

우레탄 도막 방수재의 열열화 특성

Influence of Thermal Aging on the Properties of Polyurethane Coating of Waterproof.

김 성 래* 신 홍 철** 신 주 재*** 김 영 근****

Kim, Sung Rae Shin, Hong Chol Shin, Ju Jae Kim, Young Geun

ABSTRACT

Polyurethane apply to the waterproof widely. Polyurethane rubbers are prepared that the influences of a thermal aging on the properties are investigated. Polyol and Polyisocyanate were varied ratio in the range mixed by using individual product that was vulcanized by a hot. The waterproofs of Polyurethane were investigated about tensile strength, tear strength and elongation after the thermal Aging for 168, 336, 504 hrs at 70°C and 80°C in the air oven. As the increase of the thermal aging time, tensile strength, tear strength and elongation were reduced.

요 약

폴리우레탄은 방수재로 널리 사용되며 구조물에 발생하는 균열 및 거동에 의해 항상 외력을 받고 있을 뿐만 아니라 사용 환경에 따라 각종 환경열화 인자에 노출되어 있다. 환경 열화인자로서는 자외선, 오존, 열, 수분 등이 잘 알려져 있다. 그 중에서 모든 열화의 기본이 되는 열의 영향, 특히 고온에서의 영향이 중요하다. 따라서, 노출형인 우레탄 고무계 1류 도막 방수재의 경우는 80°C에서, 비노출형의 경우는 70°C에서 축진 열열화 시험을 3주간 실시하였다. 결과는 방수재의 기본물성과 인장 강도 및 신장률 모두 저하되는 경향을 보였으며, 특히 온도 60°C에서 측정할 경우 급격히 물성 저하가 발생되었다.

*(재)한국건자재시험연구원 방수보수보강센터 연구원

***(재)한국건자재시험연구원 방수보수보강센터 선임연구원

***(재)한국건자재시험연구원 방수보수보강센터 책임연구원

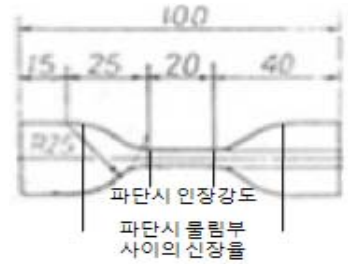
****(재)한국건자재시험연구원 방수보수보강센터 센터장

1. 서론

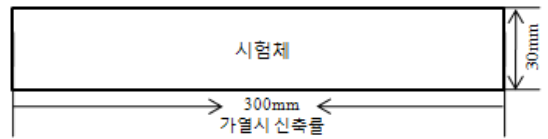
건축재료는 구조물, 콘크리트에 의한 스트레스를 항상 받고 있을 뿐만 아니라 사용 환경에 따라 각종 변화인자에 항상 노출되어 있다. 물성의 변화인자로 인한 하자보수비와 건축재료의 기능성이 증가하고 있는 추세이다. 우레탄 도막 방수제는 건물의 고층화 및 대규모에 따라 가장 선호되고 있는 건축용 고분자재료이다. 한편 폴리우레탄이 방수재로 적용될 때는 우레탄 특유의 고무탄성체로서 신율이 매우 크기 때문에 콘크리트의 균열, 팽창, 수축에 대한 추종성이 우수하지만 폴리우레탄의 물성을 저하시키는 변화인자는 오존, 열, 수분, 자외선 등이 있다. 본 연구에서는 현재 진행 중인 방수재의 내구성 시험을 예상하고자 변화인자 중에 전처리가 용이한 촉진 열열화에 의한 기계적 물성과 방수성 등에 미치는 영향을 관찰하고, 현재 진행 중인 옥외폭로시험을 통해 국내에서는 제공되지 않았던 우레탄 도막 방수재의 열열화 및 내후성 시험의 기초적 자료로 소비자에게 개선된 정보를 제공하고자 한다.

2. 연구내용 및 방법

콘크리트 구조물은 재료적 구조적 원인에 의해 균열이 발생하게 되면 그 위에 형성된 방수제는 이에 대해 파단되는 안된다. 따라서 균열을 추종할 수 있는 탄성을 지닌 방수재가 필요하며 방수재는 다양한 환경조건으로부터 외력을 받아 축방향으로 작용하는 인장력에 방수재를 찢으려는 힘의 저항성이 우수하여야 한다. 콘크리트 구조물은 외부의 환경적인 요인으로 인해 수축과 팽창이 반복적으로 이루어지며, 이때 발생하는 단면적의 변화에 따라 방수재의 단면적도 함께 변화되어야 균열 등의 파단으로부터 안정성을 확보할 수 있다.



