

주거용 건물에서 창호의 결로방지성능 검토를 위한 Mockup Test



박 선 호
대림산업
기술연구소 연구원



조 규 수
대림산업
건축기술부 차장

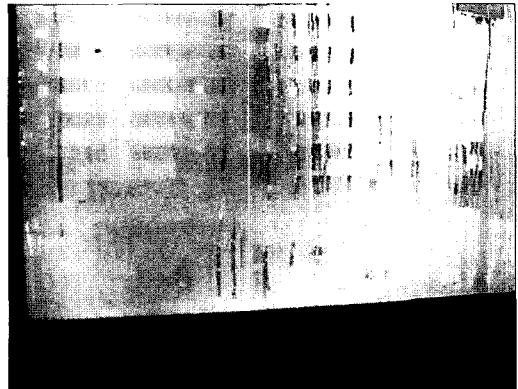


그림 1. 일반복층유리의 결로

1. 연구의 배경 및 목적

1.1 외부창호의 결로발생현황 및 실험 개요

최근 주상복합건물이나 공동주택 등의 주거용 건물에서 발코니를 확장한 확장형평면을 적용하고 있으며, 기본적으로 온돌난방을 채택하고, 외부창호는 기밀성 향상된 커튼월 또는 시스템 창호를 적용하고 있는 현실이다.

그런데 고기밀화한 외부샷시로 인하여 실내의 습기가 모이게 되고 창호와 근접한 공기는 유리면에서 냉각되면서 결로가 발생하게 된다.

이러한 결로는 조망권 침해의 불편함 뿐만 아니라 마감재 및 가구를 적서 부패, 곰팡이 비틀림 등을 유발하고 벽체와 패널구간 등에 침투되어 내부결로를 발생시키며 내부결로로 젖은 단열재는 단열성능이 영구적으로 저하되게 된다.

그러므로 최근 주거용 건물의 외피로 주로 적용되고 있는 유리의 결로방지성능에 대한 규명이 필요한 상황이다. 일반적으로 주거용건물의 내부 온습도는 지역별로 일정한 값을 보이나, 외부의 기온은 지역별로 차이가 나므로 그에 따른 고려가 필요한 상황이다.

따라서 본 실험은 주거용 건물의 지역별 최적유리 사양의 등급결정을 위한 기초실험으로서 각각 4종류의 유리 Type을 설정하여, 결로 현상의 완화를 위한 대책안과 지역별 유리의 경제적이고 적절한 사용을 모색하기 위하여 실시하였다.

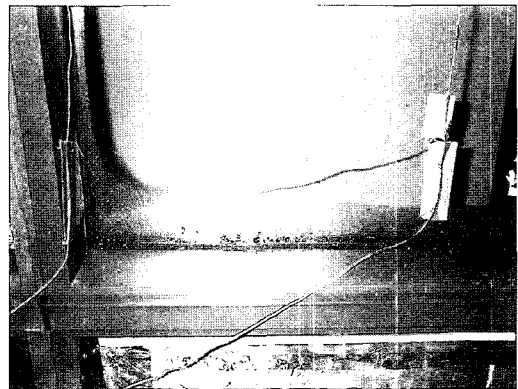


그림 2. 로이복층유리의 결로



그림 3. 마루판 부패

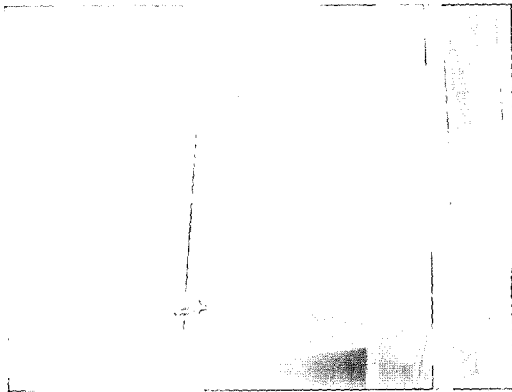


그림 4. 가구 뒷면 곰팡이 발생



그림 5. Glass 설치

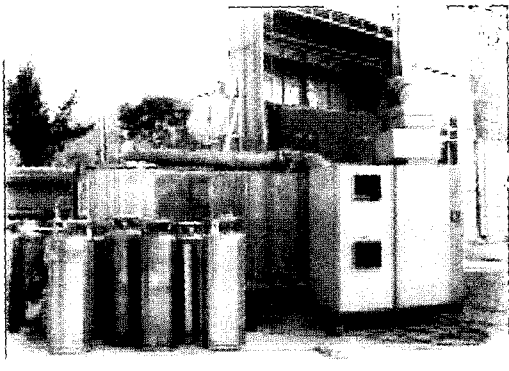


그림 6. 실험을 위한 단열챔버

2. 실험조건 설정

건축물의 외피에 발생하는 결로는 실내표면온도가 노점온도보다 낮을 때 발생한다. 실내표면온도 및 노점온도는 건축물 내외부의 온도 및 습도에 크게 영향을 받게 된다. 따라서 외피의 결로방지 성능평가를 위한 Mockup Test를 하기에 앞서서 결로에 영향을 미치는 실내외 온습도 조건에 대한 검토가 필요하다.

2.1 외기 온도 조건 설정

실외의 온도 조건 설정을 위해 문헌조사를 실시하여 [표 1]¹⁾과 [표 2]²⁾를 얻을 수 있다. [표 1]은 지역별 결로실험을 위한 외기온도를 나타낸다. [표 2]는 냉·난방장치의 용량계산을 위한 설계 외기온·습도를 나타낸다.

문헌조사를 통해 전국을 4개 지역으로 구분하여 외기 온도를 [표 3]과 같이 설정하였다. 설정된 외기 온도는 등절기 야간 복사 및 기온의 변동 및 지역별 온도편차 및 안전율을 고려하였다. 지역구분은 「건축물 에너지절약 설계기준」의 지역별 단열기준에서 구분한 지역을 참고로 하여 남부해안지방을 추가하여 설정하였다.

『건축물 에너지절약 설계기준』에서의 지역구분은 다음과 같다.

