

# 발수제가 수성페인트의 물리적 성능에 미치는 영향

## Effects of Water-Repellent on the Physical Properties of Water Paint

이 수 용<sup>1</sup>

남 기 용<sup>2</sup>

김 지 현<sup>1\*</sup>

Lee, Soo-Yong<sup>1</sup>

Nam, Gee-Yung<sup>2</sup>

Kim, Ji-Hyun<sup>1\*</sup>

Department of Architectural Engineering, Pukyong National University, Nam-Gu, Busan, 608-739, Korea  
Jungang JSK Construction Co., Ltd., Busan, 607-837, Korea <sup>2</sup>

### Abstract

This study is to analyze durability of water-repellent paints mixed with water-repellents as outer surface finishing materials, and evaluate its feasibility. General functions and water-repelling effects were tested, and the feasibility was evaluated based on the test results. The experimental results of heat conduction durability, air permeability, absorption, and bond strength suggested that water-repellent paints mixed with water-repellents were suitable for finishing materials. Considering overall general durability performances, stable mixing ratios were 2, 5, and 8%.

Keywords : water paint, water-repellent, thermal conductivity, absorption, air permeability, bond strength

## 1. 서 론

국내에서 건축물의 외부를 마감하는 일반적인 형태는 수성페인트를 이용하여 건축물 표면을 도장하는 방법으로 공정이 단순하고 상대적으로 비용이 저렴하여 널리 활용되고 있다. 하지만 일반적으로 사용되는 수성페인트는 기본적인 발수성과 방수성을 지니고 있으나 그 효과가 미흡하다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 최근에는 건축물의 표면에 바르거나 도포 및 코팅하는 보호재료에 대한 필요성이 제기되고 있다[1,2]. 뿐만 아니라 건축물의 외부를 오염시키는 각종 유해한 요인으로부터 건축물을 보호하기 위한 발수제 및 발수페인트와 같은 표면 코팅제의 제품개발과 관련된 연구에 대한 관심이 높아지고 있다[3,4,5].

그러나 건축물 외부 콘크리트 및 미장 표면 도장공사의 경우에는 수성페인트를 칠한 후 발수제를 도포하는 공정

이 주로 시공되는데, 이 때 수성페인트와 발수제 상호간 접착 불량으로 인해 품질이 저하되고 두 작업의 연계성 부족으로 인해 작업 지연 등의 문제가 발생된다. 또한 수성 페인트가 도장된 표면이 완전히 건조된 후에 발수제의 도포가 가능하므로 건조에 필요한 추가 양생기간이 소요되어 현장적용과 공법의 활용도는 현저히 낮은 실정이다.

따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 개선하고 건축물의 장기적 내구성 향상을 위해 건축물의 표면마감법 중에서 발수제를 직접 혼합한 수성페인트의 기초적인 물성과 성능을 분석하여 새로운 수성페인트 마감 공법을 개발하고 적용하고자 한다.

## 2. 발수제에 관한 이론적 고찰

### 2.1 발수제

발수제(撥水劑, Water-Repellent)는 건축물의 외부에서 침투하는 수분을 차단하기 위한 재료로서 구조체의 표면에 도포하여 공극 내부에서 경화하며, 수분과 접촉면의 각을 크게 하여 물을 밀어내는 성질을 부여한다. 이 때 물을 완전히 차단하는 방수제(防水劑)와는 달리 공기와 접하

Received : April 14, 2014

Revision received : April 26, 2014

Accepted : April 28, 2014

\* Corresponding author : Kim, Ji-Hyun

[Tel: 82-51-629-6089, E-mail: ster-h@hanmail.net]

©2014 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

는 부분에 적용되어 대기 중 수분의 유입을 차단하면서 내부에서 발생한 수분을 증기상태로 외부에 이동시킨다 [6]. 일반적인 방수제 및 코팅제의 경우 발수제와 유사하게 외부로부터 수분의 침투를 막아주는 역할을 한다.

