

제 12 장 미끄럼 방지시설

12.1 일반사항

12.1.1 목적

- (1) 미끄럼방지시설이란 노면의 미끄럼 저항이 낮은 곳, 도로의 평면 및 종단 선형이 불량한 곳 등에서 포장면의 미끄럼 저항력을 높여 줌으로써,
- (2) 자동차의 제동 거리를 짧게 하기 위하는 데 그 목적이 있다.

12.1.2 기능

- (1) 포장의 미끄럼 저항을 높여 자동차의 안전 주행을 확보한다.
- (2) 운전자의 주의를 환기시켜 안전 운행을 도모한다.

12.2 종류

12.2.1 개립도 마찰층 (OGFC : Open-Graded Friction Course)

- (1) 미국에서 플랜트 믹스로 실코우탕하는 것이 개량되어 훗날 미국 연방도로청(FHWA)에 의해 OGFC라 불리는 공법이다.
- (2) 미국, 유럽 등지에서는 가장 일반적인 미끄럼방지 포장이다.

12.2.2 슬러리실

- (1) 상온에서 유화 아스팔트, 잔골재, 석분, 물 등을 혼합한 유동체인 슬러리 혼합물을 6~10mm 정도 포장면에 포설하는 공법이다.
- (2) 적용시 용도에 적합한 배합이 되도록 골재와 아스팔트 양을 적절히 선택하여야 한다.

12.2.3 수지계 표면처리

- (1) 포장면에 에폭시 수지를 도포한 후 마찰계수가 큰 경질 골재를 살포하여 고착시키는 방법이다.
- (2) 현재 국내에서 가장 많이 사용되고 있는 미끄럼방지포장 형식이다.

12.2.4 그루빙

- (1) 다이아몬드 날 또는 텅스텐 카바이드 드럼 등을 여러 개 부착시킨 그루빙 기계로 포장층에 홈을 내어 우천시 수막 현상(hydroplaning)을 억제하거나 노면과 타이어의 마찰 저항을 개선하기 위해 실시하는 미끄럼 개량 공법이다.
- (2) 그루빙의 방향으로는 주로 종방향과 횡방향으로 나눌 수 있으며, 종방향의 경우 횡미끄럼에 대해 효과가 있으므로 곡선구간에 적합하다. 또한 횡방향의 경우 제동 정지거리의 단축, 수막

현상 억제, 배수 경로 제공, 조면조직 회복 등에 효과가 있으며, 급경사, 교차로 등에도 적합하다.

12.2.5 슛 블라스팅

- (1) 블라스터(blaster)라 불리는 다량의 쇠구슬을 고압으로 노면에 연속 타격하여 조면 조직을 회복시키는 방법이다.
- (2) 도로 포장면의 미끄럼 증진용이나 콘크리트포장 덧씌우기 층의 접착력 증진을 위해 사용되고 있다.

12.2.6 노면평삭

- (1) 노면 평삭(planning) 공법은 포장 노면을 전체적으로 약간 깎아내는 방법으로 조면 조직을 회복시키는 공법이다.
- (2) 국내에 도입되어 사용중인 평삭기는 자체 집진시설을 갖추지 못하여 시공시 발생하는 분진 처리에 별도의 작업이 필요하다.

12.3 설계기준

12.3.1 대상 구간

- (1) 기존의 노면 마찰계수가 도로교통 조건에 부합하지 않고 낮아서 위험한 구간
 - ① 다음과 같은 절차로 미끄럼방지포장의 설치 여부를 결정한다.
 - 가. 단계 1 : 대상 구간 선정
 - : 사고 기록, 기술자의 판단 또는 민원을 토대로 검토구간 선정
 - 나. 단계 2 : 구간별 요구되는 최소 마찰계수 선정
 - (가) 도로의 기하구조, 설계속도, 도로등급, 교통량 등을 고려하여 S 등급을 구한다.
 - (나) 미끄럼 사고 기록을 참고로 각 구간의 위험도를 구한다.

[표 12.3.1] 노면 습윤시 사고건수를 고려한 위험도 결정기준

위험도	연간 교통사고 중 노면 습윤시 발생된 사고 건수
1	1 건 이하
2	2 ~ 3 건
3	4 건 이상

주) 사고 건수는 동일 구간(100m 이내)에서 발생한 노면 습윤시 중상 및 사망 사고 건수를 말한다.

