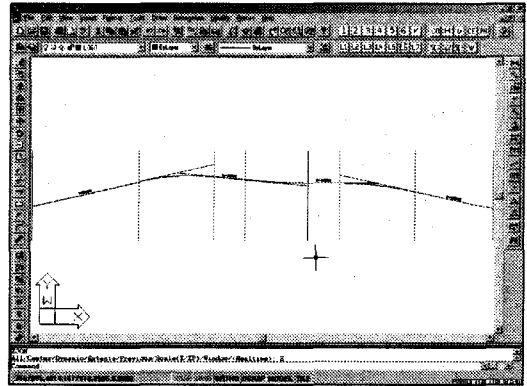


그림 9 RTK에 의한 종단선형 궤적 추출

## 4. 위험요소 분석

### 4.1 평면선형 위험요소 분석

RTK GPS 방법으로 도로 중심선을 측정하여, 그 자료를 이용하여 평면선형상에서 IP, BC, EC 값과 곡선반경(R)을 추출하였으며, 추출된 제원을 토대로 본 연구 대상지역인 남해안 ○○도로 확·포장 공사 일부구간에서 설계속도가 50km/h 구간에서 평면선형에서의 위험요소를 분석하였으며, 분석된 결과는 표 13과 같다.

표 5에서 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙이 제시하고 있는 설계속도는 50km/h에서 최소 평면곡선길이의 규정사항은 60m이다. 본 선형에서 평면선형구간은 2개의 구간에서 위반이 나왔다. 또, 바람직한 곡선반경은 두 원곡선이 같은 방향으로 복합되어 있을 경우 큰 원의 반경이 작은 원의 반경의 1.5배 이상이 되도록 하는 것이 유리 하지만, 본 노선의 4개의 구간에서 위반되었다. 다른 방향의 곡선사이의 직선길이는 최소 100m 이상 제시하고 있으며, 본 평면선형에서는 4개의 구간에서 불량한 요소로 판별되었다.



표 13 평면선형 위험요소 분석결과

설계 속도	평면선형 요소	규칙값	위반 구간	내용
50 km/h	최소평면곡선의 길이	60.0m 이상	IP. 2	41.55m
			IP. 5	49.51m
	배향곡선 사이의 직선길이	100.0m 이상	IP. 1	1.9m
			IP. 2	58.6m
			IP. 3	20.8m
			IP. 6	33.9m
	같은 방향으로 복합되는 두원곡선의 반경 비교	큰원반경 ≤ 작은원반경 × 1.5	IP. 3	반경120m
			IP. 4	반경300m
			IP. 6	반경120m
			IP. 7	반경240m

#### 4.2 종단선형 위험요소 분석

표14. 종단선형 위험요소 분석결과

설계 속도	종단선형요소	규칙값	위반구간	내용
50 km/h	종단경사	7.0% 이하	VIP (STA.2+660 ~ STA.2+940)	8.98 %
	최소종단곡선 변화비율	10.0 m/% 이하	VIP (STA.2+940)	9.5 m/%

설계속도가 50km/h인 본 연구대상지역에서 RTK GPS 방법으로 노선중심선을 측정하여, 그 자료를 이용하여 종단선형에서는 VIP, 종단곡선장 그리고 종단경사값을 추출하여 위험요소를 분석한 결과 표 14와 같다.

표 14에서 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙에서 제시하고 있는 종단곡선 변화비율의 규정사항에서는 종단경사의 규정치가 7% 이하가 되어야 하는데, 본 연구 노선에서는 1개의 구간에서 위반되었다.

또한, 최소종단곡선 변화비율인 블록형 종단곡선에서는 10m/% 이상이지만, 본 선형에서 최소 종단 변화비율은 1개의 구간에서 위반되었다.

#### 4.3 입체선형 위험요소 분석

표 15 입체선형 위험요소 분석결과

분석대상	검토내용	검토구간
종단곡선과 평면곡선의 조화	종단곡선의 고점부나 저점부에 평면 배향곡선의 변곡점을 두는 것을 피할 것	VIP (STA.2+660)
		VIP (STA.2+940)
		VIP (STA.3+100)

설계속도가 50km/h인 본 연구대상지역에서 RTK GPS 방법으로 도로 중심선을 측정하여, 그 자료를 이용하여 평면선형과 종단선형을 추출한 후 선형을 조합하여 분석한 결과 표 15와 같다. 표 15에서 종단곡선과 평면곡선의 조화가 안전주행에 필수적인 사항인 것에 비추어 볼 때, 종단곡선의 고점부나 저점부에 평면 배향곡선의 변곡점을 두는 것은 위험요소를 내포하고 있으며, 본 연구 노선에서는 3개 구간에 입체선형이 불량인 것으로 분석되었다.

#### 5. 결 론

RTK GPS 방법을 이용하여 도로선형 위험요소를 분석하기 위해 도로선형설계에 있어서 안전주행에 필요한 선형설계의 제요소를 분석한 결과 아래와 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, RTK GPS 방법으로 관측된 자료를 이용하여 평면 및 종단선형구간에서 제시된 설계기준값을 만족하지 못하는 설계요소를 추출할 수 있었다.

둘째, RTK GPS 방법으로 도로 중심선을 관측한 결과 설계 제원상에서 제시된 선형제원과 가까운 값을 취득할 수 있었다.

셋째, RTK GPS 방법으로 도로안전시설물의 위치선정 및 준공검사에서 효율적으로 사용될 수 있는 방법으로 판단되고, 설계기준을 만족하지 못

하는 구간 또는 설계도가 소실된 교통사고다발지역에서 이와 같은 방법으로 선형을 제시하여 주행속도를 제한할 수 있는 근거를 마련할 수 있다.

規程”, 社團法人 日本測量協會 1995. 7, pp.19-20.

---

(2002년 1월 30일 원고접수)

## 참 고 문 헌

1. 이수범외 1인, “1999년 교통사고비용”, 교통개발연구원 정책연구, 2001. 4, 2001. 5, pp.1~49.
2. Oglesby C. H., “Highway Engineering(3rd)”, John Wiley & Sons, 1975, pp. 236~248
3. 河島, 恒 市川義博, 倉澤眞也, 井口 浩, 江頭泰生, “高速道路の 計劃と 設計”, 山海堂, 1981, pp.313-317.
4. AASHTO, “A policy on Geometric Design of Highway and Stress”, 1990, pp 219~240.
5. 한국도로공사, “도로설계요령(제1권)”, 한국도로공사, 1992, pp.144~158.
6. 김연복외 10인, “도로교통운영개선 실무서”, 한국건설기술연구원, 1993. pp.476~488.
7. 박도병, “국도24호선과 국도35호선 도로선형에 관한 연구”, 울산대학교 대학원 석사학위논문, 1995. pp.46~53.
8. 김경석, 진광성, “도로의 기하구조와 안전성의 상호관계분석연구”, 국토개발연구원, 1996. pp.111~114.
9. 이종출, “동적 GPS 관측에 의한 도로의 평면 선형 분석”, 한국측량학회지, 제19권, 제1호, 2001. 3, pp.39~45.
10. 건설부, “도로의 구조·시설기준에 관한 규정”, 건설부, 1990.
11. 社團法人 日本測量協會, “建設省 公共測量作業