

□ 論 文 □

2차선 유입연결로의 서비스 수준별 가속차선 길이 산정 기준

Guideline of Acceleration Length by Level of Service for Two Lane Entrance Ramp

文 大 昇

(삼성전자(주) 도로교통팀)

張 明 淳

(한양대학교 교통공학과)

目 次

- I. 서론
 - II. 관련문헌 검토
 - 1. 기존연구 검토
 - 2. 2차선 유입연결로의 가속차선길이
설계기준에 대한 국내 및 국외 비교
 - III. 현장조사
 - 1. 조사대상구간 및 조사시기 선정
 - 2. 조사방법
 - IV. 자료의 분석
 - 1. 연결로 교통류 특성 분석
 - 2. 모형의 정립 및 모형의 검증
 - V. 가속차선 길이 설계 기준
 - 1. 가속차선길이의 산정
 - 2. 서비스 수준별 가속차선길이 설계기준
 - VI. 결론 및 건의
 - 1. 결론
 - 2. 건의
- 참고문헌

ABSTRACT

The objective of study is to examine relationship between traffic flow characteristics of two lane entrance terminal and acceleration length, and to suggest the acceleration length by level of service.

The relationship between the speed ratio and the distance from the ramp appeared to be a quadratic concave form. In the case of two lane entrance ramp, the acceleration length is suggested as 1.4~2.0 times longer than the acceleration length of one lane entrance ramp.

It is also recommended that acceleration length for two lane entrance ramp should be designed according to the level of service at the right most lane(level of service A:1.4 B:1.6 C:1.8 D:2.0 times of the one lane entrance ramp acceleration length) on freeway.

I. 서론

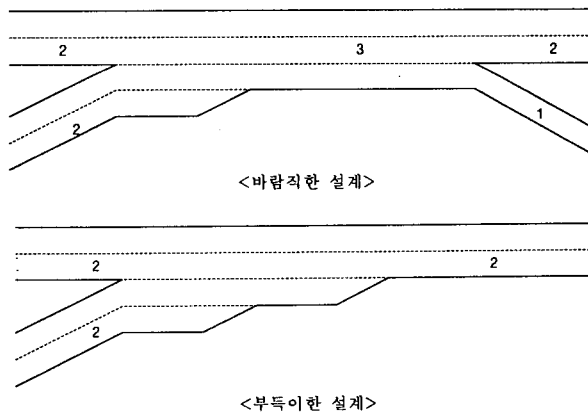
고속도로 합류부의 일반적인 설계는 1차선 유입으로 하는 것이 타당하나 연결로의 유입교통량이 많아 1차선으로는 용량을 감당하기 어려운 경우, 또는 대기차선(Storage Lane)의 목적으로 유입연결로를 2차선으로 설계해야 하는 경우도 있다.

2차선 유입연결로의 바람직한 설계는 [그림 I-1]과 같이 2개의 가속차선중 대기차선이 아닌 내측차선을 하류부의 다음 IC까지 연속해서 설치하여 기본차선수를 만족시켜 병목현상을 최소화 할 수 있도록 설계되어야 한다.

그러나 여러 가지의 제한요소들로 인하여 가속차선의 내측차선을 충분히 길게 설치하지 못하고 중간에서 끝내야 하는 부득이한 경우가

있다. 이 경우에는 용량의 증가목적은 달성하지 못하나, 대기목적으로의 대기차량 수용공간의 목적은 달성하게 된다. 2차선 유입연결로에 대한 국내 및 국외의 설계기준을 살펴보면 연결로와 본선의 속도차이에 따른 1차선 유입연결로의 가속차선 설계기준값을 기준으로 경험적으로 길게 해야한다는 기준은 제시되어 있으나 교통량을 감안한 실증적연구는 이루어지지 않고 있다.

본 연구의 목적은 첫째, 현장조사자료를 이용하여 2차선 유입연결로와 본선이 만나는 접속차선의 교통류특성과 가속차선길이와의 관계를 규명하고, 둘째, 2차선 유입연결로의 가속차선 길이의 설계기준을 제안하며, 셋째, 서비스 수준별로 2차선 유입연결로에 대한 가속차선 길이의 설계기준을 제시하는데 있다.



[그림 I-1] 2차선 유입연결로의 설계

II. 관련문헌의 검토

1. 기존연구의 검토

1987년 Polus & Livineh의 가속차선상의 교통류 합류특성 연구에 의하면, 운전자 집단은 임계차두간격의 존재에도 불구하고 가속차선길

이의 전반부에서 합류하는 그룹과 후반부에서 합류하는 그룹으로 나뉘어 질 수 있으며 가속차선으로 인한 지체도를 임계차두간격, 본선 우측차선 교통량, 연결로 교통량을 이용하여 추정하는 식을 제시하였다. 그러나 이들은 가속차선길이의 적정값을 제시하지는 않고 있다.

1993년 신치현은 가속차선의 공간적인 이용

을을 근거로 1000ft(300m)가 최적의 가속차선 길이이며, 가속차선의 길이가 길수록 연결로와 접속차선인 본선의 우측차선상을 주행하는 차량의 속도는 증가하는 것으로 제시하였다. 또한 연결로 접속부의 교통량이 같다고 가정할 때 짧은 가속차선은 길때보다 가속차선상의 가시적인 밀도를 증대시켜 고속도로 본선차선의 많은 차선변경을 유도하여 본선 우측차선의 밀도가 저하된다는 것과 가속차선이 짧을 때 접속부가 소화할 수 있는 최대 유출교통량이 커다랗게 줄어듦을 관찰하였다. 또한 이를 바탕으로 평행식 가속차선의 길이를 변수로한 속도예측모형을 안정교통류상태와 불안정교통류로 나누어 제시하였다.

