

# 消防用 設備・機器 등의 凍結防止 對策(1)

李 福 永 / 警報試驗室 研究員

## - ABSTRACT -

As the Present industry is developing, a structure and systems is tending increase. Therefore, the accident of freezing become intensified in our country, the continental climate zone of region in the middle degree. This paper is to analyze about the reason of freezing, principles to help avoid freeze, and so forth.

## 1. 서 언

우리나라는 북위 43도 2분, 동경 132도 2분에 위치한 나리로 중위도 지방에서 나타나는 계절의 변화와 온대형에서 나타나는 기온의 연교차가 20°C내외가 되는 대륙성기후 지대로서 산업의 발전과 더불어 건물, 공장 등 구조물의 설비증가로 인하여 동결사고는 매년 증가추세에 있으며 이로인한 피해는 물론 그에 못지 않은 많은 경험과 사례를 가지고 있다.

비근한 예로서 상·하수도관의 동결로 인한 생활의 불편함, 물 또는 증기를 사용하는 설비의 동결사고로 인한 기능마비등 대책의 필요성이 대두되고 있어 본고에서는 동결사고는 그 대책의 어려움에 기인된다고 생각되어 일반적인 동결현상과 그 방지대책에 대해 기술하고자 한다.

동결이란 물이 0°C이하의 온도가 되었을 때 응고하는 현상으로 지극히 단순해명이 가능하지만 그 발

생요인은 복잡다변하여 설계, 시공, 유지관리 등의 양부나 사용환경, 이상한파 등 복잡한 요인이 가중되어서 사고가 발생하고 있는 경우가 대부분이다.

그러나 우리사회의 여건은 동결이 발생한 경우 원인규명 차원보다는 응급처치, 사후수습에 급급하여 사고, 사례등의 축적으로 인한 원인규명, 분석등에 의한 대책이 미흡한 실정이다.

일반적으로 한냉지에 있는 지역과 기타 동결사고가 다발되는 지역적 특성을 가진 경우는 일반적인 방지대책이 정해져 최소한의 방지대책을 세울수가 있으나 한냉지 이외의 경우 통상은 동결에 대해 무방비 상태로 이상태가 반드시 동결사고로 이어지는 것은 아니지만 이상한파 등에 의해 사고를 야기시킬 위험성이 있고 그 대책에 있어서는 한냉지보다 더 어려운 여건등이 있다.

본고에서는 특수하고 복잡한 문제는 제외하고 동결사고예방에 관한 일반적인 사항 및 대책에 대해

논지를 이루어 나가고자 한다.

## 2. 동결에 관한 사항

### 가. 동결현상

물은 통상 0°C이하가 되면 얼음으로 되는 성질을 가지고 있는데 이를 동결현상이라 하지만 물이 동결로 이어지려면 유동성이 없어야 한다.

또한 물이 얼 때는 약 9%의 체적팽창을 야기시켜 밀폐된 장치에 있어서는 약 250kgf/cm<sup>2</sup>이상의 높은 압력을 발생하여 기기를 파손시키거나 기능을 상실케 한다.

### 나. 한냉지

동결문제에 관해서는 일평균기온, 일최저기온의 최한일 평균치, 연간수회 발생하는 기상조건, 풍속 등을 근거로한 기후도를 참고로 하여 건축물의 방한(防寒), 방상(防霜), 방로(防露)시설을 위한 기온, 바람, 일조, 일사량에 관한 관측자료와 난방도(暖房度)일수 등을 이용해서 설정하는 기후 구분으로 특히 각 지방의 최저기온의 극치(極值), 최대풍속 및 폭풍일수 등의 자료가 중요한 요인으로 작성된 건축기후구가 필요하다.

본고에서 소개된 건축기후구는 다음과 같은 방법을 택하여 작성이 되었다.

- 각 지방 1월의 일최저기온의 월평균값을 자료로 해서 기온분포도를 그리고 그 등치선(等值線)을 그었다.

- 등치선의 간격은 25°C를 하였으며 0°C이상, 0°C ~ -25°C, -26°C ~ -50°C, -51°C ~ -75°C, -76°C ~ -100°C 및 -10°C이하의 6단계로 구분하였다.

- 1월의 월평균 풍속이 일정한 값(본고에서는 3m/s로 하였음)이상인 지역은 기온이 1단계 낮은 지역으로 편입시켰다.

이런 방법으로 작성된 우리나라의 건축기후구는 일반적으로 다음과 같이 분류할 수 있다.

- A 및 B기후구: 태백산맥의 고산지방과 중부내륙지방

- C기후구: 동·서해안지방과 남부 내륙지방

- D기후구: 남해안 지방을 제외한 남부지방과 서산이남의 서해안 지방

- E기후구: 남해안지구, 다도해 지방 및 제주도  
로 대별할 수 있으며 이를 동결방지 대책용 지도로서 사용코져 하려면 다음과 같은 기준을 정하여 사용할 수 있다.

