

# 노후 콘크리트 포장 및 덧씌우기 보수구간의 파손사례

이경하\* · 한승환\*

## 1. 머리말

중부고속도로 건설을 계기로 콘크리트포장의 건설은 빠른 속도로 증가하여 고속도로에서는 아스팔트포장보다 콘크리트포장의 건설비율이 많아졌다. 이러한 콘크리트포장은 중차량에 대한 적응성 및 초기보수비용이 적게 드는 등의 이점이 있으나 콘크리트포장의 보수시기가 도달했을 때 보수에 어려움이 예상된다.

80년대에 건설된 콘크리트포장은 15년이 지난 지금 콘크리트포장의 노후화로 대대적인 보수의 필요성이 대두되었다. 본 고에서는 노후화된 콘크리트포장의 파손사례 및 덧씌우기 보수를 한 구간의 파손사례를 중심으로 기술하고자 한다.

## 2. 노후 콘크리트 포장 구간의 파손사례

시멘트 콘크리트 포장이 88고속도로, 중부고속도로, 호남고속도로의 확장부에 적용된 이후로 상당한 공용년수가 경과하였다. 이러한 공용년수의 증가에 의해 노후화된 시멘트 콘크리트 포장의 체계적이고 합리적인 대책마련이 필요한 시점에서 고속도로 콘크리트포장의 파손사례를 유형별로 구분하여 살펴보는 것도 의미있는 것이라 판단된다. 따라서 몇가지 국내 고속도로 콘크리트 포장에서 나타나는 파손현

황을 살펴보고자 한다.

### 2.1 줄눈부 스폐링

시멘트 콘크리트 포장의 줄눈부에 발생하는 파손은 현재 우리나라 고속도로 포장에서 빈번히 발생하는 파손유형의 하나로서, 다음의 그림 1, 그림 2에서 보는 바와 같이 일부 구간의 가로, 세로 줄눈부에 그리고 다음의 그림 3에서 보는 바와 같이 모서리부에 집중적으로 발생하거나, 또는 국부적으로 발생하기도 한다. 이러한 줄눈부 파손은 다음의 그림 4에서 보는 바와 같이 보수재에 의해 보수가 이루어지나, 일정 공용수명이 경과하면 추가적인 인접부 파손이 발생되기도 한다.

국내 고속도로 포장의 경우에는 이러한 줄눈부 파손이 단차나 팽핑을 동반하여 발생하지는 않으며, 이러한 것이 외국의 사례와는 구별되는 차이점이다. 콘크리트 포장 슬래브 하단에 설치되는 린콘크리트 층이 강성의 지지층과 차단층을 형성하기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 상당한 정도의 스폐링이 발생한 경우라도 지하구조물이 존재하는 뒷채움부나 편철편성구간을 제외하고는 특이할 만한 평탄성의 차이가 발생되지 않는 것으로 여러번의 조사에서 나타났다. 이러한 점이 때로 보수공법을 결정하거나 보수여부의 판단 논리를 결정하는데 실무자들이 어

