

工學碩士學位 論文

西紀 2004 學年度

# 수리계산적용을 위한 스프링클러 설비의 화재안전기준 개선방안 연구

An Improvement Plan Study on National Fire Safety Code of  
Sprinkler System for Hydraulic Calculation Application

指導教授 李 謹 悟

서울産業大學校 産業大學院

安全工學科

姜 周 亨

# 목 차

요 약 .....	i
표 목 차 .....	iii
그림목차 .....	v
제 1 장 서 론 .....	1
1-1 연구의 배경 및 목적 .....	1
1-2 연구 방법 .....	3
제 2 장 국가별 스프링클러설비의 설계기준 .....	5
2-1 국내의 스프링클러설비 기준 .....	5
2-1-1 스프링클러설비의 설치대상 .....	5
2-1-2 스프링클러설비의 설계기준 .....	6
2-2 일본의 스프링클러설비 기준 .....	12
2-2-1 스프링클러설비의 설치대상 .....	12
2-2-2 스프링클러설비의 설계기준 .....	15
2-2-3 밸브 및 관 부속품 등가배관 길이 .....	21
2-2-4 배관 마찰손실수두 .....	22
2-3 미국의 스프링클러설비 기준 .....	25
2-3-1 스프링클러설비의 설치대상 .....	25
2-3-2 위험용도의 분류 .....	29
2-3-3 스프링클러설비 요구사항 .....	31
2-3-4 소요수량의 요구사항 .....	34
2-3-5 밸브 및 관 부속품 등가배관길이 .....	38

<b>제 3 장</b>	<b>수리계산 이론 및 절차</b>	<b>40</b>
3-1	수리계산 이론	40
3-1-1	베르누이(Bernoulli) 정리	40
3-1-2	Darcy-Weisbach의 식	41
3-1-3	Hazen-Williams의 식	42
3-2	NFPA 13의 스프링클러설비 기본원칙	44
3-2-1	스프링클러설비의 설치원칙	44
3-2-2	화재위험의 결정	44
3-3	수리계산 절차	46
<b>제 4 장</b>	<b>소방 설계업체 설문조사</b>	<b>57</b>
4-1	설문조사 기간 및 방법	57
4-2	설문조사 결과	57
4-2-1	소방 설계업체 공통 설문조사 결과	57
4-2-2	수리계산 설계 적용 업체 설문조사 결과	60
4-2-3	수리계산 설계 미적용 업체 설문조사 결과	64
<b>제 5 장</b>	<b>설계기준 비교 및 화재안전기준 문제점</b>	<b>67</b>
5-1	스프링클러 설계기준 비교	67
5-1-1	스프링클러 설치대상 비교	67
5-1-2	화재위험용도 구분 비교	67
5-1-3	스프링클러설비의 방수량 및 지속시간 비교	68
5-1-4	스프링클러 살수밀도 비교	70
5-1-5	스프링클러 작동면적 비교	71

5-2 스프링클러설비의 화재안전기준 문제점 .....	73
5-2-1 위험용도의 분류 .....	73
5-2-2 밸브 및 관 부속품의 등가배관길이 .....	73
5-2-3 규약배관 방식의 설계 .....	73
5-2-4 스프링클러 기준 개수 및 헤드 반경 .....	74
<b>제 6 장 스프링클러 설계 방식의 비교 .....</b>	<b>75</b>
6-1 주차용 건축물의 스프링클러 설계 .....	76
6-1-1 국내 규약배관방식의 설계 .....	76
6-1-2 NFPA 13 규약배관방식의 설계 .....	81
6-1-3 NFPA 13 수리계산방식의 설계 .....	84
6-2 기계공장의 스프링클러 설계 .....	91
6-2-1 국내 규약배관방식의 설계 .....	91
6-2-2 NFPA 13 규약배관방식의 설계 .....	97
6-2-3 NFPA 13 수리계산방식의 설계 .....	100
6-3 일반 업무시설의 스프링클러 설계 .....	107
6-3-1 국내 규약배관방식의 설계 .....	107
6-3-2 NFPA 13 규약배관방식의 설계 .....	113
6-3-3 NFPA 13 수리계산방식의 설계 .....	116
6-4 설계결과 비교 분석 .....	123
<b>제 7 장 결 론 .....</b>	<b>125</b>
<b>참고문헌 .....</b>	<b>127</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>129</b>
<b>부 록 .....</b>	<b>131</b>

## 요 약

### 수리계산적용을 위한 스프링클러설비의 화재안전기준 개선방안 연구

스프링클러의 설계방법은 규약배관방식과 수리계산방식으로 구분되며 국내의 스프링클러 설계방법은 소방법에 의해 규제가 되기 때문에 수리계산방식으로 설계할 경우 비효율적인 결과가 나온다. 따라서 스프링클러설비의 신뢰도와 효율성을 높이기 위해서는 공학적 근거의 설계방식인 수리계산방식의 도입이 필요하다.

본 연구는 국내, 일본, NFPA의 스프링클러설비의 설계기준을 비교, 검토하여 문제점을 제시하고 국내의 소방대상물을 대상으로 규약배관 및 수리계산방식의 설계를 실시하여 비교 분석함으로써 스프링클러설비 화재안전기준의 개선방안을 제시하고자 하며 그 내용은 다음과 같다.

- (1) 스프링클러 설치기준은 건물별 대상기준에서 화재구역별 위험용도 구분으로 적용되어야 한다. 건물규모에 따라 스프링클러의 요구수량을 결정하는 것은 같은 용도의 다른 건물에서는 더 많은 수원량을 요구하거나 아니면 더 적은 경우가 발생하게 되며 화재진압을 위한 적절한 스프링클러 설계를 할 수 없게 된다.
- (2) 스프링클러설비의 수원을 수조에 의한 공급방식에서 시수 등의 다양한 급수원의 선택으로 변경되어야 한다. 소방법상 소화수원은 20분간 사용할 수 있는 용량을 확보하여야 하나 스프링클러헤드가 동시에 개방될 경우 필요한 방수량이 부족하게 된다. 하지만 시수를 이용할 경우 수원의 공급은 지속적으로 가능하며 펌프 설치 등의 부대설비 비용이 절감된다.
- (3) 밸브 및 부속품의 등가배관길이에 대한 데이터의 확보가 필요하다. 국내 실

정에 맞는 데이터가 없기 때문에 일본과 미국의 기준을 사용할 수밖에 없으며 국내에서 생산되는 부속과 배관의 규격이 상이하기 때문에 소방 설계업체 별로 스프링클러 계산 시 다른 결과가 나와 설비의 신뢰도를 떨어뜨리게 된다.

- (4) 스프링클러헤드의 기준개수는 작동면적 개념으로 변경되어야 한다. 10개, 20개, 30개의 헤드 기준개수는 화재 발생 시 화세제어가 가능한 범위를 나타내며, 같은 용도의 화재예상구역이지만 건물의 규모에 따라 기준개수가 다르게 적용되며 이때 동일한 위험용도일지라도 방호하는 면적이 틀려져 화재제어 부분을 정확히 판단하기가 어렵다.
- (5) 스프링클러헤드의 수평거리는 살수밀도의 기준으로 변경되어야 한다. 국내 기준의 헤드 방사량은 80 l pm으로 정해져 있어 헤드 수평거리에 따른 살수밀도로 나타낼 수 있지만 NFPA 13에서는 헤드배치간격의 변동 없이 방사 압력을 조정하여 살수밀도를 다양하게 적용할 수 있기 때문이다.
- (6) 화재안전기준의 규약배관 설계방식을 지양(止揚)하고 수리계산방식의 설계 도입이 필요하다. 규약배관방식은 이미 예측된 공학적 계산결과를 근거로 하기 때문에 사용상에 편리함을 주지만 예측결과에 대한 신뢰도가 낮아 NFPA의 경우도 낮은 용도의 소규모 건물에만 적용을 한다. 수리계산방식은 설비의 신뢰도를 증가시키고 투자비용은 절감할 수 있는 공학적 설계방법이기 때문이다.

## 표 목 차

Table. 2-1. Required Sprinkler Head Numbers for the each Protected Area	7
Table. 2-2. Feed Pipe Diameter for Sprinkler Head Number	10
Table. 2-3 Annex 1, Enforcement regulations of the JAPAN Fire Code	14
Table. 2-4. Selection Standard of Sprinkler Head	16
Table. 2-5. Arrangement of Sprinkler Head	17
Table. 2-6. Water Supply Requirement for Sprinkler Systems (Standard Sprinkler Head)	18
Table. 2-7. Water Supply Requirement of the case which uses the Residential Sprinkler	19
Table. 2-8. Water Supply Requirement of the case which uses the Sidewall Sprinkler	19
Table. 2-9. Water Supply Requirement of the case which uses the High Water Density Sprinkler	19
Table. 2-10. Equivalent Length of Fittings and Valves (JIS G 3452 Steel Pipe Piping)	21
Table. 2-11. Equivalent Length of Fittings and Valves (JIS G 3454 Steel Pipe for Pressure Service : SCH 40)	22
Table. 2-12. Friction Loss Head of Pipe (per 100m) JIS G 3452	23
Table. 2-13. Friction Loss Head of Pipe (per 100m) JIS G 3454 (SCH 40)	24
Table. 2-14. Hazard Classifications for Sprinkler System	31
Table. 2-15. Maximum Floor Area Protected by Sprinkler	32
Table. 2-16. Protection Areas and Maximum Spacing for Light Hazard	32
Table. 2-17. Protection Areas and Maximum Spacing for Ordinary hazard	33
Table. 2-18. Protection Areas and Maximum Spacing for Extra hazard	33
Table. 2-19. Protection Areas and Maximum Spacing for High-piled storage	33

Table. 2-20. Protection Areas and Maximum Spacing for Large Drop Sprinklers .....	34
Table. 2-21. Protection Areas and Maximum Spacing of ESFR Sprinklers .....	34
Table. 2-22. Water Supply Requirements for Pipe Schedule Sprinkler System .....	35
Table. 2-23. Light Hazard Pipe Schedules .....	36
Table. 2-24. Ordinary Hazard Pipe Schedules .....	36
Table. 2-25. Extra Hazard Pipe Schedules .....	36
Table. 2-26. Hose Stream Demand and Water Supply Duration Requirements for Hydraulically Calculated Systems .....	37
Table. 2-27. Equivalent Schedule 40 Steel Pipe Length Chart .....	39
Table. 2-28. C value Multiplier .....	39
Table. 3-1. Manual Hydraulic Calculation Form .....	55
Table. 5-1. Hazard Classifications Comparison .....	68
Table. 5-2. Water Demand for Hazard Classifications .....	69
Table. 5-3. Water Supply Duration Requirements for each Occupancy .....	70
Table. 5-4. Design Density for each Occupancy .....	71
Table. 5-5. Sprinkler Head Maximum Spacing and Protection Area for each Occupancy .....	72
Table. 6-1. General Condition of Fire Fighting Property .....	75
Table. 6-2. Pressure Loss Calculation for Pipe and Fittings at Each Node (Case "1", Korea) .....	77
Table. 6-3. Sheet of Hydraulic Sprinkler Calculations (Case "1", NFPA 13) .....	89
Table. 6-4. Pressure Loss Calculation for Pipe and Fittings at Each Node (Case "2", Korea) .....	92
Table. 6-5. Sheet of Hydraulic Sprinkler Calculations (Case "2", NFPA 13) .....	105
Table. 6-6. Pressure Loss Calculation for Pipe and Fittings at Each Node (Case "3", Korea) .....	108
Table. 6-7. Sheet of Hydraulic Sprinkler Calculations (Case "3", NFPA 13) .....	121
Table. 6-8. Design Method Comparison of Sprinkler System .....	124

## 그림 목 차

Fig. 1-1. Flow Chart of Study Procedure .....	4
Fig. 2-1. Density / Area Curves .....	37
Fig. 3-1. Flow Chart of Hydraulic Calculation Method .....	46
Fig. 3-2. Determining Length of the Design Area .....	48
Fig. 3-3. Illustration for Design Area .....	50
Fig. 3-4. Layout of Calculated Sprinkler System .....	54
Fig. 3-5. Sectional View of Building show in Fig. 3-4 .....	54
Fig. 4-1. Hydraulic Calculation Application Yes or No .....	57
Fig. 4-2. Career of Fire Protection Engineering .....	58
Fig. 4-3. Personnel of Fire Protection Engineering .....	58
Fig. 4-4. Application Standard of Sprinkler System .....	59
Fig. 4-5. Application Data of Equivalent Length of Fittings and Valves ..	60
Fig. 4-6. Reason of Hydraulic Calculation Application .....	60
Fig. 4-7. Design Application Method .....	61
Fig. 4-8. Hydraulic Calculation Application Building .....	61
Fig. 4-9. Use frequency of Hydraulic Calculation Program .....	62
Fig. 4-10. Verification method of Design .....	62
Fig. 4-11. Issue of Hydraulic Calculation Application .....	63
Fig. 4-12. First Priority Subject for Hydraulic Calculation Application ..	64
Fig. 4-13. Reason of Hydraulic Calculation Inapplicable .....	64
Fig. 4-14. Verification method of Design .....	65
Fig. 4-15. Hydraulic Calculation Application Idea .....	65
Fig. 4-16. Issue in Case of Hydraulic Calculation Application .....	66
Fig. 6-1. Plan View of Pipe Schedule Sprinkler System (Case "1", Korea) .....	79
Fig. 6-2. Isometric View of Pipe Schedule Sprinkler System (Case "1", Korea) ..	80

Fig. 6-3. Plan View of Pipe Schedule Sprinkler System (Case "1", NFPA 13) .....	82
Fig. 6-4. Isometric View of Pipe Schedule Sprinkler System (Case "1", NFPA 13) .....	83
Fig. 6-5. Plan View of Hydraulically calculated Sprinkler System (Case "1", NFPA 13) .....	87
Fig. 6-6. Isometric View of Hydraulically calculated Sprinkler System (Case "1", NFPA 13) .....	88
Fig. 6-7. Plan View of Pipe Schedule Sprinkler System (Case "2", Korea) .....	95
Fig. 6-8. Isometric View of Pipe Schedule Sprinkler System (Case "2", Korea)	96
Fig. 6-9. Plan View of Pipe Schedule Sprinkler System (Case "2", NFPA 13) .....	98
Fig. 6-10. Isometric View of Pipe Schedule Sprinkler System (Case "2", NFPA 13) .....	99
Fig. 6-11. Plan View of Hydraulically calculated Sprinkler System (Case "2", NFPA 13) .....	103
Fig. 6-12. Isometric View of Hydraulically calculated Sprinkler System (Case "2", NFPA 13) .....	104
Fig. 6-13. Plan View of Pipe Schedule Sprinkler System (Case "3", Korea) .....	111
Fig. 6-14. Isometric View of Pipe Schedule Sprinkler System (Case "3", Korea)	112
Fig. 6-15. Plan View of Pipe Schedule Sprinkler System (Case "3", NFPA 13) .....	114
Fig. 6-16. Isometric View of Pipe Schedule Sprinkler System (Case "3", NFPA 13) .....	115
Fig. 6-17. Plan View of Hydraulically calculated Sprinkler System (Case "3", NFPA 13) .....	119
Fig. 6-18. Isometric View of Hydraulically calculated Sprinkler System (Case "3", NFPA 13) .....	120

# 제 1 장 서 론

## 1-1 연구의 배경 및 목적

스프링클러설비의 수리계산 적용은 공학적, 경제적인 측면에서 볼 때 우수한 설계방식이다. 수리계산방식을 적용한 스프링클러설비는 각 구간의 압력과 유량의 적정성을 판단하게 해주며 스프링클러설비의 설치비용을 절감시킬 수 있도록 한다. 그러나 스프링클러설비의 화재안전기준(NFSC 103)에는 수리계산적용에 관한 일부기준만 법제화되어 있을 뿐 구체적인 기준에 대해서는 언급이 없다. 화재안전기준을 만족하는 수리계산방식의 설계를 할 경우 유량과 양정이 과다하게 나와 경제적 부담을 가중시키며 이러한 사양중심의 법령은 성능위주의 소방 설계를 하는데 저해요인이 되어 왔다.

스프링클러설비의 수리계산 적용의 중요성은 정기신(1999)의 “스프링클러 시스템의 가지방식과 격자방식에 관한 비교연구”에서 수리계산을 적용한 격자배관방식이 기존 가지배관방식의 스프링클러설비보다 더 경제적인 것으로 연구했으며,<sup>1)</sup> 송철강(2001)의 “배관망 해석 방법을 이용한 스프링클러 시스템의 수리계산 프로그램 개발”에서 수리계산을 컴퓨터 프로그램으로 손쉽게 계산할 수 있는 국내 프로그램 개발이 시도되어 스프링클러설비의 성능기준 화재안전 설계를 할 수 있는 계기를 마련하였다.<sup>2)</sup> 그러나 아직까지 국내에서의 스프링클러 설계방식 중 가장 큰 비중을 차지하는 것은 규약배관방식이며 스프링클러 수리계산방식의 설계 적용은 적은 편이다.

또한, 이수경(2000)은 “성능기준 소방안전설계의 세계적 추세와 국내도입에 관한 고찰”에서 성능기준 소방방법의 효율성과 성능위주 방화설계의 국내도입에 대한 필요성을 언급했으며 화재안전의 극대화, 법 규정에 유연성 부여, 경제적 이익, 고급 소방전문가의 양성 등으로 소방시설의 고효율, 저 비용화를 이룰 수 있는 근거가 된다고 말한다.<sup>3)</sup>

스프링클러설비의 역사는 19세기부터 시작되어 연구와 기술개발을 거듭하면서

현재의 스프링클러설비로 정착되었으며, 스프링클러설비의 발전에 주도적인 역할은 세계적으로 통용되는 지침서를 발간한 미국방화협회(NFPA)이다.<sup>4)</sup> 미국방화협회에서는 많은 경험적인 시행착오를 겪으면서 스프링클러 헤드 및 방식이 변화하였고 수리계산방식이 도입된 후 규약배관방식보다 경제적인 측면에서 비용 절감의 효과와 규약배관방식의 적정성여부를 판단하게 해 주었다.<sup>5)</sup>

국내의 화재안전기준을 만족하는 수리계산방식의 설계는 비효율적인 결과가 나오기 때문에 실제 실무에서의 적용은 규약배관방식의 설계가 더 많이 이루어진다. 수리계산방식은 규약배관방식 보다 배관설비를 보다 정확하게 분석할 수 있고 가장 알맞은 배관구경을 선택할 수 있게 한다. 따라서 스프링클러설비의 신뢰도와 효율성을 높이기 위해서는 공학적인 수리계산방식의 도입이 시급하며 NFPA 13의 수리계산방식을 국내 화재안전기준에 도입하기 위해서는 국내 소방법의 모순점을 극복하고 근본적인 문제점을 인식할 필요성이 있다.

본 연구는 스프링클러설비의 화재안전기준에 수리계산방식의 설계 적용을 위하여 해결되어야 하는 근본적인 문제점을 제시하고자 하며 수리계산방식의 법제화를 위하여 화재안전기준의 개선방안을 제시하는데 그 목적이 있다. 스프링클러설비의 화재안전기준은 성능위주의 소방 설계기준으로 변경되어야 하며 NFPA 13의 기준을 그대로 도입하기보다는 우리 실정에 맞는 수리계산방식의 설계기준이 마련되어 향후 소방발전의 획기적인 전기를 마련했으면 하는 바람이다.

## 1-2 연구 방법

본 연구는 스프링클러설비의 화재안전기준의 모순점을 알기위해 국내, 일본, NFPA의 스프링클러 설계기준을 조사하였으며 화재안전기준과 비교·검토를 하여 문제점을 제시하였다. 또한 국내 소방 설계업체의 수리계산방식의 설계적용에 대해 설문조사를 실시했으며, 수리계산의 개념을 이해할 수 있도록 수리계산 이론 및 절차를 정리하여 이를 바탕으로 소방대상물의 용도별 모델을 선정하여 수리계산 및 규약배관방식의 설계를 실시하였다. 설계모델의 선정은 국내 건축물을 대상으로 스프링클러헤드 기준개수별로 화재위험용도 분류를 하여 국내 규약배관방식, NFPA 13의 규약배관 및 수리계산 방식의 설계를 하여 그 결과를 비교·검토하였으며 수리계산적용을 위한 화재안전기준의 개선방안을 제시하고자 하였다.

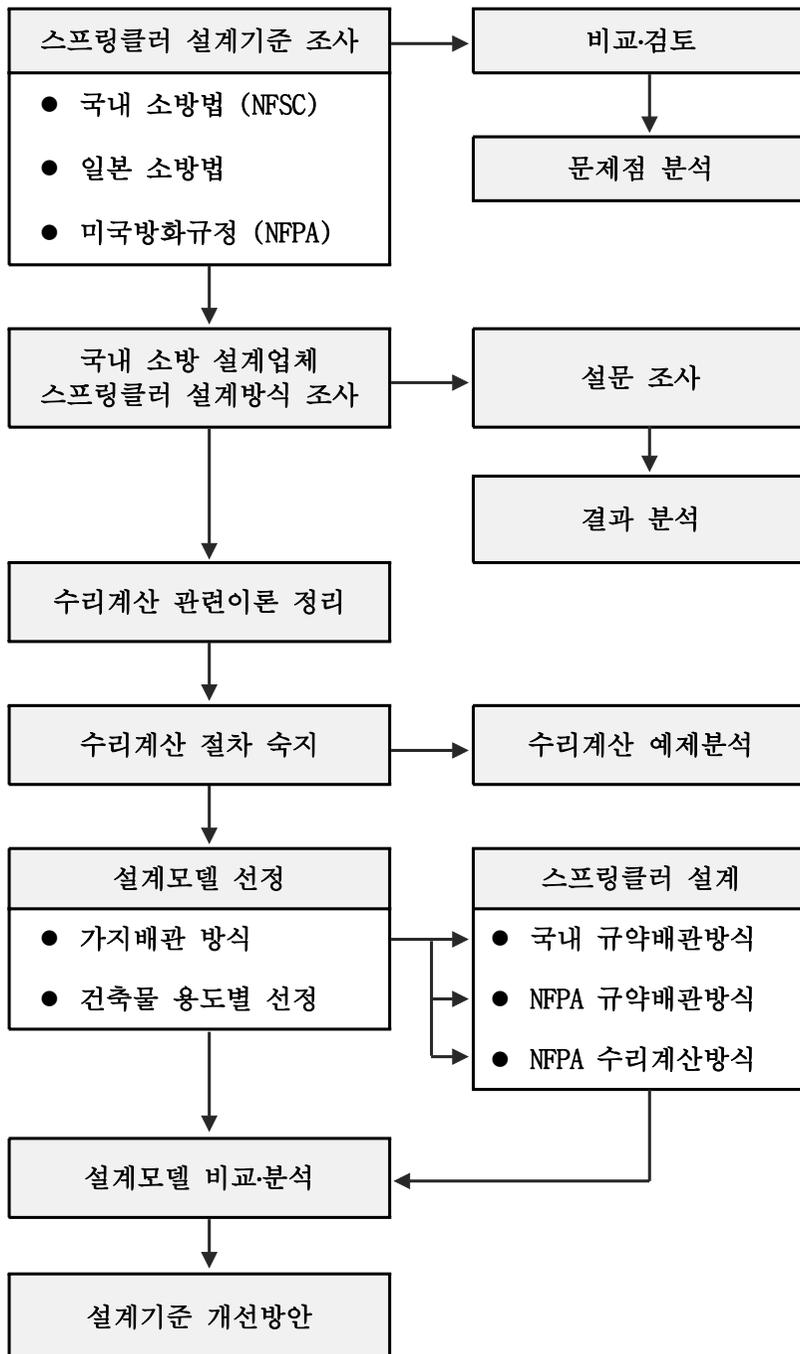


Fig. 1-1. Flow Chart of Study Procedure

## 제 2 장 국가별 스프링클러설비의 설계기준

### 2-1 국내의 스프링클러설비 기준

스프링클러설비의 설치대상은 소방시설설치유지 및 안전관리에 관한법률 시행령 [별표 4]에 의하여 적용하며, 설계 및 설치에 관련된 사항은 스프링클러설비의 화재안전기준(NFSC 103)에 의하여 적용한다. 스프링클러설비의 건축물 설치대상 및 설치기준은 다음과 같다.

#### 2-1-1 스프링클러설비의 설치대상

- (1) [별표4] 특정소방대상물의 관계인이 특정소방대상물의 규모·용도 및 수용인원 등을 고려하여 갖추어야 하는 소방시설 등의 종류<sup>6)</sup>

스프링클러설비를 설치하여야 하는 특정소방대상물(가스시설 또는 지하구를 제외한다)은 다음 각목의 1과 같다.

- 1) 문화집회 및 운동시설(사찰·제실·사당 및 동식물원은 제외한다)로서 다음의 1에 해당하는 경우에는 전층
  - ① 수용인원이 100인 이상인 것
  - ② 영화상영관의 용도로 쓰이는 층의 바닥면적이 지하층 또는 무창층인 경우 500㎡이상, 그 밖의 층의 경우에는 1,000㎡ 이상인 것
  - ③ 무대부가 지하층·무창층 또는 4층 이상의 층에 있는 경우에는 무대부의 면적이 300㎡ 이상인 것
  - ④ 무대부가 ③호 외의 층에 있는 경우에는 무대부의 면적이 500㎡ 이상인 것
- 2) 판매시설 및 영업시설로서 다음의 1에 해당하는 경우에는 전층
  - ① 층수가 3층 이하인 건축물로서 판매시설 및 영업시설의 바닥면적 합계가 6,000㎡ 이상인 것

- ② 층수가 4층 이상인 건축물로서 판매시설 및 영업시설의 바닥면적 합계가 5,000㎡ 이상인 것
- ③ 수용인원 500인 이상인 것
- 3) 층수가 11층 이상인 특정소방대상물의 경우에는 전층
- 4) 노유자시설·정신보건법 제3조제2호의 규정에 해당하는 정신보건시설(이하 “정신보건시설”이라 한다) 및 숙박시설이 있는 수련시설로서 연면적 600㎡ 이상인 경우에는 전층
- 5) 천장 또는 반자(반자가 없는 경우에는 지붕의 옥내에 면하는 부분)의 높이가 10m를 넘는 랙크식 창고(선반 또는 이와 비슷한 것을 설치하고 승강기에 의하여 수납물을 운반하는 장치를 갖춘 것을 말한다)로서 연면적 1,500㎡ 이상인 것
- 6) 지하가(터널을 제외한다)로서 연면적 1,000㎡ 이상인 것
- 7) 1) 내지 5)에 해당하지 아니하는 특정소방대상물(냉동창고를 제외한다)의 지하층·무창층 또는 층수가 4층 이상인 층으로서 바닥면적이 1,000㎡ 이상인 층
- 8) 1) 내지 7)의 특정소방대상물에 부속된 보일러실 또는 연결통로 등
- 9) 복합건축물 또는 교육연구시설 내에 있는 학생 수용을 위한 기숙사로서 연면적 5,000㎡ 이상인 경우에는 전층
- 10) 5)에 해당하지 아니하는 공장 또는 창고로서 소방기본법시행령 별표2에서 정하는 수량의 1,000배 이상의 특수가연물을 저장·취급하는 것

## 2-1-2 스프링클러설비의 설계기준<sup>7)</sup>

### (1) 제4조(수원)

스프링클러설비의 수원은 그 저수량이 다음 각호의 기준에 적합하도록 하여야 한다.

- 1) 폐쇄형스프링클러헤드를 사용하는 경우에는 Table. 2-1의 스프링클러설비 설치장소별 스프링클러헤드의 기준개수[스프링클러헤드의 설치개수가 가장

많은 층(아파트의 경우에는 설치개수가 가장 많은 세대)에 설치된 스프링클러헤드의 개수가 기준개수보다 작은 경우에는 그 설치개수를 말한다. 이하 같다]에 1.6m<sup>3</sup>를 곱한 양 이상이 되도록 할 것.

Table. 2-1. Required Sprinkler Head Numbers for the each Protected Area

스프링클러설비 설치장소			기준개수
지하층을 제외한 층수가 10층 이하인 소방대상물	공장 또는 창고 (랙크식 창고를 포함한다)	특수가연물을 저장·취급하는 것	30
		그 밖의 것	20
	근린생활시설·판매시설 및 영업시설 또는 복합건축물	슈퍼마켓·도매시장·소매시장 또는 복합건축물(슈퍼마켓·도매시장·소매시장이 설치되는 복합건축물을 말한다)	30
		그 밖의 것	20
	그 밖의 것	헤드의 부착높이가 8m 이상인 것	20
		헤드의 부착높이가 8m 미만인 것	10
아파트			10
지하층을 제외한 층수가 11층 이상인 소방대상물(아파트를 제외한다)·지하가 또는 지하역사			30
비고 : 하나의 소방대상물이 2 이상의 "스프링클러헤드의 기준개수"란에 해당하는 때에는 기준개수가 많은 난을 기준으로 한다. 다만, 각 기준개수에 해당하는 수원을 별도로 설치하는 경우에는 그러하지 아니하다.			

2) 개방형스프링클러헤드를 사용하는 스프링클러설비의 수원은 최대 방수구역에 설치된 스프링클러헤드의 개수가 30개 이하일 경우에는 설치 헤드수에 1.6m<sup>3</sup>를 곱한 양 이상으로 하고, 30개를 초과하는 경우에는 『가압송수장치의 정격토출압력은 하나의 헤드선단에 1kg/cm<sup>2</sup> 이상 12kg/cm<sup>2</sup> 이하의 방수압력이 될 수 있게 하는 크기일 것, 가압송수장치의 송수량은 1kg/cm<sup>2</sup>의 방수

압력 기준으로 80 ℓ /min 이상의 방수성능을 가진 기준개수의 모든 헤드로부터의 방수량을 충족시킬 수 있는 양 이상의 것으로 할 것. 이 경우 속도수두는 계산에 포함하지 아니할 수 있다』의 규정에 따라 산출된 가압송수장치의 1분당 송수량에 20을 곱한 양 이상이 되도록 할 것

(2) 제5조(가압송수장치)

전동기 또는 내연기관에 따른 펌프를 이용하는 가압송수장치는 다음 각호의 기준에 따라 설치하여야 한다.

- 1) 가압송수장치의 정격토출압력은 하나의 헤드선단에 1kg/cm<sup>2</sup> 이상 12kg/cm<sup>2</sup> 이하의 방수압력이 될 수 있게 하는 크기일 것
- 2) 가압송수장치의 송수량은 1kg/cm<sup>2</sup>의 방수압력 기준으로 80 ℓ /min 이상의 방수성능을 가진 기준개수의 모든 헤드로부터의 방수량을 충족시킬 수 있는 양 이상의 것으로 할 것. 이 경우 속도수두는 계산에 포함하지 아니할 수 있다.
- 3) 제2)호의 기준에 불구하고 가압송수장치의 1분당 송수량은 폐쇄형스프링클러헤드를 사용하는 설비의 경우 『Table. 2-1의 스프링클러설비 설치장소별 스프링클러헤드의 기준개수[스프링클러헤드의 설치개수가 가장 많은 층에 설치된 스프링클러헤드의 개수가 기준개수보다 작은 경우에는 그 설치개수를 말한다.]에 1.6m<sup>3</sup>를 곱한 양 이상이 되도록 할 것.』의 규정에 따른 기준개수에 80 ℓ 를 곱한 양 이상으로도 할 수 있다.
- 4) 제2)호의 기준에 불구하고 가압송수장치의 1분당 송수량은 『개방형스프링클러헤드를 사용하는 스프링클러설비의 수원은 최대 방수구역에 설치된 스프링클러헤드의 개수가 30개 이하일 경우에는 설치 헤드수에 1.6m<sup>3</sup>를 곱한 양 이상으로 한다』의 개방형스프링클러 헤드수가 30개 이하의 경우에는 그 개수에 80 ℓ 를 곱한 양 이상으로 할 수 있으나 30개를 초과하는 경우에는 1) 및 2)의 규정에 따른 기준에 적합하게 할 것.
- 5) 가압송수장치는 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다.
  - ① 고가수조의 자연낙차수두(수조의 하단으로부터 최고층에 설치된 헤드까지의 수직거리)는 다음의 식에 따라 산출한 수치이상이 되도록 할 것.

$$H = h_1 + 10$$

H : 필요 낙차 [m]

$h_1$  : 배관의 마찰손실수두 [m]

② 압력수조의 압력은 다음의 식에 따라 산출한 수치이상으로 할 것.

$$P = p_1 + p_2 + 1$$

P : 필요한 압력 [kg/cm<sup>2</sup>]

$p_1$  : 낙차의 환산 수두압 [kg/cm<sup>2</sup>]

$p_2$  : 배관의 마찰손실 수두압 [kg/cm<sup>2</sup>]

(3) 제6조 (폐쇄형스프링클러설비의 방호구역)

폐쇄형스프링클러헤드를 사용하는 설비의 방호구역은 다음 각호의 기준에 적합하여야 한다.

- 1) 하나의 방호구역의 바닥면적은 3,000m<sup>2</sup>를 초과하지 아니할 것
- 2) 하나의 방호구역에는 1개 이상의 유수검지장치를 설치하되, 화재발생시 접근이 쉽고 점검하기 편리한 장소에 설치할 것
- 3) 하나의 방호구역은 2개 층에 미치지 아니하도록 할 것. 다만, 1개 층에 설치되는 스프링클러헤드의 수가 10개 이하인 경우에는 3개 층 이내로 할 수 있다

(4) 제8조 (배관)

- 1) 배관은 배관용 탄소강관(KS D 3507) 또는 배관 내 사용압력이 10kg/cm<sup>2</sup>이상일 경우에는 압력배관용 탄소강관(KS D 3562)이나 이와 동등 이상의 강도·내식성 및 내열성을 가진 것으로 하여야 한다. 다만, 습식스프링클러설비의 배관은 이음매 없는 동 및 동합금(KS D 5301)의 배관용 동관을 사용할 수 있다.
- 2) 배관의 구경은 『가압송수장치의 송수량은 1kg/cm<sup>2</sup>의 방수압력 기준으로 80 l/min 이상의 방수성능을 가진 기준개수의 모든 헤드로부터의 방수량을 충족시킬 수 있는 양 이상의 것으로 할 것. 이 경우 속도수두는 계산에 포함하지 아니할 수 있다.』의 규정에 적합하도록 수리계산에 의하거나 Table. 2-2의 기준에 따라 설치할 것. 다만, 수리계산에 따르는 경우 가지배관의

유속은 6m/s, 그 밖의 배관의 유속은 10m/s를 초과할 수 없다.

Table. 2-2. Feed Pipe Diameter for Sprinkler Head Number (Unit:mm)

급수관의 구경 구 분	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150
가	2	3	5	10	30	60	80	100	160	161 이상
나	2	4	7	15	30	60	65	100	160	161 이상
다	1	2	5	8	15	27	40	55	90	91 이상

주) ① 폐쇄형스프링클러헤드를 사용하는 설비의 경우로서 1개층에 하나의 급수 배관(또는 밸브 등)이 담당하는 구역의 최대면적은 3,000m<sup>2</sup>를 초과하지 아니할 것.

② 폐쇄형스프링클러헤드를 설치하는 경우에는 "가"란의 헤드수에 따를 것. 다만, 100개 이상의 헤드를 담당하는 급수배관(또는 밸브)의 구경을 100mm로 할 경우에는 수리계산을 통하여 『수리계산에 따르는 경우 가지배관의 유속은 6m/s, 그 밖의 배관의 유속은 10m/s를 초과할 수 없다』에서 규정한 배관의 유속에 적합하도록 할 것.

③ 폐쇄형스프링클러헤드를 설치하고 반자 아래의 헤드와 반자속의 헤드를 동일 급수관의 가지관상에 병설하는 경우에는 "나"란의 헤드수에 따를 것.

④ 『무대부·소방기본법시행령 별표 2의 특수가연물을 저장 또는 취급하는 장소에 있어서는 1.7m 이하』의 경우로서 폐쇄형스프링클러헤드를 설치하는 설비의 배관구경은 "다"란에 따를 것.

⑤ 개방형스프링클러헤드를 설치하는 경우 하나의 방수구역이 담당하는 헤드의 개수가 30개 이하일 때는 "다"란의 헤드수에 의하고, 30개를 초과할 때는 수리계산 방법에 따를 것.

3) 교차배관에서 분기되는 지점을 기점으로 한쪽 가지배관에 설치되는 헤드의 개수(반자 아래와 반자속의 헤드를 하나의 가지배관 상에 병설하는 경우에는 반자 아래에 설치하는 헤드의 개수)는 8개 이하로 할 것.

4) 습식스프링클러에 격자형 배관방식(2 이상의 수평주행배관 사이를 가지배관으로 연결하는 방식을 말한다)을 채택하는 때에는 펌프의 용량, 배관의 구경 등을 수리학적으로 계산한 결과 헤드의 방수압 및 방수량이 소화목적을 달성하는 데 충분하다고 인정되는 경우 한쪽 가지배관에 설치되는 헤드의 개수를 8개 이상으로 할 수 있다. 다만, 중앙소방기술심의위원회 또는 지방소방기술심의위원회의 심의를 거친 경우에 한한다.

