

온돌 배관공사의 개선방향

본고는 전통적 온돌문화를 재조명하고 주택난방의 미래를 전망, 분석하여 국민의 주거복지 행상에 기여하고자 개최된 '한국의 전통적 온돌문화 정립과 주택난방 발전 방향에 관한 세미나'에 발표된 논고 중 특히 개발연구원 최진림 원장의 '온수온돌 배관공사의 개선방향'을 전개한 것이다.

〈편집자 글〉

1. 서론

온수난방은 1930년경 독일에서 발전시설의 폐열을 이용한 것이 최초이고 일본에서도 1943년에 고온수를 난방에 이용했다는 기록이 있다.

우리나라는 2차대전 직후 선교사들의 주택과 미군 막사에 온수를 이용한 난방방식이다.

이와 같은 난방방식은 방열기(Radiator or Convector)를 사용하여 대류에 의한 난방방식으로 온

수온돌과는 별개의 난방방식이다.

우리나라의 온수온돌 난방방식은 1950년대 말경 민간 연구가들에 의해서 개발된 것으로 연탄용 구들온돌의 연소 통 주위(부뚜막 부분)에 물 항아리를 매설하여 연소 통에서 누열 손실되는 폐열을 이용 온수를 얻었던 것으로부터 시작된 것으로 연탄용 구들온돌에서 발생하는 연탄가스 중독사고 등 여러 가지 폐단을 없애기 위해서 개량 발전된 것으로 보는 것이 옳을 것이다.

우리고유의 온돌난방(구들온돌)으로 부터 개량 발전된 온수온돌(Floor Panel heating system)은 복사난방 이므로 체감 온도가 높기 때문에 연료 가 어떠한 난방방식보다 절약되고 실내공기가 청정하며 습도율이 높아서 인체에 적절한 습도가 유지되며 두한 족열(頭寒足熱) 효과가 높기 때문에 주택난방방식으로 가장 이상적인 난방방식이다.

이론적으로 증명되고 있어서 일본의 경우 1979년도 우리나라로부터 최초로 도입된 한국식 온수온돌난방 방식이 고급주택에 일반화되고 있으며 1986 년도부터 서독, 스위스 등 유럽각국에 서도 우리의 온수온돌난방 방식이 알 프스 북부지방에서 크게 유행하고 있다.

그럼에도 불구하고 우리는 우리 고유의 온수온돌난방 방식에 관한 연구에 열의가 부족하여 크게 발전하지 못하고 있음은 기이한 일이다.

필자는 그간 각계에서 보고 된 연구 논문과 현장배관공사의 개선방안과 하자 발생원인과 그 대책을 제세하고자 한다.

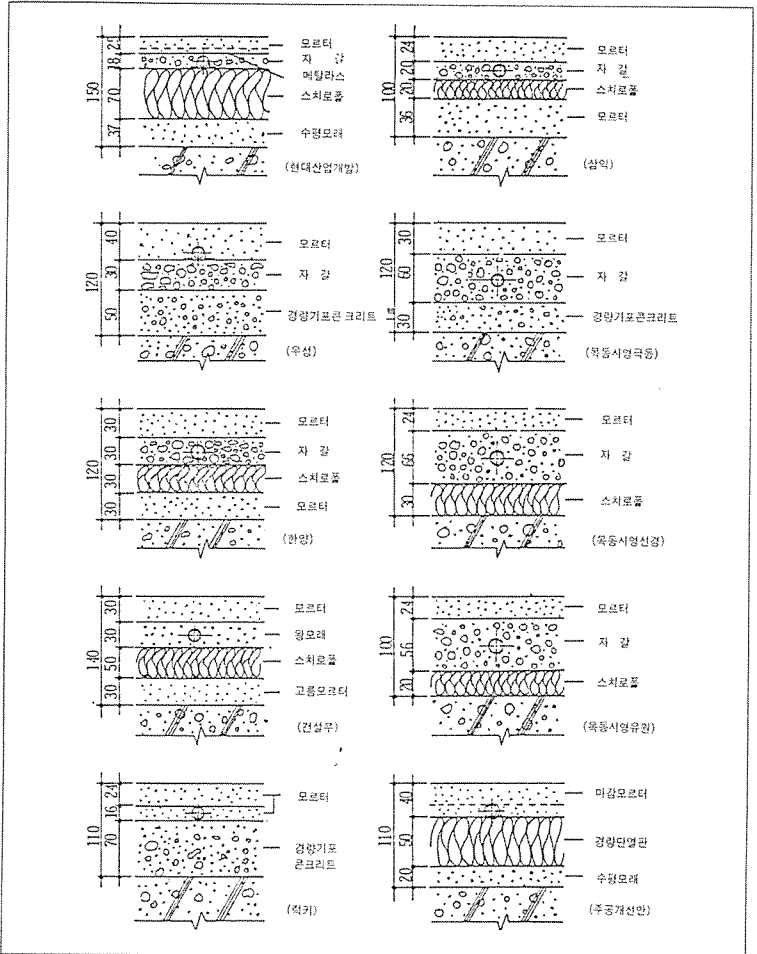
2. 온수온돌 구성 층

온수온돌 구성 층은 온돌의 발열 면으로서의 기능만이 아니라 도피열의 방지와 공동구택의 경우 바닥차음 및 적하 하중 등 중요한 기능을 갖는다.

현행은 원가절감과 도피 열 방지 방법만을 고려한 온수온돌 구성 층의 설계가 일반화 되어 있어서 이의 개선방안을 제시하고자 한다.

