

# 지형 선형 연결 설계

## Terrain-Alignment Linked Design

김용석 Kim, Yong Seok | 정회원 · 한국건설기술연구원 수석연구원 (E-mail : safey@safey@kict.re.kr)

### ABSTRACT

**PURPOSES :** Safety consciousness can be the first factor to hinder the acceptance of design alternative, which moderates the applied design criteria in order to adapt the road to the natural terrain condition.

**METHODS :** The method which enables to check the safety of design alternative by using design consistency concept is suggested. The method is based on the linked or interactive analysis between terrain and road alignment. Real design example is considered as a guide how to apply the method and the analysis result is discussed with the future research.

**RESULTS :** Suggested method can be used for designers as a tool to review their design outputs can be safe as much as the original design. So, designers have the more objective judgement on their designs and have the confidence on their designs.

**CONCLUSIONS :** The method is expected to be used as a tool to see the safety consciousness in an objective view, so any possible conflicts between designers and design-related personnels caused by the terrain-oriented design can be solved.

### Keywords

road design, terrain, alignment, design consistency, operating speed

Main Author : Kim, Yong Seok, Senior Researcher  
Highway & Transportation Research Division, Korea Institute of  
Construction Technology, 283 Goyangdae-Ro, Ilsanseo-Gu, Koyang-Si,  
Gyeonggi-Do, 411-712, Korea  
Tel : +82.31.910.0178 Fax : +82.31.910.0161  
E-mail : safey@safey@kict.re.kr

International Journal of Highway Engineering  
http://www.ksre.or.kr/  
ISSN 1738-7159 (print)  
ISSN 2287-3678 (Online)  
Received Oct. 15, 2014 Revised Oct. 16, 2014 Accepted Nov. 7, 2014

## 1. 서론

### 1.1. 연구배경

도로가 위치하는 지역의 지형여건을 감안하여 설계 제원을 완화하는 경우에 안전관점에서의 우려 때문에 대안에 대한 충분한 고려 없이 터널이나 교량 등 구조물 중심의 설계원안을 채택하는 경우가 많다. 본 논문은 만약 지형조건을 감안해서 설계를 변경했을 때 안전성이 어떻게 변화되는지를 평가하는 방법이 있다면, 설계자에게 변경된 설계에 대한 보다 객관적인 안전성 검토의 수단을 제공함으로써 발주처나 주민 등 이해당사자들에게 설계변경의 타당성을 입증하는데 활용할 수 있다. 이

를 통해 최대한 자연지형에 부합하는 설계가 이루어져서 공사비 및 자연환경의 훼손을 줄일 수 있을 것으로 기대한다.

### 1.2. 연구범위

도로 설계를 위한 지형구분에 대한 참고적인 기준이 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설(국토교통부, 2013)에 제시되어, 설계 시에 해당 도로의 지반고를 기준으로 대강의 지형을 구분할 수 있으며, 지형구분 결과에 더하여 지형에 맞는 선형설계의 안전성을 검토할 수 있는 방법론이 제공된다면 설계자가 보다 지형에 부합

되는 여러 대안을 검토할 수 있는 기회가 생긴다고 본다. 본 논문에서는 지형구분과 선형설계의 안전성을 동시에 고려할 수 있는 방법론을 구상해 봄과 동시에 실제 설계된 도로구간을 대상으로 방법론을 적용해 보고 결과를 토의했다. 본 논문에서 제시한 방법론의 주요 적용도로는 이동성과 자연환경을 동시에 고려해야 하는 국도와 같은 고규격의 도로이며, 이런 이유로 설계 사례분석도 지형의 변화가 심한 국도구간을 선택하고 본 논문에서 제시한 방법론을 적용하였다.

## 2. 선행연구고찰

### 2.1. 지형과 선형

지형은 도로 선형을 결정하는데 지배적인 영향을 주며, 선형은 크게 평면, 종단, 횡단으로 나눌 수 있다. 이 가운데 종단선형은 자연지형과 상호 밀접한 관계에 있다. 종단선형 설계에 영향을 주는 요소는 지형뿐만 아니라 대상 도로의 기능, 교통량 등이 되며 지엽적으로는 하천, 교차도로의 위치 등을 들 수 있다. 따라서 전반적인 자연지형 조건에 의해 지형구분이 이루어진 경우에도 지엽적인 여건들을 종합적으로 판단하여 종단경사를 결정하게 된다. 지형을 구분하는 참고적인 기준은 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설(국토교통부, 2013)에 제시되어 있으며, 이 기준은 도로 설계 시에 반드시 작성하는 지반고를 기준으로 제시함으로써 설계자가 설계구간의 개략적인 지형구분이 가능하도록 하였다(김용석, 조원범, 김진국, 2011).

