황소 바람 잡고 부자되는 휴먼하우스
시작은 Detail 에 있습니다.

제로에너지 건물
창호주위 열교저감공법 및 누수해결방안 DETAIL

김웅회(starvill2014@naver.com)

STARVILL 스타빌 (주)스타빌 엔지니어링

김웅회

㈜스타빌엔지니어링 대표

starvill2014@naver.com

• 주요 약력

- 1990~2013 ㈜현대산업개발, 화룡종합건설㈜ 근무/건축 특급기술자(설계,시공,품질)
- 2015~현재 ㈜스타빌엔지니어링 대표
- 2017~2018 (사)한국건축시공학회 단열시공기술위원회 위원
- 2015~현재 국내특허 8건, 미국/일본/러시아 특허 각1건, 중국특허출원 각 1건
  논문발표 7건 등
- 2018~현재 대한건축사협회 건축사실무교육
- 2020~대전 서구 공동주택지원 심사위원회 심사위원
- 2020~대한건축학회 에너지재료위원회 부위원장

CONTENTS

1. 건축물의 열교
2. 창호 부위 열교차단 공법
3. 열교차단재의 성능
4. 열교차단재 설계 및 시공사례
5. 설계VE 적용사례
6. 기타 누수부위 해결제안 사례
7. 결 론
8. 참고자료(열교차단재 상세도)

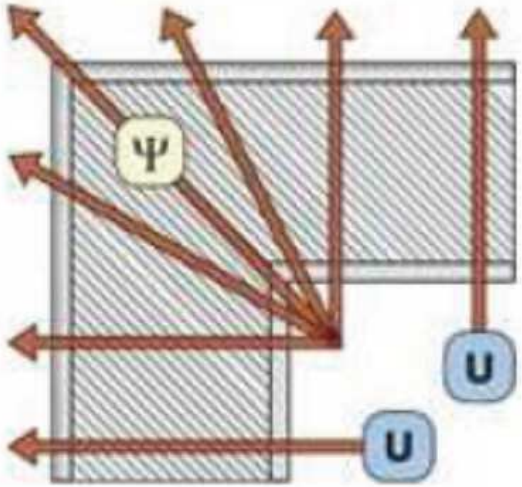
1

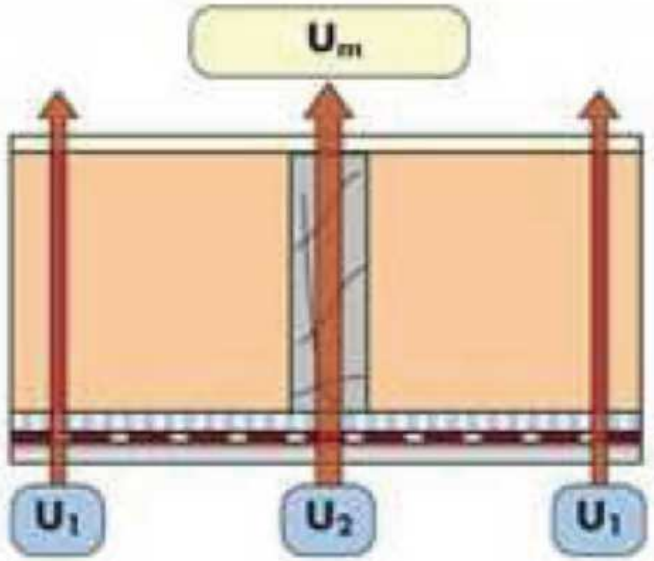
건축물의 열교

황소 바람 잡고 부자되는 휴먼하우스
Star 열교차단재가 함께합니다
www.starvilleng.co.kr

▪ 건축물의 열교

- 구조적 열교 : 기하학적 열교로 불림.
- 재료적 열교 : 재료들의 이음접합부위
- 복합적 열교 : 구조적 열교 + 재료적 열교



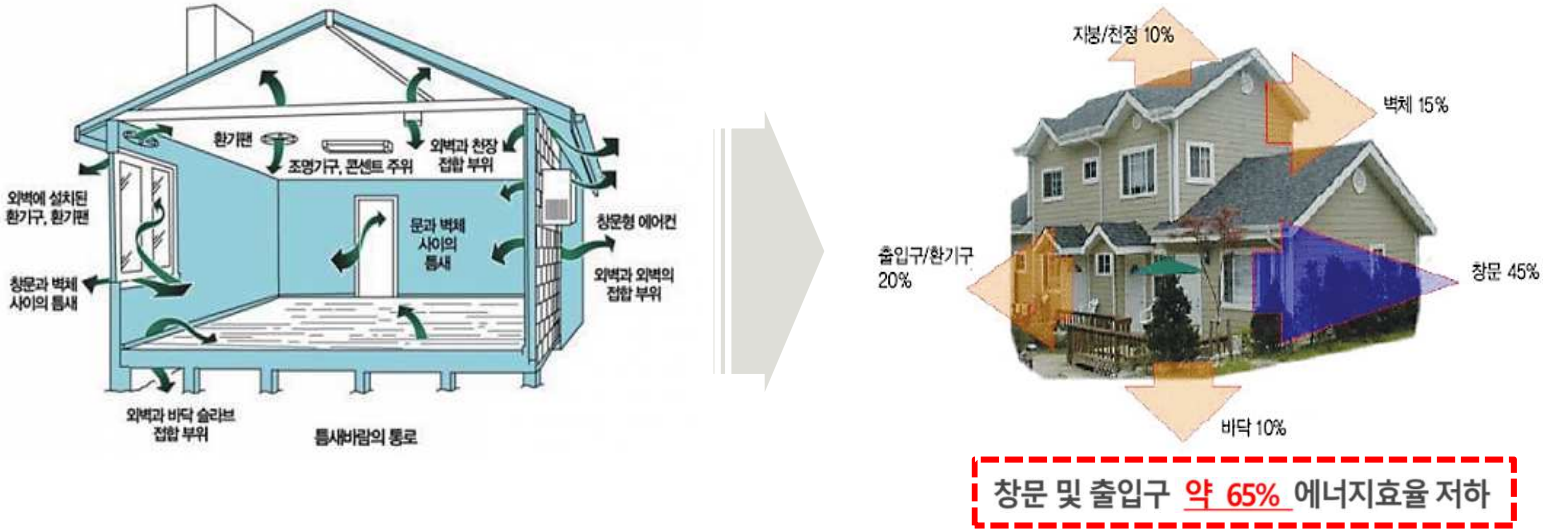


참고문헌: Dipl. –Ing. Till Stübben, Ökonomische Beratung der Wärmebrücke, KMT

1 건축물의 열교

▪ 기존 건축물의 에너지 효율 저감 부위

- 건축물의 에너지 효율 저감 부위는 바닥, 천정, 벽체, 창문, 환기구 부위
- 창문 및 출입구가 가장 높은 에너지 저감 부위
- 에너지 저감 부위는 실내 열적 쾌적함의 하락시킴
- 제반 환경 악화로 인한 건물 가치의 하락 및 내구성 저하로 인한 경제적 손실



(출처 : 한국패시브건축협회)

▪ 창호 부위 열교현상에 따른 문제점

- 결로 현상 및 곰팡이 서식으로 인한 실내 공기질 하락
- 어린이와 노약자에게 호흡기나 피부질환으로 연결

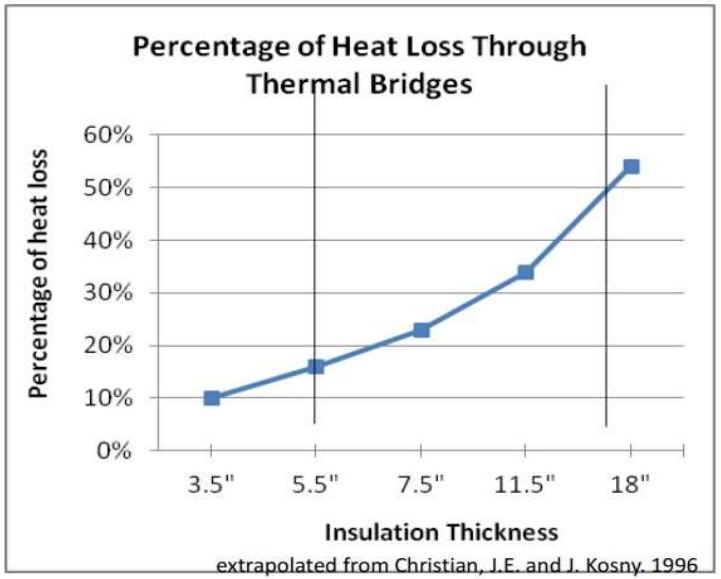
(출처 : 한국패시브건축협회)

▪ 외피 단열성능과 열교

Section 1 – Thermal Bridge Background

Thermal bridges – do they matter?

- Thermal bridges make up a small portion of heat loss in a poorly insulated envelope - 16% in a typical insulated 2x6 wall.
- If same details from a standard stud wall were used to construct an R-45 wall, heat loss through thermal bridges would approach 50%.



Conclusion - For highly insulated envelopes, thermal bridges must be considered!

Designing High Performance Walls for Cold Climates

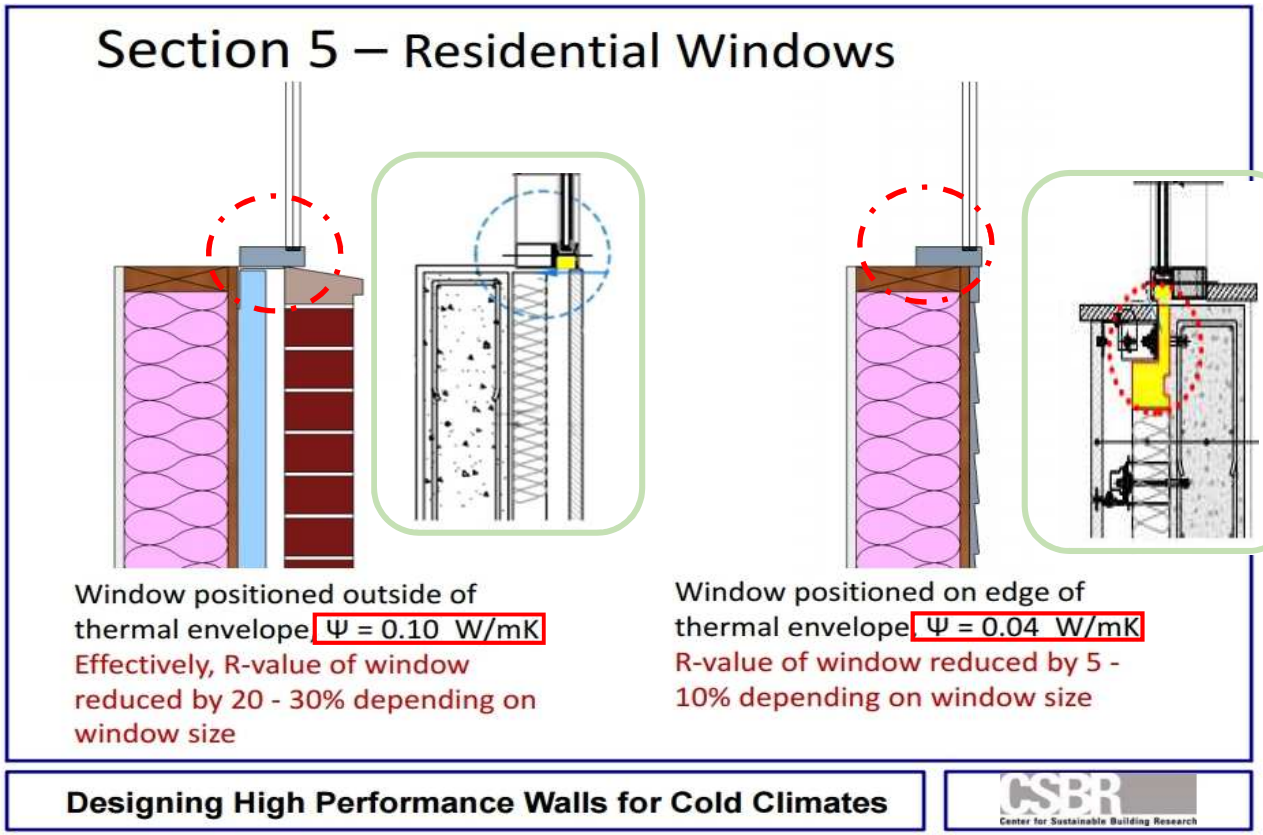
CSBR Center for Sustainable Building Research

University of Minnesota Driven to Discover℠
CSBR CENTER FOR SUSTAINABLE BUILDING RESEARCH

CSBR 미네소타대학
지속가능건축연구센터

외피의 단열성능이 좋아질수록 열교로 인한 열손실이 차지하는 비중이 크다

▪ 외피 단열성능과 열교



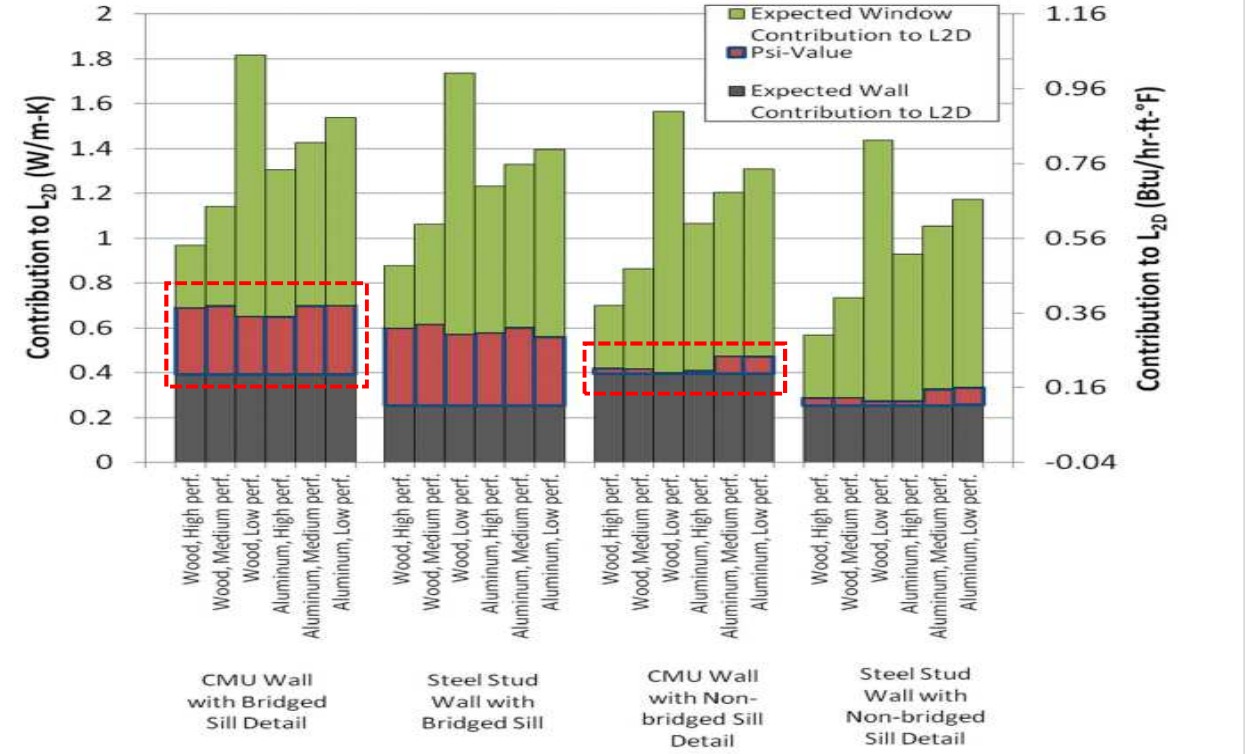
University of Minnesota Driven to Discover℠
CSBR CENTER FOR SUSTAINABLE BUILDING RESEARCH

CSBR 미네소타대학
지속가능건축연구센터

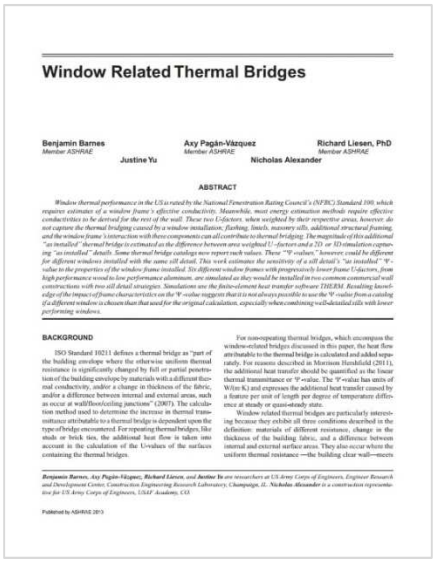
외피부분의 창호의 설치 위치에 따라 선형열관류율은 60%이상 차이남

1 건축물의 열교

▪ 창호 성능과 열교



> Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Whole Buildings XII International Conference.- Window Related Thermal Bridges



Window Related Thermal Bridges

Benjamin Barnes, Member ASHRAE; Axy Pagán-Vázquez, Member ASHRAE; Richard Liesen, PhD, Member ASHRAE; Justine Yu; Nicholas Alexander

ABSTRACT

BACKGROUND

ASHRAE,2013

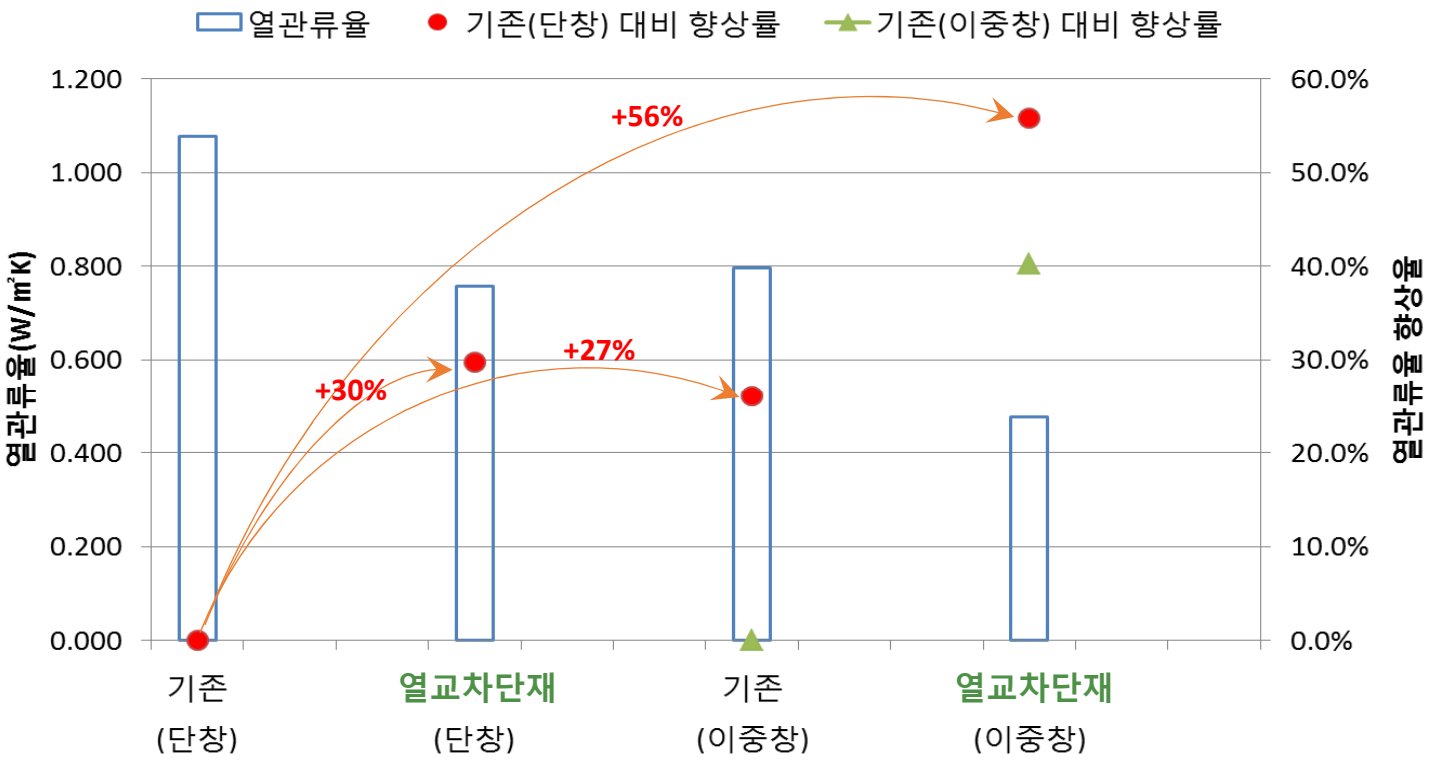
열성능이 우수한 프레임과 유리를 사용해도,
프레임과 벽체사이 열교를 처리하지 않으면 열손실이 매우 큼

1 건축물의 열교

▪ 창호 유형에 따른 열관류율 비교

기존기술

열교차단재



기존기술에 이중창을 설치한 것보다 열교 차단 후 단창을 설치하는 경우가 열관류율 향상에 더 효과적임

1 건축물의 열교

▪ 국토부 고시 및 조달청 업무지침

국토교통부 고시 2015-951호

경제혁신

보 도 자 료

배포일시	2015. 12. 16.(수) 총 4매 (본문 4)
	• 과장 서정호, 사무관 조재훈, 주무관 박삼범 • ☎ 044-201-3376 · 3377
보 도 일 시	2015년 12월 17일(목) 조간부터 보도하여 주시기 바랍니다. ※ 통신·방송·인터넷은 12. 16.(수) 11:00 이후 보도 가능

결로·마감부위 균열 등 공동주택 하자판정 명확해져

공동주택 하자 조사·판정 기준 시행…하자분쟁 신속 해결 기대

□ 앞으로는, 공동주택의 **하자여부 판단이 보다 명확**해지고, 명확한 하자여부 판단 기준제시로 하자분쟁 발생 시에도 **분쟁을 신속하게 해결**하는데 큰 도움이 될 것이다.

○ 국토교통부(장관 강호인)는 공동주택 하자의 조사, 보수비용 산정 및 하자판정기준 등을 규정한 **「공동주택 하자의 조사, 보수비용 산정 및 하자판정기준」을 개정하고, 12월 17일(목)부터 시행**한다고 밝혔다.

□ 개정안의 **주요내용**은 다음과 같다.

○ **결로 하자**

- **(단열 공간 벽체)**에서 결로가 발생한 경우는 열화상 카메라로 측정하여 단열처리가 불량하다고 판단되는 때와 결로 발생부위 마감재를 해체하여 단열재가 잘못 시공되는 등의 부실시공 상태가 확인되는 때는 하자로 보도록 함

조달청 시설사업기획과 업무가이드북 설계적정성검토 따라하기 (2017.12)

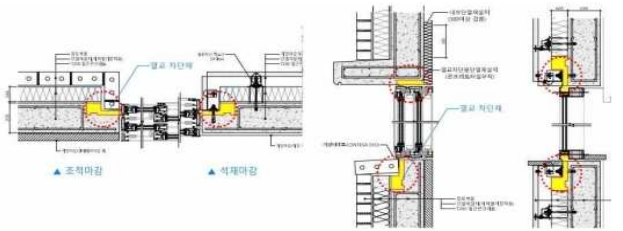
[실시설계] 건축 17

골조.창틀 접합구간의 단열성능 확보 요구

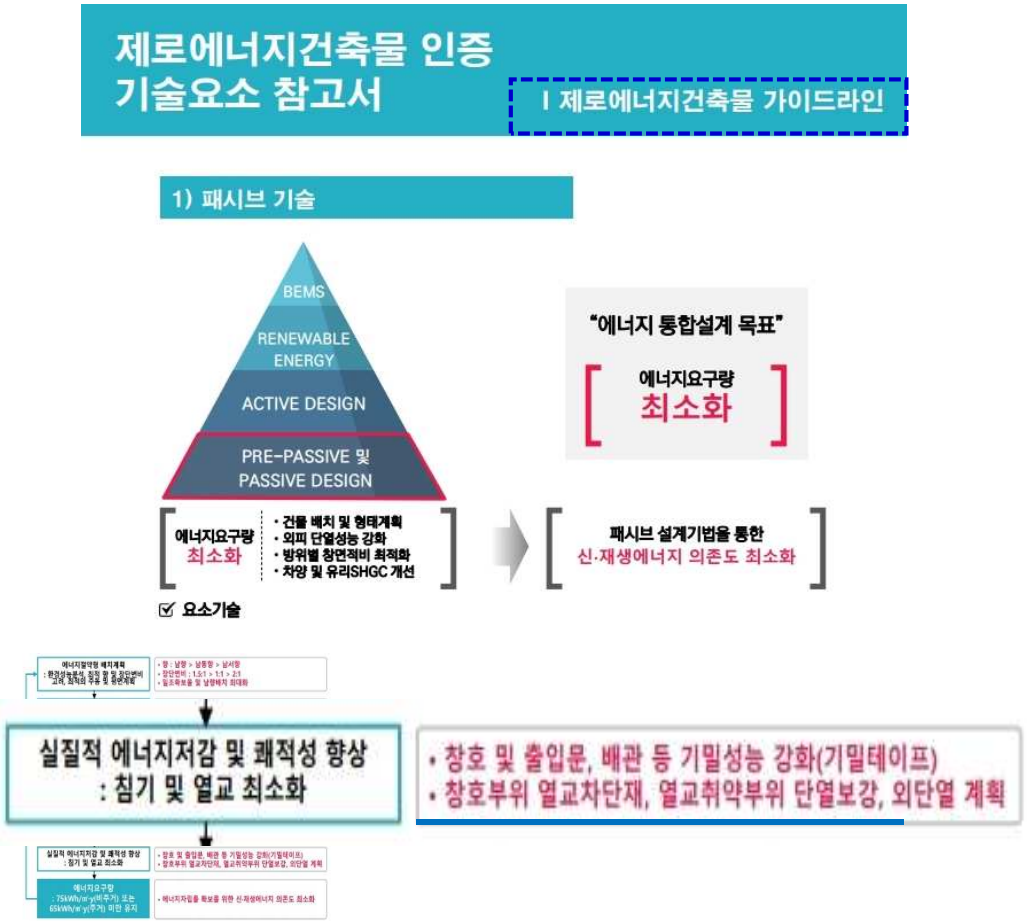
□ 검토내용

- [부분단면상세도] 외부 창호 개구부에 대하여 단열성능 확보를 위한 골조와 창틀 접합구간 단면 상세를 시공성이 확보될 수 있도록 작성하기 바람.
- 프레임은 벽체 단열재와 이어져야 함

가이드라인 • 창호 프레임 주위 열교방지 기술 I



▪ 제로에너지건축물 인증 기술요소 참고서 (한국에너지공단 2020.03)



▪ 제주도 녹색건축물 설계기준 강화 제주도 고시 2019-126호(2019.10.1)

제주특별자치도 녹색건축물 설계기준

1. 제정목적

가. 지구 온난화와 대기오염의 심화로 에너지 소비가 많은 건축물 부문의 에너지 절감 및 온실가스 감축의 중요성이 더욱 강조되고 있음.

나. 이에 따라, 국가의 온실가스 감축목표가 설정되었고 제주특별자치도에서는 녹색건축물 조성계획(2017년)과 에너지비전 2030을 수립하여 건축물 부문의 온실가스 감축목표를 달성하고자 노력하고 있음.

〔별표 2〕

에너지부문 기술요소

(제2호 나목_가), 나), 다), 라) 관련)

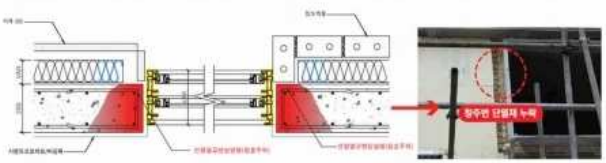
평가내용				EPI 비교	적용기준	추가 적용 사항
패시브 기술	1.단열	② 지붕	평균 열성능	EPI 0.7점 이상	의무	열관류율 0.21W/m2·K 미만
			시공			철근콘크리트 구조 지붕: 외단열 적용 목구조/철구조 지붕: 열관류율 0.18W/m2·K 이하 단열재 관통 선형 경량 철골: 열교 방지재 적용
		③ 바닥	평균 열성능	EPI 0.7점 이상	의무	열관류율 0.28W/m2·K 미만
		④ 창호(문)	평균 열성능	추가	의무	열관류율 1.5W/m2·K 이하
			시공			프레임은 벽체 단열재와 이어져야함

4. 에너지 - 패시브-단열 - 창호

평가내용			적용기준
가. 단열	창호(문) 평균	열성능	창호(문) 열관류율1.5W/(m²·K) 이하
		시공	프레임은 벽체 단열재와 이어져야 됨

검토 항목

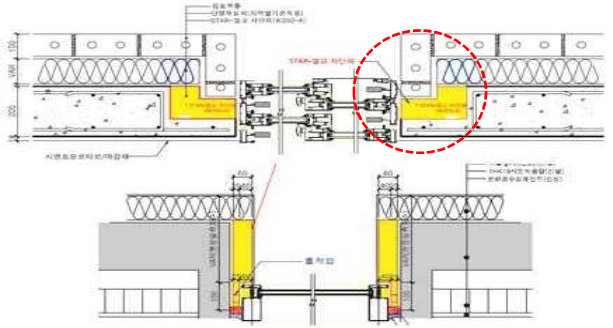
- 시험 성적서
  - 창호의 열관류율 성능 확인, 해당 내용 도면에 표기 여부 검토
  - 창호에 적용된 유리 내용 확인, 해당 유리 내용 도면에 표기 여부 검토
- 창호 설치 상세도
  - 창호프레임과 외벽 단열재 연결부위 검토



- 윗 그림처럼 단열재 연결이 끊어진 경우 곰팡이 발생 및 열손실 증가

가이드라인

- 창호 설치 열교방지 기술 1



1 건축물의 열교

▪ 지자체 건축 허가안내문 (대전시 서구/대덕구 2020.08)

건축허가 안내문

건축인허가와 관련하여 불편사항 및 부당한 요구사항(향응, 금품 등)이 있을 경우 서구 감사위원회(☎042-288-4320)으로 신고하여 주시기 바랍니다.

