[Research Paper]

중·저층 건축물 소방시설 설계·준공도서 비교를 통한 공사비 및 설비별 설치비율 분석에 관한 연구

엄진형 · 이윤하* · 최준호**†

부경대학교 산업대학원 대학원생, *창신대학교 소방방재공학과 교수,

**부경대학교 건축·소방공학부 교수

Analysis of Construction Cost and Installation Ratio through Comparison of Fire-fighting Facility Design and Completion Documents for mid- and low-rise Buildings

Jin-Hyeong Eom · Yoon-Ha Lee* · Jun-Ho Choi**†

Graduate Student, The Graduate School of Industry, Pukyong National University,

*Professor, Department of Fire and Disaster Prevention Engineering, Changsin University,

**Professor, Division of Architectural and Fire Protection Engineering, Pukyong National University

(Received February 5, 2021; Revised March 15, 2021; Accepted March 16, 2021)

요 약

건축설계안의 변경 등으로 인해 소방시설 공사과정에서 최초 소방시설 설계안이 변경될 수도 있다. 이러한 ‘건축 허가등의 동의단계에서의 설계도서’(이하 설계도서)와 ‘사용승인 동의단계에서의 설계도서’(이하 준공도서)의 차이는 결국 공사금액과 소방시설의 성능차로 이어질 수 있다. 따라서 건축물의 화재안전성 확보와 인명 피해 방지를 위해 관련 사례분석과 그에 따른 제도적 보완이 필요하다. 본 연구에서는 최근 완공된 6개 건축물을 대상으로 최초 설계안의 소방시설별 현장 적용비율을 분석하고, 제도적 보완 필요성을 제안하였다. 그 결과, 설계변경으로 인해 공사비와 순공사비는 원설계안에 비해 최대 19% 정도를 절감할 수 있었다. 특히 스프링클러설비는 준공도면에서 최초 설계도면 대비 78.7%만 일치한 것으로 나타나 소방시설 가운데 설계변경 비율이 가장 컸다.

ABSTRACT

The initial fire-fighting facility design plan may need to be changed during the construction of fire-fighting facilities because of alterations in the architectural design or the flexibility of the site situation. The difference between the 'design drawings at the stage of consenting for building approval' (Original design drawings) and the 'design drawings at the stage of consenting for use approval' (Completion drawings) ultimately leads to changes in the construction cost and in the performance of the fire-fighting facility. Therefore, to secure the fire safety of buildings and prevent human casualties, relevant case analyses and consequent institutional and systematic supplementation are necessary. In this study, six recently completed buildings were selected as target sites, the application rate of each fire-fighting facility in the initial design was analysed, and the need for institutional supplementation was suggested. As a result, owing to the design change, the construction cost and net construction cost could be reduced by up to 19% compared to those based on the original design. In particular, the sprinkler facility was found to match only 78.7% of the original design drawing in the completion drawing, showing the largest rate of design change among fire-fighting facilities.

Keywords : Fire safety design, Fire-fighting facilities, Design change, Fire protection system, Construction cost

† Corresponding Author, TEL: +82-51-629-7830, FAX: +82-51-629-7078, E-Mail: jchoi@pknu.ac.kr

© 2021 Korean Institute of Fire Science & Engineering. All right reserved.

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

산업사회의 고도화와 도시화, 초고층화가 지속되고 있는 것을 감안하면 화재로 인한 피해는 지속될 것으로 판단된다. 화재통계연감¹⁾에 따르면 2019년도 건축, 구조물화재의 발생건수는 26,025건으로 전체 화재건수(40,103건)의 64.9%를 차지하고 있으며, 사망자 216명(75.8%), 부상자 1,777명(79.7%), 5,528억원(64.3%)의 재산피해가 발생하였다. 이러한 화재 피해를 막기 위해서는 공학적이고 합리적인 소방시설 설계가 필요하며, 해당 설계안에 맞게 공사를 시행하여 건물 완공 이후 화재발생 시 소방시설이 충분한 역할을 하도록 해야 한다.

