

# 수처리 시설물 콘크리트 표면처리 방법에 따른 금속용사 피막의 부착성능 평가에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on Evaluation of Bond Strength of Arc Thermal Metal Spraying According to Treatment Method of Water Facilities Concrete Surface

박진호<sup>1</sup>

이한승<sup>2\*</sup>

신준호<sup>3</sup>

Park, Jin-Ho<sup>1</sup>

Lee, Han-Seung<sup>2\*</sup>

Shin, Jun-Ho<sup>3</sup>

*Department of Architectural Engineering, Han Yang University, Sangnok-Gu, Ansan, 426-791, Korea <sup>1</sup>*

*School of Architecture, Hanyang University, Sangnok-Gu, Ansan, 426-791, Korea <sup>2</sup>*

*Department of Sustainable Architectural Engineering, Hanyang University, Sangnok-Gu, Ansan, 426-791, Korea <sup>3</sup>*

### Abstract

In this study, the bond strength of metal spraying system by surface treatment of concrete (waterproof/corrosion method) in water treatment facilities was evaluated. The results showed that the system with Sa-P-R-(S) (sanding-perviousness surface hardener-surface roughness agent-metal spraying-sealing) led to the desirable performance. The bond strength, the coefficient of water permeability and air permeability were 3.7MPa,  $0.68 \times 10^{-8}$  cm/sec, and  $0.45 \times 10^{-16}$  cm<sup>2</sup>, respectively. In scanning electron microscope analysis, the microstructure of specimen coated with perviousness surface hardener was much denser than that without it. Therefore, the specimen coated with sanding-perviousness surface hardener-surface roughness agent-metal spraying-sealing had the best bond performance and was the most suitable system to concrete surface in water treatment facilities.

Keywords : ozone, water permeability, air permeability, adhesion property, metal spray system, advanced water treatment

## 1. 서론

기존의 수처리 시설은 주로 염소를 이용하는 방법으로 서 혼화지, 응집지, 침전지, 여과지 등에서의 염소투입과정을 거쳐 급수하는 방법을 사용해왔다. 그러나 산업화, 도시화 등의 이유로 수자원의 오염은 심각해지고 있으며, 새로운 유해물질의 유입으로 인하여 기존의 수처리 방법으로는 깨끗한 물을 제공하는데 어려움이 발생하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 오존을 이용한 수처리 방법

인 고도정수처리의 도입이 증가하고 있다.

오존은 매우 불안정한 상태의 기체로서 세균 및 유기물 질과 반응 후 산소로 돌아가 2차 잔류성이 없으며, 염소보다 5~6배의 높은 살균력을 가지고 있다. 또한 기존의 수처리 방법으로는 완전히 제거되지 않는 맛, 냄새, 유기물질의 효과적인 제거가 가능하여 고도정수처리 방법에 사용되고 있다[1]. 그러나 고도정수처리 방법에 이용되는 불안정한 오존은 수중에서 Figure 1과 같이 안정한 산소 분자를 형성하고 1개의 산소 라디칼을 발생시킨다. 그 후 극성의 물분자를 분해하여 2개의 강력한 산화력을 지닌 Hydroxy radical(OH-)을 생성한다. 유기물질은 오존과 직접 반응하거나 오존 분해에 의해 생성된 Hydroxy radical(OH-)과 반응하여 그 성질이 변하게 되는데 이러한 반응을 산화반응이라 한다[2,3]. 위와 같은 산화반응으로 인해 콘크리트 표면에 도포된 방수, 방식제의 탈락 및 균

Received : December 18, 2015

Revision received : January 20, 2016

Accepted : January 28, 2016

\* Corresponding author : Lee, Han-Seung

[Tel: 82-31-400-5181, E-mail: ercleehs@hanyang.ac.kr]

©2016 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

열과 콘크리트 표면 열화 등 성능저하를 일으켜 안전하고 깨끗한 물을 확보하기 어려운 실정이다[4].

그러나 고도산화처리시설의 확대 정책에 대한 제조업체의 인식 부족으로 인하여 내오존 방수, 방식재의 연구개발이 부족하며, 고도산화처리시설의 환경설정을 배제한 재료의 성능 중심 설계에만 이루어져있다. 또한 고농도 오존 환경에서 장기 내구성 저하와 표면층 파단, 박리 현상, 습윤 환경 및 밀폐된 공간에서 방수, 방식재의 급속한 열화 진행 등 문제를 해결하기 위한 연구가 진행되고 있으나 뚜렷한 효과가 없는 실정이다. 최근에는 장기적으로 내오존성 및 내약품성을 확보 할 수 있는 스테인레스 패널을 이용하여 마감하는 공법 등이 적용되고 있지만 고난이도의 시공기술과 고가의 비용이 요구되는 문제점이 있다[4].

따라서 고도정수처리 시설의 안정적인 운영과 안전하고 깨끗한 물을 확보하기 위해서는 고농도 오존에서 장기적으로 저항력이 있는 재료와 시공기술의 개발이 필요한 실정이다.

