

습식스프링클러설비의 동결방지기술 개발에 관한 연구

기술사 지춘근/방재건설팀 과장

1. 들어가는 말

겨울철 기후특성과 주차공간의 특성을 고려하여 동파로 인한 설비의 유지관리에 대해 국가 화재안전기준(NFSC 103, 스프링클러설비의 화재안전기준)에서는 동결위험이 있는 장소로서 주차장은 습식 이외의 건식스프링클러설비 또는 준비작동식스프링클러설비를 설치토록 하고 있다. 설비의 특성상 주차장에서 화재 발생시 건식 또는 준비작동식스프링클러설비의 작동지연 또는 작동불량은 대형 화재피해를 유발할 수 있어 신뢰성이 높은 습식스프링클러설비의 설치 필요성이 증대되고 있다. 그러나 한국의 동절기 평균 온도는 영하이며 주차장은 주로 외기와 접해 있어 동결우려가 있는 주차장에 설치된 습식스프링클러설비의 경우 가압수 동결은 헤드, 배관, 관 부속품, 밸브 등의 동파 및 살수장애를 초래할 수 있어 건식 및 준비작동식스프링클러설비의 작동지연, 습식스프링클러설비의 동결로 인한 설비기능마비를 극복할 수 있는 기술개발이 필요하다.

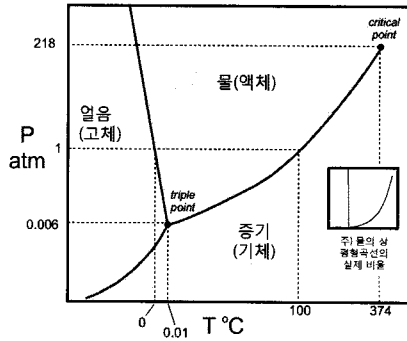
2. 동결방지 매커니즘

2.1 동결원리

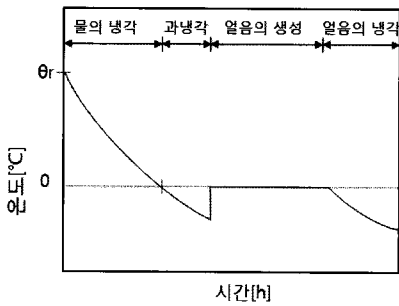
물은 0℃ 또는 그 이하의 온도에서 동결되며 물이 동결되는 온도에 도달하기 위해서는 물이 가진 열을 모두 외부로 이동, 즉 열 교환이 이루어져야 한다. 열은 온도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 이동하는 특성을 가지므로 관내 물의 온도가 7℃ 이고 외기온도가 -4℃ 라면 물이 가진 열은 외기로 이동하게 된다. 한 장소에서 다른 장소로 열이 전달되거나 이동하는 현상은 자연 현상으로 열은 에너지의 한 형태이고 열 이외에도 화학적, 기계적, 전기적 및 핵에너지 등도 다른 형태의 에너지로 변환될 수 있다.

2.2 동결과정

액체상태의 물질이 열손실을 통해 온도가 내려가면 고체상태의 물질로 상변화를 일으킨다. 아래 [그림 2-1]의 상평형곡선에서 일반적으로



[그림 2-1] 물의 상변화



[그림 2-2] 배관 내 물의 온도변화

물은 대기압 하에서 0°C 이하가 되면 결빙되고, 이것을 동결현상이라고 한다

동결과정 즉, 물이 냉각되어 얼음으로 변화는 과정은 [그림 2-2]와 같이 4개의 과정으로

- 물이 0 [°C]에 도달하기까지의 냉각과정
- 물이 0 [°C] 이하가 되는 과냉각과정
- 얼음이 생성하여 동결이 종료되기까지의 얼음 생성과정
- 얼음의 냉각과정으로 나누어진다.