발수제의 성능은 화학적 조성, 물리적 성능, 접지면과의 상태 및 적용하고자 하는 표면에 대한 물리적 저항성 등에 따라 다양하다. 발수제는 건축 구조물의 내외부를 평형상태에 이르게 함으로써 자연의 조건에 맞는 습도와 공기상태를 유지하게 한다. 이러한 용도로 사용되는 발수제의 주성분은 유기질(고분자로 실란계, 실리콘계, 아크릴계, 우레탄 화합물계) 또는 무기질(규산질계)로 구성되어 있다.

## 2.2 발수제의 시공표준

발수제 공사의 시공표준과 기준은 건축용 발수제 및 교면용 발수제 등 발수용도로 사용하는 실리콘 화합물계 및 기타 발수성 물질의 침투성용액에 대하여 규정되어 있다. 일반적으로 발수제는 건축용 발수제와 교면용 발수제로 구분되며, 발수제의 품질기준은 한국건설생활환경시험연구원의 발수제 품질지침서와 KS F 4930에 따라 Table 1과 같이 분류된다.

Table 1. Quality standards of water-repellent

Test items	Standards
Water-repellency	Average absorption ratio : below 0.20
Weathering	Average absorption ratio : below 0.40
Air permeability	Water loss at 7days : more than 50%
Efflorescence resistance	No efflorescence
Capacity	Not less than the displayed value
Depth of penetration	above 4.0mm(except for construction)

## 3. 실험계획 및 방법<sup>1)</sup>

현재 국내에서는 수성페인트와 발수제가 혼합된 발수페인트 기성제품이 시판되어 일부 사용되고는 있으나, 제품의 종류가 많지 않고 고가이며, 현장에서 요구되는 다양한

색상을 표현할 수 없어 실제 활용도가 낮은 문제점을 가지고 있다. 이에 본 연구에서는 실제 현장에서 요구하는 페인트의 색상이나 소요량에 따라 조절하여 제조 가능하며, 현장의 다양한 특성에 따라 발수제를 적절하게 혼합하여 사용할 수 있는 마감공법을 개발하기 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

### 3.1 실험계획

본 연구에서는 일반적으로 건축물 외부 도장공사에 적용되는 수성페인트에 발수제의 종류에 따라 다양한 혼합비율을 적용하였을 때의 열전도성, 흡수성, 통기성, 및 부착강도 등의 물리적 성능을 파악하였다. 따라서 일반 수성페인트의 색상에 따라 혼입되는 발수제의 종류 및 혼입율을 다양하게 적용하였다.

실험요인은 Table 2와 같이 계획하였으며, 수성페인트의 색상은 현장에서 일반적으로 사용되는 백색을 사용하였다. 발수제는 국내 A사 제품, 독일 B사 제품, 자체 개발한 C 제품을 사용하였다. 수성페인트에 대한 발수제의 혼입율은 일반적으로 적용되는 2~8% 수준에 추가적 성능을 검토하기 위해 일부 10, 15%를 추가하여 설정하였다. 수성페인트에 발수제를 혼입시에는 1,500rev/min의 회전력을 갖는 교반기로 15분간 혼합하여 실험하였다.

Table 2. Factors and level of the experiment

Factors	Level
Color of water paint	White
Type of water-repellent	A type, B type, C type
Mixing rate of water-repellent	2, 5, 8, 10, 15%
Type of sample surface	Glass, Cement mortar

발수제의 종류와 혼입율을 달리한 발수제가 혼입된 수성페인트는 유리판 시험체와 시멘트 모르타 시험체에 도포하여 각각의 성능을 비교하였다. 시험체의 물리적 특성은 열전도율, 흡수율, 통기성, 부착강도를 측정하여 평가하였다.

### 3.2 사용재료

본 연구에서 사용된 재료는 각 재료의 표준 규격에 적합한 재료를 사용하였으며, 세부 사항은 다음과 같다.

1) The presented work is the part of Ph.D dissertation. This paper is properly modified and revised for the publication to Journal of the Korea Institute of Building Construction.

### 3.2.1 시멘트와 골재

시멘트는 국내에서 제조된 S사의 KS L 5201 기준에 준하는 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 시멘트 모르타르 시료를 제작하기 위한 잔골재는 KS L ISO 679 기준에 준하는 밀도  $2.68\text{g/cm}^3$ , 조립률(F,M) 1.99, 단위용적 중량  $1,537\text{kg/m}^3$ 의 주문진산 표준사를 사용하였다.