- ▣ 중부지역 : 서울특별시, 인천광역시, 경기도, 강원도(강릉시, 동해시, 속초시, 삼척시, 고성군, 양양군 제외), 충청북도(영동군 제외)충청남도(천안시),경상북도(청송군)
- ▣ 남부지역 : 부산광역시, 대구광역시, 광주광역시, 대전광역시, 울산광역시, 강원도(강릉시, 동해시, 속초시, 삼척시, 고성군, 양양군), 충청북도(영동군), 충청남도(천안시 제외), 전라북도, 전라남도, 경상북도(청송군 제외), 경상남도
- ▣ 제주도

표 1. 지역별 결로실험을 위한 외기온도

외기온도 [°C]	비 고
-15	서울 경기(수원, 강화, 양평, 이천 등) 강원(춘천, 원주, 인제, 홍천 등) 충북(청주, 제천, 충주) 경북(칠곡, 영주, 의성, 선산) 경남(거창)
-10	인천, 대전, 광주, 대구 강원(강릉, 속초, 삼척) 충북(추풍령) 충남(서산, 보령) 전북(전주, 군산, 익산, 부안) 전남(정읍, 남원, 함평, 승주, 장흥, 해남, 고흥) 경북(울진, 진주, 함천, 밀양, 산청, 함안, 거제, 남해)
-5	목포, 여수, 완도, 울릉도, 부산
0	제주, 서귀포

- 1) 이성복, 고진수, 팽효원, 오주현. 공동주택의 주요하자 원인 분석 및 방지대책. 대한주택공사 주택연구소, 2001.
- 2) 「건축물 에너지절약 설계기준」의 제3장 기계설비부문 설계기준

표 2. 냉·난방장치의 용량계산을 위한 설계 외기온·습도

도시명	냉 방		난 방	
	건구온도 (°C)	습구온도 (°C)	건구온도 (°C)	상대습도 (%)
서울	31.2	25.5	-11.3	63
인천	30.1	25.0	-10.4	58
수원	31.2	25.5	-12.4	70
춘천	31.6	25.2	-14.7	77
강릉	31.6	25.1	-7.9	42
대전	32.3	25.5	-10.3	71
청주	32.5	25.8	-12.1	76
전주	32.4	25.8	-8.7	72
서산	31.1	25.8	-9.6	78
광주	31.8	26.0	-6.6	70
대구	33.3	25.8	-7.6	61
부산	30.7	26.2	-5.3	46
진주	31.6	26.3	-8.4	76
울산	32.2	26.8	-7.0	70
포항	32.5	26.0	-6.4	41
목포	31.1	26.3	-4.7	75
제주	30.9	26.3	0.1	70

표 3. 지역별 외기온도 설정

지역 구분	소속 행정구역	외기온도 (°C)
중부지역	서울특별시, 인천광역시, 경기도, 강원도(영서지역), 충청북도(영동군 제외), 충청남도(천안시), 경상북도(청송군)	-15
남부지역	대구광역시, 대전광역시, 광주광역시, 울산광역시, 강원도(영동지역), 충청북도(영동군), 충청남도(천안시 제외), 전라북도, 전라남도(남부해안지역 제외), 경상북도(청송군 제외), 경상남도(남부해안지역 제외)	-10
남부해안 지역	부산광역시, 목포, 여수, 완도, 마산, 진주, 울릉도 등	-5
제주도		0

2.2 실내 온습도 조건 설정

실내 온습도 조건 설정을 위한 문헌조사 및 측정사례를 통해 [표 4] ~ [표 5]와 같은 결과를 얻었다. [표 4]는 냉·난방 장치의 용량계산을 위한 실내 온습도 기준을 나타내고, [표 5] 김포 H 아파트에서 입주자가 거주하는 상황에서 측정한 자료이다. [그림 8]은 용인 D 아파트에서 입주자가 거주하는 상황에서 측정한 자료이다.

검토결과, 건축물의 에너지절약 설계기준에서는 공동주택의 실내온도를 20~22°C, 상대습도 35~40%로 제시하고 있다. 숙박시설은 실내온도 20~24°C, 상대습도 35~40%로 제시하고 있어서 공동주택의 거실의 온습도 조건으로 참고할 수 있다. 김포에 소재한 아파트의 실측을 통해서 거실의 평균 실내온도는 21.7°C, 상대습도는 41.8% 정도로 나타나는 것을 확인할 수 있다. [그림 7]에서와 같이 용인 D 아파트의 측정자료를 통해 외기에 의한 화장실의 실내온도 현황을 알 수 있다.

표 4. 냉·난방 장치의 용량계산을 위한 실내 온습도 기준

지역	구분	난 방		냉 방	
		건구온도 (°C)	상대습도 (%)	건구온도 (°C)	상대습도 (%)
공동주택		20~22	35~40	26~28	50~60
학교(교실)		20~22	35~40	26~28	50~60
병원(병실)		21~23	35~40	26~28	50~60
관람집회시설(객석)		20~22	35~40	26~28	50~60
숙박시설(객실)		20~24	35~40	26~28	50~60
판매시설		18~21	35~40	26~28	50~60
사무소		20~23	35~40	26~28	50~60
목욕장		26~29	75	26~29	50~75
수영장		27~30	70	27~30	50~70

표 5. 김포 H 아파트 측정자료

측정 대상 세대	평형	전면 발코니		거실		후면 발코니	
		온도 [°C]	상대 습도 [%]	온도 [°C]	상대 습도 [%]	온도 [°C]	상대 습도 [%]
102-1201	32	15.9	58	22.9	37	13.8	63
103-501	32	13.1	55	20.9	41	12.2	59
104-1102	32	12.1	59	21.5	53	11.1	65
105-1302	32	15.1	42	21.2	44	12.3	55
107-1303	49	18.1	42	21.5	37	16.5	41
108-1101	49	15.4	46	22.1	39	14.4	47
평균		14.9	50.3	21.7	41.8	13.4	55.0

* 외기 온도 : 2.2°C, 외기상대습도 : 54.3%

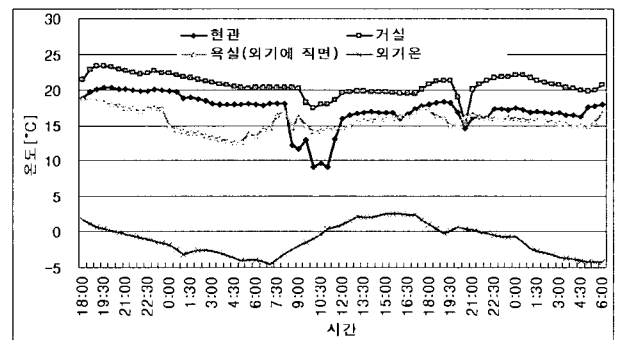


그림 7. 용인 D 아파트 측정자료

따라서 이러한 검토 결과를 통해 실내 온습도 조건은 [표 6]과 같이 설정하였다.

표 6. 실내 온습도 조건 설정

	온도(℃)	상대습도(%)
거실	22	40

3. 유리의 결로방지성능 실험

3.1 실험대상 및 방법

1) 실험대상

실험대상은 시편 크기가 1000mm[W]×1000mm[H]인 4가지 사양의 유리이다.

각 유리의 사양 및 선정 배경은 다음과 같다.

