

수경화성 폴리우레탄 도막 방수재의 물 혼합비에 따른 물성변화연구

A Study on Property with Ratio of Water Mixture in Hydroponic Polyurethane Waterproofing Materials

박진상¹ · 박완구² · 김동범² · 이민규³ · 오상근^{4*}

Jin-Sang Park¹ · Wan-Goo Park² · Dong-Bum Kim² · Min-Kyu Lee³ · Sang-Keun Oh^{4*}

(Received December 14, 2015 / Revised December 25, 2015 / Accepted December 25, 2015)

Urethane waterproofing materials which currently being used most commonly in the Korean domestic market have high applicability and construct layers without forming any joints, but under the influence of low temperature and low humidity, as well as the thickness of the applied layer, the curing time of this material may become extended in construction sites. To resolve these issues, a proposed method of using water-hardening type of polyurethane waterproofing materials are being developed. However, there currently lacks any standards or evaluation methods on determining an optimal mixture ratio of water for the water-hardening polyurethane waterproofing materials. Therefore, workers and construction workers are relying on their hands-on-skills and experience to determine this ratio and are not able to obtain a consistent performance quality out of these materials. Therefore, for the establishment of a board applicability of the water-hardening polyurethane waterproofing methods in construction sites, this study objectively analyzes the changes in the performance of these materials depending on the changes of the water mixture ratio and attempts to procure the optimal ratio on the basis of forming a provisional standard. The study prepares mixtures of varying ratio(no water added, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40 and 50) and conducts comparative analysis respective mixtures' performances and their changes in the physical properties in an objective manner and proposes a provisional optimal value that can serve as a data base that can be used as a reference for future studies.

키워드 : 수경화성 폴리우레탄 방수재

Keywords : Water curable polyurethane waterproofing materials

1. 서론

현재 국내에서 활발하게 적용되고 있는 폴리우레탄 방수재는 액상 형태의 재료로 구조물의 바탕면 도포 시 경화되면서 도막 방수층을 형성하여 이음매 없이 시공이 가능하고, 전면접착 공법의 방수제로서 누수가 되더라도 누수 부위를 쉽게 찾을 수 있으므로 보수가 용이한 장점을 갖는 방수재이다. 이외에도 신장률과 부착 성능이 우수하여 바닥의 균열에 대한 저항이 우수하고 보행감이 뛰어나기 뿐만 아니라 다양한 색상의 연출이 가능한 특징이 있다.

이러한 폴리우레탄 도막방수재는 크게 1성분형(습기경화형)과 2성분형(화학반응형)으로 나눌 수 있는데, 현재 2성분형 우레탄 방수재가 활발히 사용되고 있는 추세이다.

이는 2성분형 우레탄 방수재의 경우 기본 물성적 측면에서 여러 가지 장점을 가지고 있기 때문이다. 하지만 주제와 경화제로 구성 되어 시공현장에서 혼합사용 함에 따라 혼합불량으로 인한 미경화 현상이 자주 발생하고 있으며, 습윤바탕면에 시공 시 방수층의 들뜸 및 박리, 박락 등의 하자가 꾸준히 발생하고 있는 실정이다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 현장에서 혼합작업이 필요

* Corresponding author E-mail: ohsang@seoultech.ac.kr

¹서울과학기술대학교 일반대학원 의공학-바이오소재 융합협동과정 건축프로그램 (Convergence Institute of Biomedical Engineering and Biomaterials Program of Architecture, Seoul National University of Science and Technology, Nowon-Gu, Seoul, 01811, Korea)

²엔앤씨파트너스, 선임연구원 (Senior researcher, N&C Partners, Nowon-Gu, Seoul, 01811, Korea)

³(주)한국아덱스, 차장 (Deputy General Manager, Adex Korea, Songpa Gu, Seoul, 05770, Korea)

⁴서울과학기술대학교 공과대학 건축학부, 교수 (Professor, Dept. of Architectural Eng., Seoul National University of Science and Technology, Nowon-Gu, Seoul, 01811, Korea)

Copyright © 2015 by Korean Recycled Construction Resources Institute

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

없는 1성분형 우레탄 방수재가 개발되고 보급되고 있다. 하지만 기존의 1성분형 우레탄 방수재는 공기 중의 습기와 반응하여 경화하는 원리로 혼합작업이나 가사시간의 제한이 없어서 2성분형 우레탄 방수재에 비해 사용이 용이한 반면 온도, 습도 등 기후조건에 영향을 많이 받아 표면 경화로 인한 내부 미경화의 우려 때문에 도막두께의 제한(1회 1.5mm 이하)이 따르고 있다.

