

auri brief.

건축공간연구원

보행자 안전을 위한 지하주차장 출입구 개선 방안

조영진 선임연구위원 (044-417-9692, yjcho@auri.re.kr)

안의순 부연구위원 (044-417-9801, esahn@auri.re.kr)

김호정 연구원 (044-417-9621, hjkim2@auri.re.kr)

* 이 글은 조영진 외. (2022). 주차장 구조·설비기준 및 제도개선 연구.
국토교통부 중 일부 내용을 정리하여 작성함

지하주차장 출입구는 보행자 안전이 최우선이어야 하는 공간이나, 잦은 보행자 사고 발생으로 보행자의 불안감이 높다. 지하주차장 출입구 사고는 경사로에서 운전자 사각 발생, 경보장치 작동 미비 등이 주요 원인으로 지적되어 왔다. 이에 연구를 통해 경사로 완화 구간 설치를 통한 운전자 전방 시야 사각지대 해소 방안을 개발하고, 경보장치의 음량과 위치에 관한 세부기준을 제안하였다. 이러한 연구 결과는 작년 12월 「주차장법 시행규칙」 개정을 통하여 반영되었다. 주차장에서 보행자 사고 예방을 위해서는 제도 개선도 중요하지만, 주차장을 조성·관리·사용하는 우리 모두의 안전의식 개선도 필요하다.

● 지하주차장 출입구에서 보행자 안전 확보 필요

우리나라 건축물 부설 지하주차장은 대부분 경사로를 통해 진입도로 출입구가 바로 연결되도록 계획되어 있다. 이러한 형태의 지하주차장 출입구는 보행자의 안전에 큰 위험을 초래한다.

주차장을 나오는 자동차가 경사로를 통해 지상으로 올라오는 동안 운전자의 시야가 제한되기 때문이다. 보도를 통행하는 보행자에게 도로에 인접한 지하주차장 출입구는 언제 갑자기 자동차가 튀어나올지 알 수 없는 아찔한 공간이다.

일상적으로 보행자와 자동차가 마주치는 지하주차장 출입구는 보행자 안전이 최우선으로 고려되어야 하는 공간이다. 따라서 정부와 지자체는 주차장이 더욱 안전한 공간이 될 수 있도록 관련 기준을 보행자 안전 중심으로 정비할 필요가 있다. 연구를 통해 특히 보행자 안전에 직접적인 영향을 미치는 경사로와 경보장치를 중심으로 개선 방안을 도출하고자 하였다.

● 보행자 안전 중심 주차장 구조·설비기준 개선

지하주차장 출입구에서 보행자 안전을 확보하기 위하여, 주차장 경사로와 경보장치 기준의 개선을 제안하였다. 주차장 안전과 관련된 주차장의 구조와 설비에 관한 기준은 「주차장법 시행규칙」에서 규정하고 있다. 기존 「주차장법 시행규칙」의 주차장 경사로와 경보장치 설치 기준은 자동차가 주차장을 안전하게 통행할 수 있도록 하는 것이 주된 목적으로, 보행자 안전에 대한 고려가 부족하였다. 이에 보행자 안전을 위하여 주차장 경사로와 경보장치 기준을 제안하였다.

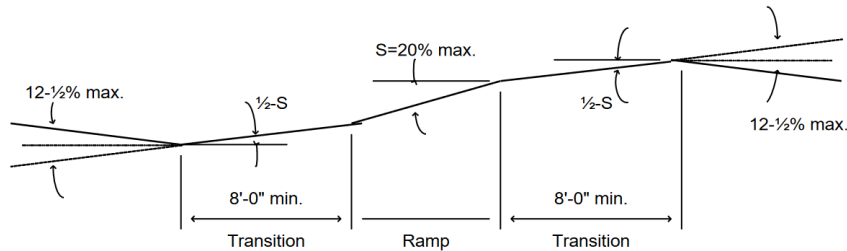
주차장 경사로 기준의 경우, 국외 기준과 국내 상황을 고려하여 경사로 완화구간 도입을 제안하였다. 기존 주차장의 경사로 기준은 종단경사의 변경에 대해서는 별도로 규정하지 않았다(「주차장법 시행규칙」 제6조 제1항 제5호 라목). 그러나 도로의 구조를 규율하는 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」은 차도의 종단경사가 변경되는 부분에 종단곡선을 설치하도록 하고, 그 변화 비율을 규정하고 있다(「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」 제27조). 이는 종단경사의 급격한 변화가 도로교통에 위험할 수 있기 때문이다. 이에 보행자의 안전을 위한 경사로 기준 마련을 위하여 경사로 완화구간과 관련된 국외 기준을 검토하고, 국내 상황을 고려한 운전자의 시야 제한과 차량 손상 시뮬레이션을 통하여 적절한 기준을 도출하였다.

