

온수온돌 배관공사의 개선방향

최진림

(특허개발연구원 원장)

1. 서론

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

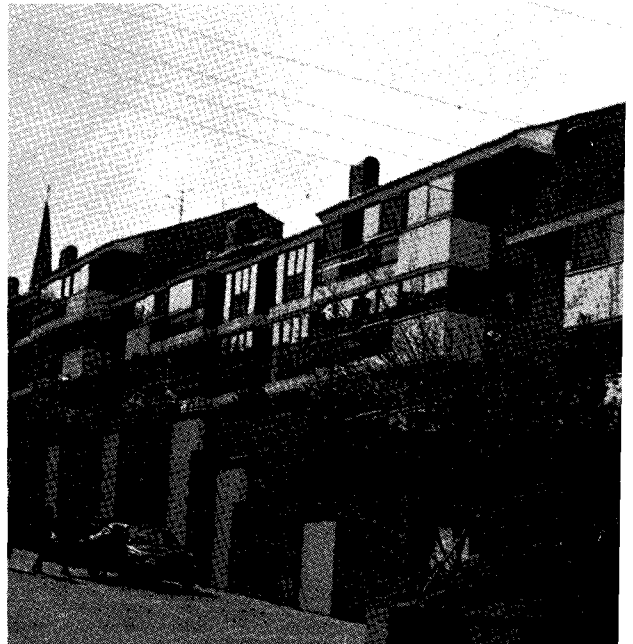
우리나라는 2차대전 직후 선교사들의 주택과 미군 막사에 온수를 이용한 난방방식이 최초로 도입되었다.

이와같은 난방방식은 방열기 (Radiator or Convector)를 사용하여 대류에 의한 난방방식으로 온수온돌과는 별개의 난방방식이다.

우리나라의 온수온돌 난방방식은 1950년대 말경 민간연구가들에 의해서 개발된 것으로 연탄용 구들온돌의 연소통 주위(부뚜막부분)에 물항아리를 매설하여 연소통에서 누열 손실되는 폐열을 이용 온수를 얻었던 것으로부터 시작된 것으로 연탄용 구들온돌에서 발생하는 연탄가스 중독사고 등 여러가지 폐단을 없애기 위해서 개량 발전된 것으로 보는 것이 옳을 것이다.

우리고유의 온돌난방(구들온돌)으로부터 개량발전된 온수온돌(Floor Panel heating system)은 복사난방이므로 체감 온도가 높기 때문에 연료가 어떠한 난방방식보다 절약되고 실내공기가 청정하며 습윤율이 높아서 인체에 적절한 습도가 유지되며 두한족열(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 1986년도부터 서독, 스위스 등 유



럽각국에서도 우리의 온수 온돌난방방식이 알프스 북부지방에서 크게 유행하고 있다.

그럼에도 불구하고 우리는 우리 고유의 온수 온돌난방 방식에 관한 연구에 열의가 부족하여 크게 발전하지 못하고 있음은 기이한 일이다. 필자는 그간 각계에서 보고된 연구논문과 현장조사 연구에서 얻은 지식을 토대로 온수온돌의 배관공사의 개선방안과 하자발생원인과 그 대책을 제시하고자 한다.

2. 온수온돌 구성층

온수온돌 구성층은 온돌의 방열면으로서의

본고는 한국의 전통적 온돌문화를 재조명하고 주택난방의 미래를 전망, 분석하여 국민의 주거복지 향상에 기여하고자 개최된 『한국의 전통적 온돌문화 정립과 주택난방 발전방향에 관한 세미나』에 발표된 논고중 특히개발연구원 최진림 원장의 『온수온돌 배관공사의 개선방향』을 전재한 것이다. <편집자글>



기능만이 아니라 도피열의 방지와 공동주택의 경우 바닥차음 및 적하 하중 등 중요한 기능을 갖는다. 현행은 원가절감과 도피열방지 방법만을 고려한 온수온돌 구성층의 설계가 일반화 되어있어서 이의 개선방안을 제시하고자 한다.

가. 온수온돌 구성층의 실예

주요 각건설회사 적용 예를 보면 다음과 같다.

1) 축열층

그림1에서 보는바와 같이 대부분의 건설회사에서 온수온돌 구성층에 축열재로 자갈을 사용하

고 있다.

대한주택공사 주택연구소 연구보고서 (연구 88-16적정 온돌구조체 선정을 위한 실험연구 및 건연 86-051 온돌건식화 방안에 관한 조사연구)를 보면 자갈층은 실내로의 공급열량을 오히려 차단하는 차단재로써의 역기능으로 평가되었으며 축열효과가 없다는 사실이 입증된 점은 괄목할만 하다.

그러나 구성층에 사용되는 자재중 자갈이 가장 값이 싸다는 이유 때문에 사용하고 있다는 점은 긍정적으로 받아들일 수 있을 것이다.

2) 구성층의 두께

대부분의 건설회사는 구성층의 두께를 100mm-150mm설계하고 있다. 그 이유는 급수급탕관과 난방관이 교차되는 최소공간의 확보와 아랫층과의 차음에 있다고 보아야 할 것이다.

3) 바닥기초

바닥기초면은 온돌 바닥면에서 아래로 100mm-150mm로 하되 바닥이 흩인 경우에는 두께 30mm 이상의 콘크리트층으로 하고 그위에 방수 또는 방습층을 두어야 한다.

4) 벽체처리

온수온돌 구성층과 벽체가 접합되는 부위는 단열 및 차음효과를 얻기 위하여 단열재를 사용하여 그림2와 같이 단열 및 절연층을 두어야 한다.

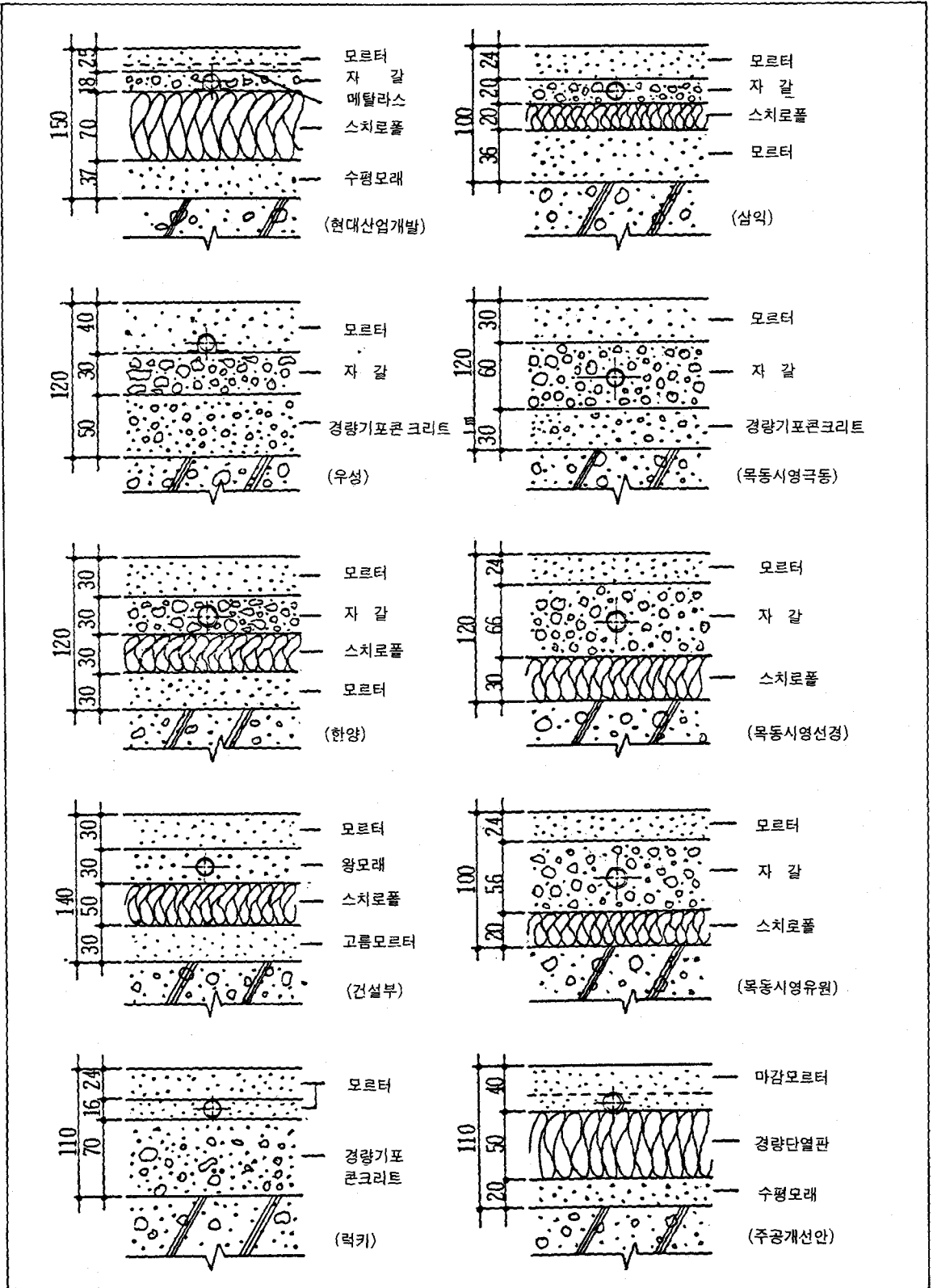
5) 공동주택에서의 바닥차음

대한주택공사 주택연구소 연구보고서 (공동주택의 바닥충격을 저감방안에 관한 실험연구)의 각구조별 음향성능 평가는 다음과 같다.

