

# 2

## 간이스프링클러설비 점검방법에 관한 연구

연구총괄 : 서 순 탁  
연구자 : 박 정 경  
이 성 희  
진 창 은

서울특별시소방학교  
소방과학연구실

## Contents

### 목 차

1. 연구배경 및 목적 / 51
  - 1-1 연구배경 / 51
  - 1-2 연구목적 / 52
  - 1-3 연구 방법 / 53
2. 간이스프링클러 설비의 이론적 기초 / 53
  - 2-1 간이스프링클러설비 설치기준 / 54
  - 2-2 간이헤드의 종류 및 식별방법 / 57
  - 2-3 간이스프링클러 패키지 / 63
3. 간이스프링클러 배관 점검 실험 / 66
  - 3-1 점검방법의 문제점 / 66
  - 3-2 말단헤드배관의 점검 실험 / 67
  - 3-3 송수구 점검 실험 / 74
4. 결 론 / 77
5. 참고문헌 / 78

# 간이스프링클러설비 점검방법에 관한 연구

소방과학연구실

## 1. 연구배경 및 목적

### 1-1 연구배경

스프링클러설비는 개발된지 100여년이 지난 현재까지도 가장 많이 설치되고 있는 자동 소화설비이다. 이러한 이유는 다른 종류의 자동소화설비보다 설치비용이 저렴하고 유리관이 용이하며, 가장 값싸고 쉽게 구할수 있으며 소화효과가 확실한 소화약재인 물을 사용하기 때문이다. 스프링클러가 갖고 있는 화재의 제어 능력은 탁월하기 때문에 화재로 인한 재산의 보호와 인명피해 감소에 커다란 기능을 담당하고 있다.

1990년대 이후 국내에서는 다중이용업소 화재가 빈발하였고 많은 인명피해를 가져왔다. 다중이용업소는 좁은 공간에서 많은 사람들이 밀집하여 있기 때문에 화재시 인명피해 우려가 항상 상존하고 있었기 때문에 이를 효과적으로 제어할 수 있는 소방시설이 필요하였다. 이에 대한 결과로 90년대 후반에는 물을 이용한 간이스프링클러 설비가 등장하게 되었다.

간이스프링클러 설비는 NFC 13D(주거용 스프링클러)와 유사한 기준을 가지고 있으며 주택 및 다중이용업소와 같은 좁은 공간에서의 화재진화 보다는 인명피해를 방지에 주 기능을 하는 소방시설이다.

이러한 중요한 소방시설이 부도덕한 소방공사업자의 부실시공으로 전혀 기능을 하지 못하는 사고가 2004년에 발생하였다.

2004년 8월 7일 MBC TV 9시 뉴스데스크에서는 먹통 스프링클러라는 제목으로 다중이용업소에 설치되는 간이스프링클러 설비의 부실시공에 대하여 고발성 보도가 있었다. 이 보도의 주요사항은 “서초구 방배동의 한 PC방 스프링클러헤드가 촘촘히 달려 있으나 물이 나오지 않음, 양천구 신정동의 지하노래방 스프링클러 배관이 용접으로 때워 막혀져 있으며, 연결송수구가 내부 스프링클러설비와 연결되어 있지 않았음”을 내용으로 부실공사된 다중업소 현장의 자료화면을 방송하였으며 이 보도에 대한 현장확인을 실시한 결과 사

실로 판명되어 소방관서에 커다란 충격을 주었다. 왜냐하면 화재시 많은 인명피해를 발생시켜 왔던 다중이용업소에서 국민의 생명과 재산을 보호하는 중요한 소방시설이 한 개인의 부도덕한 고의적인 부실시공으로 인하여 전혀 기능을 하지 못하고 형식적으로만 설치되었기 때문이었다.

보도 직후 소방관서에서는 다중이용업소에 대한 특별검사를 실시하였고, 뉴스에서 보도된 업소를 시공한 공사업체가 공사한 간이스프링클러설비 설치대상에 대하여 정밀소방검사를 실시한바 유사한 부실공사가 다른 여러 다중이용업소에도 자행되었음을 알수 있었다.

이와같은 부실공사가 소방공무원 완공검사 및 소방점검시 적발되지 않은 이유는 다중이용업소 경우 완비 신고이후 중간확인 없이 완공시 현장확인 검사를 하기 때문에 내부 인테리어 마감등으로 인한 수손피해 우려되어 간이스프링클러 헤드의 방수시험을 통한 작동기능 검사가 현실적으로 곤란한 실정이다. 따라서 각 방호구역마다 설치된 말단시험밸브를 활용한 펌프의 작동여부 및 방수압 등을 확인하여 완공처리하고 있는 것을 공사업자가 악용하였기 때문이다.

## 1-2 연구목적

다중이용업소에 설치되는 간이스프링클러 설비는 소방공사업자의 시공신고 없이 영업주가 신고하여 완공검사 또한 영업주가 신청하는 것으로써 소방공사업자가 적정하게 시공하는지 여부를 소방공무원의 감독이 약할 수 밖에는 없다. 다만 완공시에 검사를 할 수 있지만 다중이용업소 특성상 고가의 인테리어가 설치되어 있어 완공검사가 용이하지는 않다. 인테리어 마감 후 반자내 배관의 구경 및 접속 상태와 헤드의 작동상태를 확인하기가 실제로 어려운 실정이다. 결국 외부에 노출된 헤드의 적정설치 상태 및 말단시험밸브에서의 작동검사 등으로 완공검사를 할 수 밖에 없다. 화재시 열 반응에 의해 소화수가 뿌려지는 가장 중요한 헤드에 대한 기능 여부의 확인은 수손피해나 교체비용, 작업의 번거로움 등으로 실시할 수 없다.

또한 소방관련법 분법제정 이전의 기존 다중이용업소는 2006년 5월 29일까지 현행법에 적합한 소방방화시설을 설치하도록 소급적용<sup>1)</sup>하도록 하고 있다. 따라서 기존의 많은 다중이용업소가 간이스프링클러설비를 추가로 설치해야만 하고 영업주는 공사로 인한 시설투

---

1) 소방시설설치유지및안전관리에관한법률시행령 부칙제2조규정

자 비용 뿐만 아니라 공사기간소요로 인한 영업손실까지 감수해야 하는 경제적 손실을 감당해야만 하기 때문에 현재까지도 소극적으로 움직이고 있다. 그러나 2006년 5월 29일 소급적용 완료시점에 임박하여서는 많은 업소들이 한꺼번에 공사진행이 예상되어 부실시공의 개연성 상당히 존재한다. 또한 평상시 내부구조 변경으로 인한 헤드 증설시 공사의 곤란함으로 인하여 적당히 공사(부실공사)하는 관행이 남아 있는 실정이다.

따라서 소방관서에서는 이러한 부실공사의 개연성을 차단하기 위해서는 기존 말단시험밸브에서만 가능했던 배관의 점검방법외 가지배관 또는 말단 헤드배관에서 소화수의 존재 여부를 확인 할 수 있는 새로운 점검방법이 필요하게 되었다.

### 1-3 연구 방법

본 연구는 다중이용업소내 설치되는 간이스프링클러 설비에 대한 소화배관 점검에 관한 연구로 헤드를 살수 작동시키지 않고도 배관내 물(소화수)의 존재여부와 송수구의 주 배관 연결여부를 확인하는 방법에 대한 연구로써 아래와 같은 방법으로 진행하였다.

배관내 물의 존재여부는 비파괴검사 방법중 초음파탐상장비를 이용하여 가능여부를 확인한 후 다중이용업 완비 완공시 현장실험을 실시하였다. 보충적으로 신축배관내 물의 존재 여부를 확인하기 위하여 간이팩케이지 실험모형을 제작 실험하였다.