각 시료는 현장에서 사용되는 일부 업체의 제품을 무작위로 직접 수거하여 시험하였다. 노출용 우레탄 도막 방수제는 80°C에서 비노출용 우레탄 도막 방수제는 70°C에서 1주(168시간), 2주(336시간), 3주(504시간)간 열열화 처리와 비 처리하여 일반적인 기계적 물성을 UTM으로 시험하였다.



3. 결과

A-1 ~ A-5는 노출용 우레탄 도막 방수재를 나타내었으며, AB-1 ~ AB-5는 비노출용 우레탄 도막 방수재를 각각 나타내었다.

그림 1.은 노출용 우레탄 도막 방수재의 열열화 시간에 따른 상온(20±2°C)에서 기계적 물성을 측정된 결과로서 열화시간에 따라 모든 시험체에 물성이 각각 다르게 감소하는 경향을 나타내어 우레탄 고분자의 전형적인 특성을 나타낸다. (b)와 (c)의 일부 시험체의 경우는 Hard segment의 고분자사슬이 분해되어 Soft segment로 전환되어 인열강도의 상승이 일어나는 경향이 나타났다. (d)의 경우

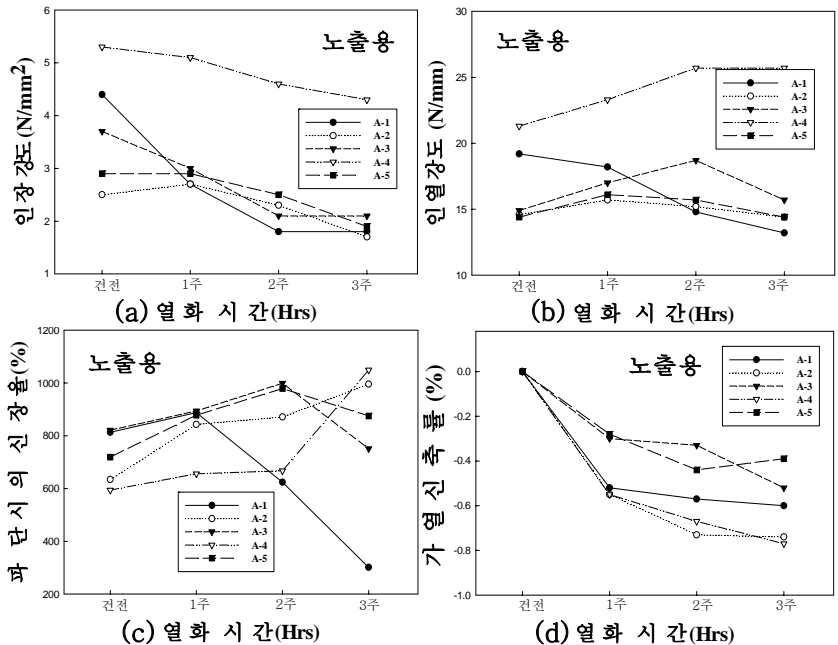


그림 1. 노출용 우레탄 도막 방수재의 열열화 시간에 따른 기계적 물성.

는 우레탄 고분자의 대표적 특성인 열수축의 변형으로 길이의 변화가 나타났다.

그림 2는 비노출용 우레탄 도막 방수재의 열열화 시간에 따른 상온 ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$)에서 기계적 물성으로 그림 1과 동일하게 제품에 따라 다른 물성 저하를 나타내었다. (c)에서 AB-2의 경우는 초기 경화 반응속도 보다 숙성 후 경화 반응속도가 크기 때문에 물성의 상승을 나타낸 것으로 판단된다. 비노출용은 노출용에 비해 열열화의 변화인자에 직접적인 영향력은 작지만 콘크리트 표면의 열에너지의 전도 시 물성에 영향을 준다.

다음은 노출용, 비노출용 우레탄 도막 방수재

의 환경변화에 따라 큰 온도편차를 보이는 하절기와 동절기의 옥외폭로시험을 모사한 실험이다. 상대적으로 -20°C , 20°C , 60°C 로 각각 예상하였다. 그림 3의 (a)는 열열화 처리 전, (b)는 열열화 처리 후이며, 온도별로 처리 전과 처리 후의 물성의 감소 경향은 그림 1과 비슷하지만 그림 3에서는 (a)와 (b)의 결과와 같이 처리 후의 60°C 에서 -20°C 보다 매우 취약한 물성을 나타내었다. 따라서, 열화 처리 전과 열화 처리 후와는 관계 없이 동절기 보다 하절기의 물성이 저하되며, 환경이나 외부 에너지의 침투가 없는 이상적인 상태에서는 저온에서의 기계적 물성이 우수한 것으로 판단된다. 그림 4는 비노출용 우레탄 도막 방수재의 환경변화에 따른 하절기와 동절기의 큰 온도편차를 상대적으로 나타낸 것이며, 비노출용 우레탄 도막 방수재도 그림 3의

노출용과 동일한 경향을 나타내었다. 따라서, 시험체의 옥외폭로 시 노출용, 비노출용 모두 동절기 보다 하절기의 물성 저하가 심한 것으로 판단된다.