\* 정회원 · 한국도로공사 도로교통기술원 책임연구원

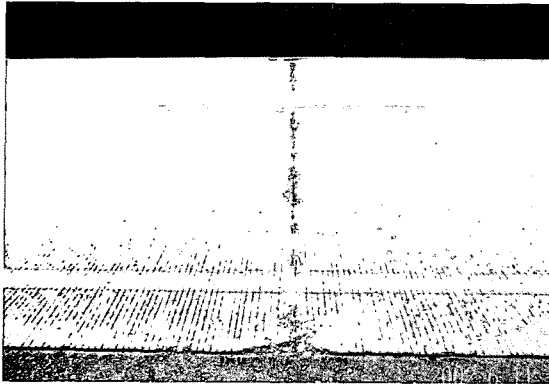


그림 1. 가로줄눈부의 파손



그림 2. 세로줄눈부의 파손

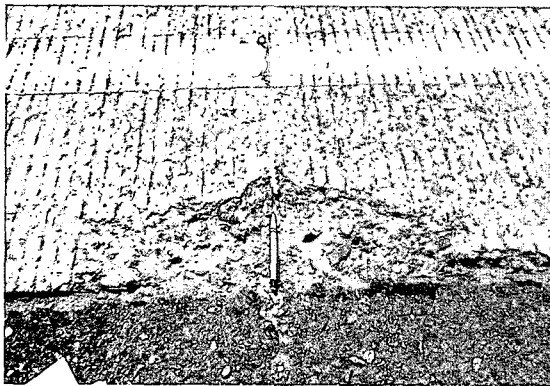


그림 3. 우각부 줄눈부의 파손

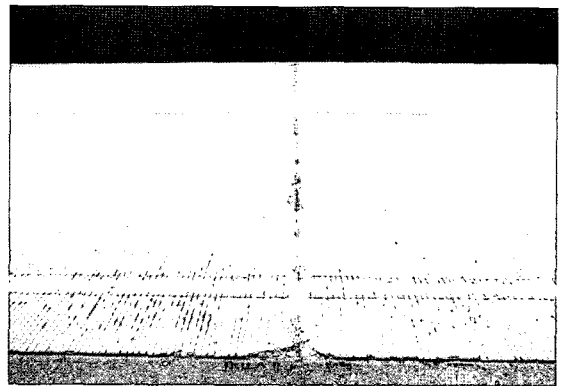


그림 4. 보수 후 추가적인 파손

려움을 겪게 되는 이유가 된다.

## 2.2 표면마모

국내 고속도로 포장의 스폐링과 더불어 가장 많이 나타나는 파손의 형태는 표면마모로서, 이러한 손상은 초기 콘크리트의 품질관리 미흡에 기인하는 것으로 판단된다. 파손의 원인으로 추정되는 첫번째 원인은 초기 콘크리트의 슬럼프 관리가 적절히 이루어지지 못해 과도한 배합수가 혼입된 경우로 판단된다. 이러한 경우에는 줄눈부 스폐링과 더불어 표면마모가 발생하는 파손양상을 나타낸다. 두 번째 원인으로서는 품질이 양호하지 못한 골재의 사용으로 인해 발생하는 경우가 있으며, 망상의 미세한 균열을

동반하기도 한다. 그리고 세 번째 주요한 원인은 동절기 또는 건기의 시공으로 인해 콘크리트의 충분한 강도발현이 이루어지지 않은 상태에서 교통개방이 이루어지거나 동상을 입은 경우이다. 이러한 경우에는 두 번째 원인에 의한 경우와 달리 마모표면에 골재의 형상이 유지되고 모르타르 부분이 꺾질이 벗겨지는 듯한 모습으로 파손이 이루어지는 것이 특징적이다. 그리고 동상을 입은 경우에는 심한 망상균열과 줄눈부 파손이 병행하여 발생된다.

다음의 그림 5, 그림 6은 표면마모에 의한 파손상태를 보여주는 사진으로서, 특히 그림 6의 경우에는 중앙부 콘크리트의 표면이 인접구간과는 확연히 다른 표면마모 상태를 보여주고 있다. 중앙부 콘크리트 부분만이 인력타설에 의해 수행된 것으로 초기 콘크

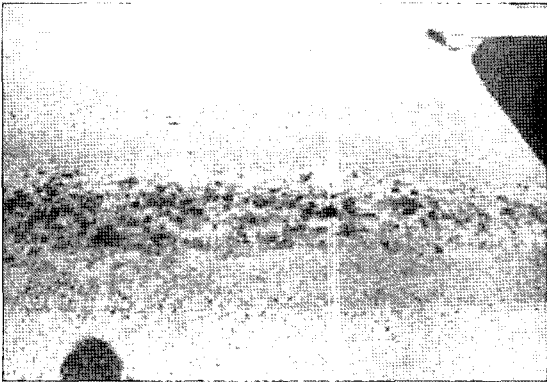


그림 5. 표면마모 및 오염에 의한 표면손상



그림 6. 포장면의 표면마모

리트 품질관리 항목인 슬럼프의 차이에 의한 공용성의 차이가 매우 극심하게 대비가 되는 한 예이다.

이러한 사례들과 더불어 일반 건전 구간에서도 공용수명의 증가에 의해 모르타르 부분이 손상되지 않으나 타이닝의 마모가 진전된 구간이 상당부분 존재하는 것으로 보고되고 있다.

