

# 염해방지를 위한 콘크리트 표면도장공법에 관한 검토

정 해 문

한국도로공사 도로연구소 재료·환경연구그룹

## 1. 서 론

콘크리트 구조물의 내염 대책은 여러 가지 방안이 가능하며, 우선적으로 콘크리트 구조물이 염화물에 의한 침투 및 부식에 저항할 수 있도록 콘크리트의 품질을 고품질화하고, 방청제 등 혼화재의 사용과 에폭시 수지 도막철근 등 코팅철근의 사용 등에 의해 철근의 부식을 제어할 수 있다<sup>1,3)</sup>. 그러나 이들은 건설비용의 증가 뿐만 아니라, 시공전의 내염 대책이므로 이미 시공된 구조물에 적용하기에는 힘든 실정이다. 따라서 이미 시공된 구조물에 경우의 염해를 방지하고 내구수명을 확보할 수 있는 좀더 다른 내염대책이 적용되어야 하는데, 이러한 목적으로 사용되고 있는 내염 대책으로는 해양에서 철근부식의 주원인이 되는 염분의 침투를 억제하고 나아가 수분과 산소의 침투를 억제하는 콘크리트 표면 도장처리 방법이 가장 폭넓게 사용되고 있다<sup>4)</sup>. 그러나 국내에서는 염해를 방지할 목적으로 시공되는 표면 도장재료의 염화물 침투 저항성 및 방식 성능 평가 등에 대한 명확한 연구결과나 합리적인 판단기준이 없기 때문에 사용에 혼란이 초래되고 있는 실정이다. 따라서 콘크리트 표면도장재료의 성능평가 및 품질기준, 그리고 내구년한 산정 등에 관한 체계적인 연구가 절실히 필요한 실정이다.

본 연구에서는 염해 방지를 위한 콘크리트 표면도장공법을 검토하기 위해, 국내 시판 콘크리트용 표면도장재료를 재료계 열별로 선택해 성능평가를 실시하였으며, 그 결과를 보고한다.

## 2. 콘크리트 표면도장공법

일반적으로 콘크리트 구조물은 안전하고 경제적으로 설계하는 것과 함께, 시공 중 및 공용 중에 작용하는 하중에 대한 안정성을 가져야 하고, 통상 공용시에 충분한 기능을 발휘하게 설계되어야 한다. 통상적으로 콘크리트 구조물은 열화작용을 많은 적든 항상 받고 있다고 볼 수 있는데, 해양환경과 같이 열화환경이 현저한 곳에서는 예상보다 조기에 열화되는 경우가 많이 보고되고 있다. 그림 1에 콘크리트 구조물의 공용기간과 성능에 대한 개념도를 나타내었다. 콘크리트 구조물 설계시 B곡선과 같은 내구성을 보일 것이라고 예상하여 B지점까지의 설계수명을 예측하였으나, 열화환경이 현저하여 A곡선과 같은 저하되는 양상을 보여 예상되는 수명이 단축될 것으로 예상될 경우, 적절한 시점에서 적절한 점검에 의한 보수를 통해 C곡선과 같이 공용년수의 연장이 가능하다. 또한 신설시나 구조물 외관상으로 균열과 같은 이상은 없지만, 설계시에 예상했던 것보다 열화 요인이나 하중이 현저해 시공이나 유지관리가 열악하다고 예상될 경우, 예방차원에서 성능을 한층 향상시켜 D곡선과 같이 되게끔 설계 시공할 수 있다. 이와 같이 전자(C곡선)와 같은 개념의 대책을 유지보수, 후자(D곡선)의 대책을 예방보전을 위한 대책이라고 할 수 있다. 이와 같은 유지보수와 예방보전의 대책으로서 가장 보편적인 공법중의 하나가 콘크리트 표면보호공법이다. 콘크리트 표면보호공법으로는 콘크리트 도장공법, 균열주입공법, 방청처리공법, 단면복구공법, FRP공법 등이 있는데, 각 열화 요인과 상황을 고려하여 선정할 수 있다.

