

鉄筋による切土斜面の補強効果に関する実験研究

- 緩い砂地盤の作成方法と密度の影響 -

九州大学工学部 正 落合英俊 正 林 重徳 正 坂井 晃
 学 田山 聡 学 〇大中英揮 学 平井晴也
 学 松本政夫

1. まえがき

本研究室では、切土斜面に滑動しようとする力が働く場合を想定し、一連の土槽模型実験を行っている。これまで行ってきた実験ならびに他の研究者によって実施された類似実験の多くは、比較的密な状態の地盤である。実験結果の考察の過程で、地盤の状態すなわち相対密度の大きさが、補強土機構に影響し得る重要な因子として浮び上ってきた。しかも、本工法を必要とする地山は、一般的にやわい状態であることが多い。そこで、今実験では、模型地盤を、比較的密な状態とやわい状態の2ケースに変えて行うことにより、補強土効果に及ぼす相対密度の影響を調べた。ここでは、実験装置及び方法の概要を述べるとともに、補強土機構に関する相対密度の影響について報告する。

2. 実験装置及び方法

1) 実験土槽・補強材： 図-1に実験装置の概略を示す。実験土槽は、側壁面の摩擦が軽減されており、精度の良い平面ひずみ状態の実験が可能である。補強材は、直径3mmのリン青銅の表面にアラルダイトで砂を付着させたもの(約 $\phi 4$ mm)を用いた。補強材には頭部プレートとして、 $\phi 30$ mmのアルミ板を斜面作成後、固定した。補強材は、①～④の位置4段に計28本挿入し、中央列の各補強材には、軸力分布を測定するため、各8ヶ所にひずみゲージを貼付した。

2) 斜面の作成方法： 模型斜面は、気乾状態の豊浦標準砂($G_s=2.64$, $e_{max}=0.971$, $e_{min}=0.601$)を用いて空中落下法により作成した。模型地盤の相対密度は、砂の落下高さと流量に依存することを知られている。したがって、密な状態の地盤作成では、落下高さを90~94cmとし、砂流量を比較的小くした。一方、やわい状態の地盤作成では、落下高さを88~92cmで砂流量を比較的大くした。

やわい状態の地盤作成においては、多重ふるいを用いて密度が均一になるようにした。作成された密な地盤の平均相対密度は、 $Dr=82\%$ 、また緩い地盤は $Dr=40\%$ であった。

3) 測定： 実験は

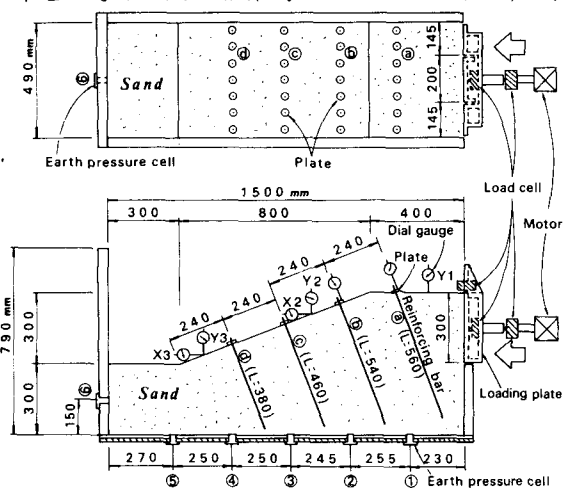


図-1 実験装置概略図

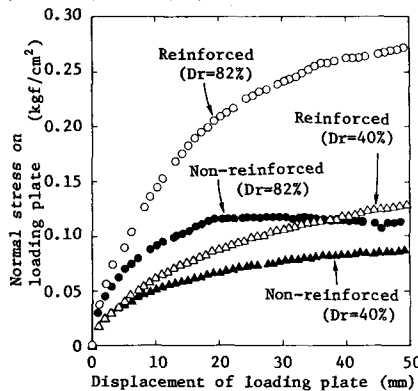


図-2 載荷板に働く鉛直応力と載荷板変位の関係

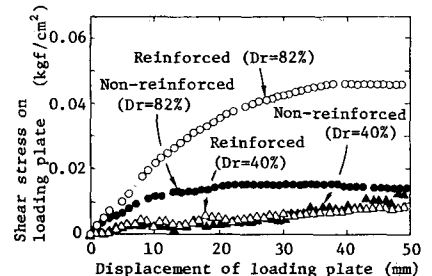


図-3 載荷板に働くせん断応力と載荷板変位の関係

横方向からの荷重速度を一定とする変位制御法により行い、載荷板の中3分の1に作用する鉛直応力とせん断応力、壁面土圧、補強材の張力及び斜面の変位等、4項目約50点を計測・記録した。

