



방수 관련 건축 기술



Marix

1. 선펡창울 비교
2. 드레인 선정 기준
3. 내풍압 설계 기준
4. 내근성 평가
5. 단열재 선정 기준
6. 단열(방수) 효과

Marix Technology

재료별 선열팽창 계수

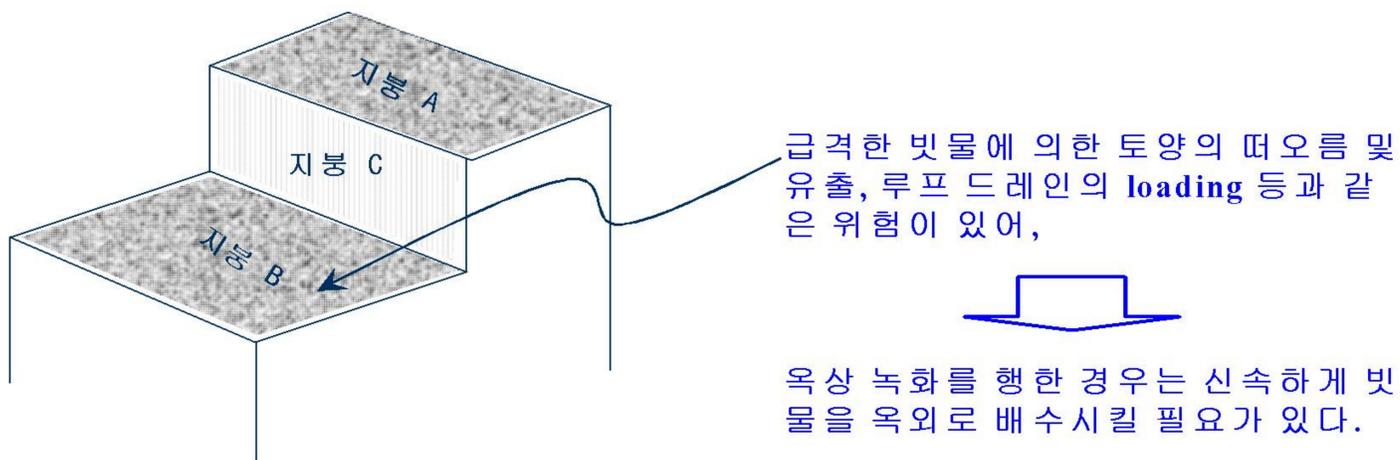
마릭스에서 사용하고 있는 각 재료에 대한 선열팽창계수는 아래 표에서 보는 바와 같이 콘크리트 및 몰탈 등과 큰 차이가 없습니다. 따라서 기타 PP, PE, PVC 등의 수지에 비하여 계절에 따른 혹은 일교차에 따른 수축 팽창이 적어, 이로 인한 하자 발생 위험이 적다고 할 수 있습니다. 참고로 아래 표의 값은 각 물질의 대푯값으로 구성 성분의 조성 비율에 따라 약간의 편차는 있을 수 있습니다.

Product	Linear Temperature Expansion Coefficient	
	(10 ⁻⁶ m/m K)	(10 ⁻⁶ in/in °F)
Aluminum	22.2	12.3
Brick	5.5	3.1
Cement	10.0	6.0
Concrete	14.5	8.0
Copper	16.6	9.3
Epoxy	18 - 20	10 - 11
Glass, plate	9.0	5.0
Iron, pure	12.0	6.7
Marble	5.5 - 14.1	3.1 - 7.9
Mortar	7.3 - 13.5	4.1-7.5
Polyester	25	14
Polyethylene	129	72
Polypropylene	86	48
PVC	52	29
Rubber	77	42.8
Slate	10.4	5.8
Steel	13.0	7.3
Steel Stainless	9.9	5.5
Wood, pine	5	2.8

$$\text{길이의 변화} = \text{재료의 길이} \times \text{선열팽창계수} \times \text{온도변화}$$

드레인 개수 선정 방법

건물 옥상 녹화를 위하여 식재를 시공하는 경우, 일반적으로 건물의 하중 부담 감소를 목적으로 경량토를 사용하고 있다. 이때 드레인의 크기 및 개수를 적절히 사용하지 못하면, 여름철 폭우 등으로 옥상에 물고임 현상이 심할 경우 토사의 유출, 이로 인한 식재의 고사로 이어져 옥상 녹화의 경우에는 유지 관리의 차원에서 반드시 드레인의 설치에 유의 하여야 한다.



위 그림에서와 같이 지붕 B의 경우에는 지붕 C로부터 유입되는 우수의 양을 감안하여 옥상의 면적을 계산한 후에 첨부 표 (혹은 기상청 자료)를 참조하여 필요한 드레인의 개수를 선정한다.

$$\text{필요한 드레인 개수} = \frac{\text{수정된 옥상 B의 면적}}{\text{관경별 허용 최대 지붕 면적}} \times \frac{\text{지역별 최대 강우량}}{100}$$

여기서, 수정 옥상 B의 면적 = 지붕 B의 면적 + 벽면 C의 면적 / 2

관경별 허용 최대 지붕 면적 : 첨부 2

지역별 최대 강우량 : 첨부 1

실제 계산례

서울에 있는 앞의 그림과 같은 건물이 2단으로 이루어져 있을 경우, 옥상 B에 필요한 드레인 개수의 산정은 다음과 같다.