소방설계는 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」과 동법 시행령 및 국가화재안전기준(NFSC)에 의거하여 건축물의 용도, 연면적, 바닥면적, 층을 기준으로 진행된다. 소방시설 설계업체는 설계완료 후 건축허가등의 동의를 구하게 되는데 소방본부장이나 소방서장은 건축허가등의 동의요구서류를 접수한 날부터 5일¹⁾이내에 건축허가등의 동의여부를 회신하여야 한다. 이 때, 보완이 필요한 경우에는 4일 이내의 기간을 정하여 보완을 요구할 수 있다. 이와 같이 특급 특정소방대상물이 아닌 일반적인 특정소방대상물의 건축동의등의 처리기간은 보완기간을 포함하여 통상 9일임에 반해, 소수인 각 시도별 담당공무원들이 동일 기간 내 관할구역에 접수된 모든 동의도서를 한꺼번에 검토해야하기 때문에 면밀한 검토에 어려움이 있는 것도 사실이다. 즉, 과잉설계나 법·기준을 충족시켰다고 해도 또는 공학적으로 미흡한 부분이 있더라도 해당 설계안에 대해 완벽하게 검토되지 못하고 있다.

사실 소방시설에 대한 설계를 위해서는 설계자가 우선적으로 공학적, 법적기준을 충족할 뿐만 아니라 경제성까지도 고려한 합리적인 설계안을 작성해야 하고, 소방공사업체 또한 해당 설계도서를 기준으로 성실하게 시공하여야 함이 원칙이다. 그러나 중저층 특정소방대상물 중 상주감리 대상이 아닌 건축물의 공사에서는 소방설계안이 그대로 소방공사에 적용되지 않아 민간·공공발주를 가리지 않고 추가 비용이 발생하기도 한다.

또한 소방공사는 시공과정에서 건축물의 구조, 구획, 재료 등의 변경이 지속적으로 발생하기 때문에²⁾ 소방설계안과 실제 소방공사안 사이에 차이가 발생한다. 설계와 시공의 차이는 결국 공사비와 소방시설의 성능 차이로 이어질 수 있기 때문에 해당 건축물에 대한 화재안전성 확보와 인

Figure 1. Flow chart of the research.

명 피해 방지를 위해서라도 이에 대한 보완대책이 필요한 시점이다. 따라서 본 연구에서는 소방시설 건축허가등의 동의단계에서의 설계도서(이하 ‘설계도서’)와 사용승인 동의단계에서의 준공도서(이하 ‘준공도서’)를 건축물별, 소방시설별로 나누어 동일여부를 분석하고, 도출된 문제점에 대한 제도적 보완 필요성을 제안하고자 하였다.

1.2 연구방법 및 범위

본 연구에서는 공동주택, 다세대주택, 오피스텔, 근린생활시설 등의 용도로 건설된 곳 중에서 2017년~2020년 가운데 사용승인을 받은 중·저층 규모의 6개 대상물에 대한 소방시설 설계도서와 준공도서에 대해 소방공사비 내역서를 작성하였다. 각 내역서를 기준으로 공사원가를 산출하고 각 대상물별 소방시설별 공사원가 대비 적용비율을 분석하였다. 이상 일련의 연구흐름은 다음 Figure 1과 같다.

2. 소방시설 공사 프로세스와 공사원가의 구성

2.1 소방시설 공사 프로세스³⁾

일반적으로 소방시설공사의 과정은 다음 Figure 2)와 같이 진행된다.

① 기획 및 설계단계: 소방시설의 설계를 위해 전문 소방시설 설계업자를 선정하고 소방시설 설계가 완료되면 관

1) 허가를 신청한 건축물 등이 특급 특정소방대상물은 10일 이내

2) 소방청은 저가 하도급으로 인한 부실시공을 방지하기 위한 소방시설공사 분리발주제 도입을 주요 내용으로 하는 「소방시설공사업법」 개정안을 2020년 6월 9일 공포, 9월부터 시행.

[과거] 일괄발주: 발주자→건설업체(하도급)→전문소방업체(시공)

[개선] 분리발주: 발주자→전문소방업체(시공)

Figure 2. Fire-fighting facility construction process⁽³⁾.

