

포장 파손 원인 및 저감 방안

2013

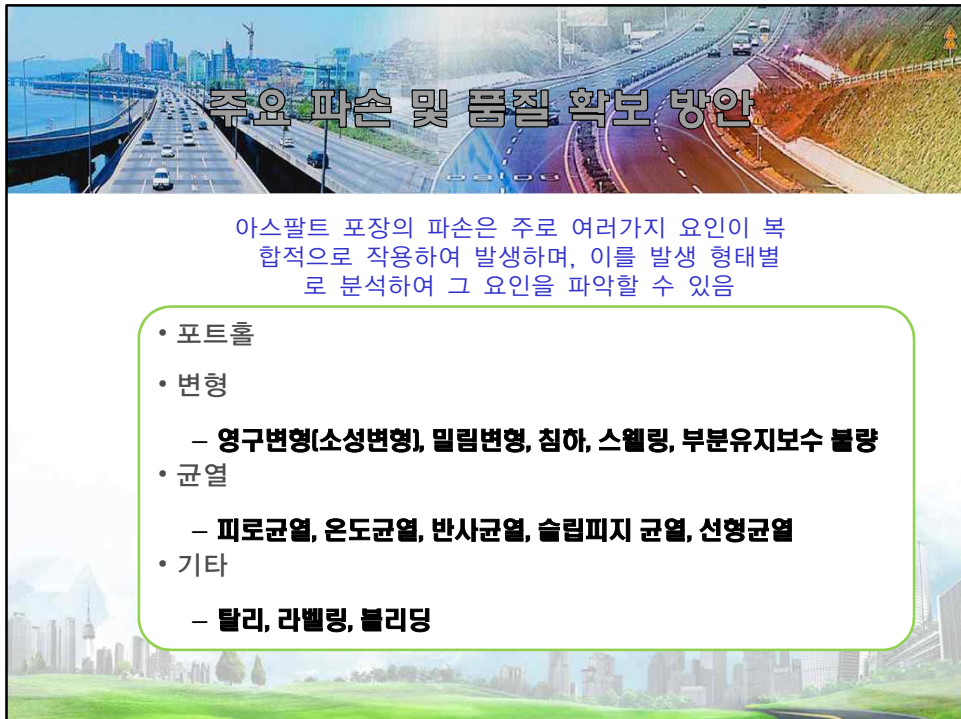
한국건설기술연구원
도로연구실



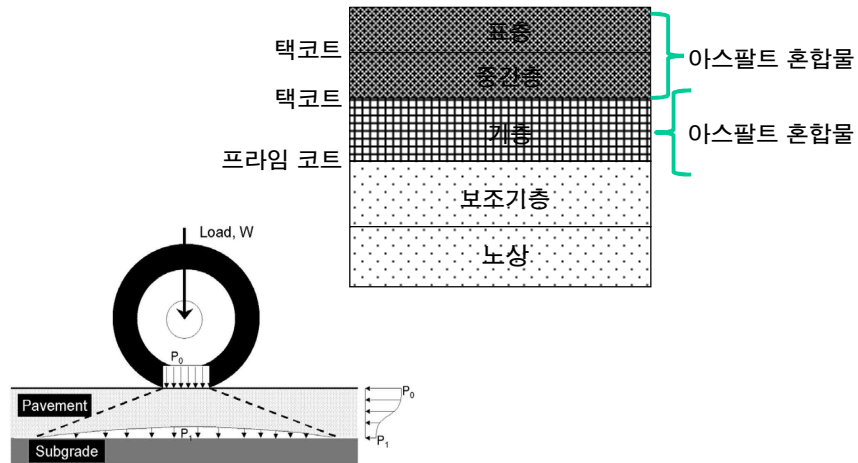
주요 파손 및 품질 확보 방안

아스팔트 포장의 파손은 주로 여러가지 요인이 복합적으로 작용하여 발생하며, 이를 발생 형태별로 분석하여 그 요인을 파악할 수 있음

- 포트홀
- 변형
 - 영구변형(소성변형), 밀림변형, 침하, 스웰링, 부분유지보수 불량
- 균열
 - 피로균열, 온도균열, 반사균열, 슬립피지 균열, 선형균열
- 기타
 - 탈리, 라벨링, 볼리딩