- 다. 단계 3 : 구간별 실제 마찰계수 조사
 - (가) 각 대상 구간에 무작위로 선정한 10개소 이상에서 마찰계수 실험을 실시한다.
 - (나) 실험은 BPT(British Pendulum Tester) 또는 PFT(Pavement Friction Tester)를 사용하는 것을 기본으로 한다.

라. 단계 4 : 미끄럼방지포장 설치 여부 판단

(가) 구간별 조사된 실제 마찰계수의 30% 이상이 최소 마찰계수 기준표에 제시된 값보다 작을 경우 해당 구간은 미끄럼방지포장을 필요로 하는 구간이다.

[표 12.3.2] 최소 마찰계수 기준표

구 분	정 의	최소 요구 마찰계수			마찰계수의 종류
		위험도 1	위험도 2	위험도 3	
S1 (마찰력 확보가 매우 중요한 구간)	1) 설계 속도 60km/h 이상의 교통신호 또는 횡단보도 접근부 2) 도시지역 도로의 교통신호, 횡단보도 또는 비슷한 위험 개소의 접근부 3) 5% 이상의 내리막 경사에 주행 속도에 대한 곡선 반경이 “도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙” 에서 정한 값보다 작게 설계된 곳 4) 고속도로로서 S2의 1), 2)항에 해당하는 구간	57	67	77	BPN
		37	44	50	SN
S2 (마찰력 확보가 중요한 구간)	1) 설계 속도 60km/h 이상이 되는 도로로서 곡선 반경이 “도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙” 에서 정한 값보다 작게 설계된 곳 2) 5% 이상의 내리막 경사가 100m 이상인 곳 3) 고속도로 일반구간 4) 상업용 차량 교통량이 250대/차로/일 이상인 도로의 주요 교차로(major junctions) 접근부	47	57	67	BPN
		31	37	44	SN
S3 (평균 조건)	직선 또는 곡선 반경이 큰 구간으로서 다음에 해당되는 도로 1) 주요 간선도로 또는 자동차 전용도로 2) 상업용 차량 교통량이 250대/차로/일 이상인 일반 도로	32	47	57	BPN
		21	31	37	SN
S4 (마찰력이 중요하지 않은 구간)	교통량이 적은 도로의 일반직선 구간	32	42	47	BPN
		21	27	31	SN

② 다음의 사항을 미끄럼방지포장 설치의 결정에 고려한다.

가. 도로에 따라 대부분의 자동차가 설계속도보다 높은 속도로 주행하는 도로가 있는 경우 실제 주행속도를 설계속도 대신 적용한다.

나. 종단경사의 기준은 일률적 적용보다는 도로 설계기준, 도로 조건 및 주변 여건, 타 도로의 사례 등을 고려하여 미끄럼방지포장이 필요한 곳에 적용한다.

다. 기본적으로 오르막 경사에서는 미끄럼 사고의 위험성이 크지 않은 경우 마찰계수에 관계 없이 미끄럼방지포장을 생략할 수 있다.

라. 마찰계수는 기준값 이상이지만, 도로 구조상 운전자의 주의를 환기시켜 감속을 유도할 필요가 있는 경우에는 미끄럼방지포장보다 감속유도시설을 설치하는 것이 경제적이다.

(2) 도로의 전·후 선형의 연속성이 이루어지지 않아 주행속도의 차이가 20km/h 이상인 구간의 변화구간

$$|V85(i) - V85(i+1)| \geq 20 \text{ km/h} \quad [\text{식 12.3.1}]$$

여기서, $V85(i)$: i 구간에서의 85 백분위수 주행속도(km/h)

$V85(i+1)$: $i+1$ 구간에서의 85 백분위수 주행속도(km/h)

(3) 기타 사고 발생의 위험이 높아 설치효과가 있다고 인정되는 구간

- ① 선형이 양호한 직선구간 사이에 위치한 급곡선 구간
- ② 종단경사가 급한 내리막길에 위치한 곡선 등의 굴곡도로
- ③ 곡선부와 낭떠러지가 복합된 선형 불량 구간
- ④ 배수시설 불량으로 강우시 마찰력이 크게 감소하는 지점
- ⑤ 철도 건널목 진입부의 선형 불량으로 사고 위험이 많은 지점