Table 1. Terrain Classification Criteria

Classification	Definition
Level	Original earth height difference within 1km is less than 40meters
Rolling	Original earth height difference within 1km is between 40 to 60meters
Mountainous	Original earth height difference within 1km is more than 60meters

### 2.2. 선형 설계의 안전성 평가

선형 설계의 안전성을 평가하는 다양한 방법 가운데, 주행속도 프로파일을 이용한 일관성 평가방법은 선형 변화 구간에서 예측된 속도의 변화를 보고 안전성을 평가하는 것으로 국내 및 국외에서 많이 활용되고 있다. 설계일관성을 평가하는 궁극적인 이유는 도로설계기준이 독립적인 선형 요소(예로 평면곡선이나 종단곡선)에 대한 기준에 한정되기 때문에, 선형 요소가 연결되었을

때 발생할 수 있는 설계 상의 문제점까지 포용하지 못하기 때문이다. 따라서 선형 설계된 도면에 대해 설계일관성을 평가하는 것은 설계절차에 당연히 포함되어야 하지만 평가의 신뢰를 확보하기 곤란한 현실적인 문제로 인해 기준화되지 못하고 현재는 참고적으로 검토하는 수준에 머물고 있다.

Lamm 등(1999)은 일관성 평가를 위한 세 가지 기준을 제시하였는데, 첫째는 도로 설계요소별 주행속도와 설계속도의 차이, 두번째는 두 개의 연속적인 설계요소(직선부와 곡선부, 곡선부와 곡선부) 사이의 주행속도 차이, 세 번째는 요구되는 횡방향 마찰계수와 가정된 횡방향 마찰계수의 차이를 이용한 평가이다. 특히 두 번째 평가기준은 Table 2와 같이 연속적인 설계요소의 주행속도 변화에 초점을 둔 것으로, 앞서 말한 것처럼 설계 요소들이 연결되면서 파생될 수 있는 안전상의 문제를 검토할 수 있어 매우 유용한 평가가 가능하다.

Table 2. Operating Speed Consistency Evaluation Criteria

Class	Criteria
Good	$ V85_i - V85_{i+1}  \leq 10\text{km/h}$
Fair	$10\text{km/h} <  V85_i - V85_{i+1}  \leq 20\text{km/h}$
Poor	$ V85_i - V85_{i+1}  > 20\text{km/h}$

$V85_i$ : 85th Percentile Operating Speed of Section  $i$

$V85_{i+1}$ : 85th Percentile Operating Speed of Section  $i+1$

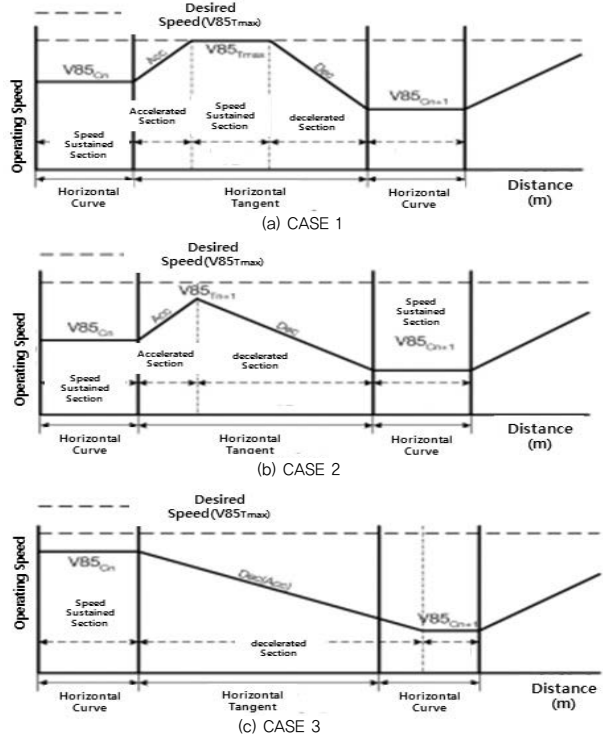


Fig. 1 Operating Speed Profile Method

주행속도 프로파일은 선형 변화구간 사이에서 감가속 특징에 따라 Fig 1과 같이 세 가지 유형으로 구분하여 작성할 수 있으며, 프로파일 작성을 위해서는 선형 변화 구간에서의 속도 예측식, 희망속도 및 감가속도를 정해야 한다.