- Glass 1 : 24mm 일반복층유리
 - 가장 일반적으로 사용되고 있는 유리
- Glass 2 : 24mm 로이복층유리
 - 일반복층유리보다 단열성능이 우수
- Glass 3 : 32mm 단열간봉복층유리
 - 기존 복층유리는 간봉의 재질이 알루미늄이어서 유리의 가장자리에서 결로가 먼저 발생
 - 간봉 재질로 아존을 사용하여 열교차단. 공기층 20mm
- Glass 4 : 52mm 3중 유리
 - 당사 개발 고단열 유리

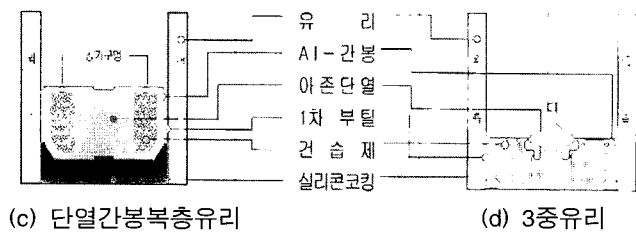
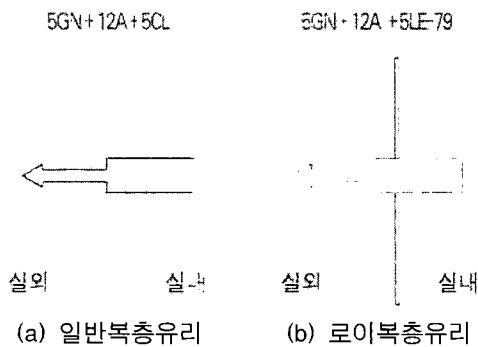


그림 8. 실험대상유리

2) 시료 설치

유리의 결로 실험을 위한 시료 설치는 건축관련 Mockup Test를 전문으로 하는 논산 소재의 ATA(주)에 설치하였다. 시험체는 크기 1,000mm[W]×1,000mm[H]이므로 50mm×50mm×2.3mm Steel pipe를 사용하여 1,100mm×1,100mm의 개구부를 만들고, 50mm×50mm 각목을 사용하여 유리를 Sealant로 고정시켜 실험 챔버에 설치하였다. [그림 9]는 결로실험 챔버 내의 유리 설치 현황을 나타낸다.

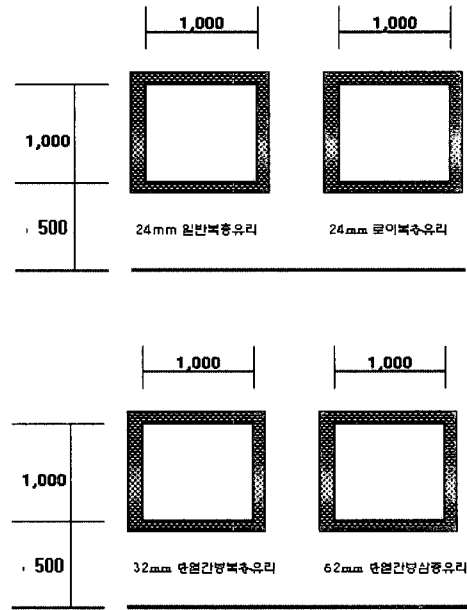


그림 9. 실험챔버 내의 유리 설치 현황

3) 실험방법

결로 실험은 [그림 11]과 같이 외부에 챔버를 설치한 후 외부조건을 겨울철 악조건으로 Setting한 후 내부조건을 단계적으로 변화시켜 시험체의 결로 발생 여부를 평가하였다. 실험조건은 2장에서 설정한 지역별 실내의 온습도 조건에 근거하여 구성하였다. 외부의 온도 조건은 지역구분에 의해 3단계(-5℃, -10℃, -15℃)로 설정하였고, 최고 온도인 0℃의 단계는 생략하였다. 또한, 실내 온습도 조건은 건구온도 22℃, 상대습도 40%를 기준으로 설정하였고, 건물 재질자의 생활방식에 따른 다양성을 고려하여, 상대습도 30%와 60%인 조건에서도 실험을 실시하였다. 또한 각각의 조건에서 실내에 설치되는 커튼의 영향을 고려하여 실험하였다. Case별 실험 조건은 [표 7]과 같다.

실험은 각 Case마다 두 시간동안 진행하였다. 또한 두 시간 중 한 시간은 커튼을 설치하고 결로발생 여부를 검토하였다.

[그림 10]은 온도센서설치 위치를 나타낸다. 결로 실험을 위한 실내의 온습도 조건은 [표 7]과 같이 유지

하였고, 실험체는 유리 중앙(1), 유리의 가장자리(2), 프레임의 표면온도(3)를 측정하였다. [그림 11]은 실험 챔버의 개요를 나타낸다.

표 7. 각 Case별 내외부 조건

Case	외기온도	내부온도	내부 상대습도	노점온도
Case 1	-5℃	22℃ ± 3℃	30%	3.6℃
Case 2	-5℃	22℃ ± 3℃	40%	7.8℃
Case 3	-10℃	22℃ ± 3℃	30%	3.6℃
Case 4	-10℃	22℃ ± 3℃	40%	7.8℃
Case 5	-10℃	22℃ ± 3℃	60%	13.8℃
Case 6	-15℃	22℃ ± 3℃	30%	3.6℃
Case 7	-15℃	22℃ ± 3℃	40%	7.8℃
Case 8	-15℃	22℃ ± 3℃	60%	13.8℃

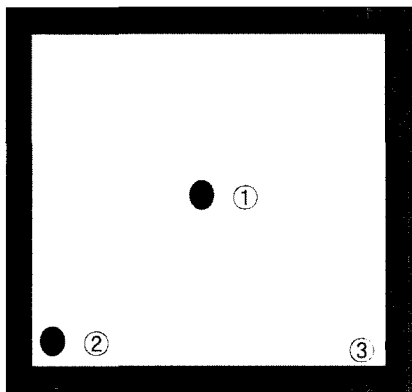


그림 10. 센서설치(열전대)

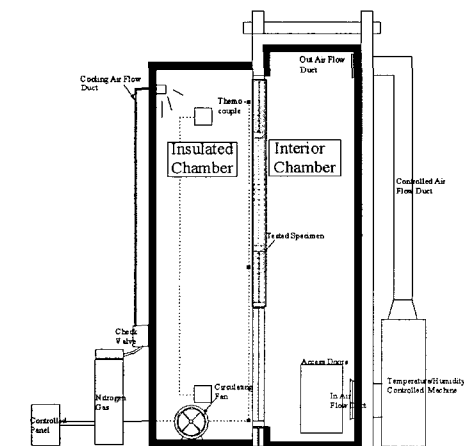


그림 11. 결로실험 챔버

3.2 실험결과

네 종류의 유리에 대한 조건별 결로 실험결과는 [표 8]과 같다.

실험결과 Case 1~3에서는 결로가 발생하지 않거나 일부 유리(Glass 1과 Glass 2)의 하부에 습기막이 발생하여 우려할만한 결로는 발생하지 않는 것으로 나타났다.