2. 2차선 유입연결로의 가속차선길이 설계기준에 대한 국내 및 국외 비교

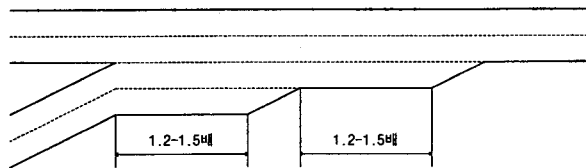
(1) 한국

우리나라 [도로의 구조 시설기준에 관한 규정 해설 및 지침]의 가속차선 길이 산출근거는 연결로 속도로부터 본선 주행속도까지로 가속하기 위하여 필요한 길이와 본선교통에 합류하기 위하여 대기주행하는 길이를 고려하고 있으며, 다음 <표 II-1>에 기재한 1차선 유입연결로 가속차선길이의 1.2~1.5배로 한도로 규정되어 있다.

<표 II-1> 우리나라 1차선유입연결로의 가속차선길이 설계기준

(단위 : m)

설계속도(km/h)			120	100	80	60	50	40
테이퍼를 제외한 가속차선길이 (m)	연결로의 설계속도 (km/h)	80	150	-	-	-	-	-
		70	180	100	-	-	-	
		60	200	150	80	-	-	
		50	250	180	100	70	-	
		40	300	220	120	100	50	
		30	-	-	160	120	70	30
		20	-	-	-	-	90	50
평행식 가속차선의 표준테이퍼 길이			70	60	50	45	40	40



[그림 II-1] 우리나라 2차선유입연결로 가속차선길이 설계기준

(2) 미국

2개의 연결로가 결합되는 형태의 2차선이 되는 2차선연결로(branch type connection)와 용량상의 이유로 연결로를 2차선으로 설계할 경우, 기본차선수를 만족시키기 위하여 부가차선을 750m~950m 하류부까지 둘 것을 권장하고 있으며 동일 구간에서는 가급적 직접식의 가속차선과 평행식의 가속차선을 같은 구간을 함께 설치하지 않기를 권고하고 있다.

미국의 가속차선 길이의 산출근거는 연결로 속도로부터 본선 주행속도까지로 가속하는데 필요한 길이와 간격수락길이(Gap Acceptance Length)를 최소 90~150m로 함께 고려하여 [A Policy on Geometric Design of Highway and Streets, AASHTO, 1994]에 규정하고 있으며 <표 II-2>의 1차선 유입연결로 가속차선 길이와 동일하거나 약간 길게 설계하도록 권고하고 있다.

<표 II-2> 미국 1차선 유입연결로의 가속차선길이 설계기준

(단위 : m)

본선 설계속도 (km/h)	진입 속도 (km/h)	정지상태	연결로의 설계속도(km/h)						
			20	30	40	50	60	70	80
		진입 속도(km/h)							
		0	20	28	35	42	51	63	70
50	37	60	-	-	-	-	-	-	-
60	45	100	85	70	-	-	-	-	-
70	53	145	125	110	85	50	-	-	-
80	60	195	180	165	135	100	55	-	-
90	67	275	260	240	210	175	130	50	-
100	75	370	345	330	300	265	220	145	55
110	81	430	405	390	360	330	285	210	120
120	88	520	505	500	470	445	400	335	245

미국의 가속차선길이가 본선의 설계속도 100 km/h 이상에서 우리나라의 가속차선길이 규정보다 훨씬 길게 규정되어 있는 이유는 첫째, 한국은 연결로의 초속도를 설계속도와 동일하게

취한 반면에 미국은 연결로의 초속도를 설계속도보다 하향 적용하였고, 둘째, 한국과 미국간에는 연결로의 차량이 본선에 도달하는 속도를 다음과 같이 상이하게 반영한 결과이다.

본선 설계속도(km/h)	본선도달속도(km/h)	
	한국·일본	미국
100	65	75
120	70	88

(3) 일본

일본의 2차선 유입연결로의 가속차선 길이의 설계기준은 [일본 도로구조령]에 규정되어 있

으며 그 값은 연결로의 설계속도와는 관계없이 고속도로 본선의 설계속도를 기준으로 <표 II-3>값의 1.2~1.5배로 한다로 규정되어 있다.

〈표 II -3〉 일본 1차선유입연결로의 가속차선길이 설계기준

도로의 구분	제1종, 제2종, 제3종도로					
설계속도(km/h)	120	100	80	60	50	40
테이퍼를 제외한 가속차선길이(m)	200	180	160	120	90	50
평행식 가속차선의 표준테이퍼 길이	70	60	50	45	40	40

일본의 경우에는 우리나라와 같은 방법으로 가속차선길이의 설계기준을 제시하고 있으나, 연결로의 설계속도 차이에 따른 설계기준은 마련되어 있지 않고, 고속도로 본선의 설계속도를 기준으로 하고 있다.

도로 충분히 떨어져 있어야 하며, 둘째, 2차선 연결로의 가속특성에 영향을 미치지 않기 위하여 고속도로 본선의 설계속도 및 기하구조가 차이가 없어야 하며, 셋째, 충분한 교통수요를 가지고 있어 교통 및 도로상태가 다양한 서비스 수준을 관측할 수 있어야 하며, 마지막으로 상이한 연결로의 설계속도에 의한 특성이 반영되도록 2개이상의 연결로의 설계속도를 대상으로 하여야 한다.

III. 현장조사

1. 조사대상구간 및 조사시기 선정

조사대상구간의 선정기준은 첫째, 하류부의 인근 IC.에 의하여 감속에 따른 영향을 받지 않

본 연구에서는 사전답사를 실시한 결과 〈표 III -1〉과 같이 중부고속도로 하행선(대전방향)의 상일 IC.와 하일 IC. 2개 구간을 선정하였다.

〈표 III -1〉 자료 수집 대상 구간

노 선	조사구간	본 선		2차선 유입연결로		가속차선 형식
		설계속도 (km/h)	차선수	설계속도 (km/h)	가속차선길이 (m)	
중 부	상일 IC.	120	4	60	220	직접식
	하일 IC.	120	4	70	350	직접식

조사시기는 〈표 III -2〉와 같이 비침투시로 하였고 단위관측시간은 15분으로 하였다.

