

소형차도로의 시설기준연구



황인태 | 정회원 · 벽산엔지니어링(주) 부사장

김원식 | 비회원 · 벽산엔지니어링(주) 이사

1. 서론

대도시 도심 재개발과 신도시 건설, 자동차 보급률 증가로 인한 교통수요 급증은 대도시 교통의 상습 지·정체의 원인으로 이로 인한 도로의 확장·신설 등 정비가 시급한 실정이나 지역 난개발과 지가 상승 등으로 인한 토지수용의 어려움, 이로 인한 민원 등은 공사기간의 증가와 건설비용의 증가로 이어지고 있다.

특히 대도시의 높은 소형자동차 통행 비율은 대중교통체계의 정비와 더불어 도로 정비 부분에서도 속고해야 할 필요가 있다. 해외의 경우 효율적인 도로정비 차원에서 교차로구간, 병목구간 등에 소형차도로를 도입하여 운영하고 있으며, 일부 국가의 경우 소형차도로에 대한 기준을 수립하여 설계 적용하고 있다.

현행 「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙」에서 기하구조 시설기준은 세미트레일러, 대형자동차를 설계기준자동차로 적용한 기준으로써 시설 규모 축소를 통한 소형차도로의 도입에는 어려움이 있다. 이에 지난 2007년 시작되어 최근에 연구가 완료된 『도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 개정 연구』에서는 소형차도로 도입을 위한 관련 분야별 자료 수집과 사례

조사 등을 통하여 기준 정립의 방향을 설정하고, 관련 법규 및 해외 기준과의 비교·분석을 통해 국내 여건에 적합한 소형차도로의 설계기준을 수립하였다. 이로써 향후 도로계획 시 교통량과 차종별 특성을 고려한 효율적인 도로 건설과 운영을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

2. 해외 사례 분석

2.1 프랑스(A86 East Tunnel)

2.1.1 도입 배경

파리 외곽 순환도로인 A86 구간 중 서측 미연결 10km 구간에 대한 도로 건설 시 환경훼손, 베르사이 유 궁전 등의 문화재 보호, 지역 주민의 반대 등으로 인해 지하도로로 계획하였으나 95% 이상이 구조물로 구성되어 과도한 공사비가 소요됨에 따라 도로의 효율성을 재고하게 되었으며, 이에 따라 West Tunnel은 혼용도로로 계획되었고, East Tunnel은 공사비에 비해 효율성이 높은 승용차 전용도로로 계획하게 되었다.

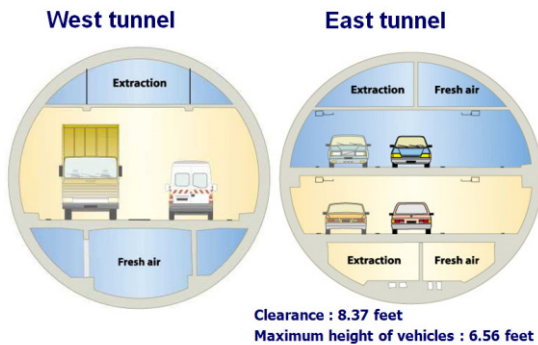
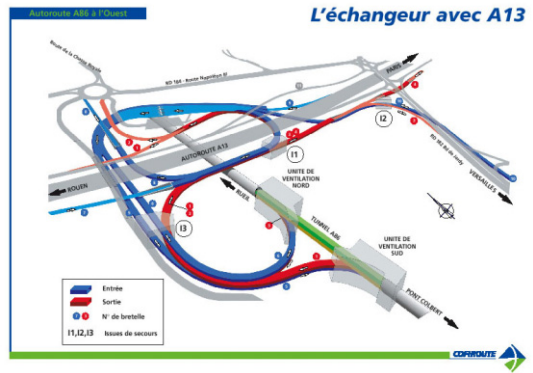
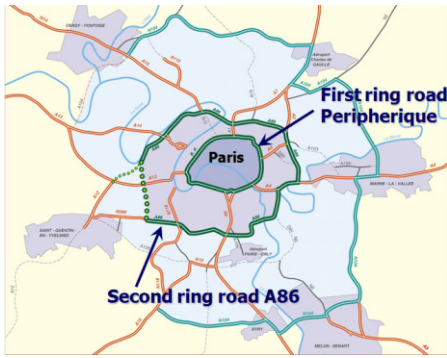


그림 1. A86 터널구간의 단면도

2.1.2 주요 시설 현황

A86 East Tunnel의 주요 시설은 지하터널의 특성상 유지관리와 안전측면을 고려하여 최대 1km간격으로 차량용 비상 탈출로를 설치하였으며 간선도로와 교차되는 구간에서는 대부분의 유출입로가 터널로 계획되었으며 환기시설, 요금소, 운영센터 등을 IC구간에서 통합적으로 운영될 수 있도록 계획되어 있다.

승용차전용도로인 East Tunnel은 설계속도 70km/h, 최대 종단경사 4.5%, 시설한계 2.25m를 적용하였으며 시설물의 안전을 고려하여 실제 통과 차량의 높이 제한을 2m로 규제하는 것으로 계획하였다.

그림 2. A86 구간의 인터체인지(Malmaison 구간)와 주요 시설

표 1. A86터널의 주요 현황

구분	West tunnel	East tunnel
연장	4miles	6.5miles
내부높이	4.5m	2.25m
구조	단층	복층
차선	왕복 2차선	편도 3차선(비상차로 포함)
운행차량	소형차 및 트럭	소형차 전용

2.1.3 도입 효과 및 시사점

A86구간 중 Malmaison~Versailles구간의 연결로 인하여 파리 제2외곽순환도로의 환상형 도로가 구축되었고 이로 인해 지역간 이동성을 향상시켰다. 소형차전용도로의 도입으로 효율적인 도로 운영과 인적, 물적 교류의 활성화가 기대되며 지상공간의 녹지 또는 친수공간 등 생활공간으로 활용함으로써 쾌적한 환경과 편익을 제공하여 도심지 도로 정비시 하나의 대안이 될 것이다.