송수구의 적정 연결여부는 자체개발한 연기시험장치를 이용해 다중이용업소 공사중인 현장에서 실험을 실시하였다.

또한 현장 완공시 적용에 다소 혼동이 있는 간이스프링클러설비의 보조시설인 간이팩케이지 설치시 유의해야 할 사항등을 자료로써 제시하였다.

## 2. 간이스프링클러 설비의 이론적 기초

자동소화설비 중 물을 이용한 습식소화설비는 가장 값싸고 가장 구하기 쉽고 소화효과가 확실하기 때문에 가장 많이 설치되어 있다. 90년대에 들어와 다중이용업소 화재로 많은 인명피해가 발생하자 이를 방지할 수 있는 효과적인 소방시설이 요구되어 공사규모가 작고 효과적인 소화를 할 수 있는 상수도를 활용한 습식의 간이스프링클러설비가 신설되어 98.5.12. 간이스프링클러 시설기준<sup>2)</sup>이 마련되어 적용되기 시작했다.

## 2-1 간이스프링클러설비 설치기준

### 1) 수 원

- (1) 상수도설비에 직접 연결하는 경우에는 수돗물
- (2) 수조 설치시 적어도 1개이상의 자동급수장치를 갖추어야 한다.
  - 수원의 량( $m^3$ ) = 2개 × 방수량 × 10분
  - 간이스프링클러헤드(주거용헤드) : 방수량은 50  $l/min$ 이상
  - 조기반응형헤드 : 방수량은 80  $l/min$ 이상

### 2) 가압송수장치

- 가장 먼 가지배관에서 헤드 동시 2개 개방시 -

- (1) 방수량(헤드 1개 당)
  - 간이스프링클러헤드 : 50  $l/min$ 이상
  - 조기반응형헤드 : 80  $l/min$ 이상
- (2) 방수압력(헤드 1개 당)
  - 헤드선단의 방수압 : 1 $kg/cm^2$ 이상

### 3) 간이헤드 설치기준

- (1) 폐쇄형간이헤드를 사용할 것.  
(동파의 우려가 있는 장소에는 개방형간이헤드 사용가능)
- (2) 간이헤드 작동온도

실내의 최대 주위 천장온도	공칭작동온도
0℃ 이상 38℃이하	57℃ ~ 77℃
39℃ 이상 66℃이하	79℃ ~ 109℃

- (3) 간이헤드의 방호면적 및 거리
  - 간이스프링클러헤드(=주거형)

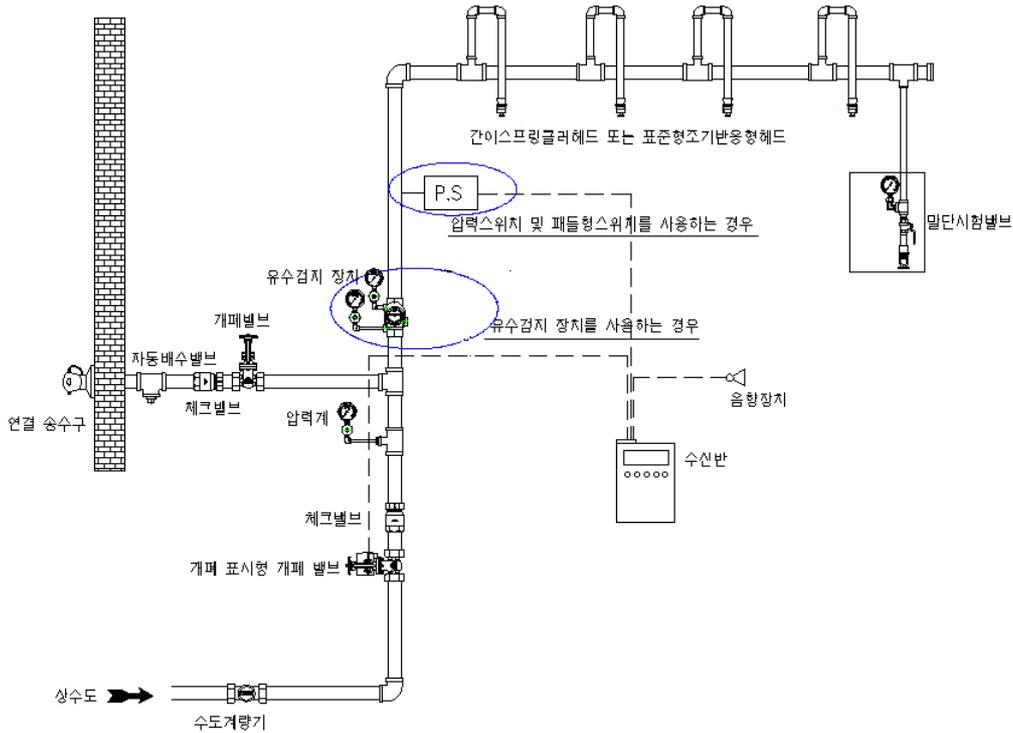
- 하나의 방호면적 : 13.4m<sup>2</sup>이하
- 헤드간 거리 : 3.7m이하
- 표준형스프링클러헤드 (=조기반응형)
  - 하나의 방호면적 : 21m<sup>2</sup>이하
  - 헤드간 거리 : 4.6m이하
- 상향식 또는 하향식 간이헤드 사용시 간이헤드의 디플렉터에서 천정 또는 반자까지의 거리는 25mm에서 102mm 이내가 되도록 설치
- 측벽형 간이헤드의 경우에는 102mm에서 152mm 사이에 설치할 수 있다.

