

옥외폭로에 따른 실리콘계 유화형 흡수방지재의 내수성에 관한 실험적 연구

심현보^{1)*} · 이민석²⁾

¹⁾(주)쌍곰 기술부 ²⁾영산대학교 건축학부 교수

(2003년 12월 20일 원고접수, 2004년 5월 31일 심사완료)

An Experimental Study on Water Resistance of Penetrating Water Repellency of Emulsified Silicon Type Exposed to The Outdoor Environment

Hyun-Bo Shim^{1)*} and Min-Seok Lee²⁾

¹⁾ 316, Taejeon-Dong, Gwangju-Si, Gyeonggi-Do, 464-110, Korea

²⁾ Yong-san University, San-150, Junam-Ri, Woongsang-Eup, Yangsan-City, Gyeongsangnam-Do, 626-847, Korea

(Received December 20, 2003, Accepted May 31, 2004)

ABSTRACT

As a part of durability improvement of concrete-structure, penetrating water repellency of liquid type is applied to concrete surface. Besides, a related standard is made recently, but the standard has been prescribe for initial settlement state of penetrating water repellency of liquid type, to the exclusion of performance variation depending time and outdoor environment factor.

For measurement of performance variation, we measured the weight of outdoor exposure specimen every regular intervals and check a measured value against a measured value of different condition specimen. Moreover, after the application of penetrating water repellent, measured a adhesive strength in tension between cement-polymer modified waterproof coatings and surface of specimen. The applied penetrating water repellent is a emulsified silicon type with a deep penetration depth.

In view of the results so far achieved, the more a quantity of application and active solid content does get, the deeper penetrating water repellency of emulsion type penetrate get longer and supplied moisture increase in quantity, a penetrating water repellency of liquid type penetrates more deep, but a quantity of water absorption increase gradually. Perhaps this result is caused by a reduction of active solid content on concrete surface, because active ingredient is moved into the concrete by dissolution.

Keywords : penetrating water repellent, surface of concrete, adhesive strength, water absorption

1. 서 론

가격 경쟁력 뿐만 아니라 우수한 압축강도, 내구성, 성형성 등의 장점을 보유한 콘크리트는 지금까지 건축구조물의 주요 구성재료로 사용되어 왔다. 그러나 불균일한 품질, 낮은 인장강도 등 재료적, 구조적 문제점을 보유하고 있었음은 이미 주지된 사실이며, 이러한 문제해결을 위한 다양한 연구노력을 통해 품질 뿐만 아니라 내구성 및 시공성도 우수한 콘크리트를 제조할 수 있게 되었다. 또한, 철근을 보강재로 사용함에 따라 인장력 부족에 의한 구조적 문제도 이미 해결된 상태이다.

그러나 철근콘크리트로 구성된 대다수의 사회기반시설 물들은 사용특성상 장기내구성을 필요로 한다. 구조물이 열화되었다 하더라도 철거가 비용이하며, 철거 시에 발생하는 경제적 손실과 사회적 파급효과를 고려하면, 단지 구성재료적 측면에서 달성할 수 있는 이상의 내구성 향상 대책이 절실히 요구된다.

특히 사회기반시설물이 외부 환경에 직접 노출되어 시공되며, 산업발달과 함께 철근콘크리트의 열화를 촉진하는 유해환경요인(예로 CO₂, 산)이 점차 증가하고 있음을 감안하면 상술한 내구연한 증가의 필요성이 보다 중요시된다. 이에 관한 하나의 예로, 일본에서는 JASS 5에 새로운 강도개념을 정립하고 있는데, 건축물의 사용기간을 미리 예측·설정하여 그것에 따른 “내구설계 기준강도”를 결정·적용하고 있다.

* Corresponding author

Tel : 031-768-3030 Fax : 031-768-3035

E-mail : hyunbo@hanmail.net

2. 흡수방지재와 철근콘크리트의 내구성

철근콘크리트의 내구성을 향상시키는 방법은 크게 시공 전과 시공 후로 분류하여 고찰할 수 있다. 시공 전의 내구성 향상은 재료의 선별을 통해 달성할 수 있으며, 혼화제를 포함하여 콘크리트 구성물(시멘트, 골재, 배합수)의 종류에 따른 성분 및 배합비 그리고 이에 따른 물성분석을 통해 최적의 재료를 선택한다. 시공 후의 내구성 향상 방법은 가급적 구조체가 유해환경에 노출되지 않는 또는 이의 영향을 완화시킬 수 있는 대책을 의미하며, 일반적으로 제3의 재료를 사용하여 콘크리트 구조물을 외부환경으로부터 차단한다. 본 연구의 대상인 액상형 흡수방지재는 시공 후 내구성 향상 방법의 범주에 속하며, 구조체 표층부에 별도의 차단성 도막을 시공하는 것과는 달리 도포·침투시켜 콘크리트 표층부에 차체 방수층이 형성되도록 한다. 이를 통해 콘크리트의 표면뿐만 아니라 일정 깊이의 기공까지 발수성을 보유하게 되어 철근콘크리트의 내구성을 저하시키는 중성화 및 동결융해를 지연시킨다. 주성분에 따라 유기질계와 무기질계로 구분되며, 유기질계에는 실란, 실리콘, 아크릴, 우레탄화합물 등이 그리고 무기질계에는 규산화합물이 포함된다¹⁾.

