

건축물에 설치되는 소방용 배관의 내진장치에 관한 연구

임건태*, 임상호**
(주)세종이십일*, 공주대학교**

A Study on Seismic Protection Equipment for Fire Pipes Installed on Buildings

Geon-Tae Lim*, Sang-Ho Lim**
Sejong21 Inc*, Kongju National University**

요약 본 연구는 아파트, 빌딩 등의 건축물에 설치되는 소방용 배관의 내진장치에 관한 기술로서, 소방용 배관이 좌우 유동하도록 체결볼트로 베이스패널에 고정되고, 베이스패널이 상하 완충작용을 하도록 한쌍의 소버로 건축물의 천장에 설치됨으로써, 지진이나 진동 또는 유체의 흐름에 따른 진동 등을 완화시켜 소방용 배관의 손상 및 파손을 방지함에 따라 지진으로 인한 피해를 최소화 하는 소방용 배관의 내진장치에 관한 기술분야로, 지하층의 콘크리트 내에 매설된 인서트 플레이트 또는 천정에 등간격으로 형성된 천정행거볼트에 결합되어 배관을 천정으로부터 일정간격 유지하고 배관의 수평 상태를 항상 일정하게 유지하여 배관 내의 유체 흐름으로 인해 발생하는 배관의 이완 또는 처짐을 방지하고, 배관의 파손을 효과적으로 방지할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

주제어 : 소방용 배관, 내진장치, 완충작용, 지진피해, 건축물

Abstract This study is a technology related to a seismic protection device for a fire pipe for installation in a building such as an apartment or a building. The fire pipe is fixed to the base panel by fastening bolts so as to flow left and right. The present invention relates to an earthquake-resistant apparatus for a fire-extinguishing piping, which is capable of minimizing damages caused by an earthquake in order to prevent damages and breakage of a fire-extinguishing pipe by mitigating earthquakes, vibrations, It is connected to an insert plate embedded in concrete or ceiling hanger bolts formed at regular intervals on the ceiling to keep the piping constant from the ceiling and to keep the horizontal condition of the piping always constant so that the piping relaxes or sags And to effectively prevent damage to the piping. The can get.

Key Words : Fire Piping, Seismic restraint, Cushioning, Earthquake Damage, Buildings

Received 23 November 2018, Revised 28 November 2018

Accepted 05 December 2018

Corresponding Author: Sang-Ho Lim
(Kongju National University)

Email: 35limsangho@gmail.com

ISSN: 2466-1139

© Industrial Promotion Institute. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

본 연구는 아파트, 빌딩 등의 건축물에 설치되는 소방용 배관의 내진장치에 관한 기술로서, 소방용 배관이 좌우 유동하도록 체결볼트로 베이스패널에 고정되고, 상기 베이스패널이 상하 완충작용을 하도록 한쌍의 소버로 건축물의 천장에 설치됨으로써, 지진이나 진동 또는 유체의 흐름에 따른 진동 등을 완화시켜 소방용 배관의 손상 및 파손을 방지함에 따라 지진으로 인한 피해를 최소화 하는 소방용 배관의 내진장치에 관한 기술이다[1].

전 세계적으로 20세기에 들어서면서 자연재해의 발생 빈도가 증가하고 있는 추세이다. 그 중 지진은 직접적으로 각종구조물과 시설물을 파괴시킬 뿐만 아니라 화재의 원인이 되기도 하는데 이러한 지진화재는 동시에 여러 지점에서 발생하고 많은 요인에 의해 소방능력이 떨어져 빠른 연소확대가 초래됨으로써 대형화재로 발전하기 쉽다. 또한 지진은 예측의 불확실성과 최근 들어서는 인구와 시설물의 도시집중화, 대형화됨에 따라 지진발생시 그 피해의 정도가 실로 엄청나게 가중됨으로써 지진은 아직도 인류에게 큰 두려움의 대상이 되고 있다. 이러한 이유로 소방과 각 분야 걸쳐 내진설계에 대한 관심이 집중되고 있다. 따라서 본 논문에서는 한국의 지진발생 추이를 전망한 후, 지진으로 발생한 2차 피해인 지진화재로 인한 피해를 경감시켜 국민의 생명과 재산을 보호하고자 그 목적을 두고, 20세기에 들어서 세계적으로 발생했던 지진으로 인한 피해 사례의 비교와 미국과 일본의 내진관련 기준을 검토하고 현시점에서 우리나라 소방시설의 내진설계(지진시뮬레이션)의 필요성, 적용가능성, 적용시 실효성을 분석하여 발생하는 문제점과 그에 대한 개선방안을 도출하고자 한다[2].

