

## 3성분 지오폰을 이용한 동포아송비의 2차원 분포 연구

홍명호<sup>1)</sup>, 황윤구<sup>1)</sup>, 조철희<sup>1)</sup>, 이윤정<sup>1)</sup>, 김기영<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>강원대학교 지구물리학과, [hmh2525@kangwon.ac.kr](mailto:hmh2525@kangwon.ac.kr)

### A Study on the 2-D distribution of Dynamic Poisson's Ratio using 3-C Geophones

Myung Ho Hong<sup>1)</sup>, Yoon Gu Hwang<sup>1)</sup>, Cheol Hee Cho<sup>1)</sup>, Yoon Jung Lee<sup>1)</sup>,  
Ki Young Kim<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Geophysics, Kangwon National University

**요약** : 동일한 파원에서 발생된 P, SH, SV 파를 3성분 지오폰으로 동시에 기록하는 방법을 연구하기 위해서, 94 m의 측선을 따라 2 m 간격으로 설치한 수신점에서 기록된 24채널 자료를 512 ms동안 기록하였다. 원시자료의 수직성분에는 P파가 초동으로 뚜렷하게 나타나며, 측선방향과 수직인 수평성분은 P파가 약화된 반면 S파의 신호/잡음비가 향상된 모습을 보인다. 토모그래피 역산을 통해 계산된 P파 및 S파의 속도 토모그램을 이용하여 동포아송비의 2차원적 분포를 산출한 결과, 동포아송비는 0.2~0.3의 범위로 분포하며, 이는 한번의 타격으로 P파 및 S파의 속도분포와 더불어 및 동포아송비의 2차원적 분포까지 획득할 수 있다는데 큰 의의가 있다고 판단된다.

**주요어** : 3성분 지오폰, 굴절법 조사, 토모그래피, 포아송비

**Abstract** : In order to acquire 3 components data which has the good signal to noise ratio with only one shot, 3-C geophones were used. As a result, the vertical component showed the distinct first arrival of P-wave, and the horizontal component was improved the signal to noise ratio of S-wave, while was attenuated P-wave. The 2-D Poisson's ratio section was computed from P- and S-wave cell velocities included velocity tomograms of the P- and S-waves. The Poisson's ratio values were computed in the range of 0.2~0.3. With one shot, we can obtain 2-D distribution of dynamic Poisson's ratio as well as velocity tomograms of P- and S-waves.

**Keywords** : 3-C geophone, refraction survey, tomography, poisson's ratio

#### 1. 서론

포아송비는 지반환경의 동적특성을 나타내는 중요한 인자로, 지반설계 시 반드시 고려하는 매개변수 중의 하나이다. 지금까지 포아송비는 시추공에서 얻은 시료를 실내시험을 통해 주로 구하였으며, 암상이나 지반물성과의 상관성 분석(박충화 등, 2002; 송무영 등, 2002)을 중심으로 연구가 이루어졌다. 이러한 실내시험은 비교적 정확한 측정법이지만 전체 시추공 중 일부분만을 대표하는 자료이기 때문에 현장지반의 특성을 정확히 반영하지 못할 뿐 아니라 대부분이 점 자료이므로 포아송비의 연속적 측방변화 양상을 알기 어

려운 단점이 있다. 최근들어 토모그래피 방법을 적용한 탄성과 굴절법 탐사를 통해 동포아송비의 연구가 이루어지고 있으나 아직 충분한 연구가 이루어졌다고 보기 어렵다. 이 방법은 동포아송비의 2차원적 분포를 나타내기 위해서는 P파 뿐만 아니라 S파의 2차원적 속도 분포도 함께 요구되며, 독립적인 2번의 조사로 P파 및 S파 속도단면을 각각 구하였다. 이에 따라 파원 및 수신기와 지면의 결합도가 일정하지 않고, 조사에도 시간이 많이 소요되는 문제점이 제기되어 왔다. 이러한 문제 해결을 위하여, 3성분(수평성분 2, 수직성분 1)을 모두 획득할 수 있는 3성분 지오폰의 사용이 증가하고 있다. Mark(1989)는 석유를 함유한 지층을 밝히기 위하여, Don(1991)은 3성분 지오폰의 신호와 극성을 규명하기 위하여 현장에서 성공적으로 적용한 바 있다. 3성분 지오폰을 사용하더라도 파원이 다를 경우 지면과의 결합도(coupling)에 차이가 발생하는 문제가 발생한다. 이런 문제를 해결하기 위하여 한번의 타격으로 P, SV, SH파를 모두 발생시킬 수 있는 천부조사용 타격방법을 고안하여 적용하였다.

