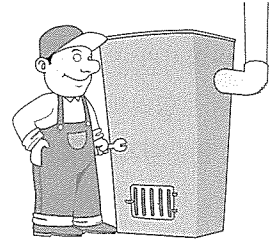


온돌 배관공사의 개선방향!!!

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. 하자발생 원인과 대책

가. 온수온돌이 따뜻하지 않은 원인

자연 순환 식에서 온수온돌이 따뜻하지 않으면 우선 순환상태가 양호하지 못하기 때문이라고 속단하는 경우가 많다. 그렇지 않은 경우가 훨씬 많다.

사실을 알아 두어야 한다.

예컨대 자연 순환 식(모터펌프)을 채용하였음에도 자연 순환 식 때 보다 약간은 나아질지 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

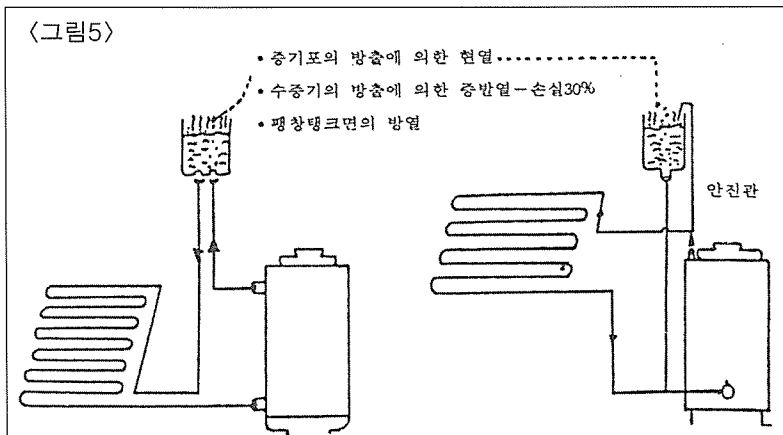
1)열량부족

(ㄱ)연소실의 보온상태가 불량하면 미연소분이 많아지고 그에 따라 발열량도 감소된다.

(ㄴ)구멍탄용 온수보일러의 경우<그림5>와 같이 보일러에서 돌발적 비등으로 발생하는 100℃ 이상의 증기포가 안전관 또는 팽창탱크를 통하여 외기로 직접 방출되면 엄청난 현열 손실이 발생하고 팽창 탱크 안에 들어 있는 보충수의 온도가 높아지므로(순환수의 온도와 같거나 높음)증발열손실과 방열 손실이 많아짐에 따라 열효율이 약30% 저하되어 방이 따뜻하지 않게 된다.

(ㄷ)배관 기초부분에 사용되는 자갈, 보온재, 시멘트 모르타 등 습기가 많거나 지면으로부터 스며드는 습기와 냉기가 벽체를 통하여 자갈층으로 스며들거나, 결로현상으로 생기는 잠열을 유발하게 되므로 온수온돌의 열 효과가 크게 저하된다.

(ㄹ)근본적으로 보일러의 열효율



이 낮거나 배기량이 과다하게 배출되면 배기손실이 많
아지므로 보일러의 열효율이 낮아지고 이와 반대로 배
기 조건이 불량하여 배기량이 과소하게 배출되고 미연
소분의 발생 율이 높아짐에 따라 보일러의 열효율이
낮아진다.

(㉑)보일러의 공기공급구의 통과 단면적이 작아서
단위시간당 연소 량이 너무 적거나 난방 면적에 비하
여 보일러의 용량이 미달한 경우도 있다.

2)순환저항과다

(㉒)배관경사는 일반적으로 수평배관 형식을 채용하
고 있으나 자연 순환방식인 연탄용 온수온돌에서는 상
향 순환 식은 송수주관으로부터 환수주관으로부터 환
수주관 끝까지 하향구배로 배관하여 이를 하향식 배관
또는 중력식 배관이라고 한다.

그럼에도 불구하고 이를 반대로 배관하는 경우에는
배관저항이 커서 순환이 불가능하게 된다.

(㉓)배관내의 순환수내에는 산소와 탄산가스 등 공
기가 용존 되어 있기 때문에 이와 같은 공기가 물에서
분리되어 관의 내부에 공기포가 생겨서 온수의 순환을
저해하게 된다.

따라서 배관 내에 들어있는 공기가 용이하게 방출될
수 있는 위치에 공기방출기를 설치하여야 한다.