국내·외적으로 주행속도 예측식에 대한 개발이 이루어졌으며, 특히 조원범, 김용석, 김진국, 김상엽, 최재성(2010)은 고규격의 왕복 4차로 국도를 대상으로 주행속도 예측식을 개발하였고, 평면선형과 종단선형의 결합조건에 따른 예측식을 Table 3과 같이 제시하였다.

Table 3. Operating Speed Estimation Equation

Alignment Condition	Estimation Equation
Horizontal Curve-Vertical Grade	$V_{85CG}=111,948+0.010U_P \cdot L_T -0.002CCR$ (1)
Horizontal Curve-Vertical Curve(Crest)	$V_{85CG}=128,901+0.004U_P \cdot L_T -0.001CCR - \frac{542,711}{K_C} - 6.305W_{DS}$ (2)
Horizontal Curve-Vertical Curve(Sag)	$V_{85CS}=134,158+0.007A_{vg} \cdot U_P \cdot 2L_T -0.002A_{vg} \cdot 2CCR -1.758U_P \cdot G -9.974W_{DS}$
Horizontal Tangent-Vertical Grade	$V_{85TG}=131,507-0.002U_P \cdot CCR -0.707G - \frac{423,964}{U_P K}$ (4)
Horizontal Tangent-Vertical Curve(Crest)	$V_{85TC}=137,086-0.002A_{vg} \cdot U_P \cdot 2CCR - \frac{504,486}{K_C} -5.141A_{DS}$ (5)
Horizontal Tangent-Vertical Curve(Sag)	Equation satisfying statistical significance was not derived

Table 3의 속도 예측식에서 사용한 변수명과 대응하는 도로 설계요소는 아래 Table 4와 같다.

Table 4. Variables Definition Used In Speed Estimation Equation

Variables	Definition
CCR	Curve Curvature Change Rate(gon/km)
$A_{vg} \cdot 2CCR$	Average of CCR of corresponding curve and the preceding curve(gon/km)
$A_{vg} \cdot U_P \cdot 2CCR$	Average of CCR of preceding two curves(gon/km)
$U_P \cdot L_T$	The length of preceding horizontal tangents(m)
$A_{vg} \cdot U_P \cdot 2L_T$	Average of distance of preceding two horizontal tangents(m)

G	Vertical grade of corresponding section(%)
$U_P \cdot G$	Grade of preceding Vertical grade section(%)
$K_C$	Vertical curvature change rate of the corresponding section(m/%)
$U_P \cdot K$	Vertical curvature change rate of the preceding section(m/%)
$W_{PDS}$	11.5m-the sum of the width of the study defined cross section A A=(median with minus the occupied width of barrier)*0.5+width of lane*2+the width of right shoulder

Table 4에서 평면곡선변화비율(CCR)은 완화곡선이 포함된 구간에서 곡선의 곡률변화 특징을 설명해 줄 수 있는 설계요소로서 아래와 같이 구한다.

$$\text{주 : } CCR_i = \frac{\left(\frac{L_{Aii}}{2R_i} + \frac{L_{Cii}}{R_i} + \frac{L_{Aij}}{2R_i}\right) \times 63,700}{L_{Aii} + L_{Cii} + L_{Aij}}$$

여기서,  $R_i$  = 해당 평면곡선의 곡선반지름(m)

$L_{Aii}$  = 곡선 전 완화곡선 길이(m)

$L_{Cii}$  = 해당 평면곡선의 길이(m)

$L_{Aij}$  = 곡선 후 완화곡선 길이(m)

### 2.3. 지형과 선형의 연결필요성

도로 설계는 현장의 지형여건을 충분히 고려하여 대안을 마련하고 이를 검토하는 과정이 필요하지만, 국도와 같은 고규격 도로에서 지형을 고려하여 다소 설계제원을 완화하는 경우는 안전에 대한 문제에 객관적인 근거를 제시하는 데 한계가 있어 결국 구조물 중심의 설계월안을 채택하는 경우가 많다. 따라서 도로 설계의 안전성을 평가하는데 활용되는 설계일관성 평가기법을 해당 도로 설계구간의 지형분석단계에서부터 적극적으로 활용한다면 지형에 부합되도록 조정된 설계 대안의 안전성에 대한 객관화된 근거를 확보할 수 있을 것으로 기대하여, 본 논문에서는 그 방법론을 구상하였고, 개발된 방법론을 실제 도로 설계사례에 적용하고 결과를 검토하였다.

