신소재의 소방용설비 활용 조사연구보고서 개요

1. 취지 · 배경

소방용설비를 구성하는 주요부의 재질에 대해서는 그 성능, 품질의 확보를 위해 소방법령에 기술상의 기준이 정해져 있다. 이 가운데 특히 기계적 강도, 내열성, 내식성을 요하는 부분에 대해서는 원칙적으로 강재 등의 금속재료를 사용하게 되어 있으나, 근래 신소재관련 연구개발의 진전으로 소방용설비 등의 재료 분야에서도 폴리부틴 등 합성수지, 유리섬유강화플라스틱 등 복합재료 등 신소재의 원활한 도입이 요구되고 있다.

이러한 상황에 입각하여 신기술의 원활한 도입, 설치 · 유지비용의 제언을 돕고자 사용이 예상되는 부분을 가정한 물성시험, 실대규모 공간에서의 연소실험을 실시, 신소재를 소방용설비의 재료로 사용할 경우의 조건에 대해 연구를 실시한 것이다.

2. 신소재의 사용관련 자료분석

신소재의 사용과 관련한 관계데이터로 ①일반적인 신소재의 종류, 성상 등 ②일반적으로 실시되는 물성시험 등의 방법 ③소방용설비 분야에서 실시되고 있는 시험방법 등 ④소방용설비에 대한 신소재 사용과 관련한 과거 연구사례에 대해 조사 · 분석하였다. 이 결과, 물리화학적 성질(조성, 융점, 비점 등)이나 기계적 강도(인장강도 등)에 비해 열적 특성(내열성, 연소성, 가열시의 기계적 강도의 변화 등), 특히 화재를 가정한 강열을 동반하는 것과 관련한 데이터, 시험방법 등은 일반적으로 적다는 것이 판명되었다.

3. 수계 소화설비에 사용하는 합성 수지관 등에 관한 물성 시험

가. 물성시험의 개요

(1) 신소재의 도입에 관한 앙케이트조사 결과 니즈가 높은 수계 소화설비의 배관에 대한 합성수지관의 사용에 대해 그 조건의 구체화에 기여함을 목적으로 물성 시험을 실시하였다.

(2) 물성시험에 사용할 합성수지관은 급배수용 배관 등 다른 분야에서 일반적으로 사용되고 있는 것을 선택하였다(염화비닐계 2종류, 폴리부틴계 1종류, 폴리에틸렌계 4종류, FRP계 1종류 합계 8종류).

(3) 물성시험의 항목 및 방법은 성능평정과 미국의 UL규격의 내용을 기초로 하였다. 구체적으

로는 내압시험, 누설시험, 파괴시험, 수격압시험, 장기정수압시험, 반복온도시험, 만곡시험, 물흘림시험, 내압충격성시험, 인장강도시험 및 등가관장시험의 11항목을 실시하였다.

나. 결과 · 고찰

(1) 시험 실시상황, 각 시료의 시험결과는 전반적으로 양호하였다.

(2) 물성시험의 방법에 대해 실시상의 불일치나 가정 외의 문제점 몇 가지가 발생하여 그 개선책을 정리하였다.

(3) 이번에 사용한 합성수지관에 대해서 일련의 물성시험 결과로부터 재질(염화비닐계, 폴리부틴계, 폴리에틸렌계, FRP계), 구조(접착공법, 메카니칼접속, 유리테잎접합)에 의한 특성을 고찰하였다.

또한, 이전부터 사용되고 있는 강관과 특성이 다른 것, 일부 시험항목에 대해 부적합한 사항이 있어서 수계 소화설비의 배관으로 사용하는 경우의 유의점을 정리하였다.

4. 수계 소화설비에 사용하는 합성 수지관 등에 관한 연소실험

가. 연소실험의 개요

(1) 신소재의 도입에 관한 앙케이트, 관계데이터의 조사 · 분석결과를 바탕으로 물성시험에 사용한 합성수지관 외에 동일한 앙케이트에서 니즈가 높았던 합성수지로 만든 소화전함에 대해 화재시의 내열성과 연소성 확인을 목적으로 실대규모 연소실험을 실시하였다.

(2) 연소실험에 사용하는 시료는 다음과 같이 선택하였다.

— 수계소화설비의 배관 : 물성시험에 사용한 합성수지관 등(염화비닐계 2종류, 폴리부틴계 1종류, 폴리에틸렌계 3종류, FRP계 1종류 도합 7종류)

— 옥내소화전함 : 다른 분야에서 일반적으로 사용되고 있는 시판 합성수지 및 이를 기초로 한 복합재료(난연아크릴판, 섬유강화폴리에스테르판, 경질염화비닐판, 섬유강화페놀판)

(3) 연소실험의 항목은 ①가스버너를 이용한 가열실험, ②목재크립을 이용한 소화실험으로 하였다.

