

고주파 접착기를 사용한 복합석재판의 콘크리트 벽체 부착 시공

The Construction Method which attached Complex Stone Panel to Concrete Wall using High-Frequency Holt-Melt Machine

오 창 원*

Oh, Chang-Won

Abstract

The contamination(stain phenomenon) of natural marble(sipeol, bianco) of art wall of on-site interior finishing system and wall of elevator hall has occurred. The bottom of the art wall of stone junction tile has defects as cracks. To solve these problems, our research team developed eco-friendly complex stone panel(stone 4T + cement board 6T) and high-frequency hot-melt construction method that can construct in winter.

키 워 드 : 고주파 접착기 시공법, 친환경 복합석재판

Keywords : high-frequency hot-melt construction method, eco-friendly complex stone panel

1. 연구개요

1.1 기술개발 배경

당사 공동주택의 세대 내부 아트월 시공을 천연석재(대리석)의 시공법이 낙후하여 개선의 필요성이 대두되고 있다. 자재 측면에서 천연석재(20T, 12T)는 에폭시 접착제, 타일접착본드로 시공하고 있으며, 석재접합타일(석재+타일 등)은 타일접착본드 및 몰탈 떠붙임 공법으로 시행되고 있다. 그러나, 석재접합타일은 중량이 고, 흡수율이 1% 이하인 자기질 타일로 흡습이 없어, 콘크리트 벽체와의 서로간 응력이 작용하여, 아트월 하부 부분에 크랙이 발생되어 깨지는 경우가 종종 발생하고 있다. 시공적인 면에서 SEA PEAL, 비안코는 표면 및 배면에 물이 침투하여 석재자체가 지닌 SiO2 성분(철분) 및 에폭시 접착제 시공에 따른 얼룩 현상이 발생 하였다. 또한 전면 접착에 따른 하자발생의 보수 애로점과 동절기 시공불가, 에폭시 접착제 사용에 따른 친환경성 저하 및 숙련공에 따른 시공 품질의 편차가 발생하는 문제점이 나타나고 있다.

이에 본 연구에서는 상기 문제점을 해결하기 위하여, 자재측면에서 경량 복합석재판[천연석재(4T) + 시멘트보드(6T)]의 물성 및 친환경 성능을 GRADE UP 시키고, 시공적인 면에서 벽체에 레벨 조정되는 고정구 및 고주파 접착기 사용에 의한 복합석재판 부착 시공법을 연구하여, 천연석재 변형(오염)을 예방할 수 있는 복합석재판의 건식부분 접착 시공에 의한 품질확보 및 유통절감형 시공법을 개발하였다.

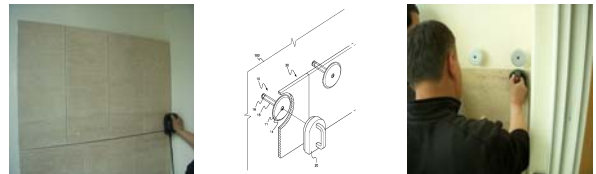
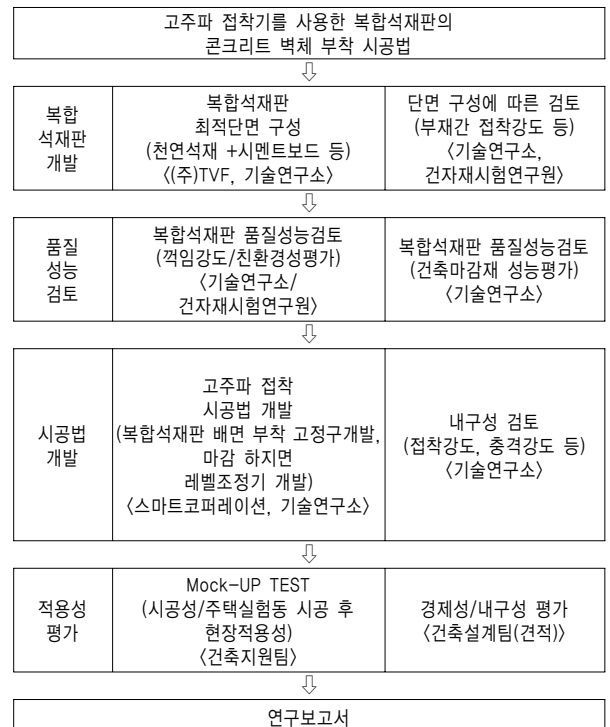


