

既存住宅의 断熱改修 (2)

朴 相 東

韓國動力資源研究所建物研究室長

나. 結露의 防止

· 壁의 表面結露를 防止하는 手段은 壁에 断熱材를 施工하여 壁의 실내측 表面온도를 높게 유지하는 것이고 벽의 내부 벽 속에 침입시키지 않는 것이다. 防湿層으로는 0.1mm 두께 이상 의 폴리에틸렌판이나 아스팔트 크라프트지 등을 사용하면 좋으나 板 등의 이음매는 15cm 이상 겹치는 것이 좋다. 또한 지붕 밑의 結露를 방지하고 여름의 더위를 완화시키기 위해서는 断熱材, 防湿層의 施工과 동시에 지붕 밑의 환기를 충분히 할 必要가 있으므로 박공벽이나 처마끝에 환기구를 설치하도록 한다.

그리고 마루바닥 밑으로 부터의 습기를 방지하기 위해서 바닥 밑의 지면에 폴리에틸렌판을 깔거나 밀창 콘크리트를 施工하여 지면으로 부터의 수증기 발생을 억제하는 것도 효과가 있다.

더욱 結露를 일으키지 않기 위해서 는 실내에서의 수증기 발생을 될 수 있는 한 적게하는 생활양식을 연구하고 燃燒排氣를 실내에 방출하지 않는 형식의 난방기기의 선정이 필요하게 된다.

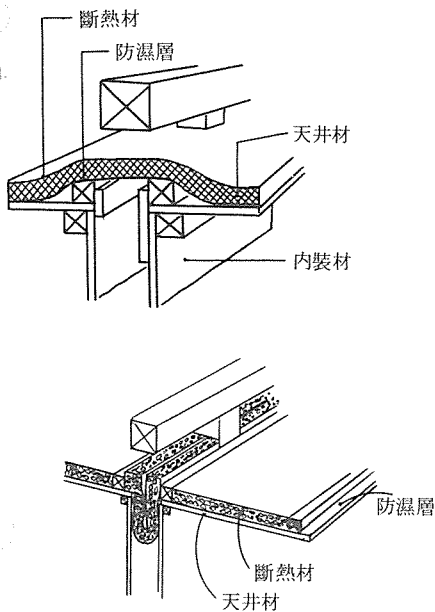
다. 断熱材의 선택 및 종류
주택을 断熱, 保温 施工함으로써 주

택 난방에너지의 상당한 양을 절약할 수 있다는 것은 자명한 사실이며 적절한 에너지절약 효과를 거두기 위해서는 質 좋은 단열 및 보온재를 선택하는 것이 중요하다. 단열재를 구입할 때는 그 단열재에 대한 대략적인 성질을 알아 본 뒤에 선택하는 것이 좋다.

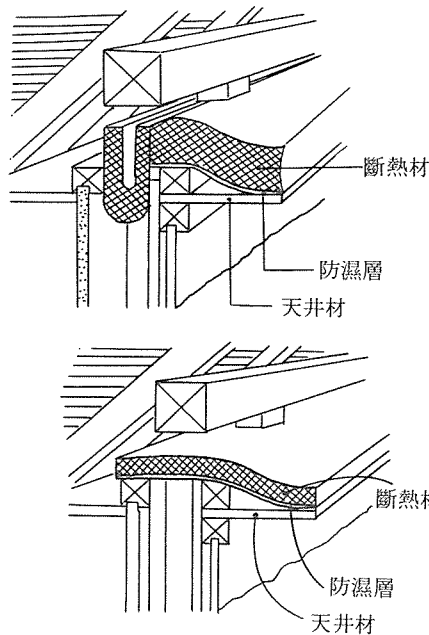
단열재는 습하거나 물기가 침수되어 있으면 열 전도율이 높아져 단열성능이 저하되며 또 습기, 물기가 스며 들게 되면 벽체 같은 경우에는 단열재가 밑으로 처지거나 내려 앉아 제 성능을 발휘하지 못한다. 따라서 단열재 施工時 특히 외부구조체에 단열시공을 할 경우에는 방습 또는 방수층을 설치하여 단열성능을 높이거나 아니면 방습, 방수막이 입혀진 단열재를 설치하는 것이 좋다.

단열재는 밀도나 비중에 따라 열전도율이 달라지는데 알맞는 밀도와 비중을 가진 것을 선택해야 한다.

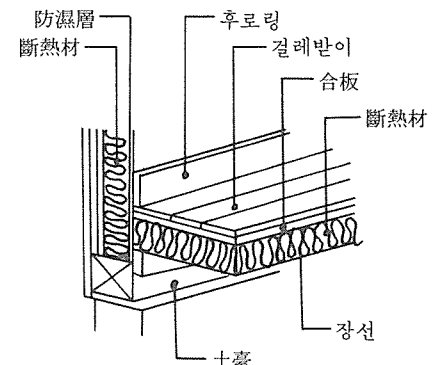
또한 단열재는 불의의 화재시에 대



〈그림 - 15〉 칸막이 上部 断熱



〈그림 - 16〉 外壁과 天井의 接合部断熱



〈그림 - 17〉 마루와 壁의 接合部 断熱

비하여 難燃性 단열재나 不燃材를 被覆한 단열재를 선택해야 하는데 이는 단열재가 연소할 때 인체에 해로운 유독가스를 내뿜기 때문이다.

끝으로 단열재 및 보온재는 동력자원부장관의 형식승인을 받아 생산된 것을 구입해야 한다.

다음 표는 국내 단열재 생산업체에서 생산하고 있는 일반적으로 널리 쓰이는 주택용 단열재의 熱傳導率 표이

단열재를 수송하거나 또는 건축현장에서 보관하는 경우에는 단열재를 비에 젖지 않도록 주의하여 野積을 피하고 발판위 등 습기가 적고 통풍이 좋은 곳에 보관하고 梱包는 6단 이상 쌓아올리지 말아야 한다. 또한 다른 자재와 같이 섞어 쌓지 말아야 하며 단열재 위에 목재나 철골 등의 중량물을 얹지 말아야 한다.

