

KICT 2022-203-8

# 3D 구매 일체형 외단열 방수 공법(TRS)

# 3D 구매 일체형 외단열 방수 공법(TRS)

## 연구책임자

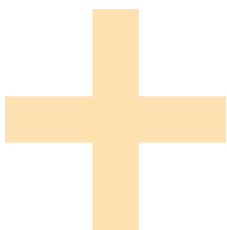
김현수 한국건설기술연구원 건축연구본부 선임연구위원

## KICT 연구진

박금성 한국건설기술연구원 건축연구본부 선임연구위원  
문수영 한국건설기술연구원 건축연구본부 연구위원  
장대회 한국건설기술연구원 건축연구본부 연구위원  
김상헌 한국건설기술연구원 건축연구본부 수석연구원  
오근영 한국건설기술연구원 건축연구본부 전임연구원

## 참여기관

스마트에코(주), (주)위드엠텍, (주)이가ACM건축사사무소,  
서울대학교, 세명대학교, (주)부림산기, (주)부일건화, 동남리  
얼라이즈, 에코앤하임, (주)클레이맥스, 수미개발



# 목차

제1장 기존 누름 콘크리트를 이용한 옥상의 문제점	004
제2장 유연성 단열보드란?	004
제3장 유연성 단열보드의 상부 방수 가능성	005
제4장 유연성 단열보드의 방수 시공 디테일	006
제5장 유연성 단열보드 상부 방수	006
제6장 시공 현장	007
제7장 물매 경사를 갖는TR보드(Total Roofing Board)	009
제8장 토탈 루핑 시스템의 완성 (Total Roofing System)	009
제9장 TRS공법의 추가 장점(전방향 물매 경사의 장점)	010
첨부1 수경화 우레탄 "터플렉스"를 사용하는 이유	012
첨부2 수경화 우레탄 "터플렉스" 소개(이하 내용)	012

**제1장 기존 누름 콘크리트를 이용한 옥상의 문제점**



- 다양한 문제점 발생
  - - 누름 콘크리트의 무게
  - - 콘크리트 타설에 관계된 중장비 사용 비용
  - - 콘크리트 타설 후 긴 양생 시간 필요
  - - 누수 발생 시 문제 해결의 어려움
  - - 융해 동결로 인한 지속적인 균열 발생
  - - 여름철 고온으로 인하여 단열층 내 수증기압 발생
  - - 에너지 낭비 증가
  - - 지속적인 보수 비용 발생
  - - 근본원인- 방수층이 단열재의 밑에 위치함

**제2장 유연성 단열보드란?**



**제3장 유연성 단열보드의 상부 방수 가능성**

**1 일반 단열보드**

- 면적이 넓어 보드 간 단차 발생
- 유동적이므로 상면에 방수 시공이 어려워 누름 콘크리트를 시공함
- 단열보드는 표면강도가 약하여 후속 공정에 제한이 많음
- 연결 부위를 실링하더라도 패널 자체의 거동성이 크므로 방수성능이 저하됨
- 온도 변화에 의해 전체 보드가 변형됨
- 단열보드 자체의 변형이 100% 영향을 줌