#### 4) 배관 및 밸브 등의 순서에 관한 설치기준

(1) 상수도설비에서 직접 연결하여 배관 및 밸브 등을 설치하는 경우

① 폐쇄형간이헤드를 사용하는 경우

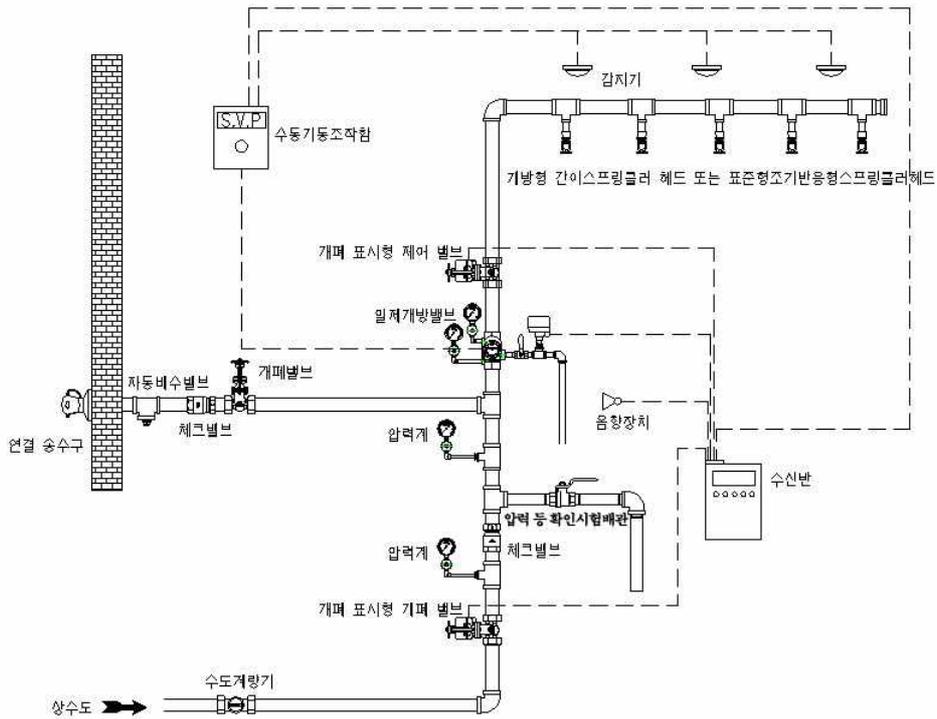
○ 수도계량기→개폐표시형개폐밸브→체크밸브→압력계→유수검지장치→시험밸브



상수도 직결식 폐쇄형 계통도

② 개방형간이헤드를 사용하는 경우

- 수도계량기→개폐표시형개폐밸브→압력계→체크밸브→압력등 확인시험배관→압력계→일체개방밸브→개폐표시형개폐밸브



상수도 직결식 개방형 계통도

(2) 펌프 등의 가압송수장치를 이용하여 배관 및 밸브 등을 설치하는 경우

① 폐쇄형간이헤드를 사용하는 경우

- 수원→연성계 또는 진공계→펌프 또는 압력수조→압력계→체크밸브→성능시험배관→개폐표시형개폐밸브→시험밸브

② 개방형간이헤드를 사용하는 경우

- 수원→연성계 또는 진공계→펌프 또는 압력수조→압력계→체크밸브→성능시험배관→압력계→일체개방밸브→개폐표시형개폐밸브

(3) 가압수조를 가압송수장치로 이용하여 배관 및 밸브 등을 설치하는 경우

① 폐쇄형간이헤드를 사용하는 경우

- 수원→가압수조→압력계→체크밸브→성능시험배관→개폐표시형개폐밸브→유수검지장치→시험밸브

② 개방형간이헤드를 사용하는 경우

- 수원→가압수조→압력계→체크밸브→성능시험배관→압력계→일체개방밸브→  
개폐표시형개폐밸브

## 5) 비상전원

- (1) 간이스프링클러설비를 유효하게 10분이상 작동될 수 있도록 할 것.  
(근린생활시설 20분 이상)
- (2) 사용전원으로부터 전력의 공급이 중단된 때에는 자동으로 비상전원으로부터 전원을 공급받을 수 있는 구조로 할 것.

## 6) 기타관련규정

- (1) 간이스프링클러설비 설치대상
  - 다중이용업소 지하층 영업장의 바닥면적 150㎡이상인 것
  - 주용도가 근린생활시설로서 연면적 1,000㎡이상인 것은 전층
  - 교육연구시설 내에 있는 합숙소로서 연면적 1,000㎡이상인 것
- (2) 소방시설공사의 착공신고 대상
  - 간이스프링클러설비 신설공사시
  - 간이스프링클러설비의 방호구역 증설 공사시
    - ※ 다중이용업소인 경우는 영업주가 신고의무를 갖음
- (3) 하자보수보증기간 : 3년
- (4) 간이스프링클러 설치시 : 방화관리자 선임대상

## 2-2 간이헤드의 종류 및 식별방법

### 1) 헤드관련 용어

- (1) “간이헤드”라 함은 간이스프링클러헤드 또는 표준형스프링클러헤드(조기반응형을 말한다)를 헤드를 말한다.(NFSC<sup>3)</sup> 103A 제3조)

---

3) 간이스프링클러설비의화재안전기준

- (2) “조기반응형헤드”라 함은 표준형스프링클러헤드보다 기류온도 및 기류속도에 조기에 반응하는 것을 말한다.(KOFEIS<sup>4)</sup> 0501 제2조)
- (3) “주거형스프링클러헤드”라 함은 폐쇄형헤드의 일종으로 주거지역의 화재에 적합한 감도·방수량 및 살수분포를 갖는 헤드를(간이형스프링클러헤드를 포함한다) 말한다.(KOFEIS 0501 제2조)
- (4) “반응시간지수(RTI)”라 함은 기류의 온도·속도 및 작동시간에 대하여 스프링클러헤드의 반응을 예상한 지수로서 아래 식에 의하여 계산하고(m·s)0.5을 단위로 한다.
- $$RTI = r\sqrt{u} \quad r : \text{감열체의 시간상수(초)} \quad u : \text{기류속도 (m/s)}$$
- (5) “표준반응, 특수반응, 조기반응”이라 함은 표준형스프링클러헤드의 감도를 RTI 값에 따라 구분한 것을 말한다.

헤드의 종류		RTI 값
표준형	표준반응	81초과~350이하
	특수반응	51초과~80이하
	조기반응	50이하
화재조기진압형		표준방향 20~36이내, 최악방향에서 138 초과금지
주거형		50이하
라지드롭형		

## 2) 헤드의 식별 요령

현재 유통되고 있는 모든 스프링클러헤드는 그 헤드의 정보를 알수 있는 일정한 표시를 하도록 규정되어 있다<sup>5)</sup>. 헤드의 정보는 헤드몸체와 포장이나 취급설명서에 표시할 수 있는데 설비공사 및 관리에 필요한 중요한 정보는 헤드 몸체에 표시하도록 되어 있고 그 내용으로는 중별, 제조년도, 제조업체명, 표시온도(폐쇄형헤드에 한함), 부착방향 등 이다.

이 표시를 통해서 간이sp헤드, 조기반응형헤드 식별 등 헤드 정보를 파악할 수 있다.

4) 스프링클러헤드의형식승인및검정기술기준

5) KOFEIS 0501 제12조의5

(1) 주거용스프링클러헤드(간이스프링클러헤드)



2005 = 제조년도  
 72°C = 온도표시  
 FESCO = 제조회사  
 SSP = 하향형  
 FS = 후리쉬형  
 QR = 조기반응형  
 K50 = 방수량  
 RE = 주거형(간이스프링클러헤드)

※ 간이스프링클러 헤드(주거용헤드) ⇒ **RE** (디플렉타에 표시)

※ 현재 국내에서 유통되고 있는 것은 위의 1종류 임

(2) 조기반응형 헤드

- 유리벌브형 -



유리벌브에  
 F3 표시  
 (유리관의  
 직경이 3mm)



표준형헤드는  
 유리벌브에  
 G5 표시  
 (유리관의  
 직경이  
 5mm)

※ 유리벌브형 조기반응형 ⇒ **F3** (유리벌브에 표시)

- F, G : 제조업체에서 부여 상품명

- 3, 5 : 유리관의 직경으로 3mm는 조기반응형, 5mm는 표준형

(3) 조기반응형 헤드

- 후러쉬형 -



2005 = 제조년도  
 72°C = 온도표시  
 FESCO = 제조회사  
 SSP = 하향형  
 FS = 후러쉬형  
 QR = 조기반응형

※ 후러쉬형 조기반응형 ⇒ **QR** (디플렉타에 표시)

- QR : Quick Response의 약자

※ 현재 국내에서 유통되고 있는 것은 유리별브형과 후러쉬형 2종류임

(4) 표준형 헤드

- 후러쉬형-



2005 = 제조년도  
 72°C = 온도표시  
 FESCO = 제조회사  
 SSP = 하향형  
 FS = 후러쉬형

(5) 표준형 헤드

- 하향형, 상향형 -



SSP = 하향형



SSU = 상향형

### 3) 간이스프링클러헤드와 조기반응형헤드의 특징

#### (1) 간이sp헤드(주거형)

주거공간의 가장 큰 특성으로는 실내의 내부가 단열이 잘되어 있어 화재시 열축적이 용이하여 Flash-Over에 이르는 시간이 짧은(실제화재실험에서 약 3분여) 구조적인 특징과 야간에 취침을 하는 거주형태의 특징이 있다. 취침중에 발생하는 화재는 즉각적인 피난을 어렵게 한다. 따라서 화재의 경보가 초기에 발하거나, 화재초기에 작동되어 재실자가 열에 전될수 할수 있는 실내환경을 확보해줄 수 있는 스프링클러가 요구되었다.

