제안사례 분석을 통한 소방공사 분야의 가치공학 적용 방안에 관한 연구

Study on Applying Value Engineering in the Fire Brigade by Analysis of Case

홍영민* · 최돈묵**

Hong, Young-min*, and Cho, Don-mooki**

Abstract

Recently, domestic research and systems on firefighting have not offered countermeasures to reduce the cost of facilities and improve the value of buildings. Therefore, in this study, the status of Value Engineering (VE) performance registered in the Design VE Office of the Construction CALS Portal System of the Ministry of Land, Infrastructure and Transport is analyzed. The analysis showed that on average, 26.1% of professional fire technicians participated in VE performance, and there has only been one proposal for firefighting at the construction stage in six years. The proposal, based on the results of this thesis, requires participation of professional firefighting technicians when performing VE, and it is necessary to improve the process and secure the system in which construction VE is applied.

Key words : Firefighting Sector, Value Engineering, Firefighting Technicians, Proposal

요 지

최근 소방공사 분야에 대한 국내의 연구 및 제도는 시설물의 비용증가에 대한 저감대책과 건축물의 가치향상을 위한 접근은 제시되지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 국토교통부 건설사업정보화포털시스템의 설계VE마당에 등록된 가치공학 수행 현황 및 제안사례를 분석하였다. 분석 결과, 가치공학 수행 시 전문 소방기술자의 참여율이 평균 26.1%가 나타났으며, 시공단계에서의 소방분야 제안건이 6년 동안 단 1건으로 나타났다. 본 논문의 결과를 바탕으로 한 제안은 가치공학 수행시 전문 소방기술자의 참여가 의무화할 필요가 있으며, 시공가치공학이 활성화 될 수 있는 프로세스 개선과 제도 확보가 필요하다고 분석되었다.

핵심용어 : 소방분야, 가치공학, 소방기술자, 제안

1. 서 론

최근의 건축물은 대형화, 고층화, 지하화, 복합화뿐만 아니라 고밀도 집약화의 추세에 있으며, 생활수준과 생활양식의 변화 등으로 소방시설물의 기능과 품질에 대한 고도화가 요구되고 있다. 특히, 안전에 대한 사회적 관심 및 요구가 증가되면서 관련 법령이 개정되고 시공기술, 자재 및 품질 등의 향상으로 원가가 상승하는 요인으로 작용하고 있다. 이에 따라 소방분야

의 고비용 저효율의 구조에서 벗어나 저비용 고효율적인 요소 도입을 통한 생산성 및 비용절감을 극대화시킬 수 있는 선진 기법의 도입 및 지속적인 개발의 필요성을 인식하고 이를 위한 노력이 계속되고 있다. 따라서 소방분야에서 기존의 경험과 직관적 관리방법에서 탈피하여 원가절감과 합리적이고 종합적인 가치공학기법의 적용을 활성화할 필요가 있다. 또한 가치공학은 소방시설물의 설계단계와 시공단계에서 기존의 설계와 동등이상의 기능을 확보하고 비용절감의 효과가 있는

*정회원, 가천대학교 산업·환경대학원 소방방재공학과 석사(E-mail: hym0917m@naver.com)

Member, Master's Candidate, Department of Fire & Disaster Protection Engineering, Gachon University Graduate School of Industry & Environment

**교신저자, 정회원, 가천대학교 설비·소방공학과 교수(Tel: +82-31-750-5716, Fax: +82-31-750-8749, E-mail: fire@gachon.ac.kr)

Corresponding Author, Member, Professor, Department of Building Equipment System & Fire Protection Engineering, Gachon University

대안을 개발하여 제안함으로써 시설물의 가치를 향상시킬 수 있는 강력한 도구로 사용할 수 있다.

그 동안 가치공학의 활성화를 위해서 가치공학의 인센티브제도, 기술개발보상제도의 개선, 설계가치공학 활성화 방안, 시공가치공학 시행 방안 등이 제시된 적은 있지만 관련법의 미비로 소방공사 분야에서는 효과적으로 적용하지 못하고 있는 실정이었다. 하지만, 장기적 관점에서 가치공학을 소방공사 분야에 적용하고 활성화하기 위해서는 분야별, 공종별 특성에 맞는 고도화된 방안이 마련되어야 한다.

특히 소방공사는 시공과정에서 건축물의 구조, 구획, 재료 등의 변경이 지속적으로 발생하기 때문에 이에 따른 시공가치공학이 필수적으로 시행되어야 한다. 하지만 시공자와 감리자, 설계자가 적극적인 참여를 유도할 수 있는 제도적 마련이 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 소방시설물의 가치향상을 위해 제안 현황과 이에 대한 사례를 조사 분석함으로써 소방공사 분야에 가치공학을 효과적으로 적용할 수 있는 방안을 제시하는데 그 목적이 있다.

