

# 압축천연가스자동차용 복합재료용기의 외피손상결함 평가

김영섭, 김래현, 양동주\*

서울산업대학교 에너지환경대학원, 한국가스안전공사 가스안전연구원\*

## Assessment of Composite Cylinder Flaw for Compressed Natural Gas Vehicles

Young-Seob Kim, Lae-Hyun Kim, Dong-Ju Yang\*

Seoul National University of Technology, Korea Gas Safety Corporation\*

### 초 록

국내에 천연가스버스가 보급된 이래 5차례의 용기파열 사고가 발생하였는데 그 중 2005년 8월 전주 덕진충전소에서 발생한 용기파열사고는 CNG용기의 라이너를 감싸고 있는 복합재료가 손상되어 발생한 사고로 보고되었다. 복합재료용기의 외피손상이 원인이 되어 발생한 사고사례는 해외에서 약 13건이 보고되었다. CNG용기 외피손상은 용기를 고정하는 스트랩과 밀접한 관련이 있다. 용기고정이 불완전하면 슬립이 발생하고 이는 복합재의 손상으로 이어진다.

본 연구에서는 ISO 19078, CGA C6.4 등 국제코드의 규정을 고려하여 국내에서 제조된 Type 2, 3, 4 용기와 외국에서 생산된 Type 3 용기를 대상으로 결함깊이, 길이, 넓이에 따른 복합재료 결함 내구성시험을 수행하여 CNG용기의 내구성능을 평가하였고, 시험과 동일한 조건으로 복합재료 손상결함 조건을 컴퓨터로 전산모사하여 시험결과와 타당성과 유효성을 비교·검증하였다.

실험결과, Type 2 용기의 경우, 11,250회의 최소반복가압 회수를 충족하였으나 외피손상부와 반복가압에 따른 실제누출부위가 일치하지 않아 실험조건을 달리한 추가실험이 요구되었다. Type 3 용기의 경우에는 복합재 결함부위와 누수부위가 일치된 시험용기의 수는 67%정도로, 복합재료 용기의 수명을 저하시키는 원인으로 라이너와 외피손상이 서로 밀접한 관련이 있음을 확인하였다. Type 4 용기는 국제기준에서 요구하는 반복횟수를 만족하였고, 손상깊이 0.75mm와 1.25mm에서 반복가압회수가 60,000회 이상이 되어도 누설이 발생되지 않았다. 이는 라이너의 재질이 폴리머로서 균일한데다 탄소섬유 복합재료층 위에 유리섬유 복합재료 층이 1.5mm 정도 추가로 적층되어 있어서 3등급의 손상결함(결함깊이 1.25mm)에서도 구조 층이 전혀 손상되지 않은 것으로 판단되며, 이는 Type 2 용기의 강재라이너나 Type 3의 알루미늄 라이너와 비교하여 Type 4 용기의 폴리에틸렌 라이너의 물성이 반복성능이 탁월함을 확인할 수 있었다.