가. 온수온돌 구성 층의 실예

〈그림 1〉



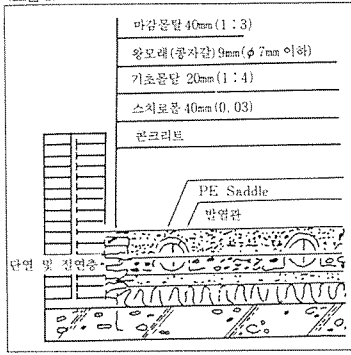
1) 축열 층

〈그림 1〉에서 보는 바와 같이 대부분의 건설회사에서 온수온돌 구성 층에 축열 재료 자갈을 사용하고 있다.

대한주택공사 주택연구소 연구보고서(연구 88-16 적정 온돌 구조 체 선정을 위한 실험연구 및 건연 86-051 온돌 건식 화 방안에 관한 조사연구)를 보면 자갈 층은 실내로의 공급열량을 오히려 차단하는 차단재로서의 역기능으로 평가 되었으며 축열 효과가 없다는 사실이 입증된 점은 괄목할 만 하다.

그러나 구성 층에 사용되는 자재 중 자갈이 가장 값이 싸다는 이유 때문에 사용하고 있다는 점은 긍정적

〈그림 2〉

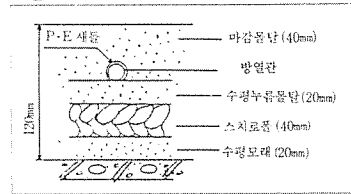


〈표 1〉 ISO기준에 의한 각 시공의 음향성능평가

시공	차음지수 (n)	ISO기준	비교ISO기준-차음지수	평가
A	71	60	-11	×
B	69	-	-9	×
C	67	-	-7	×
D	59	-	+1	○
E	72	-	-12	×
F	65	-	-8	×
G	57	-	+3	○
H	76	-	-10	×
I	53	-	+7	○
J	50	-	+10	○
A-F-1	66	-	-6	×
A-F-2	61	-	-1	×
B-F-1	69	-	-9	×
B-F-2	64	-	-4	×
B-C-1	69	-	-9	×
C-C-1	67	-	-7	×

• I.S.O (International Standard Orgainzation)
• I.C (Impact Insulation Class)

〈그림 3〉



으로 받아드릴 수 있을 것이다.

2) 구성 층의 두께

대부분의 건설회사는 구성 층의 두께를 100mm~150mm 설계하고 있다. 그 이유는 급수 급탕 관과 난방 관이 교차되는 최소공간의 확보와 아랫 층과의 차음에 있다고 보아야 할 것이다.

3) 바닥기초

바닥 기초면은 온돌 바닥면에서 아래로 100mm~150mm로 하되 바닥이 흩

인 경우에는 두께 30m 이상의 콘크리트 층으로 하고 그 위에 방수 또는 방습층을 두어야 한다.

4) 벽체처리

온수온돌 구성 층과 벽체가 접합되는 부위는 단열 및 차음 효과를 얻기 위하여 단열재를 사용하여 〈그림 2〉와 같이 단열 및 절연 층을 두어야 한다.

5) 공동주택에서의 바닥차음

대한 주택공사 주택연구소 연구 보고서(공동주택의 바닥충격을 절감방안에 관한 실험연구)의 각 구조별 음향성능 평가는 다음과 같다.

위 음향성능 평가를 요약하면

ㄱ) 콘크리트 층이 두꺼울수록 차음성능은 향상되고 온수온돌 구성 층 역시 두꺼울수록 차음 성능이 향상되었다.

ㄴ) 완충재로 경량기포 콘크리트를 사용하면 고기단 축과 공사비 절감효과는 크게 개선되나 차음 효과는 저하된다.

ㄷ) 완충재로 '목울' 을 사용하면 적하 하중에는 문제가 있으나 차음 효과는 크게 개선된다.

ㄹ) 온수온돌 구성 층과 벽체의 접합부에는 몰탈 바르기를 한 후 완충재로 절연시킴으로써 차음 성능이 향상 되었다.

나. 온수온돌 구성 층 개선안

온수온돌 구성 층은 단열성능, 차음성능, 적하하중, 공사비, 공기단축 등을 고려하여〈그림3〉 같이 개선안을 제시한다.

3. 온수의 순환 및 배관방식

가. 순환 방식

순환방식은 자연 수관식과 강제 순환식이 있다.

