

浸水および排水の作用を受ける地盤内に設置した各種補強材の引抜き特性

土木研究所 正会員 ○ 林 豪人
 土木研究所 藤田 智弘
 土木研究所 藪 雅行
 土木研究所 正会員 小橋 秀俊

1. はじめに

補強土壁は、設計時の想定を超えた降水量や排水工の劣化・損傷等により、表面水や地下水が適切に排水されず補強領域内に浸入すると、構造物としての健全性が低下することが知られている¹⁾。しかしながら、補強領域への水の浸入が補強材の引抜き強度に与える影響に関しては未解明な部分が多く、補強土壁の健全性を適切に評価するまでには至っていない。本研究では、土槽内に設置し鉛直方向に拘束圧を作用させた各種補強材の周辺地盤に水の浸入履歴を与え、その過程において補強材の繰返し引抜き試験を実施することにより、補強領域への水の浸入による補強材の引抜き強度の低下、および水の浸入終了後の引抜き強度の回復について検証を行った。

2. 実験方法

図1および図2に本実験で用いた引抜き試験装置を示す。引抜き試験装置は土槽およびスクリーージャッキから構成され、上蓋とラバーメンブレンとの間に空気圧を導入することにより地盤に鉛直荷重を載荷することができる。土槽の内寸は幅600mm、長さ1200mm、高さ600mmである。補強材は補強土壁の材料として一般に用いられているストリップおよびアンカープレートを用いた。ストリップは実物を、アンカープレートは土槽寸法の制約上、受圧面積が実物の1/9の模型(プレート寸法100×100mm)を用いた。使用した地盤材料の特性を表1に示す。

引抜き試験は次のような手順で実施した。まず引抜き試験装置の土槽底面にマノメーターおよび不織布で包んだ碎石層を設置した。この碎石層はホースを通じて外部から給排水できる構造となっている。その上に締固め度Dcが90%、仕上がり厚さが50mmとなるように管理しながらタンパーで締固めて地盤を作製した。地盤作製中に補強材、スリーブおよび土壌水分計を所定の位置に設置し、補強材と引抜き装置を連結した。作製した地盤の上に不織布で包んだ碎石層およびベニヤ板を設置した後、ラバーメンブレンと上蓋を設置し所定の空気圧によって試験終了まで鉛直荷重を載荷した。引抜きの変位速度は1mm/minである。引抜きの繰返し載荷は次の4段階で実施した。まず引抜き変位量δが10mmに到達するまで引抜き載荷を行った後、荷重Pがゼロになるまで除荷を行う。この過程を3回繰り返した(Step 1)。その後、土槽下部の碎石層に水を浸入させ、土槽内に設置した4つの土壌水分計の値を参考にして補強材の周辺地盤の飽和度

表1 地盤特性

地盤材料	銚田産山砂
土粒子密度 ρ _s	2.689 g/cm ³
細粒分含有率 F _c	9.5 %
最大乾燥密度 ρ _{dmax}	1.685 g/cm ³
最適含水比 ω _{opt}	18.6 %
自然含水比 ω _n	15.1 %

表2 実験ケース

Case	補強材	空気圧 (kPa)
1	ストリップ	20
2		40
3		80
4	アンカープレート	20
5		40
6		80

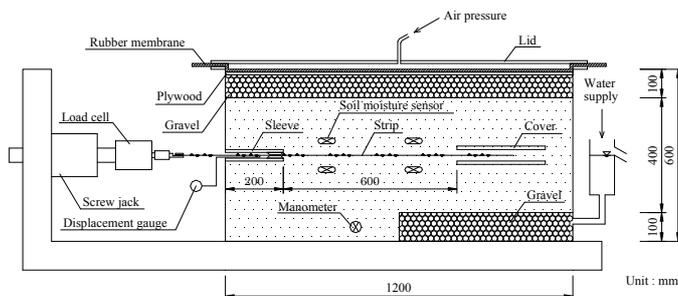


図1 引抜き試験装置 (ストリップ)

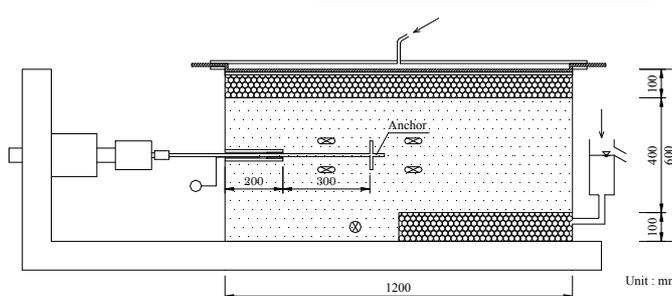


図2 引抜き試験装置 (アンカープレート)

キーワード 補強材, 排水, 引抜き試験

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 土木研究所 技術推進本部 施工技術チーム TEL 029-879-6759

Sr の上昇が収束したと判断した時点で、引抜き荷重および除荷を1回行った (Step 2)。さらに砕石層に供給する水の水頭を上昇させ、マンメーターが示す地盤内の水頭が補強材の位置より高くなり、かつ土槽の引抜き口から水が排出された時点で引抜き荷重および除荷を1回行った (Step 3)。その後、土槽下部の砕石層から水を排出させ、14時間経過した時点で引抜き荷重および除荷を1回行った (Step 4)。実施した実験ケースを表2に示す。