이러한 배경 하에 본 연구에서는 내오존성 및 내약품성이 확보된 스테인레스를 이용하여 기존의 시공법 보다 손쉽게 시공하기 위한 방법으로 금속용사 시스템을 이용하여 수처리용 콘크리트 구조물의 마감으로 적용하기 위한 기초 연구로서 콘크리트 표면처리 방법에 따른 금속용사 피막의 부착성능 및 투수성, 투기계수에 대하여 실험적 연구를 진행하였다.

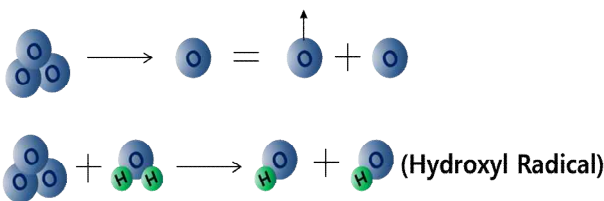


Figure 1. Formation Mechanism of Hydroxyl Radical

## 2. 기존 고도정수처리 시설의 방수, 방식 공법

### 2.1 유·무기계 도막 공법

수처리용 콘크리트 구조물의 마감재로 주로 이용되고 있는 유·무기계 도막공법은 일반적으로 콘크리트면의 균열 및 흡집, 구멍을 보수하여 평활하게 마감한 후, 프라이

머를 도포하고 에폭시 또는 우레탄 등의 방수재를 도포한 후 마지막에 코팅을 하여 마감하는 공법이다. 하지만 이러한 도막공법에 이용되는 재료들은 고농도 오존 및 약품성 환경에서는 마감재의 침식 및 탈락, 박리, 균열 등을 발생시키고 이는 콘크리트 모체까지 영향을 미쳐 장기적으로 내구성 저하 등의 문제를 발생시키고 있다[5,6].

### 2.2 FRP/스테인레스 패널 공법

유·무기계 도막공법의 문제점을 보완하기 위해 최근에는 방수, 방식성능, 내화학성 및 내약품성 등이 우수한 FRP 및 스테인레스 패널 공법이 수처리 시설에 일부 적용되고 있다. 그러나 FRP 및 스테인레스 패널 공법은 콘크리트 구조체와의 부착성능 및 조인트 부분의 용접 한계성으로 인한 고난이도 시공 기술이 필요하다. 또한, 초기 막대한 시공비용과 유지관리 및 차기 보수시 구도막의 완전 제거 및 재시공으로 인한 폐기물 및 시공비가 이중으로 발생하게 된다. Figure 2는 도막 공법의 하자 사례와 FRP/스테인레스 패널공법의 하자 및 시공 개요를 나타낸다[7].

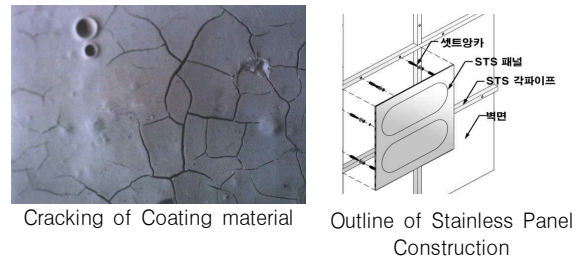


Figure 2. Outline and problems of coating & FRP/Stainless panel construction

### 2.3 금속용사 라이닝 공법

Figure 3은 아크 금속용사의 공법 원리를 나타낸 것이다. 용사기를 통해 흡입된 금속 선재는 두 선재가 각각 따로 운반되어 아크 점에서 용융된다. 이를 압축공기로 냉각하며 분사되면서 강재 표면에 충돌하게 된다. 금속 입자는 강재 표면에 접촉하는 순간 급랭되어 거의 상온으로 온도가 내려간다. 따라서 강재가 받는 열 변형은 없게 되고 다공질의 견고하고 안정한 피막을 형성하게 된다 [8,9,10].

아직까지 실제로 금속용사 공법을 콘크리트에 시공한 사례는 없으며, 전자파 차폐, 콘크리트 마감재 등으로 쓰기 위한 연구가 진행되고 있다[11].

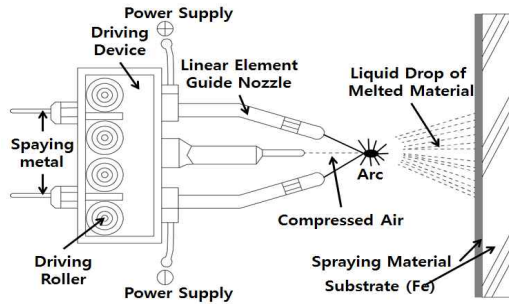


Figure 3. Arc thermal metal spraying method

### 3. 실험개요

#### 3.1 실험개요

본 연구에서는 금속용사 시스템을 수처리 시설에 적용하기 위한 기초적 연구로서, 콘크리트 및 용사금속의 면처리 방법에 따른 금속용사 시스템의 부착성능을 평가하였으며, SEM 분석을 통하여 표면강화제를 도포한 콘크리트의 입자 및 용사피막의 표면 상태를 시각적으로 확인하였다. 또한 수처리용 콘크리트 구조물은 물과 항상 접촉해 있어 수분이 콘크리트와 용사면 사이로 침투하게 되면 부착성능의 저하를 일으키는 요인 중 하나이다. 따라서 용사피막의 방수성능은 중요한 인자로서 충분히 확보되어야 한다. 이에 본 연구에서는 투수성, 투기계수 측정 실험을 하여 평가하였다. 그에 따른 실험개요를 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Experimental factor & measure catalog

