

미고결층에서의 Shear wave logging

김 현 철
송 무 영
배 대 석
김 경 수

충남대학교 지질학과
충남대학교 지질학과
한국원자력연구소 심부지질환경
한국원자력연구소 심부지질환경

서 론

지진시 지반의 거동은 부지 특성에 따라 상당한 영향을 받으며 이러한 부지 증폭 현상을 연구하기 위해서는 지진시 지반거동 변형을 영역인 1%이하에서의 변형율에 따른 전단 탄성계수 감소곡선이 필요하다. 이러한 전단 탄성계수 감소곡선은 현장자료와 실내 시험의 자료를 통하여 구하여 질 수 있다. 이중 현장에서의 전단탄성계수를 구하기 위한 방법으로는 현재 Downhole test, SASW(spectral Analysis of surface wave)시험, Suspension P-S logging 방법 등이 사용되어지고 있다. 이중 Downhole test는 source는 지표에서 receiver는 시추공 내부에 위치하고 측정되어지기 때문에 그 사이의 매질에 의한 자료의 왜곡이 일어날 수 있는 단점이 있다. SASW시험은 별도의 시험공이 필요없이 속도 주상도를 도출할 수 있다는 장점이 있으나 속도 주상도를 도출하는 과정이 직접적인 탄성과 도달시간 획득을 통한 속도의 도출이 아닌 복잡한 역산절차를 거쳐 전단파 속도 주상도를 결정하므로 전문적인 지식을 가진 공학자가 필요하며 경우에 따라서는 신뢰성의 문제가 일어날 수 있다.

Suspension P-S logging의 시스템은 시추공 내에서 측정하는 다른 전통적인 방법과는 달리, 송신과 수신 원리에서 독특한 개념을 차용하고, 측정 정밀도, 측정작업속도, 측정심도 범위 등에서 기존의 한계를 극복한 것으로 이해되고 있다. 하지만 Suspension P-S logging의 단점으로는 지하수 수위의 선행 요건, 시추공이 자립하지 않는 연약지반에서의 시험법에 대한 문제점이 지적되어왔다. 본 연구에서는 이러한 문제점 중 시추공 자체로서는 자립이 어려운 연약지반에서 시추된 곳에 PVC Casing을 설치한 후 Suspension P-S logging을 실시하였다. 이때 지반의 성질에 의한 파형과 PVC Casing의 영향에 의한 파형이 합쳐진 자료에서 PVC Casing의 영향을 제거시키고 실제 지반의 shear wave를 얻을 수 있는지를 연구하였다.

연구 방법

시추공에서 이루어지는 P-S logging 기기는 주로 일본의 OYO사 제품이 국내에 많이 도입되어 있다. 이러한 OYO 제품은 파일 형식이 *.org라는 형식으로 만들어져 아직 다른 일반적 software에서 처리할수 없는 단점이 있었다. 본 연구에서는 이러한 ORG 파일 형식을 SU에서 사용할 수 있도록 데이터 format을 바꾸어 사용하였다.

연약지반에서 PVC Casing이 되어 있는 시추공의 자료인 그림1을 보면 특징적으로 high frequency Wave가 먼저 기록된 후 low frequency의 wave가 기록되는 trace가 나타나고 있다. 이러한 자료는 나공 상태인 편마암지역에서 측정되어진 그림2와 비교하여 보아도 Casing의 영향에 의한 파가 결합되어 있는 것을 알 수 있다. Trace의 처음에 나오는 high frequency가 지반의 S wave가 아니라는 점은 첫째, S파에서 특징적으로 관찰되어지는 coupling이 일어나지 않는점, 둘째, 암상의 변화에도 travel time이 변하지 않는점, 셋째, 연약지반에서는 특이한 고주파수가 나타나는 점 등이다. 이 high frequency Wave는 PVC관을 통해 들어오는 wave와 시추공에서 얻어지는 tube wave라 생각되어진다.

이러한 noise를 제거하기 위하여 filtering 기법을 실시하였다. noise가 제거되어진 자료에서 S파의 속도를 측정하여 지반의 전단파 주상도를 도출하였고 S파의 속도를 시추공의 옆에서 실시되어진 SASW의 자료와 비교하였다. 또한 표준관입시험과의 비교를 통하여 Suspension P-S logging의 장점인 측정의 정밀도가 연약지반에서도 이루어지는 지를 비교하였다.

결과 및 토의

Suspension P-S logging이 연약지반에서 실행되어지더라도 PVC Casing이 설치되어 있는 경우에는 PVC에 의한 noise의 제거 가능성이 발견되었다. 그러나 연약지반에서 부분적으로 PVC Casing과의 접촉상태가 좋지 않은 곳에서는 noise 만이 들어올수 있다.

시추공에서의 주상도, SPT, S파 속도를 비교하였을 때 SPT보다 S파의 속도 변화양상이 주상도의 암상 변화양상에 더 민감함을 알 수 있다.