평지붕은 대개 콘크리트 슬라브로써 천정과 일체로 되어 있다. 경사지붕에는 보통 기와나 스투트로 많이 시공되어 있으며 다락이라는 공간이 만들어지게 된다. 평지붕 같은 경우에는 지붕이나 천정중 어느 한 곳이 단열되는 수도 있고 모두 단열하는 경우도 있다. 그러나 경사지붕에서는 다락의 소용에 따라 난방이 필요할 때에는 지붕 단열을 하여야 하지만 에너지의 낭비를 초래하는 결과를 가져오며, 그렇지 않은 경우에는 천정을 단열하는 것이 시공상 용이하고 단열효과를 크게 할 수 있다. 또한 겨울에는 저온의 수증기압이 낮은 외기를 도입하여 지붕속의 結露를 방지할 수 있으며 積雪量이 많은 地域에서는 지붕을 단열할 경우 눈도 단열성이 좋기 때문에 氷點이 눈속으로 이동하게 되는데 이때에 지붕과 밀착되어 있는 눈이 녹아서 미끄러져 다칠 위험이 따르게 된다. 따라서 눈이 많은 지역에서는 천정위를 단열하면 지붕은 따뜻하지 않게 되므로 눈은 바람에 의해 흘날려 없어지거나 위쪽에서 부터 녹아내리게 되므로 안전하다는 이점이 있다.

〈표-9〉 国内生産 断熱材의 密度 및 熱傳導率

断熱材名	密度 (g/cm ³)	熱傳導率 (Kcal/m. h. °C)
유 리 면 (glass wool)	0.01~0.04	0.028~0.043
암 면 (rock wool)	0.03~0.10	0.024~0.029
난 연 성 발 포 스킷 로 폴	0.016~0.030	0.022~0.039
석 고 보 드	0.85~0.90	0.11 ~0.35
요소발포수지 (urea foam)	0.01~0.02	0.025
석 면	0.08~0.14	0.022~0.039
질 석	0.1~0.7	0.03 ~0.15
규 산 칼 습 보 온 관	0.22	0.026~0.04
석 고 플 라 스텐	0.89	0.35
폴 리 우 레 탄 폼	0.016~0.030	0.022~0.039

〈표-10〉 断熱材 사용 부위

部位別 断熱材의 種類	지 붕	天 井	벽	바 닥	配管, 보일러
유 리 면	○	○	○		○
암 면	○	○	○		○
난연성발포스킷로폴	○	○	○	○	
석 고 보 드	○	○	○		
우 레 아 폼		○	○		
석 면	○	○	○		○
질 석				○	
규산칼습보온관	○	○	○	○	
석고플라스텐	○			○	
폴리우레탄폼		○	○	○	

며 使用部位 표이다.

라. 無機質 纖維系 断熱材의 사용시 주의사항

그라스울 (glass wool)이나 록크울 (rock wool) 등을 시공할 때에는 방습층을 실내측으로 하여야 하며 방습용 표면재가 붙어있는 단열재도 방습층쪽을 실내측으로 향하도록 시공해야 한다.

또한 귀불이로 되어있는 것은 귀를 기둥이나 샛기둥 등에 Staple로 고정시켜 실내의 습기가 벽체속이나 천정속으로 침입되지 않도록 한다.

마. 發泡 樹脂系 断熱材에 관한 주의사항

發泡 樹脂系 断熱材는 연소하는 성질이 있으므로 보관, 시공에 있어서 화기에 충분히 주의하여야 한다. 그러므로 벽면 등의 시공 마감은 불연재료로 싸는 것이 좋은 방법이며, 아울러 施工時 직사일광에 장시간 노출시키지 말아야 한다.