귀하가 건축허가(신고)를 받으신 사항에 대한 관련법규 준수사항을 아래와 같이 안내하여 드리니 반드시 이행하시어 재산권 등을 보호 받으시기 바라며, 만약 이를 이행치 않거나 위반사항이 발생될 시에는 본 허가사항을 취소하거나 공사 중지 등의 불이익 처분을 받게 될 수 있음을 알려드립니다.

아 래

1. 건축법 제11조 제7항의 규정에 의거 허가일로부터 2년 이내에 공사 착수하여야 하며 만약 허가일로부터 2년 이내에 공사에 착수하지 못하는 정당한 사유가 있을 경우에는 기한 만료일 전에 착공연기원(1년의 범위 내에서 연장가능)을 제출하여 연기승인을 받으시기 바라며, 이를 이행하지 않을 경우에는 건축허가가 취소됩니다.

2. 건축공사 전에 반드시 대지경계선 및 도시계획선 등을 정확히 확인(측량 등) 한 후 공사를 착수하시기 바랍니다.

3. 허가된 설계도서는 항상 공사현장에 비치하고, 도로변에는 가림막과 안전예방시설물을 하여 주시기 바라며, 건축법 시행규칙 제18조와 건설산업기본법 제42조 및 동법시행규칙 제 규정에 의거 공사시공자는 건설공사의 공사명, 발주자, 시공자, 공사기간 등을 기재한 표지판(붙임 양식 사용)을 아래와 같이 게시하고 **착공신고 시 공사현장에 건축허가표지판 설치 첨부하여 제출하시기 바랍니다.**

○ 규 격 : 가로 60㎝ × 세로 90㎝
○ 재 질 : 사용승인 시 까지 훼손 및 박락 등이 되지 않는 견고한 재질 사용
○ 색 상 : 바탕(흰색), 글씨(검정색)
○ 위 치 : 가설울타리와 출입문을 설치 시 - 주출입구 우측에 벽부형 설치 (대형공사장은 시민이 많이 통행하는 위치에 1개소 추가 설치) 가설울타리와 출입문을 미설치 시 - 지주식으로 설치

4. 공사현장에 가설울타리를 설치하는 경우에는 '대전광역시 가설울타리 디자인 가이드 준수하여 주시기 바라며, 착공 전 대전광역시 도시경관과(☎042-270-6443)와 가설 디자인계획(안)을 협의 후 착공신고 시 해당 협의의견 회신문서를 제출하여 주시기 바 * 협의절차 안내 및 신청서 서식: 대전광역시 도시주택정보 홈페이지(https://www.daejeon.go.kr/urb/index.do) → 도시경관 → 자료실 → 101번 게시물(2019.4.29.) 참조
https://www.daejeon.go.kr/urb/UrbNormalboardView.do?gubun=&boardId=normal_0039&ntatcSeq=1250922995&menuSeq=1303

22. **[권장사항]**지구 온난화에 대비한 기후변화에 대한 대응 및 '대전광역시 녹색건축물조성계획' 추진전략 (신축건축물 에너지 성능 강화)취지에 부합되도록 아래 권장사항을 적극 반영하여 열교현상 등에 의한 건축물의 에너지손실을 최소화하여 주시기 바랍니다.

가. 「건축물의 에너지절약설계기준」 제7조(건축부분의 권장사항)에 의한 권장사항

- 외벽부위는 외단열로 시공
- 외피의 모서리 부분은 열교가 발생하지 않도록 단열재를 연속적으로 설치하고, 기타 열교부위는 [별표11]의 외피 열교부위별 선형 열관류율 기준에 따라 충분히 단열되도록 한다.
- 창 및 문의 면적이 큰 건물에는 단열성이 우수한 로이 복층창이나 삼중창 이상의 단열성능을 갖는 창을 설치한다.
- 건물 옥상에는 조경을 하여 최상층 지붕의 열저항을 높이고, 옥상면에 직접 도달하는 일사를 차단하여 냉방부하를 감소시킨다.
- 틈새바람에 의한 열손실을 방지하기 위하여 외기에 직접 또는 간접으로 면하는 거실 부위에는 기밀성 창 및 문을 사용한다.
- 기밀성을 높이기 위하여 창 및 문 등 개구부 둘레와 배관 및 전기배선이 거실의 실내와 연결되는 부위는 외기가 침입하지 못하도록 기밀하게 처리한다.

나. 기타 열교현상 저감을 위한 권장사항

나. 기타 열교현상 저감을 위한 권장사항

- 열교현상을 줄일 수 있는 외단열 공법에서도 마감재의 설치공법에 따라 화스너와 같은 고정장치에 따른 열교, 프레임에서 발생하는 열교, 그 외 단열재 단면축소 부위 등에서의 열교가 발생하여 건축물의 단열성능을 저하시키고 결로발생 등의 원인이 되는 바, 시공 시 해당 원인에 따른 열교 차단을 위한 기술을 적극 활용하여 주시기 바랍니다.
- 특히, 발코니, 지붕에서의 단열재 끊김 부분 및 열교에 따른 결로 및 곰팡이 발생 하자 빈도가 큰 부위인 창호 주변의 열교발생, 외장재 고정장치를 통하여 발생하는 열교 현상 등에 의한 에너지 손실 및 결로발생을 최소화하여주시기 바랍니다.

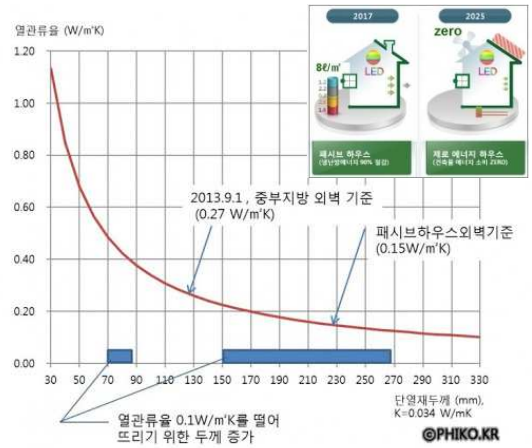
2

창호 부위 열교차단공법

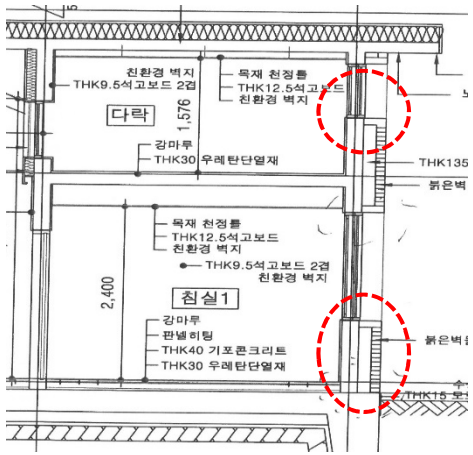
황소 바람 잡고 부자되는 휴먼하우스
Star 열교차단재가 함께합니다
www.starvilleng.co.kr

2 창호 부위 열교차단공법

▪ 기술 개발 배경



단열설계기준 강화



창호 주위 단열 결손

창 주변 열교 심각

열교에 대한 사회적문제

시공품질 미확보

창 주변 결로/곰팡이

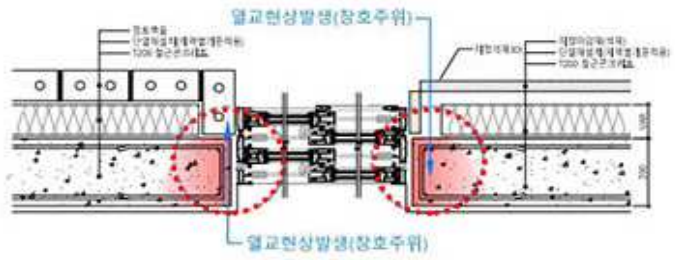
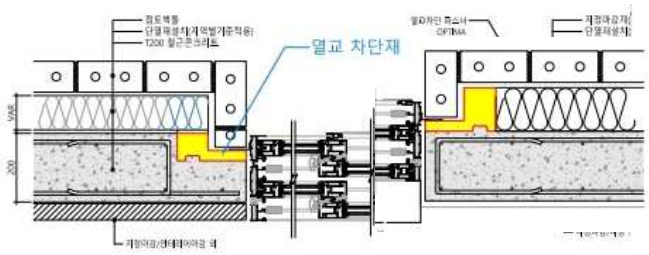
새로운 공법 개발의 필요 !!

2 창호 부위 열교차단공법

▪ 기술 개요

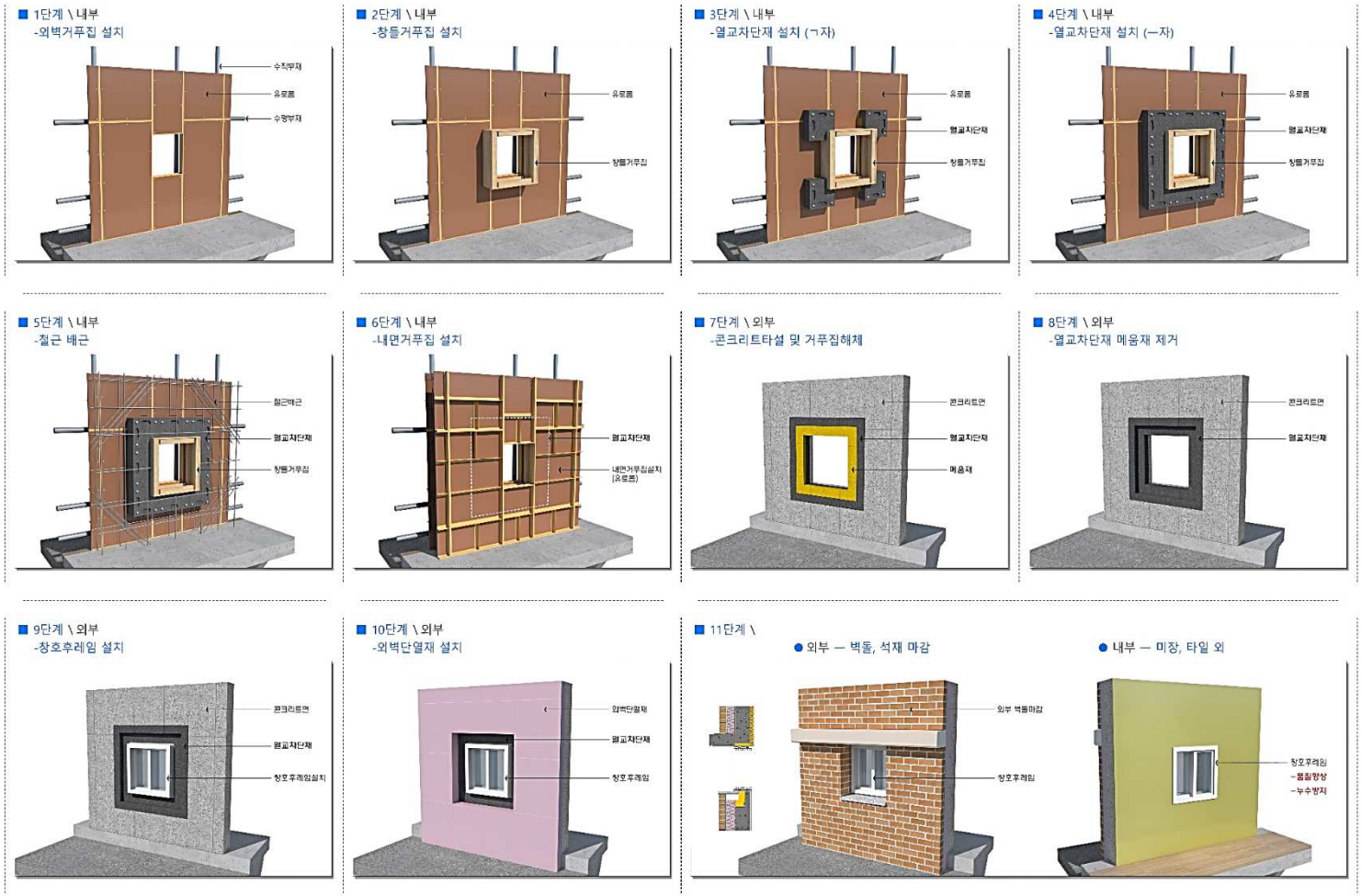
주요 기술

건축물의 벽체와 창호사이 열교 저감을 위해 본체와 메움재로 구성된 **열교차단재를 콘크리트 벽체와 타설 일체 또는 리모델링용 L자형 단차 열교차단재를 시공하여 벽체 외단열과 연속성을 갖도록 함**

기존 시공	열교차단공법 시공
	
- 창 주위 단열재 끊김으로 - 열교 및 결로, 곰팡이, 누수 발생 - 건축물 냉난방 에너지 효율 저하	- **창호 부위 단열의 연속성을 제공** - **열교 및 곰팡이, 누수 발생 억제** - **건축물 냉난방 에너지효율 증가**

2 창호 부위 열교차단공법

▪ 기술 개요



▪ 기술 동영상

황소 바람 잡고
부자되는
휴먼하우스
Star 열교차단재가 함께합니다
STARVILL (주)스타빌 엔지니어링
www.starvilleng.co.kr

3

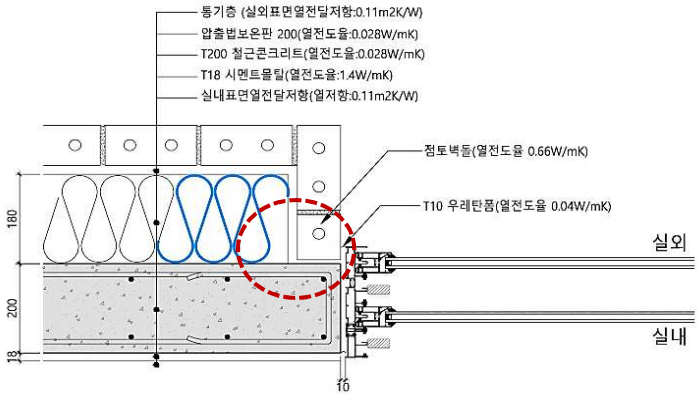
열교차단재의 성능

황소 바람 잡고 부자되는 휴먼하우스
Star 열교차단재가 함께합니다
www.starvilleng.co.kr

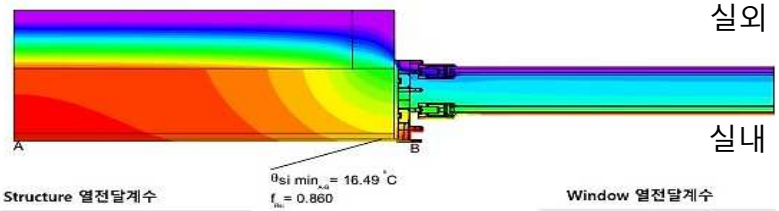
3 열교차단재의 성능

▪ 성능평가 - 선형열관류율(시뮬레이션-W200A)

기 존



IPAZEB Institute for Passive Zero energy Building 패시브제로에너지건축연구소



Structure 열전달계수

$L_{2D,struc} = \Phi_{2D,struc} / \Delta\theta$
$= U_{struc} \cdot L_{struc} = 0.148 * 1$
$= 0.148$ W/(m·K)

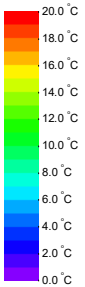
Window 열전달계수

$L_{2D,win} = \Phi_{2D,win} / \Delta\theta$
$= U_{win} \cdot L_{win}$
$= 0.972$ W/(m·K)

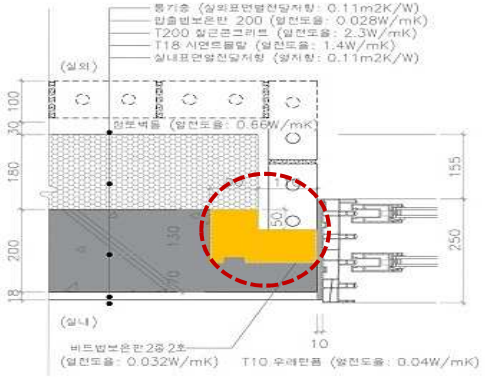
0.416W/(mK)

설치열교

$\Psi_{install,기준} = L_{2d,detail} - \sum_{i=1} U_i \cdot L_i = 1.536 - (0.972 + 0.148) = \mathbf{0.416\ W/(m \cdot K)}$



열교차단공법

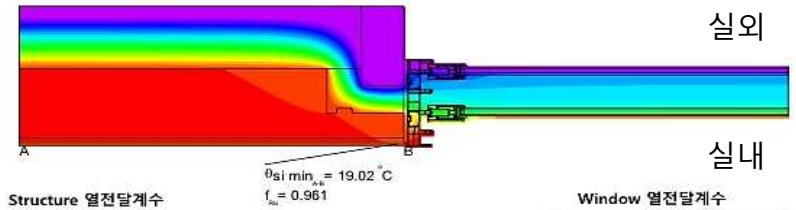


IPAZEB

인증기준
KIAEBS 2017 C01
시뮬레이션 기준:
ISO 10211
ISO 10077-1
ISO 10077-2
ISO 15099
ISO 10456

인증방법
이 인증보고서는 상기 언급된 인증기준에 따른 평가방법을 적용했으며, 해당 결과값 및 성능은 각각 적용된 기준에 의한 내용임을 증명함

건물에너지 성능을 규정하는 결과값으로 ISO 13790 및 DIN V 18599 입력 값에 적합한 결과 값임



Structure 열전달계수

$L_{2D,struc} = \Phi_{2D,struc} / \Delta\theta$
$= U_{struc} \cdot L_{struc} = 0.148 * 1$
$= 0.148$ W/(m·K)

Window 열전달계수

$L_{2D,win} = \Phi_{2D,win} / \Delta\theta$
$= U_{win} \cdot L_{win}$
$= 0.972$ W/(m·K)

0.062W/(mK)

설치열교

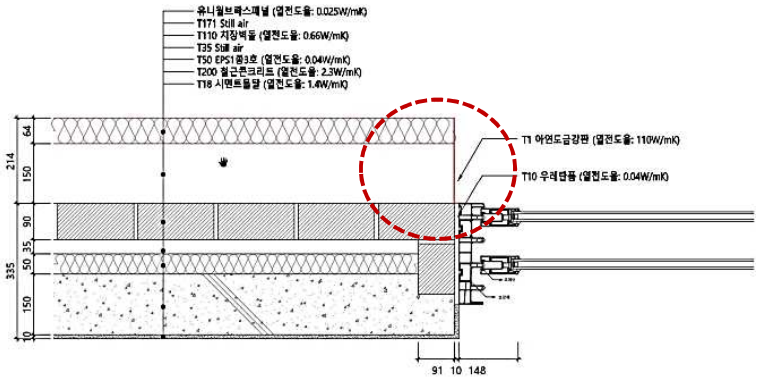
$\Psi_{install,열교차단블럭} = L_{2d,detail} - \sum_{i=1} U_i \cdot L_i = 1.182 - (0.972 + 0.148) = \mathbf{0.062\ W/(m \cdot K)}$

에너지 절감율 약 85%

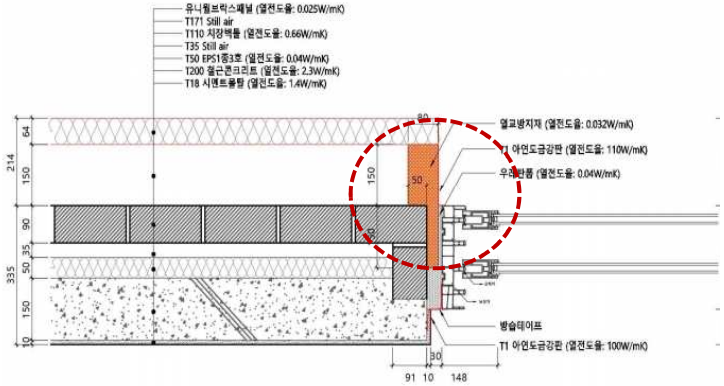
3 열교차단재의 성능

▪ 성능평가 - 선형열관류율(시뮬레이션-W150RE)

기 존

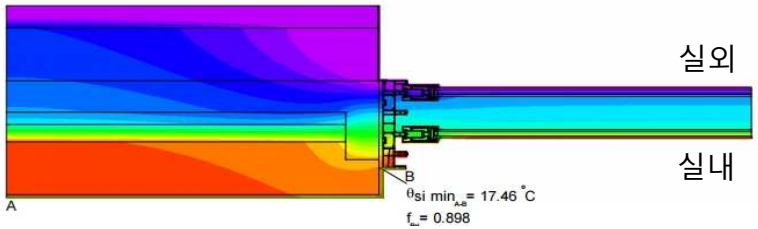


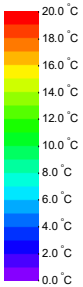
열교차단공법



IPAZEB Institute for Passive Zero energy Building 패시브제로에너지건축연구소

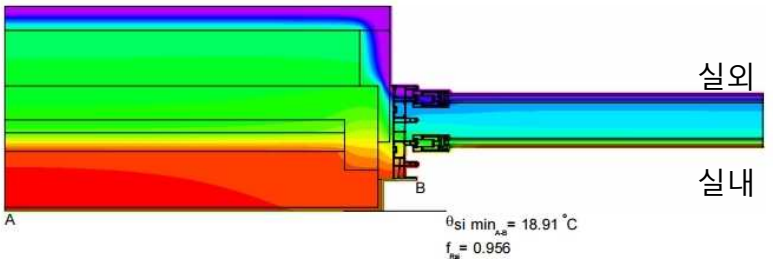
$$\psi_{A,B,C,\cdots} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{38.341}{25.000} - 0.236 \cdot 1.000 - 0.979 \cdot 1.000 = 0.319\ W/(m \cdot K)$$





0.319 W/(mK)

$$\psi_{A,B,C,\cdots} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{31.522}{25.000} - 0.235 \cdot 1.000 - 0.979 \cdot 1.030 = 0.017\ W/(m \cdot K)$$

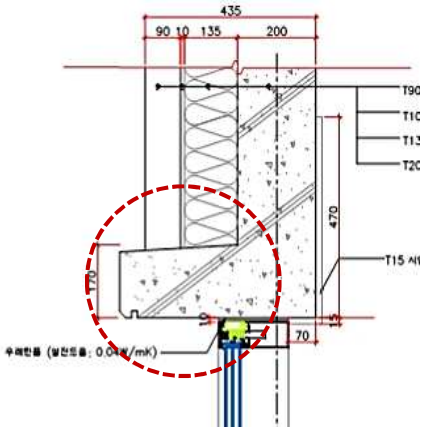


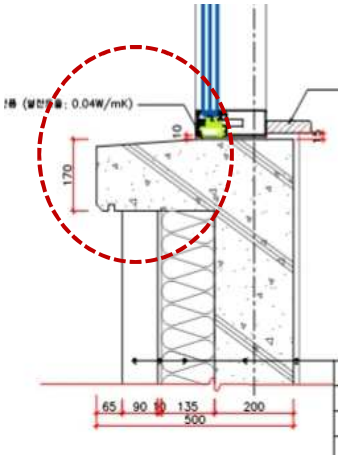
0.017 W/(mK)

에너지 절감율 약 90.8%

3 열교차단재의 성능

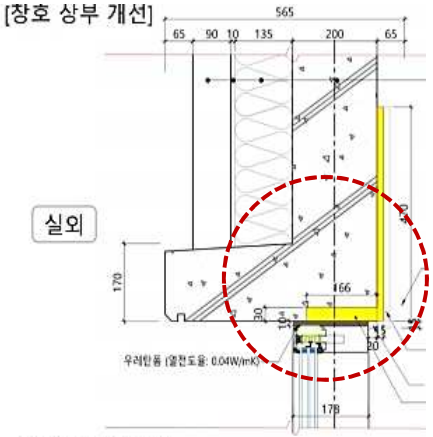
▪ 성능평가 - 선형열관류율(시뮬레이션-W150A)



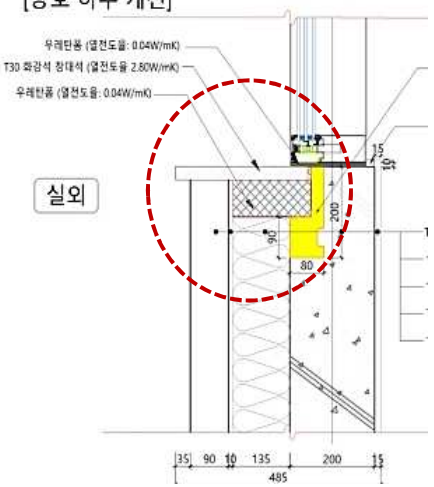


개선 전

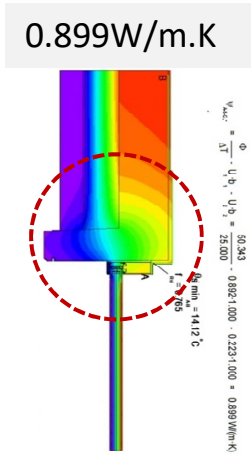
[창호 상부 개선]

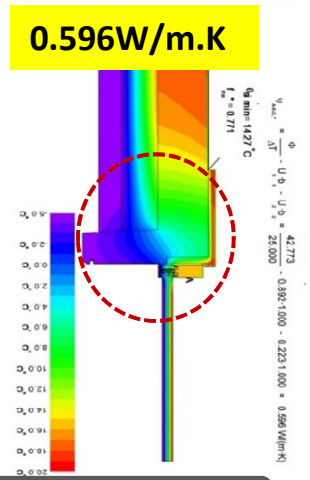


[창호 하부 개선]

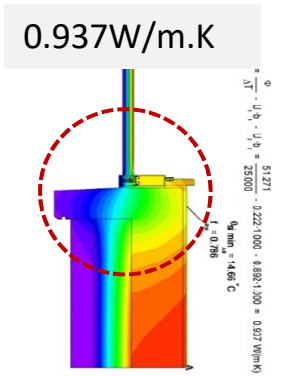


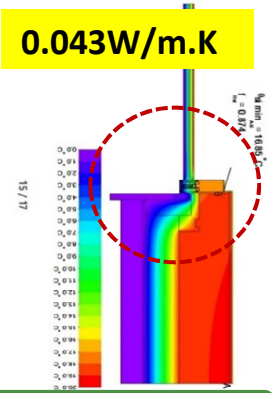
개선 후





상부 에너지절감율 33.8%





하부 에너지절감율 95.4%

3 열교차단재의 성능

▪ 건축물 성능지표 EPI 배점

구분	구조체 열교부위 형상	단열 보강 유무	선형 열관류율 (W/mK)	구분	구조체 열교부위 형상	단열 보강 유무	선형 열관류율 (W/mK)
X-6		없음	0.820(1.085)	X-10		없음	1.090
		① 또는 ②	0.600(0.850)			①+③	1.065
		①+②	0.550(0.800)			①+②+③	0.915
X-7		없음	0.960(1.220)	I-1		없음	0.780(1.045)
		① 또는 ②	0.860(1.115)			①	0.445(0.715)
		①+②	0.730(0.970)				
X-8		없음	0.760(0.885)	I-2		없음	0.655
		①	0.330(0.445)			①	0.390
X-9		없음	0.610(0.750)	I-3		없음	0.810(0.930)
		①+③	0.580(0.720)			①	0.595(0.710)
		①+②+③	0.555(0.690)				
평가 대상 제외[주1]							커튼월 부위 또는 샌드위치 패널 부위

※ 외측은 단열시공이 되는 부위의 구조체를 기준으로 건축물의 바깥쪽을 말하며, 내측은 단열시공이 되는 부위의 구조체를 기준으로 건축물의 안쪽을 말한다.

