

가락동 조합아파트 온돌구조체 시공방법 검토

이정호 / 건축기술개발부 과장

현 재 가락동 조합아파트의 경우 자갈축열식 온돌을 시공코자 하고 있으나, 이 시스템은 열성능이나 시공상 하자요인 등 적용상 문제가 있는 것으로 평가되고 있다. 따라서 본고에서는 축열성능 등 제반 열성능이 우수하여 실내 온열환경 성능향상이 가능하면서 시공상 하자요인도 축소시킬 수 있는 방안을 검토하고자 한다.

가락동 온돌 문제점 검토

설계개요

현재 가락동 현장에 적용할 온돌구조는 누름모탈 위 자갈축열식 온돌에 銅파이프 조합으로 구성되어 있다.

고름모래 : 바닥 스투브 수평상 시공오차 흡수

은박지 : 축열층 내부에서 열반사를 유도하고자 적용된 자재.

누름모탈 : 자갈층에 의한 단열재 침하 보안을 위해 적용된 자재.

자갈 : 축열자재로서, 주택공사에서 최초로 사용한 자재. 최초의 원안에는 축열재로 콩자갈(#357 자갈)이 적용되었으나, 자갈의 구득란으로 현재는 깬자갈(쇄석)을 적용하고 있는 실정.

메탈라스 : 모탈 마감면의 균열을 방지하기 위하여 적용된 자재.

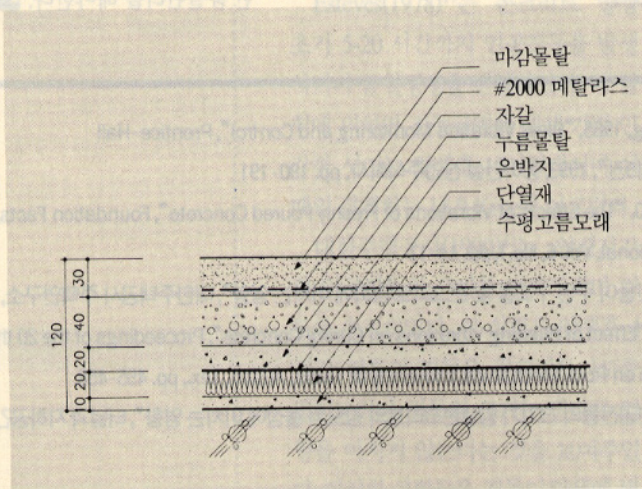
문제점 검토

고름모래 : 모래에 의한 “시공오차 흡수”는 의미가 없다.

은박지 : 열반사는 대류에서 효과가 있으며, 축열층 내부의 전도현상에서는 은박지의 반사효과가 의미가 없다.

누름모탈 : 바닥하중은 균압에 의해 전달되기 때문에, 스투브포함으로도 단위면적당 1.6Ton/m² 이상의 하중 지지¹⁾가 가능하며, 주택공사도 자체 실험을 통하여 91년 발주분부터 누름모탈층을 시공하지 않고 있다.

자갈 : 주택공사의 경우, 자갈은 축열효과를 위하여 사용된 것이 아니라 당시 가장 값싼 자재였기 때문에 채택된 것이며, 쇄석으로 축열층을 구성하



면서 난방배관재로 M 타입²⁾의 동관을 조립한 결과, 쇠석면에 의한 배관 찢김현상이 발생하는 등 하자발생 우려가 상존하고 있다.

메탈라스 : 주택공사의 경우, 바닥면의 균열방지를 위하여 메탈라스 대신에 성능이 우수한 섬유질의 화이버를 '92년부터 사용하고 있다.

축열층 대체자재 검토

기포콘크리트

경량기포콘크리트

현재 우리회사는 온돌축열층으로 경량기포콘크리트를 기본적으로 사용하고 있으나, Crack이나 양생기간의 문제가 있는것으로 평가된다.

- 바탕 콘크리트에 요철면이 있을 경우, 스티로폴의 밀착이 이루어지지 않아 기포 콘크리트에 균열 발생.
- 기포원액 및 기포제 혼합시 비율 등 제반사항 확인이 용이하지 못하다.
- 타설후 최소 96시간 정도의 양생기간 확보필요

플라이애쉬(F.A) 기포콘크리트

축열층에 화력발전소에서 집진되는 Flyash를 이용한 플라이애쉬 기포콘크리트를 타설하는 안으로서, 누름

몰탈 또는 경량기포 콘크리트안과 시공법이 동일한 것이 특징이다.

-기존 일반 기포콘크리트 제품과 달리 플라이애쉬 기포콘크리트는 30% 정도 기존 시멘트양을 줄이는 관계로 수축팽창 발생물질인 Ca(OH)₂가 줄어 건조수축을 크게 줄일 수 있다.

