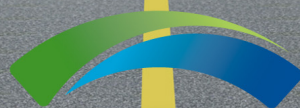




도로 포장 유지보수 실무 편람

■ ■ ■ 2013. 12



국토교통부

◆ 머 리 말 ◆

과거의 일반국도 포장관리는 육안조사에 의해 보수구간을 선정하고 보수 계획을 수립·시행하여 효율적인 예산집행 및 최적의 포장관리 수준을 유지하는데 어려움을 가지고 있었습니다.

이러한 어려움을 해결하고자, 1980년대 말부터 일반국도의 포장관리는 포장상태 조사 장비를 이용하여 노면의 상태와 포장 내부의 구조적 상태를 측정하고 그 결과를 체계적으로 분석하여 보수우선순위 및 최적 보수공법을 결정할 수 있는 도로포장관리체계 PMS(Pavement Management System)를 운영하고 있습니다.

도로포장의 관리는 최소한의 예산으로 최적의 도로포장 상태를 유지하는 것으로, 도로포장의 파손형태 및 노후정도에 따라 적절한 시기에 보수 공법을 적용하는 것이 가장 중요합니다. 하지만, 실무 기술자의 숙련도 부족 및 보수공법에 대한 이해부족으로 도로포장의 파손이 확대되는 경향이 있어, 미숙련 실무 기술자라도 포장 파손 유형에 따라 그 원인을 분석하고 적절한 보수공법을 선정·적용할 수 있도록 본 편람을 제정하게 되었습니다.

본 편람은 도로포장에서 발생하는 파손 유형과 원인 그리고 보수공법에 대한 그림을 참고하여 실무자가 쉽게 이해할 수 있도록 구성하였으며 현장 실무자들이 도로포장 파손의 원인에 따른 적절한 보수공법 대책을 수립할 수 있도록 도와줄 것입니다.

본 편람은 1999년 1월에 발간한 후 도로포장 파손형태에 따른 보수공법 선정, 균열보수에 대한 공법선정 기준 및 교면포장/교량접속부의 유지보수 내용 등을 새로이 추가하고 각계의 의견을 수렴하여 수정·보완한 후 발간하는 것입니다. 앞으로도 개선이 필요한 부분은 지속적으로 보완할 예정이니 활용하시는 여러분의 지속적인 관심과 조언을 부탁드립니다.

마지막으로 본 편람을 개정하는데 참여하신 연구진, 자문위원 및 관계 공무원 여러분의 노고에 감사드립니다.

2013. 12.

도 로 국 장

• 목 차

1. 개 요	1
1.1 목적 및 범위	3
1.2 유지보수의 개념	3
1.2.1 정의	3
1.2.2 유지보수의 필요성	4
1.2.3 유지보수의 종류	4
1.3 유지보수 수행 시 주의사항	5
1.3.1 숙련된 기술자	6
1.3.2 기후의 영향	6
1.3.3 안전	6
1.3.4 배수시설	7
1.3.5 기존 포장 정리 및 장비 준비	7
1.4 포장관리시스템의 개요	8
2. 아스팔트 콘크리트 포장의 유지보수	11
2.1 개요	13
2.2 노면의 조사와 평가	13
2.2.1 노면 조사	13
2.2.2 노면의 평가	18
2.3 파손 유형	24
2.3.1 균열	24
2.3.2 변형	33
2.3.3 탈리	39
2.3.4 미끄럼 저항 감소	44
2.4 보수 공법	47
2.4.1 소파 보수	48
2.4.2 균열 실링 보수	51
2.4.3 종방향 균열 보수	57
2.4.4 슬러리실	60

2.4.5 마이크로 서페이싱	62
2.4.6 가열 골재를 이용한 보수	64
2.4.7 덧씌우기	64
2.4.8 섬유그리드 포장	65
2.4.9 포장 섬유 포장	69
2.4.10 절삭 덧씌우기	71
2.4.11 미끄럼 방지 포장	73
2.4.12 반강성 포장	73
2.4.13 절단 및 실링 포장	76
2.4.14 재포장	78
3. 시멘트 콘크리트 포장의 유지보수	81
3.1 개요	83
3.2 노면의 조사와 평가	84
3.2.1 노면 조사	84
3.2.2 노면의 평가	84
3.2.3 유지보수 여부의 판단	87
3.2.4 유지보수 공법의 선정	88
3.3 파손 유형	88
3.3.1 균열	88
3.3.2 변형	98
3.3.3 탈리	101
3.3.4 미끄럼 저항 감소	106
3.4 보수 공법	108
3.4.1 줄눈 보수	109
3.4.2 균열 보수	115
3.4.3 전단면 보수	117
3.4.4 부분 단면 보수	126
3.4.5 다이아몬드 그라인딩	134
3.4.6 그루빙	135
3.4.7 서브 실링	137
3.4.8 슬래브 재킹	137

3.4.9	덧씌우기	140
3.4.10	하중전달 장치 재 설치법	147
3.4.11	지하배수 시설 설치법	148
3.4.12	미끄럼 방지 포장	150
3.4.13	재포장	151
4.	교면포장/교량접속부의 유지보수	155
4.1	개요	157
4.2	노면의 조사와 평가	157
4.3	절삭 덧씌우기식 아스팔트 콘크리트 교면포장 유지보수	159
4.3.1	일반사항	159
4.3.2	시공절차	159
4.3.3	기존 포장 절삭 및 평삭	160
4.3.4	교면방수	162
4.3.5	배수시설	166
4.3.6	아스팔트 포장 시공	168
4.4	덧씌우기식 시멘트 콘크리트 교면포장	171
4.4.1	일반사항	171
4.4.2	시공절차	171
4.5	교량접속부 보수공법	176
4.5.1	일반사항	176
4.5.2	교량접속부만 침하된 경우 보수공법	178
4.5.3	교량접속부와 토공부가 함께 침하된 경우 보수공법	179
4.5.4	접속슬래브 인상공법	180
5.	유지보수 장비	183
5.1	개요	185
5.2	장비의 종류	185
5.3	장비의 운영	191
5.4	장비의 관리	191
5.4.1	예방 정비의 구분	191
5.4.2	도로 유지보수 장비의 월동 대책	192

5.4.3 정비 등의 기록 유지	193
5.4.4 부속품 관리	193
6. 교통 처리 방안	195
6.1 개요	197
6.2 교통 처리 예	198
7. 용어 정리	203

• 표 목차

〈표 2.1〉 공용성 지수(PSI)의 보수 공법	19
〈표 2.2〉 공용성 지수(NHPCI)의 보수 공법	20
〈표 2.3〉 유지관리 지수에 의한 유지보수 기준	21
〈표 2.4〉 유지보수 필요 여부에 대한 판단 기준	21
〈표 2.5〉 SPI 값에 따른 포장상태 등급	23
〈표 2.6〉 HPCI 평가결과에 의한 등급기준	24
〈표 2.7〉 아스팔트 포장의 파손 유형과 보수 공법	47
〈표 2.8〉 아스팔트 계열 줄눈재료 품질기준(ASTM D 6690-01)	53
〈표 2.9〉 Backer-rod 재료 종류	55
〈표 2.10〉 교통개방까지의 양생시간 예	74
〈표 3.1〉 공용성 지수의 보수 공법	86
〈표 3.2〉 HPCI 평가결과에 의한 등급기준	87
〈표 3.3〉 유지보수 여부 판단의 목표치	87
〈표 3.4〉 균열도에 따른 유지 보수	88
〈표 3.5〉 콘크리트 포장의 파손 유형과 보수 공법	108
〈표 3.6〉 줄눈재의 종류	109
〈표 3.7〉 단차량에 따른 모서리 그라인딩 거리	134
〈표 4.1〉 교면포장 노면평가 시 조사항목	158
〈표 4.2〉 도로교 바닥판용 방수재의 분류 및 특징	163
〈표 4.3〉 도로교 바닥판용 방수재의 품질기준	164
〈표 4.4〉 도로교 바닥판의 종류에 따른 아스팔트 혼합물의 적용 기준	168
〈표 4.5〉 교면포장용 밀입도 아스팔트 혼합물의 배합설계 기준	169
〈표 4.6〉 교면포장용 13mm(WC-1, WC-6) 개질 아스팔트 혼합물의 배합설계 기준	169
〈표 4.7〉 교면포장용 SMA 혼합물의 배합설계 기준	169

• 그림 목차

〈그림 1.1〉 예방적 유지보수와 일상 유지보수의 개념	5
〈그림 1.2〉 PMS의 개념도	8
〈그림 2.1〉 노면 상태 조사 장비(PES)	15
〈그림 2.2〉 단차의 측정	15
〈그림 2.3〉 러팅의 측정	16
〈그림 2.4〉 소파 보수 작업도	49
〈그림 2.5〉 균열 실링 및 충전 공법 종류	51
〈그림 2.6〉 균열 실링 공법 종류	52
〈그림 2.7〉 Backer-rod 균열부 적용 시공 단면 모습	54
〈그림 3.1〉 줄눈의 종류	95
〈그림 3.2〉 성형 줄눈재의 한 예	112
〈그림 3.3〉 줄눈재 충전법의 보수 예	117
〈그림 3.4〉 포장 슬래브 표면과 내부 파손 범위가 다른 예	118
〈그림 3.5〉 파손 형태별 보수 범위 및 줄눈 설치 방법	119
〈그림 3.6〉 한 차로폭 보수 범위 및 줄눈 설치 방법	119
〈그림 3.7〉 다차로 보수 범위 및 줄눈 설치 방법	120
〈그림 3.8〉 슬래브 절단 방법	121
〈그림 3.9〉 줄눈 설치 단면 및 평면도	122
〈그림 3.10〉 줄눈 설치 평면도(연속 슬래브인 경우)	122
〈그림 3.11〉 스폐링이 발생한 부위의 층분리	127
〈그림 3.12〉 보수 범위 설정	128
〈그림 3.13〉 분리판의 설치 방법	130
〈그림 3.14〉 접착면의 마무리	130
〈그림 3.15〉 단차의 모서리 그라인딩 범위	134
〈그림 3.16〉 그루빙 적용 예	135
〈그림 3.17〉 주입 구멍의 배치와 주입 순서	138
〈그림 3.18〉 슬래브 재킹량 관찰 방법	139
〈그림 3.19〉 그라우트 주입관의 수평 설치법	139
〈그림 3.20〉 비접착식 콘크리트 덧씌우기 공법의 단면 구조	140

〈그림 3.21〉 접착식 콘크리트 덧씌우기 공법의 단면 구조	141
〈그림 3.22〉 다우웰바 하중 전달 장치	148
〈그림 3.23〉 지하 배수구의 표준적 위치	149
〈그림 3.24〉 세로 방향 배수 시스템	149
〈그림 3.25〉 기존 콘크리트 슬래브와의 이음부를 보강하는 방법	152
〈그림 4.1〉 교면포장 보수공법 분류	158
〈그림 4.2〉 절삭 덧씌우기식 아스팔트 콘크리트 교면포장 시공절차	159
〈그림 4.3〉 절삭 및 청소작업	160
〈그림 4.4〉 평삭기	161
〈그림 4.5〉 평삭 및 슛 블라스팅 작업	161
〈그림 4.6〉 교면포장 방수 시스템	162
〈그림 4.7〉 교면절삭 재포장 공사 시 방수층 연결을 고려한 시공이음부 절삭	166
〈그림 4.8〉 유공 도수관 및 배수구 설치(예)	167
〈그림 4.9〉 도로교 배수구 종류	167
〈그림 4.10〉 덧씌우기식 시멘트 콘크리트 교면포장의 시공절차	171
〈그림 4.11〉 교량 접속구간 침하	176
〈그림 4.12〉 성토고와 침하 발생 개소수	176
〈그림 4.13〉 성토고와 평균 침하량의 관계	177
〈그림 4.14〉 교량 접속부 침하 모식도 및 침하량 측정 결과	177
〈그림 4.15〉 접속구간만 침하된 경우 보수방법	179
〈그림 4.16〉 토공부까지 침하된 경우 보수방법	179
〈그림 4.17〉 슬래브 인상 시공방법	181
〈그림 6.1〉 2차로 도로의 교통 처리 예	198
〈그림 6.2〉 4차로 도로의 교통 처리 예	199
〈그림 6.3〉 트럭 장착 완충장치 사용시 4차로 도로의 교통 처리 예	200
〈그림 6.4〉 2+1차로 도로의 교통 처리 예	201

1. 개 요



1 개 요

1.1 목적 및 범위

도로 포장은 비록 좁은 지역일지라도 지반의 특성, 지세, 기온의 변화, 강우량 등의 환경적인 특성과 교통량, 중차량 구성비 등 교통 특성에 따라 매우 다양한 파손을 갖고 있다. 따라서 도로 이용자에게 쾌적하고 안전한 도로를 지속적으로 제공하기 위해서는 도로 포장 유지관리 실무자가 도로 포장의 파손 원인을 파악하고, 파손 원인에 따라 최적의 보수를 적합한 시기에 수행하여 포장의 상태를 양호하게 유지해야 한다.

본 편람의 목적은 도로 포장 유지관리 실무자가 포장 파손의 유형과 원인을 정확히 파악하고 최적의 보수방법을 선택하여, 유지보수를 실행할 수 있는 방안을 제공하는 것이다. 본 편람에서는 아스팔트 및 콘크리트 포장의 일상적인 유지관리에 대한 내용만을 기술하였으며, 재포장과 같은 대규모 보수는 보다 광범위한 포장의 평가와 분석이 필요하기 때문에 본 내용에서는 간략하게 언급하였다.

1.2 유지보수의 개념

1.2.1 정의

모든 공학적인 시설물은 본래의 기능을 유지하면서 풍화 작용과 물리 화학적인 변화에 따라 손상되어 기능이 저하된다. 공학적인 관점에서 유지보수의 의미는 “시설물을 안전하게 이용할 수 있는 상태로 유지시키는 과정”을 말한다. 따라서 정기적으로 외관과 상태를 점검하는 것이 유지보수에서 중요한 역할을 한다. 포장도의 유지보수는 포장의 기능이 저하되었을 경우 그 기능을 시공 당시의 상태로 회복시키기 위하여 통상적으로 실시되는 작업을 말한다. 또한 지진, 산사태, 산불, 돌풍 또는 심한 교통 체증 등에 의해 파손된 포장을 복구하는 비 규칙적인 보수도 유지보수에 포함되기도 한다.

도로 관리 기관에 따라 유지보수를 정의하는데 차이는 있지만, 포괄적으로 아래와 같이 정의를 내리기로 한다. 포장의 유지보수는 “교통량, 자연 상태 등이 일반적인 상태 하에서 포장의 상태를 시공 당시의 상태로 유지시키기 위해 통상 실시되는 모든 과정”을 의미한다.

1.2.2 유지보수의 필요성

모든 포장에는 포장체에 미소한 결함을 유발시키는 응력(stress)이 계속적으로 작용하여 결함을 유발시키기 때문에 모든 포장은 유지보수를 필요로 한다. 이러한 응력은 온도와 습도의 변화, 교통 하중, 포장체 하부의 미소한 변동 등으로 인해 발생될 수 있다. 균열이나 포장 표면의 침하 등은 포장체의 눈에 보이는 파손이며 이들은 포장체가 시공된 후 교통 및 환경하중이, 지속적으로 가해져 발현된 결과인 것이다.

1.2.3 유지보수의 종류

(1) 예방적 유지보수

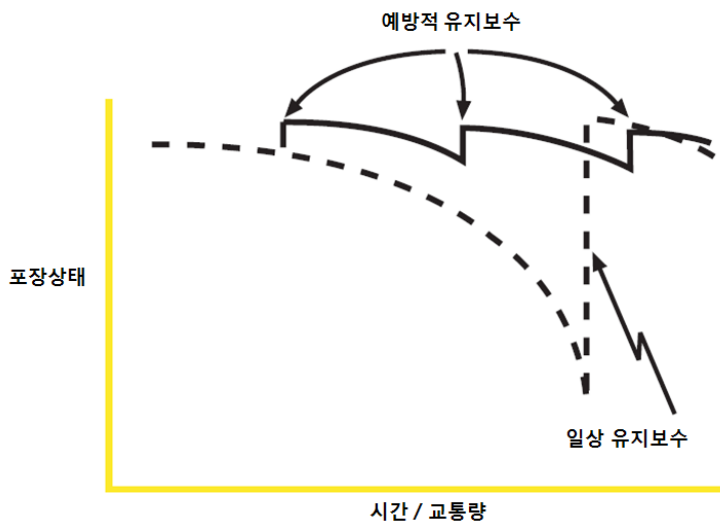
미소한 결함의 조기 발견 및 보수는 유지보수 실무자가 수행하는 가장 중요한 업무이다. 균열이나 표면 파손은 초기 단계에는 발견하기 어렵지만 바로 보수하지 않으면 심각한 파손을 유발할 수 있다. 포장이 과소 설계된 상태에서 중차량이 통과하게 되면 단기간 내에 큰 파손이 발생될 수 있다. 예방적 유지보수는 최적의 보수공법을 적당한 시기에 적용하여야 그 효과가 완벽하게 발휘되므로, 경험이 있는 사람이 주기적으로 포장에 대한 정밀 검사를 실시하는 것이 중요하며 이것이 유지보수 비용을 최소화할 수 있는 가장 좋은 방법이다.

차량을 타고 이동하면서 실시하는 검사는 파손이 시작되는 지역을 찾아내기 어려우며 결함이 작기 때문에 검사자가 도보로 걸어가며 보아야만 찾을 수 있다. 포장체 표면에 점토나 물이 고여 있다는 것은 경험이 있는 사람이라면 멀지 않은 장래에 문제가 발생할 것이라는 것을 알 수 있다.

(2) 일상 유지보수

일상 유지보수는 포장 표면에 러팅, 라벨링, 균열 등의 결함 발생 시 상시적으로 시행하는 유지보수의 한 종류이며, 예방적 유지보수와 일상 유지보수는 보수 시기와 보수비용에 차이가 있다. 일상 유지보수의 경우는 파손이 발생한 후에 보수 작업을 실시하게 되어 예방적 유지보수와 비교하여 보수비용이 비교적 증가하는 경향이 있다. 또한, 일상 유지보수 시기가 늦어질수록 포장의 파손의 심각도가 급격히 커지며, 보수비용 또한 증가하게 된다. 도로 포장의 일상 유지보수의 예는 덧씌우기 공법, 절삭 후 덧씌우기 공법, 소파 보수, 균열보수 등이 있다.

〈그림 1.1〉은 예방적 유지보수와 일상 유지보수의 개념을 비교하여 설명하고 있다. 현재 국토교통부에서 운영하고 있는 국도 도로포장관리시스템은 자동조사장비를 이용하여 포장상태를 조사하고, 우선순위에 따라 유지보수 구간 및 보수공법을 선정하고 있으며 이것은 대부분 일상 유지보수이다.



<그림 1.1> 예방적 유지보수와 일상 유지보수의 개념

(3) 긴급 유지보수(Emergency Maintenance)

블로우업(Blow-up), 심한 포트홀(Pot-hole) 등의 긴급한 유지보수가 필요한 경우 긴급 유지보수를 수행해야 한다. 특히 파손으로 인하여 도로 이용자의 안전에 문제가 있다고 판단되는 경우의 긴급 유지보수는 최대한 빠르게 보수하는 것이 매우 중요하다.

가끔 기후 조건에 따라 보다 적극적으로 보수를 하기 전에 파손의 진전을 막기 위하여 임시 보수를 필요로 하는 경우도 있다. 예를 들면 균열의 채움은 선선하고 건조할 때가 가장 좋으며, 소파 보수는 따뜻하고 건조할 때가 좋고, 표면처리도 따뜻하고 건조한 날씨가 가장 좋다. 따라서 적절한 보수시기를 선택하기 위해서는 몇 가지 기초적인 지식과 실무자의 경험 및 판단을 필요로 한다.

예방적 유지보수와 일상 유지보수, 일상 유지보수와 긴급 유지보수 사이의 확실한 경계선이 있는 것이 아니므로, 모든 종류의 유지보수는 포장의 공용성을 향상시킬 목적으로 완벽하게 이루어져야 한다. 그러나 예방적 유지보수를 잘 하면 추가 유지보수를 지연시킬 수 있으며, 유지보수 예산을 절감할 수 있다.

1.3 유지보수 수행 시 주의사항

유지보수 작업을 수행하는데 있어 포장 상태에 따른 보수 시기 및 보수 공법 등이 매우 중요함을 앞에서 언급하였다. 보수 공법이 결정된다 할지라도 좋은 품질 관리를 위해서는 유지보수 기술자의 숙련도, 시공 당시의 기후 그리고 안전 문제 등을 충분히 검토해야 한다.

1.3.1 숙련된 기술자

유지보수 작업은 정확한 감독, 숙련된 노무자 및 기술을 필요로 한다. 만일 이 세 가지가 제대로 이루어지지 않는다면 보수 작업은 불완전하게 수행될 것이고 보수 작업을 다시 하게 될 수도 있을 것이다. 대부분의 보수 작업이 아스팔트 및 콘크리트를 이용하므로 이들 재료에 대한 확실한 지식이 필요하다. 특히 이러한 지식은 감독관과 감리자에게 필수적이다. 성공적인 포장의 유지관리를 위해서 기술자는 아스팔트 및 콘크리트의 이용방법에 대한 지식을 갖고 있어야 한다.

1.3.2 기후의 영향

소파 보수 또는 표면 처리 보수 작업은 10°C 이상의 따뜻하고 건조한 기후에서 실시되어야 한다. 뜨거운 아스팔트 혼합물을 차가운 포장체 위에 시공하면 새로 포설된 혼합물이 급하게 차가워져 다짐 작업에 어려움이 발생하게 된다. 특히 이러한 급냉 효과는 포장체의 두께가 얇을 때 더욱 문제가 된다.

또한, 아스팔트 및 아스팔트 혼합물은 습기가 있는 표면에서는 접착이 잘되지 않는다. 이것은 보수가 차갑고 습한 기후에 실시될 수 없다는 것을 의미하지는 않는다. 다만 이러한 기간에 보수를 실시할 때에는 주의를 기울이라는 의미이며, 만족할 만한 결과를 얻을 수 없다는 것을 의미한다. 그렇지만 때에 따라서는 도로 이용자의 편리성과 이용성 때문에 그것이 임시적인 방법이 될지라도 보수를 실시하는 것이 더 나을 수도 있으며, 보수를 지연하는 것은 작은 파손을 더욱 크게 진전시킬 우려가 있다.

유화 아스팔트나 커트백 아스팔트를 배합한 혼합물은 습도가 높은 장소에서는 양생이 늦어진다. 그 이유는 이미 많은 양의 수증기를 포함하고 있는 공기가 혼합물에 포함된 물 또는 용매의 증발을 억제하기 때문이다. 저온 현상 역시 증발을 더디게 하므로, 환경에 유의해야 한다.

슬러리실과 기타 표면 처리 공법은 이들이 포설된 직후 수 시간 동안 습도에 영향을 받을 수 있다. 이 기간 동안의 비 또는 고속으로 주행하는 차량 때문에 피복된 골재의 대부분을 손실하게 될 수도 있다. 따라서 유지보수 공사를 계획할 경우에는 기상 정보를 참고해야 한다.

1.3.3 안전

유지보수 공사의 높은 품질을 얻기 위해서는 치밀한 안전 계획의 여부가 중요한 역할을 한다. 작업자의 안전을 위하여 도로 이용자가 전방에서 어떠한 작업이 수행되며, 작업 구간을 통과할 때 어떻게 행동해야 하는지를 명확히 인지할 수 있도록 안내해야 한다. 표지판과 경고 장치 등은 도로 이용자들이 충분히 인식할 수 있도록 공사 구간에서 충분히 떨어진 거리에 설치해야 한다. 만일

충분한 거리를 유지하지 못하면 도로 이용자들은 공사 현황을 이해하지 못할 수도 있다. 또한 작업 구간의 종료 시점을 나타내는 표시도 필요하다. 공사 구간의 진입부에서 도로 이용자의 시거가 짧은 경우 공사 구간 근처에서 깃발을 드는 기수도 필요하다.

유지보수 작업자들이 사용하는 안전 장구의 종류는 공사의 규모, 형태에 따라 다양하다. 예를 들어, 만일 콘크리트 포장 슬래브 하부에 아스팔트를 이용하여 서브 실링 작업을 하는 경우에 유지보수 실무자는 피부가 보이지 않는 안전복을 착용하여 실링 작업시 뜨거운 아스팔트가 역으로 분출되어 상해를 입는 경우를 피해야 한다. 단순히 오염된 포장체의 표면을 청소하는 경우에도 마스크나 보호 안경 등의 장비가 필요하다. 유지보수 기술자들이 안전모, 보호 안경, 장갑 등의 안전 장구들을 완비하면 그만큼 사고의 가능성을 줄일 수 있다.

1.3.4 배수시설

일반적으로 도로의 파손은 물이 원인이 되는 경우가 많으므로 도로의 설계, 시공 및 유지관리에 있어서 포장이나 구조물의 배수시설에 대하여 충분히 고려하여야한다. 도로배수의 목적은 첫째 도로의 배수를 좋게 하여 강우와 융설로 인하여 노면 또는 인접 지대에서 도로의 각 부위로 유입하는 지표수, 침투수로 인한 지하수, 지하수로부터 모세관 상승으로 인한 도로의 지지력 약화, 우수에 의한 절토, 성토사면의 세굴 또는 붕괴를 방지하기 위함이다. 둘째로 도로의 유역으로부터 집수되는 물이 직접 도로 구체를 붕괴 또는 손상시키는 경우를 방지해야한다. 셋째로 노면 상에 물이 정체되어 교통의 정체나 미끄럼 사고를 방지하기 위한 목적이 있다.

포장 파손의 가장 큰 원인 중의 하나는 배수 불량이므로 예방적 차원에서의 유지보수를 위해서는 주기적으로 배수 시설을 청소하고 계절별로 포장 표면을 조사해야 한다. 만일 배수가 적절하게 이루어진다면 포장의 파손을 미연에 방지할 수 있다. 그러므로 각 검사 항목에는 모든 표면 배수 시설, 측구 등이 포함되어야 하며, 이들이 계획된 대로 시공되었는지 확인해야 하며, 만일 이러한 시설 중 하나라도 제대로 역할을 수행하지 못하고 있다면 즉시 보수하도록 한다.

일 년에 두 번 정도는 지하배수에 대해서 점검을 해야 한다. 포장의 표면에 물이 비치는 것은 지하배수 시설이 부적절하거나 잘못 설계되었거나 막혀있다는 것을 의미한다. 모든 배수시설의 출구는 눈에 잘 띄게 도로와 도로대장에 표시되어 있어야 한다. 도로 순찰시 이들을 간과하지 말도록 해야 한다.

1.3.5 기존 포장 정리 및 장비 준비

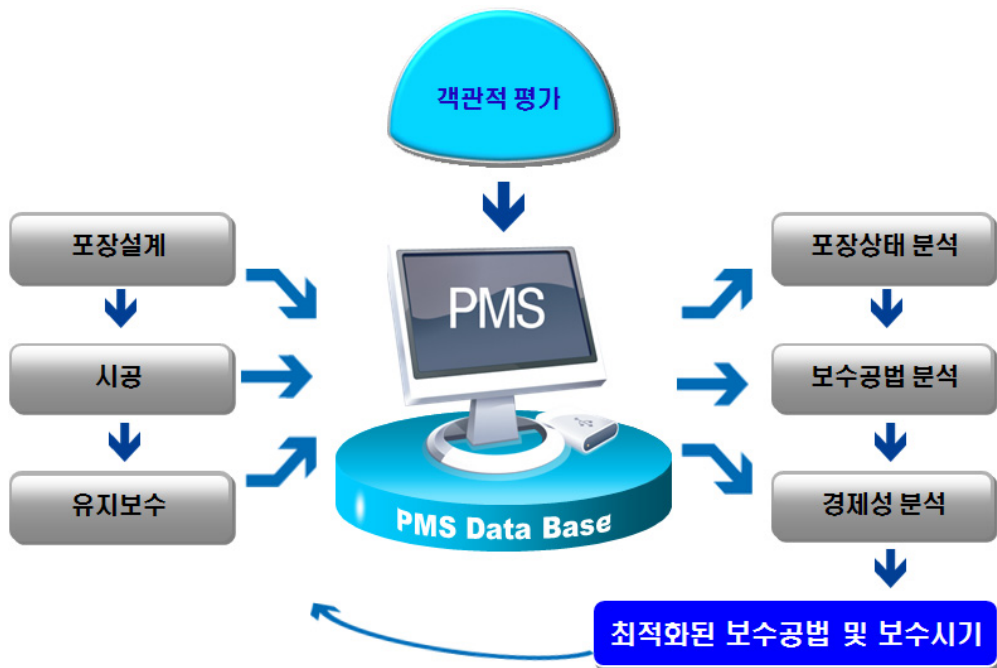
유지보수가 필요한 기존 포장은 떨어진 물질 없이 물청소 또는 청소장비를 이용하여 깨끗하게 정돈해야 한다. 도로의 유지보수 공사시 박스, 교량, 터널 등 기존 구조물을 적절하게 관리하는 것

또한 도로 이용자의 안전을 위해서도 매우 중요하다.

유지보수 공사 전 모든 장비의 상태가 정상인지 점검해야 하며, 특히 디스트리뷰터의 살포량을 점검한다. 모든 다짐 장비의 상태를 확인하며, 타이어 롤러의 공기압 및 출발, 정지, 운전 상태를 확인해야 한다.

1.4 포장관리시스템(Pavement Management System : PMS)의 개요

경제 성장과 국민소득 수준의 향상으로 인적, 물적 자원의 교류가 급속히 증가하면서 국가 기반 시설로서 도로의 중요성이 크게 부각되고 있으며, 도로 건설과 비례하여 도로관리에 투입되는 도로 유지보수 비용도 지속적으로 증가하고 있다. 따라서 합리적인 도로관리 방안으로 국토교통부는 1987년 초반부터 포장관리시스템(Pavement Management System ; PMS)을 적용하여 지금까지 일반국도에 적용하고 있다. <그림 1.2>는 일반국도에 적용하고 있는 포장관리시스템의 개념도이다.



<그림 1.2> PMS의 개념도

도로포장관리시스템(PMS)은 주어진 기간 동안 포장을 최적의 상태로 유지관리하여 제공하는 방법을 말하며, PMS의 장점은 포장의 유지관리 및 보수에 대해 비용 절감 가능한 대안을 제시해

주는데 있다. 일반국도포장관리시스템은 유지보수 예산을 효율적으로 활용하고 포장을 적절한 상태로 유지관리하기 위하여 각종 장비조사와 현장조사로 경제성분석과 예산분석 작업을 통하여 일반국도포장의 보수·보강공법과 시행 우선순위를 결정하는 등 일반국도 유지보수관리는 개선 및 발전을 거듭하고 있다.

2. 아스팔트 콘크리트 포장의 유지보수



2

아스팔트 콘크리트 포장의 유지보수

2.1 개요

아스팔트 포장의 역학적인 설계는 포장의 표면에 가해지는 차량 하중이 표면으로부터 내려갈수록 분산된다는 개념에 따라 각 층에 전달되는 응력을 부담할 수 있도록 사용되는 재료의 층 두께를 결정하는 것을 말한다.

아스팔트 포장은 위로부터 표층, 기층, 보조 기층으로 구성된다. 표층의 기능은 안전하고 평탄한 노면을 제공하는 것이므로 미끄럼 저항성을 갖고 있어야 하며, 자동차 하중과 환경 하중에 저항해야 하고 소성변형에도 저항할 수 있어야 한다. 따라서 표층은 아스팔트 혼합물의 배합 설계와 두께 설계 및 시공시 다짐 관리와 온도 관리가 중요하다. 기층과 보조 기층은 제한된 포장 두께로 하중을 분산시키기 위하여 상대적으로 두껍게 설계되어 피로에 저항하고 강성을 높여 줌으로써 포장의 하중지지 능력을 증가시켜 주기 위해 사용된다. 물론 입상 재료일 경우 배수가 원활해야 하고 동결 융해에 저항성이 있어야 한다.

아스팔트 포장에 파손 원인은 표층 재료의 부적절한 배합 설계나 각 층의 두께 및 다짐 부족 등의 요인을 들 수 있으며 이것은 전반적인 경우와 국부적인 경우로 구분할 수 있다.

도로 포장의 유지보수 실무자는 포장 노면의 파손 상황을 보고 개략적인 파손 원인과 보수 범위를 평가해야 한다. 먼저 파손이 전반적인 것인가 또는 국부적인 것인가를 판단한 후에 파손 원인이 어느 층에 있는가를 평가해야 한다. 국부적인 경우에는 균열 충전이나 소파 보수를 실시하고 전반적인 경우에는 상황에 따라 표면 처리, 절삭 덧씌우기, 덧씌우기, 재시공 등을 검토하도록 한다.

2.2 노면의 조사와 평가

2.2.1 노면 조사

노면 조사는 아스팔트 포장의 파손 상황(유형, 정도, 파손율 등), 파손 원인을 파악하기 위한 것으로 도로 건설시의 조사, 설계, 시공에 관한 자료, 조사 기록, 포장 보수의 경력 등을 조사하여 참고 자료로 사용하면 좋다. 또한 지형 및 기후 조건, 포장 구조, 교통 조건이 동일한 구간의 노면 성상은 동일하다고 판단되는 구간 중 일정한 구간을 정하여 조사하고, 그 자료와 결과를 가지고 동일 구간의 자료로 하여도 좋다. 이러한 조사 자료를 사용하여 각종 파손에 대한 유지보수 필요 여부를 판단한다.

포장의 상태를 정확히 분석하고 보수 공법 및 보수시기를 정확히 파악하기 위해 포장의 기능적 공용성 및 구조적 공용성 그리고 안전적 공용성 등의 자료들을 수집 관리한다. 이러한 공용성 상태 자료를 수집하기 위해 포장 상태 자동조사 장비를 이용한다면 육안 조사에 비해 객관성, 신속성, 정확성, 안전성 등을 확보할 수 있다.

조사 항목은 크게 다음의 두 가지로 나눌 수 있다.

(1) 노면 상황 조사

노면의 상황을 대략적으로 파악하는 것으로 조사 대상 구간을 정하고 순찰에 의해 조사를 실시하는 것으로 조사 내용은 균열과 노면 요철이 주체가 된다.

(2) 상세 조사

노면의 유지보수 공법을 결정하기 위한 것으로 파손의 상황을 수치로 파악하는 조사이다. 조사 항목은 균열, 소파 보수 면적, 요철, 변형량, 미끄럼 저항, 침하량, 마모, 박리, 소음, 진동 등이 있으나 반드시 전부를 실시할 필요는 없으며 담당 기술자의 판단에 의해 필요한 항목을 선정하여 시행하면 된다.

1) 균 열

균열 조사는 노면에 발생한 균열 상태를 측정하여 그 정도와 범위로 평가한다. 일반적으로는 범위에만 착안하여 아래 식으로 균열률을 나타낸다.

$$\text{균열률(\%)} = \frac{\text{균열 면적의 합(m}^2\text{)} + \text{소파보수 면적(m}^2\text{)}}{\text{조사대상구간 면적(m}^2\text{)}} \times 100$$

균열을 측정하는 방법으로는 일반적으로 다음 두 가지 측정법이 있다.

① 스케치하는 방법

이 방법은 관측자가 노면에 발생한 균열을 사각형으로 둘러싸도록 생각하여 그 면적을 차로별로 기록한다. 면적의 계산을 위해서는 길이와 폭을 측정한다. 이때 세로 방향 균열이 1개 발생하여 있을 경우에는 폭을 30cm로 하고 길이를 곱하여 면적으로 한다. 소파 보수 면적도 균열 면적과 같이 측정한다.

② 자동 포장 상태 조사 장비를 이용하는 방법

이 방법은 포장의 유지 보수 계획 등에 필요한 데이터를 수집하기 위해 몇 km 이상의 연장에

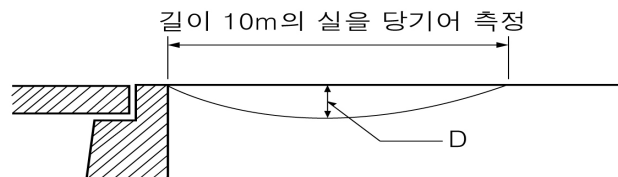
걸쳐 대량의 균열을 고속으로 측정할 때 사용된다. 공용중인 도로를 평균 60~80km/h로 주행하면서, 포장 표면의 파손 형태를 초음파 센서 및 비디오 화상 자료를 통하여 파악하는 방법으로 포장체 표면에 발생하는 균열, 소파 보수, 러팅 등의 파손 형태를 정량화할 수 있다.



<그림 2.1> 노면 상태 조사 장비(PES)

2) 단 차

단차는 교량 접속부, 암거 등 지하 구조물의 주변에 생기는 것으로 통상 순찰시 충격을 느낄 정도면 측정한다. 측정은 <그림 2.2>와 같이 1차로당 3점 이상 또는 가장 깊은 곳에서 시행하며 최대치 D(mm)로 단차량을 나타낸다. 실을 당기는 길이는 일반도로에서는 10m, 고속도로에서는 15m로 한다.



<그림 2.2> 단차의 측정

3) 러 팅

러팅 조사는 노면 폭 방향의 요철을 측정하여, 바퀴 주행 위치에 발생한 바퀴자국 패임의 양을 구하는 것을 목적으로 한다. 러팅의 측정은 100m마다 차로별로 실시하고, 노면 상태가 일정하다고 판단되는 경우에는 노선의 어느 구간(1km정도)을 대표구간으로 하여 50~100m마다 같은 간격으로

측정한다. 각 단면의 최대치의 평균을 취하여 조사대상구간의 값으로 하면 좋다. 교차점 부근에서는 200~400m를 조사대상구간으로 하고 50~100m마다 측정하여 구간 최대치와 각 단면 최대치의 평균치를 기록한다.

러팅을 측정하는 방법에는 직선자 또는 실을 당기는 방법과 횡단 프로파일미터에 의한 방법, 노면 성상 자동 측정차를 이용하는 방법이 있다.

① 직선자 또는 실을 당기는 방법

이 방법은 횡단 프로파일미터 만큼 정밀한 조사가 필요하지 않을 경우, 횡단 프로파일미터를 대신하는 방법이다. 측정은 차로를 바르게 횡단하도록 직선자 또는 실을 당기어 <그림 2.3>과 같이 차로별로 D_1 , D_2 를 측정한다. 측정 결과는 D_1 , D_2 를 mm단위로 기록하고, 각 단면의 소성변형 깊이가 D_1 , D_2 값 중 큰 쪽의 값을 취한다.

조사대상구간 또는 대표구간의 소성변형 깊이는 각 단면의 최대치의 평균값으로 나타낸다.



<그림 2.3> 러팅의 측정

② 횡단 프로파일미터를 이용하는 방법

이 방법은 포장의 바퀴자국 패임량을 자세히 조사할 때 쓰인다. 일반적으로 평탄성 측정용으로 사용하는 프로파일 미터를 이용하여 자기 기록장치가 양단을 고정한 범위를 이동하여 횡단 파형을 기록하는 것으로 기록지 위에 파형으로부터 작도하여 최대 러팅값을 읽는다.

③ 노면 성상 자동 측정차를 이용하는 방법

이 방법은 포장의 유지 보수 계획 등에 필요한 데이터를 수집하기 위해 몇 km 이상의 연장에 걸쳐 각 단면의 러팅 깊이를 고속으로 측정하는 방법이다.

4) 종단 방향 요철

종단 방향 요철 조사는 차도 포장의 종단 방향 요철 정도를 측정하여, 차량 주행시 승차감에 영향을 주는 도로의 평탄성을 구하는 것을 목적으로 한다. 종단 방향 요철은 자동차 주행에 대한 영향이 가장 크고, 또한 측정도 비교적 용이하여 신설 포장 노면에 대한 평탄성 검사에는 단독으로 그 결과가 이용되나, 유지보수에서는 그 공법 선택을 위해서 공용성 평가 방법의 하나로 균열률과 조합하여 이용된다.

종단 방향 요철은 다음과 같은 방법이 이용된다.

① 프로파일미터를 이용하는 방법

이 방법은 평탄성을 자세히 조사하는 데 사용된다.

② 3m 직선자를 이용하는 방법

이 방법은 3m 프로파일미터 만큼 정밀한 조사가 필요하지 않은 경우와 비교적 규모가 작은 조사를 할 경우 또, 프로파일미터로 조사하기에 앞서 예비 조사를 할 경우에 사용된다.

③ 노면상태자동조사 장비를 이용하는 방법

공용 중인 도로를 평균 60~80km/hr로 주행하면서 포장체의 종단평탄성을 측정할 수 있다.

5) 처짐량 측정

포장의 처짐량 측정은 포장의 구조 평가 및 노상의 지지력 평가를 위하여 실시된다. 이는 포장의 파손 수준을 예측하게 할 뿐만 아니라, 파손 원인을 밝히거나 보수 공법의 선택에 도움을 주며 나아가 덧씌우기 설계에도 사용된다. 처짐량을 측정하는 방법은 여러 가지가 있는데 과거에는 주로 벤켈만 빔에 의한 방법을 사용하였으나, 최근에는 Dynaflect, FWD(Falling Weight Deflectometer) 등의 동적인 처짐량을 측정하는 장비도 사용한다.

6) 포트홀, 함몰

구멍의 장(長)·단경(短徑)의 평균치를 cm의 단위로 나타낸다. 포트홀이 여러 개 있는 경우는 평균 지름과 개수를 기록한다.

7) 미끄럼 저항

미끄럼 저항 조사는 교통사고에 간접적인 영향을 미치는 노면의 미끄럼 저항값을 구하는 것을 목적으로 한다. 교통사고에 직접적으로 영향을 미치는 요인으로는 차량의 속도, 빗물 등을 들 수 있다. 미끄럼 저항을 측정하는 방법으로는 일반적으로 다음 두 가지 측정법이 있다.

① 미끄럼 저항 시험기(Skid Resistance Tester)를 이용하는 방법

이 방법은 고무제 슬라이더가 시험편에 미끄러질 때 그 저항값을 측정하는 것으로, 노면의 마찰 특성을 간편하게 측정할 수 있다. 이것은 BPT(British Pendulum Tester 또는 British Portable Tester)라고도 한다.

② 미끄럼 저항 측정 차량에 의한 방법

이 방법은 일정한 속도로 견인하는 시험 차량에 제동을 걸어 이 때 시험 차량에 가해지는 힘을 측정하여, 윤하중과의 비를 계수화 하는 것으로, 실제로 주행하고 있는 차량이 노면으로부터 받는

미끄럼 저항에 가까운 측정값을 얻을 수 있다.

2.2.2 노면의 평가

아스팔트 포장 노면에 대하여 측정기를 사용하여 조사한 후 조사구간 또는 노선별로 노면을 종합적으로 평가하여 시기를 놓치지 않고 계획적으로 유지보수를 실시하는 것이 매우 중요한 일이다. 이를 위해 본 편람에서는 미국의 공용성 지수에 의한 방법과 일본의 유지관리지수 및 국내의 일반국도 포장상태 평가지수, 서울시 도로 평가지수, 한국도로공사의 평가지수를 소개하기로 한다.

여기에 소개된 노면의 파손지수를 실무에 적용하기 위해서는 평탄성 적용문제 등을 전문가와 협의하여야 하며, 국내에서 일반적으로 사용될 수 있는 노면 파손지수의 개발이 필요한 실정이다.

(1) 공용성 지수(PSI)

미국의 AASHO 도로시험(1950년부터 10년간, 500억원) 결과로부터 얻어진 포장의 서비스 수준을 객관적으로 나타내는 평가지수 PSI(Present Serviceability Index)를 개발하였다. PSI는 아래 절차에 의해 개발되었다. PSI는 평탄성을 중시하고 있으며 당장의 보수 공법을 선택하는데 사용된다.

- ▶ 도로 건설 기술자, 도로 유지관리자, 자동차 운송업자, 차량 제조업자 등으로 구성된 그룹이 실제 도로에서 주행시험을 실시한 후 포장의 서비스 성능 등급 IPSR(Individual Present Serviceability Rating)을 0~5점으로 개별평가
- ▶ 아스팔트 포장, 콘크리트 포장 구분
- ▶ 노면평가치 PSR을 목적변수로 노면 손상값을 설명변수로 중회귀분석하여 얻은 PSR의 추정치를 측정시 서비스 지수, PSI로 결정

$$PSI = 5.03 - 1.91 \log(1 + SV) - 0.01 \sqrt{C + P} - 0.21 RD^2 \quad \dots \text{아스팔트 포장}$$

여기서, SV : 차량 통행 위치에서 종단 요철도의분산

C : 노면의 균열도($m^2/1000m^2$)

P : 노면의 소파 보수($m^2/1000m^2$)

RD : 소성변형 깊이(cm)

PSI 개발을 위해 포장의 상태를 평가한 결과에 의해 일반적으로 PSI가 2.5 이하가 되면

덧씌우기가 필요한 상태로 인식하게 되었다.

- 시험 실시 전 PSI 평균치(아스팔트 : 4.2)
- 실시결과 PSR 2.9 이상 : 50%가 A급 포장 인정
 PSR 2.5 이하 : 50%가 A급 포장 부인
- PSI값으로 PSR 추정시(이후 추적조사)
 2.5이하가 되면 (평탄성 회복을 위해)덧씌우기 실시 필요
 1.5이하가 되면 거의 모든 도로기술자가 포장파괴로 판단

공용성 지수에 의한 보수 공법의 선정은 <표 2.1>에 따른 유지보수를 실시하는 것이 바람직하나 포장의 수명을 보다 길게 유지하기 위해서는 이 값 이하에서도 조사하는 것이 좋다.

<표 2.1> 공용성 지수(PSI)의 보수 공법

공용성 지수(PSI)	개략적인 보수 공법
3.0 ~ 2.1	표면처리
2.0 ~ 1.1	덧씌우기
1.0 ~ 0	재포장

(2) 일반국도 포장상태 평가지수 (NHPCI)

일반국도 포장상태 평가지수인 NHPCI는 National Highway Pavement Condition Index의 약자로 우리나라의 한국건설기술연구원에서 2007년도에 개발하였으며, 이는 일반국도의 전반적인 포장 상태를 파악하기 위한 의사소통의 수단으로서 정량적인 값을 사용하기 위함이었다. NHPCI의 개발은 국도관리사무소의 관리자, 산·학·연 포장전문가로 구성된 패널의 현장조사 자료를 통계분석하여 다음과 같은 식을 개발하였다.

$$NHPCI = \frac{1}{(0.33 + 0.003 * X_{CR} + 0.004 * X_{RD} + 0.0183 * X_{IRI})^2}$$

이때, X_{CR} : 균열률(%)
 X_{RD} : 소성변형(mm)
 X_{IRI} : 종단평탄성(m/km)

일반국도 포장상태 평가지수에 의한 보수 공법의 선정은 <표 2.2>에 따라 선정하는 것이 바람직하다.

<표 2.2> 공용성 지수(NHPCI)의 보수 공법

공용성 지수(NHPCI)	개략적인 보수 공법
5.0 이하	덧씌우기 또는 절삭 덧씌우기

(3) 유지관리지수(MCI)

MCI는 Maintenance Control Index의 약자로 일본 건설성 토목 연구소가 1981년 포장의 공용성을 노면의 특성치에 의해 수치적으로 나타낸 것이며, 유지보수의 기준으로 활용하고 있다. 이는 노면의 균열과 러팅을 중시한 평가 지수이다. 지수는 다음 식으로 산출된다.

$$MCI = 10 - 1.48C^{0.3} - 0.29D^{0.7} - 0.47\sigma^{0.2}$$

$$MCI_0 = 10 - 0.51C^{0.3} - 0.30D^{0.7}$$

$$MCI_1 = 10 - 2.23C^{0.3}$$

$$MCI_2 = 10 - 0.54D^{0.7}$$

이 때, MCI : 유지관리지수
 MCI_0 : 균열과 러팅의 2종 특성에 의한 유지관리지수
 MCI_1 : 균열률에 의해 구한 지수
 MCI_2 : 러팅량에 의해 구한 지수
 C : 균열률(%)
 D : 바퀴자국 패임량(mm)
 σ : 종단 요철량(mm)

통상은 2종 특성 이상에 의한 식에 의해 평가하나 균열과 러팅이 각각 심한 포장의 공용성은 MCI_1 , MCI_2 에 의해 평가할 수 있다. 실제 적용에 있어서는 각 평가방법 중 가장 적은 값을 그 포장의 공용성 평가치로 하고 있다. 유지관리지수에 따른 유지보수의 기준은 <표 2.3>와 같다.

또한 개개의 파손에 대해서 유지보수의 필요여부를 판단하는 경우에는 파손의 종류와 그 크기에 따라서는 공용성 지수의 수치에 관계없이 유지보수를 필요로 하는 수가 많으며(예컨데, 단차, 포트홀 등), 이 경우에는 도로의 종류에 따라 <표 2.4>의 값을 참고로 하여 유지보수의 척도로 사용하면 좋다.