### 2.3 균열

국내 고속도로 무근콘크리트의 경우에는 일반적으로 균열에 의한 손상이 주요한 파손원인이 되지는 않는다. 국부적으로 침하가 발생하는 절성경계부나 뒷채움부에서 균열이 발생하는 사례는 다음의 그림 7과 같이 많이 존재한다. 따라서 포장체의 단면부족

등의 원인에 의해 발생하는 균열은 상대적으로 발생 빈도가 매우 적은 편이다. 그러나 연속철근 콘크리트 포장의 경우에는 다음의 그림 10과 같이 자연적인 횡방향 균열과 더불어 종방향 균열이 발생하는 사례를 자주 발견할 수 있다.

연속철근 콘크리트포장에서 종방향 균열은 별도의 조사에서 살펴본 바에 의하면, 그 깊이가 철근 부위까지는 도달되지 않은 것으로 나타났다. 균열의 진전은 상부에서 하부로 진행되어가는 과정에서 관통되지는 않은 것으로 조사되었다.

### 2.4 하부층 소실에 의한 파손

시멘트 콘크리트 포장은 강성포장으로서 하부에

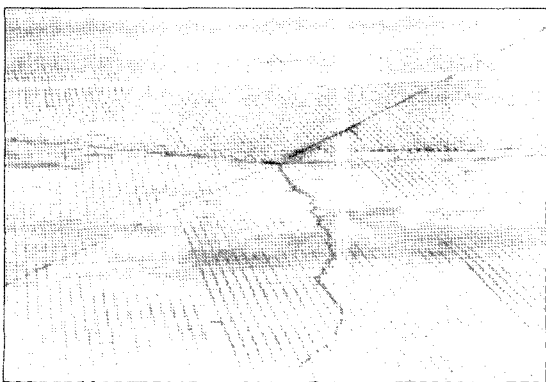


그림 7. 중근콘크리트포장의 균열

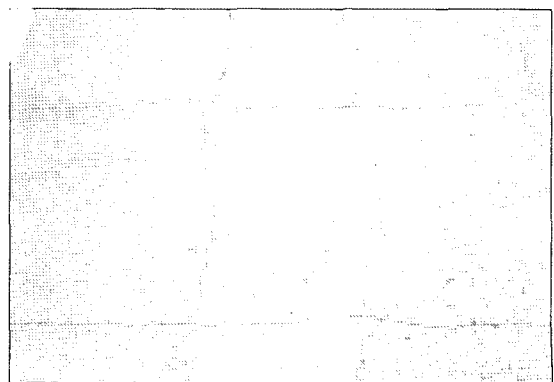


그림 8. 연속철근 콘크리트포장의 균열



그림 9. 하부층 소실에 의한 손상

사소한 결함이 발생되어도 표면에 심각한 손상이 표현되지는 않는다. 그러나 이러한 하부의 지지력 소실로 인한 손상이 어느 임계점을 지나게 되면 갑작스런 파손 양상을 띠게 되는데, 이러한 경우가 하부에 린콘크리트층이 설치되지 않은 경우에 나타나기도 한다. 그림 9는 이러한 파손의 한 예로서 시멘트 콘크리트 포장하부로 물의 유입이 이루어져 장기간에 걸친 하부 지지층의 소실이 발생되어 공동이 발생한 경우이다.

그리고 그림 10은 하부층의 소실로 이어지는 손상이 발생된 것은 아니나, 표면수의 침투와 용출로 인해 표면에 펴핑이 발생된 사례를 보여주는 사진이다. 이 경우 린 콘크리트층이 하부에 존재하기 때문에 펴핑에 의한 하부 소실은 발생하지 않았으나, 반복적인 표면수의 유출입에 의해 표면에 선명하게 흔적을 남긴 사례이다. 콘크리트의 사용골재와 차량타이어 마모 조각에 의해 검은 자욱을 남긴 것이 특이할 만한 사항이다.