미국 노스리지 지진(1994)과 일본 고베지진(1995) 발생 이후 다양한 구조물 및 건축물을 설계 할 때 성능기반 내진설계 개념을 적용하고 있다. 최근 국내 소방시설물에 대해서도 내진설계기준이 제정되어 내진설계 규정에 따라 적합하게 설계되어야 한다. 성능기반 설계가 도입되면서 구조물 중요도에 따라 기능수행, 즉시복구, 인명보호, 붕괴방지 등 각각의 성능에 적합한 연발생빈도의 등재해도 스펙트럼이 요구되고 있다. 확률론적 방법을 적용하여 국내 주요 5개 도시에 대해 등재해도 스펙트럼(uniform hazard spectrum)을 분석하였다. 지진 및 지체구조 관련

된 전문가 패널은 10인이며 전문가 패널이 제시한 다수의 지진지체구조구 모델 및 다양한 지진동 감쇠식을 적용하였다. 분석대상 진동수는 (0.5, 1.0, 2.0, 5.0, 10.0) Hz 이고 또한 PGA(최대지반가속도) 결과를 이용하여 500년, 1,000년 및 2,500년 등 3개 주요 성능기준에 해당하는 재현주기에 대해 등재해도 스펙트럼을 분석하였다. 민감도 분석에 의하면 지진지체구조 구 모델 변수보다 지반진동 감쇠식 변수가 지진재해도에 보다 큰 영향을 주는 것으로 분석되었다. 일반적으로 등재해도 스펙트럼은 10 Hz 에서 최대 지진재해도를 보여 주었고, 기존 연구 및 관련 기술기준에 제시된 등재해도 스펙트럼의 수준 및 모양 특성과 대단히 유사하였다[3].

2011년 후쿠시마 원전참사나 2001년 캘리포니아 정전 사태 등은 전력관련 대형재난사고로 국가적인 막대한 손실을 가져온 발전소 안전관리의 중요성을 재조명하는 사례로 손꼽고 있다. 인간이 지구상에 살고 있는 한 전기가 없이 살 수 없는 상황에서 원자력, 석탄 및 가스 등 대용량의 위험물질을 연료로 전기를 생산하는 발전소가 안전관리의 소홀로 인한 화재폭발사고나 방사능누출, 최근 이슈가 되고 있는 지진 등 자연재해로부터 국민의 생명과 재산손실예방 및 안정적 경제성장을 위해서도 체계적인 소방안전관리의 강화노력은 절대적으로 필요하다. 따라서 본 연구에서는 국내 전력공급을 책임지고 있는 한국남부발전 등 5개 발전사 및 한수원의 소방안전관제자를 대상으로 발전소 소방안전관리 운영실태를 조사하여 분석을 수행하였으며, 그 결과, 체계적인 발전소 소방안전관리를 위해서는 소방안전경영시스템의 구축을 바탕으로 소방담당자를 위한 실효적인 업무매뉴얼 및 관리시스템의 개발과 소방안전교육의 내실화 및 지진에 대비한 내진설계의 강화를 개선방안으로 도출하였다[4].

교량 구조물과 건물 등의 내진성능을 향상시키기 위해 지진격리장치 등 다양한 내진성능향상 기법을 적용하고 있다. 지진격리장치는 구조형 지진격리장치가 주를 이루고 있지만 지진으로 인해 지진격리장치 하부의 구조물이 전단파괴로 파괴될 경우 전체 구조물의 붕괴로 이어질 수 있다. 본 연구에서는 구조형 지진격리장치의 단점을 보완한 지반형 지진격리장치의 내진성능을 평가하였다. 테프론을 이용하여 지반형 지진격리장치를 조성하고, 모형구조물을 제작하였으며, 1-G 진동대 실험을 수행하여 다양한 크기와 주파수의 정현파와 지진파에 대한 응답가

속도를 분석하였다. 구조물과 지반 사이의 기초조건은 Fixed 기초, Sliding 기초, 그리고 Rocking 기초 등으로 선정하여 적용하였다. 연구결과, 테프론형 지진격리장치와 구조물의 Sliding과 Rocking 기초의 상호작용으로 인해 강진의 입력파에서 구조물 상부로 전달되는 가속도가 저감되는 효과가 있었으며, 입력파의 응답스펙트럼은 Fixed 기초 구조물은 단주기 쪽으로 이동하고, Teflon형 지진격리장치가 있는 두 가지 기초 구조물은 장주기 쪽으로 이동했다[5].

소방시설의 내진설계기준에 의한 Cook Book 방식과 Static System Analysis 방식을 비교 해석하였다. Cook Book 방식은 배관을 동일 구간마다 나누어 해석한다. 이 방식은 배관, 물 그리고 관부속의 무게에 따라 버팀대를 설계하는 방식으로 해석하는 구간 외에는 응력해석이 불가능하다. 그러나 Static System Analysis는 배관 전체를 하나의 구조체로 보기 때문에 전체 배관에 대한 응력해석이 가능하다. 국소적으로 발생하는 치명적 응력 값에 대해서는 국부적으로 배관의 응력을 해소할 수 있는 장치의 설치를 통해 적극적으로 배관해석을 할 필요가 있다. 국내의 경우 소방시설의 내진설계기준이 Cook Book 방식만을 제시하고 있어 내진설계의 다양화에 많은 문제점을 가지고 있다. 그러므로 공학적으로 검증된 여러 종류의 Static System Analysis 방법을 통해 배관의 내진설계를 적용할 필요가 있다[6].

소방시설의 경우 지진 시 건축물의 진동 수준에 따라 2차적으로 지진하중을 받는다. 따라서 소방시설에 직접적인 피해를 입히는 수준보다 작은 지진동에 대하여 내진설계를 수행하는 것은 소방시설 설치비용이 증가하게 되어, 합리적인 수준에 대하여 내진설계를 수행할 필요가 있다. 본 연구에는 다양한 소방시설에 대한 실물 내진시험을 실시하였고, 내진설계범주에 따른 내진설계 적용필요성에 대하여 제안하였다. 실험결과 실제 지진 시 내진설계범주 A와 내진설계범주 B에 대한 건축물의 경우 현재의 소방시설로도 내구성을 가질 수 있다고 판단된다. 내진설계범주 C와 D의 경우는 건축물에 설치된 소방시설의 기능보전을 위해 내진보강 설계가 필요하다[7].