지금까지는 콘크리트에 물이 침입하는 것을 방지하기 위해 콘크리트 배합시 혼화재료를 첨가하여 콘크리트 자체에 방수성능을 부가하거나(구체방수) 또는 콘크리트 표면에 방수제를 도포하는 방법(도막방수)을 주로 적용하였으나, 첫번째 방법은 콘크리트의 물성변화를 초래할 수 있으며, 두번째 방법은 방수도막의 박리, 박락 그리고 콘크리트의 호흡차단에 따른 수분축적 등의 문제가 발생할 수 있어 그 적용에 한계를 나타내고 있는 실정이다.

액상형 흡수방지재의 시공용이성(단순 도포작업) 및 우수한 발수성 그리고 이를 통한 콘크리트의 보호가능성이 인정되어 2002년에 KS F 4930(콘크리트 표면 도포용 액상형 흡수방지재)이 제정되었다. 중요한 요구물성으로는 내흡수성과 침투깊이를 들 수 있으며, 내흡수성은 물의 흡수량 제한을 그리고 침투깊이는 내흡수성의 내구연한 증대를 목적으로 한다. 콘크리트 표면의 열화와 그에 따른 흡수방지재의 성능저하를 시간경과에 따른 불가피한 현상이라고 가정하면, 흡수방지재가 깊이 침투하면 할수록 내흡수성은 장기간 동안 발휘될 수 있다.

그러나 상술한 KS 규격은 액상형 흡수방지재를 도포한 직후, 정확히 말해 14일간 양생한 후의 성능만을 규정하고 있다. 이에 반해 일반적으로 시판·적용되고 있는 흡수방지재 중 수성타입은 액상 및 에멀전 형태로 실리콘을 유화한 제품으로서 침투깊이가 우수하며 탁월한 내흡수성을 보유하고 있지만, 제품의 특성상 수분과의 장시간 접촉시 점차 용해되는 현상이 나타난다. 따라서 콘크리트 표면에 흡수방지재를 도포·침투시킨 경우, 기공내부에 존재하는

수분 또는 다른 경로로 침입한 수분이 작용한 결과로서 흡수방지재가 용해될 수 있으며, 이에 따라 기공벽 수분을 매개체로 하여 침투깊이가 증가하고 기공벽에서의 흡수방지재 활성성분량이 감소하여 결과적으로 콘크리트 표면에서의 내흡수성 저하가 예상된다. 따라서, 본 연구에서는 흡수방지재의 장기유효폭로 상황에서의 성능변화에 대한 실험을 실시하여, 흡수방지재의 규정성능 발현에 요구되는 또는 성능 지속을 위한 대책 마련에 필요한 기초적 데이터를 제시하고자 한다. 또한 이에 추가하여 흡수방지층의 내구성 향상을 위해 시멘트혼입 폴리머 방수제를 복합적용하는 경우, 흡수방지재의 도포를 통한 시멘트혼입 폴리머 방수제의 부착강도 변화에 대한 실험을 실시하여, 이의 박리·박락 방지를 위한 최적 시공시간을 도출하고자 한다.

3. 실험재료

3.1 흡수방지재

가장 일반적으로 유통·판매되고 있는 유화형 실리콘계 흡수방지재 제품 중 5개를 임의로 선정하여 실험을 실시하였다. 각 제품의 기본 성상은 Table 1과 같다.

3.2 흡수방지재 도포방법

흡수방지재의 성능발현과 고형분량 및 도포방법과의 관계를 알아보기 위하여 Table 2와 같은 방법에 따라 바탕 시험체에 흡수방지재를 도포하였으며(Type I, II, III), 지하구조물에의 적용 또는 습윤 바탕면시의 시공을 고려하여 1달간 시험체를 물에 침지하여(Type IV) 기건 시험체와 비교 하였다.