위 음향성능 평가를 요약하면

가) 콘크리트층이 두꺼울수록 차음성능은 향상

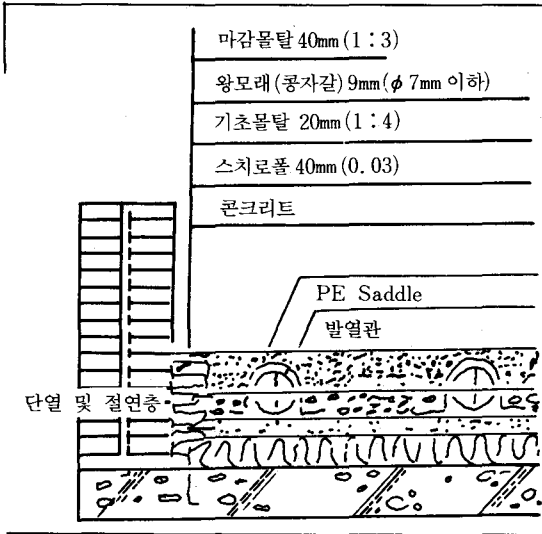
<그림1>



되고 온수온돌 구성층 역시 두꺼울수록 차음성능이 향상되었다.

- ㄴ) 완충재로 경량기포 콘크리트를 사용하면 공기단축과 공사비 절감효과는 크게 개선되나 차음효과는 저하된다.
- ㄷ) 완충재로 “목울”을 사용하면 적하 하중에는 문제가 있으나 차음효과는 크게 개선된다.
- ㄹ) 온수온돌 구성층과 벽체의 접합부에는 몰탈 바르기를 한 후 완충재로 절연 시킴으로써 차음성능이 향상되었다.

<그림2>



<표1> ISO기준에 의한 각 시안의 음향성능평가

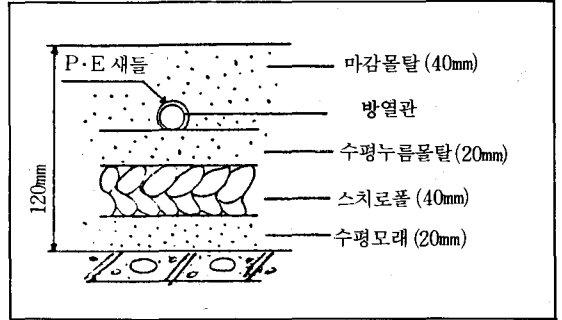
시안	차음지수 (Ii)	ISO 기준	비교 ISO 기준-차음지수	평가
A	71	60	-11	×
B	69	"	-9	×
C	67	"	-7	×
D	59	"	+1	○
E	72	"	-12	×
F	68	"	-8	×
G	57	"	+3	○
H	70	"	-10	×
I	53	"	+7	○
J	50	"	+10	○
A-F-1	66	"	-6	×
A-F-2	61	"	-1	×
B-F-1	69	"	-9	×
B-F-2	64	"	-4	×
B-C-1	69	"	-9	×
C-C-1	67	"	-7	×

I·S·O(International Standard Organization)
I·C(Impact Insulation Class)

나. 온수온돌 구성층 개선안

온수온돌 구성층은 단열성능, 차음성능, 적하하중, 공사비, 공기단축 등을 고려하여 그림 3같이 개선안을 제시한다.

<그림3>



3. 온수의 순환 및 배관방식

가. 순환방식

순환방식은 자연순환식과 강제순환식이 있다. 자연순환식은 중력식이라고도 하며 보일러 가동시 보일러의 팽창압력과 온수의 대류에 의하여 일정한 높이까지 온수를 상승시킨 후 온수의 중력에 의하여 자연적 순환되도록한 순환방식으로 개발난방방식에 권장된다. 따라서 구멍탄용 온수보일러 설치시공기준(동력자원부 고시 제87-47호)에 자연순환식을 채택하고 있다.

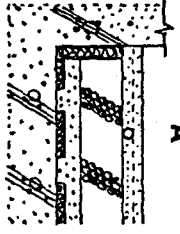
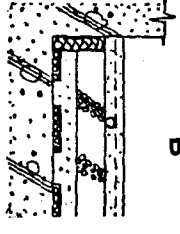
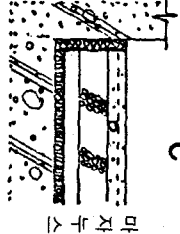
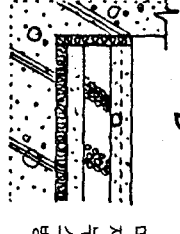
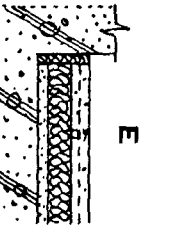
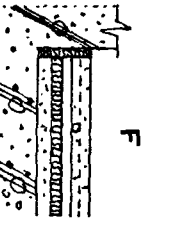
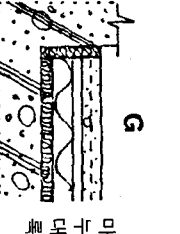
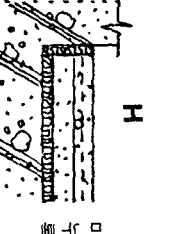
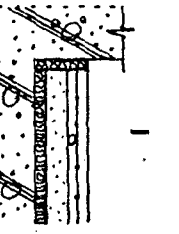
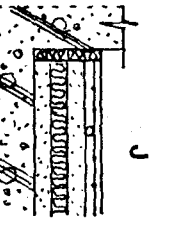
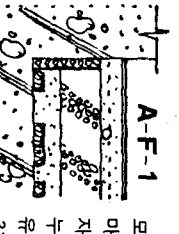
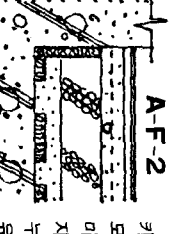
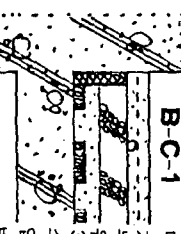
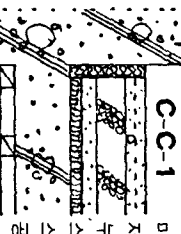
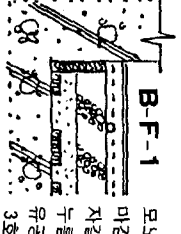
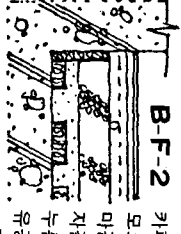
강제순환식은 난방면적이 비교적 넓은 경우 순환펌프를 사용하여 온수를 강제로 순환시키는 순환방식이다.

나. 방열관의 배관형식

배관의 형식은 직렬배관 방식과 병렬배관 방식으로 대별되며 직렬배관 방식은 송환수주관에 분배기를 설치하여 사행식(蛇行式)으로 배관하거나 회오리식으로 배관하는 방식이 있다.

병렬배관 방식은 인접배관식과 분리배관식 및 리버스리턴 배관방식(REVERSE RETURN)등이 있다.

직렬배관 방식의 회오리식과 병렬배관 방식은 배관저항이 적고 온도편차가 적어서 방이

 <p>A</p> <p>마감모르터40 지갈 90 누름모르터30 유공스티로폼 3호20</p>	 <p>B</p> <p>마감모르터40 지갈 60 누름모르터30 유공스티로폼 3호20</p>	 <p>C</p> <p>마감모르터40 지갈 60 누름모르터30 스티로폼 3호20</p>	 <p>D</p> <p>마감모르터40 지갈 60 누름모르터30 스티로폼 방음보드 20</p>
 <p>E</p> <p>마감모르터40 경량단열판50 모래 20</p>	 <p>F</p> <p>마감모르터40 누름모르터25 질석보드 25 질석본말 20</p>	 <p>G</p> <p>마감모르터40 누름모르터20 데칼스레트40 복울80K 25</p>	 <p>H</p> <p>마감모르터40 누름모르터45 복울80K 25</p>
 <p>I</p> <p>마감모르터40 누름모르터45 PE 필름 복울 120K 25</p>	 <p>J</p> <p>마감모르터40 누름모르터30 PE 필름 복울120K 40 기초모르터30</p>	 <p>A-F-1</p> <p>모노폼 마감모르터 40 지갈 90 누름모르터 30 유공스티로폼 3호 20</p>	 <p>A-F-2</p> <p>카페트 모노폼 마감모르터 40 지갈 60 누름모르터 30 유공스티로폼 3호 20</p>
 <p>B-C-1</p> <p>마감모르터 40 지갈 60 누름모르터 30 유공스티로폼 3호 20 스라브 120 일출스티로폼 9 방수석고보드 9</p>	 <p>C-C-1</p> <p>마감모르터 40 지갈 60 누름모르터 30 스티로폼 3호 20 스라브 120 공간층 30 석고보드 7</p>	 <p>B-F-1</p> <p>모노폼 마감모르터 40 지갈 90 누름모르터 30 유공스티로폼 3호 20</p>	 <p>B-F-2</p> <p>카페트 모노폼 마감모르터 40 지갈 60 누름모르터 30 유공스티로폼 3호 20</p>

고루 따뜻해진다.

