

固化処理土中における補強材の一面せん断型摩擦特性試験

山口大学大学院 学○高實直輝

正 鈴木素之 正 山本哲朗

(株)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(株) 正 山田一義 正 金城徳一

(株)間組 非 久保田晃

1. はじめに 帯鋼補強土壁工法では盛土材としての良質な砂質土の不足から、現場発生土をセメント系固化材で安定処理して使用する場合がある。著者ら^{1),2)}は上記工法におけるセメント系固化材処理の有効性を実験的に検討している。一連の検討では、盛土高さに相当する上載圧の下で処理土層に埋設した補強材を一定の引抜き速度で水平に引抜き、そのときの引抜き力と水平変位を計測している。しかし、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は不明であり、処理土における補強メカニズムを解明する上で補強材と処理土の間に発揮されるせん断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、一面せん断試験装置において所定の圧密応力で補強材に圧着した供試体を水平方向に変位させる実験を実施した。本文ではそのときの補強材と処理土との間で発揮されるせん断特性について考察する。

2. 一面せん断型摩擦特性試験

(1) 土試料と安定材 用いた土試料は山口県宇部市川上で採取したシルト質土(以下、川上シルトと称す)であり、主な物理的性質として自然含水比 22.5 %，土粒子の密度 2.638 g/cm³，シルト分 34.9 %，粘土分 12.0 %である。細粒分含有率は 46.9 %であり、盛土材の適用限界¹⁾を超えており、現状では本試料は盛土材として使用できない。また、用いた安定材は一般軟弱土用固化材(以下、固化材と略記)である。

(2) 試験方法と試験ケース 川上シルトの未処理土および処理土に対して一面せん断型摩擦特性試験を実施した。本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。試験装置には一面せん断試験機を用いて、図-1に模式的に示すように、下箱に補強材、上箱に供試体を設置する。供試体寸法は直径 6 cm，高さ 1 cmの円盤である。また、補強材はリブの無い平鋼を使用し、著者らの引抜き試験^{2),3)}で用いたものと同じ材質・形状を有している。垂直荷重は反力側で高剛性ロードセルによって測定した。土試料は最適含水比(20 %)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 50 kg/m³)を添加・混合した。土試料は突固め法(2.5 kg ランマー，3 層各 25 回)によって作成した。供試体は締固め試料の中央部から切り出した。供試体はせん断箱に設置し圧密応力 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。表-1に試験ケースと試験結果を示す。なお、補強材の無い条件では通常の直径 6 cm，高さ 2 cm の供試体を用いて一面せん断試験を実施した。また、表-1のすべての試験ケースにおいてせん断変位速度は 0.2 mm/min とした。

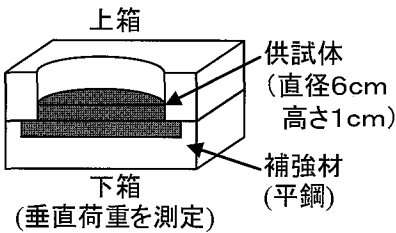


図-1 一面せん断型摩擦試験装置の模式図
表-1 試験ケースと試験結果

試験 ケース	固 化 処 理	補 強 材	初期 含水比 $w_0(\%)$	圧密 応力 $\sigma_c(\text{kPa})$	最大せん断 応力 $\tau_{\max}(\text{kPa})$	最大 応力比 $(\tau/\sigma)_{\max}$
1-1	無	無	20	50	127.4	1.202
1-2				100	157.6	1.006
1-3				150	230.5	1.105
2-1		有		50	23.9	0.576
2-2				100	54.4	0.567
2-3				150	53.6	0.385
3-1	有	無		50	161.1	1.670
3-2				100	207	1.250
3-3				150	218.7	1.089
4-1		有		50	29.7	0.646
4-2				100	46.8	0.481
4-3				150	56.7	0.391
5-1	無	無	40	50	30.2	0.931
5-2				100	47.3	0.606
5-3				150	77.4	0.650

3. 試験結果と考察 図-2(a)～(c)に、未処理土に対する補強材の有無別のせん断応力 τ とせん断変位 δ の関係を示している。各図は垂直応力 σ_N 別に分けている。補強材が無い場合、各 σ_N において τ は単調増加しピークを示した後、若干低下している。一方、補強材が有る場合、 τ はピークを示した後、除々に低下し、その値は σ_N の大きさに応じて大きくなっている。図-3(a)～(c)に、処理土に対する補強材の有無別の τ と δ の関係を示している。これらもまた未処理土の挙動とほぼ同様である。

図-4 および図-5 にはそれぞれ図-2 および図-3 に対応した試験条件の最大せん断応力 τ_{max} とそのときの垂直応力 σ_N の関係を示している。図-4 の未処理土(初期含水比 $w_0=20\%$)において、補強材の無い場合には内部摩擦角 ϕ は 43.4° ，見掛けの粘着力 c は 23.2 kPa である。また、 $w_0=40\%$ の場合には $\phi=28.4^\circ$ ， $c=10.2\text{ kPa}$ を得ている。一方、補強材有りの場合には $\phi=17.4^\circ$ ， $c=15.0\text{ kPa}$ である。未処理土における強度定数は補強材の有無によって大きく異なり、補強材と土の間で発揮される内部摩擦角は補強材が入っていない場合のその約6割以下である。図-5の処理土においては、補強材の無い場合には $\phi=29.6^\circ$ ， $c=108.0\text{ kPa}$ であり、図-4に示した補強材が無い場合の未処理土の結果と比較して、 ϕ はほとんど変わらずに c が著しく増大している。補強材有りの場合には $\phi=15.3^\circ$ ， $c=18.1\text{ kPa}$ であり、図-4に示した補強材が有る場合の未処理土の結果と比較して、 ϕ は低下し c が増加している。

