선박용 크랭크케이스 릴리프밸브의 폭발화염 차단성능에 관한 실험적 연구

김동석+·안병호[1]·노호성[2]

Assessment on explosion pressure venting and flame arresting for the crankcase relief valves

Dong-Suk Kim+, Byung-Ho Ahn[1], Ho-Sung Ro

1. 서 론

선박 크랭크실은 오일미스트에 의한 2차 폭발압력을 방지하기 위해 1차 폭발압력을 화염분출 없이 배출하고 폭발 후 기밀을 유지할 수 있는 도출밸브(crankcae explosion relief valve)가 설치되고 있다. 국제선급연합(IACS)에서는 도출밸브의 형식승인기준인 UR M66을 2005년 1월에 제정하였다. 이 기준은 폭발 용기내에서 메탄가스를 이용한 폭발을 발생시켜 도출밸브의 압력 배출 및 화염차단 성능을 평가할 수 있는 시험절차와 성능요건을 규정하고 있다. 본 연구에서는 UR M66 기준에 규정한 폭발시험 조건의 재현성을 높이기 위해 크랭크실 도출밸브의 폭발시험을 실시하여 시험결과로 부터 나타난 압력특성을 고찰하고자 하였다.

2. 시험장치 및 시험방법

시험장치는 폭발용기(10 ㎥,6 ㎥,1.6 ㎥,0.4 ㎥), 메탄가스 혼합장치, 메탄농도 측정장치, 점화장치, 메탄가스 공급장치, 폭발압력 기록장치로 구성하였다. 폭발은 9.5%±0.5% 메탄농도의 혼합공기를 폭발용기 상부 및 하부에서 측정한 메탄농도 값의 차가 0.5% 미만인 상태에서 100 Joule의 점화 에너지를 가하여 발생시켰다. 폭발시험은 각 체적별 폭발용기별의 입구측에 0.05 ㎜의 폴리에틸렌 필름을 장착한 상태와 도출밸브를 장착한 상태에서 수행하였다. 모든 시험 중 입구 측 압력(P_1)과 폭발용기 중앙부분의 압력(P_2)을 측정하였으며 도출밸브가 장착된 경우에는 화염분출과 기밀유지여부를 함께 확인하였다.

3. 시험결과 및 고찰

각 용기에서의 폭발시험 결과는 표 1과 같다. 모든 폭발시험에서 입구측이 중앙부보다 높은 압력 값을 보였으며 도출밸브를 장착한 상태에서는 화염의 분출이나 압력의 누설이 없었다. 폴리에틸렌 필름을 장착하여 실시한 폭발조건 검증시험에서는 폭발용기 체적과 폭발압력과의 관계는 용기입구 직경 등 폭발용기 형상의 상사성(相似性)이 낮아 선형적 특성을 보이지 않았으며 같은 체적조건에서는 용기길이 대비 직경이 클수록 높은 폭발압력을 보였다. 또한 용기입구 직경이 클수록 도출밸브 장착시 상대적으로 큰 압력증가 현상이 나타났다.

표 1 크랭크실 도출밸브 폭발시험 결과

폭발용기 체적 (㎥)	폭발용기 규격 (m)		도출밸브 모델	용기입구 직경 (m)	폴리에틸렌 필름 장착시 폭발압력		도출밸브 장착시 폭발압력 및 성능			
	직경	길이			P_1	P_2	P_1	P_2	화염분출	기밀유지
10	1.785	3.57	735	0.705	0.19	0.17	1.12	0.88	없음	누설 없음
			420	0.400	2.16	2.10	4.16	3.73	없음	누설 없음
6	1.5	2.986	320	0.305	3.35	2.36	4.15	4.36	없음	누설 없음
1.6	1.0	1.82	266	0.252	0.78	0.57	2.57	2.36	없음	누설 없음
			173	0.160	1.76	1.51	4.76	4.15	없음	누설 없음
0.4	0.74	1.05	122	0.110	1.55	1.31	4.07	3.49	없음	누설 없음

4. 결 론

크랭크실 도출밸브의 폭발압력 배출 및 화염차단 성능평가의 신뢰성을 높이기 위해서는 용기 체적별로 폭발압력을 반복적으로 일정하게 재현할 수 있는 시험평가기술의 확보가 필요하다. 추후 메탄과 공기의 혼합방법, 시험환경조건, 용기 구조 등 폭발압력에 영향을 미칠 수 있는 변수들에 대한 보정방법 등에 대한 연구가 필요한 것으로 나타났다.

[1] 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침, 제9절 크랭크실 도출밸브, 한국선급협회, 2012

[2] IACS UR M66 (Jan 2008) Type testing procedure for crankcase explosion relief valves, IACS, 2008

+ 김동석(방재시험연구원 소화연소팀), E-mail:dskim@kfpa.or.kr, Tel: 031)887-6651
1 안병호 : 방재시험연구원 소화연소팀
2 노호성 : 방재시험연구원 소화연소팀