Experimental factor	Amount	Measure catalog
Surface treatment method	Concrete	Bond Strength
	Sand blast	Air Permeability
Polishing		
		Common List

바탕 콘크리트의 강도, 용사금속의 종류, 도포 두께를 같은 조건으로, 콘크리트 표면상태를 글라인딩, 샌딩 처리를 하여 표면의 거칠기를 다르게 하였다. 또한 두 종류의 표면강화제를 도포하고, 이후에 조면형성제를 도포하였다. 용사 피막의 표면처리 방법으로는 봉공처리 및 표면연마 하여 표면처리 방법에 따른 부착성능 및 투수성을 확인하였다.

#### 3.2 사용재료

Table 2는 바탕 콘크리트의 배합사항을 나타내며, Table 3에 표면강화제 및 조면형성제의 물성을 나타내었다.

바탕 콘크리트의 강도는 21MPa를 사용하였으며, 용사 금속으로는 내식성, 내약품성이 우수한 재료로 알려진 SUS316L(선재직경: ∅1.6, 용점: 1400℃, 비중: 7.98, 색: 흑색)을 사용하여 실험을 진행하였다.

Table 2. Mixing design of concrete

W/C (%)	S/a (%)	Unit weight (kg/m <sup>3</sup> )				
		Water	Cement	Sand	Gravel	Adixture
60	53.4	173	294	969	856	0.05

Table 3. Property of surface hardner

Type	Principal	Density(g/m <sup>3</sup> )	Usage(g/m <sup>2</sup> )
Perviousness Surface Hardener	Silicate	1.10	500-700
Epoxy Surface Hardener	Epoxy resin	1.30	110
Surface Roughness Agent	Epoxy, Silica	-	50

#### 3.3 실험체 제작

실험체는 300×300×50(mm)의 직육면체로 콘크리트 타설 후 28일간 수중 양생하여 바탕콘크리트를 제작하였다. 준비된 콘크리트 위에 Figure 4와 같은 과정을 통해 실험체를 제작하였으며, Table 4에 그에 따른 실험체의 개요를 나타내었다.

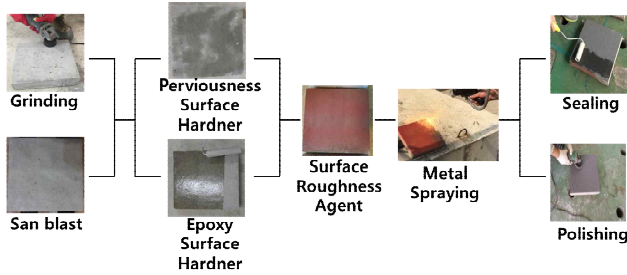


Figure 4. Procedure on preparing specimens

제작 된 콘크리트를 실험인자에 따라 글라인딩 및 샌딩 처리 후 2종류의 표면강화제를 도포하여, 24시간 동안 기중에서 건조시켰다. 표면강화제가 도포된 실험체 위에 조면형성제를 도포하여, 다시 24시간동안 기중에서 건조시킨 후 용사금속을 도포하였다. 용사금속이 도포된 실험체 위에 봉공처리 및 표면연마로 마무리 하여 실험체를 제작하였다.

실험체위에 40×40(mm) 정사각형의 인장부착용 어태치먼트를 에폭시 접착제를 사용하여 부착시킨다. 24시간 이후 어태치먼트 주위를 콘크리트 표면까지 절단하여 인장부착시험기에 의해 최대하중을 측정 후 다음 (1)을 이용해 9개의 평균값으로 하였다.

$$\text{부착강도}(N/mm^2) = T/1600 \text{ ----- (1)}$$

여기서,  $T$  : 최대인장하중 (N)  
 1600 : 어태치먼트 면적 ( $mm^2$ )

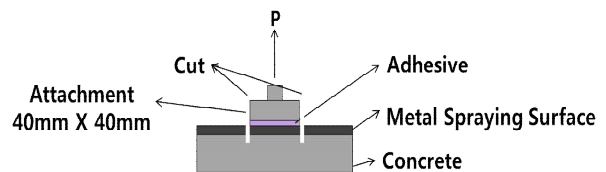


Figure 5. Outline of bond strength experiment

Table 4. Outline of specimens

Specimen	Surface Treatment						
	Gr	Sa	P	E	R	(P)	(S)
Pilan(concrete)	-	-	-	-	-	-	-
Gr-R	●	-	-	-	●	-	-
Gr-P-(S)	●	-	●	-	-	-	●
Gr-E-R	●	-	-	●	●	-	-
Gr-E-R-(S)	●	-	-	●	●	-	●
Gr-P-R	●	-	●	-	●	-	-
Gr-P-R-(S)	●	-	●	-	●	-	●
Sa-R	-	●	-	-	●	-	-
Sa-P-(S)	-	●	●	-	-	-	●
Sa-E-R	-	●	-	●	●	-	-
Sa-E-R-(S)	-	●	-	●	●	-	●
Sa-P-R	-	●	●	-	●	-	-
Sa-P-R-(S)	-	●	●	-	●	-	●
Sa-P-R-(P)	-	●	●	-	●	●	-
Sa-P-R-(P)-(S)	-	●	●	-	●	●	●

