

일반배관용 스테인리스강관 및 이음쇠의 소화설비 적용 방안

남준석·최진종·김영호**·박주환***
한국소방산업기술원·포스코**·철강협회***

Measures applied for fire protection systme of Light gauge strainesss steel pipe and the fittings for ordinary piping

Jun-Seok Nam·Jin Jong Choi·Yong-Ho Kim**·Joo-Hwan Park***
KFI Corp.·POSCO·KOSA

요 약

옥내소화전설비, 스프링클러설비 등 수계소화설비에 일반배관용 스테인리스강관과 그 연결에 필요한 이음쇠의 사용가능성을 적용사례, 내식성 등을 통해 확인하였고, 기존 수계소화설비의 배관에 대한 개선방안을 도출하였다. 일반배관용 스테인리스강관 및 이음쇠는 국내의 경우 수도용으로 활발히 사용되고 있으며, 독일·영국·일본·미국 등의 수계소화설비에 사용되고 있음을 확인할 수 있었다. 강관과 이음쇠의 연결상태에서 내식성을 확인하기 위해 0.5 %와 3.5 %의 소금물을 관내에 주입한 후 28일 보관한 결과 이상이 없음을 확인하였다. 또한, 기존에 설치되어있는 수계소화설비는 배관계의 온도차에 의한 보상방법이 되어있지 않아 작동물질의 열팽창에 따라 강관, 이음쇠의 파손이 발생할 수 있음을 확인하였다.

1. 서 론

친환경소재인 스테인리스 강관은 물성(기계적 강도, 내식성, 내열성 등)이 다른 관과 비교하여 우수하나 가격이 비싸고 용접조건이 까다로우며, 가공이 어려운 단점이 있으며, 수계소화설비에 대한 화재안전기준에 그 사용여부에 대한 기준이 없어 활발히 사용되고 있지 않다.

옥내소화전설비·스프링클러설비 등의 수계소화설비에 사용되는 배관은 배관내 사용압력이 1.2 MPa 미만일 경우 KS D 3507(배관용 탄소강관)을, 1.2 MPa 이상일 경우 KS D 3562(압력배관용 탄소강관)을 사용하고 있다.(남준석 등, 2010)

기타의 관으로는 KS D 5301(이음매 없는 구리 및 구리합금관), 합성수지배관, 신축배관 등을 허용하고 있다.

수계소화설비의 화재안전기준에서는 KS D 5301(이음매 없는 구리 및 구리합금관)만을 사용하도록 허용하고 있는 설비는 ‘스프링클러설비’, ‘간이스프링클러설비’이고, KS D

5301(이음매 없는 구리 및 구리합금관) 또는 이와 동등이상의 강도·내식성 및 내열성을 가진 것을 사용할 수 있도록 허용하는 설비는 ‘옥내소화전설비’, ‘화재조기진압용스프링클러설비’, ‘물분무소화설비’, ‘포소화설비’, ‘옥외소화전설비’이다.

본 연구에서는 KS D 3595의 적용사례가 늘어남에 따라 분기배관으로의 사용가능성을 평가하는 것과 기존 수계소화설비의 개선방안을 도출하고자 한다.

2. 분기배관으로의 사용가능성 평가

2.1 성형해석

성형해석에 사용된 재료의 물성치는 KS D 3595의 재료인 STS 304를 사용하였고, 이 재료의 특성은 다음 표와 같다.. 성형 해석의 입력 값으로 사용하게 될 소재의 특성인 진응력-진변형률 값을 다음 표와 같다.

2.2 해석 결과

분기부분의 반경 및 두께는 다음 표와 같다. 표내의 숫자는 강관의 길이방향 점에서 성형된 분기관의 원주를 따라 반경방향을 거쳐 다시 반대편 길이방향의 점으로 가는 방향의 등분을 나타낸다. 성형된 두께가 원소재두께보다 작은 것을 알 수 있으며, 이는 성형 후 면가공을 하지 않은 상태의 결과이므로 면가공후 최종두께는 기준값을 충분히 만족할 것으로 판단된다.