이와같은 배관방식은 입식생활을 하는 서양인들에게 적합한 난방방식이며 우리나라와 같이 좌식생활에서는 적합치 못하다. 그 이유는 입식생활에서 요구되지 않는 방바닥의 쾌적온도가 좌식생활 방식에서는 체온보다 높은 36°C-40°C를 요구하고 있기 때문이다.

좌식생활 방식에 적합한 배관 방식은 직렬배관의 사행식(蛇行式)이다. 사행식 배관방식은 온도가 비교적 높은 송수측 방바닥(아랫목) 온도는 좌식생활 방식에서 요구되는 36°C-40°C가 유지되며 환수측 방바닥(윗목)온도는 22°C 내외가 유지되므로 두한족열 효과가 높고 실내온도는 18°C-20°C가 유지된다. 반면에 방바닥 온도가 균일한 회오리식 또는 병렬배관 방식에서 좌식생활 방식에서 요구되는 방바닥 온도가 36°C-40°C를 유지하려면 실내온도는 30°C 내외가 되며 적절한 실내온도 18°C-20°C를 유지하려면 방바닥 온도는 24°C-26°C정도이므로 좌식생활 방식에는 알맞지 않다.

다. 방열관의 길이

방열관의 한갈래 길이는 15A기준 50m가 적합하며 각실마다 같은 길이로 배관하여야 난방 효과가 균일하다.

라. 방열관의 간격(Pitch)

방열관의 배관간격은 침실은 200mm-230mm로 배관하고 거실, 주방 등은 250mm-300mm로 배관한다.

마. 방열관의 고정장치

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

받침대로 목재를 사용한 경우에는 대부분 수 입 목재임으로 다량의 염분이 함유되어 있어서 금속배관재가 염분에 의하여 부식현상이 발생할 가능성이 높고 철재 또는 철선을 이용한 고정장치는 이종금속간의 전위차에 의한 전위부식이 발생할 가능성이 높기 때문에 방열관의 고정장치는 받침재를 사용하지 않고 절연재인

합성수지재 새들을 이용하는 것이 바람직하다.

바. 분배기(Header)

송수했더는 환수했더보다 높게 설치하고 환수했더는 방열관 높이와 같게 설치하되 배관내에 잔유한 공기가 용이하게 외기로 방출될 수 있도록 설치한다.

방열관보다 환수했더가 높게 설치되면 방열관의 퇴수가 불가능하게 된다.

사. 금속제 배관시 유의사항

- 1) 지하 매설배관시 파이프가 황산(연탄재), 염분, 철분, 할로젠염 등에 오염된 토양과 접촉, 또는 노출배관시 해풍, 이황산가스 등에 접촉되어 표면 점부식이 발생할 가능성이 있으며, 급수급탕 배관시 파이프의 표면에 습기가 생성(결로현상)되므로 파이프 주위의 장관지, 벽지 등이 부패하는 현상이 발생되고 파이프의 표면 점부식을 발생시킬 가능성이 있으므로 밀폐식 보온재, 보온테이프, 절연테이프 등으로 피복한 후 사용하거나, 피복관을 사용하여야 한다.
- 2) 욕실바닥 등 습기가 많은 곳이 매설배관시 유기화학적 오염물질에 의한 화학적 반응이 촉진되어 오염 물질에 따라 급격한 표면 점부식을 발생시킬 가능성이 있으므로 습기가 없는 곳으로 우회배관(벽체 또는 천정배관)하거나, 피복관을 사용하여야 한다.
- 3) 연탄용 구들온돌을 온수온돌로 개량시는 구들장, 받침돌 등이 황산에 오염되어 있으므로 시공시 특별히 주의하지 않으면 어떠한 파이프를 사용하여도 부식현상이 발생하므로 합성수지제 방열관을 사용하는 것이 좋다.
- 4) 방열관 받침재로 수입목재를 사용하는 경우 다량의 염분이 함유되어 있어 표면 점부식이 발생할 가능성이 있고, 철재 또는 새들 대응으로 철선을 사용하였을 경우에는 이종 금속간의 전위차에 의한 전위부식이 발생할 가능성이 있으며, 이때 습기가 많은 경우에

는 부식속도가 가속되며 급격한 국부부식이 발생할 수 있다.

4. 각종 방열관 재료 비교검토

각종배관재 비교검토는 대한 주택공사 주택연구소의 연구보고서(건연 86-051)를 발췌전재하고자 한다.

가. 배관재 검토

온돌난방 구성에 중요한 부분을 차지하는 난방용 배관재들은 그 자체의 특성 및 여러가지 여건으로 인하여 많은 문제점들이 발생하였다. 현재 난방 파이프의 대부분은 동파이프가 사용되고 있으며, 강관과 동관에서 나타나는 부식이나 스케일 등의 결함 등을 보완한 가교화 폴리에틸렌관(XL파이프)이나 폴리프로필렌 공중 합체관(PP-C관) 그리고 스테인레스 주름관 등이 개발, 보급되어가고 있는 추세이다.

난방 배관재에 대하여는 기존의 문헌에 많이 언급되어 있어 본절에서는 간략히 언급하고자 한다.

1) 동 관

건축용 배관재로서의 동관은 사용 용도별로 따라 여러가지 종류가 있지만, 난방 배관재로서 사용하고 있는 동관에 한정하여 고찰해 보고자 한다.

가) 동관의 특성

타배관재에 비해 열효율이 비교적 우수한 동관은 다음과 같은 장점을 가지고 있다.

- 동관은 내식성이 우수한 금속으로서, 동관이 물이나 콘크리트 등과 접촉하면 일산화동(CuO)이나 염기성 탄산동(Cu CO₃, Cu OH) 같은 얇고 치밀한 산화피막이 형성되어 부식의 진행이 억제된다.

- 동관은 부식되어 감실되는 양이 타배관재에 비해 적으므로 재사용이 가능하고, 동일 유량에 대한 관경이 적으므로 중량이 가벼워 취급이 용이하다.

그러나 외국의 문헌에 의하면, 동관의 부식 사례가 발표되고 있다. 발표된 문헌을 중심으로 동파이프에 부식을 발생시키는 원인을 정리해보면 다음과 같으며, 이에 대한 원인규명은 보다 정확한 실험설비 및 장기간의 실험을 통

해 이루어져야 한다고 사료된다.

(자료출처 : 건축배관과 강관)

납땜으로 인한 부식

동파이프를 납으로 용접할때 사용하는 용접재료인 플럭스(flux)는 동과 접촉하게 될때 독성을 발생시키며, 그 독성이 물과 함께 파이프 내로 흐르게 될 경우 부식의 한 요인이 된다. 이것은 파이프의 전체 부식 요인중에서 10-15% 이상을 차지하고 있다.

물탈과의 접촉으로 인한 부식

동파이프는 건축자재(방수재, 방온재, 시멘트 등)와 화학작용을 일으켜 파이프의 외면 부식을 발생시키게 된다. 특히 물탈, 콘크리트 등에는 칼슘 클로라이드가 많이 함유되어 있어, 이것이 동파이프를 부식시키는 요인이 될 수 있다.

파이프 고정장치 부위의 부식

동파이프의 고정장치에 금속성이나 특히 아연, 철사 등 금속을 사용하였을 경우 전이부식의 한 요인이 될 수 있다.

신축작용에 의한 부식

동파이프는 신축작용이 크고 강관보다 신율이 약 30%가량 많아 재질이 잘 늘어나며, 동관은 대개 0.7-1.1mm 정도의 초박형이므로 파이프의 한요인이 될 수도 있다.

ㄱ) 가공성 및 시공성

동관은 경질뿐만 아니라 연질로 제조할 수 있으며, 굽히거나 확장하거나 용접하는 방법이 간단하다. 동관의 형태는 직관의 형태뿐 아니라 코일로도 생산이 가능하므로 접합개소를 감소시켜 이음쇠의 소모량도 감소시킬 수 있다. 또한 동관은 나사를 가공할 필요가 없으므로 나사식 접합을 하는 타배관재에 비해 두께가 얇아도 무리가 없다.

그러나 동관의 시공상 주의하여야 할 점을 살펴보면 다음과 같다.

a) 절단은 용이하지만 굴곡시 연질의 것은 진원도의 유지가 어렵고 경질의 것은 고온가열(500°C)이므로 과열의 우려가 있다.

b) 두께가 얇고 강도가 낮아 수송, 적재, 시공시 파손될 우려가 있으므로 운반이나 취급에 주의가 필요하며, 특히 관널시공에서 타공종과 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 타금속관에 비해 연신율이 커 동파방지에 유리하고 전기적인 방법에 의한 해빙이 용이하다. 또한 유연성이 좋으므로 진동이나 지진에 대한 안전성이 높다.

2) 강 관

강관을 크게 분류하면 액체, 기체 및 유류 등의 배관에 사용되는 배관용 강관과 전선의 배관에 사용되는 전선관 그리고 건물, 철탑, 교량, 가구 및 기계의 구조물로 사용되는 구조용 강관으로 나눌 수 있지만

본절에서는 난방 배관재로서 사용하고 있는 강관에 한정하여 검토한다.

