

Micro-Simulation을 이용한 휴게소-인터체인지간 이격 거리에 따른 서비스 수준분석

LOS Analysis of the Spacing between Service Area and Interchange using Micro Simulation Model

홍유민* · 박순용** · 김동녕*** · 노관섭**** · 김종민***** · 이종학*****

Hong, Yoo Min · Park, Soon Yong · Kim, Dong Nyong · Noh, Kwan-Sub · Kim, Jong Min · Lee, Jong Hak

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

휴게소와 인터체인지 부근에는 유·출입 교통량이 많아 차량 간 상충이 빈번히 발생하여 교통상 매우 위험지역이다. 이에 도로이용자들이 안전하게 유·출입 및 엇갈림 구간을 이용하여 본선에 진입하기 위해 최소한의 이격거리가 필요하다. 휴게소와 인터체인지간 이격거리에 대해 살펴보면 국내 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침(2000.3)에서는 2km, 미국의 A Policy on Geometric Design of Highway and Streets(2004) 경우는 인터체인지간 도시부 1.5km, 지방부 3.0km 되어있으나, 실제 우리나라 고속도로 상에서는 표 1에서 보여 지듯이 규정 보다 짧은 이격거리가 상당부분 존재하고 있다. 또한 규정된 최소간격 2km가 국내 도로 교통 환경에 적합한지에 대한 근거도 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 도로시설 간(휴게소/IC)의 적정 간격 연구를 수행하기 위해 기존 휴게소와 인터체인지간의 이격거리에 따른 서비스 수준(밀도, 속도)을 교통량 변화에 따른 편도 4차로, 2차로 2개의 Case별로 교통량 시나리오에 따라 미시적 분석 프로그램인 FRESIM을 이용하여 분석해 보았다.

표 1. 우리나라 인터체인지-휴게소 간격

구분(노선번호)	평균 이격거리(km)				최대 이격거리(km)				최소 이격거리(km)			
	상행		하행		상행		하행		상행		하행	
	IC→RA	RA→IC	IC→RA	RA→IC	IC→RA	RA→IC	IC→RA	RA→IC	IC→RA	RA→IC	IC→RA	RA→IC
경부고속도로(1)	8.5	7.1	8.4	5.7	14.5	24.3	24.3	12.0	3.7	1.4	1.1	0.7
남해고속도로(10)	3.3	3.4	3.4	4.0	4.5	4.5	4.5	4.5	0.7	2.0	2.0	3.5
서해안고속도로(15)	3.6	10.5	7.4	4.4	7.0	20.8	15.3	7.0	1.2	4.1	3.3	1.9
호남고속도로(25)	6.3	7.6	8.7	5.1	17.1	10.0	12.2	17.1	1.2	3.8	6.1	1.1
중부고속도로(35)	7.4	5.6	5.4	7.5	21.2	13.4	13.4	21.2	1.9	1.4	1.2	1.9
영동고속도로(50)	5.4	10.2	8.0	7.3	8.2	19.1	19.1	11.9	1.8	2.8	2.8	4.0
중앙고속도로(55)	7.4	6.5	5.9	8.5	11.73	13.9	13.9	13.0	1.7	3.0	1.2	1.7