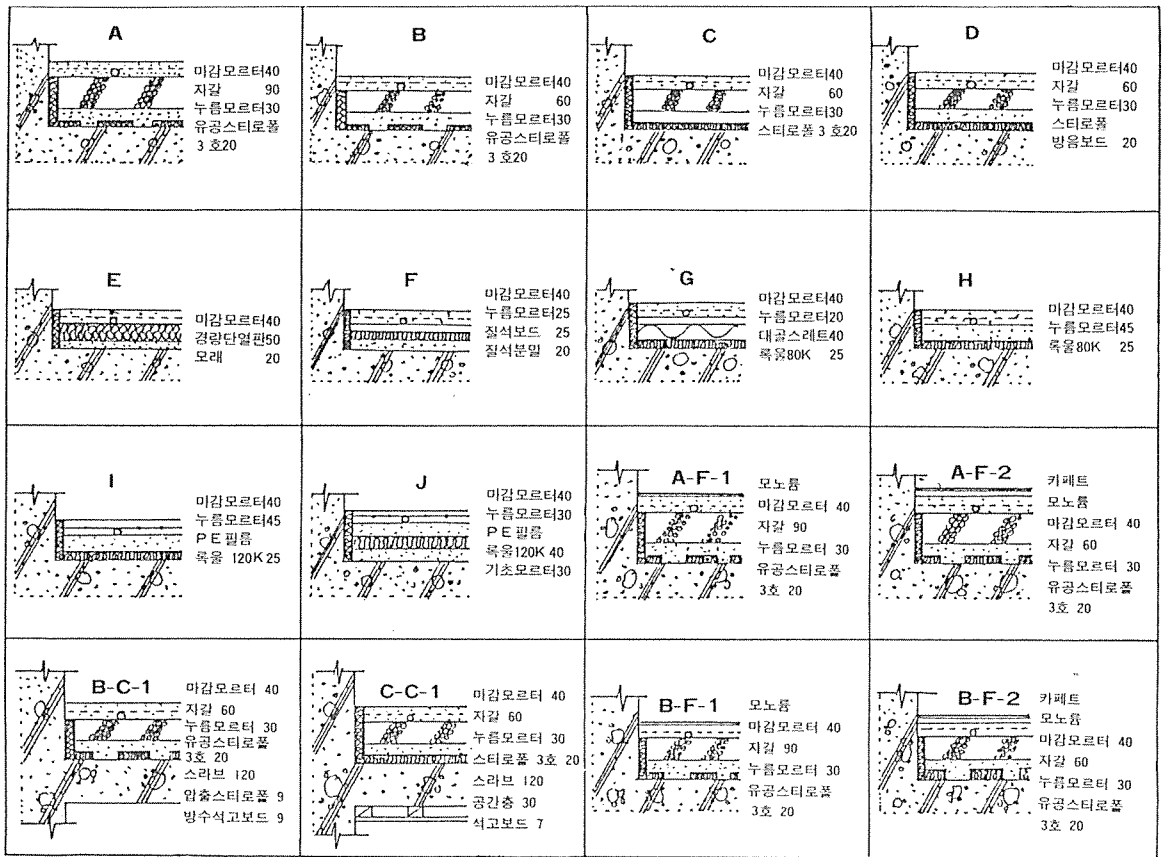
자연 순환 식은 중력식 이라고도 하며 보일러가 동시 보일러의 팽창 압력과 온수의 대류에 의하여 일정한 높이까지 온수를 상승시킨 후 온수의 중력에 의하여 자연 적을 순환 되도록 한 순환방식으로 개발 난방 방식에 권장된다.

따라서 구멍탄용 온수 보일러 설치기준(동력자원부 고시 제 87-47호)에 자연 순환 식을 채택하고 있다.

강제 순환 식은 난방 면적이 비교적 넓은 경우 순환 펌프를 사용하여 온수를 강제로 순환시키는 순환방식이다.

나. 방열관의 배관 형식

배관의 형식은 직렬배관 방식과 병렬배관 방식으로 대별되며 직렬 배관 방식은 송환 수주 관에 분배기를 설치하여 사행 식(蛇行式)으로 배관하거나 회오리 식으로 배관하는 방식이 있다.



병렬배관 방식은 인접 배관식과 분리 배관 식 및 리버스리턴 배관방식(REVERSE RETURN)등이 있다.

직렬 배관 방식의 회오리식과 병렬배관 방식은 배관 저항이 적고 온도편차가 적어서 방이 고루 따뜻해진다.

이와 같은 배관방식은 입식 생활을 하는 서양인들에게 적합한 난방방식이며 우리나라와 같이 좌식생활에서는 적합하지 못하다.

그 이유는 입식 생활에서 요구되지 않는 방바닥의 쾌적 온도가, 좌식생활 방식에는 체온보다 높은 36℃~40℃를 요구하고 있기 때문이다.

좌식생활 방식에 적합한 배관 방식은 직렬배관의 사행식(蛇行式)이다.

사행식 배관 방식은 온도가 비교적 높은 송수 측 방

바닥(아랫목) 온도는 좌식생활 방식에서 요구되는 36℃~40℃가 유지되며 두한족열 효과가 높고 실내 온도는 18℃~20℃가 유지된다.

반면에 방바닥 온도가 균일한 회오리 식 또는 병렬 배관 방식에서 좌식생활 방식에서 요구되는 방바닥 온도가 36℃~40℃를 유지하려면 실내온도 18℃~20℃를 유지하려면 방바닥 온도는 24℃~26℃ 정도이므로 좌식 생활 방식에는 알맞지 않다.

다. 방열관의 길이 방열과의 한길래 길이는 15A 기준 50m가 적합하며 각실 마다 같은 길이로 배관하여야 난방효과가 균일하다.

라. 방열관의 간격(Pitch)

방열관의 배관 간격은 침실은 200mm~230mm로 배관하고 거실, 주방 등은 250mm~300mm로 배관한다.

다. 방열관의 고정 장치

방열관을 고정시키기 위하여 받침목을 사용하여 철재 새들(Saddle)또는 철선으로 방열관을 고정시키는 방식이 주로 채용되어 왔다.

받침대로 목재를 사용한 경우에는 대부분 수입 목재 임으로 다량의 염분이 함유되어 있어서 급속배관재가 염분에 의하여 부식현상이 발생할 가능성이 높고 철재 또는 철선을 이용한 고정 장치는 이종 금속간의 전위차에 의한 전위부식이 발생할 가능성이 높기 때문에 방열관의 고정 장치는 받침대를 사용하지 않고 절연재인 합성수지재 새들을 이용하는 것이 바람직하다.