이러한 1성분형 우레탄 방수재의 문제점을 해결하기 위해 물을 강제적으로 혼합하여 경화시키는 수경화성 폴리우레탄 방수재가 해결방안으로 제안되고 있다.

수경화성 폴리우레탄 방수재는 물을 중량비로 2~50%를 혼합하여 경화시키는 시스템으로 물을 사용하기 때문에 1성분형 우레탄 방수재의 단점인 작업 환경의 습기에 대한 불량 발생 요인과 도막두께 제한의 문제점을 해결할 수 있으며, 습윤바탕면에 적용이 어려운 2성분형 우레탄 방수재의 단점 또한 해결할 수 있는 장점을 가지고 있다.

하지만, 수경화성 폴리우레탄 방수재의 경화제로 사용하는 물의 혼입량(선행연구 2~50%)이 경화시간 및 성능(물성)에 어떠한 영향을 주게 되는지 객관적이고, 정량적인 연구가 진행되지 않아 현장에서 작업자 임의로 물을 혼입하여 사용함에 따라 방수재의 적정 품질관리가 어려운 문제점을 가지고 있다.

따라서 본 연구에서는 수경화성 폴리우레탄 방수재의 물 혼합비에 따른 물성 변화를 확인하고 이를 바탕으로 적정 물 혼입량의 근거를 마련하고자 한다.

2. 연구의 범위

수경화성 폴리우레탄 방수재의 물 혼합비에 따른 물성변화연구를 위해 물의 함량만을 변수로 건설용 도막 방수재 관련 항목 실험 및 경화시간, 점도, 습윤면 시공성을 포함하는 현장 시공성 관련 항목에 대해 성능을 비교 평가하였으며, 이때 수경화성 폴리우레탄 도막 방수재는 시장에서 판매 적용되고 있는 제품 중 1개의 제품만을 임의 선정하여 연구를 진행하였다. 또한, 물 혼합비에 따른 물성변화 추세를 파악하는 기초적 연구로서 물 혼합비는 5%~10%의 격차를 두고 0%에서 50%까지 혼합하여 평가·비교하는 것을 연구의 범위로 한정한다.

3. 수경화성 폴리우레탄 방수재의 이론적 고찰

3.1 수경화성 폴리우레탄 방수재의 개요

수경화성 폴리우레탄 방수재는 이소시아네이트기 말단의 우레

탄 프리폴리머에 탄산가스 흡수제(금속 산화물, 수산화물) 및 희석제 겸 탈포제를 첨가하고 여기에 필요에 따라 안료, 분산제, 가소제, 경화촉진제, 안정제 등을 첨가한 도막방수제로 시공 시는 물을 중량 혼합비로 2~50%(선행연구)를 혼합하여 경화하는 시스템으로 물을 사용하기 때문에 1성분형 우레탄 방수재의 단점인 작업 환경의 습기에 대한 불량 발생 요인과 도막두께 제한의 문제점을 해결할 수 있다.

물을 혼합하여 도포하고 경화할 때 해결되어야 할 기술적 과제는 이소시아네이트기와 물이 반응할 때 발생하는 탄산가스에 의한 발포를 억제하는 것이며, 이것은 칼슘, 마그네슘, 바륨의 산화물 또는 수산화물의 다음 반응식과 같이 탄산가스 흡수반응을 이용하는 것이 효과적이고 경제적이다.



경화제로 물을 혼합하여 사용함으로써 습윤바탕면 시공에 대한 안정성을 확보하고 있어, 습윤바탕면 시공 시 들뜸 및 박리, 박락과 같은 종래 2성분형 우레탄 방수재에서 발생하는 하자 문제에 대한 우려가 낮아졌다.

물은 수경화성 폴리우레탄 방수재 중에 water-in-oil 에멀전으로 혼합되어 과잉으로 혼합된 물은 도막 중에 미세입자로 존재하거나 도막외부로 일부 증발된다.

수경화성 폴리우레탄 방수재의 제조공정은 다음 Fig. 1과 같다.