먼저, 지붕 A, B, C의 면적이 500m^2 , 600m^2 , 800m^2 일 경우,

$$\begin{aligned} 1. \text{ 수정된 옥상 B의 면적} &= 600\text{m}^2 + (800\text{m}^2 \times 0.5) \\ &= 1,000\text{m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ 만일 관경이 } 75\text{mm} \text{인 수직형 드레인을 사용한다면,} \\ \text{첨부 1의 표에서 허용 최대 면적은} \\ &= 197 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ 첨부 2의 표에서 작년 서울 지역 시간당 최대 강우량} \\ &= 67\text{mm} \end{aligned}$$

참고로 시간당 최대 강우량은 필요에 따라 지난 몇 년간의 자료 중에서 최대값을 사용하는 것이 좋다.

$$\begin{aligned} 4. \text{ 이상으로부터} \\ \text{필요한 드레인의 개수} &= (1,000 / 197) \times (67 / 100) \\ &= 3.401 \end{aligned}$$

따라서, 본 건물의 경우 옥상 B에는 직경 75mm 드레인을 **4개** 설치하면 된다.

참고 1

※ 수직드레인의 경우

관경 (mm)	허용최대 지붕면적 (m ²)
50	67
65	135
75	197
100	425
125	770
150	1250
200	2709

※ 수평드레인의 경우

관경 (mm)	배관 구배에 따른 허용최대 지붕면적 (m ²)						
	1/25	1/50	1/75	1/100	1/125	1/150	1/200
65	127	90	73				
75	186	131	107				
100	400	283	231	200	179		
125		512	418	362	324	296	
150		833	680	589	527	481	417
200				1270	1130	1040	897

※ 최대 우량 100mm/h의 경우를 기준으로 한 것으로, 지역에 따른 지역별 편차를 감안 해야 함.

참고 2

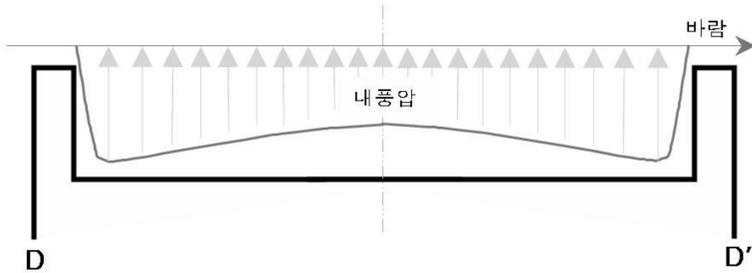
2003년도 지역별 시간별 최대 강우량

(단위 mm)

지명	강수량	월	일	지명	강수량	월	일
속초	28.5	9	13	청주	47.5	8	25
철원	69.5	8	6	대전	42	7	23
춘천	44.5	8	7	포항	29	6	19
강릉	52	9	13	대구	42	9	12
서울	67	8	24	전주	87	7	25
인천	57	8	24	울산	31.5	9	12
원주	43	7	16	광주	50	8	19
수원	36	8	27	부산	49	7	23
충주	45	7	25	목포	47.5	8	27
울진	30.5	9	12	제주	43	7	17

내 풍 압 특 성

건축물 옥상 바닥면에 작용하는 내풍압은 아래 그림에서 보는 바와 같이 코너 부위에서 가장 큰 압력을 받게 됩니다. 방수 공법을 설계함에 있어서, 옥상의 중앙부분 보다는 파라펫 부근이나 코너 부근의 내풍압에 대한 고려를 중시하여야 합니다.



- 옥상 바닥면 위치에 따른 내풍압 -



- 옥상 바닥 부위별 내풍압 -

구체적인 평가를 위하여 첨부 조건에 해당하는 건물에 대하여 옥상 바닥면의 위치에 따른 내풍압을 구하면 다음과 같습니다. 또한 TR 공법에 사용되는 방수시트와 바닥면과의 부착 방법에 따른 부착 강도(인발 강도)를 살펴보면, 옥상 바닥의 어느 부위에서도 1.4배 이상 부착 강도를 보이기 때문에 35m/초의 바람에서도 1.4배 이상 안전함을 알 수 있습니다.

옥상 바닥면 위치		내풍압	TR공법의 부착강도	실란트 고정시	앵커 고정시
A 부분	중앙부	-2123N/m ²	실란트고정 6570N/m ² 앵커고정 5278N/ea	3.1 배	2.5 배
B 부분	벽체부	-2717N/m ²		2.4 배	1.9 배
C 부분	코너부	-3651N/m ²		1.8 배	1.4 배

- 앵커 일발강도는 7540N/ea로, TR공법의 경우 앵커는 0.7개/m²로 설치하므로, 단위면적당 5278N/m²임

※ 내풍압 설계 기준

1. 내풍압 설계에 필요한 건물의 조건은 다음과 같이 설정한다.

항목	기준
건물의 높이	30m
건물의 단면 길이(폭)	50m
옥상 바닥면 구배	1/100
건물의 위치	일반적 도시 구역 내

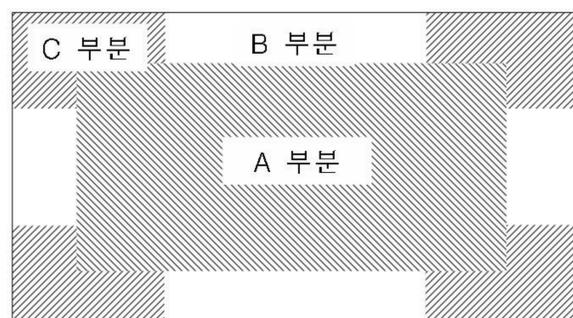
2. 내풍압 계산 방법은 다음과 같습니다.

$$W = q \times C_f$$

여기서, W : 내풍압 [N/m²]

q : 평균 속도압 [N/m²]

C_f : 최고 풍압계수



옥상 바닥면을 위와 같이 구분하였을때, 각 부분별 C_f값은,

A부분 = -2.5, B부분 = -3.2, C부분 = -4.3

3. 평균 속도압은 다음과 같이 구할 수 있습니다.

