

(Ⅲ - 39) 河成段丘を横断するカルバートンネル周辺の地盤調査(表面波探査)

日本鉄道建設公団 正会員 ○新山 純一
日本鉄道建設公団 正会員 高橋 浩一
日本鉄道建設公団 伊藤 浩

1. はじめに

土木分野における構造物基礎、トンネル、法面等の地盤調査法として物理探査は数多く活用されており、中でも弾性波探査は、地盤の工学的性質を定量的に把握する手法として広く用いられている。本報告は、深さがGL-20m以浅にあり、開削施工後20年を経た単線用カルバートンネル構造物の側壁背面の空洞地盤調査に採用した表面波探査と、機械ボーリングとの現位置測定結果について報告するものである。

2. 調査概要

調査地の地質は、信濃川水系の発達した河成段丘レキ層で、径10~20cmの硬質なレキの混合が多く、崩壊性、透水性が顕著である。N値は30~50以上を示し締まっているが、所々でN値30以上の締まった細砂とN値10~30の粘性土が挟まっている。自由地下水面は、春から秋の豊水期で平均深さがGL-5.2mである。

今回の調査は、浅い地層を対象としたこと、及び市街地の舗装道路上から開削工法により施工されたRCカルバートンネルの側壁埋戻し部という、非常に限定された範囲を探査することが目的であるため、屈折法や反射法ではなく表面波探査法を用い、図-1に示す測定方法を採用した。測定は検出機A・Bを用い、起振機と検出器Aを固定し、検出器BはB1~B2~B3と順次移動して実施した。

機械ボーリングは、表面波探査と同位置において同様にカルバートンネルの左右で実施し、GLから深度1m毎に標準貫入試験及び土質サンプリングを行った。なお、さっ孔位置はトンネル側面からの離れを50cm程度とした。

3. 調査結果及び考察

3-1 表面波探査

図-2に解析のフローを示す。解析にあたっては、まず最初に現場で得られた測定記録よりノイズ等を削除し、速度解析(図-3)を行った。一般には、この速度解析において異常(変化)が認められた場合には、必要に応じて周波数解析を実施して判定する。今回の調査は、測定値がカルバートンネルの影響を受けている可能性が大きいために周波数解析を重視して行った。周波数解析は、表面波の特徴である分散性(地盤は一定の周波数に対し、同一の深度を示す)に基づき、理論上の計算値と実際に得られた測定記録他との整合について、以下に示す解析を行った。

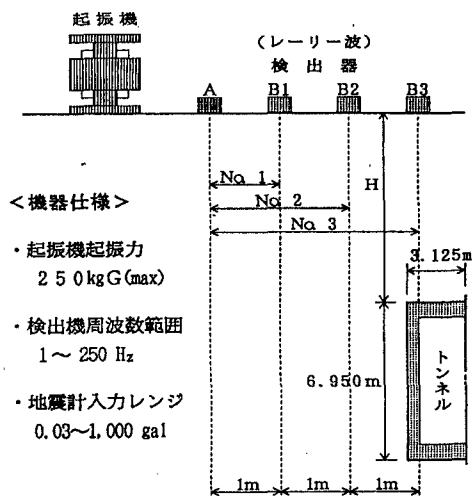


図-1 表面波探査調査概要

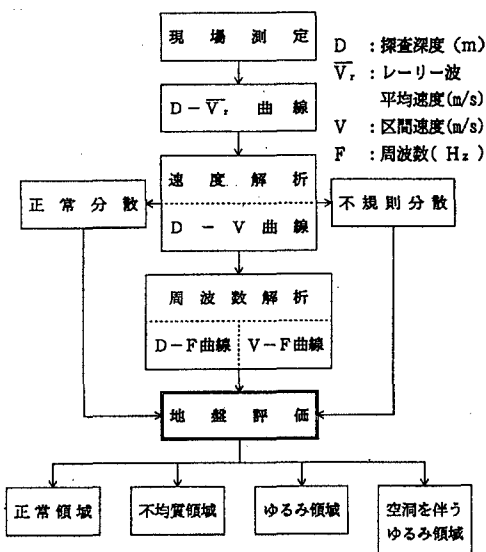


図-2 表面波探査解析フロー

(1) D-F 曲線による解析

測定記録を基に深度(D)と周波数(F)の関係について検討した。今回の調査では解析されたD-F曲線において変化(バラツキ)のみられる範囲を抽出し、この中から地層境界やノイズ等の影響を除外し、空洞かゆるみ等の原因によると思われる異常領域を把握した。これより、左側(山側)はGL-3~15m付近にバラツキが確認され、特にGL-8~10m間に大きくみられた。同様に右側(河川側)でもGL-3~15m付近にバラツキが確認され、特にGL-5~7m間及びGL-9~12m間に大きくみられた。