2.2 중국(Fuxing East Road Tunnel)

2.2.1 도입 배경

중국 상해 포서의 구 중심지역과 포동의 신 금융 무역 지역의 교통난 해소를 위하여 해저구간을 터널로 연결하는 것으로 계획하였으며 세계최초로 터널 내부를 복층 구조형태로 하여 상부에는 승용차 전용 도로를, 하부에는 소형차 및 트럭이 통행할 수 있도록 계획하였다.

2.2.2 주요 시설 현황

Fuxing East Road Tunnel은 총연장 2.78km(하저구간 L=1.21km, 해저구간 L=1.57km)으로 복층터널로서 비상시 상하층을 연결하는 비상탈출로와 긴급차량이 통행할 수 있는 별도의 긴급차로를 확보하였으며 층별로 독립적인 환기시스템을 구축하였다.

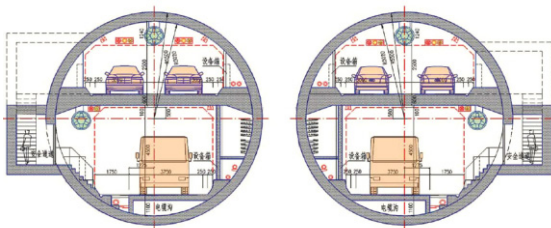


그림 3. Fuxing East Road Tunnel의 단면도

표 2. Fuxing East Road Tunnel의 주요현황

구분	상부	하부
운영계획	소형차 전용	소형차 및 트럭
차로수	2차로	1차로(별도 긴급차로 확보)
차로폭	3m	3.5m(긴급차로 2.5m)
시설한계	2.4m	3.8m

2.2.3 도입 효과 및 시사점

중국은 현재 일반도로를 소형차와 대형자동차로 구분하여 차로를 운영중에 있으며, Fuxing East Road Tunnel의 경우 터널의 원형 단면을 복층구조 형태로 계획하여 시공성과 도로 운영시 경제성을 확보하는 효율적인 도로의 운영계획을 수립하였다.

2.3 말레이시아(Smart Tunnel)

2.3.1 도입 배경

말레이시아의 수도인 쿠알라룸푸르에 위치한 Klang강의 빈번한 홍수로 인해 즉각적인 홍수대책이 필요하였으며 이를 위해 Klang강 하부를 관통하는 지하수로 터널계획인 SMART 프로젝트를 수립하여 유출량을 최대한 경감시키는 동시에 평상시 지하수로 터널의 일부분을 도로로 활용하여 시내 중심부의 교통체증을 경감하는 계획을 수립하였다.

2.3.2 주요 시설 현황

하천부의 지질 특성상 슬러리 실드 형식의 TBM 굴착공법을 채택하였으며 1km마다 4개의 환기 및 대피통로를 계획하였으며 200m마다 횡단 통로시설을 계획하였다. 9.7km의 수로터널 구간중 자동차 도로구간은 3km로서 강우시 수로의 배출량에 따라 단계적으로 도로를 운영하도록 하였으며 최대 통수량 150m³ 초과 시에만 도로를 통제토록 하였다.

스마트 터널은 시설한계를 2미터로 제한하여 승용차만 통행이 가능하도록 계획하였으며 2층 구조를 통하여 터널의 규모를 최대한 축소하였다.

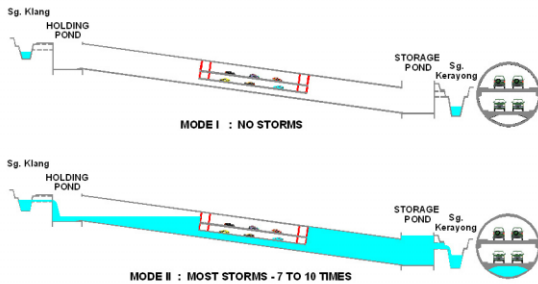


그림 4. SMART 터널의 단면도

2.3.3 도입 효과 및 시사점

Klang강 분류 저지대의 수위가 30m 이하로 낮춰지며 중류부 도심지에서 약 200m³/s의 홍수량 저감 효과가 예상되고 더불어 도심지의 교통체증 해소로 효율적인 도로의 운영사례이다.

3. 소형차도로의 정의 및 주요 설계 기준

도로를 설계할 때에는 모든 도로에 대하여 동일한 설계기준을 적용하는 것보다는 유사한 특성을 갖는 도로를 몇 개의 유형으로 묶은 후, 각 유형에 대하여 동일한 설계기준을 적용하는 것이 해당 도로의 효율성, 안전성, 경제성을 확보하는데 유리하다. 이때 몇 개의 유형으로 도로를 묶어서 산출한 결과를 도로의 구분이라 할 수 있으며 관련 법령에서는 다음과 같이 규정하고 있다.

「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙」에서는 도로

표 3. 법령에 따른 도로의 구분

구분		도로의 종류
도로법 제8조	도로의 종류와 등급	고속국도, 일반국도, 특별시도·광역시도, 지방도, 시도, 군도, 구도
도시계획 시설기준에 관한 규칙	사용 및 형태별 구분	일반도로, 자동차전용도로, 보행자전용도로, 자전거전용도로
	규모별 구분	광로, 대로, 중로, 소로
	기능별 구분	주간선도로, 보조간선도로, 집산도로, 국지도로, 특수도로

를 고속도로와 일반도로로 구분하고 있는데 이는 도로의 이동과 접근의 기능적인 측면을 고려한 것으로 설계속도, 교차로의 형태, 차로폭 및 중앙분리대의 설치 등 도로의 규모 및 시설기준을 달리 적용하고 있다.

이러한 도로는 설계기준자동차에 의하여 규모 및 시설기준이 결정되며 주요 설계요소별 설계기준자동차의 관계는 다음과 같다.