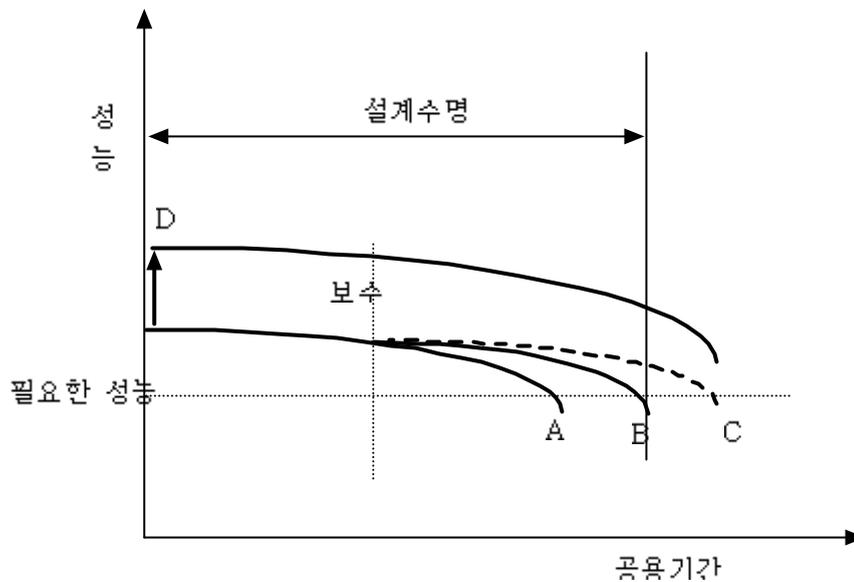


그림 1 콘크리트 구조물의 내구성 저하에 대한 개념도

## 2.1 콘크리트 표면도장재료

콘크리트 표면에 도장하는 공법은 콘크리트 열화에 대한 대책으로부터 시작해, 순차적으로 보수 도장으로 그 범위가 넓어져, 미관을 좋게 하기 위한 경관도장으로서도 적극적으로 이용되고 있다. 국내에서는 그 역사가 매우 짧지만, 선진 외국의 경우, 콘크리트 도장에 관한 연구가 본격적으로 수행된 결과, 새로운 도장재료의 개발과 공법 개량 등이 적극적으로 행해져 도장재료의 성능과 신뢰성이 크게 향상되었고, 이에 따라 도장사양의 품질기준과 시공요령이 정비되어 오고 있다.

콘크리트 도장공법은 열화콘크리트에 대한 보수공법의 하나로 예전부터 교량 등의 구조물 보수에 폭넓게 사용되어 오고 있으나, 그 수명이 길지 못해 라이프사이클코스트 관점으로부터 보수효과가 보다 장기간 유지 가능한 재료의 개발이 필요하게 되었다. 한편, 신설 콘크리트 구조물에 대한 열화방지공법으로 시공이 비교적 간단하고, 단면 및 중량 증가의 부담도 없을 뿐 아니라, 유지보수가 용이하고, 재료적으로 보수재 차원에서 검토 실적이 많아 적극적인 활용이 기대되고 있다.

### (1) 콘크리트 도장재료의 구분

콘크리트 도장재의 분류에 대한 공통된 의견은 아직 없으나, 편의상, 침투식과 코팅식으로 분류하기도 하고, 화학성분에 따라 분류하기도 한다.

침투식은 일반적으로 발수제(수증기 통과)와 공극충진형으로 분류하곤 하는데, 콘크리트 표면에 수cm에서 수 mm정도 침투하여 그 성능을 발휘한다. 코팅식이란 표면에 수십 $\mu$ m에서 수천 $\mu$ m의 도막을 형성하는 것을 칭하는데, 이는 또 수십 $\mu$ m의 박막(thin film)형태와 수백, 수천 $\mu$ m의 후막(thick film)형태로 나누기도 한다.

침투식은 다시 발수제계와 공극충진(차단)제계로 구분되는데, 발수제계는 콘크리트 공극에 침투하여 공극벽을 코팅하여 공극이 소수성(疎水性)이 되도록 하는 재료를 말한다. 소수성 상태에서는 물과, 물에 포함되어 있는 염화물 이온 등은 콘크리트 공극으로 침투할 수 없지만, gas와 수증기는 침투할 수 있다. 공극충진(차단)제는 콘크리트의 공극에 침투 가능한 낮은 점성을 가지고 있는 도로로 콘크리트를 도포하는 것인데, 도포하는 동안 콘크리트 외부표면에 코팅을 약간 남기거나 거의 남기지 않는다. 발수제계와 공극충진제계의 침투식은 열화요인의 침투가 현저하거나, 균열

발생에 대해서 코팅식에 비해 성능이 떨어지나, 직접 해수와 접촉하지 않는 부위 등에 대해서 차단효과가 있고, 시공이 매우 간편하므로 열화환경이 그다지 심하지 않은 부위에 많이 사용되고 있다. 그러나, 열화환경이 매우 심한 부위의 구조물에 대해서는 코팅식의 도장계가 주를 이루고 있다고 할 수 있다.