할 해당관서에 건축허가등의 동의를 신청함.

② 건축허가등의 동의: 설계자가 관할 소방본부장 또는 소방서장에게 소방시설 설치안의 적법성과 타당성에 대해 건축허가등의 동의요청을 하면 소방본부장이나 소방서장은 소방시설 설계도서를 검토한 후 민원처리 기한 내에 동의결과를 이송함.

③ 소방시설 공사발주: 건축허가를 받은 건축주가 소방시설공사업자와 공사 발주계약을 체결함. (수의계약 또는 개별계약)

④ 착공: 소방시설공사업자가 공사 착공신고를 하고 시공을 진행함.

⑤ 감리: 전문 감리업자가 설계도면에 따른 공사진행과 준법성을 확인함.

⑥ 사용승인 동의: 소방시설공사가 완료되면 관할 소방본부장 또는 소방서장에게 소방시설 완공검사신청서를 제출하고 완공검사필증을 교부받아 사용승인을 받음.

2.2 공사원가의 구성요소

소방시설공사업자는 일반적으로 실행예산을 작성하고, 실행예산을 기준으로 투입된 공사비를 관리하고 잔여공사원가를 추정하여 총 공사원가를 관리한다⁽⁴⁾.

공사원가를 이해하기 위해서는 직접공사비, 간접공사비, 일반관리비, 이윤의 개념과 순공사원가, 총공사원가, 도급금액의 개념을 이해하여야 한다⁽⁵⁾. 일반적으로 건설공사의 최종적인 공사비는 직접공사비의 공종별 집계표의 재료비, 노무비, 산출 경비의 합계금액을 추출하여 간접노무비, 보험료, 일반관리비, 이윤 등의 제경비를 산출규칙과 요율을 적용한 ‘공사원가계산서’를 작성함으로써 완성된다⁽⁶⁾. 공사원가의 구성요소와 체계는 Figure 3과 같다.

직접공사비는 재료비, 노무비, 경비, 외주비로 구성된다. 재료비는 공사목적물의 실체를 형성하는 물품의 가치로서 직접재료비와 공사에 보조적으로 소비되는 물품의 가치로서의 간접재료비로 크게 구분한다⁽⁵⁾. 간접공사비는 발생한 원가 중 시공상 필요하나 직접 그 건축에 사용되지 않는 것에 대한 비용을 말하며, 공통가설비 및 가설비, 운반비, 전력비, 기계경비 등의 현장유지에 필요한 각종 비용으로 구성된다⁽⁷⁾. 총공사원가는 일반관리비, 순공사원가로 구성되며 최종적으로 도급액은 총공사원가에 이윤을 합한 것을 말한다.

		· Indirect construction cost	· Overhead	· Profit
· Material Cost	· Direct construction cost	· Construction cost	· Total project cost	
· Labor Cost				
· Expenses				
· Subcontractor cost				
· Direct construction cost	· Construction cost	· Total project cost	· Contract price	

Figure 3. Composition of construction cost.

Table 1. General Information of ‘A’ Building

Major occupancy: apartment and multi-purpose building	Number of floors: 19 stories above ground
Category	Installation details
Fire extinguishing system	Fire extinguisher, indoor fire hydrant system, Sprinkler system
Evacuation system	Egress equipment (descending life line)
Fire-fighting activities system	Smoke control system, Fire department connection
Fire water system	Fire water supply system

Table 2. General Information of ‘B’ Building

Major occupancy: multi-purpose building	Number of floors: A building of 1 basement level and 12 stories above ground
Category	Installation details
Fire extinguishing system	Fire extinguisher, Indoor fire hydrant system, Sprinkler system
Evacuation system	Egress equipment (descending life line)
Fire-fighting activities system	Fire department connection
Fire water system	-

3. 대상 건축물 선정을 통한 소방시설 설계·준공도서 비교 및 공사원가 산출

3.1 대상 건축물 현황

본 연구에서는 소방시설 설계도서와 준공도서를 비교, 설계도면에 따른 소방시설의 설치여부를 분석하기 위하여 2017~2020년도에 사용승인 받은 6개 건축물을 분석대상물로 선정하였다. 선정된 건축물은 공동주택, 다세대주택, 오피스텔, 근린생활시설의 용도로 건설되었으며 지상 4층~19층의 중저층 건축물이다. 대상 건축물의 일반적인 현황은 건축물 행정시스템인 ‘세움터’³⁾에서 수집하였으며, Table 1~Table 6과 같다.

