

第Ⅲ部門

地山補強土の安定性評価と補強材の曲げ抵抗の影響

関西大学 学生員 ○杉原慎太郎
 関西大学大学院 学生員 服部友尚
 関西大学環境都市工学部 正会員 西形達明

1.はじめに

現行の地山補強土工法の設計においては、補強斜面の変形と共に補強材に発生する引張り力のみを考慮しており、同時に生じると思われる曲げ抵抗による効果については考慮されていない。最近になって、パイプ形状を持ち曲げ剛性を有する新しい補強材が考案されるようになり、曲げ効果を含んだ設計の考え方が必要になってきている。そこで本研究では、遠心載荷実験により地山補強土工法における補強斜面の変形による曲げ抵抗の発生特性について検討を行った。さらに、補強材の引張抵抗および曲げ抵抗の発生と補強材打設密度の関係について考察した。

2.実験手法

図-1 に示す遠心モデルの作成にあたっては、地山部には藤森粘土と標準砂を 1 : 2 で混合した土（含水比 14%、湿潤密度 2.1g/cm^3 ）を用い、補強材には径 3mm のアルミ棒を用いた。さらに、補強材に発生する引張り力および曲げモーメントを測定するために、各補強材の A 点～F 点の位置（図-1 参照）にひずみゲージを取り付けた。本モデルは遠心加速度が 62G のとき、10m 高さの斜面と同等の応力状態となる。その他の条件は表-1 に示すとおりである。表-2 の実験条件に示すように、本研究では補強材打設密度を実物大スケールで 1 本/2 m^2 、1 本/4 m^2 、1 本/6.25 m^2 の 3 ケースについて行った。なお、1 本/6.25 m^2 とは 6.25 m^2 当たりには 1 本の補強材が打設されていることを示している。

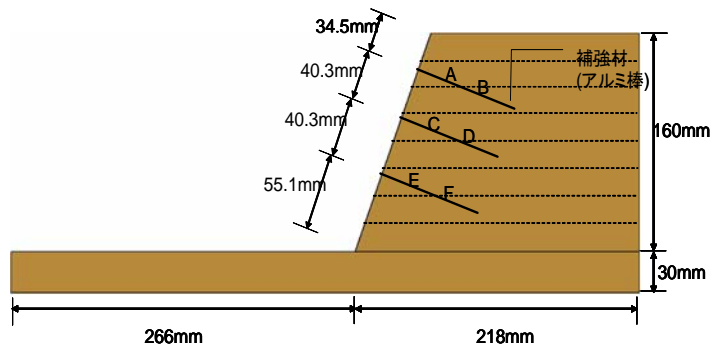


図-1 1 本/6.25 m^2 地山モデル

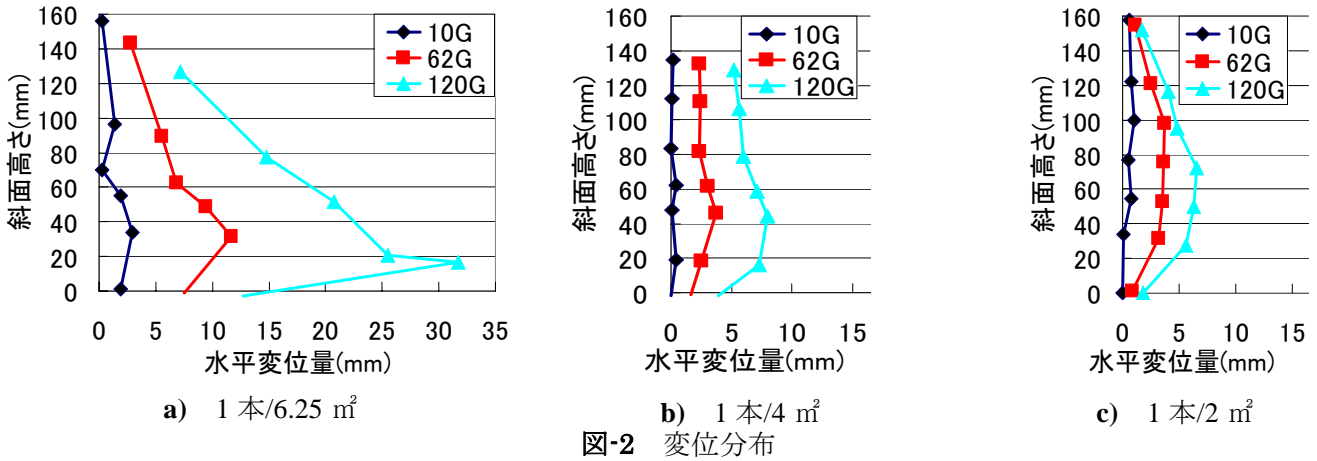
表-1 モデル物性値

地山モデル		補強材	
高さ	160mm	長さ	80mm
奥行き	214mm	径	3mm
含水比	14.04%	ヤング率	$68.6 \times 10^6 \text{kN/m}^2$
湿潤密度	2.1g/cm^3	ひずみ測定点	4点×3本

