

補強土壁の変状要因検知技術検証のための実大実験

(国研) 土木研究所 正会員○新田武彦 正会員 宮武裕昭
正会員 藤田智弘 正会員 佐藤 登

ヒロセ株式会社 正会員 大谷義則 三菱ケミカルインフラテック株式会社 正会員 明永卓也

岡三リビック株式会社 正会員 小浪岳治 旭化成アドバンス株式会社 正会員 村中俊裕

防衛大学校 正会員 宮田喜壽

1.はじめに

補強土壁は盛土による土構造物であり、その特性は盛土材や盛土内の水位等に大きく依存する。しかしながら、補強土壁の劣化機構が明確ではなく、また盛土内など不可視箇所の診断手法の確立に至っていないことが現状である。そこで、(国研)土木研究所では、産官学の共同研究¹⁾を平成26年度から平成27年度にわたり実施し、補強土壁の劣化シナリオを構築するとともに、点検、診断及び措置手法の整理を行った。このうち、整理した補強土壁の維持管理技術の検証を目的として、構造形式の異なる三種の実大実験壁(以下、実大模型と記す)を構築し実験を行った。本報では、実大実験による調査・措置技術の検証の中でも、調査中の「変状要因」の検知技術として、電気比抵抗及び常時微動測定を実施し、その有効性を検証した結果について報告する。

2.実験概要

実大模型の諸元を表-1に示す。実大模型の構造形式は、帯鋼補強土壁、ジオテキスタイル補強土壁(コンクリートパネル)、アンカー補強土壁の三種類とし、使用する盛土材は内部摩擦角 $\phi=30^\circ$ 、粘着力 $c=10\text{kN/m}^2$ 、単位体積重量 $\gamma=19.0\text{kN/m}^3$ の土質条件、載荷重及び浸透水なしの条件で各工法のマニュアル²⁾³⁾⁴⁾に基づき設計した。本実験は、補強土壁の劣化シナリオ¹⁾のうち、載荷重の影響及び降雨の影響を誘因として、壁面変位が発生し、壁面材間の目地の開きが生じた結果、盛土材のこぼれ出しが発生するシナリオを想定したものである。盛土材は、盛土の不良(盛土材料の品質不良または盛土の締固め不足など)を想定して締固め管理値は補強土壁の盛土材の締固め管理基準よりも低い85%とした。

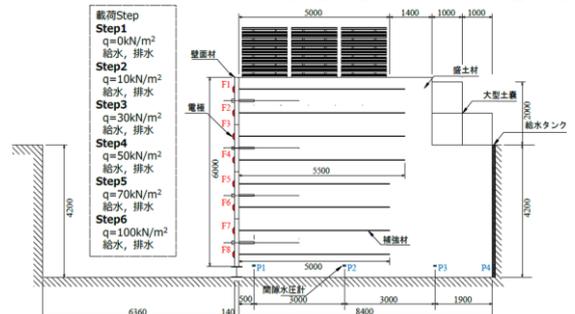
3.各検知技術の概要および検証結果

(1)電気比抵抗計測

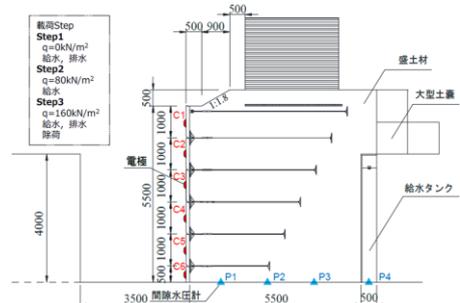
電気比抵抗計測は、電気探査を経時的に繰り返し行い、地盤の物性変化(比抵抗変化)を観測する手法である。通常、の測定方法は盛土に電極を設置するが、地盤内に金属物が存在すると、その金属物がノイズとなり測定の障害となる。また、上部路面に電極を設置する場合、実現現場を想定すると規模の大きな交通規制が必要となる。そのため、本実験では、盛土内に鋼製の補強材を使用する帯鋼補強土壁及びアンカー補強土壁は補強材を電極とし、ジオテキスタイル補強土壁は壁面材筋筋を電極とすることで、補強土壁での電気比抵抗測定において、ノイズの軽減及び実現現場において交通規制の必要としない計測手法の適用性を検証した。図-1に電極の設置位置を示す。なお、比抵抗変化モニタリングは、比抵抗映像法(2極法電気探査)と平面比抵抗測定を用いて10分毎に繰り返し測定を行った。図-2は計測された比抵抗値を式(1)より見かけ比抵抗変化率を算出しプロットしたものと水位を対比したものである。なお式中の基準データとは無載荷かつ注水前の値とした。