Gr : Grinding, Sa : Sand blast, P : Perviousness Surface Hardener, E : Epoxy Surface Hardener, R : Surface Roughness Agent, (P) : Polishing, (S) : Sealing

3.4 표면처리 방법에 따른 부착성능 평가 실험

표면처리 방법에 따른 부착성능 평가는 KS F 4716에 준하여 실시하였다. Figure 5와 같은 방법으로 면처리 된

3.5 표면처리 방법에 따른 투수성 평가 실험

콘크리트 표면에 도포된 용사금속의 방수성능을 평가하기 위한 투수성 평가는 JIS 6909(깔때기를 이용한 투수시험B법)에 의거하여 실시하였다. 표면처리 된 시험체에 Figure 6과 같이 직경 75mm, 부피 30ml의 깔때기를 설치 후 물을 25 $cm^3$ ( $W_{p0}$ ) 까지 채워 7일 이후의 수두 높이 ( $W_{pi}$ )를 측정하였다. 투수량 및 투수계수는 3개를 평균으로 하여 식 (2)와 (3)을 이용하여 산출하였다.

$$W_p = W_{p0} - W_{pi} \text{ ----- (2)}$$

여기서,  $W_p$  : 투수량( $cm^3$ )  
 $W_{p0}$  : 실험 시작시 물의 양( $cm^3$ )  
 $W_{pi}$  : 7일 후 물의 양( $cm^3$ )

$$K = W_p / A \times t \text{ ----- (3)}$$

여기서,  $K$  : 투수계수( $cm/s$ )  
 $W_p$  : 실험 시작시 물의 양( $cm^3$ )  
 $A$  : 깔때기의 단면적( $cm^2$ )  
 $t$  : 측정시간( $sec$ )

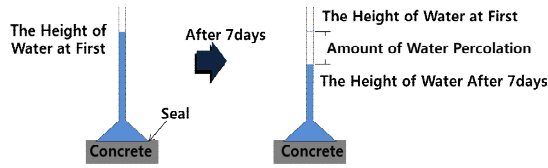


Figure 6. Water permeability measurement

### 3.6 표면처리 방법에 따른 투기계수 평가 실험

투기계수 실험은 실험인자 및 수준에 따라 Figure 7과 같이 이중으로 흡입되는 내측 진공실의 기압 변화를 720 초 동안 측정하는 것으로서 투기계수(K)는 Torrent가 제안한 이론적 모델에 의하여 계산된다.

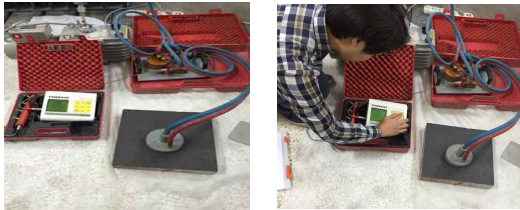


Figure 7. Permeability experiment

## 4. 실험결과 및 고찰

### 4.1 콘크리트 표면처리 방법에 따른 부착성능

Table 5에 콘크리트 표면처리 방법에 따른 부착성능 실험결과를 나타내며, Figure 8에 콘크리트 표면처리 방법에 따른 실험결과를 나타내었다. 실험결과 전체적으로 샌딩처리의 경우가 글라인딩처리의 경우 보다 우수한 부착

성능을 나타내는 것을 알 수 있었으며, 조면형성제만 도포한 경우를 제외하고 모두 KS 도막기준 2.5MPa 이상의 부착성능을 보였다. 이는 샌딩처리의 경우가 더 거친 표면을 형성하여 용사 면과 콘크리트면 사이의 부착성능을 증진시킨 것으로 판단된다.