## 2.5 기간

앞서 기술한 시멘트 콘크리트 포장의 파손외에, 직접적인 포장의 파손은 아니나 현장 실무자들이 어려움을 겪는 사안으로서 길어깨부의 침하 및 측방이 완이 있으며, 이는 빈번히 나타나는 파손의 하나이다. 그리고 중분대 기초 콘크리트의 손상 또한 어려



그림 10. 펴핑에 의한 표면수 유출입

움을 겪는 부분의 하나이다. 중분대 기초 부분이나 길어깨부는 제설작업에 의한 눈의 적설과 제설염의 존재가 동절기에는 상존하게 되는 손상 원인으로서 도로 포장면이 건전하다 할지라도 때로 빈번한 유지보수 작업이 수행되는 원인의 하나가 된다.

## 3. 고속도로 아스팔트포장 덧씌우기 보수구간의 파손사례

일반적으로 시멘트 콘크리트 포장위에 아스팔트 포장 덧씌우기를 시행할 경우에 온도에 따른 팽창계수의 차이로 인하여 줄눈부에서 균열이 올라온다. 노면반사균열은 기존 콘크리트층과 덧씌우기층 사이의 수평변형과 슬래브 사이의 수직변형이 원인이 되어 교통하중의 반복재하로 인하여 그림 11과 같이 균열이 진전된다.

콘크리트포장 위에 아스팔트포장 덧씌우기를 한 구간에 대한 균열조사를 실시한 결과, 반사균열 억제공법 또는 포장공법의 종류에 따라 정도의 차이는 있으나 통상적으로 1~2년 미만인 경우에는 양호하거나 초기균열이 발생하며, 2~3년후에는 반사균열이 발생되는 것을 알 수 있다.

그러나 공용기간이 6년된 일반아스팔트 포장구간에서도 반사균열이 포트홀이나 기타파손으로 발생되지 않는 경우도 있는 반면에 포트홀이 상당수 발

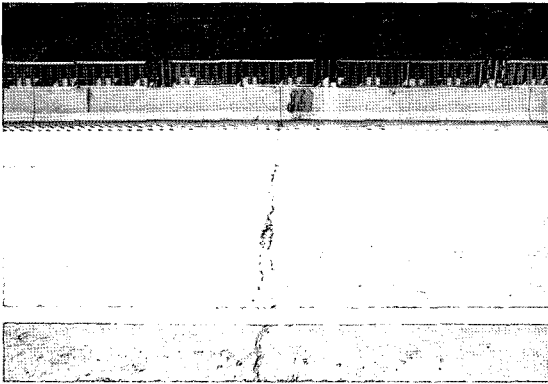


그림 11. 반사균열



그림 13. 반사균열구간에서의 포트홀

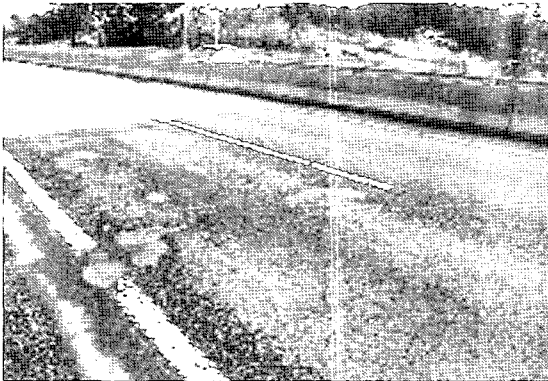


그림 12. 덧씌우기 구간의 시점부 포트홀 발생



그림 14. 포트홀 발생부분의 스케일링

생한 구간도 관측이 되었다. 여기서는 덧씌우기 보수를 한 구간중에서 반사균열외에도 포장파손이 많이 발생한 구간을 중심으로 사례조사를 하였다.

그림 12는 아스팔트포장 덧씌우기 구간 시점부에 집중적으로 파손이 발생하여 현재는 팻칭보수가 되어 있는 상태이다. 재료는 일반 밀입도이고 포장두께는 4cm이다.

대략적인 원인으로는 첫째, 반사균열에 의한 물의 침투와 둘째, 다짐불량으로 인하여 혼합물 자체의 공극과다에 의한 물의 침투가 주요한 원인으로 추정된다.

발생된 포트홀은 강우 또는 강설시 침투수에 의하여 스트립핑이 발생되며 포트홀로 진전된 것으로 추정된다. 그림 13과 같이 침투수가 반사균열 발생구

간으로 침투되어 포트홀이 발생된 구간이 많으나 미균열 구간에서도 포트홀이 상당수 발생된 것으로 볼 때, 근본적인 원인은 반사균열보다는 혼합물 자체의 투수로 추정된다.