배관 재료의 물성을 고려한 공학적 내진설계방식과 소방시설의 내진설계의 기준에 따른 사양위주의 설계방식에 대하여 비교 분석하였다. 배관 재료의 물성을 고려한 내진설계 방식의 경우는 배관에서 발생하는 비틀림 응력

과 굽힘 응력의 합성 값을 통해 배관의 안전성을 분석하게 된다. 하지만 사양위주의 설계방식의 경우는 배관 재료의 안전성이 아니라 배관이 움직이는 힘을 해석하여 흔들림 방지버팀대가 견딜 수 있는지 여부를 해석하고 있다. 소화배관은 하나의 연결된 구조체로 일정구간에서 발생하는 흔들리는 힘을 통해서는 배관의 안전성을 보장 받을 수 없기 때문에 배관 재료의 응력과 변위의 안전성 분석을 통해서 가능하다. 그러므로 안전성 있는 소화 설비 배관의 내진설계를 위해서는 배관 재료의 물성과 건축 구조물의 내진성능을 고려한 해석방법을 적용할 필요가 있다[8].

본 연구에서는 건축물에 설치되는 소방용 배관의 내진장치를 실험을 통하여 분석하고, 손상 및 파손을 방지함에 따라 지진으로 인한 피해로부터 안전성 있는 내진장치에 대하여 연구하고자 한다.

2. 이론적 배경

내진구조를 위한 구조계산·구조설계를 내진설계(耐震設計)라고 한다. 건물은 어떠한 형태의 것이라도 강한 지진을 받으면 그 구조내부에 큰 응력(應力)을 받는다. 지진응력은 지반의 진동에 의해서 건물의 기초에서부터 토대(土臺)·바닥·기둥·벽·보·2층바닥 등의 경로를 거쳐서 건물 내부로 전해진다. 이러한 지진의 과과작용에 대해서 어떻게 힘을 각 구조부재(構造部材)에 분담시키는가를 연구하는 것이 내진설계의 목표이다. 그러나 내진구조라 해서 어떠한 지진에 대해서도 벽이나 바닥에 전혀 균열이 생기지 않도록 하는 것은 아니다. 그 이유는 무작정 완고한 구조는 경제성을 무시한 것이기 때문이다. 그러므로 그다지 중요하지 않은 부분에는 다소 금이 가더라도, 구조체 전체로서는 위험하지 않을 정도로 피해를 억제할 수 있도록 구조계획을 한다.

내진구조는 건물구조의 종류에 따라 그 방법이 다르다. 즉, 목조·철근콘크리트구조·철골구조·조적(組積)구조는 각기 구조체가 아주 다르므로, 그 특성에 맞는 내진설계를 한다. 예컨대 목조에서는 벽에 가새를 지르거나 보와 기둥, 또는 기둥과 토대와의 이음에는 그 부분이 지진에 의한 변형이 생길 때에 어긋나지 않도록 락쇠로 된 철물을 쓰고, 보나 토대가 모서리에서 직각으로 맞추어져

있는 부분에는 귀잡이토대를 쓰는 등 내진을 위해 고려한다. 이와 같이 3개의 부재에 의해 삼각형의 구조로 하는 것은 역학적으로 매우 유효한데, 이것은 사변형(四邊形)이 보통 마름모꼴로 변형되기 쉬운데 비해서 삼각형은 변형시킬 수 없다는 원리에 근거를 둔 것이다.

일반적인 철근콘크리트 구조는 라멘(Rahmen)구조라고 해서, 2개의 기둥과 그것들을 잇는 아래 위의 보로써 만들어진 사변형 구조이다. 라멘구조는 연직하중(鉛直荷重)에 대해서는 견고하나, 지진과 같은 큰 수평력에 대해서는 저항력이 불충분하므로 내진벽(耐震壁)이나 경사부재 등으로 보강한다. 내진벽은 수평하중의 일부를 부담할 수 있는 것으로서, 그 부담률은 벽의 모양이나 개구부(開口部)의 비율 등을 고려하여 설계한다. 이런 방법으로 수평력에 저항하는 구조를 강구조(剛構造)라고 한다.

이에 반해서 유구조(柔構造)라는 것이 있다. 이것은 20층 이상의 초고층 건축을 가능하게 하는 구조법으로서, 주체구조부(主體構造部)를 철골로 구성해서 지진에 의한 파괴력을 각 부재가 흡수해서 흘려 버리도록 하는 구조 방법이다. 예를 들면, 추(錘)를 매단 어느 정도 긴 끈의 윗부분을 수평방향으로 빠른 주기로 흔들어도 밑에 매달린 추는 거의 움직이지 않고, 끈의 어느 부분만 조금 흔들리는 것과 같다. 이러한 내진법(耐震法)은 모두 지반과의 관계에서 성립되는 것으로서, 지반 특유의 지진동(地震動)의 주기와 건물의 고유주기가 비슷할 경우에는 건물에 대해서 매우 불리하고, 초고층 건축에 있어서는 지반이 약할 경우에 매우 위험하다. 그 이유는, 연약지반에서는 주기가 늦은 파(波)가 건물에 전해지면 구조물이 공진(共振)을 일으키기 쉽기 때문이다. 이것을 앞에서의 예로 설명하면, 추를 매단 끈의 윗부분을 천천히 수평방향으로 흔들어 주면 추는 좌우로 크게 흔들리게 되는 것과 같다. 이와 같이 지반의 지진동의 특성을 충분히 조사·검토하는 것이 내진설계에서는 중요하다.

