

## 고무분말을 혼입한 폴리우레탄 도막방수재에 대한 연구

김진국 · 정동순  
경상대학교 고분자 공학과, \*경상대학교 건축공학과

### A Study on Polyurethane Waterproof Material Containing Rubber Particles

Jin-Kuk Kim, Dong-Sun Jeong  
Dept. of Polymer Sci., & Eng. Gyeongsang National University, Chinju 660-701 Korea

#### ABSTRACT

Recently, the development of waterproof techniques has been required in modern building field. It is undoubt that one of the best materials for waterproof is polyurethane. Polyurethanes have advantages such as good adhesive ability, durability, weatherproof. However, they have disadvantages like high cost, delicate varnish layer, swelling problem.

In this study, we found that the polyurethane with rubber particle of waste tire can solve those problems. We concluded that 10% of rubber particles containing polyurethane was recommended as the waterproof materials.

#### I. 서론

건물의 다양화, 고층화, 기능의 복잡화, 주변환경으로 받는 제약 등에 의해서 방수에 대한 요구가 다양한 양상을 나타내고 있다. 방수공법별로 본 신뢰성으로는 아스팔트방수, 고무시트, 도막방수 순이다.<sup>1,4)</sup> 최근에는 보수, 개수 수요가 급증하고 있고, 또 간이방수 재료로 채용이 됨으로서 도막방수재료는 앞으로 더욱 사용량이 증가할 것으로 예상된다.<sup>1)</sup> 도막 방수법은 아스팔트 방수와 액체 방수공법의 뒤를 이어 1970년 후반부터 쓰이기 시작하였고, 우리나라에는 70년대 후반에서 80년대 초기에 일본에서 도입되어 발전되었다.<sup>2)</sup>

현재 도막방수공사에 쓰이는 재료로는 폴리우레탄계, 아크릴계, 클로로프렌계, 고무 아스팔트계 등 5종류가 있으며, 폴리우레탄 고무가 주축을 이루고 있는 실정이다. 특히 우레탄 도막 방수는 바탕면에 대한 접착력이 우수하고, 내구성, 내후성, 내열성, 내한성이 우수하여 바탕면 콘크리트나 모르타르 위에 도포하고 그대로 노출하는 노출 공법도 가능하여 건물의 하중을 줄일 수 있다.<sup>1,3)</sup> 따라서, 건물의 수명을 더욱 연장시킬 뿐만 아니라, 유지 관리면에 있어서도 뛰어난 장점을 가지고 있다.<sup>1,2)</sup>

폴리우레탄방수재는 현재 베란다, 지하실 및 내외벽 방수, 냉동실, 화장실, 욕실과 교량방수, 고가도로, 지

하철 관련 등의 토목분야 등 다양하게 사용되고 있고, 특히 조립식 건물의 공법 발달로 인하여 폴리우레탄방수제의 사용량은 증가 하였다. 최근에는 기존 콘크리트 건물의 아스팔트를 제거하지 않고 5~6mm 두께로 시공, 방수하여 경제성을 증가시키고, 폴리우레탄방수제의 결점인 바탕면의 수분의 증가화에 의한 도막층의 약화와 부풀임의 현상을 방지하기 위해 탈기 공법의 개발이 활발하다.<sup>2)</sup>

그러나 폴리우레탄방수제는 시공상에 있어서 균일한 두께의 방수층 시공이 어려워 얇은 부분은 파손되기 쉽고, 바탕면의 상태에 따라 핀홀, 부풀음이 발생하기 쉽다.<sup>2)</sup> 또한 가격이 비싸다는 단점을 내포하고 있다.

본 연구에서는 폴리우레탄에 페타이어를 분쇄한 고무 분말을 혼합함으로써 점도를 높여 균일한 두께의 방수층 시공성을 증대시키고, 비용절감을 목적으로 한다. 부차적으로 페타이어를 재활용함으로써 심각하게 대두되고 있는 환경문제에도 큰 몫을 하리라고 본다.

## II. 실험적 방법

### 1. 재 료

본 실험에서 폴리우레탄과 고무분말을 사용하였다. 고무분말은 페타이어로 부터 분쇄되어 나온 미분말을 사용하였으며 분말의 입자크기는 5~10 $\mu$ m이고 비중은 0.56이다. 폴리우레탄은 디이소시아테이트에 디올을 첨가하여 합성하여 제조한 이액형 우레탄을 사용하였다.

주제로는 UFN-60R(삼성포리머), 경화제로 UFN-60H(삼성포리머)를 사용하였으며 주제와 경화제의 비율은 1;2:5로하여 실험을 수행하였으며 혼합액의 비중은 1.19이다.