※ 외피 열교부위란 외기에 직접 면하는 부위로서 단열시공이 되는 외피의 열교발생 가능부위(외기에 직접 면하는 부위로서 단열시공이 되는 부위와 외기에 간접 면하는 부위로서 단열시공이 되는 부위가 접하는 부위는 평가대상에 포함)를 말한다.
주1) T형 및 L형에서 단열시공이 연속적으로 된 부위, 커튼월 부위, 샌드위치 패널 부위는 평가대상에서 예외(커튼월 부위 또는 샌드위치 패널 부위가 벽식 구조체 부위와 복합적으로 적용된 건축물의 경우는 벽식 구조체 부위만 평가)

※ 외피 열교부위의 단열 성능은 외피의 열교발생 가능부위들의 선형 열관류율을 길이가중 평균하여 산출한 값을 말한다. (단, 외기에 직접 면하는 부위로서 단열시공이 되는 외벽면적(창 및 문 포함)에 대한 창 및 문의 면적비가 **50%** 미만일 경우에 한하여 외피 열교부위의 단열 성능점수 부여)
- 외피 열교부위의 단열 성능 계산식 =
[Σ(외피의 열교발생 가능부위별 선형 열관류율 × 외피의 열교발생 가능부위별 길이)] / (Σ외피의 열교발생 가능부위별 길이)

※ 외단열 적용 시 건식 마감계 부착을 위해 단열재를 관통하는 철물을 삽입하는 경우에는 괄호안의 값을

(12쪽 중 제3쪽)

2. 에너지성능지표[주1]

항 목	기본배점 (a) 비주거 대형 (3,000㎡ 이상)	기본배점 (a) 비주거 소형 (500~3,000㎡ 미만)	기본배점 (a) 주거 주택 1	기본배점 (a) 주거 주택 2	배점 (b) 1점	0.9점	0.8점	0.7점	0.6점	평점 (a×b)	근거
1. 외벽의 평균 열관류율 Ue(W/㎡·K) [주2] [주3] (창 및 문을 포함)	21	34			중부1 0.380미만	0.380~0.430미만	0.430~0.480미만	0.480~0.530미만	0.530~0.580미만		
					중부2 0.490미만	0.490~0.560미만	0.560~0.620미만	0.620~0.680미만	0.680~0.740미만		
					남부 0.620미만	0.620~0.690미만	0.690~0.760미만	0.760~0.840미만	0.840~0.910미만		
					제주 0.770미만	0.770~0.860미만	0.860~0.950미만	0.950~1.040미만	1.040~1.130미만		
			31	28	중부1 0.300미만	0.300~0.340미만	0.340~0.380미만	0.380~0.410미만	0.410~0.450미만		
					중부2 0.340미만	0.340~0.380미만	0.380~0.420미만	0.420~0.460미만	0.460~0.500미만		
					남부 0.420미만	0.420~0.470미만	0.470~0.510미만	0.510~0.560미만	0.560~0.610미만		
					제주 0.550미만	0.550~0.620미만	0.620~0.680미만	0.680~0.750미만	0.750~0.810미만		
2. 지붕의 평균 열관류율 Ur (W/㎡·K) [주2] [주3] (천창 등 투명 외피부분을 제외한 부위의 평균 열관류율)	7	8	8	8	중부1 0.090미만	0.090~0.100미만	0.100~0.110미만	0.110~0.130미만	0.130~0.150미만		
					중부2 0.090미만	0.090~0.100미만	0.100~0.110미만	0.110~0.130미만	0.130~0.150미만		
					남부 0.110미만	0.110~0.120미만	0.120~0.140미만	0.140~0.150미만	0.150~0.180미만		
					제주 0.150미만	0.150~0.170미만	0.170~0.190미만	0.190~0.210미만	0.210~0.250미만		
3. 최하층 거실바닥의 평균 열관류율 Uf (W/㎡·K) [주2] [주3]	5	6	6	6	중부1 0.100미만	0.100~0.110미만	0.110~0.130미만	0.130~0.150미만	0.150~0.180미만		
					중부2 0.120미만	0.120~0.130미만	0.130~0.150미만	0.150~0.170미만	0.170~0.210미만		
					남부 0.150미만	0.150~0.170미만	0.170~0.190미만	0.190~0.210미만	0.210~0.260미만		
					제주 0.200미만	0.200~0.220미만	0.220~0.250미만	0.250~0.280미만	0.280~0.340미만		
4.외피 열교부위의 단열 성능(W/mK) (단, 창 및 문 면적비가 50% 미만일 경우에 한함)	4	6	6	6	0.400미만	0.400~0.440미만	0.440~0.475미만	0.475~0.515미만	0.515~0.550미만		

* 건축물의 에너지절약설계기준

[별표 11] 외피열교부위별 선형열관류율 기준

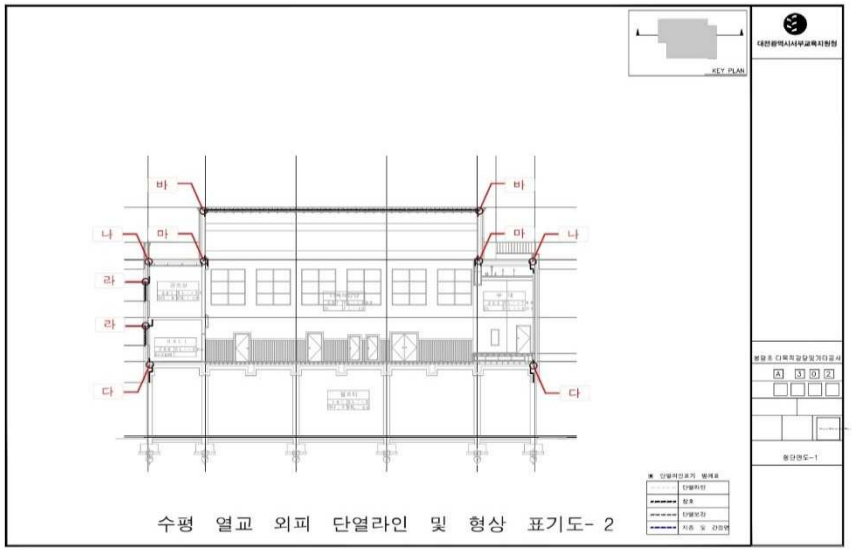
- 건축물 창호주위 인방(하부)제거 및 열교차단재 적용으로 **EPI 4번항목 추가 배점 가능**
- 점수 획득(예-소형 비주거3.6점 이상 가능) 선형열관류율 성능 향상

▪ 건축물 성능지표 EPI 배점

번호	날짜	설계명	면적/형태	취득/배점	비고
1	20.05	OO요양원 신축공사	500-3000㎡	**6** / 6	충남
2	20.01	OO초등학교 다목적강당 증축공사	500-3000㎡	**5.4** / 6	
3	20.03	OO초등학교 다목적강당 증축공사	500-3000㎡	**5.4** / 6	대전
4	19.11	OO 주민자치센터 신축공사	500-3000㎡	**5.4** / 6	
5	19.10	OO초등학교 다목적강당 증축공사	500-3000㎡	**4.2** / 6	
6	20.04	OO초등학교 다목적강당 증축공사	500-3000㎡	**4.2** / 6	
7	19.10	OOO 농촌중심지활성화 사업	500-3000㎡	**3.6** / 6	
8	20.04	OOOO보건소 신축공사	500-3000㎡	**3.6** / 6	인천

3 열교차단재의 성능

- 발주처: oo광역시 oo교육지원청
- 공사명: oo초등학교 다목적강당 증축공사



수평 열교 외피 단열라인 및 형상 표기도- 2

❑ 선형 열관류율 길이 산출 근거

부위명	수평 열교 길이(M)	수직 열교 길이(M)				선형 열관류율 길이(M)
	1층, 2층, 지붕	정면	좌측면	배면	우측면	
가	12.6	0	0	0	0	12.6
나	125.016	0	0	0	0	125.016
다	136.266	0	0	0	0	136.266
라	90.4	0	0	0	0	90.4
마	70.05	0	0	0	0	70.05
마-1	0.9	0	0	0	0	0.9
바	8.324	0	0	0	0	8.324
사	0	0	5.55	19.75	15.2	40.5
합계	443.556	0	5.55	19.75	15.2	484.056

*외피 열교부위별 선형 열관류율 계산표
*외피 열교부위 단열성능 평가 대상 여부 : 창면적비 → 50%미만으로 평가 대상 해당됨

구분	외피 열교부위 형상	부위명	단열보강유무	선형 열관류율 (W/Mk)	선형 열관류율 길이 (m)	선형열관류율*길이 (W/K)	비고
가		L-1	1+2번	0.435	12.60	5.481	외벽 마감재 부착-습식 (단열재 콘크리트 타설시공) (단열재 관통 고정철물 없음) 단열보강- 열저항 0.27, 300mm 적용
나		L-3	1번	0.410	125.02	51.25656	외벽 마감재 부착-습식 (단열재 콘크리트 타설시공) (단열재 관통 고정철물 없음) 단열보강- 열저항 0.27, 300mm 적용
다		T-1	1번	0.485	136.27	66.08901	외벽 마감재 부착-습식 (단열재 콘크리트 타설시공) (단열재 관통 고정철물 없음) 단열보강- 열저항 0.27, 300mm 적용
라		T-5	2번	0.665	90.40	60.116	외벽 마감재 부착-습식 (단열재 콘크리트 타설시공) (단열재 관통 고정철물 없음) 단열보강- 열저항 0.27, 300mm 적용
마		T-8	1+2번	0.565	70.05	39.57825	외벽 마감재 부착-습식 (단열재 콘크리트 타설시공) (단열재 관통 고정철물 없음) 단열보강- 열저항 0.27, 300mm 적용
마-1		T-8	2번	0.570	0.90	0.513	외벽 마감재 부착-습식 (단열재 콘크리트 타설시공) (단열재 관통 고정철물 없음) 단열보강- 열저항 0.27, 300mm 적용
바		T-7	1+2번	0.600	8.32	4.9944	외벽 마감재 부착-습식 (단열재 콘크리트 타설시공) (단열재 관통 고정철물 없음) 단열보강- 열저항 0.27, 300mm 적용
사		T-6	무	0.000	40.50	0	외벽 마감재 부착-습식 (단열재 콘크리트 타설시공) (단열재 관통 고정철물 없음) 단열보강- 열저항 0.27, 300mm 적용

합 계			484.06	228.03
외피 열교부위의 단열 성능 (W/m.k)			0.4711	
EPI 4번 항목 배점	0.400 미만	1.000	4.8 점	
	0.400 – 0.440 미만	0.900		
	0.440 – 0.475 미만	0.800		
	0.475 – 0.515 미만	0.700		
	0.515 – 0.550 미만	0.600		

EPI 4번항목 배점 4.8점 획득

3 열교차단재의 성능

- 발주처: oo남도 oo교육지원청
- 공사명: oo초등학교 다목적강당 증축공사

(사)한국교육녹색환경연구원
Korea Institute of Sustainable Design and Educational Environment

건축주 및 건축물 인쇄

기준서식	[국토교통부 고시 제2017-881호] 시행 : 2018.09.01, 고시 : 2017.12.28		
* 에너지절약계획서 용도	비주거 소형(500~3,000㎡미만)	* 지역 구분	중부2

※ 에너지절약계획서 [용도] 및 [지역구분]은 성능지표 배점 등의 기준이 되어 최초 저장 후 수정이 불가능합니다.

건축주 및 건축물

건축주	성명(법인명)	충청남도 부여교육지원청	전화번호	0418308244
건축물	명칭	규암초등학교		
	건축물주소	충청남도 부여군 규암면 계백로 3		
건축	건축주 구분	○민간 ◉공공기관	건축구분	선택증축
	건축물 상세명칭	G동 다목적강다		

	항 목	평 점 신청	평 점 확인	보완유무
성능지표검토서	1.외벽의 평균 열관류율 Ue(W/m².K)주2) 주3) (창 및 문을 포함)	8		보완
	건축1 보완조치 후 검토예정. 근거서류 동일하게 업로드바람.			
	2.지붕의 평균 열관류율 Ur (W/m²K)주2) 주3) (천창 등 투명 외피부분을 제외한 부위의 평균 열관류율)	0		보완
	건축1 보완조치 후 검토예정. 근거서류 동일하게 업로드바람.			
	3.최하층 거실바닥의 평균 열관류율 Uf (W/m²K) 주2) 주3)	5.4		보완
	건축1 보완조치 후 검토예정. 근거서류 동일하게 업로드바람.			
	4.외피 열교부위의 단열 성능 (W/mK) (단, 창 및 문 면적비가 50% 미만일 경우에 한함)	4.2	4.2	정상

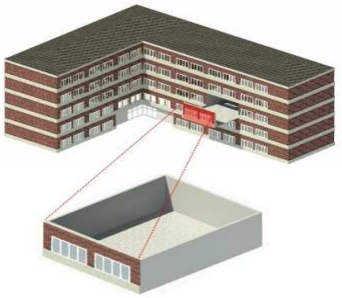
3 열교차단재의 성능

▪ 학교 창호 부위 열교차단재 적용효과 분석

평가 모델	바닥면적(TFA)[1]	57.40m²	창호 면적[2]	11.52m²
	벽체 면적[3]	21.20m²	재실자 수	27

지역	연간 난방 에너지요구량[2]		절감률
	기존 [kWh/년]	150A 적용 [kWh/년]	
중부1지역	3948.71	2863.65	27.23%
중부2지역	3233.36	2342.02	27.57%
남부지역	2522.96	1809.51	28.28%
제주도	2144.73	1543.35	28.04%

지역	창호 열손실량 비교[1]		절감률
	기존 [kWh/년]	150A 적용 [kWh/년]	
중부1지역	1806.05	698.73	61.31%
중부2지역	1494.84	571.67	61.76%
남부지역	1231.73	478.19	61.18%
제주도	1043.47	405.33	61.16%



IPAZEB Institute for Passive Zero energy Building 패시브제로에너지건축연구소

지역	경제성 비교[3]		절약 금액 [원/년]
	기존 [원/년]	150A 적용 [원/년]	
중부1지역	3,225,306	2,339,029	886,277
중부2지역	2,641,008	1,912,961	728,047
남부지역	2,060,753	1,478,007	582,746
제주도	1,751,815	1,260,608	491,207

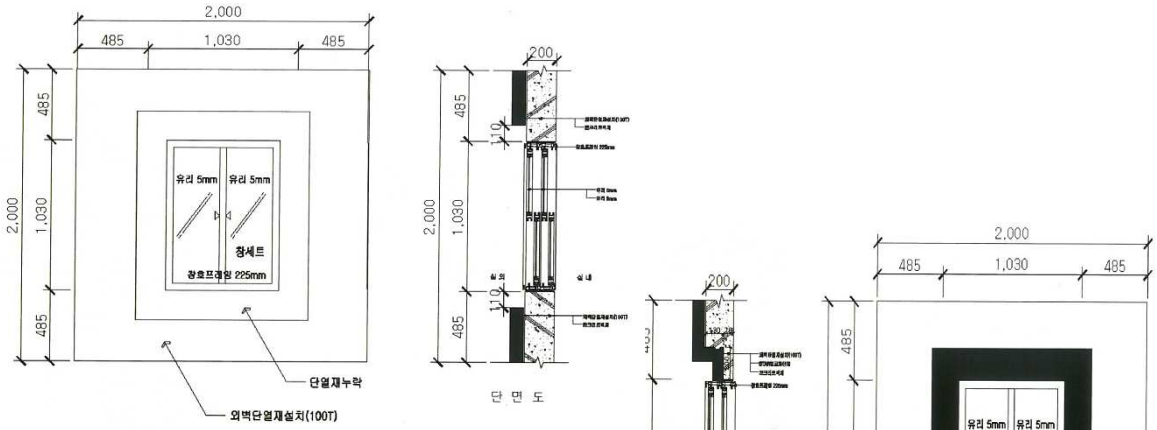
1) 설치 열교를 포함한 창호 열손실량 비교.
2) ISO 52016-1 기준 난방 에너지 요구량 검토 (PHPP 해석 결과).
3) 경제성 비교는 2020년 8월 2주 실내등유 가격 816.80원을 기준으로 검토.

➢ **중부1지역 24학급 고등학교 기준,**
연간 난방비 약 3,000만원 절감

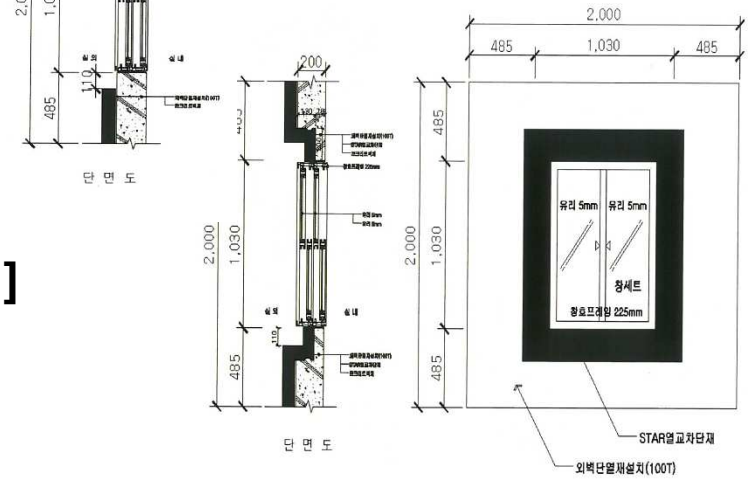
3 열교차단재의 성능

▪ 성능평가 – 열관류율(실플랜트)

KS F 2278: 2014에서 제시하고 있는 기준에 준한 플랜트 제작, 성능 평가 실시



[기존 기술]



[열교차단재]

구 분	열관류율
기존기술	1.847 8 W/㎡. k
열교차단재	**0.665 4 W/㎡. k**

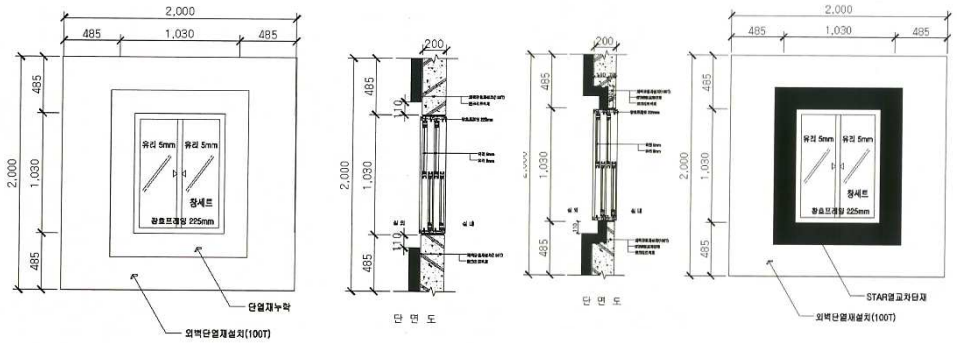
실플랜트 열관류율
비교시험결과
열관류율이 기존기술대비
64.0% 향상되어
에너지 효율 매우 우수

(출처 : 중소기업벤처기업부 성능인증)

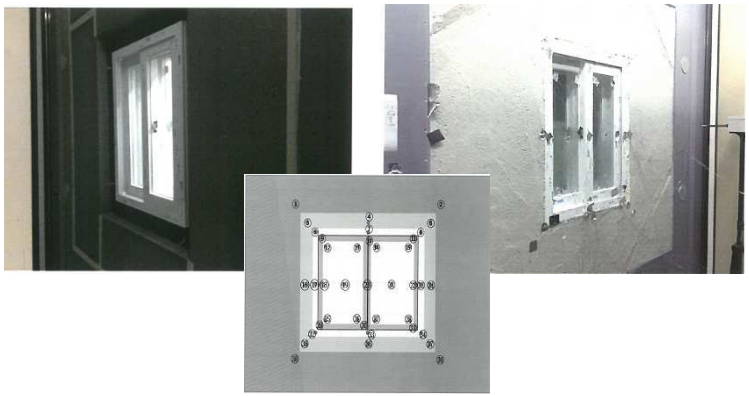
3 열교차단재의 성능

▪ 성능평가 - 결로

국토교통부고시, 제2015-141111호에 따른 성능 평가 시험, 의뢰자 제시는 지역 2기준에 준하는 성능 평가



[기존 기술] [열교차단재]



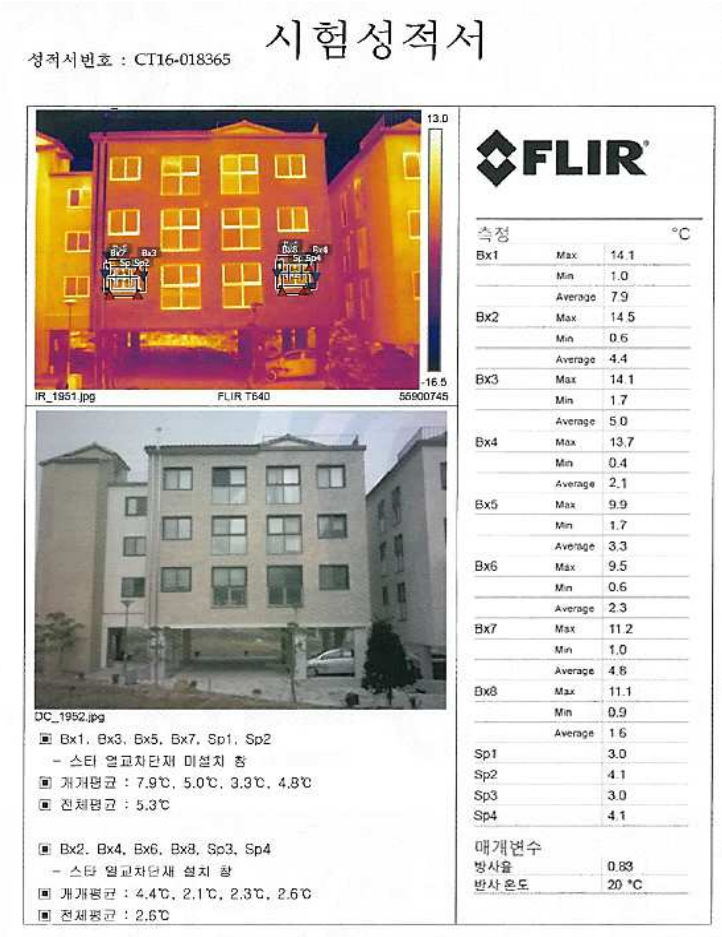
시험항목 (온도 차이 비율)	기존 기술	열교차단 공법
벽 체	0.37	0.13
열교차단재		0.15
창 틀	0.26	0.15

➢ **결로 시험 결과 기존기술 대비 온도 저하율이 낮아 벽체에서 59.5%, 창틀에서 42.3%의 결로방지성능 향상**

(출처 : 중소기업벤처기업부 성능인증)

3 열교차단재의 성능

▪ 적외선 열화상 진단에 의한 에너지 손실 절감 효과



시험성적서

성적서번호 : CT16-018365

- Bx1, Bx3, Bx5, Bx7, Sp1, Sp2
  - 스타 열교차단재 미설치 창
- 개개평균 : 7.9℃, 5.0℃, 3.3℃, 4.8℃
- 전체평균 : 5.3℃

- Bx2, Bx4, Bx6, Bx8, Sp3, Sp4
  - 스타 열교차단재 설치 창
- 개개평균 : 4.4℃, 2.1℃, 2.3℃, 2.6℃
- 전체평균 : 2.6℃

FLIR

측정		℃
Bx1	Max	14.1
	Min	1.0
	Average	7.9
Bx2	Max	14.5
	Min	0.6
	Average	4.4
Bx3	Max	14.1
	Min	1.7
	Average	5.0
Bx4	Max	13.7
	Min	0.4
	Average	2.1
Bx5	Max	9.9
	Min	1.7
	Average	3.3
Bx6	Max	9.5
	Min	0.6
	Average	2.3
Bx7	Max	11.2
	Min	1.0
	Average	4.8
Bx8	Max	11.1
	Min	0.9
	Average	1.6
Sp1		3.0
Sp2		4.1
Sp3		3.0
Sp4		4.1

매개변수	
방사율	0.83
반사 온도	20 °C

시험항목	기존기술	열교차단공법
적외선 열화상 진단 개개 평균온도(℃)	7.9/5.0/3.3/4.8	4.4/2.1/2.3/2.6
적외선 열화상 진단 전체 평균온도(℃)	5.3	2.6

➢ **열교차단재 적용으로 건물 내부의 열에너지 외부로 유출이 감소하여 기존 기술 2.7℃의 에너지 손실절감 효과를 보임.**

(출처 : 중소기업벤처기업부 성능인증)

3 열교차단재의 성능

▪ 기존 건축물의 창호 부위 열교차단재 적용효과 분석

구 분		내 용
용 도		업무시설(공공업무시설)
건축규모		지하2층/지상5층
구 조		철근콘크리트 구조
연면적	지상층	2,085.22㎡
	지하층	838.64㎡
	합 계	2,923.86㎡
외피면적		4,270.5㎡
창호 접합부길이		1,323.44 m

한국패시브건축협회 Passive House Institute Korea

	항 목	미적용	열교차단재	대 비
난방	난방성능(리터/㎡)	4.7	3.1	34% ↓
	난방에너지요구량 (kWh/㎡)	47.21	30.67	35% ↓
	난방 부하(W/㎡)	33.8	26.2	22% ↓
총량	총에너지소요량	90	73	19% ↓
	1차에너지소요량 (kWh/㎡)	157	140	11% ↓
비용	연간난방비용	5,378,500원	3,528,500원	34% 절감
검토 결과	(Level 3) Low Energy House 에너지 절약형 주택			

인증기준

ISO13790 기반
Energy#프로그램

비교시험결과

전체 난방에너지 요구량이

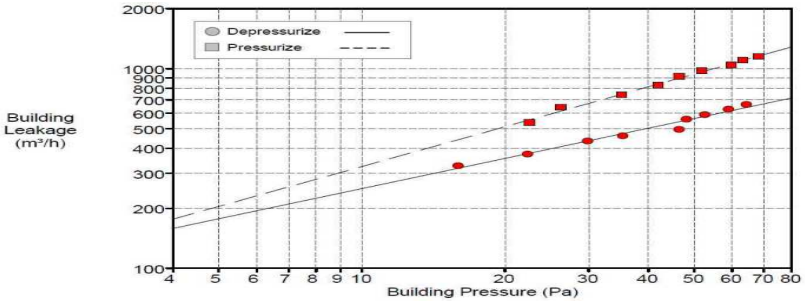
기존기술대비 약 35% 감소됨.

3 열교차단재의 성능

▪ Blower Door Test를 통한 기밀성 측정(OO애육원)

▷1동 건물

▷2동 건물



▷기밀성측정 결과

항 목	열교차단재		비 고
	적용동(1동)	미적용동(2동)	
공기 교환율	2.72 ACR(1/h)	12.47 ACR(1/h)	약 5.0배 기밀성 향상
1차 에너지 소요량	193.3kWh (㎡.year) 에너지효율 등급 기준 1+등급	595.7kWh (㎡.year) 에너지효율 등급 기준 6등급	약 3.0배 에너지 소요량 차이

▷BLOWER DOOR TEST

▷에너지성능평가 간담회

열교차단재를 적용한 리모델링 건물은

실내의 쾌적성과 에너지효율이 향상됨

한국건물에너지기술원
Korea Institute of Building Energy Technology

3 열교차단재의 성능

▪ 각종 인증 및 국내외 특허

우수제품지정증서

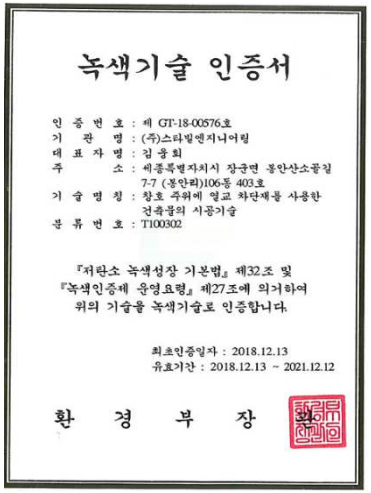
지정번호 2016168

제 품 명 : 열교차단재
업 체 명 : (주)스타빌엔지니어링
대표자명 : 김 응 희
지정기간 : 2016. 12. 22 ~ 2022. 12. 21
지정범위 : 붙별첨조

위 제품을 조달사업에관한법률
제9조의2 및 동법시행령 제18조에 따라
위와 같이 우수제품으로 지정합니다

2019년 3월 11일

조 달 청


녹색기술 인증서

인 증 번 호 : 제 GT-18-00576호
기 관 명 : (주)스타빌엔지니어링
대 표 자 명 : 김 응 희
주 소 : 세종특별자치시 장군면 용안산소공길 7-7 (봉안리)106동 403호
기 술 명 칭 : 창호 주위에 열교 차단재를 사용한 건축물의 시공기술
분 류 번 호 : T100302

『저탄소 녹색성장 기본법』 제32조 및
『녹색인증제 운영요령』 제27조에 의거하여
위의 기술을 녹색기술로 인증합니다.

최초인증일자 : 2018.12.13
유효기간 : 2018.12.13 ~ 2021.12.12

환 경 부 장

제 17498 호

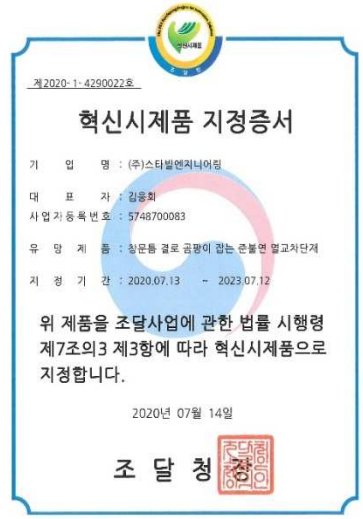
환경표지 인증서

1. 상 호 : (주)스타빌엔지니어링
2. 사 업 자 등 록 번 호 : 574-87-00083
3. 소 재 지 : 세종특별자치시 장군면 용안산소공길 7-7, 106동 403호
4. 공장 · 사업장소재지 : 세종특별자치시 장군면 하봉송주공길 66
5. 대 표 자 성 명 : 김응희
6. 대 상 제 품 : EL243. 보온 · 단열재
7. 상표명/용도 · 제품서비스 : 열절연기
8. 인 증 기 간 : 2019.08.29 부터 2021.08.28 까지
9. 인 증 사 유 : "자원순환성 향상, 에너지 절약"

「환경기술 및 환경산업 지원법」 제17조제3항, 같은 법 시행령 제22조제2항 및 같은 법 시행규칙 제13조제2항에 따라 환경표지대상제품의 인증기준에 적합하므로 환경표지의 사용을 인증합니다.

2019년 08월 28일

한국환경산업기술원장


제2020-1-4290022호

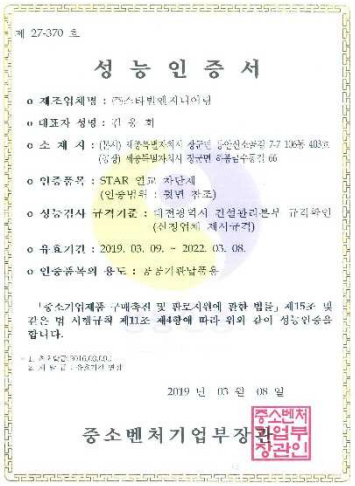
혁신시제품 지정증서

기 업 명 : (주)스타빌엔지니어링
대 표 자 : 김응희
사업자등록번호 : 5748700083
유 망 제 품 : 창문틈 결로 곰팡이 잡는 콘돌연 열교차단재
지 정 기 간 : 2020.07.13 ~ 2023.07.12

위 제품을 조달사업에 관한 법률 시행령
제7조의3 제3항에 따라 혁신시제품으로
지정합니다.

