

III-441

補強土の主働土圧実験とその解析

日本道路公団 正員○榊原和成

名古屋工業大学 正員 中井照夫 学生員 佐藤 勉

近年、ジオテキスタイル等が土の補強材料として広く利用されるようになっているが、その補強機構については、まだ明確でない点が多い。今回、前報につづき、アルミ丸棒積層体(Φ1.6mm, 3mm、長さ50mm、重量混合比 3:2)を地盤モデルに、補強材は曲げ剛性のほとんどないトレーシングペーパー(幅50cm)を用いて、主働土圧実験と解析を行なった。補強効果に影響する要因は、補強材の引っ張り強度、土要素と補強材の間の摩擦、さらに補強材の設置位置や長さなどが考えられるが、今回は特に補強材の長さの影響について検討を加える。

1. アルミ丸棒積層体を用いた主働土圧実験

図-1に示す土圧試験機を用いて、補強材の無い場合および補強材の長さが2cm, 6cm, 12cmの場合について主働土圧実験を行なった。図-2は上記4ケースの主働土圧～擁壁の水平変位量関係の実測値である(ここに補強材は擁壁と連結せず、水平に敷設しただけである)。補強材が無い場合と補強材の長さが2cmの場合にはほとんど違いが見られないが、補強材の長さが6cm, 12cmの場合には、明かに壁面の土圧は軽減され、補強効果が現れるのが見られる。また6cmと12cmの両者の間に有為な差異が無いこともわかる。写真-1(a)は補強材の無い場合の、(b)は補強材の長さが2cmの場合(壁の変位量が0～2mm)の重ね撮り写真である。両者のすべり線は、周知のクーロンのすべり線に沿って発生しており、長さ2cmの補強材(写真上の点線で示す)は、すべて主働くさび領域に含まれる。一方、写真-2(c)は、補強材長さ12cmの場合の重ね撮り写真であるが、すべり線は補強材の無い場合より内側に発生し、結果として主働くさびが小さくなり、補強効果が発揮されていることがわかる。

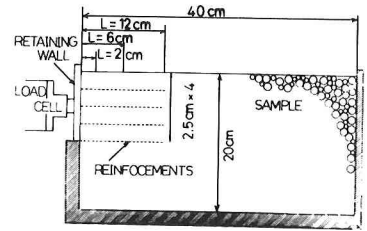


図-1 圧試験装置

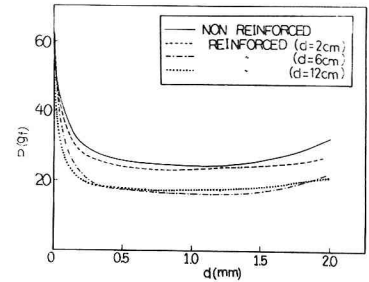


図-2 水平全土圧と壁の変位量関係

2. 有限要素法による補強土の主働土圧解析

前述の実験結果に基づき、補強材の無い場合と補強材長さが2cm, 6cmの計3種類の有限要素解析を行なった。図-3は、解析に用いた地盤のメッシュ図である。解析には、アルミ丸棒積層体の構成モデルに t_{ij} sand-model の2次元バージョンを用い、補強材は引っ張り剛性 $AE = 1.0 \times 10^3 \text{ t} \cdot \text{m}$ としたはり要素で、補強材と土の間の挙動は摩擦特性を考慮した弾塑性ジョイント要素で表現している。土質パラメーターを表-1に示す。図-3, 4は、二軸試験機による最大主応力一定および最小主応力一定のせん断試験結果と、 t_{ij} sand-modelによる解析結果である。解析値は要素のレベルで種々の実測値をよく説明している。