표 4. 설계기준자동차의 제원

자동차별	제원(m)						최소 회전 반경
	폭	높이	길이	축간 거리	앞내민 거리	뒷내민 거리	
소형자동차	1.7	2.0	4.7	2.7	0.8	1.2	6.0
대형자동차	2.5	4.0	13.0	6.5	2.5	4.0	12.0
세미트레일러	2.5	4.0	16.7	앞축거:4.2 뒷축거:9.0	1.3	2.2	12.0

현행 「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙」에서의 기하구조 시설기준은 세미트레일러, 대형자동차를 설계기준자동차로 한 기준으로서 소형자동차를 설계기준자동차로 하는 소형차도로의 도입에는 어려움이 있다.

따라서 소형차도로의 도입에 필요한 국내외 사례조사 및 관련법규의 적용 범위, 교통 운영 등을 고려하여 소형차도로의 도입을 위한 제반 시설기준을 수립함으로써 향후 도로계획 시 교통량과 차종별 특성을 고려한 효율적인 도로 건설과 운영을 기대할 수 있다.

소형차도로의 도입을 위한 주요 검토 사항은 다음과 같다.

- 설계기준 자동차
- 횡단 구성
- 시설 한계
- 확폭
- 종단 경사

3.1 설계기준 자동차

도로는 통행하는 차량의 크기와 물리적인 특징에 따라 선형 설계에 미치는 영향이 크다. 따라서 도로

를 설계함에 있어 기준이 되는 자동차를 규정하여야 하며 이를 설계기준자동차라 한다. 실제로 특정한 도로구간을 설계할 경우 설계기준자동차의 선정은 그 도로를 상당한 빈도로 이용할 것으로 예측되는 가장 큰 규격의 자동차로 하여야 한다.

소형차도로는 일정규모 이하의 차량에 대한 통행권 부여를 통하여 시설규모의 축소와 경량화에 따른 경제적 타당성과 도로운영의 효율성을 확보하기 위함으로써 소형차에 대한 제원 규정이 필요하다.

이에 현행 법규상의 소형차에 대한 규정과 해외 기준을 비교·분석하고 국내 시판 운행중인 자동차의 제원을 조사하여 소형차도로의 기준 설계자동차의 제원을 규정하였다.

3.1.1 관련법 검토

현행 「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙」에서의 설계기준자동차는 3종으로 소형자동차, 대형자동차, 세미트레일러로 구분된다. 여기서 소형자동차는 일반적인 승용자동차를 규정하는 것으로서 소형화물자동차나 소형버스와 같은 차종을 포함하지는 않는다.

자동차 관리법 제3조(자동차의 종류)에 의하면 자동차는 “승용자동차, 승합자동차, 화물자동차, 특수

자동차 및 이륜자동차”로 구분한다. 이중 이륜자동차를 제외한 4종의 차종을 다시 경형, 소형, 중형, 대형으로 구분하여 규정하고 있다. 여기서 승용자동차의 경우 소형까지는 차량의 제원에 대한 기준이 수립되어 있으나 중형 이상의 승용자동차에 대하여는 제원 규정이 마련되어 있지 않다. 승합자동차의 경우에도 승용자동차와 마찬가지로 소형까지 제원 규정이 되어 있으며 화물 및 특수자동차는 경형에 대하여만 제원 규정이 있다.

또한 「자동차관리법」에서 규정하고 있는 소형 미만의 자동차의 제원은 「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙」의 소형자동차의 제원과 일치하는데 실제 국내에서 시판 운영중인 소형자동차의 제원과는 거리가 있다.

2008년도 1월 기준으로 국내 자동차 등록 현황을 조사한 결과 「자동차관리법」에서 규정하고 있는 소형 미만의 승용자동차 등록 비율은 전체 승용자동차 등록대수의 32.2% 인 것으로 조사되었다.

또한 「자동차관리법」에서 크기 규정이 없는 중형 및 대형 승용자동차의 등록 비율은 전체 등록 차량의 50%를 차지하는 것으로 나타나 조사된 소형자동차의 분포와 탄력적인 도로의 운영을 고려하여 소형차도로의 설계기준자동차 규정 시 승용자동차와 소형

표 5. 자동차관리법 시행규칙 별표-1(자동차의 종별 구분)

종류	경형	소형	중형	대형
승용자동차	배기량이 1000cc 미만으로서 길이 3.6미터·너비 1.6미터·높이 2.0미터 이하인 것	배기량이 1,500cc 미만인 것으로서 길이 4.7미터·너비 1.7미터·높이 2.0미터 이하인 것	배기량이 1,500cc 이상 2,000cc 미만이거나 길이·너비·높이 중 어느 하나라도 소형을 초과하는 것	배기량이 2,000cc 이상이거나, 길이·너비·높이 모두 소형을 초과하는 것
승합자동차	배기량이 1000cc 미만으로서 길이 3.6미터·너비 1.6미터·높이 2.0미터 이하인 것	승차정원이 15인 이하인 것으로서 길이 4.7미터·너비 1.7미터·높이 2.0미터 이하인 것	승차정원이 16인 이상 35인 이하이거나, 길이·너비·높이 중 어느 하나라도 소형을 초과하여 길이가 9미터 미만인 것	승차정원이 36인 이상이거나, 길이·너비·높이 모두가 소형을 초과하여 길이가 9미터 이상인 것
화물자동차	배기량이 1000cc 미만으로서 길이 3.6미터·너비 1.6미터·높이 2.0미터 이하인 것	최대적재량이 1톤 이하인 것으로서, 총중량이 3.5톤 이하인 것	최대적재량이 1톤 초과 5톤 미만이거나, 총중량이 3.5톤 초과 10톤 미만인 것	최대적재량이 5톤 이상이거나, 총중량이 10톤 이상인 것
특수자동차	배기량이 1,000cc 미만으로서 길이 3.6미터·너비 1.6미터·높이 2.0미터 이하인 것	총중량이 3.5톤 이하인 것	총중량이 3.5톤 초과 10톤 미만인 것	총중량이 10톤 이상인 것