### 2. 시편제작

이 액형 폴리우레탄에 고무분말의 첨가량을 0%, 5%, 10%, 15%로 달리해서 혼합기로 충분히 혼합한

시료를 KSF 3211에 따라 300 $\times$ 300mm<sup>2</sup> 유리판에 24시간 상온(20+2 $^{\circ}$ C)에서 성형한 후, 8시간 동안 70 $^{\circ}$ C 항온기에서 경화시킨 후 시편을 제조하였다. 시편의 형상은 KSM 6518의 아령형 3호로 제작하였다.

### 3. 측정방법

점도는 점도계를 이용하여 50ml를 유출하는데 걸리는 시간을 측정하여 상대점도를 아래 식으로 구하였다.

$$[\eta] = \frac{t}{t_0}$$

\* $[\eta]$ : 상대점도

\* $t_0$ : 고무분말을 혼합하지 않은 시료의 유출시간

\* $t$ : 고무분말을 혼합한 시료의 유출시간

흐름 시험은 수직상의 유리판에 1g의 시료를 8분간 흘러내려 흘러내린 길이를 반복 실험을 수행하여 측정하였다. 경도는 KSM 6518의 스프링식 경도시험에 의해 측정하였으며 인장강도와 신장율은 KSM 3211에 따라 측정하였다. 노화에 의한 영향을 알아보기 위하여 KSF 3211에 나타난 바와 같이 24시간 100 $^{\circ}$ C에서 열노화시켜 열노화 시험을 하였다. 재료의 특수성 시험은 KSF 2453에 준해서 흡수율로 대체하여 상대평가 하였으며 형태학적 조사를 위하여 전자주사현미경( $\times 2,000$ )을 사용 하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 시공성

시공성을 조사하기 위하여 점도측정 및 흐름성시험을 하였다. Fig. 1에 폴리우레탄 방수제에 대한 상대점도를 나타내었는데 그림에서 보는 바와 같이 고무분말 첨가율이 증가함에 따라 상승되었다. 이는 Fig. 2의 전자주사현미경 사진에서 나타난 바와 같이 고무분말을 혼합하면 고무분말과 폴리우레탄의 경계면이 뚜

렷하게 구분되어지는 비상용계이기 때문에 마찰을 증가시켜 점도가 상승되어진다. 시료의 점도는 흐름성과 밀접한 관계이기 때문에 흐름성을 Fig. 1에 나타내었는데 흐름성은 고무분말의 함량이 15% 이상에서 급격히 떨어짐을 알 수 있다. 흐름성이 지나치게 좋을 때는 방수액이 흘러내림으로써 시공상 어려움이 있고, 흐름성이 낮을 때 또한 시공에 어려움이 뒤따른다. 흐름성 시험 결과 건물의 수직부분 시공시 고무분말 첨가율이 5~10% 일 때 스프레이 시공이 가능하다고 생각되고, 분말 첨가율이 15%의 시료는 점도가 매우 높지만 셀프 레벨링(self-leveling)이 우수하므로 롤링(rolling) 시공이 적당하다고 생각된다. 그러나 Fig. 3 사진에서 보는 바와 같이 타이어 고무분말이 많이 혼합되면 우레탄 도막자체의 색상이 검은 고무분말 색상에 영향을

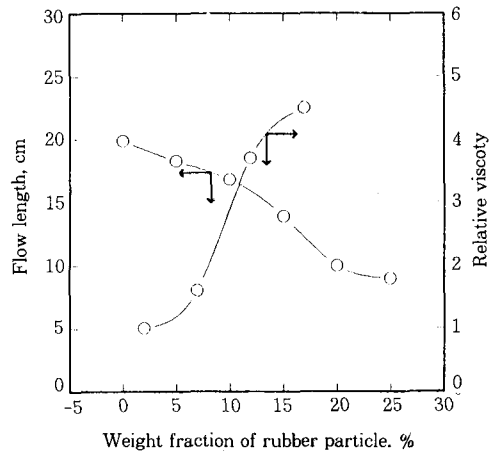
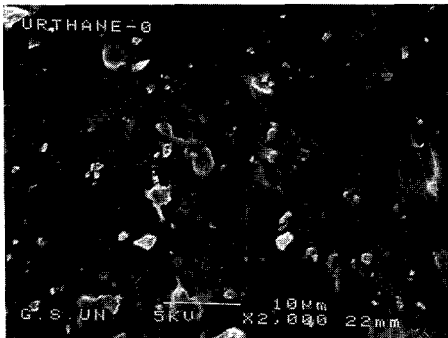
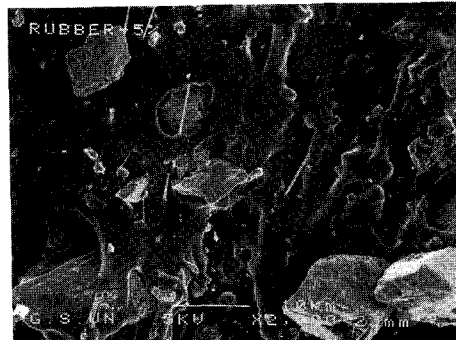


Fig. 1. Relative viscosity and flow length vs. weight fraction of rubber particle.



