-146

# 土中音波による位置探査フィールド実験

大成建設株式会社	正会員	〇松本三千緯
大成建設株式会社	非会員	山上 順民

東京工業大学 非会員 蜂屋 弘之

## 1. はじめに

地中構築物の大深度化や長距離化の流れの中で,トンネルなどでチェックボーリングが出来ない施工条件への対応として,土中音波位置探査システムを開発した.本論では,このシステムを使った砂・砂礫層でのフィ ールド実験の概要と到達距離,受信波形,相関解析などについて報告する.

## 2. 概要

試作した土中音波位置探 査システムの効果を検証す るため,フィールド実験場 (図-1) に φ 50 · 深度 15m のボーリング孔4本, φ50・ 深度 30mのボーリング孔 3 本および発振器用の。 250·深度 30mのボーリング 孔1本を増設し,最長 50m の範囲で送受信実験ができ る環境を作った.そして,土 中音波位置探査システムを 用いて距離と深度を変えな がら送受信実験を繰り返し 行なった.図-1に実験場のボ ーリング孔配置を示す.この



中で発振孔 No.8 は試作した発振器を挿入し、上下動できるように専用の冶具を用意した.また、φ50 のボー リング孔でも小型の発振器を挿入して送受信実験をおこなった.なお、全てのボーリング孔は測量と孔曲がり 計測をおこなって、ボーリング孔 No.と深度から任意の位置のローカル座標(X,Y,Z) が分るようになってい る.ちなみに、ボーリング結果から地質は全般的に砂層であり、深度 5m付近に砂混じり礫層が存在しており、 地下水位は 2~3m. ボーリング孔には塩ビの底付きケーシングを挿入し、内部に水を満たした状態となって いる.従って、発振器から出力された音波は水を介して塩ビのケーシングを通過し土中に放出され、受信側で 逆の過程を経て受信器に到達する様になっている.

### 3. 土中音波発振装置

図-2 に実験に使用したセラミック方式とマグネチック方式の発振器を示す. 主にグネチック方式は低周波領域に、セラミック方式は高周波領域での実験に使用した.また、マグネチック方式では出力電圧 24V、セラミック方式では出力電 圧 2000V まで昇圧できる増幅器を使用した.発振波としては SIN 波・M 系列位相 変調波を使用.周波数や変調波ではコードの次数を変化させ実験をおこなった.



キーワード 音波発振器,土中音速,波形解析,相関解析

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設株式会社 技術センター土木技術開発部 TEL045-814-7219

#### -146

## 4. 実験結果

No.8のφ250のボーリング孔に発振器を挿入.発振器の深度を変えながらNo.1~No.7のボーリング孔で音波を受信した.発振器の深度は地下水が存在する-3mから-30mの範囲を0.5mピッチで移動させた.また,受信器も深度-3mから-15m(No.5~7は-30m)まで変化させた.図-3に受信波形の例を示す.距離10mでは明瞭な波形が見られるが,距離50mではノイズの影響が多く見られる.





但し、図-4 のように相関値を計算する事で到達時間を分析する事ができる.また、今回試作した大出力型発振器での距離と受信レベルの関係を図-5 に示す.発振波の周波数 1kHz の受信電圧が最も大きく 2.0×10<sup>-5</sup>V となっており、実距離 50m の地点でオシロスコープでも明瞭な波形を確認できた.このケースのデータを指数関数で近似すると、ほぼ y=0.0619×x-2.0142 で近似できた.受信ノイズが±2.0×10-6V 程度なので、この電圧になるまで波形が確認できるものと仮定すると、減衰曲線の式から、約 169m 程度までは受信波形の分析が可能であるものと推定される.







また,実験により得られた音波到達時間データを複数用いて,最小二乗法および幾何学的収束計算により発振器の位置(X,Y,Z)および土中音速Vを解析した.その結果,受信器の座標(測量およびボーリング孔の孔曲り計測データより算出)を真値とした場合,発振器位置解析結果は真値を中心に距離50mで約±120mm程度,距離20mで約±50mm,距離10mで約±20mm程度の範囲で分散した.この原因としては,ノイズを含んだ波形の解析誤差、φ50mmで深度15m,30mのボーリング孔での孔曲り計測誤差などが主な原因と考えられる.

## 5. まとめ

本実験により,砂・砂礫層の地下 30m程度であれば推定 160mの距離でも音波の受信解析が可能な事,およ び発振器位置が解析可能な事が示された.しかし,実用化に進む為には、波形解析精度の向上および受信器位 置等の正確な測量方法が必要と考えられるため、今後はこれらの改良を図っていく予定である.

### 参考文献

- ・榊原淳一,山内淑人「音響トモグラフィによる高精度地盤探査」地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム 2006 論文集, p43-p46, 2006 年 12 月
- ・蜂屋弘之,山口匡,「音波を用いた広域海洋計測」Journal of Signal Processing, Vol. 10, No. 2, pp. 75-82, March2006