

두리화학 이중Pipe 및 이음재(이중, 삼중)의 결로 음향실험 평가에 관한 연구



지난호에 이어서...

22 결로

2.2.1 Pipe

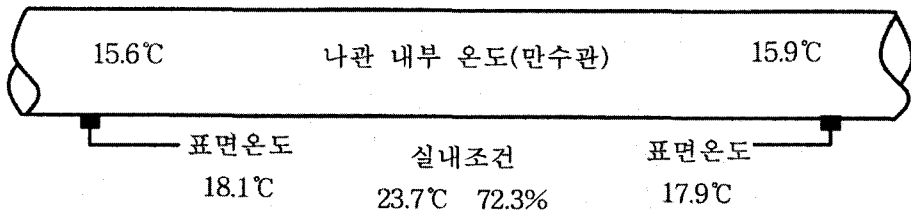
일반나관의 경우 측정결과 각 측정점에서의 온도분포가 다음의 (그림 2.17)~(그림 2.20)와 같이 나타났다. (그림 2.17)는 측정하기전 관에 물을 만수시킨후 측정한 것으로 측정시간동안 관표면 온도가 노점온도 이하를 나타냈다.

(그림 2.18)은 측정시 20초 간격으로 양변기를 임의로 배수시켜 각 측정점에서 온도를 측정하였다. 이 경우는 측정 시작후 약 5분후 관표면온도가 노점온도 이하로 떨어져 결로가 발생하기 시

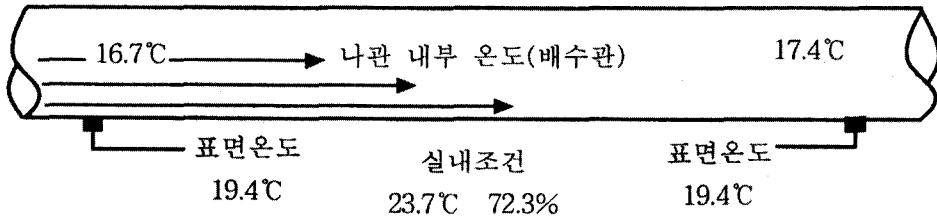
작하였다.

이중관의 경우 측정결과 각 측정점에서 온도가 (그림 2.19)과 같이 나타났다. (그림 2.19)은 측정하기전 관에 물을 만수시킨후 측정하였다. 이 경우 일반 나관의 만수실험 상태와 비교하면 현저히 그차이를 알 수 있다. 일반 나관의 만수상태와 반대로 관표면온도는 측정시간 동안 노점온도 이상을 보였으며, 따라서 결로가 발생하지 않았다.

(그림 2.20)의 경우는 이중관의 배수실험으로 일반 나관과 동일한 조건에서 20초 간격으로 양변기를 임의로 배수한 것이다. 이 경우는 일반 나관과 달리 측정 시간이 지남에 따라 관표면온도

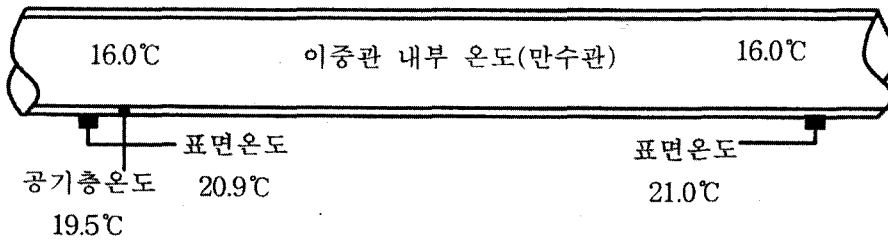


(그림 2.17) 만수관의 경우



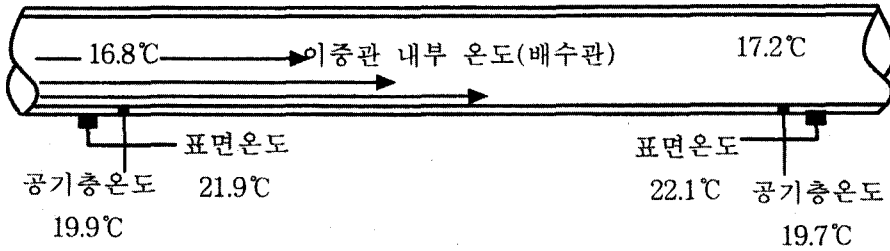
(그림 2.18) 배수관의 경우

실내조건
23.7°C 72.3%



(그림 2.19) 만수관의 경우

실내조건
23.7°C 72.3%



(그림 2.20) 배수관의 경우

는 항상 노점온도 이상을 유지하여 전혀 결로가 발생하지 않았다.

