

한국형 건축물 가스 배관의 내진 고정장치에 관한 연구

임건태*, 임상호**
(주)세종이십일*, 공주대학교**

A Study on Seismic Restraint of Korean Type Building Gas Piping

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

요약 본 연구는 아파트, 빌딩 등의 건축물에 설치되는 가스배관의 고정장치에 관한 기술로서, 가스배관이 사방으로 완충 작용을 하도록 하우스의 내측에 고정됨으로써, 지진이나 충격에 의한 진동을 완화시켜 가스배관의 손상 및 파손을 방지함에 따라 지진 및 가스배관의 파손에 의한 피해를 최소화할 수 있는 가스배관의 내진 고정장치에 관한 기술분야가 개시된다. 건축물의 벽면 또는 벽면에 설치된 브라켓에 가스배관을 고정하는 장치에 있어서, 벽면 또는 브라켓에 하부가 결합되는 하우스와 하우스의 내측에 삽입되어 결합되고, 가스배관이 내측에 관통되어 고정되며, 가스배관을 사방으로 탄성지지하는 복수 개의 요철부가 형성되는 제1판스프링을 포함하고, 하우스의 전면 또는 후면에 나사결합되고, 하부가 제1판스프링의 일측말단과 타측말단에 각각 결합되어 회전됨으로써 제1판스프링의 탄성력을 조절하는 한쌍의 제1조절나사를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 가스배관의 내진 고정장치이다. 본 연구를 통하여 지진이나 충격에 의한 가스배관의 손상 및 파손을 최소화할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

주제어 : 가스 배관, 내진 고정장치, 한국형 건축물, 완충작용, 소방용 배관

Abstract This study relates to a fixing device for gas piping installed in a building such as an apartment or a building. The gas piping is fixed to the inside of the housing so as to buffer the gas piping in all directions, thereby relieving vibration caused by an earthquake or an impact. Disclosed is an earthquake-proof fixing device for a gas pipeline that can minimize damages caused by damage to an earthquake and a gas pipeline by preventing damage and breakage. An apparatus for fixing a gas pipe to a bracket provided on a wall or a wall of a building, the apparatus comprising: a housing coupled to a wall or a bracket and coupled to the inside of the housing; a gas pipe penetrating through the housing to fix the gas pipe; The first plate spring includes a first plate spring formed with a plurality of concave-convex portions that are elastically supported in four directions. The first plate spring is screwed to the front surface or the rear surface of the housing. The lower plate is coupled to one end and the other end, And a pair of first adjusting screws for adjusting the elastic force of the spring. Through this study, damage and damage of gas piping due to earthquake or impact can be minimized.

Key Words : Gas piping, Earthquake-proof fixture, Korean type building, Buffering action, Fire pipe

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

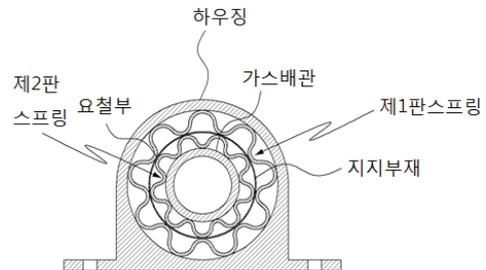
본 연구는 아파트, 빌딩 등의 건축물에 설치되는 가스 배관의 고정장치에 관한 기술로서, 가스배관이 사방으로 완충작용을 하도록 하우징의 내측에 고정됨으로써, 지진이나 충격에 의한 진동을 완화시켜 가스배관의 손상 및 파손을 방지함에 따라 지진 및 가스배관의 파손에 의한 피해를 최소화할 수 있는 가스배관의 내진 고정장치에 관한 기술이다.[1]

지진파는 단주기대에 에너지가 많기 때문에 구조물이 가지고 있는 고유주기가 긴 고층건물 일수록 내진에 대하여 유리하며 상대적으로 중저층 구조물은 지진에 취약하다. 따라서 본 연구에서는 내진에 취약한 5층 건물을 예시 건물로 하여 각기 다른 주기(T=0.5sec, 1.0sec, 1.5sec, 2.0sec)의 건물에 지진격리장치와 제진장치를 적용 하였다. 이때 발생하는 건축구조물의 기동밀면 전단력을 알아보았으며, 고정하중 대비 효율적인 지진격리장치의 강성비와 제진장치의 용량비를 파악했다. 먼저 지진격리장치는 납 면진받침을 설계하여 건축구조물의 고정하중 대비 유효강성비를 50%, 100%, 150%, 200% 네 가지 경우를 비교하였으며, 제진장치는 점성댐퍼를 설계하여 건축구조물의 고정하중 대비 용량을 2%, 5%, 10%, 15%, 20% 다섯 가지의 경우를 비교 검토하였다. 연구 결과를 이용한다면 중저층대의 기존 건축물 내진보강 계획단계에서 보다 편리하게 적절한 용량의 지진격리장치 및 제진장치를 선정할 수 있을 것이다[2].