### 3.2.2 수성페인트

수성페인트는 건축현장에서 보편적으로 활용되고 있는 국내 K사에서 제조한 것을 사용하였으며, 색상은 백색으로 한정하였다. 수성페인트는 아크릴 에멀전 수지를 주성분으로 한 것이며 고형분 용적비는 41%, 밀도는  $1.63\text{g/cm}^3$ 이다. 일반적 도포율은 평활한 면에서 건조 도막두께  $40\mu\text{m}$ 로  $10.3\text{m}^2/\text{L}$ 로 비인화성 물질이다. Table 3은 본 실험에 사용된 수성페인트의 건조시간을 나타낸 것이다.

Table 3. Drying time of water paint

Drying	Temperature		
	10°C	20°C	30°C
Tack-free	1hr	30min	20min
Dry hard	2hr	1hr	40min

### 3.2.3 발수제

발수제는 콘크리트 표면의 공극에 침투하여 일정한 깊이만큼 흡수되고, 외부 표면에 얇은 피막을 형성하여 외부 마감 재료로서의 성능 발현을 검토하기 위해 발수성능이 우수한 실리콘계 중에서 국내에서 제조한 A type, 독일산 B type, 새롭게 개발한 C type을 사용하였다. A와 B type 발수제는 국내에서 사용되는 대표적인 발수제로 시장성이 높은 장점이 있으므로 비교대상으로 하여 실험에 적용하였다. Table 4는 실험에 사용된 발수제의 성질을 나타낸 것이다.

Table 4. The physical properties of water-repellent

Items	Manufacturers	Constituent (based)	Density ( $\text{g/cm}^3$ )	Color	State (25°C)
A type	Korea	Silane	1.084	Milk white	Liquid
B type	Germany	Silane	0.987	Milk white	Liquid
C type	Korea	Silane	1.195	Milk white	Liquid

### 3.3 시험체 제작 및 실험방법

#### 3.3.1 시험체 제작

배합은 발수제를 혼입한 수성페인트의 일반적인 성능을 실험하기 위해 Table 2에서 설정한 실험인자에 따라 진행하였다. 이 때 시험체는 마감면에 대한 바탕체의 영향과 반응성을 최소화하기 위하여 바탕재료를 불투명유리와 시멘트 모르타르로 구분하여 제작하였다.

##### 1) 유리판 시험체

유리판 시험체의 바탕재로는  $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 2\text{mm}$  규격의 불투명유리로 제작하였으며, 거친 표면을 아세톤으로 세척한 후 20분간 상온에서 자연 건조시킨 면에 붓으로 수성페인트를 3회 칠하였다. 수성페인트 칠의 두께에 대한 조절은 바탕재에 일정 중량의 수성페인트를 칠하는 방법으로 가능한 동일한 두께를 칠하도록 하였다. 또한 시험체의 단면부분은 오염을 방지하고 수성페인트 손실을 최소화하기 위해 Figure 1과 같이 절연테이프로 보양처리 하였다.

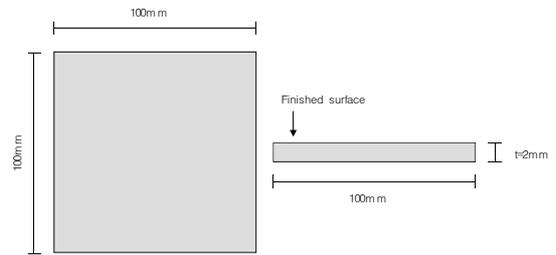
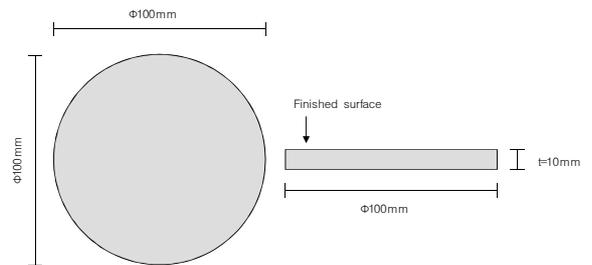


