



## 道路設計的選線及路線佈設

### Design of roadways: location and route layout (12-1)

- 道路建設的規劃與設計過程是有許多後續步驟或階段所組成
- 新建路線在付諸實施之前須決定路線的基本特性(basic feature)，擬訂幾何設計標準如道路等級、車道寬、車道數及服務水準
- 在某運輸走廊新建道路依據幾何設計標準選線有不同方案，設計過程需完成的項目為：
  - 標準橫斷面
  - 平面及縱面線形
  - 路線構造型式
  - 橫交道路及進出道路處理
  - 施工規範
  - 工程數量

## 運輸路線的選線

### Location of transportation link (12-2)

- 公路及市區道路的選線不僅考量成本及運轉效率，尚須確認路線鄰近社區及環境的負面衝擊
- 選線程序是一直重複進行，依據選線原則、幾何設計標準、道路等級、路線所經地形及路線鄰近土地使用情況，配置平面線形及縱面線形
- 選線所地圖分為線劃地圖及相片地圖，線劃地圖係經人工現場測繪或室內編輯所成，相片地圖是由航空照片經正射處理的成品
- 公路及市區道路在選線階段須考量的因素有施工成本、使用者成本、環境衝擊、社會衝擊及不同團體接受度

### 設施定位的決定標準

Criteria to be used in facility location decisions (T12-1)

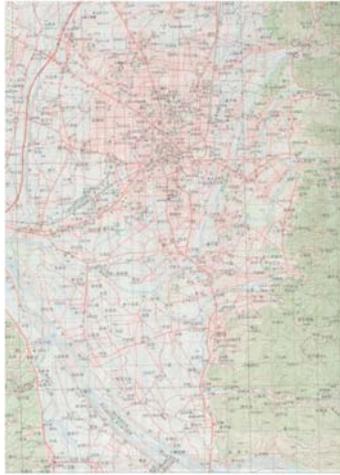
Criteria	Influencing factors
Construction costs	Functional classification/design type; topography and soil conditions: current land use
User costs	Traffic volume; facility design features (e.g. gradients intersection); operating condition (e.g. speeds, traffic control systems)
Environmental impacts	Proximity to sensitive areas; design features to mitigate impacts
Social impacts	Isolation or division of neighborhoods; aesthetics of design; fostering of desired development patterns
Acceptance by various interest group	Government agencies; private associations and firms; neighborhood groups and the general public

### 公路建設所需的地圖(規劃設計)

- 可行性研究
  - 二萬五千分之一線劃地圖經室內編輯
- 工程規劃
  - 二千至五千分之一地圖(線劃及相片)
- 工程設計
  - 五百至一千分之一線劃地圖
- 營運管理
  - 五千分之一地圖(線劃及相片)

## 地圖種類

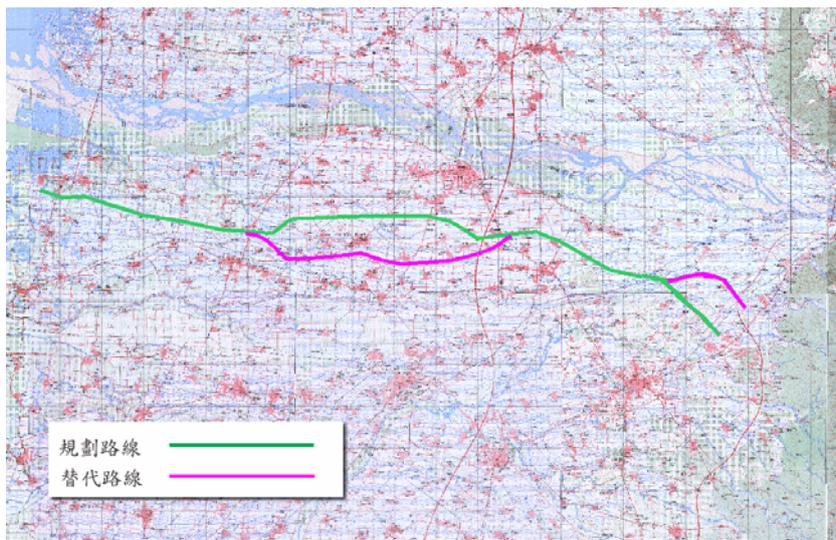
線劃地圖



相片地圖



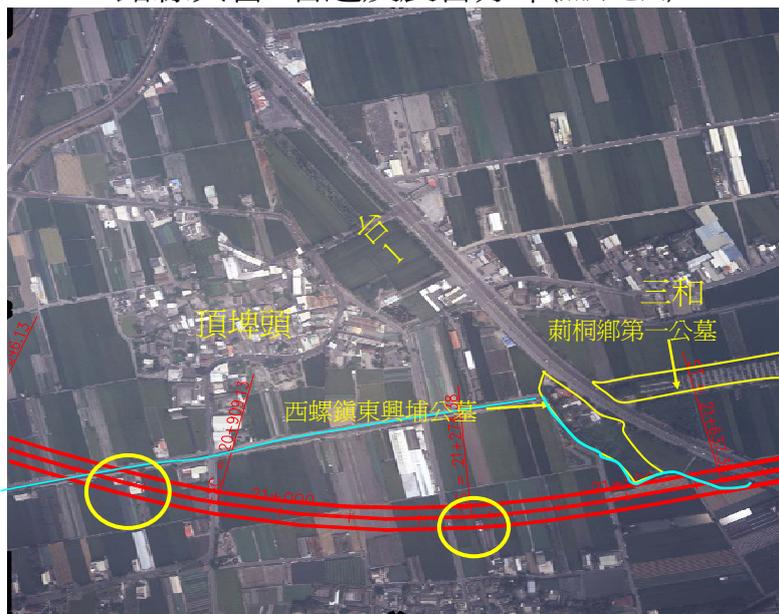
## 航空攝影路線位置圖 (線劃地圖)