2020년 07월 14일

조 달 청


제 27-370 호

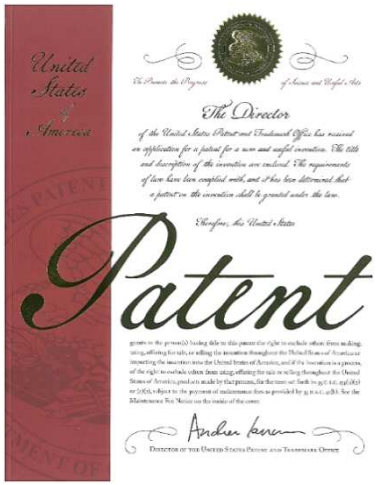
성 능 인 증 서

o 제조업체명 : (주)스타빌엔지니어링
o 대표자 성명 : 김 응 희
o 소 재 지 : (본사) 세종특별자치시 장군면 용안산소공길 7-7 106동 403호
(공장) 세종특별자치시 장군면 하봉송주공길 66
o 인증품목 : STAR 열교 차단재
(인증범위 : 최대 압축)
o 성능검사 규격기준 : 건설생활환경시험연구원 규격확인
(산업표준 제시규격)
o 유효기간 : 2019. 03. 09. ~ 2022. 03. 08.
o 인증품목의 용도 : 건물기타난방용

「중소기업제품 구매촉진 및 판로지원에 관한 법률」 제15조 및 같은 법 시행규칙 제11조 제4항에 따라 위와 같이 성능인증을 합니다.

2019 년 03 월 08 일

중소벤처기업부장관


United States of America

The Director

Patent

Andrei Iancu

特 許 証

特許第6514785号

発明の名称 暖かい家を建築するための窓枠断熱工法

特許権者 大韓民国、30055 セジョン チャングン ーミョン ボンアンサンソプキル、7-7、#106-403
国籍：大韓民国
スターヴィルエンジニアリング カンパニー リミテッド

発明者 キム、ウン フェ

出願番号 特願2017-546735
出願日 平成27年 6月22日
登録日 平成31年 4月19日

この発明は、特許すべきものと確定し、特許原簿に登録されたことを証する。

特許庁長官 宗像直子

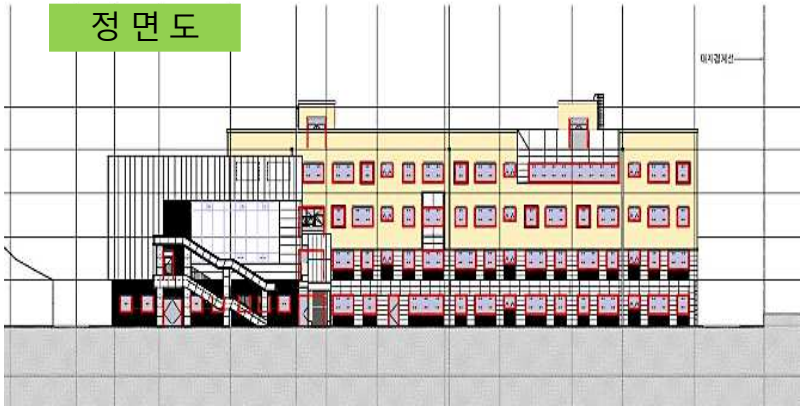
4 열교차단재 설계 및 시공사례

황소 바람 잡고 부자되는 휴먼하우스
Star 열교차단재가 함께합니다
www.starvilleng.co.kr

▪ 대전행복학교 신축공사

명 칭	규 격	부 호
열교차단재	W150-A	

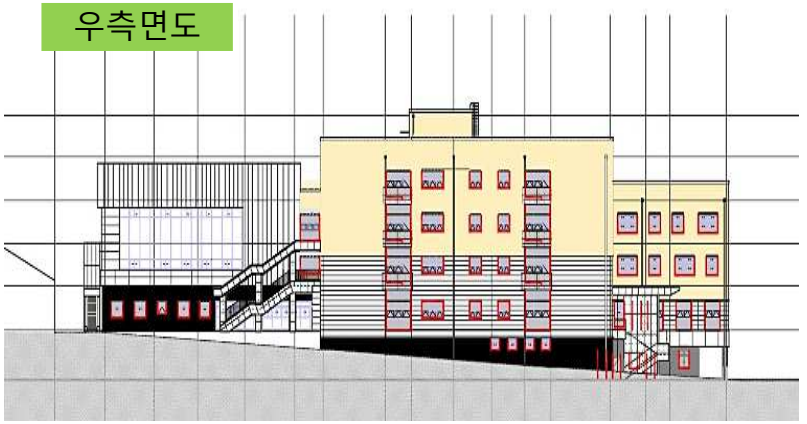
정 면 도



좌측면도

배 면 도

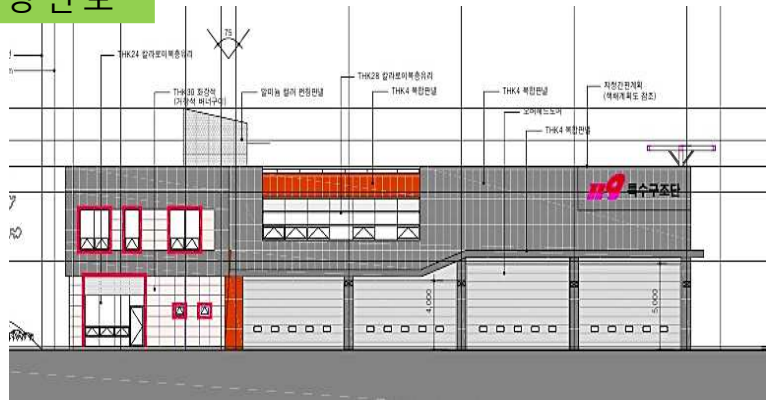
우측면도



(창문틀 주변 열교 발생부위 도면표기)

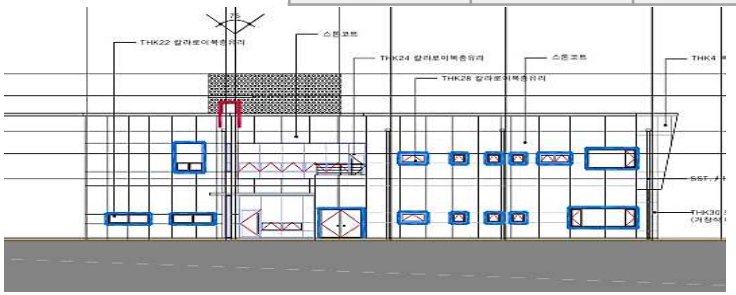
▪ 119특수구조단 신축공사

정 면 도

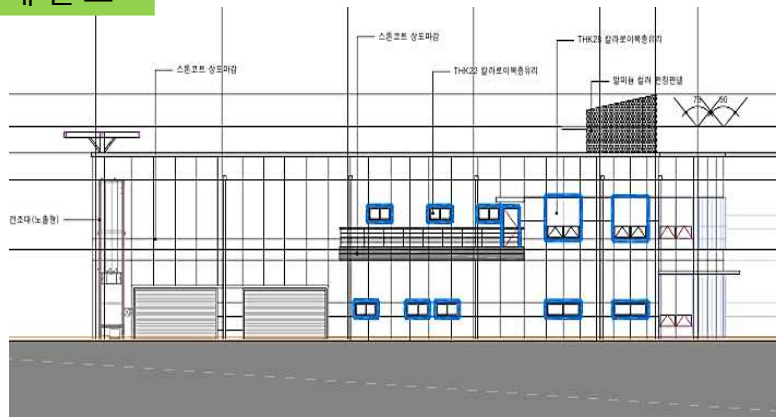


좌측면도

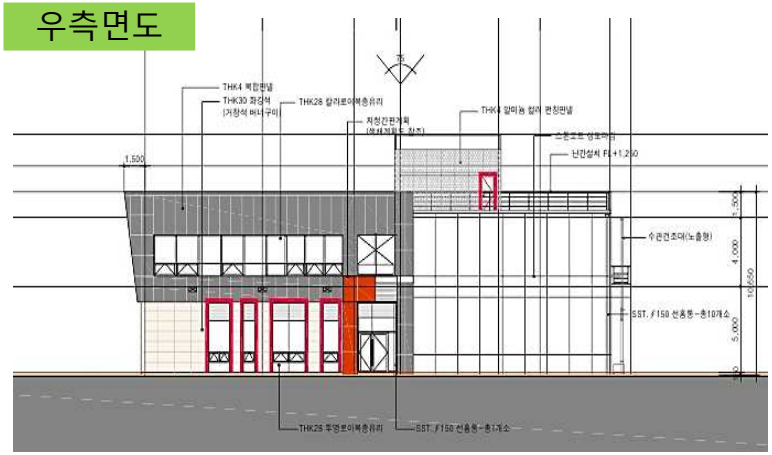
명 칭	규 격	부 호
열교차단재	W200-A	
열교차단재	W200-B	



배 면 도



우측면도



(창문틀 주변 열교 발생부위 도면표기)

▪ 열교차단 적용사진(신축/증축)

A-1

A-2

A-3

4 열교차단재 설계 및 시공사례

▪ 열교차단 적용사진(신축/증축)

A-4

A-5

A-6

A-7

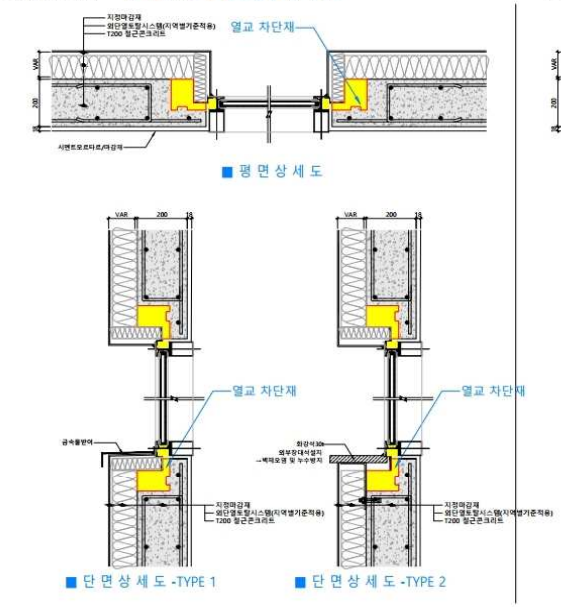
4 열교차단재 설계 및 시공사례

▪ 기존시공 및 열교차단공법 개선 사례

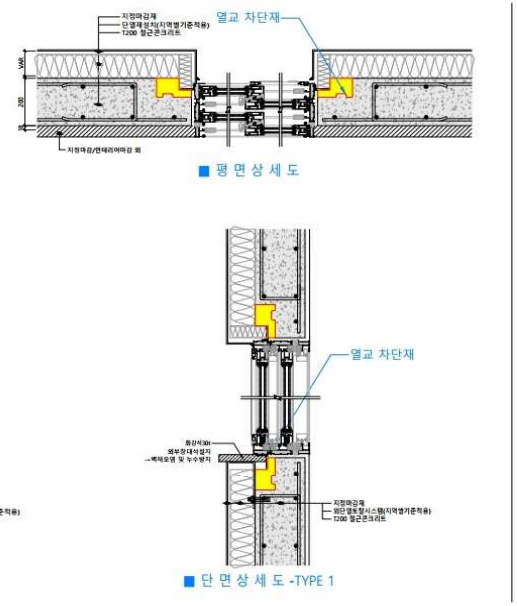
4 열교차단재 설계 및 시공사례

▪ 열교차단공법 적용 상세도

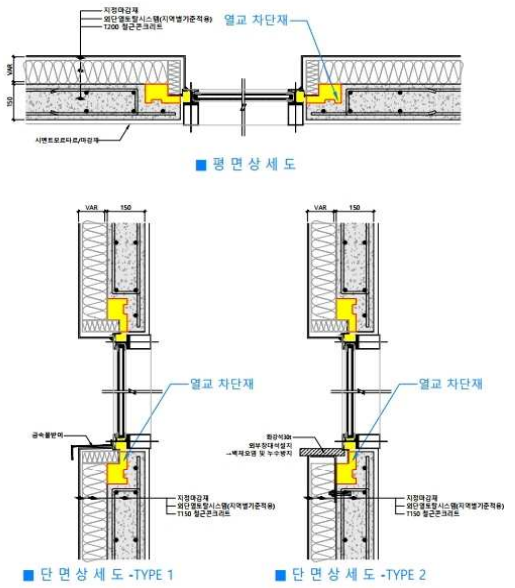
SHOP DWG - ST7 ■ W200C + 커튼월 / 옹벽200



SHOP DWG - ST8 ■ W150B + 이중창 / 옹벽200



SHOP DWG - ST9 ■ W150B + 커튼월 / 옹벽150

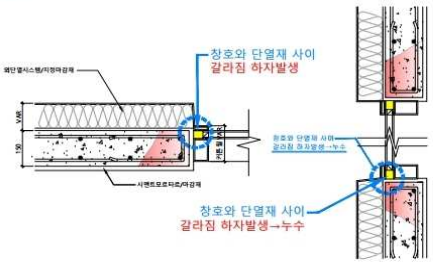


◆ 시공사진

▲ 창하부 화강석 창대석설치

▲ 외벽단열재시공

■ 틀린 예



▲ 외벽단열재탈락사진

※SHOP NOTES

1. STAR-열교 차단재 외단열토탈시스템 적용시공
   - W200C / W150B 적용
2. 콘크리트옹벽 : THK200 또는 THK150
3. 창호 : 기밀 및 단열 효과가 뛰어난 유리창프레임
   (주)유창알미늄(www.kwa282.co.kr) / 042-825-0907
4. VAR : "건축물의 에너지절약설계기준"에따른 지역별 단열재두께 적용
5. 커튼월 : 단열 및 내진성능이 향상된 커튼 월
   (주)선산업(www.sansanam.com) / 042-472-5500

03

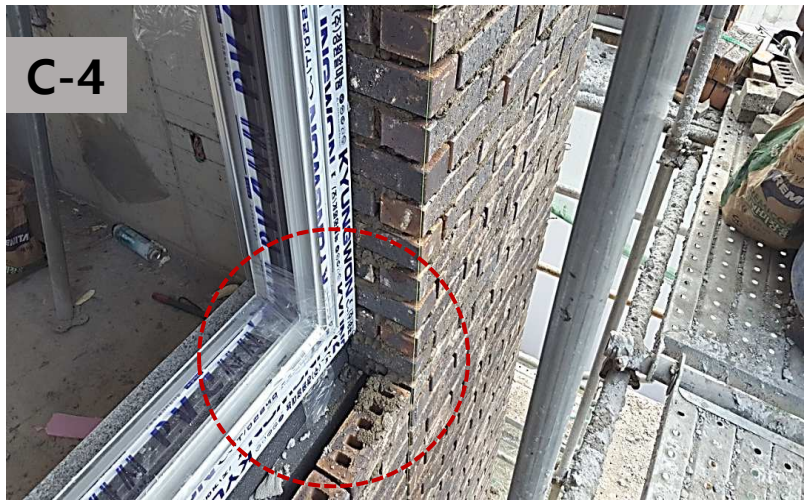
▪ 리모델링시 열교차단 적용사진(R타입)

C-1

C-2

C-3

C-4

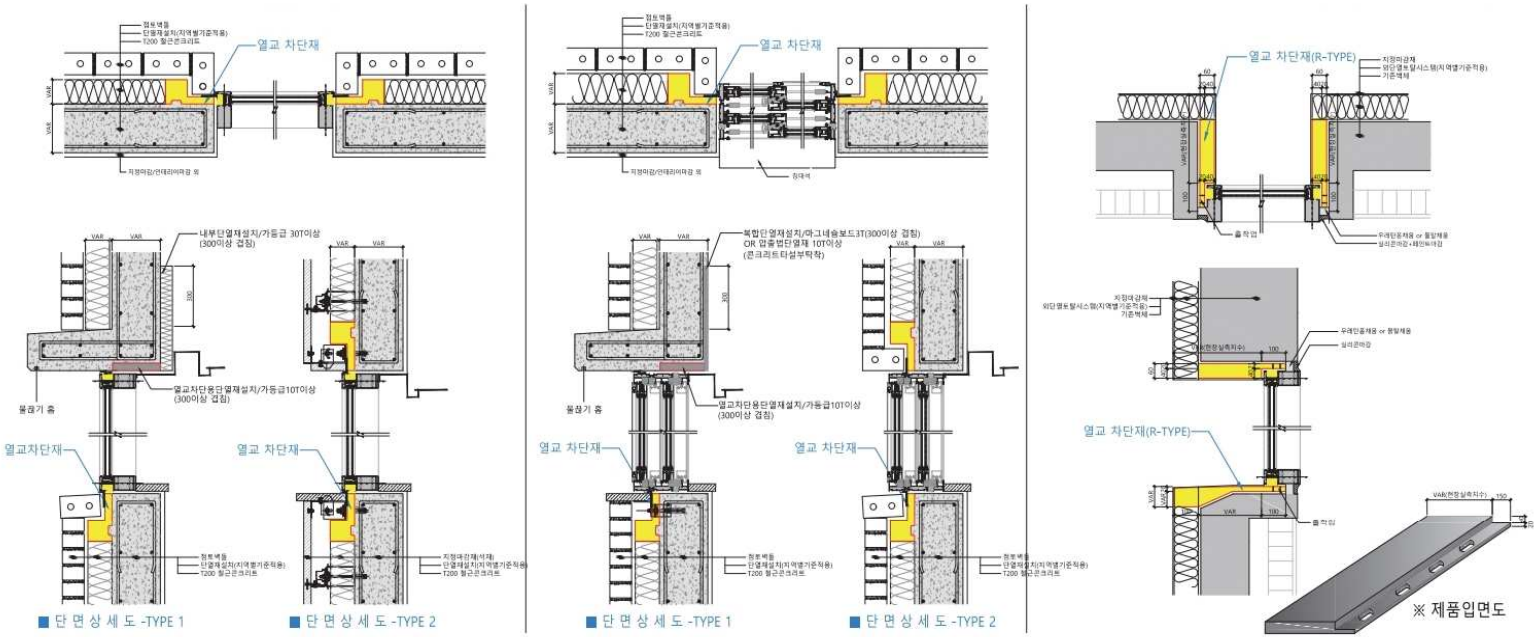


▪ 유성중학교 리모델링/증축 사례

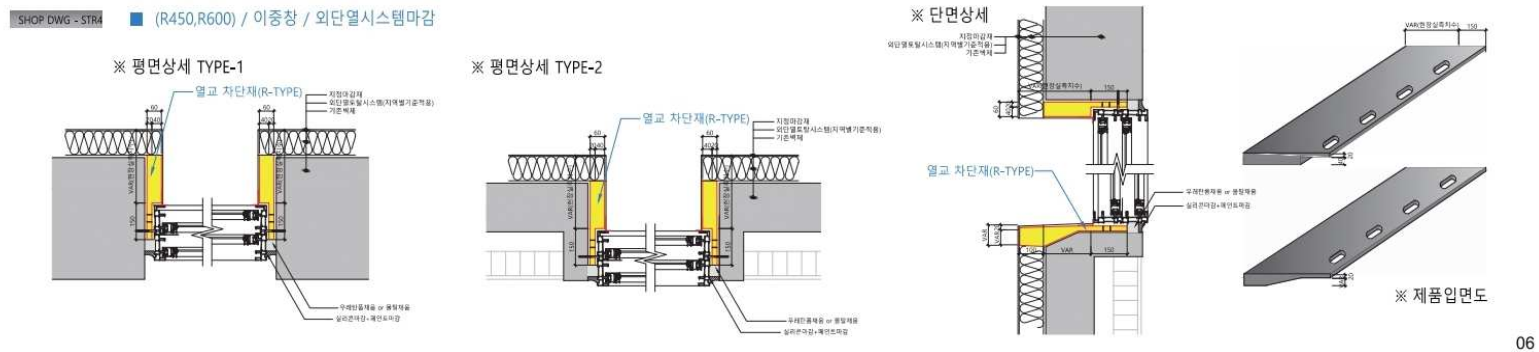
▪ 민간 건축물 리모델링 사례

(출처 : ㈜스타빌엔지니어링)

▪ 리모델링시 열교차단공법적용 상세도



SHOP DWG - STR4 ■ (R450,R600) / 이중창 / 외단열시스템마감



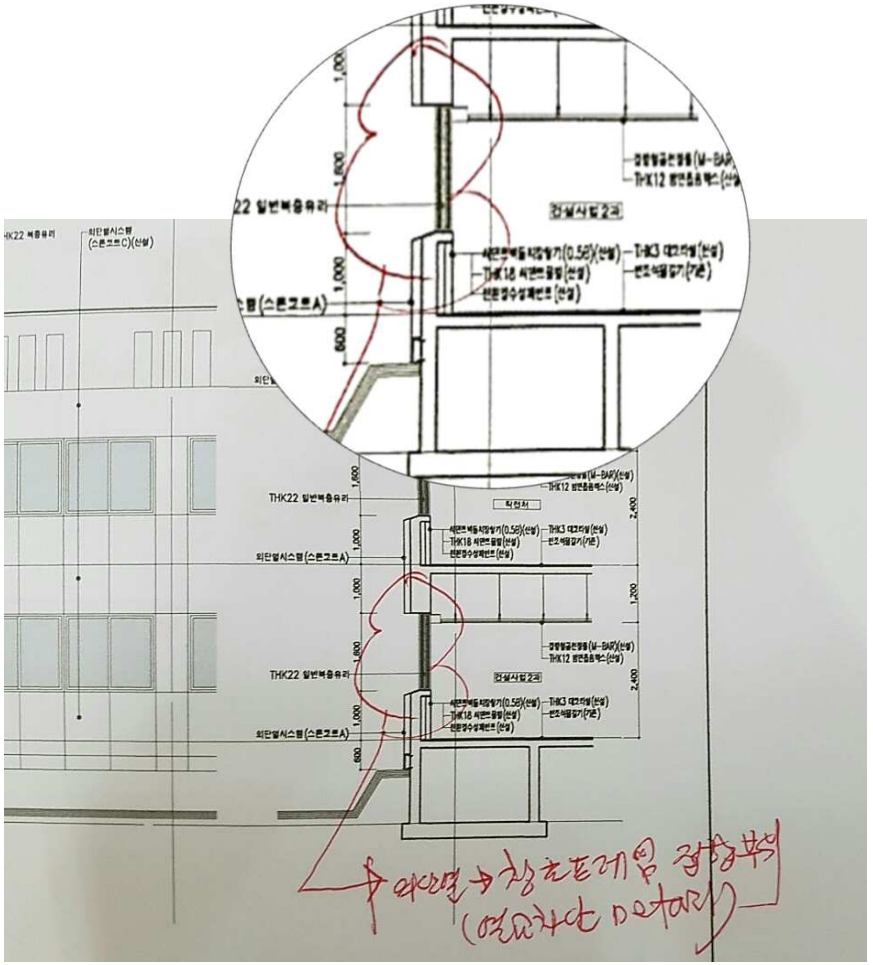
06

5

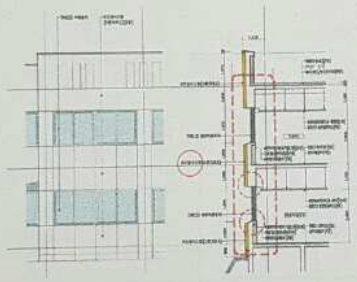
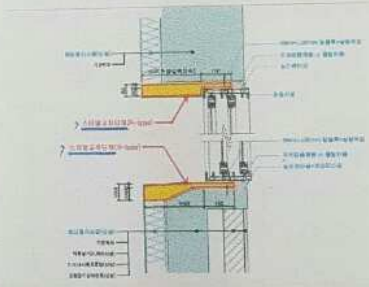
설계VE 적용사례

황소 바람 잡고 부자되는 휴먼하우스
Star 열교차단재가 함께합니다
www.starvilleng.co.kr

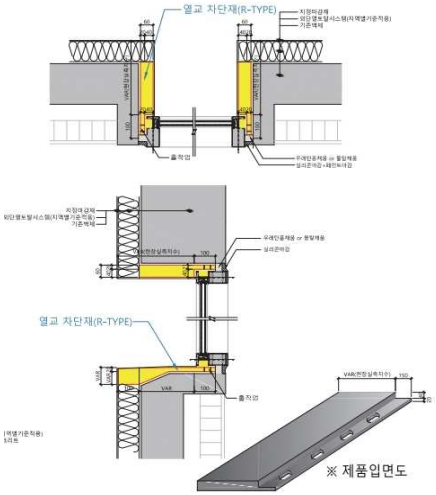
▪ 공공시설 VE 설계 검토사례



▪ 공공시설 VE 설계 검토사례

A-105	생애주기비용절감·가치향상 제안서											
대상부대	구 본청사											
제안명	외벽 열교차단재 설치계획을 개선한다											
제안내용	개 선 전						개 선 후					
	• 외벽 단열재와 창호프레임 접합부위에 대한 열교차단재 설치계획 미흡						• 열교차단재의 효율적 설치를 위한 입, 단면 확대상세도 추가 작성					
												
성능평가	편의성	기능성	안전성	시공성	쾌적성	유지관리성	편의성	기능성	안전성	시공성	쾌적성	유지관리성
	5	5	5	5	5	5	6	8	7	7	8	8

경제성	생애주기비용(LCC)절감효과(천원)					가치향상효과		
	①	②	③	④	절감율 (④/③×100 %)	⑤	⑥	가치향상도 {(V2-V1)/V1 }×100%)
	건설사업 비용	유지관리 비용	계(LCC) (=①+②)	절감액 (=L1-L2)		성능 점수 [P](점)	가치 점수 [V](점)	



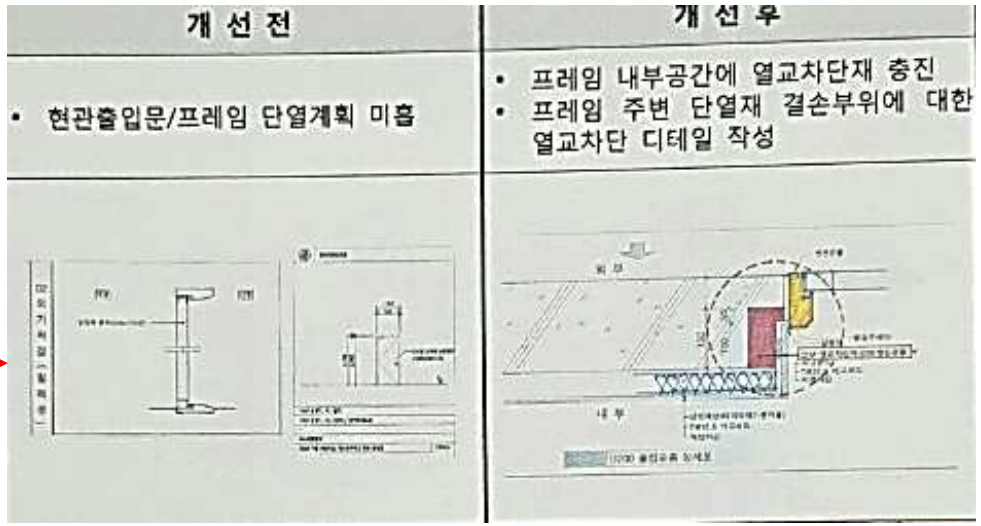
▪ 학교시설(기숙사) VE 설계 검토사례

A-215	생애주기비용절감·가치향상 제안서											
대상기능	친환경을 고려한다					성능항목(P)	쾌적성					
제안명	기숙사 현관출입문 단열공법을 개선한다											
제안내용	개 선 전 • 현관출입문/프레임 단열계획 미흡						개 선 후 • 프레임 내부공간에 열교차단재 충진 • 프레임 주변 단열재 결손부위에 대한 열교차단 디테일 작성					
성능평가	편의성	기능성	안전성	시공성	쾌적성	유지관리성	편의성	기능성	안전성	시공성	쾌적성	유지관리성
	5	5	5	5	5	5	6	8	7	8	9	9

경제성 평가결과	생애주기비용(LCC)절감효과(천원)					가치향상효과		
	① 건설사업비용	② 유지관리비용	③ 계(LCC) (=①+②)	④ 절감액 (=L1-L2)	절감율 (④/③×100 %)	⑤ 성능점수 (P)(점)	⑥ 가치점수 (V)(점)	가치향상도 {(V2-V1)/V1}×100%)
개선전	0	-	L_1= 0			P1=	V1=	
개선후	14,030	-	L_2= 14,030	-14,030	잘못된 계산식%	P2=	V2=	%

제안의 특징	장 점	단 점	시공 시 주의사항
	• 열교차단으로 결로방지 • 실내공기질 향상 • 에너지효율 향상 • 난방비/유지관리비 절감	• 없음	• 없음

효 과	성능향상	도면번호	창호상세도, 내역서



5 설계VE 적용사례

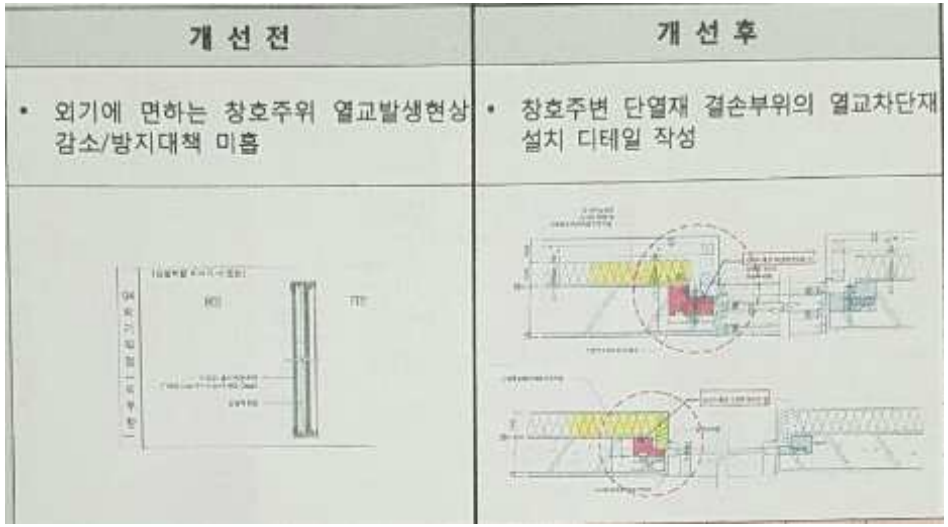
▪ 학교시설(기숙사) VE 설계 검토사례

A-214	생애주기비용절감·가치향상 제안서											
대상기능	친환경을 고려한다					성능항목(P)	쾌적성					
제안명	창호주위 단열재 설치공법을 개선한다											
제안내용	개 선 전 • 외기에 면하는 창호주위 열교발생현상 감소/방지대책 미흡						개 선 후 • 창호주변 단열재 결손부위의 열교차단재 설치 디테일 작성					
성능평가	편의성	기능성	안전성	시공성	쾌적성	유지관리성	편의성	기능성	안전성	시공성	쾌적성	유지관리성
	5	5	5	5	5	5	6	8	7	8	9	9

경제성 평가결과	생애주기비용(LCC)절감효과(천원)					가치향상효과		
	① 건설사업비용	② 유지관리비용	③ 계(LCC) (=①+②)	④ 절감액 (=L1-L2)	절감율 (④/③×100 %)	⑤ 성능점수 [P](점)	⑥ 가치점수 [V](점)	가치향상도 ((V2-V1)/V1)×100%)
개선전	0	-	L_1= 0			P1=	V1=	
개선후	48,406	-	L_2= 48,406	-48,406	잘못된 계산식%	P2=	V2=	%

제안의 특징	장 점	단 점	시공 시 주의사항
	• 열교차단으로 결로방지 • 실내공기질 향상 • 에너지효율 향상 • 난방비/유지관리비 절감	• 없음	• 없음

효 과	성능향상	도면번호	창호상세도, 내역서



6

누수 부위 해결제안 사례

황소 바람 잡고 부자되는 휴먼하우스
Star 열교차단재가 함께합니다
www.starvilleng.co.kr

6 누수 부위 해결제안 사례

• OO지역 학교시설 누수 현황

- 최근 5년 이내 신축 및 증·개축한 **학교건물에 대한 누수**로 인하여 **학교 수업환경의 침해가 반복됨**에 따라, 교육감님의 특별지시로 **학교시설 누수의 원인과 이에 대한 대책을 마련**하고자 함 (2020. 9.).