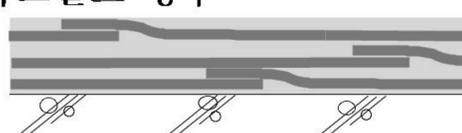
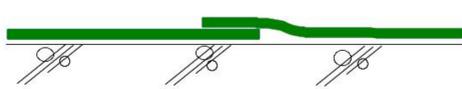
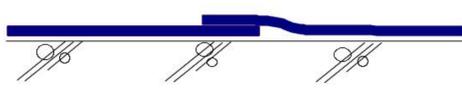
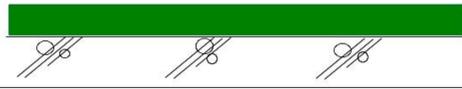
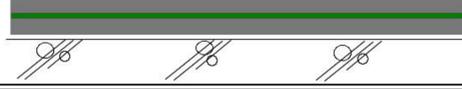
$$q = 0.6 \times E_r^2 \times V_o^2$$

여기서, E_r : 평균속도의 높이 방향 분포를 나타내는 계수 (여기서 E_r = 0.99)

V_o : 기준 풍속으로, 여기서는 38m/sec로 계산

내 근 성

현재까지 국내에 소개되고 있는 거의 모든 방수 공법의 경우 2003년 8월 일본 건축학회 제2차 방수 심포지움에서 발표한 자료 혹은 JASS8 규정에 따르면, 내근성(식물 뿌리에 대한 저항성)에 상당히 취약한 것으로 추정됩니다. 따라서 이러한 공법으로 구조물 상부에 시공된 방수층이 식물 뿌리에 의하여 파손됨에 따른 누수 문제는 보수 비용 뿐만이 아니라 건축물의 내구연한 단축에도 결정적인 요인으로 작용할 수 있으므로 이에 대한 각별한 주의 및 검토가 요구됩니다.

공법 및 개요	내구성	내하중성	수밀성	내근성
아스팔트 방수  5~10mm	3~7년	◎	◎	×
염화비닐 시트 방수  1.5~2.5mm	2~5년	△	○	○
고무시트 방수  1.2~1.5mm	2~3년	×	△	×
우레탄 도막 방수  3mm ~	1~3년	△	○	×
무기질 탄성 도막 방수  2.5mm ~	1~3년	○	○	×
TR 방수 공법  3.5~4.5mm	5~10년	◎	◎	◎

일본 건축학회 연구 보고서

2010년 일본건축학회 보고서 및 2006년 일본 건축학회 2차 방수 심포지움에 발표된 보고서에 따르면, 대부분의 우레탄, 아스팔트, 무기질 탄성 도막 방수 공법 등이 옥상 녹화용 (조경용) 방수 공법으로 사용할 수 없다고 판단되었으나, TR방수 공법과 유사한 폴리에스터 시트를 이용한 방수 공법만이 사용 가능한 것으로 추천하고 있습니다.



- 내근성 평가 실험 -



- 내근성이 없는 방수층 -

방수 공법	내근성	대안	국내 유사 방수 공법
아스팔트 방수	없음	콘크리트 보호층 필요	아스팔트 방수 신기술 154, 204, 376호
고무시트 방수	없음	콘크리트 보호층 필요	고무시트 방수 공법 EPDM 시트 방수
PVC시트 방수	없음	콘크리트 보호층 필요	신기술 347호
EVA시트 방수	없음	콘크리트 보호층 필요	신기술 234호
PET시트 방수	있음	콘크리트 보호층 불필요	TR 방수 공법
우레탄도막방수	없음	콘크리트 보호층 필요	일반 우레탄 도막 방수
무기질탄성도막	없음	콘크리트 보호층 필요	일반 무기질 탄성 도막 방수 신기술 326호, 349호

일본 건축학회 연구 보고서 중에서

내근시트名	厚み	竹の種類
PET樹脂 (ポリエチレンテレフタレート)	0.1mm 接着層0.9mm	ダイヨウウチク メダケ
軟質塩ビシート ガラスクロス入り	1.5mm	ダイヨウウチク メダケ
硬質塩ビシート	3.0mm	ダイヨウウチク メダケ
ゴムシート ガラスクロス入り	1.5mm	ダイヨウウチク メダケ
発泡ポリスチレン ビーズ4号	10mm	ダイヨウウチク メダケ

2010년 9월 일본 건축학회 보고서 중에서

防水仕様	記号	適用性	緑化防水層として利用するための追加措置
アスファルト防水工法・密着保護仕様	A-PF	○	新築の場合は保護コンクリートの下に耐根層敷設 改修の場合は保護コンクリートの上に耐根層敷設
アスファルト防水工法・絶縁保護仕様	A-PS	○	新築の場合は保護コンクリートの下に耐根層敷設 改修の場合は保護コンクリートの上に耐根層敷設
アスファルト防水工法・絶縁露出仕様	A-MS	○	集中荷重のかかる物品の設置は避ける。 耐根層が必要。 保護層が必要。
アスファルト防水工法・断熱露出防水	A-TF	×	
アスファルト防水工法・密着室内仕様	A-LF	×	
トーチ式防水工法・密着保護仕様	T-PF2	○	新築の場合は保護コンクリートの下に耐根層敷設 改修の場合は保護コンクリートの上に耐根層敷設
トーチ式防水工法・密着露出仕様	T-MF1	×	
トーチ式防水工法・断熱露出仕様	T-MT2	×	
加硫ゴム系シート防水工法・接着仕様	S-RF	×	
加硫ゴム系シート防水工法・断熱接着仕様	S-RFT	×	
塩化ビニル樹脂系シート防水工法・接着仕様	S-PF	○	集中荷重のかかる物品の設置は避ける。 耐根層が必要。
塩化ビニル樹脂系シート防水工法・断熱接着仕様	S-PFT	×	
塩化ビニル樹脂系シート防水工法・機械固定仕様	S-PM	○	集中荷重のかかる物品の設置は避ける。 耐根層が必要。
塩化ビニル樹脂系シート防水工法・断熱機械固定仕様	S-PMT	×	
エチレン酢酸ビニル樹脂系シート防水工法・密着仕様	S-PC	×	
ウレタンゴム系塗膜防水工法・密着仕様	L-UF	×	
ウレタンゴム系塗膜防水工法・絶縁仕様	L-US	×	
アクリルゴム系塗膜防水工法・外壁仕様	L-AW	×	
ゴムアスファルト系塗膜防水工法・地下外壁仕様	L-GU	×	

