

제 4 편 출입시설





6. 변속차로의 설계

6.1 변속차로의 횡단 구성

변속차로의 횡단면은 차로, 좌측 길어깨, 우측 길어깨로 구성된다. 변속차로의 횡단면 구성 요소의 폭은 본선의 횡단면 기준에 따른다.

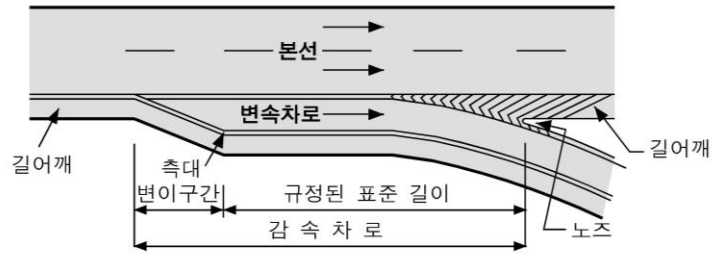
6.2 변속차로의 형식

(1) 감속차로

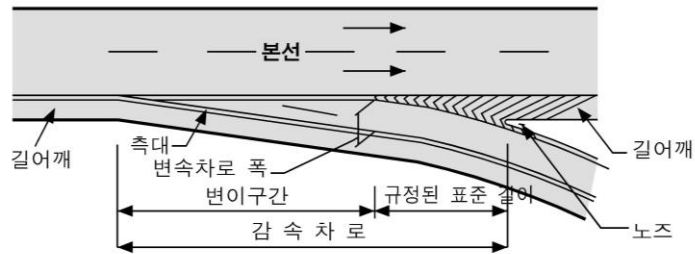
감속차로 형식은 평행식과 직접식이 있다. 평행식은 감속차로 시점을 일정 길이를 갖는 변이 구간을 설치하고, 유출 연결로 노즈까지는 일정한 폭으로 한 것으로서, 직접식보다 감속차로 시점의 인지성은 유리하지만 곡선으로 감속 주행을 해야 한다. 직접식은 감속차로 전체가 변이구간으로 되어 있는 것으로서, 감속차로 시점에 대한 인지성은 평행식보다 떨어진다.

일반적으로 운전자들은 직접식의 유출을 선호하며, 곡선 주행을 선호하지 않는다는 것이 많은 조사에서 나타나 있으나 운전자의 운전 행태를 보면, 변이구간에서의 진입보다 감속차로 중간 위치에서의 진입으로 교통안전상 감속차로 전 구간이 동일한 폭으로 구성된 평행식이 유리한 것으로 나타난다. 따라서, 감속차로의 형식은 본선의 선형, 교통 조건 등을 감안하여 결정해야 한다.

직접식의 경우 본선이 곡선인 경우에도 감속차로 설치가 용이하지만 그림 6.2(a)와 같이 본선이 왼쪽으로 구부러질 때 직선에 가까운 모양으로 접속시키면 본선을 통과하는 자동차가 잘못하면 연결로에 들어가게 되기 쉬운 모양이 되거나 본선의 평면곡선반지름이 작으면 감속차로 길이를 확보할 수 없을 때가 있다. 또, 편경사의 관계에서 본선과 감속차로와의 사이에 횡단경사의 큰 변화점이 생기게 되어 바람직하지 않다. 이러한 경우, 본선과 같은 평면곡선반지름으로 하거나 거의 같은 평면곡선반지름으로 설치하여 본선에서 떨어지는 거리가 변이구간 시점으로부터의 거리에 따라 직선으로 되는 그림 6.2(b)와 같은 모양으로 하는 것이 바람직하다.



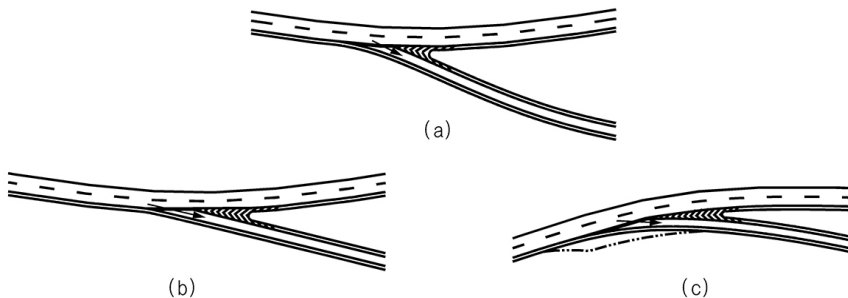
(a) 평행식 감속차로



(b) 직접식 감속차로

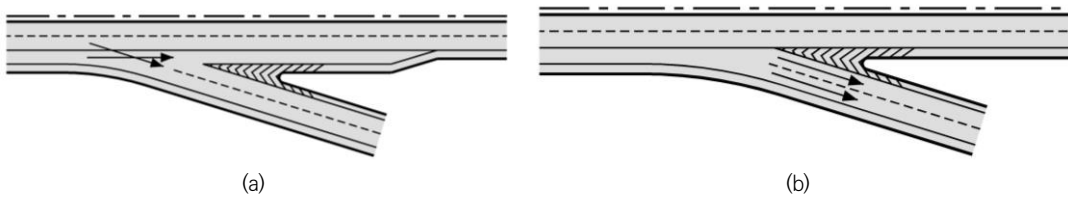
〈그림 6.1〉 평행식과 직접식의 감속차로(예시)

본선이 오른쪽으로 구부러져서 곡선의 안쪽에 접속될 경우에도 같은 방법으로 설치하여 그림 6.2(c)와 같은 모양이 된다. 이때의 본선과 접속차로가 이루는 유출각은 $1/15 \sim 1/25$ 로 한다. 그림 6.2(c)에서 나타낸 것과 같이, 오른쪽으로 굽어지는 곡선의 안쪽에 평행식 감속차로를 설치하면 변이구간의 절점이 너무 강조되어 비틀린 것 같은 모양을 나타내게 되어 바람직하지 않다.



〈그림 6.2〉 직접식 감속차로의 접속 방법(예시)

연결로 접속부에서 본선의 차로수가 한 차로 감소될 경우에는 그림 6.3(a)와 같이 노즈를 지나서 한 개 차로를 줄여 통상적인 감속차로와 같이 설계할 수 있으며, 표지판 등을 설치하여 전방에서 방향별로 각각의 차로에 자동차를 분리되도록 하는 것이 필요하다. 이 경우 그림 6.3(b)와 같이 하는 것도 검토할 수 있으나 감속차로의 시점이 명확하지 못하고, 또 직진 자동차와 유출 자동차가 접촉할 가능성이 높으므로 피하도록 한다.



〈그림 6.3〉 연결로 접속부에서 본선의 차로수가 변할 경우 접속 방법(예시)

고속국도 상호 간의 분기점에서는 주행 속도가 높으므로 직접식으로 하는 것이 바람직하며, 이 때의 노즈 읍셋은 한 개 차로폭 정도로 설치할 필요가 있다.

(2) 가속차로

가속차로의 경우도 감속차로의 경우와 마찬가지로 평행식과 직접식의 두 가지 형식을 설치할 수 있다. 가속차로는 본선으로 유입하는 자동차가 가속하는 차로로 사용될 뿐만 아니라 대기 차로로 사용되는 경우도 많기 때문에 평행식이 유용하다. 그러나 본선의 평면선형이 곡선인 경우에는 평행식으로 하면 가속차로의 평면 형상이 뒤틀려 보이는 경우가 있으므로 이와 같은 경우에는 직접식을 이용할 수 있다.

