



건물 벽 재질에 따라 열을 얼마나 잘 보존하는가

E-Save 조

2011012335 신재성

2012012178 백종윤

2012012372 최은영



주제 선정 이유



열전달의 3가지 방법

- ▶ 전도 - 열을 전달하는 매개체가 고체/벽체, 매개체 고정
- ▶ 대류 - 열을 전달하는 매개체가 유체, 매개체 이동
- ▶ 복사 - 열이 매개체 없이 파장의 형태로 전달되는 것, 매개체 없음

→ 건물 벽을 통과할 때 주로 고려되는 요인은 **전도**



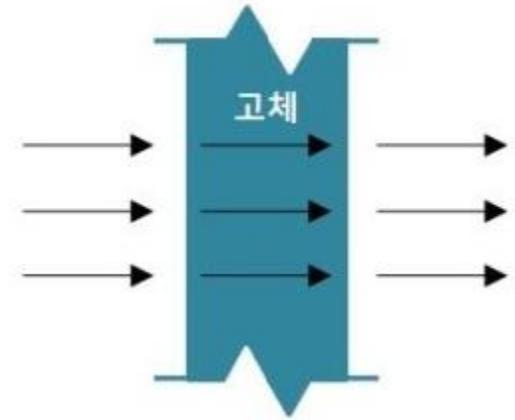
열관류율



$$\frac{\text{열에너지}}{\text{시간}} = \text{열전도율}$$

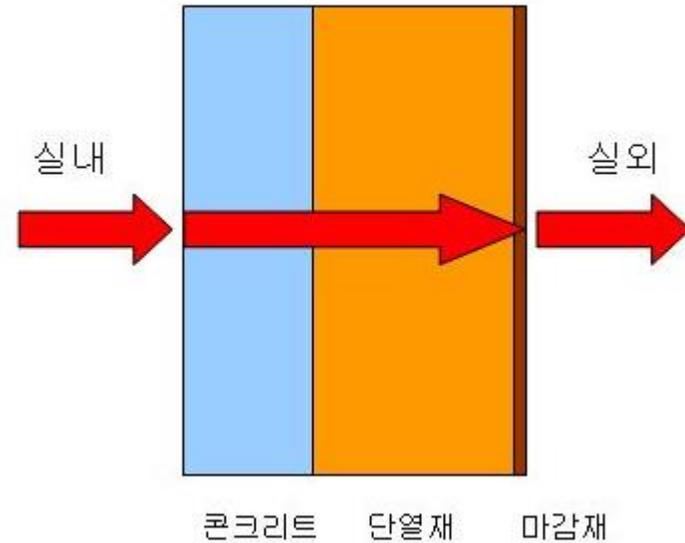


$$\frac{\text{열전도율}}{\text{두께(미터)}} = \text{열관류율}$$



열관류율의 합산

$$\frac{1}{\frac{1}{\text{콘크리트의 열관류율}} + \frac{1}{\text{단열재의 열관류율}}} = \text{복합재료의 열관류율}$$



열관류율의 합산은 역수로 이루어진다

건축물 열관류율 국내 기준

건축물의 부위		지역		중부지역 ¹⁾	남부지역 ²⁾	제 주 도
		공동주택	공동주택 외	0.210 이하	0.260 이하	0.360 이하
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우	공동주택	공동주택 외	0.260 이하	0.320 이하	0.430 이하
		공동주택	공동주택 외	0.300 이하	0.370 이하	0.520 이하
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택	공동주택 외	0.360 이하	0.450 이하	0.620 이하
		공동주택	공동주택 외	0.360 이하	0.450 이하	0.620 이하