- 철저한 동결방지대책을 강구할 필요가 있는 지역: A, B, C 기후구

- 상가지역에 준하여 대책을 강구할 필요가 있는 지역: D기후구

로 구분하며 상가지역 이외에 있어서도 고지나 분지에는 그 지역의 기상 DATA를 참고로 하여 동결대책이 강구되어야 하겠으며 기타 지역에 있어서도 옥외 설치형의 고가수조, 배관, 기기등은 바람의 영향을 충분히 고려하여야 한다.

표 21 건축기후구 작성자료

- 주 (1) 일최저 기온의 월평균 기온 °C(1월)  
(2) 월평균 풍속 m/s(1월)  
(3) 지극 기온 °C (4) 최대풍속 m/s

지 명	(1)	(2)	(3)	(4)
속 초	-3.0	3.6	-15.6	33.3
춘 천	-8.7	1.6	-24.8	22.8
강 룡	-2.9	3.7	-20.2	36.7
서 울	-5.0	2.5	-23.1	25.0
울 룡 도	-1.3	4.6	-12.1	45.0
인 천	-4.0	4.6	-21.0	35.0
수 원	-7.4	1.5	-25.8	15.3
서 산	-5.3	2.3	-15.7	19.2
청 주	-7.0	1.6	-26.4	13.7
대 전	-5.6	1.3	-19.0	20.0
추 풍	-5.4	3.7	-17.8	21.0
포 향	-2.1	3.3	-15.0	39.8
대 관	-12.4	3.0	-28.9	15.0
홍 천	-9.9	0.6	-27.0	9.0
인 제	-9.8	2.2	-23.5	13.7
제 천	-9.3	1.4	-25.8	12.0
양 평	-8.9	1.5	-26.5	13.0
군 산	-2.8	3.9	-14.5	31.7
대 구	-4.0	2.9	-20.2	25.3
전 주	-4.2	1.0	-17.1	19.0
울 산	-2.2	2.8	-16.7	31.7
진 주	-4.0	1.5	-14.1	13.3
광 주	-2.8	2.4	-19.4	26.3
부 산	0.3	4.7	-14.0	34.7
충 무	-0.3	2.8	-11.2	24.0
목 포	-0.7	4.8	-14.2	39.5
여 수	-0.4	5.1	-11.9	35.5

지명	(1)	(2)	(3)	(4)
제주포	3.2	5.0	-5.7	36.1
서귀포	3.3	3.5	-6.1	28.0
거문포	-6.1	1.7	-18.6	12.0
문경	-6.0	1.8	-20.0	13.0
선산	-6.0	2.6	-24.0	16.5
칠곡	-6.0	2.0	-18.3	12.5
논산	-5.8	1.1	-16.2	30.0
월성	-8.8	1.0	-26.8	11.0
보은	-8.6	1.5	-25.4	30.0
괴산	-8.3	0.8	-24.0	8.0
청송	-8.1	2.0	-21.5	18.0
이천	-8.0	1.2	-25.7	11.5
진천	-7.9	0.6	-24.0	11.0
의성	-7.7	1.4	-22.5	15.0
영천	-5.2	2.0	-17.6	25.1
상주	-5.1	2.4	-22.7	14.0
밀양	-4.8	1.7	-15.1	16.0
보령	-4.8	2.0	-16.0	16.0
합천	-4.7	1.2	-16.9	11.0
정읍	-4.6	1.3	-20.0	11.5
나주	-4.5	1.5	-16.8	15.5
한양	-4.5	2.5	-15.0	12.0
고창	-4.4	1.8	-15.0	18.0
이리	-4.3	1.8	-20.0	15.0
당진	-5.7	2.2	-17.9	23.5
부여	-5.7	1.5	-17.4	13.0
김성	-5.6	1.4	-19.2	11.5
함안	-5.5	1.6	-22.4	11.0
남원	-5.5	0.7	-15.6	12.5
음성	-5.3	1.5	-18.4	13.0
충주	-7.6	0.9	-21.8	13.0
영주	-7.6	1.2	-26.2	14.0
진안	-7.6	2.5	-21.6	16.5
강화	-7.5	1.3	-22.9	21.5
화성	-7.4	1.7	-17.6	12.5
동성	-7.2	1.6	-20.6	13.5
유성	-7.1	1.3	-20.2	8.5
무성	-6.9	1.2	-22.1	13.0
군산	-6.9	1.4	-19.7	12.5
임실	-6.8	1.5	-22.2	12.0
부안	-6.8	1.1	-23.2	9.5
장성	-4.3	1.9	-20.2	12.5
승주	-4.1	1.8	-18.3	13.0
울진	-4.1	1.5	-12.5	12.5
경주	-4.0	2.2	-13.0	14.0
경북	-3.9	2.2	-14.7	16.0
김해	-2.4	1.8	-11.0	20.0
포천	-2.1	2.1	-10.8	15.5
천안	-1.8	2.6	-11.3	15.0