Table 1 Properties of penetrating water repellent

Type	Appearance	Active solid content	Active ingredient
A	White paste	70%	Silane/siloxane
B	White paste	70%	Alkylalkoxysilanes
C	White paste	70%	Silane/siloxane
D	White fluid	40%	Silane/siloxane
E	White fluid	40%	Silane/siloxane

Table 2 Application method

Type	Method of application
I	General spread Spread with 150 g/cm ²
II	Twice spread Spread with 150 g/cm ² → after 3 times → Spread with 100 g/cm ²
III	Excess spread Spread with 250 g/cm ²
IV	Immersion in water Spread with method II → Cure for a week → Immersion in water for a month

3.3 시멘트 혼입 폴리머 방수재

적용한 시멘트 혼입 폴리머 방수재는 아크릴계 수지가 혼합된 그리고 KS F 4919의 요구성능을 만족하는 제품으로서 기본 성능은 다음과 같다.

3.4 시험체 제작

바탕시험체는 시멘트 : 잔골재의 중량비 1 : 2.45, 물시멘트비 50%로 배합하여 10×10×5cm의 크기로 제작하였으며, 탈형 후 28일간 기건양생을 실시하고 Table 2의 도포방법에 따라 흡수방지재를 도포하였다. 이때 사용된 시멘트는 KS L 5201(포틀랜드시멘트)의 규정을 만족하는 S 사 제품을 그리고 잔골재는 이천산 강사를 사용하였다. 도포 후 시험체는, 온도 20±5℃, 습도 60±5%에서 7일간 양생을 실시하였으며, 양생 후 수침지 시험체는 30일간 수침지하고, 그 외의 시험체들은 옥외폭로를 실시하였다.

4. 실험

장기옥외폭로에 따른 흡수방지재의 성능변화를 파악하기 위하여 침투깊이와 물흡수량을 시간의 경과에 따라, 정확히 말해 침투깊이는 도포 후 7일, 14일, 28일, 6개월, 1년 경과시점에, 그리고 물흡수량은 7일, 6개월, 1년 경과시점에 측정하였다. 또한, 흡수방지재가 도포된 부위에 도막 또는 기타 보호층 관련 공법을 적용하는 경우, 그 시공가능성 및 성능발현여부를 파악하기 위하여 시멘트 혼입 폴리머계 방수재(KS F 4919)를 흡수방지재 도포 후 4, 6, 24, 48시간이 경과한 시점에 시공하고, 28일 양생 후 부착강도를 측정하였다. 옥외폭로가 진행되었던 1년 동안의 강수량은 Table 5와 같다.

Table 3 Properties of cement-polymer modified waterproof coatings

Test	Result
Adhesive strength in tension (N/mm ²)	2.2
Amount of water absorption (g)	0.1

Table 4 Properties of specimen

Type	W/C	Cement : Sand	Compressive strength
Specimen	55%	1 : 2.45	23.5 N/mm ²

Table 5 Precipitation during the outdoor exposure

Total amount (mm)	No. of days			
	≥ 0.1 mm	≥ 1.0 mm	≥ 10 mm	≥ 30 mm
1725.2	113	97	43	17

4.1 흡수방지재의 침투깊이

침투깊이는 KS F 4930의 측정방법에 따라 흡수방지재를 도포·양생한 시험체를 2분할하고, 그 단면에 물을 분무하여 Fig. 2와 같이 물이 침투되지 않은 3개소의 깊이를 측정하여, 그 평균값을 침투깊이로 하였다.

4.2 물흡수량

KS F 2609에 따라 Fig. 4와 같이 흡수방지재 도포면을 흡수면으로 하여 물에 침지한 후, 바탕시험체의 중량변화를 측정하여 이를 물흡수량으로 하였다.

그러나 시간경과에 따른 물흡수량 변화가 극히 미미하여, 즉 KS F 2609에 명시된 물흡수계수 w [kg/m²·h^{0.5}]의 산출 및 이를 통한 각 시험체간의 흡수성 비교가 비용이하여 24시간 동안의 흡수량을 기준으로 평가하였다.

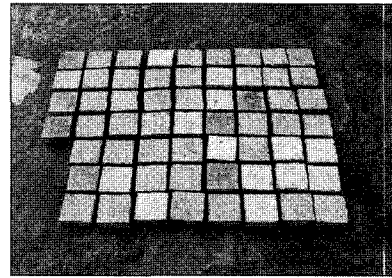


Fig. 1 Specimen in outdoor exposure

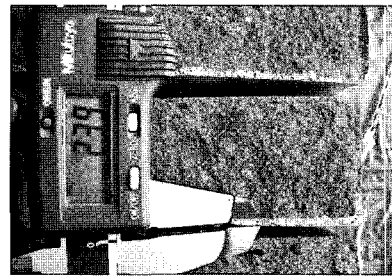


Fig. 2 Measurement of penetration depth

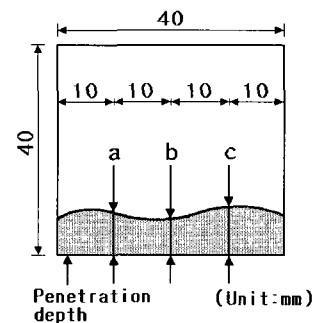


Fig. 3 Method of penetration depth measurement (KS F 4930)