이때 상향식 배관에서는 배관 중 가장 높은 위치에
공기 방출기를 설치하고 하향식 배관에서는 헛더 또는
환수관 끝에 설치하여 공기포의 방출기의 설치방법이
잘못되어 공기포의 방출이 용이하지 못하고 누적되면
순환장애 현상이 발생하게 된다.

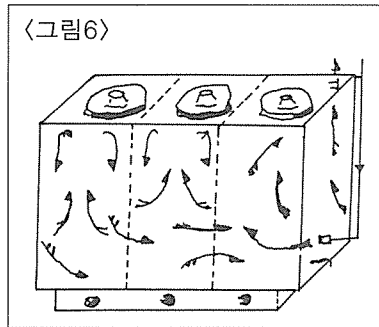
(㉔)상향식 배관은 최고 급수 시 배관 내에 공기포가
다소 들어있는 상태에서 보일러를 가동 할지라도 공기
포의 진행방향과 온수의 진행 방향이 환수 관 끝 쪽(높
은 쪽)으로 같은 방향이기 때문에 배관 중 가장 높은
위치에 설치된 공기방출기만 개방하면 공기포는 용이
하게 배출된다.

그러나 하향식 배관은 배관구배가 환수주관 끝까지

점점 낮기 때문에 온수는 중력에 의하여 환수주관 끝
쪽(낮은 쪽)으로 상승되므로 각각 진행방향이 상충되
기 때문에 최초 급수 시 배관 내에 있는 공기를 완전히
제거하지 아니하고 잔유 되면 순환이 불가능하게 되는
경우가 있다.

따라서 하향식 배관의 최초 급수방법은 낮은 쪽에서
높은 쪽으로 즉, 환수주관 쪽에서 송수주관 쪽으로 급
수하여야 배관 내에 공기포가 용이하게 배출된다는 것
을 잊어서는 안 된다.

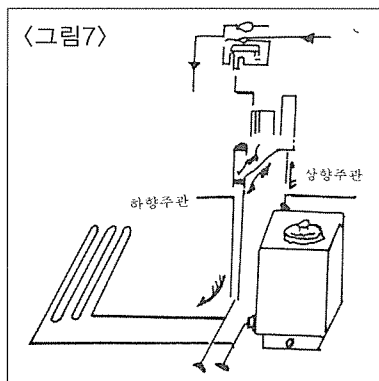
(㉕)단위 시간당 발열량이 비교적 많은 2통식 또는 3
통식 보일러의 송수구와 환수구는 대각의 위치에 있어
야 한다.



<그림6>

<그림6>과 같
이 보일러의 송
수구와 환수구
가 한쪽에 몰려
있으면 그쪽 부
분만 정상순환
되고 다른 쪽 부
분의 수실 내에

온수가 과열현상을 일으켜서 이상 팽창 압력이 발생
되므로 주기적으로 역수현상을 일으키게 된다.

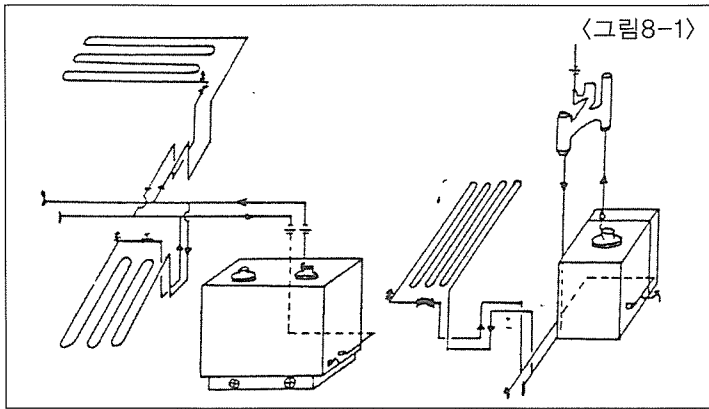


<그림7>

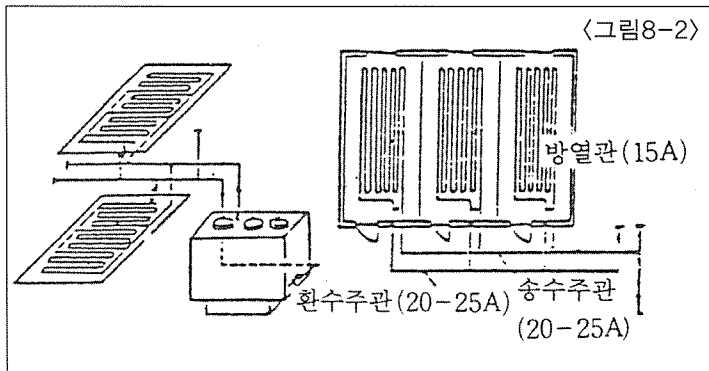
(㉖)하향 순환
식은 물의 중력
을 이용한 순환
방식이므로 물
의 중력이 송수
의 진행방향으
로 작용하도록
하여야 함은 너
무나도 당연하

다.