강관은 강도면이나 열적 특성 등 우수한 물리적 성질을 가지고 있어, 용도에 구애없이 사용할 수 있다.

또한 타배관재에 비해 가격이 저렴하여 경제적이지만 여러가지 문제점이 있음도 사실이다.

가) 내식성

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

나) 시공성

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

강관(일반용)은 연강으로 만들어지므로, 비교적 강도가 크고 연신율이 커서 동결시 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 나사이음으로 연결은 쉽지만 나사부의 깊이, 길이 등은 적절한 크기로 하여야 한다. 그러나 배관의 취급시에는 중량이 동관, 스테인레스 강관보다 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 성형장치에 의해 선상 고분자 구조에서 3차원의 망상 가교 고분자 물질로 변화시킨 가교화 고밀도 폴리에틸렌관(Cross Linked High Density Polyethylene Pipe)으로 내열성, 내약품성, 내구성 및 유연성이 좋다. 가교화방법에 따라 퍼옥사이드가교관, 실판가교관, 전자선가교관, 아조화합물가교관 4종류로 나눌 수 있으며 국내에서는 퍼옥사이드와 실판가교 방법에 의해 생산되고 있다.

가) 내구성

부식과 스케일의 발생이 적고 재질이 내 Creep 성, 내 Stress Cracking성이 우수하다.

배관의 연결 부위를 최소화할 수 있으므로 연결 부위의 누수등 하지를 최소화할 수 있다.

나) 내열성 및 내한성

-40~+100°C의 극심한 온도조건에서도 내열성, 내구성이 유지되며, 120°C정도의 고온수에서도 변화가 적지만, 동결시 관재의 해빙이 곤란하다.

다) 성능

관내면이 매끄럽고 스케일의 발생이 적어 온수 순환이 양호하며 효율이 좋다.

타금속 배관재와 비교하여 총 열관류율 약간 떨어지나 온도 분포가 고르다.

라) 시공성

자갈은 XL파이프에 압력을 주게 되므로 사용하지 않는다.

경질이므로 시공시 부러지면 다시 재생할 수 없다.

부러진 부분에 화력을 가하여 재생할 경우 온수를 넣고 압력을 주면 파괴된다.

강도 및 열에 비교적 약하므로 시공시 주의하여야 하며, 시공시 배관의 구배와 정확한 피치(pitch) 간격의 유지가 어렵다.

4) 폴리 프로필렌 공중합체관(PP-C관)

금속재 배관재의 부식과 스케일 생성 등으로 인한 열효율의 저하와 수명 단축을 보완하고, 연결부위에 동일 재료간 열융점으로 연결이 가능하도록 하여 XL관에서의 접합, 연결 등의

단점을 보완하고 자유로운 벤딩으로 배관이 가능하도록 한 파이프이다.

가) 내구성

부식과 스케일 발생이 적고 내 Creep성, 내 Stress성, Cracking성이 우수하다.

연결부위의 하자율이 타배관재에 비해 적다.

- 웰딩기에 의해 열응집을 하므로 연결부위가 일체식이 된다.

나) 내열성 및 내한성

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

다) 성능

관내면이 매끄럽고 스케일의 발생이 적어 온수 순환이 양호하며 효율이 좋다.

타금속재와 비교하여 총 연관류율이 약간 떨어지나 온도분포가 고르다.

라) 시공성

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

시공시 정확한 피치를 유지하기 위해 간격 유지기를 배관재 하부에 부착시킨다.

기본적인 연결방법은 열응집이며, 나사 절삭이나 용접 작업 등의 방법이 필요없다.

배관작업이 신속히 이루어진다.

배관재의 연결시 특수 기구(웰딩기)가 필요하다.

시공시 관내에 온수가 충전된 상태에서 작업이 진행되어야 한다.

시공시 부러지면 절단하고 열응집으로 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/cm²이하에서 STS-304 TPD(KSD-3595: 배관용 스테인레스 강관)을 사용하며 10kg/cm² 초과시에는 STS-304 TP(KSD-3576: 배관용 스테인레스 강관)을 사용한다.

가) 내식성

- 아연도 강관에서 나타날 수 있는 관 내부의 부식 찌꺼기로 인한 관내경의 축소 및 저항의 증대 우려가 타 관재에 비해 비교적 적
- 기계적 성질이 우수하여(강관 두께의 1/3) 관재의 중량이 경량이므로 작업성이 좋다.

나) 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 혼합하여 녹이 발생하지 않도록 만든 스테인레스 강관과 동일하며, 특징은 관재에 주름을 형성시킴으로써 유연성을 부여하여 다목적으로 사용가능하도록 개발된 신제품이다.

가) 내식성

- 관재의 특성으로 인해 부동태 피막이 관재 부식의 진행을 억제한다.
- 배관의 연결부위를 최소화할 수 있으므로 연결부위에 누수 등의 하자를 줄일 수 있다.
- 피막은 손상되어도 다시 재생된다.

나) 시공성

- 굴곡기(Bending M/C)가 없어도 현장작업이 용이하므로 작업성이 좋다.
- 용접 접합 부분이 없다.
- 배관작업이 신속하게 이루어진다.
- 관재 손상시 관재의 절단이 용이하다.
- 관재의 주름부분이 부재의 신축을 흡수하므로 구조체에서 발생하는 균열 등을 방지할 수 있다.

나. 현행공법 개선안

전절에서 실태조사와 문헌을 통해 검토된 단열 배관관재류와 배관재류를 상호 조합하고 가능한 공정을 단순화 시키되 최종마감은 재래식 공법의 몰탈로 마감하는 것으로 검토하였다.

축열층 두께는 간헐난방 50mm, 연속난방의 경우 40mm가 적정함이 모의실험 결과 검증됨에 따라, 몰탈마감 두께는 다음의 2가지 경우로 검토하였다.

개선안별 비교검토

1) A 안

슬라브 바닥의 요철을 모래로 보정하며, 경량 기포 콘크리트 단열판을 깔고 그 상부에 현행 동관을 배관하거나 고정용 새들을 이용하여 스텐레스 주름관, XL관을 배관하고 메탈라스를 설치한 후 몰탈로 마감하는 공법이다. 급수탕관 교차부위는 단열관 하부를 공구로 홈을 파거나 톱을 이용하여 절단 조립한다.

관과 관의 조인트 부분은 시멘트와 스티로폼 입자를 교반한 풀을 채운다. 이는 현장관리가 용이하고 공정이 단순화 되나 모래를 이용하여 수평을 잡을때 정밀성이 요구된다.

2) B 안

A안과 유사하나 마감몰탈에 독일제 특수약액을 혼합하여 몰탈 강도를 높이고 열전도가 빠르도록 한 공법이다. 특수약액은 PP-C관에만 적합하도록 되어있어 배관재의 호환성이 없으며 원자재의 일부가 수입품이라는 결점이 있다.

3) C 안

슬라브 바닥의 요철을 모래로 보정하며, 스티로폼 돌기 배관관을 깔고 돌기 부분을 파라스텐레스 주름관이나 XL관류를 배관한다.

그다음 돌기 부분과 난방관이 묻힐 정도로 1차 몰탈을 한 후 메탈라스를 깔고 몰탈 마감을 하는 공법이다. '85.4. 여천 쌍봉지구 연탄 보일러 36세대에 스티로폼 돌기 배관관과 XL관을 적용 시험시공한 결과는 다음과 같다.

장점 중간 이음부가 없어 누수 등 하자요인이 적다.

: 작업성이 좋다.

- 숙련공이 아니라도 작업 가능하다.

밴딩부분의 곡률반경이 커 난방 온수순환이 좋다.

원가절감 효과가 좋다.

난방효율이 양호하다.

단점

밴딩 부위에서 관재의 관성에 의해 배관관이 벌어지거나 돌기 부분에서 난방관이 빠져나오는 경우가 있다.

온수 분배기 연결 부위에서 누수요인이 있다.

동결시 해빙이 곤란하다.

배관완료후 조속한 시간내 온수 분배기를 통한 수압시험을 행하여 후속작업(누름 몰탈)이 진행되어야 하며, 작업

이 지연될 경우 배관관 손상 및 난방관이 돌기 부분에서 빠져 나온다.

4) D 안

슬라브 바닥의 요철을 모래로 보정하며, 열반사 스티로폼 단열 배관관을 깔다. 그위에 동관을 배관하거나 고정용 새들을 이용하여 스텐레스 주름관이나 XL 관류를 배관하고, 현행처럼 메탈라스를 시공하고 몰탈로 마감하는 공법이다. 고정면의 소재가 스티로폼이기 때문에 특수한 새들이 필요하며, XL관 등 가변관을 적용할 경우 새들이 이탈하거나 난방관의 복원력에 의해 관과 관 사이가 벌어질 우려가 있다.

또한 이 공법은 스티로폼 소재의 압축강도가 낮으므로 두께를 늘리는데 한계가 있어 온돌구체의 적정두께(110-120mm) 확보를 위한 별도의 구성층이 있어야 한다.