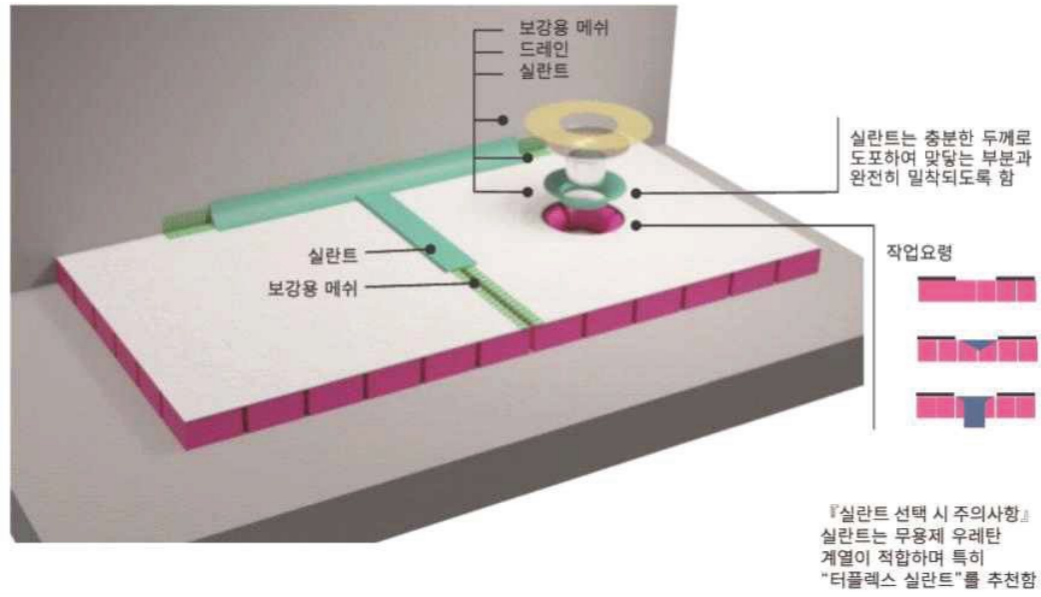
**2 유연성 단열보드**

- 유연성으로 인해 인접 보드 간 단차 없음
- 단열패널 윗면에 방수 시트가 부착되어 표면 내구성이 증가하며 후속 공정이 원활함
- 보드가 바닥면의 굴곡을 따라 밀착되어 유동성이 없어 상면에 일반적인 방수 시공이 가능함
- 연결 부위의 실링 작업만으로도 완벽한 방수가 가능
- 작아진 각각의 단열 개체로 인해 온도차에 의한 전체 보드의 변형이 거의 없음
- 단열보드 자체의 변형에도 작아진 단열 개체로 인해 변형이 거의 없음



