

# 절리암반에서 균열에 의한 음원의 시간지연 측정방법 Method for time delay measurement from source in jointed rock

최영철†·이경수\*·이창수\*·최희주\*\*

Young-Chul Choi, Kyoung-Su Lee, Chang-Su Lee and Hei-Ju Choi

## 1. 서론

방사성폐기물처분장은 발파와 굴착으로 형성되었기 때문에 처분장 주변의 암반은 무수히 많은 불연속면이 존재한다. 이는 균열 발생 시 생성되는 탄성파의 산란과 분산 그리고 반사파 등의 간섭을 일으키는 주요원인이 되며 이에 따라 P파의 신호를 정확하게 측정하기 힘들다.

본 논문에서는 음향방출센서(AE sensor)를 이용하여 배경잡음 신호가 큰 절리암반에서 P파의 도달시간을 정확하게 추정하는 방법에 대해 제안하고자 한다.

## 2. P파 도달시간 결정 알고리즘

### 2.1 기존알고리즘

임계전압법은 음향방출법에서 사용되는 P파 도달시간 결정법 중 가장 단순한 방법으로써 연구자가 배경잡음보다 높은 임계전압을 임의로 결정한 뒤 임계 전압을 최초로 넘는 신호를 P파로 간주한 뒤 도달시간을 결정하는 방법이다. 그러나 연구자의 주관에 따라 임계전압을 높게 설정하면 검출되어야 할 탄성파의 초동신호가 검출되지 않을 수 있다.

Sleemen and Eck은 탄성파의 성분 중 P파와 S파의 도달시간을 결정하기 위하여 Autoregressive Akaike information criterion(AR-AIC) 알고리즘을 제안하였다. AR-AIC는 발생한 탄성파 신호의 분산을 이용하여 도달시간을 결정하는 알고리즘으로써

이를 위해서는 발생한 탄성파 신호를 time window를 이용하여 두 구간으로 나눈 뒤 각각의 구간에 AR계수를 적용하여 AIC가 최소가 되는 구간의 시간을 P파의 도달시간으로 결정한다.

배경잡음이 큰 신호에 AIC 알고리즘을 적용할 경우 여러 극소점의 발생에 따라 결과의 정확성이 감소하는 단점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 특성함수를 이용하여 발생한 탄성파 신호를 증폭한 뒤 AIC 알고리즘을 적용하는 Two step AIC 알고리즘이 개발되었다.

### 2.2 제안 방법

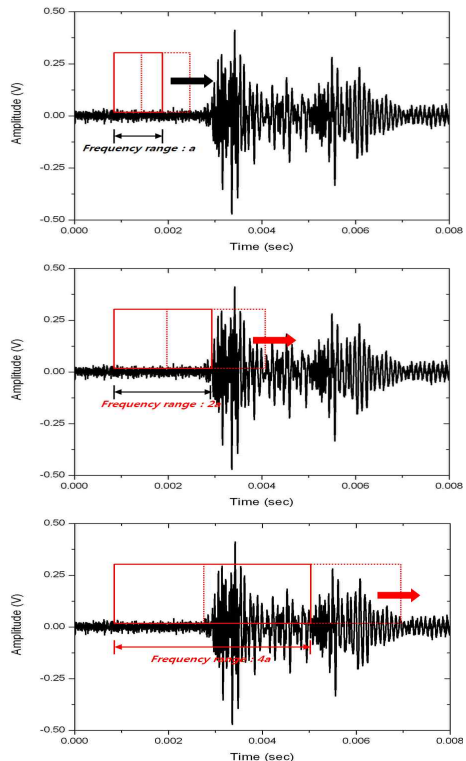


그림 1. P파 도달시간 측정 알고리즘.

† 최영철 ;정회원, 한국원자력연구원  
E-mail : cyc@kaeri.re.kr  
Tel : 042-868-4870, Fax : 042-868-8055

\* 서울시립대학교  
\*\* 한국원자력연구원

기존 알고리즘은 배경잡음에 매우 취약하다는 단점이 있다. 그림 1은 배경잡음이 매우 큰 신호에서 P파의 도달시간을 검출할 수 있는 방법에 대해 설명하고 있다. 제안된 방법의 기본 아이디어는 그림 1에서 볼 수 있듯이 윈도우의 크기에 따라 잡음일 경우 분산이 일정하지만, P파일 경우는 윈도우 크기에 따라 분산이 달라진다는 것이다.

