

과정 : 도로 및 공항기술사

과목 : 기하구조

차시 : 종단 선형 설계

- I. 개요
- II. 선형 조합시 유의 및 피해야 할 사항
- III. 종단선형 설계시 유의사항
- IV. 결론

**※ 학습목표**

- 종단선형의 설계요소별 개념에 대한 이해
- 종단선설계시 유의해야 할 사항 도출

**I. 개요**

1. 도로선형이란 도로설계의 기본이 되는 기하학적인 선이 중, 평면적으로 그리는 형상은 물론 양자가 조화된 3차원적인 선의 형상을 총괄적으로 말함
2. 종단선형은 직선과 곡선으로 구성되며 필요요소는 종단경사와 종단곡선이 있으며 오르막 구간에서는 용량저하, 사고방지위해 오르막차로 설치를 검토해야 함
3. 본고 종단선형 설계시 교통안전 용량측면에서 유의해야 할 사항을 중심으로 기술하고자 함.

**II. 선형 조합시 유의 및 피해야 할 사항**

- (1) 종단곡선과 평면곡선이 1:1 대응되도록 배치(원곡선내에 종단곡선이 포용되도록, 크기가 균형을 이루도록)
- (2) 종단곡선이 클로소이드가 아닌 원곡선내에 들어가도록 배치
- (3) 같은 방향으로 굴곡하는 두 곡선사이에 짧은 직선의 삽입을 피할 것
  - ① 평면선형의 경우 : 직선부가 반대방향으로 급하게 굴곡되어 있는 것처럼 보임
  - ② 종단선형의 경우 : 직선부가 떠오르는 것처럼 보임
- (4) 환경(도로)과의 조화를 고려할 것
  - ① 내리막에서 왼쪽으로 평면곡선이 설치된 경우 : 오른쪽에 식재하여 원활한 시선유도, 불안감 해소
  - ② 오르막에서 평면곡선의 변곡점이 설치된 경우 : 중분대, 길 어깨측에 식재하여 도로선형에 대한 정보 사전 제공, 불안감 해소
  - ③ 비탈면이 있는 경우 : 양단에 식재하여 시각적 원활성 확보
- (5) 종단 곡선의 저. 정정부에 배향곡선의 변곡점이나 작은 원곡선은 피할 것
- (6) 평면곡선부와 볼록형 종단곡선의 조합인 경우 : 시거 확보에 유의  
평면곡선부와 오목형 종단곡선의 조합인 경우 : 노면 배수에 유의
- (7) 입체 선형으로 선형의 양부결정  
(평면, 종단선형의 개별적 고찰 포함)
- (8) 하나의 평면곡선 내에서 종단선형이 볼록과 오목을 반복하는 것은 피할 것
- (9) 선형의 시각적 연속성을 확보할 것

**III. 종단선형 설계시 유의사항**

1. 정지시거 확보여부 검토시 종단선형에 대한 영향을 고려해야한다..

(1) 문제점

- 1) 현 정지시거 설치기준에는 종단경사에 대한 영향 미 고려
- 2) 상향경사 : 제동거리 감소, 하향경사 : 제동거리 증가

(2) 대책

- 1) 종단경사 설계시 정지시거 고려  $D = 0.694V + \frac{V^2}{254(i + f)}$

2) 종단곡선 설계시

① 블록형 : 종단곡선 길이를 정지시거보다 크게 취함  $L = \frac{D^2 I}{385}$

② 오목형 : 종단곡선 길이를 전조등에 의한 정지시거보다 크게 취함

$$L = \frac{D^2 I}{120 + 3.5D}$$

2. 허용최저속도에 대한 규정을 설계속도와 차이를 20km/h 이내가 되도록 변경해야 한다

(1) 문제점 및 현황

- 1) 허용 최저 속도 : 설계속도 80km/h이상인 구간 : 60km/h  
 설계속도 80km/h 미만인 경우 : 설계속도 - 20km
- 2) 설계속도 110km 도로에서 오르막 차로 설치시  
 오르막 차로 종점부에서 중차량 합류속도는 60km/h 정도이지만 본선차량의 주행속도는 110km 이상임(50km/h속도차 발생)
- 3) 중차량 합류불가 무리한 합류시 교통사고위험 증대, 용량감소