— 가스버너를 이용한 가열실험 : 가스버너를 이용한 확대화재모형($Q^0 = \alpha t^2$, 최대발열량 3MW)에 의해 실험장의 각 부분과 실험시료가 어떠한 영향을 받는지 확인하는 것을 목적으로 온도, 방사열, 실험시료의 변형 · 파괴의 유무, 비교용 스프링클러 헤드의 작동상황 등을 확인하였다.

— 목재크립을 이용한(소방용 설비 분야에서) 표준적인 소화모형을 연소시켜 보아 합성수지관을 사용한 스프링클러설비로 실제로 소화할 수 있는지 확인함을 목적으로 온도, 방사열, 실험시료의 변화 · 파괴 등의 유무, 스프링클러설비의 작동상황 등을 확인하였다.

나. 결과 · 고찰

(1) 시험 실시상황, 측정데이터(온도, 방사열 등)는 전반적으로 양호하였다.

(2) 화재시 시료의 열적 영향에 관한 일반적 사항에 대해 전열공학적 관점에서 고찰하여 이번 연소실험의 제조건(화원의 종류, 화원으로부터의

거리, 화원에서의 차폐조건 등)과의 관계를 정리하였다.

(3) 시료의 수열량에 직접 영향을 미치는 실험장 각 부분의 온도상승에 대해 관련 인자별로 정리·분석하였다.

(4) 이번에 사용한 합성수지관 및 소화전함에 대해 일련의 연소실험 결과에서 개별 시료에 의존하지 않는 공통적인 경향, 재질, 구조 등에 따른 특성을 고찰하였다.

또한, 이전부터 사용하고 있는 강관과 특성이 다른 것, 일부 시험항목에 대해 부적합한 사항이 있어서 소방용설비로 이용할 경우의 유의점을 정리하였다.

(5) 화재시의 표준적인 설계치에 대해 다음과 같은 설정방법을 제안하였다.

— 설정화원 : 건설성종합기술개발프로젝트를 기초로 한 확대화재모형($Q^0 = \alpha t^2$ 등)

— 화재시의 해당부위에 대한 열 입력 : ①열기류 온도 → 이층존모델, Alpert의 식, ②방사에너지 → Stefan-Boltzmann의 식, ③차폐물의 영향 → 열 전달에 관한 관계식 등

5. 신소재의 활용

가. 재질규정의 취지와 소방용설비의 부분별로 ①요구되는 성능항목·수준을 설정하고 ②해당 성능항목별 시험방법을 선정하여 ③신소재를 소방용 설비에 사용할 경우의 조건을 기술기준상에 명확하게 함으로써 방화안전성을 확보하면서 신소재의 소방용 설비에 대한 원활한 도입이 가능해진다는 기본적인 생각을 정리하였다.

또한, ①소방용설비 전반에 공통된 성능항목·수준, 요구성능의 확인방법에 대해 정리함과 아울러 ②특히 수계소화설비의 배관에 대해 구체화하였다.

나. 재질규정이 있는 소방용설비의 부분에 대해 신소재의 원활한 도입을 도모하기 위해서는 소방법령의 기술기준에 앞 가.의 기법을 자리잡을 필요가 있어 도입 방침을 다음과 같이 정리하였다.

(1) 현행기준에 대해서는 관계자에게 장점이 되는 면도 있으므로 「구체적인 예시사양」으로서 선택가능한 메뉴의 하나로 그대로 둔다.

(2) 새로이 추가될 성능에 맞춘 설계조건에 대해서도 전 가.의 기법을 직접적으로 적용한 「상세설계기법」외에 (일정 안전율을 가미한 뒤에 간략화를 도모한) 「간이설계기법」을 메뉴로 준비한다.

(3) 신소재를 사용한 소방용설비의 부분 가운데 ①소요 성능을 가진 것이 확인된 것으로서 ②해당 데이터가 명백하게 되어 있으면서 ③범용성이 높은 것에 대해서는 가이드라인식으로 예시사양으로서 공표하는 것도 필요하다.

6. 향후 과제

본 위원회의 연구로 소방용설비에 대한 신소재 활용에 관한 기본적인 생각과 수계소화설비의 배관에 대한 신소재의 사용조건은 정리할 수 있었으나, ①경년 열화에 대한 내구성의 확인방법, ②열적 입력의 표준치 설정 등의 과제가 남아있다.

앞으로 소방용설비에 대한 신소재의 사용조건을 구체화함에 있어서는 이들 과제에 대해 다시 검토를 진행해야 한다.

— FPESC(1999.12)

— 발췌: 교육부 과장 반경희