

粘土と鋼矢板の摩擦特性

九州大学工学部 学○中野清人 同 正 落合英俊
 " 正 林 重徳 正 大谷 順
 " 学 田中康徳

1. まえがき

近年、軟弱地盤上に、盛土等の土構造物を築造する際、構造物の安定性を高め、周辺地盤への影響を防止するために、矢板壁を設置する工法が多く採用されている。この工法の効果を数値解析的に検討するとき、矢板と粘土の接触面に於ける相互作用の評価が問題である。この相互作用をモデル化し評価するために、摩擦現象に着目し、粘土と鋼矢板の摩擦抵抗について検討する必要がある。しかしながら摩擦抵抗は、粘土の圧密圧力や鋼板の表面粗さ等の多くの要因に支配されており複雑である。本報告は、改造した一面せん断試験機を用いて、粘土と鋼板の摩擦抵抗試験を行い、摩擦抵抗に及ぼす圧密圧力の影響について検討したものである。また、比較のため、粘土の一面せん断試験も併せて行った。

2. 試験概要

粘土試料及び鋼板

試料は、有明粘土(白川)を用いた。その物理的性質を表-1に示す。供試体は 420 μ m ふるい通過試料を含水比 120%に調整し、予圧密容器内で一次元的に圧密し、直径 6cm 高さ 1cmに切り出して作成した。鋼板は、一様な表面粗さのものを各試験で繰返し使用した。

土粒子比重 Gs	液性限界 LL(%)	塑性限界 PL(%)	塑性指数 Ip
2.659	68.8	39.5	29.3

表-1. 試料の物理的性質

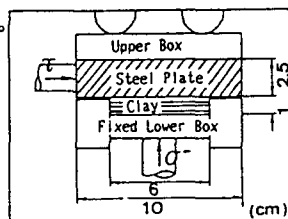


図-1. せん断箱

試験装置及び方法

摩擦試験のための装置は、図-1に示すように改良型一面せん断試験機のせん断上箱を上記の鋼板に改造したもので、試験中、相互の接触面積は常に一定に保たれる。一方、粘土のせん断試験には通常のせん断箱を用いた。

試験方法は、両試験とも供試体をせん断箱にセットし、再び予圧密圧力と等しい圧力で十分に圧密した後、地盤の非排水状態を想定した定体積条件でかつ、0.4 mm/minの変位速度で、一定の残留強度を示すまで行った。圧密圧力は、摩擦試験においては $p = 0.2, 0.3, 0.5 \text{ kgf/cm}^2$ の三種類、粘土のせん断試験においては、 $p = 0.3, 0.5 \text{ kgf/cm}^2$ の二種類とした。

3. 試験結果及び考察

図-2は、相対変位Dに対するせん断応力 τ の変化を示すものである。摩擦試験において、 τ はかなり大きな勾配で立ち上がり、0.5~1.0mmの変位で最大値となる。さらに相対変位が大きくなると、 τ は減少し一定の残留強度に達する。また、初期勾配、ピーク強度、残留強度とも粘土の圧密圧力が増加するほど大きくなる。これに対して粘土のせん断試験では、 τ は緩やかに増加し 3mm 程度の変位で、摩擦試験より大きなピーク強度を示す。

図-3は、相対変位Dに対する有効垂直応力 σ' の変化を示すものである。 σ' の値に多少のばらつきはみられるが各試験とも正規圧密状態の試験のため、 σ' の値は相対変位が大きくなるに伴い減少し、圧密圧力が大きなものほどその傾向は著しい。しかし、両試験の大きな相違点は、粘土のせん断試験における σ'

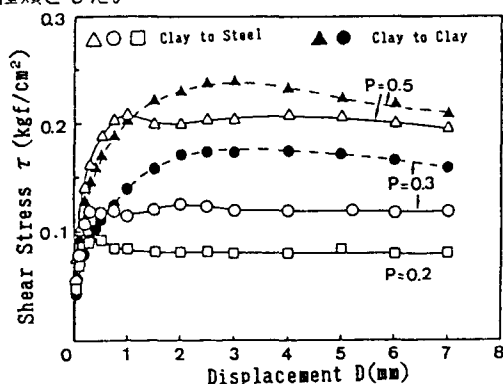


図-2. せん断応力の変化

の減少量は摩擦試験より大きいことと、摩擦試験では τ がピークに到る変位量0.5~1.0mmまで σ' はほとんど変化しないことの2点である。この理由として、摩擦試験と粘土のせん断試験では、体積変化の生じ方が異なり、 τ がピークに到るまでの変位が小さく、せん断変形があまり生じていないためであると考えられる。