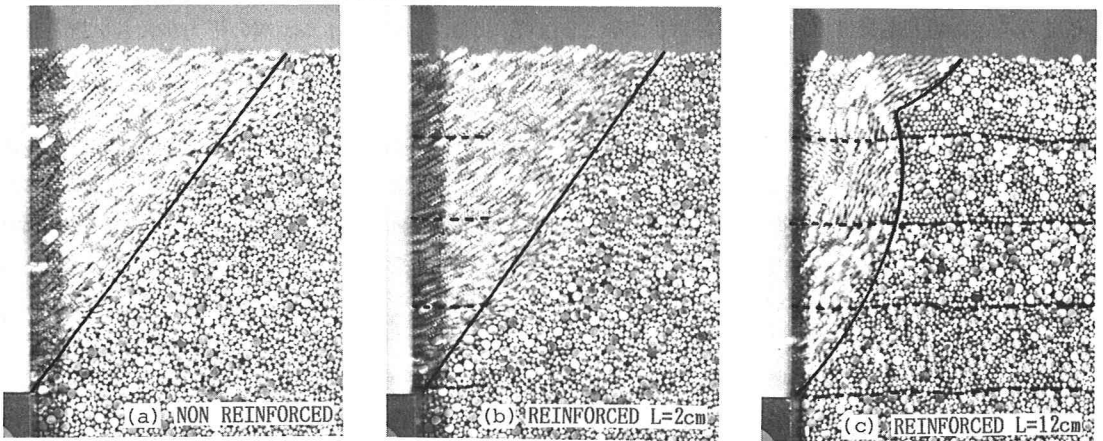


写真-1 壁が0～2mm移動した時の重ね撮り写真

表-1 土質パラメーター

C_t	2.3×10^{-2}
C_e	1.0×10^{-2}
m	0.3
ϕ'	30°
α	0.4
D_r	-0.36

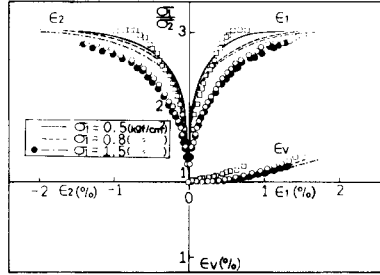


図-3 最大主応力一定のせん断試験結果と解析結果

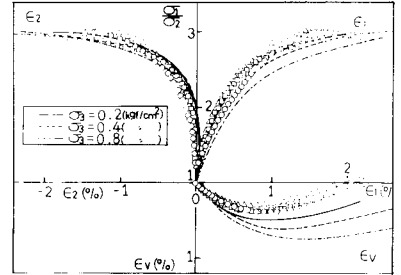


図-4 最小主応力一定のせん断試験結果と解析結果

図-6は、前述3ケースの主働土圧と擁壁の変位量関係の有限要素法による解析結果である。補強材長さが6cmの場合には、補強材が無い場合より主働土圧は軽減されるが、長さが2cmではほとんど主働土圧は軽減されないという解析結果は、図-2で示す実験結果と対応している。図-7は3ケースの壁面土圧分布を示したものである。補強材が無い場合と補強材長さが2cmの場合には、下部にいくほど土圧が大きくなり、ほぼ同様な分布を示す。しかし補強材が6cmになると特に補強効果により土圧が軽減され、深さ方向に変化しない土圧分布図となるのがわかる。図-8は、壁体が0.3mm移動した時の安全率分布図の解析結果である。補強材長さが2cmの場合には、実験と同様、補強材が無い場合のようにクーロンのすべり線に沿って安全率が低下する。これに対し、補強材長さが6cmになると、安全率の低下する領域は壁体に近づき、くさびが小さくなって補強効果が期待されることがわかる。なお、解析では補強材端部の後方でも安全率が低下しているがこれは計算上、補強材が壁体の移動に伴って、補強材後方の地盤を強制的に前方に引っ張るためである。以上の結果より、有限要素解析によっても実験結果と同様、補強材がある程度の長さ（壁面後方の主働くさび領域の幅以上の長さ）になれば、地盤のすべり領域は補強材の引っ張り剛性と表面摩擦に拘束され、主働土圧を軽減することがわかる。

謝辞 御指導御助言いただいている松岡元助教授に感謝致します。

- 文献 1) 中井 他(1986):第41回土木学会年講, III, 881~882
2) 中井 他(1984):第39回土木学会年講, III, 7~10

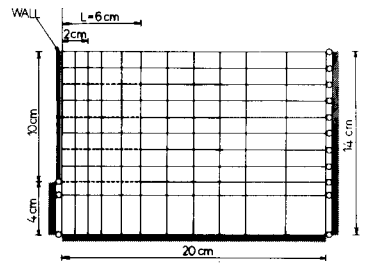


図-5 有限要素解析に用いた地盤のメッシュ図

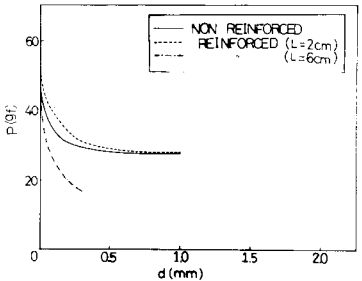


図-6 水平全土圧と壁の変位量関係の解析結果

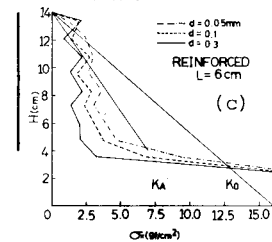
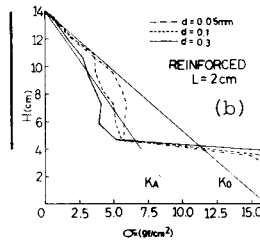
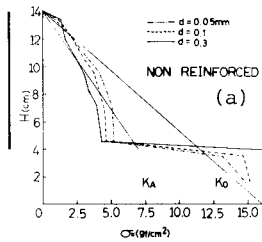


図-7 壁面土圧分布図の解析結果

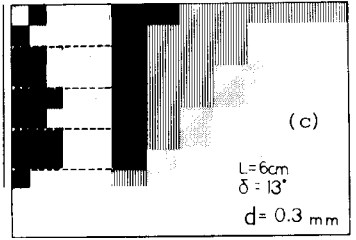
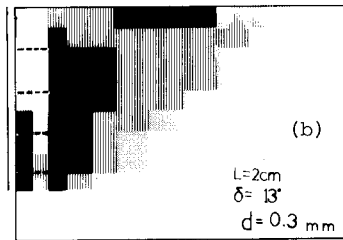
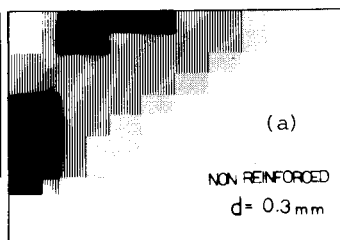


図-8 地盤内安全率分布図の解析結果