* 상행 및 하행은 기점기준임

** 고속도로 노선도(2007.01.22) 및 한국도로공사 홈페이지 노선정보 휴게시설 참조

* 정회원 · 단국대학교 토목환경공학과 석사과정 · 공학사(E-mail : hongyoomin@nate.com) - 발표자

** 정회원 · 단국대학교 토목환경공학과 박사과정 · 공학석사(E-mail : mild-dragon@daum.net)

*** 정회원 · 단국대학교 토목환경공학과 정교수 · 공학박사(E-mail : kdng@dankook.ac.kr)

**** 정회원 · 한국건설기술연구원 · 책임연구원 · 공학박사(E-mail : ksno@kict.re.kr)

***** 정회원 · 한국건설기술연구원 선임연구원 · 공학박사(E-mail : @kimbellsky@kict.re.kr)

***** 정회원 · 한국건설기술연구원 연구원 · 공학석사(E-mail : @jonghak@kict.re.kr)



1.2 연구의 범위 및 방법

연구의 공간적 대상은 편도 4차로과 편도 2차로 고속도로를 대상으로 하였으며, 기하조건은 평지, 차선폭 3.5m, 설계속도 100km/h로 설정하였다. 그 밖에 조건은 고속도로의 이상적 조건을 따랐으며, 이격거리는 최소 0.7km에서 3km까지 설정하였다. 이는 표 1에서 제시된 국내 인터체인지와 휴게소 이격거리 현황 중 최소 거리인 0.7km에서 국내 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙에 제시된 2km를 보다 이격거리가 향상되었을 때 서비스 수준이 어떻게 변화하는지 알아보기 위해서 설정하였다.

연구의 방법은 기존 인터체인지와 타시설과의 간격 연구에 대해 고찰한 후 편도 4차로 Case와 편도 2차로 Case로 나누어 각 Case별 교통량 변화에 대한 9개의 시나리오로 나누어 분석하였다. 이때, 가감속 차로길이는 각 Case 및 시나리오별로 동일하게 적용하였으며, 이는 AASHTO의 A Policy on Geometric Design of Highway and Streets(2004)에서 제시한 방식에 의해 산정하였다. 기본가정 및 산정된 가감속 차로길이는 각 Case 및 시나리오별로 미시적 교통류 분석 프로그램인 FRESIM을 이용해 평균밀도와 평균속도를 이용하여 HCM(2000)에서 제시된 서비스수준을 분석하였다.

2. 문헌고찰

2.1 인터체인지와 타시설과의 관계

국토해양부 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침(2000.3)에서는 인터체인지로 오인하기 쉽고 예고표지를 필요로 하는 휴게소는 인터체인지와와의 최소간격을 2km로 제시하고 있으며, 인터체인지 상하간 및 터널간은 2km, 인터체인지와 주차장 및 버스정류장은 1km로 규정하고 있다.

미국 AASHTO의 A Policy on Geometric Design of Highway and Streets(2004)에서는 최소 인터체인지간의 간격은 도시부 1.5km(1mile), 지방부 3km(2mile)를 유지하도록 권장하고 있다. 또한 AASHTO의 Guide for Development of Rest Areas on Major Arterials and Freeways(2001)에서는 휴게소간의 간격은 약 1시간 운전 후 휴식을 취할 수 있는 50km(30mile)에서 100km(60mile) 사이의 간격을 추천하며, 휴게소와 인터체인지간의 간격은 안전한 합류를 위해 최소 2km(1.5mile) 이격을 권장하지만, 극한 상황에서는 1km(0.5mile)까지 사용할 수 있다고 제시하고 있다.

표 2. 국가별 인터체인지간 간격

Country	최 소 간 격(km)	From - To
USA	1.6 km (1 mi) urban, 3.2 km (2 mi) rural	Crossroad - Crossroad
UK	3.75 V* (km/h) [m] (e.g., 450 m for 120 km/h)	Nose - Nose
Germany	2.7 km (1.7 mi)	Nose - Nose
France	1 - 1.5 km (0.62 - 0.93 mi) urban	Nose - Nose
Australia	1.5 - 2 km (0.93 - 1.24 mi) urban, 3.1 - 8.1 km (1.9 - 5 mi) rural	Crossroad - Crossroad

2.2 관련 연구고찰

이종학, 노관섭, 김종민(2009)은 터널-IC간 최소이격거리를 산정하기 위해 인간공학적 요소를 고려하여 도로주행 시뮬레이터를 이용하여 다양한 연령층에 대해 실험을 실시하여, 터널출구에서 인터체인지 변이구간의 시점까지 최소 500m 이상의 거리가 확보되어야 한다고 하였다. 전영수, 장재남, 장명순(1999)은 터널과 인터체인지 이격거리에 대해 연구하여 설계속도 100km/h, 편도 2차로인 고속도로에서 교통안전을 고려시 터널과 인터체인지 적정 이격거리는 2.6km로 산출하였다. 또한 김상구, 박창호(1998)는 인터체인지간 합·분류구간에서 많이 발생되고 있는 차로변경 행태를 가지고 수학적 확률모형인 Markov Chain을 적용하여 합·분류부의 영향권을 설정하는 방법으로 인터체인지 간의 최소간격을 산출하였다. 연구결과 서비스수준 D를 기준으로 양방향 4차로가 1.9km, 6차로 3.2km, 8차로 5.0km로 산출되었다.