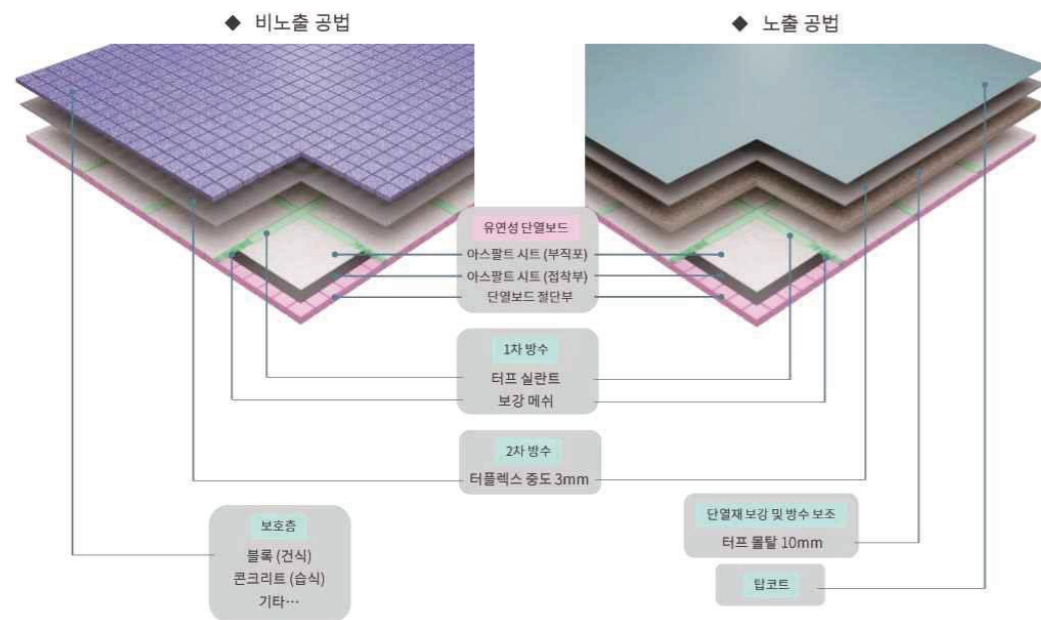
[그림 1.1] 일반 단열보드와 유연성 단열보드

제4장 유연성 단열보드의 방수 시공 디테일



[그림 1.2] 유연성 단열보드 방수 시공 디테일

제5장 유연성 단열보드 상부 방수



제6장 시공 현장

☑ 상부마감 유연성 단열보드 시공 후 터프 몰탈 10mm 비노출 공법



☑ 유연성 단열보드





☑ 노후 옥상

- 유연성 단열보드 설치 후 터프 몰탈 10mm 시공



- 터프 몰탈10mm 시공 후 터플렉스 노출 공법 마감



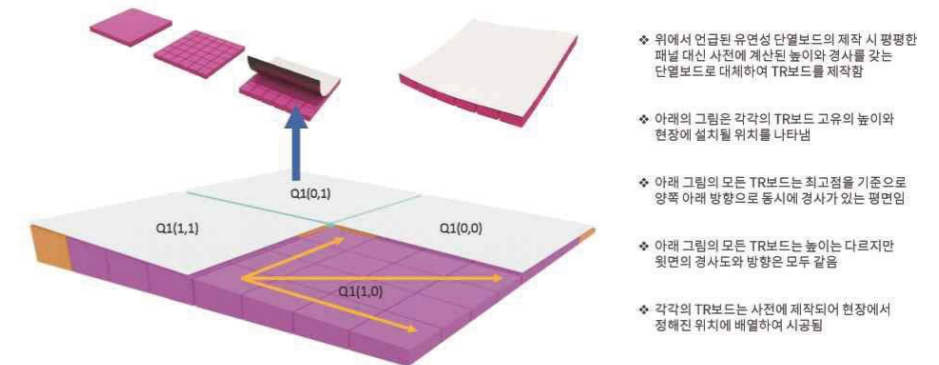
제7장 물매 경사를 갖는 TR보드(Total Roofing Board)

1 유연성 보드의 한계 및 TR보드의 개발 배경

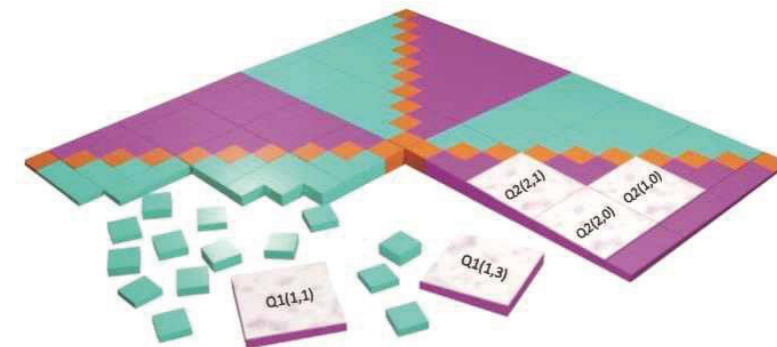
- 유연성 단열보드는 옥상의 외단열 및 외방수 공법의 기본 토대를 마련하였으며 구 옥상(기존 물매 경사가 있는) 보수 시에는 특별한 바탕정리 없이도 단열 및 방수 보강 시공이 가능하지만 물매 경사가 없는 옥상의 경우(특히 신축 건물) 물매 경사를 위한 별도의 조치가 필요한 한계가 있음

제8장 토탈 루핑 시스템의 완성(Total Roofing System)

☑ 유연성 단열보드 모듈화 - 물매 경사 + 외단열 + 외방수






- TR보드는 현장 상황에 맞도록 각 보드의 높이와 경사도를 사전에 계산하여 제작되며 현장에서는 단순히 정해진 좌표에 보드를 놓음으로써 빠른 시일 내 옥상의 물매 경사와 외단열/외방수 공사를 완료할 수 있음.
- 이후 공법은 유연성 단열보드와 동일함.


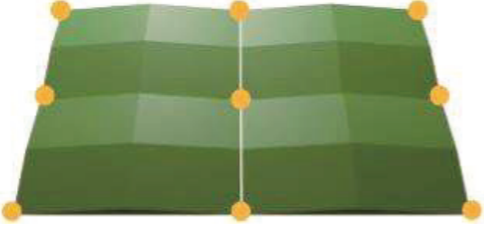


**제9장 TRS공법의 추가 장점(전방향 물매 경사의 장점)**

☑ 경사의 형태에 따른 비교

단방향 경사	양방향 경사	TRS-전방향 경사
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사전 준비사항이 거의 없음</li> <li>- 자재의 소요량이 큼</li> <li>- 선형 물고임 발생(황색선)</li> <li>- 배수 트렌치 설치 필요</li> <li>- 수평부가 발생하여 완벽한 물빠짐이 어려움</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사전 준비사항이 거의 없음</li> <li>- 자재의 소요량이 줄어들음</li> <li>- 선형 물고임 2곳 발생(황색선)</li> <li>- 배수 트렌치 설치 필요</li> <li>- 수평부가 발생하여 완벽한 물빠짐이 어려움</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사전 준비사항이 많음</li> <li>- 자재의 소요량은 최소화됨</li> <li>- 점형 물고임 4곳 발생(황색선)</li> <li>- 배수용 드레인 설치 필요</li> <li>- 수평부분이 없어 완벽한 물빠짐 가능</li> </ul>