2. 가치공학

가치공학이란 일반적으로 Value Engineering의 약자인 VE로 표기되어진다. 기본 개념으로는 제품 및 용역 또는 자재의 기능을 규정하고 기능이 가지고 있는 가치를 설정하여 비용으로 제공 될 수 있는 방안을 얻어내는 하나의 체계적인 분석 기법이다. 즉, 제품, 용역, 자재, 공정 등의 기능과 그 비용의 비율을 개선함으로써 그 제품의 가치를 향상시키는 방법이다(Choi, 2010).

국토교통부 업무매뉴얼(MOLIT, 2013)에서는 이러한 VE의 정의를 살펴보면 「최소의 생애주기비용으로 시설물의 필요한 기능을 확보하기 위하여 설계내용에 대한 경제성 및 현장적용의 타당성을 기능별, 대안별로 검토하는 것」이라고 기술되어져 있다. 다만, 생애주기비용 관점에서 검토가 불가능한 경우 건설사업비용(시설물의 완성단계까지 소요되는 비용의 합계) 관점에서 검토 한다고 하였다.

VE의 제안은 반드시 최적안을 의미 하지는 않는다. 다만 적정안에 머무르지 않도록 하는 것이 VE에서 추구하는 가치의 향상이라 할 수 있고, 가치공학은 프로젝트가 요구하는 필수적인 기본기능의 수준을 낮추는 설계의 변경을 추구하지 않는다.

VE가 다른 분석기법 및 문제해결 방법론들과 다른 점은 성능과 비용의 상관관계에 의해서 규명하기 때문이다. 가치공학 활동은 기능평가, 목표설정, 효과확인의 과정에서 정성적인 접근보다는 구체적인 수치로 정량적인 분석이 특징이다. 기능과 비용의 상관관계는 Table 1과 같다.

$$V = F/C$$

V (Value)는 사용가치, F (Function)는 수행하여야 하는 필요 기능, C (Cost)는 목적물 또는 프로젝트의 생애주기비용(L.C.C)를 의미한다.

Table 1. The Correlation Between Cost and Function (Cho, 2016)

Division	
$\begin{matrix} F \rightarrow \\ C \downarrow \end{matrix}$	Save Money Type
$\begin{matrix} F \uparrow \\ C \rightarrow \end{matrix}$	Performance Improvements Type
$\begin{matrix} F \uparrow \\ C \downarrow \end{matrix}$	Value Innovation Type
$\begin{matrix} F \uparrow \\ C \uparrow \end{matrix}$	Performance Emphatic Type

Fig. 1은 VE의 수행시기와 효과에 대하여 나타내고 있다. VE는 프로젝트의 사업 기획·설계단계의 설계VE와 공사·시공단계의 시공VE로 구분할 수 있다. 설계VE와 시공VE는 같은 목표를 가지고 비슷한 추진과정을 거치면서 진행된다. 이렇게 설계프로세스 상에서 프로젝트 기획 시 즉, 기본설계 단계에서 수행하는 것이 VE의 효과를 최대화 할 수 있다.

Fig. 1. VE Working Time and Effect (KVEI, 2018)

3. 소방분야의 가치공학 제안현황에 대한 조사 및 분석

조사기간 6년(2012년~2017년) 간의 국토교통부 건설사업정보화포털시스템의 설계VE마당(MOLIT, 2018)에 등록된 VE 자료를 대상으로 이루어졌다.

국토교통부의 소속기관(3개), 산하기관(7개), 공공발주기관(157개) 총 167개 기관을 대상으로 VE 수행 현황을 조사하였다.

3.1 제안현황

Table 2는 VE 제안현황을 조사한 결과이다. 국토교통부 산하기관의 총 제안수가 30,887건으로 가장 많은 것으로 조사되었다. 그 다음으로 공공발주기관이 23,221건, 국토교

통부 소속기관이 1,535건으로 조사되었다.

프로젝트별 평균제안수의 경우 국토교통부 소속기관이 105건의 프로젝트에서 평균 14.62건의 제안이 되었으며, 국토교통부 산하기관은 1,193건의 프로젝트에서 평균 25.89건, 공공발주기관은 811건의 프로젝트에서 평균 28.63건으로 공공발주기관의 평균제안수가 가장 높게 나타난 것으로 조사되었다.

Table 3은 조사대상 기관의 전체 프로젝트의 총 제안수와 소방공사분야의 제안수를 비교한 결과이다. 2,109개 프로젝트에서 전체 제안수 55,643건 중 144건의 소방공사 분야 제안으로 0.26%의 비율로 확인되었다.

국토교통부 소속기관은 소방공사 분야에 대한 제안실적이 전무한 비율 0%로 나타났으며, 국토교통부 산하기관은 1,193개의 프로젝트에서 제안수 30,887건 중 소방공사분야의 제안은 45건으로 비율 0.15%로 나타났다. 또한 공공발주기관은 811개의 프로젝트에서 제안수 23,221건 중 소방공사분야의 제안은 99건으로 비율 0.43%로 조사되었다.