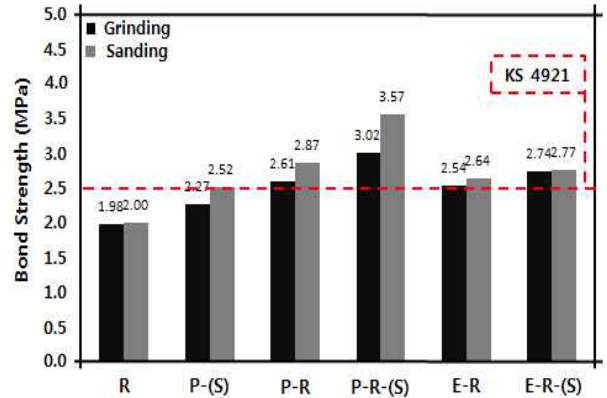


Figure 8. Bond performance of the concrete surface treatment

콘크리트 표면강화제의 도포 유무와 종류에 따른 부착성능 실험결과를 Figure 9에 나타내었다. 표면강화제를 도포하지 않은 경우가 도포한 경우에 비해 약 28%의 부착성능 저하가 나타났으며, 에폭시 표면강화제의 경우가 침투성 표면강화제 대비 약 12%의 부착성능 저하가 나타났다. 이는 콘크리트 표면강화제를 도포 한 실험체의 경우 표면강화제에 의해 콘크리트의 표면강도가 증진하였기 때문이라고 판단되며, 콘크리트 표면강화제 종류에는 콘크리트 표면을 코팅하는 에폭시 표면강화제 보다 콘크리트

Table 5. Results of Bond strength

Specimen	Bond Strength (MPa)										Standard Deviation	Coefficient of Variation
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	average		
Gr-R	2.09	1.97	2.39	1.93	1.70	2.42	1.11	1.98	2.25	1.98	0.40	0.20
Gr-P-(S)	2.54	2.20	1.93	2.33	2.20	1.03	2.46	3.01	2.77	2.27	0.57	0.25
Gr-E-R	2.71	2.61	2.75	2.53	2.63	2.73	2.43	1.90	2.59	2.54	0.26	0.10
Gr-E-R-(S)	2.65	2.99	2.70	2.49	2.91	2.79	2.57	2.78	2.82	2.74	0.16	0.06
Gr-P-R	2.05	2.36	2.50	2.14	2.52	2.97	2.87	2.71	2.90	2.61	0.27	0.11
Gr-P-R-(S)	3.06	3.09	3.08	2.97	2.86	2.95	3.12	3.03	3.01	3.02	0.08	0.03
Sa-R	2.09	1.97	2.38	1.93	1.70	2.63	1.11	1.98	2.25	2.00	0.43	0.22
Sa-P-(S)	2.46	2.52	3.00	2.44	2.54	2.52	2.23	2.04	2.93	2.52	0.30	0.12
Sa-E-R	2.37	2.64	2.87	2.41	2.94	2.57	2.59	2.99	2.40	2.64	0.24	0.09
Sa-E-R-(S)	1.49	2.64	2.99	3.12	2.97	3.17	2.69	2.84	3.00	2.77	0.51	0.19
Sa-P-R	3.57	3.56	3.07	1.72	3.29	1.43	2.79	3.01	3.14	2.87	0.78	0.27
Sa-P-R-(S)	4.12	4.09	4.02	2.08	3.85	1.88	3.95	3.99	4.15	3.57	0.91	0.25
Sa-P-R-(P)	3.33	3.22	2.47	3.49	3.45	3.51	3.19	1.63	2.97	3.03	0.62	0.20



속으로 침투하여 표면을 강화시키는 침투성 표면강화제가 더 유효한 것을 확인 할 수 있었다.

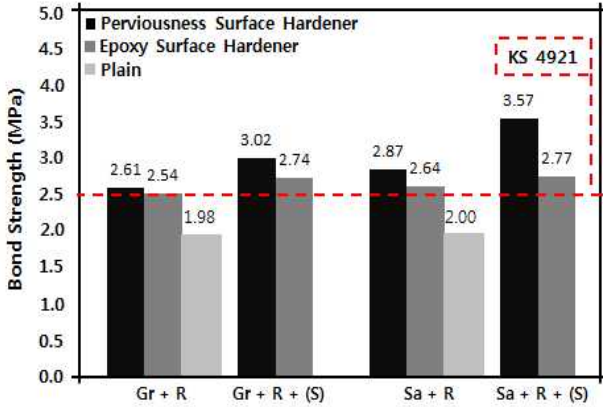


Figure 9. Bond performance of the surface enhancers

#### 4.2 용사피막의 면처리 방법에 따른 부착성능

용사피막의 면처리 방법에 따른 부착성능 실험 결과를 Figure 10에 나타내었다. 실험결과 봉공처리의 경우에서 3.57MPa로 가장 높은 부착성능이 나타났으며, 용사만 실시한 경우 봉공처리를 한 경우에 비해 약 20%의 강도 감소가 나타났다. 또한 표면연마를 실시한 경우 약 15%의 강도 감소가 나타났다. 이는 봉공제가 용사면 위에 얇은 막을 형성해 코팅해 주어 부착강도 증진 효과가 나타난 것으로 판단된다. 한편 콘크리트 침투성표면강화제를 도포한 경우 용사피막의 면처리 방법에 관계없이 모두 KS 도막기준(2.5MPa)을 만족하는 부착성능을 나타냈다.