Case 4와 Case 6의 실험결과 Glass 1의 간봉주위 전면에 습기막이 발생하였으며, Glass 1과 Glass 3의 하부에 습기막 및 결로수가 발생하였다.

Case 5와 Case 8은 실내의 과도한 습도상태(60%)로 설정하여 실험한 것으로 모든 유리에서 결로가 발생하는 것을 확인할 수 있었다. Glass 1~Glass 3의 전면에서 결로수가 발생하였으며, Glass 4의 경우 간봉주위 또는 하부에 습기막이 발생하였다.

Case 7의 실험결과 Glass 4를 제외한 모든 경우에 결로 발생면적이 넓어지는 것을 알 수 있다.

커튼 설치 유무에 따른 실험의 결과는 -10℃의 단계까지는 커튼이 설치된 유리는 설치가 되지 않은 유리의 표면온도와 약1.5℃정도의 차이를 보였으며, 결로면적의 차이가 커튼의 유무에 따라 다소의 차이를 볼 수 있음을 알 수 있다. 따라서 동절기에 커튼의 설치가 일반적인 생활습관에 근거하면 결로의 발생정도는 더 커질 수 있다고 판단된다. 그러나 외기의 온도가 -15℃ 이상 되는 지역에서는 커튼의 유무가 그리 큰 영향을 미치지 못함을 알 수 있었다.

실험 결과 -10℃까지는 Glass 3(단열간봉유리)이 Glass 2(로이유리)의 결로 면적보다 적었으나, -15℃부터는 Glass 2(로이유리)가 Glass 3(단열간봉유리)보다 결로면적이 적었다. 이러한 결과를 통하여 단열간봉을 사용하여 열교를 개선한 Glass 3은 결로 초기에 우수한 성능을 보이고, 단열성능이 높은 Glass 2는 결로가 일부 진행된 이후에 우수한 성능을 보이는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 [그림 12]와 [그림 13]에서 확인할 수 있다.

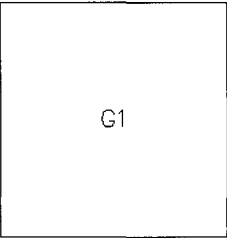
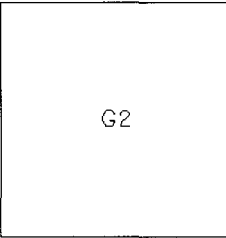
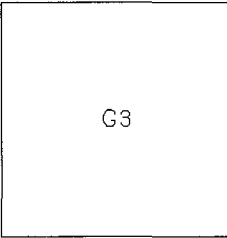
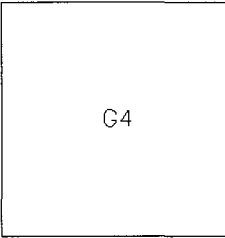
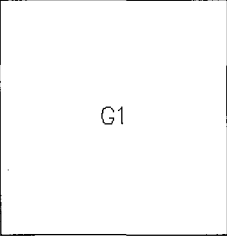
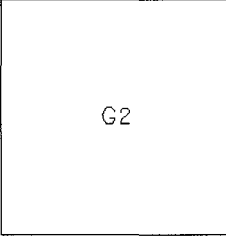
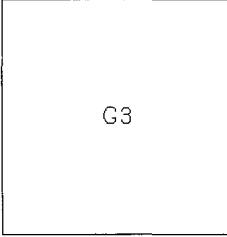
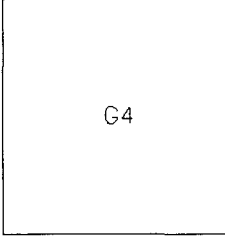
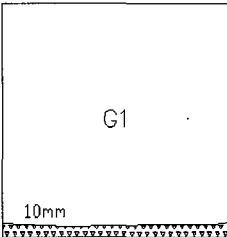
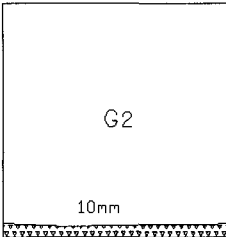
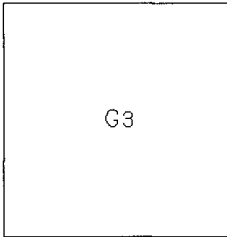
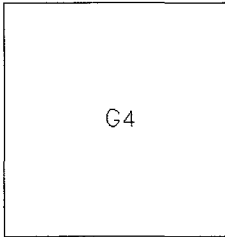
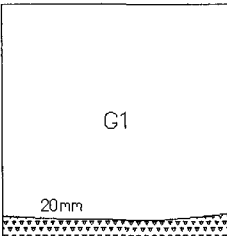
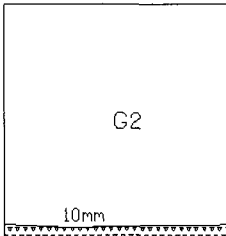
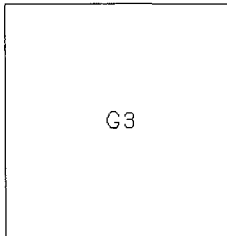
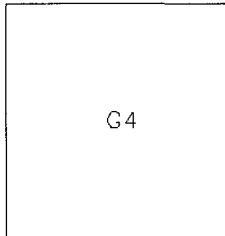
[그림 12]는 유리 종류에 따른 Case 별 유리 중앙점 표면온도로 대부분의 Case에서 단열성능이 우수한 Glass 2가 Glass 3보다 온도가 높게 나타났으며, [그림 13]은 유리 종류에 따른 Case 별 유리 가장자리 표면온도로 대부분의 Case에서 열교부위를 개선한 Glass 3의 온도가 높게 나타났다.

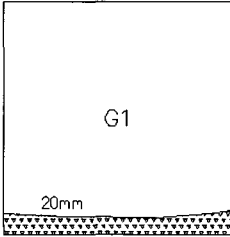

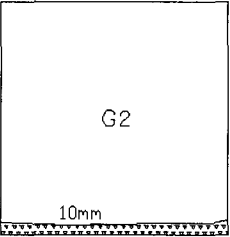

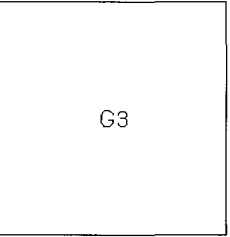
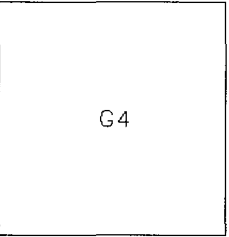
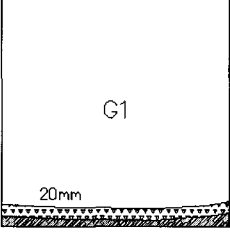

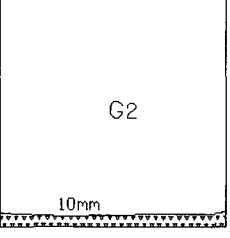
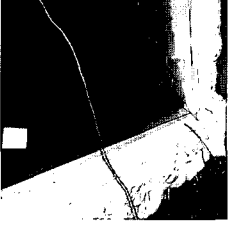
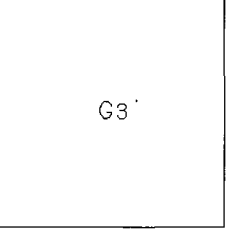
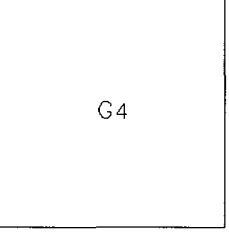
따라서 이러한 실험결과에 근거하여 주거용 건물의 결로방지를 위해서 적용가능한 유리를 지역에 따라 성능별로 구분하였으며, [표 9]와 같다.