(출처 : OOOO교육청)

6 누수 부위 해결제안 사례

• 학교시설 누수 현황

▪ 방수공사 예산 집행현황(최근 5년간)

(금액단위: 백만원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	합계	비고
예산액	10,436	9,661	8,818	11,107	10,263	13,051	63,336	6년간
학교수	156	150	145	180	129	161		
실수	1,197	1,133	997	1,145	1,425	1,81	7,710	〃

5년간 약 633억원 집행

※ 옥상방수 하자기간은 3년, 방수 내구년한(액체방수 9년, 우레탄방수 15년, 시트방수 20년)
※ 위 집행현황은 유지관리 차원의 연도별 환경개선비와 비 새는 학교 추진에 따른 방수공사 집행임

▪ 누수 위치별 현황

구 분	신설학교(37/28교)					소계	기존학교 증,개축(21교)					소계	비고
	옥상 바닥	외부 벽체	창호 창틀	이음부및 배관관통	기타		옥상 바닥	외부 벽체	창호 창틀	이음부및 배관관통	기타		
동 수	18	10	11	3	.	42	7	5	9	5			
비율 (%)	43%	24%	26%	7%	.	100%	24%	18%	31%	17%		100%	

벽체 및 창호부위 누수 약 50% 차지

➡ 누수 대부분이 **옥상방수, 치장벽돌 벽면, 창틀주변, 증축연결부, 관통배관 주위에 집중**

(출처 : OOOO교육청)

6 누수 부위 해결제안 사례

- **옥상방수/구배, 옥탑벽체, 드레인 부분누수 대안**

누수 원인		해결 제안	비고
1-1	옥상슬라브 시공 불량으로 인한 물고임 (Detail부족 ,시공관리 및 기능공의 숙련도 상이)	**옥상슬라브 경사 시공방법 개선** 당초: 거푸집수평+콘크리트로 경사시공 **변경:슬라브거푸집에서 경사를 주어 경사슬라브 시공 (구조도면상의 치수기입)**	도면 참고
1-2	슬라브-파라펫 벽체 죠인트부분 크렉	슬라브-파라펫벽체 시공시 옥상 슬라브 콘크리트 타설시 방수턱 동시타설	
1-3	옥상슬라브+옥탑벽체부분 외벽마감 후 옥상방수시공에 따른 공간벽사이 물고임	옥상슬라브+옥탑벽체 죠인트부분 선방수 ->외벽마감->옥상방수	
1-4	집중호우시 벽체드레인부분에서 빗물의 정체현상 발생	집중호우시 대비 오버플로우 설치 및 벽체드레인 배수홈통보다 크게 설치	

6 누수 부위 해결제안 사례

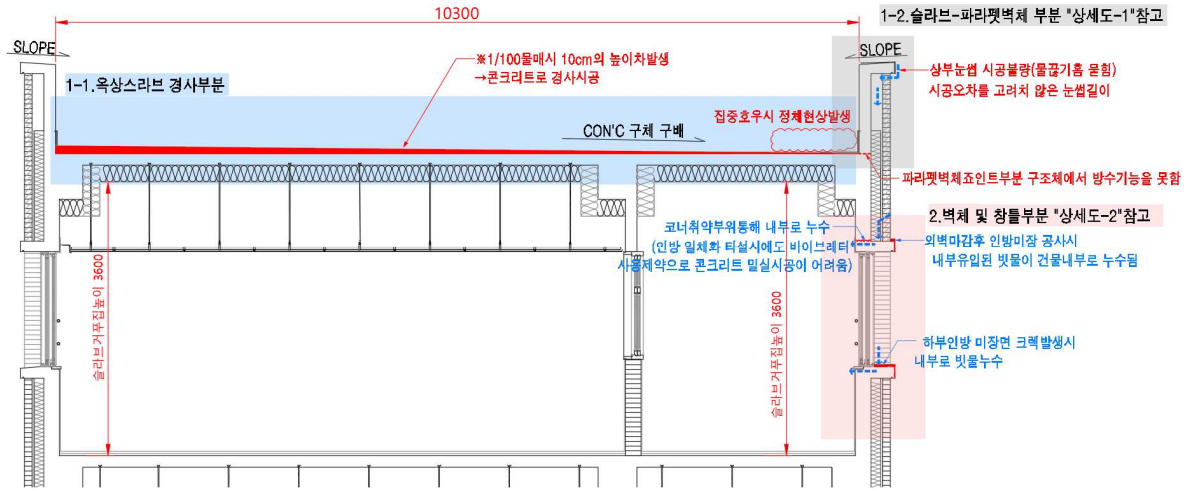
- **옥상방수/구배, 옥탑벽체, 드레인 부분누수 대안**

누수 원인		해결 제안	비고
1-1	옥상슬라브 시공 불량으로 인한 물고임 (Detail부족 ,시공관리 및 기능공의 숙련도 상이)	**옥상슬라브 경사 시공방법 개선** 당초: 거푸집수평+콘크리트로 경사시공 **변경:슬라브거푸집에서 경사를 주어 경사슬라브 시공 (구조도면상의 치수기입)**	도면 참고
1-2	슬라브-파라펫 벽체 죠인트부분 크렉	슬라브-파라펫벽체 시공시 옥상 슬라브 콘크리트 타설시 방수턱 동시타설	
1-3	옥상슬라브+옥탑벽체부분 외벽마감 후 옥상방수시공에 따른 공간벽사이 물고임	옥상슬라브+옥탑벽체 죠인트부분 선방수 ->외벽마감->옥상방수	
1-4	집중호우시 벽체드레인부분에서 빗물의 정체현상 발생	집중호우시 대비 오버플로우 설치 및 벽체드레인 배수홈통보다 크게 설치	

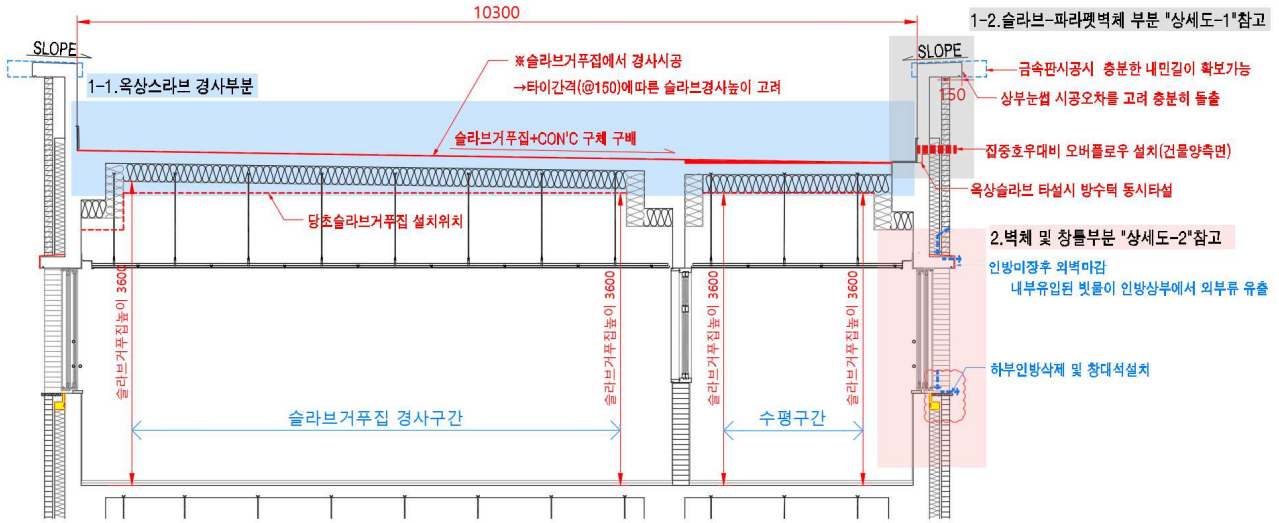
6 누수 부위 해결제안 사례

- **1-1 옥상방수/구배,옥탑벽체, 드레인 부분 상세도**

누수 원인



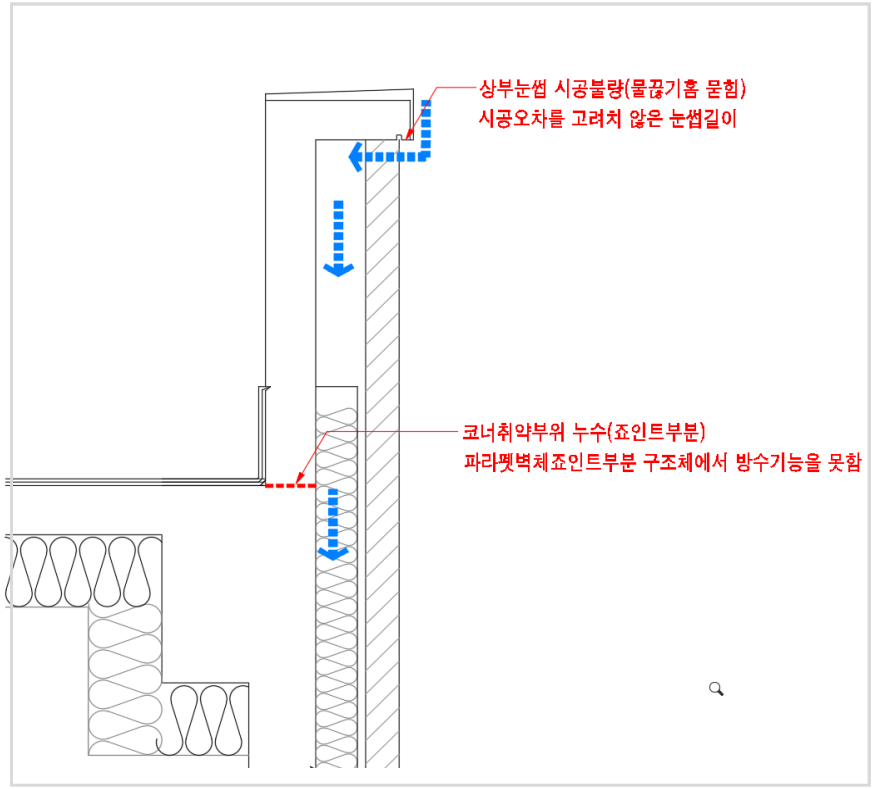
해결 제안



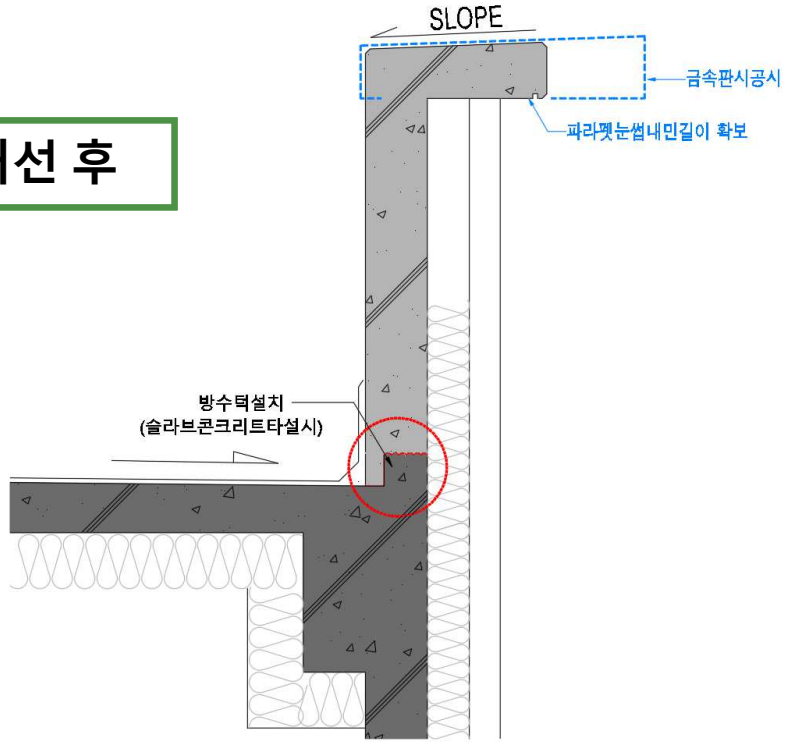
6 누수 부위 해결제안 사례

▪ 1-2 파라펫부분 상세도

개선 전



개선 후

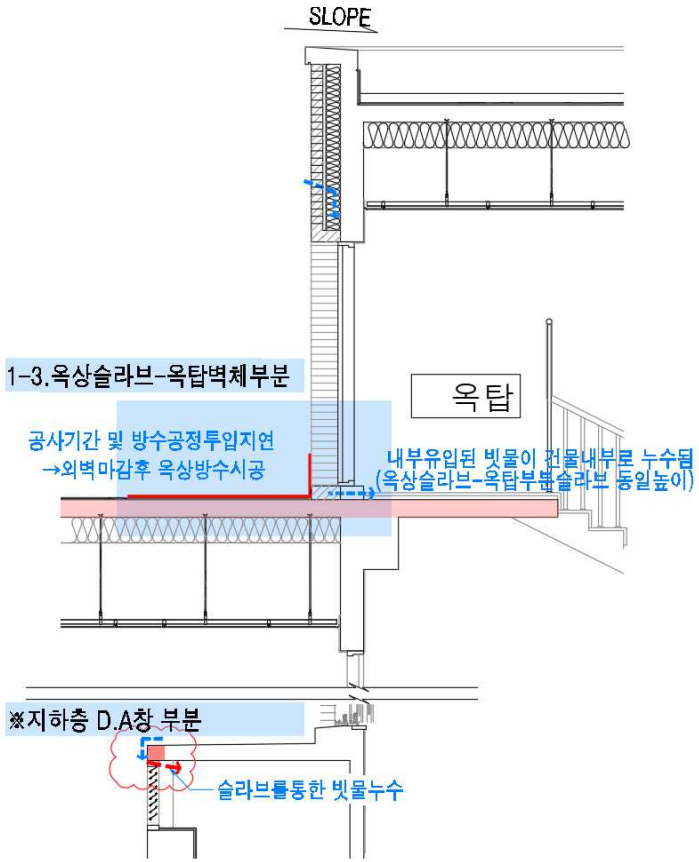


※옥상방수턱 CON'C 동시타설

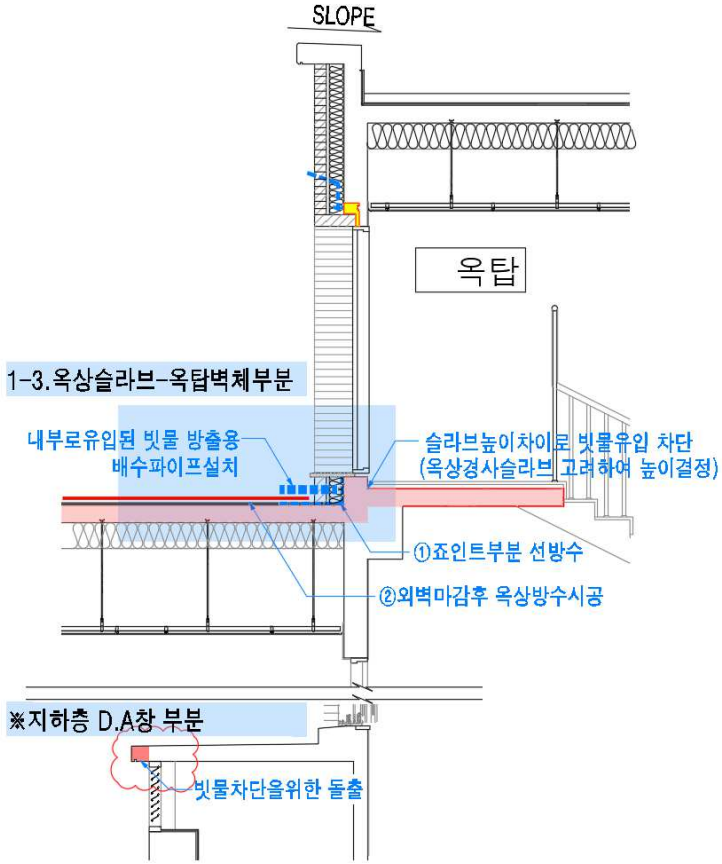
6 누수 부위 해결제안 사례

▪ 1-3 옥상슬라브-옥탑 벽체부분 상세도

누수 원인



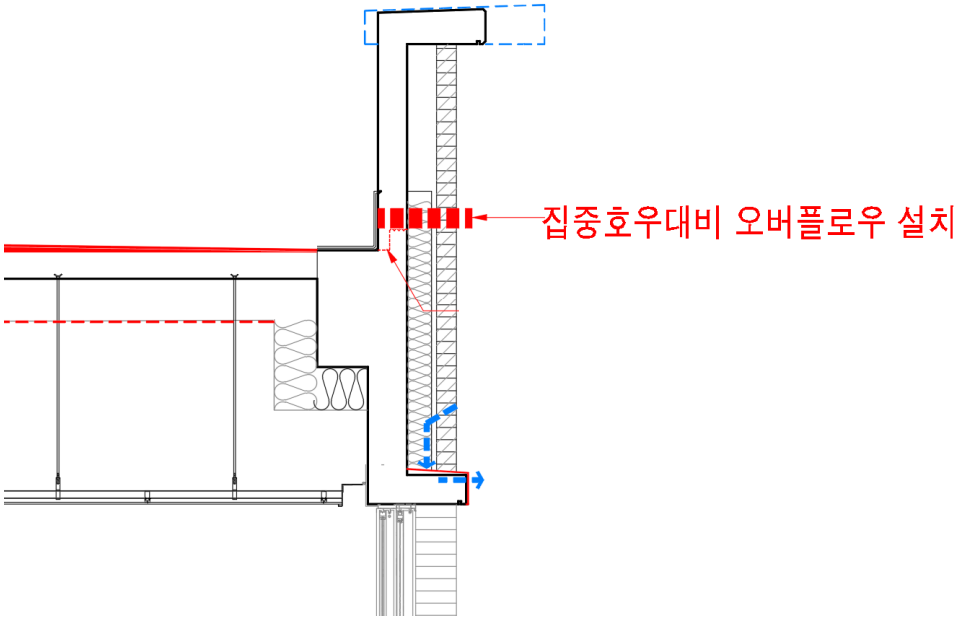
해결 제안



6 누수 부위 해결제안 사례

▪ 1-4 집중호우 대비 오버플로우 및 벽체드레인 설치 상세도

해결 제안



6 누수 부위 해결제안 사례

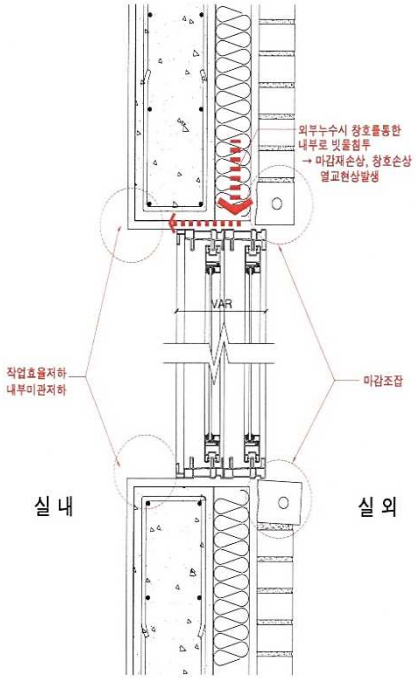
▪ 벽체 및 창틀 주변 누수해결 제안

누수원인		해결방안	비고
2-1	창호 외벽마감재후 시공시 창호주변 사춤/방수 미흡으로 누수 발생	**창호선시공→창호주위 충분한 사춤/방수 →외벽 마감으로 공정변경**시, 누수방지 및 내.외부 마감 동시진행으로 공정에 유연성 발생	도면 참조
2-2	상인방골조와 벽체의 죠인트부분 방수 및 마감불량, 물고임으로 인한 누수	* **상인방 선미장공법 적용:** 당초 : 상인방골조→외벽마감→창틀설치→상인방 미장마감 **변경: 상인방골조→ 창틀설치→ 상인방미장 마감 →외벽마감** (외벽마감재를 통해 내부유입된 빗물이 인방에 고여있지 않고 외부로 방출되어 영구적인 방수가능)	
2-3	치장벽돌을 통한 빗물의 내부 침투	- 파라펫눈썹 부분 골조공사시 외벽마감재보다 충분한 내민길이 확보 - 벽면에 노출되는 빗물양 최소화로 외벽보호	

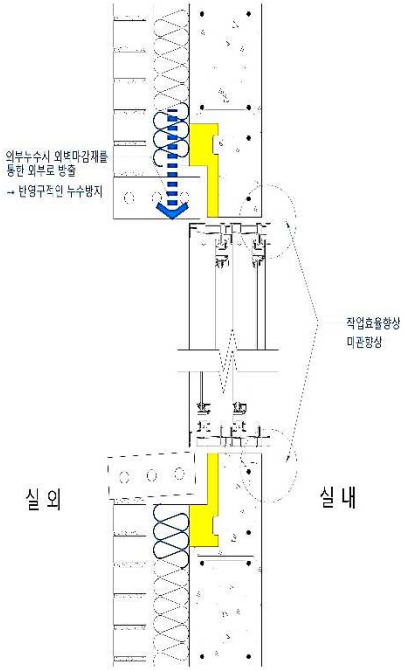
6 누수 부위 해결제안 사례

▪ 2-1 벽체 및 창틀 부분 제안

누수 원인

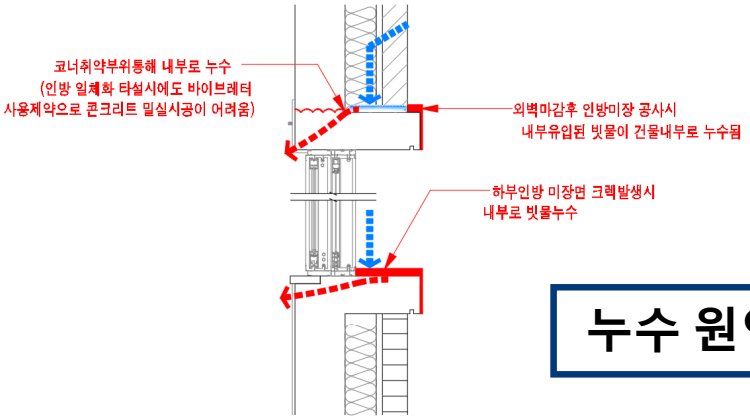


해결 제안



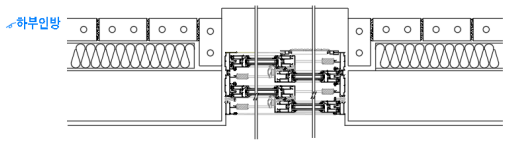
6 누수 부위 해결제안 사례

▪ 2-2 벽체 및 창틀 부분 상세도



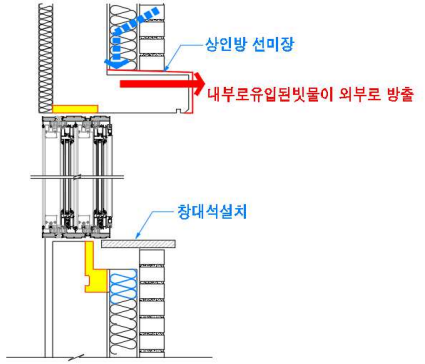
■ 단 면 상 세 도

누수 원인

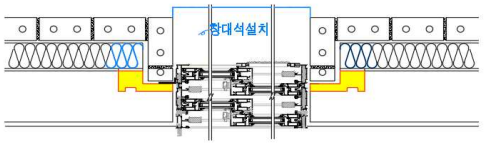


■ 평 면 상 세 도

해결 제안



■ 단 면 상 세 도

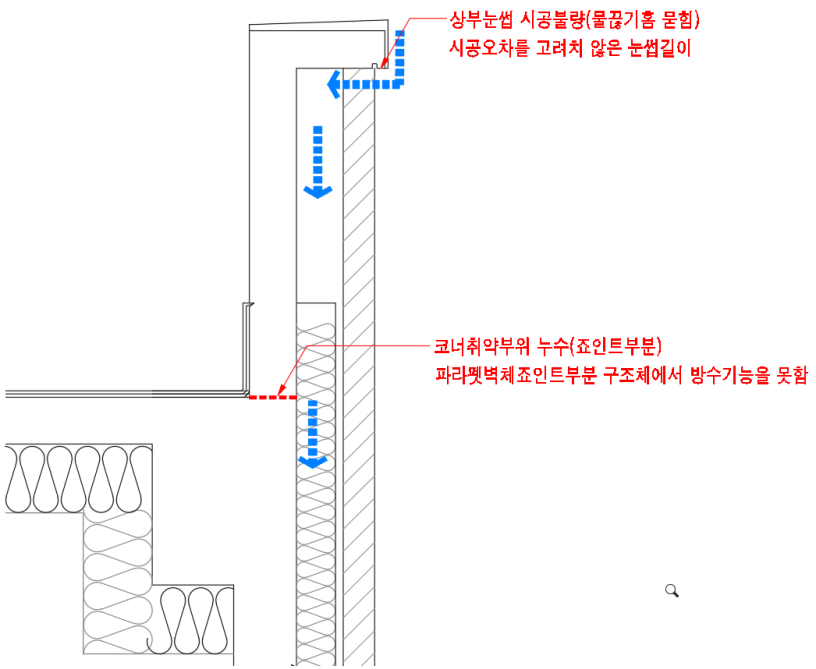


■ 평 면 상 세 도

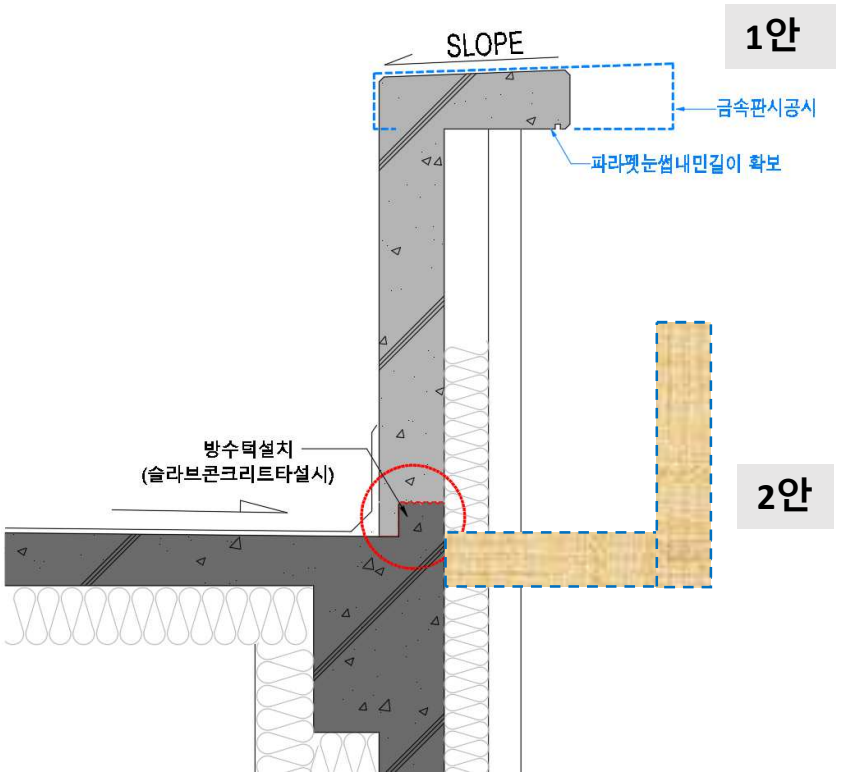
6 누수 부위 해결제안 사례

▪ 2-3 파라펫눈썹부분 상세도

누수 원인



해결 제안



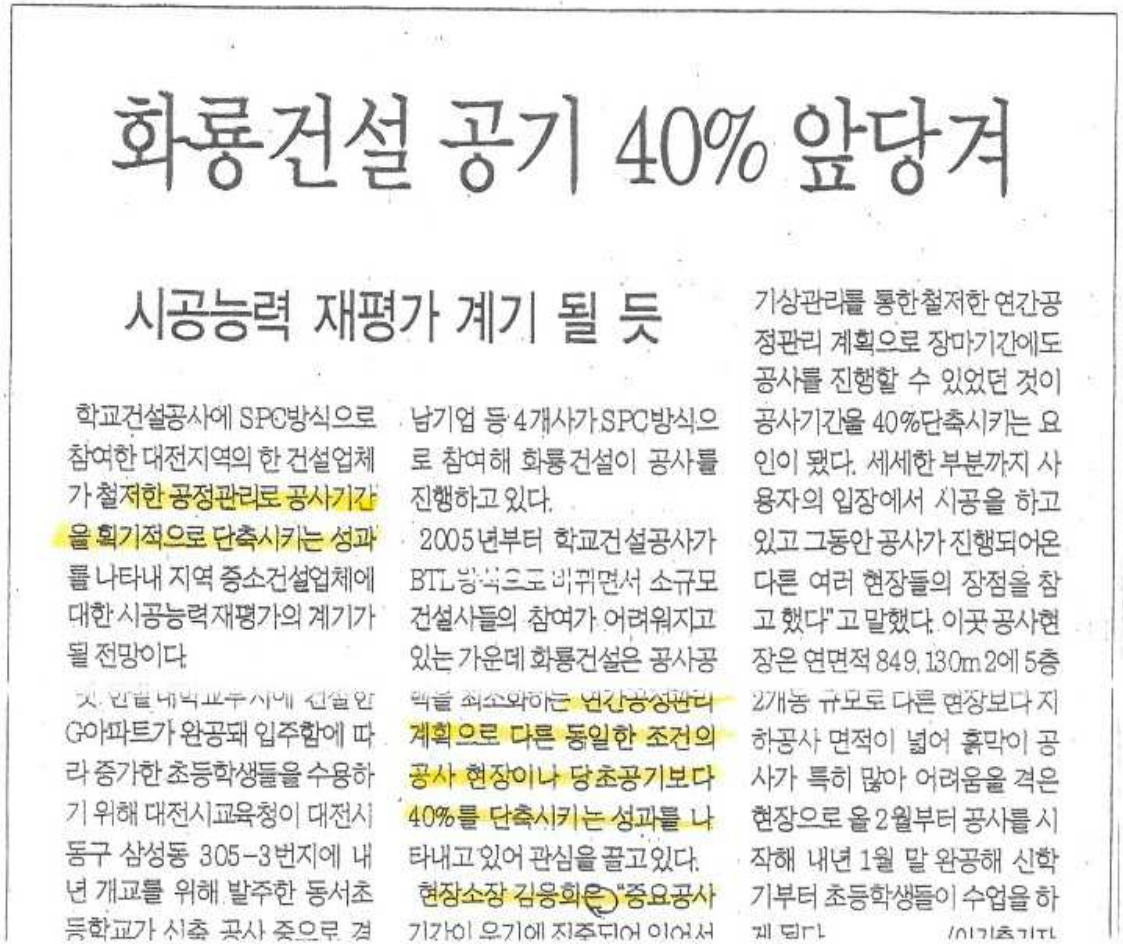
7

결 론

황소 바람 잡고 부자되는 휴먼하우스
Star 열교차단재가 함께합니다
www.starvilleng.co.kr

7 결 론

▪ 공사기간 단축(경제성)