(4) 노면 결빙 발생 우려구간 : 터널 입·출구부, 움지 곡선부 등

(5) 차로이탈 사고 예상구간 : IC 램프, 내리막 곡선부, 횡풍구간 등

(6) 기타 노면 물고임 구간, 소음저감을 필요로 하는 구간 등

12.3.2 형식 선정

(1) 형식 선정

① 선정시 고려사항

- 가. 시공성
- 나. 마찰력 증진 효과의 지속성
- 다. 시공시의 소음 및 분진 발생 여부
- 라. 시공 후 주행 자동차의 승차감 및 소음
- 마. 경제성, 시선유도, 전망, 쾌적성
- 바. 주위 도로 환경과의 조화, 유지 보수 등

② 선정

- 가. 각 형식의 특징을 충분히 숙지하여 설치장소의 조건에 적합한 형식을 선정해야 한다.
- 나. 일반적으로 짧은 구간에 각기 다른 형식의 미끄럼방지포장을 사용하는 것보다는 같은 형식의 미끄럼방지포장을 연속하여 사용하는 것이 좋다.
- 다. 포장체의 종류에 따라 적합한 형식을 선정해야 한다.
 - (가) 아스팔트 콘크리트 포장의 경우에 대해서는 개립도 마찰층, 슬러리실, 노면평삭, 수지게 표면처리 형식의 적용성을 검토후 선정한다.
 - (나) 시멘트 콘크리트 포장의 경우에 대해서는 그루빙, 슛 블라스팅, 노면 평삭 형식의 적

용성을 검토후 선정한다.

(2) 방식 선정

- ① 설치형상은 해당구간의 노면 전체를 처리하는 전면처리와 일정간격을 띄워 부분 처리하는 이격식으로 구분하며, 이격식은 1-3방식, 3-6방식으로 나눈다.
- ② 미끄럼 방지포장의 적용 형상은 전면처리 방식을 원칙으로 한다.
- ③ 운전자에게 경각심을 주기 위한 목적으로 사용하는 경우 이격식 방식을 적용하되, 적용구간을 최소로 한다.
- ④ 전면처리 방식을 적용하는 경우는 개립도 마찰층, 슬러리실, 그루빙, 슛 블라스팅, 노면 평삭 등 가능한 모든 대안 중에서 가장 적합한 공법을 선정한다.
- ⑤ 이격식 방식을 적용하는 경우는 일반적으로 수지게 표면처리를 사용한다.

12.3.3 세부설치기법

(1) 설치길이

① 일반사항

- 가. 마찰력 개선을 목적으로 한 전면처리 방식의 미끄럼방지포장은 기급적 해당구간 전후에 충분한 여유를 두고 길게 설치하는 것이 좋다.
- 나. 이격식 방식의 미끄럼방지포장을 적용할 경우 설치 길이가 너무 길면 경제성 외에 승차감 저해나 소음의 문제를 야기시킬 수 있으므로 도로 및 교통조건, 교통사고 실적, 경제성 등을 고려하여 설치한다.