그러나 가속차로는 감속차로보다 길기 때문에 직접식으로 하는 경우 변이구간이 가늘고 길게 되어 접속이 어렵게 된다. 따라서, 본선 선형과의 관계에서 직접식으로 하는 것이 접속하기 쉬운 경우 등의 특별한 경우를 제외하고는 가속차로의 형식으로는 평행식을 사용하는 것이 바람직하다.

6.3 감속차로 설계

(1) 개요

(가) 감속차로는 변이구간 시점에서 노즈 선단(분류단)까지로 하며, 본선 차로 바깥쪽에 규정된 감속차로 폭이 확보되는 지점으로부터 분류단까지의 길이는 표 6.1의 값 이상으로 한다.

〈표 6.1〉 감속차로의 길이

(단위 : m)

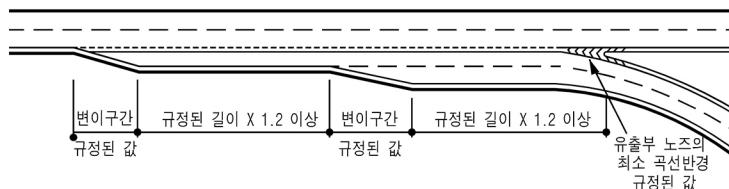
본선 설계속도(km/h)			140	130	120	110	100	90	80	70	60
연결로 설계 속도 (km/h)	80	변이구간을 제외한 감속차로의 최소 길이(m)	165	150	120	105	85	60	-	-	-
	70		175	160	140	120	100	75	55	-	-
	60		200	175	155	140	120	100	80	55	-
	50		215	185	170	150	135	110	90	70	55
	40		-	-	175	160	145	120	100	85	65
	30		-	-	185	170	155	135	115	95	80
변이구간 최소 길이(m)			100	100	90	80	70	70	60	60	60

(나) 감속차로에서 점차적으로 1차로씩 증가시키는 경우 변이구간을 제외한 감속차로의 길이는 규정된 길이의 1.2배 이상 확보해야 한다(그림 6.4).

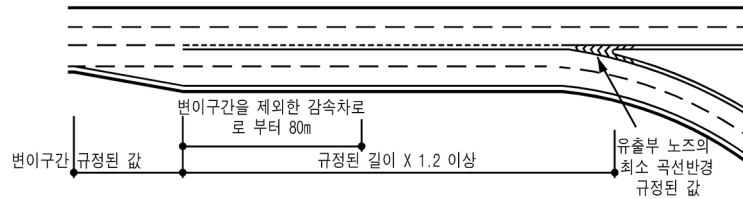
본선의 차로수가 감소되면서 연결로의 차로수가 2차로로 설치되는 경우는 운전자들에게 본선의 차로가 감속차로로 변경됨을 알리기 위해 노면표시를 해야 한다. 노면표시는 감속차로 중 변이구간이 끝나는 지점부터 80 m에 표시한다(그림 6.5).

(다) 제한속도 상향 조정에 대비하여 감속차로 길이는 설계속도 + 10 km/h 기준에 맞게 적용한다.

(라) 종단경사 구간의 보정은 하향 경사에만 적용하고, 보정률은 표 6.2와 같다.



〈그림 6.4〉 감속차로 내에서 차로수를 증가시키는 경우(예시)



〈그림 6.5〉 본선의 차로수 감소 및 2차로 연결로(예시)

〈표 6.2〉 감속차로 길이 보정률

본선의 종단경사(%)	내 리 막 경 사				
	0~2 미만	2 이상 ~3 미만	3 이상 ~4 미만	4 이상 ~5 미만	5 이상
감속차로의 길이 보정률	1.00	1.10	1.20	1.30	1.35

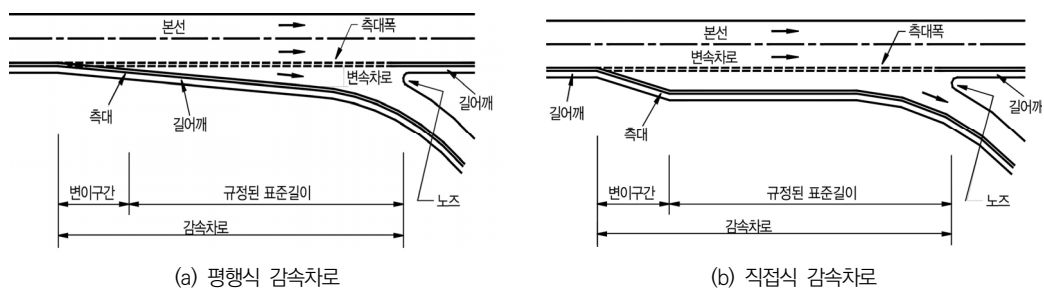
(2) 감속차로 설계

(가) 감속차로의 형식

감속차로는 변이구간 시점에서 노즈 선단(분류단)까지로 정의한다.

감속차로의 형식으로는 그림 6.6과 같이 평행식과 직접식의 두 형식이 고려될 수 있다.

일반적으로 직접식보다 평행식이 본선의 원활한 차량 흐름과 교통안전상 유리하다고 알려져 있다. 도로의 평면선형이 곡선인 경우에는 직접식으로 할 수 있다.



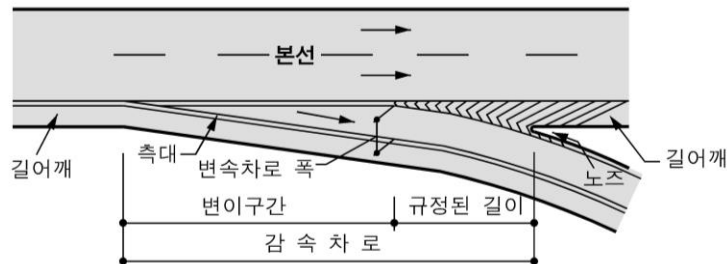
〈그림 6.6〉 평행식과 직접식 감속차로

(나) 감속차로 설계 기준

감속차로의 설계 기준은 다음과 같다.

- ① 평행식 감속차로의 변이구간 길이는 규정된 값을 적용한다.

- ② 감속차로가 직접식일 경우 규정된 감속차로 폭이 확보되는 지점이란 본선 외측 측대 끝에서 측정하여 감속차로의 폭이 확보되는 지점을 말한다(그림 6.7). 감속차로가 직접식인 경우 변이구간 길이는 어느 정도 자연적으로 정해지는 것이므로 특별히 규정하지는 않고 있으나 변이구간의 유출각은 $1/15 \sim 1/25$ 로 하는 것이 바람직하다. 일반적으로 직접식의 변이구간 길이는 평행식의 경우보다는 약간 길어지는 경우가 많다.



〈그림 6.7〉 직접식의 유효 감속차로 시점(예시)

- ③ 연결로 접속부를 설치하는 부근의 본선 종단경사는 기준값 이하이어야 하는데 부득이하게 감속차로가 하향 경사 구간에 설치되는 경우는 감속도가 작아지므로 감속차로 길이를 보정하여 길게 설치해야 한다.
- ④ 감속차로를 설계할 때 중요한 또 한 가지는 분류단 설계이다. 특히, 노즈 오프셋을 설치하는 방법에 따라 감속차로 설계에 영향이 있으므로 유의해야 한다.

