

関西大学 環境都市工学部 学生員 ○川原 勇太
 関西大学 環境都市工学部 正会員 西形 達明

1. はじめに

土砂災害などの対策工として施工性の良さと安定性の高さから地山補強土工法が用いられる。しかし、地震力を考慮した設計がほとんどなされていないのが実情である。地山補強土工法における補強効果には、引張り補強と曲げ補強がある。したがって、地震時においてこれらの補強効果が十分に機能するかを検討することは、非常に重要なことである。そこで、本研究では遠心载荷実験によって地震時の補強斜面の補強材に作用する引張り抵抗と曲げ抵抗について検討する。

2. 実験手法

遠心モデルの概要を図-1 に示す。使用した土は藤森粘土と豊浦標準砂の質量比を 1 対 2 で混合したものを用いた。表-1 は、モデルの物性値を示しているが、これは 30G の遠心場で、斜面高さ 5 m に相当する。そして、補強領域と補強領域の背後に加速度計を設置し、応答を計測した。補強材はアルミ棒を使用し、ひずみゲージ（測長 0.2mm）を補強材（アルミ棒の中央）に上下対称に取り付け、ひずみから引張応力と曲げ応力を求める。実験ケースは表-2 のように 2 ケース行った。30G 場のスケールで CaseB が現行で多用されている補強材打設間隔に相当し、CaseA は比較のために行った補強材条件である。入力地震波は表-3 のように与えている。

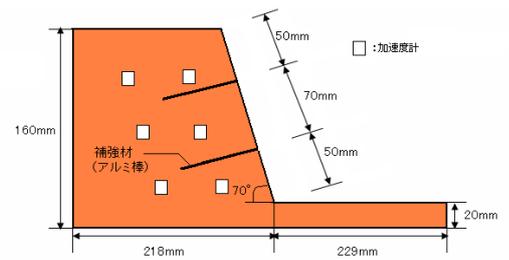


図-1 地山モデル (CaseA)

表-1 使用材料の物性値

地山モデル		補強材	
含水比	18%	長さ	80mm
湿潤密度	2.1g/cm ³	径	3mm
		ヤング率	68.6 × 10 ⁶ kN/m ²

表-2 実験条件

	補強材打設間隔	30G における打設密度
CaseA	70mm	6m ² あたりに 1 本
CaseB	46mm	2m ² あたりに 1 本

表-3 振動条件

実物大		モデル	
加速度	200gal	加速度	6000gal
振動数	1.0Hz	振動数	30Hz
振幅	51mm	振幅	1.7mm

3. 実験結果

図-2、図-3 は、CaseA、CaseB による水平変位と地震後の関係を示している。両ケースを比較すると、CaseB は、地震後の水平変位は大きく抑制されていることが分かる。現行の設計法で多用される 2m²あたりに 1 本という打設密度よりは地震時においても高い安定性を有しているものと考えられる。しかし、地震後の変位に注目すると、補強斜面の下部の水平変位量が若干大きくなる傾向がみられる。したがって、地震時を考える場合、のり尻の補強を十分にすることがある。

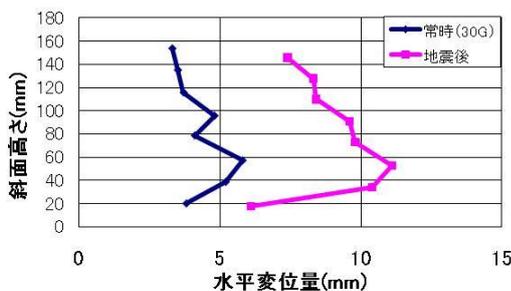


図-2 CaseA ののり面水平変位量

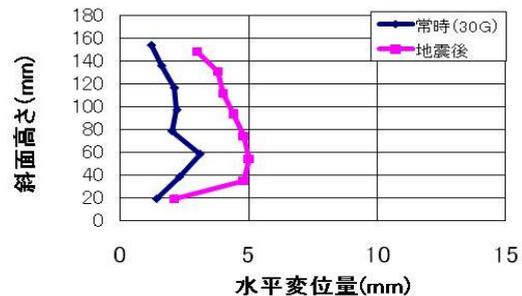


図-3 CaseB ののり面水平変位量

図-3,4 に補強材に作用する引張応力を示す。両ケースともに常時では、引張応力は機能していないことが分かる。とくに CaseB の場合は、ほとんど機能していない。これは、補強材の間隔を密にすると変形が抑制されるため、引張応力は補強材の間隔が密になる方が機能しないためと考えられる。一方、地震時の場合、加振中に斜面の変形とともに引張応力は大きくなる。さらに、地震によって、引張応力の応答が、常時と比べると大きくなる。

