

載荷条件の違いによる固化処理土と平滑鋼材間の摩擦特性の検討

山口大学大学院 学○杉山洋介 正 鈴木素之 正 山本哲朗
宇部三菱セメント研究所 正 田坂行雄（山口大学大学院） 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 補強土壁工法における盛土材と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^{1)~4)}。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。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り、処理土における引抜き抵抗の発現メカニズムを解明するには、補強材となる鋼材と処理土の間の摩擦特性を明確な応力状態のもとで把握することが大切である。本研究では、固化処理土と平滑鋼材を用いた一面せん断型摩擦試験を実施した。これまでに、固化処理によるせん断強度の上昇、せん断速度・養生時間の影響が小さいこと、段階載荷による強度低下を確認した。今回は、圧密養生後除荷試験と段階載荷の追加データを加えて、これらの試験結果の再検討を行った。

2. 一面せん断型摩擦試験 試料土として本工法の方法適用基準外のシルトを用い、固化材としては一般軟弱土用固化材を用いた。試料土の土粒子密度は $\rho_s=2.638\text{g/cm}^3$ 、細粒分含有率は52.9%である。一面せん断型摩擦特性試験は一定の垂直応力の下で補強材に圧着した供試体を水平方向に変位させ、そのときに補強材と土の間に発揮されるせん断応力、垂直応力および垂直変位を測定するものである。本装置を用いて、図-1に模式的に示すように、下箱に補強材となる鋼材、上箱に供試体を設置した。供試体寸法は直径6cm、高さ1cmである。また、鋼材はリブの無い平鋼を使用した。垂直荷重は高剛性ロードセルによって反力側で測定した。試料は液性限界(40%)に調整した後、固化処理する場合には固化材(添加量は一律 50kg/m^3)を添加・混合し、直径6cm、高さ1cmの型枠に処理土試料を詰め、せん断箱内に挿入した。供試体は圧密応力 σ_c によって所定時間圧密した後、直ちに定圧せん断を実施した。

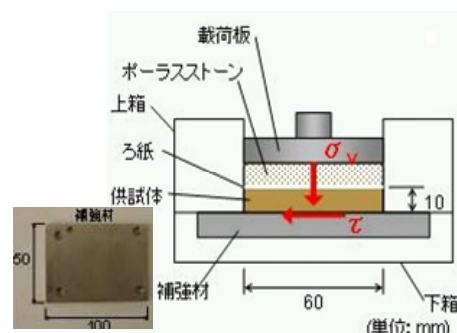


図-1 一面せん断型摩擦試験装置 (模式図)

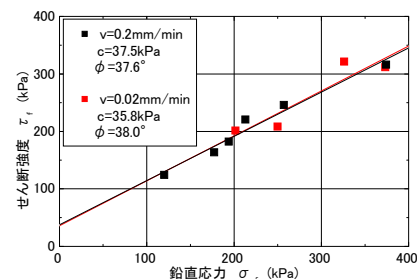


図-2 せん断速度の異なる条件での処理土の破壊線

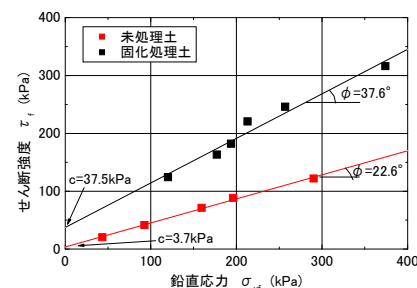


図-3 未処理土と処理土の破壊線

3. 処理土と補強材間の摩擦特性 図-2にせん断速度の異なる条件での処理土の最大せん断応力 τ_f （以下、せん断強度とする）とその時の鉛直応力 σ_{vf} に対するクーロンの破壊規準線（以下、破壊線と略記する）を示す。せん断速度 v は0.02, 0.2mm/minの2通りで行っている。試験結果からせん断強度に速度による差異は見られなかった。これにより、以降の試験は $v=0.2\text{mm/min}$ で行うこととした。図-3に固化処理土と未処理土の破壊線を示す。未処理土に固化処理を施すことでせん断強度が増加することが見て取れる。特に、高压密応力下では、処理土が圧密され、密度が高くなったため、せん断強度が大幅に上昇し、その結果、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-4に養生時間 T_c の異なる条件下での破壊線を示す。 T_c は1, 3日間の2通りで行った。一般に養生時間の増加に伴い、せん断強度は増加するが、本試験においてはその様子が見られなかった。これは養生時間を増加させても、処理土内の固結力が増大するだけで、