- 기포원액 및 기포제 혼합시 비율 등 제반사항 확인이 용이하지 못하다.
- 타설후 최소 36시간 정도의 양생기간 확보필요
- 21일 수축을 비교 : ① 기존 기포콘크리트 : 1.05mm/m, ② 플라이애쉬 기포콘크리트 : 0.65 mm/m

공동사항

혼화제를 사용하는 기포콘크리트에 동관 등 금속관을 매설할 경우에는 암모니아 발생에 따른 부식의 발생이 우려되기 때문에, 혼화제 사용시 정품 사용을 기본으로 하고, 혼화제 사용과 관련한 사용지침의 작성이 필요하다.

① 기포제의 종류 및 특성

	계면활성제 계	동물성 단백질계
발포율	동물성보다 우수	
발포 안정성	물이 잘 빠짐	기포제 중 가장 안정
기포입자	불균일	균일

	계면활성제 계	동물성 단백질계
주성분	DBA, 알킬설폰산염계	정제된 POLY-PETIDE계
내수성	내수성 나뭇	내수성 우수
내열, 내한성	현장조건에 따라 구조물 변형초래	가장 우수

② 동물성 단백질 기포제의 특징

- 동물성 기포제는 동물성 단백질의 가수분해물로 흑, 청색의 pH7, 비중 1.2의 중성액이며, 제1철염을 포함하고 있다. (Chlor CL 0.002%)
- 액산만으로는 철류에 대한 부식의 염려가 있지만, 공기를 포함하면 산소에 의해 제2철염으로 산화되면서 동물성 단백질의 가수분해물이 변성, 응고되면서 부식성은 없어진다.³⁾

누름몰탈

축열층을 누름몰탈로 구성하는 공법은 대한주택공사에서 자갈층을 대

주1) 대한주택공사, "대체자재 개발 및 공법개선 연구(온돌 축열층 공법개선)", 1983. 8

주2) 동관에는 K, L, M, N 타입이 있으며, 이 가운데 M 타입 동관의 두께가 가장 薄型.

주3) 벽산건원 A 92-002, "92 연구개발요약", 벽산건설 기술연구소

〈표 1〉안별 열성능비교

	실 온			바닥표면온도			상부발열 Kcal/m ² hr	하부발열 Kcal/m ² hr
	평균	최대	최소	평균	최대	최소		
자갈	22.9	24.2	22.0	28.5	33.8	24.9	1036	110
A-1	23.8	25.5	22.6	29.5	36.7	24.6	1059	92
A-2	23.5	24.9	22.1	29.1	35.6	24.6	1049	102
A-3	21.0	22.6	19.8	26.2	33.2	21.4	971	182
A-4	24.4	26.2	23.1	30.2	37.9	24.9	1078	74
A-5	24.0	25.6	22.9	29.8	36.6	25.0	1067	84
A-6	23.1	24.8	21.8	28.6	36.3	23.4	1036	115

A-5:단열재 20mm+F.A 콘크리트
50mm+마감몰탈 50mm
A-6:F.A 콘크리트 80mm+마감몰탈
40mm
* 공통사항:스라브 120mm 포함

열성능

축열층으로 이용되고 있는 자갈층은 실내로의 열량 공급효율을 낮추는 열량공급 차단재로의 역할을 담당하고 있으며, 구조체에 축열된 열량은 실온에 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 평가된다. 즉, 자갈온도의 경우는 바닥이 중량인 관계로 일정수준 이상으로 온열환경을 조성하기 위해서는 많은 시간이 소요된다. 〈표 1〉참조

〈표 2〉바닥의 차음성능¹⁾

	바닥 구조	바닥의 차음등급지수	
		경량충격음	중량충격음
A-1	경량기포+몰탈(120+20+60+40)	L-65	L-50
A-2	경량기포+몰탈(120+20+50+50)	L-65	L-50
A-3	경량기포+몰탈(120+70+50)	L-75	L-55
A-4	플라이애쉬+몰탈(120+20+60+40)	L-65	L-50
A-5	플라이애쉬+몰탈(120+20+50+50)	L-65	L-50
A-6	플라이애쉬+몰탈(120+80+40)	L-75	L-55

차음성능

충격음과 관련한 기존의 사례를 인용할때, 경량충격음은 자갈온돌이 기타안에 비하여 가장 차음성능이 좋은 것으로 평가되었다. 이는 70mm 자갈층이 상부로부터 발생된 충격음을 흡수하는 성질이 우수하기 때문인 것으로 판단된다.

중량충격음에서는 자갈온돌과 거의 유사한 수준으로 평가되었다. 이들 성향의 차음성 향상을 위해서는 방바닥에 카펫 등의 완충재를 적용하는 것이 가장 효과적인 것으로 사료된다.

〈표 2〉참조

시공성

자갈온돌의 경우는 건축 및 기계공

체하고자 적용한 현장타설식 공법의 하나로써, 경량기포콘크리트류와 마찬가지로 민간건설업체에서 보편화된 공법이다.