코팅형태의 도장재료는 일반적으로 콘크리트 표면에 프라이머, 퍼티, 중도, 상도의 도막으로 피복층을 형성하여 시공한다. 여기에서, 프라이머(Primer)란 하지(下地) 처리재라고도 하고, 하지콘크리트와 퍼티와의 부착성 향상, 하지에 대한 주계의 흡수 방지 등을 목적으로 사용되는 것이고, 퍼티(Putty)란 하지콘크리트표면의 기포를 충전시켜, 피복에 적합한 평활한 표면을 형성하는 것을 목적으로 사용되는 것을 말한다. 중도(Intermediate Coat)는 주로 수밀성, 기밀성을 갖는 도막의 주된 기능을 담당하는 부위로, 각종 열화요인의 침입을 차단하는 피막을 형성한다. 한편, 상도(Top Coat)란 도막의 마감층으로서 마감면의 착색, 광택의 부여, 내후성의 향상, 흡수의 방지 등을 목적으로 사용되는 것을 말한다. 이런 식의 프라이머, 퍼티, 중도, 상도 등이 조합되어 도장계를 이루고 있다.

한편, 콘크리트 도장에 이용되는 도료의 종류가 매우 많아, 화학성분상으로 분류하기는 어려운데, 대체로 다음 표 1과 같이 분류해 볼 수 있다.

표 1 콘크리트 도장의 분류

대분류	중분류		소분류
유기질계	합성수지계		에폭시, 폴리에스테르, 폴리우레탄, 아크릴, 아크릴우레탄, 불소수지, 페놀수지, 염화비닐, 메타아크릴산메틸수지(MMA)
	고무유도체계		염화고무, 합성고무
	역청질계		아스팔트
복합계 (폴리머 시멘트계)	폴리머 에멀전	고무 라텍스계	천연고무, 콜로로플렌고무, SBR, IIR, MBR, NBR
		폴리머 에멀전계	폴리초산비닐계, 폴리아크릴산에스테르계, 폴리아크릴계, 에폭시계, 폴리에틸렌실리콘계, 폴리에틸렌, 폴리염화비닐계
		역청질계	아스팔트, 고무아스팔트, 파라핀
	수용성 폴리머		메틸셀룰로오즈, 폴리비닐알콜, 아크릴산금속염
침투성 방수계			광물오일, 실리콘오일
			반응성실란계
무기질계	시멘트계		팽창시멘트, 급결시멘트계, 초속경시멘트, 무수축물탈계
	점결재(粘結材)계		규산소다, 벤토나이트, 석고, 규산리튬

## (2) 콘크리트 도장재료의 특징

콘크리트 도장에 적용하는 도장계는 강재에 이용하는 도장계와 마찬가지로 시스템 도장계이나, 하지가 콘크리트이므로 강재 도장과는 다소 차이점이 있다. 이는 콘크리트가 다음과 같은 특성을 가지고 있기 때문이다.

① pH : 콘크리트는 고알칼리성이며, 일반적으로 초기에 pH 12~13이고, 서서히 중성화되는 데 그 진행은 비교적 느리다. 따라서 도장을 행하는 경우에 알칼리에 강한 재료가 요망된다. 제품에 따라서는 표면의 중성화 여부를 판단하여 시공하기도 한다.

② 수 분 : 콘크리트는 수분을 포함하고 있어, 대부분 유기질인 도장재와의 부착성이 저하될 수 있다. 일반적으로 콘크리트 표면의 흡수율이 8%이내에서 시공을 하도록 방법을 규정하고 있는 메이커가 많다.

③ 표면 상태 : 강재면과 달리 콘크리트의 표면은 다공질로 불규칙하므로, 도료가 흡입되고, 기포가 발생하기 쉬우므로 발포방지를 위한 침투성이 좋은 프라이머를 도포하고, 퍼티작업을 통해 표면을 조정할 필요가 있다.

④ 균 열 : 콘크리트 표면에는 균열 존재하고, 또 구조적으로 균열을 허용하는 경우도 많다. 따라서 신축성이 우수한 도막을 이용해 균열에 대한 저항성을 높이고, 파단되지 않고 피복을 계속 유지하게 해야 한다.

