

소방용 設備 · 機器 등의 凍結防止 對策(2)

李 福 永 / 警 報 試 驗 室 研 究 員

4. 凍結 防止 對策의 例

가. 消火器具

凍結念慮가 있는 곳에서는 다목적(ABC급적용) 소화기 또는 가스계(Co₂ 및 Halon화물) 소화기를 비치토록 하며, 강화액(물)소화기는 가열실(Heated Cabinet)등에 보관토록 한다.

또한 빌딩의 열손실이 큰곳이나 강화액 소화기가 사용된 곳에서는 동결가능성에 대한 충분한 검토 및 점검이 이루어져야 한다.

나. 소화전 설비

소화전 설비의 경우 항시 배관내 물이 충전되어 있으므로 동결에 대해서는 어떠한 방법을 택하든 방지대책이 필요한 설비이다.

옥내소화전 입상관의 경우 건축물 시공시에 외벽, 외기온도의 영향을 받아 동결 우려가 있는 곳을 피하여 설치하여야 하겠으며 PIPE SHAFT내의 배관은 충분한 피복조치를 강구하여야 한다.

옥외소화전의 경우 배관의 대부분은 매설이 되어 있어 동결심도와 관련 충분한 매설깊이로 배관을 보호토록 하며 소화전 연결을 위한 지상 배관은 피복조치나 기타 적절한 동파방지설비를 하여야 한다.

배관내 물을 완전 배수하여 동파에 대한 조치를 강구한 경우는 화재시 소화시간 지연등을 고려하여 관계자나 행정관서간 충분한 협의를 하여야 하며 이 경우라도 가압송수장치인 펌프의 물울림장치에는 항시 물이 채워져야 한다.

예) NFPA CODE, 日本:스프링클러설비중 건식의 경우, 감지후 1분 이내 헤드말단에서 방수하도록 규정.

제안) 옥내·외 소화전설비의 소화전함에 설치된

가압송수장치 기동용 스위치나 별도의 밸브개방스위치, 감지기의 동작(옥내소화전 설비 경우)등과 연동하여 스프링클러설비의 준비작동식 밸브와 유사한 밸브를 사용하여 2차측 배관에 송수할수 있는 밸브를 채택하는 방법으로 이 경우 2차측 배관에는 가압수가 채워져 있지 않으므로 동파염려가 없으나 화재시 방수시간의 지연에 관해서는 초기소화설비인 관계로 행정당국 또는 전문방재연구기관, 관계자의 충분한 검토가 있어야 할 것으로 사료됨.

다. 스프링클러 설비

동파가 예상되는 부분의 설비는 준비작동식, 건식의 설비로 설치하여야 하고 습식의 설비중 동결염려가 있는 부분은 배관의 2차측에 부동액사용 기타 적절한 동파방지 대책이 강구되어야 한다.

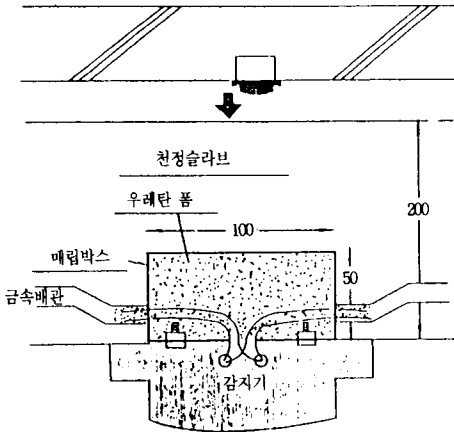
라. 자동화재탐지설비

자동화재탐지설비의 비화재보 대책으로는 감지기의 선택기준, 비화재보대책을 강구한 감지기 및 수신기, 축적식 부가장치 등의 설치를 대책으로 하고 있으나 비화재보의 요인중 외부요인에 의한 한냉지 특유의 결로(結露)현상으로 인한 것이 많다.

야간난방공급 정지로 급격한 실내온도 변화에 의한 결로현상 특히, 철근콘크리트조 건축물에 있어서는 그 영향이 매우 크며 결로가 발생하기 쉬운 장소로는 슬레이트, 철판으로 지붕을 이은 창고, 공장, 밀폐된 지하창고 등으로 건축물의 구조, 용도등을 판단하여 결로현상을 받기 쉬운 장소에 대해서는 방수형 감지기를 사용하거나 감지기 이면을 단열처리하여 결로현상으로 인한 비화재보 방지가 필요하다.