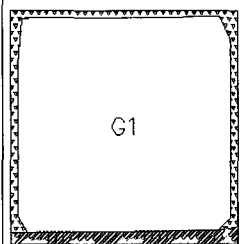
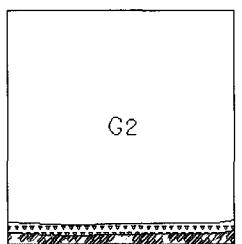
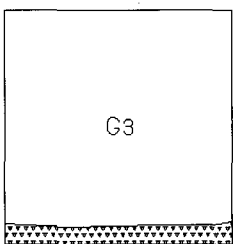
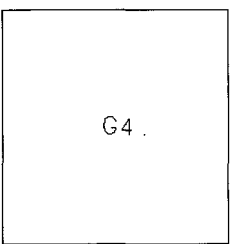
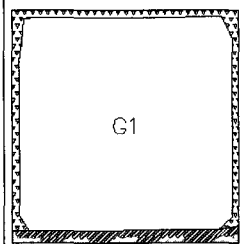
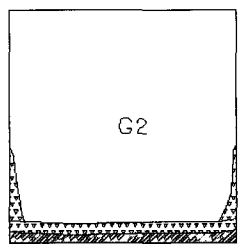
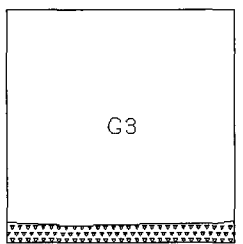
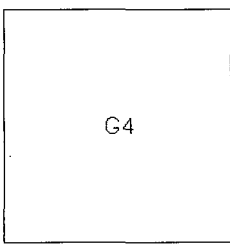
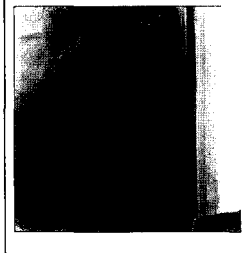
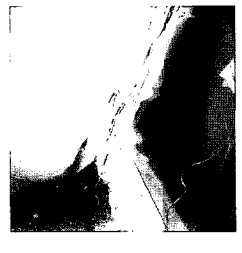
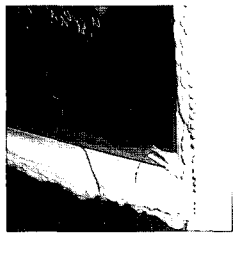

[표 9]에서와 같이 서울 및 경기지역 등의 중부지역은 결로방지를 위해서는 로이유리 이상의 단열 성능을 가지는 유리를 사용해야 할 것으로 판단된다.

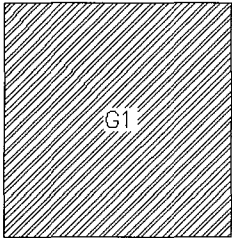
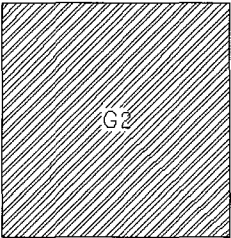
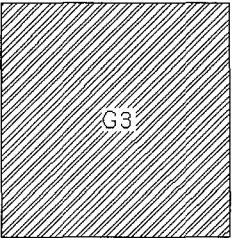
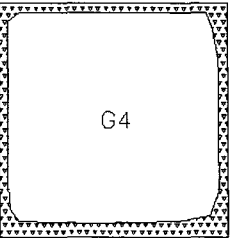
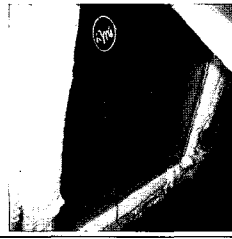



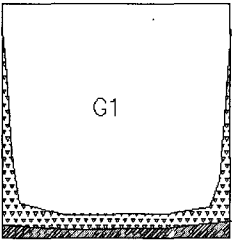
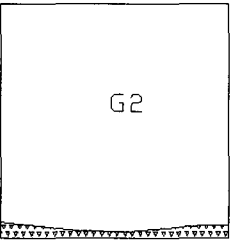
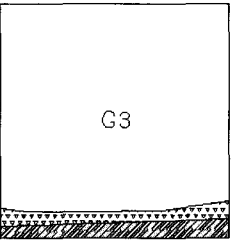
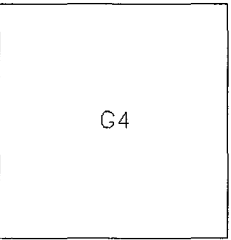
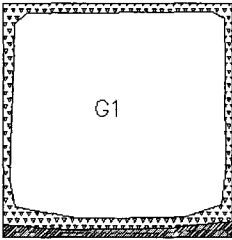
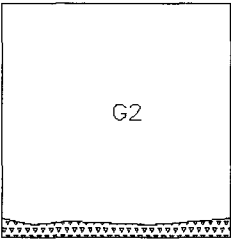
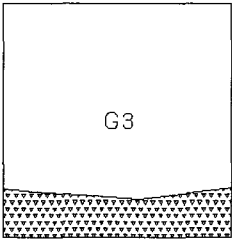
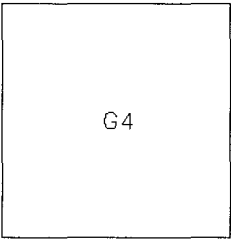

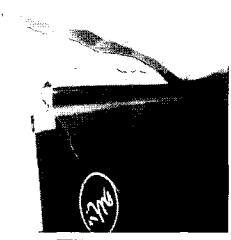
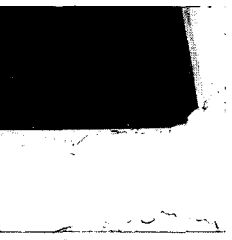
[표 10]은 Case에 따른 부위별 온도측정 결과이다.