## 2.2 염해방지를 위한 도장재료가 갖춰야 할 성능

해수와 접하거나, 비래염분에 의한 영향을 받는 경우에, 외부로부터 염분의 침투를 차단하기 위한 성능이 우수한 도막을 설계해야 한다. 또한 철근의 부식은 염분 뿐만 아니라, 산소와 수분이 함께 작용하므로, 산소와 물에 대한 차단성능도 필요하다. 일반적으로, 염분이 존재할 경우, 철근의 부식반응은 산소농도에 비례하므로, 부식속도의 제어는 산소농도를 차단하지 못하면 무의미하다. 특히 철근이 부식되어, 재부식을 막기 위한 보수에 경우에는 더욱 주의할 필요가 있다.

염해 환경과 부재 종류에 따라 조금씩 다르기는 하지만, 염해 방지를 위한 콘크리트 도장재료가 갖춰야 할 성능으로는 열화인자에 대한 차단성능과, 균열에 대한 추종성능, 그리고 콘크리트와의 일체성 등으로 정리할 수 있다.

### ① 열화인자에 대한 차단성능

- 염화물, 산소, 물, 탄산가스 등의 침투를 저지할 수 있는 성능

### ② 균열에 대한 추종성

- 구조물의 진행성 균열과, 차량통행에 의해 개폐되는 동적 균열, 개폐되지 않는 정적 균열의 발생에 따른 추종성능

### ③ 콘크리트와의 일체성(부착성)

## 3. 실험방법

### 3.1 공시체 제작

본 연구에 사용한 도장재로는 표 2에 나타난 것과 같이 5종류의 코팅식 도장재를 사용하였다. 도장재 도막 자체의 시험체 제작이 가능하므로 도장재 도막자체만의 유리도막 공시체(free film, 코팅재료중 중도와 상도만의 도막 공시체)와, 모르타르와 콘크리트에 도장재를 도포한 공시체를 각

각 제작해 사용하였다. 도장사양은 각 제조사에서 추천한 도장사양에 맞춰 행하였으며, 도장처리 후 상온 대기중에서 14일간 양생하였다. 각 도막 특성시험에 미치는 하지의 영향을 최소화하기 위해, 물투과성 시험은 보통강도(압축강도 240kg/cm<sup>2</sup>), 부착성은 고강도의 콘크리트(압축강도 450kg/cm<sup>2</sup>), 균열추종성은 보통강도의 모르타 공시체(W/C=0.5)를 이용하였다.

### 3.2 도장재 성능 평가 시험

국내에는 콘크리트 표면도장재료에 대한 품질 및 성능 평가 기준이 아직 정립되어 있지 못한 실정이다. 따라서 외국자료를 참고하고<sup>6,8)</sup>, 국내 유사 규격을 조사하여 각 특성 및 시험항목에 적합한 기준을 적용하여 실험하였다. 각종 성능시험은 표 3에 나타난 바와 같은 항목들을 선정해 행하였다. 본 연구에서는 도장재가 갖춰야 할 각종 열화요인 차단성능(물투과, 수증기투과, 염화물투과, 산소투과)과, 하지만 콘크리트와의 부착성능, 콘크리트 균열발생에 대한 추종성능 등을 행하였다. 한편, 각종 촉진열화 후의 도장재의 성능저하를 평가하기 위해, 일정기간 상온의 기중에서 양생시킨 표준상태 시험체에 대한 시험과 함께, 표준양생 후 각각 KS F 2274에 준해 촉진내후성 시험 250시간 행한 후, JIS K 5400에 준해 내알칼리성 시험 15일간 행한 후, JIS K 5400에 준해 내염수성 시험 15일간 행한 후 동일 시험을 수행하였다. 부착성 시험의 경우, 이외에도 KS F 4715 5.8.3 침수 후의 시험방법에 준해 10일간 침수시켜 습윤상태로 하여 측정하였다.

