가스온수보일러 시공과 고장원인 및 대책

우리나라의 보일러 산업은 짧은 역사에도 불구하고 가스 수요의 증가와 함께 장족의 발전을 하여왔다. 그러나 업계의 과잉경쟁에 의한 양적인 성장 이면에는 기술개발의 한계로 인한 제품자체의 결함이나 설치·시공상의 하자, 가스배관내 이물질 등의 문제로 인한 가스보일러 사고가 종종 발생하고 있다. 우리 온돌시공인들이 일선 현장에서 가스보일러를 직접 설치·시공하는데 조금이나마 도움이 되어 가스보일러 사고를 예방함으로써 가스안전문화를 정착시키는데 기여했으면 한다.

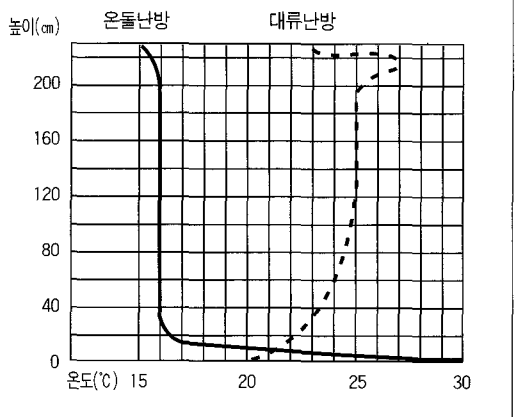
〈편집자 주〉

가스온수보일러

1. 난방배관

가. 일반사항

가스보일러는 기름보일러에 비해 열효율이 높고 보일러의 재료는 내·부식성 재질로 되어 있어 난방배관 자재도 내·부식성인 동관을 사용함에 가장 효과적이다. 또한 온돌 난방은 복사난방으로 대류난방과는 달리 발바닥이나 손바닥으로 느끼는 따뜻함의 감각이 몸 전체로 방사된다. 이는 [그림 29]의 온돌난방과 대류난방의 수직온도 분포에서도 알 수 있듯이 온도분포가 사람의 발에서 머리까지 가장 쾌적함을 느낄 수 있다.



[그림 29] 온돌난방과 대류난방의 수직온도 분포도

나. 온수 온돌배관 시공

에너지 절약이나 난방용 온수보일러의 변천에 따라 표준온돌에 대한 연구는 건설부, 주택공사, 자원연구소, 민간기업 연구소 등 많은 분야에서 시행되어 왔으나 내용은 거의 유사하다. 이러한 표준배관 시공이 정해져 있으나 일선에서 시공자가 얼마나 실천하느냐가 가장 중요한 사항이다. 난방배관은 모르타르를 마감하면 육안으로 확인한 수 없으므로 시공자의 사명감과 양심에 호소할 수 밖에 없으나 이러한 부분도 제도적으로 에너지 절약을 위하여 중간감리가 될 수 있도록 관련법이 운영되어야 마땅하다고 본다.

가령 시공자가 견적서를 제출하였다고 하자. 소비자는 금액의 조정을 요구할 것이고 공사를 하기 위해 합의한 시공자는 배관의 피치를 넓혀서 시공하게 되거나 단열재의 품질을 낮게하고 배관의 두께를 줄여서 원가

를 절감하여 이익율을 유지한다면 소비자는 일일이 점검하고 감리하기가 어려워 불이익을 당하게 되거나, 내구성에 문제가 있어 많은 경제적 손실과 불편을 입게 된다.

표준 열량을 계산하여 볼 때 일반적으로 동관의 경우 배관 간격(피치)은 ϕ15.88은 150㎜, ϕ19.05는 200㎜ 간격으로 함이 적당하나 경제성을 고려하여 다소 넓게 시공할 수도 있다.

난방배관의 주요사항만 몇가지 서술하면

(1) 공동주택의 경우 중앙공급식과 구분하여 개별난방의 경우 세대별 단열상태 등에 따라 설계, 시공되어 있는가?

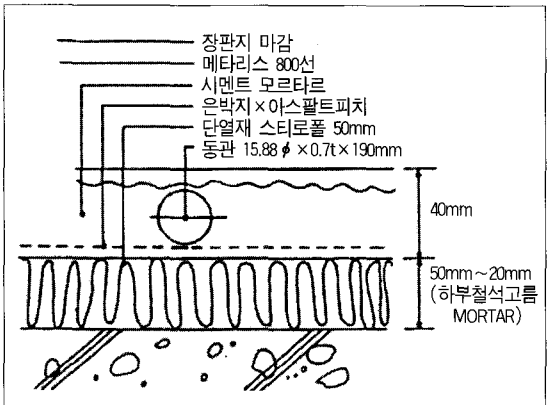
(2) 난방공급 분배기(HEADER)로 부터 각 배관 존(ZONE)의 길이나 배관 저항은 비슷한가?

(3) 배관의 구배가 없고 부득이한 경우 높은 곳에 공기를 빼낼 수 있는 AIRVENT 설치는 되어 있는가?