<그림 4.1>은 철근콘크리트조 건축물에서 천정슬라브에 감지기를 설치할 경우, 매립상자를 사용하여

이 상자의 공간부분 및 슬라브에 매립된 금속관과 배선의 틈새에 결로가 발생하여 물방울이 되어 감지기 내부로 침투하여 비화재보를 발생하는 이유로 매립상자의 공간부분 및 금속관과 배선의 틈사이를 단열재(우레탄 폼 등)로 밀폐시켜 결로발생 방지를 한 예이다.



<그림 4.1> 감지기의 결로방지를 위한 설치방법

또한 감지기의 구조도 천정에 접하는 기판으로부터의 누수에 의해 기능에 이상이 생기지 않는 구조이어야 한다.

실제로 시판되고 있는 대부분의 감지기 구조는 전술한 목적으로 감지기 단자부에 누수, 결로 등에 의한 물을 배수키 위한 배수로 및 배수공이 설치되어 있다.

마. 옥외무개(無蓋)수조

방화수조의 경우 수표면이 한번 결빙되면 결빙두께가 점점 두꺼워져 화재시 사용코져하려면 쇄빙작업이 선결되어야 하며 이때 적당한 쇄빙작업기구가 없으면 소화작업에 상당한 지장을 초래하게 되어 결국 인명, 재산의 손실을 가중시키는 무용지물이 되고 만다.

대부분의 우리나라 기후로는 겨울철 옥외 소화용수수조는 결빙상태로 방치되고 있다해도 과언이 아니다.

관계자에게는 자의든 타의든 겨울철 수조의 쇄빙작업이 제일 어려운 문제이고 실제로는 항시 사용가능한 상태로 유지하기가 어려운 실정이다.

본고에서 소개되는 수열(水熱)을 이용한 방화수조의 동결방지장치는 일본 長野縣 順坂市 소방본부와 제조업체가 공동 연구개발한 것으로서 실제 수년간 시험을 거쳐 개발된 것이다.

일반적으로 소방호스 취수단의 외부는 결빙상태가 되어도 내부는 무빙상태로 수조저부의 온도는 지열 등에 의해 7~10°C가 된다. 여기서 이 장치는 수조저부의 수조열에 의한 가열단과 수면부근에 부착된 통상(筒狀)의 단열재와 일체형의 방열부로 구성된 Heat-pipe방식으로 되어 있다.

외기온도가 내려가 취수단의 수온이 내려가면 Heat-pipe가 작동하여 수조저부의 열이 자연적으로 이동하여 수조수면이 동결온도의 빙점이하가 되지 않도록 작용한다.

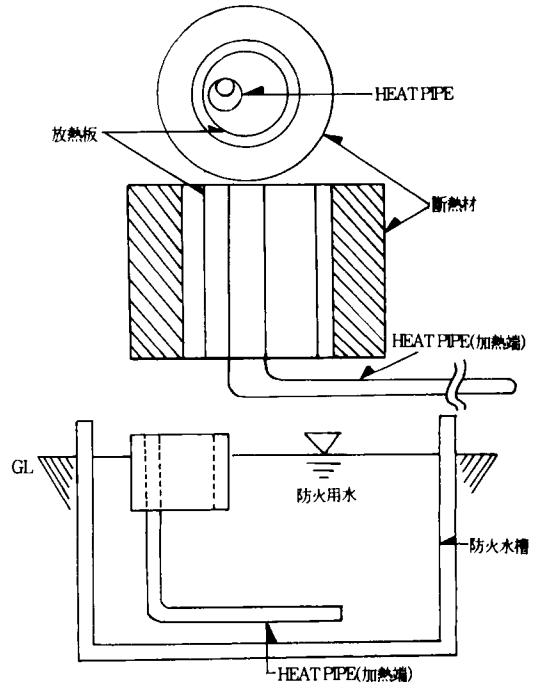
따라서 동결방지장치의 중앙부는 늘 호스의 흡입구가 삽입가능한 상태로 된다.

바. 고가수조(Gravity & Suction Tank)

- Tank 가열 장치

고가수조의 적절한 가열장치는 구조적 설계에 버금가는 중요한 것으로서 입상관에서의 얼음(ICE

<그림 4.2> 凍結防止裝置



PLUG)으로 인해 배관의 막힘은 유사시 용수를 사용할 수 없게 되고 배관등을 파손시키게 된다.

또한 수조의 구조물등에 동결현상으로 수반되는 붕괴, 균열등의 직접적인 원인을 가져오게 된다.