이러한 요구로 인하여 년대 중반에 주택용 스프링클러의 개발프로그램이 진행되었으며, 인명의 안전을 목적에 두고 개발된 결과 RTI(24)가 작고 방사각도가 크고 물의 입자가 중간크기와 작은크기로 방사되도록 디플렉터가 설계된 주거용 스프링클러가 개발되었다. 주거공간의 경우 수식화염으로의 성장속도가 빠르지 않는 화재의 특성으로 큰입자의 물방울이 필요하지 않기 때문이다. 작은 입자의 물방울은 바닥으로부터 1.5m 높이의 공기운도를 제어하여 실내를 냉각시키고 일산화탄소의 생성을 최소화 시키고, 중간입자의 물방울은 연소하지 않은 가연물을 적셔 화재가 확대되는 것을 방지한다.

또한 화염으로 부터의 복사열을 차단하여 화재실내의 점유자가 직접적으로 열에 노출되는 것을 막아주며 플래쉬오버(Flash-over)를 지연시키거나 방지한다. 방사특성은 각도가 넓어 벽면의 상단부위까지 충분히 적셔줄수 있도록 설계가 되어 급격한 연소확대를 막아준다.

이렇듯 실내의 열을 흡수하여 재실자의 피난을 도모하는데 최고의 효율을 발휘하도록 하였기 때문에 표준형 스프링클러보다 작은 유량을 가지며 그만큼 설치비용도 상대적으로 작다. 화재초기의 작동을 위하여 습식으로만 사용하도록 제한되어 있다.

다음은 국내 간이스프링클러의 개발과정을 나타낸 것이다.



현재 국내에서의 다중이용업소에 설치하는 간이형 스프링클러가 주거용 스프링클러에 속한다. 주거용 스프링클러의 개발목적과 취지 그리고 특성을 고려해볼때 다중이용업소에 적용하는것에 대해서는 적합하지 않다고 판단이 되나 이부분에 대해서는 충분한 검증 작업이 이루어져야 할것으로 생각된다. 왜냐하면 지하에 위치한 다중이용업소의 경우 주거공간에 비해 면적이 넓고 층고가 높아 감열갯수가 한두개정도일 경우에는 충분한 효과를 발휘하지 못할가능성이 있으며 벽면을 적시기위한 방사특성의 효과도 반감될 것이기 때문이다. 따라서 조기반응형형 스프링클러로 한정해야 한다. 주거용 스프링클러의 개발목적이 단열이 잘된 주거공간의 작은실내화재에서 한두개정도의 개방으로 그 목적을 실현하기 위한것이기 때문이다.

원래의 개발목적에 맞도록 현재의 공동주택에 주거용스프링클러를 설치하는 것이 바람직하며, NFPA 101 인명안전코드에서는 공동주택 전층에 표준 조기반응형 스프링클러나 주거용스프링클러를 설치하도록 규정하고 있다.<sup>6)</sup>

## (2) 조기반응형헤드

조기반응형 헤드는 표준반응형 스프링클러와 작동메카니즘을 제외하곤 모두 동일하다. 응답특성이 빨라 표준반응형 스프링클러에 비해 화재초기에 개방할 수 있어 헤드의 개방갯수를 줄일수 있으며, 그래서 유량이 작아도 되므로 배관의 크기를 작게 할수 있고 수손에 의한 2차 피해도 줄일수 있는 특성이 있다. 이 스프링클러도 마찬가지로 NFPA 13에 설치거리 및 방호면적이 규정되어있으며, UL 190, Standard for Automatic Sprinklers for Fire Protection Service나 FM class 2000, Approval Standard for Automatic Sprinklers for Fire Protection에 의하여 평가받았다.

주거용 스프링클러가 주거공간에만 사용할수 있는데 반하여 주거용도나 비주거용도에서 모두 사용할수 있다. 표준반응형 스프링클러가 재산보호에 중점을 두고 개발이 되었다면 조기반응형 스프링클러는 인명의 안전을 추가한 것이라고 볼수 있다. 인명의 안전과 관련된 경급위험용도에서는 속동형헤드의 설치를 강제하고 있으며, 중급위험용도에서는 설치에 따른 인센티브를 주고 있다. 이러한 인센티브는 여러 가지 이점을 주는데, NFPA 13에서는 경급위험용도와 중급위험용도에 조기반응형 헤드를 설치할 경우에 스프링클러의 설계 작동면적을 최대 40%까지 감소킬 수 있다.

---

6) 여용주, 공학적 합리성에 근거한 한국 스프링클러설비 화재안전기준의 개선에 관한 연구, 2005. p50-58.

다수의 인명의 안전이 위협받을수 있는 백화점같은 곳이나, 다중 이용시설 그리고 아파트와 같은 공동주택에는 속동형 스프링클러를 설치하는 것이 보다 효과적일것으로 판단된다. K값은 표준반응형 스프링클러와 마찬가지로 27에서 160까지 다양한 형태가 알려져 있다.<sup>7)</sup>

## 2-3 간이스프링클러 팩케이지

최근에 신규 간이스프링클러 대상 다중이용업소에는 파라다이스산업에서 생산된 간이 팩케이지가 설치되고 있다. 상수도 직결 연결시 방수량과 방수압의 법적 기준 충족의 불안과 유수검지 장치 등 배관의 공사가 불편하다. 이런 불편한 점을 모두 해결한 간이스프링클러 팩케이지를 설치하는 경향이 많아지고 있다. 간이스프링클러 팩케이지는 상수도 직결형의 보조 설비로 반드시 상수도와 직결로 연결해야 하는 FI 인정품으로 가압송수장치 부분의 법적기준을 충족시키고 설치면적 절약 및 실내미관 향상 등 여러 가지 요소를 충족시켜 공사를 간편하게 할 수 있도록 개발된 제품이다. 이러한 기능을 하는 팩키지에는 제조사에서 제시하는 일정한 시공조건이 있다. 이 시공조건은 FI 인정 시험<sup>8)</sup>시에도 이 시공조건이 적용되어 우수제품 인정을 받은 것으로 완공검사시 반드시 검토해야 할 중요한 점이라 할 수 있다.

### 1) 기본사양

#### (1) 특 징

- 팩케이지형태로 구성하여 설치 및 시공 편리
  - 구성품 : 예비전원(10분), 수조(600L), 가압펌프, 압력스위치, 음향경보
- 한국소방검정공사 FI인정을 취득한 제품

#### (2) 제품사용조건(FI 인증 취득시 조건)

- 상수도 유입 압력범위 : 15A 배관, 0.5kgf/cm<sup>2</sup> 이상
- 사용온도 범위 : 1°C ~ 40°C
- 사용배관의 호칭 및 길이 : 수평 최단배관 5m, 수평 최장배관 35m(최소 25A이상)

