

III-A 383 礫質土を用いた盛土の弾性波速度について

東海技術センター 正会員○中村吉男・小島淳一
 中部電力 正会員 依田 眞
 愛知工業大学工学部 正会員 大根義男・成田国朝
 前田建設工業 大口 寛

1. はじめに

電力の安定供給を図る基幹施設である開閉所(500kV)の敷地造成工事に際し、盛土内部に受振器を埋設し、①地表P S波探査、②P S波検層、③P波扇射法による弾性波探査を行い、礫質盛土の弾性波速度の経時変化や深さ方向の分布特性について検討した結果を報告する。

2. 盛土構造および探査方法

敷地造成盛土の標準断面図を図-1に示す。盛土は、法面勾配1:2.0、盛土斜面の比高差は約45mであり高さ5m毎に小段を設けている。盛土を構成する主な材料は、中・古生代を起源とするチャート、頁岩類の礫～岩塊を主体とする粗粒材(Zone3)とこれらの風化帯であり、粗粒材と粘性材料の特性を合わせ持つ中間材料(Zone2)および地表部に分布する崖錘堆積層(細粒材:Zone1)である。これら材料のうち、粗粒材は敷地造成面(主要機器基礎部)に、細粒材は盛土斜面表層部の緑化基盤材とし流用している。また、弾性波速度の測定は次の3種類の方法で行った。

- ①地表P S波探査：盛土表面30m区間に5m間隔で受振器を設置し屈折法による地表P S波探査を行った。
- ②P S波検層：盛土内に受振器(2成分、自己周期28Hz換振器)を深度2.5m間隔に埋設し、受振器群の直上地表部を起振点とし、P波はドロップヒーターにより、S波は板たたき法による起振を行った。これら起振により得られた記録から、P波は初動を、S波は震源板の右打ち、左打ちの記録を重ね合わせ、その位相差の反転および深度方向の位相差の連続性から各受振点での走時を読みとった。
- ③P波扇射法：埋設受振器群直上から約20m離れた盛土地表部でドロップヒーターによる起振を行い、盛土内部を伝播する波動の平均速度を求め①、②により得られたP波速度のクロスチェックを行った。

なお、各試験は盛土中および盛土がほぼ完了した時点の2回行った。

3. 計測結果

3.1 各計測で得られたP波速度の比較

扇射法、表面探査、速度検層により求めたP波速度を比較し図-1に示す。扇射法では必ずしも深部の速度が大きな値となっていないが、大略的には深度方向に速度の増加が認められ、各計測で得られた速度値は概ね一致している。また、盛土深部のP波速度($V_p=1,300\text{m/sec}$)は、風化帯の地山速度に等しく地山と同程度に締め固められたものと考えられる。

3.2 弾性波速度の経時変化

No.2地点の弾性波の走時を図-2に示す。走時線は3本の直線に区分され各々の直線勾配から区間の平均速度が、直線の交点から区間速度の境界深度が得られる。図-2より、各計測における弾性波速度は深度との関係において概ね一致した値が得られ、また標高毎の速度値の比較により、築堤に伴い速度値が増加する傾向が認められる。図-3は計測地点の区間速度と境界深度の関係を整理したものであり、

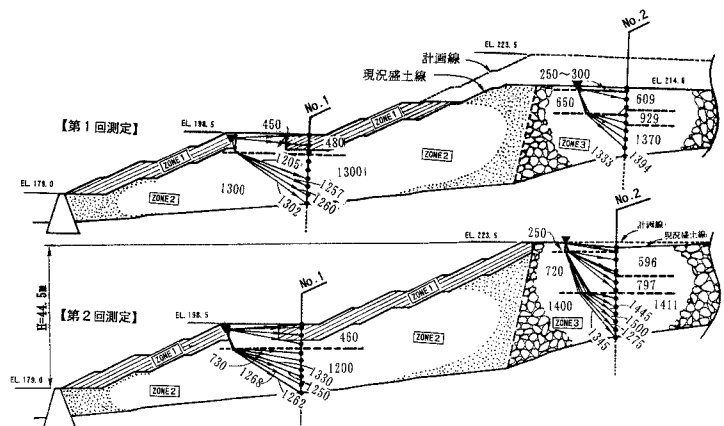


図-1 地表探査、検層および扇射法によるP波速度の比較

後述する式(2)によるS波の速度分布が併記してある。各地点の速度構成は、No.1で2層、No.2で3層となり、盛土表面から深さ方向の弾性波速度分布は第1回と第2回の測定結果においてほぼ一致した値が得られており、礫質盛土の弾性波速度には経時変化がほとんどなく、盛土完了時点で安定した状態にあるものと考えられる。