또한, 지진파 특성에 따른 효과를 얻기 위하여 Taft Earthquake, San Fernando 1971, Mexico City 1985, Loma Prieta 1989 등 4개의 다른 특성을 지닌 지진파를 사용하고, 지진동의 입력레벨에 따른 면진효과를 분석하기 위하여 0.06g, 0.12g, 0.2g, 0.3g, 0.4g, 0.5g 로 입력레벨을 변화시키면서 실험을 수행하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 면진은 지진가속도의 지배적인 주기범위 밖으로 건물의 주기를 이동시킴으로써, 건물의 응답가속도를 감소시켜 지진동에 의한 하중을 효과적으로 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다. 응답가속도의 감소에 따른 면진효과는 지진동 레벨에 관계없이 Taft 지진파에 대한 효과가 가장 우수한 것으로 나타났으며, 최대 입력가속도의 증가에 따른 응답가속도의 감소율은 Loma Prieta 지진파가 가장 큰 것으로 나타났다[3].

지진력분산장치 설치는 온도조건과 가동단 마찰 요소와 직접적인 관련이 있고, 실제 교량에 대한 지진력분산장치 설계시에는 반드시 위의 두 요소에 대한 고려가 선행되어야 한다. 하지만 이 해석을 통하여 교각의 강성을 지니는 시스템의 충격에 관한 여러 가지 자료들을 얻을 수 있고, 이 자료들을 수치해석의 입력 값으로 이용 할 수 있을 것이다. 따라서, 지진력분산장치와 가동받침교각의 충돌에 의한 충격력을 고려하여 보다 정확한 지진해석을 수행 할 수 있을 것이다. 추후 더 많은 모델을 도입하여 해석을 실행하면서 상부속도에 대한 장치의 강도 문제와 교각높이/지름비에 따른 교량의 해석, 경간수, 경간장, 받침의 마찰력 검토등 실험적 연구가 선행되어야 할 것이다[4].

지진 시 낙교는 교량의 기능을 상실하는 가장 심각한 피해의 하나로서 반드시 피해야 한다. 교량 받침의 파괴로 인한 낙교를 방지하기 위한 방법의 하나로서 국내에서는 받침보호장치가 많이 사용되고 있다. 교량 받침부의 옆의 빈 공간에 설치되어 상부구조로부터 전달되는 지진하중을 부담하여 받침의 파괴를 방지한다. 이러한 받침보호장치가 충분한 내진성능을 발휘하기 위해서는 받침보호장치 본체뿐만 아니라 이를 교량에 고정시키는 앵커부의 강도도 함께 확보되어야 한다. 국내에서는 이들 앵커부의 설계 방법이 확립되지 않아서 받침보호장치의 공급업체가 제공하는 설계도에 따라 시공되어 왔다. 이에 본 연구에서는 베드블록의 높이가 다른 받침 보호장치를 대상으로 하여 앵커부의 성능을 실험을 통하여 확인하였고 내진성능을 확보하기 적절한 설계법을 제시 하였다[5].



[그림 1] 안정적인 탄성력을 발휘할 수 있도록 이루어진 링 형상을 나타낸 정단면도

제강슬래그형 지진격리장치가 가장 가속도 저감효과가 좋았으며, 테프론형 지진격리장치는, 중 약진 조건에서는 가속도 저감효과가 크게 없고 강진조건에서는 가속도 저감효과가 좋았다. 입력파가 상부질량(Mass)으로 전달되면서, 고정기초 구조물의 응답스펙트럼은 입력지진파에 비해 단주기영역에서 증폭하고, 테프론과 제강슬래그를 이용한 지진격리장치가 있는 구조물의 응답스펙트럼은 입력지진파에 비해 장주기 영역에서 증폭하였다. 이러한 주기특성 변화와 재료간의 마찰특성이 가속도 저감효과에 영향을 준 것으로 판단된다[6].

본 연구에서는 한국형 건축물 가스 배관의 내진 고정장치에 미치는 영향에 대하여 실험을 통해 분석하고 내진 고정장치의 안정성에 대하여 연구하고자 한다.

2. 이론적 배경

베르누이 법칙은 유체역학의 기본법칙 중 하나이며, 1738년 D.베르누이가 발표하였다. 점성과 압축성이 없는 이상적인 유체가 규칙적으로 흐르는 경우에 대해 속력과 압력, 높이의 관계를 규정하였다. 유체의 위치에너지와 운동에너지의 합이 일정하다는 법칙에서 유도한다.

예를 들어, 굽기가 변하는 관에 공기를 흐르게 하고 굽기가 다른 부분의 아래로 가는 유리관을 연결한다. 가는 유리관 속에서의 물의 높이를 관찰하면 굽은 쪽에 연결된 물기둥은 그 높이가 낮아지고, 가는 쪽에 연결된 물기둥은 높이가 높아진다. 같은 높이에서 유체가 흐르는 경우 유체의 속력은 좁은 통로를 흐를 때 증가하고 넓은 통로를 흐를 때 감소한다. 베르누이의 정리에 따르면 유체의 속력이 증가하면 유체 내부의 압력이 낮아지고, 반대로 속력이 감소하면 내부 압력이 높아진다. 압력이 높아지면 유리관 속의 물기둥을 더 세게 누르므로 물기둥의 높이가 낮아지고, 압력이 낮아지면 유리관 속의 물기둥을 약하게 누르므로 물기둥의 높이는 높아진다.

$$P_1/\gamma_1 + V_1^2/2g + Z_1 = P_2/\gamma_2 + V_2^2/2g + Z_2 + h_l \text{ (수정 베르누이 방정식)}$$

여기서 P: 압력 (kgf/m² 또는 N/m²)