지명	(1)	(2)	(3)	(4)
해남	-1.7	2.3	-12.7	19.0
거제	-1.6	1.8	-8.9	15.5
완도	-0.6	2.1	-10.2	20.0
심안	2.4	4.0	-4.5	21.0
한림	2.4	3.2	-4.2	30.0
대정	2.8	5.6	-4.0	20.0
함평	-2.5	2.9	-19.2	15.0
안동	-6.8	1.3	-21.5	12.5
안산	-6.7	1.3	-20.2	10.0
아산	-6.6	1.7	-21.4	20.1
홍성	-6.2	1.9	-19.0	14.0
산청	-3.9	1.7	-14.4	14.5
삼척	-3.3	1.8	-14.0	12.5
하동	-3.3	1.6	-12.6	15.5
구례	-3.1	1.3	-11.4	8.0
장흥	-3.0	2.5	-12.1	16.5
영덕	-2.9	2.8	-13.8	19.0
영광	-2.9	1.7	-13.9	11.5
고흥	-2.8	1.9	-10.1	16.0
울진	-2.6	2.6	-12.8	21.0
남해	-2.6	1.1	-12.8	14.0
영암	-2.5	2.9	-15.8	17.7

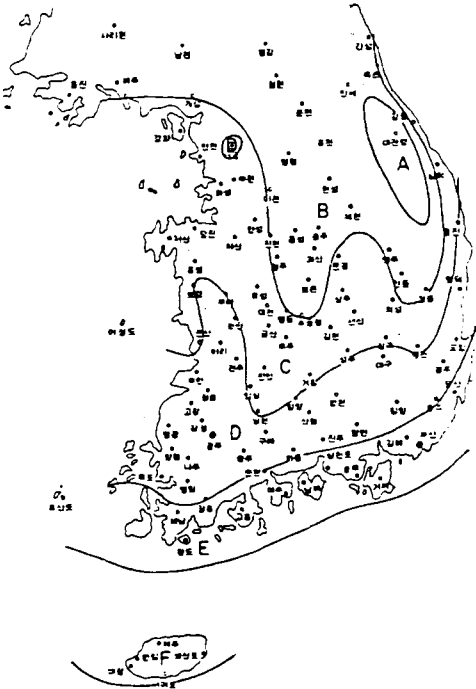
표 22 건축기후 구분

(최저기온 및 풍속에 의해 작성)

기후구	일최저기온의 월평균(°C)	지역
A	-10이하	대관령
B	-7.5이하 -10.0이상	홍천, 인제, 제천, 양평, 월성, 춘천, 보은, 괴산, 청송, 이천, 진천, 의성, 음성, 충주, 영주, 안동, 청주, 추풍령
C	-5.0이하 -7.5이상	강화, 수원, 화성, 영동, 유성, 부주, 진안, 금산, 임실, 안성, 아산, 홍성, 거창, 군산, 강릉, 문경, 선산, 칠곡, 논산, 당진, 부여, 대전, 속초, 김천, 성주, 삼척, 남원, 서산, 영천, 상주, 인천
D	-2.5이하 -5.0이상	서울, 밀양, 보령, 합천, 정읍, 나주, 함양, 구례, 고창, 이리, 부안, 전주, 장성, 승주, 대구, 진주, 울주, 경주, 산청, 광주, 함안, 하동, 장흥, 영덕, 영광, 고흥, 울진, 함평, 영암, 포항, 울릉도, 목포
E	-0.0이하 -2.5이상	김해, 울산, 삼천포, 순천, 해남, 완도, 여수, 중무, 부산, 남해
F	-0.0이상	성산, 한림, 대정, 제주, 서귀포

그림 2.1 건축기후도

(표 2.2와 행정구역을 고려하여 작성함)



다. 동결심도

동결심도는 지중온도가 0°C가 되는 곳에서 지표까지의 깊이로 정의되고 외기의 기온, 토양의 열적성질, 지층의 차이, 함수율등의 요소에 의해 결정이되며 적설도 일종의 단열재 역할을 하기에 동결심도에 영향을 주게 된다.

일반적으로 동결심도를 구할때는 실측에 의한 방법외에 기상 DATA등에 의해서 개략치(概略値)를 계산하기도 한다.

실제 우리나라 지면의 월평균온도는 1월에 최저를 나타내며 8월에 최고를 나타내고 있으나 깊이가 깊어져 지중 1M정도되면 최저기온이 2월, 지중 2M정도면 최저기온이 3월, 최고기온은 9월에 나타난다.

또한 지중 5M정도되면 최저기온은 5월, 최고기온은 11월에야 나타난다.