4. まとめ 現時点での本研究成果を以下にまとめる。① 補強材が入っていない場合、固化処理によって内部摩擦角はほとんど変わらず見掛けの粘着力が増加した。② 未処理土に補強材が入っている場合の内部摩擦角は補強材が入っていない場合のその約6割以下である。③ 補強材が入っている場合、固化処理によって内部摩擦角は低下し、粘着力が増加した。

[参考文献] 1) 米田修ほか：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1)，第41回地盤工学研究発表会発表講演集，pp.647-648，2006。2) 山本哲朗ほか：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2)，第41回地盤工学研究発表会発表講演集，pp.649-650，2006。

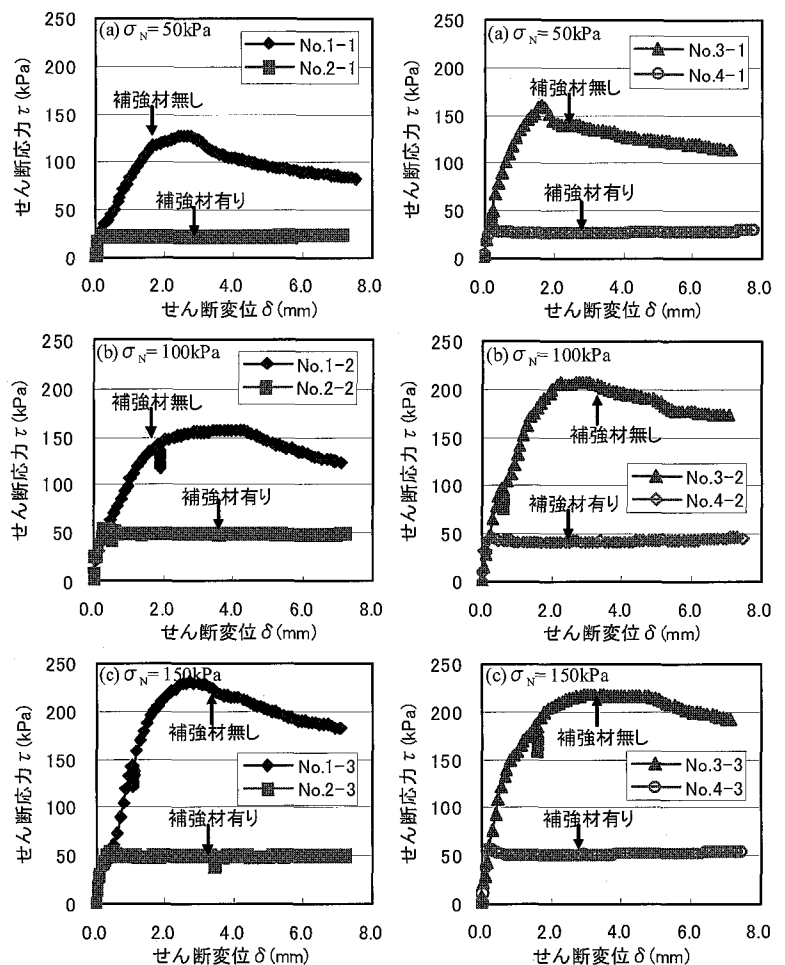


図-2 補強材の有無による未処理土のせん断応力とせん断変位関係 図-3 補強材の有無による処理土のせん断応力とせん断変位関係

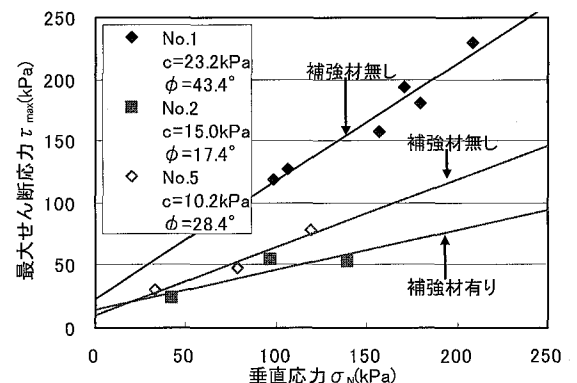


図-4 最大せん断応力と垂直応力の関係(未処理土)

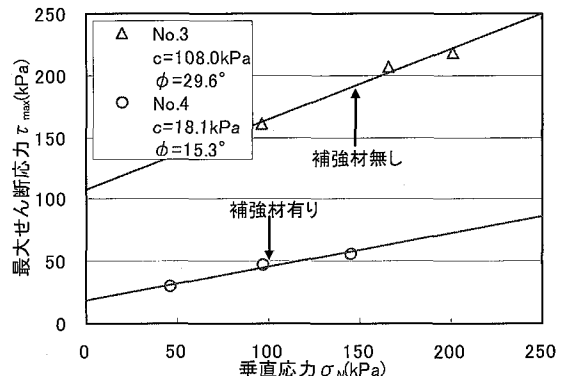


図-5 最大せん断応力と垂直応力の関係(処理土)