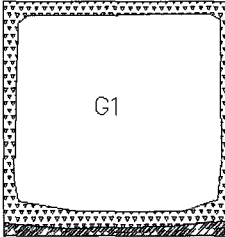
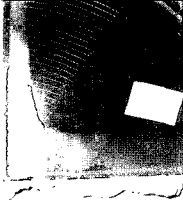
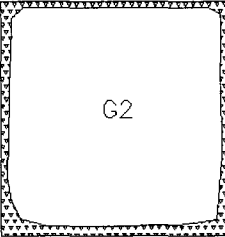

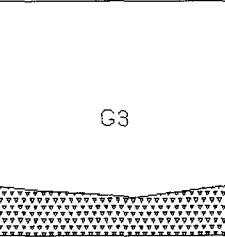

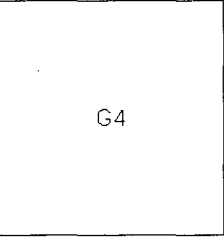

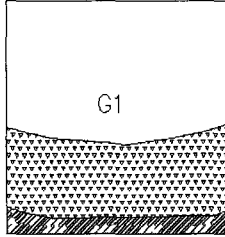
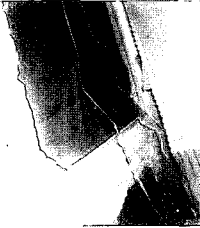
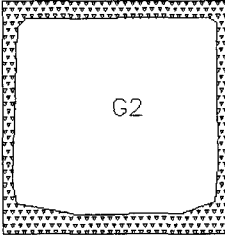

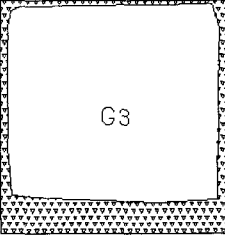
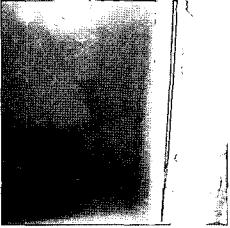
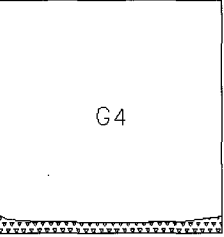
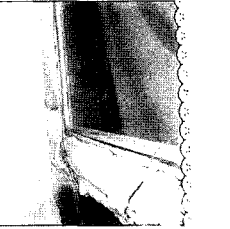
표 8. 결로실험결과

Case	부재	Glass 1	Glass 2	Glass 3	Glass 4
		복층유리(24mm)	로이복층유리(24mm)	단열간봉유리(32mm)	3중유리(52mm)
1	커튼 미설치	· 결로 발생 없음	· 결로 발생 없음	· 결로 발생 없음	· 결로 발생 없음
					
	커튼 설치	· 결로 발생 없음	· 결로 발생 없음	· 결로 발생 없음	· 결로 발생 없음
					
2	커튼 미설치	· 하부 10mm 습기막 발생	· 하부 10mm 습기막 발생	· 결로 발생 없음	· 결로 발생 없음
					
	커튼 설치	· 하부 20mm 습기막 발생	· 하부 10mm 습기막 발생	· 결로 발생 없음	· 결로 발생 없음
					

Case	부재	Glass 1 복층유리(24mm)	Glass 2 로이복층유리(24mm)	Glass 3 단열간봉유리(32mm)	Glass 4 3중유리(52mm)
3	커튼 미설치	· 하부 20mm 습기막 발생	· 하부 10mm 습기막 발생	· 결로 발생 없음	· 결로 발생 없음
	 	 			
3	커튼 설치	· 하부 20mm 습기막 · 하부 결로수 발생	· 하부 10mm 습기막	· 결로 발생 없음	· 결로 발생 없음
	 	 			

Case	부재 Glass 1 복층유리(24mm)	Glass 2 로이복층유리(24mm)	Glass 3 단열간봉유리(32mm)	Glass 4 3중유리(52mm)
커튼 미설치	<ul style="list-style-type: none"> · 간봉주변 20mm 습기막 · 하부 결로수 발생 	<ul style="list-style-type: none"> · 하부 20mm 습기막 · 하부 결로수 발생 	<ul style="list-style-type: none"> · 하부 30mm 습기막 	<ul style="list-style-type: none"> · 결로 발생 없음
				
4 커튼 설치	<ul style="list-style-type: none"> · 간봉주변 20mm 습기막 · 하부 결로수 발생 	<ul style="list-style-type: none"> · 하부 20mm 및 좌우측 간봉주변 일부 습기막 · 하부 결로수 발생 	<ul style="list-style-type: none"> · 하부 30mm 습기막 	<ul style="list-style-type: none"> · 결로 발생 없음
				
				

부재	Glass 1 복층유리(24mm)	Glass 2 로이복층유리(24mm)	Glass 3 단열간봉유리(32mm)	Glass 4 3중유리(52mm)	
Case	· 전면적 결로발생	· 전면적 결로발생	· 전면적 결로발생	· 간봉주변 20-50mm 습기막	
5	커튼 설치와 관계 없이 동일				
					
6	커튼 미설치	· 하부 50mm 습기막	· 하부 25mm 습기막	· 하부 40mm 습기막	· 결로 발생 없음
					
6	커튼 설치	· 하부 60mm 습기막 · 간봉주변 20mm 습기막	· 하부 30mm 습기막	· 하부 50mm 습기막	· 결로 발생 없음
					
					

Case	부재 Glass 1 복층유리(24mm)	Glass 2 로이복층유리(24mm)	Glass 3 단열간봉유리(32mm)	Glass 4 3중유리(52mm)	
7	커튼 미설치	<ul style="list-style-type: none"> 하부 60mm 습기막 간봉주변 20mm 습기 	<ul style="list-style-type: none"> 하부 25mm 습기막 간봉주변 10mm 습기막 	<ul style="list-style-type: none"> 하부 50mm 습기막 	<ul style="list-style-type: none"> 결로 발생 없음
		 	 	 	 
7	커튼 설치	<ul style="list-style-type: none"> 전면적의 절반 습기막 	<ul style="list-style-type: none"> 하부 50mm 습기막 간봉주변 20mm 습기막 	<ul style="list-style-type: none"> 하부 70mm 습기막 간봉주변 10mm 습기막 	<ul style="list-style-type: none"> 하부 20mm 습기막 형성
		 	 	 	 

부재 Case	Glass 1 복층유리(24mm)	Glass 2 로이복층유리(24mm)	Glass 3 단열간봉유리(32mm)	Glass 4 3중유리(52mm)
8 커튼 설치와 관계 없이 동일	· 전면적 결로발생	· 전면적 결로발생	· 전면적 결로발생	· 하부 60mm 습기막
결로발생정도	흐림	작은물방울	큰물방울	흐림