가열장치는 이러한 이유로 항상 사용 가능한 상태(온도와 관련)로 유지하여야 하며, 경제성, 작동방식의 편리함, 설비의 신뢰성 등이 검토되어야 한다.

예로서 설비의 과열작동으로 인한 Tank의 손상등은 구조 및 기능을 상실케 하는 우려가 있는고로 적절한 설계와 함께 유지관리 측면이 중요시 된다.

- 가열용량의 결정

혹한기중 탱크의 어느부분에 있어서도 동파를 방지하려면 일최저평균기온과 탱크, 배관 등에서의 열손실을 보충할 수 있는 가열용량을 가져야 한다.

<표 2.1> 건축기후구 작성자료의 (3) 지극기온 이용

<표 4.1 및 2>는 대기중에 노출된 탱크 및 배관으로 부터의 열손실을 나타낸 표이다.

예) 경기도 이천의 M공장 고가 수조용량 160M³(철제)의 동결방지용 가열장치의 용량은?

해) <표 2.1>에서 지극기온이 -25.7°C(-10°F), 탱크용량은 약 40,000Gallon으로 표 4.2에서 열손실은 시간당 약 296000BTU가 되어 가열장치의 용량은 296000×0.293[W]가 된다.

- 가열방법의 선정

가열방법의 선정은 탱크의 높이, 재질, 구조, 크기, 형상과 대기중에 노출되는 최저온도 등에 의하여 결정을 한다.

[NFPA WATER TANK STANDARD참조]

기본적인 3가지 가열방법은

- 온수의 순환
- 탱크내부에 STEAM COIL 설치

<표 4.1> Heat Loss from Standpipes and Steel Suction Tanks

Thousands of British thermal units lost per hour when the temperature of the coldest water is 42°F(5.6°C). To determine capacity of heater needed, find the minimum mean atmospheric temperature for one day from the Isothermal Map. heat loss below.

Atmospheric Temperature Deg. F	TANK CAPACITIES—Thousands of Gallons							
	100	150	200	300	400	500	750	1,000
35	85	114	135	175	206	238	312	380
30	121	162	193	248	294	340	445	542
25	161	216	257	330	393	453	594	722
20	202	271	323	414	493	568	745	907
15	245	329	391	502	597	689	904	1,099
10	290	389	463	595	707	816	1,071	1,302
5	337	452	539	691	822	949	1,244	1,514
0	388	521	620	796	947	1,093	1,434	1,744
-5	441	592	705	905	1,076	1,241	1,628	1,981
-10	498	669	797	1,023	1,216	1,403	1,841	2,239
-15	557	748	891	1,143	1,360	1,569	2,058	2,503
-20	619	830	989	1,270	1,510	1,742	2,286	2,781
-25	685	920	1,096	1,406	1,673	1,930	2,532	3,080
-30	752	1,010	1,203	1,545	1,837	2,119	2,781	3,383
-35	825	1,108	1,320	1,694	2,015	2,325	3,050	3,710
-40	898	1,206	1,437	1,844	2,193	2,531	3,320	4,039
-50	1,089	1,422	1,694	2,175	2,586	2,984	3,915	4,762
-60	1,229	1,651	1,966	2,524	3,002	3,463	4,544	5,528

For SI Units: BTU/hr=0.293 W; °C=5/9(°F-32); 1,000gal=3.785 m³

< Ⅱ 4.2 > Heat Loss from Elevated Tanks

Thousands of British thermal units lost per hour when the temperature of the coldest water is 42°F (5.6°C). To determine capacity of heater needed, find the minimum mean atmospheric temperature for one day from the Isothermal Map. Heat loss below.

Atmospheric Temperature Deg. F	WOODEN TANKS—Capacities in Thousands of Gallons								
	10	15	20	25	30	40	50	75	100
35	8	10	11	13	14	19	21	28	33
30	11	14	16	19	21	27	31	40	49
25	15	20	21	25	28	36	42	54	65
20	19	25	27	32	35	46	54	69	83
15	24	31	34	39	44	57	66	85	102
10	28	36	40	46	51	68	78	100	121
5	33	43	47	54	60	78	92	117	142
0	38	49	53	62	69	90	106	135	164
-5	43	56	61	71	79	103	120	154	187
-10	49	63	69	80	89	116	136	174	211
-15	54	71	77	89	100	130	153	195	236
-20	61	79	86	99	111	145	169	217	262
-25	68	87	95	110	123	160	188	240	291
-30	74	96	104	121	135	176	206	264	319
-35	81	105	115	133	148	193	226	289	350
-40	88	114	125	144	162	210	246	317	382
-50	104	135	147	170	190	246	290	372	450
-60	122	157	171	197	222	266	307	407	490