(4) 보일러 내의 기능부품을 보호하고, 신설 배관의 경우 배관 내 이물질을 제거하기 위하여 난방 환수관과 급수 공급관에 걸름망(스트레이나)은 설치되어 있는가?

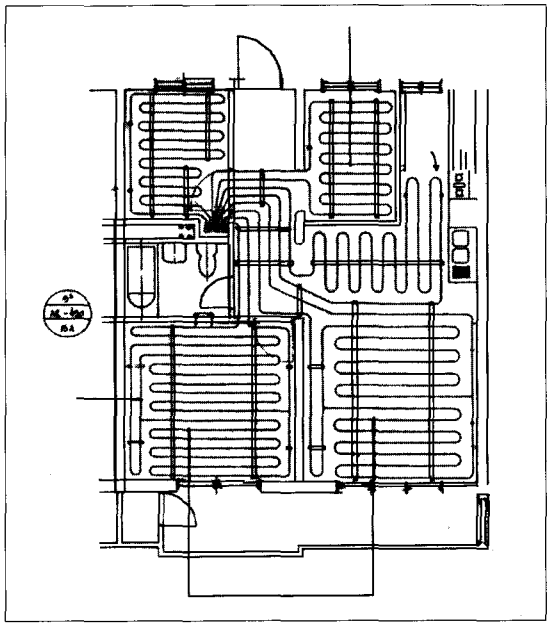
(5) 개축이나 보수(연탄, 기름보일러)인 경우 기존 배관내에 있는 오래된 이물질이나 녹물은 맑은물과 압축기로 충분히 제거하고 설치하는가?

(6) 노출된 배관으로써 난방공급, 환수, 온수, 급수관은 열 손실을 방지하고 동절기를 대비하여 보온은 되어 있는가?



[그림 30] 가스온수온돌 상세도

(7) 난방배관이 길 경우 REVERSE RETURN으로 설계, 시공되었는가?



다. 온수 온돌 배관 설계

배관의 지름은 난방면적에 따른 온수순환량을 산정하여 순환수도와 마찰손실을 감안하여 결정하여야 한다.

$$\text{온수순환량 } G = \frac{H}{\Delta t \cdot c}$$

단, G : 온수순환량(kg/hr)

H : 난방부하(kcal/hr)

t : 송수주관과 환수주관의 온도차(℃)

C : 물의 비열(45℃의 경우 0.998kcal/kg℃)로 된다.

수두손실과 관로의 마찰손실 및 부차 손실을 감안하여 관지름을 결정하여야 한다.

(1) 수두손실

(가) 관의 마찰손실

관의 단위 길이당 마찰 수두 손실은 다음식으로 표시된다.

$$h_l = f \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{V}{2g} \cdot P$$

단, h_l : 관 1m당의 수두손실(mmH₂O/m)

d : 관내경(m)

V : 평균유속(m/sec)

g : 중력가속도(m/sec²)

f : 마찰계수

p : 유체의 밀도(kg/m²)

자연 순환식의 경우 순환수두가 매우 적어 유속이 느리므로 층류이다.

따라서 $f = \frac{64}{Re}$ 로 표시할 수 있다.

(나) 압력손실

배관의 저항은 밸브, 엘보우, 타이 등의 방향 전환에 따라서도 생긴다. [표 Ⅳ-1]은 이러한 압력손실의 상당량을 표시하고 있다.

[표 Ⅳ-1] 압력손실의 상당량

관 지 름	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
엘 보 우	0.5	0.6	0.9	1.1	1.4	1.6	1.9	2.5	3.6	4.2	4.8
티 이	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0
티 이	1.2	1.4	1.7	2.8	2.9	3.6	4.2	5.2	7.3	8.8	10.0
티 이 (15A)	0.5	0.6	0.9	1.1	1.4	1.6	1.9	2.5	3.6	4.2	4.8
티 이 (20A)	0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2	1.7	2.1	2.8	3.6	4.2
게이티밸브(완전열림)	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1
스톱밸브(완전열림)	5.5	7.6	9.1	12.1	13.6	18.2	21.2	26.0	36.0	42.0	51.0
앵글밸브(완전열림)	2.7	4.0	4.5	6.0	7.0	8.2	10.3	13.0	16.0	18.2	32.3
리 턴 밸 브	0.4	0.7	0.8	1.0	1.2	1.7	2.2	2.8	-	-	-
방열기(보일러)	0.9	1.4	1.9	2.4	2.8	3.8	4.7	5.7	-	-	-
온수용방열기밸브	1.6	2.2	2.9	3.6	4.2	5.3	-	-	-	-	-

라. 주택의 난방부하 계산

온수온돌의 난방부하는 쾌적한 생활환경을 만드는데 매우 중요한 요소이므로 적정온도를 유지시키도록 알맞는 열량이 공급되어야 한다. 어떤 주거공간에 대해 부하를 정확하게 실측하는 것은 불가능하므로 주택의 보온과 외기조건에 따른 열손실과 온수에 의해 공급되는 열량이 균형을 이루도록 해야한다. 따라서 전열, 조명 등의 열발생원에 의한 열량 증가와 대기중의 복사손실 등은 무시해도 좋으나, 다음의 여러가지 여건을 검토하여 적정값을 계산해야 한다.