따라서 <그림7>과 같이 온수의 상향주관보다는 하향
주관의 크기가 클수록 온수의 중력에 의하여 순환속도



<그림8-1>



<그림8-2>

가 빨라지므로 이점을 유의하여야 하며 팽창탱크와 팽창관안에 들어 있는 물의 중력도 하향주관 쪽으로 작용되도록 하여야 한다.

따라서 물의 중력과 순환의 진행방향이 반대로 작용되면 순환계통에 하자가 발생하게 된다.

(b)그림8과 같이 송수 및 환수주관과 방열관이 상향식 배관에서 방열관이 높이보다 낮게 하향으로 꺾인 부분이 있으면 자연 순환은 불가능하게 된다.

(c)순환 및 배관의 형식에서 기술한 바와 같이 배관의 형식은 분리 주관식이 순환 저장이 적고 방바닥 온도는 균일하다.

우리 좌식생활 방식의 습성이 방바닥 표면온도가 36℃ 이상으로 체온보다 높고 실내온도는 20℃ 정도일 때 이상으로 쾌적함을 느낀다.

보온이 잘된 주택의 온수온돌에서 분리관식을 채택하면 실내온도를 최적온도인 18℃~20℃로 유지하기

는 그리 어려운 일이 아니다.

이때 방바닥 표면온도를 25℃를 넘지 않는다. 그러므로 쾌적한 실내온도는 미지근하다고 불평을 하는 수가 많다. 전체 방바닥 표면온도를 36℃ 이상 유지하려면 실내온도는 30℃ 이상이 되므로 불쾌감이 높아져서 온도는 30℃ 이상이 되므로 불쾌감이 높아져서 창문을 열어야 하는 결과가 초래된다.

따라서 우리가 요구하는 방바닥 표면온도와 실내온도를 동시에 충족시키려면 온도가 높은 송수(55℃~70℃)가 아랫목 쪽에서부터 윗목 쪽으로 흐르도록 함으로써 아랫목 방바닥 표면온도는 36℃ 정도, 윗목 쪽 방바닥 온도는 20℃정도 실내 온도는 18℃~20℃ 정도가 유지되는 직렬 사행식 배관방식이 권장된다.

배관저하이 적은 분리 주관식, 인접주관식, 사다리꼴 식, 회오리 등은 적절한 실내온도를 유지시키려면 방바닥 표면 온도가 균일하기 때문에 표면온도가 낮을 수밖에 없다.

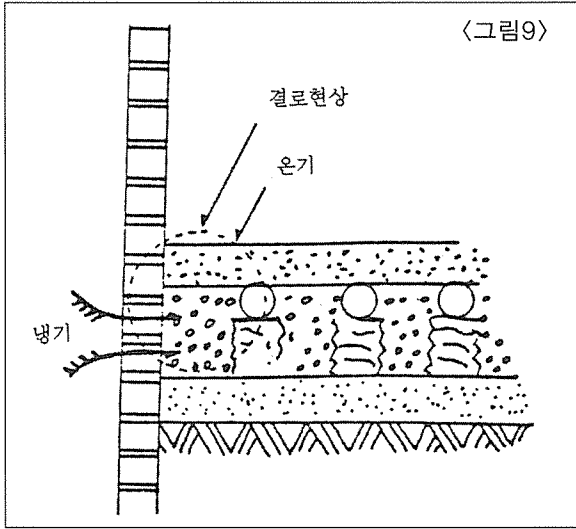
따라서 이론적으로는 양호한 배관 방식임에도 불구하고 우리의 습성에 맞지 않기 때문에 시공이 잘되었다 하더라도 잘못된 공사라는 불평을 면키 어렵다는 것을 알아두어야 한다.

(o)송수 및 환수주관에서 여러 개의 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) <그림9>와 같이 자갈층의 벽체 면을 시멘트 모르타르 등으로 바름을 하지 않을 경우에는 온도가 낮은 외



〈그림9〉

기가 오도가 높은 자갈층으로 스며들게 되므로 결로현상을 일으켜서 외기(냉기)가 유입되어 습기가 발생되므로 방바닥이 부패하게 된다.