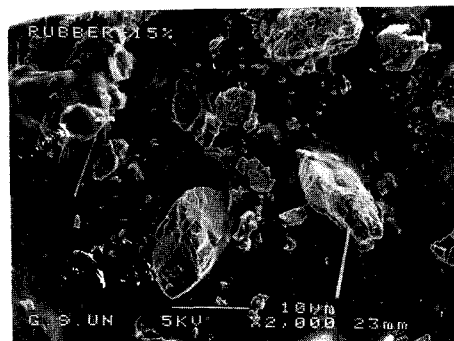
0%



5%



10%



15%

Fig. 2. Micrographs of polyurethane with rubber particle.

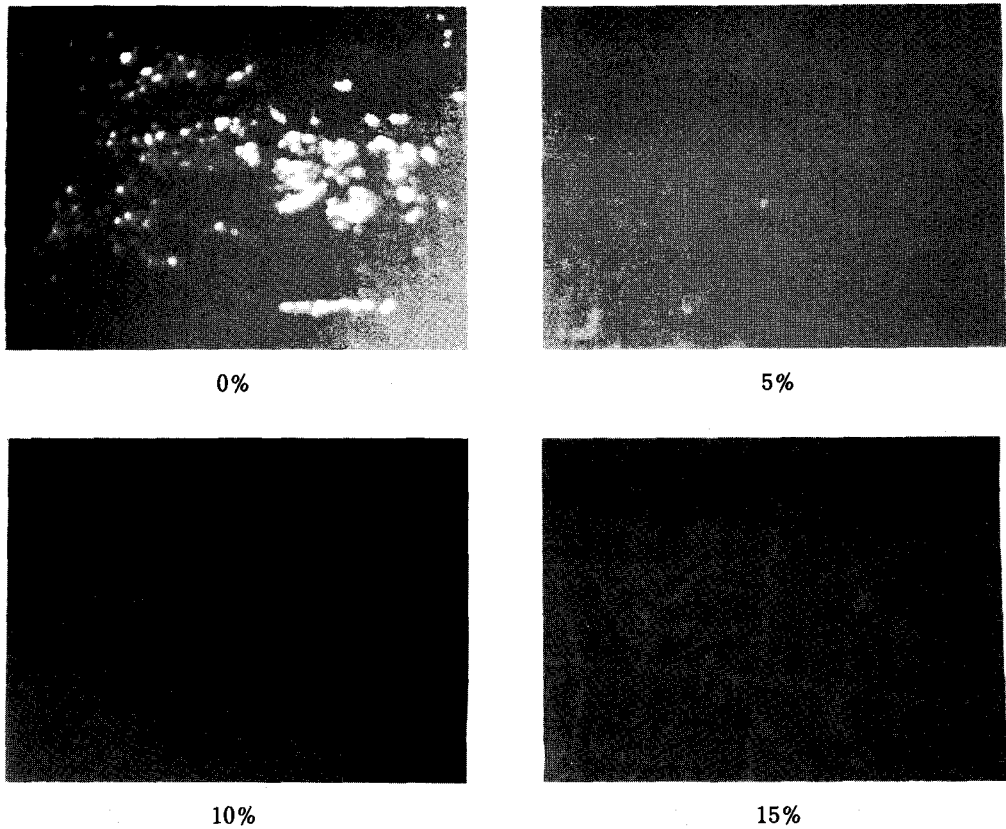


Fig. 3. Photographs of polyurethane with rubber particle.

받는 것으로 나타났다. 또한 5% 이하의 고무분말을 함유한 시료에서는 경화후 부풀림 현상(사진에서는 흰부분으로 나타남)이 발견되어 고무분말을 혼입하므로서 부풀음 현상을 해결할 수 있었다.<sup>3)</sup>

## 2. 물 성

고무분말을 혼입하여 비중을 측정한 결과를 Fig. 4에 나타내었는데 폴리우레탄이 비중 1.19이었고 고무분말이 비중 0.56이었기 때문에 고무분말의 첨가량이 증가함에 따라 비중이 감소됨을 알 수 있었다. 경화된 시편의 경도를 측정하여 Fig. 5에 나타내었는데 고무함량이 증가함에 따라 경도가 감소하였다. 열노화 후의 경도는 노화에 의하여 점탄성성질이 약화되기 때문에 노화전 시료보다 경도가 높아졌음을 알 수 있었다.