2.3 관내 동결현상

2.3.1 관내 수온의 경시변화

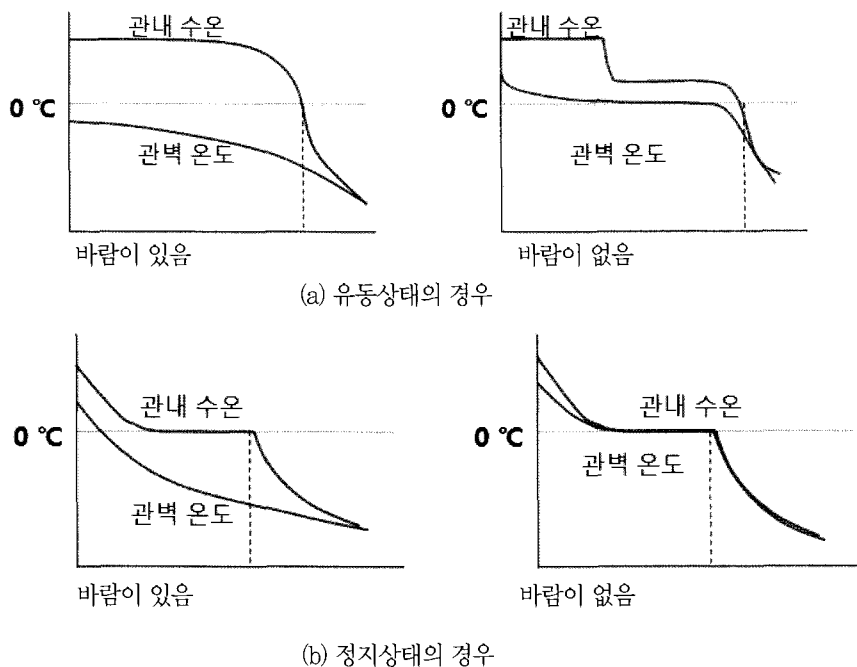
관내의 물이 정지하고 있는 경우와 유동하고 있는 경우, 그리고 바람의 유무에 의한 관내 수온의 경시변화를 정리하면 [그림 2-3]과 같이 나타난다. 바람의 유무에 관계없이 유동상태와 정지상태에 있는 관내 수온의 경시변화의 차이점은 전자의 경우에는 동결과정에서 관내 수온이 항상 영상의 온도를 유지함에 비하여 후자의 경우에는 거의 0 °C를 유지하고 있다는 점이다.

2.3.2 Ice-band 현상

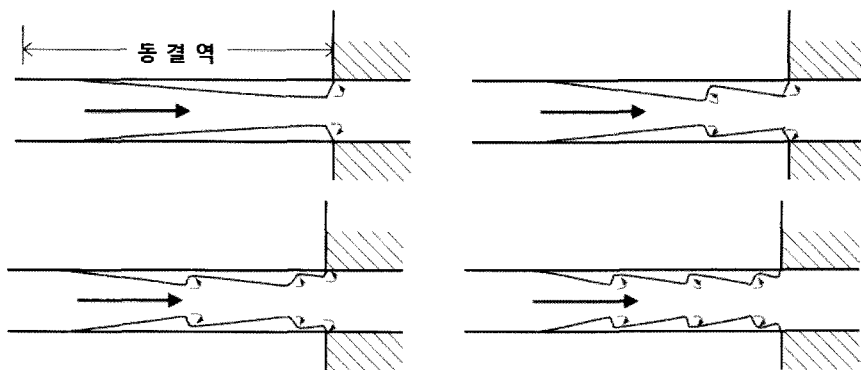
Gilpin은 관내 물의 유동상태와 온도조건에 의하여 관의 길이 방향에 따른 유로의 축소와 확대를 동반하는 이른바 ice-band 구조가 복잡한 동결계면 현상을 나타낸다고 발표하였다. 이러한 기복이 많은 동결계면현상은 계면의 물 층의 열 수송과 얼음층 층의 전도에 의한 열 수송의 미묘한 열평형의 개념으로부터 설명될 수 있는 것으로 열전달학상 매우 흥미있는 문제이기도 하다. Ice-band 현상의 발생 과정은 [그림 2-4]와 같이 설명된다.

2.4 물의 상변화

액체상태인 물이 열을 흡수함으로써 온도가 높아지면 분자가 가진 에너지에 비해 상대적으로 수소결합에 의한 힘이 적어지므로 물분자는 활발하게 움직일 수 있다. 그러나 물의 온도가 내려감에 따라 물분자가 가진 에너지는 작아지면서, 상대적으로 수소 결합력은 커지게 된다. 영하의 온도에 이르면 수소결합이 상대적으로 매우 강해지며 104.5°의 결합각을 가진 물은 일



[그림 2-3] 유동상태에서의 수온변화의 형태



[그림 2-4] Ice-band 현상

정한 육각구조(그물코구조)의 결정을 이루게 된다. 물이 상변화에 따른 육각 모양의 구조를 형성하므로 물은 액체상태일 때보다 빈 공간이 더 많은 결정 구조가 형성되며, 그에 따라 부피가

커지고 밀도는 낮아진다. 순수한 물이 얼음으로 변할 때 약 9%의 부피팽창이 발생한다. 물이 얼음으로 상변화시 발생하는 이러한 물리적인 현상은 영하의 온도에 노출된 습식설비에 영향을

미치므로 이에 대한 분석 및 대책이 필요하다.

래할 수 있다.

3. 동결로 인한 습식스프링클러설비의 문제점

4. 국내·외 동결방지기준

3.1 배관 및 관 부속품 등의 파손

4.1 한국의 스프링클러설비 동결방지기준

물 0℃ 이하의 환경으로 동결의 우려가 있는 지하주차장에서 습식스프링클러설비를 설치할 경우 배관 내 물의 동결은 배관계통의 장애뿐만 아니라 물의 흐름을 차단하여 설비기능을 마비시킨다. 얼음은 물보다 체적이 크기 때문에 더 큰 공간을 필요로 하므로 배관처럼 제한된 공간에서 물이 얼게 되면 내압을 발생시켜 관은 물론 배관계통을 구성하고 있는 관 이음쇠, 밸브 등을 파괴시키는 동파(凍破)가 발생된다. 관이나 밸브의 파단으로 인한 피해는 복구를 위한 인건비뿐만 아니라 시설을 사용할 수 없는 기간 동안의 불편, 특히 공장의 경우에는 영향을 받은 구간에서의 생산차질로 인한 소득의 감소 등 여러 가지로 막대한 경제적 손실이 뒤따른다.