## 3. 연구의 개념적 틀

### 3.1. 연구구상

본 연구는 이미 참고기준으로 도로의 구조·시설기준

에 관한 규칙 해설에 반영된 지반고 중심의 지형구분 기준과 설계안전성을 평가하는 일관성 평가기준을 연결함으로써 지형과 선형설계를 동시에 합목적으로 진행할 수 있는 방법론을 Fig. 2와 같이 구상하였다.

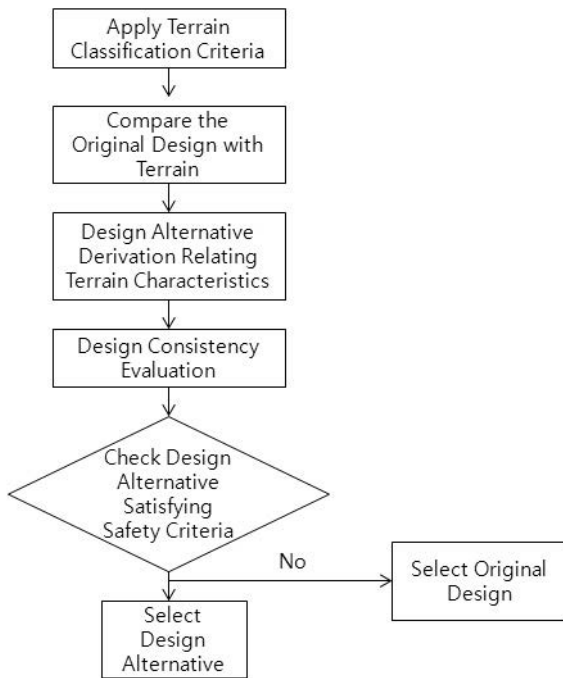


Fig. 2 The Procedure of Terrain-Alignment Linked Design

### 3.2. 접근방법

본 논문은 지반고를 기준으로 일정구간 거리(1km)별로 지형을 구분해보고 지형특징과 설계원안간의 차이가 발생하는 지점에 대해서는 보다 면밀한 기술검토를 수행한 후, 현지 여건상 선형의 조정이 가능한 구간이 있는 경우는 설계대안을 작성하도록 한다. 지형여건을 반영한 설계대안에 대해 설계일관성 평가방법에 따라 안전성을 평가하고 최종 설계대안을 결정하는 것으로 하였다. 이 검토해서 지형을 감안한 선형설계대안을 만들고 도로설계일관성 평가방법을 이용해서 안전성을 평가하는 단계를 추가하는 것이다.

## 4. 사례분석

### 4.1. 사례지점

본 사례분석은 본 연구에서 제한한 지형 선형연결 설계방안에 대해 실제 도로 설계사례를 대상으로 적용해보고 결과를 검토/토의한 것이다. 사례분석구간은 국도

6호선에 위치한 국도구간이며, 사례분석에 이용된 도로 구간의 연장은 10.0km이다.

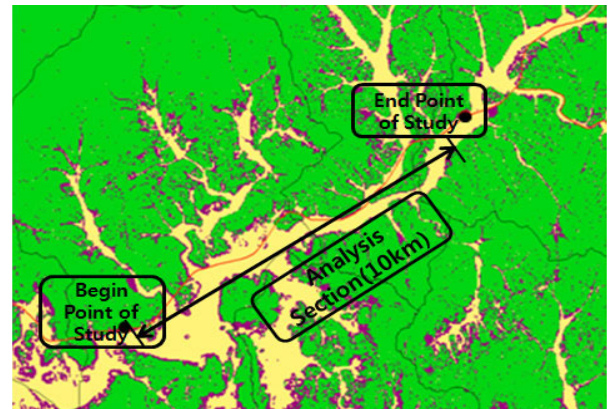


Fig. 3 The Location of Study Section

### 4.2. 지형구분 기준적용

Table 5는 사례구간에 대해 지형구분 기준을 적용한 결과로써, 1km 단위로 구분하여 지반고의 최고점과 최저점의 차이를 토대로 지형을 구분한 것이다. Fig. 4는 사례분석구간의 지반고를 나타낸 것이다.