JASS8 옥상 녹화에 있어서 방수층 형태에 따른 필요 조치 사항

외단열 공법의 계산

건축물의 설비 기준 등에 관한 규칙 제21조의 의거하여 건물 옥상 바닥의 경우 다음과 같은 열관류율 값을 가져야 하며, 이를 따르기 위한 ㉠급 단열재의 허용 두께는 다음과 같다.

지역	열관류율 (W/m ² K)	㉠급 단열재의 허용 두께
중부	0.29 이하	110 mm
남부	0.35 이하	90 mm

이때 사용되는 ㉠급 단열재는 KS M 3808, KS L 9102에 해당되는 단열재를 언급하지만, SP-*ch* 공법에서는 압출법 보온판 (일반 스티로폼) 특호, 1호 및 그 이상 등급의 밀도, 열전도도를 갖는 단열재를 추천한다.

여기서 사용된 열관류율은 건축물의 설비 기준 등에 관한 규칙 제21조에 따라 다음의 식으로 계산하며, TR방수공법은 상당한 단열 효과가 있음을 알 수 있다.

$$\frac{1}{K} = R_o + \frac{t_i}{k_i} + R_i$$

- 단, K ; 지역별 허용 열관류율 [W/m²K]
- R_o ; 지붕 상부 열전달 저항 [0.043 m²K/W]
- t_i ; 단열재, 슬라브 등, 각 층별 두께 [m]
- k_i ; 단열재, 슬라브 등, 각 층별 재료의 열전도율 [W/mK]
- R_i ; 지붕 하부 열전달 저항 [0.086 m²K/W]

※ 실제 계산 적용

남부지방에서 120mm 두께의 콘크리트 슬라브 지붕의 경우(1)와 TR방수공법을 적용할 경우(2) 및 100mm 두께의 ㉠급 단열재를 사용할 경우(3)

구 분	열관류율
(1) 콘크리트 슬라브의 경우	4.02
(2) TR방수공법을 적용한 경우	1.87
(3) 100mm 두께의 ㉠급 단열재를 사용할 경우	0.31

$$\frac{1}{K} = R_o + \frac{t_1}{k_1} + \frac{t_2}{k_2} + \frac{t_3}{k_3} + \frac{t_4}{k_4} + R_i$$

- 단, K ; 지역별 허용 열관류율 [W/m²K]
 R_o ; 지붕 상부 열전달 저항 [0.043 m²K/W]
 t_1 ; 콘크리트 슬라브 두께 [0.12 m]
 k_1 ; 콘크리트 슬라브의 열전도율 [1.6 W/mK]
 t_2 ; 단열재의 두께 [0.10m]
 k_2 ; 단열재의 열전도율 [0.034 W/mK]
 t_3 ; MA방수시트의 두께 [0.003 m]
 k_3 ; MA방수시트의 열전도율 [0.33 W/mK]
 t_4 ; LS방수시트의 두께 [0.01 m]
 k_4 ; LS방수시트의 열전도율 [0.031 W/mK]
 R_i ; 지붕 하부 열전달 저항 [0.086 m²K/W]

단열재에 따른 열팽창성

TR 공법에 사용되는 재료들의 온도 변화에 의한 길이 변화를 살펴보면, PCM의 경우 아래 표에서 나타나듯이 콘크리트와의 길이 변화 차이가 거의 없음을 알 수 있다. 그러나 본 공법에서 추천하는 압축발포 폴리스티렌 1급 이상인 단열재는 길이 변화 차이가 약간 있으므로, 그림에서와 같이 3.6m (단열재 4장 길이) 간격으로 3cm의 간격을 주어 시공함으로써 온도 변화에 대한 수축 팽창에 대응한다.

온도차	PCM의 길이 변화 ①	단열재의 길이 변화 ②	길이 변화 차이 (② - ①)
20℃	0.086 cm	0.504 cm	0.418 cm
40℃	0.172 cm	1.008 cm	0.836 cm
60℃	0.258 cm	1.058 cm	1.254 cm
80℃	0.345 cm	1.109 cm	1.672 cm

여기서, 열팽창 길이 변화 L은,

$$L = \text{열팽창계수} \times \text{온도차이}[^{\circ}\text{C}] \times \text{재료 길이}[cm]$$

