

고강도콘크리트 폭열 방지공법(PFB 공법)의 현장 적용성 평가에 관한 연구

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

김 우 재* 정 상 진**

Kim, Woo-Jae Jung, Sang-Jin

Abstract

There are researches are in progress on ensuring the safety of the high impact concrete in cases 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 to be examined before the actual construction in this research by with a wooden prototype of a full scale to apply PFB technology to actual construction sites and tests are being 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 those 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 the resisting power against imprint of wooden nail, so this research has confirmed that PFB technology has no problem to be applied on a construction site.

키워드 : 고강도콘크리트, 폭열, PFB

Keywords : High Sterength Concrete, Spalling, POSCO E&C Fire Board

1. 서 론

현재 고강도콘크리트의 사용이 증가되고 있는 추세에 고강도콘크리트의 화재시 단면결손을 유발하는 폭열의 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 폭열방지 공법인 PFB (Posco E&C Fire Board) 공법을 개발하여 실용화에 노력하고 있다. 이에 본 연구는 고강도 콘크리트 폭열방지 대책으로 개발한 PFB 공법을 현장에 적용하기전 실물 콘크리트 Mock-Up에서 PF보드의 가공성, 시공성, 부착강도, 내구성, 나사못 지지력 시험, 마감성능을 시험하여 현장 시공시 기본 자료로 활용하고자 현장적용성 평가를 실시하였다.

2. 실험계획

선행 연구에서 개발한 PFB공법은 고강도콘크리트의 화재시 열에의한 폭열 방지를 위한 목적으로 피복재에 의한 내화 성능 확보를 위하여, 알루미늄 실리케이트 무기물과 알칼리 실리케이트 경화제를 이용하여 Al-Si 무기 폴리머 구조를 형성하는 결합재에 단열 골재, 내화 골재 및 기능성첨가제를 첨가하여 구성되는 조성물로 배합 한 내화보드로 조성물의 결합 형태는 그림 1과 같은 형태의 Inorganic Polymer 구조이다. 또한 본 공법의 기본 개념은 그림 2와 같은 형태로 구성되어 있다. 본 공법은 선행연구 에서 실험되어진 결과 60MPa의 고강도 콘크리트 시험체의 경우 기준시험체는 주근 온도 99 7℃, PFB 공법을 적용한 시험체는 주근온도가 278℃ 로 조사되었다.

80MPa의 고강도 콘크리트 시험체의 경우 기준시험체는 주근 온도 1075℃, PFB 공법을 적용한 시험체는 주근온도가 262℃로 조사되어 PF보드는 외부열을 막아 내부 콘크리트에 열전달을 억제시키는 성능이 우수한 것으로 조사되었다.

* 포스코건설 R&D CENTER 기술연구소, 과장

** 단국대학교 건축공학과, 교수

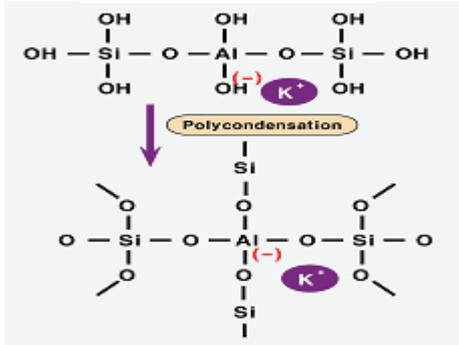


그림 1. Inorganic Polymer 구조머

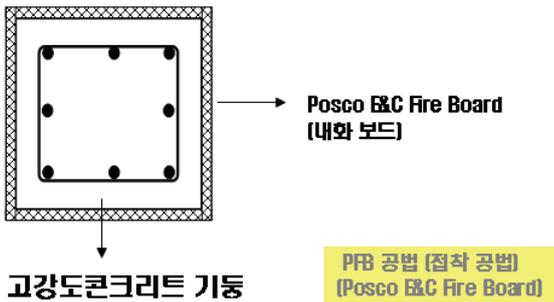


그림 2. PFB 공법 개념도

본 연구는 당사 초고층 주상복합 건축물에 PFB공법을 적용 하기위해 사전에 현장과 유사한 조건의 고강도콘크리트 Mock-Up 시험동에서 표1과 같은 실험계획으로 시험을 실시하였다. 시험 내용은 PF보드의 부착강도, 표면 흡수량, 나사못 지지력 시험, PF보드의 시공성 및 현장가공성 등을 검토 하였다.

