

고강도 콘크리트 폭발제어를 위한 PFB(POSCO E&C Fire Board) 공법의 현장 시공성에 관한 연구

Study on Work-Efficiency in feild of PFB(POSCO E&C Fire Board) for High Sterength Concrete Spalling Control

김 우 재* 박 동 천** 양 완 희** 이 세 현***
Kim, Woo Jae Park, Dong Cheol Yang, Wan Hee Lee, Sea Hyun

Abstract

There are researches in progress on ensuring the safety of the high impact concrete in case of fire which is a current rising social problem and this research institute also developed PFB technology, the explosion preventing technology. PFB technology is to apply POSCO E&C Fire Board, a fireproof board, with an adhesive agent on the construction site, and this technology passed 3-hour fireproof test and this technology was proven from a previous research that the temperature of main root is maintained under 200 °C. Therefore, tests on basic contents was performed in this research before the actual construction, with a full scale of wooden prototype to apply PFB technology to actual construction sites and the tests were done on the workability of fireproof board, the adhesive power, the resistance against imprint of wooden nail, the heat conductivity and etc. As the results of these tests, PFB technology was proven to have an excellent workability at a construction site and to be easy for processing and also, this technology was proven to have a great resisting power against imprint of wooden nail. Therefore, this research has confirmed that PFB technology has no problem to be applied on a construction site.

요 약

국내 건설사 및 학계에서는 현재 사회적 문제로 대두되고 있는 화재시 고강도 콘크리트의 안전성 확보를 위한 연구를 진행 중에 있으며, 본 연구소에서도 폭발 방지 공법인 PFB 공법을 개발하였다. PFB 공법은 POSCO E&C Fire Board 공법으로 무기질계 내화 보드를 접착제로 현장에 시공하는 공법으로 기존 연구에서 3시간 내화시험을 실시한 결과 주근 온도가 200도 이하로 유지되었으며, 콘크리트 및 내화보드에 폭발 및 기타 손상이 발생되지 않았다. 이에 본 연구에서는 PFB 공법을 현장에 적용하기 위해 실물크기의 목업 시험체(2층 무량판 구조, Span 8m)를 제작하여 내화보드의 현장가공성, 현장 부착강도 시험, 나사못 인발 저항 시험 등을 실시함으로써, 현장 시공 전에 기본적으로 검토할 내용에 대한 시험을 실시하였다. 시험결과 PFB 공법은 현장 시공성 및 가공성이 우수한 것으로 조사 나타났고, 구조체 콘크리트와의 부착성능 및 일반 석고보드 대비 나사못 인발시험 성능도 우수한 것으로 조사되어 현장 적용시 문제점은 없는 것으로 조사되었다.

* 정회원, 포스코건설 R&D CENTER 기술연구소 과장 공학박사

** 정회원, (주)인트캠 기술연구소 차장

*** 정회원, (주)인트캠 기술연구소 소장

**** 정회원, 건설기술연구원 건축연구부 수석연구원 공학박사

1. 서론

현재 고강도 콘크리트의 사용이 증가되고 있는 추세에서 고강도 콘크리트의 화재시 단면결손을 유발하는 폭렬의 경향성이 커지고, 콘크리트부재 내부의 온도를 현저하게 증가시키며 심각한 구조적 손상을 유발할 수 있다는 문제점이 대두되었고, 정부에서도 고강도 콘크리트의 내화성능 관리기준을 마련하고 있다. 이에 본 연구소에서는 신축공사 및 리모델링공사에도 적용이 가능한 고강도 콘크리트 폭렬방지 공법인 PFB (Posco E&C Fire Board) 공법을 개발하여 실용화에 노력하고 있으며, 본 연구는 고강도 콘크리트 폭렬방지 대책으로 개발한 PFB 공법을 현장에 적용하기전 실물 목업동에서 현장 PF보드의 가공성, 시공성, 부착강도, 내구성, 나사못 지지력, 마감성능을 시험하여 현장 시공시 기본 자료로 활용하고자 시공 성능평가를 실시하였다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구에서는 그림 1과 같은 무량판 구조를 가진 2층 규모의 시험체에서 Mock-Up 시험을 실시하였다. 실물 크기의 기둥 4곳에서 실시하였으며, PF보드의 두께, 부착방법, 마감재 등을 현장 조건과 유사한 시공 조건으로 시험을 실시하였다. PFB 공법의 현장 적용시 필요한 성능평가를 위해 표 2와 같은 조건으로 시험을 실시하였다.

