

学位論文紹介

博士論文概要

論文名：地盤構造物の性状把握に対する表面波探査の適用性に関する研究

著者名：小笠原 明信（豊田工業高等専門学校）

指導教員：川尻 峻三（九州工業大学大学院）

授与年月：2022年3月

1. はじめに

一般盛土や補強土壁を代表とする地盤構造物では、健全性の指標を得ることができる実務的な点検・診断手法が確立されていないのが現状である。そのため、地盤構造物の機能低下の有無を判断できるような、実効性の高い健全性評価手法の確立が期待される。そこで本研究では、地盤構造物内部の地盤性状を非破壊で把握できる有用なツールの一つであると認識されつつある表面波探査を用いて、取得できるS波速度(V_s)分布から地盤構造物に対する定量的な性状評価を行っている。本文では、積雪寒冷環境における補強土壁の変形挙動を把握するための長期動態観測結果および V_s と壁面パネル傾斜角 θ の関係を整理して既設補強土壁の耐力低下を表現する健全性評価指標を提案した内容について述べる。

2. 試験補強土壁の概要

図-1は構築した試験補強土壁の全景図である。ケースAは盛土材として細粒分質礫質砂(SFG)に分類される凍上性が高い土、ケースBは礫まじり砂(S-G)に分類される凍上性が低い土を使用しており、各ケース間は幅約1mの緩衝領域を設けることで仕切られている。各ケースとも壁面パネルを1段並べた後、補強材を敷設する高さまで盛土材を撒き出した後に転圧を行い、補強材を敷設した。この作業を繰り返し、高さ6m×延長約34mの試験補強土壁を構築した。施工時のRI計測から推定した平均の締固め度 D_c は、ケースAでは $D_c=83.1\%$ であり、ケースBでは $D_c=85.0\%$ であった。両ケースともに D_c は現行マニュアルの基準値を($D_c \geq 95\%$)を下回っている。

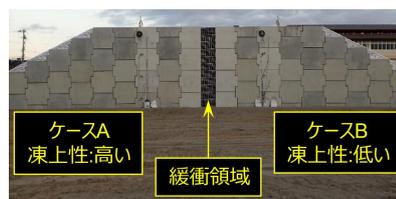


図-1 構築した試験補強土壁の全景

3. 動態観測結果および V_s をパラメータとした既設

補強土壁の健全性評価指標

図-2に初冬期(2017年11月)を初期値とした壁面変位量の経時変化を示す。これは盛土材の凍結・融解による壁面変位の状況を示しており、壁面が前方へ変位している状態を負と定義した。ケースAでは時間の経過に伴い、いずれの壁面パネ

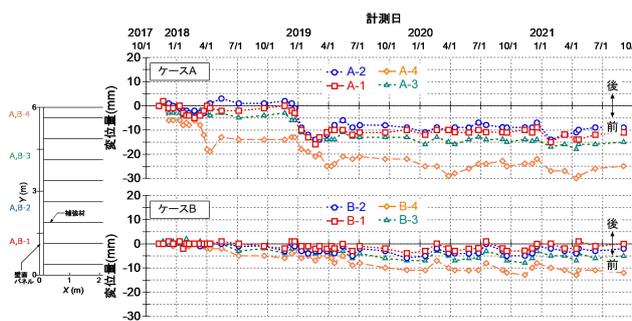


図-2 初冬期を初期値とした壁面変位の経時変化

ルも前方に変位していることがわかる。特に、最上段の壁面パネル（A-4）が最大で約30mm前方に変位している。これは土被り圧が小さいために補強材に作用する拘束圧も小さく、盛土材の凍結・融解により補強材が引抜かれ変位が卓越したと考えられる。一方、ケースBでは、ケースAと同様に最上段の壁面パネル（B-4）において、前方への変位が見られるが、最大で約15mmとケースAに比べ小さい変位である。