〈표 III -2〉 조사대상구간별 자료수집 일정

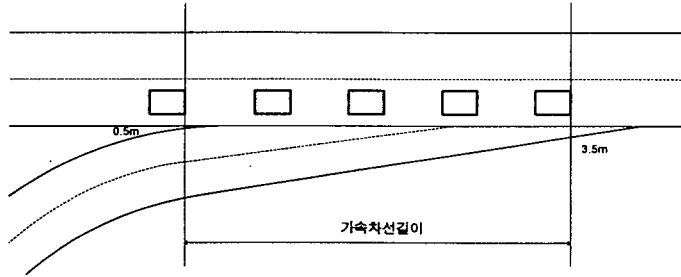
지 점	관측기간	관측시간대	총관측시간(분)	표본수
상일 IC.	4일	비침투 시간대	660	44
하일 IC.	4일		810	54

2. 조사방법

본 연구에서의 2차선 유입연결로의 가속차선 길이의 정의는 우리나라 [도로의 구조·시설기준에 관한 규정]에서와 같이 합류단(노즈끝

0.5m)에서부터 소정의 가속차선폭이 확보되어 있는 점까지의 길이(차선폭이 3.5m되는 지점)로 정의했으며, 검지기의 관측시간을 똑같이 설정하여 동시에 지점별 교통류특성에 대한 측정이 가능하도록 [그림 III -1]과 같이 상일 IC.는

55m. 하일 IC는 70m 간격으로 검지기를 설치하였다.

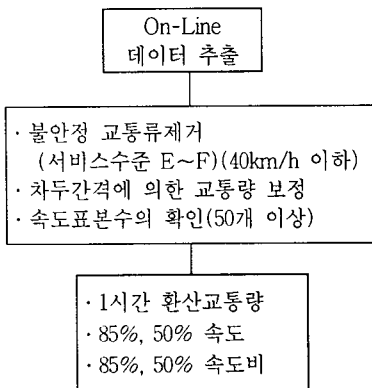


[그림 Ⅲ-1] 가속차선 길이의 정의 및 검지기 설치위치

검지기 설치위치가 상이한 이유는 연속함수로서의 가속차선 길이에 민감하도록 하기 위한 목적과 제한된 수의 장비를 탄력적으로 이용하기 위해서이다.

3. 자료정리

본 연구에서는 조사대상구간에 설치한 검지기로부터 On-Line으로 자료를 추출하고 정리하는 과정으로 [그림 Ⅲ-2]의 처리과정을 수행하였다.



[그림 Ⅲ-2] 자료의 정리 과정

Ⅳ. 자료의 분석

본 연구에서는 고속도로 합류구간 접속차선의 효과척도를 속도 및 속도비로 하여, 이 구간을 운행하는 차량들의 효과척도의 변화를 회귀분석을 이용한 모형식으로 정립하여 2차선 유입연결로의 가속차선길이 제안값을 산정하려고 한다.

1. 연결로 교통류 특성분석

고속도로 합류구간 접속차선의 가속길이별 속도 및 속도비 예측모형을 정립하기 위해서, 관측자료로부터 주행차선의 속도 및 속도비에 영향을 미치리라고 생각되는 여러변수들과의 관계를 다음과 같이 검증하였다.

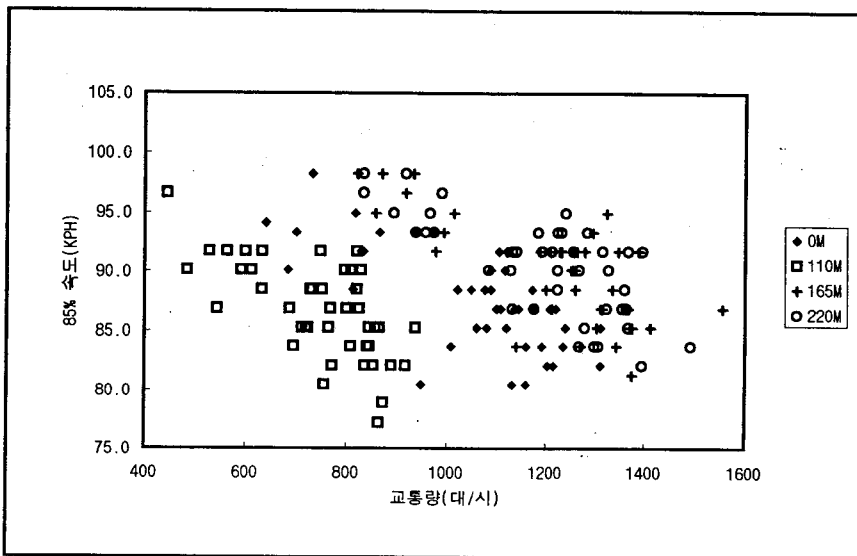
(1) 가속길이별 교통량과 속도와의 관계

관측된 자료들이 교통량, 속도와의 관계에 의해 재현되는 교통류 이론과 차이가 없는지를 검증하기 위하여 연구대상구간의 1시간 교통량과 속도와의 관계를 각 지점별로 살펴보면 [그림 Ⅲ-3]