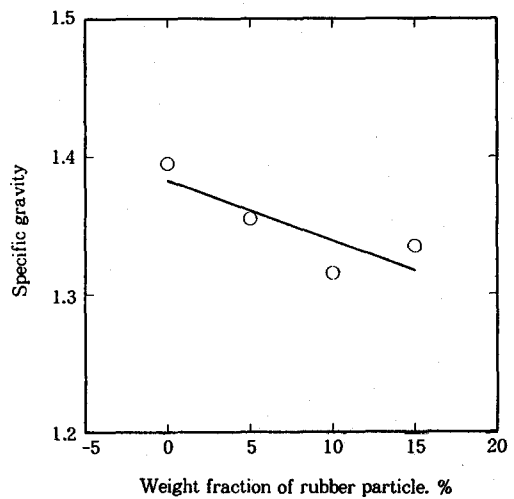


Fig. 4. Specific gravity vs. weight fraction of rubber particle.

방수도막제에서 중요한 성질인 투수성을 시료의 흡수율을 조사함으로써 비교하였다(Fig. 6). 그림에서 보는 바와 같이 흡수율은 폴리우레탄과 고무분말 첨가율을 달리한 시료가 동일한 값을 보이고 있어 고무분말이 첨가됨은 방수제의 특수성에 영향을 미치지 않는 것으로 보인다. 고무함량에 따른 신장율을 측정하여

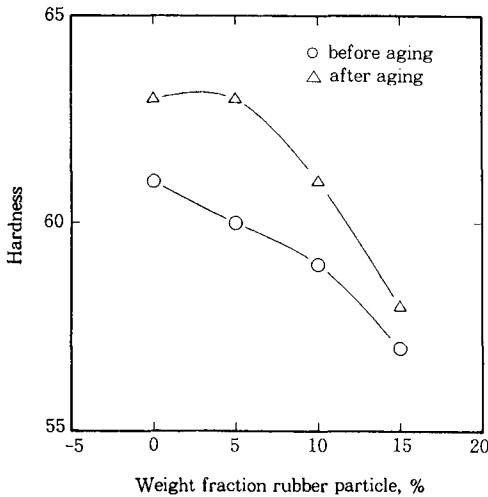


Fig. 5. Hardness vs. weight fraction of rubber particle.

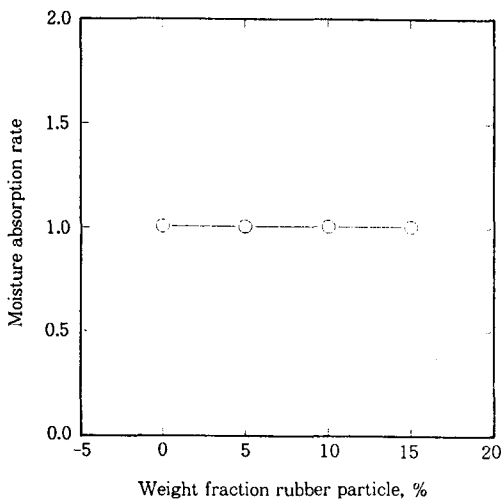


Fig. 6. Absorption rate vs. weight fraction of rubber particle.

Fig. 7에 나타내었는데 신장율은 고무분말 첨가율이 10%까지는 함량이 증가함에 따라 신장율이 증가하였으나 15%에서는 약간 감소하는 경향을 나타내었다. 고무분말이 증가하다가 일정량 이상이 되면 고무가 우레탄의 연속성을 저해하여 시료자체의 신장율을 저해하는 요소로 대두하는 것으로 생각된다. 전반적으로 열노화 후의 인장강도가 노화 전보다 감소하였는데 열노화후의 신장율은 고무분말이 노화됨에 따라 점탄 성성질이 떨어지기 때문에 노화전의 신장율보다 감소함을 나타냈다. 고무함량에 따른 인장강도의 변화를 Fig. 8에 나타내었는데 인장 강도는 고무분말의 첨가율이 증대함에 따라 감소하였다. 이는 Fig. 2의 전자현미경 사진에서 보는 바와같이 비상용성인 계에서는 고무분말과 폴리우레탄의 계면과의 접착력이 떨어지기 때문이라고 생각된다. 열노화 전후의 인장 강도 변화는 큰 차이를 보이지 않았다.