이보다 깊은 불역층(不易層, STRATUM OF INVARIABLE TEMPERATURE)에 달하면 지중온도는 거의 일정하게 된다.

(1) 지중온도 계산의 실용식

가정1)

지표면 온도 T가  $T_s \sim T_0 (T_s > T_0)$  사이에서  $T = \theta_{OM} \cdot$

$\cos(\frac{2\pi t}{\tau_0})$  라는 식에 의해 년변화한다.

$$\text{표면온도의 최대진폭} = \frac{T_s - T_0}{2}$$

$\tau$  = 시간

$\tau_0$  = 주기(1년, 8760시간)

$T_s$  = 일일최고기온의 달(주로 8월)의 평균치

$T_0$  = 일일최저기온의 달(주로 1월)의 평균치

(가) 지면으로부터 깊이 X인 지층에서의 시간적 온도변화

$$\theta_X = \theta_{OM} \cdot e^{-Xa} \cdot \cos(2\pi \frac{\tau}{\tau_0} - X \cdot a)$$

$a = \sqrt{\pi / A \tau_0}$  A: 흙의 열전도율

(나) 깊이 X에서의 최대진폭

$$\theta_{XM} = \theta_{OM} \cdot e^{-Xa}$$

(다) 깊이 X에서의 온도  $T_{(X)}$ 는 지표면의 평균온도를  $T_1$ 이라하면

$$T_{(X)} = \theta_X + T_1 = \frac{T_s - T_0}{2} \cdot e^{-Xa} \cdot \cos(2\pi \frac{\tau}{\tau_0} -$$

$$X \cdot a) + \frac{T_s + T_0}{2}$$

(라) 깊이 X에서의 최저온도곡선

$$T_{(XM)} = T_1 - \theta_{XM} = \frac{T_s + T_0}{2} - \frac{T_s - T_0}{2} \cdot e^{-Xa}$$

(마) 지은 불역층의 깊이는 외기의 기온, 토양의 열적성질, 불역층으로 간주되는 깊이에서의 온도변동폭을 어느정도 보느냐에 따라 차이가 있을 수 있다.

지표면 온도의 연교차 ( $R = 2 \cdot \theta_{OM}$ )에 대한 불역층

의 교차( $R_x = 2 \cdot \theta_{XM}$ )를 0.5%로 본다면  $\frac{R_x}{R} = e^{-Xa}$ 에

있어서  $e^{-Xa} = 0.005$ 로 부터 불역층의 깊이  $X$ 가 구하여지기 때문에 흙의 열전도율  $A$ 를  $A = 0.0005 \sim 0.002 \text{ M}^2/\text{H}$ 로 한다면  $X \approx 6.3 \sim 12.5 \text{ M}$ 가 된다.

즉, 불역층의 깊이는 지하 약 10M내외인 깊이에 있으며 그곳의 온도는 연평균 기온과 비슷하다.

예로 서울의 최고기온이 나타나는 8월의 평균기온을  $25.4^\circ\text{C}$ , 1월의 최저기온을  $-4.9^\circ\text{C}$ 이므로 평균치인  $10.3^\circ\text{C}$ 가 대략의 불역층의 온도가 된다.

본고에서는 0.5%정도의 오차는 허용하고 불역층의 깊이를 10M로 하면  $A = 0.0013$ 이 된다.

$A = 0.0013$ 인 경우

$$a = \sqrt{\pi/A\tau_0} = 0.53 \text{ 으로 하여}$$

(라)式  $T_{(XM)}$ 을  $T_{(X)}$ 라 하고

$$T_{(X)} = \frac{T_S + T_0}{2} - \frac{T_S - T_0}{2} \cdot e^{-0.53X} [^\circ\text{C}]$$

가 지중온도를 구하는 실용식이 된다.

상기식에 의거 계산한 결과를 바탕으로 우리나라 각지의 동결심도를 표 23에 나타내었는 바 대관령 지역이 가장 동결심도가 깊고 제주도를 비롯한 전남의 완도지방은 동결층이 나타나지 않았다.

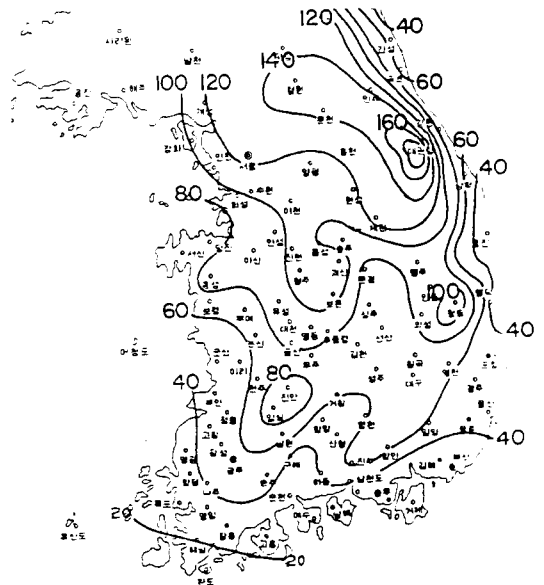
또한 그림 22에서 알 수 있듯이 동결층의 깊이는 위도가 높아짐에 따라 깊어지고 있으나 경북내륙의 청송지방, 호남내륙의 진안, 임실등지는 주변의 다른 지역보다 깊게 나타났고 동해안 지역은 비교적 낮게 나타났다.