V: 유속 (m/sec), (V²: V₁의 자승)

g: 중력가속도 (보통 9.8 m/sec²)

Z: 고도(기준면으로 부터의 높이; m)

γ: 유체의 비중량 (kgf/m³ 또는 N/m³), (물에서는 보통 γ₁=γ₂)

첨자 1,2 상류 및 하류의 측정위치.(배관 입,출구 또는 임의의 2지점)

h_l: 손실수두 (m) 값

상단의 식에서 관 입구의 압력이 P₁, 배관 끝(방출되는 부위)의 압력이 P₂ 이고, 배관이 수평이고, 직경이 같다면 Z₁ = Z₂, V₁ = V₂

$$\therefore (P_1 - P_2) / \gamma = h_l$$

즉 배관의 입구와 출구에서의 압력수두 차이만큼의 손실수두가 발생하게 되며, 이 손실수두에 해당하는 유속으로 흐르게 된다.

손실수두(h_l)은 배관의 직경, 내부 표면상태(조도), 배관의 계통(System) 및 연결 상태 등 여러 가지 요인에 의하여 결정되며, 마찰손실수두(h_f)와 부차적 손실수두(h_b)를 합한 종합손실수두이다.

$$h_l = h_f + h_b$$

마찰손실수두(h_f)는 관 내부에서 유동마찰에 의한 손실수두를 말하며 다음 식으로 산출 할 수 있다.

$$h_f = \sum [f * L/d * V^2 / 2g]$$

· f: 관마찰손실계수(도표 또는 경험식으로 구함)

· L: 관 길이 (m) · g: 중력가속도 (9.8 m/sec²)

· V: 해당 관 내의 평균유속 (m/sec) · d: 관 내경 (m)

부차적 손실수두(h_b)는 관 입구의 형상, 배관 부품의 종류와 이음매 등 관의 연결상태에 의하여 부차적으로 발생하는 저항손실수두이다.

$$h_b = \sum [k * V^2 / 2g] \cdot k : \text{부차적 저항손실 계수}$$

위에서 관마찰손실계수 (f) 는 경험식에 의해 산출하기도 하고, 도표(Moody 선도)에서 구할 수도 있으나, 어떤 경우에도 레이놀즈수 ($N_{re} = Vd/\nu$)와 배관 내면의 상대조도 ($e/d = \text{표면거칠기/관내경}$)를 알아야한다.

배관내의 상 하류 압력차에 따라 유속이 변하고, 그 유속에 의하여 발생하는 손실수두(마찰손실수두와 부차적 손실수두의 합)가 배관이 수평이고 직경이 같은 경우를 예로 들었을 때, 상 하류 압력수두차와 일치하도록 유속이 정해진다.

참고로 관마찰 손실계수 f 의 산출식을 예를 들면, 레이놀즈수(N_{re})에 따라 다음과 같은 경험식이 있다.

- 층류유동에서 ($N_{re} < 2100$) : $f = 64 / N_{re}$
- 천이역과 전 난류역에서 ($N_{re} > 4 \times 10^3$) :

$$1/\sqrt{f} = -0.86 * \ln [(e/d) / 3.7 + 2.51 / (N_{re} * \sqrt{f})]$$

(Colebrook 공식)

부차적 손실계수 K 는 밸브, 엘보 등 배관 접속 부품의 종류와 관 입구의 형상 등에 의한 것으로서 각 경우마다 경험값이 주어지기 때문에 일률적으로 적용할 수 있는 값이 없고 각 경우마다 관련 도표에서 해당 값을 찾아 적용한다.

결국 유속(유량)산출은 각 경우에 따라서 위에서 예시한 여러 가지 공식과 계수, 그리고 Moody선도 등을 연합해서 축차계산방식(逐次計算方式)으로 구할 수 있으나, 다음과 같은 정확한 자료가 필요하다.

- 배관 내경, 길이 및 내면의 거칠기(조도) 혹은 관의 종류(주철관, 인발강관, 개스관, 흙관, 동관 등등)
- 이음매의 연결 상태 : 엘보, 밴드, 밸브 등 부속품의 종류 및 관 이음매의 연결 상태(용접, 나사 또는 후렌지 이음 등)
- 배관 입출구 형상, 압력조건, 기준면으로 부터의 높이 등이다.

3. 선행연구

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. 전단파속도에 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.

이태주(2017)는 현재 건축물에 설치되는 스프링클러 설비 배관은 65 mm 이상 시 내진설비를 설치해야만 되기 때문에 이를 만족하기 위해서는 거실 내부에 설치되는 65 mm 가지배관에 내진설비인 흔들림 방지 버팀대를 설치해야 한다[6]. 스프링클러 배관에 내진설비를 적용할 경우 현재 건축물의 거실 내부 천정 높이가 현재보다 높아져야만 되고 이로 인해서 건축물의 비용 상승으로 이어지기 때문이다. 따라서 이를 넘지 않도록 설계 시 거실 내부 가지배관을 50 mm 이하로 설계하고 있다. 가지배관을 50 mm 이하로 설계 시 고층건축물에서는 배관 내의 압력의 상승으로 설계 기준인 유속 6 m/s 이하로 유지하기가 어렵다. 따라서 대부분 감압밸브를 다량 설치하여 유속을 낮추고 있다. 이는 부속품의 증가로 인한 경제적인 손실과 유지관리의 어려움을 초래하여 화재 시 소화 실패에 의한 인명 및 재산피해로 이어질 수 있다. 이에 본 논문은 가지배관을 50 mm와 65 mm로 구분하여 수리계산을 수행하고 가지배관에서의 압력, 유속, 유량을 검토한 후 가지배관 설계 시 65 mm를 적용

해야 되는 타당성을 제시하였다.