Table 5. Terrain Analysis Results

Station	Original Earth Height Difference within 1 Kilometers	Terrain Classification
0+000~1+000	37.53	Level
1+000~2+000	69.00	Mountainous
2+000~3+000	73.16	Mountainous
3+000~4+000	24.35	Level
4+000~5+000	3.85	Level
5+000~6+000	39.03	Level
6+000~7+000	41.70	Rolling
7+000~8+000	17.20	Level
8+000~9+000	7.45	Level
9+000~10+000	28.88	Level

Note) Refer Table 1 of the thesis for Terrain Classification

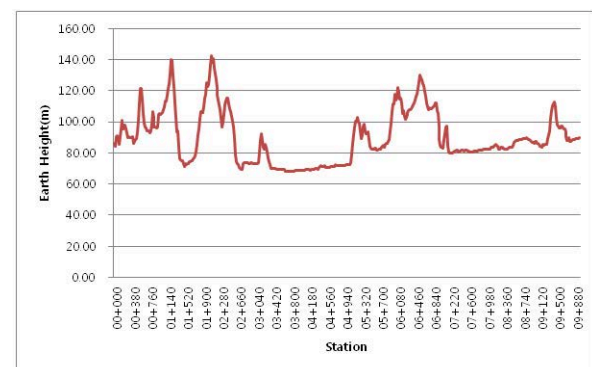


Fig. 4 Original Earth Height of Study Section

### 4.3. 지형-설계원안 비교 및 설계대안 도출

Table 6은 사례분석구간 10km에 대해 1km 단위로 구분된 계획고 차이 및 종단경사 범위를 제시한 것이다. 사례분석구간이 설계속도 80km/h인 국도이고 평지에서 최대 종단경사가 4%(부득이한 경우는 5%)임을 감안할 때, 사례구간의 종단경사는 지형을 평지조건으로 적용하였다고 볼 수 있다.

Table 6. Planned Earth Height and Vertical Grade Range of the Study Section

Station	Planned Earth Height Difference within One Kilometer Road Section	Vertical Grade Range(%)
0+000~1+000	20.58	2.10
1+000~2+000	4.65	0.30~2.10
2+000~3+000	29.20	-3.70~0.30
3+000~4+000	5.09	-0.70~0.35
4+000~5+000	6.13	0.35~1.39
5+000~6+000	15.72	1.39~2.70
6+000~7+000	13.37	-3.60~2.70
7+000~8+000	11.95	-3.60~0.32
8+000~9+000	4.46	0.32~0.66
9+000~10+000	4.54	0.35~0.60

Table 6을 보면, 지반고를 기준으로 한 지형구분은 산지이지만 종단경사 측면에서는 평지기준을 적용한 1+000~2+000 구간과 2+000~3+000 구간이 지형구분과 설계원안간에 차이가 있다고 볼 수 있고, 6+000~7+000 구간이 지형구분은 구릉지인데, 종단경사 측면에서는 평지기준을 적용하여 차이가 있다고 볼 수 있다. 따라서 지형 관점에서 이 세 가지 구간을 검토하였다. 검토결과, 앞의 두 구간의 경우는 지형을 감안 해 종단선형을 조정하는 경우(종단경사 상향조정)에 1+325~1+850(길이 450m)에 위치한 교량의 교각 높이가 증가로 인해 선형의 조정이 현실적으로 불가하다는 판단을 하였다. 6+000~7+000 구간의 경우는 종단선형을 조정이 가능할 것으로 보고, 설계대안을 작성하였다.

Table 7과 Table 8은 사례구간 가운데 종단선형의 변경이 가능할 것으로 판정한 6+000~7+000 구간과 앞뒤의 일정구간을 더하여 5+000~8+100 구간에 대한 종단선형과 평면선형 설계제원을 각각 제시한 것이고 Fig. 5는 이 구간에 대해 측정별로 종단선형 변화를 도시한 것이다.

Table 7. Original Design of the Study Section (Vertical Alignment)

Station	Vertical Alignment	Design Value
5+000~5+700	Vertical Grade	1.39
5+700~5+880	Vertical Curve	K=137, L=180
5+880~6+420	Vertical Grade	2.70
6+420~6+740	Vertical Curve	K=50.7, L=320
6+740~7+060	Vertical Grade	-3.60
7+060~7+260	Vertical Curve	K=51, L=200
7+260~8+100	Vertical Grade	0.32

Note) K=Vertical curvature change rate(m/%),  
L=Length of the Vertical Curve(m)

Table 8. Original Design of the Study Section (Horizontal Alignment)

Station	Vertical Alignment	Design Value
5+000~6+060	Horizontal Tangent	-
6+060~6+920	Horizontal Curve	R=484.5, A1=300, A2=300, CL=460
6+920~7+160	Horizontal Tangent	-
7+160~7+440	Horizontal Curve	R=500, A1=180, A2=180, CL=280
7+440~8+100	Horizontal Tangent	-