내진설계를 위한 지진의 측정에는 강진계(強震計)가 필요하다. 건축물의 내진성 검사는 주로 고유주기(固有週期)와 감쇠성(減衰性)으로 한다. 고유주기에 의한 검사는 그 장소에서 예상되는 강한 지진동의 주기와 상관계에 의하므로 쉽지가 않다. 진동감쇠성은 클수록 좋으므로 검사가 쉽게 된다. 현재로서는 일반적인 건물에서 고유주기가 짧을수록 좋다고 보고 있다. 미국에서는 $0.09 \times (\text{m단위 높이}) = (\text{m단위 폭의 제곱근})$ 초(秒)보다 짧으면 좋고,

일본에서는 $(0.07 \sim 0.09) \times (\text{건물의 층수})$ 초보다 짧으면 좋다고 보고 있다. 진동감쇠의 원인으로는 재료의 점성(粘性), 공기저항, 흙의 소성(塑性) 등이 있으나, 가장 큰 부분은 건축물의 진동에너지가 지진시에 기초로부터 땅 속으로 빠져나가는 현상이다. 땅 속으로 확산하는 현상은 지반이 무를수록 크고 건물이 강(剛)할수록 크다.

한국 건축법 시행령 제10조 1항에서는 “건축물은 자중(自重)·적재하중·적설·풍압·도압·수압·지진 기타 진동 및 충격에 대하여 안전한 구조를 가져야 한다”고 포괄적으로 규정되어 있고, 별도의 내진구조에 관한 규정은 없으므로, 적당한 내진대책을 세워야 한다.



[그림 1] 한국의 연도별 지진발생 현황(1978~2015)
 <출처: 기상청>

3. 선행연구

함재영(2018)은 용도별 비교분석에서는 복합건축물과 근린생활시설의 유지관리가 원활히 이루어지지 않는다는 것을 확인할 수 있었으며, 이를 통해 소방안전관리자의 역할과 소방시설의 자체점검제도의 활성화의 필요성을 확인하였다. 또한 소방시설을 면적별로 실태 조사한 결과 중·대규모 건축물의 점검결과와는 다른 특이점들이 확인되었다. 그 내용을 간략히 보면 수동식소화기 미 배치, 옥내소화전 및 스프링클러의 가압송수장치 불량, 배관 및 밸브불량, 제어반불량, 자동화제 탐지설비에서의 수신기 불량 등 중요 설비들의 특이 지적사항들이 다수 조사되었다. 소규모 건축물의 사용 승인 일을 소방시설별로 조사하여 소방시설 불량에 건축물 노후화와 상관관계를 분석한 바, 2,000년도 이전의 대상물에서 자동화제 탐지설비와 유도등설비의 불량률이 높게 나타나는 부분을 확인

할 수 있었으며, 그 사항을 한국소방산업협동조합과 한국 화재소방학회에서 선포한 소방용품별 권장 내용연수와 비교해 본 결과 본 논문에서 불량률로 확인한 내용과 비슷한 연구결과가 도출되어 소규모건축물의 유지관리 또한 위 권장사항에 맞는 교체주기의 계획을 수립하여야 한다는 것을 확인 할 수 있었다. 또한 공공기관과 일반대상물을 비교 검토한 결과 공공기관이 일반대상물보다 지적 사항 발생률이 적은 것을 확인 할 수 있었으며, 그 이유는 공공기관은 소규모건축물(연면적 1,000㎡이상)의 경우에도 청결기능점검과 종합정밀점검을 매년 실시하며, 또한 소방안전 관리자가 기관장으로 선임하게 되어 있어, 소방안전관리를 정기적으로 적격자가 면밀히 시행하는 방법으로 꾸준한 유지관리와 책임 관리의 상관관계의 밀접함을 비교 분석 할 수 있었다. 이러한 분석을 통해 소규모 건축물의 화재안전성 확보를 위한 방안으로, 소방시설점검의 연 2회 실시, 자체점검제도의 활성화, 소방안전 관리자의 적격심사 및 역할 강화 등을 제시하였다. 이를 통해 소규모 건축물의 소방설비의 유지관리가 효과적으로 적정하게 이루어질 수 있다면, 화재예방 및 피해확대 최소화에 기여할 수 있을 것이다.