(다) 분류단 설계

유출 연결로가 본선과 분리되는 곳의 분류단은 자동차의 안전한 주행을 위한 고려가 필요하다. 노즈에 접근하는 자동차가 충돌하여 파손되는 사고를 줄이기 위해 통상 차로의 끝에서 노즈 오프셋을 설치하는 방식이 권장되고 있다. 그리고 노즈의 후방에는 오인 진입으로 감속차로 쪽에 접근한 자동차가 안전하게 본선 쪽으로 되돌아 갈 수 있도록 조치를 마련해야 한다. 또, 노즈 구간은 선단으로부터 10~15 m의 길이를 연석으로 둘러쌓아서 명확하게 식별되도록 한다.

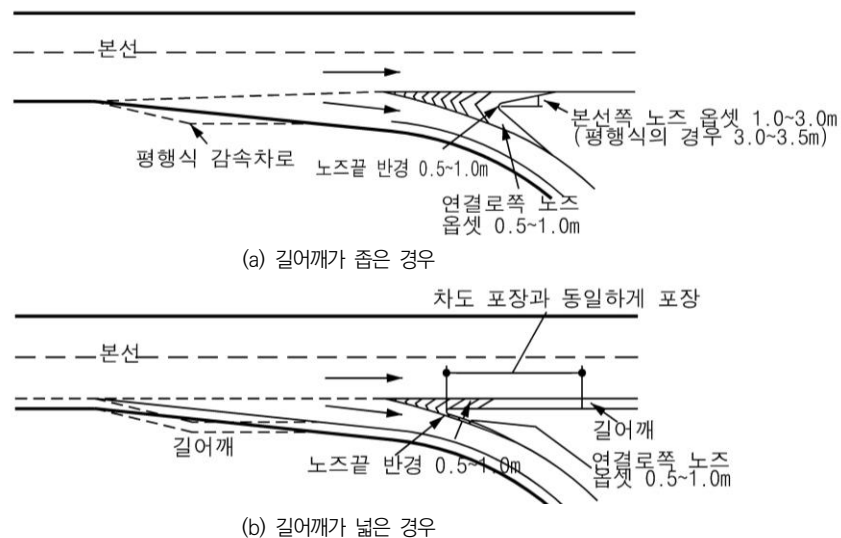
그림 6.8(a)처럼 길어깨가 좁은 경우에는 노즈의 선단을 차로단으로부터 반드시 이격시켜야 한다. 오프셋은 1.0~3.0 m, 통상 2.5 m 정도로 설치하며, 유출 자동차의 폭이 넓거나 완만한 분류 조건 등 운전자의 주행 경로 선택·판단 실수 가능성이 높은 경우는 노즈 오프셋을 크게 설치해야 한다.

평행식 감속차로의 경우에는 3.0~3.5 m의 옹셋을 설치하는 것이 바람직하다[그림 6.8(a)]. 그러나 주차가 가능한 포장된 길어깨가 설치된 도로에서는 길어깨폭이 옹셋의 역할을 다하기 때문에 별도의 옹셋을 설치할 필요는 없다[그림 6.8(b)].

노즈 옹셋의 접속 설치는 설계속도에 따라 1/6~1/12의 비율로 한다. 그림 6.8(b)의 넓은 길어깨를 가진 경우에는 옹셋의 설치 길이에 상당하는 길이는 20~40 m이고, 본선과 같은 높이로 하며, 안전하게 주행할 수 있도록 포장해야 한다.

유출 연결로 측에도 약간의 옹셋을 필요로 한다. 일반적으로 옹셋은 0.5~1.0 m 정도 설치하고, 고속국도 분기점과 같은 곳에서는 1.5 m 이상으로 하는 것이 유용하다.

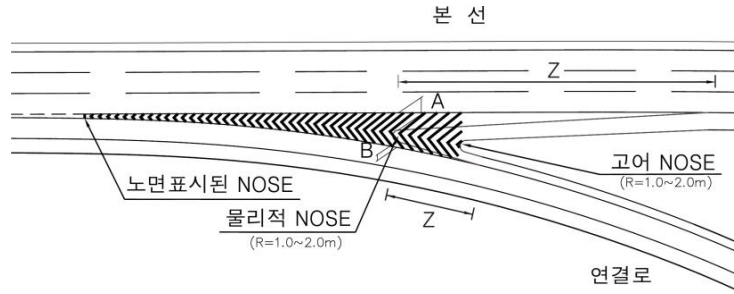
본선의 길어깨 끝에 연석을 설치하는 경우 노즈의 연석은 둥글게 곡선으로 처리한다. 그리고 연석의 반지름은 0.5~1.0 m로 한다.



〈그림 6.8〉 노즈 끝의 요소(예시)

현재 국내에서 적용하고 있는 노즈부 기준은 유출 연결로 구간에서의 사고 발생이 다소 높고 사고 예방을 위해 노즈부에 안전시설을 설치할 경우 옹셋 기능이 상실되어 사고 발생 위험이 커지므로 유출 연결로 구간의 사고 예방 및 회복 공간 제공을 위해 미국 AASHTO에서 적용하고 있는 고어 노즈(gore nose)를 설치하는 것이 바람직하며, 노즈 테이퍼 길이는 설계속도에 따라 표 6.3을 기준으로 한다.

설계속도 130 km/h 이상 구간은 노선별 내부 방침을 통해 노즈 테이퍼 길이를 결정한다.



〈그림 6.9〉 고어 노즈(gore nose) 설치(예시)

〈표 6.3〉 노즈 이격 폭 단위 길이당 노즈 테이퍼(Z)의 길이

설계속도(km/h)	연 결 로			본 선				
	50	60	70	80	90	100	110	120
노즈 테이퍼(Z)의 길이(m)	15.0	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0	35.0	40.0

※ 본선 오폭셋(A) : 3.0 m, 연결로 오폭셋(B) : 1.0 m

〈표 6.4〉 물리적 노즈와 고어 노즈 설치 방법

구 분	물리적 노즈	고어 노즈
종단선형 분리 시점	물리적 노즈	고어 노즈부
편경사 접속설치	- 갈매기차로 시점까지 본선 편경사를 적용 - 갈매기차로 시점~물리적 노즈 : 편경사 변화구간 ※ 본선과 연결로 간의 편경사 대수차가 6% 이하 적용 - 물리적 노즈부 부터 연결로 편경사를 적용함을 원칙	- 노면표시된 노즈까지는 본선 편경사를 적용 - 노면표시된 노즈~고어 노즈부 : 편경사 변화구간 ※ 본선과 연결로 간의 편경사 대수차가 6% 이하 적용 - 고어 노즈부 부터 연결로 편경사를 적용함을 원칙
차선 도색 (갈매기차로)	갈매기차로 시점~물리적 노즈	중립지역 (노면표시된 노즈~고어 노즈)

(3) 감속차로 길이의 산출근거

감속차로의 길이는 다음의 세 가지 요소를 기준으로 정한다.

- ① 자동차가 감속차로에 유입할 때의 속도
- ② 자동차가 감속차로를 주행 완료하였을 때의 속도
- ③ 감속의 방법 또는 감속도

일반적으로, 감속차로에 접근하는 차량의 속도가 그 도로의 평균 주행속도 이상이 되는 경우

는 드물기 때문에, 감속차로에 접근하는 자동차의 속도로는 본선의 평균 주행속도를 채택하는 것이 적당하다. 감속 방법은 브레이크 페달을 밟아 감속하여 연결로의 주행속도까지 떨어뜨리는 것이 일반적이다.

여기에서는 감속차로의 길이를 정하는 기초로서 승용자동차를 대상으로 다음과 같은 가정을 전제로 계산하였다.