각 기관의 소방공사분야 제안수 평균 비율이 0.26%로 매우 저조하게 나타난 것은 프로젝트에 대한 VE 수행단계에서 소방공사분야에 전문 소방기술자의 투입 여부에 따른 영향이 나타난 결과라고 해석된다.

3.2 제안현황 분석

Table 3과 같이 조사대상 167개 기관 중 128개 기관은 소방공사 분야의 VE 제안 활동이 전무하여 국토교통부 산하기관, 공공발주기관 총 39개 기관에 대한 VE 수행에 따른 제안사례를 분석대상으로 선정하였다.

3.2.1 가치공학 수행시기

조사대상 총 39개 기관의 자료를 VE 수행 시기를 계획설계, 기본설계, 실시설계, 시공단계로 세분화해서 소방공사 분야 제안 현황을 조사하였다.

Table 4는 설계·시공단계별 소방공사 분야 제안 현황이다. 설계(계획, 기본, 실시)단계에서 99.3%의 월등히 높은 제안 빈도를 확인할 수 있었다. 이는 소방공사 분야의 VE 수행 및 제안이 시공단계에서는 나타나기 어려운 프로세스의 구조를 가지고 있음을 알 수 있다. 대상기간의 제안현황을 보면 2012년부터 2017년까지 소방분야의 제안건수는 지속적으로 증가하고 있는 것으로 확인할 수 있다. 제안건수가 기본설계와 실시설계단계에서 계획설계와 시공단계보다 많은 것을 알 수 있었다.

Table 2. VE Proposal Status

Category	Belonging Agency	Group Agency	Public Ordering Organization	Total
Number of Projects	105	1,193	811	2,109
Total Number of Suggestions	1,535	30,887	23,221	55,643
Average Number of Suggestions	14.62	25.89	28.63	26.38

Table 3. VE Perform Status of Proposal Ratio of Firefighting Corporation

Category	Belonging Agency	Group Agency	Public Ordering Organization	Total
Number of Organizations	3	7	157	167
Number of Fire-fighting Suggestions Organizations	0	3	36	39
Number of Project	105	1,193	811	2,109
Number of Suggestions	1,535	30,887	23,221	55,643
Number of Suggestions about Fire-fighting	0	45	99	144
Rate	0%	0.15%	0.43%	0.26%

Table 4. Proposal Status of Fire-fighting Construction by Design and Construction Phase (Unit: Case)

Category	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Sum	Rate
Plan Design				4			4	99.3%
Basic Design	2	3	6	4	12	16	43	
Detailed Design	11	10	18	11	37	9	96	
Construction Phase	1						1	0.7%
Total	14	13	24	19	49	25	144	

연도별 소방공사 분야의 제안현황은 실시단계에서 가장 많은 96건의 제안이 발생된 것을 확인할 수 있었고 또한 시공단계에서의 제안건수는 단 1건으로, 2012년도에 나타난 이후 실적은 없는 것으로 조사되었다. 실시단계에서 제안건수가 많은 것은 설계에 반영 요소들이 추가되어 건축물의 구조, 구획, 면적, 용도, 재료가 구체화됨으로서 소방시설물의 적용대상기준이 명확한 단계이므로 제안사항이 크게 나타난 것으로 파악된다. 시공단계에서의 제안 빈도가 매우 낮게 나타난 것은 VE 시행에 따른 시공사의 계약금액 축소, 인센티브 불확실, 설계변경 업무의 부담, 변경에 따른 위험감수, 소방감리 및 소방 허가권자인 소방 공무원과 조직적으로 수행 할 수 있는 프로세스의 부재 등이 반영되어 나타난 현상이라고 볼 수 있다.

3.2.2 가치공학 수행유형

VE의 수행시기에 따른 수행유형별 VE의 적용상 문제점을 분석하기 위해 조사대상을 수행유형에 따라 자체, 외주, 설계감리, 부분외주로 세분화하여 현황을 조사하였다.

Table 5는 VE 수행유형 · VE 단계별 제안현황을 나타내고 있다. VE 수행유형을 분석한 결과 자체 VE 수행에서 나타난 제안수의 비율은 59.7%, 외주 VE 수행 시 37.5%, 설계감리가 2.1%, 부분외주가 0.7%를 차지하는 것으로 나타났다. 또한 자체 VE 수행 시 제안건이 기본설계 30건, 실시설계가 51건으로 확인되었다. VE의 자체수행 비율이 높게 나타난 것은 외주, 설계감리 또는 부분외주 등의 유형에서는 비용이 발생되므로 비용절감을 위한 것과 기관 내 VE 조직이 구성되어 VE 활동이 활발하게 이루어지는 것을 알 수 있다.

Table 6은 VE 평균 제안 생산 현황을 나타내고 있다. VE 수행유형의 제안수와 프로젝트수에 대한 평균 제안건을

분석한 결과 1.3개의 평균 제안이 확인되었다. 이는 Table 2의 VE 수행 제안 현황에서 기관 전체 프로젝트별 평균 제안수 26.38개의 0.5%에 해당하는 것으로 나타났다. 1건의 프로젝트에 자체 수행 시 평균 제안건은 1.28개로 나타났으며, 외주 수행 시 1.35개의 제안이 이루어진 것을 확인 하였다.