주차장 경보장치 기준의 경우, 보행자 안전을 목적으로 하는 경보장치 세부기준을 제안하였다. 현장조사를 통하여 경보장치 설치 및 운영 실태를 파악하고, 이를 바탕으로 보행자 안전을 확보할 수 있는 세부기준을 도출하였다.

● 국외 경사로 완화구간 기준

국의 주차장 기준에서는 보행자 안전과 차량 손상 방지를 위해 종단경사 제한과 완화구간 설치 기준을 마련한 사례가 있다. 각국의 사례를 살펴보면 다음과 같다.

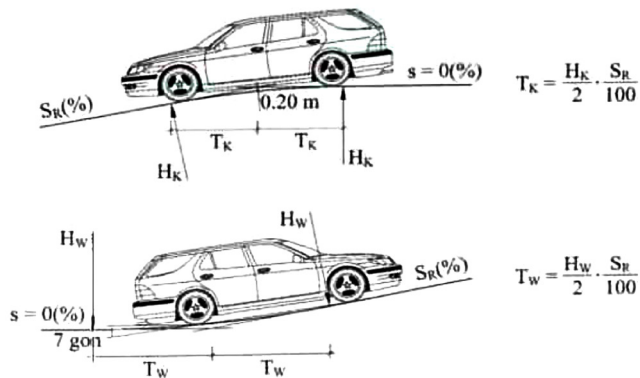
미국 LA 도시건축국(City of Los Angeles Department of Building and Safety: LADBS) 주차장 설계 기준에 따르면, 종단경사가 12.5% 이상인 경사로에는 경사의 절반 정도를 줄이는 완화구간을 설치해야 하며, 이 완화구간의 길이는 최소 2.4m로 규정하고 있다.



미국 LADBS 기준의 Driveway 종단경사 완화구간 개념도

출처: City of Los Angeles Department of Building and Safety(2021, p.22)

독일 주차시설 지침서에서는 종단경사가 8% 이상인 경사로에 대해 경사의 절반 정도를 줄이는 완화구간을 설치하도록 규정하고 있다. 이때 완화구간의 길이는 경사로의 형태에 따라 다르다. 볼록형 경사로의 경우 길이는 1.20m에서 2.55m, 오목형 경사로의 경우 길이는 2.00m에서 4.25m로 규정되어 있다.

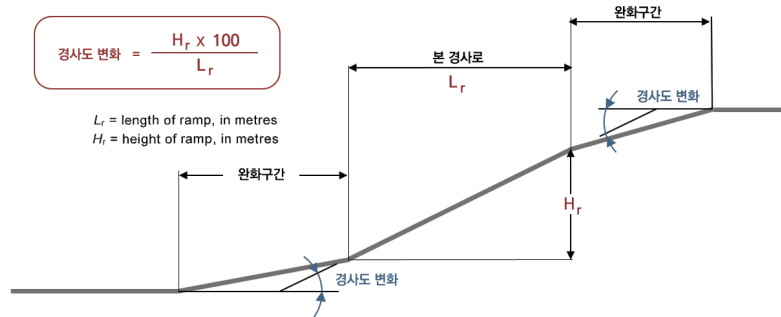


〈램프의 볼록형과 오목형 평활길이〉

원곡선이 적용된 경사 완화구간의 수평 길이 계산

출처: FGSV(2014, p.73)

호주/뉴질랜드 표준에서는 종단경사가 12.5%(볼록형) 또는 15%(오목형) 이상인 경사로에 대해 양쪽 경사의 평균을 줄이는 완화구간을 설치하도록 규정하고 있다. 완화구간의 길이는 최소 2m이다.



The grade change is computed by subtracting one grade from the adjacent grade, both expressed as percentages and taking account of algebraic sign which, for a given direction of travel, is either uphill—positive or downhill—negative.