## 4. 결과 및 고찰

### 4.1 물투과 시험 결과

수압을 3kg/cm<sup>2</sup>으로 가하여 도장재를 투과하여 공시체로 침투된 물의 양을 측정한 결과, 대부분의 도장재에서 물이 투과되지 않았으나, 아크릴 수지계에서 매우 적은 양의 물이 투과되는 결과를 얻었다. 그림 2에 소량의 물투과를 보인 아크릴 계열 제품의 표준상태와 촉진 열화 시험후의

표 2 본 연구에 사용된 각 도장재료

구분	화학적 분류	도장사양				도막두께 <sup>*)</sup> ( $\mu$ m)
		프라이머	피티	중도	상도	
AS	아크릴 실리콘 수지	에폭시	에폭시	아크릴실리콘	아크릴실리콘	50
EP	수성 에폭시 수지	에폭시	에폭시	에폭시	에폭시	250
UR <sup>*)</sup>	폴리우레탄	폴리우레탄	시멘트계	폴리우레탄	폴리우레탄	125
AC	아크릴 수지	아크릴, 실레인-실록산	시멘트계	아크릴	아크릴	400
AU <sup>*)</sup>	아크릴우레탄수지계	아크릴우레탄	아크릴우레탄	아크릴우레탄	아크릴우레탄	100

주1) 중도와 상도의 도막두께임 주2) 산화 알루미늄 파우더 첨가된 제품 주3) 세라믹 파우더 첨가된 제품

표 3 도장재료 성능평가 시험항목

시험 구분	공시체 전처리 조건	참고규격	사용공시체	비고
물투과성	표준, 촉진내후성, 내알칼리, 내염수	KS F 2451	콘크리트(보통강도)	
수증기 투과성	표준, 촉진내후성, 내알칼리, 내염수	KS A 1013	유리도막(free film)	
염화물 투과성	표준, 촉진내후성, 내알칼리, 내염수	일본도로협회 <sup>6)</sup>	유리도막(free film)	
산소 투과성	표준, 촉진내후성, 내알칼리, 내염수	KS M 3052	유리도막(free film)	
콘크리트와 부착성	표준, 습윤, 촉진내후성, 내알칼리, 내염수	KS F 4715	콘크리트(고강도)	
균열 추종성	표준, 촉진내후성, 내알칼리, 내염수	일본도로공단 <sup>7)</sup>	모르타(보통강도)	

물투과율 결과를 함께 나타내어 보았다. 그림에서 보이듯이 표준상태에 비해 촉진 시험 후의 물투과율이 증가되었으며, 특히 내염수성 시험 후의 물투과율이 다른 촉진 열화 시험에 비해 크게 나왔다.

## 4.2 염화물 투과시험 결과

일본도로협회에서 제안한 방법<sup>6)</sup>에 의해 표면도장재료의 도막에 대한 염소이온의 투과량을 측정 한 결과 에폭시수지, 아크릴실리콘수지, 아크릴우레탄수지계 열의 제품이 상대적으로 적은 염화물 침투량을 보여주고, 폴리우레탄수지, 아크릴 수지 계 열 제품의 순으로 많은 염화물 이온 투과량을 보여주고 있다(그림 3). 전계열에 걸쳐, 촉진 열화 후에 염화물 투과량이 다소 증가되는 것이 확인 되었으며, 특히 촉진 내후성 시험과 내알칼리성 시험 후에 투과량이 증가된 것을 볼 수 있다.

일본도로공단 콘크리트표면도장재료에 대한 품질선정기준<sup>7)</sup>을 보면, 이 방법에 의한 기준값으로 일반적인 염해를 받는 지역에 대해서는  $5.0 \times 10^3 \text{ mgCl}^- / \ell \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{day}$  이하, 특히 염해가 현저한 지역의 경우에는  $1.0 \times 10^3 \text{ mgCl}^- / \ell \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{day}$  이하로 규정하고 있다. 이 기준에 의하면, 일반적인 염해를 받은 지역에 대한 기준으로는 에폭시, 아크릴실리콘, 아크릴우레탄수지 계 열의 제품이 만족한 결과를 보여 주었지만, 염해가 현저한 지역에 대한 기준으로는, 모든 제품에서 만족하지 못하는 결과값을 보였다.