바. 분배기(header)

송수 헛더는 환수 헛더 보다 높게 설치하고 환수 헛더는 방열관 높이와 같게 설치하되 배관내에 자유한 공기가 용이하게 오기로 방출될 수 있도록 설치한다.

방열관 보다 환수 헛더가 높게 설치되면 방열관의 퇴수가 불가능하게 된다.

사. 금속제 배관 시 유의 사항

1) 지하 매설배관 시 파이프가 황산(연탄재), 염분, 철분, 할로겐 염 등에 오염된 토양과 접촉, 또는 노출 배관 시 해풍, 아황산가스 등에 접촉되어 표면 점부식이 발생할 가능성이 있으며, 급수급탕 배관 시 파이프의 표면에 습기가 생성(결로현상)되므로 파이프 주위의 장판지, 벽지 등이 부패하는 현상이 발생되고 파이프의 표면 점부식을 발생시킬 가능성이 있으므로 밀폐식 보온재, 보온테이프, 피복 관을 사용하여야 한다.

2) 욕실바닥 등 습기가 많은 곳이 매설배관시유기화학적 오염물질에 의한 화학적 반응이 촉진되어 오염물질에 따라 급격한 표면 점부식을 발생시킬 가능성이 있으므로 습기가 없는 곳으로 우회배관(벽체 또는 천정배관)하거나, 피복 관을 사용하여야 한다.

3) 연탄용 구들온돌을 온수온돌로 개량 시는 구들장, 받침돌 등이 황산에 오염되어 있으므로 시공시 특

별히 주의하지 않으면 어떠한 피이프를 사용하여도 부식현상이 발생하므로 합성수지제 방열관을 사용하는 것이 좋다.

4) 방열관 받침재로 수입목재를 사용하는 경우 다량의 염분이 함유되어 있어 표면 점부식 대응으로 철선을 사용하였을 경우에는 이종금속간의 전위차에 의한 전부식이 발생할 가능성이 있으며, 이때 습기가 많은 경우에는 부식속도가 가속되며 급격한 국부부식이 발생할 수 있다.

4. 각종 방열 관 재료 비교검토

각종 배관재 비교검토는 대한 주택공사 주택연구소의 연구보고서(건연 86-051)를 발췌 전재하고자 한다.

가. 배관 재검토

온돌난방 구성에 중요한 부분을 차지하는 난방용 배관재 들은 그 자체의 특성 및 여러 가지 여건으로 인하여 많은 문제점들이 동 파이프가 사용되고 있으며, 강관과 동관에서 나타나는 부식이나 스케일 등의 결함등을 보완한 가교화 폴리에틸렌관(XL파이프)이나 폴리프로필렌 공중 합체 관(PP-C관) 그리고 스테인레스 주름관 등이 개발, 보급되어가고 있는 추세이다.

난방 배관 재에 대하여 기존의 문헌에 많이 언급되어 있어 본정에서는 간략히 언급하고자 한다.

1)동관

건축용 배관재로서의 동관은 사용별도에 따라 여러 가지 종류가 있지만, 난방 배관재로서 사용하고 있는 동관에 한정하여 소찰해 보고자 한다.

가)동관의 특성

타 배관 재에 비해 열효율이 비교적 우수한 동관은 다음과 같은 장점을 가지고 있다.

- 동관은 내식성이 우수한 금속으로서, 동관이 물이나 콘크리트 등과 접촉하면 일산화동(CuO)이나 염기성 탄산동(CuCo, CuOH)같은 얇고 치밀한 산화피막

이 형성되어 부식의 진행이 억제된다.

- 동관은 부식되어 감실 되는 양이 타 관제에 비해 적으므로 재사용이 가능하고, 동일유량에 대한 관경이 적으므로 중량이 가벼워 취급이 용이하다.

그러나 외국의 문헌에 의하면, 동관의 부식사례가 발표되고 있다.

발표된 문헌을 중심으로 동 파이프에 부식을 발생시키는 원인을 정리해보면 다음과 같으며, 이에 대한 원인규명은 보다 정확한 실험설비 및 장기간의 실험을 통해 이루어져야 한다고 사료된다.

(자료출처: 건축배관과 강관)

납땀으로 인한 부식-동 파이프를 납으로 용접할 때 사용하는 용접재료인 플러스(flux)는 동과 접촉하게 될 때 독성을 발생시키며, 그 독성이 물과 함께 파이프내로 흐르게 될 경우 부식의 한 요인이 된다.

이것은 파이프의 전체 부식 요인 중에서 10~15% 이상을 차지하고 있다.

몰탈과의 접촉으로 인한 부식- 동 파이프는 건축 자재(방수 재, 방온 재, 시멘트 등)와 화학작용을 일으켜 파이프의 외변 부식을 발생시키게 된다.

특히 몰탈, 콘크리트 등에는 칼슘 클로라이드가 많이 함유되어 있어, 이것이 동 파이프를 부식시키는 요인이 될 수 있다.

파이프 고정 장치 부위의 부식- 동 파이프의 고정 장치에 금속성이나 특히 아연, 철사 등 금속을 사용하였을 경우 전이부식의 한 요인이 될 수 있다.

신축작용에 의한 부식- 동 파이프 신축작용이 크고 강관보다 선율이 약 30% 가량 많아 재질이 잘 늘어나며, 몸관은 대개 0.7~1.1mm 정도의 초박 형이므로 파과의 한 요인이 될 수도 있다.

나) 가공성 및 시공성

동관은 경질뿐만 아니라 연질로 제조할 수 있으며, 굽히거나 확관하거나 용접하는 방법이 간단하다. 동

관의 형태는 직관의 형태뿐 아니라 코일로도 생산이 가능하므로 접합개소를 감소시켜 이음쇠의 소모량도 감소시킬 수 있다.