그림 14와 같이 포트홀 발생부분에서는 콘크리트 포장 표면의 일부가 떨어져 나가는 스케일링현상이 발생하였는데, 이는 동절기에 강설로 인한 제설작업시 염화물의 침투가 주요한 원인으로 판단된다. 포트홀이 발생한 구간의 혼합물을 육안으로 관측한 결과, 전형적인 스트립핑현상이 두드러지며 파손된 아스팔트 혼합물의 골재에서 피막이 박리되어 골재면이 노출되는 것을 알 수 있다

2002년 7월에 시공된 구간을 관측한 결과, 현재 까지 이상은 없으나 콜드조인트 부근에 습기흔적이

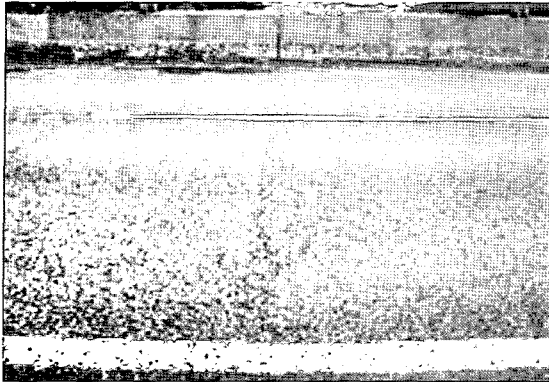


그림 15. 2열균열

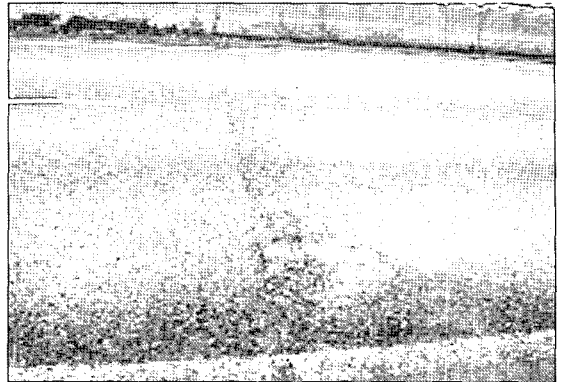


그림 18. 아스팔트포장구간의 콘크리트 보수

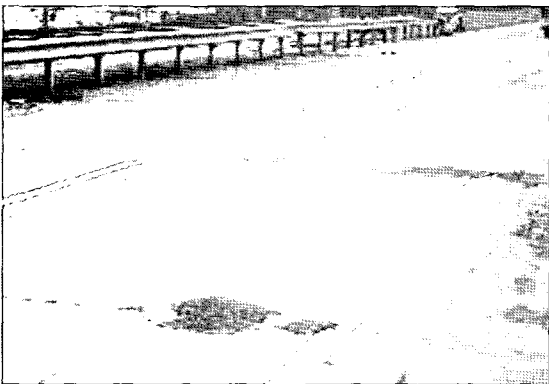


그림 16. 하부층 파손의 진전



그림 17. 콘크리트포장의 응급보수

있는 것으로 미루어 볼 때, 침투된 물이 콜드조인트를 따라서 펴핑된 현상으로 보여진다. 이는 다짐관리 미흡에 의한 투수현상으로 추정된다. 고무계열

개질아스팔트는 점성이 높은 관계로 고무계열 개질 아스팔트 포장 시공시 초기에 다짐관리가 안될 경우에는 온도저하로 인하여 다짐횟수를 증가하여도 다짐이 안되므로, 이 점을 유의하여 시공하여야 한다.

그림 15의 구간에는 2001년 6월에 시공되었으며 시점부에서 주로 파손되었으며 파손부가 두 줄로 균열이 발생하였다. 이는 반사균열이 통상적으로 수축 줄눈에서는 한 줄로 균열이 발생한 것과는 다른 양상을 띄는 것으로 이는 줄눈의 모서리가 V자형태로 파손되어 양 끝에서 균열이 올라온 것으로 줄눈보수가 적절하게 안되었을 때는 덧씌우기를 해도 파손이 커짐을 알 수 있다. 또한 그림 16에서는 하부층의 파손이 진전되어 상부층에까지 도달하는 것을 보여 준다. 하부층의 파손부를 그림 17과 같이 응급보수한 후, 적절한 보수를 하지 않은채 덧씌우기를 하였을 경우 파손이 바로 올라옴을 알 수 있다.