임춘기(2016)는 소방용 CPVC배관 적용에 관한 연구로 누수의 대부분을 차지하고 있는 밸브소켓과 신축배관 접속부분에서의 누수방지 방안과 제조사별 CPVC 배관 및 이음관의 치수상이에 따른 개선 방안을 연구하였다. 먼저 밸브소켓과 신축배관 접속부분에서의 누수방지 방안을 연구하기 위하여 누수 원인으로 예측되는 접속방법의 부적합 및 과도 조임에 따른 밸브소켓 나사부 훼손 또는 파손과 신축배관에 설치되는 수밀용 고무패킹 변형에 대해 구조해석 프로그램인 미국 PTC사의 Pro/ENGINEER 5.0(Mechanica)를 이용하여 밸브소켓 체결토크 값에 따른 나사부 및 고무패킹 영향을 분석하였고, 이를 검증하기 위한 관련 실험을 통하여 누수방지 방안을 연구하였다. 또한 제조사별 CPVC배관 및 이음관의 치수상이에 따른 방안으로 국내 및 국외의 관련 규격분석과 제품 타입 간 조립실험을 통하여 개선 방안을 연구하였다. 본 연구에서는 체결토크 값에 따른 밸브소켓 나사부의 영향을 분석하기 위하여 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하여 밸브소켓의 체결토크가 10~130 N·m일 때 나사부에 걸리는 응력(Stress), 변형률(Strain), 변위(Displacement), Von mises stress 및 수밀용 고무 패킹의 압축응력을 예측하였으며,

이를 검증하기 위하여 토크미터를 이용한 체결토크별 접속 나사산 수, 밸브소켓과 고무패킹의 변형상태 및 수격 실험을 실시하여 적정한 체결토크 값과 고무패킹 압축응력 값을 연구하였다. 본 연구 결과가 소방용 CPVC배관 누수 방지를 위한 관련 규격 또는 기술기준 개정에 필요한 자료로 활용될 수 있을 기대한다.

허성욱(2019)은 가스시설 및 지상 가스배관 내진설계 기준(KGS GC203 2018)의 내진등급 이 요구하는 내진성능을 확보하는 건축물 내 천연가스 가스공급시설 지지구조물의 설계지진계수와 지진하중의 산정방안을 연구하였다. 연구한 내진설계 구조물의 범위는 가스도매사업자 가스공급시설 지지구조물 중 페데스탈(pedestal)로 한정하였다. 진단과속도에 따라 분류한 지반 별로 가스시설 및 지상 가스배관 내진설계 기준과 건축구조 기준(KBC 2016)에 의해 설계지진계수를 비교하였다. 설계지진계수를 비교한 결과 건축구조 기준에 의해 건축물 내 가스공급시설 지지구조물의 내진설계를 하면 가스시설 및 지상 가스배관 내진설계 기준에서 요구하는 내진성능을 확보할 수 없는 내진등급 및 지반이 있었다. 산출된 성능비에 따라 내진성능이 미달되는 내진등급 및 지반은 건축구조 기준의 기술기준을 적용하더라도 가스시설 및 지상 가스배관 내진설계 기준의 성능기준을 부분적으로 적용할 필요가 있다고 판단되었다. 또한 전형적인 국내 가스도매사업자 가스공급시설 지지구조물을 대상으로 비교·검토된 설계지진계수와 최대 지진하중을 적용하여 구조적 안전성을 검토한 결과 내진성능은 검증되었다.

허만성(2011)은 수계소화설비 배관계통의 지진시 피해 상태 및 내진 성능에 대한 자료를 조사 분석하여 배관계통의 부위별 내진 설계 요구조건을 연구하였다. 수계소화설비 배관계통에 요구되는 내진안전성은 건축물을 사용할 수 있는 상황에서는 기능유지 또는 다소의 손상이 있다고 하더라도 용이하게 복구가 가능한 시스템이어야 한다. 스프링클러설비는 대규모 지진 직후에 있어서도 손상되지 않고 그 기능이 유지되는 것이 요구된다. 수계소화설비 배관계통은 지진에 의한 건축물의 변위 및 배관 본체 등의 과대한 흔들림에 의해 손상을 방지하기위해 건축물의 익스펜션조인트부를 통과하는 배관, 건축물 도입부의 배관, 설비기와 배관 등의 이음부, 횡주배관, 입상배관, 기기류 등에 내진조치가 요구된다.

남준석,이영식,김영호,원성연(2010)은 건축환경의 변화

에 따라 최근 스테인리스배관을 소방배관에 사용하고자 하나 국가화재안전기준에 관련근거가 없어 사용이 어려운 것이 현실이다. 따라서 본 논문에서는 이 기준에서 사용할 수 있는 배관가운데 동관(KS D 5301)과 일반배관용 스테인리스 배관(KS D 3505)의 성능비교를 통하여 사용가능성을 확인하였다. 비교한 성능은 강도, 내식성 및 내열성이며 유한요소해석과 관련 시험을 통해 성능을 비교한 결과 동등이상임을 확인할 수 있었다.

탁성인,유봉근,손봉세(2017년)는 국내에서도 내진설계의 필요성이 점차 증대되고 있다. 그 중에서도 비구조요소인 소화배관의 흔들림 방지 버팀대에 관한 연구가 계속되고 있다. 이에 본 연구에서는 흔들림 방지 버팀대의 하중 시험을 통하여 유효한 범위를 측정하였다. 그 결과, 하중 0에서부터 185 kN까지 설계안전 범위로 측정되었으며 최대 29.4 kN에서도 흔들림 방지 버팀대의 구조 및 성능에 이상 없이 정상 체결하였다. 또한 사물인터넷의 환경을 이용하여 센서노드로부터 데이터를 전송받아 유효 하중범위 안에서 추출과 예측단계를 거쳐 재난정보를 수신케 하는 모니터링 시스템의 모듈을 구성하였다.