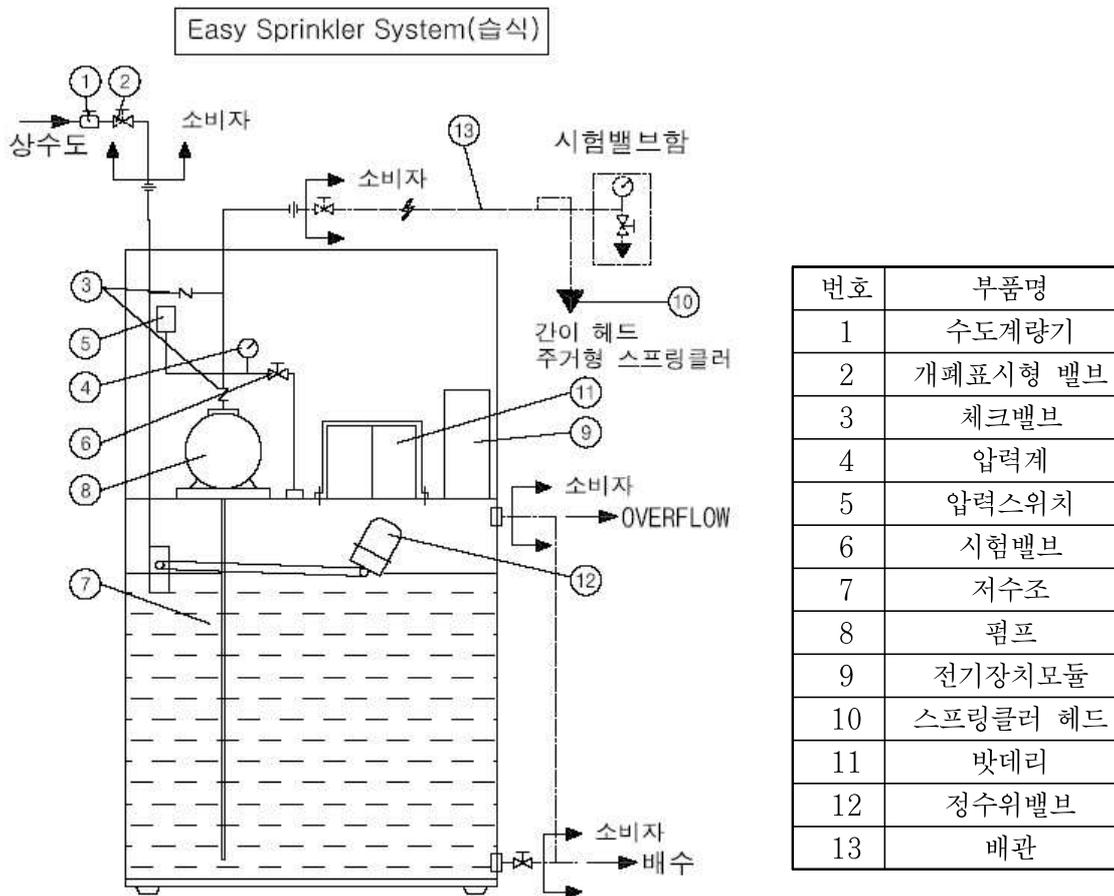
7) 여용주, 공학적 합리성에 근거한 한국 스프링클러설비 화재안전기준의 개선에 관한 연구, 2005. p60-61

8) 간이스프링클러설비의 인정기준(KFIS 010)

(3) 사양

형식	상수도 직결형
펌프유량	150 l/min(조건:전양정 18m)
펌프트출양정	24m
소비전력	1550W×220V×단상
물탱크 용량	600 l (실용량)
권장최대 방호면적	330㎡(100평)
외형크기(mm)	830W×600D×1900H

(4) 계통도



## 2) 설치시 주의점

- (1) 팩케이지 설치시 반드시 간이스프링클러 헤드(주거형)를 사용하도록 하여야 한다. 조기반응형 헤드를 설치해서는 안된다.
- 조기반응형 헤드 설치시 팩케이지내 펌프의 분당 토출량을 초과하게 되어 팩케이지 기능이 상실된다.

○ 팩케이지 펌프의 토출량  $150\ell/\text{min}$  < 조기반응형  $160\ell/\text{min}$   
(조기반응형 1개당  $80\ell/\text{min} \times 2\text{개}$ )  
⇒ 펌프의 토출량이 방수량보다 더 작아 필요한 유량을 공급해 줄 수 없다.  
※ 팩케이지 제품사양  
- 펌프유량  $150\ell/\text{min}$ (조건:전양정 18m)

- (2) 조기반응형 헤드 설치시 법정 방수시간 10분 전에 물 부족 현상이 온다.

○ 팩케이지 수원을  $600\ell$ 한 이유는 간이sp헤드 2개에서 10분간 방수될 동안 상수도에서 재충수 시간을 포함한 것임. 결국 10분간  $600\ell$ 가 방수될 동안 상수도로부터 팩케이지 내 수조에 물이 충수 되기 때문에 법정방수량(2개헤드에서  $100\ell$ )과 방수시간(10분)이 확보된다는 계산임. 그러나 표준형 사용시 방수량(분당  $160\ell$ )이 많기 때문에 상기 계산에 의해 설계된 팩케이지 조건에 맞지 않아 10분전에 수원의 부족 현상이 발생할 수 있음.

- (3) 규모 100평( $330\text{m}^2$ )정도의 업소는 배관길이(수평 최장배관의 길이  $35\text{m}$ 를 초과할 수 없음)를 필히 검토하여야 한다. 간이스프링클러 팩케이지는 일정한 조건하에서 FI 인정을 받은 제품으로 그 조건을 충족하는 범위내에서만 설치가 가능하다.

○ 기본사양에서와 같이 간이 스프링클러 팩케이지는 FI 인정을 받으면서 현장에서 적용되는 보조시설로써(소방관련법에는 간이팩케이지 명문규정이 없음) 일정한 사용조건하에서 인증을 받은 것이다. 따라서 사용조건을 벗어나 공사가 된다면 소방시설로써 인정하기가 곤란하다.

※ 인증조건

- 상수도 유입 압력범위 : 15A 배관,  $0.5\text{kgf}/\text{cm}^2$  이상
- 사용온도 범위 :  $1^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$
- 사용배관의 호칭 및 길이 : 수평 최단배관 5m, 수평 최장배관 35m (최소 25A이상)

## 3. 간이스프링클러 배관 점검 실험

### 3-1 점검방법의 문제점

#### 1) 제도적 측면

소방시설공사법제13조동법시행령제4조규정에 의하면 간이스프링클러설비 설치는 소방시설공사 착공신고 대상으로 공사업자가 신고와 설치 그리고 완공의 의무를 갖는다. 하지만 다중이용업소에 설치하는 간이스프링클러설비는 다중이용업의 영업주가 공사에 관련된 서류를 첨부하여 착공 및 완공신고 하도록 하고 있어, 소방공사업자는 별도의 착공 및 완공신고를 하지 않고 공사를 할 수 있다.(소방시설설치유지및안전관리에관한법률제8조) 이것은 다중이용업의 경우 영업주에게 시공 및 완공신고의 의무를 갖고 있으면서 소방시설공사업자에게도 시공 및 완공신고를 하도록 하는 것은 중복 신고로 민원부담을 가중하기 때문의 조처라 할 수 있다.

따라서 소방시설공사업자는 소방관서의 감독 및 관리에서 벗어나 자유롭게 현장공사를 할 수 있기 때문에 이런점을 이용하여 영세한 소방업체와 현장시공인부간의 불법 하도급을 하게 되고 이로 인하여 부실공사가 발생할 수 있다.

#### 2) 실무적 측면

다중이용업소의 간이스프링클러설비 완공은 수계 소화설비임에도 불구하고 완비증명 완공시 현장점검을 실시함으로써 내부 인테리어가 마감된 후에 완공검사를 실시해야 하기 때문에 배관의 연결상태, 배관구경, 배관의 접합 등 소화배관의 적정설치여부 확인이 곤란하다. 또한 헤드를 실제 살수로 적정상태를 점검시 고급인테리어에 수손피해를 줄 우려와 헤드 파손으로 인한 2차적인 비용 손실이 발생하기 때문에 말단 헤드배관에서의 적정공사 여부를 확인하는데는 사실상 어려움이 있다.

현재로서는 간이스프링클러 완공시 설계도면에 의한 외형적인 육안검사와 말단시험밸브에서의 방수압과 방수량 측정 및 펌프의 기동상태만을 확인할 수 밖에 없고, 헤드의 기능 작동상태 및 배관의 연결 상태등은 확인하기가 어려운 실정이다.

## 3-2 말단헤드배관의 점검 실험

### 1) 목 적

간이스프링클러설비 헤드연결 배관내 소화수의 충수여부 확인을 헤드 및 배관의 손상없이 사용이 편리한 휴대용 초음파장비를 활용하여 측정 가능 여부를 판단하는데 있다.