호주/뉴질랜드 표준 평활형 완화구간 경사도 설정

출처: 조영진 외(2022, p. 26); Standards Australia & Standards New Zealand(2004) 참고 재작성.

국의 경사로 완화구간 설치 기준을 종합하면, 완화구간을 설치하지 않는 경우 종단경사도 기준이 한국보다 낮고, 완화구간을 의무적으로 설치해야 하는 종단경사도 기준이 한국 기준과 유사한 수준이다. 만약 한국 기준에 따라 종단경사도 17%의 경사로를 완화구간 없이 설치할 경우, 국외 기준에서 규정하는 범위를 초과하는 종단경사 변화가 경사로 시·종점에서 발생하게 된다. 이러한 상황은 보행자 안전에 심각한 위협을 가하고 차량 하부 충격에 의한 손상의 가능성을 높인다. 따라서 한국의 경사로 기준에서도 완화구간을 도입하여 보행자와 차량의 안전을 효과적으로 확보할 필요가 있다.

완화구간 설치 여부에 따른 주차장 경사로 최대 종단경사 국가별 기준

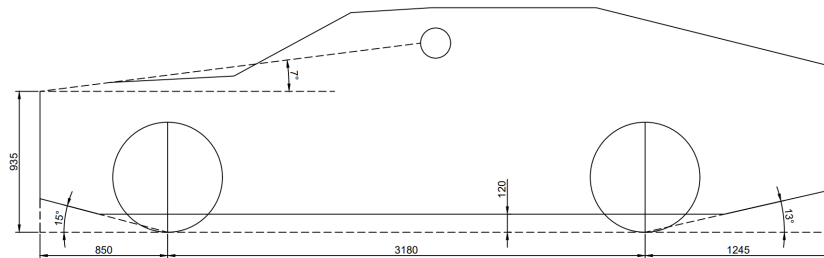
국가	최대 종단경사(%)					
	완화구간 미설치				완화구간 설치	
	보행로 진출		모든 경사로		일반	예외 규정
	볼록형	오목형	볼록형	오목형		
한국	17	17	17	17	-	-
미국(LA)	12.5	12.5	12.5	12.5	20	-
호주/뉴질랜드	5	12.5	12.5	15	16.7	20(다중 이용, 20m 이하 경사로) 20(사적 이용, 20m 초과 경사로) 25(사적 이용, 20m 이하 경사로)
독일	8	8	8	8	15	20 (소규모, 짧은 경사로 또는 내부 경사로)

출처: 조영진 외(2022, p.40)

● 경사로 사각지대 및 차량 손상 시뮬레이션

국내 환경에서 운전자 전방 사각지대와 자동차 하부의 지면 접촉 문제를 해결하기 위해 시뮬레이션을 통해 경사로 완화구간 설치 기준을 검토하였다. 먼저 보행자 안전 관점에서 지하주차장 출입구의 오르막 경사로 종점에서 운전자의 전방 사각지대를 분석하였다. 이를 위해 한국교통안전공단(2021, 2022)의 실험 결과를 참고하였다. 해당 실험은 평지에서 세단형 승용차의 운전자가 전방에서 있는 키 1m 어린이를 볼 수 있어 전방 사각지대가 없다는 결론을 도출하였다. 그러나 이러한 결과는 평지 조건에 한정되므로 경사로 조건에도 동일하게 적용하기 어렵다. 본 연구의 경사로 사각지대 시뮬레이션에서도 어린이 보행자의 표준 신장을 1m로 설정하여 같은 조건에서 실험을 진행하였으며, 이를 통해 경사로에서 발생할 수 있는 전방 사각지대를 정확히 평가하고 보행자 안전을 위한 경사로 완화구간 설치 기준을 도출하였다.

분석 기준 자동차의 제원은 현재 출시된 차량 중 가장 불리한 차종의 제원을 적용하였다. 경사로가 설치된 지하식 또는 건축물식 노외주차장 및 부설주차장에는 다양한 제원의 차량이 출입할 수 있기 때문에, 이러한 다양성을 고려한 종단경사 완화구간 기준을 마련하기 위해서는 분석 기준 자동차의 적절한 제원 설정이 필수적이다. 이를 위해 축간거리, 운전자 관측점 높이, 앞/뒤 오버행 등 여러 제원을 검토한 결과, 가장 불리한 제원을 지닌 H사의 G차종을 분석 기준 자동차로 선정하여 적용하였다.