사진 1. 고주파 유도 융착 시공법

1.2 연구범위 및 방법



* 현대산업개발(주) 기술연구소 부장


1.3. 연구목표

- 1) 세대 마감용 천연석의 대체소재 개발을 통한 원가절감
- 2) 고정구와 고주파 접착 시공법 개발을 통한 리모델링 용이성 확보
- 3) 접착제류 미사용에 따른 친환경성 확보
- 4) 건식 시공법 개발에 따른 일관된 시공품질 확보 및 동절기 시공 가능

2. 복합석재판

천연석재는 자재가격이 비싸고, 무게가 중량으로 운반비 및 양 중비가 많이 소요되며, 원석 사용량이 많아 환경이 훼손되며, 충격 시 자재의 파손이 잘되므로, 이에 대한 대처방안으로 가격이 저렴하고, 무게가 가벼워 시공 시 간편하고, 공정을 단축할 수 있는 복합석재판의 적용방안을 강구하며, 그에 따른 시공법이 낙후된 것을 개선하여, 새로운 건식 시공법을 개발하고자 한다.

표 1. 천연석재(대리석)를 이용한 복합석재 종류별 특성

구분	천연대리석	복합석재 (Celos)	대리석 접합타일	이지스톤
샘플 사진				
구성 재료	THK20 천연대리석 THK12 천연대리석	THK 4T 천연대리석 + THK 6T 시멘트보드	THK 4T 대리석 + THK 8T 자기질타일	THK3T 천연대리석+ THK2T 시멘트보드 + THK 5T열경화성 PVC판재
중량 (M ²)	40kg	11kg	30kg	14~16kg
장점	내구성 강함 내수성 강함	경량화로 시공용이 컴퓨터정밀가공으로 디자인 다양	원석 보다 가격저렴	경량화로 시공용이 적은 원석 사용으로 대량생산 구축
단점	무게 중량으로 운반비 및 양중비 많이 소요,가격고가	원석이 많아 양중시 자재관리 철저	본드접착시 자기질타일과 대리석 자체 흡수율이 낮아 박리현상	얇은 원석 및 PVC 판재사용 휨현상 및 이질재료 인한 박리 및 충격시 파손

3. 복합석재판 고주파 접착 시공

3.1 정의

복합석재판[규격300*600, 400*600, 600*1200mm 10T

(대리석재 4T + 시멘트보드 6T)] 을 원형판의 표면에 접착층(폴리올레핀 핫멜트형 접착제)으로 구성되는 STS(Steel Type Stainless) 고정구를 시공벽면에 설치하여, STS 고정구의 Level 너트를 조정하여, STS 고정구의 원형 판 Level(시공벽면과 원형판의 거리)을 고정시키고, 복합석재판의 후면을 접촉시켜 위치를 설정한 후, 복합석재판의 전면에서 고주파 접착기에 의해 복합석재판의 후부에 위치하는 STS 고정구에 고주파 유도기(무게5kg, 크기200*138*91mm)로 전파를 조사하여 용착 부위를 순간적으로 200℃ 이상 가열하는 STS고정구의 발열에 의한 접착층 용융으로 접착시키는 시공법이다.



사진 3 고주파 접착기

3.2 복합석재판 배면 부착 고정구

고주파 용착에 의한 복합석재판 부착을 위해 요구되는 부속자재는 항공PE시트에 쓰인 고정구를 약간 개선하여 STS 고정구를 개발하였고 고정구 표면 접착층은 고주파 유도가열에 의해 금속 고정구의 원형판에 대형 복합석재판을 접착시키는 것으로, 핫멜트형 접착제가 도포되어 형성되거나 접착제가 시트상태로 접착되어 형성한다. 이때, 상기 핫멜트형 접착제는 폴리올레핀 핫멜트(hpt-melt)형 접착제가 바람직하며, 상기 폴리올레핀 핫멜트형 접착제는 아래의 [표]와 같은 물성을 구비하며, 내부에 1~2mm 마이크로 결정구조를 구비한다.



사진 2 복합석재판 STS 고정구

표 2 고정구 표면 접착제 박리강도 및 온도

경도		94 ~ 97
박리강도 (N/25mm)	예비접착시	0.1 ~ 4.0
	완전접착시	> 5.0
재활성온도 (°C)	예비접착시	65 ~ 100
	완전접착시	> 105
내한하한온도(°C)		- 40

이와 같은 폴리올레핀 핫멜트형 접착제는 고주파의 유도가열시 예비접착 및 완전접착을 통해 금속 고정구 원형판과 복합석재판

을 더욱 견고하게 일체로 접착시킨다.

