

III-416

単純せん断における棒状補強材の曲げ剛性の影響

九州大学 工学部 学○佐藤研一

同 正 落合英俊

" 正 林 重徳

" 学 吉本 淳

1. まえがき

棒状補強材を土中に配置する補強土工法において、土中の補強材は、すべり面との交差角度によって割合の差こそあれ、引張り・圧縮補強および曲げせん断補強の複合的效果を発揮するものと考えられる。そこで、新たに立方供試体を用いる中型単純せん断試験装置を設計・製作し、供試体内に挿入角度 θ を -20° ～ $+20^\circ$ に変化させて曲げ剛性の異なる3種類の補強材を配置し、単純せん断を行った。

本報告は、一様なひずみ場における棒状補強材の剛性の違いが複合的な補強効果に及ぶ影響について考察をしたものである。

2. 実験装置および実験方法

1) 実験装置： 実験に使用した中型単純せん断試験機の概略を図-1に示す。実験装置は、厚さ1cmのアルミ製せん断箱要素を20枚重ねてせん断箱(20X20X20cm)を形成する方式で、一様なひずみ場でせん断を行うことができるようになっている。

実験装置の詳細と特徴については前報で報告したのでここでは省略する。¹⁾

2) 補強材および供試体： 補強材は、比較的剛性のあるリン青銅丸棒、ほとんど剛性の無視できる玉鎖、剛性がその中間と考えられる塩化ビニール丸棒の剛性の異なる3種類を用いた。それぞれ補強材は、直径3mm、長さ18cmで、図-2に示すように3段4列、計12本挿入した。また、リン青銅丸棒、塩化ビニール丸棒の表面には、アラライト(エポキシ系接着剤)で砂を附着させて(直径約4mm)ある。補強材は、図-3に示すような角度 θ ($-20^\circ \sim +20^\circ$)で挿入し、供試体は気乾状態の豊浦標準砂を用いて、多重ふるいを用いた空中落下法(落下高70cm)により、平均相対密度 D_r =約82%の比較的密な地盤を想定して作成した。

3) 測定： 垂直応力を載荷した後、せん断は、1mm/minの載荷速度一定の変位制御法により行った。計測は、垂直応力およびせん断応力、鉛直および水平変位、補強材の曲げ応力および軸力(張力および圧縮力)等の約15点を自動計測し、マイコンに記録した。

3. 実験結果と考察

図-4, 5, 6にそれぞれ、リン青銅丸棒、塩化ビニール丸棒、玉鎖を、補強材として供試体中に挿入した時の単純せん断試験結果を示した。また、同じ垂直応力($\sigma_n = 0.75 \text{ kgf/cm}^2$)の無補強状態の曲線も併せて示した。ここで、供試体高さに対する水平変位の割

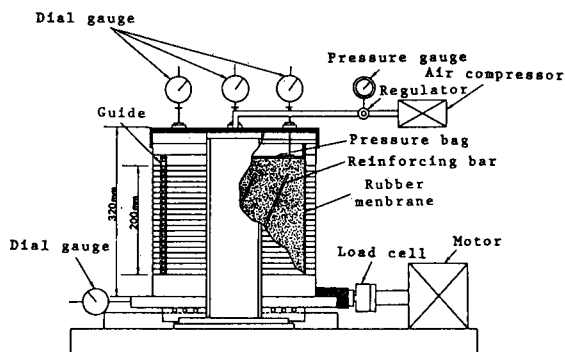


図-1 中型単純せん断試験装置概略

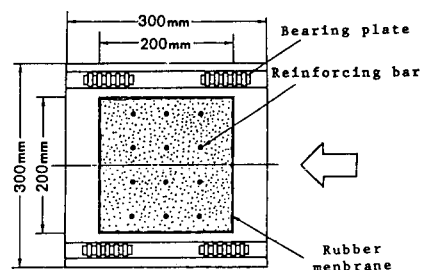


図-2 中型単純せん断箱断面図

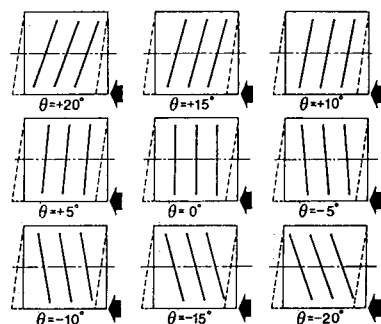


図-3 実施した実験ケース

合をせん断ひずみ γ とした。

図の応力・ひずみ曲線の特徴を挿入角度に着目して考察すると、リン青銅丸棒、塩化ビニール丸棒、玉鎖の3種類ともせん断初期の状態では、挿入角度 θ の影響は明確には現われていないが、せん断が進むにつれて、挿入角度の影響がせん断応力に明確に現われていることがわかる。せん断の進行に伴う挿入角度の影響をより明確に表現するために、 $\gamma=15\%$ のひずみ段階における単純せん断試験による補強効果(補強比 R)と補強材挿入角(θ)の関係をリン青銅丸棒、塩化ビニール丸棒、玉鎖の3種類について示したのが図-7である。