3. 既存住宅의 部位別 改修工法

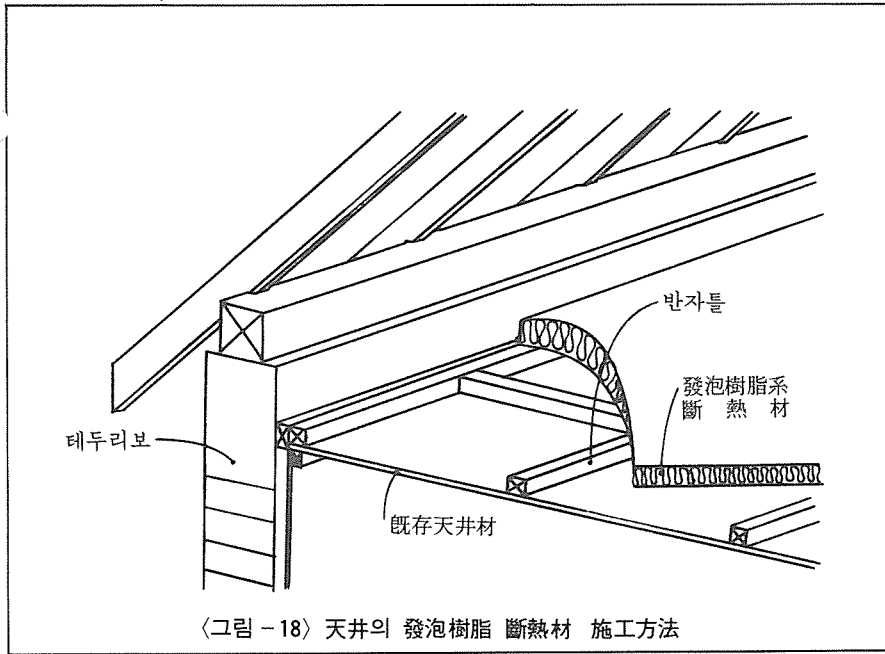
가. 지붕 및 천정
지붕에는 평지붕과 傾斜지붕이 있고

1) 경사지붕

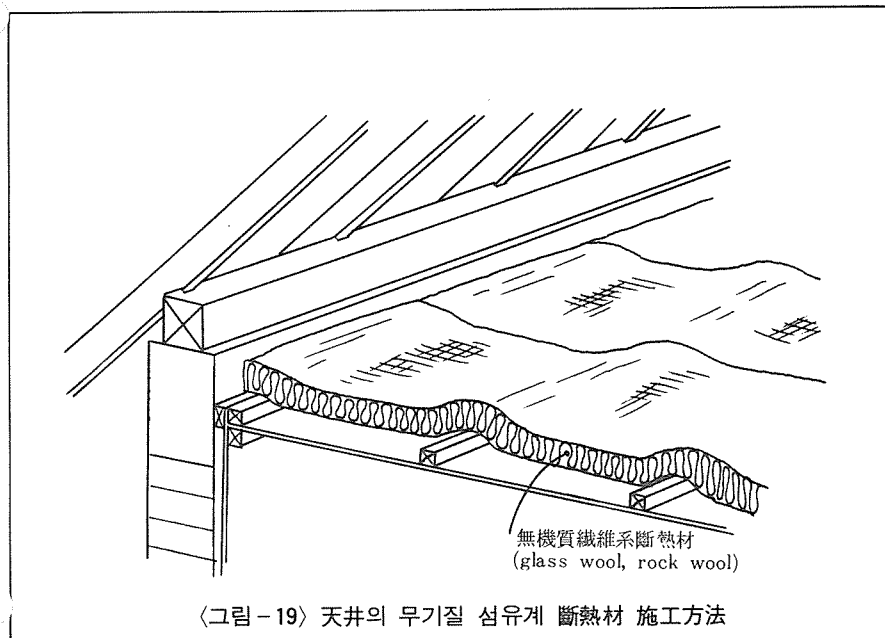
組積造나 木造의 경사지붕에서 천정의 개수는 단지 합판이나 보드류로 마감되어 있다면 이를 제거시킨 후 단열재를 깔아주는 시공을 할 수 있으며 다만 천정속이 좁은 구조에서는 기존 천정재를 제거하면서 단열재를 시공하는 것이 좋다. 단열재를 2층으로 하는 경우 층 줄눈이 안되도록 이음매를 물리든가 상하를 直交시켜서 이음매가 겹치지 않도록 하는 것이 바람직하다.

〈그림-18〉은 기존 천정을 제거시킨 후 發泡樹脂系 (스티로폴 등) 단열재를 빈틈없이 채우면서 제거시킨 기존 천정재로 마감한 후 시공시 손상된 부분을 깨끗이 마무리하는 것을 나타낸다.

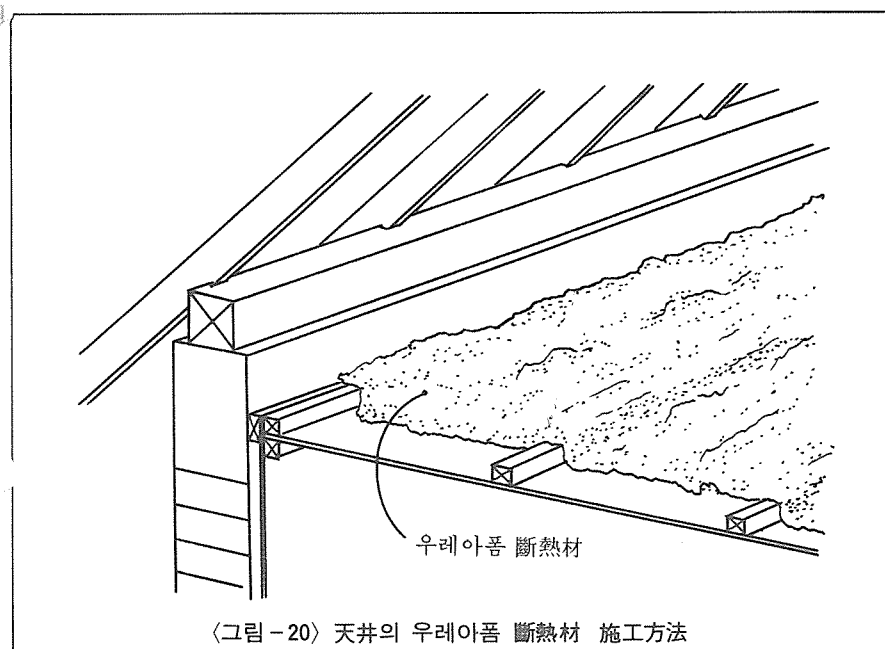
〈그림-19〉는 기존 천정재 위에 無機纖維系 断熱材 (glass wool, rock wool)을 깔아주는 방법으로서 단열효과도 기대이상 크지만 시공기간이 여름일 경우 단열공사를 시공하는 시공인부는 덥기 때문에 옷을 벗고 런닝차림으로 공사를 하므로 유리纖維나 암면의 흘날림 때문에 땀으로 범벅이 된 살갓속으로 섬유가 박혀 따가워서,



〈그림-18〉天井의 發泡樹脂 斷熱材 施工方法



〈그림-19〉天井의 무기질 섬유계 斷熱材 施工方法



〈그림-20〉天井의 우레아폼 斷熱材 施工方法

繼續되는 공사인 경우 상당히 고생을 하게 되며 공사를 忌避하는 현상마저 있어 단열효과에 많은 영향을 끼치고 있는 실정이므로 이에 留意하여 工事を 하여야 할 것이다.

그러나 천정에 치장을 위주로 하여 공사를 한 기존주택의 경우 천정을 뜯어 내기도 어려울 뿐만 아니라, 재료의 손상을 입기 쉬우며 工賃도 많이 추가되므로 불리하다.

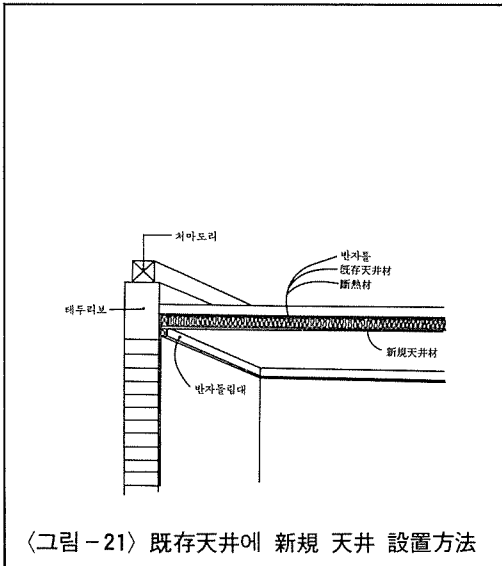
이러한 경우에는 〈그림-20〉같이 천정에 구멍을 뚫고 우레아폼 단열재로 充填시킨다면 工事費도 저렴하게 할 수 있고 요구하는 斷熱효과도 만족시킬 수 있으며 특히 천정속이 좁은 구조에서는 단열재의 이음매라든가 건축구조의 접합부분 등에 단열재를 빈틈없이 할 수 있으므로 여타 단열재보다도 오히려 우레아폼 단열재를 사용하는 것이 좋다.