(5) 제10조(헤드)

- 1) 스프링클러헤드는 소방대상물의 천장·반자·천장과 반자사이·덕트·선반 기타 이와 유사한 부분(폭이 1.2m을 초과하는 것에 한한다)에 설치하여야 한다. 다만, 폭이 9m 이하인 실내에 있어서는 측벽에 설치할 수 있다.
- 2) 랙크식창고의 경우로서 소방기본법시행령 별표 2의 특수가연물을 저장 또는 취급하는 것에 있어서는 랙크 높이 4m 이하마다, 그 밖의 것에 취급하는 것에 있어서는 랙크 높이 6m 이하마다 스프링클러헤드를 설치하여야 한다. 다만, 랙크식 창고의 천장높이가 13.7m 이하로서 화재조기진압용스프링클러설비의화재안전기준(NFSC 103B)의 규정에 따라 설치하는 경우에는 천장에만 스프링클러헤드를 설치할 수 있다
- 3) 스프링클러헤드를 설치하는 천장·반자·천장과 반자사이·덕트·선반 등의 각 부분으로부터 하나의 스프링클러헤드까지의 수평거리는 다음 각 호와 같이 하여야 한다. 다만, 성능이 별도로 인정된 스프링클러헤드를 수리계산에 따라 설치하는 경우에는 그러하지 아니하다.
  - ① 무대부·소방기본법시행령 별표 2의 특수가연물을 저장 또는 취급하는 장소에 있어서는 1.7m 이하
  - ② 랙크식 창고에 있어서는 2.5m 이하
  - ③ 아파트에 있어서는 3.2m 이하
  - ④ ① 내지 ③ 외의 소방대상물에 있어서는 2.1m 이하 (내화구조로 된 경우에는 2.3m 이하)

## 2-2 일본의 스프링클러설비 기준

### 2-2-1 스프링클러설비의 설치대상

(1) 제12조 스프링클러설비에 관한 기준<sup>8)</sup>

스프링클러설비를 설치하여야 하는 방화대상물은 다음과 같다

- 1) 별표 1(Table. 2-3)의 (1)항의 방화대상물로 무대부(무대 및 무대부에 부설된 대도구실 및 소도구실을 말한다.)의 바닥면적이 지하층·무창층 또는 4층 이상의 층에 있어서는 300㎡이상, 그 외의 층에 있는 것에 있어서는 500㎡이상인 것.
- 2) 별표 1의 (1)항내지 (4)항, (5)항1호, (6)항, (9)항1호 및 (16)항1호의 방화대상물로 지하층을 제외한 층수가 11층 이상인 것. (단, 총무성령으로 정하는 부분은 제외한다.)
- 3) 별표 1의 (1)항내지 (4)항, (5)항1호, (6)항 및 (9)항1호의 방화대상물(전호의대상물은 제외한다)중 단층건물 이외의 방화대상물로 총무성령으로 정하는 부분 이외의 바닥면적의 합계가 동표의 방화대상물 중 신체상 또는 정신상의 이유에 의해 스스로 피난하는 것이 곤란한 사람이 입소하는 것으로서 바닥면적 1,000㎡이상, 동표 (4)항의 방화대상물 및 동표 (6)항의 방화대상물 중 병원인 경우 3,000㎡이상, 그 외의 방화대상물은 6,000㎡이상인 것
- 4) 별표 1의 (14)항의 방화대상물 중 천정(천정이 없는 경우 지붕의 아래쪽 면 방향)의 높이가 10m을 넘는 700㎡이상의 랙크식 창고(선반 또는 이와 비슷한 것을 설치하고 승강기에 의해 수납물의 반송을 실시하는 장치를 갖춘 창고를 말한다)
- 5) 별표 1의 (16의 2)항의 방화대상물로 연면적 1,000㎡이상의 것
- 6) 별표 1의 (16의 3)항의 방화대상물 중 연면적 1,000㎡이상으로 동표(1)항내지 (4)항, (5)항1호, (6)항 또는 (9)항1호의 방화대상물의 용도로 사용되는

부분의 바닥면적 합계가 500㎡이상인 것

- 7) 전 각호 외에 별표 1의 건축물 및 그 외의 공작물로 지정가연물(가연성액체류와 관련되는 것을 제외한다)을 위험물의 규제에 관한 정령 별표 제4로 정하는 수량의 1,000배 이상 저장 또는 취급하는 것
- 8) 별표 1의 (16)항1호의 방화대상물(제2호의 것은 제외한다)로 동표 (1)항내지 (4)항, (5)항1호, (6)항 또는 (9)항1호의 방화대상물의 용도에 제공되는 부분(총무성령으로 정하는 부분을 제외한다)의 바닥면적 합계가 3,000㎡이상으로 해당되는 층
- 9) 전 각호의 방화대상물 또는 그 외 별표 1의 방화대상물의 지하층, 무창층 또는 4층 이상 10층 이하의 층(총무성령으로 정하는 부분을 제외한다)으로 다음 각호의 것
  - ① 별표 1의 (1)항, (3)항, (5)항1호, (6)항 및 (9)항1호의 방화대상물의 층중 바닥면적이 지하층 또는 무창층은 1,000㎡이상, 4층 이상 10층 이하의 층은 1,500㎡이상의 것
  - ② 별표 1의 (2)항 및 (4)항의 방화대상물의 층중 그 바닥면적이 1,000㎡이상의 것
  - ③ 별표 1의 (16)항1호의 방화대상물의 층중 동표 (1)항내지 (4)항, (5)항1호, (6)항 또는 (9)항1호의 방화대상물의 용도로 사용되는 층의 바닥면적이 지하층 또는 무창층은 1,000㎡이상, 4층 이상 10층 이하의 층은 1,500㎡(동표 (2)항 또는 (4)항의 방화대상물의 용도로 사용되는 층은 1,000㎡) 이상의 것
- 10) 전 각호의 방화대상물 또는 그 외 별표 1의 방화대상물의 11층 이상인 층(총무성령으로 정하는 부분은 제외한다)

(2) 소방법 시행령 별표 1

Table. 2-3. Annex 1, Enforcement regulations of the JAPAN Fire Code

(1)	① 극장, 영화관, 연예장 또는 관람장 ② 공회당 또는 집회장
(2)	① 카바레, 카페, 나이트클럽 기타 이와 유사한 것 ② 유키장 또는 댄스홀
(3)	① 요정, 요리점 기타 이와 유사한 것 ② 음식점
(4)	백화점, 마켓 기타 물품판매업을 영위하는 점포 또는 전시장
(5)	① 여관, 호텔 또는 합숙소 이와 유사한 것 ② 기숙사, 하숙 또는 공동주택
(6)	① 병원, 진료소 또는 조산소 ② 노인복지시설, 유료양노원, 노인보건시설, 구호시설, 갱생시설, 아동복지시설(모자생활지원시설 및 아동후생시설 제외), 신체장애자갱생원호시설(신체장애자를 수용하는 것에 한한다), 정신장애자원호시설 또는 정신장애자 사회복귀시설 ③ 유치원, 맹아학교, 농아학교 또는 이와 유사한 것
(7)	초등학교, 중학교, 고등학교, 고등전문학교, 대학, 전수학교, 각종학교 기타 이와 유사한 것
(8)	도서관, 박물관, 미술관 기타 이와 유사한 것
(9)	① 공중목욕탕중 증기목욕장, 열기욕장 기타 이와 유사한 것 ② 1의 공중목욕장 이외의 공중목욕장
(10)	차량의 정차장 또는 선박 혹은 항공기의 발착장(여객의 승강 또는 대합실로 쓰이는 건축물에 한한다)
(11)	신사, 사원, 교회 그 외 이와 유사한 것
(12)	① 공장 또는 작업장 ② 영화스튜디오, 또는 텔레비전 스튜디오
(13)	① 자동차차고 또는 주차장 ② 비행기 또는 프로펠러항공기의 격납고
(14)	창고
(15)	전각 항에 해당하지 않는 사업장
(16)	① 복합용도 방화대상물 중 그 일부가 1항부터 4항 까지, 5항의1, 6항 또는 9항 1의 방화대상물의 용도로 쓰이는 것. ② 1의 복합용도 방화대상물 이외의 복합용도 방화대상물
(16의 2)	지하가
(16의 3)	건축물의 지하층(16의2의 각층을 제외)으로 연속하여 지하도에 면하여 설치된 것과 당해 지하도를 합한 것(1항부터 4항 까지, 5항1, 6항 또는 9항1의 방화대상물의 용도로 쓰이는 부분이 있는 경우에 한한다.)
(17)	문화재보호법의 규정에 의해 중요문화재, 중요유형민속문화재, 사적 또는 중요한 문화재로서 지정되거나, 또는 구 중요미술품등의 보존에 관한 법률의 규정에 의해 중요미술품으로 인정된 건조물
(18)	연장 50m 이상의 아케이드
(19)	시읍면장이 지정하는 산림
(20)	충무성령에서 정하는 배차(舟車)

비고:

- ① 2 이상의 용도로 쓰이는 방화대상물로서 복합용도 방화대상물 이외의 방화대상물로 주된 용도가 1항부터 15항까지 각항의 방화대상물의 용도로 사용될 경우에는 당해 방화대상물은 해당 각항의 방화대상물로 한다.
- ② 1항부터 16항까지의 용도로 쓰이는 건축물이 16의2항의 방화대상물 내에 있는 경우에는 이들 건축물은 16의2항의 방화대상물의 부분으로 본다.
- ③ 1항부터 16항까지의 용도로 쓰이는 건축물 또는 그 부분이 16의3항의 방화대상물의 부분에 해당하는 것이 있을 때에는 이들 건축물 또는 그 부분은 동항의 방화대상물인 것 외에 1항부터 16항의 방화대상물 또는 그 부분이라고 보지 않는다.

## 2-2-2 스프링클러설비의 설계기준<sup>9)</sup>

### (1) 스프링클러 헤드의 종류

- 1) 표준형 헤드 : 가압시킨 물을 헤드의 축심을 중심으로 한 원상에 균일하게 분산하는 헤드를 말한다. 설치 상 표준형 헤드에 고감도형 헤드는 포함되지 않는다.
- 2) 고감도형 헤드 : 화재를 조기에 감지하여 광범위하게 물을 뿌릴 수 있는 헤드를 말하며 유효살수 반경은 2.6m 이상이다.
- 3) 소구획(小區劃)형 헤드 : 표준형 헤드 중 가압시킨 물을 일정 범위나 바닥면 및 벽면 부분에 분산하는 것이 가능한 헤드를 말한다. 이 헤드(감도가 1종인 것에 한정)는 령 별표 제1(5)항 또는 (6)항의 용도로 제공된 부분에 한하여 설치하는 것이 가능하다.
- 4) 측벽형 헤드 : 가압시킨 물을 헤드의 축심을 중심으로 한 원상에 분산하는 것이 가능한 헤드를 말한다. 이 헤드(감도가 1종인 것에 한정)는 령 별표 제1(5)항 또는 (6)항에 언급된 방화대상물 또는 (16)항에 언급된 방화대상물의 (5)항 또는 (6)항의 용도로 사용되는 부분에 한하여 설치하는 것이 가능하다.

- 5) 고유량형 헤드 등 : 감지부(화재를 감지하기 위한 부분이 있고 방수부와 일체가 된 것 또는 방수부와 분리한 것) 및 방수부(가압시킨 물을 방수하기 위한 부분) 로 구성되어 있으며 고정식 헤드 및 가동식 헤드로 분류한다.
- 6) 헤드의 종별에 대한 용도별 선택기준은 Table. 2-4와 같다.

Table. 2-4. Selection Standard of Sprinkler Head

헤드의 설치대상물	헤드의 종류
1. 무대부	개방형 헤드
2. 높은 천정 부분	고유량형 헤드 등
3. (5)항 또는 (6)항 용도부분으로 숙직실 등의 부분	표준형 헤드 또는 소구획형 헤드
4. 3의 부분 혹은 당해용도의 복도· 통로 등의 부분	표준형 헤드 또는 측벽형 헤드
5. 1~4 이외의 부분	표준형 헤드(소구획형 헤드 제외)

(2) 스프링클러 헤드의 배치

스프링클러 헤드의 배치는 방화대상물의 구조, 용도 등에 의해 Table. 2-5의 간격으로 헤드를 배치하여 살수장애가 생기지 않도록 설계를 하여야 하며, 이때 헤드의 배치기준은 헤드 유효살수반경인 수평거리 기준이다.

Table. 2-5. Arrangement of Sprinkler Head

헤드를 설계하는 부분		헤드의 수평거리 (반경)		
A	무대부	1.7m 이하		
	지정가연물	1.7m (고감도형 헤드는 $0.75 r^{(주1)}$ m) 이하		
B	A 이외의 방화대상물 (Rack식 창고, 지하가, 준지하가 제외)	내화건축물 제외	2.1m (고감도형 헤드는 $0.9 r^{(주1)}$ m) 이하	
		내화건축물	2.3m (고감도형 헤드는 $r^{(주1)}$ m) 이하	
C	지하가	주방 기타 화기를 사용하는 설비 또는 기구를 설치하는 부분	1.7m (고감도형 헤드는 $0.75 r^{(주1)}$ m) 이하	
		기타 부분	2.1m (고감도형 헤드는 $0.9 r^{(주1)}$ m) 이하	
D	준지하가	주방 기타 화기를 사용하는 설비 혹은 기구를 사용하는 부분	1.7m (고감도형 헤드는 $0.75 r^{(주1)}$ m) 이하	
		기타 부분	주요구조부를 내화구조로 한 방화대상물 이외의 것	2.1m (고감도형 헤드는 $0.9 r^{(주1)}$ m) 이하
			주요구조부를 내화구조로 한 것	2.3m (고감도형 헤드는 $r^{(주1)}$ m) 이하
E	Rack식 창고	별도의 규정		
F	개구부에 설계하는 경우	개구부의 상판길이 2.5m 이하인 것 <sup>(주2)</sup>		

주1) r : 헤드의 유효살수반경, 소구획형 헤드에 있어서는 2.6m

주2) 다음 경우는 제외한다.

- a. 10층 이하의 개구부에 방화설비로 방화문이 설계된 경우
- b. 드렌치 설비로 설계된 경우

(3) 스프링클러설비의 수원 산정

스프링클러설비의 수원 산정은 건물의 위험용도 구분 및 헤드의 종류에 따라 Table.2-6 ~ 2-9의 헤드기준개수에 기준 수량을 곱하여 얻은 양 이상을 요구한다.

Table. 2-6. Water Supply Requirement for Sprinkler Systems (Standard Sprinkler Head)

구 분		헤드 개수	유효수량	건설의 경우	
폐쇄형 헤드 사용	10층 이하 (지층제외)의 것	Rack 식 참고 등급이 I, II 및 III급의 것	30 (1종에 있어서는 20)	등급이 III 또는 IV에 수평관이 설치된 것, 헤드의 수에 2.28m <sup>3</sup> 을 공급한 량. 기타 헤드 수에 3.42m <sup>3</sup> 을 공급한 량	1.5를 공급한 량
		등급이 IV인 것	20 (1종에 있어서는 16)		
	백화점 및 복합용도 방화대상 물품판매점 용도 부분	백화점 (연면적 1,000m <sup>2</sup> 이상의 소매점포 포함)	15 (고감도형 헤드는 12)	헤드의 개수에 1.6m <sup>3</sup> 을 공급한 량	
		기타의 것	10 (고감도형 헤드는 8)		
	11층 이상(지층 제외)의 것, 지하가 및 준지하가		15 (고감도형 헤드는 12)		
지정가연물을 1,000배 이상 저장 또는 취급하는 것		20 (1종에 있어서는 16)			
개방형 헤드 사용	무 대 부	10층 이하의 경우	최대의 방수구역에 설치된 헤드의 수에 1.6을 공급한 수		
		11층 이상의 경우	헤드의 개수는 최다 층의 헤드 수		

Table. 2-7. Water Supply Requirement of the case which uses the Residential Sprinkler

방화대상물의 구분	헤드의 개수	유효수량
10층 이하(지하층 제외)	8	헤드의 개수에 1m <sup>3</sup> 을 급한 량
11층 이상(지하층 제외)	12	

[비고] 헤드의 설치개수가 표에 언급된 수에 만족하지 않는 경우는 당해 설치개수로 한다.

Table. 2-8. Water Supply Requirement of the case which uses the Sidewall Sprinkler

방화대상물의 구분	헤드의 개수	유효수량
10층 이하(지하층 제외)	8	헤드의 개수에 1.6m <sup>3</sup> 을 급한 량 (건식 또는 준비작동식을 사용하는 것은 1.5배 한 것)
11층 이상(지하층 제외)	12	

[비고] 헤드의 설치개수가 표에 언급된 수에 만족하지 않는 경우는 당해 설치개수로 한다.

Table. 2-9. Water Supply Requirement of the case which uses the High Water Density Sprinkler

고유량형 헤드의 종별	헤드의 개수	유효수량
고정식 헤드를 사용하는 경우	방수구역 중 면적이 최대가 되는 방수구역에 설치된 헤드 수	헤드 동시개방개수에서 헤드의 방수량에 20분을 급한 량 이상
가동식 헤드를 사용하는 경우	1분당의 방수량이 최대가 되는 경우	헤드의 방수량에 20분을 급한 량 이상

(4) 스프링클러 헤드별 방수량 및 압력

- 1) 폐쇄형 스프링클러헤드 중 표준형 헤드는 말단 방수압력 0.1 MPa이상, 방수량 80 ℓ /min이상으로 방수할 수 있는 성능

- 2) 폐쇄형 스프링클러헤드 중 소구획형 헤드는 말단 방수압력 0.1 MPa이상, 방수량 50 l/min이상으로 방수할 수 있는 성능
- 3) 폐쇄형 스프링클러헤드 중 측벽형 헤드는 말단 방수압력 0.1 MPa이상, 방수량 80 l/min이상으로 방수할 수 있는 성능
- 4) 개방형 스프링클러헤드는 최대 방수구역에 설치되는 헤드의 수(무대부가 방화대상물의 11층 이상일 경우는 헤드 설치개수가 가장 많은 층의 설치개수)를 동시에 사용할 때 각 헤드의 방수압력 0.1 MPa이상, 방수량 80 l/min이상으로 방수할 수 있는 성능

(5) 종류가 다른 헤드를 사용하는 스프링클러설비의 설치는 다음과 같다.

- 1) 하나의 스프링클러 설비에 다른 종별의 스프링클러 헤드가 사용되어진 경우의 수원용량, 펌프 토출량 등은 그 값이 최대가 되는 종별의 스프링클러 헤드에 관계된 규정에 의해 산출한다.
- 2) 종별이 다른 스프링클러 헤드(방수량, 감도의 종별 등)는 동일 층의 동일구획 내에는 설치하지 않는다.

(6) 가압송수장치

가압송수장치의 방식은 낙차, 압력, 전 양정을 다음과 같이 계산한 값 이상으로 산정하여야 한다.

1) 고가수조방식

$$H = h_1 + 10$$

H : 필요 낙차 [m]

$h_1$  : 배관의 마찰손실수두 [m]

2) 압력수조방식

$$P = p_1 + p_2 + 0.1 \text{ MPa}$$

P : 필요 압력 [MPa]

$p_1$  : 배관의 마찰손실 수두압 [MPa]

$p_2$  : 낙차의 환산 수두압 [MPa]

3) 펌프 방식

$$H = h_1 + h_2 + 10$$

H : 펌프의 전 양정 [m]

$h_1$  : 배관의 마찰손실수두 [m]

$h_2$  : 낙차 [m]

4) 압력상승방지조치

- ① 높은 압력에서 헤드로부터 방수한 물로 인하여 소화효력을 잃지 않기 위해 헤드 방수압력이 1MPa를 넘지 않도록 유효한 조치를 하여야 한다.
- ② 가압송수장치의 능력을 결정하도록 필요한 배관의 마찰손실계산은 소방청에서 고시한 계산방법에 따른다.

2-2-3 밸브 및 관 부속품 등가배관 길이<sup>10)</sup>

밸브 및 관 부속품의 등가배관길이는 일본 소방청에서 고시한 Table. 2-10, 2-11에 의한다.

Table. 2-10. Equivalent Length of Fittings and Valves

(JIS G 3452 Steel Pipe Piping)

Unit:m

종 별		관 경(mm)	25	32	40	50	65	80	100	125	150
부속류	나사식	45° Elbow	0.4	0.5	0.6	0.7	1.0	1.1	1.5	1.8	2.2
		90° Elbow	0.8	1.1	1.3	1.6	2.0	2.4	3.2	3.9	4.7
		Return Bend(180°)	2.0	2.6	3.0	3.9	5.0	5.9	7.7	9.6	11.3
		분류Tee 또는 Cross(분류90°)	1.7	2.2	2.5	3.2	4.1	4.9	6.3	7.9	9.3
	용접식	45° 엘보 (Long)	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9
		90° 엘보 (Short)	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.3	1.7	2.1	2.5
		90° 엘보 (Long)	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.3	1.6	1.9
		분류Tee 또는 Cross(분류90°)	1.3	1.6	1.9	2.4	3.1	3.6	4.7	5.9	7.0
밸브류	Gate valve	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	1.0	
	Globe valve	9.2	11.9	13.9	17.6	22.6	26.9	35.1	43.6	51.7	
	Angle valve	4.6	6.0	7.0	8.9	11.3	13.5	17.6	21.9	26.0	
	Check valve (swing형)	2.3	3.0	3.5	4.4	5.6	6.7	8.7	10.9	12.9	

Table. 2-11. Equivalent Length of Fittings and Valves

(JIS G 3454 Steel Pipe for Pressure Service : SCH 40) Unit:m

종 별		관 경(mm)	25	32	40	50	65	80	100	125	150
		부속류	나사식	45° Elbow	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.4
90° Elbow	0.8			1.1	1.2	1.6	2.0	2.4	3.1	3.8	4.5
Return Bend(180°)	2.0			2.6	3.0	3.9	4.8	5.7	7.5	9.3	11.0
분류Tee 또는 Cross(분류90°)	1.6			2.1	2.5	3.2	4.0	4.7	6.1	7.6	9.1
용접식	45° 엘보 (Long)		0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9
	90° 엘보 (Short)		0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.0	2.4
	90° 엘보 (Long)		0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.2	1.5	1.8
	분류Tee 또는 Cross(분류90°)		1.2	1.6	1.9	2.4	3.0	3.5	4.6	5.7	6.8
밸브류	Gate valve	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	1.0	
	Globe valve	9.0	11.8	13.7	17.6	22.0	26.0	34.0	42.0	50.3	
	Angle valve	4.6	5.9	6.9	8.8	11.0	13.1	17.1	21.2	25.2	
	Check valve (swing형)	2.3	3.0	3.4	4.4	5.5	6.5	8.5	10.5	12.5	

2-2-4 배관 마찰손실수두 1)

배관의 마찰손실은 스프링클러헤드 유량에 따른 표(Table. 2-12, 2-13)를 이용하거나 다음의 공식에 의해 일률적으로 구할 수 있다.

$$\text{유수검지장치가 있는 경우 손실수두 } H(m) = \sum_{n=1}^n H_n + 5$$

$$H_n = 1.2 \times \frac{Q_k^{1.85}}{D_k^{4.87}} \left( \frac{I_K + I'_K}{100} \right) (m)$$

여기서,  $H_n$  = 위의 식으로 계산한 배관 마찰손실 수두값(m)

$n$  = 배관의 마찰손실계산에 필요한  $H_n$ 의 수

$Q_K$  = 호칭경이 k인 배관 내를 흐르는 물 또는 포수용액(ℓ/min)

$D_K$  = 호칭경이 k인 배관의 기준 내경(cm)

$I_K$  = 호칭경이 k인 직관 길이의 합(m)

$I'_K$  = 호칭경이 k인 배관 관 부속 및 밸브류의 등가 관장의 합(m)

Table. 2-12. Friction Loss Head of Pipe (per 100m) JIS G 3452

Unit : m

Head 개수	토출량 (lpm)	25mm	32mm	40mm	50mm	65mm	80mm	100mm	125mm	150mm
1	80	28.36	8.10	3.85	1.19	0.35	0.15	.	.	.
2	160	102.23	29.19	13.86	4.30	1.28	0.55	0.15	.	.
3	240	216.44	61.81	29.35	9.11	2.70	1.16	0.32	0.11	.
4	320	368.54	105.25	49.97	15.51	4.60	1.98	0.54	0.19	.
5	400	556.88	159.04	75.51	23.43	6.95	3.00	0.82	0.29	0.12
6	480	780.27	222.83	105.80	32.83	9.73	4.20	1.15	0.40	0.17
7	560	.	296.37	140.72	43.66	12.95	5.58	1.53	0.53	0.23
8	640	.	379.42	180.15	55.90	16.57	7.15	1.96	0.68	0.30
9	720	.	471.79	224.01	69.50	20.61	8.89	2.43	0.85	0.37
10	800	.	573.32	272.21	84.46	25.04	10.80	2.96	1.03	0.45
11	880	.	683.87	324.70	100.75	29.87	12.88	3.53	1.23	0.53
12	960	.	803.31	381.41	118.35	35.09	15.13	4.14	1.44	0.63
13	1040	.	931.53	442.29	137.23	40.69	17.55	4.80	1.67	0.73
14	1120	.	.	507.28	157.40	46.67	20.13	5.51	1.92	0.83
15	1200	.	.	576.34	178.83	53.02	22.87	6.26	2.18	0.95
16	1280	.	.	649.43	201.51	59.75	25.77	7.05	2.45	1.07
17	1360	.	.	726.51	225.42	66.84	28.82	7.89	2.74	1.19
18	1440	.	.	807.54	250.57	74.29	32.04	8.77	3.05	1.33
19	1520	.	.	892.49	276.92	82.11	35.41	9.69	3.37	1.47
20	1600	.	.	981.33	304.49	90.28	38.93	10.66	3.71	1.61
21	1680	.	.	.	333.25	98.81	42.61	11.66	4.06	1.76
22	1760	.	.	.	363.20	107.69	46.44	12.71	4.42	1.92
23	1840	.	.	.	394.33	116.92	50.42	13.80	4.80	2.09
24	1920	.	.	.	426.64	126.50	54.55	14.93	5.19	2.26
25	2000	.	.	.	460.10	136.42	58.83	16.10	5.60	2.43
26	2080	.	.	.	494.73	146.69	63.26	17.31	6.02	2.62
27	2160	.	.	.	530.50	157.29	67.83	18.56	6.46	2.81
28	2240	.	.	.	567.43	168.24	72.55	19.86	6.91	3.00
29	2320	.	.	.	605.48	179.53	77.42	21.19	7.37	3.20
30	2400	.	.	.	644.68	191.15	82.43	22.56	7.85	3.41

Table. 2-13. Friction Loss Head of Pipe (per 100m) JIS G 3454 (SCH 40)

Unit : m

Head 개수	토출량 (lpm)	25mm	32mm	40mm	50mm	65mm	80mm	100mm	125mm	150mm
1	80	30.45	8.32	4.03	1.22	0.41	0.18	.	.	.
2	160	109.76	30.00	14.53	4.38	1.48	0.65	0.17	.	.
3	240	232.39	63.53	30.76	9.28	3.12	1.37	0.37	0.13	.
4	320	395.69	108.17	52.38	15.79	5.32	2.33	0.62	0.22	.
5	400	597.92	163.45	79.15	23.87	8.04	3.51	0.94	0.33	0.14
6	480	837.76	229.01	110.90	33.44	11.26	4.92	1.32	0.47	0.20
7	560	.	304.59	147.50	44.47	14.97	6.55	1.76	0.62	0.26
8	640	.	389.94	188.83	56.94	19.17	8.36	2.25	0.80	0.34
9	720	.	484.88	234.80	70.80	23.84	10.42	2.80	0.99	0.42
10	800	.	589.22	285.33	86.04	28.97	12.67	3.40	1.21	0.51
11	880	.	702.84	340.34	102.62	34.55	15.11	4.06	1.44	0.61
12	960	.	825.60	399.79	120.55	40.59	17.75	4.77	1.69	0.72
13	1040	.	957.37	463.60	139.79	47.07	20.58	5.53	1.96	0.83
14	1120	.	.	531.72	160.33	53.98	23.61	6.34	2.25	0.95
15	1200	.	.	604.11	182.16	61.33	26.82	7.20	2.55	1.08
16	1280	.	.	680.72	205.26	69.11	30.22	8.12	2.88	1.22
17	1360	.	.	761.51	229.62	77.31	33.81	9.08	3.22	1.36
18	1440	.	.	846.45	255.23	85.94	37.58	10.09	3.58	1.52
19	1520	.	.	935.49	282.08	94.98	41.53	11.16	3.95	1.67
20	1600	.	.	.	310.16	104.43	45.67	12.27	4.34	1.84
21	1680	.	.	.	339.46	114.30	49.98	13.42	4.76	2.02
22	1760	.	.	.	369.96	124.57	54.47	14.63	5.18	2.20
23	1840	.	.	.	401.67	135.24	59.14	15.89	5.63	2.38
24	1920	.	.	.	434.58	146.32	63.98	17.19	6.09	2.58
25	2000	.	.	.	468.67	157.80	69.00	18.53	6.57	2.78
26	2080	.	.	.	503.94	169.68	74.20	19.93	7.06	2.99
27	2160	.	.	.	540.38	181.96	79.56	21.37	7.57	3.21
28	2240	.	.	.	577.99	194.61	85.10	22.86	8.10	3.43
29	2320	.	.	.	616.76	207.68	90.81	24.39	8.64	3.66
30	2400	.	.	.	656.68	221.11	96.69	25.97	9.20	3.90

## 2-3 미국의 스프링클러설비 기준

스프링클러를 설계하기 위한 기준으로 NFPA 13은 위험용도 분류 및 설치기준에 대해 규정하고 있으며, NFPA 101(인명안전코드)은 건물 또는 구조물의 용도분류에 대한 기준과 수용품의 위험에 따른 등급을 정하여 건물별로 적용할 수 있도록 규정되어 있다.

### 2-3-1 스프링클러설비의 설치대상

인명안전코드(NFPA 101)의 목적은 기능을 고려하는 동시에 화재로부터 인명안전을 위하여 건물과 구조물의 설계, 운영 및 유지관리에 대한 최소한의 요구사항을 제공하며, 스프링클러설비로 방호해야 하는 건물별 기준에 대해 다음과 같이 분류하고 있다.<sup>12)</sup>

#### (1) 건물 용도 구분

##### 1) 외래환자 의료용도

- ① 건물의 일부에서 4명 이상의 환자를 동시에 치료할 수 있는 시설
- ② 치료 또는 일반 마취에 의해서 긴급 상황 시 다른 사람의 도움 없이는 자기를 보호 할 수 없게 되는 외래 환자를 치료하는 시설

##### 2) 집회용도

- ① 회의, 예배, 오락, 식사, 음주 또는 여행과 같은 목적으로 50명 이상을 집합시키기 위한 건물 또는 수용인원과 관계없이 특수 오락용 건물
- ② 옥내훈련장, 집회홀, 공회당, 볼링레인, 클럽룸, 50명 이상을 수용하는 강의실, 회의실, 법정, 댄스홀, 음주시설, 전시관, 체육관, 도서관, 영안실, 영화관, 박물관, 여객대합실, 터미널, 예배장소, 수영장, 레크레이션장, 음식점, 스케이트장, 특수오락건물(수용인원 관계없이)

##### 3) 업무용도

- ① 회계와 기록보관 및 상업거래 이외의 업무상의 거래 목적으로 사용되는 용도

- ② 공항관제탑, 시청, 대학의 교육건물, 50명 미만을 수용하는 강의실 및 교육 실험실, 법원, 치과사무실, 의사사무실(진료용도 이외), 일반사무실, 외래환자 진료소, 마을회관

4) 보호용도

- ① 보호대상자와 인척관계에 있지 않은 자 또는 그의 법적 후견인이 아닌 자가 4명 이상의 보호대상 고객을 수용하여 매일 24시간미만의 시간 동안 보호 관리하기 위해 사용되는 용도
- ② 성인 보호용도(의료용도 제외), 어린이 보호용도, 보호용도 주택, 부속 유치원, 영아원

5) 감호 및 교정용도

- ① 점유자가 통제할 수 없는 보안조치로 인하여 대부분 자기 보호를 할 수 없는, 구금이나 보안상태가 다양한 4명 이상의 점유자를 수용하는 용도
- ② 성인 및 청소년 약물 오남용센터, 작업장, 성인 및 청소년 집단주거시설, 교정시설, 지역감호시설, 청소년 훈련학교

6) 교육용도

- ① 6인 이상, 12학년까지 매일 4시간 이상 또는 매주 12시간 이상 교육에 사용되는 용도
- ② 학원, 유치원, 학교

7) 의료용도

- ① 연령, 신체적 또는 정신적인 장애 또는 점유자가 통제할 수 없는 보호조치로 인하여 대부분 자기 보호를 할 수 없는 사람 4명 이상에 대한 의료행위, 기타 치료 또는 보호를 목적으로 사용되는 용도
- ② 외래환자 의료시설, 병원, 지체 부자유자 보호시설, 요양원

8) 공업용도

- ① 제품을 제조하거나 가공, 조립, 혼합, 포장, 마무리, 장식 및 수리작업의 수행에 사용되는 용도로 일반, 상급 위험, 특수 공업용도로 구분
- ② 드라이크리닝공장, 모든 종류의 공장, 식료품 가공공장, 가스플랜트, 수리/정비를 위한 격납고, 세탁소, 발전소, 펌프장, 정유공장, 정미소, 전화국

9) 상업용도

- ① 상품의 진열과 판매용으로 사용되는 용도
- ② 경매장, 백화점, 약국, 50명 미만의 음식점, 쇼핑센터, 슈퍼마켓

10) 복합용도

- ① 동일한 건물 내에 두 가지 이상의 용도가 수용되어 있고 두 용도가 별도의 안전조치를 취할 수 없도록 서로 혼합되어 있는 용도
- ② 다른 용도의 부대 용도로 사용될 수 있는 용도는 제외

11) 주거용도

- ① 취침시설을 제공하는 용도로서 의료용도 또는 간호 및 교정용도 이외의 용도
- ② 단독 또는 2가구 주택, 여관용도, 호텔, 모텔 및 기숙사, 아파트

12) 갱생보호용도

- ① 개인에 대한 보호 서비스를 제공할 목적으로 소유주나 운영자와의 혈연 관계가 아닌 4명 이상 거주자의 여관용도에 사용되는 건물

13) 창고용도

- ① 물품, 상품, 제품, 차량 또는 동물을 저장하거나 보관하는 용도
- ② 헛간, 벌크 오일 저장, 냉동저장, 화물터미널, 대형 곡물창고, 격납고 (저장), 주차구조물, 축사, 트럭과 선박 터미널, 창고

(2) 스프링클러설비 설치대상

- 1) 건물별로 스프링클러설치가 반드시 의무는 아니나 스프링클러설치가 제외되는 부분은 경우에 따라 내화성능 1시간의 창문이 없는 비내력 방화벽을 설치하며 신규건물에 대해서는 방연칸막이로 방호 구역되어야 한다.
- 2) 건물 내에는 다른 지역에 비하여 화재 발생 가능성이 높은 지역이 있을 수 있으며, 화재가 발생할 수 있는 지역을 미리 예측하여 그 지역만 방호하는 것은 불가능하므로 스프링클러설비는 건물 전체에 설치하는 것을 권장하지만, 경우에 따라서 스프링클러 설치가 어려울 경우에는 별도로 추가되는 요구사항을 만족하여야 한다.

- 3) 무창 건물과 지하 건물 내에 수용되어 있는 모든 용도는 전체를 자동식 스프링클러설비로 방호하여야 한다.
- 4) 다음은 스프링클러설비를 설치하여야 하는 건축물 대상이다.
- ① 고층건물 (지면에서 가장 높은 층의 바닥까지의 높이가 23m이상) : 전층 설치
  - ② 신규 집회용도 (수용인원 300명 초과) : 다음의 경우 전체 설치
    - 집회용도로 사용되는 층
    - 집회용도로 사용되는 층 아래에 위치한 층
    - 피난층 아래에 위치한 집회용도의 경우, 피난층을 포함한 그 층과 피난 층 사이의 모든 층
  - ③ 기존 집회용도 (전시, 진열 면적 1,400㎡ 초과) : 전체 설치
  - ④ 신규 교육용도 (대학교 강의실 제외) : 피난층 아래에 위치한 모든 부분 설치
  - ⑤ 기존 교육용도 : 피난층 아래에 위치한 학생들이 사용하는 층 전체 설치
  - ⑥ 신규 보호용도 : 건축 구조에 따라 피난층 이외에 설치
  - ⑦ 기존 보호용도 : 건축 구조에 따라 피난층 이외에 설치 (자기보호능력을 가지고 있는 경우는 제외)
  - ⑧ 신규 및 기존 의료용도 : 전체 설치
  - ⑨ 신규 및 기존 외래환자 의료용도 : 방호구획에 따라 선택 설치
  - ⑩ 신규 및 기존 감호 및 교정용도 : 전체 설치 (자유로운 출입구역 제외)
  - ⑪ 단독 및 2가구 주택 : 전체 설치 또는 방호를 위한 대안으로 사용되는 곳
  - ⑫ 여관용도 : 전체 설치
  - ⑬ 신규 및 기존 호텔과 기숙사 : 전체 설치
  - ⑭ 신규 및 기존 아파트 : 전체 설치
  - ⑮ 신규 및 기존 갯생보호용도 : 전체 설치
  - ⑯ 신규 상업용도 : 다음의 경우 전체 설치
    - 3층 이상인 모든 상업용도 전체

- 연면적 1,100㎡ 초과하는 상업용도
  - 판매, 저장 가연성 물품 및 상품 취급에 사용되는 면적이 230㎡ 초과하는 피난층 아래의 전체층
  - 혼합용도 전체
- ⑰ 기존 상업용도 : 다음의 경우 전체 설치
- 면적 1,400㎡ 초과하는 층이 있는 상업용도 전체
  - 연면적 2,800㎡ 초과하는 상업용도
  - 판매, 저장 가연성 물품 및 상품 취급에 사용되는 면적이 230㎡ 초과하는 피난층 아래의 전체층
  - 혼합용도 전체
- ⑱ 신규 및 기존 업무용도 : 설치 규정 없음. 단, 지하층, 무창층, 고층건물의 경우는 해당 규정에 의해 설치함.
- ⑲ 공업용도 : 상급위험용도의 경우만 설치. 기타위험용도는 선택사항
- ⑳ 창고용도 : 요구사항 없음

### 2-3-2 위험용도의 분류<sup>13)</sup>

위험용도 분류는 일반적인 화재위험 분류로 이용되어서는 안 되며 스프링클러 설계와 그 급수설비에만 적용하여야 한다. 분류의 기준은 수용품의 양과 가연성, 예상되는 열방출률, 총에너지 방출량, 적재물의 높이, 인화성 및 가연성 액체의 유무에 따라 경급, 중급, 상급, 특급 위험용도로 구분되고 Table. 2-14는 구체적인 해당 장소를 등급별로 구분한 내용이다.

#### (1) 경급위험용도 (Light Hazard Occupancies)

- ① 수용품의 양 또는 가연성이 적고, 비교적 열방출률이 적은 화재가 예상되는 용도 또는 기타용도 중 일부
- ② 가연물 하중이 낮고, 열방출률이 비교적 적을 것으로 예상되는 최소한의 화재위험을 나타내며, 공공시설, 교육, 종교, 주택, 사무실 등이 해당된다.

(2) 중급위험용도 1 (Ordinary Hazard : Group 1)

- ① 가연성이 낮고 가연물의 양이 중간정도이며 가연물의 적재 더미 높이가 2.4 m 이하이고, 열방출률이 보통인 화재가 예상되는 용도 또는 기타용도 중 일부
- ② 인화성 및 가연성 액체 또는 가스가 존재하지 않거나, 그 사용이 극히 제한된 대부분의 경공업 및 서비스 산업이 해당된다.

(3) 중급위험용도 2 (Ordinary Hazard : Group 2)

- ① 수용품의 양과 가연성이 중간이사이며 적재더미 높이가 3.7 m 이하이고 열방출률이 중간 이상인 화재가 예상되는 용도 또는 기타용도 중 일부
- ② 중급위험용도 그룹1 이외의 화재위험이 보다 심각한 용도로 수용품의 양과 가연성이 더 큰 제조 및 공정용도를 포함하며, 수용품이 3.7 m 높이까지 적재된 보조창고에도 적용한다.

(4) 상급위험용도 1 (Extra Hazard : Group 1)

- ① 수용품의 양과 가연성이 매우 크고 분진, 린트(lint) 또는 기타 물질 등이 존재하며 열방출률이 매우 높고 급격히 성장할 수 있는 화재를 야기하지만, 인화성 또는 가연성 액체는 거의 없는 용도 또는 기타용도 중 일부
- ② 인화성 또는 가연성 액체를 사용하는 공정기계가 있는 용도, 분진과 린트가 부유하는 용도 및 상당량의 가연성 발포재가 있는 용도로 직물제조 공장 등이 포함되며, 배관 또는 관 부속품의 파열과 액체의 미세함 방출로 심각한 화재를 일으킬 수 있다.

