

군 시설물의 대테러 예방을 위한 방폭창호 시스템 개발 사례

An Example of Blast Resistant Window System Development for Anti-terrorism of Military Facilities

오성근* · 염규성* · 박재완* · 정태영** · 허영철†

Sung-Keun Oh, Kyu-Sung Yeom, Jae-Wan Park, Tae-Young Chung and Young-Cheol Huh

1. 서 론

미 국무성의 2006년 테러관련 통계 자료에 의하면 2005년에 발생한 전 세계의 테러사고는 11,111건이며 이로 인한 사망자 수는 14,602명에 이르는 것으로 보고되고 있다. 테러에 악용되는 주요 위협수단은 폭발물이 약 85%를 차지하고 그 밖에 탄도 무기, 방화, 납치테러 등이 있다. 한편, 주요 테러 대상국 중의 하나인 미국은 오래 전부터 군 시설물은 물론 주요 관공서, 공공건물 등에 대하여 대테러 예방을 위한 규정을 제정하고 시설물의 설계에 반영해 오고 있다. 특히 9·11 테러 이후에는 미 국방부 소유의 모든 신축 건물의 설계에 관련 규정의 적용을 강화하고 있다. 건물의 방호설계에서는 방폭창호의 시공이 필수적인데 일반창호의 경우 충격에 매우 취약해서 폭발물 테러 시 발생하는 강한 폭압과 유리파편의 비산으로 인해 건물 내부의 인명에 심각한 상해를 입힐 수 있기 때문이다.

현재 용산과 동두천에 주둔 중인 미군기지는 오는 2016년까지 평택으로 이전하기로 결정되었고 총 사업비 16조 규모의 기지이전 사업이 추진 중이다. 기지 내의 모든 시설물에는 방폭창호를 의무적으로 시공하도록 규정하고 있는데 그 규모는 약 3,000억 정도로 추정된다. 따라서 방폭창호를 조기에 국산화하지 않는다면 미군기지 이전사업에 소요되는 모든 창호시스템은 미국, 이스라엘 등의 해외 제품으로 대체될 것이며 이는 곧 국내의 기회손실 비용으로 이어질 것이다. 총 사업비의 약 9조 정도를 한국정부에서

부담하기로 했다는 점에서 더욱 그러하다. 그러나 테러에 의한 피해사례가 전무했던 국내의 경우 테러예방에 관한 사회적 관심도 적었고 방폭창호의 국내 수요도 거의 없었기 때문에 해당 제품의 개발 사례를 찾아보기 어렵다. 또한 방폭성능의 인증을 획득하기 위한 조건과 그 절차가 매우 까다롭기 때문에 제품개발을 성공하기가 그리 쉽지도 않았다.

당사에서는 지난 2008년부터 방폭창호의 국산화 개발을 위해 꾸준한 연구와 투자를 해온 결과 최근 6종의 방폭창호를 개발하고 성능인증을 획득함으로써 미군기지 이전사업에 본격적으로 참여하고 있다. 본 논문에서는 방폭창호 국산화에 성공한 당사의 개발 사례를 중심으로 관련 규정, 소요되는 설계기술 및 시제품의 성능인증 시험에 이르는 과정을 소개하고자 한다.

2. 방폭창호 시스템의 설계 및 검증

2.1 설계조건 및 폭발하중의 산정

미 국방부의 통합규정인 Unified Facilities Criteria (UFC) 4-010-01은 건물의 대테러 예방설계에 필요한 최소한의 지침을 제공한다. 본 지침에서는 단지 내 시설물의 배치, 예상되는 테러위협물의 종류와 그 이동 수단 등에 관해서 기술한다. 또한, 건물의 용도별 방호수준을 정의하고 이를 달성하기 위한 최소 폭발조건 즉, 폭발물의 중량과 이격 거리를 규정한다. 창호의 설계와 관련해서는 창유리의 최소 두께와 창틀의 허용변위 등을 규정하고 있다.

주어진 설계조건에 대한 하중은 크게 정하중과 동하중으로 구분하여 산정하는데 정하중은 ASTM F 2248 지침에 의한 3-second duration equivalent design load로써 정의된다. 동하중은 UFC 4-010-10에서 피크압력과 충격량(impulse)으로써 정의한다.