스프링클러설비의 화재안전기준에서는 수조, 가압송수장치, 배관 등은 동결방지조치를 하거나 동결의 우려가 없는 장소에 설치하도록 규정하고 있다. 또한, 주차장은 동결방지장치 등을 할 경우에만 습식스프링클러설비를 설치할 수 있도록 명시되어 있다. 대한주택공사 기준에서의 주차장은 배관의 동파 등을 고려하여 습식 이외의 방식으로 설치하고, 지하 주차장을 통과하는 소화수배관은 동파가 되지 않도록 보온재 및 동파방지열선으로 보온조치를 할 것을 요구하였다. 동파방지열선 시공은 지하 주차장용 스프링클러설비의 인입배관과 1차측 밸브를 포함하여 시공을 하되, 지하2층 이하 층은 동파방지열선 시공을 하지 않을 수 있도록 규정하고 있다. 기계설비공사 시방서에서 주차장을 통과하는 1차측 소화수 배관은 동파방지열선 시공을 하도록 규정하고 있다.

3.2 배관 및 밸브의 차단의 원인

4.2 미국의 스프링클러설비 동결방지기준

동결방지조치가 되지 않은 습식스프링클러설비를 주차장에 설치할 경우, 동절기에 알람밸브 2차측 배관은 동결의 우려로 배관에 물을 채우지 않거나 급수배관에 설치된 차단밸브를 차단한 상태로 관리하게 된다. 이것은 화재 시 심각한 살수지연으로 막대한 인명 및 재산피해를 초

미국방화협회(NFPA; National Fire Protection Association)의 자동식스프링클러설비 핸드북을 기준으로 동결방지기준을 검토하였다. 설비의 일부가 동결우려가 있거나 온도 4℃이상

으로 유지하기 어려울 때는 건식 또는 준비작동식설비를 설치하도록 규정하였다. 다만, 단열피복재, 열선, 순환식 온수배관, 부동액을 함유한 동결방지설비 등을 설비에 설치할 경우 급수관, 입상관 등의 소화배관은 동결우려로부터 방호될 수 있다고 규정하였다. 동결방지스프링클러설비(Antifreeze Sprinkler System)는 부동액을 함유하고 있는 배관설비에 부착되어 있고 급수설비에 연결되어 있는 폐쇄형스프링클러헤드를 이용하는 습식스프링클러설비로 화재로 인한 열에 의해 스프링클러헤드가 개방되는 즉시 부동액이 방출되고, 이어서 물이 방수되는 구조이다. 동결방지스프링클러설비는 대개 습식설비를 보조하는 것으로 고려되며, 습식설비 제어밸브의 2차 측에 설치된다. 동결방지스프링클러설비는 습식설비의 일부분으로 간주되며, 전체적으로 이 두가지의 설비는 방호면적 제한사항 및 수리계산과 같이 습식설비에 적용되는 모든 규정을 반드시 만족해야 한다.

4.3 영국의 스프링클러설비 동결방지기준

BS EN 12845 : 2004 고정식 소방설비. 자동식 스프링클러설비. 설계, 시공 그리고 유지관리에서 저장탱크, 배관은 동결방지조치를 하거나 4℃ 이상에서 유지되도록 하고, 설비에서 동결의 우려가 있는 부분은 부동액, 전열선 등으로 보호조치가 필요하다고 규정하였다. 부동액을 적용된 배관이 설치된 곳의 스프링클러헤드 수는 20개를 초과하지 않아야 하며, 하나의 제어밸브에 의해서 2개 이상의 동결방지구역이 제어

되는 곳에서는 동결방지구역에 스프링클러헤드 총 수는 100개를 넘지 않아야 한다. 부동액은 그 지역의 예상되는 최저온도이하의 어는점을 가지고 있어야 하며, 용액의 비중은 적절한 비중계를 사용하여 측정되어야 한다. 부동액에 관련된 설비에는 물의 오염을 방지할 수 있는 역류방지설비를 설치하도록 규정하였다.

5. 동결방지방법

5.1 난방법

난방법은 건축환경에 대한 대책으로 실내온도를 일정온도 이상으로 유지하는 것이다. 난방법은 습식배관이 설치되어 있는 건물 내를 히터 등으로 난방을 하여 실내온도를 0℃ 이상으로 유지하는 것으로 주차장, 비거실 부분, 기계실 등의 수평배관이 많은 샤프트 실을 난방 하여야 하거나 사람이 거주하지 않는 지역에 동파만을 위해서 난방을 하는 것은 비경제적이라고 사료된다.

