

直接せん断試験による固化処理土と鋼材の間のせん断特性

山口大学大学院 学○藤井雅規 正 鈴木素之

ヒロセ 非 志村直紀

基礎地盤コンサルタンツ 非 杉山洋介

宇部興産 正 田坂行雄 正 米田修

宇部三菱セメント 非 山田一義 非 金城徳一

1. はじめに 補強土壁工法の盛土材には、摩擦抵抗を十分に見込める砂質土系の土質材料が選定されるが、近年、そうした材料の大量入手は困難になっている。そこで盛土材として細粒分含有率の高い土に対してセメント系固化材により土質改良された現場発生土が利用されている。しかし、現状では帯鋼補強土壁工法は固化処理土の特性を考慮した設計体系になっていない。また、従来の引抜き試験による検討では、処理土中の補強材の全長にわたって均一な引抜き抵抗が発生しているか否かは不明である。そこで、本研究では、処理土における引抜き抵抗の補強メカニズムを解明し、補強材と処理土の間のせん断特性を直接せん断試験のような、せん断面の明確な応力状態のもとで把握するため、一面せん断試験機を用いて鋼材と固化処理土のせん断特性を解明した¹⁾。

2. 直接せん断試験 本試験は一定の垂直応力の下で補強材と土の間のせん断特性を把握するため、**図-1**に模式的に示すような一面せん断試験機を用いた。下箱に補強材、上箱に供試体を設置し、供試体寸法は直径6 cm、高さ1 cmである。鉛直力は高剛性ロードセルによって反力側で測定した。これにより周面摩擦の影響を除いたせん断面上の鉛直応力を評価することができる。土試料には本工法の適用基準外の川上シルトと美東粘性土を用いた。物理特性を**表-1**に示す。固化材には一般軟弱土用固化材を用いた。未処理土および処理土に対して、それぞれ平滑とリブ付鋼材で直接せん断試験を実施した。試料は液性限界に調製した。固化材を添加・攪拌する。なお、添加量 Q_c は川上シルトが 50 kg/m^3 、美東粘性土が 60 kg/m^3 とした。平滑補強材の場合、直径6 cm、高さ1 cmのカッターリングに処理土試料を詰め、せん断箱内に詰めた。一方、リブ付補強材の場合、調整した試料を高さ1 cmとなるように、直接せん断箱に投入した。供試体は圧密応力 σ_c によって所定時間圧密養生した後に、定圧せん断を実施した。せん断時には、せん断応力 τ 、鉛直変位 v 、せん断変位 δ を測定した。

3. 処理土と補強材間のせん断特性 **図-2**~**4**に平滑補強材使用時の結果を示す。**図-2**に未処理土と処理土のクーロンの破壊規準線を示す。未処理土に固化処理を施すことで、最大せん断応力 τ_f （以下、せん断強さとする）が増加した。これは特に高压密応力下で、処理土が圧密され、密度が高くなったため、せん

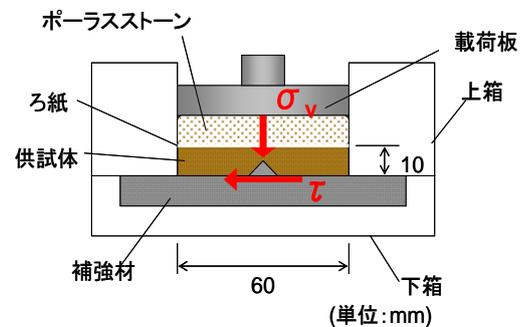
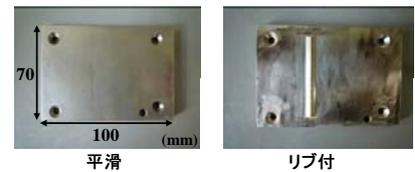


図-1 一面せん断型摩擦試験装置
(リブ付補強材使用時)

表-1 土試料の物理特性

試料名	川上シルト	美東粘性土
自然含水比 (%)	22.2	27.5
土粒子の密度 (g/cm^3)	2.638	2.751
細粒分含有率 (%)	52.9	68.6
液性限界 (%)	40.0	45.0
土質分類	シルト (ML)	粘土 (CH)

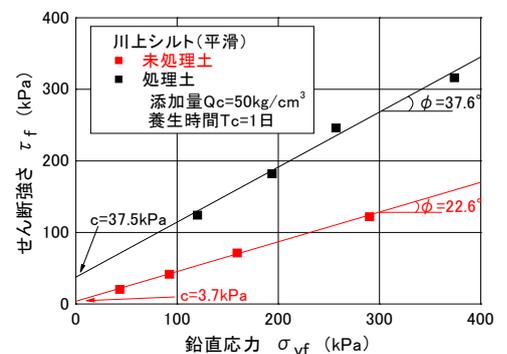


図-2 未処理土と処理土の破壊線

断強さが大幅に上昇し、見かけの粘着力だけでなく、内部摩擦角までもが上昇したと考えられる。

図-3に圧密養生後、同じ鉛直応力をかけたまません断した結果と鉛直応力を除荷してせん断した結果の比較を示している。試験結果より、圧密養生後に除荷した試験では、せん断強さは圧密養生試験の見かけの粘着力付近にあることから、せん断強さにはせん断中の鉛直応力による増加分があり、クーロン則に従うものと考えられる。