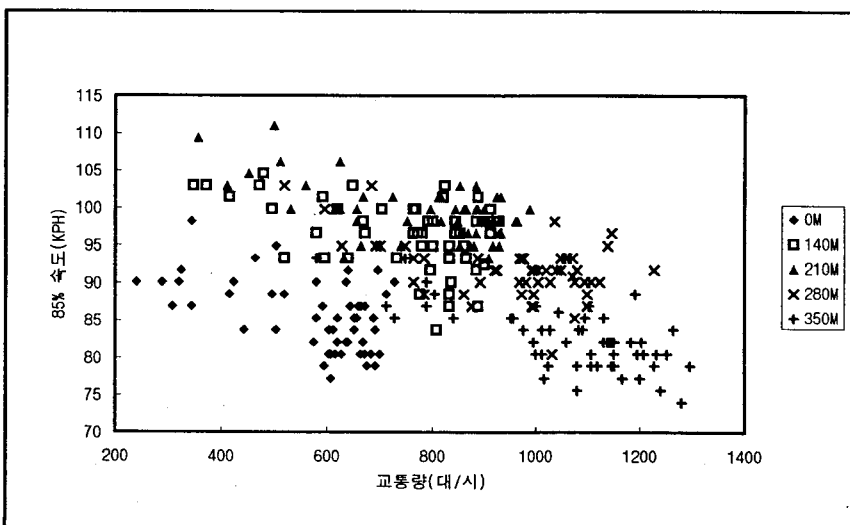
림 IV-1a)와 [그림 IV-1b)와 같다. 교통량과 속도와의 관계는 각 구간별, 가속길이에 상관없이 모두 교통량, 속도와의 관계가 교통류 이론을 따르고 있음이 확인되었다.

본선 주행차선의 교통량 증가추세를 볼 때 가속차선의 시점에서부터 가속차선의 끝부분으

로 갈수록 교통량이 많아지고 있다. 따라서 가속차선 끝부분으로 갈수록 교통량의 증가로 인해 속도는 저하되고 있다. 이는 본선 주행차선의 교통량이 연결로의 교통량을 간접적으로 표현하고 있음을 나타내고 있다.



[그림 IV-1.a] 1시간교통량과 속도와의 관계(상일 I.C.)



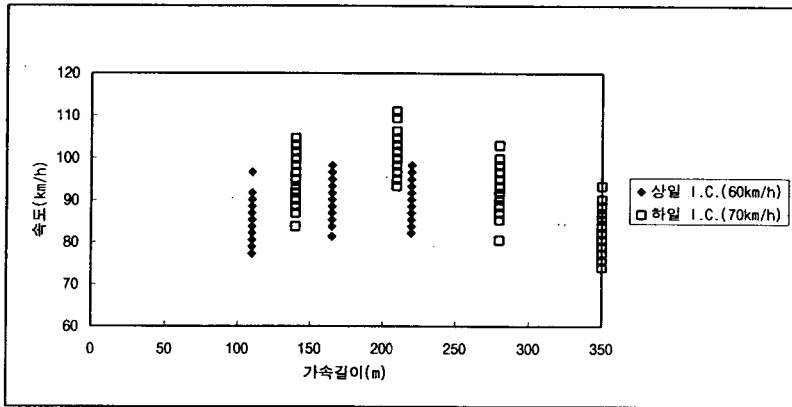
[그림 IV-1.b] 1시간교통량과 속도와의 관계(하일 I.C.)

(2) 속도와 가속길이와의 관계

조사지점의 속도와 가속길이와의 관계는 [그림 IV-2]와 같다.

속도의 변화는 가속길이에 따라 점점 증가하

다가 어느지점에서 최고점을 이루고 다시 가속차선 끝부분에서 떨어지는 위로 볼록한 형태의 2차 함수식 관계인것으로 분석되었다.

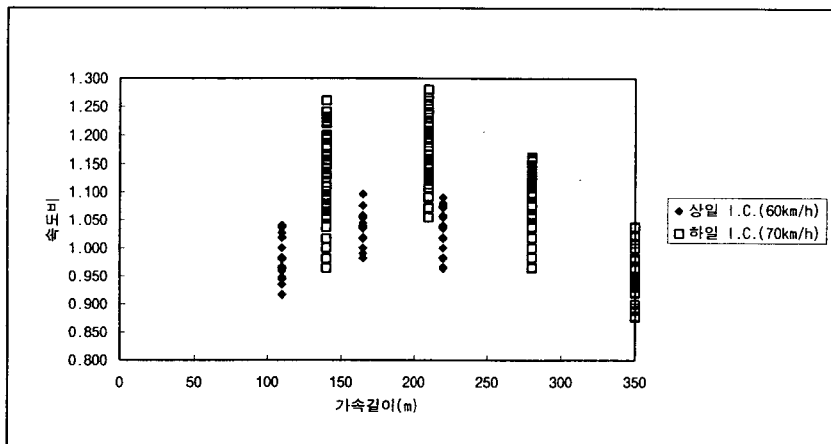


[그림 IV-2] 속도와 가속길이와의 관계

(3) 속도비와 가속길이와의 관계

가속길이에 따른 속도변화를 관찰하고자 연결로의 초기 접속부 본선속도에 대한 각 가속길이별 속도비를 분석하였다. 조사지점의 속도비와 가속길이와의 관계는 [그림 IV-3]과 같다.

속도일때와 마찬가지로 속도비의 변화는 가속길이에 따라 점점 증가하다가 최고점을 이루고 다시 가속차선 끝부분에서 떨어지는 위로 볼록한 형태의 2차 함수식 관계인것으로 분석되었다.



[그림 IV-3] 속도비와 가속길이와의 관계

2. 모형의 정립 및 모형의 검증

(1) 모형의 정립

앞절에서 분석한 결과 속도는 가속길이에 따른 위로 볼록한 2차함수식이 실측치를 가장 근사하게 설명하는 것이 확인되었으므로 종속변수와 독립변수의 관계는 2차함수식으로 결정하였다.

유입연결로와 본선이 만나는 접속차선의 가속길이별 속도 및 가속길이별 속도비를 예측하기 위하여 종속변수를 속도(85%, 50%) 및 속도비(85%, 50%)로 하였고, 교통량의 영향을 살펴보기 위해서 독립변수는 $1/Q$, D/Q , D , D^2/Q , D^2 로 하여 32가지의 회귀모형을 <표 IV-1>과 같이 정립하였다.

