

固化処理土からの補強材の引抜き抵抗に及ぼす繰返し載荷条件の影響

宇部興産 ○正 藤井啓史 正 田坂行雄 正 米田修
 山口大学大学院 正 鈴木素之 学 藤井雅規 学 佐藤登
 ヒロセ 国 大谷義則
 JFE 商事テールワン 正 木村隆志

1. まえがき

帯鋼補強土壁工法では、補強材との間に十分な摩擦抵抗を見込める砂質土系の地盤材料を使用するのが標準である。しかし、近年、良質な砂質土の調達は容易ではなく、また、現場発生土の処分場の問題も不可避であることから、不良な現場発生土をセメント系固化材により固化処理して有効利用する場合がある。著者らは、これまでに固化処理土からの補強材の基本的な引抜き特性を明らかにしている¹⁾。これに関して、現在、帯鋼補強土壁が地震外力などを受けることにより、固化処理土と補強材の付着が切れた状態で、どの程度の引抜き抵抗が見込めるのか検討している。本報では、補強材間の付着が切れる前後で、引抜きを一旦停止し、所定の時間後に再度引抜く、繰返し載荷条件で未処理土と短期材齢における固化処理土からの結果をとりまとめ、引抜き抵抗への影響を考察した。

2. 土試料および固化材

土試料は、山口県産のシルト（以下、山口シルトと記載）を用いた。山口シルト（自然含水比 27.0%、礫分 15.2%、砂分 26.2%、シルト・粘土分 58.6%）は、細粒分含有率 F_c が 35% を超過していることから帯鋼補強土壁工法の盛土材として未処理の状態で使用することができない土試料である。なお、実験では 4.75mm ふりを通過させた試料を対象とした。また、固化材としては、一般軟弱土用セメント系固化材を用いた。

3. 固化処理土からの補強材の引抜き試験

未処理土は山口シルトの自然含水比の状態、固化処理土では、これに所定量 ($Q_c = 40 \text{ kg/m}^3$) の固化材を添加・混合して作製後、引抜き試験装置¹⁾の土槽に締固めて充填した。試料の締固めは、盛土材の締固めの管理基準値である締固め度 $D_c = 90\%$ 以上²⁾ となるように特製のランマー（重さ：4kg、落下高さ：40cm、接地面積：100cm²）を用いて、1層当たり 42 回の落下回数×10 層とした。また、試料の充填の際、土槽の中間（下から 150mm）にリブ付補強材（幅 60mm、厚さ 4mm）を長さ 350mm で敷設した。未処理土および固化処理土ともに土槽へ充填後、引抜き速度 1.0mm/min として補強材を引抜き、引抜き変位 ΔL 、引抜き力 T を測定した。この T を、 ΔL 減少分を加味した補強材表面積で除して引抜き抵抗 τ を求めた。

4. 試験概要

表-1 試験条件

表-1 に試験条件を示す。未処理土では、単調載荷の最大引抜き抵抗 τ_{max} の ΔL を基準に、 $\tau=0$ から $\tau=\tau_{max}$ までの ΔL の範囲で再引抜きする繰返し載荷 1、 $\tau=\tau_{max}$ を示した後に τ が定常値を示す ΔL の範囲で再引抜きする繰返し載荷 2 を設定し、引抜き試験を実施した。固化処理土において、単調載荷は養生時間 $T_c=7$ 日で補強材の引

No	処理状態	載荷パターン	Q_c (kg/m ³)	T_c (day)
1-1	未処理	単調載荷		
1-2		繰返し載荷 1		
1-3		繰返し載荷 2		
2-1	固化処理	単調載荷	40	7
2-2		繰返し載荷 1	40	3→7

抜きを行い、繰返し載荷 1 は $T_c=3$ 日で所定の固化処理土の繰返し載荷に相当する ΔL まで補強材の引抜きを行った後に引抜き荷重を除荷、さらに 4 日間養生後 ($T_c=7$ 日) に再引抜きを行った。

5. 結果と考察

未処理土の ΔL と τ の関係を図-1 に示す。繰返し載荷 1 では、 ΔL が 2.8mm、 $\tau=3.2 \text{ kPa}$ まで引抜き、その後、繰返し載荷を実施したところ、 ΔL が 3.8mm で $\tau=3.2 \text{ kPa}$ に復元し、その ΔL の差は 1.0mm であった。繰返し載荷 1 キーワード 補強土、固化処理土、繰返し載荷、引抜き試験

連絡先 〒755-8633 山口県宇部市大字小串字沖の山 1-6 宇部興産(株) 建設資材カンパニー 技術開発研究所 藤井啓史 TEL 0836-22-6185

の条件ではわずかな変位で引抜き抵抗を復元することが窺える。繰返し载荷 2 の結果では、 ΔL が 12mm、 $\tau=6.5\text{kPa}$ で繰返し载荷を実施し、 ΔL が 32mm で $\tau=6.5\text{kPa}$ に復元し、その ΔL の差は 20mm であった。すなわち、引抜き抵抗を復元するまでに、繰返し载荷 1 ではわずかな引抜き変位量であることに対して、繰返し载荷 2 では大きな引抜き変位量を必要とする。

