

국내대륙붕 3차원 탄성파탐사자료 전산처리기술 연구

정부홍, 박근필, 서상용, 장성형¹⁾

1. 서론

석유탐사를 위한 탄성파 전산처리 분야 중 2차원 탄성파 탐사자료 처리 결과는 지층의 구조해석을 위한 자료로 사용되며 석유나 천연가스 부존 지역의 경제성 평가와 가체 매장량을 산출하기 위한 자료로는 부적합하다. 그러므로 이를 보완하기 위한 3차원 탄성파 탐사가 1980년 후반부터 시도되었으며 1990년대 중반부터는 일반화되었다. 국내 대륙붕에서 천연가스 생산을 위한 3차원 탄성파 탐사가 수행됨에 따라 3차원 석유탐사기술을 자립화하기 위한 연구가 한국지질자원연구원을 중심으로 추진되었다. 이 사업의 일환으로 국내 석유탐사 3차원 탐사선인 탐해2호를 사용하여 국내 대륙붕 제 3광구에서 1998년 1999년 2000년 3년에 걸쳐 자료가 취득되었다.

3차원 석유탐사자료의 전산처리기술 자립을 위해 본 연구팀을 중심으로 3차원 전산처리 기술 자립화 연구가 수행되었으며 이를 위한 소프트웨어 ProMAX3D가 1998년 후반에 도입되었다. 이를 이용하여 국내 대륙붕 3광구의 1998년과 1999년 탐사자료가 국내 자립 기술에 의해 처리되었다.

본 연구발표의 내용은 1999년 국내 대륙붕 3광구에서 취득한 12km x 4.8km 구간의 48개 향해측선에 대한 3차원 탄성파 전산처리 내용이다. 본 연구팀은 전산처리 성과물의 대표적인 3차원 탄성파 속도볼륨과 3차원 지층단면도를 2000년 상반기에 제작하였다. 이와 같은 연구결과는 국내에는 그 질을 평가받을 수 있는 기관이나 연구결과가 없음으로 선진 외국의 3차원 전산처리 전문 기술진들과 공동으로 국내 대륙붕 제 3광구 3차원 탄성파 탐사자료를 처리하여 국내 연구진에 의한 처리결과와 상호 비교 분석하였다. 이러한 과정 중 미비한 분야의 세부기술을 도입하여 3차원전산처리 국내 자립 기술의 내실을 기하였다.

본 전산처리에 사용된 주 전산기는 SUN workstation E-3000이며 사용한 전산처리 프로그램은 2000년 10월 발표된 미국 Landmark사의 최신 버전 ProMAX98.6 버전이다. 특기할만한 전산처리 결과로는 MVA(Migration Velocity Analysis)기술을 사용하여 구조보정의 속도를 구하였으며 3차원전산처리의 최종 결과라고 할 수 있는 깊이구조보정(Depth Migration)의 결과를 Inline, Crossline, Timeslice 단면도로 제작하여 제시하였으며 3차원 이미지뷰어를 이용하여 전산처리결과를 3차원 이미지로 표현하였다.

2. 전산처리

3차원 탄성파 자료는 탐사선이 2개의 스트리머를 끌고 12km x 4.8km 지역을 100m 간

1) 한국지질자원연구원 석유해저부

격으로 항해하면서 에어건을 25m 간격으로 발파하여 얻는다. 각 스트리머에는 12.5m 간격으로 수신기가 부착되어있으며 항해방향은 한번은 314°이며 되돌아 올 때는 134°를 유지한다. 이와 같이 동서방향, 즉 중 방향으로 얻은 자료를 음원과 수신점의 중간지점인 공심점 위치로 변환하면, 음원과 수신기가 탐사측선에서 벗어난 위치변화에 기인하여 각 트레이스의 공심점의 위치는 일직선과 등거리와 무관한 불규칙한 분포형태가 된다.

3차원 탄성과 자료처리는 우선 탐사지역을 25m x 12.5m 소격자로 분할하고 불규칙한 위치의 공심점 트레이스들을 빈닝 기술을 이용하여 해당 격자 내에 할당시킨다. 한 개의 소격자 내에 위치한 트레이스들은 한 개의 공심점모음의 자료로 취급되어 플렉서블 빈닝 (Flexible binning), 부분동보정 (partial NMO)기술로 소격자의 중심점을 기준으로 일정한 오프셋의 트레이스들로 재분류된다.

소격자 중심점으로 변환된 각 공심점모음을 중합하여 항측방향으로 배열하면 인라인 중합도가 되고, 항측방향의 수직방향으로 배열하면 크로스라인 중합도가 된다. 그러므로 본 전산처리 대상지역의 인라인 방향의 중합단면도가 12.5m 간격으로 1,000개가 생성되며 크로스라인 방향으로 25m 간격으로 180개의 단면도가 생성된다. 물론 빈사이즈의 크기에 따라 각 방향의 중합단면도의 수를 조절할 수 있다.