5) E 안

B안과 거의 유사하나 경량 기포 콘크리트 단열판을 스티로폼 배관관으로 변경한 안이다. 이 안은 D안과 마찬가지로 스티로폼 소재의 압축강도가 낮으므로 두께를 늘리는데 한계가 있어 온돌구체의 적정두께(110-120mm) 확보를 위한 별도의 구성층이 있어야 한다. 이 경우 원가상승 요인이 발생하며 한 공정이 추가되어 시공능률이 저하된다.

6) F 안

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

이는 경량 기포 콘크리트의 양생기간이 24-48시간정도 소요되며, 기포제의 화학적 성질, 배합비에 따라 열전도율, 기포상태에 차이가 날 수 있다.

양생기간을 단축시키고 기포상태가 균일하게 되어 바닥면의 수평이 유지될 경우(이론적으로는 액상 상태이기 때문에 저절로 수평이 유지된다) 조립식 온돌관에도 적용이 가능하며, 원가면에서도 유리하다. 기포제의 성능향상, 시공장비의 확보 및 공법이 일반화 되어야 한다.

이상의 검토 결과를 토대로 하여 D안에 PP-C관, E안에 동관, 스텐레스 주름관이나 XL관, F안에 PP-C관을 조합하는 것도 가능

하다.

경제성 검토

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

F안에 XL관을 적용하였을 경우 상당히

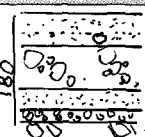
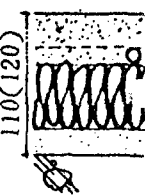
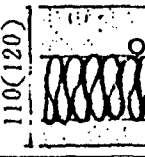
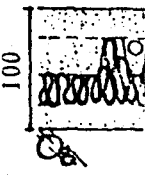
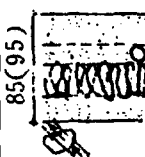
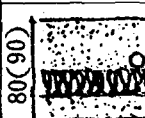
유리하지만 경량 기포 콘크리트 현장 타설 공법의 기술개발이 요구된다.

다섯가지 안에 XL 관류를 적용하였을 경우 원가절감 효과가 가장 좋고 다음이 스테인레스 주름관이다.

현행 주택공사 아파트 15평 (52㎡)을 기준으로 검토한 공사비 및 제반사항을 요약 검토한 결과는 다음의 <표 2>와 같다.

<표 2> 배관 시스템별 분석표

단위금액 : 천원

구분	구 성 단 면	공사비	중 감	절감가능액	경제성	시공성	내구성	하차 요인	공기	난방방식 호 환 성	열관류율 K c a l / m h . ° C
현 행	 마감몰탈40 자갈90 누름몰탈30 스티로폴20	동 관 525	○	○	×	×	○	△	×	○	0.94
A 안	 마감몰탈40 (50) 경량단열판50 수평모래20	동 관 509	16	320,000	△	△	○	△	△	○	0.9 (0.89)
		스테인레스 주름관 474	51	1,020,000	○	○	○	○	○	○	
		XL관 425	100	2,000,000	○	○	○	○	○	○	
B 안	 마감몰탈 (50) 경량단열판50 수평모래20	PP-C관 448	77	1,540,000	○	○	○	○	○	○	0.9 (0.89)
C 안	 마감몰탈25 1차몰탈30 배관관25 수평모래20	스테인레스 주름관 513	12	240,000	△	△	△	○	○	○	0.82
		XL관 464	61	1,220,000	○	○	△	○	○	○	
D 안	 마감몰탈40 (50) 열반사배관관25 수평모래20	동 관 528	+3	+60,000	×	△	○	△	△	○	0.84 (0.83)
		스테인레스 주름관 493	32	640,000	△	○	○	○	○	○	
		XL관 444	81	1,620,000	○	○	○	○	○	○	
E 안	 마감몰탈40 (50) 스티로폴20 수평모래20	PP-C관 382	143	2,860,000	◎	○	△	△	○	○	0.95 (0.94)

F 안		동관 499	26	520,000	△	△	○	△	△	○	0.72 (0.71)	
		스테인레스 주름관			1,220,000	○	○	○	○	△		○
		XL관 415	110	2,200,000	○	○	○	○	△	○		

주공연구 보고서 결론

본 연구에서는 공동주택의 온돌 구체 마감 공법을 개선하기 위해 다음의 3가지 측면에서 결론을 유도하였다.

1) 시장조사와 현장 실태조사를 통해 현행 사용하거나 새로 개발된 자재의 성능 및 경제적 측면과

2) 현행 온돌 마감 두께의 타당성과 축소시켰을때 열적 특성 및 장애요인을 해결하는 측면

3) 조립식 온수 온돌 적용에 따른 타당성 검토, 열효율 비교 검토 그리고 원가절감을 위한 경제적 측면에서 결론을 유도하였다.

이상의 검토로부터 유도한 결론은 다음과 같다.

1) 배관재류

— 시공성, 배관재 호환성, 배관피치 조정의

용이 및 배관관 부설 후 현행 관리면에서 경량 기포콘크리트 단열관 제품이 유리하다.

2) 배관재류

— 배관재가 구조체에 매립될 경우 배관재 자체의 열전도율은 실내온열환경변화에 큰 영향을 미치지 못한다.

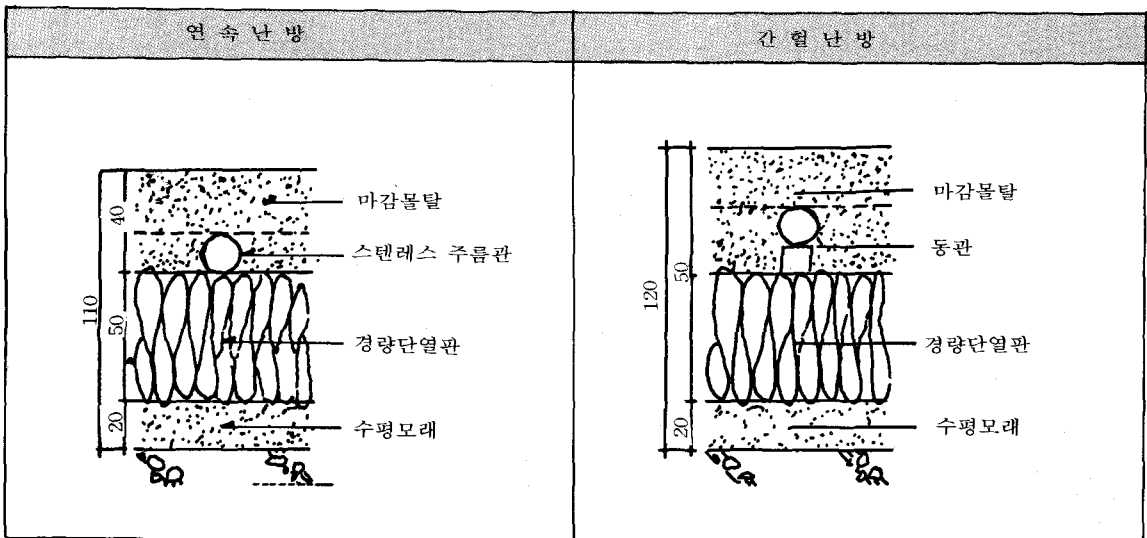
— 배관재별 열효율은 스테인레스 주름관, 동관, 강관 그리고 XL관의 순으로 분석되었으며, 스테인레스 주름관이 동관에 비해 열효율이 약 5%정도 우수하다.

— 스테인레스 주름관은 온수공급이 차단된 후 급격한 온도 저하현상을 나타내며, 연속난방에 유리한 것으로 분석되었고 동관은 완만한 온도 하강현상으로 인하여 간헐난방에 유리한 것으로 평가되었다.

— XL 관류는 열효율이 다소 떨어지고 결빙시 해빙대책이 아직 없으나, 경제적인 측면에서 가장 유리하다.

3) 난방방식과 축열층

<그림4>



- 현행 연탄 보일러 난방방식은 연속난방 개념으로 파악하여야 한다.
- 실험 및 COMPUTER SIMULATION결과 적정 축열층 두께는 연속난방이 40mm, 간헐난방이 50mm로 분석되었다.
- 4) 설비배관 교차부위
 - 설비배관 교차부위로 인한 구체 마감 두께 증가의 불가피함은 피복 동관($\phi 20$) 사용으로 해결이 가능하다.
- 5) 온돌 구체 마감 적정두께
 - 화장실 바닥 마감 높이를 감안하고 적정 축열층 두께를 고려하면 연속난방이 110mm, 간헐난방이 120mm가 적정하다.
- 6) 현행 공법 개선안
 - 이상의 검토 결과 그림4와 같이 현행 공법 개선안을 제시한다.
- 7) 조립식 온수온돌
 - 배관재 선정시 제품제작 및 효율적인 측면에서 고려할 경우 동관이 최적의 배관재로서 평가되었으며, 스테인레스 주름관 등의 가변관은 제품제작상 부적절한 것으로 평가되었다.
 - 40mm 조립식 온수 온돌관의 경우 연속난방에, 50mm 조립식 온수 온돌관의 경우 간헐난방에 유리한 것으로 분석되었으며, 전반적인 효율은 C안이 A안에 비해 6.4%, 그리고 현행 공법에 비해서는 16.7%정도 효율이 우수한 것으로 평가되었다.
 - 공기 단축에는 확실한 효과가 있으나 원가 절감 효과는 미비한 것으로 분석되었다.