5.2 단열법

단열법은 보온은 물이 가지고 있는 열에너지를 빼앗기지 않도록 방한피복을 하는 방법으로 보온의 두께는 방열, 경제성 등을 고려하여 시공을 한다. 그러나 실제의 경우 동결방지에 필요한 완전한 두께가 되지 못하는 경우가 대부분이다.

5.3 가열법

가열하여 물의 온도를 동결온도 이상으로 유지시키는 방법으로 배관외부에 발열체(선상 또는 면상)로 감싸서 보온을 하는 방법 및 배관의 열전도를 이용해서 국부적인 배관의 가열(배관 길이가 짧은 경우나 배관구경이 적은 경우, 예 : 상수도관의 보온 등)하는 방법이 있다. 가열법은 충수된 급수배관, 설비 입상관 등에 설치할 수 있으나 스프링클러설비의 가지배관에는 스프링클러헤드의 오작동을 유발할 수 있으므로 주의가 필요하다.

5.4 건식배관법

습식설비의 동결을 막기 위해 물빼기 또는 물을 유동시키는 방법이 고려되어질 수 있다. 건식 배관법은 배관에서 동파를 유발하는 물은 빼어 건식시스템으로 유지하는 방법이다. 그러나 이 경우 화재 시 설비의 작동지연을 일으킬 수 있다.

5.5 유동법

흐르는 물은 동결되지 않는다는 점에서 착안하여 물이 정체되어 있지 않고 상시 흐르도록 하는 방안으로 급수관의 경우 최말단 급수관을 물탱크로 돌려 배관 내의 물을 유동하여 순환시키는 방법이다. 물의 유동에 의한 방법은 물의 열용량이 충분히 크거나 순환펌프운전에 의해 계속 흘러보내고 있는 경우를 제외하고 한랭한 기후조건에서 효과가 미흡하다.

5.6 매설법

옥외소화전설비나 공장 등에서와 같이 배관의 길이가 길어지는 경우는 부득이 배관을 매설하는 경우 지하매설배관의 매설깊이는 동결심도 이하로 하고 차량, 기타의 하중에 의하여 손상을 받지 않도록 주의하여 시공해야 한다. 매설법은 배관을 동결온도 이하로 매설하여 배관 등이 동파되지 않도록 하는 것으로 옥외설비에서 주로 적용된다. 본 연구과제의 주차장에 습식스프링클러설비를 적용할 경우에는 스프링클러헤드, 가지배관, 교차배관 등이 옥내에 설치되어 있으므로 매설법은 동결방지 기법이 될 수는 없다.

5.7 냉풍차단법

일반적으로 풍속이 1m/s 상승하면, 온도는 1℃정도 하강하므로 바람이 불면 기온이 내려가 동결이 발생하게 되는 요인이 된다. 한랭지에는 냉풍의 침입을 차단하는 부속실 등의 설치가 요구되지만 냉풍 차단만으로는 효과가 적어 다른 동결방지 대책과 혼합하여 사용한다.

5.8 부동액 사용법

외기온도를 고려하여 부동액을 가압수에 섞어서 최저온도 미만의 어는점으로 낮추어 동결을 방지한다. NFPA 13(스프링클러설비의 기준)에 의하면 비난방지역(화물창고, 전시설 등)에 설치되는 스프링클러설비는 아래와 같은 습식배관에 부동액을 주입하여 사용하도록 권장하고 있다.

- 부동액주입 스프링클러설비는 20개 이하의 헤드가 설치된 습식설비에 권장되고 있다.

- 부동액 주입 스프링클러설비에 역류방지장치 및 익스팬션 체임버 설치되어야 한다.
- 2002년 이전에는 부동액의 양을 40gal(약 152ℓ)이하로 권장하였으나 현재는 삭제되었다.
- 부동액은 물보다 무거우므로 채워진 부동액은 주입한 후 밑으로 내려가게 된다. 따라서 최소한 5ft(1.5m)의 낙차가 필요하다.
- 부동액은 부동액의 성능을 지속적으로 유지시켜 주기위해 연 1회 정도의 검사가 필요하다.

습식스프링클러설비에 적용할 경우 난방법은 비용문제, 단열법은 보온두께의 한계성, 건식배관법은 설비의 작동지연 문제 등이 발생하여 최적의 동결방지장치가 될 수 없을 것으로 평가된다. 아래 <표 6-1>은 동결방지기법의 종류와 특징, 그리고 주차장에 적용 시 예상되는 문제점을 정리하였으며, 본 연구과제에서는 최적의 동결방지장치로서 물에 부동액을 섞어서 어는점을 낮추는 부동액 사용법과 정온전선 설치로 인한 가열법을 선정하였다. 물론, 부동액을 사용할 경우 배관부식, 환경적인 문제, 인체 영향성 등은 추후에 기술적인 검토가 필요한 것으로 사료된다.

