

帯鋼補強土壁工法における補強材の違いによる引抜き抵抗特性の評価

山口大学大学院 学生会員 ○内川浩樹
 山口大学大学院 正会員 鈴木素之
 JFE 商事テールワン 酒井茂賀

1. はじめに 帯鋼補強土壁は、山間部の多いわが国で施工実績が多く、耐震性能の優れた工法として知られている。その原理は、壁面に作用する土圧に対して盛土内に敷設した補強材の引抜き抵抗によって釣り合いを保つことにより、土留め効果を発揮するものである。伸び剛性の高い補強材の引抜き抵抗特性に及ぼす補強材の幅や形状の影響は必ずしも十分に把握されていない。本研究では、鋼製帯状補強土壁の補強材として採用されている幅 60mm と 80mm の平滑およびリブ付きストリップを用いて引抜き抵抗特性の評価を行った。補強土壁内の補強材の引抜き抵抗特性を検討するため、密度を変化させた供試土層に対して 4 種類の補強材を用いて変位制御方式の引抜き試験を行い、引抜き抵抗と引抜き変位の関係を調べた。

2. 土中引抜き試験方法 本研究で用いた試験装置の模式図を図-1 に示す。試料土は豊浦標準砂であり、土粒子の密度は 2.68g/cm³ である。土中引抜き試験の手順は以下のとおりである。①含水比調製した試料を 10 層に分けて土槽に充填した。②ランマー(質量 4kg, 落下高さ 40cm)を用いて、緩詰めの場合、各層 15 回、密詰めの場合、各層 45 回で締固めた。③土槽底面から高さ 150mm に写真-1 に示す 4 種類の補強材(リブ付き補強材:幅 60mm および 80mm, 平滑補強材:幅 60mm および 80mm)を長さ 350mm で敷設した。④土槽上部から 1cm 下まで試料を充填し、最上面を均し、ベロフラムシリンダーにより所定の上載圧 σ_v を加えた。⑤任意の引抜き速度、引抜き荷重を設定し、引抜き試験を開始した。変位制御試験では補強材長 350mm の 10%程度である 35mm に達した時点で引抜きを終了した。変位制御試験の試験ケースとして σ_v を 0, 20 kN/m² の補強材ごとに各 4 ケースの 8 通り、40, 60 kN/m² は、60mm 幅のリブ付のみの 2 通り、それぞれ相対密度 $D_r=67\%$ (緩詰め), 86% (密詰め) の 2 通りの組み合わせで計 20 ケース実施した。引抜き試験においては、引抜き変位 ΔL (mm), 引抜き力 T (kN) を測定し、引抜き抵抗 $\tau(=T/2A)$ を求めた。ここに、 A は補強材の断面積であり、 τ の算出においては引抜きに伴う補強材の表面積の減少分を考慮した。

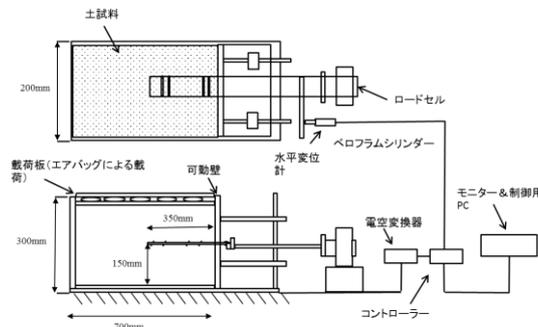


図-1 土中引き抜き試験装置

表-1 変位制御試験ケース

No.	試料土	補強材の種類	上載圧 σ_v (kN/m ²)	相対密度 D_r (%)
1-1~1-4	豊浦標準砂	平滑60,80mm	0	86
2-1~2-4		リブ付き60,80mm		67
3-1~3-4		平滑60,80mm	20	86
4-1~4-4		リブ付き60,80mm		67
5-1		リブ付き 60mm	40	86
5-2				67
6-1		リブ付き 60mm	60	86
6-2				67



写真-1 リブ付きおよび平滑ストリップ

3. 変位制御方式の引抜き試験結果 図-2 および図-3 にそれぞれ $D_r=67\%$ (緩詰め), 86% (密詰め) の引抜き挙動を示す。使用した補強材はリブ付きストリップで、幅は 60mm である。どちらのケースにおいても、 σ_v が大きいほど、高い引抜き抵抗を発現することが確認された。また、引抜き変位 $\Delta L=5$ mm 前後に最大曲率となる点を有し、その後も変位が増加するに伴って、引抜き抵抗も緩やかに増加する挙動を示していることから、

キーワード 補強土壁工法, 相対密度, 引抜き試験

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学大学院創成科学研究科 鈴木素之 TEL 0836-85-9303