화룡건설 공기 40% 앞당겨

시공능력 재평가 계기 될 듯

학교건설공사에 SPC방식으로 참여한 대전지역의 한 건설업체가 철저한 공정관리로 공사기간을 획기적으로 단축시키는 성과를 나타내 지역 중소건설업체에 대한 시공능력재평가의 계기가 될 전망이다.

[illegible] G아파트가 완공돼 입주함에 따라 증가한 초등학생들을 수용하기 위해 대전시교육청이 대전시 동구 삼성동 305-3번지에 내년 개교를 위해 발주한 동서초등학교가 신축 공사 중으로 경남기업 등 4개사가 SPC방식으로 참여해 화룡건설이 공사를 진행하고 있다.

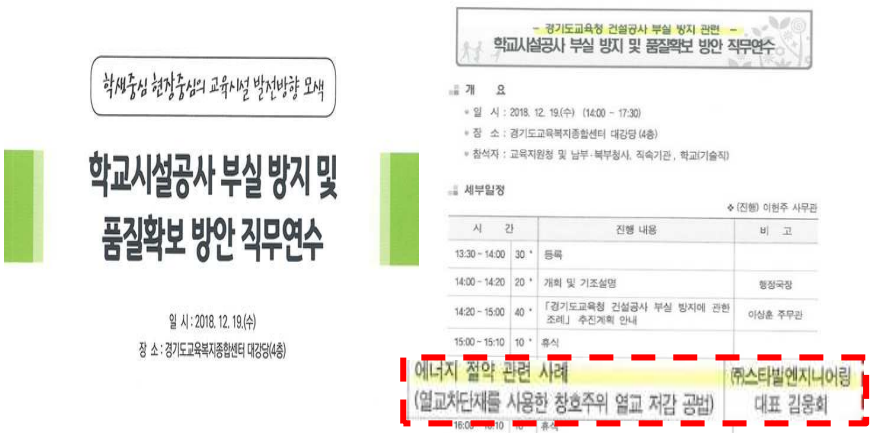
2005년부터 학교건설공사가 BTL방식으로 바뀌면서 소규모 건설사들의 참여가 어려워지고 있는 가운데 화룡건설은 공사공[illegible] 최소화하는 연간공정관리 계획으로 다른 동일한 조건의 공사 현장이나 당초공기보다 40%를 단축시키는 성과를 나타내고 있어 관심을 끌고 있다.

현장소장 김응희은 "중요공사 기간이 우기에 집중되어 있어서 기상관리를 통한 철저한 연간공정관리 계획으로 장마기간에도 공사를 진행할 수 있었던 것이 공사기간을 40%단축시키는 요인이 됐다. 세세한 부분까지 사용자의 입장에서 시공을 하고 있고 그동안 공사가 진행되어온 다른 여러 현장들의 장점을 참고 했다"고 말했다. 이곳 공사현장은 연면적 849,130m2에 5층 2개동 규모로 다른 현장보다 지하공사 면적이 넓어 흙막이 공사가 특히 많아 어려움을 겪은 현장으로 올 2월부터 공사를 시작해 내년 1월 말 완공해 신학기부터 초등학생들이 수업을 하게 된다. [illegible]

구분	열교차단공법	기존공법
공정관리	골조공사(10일) **→창호공사(2일)** → 마감공사(치장벽돌쌓기, 마감작업) ***공사기간 : 12일**	골조공사(10일) → **치장벽돌쌓기(6일)** →창호공사(2일) → 마감공사(마감작업) ***공사기간 : 18일**
적용사진		

* 충청신문 2006년 11월 6일

▪ 공익성 (지자체 및 공공기관 기술교육)



■ 2018년 경기도교육청 학교 품질확보방안 사례발표

	목 록
1	한국건축시공학회 단열시공기술위원회 기술발표
2	**충청남도** (건축분야 공무원 워크숍)
3	**전라남도** (주택.건축업무직무역량강화워크숍)
4	**세종특별자치시교육청** (기술직공무원 역량강화 직무연수)
5	**세종특별자치시** (공공건축 사업부서 역량강화 교육)
6	**광주광역시교육청** (건축직 공무원 직무교육)
7	**대전인재개발원** (친환경 건축과 도시디자인 1기 직무교육)
8	**대구광역시교육청** (학교시설공사 부실방지 및 에너지절약 관련 사례발표)
9	**국방부 국방시설본부 경상시설단** (신기술 우수제품 설명회)
10	산업교육연구소 (그린리모델링 정책지원과 관련 사업별 신기술,사례 및 적용 솔루션 세미나 기술 강의)
11	**서울건축사회** 건축사실무교육
12	**대전건축사회** 건축사실무교육
13	**충남건축사회** 건축사실무교육
14	**세종건축사회** 건축사실무교육
15	**전남건축사회** 건축사실무교육
16	**경북건축사회** 건축사실무교육
17	**부산건축사회** 건축사실무교육

7 결 론

녹색 지구

쾌적한 실내

비용.에너지 절약

지구온난화

결로,곰팡이

비용.에너지 낭비

저희 집을 따뜻하고 쾌적한 집으로 만들어주셔서 감사합니다!
좋은 집을 만들어주시는 모든 분들이 지구를 지키는 슈퍼맨입니다.

8

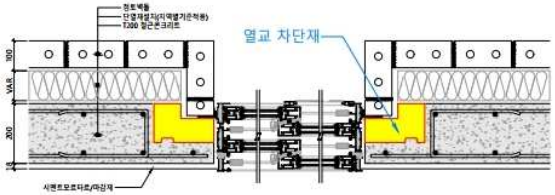
참고자료(열교차단재 상세도)

황소 바람 잡고 부자되는 휴먼하우스
Star 열교차단재가 함께합니다
www.starvilleng.co.kr

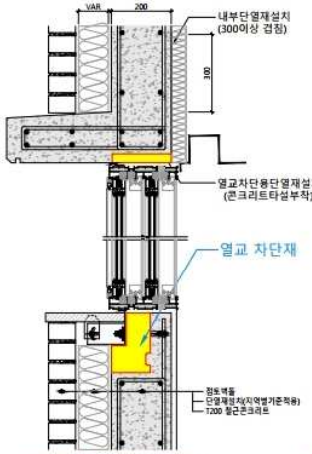
◆ STAR-열교차단재 표준상세도(W200-A)/이중창용

※ 스타빌엔지니어링 (www.starvilleng.co.kr / 044-566-8289, Fax 044-866-0551)

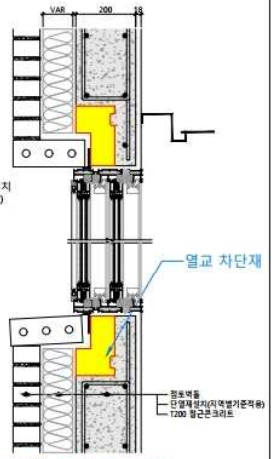
SHOP DWG - ST1 ■ W200A + 벽돌마감 / 옹벽200



■ 평 면 상 세 도

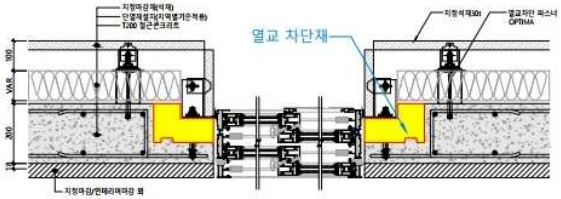


■ 단 면 상 세 도 -TYPE 1

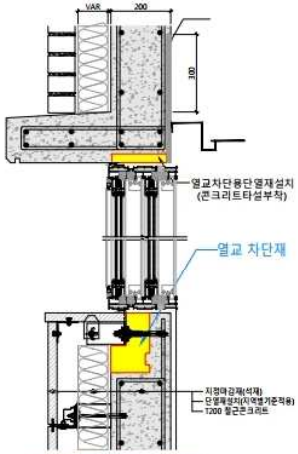


■ 단 면 상 세 도 -TYPE 2

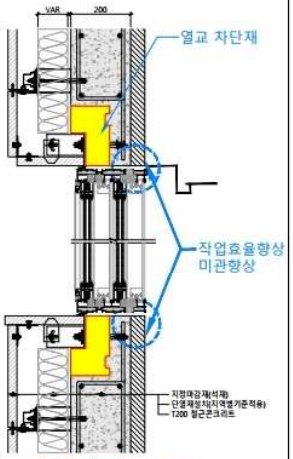
SHOP DWG - ST2 ■ W200A + 석재마감 / 옹벽200



■ 평 면 상 세 도

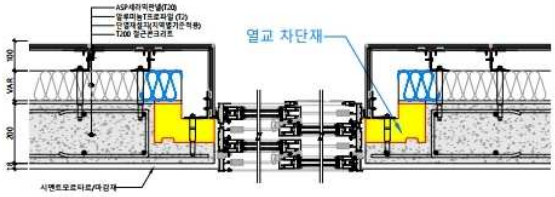


■ 단 면 상 세 도 -TYPE 1

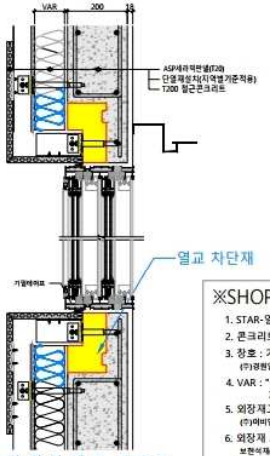


■ 단 면 상 세 도 -TYPE 2

SHOP DWG - ST3 ■ W200A + 세라믹판넬마감 / 옹벽200



■ 평 면 상 세 도



■ 단 면 상 세 도 -TYPE 1

※SHOP NOTES

1. STAR-열교 차단재(W200-A) 적용시공
2. 콘크리트옹벽 : THK200
3. 창호 : 기밀 및 단열 효과가 뛰어난 유리창프레임
   (주)경원알미늄(www.kw202.co.kr) / 042-825-0907
4. VAR : "건축물의 에너지절약설계기준"에따른 지역별 단열재두께 적용
5. 외장재고정철물 : 열교차단 파스너사용
   (주)에이앰리더(www.abmleader.com / 02-3296-2900)
6. 외장재 ASP세라믹 패널사용
   보현석재(주)(www.bohyunstone.com / 031-536-5296)
7. 복합단열재 : 타설부착(300mm이상 겹침)
   마그네슘보드(T3)+압출법단열재10T

▲ 열교차단재 적용사진

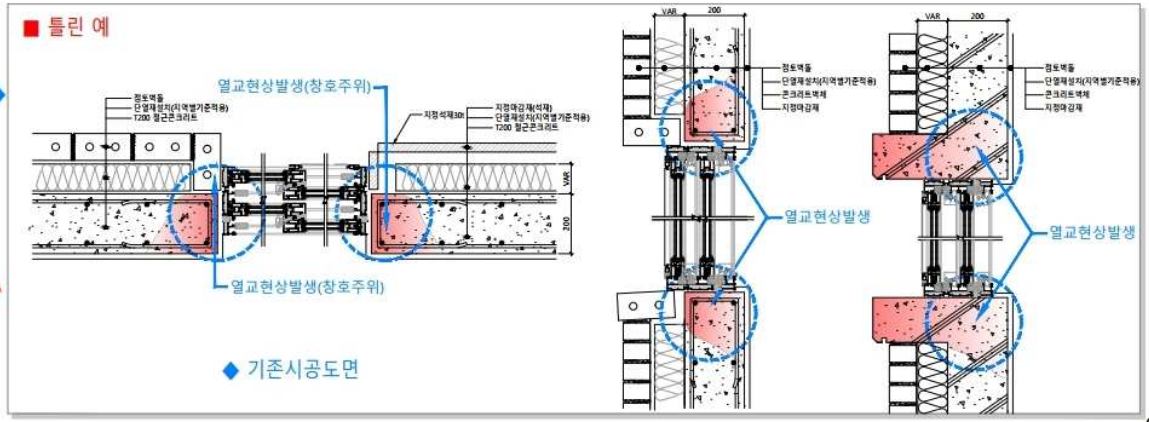
- 녹색건축물 설계기준 에너지부문 단열(가이드라인 제공) -
[제주특별자치도 고시 제 2019-172호]

◆ 조달우수제품 ◆

◆ 녹색건축물 설계기준 -가이드라인 ◆

▲ 틀린 예 사진

■ 틀린 예



◆ 기존시공도면

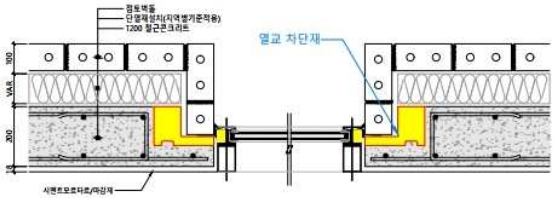
01

(출처 : ㈜스타빌엔지니어링)

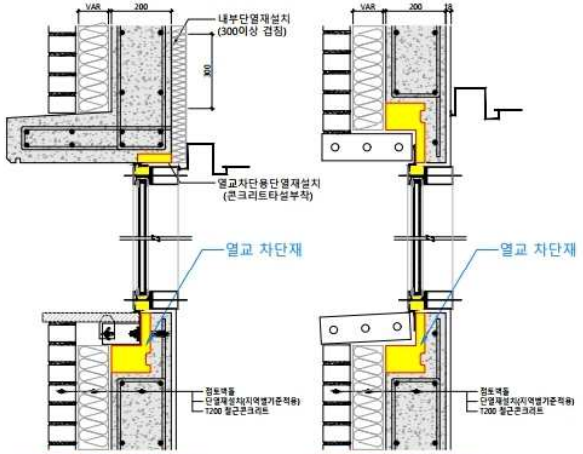
◆ STAR-열교차단재 표준상세도(W200-B)/커튼월용

※ 스타빌엔지니어링 (www.starvilleng.co.kr / 044-566-8289, Fax 044-866-0551)

SHOP DWG - ST4 ■ W200B + 벽돌마감 / 옹벽200

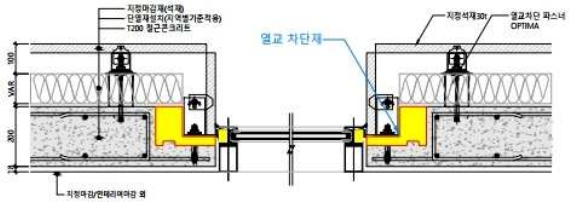


■ 평 면 상 세 도

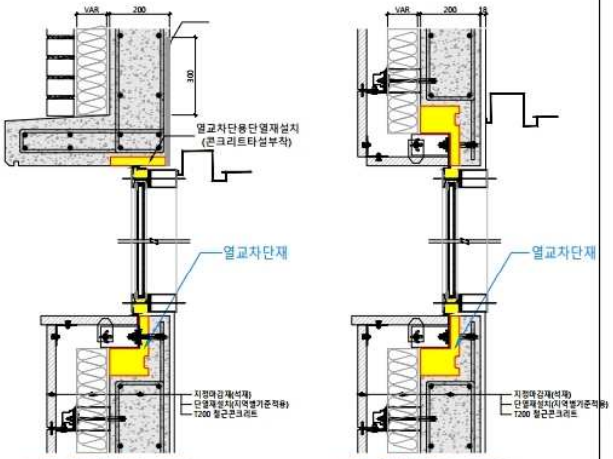


■ 단 면 상 세 도 -TYPE 1 ■ 단 면 상 세 도 -TYPE 2

SHOP DWG - ST5 ■ W200B + 석재마감 / 옹벽200

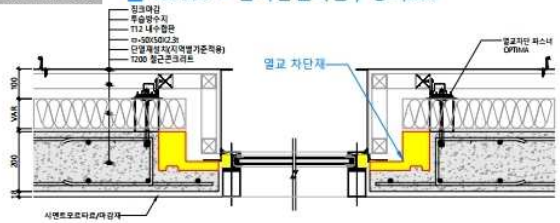


■ 평 면 상 세 도

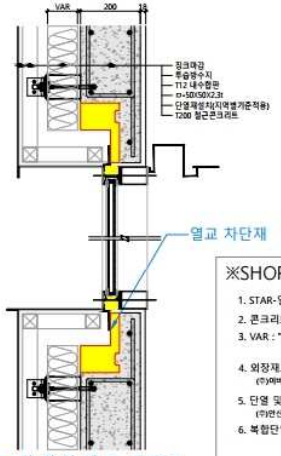


■ 단 면 상 세 도 -TYPE 1 ■ 단 면 상 세 도 -TYPE 1

SHOP DWG - ST6 ■ W200B + 금속판넬마감 / 옹벽200



■ 평 면 상 세 도



■ 단 면 상 세 도 -TYPE 1

※SHOP NOTES

1. STAR-열교 차단재(W200-B) 적용시공
2. 콘크리트옹벽 : THK200
3. VAR : "건축물의 에너지절약설계기준"에따른 지역별 단열재두께 적용
4. 외장재고정철물 : 열교차단 파스너사용
   (주)에버엔리더(www.ebrnleader.com / 02-3296-2900)
5. 단열 및 지지구조의 알루미늄 커튼월
   (주)한신건업(www.ansanam.com) / 042-472-5500)
6. 복합단열재 : 타설부착(300mm이상 겹침)
   마그네슘보드(T:3)+압출법단열재10T

▲ STAR 열교차단재 적용사진

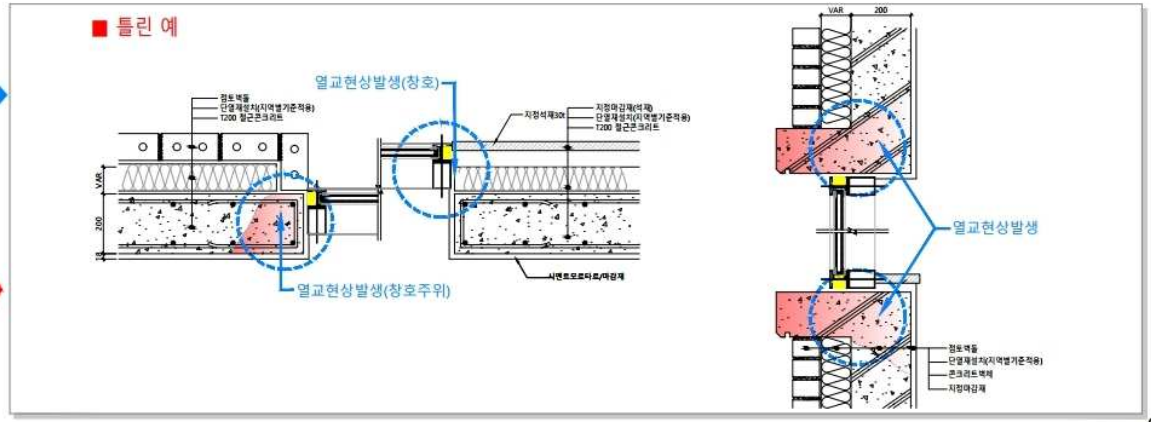
◆ 조달우수제품 ◆

◆ 녹색건축물 설계기준 -가이드라인 ◆

- 녹색건축물 설계기준 에너지부문 단열(가이드라인 제공) -
[제주특별자치도 고시 제 2019-172호]

▲ 틀린 예 사진

■ 틀린 예



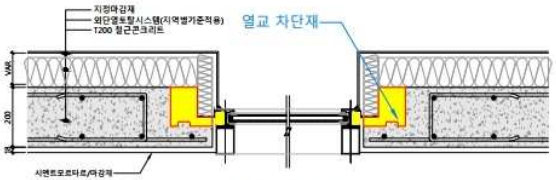
02

(출처 : ㈜스타빌엔지니어링)

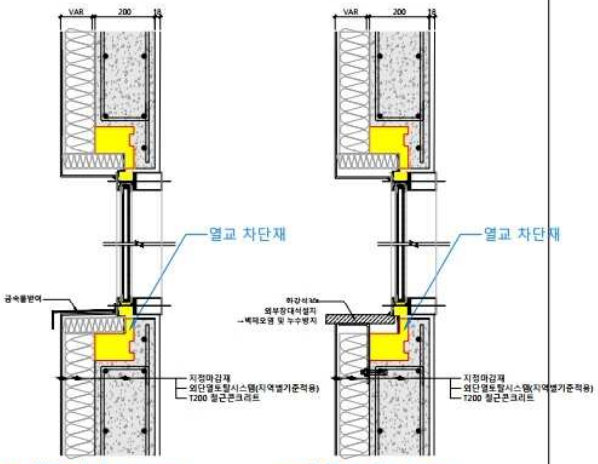
◆ STAR-열교차단재 표준상세도 - 외단열시스템 / W200C, W150B

※ 스타빌엔지니어링 (www.starvilleng.co.kr / 044-566-8289, Fax 044-866-0551)

SHOP DWG - ST7 ■ W200C + 커튼월 / 옹벽200

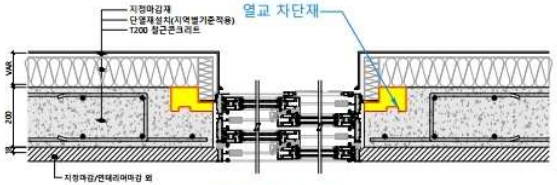


■ 평 면 상 세 도

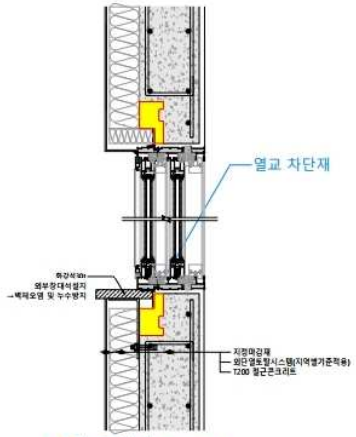


■ 단 면 상 세 도 -TYPE 1 ■ 단 면 상 세 도 -TYPE 2

SHOP DWG - ST8 ■ W150B + 이중창 / 옹벽200

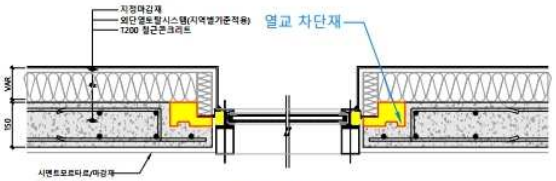


■ 평 면 상 세 도

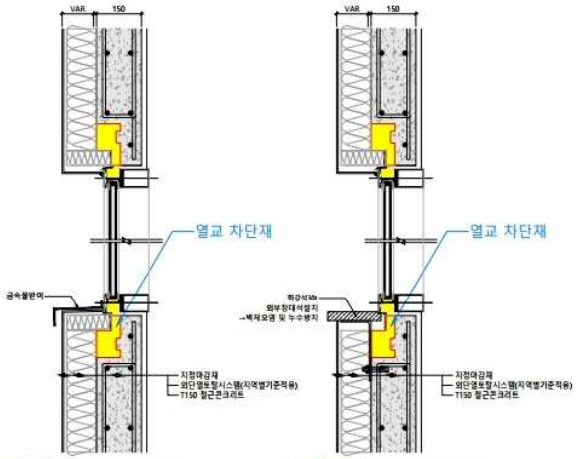


■ 단 면 상 세 도 -TYPE 1

SHOP DWG - ST9 ■ W150B + 커튼월 / 옹벽150



■ 평 면 상 세 도



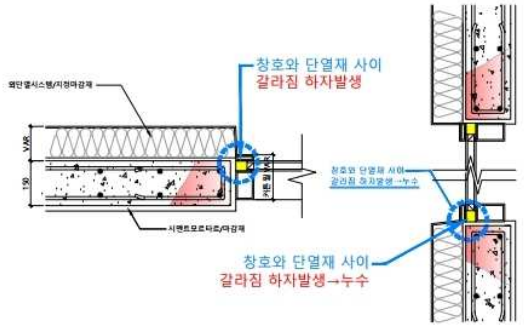
■ 단 면 상 세 도 -TYPE 1 ■ 단 면 상 세 도 -TYPE 2

◆ 시공사진

▲ 창하부 화강석 창대석설치

▲ 외벽단열재시공

■ 틀린 예



▲ 외벽단열재탈락사진

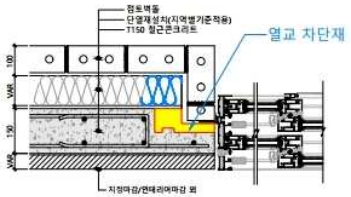
※SHOP NOTES

1. STAR-열교 차단재 외단열토탈시스템 적용시공
   - W200C / W150B 적용
2. 콘크리트옹벽 : THK200 또는 THK150
3. 창호 : 기밀 및 단열 효과가 뛰어난 유리창프레임
   (주)광원알루텍(www.kw202.co.kr) / 042-825-0907
4. VAR : *건축물의 에너지절약설계기준"에따른 지역별 단열재두께 적용
5. 커튼월 : 단열 및 내진성능이 향상된 커튼 월
   (주)한신건업(www.ansansm.com) / 042-472-5500

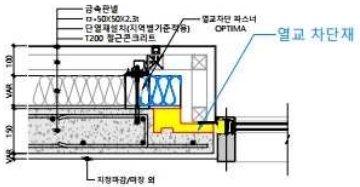
03

(출처 : ㈜스타빌엔지니어링)

