

傾斜型土槽を用いたバットレス型補強アンカー工法の応用的な研究

石積擁壁 補強土工法 盛土

岡部株式会社
正会員
フリー工業株式会社
非会員
株式会社日測
非会員

正会員
正会員
非会員
非会員

○前田和徳
橋本隆雄
岩津雅也
石作克也

1. はじめに

近年、気候変動の影響により長雨や集中豪雨が増加し、加えて大規模地震の発生リスクも高まっている。こうした環境下では、壁体の一体性が十分でない古い石積擁壁において、老朽化の進行とともに崩壊リスクが一段と高まることが懸念される。2025 年 9 月東京都杉並区の住宅地で発生した擁壁崩壊事故では、経年劣化と排水不良による地下水圧の影響等複合的に作用し、都市部の密集市街地であっても石積擁壁が人命を脅かす重大な危険性を有することが改めて明らかになった。老朽化した石積擁壁の被害を未然に防ぐためには、はらみ出しやクラックなどの変状を的確に点検・調査し、早期に必要な対策を講じることが必要不可欠である。筆者らは、石積擁壁を補強するために図 1 のように表面側から補強材を施工し、柱状構造体と結合させることで背面に“見えない擁壁”を形成し、土圧に抵抗させる耐荷性能の高いバットレス型補強アンカー工法を考案した。

しかしながら、高壁高になると補強材下段と柱状構造体との結合が困難な場合が想定される。本研究は下段が結合されなくても柱状構造体同志の結合や表面保護工との組み合わせによって、同程度の耐荷性能を維持できる可能性を検証したので報告する。

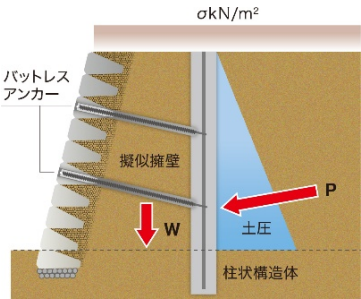


図 1 バットレス工の概要図



写真 1 傾斜型土槽

2. 静的実験概要

実験のスケールは 1/6 とした。

(1) 試験体

試験体種別を表 1 に示す。図 2 に石材ブロック全面と連結した組み合わせと天端石材ブロックと柱状構造体天端と連結した組み合わせを示す。天端連結と石材ブロック全面連結は鉄板の肉厚 t1.6 mm を用いた。

(2) 石積擁壁形状

石積擁壁の形状は勾配 1:0.25 とし、石積は 12 段組の約 0.6m、幅 1.0m、奥行き 0.8m、最下段は滑動を防止するため土槽に反力を取り、固定した。

最上段の天端石材ブロックは拘束力がないため上段から 2 段目とホットメルトを用いて接着を行った。

(3) 使用材料

① 石材ブロック

図 3 は実験に用いた石材ブロック材の大きさで、1/6 モデルを想定して高さ 50 mm×幅 50 mm×奥行き 59 mm とした。

② 土質材料

石材ブロック背面に造成する土質材料の強度特性は、図 4 に示すように土質試験から内部摩擦角

表 1 試験体種別

	柱状構造体の接合		天端連結 (石材天端～柱状構造体)	石材ブロック 全面連結
	上段	下段		
Case1	有	有	無	無
Case2	有	無	無	無
Case3	有	無	有	有
Case4	有	無	有	無

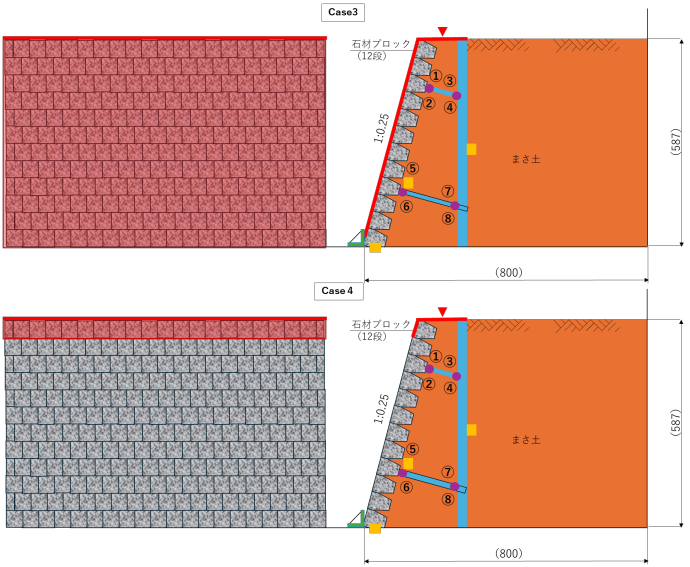


図 2 結合された試験体

Applied research on buttress-type reinforced anchor construction using an inclined soil tank.
K. Maeda (Okabe Co., Ltd), T. Hashimoto (Kokushikan University), M. Iwatsu (Free-kogyo Co., Ltd)
K. Ishizukuri (Nissoku Co., Ltd)

$\phi=37.9^\circ$ ，粘着力 $C=7.3\text{kN/m}^2$ であった．締固め度は要素実験により $D_c=85\%$ とし，1層ごとの締固め高さは 100mm で管理した．

(4)補強材

材質はSS材，径は剛性が $1/6$ になる $\phi 10\text{mm}$ を使用し，補強材周面には地山との摩擦抵抗を確保するために珪砂を付着させた．付着させる珪砂は，写真2に示すように要素実験より3号珪砂を使用した．補強材にはあらかじめひずみゲージを石材ブロック背面と柱状構造体との接合部に貼付した．