방대석, 이재오(2018)는 배관 재료의 물성을 고려한 내진설계 방식의 경우는 배관에서 발생하는 비틀림 응력과 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.

박보영(2017)은 도로, 교량, 건축물 등은 내진설계에 대해 다양한 연구가 진행되고 있는 반면, 지반함몰이 발생하였을 경우 지진으로 인한 매설배관 연구가 미흡한 실정이다. 따라서 지반함몰이 발생하였을 경우 평상시와 지진 시 지중시설물에 속하는 매설상수도배관의 내진성능 및 지진취약도 및 지반함몰에 대해 파악하고, 여러 가지 변수의 데이터를 분석하여 내진설계 및 보강에 대한 연구를 수행하였다. 길이가 10m인 상수도관에 지반함몰이 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50% 발생하였을 경우 상수도관의 종류(PE, PVC), 관경(D)과 두께(T)를 구분하였다. PE D300 T30에 지반함몰이 45% 발생하였을 경우 하중 LC1과 하중 LC2 재하 시 허용응력에 근접한 응력이 나타났으며, 50%일 경우 기능수행범위를 초과하였다. 또한 PE D300 T30과 PVC D300 T15에 지반함몰이 40% 발생하였을 경우 LC1 하중과 LC2 하중 재하 시 허용응력에 근접한 응력이 나타났으며, 45%일 경우 기능수행범위를 초과하였다. 본 논문의 결과를 바탕으로 대한민국도 더 이상 지반함몰에 대한 안전지대가 아님을 인식하고 인명과 재산피해를 최소화하기 위해 대한민국도 지반함몰과 더불어 내진기준에 의해 설계된 구조물뿐만 아니라 내진설계가 이루어지지 않은 구조물들에 대한 성능평가가 지속적으로 연구가 필요할 것으로 판단된다.

이태형(2014)은 지진재해대책법(2008년 제정)은 국내 31종 시설물에 대한 내진대책을 보장하는 법령이다. 여기서 31종 시설물은 건축물은 물론 교량, 철도, 항만, 댐

등 거의 모든 토목건축 시설물을 포함한다. 여기에는 라이프라인 시설물도 포함되어 있는데, 도로, 가스, 상수도, 전기, 통신 등 대도시 및 지역사회를 운용하는데 반드시 필요한 네트워크 시설물을 일컫는다. 하나의 라이프라인에 대한 내진대책은 다양한 개별 시설물에 대한 내진대책을 각각 수립하여 통합하는 체계를 갖추어야 한다. 2011년말 기준으로 중앙재난안전대책본부가 고시한 내진율은 도로시설물이 59.7%, 가스시설 100%, 수도시설 0%, 하수처리시설 23.3%, 발전, 송전, 배전 및 변전설비 86.3%, 통신설비 37.0%로 조사되었다.

이창수, 정우리나라, 신대섭, 남우석(2014)은 최근 일본 등을 비롯한 세계 각국에서의 지진 등의 자연재해로 인한 구조물의 내진성능평가에 대한 관심이 고조되고 있다. 우리나라에서도 규모3이상 중급지진의 잦은 발생과 규모5이상 지진의 출현으로 규모6이상의 지진발생 가능성을 염두에 두어 사회 인프라시설의 피해 예측 기술과 대규모 지진재난에 대한 피해 저감기술의 개발이 필요한 시점이다. 인간의 삶과 생활에 밀접한 관련이 있는 라이프라인은 지진에 대하여 취약성을 띄고 있으며, 거대도시일수록 지진발생에 따른 재해위험은 증대되고 도시의 현대화 및 고도화에 따라 구조물의 파손에 의한 직접 손실 보다는 가스, 전기, 통신망 등의 라이프라인을 비롯하여 상수도, 도로 등의 도시기반 인프라 네트워크 시설물 파괴에 의한 1차 및 차후 2차 피해까지 고려한다면 중요성은 더욱 크다고 할 수 있다. 특히 상 하수도관이나 천연가스관등과 같은 매설배관은 지진하중에 대해 심각한 취약성을 나타내는 것으로 보고되고 있다. 지진취약도 해석은 교량, 빌딩 구조물 등은 널리 연구하고 있지만 매설배관에 대한 취약도해석의 연구는 미흡한 것이 사실이다. 본 연구에서는 국내에서 가장 많이 사용되는 상수도관의 대표단면을 선정하여 모델링하고 비선형 Winkler Foundation 모델을 이용하여 지진취약도를 평가하였다. 지진취약도 평가는 선정된 대표단면의 여러 가지 특징을 고려하여 시뮬레이션 모델과 최우도법을 통해 산정하였으며, 다양한 진동수 대역을 이용하여 평가하였다.