(5) 상급위험용도 2 (Extra Hazard : Group 2)

- ① 인화성 또는 가연성 액체가 상당량 저장되어 있는 용도 또는 기타용도 중 일부나 가연물이 광범위하게 분포되어 있는 용도
- ② 인화성 또는 가연성 액체를 대량 저장하며 액체가 고온에 노출되었을 때, 급속하게 증발할 수 있는 개방형 설비에 저장하는 장소를 포함하며, 스프링클러헤드가 용도에 대한 조건에 의해 심각한 장애를 받고 헤드방수가 차폐로 인하여 연소중인 재료에 도달하지 못하는 곳에도 적용된다.

Table. 2-14. Hazard Classifications for Sprinkler System

용도분류	해 당 장 소
경급위험	교회, 클럽, 가연구조의 처마, 교육시설, 병원, 관공서, 대형서고를 제외한 도서관, 박물관, 요양원, 사무실, 주택, 식당, 무대부를 제외한 극장 및 강당, 사용하지 않는 다락방
중급위험1	주차장, 전시실, 제과점, 음료제조소, 통조림공장, 낙농제품제조 및 처리공장, 전자제품공장, 유리 및 유리제품 제조공장, 세탁소, 식당의 주방
중급위험2	곡물공장, 일반화학공장, 제과공장, 증류주제조소, 드라이클리닝 세탁공장, 사료공장, 마구간, 피혁제품 제조공장, 도서관의 대형서고, 기계공장, 금속가공, 상품판매시설, 종이 및 펄프공장, 종이처리공장, 부두 및 선창, 우체국, 인쇄 및 출판소, 자동차 정비차고, 수지사용지역, 무대, 식물제조공장, 타이어 제조공장, 담배제조공장, 목재 가공공장, 목재제품 조립공장
상급위험1	항공기격납고(NFPA 409에 따르는 것은 제외), 가연성유압유사용지역, 다이캐스팅(Die casting), 금속압출, 합판 및 하드보드 제조공장, 인쇄(38℃미만의 인화점을 가진 잉크사용), 고무재생, 합성, 건조, 압밀, 경화, 제재소, 식물개표(picking), 혼타면, 혼합, 염색, 소면, 코머공정, 하성, 양모털실 또는 삼베, 발포플라스틱 가재도구 제조
상급위험2	아스팔트 함침, 인화성 액체분무도장, 플로우 코팅, 조립주택 또는 건물부재(밀폐공간이 존재하고 가연성 내장재가 있는 경우), 개방형 오일 퀘칭(quenching), 플라스틱 가공공정, 솔벤트세탁, 바니시 및 페인트 침지(沈漬)

### 2-3-3 스프링클러설비 요구사항

#### (1) 스프링클러설비의 방호면적 제한

하나의 스프링클러설비 입상관이나 겸용설비의 입상관에 의하여 방호되는 1개 층의 최대바닥면적은 위험등급별로 Table. 2-15와 같으며, 최대방호면적은 해당 건물의 1개 층 내의 설비별 최대바닥면적이며 각 층을 별개의 방화지역으로 간주하기 때문에 하나의 입상관으로 방호될 수 있는 층의 수를 제한하지 않는다.

Table. 2-15. Maximum Floor Area Protected by Sprinkler

Protected Area		Area Limitation
Light hazard		52,000 ft <sup>2</sup> (4,831 m <sup>2</sup> )
Ordinary hazard		52,000 ft <sup>2</sup> (4,831 m <sup>2</sup> )
Extra hazard	Pipe Schedule	25,000 ft <sup>2</sup> (2,323 m <sup>2</sup> )
	Hydraulically Calculated	40,000 ft <sup>2</sup> (3,716 m <sup>2</sup> )
Storage ; High-piled storage <sup>주)</sup> and storage covered by other NFPA standards		40,000 ft <sup>2</sup> (3,716 m <sup>2</sup> )

주) High-piled storage : 높이가 3.7m을 초과하는 밀집적재창고, 팻릿적재창고, 랙크식창고, 대형상자적재창고, 선반적재창고 등

(2) 위험용도별 스프링클러헤드 방호면적 및 헤드간의 최대배치 간격

스프링클러헤드 당 최대 방호면적은 어떤 경우에도 225 ft<sup>2</sup> (21 m<sup>2</sup>)를 초과하여서는 안 되며, 표준 분무식 상향형 / 하향형 스프링클러헤드의 위험용도별 최대방호면적과 최대 배치간격을 건물구조 및 위험등급별로 Table. 2-16 ~ 2-21과 같이 구분하여 적용한다.

Table. 2-16. Protection Areas and Maximum Spacing for Light Hazard

Construction Type	System Type	Protection Area	Spacing (maximum)
Noncombustible obstructed and unobstructed and combustible unobstructed with members 3 ft or more on center	P i p e schedule	200 ft <sup>2</sup> (18.6m <sup>2</sup> )	15 ft (4.6 m)
	Hydraulically calculated	225 ft <sup>2</sup> (20.9m <sup>2</sup> )	15 ft (4.6 m)
Combustible obstructed with members 3 ft or more on center	All	168 ft <sup>2</sup> (15.6m <sup>2</sup> )	15 ft (4.6 m)
Combustible obstructed or unobstructed with members less than 3 ft on center	All	130 ft <sup>2</sup> (12.1m <sup>2</sup> )	15 ft (4.6 m)

Table. 2-17. Protection Areas and Maximum Spacing for Ordinary hazard

Construction Type	System Type	Protection Area	Spacing (maximum)
A11	A11	130 ft <sup>2</sup> (12.1 m <sup>2</sup> )	15 ft (4.6 m)

Table. 2-18. Protection Areas and Maximum Spacing for Extra hazard

Construction Type	System Type	Protection Area	Spacing (maximum)
A11	Pipe schedule	90 ft <sup>2</sup> (8.4 m <sup>2</sup> )	12 ft (3.7 m)
A11	Hydraulically calculated with density $\geq 0.25$	100 ft <sup>2</sup> (9.3 m <sup>2</sup> )	12 ft (3.7 m)
A11	Hydraulically calculated with density $< 0.25$	130 ft <sup>2</sup> (12.1 m <sup>2</sup> )	15 ft (4.6 m)

Table. 2-19. Protection Areas and Maximum Spacing for High-piled storage

Construction Type	System Type	Protection Area	Spacing (maximum)
A11	Hydraulically calculated with density $\geq 0.25$	100 ft <sup>2</sup> (9.3 m <sup>2</sup> )	12 ft (3.7 m)
A11	Hydraulically calculated with density $< 0.25$	130 ft <sup>2</sup> (12.1 m <sup>2</sup> )	15 ft (4.6 m)

Table. 2-20. Protection Areas and Maximum Spacing for Large Drop  
Sprinklers

Construction Type	Protection Area	Spacing (maximum)
Noncombustible unobstructed	130 ft <sup>2</sup> (12.1 m <sup>2</sup> )	12 ft (3.7 m)
Noncombustible unobstructed	130 ft <sup>2</sup> (12.1 m <sup>2</sup> )	12 ft (3.7 m)
Combustible obstructed	130 ft <sup>2</sup> (12.1 m <sup>2</sup> )	12 ft (3.7 m)
Combustible unobstructed	100 ft <sup>2</sup> (9.3 m <sup>2</sup> )	10 ft (3.1 m)
Rack storage applications	100 ft <sup>2</sup> (9.3 m <sup>2</sup> )	10 ft (3.1 m)

Table. 2-21. Protection Areas and Maximum Spacing of ESFR  
Sprinklers

Construction Type	Ceiling/Roof Heights up to 30ft (9.1m)		Ceiling/Roof Heights over 30ft (9.1m)	
	Protection Area	Spacing (maximum)	Protection Area	Spacing (maximum)
Noncombustible unobstructed	100 ft <sup>2</sup> (9.3 m <sup>2</sup> )	12 ft (3.7 m)	100 ft <sup>2</sup> (9.3 m <sup>2</sup> )	10 ft (3.1 m)
Noncombustible unobstructed	100 ft <sup>2</sup> (9.3 m <sup>2</sup> )	12 ft (3.7 m)	100 ft <sup>2</sup> (9.3 m <sup>2</sup> )	10 ft (3.1 m)
Combustible obstructed	100 ft <sup>2</sup> (9.3 m <sup>2</sup> )	12 ft (3.7 m)	100 ft <sup>2</sup> (9.3 m <sup>2</sup> )	10 ft (3.1 m)
Combustible unobstructed	N/A	N/A	N/A	N/A

#### 2-3-4 소요수량의 요구사항

##### (1) 규약 배관방식(Pipe Schedule Method)

- 1) Table. 2-22 은 규약배관방식에 따라 배관을 선정할 설비에 의해 방호되는 경급 및 중급 위험용도에 대한 최소 급수설비 요구사항의 결정에 이용되며,

- 상급위험용도의 압력과 유량은 수리계산 방식으로 계산되어야 한다.
- 2) 규약배관방식은 5,000 ft<sup>2</sup> (465 m<sup>2</sup>)이하의 신규설치 또는 규약배관방식에 따라 정해진 기존 규약배관방식의 추가나 개조 시에만 이용할 수 있다.
  - 3) 규약배관방식은 가장 높은 위치에 있는 스프링클러헤드가 50 psi(3.5 kg/cm<sup>2</sup>)의 최소잔류압력에서 Table. 2-22의 요구하는 유량을 만족하는 경우에는 5,000 ft<sup>2</sup> (465 m<sup>2</sup>)를 초과하는 설비에서 이용할 수 있다.
  - 4) 규약배관방식은 기존의 상급위험의 규약배관방식의 추가나 개조에 이용할 수 있으며, 반드시 5,000 ft<sup>2</sup> (465 m<sup>2</sup>)미만의 소규모 건물로 제한되는 것은 아니고 건물의 규모는 단지 필요한 잔류압력에 영향을 미칠 뿐이다.
  - 5) 스프링클러헤드의 고도를 고려하여 급수설비에 필요한 추가 압력은 급수설비의 높이를 초과하는 높이 당 0.433 psi/ft(0.1 kg/cm<sup>2</sup>/m)이며, 경급의 경우 최상층의 잔류압력은 5,000 ft<sup>2</sup> (465 m<sup>2</sup>)이하일 때 15 psi (1.05 kg/cm<sup>2</sup>), 5,000 ft<sup>2</sup> (465 m<sup>2</sup>) 초과일 때 50 psi (3.5 kg/cm<sup>2</sup>)이상을 요구한다.

**Table. 2-22. Water Supply Requirements for Pipe Schedule Sprinkler System**

Occupancy Classification	Minimum Residual Pressure Required	Acceptable Flow at Base of Riser (Including Hose Stream Allowance)	Duration (min)
Light hazard	15 psi (1.05kg/cm <sup>2</sup> )	500 - 750 gpm (1,893 - 2,839 ℓ/min)	30 - 60
Ordinary hazard	20 psi (1.41kg/cm <sup>2</sup> )	850 - 1500 gpm (3,217 - 5,678 ℓ/min)	60 - 90

\*1 psi = 0.07 kg/cm<sup>2</sup>, 1 gpm = 3.785 ℓ/min

- 6) 규약배관방식은 오리피스스의 구경이 13mm, K=80 인 스프링클러헤드의 사용에 한정되며, K 값이 다른 헤드를 사용할 경우는 수리계산방식에 의해야 한다.
- 7) 한쪽 가지배관은 스프링클러헤드가 8개를 초과해서는 안 된다. 단, 배관의 구경을 증가시켜 압력이 과도하게 감소되지 않는 경우는 한쪽 가지배관에는 최대 10개의 스프링클러헤드를 허용한다.
- 8) 규약배관방식에서의 배관 구경은 경급, 중급위험용도에 따라 기준이 상이하

며 상급위험용도는 원칙적으로 수력학적으로 계산을 하여야 한다. 다음의 제시된 Table. 2-23 ~ Table. 2-25 는 각 용도별 헤드 수량에 따른 배관구경이며 상급위험용도는 기존 설비에 대한 지침으로만 제시된 것이다.

Table. 2-23. Light Hazard Pipe Schedules

Pipe Size(mm)	25	32	40	50	65	80	90	100
헤드수	2	3	5	10	30	60	100	중급위험 용도 기준

Table. 2-24. Ordinary Hazard Pipe Schedules

Pipe Size(mm)	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150	200
헤드수	2	3	5	10	20	40	65	100	160	275	275 이상

Table. 2-25. Extra Hazard Pipe Schedules

Pipe Size(mm)	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150
헤드수	1	2	5	8	15	27	40	55	90	150

(2) 수리 계산방식 (Hydraulic Calculation Method)

수리계산방식으로 계산할 경우 설비에 대한 소요수량은 살수밀도/방호면적 방식 또는 설계자의 판단에 의한 룰 설계방식으로 기준에 적합한 방식을 결정하여 채택한다. 수리계산방식으로 설계된 용도위험 및 화재제어 스프링클러설비의 최소 급수설비 요구사항은 살수밀도/방호면적 곡선(Fig. 2-1)에서 결정된 스프링클러헤드의 급수설비에 Table. 2-26 의 호스 주수 소요수량을 더하여 산출한다.

Table. 2-26. Hose Stream Demand and Water Supply Duration

Requirements for Hydraulically Calculated Systems

Occupancy	Inside Hose (gpm)	Total Combined Inside and Outside Hose (gpm)	Duration (min)
Light hazard	0, 50, or 100	100	30
Ordinary hazard	0, 50, or 100	250	60 - 90
Extra hazard	0, 50, or 100	500	90 - 120

1) 두 가지 수리학적 계산 방법에는 다음의 제한사항이 적용되어야 한다.

- ① 경급 및 중급 위험용도에 적용되는 1,500 ft<sup>2</sup> (139 m<sup>2</sup>) 미만의 스프링클러설비의 방호면적에는 1,500 ft<sup>2</sup> (139 m<sup>2</sup>)에 대한 살수밀도를 이용한다.
- ② 상급위험용도에 적용되는 2,500 ft<sup>2</sup> (232 m<sup>2</sup>) 미만의 스프링클러설비 방호면적에는 2,500 ft<sup>2</sup> (232 m<sup>2</sup>)에 대한 살수밀도를 이용한다.
- ③ 스프링클러설비가 설치되지 않은 은폐공간이 있는 건물에서는 스프링클러설비 방호면적이 3,000 ft<sup>2</sup> (279 m<sup>2</sup>) 이상이어야 한다.

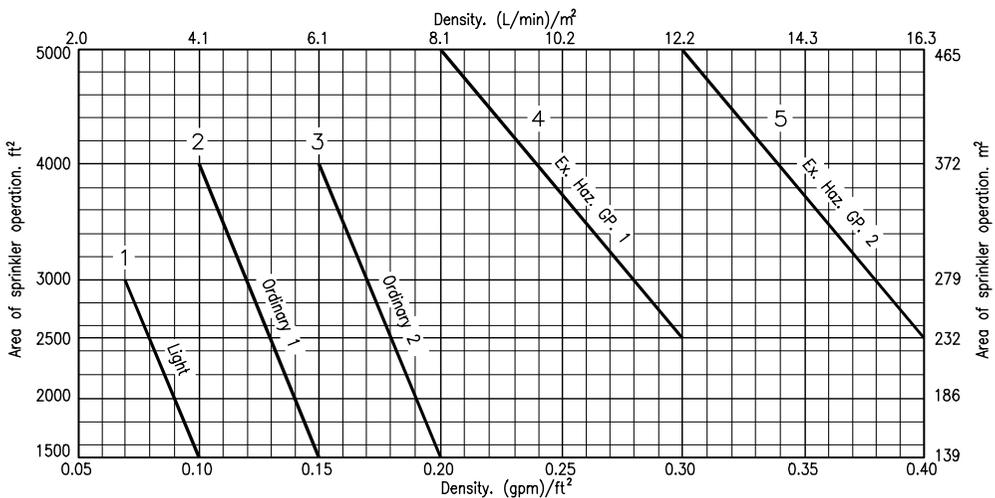


Fig. 2-1. Density / Area Curves

## 2) 살수밀도 / 방호면적 방식

- ① 살수밀도/방호면적 곡선(Fig. 2-1)의 기준에 따라 계산한다.
- ② 살수밀도/방호면적 곡선상의 한 점을 만족하여야 하며, 선택된 곡선상의 모든 점을 만족할 필요는 없다.
- ③ 살수밀도/방호면적 곡선의 낮은 점에서 선택하면 살수밀도는 높아지지만 전체소요수량은 낮아진다. 또한 살수밀도가 높을수록 높은 압력이 필요하지만, 화재제어적인 측면에서는 우수한 것으로 간주되며, 화재를 보다 작은 방호면적으로 제한하고 작동하는 전체 스프링클러헤드의 수를 감소시킨다.

## 3) 룬 설계 방식

- ① 소요수량이 가장 큰 방을 기준으로 계산하며 경급, 중급, 상급 위험용도의 방에 적용한다.
- ② 선택된 살수밀도는 살수밀도/방호면적 곡선에서 방의 크기에 상응하는 것이어야 하며, Table. 2-26 에 명시된 급수시간과 동등한 내화성능을 가진 벽으로 방호 구획되어야 한다.
- ③ 방의 면적이 살수밀도/방호면적 곡선의 최소 방호면적 보다 작은 경우, 경급 및 중급 위험용도는  $1,500 \text{ ft}^2$  ( $139 \text{ m}^2$ )에 대한 살수밀도를, 상급 위험용도는  $2,500 \text{ ft}^2$  ( $232 \text{ m}^2$ ) 에 대한 살수밀도를 적용하여야 한다.

## 2-3-5 밸브 및 관 부속품 등가배관길이

### (1) 배관 및 부속품

- 1) 밸브 및 관 부속품 등가배관길이는 Sch 40의 강관 기준으로 제시된 데이터는 ft 단위에서 meter 단위로 소수 3자리에서 반올림하여 재정리한 수치이다. (Table. 2-27)
- 2) 밸브 및 관 부속품 등가배관길이는 제조자의 시험 데이터를 원칙으로 하여야 하며, 데이터가 제시되지 않은 경우는 Table. 2-27 의 값을 이용한다. 기타 내경이 다른 배관은 다음의 식을 이용하여 환산된 계수 k를 등가배관

길이에 곱하여 사용한다.

$$\text{계수 } k = \left( \frac{\text{실제내경}}{\text{sch40강관의 내경}} \right)^{4.87}$$

Table. 2-27. Equivalent Schedule 40 Steel Pipe Length Chart

Unit : m

관 경	45° Elbow	90° Elbow (standard)	90° Elbow (long)	분류 Tee Cross	Butterfly 밸브	Gate 밸브	Swing Check
20 mm	0.30	0.61	0.30	0.91	-	-	-
25 mm	0.30	0.61	0.61	1.52	-	-	1.52
32 mm	0.30	0.91	0.61	1.83	-	-	2.13
40 mm	0.61	1.22	0.61	2.44	-	-	2.74
50 mm	0.61	1.52	0.91	3.05	1.83	0.30	3.35
65 mm	0.91	1.83	1.22	3.66	2.13	0.30	4.27
80 mm	0.91	2.13	1.52	4.57	3.05	0.30	4.88
100 mm	1.22	3.05	1.83	6.10	3.66	0.61	6.71
125 mm	1.52	3.66	2.44	9.14	3.05	0.91	9.75
150 mm	2.13	4.27	2.74	9.14	3.05	0.91	9.75

(2) C-계수

- 1) Table. 2-24의 등가배관길이는 C=120을 기준으로 작성된 것이므로 C 값이 120이 아닌 다른 종류의 배관을 사용할 경우 Table. 2-28의 환산계수를 곱하여 등가배관길이도 보정하여야 한다.

Table. 2-28. C value Multiplier

C의 값	100	120	130	140	150
환산계수	0.713	1.00	1.16	1.33	1.51

주) 이 계수는 배관에 사용되는 C-계수와 무관한 관 부속품의 마찰손실을 근거로 한다.

## 제 3 장 수리계산 이론 및 절차

### 3-1 수리계산 이론

#### 3-1-1 베르누이(Bernoulli) 정리<sup>14)</sup>

배관 내 유수 문제는 일반적으로 “마찰이 없는 정상류에서 속도수두, 압력수두 및 위치수두의 합은 전 과정을 통해 항상 일정하다” 는 베르누이 정리를 기초로 한 절차를 이용해 해결한다. 베르누이 정리는 다음 공식으로 표현할 수 있다.

$$\frac{v^2}{2g} + Z + \frac{P}{\gamma} = H \quad (3-1)$$

여기서,  $v$  = 속도 (m/sec)

$g$  = 중력가속도 (9.81 m/sec<sup>2</sup>)

$Z$  = 위치수두, 기준면으로부터의 높이 (m)

$P$  = 압력 (Pa)

$\gamma$  = 단위체적당 물 중량, 비중량 (9,810 N/m<sup>3</sup>)

$H$  = 물의 총 수두 (m)

공식 (3-1)에서  $v^2/2g$ 와  $P/\gamma$ 는 각각 속도수두와 압력수두를 나타낸다.

$$\text{속도수두} = h_v = v^2/2g \quad \text{또는} \quad v = \sqrt{2gh_v} \quad (3-2)$$

$$\text{압력수두} = h_p = P/\gamma \quad \text{또는} \quad P = \gamma h_p \quad (3-3)$$

총 수두(H)가 일정하므로 속도변화는 속도수두를 압력수두로 전파시키거나 그 반대의 경우를 유발하기도 하며, a와 b점 사이에 흐르는 배관의 경우 베르누이 정리에 마찰손실을 포함하면 다음과 같이 변경할 수 있다.

$$\frac{v_a^2}{2g} + Z_a + \frac{P_a}{\gamma} = \frac{v_b^2}{2g} + Z_b + \frac{P_b}{\gamma} + h_{ab} \quad (3-4)$$

여기서,  $h_{ab}$  는 a와 b 지점 사이에서 손실된 총 운동수두이다.

### 3-1-2 Darcy-Weisbach의 식

유체가 배관 내를 흐를 때 일반적으로 유체역학에서 마찰손실을 구하는 이론식으로 Darcy-Weisbach의 식을 사용한다.

$$h = f \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (3-5)$$

여기서,  $h$  = 마찰손실수두(  $mAq$  )

$f$  = 관 마찰 계수(무차원)

$L$  = 배관의 길이(  $m$  )

$d$  = 관경(  $m$  )

$V$  = 유속( $m/sec$ )

$g$  = 중력가속도( $9.8 m/sec^2$ )

층류(Laminar flow)는 유체 층간에 미끄러짐이 있을 뿐 질서정연하게 흐르는 흐름이며, 이에 비해 난류(Turbulent flow)는 유체 입자가 불규칙한 활발한 흐름으로 인하여 무질서하게 흐르는 흐름을 말한다. 층류와 난류의 구분은 속도만이 작용하는 것이 아니라 유체의 점성, 밀도, 관경과도 연관되므로 Reynolds는 이들 변수에 의한 무차원 함수를 정의하여 이를 Reynolds number ( $Re$ )라 하며 원형배관에서는 다음과 같은 식이 성립한다.

$$Re = \frac{\rho Vd}{\mu} = \frac{Vd}{\nu} \quad (3-6)$$

여기서,  $Re$  = 레이놀즈의 수

$\rho$  = 유체의 밀도( $kg/m^3$ )

$V$  = 유체의 평균속도(  $m/sec$  )

$d$  = 배관의 직경(  $m$  )

$\mu$  = 유체의 점성계수(  $kg/m \cdot sec$  )

= 유체의 동점성계수( $m^2/sec$ )

단면이 일정한 원형배관에서는 Reynolds수에 의한 실험 결과 층류와 난류는 Re가 약2,100보다 작은 값일 경우는 층류가 되며 2,100~4,000사이에서는 층류에서 난류로 이동하는 과도적인 천이흐름(Transition flow)이 되며 Re가 4,000을 넘으면 난류가 된다.

수평원형 배관에서 비압축성 유체가 정상류로 흐르는 층류의 경우에는 이를 수리적으로 계산하면 마찰계수  $f = \frac{64}{Re}$  가 된다.

난류에서는 속도가 벽 근처에서도 매우 빠르기 때문에 배관의 조도가 속도에 영향을 주므로 관 마찰계수  $f$ 는 조도와 관계가 있다. 따라서 난류 일 때는 관의 조도로 인하여  $f$ 는 실측에 의해 구하여야 하며 여러 실험식이 있으나 보통 다음 다음의 식을 사용한다.

$$f = 0.0055 \left[ 1 + \left( 2000 \frac{\epsilon}{d} + \frac{10^6}{Re} \right)^{1/3} \right] \quad (3-7)$$

여기서,  $f$  = 관 마찰계수

$\epsilon$  = 절대조도(m)

$d$  = 배관의 직경(m)

$Re$  = Reynolds수

이때 절대조도(Absolute roughness)란 배관의 재질에 따라 다르며 실제 적용할 경우는 별도의 Table을 이용하고 있다.

### 3-1-3 Hazen-Williams의 식

소화설비에서 다루는 물은 비압축성 유체이며 온도 및 점성을 고려할 필요가 없는 유체인 관계로 Darcy-Weisbach 공식보다는 특별히 물만을 기준으로 한 Hazen-Williams의 공식을 국제적으로 더 많이 사용한다. 실험을 기초로 하여 제정한 Hazen-Williams의 공식은 물에 대해서만 적용이 가능하며 기타 유체에서는 적용할 수 없다. 공식은 다음과 같다.

$$P = \frac{4.52 \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times d^{4.87}} \quad (3-8)$$

여기서, P = 마찰손실압력(psi/ft)

Q = 유량(gpm)

C = 관의 마찰손실계수(상수)

d = 관의 내경(in)

(3-8)의 식을 현재 국내에서 많이 사용하는 중력단위로 나타내면 다음과 같다.

$$P = 6.174 \times 10^5 \times \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} \times d^{4.87}} \quad (3-9)$$

여기서, P = 마찰손실압력(kgf/cm<sup>2</sup>)

Q = 유량(ℓ/min)

C = 관의 마찰손실계수(상수)

d = 관의 내경(mm)

### 3-2 NFPA 13의 스프링클러설비 기본원칙<sup>15)</sup>

#### 3-2-1 스프링클러설비의 설치원칙

스프링클러설비는 주어진 어떤 시간, 건물 내에서 단일화재가 발생하는 것에 대해 방호하도록 설계되며, 두 개 이상의 화재에 대비하여 동시에 다수의 발화원을 가정하여 설계하는 것은 불필요것으로 간주한다. 왜냐하면, 둘 이상의 발화원에 대하여 설계하는 것은 최소의 효과를 제공하는 반면에 스프링클러설비의 비용을 대폭 증가시키는 요인이 된다.

또한, 스프링클러설비는 건물 내의 연관된 화재 위험에 따라 크기가 제한되고 이러한 제한규정은 스프링클러설비의 고장이 대형시설 전체의 화재 방호에 미치는 영향을 제어할 수 있게 하여 준다.

NFPA 13은 스프링클러설비가 건물의 모든 지역에 설치하도록 요구하는데 스프링클러설비가 화재를 제어하고 진화하는데 성공하는 것은 화재 초기단계로서 비교적 소규모 화재일 때 우수한 성능을 보여주며 스프링클러헤드가 설치되지 않은 지역에서 화재가 발생할 경우 스프링클러설비가 성공적인 화재 제어를 할 수 있는 가능성이 비교적 낮기 때문이다.

따라서 NFPA 13의 스프링클러설비의 기본원칙은 아주 드문 예외를 제외하고 건물 전체에 스프링클러헤드를 설치할 것을 요구하며, 특수한 시설로서 NFPA 101의 규정에 의한 제한된 조건하에서 설치제외가 허용된다.

#### 3-2-2 화재위험의 결정

화재위험의 존재에 대한 적절한 판단은 스프링클러설비의 전반적인 성능에 있어 매우 중요한 요소이며 해당용도 위험은 가연물 하중과 화재 심도를 특정건물의 운영과 관련하여 분류하는데 제공되며 이러한 가연물의 연소 특성 및 관련된 화재를 제어하는 스프링클러설비의 능력과의 관계를 나타낸다.

위험용도의 구분은 스프링클러헤드의 살수 기준, 이격거리, 급수설비 요구사항 등 모든 스프링클러설비의 설계와 설치의 요소에 영향을 미치며 근본적으로 화재 위험이 낮으면 스프링클러설비에 대한 소요수량도 낮아진다. 또한, 각 스

프링클러헤드는 넓은 바닥면적을 포용할 수 있으므로 건물 전체에 적은 수의 스프링클러헤드를 설치할 수 있게 된다.

건물 전체가 반드시 단일용도 위험분류로 통일되어야 하는 것은 아니며 용도의 위험을 결정할 때에는 각 공간을 개별적으로 고려할 필요가 있다. 용도 분류는 건물의 수용품과 그 건물의 운영에 따라 건물 점유자에 미치는 상대적 화재 위험이고 그것을 제어할 수 있는 스프링클러설비의 능력기준을 판별하게 한다.

### 3-3 수리계산 절차<sup>16)17)</sup>

컴퓨터 수리계산용 프로그램으로 수리계산을 계산할 경우 사용상에는 편리할 수 있어도 엔지니어는 수력학의 근본적인 원리를 이해할 수 없어 수리계산 된 결과를 해석할 수 없게 된다. 따라서 수리계산의 근본 원리를 이해하기 위해 수리계산방식의 수계산(手計算)과정을 기술하면 다음과 같다.

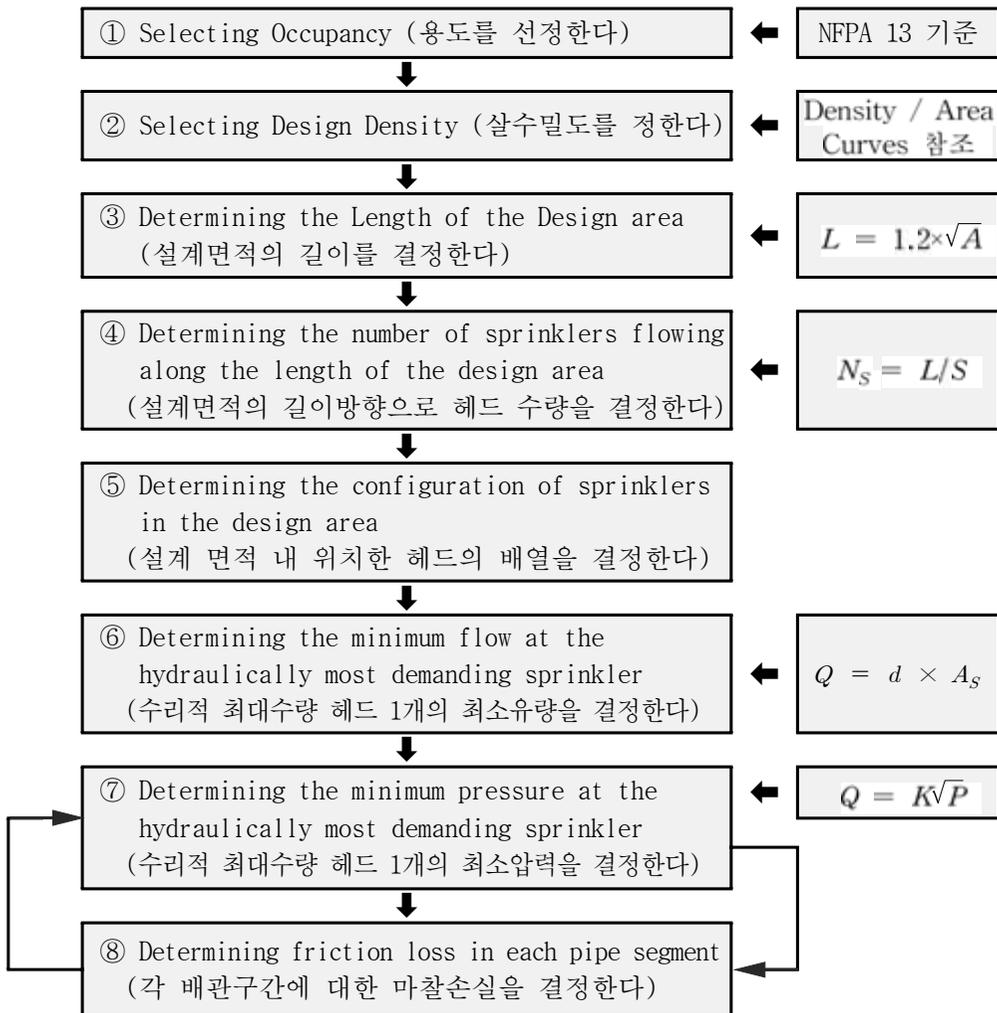


Fig. 3-1. Flow Chart of Hydraulic Calculation Method

**(1) 1 단계 : 용도를 선정한다.**

용도 선정이란 위험용도를 결정하는 것으로 수용품의 양과 가연성, 수용품의 열방출률, 에너지방출량, 적재물의 높이, 인화성 및 가연성 액체의 유무에 따라 결정되며 스프링클러헤드의 설계, 설치 및 급수설비 요구사항에만 관련된 것으로 일반적인 위험용도 분류로 사용되어서는 안 된다. 또한, 동일한 용도의 경우에도 내장재 등 건축물의 조건에 따라 화재시의 상황이 달라지므로, 용도 선정의 신중한 검토는 수리계산을 적용함에 있어 가장 중요한 결정 요소가 된다.

NFPA 13에서의 화재위험 용도 구분은 경급, 중급(그룹 1, 2), 상급(그룹 1, 2)으로 분류되며 세부내용은 Table. 2-14 의 등급별 구분내용을 참조한다.

**(2) 2 단계 : 살수밀도를 정한다.**

살수밀도란 설계면적에서 방사하여야 할 단위면적당 최소 방사량으로 단위는 ( $l\text{ pm}/m^2$ )이 되며 화세를 제어하기 위하여 방사량을 결정하는 근거가 된다.

설계면적이란 위험용도별로, 건물 내에 헤드가 설치되어 있는 스프링클러설비 중에서 그 부분에 설치된 헤드는 전부 개방된다고 판단되는 방호면적으로, 이는 경험과 기술을 근간으로 하여 화재를 제어하기에 가장 효과적이라고 판단하여 결정하는 면적이다.

살수밀도는 Fig. 2-1 의 살수밀도/방호면적 그래프를 이용하여 용도분류별 직선상에서 구하고 선택된 살수밀도는 최소 설계치를 의미한다.

살수밀도/방호면적 그래프는 습식설비에 적용하며 건식설비의 경우는 설계면적을 30% 할증하여야 한다. 이는 헤드에서 물이 방사되는 시간이 건식의 경우는 습식보다 지연되기 때문이며, 이로 인하여 헤드작동 면적이 증가하여야 한다. 그러나 30%증가는 설계면적에만 영향을 주며 살수밀도는 조정하지 않는다.

[예제 1] 중급위험용도(그룹1)에서 설계면적이  $139m^2$  이면 살수밀도는 Fig. 2-1에서  $6.1\text{ l pm}/m^2$ 이 된다. 이 경우 “최소 소요유량(Q) = 작동면적 × 살수밀도” 이다. 따라서  $Q = 139m^2 \times 6.1\text{ l pm}/m^2 = 847.9\text{ l pm}$ 이 된다.

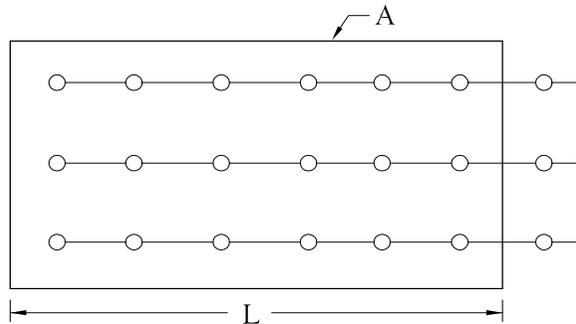
**(3) 3 단계 : 설계면적의 길이를 결정한다.**

설계면적의 크기와 형태를 결정하는 것으로 설계면적이란 수리적으로 소요수량을 가장 많이 필요로 하는 구역(수리적 최대수량 구역)을 말하며 설계면적의 형상은 한 변의 폭은 헤드 작동면적의 제곱근에 최소 1.2배의 크기로 가지배관에 평행한 직사각형이어야 한다.

$$L = 1.2 \times \sqrt{A}$$

여기서, L : 설계면적(직사각형)의 최소길이

A : 설계면적



**Fig. 3-2. Determining Length of the Design Area**

설계면적은 근본적으로 헤드의 작동면적으로서 화재 시 건물 내의 헤드가 개방되어 방사되는 스프링클러 헤드의 방호면적이며 개방되지 않는 헤드는 적용하지 않는다. 물론 일제살수설비의 경우는 그 설비의 방호구역 전체 면적을 작동면적으로 적용하여야 한다. 스프링클러 작동면적에 대한 결정은 헤드의 살수밀도를 정하는 기준이 되며 그 크기의 결정은 일률적으로 결정하는 것이 아니라 건물의 용도, 규모, 화재위험 등에 따라 엔지니어의 경험과 주관적인 판단에 의해 결정된다. 보통 수리적 최대수량 구역이 설계면적으로 결정되며 급수원에서 가장 멀리 떨어진 지역으로 정한다. 또한 화재위험에 노출되거나 격자형 또는 규칙적이지 못한 배관계획으로 된 건물에서는 수리적 최대수량 구역의 위치가 분명하지 않을 수 있으며 이러한 경우에는 최적 요구사항을 결정하기 위하여 다양한 계산이 선행되어야 한다.

[예제 2] 예제1에서 설계면적이 139m<sup>2</sup> 인 경우 설계면적의 길이 L을 구하면

$$L = 1.2 \times \sqrt{139} = 14.1 \text{ m 이다.}$$

L은 언제나 가지배관과 평행하여야 하며, Fig. 3-2 와 같이 끝선은 헤드 2개의 중심선에 위치하여야 한다.

**(4) 4 단계 : 설계면적의 길이방향으로 헤드 수량을 결정한다.**

설계면적의 길이(L) 방향에 대한 헤드수는 다음의 식으로 결정한다.

$$N_s = L/S$$

여기서,  $N_s$  : 설계면적 길이방향의 헤드 수

L : 설계면적 길이

S : 헤드사이의 간격(spacing)

[예제 3] 예제 1과 예제 2에서 스프링클러 헤드 간격이 3.7 m 일 경우 설계면적(A)의 직사각형 길이 방향으로의 헤드수는 예제 2에서 L=14.1 m이므로  $N_s = 14.1 / 3.7 = 3.8$  로  $N_s = 4$  개로 적용한다.

**(5) 5 단계 : 설계면적 내 위치한 헤드의 배열을 결정한다.**

설계면적에 대한 실제 길이는  $N_s$ 와 헤드간격의 곱인 14.8m (4개×3.7m)이 된다. 설계면적에 대한 폭(W)은 설계면적(A)을 길이(L)로 나눈 것으로  $139\text{m}^2 \div 14.1\text{m} = 9.85\text{m}$ 이 되며 설계 면적내의 헤드수는 설계면적을 헤드 실제방호면적으로 나눈 것으로  $139\text{m}^2 \div 11.1\text{m}^2 = 12.5 \approx 13$ 개가 된다.