鋼材と処理土の間の付着力の増加にはつながらなかったものと考えられる。図-5には圧密養生後、同じ鉛直応力をかけたまません断した圧密養生試験と鉛直応力を除荷してせん断を行う圧密養生後除荷試験の結果を示している。試験結果より、圧密養生後に除荷した試験ではせん断強度が圧密養生試験の見かけの粘着力付近にあることから、せん断強度にはせん断中の鉛直応力による増加成分があり、クーロン則に従うものと考えられる。図-6に1日間養生で遅延載荷時間 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とした。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 $\Delta T=0$ 日に比べて強度が低下している。これは圧密をせずに養生をしたため、鋼材との付着力が低下したものと考えられる。これより、その後、圧密応力を上げて強度が上昇しにくいため、見かけの粘着力が上昇し、内部摩擦角が減少する結果となった。図-7に3日間養生で ΔT が異なる条件下での破壊線を示す。 $\Delta T=1$ 日は供試体設置後に1日間養生した後、 σ_c を載荷して2日間養生を行うこと、 $\Delta T=2$ 日、 $\Delta T=3$ 日も同様に σ_c を載荷するまでの時間である。こちらも、図-6の結果と同様、強度が低下している。また、遅延載荷時間がいくらであろうと強度低下にあまり差は見られない。すなわち、処理後直ちに圧密応力を載荷させないと、後から σ_c を載荷しても鋼材との付着力が上がらないものと考えられる。

4. 結論

本研究で得られた知見を以下にまとめる。

- (1) 本試料においては、せん断速度を変えても、処理土のせん断強度は変わらない。
- (2) 未処理土に固化処理を施すことで、せん断強度が増加し、特に高压密応力下では処理土の密度の上昇により、せん断強度の上昇は著しい。
- (3) 養生時間が増加しても、鋼材と処理土の間の付着力の増加は少ない。
- (4) せん断強度はせん断中の鉛直応力による影響が大きい。
- (5) 遅延載荷を行うと、鉛直応力を上げて、強度は低下し、その後、

1日以降圧密養生の時間を変えて行っても強度低下に変わりはない。

【参考文献】 1)小川憲保, 川口一男, 天野正道, 岡野 実: テールアルメ壁面の変位計側 (その 3) 盛土材が軽量盛土材, 改良土の場合, 第28回土質工学研究発表会, pp.2763-2764, 1993. 2)佐野研二, 小川憲保, 後藤年芳: セメント系固化材で改良した焼却汚泥灰のテールアルメ盛土材への適用, 第31回地盤工学研究発表会, pp.2397-2398, 1996. 3)上澤充, 井上和美, 田畑秀典, 長友重憲: 改良土を盛土材料に用いたテールアルメのストリップ引抜き試験報告, 第30回土質工学研究発表会, pp.2369-2370, 1995. 4)熊田哲規, 高尾浩司郎, 大谷義則, 渡辺恵二: 土質安定処理土における鋼製帯状補強材の引抜き試験, 第33回地盤工学研究発表会, pp.2337-2338, 1998.

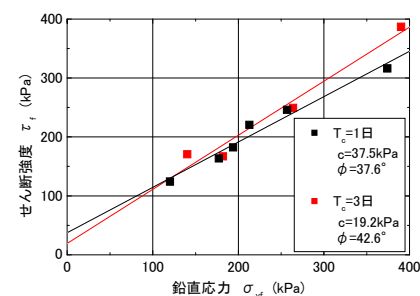


図-4 養生時間の異なる条件の破壊線

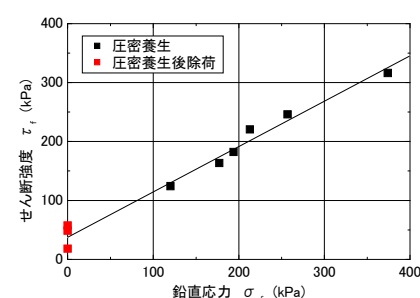


図-5 圧密養生後の鉛直応力の異なる条件の破壊線

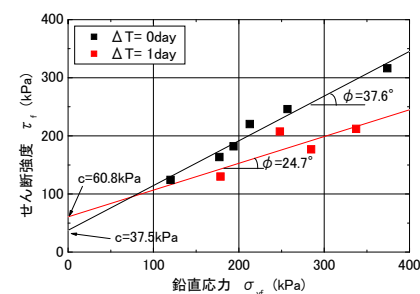


図-6 遅延載荷時間の異なる条件の破壊線 (1日養生)

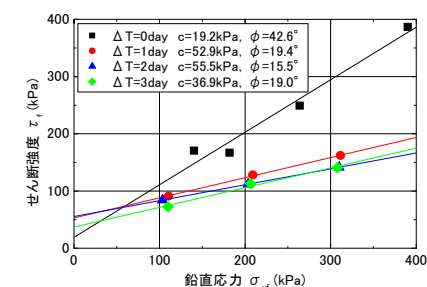


図-7 遅延載荷時間の異なる条件の破壊線 (3日養生)