(1) 건물의 위치

건물의 방향 : 햇빛 및 풍향의 영향

(2) 천정 높이

바닥에서 천정까지, 천정과 지붕사이 간격

(3) 건축구조

벽·지붕·천정·바닥·칸막이 등의 두께 및 보온·배치관계

(4) 주위환경조건

벽·지붕 등의 색상·주의의 열발생원 존재여부

(5) 유리창 및 문크기 : 위치 및 재료와 사용빈도

(6) 거실의 공간

거실, 계단 등의 난방유무 이외에도 지역별 기준기후, 각종건축 재료의 열전도율, 출입문의 열관류율 창문의 열관류율, 지역별 단위열손실계수 등 많은 요소들이 고려되어야 하지만 이는 전문 설계요원에 의해 계산되므로 세부사항을 생략하기로 하겠다.

2. 온수배관

가스보일러가 적절한 성능을 가지고 있다고 하여도 온수배관의 압력손실로 인하여 잘 사용할 수 없게 되는 경우도 있다. 특히 온수사용의 수압은 급수의 공급수압이므로 보일러 내부의 순환펌프에 의한 강제순환이 아니다. 온수배관 설계, 시공의 오류가 가스보일러의 하자로 오해되지는 말아야 할 것이다. 압력 손실로 인하여 온수 사용량이 급격히 적을 경우 다음과 같이 수정검토 해야 한다.

① 온수배관의 직경을 상향 조정한다.

② 중간 밸브의 직경을 상향 조정한다.

③ 수도꼭지(세면대·부엌·샤워 등)는 저항이 적은 것으로 교체한다.

④ 온수배관의 길이가 가능한 짧게 되도록 연결한다.

[표 Ⅳ-2] 샤워의 기본조건	
샤워 1회당의 소요시간	5~10분
샤워 1회당의 소요시간	25~50 l /인
1회당 사용온수량	42℃
샤워의 적정온도	겨울 5℃
	봄, 가을 15℃
	여름 25℃
각 계절의 평균수온	사용가능 온수량 4~20 l /분
샤워의 적정온수량	최적사용 온수량 6~15 l /분

[표 Ⅳ-3] 수도꼭지로부터의 유출량

수도꼭지로부터의 유출량						
수두 m	1/2B 긴몸통형	1/2B 세로형	1/2B 가로형	1/2B 목돌림형	3/4B 긴몸통형	3/4B 목돌림형
2	7.1	7.8	8.0	7.73	16.2	15.0
4	13.8	12.7	15.0	13.2	28.4	26.0
5	15.8	15.7	18.0	15.9	32.4	31.4
6	17.6	-	20.3	17.8	39.4	36.0
8	21.1	21.4	24.1	20.8	45.5	42.0
10	24.9	24.6	27.4	23.4	48.9	47.4
15	30.2	30.9	34.9	27.1	63.5	58.0
22	34.8	35.1	39.4	34.7	77.0	62.4
25	39.5	39.9	45.0	40.0	88.5	79.2
30	42.7	44.0	48.5	42.4	94.4	84.5
35	46.0	46.0	52.9	46.6	-	-
40	49.0	51.0	57.0	50.5	-	-

3. 급배기

한국에 가스보일러가 소개되고 사용된 80년대 초부터 말까지 급배기에 대한 무지로 인하여 귀중한 인명과 재산 피해를 많이 가져왔다. 이는 한국의 주택여건과 현실에 맞도록 재빠른 법제정이 없었던 점도 있으나 수입과 제조 후 판매에만 급급한 제조회사의 교육미비나 경험없는 수많은 시공자들의 마구잡이식 설치도 큰 영향을 미쳤다고 하겠다. 자연배기식(CF)에서 강제배기식(FE)으로 변천되면서 소급입법을 적용하기 어려운 현실과 소비자를 100% 추적할 수 없는 유통구조가 더욱 더 문제였다고 하겠다.

뒤늦게 나마 반성하고 85년 4월에 고시된 설치기준 제85-96호(LNG), 제85-97호(LPG)에서 부터 제90-8, 90-9호와 91-28, 91-29를 거쳐 93년 11월에 고시된 제93-98호에 이르기까지 많은 변화와 발전을 가져 왔다고 하겠다. 아직도 초창기에 보급되고 추적이 어려운 다수의 세대들이 있지만 홍보 매체를 통하여 끊임없는 홍보만이 인명과 재산피해를 줄일 수 있을 것이다. 이 부분에 대하여는 기기제조자, 판매자, 설치자, 사용자가 이해의 일치를 보아야 할 것이다. 상세한 기술 사항을은 가스보일러 설치기준 상공지원부고시 제93-98호를 숙지하고 실천하는 것이 필수적이다.

4. 가스배관

"가스배관 사용" "안전관리"편을 참조하여 위법사항이 없도록 시공하고 안전관리에는 소홀함이 없어야 하겠다.

단, 가스경보기 설치시에는 도시가스(보일러실 상부 - 가스비중이 공기보다 낮음)와 액화석유가스(LPG, 보일러실 하부 - 가스비중이 공기보다 높음)에 맞도록 설치하여야 한다.