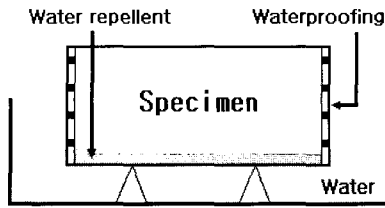


Fig. 4 Method of water absorption test

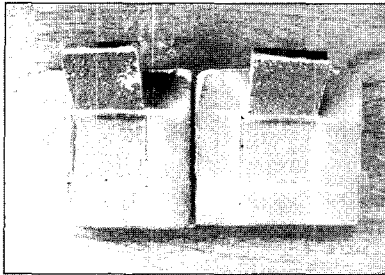


Fig. 5 Measure of adhesive strength in tenton

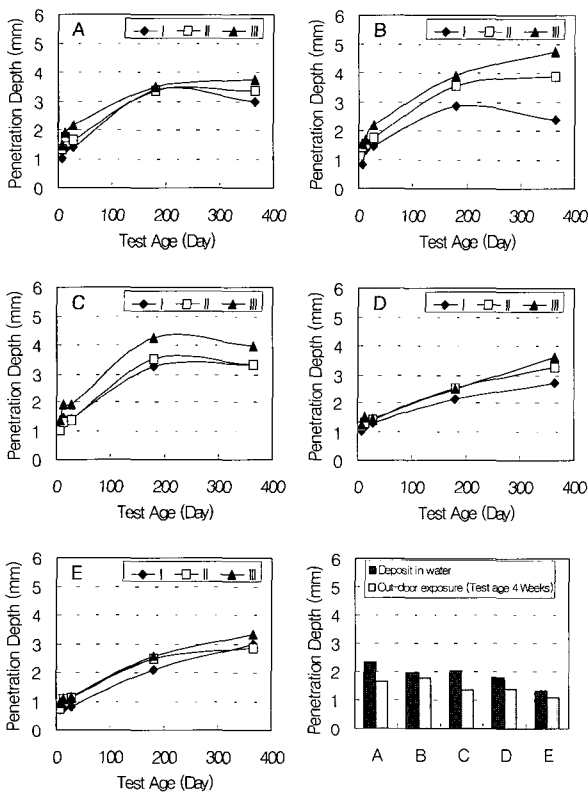


Fig. 6 Measured result of penetration depth

4.3 시멘트 혼입 폴리머 방수재의 부착강도

모르터 바탕체에 흡수방지재를 Type III의 방법으로 도포하고 4, 6, 24, 48시간 경과한 후, 시멘트 혼입 폴리머계 도막방수재를 도포하고 28일 간 양생 후 부착강도를 측정하였다. 측정방법은 Fig. 5와 같이 일정깊이(도막방수재의

두께 이상)의 홈이 파여 있는 시험면 위에 40×40 mm의 어테치먼트를 부착한 후, 하중속도 10 mm/min로 인장하여, 탈락시의 강도 및 상태를 측정·평가하였다.

5. 실험결과 및 분석

5.1 침투깊이

5.1.1 재령에 따른 침투깊이

흡수방지재 도포 후 재령 7일을 최초로 하여 재령 1년까지 침투깊이를 측정한 결과 Fig. 6과 같이 재령에 따라 침투깊이가 증가하는 것으로 나타났다. 재령 1년이 경과한 경우, 최초 측정한 7일의 침투깊이에 비해 A는 1.5~1.96배, B는 1.73~2.06배, C는 1.63~2.24배, D는 1.66~1.94배, E는 2.45~3.13배로 침투깊이가 증가하였다.

전체적으로 재령 7일의 평균 침투깊이는 약 1.14 mm, 그리고 재령 1년의 평균 침투깊이는 약 3.36 mm로 나타나, 흡수방지재를 도포한 후 재령 1년이 경과하면 침투깊이가 약 3배 증가함을 알 수 있었다. 이는 기공벽에 흡착된 흡수방지재의 활성성분이 수분에 용해되어 지속적으로 콘크리트 내부로 확산된 결과라고 판단된다.

5.1.2 도포방법에 따른 침투깊이

재령 7일에서 1년까지 도포방법에 따른 침투깊이를 측정한 결과 도포방법 I은 0.98~2.88 mm, II는 1.14~3.34 mm, III은 1.31~3.87 mm로 나타났다.

I의 방법에 비해 II는 15%, III은 33%정도 침투깊이가 깊게 나타나 흡수방지재의 도포량이 많을수록, 그리고 동일 도포량이면 도포횟수가 적을수록 침투깊이가 증가하는 것으로 나타났다. 도포량은 동일하지만 횟수를 나누어 도포한다는 것은, 초기 침투성분의 화학반응에 필요한 시간적 여유를 준 것과 같다. 따라서 초기 진행된 화학반응으로 인하여 2차 도포한 흡수방지재의 침투능력이 일부 제한된 것으로 판단된다.