Note) R=Horizontal Curve Radius(m), A1, A2=Clothoid Parameters,  
CL=Length of Horizontal Curve(m)

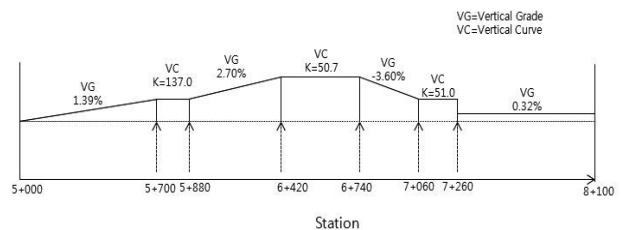


Fig. 5 Vertical Alignment Profile in Original Design

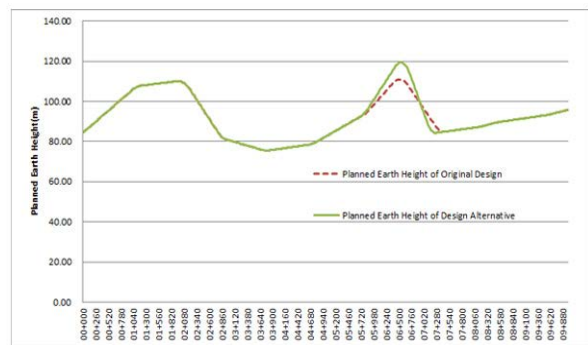


Fig. 6 Difference of Planned Earth Height between Original Design and Design Alternative (Solid Line)

지형분석 결과와 설계원안의 비교를 통해, 6+000~7+000을 포함하여 5+700~7+420 구간에 대해서 중단선형을 변경한 설계대안을 작성하였으며 Fig. 6은 측점별 당초계획고와 변경계획고를 제시한 것이다.

중단선형을 변경한 설계대안의 설계요소별 제원은 Table 9와 같다. 설계원안과 비교하여 5+700~5+920 구간과 6+360~6+700 구간에서 중단경사 변화비율과 중단경사 길이가 변경되었고, 6+700~7+220 구간에서 중단경사가 당초 -3.6%에서 -6.83%로 변경되었다. Fig. 7은 측점별로 변경된 중단선형 변화를 도시한 것이다.

Table 9. Design Alternative of the Study Section (Vertical Alignment)

Station	Vertical Alignment	Design Value
5+000~5+700	Vertical Grade	1.39
5+700~5+920	Vertical Curve	K=167.9, L=220
5+920~6+360	Vertical Grade	2.70
6+360~6+700	Vertical Curve	K=35.7, L=340
6+700~7+220	Vertical Grade	-6.83
7+220~7+420	Vertical Curve	K=27.9, L=200
7+420~8+100	Vertical Grade	0.32

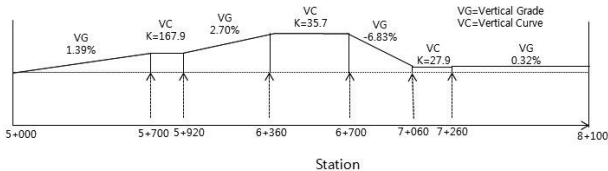


Fig. 7 Vertical Alignment Profile of Design Alternative

#### 4.4. 설계 안전성 평가

지형구분 결과와 설계원안을 비교한 결과를 토대로 설계대안을 작성하였으며, 이를 안전관점에서 평가할 필요가 있다. 본 논문에서는 주행속도 일관성 평가방법을 적용하여 설계대안의 안전성을 평가하는 방법을 제시하였다. 평가는 설계원안에 대한 안전성 평가를 하고 설계대안에 대한 평가를 하여 비교적 검토하는 것으로 한다.

Table 10은 설계원안에 대한 측점별 선형설계조건과 선형조건에 따른 주행속도 예측식을 보인 것이다. 주행속도 예측식은 본 논문 Table 3에 제시한 예측식을 사용하는 것으로 한다. 주행속도 예측식을 적용하기 위해서는 선형설계조건에 따라 분석구간을 구분해야 하며 Fig. 8은 분석구간별 설계제원을 나타내고 있다.