<표 IV-1> 속도 및 속도비 예측 모형식 대안

독립변수(X)	종속변수(Y)							
	속도				속도비			
	상일 I.C. (60km/h)		하일 I.C. (70km/h)		상일 I.C. (60km/h)		하일 I.C. (70km/h)	
	85%	50%	85%	50%	85%	50%	85%	50%
D, D^2	1	2	9	10	17	18	25	26
$1/Q, D/Q, D^2/Q$	3	4	11	12	19	20	27	28
$D, D^2/Q$	5	6	13	14	21	22	29	30
$1/Q, D, D^2/Q$	7	8	15	16	23	24	31	32

- 주 1) D는 가속길이, Q는 교통량
- 2) 표안의 숫자 1~32는 모형식의 일련번호

(2) 모형의 검증

회귀분석의 결과를 토대로 가속차선 길이 산정에 적합한 모형을 선정하기 위해서는 우선 통계학적인 분석도 중요하지만 모형이 관련자료들을 잘 설명하고 있는지도 검증하여야 한다.

본 연구에서는 다음과 같은 단계로 모형의 적합성을 판단하였다.

- 1단계, 함수식이 자료의 특성을 잘 반영하는 위로 볼록한 2차함수식인가?
- 2단계, t-value 테스트에 의한 독립변수가 종속변수를 설명하기에 적합한가?
- 3단계, F value 값을 기준으로 85%를 종속변수로 한 모형과 50%를 종속변수로 한 모형중 어느 모형이 더 설명력이 있는가?

1단계(함수식이 자료의 특성을 잘 반영하는가?)의 검증에서는 독립변수를 $D, D^2/Q$ 로한 5, 6, 13, 14, 21, 22, 29, 30의 모형과 독립변수를 $1/Q, D, D^2/Q$ 로한 7, 8, 15, 16번 모형이 Convex 형태의 모형이므로(D^2 의 상수가+부호임) 부적절한 것으로 확인되었다

2단계(t-value 테스트)에서는 23, 24, 31, 32번 모형의 t-value가 부적절하여 독립변수가 종속변수를 설명하기에 부적절한 것으로 확인되었다.

3단계(85% 속도 모형과 50% 속도 모형의 비교)에서는 2단계까지의 검증을 거쳐 적절한 것으로 판단한 모형들의 F-value의 분포를 가지고 종속변수를 85%로 기준으로 한 모형과 50%를 기준으로 한 모형중 어느 모형이 더 설

명력이 있는가를 다음과 같이 검증하였다.

평균 $\left(\frac{85\% \text{ 속도 } F\text{-value}}{50\% \text{ 속도 } F\text{-value}} \right) > 1.00$ 이면 85% 속도를 기준으로 한 모형이 더 설명력이 있고 그와 반대면 50% 속도를 기준으로 한 모형이 더 설

명력이 있는 것으로 판단하였다.

위와 같은 방법으로 산정한 결과는 <표 IV-2>와 같으며 85% 속도를 기준으로 한 모형이 약 1.5배 더 설명력이 있는 것으로 확인되었다.

<표 IV-2> 85% 속도모형과 50% 속도모형의 설명력 검증결과

모형구분	85% 속도 F / 50% 속도 F	계산결과
1/2	11.948/3.227	3.702510
3/4	58.057/52.574	1.104291
9/10	242.227/439.596	0.551022
11/12	200.230/313.025	0.639661
17/18	30.779/10.442	2.947615
19/20	21.978/12.752	1.723494
25/26	186.942/325.772	0.573843
27/28	106.635/186.156	0.572826
평 균		1.476908

이렇게하여 선정된 8개의 모형식 중 교통량을 감안한 서비스수준별로 가속에 의한 변화를 현실적으로 반영할 수 있고, 연결로와 본선의 설계속도 차이에 따라 가속차선길이의 최적값이 차량동력학을 만족하는 모형식을 확인한 결과, 종속변수가 속도비이고 설명변수가 1/Q, D/Q, D²/Q 인 19(상일 IC.), 27번(하일 IC.) 모

형이 가장 적합한 모형으로 분석되었다. 여기서 차량의 동력학이란 연결로와 본선의 설계속도의 차이가 크게날수록 가속차선의 길이가 길게 필요하다는 것인데 3, 11번의 모형은 그 반대의 결과를 보이고 있다.

적합한 모형식을 선정한 결과는 다음 <표 IV-3>과 같다.

<표 IV-3> 모형식의 선정결과

설명변수(X)	종속변수(Y)							
	속 도				속 도 비			
	상일 IC. (60km/h)		하일 IC. (70km/h)		상일 IC. (60km/h)		하일 IC. (70km/h)	
	85%	50%	85%	50%	85%	50%	85%	50%
D, D ²	×	3	×	3	×	3	×	3
1/Q, D/Q, D ² /Q	☆	3	☆	3		3		3
D, D ² /Q	1	1	1	1	1	1	1	1
1/Q, D, D ² /Q	1	1	1	1	2	2	2	2

- 주 : 1) D는 가속길이, Q는 교통량
 2) 위의 표에서 숫자는 reject된 각 단계를 의미한다.
 3) ×는 교통량을 감안할수 없는 모형
 4) ☆는 가속차선의 최적값이 차량의 동력학에 위배

본 연구에서 선정한 회귀분석 결과와 모형식은 다음과 같다.

■ 상일 I.C.

$$Y = 0.995 - 0.203 (1/Q) + 2.509 (D/Q) - 6.284 (D^2/Q)$$

설명변수	constant	1/Q	D/Q	D ² /Q	R-SQ	F	P>F
t-value	70,682	-4,003	3,412	-2,903	0,3417	21,978	0,0001
P> t	0,0001	0,0001	0,0009	0,0044			

■ 하일 I.C.

$$Y = 1.110 - 0.234 (1/Q) + 2.787 (D/Q) - 7.241 (D^2/Q)$$

설명변수	constant	1/Q	D/Q	D ² /Q	R-SQ	F	P>F
t-value	65,207	-6,242	8,588	-10,632	0,6014	106,635	0,0001
P> t	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001			

여기에서, Y=지점별 85% 속도에 대한 본선연결로 접속부 85% 속도와의 비
 Q=교통량(대/시) (자료범위는 240~1,556대/시)
 D=가속길이 (자료범위는 0~ 350m)

V. 가속차선 길이 설계 기준

1. 가속차선길이의 산정

(1) 가속차선길이의 최소값의 산정

합류부의 운행속도는 고속도로 기본구간의 설계속도보다 상대적으로 떨어진다. 그 이유는 연결로에서 유입하는 차량들의 합류현상 때문에 운전자들은 기본구간을 운행할때와 같이 정상속도로 운행할 수가 없기 때문이다. 그러므로 합류부의 속도비가 최대가 되는 지점은 본선의 설계속도와 가장 근접한 속도이며 효과척도가 최대인 지점이라고 할 수 있다.