5.1.3 고형분 함량에 따른 침투깊이

재령 7일에서 1년까지 고형분 함량이 70%인 A, B, C 제품의 침투깊이는 각각 1.27~3.36 mm, 1.26~3.66 mm, 1.22~3.55 mm, 그리고 고형분 함량이 40%인 D, E제품의 침투깊이는 각각 1.14~3.21 mm, 0.81~3.05 mm로 측정되었다. 이를 평균침투깊이로 나타내면 전자는 1.25 ~ 3.52 mm, 후자는 0.97~3.13 mm로서, 고형분 함량 40%에 비해 70%의 경우는 약 38% 정도 침투깊이가 증가하는데, 이는 흡수방지재의 고형분 함량이 높을수록 내부로의 침투에 필요한 활성성분의 공급이 원활하기 때문인 것으로 판단된다.

5.1.4 수침지 시험체의 침투깊이

수침지 시험체의 침투깊이를 평가하기 위하여 기건폭로 28일 시험체와 비교한 결과, 기건 28일의 평균 침투깊이는 1.46mm, 수침지는 1.90mm로 나타나 수침지 시험체에서의 침투깊이가 기건폭로 시험체에 비해 약 31% 정도 깊게 나타났다.

이는 흡수방지제의 활성성분이 물을 매개체로 하여 침투한다는 것을 다시 한번 확인한 결과이며, 이에 따라 물의 공급이 지속될 수 있는 수침지 시험체에서의 침투깊이가 기건폭로 시험체에서 보다 깊게 나타났다.

5.1.5 실내방치 시험체와의 비교

재령 1년에 도포방법에 관계없이 옥외폭로 시험체와 실내방치 시험체에서의 침투깊이를 비교한 결과, Fig. 7과 같이 실내방치의 경우가 옥외폭로에서 보다 A는 8.3%, B는 6.4%, C는 6.9%, D는 18.1%, E는 14.6% 작게 나타났으며, 전체적으로 보면 실내방치의 경우가 옥외폭로보다 10.73% 작게 침투되었다. 이는 옥외환경에서는 추가적으로 물의 공급(눈, 비 등)이 가능하였으며, 이에 따라 흡수방지제가 더 깊게 침투하였다고 볼 수 있다.

또한, 활성성분함량 40%의 흡수방지제는 약 7.2%, 70%는 약 16.1% 정도 실내방치 시험체에서의 침투깊이가 작게 나타나, 흡수방지제의 활성성분함량이 많을수록 침투깊이에 미치는 물의 영향이 크다는 것을 알 수 있다.

5.2 물흡수량

5.2.1 재령에 따른 물흡수량

흡수방지제를 도포한 면을 흡수면으로 하여 물흡수량을 측정된 결과, 재령 7일의 물흡수량에 비하여 재령 6개월에는 고형분 함량 70%의 경우 각각 45%, 74%, 77% 증가하는 것으로, 재령 1년에는 각각 93%, 208%, 234% 증가하는 것으로 나타났다. 결과적으로 재령이 증가함에 따라 6개월 시점에 0~77%, 1년 시점에 75~234%정도 물흡수량이 증가하는데, 이는 흡수방지제가 시간경과에 따라 지속적으로 내부로 침투하면서 표층부 흡수방지층의 활성농도가 낮아짐과 동시에 옥외폭로에 따른 표층부 열화에 의해 나타난 현상으로 판단된다.

상술한 실험결과를 이용하여 Fig. 8에 재령증가에 따른 흡수량 변화를 나타내었다. 이때 Y-축은 각 시험체의 24시간 평균흡수량의 역수로 설정하였으며, 이 값이 크면 클수록 내흡수성이 우수함을 의미한다. 그림에 나타난 바와 같이 재령이 증가함에 따라 초기에는 급격하게, 그러나 점차 완만하게 내흡수성이 감소하지만, 추세선으로 파악하는 경우 약 5년 후에도 일정 이상의 내흡수성 발현이 예상된다.

5.2.2 도포방법에 따른 물흡수량

재령 7일의 경우 고형분함량 40%의 흡수방지제를 도포한 시험체의 평균 물흡수량은 도포방법(Table 2)에 따라 각각 0.45g, 0.45g, 0.49g, 고형분함량 70%의 경우는 0.39g, 0.31g, 0.30g, 재령 6개월의 경우 고형분함량 40%는 각각 0.38g, 0.46g, 0.45g, 고형분함량 70%의 경우는 0.52g, 0.54g, 0.43g, 재령 1년의 경우는 고형분함량 40%는 0.79g, 0.83g, 0.84g, 고형분함량 70%의 경우는 0.72g, 0.92g, 0.85g로 나타났다.