<표 2.3> 유지관리 지수에 의한 유지보수 기준

MCI	유지보수 기준
3 이하	시급히 보수가 필요
4 이하	보수가 필요
5 이상	바람직한 관리 수준

<표 2.4> 유지보수 필요 여부에 대한 판단 기준

도로의 종류	항목	러팅	단차(mm)		미끄럼 마찰 계수	종단방향의 요철 (mm)	균열률 (%)	포트홀 지름 (cm)
			교량	암거				
자동차 전용 도로		25	20	30	0.25	8m 프로파일 90(Pr1) 3m 프로파일 3.5(σ)	20	20
교통량이 많은 일반도로		30~40	30	40	0.25	3m 프로파일 4.0~5.0(σ)	30~40	20
교통량이 적은 일반도로		40	30	—	—	—	40~50	20

주1) 단차는 자동차 전용도로의 경우는 15m의 실을 당겨서, 일반도로의 경우 10m의 실을 당겨서 측정한다.

주2) 미끄럼 마찰계수는 자동차 전용도로의 경우 80km/h, 일반도로의 경우 60km/h로, 노면이 젖어있을 때 측정한다.

주3) Pr1은 프로파일 미터로 기록한 요철 파동의 중앙에 $\pm 3\text{mm}$ 의 띠를 그어, 그 띠 바깥으로 벗어나는 부분의 파의 높이를 합계하여 이를 측정 거리로 나눈 값이다.

주4) 주행 속도가 높은 도로에서는 여기서 나타내는 값보다 높은 수준으로 목표값을 정하면 좋다.

(4) SPI(Seoul Pavement Index, 서울시 포장평가지수)의 개요

서울시의 방대한 관할노선을 체계적으로 관리할 수 있도록 포장도로에 대한 객관적이고 정량화된 포장상태를 표현할 수 있도록 서울시 포장평가지수(SPI)를 개발하여 현재 운영중이며 포장의 주요 결함인자인 균열, 소성변형, 종단평탄성에 대한 개별지수를 산출하고 3가지 개별 파손지수를 종합하여 포장평가지수(SPI)로 표현하였다.

포장평가지수(SPI)는 다양한 포장 상태의 변화 요인을 적절히 반영하여 포장상태를 표현 할 수 있도록 했으며, 도로 이용자의 요구 수준을 만족시킬 수 있도록 주기적이고 지속적으로 수정·보완해서 사용하고 있다. 특히 종단평탄성에 대한 보수기준이 다른 기관에 비해 상대적으로 완화되어 설정되었으며 이는 서울시의 종단평탄성이 다소 불량하게 형성되어있기 때문이다. 다음은 서울시 포장평가지수의 주요내용이다.

① 개별평가지수

- 균열지수, SPI_1 (Crack Index) : 보수대상 기준인 균열율 15%가 균열지수(SPI_1)의 5에 해당하도록 하였다.

$$SPI_1 = 10 - 2.23 \times C^{0.3}$$

여기서, C : 균열률(%)

- 소성변형지수, SPI_2 (Rut Depth Index) : 보수대상 기준인 소성변형 25mm는 소성변형지수(SPI_2)의 5에 해당한다.

$$SPI_2 = 10 - 0.2 \times RD$$

여기서, RD : 소성변형 깊이(mm)

- 평탄성지수, SPI_3 (Roughness Index) : 보수대상 기준인 7.5m/km는 평탄성지수(SPI_3)의 5와 유사하다.

$$SPI_3 = 10 - 0.667 \times IRI$$

여기서, IRI : 종단평탄성(m/km)

② 종합적인 포장평가지수, SPI(Seoul Pavement Index)

종합적인 포장평가지수는 포장의 파손 요소별로 파손상태에 따라 파손별로 등치화 할 수 있는 개별 파손지수를 먼저 설정하고, 이들 지수를 비선형적으로 결합하여 하나의 파손이 지배적인 경우와 둘 또는 세 가지 파손이 동시에 발생된 경우를 적절히 평가하였다. 따라서 이를 서울시 종합적인 포장평가지수 SPI로 사용하였다.

$$PDI = [(10 - SPI_1)^5 + (10 - SPI_2)^5 + (10 - SPI_3)^5]^{1/5}$$

$$SPI = 10 - PDI$$

여기서, SPI : 포장평가지수(Seoul Pavement condition Index)

PDI : 포장파손지수(Pavement Distress Index)

이 식에서 SPI는 10점 체계의 포장평가지수를 나타내며, 파손지수 10점은 파손이 없는 상태, 평가지수 0점은 완전히 파손된 상태를 의미한다. 또한 PDI가 10점을 넘을 경우, 최대값을 10점으로 하여 평가지수가 0 이하로 떨어지지 않도록 제약조건을 부가하였다.

서울시에서는 포장상태를 ‘매우양호’, ‘양호’, ‘보통’, ‘불량’, ‘매우불량’ 등 5등급으로 구분하였으며, 각 상태에 따라 보수공법과 보수시기를 고려하여 10점 체계의 배점을 <표 2-5>와 같이 설정하였다. 또한 아래의 <표 2.5> 절대적인 것이 아니라 개별 파손지수와 종합적인 포장평가지수가 일관성을 갖도록 개략적인 지침을 설정한 것이다.

<표 2.5> SPI 값에 따른 포장상태 등급

등급	상태구분	포장상태	유지·보수시기
10~8	매우 양호	거의 신설 포장과 같음	보수 불필요
8~7	양호	부분적으로 파손	일상적 유지관리
7~5	보통	보수 시기가 다가옴	예방 보수 또는 적정 보수
5~3	불량	보수 시기가 1~2년 지남	보수 보강 필요
3~0	매우 불량	보수 시기가 상당히 지남	재포장

(5) HPCI(Highway Pavement Condition Index, 한국도로공사)의 개요

고속도로 포장 상태 지수 HPCI는 HPMS(Highway Pavement Management System)에서 보수대상구간의 선정에 기본적으로 사용하도록 되어 있다. AASHO의 PSI를 기본적인 모델로 하여 도출된 HPCI는 포장의 다양한 결함(균열, 소성변형, 소파 보수 등)을 하나의 수치로 나타낸 것으로서 고속도로 포장상태를 정량화하기 위해 다양한 구간에 대한 결함조사와 평가단의 평가에 의해 산정 되었다. <표 2.6>은 고속도로의 HPCI 관리기준이다.

▶ 아스팔트 포장

$$HPCI = 5 - 0.78 \times IRI^{0.7} - 0.5 \times RD^{1.5} - 0.65 \times \log(1 + SDA)$$

여기서, IRI = 종단평탄성지수(m/km)

RD = 소성변형량(cm)

SDA = 100m 단위구간에서 균열 및 패칭 등의 손상환산면적(m²)

<표 2.6> HPCI 평가결과에 의한 등급기준

등급	HPCI 범위	상태	대응책
1등급	4.0 초과	매우우수	보수 불필요
2등급	3.5~4.0	우수	예방적 유지 필요
3등급	3.0~3.5	보통	수선 유지 필요
4등급	2.0~3.0	불량	개량필요
5등급	2.0 이하	매우불량	시급한 개량필요

2.3 파손 유형

2.3.1 균열

균열은 아스팔트 포장체의 내구성에 심각한 영향을 끼치는 대표적인 파손 중 하나이다. 아스팔트 포장에 주로 발생하는 균열에는 피로균열(혹은 거북등 균열), 저온균열, 반사균열 등이 있다. 이 중 피로균열은 반복되는 교통하중에 의해 발생하는 것으로 주로 아스팔트 콘크리트 층 하부에서 발생하여 표면으로 진전되는 것으로 간주하였다. 하지만 최근 들어 아스팔트 콘크리트 표층에서 균열이 시작하여 하부로 진전하는 탑다운(Top-down) 균열도 많이 발생하는 것으로 나타났다.

아스팔트 포장의 설계는 표층에 교통 하중의 반복으로 인해 피로 균열이 발생하지 않도록 각 층의 두께를 결정하지만 피로 균열 외에도 다양한 요인에 의해 여러 가지의 균열이 발생되고 진전되어 간다. 균열의 발생 요인으로서는 차량 하중의 반복 외에 온도 저하, 기층, 보조 기층에서의 전단 저항 능력의 부족, 노상, 또는 노상 하부에서의 지반의 이동 등 표층 아래층의 지지력 변화에 따라 다양하게 발생될 수 있다.

아스팔트 포장에 발생하는 균열은 균열 그 자체가 해로운 것이 아니라, 균열을 통해 침투된 물에 의해 포장 파손이 가속화되기 때문에 문제가 되는 것이다. 균열이 발생되면 균열 틈으로 물이

침투하게 되고 기층이나 보조 기층 또는 노상에 물이 침투하게 되면 입상 재료의 전단 저항력이 떨어져 변형이 유발되어 포장의 주요 기능인 평탄성이 저하되기 때문에 이를 사전에 보수해야 하는 것이다.

아스팔트 포장에 나타나는 균열은 형상과 분포 및 정도(균열 틈의 폭)에 따라 다양하다. 먼저, 균열의 원인을 파악하고 형상과 분포에 따라서 적절한 보수를 실시하도록 한다. 보수 방법으로는 부분적으로 발생하는 초기 균열에 대해서는 균열 실링을 실시하여 물의 침투를 막거나 부분적으로 소파 보수를 실시하도록 한다. 균열의 정도가 심하고 전반적으로 발생하였을 경우에는 덧씌우기를 실시하는 것이 바람직하며 덧씌우기 두께는 기존 포장체의 지지력과 장래 교통량을 검토하여 결정하도록 하며, 기존 포장의 균열이 반사되지 않도록 조치를 취하는 것이 중요하다.

거북등 균열(Alligator Crack)

1) 정 의

포장체 표면에 발생한 균열들이 서로 연결되어 마치 거북등과 같은 형상을 띠고 있는 파손 형태를 의미한다. 거북등 균열은 피로균열이라고도 부르며 보통 차륜 통과(휠패스, Wheel path)구간에서의 종방향 균열에서 시작된다.

2) 원 인

- 불안정한 지지력
- 포장 단면 부족
- 포장의 하부층 또는 노상 불안정
- 배수 불량
- 교통 하중 및 노화(Aging)

3) 보 수

- 하 등급 : 보수불필요, 슬러리실
- 중 등급 : 소파 보수
- 상 등급 : 배수 개선, 덧씌우기, 재포장



거북등 균열 - 심각도 : 하



거북등 균열 - 심각도 : 중



거북등 균열 - 심각도 : 상

단부 균열(Edge Crack)

1) 정 의

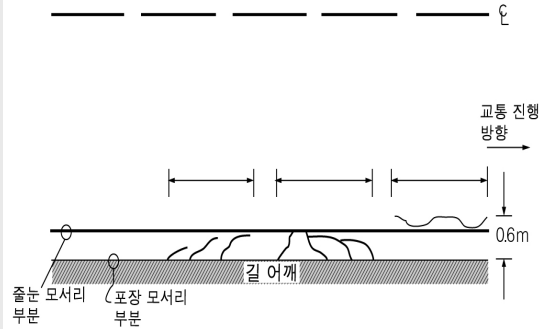
길어깨가 없는 포장체에서 발생하는 파손으로 포장체의 단부에서 약 30cm 정도 떨어져서 종방향으로 균열이 생기는 것으로, 이 균열로부터 길어깨 쪽으로 가로 방향 균열이 발생하는 경우도 있다. 단부에서 시작하여 휠패스 쪽으로 진전된 균열은 휠패스의 상태를 악화시켜 노상으로 물이 침투하도록 한다.

2) 원 인

- 교통 하중
- 환경 하중
- 시공 불량
- 단부의 지지력 부족
- 배수의 불량, 동결 융해
- 주변 지반의 건조로 인한 수축

3) 보 수

- 하 등급 : 보수불필요
- 중 등급 : 소파 보수
- 상 등급 : 배수 개선, 길어깨 포장



단부 균열 - 심각도 : 중



단부 균열 - 심각도 : 상

차로와 길어깨 줄눈 균열(Lane Joint Crack)

1) 정 의

차로와 길어깨 줄눈 균열은 도로 본선 차로와 길어깨 사이가 벌어지는 균열을 의미한다.



차로와 길어깨 줄눈 균열 - 심각도 : 중

2) 원 인

- 배수 불량
- 길어깨 처짐
- 시공 시기의 차이



차로와 길어깨 줄눈 균열 - 심각도 : 상

3) 보 수

- 하 등급 : 보수불필요, 균열 실링
- 중 등급 : 소파 보수
- 상 등급 : 배수 개선

시공 줄눈 균열(Construction Joint Crack)

1) 정 의

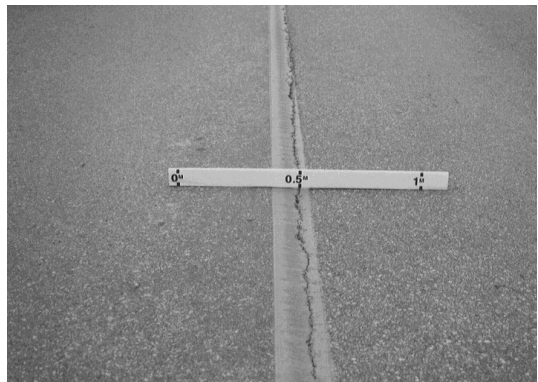
시공 줄눈 균열이란 차로와 차로 사이의 접합부를 따라 종방향 분리가 발생한 균열을 의미하며, 주로 시공 시기가 다른 곳에서 발생한다.



시공 균열 - 심각도 : 하

2) 원 인

- 혼합물의 다짐 부족
- 아스팔트의 산화가 촉진
- 포장체의 포설 온도
- 골재 분리
- 텍코우트 불량
- 지반 불안정



시공 균열 - 심각도 : 중

3) 보 수

- 하 등급 : 보수불필요
- 중 등급 : 균열 실링
- 상 등급 : 소파 보수

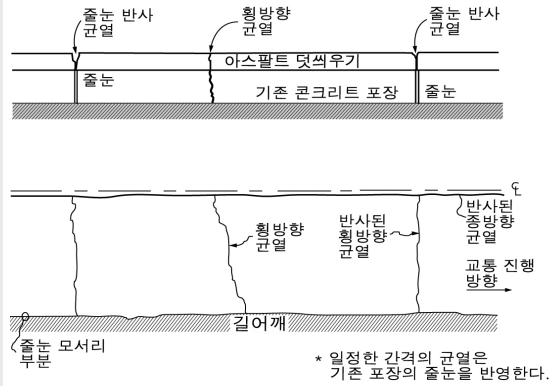


시공 균열 - 심각도 : 상

반사 균열(Reflection Crack)

1) 정 의

반사 균열이란 아스팔트 포장층 또는 콘크리트 포장층 위에 아스팔트로 덧씌우기를 하였을 때, 기존 포장층의 균열 또는 줄눈의 형상이 그대로 반사되어 나타나는 현상을 말한다.



2) 원 인

- 기존 포장 보수 불량
- 교통 하중
- 환경 하중
- 노화(Aging)



반사균열 - 심각도 : 중

3) 보 수

- 하 등급 : 보수불필요
- 중 등급 : 소파보수, 포장섬유포장
- 상 등급 : 덧씌우기

※ 시공시 덧씌우기 두께 증가, 개립도 아스팔트 혼합물 사용, 시트 사용, 커팅 줄눈 시공 등으로 반사 균열 저감



반사균열 - 심각도 : 상

밀림 균열(Slippage Crack)

1) 정 의

밀림균열이란 주로 차량의 진행 또는 반대 방향으로 운하중에 밀려서 발생하는 반달 모양의 균열을 의미한다. 보통 밀림 균열은 언덕을 올라가는 곳에 발생한다. 하지만 차량이 언덕 아래로 내려갈 때 브레이크를 과다하게 사용하게 되면 밀림은 역방향으로 발생된다.



밀림 균열 1

2) 원 인

- 택코우트 불량
- 혼합물 불량(다량의 모래 함유)
- 다짐 불량



밀림 균열 2

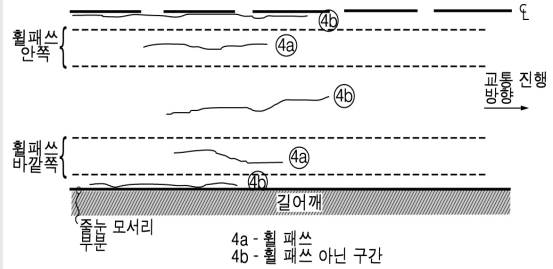
3) 보 수

- 하 등급 : 보수불필요
- 중 등급 : 소파 보수
- 상 등급 : 소파 보수

세로 방향(종방향) 균열(Longitudinal Crack)

1) 정 의

세로 방향 균열은 차선과 나란한 방향으로 발생한 균열로 약간 지그재그의 형태를 갖는 균열을 말한다. 이 균열은 휠패스 위, 휠패스와 중앙선 또는 길어깨 사이에 발생한다.



2) 원 인

- 시공 불량
- 아스팔트 표층의 건조수축
- 노상의 절성토 경계부 부등침하
- 교통 하중(휠패스 균열)
- 환경 하중
- 배수 불량
- 반사 균열



세로 방향 균열 - 심각도 : 중

3) 보 수

- 하 등급 : 보수불필요, 균열 실링
- 중 등급 : 균열 실링, 소파 보수
- 상 등급 : 소파 보수, 덧씌우기



세로 방향 균열 - 심각도 : 상

2.3.2 변형

아스팔트 포장의 설계에서는 표층에 가해진 교통 하중이 포장체를 통해 노상에 가해졌을 때 노상의 변형이 허용 한도를 넘지 못하도록 포장의 두께를 결정하고 있다. 그러나 소성 변형은 포장을 구성하는 하나 이상의 층에서 압밀 또는 전단 변형이 발생함으로써 발생한다. 소성 변형 중에서 대표적인 바퀴자국 패임(Rutting, 러팅)이 발생하면 운행 중 핸들의 사용이 자유롭지 못하고 강우시 물보라를 일으키고 겨울철에는 눈이 쌓이고 다져져 미끄럼 저항이 감소되어 교통사고의 위험이 따르게 된다.

일반적으로 러팅은 두 가지 형태로 발생한다. 노상에 전단 파괴가 발생하여 나타난 러팅은 차륜이 닿는 부분으로부터 어느 정도 떨어진 위치에 표면 융기가 발생한다. 반면에 표층에서의 전단 파괴로 인해 발생한 러팅은 차륜이 닿는 부분으로부터 인접한 부위의 표층이 융기된다. 최근에는 중차량 통행의 증가와 이상 고온으로 인해 아스팔트 표층에서의 전단 파괴로 인한 러팅의 발생이 크게 증가하고 있다.

러팅의 보수 방법은 평삭을 실시하거나 절삭 후 덧씌우기를 실시하지만 큰 효과를 보지 못하고 있는 실정이다. 현재로서는 기존의 아스팔트 배합 설계를 개선하여 러팅을 줄이고자 하는 노력과 함께 다양한 재료가 국내에 시도되고 있다. 러팅을 억제하기 위하여 사용되는 대표적인 공법인 SMA(Stone Mastic Asphalt)는 골재 중 굵은 골재의 비율을 높여 골재 사이의 마찰로 인해 전단 저항에 저항하도록 하고, 식물성 섬유를 첨가한 아스팔트의 함량을 높여 내구성이 강한 포장 공법으로, 현재 독일을 비롯해서 유럽에서 많이 사용되고 있다. 또 하나는 고온에서 아스팔트의 물성을 개선시킨 개질 아스팔트를 사용하는 공법으로 국내에서는 PMA(Polymer Modified Asphalt) 공법이 사용되고 있으며 그 효과가 인정되고 있다.

소성 변형에는 러팅 이외에 코루게이션(Corrugation)과 쇼빙(Shoving)이 있으며 이들은 차량 하중의 불연속으로 인해 발생하며, 연속적 또는 부분적으로 발생할 수도 있으며 러팅과 함께 복합적으로 발생할 수도 있다.

러팅(Rutting)

1) 정 의

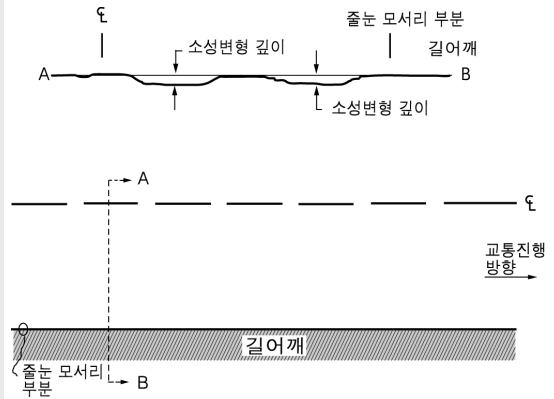
아스팔트 포장체의 표면이 차륜 통과 위치를 따라 골이 패인 것처럼 함몰되어 있는 형상을 말한다.

2) 원 인

- 부적절한 배합설계
- 다짐 불량
- 시공 불량
- 부적합한 혼합물

3) 보 수

- 하 등급 : 보수불필요
- 중 등급 : (평삭) 덧씌우기
- 상 등급 : 절삭 덧씌우기



러팅 - 심각도 : 중



러팅 - 심각도 : 상

코루게이션(Corrugation)

1) 정 의

코루게이션은 아스팔트의 표면이 물결 모양의 형상을 나타내는 것을 의미한다. 이것은 주로 차량이 정지하거나 출발하는 장소 또는 하향 구배의 언덕에서 브레이크를 사용하는 곳, 커브가 심한 구간, 과속 방지턱과 같이 차량에 충격을 주는 시설이 있는 곳 등에서 발생한다.



코루게이션

2) 원 인

- 아스팔트 안정도 부족
- 아스팔트 공기량 부족



코루게이션 및 밀림

3) 보 수

- 부분적 : 소파 보수
- 전면적 : (절삭) 덧씌우기

※ 코루게이션은 심각도를 적용할 수 없다.

쇼빙(Shoving)

1) 정 의

쇼빙은 종방향의 국부적인 결함으로 포장의 표면이 부분적으로 부풀어 오른 형상을 말한다. 주로 차량이 정지하거나 출발하는 장소 또는 하향 구배의 언덕에서 브레이크를 사용하는 곳, 교차로, 커브가 심한 구간, 과속 방지턱과 같이 차량에 충격을 주는 시설이 있는 곳 등에서 발생한다.

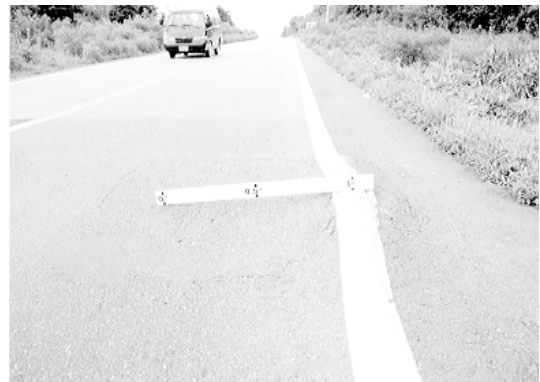
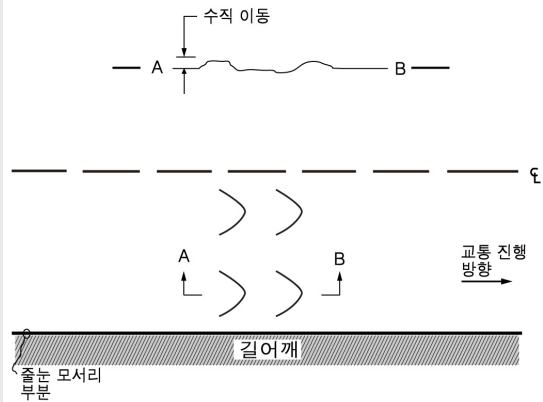
2) 원 인

- 아스팔트 안정도 부족
- 아스팔트 공기량 부족
- 차량의 급제동/ 급가속

3) 보 수

- 부분적 : 소파 보수
- 전면적 : 절삭 덧씌우기

※ 쇼빙은 심각도를 적용할 수 없다.



쇼빙 1

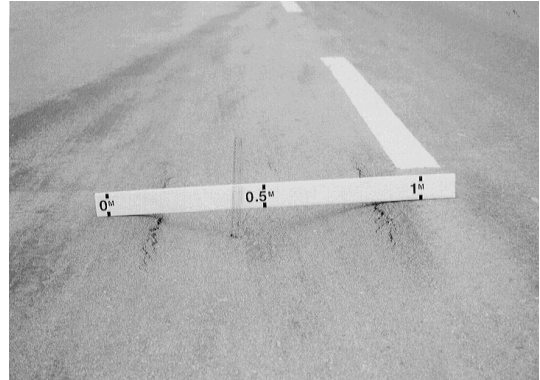


쇼빙 2

함몰(Depression)

1) 정 의

함몰은 아스팔트 포장의 일부분이 크게 가라 앉은 것으로, 일부 제한된 지역에서의 함몰 현상은 균열을 동반할 수 있다. 함몰된 부위에는 물이 고일 수 있으며, 이는 포장 파손의 원인이 될 뿐만 아니라 교통사고를 초래할 수 있다. 특히 겨울철에는 미끄럼 사고의 원인이 될 수 있다.



함몰 1

2) 원 인

- 다짐 불량
- 배수 불량
- 연약 지반



함몰 2

3) 보 수

- 소파 보수

※ 함몰은 심각도를 적용할 수 없다.

지하매설물 설치부 함몰(Utility Cut Depressions)

1) 정 의

도로하부에 설치된 지하 매설물을 시공하기 위하여 절단하고 다시 메운 장소에서 발생하는 처짐 현상을 말한다.



지하매설물 설치부 함몰 1

2) 원 인

- 공공 시설물 시공 후 뒷채움 불량
- 기존 및 보수 구간 포장의 단차



지하매설물 설치부 함몰 2

3) 보 수

- 소파 보수
- 굴착복구 재시공



지하매설물 설치부 함몰 3

※ 지하매설물 설치부 함몰은 심각도를 적용할 수 없다.

2.3.3 탈리

탈리란 아스팔트 포장에서 표층의 일부분이 떨어져 나가거나 골재 결합이 느슨해지는 것을 의미하며 원인으로서는 아스팔트 혼합물의 아스팔트 양의 부족, 혼합물의 불량, 물의 침투 혹은 다짐 부족 등을 들 수 있다. 파손 형상으로는 라벨링(Raveling), 포트홀(Pothole), 박리(Stripping), 노화(Aging) 등으로 구분할 수 있다.

라벨링은 아스팔트 포장 표면의 골재 입자가 이탈한 상태를 말하며 표면의 모르타가 얇게 벗겨져 표면이 꺼칠꺼칠하게 된 상태를 말하며, 겨울철 타이어체인이나 스파이크 타이어에 의해서도 발생된다.

포트홀은 아스팔트 포장 표면에 원형의 작은 구멍이 생긴 것을 말한다. 포트홀의 원인으로서는 아스팔트 양의 부족, 아스팔트의 과도한 가열, 혼합불량, 물의 침투 혹은 다짐 부족 등이며 이들이 조합되면 포트홀이 더욱 쉽게 발생된다.

박리는 아스팔트 혼합물의 골재와 아스팔트와의 접착성이 없어서 아스팔트와 골재가 분리된 상태를 말한다. 박리 현상은 주로 골재와 아스팔트의 친화력 부족하거나 아스팔트 혼합물 속에 있던 수분에 의해 아스팔트가 유화되는 경우에 발생한다.

노화란 아스팔트에 요구되는 물리화학적 강도 특성이 저하되어 아스팔트의 다짐이 느슨해진 상태를 말한다. 노화의 원인은 아스팔트 혼합물 속의 아스팔트가 자외선 또는 기상 조건 등에 의한 열화, 아스팔트의 과도한 가열, 아스팔트 양의 부족, 흡수성 골재의 사용 등을 들 수 있다. 아스팔트의 열화는 혼합 직후부터 진행되는 것이며 현재로서는 피할 수 없다.

이들에 대한 보수 공법으로는 부분적일 경우에는 소파 보수가 적용될 수 있고 전반적인 경우에는 덧씌우기 등 근본적인 조치를 필요로 한다.

포트홀(Pot Hole)

1) 정 의

그릇 모양의 구멍이 다양한 크기로 포장체에 부분적으로 발생하는 현상을 말한다.



포트홀 - 심각도 : 하

2) 원 인

- 다짐 부족
- 배수 불량
- 기층 파손
- 택코우트 불량
- 집중호우
- 아스팔트 포장의 국부적 결함
- 아스팔트 박리



포트홀 - 심각도 : 중

3) 보 수

- 부분적 : 소파 보수
- 전면적 : 절삭 덧씌우기



포트홀 - 심각도 : 상

라벨링(Raveling)

1) 정 의

라벨링은 통상 세립 골재가 떨어져 나가고, 점차로 마마 자국과 같은 현상이 발생된다. 파손이 진전될수록 점차로 큰 골재들이 떨어져 나가며, 결국에는 포장체 표면이 거칠어지는 파손 형상이다.



라벨링 - 잔골재 손실

2) 원 인

- 다짐 부족
- 골재 불량
- 아스팔트 양 부족
- 아스팔트 과열
- 시공 불량
- 겨울철의 박층(薄層) 시공



라벨링 - 잔골재 및 굵은골재 손실

3) 보 수

- 보통 : 슬러리실
- 불량 : 덧씌우기



라벨링 - 굵은 골재 손실

박리(Stripping)

1) 정 의

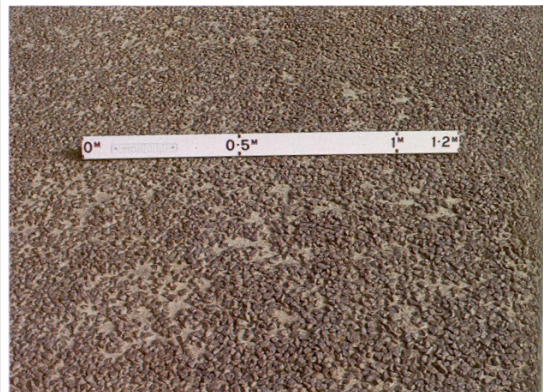
아스팔트 혼합물의 골재와 아스팔트와의 접착성이 없어서 아스팔트와 골재가 분리된 상태를 말한다. 박리 현상은 주로 골재와 아스팔트 사이에 친화력이 부족하거나 아스팔트 혼합물 속에 있던 수분에 의해 아스팔트가 유화되는 경우에 발생한다.



박리 1

2) 원 인

- 다짐 부족
- 배수 불량
- 기층 파손
- 텍코우트 불량
- 아스팔트 포장의 국부적 결함



박리 2

3) 보 수

- 소파 보수

노화(Aging)

1) 정 의

아스팔트 혼합물 속의 아스팔트가 자외선 또는 기상조건 등에 의한 열화로 아스팔트 요구되는 물리화학적 강도 특성이 저하되는 것을 말한다.



노화

2) 원 인

- 아스팔트 열화
- 아스팔트 부족
- 아스팔트 과열
- 흡수성 골재의 사용
- 시공 불량
- 타이어 체인에 의한 마모

3) 보 수

- 보통 : 슬러리실
- 불량 : 덧씌우기

2.3.4 미끄럼 저항 감소

포장 노면의 미끄럼 저항 특성은 교통사고와 밀접한 관계가 있다. 또한 최근 교통량의 증가와 함께 중량화 되어 노면의 마모는 가속화되고 차량의 주행 속도는 점차 증가하여 보다 높은 미끄럼 저항이 요구되고 있는 실정이다. 노면의 미끄럼 특성에 영향을 미치는 여러 요소들 중에서 가장 중요한 것은 포장체의 표면 조직이다. 포장체의 표면 조직은 일반적으로 미세 조직(Micro-texture)과 조면 조직(Macro-texture)으로 구분된다. 이들 사이의 명확한 구분은 없고 보통 0.5mm의 요철을 기준으로 한다. 일반적으로 미세 조직은 모르터나 골재 입자 자체의 거칠기에 따라, 조면 조직은 골재 입자 사이의 간격에 따라 결정된다.

아스팔트 포장에서 미끄럼 저항이 감소하는 이유는 블리딩(Bleeding)이나 골재의 마모에 의해서 발생된다. 블리딩은 아스팔트 바인더가 표면으로 흘러 나와 막을 형성한 것을 말한다. 원인으로는 아스팔트 함량의 과다, 기후에 비해 연성의 아스팔트 사용, 표층의 압밀 등을 들 수 있다. 아스팔트 포장에서 미끄럼 저항에 영향을 미치는 사용 재료의 특성은 조골재가 중요한 역할을 하게 된다. 미끄럼 저항을 고려하여 골재를 선택할 때는 골재의 표면 조직, 물리/화학적 구성, 골재의 형상 및 크기 그리고 골재의 마모 저항성 등 재료의 기초적인 특성에 대해 평가해야 한다.

미끄럼 저항을 특히 유지해야 하는 구간은 일정 이상의 미끄럼 저항치를 확보해야 하는 구간으로 곡선부나 내리막 구배 구간 등을 들 수 있는데 가속도가 급히 변화되는 구간과 노면의 경사가 급한 경우에는 특히 중요하다. 이러한 구간은 미끄럼 방지 포장 등으로 미끄럼 저항을 증진시킬 필요가 있다. 미끄럼 저항성을 향상시킬 수 있는 보수 공법으로는 가열한 골재를 살포하고 롤러로 다지는 칩핑(Chipping) 방법이나 평삭(Cold milling) 또는 표면처리공법이 적용될 수 있다.

블리딩(Bleeding) 또는 플러싱(Flushing)

1) 정 의

블리딩 또는 플러싱이란 포장체의 구성 성분 중 지나친 양의 아스팔트가 바인더가 표면 위로 올라와 표면에 아스팔트 막의 형태로 나타나는 현상을 말하며, 주로 휠 패스에서 발생한다. 과다한 아스팔트 인하여 일반 아스팔트 포장표면과 색이 다르며, 골재가 무더지고 광택이 난다.

2) 원 인

- 아스팔트 양 과다
- 혼합물 불량(공극률)
- 시공 불량
- 부적절한 표면 처리
- 프라임 코우트, 텍코우트 과다
- 교통 하중

3) 보 수

- 보통 : 슬러리실
- 불량 : 절삭



블리딩 1



블리딩 2



블리딩 3

골재 마모(Polished Aggregated)

1) 정 의

골재 마모는 바인더가 닳아 마모된 골재가 표면에 나타나는 현상을 말한다. 이러한 파손은 아스팔트 혼합물에 강자갈을 사용하거나 쇠석 골재가 교통량에 의하여 마모된 경우에 발생한다.



골재 마모 1

2) 원 인

- 골재 불량



골재 마모 2

3) 보 수

- 보통 : 표면처리, 미끄럼 방지포장
- 불량 : 덧씌우기

2.4 보수 공법

아스팔트 포장에 발생하는 다양한 종류의 포장 파손을 보수하기 위하여 많은 종류의 유지보수공법이 사용되고 있다. 아스팔트 포장의 파손 유형에 따라 대표적으로 사용되고 있는 보수 공법은 <표 2.7>과 같다.

<표 2.7> 아스팔트 포장의 파손 유형과 보수 공법

구분	파손유형	주요 보수공법
균열	(1) 거북등 균열	슬러리실, 소파 보수, 덧씌우기, 재포장
	(2) 단부 균열	소파 보수, 길어깨 확장
	(3) 차로와 길어깨 줄눈 파손	균열 실링, 소파 보수
	(4) 시공 줄눈 균열	균열 실링, 소파 보수
	(5) 반사 균열	소파 보수, 포장섬유포장, 덧씌우기
	(6) 밀림 균열	소파 보수
	(7) 세로(종)방향 균열	균열 실링, 소파 보수, 덧씌우기
변형	(1) 러팅	평삭(절삭), 절삭 덧씌우기
	(2) 코루게이션과 쇼빙	소파 보수, 절삭 덧씌우기
	(3) 함몰	소파 보수
	(4) 지하매설물 설치부 함몰	소파 보수
탈리	(1) 포트홀, 박리	소파 보수
	(2) 라벨링, 노화	표면 처리, 덧씌우기
미끄럼 저항 감소	(1) 블리딩 또는 플러싱	슬러리실, 절삭, 가열 골재를 이용한 보수
	(2) 골재마모	표면 처리*, 미끄럼 방지 포장, 덧씌우기

※ 다양한 종류의 표면처리공법이 현재 사용되고 있으나 포장의 상태와 예산 등을 고려하여 적절한 공법을 선택하여야 한다. 본 지침에서는 이 중 대표적으로 슬러리실 공법과 마이크로서페이싱 공법을 소개한다.

- 슬러리실(Slurry seal), 마이크로서페이싱(Microsurfacing), 포그실(Fog seal), 실코트(Seal coat), 칩실(Chip seal), 박층 아스팔트 덧씌우기(Thin asphalt overlay)

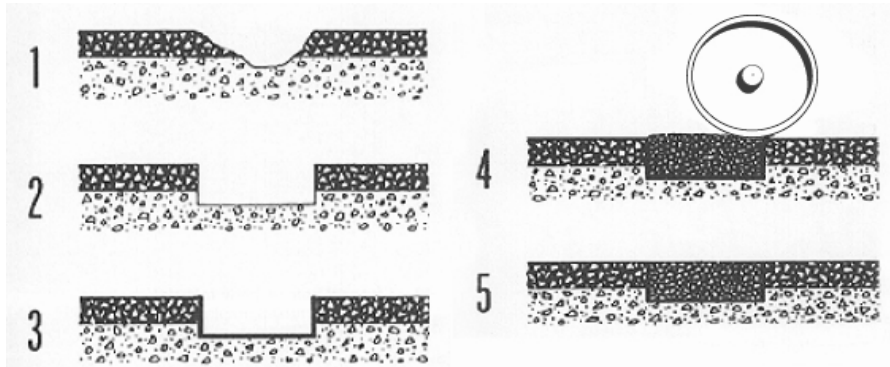
2.4.1 소파 보수

소파 보수는 거북등균열이나 종·횡방향 균열과 같은 국부적으로 발생한 심한 균열부위를 보수하는 방법 중 가장 일반적인 방법이다. 소파 보수는 전체두께 또는 부분두께에 걸쳐 시행할 수 있으며, 부분두께 보수는 일반적으로 표층을 제거하고 아스팔트 혼합물로 새로 포설하는 것이다. 전체두께 보수는 기층 또는 보조기층까지를 제거하고 새로 포설하는 것을 말한다.

소파 보수는 다음 절차에 따라 보수를 실시한다.

- ① 파손된 부분보다 30cm 정도 크게 면적을 선정하고 절삭기를 이용하여 절삭한다. 제거하는 부분의 면적은 수직으로 정사각형 또는 직사각형의 형상을 만들며, 차량 진행 방향에 직각으로 한다. 포장의 절단은 면이 고르게 나올 수 있도록 한다.
- ② 견고한 지반까지 필요한 만큼 표층 또는 기층의 재료를 브레이커와 같은 장비를 이용하여 제거한다. 표층만 제거된 경우에는 드러난 기층의 표면을 공기압 또는 솔을 이용하여 깨끗이 청소한다. (※ 참조 : 노면 파쇄기를 이용하여 <그림 2.4>의 1)과 2)를 동시에 실시할 수도 있다.)
- ③ 만일 배수가 파손의 원인이라면 배수 시설을 설치해야 한다.
- ④ 아스팔트 표층과 기층을 모두 제거한 경우에는 보조 기층면 또는 노상층면을 진동 컴팩터나 소형 진동 롤러로 깨끗이 정리한다. 가능하면 소형 진동 롤러보다는 진동 컴팩터를 이용하는 것이 좋다.
- ⑤ 드러난 보조 기층 또는 기층의 표면에 급속 경화형 커트백 아스팔트를 이용하여 텍코우팅을 실시하며, 그 양은 $0.3 \sim 0.6 \text{ L/m}^2$ 로 한다. 텍코우트는 적정량을 균일하게 살포하는 것이 중요하므로 시험 살포를 통하여 디스트리뷰터의 속도와 살포량의 관계를 파악하여 두는 것이 중요하다. 또한 절삭된 면에도 텍코우트를 실시하여 기존 포장면과의 접착력을 증가시켜야 한다.
- ⑥ 노상층 위에 직접 전 단면 아스팔트 혼합물로 보수할 경우에는 프라임 코우트가 필요하다.
- ⑦ 가열 아스팔트를 포설할 경우에는 포설시 온도가 120°C 이하가 되지 않도록 시공하며, 인력으로 포설하는 경우에는 혼합물의 온도가 쉽게 내려가기 때문에 신속히 작업해야 한다. 또한 균일한 밀도 및 두께가 되도록 신중히 포설한다. 포설시 혼합물의 재료 분리가 발생되지 않도록 주의한다. 만일 가열 아스팔트 혼합물의 사용이 불가능하면 유화아스팔트나 커트백 아스팔트를 사용한다. 플랜트 배합 아스팔트를 사용할 수 있다.
- ⑧ 포설 후 가능하면 빨리 다짐을 하며, 다짐 전 표면을 점검하고 불균일한 표면이나 요철 등이 발생한 경우에는 즉시 수정해야 한다. 절단 깊이가 15cm 이상이면 다짐을 층별로 철저히 실시해야 한다. 다짐 작업은 보수 규모에 맞는 장비를 선택해야 한다. 작업의 규모가 작은 보수 공사의 경우에는 진동 컴팩터 또는 1t 진동 롤러가 적합하며, 작업 규모가 큰 경우에는 8~12t 사이의 진동 롤러가 적합하다.

- ⑨ 보수 부위의 종단평탄성을 비롯한 품질 관리를 위해서는 직선자 또는 스트링 라인(String line)을 사용한다.



(1) 파손 형상, (2) 표층과 기층 제거, (3) 택코우트 실시, (4) 전단면 아스팔트 혼합물 포설과 전압, (5) 주변의 포장체 높이와 동일하도록 전압하고 마무리

<그림 2.4> 소파 보수 작업도

최근 들어 많이 발생하는 포트홀과 같은 도로파손은 특히 주행안전에 매우 위험하므로 긴급한 보수를 필요로 한다. 이러한 긴급 보수를 위하여 다양한 종류의 긴급보수제가 사용되고 있다. 긴급보수제는 KS F 2369 (도로 보수용 상온 역청 혼합물)에 적합한 제품이어야 하고 가열하지 않은 골재와 유화 아스팔트 또는 커트백 아스팔트를 상온에서 혼합한 혼합물을 상온에서 포장 보관하거나 상온에서 직접 포설할 수 있어야 한다. 하지만 아직 긴급보수제의 올바른 시공방법 및 적용기준 등이 마련되어 있지 않은 실정이다.

소파 보수 방법



① 보수 부위의 절단



② 파손된 부분 제거



③ 보조기층면의 다짐



④ 혼합물의 포설



⑤ 혼합물의 다짐

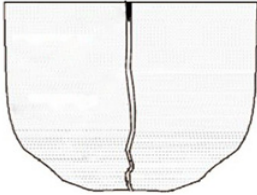
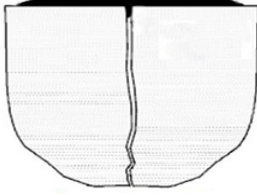
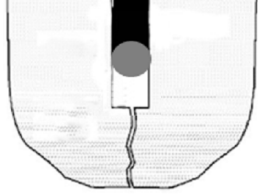


⑥ 소파 보수 부위의 평탄성 확인

2.4.2 균열 실링 보수

균열 실링은 일상적인 유지관리 활동으로 균열을 깨끗이 청소하고 실런트(Sealant)를 주입하여 포장 내로 물이나 이물질이 들어가는 것을 방지하기 위해 시행하는 공법이다. 균열 실링 공법은 균열폭이 6~19mm이고, 균열 단부 손상의 균열 길이의 25% 이하인 경우에 적용하며, 균열폭이 19mm 이상인 경우에는 균열부 절삭을 하여 시공한다. 균열 충전은 균열폭이 6~19mm이나 균열 단부 손상이 균열 길이의 25~50%인 경우에 적용한다. 반면에 공용중 균열폭의 변동이 적은 비활동균열(Non-working crack), 예를 들어 아스팔트 종방향 시공 줄눈부 균열은 예방적 유지관리 차원에서 균열 충전 공법을 적용한다. 반면에 공용중 균열폭의 심하게 변하는 반사 균열, 단부 균열, 온도 균열과 같은 활동균열(Working crack)에는 균열 실링 공법을 적용한다.

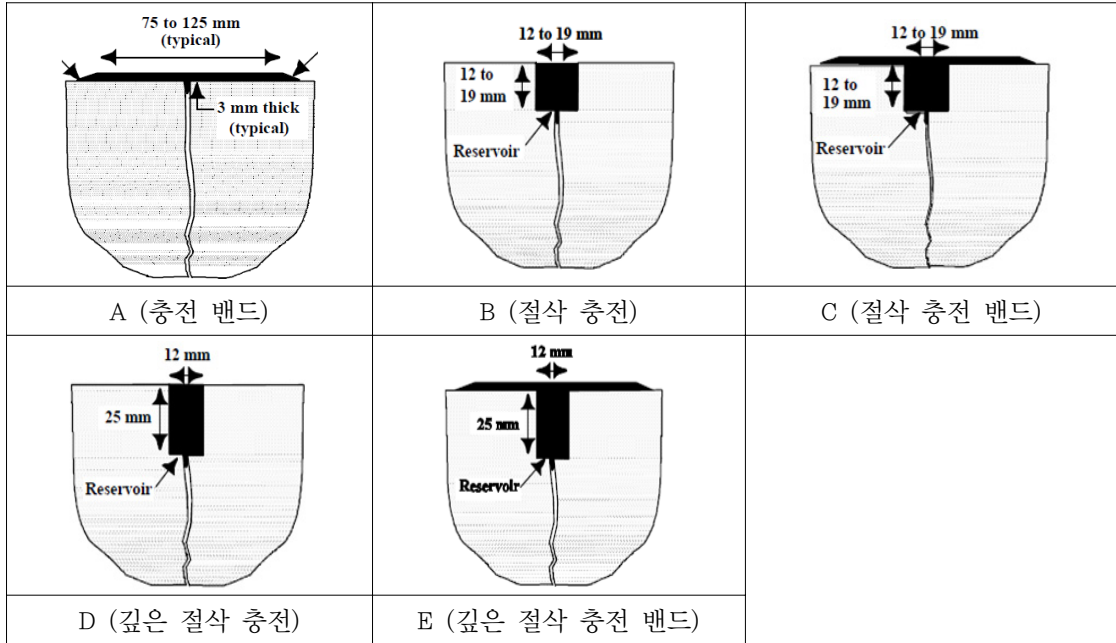
1) 균열 실링 보수 종류

충전 : 실링재 또는 충전재로 균열부를 단순 채우는 공법	Band 실링 : 실링재 또는 충전재로 균열부를 덮는 공법 (예방적 유지보수 공법)	절삭 실링 : 균열부 절삭 후 Backer-rod 삽입 후 실링재 또는 충전재를 채우는 공법
		

<그림 2.5> 균열 실링 및 충전 공법 종류

(2) 균열 상태에 따른 보수 공법 선택 기준

- ① 아스팔트 종방향 시공 줄눈 균열 예방 시 : A
- ② 아스팔트 종방향 시공 줄눈 균열 발생 시 : B, C
- ③ 아스팔트 공용 중 균열 발생 시
 - 선상(하 등급) 균열 : B, C
 - 다중(중, 상 등급) 균열 : D, E
- ④ 콘크리트 포장(본선)과 아스팔트 포장(길어깨) 사이 벌어짐 예방 시 : A
- ⑤ 콘크리트 포장(본선)과 아스팔트 포장(길어깨) 사이 벌어짐 발생 시 : E



※ 적정 주입 깊이를 확보하기 위해서 필요한 경우 Backer-rod를 삽입한다.

※ B와 D의 경우에도 수분침투에 의한 파손을 예방하기 위하여 Band를 설치할 수 있다.

<그림 2.6> 균열 실링 공법 종류

(3) 균열 실링 및 충전 재료

<표 2.8> 아스팔트 계열 줄눈재료 품질기준(ASTM D 6690-01)

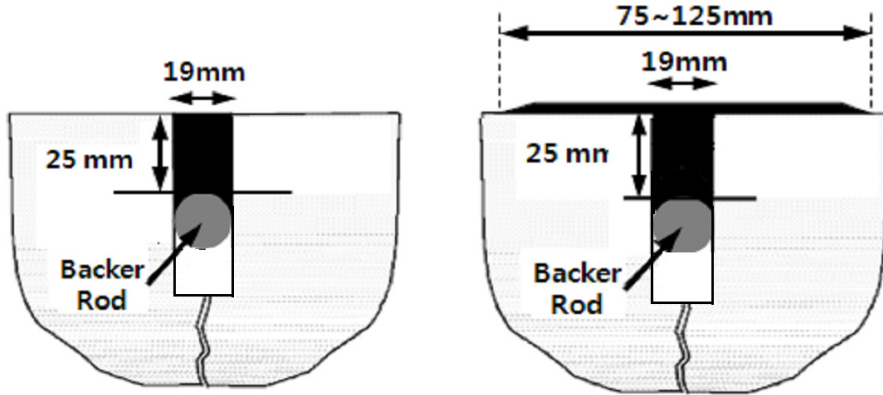
종 류	Type I	Type II	Type III	Type IV
설계사용조건	-18℃, 50% 신장 【D 6690】	-29℃, 50% 신장 【D 3405】	-29℃, 50% 신장 【SS-S1401C】	-29℃, 200% 신장
콘 침입도 (25℃)	90 이하(max.)	90 이하(max.)	90 이하(max.)	90 - 150
흐름성 (60℃, mm)	5.0 이하(max.)	3.0 이하(max.)	3.0 이하(max.)	3.0 이하(max.)
접착성 (비침수)	25.4 mm 폭의 줄눈재 시편 3개에 대하여 -18℃에서 줄눈폭의 50% 만큼 5회 팽창·반복시켜 2개 이상에서 이상 없을 것	12.7 mm 폭의 줄눈재 시편 3개에 대하여 -29℃에서 줄눈폭의 50% 만큼 3회 팽창·반복시켜 모두 이상 없을 것	12.7 mm 폭의 줄눈재 시편 3개에 대하여 -29℃에서 줄눈폭의 50% 만큼 3회 팽창·반복시켜 모두 이상 없을 것	12.7 mm 폭의 줄눈재 시편 3개에 대하여 -29℃에서 줄눈폭의 200% 만큼 3회 팽창· 반복시켜 모두 이상 없을 것
접착성 (침수)	-	-	12.7 mm 폭의 줄눈재 시편 3개에 대하여 -29℃에서 줄눈폭의 50% 만큼 3회 팽창·반복시켜 모두 이상 없을 것	-
원상회복률, %	-	60 이상 (min)	60 이상 (min)	60 이상 (min)
노화시험 후 회복률, %	-	-	60이상 (min)	-
아스팔트 호환성	이상 없을 것	이상 없을 것	이상 없을 것	이상 없을 것

※ 포장 파손상태 및 온도조건을 고려하여 Type II 이상을 적용한다.