표 9. 결로방지를 위한 지역별 유리 선정

		Glass 1	Glass 3	Glass 2	Glass 4
제주도	제주도(0℃)	○	○	○	○
부산, 목포	남부 해안지역(-5℃)	○	○	○	○
대전, 대구	남부지역(-10℃)	△	○	○	○
서울, 경기	중부지역(-15℃)	×	△	○	○
고습공간	습도가 60%이상되는 장소	×	×	×	○

표 10. Case에 따른 부위별 온도 측정결과

		Case 1		Case 2		Case 3		Case 4		Case 5		Case 6		Case 7		Case 8	
		커튼 제거	커튼 설치	커튼 제거	커튼 설치	커튼 제거	커튼 설치	커튼 제거	커튼 설치	커튼 제거	커튼 설치	커튼 제거	커튼 설치	커튼 제거	커튼 설치	커튼 제거	커튼 설치
Glass 1 일반유리	①	7.7	7.2	5.0	4.9	4.4	4.6	4.8	5.7	6.0	5.0	4.0	2.7	3.9	2.6	3.8	2.1
	②	11.1	8.9	7.2	7.3	4.5	4.7	4.8	4.7	6.1	5.7	5.4	5.11	6.0	5.0	4.9	4.2
	③	3.8	2.78	3.3	2.67	1.7	1.5	1.5	1.6	2.0	1.7	1.5	0.7	1.4	0.7	1.6	0.6
	④	-6.1	-7.0	-6.8	-7.8	-10	-10	-9	-9.5	-9.5	-9.5	-16	-16	-14	-15	-15	-15
Glass 2 로이유리	①	9.2	7.2	6.1	4.4	4.2	4.1	4.2	4.1	4.3	4.1	3.2	2.78	3.2	3.0	3.5	2.8
	②	14.1	12.8	11.8	10.5	4.4	10.1	10.3	10.5	11.0	10.3	10.4	10.3	10.4	10.4	11.0	10.5
	③	10.9	8.9	8.9	7.6	7.2	5.56	5.6	5.7	5.3	5.0	5.7	5.56	5.5	4.0	5.0	3.0
	④	-7.7	-7.6	-7.6	-8.0	-10	-10	-9	-10	-10	-10	-10	-16	-17	-15	-15	-15
Glass 3 단열간봉	①	12.7	11.1	10.6	8.3	8.2	8.3	8.3	8.1	8.4	8.0	9.0	8.1	9.0	8.0	9.0	8.0
	②	12.8	11.3	10.7	8.3	8.3	8.3	8.3	8.1	8.4	8.0	9.3	8.1	9.3	8.0	9.4	8.1
	③	8.9	8.9	8.7	6.9	6.7	6.5	6.7	6.8	7.0	6.8	6.5	6.7	6.5	6.6	6.4	6.2
	④	-6.1	-5.1	-5.0	-6.0	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-15	-15	-14	-15	-15	-15
Glass 4 3중유리	①	14.4	14.6	14.5	13.8	12.8	13.0	13.3	13.5	14.0	13.9	14.0	13.0	13.8	13.0	14.0	12.8
	②	18.3	18.2	16.7	10.0	17.1	17.2	18.1	18.2	18.3	18.1	18.7	18.0	18.5	18.0	18.4	18.0
	③	11.7	10.6	10.0	16.2	10.0	11.0	10.5	11.0	11.0	11.8	12.0	11.0	10.7	10.3	11.2	10.1
	④	-5.0	-4.3	-5.0	-5.0	-8.5	-8.5	-8.2	-8.5	-8.2	-8.5	-14.5	-15.4	-14	-14	-15	-14
외부온도(℃)		-5.0	-5.0	-5.0	-5.0	-10	-10	-9	-10	-10	-10	-15	-15	-15	-15	-15	-15
내부습도(%)		33	33	38	39	30	30	40	140	60	60	31	32	40	38	58	60
내부온도(℃)		21	21	21	20	20	20	21	24	24	24	24	24	25	24	23	24

① Frame 온도(℃), ② Center 온도(℃), ③ Corner 온도(℃), ④ 외기온도(℃)