박인준,윤종구,박승희(2014)는 지진 피해 상황을 살펴 보면 중소 규모의 지진이 발생하였을 때 구조물의 붕괴에 의한 직접적인 피해가 아닌 화재와 같이 소화 설비, 전력설비, 통신설비 등 주요 기간설비의 기능상실로 인한 피해가 많이 일어나고 있다. 이와 같은 2차 피해를 줄이기 위해 소화설비의 내진설계는 반드시 필요하다고 할 수 있다.

[사진 1] 탄성 연결 내진장치



본 연구에서는 수계소화설비의 내진성능 평가를 위하여 골조 구조물에 옥내소화전설비(배관, 펌프, 수조, 소화전)를 설치하여 진동대 실험을 실시하였다. 그리고 일반

시설물과 내진시설물의 거동차이를 확인하기 위하여 각 설비는 기존 건축물에 시공되어 온 일반형 시설물과 내진형 시설물을 동시에 시공하여 시험을 수행하였다. 또한, 시설물의 거동특성을 파악하기 위하여 시설별 변위응답, 가속도 응답, 가속도 응답 스펙트럼을 분석하여 시설물에 대한 내진성능을 평가하였다.

4. 연구방법

본 연구의 방법을 달성하기 위한 구성은 천장에 고정 설치되는 한 쌍의 지지브래킷과 체결볼트로 배관이 고정되는 베이스패널 및 상부가 지지브래킷에 힌지로 결합되고, 하부가 베이스패널에 힌지로 결합되는 한 쌍의 소비를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

또한, 소비는 일측 지지브래킷에 상부가 힌지로 결합되고, 베이스패널의 타측에 힌지로 결합되는 제1소비와 타측 지지브래킷에 상부가 힌지로 결합되고, 베이스패널의 일측에 힌지로 결합되는 제2소비를 포함하여 구성되었고, 상기 한 쌍의 지지브래킷은 제1,2소비의 상부를 탄성지지하는 지지부재를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

또한, 베이스패널은 체결볼트의 일측이 결합되는 제1장공과 체결볼트의 타측이 결합되는 제2장공을 포함하여 구성되었으며, 제1,2장공의 내측에 각각 설치되는 한 쌍의 스프링을 더 포함하여 구성되는 특징을 연구하였다.

5. 연구결과의 분석 및 해석

본 연구는 아파트, 빌딩 등의 건축물에 설치되는 소방용 배관의 고정장치에 관한 기술로서, 소방용 배관(이하, '배관'이라 한다.)이 좌우 유동되도록 체결볼트로 베이스패널에 고정되고, 상기 베이스패널이 상하 원충작용을 하도록 한 쌍의 소비로 건축물의 천장에 설치됨으로써, 지진이나 또는 유체의 흐름에 따른 진동 등을 완화시켜 배관의 변형에 따른 손상 및 파손을 방지함에 따라 지진으로 인한 배관의 피해를 최소화 하는 소방용 배관의 내진장치에 관한 기술분야이다.

주요 구성요소인 지지브래킷은 아파트, 빌딩 등의 건

축물의 천장에 한 쌍으로 고정 설치되는 것으로서, 설치되는 배관의 양측 상부에 위치되도록 볼트 등에 의해 고정 설치되고, 배관의 길이방향으로 다수개가 설치되어 이후에 자세히 언급될 소버와 베이스패널이 한 쌍마다 각각 설치됨으로써, 배관을 천장으로부터 이격하여 설치할 수 있는 효과를 실현한다.

구체적으로, 지지브래킷은 천장에 면접되어 볼트 등으로 고정 설치되는 베이스와 베이스의 하부에 이후에 언급될 소버의 상부가 힌지에 의해 결합될 수 있는 브라켓이 하부 방향으로 돌출 형성되고, 브라켓은 당업자의 판단에 의해 다양한 형태로 이루어질 수 있음은 자명할 것이다.

[사진 2] 소방용 배관 고정 체결 내진 장치



본 연구의 주요 구성요소인 베이스패널은 체결볼트로 배관이 고정되는 것으로서, ‘∩’ 형태의 체결볼트에 의해 원통형의 배관이 상부로 좌우로 유동될 수 있도록 설치되어 배관을 지지하고, 지진 등에 의해 배관이 자연스럽게 좌우 유동됨으로써, 좌우 유동에 의해 배관이 손상 및 파손되는 것을 방지하는 것을 특징으로 한다.

구체적으로, 베이스패널은 배관이 안착되되, 체결볼트의 일측이 결합되는 제1장공과 체결볼트의 타측이 결합되는 제2장공을 구비하는 지지프레임과 지지프레임의 양측에 상부로 돌출형성되되, 이후에 언급될 소버의 하부가 힌지에 의해 결합될 수 있는 브라켓이 상부방향으로 돌출형성된 가이드프레임을 포함하여 구성된다.

이때, 브라켓은 이후에 자세히 언급될 한 쌍의 소버가 엇갈려 설치될 때, 소버가 원활하게 설치될 수 있도록 양측의 가이드프레임에 각각 형성되되, 동일선상이 아닌 사선상에 형성되어 소버에 의해 안정적으로 베이스패널과 결합될 수 있는 효과를 실현케 한다.