단, PCM의 열팽창 계수 ; $1.2 \times 10^{-5} \text{ cm/cm}^{\circ}\text{C}$

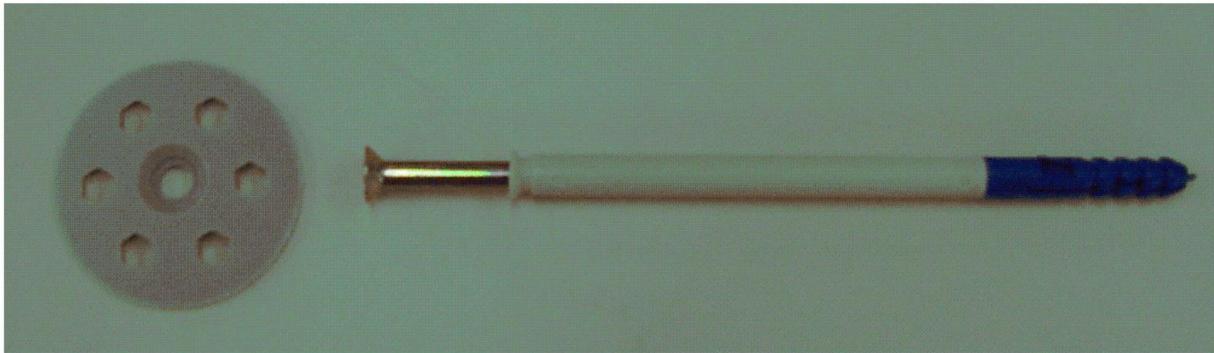
단열재의 열팽창 계수 ; $7 \times 10^{-5} \text{ cm/cm}^{\circ}\text{C}$

재료 길이 ; 360cm (단열재 4장 기준)

와 같은 식에 의거하여 계산한다.

외단열에 따른 내풍압성

바람으로 인한 방수층의 피해를 막기 위한 건축물 하중 기준을 살펴보면, 건축물의 높이, 위치, 주변의 지형, 형태 등, 여러 조건에 따라 내풍압이 달라지기 때문에 방수층과 옥상 바닥면과의 부착력은 다르게 설계해야 한다. 이점을 감안하여 본 공법에서는 인발 강도 100Kgf/ea 의 고정 앵커를 사용한다.



또한, 건축물 하중 기준에 따른 내풍압의 계산은 다음식을 따른다.

$$P = q(G_f C_{pe} - G_i C_{pi}) \quad [\text{Kgf/m}^2]$$

여기서, 설계풍력 (q)는,

$$q = \frac{1}{2} \rho V^2 = \frac{1}{2} \rho (V_0 K_r K_i I)^2$$

- 단, ρ ; 공기 밀도 [= 0.125]
- V_0 ; 지역별 기본 풍속
- K_r ; 풍속의 고도 분포 계수
- K_i ; 지형에 의한 풍속 할증 계수
- I ; 건축물의 중요도 계수
- $G_f C_{pe}$, $G_i C_{pi}$; 가스트 계수

※ 실제 계산 적용

남한에서 가장 풍속도가 큰 경상남도 양산 지역에 있는 20m 건축물에 대한 내풍압은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$P = q(G_f C_{pe} - G_i C_{pi}) \quad [\text{Kgf/m}^2]$$

여기서, 설계풍력 (q)는,

$$q = \frac{1}{2} \rho V^2 = \frac{1}{2} \rho (V_0 K_r K_z I)^2$$

단, ρ ; 공기 밀도 [= 0.125]

V_0 ; 지역별 기본 풍속, 양산의 경우 35 m/sec

K_r ; 풍속의 고도 분포 계수, 최대 1.13

K_z ; 지형에 의한 풍속 할증 계수, 1.0

I ; 건축물의 중요도 계수, 0.95

또한, 가스트 계수는 높이 20m 이상인 경우,

$G_f C_{pe}$; -2.6

$G_i C_{pi}$; 0

따라서, 양산 지역에 높이 20m 이상인 건축물의 방수층이 받는 내풍압(P)은,

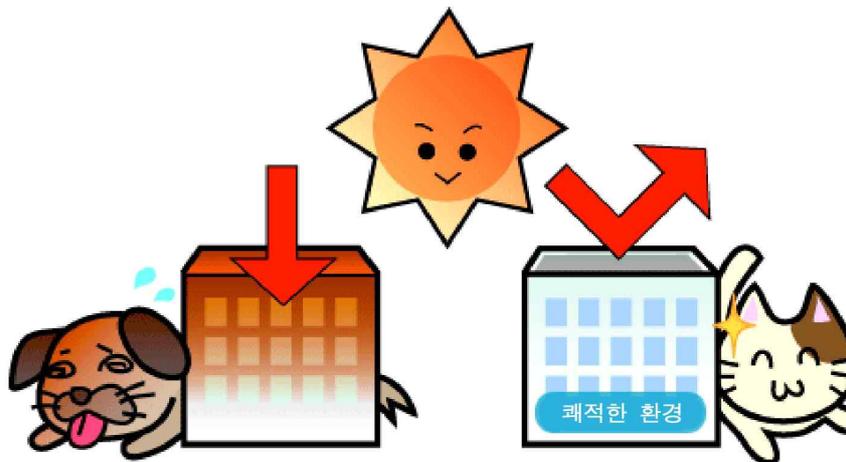
$$P = \frac{1}{2} \times 0.125 \times (35 \times 1.13 \times 1.0 \times 0.95)^2 \times (-1.3 - 0)$$

$$\approx 115 \text{ Kgf/m}^2$$

와 같으며, 이것은 인발 강도가 100 Kgf/ea 인 고정앵커를 2ea/m²씩 사용함으로써 방수층과 바탕면과의 부착력은 200 Kgf/m²이 되어 충분히 내풍압에 대응할 수 있다.