기존천정이 미려치 못하든가 天井高가 높다든가 할 때에는 기존천정에 일정한 두께의 發泡樹脂系 단열재나 無機質纖維系 단열재 등을 挿入시키고 신규로 천정재를 설치하여 단열을 하며, 우레아폼으로 施工할 경우에는 먼저 기존 반자틀에 맞추어 새로이 살대를 설치한 후 신규 천정재를 설치하고 일정한 간격으로 구멍을 내어 우레아폼 단열재를 充填시킨 후 최종 마감재로 시공해도 같은 단열효과가 있다.

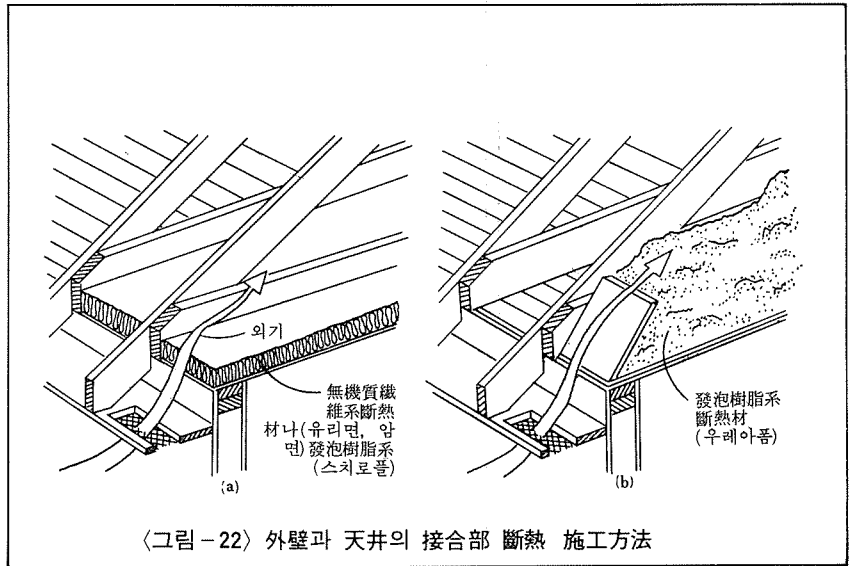
특히 경사지붕에서는 습기가 차는 것을 방지하기 위하여 환기구가 설치되어 있는데 환기구를 통하여 침입되는 외기가 실내에 유입되지 않도록 〈그림-22〉에서 처럼 無機質纖維系 단열재나 發泡樹脂系 단열재가 지붕 가장자리 끝까지 오도록 기밀하게 시공하는 것이 중요하다.

그러나 천정속에 구조가 시공할 수 있을 정도로 넓은 경우에는 대상부분에 〈그림-23〉과 같이 防濕層(폴리에틸렌 필름)을 설치하고 단열재를 장선과 장선 사이의 간격에 맞도록 〈그림-24〉 절단하여 〈그림-25〉와 같이 경사지붕 끝부분 부터 빈틈없이 시공하여 나간다.

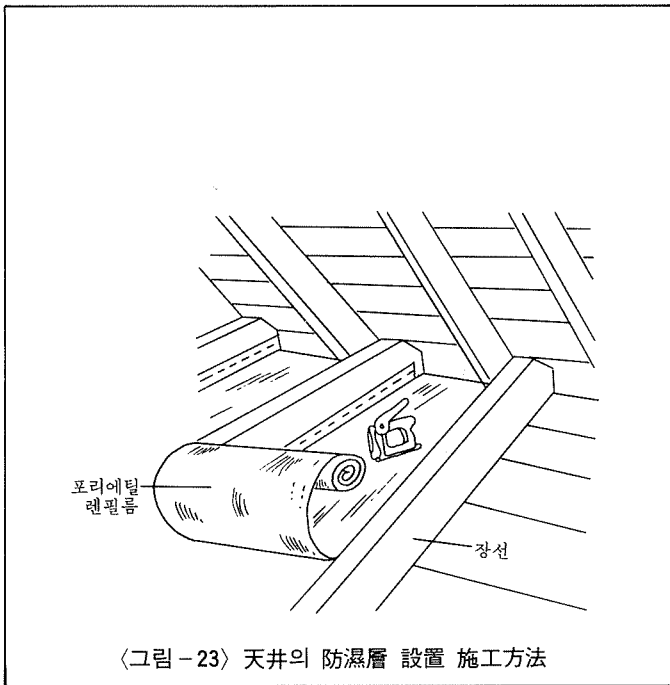
이러한 방법 외에 loose-fill 단열재로 시공하는 방법이 있는데 이 방법 역시 단열재를 시공하기 전에 防濕層을 설치하고 loose-fill 단열재를 장선높이 만큼 되도록 쇠갈퀴 뒷면이나 고무래