표 6. 국내 시판중인 소형자동차 최대 제원

구 분		전 장 (m)	높 이 (m)	전 폭 (m)	비 고
설 계 기 준		4.700	2.000	1.700	소형자동차
승용자동차	국 산 자동차	5.390	1.490	1.870	
	수 입 자동차	5.767	1.920	2.185	
승합자동차 (SUV 포함)	국 산 자동차	5.130	1.925	1.985	
	수 입 자동차	5.470	2.355	2.197	
기 타	화물자동차(소형)	6.180	2.285	1.900	
	구난 및 구급자동차	7.300	2.650	2.195	

표 7. 승용자동차 등록 현황(국토해양부, 2008)

(대/%)

구 분	계		경 형		소 형		중 형		대 형	
서울	2,361,364	19.4	101,577	4.3	512,171	21.7	1,092,005	46.2	655,611	27.8
경기	2,871,430	23.6	192,350	6.7	716,561	25.0	1,280,802	44.6	681,717	23.7
경남	868,655	7.1	87,358	10.1	224,307	25.8	368,924	42.5	828,066	21.6
전국	12,176,406	100	856,642	7.0	3,069,170	25.2	5,505,032	45.2	2,745,562	22.6

표 8. 국내 운행 중인 구난 및 구급자동차 제원 현황

구 분	차 량 명	전 장 (m)	높 이 (m)	전 폭 (m)	비 고
앰블런스	이스타나	5.340	2.300	1.850	소형
	프레지오	4.820	2.200	1.810	소형
	셀보패라메디 특수구급차	5.225	2.515	1.850	소형
구난차	현대 리베로	5.745	2.080	1.820	소형
	기아 프론티어	4.710	2.230	1.750	소형
	세이프티크레인	4.930	1.960	1.695	소형
	언더리프트카	5.200	2.100	1.820	소형
소방차	소형물탱크소방차	7.300	2.650	2.195	소형
	소형물펌프소방차	6.120	2.155	2.010	소형
	소형분말화확소방차	7.180	2.650	2.195	소형

자동차의 구분이 필요하다. 따라서 소형차도로의 설계기준자동차 제원은 국내 시판 운행 중인 차량의 제원과 긴급 및 구난을 위한 차량의 제원 등을 조사·반영하여 현실적인 설계기준이 되도록 하였다. 기타 긴급 상황시 운행될 구난 및 구급차량에 대한 제원을 조사한 결과 높이의 경우 최대 2.65m, 길이의 경우 최대 7.3m로 조사되었다.

3.1.2 해외의 설계기준자동차

미국의 설계기준자동차는 A Policy on Geometric Design of Highways and Streets에서 규정하고 있으며 크게 승용차, 버스, 트럭, 레크레이션 차량 등 총 4가지로 분류하고 있다. 이를 다시 19개의 설계기준자동차로 나누어 교차로나 도로의 곡선 반경과 같은 도로의 기하구조 결정시 설계자로 하여금 이용차량의 빈도 등을 면밀히 검토하여 설계기

표 9. 미국의 설계기준자동차 제원 규정

제원(m) 자동차 종류별	제원(m)						
	폭	높이	길이	축간 거리	앞내민 길이	뒷내민 길이	최소 회전 반경
승용차	2.1	1.3	5.8	3.4	0.9	1.5	7.3
단축트럭	2.4	3.4~ 4.1	9.2	6.1	1.2	1.8	12.8
단축버스	2.4~ 2.6	3.2~ 3.7	10.9~ 13.7	6.1~ 8.1	0.8~ 2.1	1.9~ 4.0	11.9~ 13.7
분절버스	2.6	3.4	18.3	6.7	2.6	3.1	12.1
세미트레일러	2.4~ 2.6	4.1	13.9~ 34.8	3.4~ 6.6	0.7~ 1.2	0.8~ 1.4	12.2~ 18.3
레크레이션 차량	2.4	3.1~ 3.7	9.2~ 16.2	3.4~ 6.1	0.9~ 1.2	1.8~ 3.1	7.3~ 15.2

준자동차를 선정 후 사용토록 하고 있다.

일본은 2004년 도로구조령 개정시 “소형차도로”를 도입하면서 설계기준자동차에 대한 규정을 새로이 하였으며 소형자동차의 제원은 일반적인 구급차량의 통행과 도로운송차량법에서 규정하는 소형자동차 및 경자동차의 크기, 그리고 일본내 판매되고 있는 승용차의 크기 등을 조사하여 규정하고 있다.

표 10. 일본의 설계기준자동차 제원 규정

자동차 종류별	폭 (m)	높이 (m)	길이 (m)	축간 거리 (m)	앞내민 길이 (m)	뒷내민 길이 (m)	최소 회전반경 (m)
소형자동차	1.7	2.0	4.7	2.7	0.8	1.2	6.0
소형자동차 등	2.0	2.8	6.0	3.7	1.0	1.3	7.0
대형자동차	2.5	3.8	12.0	6.5	1.5	4.0	12.0
세미트레일러	2.5	3.8	16.5	앞축거:4.0 뒷축거:9.0	1.3	2.2	12.0

독일의 RAS-K에서 규정하고 있는 설계기준자동차는 크게 5종으로 승용차, 소형자동차, 대형자동차, 버스, 이중트레일러이며 최대 폭 및 길이 회전반경 등에 관한 기준은 국내 기준과 유사하다.