3) <https://www.eais.go.kr>

Table 3. General Information of ‘C’ Building

Major occupancy: apartment and neighborhood facilities	Number of floors: A building of 1 basement level and 15 stories above ground
Category	Installation details
Fire extinguishing system	Fire extinguisher, indoor fire hydrant system, Sprinkler system
Evacuation system	Evacuation equipment (descending life line)
Fire-fighting activities system	Smoke control system, Fire department connection
Fire water system	-

Table 4. General Information of ‘D’ Building

Major occupancy: apartment, multi-purpose building and neighborhood facilities	Number of floors: A building of 1 basement level and 14 stories above ground
Category	Installation details
Fire extinguishing system	Fire extinguisher, indoor fire hydrant system, Sprinkler system
Evacuation system	Egress equipment (descending life line)
Fire-fighting activities system	Fire department connection
Fire water system	-

Table 5. General Information of ‘E’ Building

Major occupancy: neighborhood facilities	Number of floors: 4 stories above ground
Category	Installation details
Fire extinguishing system	Fire extinguisher, Indoor fire hydrant system, Sprinkler system
Evacuation system	Egress equipment (descending life line)
Fire-fighting activities system	Fire department connection
Fire water system	-

3.2 소방시설 설계 · 준공도서 상호 비교

본 연구에서는 소방시설 설계도서와 준공도서를 검토하여 소방시설의 수량, 관경, 길이, 규격, 종류를 비교하였다. 다음 각 Figure 4~Figure 9은 도면 검토의 예시를 보여준다.

Figures 4 and 5는 ‘A’ 대상 건축물의 설계-준공단계에서의 단위세대 소화배관 평면도를 각각 나타낸다. 상호 비교 결과, 소방시설 설계단계의 경우 스프링클러헤드는 16 EA였으나 준공단계에서는 13 EA로 수량이 감소하였다. 또한 설계도면 상에서는 전체 배관의 총 길이가 64.5 m였으나

Table 6. General Information of ‘F’ Building

Major occupancy: multi-purpose building	Number of floors: A building of 1 basement level and 13 stories above ground
Category	Installation details
Fire extinguishing system	Fire extinguisher, Indoor fire hydrant system, Sprinkler system
Evacuation system	Egress equipment (descending life line)
Fire-fighting activities system	Fire department connection
Fire water system	-

Figure 4. Floor plan of fire protection piping system in the design stage of ‘A’ building. **Figure 5.** Floor plan of fire protection piping system in the construction stage of ‘A’ building.

준공 도면에서는 44 m로 전체배관 길이와 부속이 감소한 것으로 확인되었다.

Figures 6 and 7은 설계단계와 준공단계에서 ‘A’ 대상 건축물의 소화배관 계통도를 각각 보여주고 있다. 상호 도면을 비교한 결과, 설계단계에서 준공단계로 넘어갈 때 알람

Figure 6. Schematic diagram of fire protection piping system in the design stage of 'A' building.

Figure 7. Schematic diagram of fire protection piping system in the construction stage of 'A' building.