표 1. 실험 계획

구분	관련 규격	시험 내용	비고
부착 강도	KS F 4715	내화 접착제(PFA), 내화보드(PFB) 및 각종 마감재별 부착강도	Field TEST
표면 흡수량	KS F 3504	마감재의 흡수율 시험	LAB TEST
나사못 지지력 시험	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

PF보드의 시공성 평가는 위해 현장과 유사한 형태의 콘크리트 Mock-Up동에서 시공성 평가를 실시하였다. 콘크리트

Mock-Up동은 2층 규모로 콘크리트 무량판구조로 슬래브 2개, 기둥 8개, 계단으로 구성 되었다.(그림4 참고) 시험체의 콘크리트 강도는 1층 부분은 80 MPa , 2층 부분은 60 MPa 로 시공되었다. 기둥의 크기는 (1*1*2.8m), 슬래브의 크기는 (10*10*0.2m)로 제작 되었다. 기둥과 기둥 사이간격(Span)은 7m로 당사의 초고층 P/J 현장 조건과 유사한 형태로 Mock-Up시험체를 제작하였다. 시공성을 검토하기 위한시험체는 실물 크기의 기둥 4곳에서 실시하였으며, PF보드의 두께, 부착방법, 마감재 등을 현장 조건과 유사한 시공 조건으로 시험을 실시하였다. PFB 공법의 현장 적용시 필요한 성능평가를 위해 표2 과 같은 조건으로 시험을 실시하였다.(그림3 참고)



그림 3. Mock-Up 시공 현황

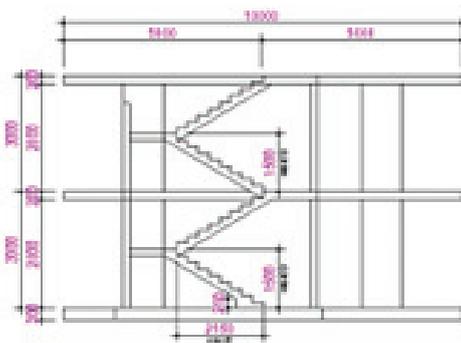


그림 4. Mock-Up시험체 입면도

표 2. Mock-Up 시공 현황

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

3. 실험결과 및 고찰

3.1 부착강도 시험

현장과 동일한 조건의 80MPa의 고강도콘크리트 기둥시험체에 표3 과 같은 조건으로 시험체를 설치하여 부착강도 시험을 실시한 결과 그림 5와 같은 결과를 도출 하였다. 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 성능은 일반 타일 접착제의 성능 보다 우수한 것으로 조사 되었다.

표 3. 부착강도 시험체 조건

구분	조 건	비 고
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

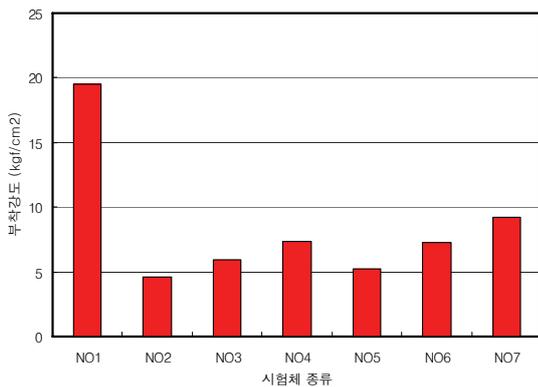


그림 5. 부착강도 시험결과

3.2 표면흡수량

PF 보드를 욱실부분에 현장 적용시 수분 침투에 의한 보드판의 부풀어 오름 및 변형 관련을 검토 하기위해 표면 흡수량을 조사 하였다. KS F 3504 기준에 의하면 방수 석고 보드의 표면 흡수량은 2g 이하로 규정하고 있다. 시험결과 내화마감보드에 발수 코팅을 한 시험체의 경우 1.4g 으로 조사되어,

PF보드 상부에 별도의 수분 흡수 방지공법을 시공하는 것이 바람 직 한 것으로 판단된다.(금림6 참고)