폴리우레탄 방수도막제는 접착력, 내구성, 내후성등의 물성이 우수함에 비하여 가격이 비싸다는 문제점이 있다. 따라서 본 연구에서는 페타이어를 분쇄한 고무분말을 이용하여 폴리우레탄 도막방수제의 경제성 문

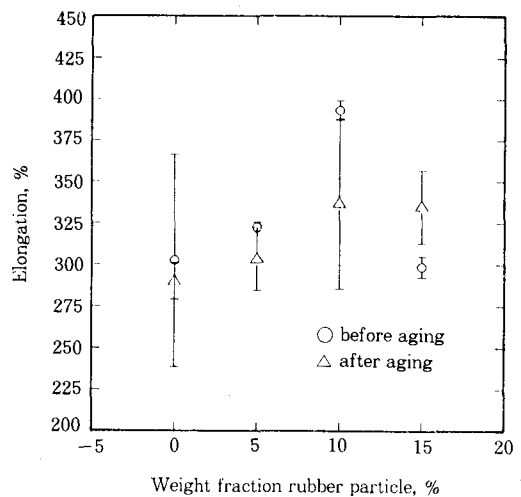


Fig. 7. Elongation vs. weight fraction of rubber particle.

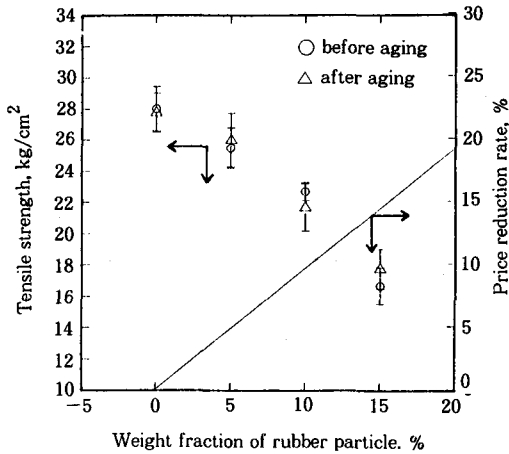


Fig. 8. Tensile strength and price reduction rate vs. weight fraction of rubber particle.

제를 해결하고자 하였다. 이는 요즈음 환경적인 문제로 대두한 페타이어를 재활용함으로써 환경적인 문제도 고려하였다. Fig. 8에 고무분말의 함량에 따른 경제성을 나타내었는데 제조원료원가는 우레탄 2500원/kg으로 계산하여 1m<sup>2</sup> 도포하는데 고무분말이 5% 증가할 때마다 고무분말을 혼입 안하였을 때보다 507원 감소하여 원가가 4.8% 절감되었다.

#### IV. 결 론

폴리우레탄과 고무분말을 혼입한 개질 폴리우레탄 도막 방수재를 제조하여 그 특성에 대한 결론은 다음과 같다.

1. 고무분말 첨가율이 증가함에 따라 점도는 높아지

고, 흐름성은 저하되었다.

2. 폴리우레탄 방수재의 특성에 있어서 고무분말 첨가율이 증가함에 따라 비중, 경도 및 인장 강도는 감소하였고, 신율은 증가하였다. 노화 전후의 인장 강도와 신율은 큰 차이를 보이지 않았고, 15% 이상에서 인장강도의 저하가 심하였다. 경도는 오히려 노화 후에 높았다. 투수성은 폴리우레탄과 고무분말을 혼입한 시료가 동일하였다.

3. 고무분말 첨가율이 0%, 5% 일때는 시공후 부풀음 현상이 심하게 나타났고, 10% 이상에는 부풀음 현상을 발견할 수 없었다.

4. 고무분말 첨가율이 증가할수록 경제성은 높아졌다.

이상과 같은 결론을 종합하여 보면, 우레탄 도막방수재에서 고무분말 첨가율이 10% 일때가 가장 바람직하다.

#### 參 考 文 獻

1. 건축과 자재, '기획시리즈/방수재', pp. 44-66 (1989).
2. 문경명, 폴리우레탄 세계, '건축용 분야의 폴리우레탄 수지', 8월 1일자, (1993).
3. 梧原幸八限, 岩井孝次の 7명, 건설 기술 정보, '특집/건축방수의 모든 것', pp. 47-103 (1989).
4. 김기동, 현창택, 김무한, 'VE공법에 의한 옥상 sheet방수의 원가 절감에 관한 연구', 대한 건축학회, 4(2), pp. 245-249 (1988).