- ① 유출 자동차는 감속차로의 선단을 본선의 평균 주행속도(도달속도)로 통과한다.
- ② 그 후 운전자에 불쾌감을 주지 않을 정도의 감속도로 브레이크를 이용하여 감속하며, 감속차로 끝에서 연결로의 평균 주행속도에 이른다.

(가) 브레이크를 이용할 경우의 감속 거리 계산

브레이크를 밟으면서부터 주행한 거리(S)는 감속도(d)의 값을 1.96 m/sec^2 (0.20 g로 일정)으로 할 때 식 6.1과 같다. 여기에서, g는 중력 가속도 9.8 m/sec^2 을 뜻한다.

식 6.1과 미국 AASHTO의 주행속도 권장 기준을 이용하여 감속차로의 길이를 계산하면 표 6.6과 같다.

$$S = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2d} = \frac{V_1^2 - V_2^2}{50.8} \quad (6.1)$$

여기서, S : 브레이크를 밟으면서 주행한 거리(m)

v_1 : 연결로 주행속도(m/sec)

v_2 : 감속차로 시점부 도달속도(m/sec)

d : 감속도(1.96 m/sec^2)

V_1 : 유출부 평균 주행속도(km/h)

V_2 : 감속차로 시점부 도달속도(km/h)

〈표 6.5〉 설계속도와 주행속도(AASHTO)

(단위 : km/h)

본 선	설계속도	140	130	120	110	100	90	80	70	60	50
	도달속도	112	105	98	91	85	77	70	63	55	47
연결로	설계속도	80	70	60	50	40	30	20	-		
	유출부 평균 주행속도	70	63	51	42	35	28	20	-		

〈표 6.6〉 브레이크를 이용한 경우의 감속차로의 길이 계산값

(단위 : m)

본 선		감속차로의 길이 L(m)							
		연결로 설계속도(km/h)							
		정지 상태	20	30	40	50	60	70	80
설계속도 (km/h)	감속차로 시점부 도달속도(km/h)	유출부 평균 주행속도 (km/h)							
		0	20	28	35	42	51	63	70
50	47	43	36	28	19	-	-	-	-
60	55	60	52	44	35	24	-	-	-
70	63	78	70	63	54	43	27	-	-
80	70	96	89	84	72	57	47	-	-
90	77	117	109	101	93	82	66	34	-
100	85	142	134	127	118	108	91	64	46
110	91	163	155	148	139	128	112	85	67
120	98	189	181	174	165	154	138	110	93
130	105	217	209	202	193	182	166	139	121
140	112	247	239	231	223	212	196	169	150

감속차로 길이는 표 6.7의 값을 기준으로 하며, 특히 본선 및 진출입 교통량이 많고, 차량 지 · 정체 발생이 우려되므로 주변 여건, 경제성 및 교통영향평가 내용 등을 종합적으로 고려하여 충분한 감속차로 길이를 확보해야 한다.

〈표 6.7〉 감속차로의 최소 길이

(단위 : m)

본선 설계속도(km/h)		140	130	120	110	100	90	80	70	60
연결로 설계 속도 (km/h)	80	165	150	120	105	85	60	-	-	-
	70	175	160	140	120	100	75	55	-	-
	60	200	175	155	140	120	100	80	55	-
	50	215	185	170	150	135	110	90	70	55
	40	-	-	175	160	145	120	100	85	65
	30	-	-	185	170	155	135	115	95	80

(나) 변이구간 길이의 계산

평행식 감속차로의 변이구간 길이의 계산법에는 다음과 같이 세 가지 방법이 있다.

- ① 자동차가 한 차로를 변경하는데 필요한 시간(3~4초)으로 계산하는 방법

② S형 주행의 궤적을 배향곡선으로 계산하는 방법

③ 배향곡선 사이에 직선을 삽입하는 방법

이들 중 ①과 ②의 방법만으로도 계산이 가능하므로 이 요령에서는 이 두 가지 방법에 대해서 설명한다.

(a) 한 개 차로를 변경하는 데 필요한 시간으로 계산

자동차가 무리 없이 차로를 변경하기 위해서는 횡방향 1m당 약 1초를 필요로 한다. 따라서, 이것을 한 차로분으로 환산하면 3~4초가 된다. 이에 필요한 변이구간 길이를 구하는 식과 구한 값은 다음과 같다.

$$T = \frac{1}{3.6} V_a \times t \quad (6.2)$$

여기서, T : 변이구간 길이(m)

Va : 유출 변이부 도달속도(km/h)

t : 주행시간(초)

〈표 6.8〉 한 개 차로의 차로 변경에 필요한 거리로 계산한 변이구간 길이

본선 설계속도 (km/h)	도 달 속 도 (km/h)	주행 시간에 따른 변이구간 길이(m)			적용값 (m)
		3초	3.6초	4초	
140	112	93	112	124	100
130	105	87	105	117	100
120	98	82	98	109	90
110	91	76	91	101	80
100	85	71	85	94	70
90	77	64	77	86	70
80	70	58	70	78	60
70	63	52	63	70	60
60	55	46	55	61	60
50	47	39	47	52	60
40	40	33	40	44	60

주) 주행시간이 3.6초인 경우는 차로폭이 3.6m일 때의 값임.

(b) S형 주행 궤적을 배향곡선으로 계산하는 방법

S형 주행 궤적을 배향 곡선으로 계산하는 식은 식 6.3과 같다.

$$T = \sqrt{W(4R - W)} \quad (6.3)$$

여기서, T : 변이구간 길이(m)

W : 변속차로 폭(3.6 m)

R : 배향곡선반지름(m)

여기서, 배향곡선의 반지름(R)을 구하는 식은 식 6.4와 같다. 배향곡선의 반지름을 구하는데 사용되는 횡방향미끄럼마찰계수는 쾌적성을 고려하여 일률적으로 0.16을 적용한다.

$$R = \frac{V_a^2}{127(i + f)} \quad (6.4)$$

여기서, V_a : 유출변이부 도달속도(km/h)

f : 횡방향미끄럼마찰계수(0.16)

I : 편경사(여기에서는 0%)

〈표 6.9〉 S형 주행 궤적을 배향곡선으로 계산한 변이구간 길이

본 선 속 도(km/h)		배향곡선 반지름(m)	변이구간 길이(m)	
설계속도	주행속도		계 산 값	규 정 값
140	112	617	94	100
130	105	543	88	100
120	98	473	82	90
110	91	408	77	80
100	85	356	71	70
90	77	292	65	70
80	70	241	59	60
70	63	195	53	60
60	55	149	46	50
50	47	109	39	50
40	40	79	33	50

6.4 가속차로 설계

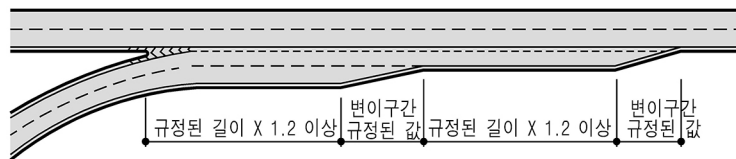
- (1) 가속차로의 규정 길이는 합류단에서 변이구간 선단까지를 지칭하는 것으로 합류단에서 소정의 가속차로가 확보되어 있는 점까지의 길이는 표 6.10의 값을 표준으로 한다.