1. Pump Style							
Unit Number	Amount	Name	Type	Caliber (MM)	Flow Rate (LPM)	Lift (M)	Horse Power (HP)
FP 01	1	Indoor Fire Hydrant Main Pump	Multistage Pump	80	260	90	15.0
FP 02	1	Indoor Fire Hydrant Auxiliary Pump	Wesco Pump	40	60	90	7.5
FP 03	2	Sprinkler Main Pump	multistage Pump	125	1,400	110	60
FP 04	1	Sprinkler Auxiliary Pump	Wesco Pump	40	60	110	7.5

2. Tank Style					
Unit Number	Amount	Name	Type	Capacity (LIT)	Pressure (kg/cm ²)
FT 01	1	Pressure Tank	Stand Type	100	10
FT 02	1	Pressure Tank	Stand Type	200	20

3. Smoke Removal Fans Style							
Unit Number	Amount	Name	Type	Size(#)	Air Volume (CMM)	Static Pressure (mmAq)	Horse Power (HP)
FSF 01	2	Combustion Exhaust Fan	Siroco Type	#5 1/2 SS	310	80	15.0
FEF 01	1	Combustion Supply Fan	Siroco Type	#5 1/2 SS	45	30	1.5

Figure 8. A list of fire-fighting equipments in the design stage of 'A' building.

밸브의 경우 100 A에서 80 A로, 고가수조의 경우 2기에서 1기로, 스프링클러 주펌프의 경우 2대에서 1대로, 배관의

1. Pump Style							
Unit Number	Amount	Name	Type	Caliber (MM)	Flow Rate (LPM)	Lift (M)	Horse Power (HP)
FP 01	1	Indoor Fire Hydrant Main Pump	Multistage Pump	80	260	90	15.0
FP 02	1	Indoor Fire Hydrant Auxiliary Pump	Wesco Pump	40	60	90	7.5
FP 03	2	Sprinkler Main Pump	multistage Pump	125	2,400	100	100
FP 04	1	Sprinkler Auxiliary Pump	Wesco Pump	40	60	100	7.5

2. Electronic Pressure Switch Style					
Unit Number	Amount	Name	Type	Capacity (LIT)	Pressure (kg/cm ²)
	1	Pressure Switch	Electronic Type		10
	1	Pressure Switch	Electronic Type		20

3. Smoke Removal Fans Style							
Unit Number	Amount	Name	Type	Size(#)	Air Volume (CMM)	Static Pressure (mmAq)	Horse Power (HP)
FSF 01	2	Combustion Exhaust Fan	Siroco Type	#5 1/2 SS	310	80	15.0
FEF 01	1	Combustion Supply Fan	Siroco Type	#5 1/2 SS	43	30	2.0

Figure 9. A list of fire-fighting equipments in the construction stage of 'A' building.

경우 125 A에서 100 A로 각각 감소한 것으로 나타났다. 그러나 반면에 프리액션밸브와 배관, 헤드는 각각 100 A에서 125 A로, 배관은 100 A에서 125 A로, 헤드 또한 144개에서 150개로 증가한 것을 보여주었다.

한편, Figure 8과 Figure 9는 'A' 건축물의 소방시설 장비 일람표 예시를 보여주고 있다.

이 때 소방시설 설계도면에서의 경우, 스프링클러 주펌프가 2대였으나 준공도면에서는 경우 1대로 감소한 것을 확인할 수 있다. 또한 압력탱크의 경우 설계도면에서는 '기계식' 1대가 계획되어 있었으나 실제 준공도면에서는 '전자식' 1대로 변경되어 있었다. 이러한 변경은 공사비의 절감이나 설계오류를 보완하기 위한 것으로 추정된다.

3.3 내역서 작성 및 공사원가 산출

소방공사비 내역서는 동일 설계·준공도서를 기준으로 적산·견적 전문업체의 자문을 통해 통합내역관리(EMS7)를 사용하여 건축물별, 공종별로 구분하여 공사비 내역서를 작성하였다. 이 때, 공종은 소화기구 설비공사, 옥내소화전 설비공사, 스프링클러 설비공사, 피난기구 설비공사, 연결송수관 설비공사, 제연설비공사, 상수도소화용수 설비공사로 구분하였다.

재료비, 노무비, 기계설비 표준품셈은 2019년 단가를 적용, 품목 중 단가는 조달청가격, 거래가격, 유통물가를 기준으로 하여 최저가를 적용하였다. 품목 중 단가가 명확하지 않은 경우 대한기계설비협회 표준품셈 또는 조사가격을 적용하였다. 관부속품비, 잡재료비, 공구손료는 6개 건물 동일비율로 적용하였다.