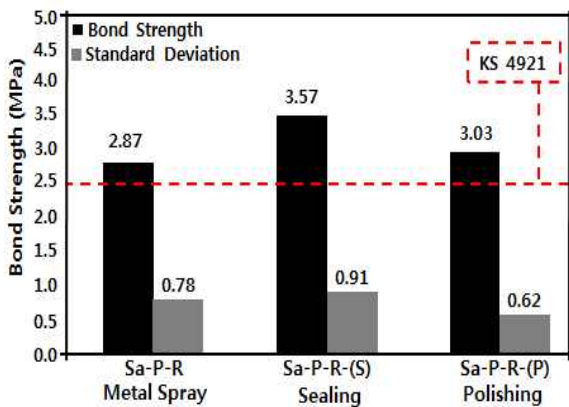




Figure 10. Bond strength of metal sprayed coating according to the surface treatment

파괴모드로는 콘크리트면과 용사금속 면에서 파괴되는 계면파괴, 용사금속이 콘크리트와 함께 파괴되는 비계면파괴로 나뉜다. 본 실험에서는 조면형성제만 도포한 경우를 제외하고 모두 콘크리트를 물고 떨어지는 비계면파괴로 나타나 부착성능의 유효성을 확인할 수 있었다. 그에 따른 결과를 Table 6에 나타냈다.

Table 6. Failure mode

	Interfacial failure	non-Interfacial failure
Failure Mode		

#### 4.3 용사피막의 면처리 방법에 따른 투수성

Figure 11에 시간에 따른 투수량 결과를 Figure 12에 그에 따른 투수계수 측정 결과를 나타내었다. 실험결과 봉공처리, 일반 콘크리트, 표면연마, 용사만 도포의 순으로 투수량이 낮은 것으로 나타났으며, 봉공처리의 경우가 일반 콘크리트 대비 약 70%의 투수 차단효과를 확인할 수 있었다. 이는 봉공제가 실험체의 표면에 막을 형성해 봉공을 막아 주어 물이 투과되는 것을 차단했기 때문이라고 판단된다. 또한 용사만 도포한 경우 일반 콘크리트 대비 약 57% 이상 투수되는 경향을 보였으며, 표면연마를 실시한 경우 약 27% 이상 투수되는 것을 확인할 수 있었다. 이는 용사를 도포하게 되면 일반 콘크리트와 용사면 사이, 용사면 자체에 공극이 생성되어 일반 콘크리트 보다 더 많은 양이 투수 된 것으로 판단된다.

#### 4.4 용사피막의 면처리 방법에 따른 투기계수

Figure 13은 용사피막의 면처리 방법에 따른 투기계수 측정 결과를 나타낸 것이다. 투기계수 측정 결과 값의 다소 차이 나지만 투수성과 비슷한 경향이 나타났다. 봉공처리의 경우 일반 콘크리트에 비해 약 32%의 차단효과를 확인할 수 있었으나, 표면연마의 경우는 약 42%, 용사만 도포한 경우 약 298%로 높은 투기계수를 나타냈다. 이는 투수성 실험과 마찬가지로 봉공제가 표면의 봉공을 막아 주었기 때문이라고 판단된다. 또한 투수성 실험과 마찬가지로 콘크리트와 용사면, 용사면 자체에 생겨난 공극으로

인해 일반 콘크리트 보다 더 높은 투기계수가 나타난 것으로 판단된다.

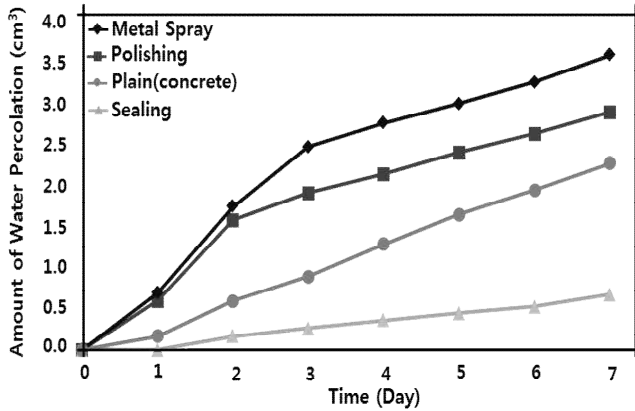


Figure 11. Water permeability of the time

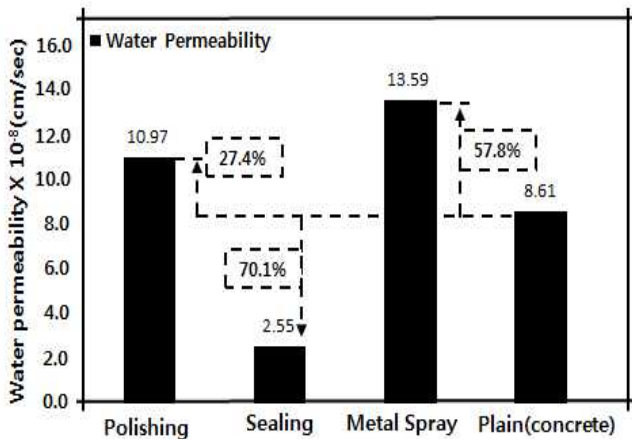


Figure 12. Permeability of the metal sprayed coating according to the surface treatment