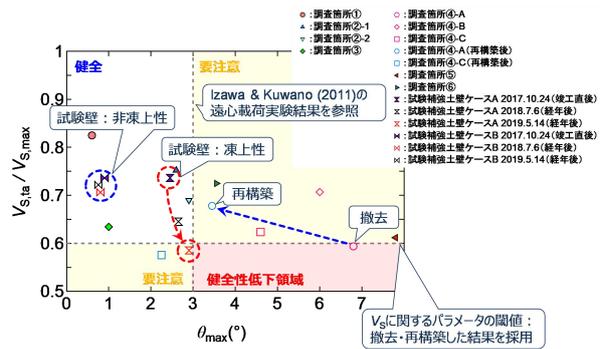


図-3 $V_{S,ta} / V_{S,max}$ と θ_{max} の関係

図-3は、筆者らがこれまでに調査した既設帯状補強土壁および試験補強土壁における $V_{S,ta} / V_{S,max}$ と θ_{max} の関係を示している。ここで、各記号は $V_{S,ta}$: 補強土壁の深度および延長方向における V_S の平均値、 $V_{S,max}$: 補強土壁内における V_S の最大値、 θ : 壁面パネルの傾斜角を示している。図-3を見ると、 θ_{max} が小さいほど $V_{S,ta} / V_{S,max}$ は大きい傾向にある。すなわち、壁面傾斜角が小さい補強土壁では $V_{S,ta} / V_{S,max}$ は大きい値を示すことがわかる。特に注目すべき点は、試験補強土壁におけるケースAでは、 $V_{S,ta} / V_{S,max}$ が経時的に低下している。その一方で、良質なケースBでは $V_{S,ta} / V_{S,max}$ の変化量は小さい。すなわち、試験補強土壁の竣工後からの健全性の変化を $V_{S,ta} / V_{S,max}$ によって間接的に評価できると言える。

既往の補強土壁模型に対する遠心載荷実験結果を参考に、壁面傾斜角 3° を θ_{max} の閾値として、 $V_{S,ta} / V_{S,max}$ については撤去・再構築を行った調査箇所④-Aが最も健全性が低いと考え、 $V_{S,ta} / V_{S,max} = 0.6$ を健全性の閾値とした。この閾値を基準にすると、図-3における左上の領域 ($\theta_{max} = 3^\circ$ 以下、 $V_{S,ta} / V_{S,max} = 0.6$ 以上) に位置する補強土壁では、壁面パネルの目地の開きや盛土天端の亀裂等は確認できなかったため、健全性は良好と言える。一方で、右下の領域 ($\theta_{max} = 3^\circ$ 以上、 $V_{S,ta} / V_{S,max} = 0.6$ 以下) 付近に位置する補強土壁（調査箇所④-A, ⑤）では撤去・再構築を実施した既設補強土壁のデータが含まれており、この領域にある補強土壁の健全性は低いと判断できる。なお、撤去・再構築を実施した調査箇所④-Aは、再構築後に $V_{S,ta} / V_{S,max}$ は上昇して θ_{max} が低下しており、図-3は対策効果を反映することも可能である。右上の領域 ($\theta_{max} = 3^\circ$ 以上、 $V_{S,ta} / V_{S,max} = 0.6$ 以上) に位置する補強土壁は壁面パネルの変状は進行しており、今後、裏込め土内の性状変化 ($V_{S,ta} / V_{S,max}$ の低下) が予想され、この領域の補強土壁については要注意や要監視の対象になる可能性がある。左下の領域 ($\theta_{max} = 3^\circ$ 以下、 $V_{S,ta} / V_{S,max} = 0.6$ 以下) については、壁面パネルの変状は発生していないものの、裏込め土内の飽和度上昇等によって $V_{S,ta} / V_{S,max}$ が低下した状態の裏込め土では強度が低下している可能性がある。このことから経年での壁面パネルの変状発生が予想されるため、この領域でも要注意や要監視の対象になると言える。

4. まとめ

以上より、 V_S を使用したパラメータ ($V_{S,ta} / V_{S,max} \sim \theta_{max}$) は、既設補強土壁の健全性評価を判断できる1次スクリーニングの有効な指標であり、表面波探査を補強土壁に対して定期的実施することで、長期的な維持管理に有効であると考えられる。