가스보일러의 고장원인 및 대책

1. 일상점검 및 확인사항

가스보일러를 안전하고 경제적으로 사용하려면 사용자가 항상 관심을 가지고 일상점검을 해야 한다. 보일러의 기능이 발달하면서 실내에서 모든 기능을 조작할 수 있게 되어 보일러 설치장소에 거의 들어가 보지 않은 경우가 발생할 수 있는데, 이는 경제적으로나 안전에 부적절하다.

가스보일러의 점검은 가동중에 원인을 파악한 후 손질은 가스 밸브를 잠그고 온수온도가 식은 후에 행하여야 한다. 사용자가 해야할 일상점검은 다음과 같다.

① 외출시 귀가하여서는 창문을 열어 실내공기를 환

기시킨다.

② 전원과 가스밸브는 사용과 외출시 적절한 위치에 놓여 있는가?

③ 보일러실 내에(CF나 FE) 급, 배개구가 정상으로 열려 있는가?

④ 압력계의 수압은 (대기차단식) 1~1.2kgf/㎠로 적당한가?

⑤ 수시로 가스공급관의 가스누설검사를 비눗물 등으로 한다.

⑥ 동절기 장기 출타시는 난방수를 배수시키거나 또는 부동액을 넣어 두었는가? 또는 전원은 꽂혀 있는가?

⑦ 보충수밸브는 잠겨져 있는가?

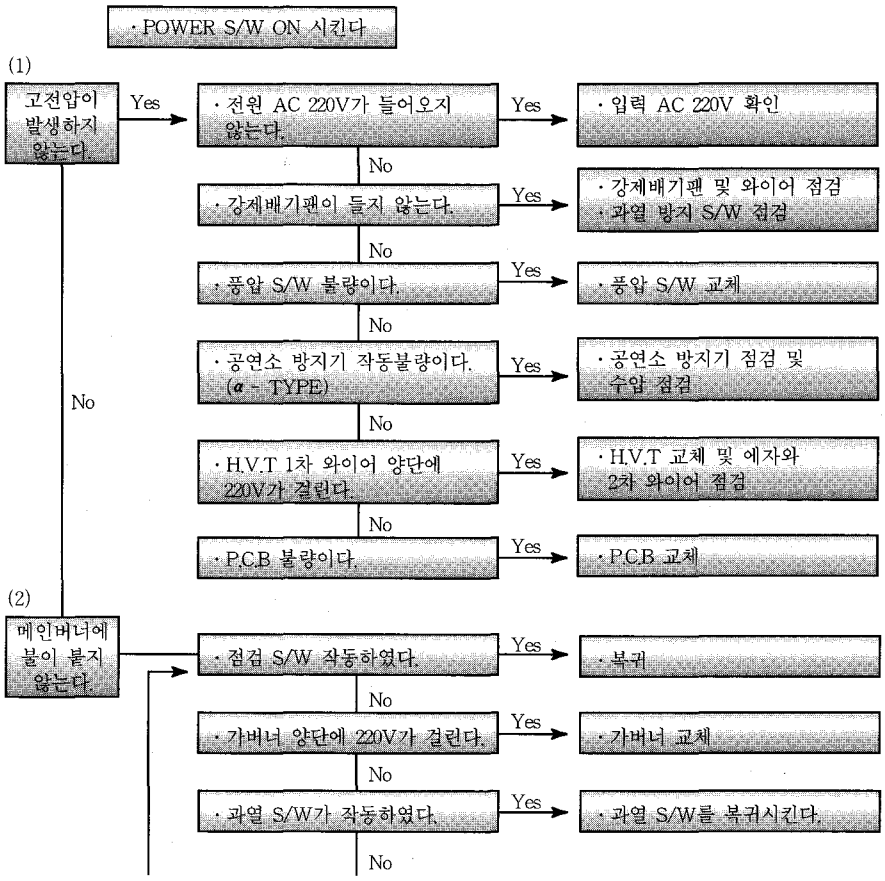
⑧ 년1회 보일러 정기점검 또는 자체청소를 하고 있는가?