## 2. 자료 획득 및 처리

측선에 평행한 수평성분(x축)과 직각을 이루는 수평성분(y축), 그리고 지표면에 수직인 성분(z축)을 모두 발생시키기 위하여, 3개 축으로부터 각각의 축에 54° 정도 경사지게 사전에 준비한 지면을 타격하여 발생시킨 에너지를 3성분 지오폰을 이용해 신호를 수신하였다. 각 성분별로 트레이스를 분류한 결과, z축 성분 자료는 P파의 굴절 초동이 뚜렷하게 기록되어 있고, y축 성분은 굴절된 SH신호가 강하게 나타난 반면, x축 성분은 직접 도달한 P파와 PS 변환파가 상대적으로 강하게 기록되어 SV파의 구분이 뚜렷하지 않았다(Fig. 1). 따라서 S파 초동역산에는 y축에 기록된 SH파만을 사용하였다.

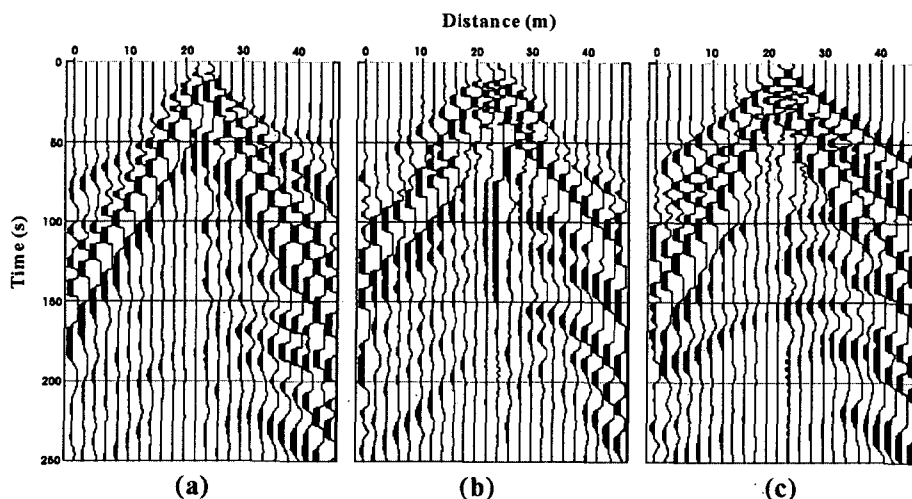


Fig. 1. (a) Vertical (z-axis), (b) transverse (y-axis), and (c) inline-horizontal (x-axis) data at Shot point 11.

타격은 한 전개당 7개 지점에서 실시하였고 각 발파점마다 5회 타격하여 신호/잡음비를 높였으며 38%의 임계감쇠를 가지는 OYO사의 GS-20DX 8 Hz 수신기를 이용하였다. 기록계는 OYO사의 McSeis-SX를 사용했으며, S파의 도달시간을 고려해 0.5 ms의 샘플율로 512 ms 동안 기록하였다(Table 1). 자료처리는 포맷변환, 트레이스 분류, 파원-수신기 배치정보 입력, 초동선택, 속도분석, 고도자료 입력, 토모그래피 역산 등의 순서로 실시하였다(Fig. 2).

Table 1. Acquisition parameters.

	Refraction survey
Source	5 kg sledgehammer
Receiver type	8 Hz 3-C geophone
Receiver spacing	2 m
Number of channel	24
Recorder	OYO McSeis-SX
Record length	512 ms
Sampling interval	0.5 ms

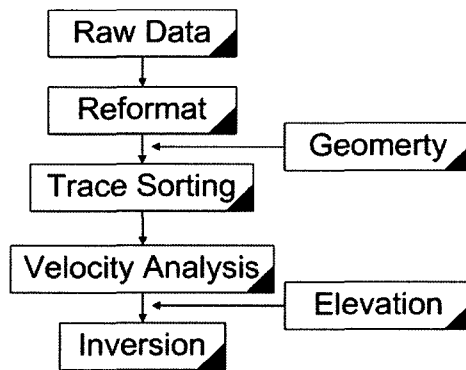


Fig. 2. The data processing sequence.

### 3. 결과 및 토의

깊이에 따라 속도가 증가하는  $48 \times 15$  개의 셀로 구성된 초기모델을 설정한 후, SIRT(Simultaneous Iterative Reconstruction Technique) 방식의 초동주시 토모그래피 역산과장을 거쳐 평균 제곱근 오차가 1.40 ms인 P파 및 3.96 ms인 S파의 속도토모그램(Fig. 3)을 각각 구하였다. 두 역산모델의 파선경로가 거의 일치하여 역산결과의 신뢰성을 확보한 것으로 보인다. P파와 SH파 속도토모그램을 이용하여 각 셀들의 동포아송비를 산출한 값은 대체로 0.2~0.3 사이의 값을 갖는다(Fig. 4). 거리 42~68 m, 깊이 0.7~3.3 m 구간에 동포아송비가 주위보다 작은 부분은 불균질한 물질이 존재할 가능성을 시사하며, 일부 셀의 동포아송비 값이 영에 가까운 것은 실제 현상으로 보기 어려우며, 파선 중첩도(ray coverage)가 충분하지 않았기 때문에 역산과정에서 발생한 오류로 여겨진다.