路線跨越中山高及農舍分布 (照片地圖)



路線與台1省道及農舍分布(照片地圖)



## 幾何設計 geometric design (12-4)

- 道路設計的基本特性由選線位置及橫斷面配置來完成
- 橫斷面配置、平面及縱面線形等設計特性直接影響車輛種類的行駛速率及道路交通容量
- 幾何設計標準及程序已發展數十年，皆依據車輛運轉所傳遞的力量及移動方式所建立，且由歷次的道路建設、觀察現場車輛行為及營運經驗加以修正
- 設計程序為道路等級決定、選線原則及幾何設計標準擬訂、服務水準決定、交通需求分析、車道數、路線選定、平縱面線形設計、橫交道路及水路處理、附屬設施規劃、工程數量計算

## 道路及公路設計控制與標準 design controls and criteria for streets and highways (12-5)

- Functional classifications of the roadways being designed
- Traffic volume and composition
- Design speed
- Topography
- Cost and available funds
- Human sensory capacities of drivers, bikers, and pedestrians
- Size and performance characteristics of the vehicles that will use the facility
- Safety considerations
- Social and environmental

## 道路等級劃分—公路系統

- **公路**：指供車輛通行之道路及其用地範圍內之各項設施，包括國道、省道、縣道、鄉道及專用公路。
- **國道**：指聯絡二省（市）以上，及重要港口、機場、邊防重鎮、國際交通與重要政治、經濟中心之主要道路。
- **省道**：指聯絡二縣（市）以上、省際交通及重要政治、經濟中心之主要道路。
- **縣道**：指聯絡縣（市）及縣（市）與重要鄉（鎮、市）間之道路。
- **鄉道**：指聯絡鄉（鎮、市）及鄉（鎮、市）與村、里、原住民部落間之道路。
- **專用公路**：指各公私機構申請公路主管機關核准興建，專供其本身運輸之道路。
- 市區道路與國道、省道、縣道或鄉道使用同一路線時，其共同使用部分，應劃歸國道、省道、縣道或鄉道路線系統。

## 道路等級劃分—市區道路

- 市區道路，指下列規定而言：
  - 都市計畫區域內所有道路。
  - 直轄市及市行政區域以內，都市計畫區域以外所有道路。
  - 中央主管機關核定人口集居區域內所有道路。
- 市區道路依功能分類如下：
  - **快速道路**：都市內供穿越城市之通過性交通及供都會區內通過性交通使用之道路。
  - **主要道路**：都市內供交通繁忙地區與外圍重要鄉鎮市連絡之道路，並兼任穿越城市交通使用。
  - **次要道路**：市區內與鄰近鄉鎮或聚落間之次要聯絡道路，具聯絡主要道路與出入道路之功能。
  - **服務道路**：市區內各分區至次要道路之通道。包括：
    - **集散道路**：供地區性活動使用及作為主要或次要道路之聯絡道路。
    - **巷道**：供道路兩旁建築物人車直接出入之道路。

## 選線原則—高速公路

- 儘量節省可利用土地資源，避開都市發展密集地區，減少拆遷與用地取得困擾及對生活環境之破壞。
- 配合都市、交通及河川治理等相關建設計畫，以利計畫之實施及收相輔相成之效。
- 儘量配合的行採用較大之幾何設計標準佈設平縱面線形，提高行車安全。
- 配合國防需要，盡量避開軍事用地。
- 研擬適當交流道區位，期能發揮最佳運輸功能。
- 盡量避免深挖高填，並求土方挖填量平衡，以減少對自然環境之破壞。
- 避開可能之洪水氾濫區域，必須經過時則採高架方式。
- 配合地形、地質特性採用適當構造方式，減少工程費用及通車後運轉與維護費用。