정우리나라(2014)는 거대도시일수록 지진발생에 따른 재해위험은 증대되고 도시의 현대화 및 고도화에 따라 구조물의 파손에 의한 직접 손실 이외에 가스, 전기, 통신망 등의 라이프라인을 비롯하여 상수도, 도로 등의 도시기반 인프라 네트워크 시설물 파괴에 의한 1차 및 2차

피해발생까지 고려한다면 중요성은 더욱 크다고 할 수 있다. 특히 상·하수도관이나 천연가스관등과 같은 매설 배관은 지진하중에 대해 심각한 취약성을 나타내는 것으로 보고되고 있다. 도시기반 인프라 네트워크 시설물 중에서 매설 상수도배관에 대한 지진피해 및 영향을 평가하고, 이를 바탕으로 지진재해에 따른 사회·경제적 영향을 고려한 통합 지진 위험도 평가기술 개발 및 지진재해대응시스템의 연계 활용을 위한 체계를 구축하고자 한다. 또한 한반도 지진 활동의 불확실성을 고려한 확률론적 취약도 함수 개발을 위해 국내 지반 특성 및 환경을 분석하여 지진재해평가에 사용할 입력지진의 특성을 정의하고자한다. 정의한 입력지진을 바탕으로 매설 상수도 배관의 지진 취약도 평가를 수행하였으며 구해진 지진 취약도 곡선은 앞서 말했듯이 지진재해평가에 유용하게 사용될 것이다. 아울러 지역 및 국가 정부기관의 재해예방을 위한 예산결정, 자원분배 등의 경제적 활용성과 피해예측 및 내진설계를 위한 기준작성 등의 사회적 활용성을 바탕으로 미래 위험에 대응하기 위한 방안으로 제시될 수 있을 것이다.

이두호(2011)는 국내에서 널리 사용되고 있는 매설가스배관인 API X65의 내진 성능을 평가하기 위하여 API X65 매설가스배관에 대해 지진취약도 해석을 수행하였다. 본 연구를 위하여 23가지 경우의 배관 해석모델에 대해, 12분의 다양한 지진파를 0.1g 등간격으로 스케일링하여 비선형 시간이력해석을 수행한후, 비선형 시간이력해석으로 얻어진 매설가스배관의 단부에서의 최대변형률을 이용하여 지진취약도 해석을 수행하였다. 지진취약도 해석을 위해 본 연구에서는, 지반조건, 단부지점조건, 매립깊이, 배관 두께, 배관 길이, 배관의 크기, 및 배관형태 등을 변수로 고려하여 지진취약도 해석을 수행하였다. 지진취약도 해석결과, 지반조건, 단부지점조건, 매설 배관길이 및 매립깊이는 매설가스배관의 지진취약도 해석에 영향을 끼치는 것으로 판단되었고, 또한 이러한 결과를 바탕으로 매설가스배관의 내진성능에도 영향을 끼치는 것을 확인 할 수 있었다. 특히 지반조건이나 매설 배관의 길이가 미치는 영향은 다른 변수에 비해 다소 큰 것을 확인할 수 있었다. 이러한 두 변수특징에 대해서는 시공 시 내진설계에 더 많은 중점을 두어야 할 것으로 판단된다. 반면에, 배관형태나 배관두께가 취약도 곡선에 미치는 영향은 미미한 것을 알 수 있었다. 종합적으로,

매설가스배관의 지진 취약도 해석과 관련된 연구가 많지 않은 현실을 감안할 때, 본 연구 결과는 매설가스배관의 지진취약성 평가해석에 초석으로 고려되어질 수 있고, 추후 관련분야 연구에 좋은 참고자료가 될 것으로 사료된다.

허만성(2011)은 수계소화설비 배관계통의 지진시 피해실태 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 방지하기 위해 건축물의 익스펜션조인트부를 통과하는 배관, 건축물 도입부의 배관, 설비기기와 배관 등의 이음부, 황주배관, 입상배관, 기기류 등에 내진조치가 요구된다.

이창욱,박창복,김상일,김민주(2010)는 최근, 세계 각지에서 대규모 인명피해를 야기하는 지진이 발생하고 있으며, 소화설비의 기능이 상실되어 가스 및 전기설비의 파손으로 인해 발생한 화재를 진압하지 못해 더욱 큰 피해를 입게 된다. 소화설비 중에서도 가장 신뢰도가 우수한 수계 소화설비의 배관, 헤드 등의 손상은 곧바로 소화수 공급 중단으로 이어져 큰 문제가 되고 있다. 지진에 의한 수계 소화설비의 손상에 대한 문제점을 고찰한 후 국내외 내진설계 기준을 검토하여 국내 실정에 적합한 내진설계 기준 정비에 대한 방향을 제시하고자 한다.

4. 연구방법

본 연구는 하우징의 내측에 삽입되어 결합되며, 제1판 스프링의 내측면과 외측면이 면접하는 링 형상의 지지부재와 하우징의 내측에 삽입되어 결합되며, 지지부재의 내측면과 외측면에 면접하고, 가스배관이 내측에 관통되어 고정되며, 가스배관을 사방으로 탄성지지하는 복수개의 요철부가 형성되는 제2판스프링을 포함하여 구성되고, 제1판스프링은 제2판스프링에 비해 탄성력이 약한 것을 특징으로 한다.