3. 인터체인지와 휴게소 간격 모의실험

3.1 대상지역 선정 및 Data 수집

본 연구의 대상지는 기흥휴게소~기흥IC 구간(0.7km)과 문산휴게소~문산IC구간(0.7km) 중 휴게소 이용량이 비교적 많은 기흥구간을 대상으로 선정하여 본선, 휴게소, 그리고 인터체인지 교통량을 조사하였으며, 그 내용은 다음 표 3과 같다.

표 3. 기흥휴게소-기흥IC 교통량

구분	교통량(대/시)	비고
SA	504	2009.08.25 08:00~09:00 실측자료 교통량=AADT×K ₃₀ ×D K ₃₀ =0.08 / D=0.5
본선	7,422	
IC	1,136	

3.2 분석 Case 및 시나리오

선정된 대상지역의 Data는 휴게소 교통량을 제외하고 연평균일교통량을 이용하여 방향별 설계시간교통량으로 산정한 값이다. 따라서 본 시나리오에서는 상기 자료를 이용하여 편도4차로와 편도2차로 두 가지 Case에 대해 용량수준에서의 본선 교통량 변화에 따른 휴게소 및 인터체인지 교통량에 대한 시나리오를 작성하였다. 아래 표 4는 Case별 시나리오를 보여주고 있다.

표 4. 기흥휴게소-기흥IC 교통량

구분	Case 1 (단위 : 대/시)			Case 2 (단위 : 대/시)		
	SA 교통량	본선 교통량	IC 교통량	SA 교통량	본선 교통량	IC 교통량
시나리오 1	250	9,000	225	250	4,500	225
시나리오 2	500	9,000	450	500	4,500	450
시나리오 3	1,000	9,000	900	1,000	4,500	900
시나리오 4	250	8,000	225	250	4,000	225
시나리오 5	500	8,000	450	500	4,000	450
시나리오 6	1,000	8,000	900	1,000	4,000	900
시나리오 7	250	7,000	225	250	3,500	225
시나리오 8	500	7,000	450	500	3,500	450
시나리오 9	1,000	7,000	900	1,000	3,500	900

3.3 모의실험

모의실험은 미시적 교통류 분석프로그램인 FRESIM을 이용하여, 감속차로 145m, 가속차로 300m로 고정하여 시나리오에 적용하였다. 다음 그림 1은 모의실험을 위한 기하구조 및 교통량 설계를 보여주고 있으며, 표 4의 Case별 시나리오에 대한 본선길이(이격거리) 0.7km, 0.8km, 1km, 1.5km, 2km, 2.5km, 그리고 3km에 대해 각각 4회 시뮬레이션을 실시하여 평균 밀도를 산출하였다. 그 결과는 다음 그림 2, 3과 같이 나타났다.