이어 본 연구에서는 소방공사비 내역서 작성 완료 후 공사원가계산을 시행하였다. 원가계산은 순공사원가, 일반관리비, 이윤을 적용하여 공급가액을 산정하고 부가가치세를

Table 7. Example of Construction Cost Estimation ('A' Building)

Category			Amount (KRW)		Cost variation (KRW)
			Original Contract	Design change	
Construction Cost	Material Cost	Direct Material cost	183,328,100	181,278,741	-2,049,359
		Indirect material cost			
		Waste and scrap, by-products (△)			
		[Sub-total]	183,328,100	181,278,741	-2,049,359
	Labor Cost	Direct Labor Cost	332,938,552	319,973,622	-12,964,930
		Indirect Labor Cost	26,635,084	25,597,889	-1,037,195
		[Sub-total]	359,573,636	345,571,511	-14,002,125
	Expenses	Construction equipment expenses	99,654	91,571	-8,083
		Industrial accident compensation insurance premium	13,484,011	12,958,931	-525,080
		Employment insurance premium	3,128,290	3,006,472	-121,818
		National health insurance premium	10,753,915	10,335,147	-418,768
		National pension scheme contribution	14,982,234	14,398,812	-583,422
		Long-term care insurance premium	915,158	879,521	-35,637
		Retirement income deduction contribution	7,657,586	7,359,393	-298,193
		Occupational safety and health management expenses	15,126,612	14,686,694	-439,918
		Other expenses	30,402,497	29,503,614	-898,883
		[Sub-total]	96,549,957	93,220,155	-3,329,802
Total		639,451,693	620,070,407	-19,381,286	
Overhead		38,367,101	37,204,224	-1,162,877	
Profit		74,171,206	71,395,369	-2,775,837	
Value of Supply		751,990,000	728,670,000	-23,320,000	
VAT		75,199,000	72,867,000	-2,332,000	
Contract Price		827,189,000	801,537,000	-25,652,000	

포함 하여 총공사비를 산정하였다. 이와 같은 과정은 6개 건축물에 동일하게 진행되었다. Table 7은 6개 건축물 중 A 건축물의 공사원가 계산서를, Table 8⁴⁾은 A 건축물의 공종별 집계표 예시를 보여주고 있다.

4. 설계·준공도면 비교를 통한 도급액·순공사비 차이 및 시설별 일치도 분석

4.1 도급액 기준 차이 비교

Figure 10은 공사원가계산서를 기준으로 분석 대상 건축물의 재료비(직접재료비), 노무비(직·간접노무비), 경비(기계경비, 산재보험료, 고용보험료, 국민건강 보험료, 국민연금 보험료, 노인장기요양보험료, 퇴직공제부금비, 산업안전보건관리비), 기타경비, 일반관리비, 이윤 및 부가세를 적용하여 총공사비를 분석한 결과를 보여주고 있다.

최초 설계도면을 토대로 산정한 공사비보다 준공도면을 바탕으로 산정한 공사비는 'A' 건축물에서 3.10%, 'B' 건축물에

서 19.07%, 'C' 건축물에서 6.08%, 'D' 건축물에서 2.70%, 'E' 건축물에서 5.55%, 'F' 건축물에서 3.17%가 각각 줄어들었음을 확인할 수 있다.

4.2 순공사비 기준 차이 비교

Figure 11은 건축물별 순공사비 적용비율을 분석한 결과이다. 소방공사 공종별 세부 항목으로 소화기구설비공사, 옥내소화전설비공사, 스프링클러설비공사, 피난기구설비공사, 제연설비공사, 상수도소화용수설비공사로 구분하여 재료비, 노무비, 경비를 산출하였다.

최초 설계단계 때 산출된 공사비보다 준공도면을 통해 산출된 공사비는 'A' 건축물에서는 2.9%, 'B' 건축물에서는 18.97%, 'C' 건축물에서 5.82%, 'D' 건축물은 2.6%, 'E' 건축물은 5.82%, 'F' 건축물은 2.79%의 공사금액이 감소하였다.