또한, 베이스패널은 제1,2장공의 내측에 각각 설치되는 한 쌍의 스프링을 더 포함하여 구성되고, 스프링은 체결볼트 즉, 배관이 좌우로 유동될 때, 완충작용을 하여 배관이 다시 원위치로 복귀되도록 함으로써, 배관이 베이스패널의 일측으로 쏠리는 현상을 방지하는 효과를 실현케 한다. 스프링이 제1,2장공의 내측에 각각 설치되는 구조는 체결볼트의 일측과 타측 외주면에 각각 한 쌍의 체결돌부가 형성되고, 제1,2장공의 양쪽 내측면에 체결돌기가 형성되며, 스프링의 일측과 타측말단이 체결돌부와 체결돌기의 외주면에 끼움 결합되어 각각의 제1,2장공에 한 쌍으로 설치된다.

즉, 스프링은 체결볼트의 일측과 타측이 좌우로 유동될 때, 탄성지지하여 완충되도록 함으로써, 배관이 좌우 유동에 의해 한쪽으로 치우치는 것을 방지하여 파손을 방지하는 효과를 실현한다.

한 쌍의 소버는 상부가 지지브래킷에 힌지로 결합되고, 하부가 베이스패널에 힌지로 결합되는 것으로서, 배관이 설치된 베이스패널이 지진 등에 의해 좌우 및 상하로 유동될 때, 상하 완충작용이 일어나도록 함과 동시에 자연스럽게 좌우로 유동되도록 함으로써, 배관의 파손을 방지하는 것을 특징으로 한다. 구체적으로, 한 쌍의 소버는 일측 지지브래킷에 상부가 힌지로 결합되고, 베이스패널의 일측에 힌지로 결합되는 제1소버와 타측 지지브래킷에 상부가 힌지로 결합되고, 베이스패널의 일측에 힌지로 결합되는 제2소버를 포함하여 구성된다.

즉, 한 쌍의 소버는 베이스패널이 상하 완충작용되도록 함과 동시에 힌지에 의해 좌우로 자연스럽게 유동되어 베이스패널에 설치된 배관의 파손을 방지할 수 있는 효과를 실현케 한다. 또한, 한 쌍의 소버는 일측 지지브래킷에 상부가 힌지로 결합되고, 베이스패널의 타측에 힌지로 결합되는 제1소버와 타측 지지브래킷에 상부가 힌지고 결합되고, 베이스패널의 일측에 힌지로 결합되는 제2소버를 포함하여 구성된다.

즉, 한 쌍의 소버는 좌우로 엇갈리게 설치됨으로써, 베이스패널의 상하 완충작용이 더욱 안정적으로 이루어질 수 있는 효과를 실현케 하고, 소버에 가해지는 배관의 하중을 효율적으로 분산시킬 수 있는 것을 특징으로 한다.

한 쌍의 지지브래킷은 베이스패널에 자세히 언급될 소버의 ‘X’형태 즉, 엇갈리게 설치된 제1,2소버의 상부를 탄성지지하는 지지부재를 더 포함하여 구성될 수 있고, 지지부재

에 의해 소버 즉, 제1,2소버의 상부가 상부방향으로 탄성 지지됨으로써, 지진 등에 의한 상하 완충작용이 더욱 안정적으로 작용될 수 있는 효과를 실현케 한다.

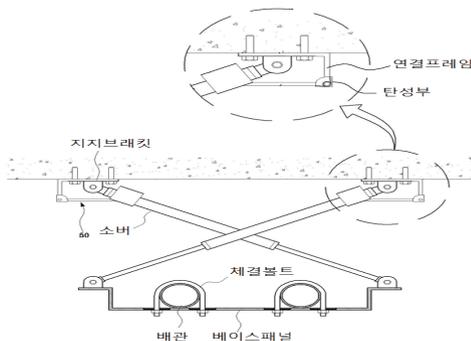
즉, 지지부재는 지진 등에 의해 배관이 상하 유동되면 1차로 소버에 의해 배관이 설치된 베이스패널이 완충작용할 때, 소버의 상부가 완충 작용되도록 함으로써, 배관에 작용하는 상하 유동에 따른 상하 완충작용이 더욱 안정적으로 이루어지도록 하는 효과를 실현케 한다.

지지부재는 천장에 면접되어 고정 설치되는 베이스의 일측에 하부방향으로 형성된 연결프레임과 연결프레임의 말단에 탄성부에 의해 타측방향 즉, 소버의 상부방향으로 연결된 지지프레임; 및 지지프레임의 말단에 형성되어 소버의 상부와 결합되는 결합부를 포함하여 구성되고, 소버는 제2소버로 지칭된다.

이때, 탄성부는 토션 스프링 또는 판 스프링 등이 설치되어 지지프레임이 상하로 완충되도록 하는 것을 특징으로 하고, 결합부는 소버 상부의 하부면과 면접되어 지지하여도 무방하나, 외주연을 감싸도록 결합되어 안정적으로 소버의 상부를 지지하는 것이 바람직하다.

한 쌍의 소버와 더불어 베이스패널의 중앙 상부 천장에 설치되는 지지브래킷에 힌지로 상부가 결합되고, 베이스패널의 중앙에 힌지로 결합되는 제3소버를 더 포함하여 구성될 수 있다.

제3소버는 배관의 하중을 더욱 효율적으로 분산할 수 있고, 베이스패널의 상하 완충작용이 더욱 안정적으로 이루어질 수 있도록 함과 동시에 지진 등에 의해 배관과 함께 베이스패널이 좌우 및 상하로 유동 된 후 베이스패널이 중심을 잡으며 신속하고 안정적으로 원위치될 수 있는 효과를 실현케 한다.