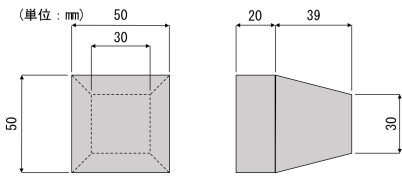


図3 石材ブロック

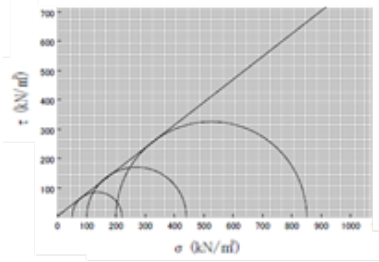


図4 土質材料の強度特性

3. 実験方法

実験は写真1に示す傾斜型土槽（幅 $1\text{m}\times$ 高さ $1\text{m}\times$ 奥行き 1.8m ）を用い，各試験体を構築して土槽後方に取り付けたチェーンブロックを利用して，人力により土槽を傾斜させる．石材ブロック天端周辺の沈下量は非接触型変位計と石材ブロック背面は土圧計を設置し傾斜ごとの測定を行った．石材ブロック前面の変状は3Dレーザースキャンによる計測も行った．

4. 実験結果

実験の結果を表2に示す．柱状構造体と補強材が上下段結合されているCase1と比較すると補強材下段は接合されていないが天端が連結されているCase3，もしくは全面連結されているCase4は崩壊角が大きくなることがわかった．また，図6より補強材下段が接合されず，かつ天端もしくは全面連結がないCase2については補強材上下ともひずみがほとんど発生していないため抵抗せず傾斜ごとに補強材が引き抜けてきている．かたやCase4の上段は傾斜角 15° からひずみが顕著に発生，崩壊に至るまで大きなひずみしている．傾斜角が大きくなるに従い，補強材と柱状構造体の接合部が石材ブロックの崩壊に対して抵抗していると考える．図7の各Caseにおける崩壊前の段彩図をみると，Case3，4の石材ブロックの表面の変位がみられたため変状しながら崩せず土圧に対して抵抗していることがわかった．

5. まとめ

石材ブロック天端と柱状構造体を連結すると補強材の下部の連結はなくても補強材上下連結した場合と同等以上の耐荷性能があることがわかった．

表2 実験結果

試験体	崩壊角（度）	状況
Case1	21.6	右下段から孕み崩壊
Case2	18.4	右端下段から崩壊
Case3	24.2	表面が覆われているので確認不可
Case4	26.6	上段左側から孕んで崩壊

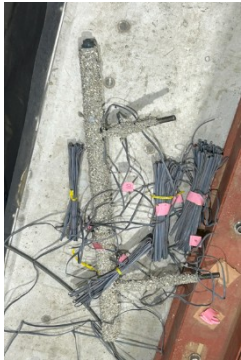


図5 試験体

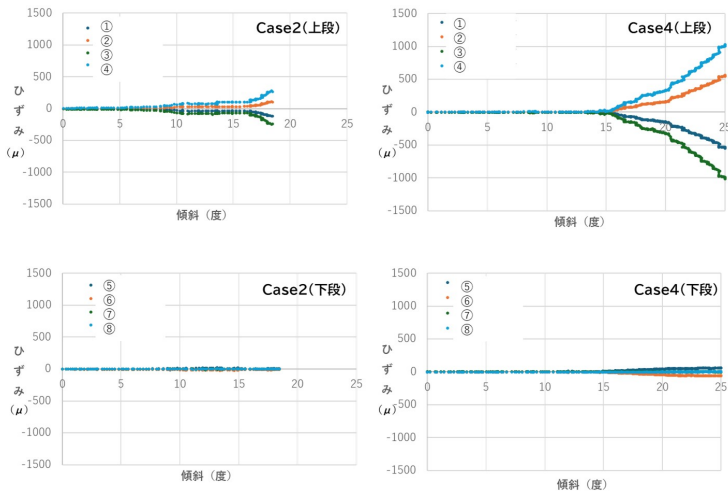


図6 各補強材のひずみと傾斜角

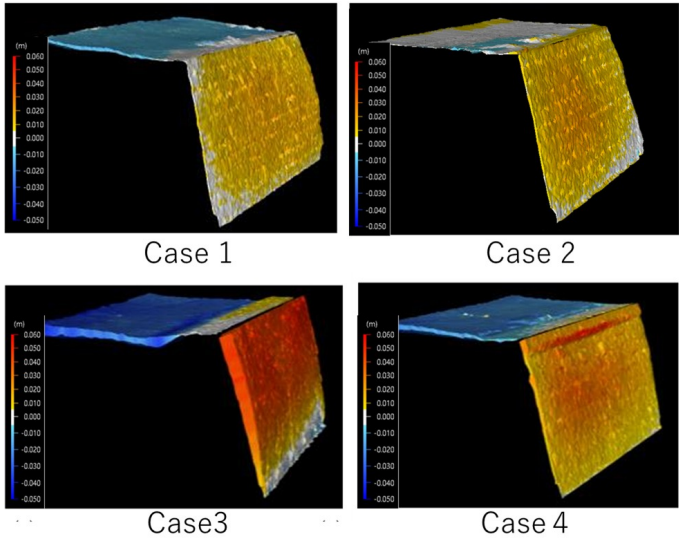


図7 崩壊直前の段彩図