☑ 물매 경사 분할 시공 시(예: 4배 면적) 물고임 형태의 변화

	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 선형 물고임 발생(황색선)</li> <li>- 가로, 세로 중 일방향으로만 분할이 가능</li> <li>- 트렌치 설치로 인해 옥상 활용에 제약이 많음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 점형 물고임 4곳 발생(황색선)</li> <li>- 가로, 세로 양방향으로 분할 및 면적 조정 가능</li> <li>- 배수용 드레인 설치로 옥상 활용이 원활함</li> </ul>





첨부 1 수경화 우레탄 “터플렉스”를 사용하는 이유

- 용제가 없는 수경화 우레탄
  - 대부분의 단열보드는 용제와 접촉 시 심각한 손상이 발생되므로 무용제 실링/방수제의 선택이 필수적임
  - 드레인, 트렌치, 각종 파이프 및 건축자재와 단열재 간 간섭이 일어날 경우에도 무용제 실링/방수제를 사용해야 함
  - 비나 이슬 등으로 일정량 이상의 습기가 시공 중인 단열재 바닥면으로 침투할 경우 재건조가 상당히 어려우므로 현장 상황에 따라 즉각적인 부분 마감을 해야할 경우 역시 무용제 실링/방수제의 사용이 필수적임
- 화재의 위험성이 낮은 수경화 우레탄
  - 화재에 극히 취약한 단열재를 대량 사용하는 단열공사 현장에서는 최대한 용제의 사용을 금해야만 하며, 특히 여름철에는 높은 기온으로 인해 용제가 포함된 제품의 경우 용제의 기화가 빨라져 화재 위험성이 증가됨
- 습윤면 부착 성능이 우수한 수경화 우레탄
  - 최대한 빠른 시간 내 단열재의 시공을 마무리하고 상부 방수 처리를 끝내기 위해서는 어느 정도 수분이 있는 상태에서도 작업이 진행되어야 하는데 이러한 경우 수경화 우레탄은 습기로 인한 물성 저하가 없음
  - 넓은 면적의 경우 구획을 나누어 단열재 시공을 하는 것이 유리하며 각 구획의 실링 작업에도 수경화 우레탄이 적합함

## VOCs 저감 및 화재/폭발 방지를 위한 수경화 우레탄 방수 개발

'22. 01. 21 중간 평가 및 실적

1. 습윤면 부착 성능 비교 평가
2. KSF-3211 2류 (비노출 우레탄 도막용) 인증
3. MSDS (화재안전성 및 유해성분)

첨부 2 수경화 우레탄 “터플렉스” 소개(이하 내용)

- 수경화 우레탄 “터플렉스”의 특징

**물을 섞는 순간부터 경화하기 시작합니다**

- 누구나 쉽고 안전하게 자가 방수/보수를 할 수 있습니다.
- 물은 희석제가 아닌 경화제이며 (25~40% 혼합) 혼합된 물은 영하의 온도에서도 얼지 않습니다.
- 물의 혼합량만큼 용량이 증가되며 다양하고 저렴한 혼합제를 섞을 수 있어 더욱 경제적입니다.

**유기용제가 없습니다**

- 냄새가 없습니다.
- 화재의 위험이 없습니다.
- 환경을 보호합니다.



**수경화 우레탄의 물성이 뛰어난 이유**

- 시중의 일반 우레탄은 주재와 경화제가 혼합되면서 경화 반응을 시작하지만, 반응이 끝나기 전에 수분에 노출되면 심각한 물성 저하가 발생합니다.
- 터플렉스의 경우 반응을 개시하기 위해서는 일정량 이상의 물이 반드시 필요하며, 반응 중 수분에 의한 물성 저하가 전혀 발생되지 않습니다.
- 이러한 특수한 성질로 인해 피접착면의 수분이나 혼합되는 재료의 수분에 의한 영향을 크게 받지 않고 완전히 경화를 완료할 수 있으며, 뛰어난 본래의 접착 성능도 저하되지 않습니다.