표 1 Mock-Up 시공 현황

구분		C1	C2	C3	C4
구성 및 시공	보드(mm)	20	20	30	30
	보드부착	접착	접착	접착	접착
	마감	-	내화마스네 슝보드 6mm	-	석고보드 9.5mm
	마감부착	-	타카 건	-	타카 건
시공면적(m ²)		11.2	11.2	11.2	11.2

표 2 실험 계획

구분	관련 규격	시험 내용	비고
부착 강도	KS F 4715	내화 접착제(PFA), 내화보드(PFB) 및 각종 마감재별 부착강도 시험	Field TEST
표면 흡수량	KS F 3504	마감재의 흡수율 시험	LAB TEST
나사못 지지력	KS F ISO 9087	내화보드(PFB) 및 마감재 구성에 따른 나사못 지지력 시험	Field TEST
외관 및 시공성	현장 평가	마감재의 시공성 및 내화보드(PFB)의 외관 평가	Field TEST



그림 1 Mock-Up 시공 현황

3. 실험결과 및 고찰

3.1 부착강도 시험

현장과 동일한 조건의 80MPa의 고강도 콘크리트 기둥시험체에 표 3과 같은 조건으로 시험체를 설치하여 부착강도 시험을 실시한 결과 그림 2와 같은 결과를 도출하였다. 콘크리트와 PFA(내화 접착제)를 시공한 시험체가 가장 우수한 부착강도 19kgf/cm²를 나타내었고, 다음으로 내화마감보드 + PFA 시험체가 9kgf/cm²으로 우수한 부착강도를 나타내었다. 이상의 시험결과 PFA의 부착강도 성능

은 일반 타일 접착제의 성능보다 우수한 것으로 조사되었다.

표 3 부착강도 시험체 조건

구분	조건	비고
NO 1	콘크리트 모체 + PFA	모체에서 탈락
NO 2	콘크리트 모체 + 타일 접착제 + 내장타일	타일 접착제에서 탈락
NO 3	콘크리트 모체 + PFA + PFB + 내화 마감보드(PFA 부착)	내화 마감보드에서 탈락
NO 4	콘크리트 모체 + PFA + PFB + 내화 마감보드(타카건 부착)	내화 마감보드에서 탈락
NO 5	콘크리트 모체 + PFA + PFB + 타일접착제 + 내장타일	타일 접착제에서 탈락
NO 6	콘크리트 모체 + PFA + PFB	PFB 에서 탈락
NO 7	콘크리트 모체 + 내화마감보드(PFA 부착)	내화 마감보드에서 탈락

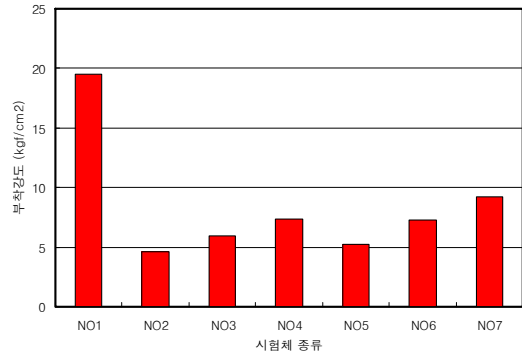


그림 2 부착강도 시험결과

3.2 표면흡수량

PF보드를 옥실부분에 현장 적용시 수분 침투에 의한 보드판의 부풀어 오름 및 변형을 검토하기 위해 표면흡수량을 조사하였다. KS F 3504 기준에 의하면 방수석고 보드의 표면흡수량은 2g이하로 규정하고 있다. 시험결과 내화마감보드에 발수 코팅을 한 시험체의 경우 1.4g으로 조사되어, PF보드 상부에 별도의 수분 흡수 방지공법을 시공하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

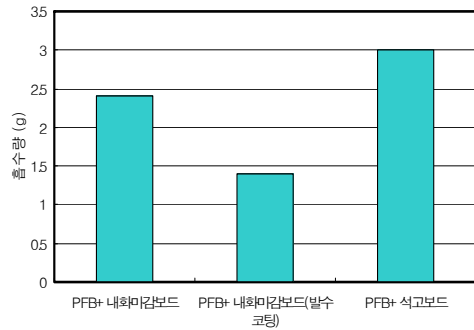


그림 3 표면흡수량 시험결과

3.3 나사못 지지력 시험

초고층 주상복합 시공시 구조체 자중감소 및 공기단축을 위하여 내부벽체로 석고보드를 이용한 건식벽체가 많이 시공되고 있다. 그러나 생활에 필요한 중량물을 설치하기 위해 건식벽체 위에 고정물을 설치하는 경우에 있어서, 기존 석고보드의 경우 지지력이 약하여 뽐힘 현상이 나타나는 문제점이 발생하고 있어 PFB 공법을 현장에 적용하기 전에 PF보드의 나사못 지지력 시험을