3) 일반적으로 배관의 바닥부분 보온 층은 설치하지만 축열 층의 벽체 면을 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 흡인 경우 방수 및 방습처리를 하지 아니하고 시공하면 모세관 형상으로 습기가 축열 층으로 스며 올라서 방바닥이 부패하게 된다.

7)배관 기초부분의 높이가 건물주위 지면의 높이와 같거나 낮은 경우에 습기가 스며들어서 방바닥이 부패하는 경우도 있다.

8)고온의 송수 축 방열 관을 외벽 측(창 측)으로부터 배관하면 결로 현상이 촉진되고 대류속도가 빨라지므로 체감온도가 낮아지고 방안에 먼지가 비산되어 비위

생적인 점에 유의해야 한다. 이와 같이 방바닥이 부패하면 불결하고 비위생적일 뿐만 아니라 습기에 의한 잠열이 생기므로 온도의 열 효과가 극감된다는 사실을 중시하여야 한다.

다. 온수온돌에서 소음이 발생하는 원인과 대책

1) 일반사항

모든 음은 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 물 흐르는 소리(관내에 공기가 차있을 경우)가 발생하고 유속이 느리면 소음이 발생하지 않는다.

온수온돌의 적정한 유속은 시간당 60ℓ ~180ℓ (0.1m/sec~0.3m/sec)이다. 온수온돌의 유속이 시간당 200ℓ ~300ℓ 이면 고요한 심야에 소음이 들리고 유속이 시간당 300ℓ 이상이면 낮에도 소음이 들린다.

이때, 관내에 공기가 차 있으면 공명이 되어 소음이 증폭된다.

2) 소음발생 부위에 따른 발생원인과 대책

(ㄱ)온수온돌의 방열 관에서 발생하는 소음. 위 일반사항에서 설명한 바와 같이 온수온돌의 유속이 시간당 200 이상인 경우에는 발생하는 것이므로 그 대책은 적정란 순환펌프를 선택하여야 한다.

◆유속을 감소시키는 방법

a)바이패스배관은 밸브를 열어 (1/2)서 온수온돌의 유속을 감소시키는 방법

b)메인밸브를 닫아주어 온수온돌의 유속을 감소시키는 방법

c)인퍼리를 줄 또는 샌드페이퍼(사포)를 이용하여 약 1/3정도 절삭하여 양수량을 줄이는 방법이 있다.

이때 터보식 인퍼라인 경우는 유리 판위에 샌드페이퍼를 깔고 인퍼리를 버루에 먹을 가는 방식으로 원을

그리면서 갈아낸다. 터보식 인퍼러인 경우에는 인퍼러를 뽑아내지 않고 공회전 시키면서 줄 또는 샌드페이퍼를 선반에서 절삭하는 방식과 같이 일정하게 인퍼러를 갈아낸다.

(L)순환모터 펌프에서 발생하는 소음 (윙-윙하는 소리) 펌프에서 발생하는 소음은 펌프의 인퍼러내에 공기가 잔유해 있기 때문이다.

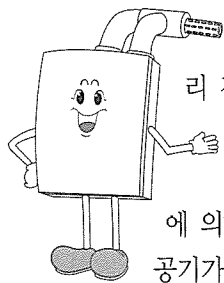
이 경우는 환수관의 높이와 보일러의 환수구 높이가 같을 때 펌프의 인퍼러 상단부가 공기실이 된다. 이의 대책은,

a)환수관의 높이보다 순환펌프를 낮게 설치하는 방법. (낮게 설치된 경우에는 펌프상단에 있는 공기빼기 넷트를 뽑아서 공기를 제거한다.)

b)환수 관과 순환펌프 사이에 IT를 사용하여 공기빼기 장치를 한다.

C)가스보일러의 경우 소음이 발생하면 펌프의 회전을 LOW에 맞추어 주면된다.

라. 연탄가스 중독사고 원인



1)보일러의 설치위치가 보일러를 중심으로 좌우로 수평거리 각 1M 이내의 직상부에 방안으로 통하는 창문이나 출입문이 있으면 방안 공기의 대류형상에 의하여 아랫부분의 문틈으로 외부 공기가 유입되고 윗부분의 문틈으로는 방안공기가 밖으로 배출되므로 보일러의 뚜껑 틈 등에서 유출된 일산화탄소가 상승 중 아랫부분의 문틈으로 유입된다.

2) 보일러의 배기상태가 비록 영호할 지라도 연탄을 갈아줄 때는 일산화탄소가 보일러실로 유출되는 것을 막을 길이 없다. 그러므로 보일러실에는 급기구와 배기구가 있어야 보일러실에 충전된 일산화탄소가 용이하게 외기로 배출된다.

