

## 변형률기반 설계를 이용한 파이프라인의 압축변형 성능 평가

Evaluation of Compressive Strain Capacity for Pipeline Using Strain-Based Design

차재윤\* · 이승정\*\* · 김우식\*\*\* · 김영표\*\*\*\* · 지광습\*\*\*\*\*

Cha, Jae Yoon · Lee, Seung-Jung · Kim, Woo Sik · Kim, Young Pyo · Zi, Goangseup

### 1. 서 론

최근 급증하는 에너지 수요로 인해 대형 파이프라인의 설치에 대한 요구가 지속적으로 증가하고 있다. 대형 장거리 파이프라인의 경우 그 규모로 인해 높은 초기 투자비용이 발생하므로 경제적인 설계를 통해 파이프라인 건설비용을 절감하는 방안을 강구할 필요가 있다.

국외 파이프라인 설계기준의 경우 외부의 작용에 대해 변위제어(변형률기반) 방식과 하중제어(응력기반) 방식을 구분하여 설계에 반영하도록 하고 있다. 하지만 현재 국내의 설계기준은 하중제어 방식의 작용에 대한 응력기반 설계법만을 사용하도록 하고 있다. 따라서 대변형이 발생하는 파이프라인의 경우 변형률기반 설계를 통한 경제적인 설계가 필요하다.

파이프라인에 발생 가능한 종방향 변형률이 탄성범위를 크게 상회하게 되면 인장과피와 압축좌굴에 대한 설계가 필수적이다(ASME, 1995; Lee et al, 2011). 따라서 본 논문에서 국외 기준인 DNV(노르웨이 기준), CSA(캐나다 기준)에 따른 압축변형 성능을 평가 및 비교하고자 한다.

### 2. 가스배관 설계 특성

대형 장거리 파이프라인의 경제적인 설치를 위해 국외 가스배관 설계기준에서는 변형률기반 설계의 개념을 도입하고 있다(DNV, 2012, CSA, 2011). DNV의 경우 조합하중이 작용할 때 하중제어 조건과 변위제어 조건으로 나누어 설계하도록 한다. 하중제어 조건일 경우 응력기반 설계법을 사용하여 설계 모멘트와 설계 축력을 저하하도록 설계하는 반면, 변위제어 조건일 경우 변형률기반 설계법으로 파이프라인에 발생하는 압축 및 인장 변형률을 고려하여 설계한다. CSA의 경우 부록에서 국부좌굴 및 축방향 압축 변형이 과도하게 발생하는 것을 방지하기 위해 변형률기반 설계를 이용하도록 규정하고 있다.

### 3. 국외 가스배관 설계기준에 의한 압축성능 평가

하중제어 경우 지반 침하에 의해 파이프라인에 발생하는 모멘트 및 축력에 저하하도록 설계되어야 한다. 반면, 변위제어의 경우 파이프라인의 변형이 지반의 처짐 형상과 동일하도록 설계되어야 하기 때문에 지반의 처짐 형상을 sine 곡선 형태로 가정하여 압축 변형률을 산정하여 필요 두께를 산정하였으며 이를 하중제어 설계와 비교하였다. 이 때 파이프는 API 5L X65, 직경 30in, 수심 50m를 적용하였다.

\* 정회원 · 고려대학교 건축사회환경공학과 석사과정 E-mail : [jaeyoon@korea.ac.kr](mailto:jaeyoon@korea.ac.kr) - 발표자

\*\* 정회원 · 고려대학교 건축사회환경공학과 박사과정 E-mail : [fincher7vn@korea.ac.kr](mailto:fincher7vn@korea.ac.kr)

\*\*\* 정회원 · 한국가스공사 연구개발원 공학박사 E-mail: [wskim@kogas.or.kr](mailto:wskim@kogas.or.kr)

\*\*\*\* 정회원 · 한국가스공사 연구개발원 공학박사 E-mail: [ypkim@kogas.or.kr](mailto:ypkim@kogas.or.kr)

\*\*\*\*\* 정회원 고려대학교 건축사회환경공학과 교수 공학박사 E-mail: [g-zi@korea.ac.kr](mailto:g-zi@korea.ac.kr)