또한, 하우징의 전면 또는 후면에 나사결합되고, 하부가 제2판스프링의 일측말단과 타측말단에 각각 결합되어 회전됨으로써 제2판스프링의 탄성력을 조절하는 한쌍의 제2조절나사를 더 포함하여 구성되고, 제1판스프링은 링 형상으로 이루어지며, 하우징은 내주면에 형성되는 결합홈과 결합홈의 양측면에 형성되는 인입홈을 더 포함하여 구성되는 한편, 제1판스프링과 제2판스프링은 하우징의 결합홈에 삽입되어 결합되며, 결합홈보다 작은 폭으로 형성되어 전후방으로 유동가능 하며, 지지부재는 양측말단에 연장 형성되어 인입홈에 인입되는 탄성부를 더 포함하여 구성되는 특징을 연구하였다.

5. 연구결과의 분석 및 해석

본 연구는 아파트, 빌딩, 다세대주택, 개인주택 등의 건축물에 설치되는 가스배관의 고정장치에 관한 것으로서, 건축물의 벽면 또는 벽면에 설치되는 브라켓에 하부가 결합되는 하우징의 내측에 내입되어 설치되며, 내측으로 돌출되도록 요철부가 형성되는 제1판스프링을 포함하여 구성되고, 상기 제1판스프링의 내측에 가스배관이 고정됨으로써, 사방으로 탄성 지지되어 가스배관의 진동을 완화시켜 손상 및 파손을 방지할 뿐만 아니라 상기 제1조절나사를 이용하여 상기 제1판스프링의 탄성력을 조절하여 가스배관의 설치가 용이하며, 시간이 경과됨에 따른 제1판스프링의 저하되는 탄성력을 다시 높여 사용수명을 증대시킬 수 있는 가스배관의 내진 고정 장치에 관한 기술이다.

[사진 1] 가스배관의 내진 고정장치



아울러, 본 연구의 가스배관의 내진 고정장치는 판스프링의 특성상 내부에 유체가 흐르는 배관 또는 전선 등이 내부에 매립되어 설치되는 배관 등 하중이 큰 배관에 는 사용이 적합하지 않으며, 도시가스과 같은 배관의 하중을 크게 증가시키지 않는 가스배관에만 사용하는 것이 바람직하다.

본 연구를 달성하기 위한 구성은 건축물의 벽면 또는 벽면에 설치된 브라켓에 가스배관을 고정하는 장치에 있어서, 상기 벽면 또는 브라켓에 하부가 결합되는 하우징과 상기 하우징의 내측에 삽입되어 결합되고, 가스배관이 내측에 관통되어 고정되며, 가스배관을 사방으로 탄성지지하는 복수 개의 요철부가 형성되는 제1판스프링 및 상기 하우징의 전면 또는 후면에 나사결합되고, 하부가 상기 제1판스프링의 일측말단과 타측말단에 각각 결합되어 회전됨으로써 제1판스프링의 탄성력을 조절하는 한쌍의 제2조절나사를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 가스배관의 내진 고정장치를 제시한다.

본 연구의 주요 구성요소인 하우징은 건축물의 벽면 또는 벽면에 설치된 브라켓에 하부가 결합되는 것으로서, 하부 양측으로 돌출형성되는 결합부가 형성되어 있으며, 상기 결합부에 형성된 결합홈을 이용하여 건축물의 벽면 또는 브라켓에 볼트와 너트 등을 이용하여 고정 결합된다.

또한, 하우징은 건축물의 벽면 또는 벽면에 설치된 브라켓으로부터 가스배관이 이격될 수 있도록 중공홀이 형성되고, 중공홀의 내측면에 가스배관이 지지되며 벽면 또는 브라켓으로부터 가스배관이 이격된다.

아울러, 내측면에 이후에 자세히 설명될 제1판스프링이 내입되어 설치되는 결합홈이 형성되고, 결합홈은 하우징의 내측면에 링 형상으로 형성된다.

주요 구성요소인 제1판스프링은 하우징의 내측에 삽입되어 결합되고, 가스배관이 내측에 관통되어 고정되며, 가스배관을 사방으로 탄성 지지하는 복수 개의 요철부가 형성되는 것으로서, 상기 요철부가 상기 하우징의 내측 방향으로 돌출 형성됨으로써, 상기 요철부에 의해 가스배관이 상기 하우징의 내측면으로부터 이격되며 지지됨과 동시에 사방으로 탄성 지지되어 진동을 완화시키는 효과를 실현케 한다.

이때, 제1판스프링은 링 형상으로 형성되어 종래의 대한민국 공개특허 제2010-0066099호에 개제된 탄성부재

같이 결합에 의해 가스배관을 고정하는 것이 아니므로, 더욱더 안정적으로 가스배관을 탄성 지지할 수 있는 효과를 실현케 한다.

아울러, 제1판스프링에 형성된 요철부는 제1판스프링의 외측방향으로 돌출되는 외측요철부와 외측요철부의 일측에 연장형성되어 제1판스프링의 내측방향으로 돌출되는 내측요철부가 순차적으로 형성됨으로써, 진동 발생 시 외측요철부와 내측요철부가 퍼지며 가스배관에 가해지는 진동을 완화한다.

이때, 제1판스프링은 이후에 설명될 제1조절나사가 설치되기 위해 일부 즉, 하부(하우징의 하부방향을 뜻한다.)가 개방되고, 상기 개방된 일측말단과 타측말단에 상기 제1조절나사가 설치되어 제1조절나사의 회전에 의해 탄성력이 조절된다.