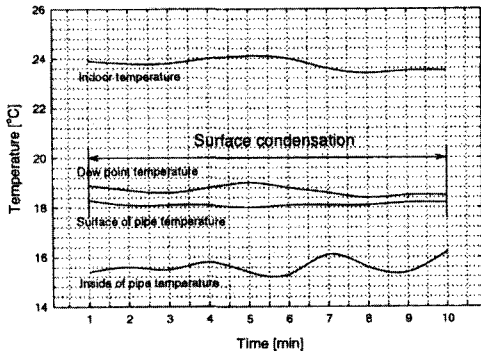
다음의 <표 2.9>는 일반 나관의 만수 결로실험의 결과온도 분포를 나타내는 것이다. 표에서 보는 것과 같이 표면 결로가 측정 시작부터 생기기 시작하였다.

(그림 2.21), (그림 2.22)은 일반나관의 만수실험시 측정점(Point 1, 2)에 따른 온도분포와 결로발

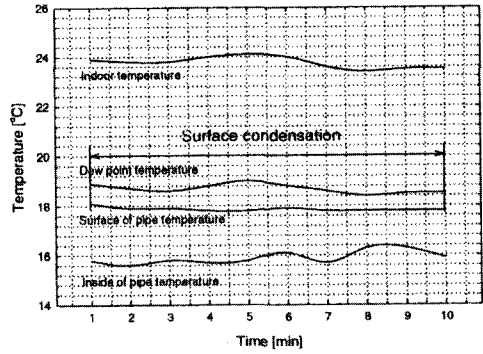
생(Surface condensation) 여부를 나타낸 그래프이다.

다음의 <표 2.10>에서 나타나 있는 것과 같이 표면 결로가 측정 시작후 약4분후부터 생기기 시작하였다.

(그림 2.23), (그림 2.24)은 일반나관의 배수실험시 측정점(Point 1, 2)에 따른 온도분포와 결로 발생(Surface condensation) 여부를 나타낸 그래프



(그림 2.21) 일반나관의 온도분포(Point 1)



(그림 2.22) 일반나관의 온도분포(Point 2)

<표 2.9> 일반 PVC관(만수 상태에서)

배관 종류	측정 시간	관내부온도[°C]		관의 표면온도[°C]		실내 온도 [°C]	상대 습도 [%]	노점 온도 [°C]	결로 여부	열관류저항 [m ² h°C/kcal]	
		point 1	point 2	point 1	point 2					point 1	point 2
일반 PVC 관 (만수)	22:49	15.4	15.8	18.3	18.1	23.9	73.2	18.9	결로	0.1903	0.1763
	22:50	15.6	15.6	18.1	17.9	23.8	73.5	18.7	결로	0.1823	0.1723
	22:51	15.5	15.8	18.1	17.9	23.8	73.1	18.6	결로	0.1839	0.1691
	22:52	15.8	15.7	18.1	17.8	24.0	72.9	18.8	결로	0.1740	0.1677
	22:53	15.4	15.8	18.0	17.8	24.1	72.9	19.0	결로	0.1770	0.1649
	22:54	15.3	16.1	18.1	17.9	24.0	72.8	18.8	결로	0.1848	0.1618
	22:55	16.1	15.7	18.1	17.8	23.6	73.7	18.6	결로	0.1704	0.1708
	22:56	15.6	16.3	18.1	17.8	23.4	74.0	18.4	결로	0.1842	0.1578
	22:57	15.4	16.3	18.2	17.8	23.5	73.7	18.5	결로	0.1896	0.1571
22:58	16.2	15.9	18.2	17.8	23.5	73.6	18.5	결로	0.1716	0.1658	

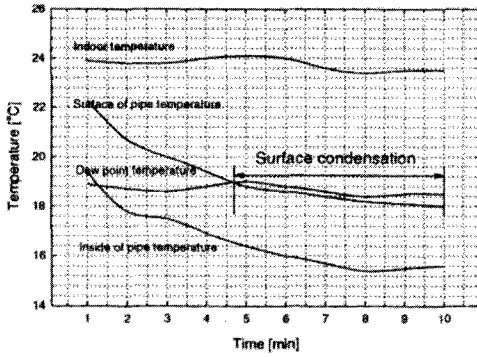
이다.