또한 동관은 나사를 가공할 필요가 없으므로 나사식 접합을 하는 타배관제에 비해 두께가 얇아도 무리가 없다.

그러나 동관의 시공 상 주의하여야 할 점을 살펴보면 다음과 같다.

a) 절단은 이용하지만 굴곡 시 연질의 것은 진원도의 유지가 어렵고 경질의 것은 고온가열(500℃)이므로 과열의 우려가 있다.

b) 두께가 얇고 강도가 낮아 수송, 적재, 시공 시 파손될 우려가 있으므로 운반이나 취급에 주의가 필요하며, 특히 판넬 시공에서 타 공종과 중복에 따른 파손이 없도록 주의하여야 한다.

c) 용접은 숙련공이 시공하여야 한다.

d) 물리적 성질에 의한 특성

대개의 금속관은 저온으로 갈수록 연신율이 급격히 저하되지만, 동관은 저온에서 타 금속관에 비해 연신율이 커 동파방지에 유리하고 전기적인 방법에 의한 해빙이 용이하다. 또한 유연성이 좋으므로 진동이나 지진에 대한 안전성이 높다.

2) 강관

강관을 크게 분류하면 액체, 기체, 및 유류 등의 배관에 사용되는 전선관 그리고 건물, 철탑, 교량, 가구 및 기계의 구조물로 사용되는 구조용 강관으로 나눌 수 있지만 본질에서는 난방 배관재로서 사용하고 있는 강관에 한정하여 검토한다.

강관은 강도 면이나 열적 특성 등 우수한 물리적 성질을 가지고 있어, 용도에 구애 없이 사용할 수 있다. 또한 타배관제에 비해 가격이 저렴하여 경제적이지만 여러 가지 문제점이 있음에도 사실이다.

ㄱ) 내식성

강관의 가장 큰 취약점은 내식성이다. 강관은 그 특성으로 인하여 내구성이 짧으며, 구조체의 내부 온도 차로 발생하는 결로와 이질재료간의 결합, 그리고 시공불량 등으로 인한 관재의 내·외부 부식발생에 대한 해결책이 우선되어야 하며 현재는 기술개발에 의해 새로운 제품이 생산되고 있다.

ㄴ) 시공성

강관은 강도가 크고 두께가 두꺼워 외압, 내압이 크기 때문에 배관 재에 비하여 적용범위가 넓다.

강관(일반용)은 연강으로 만들어지므로, 비교적 강도가 크고 연신율이 커서 동결 시 동파에 강하며, 전기적 방법에 의한 해빙이 용이하다.

강관은 시공방법이 보편화되어 특별한 기술을 요하지 않고, 연강이므로 상온에서 굴곡, 절단, 나사 절삭 등이 비교적 용이하여 소구경의 경우 나사 음으로 연결은 쉽지만 나사부의 깊이, 길이 등은 적절한 크기로 하여야 한다. 그러나 배관의 취급 시에는 중량이 동관, 스테인레스 강관 보다 2~3배 정도 무거워 운반이 타 배관재에 비해 어려운 단점이 있다.

3) 고밀도 가교화 폴리에틸렌관(XL관)

70년대 말부터 온돌 배관재로 사용되기 시작한 XL관은 고밀도 폴리에틸렌을 특수 반응 성형차에 의해 선상 고분자 구조에서 3차원의 망상가교 고분자 물질로 변화시킨 가교화 고밀도 폴리에틸렌관 (Cross Linked High Density Polyethylene Pipe)으로 내열성, 내약품성, 내구성 및 유연성이 좋다.

가교화 방법에 따라 퍼옥사이드 가교관, 쉘랑가교관, 전자선 가교관, 아조 화합물 가교관 4종류로 나눌 수 있으며 국내에서는 퍼옥사이드와 쉘랑가교 방법에 의해 생산되고 있다.

ㄱ) 내구성

부식과 스케일의 발생이 적고 재질이 내 Creep 성, 내 Stress Cracking성이 우수하다. 배관의 연결 부위를 최소화할 수 있으므로 연결 부위의 누수 등 하자를 최소화 할 수 있다.

ㄴ) 내열성 및 내한성

-40—+100℃의 극심한 온도조건에서도 내열성, 내구성이 유지되며, 120℃ 정도의 고 온수에서도 변화가 적지만, 동결 시 관재의 해빙이 곤란하다.

ㄷ) 성능

관 내면이 매끄럽고 스케일의 발생이 적어 온수 순환이 양호하며 효율이 좋다. 타 금속 배관 재와 비교하여 총 열 관류율 약간 떨어지나 온도 분포가 고르다.

ㄹ) 시공성

자같은 XL 파이프에 압력을 주게 되므로 사용하지 않는다. 경질이므로 시공 시 부러지면 다시 재생 할 수 없다. 부러진 부분에 화력을 가하여 재생할 경우 온수를 넣고 압력을 주면 파괴된다.

강도 및 열에 비교적 약하므로 시공 시 주의를 하여야 하며, 시공 시 배관의 구배와 정확한 피치(Pitch)간격의 유지가 어렵다.

4) 폴리 프로필렌 공중 합체 관(PP-C관)

금속재 배관재의 부식과 스케일 생성 등으로 인한 열효율의 저하와 수명 단축을 보완하고, 연결부위에 동일 재료간 열 용접으로 연결이 가능하도록 하여 XL관에서의 접합, 연결 등의 단점을 보완하고 자유로운 벤딩으로 배관이 가능하도록 한 파이프이다.