### 2) 초음파탐상의 원리

초음파( 20KHz~1GHz) 시험은 시험체에 초음파를 전달하여 내부에 존재하는 불연속으로부터 반사한 초음파의 에너지량, 초음파의 진행시간 등을 분석하여 불연속의 위치 및 크기를 정확히 알아내는 방법이다. 즉 재료에 초음파를 입사시켜 되돌아오거나 투과된 초음파를 받아 분석함으로써 재료의 물성을 파악할 수 있다. 재료 물성 평가는 대개 초음파 감쇠 계수를 측정 하거나 초음파 속도 및 속도 비 등을 측정하여 알 수 있다.

초음파는 매질에 따라 속도가 다르게 나타나는 특성을 활용 탄소강관-물 또는 공기-탄소강관(수직탐상)으로 구성된 소화배관의 물성을 파악하면 배관내 소화수 또는 공기의 존재 유,무의 검사가 가능하다.

※ 종파 속도는 강(Steel) : 5,900m/sec, 물 : 1,480m/sec, 공기 : 340m/sec

결론적으로 탐상장비에서 발생하는 초음파는 공기를 통하지 못하는 성질을 이용하는 것으로 의학분야에서 초음파 진단시 피부에 젤을 바르는 이유는 공기를 없애고 진단하기 위한 것이다.

### 3) 실험조건

- 장 비 명 : 초음파탐상장비(EPOCH 4), 초음파두께측정기(37DL PLUS)
- 탐 측 자 : PANAMETRICS M208(20MHz 3mm) or C543(5MHz 6mm)
- 시 험 체 : Steel Pipe(직경 25.5mm, 두께 1.6mm) 1개,  
배관용탄소강관 KS D 3507 (직경 25.5mm, 두께 3.3mm) 1개
- 탐상감도 : 20dB-60dB Rf Wave
- 탐상범위 : 113.23mm-150mm
- 접촉매질 : Water or Couplants

실험에 사용한 초음파장비는 초음파탐상장비(EPOCH 4)와 초음파두께측정기(37DL PLUS) 2종류의 장비를 사용하여 결과를 상호 비교하였다.

탐촉자는 시험체의 직경(OD) 25.5mm 관 두께(Tube Thickness) 3.3mm의 두께를 고려하여 Non focusing Type의 20MHz(M208)의 고 주파수 탐촉자를 사용하였고 비교분석을 위하여 C543(5MHz) 탐촉자를 사용하였다.

진동자 크기는 Beam의 분산 및 검출 방향의 크기와 곡울진 부분을 고려하여 6mm 또는 3mm 크기가 최적으로 판단하였다.

시험체는 Steel Pipe(직경 25.5mm, 두께 1.6mm) 1개, 배관용탄소강관(직경 25.5mm, 두께 3.3mm)를 사용하여 측정하였다.

탐상감도는 20dB-60dB Rf Wave로 접촉매질은 수조내 물로 하였다.

#### 4) 실험결과

##### ○ 초음파탐상장비

- 모델명 : PANAMETRICS EPOCH 4 ADVANCED MICROPROCESSOR BASED ULTRASONIC FLAW DETECTORS -

○ 실험1) 시험체-Steel Pipe, 조건-수조에 잠긴 상태, 탐촉자-C543



○ 실험2) 시험체-Steel Pipe, 조건-대기중 상태, 탐촉자-C543



간이스프링클러설비 점검방법에 관한 연구

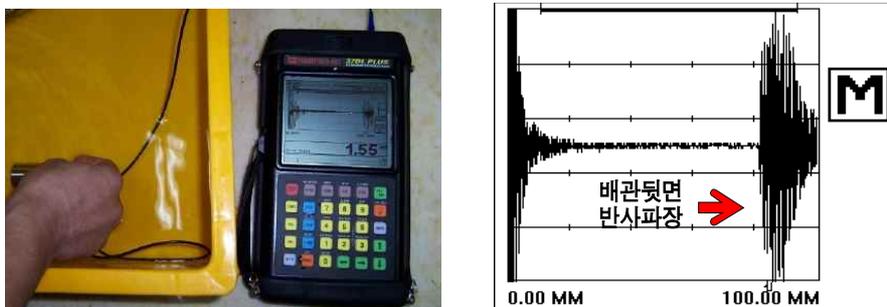
○ 실험3) 시험체-배관용탄소강관, 조건-수조에 잠긴 상태, 탐촉자-M208



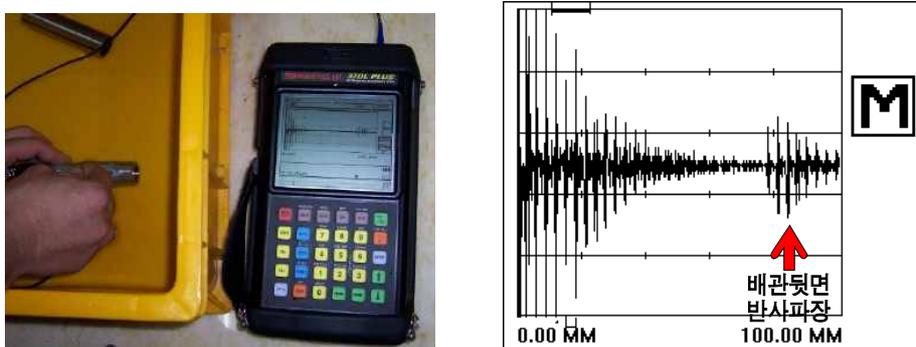
○ 초음파 두께 측정기

- 모델명 : 37DL PLUS DIGITAL ULTRASONIC THICKNESS GAGE WITH WAVEFORM VERIFICATION -

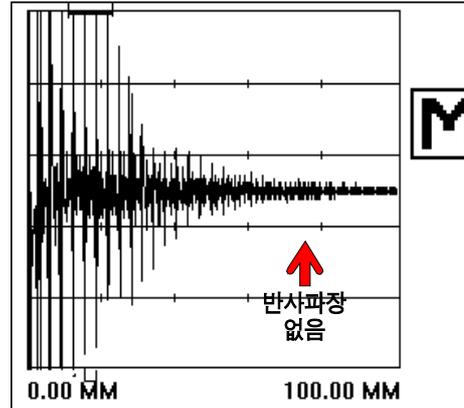
○ 실험1) 시험체-Steel Pipe, 조건-수조에 잠긴 상태, 탐촉자-M208



○ 실험2) 시험체-배관용탄소강관, 조건-수조에 잠긴 상태, 탐촉자-M208



○ 실험3) 시험체-배관용탄소강관, 조건-대기중 상태, 탐촉자-M208



## 5) 결과분석

초음파 탐상기 EPOCH 4 와 두께측정기 37DL PLUS의 RF WAVE를 2개의 두께가 다른 시험체에 적용한 후 Data를 분석한 결과 시험체 내부에 유체(물)의 유, 무를 LCD 화면에 표시되는 신호로써 판단 할 수 있었다. EPOCH 4의 경우 C543 (5MHz 6mm) PROBE 사용시 두께(Tube Thickness) 1.6mm 관에서 Amplitude(배관 내부에서 발생한 Echo의 높이)가 높고 이러한 진폭 변화를 이용하여 직관적으로 판단할 수 있는 RF WAVE로 표현할 수 있다. 그러나 두께(Tube Thickness) 3.3mm 배관용 탄소강관에서는 C543 (5MHz 6mm) PROBE 의 Amplitude가 낮게 발생하므로 주파수를 높인 M208 (20MHz 3mm) With Delay Line PROBE을 사용하여 진폭변화를 판단 할 수 있다. 두께 측정기인 37DL PLUS 의 경우 M208 (20MHz 3mm) PROBE Delay Line을 제거 한 후 탐상하였을 경우 시험체 내부의 유체(물)의 유,무를 판단 할 수 있으며 Delay Line을 사용하였을 경우에는 5mm이하의 두께 측정도 동시에 측정 할 수 있었다.