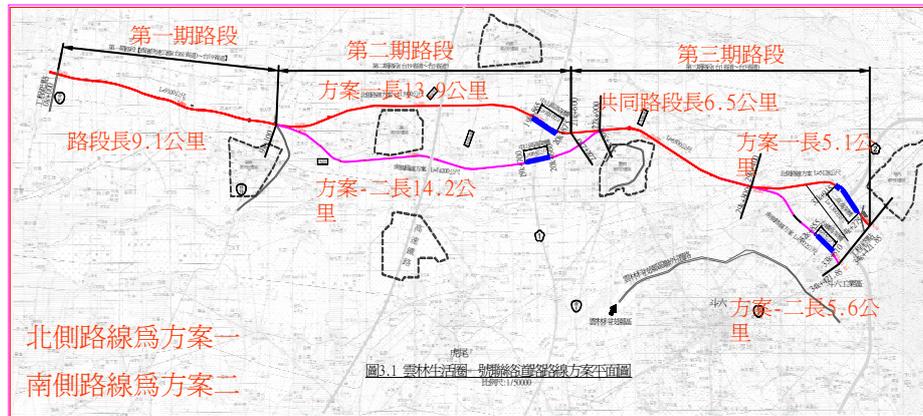
## 公路新建路廊說明



154縣道在路線北側約900至1400m

156縣道在路線南側約100至3000m

## 路線方案說明



## 平原區選線原則 — 一般公路

- 路線除符合快速道路的交通運轉功能外，尚需配合農路耕種需求、沿線居民日常生活之交通需求與便利。
- 路線之連接區外道路系統，中程交通係北側彰化縣及南投縣與南側嘉義縣等地區，以台17省道、台19省道、台1省道及台3省道等為交通結點；長程交通為除中程交通以外地區，以西濱快速公路、中山高西螺交流道及二高斗六交流道為交通結點。
- 路線位置的選定盡量利用現有道路（農路）及計畫道路，降低橫交道路數及交叉路口之複雜性。
- 路線行經村莊部落時應由其外圍通過，並盡量減少房屋拆遷，確保該區居民生產活動及兒童上下學的安全。
- 線位於農田區域所選擇位置，需考量土地耕種的完整性及減少畸零地的產生。
- 路線行經墓地時亦應由其外圍通過，並盡量減少墳墓拆遷及降低地上物查估作業。

## 平原區選線原則 — 一般公路(續)

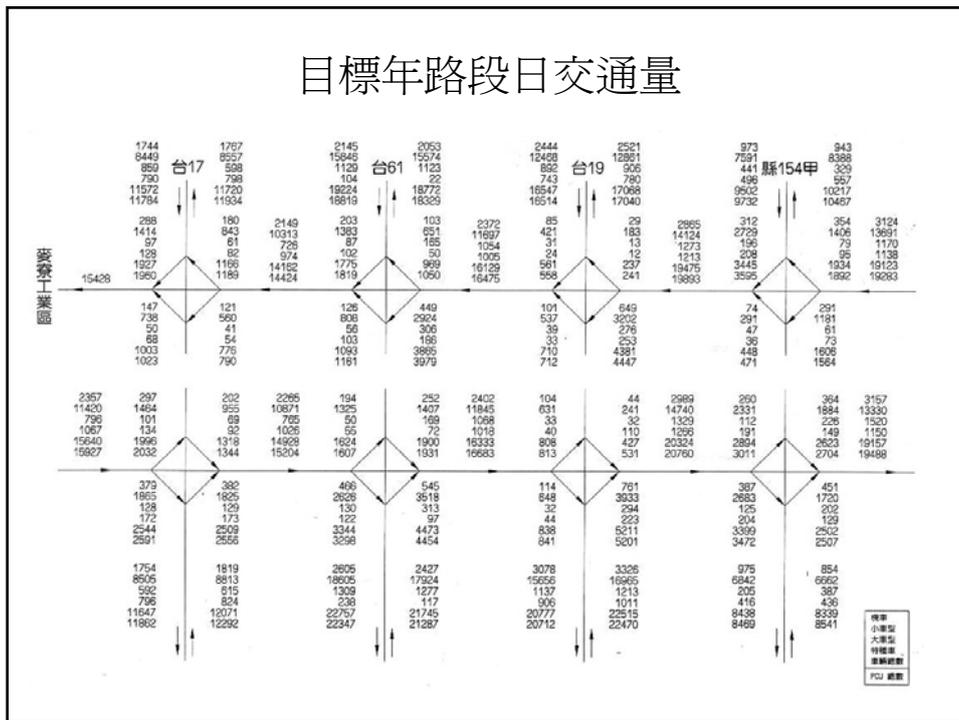
- 計畫道路在中山高及縱貫鐵路等相交處，無直接車流交換將採高架橋跨越處理，並提供該路段兩側土地及既有道路進出之地面側車道。
- 計畫道路在台17省道（西濱快速公路）、台19省道及台1省道等相交處，考量長期交通運轉需求，採跨越橋及平面側車道加寬處理。
- 計畫道在縣道及鄉道等相交處採平面交叉處理為原則，並依據交通量設置路口管制方式。
- 計畫道路在農路及村道等相交處理原則：
  - 在主要農路及村道等相交處，兩路口在距離400公尺以上者採平面交叉處理為原則，以進出側車道為原則。
  - 在農路及村道等相交處，兩路口在距離400公尺以下者，視實際交通需要及路口間隔設置交叉路口，以確保計畫道路交通流暢及降低意外發生率。

