

### 固化処理土からの補強材の引抜き抵抗に及ぼす壁面材拘束条件の影響

宇部興産	○正 米田 修	正 田坂 行雄
山口大学大学院	正 鈴木 素之	学 藤井 雅規
ヒロセ	非 志村 直紀	
宇部三菱セメント	非 金城 徳一	非 山田 一義

**1. まえがき** 帯鋼補強土壁工法の盛土材料として現場発生土をセメント系固化材により固化処理して使用する場  
 合がある。著者らは、これまでに各種条件下での固化処理土からの補強材の引抜き試験により、帯鋼補強土壁工法  
 の盛土材料としての固化処理土の適用性を検討している<sup>1)</sup>。これまでの引抜き試験では、壁面材を固定（拘束）し  
 た条件で引抜き試験を実施している。また、既往の現場引抜き試験<sup>2)</sup>では、壁面材に反力をとって補強材が引抜か  
 れるため、壁面材を固定した引抜き試験に相当する。しかし、実際の盛土構造物は壁面材と補強材が接続されてい  
 ることから盛土構造物の変状時は壁面変位を伴うため、これまでの壁面材を固定した引抜き試験条件と必ずしも整  
 合しないことも想定された。そこで、壁面材を非固定として引抜き試験を行い、その影響を検討した。

**2. 土試料および固化材** 土試料は、千葉県産の山砂（以下、千葉山砂と記載）を用いた。千葉山砂（自然含水比  
 4.3%，礫分 1.4%，砂分 83.8%，シルト・粘土分 14.8%）は、 $F_c$ が 25%以下であることから帯鋼補強土壁工法の盛  
 土材としてそのまま使用できる土試料である。なお、実験では 4.75mm ふるい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. 固化処理土の作製および土槽への充填** 初期含水比  $w_0$ を最適含水比  $w_{opt}$ である 19.3%に調製し、固化処理土で  
 は、これに所定量（100kg/m<sup>3</sup>）の固化材を添加・混合して固化処理土を作製した。その後、図-1に示す引抜き試験  
 装置の可動壁を固定した状態で土槽に締め固めて充填した。試料の締め固めは、未処理土で盛土材の締め固めの管理基準  
 値である締め固め度  $D_c=90\%$ 以上<sup>3)</sup>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：100cm<sup>2</sup>）  
 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 15cm）にリブ  
 付補強材（幅 60mm，厚さ 4mm）を長さ 350mm で敷設した。土槽に試料を充填後、上載圧  $\sigma_v=50kPa$ をペロフラム  
 シリンダーにより載荷した。なお、固化処理土における固化材添加量  $Q_c$ および養生時間  $T_c$ は、固化処理土の一軸  
 圧縮強さが約 500kN/m<sup>2</sup>となるように設定した。

**4. 引抜き試験** 未処理土では圧密終了後、また、固化処理土では  
 3日間養生後、可動壁非固定では、固定を解除してから 1.0mm/min  
 の速度で補強材を土槽から引抜き、引抜き変位  $\Delta L$ ，引抜き力  $T$ お  
 よび可動壁変位  $\Delta L_w$ を測定した。この  $T$ を  $\Delta L$ 減少分を加味した  
 補強材表面積で除して、引抜き抵抗  $\tau$ を求めた。補強材の引抜き  
 は、 $\Delta L$ が 20mmに達した時点で終了とした。また、引抜き終了後  
 に土槽の側面を解体し、土槽の状況を観察した。

**5. 結果と考察**  $\Delta L$ と  $\tau$ の関係を図-2，3に示す。可動壁固定に  
 における未処理土の引抜き試験の結果、 $\Delta L$ の増加に伴い  $\tau$ は増加し、  
 $\Delta L=16mm$ 以降はほぼ一定となった。一方、可動壁非固定では、引  
 抜き初期は可動壁固定と同様に  $\Delta L$ の増加に伴い  $\tau$ は増加するが、  
 $\Delta L$ が約 4mmでピークを迎え、その後、約 6mmから  $\tau$ が緩やかに  
 低下し、 $\Delta L=20mm$ における残留時の  $\tau$ は  $\tau_{max}$ の約 20%であった。  
 可動壁非固定による  $\tau_{max}$ の低下率は、壁固定を 1とした場合 0.39

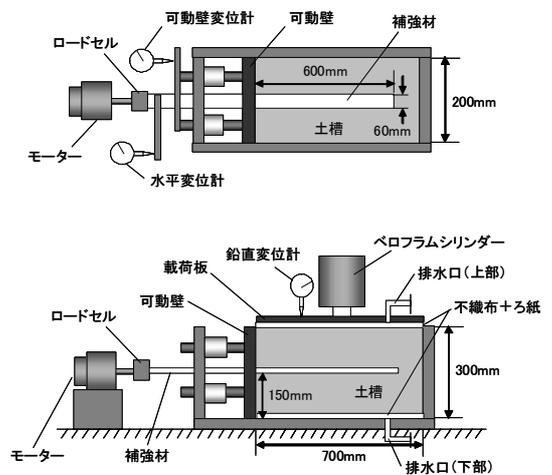


図-1 引抜き試験装置の模式図

キーワード 補強土，固化処理土，引抜き抵抗，壁面材拘束条件

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 米田修 TEL 0836-22-6185

であった。固化処理土においても未処理土と同様に可動壁を非固定にすることでピーク後の $\tau$ の低下が確認されたが、 $\Delta L=20\text{mm}$ における残留時の $\tau$ は $\tau_{max}$ の約73%であった。固化処理土における $\tau_{max}$ の低下率は、壁固定を1とした場合0.74であり、未処理土の低下率に比べて小さかった。なお、引抜き終了時点の $\Delta L_w$ は、未処理土および固化処理土ともに約20mmであり、 $\Delta L$ とほぼ同じであった。これらのことから、未処理土における $\tau$ の低下は、可動壁非固定の状態では、 $\Delta L$ の増加に伴い土槽の密度が低下し、土と補強材との接触面積が減少したためと考えられる。一方、固化処理土の場合、土槽全体が固化した状態であるため、密度の低下の影響が小さかつ