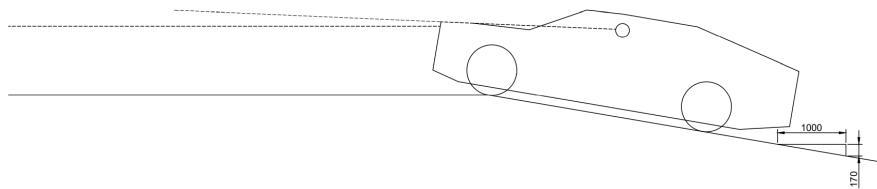
분석 기준 자동차 형상

출처: 조영진 외(2022, p. 42)

이러한 실험 조건을 적용하여, 오르막 경사로 종점에 위치한 분석 기준 자동차에서 나타나는 전방 사각지대를 다양한 종단경사도 조건에서 시뮬레이션하였다. 먼저 경사로가 아닌 평지 조건에서는 한국교통안전공단 실험과 동일하게 전방 사각지대가 발생하지 않았다. 그러나 현행 주차장 구조·설비기준에 따른 최대 종단경사도와 동일한 17% 경사의 경사로에서는 경사로 종점에 위치한

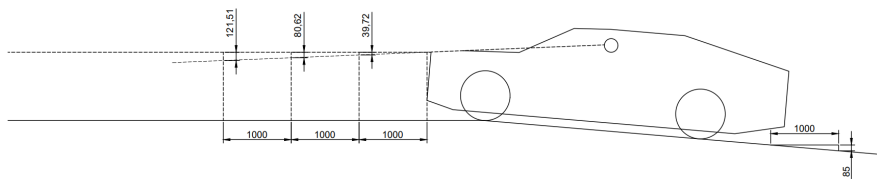
자동차에서 키 1m의 어린이 보행자를 어떤 거리에서도 볼 수 없었다. 이는 자동차가 도로로 나가는 바로 그 시점에 어린이 보행자를 인지할 수 없다는 의미로, 완화구간을 설치하지 않는 경우 보행자 안전을 확보하기 어렵다는 것을 나타낸다.

종단경사도를 절반인 8.5%로 설정한 경우, 전방 사각지대가 1m 발생하여 운전자가 1m보다 멀리 있는 어린이 보행자를 볼 수 있었다. 이러한 효과를 얻기 위해서는 분석 기준 자동차의 축간거리인 3.2m 이상의 완화구간 설치가 필요하다. 따라서 지하주차장 출입구에서 운전자의 전방 사각지대를 방지하기 위해서는 블록형 경사 변화지점에서 종단경사 8.5% 이하, 길이 3.2m 이상의 완화구간을 설치하여야 한다.



종단경사 17% 기준 운전자 전방 사각지대 모의실험 결과

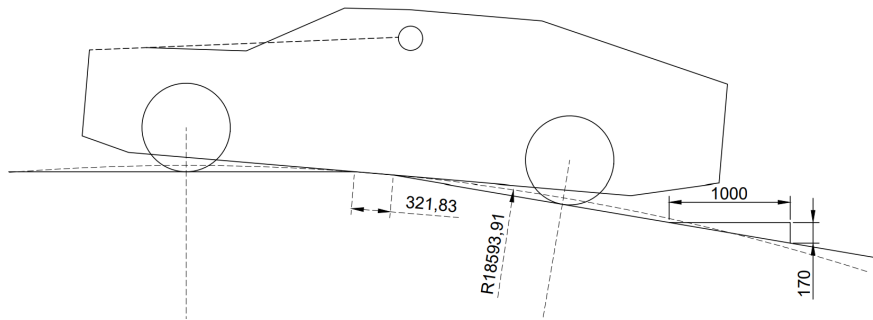
출처: 조영진 외(2022, p.43)



종단경사 8.5% 기준 운전자 전방 사각지대 모의실험 결과

출처: 조영진 외(2022, p.44)

다음으로 자동차 하부 충격으로 인한 차량 손상 방지를 위한 완화구간 기준을 분석하였다. 블록형 경사로 시·종점의 경우, 완화구간 없는 종단경사도 17% 경사로 시·종점 조건에서 시뮬레이션한 결과 차량 하부에 지면 접촉이 발생하며, 완화구간 설치가 필요함을 확인하였다. 오목형 경사로 시·종점의 경우 시뮬레이션에서는 지면 접촉이 발생하지 않았으나, 선행연구 검토를 통하여 차량의 거동에 따라 오목형 경사로 시·종점에서도 차량 하부의 지면 접촉이 발생하고 있음을 확인하였다(김윤미 외, 2014).