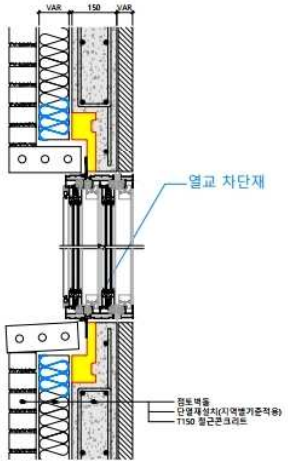
SHOP DWG - ST10 ■ W150A / 옹벽150 적용



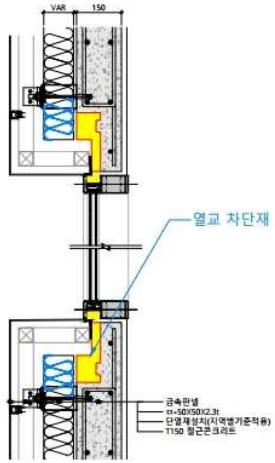
▲ 조적마감



▲ 금속판넬마감

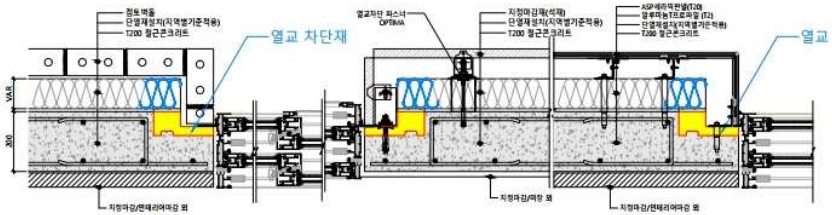


■ 단 면 상 세 도 - 벽돌마감

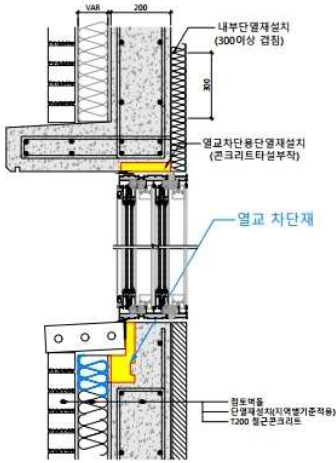


■ 단 면 상 세 도 - 금속판넬마감

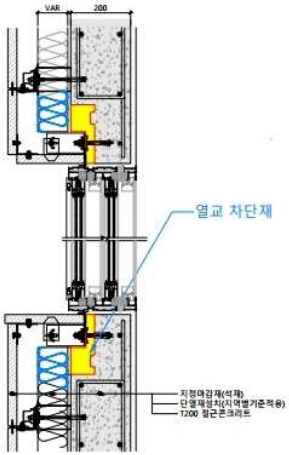
SHOP DWG - ST11 ■ W150A / 옹벽200 적용



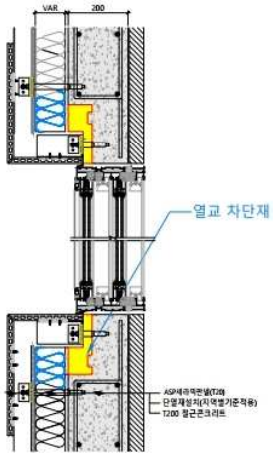
▲ 조적마감 ▲ 석재마감 ▲ 세라믹판넬마감



■ 단 면 상 세 도 - 벽돌마감



■ 단 면 상 세 도 - 석재마감



■ 단 면 상 세 도 - 세라믹판넬마감

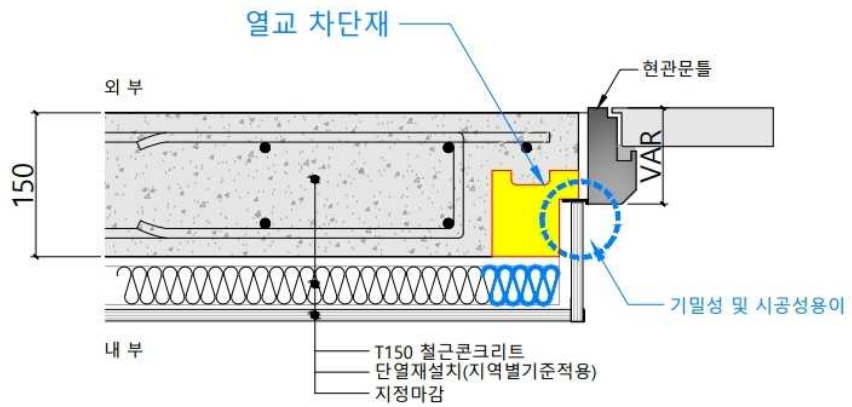
※SHOP NOTES

1. STAR-열교 차단재(W150-A) 적용시공
2. 콘크리트옹벽 : THK200 또는 THK150
3. 창호 : 기밀 및 단열 효과가 뛰어난 유리창프레임
(주)대원알미늄(www.kw202.co.kr) / 042-825-0907
4. VAR : "건축물의 에너지절약설계기준"에따른 지역별 단열재두께 적용
5. 외장재고정철물 : 열교차단 파스너사용
(주)에버엠리더(www.ebmleader.com / 02-3296-2900)
6. 외장재 ASP세라믹 패널사용
보현석재(주)(www.bohyunstone.com / 031-536-5296)

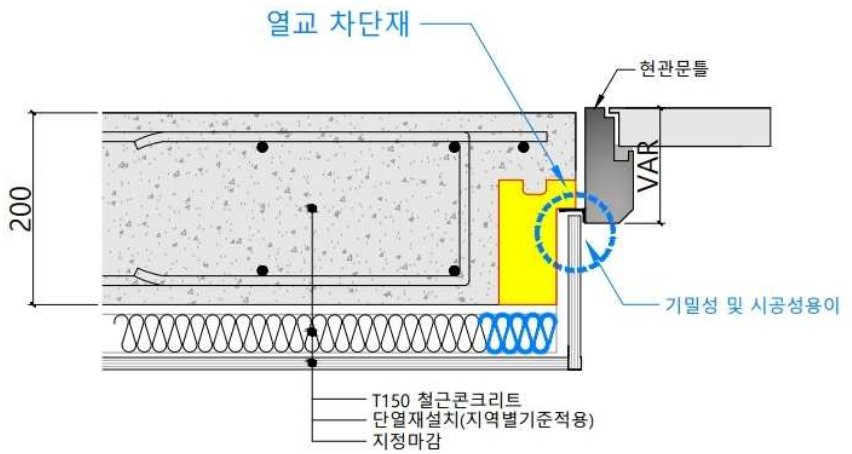
(출처 : ㈜스타빌엔지니어링)

※ 스타빌엔지니어링 (www.starvilleng.co.kr / 044-566-8289, Fax 044-866-0551)

SHOP DWG - ST12 ■ D150 출입문용 상세도

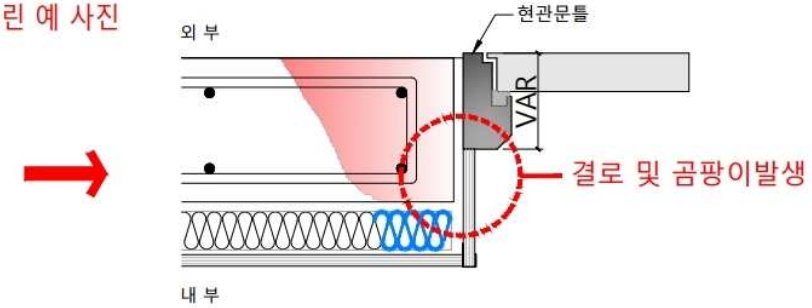


SHOP DWG - ST13 ■ D200 출입문용 상세도



◀ STAR 열교차단재 적용사진

◀ 틀린 예 사진



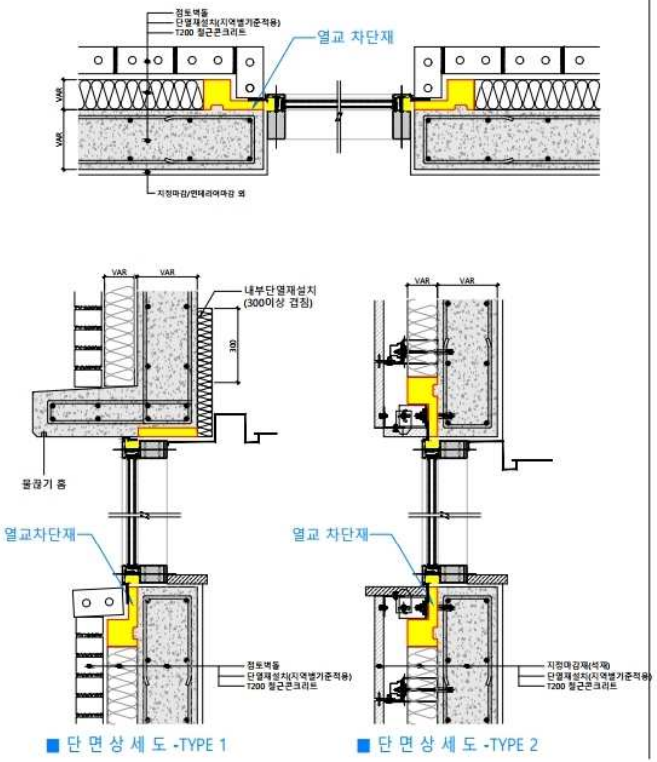
※SHOP NOTES

1. STAR-열교 차단재(D150-A) 적용시공
2. 콘크리트옹벽 : THK200 또는 THK150
3. 용도 : 방화문용(출입문), 내단열적용시, 방화문주위 결로방지
4. VAR : "건축물의 에너지절약설계기준"에따른 지역별 단열재두께 적용

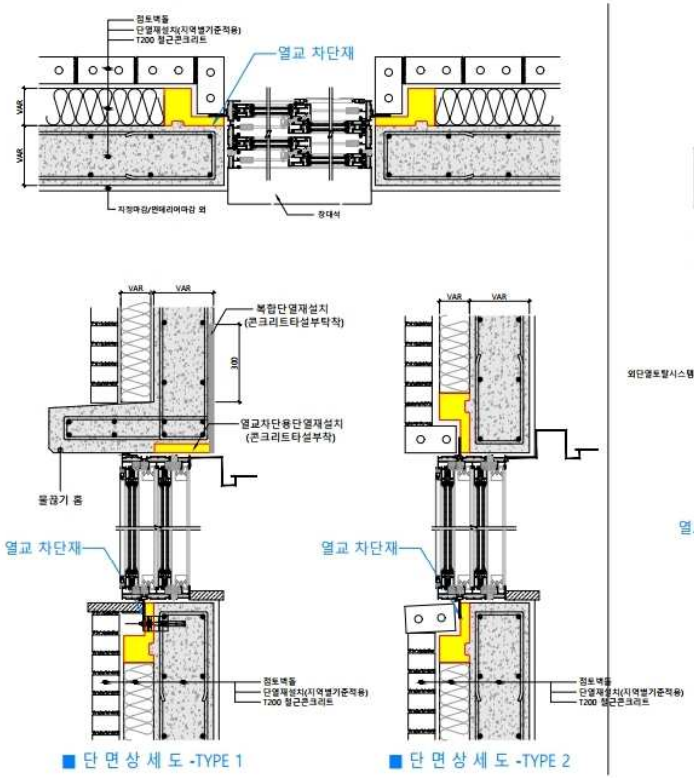
(출처 : ㈜스타빌엔지니어링)

※ 스타빌엔지니어링 (www.starvilleng.co.kr / 044-566-8289, Fax 044-866-0551)

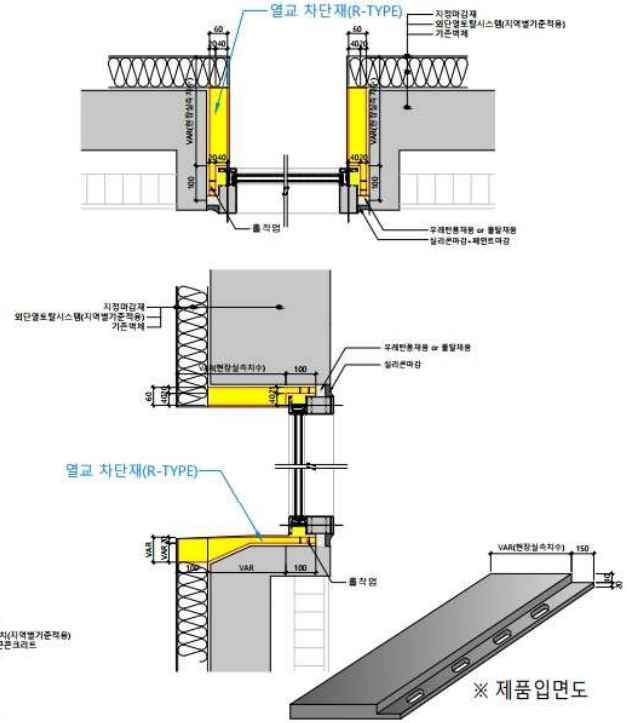
SHOP DWG - STR1 ■ 단열재 타설부착 + 커튼월 / 창대석 要



SHOP DWG - STR2 ■ 단열재 타설부착 + 이중창 / 창대석 要

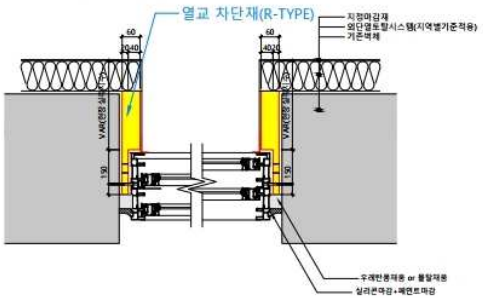


SHOP DWG - STR3 ■ R-TYPE(R450,R600) / 커튼월 / 외단열시스템마감

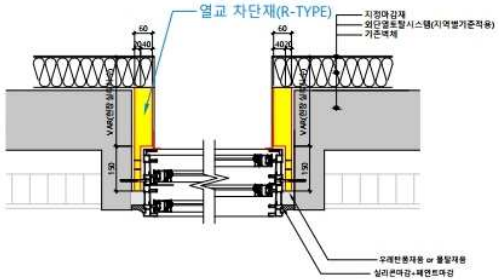


SHOP DWG - STR4 ■ (R450,R600) / 이중창 / 외단열시스템마감

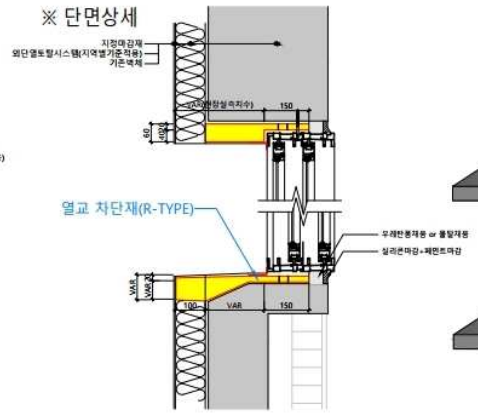
※ 평면상세 TYPE-1

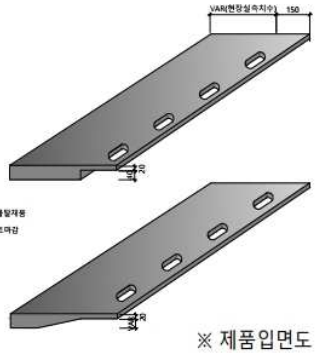


※ 평면상세 TYPE-2



※ 단면상세

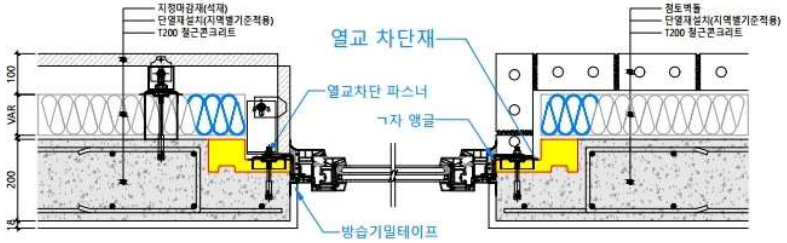




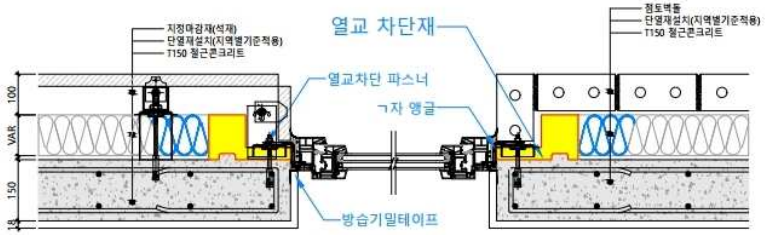
(출처 : ㈜스타빌엔지니어링)

SHOP DWG - STS1

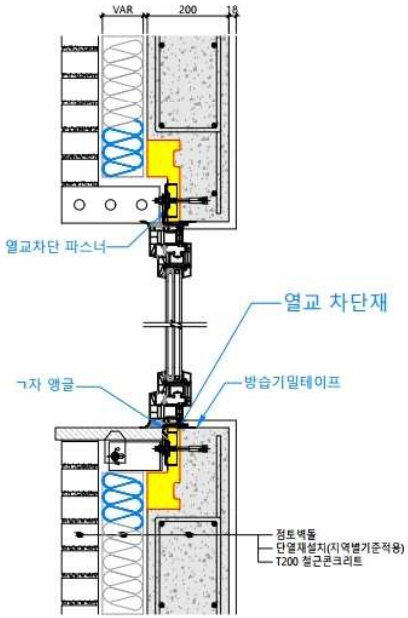
■ W150A / 옹벽200 / 시스템창호 (외벽마감, 외단열 토탈 시스템)



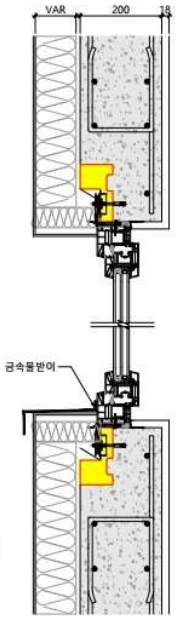
■ 평 면 상 세 도



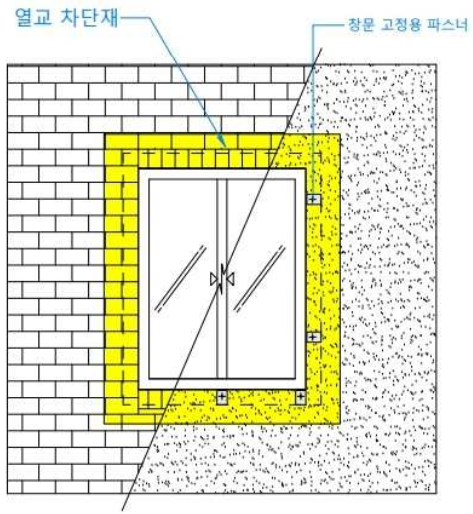
■ 평 면 상 세 도



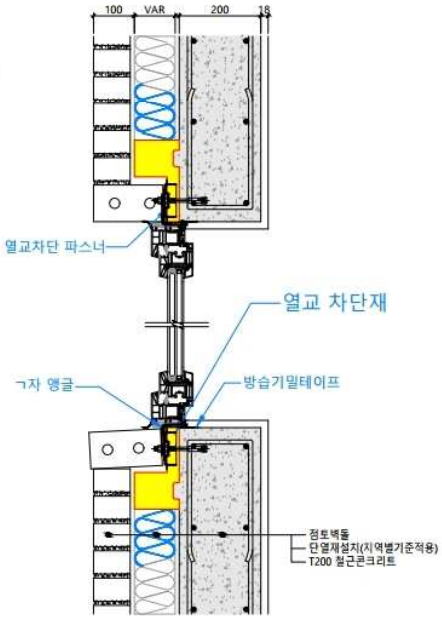
■ 단 면 상 세 도 -TYPE A



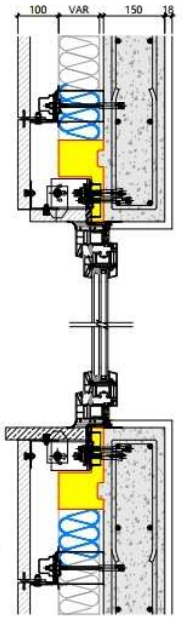
■ 단 면 상 세 도 -TYPE A



■ 외 부 입 면 도



■ 단 면 상 세 도 -TYPE B



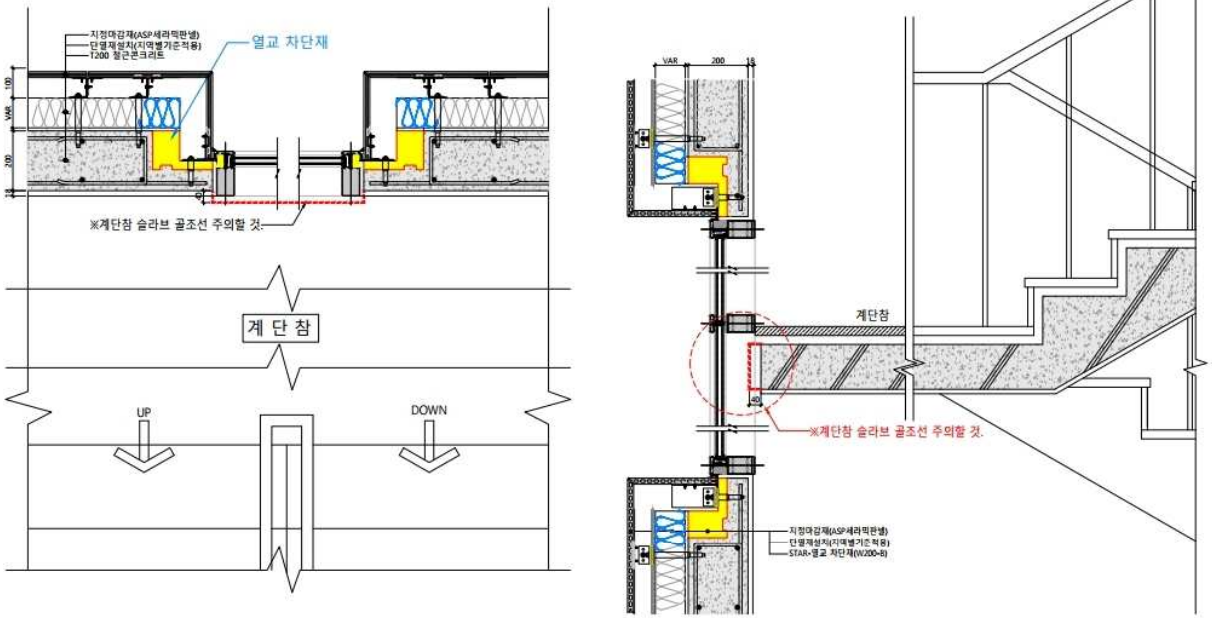
■ 단 면 상 세 도 -TYPE B

(출처 : ㈜스타빌엔지니어링)

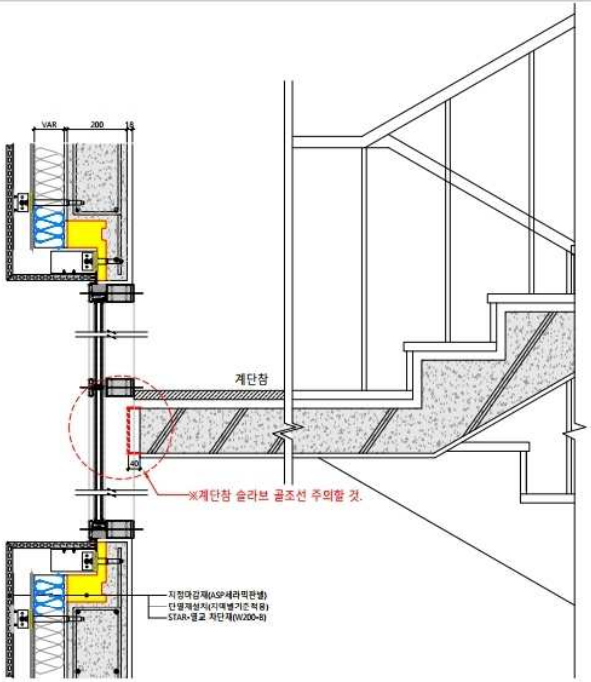
◆ STAR-열교차단재 적용시 주의사항

※ 스타빌엔지니어링 (www.starvilleng.co.kr / 044-566-8289, Fax 044-866-0551)

SHOP DWG - 참고 1 ■ 계단 커튼월 열교차단재 적용

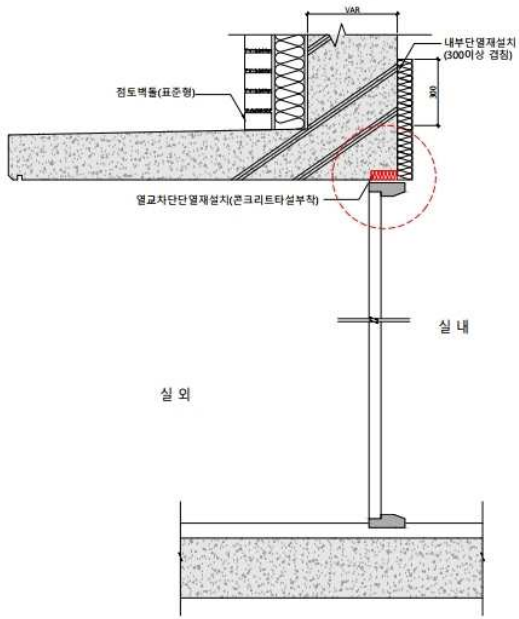


■ 평 면 상 세 도 - 계단참

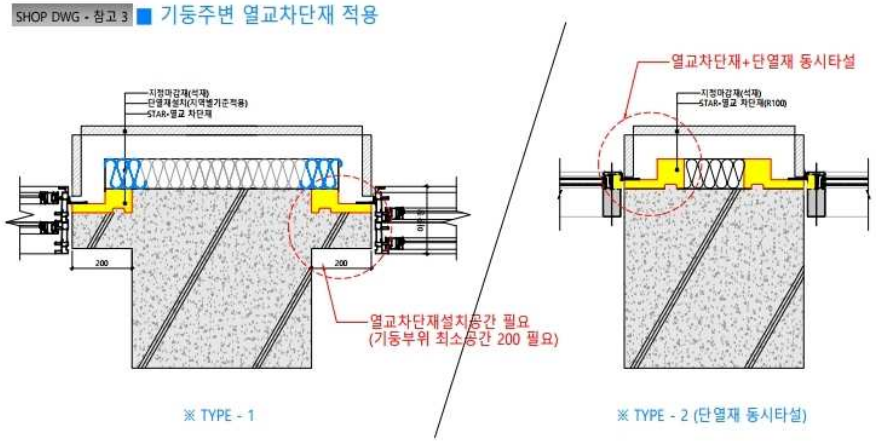


■ 단 면 상 세 도

SHOP DWG - 참고 2 ■ 캐노피하부 열교차단재용 단열재적용



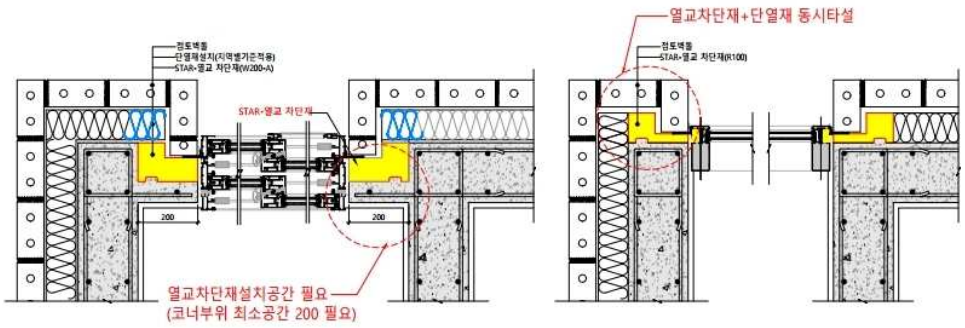
SHOP DWG - 참고 3 ■ 기둥주변 열교차단재 적용



※ TYPE - 1 ※ TYPE - 2 (단열재 동시타설)

