

1성분형 실리콘계 실리콘의 열 열화에 대한 인장 성능 평가

Tensile Properties of One-component Silicon Sealants by Heat Deterioration

이 준* 미야우치 히로유키** 구 경 모*** 최 경 철*** 윤 민 호* 미야우치 카오리****
 Lee, Jun Miyauchi, Hiroyuki Koo, Kyung-Mo Choe, Gyeong-Cheol Yoon, Min-Ho Miyauchi, Kaori

Abstract

In this study, the tensile properties of sealants by heat deterioration were measured and analysed to gather the basic data of sealant because these studies do not have been investigated in Korea. Most general one-component silicone sealants were used and test specimen was I-type. The test parameters are sealant types which have different density and heat deterioration time in 80°C. As a result, the rate of reduction in area by heat deterioration was considerable increased at SR-A compared with SR-B. The tensile properties by heat deterioration decreased at SR-A because the specimen by deterioration occurred adhesive failure before tensile test. However, SR-B specimen was increased at maximum tensile stress but decreased at elongation in maximum tensile stress. Also, Maximum principal stress was measured at the edge of specimen by FEM simulation in order to find out failure points.

키 워 드 : 1성분형 실리콘, 열 열화, 최대 인장응력, 신장률, 유한요소해석
 Keywords : One component silicon, Heat deterioration, Maximum tensile stress, Elongation, FEM

1. 서 론

최근 건축물에서 커튼월 및 외장 패널의 사용 증가로 줄눈을 실링재로 처리하는 경우가 늘어나고 있다. 그러나 시공 시, 수밀성 및 기밀성을 고려하지 않고 단순 줄눈을 메우기 위해 시공되어 실링재의 성능을 발휘하지 못하고 누수가 발생된다. 건축물에서 누수가 발생되면 생활환경의 쾌적성이 떨어지며, 가구 및 전자기기에도 영향을 주어 재산피해를 초래한다. 국내의 경우 다른 나라에 비해 실링재의 연구 진행이 되지 않아 이러한 문제가 빈번히 발생하고 있다. 따라서 본 연구에서는 실링재의 내후성 평가 중 하나인 열 열화에 따른 실링재 인장 성능을 실험 및 유한요소해석을 통해 평가하였다.

2. 실험 계획 및 방법

표 1에 나타난 바와 같이 시험체 크기 12×12×50mm로 하였고, 피착체는 양극 산화알루미늄을 사용하였다. 실링재는 가장 일반적으로 사용하고 있는 1성분형 실리콘계 실링재로서 밀도가 다른 2종류를 사용하였고, 실험체는 각 수준마다 인장시험으로 3개, 단면 평균용으로 1개씩 제작하였다. 열화 조건은 80°C의 조건에서 200시간 및 400시간으로 가열하였고, 이후 인장성능과 단면 크기 비교·분석하였다. 사진 1.에는 시험체 모습과 크기를 나타냈으며, 인장 실험은 사진 2.와 같이 실시하였으며, 인장 속도는 KS F 2621의 기준에 준하여 5mm/min으로 설정하였다.

표 1. 실험 계획

실험 요인					
시험체 크기 (mm)	실링재 종류	비중	가열 온도 (°C)	가열 시간 (hr)	평가 항목
12×12×50	SR-A	1.13	80	1) 0	1) 단면 수축률 2) 인장 성능 3) 최대 주응력
	SR-B	1.31		2) 200 3) 400	