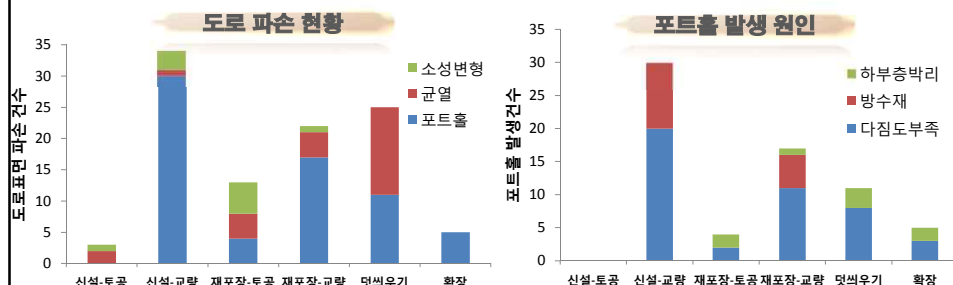
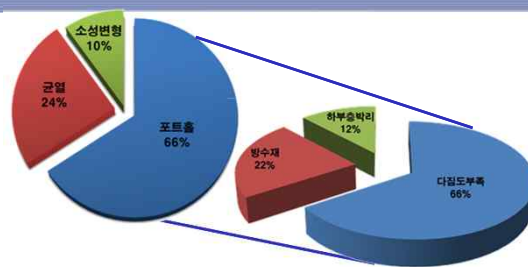
아스팔트 포장 구조



도로 파손 중 발생 현황

- 도로 표면 파손 형태 중 **포트홀 66%**
- 포트홀 발생 원인 중 **다짐도 부족 66%**

※한국도로공사 1998~2008 분석자료



포트홀

● 발생형태

- ◆ 움푹하게 포장의 떨어져나가는 것
- ◆ 표층부에서 주로 발생하며, 기층까지 파손되는 경우도 있음

● 발생원인

- ◆ 골재에서 아스팔트의 박리
- ◆ 포장의 다짐 부족으로 인해 공극율이 높을 경우 주로 발생
- ◆ 아스팔트 혼합물의 수분저항성이 낮을 경우 급속히 발생



도로 곳곳 움푹 패인 웅덩이 '위험천만'



균열

피로균열(거북등균열)

● 발생형태

- ◆ 거북등 형태의 조그만 블록으로 연이어 균열 발생
- ◆ 두꺼운 포장 : 상부→하부(Top-Down), 얇은 포장 : 하부→상부(Bottom-Up)

● 발생원인

- ◆ 아스팔트의 노화, 아스팔트 함량이 적거나, 아스팔트 층이 얇음
- ◆ 과적차량 등의 설계하중보다 과도한 교통하중
- ◆ 포장 표면에서의 과도한 처짐 발생
- ◆ 수분에 의한 노상이나 보조기층의 약화



균열

온도균열(블록균열)

● 발생형태

- ◆ 1~3m의 큰 블록 형태로 각을 이루어 서로 연결된 상태로 발생

● 발생원인

- ◆ 아스팔트 혼합물이나 노상, 보조기층의 체적 변화
- ◆ 아스팔트의 침입도가 낮으며, 흡수성 골재 사용
- ◆ 아스팔트 노화로 인한 경화



균열

반사균열

- 표층 바로 밑의 포장 균열 형태 그대로 발생
- 콘크리트 포장에 아스팔트 표층 덧씌우기나 덧씌우기층 하부의 기존 포장층 균열 보수 불량으로 발생

Slippage균열

- 급정거 등의 포장에 수평으로 발생하는 교통하중에 의하여 'U' 형태로 발생
- 먼지, 오일, 고무, 수분 등으로 인하여 표층과 바로 아래층의 접착력이 낮거나 층 두께가 얇아서 발생

선형균열(조인트균열 등)

- 시공줄눈, 슬더 조인트 균열 등
- 온도하중, 조인트 부분 다짐 불량, 포장의 저온수축 또는 하부 시멘트 콘크리트의 수축으로 발생



변형

영구변형(소성변형)

● 발생형태

- ◆ 포장 표면의 차량바퀴 통과부분에서 움푹 패이는 현상
- ◆ 1) 보조기층까지 변형 발생 2) 표층부만 변형 발생

● 발생원인

- ◆ 노상과 보조기층의 변형(과소 포장 두께, 다짐 불량, 수분 침투, 포장 전층의 구조성능 취약)
- ◆ 아스팔트 포장의 변형(다짐불량, 잔골재율 및 아스팔트 함량 과다, 과적차량)



변형

밀림변형(콜루게이션, 쇼빙)

● 발생형태

- ◆ 콜루게이션(Corrugation) : 교차로, 버스정류장 같이 차량이 정지, 대기, 출발하는 곳에 발생하는 연속적인 물결모양으로 밀림 변형
- ◆ 쇼빙(Shoving) : 단단한 부분에 인접해서 발생하는 갑작스런 밀림 변형

● 발생원인

- ◆ 아스팔트 함량, 침입도, 잔골재율 등이 과다하여 혼합물의 강성 부족
- ◆ 포장 전층의 구조성능 취약, 포장층의 부착성능 저하, 하부층의 수분 포화, 포장 표면에 기름 유출



