

表面波探査を用いたため池堤体密度の推定について

香川大学工学部 正会員○山中 稔, 香川大学大学院 学生会員 香川 慶孝
香川大学工学部 正会員 長谷川修一, (株)四国総合研究所 正会員 斎藤 章彦

1. はじめに

香川県に約 14,500 も分布するため池の多くは、江戸時代に人力により経験的な手法で築造されていることから、堤体の均質性（土質材料、締固め程度）に関しては、現在の規準を満足しない場合があることが考えられる。ため池堤体改修工事においては、現況堤体の各種物性値を得るためにボーリング調査や土質調査が実施される¹⁾。しかし、現況堤体の各種物性値を非破壊な物理探査手法によって推定できると、調査ボーリング本数を減少させたとしても、二次元的な土質物性を詳細に把握することが可能となり、さらには調査日数の短縮化や調査コストの削減につながる。

著者らはこれまで、表面波探査や常時微動等の物理探査を援用して、ため池堤体の物性評価の研究を実施してきた^{2) 3)}。本稿では、表面波探査改修工事が実施されるため池堤体で実施し、改良前後の S 波速度を比較することによって堤体改良効果を検証した。さらに、実際の堤体土を用いて室内試験を実施し、得られた各種土質物性と S 波速度との関係式を用いることで、表面波探査によるため池堤体の乾燥密度を評価した。

2. 室内試験による S 波速度と土質物性との関係

計 5 箇所のため池堤体改修工事において、各堤体掘削断面から土質試料を採取した。堤体天端より深度方向 1 m 毎に採土円筒を用いて現場密度を測定するとともに、室内試験用に攪乱試料を採取した。

採取した試料を用いて、異なる密度の円筒供試体（直径 10cm, 高さ 20cm）を作成し、各供試体に対して S 波速度を測定した後、一軸圧縮強さを求めた。

図-1 に、室内試験による S 波速度 V_s と乾燥密度 ρ_d の関係を示す。同じ締固めエネルギーでも粒度の違いにより ρ_d が異なり、対応する V_s に違いが見られる。関係式として $V_s = 19.0 \times \rho_d^{4.62}$ を得た。

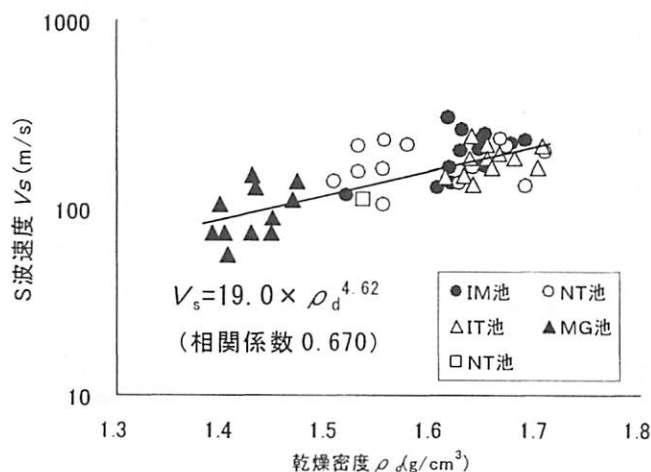
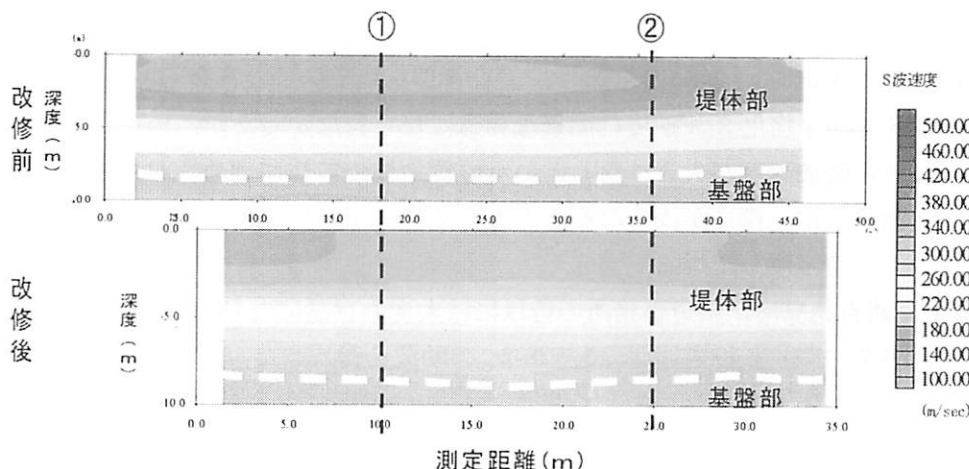
図-1 室内試験による V_s と ρ_d の関係

図-2 ため池堤体改修前後の S 波速度構造 (IM 池)

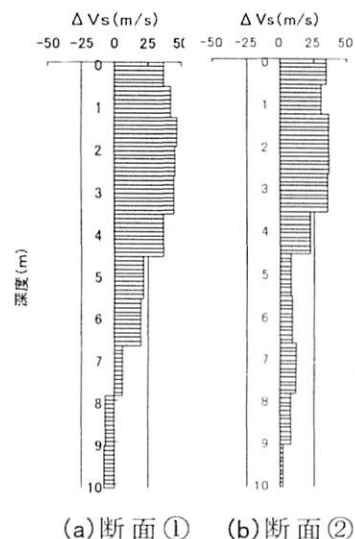


図-3 S 波速度の変化量

3. 堤体改修工事前後における S 波速度の比較

図-2 に、堤体改修前後における表面波探査から得られた S 波速度構造を示す。また図-3 に、断面①及び断面②における、改修に伴う S 波速度の増分 ΔV_s を示す。断面①及び断面②での ΔV_s を比較すると、堤体盛土部分で概ね 25~50m/s 増加しており、改修効果を評価できることが示唆される。