표 11. 독일의 설계기준자동차 제원 규정

자동차 종류별	폭 (m)	높이 (m)	길이 (m)	축간 거리 (m)	앞내민 길이 (m)	뒷내민 길이 (m)	최소 회전반경 (m)
승용차	1.75	1.5	4.7	2.7	0.8	1.2	5.8
소형자동차	2.1	2.2	6.0	3.5	0.7	1.8	6.1
대형자동차 (2축)	2.5	3.8	12.0	6.5	1.5	4.0	12.0
대형자동차 (3축)	2.5	3.3	9.5	4.9	1.6	3.0	9.8
일반버스	2.5	3.0	11.0	5.6	2.4	3.0	11.2
굴절버스	2.5	3.0	17.3	5.6/6.2	2.5	3.1	10.5~11.3
이중트레일러	2.5	4.0	18.0	5.0/5.3	1.1/1.3	1.2/2.9	12.5

3.1.3 소형차도로의 설계기준자동차

「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙」의 설계기준 자동차 중 소형자동차의 제원은 “자동차관리법 시행

규칙”의 자동차 종별 구분 중 소형 승용자동차의 제원과 동일하며 국내에서 생산되는 승용자동차의 60%이상이 소형이상의 제원으로 규칙에서 규정하고 있는 소형자동차의 제원과 상이하므로 조사된 소형자동차의 분포와 탄력적인 도로 운영을 고려하여 소형차도로의 설계기준자동차 규정 시 승용자동차와 소형자동차로 구분할 필요가 있다.

소형차도로의 설계기준자동차는 “자동차관리법 시행규칙”에서 규정하고 있는 차종을 기준으로 하여 승용자동차와 승용자동차를 포함한 기타 소형 규모의 화물 및 승합, 특수자동차를 소형자동차로 규정하였다.

설계기준자동차의 제원은 국내 제작 차량의 제원을 고려하여 현실적인 설계기준 수립이 필요하므로 조사된 자동차의 제원을 기준 제원으로 규정하였다.

승용자동차는 현행 규칙에서 규정하고 있는 소형자동차의 제원을 적용하고 소형화물자동차나 승합자동차 등을 포함하는 소형자동차의 제원은 조사된 차량의 제원을 기준으로 하여 다음과 같이 규정하였다.

표 12. 승용자동차 및 소형자동차 제원

자동차별	폭	높이	길이	축간 거리	앞내민 거리	뒷내민 거리	최소 회전반경	비고
승용자동차	2.0	2.1	5.5	3.0	0.8	1.2	6.0	
소형자동차	2.0	2.8	6.0	3.7	1.0	1.3	7.0	

3.2 소형차도로의 횡단구성

3.2.1 소형차도로의 차로

일반적으로 차로는 자동차의 폭원과 도로의 선형 변화·노면조건·차량 특성·운전자 특성 등에 따른 주행 궤적, 그리고 안전여유거리를 고려하여 결정할 수 있다. 자동차의 폭원은 관련 법 및 규칙 등에서 규정한 값을 기준으로 적용하며 국내 운영 중인 자동차 및 국내·외 생산 차량에 대한 조사를 통하여 폭원 결정시 반영한다. 독일의 경우 설계속도에 따른 안전여

유거리를 규정하고 있는데 설계속도 70km 이상의 조건에서 안전여유거리는 1.25m를 확보하도록 권장하고 있다. 이는 운전자가 희망하는 속도로 주행하기 위해서는 인접 차로의 주행차량과 중앙분리대 및 그드레일 등과 같은 시설물로부터 편안하고 안전한 심리적 안정감을 가질 수 있도록 충분한 거리를 확보하여야 한다는 것이다.

차로의 폭은 일반적으로 2.7에서 3.6m이며, 3.6m는 대부분의 고규격 도로에서 주로 사용된다. 차로의 폭을 3.0m 이상 3.6m까지 확보하면, 포장단부에 운하중의 집중 현상이 감소되어 노면의 유지관리비용이 저감되어 차로폭 확보에 소요되는 추가비용이 어느 정도 상쇄된다. 용량의 측면에서 옹벽, 교량 상부구조, 면벽, 주차된 차량과 같은 인접한 장애물이 측방 여유폭을 제한할 경우 주행차도의 유효폭이 감소된다. 이 유효폭의 감소범위는 Highway Capacity Manual(HCM)에 나타나 있다. 차로폭의 감소로 인한 부적절한 운행은 용량에 대한 영향과 더불어 운전자의 편안함과 사고비율에 좋지 않은 영향을 미치게 된다.

따라서 차로의 폭은 비용적인 측면뿐 아니라 안전 측면을 고려하여 결정하여야 하며 또한 도시지역과 지방지역과 같은 지역적 특성을 고려하여 결정하여야 한다.

① 관련법 검토

「도시계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙」에 의하면 도로의 폭은 당해 시·군의 인구 및 발전 전망을 감안하여 교통수단별 교통량 분담 계획 및 당해 도로의 기능과 인근 토지이용계획에 의하여 정하도록 하고 있으며 차로의 폭은 「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙」의 규정에 의해 정하도록 하고 있다.

차로의 폭은 「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙」 및 「도로교통법 시행규칙」에서 규정하고 있으며 동 규칙 제15조 제2항(차로의 설치)에 의하면 차로의 너비는 3m 이상으로 하여야 하는 것으로 규정하고 있다. 다만, 좌회전 전용차로의 설치 등 부득이한 경우에 2.75m까지 축소할 수 있는 예외규정을 두고 있다.

따라서 소형차도로의 폭원은 최소 2.75m까지 적용 가능하며 일반도로의 폭원 결정방식과 마찬가지로 설계속도에 따라 차로의 폭을 차등 적용하는 것이 합당할 것이다.

표 13. 차로의 최소 폭(도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙)

도로의 구분		차로의 최소 폭(m)		
		지방지역	도시지역	
고속도로		3.50	3.50	
일반도로	설계속도 (km/h)	80 이상	3.50	3.25
		70 이상	3.25	3.25
		60 이상	3.25	3.00
		60 미만	3.00	3.00

② 해외 기준

해외 소형차도로에 대한 기하구조 기준은 일본만이 수립하여 운영하고 있으며 기타 국가는 최소 2.75m에서 3.75m까지 운영하고 있다.

각 국가별 차로 및 길어깨 폭원에 관한 기준은 다음과 같다.