구체적으로, 가스배관의 내진 고정장치는 하우징의 전면 또는 후면에 나사결합되고, 하부가 제1판스프링의 일측말단과 타측말단에 각각 결합되어 회전됨으로써, 제1판스프링의 탄성력을 조절하는 한쌍의 제1조절나사를 더 포함하여 구성된다.

제1조절나사는 가스배관을 제1판스프링의 내측에 고정할 때, 작업자가 제1판스프링이 감기도록 회전함으로써, 가스배관이 제1판스프링의 내측으로 용이하게 인입되어 설치가 용이한 효과를 얻을 수 있고, 시간이 경과됨에 따라 가스배관이 처짐 현상을 보이는 경우 작업자가 제1판스프링이 풀리도록 회전함으로써, 제1판스프링의 탄성력을 높여 가스배관의 처짐 현상을 보완할 수 있는 효과를 얻을 수 있다. 이때, 효과를 더욱 효율적으로 실현케 하기 위해 제1조절나사의 하부 외주연에는 최초 제1판스프링이 1번 내지 3번 정도 감겨 있는 것이 바람직하다. 가스배관 내진 고정장치는 더욱더 안정적인 가스배관의 탄성지지를 위해 제1판스프링의 내측면에 하나의 판스프링을 더 포함하여 구성될 수 있고, 제1판스프링과 추가되는 판스프링의 사이에는 제1판스프링의 탄성력이 안정적으로 작용될 수 있도록 지지부재를 더 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.

구체적으로, 가스배관 내진 고정장치는 하우징의 내측에 삽입되어 결합되고, 요철부가 형성되는 제1판스프링과 하우징의 내측에 삽입되어 결합되, 제1판스프링의 내측면과 외측면이 면접하는 링 형상의 지지부재 및 하우징의 내측에 삽입되어 결합되, 지지부재의 내측면과

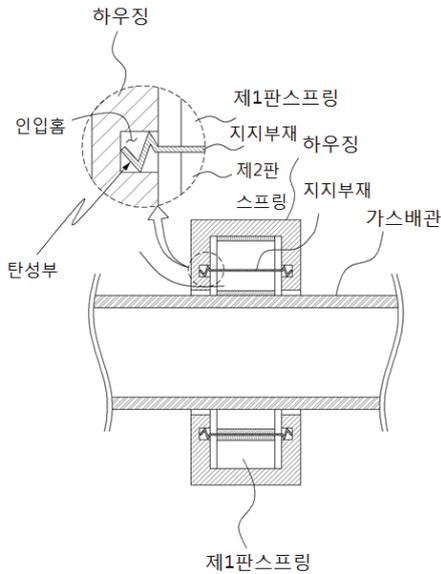
외측면이 면접하고, 가스배관이 내측에 관통되어 고정되며, 가스배관을 사방으로 탄성 지지할 수 있도록 하우징의 내측방향으로 돌출 형성된 복수 개의 요철부가 형성되는 제2판스프링을 포함하여 구성되는 한편, 제2판스프링은 제1판스프링과 마찬가지로 더욱더 안정적인 탄성력을 발휘할 수 있도록 링 형상으로 이루어지는 것이 바람직하다. 이때, 하우징의 내측에 형성되는 결합 홈의 깊이는 지지부재와 제2판스프링이 추가될 경우 더욱 깊어지는 것은 자명할 것이며, 이를 위해 하우징의 직경이 증가된다.

지지부재는 제1판스프링의 요철부와 제2판스프링의 요철부가 면접되면 제1판스프링의 요철부 또는 제2판스프링의 요철부가 제2판스프링의 요철부 또는 제1판스프링의 요철부의 사이로 인입되어 탄성력이 작용하지 않을 수 있기 때문에 제1판스프링과 제2판스프링의 탄성력이 원활하게 작용할 수 있도록 제1판스프링과 제2판스프링의 사이에 구비된다. 제2판스프링은 내측에 가스배관이 고정되고, 외측에 지지부재와 제1판스프링이 순차적으로 구비되어 가스배관의 진동을 더욱더 안정적으로 완화할 수 있는 효과를 실현케 하며, 이때, 제1판스프링은 제2판스프링에 비해 탄성력이 약한 것을 특징으로 한다.

달리 표현하면, 제2판스프링은 제1판스프링에 비해 탄성력이 강한 것을 특징으로 하는데, 진동이 발생되면 먼저, 제1판스프링의 탄성력이 작용되도록 함으로써, 제2판스프링에 의해 가스배관이 더욱 안정적으로 고정되어 있는 상태를 유지할 수 있는 효과를 실현케 한다.

아울러, 제2판스프링은 제1판스프링과 마찬가지로 제2조절나사에 의해 탄성력을 조절할 수 있는 것을 특징으로 하는데, 구체적으로, 가스배관의 내진 고정장치는 하우징의 전면 또는 후면에 나사 결합되고, 하부가 제2판스프링의 일측과 타측말단에 각각 결합되어 회전됨으로써, 제2판스프링의 탄성력을 조절하는 한쌍의 제2조절나사를 더 포함하여 구성된다. 이때, 제2판스프링은 제1판스프링과 마찬가지로 하부가 개방되는 것을 자명할 것이다. 제1판스프링은 제2조절나사가 포함되어 구성되는 경우, 하우징의 내측에 지지부재에 의해 외부의 수분 및 이물질로부터 격리되어 있으므로 제1조절나사가 굳이 필요하지 않기 때문에 링 형상으로 이루어지도록 하여 안정적인 탄성력이 발휘될 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 그러나 가스배관 내진 고정장치는 제1조절나사와 제