固化処理土の ΔL と τ の関係を図-2 に示す。 $T_c=7$ 日において単調载荷では、 $\Delta L=12\text{mm}$ において τ_{max} が 245kPa を示した。繰返し载荷 1 では、 $T_c=3$ 日において ΔL が 2.8mm 、 $\tau=108\text{kPa}$ まで引抜き、 $T_c=7$ 日まで養生後再引抜きしたところ ΔL が 3.4mm 、 $\tau=108\text{kPa}$ で引抜き抵抗を復元し、その ΔL の差は 0.6mm であった。このことより、固化処理土では、未処理土よりも少ない変位量で引抜き抵抗の復元が示唆される。さらに、引抜き続けると ΔL が 12mm で τ が 245kPa となり最終材齢が同じ単調载荷引抜き試験の τ_{max} と一致することが確認された。図-3 に別の試験として行った固化材添加量 $Q_c=40\text{kg/m}^3$ における T_c と一軸圧縮強さ q_u の関係を示す。 $T_c=3$ 日で q_u が 370kPa 、 $T_c=7$ 日で q_u が 440kPa となり、 T_c の経過により強度増加が確認できる。固化処理土中で $T_c=3$ 日から $T_c=7$ 日の養生 4 日間において、 T_c の経過に伴いセメントの水和反応が進行し、単調载荷条件と繰返し载荷条件の引抜き抵抗が一致するものと推察される。これらのことから、固化処理土では、今回の試験範囲における繰返し载荷条件による引抜き抵抗へ及ぼす影響は小さいと考えられる。

6. まとめ

以上、帯鋼補強土壁工法における繰返し载荷条件が引抜き抵抗に及ぼす影響を検討した。得られた主な結果をまとめると以下のとおりである。

- (1) 未処理土からの引抜き試験の結果、引抜き抵抗が復元するまでに、付着が切れていない条件でわずかな引抜き変位量を必要とし、付着が切れた条件では大きな引抜き変位量を必要とする。
- (2) 短期材齢における固化処理土からの引抜き試験の結果、今回の試験範囲において付着が切れていない条件では引抜き抵抗へ及ぼす影響は小さい。

今回、繰返し载荷条件下で未処理土と短期材齢における固化処理土から補強材の引抜き試験を実施し、引抜き特性に関する大略的な傾向を把握した。今後は、実際の構造物が供用される状態を想定し、長期材齢における繰返し载荷条件の影響を検討する予定である。

【参考文献】1) 田坂行雄，鈴木素之，米田修，志村直紀，杉山洋介：固化処理土を適用した帯鋼補強土壁工法における補強材の引抜き抵抗特性と補強材長の設計，土木学会論文集 C，Vol.66，No.3，pp.516-529，2010。2) 土木研究センター：補強土（テールアルメ）壁工法設計・施工マニュアル 第3回改訂版，2003。

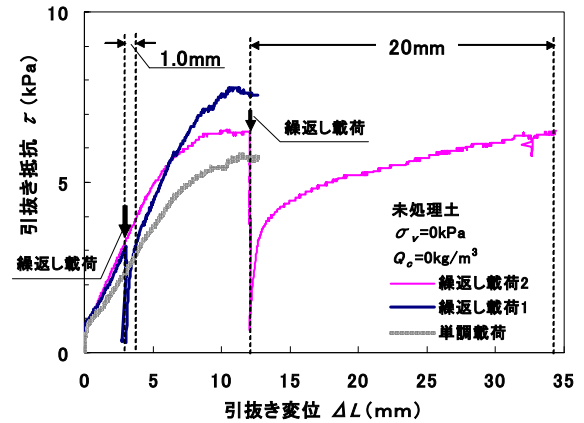


図-1 未処理土の ΔL と T の関係

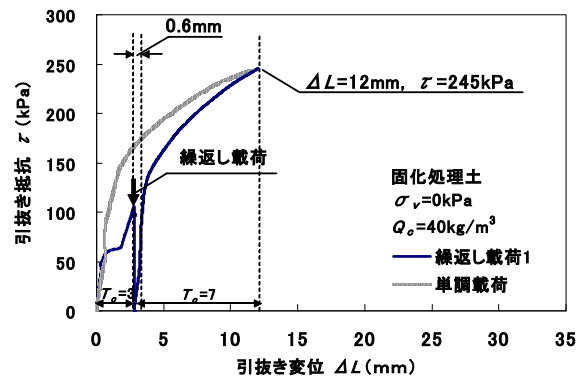


図-2 固化処理土の ΔL と T の関係

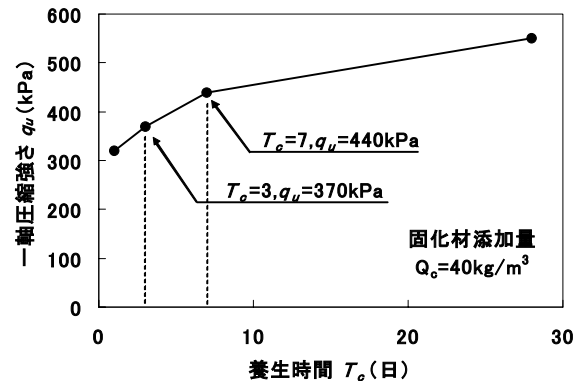


図-3 固化処理土の T_c と q_u の関係