**계절별 온도 조절이 용이합니다**

여름철에는 차가운 얼음물을, 겨울철에는 뜨거운 물을 사용하여 수지의 경도를 조절하면 보다 효율적인 작업이 가능합니다.

**속경성입니다**

- 작업의 신속성에 초점을 맞추어 제조되어 가사시간이 다소 짧아지기는 하지만 신속히 후작업을 진행할 수 있도록 하였습니다.
- 숙련자의 경우 하루에 탈코팅 도포까지 완료할 수 있습니다.
- 갑작스런 비나 눈으로 남패를 보는 경우가 현저히 줄어듭니다.

**습윤면의 프라이머로 사용할 수 있습니다**

- 바탕면이 다소 습윤하더라도 접착력이 우수합니다.
- 습기로 인한 경화 지연이나 피해가 없습니다.

1. 개요

1) 검토 내용

- 검토 대상 : 습윤면 부착성능 & KS 표준

실험명	실험 변수	실험 면차	평가 항목
습윤면 부착성능	함수율	• Dry(4~6%) • Wett(Over range, 14% 이상)	도막 부착강도
	바탕면	• 콘크리트 • 모르타르	
KS F 3211	재질	• 7일 • 14일(22.01.03 예정)	KS F 3211 전 항목
	재료	• K-F • K-W • B-F • B-W	

배합비 (wt%) (비노출 우레탄/수경화 우레탄)	K사 비노출 우레탄		부일수경화 우레탄	
	K-F (바닥용)	K-W (벽체용)	B-F (바닥용)	B-W (벽체용)
경화제 / 수지	1	1	100	100
주제 / 물	4	4	15	20
분말	-	-	25	30
축매	-	-	0.2	0.2

※ 중량비(wt%) 기준





### 2. 요약

BK방수기술연구소  
Waterproofing Technology Research Center

평가 항목	품질 기준 (우레탄 2류)	실험 결과				
		K사 비노출 우레탄		부일 수경화 우레탄		
		K-F (바닥용)	K-W (벽체용)	B-F (바닥용)	B-W (벽체용)	
인장강도(N/mm <sup>2</sup> )	2.0	1.8	1.6	3.4	3.7	
신장율(%)	550	502.4	508.1	553.3	633.0	
항장직(N/mm)	294.2	150.5	130.8	438.0	362.4	
인열강도(N/mm)	12.8	12.9	10.0	16.8	19.3	
가열 신축 성장(%)	-4 이상 1 이하	-0.4	-0.3	-1.7	-1.0	
온도 의존성(%)	인장강도	-20°C 100	197	194	369	272
	비	60°C 35	83	76	71	55
	신장율	-20°C 300	345	342	307	340
	가열	80°C 200	250	259	470	418
열화 처리 후의 인장 성능(%)	인장강도	가열	98	115	121	122
	비	알칼리	80 이상 150 이하	90	96	102
신장 시의 열화 성장	가열	가열	268	519	505	573
	알칼리	알칼리	340	536	548	620
신장 시의 열화 성장	가열 처리	이상 없음	이상 없음	이상 없음	이상 없음	
부착 성능(N/mm <sup>2</sup> )	냉온 반복	0.7	1.0	0.7	1.8	2.0
내피로 성능	냉온 반복	1.2	0.5	1.4	1.0	
	이상 없음	이상 없음	이상 없음	이상 없음	이상 없음	

평가 항목	품질 기준 (우레탄 2류)	실험 결과			
		K-F	K-W	B-F	B-W
내부 포화 상태(N/mm <sup>2</sup> )	재형 7일	0.6	0.4	1.2	1.1
	모르타르 콘크리트	0.6	0.4	0.7	0.7
	재형 14일	0.5	0.4	1.2	1.1
	모르타르 콘크리트	0.5	0.3	0.8	0.7