※ 줄눈 보수 후 아스팔트 덧씌우기를 실시하는 경우 아스팔트 포설시 온도에서 녹지 않는 재료를 선택해야 한다.

(4) 도로포장의 균열부 Backer-rod 삽입 기준

- ① 균열폭 : 19mm 이상
- ② 균열깊이 : 실링재 주입 깊이를 25mm 이상 확보 할 수 있도록 충분한 깊이로 삽입
- ③ 품질기준 : ASTM D 5249 Type I



<그림 2.7> Backer-rod 균열부 적용 시공 단면 모습

(5) 시공절차

균열 실링(Crack Sealing)과 균열 충전(Crack Filling)은 일상적인 유지관리로 균열을 깨끗이 청소하고 실런트를 주입하여 균열을 통해 포장체 내로 물이나 비압축식 이물질의 침투를 방지하는 보수공법이다. 균열 실링과 충전은 보수해야 하는 균열의 크기와 실런트의 종류에 차이가 있다.

균열 실링은 균열 진전이 있는 균열에 적합한 보수공법으로 보통 균열 충전과 비교하여 그 수명이 길다. 균열 실링은 가로 및 세로 방향 균열이나 반사 균열과 같은 국부적인 선상 균열의 보수에 적합하다. 실링 시 균열부를 무조건적으로 절삭하는 것은 균열폭을 오히려 확대시킬 수 있으므로 바람직하지 않다. 실링 및 충전제가 떨어지는 것을 예방하기 위하여 균열부는 반드시 깨끗하게 청소하여야 한다.

균열 실링은 다음과 같은 절차에 따라 보수를 실시한다.

- ① 균열 절삭 : 절삭 장비를 이용하여 실링 재료가 일정하게 주입될 수 있도록 홈통 모양을 만든다. 홈통 모양 또는 V형으로 절삭할 때 절삭으로 인한 파손이 유발되지 않도록 주의해서 절삭해야 한다. 만일, 균열 주위에 2차 균열이 있는 경우 2차 균열과 절삭된 균열의 거리가 30cm 이상

- 떨어진 경우에는 2차 균열도 절삭을 하지만 그렇지 않은 경우에 2차 균열은 절삭하지 않는다.
- ② 균열 청소 : 절삭부위 또는 균열 발생한 부위를 철솔 또는 공기압을 이용하여 깨끗이 청소한다.
- ③ 합리적인 Backer-rod 재료의 선정 : Backer-rod의 주 역할은 주어진 줄눈단면에서 주입되는 줄눈재가 필요 이상의 깊이로 들어가 줄눈하부와 부착되는 것을 사전에 방지하고 줄눈의 수축과 팽창에 따른 줄눈재의 체적변화를 감당할 공간을 확보하는 것이다. 또한 적절한 Backer-rod의 크기는 줄눈 절단폭(W)에 대비하여 적절한 줄눈재 두께(T)가 시공되도록 유도한다. Backer-rod의 재료는 연성이고 신율이 좋아야하며, 특히 수분을 흡수하는 성질이 없어서 수축변화가 생기지 않는 재료이어야 한다. 가열형 줄눈재와 함께 사용되는 Backer-rod는 줄눈재 주입 시 온도보다 최소 3℃이상 높은 점을 가져야 하며 줄눈부에 삽입되기 전의 비압축 상태에서는 줄눈폭(W)보다 최소 25%이상의 큰 직경을 가져야 한다. 일반적으로 약간씩의 불규칙적인 단차를 갖는 줄눈부의 줄눈재 공사를 위해서는 압출 성형된 재료가 보다 높은 연성을 갖기 때문에 주로 사용된다.

<표 2.9> Backer-rod 재료 종류

Backer-rod 재료 종류	품질규정	사용처
압출 성형된 폴리에틸렌	ASTM D 5249 Type 3	상온 주입형 줄눈재 시공 시
압출 성형된 폴리에틸렌 (교차결합형)	ASTM D 5249 Type 1	가열 및 상온 주입형 시공 시
압출 성형된 폴리올레핀	ASTM D 5249 Type 3	상온 주입형 줄눈재 시공 시

- ④ 실런트 주입 : 균열부에 대하여 실런트를 주입하기 전에 절삭된 면이 깨끗하게 청소되었는가, 절삭부가 완전히 건조되었는가를 확인한 후 실런트를 주입해야 한다. 이때 주입 실런트의 온도는 각각의 제품에서 요구하는 온도를 유지하여야 하며 간접가열방식으로 실런트를 가열시키고 지속적으로 일정한 온도를 유지하여야 한다.
- ⑤ 양생 : 실런트가 양생된 후에 교통 개방한다. 조기 개방이 필요한 경우에는 시공면에 모래를 뿌려서 통과차량의 타이어에 묻어나지 않게 조치를 취해야 한다.

균열실링 보수 방법



① 균열 부위 절삭



② 균열부 청소



③ 실런트 주입



④ 양생

2.4.3 종방향 균열 보수

종방향 균열 보수 공법은 기존 아스팔트 포장에 종방향 균열이 심한 경우 파손 부위를 부분적으로 절삭한 뒤 아스팔트 포장을 하는 보수공법이다. 종방향 균열 보수 공법은 다음 절차에 따라 보수를 실시한다.

- ① 종방향 균열 절삭 : 종방향 균열 부위를 절삭 장비를 이용하여 절삭한다.
- ② 균열 절삭부 청소 : 절삭부위를 철솔 또는 공기압을 이용하여 깨끗이 청소한다.
- ③ 택코우팅 : 절삭된 부위에 아스팔트를 포설하기 전에 포장면에 급속 경화형 커트백 아스팔트를 이용하여 택코우팅을 실시하며, 적정량을 균일하게 살포하는 것이 중요하다.
- ④ 택코우팅 후 가열 : 택코우팅을 실시한 후 가열장비를 통해 택코우트가 양생되도록 한다.
- ⑤ 아스팔트 포설 : 가열 아스팔트를 포설할 경우에는 포설시 온도가 120℃ 이하가 되지 않도록 시공하며, 인력으로 포설하는 경우에는 혼합물의 온도가 쉽게 내려가기 때문에 신속히 작업해야 한다. 또한 균일한 밀도 및 두께가 되도록 신중히 포설한다. 포설시 혼합물의 재료 분리가 발생되지 않도록 주의하며, 만일 가열 아스팔트 혼합물의 사용이 불가능하면 유화아스팔트나 커트백 아스팔트를 사용한다. 플랜트 배합 아스팔트를 사용할 수 있다.
- ⑥ 포설 후 다짐 : 포설 후 가능하면 빨리 다짐을 하며, 다짐 전 표면을 점검하고 불균일한 표면이나 요철 등이 발생한 경우에는 즉시 수정해야 한다. 다짐 작업은 보수 규모에 맞는 장비를 선택해야 한다. 종방향 균열 보수의 경우에는 진동 컴팩터 또는 1톤 진동 롤러가 적합하다.

종방향 균열 보수 시공 방법 (1)



① 종방향 균열 모습



② 절삭



③ 절삭 후 모습



④ 절삭 후 청소



⑤ 택코우팅



⑥ 택코우팅 후 가열

종방향 균열 보수 시공 방법 (2)



⑦ 아스팔트 포설



⑧ 아스팔트 포설장비



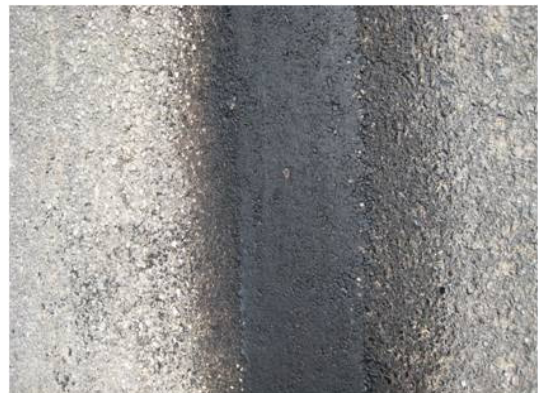
⑨ 아스팔트 포설



⑩ 다짐 1



⑪ 다짐 2



⑫ 다짐 후 모습

2.4.4 슬러리실(Slurry Seal)

유화 아스팔트, 잔골재, 석분과 적당량의 물을 가한 혼합물(이를 슬러리라 함)을 특수 트럭에 상차되어있는 연속 혼합기에서 혼합하여 스프레더 박스(Spreader box)에 공급하고 이 슬러리를 얇은 층으로 노면에 도포하는 공법이다. 스프레더 박스 뒤쪽에 고무 스퀴지(Squeegee)가 장착되어 있어 슬러리실 포설 두께를 조절할 수 있으며, 포설두께는 사용하는 최대골재크기에 따라 6~12mm 정도 이다. 상온 혼합 방식의 표면 처리이므로 상온에서 시공할 수 있으며, 교통량이 많지 않고 특히 중차량의 통행이 적은 곳에 적합하며, 또한 곡선부가 많지 않은 곳에 적용하는 것이 좋다. 이 공법은 다짐 작업이 필요치 않은 이점이 있고, 비교적 균일하면서 치밀한 혼합물을 만들 수 있어 미세 균열과 표면이 미끄럽게 된 경우의 보수에 적합하며, 슬러리실은 다음 절차에 따라 보수를 실시한다.

- ① 기존 포장면의 정리 : 기존 포장면을 공기압으로 깨끗이 청소한다. 특히 노면에 붙어 있는 흙이나 레이탄스(시멘트 미립분) 등의 이물질은 고압 살수기를 이용하여 제거한다. 포트홀 및 라벨링 등의 파손은 긴급 보수를 실시하여 기존 포장체의 면과 동일하게 유지하며, 균열이 발생한 부분은 균열 실링 보수를 실시한다. 또한 맨홀 등은 포설 전에 미리 종이 또는 냅마로 막는다.
- ② 택코우트 : 택코우트에 사용하는 커트백 아스팔트는 RC-0, RC-1 또는 RS(C)-4로 하며, KS M 2202 또는 KS M 2203의 규격에 합격한 것이어야 한다. 물과 아스팔트 유제의 배합비는 3 : 1의 비율로 섞어 디스트리뷰터로 0.15~0.35 L/m² 정도 살포한다.
- ③ 시험 포설 : 시공에 앞서 장비의 작동 상태, 혼합물의 배합비, 포설 상태 등을 점검하기 위해 시험 포설을 한다. 시험 포설은 약 100m 정도로 실시하며 포설된 노면의 상태, 혼합물의 상태 등을 점검하고 배합비를 조정한다.
- ④ 포설 : 포설 속도는 혼합물의 양 및 포설 두께에 따라 조절하며, 포설 중에 혼합기에 추가로 골재나 물 등을 첨가하여서는 안 된다. 포설은 가능하면 직선이 되도록 시공하며, 급경사 구간이나 편구배 구간에서는 혼합물이 흘러내리지 않도록 혼합물의 배합비 조정, 포설량의 가감 등을 적절히 해야 하며 가능하면 낮은 곳에서 높은 곳으로 포설한다. 포설을 2층 이상 하는 경우, 첫 번째 포설 후 최소한 24시간 동안 교통을 개방시킨 후 포설면을 청소하고 두 번째 포설을 한다.
- ⑤ 시공 줄눈 처리 : 종방향으로 혼합물을 포설할 때 각 포설면은 최소 10cm 이상 겹치도록 하며, 한 차로 포설 후 1~2시간 경과한 후 다음 차로 포설을 실시한다.

슬러리실 보수 방법



① 기존 포장면의 정리



② 텍코우트 살포



③ 슬러리실 포설

2.4.5 마이크로 서페이싱(MicroSurfacing)

마이크로 서페이싱은 미네랄 골재, 미네랄 필러, 물과 기타 첨가제를 믹스한 폴리머계 아스팔트 혼합물로 습기, 태양, 표면온도 등에 관계없이 화학작용에 의한 공법이므로, 야간공사 및 습기가 많은 해안지역에도 시공이 가능하다. 본 공법은 시공 후 한 시간 이내로 교통개방이 가능한 장점이 있어 교통차단을 최소화 할 수 있다.

마이크로 서페이싱은 다음 절차에 따라 보수를 실시한다.

- ① 기존 포장면의 정리 : 기존 포장면을 공기압으로 깨끗이 청소한다. 특히 노면에 붙어 있는 흙이나 레이탄스 등의 이물질은 고압 살수기를 이용하여 제거한다. 포트홀 및 라벨링 등의 파손은 긴급 보수를 실시하여 기존 포장체의 면과 동일하게 유지하며, 균열이 발생한 부분은 균열 실링 보수를 실시한다. 또한 맨홀 등은 포설 전에 미리 종이 또는 널마로 막는다.
- ② 시험 포설 : 시공에 앞서 장비의 작동 상태, 혼합물의 배합비, 포설 상태 등을 점검하기 위해 시험 포설을 한다. 시험 포설은 약 100m 정도로 실시하며 포설된 노면의 상태, 혼합물의 상태 등을 점검하고 배합비를 조정한다.
- ③ 포설 : 포설 속도는 혼합물의 양 및 포설 두께에 따라 조절하며, 포설 중에 혼합기에 추가로 골재나 물 등을 첨가하여서는 안 된다. 포설은 가능하면 직선이 되도록 시공하며, 급경사 구간이나 편구배 구간에서는 혼합물이 흘러내리지 않도록 혼합물의 배합비 조정, 포설량의 가감 등을 적절히 해야 하며 가능하면 낮은 곳에서 높은 곳으로 포설한다. 포설을 2층 이상 하는 경우, 첫 번째 포설 후 최소한 24시간 동안 교통을 개방시킨 후 포설면을 청소하고 두 번째 포설을 한다.
- ⑤ 시공 줄눈 처리 : 종방향으로 혼합물을 포설할 때 각 포설면은 최소 10cm 이상 겹치도록 하며, 한 차로 포설 후 1~2시간 경과한 후 다음 차로 포설을 실시한다.

마이크로 서페이싱 시공 방법



① 교통차단 및 통제



② 시작지점 방수포 처리



③ 스프레더박스 및 살포량 조정



④ 포설



⑥ 마이크로 서페이싱 시공 후 모습



⑦ 양생 전후 비교

2.4.6 가열 골재를 이용한 보수

가열 골재를 이용한 보수는 다음 절차에 따라 보수를 실시한다.

- ① 최대 입경이 9.5mm인 슬래그 또는 모래를 적어도 150℃ 이상으로 가열하여 파손이 발생한 부분에 살포한다. 골재는 5.4~8kg/m² 정도의 양을 살포한다.
- ② 살포된 즉시 타이어 롤러로 다짐을 한다.
- ③ 골재가 식은 후 결합력이 느슨한 골재는 비로 쓸어낸다.
- ④ 필요하다면 위의 과정을 반복한다.

2.4.7 덧씌우기

덧씌우기는 기존 포장의 구조 능력을 보충하는 것 외에 노면의 마모, 노화 및 평탄성 개선, 균열을 통해 빗물이 침투하는 것을 방지하는 목적도 겸하고 있다. 덧씌우기 공법은 공사비도 많이 들고 두께의 산정이 어려우나 높이의 상승과 공사비 등을 고려하여 5cm 두께를 시공하는 것이 일반적이다. 노면 높이의 상승과 배수 등의 문제로 덧씌우기 공법을 채택하기 어려울 경우에는 절삭 덧씌우기, 재포장, 재생 공법 등을 검토할 필요가 있다. 덧씌우기 두께는 국토교통부에서 발간한 도로 포장 설계·시공 지침에 따라 결정하도록 한다.

덧씌우기는 다음 절차에 따라 보수를 실시한다.

- ① 덧씌우기층의 시공에 앞서 노면에 발생한 부분적인 파손 부분은 그 파손 상황에 따라 균열 실링이나 소파 보수 등의 적당한 처리가 필요하다.
- ② 기존 포장면을 깨끗이 청소하여 진흙 등의 먼지를 제거한다. 이를 그대로 두고 시공하면 아스팔트 혼합물의 부착을 방해하는 원인이 된다.
- ③ 부분적인 요철이 있는 곳은 아스팔트 혼합물 등으로 채워 노면을 평탄하게 한다. 이 작업을 아스팔트 조절층이라고도 한다. 이 조절층은 기존 포장면의 오목 부분을 아스팔트 혼합물로 채우든지 또는 전반적인 요철을 잡기 위하여 불균일한 얇은 혼합물 층을 포설하는 것으로 두께 결정에는 반영하지 않는다.
- ④ 텍코우트를 실시한다. 텍코우트는 일반적으로 유화 아스팔트 RS(C)-4를 사용한다. 살포량은 노면의 거칠기와 노화 정도를 고려하여 0.1~0.3 L/m² 정도를 사용한다. 텍코우트량이 과다하면 덧씌우기 후 노면에 아스팔트가 역 침투하여 블리딩이나 요철이 생길 수 있으므로 살포량에 주의하여 고르게 살포하여야 한다.
- ⑤ 덧씌우기층을 포설한다. 덧씌우기층의 포설은 일반 아스팔트 포장의 포설 방법과 동일하게 실시하며 새로운 재료 또는 신공법을 이용할 경우에는 기술자와 협의하여 포설을 실시하도록 한다.
- ⑥ 적정 시간 양생 후 교통을 개방한다.

2.4.8 섬유그리드(Geogrid) 포장

섬유보강 포장은 아스팔트 포장의 균열방지 및 소성변형 억제를 위하여 유리 및 탄소섬유로 직조된 유리섬유그리드를 도포장비를 이용하여 도로 노면에 부착하여 표층공사를 시행하는 공법을 말한다. 이 공법은 아스팔트 혼합물에 섬유의 인장력을 보강하여 아스팔트 포장의 수명을 연장시키는 신개념 아스팔트 포장 공법으로 무근 콘크리트 포장에 철망(Wire Mesh)을 설치하는 개념과 같이 고 탄성계수를 갖는 탄소 및 유리섬유의 공학적 특성을 아스팔트 포장층에 적용한 것이다. 표층과 기층 사이에 섬유그리드를 설치하여 하부기층의 교통하중 경량화와 균열 방지 및 표층의 소성변형량을 감소시킨다. 섬유보강 포장의 시공방법은 절삭 후 보강(절삭 → 텍코우팅 → 섬유Grid 설치, → 표층포장), 무절삭 보강(노면 → 텍코우팅 → 섬유그리드 설치 → 표층포장), 반사균열 방지용 포장공사 등의 방법으로 적용 가능하다.

섬유그리드는 다음 절차에 따라 보수를 실시한다.

① 표면처리(바탕면)

- 기존의 균열보수 주변 및 바탕 면은 진흙, 먼지 등이 깨끗이 청소되어야 한다.
- 덧씌우기 경우 절삭부위는 돌맹이, 아스팔트 이물질 등은 깨끗이 제거하여야 한다.
- 균열의 폭이 4mm이상인 곳에는 부분 소파 보수 또는 적합한 균열 채움재로 보수하여야 한다.

② 텍코우팅(개질유화아스팔트)

- 접착제로 Polymer modified 60% bitumen emulsion (high melting point)를 바탕면에 스프레이 작업한다. 기존포장면의 표준 도포량은 40 L/a로 도포한다.
- 사용하는 접착제는 침입도지수(25℃, 5sec/10mm)가 60 이상이고, 연화점(Melting point)이 48℃이상인 것을 사용하도록 한다.
- 텍코우팅재(개질유화아스팔트)를 도포 후 도막이 건조되도록 충분한 양생을 한 후 건조된 상태를 확인 후 후속 포장작업이 진행되도록 하여야 한다.
- 동절기에는 텍코우팅재에 수분이 함유되어 있으므로 가급적 5℃이하에서는 작업을 피해야 하며, 부득이한 경우에는 적절한 온도로 데워서 사용하도록 한다.

④ 섬유보강재 도포작업의 시공

- 상기의 아스팔트 텍코우팅 유제가 건조되면 곧바로 보강재의 도포시공이 가능하다.
- 보강재의 도포작업은 전용 도포장비와 지게차를 이용하여 시공한다.
- 동절기시 도로의 노면온도가 5℃이하 일 때는 보강재 상부면에 차량통행을 금지하여야 한다. (보강재의 부착력 저하로 아스콘 포설 당일에 도포작업을 시행한다)

섬유그리드 포장의 시공 절차는 다음과 같다.

- ① 도포장비에 섬유보강재를 거치한다.
- ② 도포장비에 장착된 가스버너에 불을 붙인다.
- ③ 섬유보강재 하부면의 PP필름을 녹일 수 있도록 버너를 가까이 접근 시킨다.
- ④ 버너의 접근과 동시에 도포장비를 진행시킨다.(도포 진행속도는 PP필름만 녹는 속도로 진행한다. 그 속도는 도포의 1/2정도 임)
- ⑤ 동절기 도로의 노면온도가 5℃이하 일 때는 도포장비에 부착되어 있는 노면 예열장치를 가동 시키면서 보강재의 도포를 시행하여야 한다.
- ⑥ 전용도포기에 장착되어 있는 압착롤러가 보강재의 상부면에 잘 압착되는지 확인하여야 하며, 특히 여름철 기온이 약 30℃ 이상의 고온시에는 작업을 피해야 한다. 부득이 작업시에는 압착롤러 또는 장비 등의 바퀴에 보강재가 잘 달라붙지 않도록 가끔씩 비눗물을 수동식 분무기로 스프레이 하여야 한다.
- ⑦ 섬유보강재 도포가 완료되면 즉시 포장공사가 가능하다.

섬유보강재의 겹이음 시공은 다음을 원칙으로 한다.

- ① 균열이 산재한 포장의 경우 도로 전체 도포를 원칙으로 한다.
- ② 부분 보수인 경우 보강재 최소 폭은 70~90cm 이내로 한다.
- ③ 보강재의 겹이음의 폭은 종·횡방향 모두 10cm 정도로 한다.

표층 공사는 다음의 순서로 한다.

- ① 일반 아스팔트 포장공사에 준하여 시공한다.
- ② 아스팔트 혼합물의 전압다짐은 포장공사 시방규정에 따라 철저히 이루어져야 한다.
- ③ 보강재 도포 후 곧바로 아스팔트 상부포장을 하지 못하고, 수일이 지나서 아스팔트 포장을 시행할 경우에는 감독관과 협의 후 섬유보강재의 상부면에 텍코우팅을 추가로 실시한 후 건조된 상태에서 포장 작업을 실시하여야 한다.

주의사항은 다음과 같다.

- ① 보강재 설치 후 임시서행 통행은 가능하나, 급정지 및 급커브는 금지하여야 한다.
- ② 여름철 고온의 작업 시에는 무거운 중차량(아스콘 운반차량 등)이 기 설치된 섬유보강재 상부면에서 장시간 대기상태를 금지하여야 한다.

- ③ 바닥면에 텍코우팅(개질유화아스팔트)후 에는 섬유보강재 설치되기 이전에는 작업차량 바퀴에 유재가 묻어나지 않도록 모든 차량 진입을 피해야 한다.
- ④ 보강재가 설치되는 절삭 노면은 요철이 최소화 되도록 파쇄기 팁날을 새것으로 작업하여야 하고, 절삭된 노면의 미세먼지, 이물질 제거 등 깨끗이 청소하여야 한다.

섬유그리드 포장 시공 방법



② 노면 절삭



③ 절삭면 청소



④ 택코우팅



⑤ 그리드 설치



⑥ 그리드 설치 후 모습



⑦ 아스팔트 포설

2.4.9 포장 섬유 포장

포장 섬유 포장 공법은 노후된 시멘트 콘크리트 포장의 보수공법으로 접착제와 포장섬유를 이용하여 콘크리트 포장 위에 아스팔트 덧씌우기를 하는 방법으로 노면방수 및 반사균열을 지연시키거나 방지함으로써 도로의 수명을 연장하여 비용을 절감할 수 있다.

포장 섬유 포장 공법은 다음의 순서로 시공한다.

- ① 기존 콘크리트의 먼처리 : 포장섬유 포장의 시공 전 슛 블라스팅 장비를 이용하여 기존 콘크리트 포장의 먼처리를 실시하고, 청소장비를 이용하여 미세 먼지를 제거한다.
- ② 접착제 시공 : 포장섬유가 기존 콘크리트 포장면에 접착될 수 있도록 접착제를 도포한다.
- ③ 포장 섬유 시공: 유리섬유 재질의 부직포와 아스팔트를 함침한 포장섬유를 접착제 위에 놓아 잘 접착되도록 시공한다.
- ④ 아스팔트 덧씌우기 : 아스팔트 덧씌우기와 동일한 방법으로 콘크리트 포장 위에 아스팔트 덧씌우기를 한다.

포장섬유 시공 방법



① 샷블라스트



② 샷블라스트 전후 모습



③ 미세먼지 제거



④ 접착제 도포 및 포장섬유 접착



⑤ 포장섬유접착 완료 후 모습



⑥ 아스팔트 포설

2.4.10 절삭 덧씌우기

절삭 덧씌우기는 전면적인 재포장을 실시하기까지는 이르지 않았으며, 노면의 높이 상승과 배수 등의 문제 이외에 균열이나 바퀴 자국 패임 등이 심하게 발전된 경우에 적용한다. 절삭 두께는 현지 상황과 경제적 여건에 따라 전문가와 협의하여 결정한다.

절삭 덧씌우기의 시공 절차는 다음과 같다.

- ① 보수 부위의 설정 : 직선 자 또는 스트링 라인을 이용하여 보수 부위를 설정한다.
- ② 절삭 : 절삭 장비를 이용하여 손상이 심한 부위를 절삭한다. 절삭 깊이는 기술자와 협의하여 결정한다. 노면 절삭기는 주행 형식에 따라 차륜식과 캐터필라식이 있으나 기동성 등의 면에서 차륜식이 유리하며 근래에는 절삭 폐재를 자동 상차하는 노면 절삭기가 보급되어 있다. 절삭 작업 능률은 작업시의 기온과 같은 기후 조건에 좌우되는 요소가 크다. 일반적으로 20℃ 이하의 기온에서는 절삭 저항이 크며, 기온이 낮을 때 절삭 작업은 노면 히터(heater) 등으로 포장 표면을 가열하면 효과적이다.
- ③ 절삭 부위의 청소 : 절삭한 부위를 공기압 및 솔을 이용하여 깨끗이 청소한다.
- ④ 택코우트의 실시 : 물과 동일한 양으로 혼합하는 아스팔트 유제를 0.1 ~ 0.3 L/m² 정도 살포한다.
- ⑤ 아스팔트 덧씌우기를 실시하며, 덧씌우기 두께는 기술자와 협의하여 결정한다.

내유동성이 있는 아스팔트 혼합물로는 SMA(Stone Mastic Asphalt)나 PMA(Polymer Modified Asphalt)가 특히 효과가 있는 것으로 권장되고 있다. SMA 혼합물은 골재의 입도를 기존의 밀입도 혼합물보다 굵은 골재를 많이 함유하여 굵은 골재간의 맞물림에 의해 소성 변형에 저항하도록 하고 있다. PMA란 온도에 민감한 아스팔트 바인더의 특성을 개질 아스팔트를 사용하여 개선함으로써 러팅에 저항할 수 있는 혼합물을 의미한다. 굵은 골재를 많이 함유함으로써 문제가 될 수 있는 골재 박리와 내구성 저하를 막기 위하여 SMA에서는 자연 섬유를 첨가하고 PMA에서는 아스팔트 바인더의 특성을 개선시킨 것이다. 자세한 내용은 건설교통부에서 발간한 “소성 변형 방지 대책 (1998. 7)”을 참고하도록 한다.

절삭 덧씌우기 보수 방법



① 보수 범위의 설정



② 보수 부위의 절삭



③ 보수 부위의 청소



④ 택코우트 실시



⑤ 덧씌우기 실시

2.4.11 미끄럼 방지 포장

미끄럼 방지 포장은 미끄럼 저항이 충분히 확보하지 못한 곳이나 도로 선형이 불량한 구간에서 표면에 신 재료를 추가하거나 도로 표면에 일부를 제거하는 방법으로 포장의 미끄럼 저항성을 높여 자동차의 안전 주행을 확보하는 것이다.

미끄럼 방지 포장은 도로 표면에 신 재료를 추가하는 형식과 표면의 재료를 제거하는 형식으로 크게 구분할 수 있다. 도로 표면에 신 재료를 추가하는 형식으로는 개립도 마찰층(OGFC : Open-Graded Friction Course), 슬러리시일, 수지계 표면처리 등이 있으며, 표면의 재료를 제거하는 형식으로는 그루빙, 슛 블라스팅, 노면 평삭 등이 있다.

미끄럼 방지 포장의 형식 선정에는 시공성, 마찰력 증진 효과의 지속성, 시공시의 소음 및 분진 발생의 여부, 시공 후 자동차의 승차감 및 소음, 경제성, 시선 유도, 전망, 쾌적성, 주위 도로 환경과의 조화, 유지보수 등을 충분히 고려하여야 한다.

아스팔트 포장의 경우 개립도 마찰층, 슬러리시일, 수지계 표면 처리 등 표면에 새 재료를 추가하는 형식이 바람직하다. 아스팔트 포장에 그루빙 등 표면의 재료를 제거하는 형식으로 시공할 경우, 여름철에 반복 하중이 가해지면 아스팔트의 연성으로 인해 노면의 조면 조직이 파손될 수 있으며, 결과적으로 심한 평탄성 저하를 초래할 수 있다. 슛 블라스팅을 아스팔트 포장에 적용할 경우 쇄구슬이 고온이기 때문에 시공이 어려울 수 있다. 노면 평삭의 경우 수명은 길게 예상할 수 없으나 시공성이 양호하고 비용이 적게 들기 때문에 마찰력 증진을 위한 임시 대안으로 사용할 수 있다.

미끄럼 방지 포장에 대한 더 자세한 사항은 『도로안전시설 설치 및 관리 지침 - 미끄럼 방지 포장편(건설교통부, 1997. 8.)』을 참조하도록 한다.

2.4.12 반강성 포장

반강성 포장(半剛性鋪裝)은 공극률이 큰 개립도의 아스팔트 혼합물에 침투용 시멘트 페이스트를 침투시켜 굳게 하는 포장으로 아스팔트 콘크리트 포장의 가요성과 시멘트 콘크리트 포장의 강성을 겸비하고 있는 포장이다. 개립도 아스팔트 콘크리트의 간극을 강성 재료로 충전하였기 때문에 강도가 크며 고온·저온에서 압축강도는 아스팔트 혼합물보다 우수하다. 반강성 포장은 흰색에 가깝기 때문에 노면이 밝은 색이 되어 명색성이 우수하며 안료를 첨가하면 착색도 가능하며, 교통량이 많은 교차로나 중차량의 통행이 빈번하고 급제동이 자주 발생하는 버스정류장 등의 구간에서는 일반도로에 비하여 파손발생에 대한 우려가 높으므로 반강성 포장 등을 적용하는 것이 바람직하다.

반강성 포장은, 공극률이 큰 개립도 종류의 반강성 포장용 아스팔트혼합물에, 침투용 시멘트

밀크를 침투시킨 것으로, 내유동성, 명색성, 내유성의 성능을 가진 포장이다. 모체로 되는 아스팔트 콘크리트는 포장두께가 5cm 이상인 경우에는 골재최대치수가 20mm, 3~4cm인 경우에는 10~13mm를 기준으로 한다. 골재 최대치수가 20mm인 경우에는 마무리 면이 거칠고 변형저항이 커서 미끄럼 방지를 목적으로 한 포장에 이용되는 수가 많고, 최대치수가 5mm인 경우에는 마무리 면이 보기 좋고 표면의 요철이 미세하고 균일한 마무리면을 얻을 수 있어 내유성만을 목적으로 하는 장소 또는 조명효과를 목적으로 하는 장소에 이용된다.

반강성 포장은 재료 및 배합에 따라 특성이 다르므로, 시공시에는 그 특성을 충분히 파악한 뒤에 시행한다. 첨가재나 시멘트 밀크 종류에 따라 시공상 유의점이 다르므로, 각각의 시방에 따라 시공하되 일반적인 유의점은 다음과 같다.

- ① 침투용 시멘트 밀크 제조는 일반적으로 이동식 믹서에 의해 하지만, 공사규모가 큰 경우에는 전용 이동식이나 고정식 혼합 플랜트를 이용하는 것도 있다.
- ② 침투용 시멘트 밀크 시공은 일반적으로 포장체 표면의 온도가 50℃ 정도 이하가 된 뒤부터 시작한다. 이 경우, 포장체에 먼지, 진흙, 물 등이 없는지 확인한다. 일반적으로 침투작업은 진동롤러에 의해 시행한다.
- ③ 시멘트 밀크가 포장표면에 남아 있으면, 노면의 미끄럼 저항치를 저하시킬 수가 있으므로, 포장표면의 골재의 요철이 나타날 정도로 시멘트 밀크를 고무레이크로 제거한다. 특히 미끄럼방지 대책을 필요로 하는 곳은, 규사 사용 및 잉여 시멘트 밀크의 제거 등, 재료나 시공법으로 대처하지만, 경우에 따라서는 시공 후 슛 블라스트로 표면을 거칠게 하는 것도 필요하다.
- ④ 교통개방까지의 일반적인 양생시간은 <표 2.10>과 같다.
- ⑤ 침투용 시멘트 밀크 주입 전에 교통개방하면 골재 박탈이나 비산, 또는 먼지, 진흙에 의한 더러움이 생기는 수가 있으므로, 기본적으로 주입 전에 교통개방을 하지 않는다. 어쩔 수 없이 교통개방을 하는 경우는, 개질아스팔트 사용이나 먼지, 진흙 등에 의한 오염이 발생하지 않도록 조치할 필요가 있다.

<표 2.10> 교통개방까지의 양생시간 예

시멘트 밀크 종류	양생시간
보통	약 3 일
조강	약 1 일
초속경	약 3 시간

반강성 포장 시공 방법



① 노면 절삭



② 표층 포설



③ 시멘트 밀크 혼합



④ 시멘트 밀크 주입



⑤ 표면 마무리



⑥ 교통 개방

2.4.13 절단 및 실링 (Saw and Seal)포장

절단 및 실링 공법은 아스팔트 포장의 수명을 연장하는 방법으로 콘크리트 포장에 줄눈 절단을 하는 것과 비슷하게 덧씌우기 포장에 균열을 제어하는 줄눈을 만들고 실링하여 반사균열을 억제하는 공법으로 콘크리트 포장 위에 아스팔트 덧씌우기를 할 경우 빈번하게 발생하는 반사균열의 문제가 예상되는 구간에 적용한다.

이 공법은 덧씌운 아스팔트 포장에 기존 콘크리트 포장의 줄눈과 일치하도록 줄눈을 절삭하고, 절삭 줄눈부에 이물질 및 수분 침투를 막기 위해 실링을 하는 공법으로, 반사균열을 효과적으로 제어하기 위해 기존 시멘트 콘크리트 포장의 줄눈과 신설 아스팔트 포장의 줄눈이 일치하도록 시공하며, 아스팔트 콘크리트 덧씌우기 후에는 시멘트 콘크리트 포장의 줄눈 위치 확인이 불가능하므로 기존 줄눈의 정확한 위치를 표시하는 것이 중요하다.

Saw and Seal 공법은 다음의 순서로 시공한다.

- ① 기존 콘크리트의 보수 : 아스팔트 덧씌우기 전 기존 콘크리트 포장 파손이 심하며, 예산이 충분한 경우 콘크리트 보수를 하도록 한다.
- ② 기존 콘크리트의 줄눈 표시 : Saw and Seal 공법은 기존 콘크리트 포장의 줄눈을 아스팔트 덧씌우기 후 그 위치에 재현하는 것이 중요하며, 덧씌우기 후에는 줄눈 위치를 확인할 수 없으므로 그 전에 줄눈 위치를 알 수 있도록 반드시 표시해야 한다.
- ③ 텍코우팅 : 기존 콘크리트 포장과 덧씌운 아스팔트 포장의 접착을 위해 텍코우팅을 한다.
- ④ 아스팔트 덧씌우기 : 아스팔트 덧씌우기와 동일한 방법으로 콘크리트 포장 위에 아스팔트 덧씌우기를 한다.
- ⑤ 2차 줄눈표시 : 1차 줄눈 표시에 맞도록 2차 줄눈 표시를 실시하여 줄눈부 절삭이 가능하도록 준비한다.
- ⑥ 줄눈부 절삭 : 줄눈 표시 위치에 절삭기를 이용하여 줄눈부를 절삭한다.
- ⑦ 줄눈부 청소 : 줄눈부 절삭 후 발생한 먼지, 이물질 등을 제거한다.
- ⑧ 줄눈부 실링 : 추후 이물질 침투를 방지하기 위해 줄눈부 실링을 한다.

Saw & Seal 포장 시공 방법



① 기존 콘크리트 보수



② 1차 줄눈 표시



③ 택코우트 살포



④ 아스팔트 덧씌우기



⑤ 2차 줄눈 표시



⑥ 줄눈부 절삭



⑦ 줄눈부 청소



⑧ 줄눈부 실링

2.4.14 재포장

재포장은 표층뿐만 아니라 기층 및 경우에 따라서는 노상부까지도 제거한 후 다시 포장을 실시하는 공법으로 보수 공법 중에서 가장 공사비가 많이 소요되는 공법이므로 이의 채택 여부, 공법 등은 특별히 검토할 필요가 있다. 재포장을 필요로 할 경우 포장의 구조, 배수, 지하수의 유무 및 교통량 등에 대하여 파손의 원인을 상세히 조사하고, 단시간에 다시 파손되지 않는 구조로 설계할 필요가 있다.

재포장에 있어서 기층 재료는 통상 아스팔트 안정처리 혼합물이 사용되며, 또한 노상 위에 전체 층을 가열 아스팔트 혼합물을 사용하는 전단면 아스팔트 포장(full depth asphalt pavement)을 적용하는 수도 있다. 이것은 포장 두께를 얇게 함으로써 노면의 높이의 제약을 받고, 통상적인 아스팔트 포장으로는 목표로 하는 높이를 확보하기가 곤란한 장소나 공사 기간의 단축이 특별히 요구되는 장소 등에 유효하다.

재포장의 구조 설계는 신설 포장의 두께 설계를 따르도록 하고 시공 절차는 다음과 같다.

- ① 시공 면적의 결정 : 재포장 공법에 있어 1일 시공량은 작업 종료와 함께 교통 규제를 해제할 수 있는 범위로 하여야 한다. 이를 위해서는 파쇄해야 할 기존 포장의 상황, 시공 능력, 교통 환경 등을 종합적으로 검토하여 시공 면적을 결정한다.
- ② 포장층 파쇄 : 재포장 공법에서는 포장층 파쇄가 1일 작업량을 결정하는 기본이 되므로 계획 수립시 이의 제거 방법을 신중하게 검토하여 선정하여야 한다. 포장을 제거하는 방법에는 인력에 의한 방법, 콘크리트 브레이커에 의한 방법, 토공 기계에 의한 방법, 드롭 햄머에 의한 방법, 절삭기에 의한 방법 등이 있다.
- ③ 굴착 : 포장을 파쇄하는 기종에 따라 포장 부분과 기층이나 보조 기층 부분을 별도로 굴착하는 방법과 이들을 동시에 굴착하는 방법으로 나누어지나 버킷쇼벨이나 백호와 같은 장비를 사용하여 굴착한다. 지하 매설물 부근 또는 대형의 굴착 기계로는 곤란하다고 생각되는 장소에는 인력으로 조심하여 굴착하여야 한다. 또한 사고가 발생할 경우를 대비하여 연락 장소, 응급조치 방법, 대책 등을 미리 검토해 두어야 한다.
- ④ 노상의 지지력을 판정 : 포장의 파손은 노상에서부터 표층에 이르기까지 각 층의 물성저하 또는 부분적인 불량이 복합되어 나타나기 때문에 기존 포장층의 물성은 물론 노상의 상태를 재평가할 필요가 있다. 특히 노상의 지지력은 포장층의 구조 능력을 결정하는 주요 지표이기 때문에 재포장 시에도 이를 고려하여야 한다. 따라서 대표적 지점을 선정해 CBR 시험을 실시하여 포장 단면 재구성과 경우에 따라서는 노상토의 치환 및 배수 시설의 설치 등을 재포장 설계시 반영하여야 한다.
- ⑤ 보조 기층재 포설 및 다짐 : 보조 기층재의 포설은 소형의 도저 등으로 정형을 겹하여 실시하고

다짐은 철륵 롤러와 타이어 롤러를 사용하여 충분하게 시행한다. 특히 야간 작업시에는 시간적인 제약으로 다짐 부족이 되기 쉬우므로 주의하여야 한다. 또한 야간 작업에서는 안전사고, 교통사고 등이 발생하기 쉬우므로 조명, 안전 관리원의 배치 등 사고 방지에 세심한 주의가 필요하다.

- ⑥ 기층 시공 : 기층에는 일반적으로 아스팔트 안정처리 공법이 쓰인다. 안정처리층의 1층의 포설 두께는 5~12.5cm로 한다. 혼합물의 포설에는 아스팔트 피니셔를 사용한다.
- ⑦ 표층 시공 : 표층은 평탄성을 확보하기 위해 어느 정도 면적을 모아 될 수 있는 대로 주간 작업으로 시공하는 것이 좋다. 또한 표층을 시공하기까지 물받이와 맨홀 및 포장 구간의 시·종점에 단차가 생겨 교통 안전상 위험하므로 단차의 완화 구간 접속부와 강우에 대한 배수 대책을 검토하여 물이 고이지 않도록 하여야 한다.

3. 시멘트 콘크리트 포장의 유지보수



3

시멘트 콘크리트 포장의 유지보수

3.1 개요

콘크리트 포장의 설계는 표면에 가해지는 하중을 콘크리트 슬래브의 휨 저항으로 지지하고 보조 기층은 균일한 지지력을 제공하는 기능을 담당한다는 개념에서 슬래브와 보조 기층의 두께를 결정하는 것을 말한다. 또한 콘크리트는 경화할 때 건조 수축(Shrinkage)이 발생하며, 강성이기 때문에 온도와 습도 변화에 따라 수축과 팽창을 반복하게 되며 이로 인해 균열이 발생하게 된다.

균열이 임의적으로 발생하면 보수가 어렵고 2차적인 파손이 발생하기 때문에 콘크리트가 경화되면서 균열이 발생하기 전에 슬래브 두께의 1/4 또는 1/3 깊이로 홈을 형성하는 줄눈(Joint)을 설치하여 균열을 유도하게 된다. 따라서 줄눈은 의도적으로 형성된 균열을 말한다. 즉, 콘크리트 포장에서 교통 하중은 콘크리트 슬래브의 두께로 대응하고 환경 하중은 줄눈으로 대응한다는 개념이다.

환경 하중에 대응하기 위해 줄눈을 설치하였지만 줄눈부는 구조적인 취약부가 된다. 따라서 줄눈이 환경 하중을 담당하는 본래의 기능을 유지하면서 하중 전달의 불연속성을 줄이기 위하여 다우웰바(Dowel Bar) 또는 타이바(Tie Bar)를 슬래브의 중앙에 설치하게 된다. 다우웰바는 변위를 허용하는 횡방향 줄눈에 설치되며, 타이바는 종방향 줄눈에 설치하며 슬래브가 종방향 줄눈부에서 과도하게 벌어지는 것을 막아주는 작용을 한다.

줄눈은 수축 줄눈과 팽창 줄눈으로 크게 구분된다. 팽창 줄눈은 온도의 증가로 경화로 인한 슬래브의 수축을 회복하고도 더 팽창할 경우, 이를 수용하기 위해 슬래브 전 단면을 분리시켜 놓는 것을 말하며 다우웰바가 설치된다. 이를 설치하지 않을 경우 슬래브의 팽창으로 인하여 슬래브가 파쇄되고 슬래브가 들어 올려지는 블로우업(Blow-up)이 발생할 수도 있다.

줄눈은 구조적인 파손이 발생하기 쉽고, 줄눈이 제 기능을 다하지 못할 경우에도 줄눈부에 파손이 발생하게 된다. 따라서 콘크리트 포장의 유지보수를 실시할 경우에는 각 줄눈의 기능을 명확히 이해하고 줄눈을 관리해야 하며 보수 시에도 줄눈이 제대로 기능을 하도록 보수하는 것이 중요하다.

콘크리트 포장의 파손 원인은 동결 용해, 알카리-골재 반응, 제설용 염화칼슘의 사용 등과 함께 다우웰바의 부적절한 배치, 온도 변화에 의한 수축과 팽창 등 콘크리트 슬래브 자체의 결함과 우각부 균열, 펌핑, 단차 등 포장체의 구조적 결함으로 크게 구분할 수 있다.

3.2 노면의 조사와 평가

3.2.1 노면 조사

포장의 노면 조사는 파손의 종류 및 파손의 정도를 파악하고 유지보수 계획을 수립하기 위하여 실시한다. 조사는 순회 점검시 순찰 등에 의해 노면 전체의 파손 상황을 파악하기 위한 노면 상황 조사와 파손의 상황을 측정하여 수량화하고 적당한 유지보수 공법을 선택하기 위한 상세 조사로 크게 구분된다.

상세 조사는 각종 측정기기를 이용하여 파손 상황을 수치적으로 파악하기 위해 실시하는 것이며 아스팔트 포장과 다른 점은 균열의 폭과 균열의 길이를 측정한다는 점이다. 현미경과 물리를 이용하여 균열의 폭과 균열의 길이를 측정한다.

3.2.2 노면의 평가

콘크리트 포장의 노면의 평가는 노면 조사 결과를 가지고 공용성, 안전성, 포장 구조의 타당성 및 노면의 상태 등 파손의 내용을 종합적으로 검토해서 유지보수 여부를 판단하기 위해서 실시한다.

① 공용성

공용성은 일정 기간 교통에 공용된 후의 포장 표면 성상의 양부의 정도를 말하는 것이지만 도로에 요구되는 공용성의 수준은 교통량 및 주행 속도 등 도로의 성격에 따라 다르다.

② 안전성

안전성은 사고율 등을 나타내는 것이지만 선형, 도로 폭원 등의 도로구조 및 우각부 균열, 단차, 미끄럼 저항 등 노면의 상태도 고려해야 한다.

③ 포장 구조의 타당성

포장 구조의 타당성은 현재와 장래의 교통의 공용에 대해서 구조적으로 견딜 수 있을 것인가를 나타낸다. 따라서 현재의 노면에 이상이 없더라도 장래의 교통에 견딜 수 없다고 판단될 경우에는 보수를 고려할 필요가 있다.

④ 노면의 상태

포장 표면에 나타난 줄눈의 파손 및 라벨링 등의 현상은 포장 구조의 타당성과 반드시 결부되지는 않는다. 또 도로의 성격에 따라 중시해야 할 항목이 다르기 때문에 기타 요인과 조합하여 종합적인 판을 필요로 한다. 또한 소음, 진동 등 환경적인 측면도 고려할 필요가 있다.

콘크리트 포장에 대하여 측정기를 사용하여 조사한 후 조사구간 또는 노선별로 노면을 종합적으로 평가하여 시기를 놓치지 않고 계획적으로 유지보수를 실시하는 것이 매우 중요한 일이다.

이를 위해 본 편람에서는 미국의 공용성 지수와 한국도로공사의 콘크리트 포장 평가지수를 소개하기로 한다. 여기에 소개된 노면의 파손지수를 실무에 적용하기 위해서는 전문가와 협의하여야 하며, 국내의 일반국도 콘크리트 포장에서 사용할 수 있는 일반국도 콘크리트 포장상태 평가지수 개발이 필요한 실정이다.

(1) 공용성 지수(PSI)

미국의 AASHO 도로시험(1950년부터 10년간, 500억원) 결과로부터 얻어진 포장의 서비스 수준을 객관적으로 나타내는 평가지수 PSI(Present Serviceability Index)를 개발하였다. PSI는 아래 절차에 의해 개발되었다. PSI는 평탄성을 중시하고 있으며 당장의 보수 공법을 선택하는데 사용된다.