図-4に養生時間を1日として載荷までの時間 ΔT が異なる条件下での破壊線を示す。 ΔT は供試体をせん断箱に設置してから、 σ_c を載荷するまでの時間である。すなわち、 $\Delta T=0$ 日は供試体設置後に圧密を開始すること、 $\Delta T=1$ 日は供試体設置後に1日間、無載荷条件で養生させてから、せん断前に σ_c を載荷することを意味している。試験結果より、 $\Delta T=1$ 日は $\Delta T=0$ 日に比べてせん断強さが低下している。これは圧密養生せずにせん断したため、鋼材との付着力が低下したものと考えられる。

図-5にリブ付補強材を用いた場合の未処理土および処理土の破壊線を示す。川上シルトの場合、固化処理を施すことにより、破壊線が上位になり、粘着力 c は変わらず、内部摩擦角 ϕ が増加したことがわかる。美東粘性土の場合、未処理土と処理土の破壊線はほぼ同じであった。これは、美東粘性土は固化材添加量が少ないと養生時間がせん断強さに与える影響が小さく、固化処理の効果がほとんど出なかったためであると考えられる。

図-6に未処理土および処理土の平滑補強材とリブ付補強材の結果を比較したものを示す。未処理土の場合、見かけの粘着力と内部摩擦角が増加し、リブの効果が顕著に表れている。処理土の場合、平滑とリブ付補強材使用時の破壊線がほぼ同じである。これは、単調増加型の引抜き挙動を示すリブ付補強材使用時のせん断強さがピークに達していなかったためであると考えられる。

4. 結論

本研究で得られた知見を以下にまとめる。

- (1) 未処理土に固化処理を施すことで、せん断強さは増加し、特に高圧密応力下でのせん断強さの上昇は著しい。
- (2) 処理土のせん断強さはせん断中の鉛直応力による増分を含んでいる。
- (3) 処理後、一定の時間をあけると、鉛直応力を上げて、せん断強さはあまり増加しない。
- (4) 補強材のリブの効果により、未処理では見かけの粘着力、内部摩擦角の増加がみられたが、固化処理ではそれほど効果を発揮しなかった。今後、詳細な解明が必要である。

〔参考文献〕 1) 杉山洋介, 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: 一面せん断試験による固化処理土と鋼材間の摩擦特性の検討, 第43回地盤工学研究発表会発表講演集, pp.579-580, 2008.

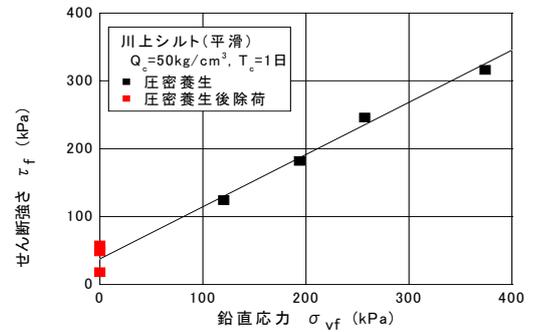


図-3 圧密養生後の鉛直応力の異なる条件の破壊線

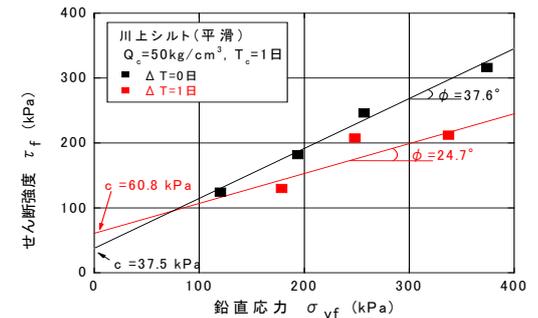


図-4 遅延載荷時間の異なる条件の破壊線 (1日養生)

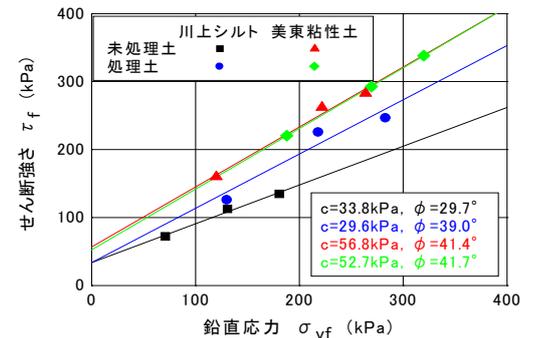


図-5 未処理土および処理土の破壊線 (リブ付補強材使用)

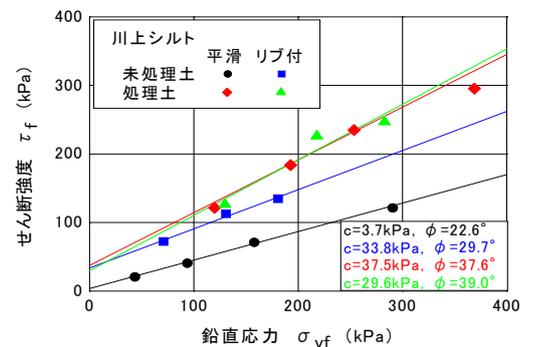


図-6 平滑補強材とリブ付補強材の結果の比較