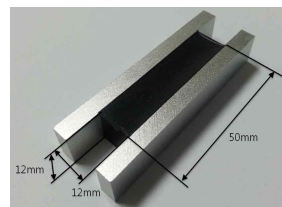


사진 1. 시험체 모습 및 크기



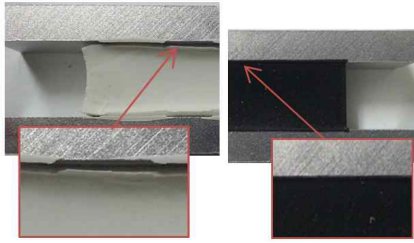
사진 2. 인장 실험 모습

* 충남대학교 건축공학과, 석사과정

** 충남대학교 건축공학과, 부교수, 공학박사, 교신저자(miyauchi@cnu.ac.kr)

*** 충남대학교 건축공학과, 박사과정

**** 충남대 건축연구소 선임 연구원, 공학 박사



(a) SR-A 400h가열 (b) SR-B 400h가열
 사진 3. 실링재 400시간 열화 후 상태

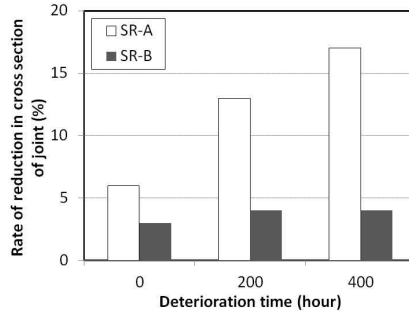


그림 1. 열화시간에 따른 단면 수축률

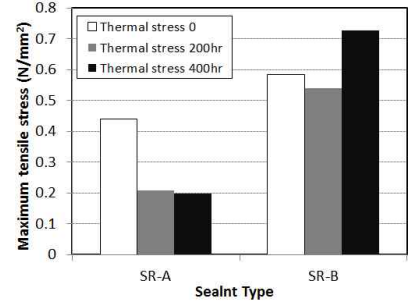


그림 2. 열 열화에 따른 최대 인장 강도

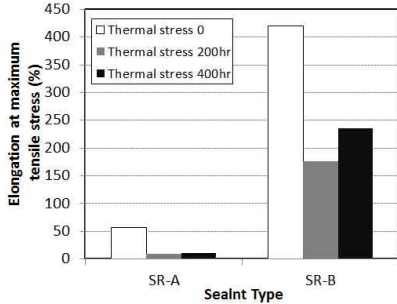


그림 3. 열화에 따른 최대 인장응력 시 신장률

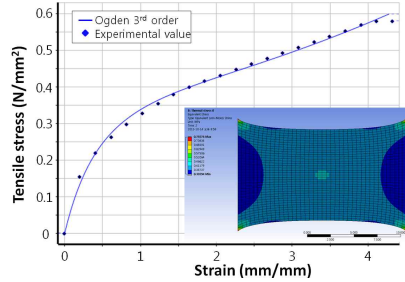


그림 4. 재료 물성 입력 및 실험 결과

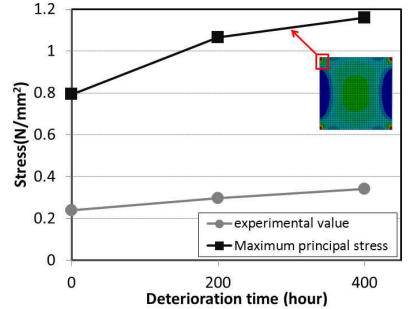


그림 5. 50%인장 시 열화 시간에 따른 응력

3. 실험 결과

3.1 단면 수축률

실링재가 열화가 진행되면 실링재 내부에 있던 구성 성분의 증발로 인하여 실링재 경화 및 단면 수축이 발생한다. 육안 관찰 시 SR-A의 경우 수축이 열화 시간이 증가함에 따라 수축률 및 접착면에서의 박리면적이 크게 되었다. SR-B의 경우 열 열화의 시간에 관계없이 단면 수축이 거의 발생하지 않았다. 그림 1.에는 열화를 받은 시험체에서 정중앙 부분을 잘라 단면 수축률을 나타낸 것으로, SR-A의 경우 400시간 열화에서는 수축률이 17%로 SR-B의 4배 이상 수축이 발생되었다.

3.2 실링재 인장 성능

그림 2.와 그림 3.에는 실링재별 열 열화에 따른 최대 인장 강도 및 그 때의 신장률을 나타냈다. SR-A의 경우 SR-B에 비해 열화 시 단면의 수축으로 인해 피착체와 실링재의 박리가 일어나게 되어 이로 인해 접착면의 강도 저하로 인장 강도 발현이 되지 않았으며, 열 열화로 인해 실링재가 더욱 경화되면서 단단해져 신장률이 저하되었다.

3.3 최대 주응력

이후 SR-B의 값을 이용하여 유한요소해석을 통해 최대 주응력을 검토하였다. 그림 4.에 나타난 초탄성체를 해석할 때 사용되는 Ogden 3rd order를 이용하여 열 열화에 따른 재료값을 입력하였고, 열 열화를 받지 않은 시험체에 대한 50%모듈러스에 대해 검토 한 결과를 나타냈다. 그림 6.은 실험값과 최대 주응력을 비교한 결과를 나타낸 것으로, 최대 주응력이 발생한 지점인 단면의 모서리부에서 부터 파괴될 것으로 판단된다.

4. 결 론

열 열화를 받은 실링재의 경우 같은 1성분형 실리콘 실링재이나 단면 수축률이 다르게 측정되었다. 열 열화를 통해 수축률이 큰 실링재의 경우 줄눈에서 피착체와 실링재 사이의 접착파괴 및 박층 응집파괴가 선행되어 실링재의 부착성능을 크게 저하시켰다. 또한 본 실험의 범위에서는 열 열화를 받으면 실링재가 경화되어 접착면에서의 박리가 선행되지 않으면, 인장강도가 비슷하거나 증가하지만, 신장률은 저하되어 열 열화를 받은 실링재는 줄눈 추종성이 열화를 받지 않은 실링재에 비해 저하한다고 사료된다.

Acknowledgement

본 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구(2012R1A2A2A010145 82)의 지원을 받은 바, 이에 감사드립니다.