

Ⅲ-43

単一ボーリング孔によるトモグラフィと孔間・全周トモグラフィ

-- 地下実験施設におけるジオトモグラフィ探査と岩盤評価(その6) --

(株)大林組 技術研究所 正会員 桑原 徹 金田義行 平間邦興

1 はじめに

筆者らは、地下実験施設を利用して、クロスホール・トモグラフィ¹⁾、²⁾ および水平断面による全周トモグラフィ³⁾を実施し、岩盤評価を行ってきた。今回は、単一ボーリング孔を利用した、ボーリング孔内～坑道壁面間のトモグラフィを行い、既往のトモグラフィデータと組み合わせて、岩盤構造の評価を試みた。

2 トモグラフィの実施条件

地下実験施設の概念図を図-1に示す。実験施設の岩盤は、飛騨片麻岩からなる。測定は、クロスホール・トモグラフィ用の上向きボーリング孔～坑道壁面間(上面と呼ぶ)、および同下向きボーリング孔～坑道壁面(下面と呼ぶ)の2断面で実施した(図-2)。発振は各ボーリング孔内で1m間隔で雷管発破を行い、受振は坑道壁面に2m間隔で設置した12個のジオフォン(Markproduct L-21、 $f_0=28\text{Hz}$)により行った。波線データは、上面で252、下面で264である。発振用のボーリング孔の長さは各25m、ジオフォンの展開長は24mである。解析時のセルの大きさは1m x 1mで、屈折波線によりSVD法で解析を行った。解析結果は図-3、4にそれぞれ示す。

3 解析結果

- 1) 孔間トモグラフィでは、解析領域は、鉛直のやや亀裂の多いゾーン(5.2-5.3km/sec)を含むものの、全体としては5.20-5.75km/secと均質で一様である¹⁾。今回のトモグラフィでは図-3、4に示されるように、上面・下面とも2.0-6.0km/secと速度のばらつきが大きく、全体的に速度が低い。特に発振点であるボーリング孔を中心にして低速度帯が広がり、壁面付近では低速度帯がさらに広がっている。
- 2) これに関してはまず、孔間トモグラフィでは点震源からの放射パターンを考慮して、P波成分を取り込み逆にS波成分を除去するために、入力データは発振点～受振点間で放射角45度以下の波線制限を設けているので、解析結果はP波の速度分布を示している。
- 3) 一方、ボーリング孔中での点震源の放射パターンによると、ボーリング孔に対して斜め方向ではS波成分が卓越するはずである。今回の発振点に対する受振点の位置関係は、丁度このような状況下にある。そのため、ボーリング孔を中心として4.0km/sec以下の低い速度帯が広がる。また壁面でのジオフォンは、主にP波成分を測定しているはずである。したがって、これらの低速度帯($V_p=5.5\text{km/sec}$ 、 $V_s=2.75\text{km/sec}$)は、波線経路上でのSP変換波などの影響によるものと考えられる。
- 4) このような傾向は、解析領域全体について言えると考えられる。解析領域の周辺部では放射パターンよりP波成分が卓越し、やや速い速度が得られているものと考えられる。
- 5) 坑道壁面付近の幅2-4mの低速度帯(3.0-4.0km/sec)は、坑道掘削による岩盤の緩み域と想定され、これは全周トモグラフィの結果³⁾とも良く調和している。
- 6) ボーリング孔周辺の速度分布により、孔間トモグラフィ¹⁾と今回の結果を比較すると、a) 下面では、図中左から右へ向かって、僅かな高速度帯から漸次中～低速度帯へと変化し、またb) 上面では幅広い高速度帯から急に低速度帯へと変化する、という速度変化のパターンが両者で一致している。
- 7) 全周トモグラフィ³⁾と上面の解析結果は良く対応している。全周トモグラフィでは2方向(NW-SE、E-W方向)の異方性が認められており、NW-SE性は亀裂の卓越方向である。NW-SE性亀裂による速度コントラストは、今回の発振孔付近で見られるが、上面の解析結果では明確ではない。

4 まとめ

以上から、ボーリング孔内～坑道壁面間のトモグラフィではS波成分がかなり卓越するために見かけ上速度が低下しているが、既往のトモグラフィ結果とよく対応している。減衰解析では放射パターンは当然重要な要素であるが、今後さまざまな測定配置が利用されるにつれ、速度解析でも放射パターンの考慮が重要になると考えられる。

参考文献 1)桑原、他：クロスホール測定による弾性波・電磁波・比抵抗トモグラフィ、大林組技術研究所報、No.49、(1994)、
2)桑原、他：クロスホール・トモグラフィによる岩盤緩み評価と掘削解析、土質工学会・第30回土質工学研究発表会、(1995)、
3)桑原、他：弾性波の全周トモグラフィによる空洞掘削の緩み評価、土木学会・第26回岩盤力学に関するシンポジウム、(1995)