Figure 1. Shape of glass plate specimen



(a) Shape of cement mortar specimen



(b) Before painting

(c) After painting

Figure 2. Specimens of cement mortar

2) 시멘트 모르타 시험체

시멘트 모르타 시험체  $\phi 100\text{mm} \times 10\text{mm}$  규격의 원반형으로 시멘트와 잔골재의 비율은 1:3으로, W/C는 50%로 배합하였다. 제작된 시험체는 1일(24hr)후 탈형하여 28일간 수중 양생하였다. Figure 2는 시멘트 모르타 시험체의 형상 및 발수제가 혼입된 수성페인트로 마감 처리된 시험체를 나타낸 것이다.

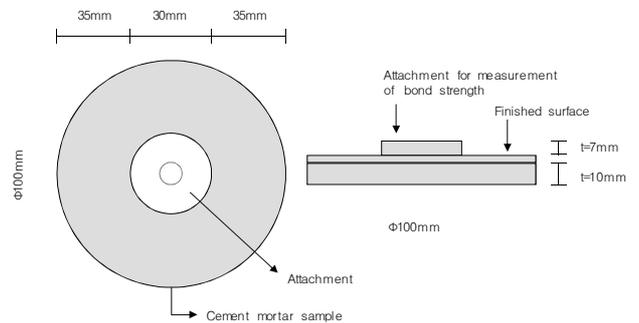


Figure 3. Specimen preparation for measuring bond strength

3.3.2 실험방법

열전도율의 측정은 단열챔버 내부에 유리판 시험체를 고정 설치하여 측정하였다. 이 때 유리판 시험체의 마감면이 발열면과 접촉되게 설치한 후, 절연재료를 가장자리를 밀봉하여 열손실을 최소화하였다. 다음으로 단열챔버의 캡을 덮고 전류를 통해 열을 발생시켜 발수제가 혼입된 수성페인트 마감면과 반대측면과의 시간차( $\Delta t$ )에 따른 온도편차( $\Delta T$ )를 통해 열전도율을 확인하였다.

흡수율은 시험체로 인한 영향을 낮추고 마감처리된 부분의 함수상태에 따른 변화를 측정할 수 있도록 유리판 시험체를 사용하여 측정하였다. 제작된 시험체를 100–110 $^{\circ}\text{C}$  건조용 오븐에 넣어 중량변화가 없을 때 까지 건조한 절건상태와 공기중에서의 기건상태, 24시간 이상 수중에 보관한 뒤 습윤상태 및 표면수를 제거한 표건상태의 무게(g)를 측정하였다. 이 때 시험체의 마감 면적당 도료의 무게를 기준으로 한 표건상태와 절건상태의 무게편차( $\Delta g$ )를 통해 흡수율을 측정하였다.

통기성(air permeability)은 시험체 자체가 함수율의 변화에 차이가 발생하여야 수분의 변화를 측정할 수 있으므로 시멘트 모르타 시험체를 사용하여 측정하였다. 시험체의 함수상태에 따른 각각의 무게를 측정하여 흡수량을 구한 후, 자연상태(온도 25 $^{\circ}\text{C}$ , 습도 50%)에 시험체 마감면을 노출하여 시간에 따른 무게 변화를 주기적으로 측정(감도 0.01g의 정밀 로드셀을 이용, 1회/1sec 데이터로그로 측정, 측정시간 367hr)하였다. 이 때 시험체는 수준별로 마감처리된 표면부분을 제외한 모든 부분은 에폭시코팅 처리하였다. 부착강도는 실험 수준별로 제작된 시멘트 모르타 시험체의 마감면에 Figure 3과 같이 어태치먼트를 부착하여 측정하였다.

4. 실험 결과 및 고찰

4.1 열전도성

시험체의 열전도성을 측정하기 위해 백색 수성페인트에 발수제 A, B, C type을 각각 2, 5, 8, 10, 15% 혼입하여 시험체를 제작하였으며, 시험체의 열전도성을 측정하여 Table 5와 같은 결과를 확인하였다. Figure 4는 백색 수성페인트에 발수제 A type을 2% 혼입한 발수페인트의 열전도율을 측정된 결과로, 대부분 유사한 패턴으로 온도편차가 발생하는 것으로 나타났다.