그림 5와 6은 노출용과 비노출용 우레탄 도막 방수재의 처리 전과 처리 후의 온도 의존성에 따른

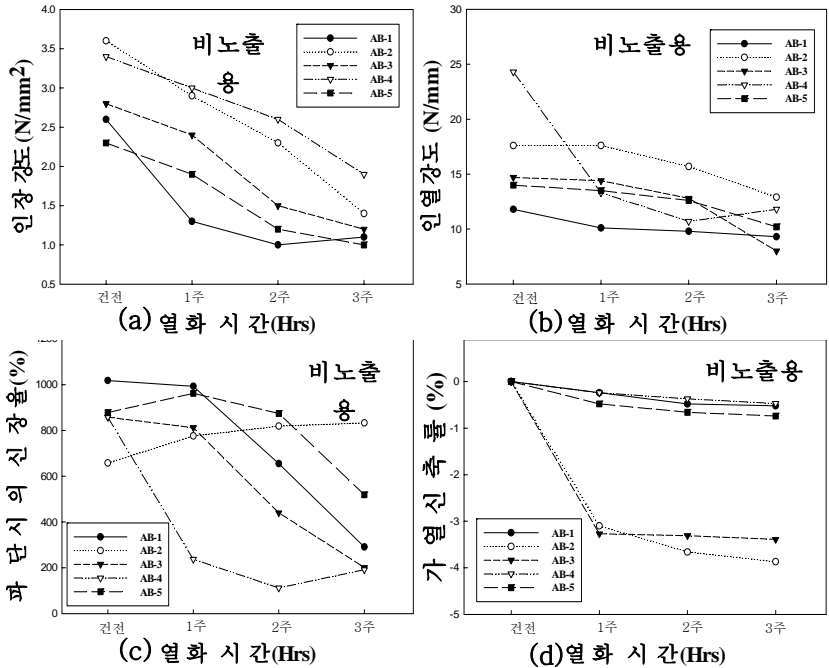


그림 2. 비노출용 우레탄 도막 방수재의 열열화 시간에 따른 기계적 물성.

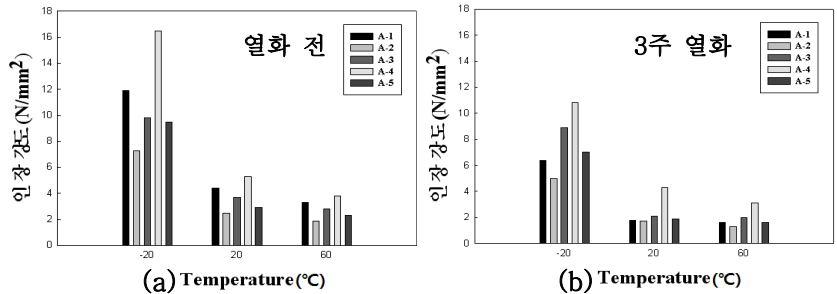


그림 3. 노출용 우레탄 도막 방수재의 온도의존성.

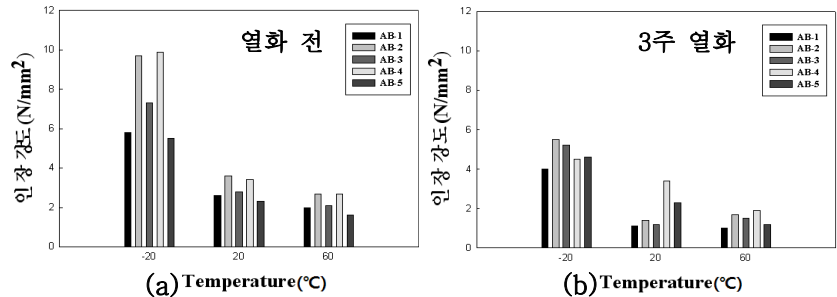


그림 4. 비노출용 우레탄 도막 방수재의 온도의존성.