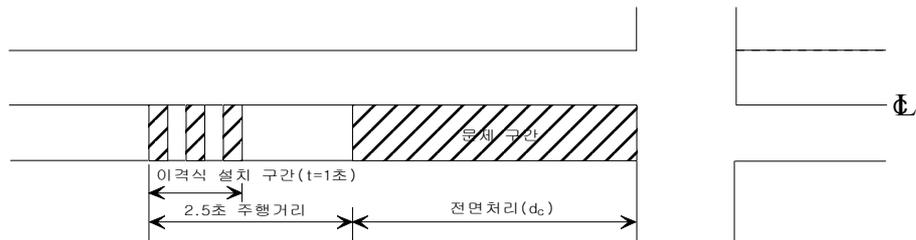
② 직선구간

- 가. 일반적인 직선 구간 (최소 마찰계수 기준표의 S3, S4에 해당)
 - (가) 마찰력이 최소 마찰계수 이하인 구간 전체의 마찰력을 개선한다. 미끄럼마찰의 개선이 주 목적인 경우 전면처리 방식을 설치한다.
 - (나) 미끄럼 마찰력은 기준에 부합하나, 다른 이유로 인하여 사고가 발생하는 경우에는 직선구간 중 문제 구간을 세부적으로 분석 검토하여 해당 구간에만 최소한의 길이로 미끄럼방지포장을 설치한다.
- 나. 교차로 또는 횡단보도 접근부
 - (가) 설계 속도(또는 도로 구조상 실제 주행 속도가 더 큰 경우는 주행 속도)로부터 여유 있게 정지할 수 있는 거리([표 12.3.3]참조)를 최소 길이로 한다.
 - (나) 시거 또는 대기 차량의 길이를 고려하여 연장할 수 있다.

[표 12.3.3] 교차로 또는 횡단보도 접근부의 미끄럼방지포장 최소 길이(d_c) (단위 : m)

속도(km/시) \ 내리막 경사(%)	0	2	4	6	8
40	20	20	20	20	25
60	45	50	55	55	60
80	85	90	100	105	115
100	140	150	160	175	190
120	205	220	240	260	285

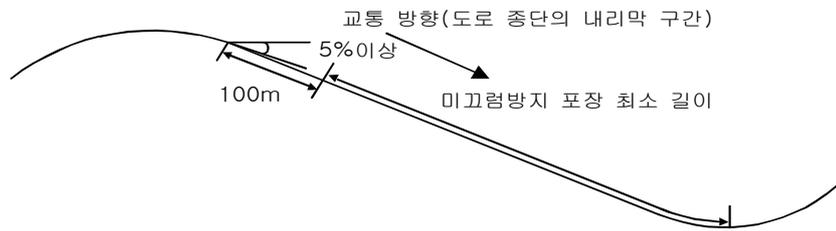
- (다) 문제구간에는 전면처리 방식의 미끄럼방지포장을 적용한다.
- (라) 문제구간의 전방에 운전자의 주의를 환기시키기 위한 필요성에 따라 이격식 방식의 미끄럼방지포장을 적용할 수 있다.
- (마) 이격식 시점은 전면처리 구간 앞에 인지반응시간 2.5초를 고려한 거리로 부터 하며, 설치구간은 시점부터 1초간 주행하는 거리를 같은 식으로 산정하여 설치한다.
- (바) 이와 같은 설치방법을 그림으로 나타내면 다음과 같다.



주) 문제 구간 : 교차로, 횡단보도, 버스정차장, 철도 건널목 등의 접근부

다. 5% 이상의 내리막 경사가 100m 이상인 곳

- (가) 내리막 경사 전체에 전면처리 방식의 미끄럼방지포장을 설치한다.
- (나) 부득이한 경우 내리막 종단경사의 시점 5% 이상의 경사가 되는 지점으로부터 100m 내려간 지점에서 내리막 경사가 끝나는 지점까지 도로관리청이 도로환경 조건을 고려하여 필요하다고 판단되는 길이를 최소 길이로 하여 미끄럼방지포장을 설치한다. (<그림 12.3.1> 참조)
- (다) 노면 미끄럼과 관계없이 과속만이 문제가 될 경우는 미끄럼방지포장보다 감속유도시설의 설치를 고려하는 것이 경제적이다.