본 연구에서는 효과척도가 최대가 되는 가속길이를 가속차선길이의 최소값으로 결정하였다.

정립된 모형식이 $Y = a_0 + a_1(1/Q) + a_2(D/Q) + a_3(D^2/Q)$ 와 같이 2차함수식이고 미분가능하므로, $\frac{dY}{dD} = 0$ 이 되는 D값을 구하였다.

또한 교통량의 변화에 따른 변화를 알아보고 자 교통량이 500대 일 때, 1,000대일 때, 1,500일 때를 고려하여 산정 하였다.

위와 같이 산정한 가속차선길이의 최소값은 <표 V-1>과 같으며 설계속도가 60km/h인 상일 I.C.의 경우 200m, 설계속도가 70km/h인 하일 I.C.의 경우는 192m 인 것으로 확인되었다.

가속차선의 최소길이는 교통량에 따라 변함이 없었으나 속도비는 교통량이 증가할수록 감소하는 추세를 보이고 있다. 교통량이 많아질수록 속도비가 떨어지므로 서비스수준은 나빠지고 있음을 알 수 있다.

<표 V-1> 가속차선길이의 최소값

지 점	2차선 유입연결로의 가속차선길이의 최소값(m)	교통량에 따른 속도비의 변화		
		500	1000	1500
상일 I.C. (설계속도 60km/h)	200	1.09	1.04	1.03
하일 I.C. (설계속도 70km/h)	192	1.18	1.14	1.13

(2) 가속차선 제안길이의 산정

가속차선의 설치목적은 속도가 낮은 연결로의 차량에게 본선의 차량이 영향을 주지 않도록 낮은 속도의 차량들을 본선의 차량 속도에 근접하거나 일치시켜주는데 있다. 만약 합류부 진입속도보다 나빠지도록 설계한다면 가속차선의 설치 목적에 부합되지 않으므로 가속차선 설치 목적에 부합되도록 속도비가 1.0이 되는 지점을 기준으로 삼는 것이 타당하다.

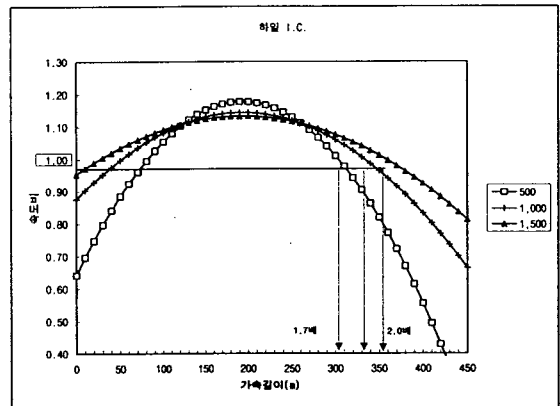
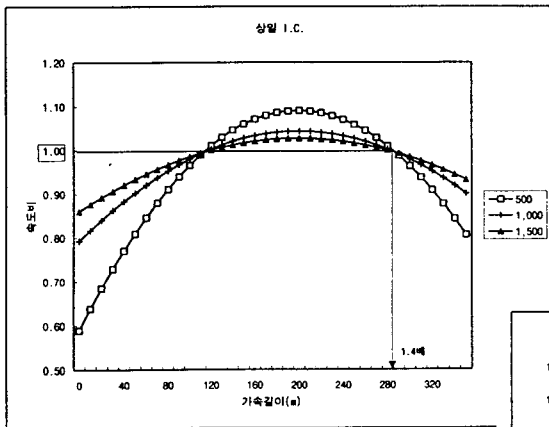
본 연구에서는 앞에서 제시한 최소값 이후의 구간에서 $Y = a_0 + a_1(1/Q) + a_2(D/Q) + a_3(D^2/Q) = 1.0$ 이 되는 가속길이를 구하여 가속차선의 제안길이를 산정하고자 한다.

또한 교통량의 변화에 따른 변화를 알아보고자 교통량이 500대 일 때, 1,000대일 때, 1,500일 때를 고려하였다. 가속차선길이의 제안값을 산정한 결과는 <표 V-2>와 같다.

<표 V-2> 교통량에 따른 가속차선길이의 제안값

(단위 : m)

지 점	현행1차선 가속차선길이 기준값	교통량(대/시)			2차선 가속차선제안길이/ 현행 1차선 가속차선길이
		500	1000	1500	
상일 I.C.	200	284	282	280	1.4배
하일 I.C.	180	303	334	358	1.7~2.0배



[그림 V-1] 2차선유입연결로의 가속차선 설계기준 제안값

[그림 V-1]과 같이 교통량을 감안했을때에는 교통량의 영향으로 인하여 가속차선의 제안값은 길어지고 있다. 단 상일 IC.의 경우 교통량에 따라 속도비가 1.0이 되는 지점의 교통량은 다소 감소하는 추세가 있으나, 그 이후의 범위로는 교통량에 따라 가속차선의 길이가 길어져야 되는 것이 확인되었으므로 전체적으로 볼 때, 교통량을 감안했을때에는 교통량의 영향을 받아 가속차선의 길이는 길어져야 되는 것으로 판단된다.

우리나라의 1차선 유입연결로를 기준으로 본

연구의 제안값을 살펴보면 1.4~2.0배 임을 알 수 있다.