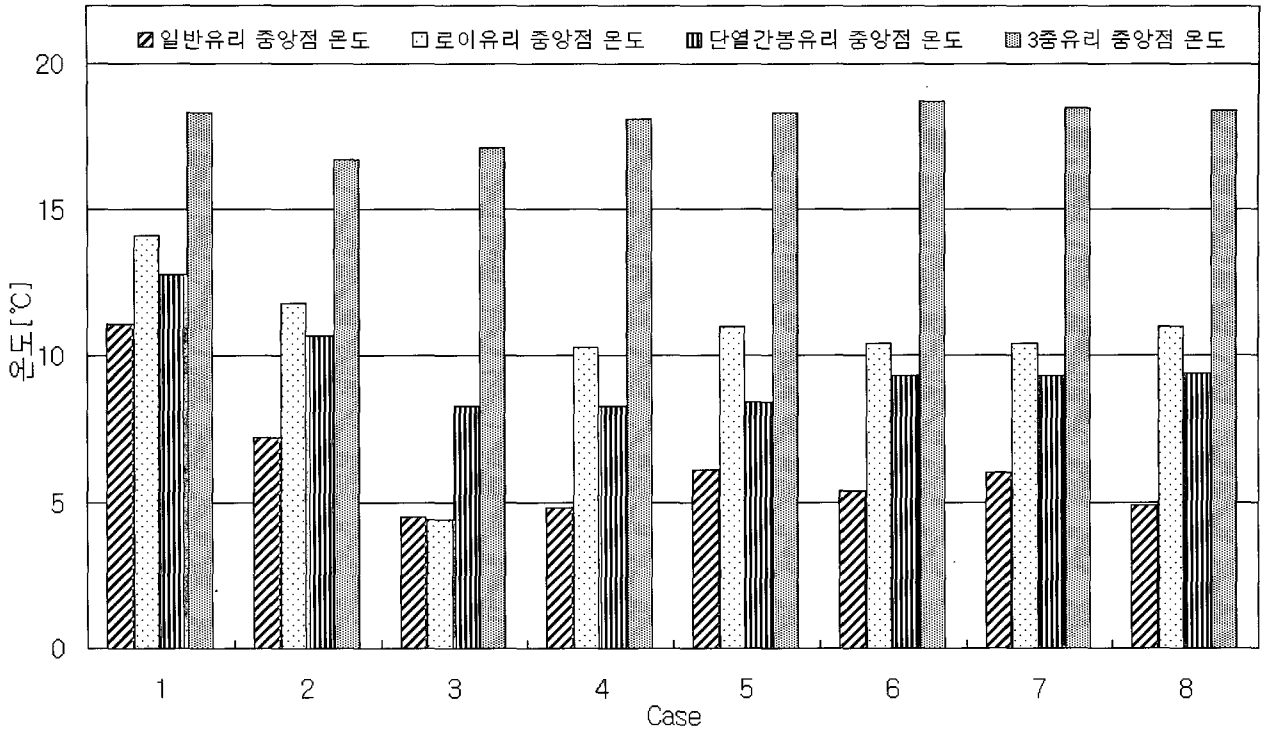


그림 12. 유리 종류에 따른 Case 별 유리 중앙점 표면온도

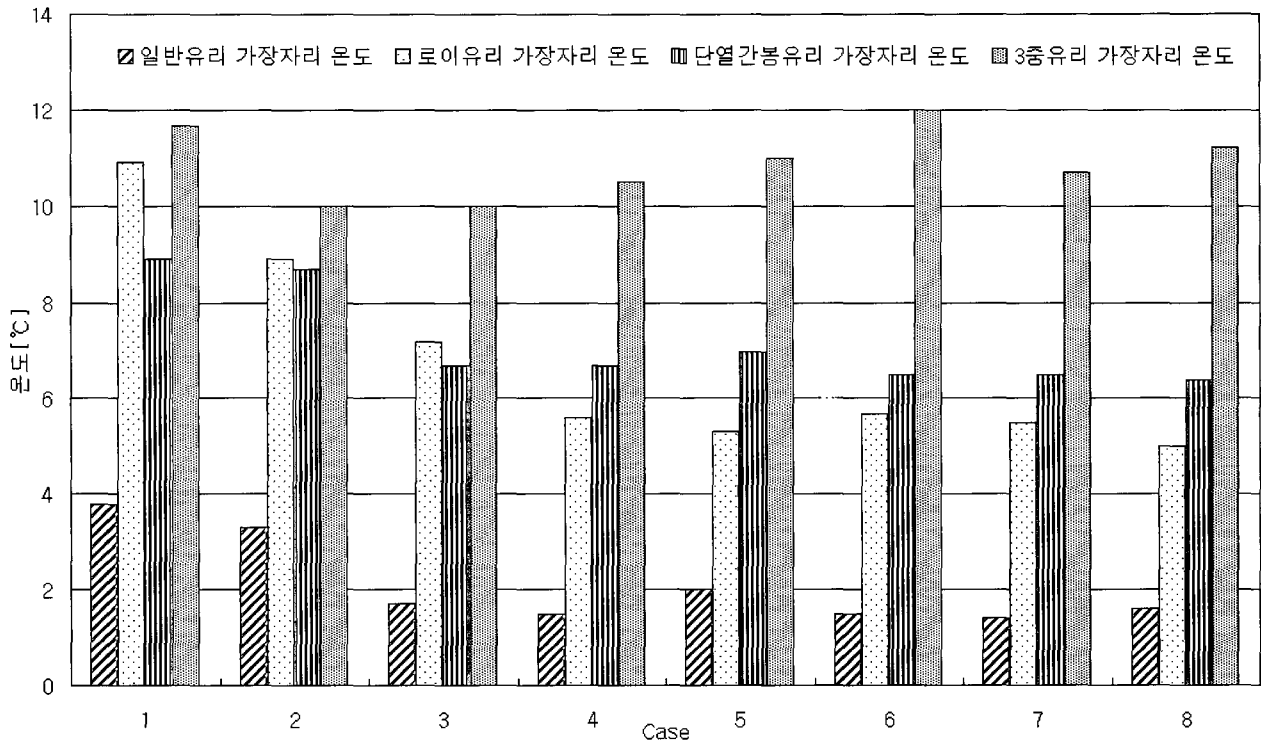


그림 13. 유리 종류에 따른 Case 별 유리 가장자리 표면온도

4. 결 론

이 연구에서는 주거용 건축물의 창호부위 결로방지 성능 검토를 위한 Mock-up Test를 통해 지역별 적용 가능 창호를 도출하였으며, 연구결과는 다음과 같다.

1) Mock-up Test를 통해 결로방지를 위해 지역별로 적용 가능한 유리를 선정하였으며 결과는 다음의 표와 같다.
 결로방지를 위한 지역별 유리 선정

		복층 유리 (24mm)	단열간 봉유리 (32mm)	로이 복층유리 (24mm)	3중유리 (50mm)
제주도	제주도 (0℃)	○	○	○	○
부산, 목포	남부 해안지역 (-5℃)	○	○	○	○
대전, 대구	남부지역 (-10℃)	△	○	○	○
서울, 경기	중부지역 (-15℃)	×	△	○	○
고습 공간	습도가 60%이상	×	×	×	○

2) 상기결과는 실내온습도 22'C 40%를 기준으로 한 것으로 일시적인 습도의 상승과 외기온도의 급격한 저하로 인하여 일시적인 결로가 발생 될 수 있으므로 미량의 결로수로 인한 2차 피해가 없도록 창틀 주위에는 반드시 결로수 받이와 내수성마감재를 사용하여야 한다.

3) 유리 종류에 따른 중앙점 표면온도 측정결과 대부분의 Case에서 단열성능이 우수한 로이복층유리가 단열간봉유리보다 온도가 높게 나타났으나, 가장자리 표면온도 측정결과는 대부분의 Case에서 열교부위를 개선한 단열간봉유리의 온도가 높게 나타났다.

참 고 문 헌

1. 대림산업(주) 기술연구소, J 프로젝트 건축환경설비 적용기술, 2000. 5
2. 대림산업 기술연구부, “아파트 결로방지 단열재 개선방안 연구”, 1999. 5.
3. 이성복, 고진수, 팽효원, “공동주택의 주요하자 원인분석 및 방지대책 - 창호 및 결로하자를 중심으로”, 대한주택공사, 2001.
4. 건설교통부, “건축물 에너지절약 설계기준”, 2001. 6.
5. 조수 외 4명, “유리조합에 따른 창호시스템의 열성능에 관한 연구”, 대한설비공학회 2002년 동계학술발표대회 논문집, 2002. 11.
6. 이승언, “건축물에서의 결로발생 유형과 대책”, 그린빌딩 4권 2호, 2003. 6.
7. 김지선, “외단열 마감 시스템의 하자사례 분석 및 개선방안에 관한 연구”, 한양대학교 석사학위논문, 2001. 6.
8. 이영근, 건축물의 부위별 결로현상 분석 및 그 대책에 관한 연구, 서울대학교 박사학위 논문, 1990.
9. ASTM, ASTM Standard E779-87, Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate by Fan Pressurization, American Society for Testing and Materials, 1987.
10. ASHRAE, ASHRAE Standard 62-1989, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., 1989.
11. ASHRAE Fundamental, "Thermal and water vapor transmission data", ASHRAE, 1997.
12. Melton, B. S., P. Mulrone, T. Scott and K. W. Childs, "Building envelope thermal anomaly analysis", ORNL/Sub/85-00294/1, OakRidge National Laboratory Energy Division, 1987. 12.