6. 동결방지장치기술 개발

6.1 동결방지기법의 선정

동결방지기법은 난방법, 단열법, 가열법, 건식배관법, 유동법, 부동액 사용법 등이 있으나

6.2 부동액을 이용한 동결방지

6.2.1 부동액 실험

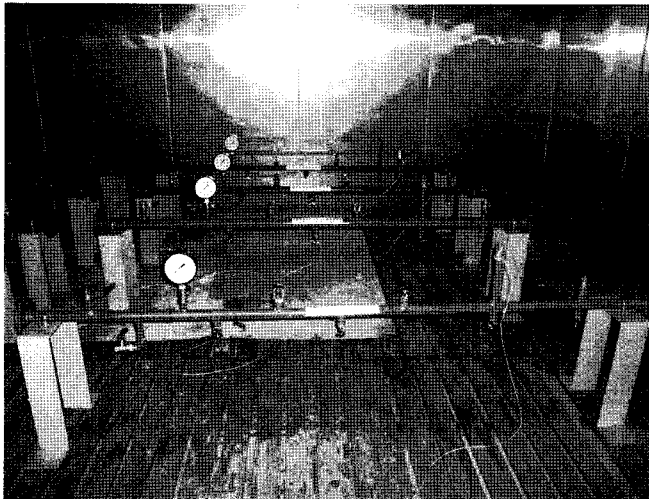
습식스프링클러설비의 가지배관에 부동액과

<표 6-1> 동결방지기법의 종류 및 특징

종류	특징	주차장에 적용시 문제점	선택 여부
난방법	진물 내를 난방, 0 [°C] 이상 유지	비용문제 발생, 비경제적	×
단열법	방한피복을 하여 열손실 방지	동결방지에 필요한 보온두께 한계	×
가열법	동파방지열선으로 물의 온도를 동결온도 이상 유지	가지배관의 스프링클러헤드는 오작동 가능성 있으나 교차배관 등은 가능	○
건식배관법	배관의 물빼기로 건식배관 유지	설비의 작동지연 발생	×
유동법	배관 내의 물을 유동하여 순환시키는 방법	비용문제 발생(순환펌프 등)	×
매설법	배관을 동결온도 이하로 매설	옥외설비에 적용되는 것으로 실내 주차장에 적용 곤란	×
냉풍차단법	풍속 1 [m/s]당 온도는 1 [°C] 하강	냉풍차단 효과 미비하여 다른 동결방지대책과 겸용하여 사용	×
부동액사용법	물과 부동액을 혼합하여 물의 동결점을 낮춤	친환경 및 부식방지용 부동액 사용가능	○

〈표 6-2〉 혼합액의 동결온도

부동액 종류	에틸렌글리콜			프로필렌글리콜			글리세린		
	25%	35%	45%	30%	40%	50%	35%	50%	60%
동결온도[°C]	-12.5	-20.5	-31	-11.5	-21.8	-33.2	-12.5	-25.1	-33.5



[그림 6-1] 부동액 동결방지실험용 실물 시험체

물을 일정한 비율을 혼합하여 주입하고 조사·연구 및 측정된 최저온도에서 동결여부를 확인하기 위해 [그림 6-1]와 같은 시험체를 제작하였다.

부동액의 주성분인 글리세린, 에틸렌글리콜 및 프로필렌글리콜은 물을 혼합하여 시험체에 주입한 후 항온실에 설치한다. 항온실 내의 온도는 0°C에서 시작하여 -35°C까지 강하시킨다. 이때 열전대를 통하여 1분 단위로 온도를 기록한다. 부동액과 물이 혼합된 수용액이 동결되는 온도는 배수밸브를 개방하여 확인하고 동결 시 동결온도를 결과양식에 기록한다.

실험결과 물과 부동액이 혼합된 혼합액의 동

결온도는 〈표 6-2〉와 같이 나타났으며, 부동액의 혼합비가 높을수록 동결온도가 낮아짐을 알 수가 있었다.

6.3 정온전선을 이용한 동결방지

6.2.1 정온전선의 실험

습식스프링클러설비의 가지배관에 물을 주입하고 배관에 정온전선 및 보온재를 씌운 상태로 시험체를 제작하여 항온실에 비치한다. 각 시험체의 열전대 투입구에 열전대 1 및 열전대 2를 삽입하고, 항온실에 열전대 3을 설치한다. 이 열전대는 자동온도측정 기록장치를 통해 온도를

자동으로 기록한다. 그리고 항온실 내의 온도는 0℃에서 -30℃까지 강하시킨다. 이때 열전대 1~3을 통하여 측정된 온도를 1분 단위로 기록한다. 동결여부는 열전대를 통한 온도, 그리고 배수밸브를 개방하여 확인하고 동결 시 동결온도를 결과양식에 기록한다.

실험결과 최저온도에서의 배관 내 물의 온도는 9℃ 및 7.4℃를 유지하여 물은 동결되지 않았으며, 최저온도에서 물의 온도는 일정하게 온도를 유지함을 알 수 있었다.