ここで補強比 R は、次式で定義される。

$$R = \frac{\text{補強供試体のせん断応力: } \tau_{\text{Reinf.}}}{\text{無補強供試体のせん断応力: } \tau_{\text{Non-Reinf.}}}$$

この図によると、リン青銅丸棒、塩化ビニール丸棒、玉鎖の補強材の剛性の違いと挿入角度 θ の影響が明確に補強比 R に現われている。剛性がリン青銅丸棒と玉鎖の中間と考えられる塩化ビニール丸棒の補強比 R の値は、両者のほぼ中間の値を示し明らかに剛性の違いが補強効果に影響を及ぼしていることがわかる。比較的剛性のあるリン青銅丸棒とほとんど剛性の無視できる玉鎖を比較すると、挿入角にかかわらず補強比 R にかなりの差が生じている。また、玉鎖の場合挿入角 θ が -8° 以下では補強効果がなく、むしろ弱化しているのに対し、リン青銅丸棒の場合は -18° 程度まで補強効果が認められる。これは、玉鎖が引張り補強材としてだけ働くのに対してリン青銅丸棒が、引張り・圧縮補強および曲げせん断補強の複合的效果を発揮しているためである。

4. まとめ

以上の結果をとりまとめると次のとおりである。(1) 曲げ剛性のない棒状材料の場合、挿入角 θ が -8° 以下では補強効果がない。(2) 比較的剛性のある棒状材料を、土中に配置すると引張りおよび圧縮の軸力補強材としてだけでなく曲げせん断補強材としても補強効果を発揮する。(3) 曲げせん断補強材としての効果は、挿入角 θ のかなり広い範囲において発揮されるようである。

(参考文献) 1) 落合, 林ら(1987): 単純せん断による棒状補強材の効果に関する研究, 第22回土質工学発表会講演概要集 2) 土質工学会(1984): 土質基礎工学ライブラリー No.29「補強土工法」 3) 山内ら(1985): 鉄筋による切土斜面の補強効果に関する実験研究, 第40回土木学会年次学術講演会講演概要集, pp.655~656

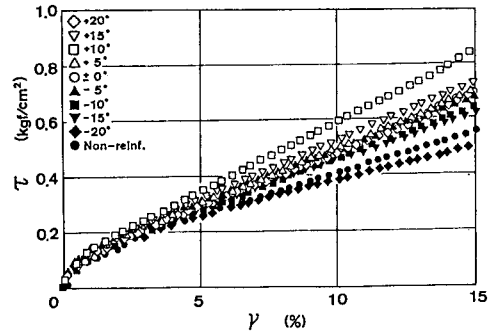


図-4 補強土の単純せん断試験結果

(リン青銅丸棒; $\sigma_n=0.75\text{kgf/cm}^2$)

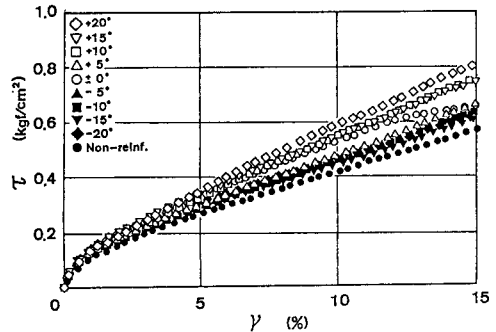


図-5 補強土の単純せん断試験結果

(塩化ビニール丸棒; $\sigma_n=0.75\text{kgf/cm}^2$)

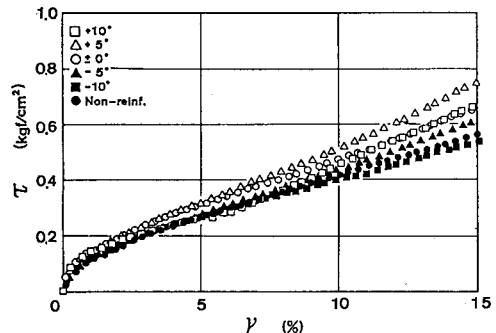


図-6 補強土の単純せん断試験結果

(玉鎖; $\sigma_n=0.75\text{kgf/cm}^2$)

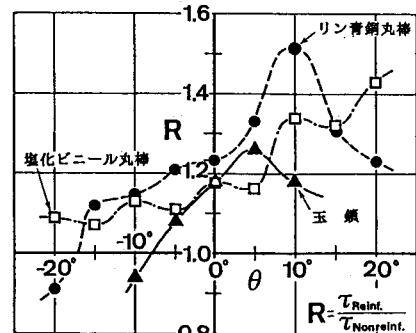


図-7 補強比 R と挿入角(θ)の関係

($\sigma_n=0.75\text{kgf/cm}^2$)