

拘束圧下における幌延堆積岩の弾性波速度特性

サイクル機構東海事業所 正会員 小川豊和
 サイクル機構幌延研究センター 正会員 松井裕哉

1. はじめに

地下構造物の設計では、一般に試錐により採取した岩石コアを用いた力学・物理試験の結果に基づいて地盤の強度変形係数を推定することが多い。しかし得られる結果は個別の点におけるデータであり、その間を補完する方法として弾性波と強度や変形特性の経験式を用いる場合がある。また、試験結果を適用する場合には、試料採取に伴う応力開放や試験体のサイズの影響などのために工学的な考慮も必要となる。一方、地下発電所、放射性廃棄物処分関連の地下研究プロジェクトなどにおいては、地盤構造の把握を目的とした孔内検層や3次元地震探査なども盛んに行われるようになって来た。このような状況下で、地盤の弾性波特性を把握しておくことは非常に重要と考えられる¹⁾。

本研究では、岩石コアを用いた拘束圧下での弾性波速度測定を実施し、弾性波速度やそれから計算される動的な変形係数の圧力依存性について考察を行った。

2. 用いた試料と試験条件

今回用いた試料は、北海道幌延町で実施中の試錐調査孔（HDB-6孔）²⁾の声問層（珪藻質泥岩、オパールA帯）、遷移部、稚内層（硬質頁岩、オパールC T帯）の3地層から採取した（表1）。86mmのコアから、

38mmのコアを清水でプラグ抜きしたあと、0.01mm以下の粗度で端面整形を行い、長さを約40mmに調整した。各試料は密度が小さく間隙率は大きいものの、マトリックス部の透水係数は 10^{-9} m/sec以下と小さい。弾性波速度測定は、密度を1.8g/cc、間隙水圧は静水圧状態と仮定した土被り相当分の拘束圧下で実施した。

3. 試験結果

図1、図2にそれぞれP波速度・S波速度と深度

表1： 岩石コアの物理定数

SA. NO.	深度 (m)	地層名	方向	かさ密度 (乾燥) (g/cc)	かさ密度 (湿潤) (g/cc)	粒子密度 (g/cc)	間隙率 (%)
1	246.60	声問層	V	-	1.69	-	-
2	247.30	声問層	V	-	1.69	-	41.00
3	304.05	遷移部	V	1.41	1.80	2.40	41.41
4	305.30	遷移部	V	1.39	1.80	2.42	42.44
5	305.80	遷移部	V	1.38	1.78	2.41	42.78
6	490.45	稚内層	V	1.51	1.86	2.40	36.97
7	490.60	稚内層	H	1.55	1.80	2.43	36.26
8	493.05	稚内層	V	1.52	1.86	2.37	35.73
9	493.50	稚内層	V	1.58	1.87	2.48	36.34

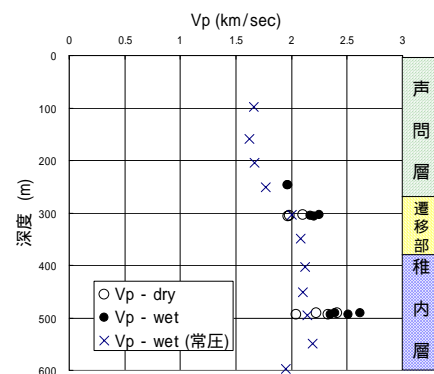


図1： P波速度と深度の関係

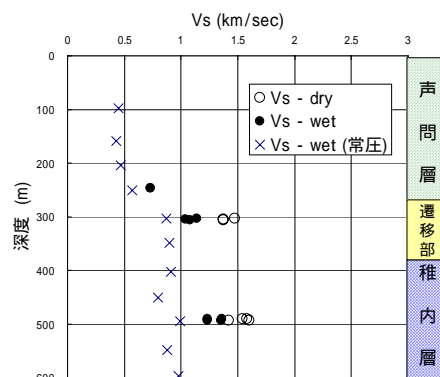


図2： S波速度と深度の関係

キーワード：弾性波速度、堆積軟岩、間隙率、X線CT画像

連絡先：〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松4-33・電話：029-287-0928・FAX：029-282-9295