일반적인 유리의 열전도율은 1.01W/m $^{\circ}\text{C}$ (실험에 사용된 유리판의 경우 0.91W/m $^{\circ}\text{C}$ 로 측정됨)로 이 값을 기준으로 비교하면 발수제 A type 15%와 B, C type의 10, 15%는 기준 값보다 열전도율이 높게 측정되었다. A type의 10%를 제외한 대부분의 경우, 발수제를 10% 이상 혼입하여 사용하는 것은 모두 열전도율이 1.01W/m $^{\circ}\text{C}$ 보다 높게 측정되어 열전도 측면에서는 다소 불리할 것으로 사료된다.

Table 4. Thermal conductivity of specimens

No.	Mixing ratio	Thermal conductivity(W/m · $^{\circ}\text{C}$ )		
		A type	B type	C type
1	2%	0.838782	0.844547	0.830336
2	5%	0.832095	0.881311	0.910280
3	8%	0.882219	0.931912	0.866164
4	10%	0.894251	0.998127	1.000478
5	15%	1.000035	1.052830	1.078029

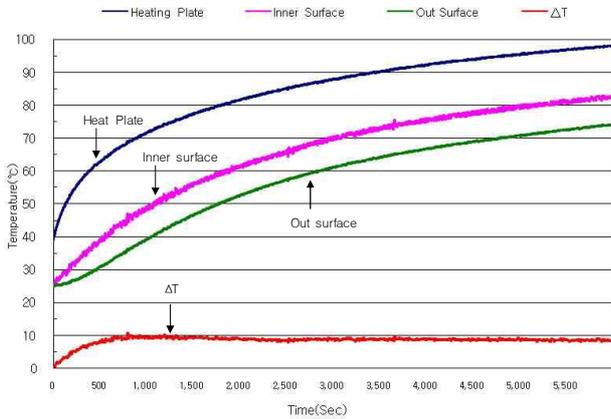


Figure 4. Thermal conductivity graph of specimens (Water-repellent A type 2%)

그러나 수성페인트에 발수제를 2, 5, 8% 혼입한 경우, 발수제의 종류와 관계없이 열전도율에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 따라서 일반 백색 수성페인트에 발수제를 2, 5, 8% 범위 내에서 혼입하여 사용하는 것은 외부 열을 차단하고 내부열 손실을 최소화 하는데 있어 크게 영향을 미치지 않을 것으로 사료된다. 오히려 발수제의 혼입율이 2, 5%인 경우, 열전도성이 다소 낮아지는 것으로 측정되어 내외부의 열교환 반응이 일부 억제될 것으로 판단된다.

#### 4.2 흡수율

Figure 5는 수준별로 제작된 시험체의 발수제의 종류 및 혼입율에 따른 흡수율을 측정된 결과를 나타낸 것이다. 발수제를 첨가하지 않은 경우의 흡수율이 42.24%로 측정되었으며, 이는 발수제를 첨가한 대부분의 시험체와 비교하였을 때 상대적으로 낮은 흡수율을 가지는 것으로 확인되었다.

A type에서는 15% 혼입하였을 때 흡수율이 개선되어 24.94%로 측정되었으며, B와 C type에서는 10% 혼입하였을 때 흡수율이 각각 39.03%, 32.55%로 개선되어 나타났다. 전체적으로 일반 백색 수성페인트에 비해 발수제를 혼합한 경우 흡수율이 다소 높게 측정되었으며 규칙성은 찾아볼 수 없는 것으로 나타났다. 이를 통해 일시적인 수분과의 접촉이 아닌 장기적으로 수분에 노출되어 있는 부위에 사용하는 것은 다소 미흡할 것으로 사료된다.