## 6) 현장확인실험

### ○ 실험개요

실험주제	초음파탐상장비의 간이스프링클러 완공현장 배관내 충수여부 확인
장 소	서울시 강동구 길동 소재 신설 PC방 ○ 설치면적 : 207.20㎡(지하1층) ○ 방식 : 상수도직결형 팩케이지 식 ○ 헤드수량 : 34개(폐쇄형 하향식 헤드) ○ 헤드관 접속방법 : 나사이음 관자재 사용 ○ 점검구 : 3개
장 비 명	○ 초음파탐상장비 : EPOCH 4 ○ 탐 측 자 : C543(5MHz 6mm) ○ 접속매질 : 시험용 젤(Ultraagel II 12oz)
실험목적	○ 가지배관내 소화수의 존재 유무 확인 ○ 말단헤드배관내 소화수의 존재 유무 확인

### ○ 결과

- 말단시험밸브를 이용하여 30초간 배수를 한 후 말단시험밸브를 잠근후
- EPOCH 4를 사용하여 가지배관을 측정하면 소화수가 있음이 파장으로 확인할 수 있었다.
- 가지배관 상부에서 분기된 신축배관의 말단헤드배관에서는 소화수가 측정되지 않았다. 그래서 레듀사에서 헤드를 분리후 펌프작동 시켜보니 살수 되는 것으로 보아 적법하게 공사되었음을 알수 있었다.

### ○ 검토 및 고찰

- 가지배관 상부에서 분기되는 헤드배관은(신축배관 사용)은 펌프작동시 배관내 공기가 배출되지 않은 상태로 존재하기 때문인 것으로 추정되었다.
- 그 이유는 공기와 물의 밀도차이에 의하여 물은 배관의 하부에서부터 차오르고 공기는 위에서 존재함에 따라 가지배관 상부에서 분기된 헤드 배관내의 공기는 배출구가 없어 압축된 상태로 존재하는 것으로 나타났다.
- 초음파탐상장비(EPOCH 4)는 소화 배관내 물의 존재 유무를 정확히 측정할 수 있음을 알 수 있었다. 또한 가지배관 상부에서 분기한 헤드배관내 물과 공기의 존재 여부를 육안으로 확인할 필요가 있었다.

## 7) 헤드배관 충수 확인 실험

○ 실험개요

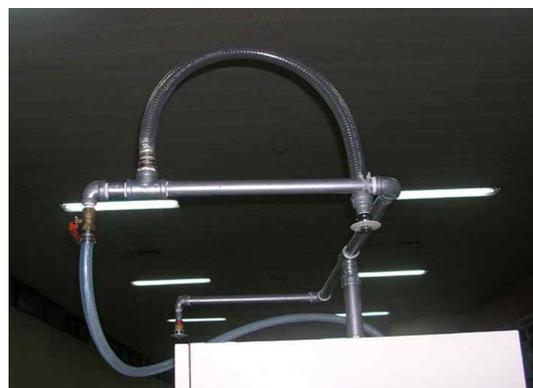
실험주제	가지배관 상부에서 분기한 헤드배관(신축배관)내 소화수의 존재여부 육안 확인
장 소	서울소방학교 본관 로비
실험장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 가압송수장치 : 간이스프링클러 패키지(파라다이스산업)</li> <li>○ 배관형태 : T자형태로 2.2m의 길이</li> <li>○ 헤드수 : 2개</li> <li>○ 투명배관의 길이 : 100cm(관 부속품 포함)</li> <li>○ 말단시험밸브 : 15mm</li> </ul>
실험목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 펌프작동시 투명배관내 물의 존재 유무 확인</li> <li>○ 펌프 압력에 따른 투명배관내 물의 수위 측정</li> <li>○ 불규칙한 물의 흐름에 따른 유체의 변화 상태 관찰</li> </ul>

○ 실험조건 및 방법

- ① 패키지내 시험밸브를 열어 배관내 물을 제거한후 시험밸브를 닫고 펌프 기동시 투명배관의 충수여부 확인
- ② 펌프 기동중 말단시험밸브를 열어 공기 배출 및 10초간 배수후 말단시험밸브를 닫고 충수여부 확인
- ③ 배관내 압력 2kgf/cm<sup>2</sup>와 3kgf/cm<sup>2</sup>에서의 투명배관내 수위 확인
- ④ 말단시험밸브의 순간적인 개폐로 배관내 수압의 불규칙 변화로 인한 투명배관의 충수여부 확인



시험장치 정면도



시험장치 측면도

○ 결과 및 고찰

- 조건 ① : 투명배관내에 물은 존재하지 않았으며, 팩케이지내 압력계의 지시침은  $2.3\text{kgf/cm}^2$  부분에서 진동하는 형태가 나타났다. 이것은 배관내 공기가 배출되지 못한 원인으로 펌프의 운전이 불안정하거나 물의 와류 또는 공기의 방해로 진동이 발생됨을 알수 있다.
- 조건 ② : 투명배관내에 물이 확인 되었으나 꼭지점을 넘어 헤드까지는 충수되지 않았으며 펌프 작동정지 후 가지배관내에 잔존하고 있는 미세한 공기가 위쪽에 설치된 투명배관으로 모여 투명배관이 수위가 낮아졌다.
- 조건 ③ : 배관내 압력이  $2\text{kgf/cm}^2$ 일 때 투명배관의 수위는 30cm 정도였고,  $2.5\text{kgf/cm}^2$ 일 때는 38cm정도로 측정되었다. 압력이 펌프의 수압이 높으면 높을 수록 공기의 압축률이 높기 때문에 투명배관의 수위가 높아짐을 알수 있었다.
- 조건 ④ : 헤드 쪽으로 물이 넘어가 꼭지점(정상부분)까지 충수 되었으나 투명배관내 공기를 완전히 제거할 수 없었다. 또한 압력스위치 Range 3에서 펌프는 정지하지 않고 계속 작동하였으며 압력계의 지시계도  $3\text{kgf/cm}^2$ 압을 넘지 않았다. 펌프가 정지하지 않은 이유는 배관의 길이가 짧아 낙차 압력이 거의 없어  $3\text{kgf/cm}^2$  이상이 되지 않은 것으로 해석된다.(Range 2.5에서는 펌프 정지함 - 팩케이지 펌프의 토출양정 24m)
- 다중이용업소내 펌프의 압력은  $3\text{kgf/cm}^2$ 로 셋팅되어 있으므로 가지배관 상부에서 분기된 신축배관의 높이가 30cm이하로 설치된다면 헤드말단까지 일정한 높이의 물이 충수되어 있고, 꼭지점 부근에는 공기가 차 있음을 알수 있었다.



2kgf/cm<sup>2</sup> 일때



투명배관내 수위 30cm



2.5kgf/cm<sup>2</sup> 일때



투명배관내 수위 38cm

## 8) 최종결론

초음파탐상장비(EPOCH 4)를 사용하여 배관내 물의 존재 여부를 정확히 판단할 수 있다. 그러나 가지배관 상부에서 분기한 신축 헤드배관은 적법하게 공사되었다고 하여도 측정 위치에 따라 다르게 나타날 수 있다. 가지배관 상부에서 분기한 신축배관은 말단시험밸브를 이용하여 충분히 배기와 배수를 한후 헤드 끝부분과 가지배관과의 연결 부분에서 측정해야만 결과치를 얻을 수 있다. 결론적으로 초음파탐상장비는 소화배관의 충수 여부 확인시 약간의 한계를 가지고 있다. 이러한 한계는 배관내 물과 공기의 밀도와 압력의 차이에 의한 자연적인 요소이므로 점검자의 기술과 노력 그리고 제도적인 보완으로 극복할 수 있다.