일반적으로 3차원 탄성과 자료처리 대상의 자료셋트는 4,000~8,000개의 진폭값으로 구성된 트레이스 수 백만개에서 수 천만개로 구성되는 것이 보통이다. 그러므로 방대한 자료처리 공간과 많은 전산처리 시간이 필요하다. 본 대상자료셋트는 소규모 셋트이나 약 6,000,000개의 트레이스로 구성되어있으며 그 크기는 약 50Gbyte이다. 전산처리 시 이 입력자료가 일시에 입력되어 처리되고 출력된다. 한 개의 빈격자 내의 자료는 인라인 방향과 크로스라인 방향으로 상호 연결되어있으므로 정확한 항측자료와 지형정보를 일치시키는 과정을 요하고 이 결과는 3차원 전산처리 성패에 직접적인 원인이 된다.

이와 같은 자료처리 준비과정이 끝나면 자료의 신호와 잡음을 분리하고 제거하여 지층의 반사계수와 일치하는 지층단면도를 제작하기 위한 전산처리 과정은 2차원 탐사자료처리와 대동소이하다. 그러나 3차원 전산처리 결과를 출력하고 해석하는 방법은 2차원 전산처리 방법과 다르다. 2차원 탐사 경우 1개 측선에 1개의 지층단면도가 생성되며 인접 측선과 연관성은 해석자가 각 지층단면도를 수동적으로 상호대비 하여야하는 반면 3차원 탐사자료처리 결과는 불륨이다. 즉 크로스라인 1,000개의 중합단면도를 상호 일관성 비교 분석할 수 있으며 동시에 인라인 180개 단면도, 탐사지역 전체를 시간이나 깊이의 변화에 따른 지층단면도 즉 타임슬라이스 1,500개를 동시에 상호대비 분석할 수 있는 점이다.

Fig-1은 심도변환 지형구조보정을 완료한 180개의 인라인 지층단면도 중 심도 1,500m 까지 표시한 50번 지층단면도이다. Fig-2는 크로스라인 1,000개 지층단면도 중 250, 300, 350번 3개의 지층단면도이다. Fig-3은 심도 500m부터 750까지 매 50m 간격으로 표시한 타임슬라이스이다. Fig-4는 탐사지형의 지층구조를 3차원뷰어로 출력한 그림이다.

3. 결론

가. 국내대륙붕 제 3광구에서 1999년 탐해 2호에 의해 취득한 약 12km x 4.8km지역의 48개 축선으로 구성된 3차원 탄성과 탐사자료를 국내 자립기술로 처리하였다. 동일한 자료셋트에 대해 미국 Landmark Graphic사의 중앙전산실에서 전산처리 전문가와 국내 연구진에 의해 공동으로 처리하였다. 전산처리 결과의 비교 분석을 통해 세부 전산처리 기술이 국내 3차원 전산처리 기술로 습득되었다.

나. 3차원 자료획득 시 기준에 못 미치는 중첩도는 지층단면도 질에 결정적인 결함을 남겼다. 플렉서블 빔기술을 이용하며 빠진 부분을 내삽기술로 보완하는 시험을 하였으나 이 경우 지층의 횡적연결 상태가 좋지 않아 단층으로 왜곡될 소지가 많았다.

다. 최근 개발된 선중합 구조보정 및 심도구조보정을 위한 속도모델과 이에 의한 구조보정 처리과정이 수행되었으며 그 처리 결과는 양호하였다.

참고문헌

1. Deregowski, S.M., 1985, Prestark Depth Migration by the 2-D Boundary Integral Method: SEG Annual Meeting, Expanded Abstracts, 414-417.
2. Baysal, E., Kosloff, D.D. and Sherwood, W.C., Reverse Time Migration: Geophysics, 48, 1514-1524 (also in Migration of Seismic Data.).