그림 18은 파손이 심화되어 아스팔트포장 덧씌우기 구간에 콘크리트로 보수한 것으로 보수시기를 놓치게 되면 덧씌우기를 하여도 소용이 없음을 보여준다고 할 수 있다.

그림 19는 2002년도에 시공한 구간으로 포트홀이 일부 발생하였으며, 포트홀이 발생된구간에서 미끄럼방지포장 흔적이 발견되었다. 덧씌우기 포장 시공시 미끄럼방지 포장위에 실시할 경우 접착이 안되어서 포트홀이 발생하므로 미끄럼방지포장을 제거한 후에 덧씌우기를 실시하여야 한다

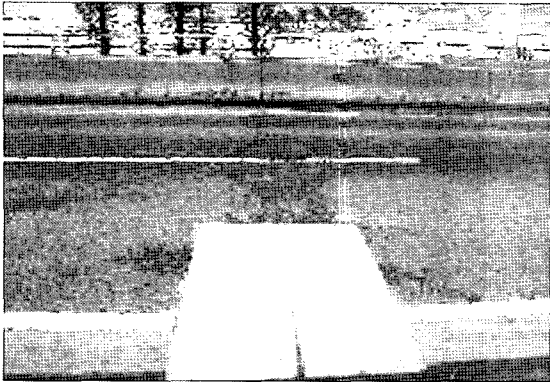


그림 19. 미끄럼방지포장위 덧씌우기 구간의 포트홀

이번 파손사례조사에서 가장 크게 문제가 되었던 포트홀은 아스팔트 혼합물의 다짐미흡으로 강우 또는 강설시 침투수에 의한 원인이 가장 크다고 볼 수 있다. 또한, 콘크리트 슬래브 위에 아스팔트 덧씌우기를 할 때 기존의 택코팅으로는 충분한 층간 접착력을 줄 수 없기 때문에 택코팅용 재료로는 가급적 점성이 큰 개질 유화아스팔트가 사용되어야 할 것이다.

합성단면 포장구간에서 가장 취약한 부근은 포장 사이의 경계면이며, 이 경계면에서 부착이 잘 안될 경우 부착력 저하에 의한 포트홀이 발생될 수 있으며, 포장두께가 부족할 경우에 부착응력이 더욱 커지게 된다.

일반적으로 콘크리트포장의 파손이 심화된 상태에서 덧씌우기 보수를 하게되므로 현재두께 4~5cm

의 덧씌우기 시공으로는 적절한 보수가 어렵다. 덧씌우기 두께를 증가시키기 위해서는 2층으로 다짐을 하여야 하나 현재의 교통여건에서 2층 다짐이 교통 개방시간 또는 중앙분리대와 길어깨등과의 접속 등 기타여건으로 어려울 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 콘크리트포장의 파손이 심화된 구간에서는 덧씌우기 보수를 해도 파손이 진전되므로 덧씌우기 두께가 8cm 이상은 되도록 하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

#### 4. 맺음말

이상은 노후콘크리트 포장 및 덧씌우기 보수구간의 파손사례에 대하여 기술하였다. 노후화된 콘크리트포장의 일반적인 보수공법으로 국내에서는 아스팔트 덧씌우기를 많이 하고 있다. 최근에는 이러한 덧씌우기 보수구간에서 반사균열의 문제 외에 포트홀 등의 문제가 많이 발생하고 있으며, 80년대에 건설된 콘크리트포장은 콘크리트포장의 노후화로 대대적인 보수의 필요성이 제기되고 있다.

콘크리트포장은 보수시기를 놓치면 파손이 심화되어 보수가 어렵게 되며 실제로 그러한 사례가 현재 많이 발생되고 있어서 적절한 보수시기와 보수공법에 대한 기준 등이 마련되어야 할 것이다.