3.実験結果

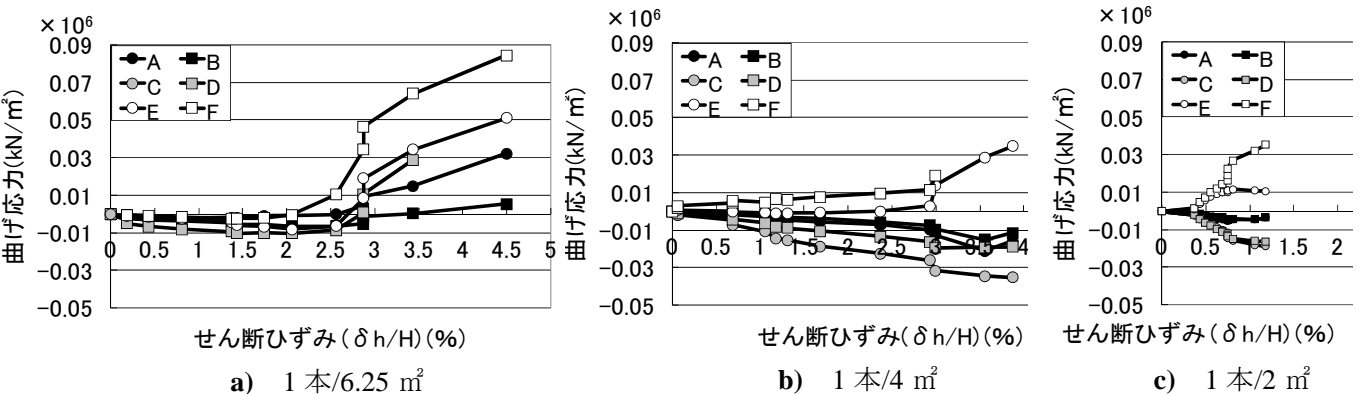
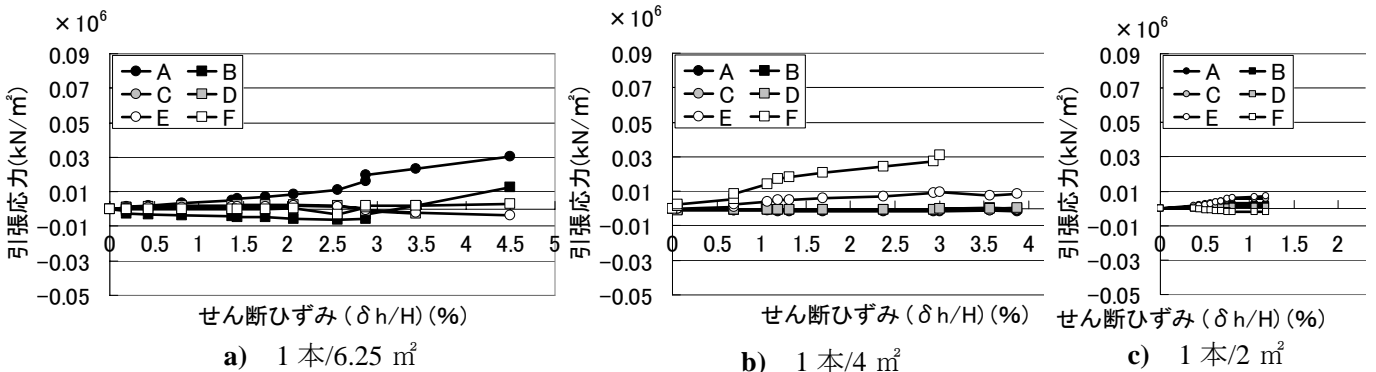
図-2-a),b),c)は各補強材打設密度におけるのり面変位量と遠心加速度の関係を示している。図より、補強材の打設密度が小さい場合（1 本/6.25 m^2 ）には、水平変位、鉛直変位ともに非常に大きくなっている。一方、打設密度が大きい場合には、のり肩の変位がほとんど見られず、全体としての変形が拘束されていることが分かる。現行の地山補強では、そのほとんどが 1 本/2 m^2 の条件で施工されており、本実験結果から見ると、現行の設計条件ではほぼ斜面の変形が拘束された状態にあることがわかる。

次に、図-3-a),b),c)は各補強材打設密度において発生した引張応力と水平変位の関係を表している。なお、図の横軸はのり肩の水平変位量を斜面の高さで除した補強領域の平均的なせん断ひずみで表している。図よりすべての打設条件において、水平変位が同じであれば補強材の引張応力はほぼ等しいことがわかる。また、変形が大きくなっても補強材の引張応力はそれほど増加しない。これは補強材と周面土との摩擦抵抗が低下したことも原因の一つと考えられるが、いずれにしても引張り力による効果には限度があり、かつその効果



はそれほど大きなものではないものと考えられる。

図-4-a),b),c)は各補強材に発生する曲げ応力と同様のせん断ひずみの関係を表している。どの条件でも曲げ応力も変形が進むにつれ増加する傾向が見られるが、補強材打設密度が小さい場合には、変形が小さいあいだはほとんど曲げ応力は発生せず、変形が大きくなると急に増加し始める。しかし、打設密度が徐々に大きくなると、曲げ応力は変形が小さいときから徐々に発生し始めることがわかる。従来、補強材の曲げ効果の発生には、大きい変形が必要であることが指摘されているが、本実験結果から見ると、補強材の打設密度が1本/2 m²程度であれば、かなり小さい変位条件下でも曲げ効果が機能するものと思われる。また、1本/6.25 m²の場合を見ると、変形の初期の段階では曲げ応力が全く増加していないが、これは、補強材間隔が大きいために斜面土の中抜けが生じているためと考えられる。



4.まとめ

本研究の結果から、従来の設計で用いられている補強材の引張り力の効果はそれほど小さくなく、曲げ効果が無視できないものと考えられる。とくに、現実にも多用されている1本/2 m²程度の補強材打設密度であれば、補強材の曲げ抵抗が発揮されており、この結果、補強斜面の全体的な変形が拘束されているものと考えられる。