표 1 분기배관의 반경 및 두께(KS D 3595)

Point	원소재두께(mm)	1	2	3	4	5	6	7
25 × 25	1.0	0.928	0.752	0.772	0.971	0.827	0.739	0.691
30 × 25	1.2	0.901	0.916	0.972	1.107	1.025	0.900	0.898
40 × 25	1.2	0.920	0.945	1.036	1.110	1.074	0.925	0.922
40 × 30	1.2	0.828	0.861	0.977	1.102	1.001	0.910	0.841

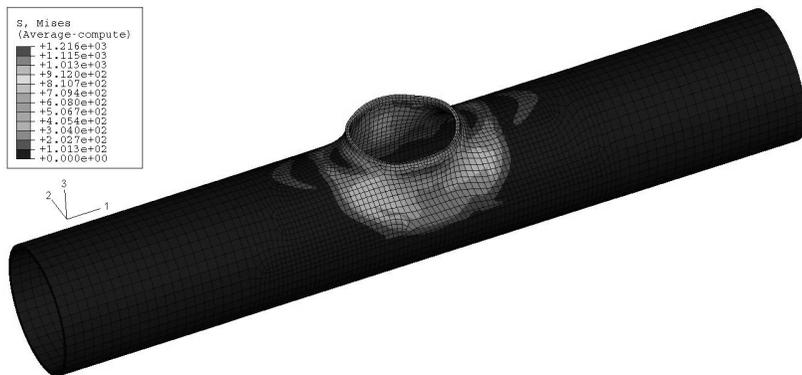


그림 1 KS D 3595 - 30X25 성형해석 결과

3. 분기배관의 부식영향평가

3.1 부동태안정성

부동태(Passivity)라 함은 크롬, 티타늄, 알루미늄과 같이 치밀한 산화피막을 형성하는 금속에서 표면의 피막이 물과 금속간 화학반응을 물리적으로 차단하여 소재의 부식반응을 억제시키는 현상을 말하며, 부동태 안정성이 넓다는 것은 금속소재가 수중에서 다양한 수질 및 계면변화에도 부식반응이 일어나지 않음을 의미한다. 통상 수중에서 유속이 불균일하거나, 배관이음부 등에서 용액의 정체로 인한 용존산소의 변화 또는 침전물 형성 등으로 수질이 국부적으로 변화될 수 있으므로 이러한 부동태의 안정성은 소재의 장기 내식성 관정에 중요한 인자로 인식된다.

표 2 STS304 스테인리스강과 구리의 부동태안정pH와 파괴전위값 비교

항목	304 스테인리스강	구리
부동태 안정 pH	3~14	7~10
1M NaCl용액내 부동태파괴전위 (V vs SCE)	0.2~0.3	-0.3~0.1

3.2 내식성 평가

시료는 30A와 50A 2종에 대해 길이 500 mm로 제작하여 이음부 배관을 놓힌 후에 0.5%와 3.5%의 소금물을 각각 주입하여 배관을 반 정도 채울양만 주입하여 배관 내에 용액 침전부와 기상부가 상존하도록 양끝단을 실리콘 마개로 밀봉하여 30 ℃를 유지하는 항온조 내에 28일 유지하였다. 부식시험의 샘플도식을 다음 그림에 표시하였다.

용접이음부에서 용접부 변색선을 따라 국부부식이 발생된 사례가 일부 나타났다. 이러한 부식은 산세척과 같은 화학적 변색제거방법을 고려할 경우 발생하지 않을 것이다.

4. 온도보상설계의 도입

최근 스프링클러설비에서 헤드, 신축배관, 유수검지장치 등이 파손되는 사고가 발생하고 있어 그 원인을 파악한 결과 배관의 신축을 고려하지 않고 설계되고 있음을 확인할 수 있었다. 관련 화재안전기준에서도 온도보상설계에 대해 언급하고 있지 않다.