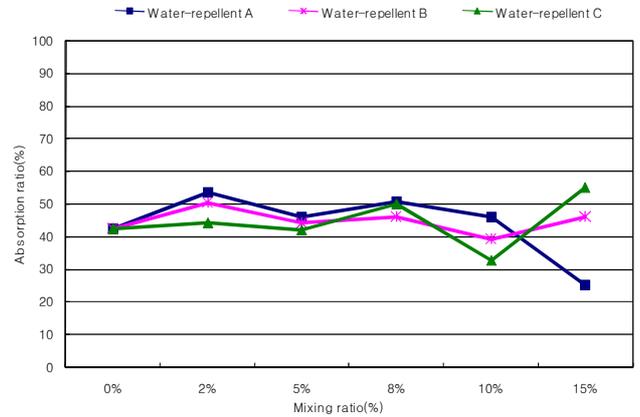


Figure 5. Absorption according to the type and the amounts of water-repellent

#### 4.3 통기성

통기성 분석에 있어 그 적합성은 실험 시작 후, 경과시간 7일(168hr)을 기준으로 마감면의 통기성이 50% 이상이면 적합한 것으로 판단된다. 본 실험에서는 Plain 모르타의 통기성도 비교용으로 함께 측정하였으며, A, B, C type 발수제 3종류와 2, 5, 8% 혼입율에 대한 통기성을 측정하였다.

##### 4.3.1 발수제가 2% 혼입된 백색 수성페인트

백색 수성페인트에 3종류의 발수제를 2% 혼입하여 통기성을 측정된 결과 Figure 6과 같이 나타났다.

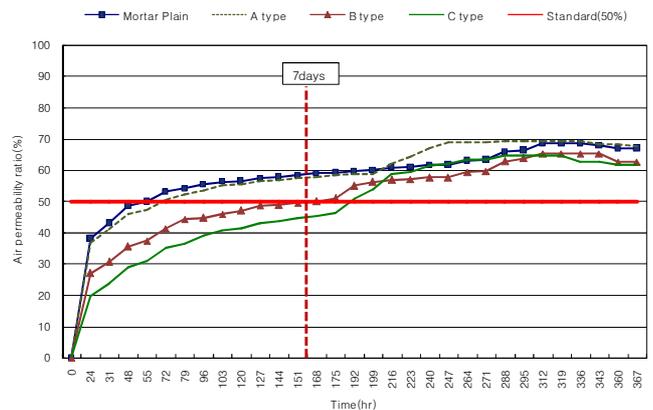


Figure 6. Air permeability according to the type of the water-repellent of 2% as a function of time

7일을 기준으로 하여 비교했을 때 A type을 2% 혼입한 경우를 제외하고 모든 시험체의 통기성은 적절하지 않은

것으로 측정되었다. A type은 plain과 유사한 속도로 3일 (72hr) 경과 후 통기성이 50% 이상으로 나타나 가장 빠르게 기준치를 만족하였다. 반면 B type은 175hr, C type은 192hr이 되어야 기준치에 도달하는 것으로 나타났다. 이를 통해 백색 수성페인트에 발수제를 2% 혼입시 A type의 적용이 바람직할 것으로 사료된다.

4.3.2 발수제가 5% 혼입된 백색 수성페인트

3종류의 발수제를 8% 혼입하여 통기성을 측정한 결과 Figure 7과 같다. 7일의 통기성 50% 기준에서 통기성 품질을 만족하는 발수제는 B type로 나타났으며, 103hr 경과 후 이미 기준치를 넘어선 것으로 측정되었다. 반면 A, C type은 각각 199hr(약 8일), 264hr(11일)이 경과 후 통기성 기준을 만족하는 것으로 측정되어, 발수제를 5% 혼입시 A, C type의 발수제 적용은 지양되어야 할 것으로 판단된다.

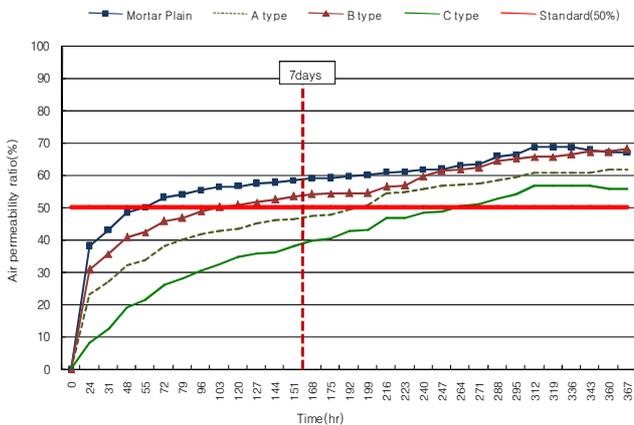


Figure 7. Air permeability according to the type of the water-repellent of 5% as a function of time