3. 実験結果及び考察

1) 載荷板に作用する応力： 図-2は、載荷板に働く鉛直応力と変位の関係、図-3は同じくせん断応力と変位の関係を示す。Dr=82%の場合の無補強状態を見ると、鉛直応力・せん断応力はいずれもすべり線が発生する載荷板変位20mmまでは変位に伴って増加するが、それ以上の変位では僅かに減少となる。一方、補強した場合は変位20mm以降でいく分その割合は低下するものの、変位とともに増加し、50mm変位の段階で、無補強状態と比べ、鉛直応力は約2.5倍、せん断応力では約3倍の値を示す。また、Dr=40%の場合の無補強状態を見ると、鉛直応力・せん断応力はいずれも載荷板変位50mmまで増加し続け、Dr=82%の場合に比べ応力の伝播が遅い。補強した場合、鉛直応力には、密な地盤と同様の明らかな補強効果が認められるが、50mm変位においても無補強の約1.5倍で密な地盤に比べその効果は、小さい。さらに、せん断応力には、補強の効果は全く認められず、補強土効果に及ぼす密度の影響は大きいと言える。

2) 補強材に発生する張力分布： 図-4は、載荷板変位10, 20, 30, 40mmにおいて補強材に発生した軸力の分布を示す。④段の補強材は、載荷板に近い大きな曲げ変形を受けていると考えられる。④, ③, ②段の補強材においては、いずれも載荷板変位とともに張力が増加し、特にDr=82%の場合、最大10kgfを越す張力が発生している。図-4(i)と(ii)を比較すると密度が大きいほど補強材に作用する摩擦力も大きくなり、Dr=82%の場合Dr=40%の場合に比べ、約1.5倍の大きな張力が発生している。また、④段の補強材では、Dr=82%の場合、載荷板変位20mm以降の張力に大きな増加は見られないが、Dr=40%の場合では、変位40mmまで張力は増え続けている。密度が大きいほど応力の伝播が遅いことがわかる。

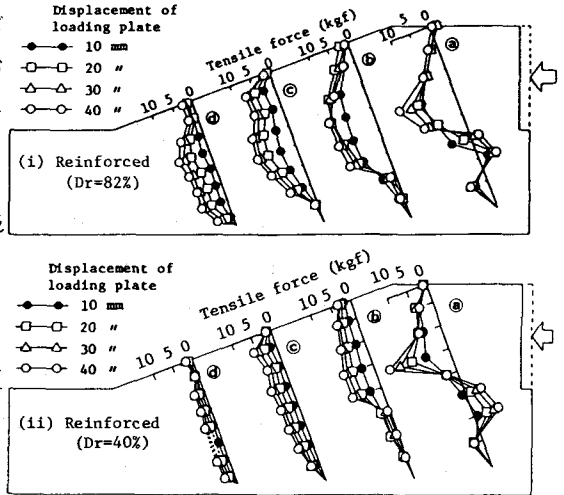


図-4 補強材に発生した張力分布

3) 土圧の分布状況： 図-5は、図-1に示す③土圧と載荷板変位の関係である。Dr=82%の場合、補強状態では載荷板変位15mmまでは無補強状態より大きな土圧を生じ、その後補強土効果の発現に伴って急激に低下する。一方、Dr=40%の場合、補強状態では載荷板変位30mmまで増加した後、僅かに減少となっている。Dr=82%に比べ、補強材に発生する摩擦力が小さいため、すべり土塊の変位方向が上向きとならず、補強土効果が十分に発揮されていないようである。

4. おすび

以上の結果より、補強土機構に及ぼす地盤の密度の影響をとりまとめると、(1)載荷板の鉛直応力およびせん断応力のいずれにも、相対密度は大きな影響を与えるが、せん断応力に対して特に顕著である。(2)地盤密度の大小は、土中の応力伝播速度の大小と関係する。(3)したがって、密度の大小は、補強材に作用する周面摩擦力の大小だけでなく、摩擦力発現の時間遅れをもたらす。(4)土塊のすべり・変形形状に影響し、また、底面土圧の発生パターンにも変化をもたらしている。

参考文献：1) 山内・落合・林・田山：鉄筋による切土斜面の補強効果に関する実験研究(第1報)、第20回土質工学研究発表会、1985、名古屋。2) 同(第2報)同、3) 同(第3報)同、4) 落合・林・田山・大中：同一、土木学会西部支部、1986、長崎

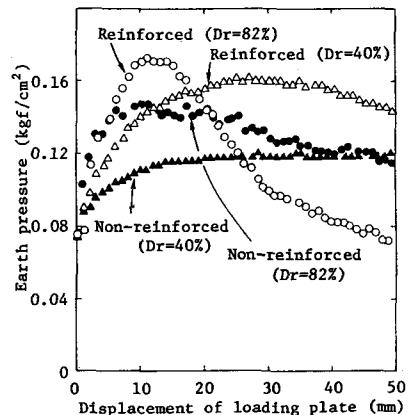


図-5 載荷板の変位に伴う土圧③の変化