[예제 4] 5 단계까지 정리한 내용을 그림으로 나타내면 Fig. 3-3과 같다.

- 조건 : 습식스프링클러설비
- 위험용도 : 중급 그룹 I
- 작동면적 (A) = 139 m<sup>2</sup>
- 최소 설계면적 길이 (L) = 14.1 m
- 설계면적 길이방향의 헤드 수 ( $N_s$ ) = 4 개
- 실제 설계면적 길이 L ' = 14.8 m
- 설계면적 폭 (W) = 9.85 m

가지배관 3개가 담당하는 폭은 9m이므로 Fig. 3-3에서 길이  $14.8\text{m} \times \text{폭 } 9\text{m} = 133.2\text{m}^2$ 가 되며, 12개의 헤드 작동면적은  $133.2\text{m}^2$ 로 필요한 설계면적  $139\text{m}^2$ 보다 약간 작게 된다. 이 경우 헤드 1개당  $11.1\text{m}^2(3.7\text{m} \times 3\text{m})$ 의 면적을 담당하므로 헤드 1개를 더하여  $144.3\text{m}^2$ 가 되며 원하는 최소 설계면적을 정할 수 있다.

이때 헤드 1개를 선택하는 방법은 교차배관의 가까운 곳에서 수리적으로 소요 수량을 가장 많이 필요로 하는 헤드로 선정하여야 하며, 5단계까지에서 결정된 헤드의 수는 3개의 스프링클러 폭(W)과 총13개의 헤드로 구성되며 Fig. 3-3의 설계 도면상에 점선으로 표시한 부분이다.

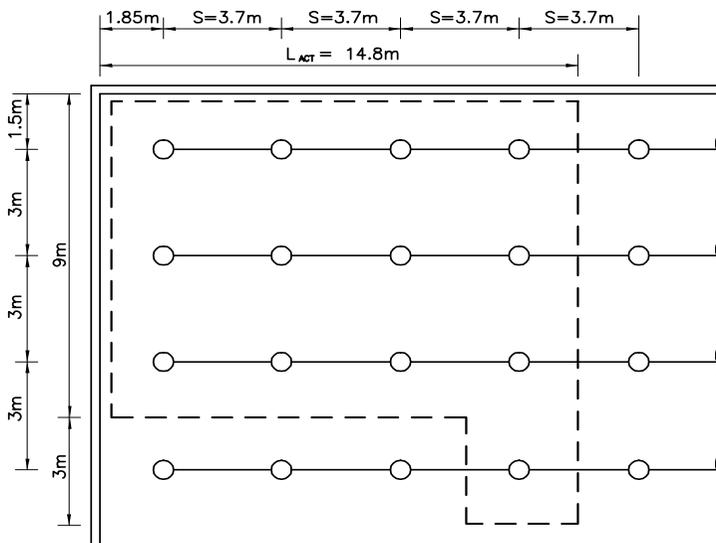


Fig. 3-3. Illustration for Design Area

(6) 6 단계 : 수리적 최대수량 헤드 1개의 최소유량을 결정한다.

수리적 최대수량 구역 내의 헤드에 대한 유량과 압력은 헤드의 방사특성, 헤드 1개의 방호면적, 살수밀도의 함수이다. 수리적 최원거리를 첫 번째라고 표현하면 첫 번째 헤드 1개에 대한 최소유량은 다음과 같이 결정된다.

$$Q = \text{살수밀도}(d) \times \text{헤드 1개당 방호면적}(A_s)$$

[예제 5] 예제 1~예제 4 에서  $Q = 6.1 \text{ l pm/m}^2 \times 11.1\text{m}^2 = 67.71 \text{ l pm}$  으로 이 유량 값은 수리계산서 계산서 양식의 맨 앞에 기록되는 수치이다.

**(7) 7 단계 : 수리적 최대수량 헤드 1개의 최소압력을 결정한다**

첫 번째 헤드에 최소 유량을 발생하기 위한 필요압력을 결정하는 것으로 다음과 같이 계산된다.

$$Q = K\sqrt{P}$$

여기서, Q = 첫 번째 헤드의 소요유량

K = K factor

P = 필요압력

방출계수(K factor)는 사용되는 스프링클러의 오리피스구경과 모델에 따라 달라진다. NFPA 13 에서 구경 1/2인치의 경우 K factor는 5.3~5.8사이의 값이며, 국내 표준형헤드의 K 값은 80으로 적용한다.

[예제 6] K factor를 80 인 헤드를 사용한다고 가정하면, [예제 5]에서 첫 번째 헤드의 유량은 67.71 lpm이므로 요구되는 최소 압력은 다음과 같다.

$$P = (Q/K)^2 = (67.71/80)^2 = 0.85^2 = 0.72 \text{ kg/cm}^2 \text{ (10.3psi)}$$

첫 번째 소요압력은 수리계산서의 맨 앞에 기록하며 NFPA에서 스프링클러 헤드의 최소 작동압력은 7psi(0.49kg/cm<sup>2</sup>)로 규정하고 있다. 따라서 계산의 결과가 7psi 보다 작은 경우는 7psi로 적용하여야 한다.

**(8) 8 단계 : 각 배관구간에 대한 마찰손실을 결정한다.**

첫 번째 헤드의 최소압력과 유량을 계산하였으며, 다음단계는 두 번째 헤드로부터 첫 번째 헤드까지의 마찰손실에 의한 압력손실을 계산하는 것이다. 이 계산에는 헤드로부터의 유량, 배관구경, 처음 2개 헤드 사이의 길이, 조도계수 C 를 파악한 후 Hazen-Williams식을 적용하여 계산한다.

$$\text{ft-LB단위로 마찰손실 식은 } P = \frac{4.52 \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times d^{4.87}} \text{이며,}$$

$$\text{중력단위로는 } P = 6.174 \times 10^5 \times \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} \times d^{4.87}} \text{이다.}$$

C factor와 배관 내경은 NFPA 13의 Table을 사용하도록 한다.

### (9) 8 단계 이후의 과정

압력을 구한 후 → 유량을 계산하고 → 해당구간의 마찰손실을 구하는 7 단계, 8 단계 과정을 반복하며 이때 가지배관상의 마지막 스프링클러 헤드와 입상 니플 최상부 사이의 마찰손실 결정시 입상 니플 최상부에 있는 배관부속은 포함되어야 한다.

만일 설계면적이 교차배관의 맞은편까지 펼쳐있다면 맞은편까지 반복하여 계산하며 이때 교차되는 가지관은 최고 요구압력의 균형을 이루어야한다.

교차배관 니플 상부에서는 좌우측 가지배관의 2가지 다른 압력과 유량의 요구치가 설정되어 있으며 한 점에서 동시에 서로 다른 압력이 존재할 수 있다는 것은 불가능하기 때문에 이 두 압력 불균형을 조정하여야 한다.

일반적으로 압력 불균형이  $\pm 0.5\text{psi}$  이하이면 무시될 수 있으므로 두 개의 소요수량은 단순히 더하면 되고 압력의 불균형이  $\pm 0.5\text{psi}$  이상이면 낮은 압력의 배관유량은 다음의 방정식에 의하여 더 높은 압력으로 조정되어야 한다.

$$Q_{ADJ} = Q_L \sqrt{\frac{P_H}{P_L}}$$

여기서,  $Q_L$  = 낮은 압력배관의 계산된 유량

$P_H$  = 두 압력 중 높은 압력

$P_L$  = 두 압력 중 낮은 압력

$Q_{ADJ}$  = 낮은 압력배관의 조정된 유량

### (11) 배관마찰손실 계산방법

배관의 마찰손실은 NFPA 13의 기준을 적용하여야 하며 C 값과 Hazen-Williams식에 따라 다음과 같이 계산하여야 한다.

- ① 배관, 관 부속품 및 밸브, 유량계, 스트레이너와 같은 장치를 포함하여 스프링클러 헤드의 방수에 영향을 미치는 높이 변화를 계산할 것.
- ② 연결 배수관은 수력계산에 포함하지 말 것.
- ③ 흐름방향이 바뀌는 티 또는 크로스에서의 마찰손실은 그것이 설치된 배관 부분의 등가배관 길이에 근거하여 계산할 것.

- ④ 입상관 니플 상단의 티는 가지배관에 포함해야 하고, 입상관 니플 하단의 티는 입상관 니플에 포함하여야 하며 교차배관과 주배관 연결부의 티 또는 크로스는 교차배관에 포함할 것.
- ⑤ 티 또는 크로스에서 직류 흐름의 마찰손실은 포함하지 말 것.
- ⑥ 리듀싱 엘보의 마찰손실은 작은 쪽 구경의 등가배관 길이에 근거하여 계산할 것.
- ⑦ 나선형 배관과 같이 흐름이 급격하게 90도로 변하는 배관의 경우, 표준형 엘보에 대한 등가배관길이를 이용할 것.
- ⑧ 플랜지, 용접 또는 기계적 이음 부분이 엘보와 같이 90도로 변하는 경우, 장반경 엘보에 대한 등가배관길이를 이용할 것.
- ⑨ 스프링클러 헤드에 직접 연결된 관 부속품에 대한 마찰손실은 제외할 것.
- ⑩ 감압밸브를 통한 마찰손실은 유입구의 정상 압력에 근거하여 계산해야 한다. 제조업체 설명서의 압력손실 데이터를 이용해야 한다.

#### (11) 수리계산 예시용 자료

수리계산 절차를 이용하여 다음과 같은 조건과 Fig. 3-4 을 이용하여 수리계산을 한 결과이며, 수리계산에 대한 사항은 NFPA 13의 각종 기준을 이용했으며, 단위는 ft-LB를 적용하였다.

- ① 습식설비 - 중급위험(그룹 I)
- ② most remote area 1,500 ft<sup>2</sup> 에 대해 소요유량 0.15 gpm
- ③ most remote area에 대해 헤드 13개
- ④ 가지관은 sch 40의 흑관
- ⑤ 교차배관과 급수주관은 sch 10으로 흑관
- ⑥ 지하배관은 class 52(미국규격)규격의 ductile관

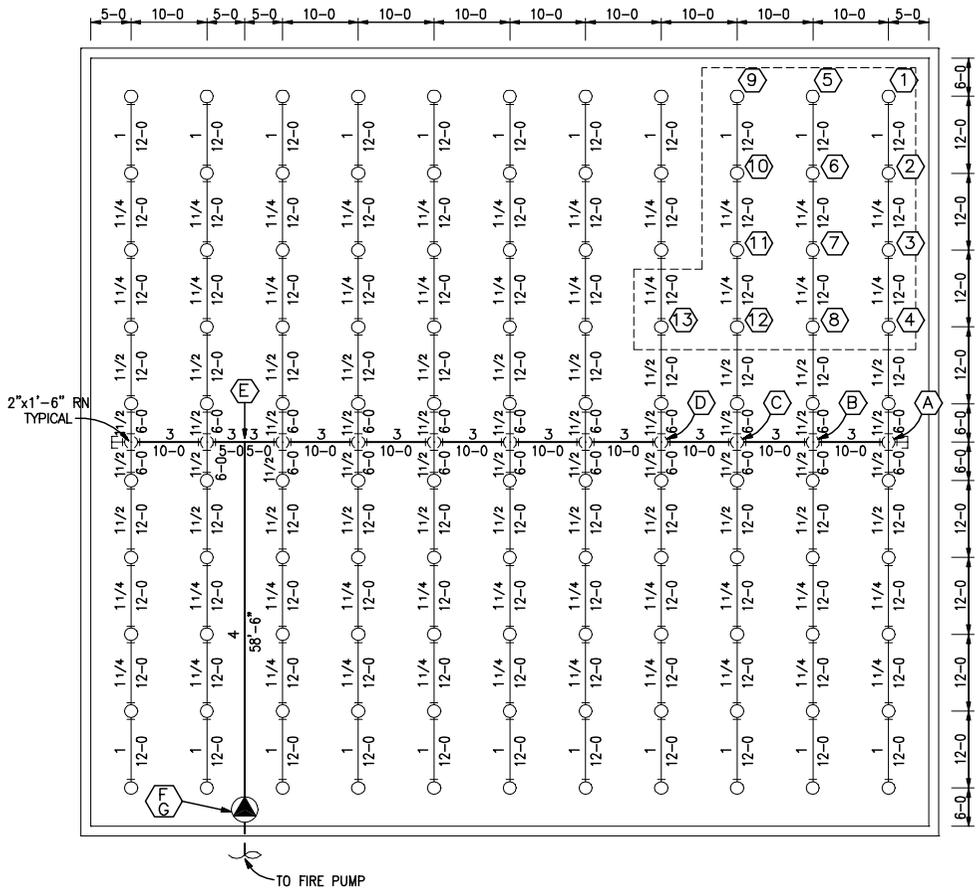


Fig. 3-4. Layout of Calculated Sprinkler System

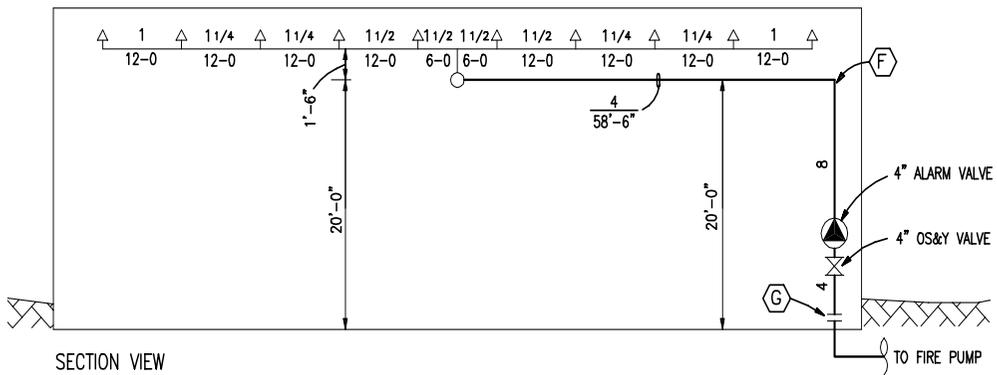


Fig. 3-5. Sectional View of Building show in Fig. 3-4

Table. 3-1. Manual Hydraulic Calculation Form

CONTRACT NAME Calculation of system shown on figure 3-4 sheet 1 of 3								
Sprinkler Node Number	Flow in (gpm)	Pipe Size (in.)	Fitting & Devices	Pipe Equivalent Length	Friction Loss (psi / ft)	Pressure Summary (psi)	Supplementary Calculation	End Node
[1]	q -	1	sch 40	lgth 12.0	C=120 0.107	Pt 10.33	$Q=K\sqrt{P}$ 18gpm=5.6 $\sqrt{P}$ P=10.33psi	[2]
			ftg -	Pe -				
	Q 18.0		tot 12.0	Pf 1.28				
[2]	q 19.08	1 1/4	sch 40	lgth 12.0	0.112	Pt 11.61	$Q=K\sqrt{P}$ Q= 5.6 $\sqrt{11.61}$ Q=19.6gpm	[3]
			ftg -	Pe -				
	Q 37.08		tot 12.0	Pf 1.34				
[3]	q 20.16	1 1/4	sch 40	lgth 12.0	0.245	Pt 12.95	$Q=K\sqrt{P}$ Q= 5.6 $\sqrt{12.95}$ Q=20.16gpm	[4]
			ftg -	Pe -				
	Q 57.24		tot 12.0	Pf 2.94				
[4]	q 22.32	1 1/2	sch 40	lgth 18.0	0.210	Pt 15.89	$Q=K\sqrt{P}$ Q= 5.6 $\sqrt{15.89}$ Q=22.32gpm	[A <sub>T</sub> ]
			Tee	ftg 8.0		Pe -		
	Q 79.56		tot 26.0	Pf 5.46				
[A <sub>T</sub> ]	q -	2	sch 40	lgth 1.5	0.064	Pt 21.35	1.5 $\times$ 4.33= Pe=0.65psi	[A <sub>B</sub> ]
			ftg 10	Pe 0.65				
	Q 79.56		Tee	tot 11.5		Pf 0.74		
[A <sub>B</sub> ]	q -	3	sch 10 crossmain	lgth 10.0	0.007	Pt 22.74	Line k: head 5-8 $Q=K\sqrt{P}$ 79.56=k $\sqrt{22.74}$ k=16.68	[B <sub>B</sub> ]
			ftg -	Pe -				
	Q 79.56		tot 10.0	Pf 0.07				
[B <sub>B</sub> ]	q 79.66	3	sch 10 crossmain	lgth 10.0	0.024	Pt 22.81	$Q=K\sqrt{P}$ Q=16.68 $\sqrt{22.81}$ Q=79.66gpm	[C <sub>B</sub> ]
			ftg -	Pe -				
	Q 159.22		tot 10.0	Pf 0.24				
[C <sub>B</sub> ]	q 80.08	3	sch 10 crossmain	lgth 10.0	0.052	Pt 23.05	$Q=K\sqrt{P}$ Q=16.68 $\sqrt{23.05}$ Q=80.08gpm	[D <sub>B</sub> ]
			ftg -	Pe -				
	Q 239.30		tot 10.0	Pf 0.52				
[D <sub>B</sub> ]	q 25.62	3	sch 10 crossmain	lgth 45.0	0.062	Pt 23.57	see sheet 3 for flow of sprinkler [13]	[E]
			Tee	ftg 15.0		Pe -		
	Q 264.93		tot 60.0	Pf 3.72				
[E]	q -	4	sch 10 crossmain	lgth 58.5	0.018	Pt 27.29		[F]
			90° ELL	ftg 10		Pe -		
	Q 264.93		tot 68.5	Pf 1.23				
[F]	q -	4	sch 10 crossmain	lgth 20.0	0.018	Pt 28.52	20 $\times$ 433= Pe=8.66psi	[G]
			Alarm/v OS & Y	ftg 20.0 2.0		Pe 8.66		
	Q 264.93		tot 42.0	Pf 0.76				
						Pf 37.94		

· Pt = 수압력(psi) · Pe = 두지점간의 낙차손실 · Pf = 두지점간의 마찰손실

CONTRACT NAME Calculation of system shown on figure 3-4 sheet 2 of 3								
Sprinkler Node Number	Flow in (gpm)	Pipe Size (in.)	Fitting & Devices	Pipe Equivalent Length	Friction Loss (psi / ft)	Pressure Summary (psi)	Supplementary Calculation	End Node
[G]	q - Q 264.93	6	CL52 D.I Underground	lgth 55.0	0.0045	Pt 37.94	5'×0.431 Pe =2.17	[2]
			ELL, Tee	ftg 39.90		Pe 2.17		
				tot 113.52		Pf 0.51		
[H]	q - Q 264.93	10	CL52 D.I Underground	lgth 20.0	0.0015	Pt 40.62		[3]
			Tee	ftg 66.50		Pe -		
				tot 86.50		Pf 0.13		
[I]	q - Q 264.93	6	CL52 D.I Underground	lgth 10.0	0.0045	Pt 40.75	5'×0.431 Pe = -2.17	[4]
			ELL	ftg 18.62		Pe -2.17		
				tot 28.62		Pf 0.13		
[J] Add Hose	q 250.00 Q 514.93			lgth ftg tot		Pt 38.70 Pe Pf		[A <sub>T</sub> ]
Calculation Summary : 514.93gpm @ 38.70psi								

CONTRACT NAME Calculation of system shown on figure 3-4 sheet 3 of 3								
Sprinkler Node Number	Flow in (gpm)	Pipe Size (in.)	Fitting & Devices	Pipe Equivalent Length	Friction Loss (psi / ft)	Pressure Summary (psi)	Supplementary Calculation	End Node
[13]	q - Q 18.0	1 1/2	sch 40	lgth 18.0	0.013	Pt 10.33		[DT]
			Tee	ftg 8.0		Pe -		
				tot 26.0		Pf 0.34		
[DT]	q - Q 18.0	2	sch 40	lgth 1.5	0.005	Pt 10.67	1.5×0.431 Pe = 0.65psi	[DB]
			Tee	ftg 8.0		Pe 0.65		
				tot 9.5		Pf 0.05		
[DB]	q - Q 18.0			lgth		Pt 11.37	23.05psi Exists at DB-Must Adjust flow	
				ftg		Pe		
				tot		Pf		
NOTE : Adjust Flow for Sprinkler [13] at Node [DB] $Q_{ADJ} = Q_L \sqrt{\frac{P_H}{P_L}} \quad Q_{ADJ} = 18.0 \sqrt{\frac{23.05}{11.37}} = 25.62 \text{ GPM}$								

- [1] = most remote sprinkler head 0.15×120= 18gpm(Q)
- [AT] = top of riser nipple
- [AB] = bottom of riser nipple
- lgth = Length    · ftg = Fitting    · tot = Total

## 제 4 장 소방 설계업체 설문조사

### 4-1 설문조사 기간 및 방법

소방설계 전문·일반 업체를 대상으로 설문조사를 2005년 05월 02일부터 2005년 05월 11일까지 실시했으며, 각 해당 업체의 설계경험이 풍부한 담당자 중심으로 답변을 요청하였다. 조사방법은 설문지의 응답조건을 단순화하여 응답자의 응답률을 높일 수 있도록 하였으며 팩스를 이용하여 설문응답을 실시하였다.

### 4-2 설문조사 결과

#### 4-2-1 소방 설계업체 공통 설문조사 결과

##### (1) 수리계산 적용 여부

스프링클러 설계 시 수리계산을 적용하는 경우는 전체 46%, 적용하지 않는 경우는 54%로 나타났으며 수리계산을 적용하는 업체 중 전문 업체는 52%, 일반 업체는 30%가 수리계산을 설계에 적용하는 것으로 나타났다.

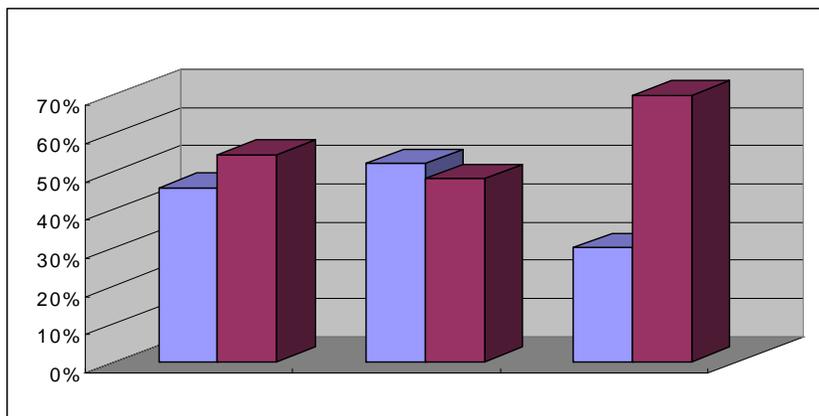


Fig. 4-1. Hydraulic Calculation Application Yes or No

(2) 소방설 계업 경력기간

소방 설계 연수(年數)에 대한 질문 중 1년 미만의 응답은 없었으며, ① 1년 이상~3년 미만, ② 3년 이상~5년 미만, ③ 5년 이상~10년 미만, ④ 10년 이상의 질문에서 수리계산을 적용하는 10년 이상인 업체는 44%, 미적용 업체는 47%로 조사되었다.

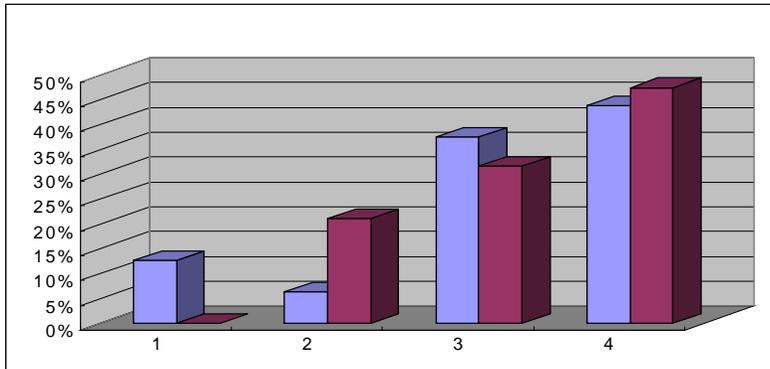


Fig. 4-2. Career of Fire Protection Engineering

(3) 소방 설계업체 설계인원

소방설계업체의 설계인원에 대한 질문 중 ① 3명 미만, ② 3명 이상~10명 미만, ③ 10명 이상~30명 미만, ④ 30명 이상 중에서 수리계산을 적용하는 업체는 44%, 적용하지 않는 업체 79%는 설계인원이 3명~10명 미만으로 아직까지 소방 설계업은 소규모 기업체로 나타났다.

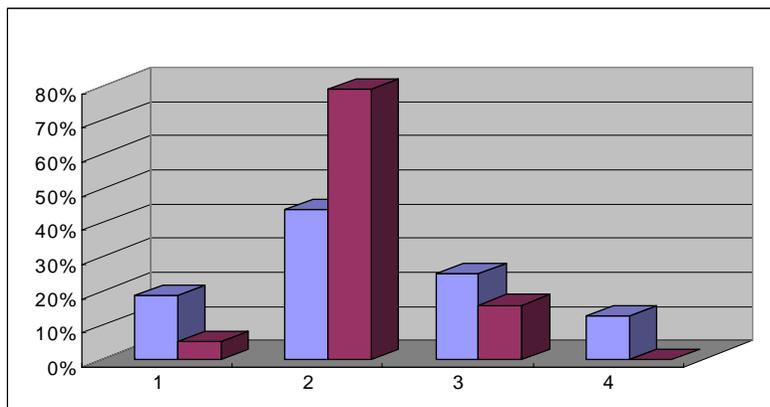


Fig. 4-3. Personnel of Fire Protection Engineering

#### (4) 스프링클러 설계 적용 기준

수리계산을 적용하는 경우와 적용하지 않는 경우의 공통된 질문인 스프링클러 설계 적용기준에 대해서 ① NFPA 13 기준, ② 화재안전기준, ③ 화재보험협회기준, ④ 3가지 기준 병행의 답변 중 수리계산을 적용하는 업체 56%는 3가지 기준을 상황에 따라 적용하고 화재안전기준의 적용은 적용업체 44%, 미적용 업체 74%로 응답을 하여 대부분의 업체가 설계 시 화재안전기준을 적용함을 알 수 있었다.

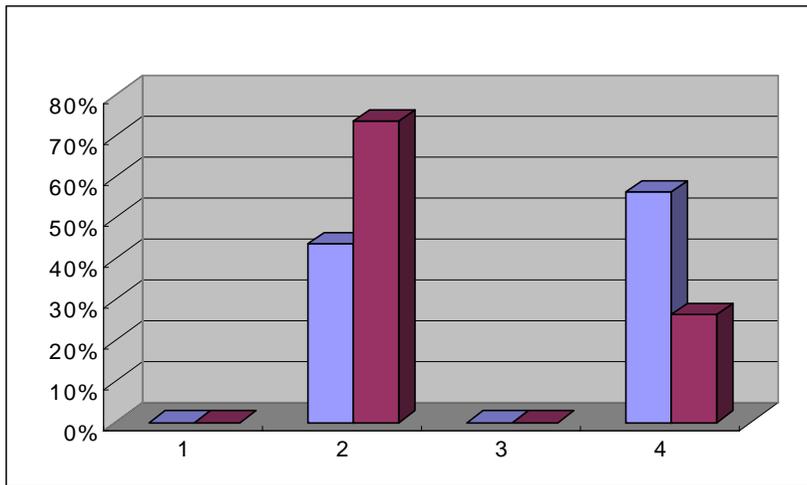


Fig. 4-4. Application Standard of Sprinkler System

#### (5) 스프링클러 설 계시 부속류 데이터 적용

스프링클러 설계 시 관 부속 및 밸브류의 상당 직관장 데이터 적용에 관하여 ① NFPA 13 테이블, ② 일본 소방청 고시 테이블, ③ 유럽 기타 테이블, ④ 기타 마찰손실 테이블 의 질문 중 수리계산을 적용하는 업체는 기타 마찰손실 테이블 사용이 44%, 미적용 업체는 58%가 일본 소방청 고시된 테이블을 사용하는 것으로 나타나 우리나라 실정과 비슷한 일본의 자료를 사용하는 것으로 조사되었으며 국내의 실정에 맞는 데이터 통일이 필요하다.

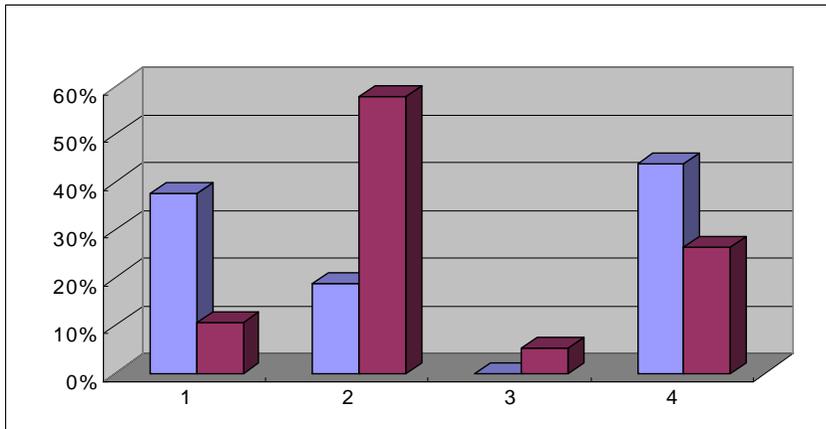


Fig. 4-5. Application Data of Equivalent Length of Fittings and Valves

#### 4-2-2 수리계산 설계 적용 업체 설문조사 결과

##### (1) 수리계산 적용 이유

스프링클러 설계 시 수리계산의 적용 이유에 대한 질문에 ① 공학적인 근거의 바탕을 두고 있기 때문이 75%로 가장 많은 응답이 나왔고, ② 규약배관방식보다 경제적인 결과가 나오기 때문에 19%, ③ 건축주의 요구사항 6%, ④ 타사에서 사용하지 않는 방법은 무응답으로 수리계산 방식의 설계가 기술적 요건을 요구함을 알 수 있었다.

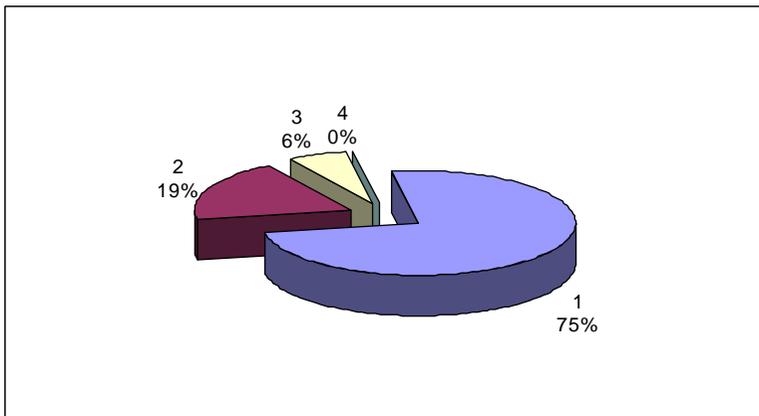


Fig. 4-6. Reason of Hydraulic Calculation Application

(2) 스프링클러 설계 적용 방식

스프링클러 설계 시 일반적으로 적용하는 설계 방식에 대한 질문에서 ① 가지 배관 방식(75%), ② 격자배관 방식(무응답), ③ 루프배관 방식(6%), ④ 모든 배관 방식 (19%) 로 나타났으며, 가지배관 방식의 설계가 가장 많이 나온 것은 소방법상의 규제로 인하여 다른 방법의 설계가 어렵다는 것을 판단할 수 있었다.

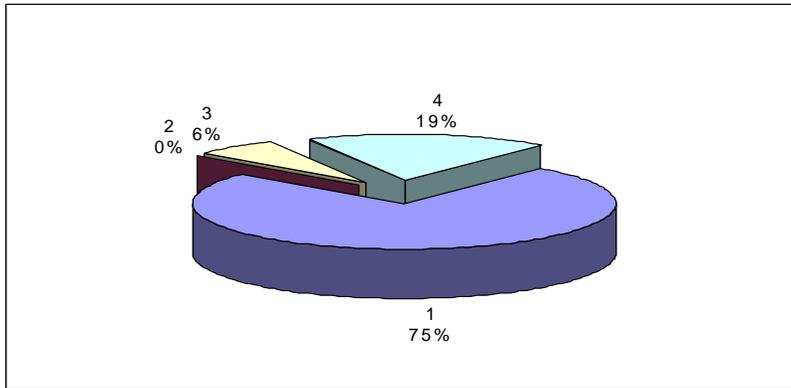


Fig. 4-7. Design Application Method

(3) 수리계산 적용 건물

스프링클러 설계 시 수리계산을 적용하는 건물에 관한 질문은 ① 국내외 모든 건물 설계 시(31%), ② 국외 모든 건물 설계 시(무응답), ③ 국내 모든 건물에만 (25%), ④ 국내외 특수한 건물(44%) 로 답변하였으며 아직까지는 수리계산의 인식부족으로 수리계산방식의 설계를 요구할 경우만 적용하는 것으로 판단된다.

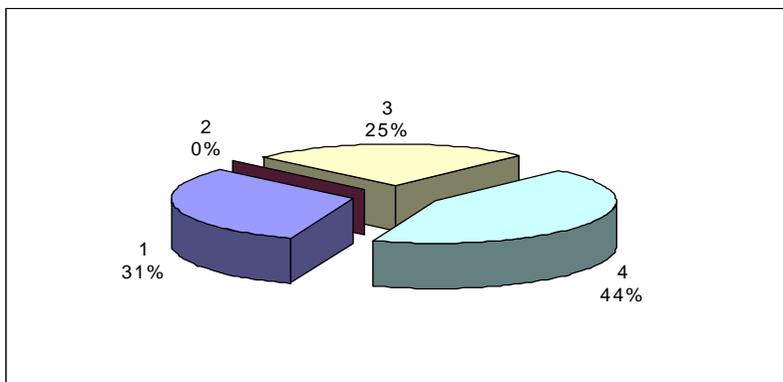


Fig. 4-8. Hydraulic Calculation Application Building

(4) 수리계산 프로그램 사용

스프링클러 설계 시 수리계산 프로그램의 사용빈도에 관한 질문은 ① 모든 설계방식(44%) 로 가장 높게 나왔으며 ② 격자, 루프방식(31%), ③ 규약배관 방식(6%), ④ 프로그램 거의 사용안함(19%) 로 응답하였다.

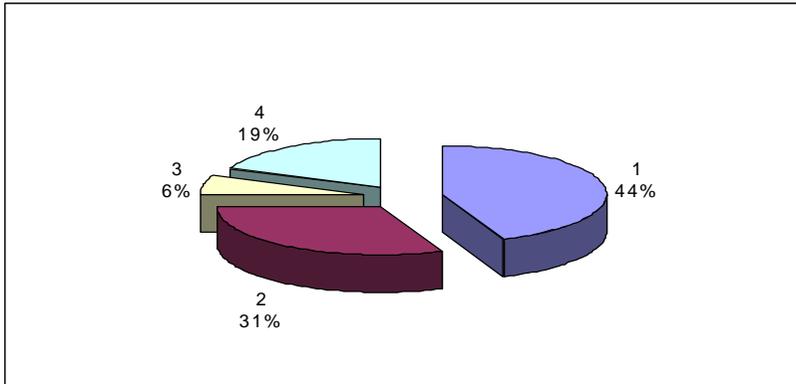


Fig. 4-9. Use frequency of Hydraulic Calculation Program

(5) 설계 검증 방법

스프링클러 설계 후 검증방법에 대한 질문은 ① 인증된 프로그램으로 재검토(13%) ② 예전의 설계데이터와 비교(9%) ③ 기타 검증(38%), ④ 특별한 검증 없음(31%) 로 응답되었으며, 스프링클러설비의 신뢰도 증가를 위해 설계 후 검증 절차가 꼭 필요할 것으로 판단된다.

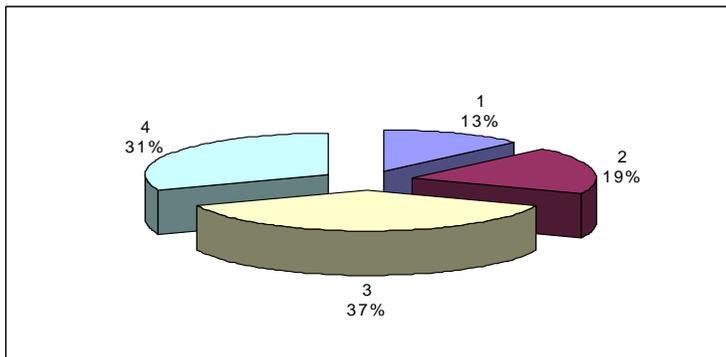


Fig. 4-10. Verification method of Design

(6) 국내법상 수리계산 적용 문제점

스프링클러설비의 수리계산 적용 시 국내 소방법상 적용에 관한 문제점 질문에 대해 ① 스프링클러 헤드 수평거리가 정해져 있어 위험용도별 방수밀도를 정하기가 어렵다(6%), ② 건물별로 기준개수가 정해져 있어 위험용도별 작동면적을 정하기가 어렵다(31%), ③ 헤드의 최대포용면적, 헤드간의 최대/최소 간격의 기준이 없다(13%), ④ 화재의 특성에 따른 용도 분류가 필요하다(50%) 로 국내 소방법상의 스프링클러 설계를 위한 실별 특성을 고려한 위험용도 구분이 필요하다는 답변이 높은 것으로 나타났으며, 수리계산을 적용하기 위해서는 소방법령의 합리적인 개정이 필요할 것으로 판단된다.

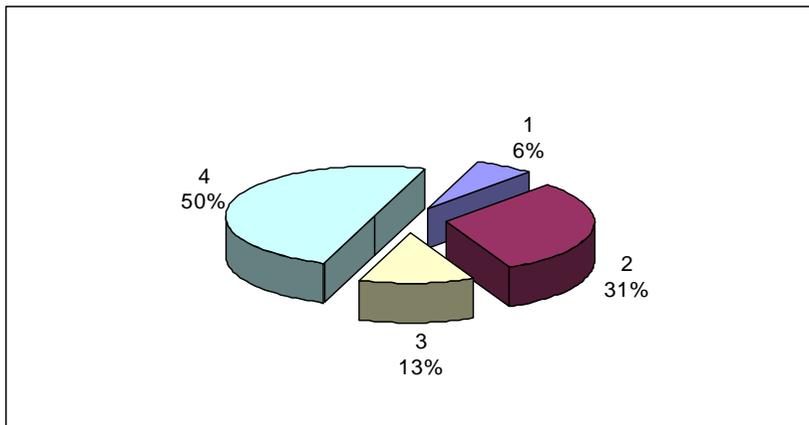


Fig. 4-11. Issue of Hydraulic Calculation Application

(7) 수리계산의 정착

스프링클러설비의 수리계산방식의 정착화를 위해 최우선으로 해결되어야 하는 사항에 대한 질문에서 ① 소방법령의 전면적인 개정이 필요(19%), ② 소방 설계자의 전문 인력 양성 필요(63%), ③ 건축주의 인식 변경(13%), ④ 기타사항(6%)의 답변으로 응답되었으며 수리계산을 적용하기 위해서는 전문 인력 양성으로 소방기술자의 고급화가 이루어져야 한다고 판단된다.