시안별 성능검토

시안구성

본고에서는 현장타설식 공법을 위주로 경량기포 및 F.A 기포콘크리트류에 한정하여 6가지 방안을 구성하였다.

- A-1:단열재 20mm+경량기포 60mm
+마감몰탈 40mm
- A-2:단열재 20mm+경량기포 50mm
+마감몰탈 50mm
- A-3:경량기포80mm+마감몰탈
40mm
- A-4:단열재 20mm+F.A 콘크리트
60mm+마감몰탈 40mm

- 골재운반공정을 없애므로써, 작업 시간이 단축되며, 이에따른 소요인력의 절감이 가능
- 바닥몰탈을 1차로 구배조정 하므로써, 누름몰탈(2차)의 평탄성 유지가 가능하여 마감상태가 대체적으로 양호한 장점이 있다.
- 자갈온돌공법에 비해 작업성은 양호하나 몰탈배합이 1:4일 경우, 타설시 배관막힘 등 시공상의 어려움 초래

정이 교차하여 시공과정이 번거로우면서도, 배관 신축팽창시 췌석에 의한 배관파열현상 발생⁵⁾ 등 하자발생요인이 상존하고 있다.

반면에, F.A 기포콘크리트는 타설 후 36시간만 경과하면 후속작업이 가능한 것으로 평가되었으며(경량기포 96시간), 단열재 깔기 및 플라이애쉬 기포콘크리트 타설 후 바닥을 마감하더라도 공기 단축효과가 있는 것으로 판단된다.

경제성 검토

F.A 기포콘크리트를 경량 기포콘크리트 대신 바닥 축열층에 사용할 경우, 온돌 공사비는 단위면적당 7% 정도의 비용절감을 꾀할 수 있는 것으로 예상된다.

〈표 3〉 공법별 경제성 비교
(스라브공사비 제외)⁶⁾

구 분	방안	금액 (원/m ²)	비율
자갈온돌	-	8,222	100
경량기포	A-1	8,042	97.8
	A-2	8,866	107.8
	A-3	7,329	89.1
플라이애쉬 콘크리트	A-4	7,367	89.6
	A-5	8,303	100.9
	A-6	6,428	78.2

맺는 말

시안구성

경량기포, 플라이애쉬 콘크리트 보

두 경제성은 양호한 것으로 예상되나, 플라이애쉬 기포콘크리트를 사용할 경우, 경량기포 콘크리트에 비하여 단위면적당 7% 정도의 비용절감이 예상된다.(업체 자체의 견적단가 제출자료 기준)

제안사항

1) 기포제 성능확인

기포콘크리트 타설시 사용하는 혼화제는 「폼」자 마크를 획득한 정품의 혼화제를 사용토록 유도하고, 성능에 대한 GUARANTEE를 보장받는 방안이 효과적인 것으로 판단된다.

2) 기포콘크리트 시공지침서 작성

- ① 믹서에 물을 채우고, 발포기로 기포를 발생시킨다.
- ② 기포가 공급되는 상황에서 시멘트, 기포제를 투입하면서 혼합한다.
- ③ 기포 모르타르는 1시간 이내에 시

공하도록 유도하며, 바탕면은 시공전에 깨끗이 청소한다.

④ 혼합된 기포모르타를 압송펌프로 타설한다.

⑤ 바닥면은 난방배관 시공에 지장이 없도록 평활하게 마감한다.

⑥ 기온이 5℃ 이상에서 시공하여야 하며, 시공후 여름은 1일, 겨울은 4일 동안 충격이나 하중을 가해서는 안된다. **S**

주4) 경량충격음의 차음등급지수는 비닐패트로 바닥마감을 하였을 경우이며, 비닐패트로 바닥마감을 하지 않을 경우 차음등급지수는 1~2등급 높아짐. 중량충격음의 차음등급지수는 실의 크기에 따라 1등급 정도 달라질 수 있음.

주5) 대한주택공사, “공동주택 에너지 사용진단 및 결함사항 개선연구”, 1989. 12

주6) 플라이애쉬 기포콘크리트 단가산정관련 업체제출자료 참조

참고 문헌

- 1) 대한주택공사, “공동주택 에너지 사용진단 및 결함사항 개선연구”, 1989. 12
- 2) 대한주택공사, “공동주택 내부소음기준설정 연구 (I)”, 1990. 12
- 3) 벽산기연 A 92-002, “'92 연구개발요약”, 벽산건설 기술연구소, 1992
- 4) 대한주택공사, “대체자재 개발 및 공법개선연구(온돌축열층 공법개선)”, 1993. 8
- 5) 이정호, “공동주택 외벽단열 및 바닥구조에 따른 온수온돌방열효과에 관한 연구”, 연세대박사, 1994. 8