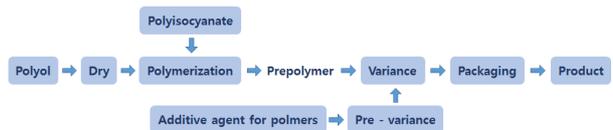


Fig. 1. Manufacturing process for polyurethane

3.2 수경화성 폴리우레탄 방수재의 특성

수경화성 폴리우레탄 방수재의 사용 특성은 앞서 언급한대로 기존 우레탄 방수재와 같이 KS F 3211 : 2008 ‘건설용 도막 방수재’ 기준의 우레탄 고무계 1류(노출형)와 유사한 성능과 용도를 가진다.

수경화성 폴리우레탄 방수재는 신축 또는 보수건물의 옥상 슬래브 등 외부에 노출되어 시공된다는 점이 기존의 우레탄 방수재와 같지만, 습윤바탕면에도 시공품질을 확보할 수 있고, 도막두께의

제한이 없다는 점은 수경화성 폴리우레탄 방수재 만의 특징이다. 수경화성 폴리우레탄 방수재의 사용특성은 다음과 같다.

- 1) 1액형으로 제조되어 시공 시 경화제로서 물을 혼합하여 사용하는 시스템으로 바탕면의 습기에 의한 하자발생요인을 줄일 수 있다.
- 2) 한번시공으로 도막두께를 확보할 수 있어 시공시간 및 경화시간의 단축이 가능하다.
- 3) 수경화성 폴리우레탄 방수재와 물이 혼합되면 기존 우레탄 방수재 보다 경화시간이 빠르다.
- 4) 용제의 함유량을 최소한으로 줄여 인체에 무해하며, 기존의 유기용제 혼합에 따른 호흡기를 자극하는 문제점을 줄였다.

3.3 수경화성 폴리우레탄 방수재의 문제점

수경화성 폴리우레탄 방수재는 물 혼합비에 따른 성능이 비교적 일정하므로 기존 우레탄 방수재에 비해 유리하다. 또한, 저온 및 낮은 습도에서도 경화가 용이하고, 비교적 두꺼운 도막두께도 경화가 가능한 특징 때문에 기존 우레탄 방수재의 해결 방안으로 제시되고 있다.

그러나, 수경화성 폴리우레탄 방수재는 과도하게 높고 낮은 물 혼합비에 따라 현장 시공에 있어 방수층의 파단, 시공시의 건조시간 등의 문제점이 일부 발생하였다.

3.3.1 방수층 파단에 관한 문제점

콘크리트 건축물에 경우 온도 및 기후의 변화로 콘크리트 거동, 건조수축, 균열 등의 현상이 발생하게 되고, 그 영향으로 방수층이 찢어지고 파단되는 문제점이 발생하게 된다.

수경화성 폴리우레탄 방수재의 경우 물의 혼합비가 과도하게 높으면 방수층이 찢어지고 파단 되는 현상이 발생하게 된다. 또한, 현장 시공 후 겨울을 지나 봄이 되면 동결되었던 방수층이 융해되면서 방수층의 들뜸 및 파단현상이 더욱 가속화 되어 장기적인 방수층의 내구성이 저하 될 수 있다.



Photo 1. Waterproofing layer fracture

3.3.2 방수층 Tacky(끈적임)에 관한 문제점

수경화성 폴리우레탄 방수재를 포함하여 우레탄 방수재는 액상 형태의 방수재 현장에서 도포하여 시공하는 형태로 경화 건조 되는 시간이 충분히 필요하다. 충분히 경화되지 못한 도막방수재는 Tacky현상(끈적임)이 발생하고 이는 후속작업을 위한 작업자의 보행을 불가능하게 만든다.

이러한 Tacky현상은 방수층 표면에 먼지, 이물질이 묻어서 후속공정시의 접착에 영향을 끼치게 된다. 또한, 후속공정을 늦추게 되어 공사기간을 증가 시키는 문제점이 있다.



Photo 2. "Tacky" phenomenon on the waterproofing layer

4. 실험 계획 및 방법

4.1 실험 계획

본 연구에서는 수경화성 폴리우레탄 방수재를 대상으로 물의 혼합비에 따른 방수재로서의 기초적인 물성변화를 파악하기 위해 기본 물성과 현장 시공물성으로 나누어 실험을 진행하였다.