(2) 대책

- 1) 허용 최적 속도를 결정하는 설계속도 기준 세분화 조정
- 2) 허용 최저 속도와 설계속도 차이를 20km/h 이내가 되도록 설정  
 예) 120km/h→115, 110→95, 100→85km/h
- 4) 중차량 합류부에서 I/C, 가속차로 설치기준 적용 오르막 차로 설치

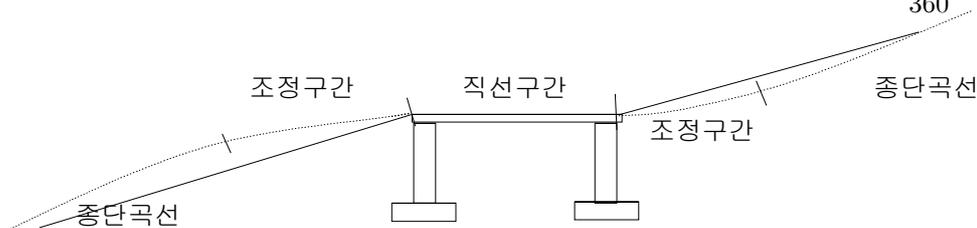
3. 교량(라멘(L=10))설치로 인해 종단곡선상 짧은 직선이 삽입된 경우 문제점과 대책

(1) 문제점

- 1) 직선부가 떠오르는 듯한 착각
- 2) 운동량 차이로 인한 충격으로 운전자 불쾌감 가중

(2) 대책

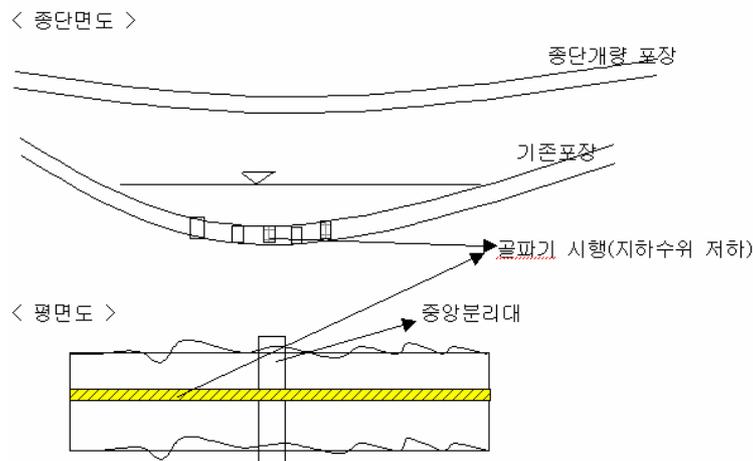
- 1) 직선부 시종점에 종단곡선 조정구간 설치
- 2) 종단하향 구간에서 운동량 차이에 따른 충격고려 설계( $K = \frac{V^2}{360}$ )



4. IC가 종단곡선상에 설치될 경우 시거 및 안전에 대한 철저한 검토가 요구됨
- (1) 문제점
    - 1) 블록형 종단곡선의 경우 출입시설에 대한 시거 미확보로 사고 증가 및 용량 저하 발생
    - 2) 오목형 종단곡선의 경우 시거 문제는 없지만 가속에 따른 안전한 감속에 문제 발생
  - (2) 대책
    - 1) 블록형 종단곡선 : 기준시거에 1.1배 적용하여 종단곡선 변화비율 산정  