기타 표면결함

라벨링

- 포장의 다짐불량, 시공시 온도저하, 아스팔트 함량 과소 등으로 발생하며, 주로 휠패스에서 표층의 아스팔트가 벗겨짐

블리딩(플러싱)

- 실코팅 또는 택코팅 불량, 혼합물 아스팔트 함량 과다, 교통하중으로 인한 과다 등으로 인하여 아스팔트가 포장 표면으로 베어나옴



포트홀 절감 방안

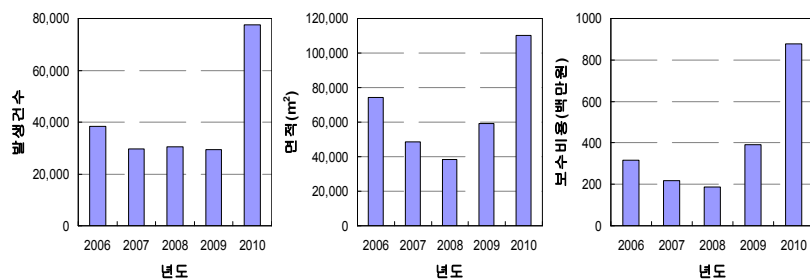


포트홀 문제점 및 발생저감시 효과



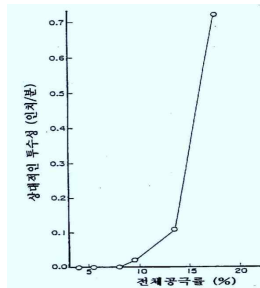
연도별 포트홀 발생 현황

- 지구 온난화에 따른 이상기후로 인해 강수량 및 강설량이 급격히 증가하며, 포트홀(Pothole)이 최근 급격히 발생



국토해양부 2010년 소파보수 비용이 31,213백만원
(고속국도 19,034백만원, 일반국도 12,179백만원)

포트홀 발생 세부 원인



단계별 발생 원인

- 아스팔트 혼합물
 - 수분 취약
 - 재료 분리
 - 온도 분리
- 시공
 - 다짐 불량
 - 텍코팅 불량
 - 온도 저하 및 온도 분리
 - 하부층 배수불량 및 동결
- 기타
 - 아스팔트 혼합물 품질불량
 - 부적절한 유지보수

봄

- 겨울철 응빙
- 해빙시 공동 발생
- 포장철하

여름/겨울

- 집중강우 (폭설시 재설제로 인해 눈이 녹음)
- 미세균열 사이 수분 침투
- 포장이 수분으로 포화
- 교통하중에 따른 간극수압 작용
- 아스팔트 팽창 및 포트홀

포트홀 절감 방안



배합설계

- 단립도 골재(4차로이상 1등급, 2차로이상 2등급) 사용
- 현장배합설계 공극율 확인
 - 표층 : $4\% \pm 0.3\%$, 기층 : $5\% \pm 0.3\%$
- 인장강도비 확인
 - TSR : 0.75 이상 [공시체 공극율 $7 \pm 1\%$]
- 포트홀 우려 지역 소석회 사용
 - 골재중량 대비 1~2% [석회석 채움재 대체]
- 혼합물 입도 변동 최소화 위해 단립도 골재 사용
 - 4차로 이상 1등급, 2차로 이상 2등급

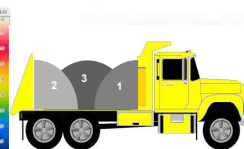
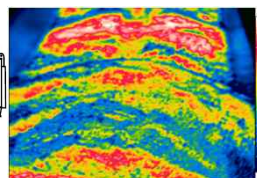
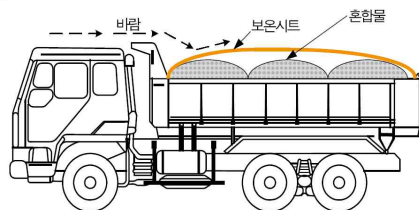
❖ 골재 성질에 따라 수분취약성이 변동되며, 현재 관련기준 마련 중

균열 발생 요인	
부족	과다
다짐도 아스팔트 함량 잔골재율	공극율 교통하중



생산 및 운반

- 잔골재 지붕시설 저장 반드시 확인
- QC/QA시 인장강도비 확인
 - TSR : 0.75 이상 [공시체 공극율 $7 \pm 1\%$]
- 트럭적재함 전면덮개 사용[계절관계무] 확인
 - 혼합물 전체에 바람이 들어가지 않도록 밀폐하여야 함
- 트럭 적재함, 다짐 롤러 등 경유 사용 금지
 - 전용 부착방지제 또는 식물성 기름 소량 사용