4.3 소방시설별 설계·공사 일치도 분석

본 연구에서는 Table 9와 같이 공사원가 적용비율 데이

4) A 건축물의 경우 공종별 수량이 변하지 않았기 때문에 단가와 금액이 동일함에 따라 Table 8에서 수량, 단가와 금액을 생략하였음.

Table 8. Summary Sheet by Type of Installation ('A' Building)

Items		Material cost	Labor cost	Expenses	Total	Cost variation
Fire extinguisher installation	Original design	3,949,760			3,949,760	
	Complete	3,949,760			3,949,760	
Indoor fire hydrant system installation	Original design	26,895,592	48,640,964	15,968	75,552,524	1,793,024
	Complete	27,992,227	49,336,936	16,385	77,345,548	
Sprinkler system installation	Original design	127,611,719	236,499,541	83,686	364,194,946	-16,278,833
	Complete	124,481,353	223,359,574	75,186	347,916,113	
Evacuation equipment installation	Original design	2,649,316	283,520		2,932,836	
	Complete	2,649,316	283,520		2,932,836	
Smoke control system installation	Original design	21,890,793	47,250,511		69,141,304	-445,918
	Complete	21,877,805	46,817,581		68,695,386	
Firewater supply system installation	Original design	330,920	264,016		594,936	-90,645
	Complete	328,280	176,011		504,291	
[Total]	Original design	183,328,100	332,938,552	99,654	516,366,306	-15,022,372
	Complete	181,278,741	319,973,622	91,571	501,343,934	
[NET total]		-2,049,359	-12,964,930	-8,083	-15,022,372

Figure 10. Comparison of difference in terms of contract amount for six target buildings. **Figure 11.** Comparison of differences based on NET construction cost for six target buildings.

터를 기준으로 소방공사 종류별로 설계-공사 일치도를 분석하였다. 이 비율은 최초 소방시설 설계단계인 건축허가 등의 동의 시 공사원가와 준공단계인 사용승인 동의 시 공사 원가를 기준으로 산출하였다.

Table 9. Design & Construction Consistency Analysis by Fire-Fighting Facility [unit: %]

Category	A	B	C	D	E	F
Fire extinguisher	0.00	0.00	+0.70	0.00	0.00	0.00
Fire department connection	+2.30	0.00	-0.08	0.00	-	-2.83
Indoor fire hydrant system	+2.30	-	-0.08	0.00	-5.88	-2.83
Sprinkler system	-14.31	-21.38	-8.72	-3.35	-5.88	-2.83
Evacuation equipment	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Smoke control system	-0.65	-	0.00	-	-	-
Fire water supply system	-15.24	-	-	-	-	-

그 결과, 소화기구, 연결송수관설비, 옥내소화전설비, 피난기구, 제연설비공사는 대체적으로 최초 설계도면을 기준으로 거의 유사하게 준공되었다. 그러나 스프링클러설비공사의 적용 비율을 살펴보면, 'A' 건축물은 85.69%, 'B' 건축물은 78.62%, 'C' 건축물은 91.28%, 'D' 건축물은 96.65%, 'E' 건축물은 94.12%, 'F' 건축물은 97.17%로 각각 나타나 건축물의 규모와 상관없이 모든 대상 건축물에서 비교적 설계변경이 크게 있었던 것으로 나타났다.

5. 결론

본 연구에서는 실제 중저층 건축물 소방시설 설계단계에서의 도서와 준공단계에서의 도서를 상호비교하여 그 차이를 입증하였다. 그 결과, 사용승인 동의 시점에서 소방시설공사업체의 입장에서는 원공사비에 대비하여 최소 2.7%부터 최대 19.07%의 공사비를 절감할 수 있는 추가 이윤이 발생하였다. 이를 소방시설별로 분류한 결과 소화기구, 피

난기구에 있어서는 큰 변경이 없었지만, 나머지 소방시설은 원 설계안에 대한 일치도가 최소 85.69%에서 최대 99.35%로 나타났다. 그러나 스프링클러의 경우, 그 값이 78.62%로 나타나 현장에서 설계변경이 가장 크게 일어나는 소방시설로 나타났다.