3.2.3 가치공학 팀조직 구성

평균제안 생산현황을 분석한 결과 외주 수행이 자체 수행 시 보다 평균 제안수가 높게 나타났다. VE 수행 시 절차는 동일하지만 팀조직 구성원의 영향이 크다고 볼 수 있다.

어떤 전문가가 팀에 참여할 것인가에 대한 결정은 프로젝트의 성격에 달려있다. 주어진 프로젝트의 특정분야에 대한 개인적 업무경험과 기술적 배경은 대단히 중요함을 알 수 있다.

본 연구 조사에서 팀조직의 구성에 대한 제안활동 현황이 어떠한 영향을 받는지를 분석하기 위해 VE 수행 시 팀조직에 소방기술인이 구성원에 참여여부를 조사하기 위하여 프로젝트 VE 수행 참여건을 분석하였다.

전문 소방기술인의 VE 수행 시 팀조직 구성원으로 참여한 비율을 분석한 결과 Table 7과 같이 나타났다. 전체 참여율이 26.1%로의 참여 빈도는 매우 낮은 참여율로 분석되었다. 외주 수행 시는 60%로 높게 나타났으며, 설계감리가 33.3%로 나타났다. 자체 수행 시 소방기술인의 참여 비율은 4.5%에 불과하였다. Table 6의 평균제안 생산현황에서 소방분야의 평균 제안건이 1.3%로 나타난 것은 VE 팀조직 구성원이 제안에 영향을 주는 것으로 분석된다.

이는 프로젝트의 신뢰성 측면에서 소방분야의 충분한 검토가 부족하게 만드는 원인이 되고 있다고 분석된다. 또한 프로젝트에서 소방공사가 차지하는 금액 비율이 낮고, 사회 전반에서 요구하는 건축물의 화재안전성 확보와 인명 피해방지를 위한 의식이 반영되지 못한 측면이 있다고 분석되며,

Table 5. VE Type of Action · VE Proposal Status by Stage (Unit: Case)

Category	itself	Outsourcing	Design Supervision	Partial Outsourcing	Sum	Rate
Plan Design	4				4	2.8%
Basic Design	30	11	1	1	43	29.9%
Detailed Design	51	43	2		96	66.7%
Construction Phase	1				1	0.7%
Total	86	54	3	1	144	100%
Rate(%)	59.7	37.5	2.1	0.7	100	

Table 6. Average Proposal Production Status

Category	Itself	Outsourcing	Design Supervision	Partial Outsourcing	Total
Number of projects	67	40	3	1	111
Total number of suggestions	86	54	3	1	144
Average number of suggestions	1.28	1.35	1	1	1.30

Table 7. Professional Fire Engineer VE Team Organization Participation

Category	Itself	Outsourcing	Design Supervision	Partial Outsourcing	Total
Number of Projects	67	40	3	1	111
Number of Participation	3	24	1	1	29
Participation Rate (%)	4.5	60.0	33.3	100	26.1

소방분야의 전문 기술인이 VE 수행 시 참여할 수 있는 제도적 개선이 필요하다.

3.2.4 실제현장

설계단계에서 전문 소방기술자가 VE에 참여하여 설계단계에서 검토된 소방시설의 각 분야와 연관된 사항들이 시공단계의 VE 수행으로 연계되어지는 실제현장에서 적용현황을 확인하기 위해 Table 8과 같이 소방시설을 스프링클러, 연결송수관, 옥내소화전, 제연설비, 소화수조, 내진, 자동화재탐지 등 17가지 세분하여 VE 수행 유형별 제안현황을 조사하였다.

Table 8과 같이 VE 수행유형에 대한 소방공사 시설의 제안을 분석한 결과 스프링클러설비와 전기배관배선의 제안건이 가장 높은 16.0%의 비율을 나타냈으며, 비상전원이 13.2%, 가압장치의 제안이 12.5%, 자동화재탐지가 9.0%의 비중을 차지하는 것으로 분석되었다. 이는 소방공사 분야는 설계 및 시공단계에서 VE를 수행할 때 스프링클러설비,

전기배관배선 시설에서 제안이 집중적으로 검토되고 있음을 알 수 있다.

3.2.5 고비용 분야

VE 수행절차 중 준비단계에서 중요한 VE 대상선정 과정의 비용모델(Cost model)기법을 이용하여 실제 건설현장의 소방공사 수행 시 VE 적용이 집중할 수 있는 요소를 찾기 위해 비용모델 중 고비용 분야 선정기법으로 조사한 제안을 재분류 하였다. 고비용 분야를 분류하여 내용을 정리하면 Table 9와 같다.