표 23 각지의 동결심도(cm)

강릉	70.3	양평	116.7	금산	86.7	문령	76.0
서울	123.2	이천	107.7	이리	54.4	안동	83.3
인천	103.8	화성	96.7	무주	76.7	상주	64.1
울릉도	26.6	안성	88.3	천안	98.3	청송	103.8
추풍령	93.3	인제	136.5	부안	54.4	영덕	37.5
포항	51.7	홍천	130.4	임실	88.3	우성	96.9
대구	76.6	대관령	191.4	정읍	57.4	선산	75.0
전주	75.0	삼척	43.1	고창	54.4	김천	68.1
울산	57.8	원성	117.8	남원	64.7	영천	64.7
평주	58.8	제천	128.8	장성	50.0	성주	67.6
부산	25.0	음성	98.4	영광	35.5	경주	47.4

목포	29.2	충주	98.3	구례	38.2	거창	78.3
여수	23.5	진천	101.9	합평	30.6	합천	58.8
수원	113.5	괴산	107.7	승주	51.5	울주	50.0
춘천	140.7	보은	115.4	나주	52.9	함양	56.3
청주	107.7	영동	89.1	순천	22.1	밀양	60.3
속초	48.4	당진	75.0	영암	31.9	산청	48.7
서산	75.0	아산	85.0	장흥	37.5	함안	66.7
군산	44.4	홍성	81.7	해남	20.8	김해	30.6
충대	25.0	유성	88.3	고흥	34.7	하동	41.7
대전	80.0	보령	62.5	철곡	73.5	삼천포	26.5
진주	64.7	부여	72.1	울진	34.7	남해	33.3
강화	100.0	논산	72.1	영주	98.3		

그림 22 각지의 동결심도 분포도



### 3. 동결방지의 원칙

#### 가. 기본원칙

동결방지는 물을 외기온, 냉풍, 시간의 요인으로부터 보호할 수 있다면 그 방지대책이 달성되며 그 기본원칙은

(1) 주위온도를  $0^\circ\text{C}$  이상으로 유지한다.

동결은 「건물물 지키다」가 제일 좋은 방법으로 기

기 및 배관은 옥내에 설치하고 필요에 따라 수조실 등에 있어서는 난방을 행하여 PIPESHIFT 등은 외벽을 피하여 설계하는 등의 배려가 필요하다.

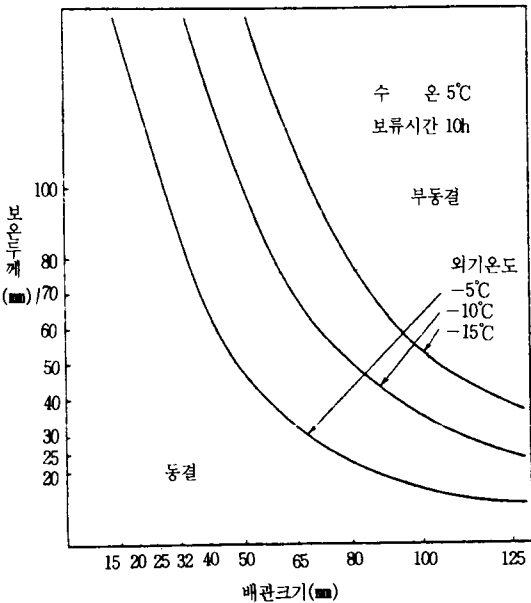
(2) 물의 온도가 0°C 이하가 되지 않도록 단열(保温)을 한다.

보온은 물이 가지고 있는 열 Energy를 빼앗기지 않도록 방한(防寒)피복을 하는 방법으로 보온의 두께는 방열(放熱), 경제성 등을 고려하여 시공을 한다.

그러나 실제의 경우 동결방지에 필요한 완전한 두께가 되지 못하는 경우가 대부분이다.

즉, 동결이 되지 않는 보온두께는 한냉지의 온도조건 등에 의해 구하여지나 실현불가능(그림 3.1 참조)한 두께가 되기 때문에 완전한 동결방지는 불가능한 것으로 사료(思料)되며 기타의 동결방지방법과 병용하여 동결방지를 행하는 것이 보통이다.

그림 3.1 동결이 되지 않는 보온두께



(3) 물의 온도가 0°C 이하로 내려가지 않도록 가열을 한다.