5. 하자발생 원인과 대책

가. 온수온돌이 따뜻하지 않은 원인

자연순환식에서 온수온돌이 따뜻하지 않으면 우선 순환상태가 양호하지 못하기 때문이라고 속단하는 경우가 많다. 그렇지 않은 경우가 훨씬 많다는 사실을 알아 두어야 한다. 예컨대 자연순환식의 온수온돌이 따뜻하지 않을 때 강제순환식(모터펌프)을 채용하였음에도 자연순환식 때보다 약간은 나아지지 모르지만 만족스럽지 못한 경우를 우리는 많이 보아왔다.

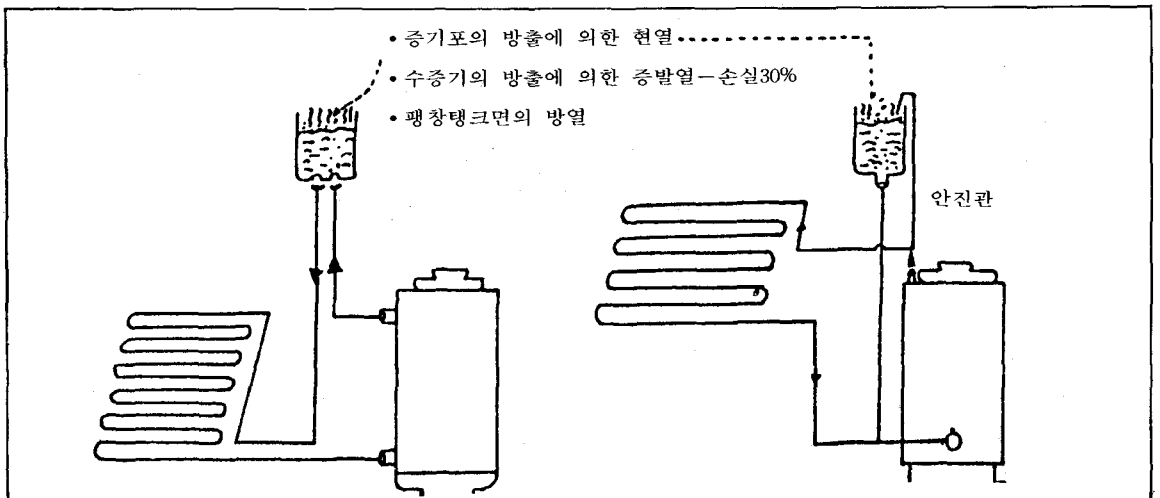
따라서 온수온돌이 따뜻하지 않은 원인은 순환상태에만 있는 것이 아니라 발생 열량의 부족과 손실열의 과다에 더 큰 원인이 있으므로 지금까지의 잘못된 관념을 바꾸어야 한다.

그 근본적인 원인을 세분화 해보면

1) 열량부족

- (ㄱ) 연소실의 보온상태가 불량하면 미연소분이 많아지고 그에 따라 발열량도 감소된다.
- (ㄴ) 구멍탄용 온수보일러의 경우 그림 5와 같이 보일러에서 돌발적 비등으로 발생하는 100°C이상의 증기포가 안전관 또는 팽창탱크를 통하여 외기로 직접 방출되면 엄청난 현열 손실이 발생하고 팽창탱크안에 들어 있는 보충수의 온도가 높아지므로(순환수의 온도와 같거나 높음) 증발열손실과 방열손실이 많아짐에 따라 열효율이 약 30%저하되어 방이 따뜻하지 않게 된다.
- (ㄷ) 배관 기초부분에 사용되는 자갈, 보온재,

<그림5>



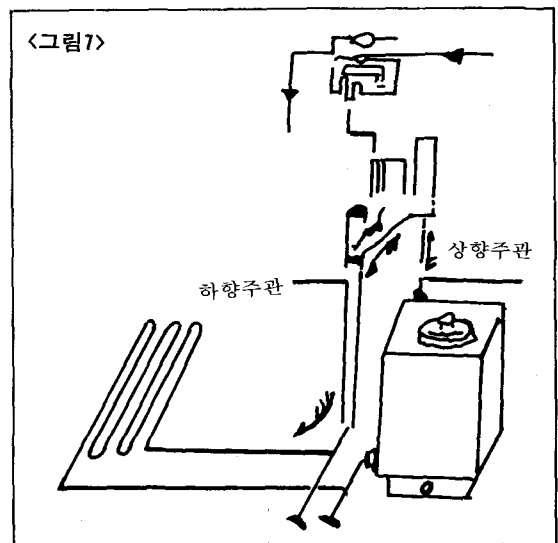
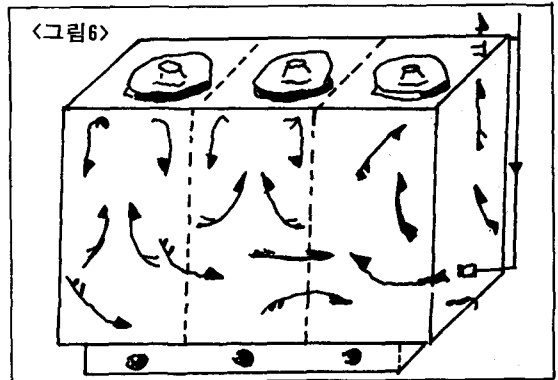
시멘트 모르타 등 습기가 많거나 지면으로부터 스며드는 습기와 냉기가 벽체를 통하여 자갈층으로 스며들거나, 결로현상으로 생기는 집열을 유발하게 되므로 온수온돌의 열효과가 크게 저하된다.

- (ㄱ) 근본적으로 보일러의 열효율이 낮거나 배기량이 과다하게 배출되면 배기손실이 많아지므로 보일러의 열효율이 낮아지고 이와 반대로 배기조건이 불량하여 배기량이 과소하게 배출되면 연소조건이 나빠지므로 연소속도가 저하되고 미연소분의 발생율이 높아짐에 따라 보일러의 열효율이 낮아진다.
- (ㄴ) 보일러의 공기공급구의 통과 단면적이 작아서 단위시간당 연소량이 너무 적거나 난방 면적에 비하여 보일러의 용량이 미달한 경우도 있다.

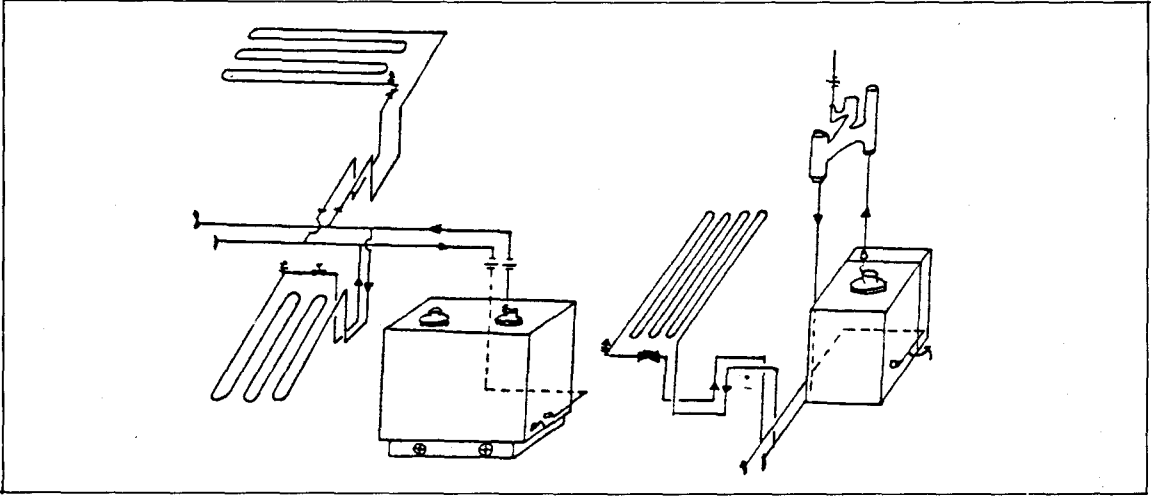
2) 순환저항과다

- (ㄱ) 배관경사는 일반적으로 수평배관형식을 채용하고 있으나 자연순환방식인 연탄용 온수온돌에서는 상향순환식은 송수주관으로부터 환수주관끝까지 상향구배로 배관하여 이를 상향식 배관이라고 하며 하향순환식은 송수주관으로부터 환수주관 끝까지 하향구배로 배관하여 이를 하향식 배관 또는 중력식 배관이라고 한다. 그럼에도 불구하고 이를 반대로 배관하는 경우에는 배관저항이 커서 순환이 불가능하게 된다.
- (ㄴ) 배관내의 순환수내에는 산소와 탄산가스 등 공기가 용존되어 있기때문에 이와같은 공기가 물에서 분리되어 관의 내부에 공기포가 생겨서 온수의 순환을 저해하게 된다. 따라서 배관내에 들어있는 공기가 용이하게 방출될 수 있는 위치에 공기방출기를 설치하여야 한다. 이때 상향식 배관에서는 배관중 가장 높은 위치에 공기방출기를 설치하고 하향식 배관에서는 헛더 또는 환수관 끝에 설치하여 공기포의 방출이 용이하게 되는 것이다. 이와 같은 공기방출기의 설치방법이 잘못되어 공기포의 방출이 용이하지 못하고 누적되면 순환장애현상이 발생하게 된다.
- (ㄷ) 상향식 배관은 최초 급수시 배관내에 공기포가 다소 들어있는 상태에서 보일러를

