

GIS를 활용한 화학물질 폭발사고 피해분석 연구

A Study on the Damage Analysis of Chemical Substances Explosion Accident Using GIS

함태윤* · 권기민** · 송문수*** · 윤홍식****

Ham, Tac-Yuun · Kwon, Gi-Min · Song, Moon-Soo · Yun, Hong-Sik

요약

화학산업이 발전함에 따라 잠재적인 화학물질 폭발사고 위험 또한 증가하고 있다. 순식간에 치명적인 인명, 재산피해를 남기는 폭발에 대한 영향을 예측, 분석하기 위해 다양한 해석모델이 활용되고 있지만, 폭발의 물리적 특성상 다양한 형태의 건물이 밀집된 지역에 대해서는 해석모델 사용만으로 높은 정확도의 분석을 진행하기에는 어려움이 있다. 따라서 본 연구는 GIS 공간정보와 3D 폭발 시뮬레이션의 약결합 방식을 적용하였다. 실제 연구지역과 동일한 환경을 구현하여 시뮬레이션을 구동하였고 이에 따른 폭발 규모와 폭발에 노출된 대상별 가해지는 압력 값을 도출하였다. TNT를 기준으로 위험물 저장 및 취급시설에 대한 최저 기준인 지정수량 200kg을 적용하였음에도 최대 2,960kPa의 압력이 발생하는 것으로 확인되었다. 본 연구로 도출된 결과에 건축물의 용도와 중요도를 적용한다면 토지이용계획 및 공간활용에 반영할 수 있으며, 안전관리자로 하여금 리스크 평가, BC분석, 안전관리계획 수립 등에 활용 가능하다고 사료된다.

Keywords : 3D explosion simulation, Explosion damage analysis, Explosion, GIS, ExDAM

1. 서론

국내 화학산업이 발전하여 화학물질 사용량이 증가함에 따라 잠재적인 사고 발생 위험 또한 상승한다(유지선·정영진, 2014). 화학물질 사고는 누출, 화재, 폭발 등 다양한 형태로 나타나며 특히 폭발의 경우 순식간에 치명적인 인명피해와 재산피해를 남긴다. 폭발에 대한 영향을 예측, 분석하기 위해 TNT equivalent method, Multi energy method 등 다양한 해석모델이 활용되고 있다(윤용균, 2018). 하지만 폭발의 물리적 특성상 폭발에 노출된 대상의 위치와 재질, 차폐 효과(Shielding effect) 등 다양한 요인이 폭발 규모에 반영된다. 따라서 현장 상황에 대한 연구자의 주관적인 판단이 개입되어 선택하는 TNT 등가계수, 폭발강도계수 등 임의의 값에 대한 의존도가 높은 해석모델만으로는 다양한 형태의 건물이 밀집된 지역에 대해 정확도 높은 분석은 어려움이 있다. 이러한 문제점을 보완하고자 본 연구는 GIS 공간정보와 3D 폭발 시뮬레이션(ExDAM)의 약결합(Loose coupling) 방식을 적용하여 다량의 화학물질이 저장되는 특성상 폭발 시 대규모 사고로 이어질 수 있는 위험물 저장 및 처리시설을 대상으로 하여 폭발에 대한 피해분석을 진행하고자 한다.

2. 본론

2.1. 시나리오 및 공간정보 구성

건물이 밀집된 지역에서 발생한 화학물질 폭발사고의 피해분석을 위해 건물의 밀집도가 높은 서울에 위치한 위험물 저장 및 취급시설을 연구지역으로 선정하였다. 또한, 다양한 화학물질에 대한 폭발위력 비교분석에 용이한 TNT를 폭발물질로 가정하여 지정수량 200kg에 대한 시나리오를 구성하였다. 실제 장소와 동일한 환경을 ExDAM 프로그램에 구현하기 위해 국토교통부의 GIS 건물정보를 공간정보로 활용하였으며, 화학물질의 저장 위치와 폭발에 노출된 대상의 건축재료, 위치, 높이, 연면적이 사용되었다. 연구지역 반경 1km 내에 위치한 98개의 건물을 구현하였으며 공간정보 시각화를 위해 위성사진을 Base map으로 적용하였다.

* 정회원 · 성균관대학교 방재안전공학협동과정 석사과정 hamtaeyuun95@skku.edu

** 정회원 · 성균관대학교 방재안전공학협동과정 석사과정 akwon95@skku.edu

*** 정회원 · 성균관대학교 방재안전공학협동과정 박사후연구원 sms0722@hanmail.net

**** 정회원 · 성균관대학교 건설환경시스템공학과 교수 yoonhs@skku.edu

2.2. 시뮬레이션 결과

그림 1, 2는 시뮬레이션 구동 결과를 나타낸다. 그림 1은 Image result로 폭발의 규모를 시각적으로 확인할 수 있다. 그림 2는 Tabular result로 폭발에 노출된 대상별 가해지는 압력 값을 나타낸다. 폭발로 인해 발생한 압력은 위험물 저장 및 취급시설의 설치허가에 대한 최저 기준인 지정수량 200kg을 적용하였음에도 최대 2,960kPa의 압력이 발생하는 것으로 확인되었으며, 이는 건물 붕괴를 발생시키는 수준의 피해를 남긴다.

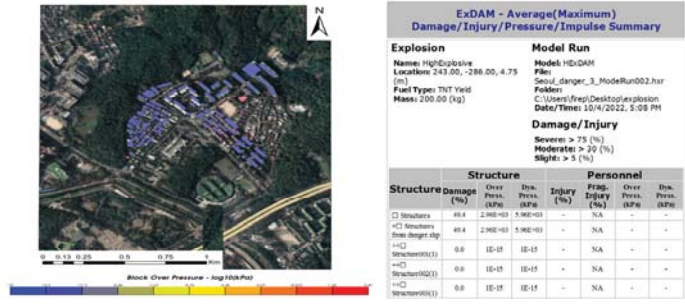


그림 1. Image result

그림 2. Tabular result

3. 결론

본 연구에서 진행된 폭발피해 분석은 폭발에 노출된 대상별 가해지는 압력을 확인할 수 있다. 이를 압력에 따른 피해분석에 적용한다면 대상별 피해 수준을 예측할 수 있다. 또한, 도출된 결과에 건물의 용도와 중요도를 적용한다면 토지이용계획 및 공간 활용에 반영할 수 있으며, 안전관리자로 하여금 리스크평가, BC분석(Cost-Benefit analysis), 안전관리계획 수립 등에 활용하여 폭발사고 예방에 도움이 될 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 행정안전부 '자연재난 정책연계형 기술개발사업'의 지원을 받아 수행된 연구임(2021-MOIS35-003)

참고문헌

유지선, 정영진 (2014) 유해화학물질 유출의 사례 분석, 한국화재소방학회 논문지, 28(6), pp.90~98.
 윤용균 (2018) 폭발성 물질의 폭발에 따른 폭발압력 평가, 화학발파, 36(4), pp.26~34.