

III-417

不連続なひずみ場における棒状補強材の効果

九州大学 工学部 学○吉本 淳 同 正 落合英俊
 " 正 林 重徳 " 学 佐藤研一

1. まえがき

本研究室では、地盤内に挿入した棒状補強材の引張り・圧縮補強と曲げせん断補強の複合的效果を明確にするために、新たに立方体供試体を用いた中型単純せん断試験装置を製作し、補強材の種類およびその挿入角を変化させた補強土供試体の単純せん断を行った。一様なひずみ場における実験については、別報で報告している。本報告では、せん断すべりゾーンと不動地山の境界部分を想定した不連続なひずみ場における補強効果を明確にするために、せん断箱の下半分を剛な箱で置き換えて同様な実験を行い、その結果を考察する。

2. 実験装置および実験方法

図-1は、実験に使用した中型単純せん断試験装置の概略を示したものである。実験装置はアルミ製せん断箱要素を20枚重ねてせん断箱(20X20X20cm)を形成する方式であるが、本実験では、せん断箱の下半分つまり10枚を固定し、下半分が剛な箱で置き換えられた状態で実験を行った。補強材は、直径3mm、長さ18cmのリン青銅丸棒を用い、供試体内に3段4列に挿入角度 θ を $-20^{\circ} \sim +20^{\circ}$ に変化させて配置した。また、中央の2本の補強材にはひずみゲージを貼り、軸力および曲げモーメントを測定した。供試体は、気乾状態の豊浦標準砂を用いて、多重ふるいをを用いた空中落下法により、平均相対密度82%の比較的密な地盤を想定して作成した。また、せん断は1mm/minの载荷速度一定の変位制御で行った。なお、実験装置および実験方法等の詳細については、前報¹⁾を参照されたい。

3. 実験結果および考察

(1)無補強の場合

図-2は、不連続なひずみ場における無補強状態の砂供試体の単純せん断試験結果を示したものである。ここで、せん断ひずみ γ とは供試体の単純せん断変形を生じる部分の高さ(10cm)に対する水平変位の割合のことである。無補強状態の応力・ひずみ曲線は、鉛直応力の大きさにかかわらず、ほぼ $\gamma=26\%$ まではせん断応力がひずみの増加に伴って増加し続けるが、 $\gamma=26 \sim 27\%$ を過ぎると、せん断応力はほぼ一定の値に落ち着いている。図-3は、 $\gamma=15\%$ のときにおけるせん断応力と鉛直応力の関係を一様なひずみ場と不連続なひずみ場について示したもので、両者はほぼ等しく、かなり大きな見かけの粘着力($c' \approx 0.14 \sim 0.15 \text{ kgf/cm}^2$)を持つ結果となる。また、この直線から得られる両者のせん断抵抗角 ϕ もほぼ同じ値($\phi=30^{\circ} \sim 32^{\circ}$)となる。

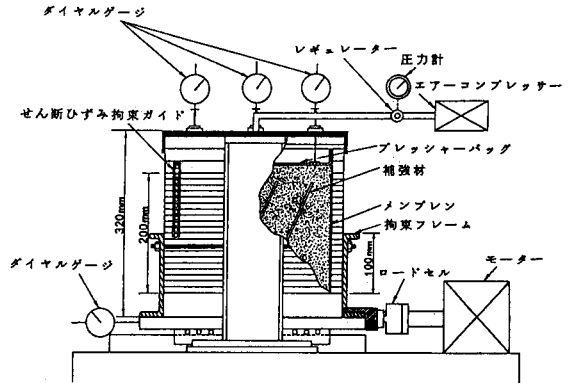


図-1 下部拘束単純せん断試験機の概略

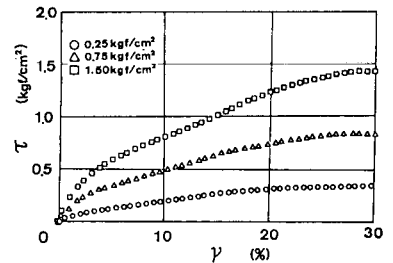


図-2 砂の単純せん断試験結果

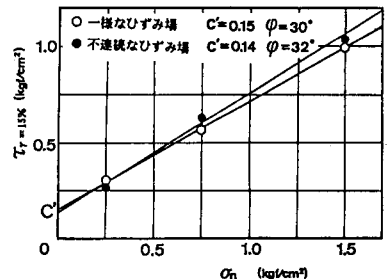


図-3 せん断応力と鉛直応力の関係

(2)補強材を挿入した場合

1)応力・ひずみ関係：図-4は、補強材を挿入した場合の不連続なひずみ場における単純せん断試験結果を示したものである。これによると、補強材をどの角度($-20^{\circ} \sim +20^{\circ}$)で挿入しても補強効果が発揮されているが、 $\theta = 0^{\circ} \sim -20^{\circ}$ に比べ、 $\theta = +5^{\circ} \sim +20^{\circ}$ の場合の方が補強効果は明らかに大きい。