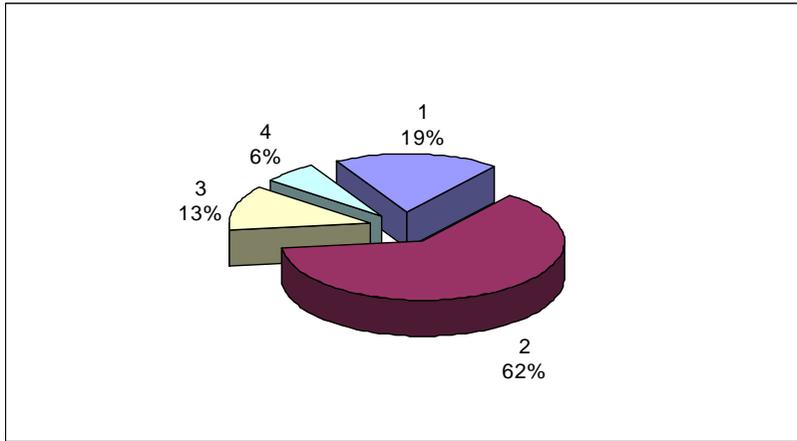


Fig. 4-12. First Priority Subject for Hydraulic Calculation Application

#### 4-2-3 수리계산 설계 미적용 업체 설문조사 결과

##### (1) 수리계산 미적용 이유

스프링클러 설계 시 수리계산의 미적용 이유에 대한 질문에서 ① 소방법상 수리계산적용의 불합리성(26%), ② 어려운 수리계산 방식의 습득(16%), ③ 수리계산 인원과 능력 부족(21%), ④ 건축주의 요구사항 아님(37%) 으로 응답되었다.

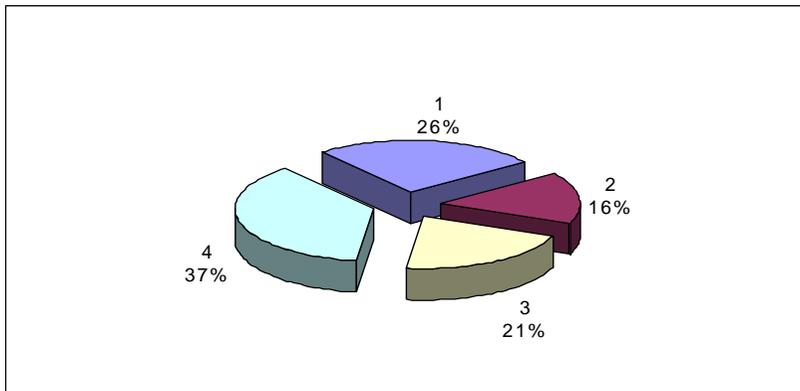


Fig. 4-13. Reason of Hydraulic Calculation Inapplicable

(2) 설계 검증 방법

스프링클러 설계 후 검증방법에 대한 질문은 ① 설계업무 책임자 검토(68%) ② 예전의 설계데이터와 비교(5%) ③ 기타 검증(5%), ④ 특별한 검증 없음(21%)으로 응답되어 검증에 대한 검토자가 한정되어 있어 기술자양성의 시급함을 알 수 있었다.

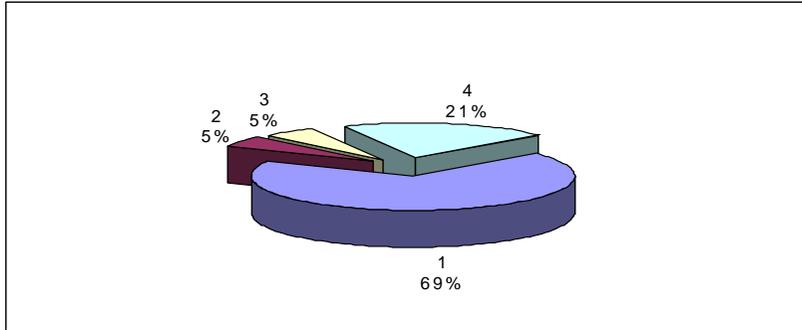


Fig. 4-14. Verification method of Design

(3) 수리계산 적용 설계 적용 여부

스프링클러 수리계산방식의 설계적용 의사여부에 관해 ① 2~3년 이내로 적용할 계획 있음(26%), ② 적용하고는 싶으나 당분간 계획 없음(37%), ③ 적용할 의사는 없으나 건축주 요구 시 적용의사 있음(21%), ④ 적용할 의사 및 계획이 현재로서는 없음(16%)으로 절반이상이 수리계산적용에 긍정적인 응답을 해주었다.

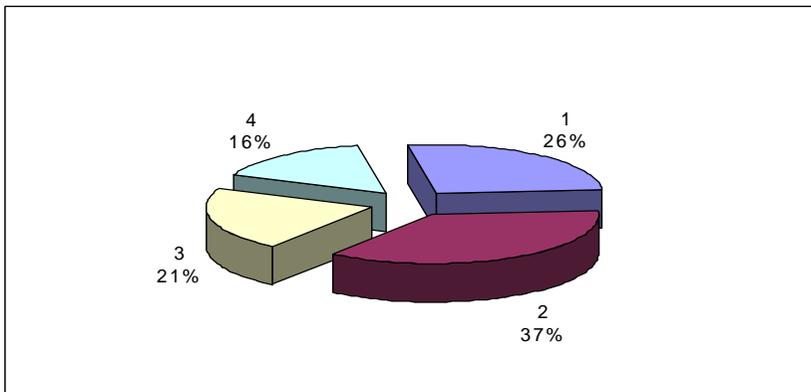


Fig. 4-15. Hydraulic Calculation Application Idea

(4) 수리계산 방법을 적용할 경우 문제점

스프링클러 설계 시 수리계산 방법을 사용할 경우 문제점에 대해 ① 소방법 내용을 만족하기 어려움(21%), ② 수리계산 능력배양 우선(26%), ③ 수리계산 적용의 건축주인식 변경(37%), ④ 기타(16%) 로 응답했으며, 수리계산의 문제점만 해결이 된다면 적용할 의사가 있음을 알 수 있었다.

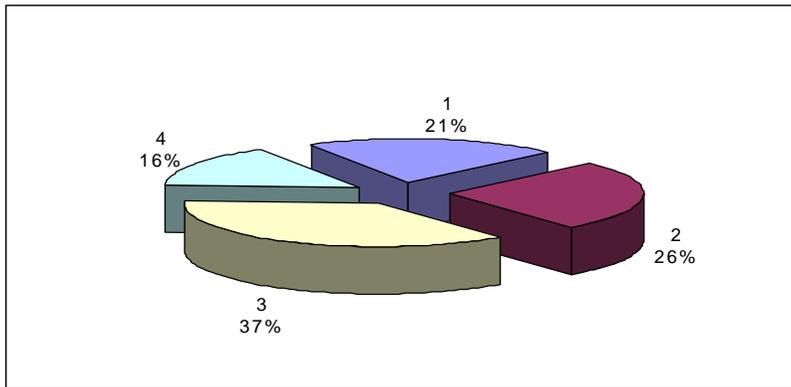


Fig. 4-16. Issue in Case of Hydraulic Calculation Application

## 제 5 장 설계기준 비교 및 화재안전기준 문제점

### 5-1 스프링클러 설계기준 비교

#### 5-1-1 스프링클러 설치대상 비교

국내와 일본의 스프링클러 설치대상 기준은 서로 유사한 부분이 많으며 건물 용도, 층수, 면적 등을 고려하여 결정한다. 하지만 NFPA 13의 경우는 원칙적으로 용도나 규모에 상관없이 건물전체에 스프링클러설비의 설치를 권장한다.

국내, 일본, NFPA 13의 기준에서 요구하는 스프링클러 설치 대상은 최소한의 필요사항을 규정하고 있으며, 국내의 규정은 스프링클러설비가 적용될 경우 방화구획 등의 건축물의 구조와 상관없이 해당구역 전체가 적용되지만, 일본과 NFPA 13의 규정에서는 건축물 자체의 구조가 내화구조, 방화구획 등 실별로 구획된 경우는 스프링클러설비를 제외할 수 있는 규정이 있다.

#### 5-1-2 화재위험용도 구분 비교

화재위험용도 구분은 스프링클러 설계를 하기 위한 용도구분으로서 설계기준을 결정하는 과정에서 가장 중요하고 기본이 되는 요소이다. 국내 및 일본과 NFPA 13의 위험용도 구분의 큰 차이점은 국내 및 일본의 경우는 건물의 특성과 업종에 따라 분류되며 각 구역별 가연물의 하중과는 관련이 없다. 하지만 NFPA 13은 업종 또는 해당되는 부분의 위험용도 등급에 따라 부분별로 적용할 수 있고 경급, 중급, 상급 이외에 물품 적재에 따른 분류(Pallet Class I ~ IV, Plastic Group A ~ C) 로 구분된다.

국내 및 일본의 경우는 화재 위험용도 구분의 기준이 없어 스프링클러 설치장소별 헤드 기준개수로 비교했으며, NFPA 13과 위험분류 체계 및 개념이 상이하기 때문에 각 기준을 직접적으로 비교하는 것은 현실적으로 불가능하다.

국내 및 일본의 헤드 기준개수를 기준으로 한 위험용도 구분을 Table. 5-1과

같이 분류할 수 있으며, 백화점, 도매시장 등은 헤드기준 개수가 30개로 국내기준에 규정되었지만 NFPA 13은 경급 및 중급으로 구분된다.

Table. 5-1. Hazard Classifications Comparison

국 내		일 본		NFPA 13
기준 개수	설치구분	기준 개수	설치구분	
30	특수가연물을 저장·취급하는 공장 또는 창고 (랙창고 포함, 10층 이하)	30	랙창고(등급 I, II, III)	-Extra Hazard Group 1 -Extra Hazard Group 2
20	상기 이외의 공장 또는 창고 (10층 이하)	20	랙창고(등급IV) 지정가연물 1,000배 이상 저장, 취급	-Ordinary Hazard Group 2
30	슈퍼마켓, 도매시장, 백화점, 소매시장 또는 복합건축물 (10층 이하)	15	백화점, 복합건축물 (10층 이하)	-Light Hazard -Ordinary Hazard Group 1
20	상기 이외의 근린생활시설, 판매시설 또는 복합건축물 (10층 이하)	10	상기 이외의 것 (10층 이하)	
	상기 이외의 것 (10층 이하, 헤드부착 8m 이상)			
10	상기 이외의 것 (10층 이하, 헤드부착 8m 미만)			
	아파트			
30	11층 이상 (아파트제외), 지하가 또는 지하역사	15	11층 이상, 지하가	

### 5-1-3 스프링클러설비의 방수량 및 지속시간 비교

국내, 일본의 스프링클러 방수기준은 스프링클러헤드 기준개수에 헤드 1개당 유량인 80 l/min을 곱한 수에 20분을 곱해 나온 수가 필요한 수원량이 된다. 하지만 NFPA 13의 기준은 위험용도별, 규약배관 및 수리계산방식의 적용에 따라 달라지고 최소한의 요구수량이므로 실제 수리계산 결과에 따라 필요한 수원량은

더 커질 수도 있다. Table. 5-2, 5-3의 비교는 NFPA 13의 위험용도 구분에 따라 국내 및 일본 소방대상물을 재분류한 내용으로 수리계산방식을 적용했을 경우 더 적은 유량으로 소화가 가능하며 소화수의 공급시간은 더 길어지지만 NFPA 13의 기준에서는 다양한 급수원의 설치 및 사용할 수 있는 기준이 있기 때문에 화재 제어를 위한 충분한 수원공급이 가능하다.

Table. 5-2. Water Demand for Hazard Classifications

특정 소방대상물	소방법 필요용량 /기준개수	일본소방법 필요용량 /기준개수	NFPA 13 위험등급 / 필요용량	
			규약배관방식	수리계산방식
업무시설 (10층 이하)	800 ~ 1,600 l/min (10 ~ 20개)	800 l/min (10개)	Light Hazard (1,893 ~ 2,839 l/min)	Light Hazard (570 ~ 809 l/min)
업무시설 (11층 이상)	2,400 l/min (30개)	1,200 l/min (15개)		
아파트	800 l/min (10개)	800 l/min (10개)		
주차장	800 l/min (10개)	800 l/min (10개)	Ordinary Hazard (3,217 ~ 5,678 l/min)	Ordinary Hazard Group 1 (848 ~ 1,525 l/min)
일반공장	1,600 l/min (20개)	800 l/min (10개)		Ordinary Hazard Group 2 (1,126 ~ 2,269 l/min)
백화점	2,400 l/min (30개)	1,200 l/min (15개)		
특수가연물 저장·취급 공장	2,400 l/min (30개)	1,600 l/min (20개)	N/A	Extra Hazard Group 1 (2,830 ~ 3,767 l/min)  Extra Hazard Group 2 (3,782 ~ 5,673 l/min)

Table. 5-3. Water Supply Duration Requirements for each Occupancy

위험용도	소방법	일본 소방법	NFPA 13	
			규약배관방식	수리계산방식
Light Hazard	20분	20분	30 ~ 60분	30분
Ordinary Hazard Group 1			60 ~ 90분	60 ~ 90분
Ordinary Hazard Group 2				
Extra Hazard Group 1			N/A	90 ~ 120분
Extra Hazard Group 2				

#### 5-1-4 스프링클러 살수밀도 비교

살수밀도는 화세를 제어하기 위하여 단위면적당, 시간당 방수되는 물의 양을 말하며 단위는  $l\text{ pm}/\text{m}^2$  이며 mm/min 으로 나타낼 수 있다. 또한 살수밀도는 화재 위험용도 분류 후 살수밀도/방호면적 곡선에서 위험용도별로 정해진다.

국내와 일본의 경우 살수밀도의 기준은 없으나 헤드 1개당 방수량 80 l/min 을 기준으로 헤드의 수평거리를 고려한 방호면적을 구한 후 살수밀도를 구할 수 있다. (헤드 1개당 방수량 ÷ 헤드 당 방호면적)

국내와 일본의 경우 낮은 화재위험용도에서 높은 살수밀도를 요구하기도 하지만 그 반대의 경우도 발생하며 Table. 5-4와 같이 비교할 수 있다.

Table. 5-4. Design Density for each Occupancy

위험용도		헤드간격 / 헤드수평거리	헤드당 방호면적 <sup>주1)</sup>	살수밀도 <sup>주1)</sup> (ℓ pm/m <sup>2</sup> )
국내 소방법	무대부·특수가연물을 저장, 취급하는 장소	2.4m 이하 (1.7m 이하)	5.76m <sup>2</sup>	13.89
	일반구조 건축물	2.9m 이하 (2.1m 이하)	8.41m <sup>2</sup>	9.51
	내화구조 건축물	3.2m 이하 (2.3m 이하)	10.24m <sup>2</sup>	7.58
	랙크식 창고	3.5m 이하 (2.5m 이하)	12.25m <sup>2</sup>	6.53
	아파트	4.5m 이하 (3.2m 이하)	20.25m <sup>2</sup>	3.95
일본 소방법	무대부, 지정가연물, 지하가 주방부분	2.4m 이하 (1.7m 이하)	5.76m <sup>2</sup>	13.89
	일반구조 건축물, 지하가 주방제외부분	2.9m 이하 (2.1m 이하)	8.41m <sup>2</sup>	9.51
	내화구조 건축물	3.2m 이하 (2.3m 이하)	10.24m <sup>2</sup>	7.58
	랙크식 창고	3.5m 이하 (2.5m 이하)	12.25m <sup>2</sup>	6.53
NFPA 13	Light Hazard	4.6m	12.1 ~ 20.9m <sup>2</sup>	2.9 ~ 4.1
	Ordinary Hazard Group 1	4.6m	12.1m <sup>2</sup>	4.1 ~ 6.1
	Ordinary Hazard Group 2			6.1 ~ 8.1
	Extra Hazard Group 1	3.7 ~ 4.6m	8.4 ~ 12.1m <sup>2</sup>	8.1 ~ 12.2
	Extra Hazard Group 2			12.2 ~ 16.3

주1) 국내, 일본의 경우는 해당규정이 없으므로 살수밀도를 구해 환산한 수치임.

### 5-1-5 스프링클러 작동면적 비교

작동면적이란 최대한 연소 확대를 저지할 수 있는 범위를 정한 값으로 작동면적내의 스프링클러헤드 감열이 예상되는 최대 헤드개수라 정의할 수 있다. 국내 및 일본의 경우 작동면적의 규정은 없으나 헤드 기준개수에 따른 유량에 살수밀도를 나눈 값으로 나타낼 수 있으며 NFPA 13 기준은 살수밀도/방호면적 곡선에

서 위험등급별로 작동면적이 제시된다.

NFPA 13의 작동면적이 대부분 더 큰 면적을 나타내며 국내기준은 같은 건물일 지라도 헤드 기준개수에 따라 상이한 작동면적을 보여주며 Table. 5-5와 같이 비교할 수 있다.

Table. 5-5. Sprinkler Head Maximum Spacing and Protection Area for each Occupancy

위험용도		기준개수	헤드간격 / 헤드수평거리	헤드당 방호면적 <sup>주1)</sup>	작동면적 <sup>주1)</sup>
국내소방법	무대부·특수가연물을 저장, 취급하는 장소	10 ~ 30개	2.4m 이하 (1.7m 이하)	5.76m <sup>2</sup>	57 ~ 172m <sup>2</sup>
	일반구조 건축물	10 ~ 30개	2.9m 이하 (2.1m 이하)	8.41m <sup>2</sup>	84 ~ 252m <sup>2</sup>
	내화구조 건축물	10 ~ 30개	3.2m 이하 (2.3m 이하)	10.24m <sup>2</sup>	105 ~ 316m <sup>2</sup>
	랙크식 창고	20 ~ 30개	3.5m 이하 (2.5m 이하)	12.25m <sup>2</sup>	245 ~ 367m <sup>2</sup>
	아파트	10개	4.5m 이하 (3.2m 이하)	20.25m <sup>2</sup>	202m <sup>2</sup>
일본소방법	무대부, 지정가연물, 지하가 주방부분	15 ~ 20개	2.4m 이하 (1.7m 이하)	5.76m <sup>2</sup>	86 ~ 115m <sup>2</sup>
	일반구조 건축물, 지하가 주방제외부분	10 ~ 15개	2.9m 이하 (2.1m 이하)	8.41m <sup>2</sup>	84 ~ 126m <sup>2</sup>
	내화구조 건축물	10 ~ 15개	3.2m 이하 (2.3m 이하)	10.24m <sup>2</sup>	105 ~ 158m <sup>2</sup>
	랙크식 창고	20 ~ 30개	3.5m 이하 (2.5m 이하)	12.25m <sup>2</sup>	245 ~ 367m <sup>2</sup>
NFPA 13	Light Hazard	N/A	4.6m	12.1 ~ 20.9 m <sup>2</sup>	139 ~ 279m <sup>2</sup>
	Ordinary Hazard	N/A	4.6m	12.1m <sup>2</sup>	139 ~ 372m <sup>2</sup>
	Extra Hazard	N/A	3.7 ~ 4.6m	8.4 ~ 12.1m <sup>2</sup>	232 ~ 465m <sup>2</sup>

주1) 국내, 일본의 경우는 해당규정이 없으므로 작동면적을 구해 환산한 수치임.

## 5-2 스프링클러설비의 화재안전기준 문제점

### 5-2-1 위험용도의 분류<sup>18)</sup>

건물 전체에 대한 단일한 위험용도 구분 방법은 각 화재구역별 특성을 고려하지 않은 방법이다. 건물의 특성과 규모, 업종에 따라 위험용도를 분류할 경우 스프링클러시스템은 더 많은 요구수량을 필요로 하는 부분과 그렇지 않은 부분에 대해 과다적용 또는 부족 등의 문제가 발생할 수 있다.

화재를 진압·제어하는 근본적인 원리는 화재의 성상, 화원의 크기, 실의 화재하중 등을 고려하여 필요한 수원량을 결정하는 것으로 각 화재구역별로 최대 필요 요구수량을 결정하여야 한다. 이 위험용도의 결정은 스프링클러설비의 규모를 판단하게 하는 척도로서 적정한 투자비용과 화재진압의 목적을 달성하게 한다.

따라서 국내 소방법상 스프링클러설비의 위험용도 분류를 건물별 구분이 아니라 각 실별 특성을 고려하여 구분할 수 있도록 하여야 한다. 층수가 높다고 무조건 높은 위험용도를 적용하거나 높은 용도의 화재 예상구역에 낮은 조건의 요구수량을 적용하는 것은 화재진압·제어의 목적이 아니라 소방법상의 요구조건을 무의미하게 적용하는 것이 된다.

### 5-2-2 밸브 및 관 부속품의 등가배관길이

국내의 기준에는 밸브 및 관 부속품의 등가배관길이에 대한 데이터가 없다. 일본이나 미국의 경우는 그 나라 실정에 맞는 데이터를 마련하여 사용하고 있으며 국내에서는 검증 없이 그 데이터를 사용하는 경우들이 많다.

일본과 미국기준의 배관 내경이 국내와 다른 경우가 있기 때문에 검증 없이 사용하여서는 안 되며 국가적인 차원에서 배관 및 부속업체와 협조하여 규격화된 국내 데이터의 표준화가 필요하다.

### 5-2-3 규약배관 방식의 설계<sup>19)</sup>

규약배관 방식이란 공학적인 계산결과를 실험적인 데이터로 예측하여 복잡한

수리계산을 하지 않도록 하는데 목적이 있으며, 그러한 예측결과에 대한 신뢰도가 낮기 때문에 NFPA 13 기준에서는 경급 및 중급위험용도에서만 허용을 하며 수리계산보다 더 많은 요구수량이 필요하다. 따라서 NFPA 13의 기준에는 거의 모든 건물의 스프링클러 설계 시 수리계산방식을 적용한다.

국내 규약배관방식의 설계기준은 사양위주의 법령기준으로 실제 필요한 요구수량을 만족하지 못하는 경우가 발생하며, 또한 규약배관방식의 정형화된 설계기준이 없어 각 설계업체에서의 결과치가 상이하게 나와 스프링클러설비의 신뢰도를 떨어뜨리는 결과를 불러온다.

#### 5-2-4 스프링클러 기준 개수 및 헤드 반경<sup>20)</sup>

건물용도와 규모에 따라 일괄적으로 10개, 20개, 30개로 정해진 기준 개수는 실별 화재 특성을 고려하지 않은 방식으로 화재의 위험용도에 따라 더 세분화되어야 하며 화재를 인위적인 예측으로 무조건 수원량이 많다고 좋은 것은 아니다.

화재를 대비한 설비의 설치는 항상 경제적인 부담을 주기 때문에 적정한 설비의 설치가 요구된다. 따라서 국내의 기준은 불필요한 경제손실을 가중시켜 건축주의 부담과 소화설비의 불신이 따를 수 밖에 없는 것이다.

헤드 기준개수는 NFPA 13의 작동면적 개념으로 연소 확대제어가 가능한 면적을 의미하며 위험용도별로 그 제어 면적은 달라진다. 위험용도가 클수록 작동면적은 따라서 커지며 더 많은 유량을 필요로 하게 된다.

헤드의 수평거리는 헤드 1개당 방호할 수 있는 면적으로 나타내며 화재의 위험용도에 따라 구분되어 진다. 하지만 국내의 경우는 내화구조의 건축물인 경우 수평거리 2.3m이하로 규정되어 있어 적절한 화재진압의 역할을 충실히 할 수 없다.

따라서 정해진 수평거리 기준은 다양한 K값의 헤드를 사용할 수 없어 큰 K값을 가진 헤드를 현재의 수평거리 기준으로 설치를 하게 될 경우 비정상적으로 방수밀도가 높아지게 되며 결국 펌프의 토출량만 키우는 결과를 가져온다.

또한, 헤드의 수평거리는 살수밀도( $l\text{ pm}/\text{m}^2$ )의 개념으로 변경되어야 하며 화

재의 성장속도와 열방출율이 작은 화재에서는 낮은 살수밀도로도 충분한 화세제어의 효과를 가져 올 수 있으며, 그 반대의 경우는 높은 살수 밀도를 요구한다.

## 제 6 장 스프링클러 설계 방식의 비교

위험용도구분은 국내 소방법상의 특정소방대상물로 구분했으며 스프링클러설비의 헤드 기준개수에 따라 국내의 규약배관방식, NFPA 13의 규약배관방식 및 수리계산방식으로 직접 설계한 후 결과를 비교했다. 소화펌프는 선정하지 않으며 스프링클러설비는 전체 건물에 모두 설치되는 것으로 하였다. 다음의 Table. 6-1 은 소방대상물의 일반조건이다.

Table. 6-1. General Condition of Fire Fighting Property

구 분	Case "1"	Case "2"	Case "3"
건축물의 용도	주차용 건축물	기계공장	일반 업무시설
층 수	지하 1층 / 4층	지하 1층 / 3층	지하 1층 / 11층
구 조	내화구조	내화구조	내화구조
층별 바닥면적	500 m <sup>2</sup>	1,000 m <sup>2</sup>	600 m <sup>2</sup>
층별 높이	3.5 m	5 m	3 m
소화펌프 위치	지하 1층	지하 1층	지하 1층
스프링클러 헤드 기준개수	10 개	20 개	30 개
NFPA 13의 위험용도 분류	중급위험 1	중급위험 2	경급위험

## 6-1 주차용 건축물의 스프링클러 설계

### 6-1-1 국내 규약배관방식의 설계

#### (1) 기본사항

- 1) 국내 소방법상 스프링클러설비의 적용은 주차용 건축물로서 연면적 800㎡ 이상인 경우 물분무등 소화설비에 해당이 되나 주차장의 경우 스프링클러설비로 설치가 가능하므로 전 층 스프링클러 설치를 한다.
- 2) 스프링클러 헤드의 기준개수는 소방법상(Table. 2-1) 10층 이하, 헤드 부착 높이 8m미만으로 기준개수는 10개로 선정한다.
- 3) 헤드의 수평거리는 건축물이 내화구조이므로 2.3m이하로 적용한다.
- 4) 헤드간의 배치는 정방형 배치로 설치하며 헤드간의 간격은  $S = 2R \cos 45^\circ$ 로 나타낼 수 있으며, 이때  $R(\text{헤드의 수평거리}) = 2.3\text{m}$  이므로  $S = 3.25\text{m}$  이하로 한다.
- 5) 스프링클러 배관의 구경은 소방법(Table. 2-2)의 기준에 의하며 배관 마찰 손실수두 및 부속류의 등가배관길이의 데이터는 국내 소방법상에 기준이 없으므로 배관내경이 유사한 일본의 소방청 고시 데이터(Table. 2-10 ~ 2-13)의 기준에 따른다.
- 6) 스프링클러 헤드 말단의 최소 방사량은 80 ℓ pm, 최소 방사압은 1kg/cm<sup>2</sup> 이상으로 한다. (표준형헤드 K=80)

#### (2) 스프링클러의 설계 및 계산

##### 1) 스프링클러의 설계

- ① 스프링클러헤드 설치는 헤드 수평거리 2.3m일 때 헤드간의 거리는 3.25m 이하이므로 헤드개수는 가로방향  $20\text{m} \div 3.25\text{m} = 6.5 \approx 7\text{개}$ , 세로방향  $25\text{m} \div 3.25\text{m} = 7.8 \approx 8\text{개}$  로 총 헤드 수량은  $7 \times 8 = 56\text{개}$ 로 설치한다.
- ② 헤드의 간격은 등(等) 간격을 고려하여 3m 간격으로 일정하게 설치한다.
- ③ 스프링클러 헤드 배치 후 평면도는 Fig. 6-1 과 같다.

2) 스프링클러의 계산

- ① 스프링클러 계산을 하기 전에 Fig. 6-2 와 같이 Isometric 도면을 작성하여 유량과 배관 구경의 변화가 있는 지점마다 기호를 표시한다.

Table. 6-2. Pressure Loss Calculation for Pipe and Fittings at Each Node  
(Case "1", Korea)

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
A-B	25	80	직관 = 3.3m 분류티 1개 × 1.7=1.7m	5.0 × (28.36/100)=
계			5.0m	1.42m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
B-C	25	160	직관 = 3.0m	3.0 × (102.23/100)=
계			3.0m	3.07m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
C-D	32	240	직관 = 3.0m	3.0 × (61.81/100)=
계			3.0m	1.85m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
D-E	40	320	직관 = 1.5m	1.5 × (49.97/100)=
계			1.5m	0.75m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
E-F	50	560	직관 = 3.5m 분류티 1개 × 3.2=3.2m	6.7 × (43.66/100)=
계			6.7m	2.93m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
F-G	65	800	직관 = 9.6m	$9.6 \times (25.04/100) =$
계			9.6m	<b>2.40m</b>

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
G-H	80	800	직관 = 40.3m 90° 엘보 5개 $\times 1.3 = 6.5m$ 알람밸브 1개 $\times 6.7 = 6.7m$ 게이트밸브 2개 $\times 0.5 = 1.0m$ 체크밸브 1개 $\times 6.7 = 6.7m$	$61.2 \times (10.8/100) =$
계			61.2m	<b>6.61m</b>

② 구간별 마찰손실을 Table. 6-2와 같이 구한 후 구간별 마찰손실의 합계는  $h_2 = 1.42 + 3.07 + 1.85 + 0.75 + 2.93 + 2.4 + 6.61 = 19.03 \text{ m}$

③ 따라서, H(전 양정) =  $h_1(\text{낙차}) + h_2(\text{마찰손실}) + 10m(\text{방사수두})$   
 $= 14 + 19.03 + 10 = 43.03 \text{ m}$

### 3) 국내 규약배관방식의 스프링클러설비 요약

- ① 필요 유량 :  $10\text{개} \times 80 \text{ ℓ/min} = 800 \text{ ℓ/min}$
- ② 필요 수원량 :  $800 \text{ ℓ/min} \times 20 \text{ min} = 16,000 \text{ ℓ} = 16 \text{ m}^3$
- ③ 전 양정 : 43.03 m
- ④ 헤드 1개당 방호면적 :  $3 \text{ m} \times 3.2 \text{ m} = 9.6 \text{ m}^2$
- ⑤ 작동면적 :  $10\text{개}(\text{기준개수}) \times 9.6 \text{ m}^2(\text{헤드방호면적}) = 96 \text{ m}^2$
- ⑥ 살수밀도 :  $80 \text{ ℓ/min} \div 9.6 \text{ m}^2(\text{헤드방호면적}) = 8.34 \text{ ℓ pm/m}^2$
- ⑦ 헤드의 설치 수량 : 56개
- ⑧ 주배관 구경 : 80 mm

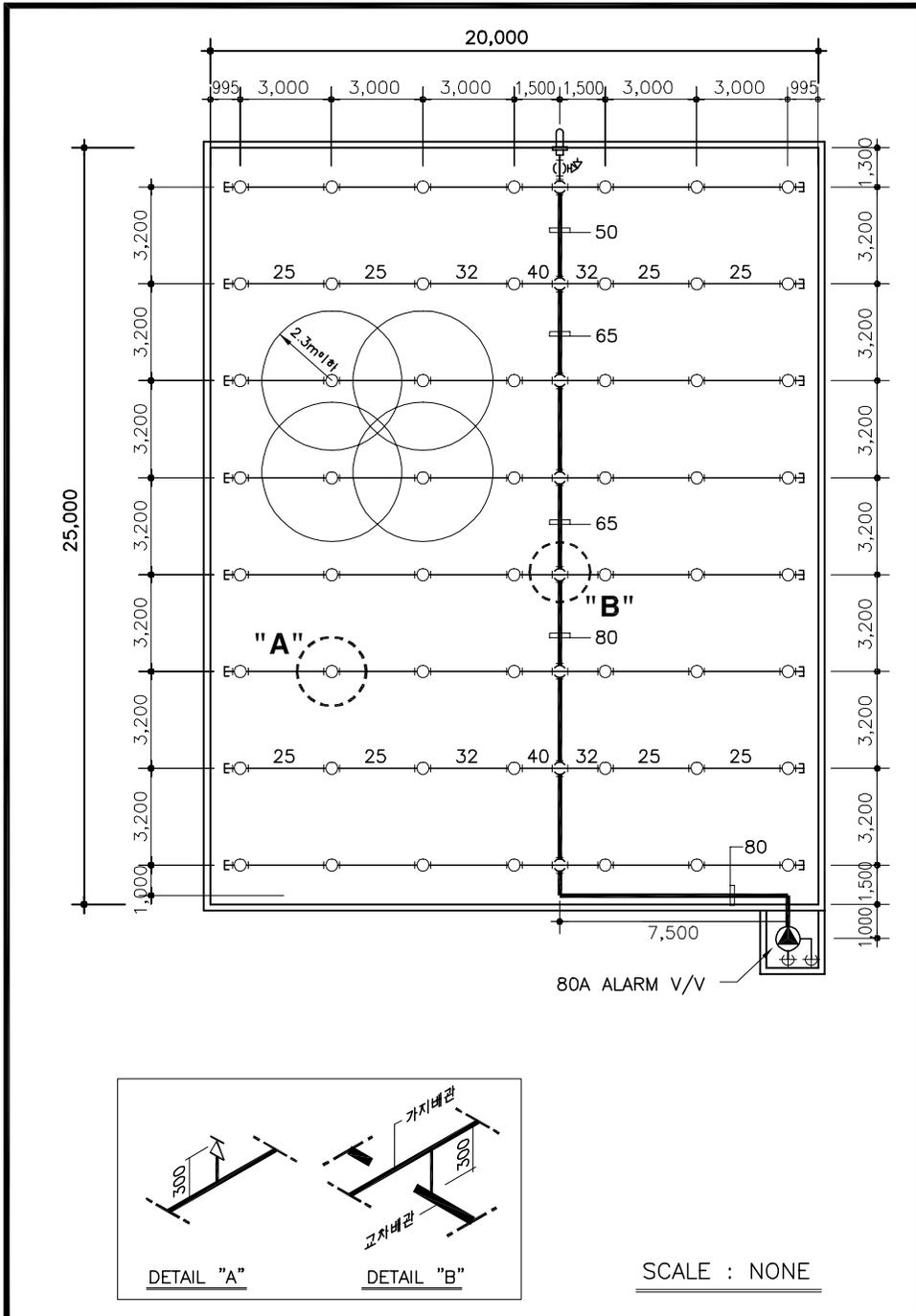


Fig. 6-1. Plan View of Pipe Schedule Sprinkler System (Case "1", Korea)

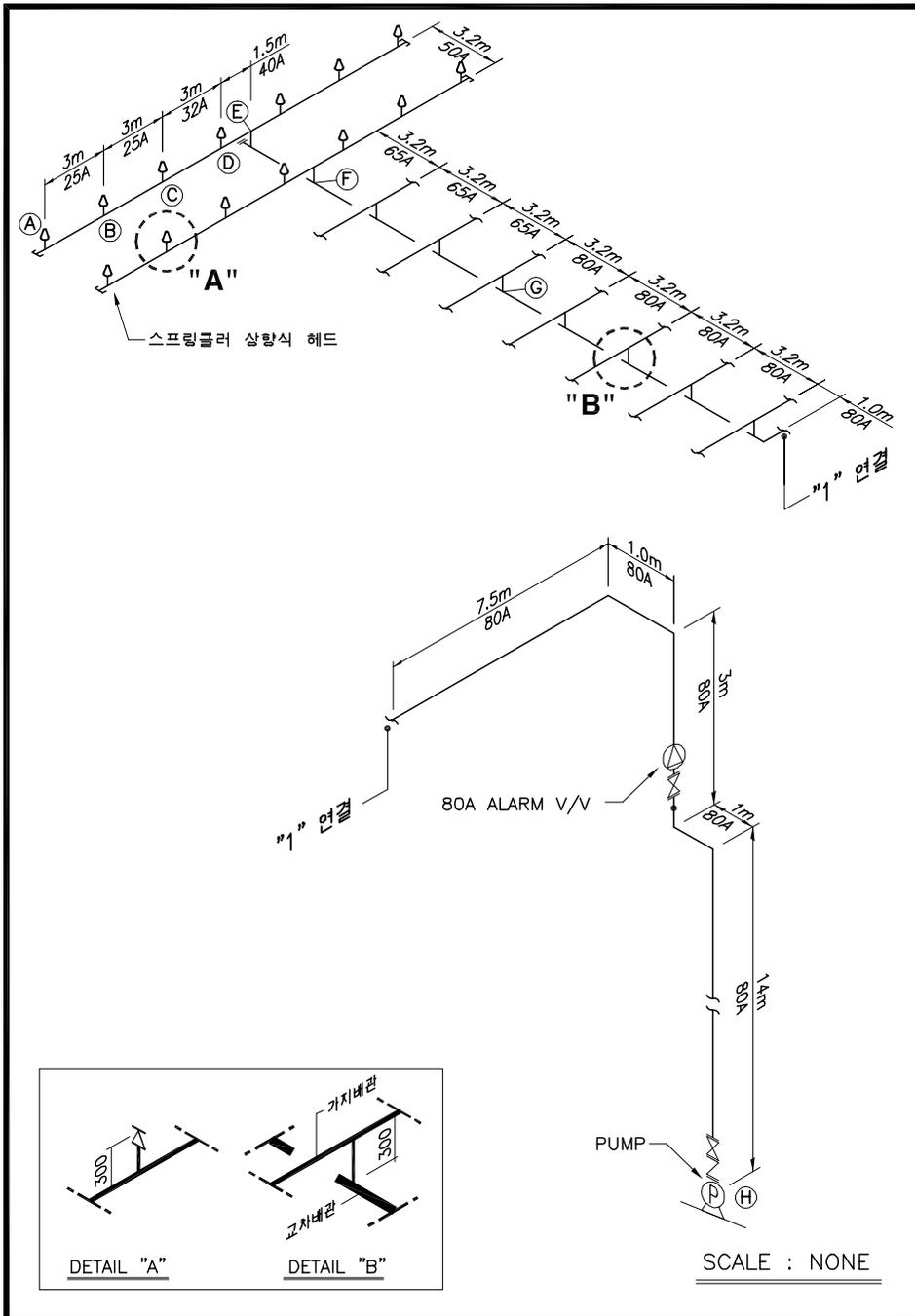


Fig. 6-2. Isometric View of Pipe Schedule Sprinkler System  
(Case "1", Korea)

## 6-1-2 NFPA 13 규약배관방식의 설계

### (1) 기본 사항

- 1) NFPA 13의 규정은 전 층에 스프링클러설비를 설치할 것을 권장한다.
- 2) 위험용도구분은 주차장 건축물로 중급위험 1에 해당한다.
- 3) 중급용도로서 규약배관방식을 적용할 경우 헤드의 간격은 4.6m이하, 헤드 1개당 방호면적은 12.1m<sup>2</sup>이하로 한다.
- 4) 중급용도의 경우 바닥면적 465m<sup>2</sup> 초과 시 잔류압력은 3.5kg/cm<sup>2</sup>이상을 요구하며, 고도를 고려하여 급수설비의 높이를 초과하는 높이 당 0.1 kg/cm<sup>2</sup>를 추가하여야 한다.
- 5) 중급용도로서 최소 유량은 3,217 ~ 5,678 l/min이며 공급수원 지속시간은 60 ~ 90분이다.