3) 보일러실의 위치가 거실의 지하에 있는 경우에는 보일러실 천정면의 틈으로 일산화탄소가 상승하여 거실 안으로 유입되지 않도록 철저히 처리되어야 한다. 이때 보일러실의 천정이 목재로 된 경우에는 어떠한 조건에서도 보일러를 설치하여서는 안 되며 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 주저실내로 유입될 수 있는 가능성이 커지는 것이다.

5) 굴뚝의 재료로 많이 사용되고 있는 합성수 지제(P.V.C 파이프, 유론파이프 등) 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 2중구조로 시공하여야 한다.

6) 연도를 구들온돌의 고래에 연결할 때에는 특별한 경우를 제외하고 배기 상태가 불량하다.

7)강제순환펌프를 설치한 경우 자동온도 조절장치의 온도를 제외하고 배기상태가 불량하다.

7)강제순환펌프를 설치한 경우 자동온도 조절장치의 온도를 45℃이하에 맞추었을 때 배기가스의 온도가 낮아지므로 배기상태가 불량해진다.

8)굴뚝머리에 바람막이 굴뚝 모자를 설치하지 않으면 바람이 역류하게 되므로 일산화탄소가 역류되어 실내로 유입된다.

6. 현장에서의 진단방법

가)온수의 순환계통

1)순환상태는 이론적으로 송수온도와 환수온도 차가 15~20℃이내 이어야 정상순환이라고 할 수 있다.

이때 방열면적(방열량)은 보일러의 출력에 따른 난

방부하에 적절한 방열면적을 전제로 한다.

현실적 대부분의 현장시공은 방열 면(방바닥 면)이 이론 치(F,D,R)보다 3~5배나 크기 때문에 실제 현장에서 송수온도와 환수온도차만으로는 온수의 적정 순환량을 정확하게 측정하기 어렵다.

그러므로 현장에서 손쉽게 순환상태를 점검하는 방법이 현실적으로 절실히 필요한 것이다.

하향식 배관의 경우 팽창탱크 안에 들어있는 보충수의 온도를 측정하여 보충수의 온도가 외기온도차 25℃이하이면, 순환상태가 양호하고, 25℃이상이면 불량하며, 40℃ 이상이면 극히 불량한 상태로 시공이 잘못된 것으로 판단된다.

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

나)연소계통

1) 보일러의 공기구를 연탄 1장이 12시간 지속되도록 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℃의 범주에 들면 양호한 것이고 15℃가

넘으면 배기손실이 과다한 것이며 5℃ 미만이면 배기상태가 아주 불량한 것으로 판단한다.

라)손실열

1)하향식 배관에서 폭발을 방지하기 위하여 안전과 또는 개방식 공기 방출기가 송수관 쪽에 증기포가 외기로 직접방출(현열손실)되거나 증발열손실이 크므로 부실한 시공으로 판단한다.

2)팽창탱크는 상향식 배관의 경우 방열관의 끝부분 또는 환수주관 쪽에 설치하고 하향식 배관의 경우에는 송수주관 쪽에 설치하면 보일러에서 돌발적 비등으로 발생하는 고온의 증기포가 팽창탱크를 통하여 직접 외기로 방출되지 않도록 하여야 하고 보충수와 순환수 사이에 공기층을 형성하지 않으면 손실열리 많다는 것을 잊어서는 안 된다.

3)보일러 외부의 가장 높은 온도(뚜껑 부분 통)가 외기온도차 60℃ 이상이면 불량한 것이며 100℃ 이상이면 극히 불량한 것으로 판단한다.

4)연소상태, 보일러외부면의 방열상태, 팽창 탱크 부분의 열손실상태, 배기상태 등이 양호함에도 불구하고 온수온도의 열효율이 좋지 못하면 배관 기초부분의 습기에 의한 잠열 때문이라고 판단한다.

7. 결론

온수온도의 구조를 대별하면 열 발생 장치인 보일러, 열 이용 장치인 방열관, 가스배기 장치인 굴뚝 부분으로 구분된다. 열 발생장치인 보일러는 연소효율을 높여서 연료가 지니고 있는 열량을 최대한 발열시킨 후 배기 및 방열손실을 감소시켜야 하고 배관은 폭발위험, 손실 열과다, 순환저항 과다를 방지할 수 있어야 하며 굴뚝에서는 연소 중 발생하는 가스사 배기 손실을 최소화하여 유효하게 배출시켜야 하는 기법이 삼위일체를 이루었을 때 비로소 소기의 성과를 거둘 수 있는 것이다.