## 公路設計相關的交通需求

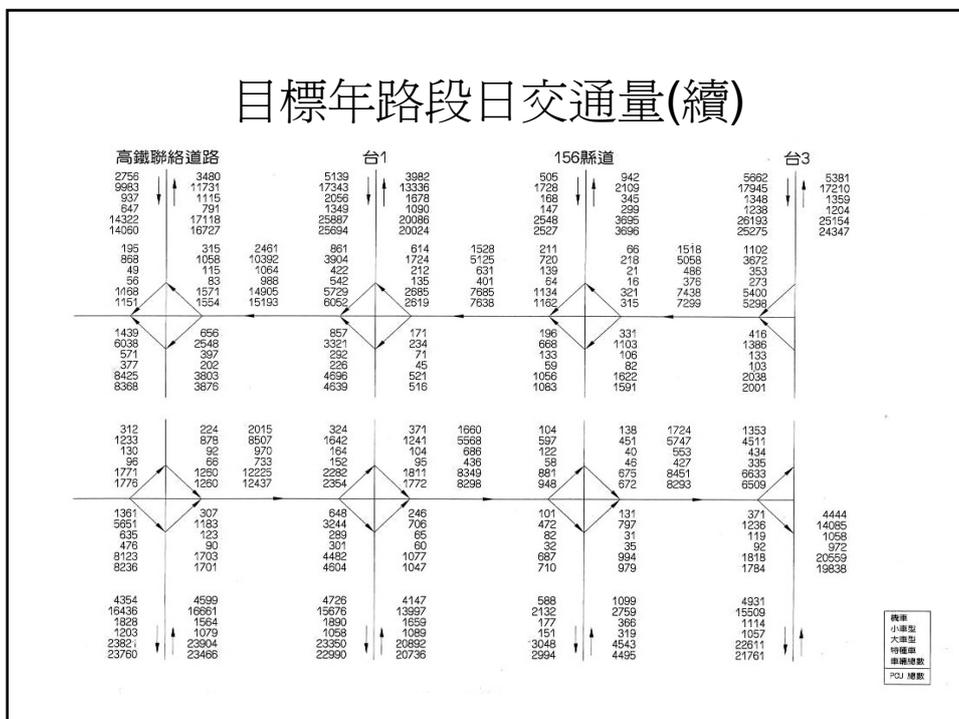
### the relationship of traffic to highway design (12-6)

- 交通需求分布：各類旅次目的別、道路交通組成、路段尖峰交通量及路口轉向流量
- 基年、期中年及目標年(20年)等交通需求
- 影響公路設計的主要交通單元為平均日交通量(ADT)、設計小時交通量(DHV)、方向分佈(D)、貨車百分比(T)及設計速率(V)
- 平均日交通量(ADT)
  - 因一般日及周末的交通狀況不一而區分
- 設計小時交通量(DHV)
  - 道路容量規劃係依據小時內可輸送的車輛數為基準，如採尖峰小時交通量時為超設計，如採平均小時交通量時為過低設計，選擇適當的交通量為道路容量設計基準是重要因素

## 目標年路段日交通量



## 目標年路段日交通量(續)



## 公路設計相關的交通需求(續)

- 設計小時交通量(DHV)採第30個小時交通量
- ADT與DHV的關係
  - 每年的ADT變化不大
  - DHV可由ADT計算而得的K因子
    - 市區公路為8~12%
    - 郊區公路為10~15%
    - 鄉村公路為12~18%
- 方向分佈(D)為預測交通量依方向比例(55~70 %)分配
- 貨車百分比(T)在設計小時內的貨車數量做為幾何設計及服務水準評估依據
- 設計速率(V)依據地形(山嶺、丘陵及平原)選擇路線的行車及設計速率

## 每月ADT及小時交通量

每月ADT

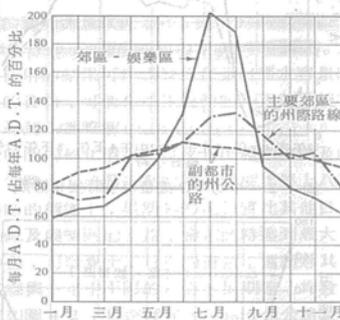


圖 4-4 每月交通流量的變化情形

小時交通量

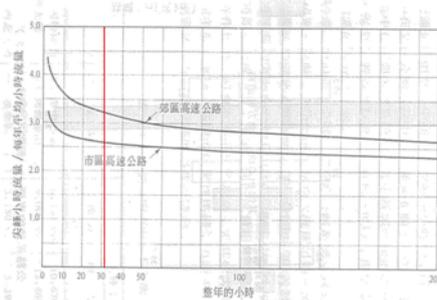
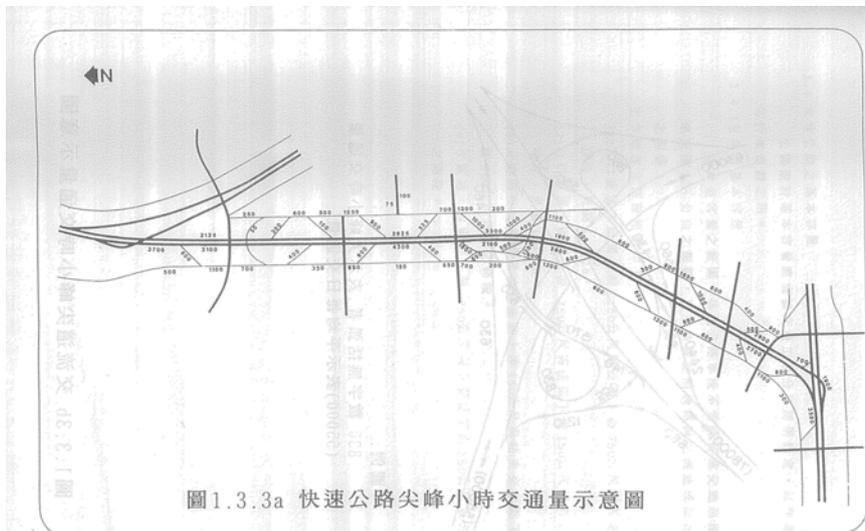