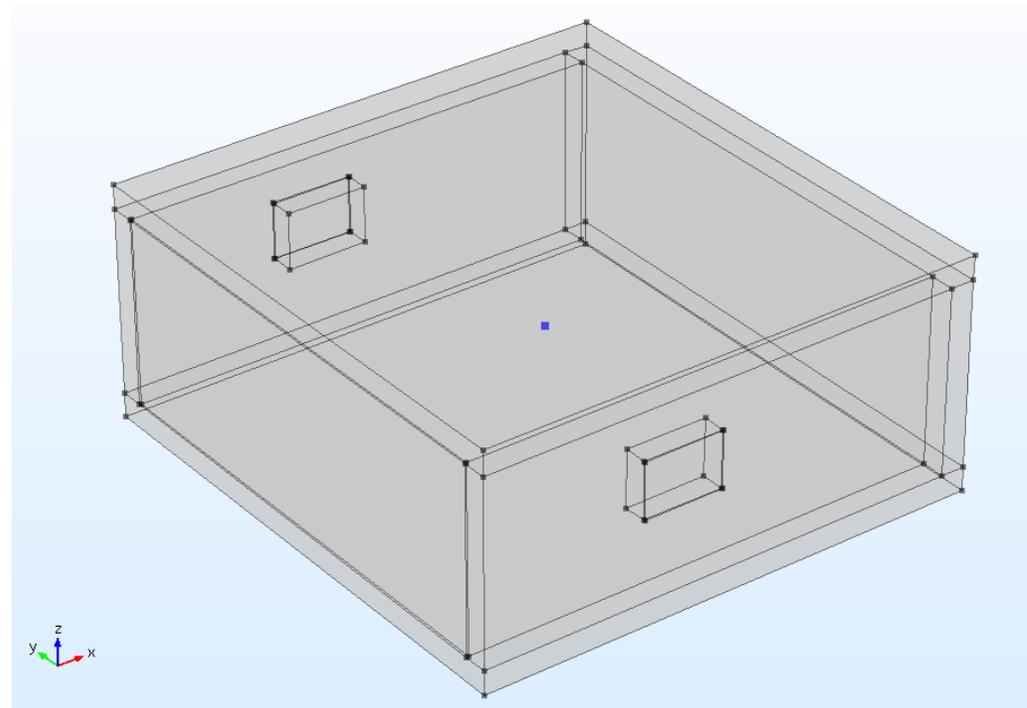
COMSOL Modeling



▼ Size and Shape

Width:	<input type="text" value="6"/>	m
Depth:	<input type="text" value="0.3"/>	m
Height:	<input type="text" value="2.3"/>	m

두께 입력



집 모델링

COMSOL Modeling

Model Builder

Settings

Material

Label: Concrete

Geometric Entity Selection

Geometric entity level: Domain

Selection: Manual

Active: 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10

Material Contents

Property	Name	Value	Unit	Property group
Density	rho	2300[k...	kg/m ³	Basic
Thermal conductivity	k	1.8[W/(...	W/(m...)	Basic
Heat capacity at constant pre...	Cp	880[J/(k...	J/(kg·K)	Basic
Coefficient of thermal expans...	alpha	10e-6[1...	1/K	Basic
Young's modulus	E	25e9[Pa]	Pa	Young's modulus and P...
Poisson's ratio	nu	0.33	1	Young's modulus and P...

콘크리트의 열전도율 입력

Model Builder

Settings

Heat Transfer in Solids

Label: Heat Transfer in Solids 2

Domain Selection

Selection: Manual

Active: 6, 7, 9, 10, 16

Temperature: T Temperature (ht)