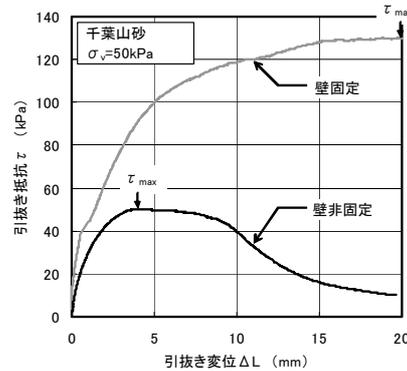


図-2  $\Delta L$ と $\tau$ の関係(未処理土)

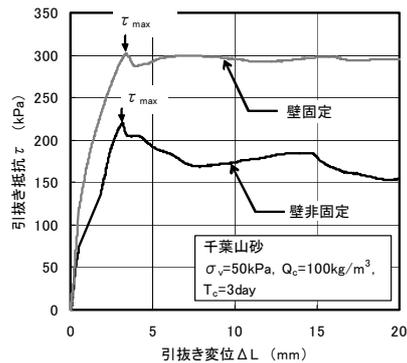


図-3  $\Delta L$ と $\tau$ の関係(固化処理土)

たものと思われる。次に、未処理土および固化処理土の可動壁非固定条件の引抜き試験後の土槽状況を写真-1, 2, また、固化処理土における可動壁固定条件の引抜き試験後の土槽の状況を写真-3に示す。可動壁非固定の引抜き試験後の土槽は、未処理土および固化処理土ともに補強材敷設部より下側の可動壁と土との境界に隙間がみられた。また、未処理土では可動壁付近で土槽の上下面にかけて、また、固化処理土では補強材を敷設した土槽の中間(下から15cmの部分)、壁面材付近の上半分および補強材敷設端部で土槽上下面にかけて亀裂を生じた。補強材を敷設した土槽の中間にみられた亀裂は、可動壁固定においても同様に確認されたが、補強材より下側の土槽には亀裂はみられなかった。

**6. まとめ** 以上、帯鋼補強土壁工法における壁面材拘束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) 未処理土および固化処理土ともに可動壁を非固定として補強材を引抜くと、 $\tau$ はピークを示した後に低下する。
- (2) 可動壁非固定時の $\tau_{max}$ に対する残留強度の割合は、未処理土に比べて固化処理土のほうが大きい。
- (3) 可動壁固定に対する可動壁非固定の $\tau_{max}$ の低下率は、未処理土に比べて固化処理土のほうが小さい。
- (4) 未処理土および固化処理土ともに、引抜き後の土槽は亀裂を生じるが、未処理土に比べて固化処理土のほうが顕著であった。

なお、実際の構造物は、壁面材から盛土の仮想すべり線より奥側の抵抗領域で設計される。抵抗領域の盛土は拘束された状態に近いと想定されることから、引抜き抵抗の低下は小さく、大きな問題はないと思われる。

【参考文献】1) 志村直紀, 鈴木素之, 山本哲朗, 高實直輝, 田坂行雄, 米田修, 山田一義, 金城徳一: 固化処理土を用いた補強土壁工法における補強材の引抜き試験(その5), 第43回地盤工学研究発表会講演集, 2008. 2) 小川憲保: 現場引抜き試験による帯鋼補強材と盛土材との摩擦特性, 土木学会論文集, No.568/III-39, pp.221-226, 1997. 3) 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.

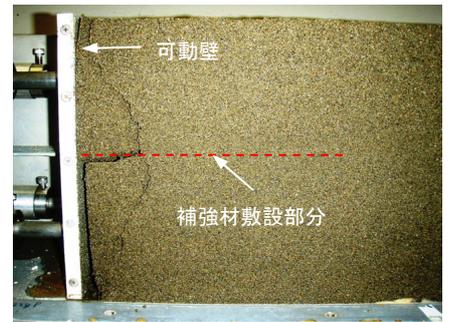


写真-1 可動壁非固定条件における土槽の状況(未処理土)

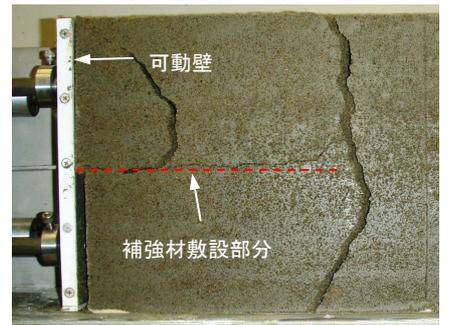


写真-2 可動壁非固定条件における土槽の状況(固化処理土)

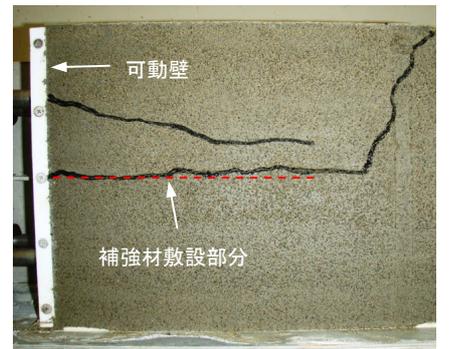


写真-3 可動壁固定条件における土槽の状況(固化処理土)