6.4 동파방지시스템 복합형 신기술 개발

부동액이나 정온전선 등의 기존의 동결방지공법의 경우 경제적 측면이나, 기술적 측면(특히 환경관련부분)에서의 도달한계가 존재하기 때

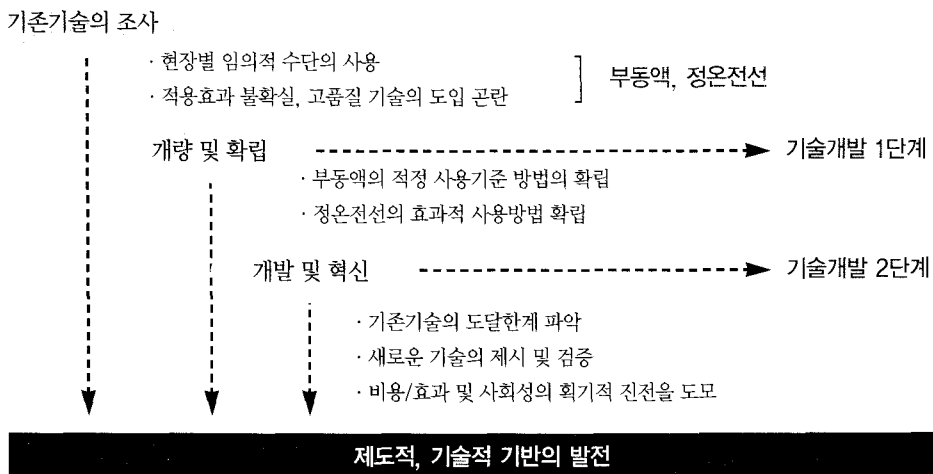
문에 이를 해결하고 효과적인 습식스프링클러설비의 동결방지기술을 확보하기 위해서는 복합형 신기술의 개발의 필요성이 대두되었으며, [그림 6-2]에서 제시된 기술개발 Process 중 개발 및 혁신(기술개발 2단계) 단계의 일환으로써 동파방지시스템 복합형 신기술 개발 연구가 진행되었다.

6.4.1 동파방지시스템 개발 프로세스

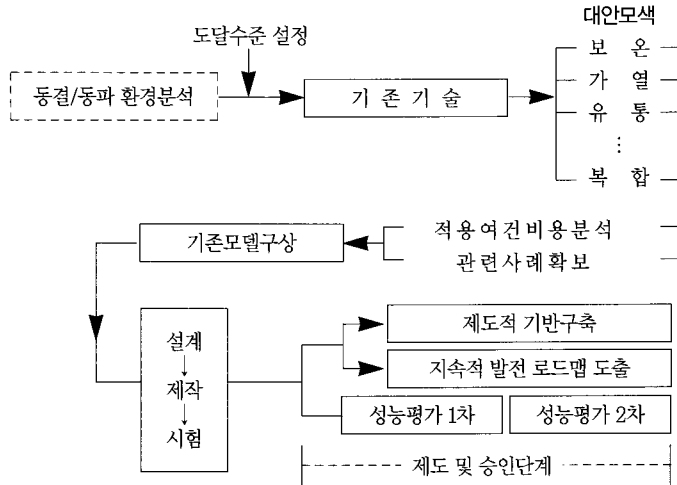
동결방지시스템의 도달 수준은 △헤드 등의 주철제품의 동파우려를 해결할 것, △환경 부담이 없는 구조(‘그린(GREEN)’ 이슈)일 것, △동결환경에 따른 선택적 적용이 가능할 것, △저비용/고신뢰성을 확보하는 것이다.

6.4.2 시스템 개발방향과 개념도

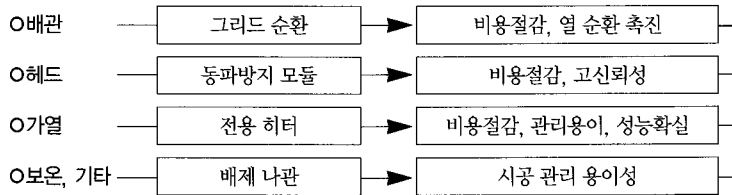
1. 순환식 배관



[그림 6-2] 동파방지시스템 복합형 신기술 개발 연구의 진행단계



[그림 6-3] 동파방지시스템 개발 프로세스



[그림 6-4] 동파방지시스템의 도달 수준

〈표 6-3〉 온도에 따른 물의 특성값

T	rho	mu	C _p	k
0.01℃	999.8kg/m ³	1.792 × 10 ⁻³ kg/ms	4217J/kg℃	0.561kW/m℃
5℃	999.9kg/m ³	1.519 × 10 ⁻³ kg/ms	4205J/kg℃	0.571kW/m℃
20℃	998.0kg/m ³	1.002 × 10 ⁻³ kg/ms	4182J/kg℃	0.598kW/m℃

[그림 6-5]는 순환식 배관방식을 나타낸 그림이고, 순환식 배관은 배관내 대류를 촉진시켜 배관 용수의 열용량이 충분히 발휘하도록 하여 부분적인 동결현상을 방지한다. 부분 가열의 효과