소방공사 분야에서 고비용 분야와 제안건의 분포 비율을 분석한 결과 옥내소화전 및 스프링클러에서 공사비 비율이 가장 높은 41.1%로 나타났다. 또한 자동화재탐지가 14.5%, 전기배관배선이 12.8%, 내진이 7.8%, 비상전원이 6.9%, 제연설비가 5.5% 순으로 고비용 분야로 분석되었다.

제안율은 옥내소화전 및 스프링클러에서 20.1%의 빈도로 나타났다. VE 수행 시 집중적으로 접근해야 하는 대상선

Table 8. Firefighting Facilities and VE Proposal Status by Performance Type (Unit: Case)

Category	Itself	Outsourcing	Design Supervision	Partial Outsourcing	Total	Rate (%)
Sprinkler	18	5			23	16.0
Connecting Water Pipe	2	5	1		8	5.6
Indoor Fire Hydrant	4	2			6	4.2
Outdoor Fire Hydrant	2	1			3	2.1
Ventilation Equipment	5	1			6	4.2
Digestion Tank	7	3			10	6.9
Clean Fire Extinguishing Agent	1	1			2	1.4
Pressurizing Device	10	8			18	12.5
Earthquake	1	1			2	1.4
Temporary Fire Fighting	5				5	3.5
Fire Extinguisher	2	1			3	2.1
Etc(heating cable)	1				1	0.7
Automatic Fire Detection	7	6			13	9.0
Electric Piping Wiring	8	13	1	1	23	16.0
Emergency Power Source	11	7	1		19	13.2
Emergency Outlet	1				1	0.7
Emergency Light	1				1	0.7
Total	86	54	3	31	144	100.0

Table 9. Firefighting High Cost Sector and Suggested Ratio (Unit: Case)

Category	Cost Rate (%)	Number of Suggestions	Suggestions Rate (%)	Suggestions Rate - Cost Rate
Indoor Fire Hydrant and Sprinkler	41.1	29	20.1	- 21.0
Connecting Water Pipe	4.1	8	5.6	1.5
Outdoor Fire Hydrant	0.5	3	2.1	1.6
Ventilation Equipment	5.5	6	4.2	- 1.3
Digestion Tank	3.1	10	6.9	3.8
Clean Fire Extinguishing Agent	0.2	2	1.4	1.2
Pressurizing Device	1.6	18	12.5	10.9
Earthquake	7.8	2	1.4	- 6.4
Temporary Fire Fighting	0.8	5	3.5	2.7
Fire Extinguisher	0.5	3	2.1	1.6
Etc(heating cable)	0.6	1	0.7	0.1
Automatic Fire Detection	14.5	13	9.0	- 5.5
Electric Piping Wiring	12.8	23	16.0	3.2
Emergency Outlet	6.9	21	14.6	7.7
Total	100	144	100	

정에 개선이 필요한 부분이며, 이를 제안율-비용율로 나타내고 있다. 제안율-비용율의 결과를 보면 옥내소화전 및 스프링클러가 -21.0%, 내진이 -6.4%, 자동화재탐지가 -5.5%로 확인되었다. 이는 해당 소방공사가 고비용 분야이면서도 제안의 빈도가 낮은 것을 나타내고 있으며, 주어진 기능에 투입되는 현재비용(C)이 기능비용(F)보다 많은, 결국 가치향상의 가능성이 큰 대상으로서 개선의 노력이 집중될 수 있다고 분석되었다. 또한 내진의 경우 상대적으로 높은 7.8%의 고비용 분야이지만 지금까지 제안의 빈도는 적은 것으로 분석되었다 이는 향후 내진설비에 대한 VE대상 선정으로 가치향상이 가능한 분야로 예상된다.

4. 가치공학의 제안사례와 분석

Table 10은 H사의 VE를 통한 소방공사 분야의 제안사례에 대한 분석 결과이다. 조사한 2005년부터 2017까지의 제안채택으로 인한 소방공사의 절감금액을 나타내고 있다. 특히 소방공사중 고비용분야의 공종에서 제안절감효과가 크게 나타났다. 그 중 세대 스프링클러배관 재질변경이 5,282로 가장 높게 나타났으며, 스프링클러배관 수리계산방식 적용제안이 4,500, 비상승강장 급기 가압 제연 시스템 적용제안이 4,400, 소방 입상관 조닝변경이 2,248 순으로 절감효과가 크게 나타났다.

4.1 제안사례

4.1.1 세대 스프링클러배관 재질변경

단위세대의 스프링클러배관에서 배관의 재질을 일반적인 백강관, 동관을 사용하지 않고 CPVC PIPE를 적용하여 작업 소요시간을 단축할 수 있는 배관재료 및 이음방식으로 변경한 제안이다.

이 제안사례는 현장에서 스프링클러배관설비의 용접 및 나사 이음 부위의 누수하자로 인한 건축 마감재의 2차 피해를 감소시킬 수 있다. 기존 금속 재질 표면의 결로현상을 줄일 수 있으며, 결로 발생 방지를 위한 보온재의 삭제로 원가절감의 효과가 있는 제안사례이다. CPVC 재료의 경량성은 작업 효율을 향상시키는 효과가 있다. 동관과 동일한 유량계수(150)를 가지므로 배관내의 마찰손실을 감소하여 배관의 기능을 향상시킬 수 있다. 가장 큰 효과는 공기단축이고 누수하자 감소, 배관의 기능향상 및 원가절감 등의 효과를 기대할 수 있는 제안이다.