- ▶ 도로 건설 기술자, 도로 유지관리자, 자동차 운송업자, 차량 제조업자 등으로 구성된 그룹이 실도로 주행시험 후 포장의 서비스 성능 등급 IPSR(Individual Present Serviceability Rating)을 0~5점으로 개별평가
- ▶ 아스팔트 포장, 콘크리트 포장 구분
- ▶ 노면평가치 PSR을 목적변수로 노면 손상값을 설명변수로 중회귀분석하여 얻은 PSR의 추정치를 측정시 서비스 지수, PSI로 결정

$$PSI = 5.41 - 1.80 \log(1 + SV) - 0.05 \sqrt{C + 3.3P} \quad \dots\dots\dots \text{콘크리트 포장}$$

여기서,

SV : 차량 통행 위치에서 종단 요철도의분산

C : 노면의 균열도($\text{m}^2/1000\text{m}^2$)

P : 노면의 소파 보수($\text{m}^2/1000\text{m}^2$)

PSI 개발을 위해 포장의 상태를 평가한 결과에 의해 일반적으로 PSI가 2.5 이하가 되면 덧씌우기가 필요한 상태로 인식하게 되었다.

- 시험 실시 전 PSI 평균치(콘크리트 4.5)
- 실시결과 PSR 2.9 이상 : 50%가 A급 포장 인정
 PSR 2.5 이하 : 50%가 A급 포장 부인

- PSI값으로 PSR 추정시(이후 추적조사)

2.5이하가 되면 (평탄성 회복을 위해)덧씌우기 실시 필요

1.5이하가 되면 거의 모든 도로기술자가 포장파괴로 판단

공용성 지수에 의한 보수 공법의 선정은 <표 3.1>에 따른 유지보수를 실시하는 것이 바람직하나 포장의 수명을 보다 길게 유지하기 위해서는 이 값 이하에서도 조사하는 것이 좋다.

<표 3.1> 공용성 지수의 보수 공법

공용성 지수(PSI)	개략적인 보수 공법
3.0 ~ 2.1	표면처리
2.0 ~ 1.1	덧씌우기
1.0 ~ 0	재포장

(2) HPCI(Highway Pavement Condition Index, 한국도로공사)의 개요

고속도로 포장 상태 지수 HPCI는 HPMS에서 보수대상구간의 선정에 기본적으로 사용하도록 되어 있다. AASHO의 PSI를 기본적인 모델로 하여 도출된 HPCI는 포장의 다양한 결함(균열, 소성변형, 소파 보수 등)을 하나의 수치로 나타낸 것으로서 고속도로 포장상태를 정량화하기 위해 다양한 구간에 대한 결함조사와 평가단의 평가에 의해 산정 되었다. <표 3.2>은 고속도로의 HPCI 관리기준이다.

▶ 콘크리트 포장

$$HPCI = 7.35 - 4.65 \log(1 + IRI) - 1.06 \log(10 + 2.5 C') - 0.32 \log(10 + 2.5 P')$$

여기서, IRI = 종단평탄성지수 (m/km)

B = 자동조사장비의 촬영 폭

C' = Crack량 (m/(B × 100)m²)

P' = Patching 량 (m²/(B × 100)m²)

<표 3.2> HPCI 평가결과에 의한 등급기준

등급	HPCI 범위	상태	대응책
1등급	4.0 초과	매우우수	Do Nothing
2등급	3.5~4.0	우수	예방적 유지 필요
3등급	3.0~3.5	보통	수선 유지 필요
4등급	2.0~3.0	불량	개량필요
5등급	2.0 이하	매우불량	시급한 개량필요

3.2.3 유지보수 여부의 판단

유지보수 여부의 판단은 <표 3.3>를 참고로 하여 결정한다.

<표 3.3> 유지보수 여부 판단의 목표치

도로의 종류	항목	단차 (mm)	미끄럼 마찰 계수	종단방향의 요철 (mm)	균열도 (슬래브 저면까지 도달한 균열) (cm/m ²)	줄눈의 파손
자동차 전용 도로		10	0.25	8m 프로파일 90(PrI) 3m 프로파일 3.5(σ)	20	이상이 확인 되었을 때
교통량이 많은 일반도로		15	0.25	3m 프로파일 5.0(σ)	30	
교통량이 적은 일반도로		—	—	—	50	

주1) 미끄럼 마찰계수는 자동차 전용도로의 경우 80km/h, 일반도로의 경우 60km/h로, 노면이 젖어있을 때 측정한다.

주2) PrI는 프로파일 미터로 기록한 요철 파동의 중앙에 $\pm 3\text{mm}$ 의 띠를 그어, 그 띠 바깥으로 벗어나는 부분의 파의 높이를 합계하여 이를 측정 거리로 나눈 값이다.

주3) 주행 속도가 높은 도로에서는 여기서 나타내는 값보다 높은 수준으로 목표값을 정하면 좋다.

3.2.4 유지보수 공법의 선정

유지보수 공법의 선정은 <표 3.3>와 <표 3.4>를 참고로 하고 교통량이 많은 일반 도로의 경우 다음과 같이 균열도를 기준으로 개략적으로 판단한다. 이것은 전반적인 평가를 나타낸 것이며 국부적인 판단 내용은 아니다.

<표 3.4> 균열도에 따른 유지 보수

균열도(cm/m ²)	유지 보수
0 - 5	보수불필요
5 - 20	덧씌우기 또는 보수불필요
20 - 30	부분적인 치환 및 덧씌우기 또는 덧씌우기
30 이상	전면 재포장 또는 부분적인 치환 및 덧씌우기

콘크리트 포장의 덧씌우기는 아직 국내에서 본격적으로 적용된 예는 없으며 현재 시험 포장이 적용되고 있는 실정이다. 따라서 콘크리트 포장에 덧씌우기를 실시할 경우에는 반사 균열 등을 방지하기 위해 상황에 따라 전문가의 의견을 반영하는 것이 바람직하다.

3.3 파손 유형

3.3.1 균열

콘크리트는 경화할 때 수축이 발생하며, 온도와 습도 변화에 따라 수축과 팽창을 반복하게 되며 이로 인해 균열이 발생하게 된다. 콘크리트 포장에서는 미리 균열을 줄눈으로 유도하지만 줄눈 절단 시기를 놓치거나 슬래브의 두께 부족, 슬래브 하부층에서의 변형으로 인해 균열이 발생될 수 있다. 일단 균열이 발생하면 줄눈과 같이 보수한다. 모든 줄눈은 온도 및 습도에 따라 반복적으로 수축 팽창을 하므로, 시간이 지나면 재료의 산화 또는 접착력의 손실 때문에 손상이 발생한다. 콘크리트 포장에서 줄눈이 파손되면 이물질 또는 물이 침투하여 균열, 스폴링 등의 부가적인 파손이 생기므로, 줄눈을 정기적으로 관찰하고 유지보수를 해야 한다. 모든 줄눈과 균열은 이물질 또는 물로 인해 포장이 파손되는 것을 방지하기 위해 점착력이 있는 재료로 실링이 되어야 한다. 기본적으로 균열과 줄눈을 실링하는 재료는 동일하다.

콘크리트 포장에서 주로 발생하는 파손 유형은 다음과 같다.

- 우각부 균열(Corner Break)
- 세로 균열(Longitudinal Crack)
- 가로 균열(Transverse Crack)
- 대각선 균열(Diagonal Crack)
- D형 균열(Durability Crack)

우각부 균열(Corner Cracking)

1) 정 의

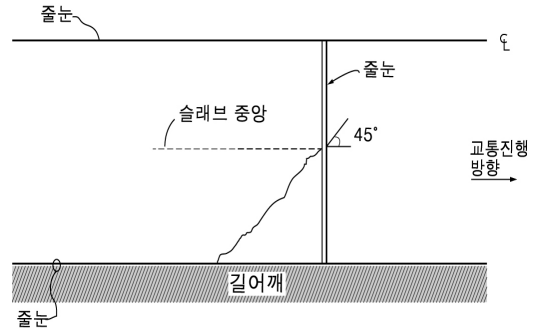
세로 방향 줄눈과 가로 방향 줄눈이 교차하는 줄눈 부위에서 삼각형 모양으로 생기는 균열을 말한다. 균열의 발생 위치는 통상적으로 줄눈 부위에서 30cm 이상 떨어져 발생하며, 균열 파손이 콘크리트 슬래브 전체 단면에 나타난 것을 의미한다. 균열의 파손이 슬래브의 전체 깊이에 발생하지 않고 슬래브의 위 부분에만 발생한 경우에는 스폴링으로 간주한다.

2) 원 인

- 하부 지지력
- 온도

3) 보 수

- 하 등급 : 보수불필요, 균열실링
- 중 등급 : 균열실링, 전단면 보수
- 상 등급 : 전단면 보수



우각부 균열 - 심각도 : 중

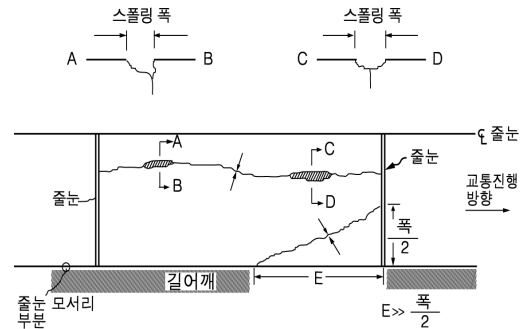


우각부 균열 - 심각도 : 상

세로 균열(Longitudinal Cracking)

1) 정 의

포장체의 중심선과 평행하게 균열이 발생한 것을 말한다.



2) 원 인

- 세로 방향의 줄눈 없는 경우
- 세로 방향의 줄눈 절단 시기의 지연
- 콘크리트 슬래브 수축
- 보조 기층 및 노상이 팽창성 재료
- 하중 재하
- 단부 뒹핑으로 인한 지지력의 저하



세로 균열 - 심각도 : 하

3) 보 수

- 하 등급 : 보수불필요, 균열실링
- 중 등급 : 균열실링, 부분단면보수
- 상 등급 : 전단면보수, 아스팔트 덧씌우기

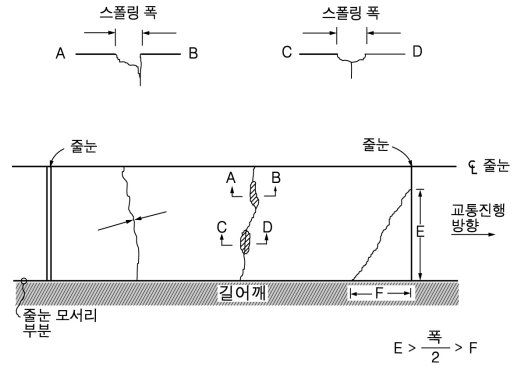


세로 균열 - 심각도 : 중

가로 균열(Transverse Cracking)

1) 정 의

슬래브의 중심선과 직각 방향으로 발생하는 균열을 의미한다. 보통 슬래브 중앙부에서 발생하여 인접부와 단차를 이루는 경우도 있다.



2) 원 인

- 교통 하중
- 온도/습도
- 줄눈 설계
- 줄눈 절단 시기
- 지반 지지력의 결핍



가로 균열 - 심각도 : 중

3) 보 수

- 하 등급 : 보수불필요, 균열실링
- 중 등급 : 균열실링, 부분단면보수
- 상 등급 : 전단면보수, 아스팔트 덧씌우기



가로 균열 - 심각도 : 상

대각선 균열(Diagonal Cracking)

1) 정 의

슬래브 중심선에서 대각선 방향으로 균열이 발생된 것을 말한다. 우각부 균열에 비해 대각선 균열은 균열이 발생한 슬래브 한쪽면의 길이가 슬래브 폭 또는 길이의 $\frac{1}{2}$ 이상을 차지하는 경우를 의미한다.



대각선 균열 - 심각도 : 하

2) 원 인

- 하부 지지력



대각선 균열 - 심각도 : 중

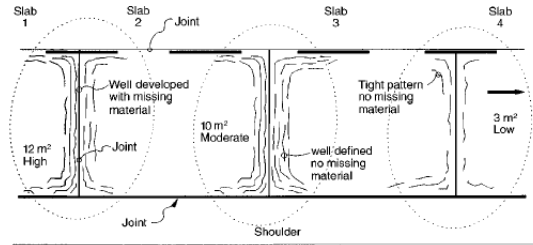
3) 보 수

- 하 등급 : 보수불필요, 균열실링
- 중 등급 : 균열실링, 부분단면보수
- 상 등급 : 전단면보수, 아스팔트 덧씌우기

D형 균열(Durability Cracking)

1) 정 의

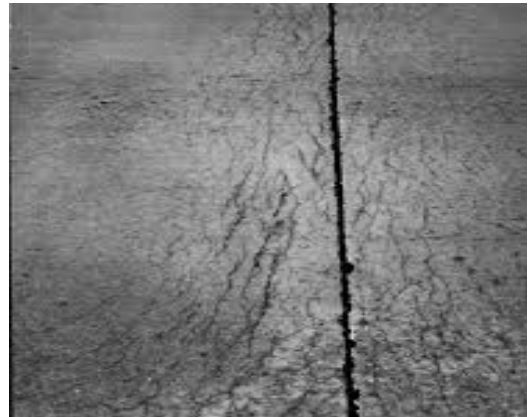
간격이 좁고 불규칙한 균열의 형상이 종방향 횡방향으로 평행하게 발생하는 균열을 말한다. D형 균열은 콘크리트 포장에 사용된 골재의 공극구조와 환경 하중에 의해 발생된다.



D형 균열의 발생

2) 원 인

- 동결융해
- 공기량, 간격계수 부적합
- 골재 불량
- 배수 불량



D형 균열 1

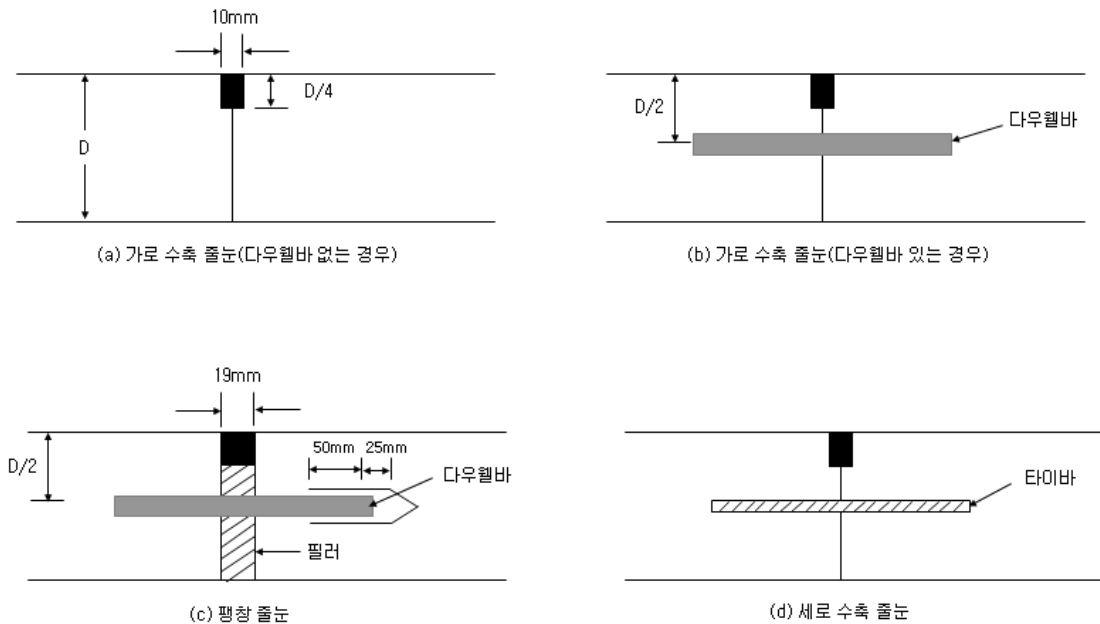
3) 보 수

- 하 등급 : 보수불필요
- 중 등급 : 부분단면보수
- 상 등급 : 전단면보수



D형 균열 2

앞서 설명된 바와 같이 콘크리트 포장은 환경 하중에 대응하기 위하여 줄눈을 설치한다. 즉, 줄눈에는 수축 줄눈과 팽창 줄눈으로 크게 구분되며 인접 슬래브가 일체로 거동하도록 하중 전달을 돕는 다우웰바와 타이바가 사용된다. 줄눈에 따라 설치되는 하중전달 기구는 <그림 3.1>과 같다.



<그림 3.1> 줄눈의 종류

균열과 줄눈은 그 자체가 해로운 것이 아니라 균열과 줄눈으로 물이 침투하면 입상재료가 약화되고 입상재료 중의 세립분이 빠져나가 파손이 유발되기 때문에 보수를 철저히 해야 하는 것이다. 또한 단단한 이물질이 끼었을 경우에 슬래브가 팽창하면 또 다른 파손을 유발할 수 있다.

본 장에는 다음의 파손 유형을 소개한다.

- 줄눈재 파손(Joint Seal Damage)
- 스폐링(Spalling)

줄눈재 파손(Joint Seal Damage)

1) 정 의

콘크리트 포장의 줄눈재 파손이란 줄눈 실링재와 줄눈부의 접착력이 상실되거나, 줄눈 실링재의 산화로 인해 줄눈이 갈라지거나, 줄눈 실링재가 줄눈부에서 완전히 이탈된 상태를 의미한다.

2) 원 인

- 줄눈 설계(간격, 폭)
- 실링재 불량
- 줄눈부 청소 불량

3) 보 수

- 하 등급 : 보수불필요, 균열실링
- 중 등급 : 균열실링, 서브실링
- 상 등급 : 줄눈 보수



줄눈재 파손 - 심각도 : 하



줄눈재 파손 - 심각도 : 중

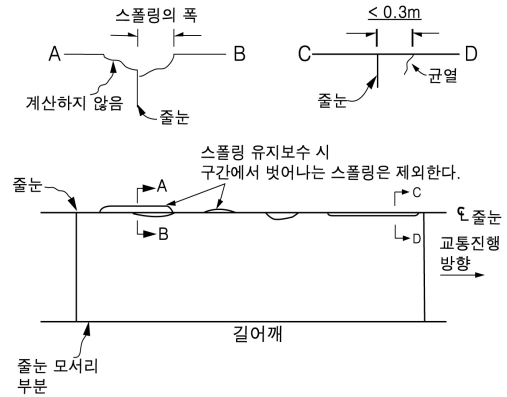


줄눈재 파손 - 심각도 : 상

스폴링(Spalling)

1) 정 의

포장의 줄눈 및 균열의 단부가 작은 조각으로 깨지는 것을 스폴링이라 하며, 줄눈부 또는 균열부에서 많이 발생한다.



2) 원 인

- 실링재 파손
- 균열
- 하중전달장치 시공 불량



스폴링 - 심각도 : 중

3) 보 수

- 하 등급 : 보수불필요
- 중 등급 : 부분단면보수
- 상 등급 : 전단면보수



스폴링 - 심각도 : 상

3.3.2 변형

변형이란 콘크리트 슬래브 표면의 원래 형상이 변형되는 것을 의미하며 장의 구조적인 결함에 의해 발생된다. 구조적인 결함이라는 것은 보조 기층이나 노상 및 포장체 저부의 변형으로 인해 보조 기층에서의 지지력이 일정하지 않은 경우를 말하며 이렇게 되면 슬래브에 과도한 응력이 발생하게 되고 변형이 발생하게 된다. 따라서 변형에는 일반적으로 균열이 따르게 되며 균열이 변형을 유발하기도 한다.

아스팔트 포장에서와 같이 콘크리트 포장에서도 포장체의 저부에서 변형이 발생하면 표면에 완만한 형상의 처짐이 발생하게 된다. 이것은 연약 지반의 압밀이나 전단 파괴에 의해서 발생될 수 있으며 30-40m의 거리에 약 1m 정도의 처짐이 발생하기도 한다. 이러한 변형은 표면에 낚시 바늘 형상의 균열이 발생하며 종방향 균열 길이로부터 거동이 발생한 깊이를 추정할 수 있다.

하중 전달 장치가 없는 콘크리트 포장의 수축 줄눈에서 팽핑이나 지지력의 차이로 단차가 발생될 수 있으며 이것은 평탄성에 크게 영향을 미치기 때문에 기능적 파괴로 고려되기도 한다. 줄눈을 횡단하는 차량하중의 충격 효과 때문에 단차는 거의 언제나 차량의 진행 방향에서 차량의 전방에 발생한다.

보수 공법으로는 파손의 범위가 넓지 않다면, 지반 침하 등과 같은 변형은 슬래브를 들어올려서 연화점이 높은 아스팔트나 시멘트를 채우는 서브 실링 공법을 적용할 수 있으며, 상황에 따라 덧씌우기를 고려할 수 있으나 아직 콘크리트 포장의 덧씌우기는 전문가의 의견을 따르는 것이 바람직하다.

단 차(Faulting)

1) 정 의

단차란 균열 또는 줄눈부의 인접 슬래브가 높이 차이를 갖고 있는 것을 의미한다. 단차는 종방향/횡방향 모두 발생할 수 있으며, 다웰바 등의 하중전달장치가 없는 콘크리트 포장의 가로 균열에서 주로 발생한다. 단차는 오르막 슬래브가 위쪽, 내리막 슬래브가 아래쪽에 위치한다.

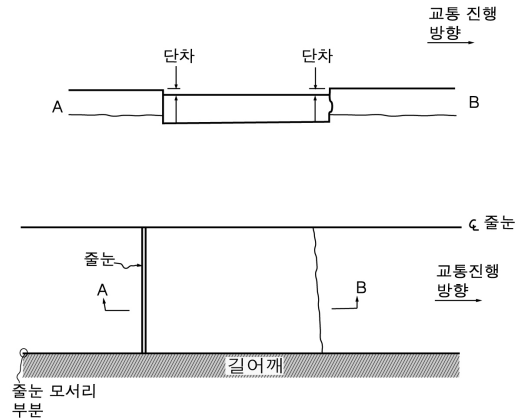
2) 원 인

- 온도/습도
- 부적절한 하중전달
- 불안정한 지지력
- 팽핑

3) 보 수

- 그라인딩
- 서브 실링
- 슬래브 설치
- 아스팔트 덧씌우기

※ 단차는 심각도를 적용할 수 없다.



단차 1



단차 2

펌 핑(Pumping)

1) 정 의

자동차가 슬래브 위를 통과할 때 슬래브가 움직이면서 슬래브 하부에 있는 물과 함께 모래, 점토, 실트 등이 동시에 분출되는 현상을 의미한다. 펌핑은 가로 및 세로 방향 줄눈부, 균열부 그리고 포장의 단부에서 발생한다.

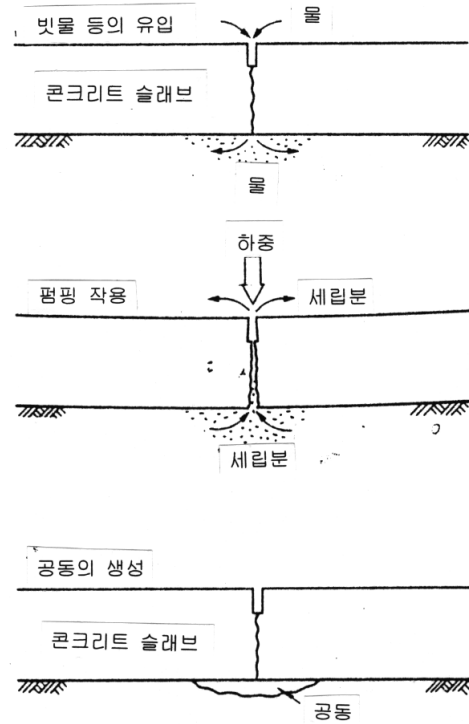
2) 원 인

- 줄눈부 실링 재료가 유실
- 균열 발생
- 유수 침투
- 지반 연약
- 지반 공동

3) 보 수

- 균열 실링
- 서브 실링
- 전단면보수

※ 펌핑은 심각도를 적용할 수 없다.



펌핑의 작용 원리



펌핑

3.3.3 탈리

콘크리트 포장에서 탈리란 슬래브의 일부분이 떨어져 나가거나 일부분의 골재 결합이 느슨해지는 것을 의미하며 원인으로서는 내구성이 적은 콘크리트를 사용하는 경우와 외부적인 작용에 의한 경우로 구분할 수 있다.

콘크리트의 내구성은 구성 재료의 내구성과 기후에 영향을 받는다. 콘크리트 자체의 내구성이 적어서 발생하는 파손은 자연적으로 진행성이 되며 점차적으로 증가하여 거의 완전한 파괴가 발생할 때까지 파손 면적이 넓어진다. 이러한 파손은 줄눈이나 단부로부터 실 균열이 조밀한 간격으로 형성된다는 점에서 구조적인 파손과 쉽게 구분된다.

탈리 중의 하나인 스케일링의 원인은 마무리 공정에서 흘러 들어간 실트나 점토, 제설용 염화칼슘의 사용, 과도한 마무리 등을 들 수 있다. 스케일링은 일반적으로 콘크리트의 파손을 나타낸다고 인식되고 있으나 구조적인 관점에서는 심각한 영향을 미치는 것이 아니다. 그러나 제설용 염화칼슘을 장기간 사용하여 발생한 콘크리트의 손상은 포장의 구조적인 능력을 저해할 수 있다.

블로우업은 압축 응력을 받는 콘크리트 포장의 줄눈에서 발생할 수 있다. 팽창 줄눈을 설치하지 않았을 경우에 발생하며, 팽창 줄눈에서는 펌핑 작용이 특히 발생하기 쉽기 때문에 주의해야 한다. 규칙적으로 설치된 수축 줄눈은 정기적으로 관리되어야 하며, 팽창 줄눈을 두지 않을 경우 수축 줄눈에서 충분한 팽창 공간을 제공할 수 있어야 한다. 만약 수축 줄눈에 모래나 비압축성 물질이 들어가 있는 경우 블로우업이 발생할 수 있다. 블로우업에 대한 보수 방법으로는 수축 줄눈을 청소하는 방법과 응력 완화 줄눈을 설치하는 방법 등이 있다.

블로우업(Blow Up)

1) 정 의

블로우업은 콘크리트 포장이 국부적으로 솟아오르거나 파쇄된 것을 말한다.

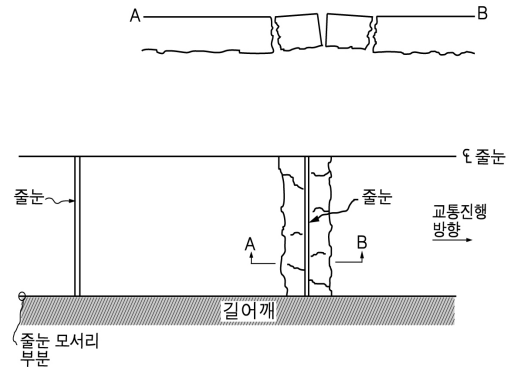
2) 원 인

- 슬래브의 과도한 팽창
- 균열

3) 보 수

- 줄눈 보수
- 전단면 보수

※ 블로우업은 심각도를 적용할 수 없다.



블로우업 1



블로우업 2

스케일링(Scaling)

1) 정 의

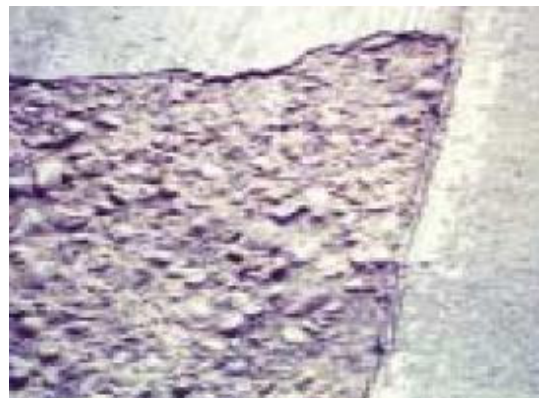
스케일링은 시멘트 콘크리트의 표면의 일부가 벗겨져 탈리되는 현상을 말한다. 어떤 경우에, 스케일링은 포장 안으로 점점 더 깊게 진행될 수도 있다.



스케일링1

2) 원 인

- 제설제에 의한 화학 반응
- 부적절한 배합 및 시공
- 부적합한 골재
- 부적절한 양생



스케일링 2

3) 보 수

- 슬러리실
- 텃씩우기



스케일링 3

※ 스케일링은 심각도를 적용할 수 없다.

망상균열(Map cracking)

1) 정 의

망상균열은 시멘트 콘크리트 길어깨 부분과 평행하게 표면 위쪽에 균열이 이어진 현상을 말한다. 주로 포장의 종방향으로 많은 균열이 분포하며, 횡방향 균열 또는 무작위 균열과 연결된다. 콘크리트의 알칼리와 골재의 실리카가 화학반응을 일으켜 발생하는 파손 형태이다.

2) 원 인

- 건조 수축
- 알칼리-실리카 반응

3) 보 수

- 슬러리실
- 덧씌우기

※ 맵 크래킹은 심각도를 적용할 수 없다.



망상균열 1



망상균열 2

골재 이탈(Popouts)

1) 정 의

골재 이탈은 콘크리트 포장의 표면으로부터 골재 부분 혹은 시멘트 페이스트 부분이 작게 떨어져 나간 것을 말하며, 보통 25~100mm의 지름에서 13~50mm의 깊이이다.



골재 이탈 1

2) 원 인

- 동결융해
- 골재 불량
- 타이닝 시점



골재 이탈 2

3) 보 수

- 부분단면 보수

3.3.4 미끄럼 저항 감소

포장 노면의 미끄럼 특성은 교통사고와 밀접한 관계가 있다. 또한 최근 교통량의 증가와 함께 중량화 되어 노면의 마모는 가속화되고 차량의 주행 속도는 점차 증가하여 보다 높은 미끄럼 저항이 요구되고 있는 실정이다.

노면의 미끄럼 특성에 영향을 미치는 여러 요소들 중에서 가장 중요한 것은 포장체의 표면 조직이다. 포장체의 표면 조직은 일반적으로 미세 조직(Micro-texture)과 조면 조직(Macro-texture)으로 구분된다. 이들 사이의 명확한 구분은 없고 보통 0.5mm의 요철을 기준으로 한다. 일반적으로 미세 조직은 모르타르나 골재 입자 자체의 거칠기에 따라, 조면 조직은 골재 입자 사이의 간격에 따라 결정된다.

시멘트 콘크리트 포장에서 미끄럼 저항에 영향을 미치는 사용 재료의 특성은 조골재가 노면에 노출되기까지 잔골재가 비교적 중요한 역할을 하게 된다. 미끄럼 저항을 고려하여 골재를 선택할 때는 골재의 표면 조직, 물리/화학적 구성, 골재의 형상 및 크기 그리고 골재의 마모 저항성 등 재료의 기초적인 특성에 대해 평가해야 한다.

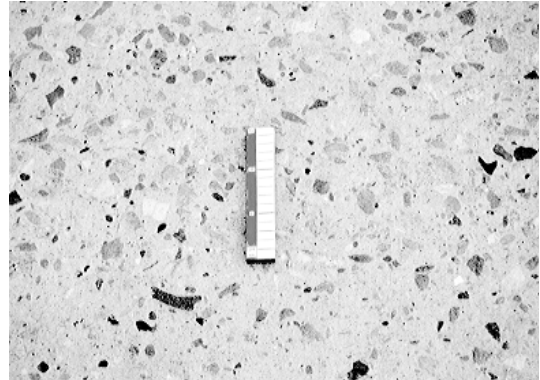
미끄럼 저항을 특히 유지해야 하는 구간은 곡선부나 내리막 구배 구간 등 가속도가 급히 변화되는 구간이다. 이러한 구간은 미끄럼 방지 포장 등으로 미끄럼 저항을 증진시킬 필요가 있다.

콘크리트 포장의 미끄럼 저항성을 증진시키는 공법으로는 그루빙 공법, 슛 블라스팅, 표면 평삭(planing) 공법과 덧씌우기 공법이 있다. 그루빙 공법은 톱날의 중심 간격이 19mm 이상인 장비로 홈을 내어 표면의 조면 조직과 배수 기능을 향상시키는 공법이며, 슛 블라스팅 공법은 블라스터(blaster)라 불리는 수많은 쇠 구슬을 고압으로 노면에 연속 타격 하여 노면 조직을 회복시키는 공법이며 노면 평삭은 노면 절삭(cold milling)과 유사한 표면 처리 공법이지만 노면 절삭에 비해 절삭 깊이가 비교적 얇은 표면 처리 기법이다. 사용되는 평삭기로는 소형에서부터 도로 전용의 대형 장비까지 다양한 규격이 있다.

골재 마모(Polished Aggregate)

1) 정 의

골재 마모는 포장 표면의 골재 입자가 매끄럽게 닳아지는 현상을 말한다.



골재 마모 1

2) 원 인

- 골재 불량
- 교통 하중



골재 마모 2

3) 보 수

- 그루빙
- 쏿 블라스팅
- 표면 평삭

※ 골재 마모는 심각도를 적용할 수 없다.

3.4 보수 공법

콘크리트 포장에 발생하는 파손 형태를 줄눈의 파손과 균열, 변형, 탈리 그리고 미끄럼 저항 감소로 크게 분류하였으며, 이들 항목에 포함되는 각 파손의 분류 및 보수 공법을 <표 3.5>에 정리하였다.

<표 3.5> 콘크리트 포장의 파손 유형과 보수 공법

구 분	파손유형	대표적인 보수공법
줄눈 균열	(1) 우각부 균열	균열 실링, 전단면 보수
	(2) 세로 균열	균열 실링, 부분 또는 전단면 보수, 아스팔트 덧씌우기
	(3) 가로 균열	균열 실링, 부분 또는 전단면 보수, 아스팔트 덧씌우기
	(4) 대각선 균열	균열 실링, 부분 또는 전단면 보수, 아스팔트 덧씌우기
	(5) D형 균열	부분 또는 전단면 보수
	(6) 줄눈재 파손	줄눈 실링, 서브실링, 줄눈 소부
	(7) 스폴링	부분 또는 전단면 보수
변형	(1) 단 차	그라인딩, 서브 실링, 슬래브 설치, 아스팔트 덧씌우기
	(2) 뎀 핑	균열 실링, 서브 실링, 전단면 보수
탈리	(1) 블로우업	줄눈 보수, 전단면 보수
	(2) 스케일링	슬러리실, 덧씌우기
	(3) 망상균열	슬러리실, 덧씌우기
	(4) 골재이탈	부분단면 보수
미끄럼 저항 감소	(1) 골재 마모	그루빙, 슛 블라스팅, 표면 평삭

3.4.1 줄눈 보수

콘크리트 포장 줄눈재는 물이 콘크리트 포장 줄눈부를 타고 내부로 침투하는 것과 이 물질이 줄눈의 거동을 방해하는 것을 최소화하기 위한 목적으로 줄눈 절단면에 주입 또는 삽입되는 탄성이 풍부한 재료를 말한다.

콘크리트 포장 줄눈재의 역할은 강우, 강설, 제설염수 등의 외부 수분이 콘크리트 포장 줄눈부를 타고 내부로 침투하여 콘크리트 포장의 열화를 촉진하고 다우웰바를 부식시켜 줄눈거동을 마비시키는 것을 방지하고, 단단한 이 물질이 줄눈부에 침투하여 줄눈재에 흠집을 내거나 줄눈부의 수축 거동을 방해하는 것을 최소화하는 것이다. 그 외에도 주변 온도변화에 따른 콘크리트 슬래브의 수축과 팽창에 대하여 줄눈 잠김(Freezing)현상 또는 과도한 열림(Excessive Opening)현상이 발생하지 않도록 적절한 공간을 항구적으로 확보하는 역할을 한다. 줄눈 보수 후 아스팔트 덧씌우기를 시공할 경우에는 160℃ 이상에서도 견딜 수 있는 줄눈재를 사용하여야 한다.

(1) 공법별 줄눈재의 종류

콘크리트 포장에 적용되는 줄눈재는 시공방식에 따라 <표 3.6>과 같이 분류된다.

<표 3.6> 줄눈재의 종류

공법	재료		적용 품질기준
주입형	가열	고무아스팔트계열	고속도로 전문시방서 “13-7 줄눈재료” 준용
	상온	실리콘계열	
성형 삽입형	EPDM계열		
	폴리네오프렌계열		

줄눈재는 시공방식에 따라 가열 주입형, 상온 주입형, 성형 삽입형 등 크게 3가지로 분류 될 수 있으며 각 분류 내에서도 재료의 특성에 따라 고무아스팔트 계열, 실리콘 계열 등으로 세분화 되어질 수 있다. 주어진 조건에서 적정 줄눈재의 선정을 위해서는 포장의 종류, 줄눈 설계내용, 환경조건, 교통량 조건, 공사 및 유지관리비 등과 같은 다양한 요소들을 종합적으로 검토하는 것이 필요하다.

(2) 현장품질확보를 위한 추가 품질기준

- ① 국내 환경조건에서 콘크리트 포장 줄눈폭의 변화 범위를 고려하여 횡방향 줄눈부의 주입

줄눈재는 ASTM C 920 규정에 따라 Class100/50 등급을 사용하여야 하며, 성형 줄눈재는 설치 전 폭이 13.5mm 이상인 경우 적용하여야 한다.

- ② 실리콘 줄눈재를 적용할 경우 유사 실리콘 재료를 차단하기 위하여 현장감독자는 반입된 줄눈재료 중에서 임의로 시료를 추출하여 주사전자현미경 (SEM/EDS)을 이용한 성분분석 시험을 실시하여 Si성분(규소성분)이 C성분(탄소성분)보다 많은지 여부를 확인하여야 한다.
- ③ 기존의 실리콘 줄눈재의 공용성 확인을 위하여 시행하던 5,000시간 촉진내후성 시험결과는 주사전자현미경 (SEM/EDS)을 이용한 성분분석 시험으로 대체하여 품질확인을 시행할 수 있다.
- ④ 최초 공급원승인 단계에서 촉진내후성 시험은 1회 실시하며 그 결과의 유효기간은 5년으로 하고 이 후 「주사전자현미경을 이용한 EDS 시험법 (ASTM E 1508)」에 따른 성분분석 시험결과로 대체가능하나 종전의 재료성분과 차이가 나타나면 추가 촉진내후성 시험을 실시하여야 한다.

(3) 백업재

실리콘 주입 줄눈재 적용 시 줄눈재 두께 및 여유 공간 깊이를 맞추기 위하여 적용되는 백업재는 원형의 폴리에틸렌 폼(Polyethylene foam)을 사용한다.

(4) 줄눈 절단면 정리

콘크리트와 줄눈재의 부착력을 증진시키기 위하여 줄눈 절단면의 잔류 이물질 및 레이턴스를 철저히 제거하여야 하며, 줄눈재 주입 전 절단면에 수분이 존재하지 않도록 수분 제거를 철저히 하여야 한다.

- ① 주입형 줄눈재의 공용성에 가장 큰 영향을 주는 콘크리트와의 부착력을 충분히 확보하기 위해서는 줄눈재 주입 전 절단면의 잔류 이물질 및 수분을 철저히 제거하고 블라스팅 등을 통하여 줄눈재 접착면을 거칠게 하여 주는 것이 바람직하다.
- ② 샌드 블라스팅은 689kPa 이상의 압력으로 절단면의 이물질을 제거하여야 한다.
- ③ 고압에어 블라스팅은 3.4m³/분 이상의 용량과 0.63MPa 이상의 압력을 가하여 절단면의 이물질을 제거하여야 한다.
- ④ 특히, 신설 콘크리트 포장공사에서는 줄눈 절단면 이물질을 철저히 제거하는 것 이외에 콘크리트 양생과정에서 존재할 수 있는 잔류수분 제거가 대단히 중요하다. 신설 콘크리트 포장에서 주입 줄눈재 충전은 잔류수분이 충분히 증발할 수 있도록 콘크리트 포장 포설 후 10일 이상이 경과한 다음 시행토록 하며, 수분증발에 방해가 되는 줄눈 절단면 프라이머 도포

등은 하지 않도록 한다.

(5) 프라이머

- ① 줄눈재 보수공사 시 실리콘 줄눈재와 콘크리트 포장면의 접착력을 강화하기 위하여 프라이머를 적용할 수 있으며 이에 대한 품질기준은 「고속도로 공사 전문시방서, 13-7 줄눈재료」 편에 따른다.
- ② 잔존하는 이물질 및 줄눈부 미세파손이 신규 줄눈재와 콘크리트 포장사이의 부착에 미치는 영향을 최소화하고 줄눈재 수명증진을 위하여 줄눈재 주입 전 콘크리트 줄눈 절단면에 프라이머를 도포한다.
- ③ 단, 신설 콘크리트 포장에서 줄눈 절단면의 프라이머 도포는 콘크리트 양생과정에서 발생하는 잔류수분의 증발을 방해하며 증발되지 못하는 수분들이 오히려 프라이머의 접착력 확보를 방해할 수 있어 줄눈 절단면 프라이머 도포 등은 하지 않도록 한다.

(6) 줄눈보수 시공절차

- ① 청소 : 보수 대상인 줄눈과 균열은 새로운 줄눈용 실런트 설치 전에 완전하게 청소하여야 한다. 모든 유해한 물질은 새로운 실런트 설치 전에 줄눈과 균열부로부터 제거되어야 한다.
- ② 기존 실런트 제거 : 줄눈재 제거기나 다른 도구를 이용하여 균열이나 줄눈부 실런트를 제거하며, 이음재 및 백업 재료도 제거하여야 한다. 임의 균열이나 불규칙한 이음면의 덩어리 물질을 제거하는 데는 수공구를 사용한다.
- ③ 시공 : 줄눈의 절단면은 콘크리트 톱날로 다시 절단한다. 톱 절단 작업 즉시 고압 살수기로 톱 절단 시 생기는 부스러기 및 슬러지를 제거한다. 고압 공기로 줄눈 틈새에 남아있는 물이나 부스러기를 제거하여야 한다. 공기로 제거한 후 줄눈면의 청결 및 파편 부스러기에 대해 검사하여야 한다. 줄눈면에 줄눈재 찌꺼기가 있다면 부가적인 톱 절단, 압축공기 뿜기 작업을 하여야 하며, 이때 회전형 와이어 브러시를 사용해서는 안 된다.

(7) 줄눈보수 시공법

1) 줄눈 실링법

줄눈 실링법은 줄눈재의 종류에 따라 주입 줄눈재로 실링하는 방법과 성형 줄눈재로 실링하는 방법으로 나누어지는데, 주입 줄눈재로 보수할 경우 주재료와 경화제의 적정 배합이 어렵고, 보수 방법이 어려워 불량 시공이 되기 쉬운 문제점이 있으나, 성형 줄눈재를 사용하면 이러한 문제점을

해결할 수 있다. 성형 줄눈재는 <그림 3.2>에 표시한 바와 같은 형상의 고무질 성형품으로 줄눈폭의 신축에 의한 줄눈재의 용적 변화를 잘 흡수하는 기능을 가지고 있다. 이 재료를 삽입할 때는 양질의 접착제를 적당량 도포하여 콘크리트의 슬래브에 잘 접착시켜야 한다. 하지만 성형 줄눈재는 일반적으로 신설 포장에 적합하므로 보수 공법으로는 적합하지는 않다.



<그림 3.2> 성형 줄눈재의 한 예

어떤 경우라도 재실링하는 부위는 최소 25mm 깊이까지 제거되어야 한다. 새로운 재료를 재실링하기 전에 실링부 주변은 깨끗이 청소하고 건조시켜야 하며, 실링부 벽면에 기존의 실링 재료가 없어야 한다. 필러 또는 백업 재료의 가열 온도는 주입할 때의 온도보다 높아야 하며, 홈에 주입될 때 주입면의 하부는 접착력이 없어야 한다. 청소 및 재 주입 방법은 다음과 같다.

- ① 기존 줄눈의 제거 : 줄눈을 제거하기 위해서는 줄눈재 제거 장비(쟁기 모양의 소형 끌, 정 등의 장비)를 사용하며, 이때 줄눈 단부와 노면에 손상을 주지 않도록 주의해야 한다. 기존의 실링 재료 또는 필러는 최소 25mm까지 제거한다.
- ② 줄눈부 청소 : 줄눈재를 제거한 후, 새로 설치할 줄눈재와 기존 줄눈부의 부착성을 높이기 위해 줄눈부 청소 기계를 이용하여 줄눈부의 측면을 깨끗하게 청소하고, 이물질을 완전히 제거한다. 또한 줄눈을 넓히고 면을 손질하는데 다이아몬드 톱날을 부착한 콘크리트 절단기를 사용하면 깨끗하게 마무리할 수 있다.
- ③ 샌드 블라스팅 : 최소 25mm 깊이의 청소된 부분에 샌드 블라스팅을 실시한다. 이 작업은 작업 여건상 필요한 경우에만 실시하며, 만일 기존의 실링 자국이 남아있으면 수작업으로 제거한다.
- ④ 줄눈부 정리 : 줄눈 부위에 잔유물, 특히 수분이 남아 있으면, 실링재의 부착이 매우 저하되기 때문에 줄눈을 실링하기 직전에는 압축 공기(약 6.5kg/cm²의 압축 공기)를 사용하여 줄눈부에 남아 있는 찌꺼기를 완전히 제거하고 건조시켜야 한다. 실링을 위한 준비 작업이 끝난 줄눈은 하루 이상 방치해서는 안 된다. 실링 작업을 할 때의 줄눈은 완전히 건조된 상태이어야 한다.

- ⑤ 프라이머 살포 : 줄눈재의 부착성을 높이기 위하여 줄눈재 주입 전에 줄눈부의 모든 면에 프라이머를 바른다.
- ⑥ 백업재 설치 : 줄눈재 주입 전 줄눈재가 과다하게 유입되는 것을 방지하기 위해 원형 또는 편평한 직사각형 모양의 백업재를 설치한다.
- ⑦ 실링재의 주입 : 실링 재료를 주입 시 가로 방향 줄눈부에서 길어깨 쪽 부분은 실링 재료가 길어깨로 넘치는 것을 방지해야 한다. 줄눈재 주입 시에 줄눈재 내부에 기포가 발생하지 않도록 압력을 충분히 가하여 줄눈부 바닥에서부터 채워 올라와야 하고, 포장면으로부터 약 6mm 깊이까지 채워야 한다.
- ⑧ 작업이 완료되면 양생 기간을 감안하여 교통 개방한다.

성형줄눈재 실링 방법



① 줄눈부 절삭



② 줄눈부 청소



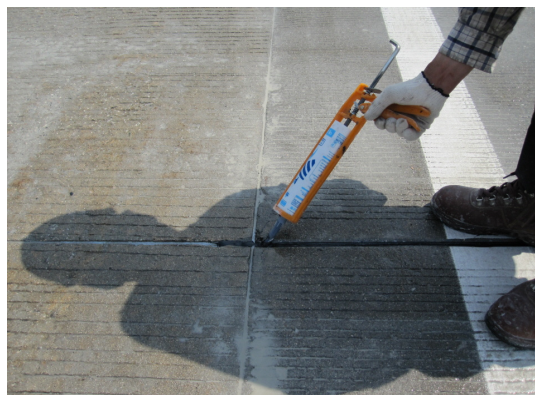
③ 기존 줄눈재 제거



④ 성형 줄눈재 삽입



⑤ 줄눈재 마무리



⑥ 실리콘 마무리

3.4.2 균열 보수

콘크리트 포장 균열 보수는 모든 결합 부스러기나 시멘트 모르타를 제거하기 위해 균열부에 고압 살수 한다. 균열은 최소 폭 13mm에 깊이 19mm로 절단한다. 백업재료 설치가 요구될 때에는 백업재를 설치하기 위한 깊이를 확보하여야 한다.

- ① 심각하지 않은 균열 : 6mm정도의 헤어균열은 보수하지 않는다. 파손이 있고 심각하지 않은 균열은 절단하고 충전한다.
- ② 6~13mm 정도의 균열은 절단하여야 하고 충전하여야 한다.
- ③ 큰 파손과 함께 폭이 9~19mm인 균열은 콘크리트포장 보수절차에 따라 보수하여야 한다.
- ④ 파손 없이 폭이 19~38mm 정도인 균열은 절단하고 충전한다. 만약 균열이 19mm 보다 클 경우 백업재를 사용한다. 큰 파손과 함께 발생된 균열은 콘크리트 포장 보수 절차에 의거 균열부위를 줄눈으로 다시 만든다.
- ⑤ 38mm 보다 큰 균열은 콘크리트 포장 보수 방법에 따라 보수하여야 한다.

(1) 실런트 준비

- ① 고온 주입 줄눈재 : 실런트는 제조업자 측에서 추천한 안전 가열 온도를 초과하지 않도록 가열하여야 하고 최소 적용 온도 아래로 차갑게 해서는 안 된다. 가열된 실런트는 4시간 이상 시공 온도로 유지하고, 작업 마지막까지 기구에 남겨진 것은 폐기처분한다.
- ② 상온 주입 줄눈재 : 재료 사용 전 재료오염이나 손상에 대비하여 용기통을 검사하여야한다. 물, 덩어리, 분리된 혼화제나 불만족스러운 것이 포함된 어떠한 재료도 사용하여서는 안 된다.

