

補強土における格子状補強材の拘束効果について

九州大学工学部 学○吉本 淳 同 正 落合英俊
 " 正 林 重徳
 清水建設(株) 正 荻迫栄治

1. まえがき

地盤内に補強材を配置して土塊の安定性を向上させる“補強土工法”において、合理的な設計を行なうためには、その補強メカニズムを明らかにしなければならない。本研究室では、中型の立体供試体を用いた単純せん断試験装置を使って、補強材の種類、補強材配置角度などがせん断強度に及ぼす影響を明らかにしてきた。¹⁾ これらの実験の中で、補強材を3列以上の複数列に配置した場合、両外側の補強材によって内部の土が効果的に拘束され、内側の補強材はさらに大きな補強効果を発揮したこと(以後、この効果を“拘束効果”と呼ぶことにする。)を示唆する結果が得られた。そこで、本報告は、この拘束効果が著しいと考えられる格子状補強材を用いて、単純せん断試験を行ない、拘束効果の発生機構について考察したものである。

2. 実験方法

本実験は、図-1のように中型単純せん断試験装置のせん断箱内(20×20×20cm)に格子状補強材を3枚あるいは中央に1枚配置させて単純せん断を行なった。なお、実験装置の詳細については前報²⁾を参照されたい。

補強材は、直径3mmのリン青銅丸棒を図-2のような格子状に組んだものを用い(縦18cm×横16cm)、リン青銅丸棒の表面は、アラルグイト(エポキシ系接着剤)で砂を付着させた。(直径4mm)また、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多重ふるいを用いた空中落下法により、平均相対密度 $Dr=82\%$ 、 40% の2通りに作成した。実験は、所定の鉛直応力(σ_n)を載荷した後、変位制御法(1mm/min.)によりせん断を行なった。なお、補強材を3枚配置した場合の配置間隔は5cmで、補強材の配置角度は鉛直方向とした。

3. 実験結果および考察

1) 応力・ひずみ関係

図-3は、 $\sigma_n=0.75\text{kgf/cm}^2$ における補強土供試体の単純せん断試験結果のせん断応力・ひずみの関係を示したものである。ここで、せん断ひずみ γ は供試体高さに対する水平変位の割合とした。補強材をト配置したことによるせん断応力の増加は、密度に関係なく、せん断初期においてはほとんど見られないが、せん断が進行するにつれて大きくなっているのがわかる。 $Dr=82\%$ の密な場合においては、 $\gamma=5\%$ 程度を過ぎると、補強材を3枚配置した場合と1枚配置した場合とではせん断応力の増加に顕著な差違が現

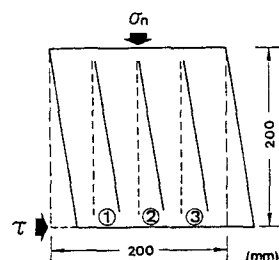


図-1 補強材配置図

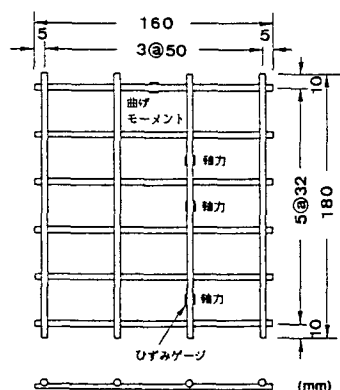


図-2 実験に用いた格子状補強材(ひずみゲージ貼付位置)

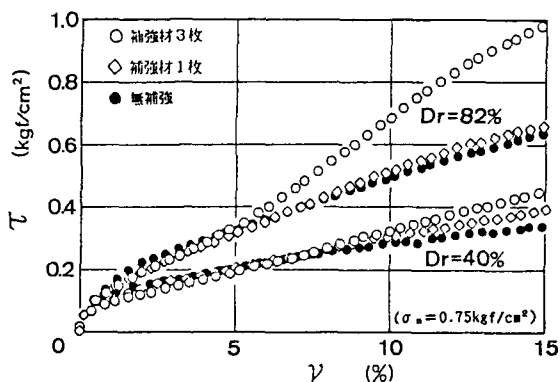


図-3 補強土の単純せん断試験結果

われる。 $\gamma=15\%$ においては、無補強供試体の $\tau_0=0.64\text{kgf/cm}^2$ に対して、せん断応力の増加は、1枚の場合で $\Delta\tau=0.02\text{kgf/cm}^2$ とわずかであるが、3枚の場合では $\Delta\tau=0.34\text{kgf/cm}^2$ と非常に大きい。一方、 $Dr=40\%$ の緩い場合においては、 $\tau_0=0.34\text{kgf/cm}^2$ に対して、1枚の場合で $\Delta\tau=0.05\text{kgf/cm}^2$ 、3枚の場合で $\Delta\tau=0.11\text{kgf/cm}^2$ と、密な場合ほど両者には差は見られない。