결과적으로는 재령 초기에는 큰 차이가 없었으며, 재령 1년에는 오히려 도포량이 적은 도포방법 I의 시험체에서 물흡수량이 가장 적게 나타났다.

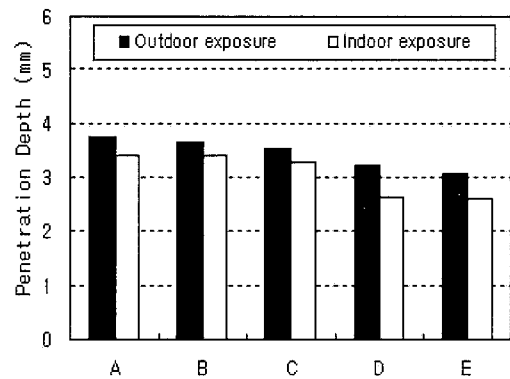


Fig. 7 Measured result of penetration depth

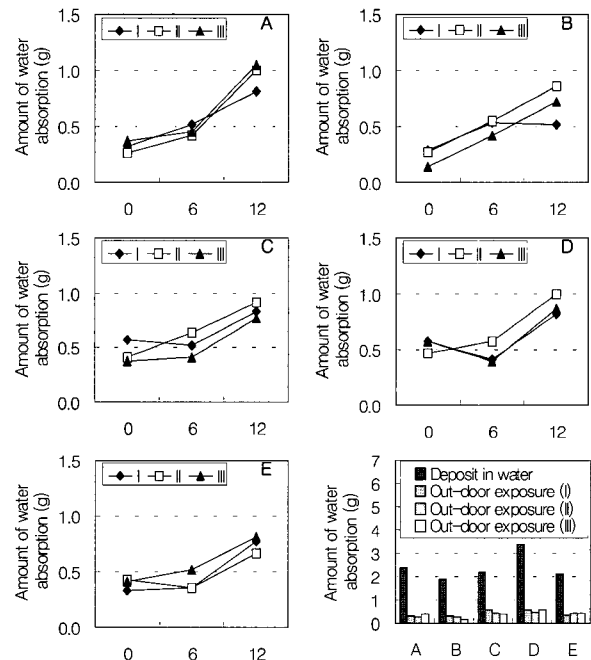


Fig. 8 Result of a water absorption test

Table 6 Measurement result of water absorption

Type	Test age - 7 day			Test age - 1 year		
	I	II	III	I	II	III
A	0.32	0.26	0.37	0.81	1.00	1.05
B	0.29	0.27	0.14	0.52	0.86	0.72
C	0.57	0.41	0.38	0.83	0.91	0.77
D	0.57	0.47	0.57	0.82	1.00	0.87
E	0.33	0.43	0.41	0.77	0.66	0.81

(Unit : g)

이는 Table 6에서 보는 바와 같이 흡수방지재의 우수한 내흡수성으로 인하여 대부분의 흡수측정값이 1g 미만으로 나타나 어느 도포방법이 좋다고 판단하기는 곤란하며, 또한 도포방법의 차이보다는 시험체 표면의 차이에 따른 실험오차로 판단된다.

5.2.3 고형분 함량에 따른 물흡수량

재령 7일의 고형분함량 40%의 경우는 0.45 ~ 0.49g, 70%는 0.30 ~ 0.39g, 재령 6개월에는 고형분함량 40%는 0.38 ~ 0.46g, 70%는 0.43 ~ 0.54g, 재령 1년에는 40%는 0.79 ~ 0.84g, 70%는 0.72 ~ 0.92g으로 나타났다.

재령 초기에는 고형분함량이 클수록 내흡수성의 차이가 현저하게 나타나지만, 재령이 커짐에 따라 고형분함량에 관계없이 거의 비슷한 흡수성을 발현하는 것을 알 수 있다. 이는 재령 초기에는 아직 콘크리트 표층부에 높은 고형분함량의 흡수방지재가 존재하여 흡수성에 큰 영향을 미치지만, 재령이 경과함에 따라 콘크리트 내부로 점차 침투하여 표층부의 활성성분 함량이 비슷해지기 때문으로 판단된다.

5.2.4 수침지 시험체와의 비교

수침지 시험체와 기건 시험체의 재령 7일의 물흡수량을 비교해 보면, 기건 재령 7일의 물흡수량은 도포방법에 따라 각각 0.29 ~ 0.57g, 0.26 ~ 0.47g, 0.14 ~ 0.57g으로 측정되어, 수침지 시험체의 물흡수량인 1.19 ~ 3.40g에 비해 약 16% 정도로 나타났다. 이는 상술한 수침지 침투깊이에서의 결과와 같이 물을 침투매개체로 사용하는 흡수방지재가 물 속에 침지될 경우 옥외 노출된 상태에 비하여 깊은 침투깊이를 나타내지만, 표면의 활성성분함량 저하에 따라 물흡수량이 증가한 것으로 판단된다.