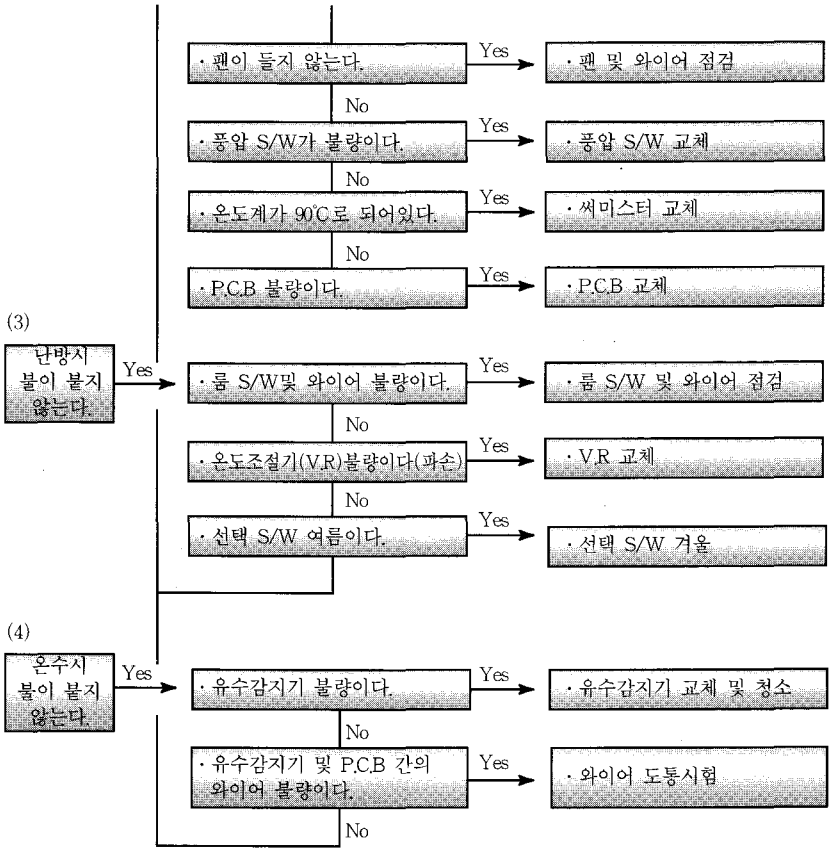
⑨ 자체점검 불가능시 연락할 A/S Center는 알고 있는가? 등을 점검하고 알아두어야 할 것이다.

단, 이상이 발생하여 수리를 의뢰하기 전에 다음의 일반적 사항을 확인후 이상이 있는 경우에 수리를 의뢰하는 것이 바람직하다.

2. 기능별 수리대책

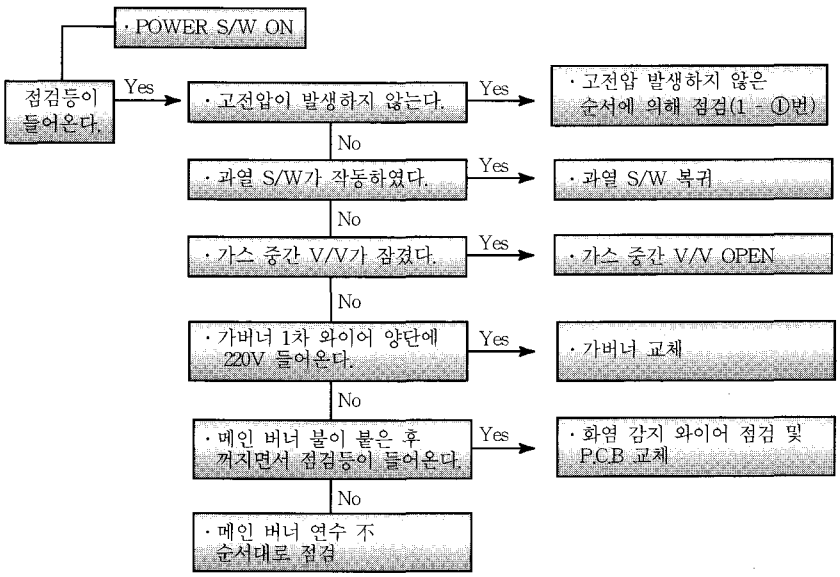
가. 메인 버너에 불이 붙지 않는다. - 선택 S/W 겨울



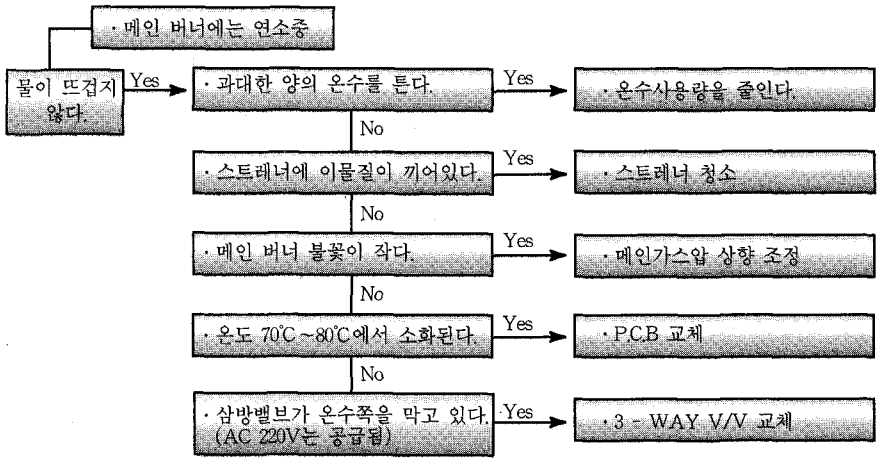


④ 선택 S/W 여름시 3-WAY V/V는 항상 난방 공급관을 막고 있다.