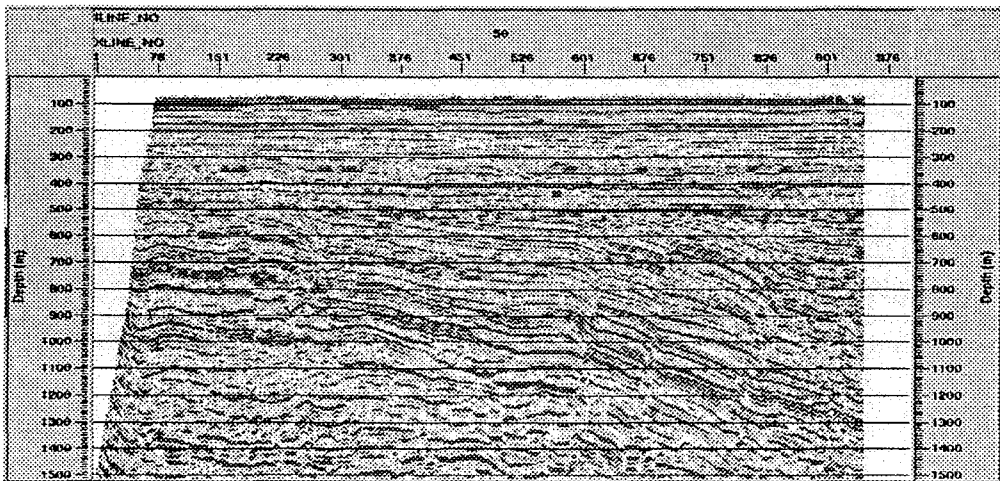


Fig-1 Poststack depth migration section of Inline 50

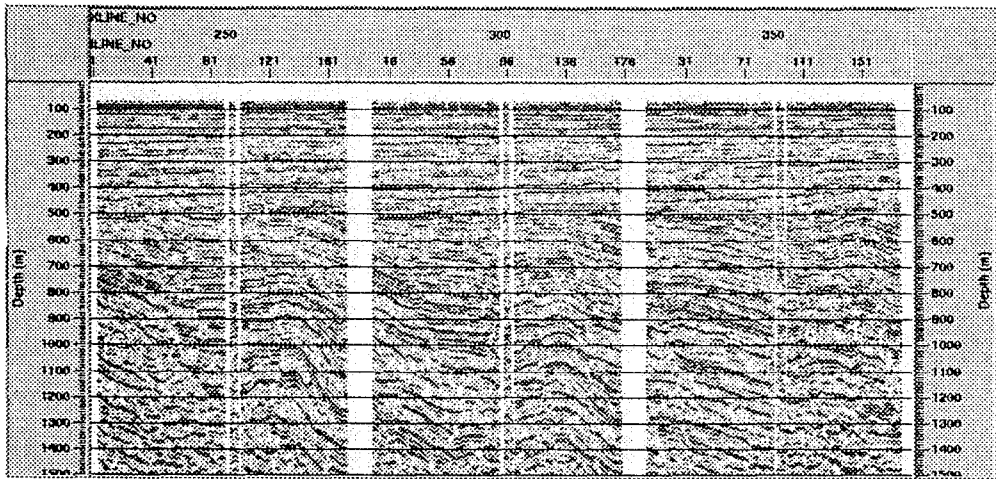


Fig-2 Poststack depth migration section of Crossline 250, 300, 350

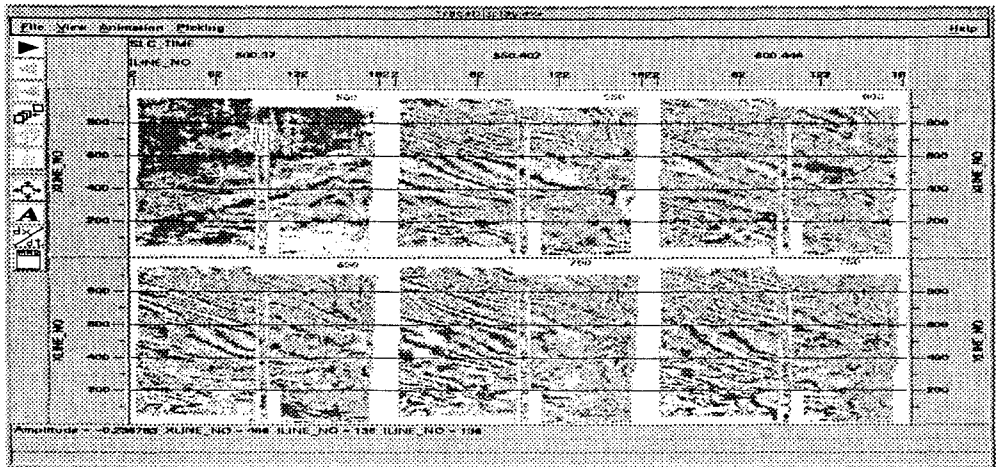


Fig-3 Timeslices of poststack depth migration volume from 500m to 750m every 50m

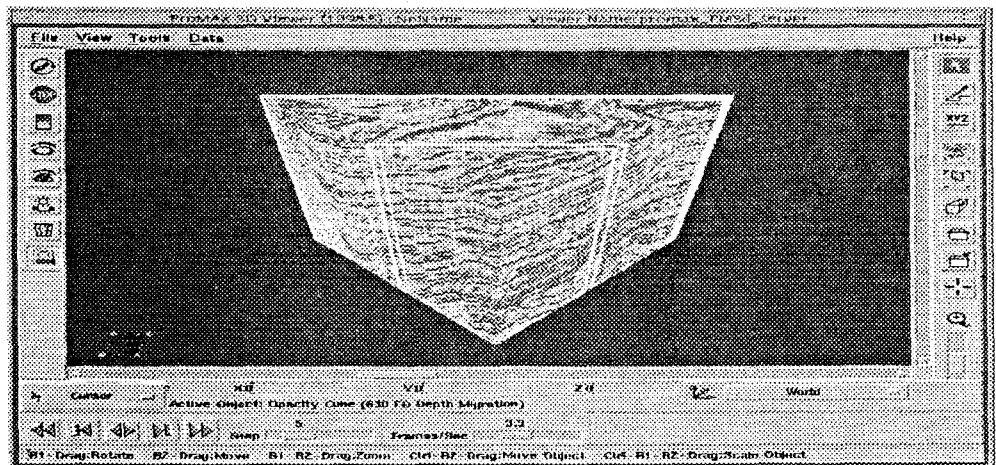


Fig-4 Poststack depth migration volume display with 3Dviewer