〈그림-21〉 既存天井에 新規 天井 設置方法



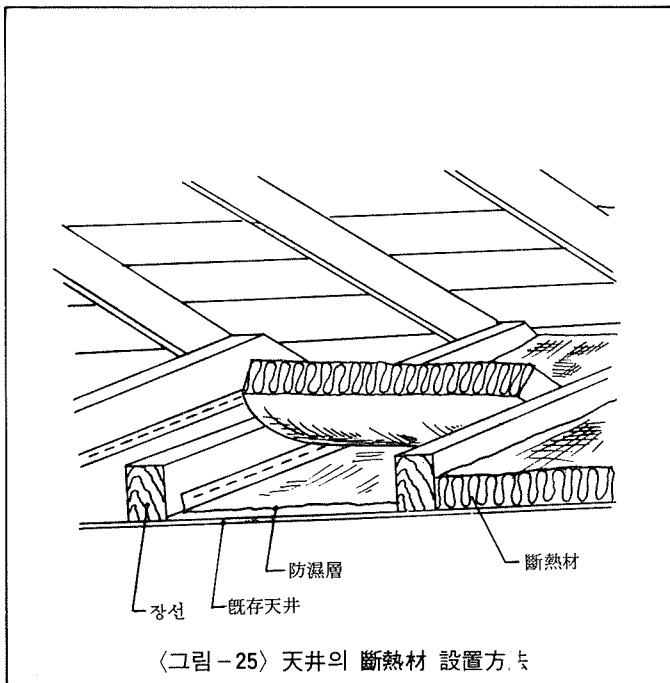
〈그림-22〉 外壁과 天井의 接合部 斷熱 施工方法



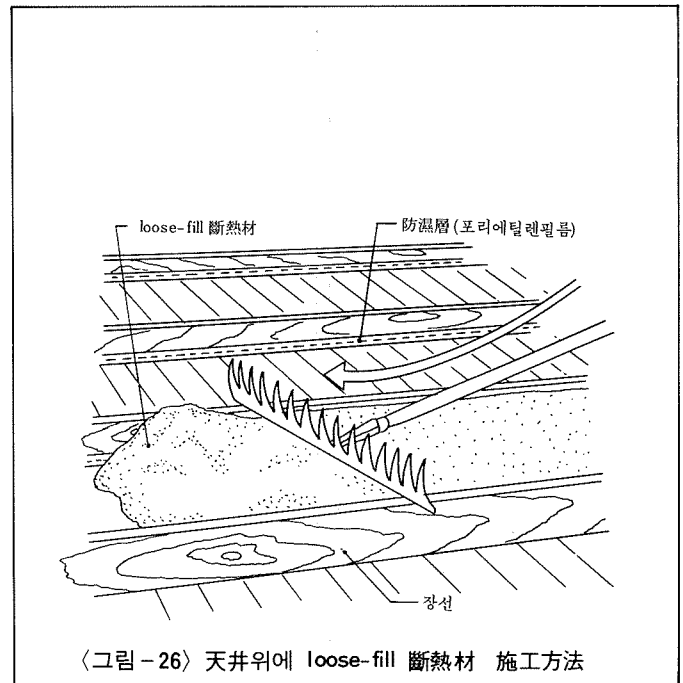
〈그림-23〉 天井의 防濕層 設置 施工方法



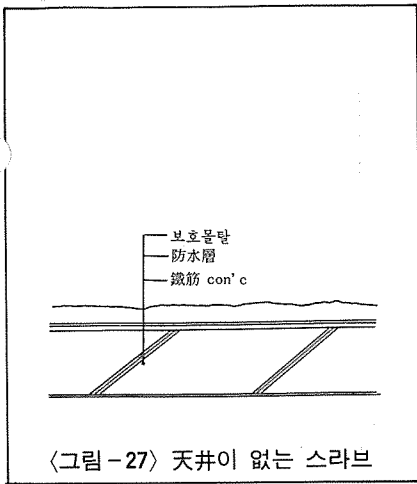
〈그림-24〉 斷熱材 切斷 施工場面



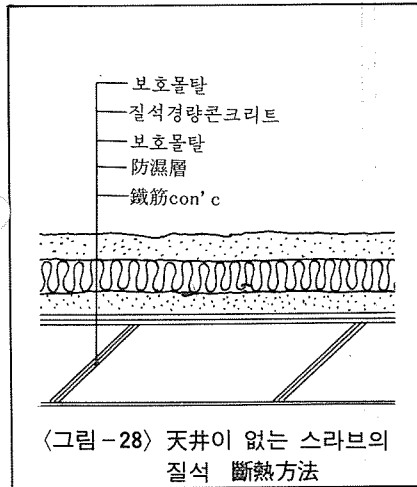
〈그림-25〉 天井의 斷熱材 設置方法



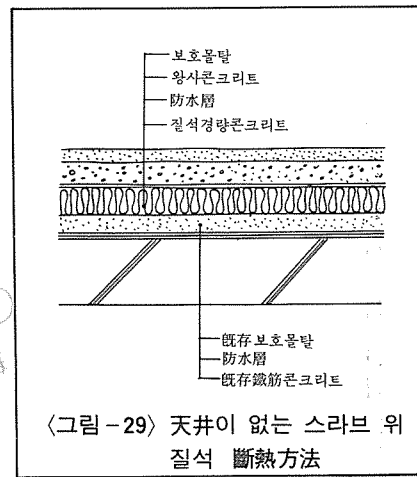
〈그림-26〉 天井위에 loose-fill 斷熱材 施工方法



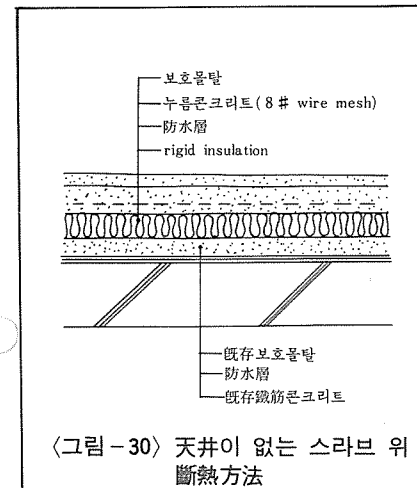
〈그림-27〉天井이 없는 슬라브



〈그림-28〉天井이 없는 슬라브의 질석 斷熱方法



〈그림-29〉天井이 없는 슬라브 위 질석 斷熱方法



〈그림-30〉天井이 없는 슬라브 위 斷熱方法

등으로 〈그림-26〉같이 균일하게 퍼면 같은 단열효과를 얻을 수 있다.

2) 평지붕

콘크리트조에 있어서 단열방법은 外斷熱과 內斷熱의 改修工法이 可能하다.

가) 外斷熱의 改修工法

콘크리트조에 있어서 평슬라브의 상부에 단열하는 공법으로서 슬라브의 열량을 이용할 수 있는 장점이 있다.

〈그림-27〉과 같은 평슬라브 상부를 단열할 경우 보호몰탈위를 깨끗이 清掃하고 질석 輕量콘크리트 50mm 이상을 단열한 후 그 위에 방수몰탈로 마무리하면 기대이상의 효과를 가져올 수 있다. 〈그림-28〉

또 다른 방법은 기존보호 몰탈위를 깨끗이 청소하고 질석단열 콘크리트를 50mm 또는 질석보드로 단열한 후 防水層을 설치하고 왕사콘크리트를 그 위에 보호몰탈로 마감하면 효과적으로 단열이 가능하다 질석 단열재는 비용면에서 너무 고가이므로 비경제적인 것이 큰 흠이다. 〈그림-29〉

그러나 질석 이외에 無機質纖維系 단열재나 發泡樹脂系 斷熱材中 rigid 단열재를 사용하여 〈그림-30〉과 같이 단열하는 방법이 있는데 이 방법은 기존 보호몰탈위에 rigid 단열재를 깔고 그 위에 방수층을 만들고 누름 콘크리트를 치면서 신축에 의한 균열 방지를 위하여 8 # wire mesh를 설치한다.