표 4 나사못 지지력 시험체 조건

구분	조건
NO 1	PFB(25T)
NO 2	PFB(30T)
NO 3	PFB(25T) + 내화 마감보드(6T)/나사못 고정
NO 4	PFB(25T) + 내화 마감보드(6T)/타카건 고정
NO 5	PFB(25T) + 석고 보드(9.5T)/나사못 고정

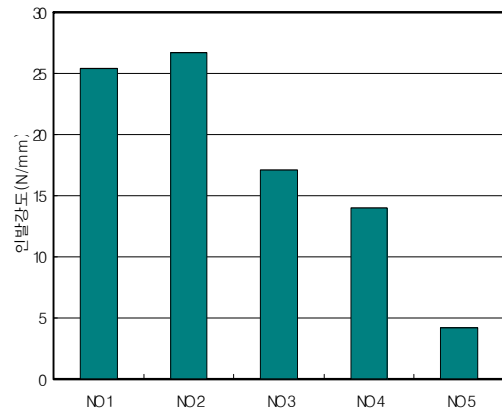


그림 4 나사못 지지력 시험결과

실시하였다. 시험결과 그림 4와 같이 도출되었다. PF보드 30mm 시험체(NO2)가 가장 우수한 시험결

과로 조사되었으며, 석고보드 마감 시험체(N05)가 평균 4.21N/mm로 조사되어 가장 적은 지지력을 나타내었다.

3.4 현장 시공 소요시간 측정

PFB 공법 시공순서는 우선 접착제 교반을 실시하는데, 분말과 액상을 (3:2)비율로 혼입하여 3분이상 교반한다. 이후 PF보드 치수를 확인하고, 현장 사이즈에 맞게 핸드 그라인더로 절단을 한다. 보드판을 시험체에 시공 전에 바탕면 정리를 실시하고, 보드판 이면에 떠붙임 공법으로 접착제를 도포한다. 시공면에 압착공법으로 보드판을 기둥 시험체에 부착시킨다. 마지막으로 줄눈 처리 및 표면정리를 실시한다.

PFB 공법을 이용한 Mock-Up 시험동 시공시 작업시간을 조사한 결과 표 5와 같이 소요되는 것으로 조사되었다. 시공면적 및 작업시간을 계산하여 시간당 시공면적을 조사한 결과 기둥시험체 4개 평균 3.79m²/h 로 조사되었다.

표 5 Mock-Up 시공 소요시간

시험체	시험체 면적	작업 시간	작업인수	시간당 시공 면적
C1	11.2m ²	170분	타일공 2명 일반공 1명	3.95m ² /(3명×1H)
C2	11.2m ²	180분	타일공 2명 일반공 1명	3.73m ² /(3명×1H)
C3	11.2m ²	160분	타일공 2명 일반공 1명	4.20m ² /(3명×1H)
C4	11.2m ²	200분	타일공 2명 일반공 1명	3.36m ² /(3명×1H)
평균	11.2m ²	177분	타일공 2명 일반공 1명	3.79m ² /(3명×1H)

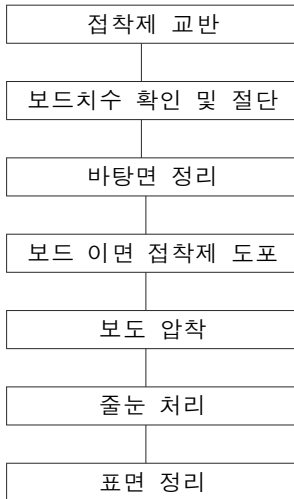


그림 5 PFB 공법 시공 순서



그림 6. PFB 공법 현장 시공

4. 결론

PFB (Posco E&C Fire Board) 공법 실용화를 위한 시공성 검토를 한 결과 PFB 공법은 현장 가공성 및 시공성이 우수한 것으로 조사되었으며, 부착강도, 표면흡수량 및 나사못 지지력 시험결과 일반 석고보드보다 우수한 성능을 확보한 것으로 조사되었다.

참고문헌

1. 김우재 외, 고강도 콘크리트 내화피복 특성연구, 콘크리트학회 학술발표대회논문집, 2006.10
2. 김우재 외, PF보드 마감에 의한 고강도 콘크리트의 폭발방지 대책에 관한 연구, 콘크리트학회 학술발표대회논문. 2007.5