### (2) 스프링클러의 설계 및 계산

#### 1) 스프링클러 설계

- ① 스프링클러헤드 설치는 중급의 경우 규약배관방식으로 설치를 하며 가로 방향  $20\text{m} \div 4.6\text{m} = 4.34\text{개} \approx 5\text{개}$ , 세로방향  $25\text{m} \div 4.6\text{m} = 5.43\text{개} \approx 6\text{개}$ 로 총 헤드설치는 30개를 설치하여야 하나, 헤드 1개당 방호면적 12.1m<sup>2</sup>를 만족하여야 함으로 가로방향  $20\text{m} \div 3.4\text{m} = 5.8\text{개} \approx 6\text{개}$ , 세로 방향  $25\text{m} \div 3.4\text{m} = 7.3\text{개} \approx 8\text{개}$ 로 총 헤드설치는 48개를 설치한다.
- ② 헤드간의 간격은 3.4m, 가지배관 간격은 3.2m로 헤드 1개당 방호면적은 10.88m<sup>2</sup>로 기준(12.1m<sup>2</sup>이하)에 만족한다.
- ③ 헤드개수에 대한 배관구경은 중급위험용도에서의 스프링클러 배관구경 기준에 의한다. (Table. 2-24)
- ④ 스프링클러 헤드 배치 후 평면도는 Fig. 6-3 과 같다.
- ⑤ 별도의 Isometric 도면을 작성하지는 않지만 이해를 돕기 위해 Fig. 6-4 와 같이 표현할 수 있다.

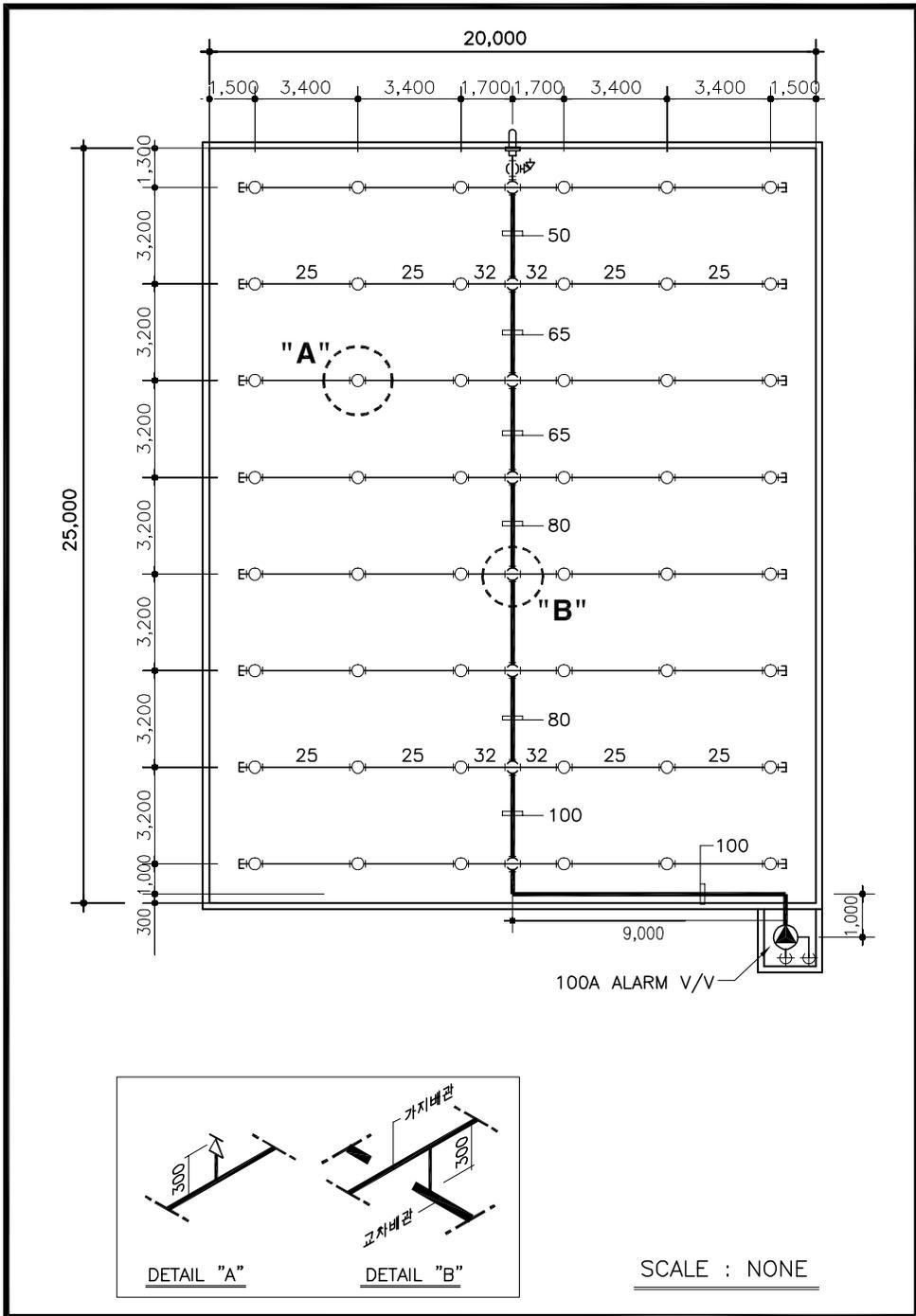


Fig. 6-3. Plan View of Pipe Schedule Sprinkler System (Case "1", NFPA 13)

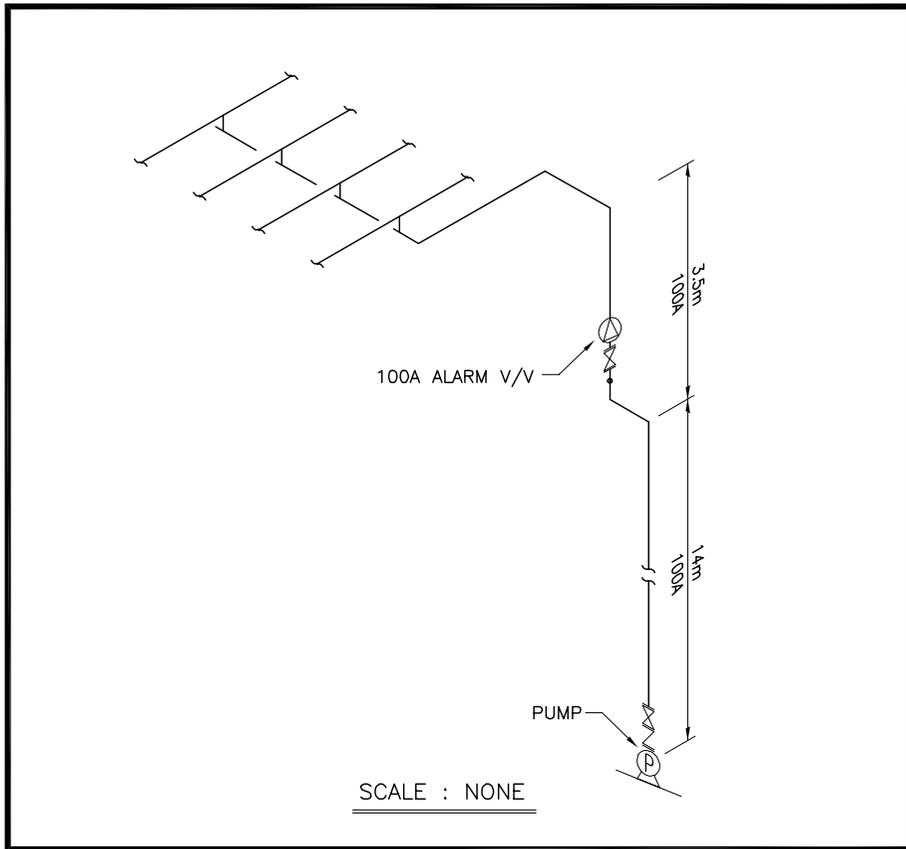


Fig. 6-4. Isometric View of Pipe Schedule Sprinkler System  
(Case "1", NFPA 13)

2) 스프링클러 계산

- ① 규약배관의 경우는 별도의 계산을 하지 않으며 바닥면적 465m<sup>2</sup> 초과인 경우 잔류압력 3.5 kg/cm<sup>2</sup> 이상, 건물 높이 당 0.1 kg/cm<sup>2</sup>를 가산하여 결정한다.
- ② 따라서, H(전 양정) = [h1(낙차)×l] + 35m(잔류수두) = (14+3.5)×1 + 35 = 17.5 + 35 = 52.5 m
- ③ 화재위험 정도를 판단하여 유량은 최소 필요용량인 3,217 l/min로 하며, 필요 수원량 지속시간은 60분으로 한다.

3) NFPA 13 규약배관방식의 스프링클러설비 요약

- ① 필요 유량 : 3,217 ℓ /min
- ② 필요 수원량 : 3,217 ℓ /min × 60 min = 193,020 ℓ = 193.02 m<sup>3</sup>
- ③ 전 양정 : 52.5 m
- ④ 헤드 1개당 방호면적 : 3.4 m × 3.2 m = 10.88 m<sup>2</sup>
- ⑤ 살수밀도 : 80 ℓ /min ÷ 10.88 m<sup>2</sup>(헤드방호면적) = 7.35 ℓ pm/m<sup>2</sup>
- ⑥ 헤드의 설치 수량 : 48개
- ⑦ 주배관 구경 : 100 mm

6-1-3 NFPA 13 수리계산방식의 설계

(1) 기본 사항

- 1) NFPA 13의 규정은 전 층에 스프링클러설비를 설치할 것을 권장한다.
- 2) 위험용도구분은 주차장 건축물로 중급위험 1에 해당한다.
- 3) 중급용도로서 수리계산방식을 적용할 경우 헤드의 간격은 4.6m이하, 헤드 1개당 방호면적은 12.1m<sup>2</sup>이하로 한다.
- 4) 수리계산은 살수밀도/방호면적 방식으로 계산하여 스프링클러 소요수량을 결정하며, 부속류의 등가배관길이, 배관 마찰손실수두는 NFPA 13의 기준에 의한다.
- 5) 중급용도로서 수리계산방식의 경우 공급수원 지속시간은 60~90분이다.

(2) 스프링클러 설계 및 계산

1) 스프링클러 설계

- ① 스프링클러헤드 설치는 중급의 경우 수리계산방식으로 설치를 하며 가로방향 20m ÷ 4.6m = 4.34개 ≒ 5개, 세로방향 25m ÷ 4.6m = 5.43개 ≒ 6개로 총 헤드설치는 30개를 설치하여야 하나, 헤드 1개당 방호면적 12.1m<sup>2</sup>를 만족하여야 함으로 20m ÷ 3.4m = 5.8개 ≒ 6개, 세로방향 25m ÷ 3.4m = 7.3개 ≒ 8개로 총 헤드설치는 48개를 설치한다.

- ② 헤드간의 간격은 3.4m, 가지배관 간격은 3.2m로 헤드 1개당 방호면적은 10.88m<sup>2</sup>로 기준(12.1m<sup>2</sup>이하)에 만족한다.
- ③ 헤드개수에 대한 배관구경은 국내소방법인 화재안전기준의 [별표1] 스프링클러헤드 수별 급수관의 구경에 의한다.
- ④ 스프링클러 헤드 배치 후 평면도는 Fig. 6-5 와 같다.

## 2) 스프링클러 계산

- ① 스프링클러 계산을 하기 전에 Fig. 6-6 과 같이 Isometric 도면을 작성하여 유량과 배관 구경의 변화가 있는 지점마다 기호를 표시하며, 수리 계산 절차에 의해 계산한다.
- ② 위험용도는 중급위험 1로 구분하여 적용한다.
- ③ 살수밀도/방호면적 곡선(Fig. 2-1)에서 중급 1일 때 살수밀도는 6.1 l pm/m<sup>2</sup>이 되며, 최소소요유량(Q)은 살수밀도×작동면적이므로  $Q = 6.1 \text{ l pm/m}^2 \times 139 \text{ m}^2 = 847.9 \text{ l pm}$ 이 된다.
- ④ 설계면적의 길이  $L = 1.2 \times \sqrt{139} = 14.1 \text{ m}$  이고, L은 언제나 가지배관과 평행하여야 하며, Fig. 6-5 와 같이 끝선은 헤드 2개의 중심선에 위치하여야 한다.
- ⑤ 설계면적 길이방향의 헤드수 결정은  $L=14.1 \text{ m}$ 이므로  $N_s = 14.1 / 3.4 = 4.1$  로  $N_s = 5$  개로 적용한다.
- ⑥ 설계면적에 대한 실제길이는  $N_s$  와 헤드간격의 곱인  $5 \times 3.2 = 16\text{m}$ 이 된다.
- ⑦ 설계면적 내의 스프링클러 헤드수는 작동면적 ÷ 헤드 1개당 실제 방호면적 =  $139 \text{ m}^2 \div 10.88 \text{ m}^2 = 12.8 \approx 13$ 개가 된다.
- ⑧ 설계면적에 대한 폭(W) = 설계면적(A) ÷ 길이(L) =  $139 \text{ m}^2 \div 14.1 \text{ m} = 9.85 \text{ m}$  가 되며, 가지배관 3개가 담당하는 폭은 9.3m 이므로 Fig. 6-5에서 길이 16m × 폭 9.3m = 148.8m<sup>2</sup>가 된다. 13개의 헤드 작동면적은 148.8m<sup>2</sup>로 필요한 설계면적 139m<sup>2</sup>보다 크므로 최소 설계면적은 Fig. 6-5의 빗금 친 부분으로 표시한 부분이 된다.
- ⑨ 헤드 1개당 최소유량은  $6.1 \text{ l pm/m}^2 \times 10.88 \text{ m}^2 = 66.37 \text{ l pm}$ 이 된다.
- ⑩ 헤드 1개의 최소압력은 첫 번째 헤드의 유량이 66.37 l pm이며, K 값은

국내 표준형 헤드의 K 값인 80을 적용하여

$$P = (Q/K)^2 = (66.37/80)^2 = 0.83^2 = 0.69 \text{ kg/cm}^2 (9.85\text{psi})$$

⑪ 첫 번째 헤드의 최소압력과 유량을 계산한 후 두 번째 헤드로부터 첫 번째 헤드까지의 마찰손실에 의한 압력손실을 계산한다. 각 구간별 압력과 유량을 구하는 과정을 반복하여 최종 필요한 압력을 계산한다.

⑫ 이후 계산 과정은 Table. 6-3 의 수리계산 양식과 같다.

### 3) NFPA 13 수리계산방식의 스프링클러설비 요약

① 필요 유량 : 984.88 ℓ/min

② 필요 수원량 : 984.88 ℓ/min × 60 min = 59,092.8 ℓ = 59.09 m<sup>3</sup>

③ 전 양정 : 48.5 m

④ 헤드 1개당 방호면적 : 3.4 m × 3.2 m = 10.88 m<sup>2</sup>

⑤ 살수밀도 : 6.1 ℓ pm/m<sup>2</sup>

⑥ 작동면적 : 139 m<sup>2</sup>

⑦ 헤드의 설치 수량 : 48개

⑧ 주배관 구경 : 80 mm

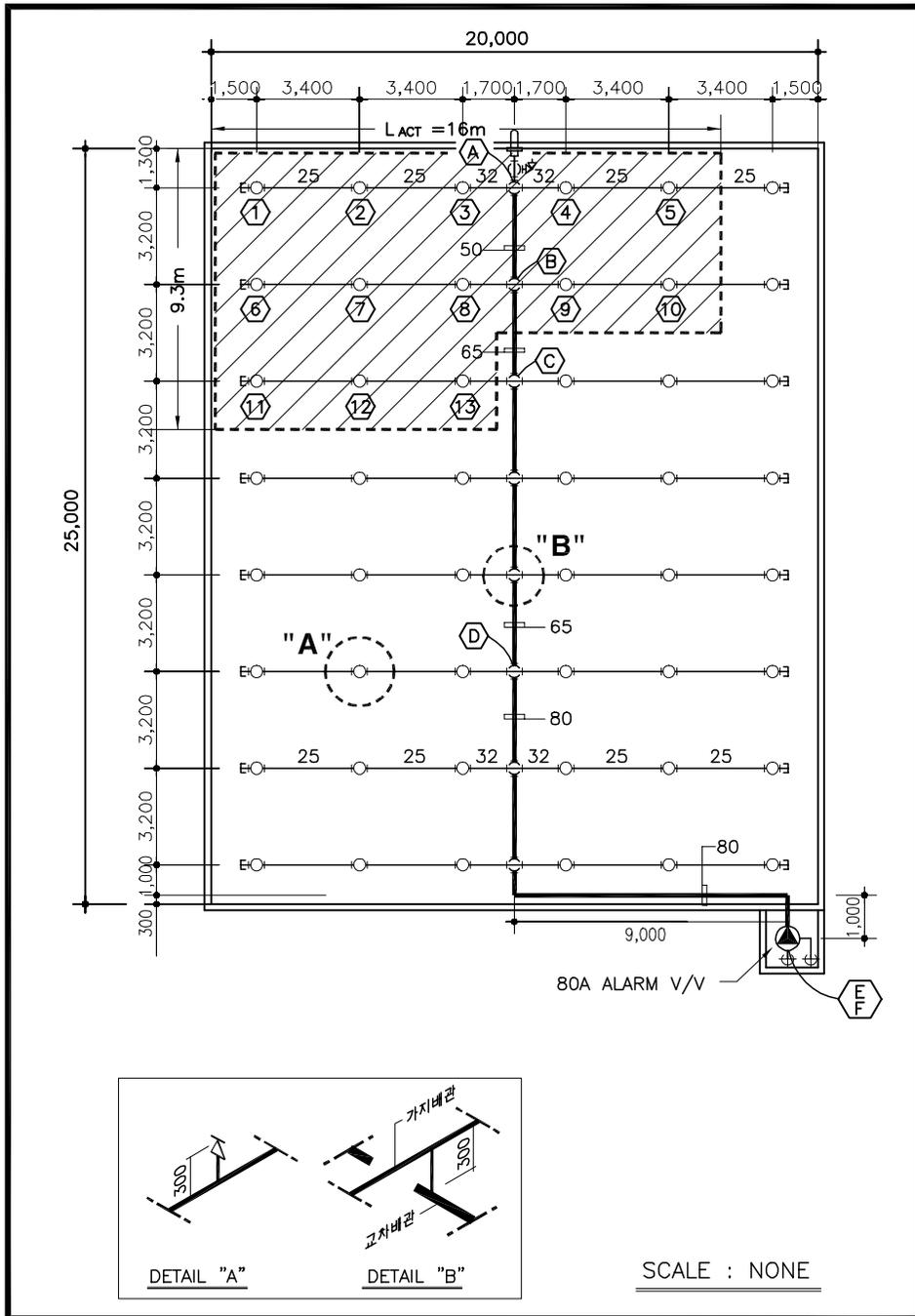


Fig. 6-5. Plan View of Hydraulically calculated Sprinkler System  
(Case "1", NFPA 13)

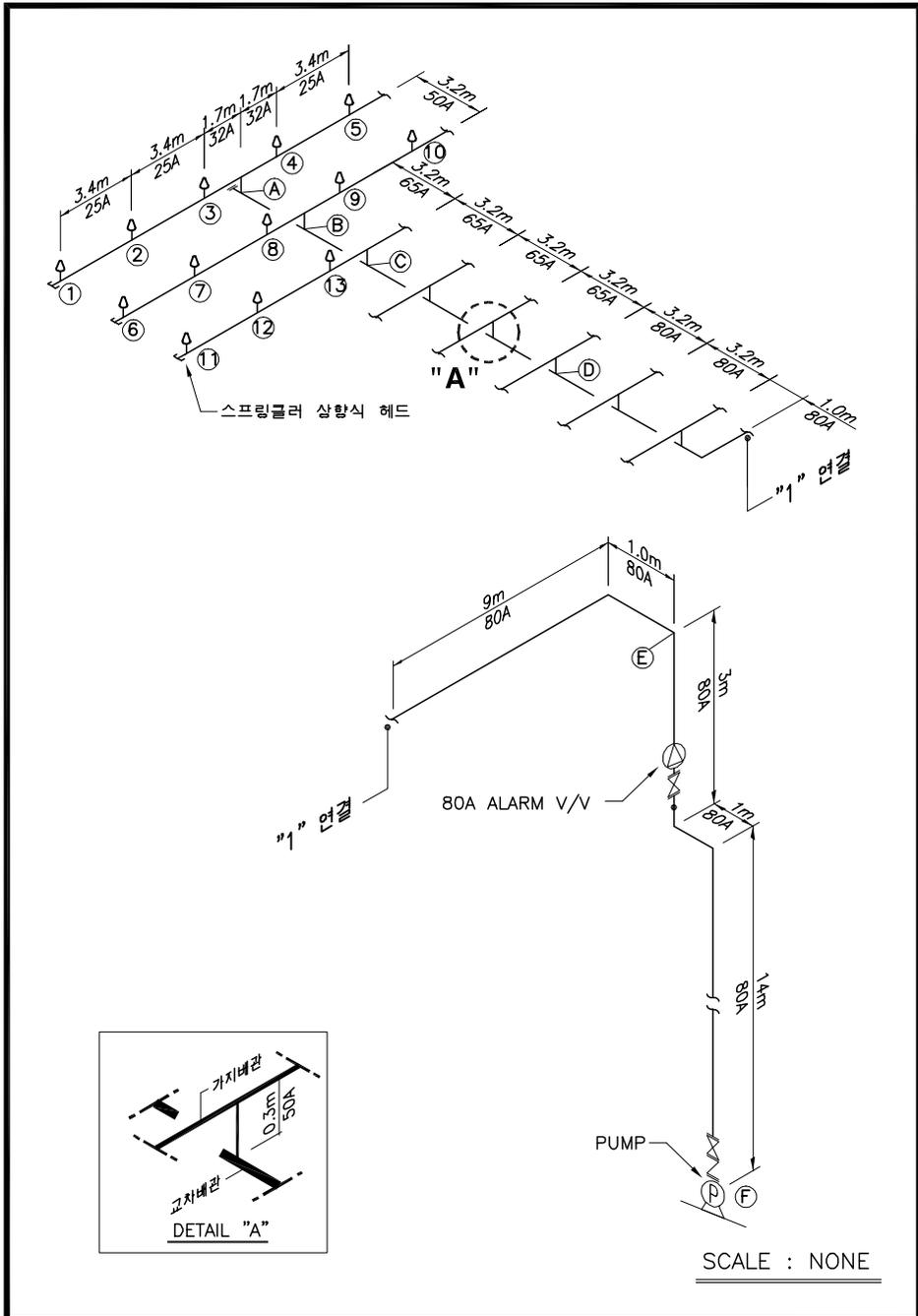


Fig. 6-6. Isometric View of Hydraulically calculated Sprinkler System  
(Case "1", NFPA 13)

Table. 6-3. Sheet of Hydraulic Sprinkler Calculations. (Case "1", NFPA 13)

CONTRACT NAME Calculation of system shown on figure 6-6 sheet 1 of 2								
Node NO.	Flow in (ℓ /min)	Pipe Size (mm)	Fitting & Devices	Pipe Equivalent Length (m)	Friction Loss (kg/cm <sup>2</sup> /m)	Pressure Summary (kg/cm <sup>2</sup> )	Supplementary Calculation	End Node
①	q	25 (27.5)		lgth 3.4	C=120 0.032	Pt 0.69	$Q=K\sqrt{P}$ 66.37 ℓ pm=80√P P=0.69kg/cm <sup>2</sup>	②
				ftg		Pe -		
	Q 66.37			tot 3.4		Pf 0.069		
②	q 69.68	25 (27.5)		lgth 3.4	0.076	Pt 0.759	$Q=K\sqrt{P}$ Q= 80√ 0.759 Q=69.68 ℓ pm	③
				ftg		Pe -		
	Q 136.05			tot 3.4		Pf 0.259		
③	q 80.70	32 (36.2)	(1) Tee	lgth 1.7	0.047	Pt 1.018	$Q=K\sqrt{P}$ Q= 80√ 1.018 Q=80.70 ℓ pm	A <sub>T</sub>
				ftg 1.83		Pe -		
	Q 216.75			tot 3.53		Pf 0.167		
	q			lgth		Pt 1.185		
				ftg		Pe -		
	Q			tot		Pf -		
⑤	q	25 (27.5)		lgth 3.4	0.024	Pt 0.69	Right side of Cross-Main	④
				ftg		Pe -		
	Q 66.37			tot 3.4		Pf 0.069		
④	q 69.68	32 (36.2)	(1) Tee	lgth 1.7	0.020	Pt 0.759	$Q=K\sqrt{P}$ Q= 80√ 0.759 Q=69.68 ℓ pm	A <sub>T</sub>
				ftg 1.83		Pe -		
	Q 136.35			tot 3.53		Pf 0.071		
	q			lgth		Pt 0.83		
				ftg		Pe		
	Q			tot		Pf		
	q			lgth		Pt	$Q_{ADJ} =$ 136.35√ (1.185/0.83) =162.92 ℓ pm	
				ftg		Pe		
	Q 162.92			tot		Pf		
A <sub>T</sub>	q	50 (53.2)	(1) Tee	lgth 0.3	0.020	Pt 1.018	Q=216.75+162.92 =379.67 ℓ pm	A <sub>B</sub>
				ftg 3.05		Pe 0.3		
	Q 379.67			tot 3.35		Pf 0.069		
A <sub>B</sub>	q	50 (53.2)		lgth 3.2	0.020	Pt 1.387	$Q=K\sqrt{P}$ 379.67=K√ 1.387 K=322.38	B <sub>B</sub>
				ftg		Pe -		
	Q 379.67			tot 3.2		Pf 0.065		
B <sub>B</sub>	q 388.46	65 (69)		lgth 3.2	0.021	Pt 1.452	$Q=K\sqrt{P}$ Q= 322.38√ 1.452 Q=388.46 ℓ pm	C <sub>B</sub>
				ftg		Pe -		
	Q 768.13			tot 3.2		Pf 0.068		
	q			lgth		Pt 1.52		
				ftg		Pe		
	Q			tot		Pf		
⑪	q	25 (27.5)		lgth 3.4	C=120 0.032	Pt 0.69	$Q=K\sqrt{P}$ 66.37 ℓ pm=80√P P=0.69kg/cm <sup>2</sup>	⑫
				ftg		Pe -		
	Q 66.37			tot 3.4		Pf 0.069		
⑫	q 69.68	25 (27.5)		lgth 3.4	0.076	Pt 0.759	$Q=K\sqrt{P}$ Q= 80√ 0.759 Q=69.68 ℓ pm	⑬
				ftg		Pe -		
	Q 136.05			tot 3.4		Pf 0.259		

CONTRACT NAME Calculation of system shown on figure 6-6 sheet 2 of 2								
Node NO.	Flow in (ℓ /min)	Pipe Size (mm)	Fitting & Devices	Pipe Equivalent Length (m)	Friction Loss (kg/cm <sup>2</sup> /m)	Pressure Summary (kg/cm <sup>2</sup> )	Supplementary Calculation	End Node
⑬	q 80.70	32 (36.2)	(1) Tee	lgth 1.7	0.047	Pt 1.018	$Q=K\sqrt{P}$ $Q=80\sqrt{1.018}$ $Q=80.70 \ell \text{ pm}$	$C_T$
	ftg 1.83			Pe -				
	tot 3.53			Pf 0.167				
$C_T$	q	50 (53.2)	(1) Tee	lgth 0.3	0.007	Pt 1.185		$C_B$
	ftg 3.05			Pe 0.3				
	tot 3.35			Pf 0.024				
	q			lgth		Pt 1.509		
	ftg			Pe				
	tot			Pf				
$C_B$	q	65 (69)		lgth 9.6	0.034	Pt 1.52	$Q=768.13+216.75$ $=984.88 \ell \text{ pm}$	$D_B$
	ftg			Pe -				
	tot 9.6			Pf 0.323				
$D_B$	q	80 (81)	(3) EL	lgth 17.4	0.034	Pt 1.843		E
	ftg 6.39			Pe -				
	tot 23.79			Pf 0.800				
E	q	80 (81)	(2) EL (2) G/V (1) C/V (1) A/V	lgth 18	0.015	Pt 2.643		F
	ftg 4.26			Pe 1.7				
	ftg 0.60							
ftg 4.88	Pf 0.507							
ftg 5.2								
Q 984.88	tot 32.94							
	q			lgth		Pt 4.85		
	ftg			Pe -				
	tot			Pf -				
Calculation Summary : 984.88 ℓ /min @ 4.85 kg/cm <sup>2</sup>								
	q			lgth		Pt		
	ftg			Pe				
	tot			Pf				
	q			lgth		Pt		
	ftg			Pe				
	tot			Pf				
	q			lgth		Pt		
	ftg			Pe				
	tot			Pf				
	q			lgth		Pt		
	ftg			Pe				
	tot			Pf				
	q			lgth		Pt		
	ftg			Pe				
	tot			Pf				

## 6-2 기계공장의 스프링클러 설계

### 6-2-1 국내 규약배관방식의 설계

#### (1) 기본사항

- 1) 국내 소방법상 스프링클러설비의 적용은 기계공장의 경우 지하층 바닥면적 1,000㎡이상인 층만 해당이 되나 전 층 스프링클러 설치를 한다.
- 2) 스프링클러 헤드의 기준개수는 소방법상(Table. 2-1) 공장의 경우 20개로 선정한다.
- 3) 헤드의 수평거리는 건축물이 내화구조이므로 2.3m이하로 적용한다.
- 4) 헤드간의 배치는 정방형 배치로 설치하며 헤드간의 간격은  $S = 2R \cos 45^\circ$ 로 나타낼 수 있으며, 이때  $R(\text{헤드의 수평거리}) = 2.3\text{m}$  이므로  $S = 3.25\text{m}$  이하로 한다.
- 5) 스프링클러 배관의 구경은 소방법(Table. 2-2)의 기준에 의하며 배관 마찰 손실수두 및 부속류의 등가배관길이의 데이터는 국내 소방법상에 기준이 없으므로 배관내경이 유사한 일본의 소방청 고시 데이터(Table. 2-10 ~ 2-13)의 기준에 따른다.
- 6) 스프링클러 헤드 말단의 최소 방수량은 80 ℓ pm, 최소 방사압은 1kg/cm<sup>2</sup> 이상으로 한다. (표준형헤드 K=80)

#### (2) 스프링클러의 설계 및 계산

##### 1) 스프링클러의 설계

- ① 스프링클러헤드 설치시 헤드 수평거리 2.3m일 때 헤드간의 거리는 3.25m 이하이므로 헤드개수는 가로방향  $25\text{m} \div 3.25\text{m} = 7.7 \approx 8\text{개}$ , 세로방향  $40\text{m} \div 3.25\text{m} = 12.3 \approx 13\text{개}$  로 총 헤드 수량은  $8 \times 13 = 104\text{개}$ 로 설치한다.
- ② 헤드의 간격은 등(等) 간격을 고려하여 3.15m 간격으로 일정하게 설치한다.
- ③ 스프링클러 헤드 배치 후 평면도는 Fig. 6-7 과 같다.

2) 스프링클러의 계산

- ① 스프링클러 계산을 하기 전에 Fig. 6-8 과 같이 Isometric 도면을 작성 하여 유량과 배관 구경의 변화가 있는 지점마다 기호를 표시한다.

Table. 6-4. Pressure Loss Calculation for Pipe and Fittings at Each Node  
(Case “2” , Korea)

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
A-B	25	80	직관 = 3.45m 분류티 1개 × 1.7 = 1.7m	5.15 × (28.36/100) =
계			5.15m	1.46m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
B-C	25	160	직관 = 3.15m	3.15 × (102.23/100) =
계			3.15m	3.22m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
C-D	32	240	직관 = 3.15m	3.15 × (61.81/100) =
계			3.15m	1.95m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
D-E	40	320	직관 = 1.575m	1.575 × (49.97/100) =
계			1.575m	0.79m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
E-F	50	640	직관 = 3.4m 분류티 1개 × 3.2 = 3.2m	6.6 × (55.9/100) =
계			6.6m	3.69m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
F-G	65	1280	직관 = 3.1m	$3.1 \times 59.75 / 100 =$
계			3.1m	1.85m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
G-H	65	1600	직관 = 3.1m	$3.1 \times 90.28 / 100 =$
계			3.1m	2.80m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
H-I	80	1600	직관 = 12.4m	$12.4 \times 38.93 / 100 =$
계			12.4m	4.83m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
I-J	100	1600	직관 = 15.5m	$15.5 \times 10.66 / 100 =$
계			15.5m	1.65m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
J-K	125	1600	직관 = 32.7m 90° 엘보 5개 $\times 2.1 = 10.5m$ 알람밸브 1개 $\times 0.9 = 0.9m$ 게이트밸브 2개 $\times 0.8 = 1.6m$ 체크밸브 1개 $\times 0.9 = 0.9m$	$66.6 \times 3.71 / 100 =$
계			66.6m	2.47m

② 구간별 마찰손실을 Table. 6-4 와 같이 구한 후 구간별 마찰손실의 합계  
 는  $h_2 = 1.46 + 3.22 + 1.95 + 0.79 + 3.69 + 1.85 + 2.80 + 4.83 +$   
 $1.65 + 2.47 = 24.71 \text{ m}$

$$\begin{aligned} \textcircled{3} \text{ 따라서, } H(\text{전 양정}) &= h_1(\text{낙차}) + h_2(\text{마찰손실}) + 10\text{m}(\text{방사수두}) \\ &= 20 + 24.71 + 10 = 54.71 \text{ m} \end{aligned}$$

3) 국내 규약배관방식의 스프링클러설비 요약

- ① 필요 유량 : 20개  $\times$  80  $\ell$  /min = 1,600  $\ell$  /min
- ② 필요 수원량 : 1,600  $\ell$  /min  $\times$  20 min = 32,000  $\ell$  = 32  $\text{m}^3$
- ③ 전 양정 : 54.71 m
- ④ 헤드 1개당 방호면적 : 3.15 m  $\times$  3.1 m = 9.77  $\text{m}^2$
- ⑤ 작동면적 : 20개(기준개수)  $\times$  9.77  $\text{m}^2$ (헤드방호면적) = 195.4  $\text{m}^2$
- ⑥ 살수밀도 : 80  $\ell$  /min  $\div$  9.77  $\text{m}^2$ (헤드방호면적) = 8.19  $\ell$  pm/ $\text{m}^2$
- ⑦ 헤드의 설치 수량 : 104개
- ⑧ 주배관 구경 : 125 mm



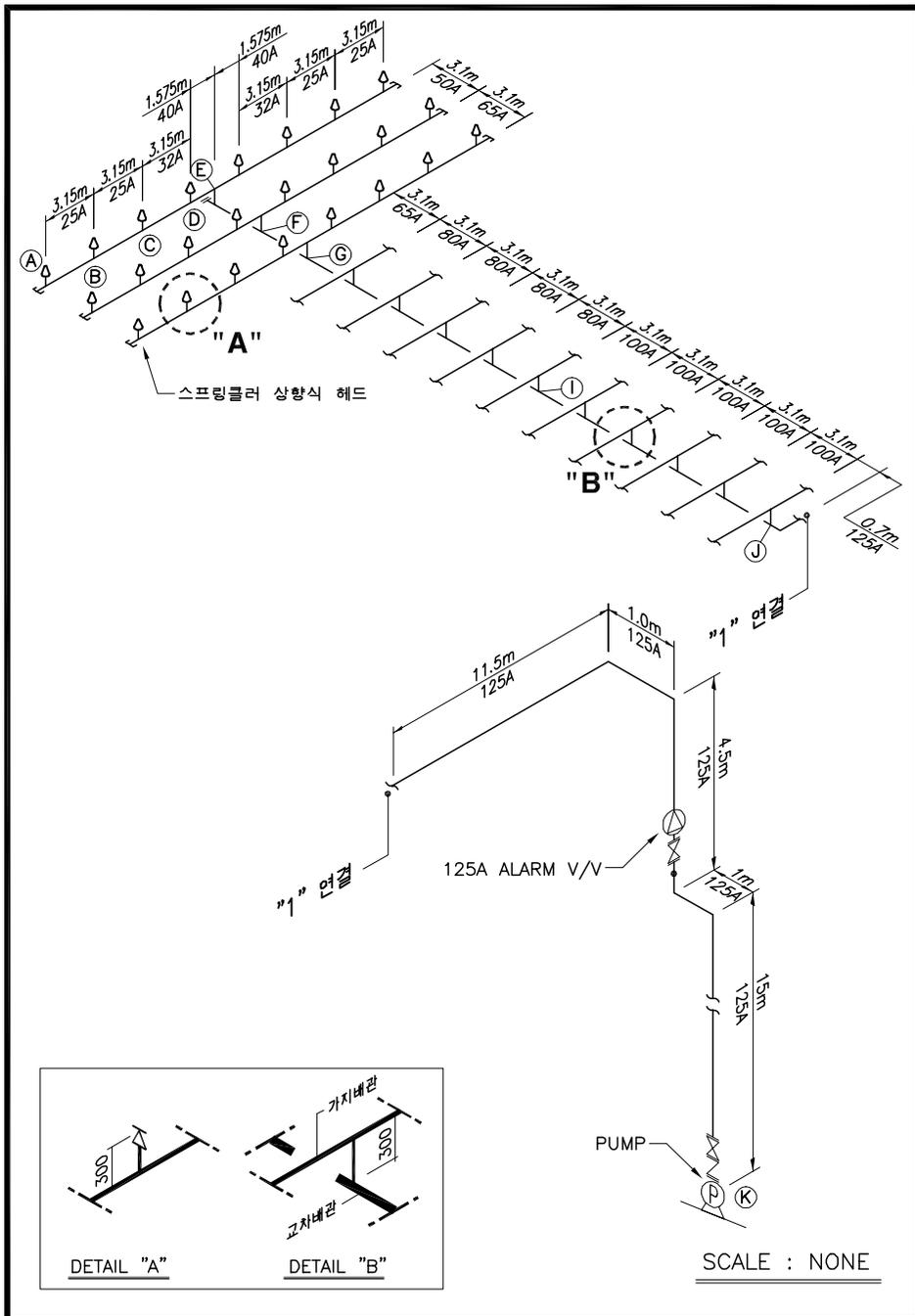


Fig. 6-8. Isometric View of Pipe Schedule Sprinkler System  
(Case "2", Korea)

## 6-2-2 NFPA 13 규약배관방식의 설계

### (1) 기본 사항

- 1) NFPA 13의 규정은 전 층에 스프링클러설비를 설치할 것을 권장한다.
- 2) 위험용도구분은 기계공장으로 중급위험 2에 해당한다.
- 3) 중급용도로서 규약배관방식을 적용할 경우 헤드의 간격은 4.6m이하, 헤드 1개당 방호면적은 12.1m<sup>2</sup>이하로 한다.
- 4) 중급용도의 경우 바닥면적 465m<sup>2</sup> 초과 시 잔류압력은 3.5kg/cm<sup>2</sup>이상을 요구하며, 고도를 고려하여 급수설비의 높이를 초과하는 높이 당 0.1 kg/cm<sup>2</sup>를 추가하여야 한다.
- 5) 중급용도로서 최소 유량은 3,217~5,678 ℓ/min이며 공급수원 지속시간은 60~90분이다.