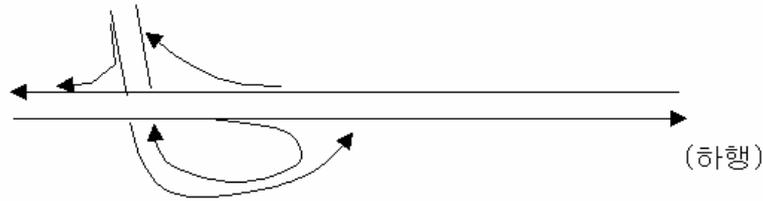
$$K = (1.1D)^2/385$$
    - 2) 오목형 종단곡선 : 충격완화를 위한 변화비율에 2~3배적용  

$$K = 2\sim 3(V^2/360)$$
5. 터널 입구부 오르막 구간에서 오르막 차로 생략 가능한 정도의 종단경사를 적용하는 것은 지양해야함.
- (1) 문제점
    - 1) 저속차의 주행성능 저하로 인한 용량저하와 터널 입구부에서의 급격한 조도차 이로 인한 감속이 중첩되어 나타나 조금만 교통량 늘어도 상시 지정체 구간 이 됨
  - (2) 대책
    - 1) 시각적 완충을 위해 벨 마우스를 투명아크릭 소재로 설치, 갭구부 주변 식수로 시각적 단절감 회피
    - 2) 오르막 구간의 정점을 터널 전방에 위치시킴
6. 종단 선형 개량시 기존 포장면을 유용하는 경우 지하배수를 검토해야한다.
- (1) 문제점
    - 1) 기존 포장면 오목부에 체류수 증가
    - 2) 성토부 침하로 인한 신규 포장체 파손 우려
  - (2) 대책
    - 1) 기존 포장 오목부에 횡방향 골파기 적용시행

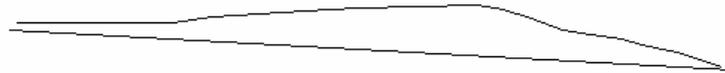


7. 종단경사가 작고 편경사 접속설치길이가 긴 경우 노면배수에 대한 대책이 요구된다.
- (1) 문제점
    - 1) 배수 불량에 따른 수막현상 발생
    - 2) 포장 내구성 저하 및 차량 미끄럼에 의한 사고 발생, 용량저하, 소음증가
  - (2) 대책
    - 1) 편경사 접속설치를 상향조정(표준구배~역표준구배) 1/250이상
    - 2) 종방향 그루빙 설치(횡방향 배수로 설치)
    - 3) 융빙시설 설치 검토(노면 동결 방지) 적설한랭 지역
    - 4) 다차로 구간 2단경사 검토 (물의 점착력이용, 배수촉진)
    - 5) 중분대 측에 지하배수공 추가 설치- (주행시 체류수 중분대 측에 집중)
8. 터널 종단선형 검토시에는 안전측면(이용자)에 대한 철저한 검토가 요구된다.
- (1) 종단경사가 큰 경우 자동차 배기가스 배출량증가에 따른 환기시설검토가 요구된다.
  - (2) 종단경사가 크면 터널내 화재시 차량 탑승자의 피난속도가 저하됨에 따른 대책이 요구된다.
  - (3) 방향별로 종단경사가 다른 경우 비상시 차량 및 탑승자의 안전한 피난속도를 고려, 피난연락관의 종단경사를 결정해야 한다.
9. 터널유입부가 하향경사로 이어지는 경우 표면배수에 대한 철저한 검토가 요구된다
- (1) 문제점
    - 1) 터널입구부 전방에 볼록형 종단곡선 적용시 터널입구부로 체류수 증가 (터널입구 전방에 오르막 정정부 위치)
    - 2) 차량진행으로 터널내로 체류수 유입, 동절기 결빙으로 사고증가, 용량저하 발생
  - (2) 대책
    - 1) 터널입구 전후구간에 종방향 그루빙 및 횡방향 배수홈 설치
    - 2) 터널 입구부에 동결방지 융빙장치 적용검토
    - 3) 터널접근로에서 횡단경사 상향조정 검토(2% → 3%).
10. 환경, 경제성 측면을 고려하여 상,하행 종단분리를 검토해야한다.
- (1) 원 설계
    - 1) 차로 확장 공사로 종단선형 개량
    - 2) 연장 1km 구간, V = 100km/h
    - 3) 평면 : 직선, 종단 : -4% → -1%(조정)