즉, 상기 폴리올레핀 핫멜트형 접착제는 재활성 온도 60~100℃ 범위에서 1~2nm 마이크로 결정구조가 용해되기 시작되어 복합석재판과 원형판의 예비접착이 이루어지게 되고, 105℃ 이상에서 마이크로 결정구조가 균일하게 완전 용해되어 복합석재판과 원형판을 완전접착하게 된다.

3.3 마감하지면 레벨 조정기 개발

복합석재판은 콘크리트 면에 수평을 맞추기 위하여, STS 고정구를 시공벽면에 고정하여, 레벨너트를 조정하여 레벨을 맞추고, 복합석재판의 후면은 STS 고정구 원형 판에 놓고, 고주파 접착기를 복합 석재판 전면에 고주파를 조사하여, 핫올레판계 수지를 용융시켜 접착 시키는 시공법이다.

STS고정구 설치단계는 시공벽면(100)에 앵커홀(110)을 형성하고, 앵커홀(110)에 탄성재질의 칼블럭(120)을 삽입한 다음 이에 앵커볼트(13)를 체결하여 연결한다. 이때 STS 고정구의 원형판(11)은 고정볼트(14)에 의해 레벨너트(12)와 연결되어 있으며, 이와 같이 구성된 STS 고정구(10)는 시공벽면(100)에 설계간격에 따라 상하좌우로 소정거리 이격되어 다수개가 고정 설치된다.

STS 고정구(10)는 접착층(15)과 상기 접착층(15)이 일측면에 도포형성되고 중앙에 결합홈(16)을 관통하는 고정볼트(14)에 의해 원형판의 또 다른 일측 즉, 접착층(15)을 구비하지 않는 일측에 체결되는 레벨너트(12)와, 상기 레벨너트(12)의 타측단에 일측이 나사결합되고 타측이 시공벽면의 앵커홀(110)내로 결합되는 앵커볼트(13)를 포함하도록 되어있다.

레벨너트(12)는 STS고정구의 원형판 레벨을 조정하고, 시공벽면으로부터 원형판(11)을 이격설치하여 대형 석재판(30)이 시공벽면(100)으로 부터 절연시공 되도록 하기 위한 것으로 일측단에 고정볼트(14)가 체결되고, 타 측 단에 앵커볼트(130)가 각각 체결된다. 또한 결합홈은 반원타입의 오목한 형상으로 형성되고 결합홈내의 결합공(17)은 고정볼트의 직경보다 큰 직경으로 형성될 수 있으며, 이와같이 결합홈과 결합공이 형성 될 경우, 고정볼트의 볼트처리 저면 역시 결합홈의 형상에 대응하는 볼록한 형상 또한 레벨너트의 접촉면 역시 반원 타입의 오목한 형상을 구비하는 결합홈에 대응되는 형상으로 형성할 수 있다.

즉, 이와 같은 형상을 구비할 경우 고정볼트의 축이 결합공에서 유동 가능하게 구비되고, 고정볼트가 결합 홈의 중심부에서 벗어나더라도 고정볼트의 볼록한 머리저면이 결합홈에 밀착 결합되며, 작업자의 실수로 앵커볼트가 시공벽면에 직교되지 않고 시공면에 대해 다소 경사지게 설치되어 있다 하더라도 STS 고정구의 원형판은 시공벽면과 평행한 상태를 구비할 수 있게 된다

또한 STS 고정구는 고정볼트와 앵커볼트가 수나사를 레벨너트(12)가 암나사를 구비하도록 되어 있으며, 레벨 너트는 고정볼트(14) 및 원형판(11)과 일체화되어, 레벨 너트의 회전시, 레벨너트

와 고정볼트 및 원형판은 일체로 이동된다. 즉, 레벨너트의 회전에 의해 원형판이 이동되어 레벨이 조정되게 된다. 또한 앵커볼트에는 레벨너트의 풀림을 방지하기 위한 풀림방지너트(19)가 레벨너트와 시공벽면 사이에 위치 하도록 앵커볼트에 더 설치되어 있다.