† 교신저자; 정회원, 한국기계연구원
E-mail : ychuh@kimm.re.kr
Tel : (042) 868-7468, Fax : (042) 868-7418
* (주) 동양정공
** 한국기계연구원

2.2 창호의 구성 및 그 설계

방폭창호란 일반 건물에서도 시공하고 있는 소위 ‘시스템 창호’의 일종으로써 일반적인 시스템 창호 보다는 훨씬 견고한 구조적 특징을 갖고 있다. 유리 종류는 반강화 유리 또는 강화유리가 적용된다. 유리와 유리 사이에는 적절한 간격의 공기층을 두며 충분한 장력을 확보하기 위해 PVB 필름이 시공된다. 창틀은 알루미늄 재질이 널리 적용되고 있으며, 충분한 휨 강성을 확보하기 위해서는 다소 복잡한 단면형상의 설계가 필요하다. 그 밖에 창틀과 창틀을 고정하는 hardware와 창틀을 벽체에 고정하는 anchoring system도 설계하중에 충분히 견딜 수 있도록 그 개수와 설치위치를 상세히 검토해야 한다.

2.3 해석적 방법에 의한 성능검증

정적 해석법에 근거한 창유리의 구조적 성능은 ASTM E 1300에서 정의하는 하중 저항력 산정 방법에 의해 검토해 볼 수 있다. 창유리의 설계로부터 결정된 주요 치수, 두께 그리고 적용된 유리의 종류만으로 구조적 성능을 확인한다. 동적 해석법으로는 미 내부성에서 제공하는 WINGARD program을 활용한다. WINGARD는 단자유도계 모델링을 기반으로 창유리의 동적 성능을 예측해 볼 수 있는 프로그램으로써 압력-충격량 성능곡선, 예상되는 위험도 등급(hazard rate)을 제시해 줌으로써 실제 인증시험에 앞서 필요한 설계사양을 검토해 볼 수 있다. 창틀의 경우 UFC 4-010-01에서 규정한 허용변위와 재질의 항복응력을 만족하는 탄성설계를 수행한다. 창틀의 긴 변을 대상으로 폭발하중이 선형적으로 분포한다는 가정 하에 보 이론에 기초한 강도해석을 수행한다. 현재 당사에서는 창유리와 창틀의 정하중 해석에 필요한 프로그램을 한국기계연구원으로부터 기술이전 받아 운영 중에 있으며 필요 시 제품의 추가 개발에도 활용할 예정이다.

3. 시제품 창호의 인증시험

3.1 기본성능 인증시험

창호의 기본성능으로써 크게 기밀성능, 수밀성능, 구조적 성능 및 단열성능을 확인하기 위한 시험을 수행한다. 평가방법으로써 미국 규정인 AAMA 101 규정에 따라 미국의 시험기관에서 개발 시제품의 성능시험을 수행하였다.

3.2 방폭성능 인증시험

미군기지 이전사업의 수요처인 미 극동공병단에서 인정하는 시험방법은 ASTM F 1642의 시험절차에서 규정하고 있는 open-air arena test이다. 본 시험은 개방된 공간에 시험품이 시공된 밀폐형 간이 시설물을 위치시키고 이로부터 일정거리 떨어진 위치에서 실제 TNT를 폭발시키는 시험이다. ASTM F 1642의 시험 절차를 만족하는 미국의 시험기관에서 시제품 하나당 세 번의 폭발시험을 수행한 후 유리의 비산거리에 따른 위험도 등급을 부여받는다. 참고로 미 내부성에서 규정하고 있는 위험도 등급과 당사 시제품의 시험모습을 Fig.1과 Fig.2에 각각 보였다.

4. 결 론

미군기지 이전사업에 참여하기 위한 미극동 공병단의 요구조건이 매우 까다롭고 특히 모든 성능시험은 미국의 공인 시험기관에서 수행한 결과만을 인정하고 있기 때문에 효율적인 제품개발을 위해서는 해석적 방법에 의한 설계검증이 매우 중요하다. 충분한 설계검증만이 지리적 여건에 따른 시행착오의 비용을 최소화할 수 있다. 당사에서는 이번 국산화 개발을 통해 확립한 설계기술력을 바탕으로 국내는 물론 향후 예정된 해외 미군기지의 이전사업에도 적극 참여할 계획이다. 아울러 부족한 기술력의 보완을 위해 국내 전문가들의 관심과 협력을 기대한다.

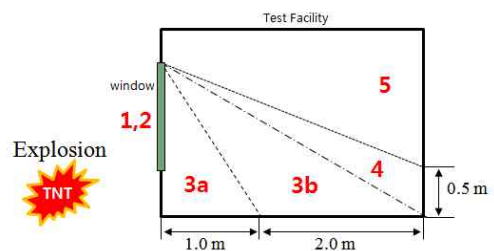


Fig.1 Hazard rate of window (GSA's classification)



Fig.2 Open-air arena test