Table 10. Section Division for Design Consistency Evaluation

No	Station	Alignment	Applied Speed Estimation Equation
1	5+000~5+700	Vertical Grade	Equation 4 in Table 3
2	5+700~5+880	Vertical Curve	Equation 5 in Table 3
3	5+880~6+060	Vertical Grade	Equation 4 in Table 3
4	6+060~6+920	Horizontal-Vertical Curve Overlapped	Equation 2 in Table 3
5	6+920~7+160	Vertical Grade	Equation 4 in Table 3
6	7+160~7+440	Horizontal-Vertical Curve Overlapped	Equation 3 in Table 3
7	7+440~8+100	Vertical Grade	Equation 4 in Table 3

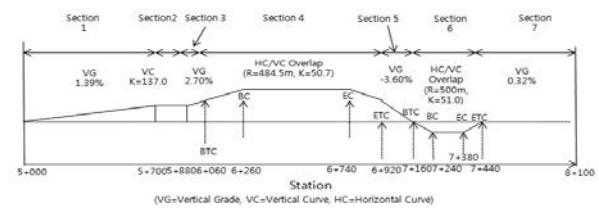


Fig. 8 Design Characteristics of Section for Design Consistency Evaluation (Original Design)

설계원안에 대해 주행속도 예측식에 따라 속도를 예측한 결과는 Fig. 9와 같고, 주행속도 일관성 평가기준(본 논문 Table 2 참조)에 따른 평가결과는 Table 11과 같다.

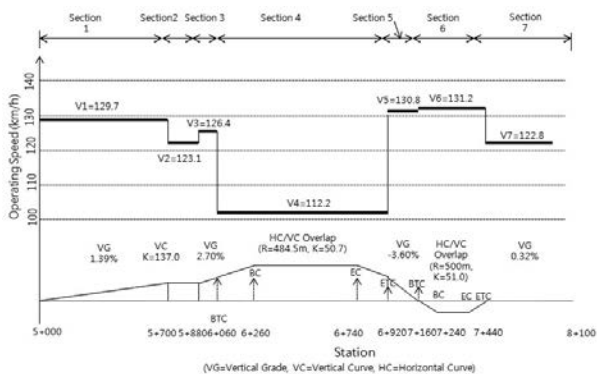


Fig. 9 Operating Speed Profile of Original Design

Table 11. Safety Evaluation Results of Original Design

No.	Station	Operating Speed (km/h)	Speed Difference between the Successive Section	Evaluation Results
1	5+000~5+700	129.7	-	-
2	5+700~5+880	123.1	6.6	Good

3	5+880~6+060	126.4	3.3	Good
4	6+060~6+920	112.2	14.2	Fair
5	6+920~7+160	130.8	18.6	Fair
6	7+160~7+440	131.2	0.4	Good
7	7+440~8+100	122.8	8.4	Good

설계 대안에 대한 측정별 선형설계조건과 선형조건에 따른 주행속도 예측식의 적용은 설계원안에 적용한 바와 같고 Fig. 10은 분석구간별 설계제원을 나타내고 있다.

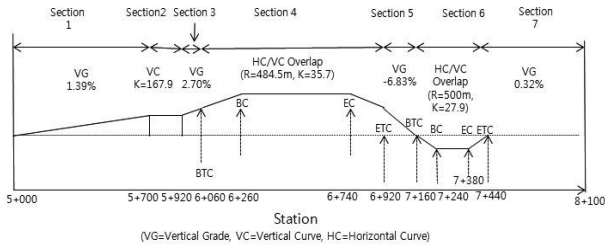


Fig. 10 Design Characteristics of Section for Design Consistency Evaluation (Alternative Design)

설계 대안에 대해 주행속도 예측식에 따라 속도를 예측한 결과는 Fig. 11과 같고, 주행속도 일관성 평가기준에 따른 평가결과는 Table 12와 같다.

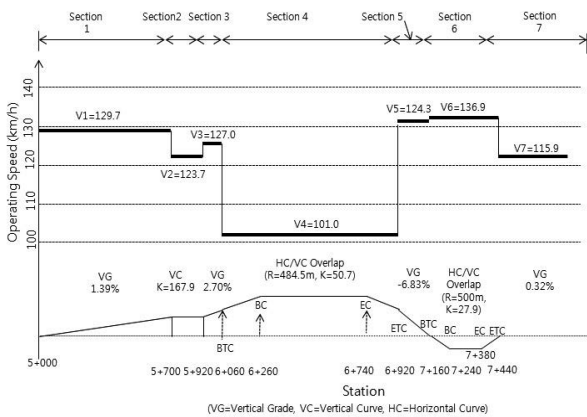


Fig. 11 Operating Speed Profile of Alternative Design

Table 12. Safety Evaluation Results of Design Iterative

No.	Station	Operating Speed (km/h)	Speed Difference between the Successive Section	Evaluation Results
1	5+000~5+700	129.7	-	-
2	5+700~5+920	123.7	6	Good
3	5+920~6+060	127.0	3.3	Good
4	6+060~6+920	101.0	26.0	Poor
5	6+920~7+160	124.3	23.3	Poor
6	7+160~7+440	136.9	12.6	Good
7	7+440~8+100	115.9	21.9	Poor