(평면)



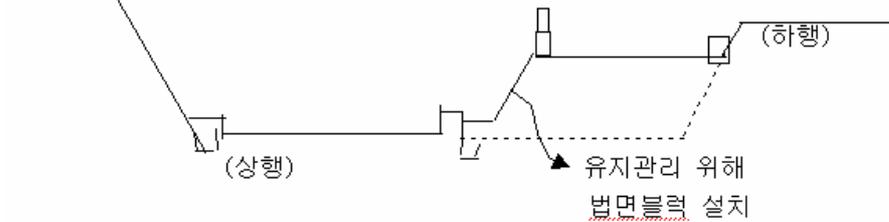
(종단) -4% → -1%



(2) 검토내용

- 1) 종단분리검토(상.하행선)
- 2) 상행선 : 설계기준에 부합되지 않고 IC연결로의 시거확보가 곤란하여 -1%적용
- 3) 하행선 : 시공성(공기단축), 경제성, 환경성을 확보하기 위해 종단 경사

(횡단면)



(3) 기대효과

- 1) 공사비 절감 : 4.5억(절토량 감소 및 사토비 감소)
- 2) 주행쾌적성을 유지하면서 공기단축 및 공사비 상당히 절감가능  
환경훼손 감소

11. 도로의 상하행 종단경사가 크게 차이나는 경우 중분대 높이 상향 조정이 요구된다.

- (1) 중분대 높이 일률적으로 적용
- (2) 하행경사 주행차량의 전광등 불빛으로 인해 상행운전자 눈부심 발생  
시거확보 곤란
- (3) 종단경사 차이를 고려하여 중분대 높이 결정 적용(눈부심 방지)

#### IV. 결 론

1. 종단선형을 설계함에 있어 핵심은 시거확보와 안전한 가감속 운동량 차이에 따른 불쾌감해소 뿐만 아니라
2. 전후선형, 주변경관, 포장형식, 배수, 평면선형, 시설 한계 등을 종합적으로 검토하고 환경훼손 최소화 측면에서 최종 평가하여 종단선형을 결정하여야 한다.

**※ 학습정리**

- 상향 종단경사 구간에서는 대형차의 속도저하로 인해
  - 도로 전체의 용량이 저하되며
  - 고속차의 과도한 앞지르기로 인한 사고증가
 이를 방지하고, 안전성을 확보하기 위하여 종단경사를 낮추거나 오르막차로의 설치를 검토해야 함
- 또한 두 종단경사 사이를 주행시 발생하는 운동량 차이로 인한 충격완화 및 시거 확보를 위해 종단곡선길이에 대한 검토가 필요
- 오르막차로는 우리나라 운전자 주행특성상 많은 문제가 발생하여 운전자 의식 개선과 설계기준의 개선이 요구됨
  - 허용최저속도의 기준변경(설계속도와의 차이를 20km/h이하 되도록)
  - 오르막차로 위치변경(종단곡선 정점구간이 아닌 내리막 구간에 충분히 확보)
  - 오르막차로 종점구간을 IC 가속차로 길이 적용 등
- 종단선형 설계시 검토 및 평가사항
  - 각각의 설계요소의 적정성
  - 주행속도를 고려한 주행의 연속성과 쾌적성
  - 평면선형과의 조화
  - 주변경관과의 조화 및 환경훼손 최소화
  - 입체선형상에서 배수, 시거, 시설한계 등 종합적 적정성