圖 4-5 尖峰小時流量

## 路段交通量



## 各級道路服務水準標準

服務水準	高速公路 (V/C)	多車道公路 (V/C)	雙車道公路 (V/C)	市區道路(車速 km/小時)
A	≤ 0.35	≤ 0.33	≤ 0.12	≤ 40
B	≤ 0.54	≤ 0.50	≤ 0.24	≤ 30
C	≤ 0.77	≤ 0.64	≤ 0.39	≤ 25
D	≤ 0.93	≤ 0.80	≤ 0.62	≤ 20
E	≤ 1.00	≤ 1.00	≤ 1.00	≤ 15
F	≤ ---	≤ ---	≤ ---	≤ 10

## 公路工程設計

- 公路容量分析之目的，在提供目標年公路服務所需的車道數。
- 依據預測交通量求得車道數，選定服務水準等級，依序進行設計作業
- **幾何設計**：橫斷面配置、平面線形選線、縱面線形佈設
- **交叉路口**：橫交道路之平面交叉或立體處理，高快速公路之交流道設計
- **排水設計**：路面排水、路側排水及橫交水路處理
- **路基及路面設計**：路基穩定處理及土方計算，柔性或剛性路面設計
- **交通工程**：護欄、標誌、標線及號誌等設置
- **附屬工程**：防眩、防撞、隔音牆

## 快速道路設計準則

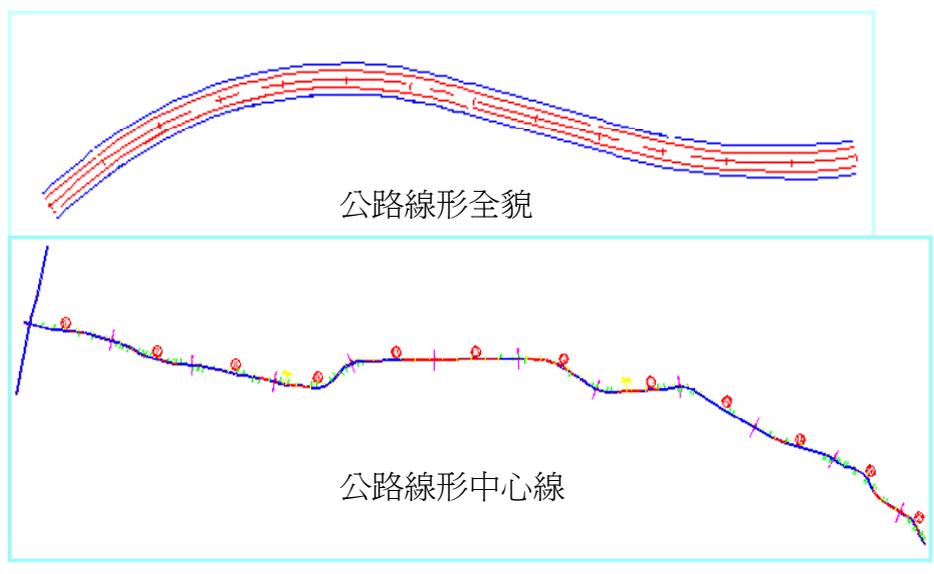
- 快速道路規劃標準為
  - 主線設計速率為100kph、側車道設計速率為40~60kph
  - 快車道部分提供中長程交通使用
  - 地區交通使用左右側車道
- 運輸需求分析之目標年為民國110年
  - 道路服務水準為D級
- 橫交道路處理
  - 省道以上採立體處理
  - 縣道以下採平面交叉路口
  - 農路依據使用情況設置路口

## 平面線形

### horizontal alignment

- 平面線形單元有直線、緩和曲線及圓曲線
- 圓曲線(circular curves)(12-9)
  - 路線要轉向時需要用曲線來銜接，使平面線型平順的改變，圓曲線長度依據駕駛人的反應時間而定
- 緩和曲線(spirals curves)(12-14)
  - 在兩不同曲線半徑銜接時，避免半徑突然變換，藉不同圓心的漸變曲線，緩和曲線長度為  $L_s = 0.035 \times \frac{V^3}{R}$
- 平面曲線佈設(12-10)
  - 分為單曲線(simple curve)、複曲線(compound curve)及反向曲線(reverse curve)
  - 曲線半徑大小須經行車視距的檢核  $M = R \times \left(1 - \cos \frac{28.65 \times S}{R}\right)$