4. S 波速度から換算した堤体乾燥密度の検証

図-4 に、IM 池における現場測定乾燥密度と、関係式を用いて V_s から換算した乾燥密度の深さ方向分布を示す。深度 1 m では両者がほぼ一致するものの、特に深度 2 m と 3 m では大きな差がある。

図-5 に、5 箇所のため池における現場測定乾燥密度 ρ_{d0} と V_s より換算した乾燥密度 ρ_{d1} との相関を示す。相関係数は 0.477 である。

図-6 に、堤体改修施工報告書から得た乾燥密度 ρ_{d2} と、表面波探査による同深度の V_s より換算した乾燥密度 ρ_{d1} との相関を示す。値は深度毎に分類している。全体にばらつきが大きい、深度が浅い方がばらつきは小さい傾向にあることが読みとれる。この理由については、今後詳細に検討していく必要があると考えている。

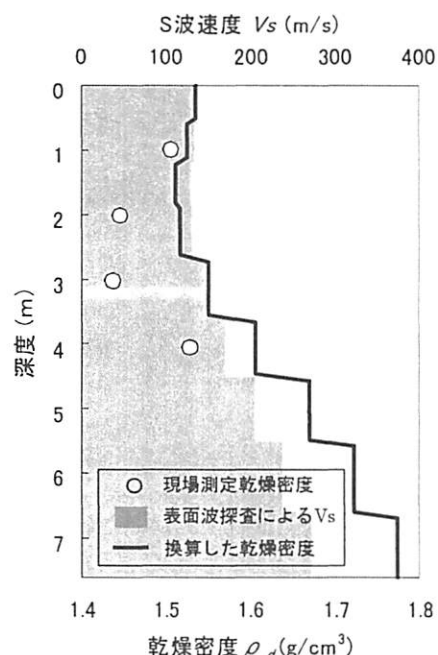


図-4 V_s 換算乾燥密度の深さ方向分布 (IM 池)

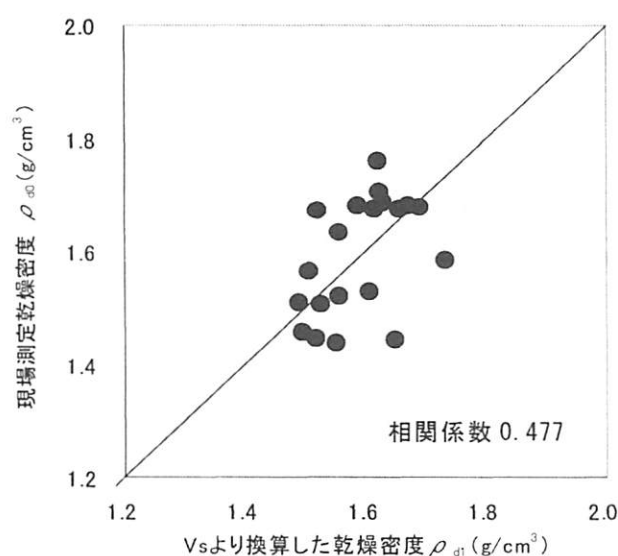


図-5 現場測定乾燥密度と V_s から換算した乾燥密度の相関

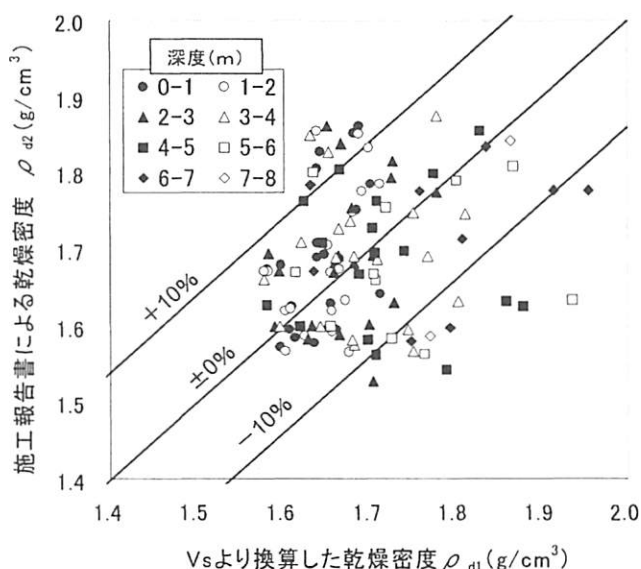


図-6 施工報告書による乾燥密度と V_s から換算した乾燥密度の相関

5. まとめ

ため池改修前後の S 波速度を比較することで容易に改修効果を評価できるとともに、室内試験より得られた関係式を用いることにより、堤体内部の乾燥密度を推定できる可能性を示すことができた。

本研究において、調査実施の多大なご配慮を頂いた香川県農政水産部土地改良課及び各土地改良事務所に感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 農林水産省構造改善局建設部設計課監修：土地改良事業設計指針「ため池整備」，農業土木学会，pp. 6-10, 2000.
- 2) 山中 稔，斎藤章彦，長谷川修一，林 宏一：人工震源を用いた表面波探査のため池堤体調査への適用，第 12 回日本地震工学シンポジウム論文集，pp. 722-725, 2006. 11.
- 3) 斎藤章彦，山中 稔，長谷川修一，野田 茂：物理探査手法を用いたため池堰堤の物性評価，構造工学論文集，土木学会，Vol. 54A, pp. 266-272, 2008. 3.