4.3.3 발수제가 8% 혼입된 백색 수성페인트

발수제가 8% 혼입된 경우에는 Figure 8과 같이 C type 발수제의 통기성이 현저히 상승된 것을 알 수 있다. 이는 96hr 경과시 통기성 기준을 만족하였으며, 7일 기준에서는 오히려 plain 보다 통기성이 좋은 것으로 측정되었다. 반면 A, B type 발수제는 각각 192hr(8일), 288hr(12일)이 경과 후 통기성 기준을 만족하는 것으로 측정되어, 발수제를 8% 혼입시 B type의 적용은 바람직한 것으로 판단된다.

수성페인트에 발수제를 혼입하여 사용할 경우, 혼입을

에 따라 2%에서는 A type, 5%에서는 B type, 8%에서는 C type 발수제의 적용이 통기성 측면에서 바람직할 것으로 판단된다.

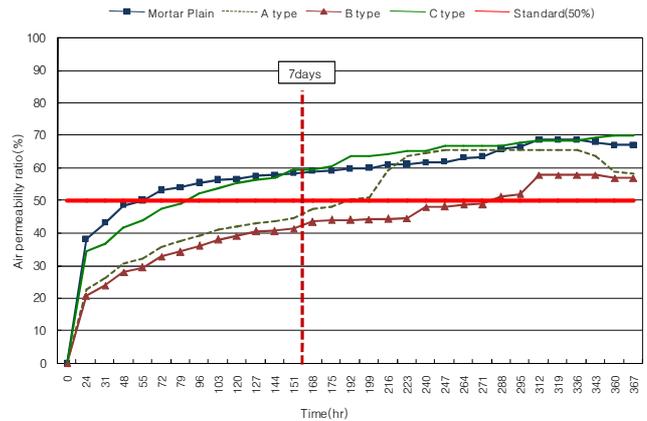


Figure 8. Air permeability according to the type of the water-repellent of 8% as a function of time

4.4 부착강도

Figure 9는 백색 수성페인트에 발수제 종류별로 각각 2, 5, 8% 혼입하였을 때 측정된 부착강도를 나타낸 것이다.

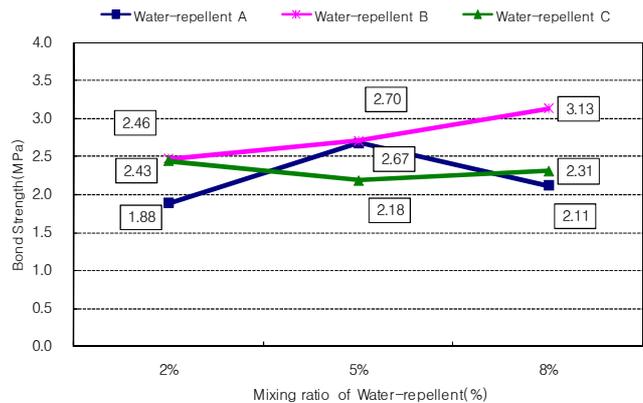


Figure 9. Bond strength according to the type and the amounts of water-repellent

일반 도료(페인트)의 부착강도 기준값은 2MPa로, A type 발수제를 2% 혼입한 경우를 제외하고 모든 시험체의 부착강도는 기준치 보다 높은 것으로 측정되었다. 특히 B type의 경우 전체적으로 약 2.46~3.13MPa로 높게 측정되었다. 뿐만 아니라 C type의 경우 작은 편차범위 내

에서 기준치 보다 높게 측정되어 그 값이 안정적인 것으로 판단된다.

## 5. 결 론

발수제가 수성페인트에 미치는 물리적 특성을 파악한 결과는 다음과 같다.