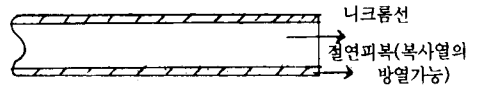
가열하여 물의 온도를 동결온도 이상으로 유지시키는 방법으로 배관외부에 발열체(선상 또는 면상 전열선)로 감싸서 보온을 하는 방법과 배관의 열전도를 이용해서 국부적인 배관의 가열(배관길이 짧

은 경우나 배관구경이 적은 경우, 예:상수도관의 보온 등)하는 방법이 있다.

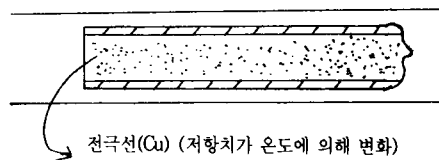
이 경우 외기온, 냉풍, 시간, 방열 등의 요소를 고려하여 발열체의 발열량, 설치간격, 발열체로 감싼 배관을 보온재(불연재)로 다시 감싸는 방법 등으로 완전한 동결방지설비를 하여야 한다.

그림 32 발열체의 종류

- ① 선상 발열체(Nicrome선을 이용한 전열선 등)



- ② 면상발열체 (전도성 수지를 이용한 것)



(가) 발열량, 전력, 전열선의 관계

- 발열량과 전력

저항체에 전류를 흘렸을 시에 발생하는 열량 H [Kcal]와 저항체에서의 소비전력 P[Kw]는 다음과 같은 관계가 성립된다.

$$H[\text{Kcal}] = 860 \times P[\text{kw}] \times T[\text{HR}]$$

즉, 1[KWH]의 전력량을 발열량으로 환산하면 860 [Kcal]에 상당한다.

- 가열에 필요한 전력

비열(그 물체 1kg을 1°C 상승 시키는 데 필요한 열량)이 C인 물체 M[kg]의 온도를 T시간에 θ[°C]만큼 상승시키기 위한 소요전력 P[kw]는 열효율(전열선의 발열량중 유효하게 이용되는 비율)을 η[%]라고 하면

$$P = \frac{CM\theta}{86 \times \eta \times T} [\text{Kw}] \text{가 된다.}$$

- 가열전력과 전류 및 저항

전열선은 저항만의 회로로 취급되므로 사용전원전압을 E[V]라 하면 전열선에 흐르는 전류 I[A]는

$$I = \frac{P}{E} [A]$$

$$R = \frac{E^2}{P} [\Omega] \text{이 된다.}$$

- 전류와 전열선의 직경

전열선의 소요 직경은 전류의 2/3승에 비례하는데 전열선으로 부터의 방열의 양부에 따라 다르다.

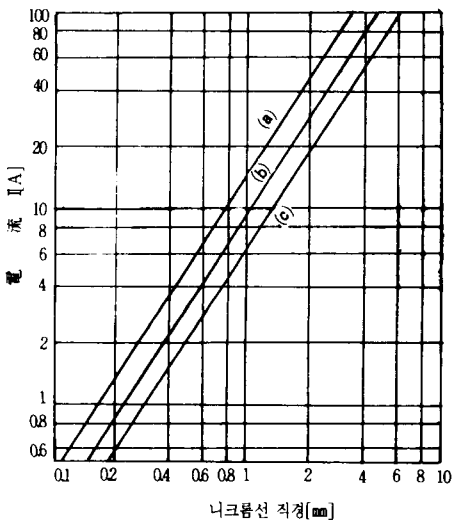
그림 3.3은 니크롬선에 대해 표시한 것으로서 전열선의 종류나 설치상태, 산화의 정도, 방열상태, 사용 온도 등에 따라 달라진다.

(예) 400[W], 100[V]의 전열용 콘로의 니크롬선 직경은?

$$I = \frac{400}{100} = 4[A] \text{이므로}$$

그림에서 전류와 니크롬선 직경의 교점에서 0.4[mm]의 니크롬선을 사용하면 된다.

그림 3.3 전류와 니크롬선 직경의 관계



- (a) 전열선이 대기에 노출되어 있는 경우
- (b) 전도에 의한 방열이 양호한 봉입형의 경우
- (c) 열의 방산이 나쁜 경우

- 전력과 전열선의 길이

전열선의 직경이 정해지면 전열선의 고유저항 R [ $\Omega/m$ ]과 소요전력 P[kw] 및 사용전압 E[V]에 의해 전열선의 길이를 구한다.

$$L = \frac{E^2}{\alpha \times R \times P} [M]$$

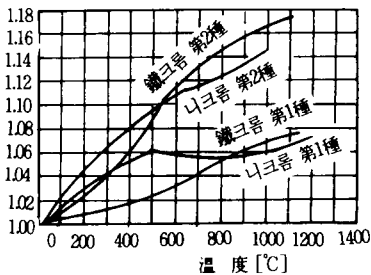
$\alpha$ : 사용온도에 따른 온도계수

표 3.1 전열선의 종류와 저항치[1M당]