이 경우에 문제점은 방수층이 밑에 있으므로 비가 오거나 눈이 올 경우 50mm 누름콘크리트층을 통과하게 되는데 비록 방수층이 단열재 위를 덮고 있지만 누름콘크리트 시공시 찢어지는 경우도 있고 방수재료의 이음매나 접합부분의 부실로 방수가 불량하며 누름콘크리트도 구조체의 역할을 못하기 때문에 wire mech로 보강한다해도 열에 의한 伸縮이나 조그만 衝擊에 의하여 갈라지므로 빗물이나 습기의 침입이 가능하게 된다. 이 침입된 습기는 단열재와 단열재의 이음매에 스며들어 단열재 밑에 습기가 차게되면서 들뜨게 되고 겨울철 같은 경우에는 凍破로 누름콘크리트 마져 터지게 되는 경우도 발생 된다. 이로 인하여 개수 시 고려된 外斷熱의 효과를 잃게 되므로 이점에 특히 留意해야 하며 非

透濕性의 단열재 개발과 아울러 강도 있는 단열재의 연구도 병행되어야 할 것이다.

나) 內斷熱의 改修工法

콘크리트조에 있어서 평슬라브의 下部에 空氣層을 두고 천정이 설치된 경우에는 경사지붕 천정 단열재 시공 방법과 비슷하다.

그러나 주의해야 할 일은 슬라브 밑면에서의 結露를 방지하기 위하여 단열재의 실내측이 되는 防濕層은 틈새가 발생되지 않도록 주의하여 시공하여야 한다. 〈그림-31〉

〈그림-32〉은 發泡樹脂系 단열재와 無機質纖維系 단열재로 기존천정에 단열을 하는 시공방법을 보여주고 있으나 경사지붕의 천정에서 처럼 우레아 폼을 사용해도 무방하다.

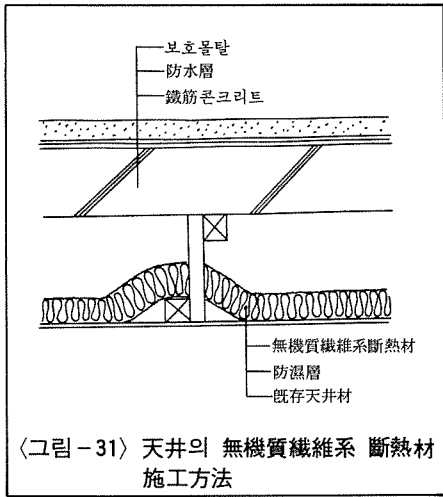
〈그림-32〉는 發泡樹脂系 斷熱材와 無機質纖維系 斷熱材로 기존천정에 단열을 하는 시공방법을 보여주고 있으나 경사지붕의 천정에서 처럼 우레아 폼을 사용해도 무방하다.

그러나 〈그림-33〉과 같이 斷熱材 겸 天井材인 보드류나 텍스류를 사용하여 斷熱效果를 가져올 수 있다.

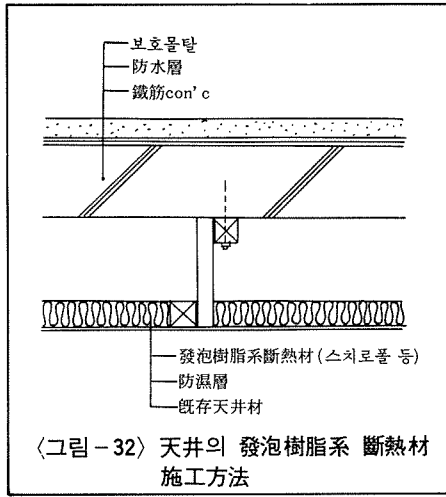
또한 〈그림-34〉와 같이 천정이 없는 경우에 내단열 시공방법은 슬라브 하부면을 깨끗이 청소하고 그 위에 질석 몰탈이나 퍼라이트 등의 단열재로 美匠하거나 뽐칠하는 방법과 〈그림-35〉와 같이 슬라브의 하부에 接觸된 앵카에 의하여 천정재를 설치할 수 있도록 銼기를 고정시킨 후에 단열재를 슬라브 하부에 밀착시키고 그 밑에 防濕層을 설치한 후 천정재로 마감할 수도 있다.

그러나 앵카가 없거나 insert가 없는 경우에는 드릴로 뚫고 고정시키든가 아니면 스트롱 앵카를 이용하여 설치하여야겠지만 이러한 작업도 콘크리트 슬라브속에 埋入된 전선이나 기타 설비를 위한 線에 피해를 주는 경우가 허다하므로 전기공사나 설비공사의 瑕疵가 발생되었을 때에는 이러한 부분을 고치기 위하여 이미 완료된 천정을 뜯어내어 보수하는 경우도 비일비재할 뿐만 아니라 감전의 원인이 되어 사고의 위험이 있고 생명의 威脅까지 받게 되므로 특히 이점에 留意하여 工事해야 할 것이다.

