

- 콘크리트포장 -

적정 하자기간 적용을 위한 콘크리트포장 수명증진 개선대책 제시



이 상 훈 | 한국도로공사 건설처 건설지원팀 과장
조 운 호 | 중앙대학교 건설환경플랜트공학과 교수
남 정 희 | 한국건설기술연구원 연구위원

1. 연구배경 및 목적

건설공사 하자의 일반적인 개념은 '당초 설계대로 시공되지 아니함으로써 목적물의 사용가치 또는 교환가치를 감소시키는 품질, 성능상 결함을 총체적으로 지칭' 하는 의미이다. 콘크리트포장 공사의 하자 발생 요인과 가장 직접적으로 관련이 있는 사실이 재료 및 시공 품질관리라는 점에 대해서는 많은 현장기술자 및 연구자들이 공감하고 있다. 적정 하자기간을 적용하기 위해서는 콘크리트포장 수명이 설계 수명(20년 기준) 이상 확보될 수 있는 신뢰도 높은 시공 공정이 담보되어야 한다. 이를 위해 관련 시방서 및 지침에 대한 품질기준 및 시공기준 검토를 통해 장기 내구성 확보를 위한 개선 대책을 제시하는 것이 선행되어야 한다.

본 연구의 목적은 콘크리트포장 수명증진 대책을 마련하기 위하여 국·내외 시방서, 관련 지침의 품질기준, 시공기준 및 연구결과 등에 대한 검토를 수행

하고, 고속도로 콘크리트포장의 수명증진을 위한 재료 및 시공 분야의 품질기준 개선 항목(안)을 도출하는데 있다. 이를 위해 도로공사 표준시방서(국토교통부, 2009), 고속도로공사 전문시방서(한국도로공사, 2012), 일반국도공사 전문시방서(국토교통부, 2015), 건설공사 품질관리 지침(국토교통부 고시, 2013), 시멘트 콘크리트포장 품질관리 업무기준(한국도로공사, 2015) 및 유럽의 장수명 콘크리트포장 적용 사례 등을 검토하였으며 해외 기준으로는 콘크리트포장을 많이 시공하고 있는 미국 텍사스(Texas) 및 일리노이(Illinois) 주 교통국의 도로관련 시방서를 검토하였다. 이와 같은 국내·외 관련시방서 및 지침에 대한 품질 및 시공기준 분석을 통해 한국도로공사에서 이미 다양한 형태로 적용하고 있는 품질 및 시공기준 개선사항을 제외한 '재료 및 배합관련 개선 항목' 및 '시공단계별 개선 항목'을 각각 도출하였다.

2. 재료 및 배합관련 수명증진 개선(안)

재료 및 배합관련 주요 단기개선항목으로 골재의 알칼리 잠재반응 시험에 대한 참조규격 강화와 최근 콘크리트포장에서 많이 발생되는 동결융해 피해에 대한 대책으로 충분한 연행공기의 확보가 필요하며, 이를 위해 AE제와 감수제를 각각 용도에 맞게 사용하는 방안을 제시하였다. 또한 강도, 슬럼프, 공기량에 대한 시료의 채취 및 제작을 포설현장에서 하는 방안을 명시하였으며, 굳지 않은 콘크리트의 온도에 따라 콘크리트의 품질변동 및 작업공정에 제한이 가해질 수 있으므로, 슬럼프 시편 제작 시 콘크리트 온도를 측정해야 하는 조항을 제안하였다.

개선 필요성은 충분하나 추가검토나 연구가 필요한 사항은 장기개선 대책으로 제시하였다. 앞으로 많은 건설이 예상되는 연속철근 콘크리트포장 적용 시 환경하중에 대한 저항성을 높이기 위해 콘크리트의 열팽창계수를 $10 \times 10^{-6} \text{m/m/}^\circ\text{C}$ 이하로 사용하는 것에 대한 연구 검토를 제안하였다. 콘크리트 배합에 관련해서는 물/결합재 비 조정을 통해 콘크리트 수밀성을 증대시키고, 고내구성 콘크리트를 생산할 수 있는 연구과제 수행 검토를 제안하였다. 또한 투수저항성이 높고 밀실한 콘크리트 제작을 위해 결합재 함량에 대한 연구 검토와 골재의 체적율을 높이

고 물/결합재 비를 낮추기 위한 골재의 합성입도 사용에 대한 연구 검토도 제안하였다 (표 1 참조). 그리고 품질관리 효율을 높이기 위해 감독자의 승인하에 휩강도 대신 압축강도 적용 방안, 품질시험의 신뢰도를 높이기 위해 매 10회 품질시험 주기 내 1회에 걸쳐 별도 점검시험을 수행하는 방식 등도 시범사업을 통해 효과를 검증한 후 시방서에 적용하는 방안을 제시하였다.