표 14. 미국의 횡단 폭원 기준

구분	차로 폭원	비고		
고속도로	3.6			
간선도로	3.0~3.3	3.6m 권장		
	3.3	도로용지와 주변개발이 엄격히 제한된 도시지역		
	2.7~3.0	속도가 낮은 도로와 교통량이 적은 주거지역		
도시부 다차로도로	내측(3.0~3m) 외측(3.6~3.9m)	자전거차로 확보를 위하여 내측차로를 축소하고 외측차로 확장운영		
사용 가능한 길어깨폭 또는 장애물까지의 여유폭(m)	측방 여유폭이 제한된 좁은 차로의 용량 (3.6m 차로의 용량 백분율)			
	3.6m	3.3m	3.0m	2.7m
2차로 도로				
1.8m	100	93	84	70
1.2m	92	85	77	65
0.6m	81	75	68	57
0.0m	70	65	58	49

(표 계속)

4차로 도로 비분리차도 - 일방향 이동 - 장애물이 한쪽에만 위치				
1.8m	100	95	89	77
1.2m	98	94	88	76
0.6m	95	92	86	75
0.0m	88	85	80	70

표 15. 영국의 횡단 폭원 기준

구 분	차 로 폭 원	
자동차 전용도로	지 방 부	3.65~3.7
	도 시 부	3.65~3.7
일 반 도 로	지 방 부	3.65~3.7
	도 시 부	3.65~3.7

표 16. 독일의 횡단 폭원 기준

구 분	차 로 폭 원	
고 속 도 로	지 방 부	3.5~3.75
	도 시 부	3.5
일 반 도 로	지 방 부	3.5~3.75
	도 시 부	2.75~3.25

표 17. 일본의 횡단 폭원 기준

구 분	폭 원		
제1종 (지방부)	제1급	3.50	
	제2급		
	제3급	보통도로	3.50
		소형도로	3.25
제4급	보통도로	3.25	
	소형도로	3.00	
제2종 (도시부)	제1급	보통도로	3.50
		소형도로	3.25
	제2급	보통도로	3.25
		소형도로	3.00
제3종 (지방부)	제1급	보통도로	3.50
		소형도로	3.00
	제2급	보통도로	3.25
		소형도로	2.75
	제3급	보통도로	3.00
		소형도로	2.75
제 4 급		2.75	
제4종 (도시부)	제1급	보통도로	3.25
		소형도로	2.75
	제2급	보통도로	3.00
		제3급	소형도로

3.2.2 소형차도로 폭원 결정

도로의 횡단면을 구성하는 요소 가운데에서도 차로의 폭은 주행속도나 쾌적성 등에 가장 큰 영향을 끼친다.

독일의 경우 도로를 3차원 공간으로 구성하여 시설한계를 결정함에 있어 이동 여유공간, 교통공간, 안전공간을 도입하여 사용하고 있다.

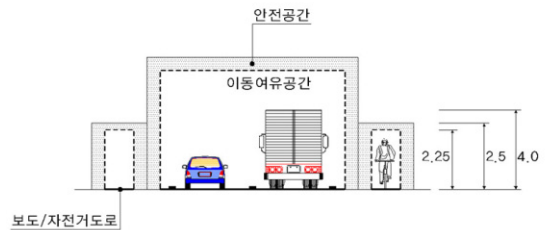


그림 5. 독일 도로의 공간구성 체계

교통공간이란 차량교통을 위하여 설계차량이 차지하는 공간, 즉 측면 여유공간과 차량통행이 가능한 측구 또는 가장자리 노면으로 구성하고 있다. 교통공간의 폭원은 적용되는 교통수단의 교통량이나 도로의 등급과 입지에 따라 결정된다. 측면 여유공간의 폭원은 교통공간의 가장자리에서 외측으로 측정되며, 허용 최고속도에 따른 설치기준은 다음 표와 같다.

표 18. 측면 여유공간의 설치기준 (독일, RSA)

허용 최고속도	최소 측면 안전공간
70km/h 초과	1.25m
50km/h~70km/h	1.0m
50km/h 이하	0.75m

측면이동 여유공간이란 차량의 주행 정확성 및 조향장치의 정확성을 조정하기 위해 필요하고 사이드미러와 같이 돌출된 부분의 안전간격 역할을 하는 공간이다.

소형차도로의 차로폭 결정시 설계기준자동차의 폭원과 측면 이동 여유 공간, 안전여유폭을 고려하였다.

소형차도로 폭원 결정요소	소형차도로의 차로폭		
	80km/h 이상 (고속도로)	80km/h 이상 (일반도로)	80km/h 이하 (일반도로)

그림 6. 교통공간의 구성과 설계속도별 차로폭

여기서 안전여유폭은 사이드미러와 같은 차량의 돌출부를 고려한 폭으로 실제 설계기준자동차의 폭은 사이드미러와 같은 돌출부를 제외한 순폭이므로 차량의 주행 상황을 고려하여 돌출부의 폭을 포함하여야 하며 「자동차안전기준에 관한 규칙」 제4조 제2항에서 규정하고 있는 승용자동차의 폭원 여유 규정 값 0.25m를 적용하였다.

표 19. 소형차도로의 차로폭

설계속도	차량 폭원 (m)	이동 여유거리 (m)	최소 길어깨 (m)	안전 여유거리 (m)	차로폭 (m)	
고속도로	2.0	2@0.25=0.5	0.75 (부득이한 경우 0.5)	1.25	3.25	
일반도로				80km/h 이상	1.25	3.25
				70km/h 이상	1.25	3.25
				60km/h 이상	1.00	3.00
50km/h 미만			0.75	3.00 (2.75)		

3.3 소형차도로의 시설한계

3.3.1 주요 고려 사항

도로의 시설한계는 자동차나 보행자 등의 교통안전을 확보하기 위하여 일정한 폭과 높이내에 시설물을 설치하지 못하게 하는 도로 위 공간의 한계로서 그 중 시설한계 높이는 설계기준자동차의 높이와 도로의 노면상태에 따른 주행 평탄성과 차량 적재물의 높이 등을 고려하여 결정하도록 한다.