〈표 6.10〉 가속차로의 길이

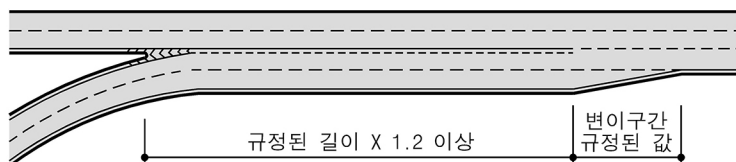
(단위 : m)

본선 설계속도(km/h)			140	130	120	110	100	90	80	70	60
연결로 설계 속도 (km/h)	80	변이구간을 제외한 가속차로의 최소 길이(m)	520	390	245	120	55	-	-	-	-
	70		570	430	335	210	145	50	-	-	-
	60		610	470	400	285	220	130	55	-	-
	50		650	495	445	330	265	175	100	50	-
	40		680	520	470	360	300	210	135	85	-
	30		-	-	500	390	330	240	165	110	70
변이구간의 최소 길이(m)			100	100	90	80	70	70	60	60	60

- (2) 유입 차로를 가속차로에서 단계적으로 가속시켜 이중으로 유입하는 경우는 각 차로에 대해 변이구간을 제외한 가속차로는 규정된 길이의 1.2배 이상 확보해야 한다(그림 6.10). 연결로의 차로수가 2차로로 유입할 때 본선의 차로를 추가하는 경우 변이구간을 제외한 가속차로의 길이는 규정된 길이 이상을 적용하고, 진로 변경 제한선(본선부 자동차가 가속차로로 진로 변경을 금지하는 실선)은 가속차로의 길이 동안 제공한다(그림 6.11).



〈그림 6.10〉 이중 유입 차로(예시)



〈그림 6.11〉 연결로 2차로 유입 시 본선의 차로 증가(예시)

(3) 경사 구간의 보정은 상향 경사에만 적용한다. 보정률은 표 6.11과 같다.

〈표 6.11〉 가속차로 길이 보정률

본선의 종단경사(%)	오 르 막 경 사				
	0 이상 ~ 2 미만	2 이상 ~ 3 미만	3 이상 ~ 4 미만	4 이상 ~ 5 미만	5 이상
가속차로의 길이 보정률	1.00	1.20	1.30	1.40	1.50

(1) 개요

가속차로의 경우도 감속차로의 경우와 마찬가지로 평행식과 직접식의 두 가지 형식이 고려될 수 있다. 가속차로는 본선으로 유입하는 자동차가 가속하는 차로로 사용될 뿐만 아니라 대기 차로로 사용되는 경우도 많기 때문에 평행식이 유용하다. 그러나 본선의 평면선형이 곡선형인 경우에는 평행식으로 하면 가속차로의 평면 형상이 뒤틀려 보이는 경우가 있다.

이와 같은 때는 직접식을 이용할 수 있다. 일반적으로 본선이 곡선형일 때는 직접식으로 하고, 기타의 경우에는 평행식을 원칙으로 한다.

가속차로의 설계 기준 적용은 다음과 같다.

- ① 평행식 가속차로의 경우 변이구간 길이는 규정된 값을 적용한다.
- ② 가속차로가 직접식인 경우 규정된 가속차로 폭이 확보되는 지점은 감속차로와 동일하다. 직접식의 경우 변이구간의 길이는 가속차로의 주요부 형상을 연장하여 자연스럽게 본선에 접속 설치하는 길이를 설치하면 된다. 경험적으로는 규정에 따른 변이구간 길이보다 어느 정도 길어진다.
- ③ 합류단 노즈에는 분류단 노즈와는 달리 옵셋을 설치할 필요는 없고, 통상 본선에 붙여져 있는 길어깨 끝에 노즈를 설치한다.
- ④ 부득이하게 가속차로가 종단경사 구간에 설치되는 경우 가속도에 큰 영향을 미치므로 보정된 길이를 가진 가속차로를 설치할 필요가 있다.

(2) 가속차로 길이의 산출 근거

가속차로의 길이를 정하려면 단순히 연결로 속도에서 본선 주행속도까지 가속하는 데 필요한 길이뿐만 아니라 본선 교통에 합류하기 위해 대기 주행하는 길이에 대해서도 고려해야 한다.

그러나 유입 대기의 확률을 고려한 설계방법은 유입 형태가 획일적이 아니고 유입 대기 차량의 수식을 만들기 곤란하므로 아직까지 확립되어 있지 않다.

이 때문에 여기서는 가속차로 길이의 결정은 보통 트럭을 대상으로 한 가속 소요 길이를 기초로 계산하는 것으로 하고, 다시 이 가속 구간을 승용자동차로 주행하는 경우의 유입 확률에 대해서 검산한다.

(가) 가속 성능으로 본 가속 소요 길이

가속차로 길이는 자동차의 가속에 필요한 길이에 어느 정도의 여유 길이(대기 주행구간)를 더해 결정하는 것이 일반적이다. 그러나 우리나라의 경우에는 전체 교통량에서 트럭이 차지하는 비율이 높기 때문에 여기서는 트럭이 가속하는데 필요한 거리를 가속차로 길이를 규정하는 근거로 한다.

가속차로 길이를 구하는데 이용되는 트럭의 톤당 마력은 13 PS/ton으로 한다. 평지에서 자동차 가속도는 식 6.5를 이용하여 구하며, 주행속도에 따른 평균 가속도는 표 6.12와 같다.

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{g}{1 + \varepsilon} \left[\frac{75 \times 3.6\xi(\text{BHP})}{WV} - \mu - \frac{RA}{3.6^2 W} V^2 \right]$$

$$= \frac{29.84}{V} - 0.0933 - \frac{0.134}{14000} V^2 \quad (6.5)$$

여기서,

g : 중력가속도(9.8 m/sec²)

μ : 회전마찰계수(0.01)

ε : 가속저항비(0.05)

R : 공기저항계수(0.03 kg · sec²/m⁴)

ξ : 기계 효율(0.9)

A : 투영 면적(6.2 m²)

W : 자동차 중량(14,000 kg)

BHP : 유효 출력(PS)

BHP / W = 0.013 PS/kg

V : 주행속도(km/h)

〈표 6.12〉 주행속도와 평균 가속도

주행속도 (km/h)	70	63	60	55	51	50	45	42	40	35	30	28	20
평균 가속도 (m/sec ²)	0.28	0.34	0.36	0.41	0.46	0.47	0.54	0.59	0.63	0.74	0.88	0.95	1.38

〈표 6.13〉 가속할 때 본선 설계속도에 따른 도달속도

본선 설계속도(km/h)	140	130	120	110	100	90	80	70	60	50
도달속도(km/h)	102	95	88	81	75	67	60	53	45	37

〈표 6.14〉 가속할 때 연결로 설계속도에 따른 초기속도

연결로 설계속도(km/h)	80	70	60	50	40	30	20
초기속도(km/h)	70	63	51	42	35	28	20

이들 가정 아래, 식 6.6을 이용하여 가속차로의 길이를 계산하면 표 6.15와 같다.

$$L = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2(3.6)^2 a} = \frac{V_2^2 - V_1^2}{25.92a} \quad (6.6)$$

여기서, L : 가속차로 소요 길이(m)

V_2 : 가속차로 종점부 도달속도(km/h)

V_1 : 가속차로 시점부 초기속도(km/h)

a : 평균 가속도(표 6.12)

〈표 6.15〉 가속차로 소요 길이의 계산

본 선		가속차로의 길이 L(m)					
		연결로 설계속도(km/h)					
		30	40	50	60	70	80
설계속도 (km/h)	가속차로 종점부 도달속도(km/h)	가속차로 시점부 초기속도(km/h)					
		28	35	42	51	63	70
50	37	24	-	-	-	-	-
60	45	50	42	-	-	-	-
70	53	82	82	68	-	-	-
80	60	114	124	120	84	-	-
90	67	150	170	178	158	59	-
100	75	197	229	252	254	188	100
110	81	235	278	313	332	294	229
120	88	283	340	391	431	428	392
130	95	-	407	475	539	574	569
140	102	-	479	556	655	731	759

가속차로 길이는 표 6.16의 값을 기준으로 하며, 특히 본선 및 진출입 교통량이 많고, 차량 지·정체 발생이 우려되므로 주변 여건, 경제성 및 교통영향평가 내용 등을 종합적으로 고려하여 충분한 가속차로 길이를 확보해야 한다.