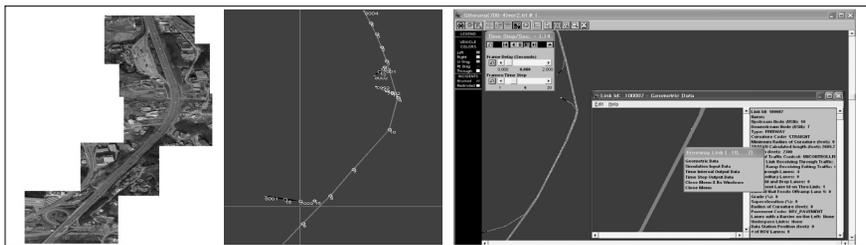


그림 1. 모의실험을 위한 기하구조 및 교통량 설계

모의실험 결과를 살펴보면, Case1의 경우, 시나리오 1~3은 효과적도인 밀도를 고려하기 이전에 v/c 가 1보다 크므로 서비스 수준은 이미 F로 보는 것이 타당하다. 그러나 밀도를 고려할 경우, 이격거리는 1.5~2km가 적정한 것으로 분석되었다. 시나리오 4~6의 교통량은 용량수준 상태로 모든 이격거리 안에서 동일한 서비스 수준 E를 유지하고 있으나, 최소 밀도를 나타내는 이격거리는 2.5km로 나타났다. 또한 시나리오 7~9는 모든 이격거리에서 서비스 수준은 D를 유지하였으며, 최소 밀도가 나타나는 이격거리는 2~2.5km로 분석되었다. Case2의 경우는, 시나리오 1~3에서는 대부분 서비스 수준 D~E로 나타났으며, 밀도를 고려한 이격거리는 3.0km로 나타났다. 시나리오 4~6은 서비스 수준은 D~E로 밀도를 고려할 경우, 1.5~2.5km의 이격거리가 적정한 것으로 분석되었다. 마지막으로 시나리오 7~9는 1~2.5km가 적정 이격거리로 나타났다.

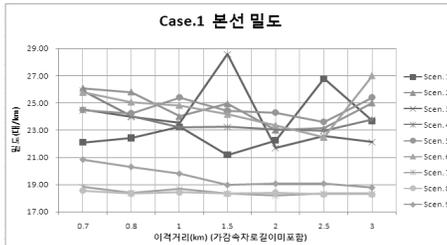


그림 2. Case 1의 이격거리에 따른 밀도분석

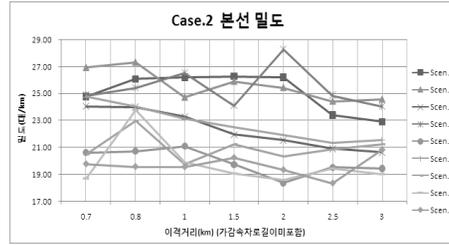


그림 3. Case 2의 이격거리에 따른 밀도분석

4. 결론

본 연구결과 Case1인 편도 4차로 고속도로에서는 v/c 가 1인 수준을 기준으로 2.5km의 이격거리가 밀도를 고려한 경우 가장 적정한 것으로 나타났으나, 2km의 이격거리와 큰 차이를 보이지는 않았다. Case2의 편도 2차로 고속도로에서도 v/c 가 1을 기준으로 하였을 경우, 1.5~2.5km의 이격거리가 적정한 것으로 분석되었으나, 각 시나리오를 고려하면, 1.5km의 이격거리가 가장 타당한 것으로 판단되었다.

결론에서 제시된 이격거리는 가감속 차로를 제외한 본선 구간만을 고려한 것으로 실제 가감속 차로를 고려하면, Case1은 3km, Case2는 2km가 적정한 이격거리로 판단되나, 본 연구는 인간공학적 요소가 고려되지 않았기 때문에 향후 이를 고려한 적정 이격거리 산정 연구가 추가로 필요할 것이다.

감사의 글

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

참고 문헌

1. 이종학, 노관섭, 김종민, 터널-IC 분기점간 최소이격거리 연구, 한국도로학회 논문집, 제11권, 1호, pp. 37~45, 2009. 3.
2. 전영수, 장재남, 장명순, 터널과 인터체인지 이격거리 설계기준에 관한 연구, 대한교통학회지 제17권 제1호, pp. 67~74, 1999. 3.
3. 김상구, 박창호, 고속도로 I/C간 최소간격 설정에 관한 연구, 대한토목학회 논문집, 제18권, 제III-1호, No.III-1, pp. 1~10, 1998. 1.
4. FHWA-HRT-07-031, Safety Assessment of Interchange Spacing on Urban Freeways, 2007
5. AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highway and Streets, 2004
6. AASHTO, A Guide for the Development of Rest Areas on Major Arterials and Freeways, 2001
7. TRB, Highway Capacity Manual, 2000