이 제안은 가치혁신형(혁신형)으로 스프링클러배관의 기능을 향상시키고 작업효율성과 공사기간 단축, 비용절감으로 즉, 가치혁신형 형태를 가지고 있다. 이러한 제안은 공동주택, 복합건축물 등에 설치되는 스프링클러배관설비에 적용할 수 있다.

4.1.2 스프링클러배관 수리계산방식 적용

세대 스프링클러배관의 일반적인 규약배관 설계방식을 수리계산 방식으로 가지배관의 가닥수와 배관구경을 변경하는 제안이다.

Table 10. Suggested Case of Firefighting Reduction Amount

Proposal name	Proposed Year	Amount Saved (one million won)	High cost Field
Change Connection Method of Outdoor Water Hydrant Fire Hydrant	2005	90	
Changed the Specifications of Apartment Ventilation Fan	2005	50	
Apply Fire-fighting T-machined Piping	2005	1,441	○
Change of Sprinkler Piping Material	2006	5,282	○
Changed Fire Injection Correlation Zoning	2007	2,248	○
Changing the Water Detection Device	2007	652	○
Change of Outdoor Buried Pipe Material	2008	93	
Consolidate Exhaust Air Duct of Ventilation Equipment	2009	412	○
Application of Emergency Pressurization and Ventilation System	2011	4,400	○
Change Height of Connection Water Pipe Pressure Pump	2011	74	
Change the Sprinkler Piping Route for the Household	2012	952	○
Change of Indoor Fire Hydrant Piping Route	2013	378	○
Sprinkler Piping Side Branch Piping System	2014	40	○
Sprinkler Repair Calculation Method	2016	4,500	○
Application of Apartment House Type Detector	2017	1,500	○
Total		22,072	

기존의 규약배관방식은 공동주택 전용면적 110 m²의 경우 Fig. 2와 같이 일반적으로 16~18개의 스프링클러 헤드설계하고 2~3 가닥의 가지배관을 세대 천장 내에 시공하게 되어서 다른 설비와의 간섭이 발생하게 된다. 다수의 가지관은 시공 후 누수하자 발생의 증가 요인이 된다. 이러한 규약배관의 단점을 개선하기 위해서 Fig 3과 같이 수리계산 방식을 적용하는 제안이다. 세대내부로 인입되는 배관의 구경과 가닥수를 감소시키기 때문에 비용을 절감할 수 있다.

이 제안사례는 스프링클러배관의 수리계산을 통한 세대내 인입배관의 가닥수와 배관길이를 줄이고 천장내부 공간 확보로 시공성 향상과 비용을 절감할 수 있는 비용절감형(원가절감형) 제안이다. 이러한 제안은 공동주택의 스프링클러 설비에 적용할 수 있다.

Fig. 2. Sprinkler System to Prescriptive Piping Method

Fig. 3. Sprinkler System to Hydraulic Calculation Method

4.1.3 비상승강장 급기가압 제연 시스템 적용

승강로의 부속실에 제연구역이 구획되어 있을 때 제연을 위해 별도의 수직덕트로 부속실을 급기가압 하는 기존의 설계방식이 아닌 승강로를 이용한 급기가압방식으로 변경하는 제안이다.

이 제안사례는 Fig. 4와 같이 비상용승강기 부속실을 제연구역하기 위해 별도의 수직 덕트로 급기가압 하는 것이 기존의 설계방식이었다. Fig. 5는 승강로를 급기풍도로 이용하여 승강로와 승강장(부속실)을 동시에 제연 할 수 있도록 하는 제안이다. 기존의 방식에 비해 승강로의 부속실 사용면적이 증가된다. 승강로 수직풍도의 정압이 거의 0 mmAq에 근접하므로 팬동력 감소 및 전기용량 감소 효과가 있다. 또한 수직 덕트 삭제로 인한 공사비 절감, 공사기간단축,

준공 후 소방시설물의 유지관리비용이 뿐만 아니라 전체 LCC 측면에서도 효과가 있는 제안이다.

이 제안은 제연구역의 제연설비의 기능을 향상시키고 시공비용과 유지관리비용까지 절감할 수 있는 가치혁신형(혁신형) 제안이다. 이러한 제안은 복합건축물, 오피스, 오피스텔, 고층건축물 등의 제연설비에 적용할 수 있다.

Fig. 4. Platform Alone Smoke Control

Fig. 5. Pressurization System for Smoke Control Using the Hoistway

4.1.4 소방 입상관 조닝 변경

옥내소화전 및 스프링클러배관의 입상배관을 층별 압력 분포로 고압부와 저압부로 분류하여 입상배관의 중복을 최소화하는 제안이다.