다음의 <표 2.11>은 이중관의 만수 결로실험의 결과온도 분포를 나타내는 것이다. 표에서 보는 것과 같이 표면 결로가 발생하지 않았다.

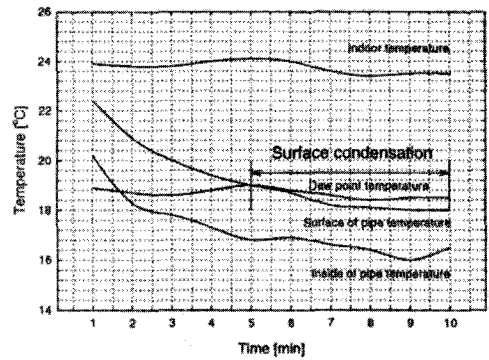
제2장의 이론적 해석이론을 통해 얻은 결과와 비교하면, 실내온도 23.7°C, 상대습도 72.3%에 대해 관내부온도를 적용하였을 때 일반나관의 경우

투습계수가 0.009771 [g/m²·h·mmHg]정도, 결로량이 0.013357[g/m²h]으로 나타났다.

이중관의 경우 투습계수가 0.000929758[g/m²·h·mmHg]정도, 결로량이 0.00127098[g/m²h]으로 나타났다. 투습계수와 결로량에서 약 10배 정도 차이가 있는 것으로 나타났다. 부록에서는 일반나관과 이중관의 이론적 해석을 통한 결로량을 실내온도 조건에 따라 산출하였다. 그 결과를 보



(그림 2.23) 일반나관의 온도분포(Point 1)



(그림 2.24) 일반나관의 온도분포(Point 2)

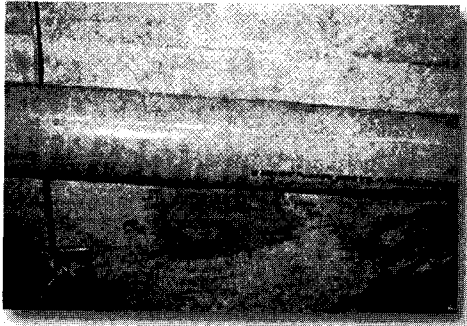
면 실내온도가 높아질수록, 상대습도가 높아질수록 이중관과 일반나관의 결로량의 차이가 로그합수변화로 매우 커짐을 알 수 있다. (그림 2.26), (그림 2.27)은 이중관의 만수 실험시 측정점(Point 1, 2)에 따른 온도분포와 결로발생(Surface condensation) 여부를 나타낸 그래프이다.

다음의 <표 2.12>는 이중관의 배수 결로실험의 결과온도 분포를 나타내는 것이다. 표에서 보는 것과 같이 표면 결로가 발생하지 않았다.

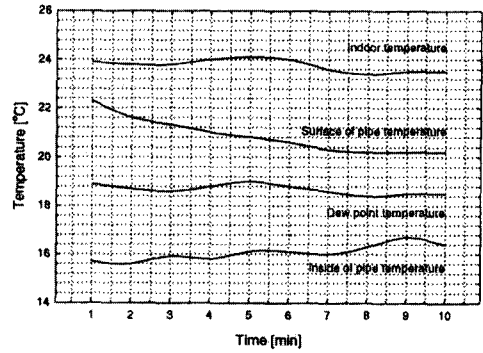
(그림 2.26), (그림 2.27)은 이중관의 배수실험시 측정점(Point 1, 2)에 따른 온도분포와 결로발생(Surface condensation) 여부를 나타낸 그래프이다.