5.2.5 실내방치 시험체와의 비교

재령 1년이 경과한 시점에 도포방법에 관계없이 옥외폭로 시험체와 실내방치 시험체의 물흡수량을 비교한 결과 Fig. 9와 같이 큰 차이를 보이지 않았으며, 대부분 1g 미만의 우수한 흡수방지성능을 보였다.

5.3 부착강도

흡수방지재 도포 4, 6, 24, 48시간 후에 시멘트 폴리머계 도막방수재를 도포하고, 28일간 양생하여 부착강도를 측정 한 결과 각각 8.9, 9.3, 15.3, 13.5 N/mm²으로 나타났다. 흡수방지재 도포 24시간 후에 도막방수재를 도포 한 시험체의 부착강도가 가장 높게 나타났으며, 이를 기준값으로 하여 4, 6, 48시간의 부착강도를 비교하면 기준값에 비

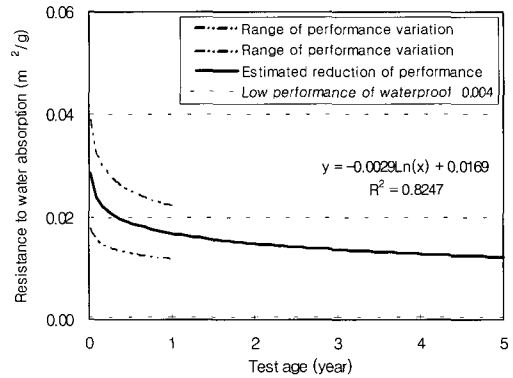


Fig. 9 Estimated reduction of waterproof performance

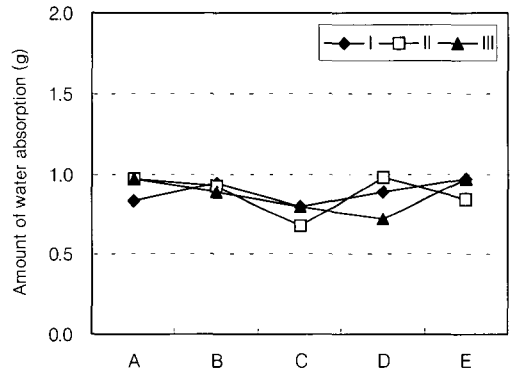


Fig. 10 Test result of a water absorption (indoor)

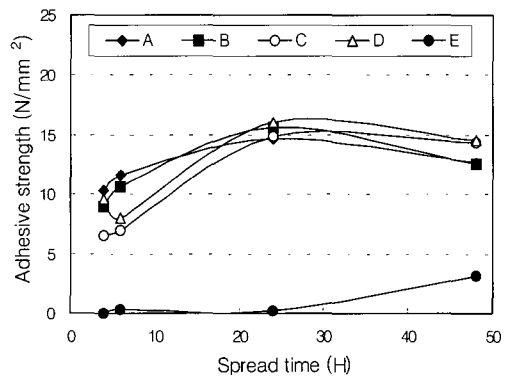


Fig. 11 Test result of adhesive strength in tension

해 각각 58%, 61%, 89%의 부착강도저하 현상이 나타났다. 따라서, 흡수방지제 도포 후 시멘트 폴리머계 도막재의 적정 시공시점은 6~48시간 이내라고 할 수 있으며, 24시간을 기준으로 부착강도가 저하하기 시작하므로 6시간 이전 또는 48시간 이후의 시공 시에는 별도의 대책 마련이 필요하다고 판단된다.

단, 흡수방지제 E는 제조사의 권장 사용방법을 무시하고, 다른 흡수방지제와 동일한 도포방법을 적용한 결과 다른 흡수방지제의 부착성능에 비하여 현저히 작게 측정되었다.

6. 결 론

본 연구에서는 흡수방지제의 재령에 따른 성능변화 측정을 위해 외부폭로 상태에 시험체를 방치하고, 일정기간 간격으로 침투깊이와 물흡수량을 측정하였으며, 이를 일반 기건 시험체와 수침지 시험체의 측정값과 비교·분석하였다. 또한 복합용도 차원에서 흡수방지제 도포 후 폴리머 시멘트 도막재를 시공할 경우의 부착강도도 측정하였다. 이때 사용된 흡수방지제는 침투깊이가 우수하고 환경친화적인 수성의 실리콘 유화제품으로 하였다. 실험결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 흡수방지제의 활성성분량에 관계없이 침투깊이는 재령 7일 침투깊이를 기준으로 재령 1년에 약 3배정도 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 재령 6개월까지는 침투속도가 빠른 반면 6개월 이후에는 그 속도가 현저히 감소하는 것으로 측정되었다.
- 2) 도포방법에 따른 침투깊이는 제품에 따라 정도의 차이는 있지만(Type III \geq II > I), 도포방법보다는 도포량에 따른 침투깊이의 차이가 확연히 나타났다.
- 3) 물흡수량은 재령이 증가함에 따라 6개월에 0~77%, 1년에 75~234%정도 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 재령 초기에는 고품분 함량이 클수록 내흡수성이 우수하지만, 재령의 증가에 따라 그 차이는 점차 감소되었다. 도포방법에 따라서는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

