

매설배관 비틀림파 전파 모델링

이동진*, 곽동열*

*한국수력원자력 중앙연구원

e-mail:djlee2014@khnp.co.kr

Modeling of Torsional wave Propagation in Buried Pipes

Dong Jin Lee*, Gwak Dongyeol*

*Korea Hydro & Nuclear Power Co.,LTD.

요약

국내 원자력발전소는 매설배관에 대한 경년열화관리 시스템 구축으로 인해 장기적인 검사 플랜을 세워 점검을 수행하고 있다. 신뢰성 있는 검사를 위해 다양한 검사 방법을 적용하고 있으며 그 중의 하나인 유도초음파검사는 장거리 검사가 가능하고 결함에 대한 정성적 평가가 가능하다는 장점을 가지고 있어 다양한 분야에서 활용되고 있다. 본 연구에서는 매설 환경에서의 유도초음파를 모델링하여 다양한 조건에서의 신호 변화를 평가하고 향후 실제 취득 신호와의 비교를 통해 검사 신뢰성을 확보하고자 한다.

1. 서론

국내 원자력발전소의 매설배관은 발전소별, 재질, 내부 유체, 설치 깊이 등 다양한 조건으로 설치된다. 예를 들어 장기 가동중 원전의 매설배관은 지하 7 m까지 설치되어 굴착 및 검사에 많은 어려움이 존재한다. 이와 같이 접근이 어려운 구조물은 검사가 어려우며, 장기간 방치 시 대형 사고로 이어질 가능성이 있다. 현재 원전 매설배관은 직접검사와 간접검사를 통해 건전성을 확인하고 있다. 매설배관을 검사하기 위한 간접검사 중의 하나인 유도초음파는 장거리 검사가 가능하고 배관의 전 체적을 걸쳐 진행되므로 내부 및 외부에 발생하는 결함을 검출하기 위한 스크리닝 툴로 활용되고 있다.

본 연구에서는 매설배관의 설치 환경과 유사한 유도초음파 모델링을 수행하여 실제 측정결과와의 비교를 통해 다양한 환경적 변수를 도출하고자 한다. 매설배관에 대표적으로 사용되는 스텐레스강 및 탄소강에서의 유도초음파 모드 발생, 반사 및 모드 변환을 모델링하였다.

2. 매설배관 시뮬레이션

2.1 유도초음파 모드

본 연구에 사용되는 유도초음파는 비틀림 파(Torsional wave) 모드이며 내부 유체 또는 외부 코팅에 의한 영향이 적

으므로 매설 환경에서 주로 사용되고 있다. 비틀림파는 결함 등의 반사체에 반사되면 모드 변환되어 굽힘파(Flexural wave)가 되어 돌아오며 이를 통해서 반사물의 위치 또는 크기 등을 정성적으로 평가할 수 있다.

2.2 Torsional wave 모델링

비틀림 파 모드는 원주방향으로 회전하며 진행하는 파이다. 비틀림 파 모드를 시뮬레이션하기 위해서 배관 끝에서 역함수(force function)를 사용하며, 입력 신호는 해닝 윈도우된 tone burst이다[1].

3. 결론

매설배관과 관련된 다양한 조건을 적용하여 유도초음파를 모델링하였다. 모델링 결과 경계조건 및 결함의 변화에 따라 신호가 실제와 유사하게 변하는 것을 확인하였다.

참고문헌

[1] Ming-fang Zheng et al, "Modeling Three-dimensional Ultrasonic Guided Wave Propagation and Scattering in Circular Cylindrical Structures using Finite Element Approach, Physics Procedia, 2011, 112-118