3. 시공단계별 품질 및 시공기준 개선(안)

시공단계별 주요 단기개선 항목으로 품질관리 강화를 위해 현장기술자 교육을 강조하였으며, 필요 시 감수제와 AE제의 분리사용을 위한 설비시설 및



(a) 습윤양생



(b) 피막양생

표 1. 콘크리트포장 배합기준 검토 사항

항 목	단 위	기 준
설계기준 휩강도(f_{28})	MPa	4.5 이상
물/결합재 비	%	45 이하 ¹⁾
굵은 골재의 최대치수	mm	32 이하 ²⁾
슬 럽 프 값	mm	10~60
AE콘크리트의 공기량 범위	%	5~7 ³⁾

1) 물/결합재 비 조정을 통한 내구성 강화 방안에 대한 연구과제 검토 필요

2) 골재의 합성입도 관련 연구과제 검토 필요

3) 기포간격계수에 의한 품질관리는 QPI제도에서 기 수행 중

* 고내구성 설계를 위한 결합재 함량 관련 기 수행 연구과제 결과 검토 후 반영 필요

그림 1. 양생방법 강화 - 습윤양생 원칙

산업부산물 혼화재용 설비시설의 설치를 제안하였다. 또한 빈배합 콘크리트의 명확한 강도 발현 후 분포장을 시행할 것을 제안하였으며, 현 시방서에서 온도에 대한 정의가 모호하게 제시되어 있기 때문에 이를 일평균 기온 및 콘크리트 온도로 명확하게 관리 기준을 제시하였다. 콘크리트 표면결함을 줄일 수 있는 가장 효율적인 대안으로 습윤양생을 양생법의 원칙으로 하는 방안을 도로공사표준시방서(2015)를 근거로 제시하였다(그림 1 참조).

개선 필요성은 충분하나 추가검토나 연구가 필요한 사항은 장기개선 대책으로 제시하였다. 국내에 도입되어 있는 진동장비의 대형화 추세 및 슬럼프 값의 상향 조정 등을 종합적으로 반영하여, 진동기가 한 자리에서 머물 수 있는 시간을 최대 10초로 제한하는 규정에 대한 연구 검토를 제안하였으며, 현 시방서에 제시되어 있지 않아 시공사와 발주처간에 논쟁이 될 수 있는 콘크리트 에지(edge) 슬럼프에 관한 조항을 일리노이 주 시방서를 참조하여 시범사업을 추진하여 반영할 것을 제시하였다. 그리고 습윤양생

시 시멘트 종류별(보통 포틀랜드 시멘트, 플라이애시 혼합시멘트 등) 효과적인 양생 기간에 대해서는 연구 검토 후 시방서에 반영할 것을 제안하였다.

4. 품질 및 시공기준 개선(안) 적용 방안 제시

적정 하자기간 적용을 위한 콘크리트포장 수명 증진 개선대책의 적용방안에 대해서는 국내 콘크리트포장 시공전문가 그룹과 의견수렴의 기회를 가졌으며, 추후 전문시방서 개정 시 반영, 시범사업을 통한 적용성 검토, 향후연구과제 수행 등 단계를 나누어서 제시하였다.

또한 수명증진 대책의 실용화를 위해서는 품질 관리 강화 항목(안)의 경우 '건설기술진흥법 제 56조 제1항' 규정에 따라 공사금액에 추가비용을 별도로 계상하여야 하며, 습윤양생 원칙에 따른 추가 공정의 발생에 대해서는 품셈 개선(안)에 실질적으로 반영하여 현장적용에 문제가 최소화 되도록 하였다.

회비 납입 안내

회원 여러분께서 납부하시는 회비는 학회 운영의 소중한 재원으로 쓰이고 있습니다. 회원 제위께서는 체납된 회비를 납부하시어 원활한 학회운영에 협조하여 주시기 바랍니다.

- 회비납부는 한국씨티은행 : 102-53510-243
(예금주(사)/한국도로학회)

〈학회사무국〉