- 4) 흡수방지제 도포 4, 6, 24, 48 시간 후에 도포한 시멘트 폴리머계 도막방수재의 부착강도는 각각 8.9, 9.3, 15.3, 13.5 N/mm²으로 측정되었다. 24시간 측정값을 기준으로 각 측정값을 비교하면 4, 6, 48시간 후의 부착강도는 기준값의 58%, 61%, 89%로 감소하였다.
- 5) 재령 1년 시점에 옥외폭로 시험체와 실내방치 시험체의 측정값을 비교한 결과, 침투깊이의 경우는 실내방치하는 경우가 옥외폭로에서보다 10.73% 정도 작게 나타났으며, 활성성분함량 40%는 약 7.2%, 70%는 약 16.1%정도 실내방치 시험체에서의 침투깊이가 작게 나타났다. 물흡수량은 초기보다 증가하였지만 대부분 1g 미만으로, 아직 우수한 내흡수성을 보유하고 있었다.
- 6) 수침지 시험체에서의 흡수방지제 침투깊이는 1.90mm, 기건폭로 28일 시험체에서의 침투깊이는 1.46mm로 수침지 시험체에서의 침투깊이가 기건폭로에 비해 약 31% 정도 깊게 나타났다. 기건 재령 7일 시험체의 물흡수량은 도포방법에 따라 각각 0.29~0.57g, 0.26~0.47g, 0.14~0.57g으로 측정되어, 수침지 시험체의 물흡수량인 1.19~3.40g에 비해 약 16% 정도 작게 나타났다.

참고문헌

1. KS F 4930, "콘크리트 표면 도포용 액상형 흡수 방지제", 한국표준협회, 2002, pp.1~9.
2. KS F 2609, "건축 재료의 물흡수 계수 측정 방법", 한국표준협회, 1997, pp.1~4.
3. 이민석, 이정철, "물흡수계수 이론을 이용한 콘크리트의 수밀성 평가", 대한건축학회논문집, 17권 2호, 2001, pp.1~8.
4. 윤재환 편저, "포틀랜드 시멘트 및 콘크리트", 세진사, 1990. 6, pp.186~190
5. A.M Nevile, "Properties of concrete," The Pitman Press, 1981.
6. Amstock, Joseph S, "Adhesives and Sealants in construction," McGraw-Hill, 2000.
7. Larry W. Masters, "Problems in Service Life Prediction of Building and Construction materials," Lartinus Nijhof Publishers, 1985.

요 약

콘크리트 구조물의 내구성 향상을 위한 대책의 일환으로 “표면도포용 액상형 흡수방지재”가 적용되고 있으며, 이의 품질관리 차원에서 “내흡수성” 및 “침투깊이”에 관한 최저 요구성능이 규정되어 있다. 그러나 이 규정은 시간경과에 따른 성능변화 및 콘크리트 구조물에 미치는 외부환경요인을 배제한, 즉 흡수방지재의 초기 정착상태를 전제로 하고 있다.

이에 따라 본 연구에서는 흡수방지재의 재령에 따른 내흡수성능 변화 측정을 위해 외부폭로 상태에 시험체를 방치하고, 일정 기간 간격으로 침투깊이와 물흡수량을 측정하였으며, 이를 일반기건 시험체와 수침지 시험체의 측정값과 비교·분석하였다. 또한 복합용도 차원에서 흡수방지재 도포 후 폴리머 시멘트 도막재를 시공할 경우의 부착강도로 측정하였다. 이때 사용된 흡수방지재는 침투깊이가 우수하고 환경친화적인 수성의 실리콘 유화제품으로 하였다. 실험결과 흡수방지재는 동일 재령에서 도포량, 고형분 함량이 클수록 침투깊이가 크고 물흡수량은 작게 나타나지만, 재령이 증가함에 따라 그리고 수분이 공급되는 경우에 보다 원활히 내부로 이동하여 침투깊이는 증가한다. 그러나 이에 반해 물흡수량은 점차 증가하는데, 이는 내흡수성을 발현하는 활성성분이 내부로 용해 이동하여 콘크리트 표면의 활성성분 함량이 감소되기 때문으로 판단된다.

핵심어 : 흡수방지재, 콘크리트 표면, 부착강도, 물흡수