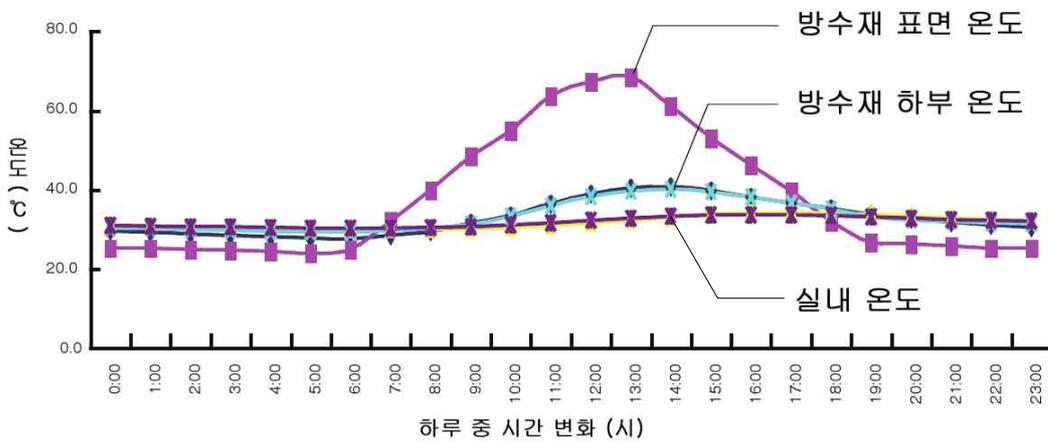
TL 단열 방수 공법

마릭스의 TL 방수 공법은 자체로서 방수 성능 뿐만 아니라 단열 성능을 가지고 있기 때문에 TL 방수 공법을 적용함에 따라 건축물의 단열 성능을 향상시켜, 냉난방 비용 절감 효과를 기대할 수 있습니다. 냉난방 비용 절감은 지구 온난화의 요인으로 꼽히는 이산화탄소 발생량의 감소를 의미하는 것이기 때문에 친환경적인 방수 공법이라 할 수 있습니다.

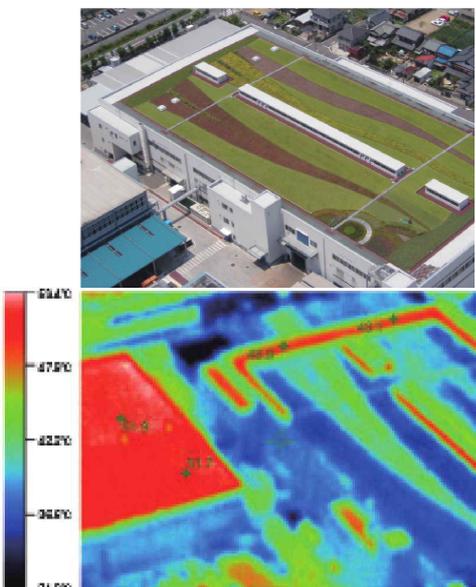


- TL 방수 공법 자체의 단열 성능에 따른 건축물의 단열 성능 향상 효과
- 건축물의 단열 효과에 따른 냉난방 비용 절감 효과
- 건축물의 단열 효과에 따른 결로 방지 효과
- TL 방수 공법의 단열 효과에 따른 건축물의 피로 감소로 내구성 향상 효과
- 내구성 향상에 따른 장기 유지 관리 비용 감소 효과
- TL 방수 공법의 소리 차단 효과에 따른 차음성 향상 효과
- TL 방수 공법의 열저항 상승에 따른 50% 단열 효과

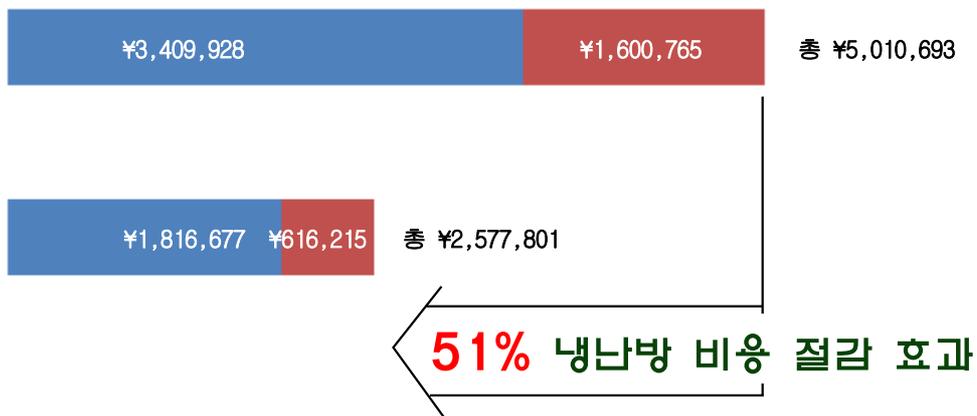
방수 시공에 따른 효과는 옥상 슬라브 콘크리트의 노화 방지 이외에 수분 함유량을 감소에 따른 단열 성능의 향상에 있습니다. 특히 TL 방수공법과 같이 방수재 자체의 단열 성능이 있는 경우 옥상의 단열 성능 향상 효과는 아래 표에서 나타난 바와 같이, 60℃ 이상의 옥상 표면 온도 상승에 대해서도 40℃ 이하로 열을 차단해 주는 효과를 기대할 수 있습니다.



아래 그림과 같은 콘크리트 건축물 옥상에 단열 방수를 시공함으로써 단열 방수가 시공되는 많은 건물의 옥상이 붉은색으로 표시되는 것과 대조적으로 옥상 대부분이 푸른색으로 표시됨을 알 수 있습니다.



일본에서 1년간 외단열방수 시공에 따른 냉난방비용 절감 효과를 측정한 결과, 다음과 같이 50% 이상의 냉난방 비용 절감 효과가 있는 것으로 나타났습니다. 4계절 온도 변화가 큰 우리나라에서는 단열 방수에 따른 효과가 훨씬 더 클 것으로 예상됩니다.



참고

3층 철근콘크리트 구조물로서 옥상 면적이 1,000㎡인 공장을 평가 건물로 선정하여 10월31일부터 4월 15일까지는 18℃로 난방 온도를 설정하였으며, 4월 16일부터 10월 30일까지는 27℃로 냉방 온도를 설정하여 필요한 냉난방을 시행하였습니다.