(2) 실런트 설치

- ① 적용 시간 : 백업재 설치 및 최종 청소 실시 후 즉시 줄눈 및 균열에 충전하여야 한다. 비나 다른 나쁜 상황으로 실런트 설치에 방해가 있을 때에는 작업을 중지한다. 작업 재개 시에는 줄눈과 균열을 다시 청소하고 실런트 충전 전에 건조시켜야한다. 신규 콘크리트의 줄눈면은 실런트 적용 전 최소 7일 동안 양생하여야 한다.
- ② 이음 및 균열 충전 : 실런트 충전에 앞서 압축공기를 사용하여 줄눈과 균열부위를 청소하여야 한다. 줄눈과 균열의 실런트 충전은 포장 상단면으로부터 1~3mm 높이까지 채운다. 줄눈에 실런트를 과도하게 붓거나 누출 시에는 이를 제거하여야 한다.

(3) 균열보수 시공법

1) 균열 실링법

균열 실링법에는 줄눈재 충전법 및 주입 방법 등의 보수 방법이 있는데 줄눈재 충전법은 균열의 발전 정도에 따라 각기 다른 보수 방법을 사용하여야 한다.

현재 주입 방법에 의한 균열 방지용 장치 및 재료는 주로 선진국에서 개발된 것으로서 장치 및 재료 구입비용이 고가이고 구입하기가 어렵기 때문에 국내에서 이 방법이 개발되면 보수 방법도 과학적이고, 보수비용도 절감할 수 있을 것으로 기대된다.

2) 줄눈재 충전법

줄눈부에서 1.2m 이상 떨어진 부위의 가로 균열, 세로 균열 등의 균열폭이 3~19mm인 경우에 적용하여 균열의 진전 정도에 따라 다음과 같은 보수 방법을 따르도록 한다.

- 아주 경미한 균열 : 그대로 둔다.
- 미세 균열 ~ 최대폭 3mm 이하의 균열, 스포링을 수반하지 않는 경우 : 균열의 단부가 거칠어졌거나 단차가 형성되면 반드시 그루빙 후 실링한다.
- 최대폭 3~19mm의 균열, 스포링을 수반하지 않는 경우 : 균열 부위에 그루빙을 실시한 후 실링한다.
- 최대폭 3~19mm의 균열, 스포링을 수반한 경우 : 부분 단면 보수를 실시하고, 부분 단면 보수면 아래 부분의 균열을 실링한다.
- 최대폭 19mm 이상의 균열, 스포링을 수반하지 않는 경우 : 균열 부위를 그루빙한 후 실링한다. 만일 균열이 전 폭에 걸쳐 심화된 경우에는 하중 전달 장치를 설치한다.
- 최대폭 19mm 이상의 균열, 스포링을 수반한 경우 : 형성된 균열을 하나의 줄눈으로 간주하여, 하중 전달 장치를 포함한 전 단면 보수를 실시한다.

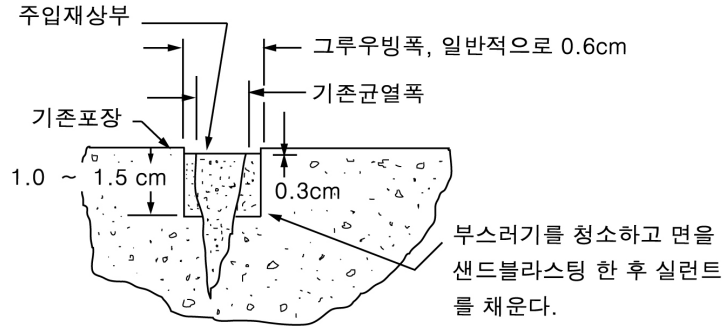
① 균열부 절삭 : 균열부에 줄눈재를 충전하기 위해서 홈통 모양 또는 V형으로 절삭한다. 특히 기존 포장 슬래브에 스포링 및 다른 손상이 발생되지 않도록 주의하여 균열을 따라 절삭한다. 절삭의 폭은 줄눈재가 흘러서 유실되지 않도록 해야 하며, 줄눈재 충전 폭의 15% 이상은 팽창하지 않도록 결정해야 한다. 일반적으로 폭은 6mm, 깊이는 10~16mm로 한다.

② 절삭면 정리 및 청소 : 줄눈재 충전홈 면을 깨끗하게 손질하고 절삭에 의해 발생된 콘크리트 조각 및 가루들은 에어 콤프레셔로 완전히 제거해야 한다. 습기 또한 제거되어야 한다. 줄눈재 보수시의 줄눈면 청소에 준하여 실시한다.

③ 프라이머 도포 : 줄눈재의 부착성을 높이기 위해 균열부의 모든 면에 프라이머를 바른다.

④ 줄눈재 충전 : 줄눈재가 줄눈재 충전홈 아래 부분의 균열 내부로 흘러 들어가 유실되는 것을

방지하기 위하여 백업재 설치 후 줄눈재를 충전한다. 줄눈재를 충전할 때는 포장 표면으로는 약 3mm 아래 깊이까지 충전해야 하며 줄눈재 충전법의 보수 예는 <그림 3.3>과 같다.



<그림 3.3> 줄눈재 충전법의 보수 예

3) 주입 방법

주입 방법은 에폭시 시스템을 이용하여 균열부를 그대로 두고 균열부 전 깊이에 에폭시 수지를 주입하여 균열 진전을 방지하는 보수 방법이다. 시공 방법은 다음과 같다.

- ① 보수 범위 선정 : 줄눈부에서 1.2m이상 떨어진 부위의 가로 균열, 세로 균열 등 균열 폭이 3~19mm 경우(균열폭이 좁은 곳에서도 사용 가능)
- ② 균열부의 포장 표면을 균열폭을 고려하여 파라핀재로 봉한다.
- ③ 에폭시 시스템을 균열 전 깊이에 일정 간격으로 설치하여 에폭시 시스템의 밸브를 통하여 균열 내부로 에폭시 수지를 주입시킨다.
- ④ 에폭시 수지 주입은 포장 슬래브의 아래 균열까지 충분히 주입될 수 있도록 속도를 느리게 해야 하며, 포장 표면 밖으로 에폭시 수지가 분출되려고 하면 에폭시 시스템의 주입을 중단한다.
- ⑤ 균열부가 완전히 에폭시 수지로 채워졌는지 여부는 코어를 채취해서 확인한다.

3.4.3 전단면 보수

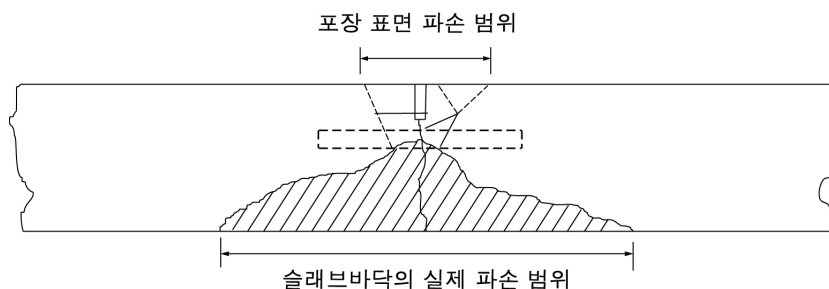
포장 슬래브의 전 단면 보수는 블로우업과 같이 줄눈부 파손이 심한 경우나 다수의 균열이 복합적으로 발생할 경우 또는 결함이 심한 경우에 적용하는 보수 공법으로 전 슬래브 깊이까지 제거하고 새로 시공하는 공법이다. 전 단면 보수는 크게 전 단면 현장 타설 콘크리트 보수 방법과 전 단면 프리캐스트 콘크리트 보수 방법으로 구분할 수 있다.

(1) 전단면 현장타설 콘크리트 보수

1) 보수 범위 설정

전 단면 보수를 위해서는 탐침 기법(sounding technique)을 이용하여 보수 범위를 설정한다. 탐침 기법이란 포장체의 파손된 부분을 설정하기 위하여 강봉(steel rod), 나무망치(carpenter's hammer), 체인 등을 이용하여 포장체 표면을 타격하는 것으로 포장체의 상태가 양호한 부위는 명쾌한 소리가 나며, 파손된 부위는 둔탁한 소리를 낸다. 이러한 방법으로 파손된 부위를 판단하고, 보수 범위는 파손된 부위보다 30cm 더 넓게 설정한다. 또한 보수 범위의 설정은 직사각형으로 설정해야 한다. 보수 범위를 설정할 때에는 유지보수의 작업성을 고려하여 폭 1.2m 이상, 길이 1.8m 이상으로 하는 것이 바람직하다.

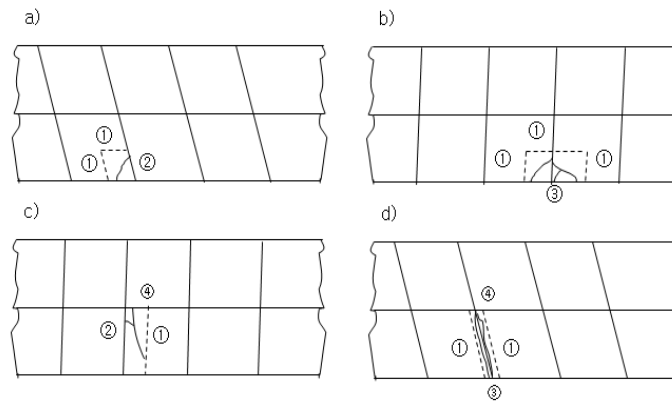
또한, 보수의 범위는 <그림 3.4>에 나타난 바와 같이 포장 슬래브 내부에서 파손된 범위까지를 고려하여 설정해야 한다.



<그림 3.4> 포장 슬래브 표면과 내부 파손 범위가 다른 예

① 파손 형태별 보수 범위

파손 형태에 따른 보수 범위 및 줄눈 설치 방법은 <그림 3.5>와 같다. 보수 규모는 파손의 상태에 따라 부분 차로폭 보수와 차로폭 보수로 구별된다. 부분 차로폭 보수는 <그림 3.5(a),(b)>에 나타난 것과 같이 파손 부위가 차로폭의 1/2이내에 있는 경우이다. <그림 3.5(a)>에서 보는 바와 같이 만약 파손이 줄눈부의 한쪽에서만 생겼을 경우에는 그 부분만 보수하면 된다. 차로폭 보수는 <그림 3.5(c),(d)>에 나타난 것과 같이 파손 부위가 차선의 1/2이상에 걸쳐있는 경우의 보수이다.

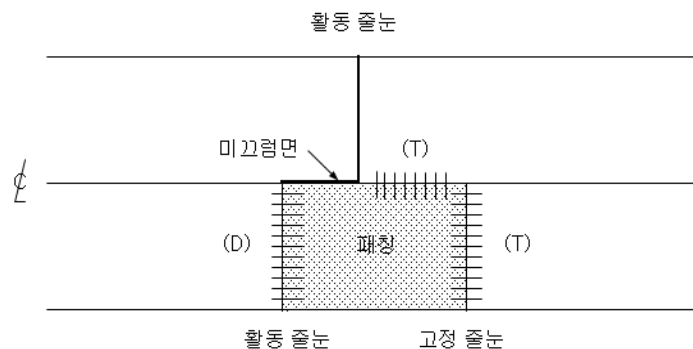


- ① 교통량이 적은 경우 : 맹 줄눈
 교통량이 보통인 경우 : 타이바를 설치한 맹 줄눈 또는 맞댐 줄눈
 ② 장부 줄눈(다우웰바가 설치된 곳이면 그대로 설치해야 함)
 ③ 가로 줄눈 홈을 만들어 줄눈재를 채워야 한다.(다우웰바가 설치된 곳이면 소파 보수부의 다우웰바를 설치해야함)
 ④ 타이바를 설치할 필요가 없는 맞댐 줄눈

<그림 3.5> 파손 형태별 보수 범위 및 줄눈 설치 방법

② 다차로의 보수 범위

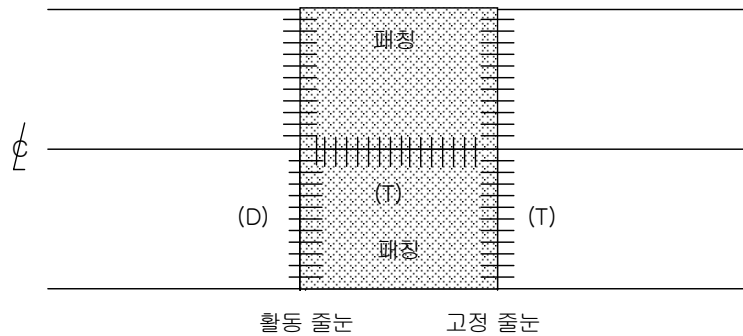
다차로 포장도로의 경우, 파손 부위가 한 차로에만 있는 경우는 다른 차로 들은 보수할 필요가 없으며, 파손 부위가 2개 이상의 차로에 걸쳐 있는 경우는 여러 차로를 동시에 보수하는 방법과 여러 차로를 한 차로씩 보수하는 방법이 있다. 한 차로폭 보수는 보수 부위가 인접 차로의 줄눈 활동과 동시에 거동하도록 하기 위하여 보수 끝 부분에 줄눈을 <그림 3.6>과 같이 설치한다. 이때 줄눈 설치 방법은 인접 차로의 줄눈 부근에는 활동 줄눈을 설치하고, 다른 한 면에는 고정 줄눈을 설치한다. 인접 차로와 세로줄눈에는 6mm 두께의 줄눈판을 채워 활동할 수 있도록 해야 한다.



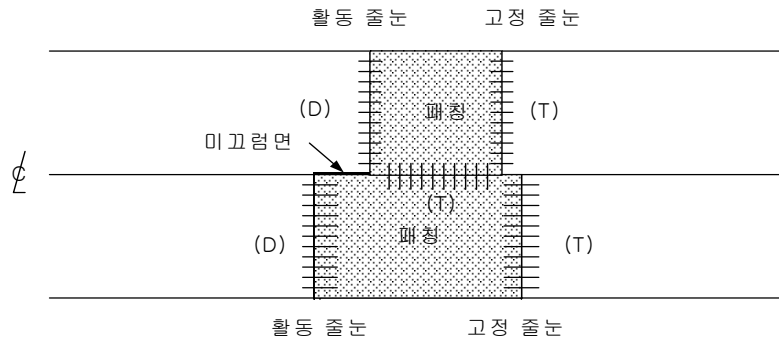
<그림 3.6> 한 차로폭 보수 범위 및 줄눈 설치 방법

파손 범위가 전 차로에 걸쳐 있어, 전 차로를 보수해야 할 경우에는 여러 차로를 한 차로씩 보수하는 것보다 동시에 전 차로를 보수하는 것이 보수의 품질 관리측면에서 유리하다. 보수 부위의 세로줄눈에는 타이바를 설치한다. <그림 3.7(a)>는 보수 부위의 가로 끝부분이 일직선으로 일치하는 경우이며, <그림 3.7(b)>와 같이 보수 부위의 가로 끝부분이 일치하지 않는 경우에는 기존 포장 슬래브와 보수 부위가 연결되는 부분의 세로줄눈에 타이바를 설치하지 않고 6~13mm 정도의 역청재로 채우거나 줄눈판을 채워 활동할 수 있도록 미끄럼 면을 만든다.

전 차로를 한 차선씩 보수할 경우 세로 줄눈부 즉, 보수 부위와 인접 차선부의 경계가 되는 곳에 부착방지재나 거푸집을 설치하여 보수한다. 다차로인 경우는 이러한 작업을 반복 수행하여 보수한다. 보수 부위의 차로와 차로를 연결하는 세로줄눈에는 한 차선씩 보수하기 때문에 각 차로별 보수 부위의 보수 시간차에 의한 보수 부위의 온도 차이 등으로 발생되는 응력을 방지하기 위하여 타이바를 설치한다. 보수 부분에는 줄눈판과 팽창 캡을 씌운 다우웰바를 설치하고 팽창부의 줄눈 간격은 전 차로에 동일하게 설치한다.



(a) 끝부분이 일치하는 경우

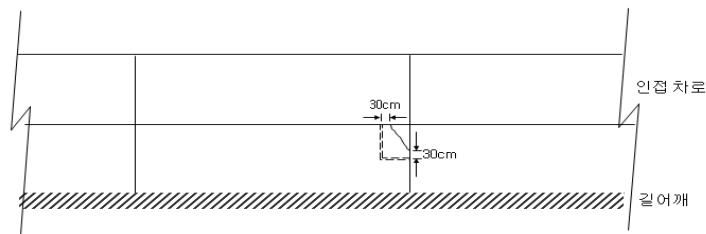


(b) 끝부분이 일치하지 않는 경우

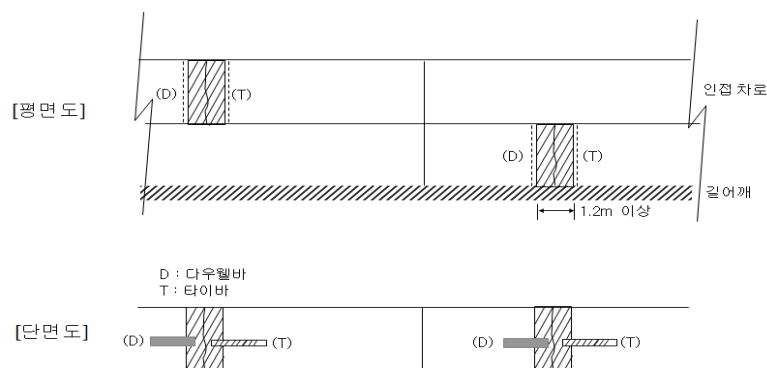
<그림 3.7> 다차로 보수 범위 및 줄눈 설치 방법

2) 시공 방법

- ① 슬래브 절단 및 깨기 : 보수 범위가 설정되면 슬래브 전 깊이를 절삭 장비를 이용하여 절단한다. 파손 부위를 쉽게 절단하기 위하여 절삭을 이중으로 할 수 있다. 슬래브가 압축 상태에 있을 때에는 콘크리트 절단 톱날이 슬래브에 의하여 조이기 때문에 전 깊이로 할 수 없으므로 12.5~15cm 깊이로 절단한다. 이러한 현상을 방지하기 위해서 포장 슬래브의 온도가 낮은 아침 시간에 작업을 하는 것이 좋다. 콘크리트 깨기 작업은 인접한 양호 부위의 손상을 줄이기 위하여 보수 부위 중앙부에서 시작한다.
- ② 보조 기층 정리 및 다짐 : 포장 슬래브를 완전히 제거한 후 슬래브 제거 과정에서 발생된 보조 기층의 손상 부분을 완전히 걷어내고 동일한 재료로 채운 후 다짐을 실시한다. 또한 균열 파손이나 줄눈부 파손으로 손상된 보조 기층 부위를 새로운 보조 기층 재료로 채운 후 램머나 기타 다짐 장비를 이용하여 다짐한 후 비닐 등을 사용하여 지하수 침투에 대비한다. 이때 슬래브 인접 부위나 절삭 부위의 다짐에 소홀함이 없어야 한다.



(a) 우각부 균열에 대한 슬래브 절단

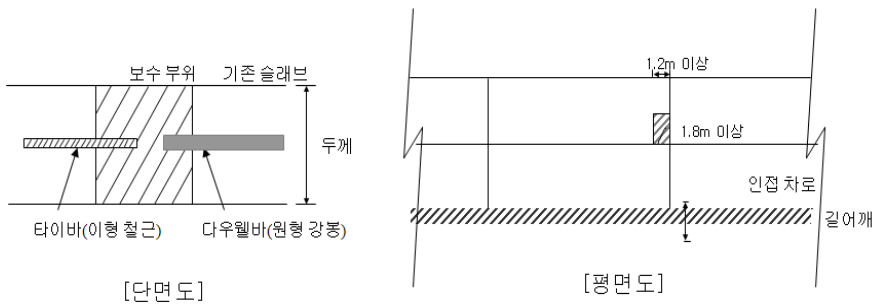


(b) 가로 방향 균열에 대한 슬래브 절단

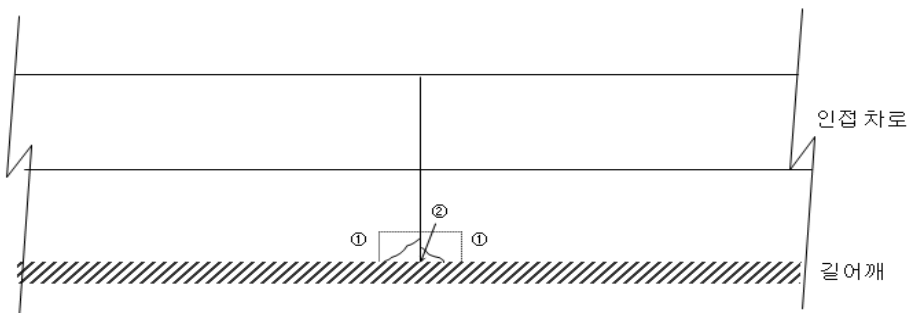
D : 다우웰바, T : 타이바

<그림 3.8> 슬래브 절단 방법

- ③ 다우웰바 및 타이바 설치 : 다우웰바는 하중을 전달하기 위하여 설치하며, 타이바는 기존 슬래브와의 접착을 증가시켜 보수된 부분이 일체가 되게 하기 위해 설치한다. 따라서 다우웰바는 기존 슬래브의 줄눈부에, 타이바는 반대쪽인 절단부에 설치한다. 기존 포장 슬래브 두께의 $\frac{1}{2}$ 지점에 드릴로 구멍을 뚫고 다우웰바는 면이 매끈한 원형 봉강을, 타이바는 이형 철근을 삽입하여 설치한다. 슬래브 두께가 30cm인 경우 다우웰바는 일반적으로 길이 60cm, 직경 $\Phi 32\text{mm}$ 로 하고, 간격은 45cm(다우웰바 중심에서 중심까지의 간격)로 한다. 다우웰바나 타이바 설치를 위한 드릴 양을 줄이기 위해, 바의 간격 46cm, 바의 길이 25cm로 하고 바의 직경은 $\Phi 35\text{mm}$ 를 사용할 수도 있다. 다우웰바와 타이바 설치 방법은, 기존 포장 슬래브를 드릴로 바의 직경보다 조금 더 크게 구멍을 뚫은 다음, 바를 삽입하고 포트랜드 시멘트와 에폭시 수지로 배합된 급결 모르타르로 충전시킨다.
- ④ 보수 재료의 포설 및 다짐 : 전 단면 보수에 사용되는 보수 재료를 포설하기 이전에 보조 기층에 물을 뿌려서 습윤하게 한다. 다짐은 내부 진동으로 다져야 하고, 다우웰바와 타이바를 설치하는 곳 주위의 다짐 시에는 진동 때문에 다우웰바와 타이바가 흔들리지 않아야 한다.



<그림 3.9> 줄눈 설치 단면 및 평면도



<그림 3.10> 줄눈 설치 평면도(연속 슬래브인 경우)

- ⑤ 줄눈재 주입 : 보수면 주위는 물의 침투를 방지하기 위하여 줄눈재를 주입한다.
- ⑥ 양생 및 교통 개방 : 전 단면 보수 양생 시 조금만 부주의하여도 수분이 빨리 증발하여 수축 균열이 발생한다. 이러한 현상을 방지하기 위해서 물에 적신 마포나 비닐 등으로 덮어 양생한다. 날씨가 더울 때 가장 효과적인 양생 방법은 소파 보수 콘크리트 타설 직후에 바로 흰색 양생제를 살포하는 방법이다. 이 방법은 보수된 콘크리트 표면에 양생제를 살포하여 수분 증발을 차단하는 방법이다. 날씨가 추울 때는 보온을 해 주어야 하므로 절연용 모포, 짚, 모래 등으로 덮어주거나 인위적으로 열을 가해서 양생 시간을 최소한으로 줄여야 한다. 양생 기간은 보수 재료의 종류, 기후 조건과 전문가의 의견에 따라 결정하도록 한다.

전단면 보수 시공 방법



① 보수범위의 설정



② 파쇄



③ 파쇄 후 모습



④ 보조기층의 정리 및 다짐



⑤ 타이바 설치



⑥ 비닐 깔기

전단면 보수 시공 방법(2)



⑦ 다우웰바 설치



⑧ 전단면 보수재료의 포설 및 다짐



⑨ 양생제 살포



⑩ 양생포 덮기

(2) 전단면 프리캐스트 콘크리트 보수

프리캐스트 콘크리트 소파 보수는 교통 통제 시간을 단축하기 위해 신속한 보수를 요하는 곳에서 주로 사용하는 방법이다.

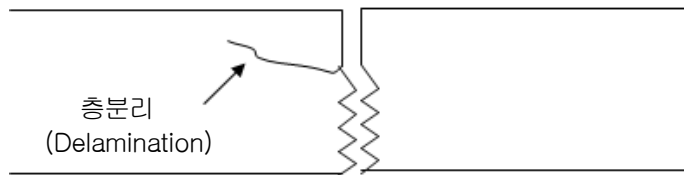
- ① 보수 범위 설정 : 소파 보수 부위를 현장 타설 보수 방법의 절단 방법과 동일하게 전 깊이로 절단하고, 소파 보수 범위 설정은 프리캐스트 콘크리트 슬래브의 크기와 줄눈 간격을 고려하여 설정한다.
- ② 프리캐스팅 : 프리캐스트 콘크리트 슬래브의 모양은 반드시 사각형으로 제작해야 하며, 프리캐스트 패칭 슬래브의 최소 길이는 1.8m 이상이어야 한다. 프리캐스트 콘크리트 슬래브는 기존 포장 두께와 동일하게 제작하거나, 슬래브 아래를 모래 또는 모르타르로 고르기 위한 두께(약 2.5cm)를 고려하여 기존 포장 두께보다 2.5cm정도 얇게 제작한다. 작업을 쉽게 하기 위해 리프팅 장치와 같은 프리캐스트 콘크리트 슬래브 네 귀퉁이에서 들어 올릴 수 있는 장치를 설치하여 제작한다.
- ③ 보수 작업 : 보수 부위의 보조 기층 위를 모래 또는 모르타르로 평평하게 고른다. 프리캐스트 콘크리트 슬래브를 정착시킨 후 줄눈부는 줄눈판으로 채우고 실링 한다. 줄눈 설치시 팽창 줄눈의 경우 가로 줄눈 3.8cm 이내로 하여 줄눈판을 채운 후 실링하고, 수축 줄눈과 세로줄눈의 경우는 줄눈폭을 3.8cm 이내로 하여 모르타르로 채운다. 보수의 폭은 한 차로 전체를 하는 것을 원칙으로 한다. 두 차로에 보수를 해야 할 경우에는 추월선을 먼저 시공한다. 먼저 보수를 행한 곳은 다른 차로의 온도 변화에 의한 슬래브의 움직임이 크게 발생하려 해서 균열이 발생하기 쉽다.
- ④ 줄눈 설치 : 프리캐스트 콘크리트 슬래브와 인접 슬래브와의 세로줄눈에는 모르타르나 줄눈판으로 채우거나 타이바로 고정한다. 보수 부분의 줄눈부에 팽창 줄눈을 설치하려면 보수하지 않은 인접 차로에도 줄눈부의 팽창 줄눈이 일치하도록 팽창 줄눈을 설치해야 하고, 하중과 보조 기층 상태를 고려하여 하중 전달 장치의 설치가 필요한 보수 부위에는 다우웰바를 설치한다.

3.4.4 부분 단면 보수

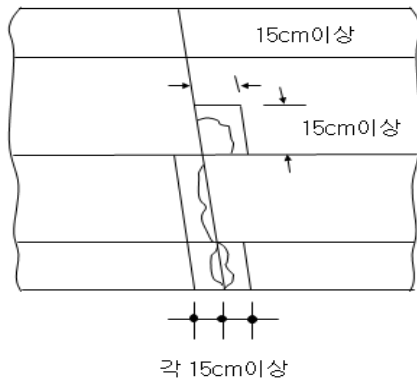
부분 단면 보수는 보수 재료별로 약간씩의 차이가 있으므로 보수 전에 상세한 협의를 한 후 시공을 해야 한다. 부분 단면 보수는 크게 현장 타설 콘크리트 보수와 프리캐스트 콘크리트 보수로 구분할 수 있으며 프리캐스트 콘크리트 보수는 도로 차단기간을 최소화할 수 있는 장점이 있다.

(1) 부분단면 현장타설 콘크리트 보수

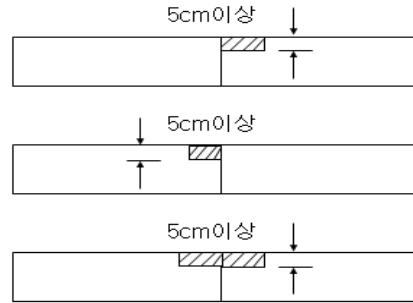
- ① 보수 범위 설정 : 슬래브가 팽창하려 할 때 줄눈부에 비압축성 물질이 삽입되어 발생된 스폴링은 <그림 3.11>과 같이 슬래브 내부에 층분리(Delamination)가 발생할 수 있으므로 이에 대한 보수 범위는 눈에 보이는 것보다 더 넓을 수 있다. 부분 단면 보수를 위해서는 탐침기법(sounding technique)을 이용하여 보수 범위를 설정하고, 부분 단면 보수 부위를 스프레이 또는 분필로 슬래브 표면에 표시한다. 보수 부위를 결정할 때에는 파손된 부분의 면적보다 5~10cm 정도 크게 선정한다. 보수 면적을 선정할 때에는 반드시 직사각형으로 선정한다. 보수 면적이 폭 40mm, 길이 150mm 이하인 경우에는 부분 단면 보수를 하지 않으며 일반 실런트로 채운다. 만일 2개 이상의 부분 단면 보수 개소가 60cm 이하로 떨어져 있으면 보수 범위를 연결하여 합친다. 또한, 보수 면적을 설정할 경우에는 보수 공법이 절삭인지 또는 칩핑(chipping)인지를 파악하여 선정하여야 한다. 즉, 절삭으로 보수를 해야 할 경우에는 절삭 장비의 규격을 고려하여 선정해야 한다.



<그림 3.11> 스폴링이 발생한 부위의 층분리

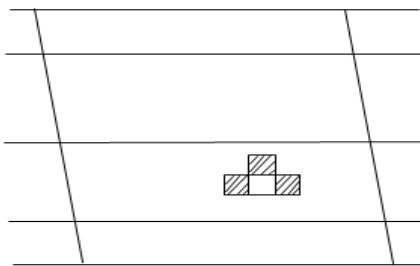


[평면도]



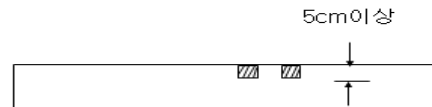
[단면도]

[파손 정도가 경미한 스폐링]



각각 15cm×15cm 이상

[평면도]



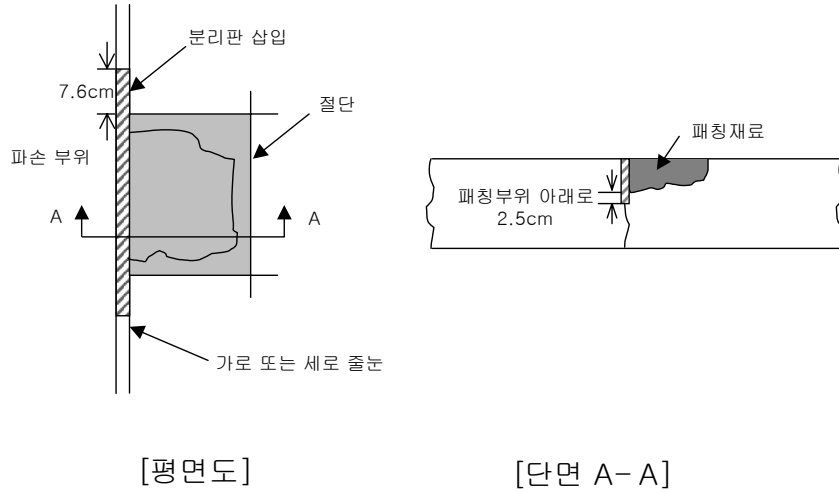
[단면도]

[굵은 골재 손실된 부위의 보수]

<그림 3.12> 보수 범위 설정

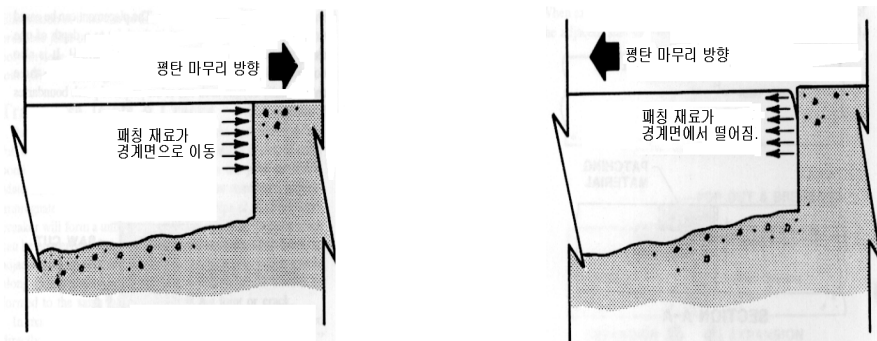
- ② 보수 부위 절단 : 보수 범위가 표시되면 절단기를 이용하여 보수 부위를 절단한다. 절단기를 이용하여 보수 부위를 절삭할 경우, 절삭 깊이는 최소 40~50mm이어야 한다.
- ③ 콘크리트 깨기 : 보수 부위를 절삭기로 절단하면 콘크리트 파쇄기 또는 절삭 장비를 이용하여 파손된 부위의 콘크리트를 제거해야 한다. 콘크리트를 쉽게 깨기 위해서 일반적으로 파손 부위의 가운데 부분도 절삭을 한다. 파쇄 장비는 가벼운 공기 해머(최대 크기 15kg) 또는 수압 햄머 등을 이용하며, 규격이 큰 장비는 슬래브 전체를 파손시킬 우려가 있기 때문에 사용하지 않는다. 절삭 장비는 파손의 종류가 알칼리 반응 등에 의한 표면 파손일 경우 적용하며, 또한 하나의 줄눈부에서 부분 단면 보수가 연속적으로 발생한 경우에 적용한다. 깨기 작업은 깨끗한 부분이 나타날 때까지 실시한다.

- ④ 노출면 정리 : 부분 단면 보수에서는 콘크리트를 깎 후 기존 콘크리트 면과 새로운 재료의 접착이 중요하므로 노출면의 정리에는 세심한 주의가 필요하다. 노출된 콘크리트 면은 샌드 블라스팅 또는 공기압을 이용한 정리를 실시하여 결합력이 약해진 골재, 얼룩진 면, 아스팔트 자국 등을 제거함으로써 새로운 보수 재료와의 접착력을 증가시킨다. 샌드 블라스팅 장비를 이용할 경우, 공기 분출구로부터 기름이 혼합되어 분출될 우려가 있으므로 작업 시작 전에 공기 분출 장비를 검사하여야 한다. 공기 분출 장비 노즐부 앞부분에 흰색 형겔을 놓고, 흰색 형겔을 향하여 공기를 분출하여 형겔의 색깔을 확인함으로써 기름이 공기에 혼합되어 분출되는지의 여부를 알 수 있다.
- ⑤ 응력 흡수용 부착방지재 설치 : 부분 단면 보수가 줄눈부에서 발생될 경우에는 보수 부위가 직접적으로 인접 슬래브와 접촉되어서는 안 된다. 만일 보수 부위가 인접 슬래브와 접촉되면, 인접 슬래브의 수축 팽창으로 인해 기존 슬래브에 접촉된 보수 재료가 떨어지는 등의 파손이 발생된다. 그러므로 줄눈부에서 부분 단면 보수를 할 경우에는 스티로폼 또는 폴리에틸렌 등의 압축력이 있는 분리판을 이용하여 보수 재료와 인접 슬래브의 접촉을 방지한다. 분리판을 시공하는 데 주의할 점으로 <그림 3.13>과 같이 줄눈판의 길이는 보수 폭보다 양쪽으로 각각 7.5cm 이상 길어야 하며, 줄눈판의 깊이는 보수 깊이보다 2.5cm 이상 깊어야 한다.
- ⑥ 부분 단면 보수를 위한 믹서 : 부분 단면 보수를 위한 재료는 보수 물량이 적으며, 양생 기간이 짧으므로 현장 믹서를 이용한다.
- ⑦ 콘크리트 타설 및 다짐
- 접착제 도포 - 접착제로는 프라이م 코우트 또는 시멘트 그라우트 등이 이용되며, 접착되는 모든 면 즉, 벽면까지 모두 도포해야 한다. 접착제를 살포하기 전에 노출면은 건조한 상태여야 하고, 보수 재료를 살포하기 전에 노출면은 건조한 상태여야 하며, 접착제가 응결되지 않아야 하므로 가능한 보수 재료를 살포하기 바로 전에 접착제를 도포한다.



<그림 3.13> 분리판의 설치 방법

- 타설 및 다짐 - 콘크리트 타설은 작업 여건에 따라 실시하며, 보수 재료로 콘크리트를 이용하는 경우 다짐 상태에 따라 보수 결과의 성패가 좌우되므로 다짐 작업시 세심한 주의를 기울여야 한다. 다짐 방법에는 주로 붐 진동기 사용법, 진동 스크리드 사용법 및 수작업에 의한 핸드 템퍼 사용법 등이 있다. 다짐을 하는 목적은 굳지 않은 콘크리트 내부에 갇힌 공기를 제거하는 데 있는 만큼, 기존의 포장 슬래브와 패칭 콘크리트의 접촉부에 생기는 기포는 붐 진동기를 사용하면 효과적으로 제거할 수 있다. 붐 진동기를 이용할 경우에는 진동기를 수평면에서 15~30° 정도의 낮은 각도로 붐을 삽입하여 타설한 콘크리트 내부를 움직인다. 다짐이 양호하게 완료되면 콘크리트가 침전을 멈추고, 기포가 더 이상 떠오르지 않고 표면에 매끄러운 모르타르 층이 생긴다. 다짐 후에는 보수 표면을 고르게 흙손으로 마무리한다.



<그림 3.14> 접착면의 마무리

- ⑧ 양생 : 부분 단면 보수는 부피에 비해 표면의 면적이 상대적으로 넓으므로, 양생시 조금만 부주의하여도 수분이 빨리 증발해 버려 수축 균열이 발생하거나 기존 포장과의 접착이 불량하게 된다. 이러한 현상을 방지하기 위해 물에 적신 마포나 비닐 등으로 덮어 양생한다. 날씨가 더울 때 가장 효과적인 양생 방법은 콘크리트 타설 직후 바로 흰색 피막 양생제를 살포하여 콘크리트 표면에 피막을 형성하여 줌으로써 수분 증발을 차단하는 방법이다. 날씨가 추울 때는 보온을 해 주어야 하므로 절연용 모포, 짚, 모래 등으로 덮어주거나 인위적으로 열을 가해서 양생 기간을 최소한으로 줄이도록 한다.
- ⑨ 줄눈 형성 및 실링 : 패칭된 부분이 충분한 강도를 얻게 되면 줄눈부는 실링을 해야 한다. 실링을 수행하기 전에 줄눈부는 적절한 형상을 유지해야 하고, 건조하며, 깨끗해야 한다. 실링은 수분 또는 물의 침투 방지 그리고 포장의 파손을 유발하는 비압축성 물질의 침입 방지 등의 이유로 매우 중요하다.

부분단면 보수 시공 방법



① 불량구간 절삭



② 콘크리트 채우기



③ 표면 마무리



④ 양생



⑤ 유도줄눈용 절삭



⑥ 유도줄눈

(2) 부분단면 프리캐스트 콘크리트 보수

- ① 슬래브 절단 : 기존 포장 슬래브의 절단 깊이는 프리캐스트 콘크리트 슬래브의 두께보다 0.6cm 더 깊게 절단해야 하고, 절단 폭은 프리캐스트 콘크리트 슬래브의 가로, 세로 길이보다 모든 면에서 0.95cm 이상 더 넓게 절단하며 바닥 면은 가능한 한 수평이 되게 절단해야 한다. 절단면에 대한 청소 작업은 현장 타설 콘크리트 보수 방법과 동일하다.
- ② 프리캐스팅 : 프리캐스트 콘크리트 슬래브의 모양은 반드시 사각형으로 제작해야 한다. 프리캐스트 콘크리트 슬래브의 규격은 절단 크기에 따라 달라지지만 두께 5cm 이상, 가로, 세로 길이 중 최소 길이가 0.6m 이상이 되어야 한다. 프리캐스트 콘크리트 슬래브 제작시 철근으로 보강할 필요는 없지만 슬래브 취급 중 손상이 발생하는 것을 방지하기 위해 철망으로 보강해도 좋다. 철망으로 보강한 프리캐스트 콘크리트 슬래브의 최소 두께는 7.5cm 이상이어야 한다. 또한 동절기에 노면 제설용으로 뿌리는 제설제의 침입에 의한 철망 부식을 방지하기 위한 철망의 최소 피복 두께는 5cm 이상으로 해야한다. 프리캐스트 콘크리트 슬래브는 다짐을 철저히 수행하여 슬래브 모서리의 강도를 높여야 하고 슬래브의 표면은 기존 포장 슬래브와 동일한 결을 갖도록 처리해야 한다.
- ③ 보수 작업 : 프리캐스트 콘크리트 슬래브를 보수 부위에 끼워 넣기 전에 슬래브와 절단면에 에폭시 수지를 도포한다. 에폭시 수지를 도포할 때 콘크리트 표면은 건조한 상태이어야 한다.
- ④ 슬래브 조립 및 고정 : 에폭시 수지를 바른 후 즉시 보수 부위의 바닥 노출면은 프리캐스트 콘크리트 슬래브의 두께를 고려하여 기존 포장 슬래브와 프리캐스트 콘크리트 슬래브 표면이 일치하도록 에폭시 모르타르(수지혼합물 : 모래 = 1 : 3)로 바닥을 고른 후 프리캐스트 콘크리트 슬래브를 끼워 고정시키고 기존 포장 슬래브와 프리캐스트 콘크리트 슬래브의 가장자리 틈에도 에폭시 모르타르를 채워 마무리한다.
- ⑤ 줄눈 정리 : 줄눈이 있는 경우는 부분 단면 현장 타설 콘크리트 보수 방법과 동일한 방법으로 수행한다.

3.4.5 다이아몬드 그라인딩

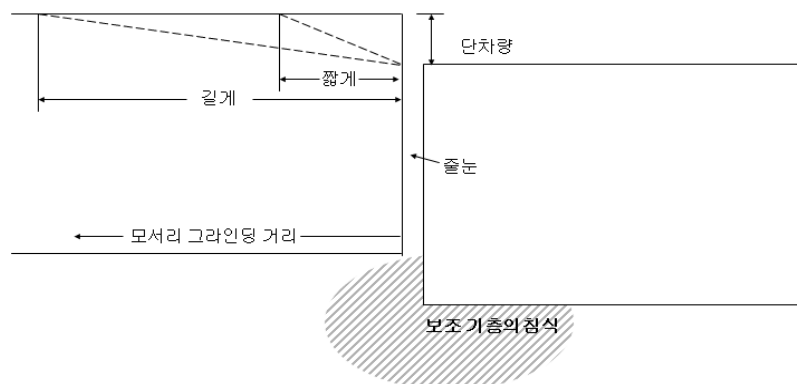
다이아몬드 그라인딩은 단차, 슬래브 와핑(warping), 고르지 않은 패칭면 등을 균일하게 만들어 승차감을 개선시키는 공법으로, 균열과 펌핑 등의 파손에 의해 줄어든 포장의 수명을 연장한다. 다이아몬드 팁이 부착된 블레이드를 원통형 헤더에 연속적으로 장착하여 포장면을 갈아내고 종방향의 텍스처(texture)를 형성하는 방법으로 평탄성개선, 소음저감, 미끄럼 저항 증진 등의 장점이 있다.

- ① 보수 범위의 설정 : 줄눈부 단차 파손의 경우 단차량에 따라 그라인딩 해야 하는 거리가 각각 다르다. 일반적으로 단차량에 따른 모서리 그라인딩의 거리는 <표 3.7>과 같다.

<표 3.7> 단차량에 따른 모서리 그라인딩 거리

단차량(mm)	모서리 그라인딩 거리(m)
3.2	0.8
6.4	1.5
9.5	2.3
12.7	3.0
16.0	3.8
19.0	4.6

- ② 그라인딩 실시 : 그라인딩 작업시 골재의 경도가 강할수록 그라인딩 헤더의 다이아몬드 날의 간격은 좁아야 한다. 작업의 속도는 그라인더 장비에 따라 다르므로 보수하기 전에 장비의 성능을 확인해야 한다.



<그림 3.15> 단차의 모서리 그라인딩 범위

다이아몬드 그라인딩 시공 방법



① 다이아몬드 그라인딩



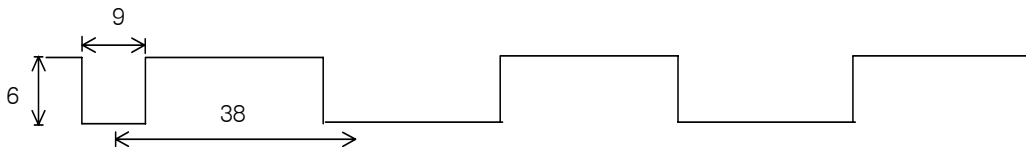
② 다이아몬드 그라인딩 전후 모습

3.4.6 그루빙(Grooving)

그루빙은 시멘트 포장을 종방향으로 미세한 홈으로 그루빙하여 평탄성을 확보함으로써 포장의 공용기간을 연장시키며, 아울러 차량의 마찰소음을 저감시켜주는 효과적인 소음대책이다. 그루빙은 표면의 마찰력을 증가시키고, 미세한 홈을 통해 타이어 아래쪽으로 물이 흐르게 되어 포장의 배수성능 또한 향상시킨다.

그루빙 공법은 다이아몬드 날 또는 텅스텐 카바이드 등을 여러 개 부착시킨 그루빙 기계로 슬래브 표면에 <그림 3.16>과 같이 홈을 내어 우천시 수막현상을 억제하며 노면과 타이어의 마찰 저항 역시 개선하는 공법이다.

(단위 : mm)



<그림 3.16> 그루빙 적용 예

그루빙의 방향은 세로 방향(자동차 진행 방향)과 가로 방향(자동차 진행 방향의 직각 방향)으로 구분할 수 있다. 세로 방향의 그루빙의 경우, 가로 방향의 미끄럼에 대해 효과가 있으므로 곡선 구간에 적합하다. 그러나 설치할 때 도로면의 횡단 배수를 충분히 고려해야 한다.

그루빙 시공 방법



① 그루빙



② 그루빙 전후 모습

3.4.7 서브 실링

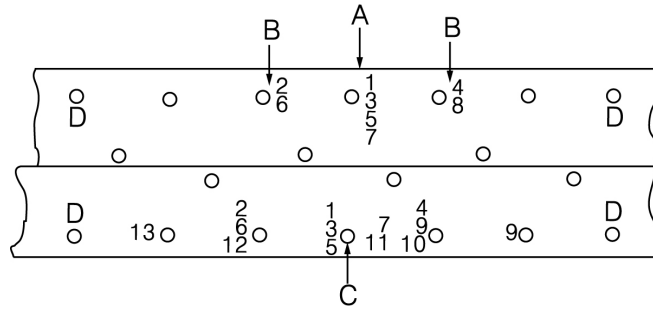
서브 실링은 지반의 지지력이 연약하거나 팽창으로 인해 침하가 발생한 구간에 적용하는 보수 공법으로, 주입 재료에 따라 시멘트 그라우트 서브 실링 공법, 아스팔트 그라우트 서브 실링 공법 등으로 구분된다. 서브 실링의 시행 순서는 다음과 같다.

- ① 콘크리트 슬래브의 천공 : 보수 범위가 정해지면 천공 드릴($\phi 38 \sim 64\text{mm}$)을 이용하여 슬래브를 천공한다. 이때 기층이 안정처리 안된 경우에는 슬래브 하단까지 뚫고, 기층이 안정 처리된 경우에는 기층 하단을 관통하여 보조 기층까지 뚫는다.
- ② 부유 토사와 물의 제거 : 천공이 완료되면 슬래브 밑에 부유 토사와 물을 제거하기 위해 압축 공기를 15~60초간 불어넣는다.
- ③ 그라우트의 주입 : 아스팔트 또는 시멘트 재료를 그라우트 펌프를 이용하여 주입한다. 주입 전에 균열 또는 줄눈 등을 미리 보수하여 그라우트 재료가 주입 시에 새지 않도록 한다. 그라우트가 불필요하게 길어깨로 흘러 들어가거나 주입 시간이 약 2분을 초과할 때, 또한 슬래브가 들리는 경우에는 그라우트 주입을 중단한다.
- ④ 양생 : 주입이 끝난 후 주입공에 모르타르를 채워 주입 재료를 양생한 후 교통에 개방한다. 양생 기간은 주입 재료에 따라 다르므로 전문가와 협의하여 결정한다.

3.4.8 슬래브 재킹(Slab Jacking)

슬래브 재킹법은 절성 경계와 암거 및 교량 뒤택움부의 침하 부위 보수에 주로 사용하는 방법으로써 슬래브 또는 보조 기층 밑으로 시멘트 그라우트를 고압으로 주입하여 그라우트 압력에 의해 침하된 슬래브를 원래의 높이까지 들어 올리는 방법이다. 시공 절차는 다음과 같다.