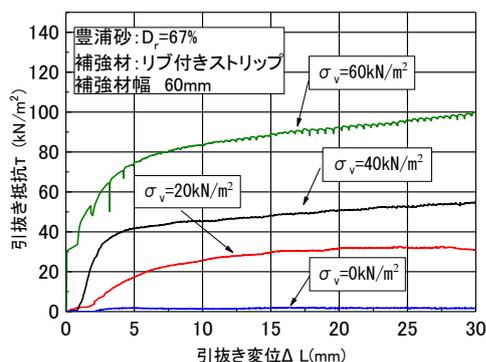


図-2 緩詰め豊浦砂（幅 60mm）の引抜き挙動

相対密度が異なる場合においても引抜き挙動に相違は見られなかった。次いで、引抜き抵抗に着目すると、いずれの上載圧においても、相対密度が高い方が高い引抜き抵抗を発現することが確認された。これは、相対密度の増加つまり間隙比の低下に伴い、補強材と試料土の付着面における接触粒子数が増加し、見掛けの摩擦力が増加している、および、正のダイレイタンスにより補強材周辺で体積が膨張していると考えられる。図-4 に $D_r=67\%$ （緩詰め）、図-5 に $D_r=86\%$ （密詰め）での幅 80mm のリブ付きストリップの引抜き挙動を示す。 $D_r=67\%$ 、 $D_r=86\%$ のいずれも、 σ_v の増加に伴って引抜き抵抗 τ は 25mm 付近まで増加し、その後 35mm にかけて減少した。また補強材の幅が 80mm の場合、幅 60mm の場合と異なり、引抜き抵抗は単調増加型から変わり、段階的に増加する挙動が見られた。要因として、リブ部分に砂粒子が引っかかりスティックスリップ現象を起こして引抜き抵抗が段階的に増加したのではないかと考える。図-6 に $D_r=86\%$ で補強材幅が 60mm と 80mm の場合における平滑ストリップ補強材の引抜き挙動を示す。どちらの補強材の幅においても $\Delta L=3\text{mm}$ 付近に最大曲率となる点を持った引抜き抵抗を発揮し、その後緩やかに増加する挙動を示していることから、補強材の幅が異なる場合においても平滑なため、引抜き力におおよその違いはなく、引抜き挙動に相異は見られなかった。

4. まとめ 本研究で得られた結論を以下に示す。

- (1) 変位制御試験の結果より、上載圧が増加するに伴って引抜き抵抗が増加することが確認できた。
- (2) 相対密度を増加させると、補強材と試料土の付着面における接触粒子数が増加すると考えられ、その結果として高い引抜き抵抗が発現されたと考えられる。
- (3) 補強材の幅を変化させると、リブ付き補強材においては引抜き抵抗の増加傾向が変わることが確認できた。
- (4) 平滑補強材においては補強材の幅による影響はみられず、引抜き挙動は単調増加型であることが確認できた。

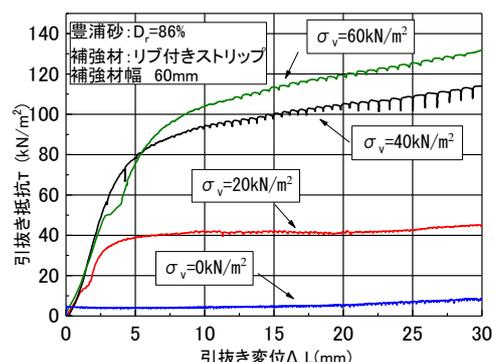


図-3 密詰め豊浦砂（幅 60mm）の引抜き挙動

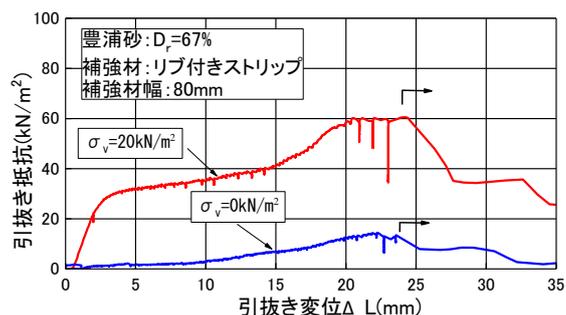


図-4 緩詰め豊浦砂（幅 80mm）の引抜き挙動

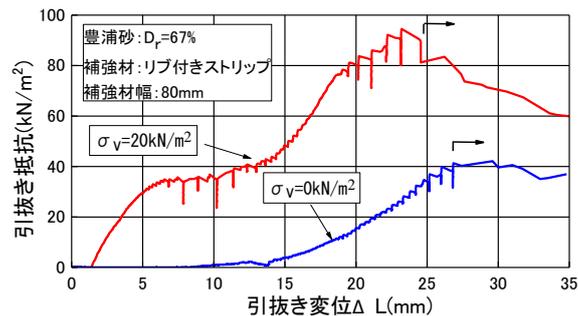


図-5 密詰め豊浦砂（幅 80mm）の引抜き挙動

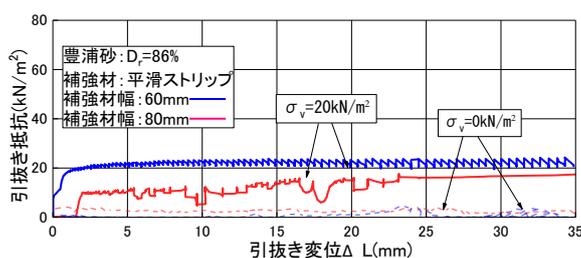


図-6 平滑ストリップの幅の違いによる引抜き挙動