ㄱ) 내구성

부식과 스케일 발생이 적고 내 Creep성, 내Stress 성, Cracking성이 우수하다. 연결부위의 하자율이 타 배관재에 비해 적다.

- 웰딩기에 의해 열 용접을 하므로 연결부위가 일체 식이 된다.

ㄴ) 내열성 및 내한성

-극심한 온도조건에서도 내열성, 내구성이 유지되지만, 동결시 관재의 해빙이 곤란하다.

ㄷ) 성능 관내 면이 매끄럽고 스케일의 발생이 적어 온수 순환이 양호하며 효율이 좋다. 타 금속재와 비교하여 총 연관 류 율이 약간 떨어지나 온도분포가 고르다.

ㄹ) 시공성

관재와 구조체 간의 밀착성을 높이기 위해 시멘트 몰탈 배합 시 물에 특수 약액을 혼합한다.

시공시 정확한 피치를 유지하기 위해 간격 유지기를 배관 재 하부에 부착시킨다.

기본적인 연결방법은 열 용접이며, 나사 절삭이나 용접 작업 등의 방법이 필요 없다.

배관작업이 신속히 이루어진다. 배관재의 연결 시 특수 기구 (웰빙기)가 필요하다. 시공시 관내에 온수가 충전 된 상태에서 작업이 진행되어야 한다. 시공시 부러지면 절단하고 열 용접으로 연결시킨다.

5) 스테인레스 강관

스테인레스 강관은 철(Fe)에 상당량의 Cr(12%이상)과 C, Ni, Mo 등을 혼합하여 녹이 발생하지 않도록 만든 합금강으로서, 특성 및 용도에 따라 20여종으로 구분하고 있으나 일반건축 배관용에서는 사용압이 10kg/cm² 초과 시에는 STS-304 생(KSD-3595: 배관용 스테인레스 강관)을 사용하며 10kg/cm² 초과 시에는 STS-304 세 (KSD-3576: 배관용 스테인레스 강관)을 사용한다.

ㄱ) 내식성

-아연도 강관에서 나타날 수 있는 관 내부의 부식 찌꺼기로 인한 관내경의 축소 및 저항의 증대 우려가 타 관재에 비해 비교적 적다.

- 기계적 성질이 우수하여(강관 두께의 1/3) 관재의 중량이 경량이므로 작업성이 좋다.

ㄴ) 강도

-일반배관용 스테인레스 강관은 아연도 강관의 약 2배, 동관의 약 3배정도 강도를 갖고 있으므로 현장에서의 파손율이 적다.

6) 스테인레스 주름관

주름관의 특성은 철(Fe)에 상당량의 Cr(12%이상)과 C, Ni, Mo 등을 녹이 발생하지 않도록 만든 스테인레스 강관과 동일하며, 특징은 관재에 주름을 형성 시킴으로써 유연성을 부여하여 다목적으로 사용 가능하도록 개발된 신제품이다.

ㄱ) 내식성

-관재의 특성으로 인해 부동태 피막이 관재 부식의 진행을 억제한다.

- 배관의 연결부위를 최소화할 수 있으므로 연결 부위에 누수 등의 하자를 줄일 수 있다.

- 피막은 손상되어도 다시 재생된다.

ㄴ) 시공성

- 굴곡기(Bending M/C)가 없도록 현장작업이 용이하므로 작업성이 좋다.

-용접 접합 부분이 없다.

- 배관작업이 신속하게 이루어진다.

- 관재 손상 시 관재의 절단이 용이하다.

- 관재의 주름부분이 부재의 신축을 흡수하므로 구조 체에서 발생하는 균열 등을 방지할 수 있다.

나. 현행공법 개선안

전절에서 실태조사와 문헌을 통해 검토된 단열 배관재류와 배관재류를 상호 조합하고 가능한 공정을 단순화시키되 최종마감은 재래식 공법의 몰탈로 마감하는 것으로 검토하였다.

축열층 두께는 간헐난방 50mm, 연속난방의 경우 40mm가 적정함이 모의실험 결과 검증됨에 따라, 몰탈 마감 두께는 다음의 2가지 경우로 검토 하였다.

▶개선안별 비교검토

1) A안

슬라브 바닥의 요철을 모래로 보정하며, 경량기포 콘크리트 단열판을 깔고 그 상부에 현행 동관을 배관하거나 고정용 새들을 이용하여 스텐레스 주름관, XL관을 배관하고 메탈라스를 설치 한 후 몰탈로 마감하는 공법이다. 흠을 파거나 톱을 이용하여 절단 조립한다. 판과 판의 조인트 부분은 시멘트와 스티로폼 입자를 교반한 풀을 채운다. 이는 현장관리가 용이하고 공정이 단순화되나 모래를 이용하여 수평을 잡을 때 정밀성이 요구된다.

2) B안

A안과 유사하거나 마감 몰탈에 독일제특수약액을 혼합하여 몰탈 강도를 높이고 열전도가 빠르도록 한 공법이다. 특수약액은 PP-C관에만 적합하도록 되어 있어 배관재의 호환성이 없으며 원자재의 일부가 수입품이라는 결점이 있다.

3) C안

슬라브 바닥의 요철을 모래로 보정하며, 스티로폼 돌기 배관판을 깔고 돌기부분을 따라 스텐레스 주름관이나 XL관류를 배관한다.

그다음 줄기부분과 난방관이 묻힐 정도로 1차 몰탈을 한 후 메탈라스를 깔고 몰탈 마감은 하는 공법이다.