表-1 実大模型の諸元

構造形式	帯鋼	ジオテキスタイル	アンカー	盛土	土粒子密度 ρ_s (g/cm^3)	2.659
盛土高 H(m)	6.0m			盛	細粒分含有率 F_c (%)	5.2
幅 L(m)	8.0	5.74	8.0	土	最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm^3)	1.679
補強材	SM490A 60*4.0	HDPE (一軸延伸)	SNR490 B	材	最適含水比 w_{opt} (%)	15.0
壁面材	コンクリート製パネル				単位体積重量 γ_s (kN/m^3)	15.5
転圧条件	$D_c=85\%$				CUB 粘着力 c (kN/m^2)	13.5
					試験 内部摩擦角 ϕ ($^\circ$)	10.1



(a) 帯状補強土壁



(b) アンカー補強土壁

図-1 電極及び間隙水圧計の設置位置

キーワード 補強土壁, 維持管理, 非破壊検査

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (国研) 土木研究所 TEL 029-879-6759

$$\text{見かけ比抵抗変化率} = \frac{\text{測定データ}-\text{基準データ}}{\text{基準データ}} \times 100 \quad (1)$$

図-2より、両補強土壁において給水時の水位上昇により見かけ比抵抗変化率が最大で帯鋼補強土壁で-53%程度、アンカー補強土壁で-75%程度低下し、排水時の水位低下により見かけの比抵抗変化率が両補強土壁とも10~15%上昇する傾向が確認された。また、計測位置の違いでは、地下水位以下にある補強材(帯鋼 F5~F6, アンカー C3~C6)は比抵抗率の感度が高いことが確認された。各載荷時において見かけの比抵抗変化率の増減が確認されたが、明確な傾向が認められなかった。なお、本報では紙面の都合上、鋼製の補強材を有する補強土壁の測定結果を示したが、ジオテキスタイル補強土壁においても同様の傾向が確認された¹⁾。

(2)常時微動測定

常時微動測定は、地盤に常時作用している微小振動を計測し、その振動特性により地盤の評価を行うものである。本実験では、ジオテキスタイル補強土壁盛土部の常時微動特性の抽出のため、盛土天端面に加え基礎部においても併せて計測を実施し解析を行った。計測結果を図-3に示す。この結果では、載荷の進行に伴い H/V ピーク時の振動数が 11Hz から 21Hz に増加し、除荷後に 21Hz から 12Hz に減少する傾向が確認された。図-4 に本実験模型に対する簡易貫入試験結果との対比図を示す。簡易貫入試験の打撃回数(累計)が盛土構築完了時と比べ増大(約 1.3 倍)、すなわち盛土材の拘束圧が高い状態であると H/V ピーク値も増加(約 1.75 倍)しており、双方の結果が対応する傾向が確認された。

4.まとめ

本実験は変状要因の検知手法として、計測手法が規模の大きな交通規制を必要としない電気比抵抗及び常時微動についての有効性を検証した。電気比抵抗測定は盛土内の水位と対比し、水位変動による比抵抗変化が捉えられていることを確認した。常時微動測定は簡易貫入試験と対比し、盛土の拘束圧に対して相関を示していることを確認した。これらの結果より、電気比抵抗測定及び常時微動測定は盛土内部の状態の検知に対して有効であると考えられる。

