

A-13

스프링클러 가지배관 시스템에서 규약배관방식설계와 수리계산방식 설계의 경제성 비교연구

정기신, 박현준*, 이수경**

세정감리, (주)광현기술사사무소*, 서울산업대학교 안전공학과**

1. 연구배경 및 목적

최근까지 국내의 스프링클러시스템 설계는 대부분 국가화재안전기준에서 정한 규약배관방식으로 이루어져왔다.

소방시설 설계자는 설계용역 발주자와 최초 설계협의과정에서 향후 건축물의 이용계획에 따라 다양하고 합리적인 방식의 설계반영을 시도하지만 소방동의 과정이나, 작업시간, 작업비용 등의 어려움 때문에 대부분이 규약배관방식 설계를 택하고 있는 것이 현실이다. 따라서 본 연구에서는 국가화재안전기준에서 정한 스프링클러기준개수에 따르는 여러 방호대상물을 선정하여 규약배관방식과 수리계산방식으로 설계한 뒤 두 시스템의 경제성 및 적용상의 문제점을 분석하여 성능위주설계방식인 수리계산 방식의 효용성을 알아보고자 하였다.

2. 연구방법 및 범위

본 연구는 성능위주의 소방 설계를 위해 국내법에서정한 소방시설대상물별 스프링클러 기준개수를 적용하였고 수리계산방법은 NFPA13 CODE를 적용하여 설계를 실시한 후 이를 비교분석하였다.

2-1 선정대상 건축물 및 규모

스프링클러헤드기준개수	공사명	공사규모	용도	비고
30	여의도00빌딩	-지하8층,지상12층 -연면적66.000m' (20.000평)	사무용건물 (오피스텔)	
20	화성00물류창고	-지상1층 -연면적 16.000m' (4.800평)	물류창고	
10	인천00구청 공영주차장	-지하1층,지상1층 -연면적 4.500m' (1.300평)	주차장	

3. 공사비비교분석

3-1 헤드기준개수10 경우

(1)유량 및 압력 비교

구분	규약배관방식 Ø150	수리계산방식		비교
		Ø100	Ø65	
유량 (lpm)	800	1,111	939	117.4%(65)
압력 (kg/cm ²)	3.07	3.74	7.43	242%(65)

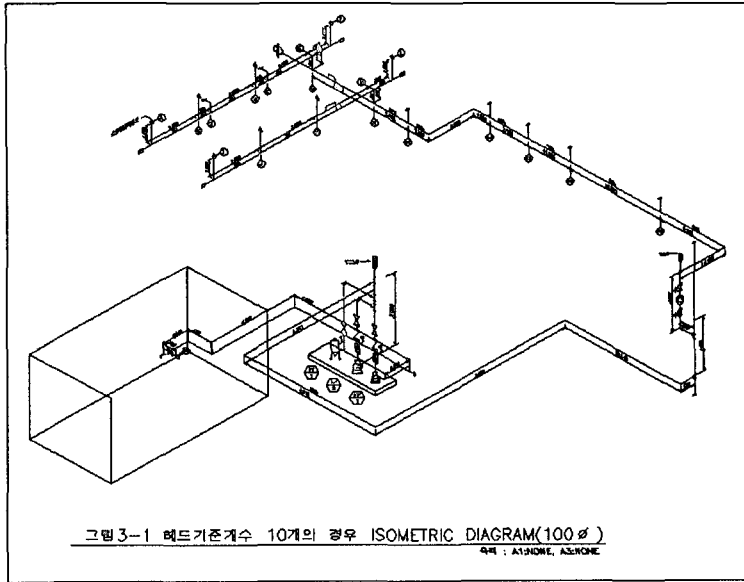
(2)펌프 및 저수조비용

구분	규약배관방식 Ø150	수리계산방식		비교
		Ø100	Ø65	
주펌프	3,024,000	3,024,000	5,067,000	167.6%(65)
보조펌프	1,280,000	1,280,000	1,668,000	130.3%(65)
저수조	8,500,000	10,660,000	10,600,000	124.7%(65)
소계	12,804,000	14,904,000	17,335,000	
대비(%)	100%	116.4%	135.4%	

(3)전체공사비용

구분	규약배관방식 Ø150	수리계산방식		비교
		Ø100	Ø65	
재료비	23,882,848	24,613,488	24,066,174	100.8%(65)
인건비	13,390,660	10,965,135	8,162,684	60.96%(65)
소계	37,273,508	35,579,623	32,228,858	
대비(%)	100%	95.45%	86.46%	

그림 3-1. 헤드기준개수 10개의 경우 Isometric Diagram



3-2 헤드기준개수20 경우

(1)유량 및 압력 비교

구분	규약배관방식 $\phi 150$	수리계산방식		비고
		$\phi 125$	$\phi 100$	
유량 (lpm)	1,600	2,021	2,025	126.6%(100)
압력 (kg/cm ²)	6.75	7.95	12.2	180.7%(100)