가 전체 배관으로 확산되도록 하기 위한 강제대류의 개념 및 확산효과의 증대를 위해 배관 내 순환수의 흐름은 난류를 형성할 수 있도록 최소 속도를 설정한다. [표 6-3]은 온도별 난류 발생

속도 산정방법이다.

$$Re = \frac{\rho v_m D}{\mu} \quad (Re < 2300 : \text{층류}, Re > 4000 : \text{난류})$$

관경 D=0.025m (Φ25A) 기준 난류가 발생하는 유속의 범위는 다음과 같다.

$$T=5^\circ\text{C일때}, \frac{999.9 \times V_m \times 0.025}{1.519 \times 10^{-3}} = 4000$$

V_m=0.2416m/s 이상인 경우 난류 발생

$$T=20^\circ\text{C일때}, \frac{998.0 \times V_m \times 0.025}{1.002 \times 10^{-3}} = 4000$$

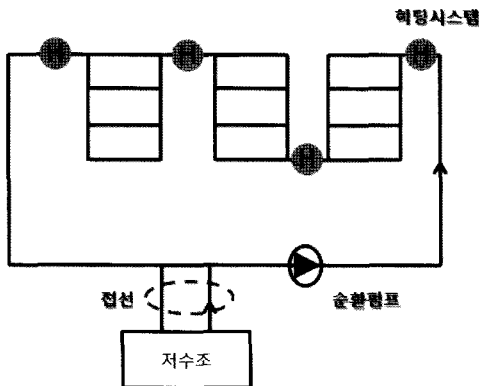
V_m=0.1606m/s 이상인 경우 난류 발생

$$T=0.01^\circ\text{C일때}, \frac{999.8 \times V_m \times 0.025}{1.792 \times 10^{-3}} = 4000$$

V_m=0.2860m/s 이상인 경우 난류 발생

관내부 순환수의 속도를 V=0.3m/sec로 산정 시 전 온도구간에서 난류가 발생된다.

(관경 증가에 따라 레이놀즈수는 증가하므로, 대구경 배관의 경우에도 난류가 발생됨)



[그림 6-5] 순환식 배관

2. 스프링클러 헤드 모듈

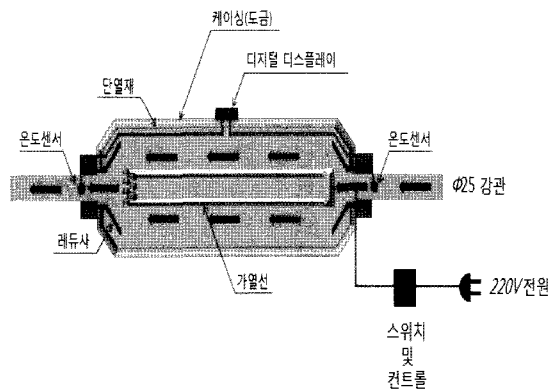
- 정지수에 대한 동결우려에 대처 및 환경적 우려해소(역류상태방지 압력식 더블체크 밸브)
- 위치선정의 용통성이 확보되는 구조(플렉서블 배관 사용 용이)
- 저비용 다수 구조의 모듈화

3. 가열장치

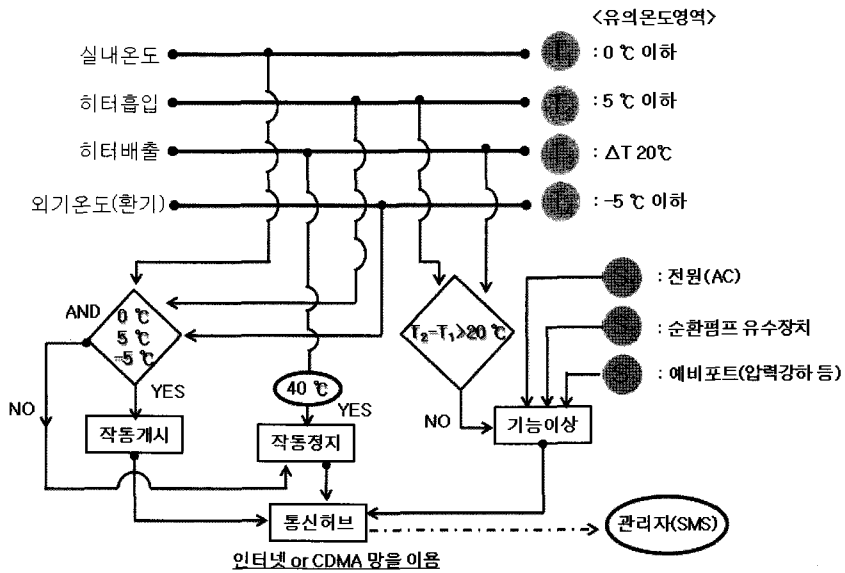
- 집중화의 시스템(관리개소 및 대상을 단순화)
- 배관 내 열전달이 용이한 직접 가열방식과 설치용이성을 고려한 간접가열방식(외장설치형)으로 구분하고 순환속도에 따라 열량 수지를 계산하여 적용가능토록 길이 방향의 확장 용통성을 부여(그림 6-6 참조)