옥내소화전설비, 스프링클러설비 등의 수계소화설비에 사용되는 강관은 온도에 따라 신축하는 성질을 지니고 있다. 이러한 온도변화는 강관 및 이음쇠에 응력을 발생시켜 배관을 손상시킬 수 있다. 이러한 신축을 보정하기 위한 방법을 강구하여야 한다.

열팽창을 보정하기 위해서는 우선 설계된 방향으로 배관계(piping system)가 얼마나 선형적 길이 변화를 일으킬 것인지를 다음 표를 이용하여 계산하거나 다음 식에 의해 선폽창계수를 이용하여 계산한다.

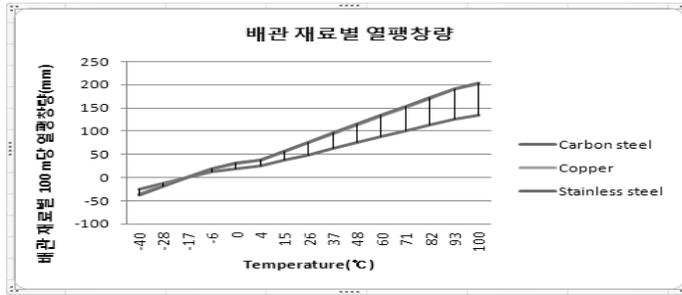


그림 2 배관 재료별 열팽창(mm/100m)

$$\Delta L = L \times \alpha \times \Delta T$$

(ΔL : 선팽창량(mm), L : 강관의 길이(m), α : 선팽창계수, ΔT : 온도차(°C))

5. 결 론

KS D 3595(일반배관용 스테인리스 강관)을 분기배관으로 가공할 경우 분기부분의 최대 응력은 소재의 인장강도를 초과하지 않는 것으로 확인되었다. 내식성은 물속에서 구리에 비해 부식을 방지하는 부동태 기능이 보다 안정적이고, 부동태 파괴에 대한 저항성이 우수함을 알 수 있다. Shielding Gas의 사용이 어려운 현장에서는 용접하지 않아야 한다. 0.5 %와 3.5 %의 소금물을 관내에 주입하여 28일간 보관한 결과 내식성에도 문제가 없었다.

따라서, KS D 3595(일반배관용 스테인리스 강관)는 용접 시 Shielding Gas를 사용할 수 있는 공장에서 할 경우 분기배관으로 제작이 가능함을 확인하였다.

아울러 수계소화설비의 설계시 온도보상은 Expansion Joint를 설치하는 방법, 배관 및 이음쇠의 지지방식 Free-float하도록 하는 방법, Grooving 등을 이용하여 강관을 연결하는 방법, 플렉시블 커플링 및 피팅을 이용한 Expansion Loop 방법, 감압밸브의 사용, 습식설비에 공기배출기(Air Vent)를 설치하는 방법 등을 고려하여 설계하여야 한다.

감사의 글

본 연구는 2009~2010년 한국철강협회에서 발주한 연구용역의 결과로 이루어진 것으로 본 연구에 도움을 주신 한국철강협회, 포스코 및 제조업체 관계자분들에게 감사드립니다.

참고문헌

1. 남준석 등 (2010), “수계소화설비용 경량벽 스테인리스 강관의 사용가능성 평가에 관한 연구” 한국화재소방학회논문지, 제24권제5호.
2. 남준석 등 (2010), “경량 스테인리스 강관용 이음쇠의 성능평가에 관한 연구”, 한국화재소방학회논문지, 제24권제5호
3. 한국철강협회 (2010), “일반배관용 스테인리스강관 및 이음쇠의 소화설비 적용방안 연구”
4. 소방방재청 (2010), “분기배관의 성능시험기술기준”