Absolute pressure: Pa User defined 1[atm] Pa

Coordinate System Selection

Coordinate system: Global coordinate system

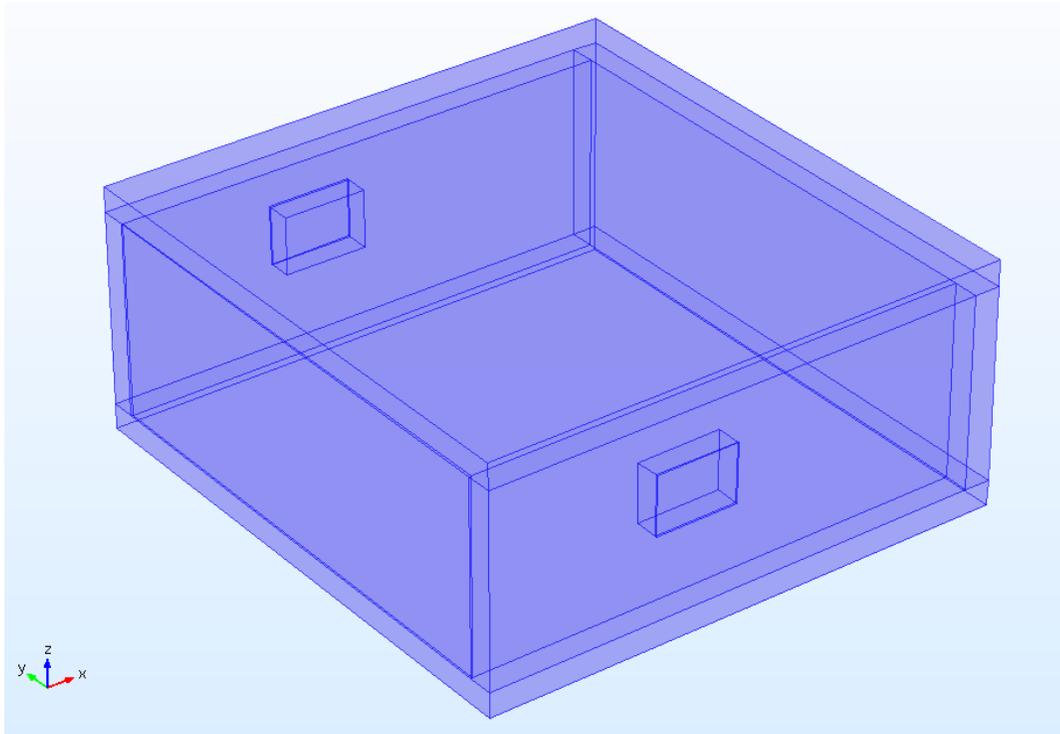
Heat Conduction, Solid

Thermal conductivity: k User defined 0.034 W/(m·K) Isotropic

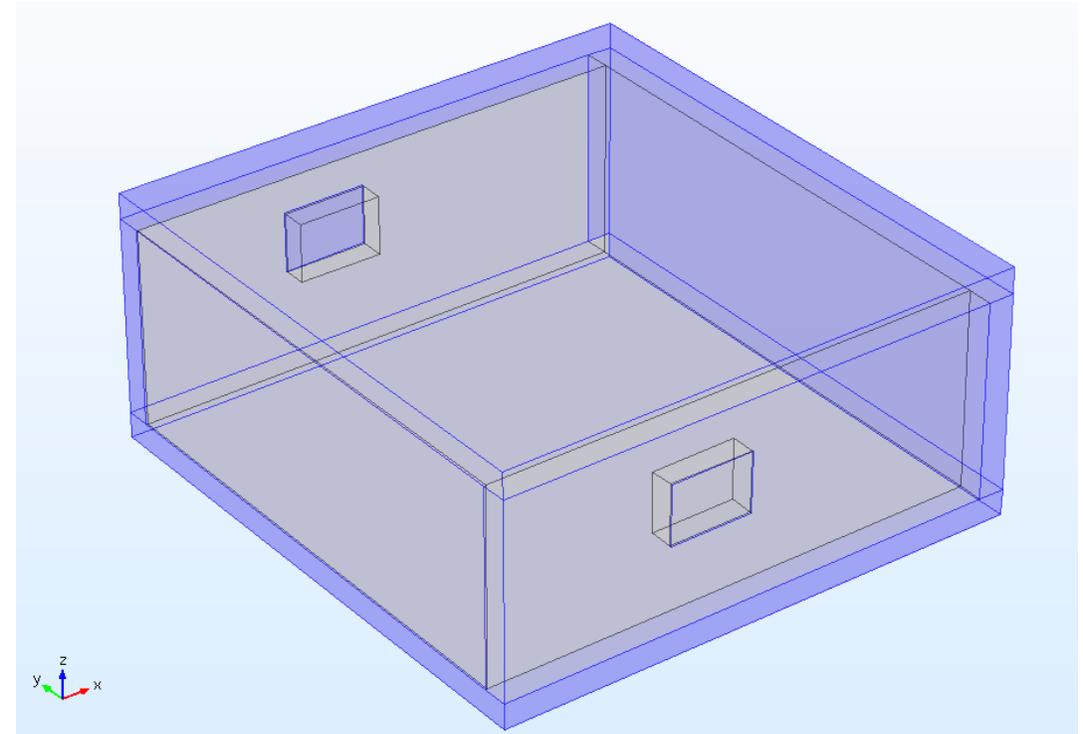
단열재의 열전도율 입력



COMSOL Modeling



Temperature:
 T 298.15[K] K

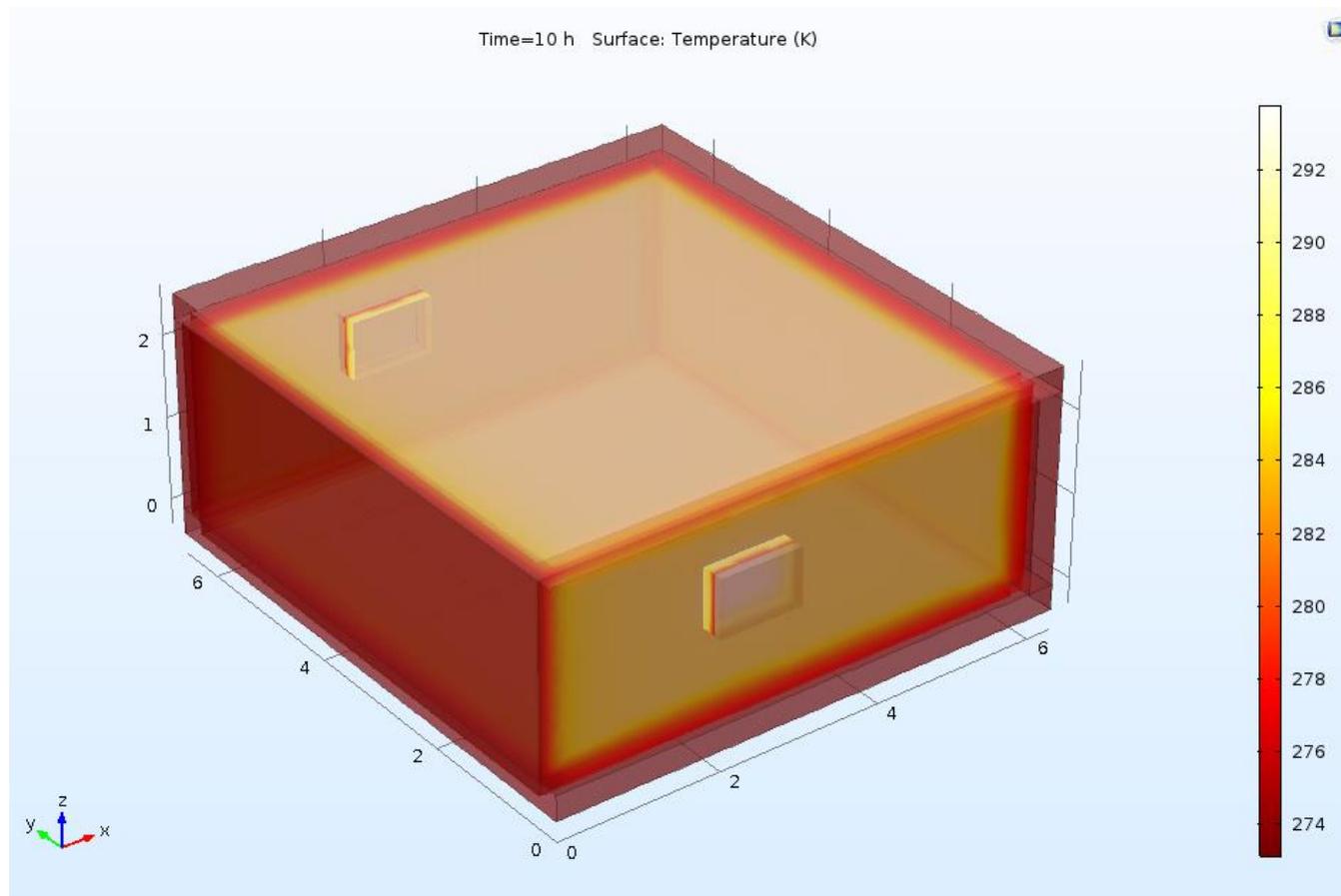


Temperature:
 T_0 273.15[K] K





COMSOL 해석 결과



해석 결과 비교

Time (h)	Temperature (K), Point: 35
0.0000	298.15
1.0000	298.21
2.0000	298.31
3.0000	298.28
4.0000	298.06
5.0000	297.65
6.0000	297.08
7.0000	296.41
8.0000	295.64
9.0000	294.78
10.0000	293.85

콘크리트만 사용



34.7% 효율증가

Time (h)	Temperature (K), Point: 49
0.0000	298.15
1.0000	298.13
2.0000	298.03
3.0000	297.95
4.0000	297.85
5.0000	297.69
6.0000	297.43
7.0000	297.06
8.0000	296.60
9.0000	296.04
10.0000	295.37

단열재 첨가



두꺼 vs 등급

같은 열 관류율을 갖을 때,
어떤 것이 더 경제적일까?