### (2) 스프링클러의 설계 및 계산

#### 1) 스프링클러 설계

- ① 스프링클러헤드 설치는 중급의 경우 규약배관방식으로 설치를 하며 가로방향 25m ÷ 4.6m = 5.43개 ≒ 6개, 세로방향 40m ÷ 4.6m = 8.69개 ≒ 9개로 총 헤드설치는 54개를 설치하여야 하나, 헤드 1개당 방호면적 12.1m<sup>2</sup>를 만족하여야 함으로 가로방향 25m ÷ 3.4m = 7.35개 ≒ 8개, 세로방향 40m ÷ 3.7m = 10.8개 ≒ 11개로 총 헤드설치는 88개를 설치한다.
- ② 헤드간의 간격은 3.2m, 가지배관 간격은 3.7m로 헤드 1개당 방호면적은 11.84m<sup>2</sup>로 기준(12.1m<sup>2</sup>이하)에 만족한다.
- ③ 헤드개수에 대한 배관구경은 중급위험용도에서의 스프링클러 배관구경 기준에 의한다. (Table. 2-24)
- ④ 스프링클러 헤드 배치 후 평면도는 Fig. 6-9 와 같다.
- ⑤ 별도의 Isometric 도면을 작성하지는 않지만 이해를 돕기 위해 Fig. 6-10 과 같이 표현할 수 있다.



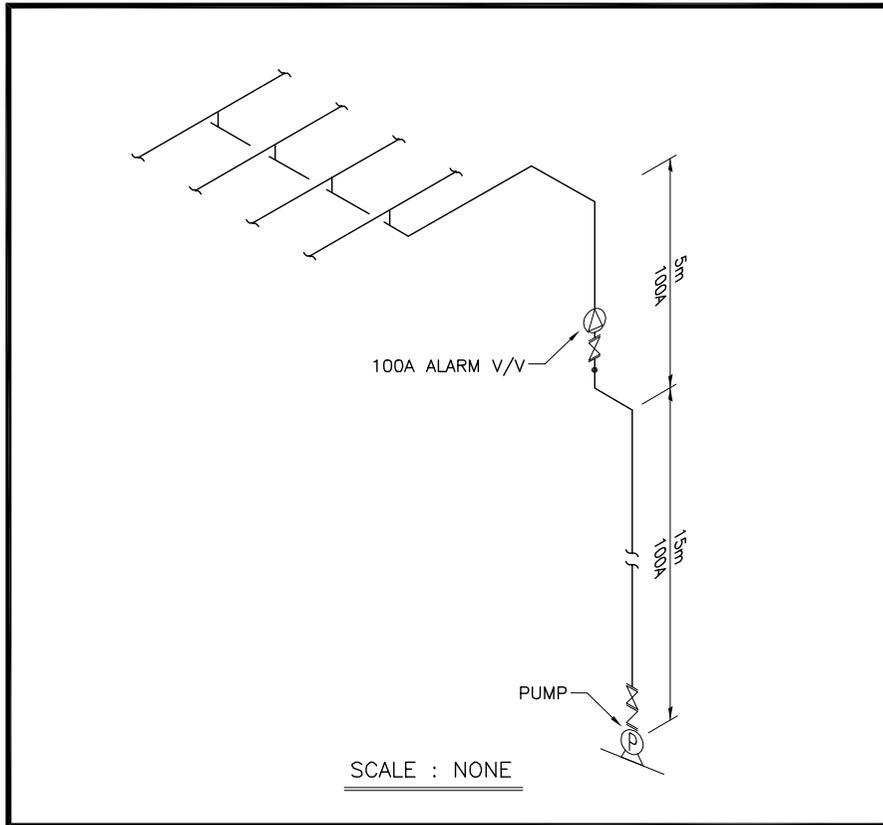


Fig. 6-10. Isometric View of Pipe Schedule Sprinkler System  
(Case "2", NFPA 13)

2) 스프링클러 계산

- ① 규약배관의 경우는 별도의 계산을 하지 않으며 바닥면적 465m<sup>2</sup> 초과인 경우 잔류압력 3.5 kg/cm<sup>2</sup> 이상, 건물 높이 당 0.1 kg/cm<sup>2</sup>를 가산하여 결정한다.
- ② 따라서, H(전 양정) = [h1(낙차) × m] + 35m(잔류수두) = (15+5) × 1 + 35 = 20 + 35 = 55 m
- ③ 화재위험 정도를 판단하여 유량은 최소 필요용량인 3,217 ℓ/min로 하며, 필요 수원량 지속시간은 60분으로 한다.

3) NFPA 13 규약배관방식의 스프링클러설비 요약

- ① 필요 유량 : 3,217 ℓ /min
- ② 필요 수원량 : 3,217 ℓ /min × 60 min = 193,020 ℓ = 193.02 m<sup>3</sup>
- ③ 전 양정 : 55 m
- ④ 헤드 1개당 방호면적 : 3.2 m × 3.7 m = 11.84 m<sup>2</sup>
- ⑤ 살수밀도 : 80 ℓ /min ÷ 11.84 m<sup>2</sup>(헤드방호면적) = 6.76 ℓ pm/m<sup>2</sup>
- ⑥ 헤드의 설치 수량 : 88개
- ⑦ 주배관 구경 : 100 mm

6-2-3 NFPA 13 수리계산방식의 설계

(1) 기본 사항

- 1) NFPA 13의 규정은 전 층에 스프링클러설비를 설치할 것을 권장한다.
- 2) 위험용도구분은 기계공장으로 중급위험 2에 해당한다.
- 3) 중급용도로서 규약배관방식을 적용할 경우 헤드의 간격은 4.6m이하, 헤드 1개당 방호면적은 12.1m<sup>2</sup>이하로 한다.
- 4) 수리계산은 살수밀도/방호면적 방식으로 계산하여 스프링클러 소요수량을 결정하며, 부속류의 등가배관길이, 배관 마찰손실수두는 NFPA 13의 기준에 의한다.
- 5) 중급용도로서 수리계산방식의 경우 공급수원 지속시간은 60~90분이다.

(2) 스프링클러 설계 및 계산

1) 스프링클러 설계

- ① 스프링클러헤드 설치는 중급의 경우 규약배관방식으로 설치를 하며 가로방향 25m ÷ 4.6m = 5.43개 ≒ 6개, 세로방향 40m ÷ 4.6m = 8.69개 ≒ 9개로 총 헤드설치는 54개를 설치하여야 하나, 헤드 1개당 방호면적 12.1m<sup>2</sup>를 만족하여야 함으로 가로방향 25m ÷ 3.4m = 7.35개 ≒ 8개, 세로방향 40m ÷ 3.7m = 10.8개 ≒ 11개로 총 헤드설치는 88개를 설치한다.

- ② 헤드간의 간격은 3.2m, 가지배관 간격은 3.7m로 헤드 1개당 방호면적은 11.84m<sup>2</sup>로 기준(12.1m<sup>2</sup>이하)에 만족한다.
- ③ 헤드개수에 대한 배관구경은 국내소방법인 화재안전기준의 [별표1] 스프링클러헤드 수별 급수관의 구경에 의한다.
- ④ 스프링클러 헤드 배치 후 평면도는 Fig. 6-10 과 같다.

## 2) 스프링클러 계산

- ① 스프링클러 계산을 하기 전에 Fig. 6-11과 같이 Isometric 도면을 작성하여 유량과 배관 구경의 변화가 있는 지점마다 기호를 표시하며, 수리 계산 절차에 의해 계산한다.
- ② 위험용도는 중급2 로 구분하여 적용한다.
- ③ 살수밀도/방호면적 곡선(Fig. 2-1)에서 중급2 일 때 살수밀도는 8.1 ℓ pm/m<sup>2</sup>이 되며, 최소소요유량(Q)은 살수밀도×작동면적이므로  $Q = 8.1 \ell \text{ pm/m}^2 \times 139\text{m}^2 = 1125.9 \ell \text{ pm}$ 이 된다.
- ④ 설계면적의 길이  $L = 1.2 \times \sqrt{139} = 14.1 \text{ m}$  이고, L은 언제나 가지배관과 평행하여야 하며, Fig. 6-10 과 같이 끝선은 헤드 2개의 중심선에 위치하여야 한다.
- ⑤ 설계면적 길이방향의 헤드수 결정은  $L=14.1 \text{ m}$ 이므로  $N_s = 14.1 / 3.2 = 4.4$  로  $N_s = 5$  개로 적용한다.
- ⑥ 설계면적에 대한 실제길이는  $N_s$  와 헤드간격의 곱인  $5 \times 3.2 = 16\text{m}$ 이 된다.
- ⑦ 설계면적 내의 스프링클러 헤드수는 작동면적 ÷ 헤드 1개당 실제 방호면적 =  $139 \text{ m}^2 \div 11.84 \text{ m}^2 = 11.7 \approx 12$ 개가 된다.
- ⑧ 설계면적에 대한 폭(W) = 설계면적(A) ÷ 길이(L) =  $139 \text{ m}^2 \div 14.1 \text{ m} = 9.85 \text{ m}$ 이 되며, 가지배관 2개가 담당하는 폭은 7.4m 이므로 Fig. 6-10 에서 길이 16m × 폭 7.4m = 118.4m<sup>2</sup>가 된다. 10개의 헤드 작동면적은 118.4m<sup>2</sup>로 필요한 설계면적 139m<sup>2</sup>보다 작으므로 헤드 1개당 3.2m × 3.7m (= 11.84m<sup>2</sup>)의 면적을 담당하므로 헤드 2개를 더하여 142.08m<sup>2</sup>가 되고 최소 설계면적을 정하며, Fig. 6-10의 빗금 친 부분으로 표시한 부분이 된다.

- ⑨ 헤드 1개당 최소유량은  $8.1 \ell \text{ pm}/\text{m}^2 \times 11.84\text{m}^2 = 95.91 \ell \text{ pm}$  이 된다.
- ⑩ 헤드 1개의 최소압력은 첫 번째 헤드의 유량이  $95.91 \ell \text{ pm}$ 이며, K 값은 국내 표준형 헤드의 K 값인 80을 적용하여

$$P = (Q/K)^2 = (95.91/80)^2 = 1.198^2 = 1.44 \text{ kg}/\text{cm}^2 \text{ (20.5psi)}$$

- ⑪ 첫 번째 헤드의 최소압력과 유량을 계산한 후 두 번째 헤드로부터 첫 번째 헤드까지의 마찰손실에 의한 압력손실을 계산한다. 각 구간별 압력과 유량을 구하는 과정을 반복하여 최종 필요한 압력을 계산한다.
- ⑫ 이후 계산 과정은 Table. 6-5 의 수리계산 양식과 같다.

3) NFPA 13 수리계산방식의 스프링클러설비 요약

- ① 필요 유량 :  $1,409.61 \ell /\text{min}$
- ② 필요 수원량 :  $1,409.61 \ell /\text{min} \times 60 \text{ min} = 84,576.6 \ell = 84.58 \text{ m}^3$
- ③ 전 양정 :  $63.42 \text{ m}$
- ④ 헤드 1개당 방호면적 :  $3.2 \text{ m} \times 3.7 \text{ m} = 11.84 \text{ m}^2$
- ⑤ 살수밀도 :  $8.1 \ell \text{ pm}/\text{m}^2$
- ⑥ 작동면적 :  $139 \text{ m}^2$
- ⑦ 헤드의 설치 수량 : 88개
- ⑧ 주배관 구경 :  $100 \text{ mm}$



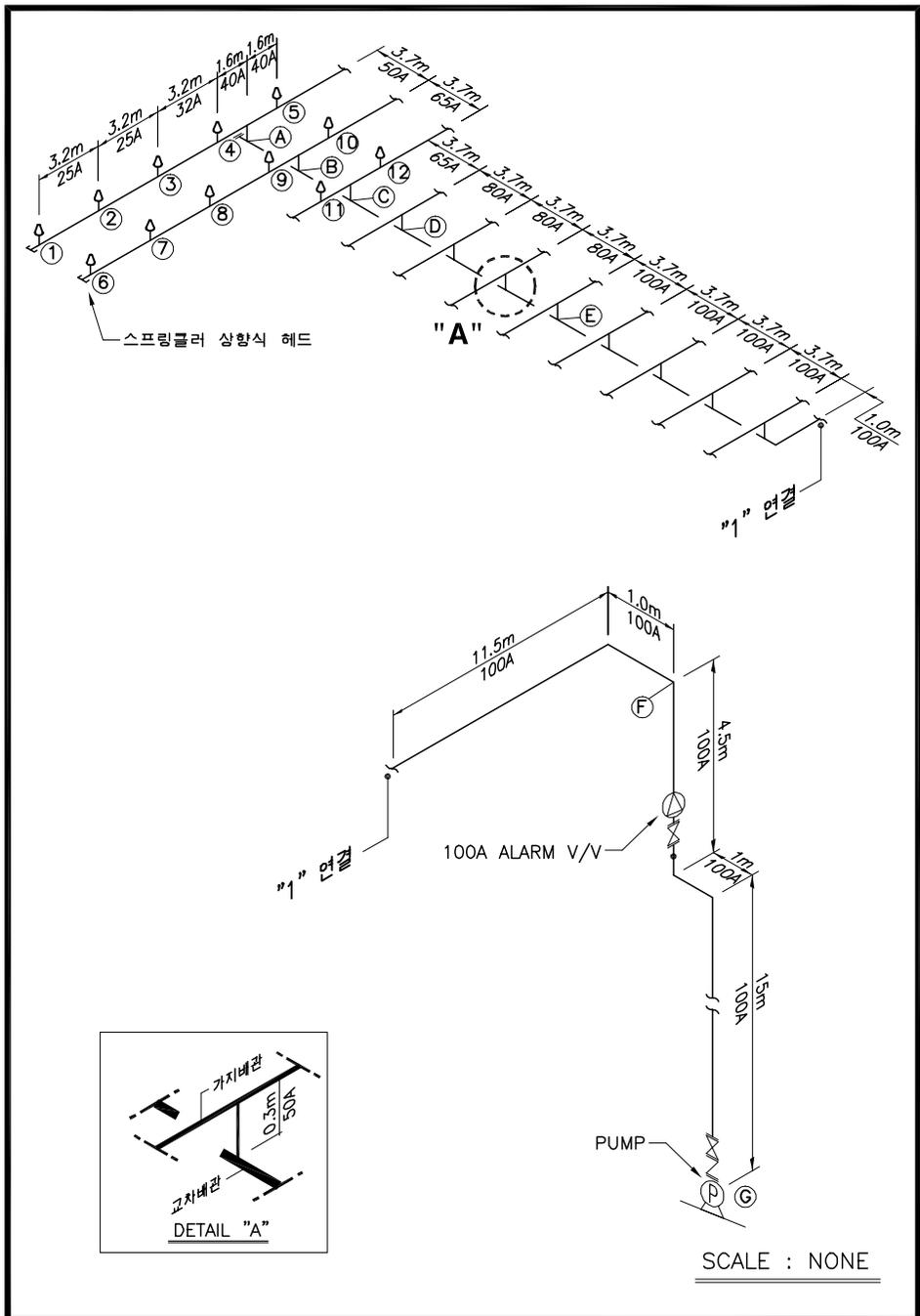


Fig. 6-12. Isometric View of Hydraulically calculated Sprinkler System  
(Case "2", NFPA 13)

Table. 6-5. Sheet of Hydraulic Sprinkler Calculations. (Case "2", NFPA 13)

CONTRACT NAME Calculation of system shown on figure 6-11 sheet 1 of 2								
Node NO.	Flow in (ℓ /min)	Pipe Size (mm)	Fitting & Devices	Pipe Equivalent Length (m)	Friction Loss (kg/cm <sup>2</sup> /m)	Pressure Summary (kg/cm <sup>2</sup> )	Supplementary Calculation	End Node
①	q	25 (27.5)		lgth 3.2	C=120 0.040	Pt 1.44	$Q = K\sqrt{P}$ 95.91 ℓ pm=80√P P=1.44kg/cm <sup>2</sup>	②
			ftg			Pe -		
	Q 95.91		tot 3.2	Pf 0.128				
②	q 100.18	25 (27.5)		lgth 3.2	0.150	Pt 1.568	$Q = K\sqrt{P}$ Q= 80√ 1.568 Q=100.18 ℓ pm	③
			ftg			Pe -		
	Q 196.09		tot 3.2	Pf 0.479				
③	q 114.46	32 (36.2)		lgth 3.2	0.092	Pt 2.047	$Q = K\sqrt{P}$ Q= 80√ 2.047 Q=114.46 ℓ pm	④
			ftg			Pe -		
	Q 310.55		tot 3.2	Pf 0.294				
④	q 122.4	40 (42.1)		lgth 1.6	0.082	Pt 2.341	$Q = K\sqrt{P}$ Q= 80√ 2.341 Q=122.4 ℓ pm	A <sub>T</sub>
			(1) Tee ftg 2.44			Pe -		
	Q 432.95		tot 4.04	Pf 0.329				
						Pt 2.67		
						Pe -		
						Pf -		
⑤	q	40 (42.1)		lgth 1.6	0.005	Pt 1.44	Right side of Cross-Main	A <sub>T</sub>
			(1) Tee ftg 2.44			Pe -		
	Q 95.91		tot 4.04	Pf 0.020				
						Pt 1.46		
						Pe -		
						Pf -		
	q					Pt	$Q_{ADJ} =$ 95.91 √ (2.67/1.46) =129.7 ℓ pm	
						Pe -		
Q 129.7						Pf -		
A <sub>T</sub>	q	50 (53.2)		lgth 0.3	0.042	Pt 2.67	Q=432.95+129.7 =562.65 ℓ pm	A <sub>B</sub>
			(1) Tee ftg 3.05			Pe 0.03		
	Q 562.65		tot 3.35	Pf 0.142				
A <sub>B</sub>	q	50 (53.2)		lgth 3.7	0.042	Pt 2.842	$Q = K\sqrt{P}$ 562.65=K√ 2.842 K=333.75	B <sub>B</sub>
			ftg			Pe -		
	Q 562.65		tot 3.7	Pf 0.157				
B <sub>B</sub>	q 577.98	65 (69)		lgth 3.7	0.044	Pt 2.999	$Q = K\sqrt{P}$ Q= 333.75√ 2.999 Q=577.98 ℓ pm	C <sub>B</sub>
			ftg			Pe -		
	Q 1140.63		tot 3.7	Pf 0.163				
						Pt 3.162		
						Pe -		
						Pf -		
⑩	q	40 (42.1)		lgth 1.6	0.005	Pt 1.44		C <sub>T</sub>
			(1) Tee ftg 2.44			Pe -		
	Q 95.91		tot 4.04	Pf 0.020				
C <sub>T</sub>	q	50 (53.2)		lgth 0.3	0.005	Pt 1.46	Q=95.91+95.91 =183.9 ℓ pm	C <sub>B</sub>
			(1) Tee ftg 3.05			Pe -		
	Q 183.9		tot 3.35	Pf 0.018				



## 6-3 일반 업무시설의 스프링클러 설계

### 6-3-1 국내 규약배관방식의 설계

#### (1) 기본사항

- 1) 국내 소방법상 스프링클러설비의 적용은 용도·바닥면적에 상관없이 11층 이상이면 전 층 스프링클러 설치를 요구한다.
- 2) 스프링클러 헤드의 기준개수는 소방법상(Table. 2-1) 11층 이상이므로 30개로 선정한다.
- 3) 헤드의 수평거리는 건축물이 내화구조이므로 2.3m이하로 적용한다.
- 4) 헤드간의 배치는 정방형 배치로 설치하며 헤드간의 간격은  $S = 2R \cos 45^\circ$ 로 나타낼 수 있으며, 이때  $R$ (헤드의 수평거리) = 2.3m 이므로  $S = 3.25m$  이하로 한다.
- 5) 스프링클러 배관의 구경은 소방법(Table. 2-2)의 기준에 의하며 배관 마찰손실수두 및 부속류의 등가배관길이의 데이터는 국내 소방법상에 기준이 없으므로 배관내경이 유사한 일본의 소방청 고시 데이터(Table. 2-10 ~ 2-13)의 기준에 따른다.
- 6) 스프링클러 헤드 말단의 최소 방수량은  $80 \ell \text{ pm}$ , 최소 방사압은  $1\text{kg}/\text{cm}^2$  이상으로 한다. (표준형헤드  $K=80$ )

#### (2) 스프링클러의 설계 및 계산

##### 1) 스프링클러의 설계

- ① 스프링클러헤드 설치시 헤드 수평거리 2.3m일 때 헤드간의 거리는 3.25m 이하이므로 헤드개수는 가로방향  $20\text{m} \div 3.25\text{m} = 6.5 \approx 7$ 개, 세로방향  $30\text{m} \div 3.25\text{m} = 9.2 \approx 10$ 개로 총 헤드 수량은  $7 \times 10 = 70$ 개로 설치한다.
- ② 헤드의 간격을 등(等) 간격을 고려하여 3m 간격으로 일정하게 설치한다.
- ③ 스프링클러 헤드 배치 후 평면도는 Fig. 6-12 와 같다.

2) 스프링클러의 계산

- ① 스프링클러 계산을 하기 전에 Fig. 6-13 과 같이 Isometric 도면을 작성 하여 유량과 배관 구경의 변화가 있는 지점마다 기호를 표시한다.

Table. 6-6. Pressure Loss Calculation for Pipe and Fittings at Each Node  
(Case “3” , Korea)

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
A-B	25	80	직관 = 3.9m 90° 엘보 2개 × 0.8=1.6m 분류티 1개 × 1.7=1.7m	7.2 × (28.36/100)=
계			7.2m	2.04m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
B-C	25	160	직관 = 3.0m	3.0 × (102.23/100)=
계			3.0m	3.07m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
C-D	32	240	직관 = 3.0m	3.0 × (61.81/100)=
계			3.0m	1.85m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
D-E	40	320	직관 = 1.5m	1.5 × (49.97/100)=
계			1.5m	0.75m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
E-F	50	560	직관 = 3.3m 분류티 1개 × 3.2=3.2m	6.5 × (43.66/100)=
계			6.5m	2.84m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
F-G	65	1120	직관 = 3.0m	$3.0 \times (46.67/100) =$
계			3.0m	1.40m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
G-H	65	2240	직관 = 3.0m	$3.0 \times (168.27/100) =$
계			3.0m	5.05m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
H-I	65	2400	직관 = 3.0m	$3.0 \times (191.15/100) =$
계			3.0m	5.73m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
I-J	80	2400	직관 = 15.0m	$15.0 \times (82.43/100) =$
계			15.0m	12.36m

구간	호칭경(A)	유량(ℓ/min)	등가배관길이(m)	마찰손실수두(m)
J-K	100	2400	직관 = 46.1m 90° 엘보 5개 $\times 1.7 = 8.5m$ 알람밸브 1개 $\times 8.7 = 8.7m$ 게이트밸브 2개 $\times 0.7 = 1.4m$ 체크밸브 1개 $\times 8.7 = 8.7m$	$73.4 \times (22.56/100) =$
계			73.4m	16.56m

② 구간별 마찰손실을 Table. 6-6 과 같이 구한 후 구간별 마찰손실의 합계  
 는  $h_2 = 2.04 + 3.07 + 1.85 + 0.75 + 2.84 + 1.4 + 5.05 + 5.73 +$   
 $12.36$   
 $+ 16.56 = 51.65 \text{ m}$

③ 따라서, H(전 양정) = h1(낙차) + h2(마찰손실) + 10m(방사수두)  
 = 36 + 51.65 + 10 = 97.65 m

3) 국내 규약배관방식의 스프링클러설비 요약

- ① 필요 유량 : 30개  $\times$  80  $\ell$  /min = 2,400  $\ell$  /min
- ② 필요 수원량 : 2,400  $\ell$  /min  $\times$  20 min = 48,000  $\ell$  = 48  $\text{m}^3$
- ③ 전 양정 : 97.65 m
- ④ 헤드 1개당 방호면적 : 3 m  $\times$  3 m = 9  $\text{m}^2$
- ⑤ 작동면적 : 30개(기준개수)  $\times$  9  $\text{m}^2$ (헤드방호면적) = 270  $\text{m}^2$
- ⑥ 살수밀도 : 80  $\ell$  /min  $\div$  9  $\text{m}^2$ (헤드방호면적) = 8.89  $\ell$  pm/ $\text{m}^2$
- ⑦ 헤드의 설치 수량 : 70개
- ⑧ 주배관 구경 : 100 mm



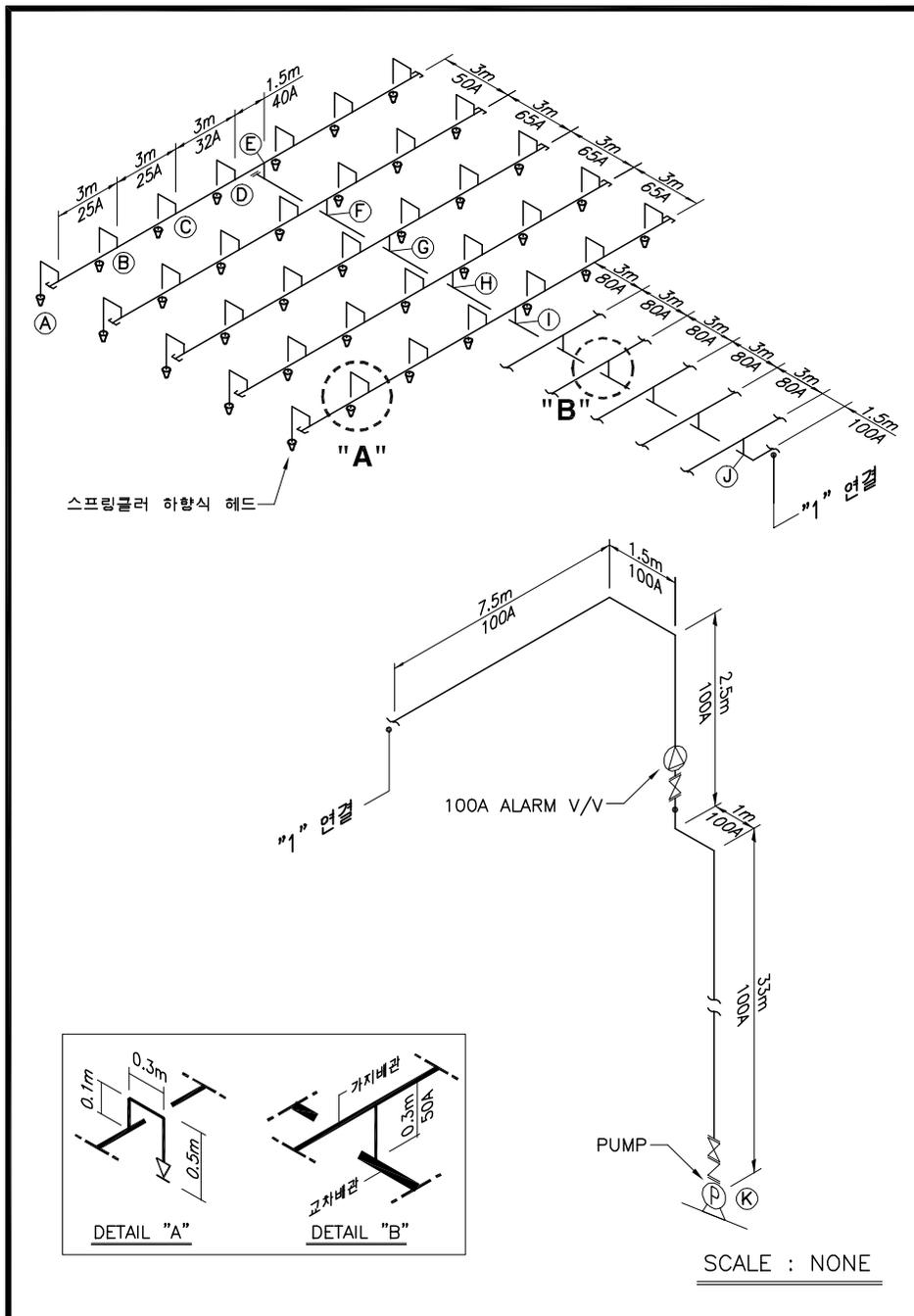


Fig. 6-14. Isometric View of Pipe Schedule Sprinkler System  
(Case "3", Korea)

## 6-3-2 NFPA 13 규약배관방식의 설계

### (1) 기본 사항

- 1) NFPA 13의 규정은 전 층에 스프링클러설비를 설치할 것을 권장한다.
- 2) 위험용도구분은 일반 업무시설이므로 경급에 해당한다.
- 3) 경급용도로서 규약배관방식을 적용할 경우 헤드의 간격은 4.6m이하, 헤드 1개당 방호면적은 18.6m<sup>2</sup>이하로 한다.
- 4) 경급용도의 경우 바닥면적 465m<sup>2</sup> 초과 시 잔류압력은 3.5kg/cm<sup>2</sup>이상을 요구하며, 고도를 고려하여 급수설비의 높이를 초과하는 높이 당 0.1 kg/cm<sup>2</sup>를 추가하여야 한다.
- 5) 경급용도로서 최소 유량은 1,893 ~ 2,839 ℓ/min이며 공급수원 지속시간은 30 ~ 60분이다.

### (2) 스프링클러의 설계 및 계산

#### 1) 스프링클러 설계

- ① 스프링클러헤드 설치하는 경급의 경우 규약배관방식으로 설치를 하며 가로 방향  $20\text{m} \div 4.6\text{m} = 4.34\text{개} \approx 5\text{개}$ , 세로방향  $30\text{m} \div 4.6\text{m} = 6.52\text{개} \approx 7\text{개}$ 로 총 헤드설치는 35개를 설치한다.
- ② 헤드간의 간격은 4m, 가지배관 간격은 4.4m로 헤드 1개당 방호면적은 17.6m<sup>2</sup>로 기준(18.6m<sup>2</sup>이하)에 만족한다.
- ③ 헤드개수에 대한 배관구경은 경급위험용도에서의 스프링클러 배관구경 기준에 의한다. (Table. 2-23)
- ④ 스프링클러 헤드 배치 후 평면도는 Fig. 6-14 와 같다.
- ⑤ 별도의 Isometric 도면을 작성하지는 않지만 이해를 돕기 위해 Fig. 6-15 와 같이 표현할 수 있다.

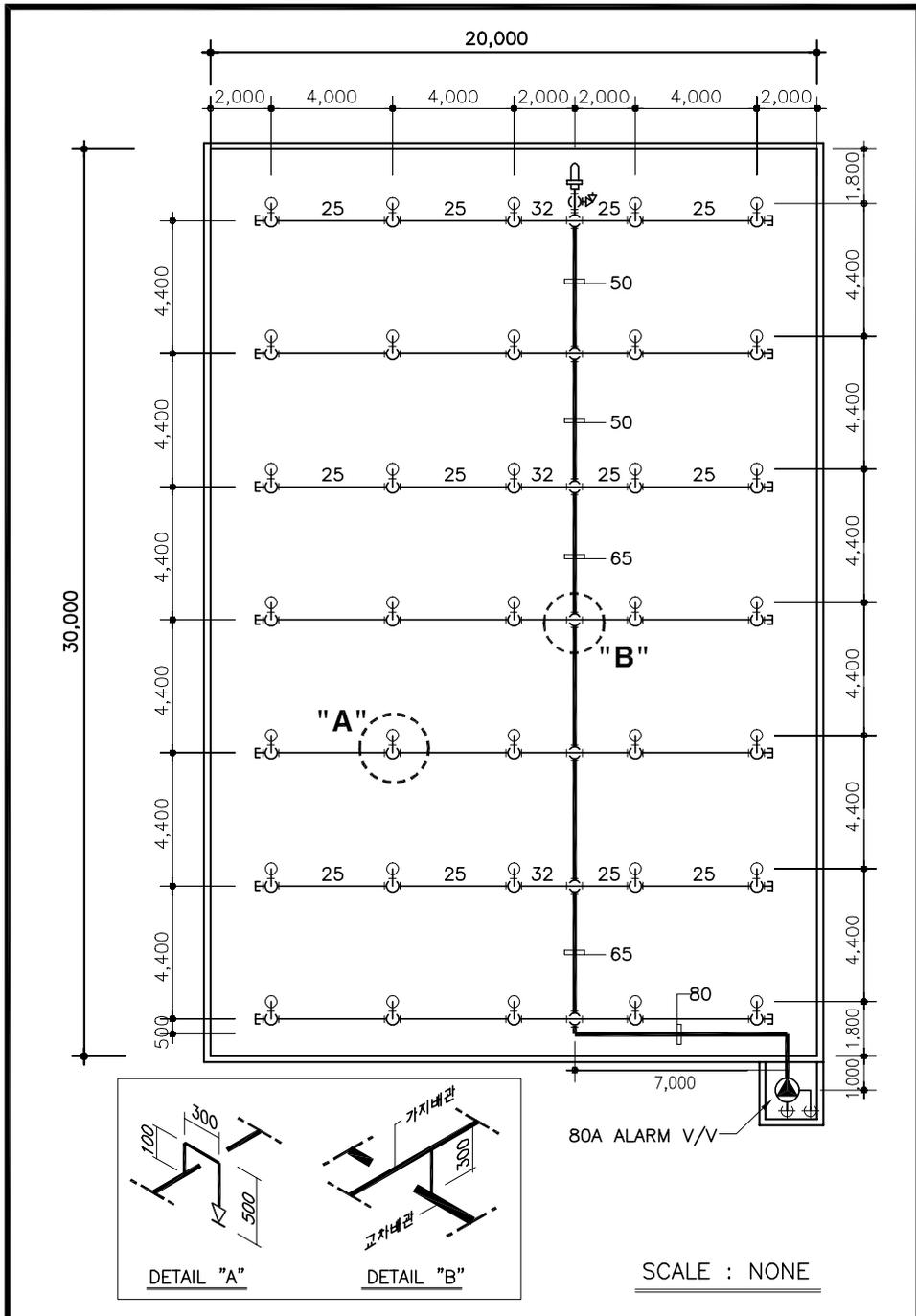


Fig. 6-15. Plan View of Pipe Schedule Sprinkler System (Case "3", NFPA 13)

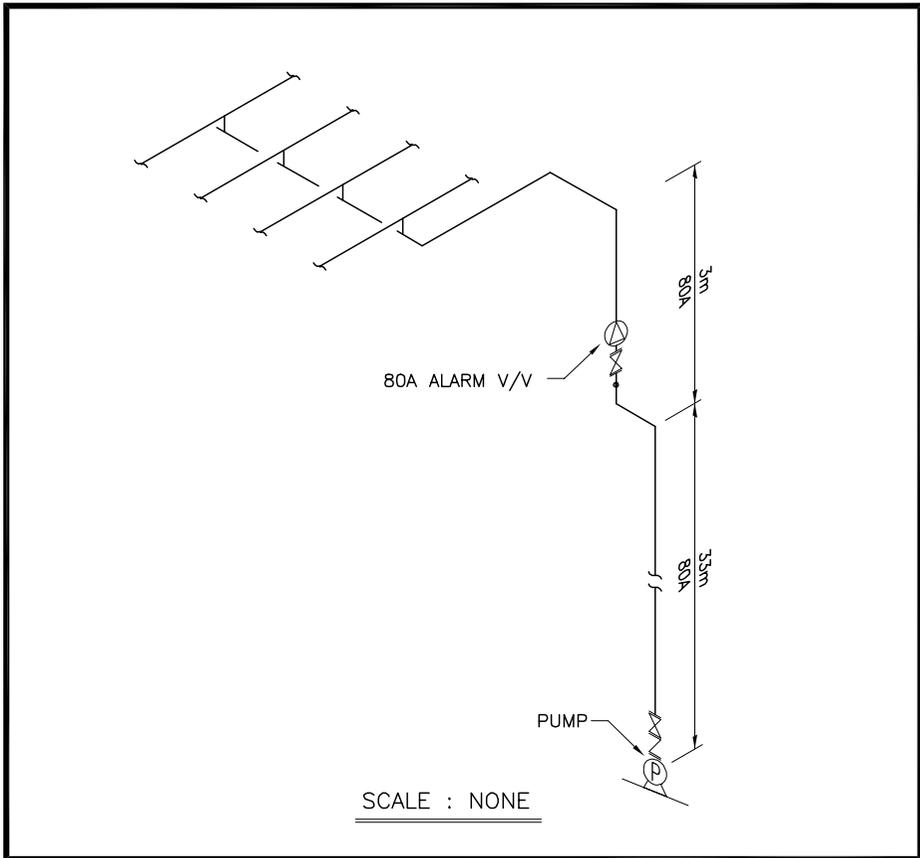


Fig. 6-16. Isometric View of Pipe Schedule Sprinkler System  
(Case "3", NFPA 13)

2) 스프링클러 계산

- ① 규약배관의 경우는 별도의 계산을 하지 않으며 바닥면적 465m<sup>2</sup> 초과인 경우 잔류압력 3.5 kg/cm<sup>2</sup> 이상, 건물 높이 당 0.1 kg/cm<sup>2</sup>를 가산하여 결정한다.
- ② 따라서, H(전 양정) = [h1(낙차) × m] + 35m(잔류수두) = (33+3) × 1 + 35 = 36 + 35 = 71 m
- ③ 화재위험 정도를 판단하여 유량은 최소 필요용량인 1,893 l/min로 하며, 필요 수원량 지속시간은 30분으로 한다.

3) NFPA 13 규약배관방식의 스프링클러설비 요약

- ① 필요 유량 : 1,893 ℓ /min
- ② 필요 수원량 : 1,893 ℓ /min × 30 min = 56,790 ℓ = 56.79 m<sup>3</sup>
- ③ 전 양정 : 71 m
- ④ 헤드 1개당 방호면적 : 4 m × 4.4 m = 17.6 m<sup>2</sup>
- ⑤ 살수밀도 : 80 ℓ /min ÷ 17.6 m<sup>2</sup>(헤드방호면적) = 4.54 ℓ pm/m<sup>2</sup>
- ⑥ 헤드의 설치 수량 : 35개
- ⑦ 주배관 구경 : 80 mm

6-3-3 NFPA 13 수리계산방식의 설계

(1) 기본 사항

- 1) NFPA 13의 규정은 전 층에 스프링클러설비를 설치할 것을 권장한다.
- 2) 위험용도구분은 일반 업무시설이므로 경급에 해당한다.
- 3) 경급용도로서 수리계산방식을 적용할 경우 헤드의 간격은 4.6m이하, 헤드 1개당 방호면적은 20.9m<sup>2</sup>이하로 한다.
- 4) 수리계산은 살수밀도/방호면적 방식으로 계산하여 스프링클러 소요수량을 결정하며, 부속류의 등가배관길이, 배관 마찰손실수두는 NFPA 13의 기준에 의한다.
- 5) 경급용도로서 수리계산방식의 경우 공급수원 지속시간은 30~60분이다.