즉, 윈도우의 크기를 다르게 하여 분산을 계산하면, 잡음일 경우 같은 값을 가지게 되지만, P파가 존재하면 분산이 달라지게 되므로 분산이 달라지는 지점이 바로 P파가 도달한 시점이다.

## 2. P파 도달시간 결정 알고리즘

제안된 방법을 검증하기 위해 그림 2와 같이 화강암 위에 총 6개의 AE센서를 부착하였고, 샤프심 압절법을 이용하여 암석표면에 AE신호를 총 3군데에서 발생시켜 실험을 수행하였다.

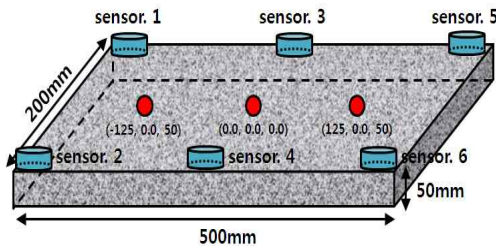


그림 2. 화강암에서 위치 추정 실험.

그림 3은 각 센서에서 측정된 AE신호를 제안된 방법으로 신호처리한 결과를 나타내고 있다. 이 결과를 이용하여 음원위치추정한 결과를 그림 4에서 보여주고 있다.

제안된 방법으로 위치 추정한 결과 최대오차는 7.7mm이지만, 기존의 방법을 적용하면 실제 음원과 최대 30.6mm 발생함을 확인하였다.

기존의 방법에 비해 제안된 방법으로 P파의 도달시간을 추정하여 위치추정한 결과가 더욱 정확함을 볼 수 있었다.

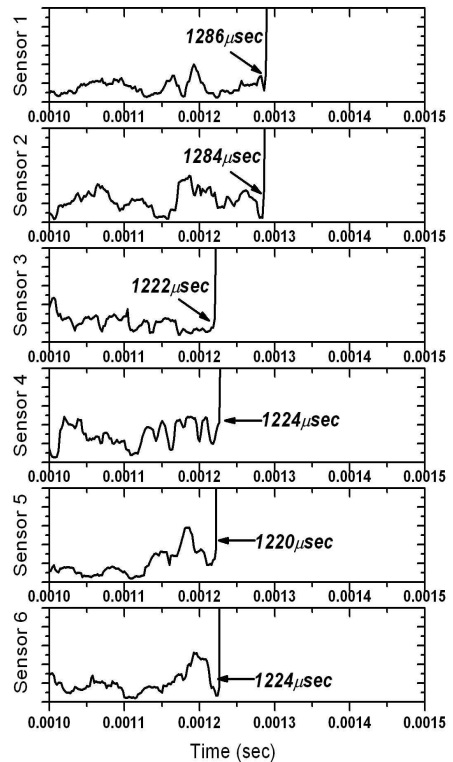


그림 3. 제안된 방법으로 추정한 P파 도달 시간

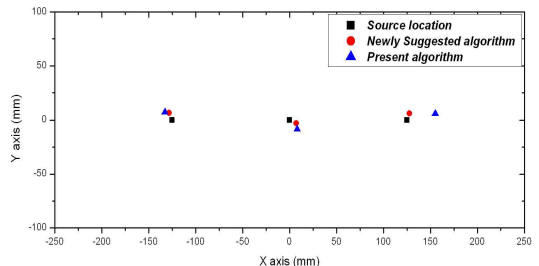


그림 4. 위치 추정 결과.

## 4. 결 론

본 논문에서는 절리암반에서 발생하는 탄성과와 같이 낮은 신호대 잡음비로 인하여 P파의 식별이 어려운 신호에 적합한 P파 도달시간 결정 알고리즘을 제안하였다.

기존의 방법에 비해 잡음이 많은 환경에서도 P파의 도달시간을 정확하게 추정함을 실험으로 확인하였다.