단열재 등급표

▶ 열전도율의 범위에 따라 분류

▶ 미네랄 울과 경질 우레탄 사용

등급분류	열전도율의 범위 (KS L 9016에 의한 20±5℃ 시험조건에서 열전도율)		KS M 3808, 3809 및 KS L 9102에 의한 해당 단열재 및 기타 단열재
	W/mK	㎉/㎡·℃	참고사항
가	0.034 이하	0.029 이하	<ul style="list-style-type: none"> - 압출법보온판 특호, 1호, 2호, 3호 - 비드법보온판 2종 1호, 2호, 3호, 4호 - 경질우레탄폼보온판 1종 1호, 2호, 3호 및 2종 1호, 2호, 3호 - 그라스울 보온판 48K, 64K, 80K, 96K, 120K - 기타 단열재로서 열전도율이 0.034 W/mK (0.029 ㎉/㎡·℃)이하인 경우
나	0.035~0.040	0.030~0.034	<ul style="list-style-type: none"> - 비드법보온판 1종 1호, 2호, 3호 - 미네랄울 보온판 1호, 2호, 3호 - 그라스울 보온판 24K, 32K, 40K - 기타 단열재로서 열전도율이 0.035~0.040 W/mK (0.030~0.034 ㎉/㎡·℃)이하인 경우
다	0.041~0.046	0.035~0.039	<ul style="list-style-type: none"> - 비드법보온판 1종 4호 - 기타 단열재로서 열전도율이 0.041~0.046 W/mK (0.035~0.039 ㎉/㎡·℃)이하인 경우
라	0.047~0.051	0.040~0.044	<ul style="list-style-type: none"> - 기타 단열재로서 열전도율이 0.047~0.051 W/mK (0.040~0.044 ㎉/㎡·℃)이하인 경우

열관류율에 따른 단열재 두께

미네랄울		콘	단
열전도율		1.8	0.037
두께		0.1249	0.1751
열관류율		14.41153	0.211308
		4.801821	
합계 열관류율		0.208254	

경질우레탄		콘	단
열전도율		1.8	0.023
두께		0.192	0.108
열관류율		9.375	0.212963
		4.802319	
합계 열관류율		0.208233	

- ▶ 전체 두께 0.3m라 가정
- ▶ 같은 열관류율을 갖는 두께 계산

COMSOL Modeling

▼ Size and Shape

Width: m

Depth: m

Height: m

단열재의 두께 조절

▼ Heat Conduction, Solid

Thermal conductivity:

k W/(m·K)

▼ Thermodynamics, Solid

Density:

ρ kg/m³

Heat capacity at constant pressure:

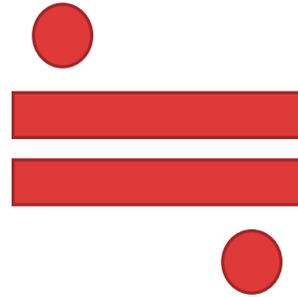
C_p J/(kg·K)

단열재의 물성치 입력

해석 결과 비교

Time (h)	Temperature (K), Point: 49
0.0000	298.15
1.0000	298.13
2.0000	298.02
3.0000	297.93
4.0000	297.83
5.0000	297.67
6.0000	297.43
7.0000	297.08
8.0000	296.62
9.0000	296.09
10.0000	295.47

미네랄을 사용
(두께 17.51cm)



Time (h)	Temperature (K), Point: 49
0.0000	298.15
1.0000	298.13
2.0000	298.03
3.0000	297.95
4.0000	297.85
5.0000	297.69
6.0000	297.43
7.0000	297.06
8.0000	296.60
9.0000	296.04
10.0000	295.37

경질우레탄 사용
(두께 10.8cm)

단열재별 가격 비교

	mm*m^2	개수	
벽	2416.38	3	7249.14
바닥	6303.6	1	6303.6
지붕	7200	1	7200
			20752.74
미네랄울 가격	274		
*벽 한 면은 유리			
총 가격	5686251		

	mm*m^2	개수	
벽	1490.4	3	4471.2
바닥	3888	1	3888
지붕	4428	1	4428
			12787.2
경질우레탄 가격	310		
*벽 한 면은 유리			
총 가격	3964032		

미네랄 울 < 경질 우레탄

11평 기준 약 170만원 절약



두꺼 vs  등급





아쉬운 점



- ▶ 실제와 같은 바람 구현 불가
- ▶ 그에 따른 난방 장치 실현 불가





Q&A