謝辞 本報を執筆するにあたり、「補強土壁の維持管理手法の開発に関する共同研究」のメンバーに多大なるご助言、ご支援をいただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献 1)補強土壁の維持管理手法の開発に関する共同研究報告書,平成 28 年 3 月,(国研)土木研究所ほか 2)補強土(テールアルメ)壁工法設計・施工マニュアル第 4 回改訂版,平成 26 年 8 月,3)ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル第二回改訂版,平成 25 年 12 月,4)多数アンカー式補強土壁工法設計・施工マニュアル第 4 版,平成 26 年 8 月,²⁻⁴⁾(一財)土木研究センター

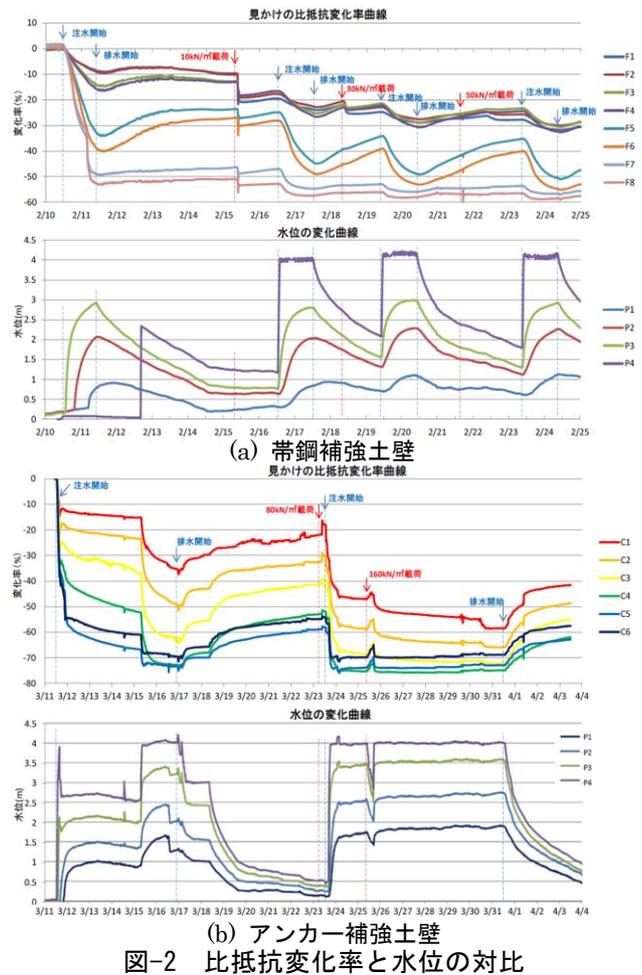


図-2 比抵抗変化率と水位の対比

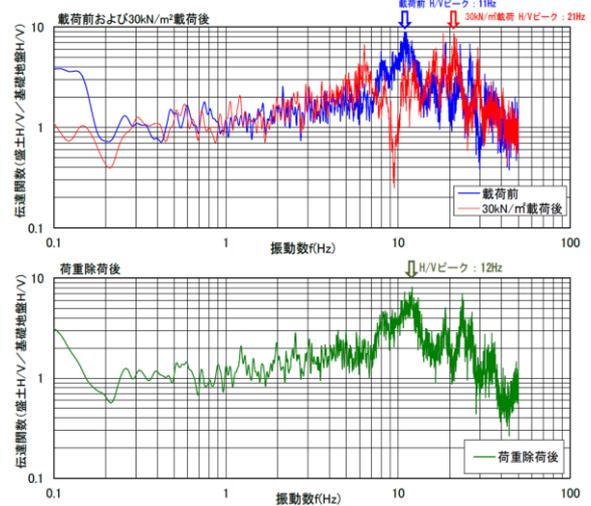


図-3 常時微動測定結果

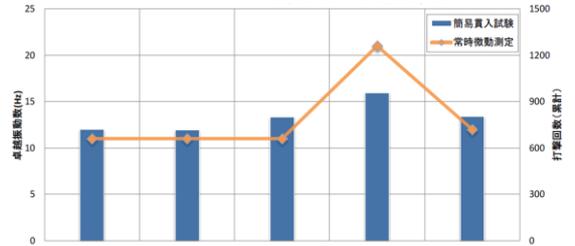


図-4 常時微動と簡易貫入試験の関係