(2) V-F 曲線による解析

測定記録を基に速度(V)と周波数(F)の関係について解析した。今回の調査では周波数が変化しても速度値が一定である範囲や速度値の増減(特に減少傾向)する範囲に注意し、(1)も参考に異常領域を抽出した。これより、左側(山側)は周波数25~9.5 Hz 間でバラツキ、12~11.5 Hz 間に速度値の増減が確認された。右側(河川側)は、周波数30~12 Hz 間にバラツキがみられ、20~16 Hz 及び14~12 Hz 間に速度値の増減が確認された。

以上の解析結果を基に異常領域を決定し、地盤の評価を行った。なお、当初の施工記録より側壁部は砂締めで埋戻しを行ったことと、側壁地山の自立も考えられたことから、また、工学的判断として側壁部の地質領域を次の三段階に大分類した。(図-4)

- I. 空洞を伴うゆるみ領域と想定される範囲
- II. ゆるみ領域と想定される範囲
- III. 不均質な領域と想定される範囲

3-2 機械ボーリング

図-4に標準貫入試験の結果を示す。左右とも全体的にN値10以下の軟弱な砂層・砂礫層が存在しており、数カ所でN値0が確認されモンケンの自沈するところもみられた。また、地下水位の観測値はGL-5m前後であった。

4. 結論

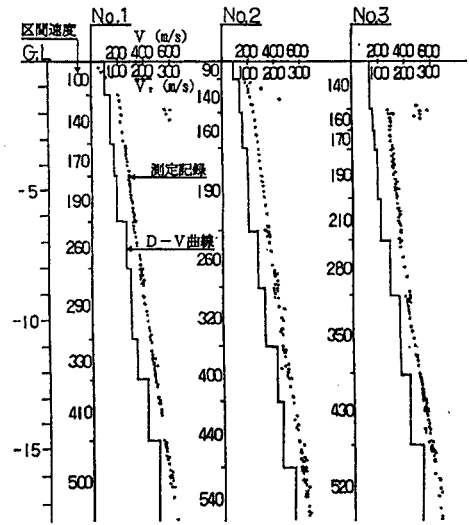
トンネル側壁部では、機械ボーリングから判断し表面波探査の調査結果を検討すると次のようなことが言える。

- ① N値が0区間は、空洞を伴うゆるみ領域と考えられる。
- ② N値が全体的に低く、異常領域のII~IIIの区分けに対し両者の相関がやや小さいと考えられる。
- ③ 図-3によるレーリー波速度値は、埋め土としては全体的に大きく、カルバートトンネルの影響を受けているものと考えられるため定量的な諸数値の判断が困難である。

4. おわりに

今回、レキ混じり不均質土で構造物の側壁部を目的とした地盤調査を非破壊手法である表面波探査で行ったが、異常領域の判断は可能であった。しかし、構造物自体が表面波の伝播に影響を与えたことが想定されたため、密度及びN値等といった定量的な土質諸数値の算定は、今後の検討課題であると考えられた。

(参考文献) 土木学会 開削トンネル指針 (昭和52年版)



(図中点線は、現場測定記録データを示す)

図-3 速度解析(17k400m左)

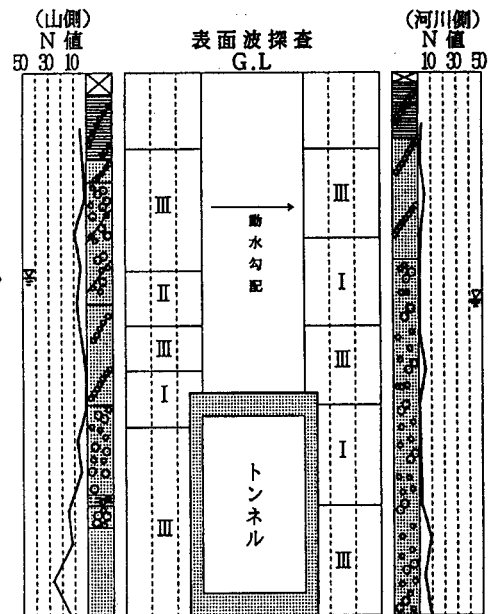


図-4 地盤調査結果(17k400m)