상기 결과와 같이 3성분 지오폰으로 수신한 x, y, z축 성분은 각 수신기에서 동일한 땅의 결합도를 유지할 수 있으며, 인공지진파도 각 축에 약  $54^\circ$  경사지게 하여 타격하여 발생시킴으로 파원과 땅의 결합도도 일정하게 유지할 수 있었다. 또한 P파 및 S파 속도 분포와 동포아송비 단면을 1회 조사로 동시에 산출할 수 있어서 위치의 정확성 및 조사의 신속성을 높일 수 있었다. 각 셀에 해당하는 동포아송비는 동적특성의 측방 변화를 2차원적으로 파악할 수 있으며, 시추공에서 획득한 점 자료와 함께 사용될 경우 더욱 신뢰도가 있을 것으로 판단된다.

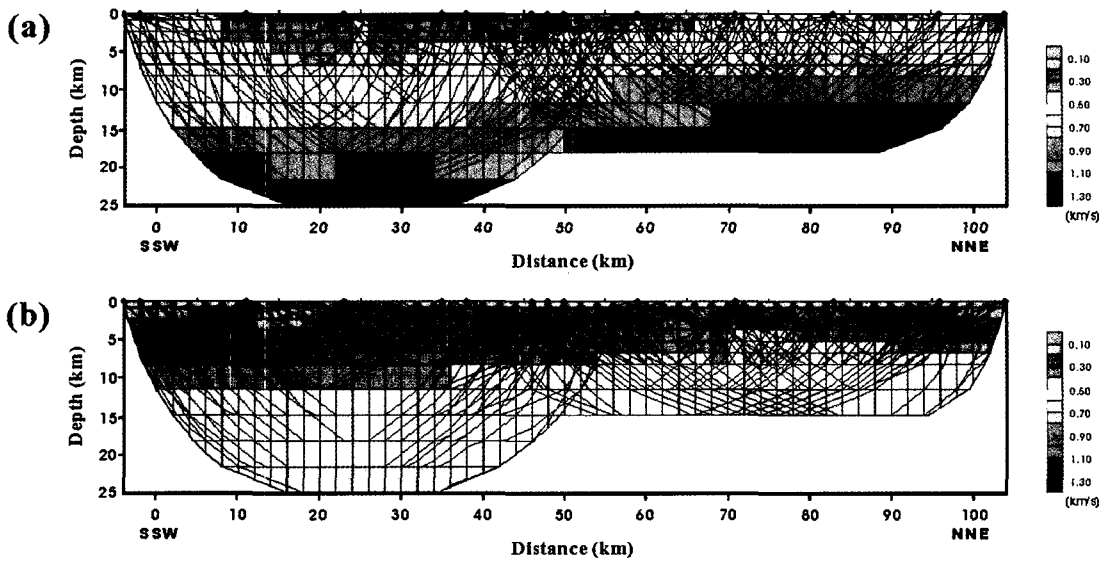


Fig. 3. Velocity tomograms of (a) P- and (b) S-waves, respectively.

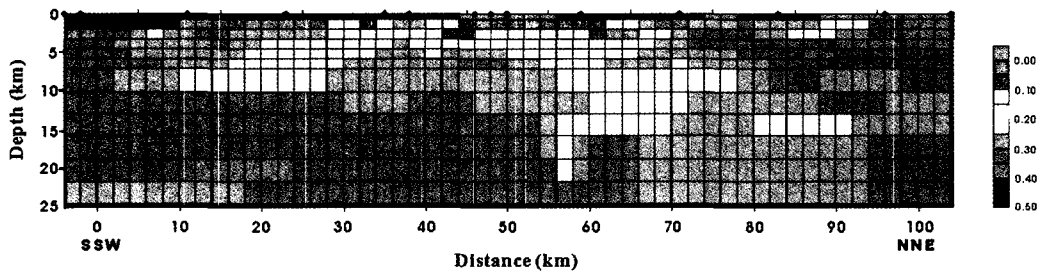


Fig. 4. The 2-D Poisson's ratio section computed from the P- and S-wave velocity data.

### 참고문헌

- 박충화, 박종오, 송무영, 2002, 시추공 물리탐사를 이용한 동탄성계수와 암상과의 상관성 분석, 한국지구과학회지, 23, 507-513.
- 송무영, 김환석, 반종오, 2002, 시추공 물리탐사를 통한 지반물성과 암상과의 상관성 분석, 대한지질공학회지, 12(2), 127-135.
- Don C. Lawton, Malcolm B. Bertram, 1991, Field test of 3-Component geophones, *CREWES Research Report*, 3.
- Mark P. Harrison, 1989, Three component seismic data processing: Carrot Creek, Alberta, *CREWES Research Report*, 1.