<표 2.10> 일반 PVC관(배수 상태에서)

배관 종류	측정 시간	관내부온도[°C]		관의 표면온도[°C]		실내 온도 [°C]	상대 습도 [%]	노점 온도 [°C]	결로 여부	열관류저항 [m ² h°C/kcal]	
		point 1	point 2	point 1	point 2					point 1	point 2
일반 PVC 관 (배수)	22:49	19.4	20.2	22.3	22.4	23.9	73.2	18.9	없음	0.3537	0.3192
	22:50	17.8	18.3	20.7	20.9	23.8	73.5	18.7	없음	0.2449	0.2317
	22:51	17.5	17.8	20.0	20.0	23.8	73.1	18.6	없음	0.2072	0.1966
	22:52	16.9	17.3	19.4	19.4	24.0	72.9	18.8	없음	0.1913	0.1821
	22:53	16.4	16.8	18.8	19.0	24.1	72.9	19.0	결로	0.1810	0.1779
	22:54	16.0	16.9	18.6	18.7	24.0	72.8	18.8	결로	0.1839	0.1677
	22:55	15.7	16.6	18.4	18.2	23.6	73.7	18.6	결로	0.1886	0.1627
	22:56	15.4	16.4	18.2	18.1	23.4	74.0	18.4	결로	0.1908	0.1653
	22:57	15.5	16.0	18.1	18.0	23.5	73.7	18.5	결로	0.1839	0.1709
22:58	15.6	16.5	18.0	18.0	23.5	73.6	18.5	결로	0.1816	0.1571	



(그림 2.25) 일반 나관의 결로현상



(그림 2.26) 이중관의 온도분포(Point 1)

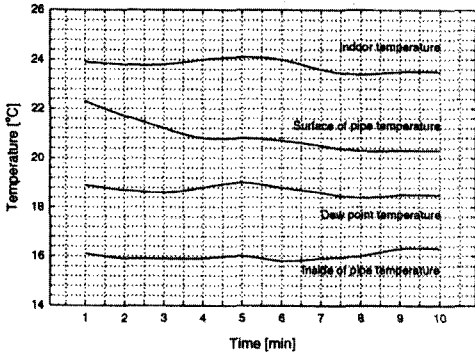
(그림 2.28)와 (그림 2.29)는 관 내부온도에 대해 각 관과 만수, 배수상태를 비교한 것으로 배수 상태에서는 시간이 지남에 따라 온도가 강하하는 것을 나타내고 있다. 그러나 만수관의 경우 일정 온도범위에서 온도가 지속되고 있다.

(그림 2.30)과 (그림 2.31)은 관의 표면온도 변화를 각 관과 만수, 배수상태에서 각각 비교한 것

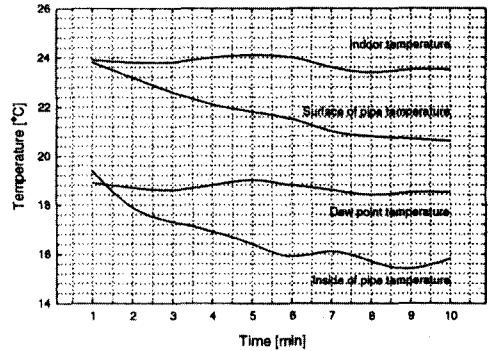
이다. 이중관의 경우, 내부 물온도에 의한 관표면 온도강하의 범위는 약 3°C 이내인 반면, 일반 나관은 온도강하의 범위가 4°C 이상의 편차를 나타내고 있다. 이중관의 온도강하의 한계는 항상 노점 온도 이상이며, 일반 나관의 경우는 온도강하의 한계가 노점온도 이하이기 때문에 결로가 발생하였다.

<표 2.11> 이중관 + 삼중이음재(삼중엘보) (만수 상태에서)