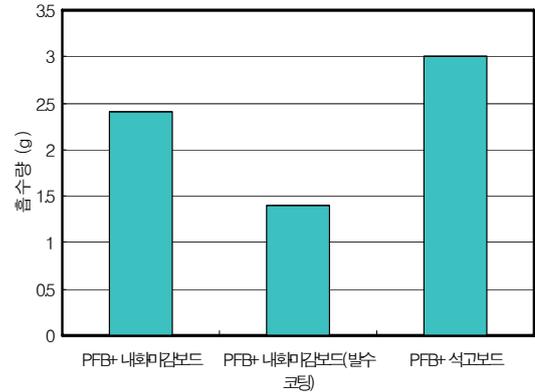


그림 6. 표면흡수량 시험결과

3.3 나사못 지지력 시험

초고층 주상복합 시공시 구조체 자중감소 및 공기단축으로 내부벽체를 석고보드를 이용한 건식벽체를 많이 시공하고 있다. 그러나 건식벽체에 생활에 필요한 중량물을 설치하기 위해 고정물을 설치하나, 기존 석고보드의 경우 지지력이 약하여 뿔힘 현상이 많이 문제점이 발생하고 있어 PFB 공법을 현장에 적용 전 PF보드의 나사못 지지력 시험 성능 평가를 실시하였다. 시험 결과 그림 7와 같은 결과를 도출하였다. PF보드 30mm 시험체(NO1)가 가장 우수한 시험결과로 조사되었으며, 석고보드 마감 시험체(NO5)가 평균 4.21N/mm로 조사되어 가장 적은 지지력을 나타 내었다.

표 4. 나사못 지지력 시험체 조건

구분	조 건
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

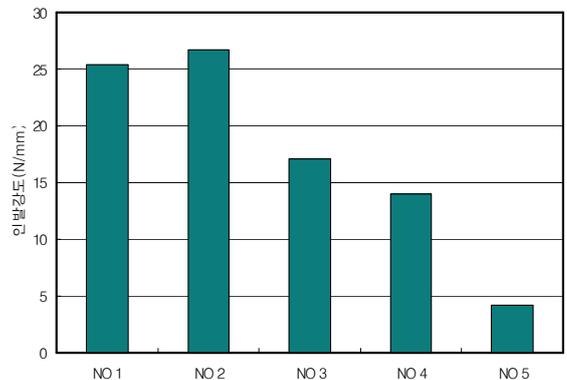


그림 7. 나사못 지지력 시험결과

3.4 현장 시공 소요시간 측정

PFB 공법시공 순서는 접착제 교반을 실시한다. 분말과 액상을 (3:2)비율로 혼합하여 3분이상 교반한다.

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)

그라인더로 절단을 한다. 보드판을 시험체에 시공 전 바탕면 정리를 실시하고, 보드판 이면에 떠붙임 공법으로 접착제를 도포한다. 시공면에 압착공법으로 보드판을 기둥 시험체에 부착시킨다. 마지막으로 줄눈 처리 및 표면정리를 실시한다. PFB 공법을 Mock-Up 시험동 시공시 작업시간을 조사한 결과 표5와 같이 PFB공법이 소요되는 것으로 조사되었다. 시험 결과 시공 면적 및 작업시간을 계산하여 시간당 시공면적을 조사한 결과 기둥시험체 4개 평균 3.79m²/h 로 조사 되었다.(표 5 참고)

4. 결 론

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 석고보드 보다 우수한 성능을 확보한 것으로 조사되었다.

참 고 문 헌

1. 김우재 외, 고강도 콘크리트 내화피복 특성연구, 콘크리트학회 학술발표대회 논문집, 2006. 10
2. 김우재 외, PF보드 마감에 의한 고강도 콘크리트의 폭발방지 대책에 관한 연구, 콘크리트학회 학술발표대회논문. 2007. 5



그림 8. PFB 공법 현장 시공

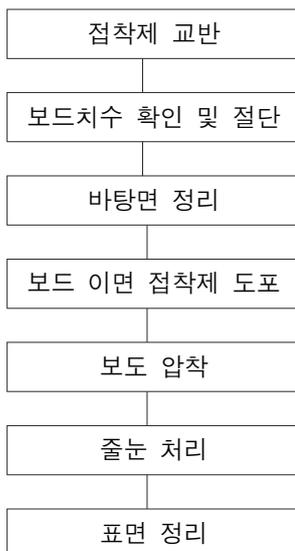


그림 9. PFB 공법 시공 순서

이후 PF보드 치수를 확인하고, 현장 사이즈에 맞게 핸드