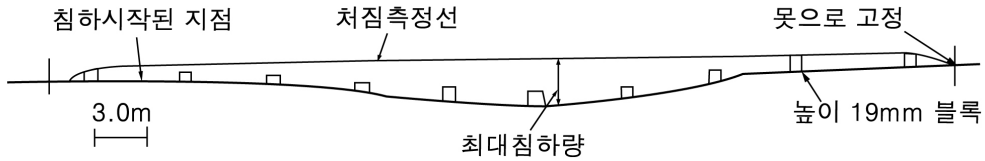
- ① 그라우트 주입 구멍의 천공 작업 : 그라우트 주입 구멍의 배치는 침하 상태의 경중에 따라 다르게 결정되지만 일반적으로 주입 구멍을 가로 방향 줄눈이나 슬래브 가장 자리로부터 30cm 이상, 45cm 이하로 떨어지게 배치해야 한다. 그리고 구멍 중심간 거리는 180cm 이하로 해야 한다. 이와 같은 배치를 하면 한 구멍 당 2.3~2.8m² 정도의 슬래브를 들어 올릴 수 있다. 슬래브에 균열이 있으면 이보다 더 많은 주입 구멍을 뚫어야 한다. 구멍의 배치는 침하량, 파손 종류 및 파손 정도에 따라 각각 다르고 동일 차선 침하의 경우 <그림 3.17>과 같이 삼각형 배치를 하여 모든 주입 구멍이 동일 거리를 유지하도록 한다. 천공 작업 방법은 서브 실링의 절차와 동일하다.



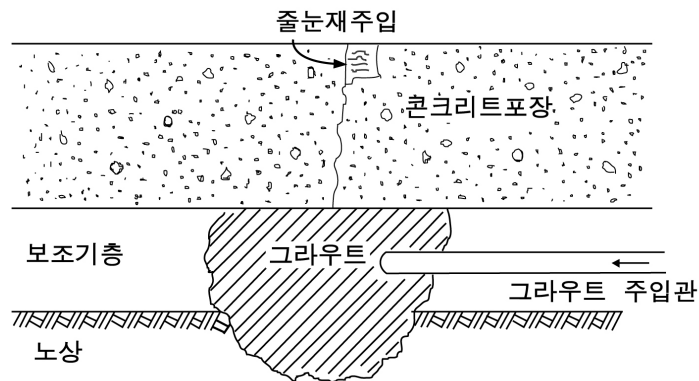
<그림 3.17> 주입 구멍의 배치와 주입 순서

- ② 부유 토사와 물의 제거 : 천공이 완료되면 슬래브 밑에 부유 토사와 물을 제거하기 위해 압축 공기를 15~60초간 불어넣는다.
- ③ 그라우트의 배합 : 일반적으로 그라우트 혼합물의 반죽 질기에서 반죽 질기가 된상태의 그라우트는 슬래브를 들어 올리는 역할을 하고, 좀 묽게 배합된 그라우트는 슬래브 아래의 공극을 메우는 역할을 하기 때문에 적용 용도에 따라 적절한 반죽 질기로 배합해야 한다.
- ④ 그라우트 펌핑 작업 : 펌핑 작업은 전체 구간을 통하여 어느 한 곳에도 무리가 가지 않도록 일정하게 수행해야 한다. <그림 3.17>은 포장 침하의 평면을 나타낸 것이고 펌핑 작업은 주입공 A로 표시된 침하 부위의 가운데에서부터 시작해야 한다. 침하량이 가장 큰 가운데 지점은 양쪽 부위보다 더 많은 양의 그라우트를 주입해야 한다. A에서 펌핑을 하고 B로 옮겨 펌핑을 하면 슬래브가 들어 올려질 때 발생하는 변형을 최소로 줄일 수가 있다. 그 다음 세 번째 펌핑 순서는 다시 처음으로 돌아와서 A지점에서 펌핑 한다. 이렇게 하면 A지점에서는 4번 펌핑, 양쪽 B지점에서는 2번 펌핑 하게 된다. 펌핑은 항상 길어깨쪽 주입공에서부터 시작해서 중앙 차로쪽 주입공으로 이동해야 한다. 한 차로의 펌핑이 끝나면 인접 차로 슬래브의 길어깨쪽 C지점에서 동일한 순서로 펌핑하고, 중앙부에서 좀 더 먼 주입공(9, 13번)으로 이동한다. 이러한 절차를 반복하여 슬래브에 균열이 발생하지 않도록 조금씩 들어올린다.
- ⑤ 침하된 슬래브는 한 번에 조금씩 여러 구멍에 주입을 거쳐서 올려야 하고, 한번 주입에 다른 부분이나 또는 인접한 슬래브보다 0.6cm 이상 더 높게 올라와서는 안 된다. 슬래브를 들어 올릴 때 균열 발생을 방지하기 위해 인접 슬래브와 보수 부분 슬래브를 $\pm 0.3\text{cm}$ 이내의 동일 평면을 유지하도록 해야 한다.
- ⑥ 슬래브 재킹량 관찰 : 슬래브 재킹량 관찰하는 방법은 <그림 3.18>과 같이 바깥쪽과 안쪽의 포장 표면에 높이 2cm 정도의 블록을 놓고, 슬래브 침하부의 양쪽 끝에 줄을 팽팽히 쳐놓으면 주입시 모든 지점에서 슬래브의 재킹량을 정확히 관찰할 수 있다. 침하 부위 양쪽 끝에 처짐

측정선을 고정시킬 때는 침하가 시작되는 지점부터 약 3m 바깥쪽에 고정시킨다.



<그림 3.18> 슬래브 재강량 관찰 방법



<그림 3.19> 그라우트 주입관의 수평 설치법

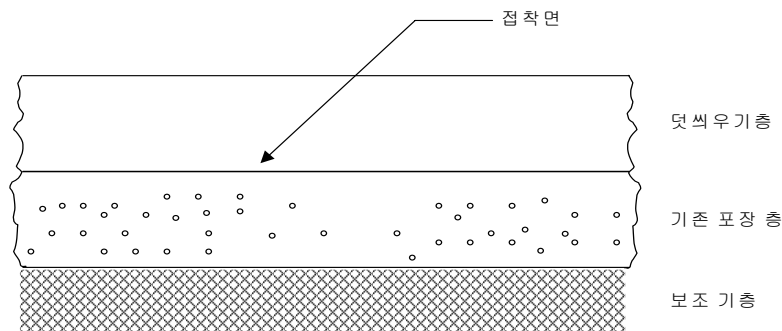
※ 참고 : 그라우트 주입관의 수평 설치 방법

그라우트 주입관의 수평 설치 방법은 슬래브를 천공하여 그라우트 주입관을 포장 슬래브에 수직으로 설치하여 주입하지 않고, 슬래브 아래에 수평으로 설치하여 주입하는 방법이다<그림 3-19 참조>. 그라우트 주입관의 수평 설치 방법의 장점은 그라우트 압을 전 부위에 일정하게 분포시킬 수 있고, 수직 주입공 근처에서 발생하는 그라우트의 Coning 현상(그라우트가 원추 형태로 쌓이는 현상)을 방지할 수 있다. 또한 수직 주입 방법보다는 교통 통행에 불편을 적게 주어 교통 통제 비용을 줄일 수 있다.

3.4.9 덧씌우기

일반적으로 콘크리트 포장에 대한 덧씌우기에 의한 보수 방법에는 아스팔트 콘크리트 덧씌우기와 시멘트 콘크리트 덧씌우기가 있다. 아스팔트 콘크리트 덧씌우기는 오래 전부터 사용해오던 보수 방법으로 많이 알려져 왔고, 시멘트 콘크리트 덧씌우기의 종류는 사용되는 콘크리트 포장 종류에 의한 분류와 기존 포장과 덧씌우기 사이의 경계면(interface) 처리 방식에 따라 크게 구분된다. 콘크리트 포장의 종류에 따라 분류하면 일반적인 콘크리트 포장의 종류와 마찬가지로 무근 콘크리트 덧씌우기(jointed concrete overlay), 철근 보강 콘크리트 덧씌우기(jointed reinforced concrete overlay), 연속 철근 콘크리트 덧씌우기(continuously reinforced concrete overlay), 섬유 보강 콘크리트 덧씌우기(fiber-reinforced concrete overlay) 등으로 분류되어진다. 경계면의 처리 방식에 따라 분류하면 접착식 콘크리트 덧씌우기(Bonded Concrete Overlay, BCO)와 비접착식 콘크리트 덧씌우기(Unbonded Concrete Overlay, UBCO), 부분 접착식 콘크리트 덧씌우기 (Partially Bonded Concrete Overlay, PBCO) 등으로 분류된다.

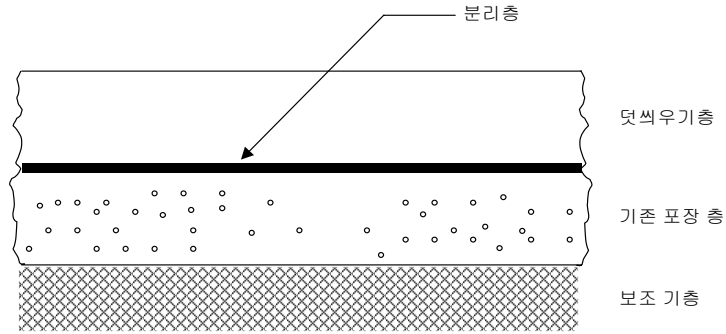
접착식 콘크리트 덧씌우기는 일반적으로 포장체의 두 층이 단일화된 거동을 할 때 구조적으로 안정적이라는 인식에서 발전된 것으로 <그림 3.20>과 같이 덧씌우기 포장층을 기존 포장층에 완전히 접착시키는 공법이다. 따라서 기존 포장의 파손 상태가 그리 심하지 않은 경우에 적합한 공법이다.



<그림 3.20> 비접착식 콘크리트 덧씌우기 공법의 단면 구조

비접착식 콘크리트 덧씌우기는 <그림 3.21>와 같이 덧씌우기 포장층을 기존포장으로부터 완전히 분리시킴으로서 기존 포장 결함부가 덧씌우기층의 거동에 영향을 주지 않도록 하는 공법이다. 이 공법은 기존 슬래브의 결함이 덧씌우기층에 영향을 주는 것을 분리층으로 차단하여 반사 균열을 막음과 동시에 두 포장체의 거동을 완전히 분리시킨다. 일반적으로 기존 포장의 파손 상태가 심하여

접착식 콘크리트 덧씌우기를 적용하기에 부적절한 곳에 사용되며 두께가 접착식 콘크리트 덧씌우기에 비해 두꺼운 것이 일반적이다.



<그림 3.21> 접착식 콘크리트 덧씌우기 공법의 단면 구조

부분 접착식 콘크리트 덧씌우기는 기존 포장 위에 아무런 표면처리 없이 그대로 덧씌우기하는 공법으로 시공이 간편한 이점이 있으나 접착된 부분에서 기존 포장의 결함이 덧씌우기층에 그대로 전달되는 경우가 많고, 접착이 안 된 부분에서는 덧씌우기 두께가 얇은 경우 조기에 결함이 발생할 수 있는 단점이 있다.

(1) 아스팔트 콘크리트 덧씌우기

아스팔트 콘크리트 덧씌우기는 아스팔트 포장에서의 아스팔트 콘크리트 덧씌우기와 유사한 방법으로 보수하는 방법이다. 또한 콘크리트 포장 슬래브 층을 아스팔트 포장의 중간층이나 기층으로 간주하여 아스팔트 콘크리트 표층 처리하기도 한다.

특히, 콘크리트 포장 위의 아스팔트 덧씌우기를 실시할 경우에는 반사 균열을 억제하기 위하여 덧씌우기 두께를 증가시키거나 기존 포장의 파손 부위를 보수한 후에 실시하도록 한다[2.4.6 반사 균열 방지 공법 참조].

1) 준비작업



2) 시공 방법

- ① 깨끗하게 정리된 포장 표면에 역청재(커트백 아스팔트, 유화 아스팔트 등)를 디스트리뷰터로 살포한다. 특히 역청재 살포량이 과다하면 블리딩의 원인이 되고, 아스팔트 덧씌우기 표층이 여름철에 유동하게 되는 원인이 되므로 살포량이 과다한 부분은 긁어서 제거해야 한다.
- ② 역청재를 양생한다. 양생 시간은 계절과 기후에 따라 다르지만 일반적으로 1~2시간 양생한다.
- ③ 살포된 역청재의 양생이 끝난 후, 즉시 아스팔트 콘크리트 혼합물을 포설한다.
- ④ 아스팔트 콘크리트 혼합물 포설 후, 혼합물의 충분한 다짐도를 얻기 위하여 1차 다짐에 8톤 이상의 매커덤 로울러를 다짐하고, 2차 다짐은 10톤 이상의 타이어 로울러로 다진 후 탠덤 로울러로 마무리한다. 특히 다짐 효과를 높이기 위해서는 다짐 온도가 1차 다짐에서 110~140℃, 2차 다짐은 70~90℃ 및 마무리 다짐은 60℃로 하는 것이 좋다.
- ⑤ 아스팔트 콘크리트 덧씌우기가 완전히 끝난 포장 표면은 3m 직선자로 도로 중심선에 직선 또는 평행으로 측정하였을 때 최고부가 0.3cm 이상이어서는 안 된다.

(2) 접착식 콘크리트 덧씌우기

접착식 콘크리트 덧씌우기(BCO)는 기존 콘크리트 포장의 노후된 콘크리트 표면을 약간 절삭하고 필요에 따라 시멘트 그라우트 등의 접착제를 살포한 후 필요한 두께 만큼 콘크리트로 덧씌우기하는 방법이다. 접착식 콘크리트 덧씌우기는 무근 콘크리트 포장이나 철근 콘크리트 포장 모두에 적용될 수 있다. 덧씌우기를 수행하기 위한 평가 및 설계는 “도로 포장 설계 및 시공 지침” 또는 1993년도에

American Association of State Highway and Transportation Officials(AASHTO)에서 발행한 "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures"를 참고하여 결정하며, 본 편람에서는 덧씌우기 시공 절차에 대해서 기술한다.

① 덧씌우기 전 보수(기존 포장 보수) : 덧씌우기 전 보수는 기존 포장의 파손 부분을 덧씌우기 전에 미리 보수하는 과정으로 슬래브 하부에 발생된 공동의 메움, 부분 단면 보수, 전 단면 보수, 균열 보수, 줄눈 보수 등을 실시한다.

i) 부분 단면 보수 : 파쇄된 콘크리트의 재료 및 단단하지 못한 기존 포장의 일부분은 제거한다. 제거한 깊이가 5cm 이하인 경우 제거된 부분은 별도의 콘크리트 작업 없이 덧씌우기 시공 중 채워 넣으면 된다. 부분 단면 보수가 요구되는 지역은 덧씌우기 전 보수가 시행되기 전에 포장체 위에 표시를 해야 한다.

ii) 기존 포장의 줄눈 : 기존 포장의 줄눈부는 접착제, 덧씌우기 콘크리트 그리고 기타 비압축성 물질 등이 줄눈부를 통해 유입되면 열팽창에 의한 압축 응력이 발생할 수 있으므로 덧씌우기 전에 줄눈재로 채워 넣어야 한다.

iii) 전 단면 보수 : 균열의 폭이 넓고, 파손이 계속해서 진전할 가능성이 있는 균열에 대해서는 전 단면 보수를 수행하여 덧씌우기 후 기존 포장으로 인한 균열이 발생하지 않도록 해야 한다.

② 기존 포장 표면 처리(표면 절삭 및 청소) : 표면 처리는 덧씌우기 되는 모든 표면을 대상으로 하며, 상온 절삭기(cold milling), 슛 블라스팅 장비, 샌드 블라스팅 장비를 이용하여 1차 표면 처리 작업을 한다. 1차 표면 처리 후 공기 분출(air blasting) 장비를 이용하여 표면의 미세 물질 및 오염 물질을 제거해야 한다.

상온 절삭 또는 파쇄기에 의한 절삭은 6~7mm, 슛 블라스팅의 경우 약 3mm를 절삭한다. 두 경우 모두 기존 포장체 표면의 느슨한 콘크리트, 기름, 먼지 그리고 기타 외부 물질 등을 제거해야 한다.

슬래브의 모서리는 샌드 블라스팅 등으로 잘 청소되어야 한다. 이 과정은 접착을 확실히 한다는 측면에서 인접 차선과 독립적으로 포장되는 모서리에서 특히 중요하다.

③ 줄눈 표시 : 기존 포장체에 있는 모든 줄눈은 덧씌우기 후에도 정확한 위치를 알 수 있도록 포장 양쪽에 적절한 방법으로 표시한다. 전 단면 보수로 인한 줄눈도 위치를 확인할 수 있도록 한다.

④ 그라우트 살포 : 기존 포장체와 덧씌우기 포장체 사이에 좋은 접착을 유지하기 위해서 그라우트를 사용하며, 만약 시험에 의해 접착제의 사용 없이 적당한 접착 강도(최소 14kg/cm²)가 나오면 접착용 그라우트는 생략할 수 있다. 그라우트가 생략될 경우에는 덧씌우기 전 표면의 청소 및 건조 상태를 유지하는데 보다 특별한 주의를 기울여야 한다.

- i) 접착용 그라우트 : 그라우트는 시멘트와 물을 혼합한 재료를 사용하되 물/시멘트 비가 0.62를 초과하지 않는 범위에서 사용한다. 그라우트는 사용되기 전 또는 사용되는 중 계속 교반해야 하며 시멘트와 물이 섞인 후 90분 이내에 포설 되어야 한다.
 - ii) 그라우트 살포 : 그라우트 살포는 덧씌우기 바로 전에 실시하며 건조한 표면에 얇게 살포되어야 한다. 살포 방법은 빗자루를 이용하는 방법 또는 압력 스프레이를 이용하는 방법이 있다. 덧씌우기 포장이 포설되기 전에 그라우트가 먼저 건조되면 안되며, 건조 징후가 보일 경우 다시 그라우트를 살포한다. 그라우트가 완전히 건조된 지역은 건조된 그라우트를 걷어내고 새로운 그라우트를 다시 살포해야 한다. 그라우트 제거는 샌드 블라스팅 또는 적절한 방법을 사용한다.
- ⑤ 덧씌우기 포장의 포설과 마무리 : 콘크리트 덧씌우기의 포설, 마무리, 양생, 줄눈 절단 그리고 실링 등 모든 작업은 일반 콘크리트 포설시와 기본적으로 동일한 방법으로 수행한다. 일반 콘크리트 포장 시공과 다른 점은 다음과 같다.
- i) 표면의 최종 청소 : 덧씌우기 콘크리트를 포설하기 전에 덧씌우기 될 모든 표면 및 모서리는 에어블로우(air blow) 또는 기타 승인된 장비를 이용하여 청소해야 한다. 슛 블라스팅 장비를 이용하여 청소가 된 표면은 에어블로우 공정(air blowing)이 필요 없다. 단, 슛 블라스팅 후 상당한 시간이 경과되어 이물질이나 먼지 등이 있는 경우는 에어블로우 공정을 거쳐야 한다. 최종 청소 작업 후 덧씌우기 시공에 필요한 차량을 제외한 다른 차량이 청소된 표면을 지나가지 않도록 주의한다. 콘크리트가 포설되기 전에 기존 포장이 젖은 상태여서는 안 된다. 절삭된 기존 포장면은 포설될 콘크리트 또는 접착 그라우트가 약간 흡수될 수 있을 정도로 건조되어야 한다.
 - ii) 포설 : 콘크리트는 지정된 폭 전체에서 설계된 두께가 나올 수 있도록 한다. 포설은 부분 단면 보수에서 처진 부분의 메움도 포함할 수 있다.
 - iii) 양생 : 타이닝이 끝나면 바로 양생제 살포에 들어간다. 살포량은 0.4 L/m^2 을 기준으로 한다. 양생제가 표면 처리된 인접 차로에 묻지 않도록 조심하며, 실수로 묻은 부분은 그 차로의 덧씌우기 전에 샌드 블라스팅 등으로 제거한다.
 - iv) 줄눈 : 모든 줄눈은 설계상에 나타난 상세도에 따라 절단, 청소 그리고 실링을 한다.
 - v) 가로 줄눈 : 가로 줄눈은 기존 포장의 줄눈부, 덧씌우기 포장 전 전단면 보수부의 줄눈부 그리고 기존의 유지보수 활동에 의해 생성된 줄눈 위치에 덧씌우기 포장체에 직접 절단한다. 모든 가로 줄눈은 가능하면 빨리 절단한다. 절단 깊이는 덧씌우기 두께를 완전히 절단하고 기존 콘크리트도 1.3cm 정도 절단하는 깊이로 한다.
 - vi) 기존 포장체의 팽창 줄눈 또는 수축 완화 줄눈 : 기존 포장체의 팽창 줄눈 또는 수축 줄눈은 특별히 표시해야 한다. 이러한 줄눈은 덧씌우기 후 줄눈 절단 이전에도 작동할

수 있도록 우선 절단해 줄 필요가 있다. 줄눈 깊이는 덧씌우기 두께 전체이며 두 번 절단하여 두 줄눈 사이의 얇은 콘크리트(Slice)를 제거한다.

- vii) 세로줄눈은 설계에 나타난 바에 따라 덧씌우기 두께의 $\frac{1}{2}$ 을 절단하며, 기존 포장체 줄눈의 바로 위를 절단한다.

(3) 비접착식 콘크리트 덧씌우기

비접착식 콘크리트 덧씌우기(UBCO)는 노후한 기존 콘크리트 덧씌우기 포장체 위에 분리층을 시공하고, 필요한 두께 만큼 콘크리트 덧씌우기를 수행하는 방법이다. 비접착식 콘크리트 덧씌우기는 무근 콘크리트 포장이나 연속 철근 콘크리트 포장 모두에 적용될 수 있다. 덧씌우기를 수행하기 위한 평가 및 설계는 “도로 포장 설계 및 시공 지침” 또는 1993년도에 AASHTO에서 발행한 "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures"를 참고하여 결정하며, 본 편람에서는 덧씌우기 시공 절차에 대해서 기술한다.

- ① 덧씌우기 전 보수 : 덧씌우기 전 보수는 기존 포장의 파손된 부분을 덧씌우기 전에 미리 보수하는 과정으로, 덧씌우기 시공 후 파손의 진전을 방지하기 위해 실시한다. 비접착식 덧씌우기가 수행될 경우 다음의 파손에 대해 보수를 해야 한다.
 - i) 줄눈부 파손 : 기존 포장체 표면에 심한 스폴링이 있는 경우 느슨한 재료들은 제거되어야 하며, 제거된 부분은 아스팔트 혼합물로 채워 넣는다. 만일 제거 과정에서 포장의 파손이 슬래브 전체에 퍼져 있다고 판단되면, 그 위치는 콘크리트로 전 단면 보수를 실시해야 한다.
 - ii) 파손된 슬래브 : 슬래브가 부서진 부분은 펌핑이 발생되고 하중 전달의 효과가 없으므로 전 단면 보수를 해야 한다. 그러나 부서진 슬래브의 지지력이 양호하면 보수할 필요는 없다.
 - iii) 불안정한 슬래브 : 슬래브 하부에 공동이 발견된 슬래브는 서브 실링 공법을 이용하여 보수한다.
 - iv) 블로우업 : 기존 콘크리트 포장의 블로우업 파손은 전단면 보수한다.
- ② 분리층 : 분리층 또는 패칭에 이용되는 아스팔트 재료는 설계서의 배합설계 시방의 조건에 맞아야 하며, 층의 최소 두께에 따라 골재의 최대 입경을 결정한다. 또한 분리층으로서 슬러리시일 공법을 적용할 수 있으며, 이 경우에는 전문가와 협의하여 결정한다. 분리층은 기존 포장체의 파손이 덧씌우기된 신설 포장에 영향을 미치지 못하도록 기존 포장체 위에 덧씌우기 포설 전에 시공한다. 분리층 시공 전에 기존 포장을 깨끗이 청소(가능하면 기계 청소)하여야 한다. 기존 포장의 파손이 많을수록 두꺼운 분리층이 요구된다. 분리층 재료 및

두께 선택은 기존 포장층의 단차를 고려하여 결정하며, 다음의 기준을 참고한다.

- i) 단차가 심한 포장 : 줄눈부와 균열부에서의 단차가 6mm 이상이고, 스포링이 뚜렷하며, 슬래브가 많이 파손되었다면, 아스팔트 콘크리트 층을 최소 2.5cm 이상 시공해야 한다.
- ii) 단차가 심하지 않은 곳 : 단차와 파손이 심하지 않으면, 최소 13mm 이상의 아스팔트 덧씌우기 또는 3mm 두께의 슬러리실을 시공한다.
- iii) 단차가 없는 곳 : 줄눈부 및 균열부에 단차가 미세하거나 없는 경우는 3mm 두께의 슬러리시일을 시공한다.

③ 양생제 살포 : 포장체 표면의 온도가 43℃를 초과하면 석회 슬러리 혼합물 또는 흰색 양생제를 아스팔트 콘크리트 분리층의 표면에 도포한다. 만일 강우로 인해 양생제의 색깔이 변하거나, 시공 차량에 의해 없어지면, 2차 도포를 실시해야 한다. 이때 시공 차량에 의한 약간의 바퀴 자국은 상관없다.

- i) 석회 슬러리(Lime Slurry) : 석회 슬러리 혼합물은 수화된 석회 (Hydrated lime)와 물로 구성된다. 도포 되는 석회 슬러리의 양은 포장체 표면에 일정한 색깔을 유지할 수 있는 정도이어야 하고, 양생된 콘크리트 색깔보다 어두워서는 안 된다.
- ii) 흰색 양생제 : 양생제는 왁스제(wax-based)로 된 것이어야 하며, KS F 2540(AASHTO M-1488)에 따라야 한다. 양생제 1L로 도포할 수 있는 면적은 4.8m² 정도이다.

④ 덧씌우기 콘크리트의 포설과 마무리 : 하중 전달 장치의 설치, 덧씌우기 콘크리트의 포설, 마무리, 양생, 줄눈 절단 그리고 실링 등의 모든 작업은 일반 콘크리트 포설과 기본적으로 동일한 방법으로 수행하되 다음 사항을 유의한다.

- i) 표면 처리(texturing) : 포설이 완료된 후 올리 굽은 마포, 솔, 비를 이용하거나 가는 철사를 이용한 타이닝을 실시하여 노면을 거칠게 마무리한다.
- ii) 양생 : 표면 처리가 끝난 즉시 콘크리트 표면에 양생제를 살포한다. 양생제는 압력 탱크를 갖춘 스프레이어로 살포하며, 포장체의 표면 및 모서리 부분의 재료들이 파이지 않도록 한다.
- iii) 줄눈 : 모든 줄눈은 교통 개방 전에 절단, 청소, 줄눈재 주입 등을 일반 콘크리트 포장 시방 규정에 따라 시공한다. 비접착식 덧씌우기 포장에서는 가로 줄눈이 기존 포장의 줄눈 위치와 일치하지 않는 것을 권장한다. 덧씌우기 포장에서 줄눈의 위치는 기존 포장의 줄눈위치 및 균열로부터 가능한 한 1m 이상 떨어뜨려 설치한다.
가로 줄눈은 과도한 재료 파손이 없는 한 가능하면 빨리 절단한다. 줄눈 깊이는 포장 두께의 1/3로 한다. 표층 두께가 2~3cm 이상 변화하는 곳에서의 줄눈 깊이는 특별한 관심을 기울여야 한다. 구배 조정 등의 이유로 인해 포장체의 공칭 두께보다 큰 곳 그리고 슬립 폼 장비를 이용하여 다우웰바의 삽입을 할 경우 줄눈의 깊이는 다음식과 같은 제한

깊이보다 깊어서는 안 된다.

$$\text{제한깊이 (cm)} = D - (d/2 + 1.3)$$

여기서, D는 다우웰바 중심까지의 깊이(cm), d는 다우웰바 두께(cm)

세로줄눈은 설계서에 명시된 바와 같이 덧씌우기 설계 두께의 $\frac{1}{3}$ 깊이까지 절단하며, 포장의 모서리와 평행하게 절단한다.

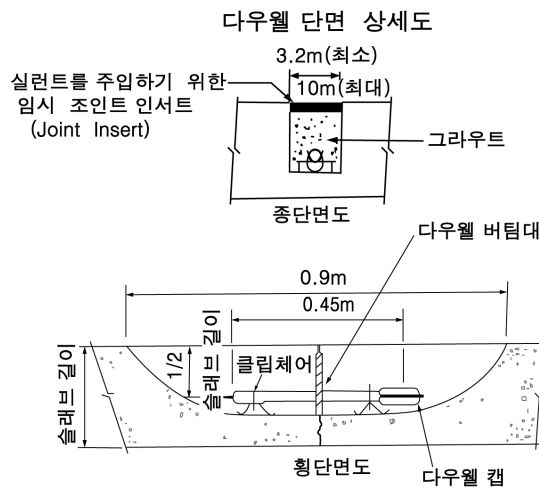
- ⑤ 실내 실험 및 교통 개방 : 현장 포설시 콘크리트의 슬럼프는 KS F 2402에 따라 실시하며, 바이브레이터가 있는 장비에 의해 포설된 포장에서는 7.5cm, 수작업 포설에서는 10cm를 넘어서는 안 된다. 현장에서 콘크리트가 포설되기 전 진동이 가해지지 않은 콘크리트는 KS F 2421에 따라 결정되는 연행 공기량은 $6.5 \pm 1.5\%$ 이어야 한다. 새로 포설된 덧씌우기 포장체에서 추출된 원형 시편의 압축 강도가 210kg/cm^2 이상이 되기 전까지 교통을 개방하면 안 된다. 교통에 개방하기 전에 줄눈부는 줄눈재로 채워져 있어야 하며, 깨갸이 청소되어 있어야 한다. 콘크리트 원형 공시체는 KS F 2405에 따라 시험한다.

3.4.10 하중전달 장치 재 설치법

기존 하중 전달 장치의 시공 불량 및 노후로 인하여 포장 슬래브들 사이에 하중이 전달되지 않으면 하중이 작용하는 슬래브에만 모든 하중이 집중되게 된다. 한 슬래브에 하중이 집중하게 되면 슬래브의 변형이 증가하게 되고 슬래브의 변형의 증가하면 슬래브 응력이 증가하게 되어 슬래브는 피로 파괴를 일으켜 파손된다. 이러한 파손을 보수하기 위하여 하중 전달 장치 재설치 방법으로 포장 슬래브의 균열이나 줄눈부의 하중 전달 기능을 회복시키면, 슬래브의 변형이 줄고 하중의 일부가 인접 슬래브로 옮겨짐으로써 한 슬래브가 받는 전체 응력이 줄어들게 되어 포장의 수명이 연장될 수 있다. 이러한 하중 전달 장치에는 주로 다우웰바가 일반적으로 많이 사용되므로 본 편람에서는 일상적으로 많이 쓰이는 다우웰바에 대해서 설명한다.

- ① 준비 작업 : 다우웰바 설치법은 하중 전달 장치 중 가장 많이 사용되며 보통 원형 봉강을 사용하며 설치 단면은 <그림 3.22>와 같다. 균열 및 파손 줄눈부에 다우웰바를 설치하려면 좁고 깊은 홈을 차량 진행 방향과 평행하게 여러 개 만들어야 한다. 홈파기 작업을 좀 더 수월하게 수행하기 위해 콘크리트 절단 톱으로 여러 번 자른다. 홈 깊이는 다우웰바가 슬래브 깊이의 중앙에 위치할 수 있도록 한다. 콘크리트 톱으로 절단된 부위를 주위의 슬래브에 손상이 가지 않도록 수작업에 의해 홈을 만든다.
- ② 다우웰바는 부착 방지제로 코팅하고 한쪽에 팽창캡을 씌워 설치해야 한다.

- ③ 다우웰바를 설치하고 그라우트를 타설할 때 기존 줄눈부로 그라우트가 스며들지 않도록 줄눈부나 균열부에 테이프를 붙이거나 실런트를 주입한다.
- ④ 그라우트를 타설할 때 줄눈 형성을 위해 조인트 필러를 설치한다. 또한 그라우트를 타설할 때 다우웰바가 움직이지 않도록 봉으로 조심스럽게 다진다.
- ⑤ 그라우트가 양생되면 줄눈부나 균열부에 실링 작업을 한다.
- ⑥ 실런트가 양생되면 교통을 개방한다.

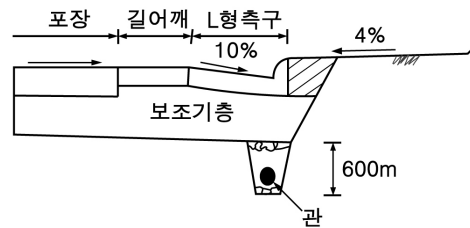


<그림 3.22> 다우웰바 하중 전달 장치

3.4.11 지하배수 시설 설치법

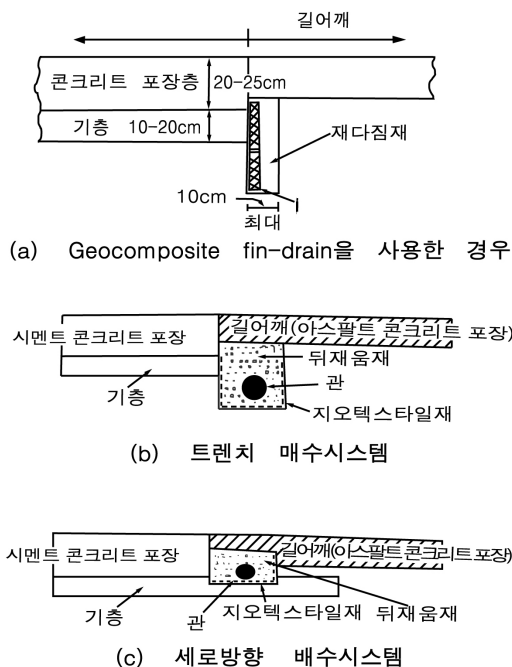
물은 포장 기능과 관련된 많은 문제들의 근본 원인이며, 포장 시스템에서 발생하는 여러 가지 파손 형태와 직접 또는 간접적으로 관련되기 때문에 물을 배수시킬 수 있는 지하 배수 시설의 설치에 포장 시스템의 유지보수에서 중요한 보수법의 하나이다. 지하 배수 시설의 종류는 세로 방향 배수 시스템과 가로 방향 배수 시스템이 있다.

세로 방향 배수 시스템은 수평 및 수직으로 차로 방향과 평행하게 설치하고 상당한 깊이의 트렌치와 집수관 및 집수관로 세립물의 유입을 막기 위한 보호 필터가 설치된다<그림 3.23>.



〈그림 3.23〉 지하 배수구의 표준적 위치

배수 시설로 모아진 물을 모으기 위한 재료로서는 여러 가지가 있는데, 이 중에서 〈그림 3.24〉와 같은 지오폴리머트 핀 드레인(geocomposite fin drain) 공법은 최근에 개발된 배수재로서 기존 포장 내의 배수 시설에 대한 재시공이 용이하고 다른 배수 시설에 비하여 트렌치의 크기를 줄일 수 있고 뒤채움재 및 필터재의 양을 감소시킬 수 있는 장점이 있다. 포장 구조물의 배수에 효과적인 설계 방법으로 가장 간단한 형식은 〈그림 3.24〉 (b), (c)와 같이 포장 구조물에 인접해 설치된 하나의 층, 또는 몇 개 층의 입상 배수층과 치환된 지오 텍스타일을 지닌 재래의 암거 배수가 있다. 이 암거 배수로는 주변 지역의 지하수위를 낮추기 위해 사용될 수 있고, 기층과 노상층으로부터 세립질을 여과하고 배수를 증진시키는 효과가 있다.



〈그림 3.24〉 세로 방향 배수 시스템

가로 방향 배수 시스템은 차로 방향과 직각 또는 조금 경사지게 설치하고, 절토부의 비탈면에 설치하는 배수 시설은 대부분 가로 방향 배수 시스템으로 설치한다.

지하 배수 시설 설치법의 시공 절차는 다음과 같다.

- ① 집수관과 배수관 트렌치를 판다.
- ② 트렌치에 관 고정을 위한 바닥재를 깐다.
- ③ 바닥재 위에 유공 집수관을 고정시킨다.
- ④ 배수 트렌치에 배수관을 설치한다.
- ⑤ 배수 트렌치에 관 주위 채움재를 넣고 다진다.
- ⑥ 위치 표시 시설을 설치한다(보수시 위치를 쉽게 찾기 위함).
- ⑦ 길어깨를 재시공한다.

3.4.12 미끄럼 방지 포장

미끄럼 방지 포장은 미끄럼 저항이 충분히 확보하지 못한 곳이나 도로 선형이 불량한 구간에서 표면에 신 재료를 추가하거나 도로 표면에 일부를 제거하는 방법으로 포장의 미끄럼 저항성을 높여 자동차의 안전 주행을 확보하는 것이다.

미끄럼 방지 포장은 도로 표면에 신 재료를 추가하는 형식과 표면의 재료를 제거하는 형식으로 크게 구분할 수 있다. 도로 표면에 신 재료를 추가하는 형식으로는 개립도 마찰층(OGFC : Open-Graded Friction Course), 슬러리시일, 수지계 표면 처리 등이 있으며, 표면의 재료를 제거하는 형식으로는 그루빙, 슛 블라스팅, 노면 평삭 등이 있다.

미끄럼 방지 포장의 형식 선정에는 시공성, 마찰력 증진 효과의 지속성, 시공시의 소음 및 분진 발생의 여부, 시공 후 자동차의 승차감 및 소음, 경제성, 시선 유도, 전망, 쾌적성, 주위 도로 환경과의 조화, 유지보수 등을 충분히 고려하여야 한다.

콘크리트 포장의 경우 그루빙, 슛 블라스팅, 노면 평삭 등의 방법으로 표면 재료를 제거하는 형식이 바람직하다. 수지계 표면 처리 등 표면에 신 재료를 추가하는 형식은 비교적 공사비가 비싸고, 기존 포장과의 접착이 불안정하므로 피하는 것이 좋다. 콘크리트 포장은 강성이므로 이 공법들로 시공하면 비교적 오래 그 기능을 유지할 수 있다.

미끄럼 방지 포장에 대한 더 자세한 사항은 『도로안전시설 설치 및 관리 지침 - 미끄럼 방지 포장편(건설교통부, 1997. 8.)』을 참조하도록 한다.

3.4.13 재포장

시멘트 콘크리트 포장의 파손이 심하고 다른 유지보수 공법으로는 평탄한 노면을 유지하기가 곤란한 경우에는 콘크리트 포장을 재포장하는 것이 좋다. 재포장은 콘크리트 포장의 유지보수 공법 가운데 가장 고가인 공법이므로 포장에 균열이 생겼다고 해서 곧 바로 재포장한다면 재원의 낭비가 크게 된다. 따라서 재포장을 시행할 것인가의 여부를 결정하는 것은 포장의 파손 상황, 노상토의 성질, 보조 기층의 상태 등을 충분히 조사함과 더불어 다른 유지 보수 공법을 시행하는 경우와 비교 검토한 후 신중하게 결정해야 한다.

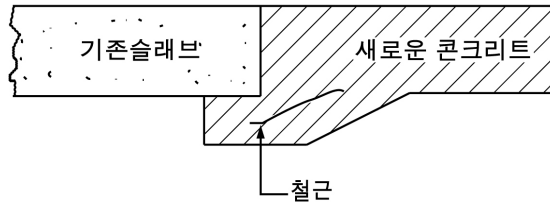
재포장 시 반드시 콘크리트로 실시하지 않아도 좋다. 아스팔트 포장으로 실시하면 양생 시간이 불필요하게 되어 교통 개방의 시기는 빨라진다. 따라서 교통 장애의 염려가 많은 도로에서는 재포장은 원래가 콘크리트 포장이었다 하더라도 아스팔트 포장으로 재포장하는 것이 좋다. 우회로 등이 있어 재포장 공사로 교통 장애의 염려가 적을 때에는 콘크리트 포장으로 재포장하는 것이 포장 관리에 일관성이 있어 유리하다. 콘크리트 포장의 일부를 아스팔트 포장으로 재포장하게 되면 그 경계에서 강성 포장과 연성 포장과의 차이로 균열이 발생되며, 연성 포장의 특유의 성질로 인해 침하가 생겨 포장의 평탄성이 저하되거나 재파손을 초래하는 수가 있다. 일반적으로 재포장 면적, 노상 및 보조 기층의 성질, 교통의 상황 등을 고려해서 시멘트 콘크리트로 또는 아스팔트로 재포장할 것인가를 결정할 필요가 있다.

재포장은 균열이 광범위하게 연속으로 발생하였거나 포장 하부 구조의 지지력 약화로 인한 결함이 발생한 곳에 시공한다.

(1) 재포장 설계

- ① 포장이 상당한 연장에 걸쳐 동일한 상태로 파손되어 있는 경우에는 그 구간의 포장 구조가 교통 하중에 대한 지지력이 전반적으로 불충분하고, 또한, 공용연수에 도달했다고 보아 전면적으로 재포장하는 것이 좋다. 이와 같은 경우에는 500~1,000m²에 1개소씩 보링을 실시하고, 채취한 자료에 따라 설계하는 것이 좋다.
- ② 포장이 국부적으로 파손되어 있는 경우에는 파손 원인이 국부적으로 한정되어 있는 수가 많으므로 1개소마다 보링을 실시하고 그 자료에 따라 파손 원인을 규명한 후 제거하는 방법을 강구하여 국부적인 재포장을 실시해야 한다.
- ③ 보조 기층의 두께, 구조, 콘크리트 슬래브의 두께 등은 새로운 포장을 설계하는 경우와 동일한 방법으로 노상토의 성질과 교통량을 고려하여 결정하면 된다.
- ④ 기존의 콘크리트 포장 슬래브와 재포장 콘크리트 포장 슬래브가 연결될 경우에는 <그림 3.25>와 같이 기존 포장 슬래브와의 경계 부분의 보조 기층이 약해지기 쉬운 것을 보강할

목적으로 기존 포장 슬래브 밑에 재포장 콘크리트를 끼워 넣는 것이 바람직하다.



<그림 3.25> 기존 콘크리트 슬래브와의 이음부를 보강하는 방법

- ⑤ 철근, 다우웰바, 타이바 등은 예컨대 기존 포장 슬래브에서는 사용하지 않았더라도 재포장 슬래브에서는 사용하는 것이 좋다.
- ⑥ 재포장 콘크리트 슬래브와 기존 콘크리트 슬래브와의 이음부에 아무런 연결이 없으면 그곳에서 재파손이 일어나기 쉽다. 재파손을 방지하기 위해서는 기존 콘크리트 슬래브와 새로운 콘크리트 슬래브 이음부에 타이바를 넣으면 좋은 결과를 얻을 수가 있다.

(2) 준비 작업

- ① 콘크리트 포장의 파손 원인은 노상토 불량, 보조 기층 두께 부족, 노상 및 보조 기층의 배수 불량 등 노상 및 보조 기층의 결합에 의한 경우가 많으므로 재포장의 설계에 있어서는 사전에 파손 지점을 시추하여 그 결과를 참고하고, 특히 노상토의 개량, 보조 기층의 보강, 노상, 보조 기층의 정비 등을 고려해야 한다. 재포장할 때에 급하게 보링 등의 조사를 시행하는 것보다 포장 신설시의 자료를 이용하는 것이 가장 좋은 방법이다. 또 이와 같은 자료가 없을 때에는 재포장 공사를 목표로 할 것이 아니라 그 도로 전체의 토질 조사와 포장 구조의 조사를 정리하여 그 결과를 수시로 이용할 수 있도록 하는 것이 이상적이다.
- ② 재포장 면적 결정은 도로의 횡단 방향에서는 세로줄눈을, 도로의 중심선 방향에는 가로 줄눈(팽창 줄눈이나 수축 줄눈)을 경계로 하여 재포장 면적을 결정하는 것을 원칙으로 한다. 또한, 재포장의 형태는 사각형을 원칙으로 한다.

(3) 시공 방법

- ① 콘크리트 포장의 재포장은 콘크리트의 양생을 필요로 하기 때문에 아스팔트 포장에 비하여 도로 교통에 주는 장애가 크다. 따라서 시공 방법, 시공 시간, 공정 등을 결정할 때는

무엇보다도 도로 교통에 미치는 장애를 줄이도록 해야 한다.

- ② 포장 깨기 : 콘크리트 포장 슬래브는 상당히 큰 강도를 갖고 있는 것이므로 어느 정도 큰 힘을 가하지 않으면 부서지지 않는다. 파손된 것처럼 보이는 것도 쉽게 부서지지 않기 때문에 파쇄하는데 긴 시간이 필요하고 공사 기간이 길게 되어 교통에 장애를 주는 원인이 된다. 교통량이 많은 곳에서 긴급 공사로 재포장을 해야 하는 경우, 파쇄 시간의 단축은 가장 큰 문제가 된다. 콘크리트 포장 슬래브의 파쇄 방법은 드롭 해머에 의한 방법, 중기계의 힘에 의하여 눌러 파쇄하는 방법, 착암기를 사용하여 파쇄하는 방법, 인력에 의하여 파쇄하는 방법 등이 있다.
- ③ 콘크리트 슬래브의 절단 : 콘크리트 슬래브의 절단시 단부를 정연하게 직선으로 마무리하기 위해서는 콘크리트 커터를 사용하여 콘크리트 슬래브의 상부에 절단홈을 만들고 그 밑을 깨어내는 것이 좋다. 콘크리트 커터로 만드는 절단 깊이는 콘크리트 슬래브 두께의 $1/2 \sim 1/3$ 정도가 좋다.
- ④ 굴착 : 기존 콘크리트 슬래브의 파쇄가 끝나면 새로운 보조 기층을 조성하기 위하여 기존 기층과 노상토를 굴착한다. 굴착은 파쇄와 동일하게 상당히 긴 시간을 요하므로 굴착 방법은 될 수 있는 대로 단시간에 완성하는 방법을 선택해야 한다. 굴착면은 설계도에 명시된 것과 같은 깊이로 마무리해야 한다. 이렇게 하기 위해선 굴착 기계의 운전원과 굴착 깊이를 지시하는 감독자가 연락을 취하면서 주의 깊게 굴착해야 한다. 지나치게 깊게 굴착하였을 때는 그 부분을 굴착토로 메우지 말고, 모래, 자갈 또는 보조 기층재 등을 사용하여 메우는 것이 좋다. 굴착 깊이를 결정하기 위해서는 계속 점검하며 작업해야 한다. 재포장에서 굴착은 터파기와 같이 되는 경우가 많다. 이때, 인접한 건전한 포장과의 경계는 수직으로 굴착해야 한다. 건전한 포장 슬래브의 밑까지 깊게 파서는 안 된다. 굴착면을 수직하게 마무리하는 것은 기계 굴착이 곤란하므로 안쪽은 굴착 기계로 굴착하고 바깥쪽은 인력에 의하여 주의 깊게 마무리하는 것이 좋다. 굴착은 굴착 기계를 사용하면 능률이 좋고 단시간에 굴착을 완성할 수 있다. 사용하는 굴착 기계는 재포장 면적의 크기에 따라 다르다. 면적이 큰 경우에는 트랙터 쇼벨, 불도저, 백호우 등을 사용하고, 면적이 작은 경우에는 소형 불도저, 백호우 등을 사용한다.
- ⑤ 표면 마무리 및 콘크리트 타설 : 파쇄 및 굴착 작업이 끝나면 폐기 재료를 덤프트럭으로 운반하여 사토한 후에 노상면을 다진다. 노상토가 좋은 경우에는 타이어 로울러, 머캐덤 로울러 등을 사용하여 2회 이상 다짐하고 노상토가 연약한 경우에는 습지용 불도저를 사용하면 좋다. 보조 기층의 시공과 콘크리트 슬래브의 부설은 일반적인 공법에 따르면 되나 부설 면적이 작을 때에는 인력에 의하여 포설하고 바이브레이터를 사용하여 콘크리트를 다진다.
콘크리트 슬래브의 일부를 재포장할 때에 콘크리트 절삭기를 사용하여 재래 콘크리트

슬래브의 상부를 절단하고 하부를 브레이커를 사용하여 될 수 있는 대로 수직으로 절단한다. 절취한 콘크리트 면으로부터 이완된 콘크리트 조각 등은 해머, 와이어 브러시 등을 사용하여 제거하고, 절취면은 젖은 걸레 등으로 닦아내고 여분의 물기를 완전히 제거한 후, 시멘트 페이스트를 칠하면서 콘크리트를 타설한다.