### 3. 성능평가 결과

BK방수기술연구소  
Waterproofing Technology Research Center

#### 2) 습윤면 부착 성능 평가 결과 (14일)

습윤면 부착 성능 평가 결과

평가 항목	품질 기준 (우레탄 2류)	표면 상태 (배향면)	실험 결과(N/mm <sup>2</sup> )											
			K사 비노출 우레탄		부일 수경화 우레탄									
			K-F	K-W	B-F	B-W								
부착강도	0.7	Dry	1.0	0.7	1.8	2.0								
			0.8	1.1	1.1	0.7	0.6	1.9	1.8	1.7	1.8	2.3	1.9	
			B	B	BM	B	B	BM	BM	B	B	C	C	C
			0.5	0.4	1.2	1.1								
		Wet (Mortar)	0.4	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	1.2	1.3	1.1	1.1	1.1	
			S	S	S	B	SM	S	S	S	S	S	S	
			0.5	0.3	0.8	0.7								
			Wet (Concrete)	0.4	0.5	0.6	0.4	0.4	0.2	1.0	0.9	0.7	0.7	0.6
		BS		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	

\* Dry 7일 양생 / Wet 14일 양생  
 □ 습윤면 부착 성능(14일) 평가 결과  
 - K사 비노출 우레탄: 습윤면(Over range, 함유율 14% 이상)에서 K-F: 0.5N/mm<sup>2</sup>, K-W: 0.3N/mm<sup>2</sup>으로 기준 이하 성능  
 - 부일 수경화 우레탄: 건조면 및 습윤면에서 B-F & B-W 모두 0.7N/mm<sup>2</sup> 이상의 부착 성능 발현  
 - 촉매 혼입 증가(0.1% → 0.2%)에 따라 7일 양생 시 충분한 부착 성능 발현

### 3. 성능 평가 결과

BK방수기술연구소  
Waterproofing Technology Research Center

#### 1) 습윤면 부착 성능 평가 결과 (7일)

습윤면 부착 성능 평가 결과

평가 항목	품질 기준 (우레탄 2류)	표면 상태 (배향면)	실험 결과(N/mm <sup>2</sup> )											
			K사 비노출 우레탄		부일 수경화 우레탄									
			K-F	K-W	B-F	B-W								
부착강도	0.7	Dry	1.0	0.7	1.8	2.0								
			0.8	1.1	1.1	0.7	0.6	1.9	1.8	1.7	1.8	2.3	1.9	
			B	B	BM	B	B	BM	BM	B	B	C	C	C
			0.6	0.4	1.2	1.1								
		Wet (Mortar)	0.7	0.6	0.6	0.4	0.3	0.4	1.1	1.2	1.2	1.4	1.0	
			B	B	B	S	S	SM	B	SM	S	S	S	
			0.6	0.4	0.7	0.7								
			Wet (Concrete)	0.7	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.7	0.8	0.8	0.6	0.7
		S		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	

□ 습윤면 부착 성능(7일) 평가 결과  
 - K사 비노출 우레탄: 건조면(함수율 4~6%)에서는 KS 기준 이상의 부착 성능 발현, 그러나 습윤면(Over range, 함유율 14% 이상)에서는 K-F: 0.6N/mm<sup>2</sup>, K-W: 0.4N/mm<sup>2</sup>으로 기준 이하의 성능  
 - 부일 수경화 우레탄: 건조면 및 습윤면에서 B-F & B-W 모두 0.7N/mm<sup>2</sup> 이상의 부착 성능 발현

### 3. 성능 평가 결과

BK방수기술연구소  
Waterproofing Technology Research Center

#### 3) 기본 물성 평가 결과

기본 물성 평가 결과

평가 항목	품질 기준 (우레탄 2류)	실험 결과			
		K사 비노출 우레탄		부일 수경화 우레탄	
		K-F	K-W	B-F	B-W
인장강도(N/mm <sup>2</sup> )	2.0	1.8	1.6	3.4	3.7
신장율(%)	550	502	508	553.3	633.0
인열강도(N/mm)	12.6	12.9	10.0	16.8	19.3

\* 붉은색은 KS 표준 미달

인장강도 평가 결과      신장율 평가 결과      인열강도 평가 결과

기본 물성 평가 사진

▲ K-F 인장/인열 시험      ▲ K-F 인장/인열 시험  
 ▲ K-W 인장/인열 시험      ▲ K-W 인장/인열 시험  
 ▲ B-F 인장/인열 시험      ▲ B-F 인장/인열 시험  
 ▲ B-W 인장/인열 시험      ▲ B-W 인장/인열 시험