볼록형 경사 변화지점 지면 접촉 모의실험 결과

출처: 조영진 외(2022, p. 45)

차량 손상 방지를 위한 완화구간 기준은 국외 주차장 기준과 국내 선행연구 등을 검토하고, 다양한 조건의 주차장 설계안에 경사로 완화구간을 도입하는 주차장을 설계 시뮬레이션을 통해 추가 비용이 발생하지 않는 수준에서 차량 손상을 방지할 수 있는 기준을 마련하였다. 먼저, 볼록형 경사로 시·종점의 경우 주차대수 50대 이상인 주차장을 대상으로 종단경사도 8.5%, 길이 1.7m 이상의 완화구간을 설치하도록 하였다. 해당 경사로 시·종점이 보행자 안전을 위한 완화구간 설치 대상인 경우 해당 완화구간으로 대체할 수 있다. 오목형 완화구간의 경우, 제한적인 기대효과에 비해 계획상 부담이 높기 때문에 주차대수 100대 이상인 주차장 대상으로 종단경사도 8.5%, 길이 2m 이상의 완화구간을 설치하도록 하는 기준을 마련하였다.

보행자 안전과 차량 손상 예방을 위한 주차장 경사로 완화구간 설치기준을 종합하면 다음 표와 같다.

주차장 경사로 완화구간 설치기준 대안 개요

구분	볼록 완화구간 3.2m 설치	볼록 완화구간 1.7m 설치	오목 완화구간 2.0m 설치
설치 목적	보행자 안전	차량 손상 예방	차량 손상 예방
설치 대상	경사로를 설치하는 모든 지하주차장	주차대수 50대 이상	주차대수 100대 이상
설치 위치	지상층~지하 1층 경사로 진출입부 시·종점	지하 1층~각층 경사로의 볼록형 시·종점	경사로 전체의 오목형 시·종점
설치 방법	경사도 8.5%, 완화구간 3.2m 설치	경사도 8.5%, 완화구간 1.7m 설치	경사도 8.5%, 완화구간 2.0m 설치

출처: 조영진 외(2022, p.86)

● 경보장치 설치 및 운영 실태조사

주차장 경보시설 설치 및 운영 실태를 조사하여 주차장 경보장치 기준의 개선 방안을 도출하였다. 「주차장법 시행규칙」에서는 경보시설 설치가 의무화되어 있지만, 구체적인 기준이 없어 설치 및 관리가 제대로 이루어지지 않고 있다. 현장조사를 통하여 경보장치 설치 및 운영 실태를 조사하였다.

먼저 경보장치의 출력음 조사 방법은 연구진이 자동차로 주차장에 출입하면서 경보장치가 작동하도록 하고, 동시에 다른 사람이 일관된 방식으로 경보장치 작동을 측정하였다. 출력음의 측정은 출구 방향으로 3m 떨어진 위치에서 1.2~1.5m 높이에서 진행하였다. 세종시 내 대표 유형 4개 블록의 총 33개 건축물을 조사한 결과, 주차장 경보장치가 작동하지 않는 경우가 38.7%에 달하였다. 경보음 크기는 53dB에서 81.6dB까지 다양하였으며, 배경 소음은 평균 66.1dB로 나타났다.

다음으로 경보장치의 시인성을 분석하였다. 주차장 경보장치 설치 사례의 45.2%에서 주변 지형지물에 의해 경보장치를 인지하기 어려운 것으로 나타났다. 양방향 보행자가 모두 인지할 수 있는 경우는 61.3%, 인지하기 어려운 경우는 12.9%였다. 이는 경보장치가 잘 보이는 위치에 설치되더라도 주변 환경의 정비가 미비할 경우 보행자가 인지하기 어렵다는 것을 시사한다.