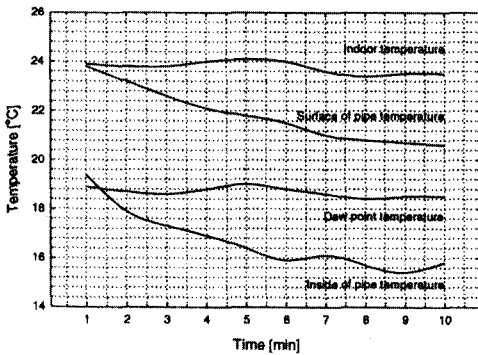
배관 종류	측정 시간	관내부온도[°C]		관의 표면온도[°C]		실내 온도 [°C]	상대 습도 [%]	노점 온도 [°C]	결로 여부	열관류저항 [m ² h°C/kcal]	
		point 1	point 2	point 1	point 2					point 1	point 2
이중관+ 삼중 이음재 (만수)	22:49	15.7	16.1	22.3	22.3	23.9	73.2	18.9	없음	0.6476	0.6348
	22:50	15.6	15.9	21.6	21.7	23.8	73.5	18.7	없음	0.4697	0.4596
	22:51	15.9	15.9	21.3	21.2	23.8	73.1	18.6	없음	0.3965	0.3827
	22:52	15.8	15.9	21.0	20.8	24.0	72.9	18.8	없음	0.3422	0.3222
	22:53	16.1	16.0	20.8	20.8	24.1	72.9	19.0	없음	0.2997	0.3048
	22:54	16.1	15.8	20.6	20.7	24.0	72.8	18.8	없음	0.2908	0.3104
	22:55	16.0	15.9	20.3	20.5	23.6	73.7	18.6	없음	0.2907	0.3083
	22:56	16.3	16.0	20.2	20.3	23.4	74.0	18.4	없음	0.2738	0.3054
	22:57	16.7	16.3	20.2	20.3	23.5	73.7	18.5	없음	0.2595	0.2842
22:58	16.4	16.3	20.2	20.3	23.5	73.6	18.5	없음	0.2676	0.2800	



(그림 2.27) 이중관의 온도분포(Point 2)



(그림 2.28) 이중관의 온도분포(Point 1)



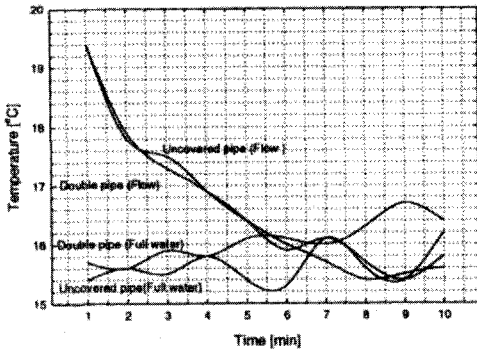
(그림 2.29) 이중관의 온도분포(Point 2)

2.2.2 이음재(삼중엘보)

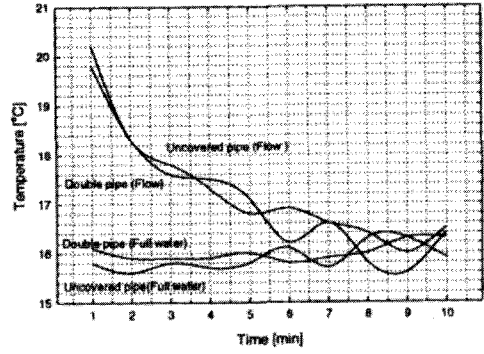
삼중이음재(삼중엘보)의 경우 측정결과 각 측정점에서의 온도분포가 다음의 <표 2.10>과 같이 나타났다. 이 경우의 실험은 측정하기전 관에 물을 만수한 다음 측정한 것으로 측정시간동안 관 표면온도가 노점온도 이상을 나타내어 결로는 발생하지 않았다. 삼중이음재의 경우 관내부 온도가 관표면온도의 차이가 8.2~9.3[°C]정도로 큰차이를 보여주고 있다. 이는 공기층과 고무층에 의한 단열효과의 결과이다.

<표 2.11> 이중관 + 삼중이음재(삼중엘보) (배수 상태에서)