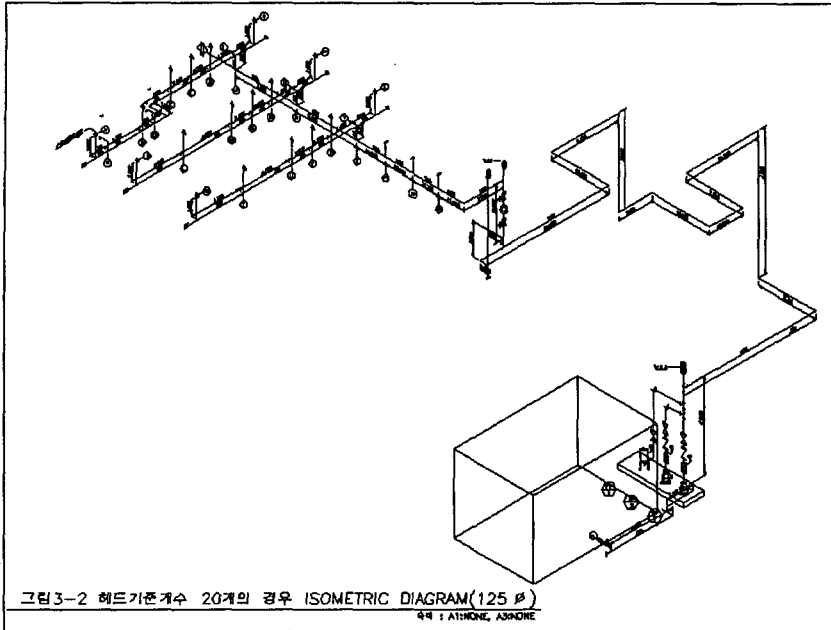
(2)펌프및저수조비용

구분	규약배관방식 $\phi 150$	수리계산방식		비고
		$\phi 125$	$\phi 100$	
주펌프	7,793,000	13,906,000	15,586,000	200%(100)
보조펌프	1,355,000	1,355,000	2,455,000	181.2%(100)
저수조	15,500,000	16,573,000	16,573,000	106.9%(100)
소계	24,648,000	31,834,000	34,614,000	
대비(%)	100%	129.15%	140.43%	

(3)전체공사비용

구분	규약배관방식	수리계산방식		비고
		$\phi 125$	$\phi 100$	
재료비	56,941,551	61,523,270	59,382,490	104.3%(100)
인건비	38,336,695	35,162,398	31,774,757	82.88%(100)
소계	95,278,247	96,695,668	91,157,247	
대비(%)	100%	101.5%	95.67%	

그림 3-2. 헤드기준개수 20개의 경우 Isometric Diagram



3-3 헤드기준개수30 경우

(1)유량 및 압력 비교

구분	규약배관방식 Ø150	수리계산방식		비교
		Ø125	Ø100	
유량 (lpm)	2,400	3,160	3,186	132.8%(100)
압력 (kg/cm ²)	10.55	12.36	14.8	140.3%(100)

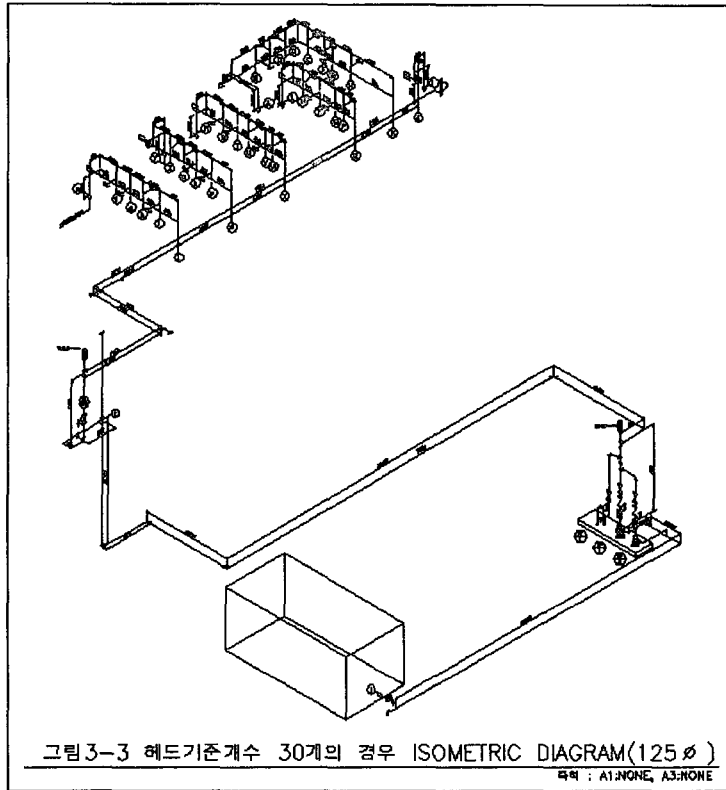
(2)펌프및저수조비용

구분	규약배관방식 Ø150	수리계산방식		비교
		Ø125	Ø100	
주펌프	15,586,000	16,638,000	27,812,000	178.4%(100)
보조펌프	2,445,000	2,455,000	3,024,000	123.7%(100)
저수조	19,043,000	22,869,000	22,869,000	120.1%(100)
소계	37,444,000	41,962,000	53,705,000	
대비(%)	100%	112.06%	143.42%	

