

발전시설물 폭발에 대한 확률적 구조물 안전성평가 방안

김정훈* · 김영구* · 강승규**

Probabilistic Structure Safety Assessment Method on the Explosion of Power Facilities

Jung Hoon Kim*, Young Gu Kim*, Seung Kyu Kang**

ABSTRACT

The structure performance of a sealed power facilities and the explosion simulation contains significant amounts of scatter, and variability has been characterized in material properties of the structure, a sealed space density, combustible gas volume, gas concentrativeness, ignition site, and gas volume. In order to deal with such uncertainties, structural reliability analysis calculates the failure probability and the reliability index relevant to selected limit states providing quantitative measures of these uncertainties. In this study, structure safety assessment method on the explosion of a sealed power facilities was proposed by using the response surface method (RSM).

Key Words : Power Facilities, Explosion, Structural Reliability Analysis, Safety Assesment

대규모의 지하 발전시설물이나 해양플랜트 Top sides 등의 시설물은 폭발 및 화재를 유발시키는 많은 가연성 물질을 포함한 구조물로서, 위험성을 지니고 있고 사고 발생 시 구조물과 인명 및 환경적 피해를 받게 된다. 이러한 대재앙을 막기 위해서 밀폐 공간 내 가스 누출에 의한 폭발 위험성에 대한 안전성 평가가 요구된다.

시뮬레이션을 통해 폭발로 인한 구조물 내부의 발생압력과 발전시설물 구조물이 견딜 수 있는 구조적 성능을 비교 및 검토를 하여 폭발 시의 안전성 평가를 하게 되지만, 보다 신뢰도 있는 결과를 얻기 위해서는 폭발시뮬레이션 입력값과 발전시설물 구조물 성능에 대한 불확실성을 고려한 구조물 신뢰성 해석이 필요하다.

이 연구에서는 밀폐된 공간의 발전시설물의 가스폭발 시 영향을 미치는 가스확산 및 가스폭발 현상에 대한 변수를 정의하고 발전시설물 구조물의 확률적 안전성 방안에 대해 제안하였다.

발전시설물 가스폭발에 대한 신뢰성해석의 랜덤변수로 고려해야 할 변수는 밀폐 공간의 조밀도, 가연성 가스 체적, 가스 집중도, 점화위치, 가

스체적 등이 될 수 있다. 각 변수의 확률분포 함수는 통계 데이터, 문헌자료 등으로 정의할 수 있다. 구조물 신뢰성해석에서 중요한 한계상태 함수는 아래의 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$Z = R - S \quad (1)$$

R은 폭발압력에 밀폐 구조물이 견딜 수 있는 압력에 대한 함수이며, S는 폭발 시뮬레이션을 통해 발생하는 압력에 대한 함수이다. 각 함수가 해석의 복잡성으로 인해서 함수를 구성하기 어려운 경우 응답면 기법(RSM)을 적용하여 신뢰성 해석을 수행할 수 있다. 또한, 확률적 민감도 분석을 통해 민감도 지수들을 계산하여 각 랜덤변수들의 상대적 중요성을 확인할 수 있다.

참고 문헌

- [1] HSE, "Fire and explosion guidance, Part 1: Avoidance and mitigation of explosions", Health and Safety Executive, London, UK, 2003.
- [2] NORSOK, "Risk and emergency preparedness analysis", NORSOK Standard Z-013, Oslo, Norway, 2001.

* 한국가스안전공사 가스안전연구원

† 연락저자, skkang@kgs.or.kr

TEL : (043)750-1481 FAX : (043)-750-1948