〈표 6.16〉 가속차로의 길이

(단위 : m)

본선 설계속도(km/h)			140	130	120	110	100	90	80	70	60
연결로 설계 속도 (km/h)	80	변이구간을 제외한 가속차로의 최소 길이(m)	520	390	245	120	55	-	-	-	-
	70		570	430	335	210	145	50	-	-	-
	60		610	470	400	285	220	130	55	-	-
	50		650	495	445	330	265	175	100	50	-
	40		680	520	470	360	300	210	135	85	-
	30		-	-	500	390	330	240	165	110	70

(나) 유입 기회의 고려

가속차로는 단순한 가속분만 아니라 유입의 기회를 기다리는 구간이기도 하므로 이 점에 대해서도 고려해야 한다.

일본의 고속도로 조사에 따르면 가속차로의 길이와는 관계없이 보통 70 m에서 15%, 220 m에서 85%의 차량이 본선으로 유입되고 있다.

표 6.16의 규정값은 이러한 관찰 결과를 반영하여 가속차로의 길이를 규정한 것이다.

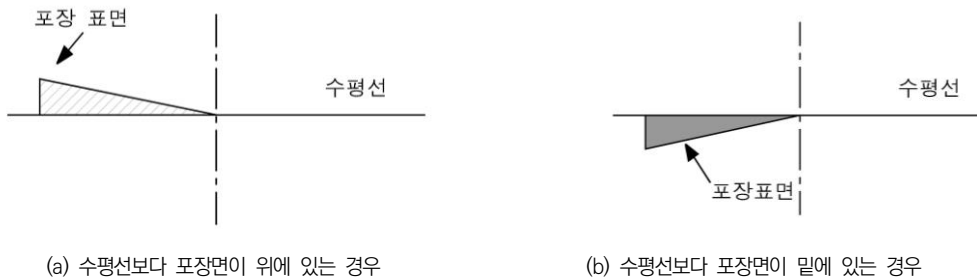
6.5 변속차로의 편경사 접속설치

변속차로의 편경사 접속설치는 본선 선형과의 관계 및 변속차로 형식에 주의해야 한다. 변속차로의 편경사 접속설치율은 1/150 이하로 한다.

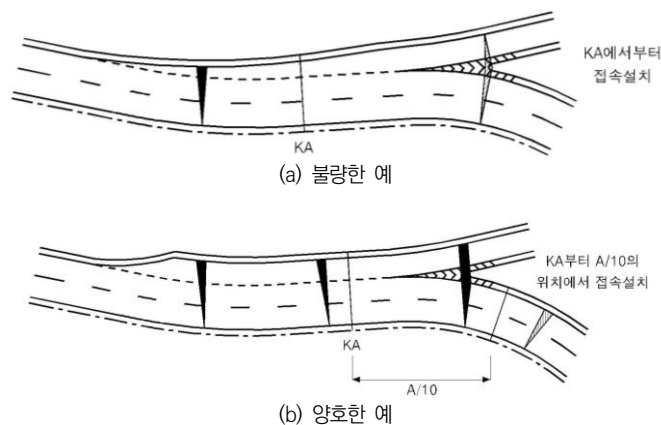
(1) 개요

연결로로 분기되는 곳은 본선의 편경사로부터 연결로의 편경사로 서서히 변화되어야 하기 때문에 편경사의 접속설치를 실시해야 한다.

본선이 직선 또는 곡선의 안쪽에 붙게 될 경우에는 연결로 편경사와 본선 편경사는 같은 방향에서 그 접속이 원활하게 될 수 있으나 본선이 곡선이고 그 바깥에 접속설치 될 경우에는 본선의 편경사와 반대로 되고, 경사 차이가 클 때에는 횡단경사의 절점이 생겨서 자동차가 그곳을 지날 때 차체가 흔들려 운전자에게 불쾌감을 주게 될 뿐만 아니라 위험할 수도 있다.



〈그림 6.12〉 편경사의 표시(예시)



〈그림 6.13〉 편경사의 접속설치 위치

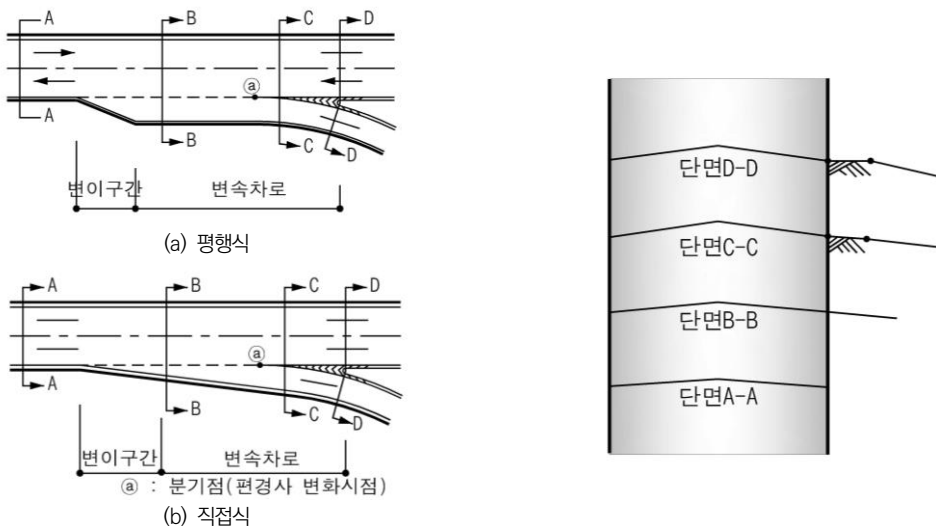
인터체인지 설치 구간의 평면곡선반지름은 될 수 있는 대로 크게 설치되므로 연결로 접속부 중 어느 하나가 본선의 변곡점(KA)에 가깝게 설치되는 경우가 있다. 이 경우, 본선의 편경사를 그 위치(KA)에서 반전시키면 연결로 측의 짧은 거리에서 두 번 접속하게 되거나 경사 차이가 커지므로 본선의 편경사 접속설치 위치를 $A/10$ 정도 어긋나게 하는 것이 바람직하다. 수평선의 기준은 그림 6.12에서와 같이 본선의 중앙분리대를 기준으로 한다.

(2) 편경사 접속설치 방법

변속차로의 편경사 접속설치 방법은 다음과 같다.

(가) 본선이 직선 또는 본선이 곡선이고 그 안쪽에 변속차로가 접속될 경우

- ① 변속차로 변이구간~분기점(갈매기차로 시점)사이의 변속차로 편경사는 본선 편경사와 동일 경사로 한다.