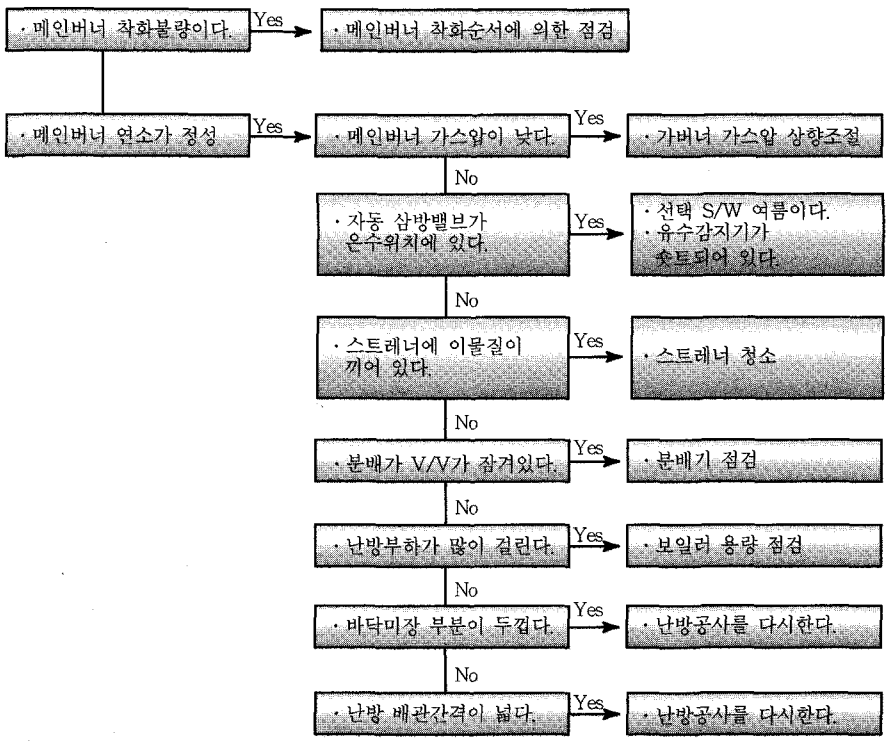
나. 점검등이 들어온다.



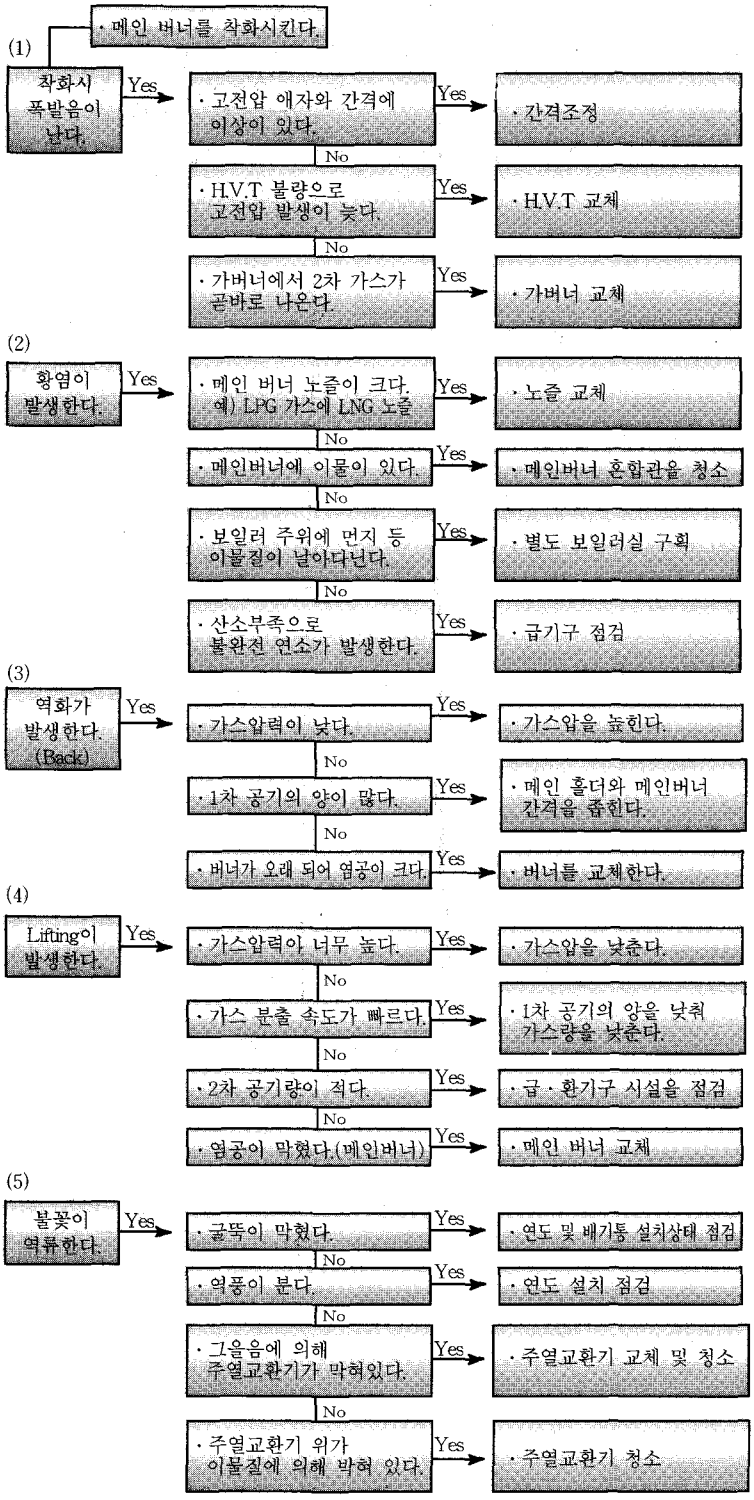
다. 온수가 되지 않는다.