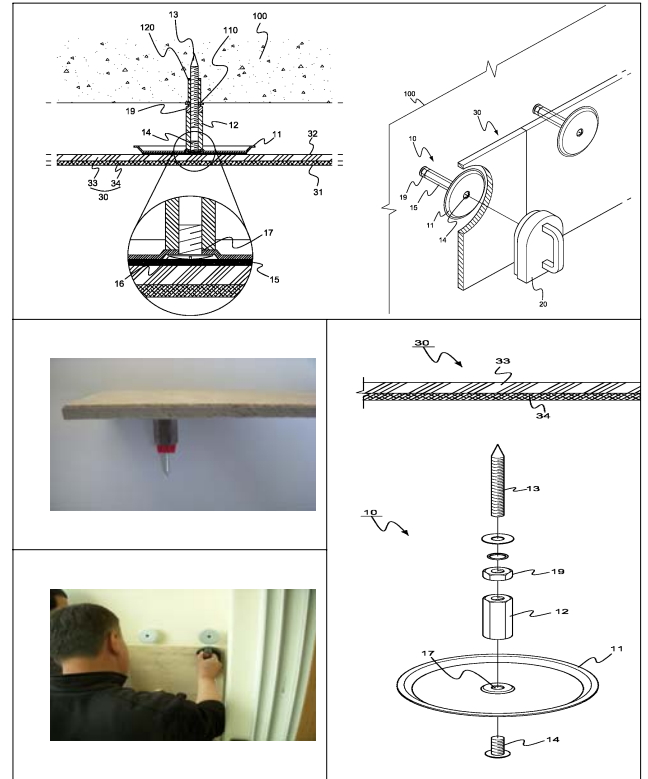


사진 4. 마감하지면 레벨 조정기

3.4 기대효과

본 연구는 공동주택에 사용하고 있는 아트월 및 E/V Hall 벽체의 석재(대리석) 및 석재접합타일 대체재로 복합석재판을 개발하였으며, 석재부착 시공법이 낙후된 것을 개선하기 위하여, 고주파 접착 시공법을 개발하여 다음과 같은 연구결과를 달성하였다.

- 1) 천연석재 및 석재접합 타일 대체자재를 복합석재판 및 고주파 시공법 개발로 원가절감 효과를 이루었다.
 - 2) 공동주택의 아트월이나 E/V Hall 벽에 고주파 접착 시공법 개발을 통해 생산성 향상을 도모할 수 있었다.
- ① 공정단축(공장생산 현장 고주파 접착 시공법)
 - ② 천연석 시공에 따른 하자발생 방지
 - ③ 접착제 미사용으로 친환경 및 리모델링 용이성 확보
 - ④ 건식 시공법 개발에 따른 일관된 시공 품질확보 및 동절기 시공 가능

4. 실험방법

4.1 구성 부재 간 접착강도 시험 (KSF 9001 : 2004)

300*600mm*10T 의 복합석재를 석재와 시멘트보드간의 접착강도를 측정하기 위하여, 석재 표면에 40*40mm의 강재 어태치먼트(Attachment)를 무용제형의 2액형 에폭시수지 접착제로 접착하고, 충분한 강도가 얻어질 때 까지 경화시킨 다음에 어태치먼트 주변을 시멘트보드가 닿을 때 까지 힘을 파서 현장용 단축인장 시험기(유압식)로 접착 강도를 측정한다.



사진 5. 접착강도 시험

4.2 복합석재판 (Celos) 의 품질성능 시험

표 3 품질성능 시험

시험방법	소형챔버시험방법 : KS M ISO 16000-9 :2004		
표준분석 장비 및 분석방법	① 폼알데하이드 : HPLC, KS M ISO 16000-3 :2003		
	② 총휘발성유기화합물 : ATD-GC/MS, KS M ISO 16000-6 :2004		
환경조건	챔버운영 조건 온도 : (25± 1) °C, 습도 : (50± 5) % R.H., 환기횟수 : 0.5± 0.05 회/h		

4.3 시공 후 처짐에 대한 시험

복합석재판은 고주파 접착기를 사용하여, 기술연구소 주택성능 실험동의 벽면에 시공 후 처짐에 대한 경시적인 변화를 검토하였다.

4.4 복합석재판 고주파 접착 시공 후 충격 강도 시험

30kg의 모래주머니로 2.4m 높이에 매달아서 복합석재판 시공된 면에 40cm 거리 및 100cm에서의 비교시험을 하였다.

4.5 부착강도 시험

- 1) 시험표면에 4cm*4cm 정사각형 형태로 시편을 만든다.
- 2) 시편에 맞는 부착강도 측정용 지그를 설치한다.
- 3) 시험기 연장속도는 3mm/min 로 시험한다.