이 제안사례는 고층건물의 소화수 공급을 위한 입상 소화 배관의 ZONE 구분을 단순히 층수로 1/2하여 저층부와 고층 부로 구분하는 설계관행이 아닌 실제 지하층을 포함하는 소방 입상관 전체의 압력분포를 확인하고, 고압부분과 저압 부분의 효과적인 배관사양을 적용하여 입상관의 비용을 절감하는 제안이다. 저층부 구간의 입상배관이 높이가 감소 됨으로서 펌프양정이 축소되고 펌프에 투입되는 비용과 동력을 절약할 수 있다. 설계단계와 시공단계에서 소방시설의 입상배관 검토 방법을 고압부를 먼저 검토하고 저압부를

검토하여 설계의 과도한 부분을 찾아낼 수 있다는 것이 이 제안의 중요한 결과물이다.

이 제안은 소방 입상관의 기능을 유지하고 중복되는 배관을 축소한 비용절감형(원가절감형) 제안이다. 이러한 제안은 공동주택 및 고층건축물 등의 소화입상배관에 적용할 수 있다.

4.1.5 소방 티뿔기 배관 적용

스프링클러배관 및 옥내소화전 배관에서 이음부속을 사용하지 않고 T-뿔기 및 레듀싱을 공장에서 가공하여 현장에 반입하도록 하는 것이다. 공기단축, 하자발생을 감소, 원가 절감 등의 효과를 기대할 수 있는 제안이다. 건설현장 내부에서 실시하던 용접개소의 감소로 작업환경개선과 안전 분야에서도 효과가 있다고 조사된다.

이 제안사례의 비용과 기능의 상관관계는 비용절감형(원가절감형)이다. 이음부속의 기능을 유지하면서 비용을 절감한 제안으로 즉, 원가절감 형태를 가지고 있다.

Table 11. Screw Joint and T-machined Piping Construction Process

Screw Joint Piping	T-machined Piping
① PIPE cut	① Hanger Installation
② PIPE Threading	② PIPE Installation
③ Fittings Attach	③ Joint Welding
④ Hanger Installation	④ SP Head Attach
⑤ PIPE Installation	⑤ Water Pressure Test
⑥ Welding	⑥ Pipe Paint
⑦ SP Head Attach	
⑧ Water Pressure Test	
⑨ Pipe Paint	

이 제안은 공동주택, 복합건축물, 공장 등 건축물 전반의 입상소화배관, 주차장 소화배관 등에 적용할 수 있다. Table 11은 스프링클러배관의 나사이음배관과 T-가공배관 시공 과정을 나타내고 있다.

4.1.6 제연설비 유입공기 배출덕트 통합

하나의 층에 여러 개의 제연구역이 구획되어 있을 때 각각에 대한 유입공기배출 풍도를 관행적으로 설계하는 것을 하나의 유입공기배출풍도로 변경하는 제안이다.

이 제안사례는 Fig. 6과 같이 특별피난 계단실 및 부속실에 제연구역을 설치하고, 제연구역에서 옥내로 유입되는 공기를 적절한 차압을 확보하기 위해 유입된 공기량만큼 옥외로 배출시키는 통도를 구획마다 설치하는 것이 설계관행이었다.

Fig. 7은 제연구역과 근접한 위치에 하나의 배출풍도로 설치하여 공사기간 단축 및 시공비용을 절감하는 제안이다. 건축물 준공 후 소방시설물의 유지관리뿐만 아니라 전체 LCC측면에서도 효과가 있다.

Fig. 6. Emission Duct of Incoming Air (Before)

Fig. 7. Emission Duct of Incoming Air (After)

이 제안은 제연설비의 유입공기배출의 기능을 유지하면서 시공비용과 유지관리비용까지 절감할 수 있는 비용절감형(원가절감형) 제안이다. 이러한 제안은 복합건축물, 오피스, 오피스텔, 고층건축물 등의 제연설비에 적용할 수 있다.

4.1.7 옥내소화전 배관 루트 변경

하나의 층에 다수의 옥내소화전설비가 다른 층과 동일하게 위치한 경우 층별 수평배관을 옥내소화전 위치별 수직배관을 설치하여 수평배관을 축소시키는 제안이다.

이 제안사례는 Figs. 8, 9와 같이 건축물에 각 층별로 설치되는 옥내소화전이 2개소 이상 배치할 경우, 해당 층의 옥내소화전간의 수평 연결배관이 과다하게 투입되는 것이 기존의 설계방식이었다. Fig. 10은 옥내소화전과 근접한 곳에 소화 입상관을 설치하여 수평배관의 불필요한 투입을 제거하고, 복도 천장내부의 공간 확보를 통하여 시공성 향상과 물량감소로 인한 공사비 절감 및 공기단축 등의 효과가 있는 제안이다.

이 제안은 옥내소화전의 수평 연결배관을 발상의 전환을 통해 수직 연결배관으로 변경함으로써 시공성 향상, 유지관리 용이성 증대, 비용절감 등을 할 수 있는 비용절감형(원가절감형) 제안이다.