라. 난방 상태가 불량일 때

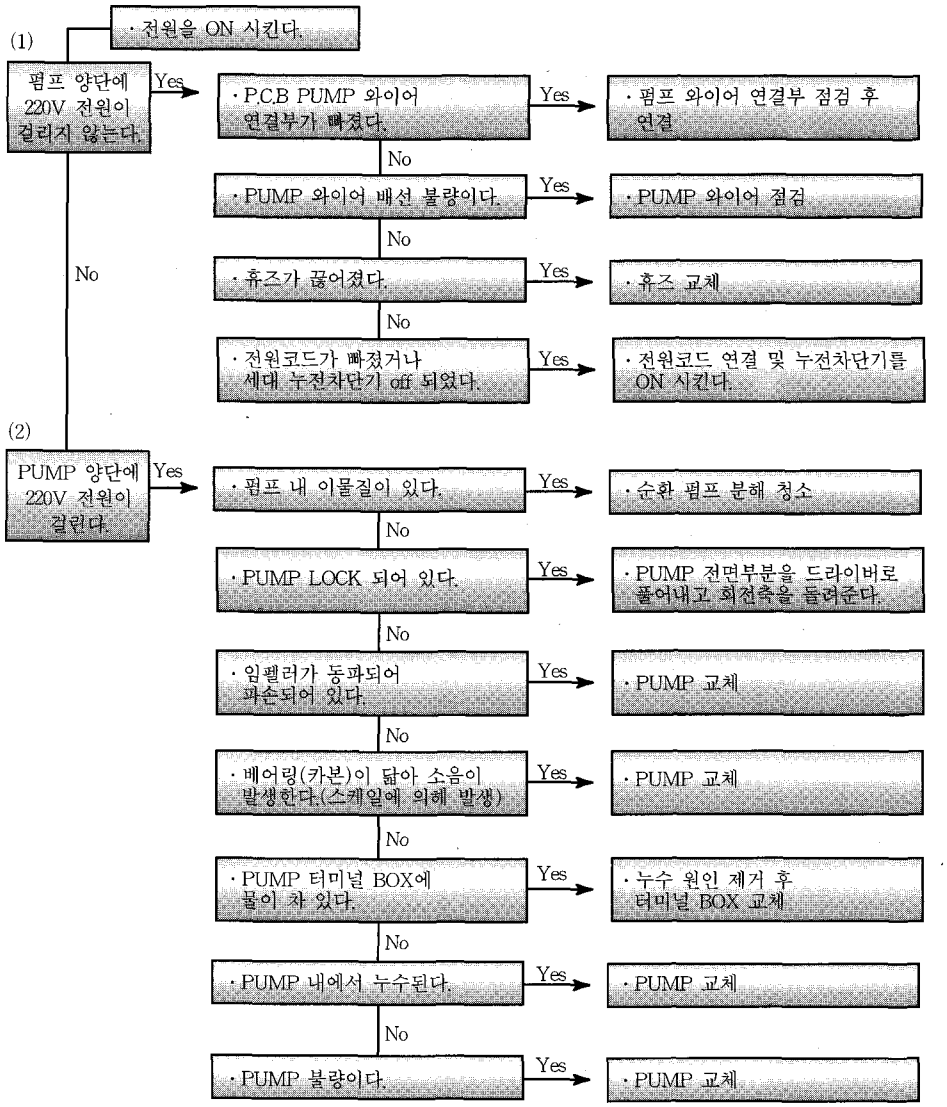


마. 메인 불꽃이상

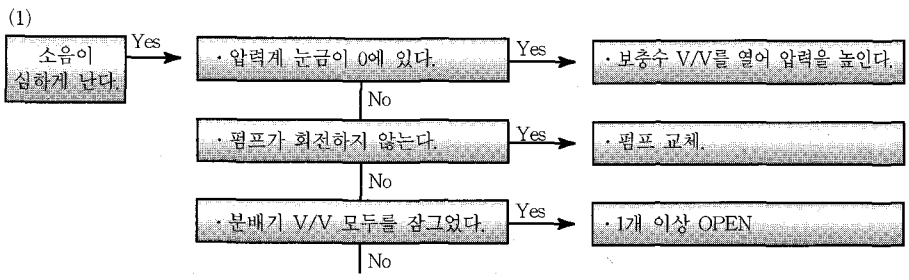

· 메인 버너를 착화시킨다.
(1)
착화시 폭발음이 난다.
Yes
· 고전압 애자와 간격에 이상이 있다.
Yes
· 간격조정
No
· H.V.T 불량으로 고전압 발생이 늦다.
Yes
· H.V.T 교체
No
· 가버너에서 2차 가스가 곧바로 나온다.
Yes
· 가버너 교체
(2)
황염이 발생한다.
Yes
· 메인 버너 노즐이 크다. 예) LPG 가스에 LNG 노즐
Yes
· 노즐 교체
No
· 메인버너에 이물이 있다.
Yes
· 메인버너 혼합관을 청소
No
· 보일러 주위에 먼지 등 이물질이 날아다닌다.
Yes
· 별도 보일러실 구획
No
· 산소부족으로 불완전 연소가 발생한다.
Yes
· 급기구 점검
(3)
역화가 발생한다. (Back)
Yes
· 가스압력이 낮다.
Yes
· 가스압을 높힌다.
No
· 1차 공기의 양이 많다.
Yes
· 메인 홀더와 메인버너 간격을 좁힌다.
No
· 버너가 오래 되어 염공이 크다.
Yes
· 버너를 교체한다.
(4)
Lifting이 발생한다.
Yes
· 가스압력이 너무 높다.
Yes
· 가스압을 낮춘다.
No
· 가스 분출 속도가 빠르다.
Yes
· 1차 공기의 양을 낮춰 가스량을 낮춘다.
No
· 2차 공기량이 적다.
Yes
· 급 · 환기구 시설을 점검
No
· 염공이 막혔다.(메인버너)
Yes
· 메인 버너 교체
(5)
불꽃이 역류한다.
Yes
· 굴뚝이 막혔다.
Yes