출차로 방향



정면 방향

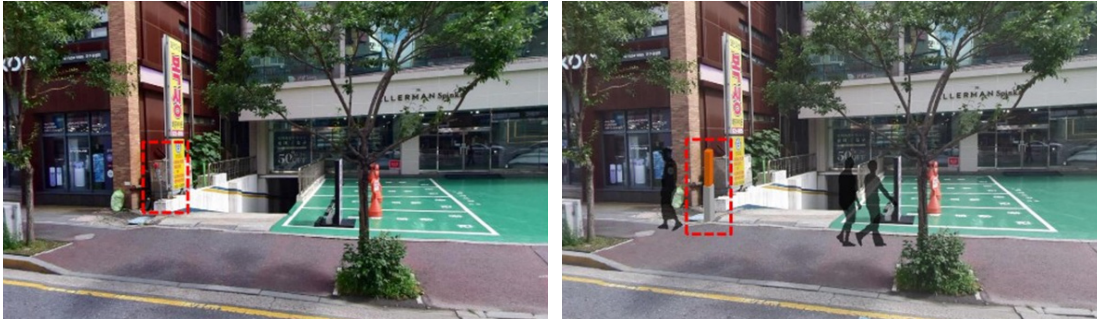


입차로 방향

주차장 경보장치 설치 불량 사례

출처: 조영진 외(2022, p.63)

주차장 출입구에서 시각장애인을 포함한 보행자 안전을 강화하기 위해서는 경보장치를 임의로 꺼놓지 않도록 경보음 음량 기준을 마련할 필요가 있다. 이와 함께 청각장애인을 포함한 보행자 안전을 고려하여 보행자가 잘 볼 수 있는 위치에 경보장치를 설치하고, 시각적 경광을 발생하도록 규정할 필요가 있다. 본 연구에서는 실태조사 결과를 반영하여, 경보장치를 주차장 출구 방향 3m 이내에서 보행자가 쉽게 볼 수 있는 위치에 경광과 50dB 이상의 경보음을 발생하도록 세부기준을 제안하였다.



기존 현황

개선(안)

주차장 진출입 안전시설물(경보장치) 설치 개선 방안(예시)

출처: 조영진 외(2022, p. 64)

● 개선 방안을 반영한 「주차장법 시행규칙」 개정 및 시행

주차장 경사로와 경보장치 기준 개선내용을 종합하여, 「주차장법 시행규칙」에서 규정하고 있는 주차장 구조·설비기준의 개정안을 제안하였다. 경사로의 경우, 도로 또는 보행자의 통행로에 접한 오르막 경사로 종점에서 사각지대가 없도록 모든 주차장에 3.2m 이상의 완화구간을 설치하도록 하였다. 또한, 차량 손상을 막기 위한 완화구간은 추가 비용 없이 완화구간 설치가 가능한 일정 규모 이상의 주차장에 대해 차등적으로 설치를 의무화하였다. 경보장치의 경우, 설치 목적에 출입 자동차와 도로교통의 안전뿐만 아니라 보행자 안전과 장애인 통행을 함께 고려하도록 하였으며, 세부기준으로 보행자가 쉽게 인지할 수 있는 위치에 설치하고 경광(빛)과 경보음(소리)을 발생하도록 할 것을 규정하였다.

제안된 주차장 경사로, 경보장치 기준 개선 내용이 반영되어 지난 2023년 12월 「주차장법 시행규칙」이 개정되었다. 신설된 경보장치 세부기준은 2024년 초부터 시행되었고, 경사로 완화구간 기준은 2024년 12월 2일부터 시행될 예정이다. 개정 법령은 시행 이후 신축 주차장에 적용되며 기존 건축물에는 적용되지 않는다.

기존 건축물의 소유자와 관리자에게 새로운 제도를 강제하는 것은 법률의 원칙상 불가능하다. 그러나 기존 건축물의 안전을 위해서는 경사로 완화구간과 경보장치의 설치가 가능한 건축물은 설치하고, 설치가 어려운 건축물은 반사경, 안내표지 등을 보다 철저히 한다면 안전사고를 최소화할 수 있다. 주차장에서 보행자와 운전자 모두 안전한 사회로 전환될 수 있도록 정부와 국민 모두의 관심이 필요하다.