## 4.3 수증기 투과 시험 결과

코팅식 표면도장재료 5종에 대한 수증기 투과성 시험결과를 그림 4에 나타내었다. 본 연구에서 시험한 제품 중 아크릴계가 다소 높은 수증기 투과결과를 보이고, 다른 계 도장재료는 낮은 결과를 보여 주었다. 다만, 아크릴계의 경우 측정결과와 편차가 다소 크게 나타나 더 많은 데이터의 축적이 필요하리라 보여진다. 촉진열화 후 모든 계열에서 수증기 투과도가 증가되는 것이 확인 되었으며, 각 도장재료마다 그 경향은 조금씩 다르게 나타났다. 일본도로공단 기준에는 수증기 투과율이  $5 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{day}$  ( $12 \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$ ) 이하, 일본철도종합연구소 규격으로는  $20 \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$  이하로 규정되어 있어 본 연구에서 시험한 도장재료는 철도종합연구소 규격으로는 모두 만족하는 것으로 나타났으나, 일본도로공단 품질기준 상으로는 아크릴수지계가 열화시험 후 결과가 규격을 상회하는 것으로 나타났다. 그러나, 제품에 따라서는 콘크리트 내부의 습기를 방출하도록 재료설계된 제품도 있어, 이러한 제품에 대한 수증기 투과율에 대한 규격은 더 검토를 해야할 것으로 생각된다.

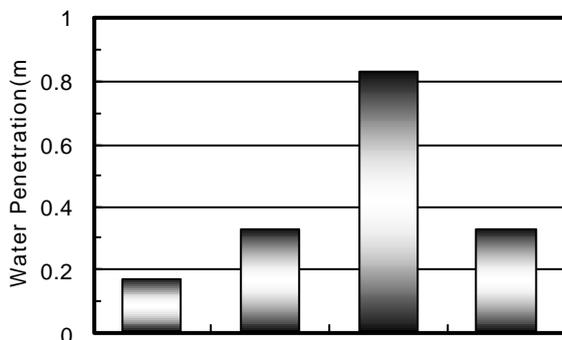


그림 2 아크릴계의 물투과율 시험결과

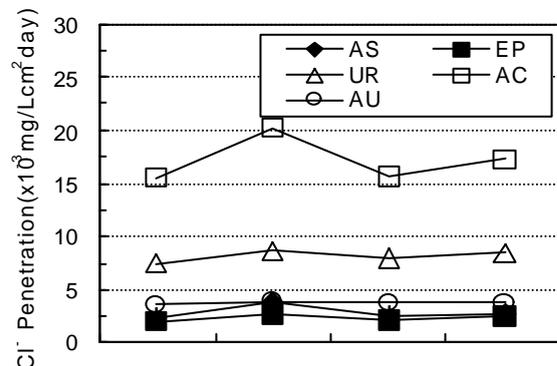


그림 3 염화물 투과시험 결과

#### 4.4 산소투과도 시험

아크릴 계열의 경우 산소 투과도가  $855\text{cm}^3/\text{m}^3 \cdot 24\text{hrs} \cdot \text{atm}$ 으로 나왔으나, 다른 시험편은 시험 기계의 산소 투과도 측정 한도  $20,000\text{cm}^3/\text{m}^3 \cdot 24\text{hrs} \cdot \text{atm}$ 을 넘는 결과가 나왔다. 본 연구에서 선택한 시험법은 플라스틱 쉬트와 필름에 적용하는 시험법으로서, 본 연구에서 사용된 도막에 적용하기에는 다소 산소분압이 과도했다고 보여진다. 콘크리트 도장재료의 재료특성에 맞는 산소 투과도 시험에 대한 시험방법을 더 검토해야 할 것이라고 생각된다.

#### 4.5 콘크리트와 부착성 시험

콘크리트와 부착성 시험은 모재의 영향을 최소화시키기 위해 하지 콘크리트는 모두 압축강도가  $450\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 고강도 콘크리트를 사용하였다. 본 연구에서 시험한 제품 중 아크릴 계열의 제품이 콘크리트와의 부착력이 낮게 나왔으며, 나머지 계열은 모두  $50\text{kg}/\text{cm}^2$  정도로 계면파괴 없이 우수한 결과를 나타내었다(그림 5). 한편, 모든 시험체에서 촉진열화 시험후 부착강도 저하가 나타났다. 열화 시험 중에서 촉진내후성과 내알칼리성 시험 후 부착강도 저하가 상대적으로 크게 나타났다. 이와 같이 촉진열화 시험 후에 부착강도가 저하되는 것은 촉진열화시험에 의해 도막자체의 성능이 저하되는 것 이외에도, 촉진내후성, 내알칼리성, 내염수성 시험 모두 물을 게재하는 시험으로 시험 기간 동안 콘크리트 내부로 수분의 흡수가 있었기 때문으로 보인다.