2) 補強材に発生した軸力分布

図-4(1)は、 $Dr=82\%$ 、 40% の場合について格子状補強材を3枚配置した場合のそれぞれの補強材に発生した軸力分布を $\gamma=15\%$ において比較したものである。ここで、黒塗りの値は実測値を中心から折り返した値であり、供試体の外形を示す実線は、 $\gamma=15\%$ における変形状態を表わす。

$Dr=82\%$ の場合、両側に補強材がある

②の補強材には、外側の補強材①および③に比べ、かなり大きな引張り力が発生している。これは、両側の補強材によって②の補強材のまわりの土が拘束されているためであると考えられる。また、①と③の補強材に発生する軸力についても差が見られるが、これは、供試体上面が図に示す変形をするためであると考えられる。つまり、供試体上面が膨張する③の補強材の引張り力の方が、供試体上面が収縮する①の補強材の引張り力に比べ、幾分大きいのである。一方、 $Dr=40\%$ の場合は、逆に若干ではあるが、③の補強材の引張り力が②より大きくなっており、外側の補強材の拘束による効果が現われていない。

図-4(2)は、 $Dr=82\%$ 、 40% の場合について、補強材を3枚配置した場合の中央②の補強材と補強材を1枚配置した場合の補強材の軸力分布を、 $\gamma=15\%$ において比較したものである。 $Dr=82\%$ の場合、3枚の補強材を配置した場合の中央②の補強材の引張り力の方が1枚の補強材に発生する引張り力に比べ、かなり大きい。一方、 $Dr=40\%$ の場合においては、両者にはほとんど違いが見られない。以上のことより、両側の補強材による拘束効果は、土の密度、特にダイレイタンスに大きく影響されるものと考えられる。

4. まとめ

一様なびずみ場に複数の格子状補強材を配置することによって発生すると考えられる拘束効果は、土の密度、特にダイレイタンスの正・負にかなり影響され、ダイレイタンスが正の密な場合において拘束効果は大きくなる。

本実験では、補強材の配置間隔を一定にしたが、今後は、配置間隔の影響について検討をする必要がある。

参考文献

- 1) 例えば、Hayashi, S. et al (1988). Functions and Effects of Reinforcing Materials in Earth Reinforcement, Proc. Symp. on Theory and Practice of Earth Reinforcement, Fukuoka, pp.1391-1394
- 2) 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

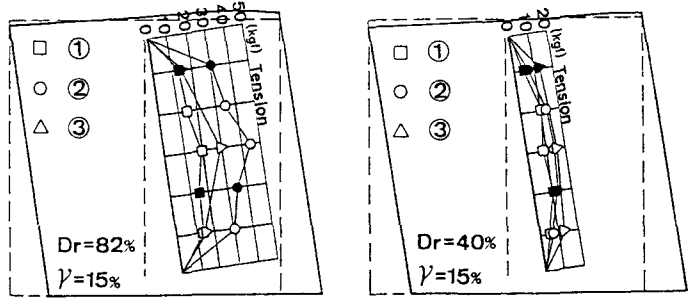


図-4(1) 補強材に発生した軸力分布($\sigma_n=0.75\text{kgf/cm}^2$)

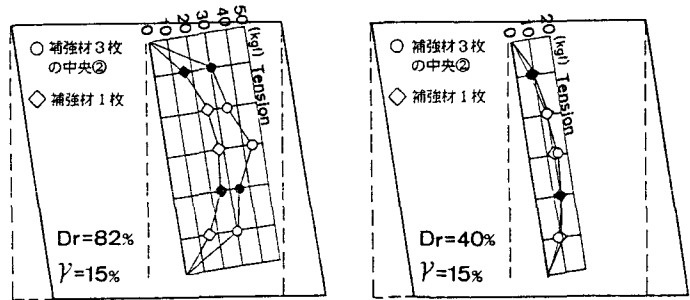


図-4(2) 補強材に発生した軸力分布($\sigma_n=0.75\text{kgf/cm}^2$)