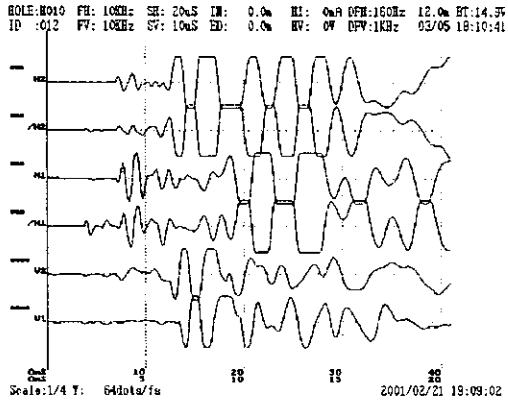


그림 1. PVCasing 시추공에서의 자료

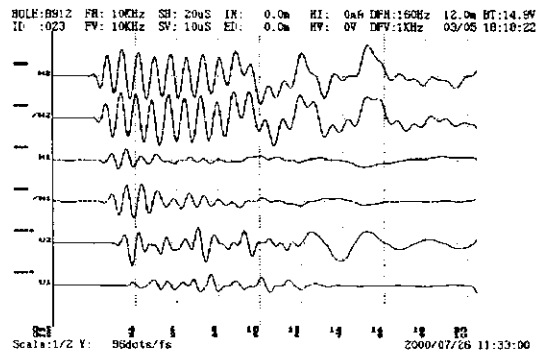


그림 2. 나공상태에서의 자료

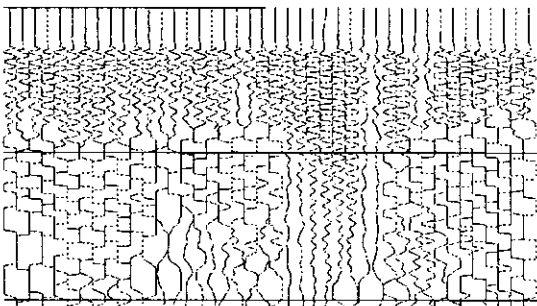


그림 3. Before filtering

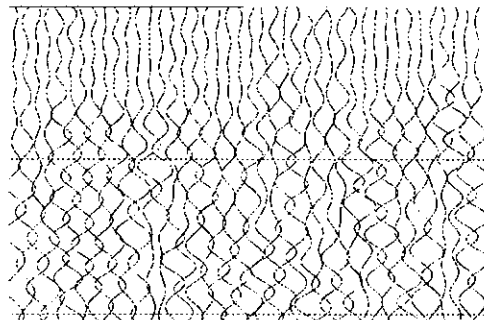


그림 4. After filtering

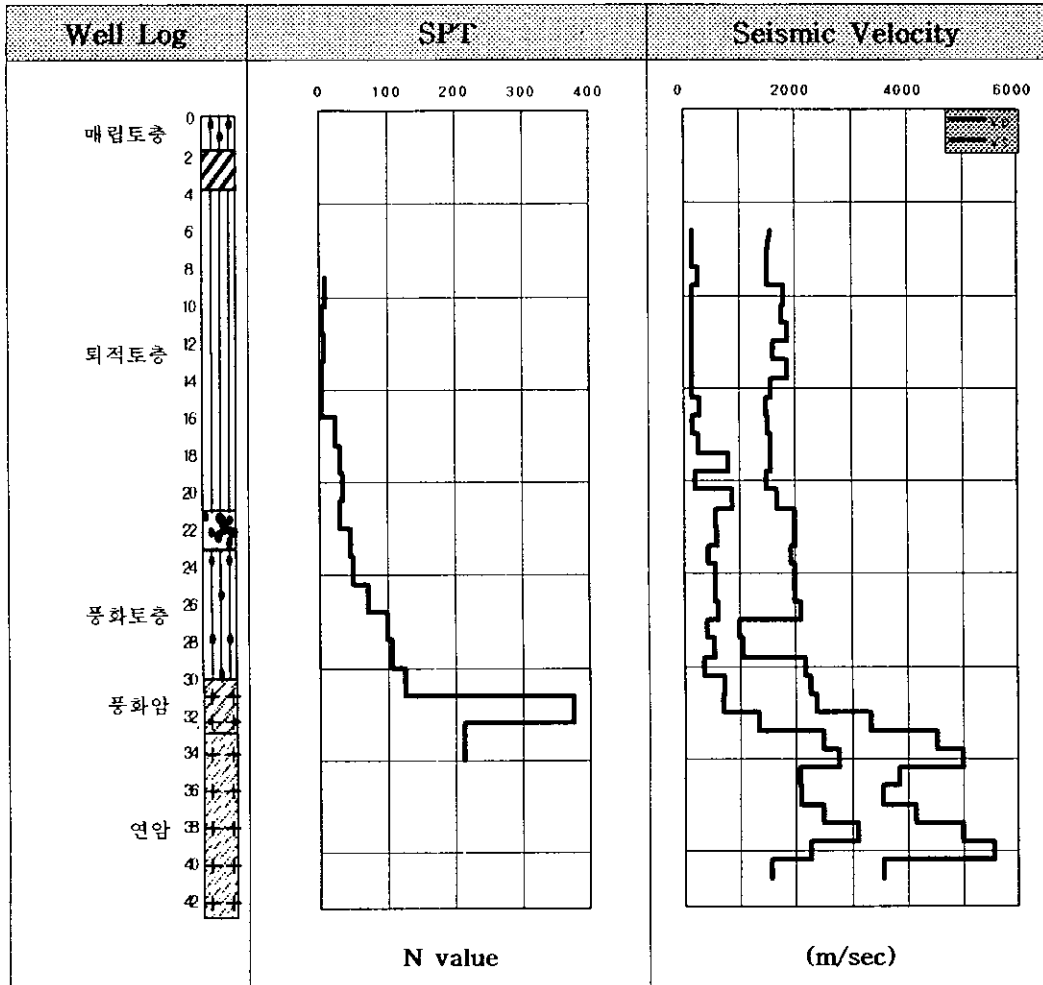


그림 5. 시추주상도와와의 비교