図-4に圧密定体積試験におけるベクトルカーブを示す。両試験のベクトルカーブを比較すると、粘土のせん断試験では、 τ の増加と共に σ' は減少する傾向があり、一方、摩擦試験では、最初 σ' は、ほぼ一定で立ち上がり、 τ がピークを示した後、 τ はほぼ一定で、 σ' が減少する。また、各ベクトルカーブとも折れ曲がり点でピークとなり、これらを結ぶと原点を通る直線になる。この傾きは粘土と鋼板との有効摩擦角であり^{2), 3)}、これは鋼板のこれは土と構造材料との摩擦問題における重要なパラメータである。この有効摩擦角は鋼板の表面粗さや粘土の粒径分布等によって影響される。従って、摩擦現象を考える場合は、有効摩擦角に至るまでの過程を詳しく検討することが重要である。

図-5に相対変位と有効応力比 τ/σ' の関係を示す。粘土のせん断試験において、 τ/σ' は、圧密圧力の影響を受け異なった曲線となる。しかし、摩擦試験においては、いずれの圧密圧力においてもほぼ一つの曲線で表せる。従って、有効応力比 τ/σ' で整理すると、圧密圧力によらず、変位のみ関数となり、摩擦現象のモデル化に適用できる。

4. まとめ

粘土と鋼板の摩擦抵抗の試験において、 $\tau \sim D$ 曲線の初期勾配、ピーク強度、残留強度ともに、圧密圧力の増加に伴い大きくなり、 τ は圧密圧力の影響を大きく受ける。しかし摩擦抵抗試験においては、有効応力比 τ/σ' で整理すると $\tau/\sigma' \sim D$ の関係は圧密圧力によらずほぼ同一の曲線で表せる。このことは、摩擦現象をモデル化する上で、重要な手がかりとなる。

(参考文献)

- 1) 張 恵文ら, (1982), "模型杭に作用する負の摩擦力と測定法に関する実験的研究", 土質工学会論文報告集, Vol. 22, No. 4, Dec. 1982
- 2) 椿原ら(1988), "粘土-鋼材間の摩擦挙動" 第23回土質工学研究発表会
- 3) Potyondy, J.G. (1961), "Skin friction between various soils and construction materials," Geotechnique, Vol. 11, pp. 339-353.

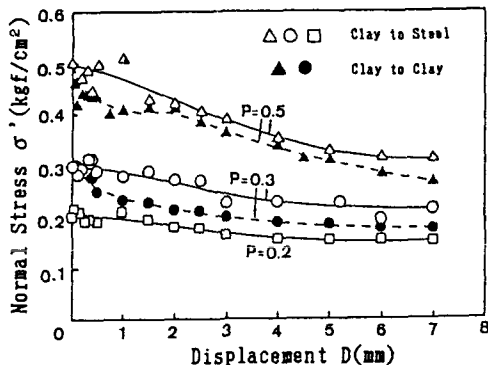


図-3. 垂直応力の変化

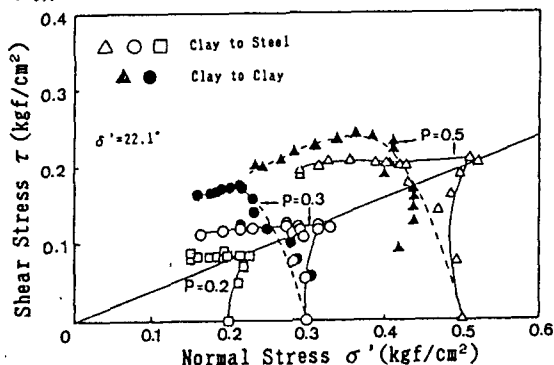


図-4. ベクトルカーブ

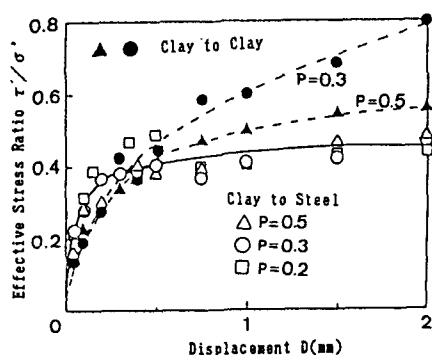


図-5. 有効応力の変化