이러한 제안은 공동주택의 스프링클러설비에 적용할 수 있다.

Fig. 8. Indoor Fire Hydrant Piping Floor Plan

Fig. 9. Before Change of Indoor Fire Hydrant Pipe Route

Fig. 10. After Change of Indoor Fire Hydrant Pipe Route

4.2 제안사례 분석 결과

소방공사 분야의 제안사례 조사한 결과 현행 VE의 문제점

은 VE 수행에 전문 소방기술자의 참여율이 낮은 것과 제도적 문제, 시공VE 단계에서의 제안활동 부족과 프로세스 결여 등으로 나타났으며 문제점에 대한 세부적인 사항은 다음과 같다.

4.2.1 전문 소방기술자

VE 수행유형 중 자체, 외주, 설계감리자 등의 항목에서 전문 소방기술자의 참여가 각각 4.5%, 60%, 33.3%로 평균 26.1%만이 참여한 조사 결과는 소방공사 분야의 VE활동에 제약이 있는 것으로 분석된다. VE 수행 시 전문 소방기술자가 의무적으로 참여할 수 있도록 제도적 보완과 개선이 가장 시급한 현안으로 판단된다.

4.2.2 프로세스

시공단계에서의 소방분야의 제안건이 조사대상 기간(2012년~2017년) 동안 1건으로 작게 나타난 것은 VE 시행에 따른 시공사의 계약금액 축소, 인센티브 불확실, 사업승인도면의 설계변경 업무의 부담, 변경에 따른 위험 감수 등이 문제로 지적된다. 따라서 소방감리자, 허가권자인 소방 공무원, 발주자, 시공자가 공동으로 참여할 수 있는 프로세스와 제도의 결여로 판단된다.

4.2.3 고비용 분야

소방공사 분야에서 고비용 분야와 제안건의 분포 비율을 분석한 결과 옥내소화전 및 스프링클러에서 공사비 비율이 가장 높은 41.1%로 나타났다. 또한 자동화재탐지가 14.5%, 전기배관배선이 12.8%, 내진이 7.8%, 비상전원이 6.9%, 제연 설비가 5.5% 순으로 고비용 분야로 주어진 기능에 투입되는 현재비용(C)이 기능비용(F)보다 많은 가치향상의 가능성이 큰 대상으로 분석된다. 이는 VE 수행 시 집중적으로 접근해야 하는 대상이라고 판단된다.

5. 결 론

본 연구에서는 국내의 건설공사 프로젝트에서 소방공사 분야에 가치공학을 효과적으로 적용하기 위해 국토교통부 건설사업정보화포털시스템의 제안현황과 H사의 제안사례를 대상으로 연구를 진행한 결과 현재까지의 VE 수행은 고비용 분야인 건축, 토목, 기계, 전기분야에서 원가절감에 치우친 VE가 일반화된 것을 확인하였다.

이에 발주자와 설계자, 소방공무원, 시공자등이 건축물의 화재안전성 확보와 인명 피해 방지를 위해 VE를 소방공사 분야에 적극적으로 적용할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

첫째, VE 수행에 전문 소방기술자의 낮은 참여율은 소방공사 분야의 가치공학 활동에 제약이 있는 것으로 분석된다. VE 수행 시 전문 소방기술자가 의무적으로 참여할 수 있도록 제도개선이 필요하다.

둘째, 시공단계에서 소방공사분야의 제안건이 저조한 것은 VE 시행에 따른 시공사의 계약금액 축소, 인센티브 불확실, 사업승인도면의 설계변경 업무의 부담, 변경에 따른 위험 감수 등이 문제로 지적된다. 따라서 시공VE가 활성화 될 수 있는 프로세스와 제도 확보가 필요하다.

셋째, 소방공사설비 중 투입되는 현재비용이 기능비용보다 많은 고비용 분야에 가치향상을 집중해야 하는 대상이라고 판단된다.

넷째, 프로젝트에 참여하는 구성원의 가치공학 교육을 반드시 실시하여 기능의 분석과 아이디어 창출에 보다 적극적으로 참여할 수 있는 인력을 양성하여야 하며, 소방공사와 관련된 종사자의 가치공학 교육을 확대 실시해야 한다.

References

- Cho, Y.C. (2016). *A study on improving for efficient construction VE*. Master's thesis, Chonnam National University.
- Choi, Y.K. (2010). *A study on the method of VE application in construction site based on the case analysis*. Master's thesis, Wonkwang University.
- KVEI (Korea Value Engineering Institute). (2018). *VE working time and effect*. Retrieved from https://www.kvei.or.kr/sub02_1
- MOLIT (Ministry of Land, Infrastructure and Transport). (2013). *VE task manual*.
- MOLIT. (2018) *CALS portal system, VE garden*. Retrieved from <https://www.calspia.go.kr/>

Received	September 12, 2018
Revised	September 13, 2018
Accepted	October 11, 2018