주차장 경사로, 경보장치 개선 관련 「주차장법 시행규칙」 개정내용

제6조(노외주차장의 구조·설비기준) ① 법 제6조제1항에 따른 노외주차장의 구조·설비기준은 다음 각 호와 같다. <개정 2010. 10. 29., 2012. 7. 2., 2013. 1. 25., 2013. 3. 23., 2014. 7. 15., 2018. 3. 21., 2018. 10. 25., 2020. 6. 25., 2021. 4. 16., 2021. 8. 27., 2023. 12. 1., 2024. 2. 16.>

1. ~ 4. (생략)

5. 지하식 또는 건축물식 노외주차장의 차로는 제3호의 기준에 따르는 외에 다음 각 목에서 정하는 바에 따른다.

가. ~ 마. (생략)

바. 오르막 경사로로서 도로와 접하는 부분으로부터 3미터 이내인 경사로의 종단경사도는 직선 부분에서는 8.5퍼센트를, 곡선 부분에서는 7퍼센트를 초과하여서는 안 된다.

사. 주차대수 규모가 50대 이상인 경우의 경사로는 다음 기준에 따라 설치해야 한다.

1) 너비 6미터 이상인 2차로를 확보하거나 진입차로와 진출차로를 분리할 것

2) 별표 1에서 정하는 바에 따라 완화구간(경사로를 지나는 자동차가 지면에 접촉하지 않도록 종단경사도가 경사로 최대 종단 경사도의 2분의 1 이하로 설계된 구간을 말한다)을 설치할 것

6. ~ 9. (생략)

10. 노외주차장에는 다음 각 목에서 정하는 바에 따라 경보장치를 설치해야 한다.

가. 주차장의 출입구로부터 3미터 이내의 장소로서 보행자가 경보장치의 작동을 식별할 수 있는 곳에 위치해야 한다.

나. 경보장치는 자동차의 출입 시 경광(警光)과 50데시벨 이상의 경보음이 발생하도록 해야 한다.

11. ~ 16. (생략)

별표 1. 완화구간의 설치 기준[제6조제1항제5호사목2) 관련]

대상 주차장	완화구간의 위치	완화구간의 길이
1. 주차대수 규모가 50대 이상 100대 미만인 주차장	경사로의 볼록형 부분	1.7미터
2. 주차대수 규모가 100대 이상인 주차장	경사로의 볼록형 부분	1.7미터
	경사로의 오목형 부분	2미터

비고

1. 위 표에서 “경사로의 볼록형 부분”이란 오르막 방향으로 진행하면서 종단경사도가 직선 부분의 경우 8.5퍼센트, 곡선 부분의 경우 7퍼센트 이상 감소 하는 부분을 말한다.

2. 위 표에서 “경사로의 오목형 부분”이란 오르막 방향으로 진행하면서 종단경사도가 직선 부분의 경우 8.5퍼센트, 곡선 부분의 경우 7퍼센트 이상 증가하는 부분을 말한다.

출처: 「주차장법 시행규칙」, 국토교통부령 제1279호, 2023. 12. 1., 일부개정.

- 김윤미, 권성대, 박제진, 김병철, 하태준. (2014). 주차장 램프 종단곡선 제원 산정에 관한 연구. 대한교통학회 학술대회지, 70, 246~250.
- 조영진, 안익순, 김효정, 류수연. (2022). 주차장 구조·설비기준 및 제도개선 연구. 국토교통부.
- 조정호. (2017). 정전사고...깜깜한 지하주차장. 연합뉴스. 2월 9일 기사.
- 「주차장법 시행규칙」, 국토교통부령 제1279호, 2023. 12. 1., 일부개정.
- 한국교통안전공단. (2021). ‘등잔 밑이 어둡다’, 자동차 사각지대... 정확히 이해해야 사고 예방할 수 있다. 12월 9일 보도자료.
- 한국교통안전공단. (2022). 자동차 사각지대 실험결과. 한국교통안전공단 내부자료.
- City of Los Angeles Department of Building and Safety. (2021). Parking design, Los Angeles municipal code 12.21A5.
- FGSV. (2014). 주차설계론. 이선하 역. 청문각.
- Standards Australia & Standards New Zealand. (2004). Parking facilities, Part 1: Off-street car parking (AS/NZS 2890.1:2004).

auri.brief.



No.280

2024.06.24.

발행처 건축공간연구원
발행인 이영범
주 소 세종특별자치시 가림로 143, 8층
전 화 044-417-9600
팩 스 044-417-9604

www.auri.re.kr

(a u r i) 건축공간연구원