표 20. 시설한계 결정시 고려사항

구분	차량 높이	상부 이동 여유 공간	포장 유지보수
고려 사항	소형자동차 높이 규정 H=2.8m	차량의 교통여건 고려 각국별 적용치 상이 • 독일 : 0.25m • 일본 : 0.20m	아스팔트 재포장 고려 일반도로의 경우 0.2m 고려

3.3.2 해외 기준 검토

해외 기준 검토 결과 일본을 제외한 기타 국가에서는 소형차도로에 대한 시설한계 규정이 없으며 국내 시설기준과 다소 상이한 값을 갖고 있다.

일본의 경우 소형차도로의 시설한계는 3.0m를 기준으로 규정하고 있는데 이는 설계기준자동차의 높이 2.8m와 주행 시 노면의 평탄성에 따른 차량의 튀어 오름 높이 0.2m를 고려한 것으로 장래 재포장을 고려하여 0.2m를 추가 확보토록 권장하고 있다.

미국의 시설한계 높이는 고속도로, 간선도로, 집산도로, 국지도로로 구분하여 적용하고 있으며 영국은 신설도로와 기존도로를 구분하여 횡단 시설물의 종류에 따라 시설한계 높이를 다르게 규정하고 있다.

표 21. 미국의 시설한계 높이(AASHTO, 2004)

구분	기준
고속도로	일반 구조물 4.9m, 충격에 약한 트러스구조물 5.1m (장래 재포장을 고려하여 0.15m 추가 확보)
간선도로	4.9m(장래 재포장을 고려하여 0.15m 추가 확보)
집산도로	4.3m(장래 재포장을 고려하여 0.15m 추가확보)
국지도로	집산도로와 동일

표 22. 영국의 시설한계 높이(DMRB)

구조물의 종류	신설도로	기존도로
육교	5.3 + S	5.03 + S
보도육교, 신호등과 충돌에 취약한 구조물	5.7 + S	5.41 + S
독립 구조물	N/A	5.41 + S
본선을 횡단하는 영구구조물	6.45 + S	6.18 + S

* S=종단 오목부의 경우 추가 확보 높이

3.3.3 소형차도로의 시설한계 높이

소형차도로의 시설한계 높이는 설계기준 자동차의 높이 2.8m와 도로 노면의 평탄성에 따른 차량의 튀어오름을 고려하여 3.0m로 결정하였으나 동절기 적설에 따른 시설한계 높이의 축소 및 포장 덧씌우기 등을 고려하여 0.2m를 추가하여 3.2m를 적용하는 것이 바람직하다.

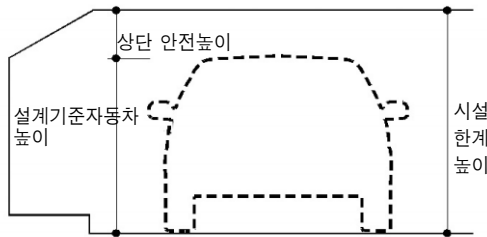


그림 7. 소형차도로의 시설한계 높이

3.4 소형차도로의 확폭

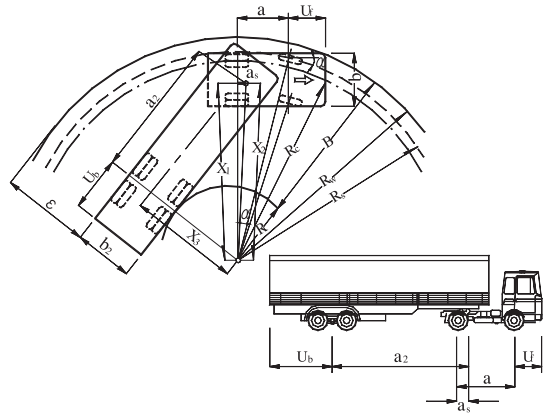
3.4.1 현행 확폭 기준

자동차가 평면곡선반경이 작은 곡선구간을 주행할 때 자동차의 주행 궤적이 그 차로를 넘어서 인접 차로를 침범하지 않도록 하기 위해서 차로의 폭을 넓히는 것을 확폭이라 하며, 확폭량은 설계기준 자동차를 기준으로 산정하며, 「도로의 구조·시설기준에 관한규칙」에서 규정하고 있는 확폭량은 다음과 같다.

표 23. 설계기준자동차에 따른 확폭량

세미트레일러		대형 자동차	
평면곡선반경 (m)	최소확폭량 (m)	평면곡선반경 (m)	최소확폭량 (m)
150 이상~280 미만	0.25	110 이상~200 미만	0.25
90 이상~150 미만	0.50	65 이상~110 미만	0.50
65 이상~90 미만	0.75	45 이상~65 미만	0.75
50 이상~65 미만	1.00	35 이상~45 미만	1.00
40 이상~50 미만	1.25	25 이상~35 미만	1.25
35 이상~40 미만	1.50	20 이상~25 미만	1.50
30 이상~35 미만	1.75	18 이상~20 미만	1.75
20 이상~30 미만	2.00	15 이상~18 미만	2.00

■ 산정식



- a : 견인차의 축간거리
- a_2 : 피견인차의 축간거리
- a_s : 연결판에서 견인차의 뒤축까지의 거리
- b : 견인차의 폭
- b_2 : 피견인차의 폭
- $a = 4.2, b = b_2 = 2.5, U_f = 1.3, a_2 = 9.0, a_s = 0$ 이므로 주행폭원 B 는 다음 식과 같다.

$$B = R_w + 1.25 - \sqrt{R_c^2 - 111.25c} \quad (\text{식-1})$$

여기서,

$$R_w = \sqrt{(\sqrt{R_c^2 - 30.25} + 1.25)^2 + 30.25}$$

- 1차로당 확폭량은 $\epsilon = B = b$

3.4.2 소형차도로의 확폭량

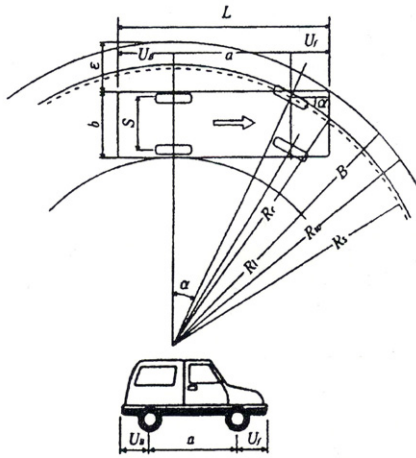
소형차도로는 설계기준자동차를 소형자동차를 기준 자동차로 규정하고 있으므로 현행 세미트레일러 및 대형자동차에 의한 확폭량과 달리 규정할 필요가 있다.