3.3 S波の速度分布モデル

図-4はZone2およびZone3におけるS波の速度検層結果を走時Tsと深度Zの関係として整理したものである。両対数で整理すると直線で近似されるので両者は式(1)の関係を満たし、S波速度Vsも式(2)のようにZのべき乗関数で表される。

$$Ts = \alpha \cdot Z^\beta \quad \text{----- (1)}$$

$$Vs = 1 / (dT_s/dZ) = A \cdot Z^B \quad \text{----- (2)}$$

図-4に見られるようにZone2とZone3の間でまた2回の測定で直線勾配β切片に殆ど変化がないため、本盛土では材料区分に関係なく式(2)の係数Bは類似した値が得られている。なお、P波速度においても同様な傾向を示す結果を得ている。

表-1は本盛土で得られたS波速度分布をロックフィルダムの測定例¹⁾と比較したものである。ただし、Zone2は土質材料、Zone3は岩質材料とし、盛土表面(0~5m)の速度値は地表探査結果、5~20mの値は上記速度検層の結果である。これによると、本盛土では式(2)のべき係数B値が若干大きく、全体的にロックフィルダムのS波速度に比べ大きな値を示すこととなる。これには材料特性に加え盛土形状が影響しているものと思われる。

4. まとめ

以上の結果を整理すると、次のようにまとめられる。

- ① 礫質土の盛土の弾性波速度には経年変化がほとんどなく、盛土完了時点で安定した状態にある。
- ② 盛土内の弾性波速度は築堤に伴い増加し、盛土内任意点における速度(Vs)は盛土高さ(Z)指数関係にある。そのべき数は0.3~0.4の範囲と考えてよい。

【参考文献】

沢田義博, 高橋忠, 桜井彰雄, 矢島浩: ロックフィルダムの物性値分布特性および堤体の動的特性, 電力中央研究所報告No. 377008, 1977

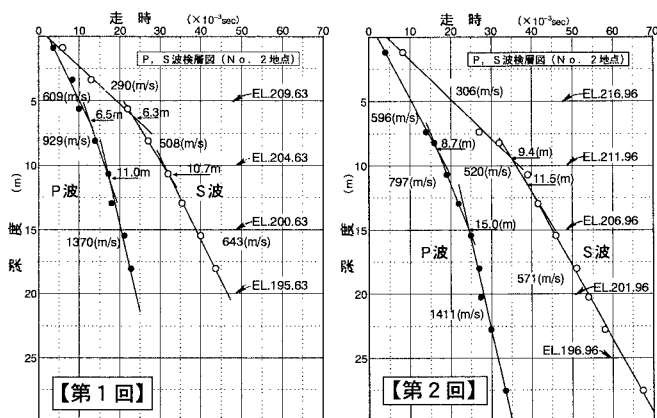


図-2 P S 検層における弾性波走時図

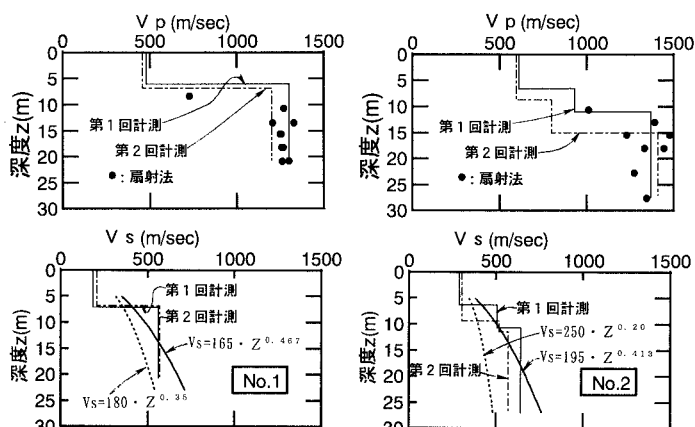


図-3 P S 波速度と速度境界深度

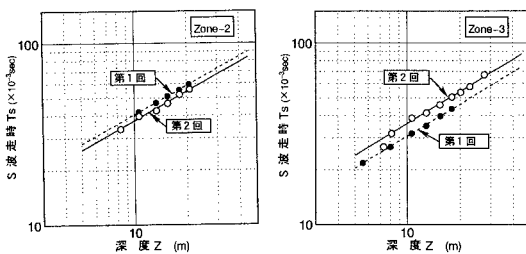


図-4 S 波走時と深度の対数近似

表-1 ロックフィルダム及び本地区盛土の S 波速度分布

項目	岩石材料(ロック, Zone3)	土質材料(コア, Zone2)
ロフツイクルダム	0~5: Vs=245 m/sec	Vs=210 m/sec
	5~30: Vs=250 · Z ^{0.20}	Vs=180 · Z ^{0.35} (上限値)
	30~: Vs=200 · Z ^{0.315}	Vs=200 · Z ^{0.34} (下限値)
本地区	0~5: Vs=320 m/sec	Vs=200 m/sec
	5~20: Vs=195 · Z ^{0.413}	Vs=165 · Z ^{0.467}