· 연도 및 배기통 설치상태 점검
No
· 역풍이 분다.
Yes
· 연도 설치 점검
No
· 그을음에 의해 주열교환기가 막혀있다.
Yes
· 주열교환기 교체 및 청소
No
· 주열교환기 위가 이물질에 의해 막혀 있다.
Yes
· 주열교환기 청소

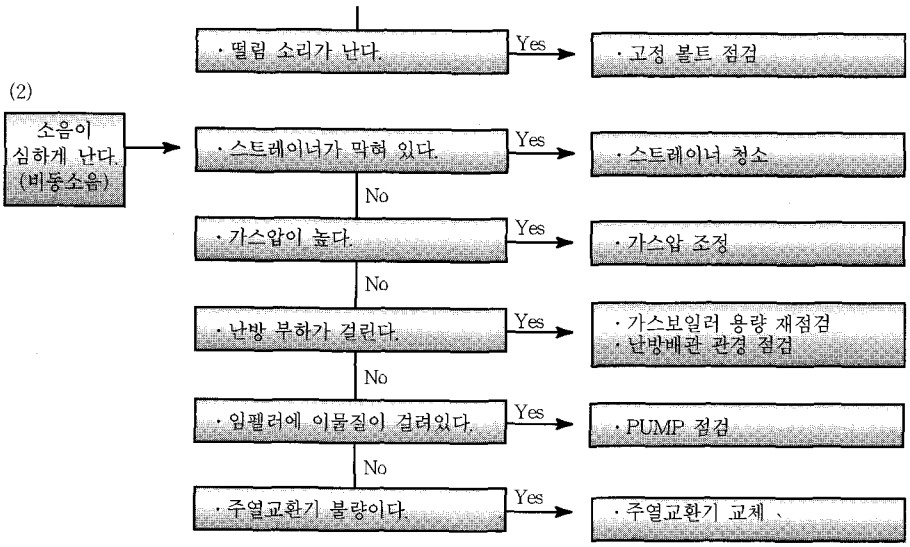
바. 순환 펌프의 작동이 불량일 때

: 과열 S/W가 작동한다.



사. 소음 발생




(2)
소음이 심하게 난다. (비동소음)
· 떨림 소리가 난다.
Yes
· 고정 볼트 점검
· 스트레이너가 막혀 있다.
Yes
· 스트레이너 청소
No
· 가스압이 높다.
Yes
· 가스압 조정
No
· 난방 부하가 걸린다.
Yes
· 가스보일러 용량 재점검
· 난방배관 관경 점검
No
· 임펠러에 이물질이 걸려있다.
Yes
· PUMP 점검
No
· 주열교환기 불량이다.
Yes
· 주열교환기 교체

아. 온수상태가 불량일 때

(단, 난방시는 연소됨)
· 메인버너 착화가 안된다.
Yes
· 유수 감지기와 P.C.B 사이의 와이어 단락
Yes
· 유수감지기 점검
No
· 유수감지기 작동 불량
Yes
· 유수감지기 교체
No
· P.C.B 불량이다.
Yes
· P.C.B 교체
No
No
· 메인버너에 연소가 된다.
Yes
· 과대한 양의 온수를 사용한다.
Yes
· 온수 사용량을 적적하게 줄인다.
No
· 스트레너에 이물질이 끼어 있다.
Yes
· 스트레너 청소
No
· 자동삼방밸브가 난방쪽에 있다. (즉, 기어가 움직이지 않는다.)
Yes
· 3 - WAY V/V 교체
No
· 가스량이 낮다.
Yes
· 가스압을 높힌다.