수경화성 폴리우레탄 방수재의 시공 시 혼합되는 물의 양은 각각 중량비 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 40%, 50%로 혼합하고, 1mm 두께(KS F 3211 : 2008 '건설용 도막방수재' 규정)로 도포하였다.

도포된 시험편을 14일간 양생 후, KS F 3211 : 2008 '건설용 도막방수재'에 의거한 평가방법으로 실험을 진행한다*. 이러한 건설용 도막방수재 관련 실험은 수경화성 폴리우레탄 도막방수재가 완벽히 경화된 후의 방수재 고유의 성능을 평가하기 위한 방법으로 계획하였다.

그밖에도 실제 현장에서 도막 방수재를 시공할 때 꼭 필요하다고 판단되는 '현장 시공물성 관련 실험' 항목인 경화건조 시간, 점도, 습윤면 시공성 평가를 추가하여 진행하였다.

* 기술표준원, KS F 3211 : 2008 건설용 도막방수재, 3-15.

4.2 실험 재료

4.2.1 수경화성 폴리우레탄 방수재

본 실험에 사용된 수경화성 폴리우레탄 방수재는 건축구조물에 노출형으로 사용하는 방수재로서 미국 Tufflex사에서 생산하는 'Tufflex soft'라는 제품으로 KS F 3211 : 2008 '건설용 도막 방수재'에서 정한 우레탄 고무계 1류(노출형)의 기준에 만족하는 제품을 사용하였으며, 그 주요성분은 다음 Table 1과 같다.

4.2.2 프라이머

본 실험에서 부착성능 항목에서 수경화성 폴리우레탄 방수재의 접착용 프라이머로 국내 헵스켄사의 'VARO BP'라는 제품을 사용했으며, 그 주요 성분은 다음 Table 2와 같다.

4.2.3 정제수

본 실험에서 수경화성 폴리우레탄 방수재의 혼합용으로 사용한 물은 3차 증류수인 정제수(H₂O)를 사용하였고, 정제수의 품질은 다음 Table 3과 같다.

Table 1. Hydroponic polyurethane properties

Product name	Composition	CAS No.
Tufflex soft	Residual toluene diisocyanate	CAS #264-71-62-5
	Calcum oxide	CAS #1305-78-8
	Quartz	CAS #14808-60-7
	Titanium dioxide	CAS #13463-67-7

Table 2. Primer properties

Product name	Composition	CAS No.
VARO BP	Polyurethane prepolymer	-
	Xylene	CAS #1330-20-7
	Chemical additive	-

Table 3. Water quality standards

Test item	Unit	Results	Reference standard
pH	-	6.16	KS I 3206 : 2008 Testing method for industrial water
Conductivity	μs/cm	4.8	
Resistivity	MΩ·cm	0.21	

4.3 실험 방법

4.3.1 건설용 도막방수재 관련 실험 방법

본 실험은 물 혼합량 별 수경화성 폴리우레탄 방수재의 기본

물성변화정도를 확인하기 위해 KS F 3211 : 2008 '건설용 도막방수재'에서 규정하는 우레탄 고무계 1류(노출형)의 시험방법을 준용하여 진행하였다.

4.3.2 현장 시공물성 관련 실험 방법

4.3.2.1 경화건조 시간

본 실험은 KS M 5000 : 2014 '도로 및 관련 원료의 시험 방법'에 의거하여 도로의 건조 시간 시험방법의 경화건조(dry-hard)를 준용하여 진행하였다. 실험 방법은 수경화성 폴리우레탄 방수재 도막면에 팔을 수직이 되도록 하여 엄지손가락으로 힘껏 누르면서 90° 각도로 비틀어 본 후, 이 때 도막이 늘어나거나 주름이 생기지 않고 도막 표면에 다른 이상이 생기지 않았을 때를 경화 건조된 것이라 평가하였다.

4.3.2.2 점도

본 실험은 ASTM D 2196 'Brookfield type'에 의거하여 물 혼합비에 따라 수경화성 폴리우레탄 방수재의 점도 변화를 측정하였다.