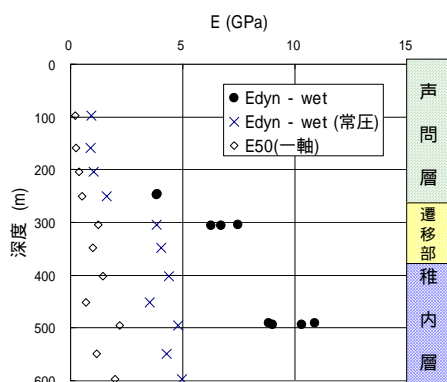


図 3： ヤング率と深度の関係

の関係を示す。P波、S波速度とも深度とともに増加傾向が見られる。また、HDB-6孔試錐調査の力学試験前に実施した常圧下における速度と比較して、拘束圧下・湿潤状態におけるP波、S波速度は、10%程度大きな値が得られた。

図 3 にはP波、S波速度から計算される動的なヤング率を深度に対してプロットした。この図には、比較のため、前述の常圧下での弾性波速度から求めた動的ヤング率(図中×印)と一軸圧縮試験時の応力ひずみ関係から決定した静的ヤング率(E_{50} 、図中印)もあわせて示した。拘束圧下での弾性波速度から計算した動的ヤング率は深度とともに増加し、常圧下での静的・動的ヤング率よりかなり大きい。原位置岩盤のヤング率は常圧下でのそれよりも大きいことが推測できる。

図 4 は、弾性波速度測定の前後に実施した、X線CTによるコアの非破壊検査結果である(解像度0.3mm程度)。図は、空気を-1000、水を0としたときの岩石のCT値(X線吸収率)を表し、白く映るところほど吸収率が高い(密な材質)³⁾。図より、目視では一様に見える岩石コアも内部構造が不均一であることがわかる。また、試料の乾燥(室内で10日間)により、岩石コアの内部の密度が低下している。図 4 に示すコア中心軸でのCT値分布を図 5 に示す。低透水性にもかかわらず、コア軸方向に一様に水分が抜けて

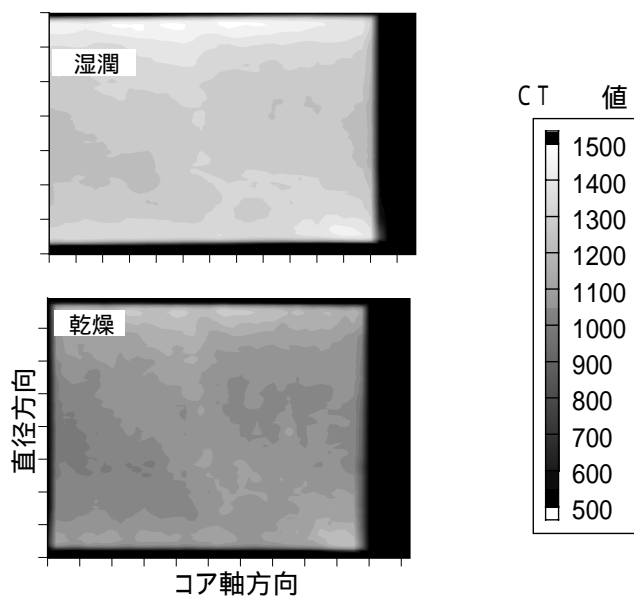


図 4： 岩石コア内部の状況(SA NO.6)

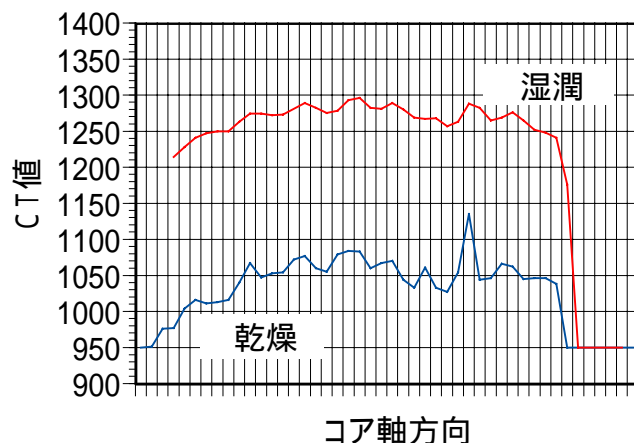


図 5： CT値の変化

いる。また、湿潤と乾燥状態のCT値の差より換算される体積含水率³⁾は30%程度となり、初期飽和度を100%と仮定すると、この値は試錐調査時に実施した物理試験で得られた間隙率(表 1)とよい整合をなす。

4. まとめ

幌延における堆積岩の変形特性は圧力依存性を有することが示唆された。継続的な調査が必要と考える。

<参考文献>

- 1)Mavko, G., T. Mukerji, and J. Dvorkin. Rock physics handbook. 1996.
- 2)サイクル機構 TN1400 2003-014
- 3)(Ed.) Otani, J. and Y. Obara. X-ray CT for geomaterials – soils, concrete, rocks. Geox2003.