- 1) 열전도성 실험을 통해 수성페인트에 3종류의 발수제를 2, 5, 8% 범위 내에서 혼입하여 사용하는 것은 다소 열전도성을 낮춰 내외부 열교환반응을 일부 억제하므로 마감재료로 활용이 가능할 것으로 사료된다.
- 2) 흡수율의 경우 발수제를 혼입할 경우 일정한 규칙성 없이 다소 증가하는 것으로 측정되어 일시적인 수분과의 접촉이 아닌 장기적으로 수분에 노출되어 있는 부위에 수성페인트에 발수제를 혼입하여 사용하는 것은 다소 미흡할 것으로 사료된다.
- 3) 통기성을 분석한 결과, 수성페인트에 발수제를 혼입하여 사용하는데 있어 일부 발수제에 따라 적정 혼입비가 존재하는 것으로 나타났으며, 발수제 2% 혼입에는 A type, 5% B type, 8% C type 발수제가 적절할 것으로 파악되었다. 또한 부착강도 측면에서는 A type 2%를 제외하고 모든 시험체가 기준을 만족하는 것으로 측정되었다.

이를 통해 종합적으로 고려해 볼 때 수성페인트에 발수제를 직접 혼입하여 물리적인 성능을 실험한 결과, 일반 수성페인트와 차이가 미미하고 표준 기준도 만족하므로 수성페인트에 발수제를 혼입하여 외부 마감재료로서 사용 가능할 것으로 판단된다. 이에 따라 개선된 마감재료의 공법 적용으로 향상된 작업성과 공기단축 등의 경제적 효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

## 요 약

본 연구는 외부 표면마감 재료로서 발수제를 직접 혼입한 수성페인트의 내구성을 분석하여 실제 현장에 적용하기 위한 실용성을 평가하고자 하였다. 이를 위해 일반적 성능 및 발수효과 실험하였으며 도출된 결과를 바탕으로

실제 현장에서 적용하기 위한 하나의 공법으로서의 가능성을 분석하여 다음과 같은 결과를 도출하였다. 열전도성, 통기성, 흡수성 및 부착강도의 성능 실험에서도 수성 페인트에 발수제를 혼입하여 마감재료로 사용하는 것은 적절한 것으로 판단된다. 일반적인 내구성을 종합적으로 고려해 볼 때 혼합비율은 2, 5, 8% 범위가 안정적인 것으로 판단된다.

**키워드** : 수성페인트, 발수제, 열전도성, 흡수성, 통기성, 부착강도

## Acknowledgement

This work was supported by a Research Grant of Pukyong National University(2013Year). (C-D-2013-0243)

## References

1. Kim KK, Paik MS, Song IM, Lee YD, Jung SJ. A Study on Performance Evaluation of Concrete Surface Painted on Type Silicic Lithium, Journal of the Architectural Institute of Korea (Structure and Construction Division), 2007 Nov;23(11):127-34.
2. Lee SC, Kim JH, Lee JY, Lee SY. An Analysis on the Chloride Water Absorption Velocity of the Concrete according to Surface Finishing Method, Journal of the Architectural Institute of Korea (Structure and Construction Division), 2007 Sep;23(9):185-92.
3. Oh SK, Ahn SD, Shim SM. A Study on Effect of Silane Solution of Capillary Coating Type as Protection Agent of Absorption for the Durability Improvement in Concrete Surface Layer, Journal of the Architectural Institute of Korea (Structure and Construction Division), 2001 Dec;17(12):149-58.
4. Koo MS, Park UK. An Experimental Study on Permeable Water Proof Admixtures of Concrete, Journal of the Korea Concrete Institute, 1996 Feb;8(1):138-44.
5. Kim IS, Lee JK, Chu YS, Kim TH, Shim KB. Evaluation of Diffusion on Cement Mortar and Durability of Concrete Specimen Using Inorganic Coating Material and Surface Treatment System, Journal of the Korea Concrete Institute, 2003 Aug;15(4):522-8.
6. Hwang HZ, Kang NY, Seo EH. A Study on the Development of Nature-friendly Water Repellents using Traditional Finishing Techniques, Journal of the Architectural Institute of Korea (Structure and Construction Division), 2008 Jun;24(6):43-50.