

LNG 탱크의 BOG 발생 모델링 및 해석을 통한 압축기 운전의 최적화

신명욱, 신동일*, 최수형**, 윤인섭

서울대학교 화학생물공학부, *명지대학교 화학공학과, **전북대학교 화학공학과

Dynamic Modeling and Optimization of the Operation of Boil-Off Gas Compressors at the LNG Gasification Plant

Myung Wook Shin, Dongil Shin*, Soo Hyung Choi**, En Sup Yoon

School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University

Department of Chemical Engineering, Myongji University

Department of Chemical Engineering, Chonbuk National University

요 약

증발가스(BOG)란 대기중의 열이 LNG로 유입되어 기화된 천연가스를 말하는데, 저장탱크내 LNG는 지속적으로 기화하여 BOG가 발생된다. BOG 발생원인은 저장탱크로의 직접적인 열 유입이외에 하역시 배관으로부터의 열유입, LNG선 펌프로부터의 열유입, 하역중 저장탱크 내의 증발가스 치환, 배와 저장탱크간 압력차에 의한 flash vapor, unloading arm으로부터의 열유입 등이 있다. 인수기내 증발가스 발생량은 저장탱크 및 각종 프로세스설비 댓수와 저장된 LNG량에 비례하여 증가되고 설비운전모드에 따라 발생량이 다소 변화된다. 대기 온도의 영향으로 하절기와 동절기의 증발가스 발생량도 차이가 있다. 저장탱크내의 LNG 온도는 -160°C 이고 대기압보다 약간 높은 압력으로 저장된다. 탱크 외벽과 보냉재를 통한 열 유입에 의한 BOG 발생율은 $0.1\%/day$ 이하가 되도록 설계되어 있다. LNG 탱크의 압력은 BOG 압축기에 의해 조절되며 평상시 저장탱크의 압력은 $50-170\text{ g/cm}^2\text{G}$ 사이로 유지된다. 하역시에는 LNG선 펌프와 하역배관을 통한 열이 하역되는 LNG에 전달되어 많은 양의 BOG가 발생되어 저장탱크의 압력은 평상시보다 50 g/cm^2 정도 더 상승하게 된다. 하역운전시엔 특히 저장탱크 압력을 유지하기 위하여 BOG 압축기 가동대수가 정상운전시의 약 2배로 증가된다.

현재 국내 인수기지에서 발생된 가스는 BOG 압축기에 의해 압축되어 저압 송출계통으로 공급된다. 비상운전시와 인수기지 시운전기간 또는 설비운전정지로 인해 BOG 압축송출이 불가능할 경우엔 BOG를 소각탑으로 소각, 방출한다. 정상조업과 하역시의 적절한 BOG 처리(증발가스 발생억제, 처리장치의 설계 및 최적 조업)는 인수기지 전체의 안전과 조업의 효율성에 중대한 영향을 끼친다. 저장탱크내 너무 많은 BOG는 안전상의 문제가 되나, 압축기의 과다 운전에 의한 너무 적은 BOG는 불필요한 에너지의 소모를 의미한다. 따라서 BOG 압축기의 최적운전은 전체 공정상의 제약조건과 요구사항들을 모두 만족시킴과 동시에 설비의 안전성과 에너지소모의 최소화를 동시에 고려해야 한다. 본 연구는 BOG 압축기 관련 시스템의 동적 모델링 기술을 확보하고 (탱크내 BOG 발생 모델, 압축기 모델 등) 운전정보시스템에서 얻어지는 실시간 운전 data와 연계하여, 에너지 소모를 최소화하는 최적의 압축기 유량 조절 및 증감 policy 결정과 아울러 최적 압축기 가동대수 및 개별 제어 전략 등과 관련한 BOG 압축공정의 운전 최적화를 제안하고자 하였다.