#### 4.5. 안전성 평가결과 검토

사례구간에 대해 지형구분을 하고, 설계원안과의 비교·검토를 위해 선형변경구간을 도출하였다. 도출된 변경구간에 대해 설계대안을 작성하고 설계원안과 설계대안별 안전성을 평가하였다. 평가결과, 설계원안의 경우는 연속선형 연결조건 6개의 평가구간에 대해 4구간이 우수하고 2구간이 양호한 것으로 나타난 반면, 설계대안의 경우는 연속선형 연결조건 6개의 평가구간에 대해 2구간이 우수하고 1구간이 양호한 것으로, 3구간이 미흡으로 나타났다.

본 사례분석구간의 경우, 지형특성을 감안하여 도출한 설계대안이 설계원안에 비해 안전성 측면에서 바람직하지 못하여, 최소한 본 사례분석의 결과는 지형을 고려한 설계대안이 안전성 측면에서 원안에 비해 바람직하지 못하기 때문에 원안을 채택하는 것으로 나타났다.

#### 5. 결론 및 향후연구

본 논문은 도로가 위치하는 지역의 지형여건을 최대한 고려하여 설계를 할 수 있는 수단으로써 지형과 선형을 연결하여 설계하는 방법론을 제시했다. 지형에 부합된 설계대안을 작성하여도 안전에 대한 막연한 염려로 인하여 평지중심의 설계가 이루어지는 여건을 감안해서 보다 객관화된 방법으로 설계대안에 대한 안전성을 검토하고 이를 평가할 수 있도록 하였다.

현재 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙에는 지형을 평지, 구릉지, 산지로 세분화하여 제시하고 있고, 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설에는 지반고를 기준으로 지형구분에 대한 참고적 기준을 제시하고 있다. 따라서 설계자는 지형구분 결과와 설계원안 간에 큰 차이가 있는 경우는 기술적인 검토를 시행하고 현장여건에 비추어 설계가 변경될 여지가 있는 구간에 대해서는 적극적으로 선형을 변경하고, 본 논문에서 제시한 설계일관성 평가에 따른 안전성 평가를 시행하여 대안의 선택 여부를 판별할 필요가 있다. 설계대안에 대한 안전성 평가가 설계원안과 비교하여 차이가 없는 경우는 발주처나 주민 등 이해 당사자에게 설계대안에 대한 안전성을 객관적 근거를 가지고 설명할 수 있어 궁극적으로는 지형에 보다 부합되는 설계대안이 채택될 수 있는 기회가 커질 것으로 기대한다.

향후 연구는 다양한 현장 사례를 토대로 본 연구에서 제안한 방법론에 대한 검증을 시행하고, 보다 완성도가 높은 지형-선형 연결 설계를 시행할 수 있는 여건을 만

드는 것이다. 아울러, 본 연구에서 제안한 지형-선형연결 설계방법론이 현재 사용 중인 도로설계 전산화 프로그램에 반영될 수 있도록 추가적인 보완과 연구가 필요하며, 이를 통해 지형과 선형을 검토하는 단계에서 설계 안전성까지 동시에 검토가 가능할 수 있는 기반이 마련될 것으로 기대한다.

#### 감사의 글

본 연구는 친환경·지능형 도로설계 기술개발 연구단(건설핵심D05-01)을 통하여 지원된 국토교통부 건설기술혁신사업에 의하여 수행되었습니다. 연구지원에 감사드립니다.

#### References

Cho, Wonbum, Yongseok Kim, Jingung Kim Sangyoun Kim,

Jaisung Choi(조원범, 김용석, 김진국, 김상엽, 최재성), Development of Operating Speed Prediction Models Reflecting Alignment Characteristics of the Upstream Road Sections at Four Lne Rural Roads(상류부 선형특성을 반영한 지방부 왕복 4차로 도로의 주행속도 예측모형 개발), 2010.

Kim, Yong Seok, Won Bum Cho, Jin Kug Kim(김용석, 조원범, 김진국), Terrain Classification for Road Design, Journal of Korean Society of Road Engineers(도로 설계 지형 구분), 2012

Lamm, Ruediger, B. Psarianos, T. Mailaender, Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook, 1999.

Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Practical Manual for the Application of Road Structure and Facilities Design Ordinance(도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설), 2013.