### 3. 성능 평가 결과

3) 기본 물성 평가 결과

**기본 물성 평가 결과**

평가 항목	품질기준 (우레탄 2류)	시험 결과				
		K-F (바닥용)	K-W (벽체용)	B-F (바닥용)	B-W (벽체용)	
가열 신축 성상(%)	-4 이상 1 이하	-0.4	-0.3	-1.7	-1.0	
온도의존성(%)	인장 강도비	-20℃	100	197	369	272
		60℃	35	83	76	71
	신장율	-20℃	300	345	307	340
		60℃	200	250	470	418
열화 처리 후의 인장 성능(%)	인장 강도비	가열 80 이상 150 이하	98	115	121	122
	신장율	가열 500 이상	268	519	505	573
신장 시의 열화 성상	가열 처리	이상 없을 것	이상 없음	이상 없음	이상 없음	
	내피르 성능	이상 없을 것	이상 없음	이상 없음	이상 없음	

\* 7일 양성

• 붉은색은 KS 표준 미달

**기본 물성 평가 사진**

**<MSDS>**

**<유해물질 함량>**

### 4. 결론

1) 수경화 우레탄 자재 MSDS 분석

- 프라이머 A역은 피부 접촉, 수생생물 유해성 등이 있는 것으로 확인
- 프라이머 B역은 흡입 시 유독성, 발암, 피부, 안구 자극, 장기 손상 등의 유해성을 갖고 있어 취급 시 주의 요함
- 수경화 우레탄은 유해성 및 위험성 해당 없음

2) 물리적 성능

- B-F(바닥용)는 KS F 3211 우레탄 2류 품질기준 전 항목 만족
- B-F는 K-F보다 89% 높은 인장강도를 가지나 수축율 -1.7%로 K-F -0.4보다 미흡
- B-W는 K-W보다 131% 높은 인장강도를 가지나 수축율 -1.0%로 K-W -0.3보다 미흡

3) 습윤면 부착 성능

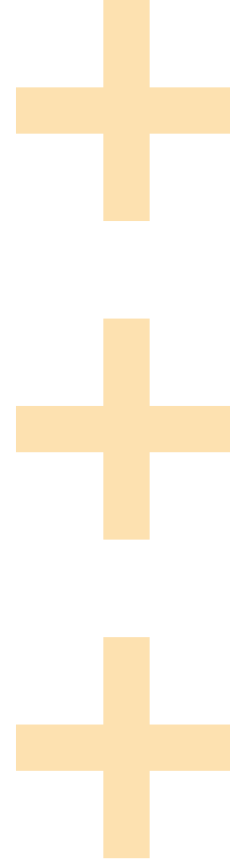
- 시험용 기판은 48시간 침수 및 흡수율을 확인하여 내부포화상태에서 진행
- B-F, B-W 모두 7일, 14일 양성 시 KS F 3211 평가 기준인 0.7N/mm<sup>2</sup>를 상회하는 것을 확인
- K-F, K-W는 건조면에서 0.7N/mm<sup>2</sup> 이상이나, 내부포화상태 시 기준 미달되는 것을 확인(7일 0.4 ~ 0.6, 14일 0.3 ~ 0.5N/mm<sup>2</sup>)

**평가 과정**

**TEST REPORT**

**TEST REPORT**

# 3D 구배 일체형 외단열 방수 공법(TRS)



## 연구책임자

김현수 (한국건설기술연구원 건축연구본부 선임연구위원)

## KICT 연구진

박금성(한국건설기술연구원 건축연구본부 선임연구위원)

문수영(한국건설기술연구원 건축연구본부 연구위원)

장대회(한국건설기술연구원 건축연구본부 연구위원)

김상헌(한국건설기술연구원 건축연구본부 수석연구원)

오근영(한국건설기술연구원 건축연구본부 전임연구원)

## 참여기관

스마트에코(주)

(주)위드엠텍

(주)이가ACM건축사사무소

서울대학교

세명대학교

(주)부림산기

(주)부일건화

동남리얼라이즈

에코앤하임

(주)클레이맥스

수미개발