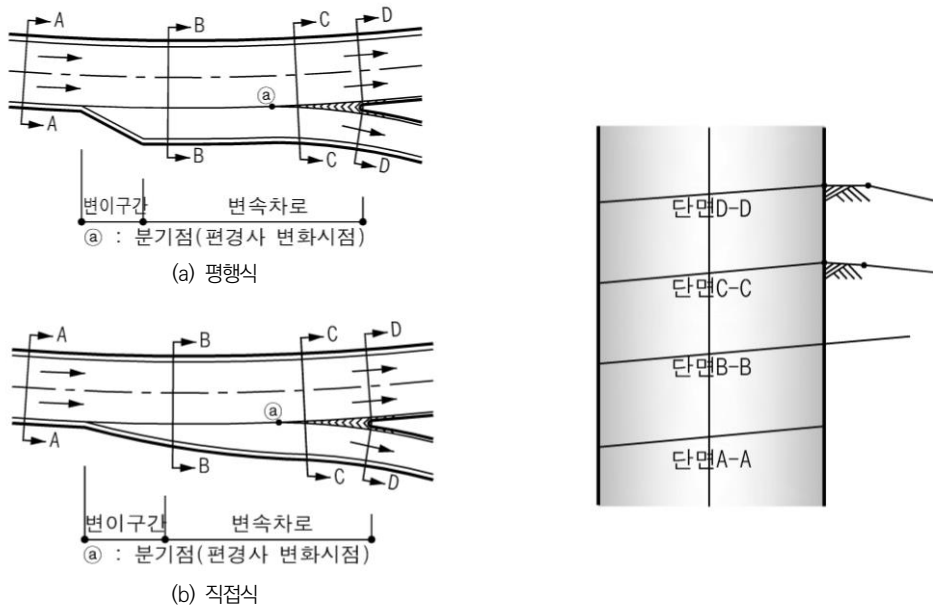
〈그림 6.14〉 편경사의 접속설치 방법(본선이 직선 또는 곡선 안쪽에 변속차로 접속, 예시)

- ② 분기점 이후의 편경사는 갈매기차로(분기점에서 노즈 사이)에서 적절한 접속설치율로 변화시켜 노즈부에서 연결로 평면곡선반지름에 적합한 편경사가 설치되도록 한다.

(나) 본선이 곡선이고 그 바깥쪽에 변속차로가 접속될 경우

- ① 변속차로 변이구간~분기점(갈매기차로 시점) 사이의 변속차로 편경사는 본선 편경사와 동일 경사로 한다.

- ② 분기점과 노즈부 사이에 편경사 변화구간을 설치하여 연결로 평면곡선반지름에 적합한 편경사를 계획하되, 노즈부에서 본선과 연결로 간의 편경사 차이가 6% 이하가 되도록 한다.
- ③ 노즈 이후의 편경사는 적절한 접속설치율로 연결로 평면곡선반지름에 적합한 편경사로 변화시킨다.
- ④ 노즈부에서 연결로의 편경사가 평면곡선반지름에 따른 편경사 값보다 작게 되는 경우가 발생한다. 이 경우에는 상대적으로 설계속도가 적은 연결로의 편경사를 하향 조정하여 본선 편경사와 연결로 편경사 간의 차이가 6% 이하가 되도록 설치하면 본선과 연결로의 절곡점이 너무 심하지 않게 된다.

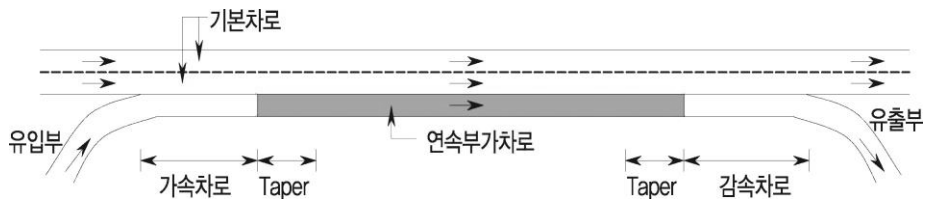


〈그림 6.15〉 편경사의 접속설치 방법(본선이 곡선이고 그 바깥쪽에 변속차로 접속, 예시)

6.6 연속부가차로의 설치

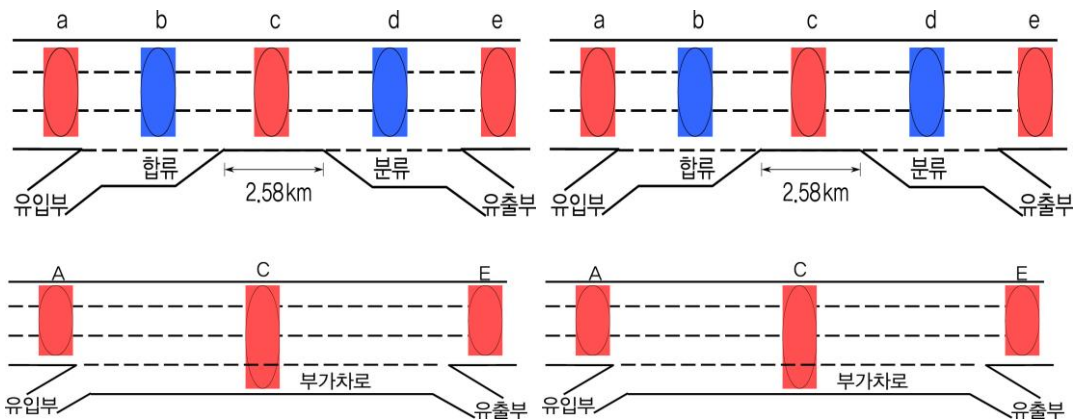
6.6.1 개요

본선 및 연결로 주행 자동차가 혼재되어 속도 감소 및 교통사고 위험이 상존하는 입체교차 설치 구간과 교차로 등 시설물 간격이 조밀하게 배치되어 서비스수준 저하로 상습 지·정체가 우려되는 구간은 원활한 교통 흐름을 유도하기 위해 연속부가차로를 설치할 수 있다.



〈그림 6.16〉 연속부가차로(예시)

6.6.2 연속부가차로의 설치



구 분	a	b	c	d	e
밀도	14.7	18.1	16.5	14.4	8.2
서비스수준	D	D	D	D	B
속도	105.5	78.1	104.0	104.2	122.3