線徑 [mm]	니크롬선		鐵-크롬선	
	第一種	第二種	第一種	第二種
11.0	0.01136	0.01179	0.01473	0.01284
10.0	0.01375	0.01426	0.01783	0.01553
9.0	0.01698	0.01760	0.02220	0.01918
8.0	0.0215	0.0223	0.0279	0.0243
7.0	0.0281	0.0291	0.0364	0.0317
6.5	0.0326	0.0338	0.0422	0.0368
6.0	0.0382	0.0396	0.0493	0.0432
5.5	0.0442	0.0471	0.0589	0.0514
5.0	0.0510	0.0537	0.0700	0.0621
4.5	0.0587	0.0624	0.0827	0.0727
4.0	0.0675	0.0714	0.0971	0.0847
3.5	0.0775	0.0816	0.1133	0.0981
3.2	0.0887	0.0933	0.1314	0.1131
2.9	0.1013	0.1066	0.1514	0.1297
2.6	0.1163	0.1226	0.1734	0.1481
2.3	0.1337	0.1406	0.2074	0.1781
2.0	0.1537	0.1616	0.2544	0.2191
1.8	0.1763	0.1846	0.3054	0.2631
1.6	0.2017	0.2116	0.3714	0.3201
1.5	0.2207	0.2316	0.4324	0.3711
1.4	0.2423	0.2526	0.5094	0.4371
1.3	0.2667	0.2746	0.5934	0.5091
1.2	0.2937	0.3076	0.6854	0.5871
1.1	0.3233	0.3326	0.7964	0.6811
1.0	0.3557	0.3686	0.9274	0.7931
0.9	0.3913	0.4066	1.0784	0.9171
0.85	0.4293	0.4466	1.2494	1.0531
0.80	0.4703	0.4886	1.4414	1.2031
0.75	0.5143	0.5326	1.6554	1.3671
0.70	0.5613	0.5786	1.8934	1.5471
0.65	0.6113	0.6266	2.1574	1.7431
0.60	0.6643	0.6766	2.4494	1.9571
0.55	0.7203	0.7286	2.7714	2.1931
0.50	0.7793	0.7896	3.1234	2.4531
0.45	0.8413	0.8426	3.5054	2.7371

線徑 [mm]	니크롬선		鐵-크롬선	
	第一種	第二種	第一種	第二種
0.40	8.59	8.91	11.14	9.71
0.35	11.23	11.64	14.55	12.68
0.32	13.43	13.93	17.41	15.17
0.29	16.35	16.96	21.2	18.47
0.26	20.3	21.1	26.4	23.0
0.23	26.0	27.0	33.7	29.4
0.20	34.4	35.6	44.6	38.8
0.18	42.4	44.0	55.0	47.9
0.16	53.7	55.7	69.6	66.7
0.15	61.1	63.4	79.2	69.0
0.14	70.2	72.8	91.0	79.3
0.13	81.4	84.4	105.2	91.9
0.12	95.5	99.0	123.8	107.9
0.11	113.0	117.9	147.3	128.4
0.10	137.5	142.6	178.3	155.3

그림 3.4 사용온도에 따른 온도계수



- 발열체의 설치

- 단자의 접속

전열선과 전선의 접속은 전열선이 고온이 된다는 것을 고려하여 사기로된 단자기구를 사용하고 열용량이 큰 나사단자를 이용하여 접속하도록 한다.

그리고 단자부분이 외기에 노출되어 방열이 쉽도록 설치를 하며 전선으로의 열전도로 인한 절연피복의 손상을 방지하기 위해 적당한 길이만큼 사기체의 애관이나 석면으로 절연을 한다.

- 전열선의 지지

전열선은 가열되어 고온이 되면 팽창, 연화(軟化)되어 강도와 탄성을 상실하므로 전열선의 지지에 있어서는 안전, 확실하게 행해야 한다.

또한 지지를 위한 지지대, 지지구는 고온에서의 변질, 변형을 하지 않는 절연물로 된 것을 사용한다.

- 저항발열체의 취급

- 발열체가 노출되어 있는 경우

피열물(被熱物)에 대해 발열체가 노출되어 있는 경우는 발열체 보호와 위험을 예방할 수 있도록 발열체를 부식성 가스, 약품등으로 부터 보호하여 부식부분의 저항증가로 인한 고온생성결과 단선우려를 피해야 하며 피열물이 도체일 경우는 발열체와 접촉되어 과도한 단락전류로 인한 단선, 권선분포가 일정치 않아 조밀한 부분의 온도상승으로 인한 단선등의 우려가 없도록 해야 한다.