4.6 고주파 접착기(유도기) 사용 시 최적 조사시간

(시공기간) 및 주파수 레벨 입력(온도조건) 분석



3~4초가 최적온도 조건의 고주파 조사시간임

사진 5. 고주파 접착기 최적 조사시간

5. 실험결과

표 4 구성 부재 간 접착강도(한국건자재시험연구원)

시험항목	시험결과	시험방법
부착강도 (N/mm ²)	1.0	KSF 9001 : 2004

표 5 복합석재판(Celos) 품질성능 시험결과

시험항목	품질기준	시험결과	비고
표면결함	갈라짐, 결	이상 없음	
꺾임강도	내장타일 12,N/cm ² 이상	133,N/cm	시멘트 보드면 방향
부착강도	58.8,N/cm ²	74.6N/cm ²	석재와 시멘트 보드면
내동해성	금, 갈라짐, 깨어짐 및 균열이 없을 것	이상 없음	-20°C 10cycle
한열반복	금, 갈라짐, 깨어짐 및 균열이 없을 것	이상 없음	-15°C~40°C 10cycle
내약 품성	내산	표면의 갈라짐, 벗겨짐이 없을 것	표면 부식 천연대리석과동일
	내알칼리	표면의 갈라짐, 벗겨짐이 없을 것	이상 없음
친환 경 성능	HCHO	15µg/m ² h 이하일 것	TRACE
	TVOC	100µg/m ² h 이하일 것	10

표 6 시공 후 처짐 시험결과

구분	품질기준	시험결과
30kg / 40cm 30kg / 100cm	깨짐, 금, 갈라짐 등 이상이 없을것	이상없음

표 7 시공 후 충격강도 시험결과

구분	품질기준	시험결과
30kg / 40cm 30kg / 100cm	깨짐, 금, 갈라짐 등 이상이 없을것	이상없음

표 8 시공 후 부착강도 시험결과

구분	품질기준 kg/cm ²	시험결과 kg/cm ²			
		시편 1	시편 2	시편 3	평균
부착강도	3.0	4.0	4.1	4.0	4.0

6. 시공순서

- 1) 먹놓기
시공하려는 벽면에 복합석재판의 규격에 맞추어 양카의 고정위치를 정하기 위하여 먹을 놓는다.
- 2) 양카, 레벨너트 고정 및 STS 고정구 설치
양카의 고정위치에 양카를 시공하고, 시공벽면의 기울기 편차를 조정하기 위하여 레벨너트를 고정 시킨후 핫올레핀계 수지가 표면에 접착층으로 된 STS 고정구를 레벨너트에 설치한다.
- 3) 복합석재판 부착 및 검사
복합석재판 후면의 Edge 부분에 STS 고정구를 맞추어 고주파 접착기를 사용하여 부착한 후 수평, 수직 및 수평, 수직 및 배부름, 처짐 등을 체크한다.

7. 결 론

본 연구는 공동주택의 아트월 및 E/V HALL 벽에 천연대리석 및 석재 접합타일로 시공되고 있다. 천연 대리석(시펄, 비안코)은 오염(얼룩현상) 하자 및 석재 접합타일은 아트월 하부에 크랙 하자가 발생하고 있다. 이에 대처방안으로 복합석재판 및 고주파 접착 시공법 개발로 시공성 품질 확보 및 원가절감을 목적으로 수행한 연구결과는 다음과 같다.

- 1) 기존의 천연대리석과 석재 접합타일 대체 자재로 복합석재판의 품질성능 시험 결과에서 물성 및 친환경성능에서 우수한 것으로 나타났다.
- 2) 복합석재판(Celos) 고주파 접착성능시험 결과에서
 - ① 장기 처짐 시험(6개월) 결과 이상 없음
 - ② 충격강도 시험 : 모래주머니 30kg의 하중을 거리 40cm, 100cm에서 시공부위에 충격을 준 결과 깨짐, 금, 갈라짐 등 이상이 나타나지 않았다.
 - ③ 부착강도 시험 : 강도 $4\text{kg}/\text{cm}^2$ 로 품질기준을 상회한 결과로 분석되었다.
- 3) 고주파 접착기를 사용한 복합석재판의 벽체 부착 시공법을 사용 시 원가적인 측면에서 약 30% 절감효과와 시공적인 측면에서 공정단축, 친환경성, 동절기 시공이 가능하며, 시공성 향상을 꾀할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 건설교통기술평가원, 신기술520호 보호기간 연장 신청서, (2009.8)
2. 특허청, 대형 복합석재 접착시공방법 특허출원서(10-2009-0085532), 2009.9

3. 한국 전자재 시험연구원, 부착강도 시험성적서, 2009.5