

関西大学大学院 学生員 ○河口 琢哉

関西大学工学部 正会員 楠見 晴重、西田 一彦

京都大学大学院 正会員 芦田 譲

大阪府 土木部 正会員 江原 竜二

1. はじめに

従来、地盤中に改良層などを設ける工事を行った際に、その改良層の効果判定にはボーリング調査が主に行われてきた。本研究では、ボーリングコアの基礎的試験結果とS波反射法地震探査による地盤の速度構造を総合的に評価し、速度構造から強度構造を推定することを試みその適用性について検討を行った。

2. 現場概要

現場の事業内容は、大阪市内の河川を地下河川とし、下水ブロック・高速道路と共に地下に埋設するものである。全工区長は 2460m で、試験工区を含む 15 工区に分かれている。1 工区はさらに 50~60m を 1 ブロックとして 2 あるいは 3 のブロックに分かれている。現場の地盤は上部がヘドロ層でその下は沖積粘土層であり、ヘドロ層中に砂層の貫入がみられた。軟弱地盤であることから、掘削の効率を向上させるための低強度改良層と、施工したコンクリートブロックの不等沈下を防ぐために、地下 10m 付近に 2m の高強度改良層を施工する地盤改良工事が行われた。その改良層の効果判定に、ボーリング調査、S波反射法地震探査を行った。

3. ボーリングコアの基礎的試験

全工区にわたり約 25m ピッチでボーリングを行い、採取したボーリングコアの一軸圧縮試験、弾性波伝播速度測定を行った。

図 1 は全工区から採取したボーリングコアのS波速度と一軸圧縮強度の関係を地盤別に分けて示している。図 1 より、弾性波速度の増加に伴い強度が増加する傾向が認められる。また、砂層ではS波速度、一軸圧縮強度ともにヘドロ・粘土層より高い値を示すことがわかった。

そこで、ヘドロ・粘土層、砂層地盤におけるS波速度 V_s と一軸圧縮強度 q_u の関係式を次に示す。

$$(\text{ヘドロ・粘土層}) : V_s = 663q_u^{0.197} \quad (1)$$

$$(\text{砂層}) : V_s = 828q_u^{0.261} \quad (2)$$

図 2 は後述の速度解析を行ったブロックと同じブロックのボーリングコアの深度と一軸圧縮強度との関係を示している。この図より、低強度改良層は目標強度の 0.1 (MPa) を十分上回っており、高強度改良層も目標強度の 0.9 (MPa) を十分上回っている。深度 5m 付近の一軸圧縮強度の値が低強度改良層にしては

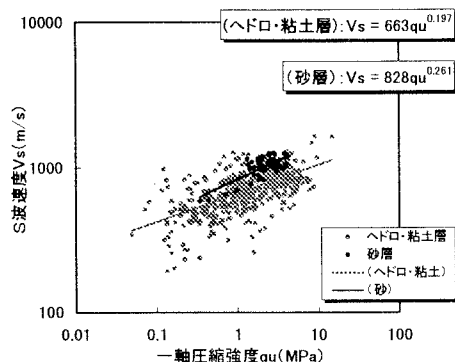


図 1 S波速度と一軸圧縮強度の関係（地盤別）

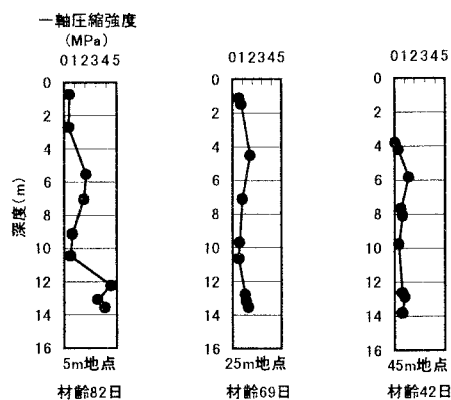


図 2 深度と一軸圧縮強度の関係

大きいのは、砂層の影響と考えられる。25m、45m 地点で低強度改良層と高強度改良層の一軸圧縮強度の差が小さいのは、材齢の影響と考えられる。

4. S波反射法地震探査

S波反射法は各ブロックごとに行い、50m を 1 測線とし、1 展開当たり 48 個の受振器を 0.5m 間隔で設置して、震源を 1m 間隔で移動させる板たたき法を用いた。