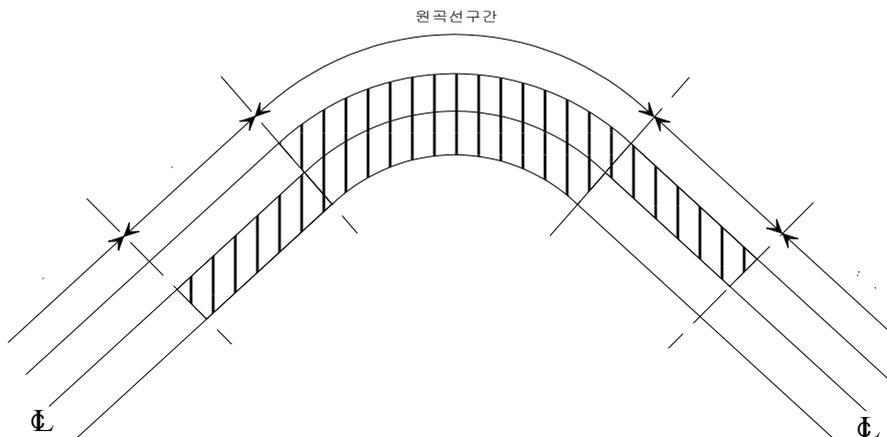


<그림 12.3.1> 미끄럼방지포장의 최소 설치 길이

③ 곡선구간

가. 완화구간이 있는 곡선구간

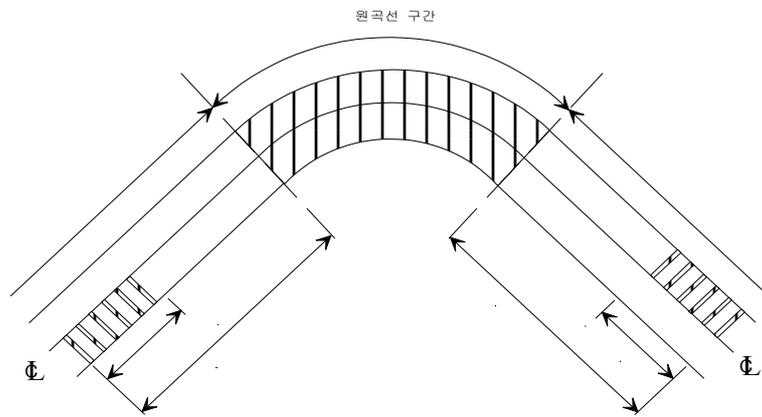
- (가) 설치 대상이 되는 전 구간에 걸쳐 전면처리 방식의 미끄럼방지포장을 설치한다. 완화구간이 있는 경우 진입부 완화구간에도 전면처리한다.
- (나) 완화구간이 없거나 불분명한 경우에는 원곡선 구간에만, 완화구간만으로 된 곡선구간에는 완화구간에 전면처리한다.
- (다) 완화구간이 있는 곡선부에서의 미끄럼방지포장 설치 위치는 <그림 12.3.2>와 같다.
- (라) 이 구간에서는 사전에 경각심을 주기 위한 이격식 처리는 하지 않는다.



<그림 12.3.2> 완화구간이 있는 곡선구간에서의 미끄럼방지포장 설치

나. 원곡선만으로 된 곡선구간

- (가) 원곡선만으로 된 곡선구간에는 곡선부 전체에 전면처리방식의 미끄럼방지포장을 설치한다.
- (나) 곡선구간의 진입부인 직선구간에는 운전자의 주의를 환기시킬 목적으로 필요에 따라 이격식을 적용할 수 있다.



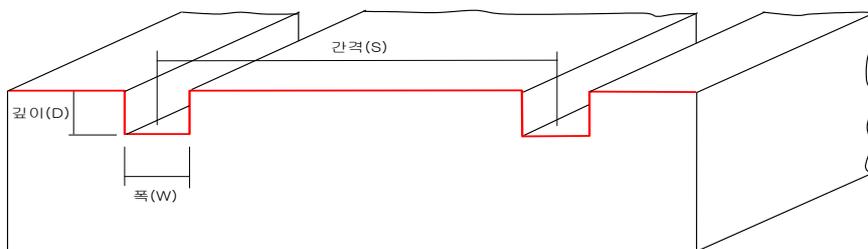
주행속도(km/시)	이격식처리방식	s(m)	d(m)
60	1:3 방식	40	15
70		50	20
80	3:6 방식	55	22
90		60	25
100		70	30

<그림 12.3.3> 원곡선 구간에서의 미끄럼방지포장 설치

(2) 기타¹⁾

① 미끄럼 방지시설의 다양한 형식 중 현재 고속도로에서 적용되고 있는 그루빙에 대한 설치형식 및 규격은 다음과 같다.

가. 종방향 및 횡방향 그루빙 표준 규격은 <그림 12.3.4>와 같다.



