

유한요소 해석을 이용한 여러가지 경계조건이 매설배관의 건전성에 미치는 영향

이억섭(인하대), 김동혁*(인하대원)

주제어 : Buried Pipeline(매설배관), Corrosion(부식), Failure Probability(파손확률), Reliability Estimation(신뢰성 평가), Failure Pressure Model(파손압력모델), Finite Element Method(유한요소해석)

기계기술의 지속적인 발달과 신기술의 개발로 인해 산업전반의 기반 기술인 기계 장치산업은 점점 복잡해지고 또한 다양화되면서 장치시설을 건전하고 신뢰성 있게 유지하고 관리하는 문제가 중요하게 대두되고 있다. 이중 가스 및 오일을 운송하는 배관은 대부분 지하에 매설되어 있고, 다양한 환경에 위치하여 있는데, 이러한 배관은 설치한지 오래되면 여러 가지 환경적 영향에 의해 부식과 같은 결함이 발생되고(Fig. 1과 Fig. 2 참조) 이러한 결함이 성장하여 임계크기에 도달하여 대형 재난으로 발전하는 사고가 종종 보고 되고 있으며 이로 인한 경제적, 사회적 손실이 지대하기 때문에 매우 중요하게 인식되고 있다.

부식에 의해 손상된 배관의 파손을 예측하는 기술은 배관의 설계 시 부식여유를 결정할 때 필수적으로 필요하며 특히 노후된 배관의 안전수명 점검 시에 응용될 수 있는 매우 중요한 기술 정보이다. 배관에서의 부식발생은 그 재료의 강도 등을 현저히 저하시켜 전체시스템의 건전성을 저하시킨다. 따라서 부식의 형태 및 위치에 따른 응력상태의 변화와 파손수명의 감소 등을 예측하여 위험한 파손사고들을 예방할 수 있는 기준에 대한 연구의 필요성이 대두되었다.

배관의 파손에 미치는 여러 가지 확률론적 파라메타 때문에 파손해석에 불확실성이 야기되므로 파손해석은 결정론적 보다는 확률론적으로 고찰되어야 한다.

본 연구에서는 매설배관 부식부위에 대한 여러 가지 잔류강도 평가 방법을 비교 분석하고, 각각의 평가 방법들을 신뢰도 지수를 이용한 확률론적 평가 방법 중 하나인 FORM(first-order reliability method)을 이용하여 여러 가지 경계 조건들이 배관의 파손확률에 미치는 영향을 체계적으로 규명하였다. 또한 유한요소 해석을 통해 여러 가지 경계 조건들의 영향에 의한 파손확률과 이론 해석에 근거한 파손확률을 비교 검토하였다.

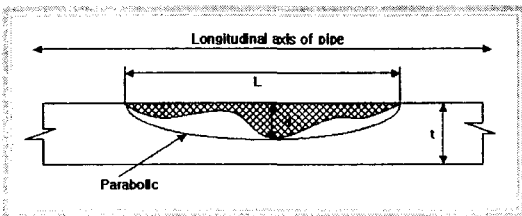


Fig. 1 Section through an idealized corrosion defect(Parabolic)

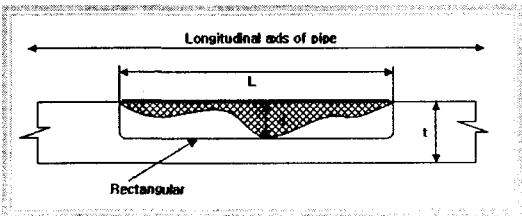


Fig. 2 Section through an idealized corrosion defect(Rectangular)