설치 전

구 분	a	c	e
밀도	14.7	11.7	8.2
서비스수준	D	C	B
속도	105.5	110.1	122.3

설치 후

(1) 설치 조건

(가) 교통운영상 연속부가차로 설치가 효과적인 경우

① 시설물 간의 간격이 조밀하게 배치된 곳

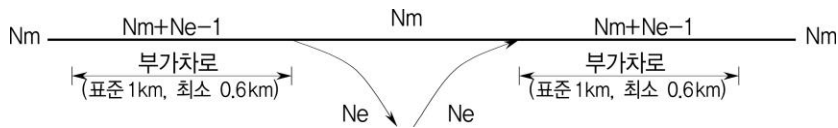
② 유입부의 테이퍼 종점과 유출부의 테이퍼 시점 사이의 거리가 짧은 곳

(나) 본선 교통의 밀도가 높고 유출입 교통량에 따른 충격파로 분·합류부에서 서비스수준 저하로 상습 지·정체가 우려되는 지역

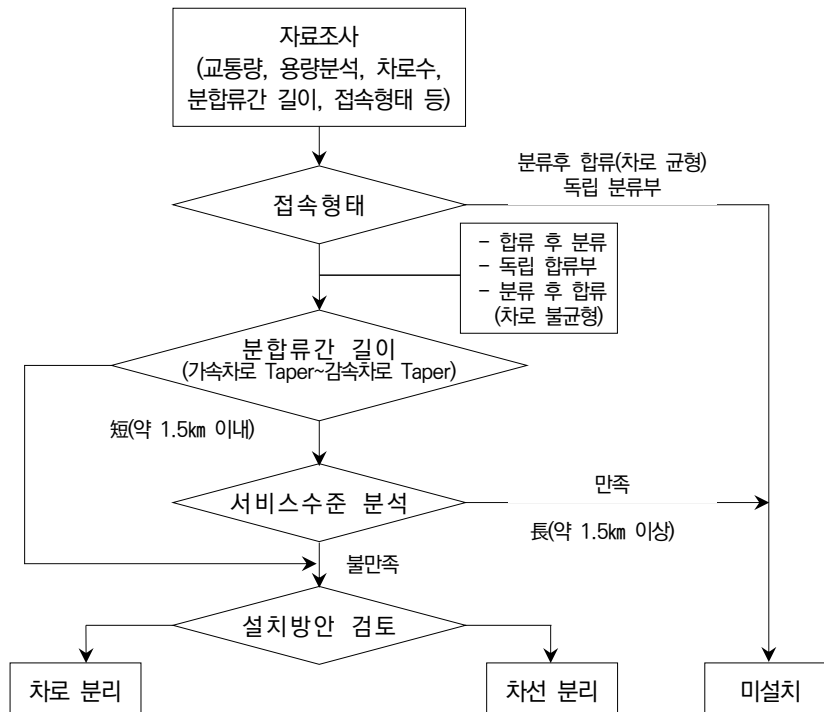
(다) 유입 접속부에 인접하여 오르막차로의 시·종점이 위치하는 경우

(라) 상류부 본선 도로용량에는 지장이 없으나 유입 교통량에 따른 차로 확장이 필요하고, 유출 교통량으로 인해 하류부 본선 도로용량에 이상이 없는 경우

(마) 분·합류부에서의 차로수 균형과 기본 차로수 유지를 위해 필요 시 설치



(2) 설치 절차



〈그림 6.17〉 연속부가차로 설치 절차(예시)

(3) 설치 방법

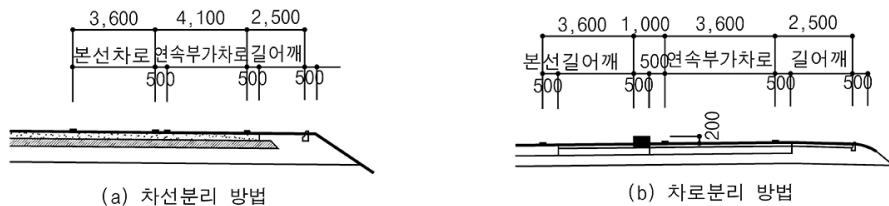
연속부가차로는 기본 차로수 외에 가감속차로를 연속하여 설치하는 부가차로를 말하며, 설치 방법은 본선 및 유출입 교통량, 통행 형태, 용지 확보 여부 및 설치 연장을 종합적으로 고려하여 차선 분리 방법과 차로 분리 방법으로 구분하여 설치한다.

(가) 차선 분리 방법

- ① 설치 연장이 비교적 짧은 경우
- ② 유입 교통량보다 유출 교통량이 많은 경우
- ③ 본선의 교통밀도가 높은 경우
- ④ 차두 간격이 좁아 유입 기회가 적은 경우
- ⑤ 유입 교통량의 대형자동차 비율이 높은 경우
- ⑥ 적설지역으로서 제설작업이 많은 경우

(나) 차로 분리 방법

- ① 설치 연장이 비교적 긴 경우
- ② 유출 교통량보다 유입 교통량이 많은 경우
- ③ 본선의 교통 밀도가 낮은 경우
- ④ 차두 간격이 넓어 유입 기회가 많은 경우
- ⑤ 유출부 지·정체로 인해 본선에서 연결로로 직접 끼어들기가 빈번하게 발생하는 경우
- ⑥ 유출부에 신호교차로가 인접한 경우

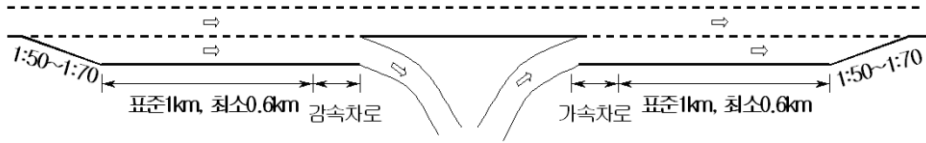


〈그림 6.18〉 연속부가차로 설치 방법(예시)

(4) 상세 기준

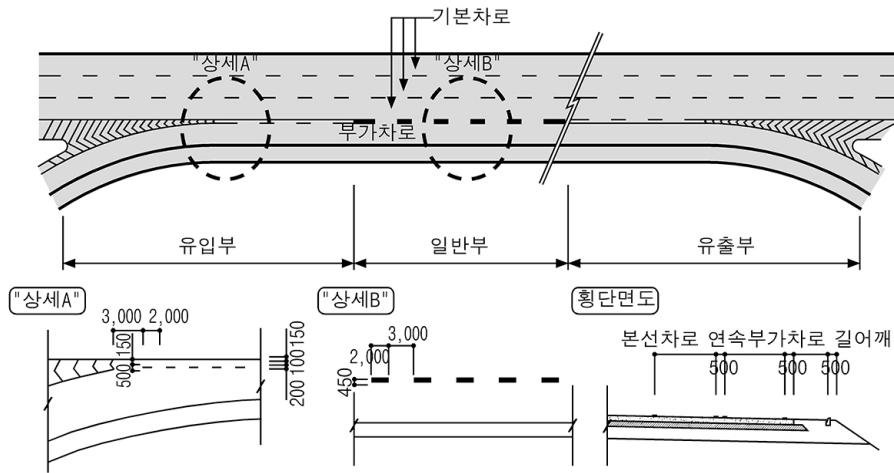
(가) Taper 처리

분·합류 부근에서 차로수 균형을 위해 설치한 경우는 테이퍼를 1:50 ~ 1:70 로 설치하여 차로수 감소부와 동일하게 적용한다.



(나) 차선 분리 방법

차선 분리 방법에서는 본선 차로와 연속부가차로를 구분하기 위해 그림 6.18에 표시된 것과 같이 노면표시를 하고, 도로표지 관련 규정에 따른 표지판을 설치한다.



〈그림 6.19〉 연속부가차로 설치(예시)

(다) 차도 분리 방법

차도 분리 방법으로 연속부가차로를 설치할 경우에는 운전자의 인지 능력 향상을 위해 본선 및 부가차로 구간에 표 6.17과 같이 좌회전 금지, 양보, 우합류, 속도 제한 및 방향 예고표지판 등 도로표지판을 추가 설치한다.

〈표 6.17〉 표지판 설치(예시)

구 분	본선 구간	부가차로 구간
문형식	부가차로 시점 2 km, 1 km 전방(2개소) ※ 2 km와 전방 1.C의 문형식이 근거리에서 중복될 경우 혼용 사용	-
내민식	부가차로 시점 150 m 전방 및 분류부 직전(2개소)	본선 합류부 150 m 전방 및 본선 합류부(2개소)
기 타	-	좌회전 금지, 양보, 우합류, 출구 전용, 속도 제한 등