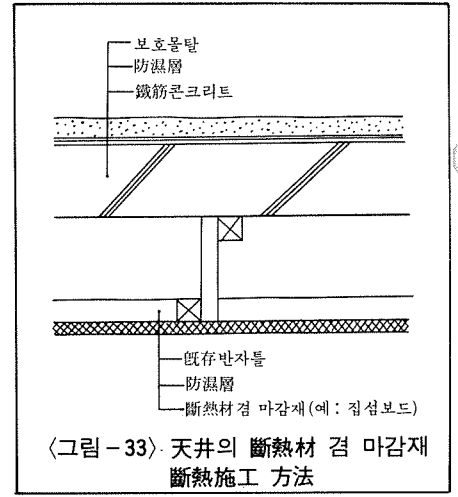
주택이 아닌 경우의 평슬라브의 下



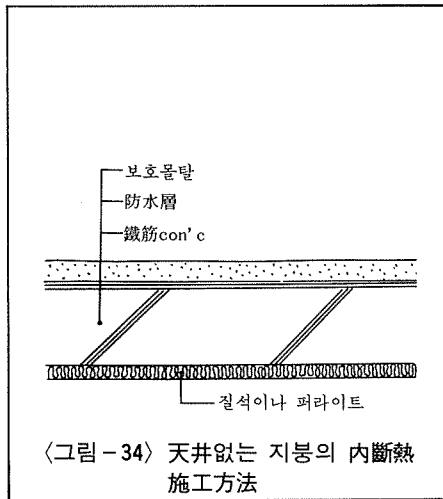
〈그림-31〉天井의 無機質纖維系 斷熱材 施工方法



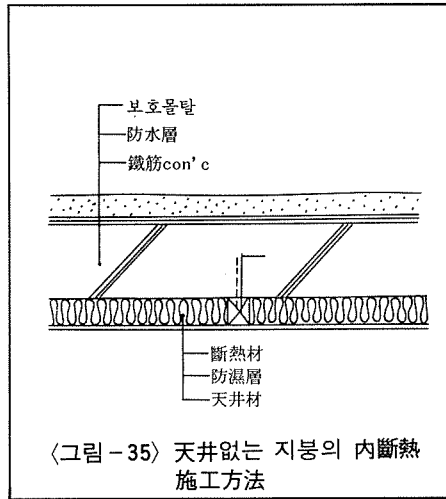
〈그림-32〉天井의 發泡樹脂系 斷熱材 施工方法



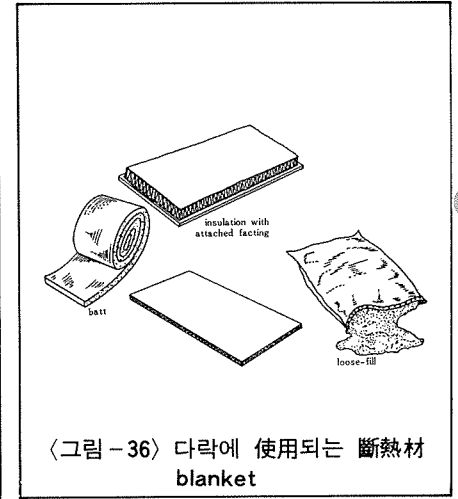
〈그림-33〉天井의 斷熱材 겸 마감재 斷熱施工 方法



〈그림-34〉天井없는 지붕의 內斷熱 施工方法



〈그림-35〉天井없는 지붕의 內斷熱 施工方法



〈그림-36〉다락에 使用되는 斷熱材 blanket

部를 단열할 경우에는 대부분을 깨끗이 청소하고 스티로폴본드 등을 사용하여 스티로폴 단열재를 부착시킬 수 있으나 安全使用溫度가 낮아 화재시 불리한 문제점을 가지고 있다는 것이 큰 흠으로 지적되고 있으나 반면 간단하게 단열을 시행할 수 있는 장점도 있으므로 이러한 방법 등을 적절히 이용해야 할 것이다.

3) 다락

다락을 단열시공하기 위해서는 이미 시공되어 있는 사용재료의 형태와 재질을 검토하여야 하며 把握이 되었을 때 필요에 따른 단열재를 부위별로 선택 시공하여야 할 것이다.

일반적으로 주택에 있어서 단열이 용이한 곳은 다락이며 효과 또한 가장 큰 곳이다. 겨울에는 다락을 통한 열 손실이 비교적 크편이며 여름에는 단열이 안된 다락은 오히려 集熱板의 역할을 하므로 이에 대한 徹底한 對策이 마련되어야 할 것이다.

다락에 단열이 안된 부분이 있을 경우에는 batt나 blanket 단열재를 사용하는 것이 유리하나 blanket 보다는

batt로 시공하는 것이 더 용이하다. 그러므로 다락을 단열하기 위해서는 우선 단열재가 얼마나 소요되는가 파악하여야 하며 batt나 blankets를 구입할 때 장선사이의 거리를 먼저 측정하여 여기에 맞는 넓이의 재료를 사면 재료의 손실을 막을 수 있는 이점이 있다.

만약 다락에 방습층이 설치되어 있지 않을 때에는 방습층을 먼저 시공한 후 단열재 공사를 해야 한다. 그러나 손쉬운 방법은 batt나 blanket 단열재에 방습층이 붙어 있는 단열재로 시공하면 용이하게 단열공사를 마무리 지을 수가 있다. 그리고 다락바닥의 장선이 약할 경우에는 〈그림-37〉과 같이 장선위에 합판으로 깔판을 제작하여 이동이 가능하게 하고 시공자의 몸무게를 지탱하게 하여 다락내의 방습층 설치라든가 단열 공사를 하는데 있어서 용이하도록 한다.

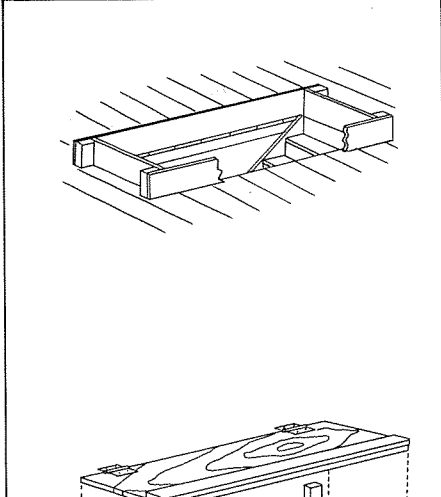
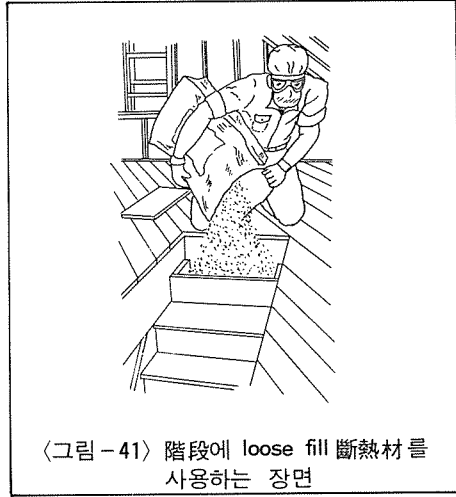
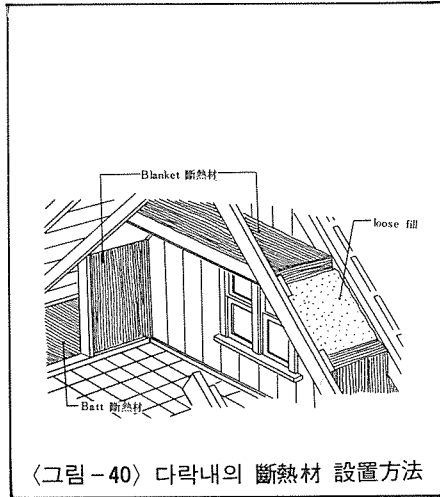
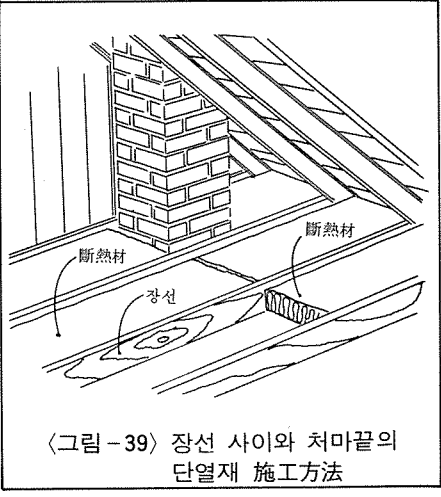
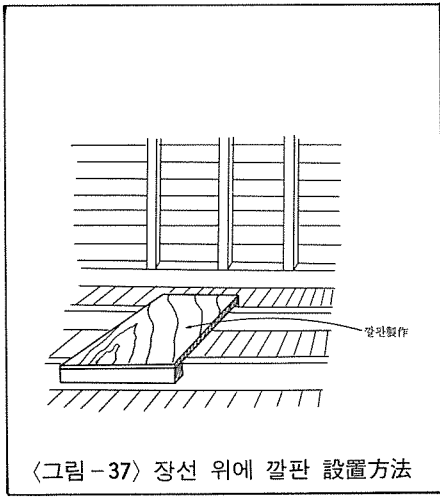
또한 glass wool이나 rock wool로 공사할 때는 손에 단열재료가 박히는 등의 손상을 막기 위하여 장갑을 끼어야 하며 눈에는 보호안경을 끼고 입에