4.3.2.3 습윤면 시공성

본 실험은 건조한 콘크리트 표면에 습기가 포화상태가 되도록



(a) Dry cured specimen (b) Dry curing testing site

Photo 3. Test of dry curing duration

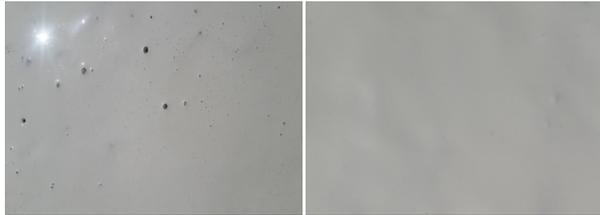


(a) Viscosity testing - 0% (b) Viscosity testing - 10%

Photo 4. Test of viscosity



(a) Humid surface treatment (b) Concrete moisture testing



(c) Surface condition after humid surface application - 0% (d) Surface condition after humid surface application - 10%

Photo 5. Test of applicability on humid concrete surface

물을 뿌려주고 물이 건조되기 전에 함수율측정기로 함수율을 측정하고 수경화성 폴리우레탄 방수재를 도포하여 경화상태를 육안으로 확인하였다.

5. 실험 결과 및 결과분석

5.1 건설용 도막방수재 관련 실험 결과

수경화성 폴리우레탄 방수재의 물 혼합비에 따른 물성변화를 확인하기 위한 건설용 도막방수재 관련 실험 결과는 다음 Table 4와 같다.

상기의 결과를 살펴보면 0~10%의 물 혼합비 시험편의 경우 정도의 차이는 있으나 일부 항목에서 품질 기준을 만족하지 못하는 결과가 나타났다. 이는 수경화성 폴리우레탄 방수재가 반응에 필요한 물이 충분히 공급되지 않으므로 인해 우레탄 내에서 물에 의한 재료의 혼합과 물 혼합 후에 발생하는 경화 반응이 충분하게 일어나지 않아 나타난 것으로 판단된다.

반면 15~30%의 물 혼합비 시험편은 전 시험항목에 대해 품질 기준을 만족하는 것으로 나타났다. 이는 혼합된 물의 양이 수경화성 폴리우레탄 방수재와 충분히 혼합되고 반응하여 수경화성 폴리우레탄 방수재 본연의 성능을 나타낸 것으로 판단된다.

40~50%의 물 혼합비 시험편 또한, 0~10%의 물 혼합비 시험편과 같이 일부항목에서 품질기준을 만족하지 못하는 결과가 나타났다. 이는 물의 양이 증가함에 따라 물과 반응된 수경화성 폴리우레탄 입자의 결합력이 감소하여 나타난 것으로 판단된다.

Table 4. Construction use coating material evaluation results

Division	Water mixture ratio									
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	40%	50%	
Tensile strength (N/mm ²)	1.5	3.0	3.1	3.2	3.5	3.7	3.1	3.0	2.9	
Elongation percentage(%)	329	603	677	787	802	595	765	698	603	
Load strain product(N/mm)	128.7	421.8	486.7	561.9	631.4	514.2	547.8	480.3	407.7	
Tearing strength (N/mm ²)	18.0	15.6	14.7	16.7	17.1	18.8	17.3	13.0	11.1	
Tensile strength ratio(%)	-20℃	49	91	99	101	131	158	118	109	93
	60℃	40	48	59	60	61	77	64	54	49
Elongation percentage (%)	-20℃	63	150	248	251	275	265	251	193	218
	60℃	246	391	470	411	547	390	365	387	309
Ratio of expansion and contraction(%)	-1.95	-1.64	-1.52	-1.55	-1.36	-1.17	-1.26	-1.43	-1.57	
Tensile strength ratio(%)	Heat	109	89	97	96	91	92	106	104	105
	Alkali	104	70	82	80	81	82	96	91	86
	Acid	104	70	77	81	81	85	85	79	79
Elongation percentage (%)	Heat	363	763	644	584	528	533	639	666	751
	Alkali	434	757	709	672	650	586	596	686	772
	Acid	321	761	757	604	577	546	639	646	741
Degradation after expansion	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	
Bond performance (N/mm ²)	0.73	0.73	0.82	0.85	0.93	0.98	0.92	0.91	0.91	

5.2 현장 시공물성 관련 실험 결과

수경화성 폴리우레탄 방수재의 물 혼합비에 따른 현장 시공물성 관련 실험 항목을 분석 하면 다음 Table 5와 같다.