## 平面線形



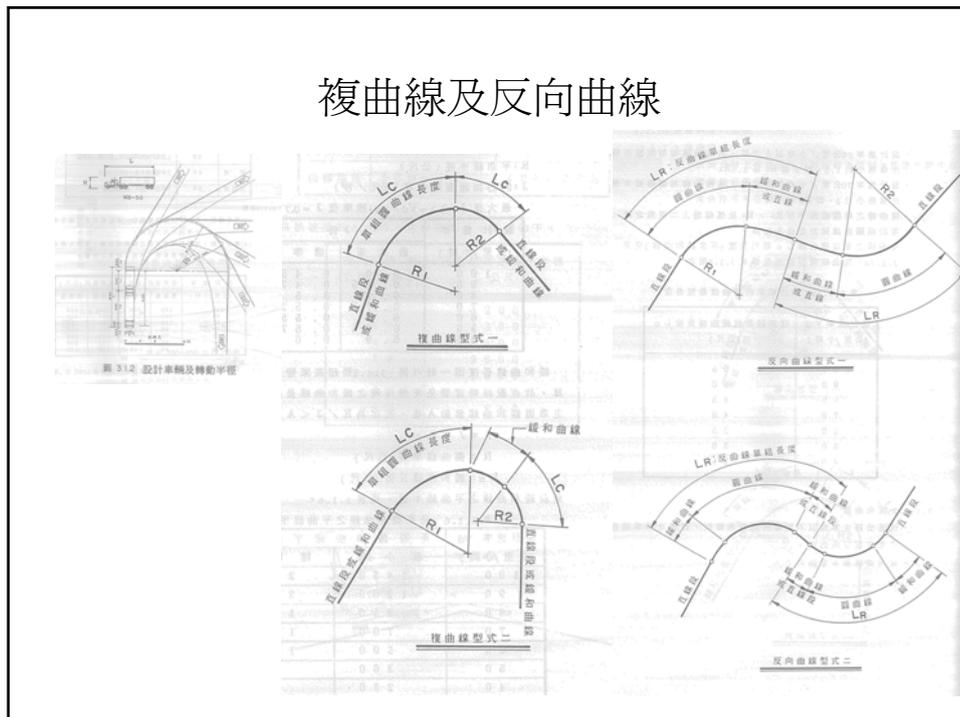
## 東西向快速公路後龍紋水線



## 道路主線幾何設計標準

設計速率(km/hr)		120	100	80	
車道基本容量(pcu)		2200(小客車當量/小時/車道)			
服務水準		C	C	D	
流量/容量(V/C)		0.8	0.8	0.9	
最大服務容量(pcu)		1760	1760	1980	
停車 視距	最小值	195	155	110	
	標準值	280	200	135	
平面 線形	圓曲線最小半徑		620	390	230
	最大超高(%)		8	8	8
	不使用緩和曲線 之最小半徑	最小值	4500	3100	2000
		標準值	7500	5200	3400
緩和曲線參數A值 ( $A^2=RL$ )		R/3 ~ R			

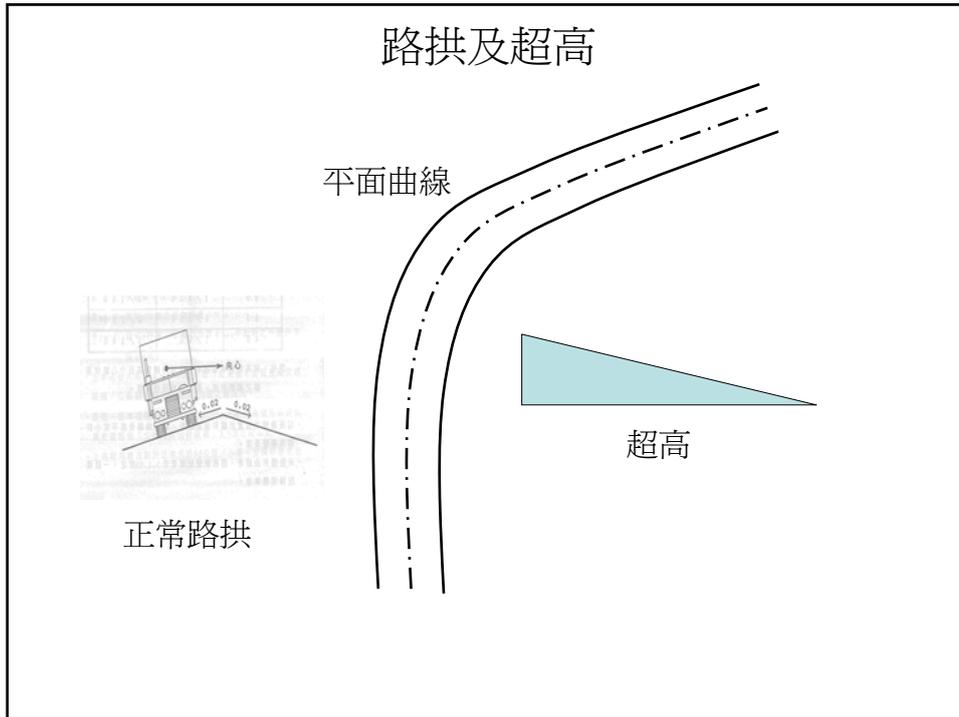
## 複曲線及反向曲線



## 曲線超高 (superelevation of curves) (12-12)

- 路線直線段之橫向坡度為正常路拱，即由中心向外側傾斜的雙向坡
- 曲線段之橫向坡度為向圓心方向較低、向圓外較高的單向坡（超高）
- 理論上超高是根據路面所負擔的離心力而定，與車輛的側向摩擦力有關
- 側向摩擦力在30km/hr時為0.17，到90km/hr時為0.09

## 路拱及超高



## 曲線半徑及超高值計算公式

曲線半徑公式  $R_{\min} = \frac{V_d^2}{127 \times (e_{\max} + f_s)}$        $R_r = \frac{V_r^2}{127 \times e_{\max}}$

最小值	標準值
$e = \frac{e_{\max}}{R} \times R_{\min}$	當 $R \geq R_r$ : $e = e_{\max} \times \frac{R_r}{R} \times \left( 1 - \frac{R_r - R_{\min}}{2 \times R} \right)$
	當 $R \leq R_r$ : $e = e_{\max} \times \left[ 1 - \frac{\left( 1 - \frac{R_{\min}}{R} \right)^2}{2 \times \left( 1 - \frac{R_{\min}}{R_r} \right)} \right]$