■ 기둥주변적용시

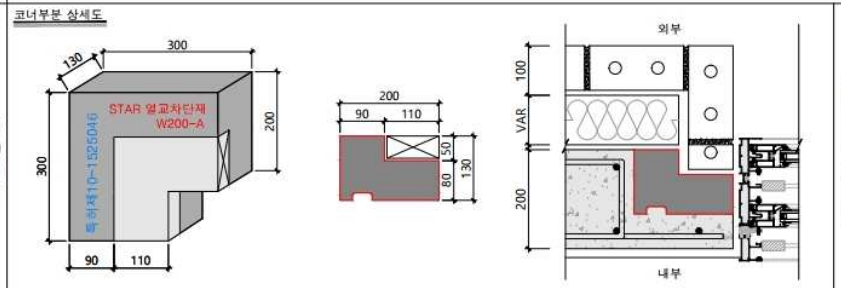
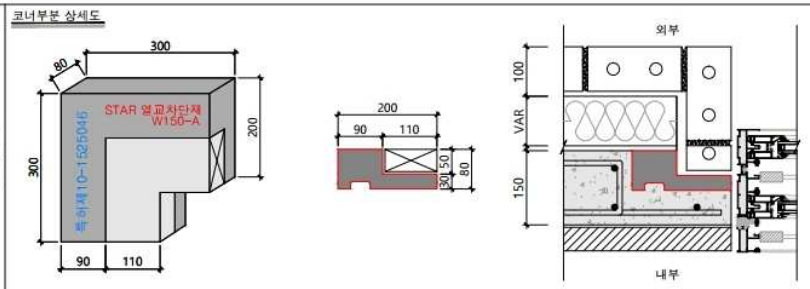
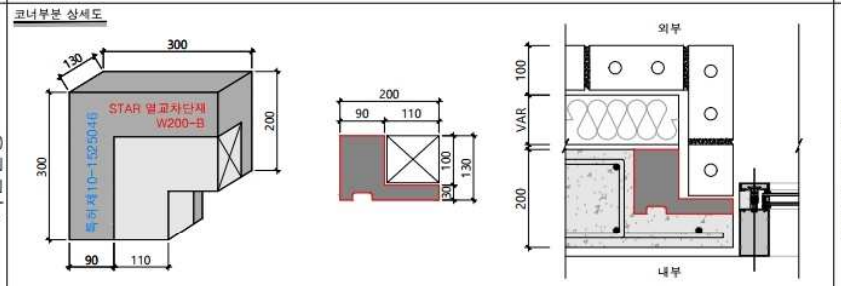
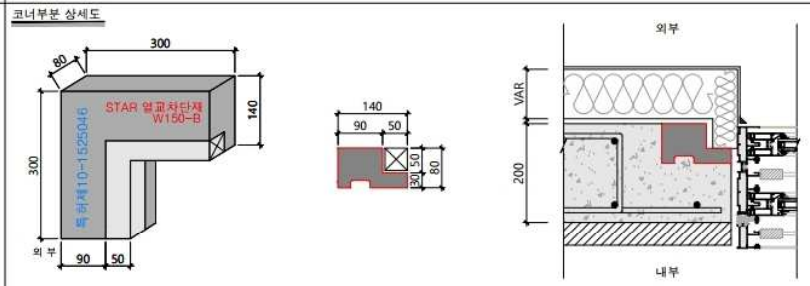
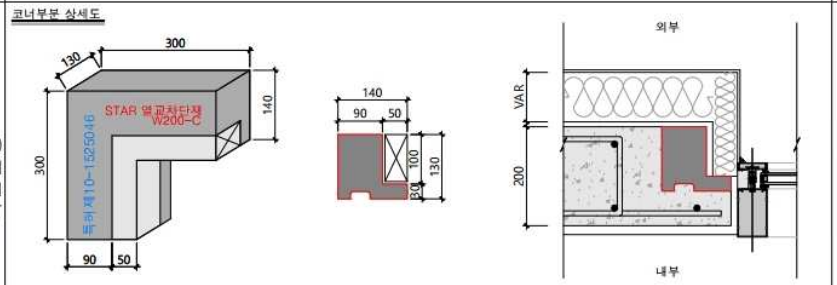
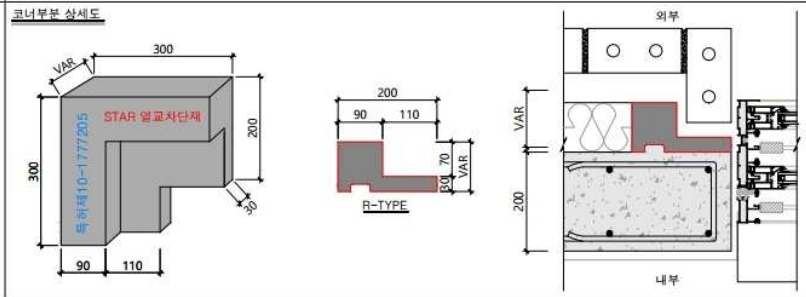
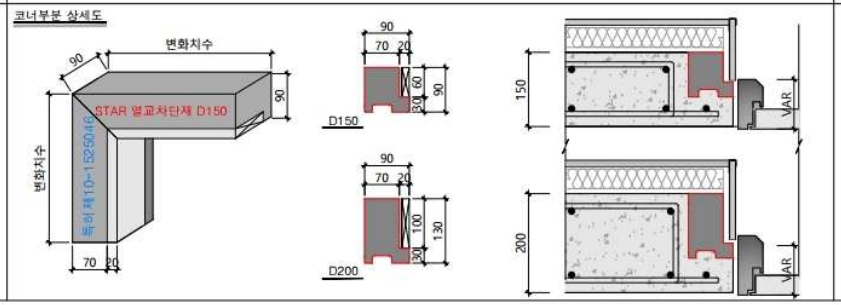
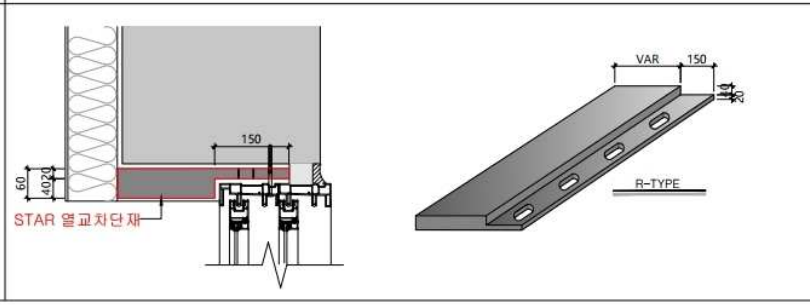
SHOP DWG - 참고 4 ■ 웅벽 코너 열교차단재 적용



※ TYPE - 1 ※ TYPE - 2 (단열재 동시타설)

■ 웅벽코너부위 적용시

(출처 : ㈜스타빌엔지니어링)

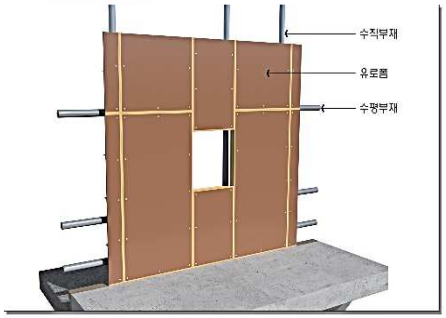
제품	도면
W200-A TYPE - 이중창용	
W150-A TYPE - 이중창용	
W200-B TYPE - 커튼월용	
W150-B TYPE - 외단열용	
W200-C TYPE - 외단열용	
단열재 동시타설 VAR.-TYPE	
D150, 200출입문용	
R-TYPE 리모델링용	

(출처 : ㈜스타빌엔지니어링)

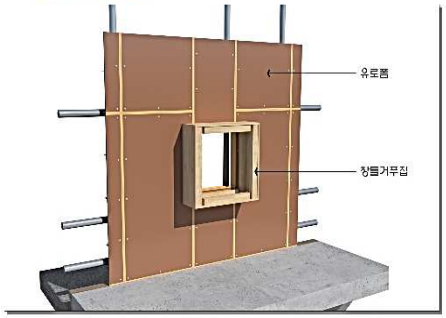
◆ STAR-열교 차단재 시공순서도 1. CON'C + 열교차단재

※ 스타빌엔지니어링 (www.starvilleng.co.kr / 041-566-8289, Fax 041-866-0551)

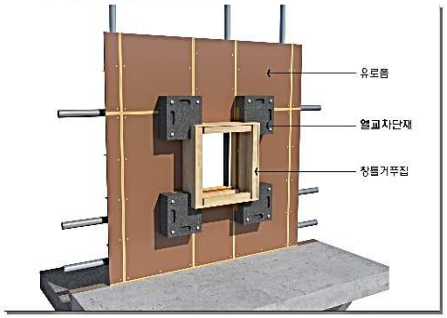
■ 1단계 \ 내부
-외벽거푸집 설치



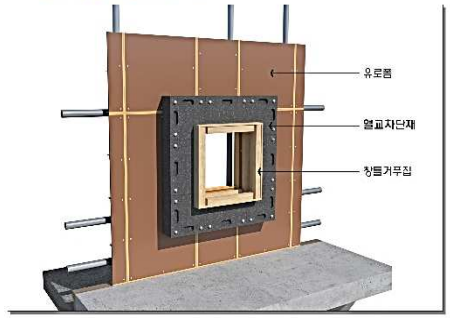
■ 2단계 \ 내부
-창틀거푸집 설치



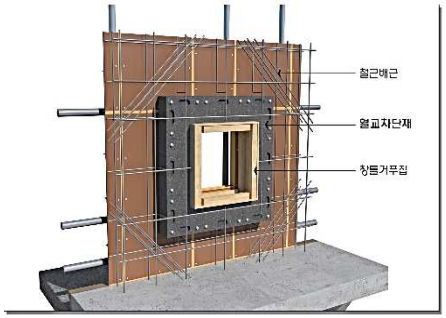
■ 3단계 \ 내부
-열교차단재 설치 (ㄱ자)



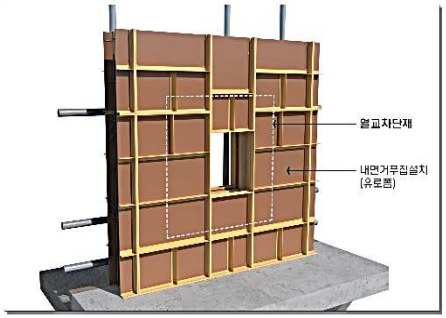
■ 4단계 \ 내부
-열교차단재 설치 (ㅡ자)



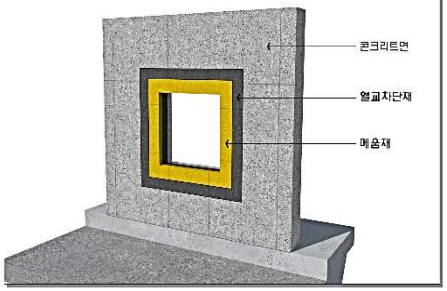
■ 5단계 \ 내부
-철근 배근



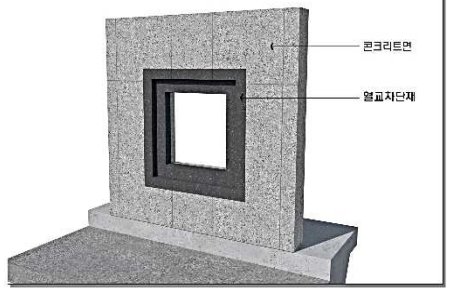
■ 6단계 \ 내부
-내면거푸집 설치



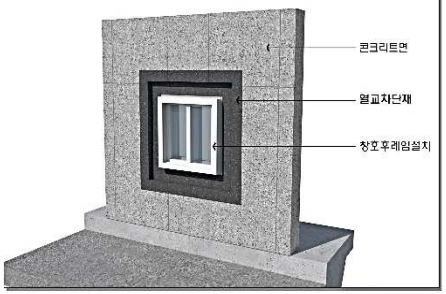
■ 7단계 \ 외부
-콘크리트타설 및 거푸집해체



■ 8단계 \ 외부
-열교차단재 메움재 제거



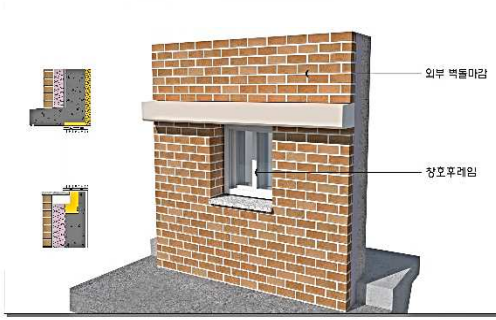
■ 9단계 \ 외부
-창호후레임 설치



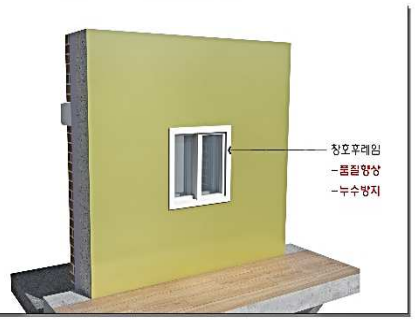
■ 10단계 \ 외부
-외벽단열재 설치

■ 11단계 \

● 외부 — 벽돌, 석재 마감



● 내부 — 미장, 타일 외

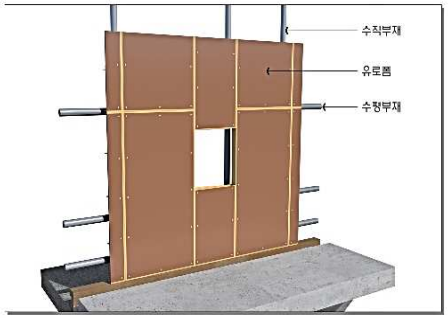


(출처 : ㈜스타빌엔지니어링)

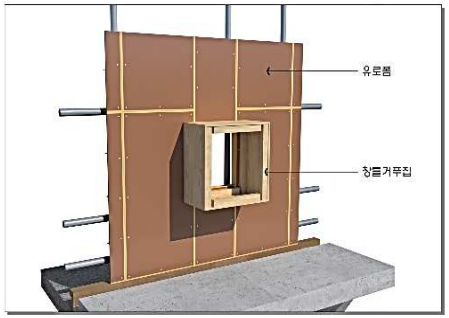
◆ STAR-열교 차단재 시공순서도 2. CON'C + 열교차단재 + 단열재

※ 스타빌엔지니어링 (www.starvilleng.co.kr / 044-866-8269, Fax 044-866-0551)

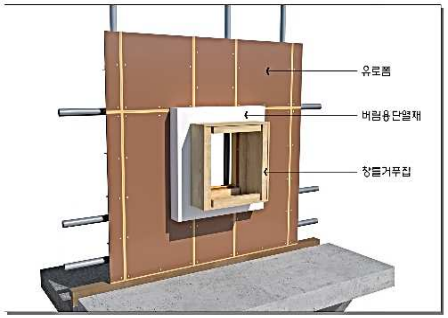
■ 1단계 \ 내부
-외벽거푸집 설치



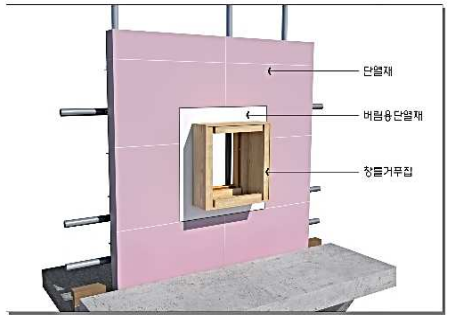
■ 2단계 \ 내부
-창틀거푸집 설치



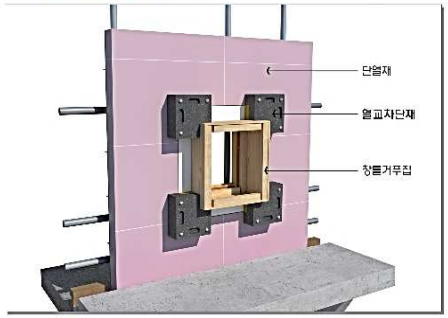
■ 3단계 \ 내부
-창주변 버림용단열재 설치



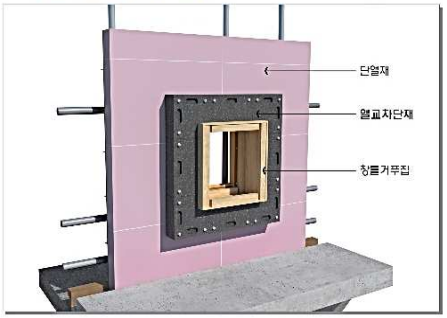
■ 4단계 \ 내부
-외벽단열재 설치



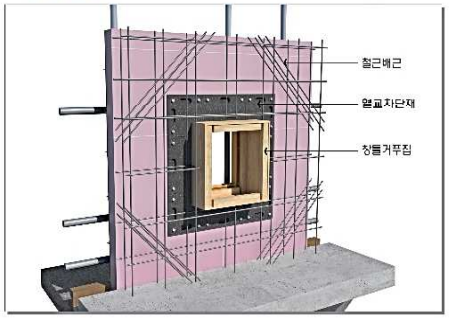
■ 5단계 \ 내부
-열교차단재 설치 (ㄱ자)



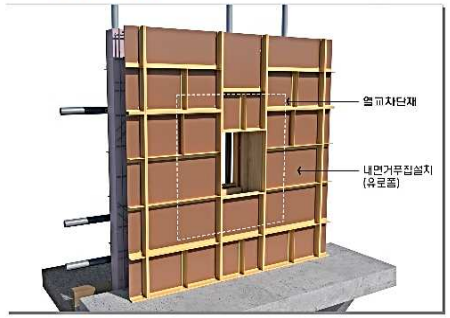
■ 6단계 \ 내부
-열교차단재 설치 (ㅡ자)



■ 7단계 \ 내부
-철근 배근



■ 8단계 \ 내부
-내면거푸집 설치

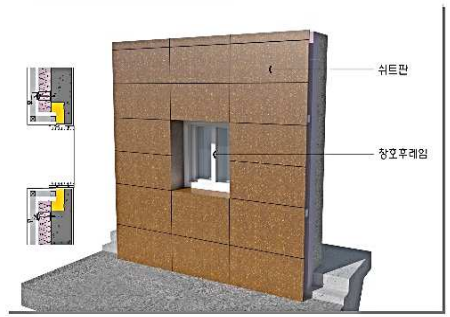


■ 9단계 \ 외부
-콘크리트타설 및 거푸집해체

■ 10단계 \ 외부
-버림용단열재, 메움재 제거

■ 11단계 \ 외부
-창호후레임 설치

■ 12단계 \ 외부
-외장재마감/석재,금속,벽돌

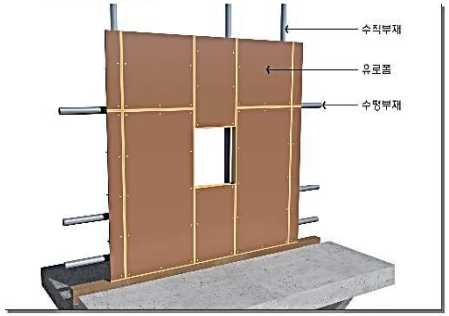


(출처 : ㈜스타빌엔지니어링)

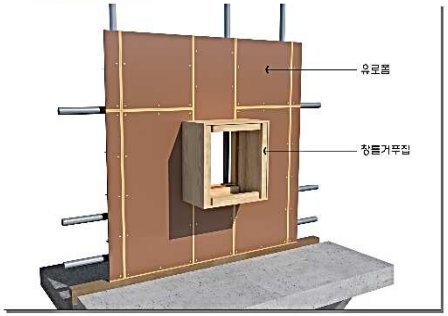
◆ STAR-열교 차단재 시공순서도 3. CON'C + 열교차단재 + 단열재/창대석 要

※ 스타빌엔지니어링 (www.stabilleng.co.kr / 044-866-8789, Fax 044-866-0551)

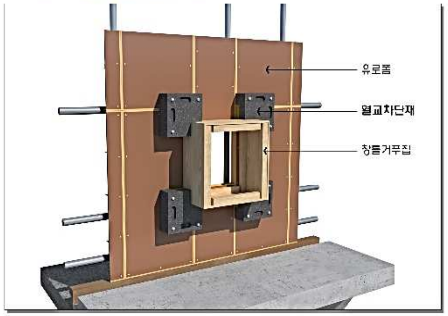
■ 1단계 \ 내부
-외벽거푸집 설치



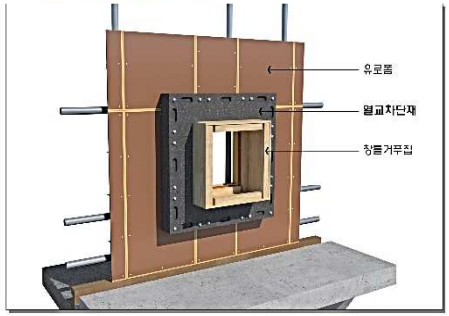
■ 2단계 \ 내부
-창틀거푸집 설치



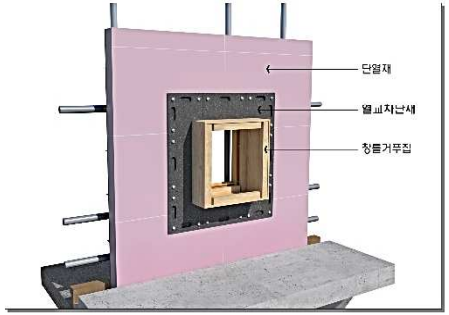
■ 3단계 \ 내부
-열교차단재 설치 (ㄱ자)



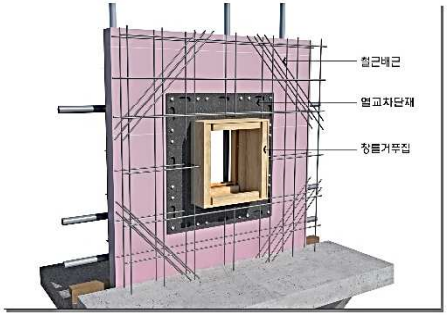
■ 4단계 \ 내부
-열교차단재 설치 (ㅡ자)



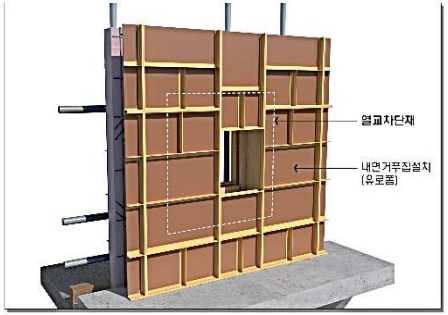
■ 5단계 \ 내부
-외벽단열재 설치



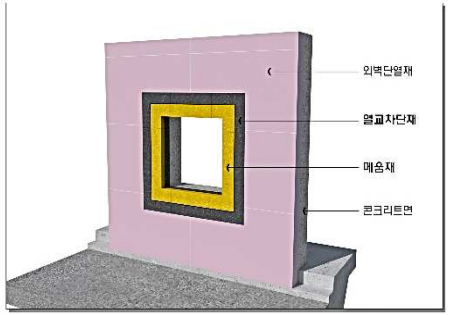
■ 6단계 \ 내부
-철근 배근



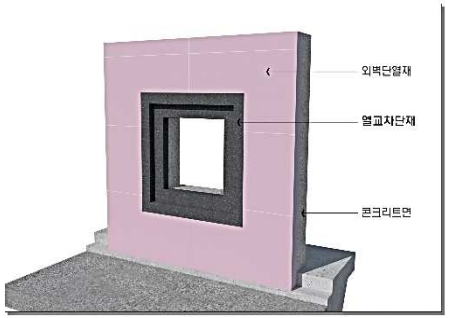
■ 7단계 \ 내부
-내면거푸집 설치



■ 8단계 \ 외부
-콘크리트타설 및 거푸집해체



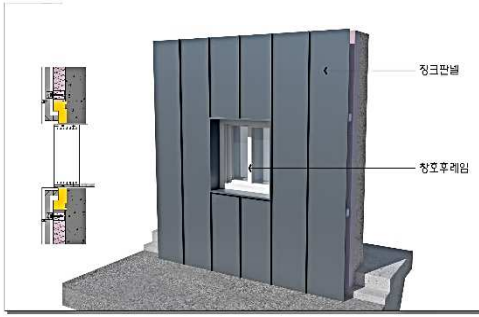
■ 9단계 \ 외부
-열교차단재 메움재 제거



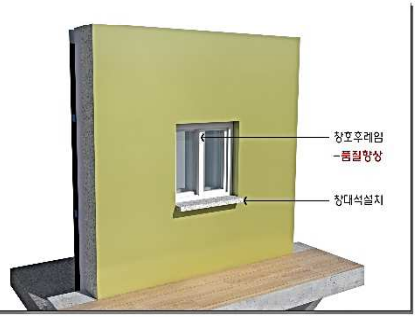
■ 10단계 \ 외부
-창호후레임 설치

■ 11단계 \

● 외부 — 금속, 석재 마감



● 내부 — 미장, 타일 외

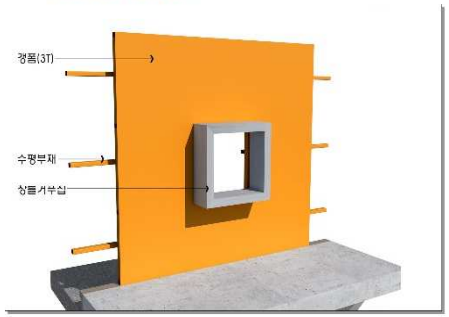


(출처 : ㈜스타빌엔지니어링)

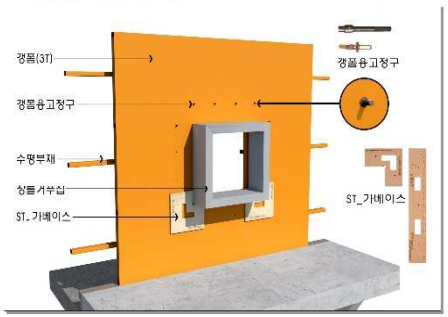
◆ STAR-열교 차단재 시공순서도 4. 갱폼용

※ 스타빌엔지니어링 (www.starilleng.co.kr / 041-566-8289, Fax 041-566-0551)

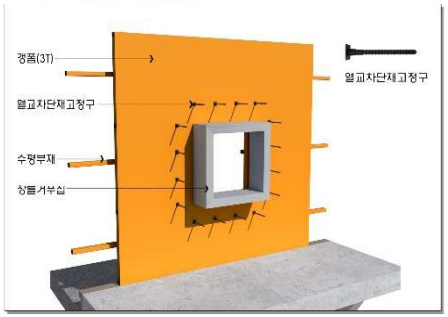
■ 1단계 \ 내부
-외벽, 창틀거푸집 설치



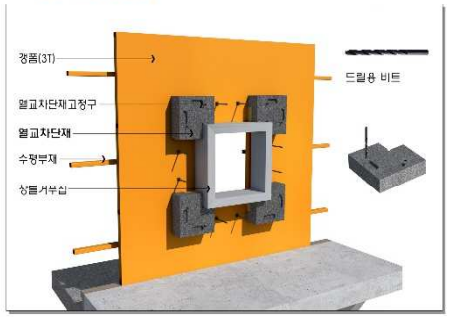
■ 2단계 \ 내부
-갱폼용고정구 설치



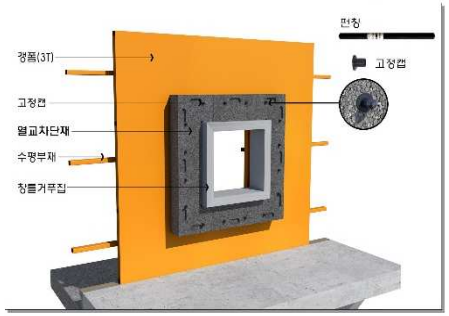
■ 3단계 \ 내부
-열교차단재고정구 설치



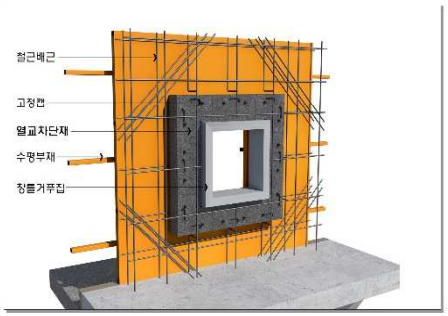
■ 4단계 \ 내부
-열교차단재 설치



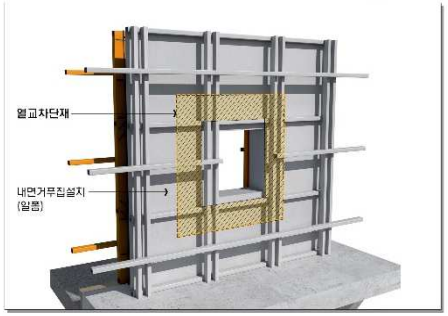
■ 5단계 \ 내부
-고정캡 설치



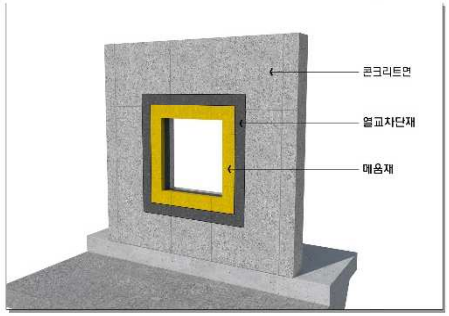
■ 6단계 \ 내부
-철근 배근



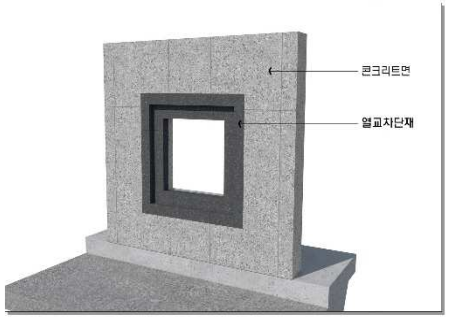
■ 7단계 \ 내부
-내면거푸집 설치 (알폼)



■ 8단계 \ 외부
-콘크리트타설 및 거푸집해체

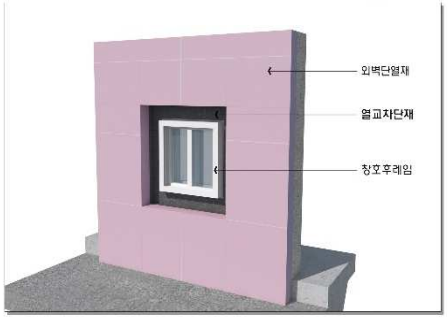


■ 9단계 \ 외부
-열교차단재 메움재 제거

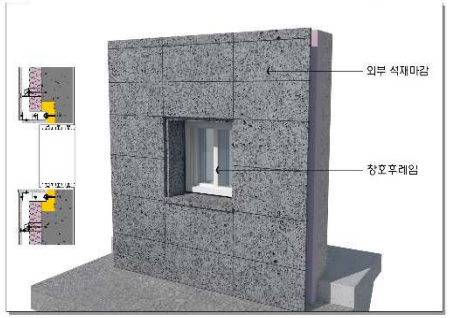


■ 10단계 \ 외부
-창호후레임 설치

■ 11단계 \ 외부
-외벽단열재 설치



■ 12단계 \ 외부
-석재, 금속 마감



(출처 : ㈜스타빌엔지니어링)

THANK YOU

경청해주셔서 감사합니다/Q&A

㈜스타빌엔지니어링 김웅회 (010-5408-8936)

© 본 자료의 모든 저작권은 ㈜스타빌엔지니어링에 있습니다.