2)補強材に発生した軸力および曲げモーメントの分布：図-5は、せん断ひずみの進行に伴って、リン青銅丸棒に発生した軸力分布の変化を挿入角 $\theta = +10^{\circ}$ および -10° の場合の様なひずみ場と不連続なひずみ場について示したものである。補強材の挿入角 θ がプラス側に挿入された場合、様なひずみ場においては、せん断ひずみの進行に伴って補強材中央部の引張り力が漸次増大し、軸力分布はほぼ左右対称になり、補強材は全長にわたって引張り材として機能しているのに対し、不連続なひずみ場においては、せん断箱上半分の様なひずみが生じている部分で引張り力が発生し、せん断箱下半分のひずみのない剛体的部分では、軸力はほとんど発生していない。これは、補強材が上半分(単純せん断ゾーン)においては引張り抵抗材として、ひずみが拘束された下半分においては横抵抗材として働いているためと考えられる。また、 θ がマイナス側に挿入された場合は、様なひずみ場と不連続なひずみ場の両者は極めて類似した傾向を示している。両者ともごく初期のせん断ひずみ段階で補強材の全長にわたって圧縮力が作用し、せん断ひずみが進行すると下半分の補強材において引張り力が漸次増大している。また、様なひずみ場と不連続なひずみ場におけるリン青銅丸棒に発生した曲げモーメントの分布を各ひずみ段階でプロットした結果によると、軸力分布に比べ、両者の曲げモーメントの分布には、挿入角度の影響がそれほど明確には現われていない。

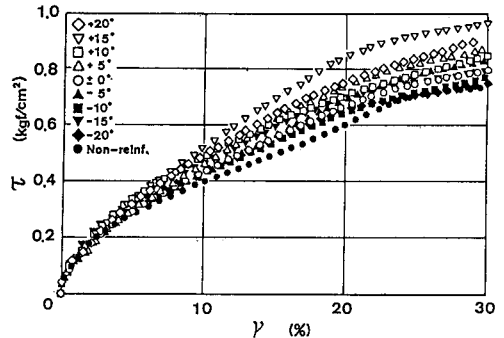


図-4 補強土の単純せん断試験結果

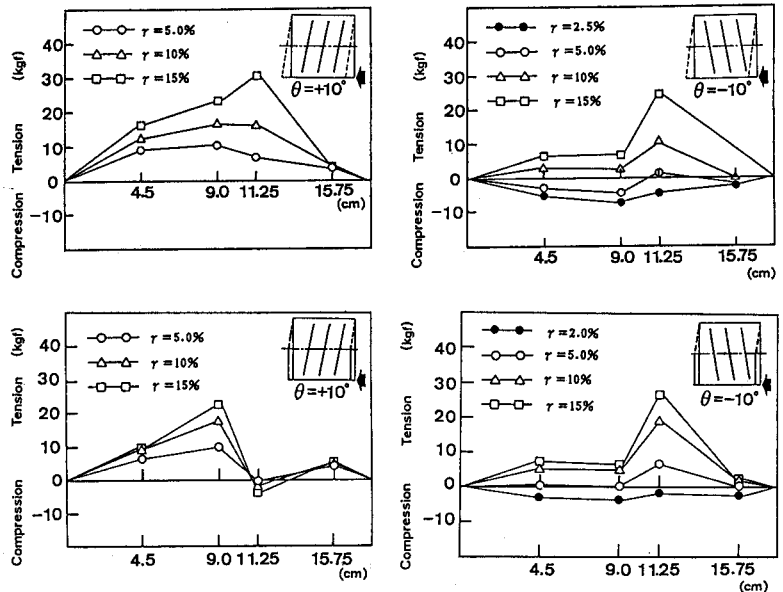
(リン青銅丸棒; $\sigma_n = 0.75 \text{ kgf/cm}^2$)

4. まとめ

以上の結果より、すべりゾーンと不動地山の境界部分のような不連続なひずみ場の補強材は、 θ がプラス側に配置された方が補強効果は大きい。

また、引張り材および曲げせん断材として働く複合的な補強効果においては、曲げせん断より軸力の方に挿入角による影響が大きく現われると言える。

(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回土質工学研究発表会講演概要集 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-5 補強材に生じた軸力分布(リン青銅丸棒; $\sigma_n = 0.75 \text{ kgf/cm}^2$)