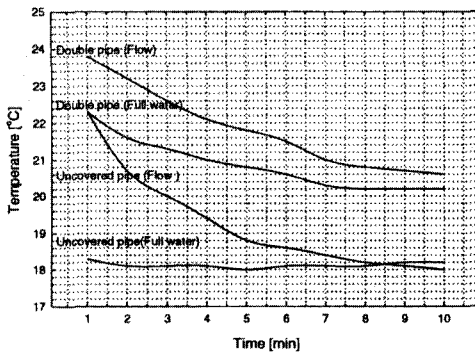
배관종류	측정 시간	관내부온도[°C]		관의 표면온도[°C]		실내 온도 [°C]	상대 습도 [%]	노점 온도 [°C]	결로 여부	열관류저항 [m²h°C/kcal]	
		point 1	point 2	point 1	point 2					point 1	point 2
이중관+ 삼중 이음재 (배수)	22:49	19.4	19.8	23.8	23.8	23.9	73.2	18.9	없음	5.6250	3.4634
	22:50	17.9	18.3	23.2	23.3	23.8	73.5	18.7	없음	1.2933	1.2627
	22:51	17.3	17.6	22.6	22.7	23.8	73.1	18.6	없음	0.6860	0.6823
	22:52	16.9	17.5	22.1	22.3	24.0	72.9	18.8	없음	0.4593	0.4683
	22:53	16.4	17.1	21.8	22.1	24.1	72.9	19.0	없음	0.4236	0.4428
	22:54	15.9	16.2	21.5	21.9	24.0	72.8	18.8	없음	0.4142	0.4675
	22:55	16.1	16.6	21.0	21.3	23.6	73.7	18.6	없음	0.3652	0.3802
	22:56	15.7	15.8	20.8	21.1	23.4	74.0	18.4	없음	0.3757	0.4048
	22:57	15.4	15.6	20.7	21.0	23.5	73.7	18.5	없음	0.3631	0.3933
22:58	15.8	15.4	20.6	20.9	23.5	73.6	18.5	없음	0.3249	0.3366	



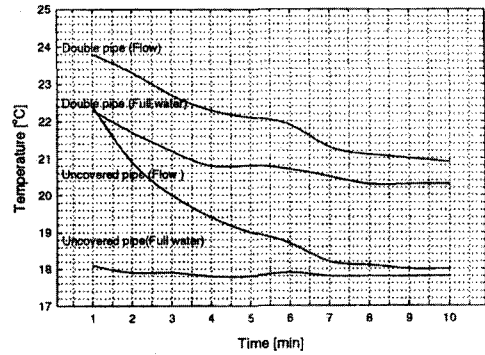
(그림 2.30) 관내부온도 분포(Point 1)



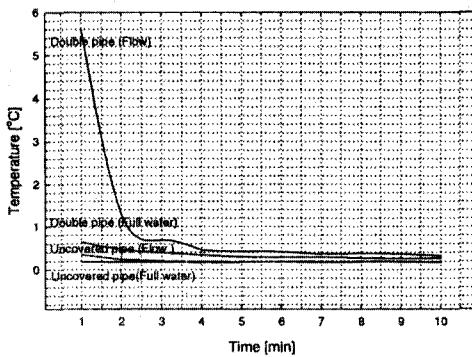
(그림 2.31) 관내부온도 분포(Point 2)



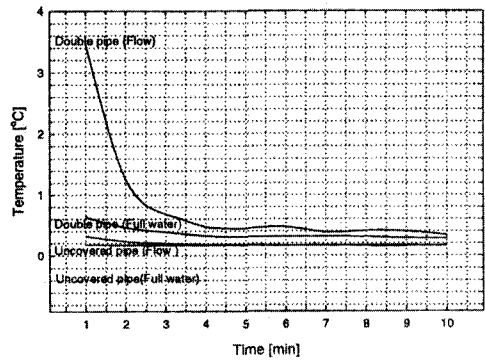
(그림 2.32) 관 표면온도 분포(Point 1)



(그림 2.33) 관 표면온도 분포(Point 2)

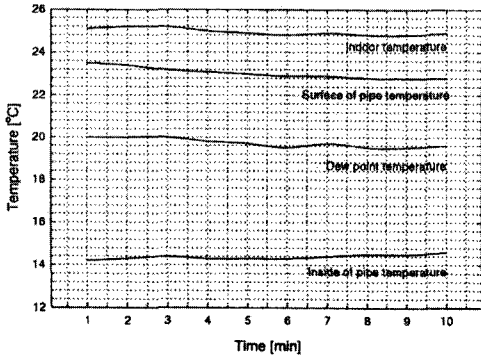


(그림 2.34) 열관류 저항값 분포(Point 1)

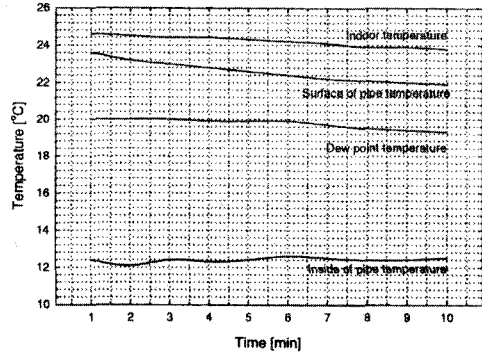


(그림 2.35) 열관류 저항값 분포(Point 2)

(그림 2.36)은 삼중이음재의 결로실험시 온도변화를 나타내는 그래프이다.