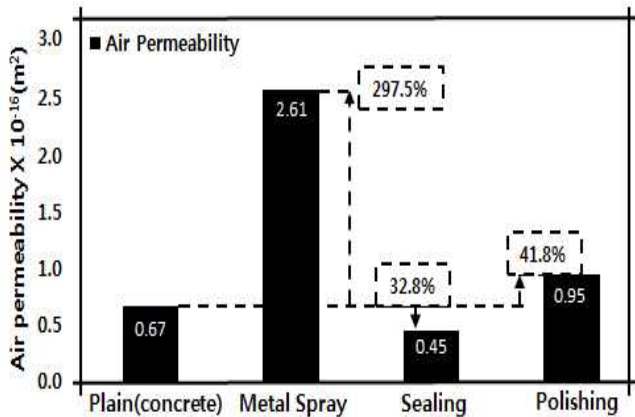


Figure 13. Permeability of the metal sprayed coating according to the surface treatment

#### 4.5 콘크리트 및 용사피막의 SEM 분석

본 연구에서는 표면강화제 효과를 시각적으로 확인하기 위하여 2000배율로 SEM 분석을 실시하였으며, 봉공처리의 효과를 확인하기 위하여 100 배율로 SEM 분석을 실시하였다. 또한 디지털 현미경으로 용사면의 표면을 관찰하였다.

Figure 14는 표면강화제 도포에 따른 콘크리트 단면의 SEM 관찰결과를 나타낸 것이다. 관찰결과 침투성 표면강화제를 도포한 경우 일반 콘크리트 및 에폭시 표면강화제를 도포한 실험체 보다 더 치밀한 조직을 형성하여 부착강도 증진 효과가 나타난 것으로 판단되며, 침투성 표면강화제를 도포하는 것이 부착강도 증진에 유효한 것으로 판단된다.

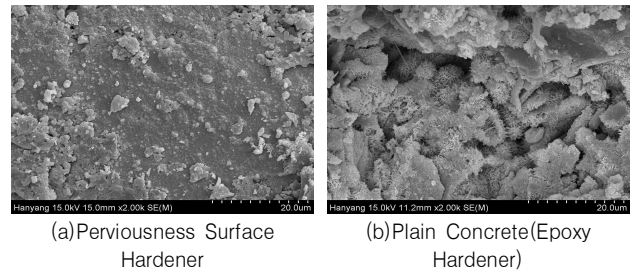


Figure 14. SEM analysis result of surface hardener (× 2000)

Figure 15는 봉공처리의 유무에 따른 콘크리트의 단면의 SEM 관찰결과를 나타낸다. 봉공처리의 경우 Figure 15의 (a)와 같이 실험체 표면을 봉공제가 코팅한 것을 확인할 수 있었다. 따라서 이러한 코팅 막으로 인하여 봉공 처리 한 실험체의 부착강도 및 투수, 투기 차단효과가 우수한 것으로 판단된다.

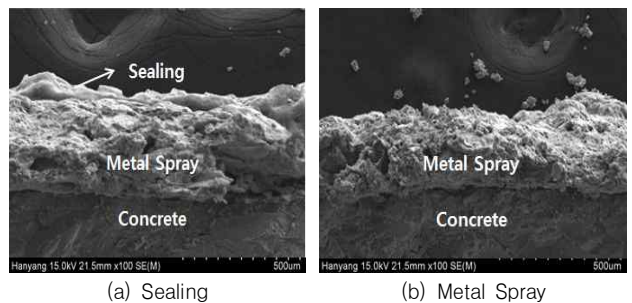


Figure 15. SEM analysis result (× 100)

Figure 16은 디지털 현미경을 이용하여 용사피막의 면

처리 방법에 따른 표면을 관찰한 결과를 나타낸 것이다. 관찰결과 용사만 도포한 경우는 표면연마, 봉공처리의 경우에 비해 공극의 크기가 크며, 공극의 개수가 다량으로 관측된 것을 확인 할 수 있었다.



Figure 16. Digital microscope analysis result (× 160)

## 5. 결 론

금속용사 시스템을 이용하여 수처리 시설 콘크리트 구조물에 적용하기 위한 기초 연구로서 콘크리트 및 용사피막의 면처리 방법에 따른 부착성능, 투수성, 투기계수 실험결과 다음과 같은 결론은 얻을 수 있었다.

- 1) 부착강도 측면에서 수처리용 콘크리트 구조물에 적용을 위한 표면처리 방법으로 샌딩-침투성 표면강화제-조면형성제-용사-봉공처리의 방법이 가장 적합한 표면처리 방법이라 판단된다.
- 2) 투수성 실험결과 봉공제를 도포한 경우가 가장 효율적인 면처리 방법인 것으로 판단된다. 다만 수처리용 콘크리트 구조물에 적용을 위해서는 물이 투과되지 않아야 하기 때문에 향후 지속적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.
- 3) 금속용사 공법을 수처리용 콘크리트 구조물에 적용하기 위해서는 내오존성, 내약품성 등과 같은 내구성에 관한 연구가 필요한 것으로 판단된다.