85. 4. 여천 쌍봉지구 연탄보일러 360세대에 스티로폼 돌기 배관판과 XL관을 적용 시험 시공한 결과는 다음과 같다.

장점

중간 이음부가 없어 누수 등 하자요인이 적다 : 작업성이 좋다.

- 숙련공이 아니라도 작업 가능하다.

- 밴딩 부분의 곡률반경이 커 난방 온수순환이 좋다.

- 원가절감 효과가 좋다.

- 난방효율이 양호하다.

단점

밴딩 부위에서 관재의 관성에 의해 배관 판이 벌어

지거나 돌기 부분에서 난방관이 빠져나오는 경우가 있다. 온수 분배기 연결 부위에서 누수요인이 있다.

동결 시 해빙이 곤란하다.

배관완료 후 조속한 시간에 온수 분배기를 통한 수압시험을 행하여 후속작업(누름몰탈)이 진행되어야 하며, 작업이 지연될 경우 배관 판 손상 및 난방관이 돌기 부분에서 빠져 나온다.

4) D안

슬라브 바닥의 요철을 모래로 보정하며, 열반사 스티로폼 단열 배관 판을 깔다. 그 위에 동관을 배관하거나 고정용 새들을 이용하여 스텐레스 주름관이나 XL관류를 배관하고, 현행처럼 메탈라스를 시고하고 몰탈로 마감하는 공법이다.

고정면의 소재가 스티로폼이기 때문에 특수한 새들이 필요하며, XL관 등 가변 관을 적용할 경우 새들이 이탈하거나 난방관의 복원력에 의해 판과 판 사이가 벌어질 우려가 있다.

또한 이 고압은 스티로폼 소재의 압축강도가 낮으므로 두께를 늘리는데 한계가 있어 온돌 구체의 적정두께(110~120mm) 확보를 위한 별도의 구성 층이 있어야 한다.

5) E안

B안과 거의 유사하나 경량 기포 콘크리트 단열 판을 스티로폼 배관 판으로 변경한 안이다. 이 안은 D안과 마찬가지로 스티로폼 소재의 압축강도가 낮으므로 두께를 늘리는데 한계가 있어 온돌 구체의 적정두께(110~120mm) 확보를 위한 별도의 구성 층이 있어야 한다. 이 경우 원가상승 요인이 발생하며 한 공정이 추가되어 시공능률이 저하된다.

6) F안

시멘트 또는 시멘트와 모래의 혼합물에 크림 같은 미세한 기포제를 혼합한 다음 호스로 고압이송, 소요 두께의 단열층을 형성시킨 다음 동관, 스테인레스 주름관, XL관 등을 배관하고 현행처럼 메탈라스를 깔고 몰탈로 마감하는 공법이다.

〈표 2〉 배관 시스템별 분석표

단위금액 : 천원

구분	구성단면	공사비	중감	절감가능액	경제성	시공성	내구성	허지 요인	공기	난방방식 호환성	열관류율 kcal/mh C
일반	동관 525	○	○	×	×	○	△	×	○		0.94
	A 509 스테인레스 주름관	16	320,000	△	△	○	△	△	○		0.9 (0.89)
474 XL관	51	1,020,000	○	○	○	○	○	○			
425 XL관	100	2,000,000	○	○	○	○	○	○			
B 인	PP-C관 448	77	1,540,000	○	○	○	○	○	○		0.9 (0.89)
C 인	스테인 레스 주름관 513	12	240,000	△	△	△	○	○	○		0.82
	464 XL관	61	1,220,000	○	○	△	○	○	○		
D 인	동관 528	+3	+60,000	×	△	○	△	△	○		0.84 (0.83)
	스테인 레스 주름관 493	32	640,000	△	○	○	○	○	○		
	444 XL관	81	1,620,000	○	○	○	○	○	○		
E 인	PP-C 관 382	143	2,860,000	○	○	△	△	○	○		0.95 (0.94)
F 인	동관 499	26	520,000	△	△	○	△	△	○		0.72 (0.71)
	스테인 레스 주름관		1,220,000	○	○	○	○	△	○		
	415 XL관	110	2,200,000	○	○	○	○	△	○		

▶경제성 검토

원가절감 효과는 E안이 가장 유리하나, 온돌 구체의 적정 두께 확보를 위한 별도의 검토가 필요하다.

F안에 XL관을 적용하였을 경우 상당히 유리하지만 경량 기포 콘크리트 현장 타설 공법의 기술개발이 요구된다.

다섯 가지 안에 XL관류를 적용하였을 경우 원가절감 효과가 가장 좋고 다음이 스테인레스 주름관이다.

현행 주택공사 아파트 15평(52m²)을 기준으로 검토한 공사비 및 제반사항을 요약 검토한 결과는 다음의〈표2〉와 같다.

▶주공연구 보고서 결론

본 연구에서는 공동주택의 온돌 구체 마감공법을 개선

이는 경량기초 콘크리트의 양생기간이 24-48시간 정도 소요되며, 기포제의 화학적 성질, 배합 비에 따라 열전도율, 기포상태에 차이가 날 수 있다.

양생기간을 단축시키고 기포상태가 균일하게 되어 바닥면의 수평이 유지될 경우 (이론적으로는 액상 상태이기 때문에 저절로 수평이 유지된다.) 조립식 온돌판넬에서도 적용이 가능하며, 원가 면에서도 유리하다.

기포제의 성능향상, 시공 장비의 확보 및 공법이 일반화 되어야 한다. 이상의 검토 결과를 토대로 하여 D안에 PP-C관, E안에 동관, 스테인레스 주름관이나 XL관, F안에 PP-C관을 조합하는 것도 가능하다.