상기의 결과를 살펴보면 0~5%의 물 혼합비 시험편의 경우 일부 또는 전체 항목에서 품질 기준을 만족하지 못하는 결과가 나타났다.

반면 10~20%의 물 혼합비 시험편의 경우 전 시험항목에 대해 품질기준을 만족하는 것으로 나타났다.

25~50%의 물 혼합비 시험편 또한, 0~5%의 물 혼합비 시험편과 같이 일부 또는 전체항목에서 품질기준을 만족하지 못하는 결과가 나타났다.

이는 건설용 도막방수재 관련 실험 결과와 동일하게 0~5%의 물 혼합비 시험편의 경우 수경화성 폴리우레탄 방수재가 반응에 필요한 물이 충분히 공급되지 않아 경화반응이 충분히 이루어지지 않아 나타난 것으로 판단되며, 10~20%의 물 혼합비 시험편의 경

Table 5. Site applicability evaluation test results

Item	Water mixture ratio								
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	40%	50%
Dry curing (time)	112	21	19	16	19	36	39	57	73
Viscosity (CPS)	19.7	12.6	11.2	12.0	10.6	11.0	10.8	8.9	9.0
Humid application (air pocket)	Many	Few	None	None	None	Few	Many	Many	Many

우 경화 반응에 필요한 물이 충분히 혼합되어 수경화성 폴리우레탄 방수재 본연의 성능을 나타낸 것으로 판단된다. 또한, 25~50% 물 혼합비 시험편의 경우 많은 양의 혼입수로 인해 수경화성 폴리우레탄 입자의 결합력이 감소하여 나타난 것으로 판단된다.

5.3 실험 결과 종합 분석

수경화성 폴리우레탄 방수재의 물 혼합비에 따른 물성변화 결과 종합 분석은 다음 Table 6과 같다.

상기의 종합분석 결과를 살펴보면 건설용 도막방수재 관련 실험 결과에서는 15~30%의 물 혼합비 시험편의 경우 전체 항목에서 품질기준을 만족하는 것을 확인 할 수 있었으며, 현장 시공물성 관련 실험 결과에서는 10~20%의 물 혼합비 시험편에서 품질기준을 모두 만족하는 것으로 나타났다. 이를 바탕으로 물 혼합비를 15~20% 이내로 적용 시 기본 물성 및 현장 시공물성에 있어 안정성을 확보할 것으로 판단된다.

6. 결론

수경화성 폴리우레탄 방수재는 물을 혼합하여 경화시키는 시스템으로 기존 우레탄 방수재의 단점인 작업 환경의 습기에 대한 불량 발생 요인과 도막두께 제한의 문제점을 해결할 수 있으며, 습윤 바탕면에 적용이 어려운 2성분형 우레탄 방수재의 단점 또한 해결할 수 있는 장점을 가지고 있다.

하지만, 수경화성 폴리우레탄 방수재의 경화제로 사용하는 물의 혼입량에 대한 객관적이고, 정량적인 연구가 진행되지 않아 현장에서 작업자 임의로 물을 혼합하여 사용함에 따라 방수재의 적정 품질관리가 어려운 문제점을 가지고 있다.

따라서 본 연구에서는 수경화성 폴리우레탄 방수재의 물 혼합비에 따른 물성 변화를 확인하고 이를 바탕으로 적정 물 혼입량의 근거를 마련하고자 연구를 진행하였으며, 본연구의 주요 결과는

Table 6. Performance evaluation results & analysis

Item	Water mixture ratio								
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	40%	50%
Tensile strength	X	●	●	●	●	●	●	●	●
Elongation percentage	X	●	●	●	●	●	●	●	●
Load strain product	X	●	●	●	●	●	●	●	●
Tearing strength	●	●	●	●	●	●	●	X	X
Tensile strength ratio (%)	-20℃	X	X	X	●	●	●	●	X
	60℃	X	X	X	●	●	●	X	X
Elongation percentage (%)	-20℃	X	X	X	●	●	●	X	X
	60℃	●	●	●	●	●	●	●	●
Ratio of expansion and contraction(%)	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Tensile strength ratio (%)	Heat	●	●	●	●	●	●	●	●
	Alkali	●	●	●	●	●	●	●	●
	Acid	●	X	X	●	●	●	●	●
Elongation percentage (%)	Heat	X	●	●	●	●	●	●	●
	Alkali	●	●	●	●	●	●	●	●
	Acid	X	●	●	●	●	●	●	●
Deterioration after expansion	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Bond performance	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Dry curing	X	●	●	●	●	X	X	X	X
Viscosity	X	●	●	●	●	●	●	●	●
Humid applicability	X	X	●	●	●	X	X	X	X
Quality standard (pass/all content)	9/20	15/20	16/20	20/20	20/20	18/20	18/20	15/20	14/20

● : Quality standard pass, X : Quality standard non-pass

다음과 같다.