## 3-3 송수구 점검 실험

### 1) 목 적

간이스프링클러설비의 송수구의 연결상태 확인점검을 소방차량을 이용 연결 송수를 하지 않고 연기발생시험기를 활용하여 송수구 배관의 연결상태를 확인하는데 목적이 있다.

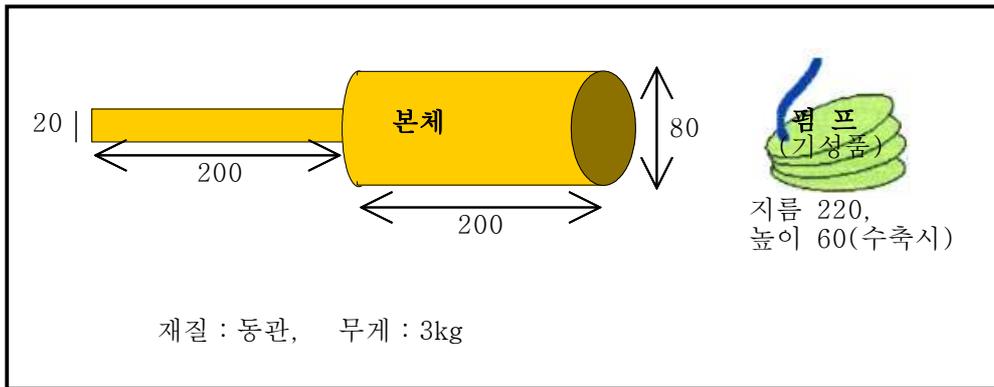
### 2) 방 법

연기발생시험장비에서 발생한 연기를 송수구를 통하여 강제로 흡입시킨후 건물 내부의 송수배관에 설치된 오토드립밸브에서 연기누출여부를 육안으로 확인한다.

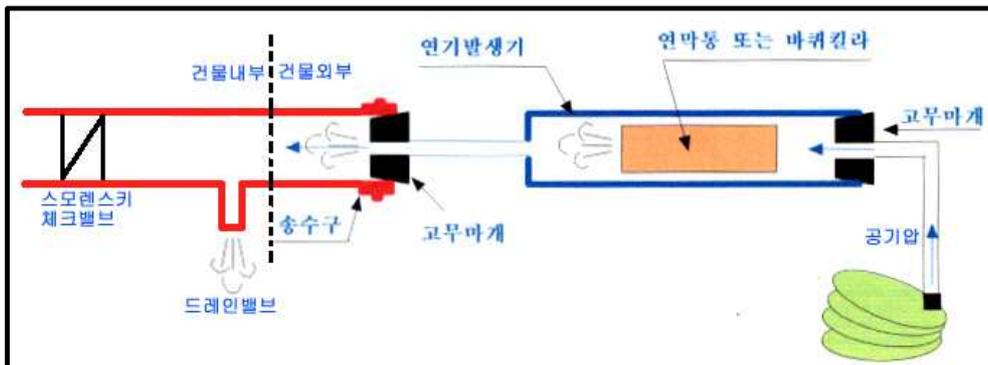
### 3) 시험장비

자체개발한 연기발생시험장비는 간이형으로써 저렴한 비용으로 쉽게 제작할 수 있으며 휴대가 가능하고 사용이 편리하다.

#### ◎ 설계 구성도



#### ◎ 연결 상세도



### 4) 결 과

- 사용장비 : 연기발생시험장비
- 연막시료 : 바퀴훈연킬라(150g)
- 실험대상 : 신규 다중이용업소 공사현장
- 실험방법 : 연기발생기에서 발생하는 연기를 송수구로 강제 흡입시켜 영업소내에 있는 오토드레인 밸브에서 연기의 누출여부 확인

- 실험결과 : 송수구에서 흡입된 연기가 오토드레인 밸브로 누출되는 것이 확인되었다. 연기강제흡입시 발펌프의 압력이 높으면 연막이 꺼져 버리기 때문에 적정압력을 공급해야 한다. 또한 스모렌스키체크밸브 바이패스를 조정하여 2차측 헤드 배관(헤드연결진)의 미세한 연기누출을 확인할 수 있었다.



자동배수 밸브



업소내 자동배수 밸브



송수구 연기 흡입



드레인 밸브 연기 누출

## 5) 고 찰

연기발생시험장비는 송수구의 적정 공사상태를 점검할 수 있도록 개발된 간단한 장비이지만 개방형헤드의 연결상태 점검뿐만 아니라 연결살수설비 방수구역 확인 등 응용적용이 가능하다. 다양한 활용을 위해서는 연기의 농도와 흡입압력을 조정할 수 있도록 보완되어야 하겠다.

## 4. 결 론

본 연구는 화재발생시 단위면적당 인명피해가 많이 발생하는 다중이용업소에 소방시설 공사의 부실시공 방지를 위한 점검방법을 개선하고자 하는 시도였다. 초음파탐상장비를 활용한 점검은 배관내 소화수의 존재여부를 확인할 수 있다는 것을 알았다. 하지만 특정 배관에서는 적법하게 시공되었다고 소화수가 존재하지 않는 예외적인 사항이 발생하였다. 이러한 사항을 유의하여 소방검사를 실시하면 헤드를 작동시키지 않고도 소화수의 존재 여부 확인이 가능할 것으로 기대된다.

또한 다중이용업소 완공시 현장확인 은 반자속의 좁은 공간에 설치된 배관의 구경 및 접속상태 등을 확인할 수는 없다. 화재발생시 중요한 기능을 하고 있는 소방시설의 완벽한 설치를 위해서는 아래와 같은 제도적인 보완이 요구된다.

첫째 소방배관공사에 대한 표준시방서의 기준을 마련하여 일명 뿔따기 용접 접속방법을 할 수 없도록 하여야 하겠다. 구경 50A 이하의 것은 나사배관용 백관을 사용하고 65A 이상은 용접용 K.S 백관 부속을 사용하되 구경 50A 이하는 나사식 소켓 또는 유니온을 사용하여 유체의 흐름을 원활히 하고, 뿔따기 없이 헤드배관을 연결하는 부실공사를 방지할 수 있다.

둘째 완공전 현장확인 제도를 마련해야 한다. 다중이용업소는 영업의 특성상 고가의 인테리어로 마감을 하기 때문에 완공 검사시 지적사항이 발생하는 보완하기가 쉽지 않다. 따라서 반자 마감전에 중간확인을 실시하여 소방시설의 적정여부 등을 확인하고 지도하는 것이 영업주를 위한 소방행정이라 할 수 있다.

셋째 간이팩케이지 적용범위에 대한 확실한 근거가 요구된다. 간이팩케이지는 일정한 조건내에서 FI인증을 받은 시설이므로 근린생활시설과 같은 넓은 면적의 공간에는 어떻게 적용되어야 할 것인가에 대한 기준이 없다. 이러한 기준을 마련되어 모든 소방관서에서 공통적으로 적용되어야 하겠다.

## 5. 참고문헌

1. 문정훈, 김진구, “초음파탐상검사”, 원창출판사, 1998.
2. 한기웅, “배관기술과 K.S규격(알기쉬운)”, 한미, 1995
3. 김진태, “공기호흡기 붐베를 활용한 연결살수 송수구역 점검기구”, 2000년  
서울소방방재본부 장비제안.
4. 나우기연 박창우 UT Team 기술지원, <http://www.nawoo.com>.
5. 여용주, “공학적 합리성에 근거한 한국 스프링클러설비 화재안전기준의 개선에 관한 연구”, 2005년
6. 김태완, 그림·도면으로 배우는 소방·위험물시설설계(上), 인쇄출판 토포민, 2004년