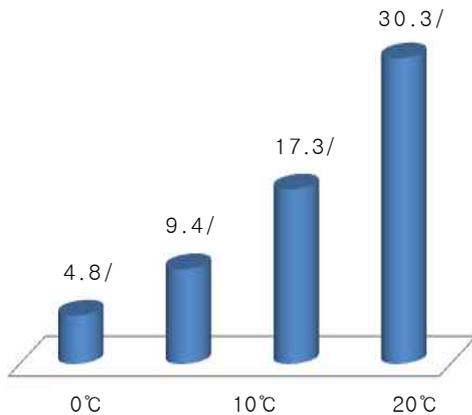
	총열량(MW)	난방비용(엔)	냉방비용(엔)	합계(엔)
외단열 방수 시공한 곳	463.9	3,409,928	1,600,765	5,010,693
외단열 방수 시공하지 않은 곳	225.3	1,816,677	616,215	2,432,892
차이 비교	238.6	1,593,251	984,550	2,577,801



공기 중에는 항상 수증기의 형태로 수분이 포함되어 있는데, 공기 중에 포함되어 있는 수분의 함량을 보통 습도라고 합니다. 그러나 습도는 온도에 비례해서 온도가 높을 수록 많이 포함되어 있고, 온도가 낮을수록 적게 포함되어 있습니다. 실내 기온이 한낮에 높은 온도에서 밤의 낮은 온도로 바뀌면, 높은 온도에서 많이 포함되어 있던 수분이 낮은 온도에서는 전부 수증기 형태로 존재할 수 없기 때문에 수분의 형태(결로)로 바뀌게 됩니다. 이와 같이 수분의 형태로 바뀌는 과정은 실내에서도 온도가 낮은 창문이나 단열이 안되는 벽, 천정 등에서 많이 발생하게 됩니다. 결로는 하루 온도차가 큰 봄, 가을철에 많이 발생하는 원인이 되고, 특히 단열이 안되는 건축물에서 많이 발생하게 됩니다.

참고

공기 중에 포함될 수 있는 최대 수증기량은 온도에 따라 변하게 되는데, 아래 그림에서와 같이 온도가 상승함에 따라 수증기량도 증가합니다. 다시 말하면 한낮에서 밤이 되는 경우와 같이 기온이 낮아지게 되면 공기 중에 포함될 수 있는 수증기량도 감소합니다.



예를 들어 낮의 기온이 30°C에서 새벽에 10°C로 떨어지게 되면 공기 중에 포함될 수 있는 최대 수증기량도 30.3g/m³에서 9.4g/m³로 감소하여, 공기 중에 수증기 형태로 존재하던 차이가 20.9g/m³ 만큼의 수증기가 수분으로 바뀌어 이슬과 비슷한 형태로 맺히게 됩니다.

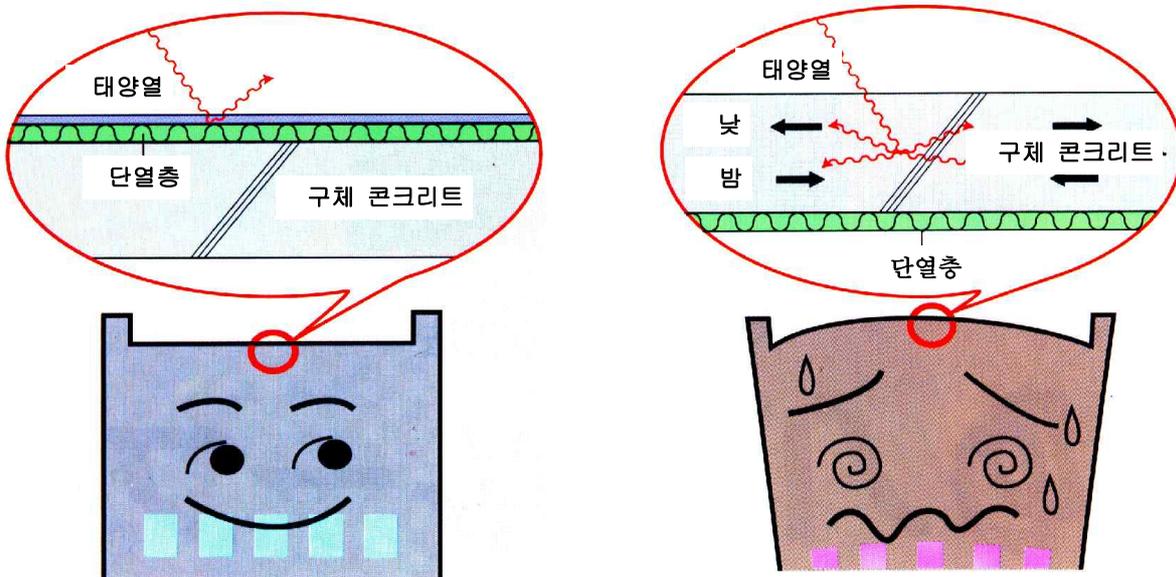
오른쪽 그림과 같이 실내 온도가 20°C, 상대습도가 50%인 건물에 대하여 외부 기온이 0°C, 상대습도 90%인 경우에, 단열이 거의 이루어 지지 않는 유리 창문의 경우에는 창문의 실내 표면 온도 및 습도도 바깥과 비슷하다고 할 수 있습니다.

창문 표면에서는 공기 중에 포함될 수 있는 최대 수증기량이 4.4g/m³ 밖에 되지 않으므로 실내 포함되어 있던 수증기 8.6g/m³ 중의 4.2g/m³의 수증기가 액화하여 결로 형태로 창문에 맺히게 됩니다. 건물 실내 면적이 대략 30㎡인 경우 126g의 수증기가 결로로 맺히게 되는데, 이것은 일반적으로 종이컵 한 컵의 분량이 됩니다.