최근 소방시설공사 분리발주제 도입과 (소방시설공사 감리업무에 있어 소방시설 공사감리자만이 감리업무를 가능하게 하는 소방시설공사 감리제도 개선이 이루어지면서 적정 금액의 공사계약 체결과 품질시공으로 인해 안전도가 높아질 것으로 기대된다⁽⁸⁾. 또한 하자보수와 부실시공에 대한 책임업체 규명이 명확해지고 공사의 전문성이 확보될 것으로 기대된다. 하지만 본 연구의 사례에서 확인할 수 있듯이 소방시설설계안과 실제 시공안 사이에는 차이가 발생하고 있어 발주처에 불필요한 공사비가 추가적으로 부담될 수도 있다. 따라서 소방설계업자는 소방시설 설계 시 가급적 설계변경이 이루어지지 않도록 설계의 품질을 높여야 한다.

공사업자는 소방시설의 시공단계에서 기존의 설계와 동등이상의 기능을 확보하고 비용절감의 효과가 있는 대안을 개발하는 것을 지향해야 할 것이다. 그러나 동등 이상의 품질을 유지하면서 비용을 저감하는 것은 기업의 이윤추구에 도움이 되지만 무분별한 원가절감은 건축물의 화재안전성 저해로 이어질 수 있기 때문에 이를 위한 규정 및 제도의 개선이 또한 필요하다.

본 연구는 소방시설의 성능 관점에서 소방공사의 변경 내용에 대한 분석이 이루어지지 않았으며 향후 추가적인 분석이 필요하다.

후 기

이 성과는 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2018R1A2B3005951). 또한 이 연구는 제1저자의 공학석사 학위청구논문⁽⁹⁾을 토대로 재구성한 것임.

그리고 본 논문은 발행처의 페이지 수 제한 정책에 따라 나머지 5가지 대상물에 대한 도면과 도표와 그림 등에 대한 자료와 이에 대한 설명의 삽입이 불가능하였음. 해당 내용은 제1저자의 공학석사학위청구논문⁽⁹⁾ 내 본문과 부록의 별첨자료에서 확인할 수 있음.

References

1. National Fire Agency, "2019 Fire Statistics Yearbook" (2020).
2. Y. M. Hong and D. M. Cho, "Study on Applying Value Engineering in the Fire Brigade by Analysis of Case", J. Korean Soc. Hazard Mitig 2018; Vol. 18, No. 7, pp. 281-290 (2018).
3. S. H. Nam, "A Study on the Institutional Improvement for the Development of the Korea Fire Industry", PhD Dissertation, Yonsei University (2010).
4. S. H. An and W. H. Lee, "Case-based Reasoning Model for Building Construction Cost Management by using Risk Analysis", Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol. 28, No. 10, pp 157-164 (2012).
5. W. J. Won, "A Study on the Cost Management Status and Cost Management Risk Awareness Analysis by Position and Scale of Construction Companies", Masters Thesis, Chung-Ang University (2020).
6. K. S. Lee, "A Study on the Cost Estimating Method based on Spatial Unit focused on Improving Limitation Caused by Lack of Spatial Information of the Cost Based on Work Type", Korean Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 12, No. 3, pp.131-139 (2011).
7. J. H. Lee, M. S. Park, H. S. Lee, K. P. Lee and H. S. Hyun, "Application of Activity-Based Costing(ABC) for Modular Building Construction Indirect Costs Calculation at the Manufacturing Stage", Korea Journal of Construction Engineering and Management Vol. 16, No. 4, pp 139-145 (2015).
8. National Fire Agency, "Separate Order for Fire-fighting Facility Construction Started in September This Year", Press release (2020, June 03).
9. J. H. Eom, "A Case Study on Fire-fighting System Design Change through Comparison of Middle and Low-rise Building Drawings in the Stage of Building Permission Consent and Completion", Master's Thesis, The Graduate School of Industry, Pukyong National University (2020).