(3)전체공사비용

구분	규약배관방식 Ø150	수리계산방식		비교
		Ø125	Ø100	
재료비	141,738,005	133,512,236	124,700,792	87.98%(100)
인건비	272,689,327	237,208,825	190,956,526	70.03%(100)
소계	414,427,332	370,721,061	315,657,318	
대비(%)	100%	89.45%	76.16%	

그림 3-3. 헤드기준개수 30개의 경우 Isometric Diragram



3-4 총공사비절감현황

구분	기준헤드개수10개	기준헤드개수20개	기준헤드개수30개
총공사비 (규약배관대비)	86.46%	95.67%	76.16%
감소율	13.54%	4.33%	23.84%
용도	주차장	물류창고	사무용건물
비고		저층건물	고층건물

4. 문제점 및 대책

1. 헤드기준개수10개, 20개 30개 각 각에 대하여 다양한 용도별, 면적별, 층수별로 많은 Case를 설계, 비교분석하여 좀 더 일관성 있는 공사비 절감 Data를 도출해야 했다.
2. 검증되지 않은 많은 등가길이 자료들이 사용되고 있다. 등가길이에 대한 실험과 자료의 정리가 필요하다.
3. 마찰손실 계산을 위한 등가길이표 적용에 있어 SCH40을 기준으로한 값을 SCH10에 적용하여 오류를 발생시킬 수 있다. NFPA 13 8-4.3.1의 등가길이표를 적용 시 Schedule배관에 맞게 환산하여 정확하게 적용해야한다

4. 실제 현장에서 $1.2\sqrt{DesignArea}$ 로 설계면적을 적용하는 것이 쉽지 않았다.
5. 복잡한 실내구조 때문에 물리적으로 가장 먼 지역이 수리학적으로 가장 먼 지역이 아닌 경우가 많아 여러 경우에 대해 수리계산을 해야 했다.
6. 신축배관에 대한 정확한 마찰손실 Data가 부족했다.
7. 성능위주방식의 설계의 보편적인 적용을 위한 국내수리계산지침서가 없으므로 소방방재청, 소방관련 연구단체나 학회 등이 주관하여 지침서제작이 필요하다.

5. 결 론

본 연구에서는 스프링클러가지배관시스템에서 규약배관방식과 수리계산방식을 여러 소방시설대상물을 선정하여 국내법에서 규정한 스프링클러헤드기준개수의 기준과 NFPA13 수리계산기준으로 설계, 비교분석한 결과 재료비와 인건비를 포함한 총소방공사비를 4.33%~23.84%까지 절감할 수 있었다.

재료비 중에서 소화펌프 및 저수조 비용이 차지하는 비중이 커서 펌프토출압력이 10kg/cm²를 초과 할 경우,(배관용 탄소강관 KSD 3507에서 배관용 압력강관 KSD3562로 변경) 예상보다 절감비율이 적게 나타나 신중한 적용이 필요했다.

또한 제한된 사례분석으로 일관성있는 절감성향을 도출하지는 못하였으나 분석모델에서 헤드기준개수10개의 경우 13.54%, 20개의 경우 4.33%, 30개의 경우 23.84%까지 총소방공사비 절감이 가능하였으며 분석모델에서 평면적으로 넓은 저층구조보다 고층구조의 건축물에서 공사비절감이 크게 나타났다.

규모가 커질수록 공사비절감비율이 커지는 것은 수리계산 이론상으로도 알 수 있는 것으로 설계 시 수리계산방법의 적용은 총소방공사비를 23.84%이상으로도 절감할 수 있을 것으로 예측된다. 이러한 분석결과를 볼 때 경제성 실현을 위해 소방설계에 있어 수리계산방식을 적극 활용하여야 할 것이다.

참고문헌

1. 자동식스프링클러설비핸드북, 한국화재보험협회, 2004
2. NFPA 13 Standard For Sprinkler System Installation, 1996
3. 소방시설의 설계 및 시공, 남상욱.성안당. 1996
4. 스프링클러시스템의 가지방식과 격자방식에관한비교연구, 정기신
5. 최신핵심소방기술, 하정호 이창욱 차순철.도서출판호태. 2004