과단시 물림부 사이의 신장률(%)을 나타낸 것이다. 그림 5의 (b)에서 20℃의 A-2와 A-4의 경우는 열열화 처리 후 값이 상승하는 결과가 나타났는데, 이는 열처리 후의 Hard segment 분자사슬이 열에 의해 분해되어 Soft segment로 전이 된 것을 의미한다. 따라서, 제품별 화학조성상의 차이는 있지만 열에 의해 분자사슬의 성질이 파괴되는 것이 아니라 다른 이성질체로 전이되는 고분자 화학의 특성이 나타난 것으로 판단된다. 그림 6의 비노출용 우레탄 도막 방수재의 경우는 열화 후 60℃에서의 모든 제품의 물성 감소율이 약 200% 이상을

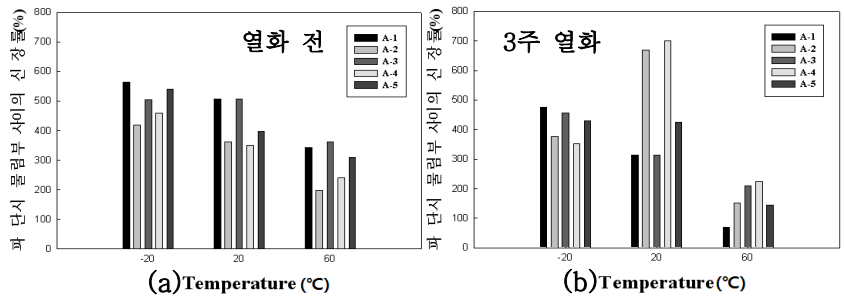


그림 5. 노출용 우레탄 도막 방수재의 온도의존성에 따른 신장률(%)

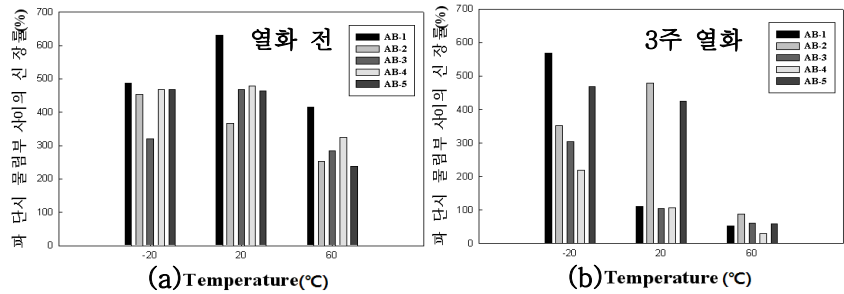


그림 6. 비노출용 우레탄 도막 방수재의 온도의존성에 따른 신장률(%)

나타내어 노출용과 큰 차이를 보이지만 비노출용은 동절기 대기조건에 직접 노출되어 있지 않고 콘크리트의 영향을 받기 때문에 결과의 차이는 있을 것으로 판단된다.

온도의존성은 콘크리트의 동결융해작용과 수축, 팽창 등의 거동을 제외한 우레탄 도막 자체의 기계적 물성과 현재 진행 중인 옥외 폭로시험의 환경변화에 따른 열변화인자의 물성변화를 예상한 결과이다.

4. 결론

본 연구에서 열열화에 의한 우레탄 도막 방수재의 기계적 물성 시험을 수행한 결과는 다음과 같다.

- 1) 열열화 처리 후 일반적인 인장강도와 인열강도 및 과단시 신장율, 가열신축성상의 기계적 물성은 노출용과 비노출용 모두 상대적으로 감소하여 열화 후 콘크리트의 균열, 수축, 팽창의 거동과 부합되지 않는 것으로 나타났다.
- 2) 옥외 폭로 시 환경변화를 모사한 시험에서 열열화 처리 후 -20℃에서 보다 60℃에서의 기계적 물성이 매우 취약하여 저온보다 고온에서의 물성 저하가 큰 것을 알 수 있다.
- 3) 열열화의 원인이 가교의 밀도 변화와 산화반응에 의해 일어난다고 믿었지만, 가열에 의해 안정된 분자 배열(cis 형)로부터 보다 흐트러지기 쉬운 분자 배열(trans 형)이 증가하기 때문이다. trans형의 분자 배열은 유연성이 부족해 끊어지기 쉽다. 이 때문에, 물성에 기여하는 가교가 일정량 확보되고 있어도, 물성에 기여하지 않는 결합이 많이 포함되어 있는 경우에는, 전체적으로 trans형의 분자 배열이 증가하기 때문에 열열화에 의한 상대적인 물성 저하가 일어나는 것으로 판단된다.
- 4) 진행 중인 옥외 폭로시험에서는 열 변화인자 뿐만 아니라 오존, 자외선, 수분 등의 영향으로 물성의 저하 및 다양한 형태의 변형이 나타날 것으로 예상되며 현장에서 물성 변화인자의 장기적인 화학분석과 콘크리트에 미치는 영향 및 경제성 분석도 이루어져야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

- 1) 田中亭二 외 1, 合成高分子防水層の耐候性;化學反應速度論的手法によって防水用高分子材料の熱劣火檢討, イルボンゴンツックハックフェノンムンボゴジブ, 第255号, 昭化52年 5月, 9-15.
- 2) T.W. Dakin : "Electrical Insulation Deterioration Treated as a Chemical Rate Phenomenon", A.I.E.E Transaction, 67, 113 (1948).