Atmospheric Temperature Deg. F	WOODEN TANKS—Capacities in Thousands of Gallons								See Note Below
	30	40	50	75	100	150	200	250	
35	43	51	59	77	92	120	145	168	69
30	62	72	83	110	132	171	207	242	192
25	82	96	111	146	175	228	275	323	340
20	103	120	139	183	220	287	346	405	506
15	125	146	169	222	267	347	419	491	692
10	147	172	200	263	316	411	496	582	893
5	171	200	233	306	367	478	577	676	1,092
0	197	231	268	352	423	551	664	779	1,309
-5	224	262	304	400	480	626	755	884	1,536
-10	253	296	344	452	543	707	853	1,000	1,771
-15	283	331	384	506	607	790	954	1,118	2,020
-20	314	368	427	562	674	878	1,059	1,241	2,291
-25	348	407	473	622	747	972	1,173	1,375	2,568
-30	382	447	519	683	820	1,068	1,288	1,510	2,860
-35	419	490	569	749	900	1,171	1,413	1,656	3,174
-40	456	534	620	816	979	1,275	1,538	1,803	3,494
-50	538	629	731	962	1,154	1,503	1,814	2,126	4,186
-60	624	730	848	1,116	1,340	1,745	2,105	2,467	4,936

Note: For each lineal foot of uninsulated riser 4th in diameter, add the number of Btu's in this column to the total Btu heat loss at the different temperatures for the various tank capacities.

For sl units: 1 Btu/hr = 0.293 W; °C = 5/9(F° - 32); 1,000 gal = 3.785 m³

표 4.3 Sizes of Circulating Pipes Required for Elevated Steel Tanks(inches)*

Minimum One-day Mean Temp Deg.F*	TANK CAPACITY(Galions)*									
	15,000	20,000	25,000	30,000	40,000	50,000	60,000	75,000	100,000	150,000
10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-15	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
-20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
-25	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
-30	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
-35	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
-40	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3

* For SI Units: °C = 5/9(° - 32); 1000gal = 3.785m³. Nominal pipe sizes are not directly convertible into metric sizes. For comparison, one inch equals 25.4mm

● 탱크내부에 STEAM을 직접 방사 등이 있다.

● 온도의 변화가 급격한 장소에서는 방온장치가 되지 않은 전기화재 경보기 수신기를 설치하여서는 안된다.

5. 관련설비의 동결방지기준

가. 소방시설에 관한 규칙

- 제8조 8항(옥내소화전 설비의 배관)

● 배관이 동결되지 않도록 동결방지를 해야 한다.

- 제18조 8항(스프링클러 배관)

● 주차장의 스프링클러설비는 습식외의 방식으로 하여야 한다.

- 제21조 6항(스프링클러 설비의 송수구)

● 송수구의 가까운 부근에 자동배수장치 및 체크밸브를 설치할 것.

- 제43조 2항 3호(포소화 설비의 기동장치)

● 동결우려가 있는 장소의 포소화설비의 자동식 기동장치는 자동화재탐지 설비와 연동으로 할 것.

- 제85조 4항 4호(자동화재탐지설비의 감지기)

● 고온도 및 저온도로서 감지기의 기능이 정지되기 쉽거나 감지기의 유지관리가 어려운 장소에는 감지기를 설치하지 아니한다.

- 제93조 2항 4호(전기화재경보기의 수신기)

- 제7조 1항 1호, 제15조 1항 1호(옥내소화전, 스프링클러설비의 가압송수장치)

● 점검이 편리하고 화재등의 재해로 인한 피해를 받을 우려가 없는 곳에 설치할 것.

나. 소방용기계, 기구 등의 검정기술기준

- KOFEIS 0301 제5조 13항(감지기의 검정기술기준)

● 건물의 천정에 접하는 기관으로부터 새어 들어가는 물에 의하여 기능에 이상이 생기지 아니하여야 한다.

다. NFPA에서의 동결방지 대책

- NFPA 3-10.1.1

● 스프링클러설비 설치장소의 온도가 40°F미만인 장소에는 Dry-pipe Type이나 Pre-action type의 설비를 해야한다.

- NFPA 3-10.1.2

● 스프링클러 설비의 급수관, 입상관 또는 급수주관, 급수분관 등이 동결우려가 있는 지역. 실, 통로 등을 통과하는 경우 보온재, 방호재 등으로 배관을 감아 40°F 이하가 되지 않도록 해야 한다.