해외의 경우 소형차도로에 대한 확폭량 기준은 일본에서만 규정하고 있으며 미국은 대형자동차 및 세미트레일러에 대하여 평면곡선반경, 차로폭 및 설계 속도에 따라 확폭량을 산정하여 규정하고 있고 독일은 평면곡선반경, 차로폭에 따라 확폭량을 산정 규정하고 있다.

표 24. 일본 소형차도로의 확폭량

곡선반경 R(m)	
44 이상~55 미만	0.25
22 이상~44 미만	0.50
15 이상~22 미만	0.75

소형차도로의 확폭량은 소형자동차의 주행궤적이 대형자동차와 동일하므로 소형자동차의 제원을 대형 자동차의 확폭량 산정식에 적용하여 소형자동차의 확폭량 산정식 도출하였다.



- B: 자동차의 주행폭원
- R_w: 바깥쪽 곡선반지름
- R_c: 차로중심선의 반지름
- R_s: 바깥쪽 앞바퀴의 회전반지름
- b: 자동차의 폭
- R_i: 안쪽곡선반지름
- S: 바퀴간격
- U_f: 앞내민 길이
- a: 차축간 거리
- U_b: 뒤내민 길이

$$B = \sqrt{(\sqrt{R_c^2 - 22.09} + 1.0)^2 + 22.09 + 1.0 - \sqrt{R_c^2 - 22.09}}$$

표 25. 신설 소형차도로의 확폭량

소형 자동차	
평면곡선반지름(m)	최소확폭량(m)
45 이상~55 미만	0.25
25 이상~45 미만	0.50
15 이상~25 미만	0.75

3.5 소형차도로의 종단경사

일반도로의 종단경사는 경사구간의 오르막특성이 자동차에 따라 크게 다르며 특히 설계기준자동차인 대형자동차 및 세미트레일러의 경우 차량의 특성상 오르막 능력이 승용자동차와 현저히 다르므로 도로 용량의 확보 및 교통 안전성 확보 측면에서 대형자동차의 오르막 특성을 고려하여 종단경사를 규정한다.

소형차도로의 종단경사 결정시 표준 소형자동차의 성능을 기준으로 오르막차로에서의 구동력을 계산하여 소형자동차가 특정속도에서 일정한 주행속도로 균일하게 주행할 수 있는 종단경사를 구하여야 하는데 국내 실험 여건 및 내리막 경사 구간에서의 주행안전성에 대한 확인이 곤란하여 「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙」 제25조에서 규정하는 종단경사의 특례치를 소형차도로의 종단경사 표준값으로 규정하였다.

표 26. 소형차도로의 종단경사

설계속도 (km/h)	최대 종단구배(%)							
	고속도로		간선도로		집산도로 및 연결로		국지도로	
	평지	산지	평지	산지	평지	산지	평지	산지
120	4	5						
110	4	6						
100	4	6	4	7				
90	6	7	6	7				
80	6	7	6	8	8	10		
70			7	8	9	11		
60			7	9	9	11	9	14
50			7	9	9	11	9	15
40			8	10	9	12	9	16
30					9	13	10	17
20							10	17

4. 결론

소형차도로의 도입은 현재 서울시 등에서 추진하고 있는 소형차도로 중심의 지하도로망 계획의 법률적 기준을 제공함으로써 지상교통난을 해소하고 기존 도로에 대한 재정비에 일조할 것으로 판단되며 차로의 효율적인 운영을 통하여 보행자 및 대중교통 중심의 도로 인프라 구축도 가능할 것으로 판단된다.

또한 소형차도로의 특성상 도로의 시설규모 슬림화로 초기 건설비용 및 유지관리 측면에서도 많은 이점을 가질 수 있다. 특히, 기존 도로 부지의 입체적 운영이 가능하여 도로의 공간기능 활성화가 가능하며 대중교통 및 보행 환경의 개선, 공공녹지의 확보, 도시미관 및 경관개선 등의 지역 활성화 측면에서도 유리할 것이다.

다만 소형차도로 도입시에는 시설규모의 축소 등으로 인한 긴급상황 발생 시 구난 및 방재, 유지관리 등을 위한 긴급차량의 통행공간을 확보하여야 하며,

대형 화물차나 버스 등과 같은 일반 대형자동차의 이용 불편 및 혼란을 고려하여 사전 예고 및 우회로 확보 등의 계획을 수립하여야 한다.

참고 문헌

1. 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙, 건설교통부, 2009
2. 도로설계 요령, 한국도로공사, 2001, 12
3. 도로설계 편람, 국토해양부, 2001
4. 도로법, 동법시행령, 동법시행규칙, 2008
5. 자동차관리법, 동법시행령, 동법시행규칙, 2008
6. 도로구조령의 해설과 운용, 2004
7. Geometric Design of Highways and Streets, American Association of State Highway and Transportation Officials, 2004
8. AASHTO. "A Policy on Geometric Design of Highways and Streets"
9. 도로 시설 규정(RAS)

회비 납입 안내

회원 여러분께서 납부하시는 회비는 학회 운영의 소중한 재원으로 쓰이고 있습니다. 회원 제위께서는 체납된 회비를 납부하시어 원활한 학회운영에 협조하여 주시기 바랍니다.

- 회비납부는 한국씨티은행 : 102-53510-243
- 찬조금은 한국씨티은행 : 102-53512-294
(예금주(사)/한국도로학회)
- 지로번호 : 6970529

〈학회사무국〉