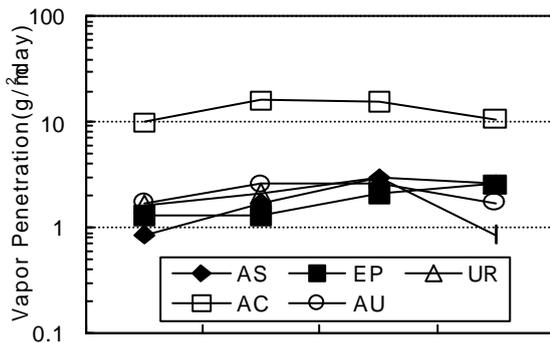


그림 4 수증기 투과율 시험결과

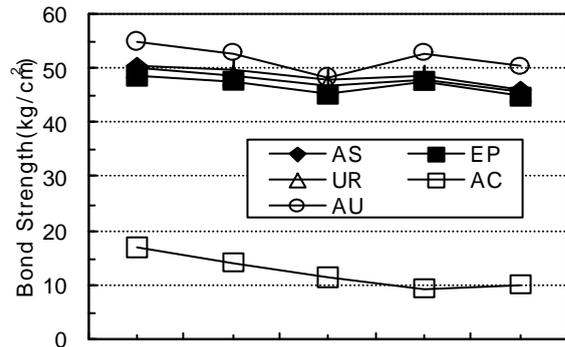


그림 5 부착강도 시험결과

#### 4.6 균열추종성 시험

본 연구에서 선택한 균열추종성 시험법은 일본도로중단에서 제안한 방법으로 일명 제로스팬법이라고 한다. 여기에서 균열은 실구조물의 균열을 재현한 것은 아니고, 도장재 도막 자체의 신장 성능을 통해 균열에 대한 추종성능을 상대적으로 비교하는 시험이다. 도막에 대한 인장강도와 신장을 모두 측정하였는데, 그림 6에 보이듯이 본 연구에서 시험한 제품 중 폴리우레탄수지계 제품의 인장강도가 가장 크게 나왔으며, 아크릴수지계의 도장재료가 신장값이 가장 크게 나왔다. 촉진열화의 영향을 살펴보면, 재료에 따라 다르나, 촉진열화 후 인장강도와 신장 모두 저하되는 결과를 보였다. 아크릴계 제품과 같은 탄성이 좋은 제품의 경우, 인장강도는 낮지만, 신장이 매우 우수한 결과를 보였다. 제로스팬방법을 고안한 일본도로중단의 경우, 도막의 인장강도가 아니라, 신장값으로 0.8mm이상으로 기준하고 있다. 일본에서는 보수가 필요한 유해 균열폭을 0.4mm정도로 판단하므로, 이 정도의 균열폭까지 도장재가 견디어야 한다는 생각으로 안전측면에서 0.8mm 신장값으로 기준하고 있다. 이 규정으로 볼 때, 본 연구에서 시험한 모든 제품이 균열 추종성 기준값을 모두 만족하고 있고, 특히 아크릴계가 우수한 균열 추종성능을 지니고 있다고 볼 수 있다. 다만, 일

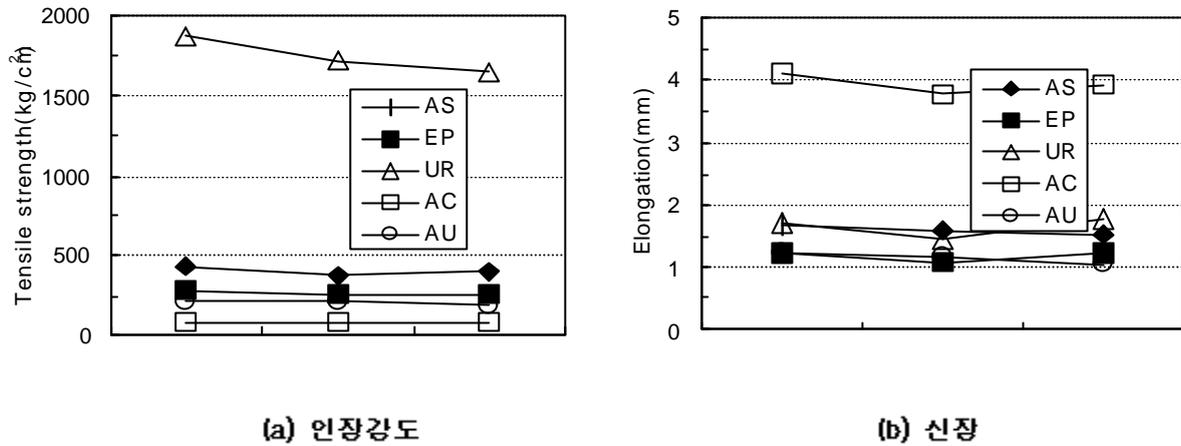


그림 6 균열추증성 시험 결과

본도로공단 규격에서는 저온에서의 신장과, 내후성 시험을 행한 후의 신장에 대해서도 기준하고 있는데, 이에 대한 검토가 더 이루어져야 하리라 생각된다.