그루빙 규격 : 폭(W) x 깊이(D) x 간격(S)

<그림 12.3.4> 그루빙 표준규격

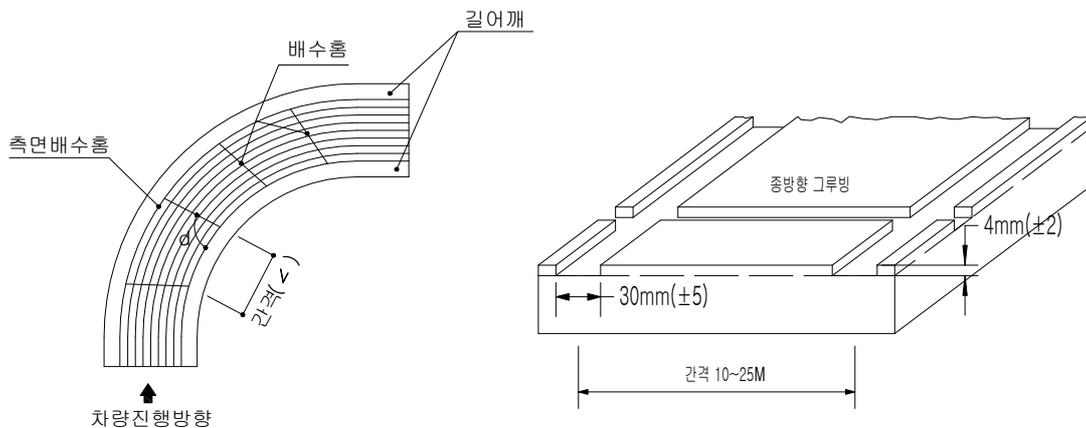
1) IC, JCT 연결로 종방향 그루빙 적용 방안(설계실 10202-245, 2004.08.23)

구분	형식 (Type)	규격: WxDxS(mm)	적용구간	비고
종방향	A	4(±1)x4(±1)x30(±5)	건물, 주차장, 주유소	
	B	6(±1)x4(±1)x40(±5)	저소음 요구구간 교통량이 적은 구간	
	C	9(±1)x4(±1)x50(±10)	미끄럼저항 요구구간 노면결빙 예상구간	기본 형식
횡방향	D	9(±2)x4(±2)x40(±10)	제동효과가 요구되는 곳 소음, 진동 발생	
	E	30(±5)x4(±2)x130(±10)	횡방향 배수처리 형식 제동 및 졸음방지	
	F	100(±10)x8(±2)x1,000 (±20)	속도 규제, 졸음방지 영업소 졸음방지포장 규격	

나. 배수홈 그루빙 표준 규격

(가) 배수홈의 설치각도 및 간격은 도로의 종단경사에 따라 결정한다.

(나) 설치각도 45° 이하는 조향성 저하의 우려가 있으므로 45° ~90° 사이로 시공한다.



다. 종단 경사에 따른 배수홈의 설치 방법

종단 경사율	2% 미만	3%	4%	5%
배수홈 각도, d (도)	60	55	50	45
배수홈 간격, ∠ (m)	10	15	20	25

라. 본선 구간 중 소음저감을 통한 민원 사전 해소가 필요한 구간²⁾

(가) 소음감소효과가 유리한 종방향 그루빙을 선별적용 적용한다.

(나) 종단 Sag구간, 편경사 변화구간에는 횡단배수용 그루빙 병행 적용한다.

2) 콘크리트 포장 소음저감방안(설계처-3297 2008.12.11)

구분	적용 기준	
	적용 구간	주요 내용
타이닝	· 전 구간	· 종방향만 적용 - 간격 18mm, 깊이 3mm 이상
그루빙	· 종방향 - 소음저감이 필요하다고 판단되는 구간 (본선 및 터널)	· 종방향 - 폭 3mm, 깊이 3mm, 간격 19mm
	· 횡방향 - 미끄럼 방지포장 대상 구간 - 노면결빙, 차로이탈예상 구간 등	· 횡방향 - Type A~F
	· IC, JCT구간 - Loop 연결로 포장 (콘크리트) 곡선구간	- 폭 9mm, 깊이 4mm, 간격 50mm(종방향)

- ② 기타 미끄럼 방지시설에 대한 세부 설치기준의 구체적인 내용은 고속도로 건설공사 표준도 및 국토해양부에서 발간한 해당 시설의 설치 및 관리지침에 따른다.