2. 서비스 수준별 가속차선길이 설계기준

각국의 2차선유입연결로의 설계기준은 1차선 유입연결로의 설계기준을 기준으로 산정된 것이므로, 본 연구에서는 가속차선 길이의 제안값들을 우리나라 및 외국의 설계기준과 비교하기 위하여 우리나라의 1차선 유입로의 설계기준을 기준으로 하여 <표 V-3>과 같이 분석하였다.

<표 V-3> 2차선유입연결로 설계기준 비교

국 가	2차선 유입연결로 가속차선 설계기준
한 국	1.2~1.5배
일 본	1.2~1.5배
미 국	1.9~2.0배 *
제 안 값	1.4~2.0배

* 미국은 2차선 유입연결로의 기준이 숫자로 제시된 것이 없어 1차선유입연결로 기준(연결로의 설계속도 60km/h, 70km/h 본선의 설계속도 120km/h)으로 하였음.

각국의 설계기준과 본 연구의 제안값을 비교하여 볼 때 한국, 일본의 경우 1.2~1.5배로 제안값보다 33% 적었고, 미국의 경우에는 제안값의 상한값은 동일하나 하한값은 36% 높다.

본 연구에서는 용량상의 이유로 2차선 유입

연결로를 설치할 경우, 여러 가지 제한요소들에 의해 기본차선수를 맞추지 못할때에는 1차선 유입연결로의 가속차선 길이를 기준하여 1.4~2.0배를 아래 서비스기준에 의거 사용하기를 제안한다.

<표 V-4> 서비스기준에 따른 2차선 유입연결로 가속차선 제안길이

연결로와 본선의 접속차선에서의 서비스수준	2차선 유입연결로의 가속차선 길이 대 1차선 유입연결로의 가속차선 길이
A	1.4
B	1.6
C	1.8
D	2.0

Ⅶ. 결론 및 건의

고속도로의 2차선 유입연결로 합류부를 2개소 선정하여 교통량과 가속차선길이에 따른 속도 및 속도비 모형을 정립 분석하여 도출된 결과는 다음과 같다.

1. 결론

(1) 고속도로 연결로 주행차선의 교통량을 감안한 가속차선길이와 속도비와의 관계는 블록형태인 2차함수식 모양을 갖는 것이 확인되었다.

(2) 85% 속도를 기준으로 한 모형식과 50% 속도를 기준으로 한 모형식을 비교한 결과 85% 속도를 기준으로 한 모형식이 더 설명력이 있는 것으로 확인 되었다.

(3) 본선의 바깥차선의 속도를 기준으로한 가속차선길이(D)에 따른 속도비(Y)와 교통량(Q), 가속차선길이(D)와의 관계 함수식은 $Y = a_0 + a_1(1/Q) + a_2(D/Q) + a_3(D^2/Q)$ 으로 확인되었다.

(4) 용량상의 이유로 대기차선이 필요하여 유입연결로를 2차선으로 설계할 경우에 2차선 연결로의 가속차선길이는 1차선연결로의 가속차선길이 설계기준의 1.4~2.0배인 것으로 확인되었다.

(5) 2차선 유입연결로의 가속차선길이는 1차선유입연결로의 가속차선길이를 기준하여 본선 바깥차선의 서비스수준에 따라 A:1.4배, B:1.6배, C:1.8배, D:2.0배로 설계합이 타당한 것으로 도출되었다.

2. 건의

(1) 본 연구의 결과를 차후 도로의 구조·시설기준에 관한 규정지침 개정시에 참고할 것을 건의 한다.

(2) 연결로의 설계속도가 50km/h일 경우와 80km/h일 경우에도 더 광범위하게 연구되어야 하겠다.

參考文獻

1. Fuckutome, I. and Moskowitz, K. "Traffic Behavior and On-Ramp Design", HRB Bulletin 235, HRB, Washington, D.C., 1960
2. Polus, A. and Livneh, M. "Comment on Flow Characteristics on Acceleration Lane", Transportation Research Vol. 21A, No. 1, 1987
3. Chi-Hyun Shin, "The Effect of Acceleration Lanes on Entrance Ramp Operation", PH. D. Dissertation, New York Polytechnic University, 1993. 6.
4. 건설부, "도로의 구조 시설기준에 관한 규정 해설 및 지침", 1990. 12]
5. "A Policy on Geometric Design of Highway and Streets", AASHTO, 1994
6. 日本道路協會, "道路構造令の解説と運用"
7. "Highway Capacity Manual", TRB, 1994
8. "Traffic Flow Theory", TRB, 1975
9. 문대승, "2차선 유입연결로의 가속차선 길이 산정에 관한 연구", 한양대학교 대학원 석사 학위 논문, 1995. 12.

〈부록〉 선정된 모형식의 회귀분석 결과

1. 종속변수 Y가 속도인 경우(상일 I.C.)

모형 번호	속도 구분	종속변수	독립 변수						R	F P>F
			A ₀	1/Q	D/Q	D	D'/Q	D [*]		
1	85%	Constant	69.293499			217.765232		-549.202383	0.1573	11.948
		T값	10.344			2.532		-2.118		
		P> T	0.0001			0.0126		0.0361		
2	50%	Constant	62.149419			167.137709		-475.660895	0.0480	3.227
		T값	10.703			2.241		-2.116		
		P> T	0.0001			0.0267		0.0363		
3	85%	Constant	72.352254	-43.177068	680.849534			-1764.926488	0.5783	58.057
		T값	47.618	-7.888	8.580			-7.557		
		P> T	0.0001	0.0001	0.0001			0.0001		
4	50%	Constant	60.757233	-37.171912	611.530592			-1647.589214	0.5540	52.574
		T값	47.671	-8.096	9.188			-8.410		
		P> T	0.0001	0.0001	0.0001			0.0001		
5	85%	Constant	87.113507			-47.663159	365.195322		0.3439	33.547
		T값	62.665			-3.207	6.493			
		P> T	0.0001			0.0017	0.0001			
6	50%	Constant	77.776966			-66.869957	334.196968		0.2868	25.735
		T값	65.795			-5.292	6.988			
		P> T	0.0001			0.0001	0.0001			
7	85%	Constant	88.887996	-0.822169		-58.005768	393.782556		0.3443	22.228
		T값	13.336	0.272		-1.421	3.303			
		P> T	0.0001	0.7859		0.1577	0.0012			
8	50%	Constant	80.145636	-1.097469		-80.675751	372.356535		0.2878	17.108
		T값	14.147	-0.428		-2.326	3.675			
		P> T	0.0001	0.6697		0.0216	0.0003			

2. 종속변수 Y가 속도인 경우(하일 I.C.)