2조절나사를 모두 포함하여 구성될 수 있고, 이때, 제1판스프링과 제2판스프링은 모두 하부가 개방된 형태로 이루어지고, 제1판스프링과 제2판스프링의 탄성력을 조절함으로써, 더욱더 고정장치의 사용수명을 증대시킬 수 있는 효과를 얻을 수 있다. 가스배관 내진 고정장치는 가스배관이 길이방향으로 진동 즉, 유동되는 것을 완화할 수 있도록 제1판스프링, 제2판스프링, 지지부재 중 적어도 어느 하나에 탄성력을 가지는 구성을 더 포함할 수 있다.



[그림 2] 다른 실시예에 의한 고정장치를 나타낸 측면면도

6. 결론

본 연구에 대해 요약하면, 하우징은 결합홈의 양측면에 형성되는 인입 홈을 더 포함하여 구성될 수 있고, 지지부재는 양측말단에 연장 형성되어 인입홈에 인입되어 전후방 즉, 가스배관의 길이방향으로 탄성력이 작용되는 탄성부를 더 포함하여 구성되며, 제1판스프링과 제2판스프링은 하우징의 결합홈에 삽입되어 결합되며, 결합홈보다 작은 폭으로 형성되어 전후방 즉, 가스배관의 길이방향으로 유동 가능하도록 구성되는 것을 특징으로 한다.

즉, 지지부재의 탄성부는 가스배관이 전후방 즉, 길이방향으로 진동할 경우, 가스배관의 전후방의 진동을 완화시키는 효과를 실현케 하고, 이때, 제1판스프링과 제2판스프링 또한 가스배관과 함께 전후방으로 유동될 수 있도록 하우징의 결합홈의 폭보다 작은 폭으로 형성되는 것이 바람직하다. 본 개발 품의 제1판스프링과 제2판스프링 중 어느 하나 또는 모두의 양측말단에 연장 형성되어 하우징의 결합홈의 측면에 접하는 보조탄성부를 더 포함하여 구성될 수 있으며, 보조탄성부가 형성되는 경우 더욱더 안정적으로 가스배관의 전후방 즉, 길이방향의 진동을 완화할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

References

- [1] 임건태(2019). “가스 배관의 내진 고정장치”, 등록특허 10-1948596-0000
- [2] 이현수(2011). “기존건축구조물의 내진성능향상 방안에 관한 연구”, 고려대학교 공학대학원 석사학위논문.
- [3] 김동영(2004). “면진장치를 가진 1/3축소 철근 콘크리트 벽식 구조물의 진동대 실험”, 서울산업대학교 산업대학원 석사학위논문.
- [4] 장석준(2010). “지진력분산장치의 유격거리에 따른 다경간 연속교의 내진성능차이에 대한 해석적 연구”, 울산대학교 석사학위논문.
- [5] 김민수(2011). “낙고 방지를 위한 받침보호장치의 앵커부 내진성능”, 울산대학교 석사학위논문.
- [6] 손수원 · 강인구 · 푸안 벽계리 · 김진만(2018). “테프론 또는 제강슬래그를 활용한 기초형 지진격리 장치의 면진 메카니즘 평가”, 한국지질공학회논문지 34권 1호
- [7] 허성욱(2019). “내진성능 확보를 위한 건축물 내 천연가스 가스공급시설 지지구조물의 지진하중 산정”, 한양대학교 대학원 석사학위논문.
- [8] 이태주(2017). “고층 주거복합시설 스프링클러 가시배관 유속과 구경의 적정성에 대한 연구”, 서울과학기술대학교 석사학위논문
- [9] 방대석 · 이재오(2018). “배관 재료의 물성을 고려한 내진설계 방법에 관한 연구”, 한국화재소방학회 논문지 32권 2호 pp.38-47.

- [10] 박보영(2017). “지반함몰로 인한 상수도관에 미치는 구조적 영향”, 중부대학교 일반대학원 석사학위논문.
- [11] 이태형(2014). “국내 라이프라인 시설물의 내진대책 현황”, 한국방재학회 2014년도 정기 학술발표대회 pp.12-12.
- [12] 이창수·정우리나라·신대섭·남우석(2014). “지진취약도 해석을 통한 상수도관의 내진성능평가”, 한국방재학회 2014년도 정기 학술발표대회 pp.241-241.
- [13] 정우리나라(2012). “매설 상수도배관의 지진 취약도 분석 : 서울시를 중심으로”, 서울시립대학교 일반대학원 석사학위논문.
- [14] 이두호(2011). “매설가스배관의 비탄성 내진해석을 통한 지진취약도 평가”, 배재대학교 일반대학원 석사학위논문.
- [15] 허만성(2011). “수계소화설비 배관계통의 내진 설계기준에 대한 연구”, 한국화재소방학회 2011년도 추계학술논문발표회 논문집 pp.87-90.
- [16] 이창욱·박창복·김상일·김민주(2010). “수계 소화설비 내진설계 기준 정비에 관한 연구”, 한국화재소방학회 2010년도 추계학술논문발표회 자료집 pp.63-66.
- [17] 트리포탈 <http://www.tree.co.kr/>
- [18] 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