本研究では、試験工区の 1 ブロックに注目し、S波反射法地震探査で得られた受振記録を速度解析することにより地下の速度構造を求めた。測線の下流端を 0m 地点とし、上流端を 50m 地点として測線上の距離を定義する。速度解析は 5、10、15、20、25、30、35、40、45m 地点について行った。図 3 は、5m 地点における速度解析結果を示している。

速度解析とは、各速度毎に NMO 補正後の共通反射点記録をたし合わせることで、正しく補正された大振幅の反射波の時間と速度を読みとり、区間速度と深度を求めたものである¹⁾。

図 4 は、求めた区間速度と深度における現場地盤の速度構造を示している。図 4 は、図 2 の深度と一軸圧縮強度の関係と同様の傾向を示している。

5. 強度構造への適用

図 4 に示す速度解析より求めた速度を、3 章で説明した式(1)・(2)に代入することによって、強度構造を求めることができる。図 5 は強度構造を示している。この図より、一軸圧縮強度の値は定量的には評価できないが、図 2 の深度と一軸圧縮強度の関係と同様の傾向が認められる。

6. まとめ

- ・ボーリングコアによる S 波速度と一軸圧縮強度の関係を式に表すことができた。
- ・S波反射法地震探査を行い、速度解析することによって求めた地盤の速度構造は、ボーリングコアの深度と一軸圧縮強度の関係と同様の傾向を示すことがわかった。

以上の結果より、S波反射法地震探査は地盤中のセメント改良層の効果判定に有効である。

今後の課題は、速度解析を他のブロックでも行い、式から求めた強度の値を補正して、S波反射法地震探査を行って得られた速度構造から強度構造を定量的に求めることである。

参考文献

- 1) 佐々宏一・芦田譲・菅野強：建設・防災技術者のための物理探査，森北出版，1993。

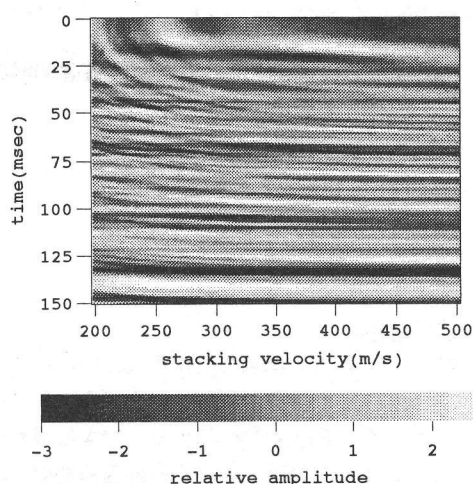


図 3 速度解析結果

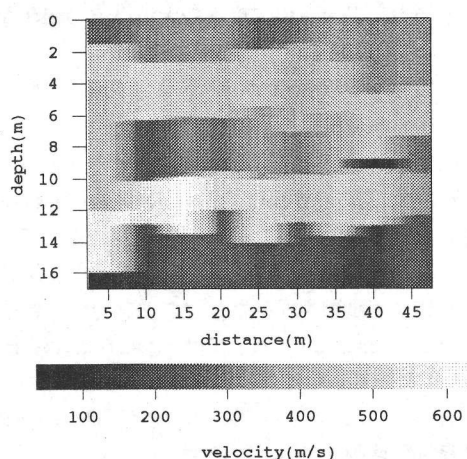


図 4 速度構造

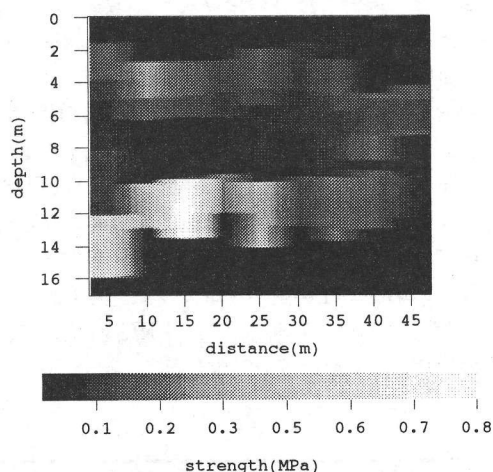


図 5 強度構造