모형 번호	속도 구분	종속변수	독립 변수						R	F P>F
			A ₀	1/Q	D/Q	D	D'/Q	D [*]		
9	85%	Constant	73.836481			239.095238		-631.897203	0.6946	242.227
		T값	22.972			8.248		-10.768		
		P> T	0.0001			0.0001		0.0001		
10	50%	Constant	73.918981			140.972222		-450.396825	0.8050	439.596
		T값	28.848			6.265		-9.888		
		P> T	0.0001			0.0001		0.0001		
11	85%	Constant	84.798748	-13.243335	232.868853			-572.441727	0.7391	200.230
		T값	75.655	-5.365	10.898			-12.765		
		P> T	0.0001	0.0001	0.0001			0.0001		
12	50%	Constant	73.351642	-6.252733	163.228738			-453.615983	0.8158	313.025
		T값	80.185	-3.104	9.360			-12.394		
		P> T	0.0001	0.0022	0.0001			0.0001		
13	85%	Constant	114.264350			-128.431420	135.114391		0.6211	174.556
		T값	94.105			-14.263	7.219			
		P> T	0.0001			0.0001	0.0001			
14	50%	Constant	101.348701			-121.513197	97.527666		0.7667	349.911
		T값	109.509			-17.705	6.836			
		P> T	0.0001			0.0001	0.0001			
15	85%	Constant	103.584748	4.781166		-86.954890	63.241953		0.6331	121.942
		T값	24.528	2.637		-4.814	1.921			
		P> T	0.0001	0.0090		0.0001	0.0561			
16	50%	Constant	91.296286	4.500380		-82.472486	29.876127		0.7780	247.594
		T값	28.610	3.285		-6.043	1.201			
		P> T	0.0001	0.0012		0.0001	0.2310			

3. 종속변수 Y가 속도비인 경우(상일 I.C.)

모형 번호	속도 구분	종속변수	독립 변수					R	F P>F	
			A ₀	1/Q	D/Q	D	D ² /Q			D ²
17	85%	Constant	0.807244			2.307947		-5.812206	0.3247	30.779
		T값	18.149			4.041		-3.376		
		P> T	0.0001			0.0001		0.0010		
18	50%	Constant	0.837023			2.107880		-6.037426	0.1403	10.442
		T값	21.087			4.136		-3.930		
		P> T	0.0001			0.0001		0.0001		
19	85%	Constant	0.995324	-0.203100	2.509362		-6.284079		0.3417	21.978
		T값	70.682	-4.003	3.412		-2.903			
		P> T	0.0001	0.0001	0.0009		0.0044			
20	50%	Constant	0.963286	-0.233841	3.366566		-9.360938		0.2315	12.752
		T값	80.051	-5.394	5.357		-5.061			
		P> T	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001			
21	85%	Constant	0.954048			0.387862	0.003575		0.2646	23.030
		T값	87.390			3.324	0.008			
		P> T	0.0001			0.0012	0.9936			
22	50%	Constant	0.996414			-0.033377	0.641236		0.0559	3.790
		T값	101.853			-0.319	1.620			
		P> T	0.0001			0.7501	0.1077			
23	85%	Constant	1.043838	-0.041602		-0.135479	1.450101		0.2824	16.662
		T값	20.182	-1.775		-0.428	1.568			
		P> T	0.0001	0.0782		0.6695	0.1195			
24	50%	Constant	1.108808	-0.052075		-0.688460	2.451901		0.1005	4.731
		T값	24.211	-2.510		-2.455	2.993			
		P> T	0.0001	0.0133		0.0154	0.0033			

4. 종속변수 Y가 속도비인 경우(하일 I.C.)

모형 번호	속도 구분	종속변수	독립 변수					R	F P>F	
			A ₀	1/Q	D/Q	D	D ² /Q			D ²
25	85%	Constant	0.888091			2.805582		-7.420635	0.6371	186.942
		T값	20.083			7.225		-9.440		
		P> T	0.0001			0.0001		0.0001		
26	50%	Constant	1.015341			1.953201		-6.226379	0.7536	325.772
		T값	24.762			5.425		-8.542		
		P> T	0.0001			0.0001		0.0001		
27	85%	Constant	1.110055	-0.234036	2.786987		-7.241034		0.6014	106.635
		T값	65.207	-6.242	8.588		-10.632			
		P> T	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001			
28	50%	Constant	1.142182	-0.179187	2.335145		-6.881035		0.7248	186.156
		T값	71.750	-5.111	7.695		-10.804			
		P> T	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001			
29	85%	Constant	1.287534			-0.823517	-0.016364		0.4852	100.389
		T값	74.042			-6.386	-0.061			
		P> T	0.0001			0.0001	0.9514			
30	50%	Constant	1.336833			-0.910727	-0.436398		0.6743	220.472
		T값	85.874			-7.889	-1.819			
		P> T	0.0001			0.0001	0.0704			
31	85%	Constant	1.281408	0.002743		-0.799725	-0.057593		0.4853	66.619
		T값	20.848	0.104		-3.042	-0.120			
		P> T	0.0001	0.9173		0.0026	0.9044			
32	50%	Constant	1.353743	-0.007571		-0.976403	-0.322591		0.6744	146.396
		T값	24.608	-0.321		-4.150	-0.752			
		P> T	0.0001	0.7489		0.0001	0.4527			