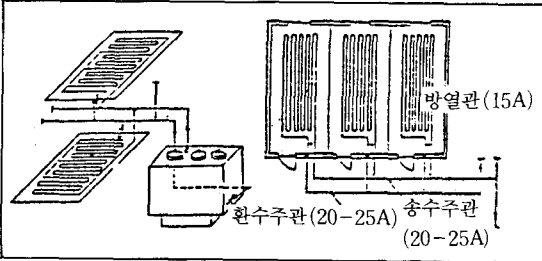
가동할지라도 공기포의 진행방향과 온수의 진행방향이 환수주관 끝쪽(높은쪽)으로 같은 방향이기 때문에 배관중 가장 높은 위치에 설치된 공기방출기만 개방하면 공기포는 용이하게 배출된다. 그러나 하향식 배관에서는 그렇지 않다. 왜냐하면 하향식 배관은 배관구배가 환수주관 끝까지 점점 낮기 때문에 온수는 중력에 의하여 환수주관 끝쪽(낮은쪽)으로 상승되므로 각각 진행방향이 상충되기 때문에 최초 급수시 배관내에는 있는 공기를 완전히 제거하지 아니하고 잔유되면 순환이 불가능하게 되는 경우가 있다. 따라서 하향식 배관의 최초 급수방법은 낮은쪽에서 높은쪽으로 즉, 환수주관쪽에서 송수주관쪽으로 급수하여야 배관내의 공기포가 용이하게 배출된다는 것을 잊어서는 안된다.



<그림 8-1>



<그림 8-2>



(ㄱ) 단위시간당 발열량이 비교적 많은 2통식 또는 3통식 보일러의 송수구와 환수구는 대각의 위치에 있어야 한다. 그림 6과 같이 보일러의 송수구와 환수구가 한쪽에 몰려 있으면 그쪽 부분만 정상순환되고 다른쪽 부분의 수실내의 온수가 과열현상을 일으켜서 이상 팽창 압력이 발생되므로 주기적으로 역수현상을 일으키게 된다.

(ㄴ) 하향순환식은 물의 중력을 이용한 순환방식이므로 물의 중력이 송수의 진행방향으로 작용되도록 하여야 함은 너무나도 당연하다. 따라서 그림 7과 같이 온수의 상향주관보다는 하향주관의 크기가 클수록 온수의 중력에 의하여 순환속도가 빨라지므로 이 점을 유의하여야 하며 팽창탱크와 팽창관 안에 들어 있는 물의 중력도 하향주관쪽으로 작용되도록 하여야 한다. 따라서 물의 중력과 순환의 진행방향이 반대로 작용되면 순환계통에 하자가 발생하게 된다.

(ㄷ) 그림 8과 같이 송수 및 환수주관과 방열관이 상향식 배관에서 방열관이 높이보다 낮게 하향으로 꺾인 부분이 있으면 자연순환은 불가능하게 된다.

(ㄹ) 순환 및 배관의 형식에서 기술한 바와 같이 배관의 형식은 분리주관식이 순환저항이 적고 방바닥 온도는 균일하다.

우리좌식생활 방식의 습성이 방바닥 표면온도가 36°C 이상으로 체온보다 높고 실내온도는 20°C 정도일 때 쾌적감을 느낀다. 보온이 잘된 주택의 온수온돌에서 분리관식을 채택하면 실내온도를 최적온도인 18°C-20°C로 유지하기는 그리 어려운 일이 아니다.

이때 방바닥 표면온도는 25°C를 넘지 않는다. 그러므로 쾌적한 실내온도는 유지되었지만 방바닥 표면온도는 미지근하다고 불평을 하는 수가 많다.

전체 방바닥 표면온도를 36°C 이상 유지하려면 실내온도는 30°C 이상이 되므로 불쾌감이 높아져서 창문을 열어야 하는 결과가 초래된다. 따라서 우리가 요구하는 방바닥 표면온도와 실내온도를 동시에 충족시키려면 온도가 높은 송수(55°C~70°C)가 아랫목쪽에서부터 윗목쪽으로 흐르도록 함으로서 아랫목 방바닥 표면온도는 36°C 정도, 윗목쪽 방바닥 온도는 20°C 정도 실내온도는 18°C-20°C 정도가 유지되는 직열사행식배관방식이 권장된

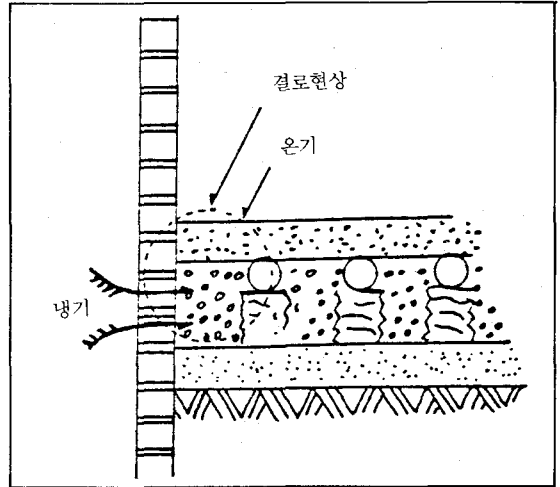
다. 배관저항이 적은 분리주관식, 인접주관식, 사다리꼴식, 회오리식 등은 적절한 실내온도를 유지시키려면 방바닥 표면 온도가 균일하기 때문에 표면온도가 낮을 수 밖에 없다. 따라서 이론적으로는 양호한 배관 방식임에도 불구하고 우리의 습성에 맞지 않기 때문에 시공이 잘되었다 하더라도 잘못된 공사라는 불평을 면키 어렵다는 것을 알아 두어야 한다.

- (0) 송수 및 환수주관에서 여러개의 방으로 분기 배관되는 경우 분기된 방열관의 단면적의 합계가 송수 및 환수주관의 단면적과 같거나 작아야 한다.

나. 방바닥이 부패하는 원인

- 1) 배관이음부분의 부실한 결합으로 누수가 되어 부패하는 경우가 있다.
- 2) 그림 9와 같이 자갈층의 벽체면을 시멘트 모르타르 등으로 바름을 하지 않은 경우에는 온도가 낮은 외기가 온도가 높은 자갈층으로 수며들게 되므로 결로현상을 일으켜서 외기(냉기)가 유입되어 습기가 발생되므로 방바닥이 부패하게 된다.
- 3) 일반적으로 배관의 바닥부분 보온층은 설치하지만 축열층의 벽체면을 보온하는 경우는 드물다. 그렇기 때문에 외기와 접한 벽체면의 온도는 외기온도와 거의 같다. 따라서 결로현상이 일어나게 되므로 방바닥 가장자리(굽도리)가 부패하게 된다.
- 4) 벽체를 사이에 두고 욕실과 방바닥이 인접될 경우 방수처리가 잘못되면 습기가 침투되어 방바닥이 부패하게 된다.
- 5) 건축물내의 급수관을 보온하지 않으면 결로현상이 발생하여 부패한다.
- 6) 배관의 바닥이 흠인 경우 방수 및 방습처리를 하지 아니하고 시공하면 모세관 현상으로 습기가 축열층으로 스며 올라서 방바닥이 부패하게 된다.
- 7) 배관 기초부분의 높이가 건물 주위 지면의 높이와 같거나 낮은 경우에 습기가 스며들어서 방바닥이 부패하는 경우도 있다.
- 8) 고온의 송수측 방열관을 외벽측(창측)으로부터 배관하면 결로현상이 촉진되고 대류속도가 빨라지므로 체감온도가 낮아지고 방안

<그림9>



에 먼지가 비산되어 비위생적인 점에 유의해야 한다.

이와같이 방바닥이 부패하면 불결하고 비위생적일 뿐만 아니라 습기에 의한 잡열이 생기므로 온도의 열효과가 극감된다는 사실을 중시하여야 한다.

다. 온수온돌에서 소음이 발생하는 원인과 대책

1) 일반사항

모든음은 물체가 움직임으로써 발생된다.

조건이 같을 경우 움직임의 속도가 빠르면 빠를수록 음이 커지고 속도가 늦으면 음도 작아진다.

따라서 온수온돌의 경우 관의 종류와 관계없이 유속이 빠르면 마찰음 또는 물흐르는 소리(관내에 공기가 차있을 경우)가 발생하고 유속이 느리면 소음이 발생하지 않는다.

온수온돌의 적절한 유속은 시간당 60ℓ-180ℓ(0.1m/sec~0.3m/sec)이다. 온수온돌의 유속이 시간당 200ℓ-300ℓ이면 고요한 심야에 소음이 들리고 유속이 시간당 300ℓ이상이면 낮에도 소음이 들린다.

이때, 관내에 공기가 차있으면 공명이 되어 소음이 증폭된다.

2) 소음발생 부위에 따른 발생원인과 대책

- 가) 온수온돌의 방열관에서 발생하는 소음. 위 일반사항에서 설명한 바와같이 온수온돌

의 유속이 시간당 200 이상인 경우에 발생하는 것이므로 그 대책은 적절한 순환펌프를 선택하여야 한다.