#### 4.7 고찰

국내 콘크리트 표면도장재에 대한 각종 성능 시험을 행하여, 일본도로공단에서 정한 기준치를 인용하여 본 결과, 일부 제품과 일부시험항목을 제외하고는 대부분의 제품이 기준치를 만족하는 것으로 나왔다. 하지만, 염화물 투과성 시험결과, 일본 기준치를 만족시키지 못하는 것으로 나와 이에 대한 검토가 더 필요하다고 생각되고, 산소투과성 시험의 경우 시험기계 측정 한도를 넘는 결과가 나와 도막 측정에 필요한 적정 산소 분압 등의 시험조건에 대한 검토가 이루어져야 하리라 생각된다. 또, 각종 촉진열화 시험 후, 도장재에 대한 성능평가를 행하였으나, 이 촉진 열화시험이 실제 노출 조건을 정확히 모사하는 것이 아니므로, 열화시험 조건에 대한 검토도 더 이루어져야 하리라 보여지는데, 본 연구에서 선택한 촉진열화시험으로 도장재 간의 우열이 많이 나타나지 않았으므로, 더 혹독한 열화환경을 상정한 조건을 검토해야 하리라 보여진다.

한편, 본 연구에서 나온 결과들은 특정제품에 대한 결과이므로 재료 성분에 따른 계열에 대한 특성을 대표한다고 할 수는 없다.

본 연구에서는 국내 관련 규격과 기준치가 없어 일본도로공단에서 정한 기준값을 인용하여 보았으나, 일본에서도 실내시험에 의한 품질 기준치가 실제 염해 환경에서 장기 노출시켰을 때 나타내는 성능과의 상관성에 대해서는 아직 명확한 결론을 내리지 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서 얻은 실내 성능평가 결과에 대한 검증은 위해 장기 해양 노출 시험을 진행중이며, 추후 이에 대한 보고를 할 예정이다.

### 5. 결론

콘크리트 표면도장재 품질기준과 성능평가 시험기준을 도출하기 위해 콘크리트 도장재에 적합한 시험항목들을 선정하였고, 국내 시판 도장재를 재료계열별로 선택해 성능평가를 수행하였다. 그 결과, 일부 제품과 일부시험항목을 제외하고는 대부분의 제품이 기준치를 만족하는 것으로 나왔다. 특히, 시험항목중 염화물 투과시험의 경우, 모두 일본에서 정한 기준치를 만족하지 못하는 것으로 나타나, 이에 대한 대책 및 검토가 더 필요하리라 보여진다.

본 연구에서 사용한 시험방법 중 산소투과도 시험과, 촉진열화시험의 경우, 도장재료간의 우열을 판단하지 못하였으므로, 이에 대한 더 깊은 검토가 필요하리라 보여진다.

## 참고 문헌

1. 岸谷孝一, 西沢紀昭, "塩害", 技報堂 1986.
2. 김문한, "염해와 대책", 한국콘크리트학회지, 제4권 1호, pp. 35-42, 1992.
3. 신공항건설공단, "콘크리트 염해방지/품질개선 조사 용역 보고서", 1996.
4. 片岡清士, "最新のコンクリート防食と補修技術", 山海堂, 2000.
5. 日本土木学会 콘크리트위원회, "鉄筋腐食・防食および補修に関する研究の現状と今後の動向", 日本土木学会, 1999.
6. 日本道路協会, "道路橋の塩害対策指針(案) 콘크리트塗装の設計・施工・品質基準(案)", 1984.
7. 日本道路公団 試験研究所 材料施工研究会 "콘크리트保護工", 材料施工資料 第1号, 日本道路公団, 1994.
8. National Cooperative Highway Research Program Synthesis 209, "Sealers for Portland Cement Concrete Highway Facilities", Transportation Research Board, National Research Council, 1994.