- ⑥ 양생 : 콘크리트 포장의 재포장 공사는 도로 교통에 미치는 장애를 될 수 있는 대로 작게 하기 위해 가장 효과가 큰 것은 콘크리트 양생 기간의 단축이다. 일반적으로 콘크리트 포장의 양생 시간은 보통 포틀랜드 시멘트에서는 28일, 조강 포틀랜드 시멘트에서는 7일로 규정되어 있다. 그러나 이들의 양생 기간은 이상적인 양생을 실시하기 위한 것이고 콘크리트 포장의 재포장에서는 21일 경과 후 허용 강도 이상이 나오면 다소의 위험을 감수하고라도 양생 기간을 단축하도록 노력해야 한다. 양생 기간을 단축하기 위해서는 여러 가지 방법이 있으나 일반적으로 조강 포틀랜드 시멘트를 사용하거나 염화칼슘의 첨가 또는 진공 콘크리트 공법 등을 이용한다. 염화칼슘(CaCl_2)의 첨가는 콘크리트의 초기 강도를 현저하게 높이기 때문에 콘크리트 포장의 재포장에 사용된다. 염화칼슘의 사용량은 시멘트 중량의 1~2%가 좋고 2%를 초과하면 콘크리트가 운반 중에 응결을 시작한다든지 콘크리트의 피니셔빌리티와 다짐이 나쁘게 된다는지, 거친 콘크리트가 될 수가 있으므로 피하는 것이 좋다. 염화칼슘은 혼합용수에 미리 용해해 두고서 믹서에 투입하는 것이 좋다. 염화칼슘을 사용함으로써 콘크리트의 건조 수축은 증가하나 실제 구조물에 있어서는 미미한 정도이다. 그러나 균열 발생의 위험을 줄이기 위하여 될 수 있는 대로 염화칼슘의 혼합 비율을 줄이면서 AE제를 병용하는 것이 바람직하다. 진공 콘크리트 공법이란 콘크리트를 타설한 후, 진공매트, 진공펌프 등으로 이루어진 장치에 의하여 콘크리트 표면에 진공층을 만들고 콘크리트의 수화에 불필요한 물과 공기를 흡인 제거하는 공법을 말한다. 진공 콘크리트 공법에 의하여 시공한 콘크리트는 보통 콘크리트에 비하여 초기 강도가 증가하고, 건조 수축이 감소하며 마모에 대한 저항이 증가한다. 또한 동결 융해에 대한 내구성도 증가한다. 진공 콘크리트에 사용되는 진공도는 550~650mmHg 정도이다. 진공 콘크리트 공법에 의한 콘크리트 포장의 진공 작업 시간은 동절기에 40분, 하절기에 25분 정도이다. 또 매 1회의 시공 면적은 20~30㎡이므로 큰 면적의 재포장에는 부적당하다.
- ⑦ 콘크리트 포장 슬래브는 콘크리트의 강도가 교통에 충분히 견딜 수 있을 정도가 되면 교통을 개방해도 좋다. 이 교통에 충분히 견딜 수 있는 강도란 휨강도로 45kg/cm²를 말한다. 다만, 공시체의 양생은 현장 양생으로 한다. 이 휨강도는 교통 하중에 대한 안전율을 거의 1로 하여 결정할 수치이므로 될 수 있는 대로 큰 수치가 될 때까지 양생하는 것이 안전하다.

4. 교면포장/교량접속부의 유지보수



4

교면포장/교량접속부의 유지보수

4.1 개요

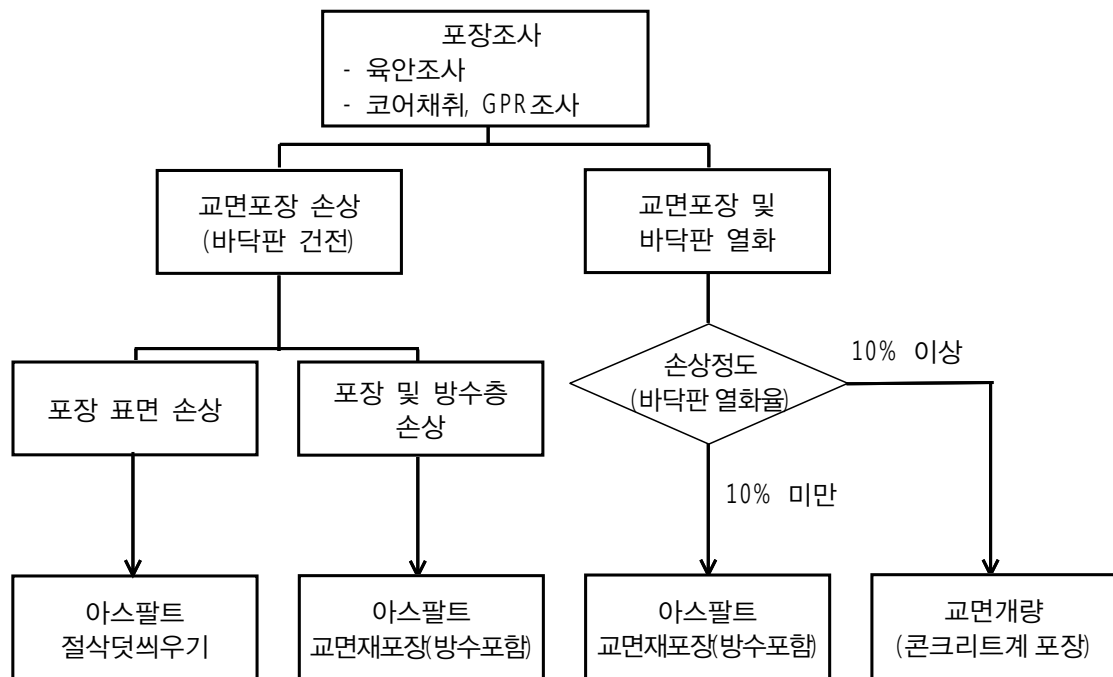
교면포장은 진동 및 충격, 가혹한 기상조건 등에 그대로 노출되어 일반 토공부보다 더 큰 파손요인들을 가지고 있기 때문에, 보수주기가 토공부 포장에 비해 짧은 것이 사실이다. 최근에 교면포장의 파손이 단기간에 심각한 수준에 도달해 운전자의 안전을 위협하며, 잦은 보수로 인한 교통체증의 유발 및 도로의 지·정체에 기인한 경제적 손실이 기하급수적으로 증가하고 있다.

교면포장에서 소파 보수 형태는 2장과 3장의 내용을 따르며, 본 장에서는 전면을 덧씌우기 또는 재포장하는 공법만을 기술한다. 공용중인 교량의 덧씌우기 공법으로는 아스팔트 콘크리트 교면포장과 시멘트 콘크리트 교면포장이 있다.

4.2 노면의 조사와 평가

교면포장은 교면포장만의 손상이 발생한 경우와 그 하부의 바닥판까지 손상이 발생한 경우에 따라 보수방법을 달리할 수 있다. <그림 4.1>은 교면포장 및 교량 바닥판의 손상정도에 따라 적용될 수 있는 보수공법을 분류하였다. 그림에 나타내 바와 같이 표면부만 손상이 발생한 경우 아스팔트 절삭 덧씌우기, 방수층까지 손상된 경우 방수층을 포함한 아스팔트 재포장, 교량바닥판의 손상정도가 10% 이상일 경우 바닥판을 포함한 콘크리트 재포장이 이루어져야 한다.

이에 교량바닥판의 손상/열화정도를 분석하기 위해서는 노면의 평가 시 코어채취와 GPR 장비를 이용한 평가가 수반되어야 한다. <표 4.1>은 교면포장의 노면평가 시 수행되어야 하는 조사항목을 제시하고 있다. 특히 GPR 장비를 이용하여 교량바닥판의 손상정도(열화율)을 조사면적 대비 손상면적 비율로 계산한다.



<그림 4.1> 교면포장 보수공법 분류

<표 4.1> 교면포장 노면평가 시 조사항목

조사항목	육안조사	코어채취	GPR조사	노면상태조사 (장비조사)
조사내용	포장균열, 파손, 백태 발생여부 (외관망도 작성)	바닥판 열화여부 및 깊이 확인	바닥판 열화율 측정	평탄성, 파손, 소성변형률

4.3 절삭 덧씌우기식 아스팔트 콘크리트 교면포장 유지보수

4.3.1 일반사항

아스팔트 콘크리트 교면포장은 일반적으로 상부층, 택코트, 하부층(레벨링층), 방수층 및 접착층(프라이머)으로 구성된다. 또한, 도로교 상부 구조물(난간, 방호벽 및 연석 등)과의 접촉부에는 포장체 내의 침투수의 신속한 배수를 목적으로 유공 도수관을 설치한다.

교면포장의 균열, 소성변형 등의 파손이 하부층까지 진전되지 않았을 경우 상부층만 절삭하여 덧씌우기하며, 하부층 이하까지 파손되었을 경우에는 방수층을 포함하여 재포장하여야 한다. 교면포장의 파손은 방수층과 배수 문제로 발생하는 경우가 많으므로 재포장 시 해당 공종에 대하여 면밀히 검토하여 시공하여야 한다. 특히, 포장파손이 초기에 발생하는 구간은 내유동성을 향상시킨 개질 아스팔트 콘크리트를 이용하는 것을 우선적으로 검토하여야 한다. 이 기준은 재포장시의 유지보수 방법이며, 상부층 절삭 덧씌우기 시에는 하부층 이하의 처리방법 이외에는 동일한 방법을 적용한다.

4.3.2 시공절차

<그림 4.2>는 절삭 덧씌우기식 아스팔트 콘크리트 교면포장 유지보수 시공절차를 나타내고 있다.



<그림 4.2> 절삭 덧씌우기식 아스팔트 콘크리트 교면포장 시공절차

4.3.3 기존 포장 절삭 및 평삭

(1) 기존 포장 절삭 및 청소

노후화가 심하게 진행된 도로교의 절삭 작업 시에는 장비의 자중과 진동 등의 충격으로 인하여 도로교의 내구성이 저하될 우려가 있으므로 대형 절삭장비의 이용을 지양하는 것이 좋으며, 드럼 비트 간격이 기존 15mm가 아닌 8mm 이하인 장비를 사용하여야 요철깊이를 줄여 평탄성 확보는 물론 바닥판 면의 손상을 줄일 수 있다. 절삭을 2단계로 나누어 실시할 경우에는 1차 작업은 15mm 비트 간격 드럼으로 최종 목표 절삭 깊이에서 1cm를 제외한 두께를 절삭하고, 2차 작업으로 비트 간격이 8mm 이하인 장비로 절삭할 수 있다.

전단면 절삭 시 노면 절삭기가 도로교 바닥판을 절삭하여 내구성을 저하시키지 않도록 주의하여야 하며, 절삭 후 남은 포장체는 재절삭 또는 인력에 의하여 깨끗이 제거하여야 한다. 특히 용제계의 도막 방수층을 적용할 경우는 완전히 제거하지 않으면 부착성을 저해하므로 주의해야 한다. 또한 아스팔트 교면포장의 방수층까지 절삭하는 경우 슛 블라스트를 이용하여 열화된 콘크리트 바닥판을 제거 후 보수하여야 한다. 노면 절삭기로 절삭 시 신축이음장치에 손상이 가지 않도록 포장면을 약 15cm 정도 남기고 절삭한 후 소형 핸드브레이커에 의한 인력 작업으로 남은 포장을 완전히 제거한다.

기존의 강 바닥판상의 교면포장 전면 보수 시 강판의 연결방법이 용접식인지 볼트식인지를 확인하고 볼트식의 경우에는 정확한 볼트 설치위치를 확인하고 작업에 임하여야 한다. 노면절삭기로 작업 시 기존의 포장체의 소성변형 등으로 인하여 포장두께가 변동된 지점에서 노면절삭기의 팁이 볼트에 걸려서 파손되는 경우가 많으므로 미리 여분의 절삭기 팁을 준비하여야 한다.



(a) 교면절삭



(b) 절삭 후 청소작업

<그림 4.3> 절삭 및 청소작업

(2) 평삭

교량 바닥판의 열화상태, 표면 거칠기, 청소상태 등에 따라 방수재의 부착성능에 크게 영향을 미치므로 기존 교면의 열화부, 들뜬 층, 약한 강도의 층 등을 평삭기로 평삭작업을 실시한다. 평삭되지 않는 코너부분은 코너기를 사용하여 평삭한 후 벽면의 유제 및 이물질은 소형 그라인더를 이용하여 유제 및 레이턴스를 완전히 제거한다.



<그림 4.4> 평삭기

(3) 열화부 제거 및 슛 블라스팅

총모양의 워터젯으로 열화부를 제거한다. 워터젯을 사용하지 않는 경우 평삭 작업이 완료됨과 동시에 부착력을 저해하는 레이턴스를 슛 블라스트를 통하여 완전히 제거한다. 슛 블라스팅 장비가 미치지 않는 곳은 그라인딩 작업을 실시하여 레이턴스를 완전제거 한다.



평삭 작업



스� 블라스팅 작업

<그림 4.5> 평삭 및 슛 블라스팅 작업

(4) 청소 및 건조

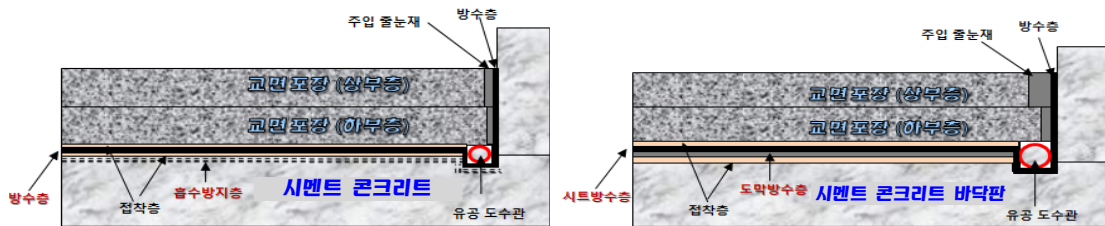
총모양의 워터젯 및 슛 블라스팅 작업 후 제거되지 않은 이물질을 진공 흡입장치를 이용하여 제거한다. 진공흡입장비가 미치지 못하는 부분은 소형 송풍기를 사용하여 제거작업을 실시한다. 철근 노출 등 열화가 심한 부분은 인력으로 콘크리트 열화 부위를 완전히 제거한 후 진공흡입 트럭으로 깨끗이 청소하고, 즉시 보수를 실시한다. 절삭 후의 도로교 바닥판에 수분이 잔존하여

방수재의 부착불량과 포장 포설 시 부풀어 오르는 블리스터링(blistering)이 발생하여 교면 포장의 조기 파손의 원인이 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 바닥판을 건조시킬 수 있는 노면 가열히터를 사용하거나 열풍으로 바닥판면을 건조시킬 수 있는 장비를 미리 준비하여 바닥판의 건조를 확실히 하여야 한다.

4.3.4 교면방수

(1) 방수재의 종류 및 품질기준

교면포장 시공 전 도로교 바닥판용으로 설치되는 방수층은 도로교 바닥판으로 우수가 침투되는 것을 방지하기 위하여 설치하는 층으로 바닥판의 부식을 방지하고 방수층과의 접착이 좋은 접착층(프라이머) 위에 <표 4.2> 및 <표 4.3>에 따라 시트식 또는 도막식 방수재를 사용한다.



(a) 1.5층 개념

(b) 2층 개념

<그림 4.6> 교면포장 방수 시스템

교량형식과 연장에 관계없이 설계 교통량이 8.2톤 등가단축하중(ESAL) 기준으로 1000대/Lane/일 이하일 경우나, 비교적 도로교 연장이 짧은 라멘교 또는 슬래브교일 경우에는 시트식 또는 도막식(단일층 개념)의 방수를 적용할 수 있다.

설계 교통량이 8.2톤 등가단축하중(ESAL) 기준으로 1000대/Lane/일 이상으로 도로교 연장이 100m 이상일 경우는 도로교 바닥판으로 우수가 침투하는 것을 완전히 방지하기 위해 1.5층과 2층의 방수층을 적용할 수 있다. 방수층의 구성은 하부에서 상부의 순으로 흡수방지층+프라이머+시트식 또는 도막식(1.5층 개념), 프라이머+도막식+시트식(2층 개념), 프라이머+시트식+시트식(2층 개념)으로 구성할 수 있다.

<표 4.2> 도로교 바닥판용 방수제의 분류 및 특징

종 류		시공 방법	최소 두께	형태	준수 사항
시트식	가열 용착식	방수재 하면에 불이나 고온의 열을 가하여 접착	4mm 이상	폴리에스테르 부직포에 고무 혼합 아스팔트를 합침	원칙적으로 기계식 시공 장비를 사용 현장여건상 부득이한 경우 인력시공 가능
	부착식	시트와 동일한 재질의 접착재를 고온으로 가열하여 도포하면서 바로 시트를 접착	2mm 이상		
	자착식	시트 하면에 접착성분이 있어서 필름을 벗겨내면서 중량을 가하여 접착	2mm 이상		
도막식	용제형	프라이머 도포 양생 후 주재료와 휘발성 용제가 혼합된 상온의 용액을 약 3회 이상 도포	2mm 이상	클로로프로렌 고무를 톨루엔이나 크실렌 등의 용제에 용해한 액상 상태 (양생시간, 도막손상 등에 따른 불량 빈번)	부직포나 직포 등의 중심 기재 없이 사용 불가
	가열형	프라이머 도포 양생 후 고무 아스팔트계라고도 불리며, 약 190℃ 이상의 고온으로 가열하여 도포	2mm 이상	아스팔트를 합성고무 등으로 품질을 개선한 고체 상태	
	수지계 (2액형)	프라이머 도포 양생 후 주재와 경화제로 된 2성분을 현장에서 상온으로 혼합하여 도포함	1mm 이상	2액형으로 에폭시 수지 등으로 구성되고 화학반응에 의해 경화하는 액상 상태	기존 5년 이상의 건전한 시공실적이 없으면 시험시공을 통하여 입증 후 적용 가능

<표 4.3> 도로교 바닥판용 방수재의 품질기준

항목			품질기준		시험기준
			시트식	도막식	
인장 성능	인장강도(N/mm ²) 23℃, 40℃	무처리	4.0 이상		KS F 3211
		알카리처리	무처리의 80% 이상		
		가열처리	무처리의 80% 이상		
	최대하중 시 신장률(%) 23℃, 40℃	무처리	20~60		
		알카리처리	무처리의 80% 이상		
		가열처리	무처리의 80% 이상		
비 휘발분(%)			—	표시 값 ±3% 이내	KS M ISO 3251
내투수성			투수되지 않을 것		KS F 4931
염화이온 침투 저항성(Coulombs)			100 이하		KS F 2711
내움푹 패임			구멍이 생기지 않을 것		KS F 4917
내열치수 안정성(%)	150℃, 30분	± 2.0 이내			KS F 4931
저온 굴곡성	-10℃	균열이 없을 것			KS F 4917
접합강도(N/mm ²)			3.0 이상	—	KS F 4931
내피로성			잔금, 찢김 및 파단이 생기지 않을 것		KS F 4917
내균열성	-10℃	잔금, 찢김 및 파단이 생기지 않을 것			KS F 4931

상기 1.5층 개념의 방수층은 1차 흡수방지식 보조 방수재를 적용하고, 2차 시트식 또는 도막식 방수재를 적용하여 시트 또는 도막 방수층 파손발생 시 포장체를 통하여 침투한 우수와 염화물에 의한 열화를 방지할 수 있도록 한 것이다. 단, 강 바닥판(Steel Deck Plate)의 경우와 고강도(30Mpa) 시멘트 콘크리트 바닥판에는 흡수 방지식 보조 방수재를 적용하지 않는다.

교면포장용 방수층으로 시트식이나 도막식 방수재를 사용하지 않고 흡수방지식 보조 방수재 한 종류만을 단독으로 사용할 수는 없다.

(2) 방수재의 시공

시트식 방수재를 사용 시에는 다음의 사항에 주의하여야 한다.

- ① 방수시트의 접착방향은 교축방향과 같게 하고 경사가 낮은 쪽부터 시공한다.
- ② 접착 시 부풀음이 생기지 않도록 하여야 하며, 부풀음이 생길 경우에는 핀 등의 기구를 사용하여 구멍을 뚫고, 크기가 10cm 이상일 때에는 그 부분을 절개한 후 재시공하여야 한다.

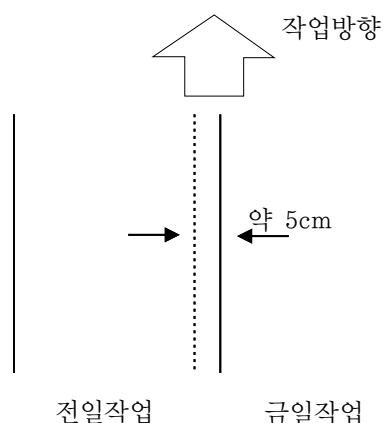
- ③ 방수시트의 겹침 폭은 10cm 이상으로 하고, 겹침 부위가 2겹 이상이 되지 않도록 주의하여야 한다.
- ④ 두께가 너무 두꺼울 경우, 특히 중심기재(부직포 등)가 두꺼울 경우는 겹침 부위의 처리가 곤란하고 스펀지 현상으로 포장층에 악영향을 준다. 반면에 두께가 너무 얇을 경우는 아스팔트 혼합물 포설 시 골재에 의해 구멍이 뚫리기 쉽고 인장력의 저하로 균열저항성이 떨어지는 등의 문제점이 발생한다.
- ⑤ 시트 방수작업을 시행함에 있어서 돌출부에 접착되는 부분은 접착이 취약하여 기포(부풀음) 현상의 원인이 될 수 있으므로 돌출부는 그라인더로 제거한다.
- ⑥ 방호벽 접속부는 두께 4mm의 시트가 치켜 올려 지지 않으므로 두께 2mm의 시트를 추가로 방호벽면에 설치하여 방수효과 개선한다.

도막식 방수재를 사용 시에는 다음의 사항에 주의하여야 한다.

- ① 도막식 방수재를 단일층으로 시공하면 두께가 불균일하므로 2~3회로 나누어 도포하여야 한다.
- ② 접착층 표면에 약간의 잔류 수분이 있어도 증기가 발생하여 자연 부풀음의 원인이 되기 때문에 접착층 표면을 완전히 건조. 먼지, 진흙, 기타 유해물을 철저히 제거한다.
- ③ 방수재의 도포는 기계 기구를 이용하여 균일하게 교축직각방향, 교축방향의 순서대로 도포한다.
- ④ 아스팔트 혼합물 포설작업 전까지 차량 등에 의해 방수재가 손상되지 않도록 주의하며, 층간의 접착을 위하여 충분히 양생한다.
- ⑤ 방수층에 기포(부풀음) 발생 시 두께가 얇아져 성능 저하 우려. 직경 3mm 정도를 한도로 그 이상의 기포는 없애야 하며, 포장두께가 얇고 포장층과의 접착력에 악영향을 미친다고 판단될 때에는 크기에 상관없이 반드시 제거한다.
- ⑥ 도막 방수공사에 있어서 방수성능을 충분히 확보하기 위한 시공두께는 재료의 성능 면에서 최소 기준은 2.0mm 이상 시공한다.

방수층을 시공한 후 양생이 끝날 때 까지는 공사 차량 및 인원의 통행을 철저히 제한하여야 하며, 양생 후 아스팔트 콘크리트 포장의 포설 시에도 공사에 필요한 장비와 인원 이외의 출입을 제한하고 방수층과 포장층의 접착을 방해하는 이물질의 반입을 최소화하기 위하여 아스팔트 콘크리트 포장 운반트럭의 차륜과 작업인부의 신발 등을 세척한 후 통과하도록 하여야 한다. 또한 포설 장비나 트럭 등에서 흘러내리는 유류에 의한 오염에도 대비하여야 한다.

전면 절삭 덧씌우기 공사 시에 일반적으로 1개 차로씩을 절삭하여 방수재를 시공하고 포장을 시행하기 때문에 종방향 조인트 부분에 방수가 누락되는 일이 없도록 <그림 4.7>과 같이 당일 포장 절삭 시에 전일 포장한 신설포장부의 약 5cm 정도가 겹쳐지도록 절삭하여 방수재를 겹쳐 시공한 후 포장을 마무리하여야 한다.

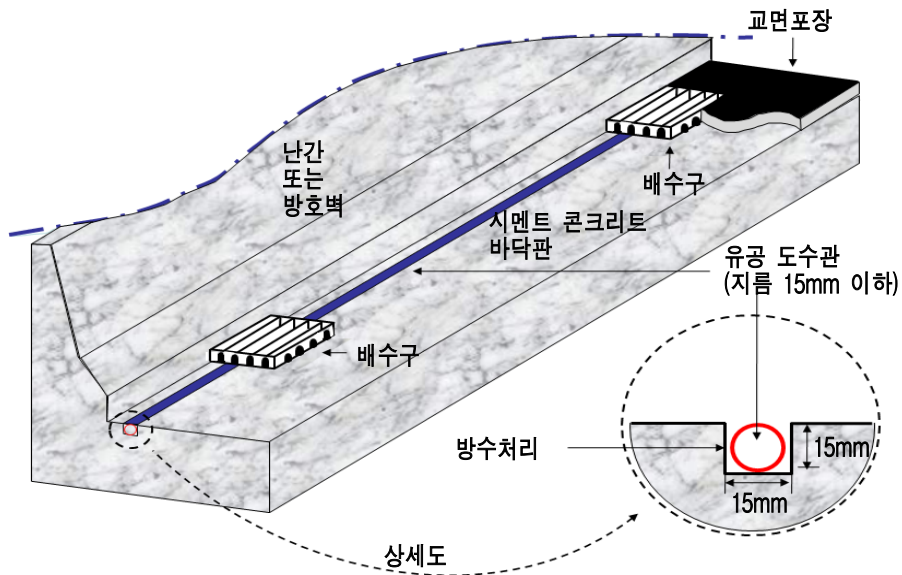


<그림 4.7> 교면절삭 재포장 공사 시 방수층 연결을 고려한 시공이음부 절삭

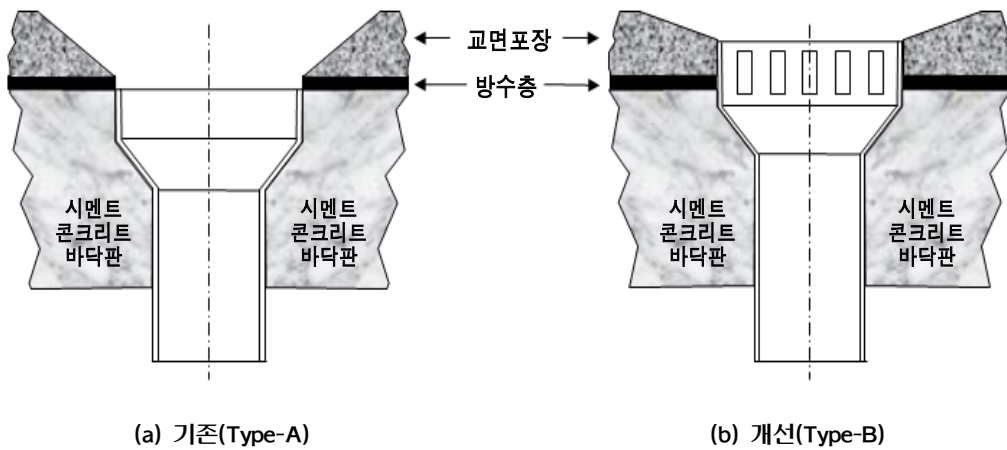
4.3.5 배수시설

교면포장의 파손의 주원인이 배수불량인 경우가 많으므로 기존 배수시설이 적합하지 않을 경우 배수구와 유공 도수관을 보완하여야 한다. 이 때 신축이음과 도로교 난간이 만나는 부분에는 배수구를 설치하여야 한다. 또한, <그림 4.8>과 같이 난간 또는 연석이 접하는 부분 및 신축이음과 포장 하부 층이 접하는 부분의 바닥판에는 유공 도수관(Drainage Pipe)을 설치하여 도로교에 설치된 가장 가까운 배수구와 연결하여야 한다.

배수구의 형태는 <그림 4.9>와 같이 Type-A(기존)와 Type-B(개선) 2종류로 나눌 수 있다. 기존(Type-A)형을 사용할 경우는 배수구 상면이 그림의 사각 홈의 하면 보다 낮은 위치로 설치하거나 미리 배수구 측면에 유공 도수관이 설치될 수 있는 홈을 뚫어야 하며, 유지관리 시에 배수구의 상면에 각종 오염물이나 퇴적으로 인하여 배수구가 막히지 않도록 하여야 한다. 반면에 개선(Type-B)형의 경우 배수구 측면에 사각 홈을 설치된 것을 사용하여야 하며 사각 홈의 높이는 사각 홈의 하면 보다 낮은 위치까지 배수구 측면에 사각 홈이 4개 방향 모두 뚫려 있는 것을 사용하여야 한다.



<그림 4.8> 유공 도수관 및 배수구 설치(예)



(a) 기존(Type-A)

(b) 개선(Type-B)

<그림 4.9> 도로교 배수구 종류

4.3.6 아스팔트 포장 시공

(1) 사용재료 및 아스팔트 혼합물 기준

교면포장에 아스팔트 혼합물용 굵은 골재는 1등급 단입도 골재를 사용한다. 교통하중 등급(ADT)이 8.2톤 등가단축 하중(ESAL) 기준으로 250대/Lane/일 이하일 경우에는 2등급 단입도 골재(편장석률 20% 이하)를 적용할 수 있다. 채움재는 석회석분, 회수더스트, 소석회를 사용할 수 있으며, SMA 아스팔트 포장 시 회수더스트를 사용할 수 없다.

바닥판의 종류에 따른 교면포장용 아스팔트 혼합물의 적용기준은 <표 4.4>에 따른다. 밀입도 아스팔트 혼합물은 교통하중 등급(ADT)이 8.2톤 등가단축하중(ESAL) 기준으로 500대/Lane/일 이상일 경우 PG 76-22 이상 아스팔트를 적용한다. 현장 여건상 부득이한 경우는 PG 76-22 이상 아스팔트를 적용하지 않을 수 있다. 아스팔트 혼합물의 입도는 국토교통부의 『2011 도로포장 통합 지침』의 해당 기준에 따른다.

<표 4.4> 도로교 바닥판의 종류에 따른 아스팔트 혼합물의 적용 기준

종류 포장층	시멘트 콘크리트 바닥판		강 바닥판(Steel Deck Plate)
상부층	WC-1, WC-6 입도 (13mm) 아스팔트 혼합물	10mm SMA (8mm SMA)*	10mm SMA(8mm SMA), PG 76-22 이상 개질 아스팔트 혼합물(WC-1, WC-6)
하부층	WC-1, WC-6 입도 (13mm) 아스팔트 혼합물 (구스 아스팔트)*	10mm SMA (8mm SMA 또는 구스 아스팔트+)*	8mm SMA (5mm SMA, 구스 아스팔트)*
비 고	• 교통하중 등급에 따라 아스팔트 바인더의 PG등급 적용 • PG 76-22 이상의 아스팔트 적용 권장	• 하부층에 10mm SMA를 적용할 경우에는 상부층에도 10mm SMA 적용 • 교통하중 등급에 따라 아스팔트 바인더의 PG등급 적용	• SMA 혼합물에 PG 76-22 이상의 아스팔트 적용 • 5mm SMA 적용 시 반드시 PG 82-22 이상 사용

【주】 시멘트 콘크리트 바닥판의 교면포장용 아스팔트 혼합물은 상부층과 하부층에 WC-1, WC-6 입도(13mm)의 아스팔트 혼합물과 SMA혼합물의 혼합 적용 가능

* 교량의 특성을 감안하여 적용

+ 구스 아스팔트가 하부층에 시공될 경우 교면방수를 생략한다.

<표 4.5> 교면포장용 밀입도 아스팔트 혼합물의 배합설계 기준

항 목	아스팔트 혼합물의 종류	
	WC-1	WC-6
변형강도(MPa) (직경 100mm 또는 101.6mm, 재하속도 30mm/분)	4.25 이상 (3.2 이상)	
공극률 (%)	3~5	2~4
포화도 (%)	70~85	75~90
골재 간극률 (%)	13 이상(공극률 3%시), 14 이상(공극률 4%시)	
동적안정도(회/mm)	500(300) 이상	750(500) 이상
마찰다짐횟수(회)	양면 75 (50)	

【주】 교면포장용 일반아스팔트혼합물은 교통하중 등급(ADT)이 8.2톤 등가단축 하중(ESAL) 기준으로 250대/Lane/일 이상일 경우인 교면포장에서는 선회다짐 100회 또는 마찰다짐 양면 각 75회를 사용한다. 그 이하의 교통량에서는 마찰다짐 양면 각 50회를 사용하며, 이 경우 품질기준은 ()의 기준을 적용한다.

<표 4.6> 교면포장용 13mm(WC-1, WC-6) 개질 아스팔트 혼합물의 배합설계 기준

항 목	기 준	
	상 부 층	하 부 층
아스팔트 함량(%)	5.0 이상	5.0 이상
공극률(%)	3.0~4.0	2.0~3.0
골재 간극률(%)	13.0 이상	12.0 이상
포화도(%)	70 이상	75 이상
동적안정도(회/mm)	2000 이상	
마찰다짐횟수(회)	양면 75	

<표 4.7> 교면포장용 SMA 혼합물의 배합설계 기준

항 목	기 준	
	상 부 층	하 부 층
아스팔트 함량(%)	6.8 이상	6.9 이상
공극률(%)	2.0~3.0	1.0~2.0
골재 간극률(%)	18 이상	17 이상
포화도(%)	75 이상	80 이상
드레인다운 시험값(%)	0.3 이하	
동적안정도(회/mm)	2000 이상	
배합설계 다짐방법	마찰 다짐 75회	

(2) 아스팔트 포장 시공

교면포장 시공은 지형적인 특성상 바람이 강하고 바닥판이 공기 중에 노출되어있어 대기의 온도 변화에 민감하여 아스팔트 혼합물의 온도저하가 빠르고 작업성이 나빠져 소정의 밀도를 얻기 어렵다. 따라서 기온이 5℃ 이상이라도 기온이 낮을 때나 바람이 강하게 불 때는 아스팔트 혼합물의 생산온도를 높이고 롤러 대수를 늘리는 등의 조치를 취하여 신속하게 포설 및 다짐하여 마무리하여야 한다. 또한, 신축이음장치와 다음 신축이음장치 사이를 횡방향 시공조인트 없이 당일에 시공하여야 한다. 포설 시 페이퍼의 라인 센서 감도가 포설속도보다 빠르면 포설 두께 조정이 불가능하여 포장면에 미세한 파형이 발생할 수 있으므로 일정한 포설속도를 유지하여야 한다.

포장공사 시에 가장 취약하기 쉬운 부분 중의 하나인 세로 이음부는 아스팔트 페이퍼의 스크리드를 기설 포장 상에 5cm 정도 중첩하여 포설하고 레이크 등을 이용하여 이음부 위로 아스팔트 혼합물을 쌓아 올려서 곧바로 새롭게 포설한 아스팔트 혼합물에 롤러의 구동륜을 15cm 정도 겹쳐서 전압 한다.

도로교의 신축이음장치의 포설 및 다짐 시 과도하게 평탄성을 의식하여 다짐이 불량하여 조기파손 되는 경우가 많다. 1차 다짐은 종방향으로 시행 후 2차 다짐 시 머캐덤 롤러의 원형이 큰 롤러 부분을 이용하여 시공조인트와 포장면을 동시에 걸치고 2~3회 정도 횡방향으로 다짐한 후 다시 종방향 다짐을 실시하면 밀하게 다짐되고 평탄성도 좋게 시공할 수 있다. 2층으로 시공할 경우 하부층 포설 후 다짐 시 우선적으로 롤러를 신축이음장치 측면에 최대한 바짝 붙여서 횡방향으로 다짐을 실시한다.

상부 포장만 절삭하고 덧씌우기 시 기존 패칭구간에 스트립핑(Stripping)이 발생하여 하부포장체가 파손되거나 기존 방수재의 밀림으로 인한 하부 포장체가 손상된 곳이 있을 시는 우선적으로 이러한 손상 부분을 절삭하여 방수처리를 실시하고 패칭을 실시한 후 상부층을 시공하여야 한다.

포장포설 시 배수구에 대해서는 마킹을 실시하고 배수구로 아스팔트 혼합물이 흘러들어가서 배수구가 막히는 것을 방지하기 위하여 배수구 덮개판을 설치한 후 시공하고 다짐이 끝난 다음 덮개판을 제거하고 인력으로 배수구를 마무리한다. 아스팔트 혼합물의 포설 및 다짐 시 신축이음장치의 오염을 방지하기 위하여 신축이음 장치의 유간 등에 오염방지를 위한 덮개를 설치한다. 하부층 포설 시 삼각형 단면의 목재를 준비하여 신축이음장치 측면에 대고 페이퍼가 이동할 수 있도록 하여야 양호한 다짐과 평탄성의 확보에 도움이 된다. 텍코팅 시에는 충분히 살포하여 포장층간 분리되지 않도록 한다.

(3) 아스팔트 포장 다짐도

아스팔트 혼합물의 다짐도는 수분침투를 최소화하기 위하여 현장 배합설계시의 밀도를 기준

밀도로 하여 97% 이상이어야 한다.

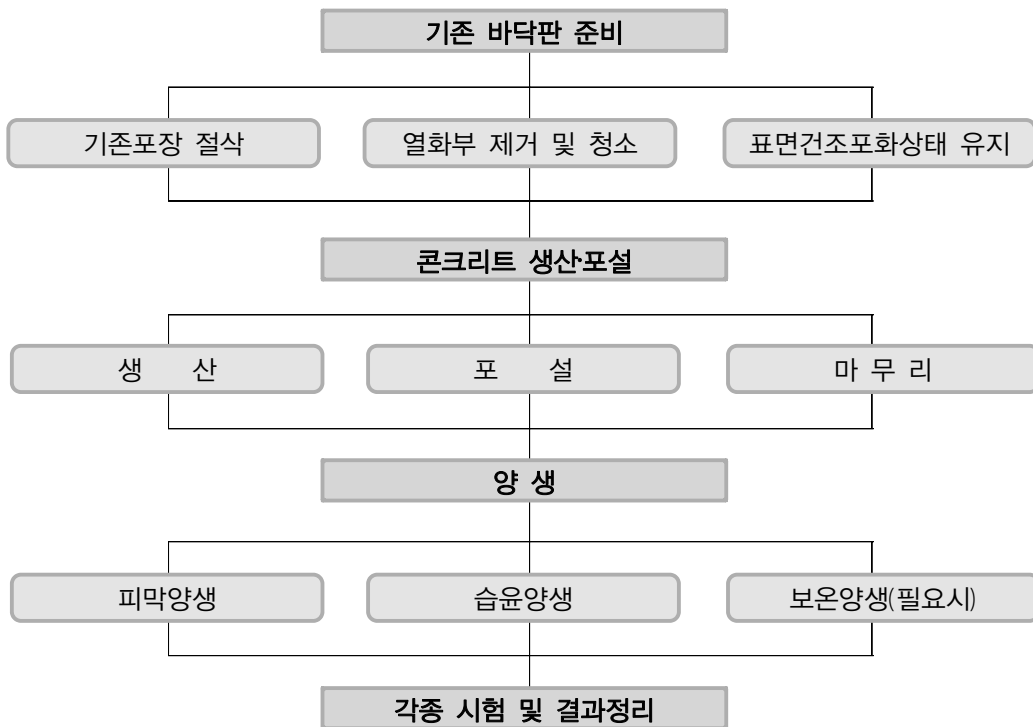
4.4 덧씌우기식 시멘트 콘크리트 교면포장

4.4.1 일반사항

공용중인 교량의 덧씌우기식 시멘트 콘크리트 교면포장 공사 시, 조기교통개방이 요구되는 경우 감독자의 승인을 얻어 충분한 조기강도와 내구성을 확보할 수 있는 재료를 사용하여야 한다. 차량의 통행은 표면마무리 후 최소 양생기간이 끝난 후에 허용되며, 이때의 시멘트 콘크리트 압축강도는 21MPa 이상이어야 한다.

4.4.2 시공절차

〈그림 4.10〉은 덧씌우기식 시멘트 콘크리트 교면포장의 시공절차를 나타내고 있다.



〈그림 4.10〉 덧씌우기식 시멘트 콘크리트 교면포장의 시공절차

(1) 기존 바닥판 준비

교면의 표면 거칠기, 함수조건, 청소상태 등은 시멘트 콘크리트의 부착력 증진과 균열방지에 매우 중요한 요인이 되므로 시공 전 제출한 시공계획서에 따르는 것을 원칙으로 한다. 노후 교면포장과 기존 바닥판의 열화된 시멘트 콘크리트를 제거하고, 적절한 양생시간의 확보와 교통차단시간을 고려하여 절삭 및 표면처리방법을 선정한다. 기존 교면포장이 아스팔트 교면포장일 경우 포장층 아래에 있는 방수층을 포함하여 제거하여야 한다. 절삭은 소요깊이(최소 25mm)까지 완전히 제거되어야 하고, 절삭장비를 이용해서 제거하기 어려운 부분은 핸드브레이커를 사용할 수 있다. 이때 장비의 가동으로 생기는 이물질 또는 먼지 등을 수집하거나 처분할 수 있어야 하며, 작업의 능률 및 환경차원에서 효율적인 장비이어야 한다. 덧씌우기식 교면포장층이 접하는 방호벽이나 중앙분리대 기초 등과 같은 측벽은 치핑(Chipping)하여 거친면으로 만들어야 한다. 부착력을 저해하는 레이턴스, 들뜬 시멘트 콘크리트 부스러기, 오일, 흡착된 이물질과 그라인딩 작업에 의해 발생된 미세분말은 완전히 제거되어야 한다. 만약 절삭작업 중에 철근 등이 걸려서 올라오게 되는 경우, 절삭기의 사용을 즉시 중단하고 수동 치핑 또는 필요하다면 워터제트에 의해 남아있는 부위를 제거해야한다. 상온절삭기 또는 핸드 브레이커에 의한 방법으로 절삭할 경우, 남아있는 표면부 손상 시멘트 콘크리트를 포함하여 표면의 약한 시멘트 콘크리트를 제거하기 위해서 워터제트 또는 슛 블라스팅 등에 의한 표면처리를 실시하여야 한다.



교 면 절 삭

바닥판 시멘트 콘크리트의 열화가 보강철근 아래까지 진전되어 있을 경우에는 워터제트에 의한 절삭방법으로 열화된 시멘트 콘크리트를 완전하게 제거하여야 한다. 절삭한 폐기물은 미니로더로 집적하여 덤프트럭에 실어 지정된 폐기물 처리 장소에서 처리하고, 미니로더로 제거되지 않는 폐기물은 진공흡입장비를 이용하여 흡입 제거하여야 한다. 그라인딩 작업, 차량운행 등으로 인해 발생된 교면의 각종 이물질은 고압수로 살수하여 깨끗이 청소한 다음 이물질의 유입을 방지하여야

한다. 교면청소는 덧씌우기 시멘트 콘크리트가 포설되기 최소 1시간 전에 완료되어야 한다. 바닥판의 모서리는 샌드 블라스팅 등으로 청소를 한다. 특히 인접차선이 독립적으로 포장된 모서리 부분은 접착이 확실히 되도록 청소를 철저히 해야 한다. 최종 표면 상태는 보수·보강효과 및 신·구 시멘트 콘크리트의 부착력에 크게 영향을 미치므로 최종표면처리가 완료된 후에는 교면포장, 방수층, 손상이 발생한 시멘트 콘크리트 등의 양호하지 못한 모든 재료가 제거되었는지 확인하여야 한다. 교면처리가 마무리된 후에, 바닥판 표면은 습윤 상태를 유지하여야 한다. 이는 덧씌우기 재료의 포설 시, 바닥판 시멘트 콘크리트의 건조로 인한 재료의 배합수를 흡수하는 것을 방지하기 위함이다. 교면의 습윤상태는 최소 1시간 이상을 유지되어야 한다. 교면의 요철, 흠 등에 고여 있는 물은 포설 전에 완전히 제거해야 한다.



워터젯



오페수정화장치



인력청소



진공흡입 청소

기존 교면을 제거한 후, 노출된 면의 조사를 실시하여 느슨하거나 분리된 것으로 보이는 모든 부위와 열화된 시멘트 콘크리트를 제거하여야 한다. 또한 노출된 철근은 시공 장비의 이동에 의해 변형이 발생하지 않도록 받침대로 고정시킨다.

절삭 및 청소가 마무리된 후에 바닥판 표면은 습윤 상태를 유지하여야 한다. 이는 덧씌우기 재료의 포설 시 바닥판의 시멘트 콘크리트의 건조로 인해 재료의 배합수 흡수를 방지하기 위함이다.

(2) 콘크리트 생산·포설

덧씌우기용 시멘트 콘크리트의 생산과 포설작업은 모바일믹서(mobile mixer)를 이용하고, 표면 평탄 마무리는 데크피니셔(Deck finisher)를 이용하여 수행한다. 데크피니셔의 레일과 받침대는 마무리면이 도면에 나타난 종단과 횡단면에 일치하도록 실제 시공에 맞게 정확히 설치되어야 한다. 레일은 마무리 장비가 교면전체를 마무리할 수 있도록 이동량을 고려하여 신축이음부 후면까지 연장하여 설치하여야 한다. 레일받침대는 시멘트 콘크리트를 타설하는 동안 발생할 수 있는 거푸집, 동바리, 구조적인 지지부재의 처짐을 적절히 고려하여 설치되고 수정되어야 한다. 특히 받침대의 중간간격은 600mm이하이어야 한다.

시멘트 콘크리트의 타설은 최종 확인된 시공면에 포설되어야 하며, 마찰저항력, 접착력 및 평탄성 확보를 위하여 사전에 보고된 필요한 조치를 취하여야 한다. 특히 덧씌우기식 시멘트 콘크리트 교면포장에서는 기존 바닥판과 교면포장체 사이의 접착강도가 최소 1.4MPa 이상을 나타내어야 한다. 시멘트 콘크리트 재료의 타설작업에 앞서 신·구 시멘트 콘크리트의 부착력 증진을 위해 블루밍(Blooming) 작업을 실시하여야 한다. 블루밍 작업은 교면뿐만 아니라 덧씌우기 교면포장층이 접촉되는 방호벽, 중앙분리대, 측벽에도 실시되어야 한다. 특히 블루밍 작업을 한 표면은 시멘트 콘크리트가 포설되기 전에 건조되어서는 안 되며, 블루밍 작업 완료 후 남은 모르타르가 빠진 시멘트 콘크리트는 교면포장 재료에 혼합 사용되어서는 안 된다.

데크피니셔에 의해 평탄 마무리하는 동안 장비의 용량에 맞는 충분한 양의 시멘트 콘크리트가 항상 제공되어야 하며, 또한 데크피니셔는 앞쪽의 충분한 시멘트 콘크리트를 처리하여 낮거나 공극이 있는 곳을 채울 수 있어야 한다. 이때 시멘트 콘크리트 표면에 대해서 과도한 작업이 되지 않도록 주의하여야 한다. 또한 모서리부, 측벽부, 신축이음부, 깊이가 변하는 부위 등과 같이 채움이 취약한 부위에서는 봉다짐을 실시하여야 한다. 포설양쪽 단부, 국부적인 보수 등은 흙손으로 마무리하여야 한다. 이때 마무리면을 직선자로 평탄성을 점검하고 필요에 따라 요철부분을 수정하여야 한다.



블루밍



포설 및 면마무리

평탄 마무리가 끝나고 시멘트 콘크리트 교면포장의 표면에 물기가 없어지면 타이닝 장비에 의한 기계마무리 또는 비, 솔 등을 사용하여 인력으로 거친면 마무리를 해야 한다. 타이닝은 감독자와의 상의 하에 횡방향 또는 종방향 타이닝을 실시하며, 이에 대한 기준은 다음과 같다.

① 횡방향 타이닝

: 타이닝 장비에 갈고리를 장착하여 도로 중심선과 수직으로 시공한다.

: 20~30mm의 일정한 중심 간격과 3~6mm의 깊이로 시공한다.

② 종방향 타이닝

: 타이닝 장비 후미에 갈고리를 장착하여 도로 중심선과 평행하게 시공한다.

: 20mm 이내의 일정한 중심 간격과 3~6mm의 깊이로 시공한다.

: 시공 불량시 주행안전에 위험이 될 수 있으므로 주의하여 시공하여야 한다.

시멘트 콘크리트 타설 후 마무리 및 표면처리 후에 양생제를 살포한다. 피막양생제는 유성 제품으로, 사용량은 $1.5\text{L}/\text{m}^2$ (원액농도 $0.105\text{kg}/\text{m}^3$) 이상으로 한다. 양생제 살포 및 비닐 양생 후에, 젖은 양생포를 덮어서 14일 동안 균일한 습윤 양생을 실시한다. 양생작업은 표면 처리(타이닝) 완료 후로부터 5분, 평탄마무리 작업으로부터 30분 이내에 실시한다. 양생포는 양생부위보다 300mm이상 연장하여 덮어야 하며, 양생포는 전체 면을 완전히 적셔야 하고, 양생포가 겹치는 길이는 300mm이상이어야 한다. 양생기간 중에 양생포가 마르지 않도록 지속적으로 살수가 이루어져야 하며, 과도한 물은 배수되도록 한다. 이 작업은 양생포 설치 후 10분경에 시작하도록 한다. 표면마무리가 끝난 후 교통이 개방될 때까지 건조, 온도변화, 하중, 충격 등의 나쁜 영향을 받지 않도록 보호하여야 한다.

4.5 교량접속부 보수공법

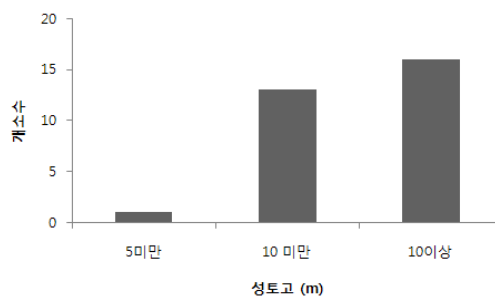
4.5.1 일반사항

교량에서 평탄성 불량률의 상당수가 교량접속구간 및 지중구조물 뒤택움부에서 발생한다. 교량 접속부의 초기 평탄성이 불량한 원인으로는 다짐 여건이 취약하고 교대와 뒤택움부의 재료적 특성에 의한 단차로 <그림 4.11>과 같이 교량 접속구간에서 침하가 발생한다.