는 호흡에 지장이 없는 마스크를 쓴 상태에서 공사를 해야 할 것이며 (그림-38 참조) 아울러 머리에는 헬멧을 착용하여 머리가 기존 다락에 노출된 못이나 서까래에 부딪쳐 손상이 안가도록 주의해야 할 것이다. 모든 준비가 끝나서 단열공사를 하게 된 때에는 지붕처마 밑에서 부터 시작하여 긴 막대기로 blanket나 batt 끝을 밑에서 천정과 벽체의 접합부를 기밀하게 하여야 한다.

그리고 防濕層 역시 틈이 있는가를 확인하여 부실시공이 되지 않도록 주의해야 하며 또한 단열재는 장선 사이에 꼭 맞게 설치되도록 눌러서 시공해야 한다. (그림-38)

같은 방법으로 시공하되 방의 중심에 도달할 때까지 연속하여야 하며 중심에 이르게 되면 반대편 부터 처음에 하는 방법과 동일하게 시공한다. 만약 시공도중 파이프나 다른 장애물이 있을 경우 그 둘레에 맞게 단열재를 잘라야 하는데 이 때에는 톱니가 있는 칼을 사용하면 쉽게 시공할 수 있다.

또한 통풍구나 들어간 조명장치, 환



기장치 熱發生器가 있을 경우 주위에 맞게 단열재를 잘라 맞추어야 하며 단열재 설치시 너무 무리하게 장치에 연결되어 있는 전선을 끌어 당기거나 하여 파손되지 않도록 주의하여야 한다. 〈그림-40〉은 다락내의 각 부위별로 batt나 blanket, loose fill 단열재로 시공한 예이다.

다락으로 통하는 계단이 〈그림-41〉 같이 설치되어 있는 경우에는 계단의 발판을 뜯어낸 후 빈 공간에다 loose fill 단열재를 골고루 틈이 생기지 않게 채운다. 계단 양 가에 벽의 셋기둥이 노출되어 있다거나 단열이 되어있지 않은 경우에는 이 사이에 batt 단열재를 사용하여 단열을 한다.

또한 문의 경우에는 주위에 합板이나 나무板材를 대주고 그 위에 합판으로 된 목재문을 달아준 다음 문짝 위나 박스옆에 batt 단열재를 대주면 효과적인 단열을 할 수 있다. (그림-42)

나. 壁體

벽은 주택의 공간을 구성하는 가장 중요한 요소로서 많은 면적을 차지하

게 되고 따라서 이 부분을 통해 손실되는 열량도 다른 부위와 비교하여 가장 많은 것이 보통이다.

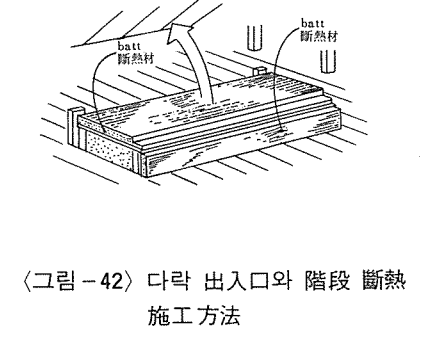
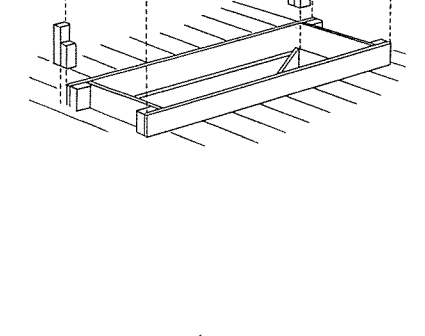
여기에서는 우선 조적조 벽체에 대하여 단열시공방법을 설명하고자 한다.

조적조 벽체와 목조 벽체를 단열시공 하는데 있어 큰 차이점은 조적조 벽체는 목조와 같이 셋기둥과 셋기둥 사이에 붙여넣거나 채워 넣을 수가 없으며 벽돌표면이 일반적으로 매끈하지 않기 때문에 두께가 얇은 셋기둥을 대고 프라스터나 집섬보드로 마감한다.

그렇지 않고 기존벽체에 단열재를 부착하게 되면 창문 주위나 문주위, 스위치, 전기소켓 주위에 특별한 상세도가 필요하게 된다.

이렇게 되면 앞에서도 지적했듯이 실내면적이 작아지게 되는 단점이 발생되므로 불리하다.

그러나 기존의 벽체와 마감재 사이의 깊이가 적어도 25mm 이상이 되면 단열재를 붙여 넣을 수도 있으므로 이러한 문제점을 해결할 수 있다.



이러한 경우에는 특별히 새로운 마감재가 필요하지 않으므로 경제적으로 단열공사를 할 수 있으나 이러한 방법은 수준있는 기술자가 시공하여야 하며 목수와 기술자의 감독하에 이루어져야 한다.