(그림 2.36) 삼중이음재(삼중엘보)의 결로실험 온도변화



(그림 2.37) 이중이음재의 결로실험 온도변화

2.2.3 이음재(이중YT관)

이중이음재의 경우 측정결과 각 측정점에서의 온도분포가 다음의 <표 2.14>과 같이 나타났다. 이 경우의 실험도 측정하기전 관에 물을 만수한 다음 측정된 것으로 측정시간동안 관 표면온도가 노점온도 이상을 나타내어 결로는 발생하지 않았다. 이중 이음재의 경우 관내부 온도와 관표면온도의 차이가 9.4~11.3[°C]정도로 형상은 삼중이

음재(삼중엘보)와 다르지만 삼중이음재 보다 큰 차이를 보여주고 있다.

3. 결린(이중관 성능에 대한 검토)

본 연구에서는 설비 배관에서 시공되고 있는 일반나관(VG2), 이음재과 두리화학 주식회사의 이중관, 이음재(삼중, 이중)의 환경조절특성 중

<표 2.13> 삼중이음재(삼중엘보)의 결로실험 결과

배관 종류	관내부온도 [°C]	표면온도 [°C]	실내온도[°C]	상대습도[%]	노점온도[°C]	열관류저항 [㎡h °C/kcal]
삼중 이음재 (배수)	14.2	23.5	25.1	73.4	20.0	0.826
	14.3	23.4	25.2	73.0	20.0	0.762
	14.4	23.2	25.2	73.0	20.0	0.690
	14.3	23.1	25.0	72.9	19.8	0.705
	14.3	23.0	24.9	73.0	19.7	0.701
	14.3	22.9	24.8	72.8	19.5	0.694
	14.4	22.9	24.9	72.9	19.7	0.654
	14.5	22.8	24.8	72.5	19.5	0.645
	14.5	22.8	24.8	72.5	19.5	0.644
14.6	22.8	24.9	72.6	19.6	0.619	

<표 2.14> 이중이음재의 결로실험 결과

배관 종류	관내부온도 [°C]	표면온도 [°C]	실내온도[°C]	상대습도[%]	노점온도[°C]	열관류저항 [m ² h°C/kcal]
이중 이음재 (배수)	12.4	23.6	24.6	76.0	20.0	1.559
	12.1	23.2	24.5	76.0	20.0	1.265
	12.4	23.0	24.4	76.5	20.0	1.091
	12.3	22.8	24.4	76.8	19.9	0.930
	12.4	22.6	24.3	76.8	19.9	0.894
	12.6	22.4	24.2	76.9	19.9	0.819
	12.5	22.2	24.1	76.9	19.7	0.769
	12.4	22.1	23.9	76.5	19.5	0.794
	12.4	22.0	23.9	76.3	19.4	0.754
	12.5	21.9	23.8	76.0	19.3	0.743

차음성능과 결로발생여부에 대하여 이론적 검토와 실험적 검토를 실시하였다.

검토결과는 다음과 같다.

1) 이중관과 일반나관의 차음성능을 검토하기 위해 실험대상 직관의 가운데에서 측정된 결과 이중관의 음압세기는 최대소음의 경우 보온관과 나관에 비해 5.4[dB]을 저감시킨 것으로 나타났다. 평균소음의 경우 이중관이 보온관에 비해 2.7[dB], 나관에 비해 3.2[dB]이 저감된 결과를 나타냈다. 이는 이중관이 공기층을 형성하는 복결의 구조로 되어 있어서 배수소음 차단성능이 우수한 것으로 사료된다. 일반나관에 일반이음재(엘보)대신 삼중이음재(엘보)로 교체하여 직관의 가운데에서 측정된 결과, 평균소음에서 일반 나관에 비해 1.7[dB], 보온관에 비해 1.2[dB]을 저감시켰다. 최대소음에서 일반 나관과 보온관에 비해 3.7[dB]을 저감시켰다.