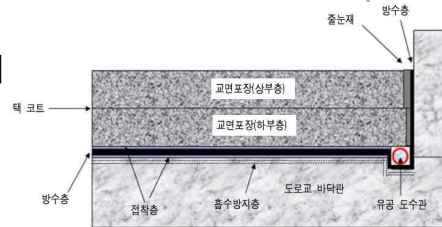
택코트 및 교량 유지보수시 준수사항

• 택코트 시공 및 양생 철저

- 포트홀 우려시 택코트 반드시 양생시간 확보

• 교량 유지보수시 [교면포장설계 및 시공 잠정지침] 준수

- 노면 절삭: 8mm 비트 간격 드릴 밀링 장비 사용하여 평탄성 확보
- 도막식 방수재: 2~3회 나누어 도포하며, 가열형 등을 부직포 등 중심기재와 함께 시공
- 시트식 방수재: 콘크리트 바닥판 노면요철 추종할 수 있어야 하며, 기계식 시공 장비 이용



시험시공시 또는 시공전 [준비사항]

원활한 시공 및 다짐밀도 확보 위해 필요

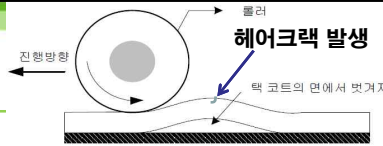
- 시공관련 기술자의 도로포장 교육 이수여부 확인
- 다짐장비 : 머캐덤 12t ↑, 타이어12t ↑, 탄뎀8t ↑
- 바퀴 등 물 가득 채우고, 머캐덤 롤러/탄뎀 롤러 급수는 급수차 사용
- 계획포설량 · 시공시간으로 혼합물 전체 소요량 · 시간당 소요량 결정 및 가능여부 확인
- 트럭평균 적재중량, 트럭사이클 시간 등으로 트럭소요대수 결정 및 가능여부 확인
- 패이버 포설 속도, 롤러 다짐횟수에 따른 롤러 다짐 속도 결정
- 현장별 생산 · 운반 · 포설 · 다짐온도 기준 결정

일반 아스팔트 혼합물 롤러 초기 진입시 다짐온도

구분	다짐 온도(°C)		
	일반	하절기(6월 ~ 8월)	동절기(11월 ~ 3월)
1차다짐	140 ~ 160	130 ~ 150	150 ~ 170
2차다짐	120 ~ 145	110 ~ 135	130 ~ 155
3차다짐	60 ~ 100 ²⁾		

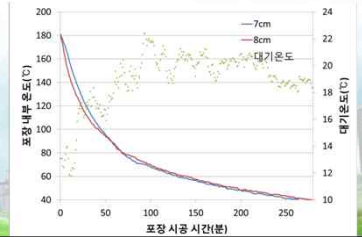
시 공

- **시공 온도확보 및 연속 포설 및 다짐**
 - 현장 여건(대기온도, 풍속, 운반거리 등)에 따라 혼합물 생산온도를 변경하며, **현장 도착온도 확인, 다짐온도 관리 철저**
 - 헤어크랙 발생하지 않는 한도 내에서 포설 후 즉시 다짐하며, 헤어크랙 발생시 혼합물 생산 온도 조절
 - 포설장비와 1차 다짐장비 최대 간격 **60m 이상 이격않도록 관리** (60m 이상 이격시 페이버 정지 및 2m 후방까지 다짐 완료 후 포설 시작)
 - 시공 중 페이버 고장 등으로 페이버 오퍼 내부의 혼합물 온도가 낮아 다짐온도 확보가 어려울 경우 반드시 혼합물 폐기처리
- **표층 동시포장 시공 실시(페이버 2대, 롤러 2세트)**



포장 시공 시간에 따른 온도 감소 (예)

구분	포장 온도		소요시간(누적,분)	
	7cm	8cm	7cm	8cm
100%	181	180	0	0
75%	127	126	24	20
50%	91	90	56	55
60도	60	60	129	138
40도	40	40	263	274



품질관리 및 검사

22

- **가능한 시공관리용도로 현장 다짐밀도 측정장비를 이용한 밀도 확인**
 - 측정장비 사용 전 보정 수행
- **품질시험용 혼합물은 감독자 임회 하에 페이버 오거 부분 또는 플랜트에서 채취**
- **코어는 하루밤 이후 랜덤하게 채취**
- **코어채취시 하부층 부착 여부 확인**
- **다짐도 96% 이상 확인 (콜드 조인트 포함)**
 - $[\text{코어 밀도} / \text{현장배합설계 공시체 밀도}] \cdot 100$
- **포트홀 저감을 위해 코어 공극율 확인 [배합설계 공극율과 비교]**
 - 채취한 품질시험용 혼합물로 이론최대밀도 시험하여 코어 공극율 계산
 - $\text{배합설계} - 1 (\%) \leq \text{코어} (\%) \leq \text{배합설계} + 4 (\%)$