첫째, 수경화성 폴리우레탄 방수재가 완전히 경화된 후에 발휘되는 방수재의 실험을 위해서 KS F 3211 건설용 도막방수재 규격 관련 실험을 실시하여 물 혼합비가 15~30% 범위에서 기준에 만족하는 결과 값을 얻을 수 있었다.

둘째, 수경화성 폴리우레탄 방수재가 완전히 경화되기 위한 실험을 위해서 현장 시공물성 관련 실험을 실시하여 물 혼합비가 10~20% 범위에서 기준에 만족하는 결과 값을 얻을 수 있었다.

셋째, 건설용 도막방수재 평가항목과 현장 시공성 평가항목을 모두 종합한 수경화성 폴리우레탄 방수재의 적정 물 혼합비는 15~20% 범위인 것으로 판단하였다.

본 연구에서 물 혼합비에 따른 물성변화를 바탕으로 한 수경화성 폴리우레탄 방수재의 적정 물 혼합비인 15~20%는 수경화성 폴리우레탄 방수재의 하자를 줄이고 활용성을 넓히는 계기를 마련하는데 도움이 될 것으로 기대된다.

향후, 수경화성 폴리우레탄 방수재의 고온 및 저온에 따른 저장 안정성에 관한 연구 및 물 이외의 첨가제 혼합 시의 방수성능 및 경화시간의 관한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

References

- Kang, H.J., Park, J.S., Park, J.W., Oh, S.K. (2006). A study on the improvement for performance of floor finishing materials using poly urethane with water reacting urethane, Journal of the Korea Concrete Institute, **18(1-2)**, 653-656 [in Korean].
- Kim, Y.K., Sin, J.J., Park, D.H., Kim, J.S., Kim, Y.S., Choi, S.D. (2007). Composition of Polyurethane Waterproof Material Resin for Floor, Korea Conformity Laboratories, Technical Evaluation [in Korean].
- KS F 3211. (2008). Waterproofing Membrane Coating for Construction, Korean Standards Association, 4th Ed., Korea.

수경화성 폴리우레탄 도막 방수재의 물 혼합비에 따른 물성변화연구

현재 국내에서 가장 많이 시공되고 있는 우레탄 방수재는 시공이 간편하고 이음매 없이 도막을 만들 수 있다는 장점을 가지고 있지만, 저온 및 낮은 습도에서 경화 지연 및 도막 두께의 제한과 같은 결점이 있어서 현장 시공 시에 물을 강제적으로 혼합하여 경화시키는 방법인 수경화성 폴리우레탄 방수재가 해결방안으로 제시되고 있다. 하지만, 수경화성 폴리우레탄 방수재는 경화제로 사용하는 물 혼합비에 따라 방수성능 및 현장 시공성에 어떠한 영향을 주게 되는지에 대한 객관적이고 정량적인 평가가 없는 실정이다. 따라서 시공현장에서는 객관적인 기준 없이 작업자의 판단에 따라 물을 혼합하여 시공하고 있어서 일정한 성능과 품질을 얻을 수 없는 문제점이 있다. 따라서, 본 연구에서는 수경화성 폴리우레탄 방수재가 폭 넓게 적용되는 계기를 만들기 위하여, 물 혼합비에 따른 성능의 변화를 정량적인 근거를 바탕으로 평가, 분석하여 적정한 물 혼합비 제안을 위한 기초적 자료를 마련하기 위해 진행하였다. 연구의 방법은 수경화성 폴리우레탄 방수재의 물 혼합비(0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 40%, 50%)에 따른 객관적 성능 평가를 통해 결과 값을 도출하고 비교·분석하여 혼합비별 물성변화 특성을 파악한 후 이를 데이터 베이스화 하여 가장 적정한 물 혼합비 제안을 위한 기초적인 자료로 활용 가능할 수 있도록 결과를 제시하였다.