[그림 2] 소방용 배관의 내진장치를 나타낸 정면도

또한, 한 쌍의 소버는 상부에 지지브래킷에 연결설치되는 체인을 더 포함하여 구성될 수 있고, 체인은 미세한 진동에도 배관 즉, 베이스패널이 안정적으로 유동될 수 있는 효과를 실현케 한다. 이때, 체인은 도면에 도시되지 않았지만 한 쌍의 소버의 하부에 베이스패널과 연결되어도 무방하다.

즉, 체인은 한 쌍의 소버 및 제3소버의 상부 및 하부 중 어느 하나 이상에 설치되어도 무방하고, 배관이 천장과 이격되는 거리를 고려하여 당업자의 판단에 따라 길이를 적절하게 변경하여 설치하는 것은 자명할 것이다.

아울러, 한 쌍의 소버는 좌우 유동에 따라 자연스럽게 움직일 수 있도록 체인이 설치되어도 힌지가 설치되는 것이 바람직하다.

6. 결론

본 연구를 종합하면, 베이스패널과 한 쌍의 지지브래킷의 사이에 한 쌍의 소버 및 제3소버가 힌지에 의해 설치되고, 소버 및 제3소버의 상부 또는 하부 중 어느 하나 이상에 체인을 설치하여 미세한 움직임에도 유연하게 유동될 수 있으며, 지지부재를 이용하여 소버의 완충작용을 더욱 안정적으로 이루어지도록 함으로써, 배관의 파손을 효과적으로 방지할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

References

- [1] 임건태(2018). “소방용 배관의 내진장치”, 등록특허 10-1897621-0000
- [2] 김종희(2012). “소방시설의 내진설계 필요성과 실효성에 관한 연구”, 서울시립대학교 도시과학대학원 석사학위논문.
- [3] 김준경·정기신(2007). “소방시설의 내진설계를 위한 등재해도 스펙트럼”, 한국화재소방학회 논문지 31권 1호 pp.26-35.
- [4] 장길수·최재욱(2017). “국내발전소 소방안전관리 운영실태조사 및 개선방안에 관한 연구”, 한국화재소방학회 논문지 31권 2호 pp.61-73.
- [5] Kim Eungsoo(2017), “Evaluation of seismic

Performance on the Seismic Foundation Isolation System Based on Teflon-type : Teflon 형식 기초 지진격리장치의 내진성능평가 및 수치모델링에 관한 연구”, 부산대학교 석사학위논문.

- [6] 이재오 · 김홍경 · 조순봉(2017). “소화설비 배관의 성능위주 내진설계 방법에 관한 연구”, 한국화재소방학회 논문지 31권 4호 pp.86-94.
- [7] 이정균 · 허만성(2013). “소방시설의 내진설계범주에 관한 연구”, 한국화재소방학회 2013년도 추계학술대회 초록집 pp.227-228.
- [8] 방대석 · 이재오(2018). “배관 재료의 물성을 고려한 내진설계 방법에 관한 연구”, 한국화재소방학회 논문지 32권 2호 pp.38-47.
- [9] 함재영(2018). “소규모 건축물 소방시설 청결장애 유형분석을 통한 유지관리 개선방향 연구 : 소방시설 자체점검 대상 건축물 중심으로”. 서울시립대학교 도시과학대학원 석사학위논문.
- [10] 임춘기(2016). “소방용 합성수지배관 적용에 관한 연구”, 동신대학교 일반대학원 박사학위논문.
- [11] 허성욱(2019). “내진성능 확보를 위한 건축물 내 천연가스 가스공급시설 지지구조물의 지진하중 산정”, 한양대학교 대학원 석사학위논문.
- [12] 허만성(2011). “수계소화설비 배관계통의 내진 설계기준에 대한 연구”, 한국화재소방학회 2011년도 추계학술논문발표회 논문집 pp.87-90.
- [13] 남준석 · 이영식 · 김영호 · 원성연(2010). “소방배관에 사용되는 동관과 스테인리스관의 특성 비교”, 한국화재소방학회 2010년도 춘계학술논문발표회 논문집 pp.200-206.
- [14] 탁성인 · 유봉근 · 손봉세(2017). “IoT를 활용한 흔들림 방지 버팀대의 내진설계에 관한 연구”, 한국화재소방학회 논문지 31권 1호 pp.58-62.
- [15] 박인준 · 윤종구 · 박승희(2014). “진동대 실험을 통한 수계형 소화설비의 내진성능 평가”, 한국방재학회 2014년도 정기 학술발표대회 pp.6-6.
- [16] 네이버 <https://www.naver.com/>

임 건 태(Lim, Geon Tae)



- 2007년 09월~현재 : (주)세종이십일 대표이사
- 2019년 1월~현재 : 국립공주대학교 경영학과 재학, 회장
- 관심분야 : 경영학, 건축학
- E-Mail : sejong21@nate.com

임 상 호(Lim, Sang Ho)



- 2015년 3월~현재: 공주대학원 (겸임교수), 순천향대학교 대우교수
- 2009년 9월 : 2014년 8월 KICU 대학원 교수 (교학처장)
- 2011년 10월 : KICU 대학원 졸업 (교육학박사)
- 관심분야 : 통계, 경영학, 기계
- E-Mail : 35limsangho@gmail.com