2) 삼중이음재(삼중엘보)의 차음성능은 일반이음재(엘보)에 비해 16.8[dB], 보온이음재에 비해 15.4[dB]정도의 우수한 소음 차단성능을 보이고 있다. 평균소음을 통해 볼 때 일반이음재(엘

보)에 비해 8.0[dB], 보온이음재에 비해 5.4[dB]정도가 소음이 저감된 것으로 나타났다. 이는 직관 부분에서 측정된 결과 보다 더 큰 차이를 나타내고 있다. 이것은 배수소음에 가장 큰영향을 미치는 수격작용에 의한 소음임을 알 수 있으며, 공기층과 고무층을 가진 삼중이음재가 소음을 저감시키는 성능이 다른 이음재에 비해 우수하다고 판단된다.

3) 이중관과 이음재(삼중, 이중)의 결로현상을 파악하기 위하여 만수실험과 배수실험의 두 경우를 실시하였다. 이중관의 경우 두가지 실험 모두 실험시간동안 전혀 결로가 발생하지 않았다. 하지만 일반 나관의 경우 만수실험시에는 실험시작부터 결로현상이 나타났고, 배수실험의 경우 실험시작후 약 5분후부터 결로가 발생하기 시작하였다. 이와 같은 결과는 노점온도를 이론적으로 구한 값을 대입한 결과와 일치하는 것으로 나타났다. 이음재(삼중, 이중)의 경우도 실험시간동안 결로가 발생하지 않는 것으로 나타났다.

결로량의 판단은 이론적 해석을 통해 볼 때 일반나관의 경우 실내온도 23.7°C, 상대습도

72.3%의 평균 실내환경조건에 대해 관내부온도를 적용하여 산출한 결과를 통해 보면, 일반나관의 경우 투습계수가 0.009771 [g/m³·h·mmHg] 정도 결로량이 0.013357 [g/m³h] 으로 나타났다. 이중관의 경우 투습계수가 0.000929758 [g/m³·h·mmHg] 정도, 결로량이 0.00127098 [g/m³h]으로 나타났다. 투습계수와 결로량에서 약 10배 정도 차이가 있는 것으로 나타났다. 하지만 실내온도

가 높아질수록, 상대습도가 높아질수록 이중관과 일반나관의 결로량의 차이는 로그함수변화로 증가하는 것으로 나타났다. 이것은 이중관이나 이음재(삼중, 이중)가 일반나관과 일반이음재에 비해 열관류저항계수가 높기 때문에 관표면온도가 노점온도 이상을 유지하여 표면결로가 발생하지 않는 것으로 사료된다.

가스시설 점검 안내

가스보일러 폐가스 중독사고 1건당 사망 1.3명

“귀택의 가스시설은 안전합니까?”

“이제, 가스사고 예방을 위해 전문가의 진단을 받으십시오”

가스는 사소한 사용부주의나 시설불량으로도 사고가 발생하며, 큰 인명피해를 초래할 수 있습니다. 가정의 안전을 위해 자율점검을 생활화하고, 불안전 요인에 대해서는 안전성여부를 확인 받고 가스를 사용하시기 바랍니다.

한국가스안전공사에서는 가스사고예방을 위해 점검서비스와 안전한 가스사용요령 정보를 제공하고 있습니다. 지금, 가까운 한국가스안전공사 지역본부(지사)로 신청하시면 저렴한 비용으로 양질의 점검서비스를 받으실 수 있습니다.

* 신청방법 : 전화, FAX 또는 방문신청

* 점검서비스 내용

▷ 가스누출검사, 기밀시험 및 적정시공 여부

▷ 가스보일러, 온수기의 적정설치 여부

▷ 보일러 폐가스(일산화탄소) 농도 측정 등

* 점검수수료 : 8,800원(1세대, 부가세 포함)

▷ 11세대 이상 공동 신청시 수수료 할인



KGS 한국가스안전공사

(<http://www.kgs.or.kr>)