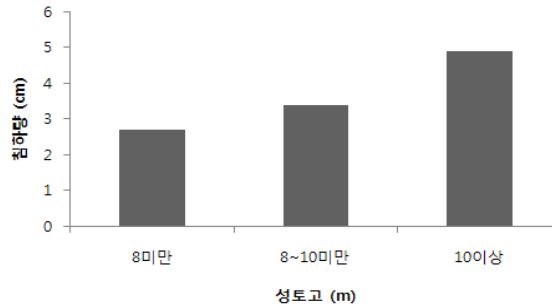


<그림 4.11> 교량 접속구간 침하

교대 뒤택움 침하량 조사결과, <그림 4.12> 및 <그림 4.13>은 성토고와 침하량의 관계를 나타낸 것으로 성토고가 높을수록 침하량이 커지며 성토고가 10m 이상일 때 침하량이 크게 발생되었다.



<그림 4.12> 성토고와 침하 발생 개소수

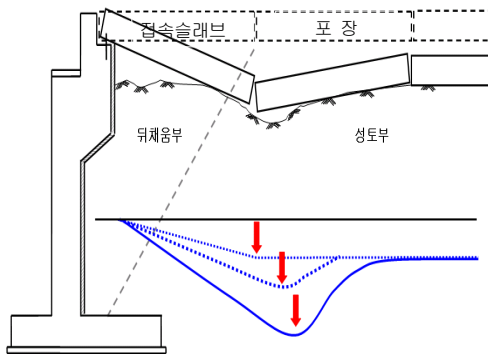


〈그림 4.13〉 성토고와 평균 침하량의 관계

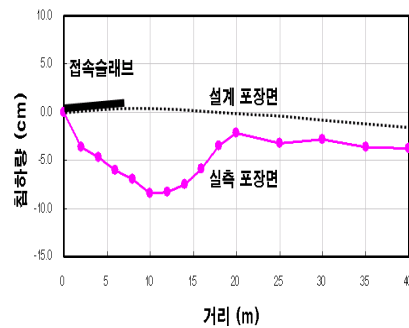
초기 평탄성 저하와 아울러 교량 접속부에서 장기 평탄성도 저하하고 있는데 이러한 주요 원인으로서는 고성토부 교대의 증가추세로 인하여 성토부 침하발생 여건이 존재하며, 급속시공이 이루어지는 경우에는 즉시 공용에 따른 자연 다짐효과가 미비하기 때문이다. 따라서 교량 접속부 평탄성 불량 원인이 복합적이므로 시공 및 설계 개선과 더불어 접속슬래브 침하경감이 이루어져야 평탄성이 개선될 수 있다.

교대 뒤편의 부등 침하 문제는 교량과 뒤편의 단차에 의한 도로의 쾌적성에 지대한 영향을 발생시키며 유지보수가 매우 어렵다. 그러므로 뒤편의 부등침하 기준은 유지보수 단계에서의 부등침하량과 노선의 경사를 기준으로 한다.

일반적으로 노면 평탄성의 문제점 중 가장 큰 요인은 교대 뒤편 침하이다. 〈그림 4.14(a)〉은 교대 뒤편의 침하의 모식도를 보여준다. 그림에서 보는 바와 같이 침하는 접속슬래브 끝부분에서 가장 많이 발생하며, 점차적으로 포장층으로 진행함을 알 수 있다. 또한 〈그림 4.14(b)〉는 실제 침하량을 측정한 결과이다. 실제 침하량도 접속슬래브 끝부분에서 가장 크게 일어났으며, 접속슬래브의 침하가 포장면의 침하보다 2배 이상 크게 발생하였다.



(a) 침하 모식도



(b) 침하량 측정결과

〈그림 4.14〉 교량 접속부 침하 모식도 및 침하량 측정 결과

교량 접속부의 침하를 일으키는 요인들은 (1) 계절에 따른 온도 변화 (2) 침식에 의한 성토재의 손실 (3) 부적당한 시공방법(이음 불량, 배수 및 다짐 불량, 부적당한 성토재 사용) (4) 기초지반의 침하 (5) 과다한 차량하중 등으로 나눌 수 있다. 이러한 요인들은 복합적으로 상호작용하여 문제를 발생시킨다. 이 중 교량의 횡방향 변위 및 성토부의 침하는 교대 뒤택움부의 부등침하를 일으키는 가장 큰 요인으로 작용한다.

계절적 공기 온도의 변동과 콘크리트의 열변형 특성으로 인해 교량 상부구조는 팽창, 수축한다. 특히 일체식 교대 교량의 경우, 온도가 변하면 교량 상부구조와 교대가 함께 움직이며, 이 움직임은 교대 뒤택움과 기초가 반복하중의 영향을 받게 한다. 온도가 올라가면, 상부구조와 교대는 한계 수동토압에 도달할 수 있는 높은 횡방향 토압을 일으키며 성토부 방향으로 움직인다. 반면 온도가 내려가면 상부구조와 교대는 압축된 뒤택움부로부터 멀어지며 간극을 유발한다. 날씨가 더 추워지게 되면 교대는 뒤택움부로부터 훨씬 더 멀어지게 되고, 뒤택움부와 교대 사이의 간극을 증가시킨다. 이 공동의 형성은 교대 뒤, 그리고 접속슬래브 아래의 간극의 크기를 증가시키는 침식을 가져온다.

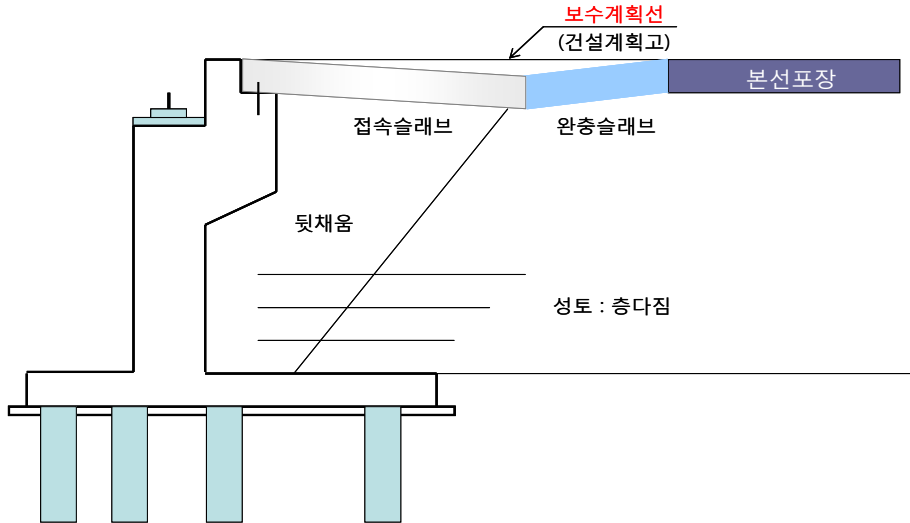
온도 변화 영향과 더불어 성토부의 침하는 뒤택움부 침하 형성의 주요한 요소이다. 성토부 침하는 기초 지반의 침하, 뒤택움재의 다짐 불량, 배수 불량, 침식으로 인한 채움재 소실에 의해 발생한다.

교대 뒤택움부 침하 문제는 기초지반과 교대 성토부의 시간 의존적인 압밀, 교대 주변의 배수 불량과 토양 침식, 교대에 인접한 제방 성토의 압밀에 기인하며, 교대 뒤택움부 침하를 일으키는 대부분 중요한 요소들은 성토부 채움재의 압축과 기초지반의 침하이다.

교대 뒤택움부의 침하 발생 원인에 대하여 분석해본 결과, 외국의 경우에는 뒤택움부의 침하 발생원인 중 가장 큰 원인은 원지반 침하, 짧은 접속슬래브, 재료의 문제 등의 순으로 나타났으며, 국내의 경우에는 원지반 침하, 짧은 접속슬래브, 높은 성토고 등의 순으로 나타났다.

4.5.2 교량접속부만 침하된 경우 보수공법

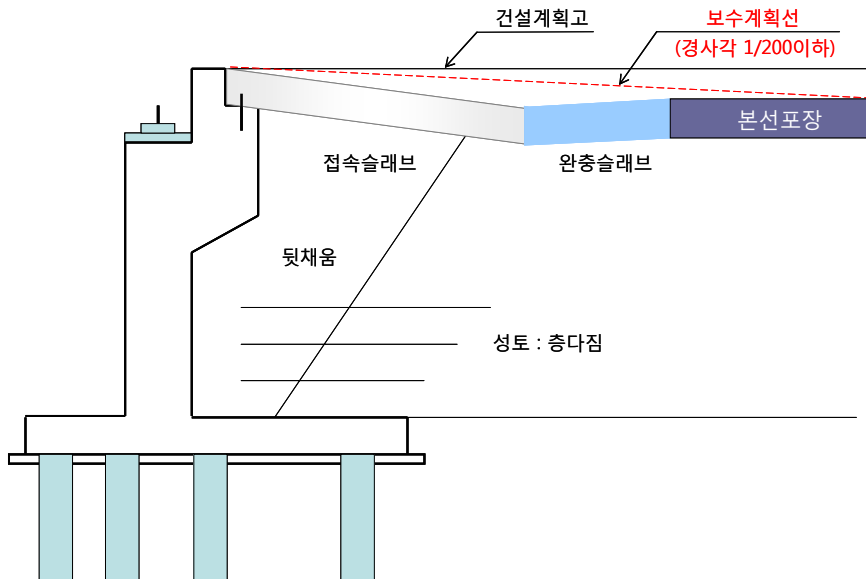
교량 접속부 구간만 침하된 경우는 접속부만을 보수하고, 접속부 및 토공부까지 침하된 경우는 접속비율 1/200으로 덧씌우기를 실시한다. 교량의 접속부(접속 및 완충슬래브)구간만 침하된 경우에는 <그림 4.15>과 같이 접속부(접속 및 완충슬래브)로 하고, 보수방법은 덧씌우기를 하거나, 필요 시 지반보강 및 슬래브 인상을 실시한다.



<그림 4.15> 접속구간만 침하된 경우 보수방법

4.5.3 교량접속부와 토공부가 함께 침하된 경우 보수공법

교량의 접속부 및 토공부 포장까지 침하된 경우에는 보수범위는 <그림 4.16>과 같이 접속부 및 토공부의 포장까지 덧씌우기를 실시하며, 접속 설치율은 1/200로 한다.



<그림 4.16> 토공부까지 침하된 경우 보수방법

4.5.4 접속슬래브 인상공법

교대 접속 슬래브 하부의 공동으로 인하여 침하가 발생된 경우에는 공동에 그라우팅을 실시하여 접속 슬래브를 인상한다. 시공 방법은 <그림 4.17>와 같이 슬래브 하부에 시멘트 주입을 고압으로 펌핑하여 주입압에 의해 침하된 슬래브를 소정의 높이까지 들어 올린다.

다음은 접속부 슬래브 인상공법의 시공순서이다.

- ① 처짐 상태 및 폭, 길이 측정
- ② 인근 접속 슬래브와 길어깨 줄눈부 절단
- ③ 천공부위 결정 후 주입 방향으로 경사지게 천공
- ④ 슬래브 하부 간극부 공기압축기로 부유물 및 습기 제거
- ⑤ 침하가 큰 지점부터 팩커를 천공위치에 설치하여 주입
- ⑥ 소정의 높이까지 시멘트 주입 후 양생
- ⑦ 재처짐 여부를 확인하여 교통개방



(a) 처짐량 측정



(b) 천공위치 결정



(c) 천공



(d) 팩커 설치



(e) 주입



(f) 인상량 측정

<그림 4.17> 슬래브 인상 시공방법

5. 유지보수 장비



5

유지보수 장비

5.1 개요

본 장에서는 포장의 유지보수작업을 보다 쉽게 해주는 몇 가지 장비를 소개하며, 장비 관리 방법에 대해 기술하기로 한다.

5.2 장비의 종류

아스팔트 포장 및 콘크리트 포장의 유지보수에 이용되는 주요 장비는 아래와 같다.

배합 장비



콘크리트 믹싱 장비(Mobile-mixer)



현장배합 장비

절삭 장비



다이아몬드 그라인더



절삭 장비



절삭 장비



절삭날



콘크리트 절삭 장비(water-jet)



-shot 블라스트

청소 장비



청소기



파쇄물 수거 트럭



청소 장비



물 흡입 장비

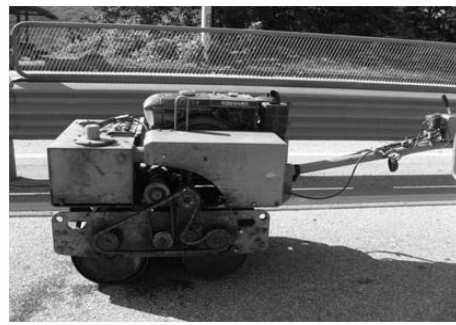


청소 장비(이물질 흡입)

다짐 장비



다짐장비



다짐장비



다짐 장비



1톤 진동 롤러



진동콤팩터

포설 장비



그리드 설치 장비



아스팔트 혼합물 포설 장비



텍크피니셔



텍코우트 디스트리뷰터



슬러리 실 장비



마이크로 서페이싱 장비

기타 장비



태코우트 후 가열기



줄눈재 삽입 장비



실런트 용해 장비



실런트 삽입 장비



교통 차단용 장비

5.3 장비의 운영

대부분의 기관에서는 운영자에게 장비 관리에 대한 주요 책임을 부여한다. 이것은 정기 점검, 윤활유 투입, 장비 수리, 청소, 그리고 이와 유사한 일상적인 잡일을 포함한다. 어떤 기관이 장비를 위한 수리 시설을 유지할 수 있을 만큼 충분한 규모일 때는 책임이 분산될 수 있다. 이때에는 장비가 어디에 있는가에 상관없이 책임이 어디에 있는가에 관해서는 명백한 원칙이 있어야 한다.

원활한 장비 관리를 위하여 감독자는 장비 운영에 필요한 기술을 습득하기 위한 시간을 운영자에게 주어야 한다. 또한, 장비의 적절한 관리를 위해 쉽게 이해할 수 있는 지침서 및 관련 문헌들을 각 운영자에게 제공하여야 한다.

5.4 장비의 관리

도로 유지보수에 사용되는 장비는 대부분 유지보수 현장에서 사용되는 건설기계로서 가격이 비싸고, 작동 원리가 복잡할 뿐만 아니라 부속품의 구득이 어려우므로 장비의 성능을 항상 양호한 상태로 유지하고 예상치 않은 고장이나 사고를 미연에 방지하기 위해서는 일일, 주간, 월간 점검 등의 일정한 기간 내에 청소, 급유, 조정 및 간단한 부속품의 교환 등 정기적인 점검과 정비를 하여야 한다.

특히 도로 유지보수작업은 여러 가지 건설 기계의 조합으로 이루어지므로 한 가지 장비의 고장으로 전체적인 공정에 영향을 끼쳐 도로 유지보수작업에 중대한 차질을 가져올 수 있다. 또한 장비의 성능과 작업 능력은 보수작업의 작업 기간 등 경제적 측면을 고려해야 하므로, 장비 관리자와 운전자는 예방 정비의 중요성을 깊이 인식하여, 장비의 예방 정비를 철저히 하여야 한다.

5.4.1 예방 정비의 구분

(1) 일일 정비

운행 당일 작업 전, 작업 후 운전자가 실시하는 정비로서 청소, 급유 및 각종 기계 작동 상태 등을 점검 조정한다.

- 윤활유, 연료, 냉각수 보충 및 축전지의 충전 상태
- 시동기의 회전 및 작동 상태
- 엔진의 작동, 배기가스의 색깔 상태
- 작업시 유압계, 온도계 등의 각종 게이지 상태
- 엔진 및 유압계통, 공기 압축기 등 각종 배관의 누유 여부

- 예열 플러그의 작동 상태
- 조향 장치의 작동 상태
- 제동 장치의 작동 상태
- 전기 장치의 누전 여부 및 점등 장치의 조명 상태
- 각종 작업 장치의 그리스 주입 및 조임 상태

(2) 주간 정비

매주 1회 이상 정비사의 도움을 받아 운전원이 실시하는 정비로서 각 부분의 조정 및 간단한 부속품의 교환 등을 실시한다.

- 각종 오일 교환
- 각종 여과 장치(Filter Element) 교환
- 팬벨트(Fan Belt)의 교환 또는 장력 조정
- 방열기, 윤활유 냉각기(Oil Cooler) 등의 청소
- 기동기 발전기 등의 부속품 교환

(3) 월간 정비

매월 1회 이상 운전원의 도움을 받아 정비사가 실시하는 정비로서 작업 내용은 다음과 같다.

- 밸브 간극 점검 및 조정
- 노즐 분사 압력 점검 및 조정
- 실린더 내의 압축 압력 점검
- 작업 장치의 용접 작업
- 유압 계통의 각종 패킹류(Seal)의 교환

5.4.2 도로 유지보수 장비의 월동 대책

도로 유지보수 장비가 겨울철이 되면 다기능 제설차, 제설 자재 운반용 덤프트럭, 제설 삽날, 모래 살포기, 제설 자재 상차용 장비인 휠로더, 굴삭기 등의 제설용 장비를 제외하면 대부분의 장비가 휴지기에 들어가므로 눈, 비, 바람 등으로부터 보호하기 위해 격납 보관이 필요하며, 격납 보관을 게을리 하면 다음 해의 해빙기 작업시 충분한 능력을 발휘하지 못하게 된다. 따라서 월동에 대비하여 다음과 같은 사항을 유의하여 점검, 정비 후 격납 보관하여야 한다.

(1) 엔진

- 새로운 여과지 및 윤활유를 전량 교환하되 유면까지 가득 채워 넣는다.
- 연료 필터를 새로운 것으로 교환하고, 연료 탱크에 연료를 가득 채운 후 잠시 동안 공회전 시킨다.
- 습식 여과기의 경우 새로운 윤활유를 유면까지 가득 채운다.
- 기존 냉각수는 전량 방출하고 깨끗한 연수로서 순화시켜 청소를 한 후 배출시키고 엔진 동파를 방지하기 위하여 방청제를 첨가한 부동액을 주입한다.
- 엔진 외부를 깨끗이 청소하고 개구부는 내수성이 있는 테이프 등을 이용하여 전부 폐쇄한다.

(2) 엔진 이외의 장치

- 부식이 발생한 부분은 녹을 제거한 후 그리스 등의 방청제를 도포한다.
- 장비 외관을 페인트로 도장하여 부식을 방지한다.
- 유압 계통의 실린더 부분에 그리스 등을 도포하여 표면을 보호한다.
- 유압 계통의 누유 등을 점검 필요하면 패킹류 등을 교환한다.
- 장비는 습기가 없고 평탄한 지반 위에 격납시키고 연료, 윤활유 등의 유류가 타이어에 부착되지 않도록 한다.
- 장비가 움직이지 않도록 고임목 등으로 고인다.
- 공기 저장 탱크가 있는 장비는 공기탱크 밸브를 개방시킨다.
- 중력 및 살포용 물을 사용하는 장비는 물을 전부 배출시킨다.
- 타이어의 공기압은 정상 압력으로 유지한다.

5.4.3 정비 등의 기록 유지

작업시의 작업 내용, 정비 내용, 고장 유무, 장비의 가동 일수 및 가동 시간 등을 기록함으로써 부속품의 정기 교환, 장비의 적정한 정비 시기 등을 판단할 수 있는 근거 자료로 활용함으로써 장비의 수명을 연장시키는 등 도로 유지보수 장비의 성능을 항상 양호하게 유지할 수 있도록 장비 점검 기록부 등을 비치 기록하여야 한다.

5.4.4 부속품 관리

장비의 성능이 아무리 좋다고 하여도 예비 부속품의 준비없이 고장이 발생되었을 때에 적기에 부속품 교환이 이루어지지 않으면 도로 유지보수작업에 지장을 줄 뿐만 아니라, 장비의 성능 저하

등 큰 고장으로 진전될 수도 있다.

따라서 예비 부속품은 장비의 성능 보장과 수명 연장에 중요한 역할을 하며 도로 유지보수작업을 차질 없이 수행할 수 있도록 항상 소요 부속품을 확보하여 장비의 정비 계획에 차질이 없도록 하여야 한다.

(1) 예비 부속품의 수급 계획시 고려할 조건

교환을 예상하고 부속품의 수급 계획을 세우는 것은 기술적으로 상당히 어려운 일이다. 그러나, 예비 부속품의 수급 계획이 잘못되면 필요할 때 정비를 실시하지 못하거나, 또는 많은 부속품을 사장시키는 결과를 초래하므로 다음의 여러 조건을 고려하여 수급 계획을 세운다.

- 장비의 사용 기간, 사용 시간 등을 예상하여 품목과 수량 등을 결정한다.
- 도로 보수작업의 특성상 소모되는 소모품의 작업 조건 등을 고려한다.
- 운전자의 운전 특성, 숙련도 등을 참작한다.
- 장비의 보유 대수 등을 고려한다.
- 부속품 등의 내구성 등을 고려한다.

(2) 부속품의 보관 방법

- 부속품의 저장 및 보관은 부속품의 종류, 수량, 형상, 크기 등에 따라 필요로 하는 선반 및 격납 장소가 있어야 한다.
- 습기에 부식되지 않도록 환기 장치가 있어야 하며 특히 환기 장치가 없는 지하에 저장하지 않는다.
- 운반 및 정리가 용이하도록 통로의 폭과 선반의 높이가 적당하여야 한다.
- 조명 시설은 물론 화재 예방 및 소화 시설을 구비하여야 한다.
- 부속품은 품종별, 규격별 또는 장비별로 분류 저장한다.
- 크기, 용도, 사용 빈도, 부속품의 특성별로 구분 저장한다.
- 타이어류는 세워서 저장하되 부득이 포개서 저장시는 5개 이상 포개서 저장하지 않는다.
- 부피가 크거나 무게가 무거운 부속품은 선반의 하단에 저장하고, 가볍고 부피가 작은 부속품은 선반의 상단에 저장한다.
- 스프링 등의 노출된 금속 부분은 부식을 방지하기 위해 그리스 등의 방청제를 도포한다.
- 방청 포장 외 부속품은 포장지를 개봉하지 않고 그대로 보관한다.

6. 교통 처리 방안



6

교통 처리 방안

6.1 개 요

포장의 유지보수는 사용중인 도로를 차단하고 수행하는 업무이므로, 운전자와 시공자의 안전을 위해서는 규정에 적합한 교통안전 시설을 필요로 한다. 사용 중인 도로에서 유지보수 공사를 하기 위한 점용 허가를 비롯한 제반 행정 업무 절차는 도로 교통법 및 도로법을 참고한다.

도로 공사장에서 사용되는 관련 교통안전 시설은 표지와 노면표시, 도류화 시설, 조명 시설, 방호 울타리와 충격 흡수시설, 작업 보호 자동차, 휴대용 신호등 등이 있다.

공사장에 설치되는 교통안전 시설의 일차적인 기능은 운전자에게 필요한 정보를 시기적절하게 제공하는데 있으며, 우선적으로 그에 맞는 시설 구비 조건을 갖추어야 한다. 아울러 운영 관리자 및 공사자 측면의 구비 조건도 만족시켜야 한다.

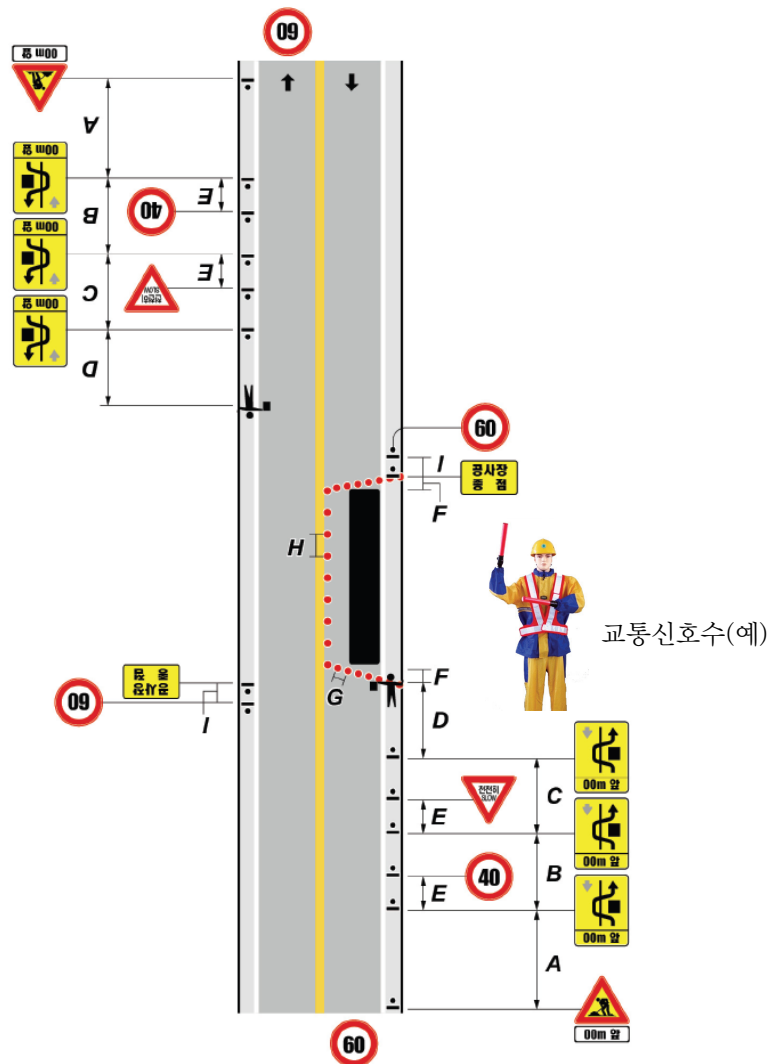
운전자에게 필요한 정보를 표지로 부여할 때 가장 중요하게 고려해야 할 조건은 시인성과 정보의 내용이다. 시인성은 운전자의 주의를 끄는 표지의 고유한 기능으로 크기, 모양, 색상 등에 좌우된다. 표지판을 크게 하고 배경과 효과적으로 대비시키면 시인성을 높일 수 있으며, 시인성을 높이면 운전자가 반응하고 조치를 취하는데 충분한 시간을 제공할 수 있다. 정보의 내용은 “전방 ○○m 공사중”, “제한 위치”, “제한 속도”, “제한 이유” 등이 된다. 공사 구간 첫 진입구간은 평범한 내용을 담고 있는 표지를, 작업 구간에서는 규제 등의 내용을 담고 있는 표지를 선정한다. 작업 안내 표지는 곡선부에서 작업 할 때 특히 중요하다.

운영 관리자 및 공사자 측면에서 교통안전 시설의 구비 조건은 설치와 관리가 쉬운 것이어야 한다. 즉 크기는 작은 것이 좋으며 무게는 가볍고 설치 및 회수 시에는 기계를 사용하지 않고 인력으로 운반할 수 있는 것이 좋다. 또한 높이가 낮아 포개어 쌓아 놓을 수 있는 것과 해체와 조립이 가능한 것이 관리에 편리하다. 그러나 크기가 너무 작으면 시인성 측면에서 바람직하지 않고 무게가 너무 가벼우면 적정 강성을 가져야 한다는 점과 상치될 수 있다.

본 편람에서는 일반국도 2차로 도로 및 4차로 도로에서 교통 차단 예를 명시하였으며, 자세한 사항은 ‘도로 공사장 교통 관리 지침’(국토해양부)을 참조하도록 한다.

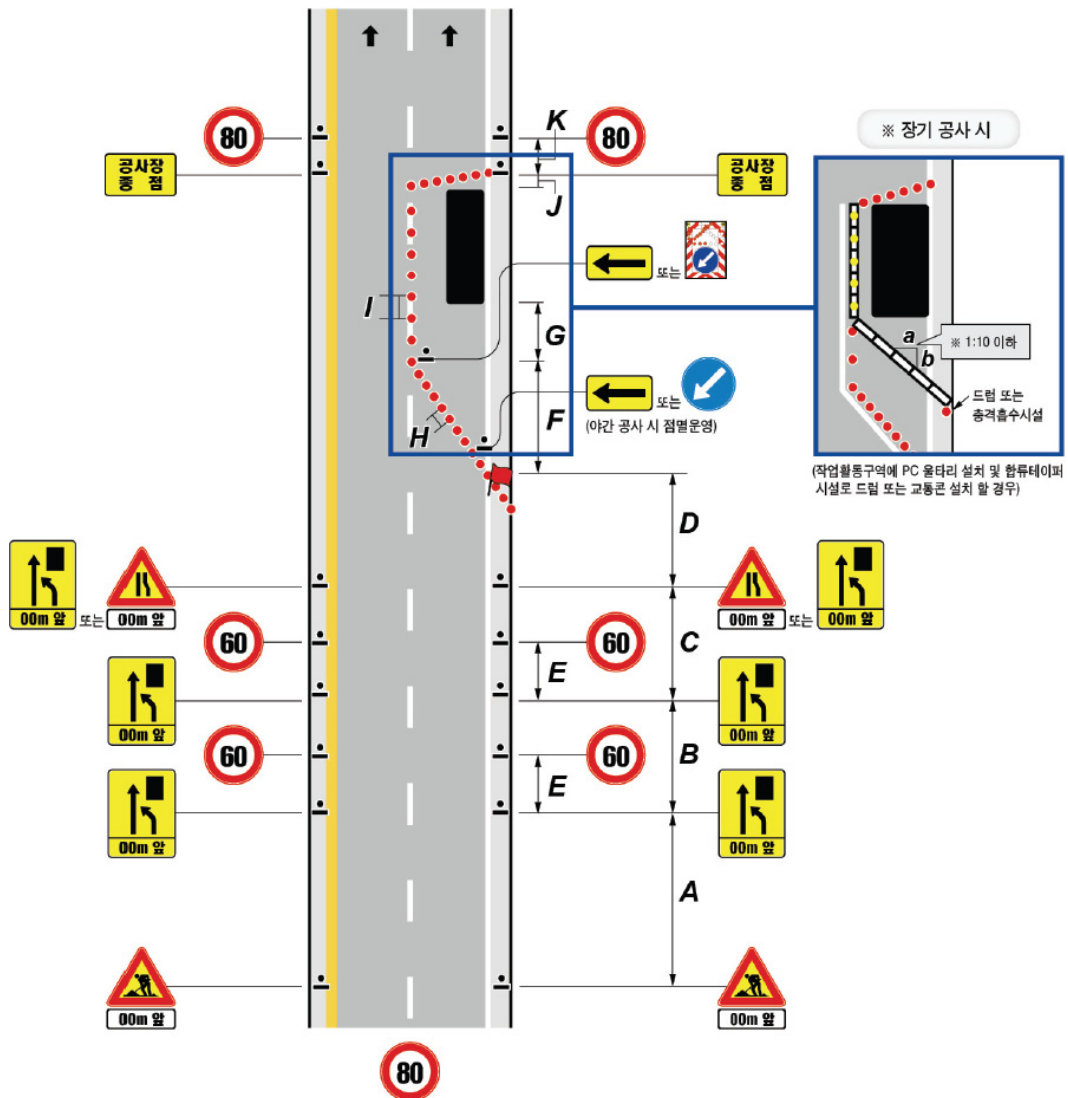
6.2 교통 처리 예

도로 형태	제한 속도	A	B	C	D	E	F	G	H	I
일반 도로	지방지역	80	300	300	300	100	100	30	3~6	45
		70	200	200	200	100	100			40
		60	150	150	150	50	100			35
	도시지역	70	150	150	150	50	50			40
		60	100	100	100	50	50			35
		50	100	100	100	50	50			30
		40	50	50	50	50	20			20
		30	50	50	50	50	20			15
										30~50

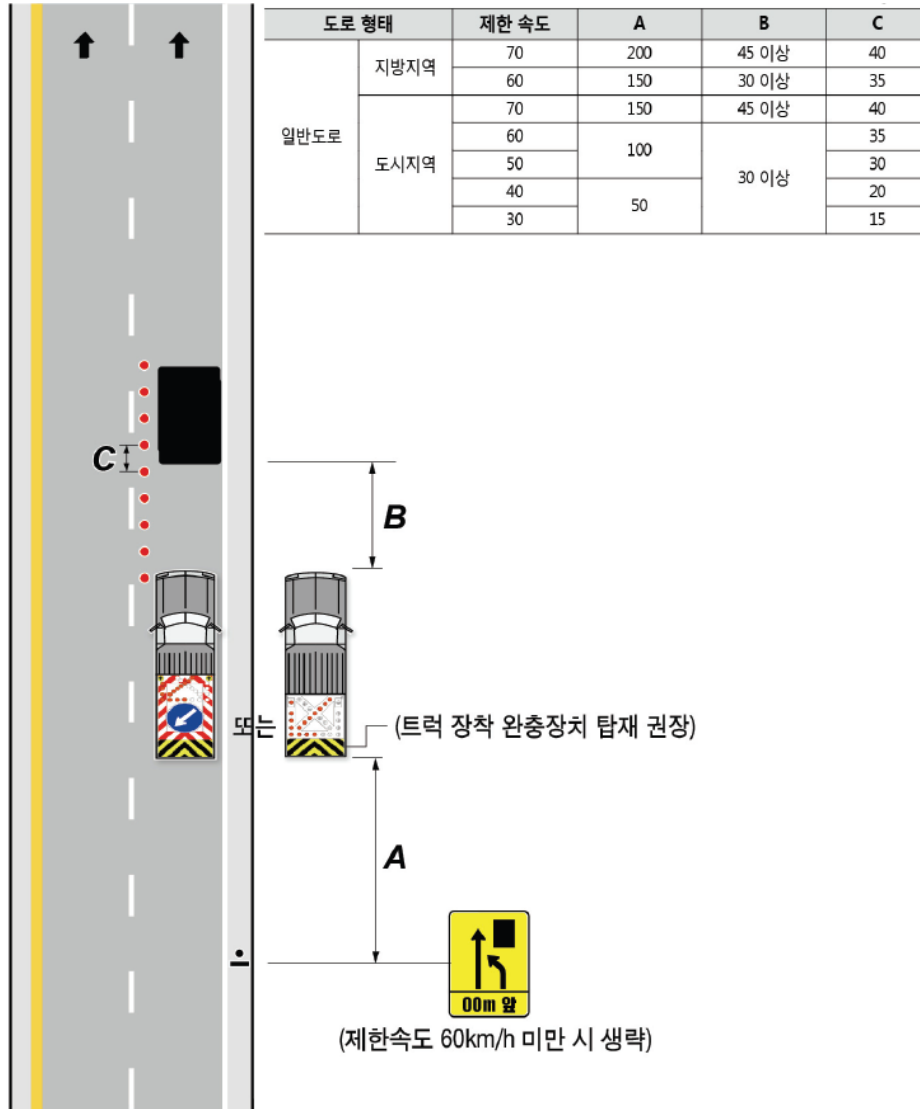


<그림 6.1> 2차로 도로의 교통 처리 예

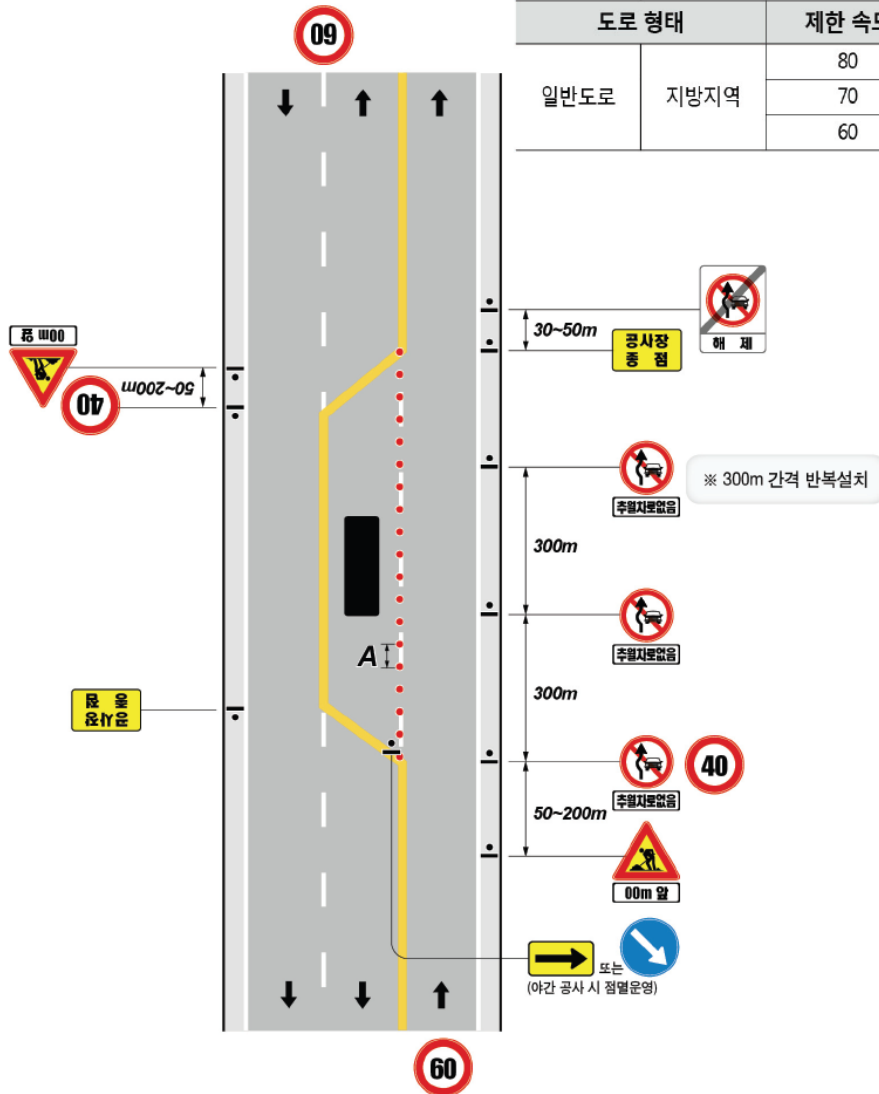
도로 형태		제한 속도	A	B	C	D	E	F			G	H	I	J	K
								차로폭							
								3.0	3.25	3.5					
일반 도로	지방 지역	80	300	300	300	100	100	-	-	175	30 이상	15	45	차단 차로 수 당 10	30~50
		70	200	200	200	100	100	135	145	155	20 이상	15	40		
		60	150	150	150	50	100	75	80	85	20 이상	10	35		
	도시 지역	70	150	150	150	50	50	135	145	155	20 이상	15	40		
		60	100	100	100	50	50	75	80	85		10	35		
		50	100	100	100	50	50	50	55	60		10	30		
		40	50	50	50	50	20	35	35	40		10	20		
		30	50	50	50	50	20	20	20	25		5	15		



<그림 6.2> 4차로 도로의 교통 처리 예



<그림 6.3> 트럭 장착 완충장치 사용시 4차로 도로의 교통 처리 예



<그림 6.4> 2+1차로 도로의 교통 처리 예

7. 용어 정의



7

용어 정의

본 편람에서 사용된 용어의 정의는 다음과 같다(가나다 순).

- (1) **공용성 지수** : 공용 중 어느 시점에서 포장의 지지력과 노면 상태의 정도를 나타내는 개념을 공용 성능이라 하고, 시간에 따라 공용 성능 저하 형상을 공용성이라 한다. 공용 성능을 지표로 나타낸 것이 공용성 지수이며, PSI, MCI 등이 지표로 쓰인다. 이들은 아스팔트 포장 노면의 종단방향 요철의 표준 편차, 균열률, 소파 보수 면적, 러팅의 깊이로 산출하며 노면의 종합적인 평가에 사용되는 동시에 보수 우선 순위나 보수공법을 계획하는 개략적인 기준으로 사용된다.(performance index)
- (2) **다우웰바** : 팽창 줄눈, 수축 줄눈 등을 횡단하여 사용하는 원형 강봉으로 하중 전달을 원활히 하고, 수축에 뒤따를 수 있도록 한쪽에 부착 방지처리를 하여 미끄러질 수 있게 한 것을 말한다. 팽창 줄눈에 사용하는 다우웰바는 콘크리트 슬래브의 팽창에 뒤따를 수 있도록 캡을 한 쪽에 씌운다. 이것을 일명 슬립 바(slip bar)라고도 부른다.(dowel bar)
- (3) **다이나플렉트** : 비파괴 시험기의 일종으로서 원심력을 이용한 진동 하중에 의한 포장체의 처짐 곡선을 분석하여 각 포장층의 탄성 계수를 산출하는데 주로 사용된다.(Dynaflect)
- (4) **부분단면 보수** : 콘크리트 포장 보수에서 스폴링 또는 스케일링 등의 파손이 발생한 경우 파손된 부분을 제거하고 새로운 재료로 대체하는 공법을 말한다.
- (5) **배합 설계** : 사용 예정의 재료를 이용하여 소정의 품질, 기준치가 얻어지도록 아스팔트 양이나 안정제의 양 등을 결정하는 작업이다. 아스팔트 혼합물의 경우는 마샬 안정도 시험, 시멘트 안정처리 기층이나 석회 안정 처리 기층의 경우는 일축 압축 강도 시험, CBR 시험에 의한다.
- (6) **서브 실링** : 시멘트 콘크리트 슬래브 하부의 공극을 시멘트 또는 아스팔트로 채움으로써 슬래브가 더 이상 침하되는 것을 방지하거나, 슬래브를 수직으로 들어올려 처짐을 보정하는 공법을 말한다. 여기에 이용하는 아스팔트 재료는 연화점이 매우 높은 것을 사용하며, 재료는 분말도가 높은 것을 사용한다.(subsealing)
- (7) **시멘트 콘크리트** : 포틀랜드 시멘트와 입도 규격에 맞는 골재 그리고 물을 혼합하여 양생한 혼합물을 말하며, 필요에 따라 혼화제를 첨가하여 사용한다.
- (8) **소파 보수** : 아스팔트 포장의 포트 홀, 함몰, 부분적인 균열 등과 같은 파손이 발생하였을 때 파손된 표층 또는 기층 일부를 제거하고 아스팔트 혼합물로 채운 다음 다져서 마무리하는

보수 방법을 말한다.

- (9) 수축 줄눈 : 콘크리트 슬래브의 수축 응력을 경감시키고 불규칙한 균열의 발생을 최소로 줄이거나, 막을 수 있도록 설치한 줄눈을 말한다.
- (10) 시공 줄눈 : 콘크리트 치기를 일시 중지해야 할 때 설치하는 줄눈을 말한다.
- (11) 슬러리실 : 경화 시간이 긴 유화 아스팔트, 세골재 그리고 광분말 등을 섞은 혼합물을 사용하여 표면처리를 한 것을 말한다.(slurry seal)
- (12) 아스팔트 덧씌우기 : 기존 포장 위에 하나 이상의 아스팔트 층을 시공하는 것을 말한다. 일반적으로 덧씌우기는 기존 포장층의 불규칙한 면을 보완하는 조절층을 포함하며 조절층을 시공한 후에 덧씌우기를 필요한 두께로 시공한다.(asphalt overlay)
- (13) 아스팔트 조절층 : 기존 포장층 위에 표면처리 또는 재시공 등의 작업을 하기 전에 불규칙한 면을 제거하기 위해 포설하는 아스팔트 포장층을 말한다.(asphalt leveling course)
- (14) 아스팔트 콘크리트 : 아스팔트 유제와 입도 규격에 맞는 우수한 품질의 골재 및 석분을 가열 혼합하여 균일한 밀도로 다진 혼합물을 말한다.(asphalt concrete)
- (15) 아스팔트 택코우트 : 기존 아스팔트 층 또는 콘크리트 층 위에 소량의 아스팔트를 살포하는 것으로써, 물로 희석된 아스팔트를 주로 이용한다. 또한 기존 포장과 덧씌우기 포장 층과의 접착력 증진에도 이용한다. (asphalt tack coat)

- (16) **아스팔트 포장** : 쇄석, 슬래그, 자갈 기층과 아스팔트 및 시멘트 처리 기층 등의 상부에 아스팔트 콘크리트로 표층을 이루는 포장을 말한다.
- (17) **아스팔트 표면처리** : 포장체 표면에 아스팔트 재료를 포설하는 것으로써, 골재를 포함할 수도 있으며 그렇지 않은 경우도 있다. 골재의 크기 때문에 층의 두께는 25mm까지 될 수 있으며, 국내에서 가장 많이 사용하는 표면처리 공법은 슬러리시일 공법이다.
- (18) **아스팔트 프라이م 코우트** : 아스팔트 포장이 안정 처리 안 된 기층 위에 시공되기 전에 접착과 방수를 위해 적용하는 것으로써 점성이 작은 커트백 또는 유화 아스팔트를 이용한다.(asphalt prime coat)
- (19) **FWD** : Falling Weight Deflectometer의 약자로 비파괴 시험기의 일종이다. 낙하하는 충격에 의한 포장체의 처짐 곡선을 분석하여 각 포장층의 탄성 계수를 간접적으로 산출하는데 주로 사용된다.
- (20) **재활용** : 수명이 다한 재료를 몇 가지 재생 과정을 거친 후 다시 사용하는 것을 의미한다.(recycling)
- (21) **전단면 아스팔트 포장** : 노상층 또는 개량된 노상층 위에 시공된 모든 층이 아스팔트로 시공된 것을 의미한다. 전단면 아스팔트 포장은 준비된 노상층 위에 직접 시공된다. (full-depth asphalt pavement)
- (22) **전단면 보수** : 콘크리트 포장의 보수공법으로 줄눈부의 하중 전달 장치가 파손되거나, 균열 부분의 파손이 심각한 경우에 사용하는 공법으로, 슬래브의 파손된 부분을 슬래브 깊이만큼 걷어내고 새로운 시멘트 콘크리트로 대체하는 공법을 말한다.
- (23) **메운 재료** : 75 μ m체를 통과하는 광물질 분말을 말한다. 보통 석회암을 분말로 만든 석분이 가장 일반적으로 쓰이나 석회암 이외의 암석을 분쇄한 석분, 소석회, 시멘트, 회수 더스트, 플라이 애쉬, 제강 슬래그 더스트 등을 사용하기도 한다. 메운 재료는 아스팔트의 점도를 높이고 동시에 골재로서 혼합물의 공극을 채우는 역할을 한다.(mineral filler)

- (24) **침입도** : 25℃에서 아스팔트의 굳기(硬度)를 나타내는 지수이다. 아스팔트에 규정된 치수의 바늘로 100g의 힘으로 5초간 눌렀을 때 침의 관입 깊이를 1/10mm 단위로 나타낸 값이다. 이 값이 작을수록 단단한 아스팔트를 의미한다.
- (25) **타이바** : 세로 줄눈 등을 횡단하여 콘크리트 슬래브의 중앙에 설치하는이형 철근으로 줄눈이 벌어지거나 단차가 발생을 막는 역할을 한다.(tie bar)
- (26) **콘크리트 덧씌우기** : 기존 포장 위에 콘크리트로 덧씌우기하는 것을 말하며, 덧씌우기하는 방법에는 기존 포장과의 접착식과 비접착식이 있다. 기존 아스팔트 포장 위에 콘크리트로 덧씌우기하는 방법을 화이트 탑핑(White Topping)이라고 한다.
- (27) **콘크리트 포장** : 포장체에 가해지는 하중을 콘크리트 슬래브가 대부분 지지하는 형식의 포장을 말한다. 일반적인 포장 구조는 콘크리트 슬래브, 보조기층 등으로 구분된다.
- (28) **콘크리트 폴리머 복합체** : 폴리머와 입도 규격에 맞는 골재 그리고 물을 혼합하여 양생한 혼합물을 말하며, 폴리머 시멘트 콘크리트, 폴리머 함침 콘크리트, 폴리머 콘크리트 등으로 구분된다.
- (29) **팽창 줄눈** : 콘크리트 슬래브의 팽창을 허용하기 위해 설치한 줄눈을 말한다.
- (30) **프라이머(주입 줄눈재용)** : 주입 줄눈재와 콘크리트 슬래브와의 부착이 잘 되게 하기 위하여 주입 줄눈재의 시공에 앞서 미리 줄눈의 홈에 도포하는 휘발성 재료를 말한다. (primer)
- (31) **플랜트 배합** : 아스팔트로 일정하게 피복된 골재를 배치 플랜트에서 생산하는 것을 말한다.(plant mix)
- (32) **현장 배합** : 이동식 플랜트 또는 특수 현장 배합 장비를 이용하여 골재, 커트백 또는 유화 아스팔트 등을 현장에서 배합하여 아스팔트 혼합물을 생성하는 것을 말한다.(mixed-in-place, road mix)

참여연구진

◆ 국토교통부

도로국장	권 병 윤
도로운영과장	박 명 주
사 무 관	신 현 진
주 무 관	박 정 호

◆ 한국건설기술연구원

선임연구위원	권 수 안
연구위원	김 부 일
수석 기술원	홍 재 청
수석 연구원	김 용 주
수석 연구원	백 종 은
전임 연구원	임 재 규