(2) 스프링클러 설계 및 계산

1) 스프링클러 설계

- ① 스프링클러헤드 설치는 경급의 경우 규약배관방식으로 설치를 하며 가로 방향 20m ÷ 4.6m = 4.34개 ≒ 5개, 세로방향 30m ÷ 4.6m = 6.52개 ≒ 7개로 총 헤드설치는 35개를 설치한다.
- ② 헤드간의 간격은 4m, 가지배관 간격은 4.4m로 헤드방호면적은 17.6m<sup>2</sup>로 기준(20.9m<sup>2</sup>이하)에 만족한다.

- ③ 헤드개수에 대한 배관구경은 경급위험용도에서의 스프링클러 배관구경 기준에 의한다. (Table. 2-23)
- ④ 스프링클러 헤드 배치 후 평면도는 Fig. 6-16 과 같다.

## 2) 스프링클러 계산

- ① 스프링클러 계산을 하기 전에 Fig. 6-17 과 같이 Isometric 도면을 작성 하여 유량과 배관 구경의 변화가 있는 지점마다 기호를 표시하며, 수리 계산 절차에 의해 계산한다.
- ② 위험용도는 경급으로 구분하여 적용한다.
- ③ 살수밀도/방호면적 곡선(Fig. 2-1)에서 경급일 때 살수밀도는  $4.1 \ell \text{ pm}/\text{m}^2$  이 되며, 최소소요유량(Q)은 살수밀도 $\times$ 작동면적이므로  $Q = 4.1 \ell \text{ pm}/\text{m}^2 \times 139\text{m}^2 = 569.9 \ell \text{ pm}$  이 된다.
- ④ 설계면적의 길이  $L = 1.2 \times \sqrt{139} = 14.1 \text{ m}$  이고, L은 언제나 가지배관과 평행하여야 하며, Fig. 6-5 와 같이 끝선은 헤드 2개의 중심선에 위치하여야 한다.
- ⑤ 설계면적 길이방향의 헤드수 결정은  $L=14.1 \text{ m}$ 이므로  $N_s = 14.1 / 4 = 3.5$  로  $N_s = 4$  개로 적용한다.
- ⑥ 설계면적에 대한 실제길이는  $N_s$  와 헤드간격의 곱인  $4 \times 4 = 16\text{m}$ 이 된다.
- ⑦ 설계면적 내의 스프링클러 헤드수는 작동면적  $\div$  헤드 1개당 실제 방호면적 =  $139 \text{ m}^2 \div 17.6 \text{ m}^2 = 7.89 \approx 8$ 개가 된다.
- ⑧ 설계면적에 대한 폭(W) = 설계면적(A)  $\div$  길이(L) =  $139 \text{ m}^2 \div 14.1 \text{ m} = 9.85 \text{ m}$  가 되며, 가지배관 2개가 담당하는 폭은 8.4m 이므로 Fig. 6-5에 서 길이  $16\text{m} \times$  폭  $8.4\text{m} = 134.4\text{m}^2$ 가 된다. 8개의 헤드 작동면적은  $134.4 \text{ m}^2$ 로 필요한 설계면적  $139\text{m}^2$ 보다 작으므로 헤드 1개당  $4\text{m} \times 4.4\text{m} (= 17.6\text{m}^2)$ 의 면적을 담당하므로 헤드 1개를 더하여  $152\text{m}^2$ 가 되고 최소 설계면적을 정하며, Fig. 6-16의 빗금 친 부분으로 표시한 부분이 된다.
- ⑨ 헤드 1개당 최소유량은  $4.1 \ell \text{ pm}/\text{m}^2 \times 17.6\text{m}^2 = 72.16 \ell \text{ pm}$ 이 된다.
- ⑩ 헤드 1개의 최소압력은 첫 번째 헤드의 유량이  $72.16 \ell \text{ pm}$ 이며, K 값은 국내 표준형 헤드의 K 값인 80을 적용하여

$$P = (Q/K)^2 = (72.16/80)^2 = 0.902^2 = 0.82 \text{ kg/cm}^2 (11.7\text{psi})$$

- ⑪ 첫 번째 헤드의 최소압력과 유량을 계산한 후 두 번째 헤드로부터 첫 번째 헤드까지의 마찰손실에 의한 압력손실을 계산한다. 각 구간별 압력과 유량을 구하는 과정을 반복하여 최종 필요한 압력을 계산한다.
- ⑫ 이후 계산 과정은 Table. 6-7 의 수리계산 양식과 같다.

3) NFPA 13 수리계산방식의 스프링클러설비 요약

- ① 필요 유량 : 766.99 ℓ/min
- ② 필요 수원량 : 766.99 ℓ/min × 30 min = 23,009.7 ℓ = 23 m<sup>3</sup>
- ③ 전 양정 : 64.42 m
- ④ 헤드 1개당 방호면적 : 4 m × 4.4 m = 17.6 m<sup>2</sup>
- ⑤ 살수밀도 : 4.1 ℓ pm/m<sup>2</sup>
- ⑥ 작동면적 : 139 m<sup>2</sup>
- ⑦ 헤드의 설치 수량 : 35개
- ⑧ 주배관 구경 : 80 mm

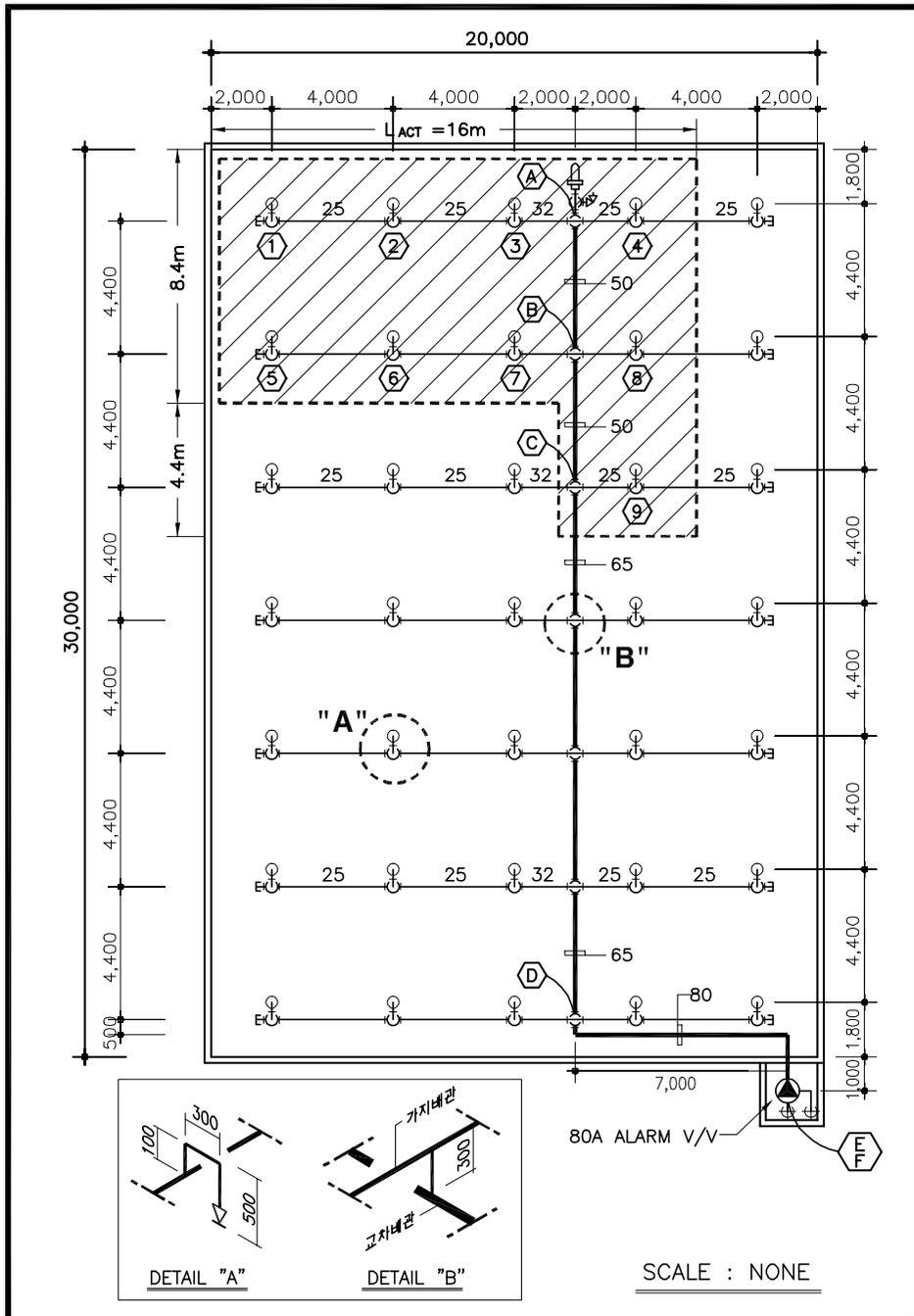


Fig. 6-17. Plan View of Hydraulically calculated Sprinkler System  
(Case "3", NFPA 13)

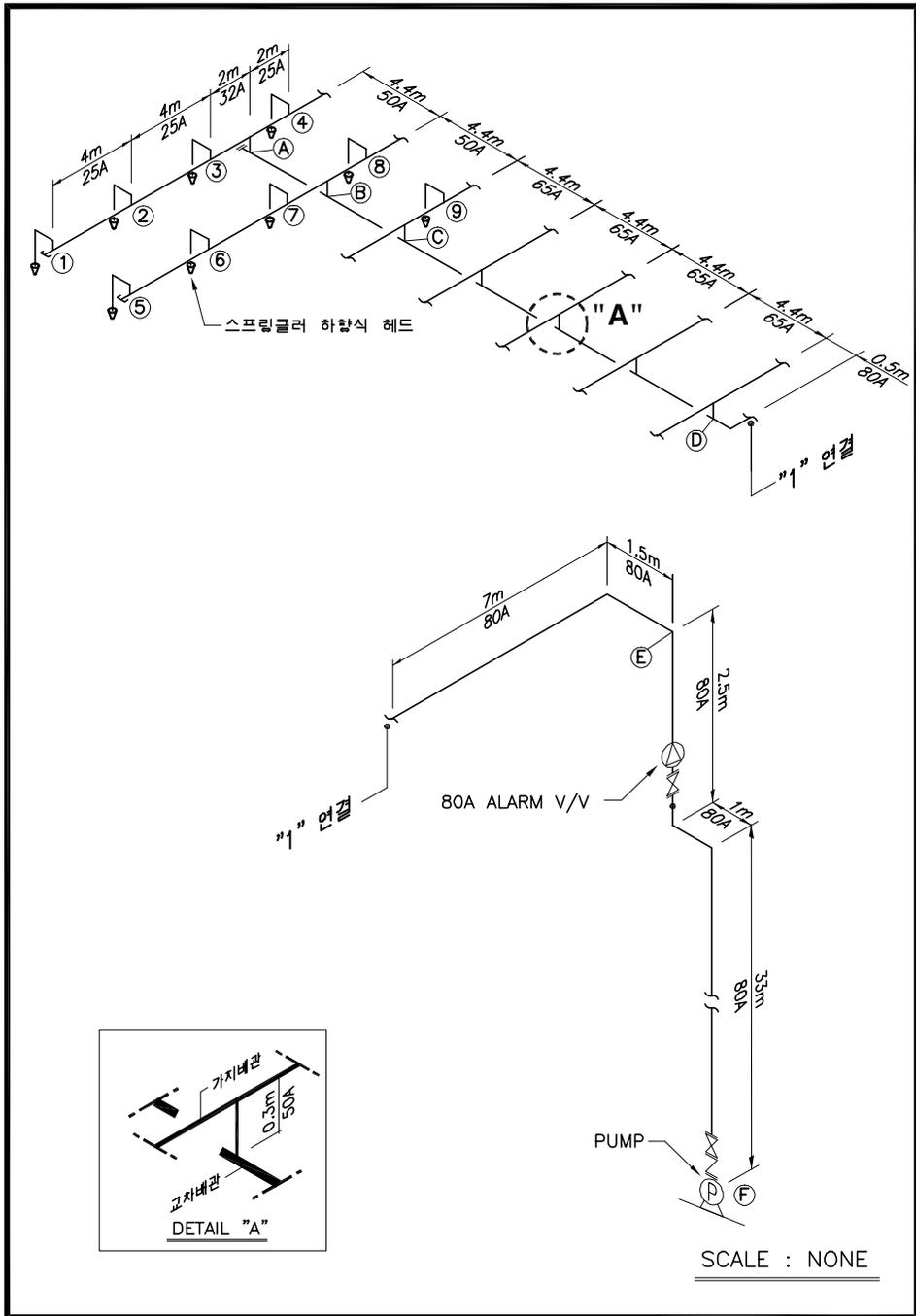


Fig. 6-18. Isometric View of Hydraulically calculated Sprinkler System  
(Case "3", NFPA 13)

Table. 6-7. Sheet of Hydraulic Sprinkler Calculations. (Case "3", Korea)

CONTRACT NAME Calculation of system shown on figure 6-17 sheet 1 of 2									
Node NO.	Flow in (ℓ /min)	Pipe Size (mm)	Fitting & Devices	Pipe Equivalent Length (m)	Friction Loss (kg/cm <sup>2</sup> /m)	Pressure Summary (kg/cm <sup>2</sup> )	Supplementary Calculation	End Node	
①	q	25 (27.5)		lgth 4.0	C=120 0.024	Pt 0.82	$Q = K\sqrt{P}$ 72.16 ℓ pm=80√P P=0.82kg/cm <sup>2</sup>	②	
			ftg			Pe -			
	Q 72.16		tot 4.0	Pf 0.094					
②	q 76.49	25 (27.5)		lgth 4.0	0.090	Pt 0.914	$Q = K\sqrt{P}$ Q= 80√ 0.914 Q=76.49 ℓ pm	③	
			ftg			Pe -			
	Q 148.65		tot 4.0	Pf 0.359					
③	q 90.27	32 (36.2)	(1) Tee	lgth 2.0	0.057	Pt 1.273	$Q = K\sqrt{P}$ Q= 80√ 1.556 Q=99.79 ℓ pm	A <sub>T</sub>	
				ftg 1.83					Pe -
	Q 238.93			tot 3.83		Pf 0.217			
						Pt 1.490			
						Pe -			
						Pf -			
④	q	25 (27.5)	(1) Tee	lgth 2.0	0.024	Pt 0.82	Right side of Cross-Main	A <sub>T</sub>	
				ftg 1.52					Pe -
	Q 72.16			tot 3.52		Pf 0.083			
						Pt 0.903			
						Pe -			
						Pf -			
	q					Pt	$Q_{ADJ} =$ 72.16 √ (1.49/0.903) =92.70 ℓ pm		
						Pe -			
	Q 92.70					Pf -			
A <sub>T</sub>	q	50 (53.2)	(1) Tee	lgth 0.3	0.016	Pt 1.490	Q=238.93+92.70 =331.63 ℓ pm	A <sub>B</sub>	
				ftg 3.05					Pe -
	Q 331.63			tot 3.35		Pf 0.053			
A <sub>B</sub>	q	50 (53.2)		lgth 4.4	0.016	Pt 1.544	$Q = K\sqrt{P}$ 331.63=K√ 1.544 K=266.89	B <sub>B</sub>	
			ftg			Pe 0.3			
	Q 331.63		tot 4.4	Pf 0.070					
B <sub>B</sub>	q 339.07	50 (53.2)		lgth 4.4	0.059	Pt 1.614	$Q = K\sqrt{P}$ Q= 266.89√ 1.614 Q=339.07 ℓ pm	C <sub>B</sub>	
			ftg			Pe -			
	Q 670.70		tot 4.4	Pf 0.258					
						Pt 1.871			
						Pe -			
						Pf -			
⑨	q	25 (27.5)	(1) Tee	lgth 2.0	0.024	Pt 0.82		C <sub>T</sub>	
				ftg 1.52					Pe -
	Q 72.16			tot 3.52		Pf 0.083			
C <sub>T</sub>	q	50 (53.2)	(1) Tee	lgth 0.3	0.001	Pt 0.903		C <sub>B</sub>	
				ftg 3.05					Pe -
	Q 72.16			tot 3.35		Pf 0.003			
C <sub>B</sub>	q			lgth		Pt 0.906			
				ftg		Pe -			
	Q 72.16			tot		Pf			



#### 6-4 설계결과 비교 분석

주차장 건물, 기계공장, 일반 사무실 용도의 건축물을 각각 국내 규약배관방식, NFPA 13의 규약배관 및 수리계산방식으로 설계를 했으며 3가지 용도에 대하여 한정된 범위에서 나온 결과는 다음과 같다.

- (1) 화재위험용도 구분과 헤드 기준개수의 분류로 건축물의 위험용도를 결정할 경우 주차장건물은 헤드기준개수 10개이지만 NFPA 13의 규정은 중급위험 1에 해당되며 용도구분의 접근방법이 틀려 상이한 결과가 나올 수밖에 없다.
- (2) 건축물의 높이에 따라 위험용도구분을 하는 국내의 기준으로 11층 이상의 사무실은 NFPA 13의 기준에서는 경급이므로 수리계산방식으로 설계할 경우 헤드 수량, 배관구경, 수원 용량 등이 낮게 나와 경제적인 절감의 효과를 얻을 수 있다.
- (3) 국내의 기준에는 살수밀도와 방호면적 기준은 없으나 헤드 수평거리 2.3m이하 기준으로 헤드를 배치한 후 기준개수 10개, 20개, 30개의 경우에 따라 헤드 1개당 방호면적을 구하면 9.6㎡, 9.77㎡, 9㎡로 위험용도에 따라 헤드 1개당 방호면적은 거의 비슷하게 나타난다. 또한 살수밀도의 경우도 각 기준개수별로 유사한 살수밀도 값이 나온다.
- (4) 스프링클러 헤드설치수량은 국내기준보다 NFPA 13의 기준으로 설계한 경우가 더 적게 설치가 되는데 이는 수평거리 개념이 아닌 헤드간의 간격으로 위험용도별로 주어진 기준을 만족할 경우에는 탄력적으로 헤드를 배치할 수 있기 때문이다.
- (5) 필요한 수원량은 국내기준보다 NFPA 13의 기준에서 더 많은 수원량을 요구하는데 이는 국내의 수원 지속시간인 20분의 기준은 화세를 진압하기에는 부족하다는 결론이 나오며 NFPA 13의 긴 수원 지속시간은 다양한 급수원의 사용으로 공사비용을 절감시킬 수 있다.
- (6) 스프링클러 헤드수별 배관 구경선정방법에서 국내 규약배관방식으로 설계할 경우 일괄적으로 헤드수별 관경이 정해지나 NFPA 13의 기준에서 관경선정방

법은 경급과 중급위험용도가 별도로 구분되며 수리계산방식의 환경결정은 과도한 마찰손실이 생기지 않는 범위 내에서 환경을 결정할 수 있다. 국내의 스프링클러 헤드수별 환경은 NFPA 13의 경급기준과 유사하다.

Table. 6-8. Design Method Comparison of Sprinkler System

구 분	Case "1" (주차용 건축물)			Case "2" (기계공장)			Case "3" (일반 업무시설)		
	국내 규약 배관 방식	NFPA 13 규약 배관 방식	NFPA 13 수리 계산 방식	국내 규약 배관 방식	NFPA 13 규약 배관 방식	NFPA 13 수리 계산 방식	국내 규약 배관 방식	NFPA 13 규약 배관 방식	NFPA 13 수리 계산 방식
위험용도구분 /헤드기준개수	10개	중급위험 1		20개	중급위험 2		30개	경급위험	
헤드 1개당 방호면적(m <sup>2</sup> )	9.6	10.88	10.88	9.77	11.84	11.84	9	17.6	17.6
작동 면적 (m <sup>2</sup> )	96	-	139	195.4	-	139	270	-	139
살수 밀도 (ℓ pm/m <sup>2</sup> )	8.34	7.35	6.1	8.19	6.76	8.1	8.89	4.54	4.1
설치헤드 수량 (개)	56	48	48	104	88	88	70	35	35
주배관 구경 (mm)	80	100	80	125	100	100	100	80	80
필요 유량 (ℓ pm)	800	3,217	984.88	1,600	3,217	1,409.61	2,400	1,893	766.99
필요 수원량 (m <sup>3</sup> )	16	193.02	59.09	32	193.02	84.58	48	56.79	23
전양정 (m)	43.03	52.5	48.5	54.71	55	63.42	97.65	71	64.42

## 제 7 장 결 론

같은 용도의 건축물을 규약배관방식 및 수리계산방식으로 설계한 결과 국내의 규약배관방식은 많은 요구수량이 필요하지만 수리계산방식은 적은 요구수량의 결과가 나타났으며 그 반대의 결과도 나타났다. 이는 소방법령의 화재위험용도 구분이 NFPA 13의 경우와 상이하기 때문에 나타나는 결과로 화재안전기준의 근본적인 변경이 필요하며 공학적 근거에 의해 효율적인 스프링클러설계를 하기위해서 화재안전기준은 다음과 같은 개선이 필요하다.

- (1) 스프링클러 설치기준은 건물별 대상기준에서 화재구역별 위험용도 구분으로 적용되어야 한다. 건물규모에 따라 스프링클러의 요구수량을 결정하는 것은 같은 용도의 다른 건물에서는 더 많은 수원량을 요구하거나 아니면 더 적은 경우가 발생하게 되며 화재진압을 위한 적절한 스프링클러 설계를 할 수 없게 된다.
- (2) 스프링클러설비의 수원을 수조에 의한 공급방식에서 시수 등의 다양한 급수원의 선택으로 변경되어야 한다. 소방법상 소화수원은 20분간 사용할 수 있는 용량을 확보하여야 하나 스프링클러헤드가 동시에 개방될 경우 필요한 방수량이 부족하게 된다. 하지만 시수를 이용할 경우 수원의 공급은 지속적으로 가능하며 펌프 설치 등의 부대설비 비용이 절감된다.
- (3) 밸브 및 부속품의 등가배관길이에 대한 데이터의 확보가 필요하다. 국내 실정에 맞는 데이터가 없기 때문에 일본과 미국의 기준을 사용할 수밖에 없으며 국내에서 생산되는 부속과 배관의 규격이 상이하기 때문에 소방 설계업체 별로 스프링클러 계산 시 다른 결과가 나와 설비의 신뢰도를 떨어뜨리게 된다.

- (4) 스프링클러헤드의 기준개수는 작동면적 개념으로 변경되어야 한다. 10개, 20개, 30개의 헤드 기준개수는 화재 발생 시 화세제어가 가능한 범위를 나타내며, 같은 용도의 화재예상구역이지만 건물의 규모에 따라 기준개수가 다르게 적용되며 이때 동일한 위험용도일지라도 방호하는 면적이 틀려져 화재제어 부분을 정확히 판단하기가 어렵다.
- (5) 스프링클러헤드의 수평거리는 살수밀도의 기준으로 변경되어야 한다. 국내 기준의 헤드 방사량은 80 l pm으로 정해져 있어 헤드 수평거리에 따른 살수밀도로 나타낼 수 있지만 NFPA 13에서는 헤드배치간격의 변동 없이 방사압력을 조정하여 살수밀도를 다양하게 적용할 수 있기 때문이다.
- (6) 화재안전기준의 규약배관 설계방식을 지양(止揚)하고 수리계산방식의 설계 도입이 필요하다. 규약배관방식은 이미 예측된 공학적 계산결과를 근거로 하기 때문에 사용상에 편리함을 주지만 예측결과에 대한 신뢰도가 낮아 NFPA의 경우도 낮은 용도의 소규모 건물에만 적용을 한다. 수리계산방식은 설비의 신뢰도를 증가시키고 투자비용은 절감할 수 있는 공학적 설계방법이기 때문이다.

## 참고문헌

- 1) 정기신, “스프링클러시스템의 가지방식과 격자방식에 관한 비교연구”, 서울산업대 산업대학원 석사학위논문, 1999.
- 2) 송철강, “배관망 해석방법을 이용한 스프링클러시스템의 수리계산 프로그램개발”, 서울산업대 산업대학원 석사학위논문, 2001.
- 3) 이수경, “성능기준 소방안전설계의 세계적 추세와 국내도입에 관한 고찰”, 소방기술자료집 제4집, 한국소방안전협회, pp. 489 ~ 500, 2000.
- 4) 김병효편저, “ ”, , pp. 43~ 1, 1996.
- 5) Christian Dubay, "Automatic Sprinkler Systems Handbook", Ninth Edition, NFPA, pp. 911 ~ 928, 2002.
- 6) 消防關聯法令集 “소방시설설치유지및안전관리에관한법률시행령”, 德有, 2004
- 7) 消防關聯法令集 “스프링클러설비의 화재안전기준”, 德有, 2004.
- 8) 注解 消防關係法規集, “消防法施行令”, 近代消防社, 日本, 2002.
- 9) オーム社編, “圖解 消防設備等關係法規早わかり” 改訂8 版, オーム社, pp. 134 ~ 172, 2001.
- 10) オーム社編, “消防設備技術基準早わかり” 改訂8 版, オーム社, pp. 148 ~ 151, 1999.
- 11) 東京消防廳 監修, “火災予防査察便覽”, 技術編東, 京法令出版株式會社, p. 2304, 1984.
- 12) Ron Cote, "NFPA 101 Life Safety Code Handbook", National Fire Protection Association, 2000.
- 13) NFPA 13, "Standard for the Installation of Sprinkler Systems", National Fire Protection Association, 2002.
- 14) FM, "Hydraulics of Fire Protection Systems", Factory Mutual Property Loss Prevention Data, 1998.

- 15) Milosh Puchovsky, "A Brief Introduction to Sprinkler Systems for Life Safety Code Users", Life Safety Code Handbook, Eighth Edition, NFPA, pp. 967 ~ 980, 2000.
- 16) Robert M. Gagnon, "Design of Water-Based Fire Protection systems", Delmar Publishers, Albany, NY, pp. 70 ~ 162, 1997.
- 17) 남상욱, “소방시설의 설계 및 시공” , 성안당, pp. 148 ~ 273, 2004.
- 18) James M.Dewey, "스프링클러설계를 위한 위험분류의 비교 “, 위험관리 2003년 여름호, 삼성방재연구소, 2003.
- 19) 여용주, “소요급수용량 계산(규약배관방식)” , 한국화재안전기술 연구회, 2004.
- 20) 김상욱, “스프링클러시스템에 대한 해외기준(NFPA 기준 및 FOC Rule)과의 비교 검토” , 소방기술자료집 제1집, 한국소방안전협회, pp. 207 ~ 215, 1997.

## Abstract

An Improvement Plan Study on National Fire Safety Code of  
Sprinkler System for Hydraulic Calculation Application

Kang, Joo Hyenong

(Supervisor Lee, Keun Oh)

Dept. of Safety Engineering

Graduate School of Industry and Engineering

Seoul National University of Technology

There are two kinds of design process for Sprinkler System ; one is Pipe Schedule System and the other is Hydraulically designed system. We have inefficient results when we design by Hydraulically Designed System because the design process for Sprinkler System is restricted by Domestic Fire Code. Therefore, it is essential to do an introduction of Hydraulically Designed System which is based on engineering for enhancing Sprinkler System's reliability & efficiency.

This study presents points at issue by comparing & studying design standards of Sprinkler System from Korea, Japan & NFPA and presents improvement plans of National Fire Safety Code of Sprinkler System by processing, comparing & analyzing designs according to Piping Schedule & Hydraulically Designed System against domestic objects.

Installation standards of Sprinkler System have to be applied not by object buildings but by Hazard Classification. It is hard to design an efficient Sprinkler System for fire control when water supply requirement of Sprinkler Systems allocated according to a size of a building because the same purpose but other buildings may request more water requirement or less.

The water source of Sprinkler System has to be from a water tank to multiple sources like Public Water.. etc. The capacity of the source for fire fighting must secure 20 minutes' volume according to Fire Code but the source of water supply is insufficient when heads of Sprinkler are open at the same time. So, when the source of Water Supply is from Public Water, it possibly supplies water continuously and can save costs for installing pumps.

Verified data is needed for Equivalent length of Fittings and Valves. Standards from Japan & USA are applied though there is no data for domestic purpose. Different fittings & valves which are not harmonized in domestic system may cause drops of reliability when companies are designing Sprinkler System with different outputs.

The standard number of Sprinkler head has to be changed according to operation area. The standard number of head, 10/20/30 shows capable territories of regulating fire control and operation area shows different values when the same purpose fire prevention area is with a different standard number at a building.

The Arrangement of Sprinkler head has to be changed according to the standard of Density. From NFPA 13, it can apply density variously by adjusting the flow pressure without changing the head spacing though it also shows density according to the head arrangement as the water supply of domestic standard is 80 LPM.

We should sublate the Pipe Schedule System from National Fire Safety Code and need to introduce the Hydraulically Designed System. The Pipe Schedule System presents easy access because it is based on the forecasted engineering calculations but it is applied to only small buildings like NFPA due to its low reliability. The Hydraulically Designed System is the engineering based designing method for enhancing the reliability & saving costs of investment.

## 부 록

### 설 문 지

안녕하십니까? 저는 서울산업대 산업대학원에서 안전공학을 전공하고 있는 강주형입니다. 다름이 아니라 이번에 석사과정 학위논문을 쓰게 되었습니다. 논문 주제는 “수리계산적용을 위한 스프링클러 설비의 화재안전기준 개선방안 연구”이며 논문에 관한 분석 자료로 활용하고자 본 설문지를 작성하게 되었습니다.

바쁘시더라도 본 연구를 격려해 주시는 의미에서 설문에 대한 응답을 부탁드립니다. 그리고 이번 설문조사를 통해 얻게 되는 자료는 연구목적의 통계자료로서만 활용될 것을 약속드리며, 연구자 이외에는 공개되지 않음을 다시 한번 약속드립니다.

설문에 대한 답변을 다 하신 후 하단의 팩스로 발송을 부탁드립니다. 마지막으로 귀사의 무궁한 발전과 귀하의 가정에 행복이 가득하시기를 기원합니다.

서울산업대학교 산업대학원  
안전공학과 석사과정 강 주 형

I. 다음은 귀사의 소방설계업에 관한 일반적인 사항에 관한 질문입니다. 질문에 대한 귀사의 상황에 “√ ” (체크) 해 주시기 바랍니다.

I-1. 귀사의 소방설계 업종 구분에 관한 사항입니다.

- ① 전문 소방시설 설계업 (        )
- ② 일반 소방시설 설계업 (        )

I-2. 귀사의 소방설계업 연수(年數)에 관한 사항입니다.

- ① 1년 미만 ( )
- ② 1년 이상 ~ 3년 미만 ( )
- ③ 3년 이상 ~ 5년 미만 ( )
- ④ 5년 이상 ~ 10년 미만 ( )
- ⑤ 10년 이상 ( )

I-3. 귀사의 소방설계 인원에 관한 사항입니다.

- ① 3명 미만 ( )
- ② 3명 이상 ~ 10명 미만 ( )
- ③ 10명 이상 ~ 30명 미만 ( )
- ④ 30명 이상 ( )

※ 다음 질문은 스프링클러설계 수리계산 적용에 대한 사항입니다.

수리계산을 적용하는 경우는 『질문그룹 II.』에 답변을, 수리계산을 적용하지 않는 경우는 『질문그룹 III.』에 답변을 하여주시기 바랍니다.

II. 다음은 귀사가 스프링클러설계 방식에 수리계산 적용을 하는 경우입니다. 질문에 대한 귀사의 상황에 “√ ” (체크) 해 주시기 바랍니다. 질문에 대한 응답은 귀사에서 적용하는 빈도수가 많은 번호에 체크해 주시기 바랍니다.

II-1. 귀사의 스프링클러 설계 적용기준에 관한 사항입니다.

- ① NFPA 13 스프링클러설비 설치기준을 적용한다. ( )
- ② 스프링클러설비의 화재안전기준을 적용한다. ( )
- ③ 화재보험 소화설비규정의 설치기준을 적용한다. ( )
- ④ 위의 3가지 기준을 상황에 따라 적용한다. ( )

II-2. 귀사에서 스프링클러 설계를 수리계산으로 적용하는 이유에 관한 사항입니다.

- ① 공학적인 근거의 바탕을 두고 있기 때문에 사용한다. ( )
- ② 규약배관방식보다 경제적인 결과가 나오기 때문에 사용한다. ( )
- ③ 건축주의 수리계산 설계요구에 의해서 사용한다. ( )
- ④ 타사에서 사용하지 않는 방법이기 때문에 사용한다. ( )

II-3. 귀사에서 스프링클러 설계시 일반적으로 적용하는 설계 방식에 관한 사항입니다

- ① 가지(Tree)배관 방식을 사용한다. ( )
- ② 격자(Grid)배관 방식을 사용한다. ( )
- ③ 루프(Loop)배관 방식을 사용한다. ( )
- ④ 모든 배관 방식을 사용한다. ( )

II-4. 귀사에서 스프링클러 설계시 수리계산을 적용하는 건물에 관한 사항입니다.

- ① 국내외 모든 건물 설계시 수리계산을 적용한다. ( )
- ② 국외 모든 건물 설계에만 수리계산을 적용한다. ( )
- ③ 국내 모든 건물 설계에만 수리계산을 적용한다. ( )
- ④ 국내외 특수한 건물의 경우만 수리계산을 적용한다. ( )

II-5. 귀사에서 스프링클러 설계시 수리계산 프로그램의 사용 빈도에 관한 사항입니다.

- ① 모든 스프링클러 방식에 항상 프로그램을 사용한다. ( )
- ② 격자방식과 루프방식의 경우에만 프로그램을 사용한다. ( )
- ③ 규약배관 방식에만 프로그램을 사용한다. ( )
- ④ 프로그램을 거의 사용하지 않는다. ( )

II-6. 귀사에서 스프링클러 설계 후 검증방법에 관한 사항입니다.

- ① 인증된 프로그램으로 재검토한다. ( )
- ② 예전의 설계 데이터와 비교 검토한다. ( )
- ③ 기타 검증방법을 사용하여 검토한다. ( )
- ④ 특별한 검증을 하지 않는다. ( )

II-7. 귀사에서 스프링클러 수리계산 적용시 국내 소방법 적용의 문제점에 관한 사항입니다.

- ① 스프링클러 헤드 수평거리(일반적으로 2.3m)가 정해져 있어 위험용도별 방수밀도( $l\text{ pm}/\text{m}^2$ )를 정하기가 어렵다 ( )
- ② 건물별로 기준갯수 (10,20,30개)가 정해져 있어 위험용도별 작동면적을 정하기가 어렵다. ( )
- ③ 헤드의 최대포용면적, 헤드간의 최대/최소 간격의 기준이 없다.( )
- ④ 화재의 특성에 따른 용도분류가 필요하다. ( )

II-8. 귀사에서 사용하는 스프링클러 관 부속 및 밸브류의 상당 직관장 데이터 적용에 관한 사항입니다.

- ① NFPA 13 테이블을 사용한다. ( )
- ② 일본 소방청에서 고시된 테이블을 사용한다. ( )
- ③ 유럽이나 미국의 기타 테이블을 사용한다. ( )
- ④ 기타 마찰손실 테이블을 사용한다. ( )

II-9. 귀사에서 스프링클러 수리계산의 정착화를 위해 최우선으로 해결되어야 하는 사항에 관해서입니다.

- ① 소방법령의 전면적인 개정이 필요하다. ( )
- ② 소방 설계자의 전문 인력 양성이 필요하다. ( )
- ③ 건축주의 인식(수리계산의 필요성)이 바뀌어야 한다. ( )
- ④ 기타사항이 있으면 기록바람( )

Ⅲ. 다음은 귀사가 스프링클러설계 방식에 수리계산 적용을 하지 않는 경우입니다. 질문에 대한 귀사의 상황에 “√ ” (체크) 해 주시기 바랍니다. 질문에 대한 응답은 귀사에서 적용하는 빈도수가 많은 번호에 체크해 주시기 바랍니다.

Ⅲ-1. 귀사의 스프링클러 설계 적용기준에 관한 사항입니다.

- ① NFPA 13 스프링클러설비 설치기준을 적용한다. ( )
- ② 스프링클러설비의 화재안전기준을 적용한다. ( )
- ③ 화재보험 소화설비규정의 설치기준을 적용한다. ( )
- ④ 위의 3가지 기준을 상황에 따라 적용한다. ( )

Ⅲ-2. 귀사에서 스프링클러 설계를 수리계산으로 적용하지 않는 이유에 관한 사항입니다.

- ① 소방법상 수리계산을 적용하는데 불합리하기 때문에 적용하지 않는다. ( )
- ② 수리계산 방식의 습득이 어려워 사용하지 않는다. ( )
- ③ 수리계산을 할 만한 인원과 능력이 부족하다. ( )
- ④ 건축주의 요구사항이 아니기 때문에 적용하지 않는다. ( )

Ⅲ-3. 귀사에서 스프링클러 설계 후 검증방법에 관한 사항입니다.

- ① 설계업무 책임자가 도면상으로 검토한다. ( )
- ② 예전의 설계 데이터와 비교 검토한다. ( )
- ③ 기타 검증방법을 사용하여 검토한다. ( )
- ④ 특별히 검토에 관한 검증이 없다. ( )

Ⅲ-4. 귀사에서 사용하는 스프링클러 관 부속 및 밸브류의 상당 직관장 데이터 적용에 관한 사항입니다.

- ① NFPA 13 테이블을 사용한다. ( )
- ② 일본 소방청에서 고시된 테이블을 사용한다. ( )
- ③ 유럽이나 미국의 기타 테이블을 사용한다. ( )
- ④ 기타 마찰손실 테이블을 사용한다. ( )

Ⅲ-5. 귀사에서 향후 스프링클러 수리계산방법을 사용할 의사여부에 관한 사항입니다.

- ① 2~3년 이내로 적용할 계획을 가지고 있다. ( )
- ② 적용하고는 싶으나 당분간 계획이 없다. ( )
- ③ 적용할 의사는 없으나 건축주가 요구 시 적용할 의사가 있다. ( )
- ④ 적용할 의사 및 계획이 현재로서는 없다. ( )

Ⅲ-6. 귀사에서 향후 스프링클러 설계시 수리계산방법을 사용할 경우 문제점에

관한 사항입니다.

- ① 소방법의 내용을 만족하여야 하기 때문에 적용하기 어렵다. ( )
- ② 수리계산을 수행할 수 있는 능력배양이 우선시 되어야 한다. ( )
- ③ 수리계산을 하여야 한다는 건축주의 인식이 필요하다. ( )
- ④ 기타사항이 있으면 기록바람( )