과거에는 건축물의 단열 효과를 얻기 위해서 실내 천정에 단열재를 부착시키는 방법을 사용하였으나, 이러한 방법은 아래 그림과 같이 옥상 슬라브가 외부 대기 중에 노출되는 문제가 있습니다. 특히 장시간 햇빛의 자외선 노출이나, 계절 혹은 밤낮의 온도 변화에 따른 수축 팽창 등으로 구체 콘크리트의 수명이 짧아지는 원인이 됩니다.

TL 방수 공법의 단열 성능은 이러한 구체 콘크리트 노화를 억제해 주는 효과를 기대할 수 있기 때문에 건축물의 수명을 향상시키는 효과를 기대할 수 있습니다.



국내에 시판되고 있는 도막 방수 공법의 대표적인 우레탄 방수 공법과, 시트 방수 공법의 대표적인 아스팔트 방수 공법과 비교하면, 10년 동안 방수 공법별 재시공 및 보수 횟수를 살펴 볼 수 있습니다. 일본건축학회에서 분석한 자료를 참고로 하면 우레탄 방수공법은 50% 하자 확률이 1.5년, 아스팔트시트 방수 공법은 2.5년 정도이고, 5년 보증이 가능한 TL 방수공법과 비교하면 다음과 같습니다.



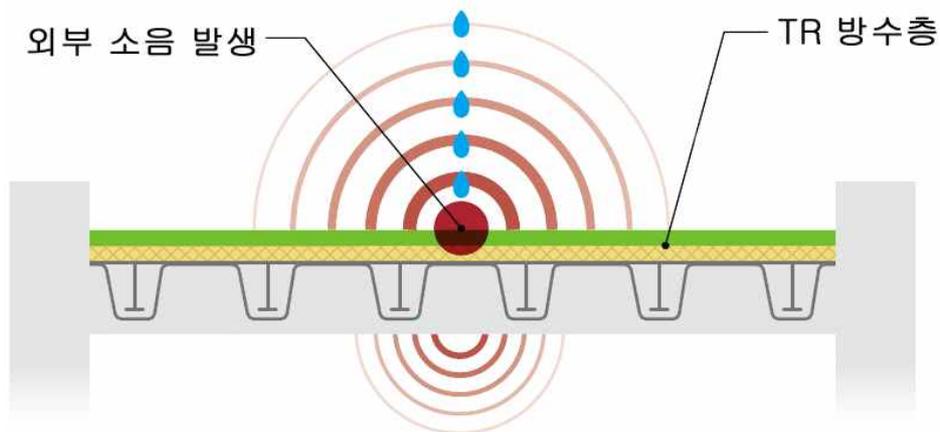
참고

일본 건축학회에서 분석한 방수 공법별 하자 발생 정도 및 발생 확률은 다음과 같습니다.

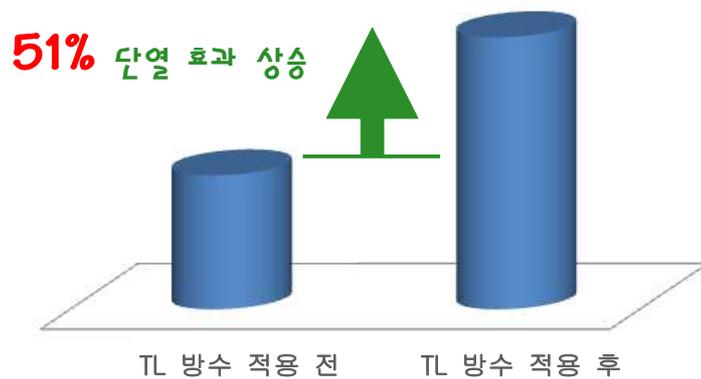
재료별	준공 3개월 미만		준공 2년 미만		준공 2년 이상	
	건수	확률	건수	확률	건수	확률
아스팔트 방수	114	20.1%	340	59.8%	114	20.1%
시트 방수	28	13.8%	89	43.6%	87	42.6%
우레탄 방수	9	14.3%	30	50.3%	20	33.9%

노출 방수 공법이 단열 효과가 있을 경우, 대부분 소음을 차단하는 효과가 부가적으로 나타나게 됩니다. 이러한 소음 차단 효과는 아파트 최상층과 같은 경우 누수로 인한 생활 불편을 해소시켜 주는 장점 이외에도 차음에 의한 쾌적한 생활 환경을 제공하게 됩니다.

실제로 TL 방수 공법을 적용한 건물에 대해서 소음 방지 효과를 확인한 결과, 실내 온도 25℃의 조건에서 바깥의 소음이 64dB인 경우 실내에서는 47dB로 소음이 감소하는 효과가 나타났습니다.



건축물의 단열 성능을 확인하기 위하여 건축물의 설비 기준 등에 관한 규칙 제21조를 살펴보면 실제 TL방수공법의 단열 효과 상승을 확인할 수 있습니다. 일반적인 건물 옥상 바닥의 경우 $0.322 \text{ m}^2\text{K/W}$ 의 열저항 값을 가지며, TL 방수공법이 추가로 적용되었을 경우 $0.654 \text{ m}^2\text{K/W}$ 의 열저항 값을 가지게 됩니다. 따라서 TL 방수공법을 적용함에 따라 50.8%의 단열 효과가 있는 것을 알 수 있습니다.



참고

여기서 사용된 열저항은 건축물의 설비 기준 등에 관한 규칙 제21조에 따라 다음의 식으로 계산하며, TL방수공법은 상당한 단열 효과가 있음을 알 수 있다.

Copyright 2011 Marix Technology. All rights reserved.

마릭스 기술연구소