## 요 약

본 연구에서는 금속용사 시스템을 수처리 시설 콘크리트 구조물의 방수/방식 공법으로 사용하기 위하여 콘크리트 표면처리 방법에 따른 기초적 성능 평가 실험을 진행하였다. 실험결과 Sa-P-R-(S)(샌딩-침투성표면강화제-조면형성제-봉공처리)의 경우가 3.57MPa로 가장 높은 부착성능을 나타냈다. 부착성능이 확보된 면처리 방법을

기반으로 투수성, 투기계수 측정실험을 진행하였다. 실험결과 Sa-P-R-(S)의 경우가 각각  $0.68 \times 10^{-8} \text{cm/sec}$ ,  $0.45 \times 10^{-16} \text{m}^2$ 로 가장 우수한 성능을 나타내었다. 또한 SEM분석 결과 침투성 표면강화제를 도포한 실험체가 그렇지 않은 경우에 비해 콘크리트의 미세 구조가 더 치밀한 것을 확인 할 수 있었으며, 이러한 구조로 인해 침투제를 도포한 경우의 실험체에서 가장 높은 부착성능이 나타난 것으로 판단된다.

따라서 콘크리트의 표면 처리 방법은 금속용사 시스템을 적용하는데 있어, 매우 중요한 영향을 미치는 것으로 판단되며, 본 연구를 통하여 Sa-P-R-(S)의 경우가 수처리 시설 콘크리트 구조물의 적용하기에는 가장 적합한 면처리 방법이라 판단된다.

**키워드** : 오존, 투수성, 투기계수, 부착강도, 금속용사, 고도정수처리장

## Acknowledgement

This subject is supported by Korea Ministry of Environment(MOE) as "Public Technology Program based on Environmental Policy".(2015000700002)

## References

1. Choi SM, Techniques for Characterizing Surface Deterioration of Epoxy Exposed to Ozone Damage, Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection, 2014 May;18(3):167-77
2. Kwk KS, Seo HJ, Miyauchi H, Kim GY, Oh SK, A Study on Suggestion of the Evaluation Method of O3 Deterioration of Waterproofing and Corrosion Prevention Materials in Concrete Facility for Advanced Water Treatment Using Ozone(O3) Sterilization, Journal of the Architecture Institute of Korea Structure & Construction, 2010 Sep;26(9):79-86
3. Kim SR, Bond strength characteristics of Water Proofing and Corrosion Prevention Materials inside Ozone Contactor, In: Noh SK, Shin, HC, Kim TS, Cho BY, Kim YG, editors, Proceeding of Fall Annual Conference of the Korea Concrete Institute; 2011 Nov 9-11; Pyeong Chang Alpensia Convention Center Pyeong Chang Korea; Korea Concrete Institute, 2011, p.759-60
4. Seo HJ, A Study on Suggestion of the Evaluation Method of



- 
- O3 Deterioration of Waterproofing and Corrosion Prevention Materials in Concrete Facility for Advanced Water Treatment. In: Oh SK, editors Proceeding of Fall Annual Conference of the Korea Concrete Institute; 2010 Nov 5–6; Elysian Resort, ChunCheon Korea; Korea Concrete Institute. 2010. p. 149–50
5. Chung MJ. A study on the Evaluation of Field Application for the Waterproofing or Corrosion Proof Construction Method, as Coating High Quality Filtration plant with Ozone Resistance Paints of Phenol Degeneration Polyamine [Master's thesis]. [Korea]: Seoul Nation University. 2006. 74 p.
  6. Noh SK. A Status Investigation of Waterproofing and Corrosion Prevention Materils in Advanced Water Tretment in domestic. Shin HC, Kim SR, Park HI, Cho BY, Kim YG, editors. Proceeding of Spring Annual Conference of the Korea Concrete Institute; 2011 May 11–13 Ramada Plaza Hotel, Jeju, Korea: Korea Concrete Institute. 2011. p. 609–10.
  7. Choi WC, Hong YG, Hong GS. Characteristics of FRP System for Strengthening Concrete Structures. Journal of the Korea Concrete Institute. 2000 Nov;12(6):63–9
  8. Jung SH, Lee MS. Experimental study on the Corrosion Protection Properties and Anticorrosive life of the Zn/Al Metal Spray Method according to the Contents Ratio of Zn and Al. Journal of the Architecture Institute of Korea Structure & Construction, 2003 Oct;19(10):59–66
  9. Guenbour A, Benbachir A, Kacemi A. Evaluation of the corrosion performance of zinc–phosphate–painted carbon steel. Surface and Coating Technology. 1999 Mar 12;113(1–2):36–43
  10. Cinca N, Lima CRC, Guilemany JM. An overview of intermetallics research and application: Status of thermal spray coatings. Journal of Materials Research and Technology. 2013 Mar 13;2(1):75–86
  11. Baek IY. An Experimental Study on the Electromagnetic Shielding Performance of Arc Thermal Metal Spraying Film as Shielding Material for High–altitude Electromagnetic Pulse(HEMP) [Master's thesis]. [Korea]: Hanyang University. 2015. 52 p.