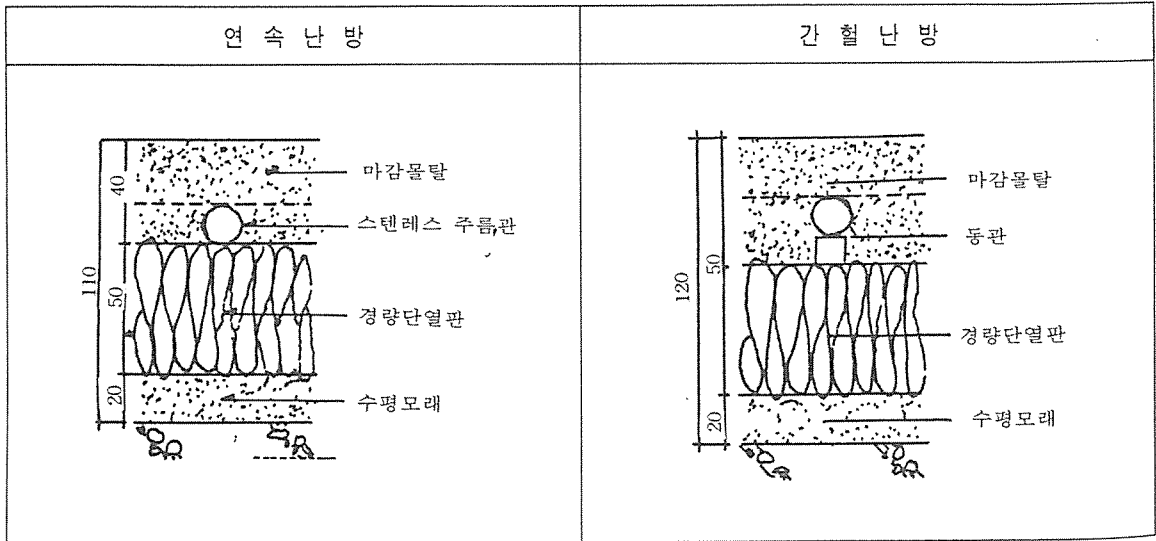
하기 위해 다음의3가지 측면에서 결론을 유도하였다.

1)시장조사와 현장 실태조사를 통해 현행 사용하거나 새로 개발된 자재의 성능 및 경제적 측면, 2) 현행 온돌 마감 두께의 타당성과 축소 시켰을 때 열적 특성 및 장애요인을 해결하는 측면, 3) 조립식 온돌에 따른 타당성 검토, 열효율 비교 검토 그리고 원가절감을 위한 경제적 측면에서 결론 유도하였다. 이상의 검토로부터 유도한 결론은 다음과 같다.

1) 배관판재류

-시공성, 배관재, 호환성, 배관피치 조정의 용이 및 배관관 부설 후 현행 관리면에서 경량기포 콘크리트

<그림 4>



단열판 제품이 유리하다.

2) 배관재류

- 배관재가 구조 체에 매립될 경우 배관 재 자체의 열전도율은 실내온열 환경 변화에 큰 영향을 미치지 못한다.

- 배관재별 열효율은 스테인레스 주름 관, 동관, 강 관 그리고 XL관의 수능로 분석되었으며, 스테인레스 주름관이 동관에 비해 열효율은 실내온열환경변화에 큰 영향을 미치지 못한다.

- 배관재별 열효율은 스테인레스 주름 관, 동관, 강 관 그리고 XL관의 순으로 분석되었으며, 스테인레스 주름관이 동관에 비해 열효율이 약 5%정도 우수하다.

- 스테인레스 주름관은 온수공급이 차단된 후 급격한 온도 저하현상을 나타내며, 연속난방에 유리한 것으로 분석되었고 동관은 완만한 것으로 평가되었다.

-XL 관류는 열효율이 다소 떨어지고 결빙 시 해빙 대책이 아직 없으나, 경제적인 측면에서 가장 유리하다.

3) 난방방식과 축열 층

- 현행 연탄보일러 난방방식은 연속난방 개념으로 파악하여야 한다.

- 실험 및 COMPUTER SIMULATION 결과 적정 축열층 두께는 연속난방이 40mm, 간헐난방이 50mm로

분석 되었다.

4) 설비배관 교차부위

- 설비배관 교차부위로 인한 구체 마감 두께증가의 불가피함은 동관(?20) 사용으로 해결이 가능하다.

5) 온돌 구체 마감 적정두께

- 화장실 바닥 마감 높이를 감안하고 적정 축열층 두께를 고려하면 연속난방이 110mm, 간헐난방이 120mm 가 적정하다.

6) 현행 공법 개선안

- 이상의 검토 결과 <그림4>와 같이 현행 공법개선 안을 제시한다.

7) 조립식 온수온돌

- 배관재 선정 시 제품제작 및 효율적인 측면에서 고려할 경우 동관이 최적의 배관재로서 평가되었으며, 스테인레스 주름관 등의 가변관은 제품 제작 상 부적절한 것으로 평가되었다.

- 40mm로 조립식 온수 온돌 판의 경우 연속난방에, 50mm로 조립식 온수 온돌 판의 경우 간헐난방에 유리한 것으로 분석되었으며, 전반적인 효율은 C안에 비해 6.4%, 그리고 현행 공법에 비해서는 16.7%정도 효율이 우수한 것으로 평가되었다.

- 공기 단축에는 확실한 효과가 있으나 원가절감 효과는 미비한 것으로 분석 되었다.