- $V_d$  : 設計速率 (公里/小時)
- $V_r$  : 低流量平均行駛速率 (公里/小時)
- $e_{\max}$  : 最大超高
- $f_s$  : 橫向摩擦係數
- $R$  : 平曲線半徑 (公尺)
- $R_{\min}$  : 以  $V_d$  行駛之平曲線最小半徑 (公尺)
- $R_r$  : 以  $V_r$  行駛，當離心力與平衡之平曲線半徑 (公尺)

依據設計速率Vd及最大超高所需之平曲線最小半徑

設計速率Vd (公里/小時)	平曲線最小半徑 R <sub>min</sub> (公尺)			
	e <sub>max</sub> = 0.04	e <sub>max</sub> = 0.06	e <sub>max</sub> = 0.08	e <sub>max</sub> = 0.10
120	---	700	620	560
110	---	560	500	450
100	---	440	390	360
90	380	340	300	280
80	280	250	230	210
70	210	190	170	160
60	150	140	120	110
50	100	90	80	75
40	60	55	50	45
30	35	30	30	25
25	25	20	20	20

超高漸變率

- 超高漸變率為路線由直線段的正常路拱變為曲線段超高，或由曲線段超高變為直線段的正常路拱之橫向坡之變化。

設計速率Vd (公里/小時) (m/s)	最大超高漸變率Gr	
	最大值	標準值
120 (33.3)	1/250	1/300
110 (30.6)	1/230	1/280
100 (27.8)	1/210	1/260
90 (25.0)	1/190	1/240
80 (22.2)	1/170	1/220
70 (19.4)	1/150	1/200
60 (16.7)	1/130	1/180
50 (13.9)	1/110	1/160
40 (11.1)	1/90	1/140
30 (8.3)	1/70	1/120
25 (6.9)	1/60	1/110

## 縱面線形 vertical alignment

- 縱面線形係由直線坡度連結，在坡度變化處用拋物線或圓曲線加以平順處理
- 坡度及坡度控制(grades and grades control)(12-18)
  - 最小縱坡度—開挖路段考慮排水之路塹最小縱坡度以0.3% ~0.5% 為宜。
  - 最大縱坡度—一般情況宜採用標準值，但冰雪地區不得大於8% ，多與地區不得大於10% 。
  - 橫交道路所需垂直淨空需求，如排水溝、鐵路及其他道路
- 豎曲線(vertical curves)(12-19)
  - 縱坡度變化處應以豎曲線連接之，凸型豎曲線、凹型豎曲線
- 縱面線形設計標準(12-20)
  - 120公里/小時設計速率如果縱坡度超過3%且長度超過臨界長度時得考慮設置爬坡車道

## 道路主線幾何設計標準

設計速率(km/hr)			120	100	80
縱 面 線 形	最大縱坡度(%)	最大值	4.0	5.0	6.0
		標準值	3.0	4.0	5.0
	縱坡長(m)	臨界	450	300	250
		限制	800	550	450
	豎曲線最短長度	(m)	65	55	45
	凹型曲線k值	最小值	47△G	36△G	24△G
		標準值	70△G	50△G	30△G
	凸型曲線k值	最小值	95△G	60△G	31△G
		標準值	195△G	100△G	45△G
	跨越鐵路高度(m)			6.0	
跨越公路高度(m)			5.0		

## 縱坡度

設計速率Vd (公里/小時)	最大縱坡度G <sub>max</sub> (%)		
	最大值	標準值	隧道縱坡度
120	4.0	3.0	
110	4.5	3.5	◎長隧道需要機械通風設施G <sub>max</sub> < 2為原則
100	5.0	4.0	
90	5.5	4.5	
80	6.0	5.0	
70	7.0	6.0	◎短隧道無需要機械通風設施G <sub>max</sub> < 3為原則
60	8.0	7.0	
50	9.0	8.0	
40	10.0	9.0	
30	11.0	10.0	
25	12.0	11.0	

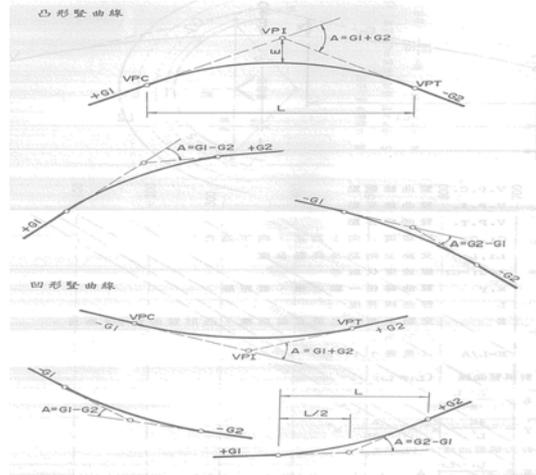
## 縱坡長度限制

- 設計載重車輛為10馬力/噸的加減速性能
- 設計車輛產生15公里/小時速差之上坡長度稱為縱坡臨界長度
- 設計車輛產生25公里/小時速差之上坡長度稱為縱坡限制長度