- 발열체가 봉입되어 있는 경우

사용방법을 적절하게 하여 과열시키지 않도록 해야하고 부주의하게 취급하여 변형시키지 않도록 해야한다.

- 전열기의 온도조절

- 각개 Switch 방식
- 절환 Switch 방식
- 바이메탈 서머스타트 방식
- 압력형 서머스타트 방식

- 작동온도의 조절

- 바이메탈의 고정점점 위치 조정
- 온도 퓨우즈 사용

(4) 배관내 물을 상시흐르게 한다.

물을 유동시켜 배관의 동결방지를 하는 경우 보온이 될 정도의 수량을 흘리면 효과가 있음은 확인되었으나 이 경우 순환에 의한 유동으로 동결이 완전하게 방지되지 않은 경우(기온, 냉풍, 시간 등으로 인해 유동시간이 점점 짧아져 정지된 물처럼 되기 때문에)도 있으므로 반드시 열원이 되는 설비도 병행하여야 완전한 동결방지대책이 된다.

(5) 냉풍을 차단하는 방법

일반적으로 풍속이 1m/s상승하면 기온이 1°C정도 내려가기 때문에 바람이 불면 기온이 내려가 동결이 발생하게 되는 요인이 된다.

옥상, 주차장, 하치장, 기타 외기(바람)의 영향에 주의가 필요한 장소의 동결염려가 있는 기기등은 냉풍을 받을 장소에 설치하지 않는 방안이나 기타의 동결방지 대책이 충분히 검토되어야 한다.

(6) 부동액 혼합방법

동절기중 동결에 대한 유지관리를 기대할 수 없어



동결염려가 있는 부분, 난방공급이 되지 않는 부분, 난방공급이 부분적으로 되어 있지 않은 경우나 Energy 절약차원의 야간난방이 되지 않는 부분 등에 한하여 부동액을 혼입하여 동결을 방지하는 방법으로 부동액 사용방법은

(가) 부동액 혼입 수용액의 부동액 혼입비는 50%이내로 한다.

(나) 부동액 혼입배관은 원칙적으로 장치나 설비 2차측 부분 또는 별도의 계통으로 하며 점검구의 설치 및 표식판을 설치한다.

(다) 부동액은 배관의 부식에 영향을 미치지 않는 에틸렌글리콜을 주성분으로 한 것을 사용한다.

사용예) 일본 고드용제(주), GD브라인 750의 예

- 성상:

- 적색투명액체
- 비중(20°C에서)은 1.095이하
- PH(30V/V%)는 8.0~9.5
- 예비알카리도 10이상
- 비점(°C)은 115이상

- 주된 성분

- 에틸렌글리콜 75%/V%
- 방청제(알키놀아민계 이외)2.8V/V%
- 물(淸水) 22.2V/V%
- 동결온도 (그림 35 참조)

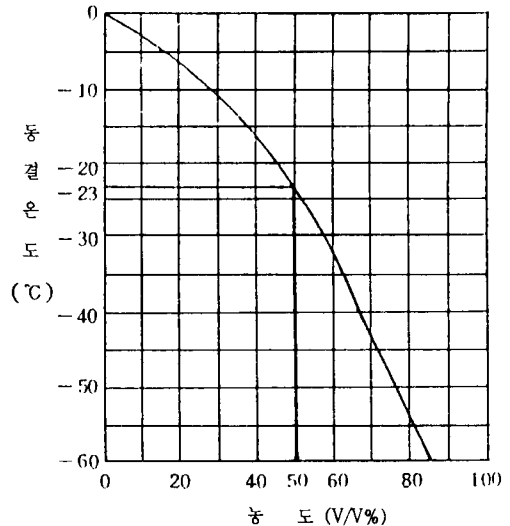


그림 35 GD브라인 750수용액의 동결온도

(7) 장기간 운전정지중에서의 동결방지 방법

외기온이 동결상태까지의 온도로 충분히 내려가지 않아도 동결이 다발되는 정초 연휴의 부재기간중 난방을 정지하는 시간이 길고 그 기간동안 실온이 내려가는 것을 고려하여 온도뿐만 아니라 기온과 시간의 요인 등에 유의하여야 하며 이 기간중의 설비나 기기 등은 완전하게 물을 빼는 등의 관리상의 대책이 필요하다. <다음호 계속>

## 어떤 방화제품을 시험할 수 있는가?

- 건축재료:난연성재료, 고분자화합물 등 내장재료.
- 방염물품:방염선처리물품, 난연성섬유 등 물품, 방염후처리물품
- 건축구조부재:벽, 보, 바닥, 지붕 등
- 건축방화설비:방화문, 방화샷타
- 기초소화설비:각종 소화기 및 소화약제, 포소화약제
- 경보설비:감지기
- 소화설비:스프링클러
- 기타 방화관련제품