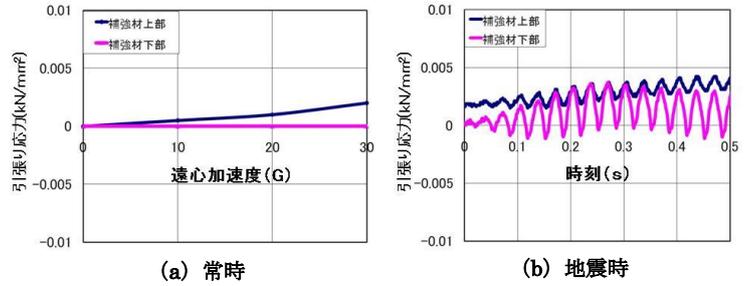


図-3 CaseA の引張応力

図-5,6 に曲げ応力を示す。常時では、両ケースとも引張応力と比較すると曲げ応力は大きく機能していることが分かる。地震時では、CaseA の場合、加振中に曲げ応力が減少していくが、これは補強材の間隔が大きいため、補強材間の土の中抜け現象が生じているためと考えられる。CaseB の場合、加振中に曲げ応力が CaseA のような減少が見られない。これは斜面が崩壊することなく十分に曲げ応力が機能しているためと考えられる。そして、両ケースとも地震によつての曲げ応力の応答は、常時の静的な曲げ応力と比較すると大きくなる。さらに、引張応力よりも大きくなる。ことが分かる。

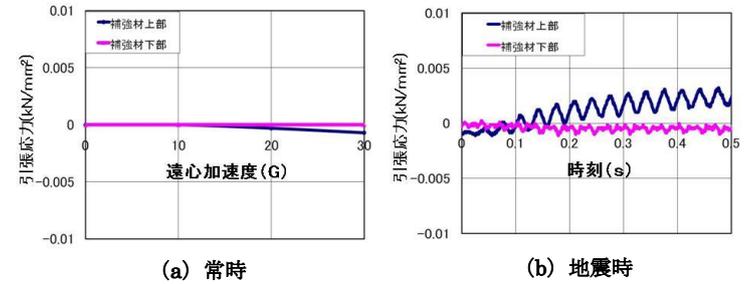


図-4 CaseB の引張応力

これらから、補強材の曲げ応力の応答は、地震が作用すると大きくなるため、地震時を考慮する場合には、曲げ抵抗の大きい補強材を使用する必要がある。

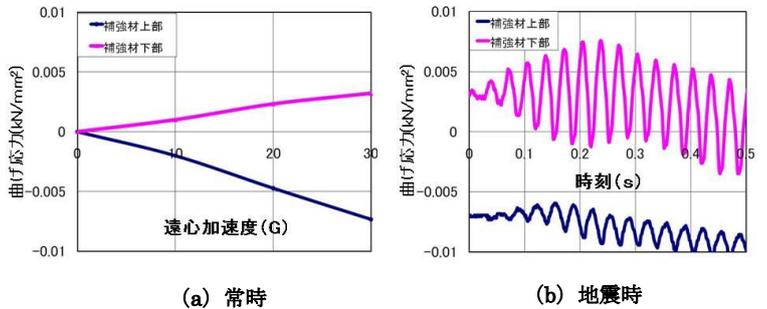


図-5 CaseA の曲げ応力

さらに、地震時、斜面の下部に設置した補強材の引張応力、曲げ応力の応答は、補強材を密に打設したことにより、振幅が小さくなっている。しかし、斜面の上部に設置した補強材は、振幅がほぼ変化していないことが分かる。地震時、斜面上部では、補強材を密に打設してもあまり効果が発揮されないが、斜面下部は大きく機能することが分かる。

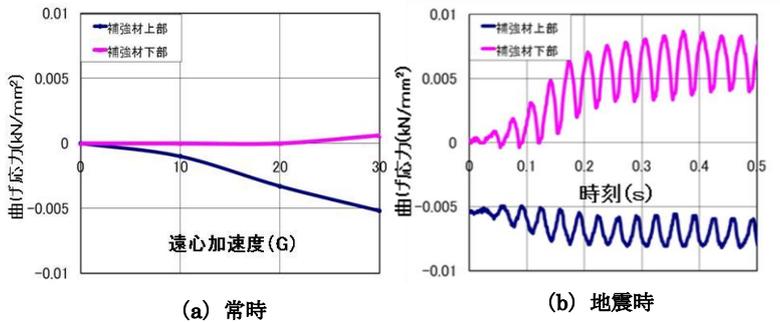


図-6 CaseB の曲げ応力

4. まとめ

地震時を考慮する場合には、現行の設計法で多用されている補強材間隔より密にし、引張応力だけを考慮するのではなく、曲げ抵抗の大きい補強材を使用する必要がある。

耐震設計などで、斜面の補強を行う場合、斜面上部の補強よりも、斜面下部の補強を重点的に補強する必要がある。

5. 参考文献

- 1) 旧日本道路公団：切土補強土工法設計・施工指針