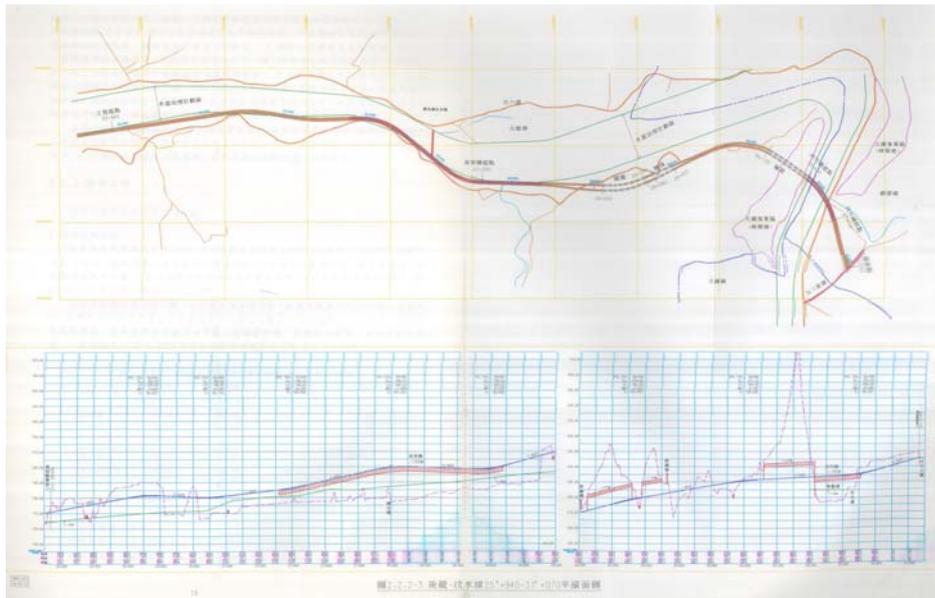
設計速率Vd (公里/小時)	縱坡度G%	縱坡臨界長度L <sub>0</sub>	縱坡限制長度L <sub>i</sub>
120	2	800	---
	3	450	800
110	4	300	500
	3	450	900
	4	300	550
100	5	250	400
	3	550	---
	4	350	600
90	5	250	400
	4	350	850
	5	250	450
80	6	200	300

## 豎曲線

$$E = \frac{AL}{800} = \frac{(g_2 - g_1) \times L}{800} = \frac{(G_2 - G_1) \times L}{8}$$



## 平縱面線形



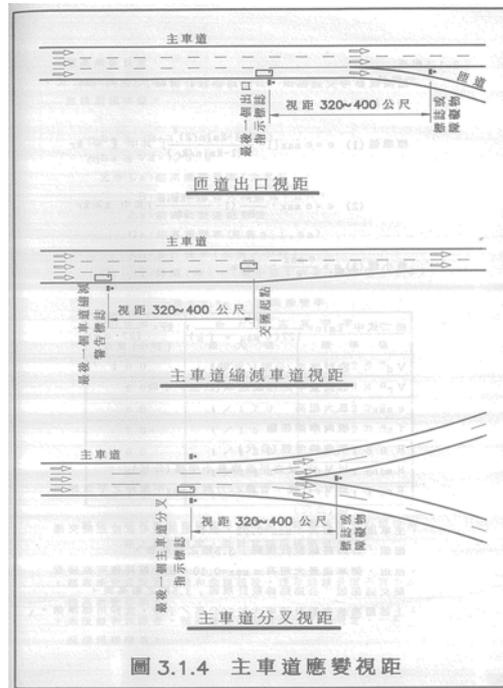
## 行車視距種類及定義

- 視距(sight distance)為車輛駕駛者在行車可看到公路前面無遮蔽的距離
- 反應距離(perception reaction distance)為車輛駕駛者在行車可看到狀況而須改變車輛運轉所需時間，約須要1~3.5秒(選2.5秒)
- 煞車距離(braking distance)為行車速率開始煞車至車輛停止所行駛的距離，公式為  $d = \frac{v^2}{2 \times f \times g} = \frac{v^2}{254 \times f}$
- 縱坡對停車視距的影響，公式為  $d = \frac{v^2}{254 \times (f + G)}$ 
  - 上坡可縮短停車視距
  - 下坡則增加停車視距

## 行車視距種類及定義(續)

- 停車視距Ss (stopping sight distance)
  - 安全停止車輛之視距。駕駛者發現障礙物，自反應煞車至完全停止車輛所需之總距離。
- 應變視距Sd (decision sight distance)
  - 依據行駛速率可安全變換車道之視距。在路況中非預期或較複雜的資訊、障礙，可能影響辨識或認知其潛在危險性，駕駛人得以安全有效地選擇適當車道、車速，完成安全駕駛之視距
- 超車視距Sp (passing sight distance)
  - 雙向車道，安全超越前車之視距。雙向雙車道公路，駕駛人得以不影響前方行車，且於對象會車前完成安全超越駕駛之視距。

## 行車視距



## 依據設計速率Vd之行車視距

設計速率Vd (公里/小時)	停車視距Ss(公尺)		應變視距Sd(公尺)		超車視距Sp(公尺)	
	最小值	標準值	最小值	標準值	最小值	標準值
120	195	280	360	470	---	---
110	175	240	330	430	---	---
100	155	200	300	390	---	---
90	135	165	270	350	420	600
80	110	135	240	310	380	540
70	90	110	210	270	330	470
60	70	85	180	230	290	410
50	55	65	150	195	240	340
40	40	45	120	155	200	280
30	30	30	90	115	160	220
25	25	25	75	100	140	195

# 平面線形視距