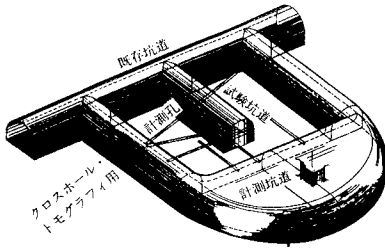


図-1 地下実験施設の概要

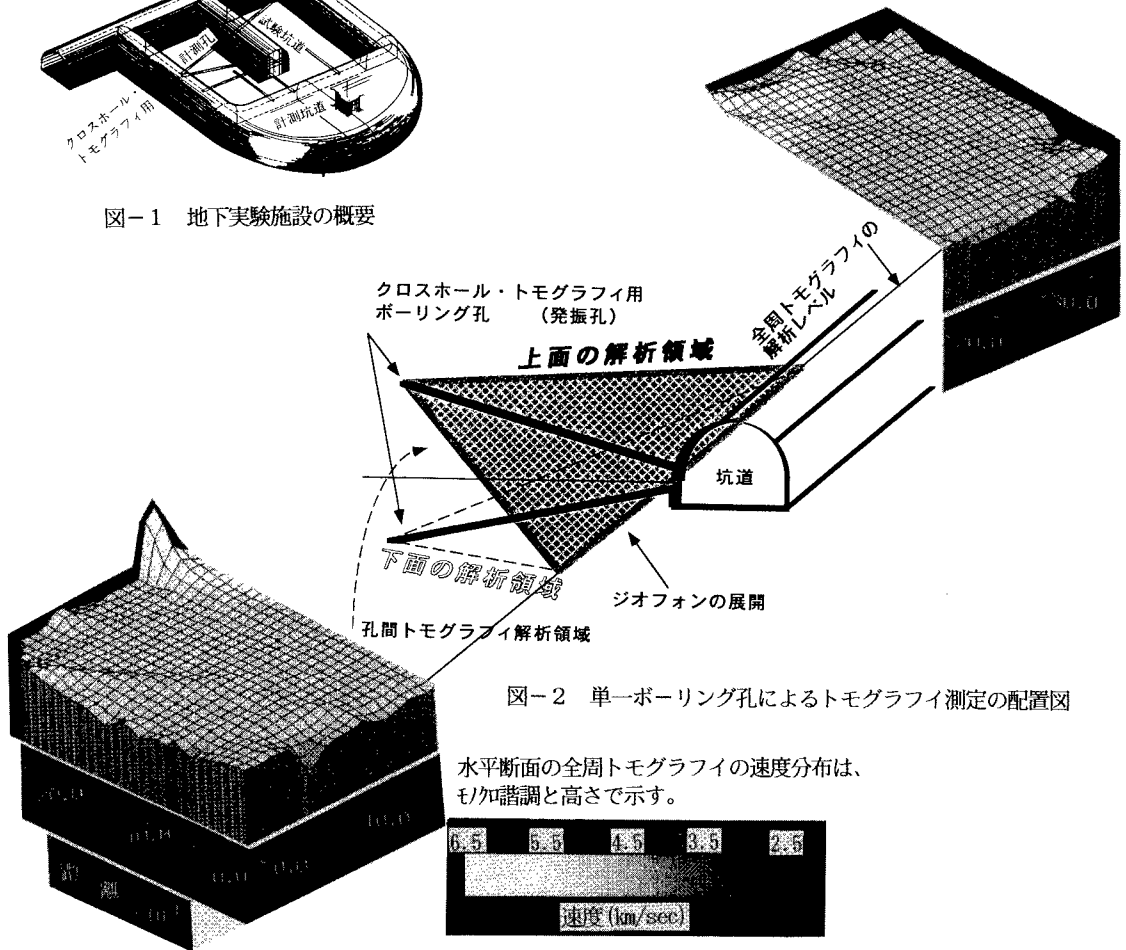


図-2 単一ボーリング孔によるトモグラフィ測定の配置図

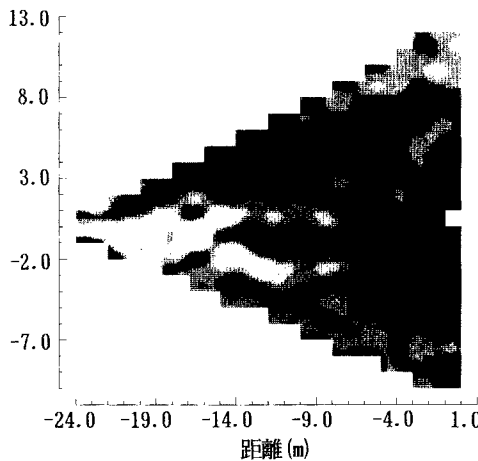


図-3 上面の解析結果

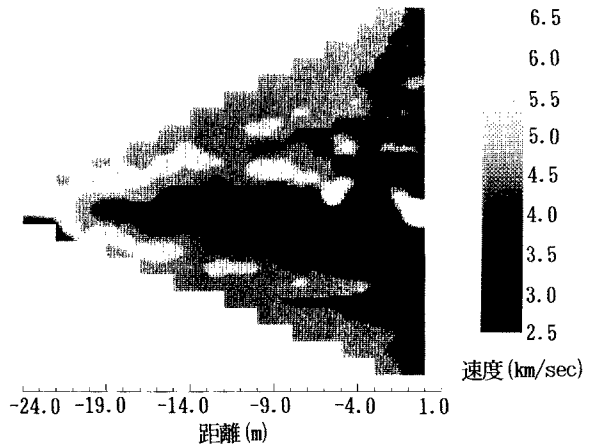


図-4 下面の解析結果