4. 제어시스템

동결우려 상황의 정확한 예측이 가능하고 관리자와의 커뮤니케이션 기능 부가(그림 6-7 참조) 기존의 습식 배관처럼 정적인 물을 동적인 물이 될 수 있도록 물을 순환시키는 순환펌프를



[그림 6-6] 가열장치 단면도



[그림 6-7] 에너지최소화를 위한 제어회로 모형

설치하고, 배관 내에 동결우려가 있는 구역을 선별하여 물이 흐르면서 생기는 열손실로 인해 동결되는 것을 방지하도록 물의 온도를 높여주는 Heating Exchanger(가열기)를 설치하므로 근본적인 동결현상을 방지한다. 내부 순환수의 온도 및 외부 기온에 따른 배관열손실량을 계산하여 Heating Exchanger의 규격 및 간격 설계에 반영하여 전체 배관의 동결현상을 방지한다.

6.4.3 경제성분석

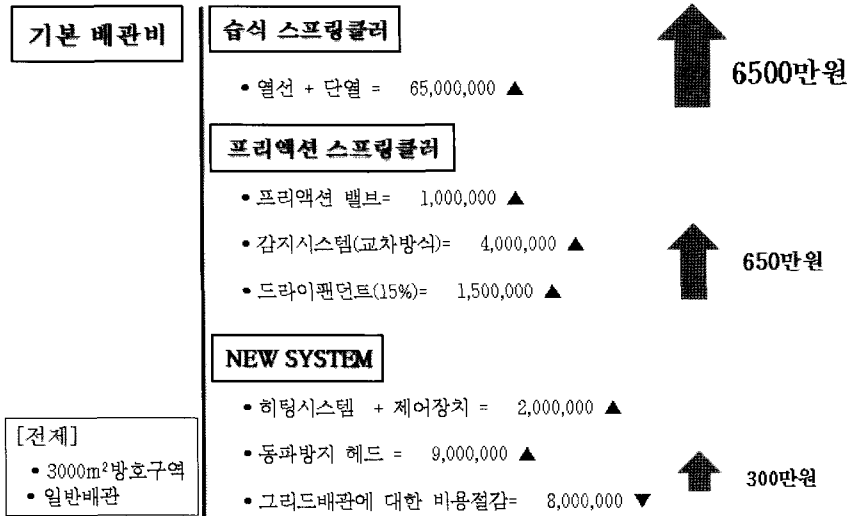
각각의 스프링클러 설비의 동결방지를 위한 추가비용을 비교해보면 [그림 6-8]과 같다.

열선과 보온재 시공으로 인하여 기존의 습식 스프링클러설비는 프리액션타입보다 10배의 추가비용이 발생하는 상황으로 작동의 신뢰성이

높음에도 불구하고, 시장에서 외면을 받는 경우가 발생할 수 있다. 하지만 본 연구에서 제시하는 NEW SYSTEM의 경우 추가비용이 거의 없는 상태로 습식의 장점을 누릴 수 있다는 점에서 매우 탁월한 경제성을 확보하고 있다고 판단된다. 또한 설치단계에서의 경제적 효용과 더불어 위의 설치비용에 포함되지 않는 사용단계에서의 유지관리비용 발생의 측면에서도 기존의 습식 또는 프리액션방식에 비해 NEW SYSTEM 적용시 획기적인 비용절감이 가능할 것으로 판단된다.

7. 결론

본 동파방지시스템은 동파방지헤드 모듈, 그



[그림 6-8] 스프링클러 설비의 동결방지를 위한 추가비용 비교도

리드(GRID)형 순환배관시스템, 배관 히팅 시스템으로 구성하였다. 동파방지헤드모듈은 헤드부분의 동파를 방지할 수 있고 배관 히팅 시스템은 가열전선의 내구성, 열성능, 안전성의 문제점과 부동액 혼입에 따른 문제점을 극복할 수 있는 대안으로 활용할 수 있다. 또한, 그리드형 '순환배관'은 순환만으로도 동파를 방지하는 효과가 기대되는 저비용, 고효용의 시스템이다. 작동성능을 검증하기 위해 한국화재보험협회부설 방재시험연구원에서 실제 동파방지실험을 실험한 결과, 영하 25.3℃ 까지 기온이 강하할 때 스프링클러 배관망의 히터 출구온도는 14.1℃로 유지되어 동파가 되지 않음을 증명할 수 있었다. 따라서 히팅시스템, 그리드 순환식 배관 및 동파방지헤드 모듈을 복합적으로 적용한 동파방지시스템은 혹한기의 동결위험 방지성능을 기대할 수

있을 것으로 사료된다.

(습식스프링클러설비의 동결방지기술 개발은 2009년 소방방재청에서 시행한 소방연구 결과로서 방재시험연구원과 한국소방기술사회가 공동으로 수행한 과제임을 알려드립니다.)