3. 実験結果

(1) 引抜き変位量 δ と荷重 P の関係

空気圧 20kPa および 80kPa におけるストリップとアンカープレートとの引抜き変位量 δ と荷重 P の関係を、それぞれ図3と図4に示す。ストリップのケースでは、Step 1 における3回の載荷で P がほぼピークに達し、注水後の Step 2 で低下する。Step 3 での P は Step 2 と同等かもしくは低下し、Step 4 では Step 3 より増加した。Step 2 以降でひずみ軟化の挙動を示したことが、ストリップを用いたケースの特徴である。一方で、アンカープレートのケースでは、Step 1 の3回の載荷で P はピークには至らなかった。注水後の Step 2 で P が低下し、Step 3 では Step 2 とほぼ同程度になった。排水後の Step 4 では、ストリップのケースと同様に Step 3 と比較して P が増加した。アンカープレートのケースでは、ひずみ軟化の傾向は示さなかった。

(2) 拘束圧 σ_v とせん断強度 τ_f または引抜き強度 P_f の関係

各 Step での拘束圧 σ_v と、ストリップと地盤のせん断強度 τ_f の関係を図5に示す。Step 2 で見かけの粘着力 c' が半減し、Step 3 に移行した段階でゼロ近くに低下した。この過程で見かけの内部摩擦角に大きな変化は認められなかった。なお σ_v が大きいほど水の浸入が終了した後のせん断強度の回復が大きいことが分かる。

拘束圧 σ_v とアンカープレートの引抜き強度 P_f の関係を図6に示す。アンカープレートは地盤と補強材の間のせん断力ではなく支圧によって引抜き抵抗力を発揮するため、ここでは各ステップでの荷重の最大値を引抜き強度 P_f として評価した。Step 1 から Step 2 および Step 3 に移行した際、P_f の傾斜 a にほとんど変化がないものの、切片 b がほぼゼロになることが分かる。また σ_v が大きいほど水の浸入が終了した後の P_f の回復が大きいことが分かる。

4. まとめ

本実験で以下の知見を得た。

- ・ 細粒分を含む砂地盤において、飽和度が一定以上に高まると補強材の引抜き強度は低下する。
- ・ 地盤への水の浸入によって、拘束圧に対する補強材の引抜き強度の切片の項が著しく減少する。すなわち補強材への拘束圧が低い箇所ほど、水の浸入によって補強材の引抜き強度が低下する割合が大きい。
- ・ 補強材への拘束圧が低いほど、水の浸入終了後の補強材の引抜き強度の回復が小さい。

<参考文献>1) 土木研究センター：多数アンカー式補強土壁工法設計・施工マニュアル第3版，2002.10

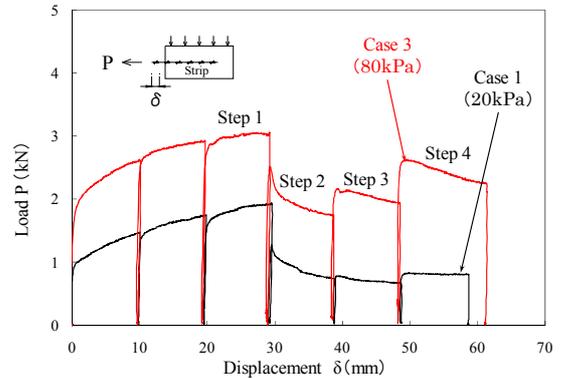


図3 δ と P の関係 (ストリップ)

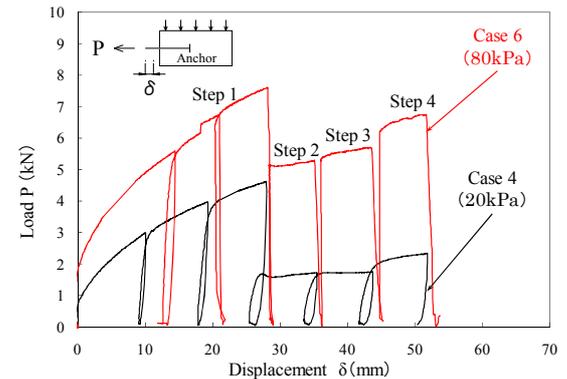


図4 δ と P の関係 (アンカープレート)

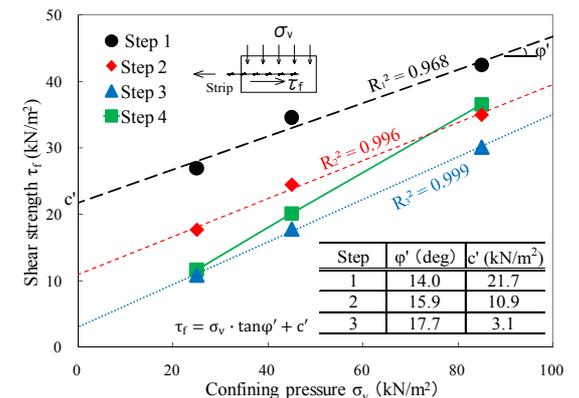


図5 σ_v と τ_f の関係 (ストリップ)

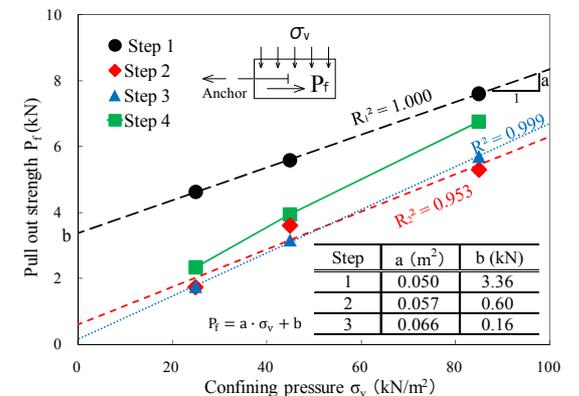


図6 σ_v と P_f の関係 (アンカープレート)