유속을 감소시키는 방법

- a) 바이패스배관은 밸브를 열어 (1/2)서 온수 온도의 유속을 감소시키는 방법.
- b) 메인밸브를 닫아주어 온수온도의 유속을 감소시키는 방법.
- c) 인퍼러를 줄 또는 샌드페이퍼 (사포)를 이용하여 약1/3정도 절삭하여 양수량을 줄이는 방법이 있다. 이때 터보식 인퍼러인 경우는 유리판위에 샌드페이퍼를 깔고 인퍼러를 버루에 먹을 가는 방식으로 원을 그리면서 갈아낸다.
터보식 인퍼러인 경우에는 인퍼러를 뽑아내지 않고 공회전시키면서 줄 또는 샌드페이퍼를 선반에서 절삭하는 방식과 같이 일정하게 인퍼러를 갈아낸다.

ㄴ) 순환모터 펌프에서 발생하는 소음.

(윙 - 윙하는 소리)

펌프에서 발생하는 소음은 펌프의 인퍼러내에 공기가 잔유해 있기 때문이다. 이 경우는 환수관의 높이와 보일러의 환수구 높이가 같을 때 펌프의 인퍼러 상단부가 공기실이 된다. 따라서 배관내의 공기가 펌프쪽으로 계속 물리게 된다. 이의 대책은

- a) 환수관의 높이보다 순환펌프를 낮게 설치하는 방법.
(낮게 설치된 경우에는 펌프상단에 있는 공기빼기 너트를 뽑아서 공기를 제거한다)
- b) 환수관과 순환펌프 사이에 "T"를 사용하여 공기빼기 장치를 한다.
- c) 가스보일러의 경우 소음이 발생하면 펌프의 회전을 LOW에 맞추어 주면 된다.

라. 연탄가스 중독사고의 원인

- 1) 보일러의 설치위치가 보일러를 중심으로 좌우로 수평거리 각 1M이내의 직상부에 방안으로 통하는 창문이나 출입문이 있으면 방안 공기의 대류현상에 의하여 아랫부분의 문틈으로 외부공기가 유입되고 윗부분의 문틈으로는 방안공기가 밖으로 배출되므로 보일러의 뚜껑틈 등에서 유출된 일산화탄소가 상승중 아랫부분의 문틈으로 유입된다.

- 2) 보일러의 배기상태가 비록 양호할지라도 연탄을 갈아줄 때에는 일산화탄소가 보일러실로 유출되는 것을 막을 길이 없다. 그러므로 보일러실에는 급기구와 배기구가 있어야 보일러실 충전된 일산화탄소가 외기로 배출된다.

이때 배기구의 위치는 실내로 통하는 문틈 등 공기통로보다는 높아야 공기보다 가벼운 일산화탄소가 용이하게 외기로 배출된다.

- 3) 보일러실의 위치가 거실의 지하에 있는 경우에는 보일러실 천정면의 틈으로 일산화탄소가 상승하여 거실안으로 유입되지 않도록 철저히 처리되어야 한다. 이때 보일러실의 천정이 목재로 된 경우에는 여하한 조건하에서도 보일러를 설치하여서는 안되며 보일러실의 계단이 거실로 직접 통하게 된 경우의 계단은 연통력(굴뚝역할)이 생긴다는 사실도 알아두어야 한다.
- 4) 연도 및 굴뚝의 단면적부족, 경사도 낮음, 개자리 없음, 틈이 생김 등으로 연탄가스가 굴뚝으로 원활하게 배기되지 못하면 배기되지 못한 일산화탄소가 주거실내로 유입될 수 있는 가능성이 커지는 것이다.
- 5) 굴뚝의 재료로 많이 사용되고 있는 합성수지제 (P.V.C파이프, 유론파이프등)관은 봄, 여름, 가을철에는 배기상태가 양호하다. 그러나 외기온도가 영하로 떨어지는 겨울철, 특히 기온이 가장 낮은 밤중에는 굴뚝이 냉각되기 때문에 성애가 피게 되어 배기가 거의 불가능하게 된다. 따라서 이와 같은 굴뚝 재료는 보온하거나 2중 구조로 시공하여야 한다.
- 6) 연도를 구들온도의 고래에 연결할 때에는 특별한 경우를 제외하고 배기상태가 불량하다.
- 7) 강제순환펌프를 설치한 경우 자동온도 조절 장치의 온도를 45°C이하에 맞추었을때 배기 가스의 온도가 낮아지므로 배기상태가 불량해진다.
- 8) 굴뚝머리에 바람막이 굴뚝모자를 설치하지 않으면 바람이 역류하게 되므로 일산화탄소가 역류되어 실내로 유입된다.

6. 현장에서의 진단방법

- 가) 온수의 순환계통

- 1) 순환상태는 이론적으로 송수온도와 환수온도 차가 15-20°C 이내이어야 정상순환이라고 할 수 있다. 이때 방열면적(방열량)은 보일러의 출력에 따른 난방부하의 적절한 방열면적을 전제로 한다.

현실적 대부분의 현장시공은 방열면(방바닥면)이 이론치(E.D.R)보다 3-5배나 크기 때문에 실제 현장에서 송수온도와 환수온도차만으로는 온수의 적정순환량을 정확하게 측정하기 어렵다. 그러므로 현장에서 손쉽게 순환상태를 점검하는 방법이 현실적으로 절실이 필요한 것이다.

하향식 배관의 경우 팽창탱크 안에 들어있는 보충수의 온도를 측정하여 보충수의 온도가 외기온도차 25°C이하이면 순환상태가 양호하고, 25°C 이상이면 불량하며, 40°C 이상이면 극히 불량한 상태로 시공이 잘못된 것으로 판단한다. 이의 이론적 근거로는 순환상태가 불량하면 순환되지 못한 온수가 팽창관을 통하여 팽창탱크로 밀어 올리거나 대류 또는 전도에 의하여 보충수의 온도가 높아지는 것은 너무나 자명하고 보충수의 온도가 높으면 증발열손실과 방열손실이 많기 때문이다.

- 2) 팽창탱크안에 들어 있는 보충수가 주기적으로 넘치게 된 경우에는 배관저항이 지나치게 크거나 배관 속에 공기포가 들어서 온수의 순환을 저지하는 것으로 볼 수 있으며 2통식 또는 3통식의 경우 송수구와 환수구의 위치가 대각의 위치에 있지 않고 한쪽으로 편중되어 있는가를 점검하여야 한다.

나) 연소 계통

- 1) 보일러의 공기구를 연탄 1장이 12시간 지속 되도록 조정후 3.6KG탄을 연소시켜서 연탄재의 중량을 측정한다. 이때 연탄재의 중량이 1.7KG 이하이면 연소상태가 극히 양호한 것이고 2KG 이상이면 불량한 것이며 연소가 지속되지 못하고 연탄불이 꺼지면 극히 불량한 것으로 판단된다.

다) 배기계통

- 1) 굴뚝 끝에서 배기가스 온도를 측정하여 외기온도차가 10-15°C의 범주에 들면 양호한 것이고 15°C가 넘으면 배기손실이 과다한

것이며 5°C 미만이면 배기상태가 아주 불량한 것으로 판단한다.

라) 손실열

- 1) 하향식 배관에서 폭발을 방지하기 위하여 안전관 또는 개방식 공기 방출기가 송수주관 쪽에 설치되어 있으면 순환수의 온도보다 높은 증기포가 외기로 직접방출(현열손실) 되거나 증발열손실이 크므로 부실한 시공으로 판단한다.

안전관 개방식 방출기의 설치가 불가피한 경우에는 환수주관쪽에 설치하여야 한다.

- 2) 팽창탱크는 상향식배관의 경우 방열관의 끝부분 또는 환수주관쪽에 설치하고 하향식배관의 경우에는 송수주관쪽에 설치하면 보일러에서 돌발적 비등으로 발생하는 고온의 증기포가 팽창탱크를 통하여 직접 외기로 방출되지 않도록 하여야 하고 보충수와 순환수 사이에 공기층을 형성하지 않으면 손실열이 많다는 것을 잊어서는 안된다.
- 3) 보일러 외부의 가장 높은 온도(뚜껑부분등)가 외기온도차 60°C미만이면 양호한 것이고 60°C 이상이면 불량한 것이며 100°C 이상이면 극히 불량한 것으로 판단한다.
- 4) 연소상태, 보일러 외부면의 방열상태, 팽창탱크 부분의 열손실상태, 배기상태 등이 양호함에도 불구하고 온수온도의 열효율이 좋지 못하면 배관 기초부분의 습기에 의한 잠열때문이라고 판단한다.

7.결론

온수온도의 구조를 대별하면 열발생 장치인 보일러, 열이용장치인 방열관, 가스배기장치인 굴뚝부분으로 구분된다.

열발생장치인 보일러는 연소효율을 높여서 연료가 지니고 있는 열량을 최대로 발열시킨 후 배기 및 방열손실을 감소시켜야 하고 배관은 폭발위험, 손실열과다, 순환저항 과다를 방지할 수 있어야 하며 굴뚝에서는 연소중 발생하는 가스가 배기손실을 최소화하여 유효하게 배출시켜야 하는 기법이 삼위일체를 이루었을 때 비로소 소기의 성과를 거둘 수 있는 것이다.