

関西大学 環境都市工学部 学生員 ○坂 久弘
関西大学 環境都市工学部 正会員 西形達明

1. はじめに

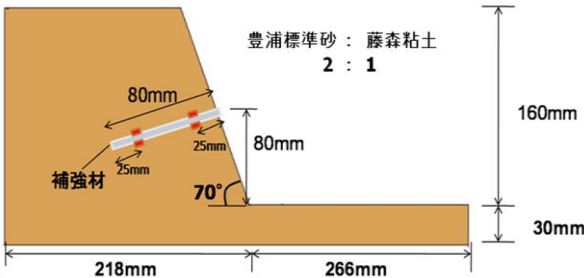
地山補強土工法は、施工性の簡便さから斜面の安定工法として幅広く利用されており、近年になって恒久構造物としての利用が積極的に進められている。補強斜面の設計を行うためには斜面の安全性の評価手法の確立が重要になるが、水平方向における補強材の打設間隔について考察した研究は少ないのが現状である。

本研究において水平方向における補強材の打設間隔と補強材間の土の破壊（中抜け）にどのような相互関係があるのかを解明することができれば、非常に有効かつ総合的な外的安全性の評価が可能になると同時に、今後の補強土工法の研究においても大変有意義になるものと考えられる。

そこで本研究では、以上のことを目標として、遠心載荷実験装置を用いて研究を行い、補強斜面の変位量と補強材軸力、変位量と安定性について考察を行い、補強材の水平方向の打設間隔が補強材間の土の破壊(中抜け)にどのような影響を与えるかについて検討を行った。

2. 実験手法

本研究では遠心載荷実験装置を使用し、図－1 に示すようなモデルを用いて、実験を行った。モデルの斜面土は表－1 に示すように豊浦標準砂と藤森粘土を 2:1 の重量比で混合し、含水比を調整したものを湿潤密度 2.1g/cm^3 に締め固めて作製した。補強材には直径 3mm のアルミ棒（長さ 80mm）を使用し、補強材に発生する軸応力と曲げ応力の両方を測定するために補強材（アルミ棒の端から 1/3 の位置）にひずみゲージ（測長 0.2mm）を上下対称に計 4 個取り付けた。なお、今回の実験における補強材の配置に関しては、補強材間隔と中抜けの相互関係を検討するため、図－2 に示すように補強材を水平に一列だけ配置した。



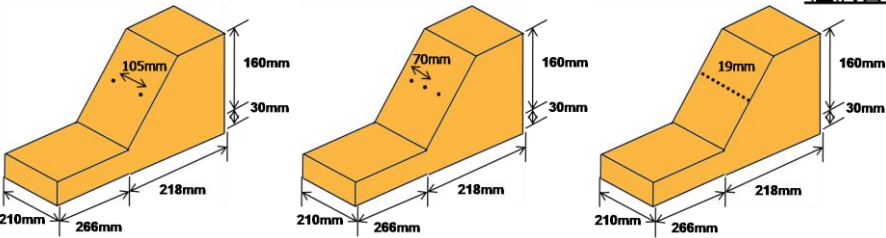
図－1 実験モデル概略図

表－1 遠心実験モデルの物性値

地山モデル		補強材	
高さ	160mm	長さ	80mm
奥行き	210mm	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

表－2 遠心実験の条件

	補強材打設間隔	補強材本数
CASE.1	105mm	2本
CASE.2	70mm	3本
CASE.3	19mm	11本



図－2 各実験ケースにおける補強材打設概略図

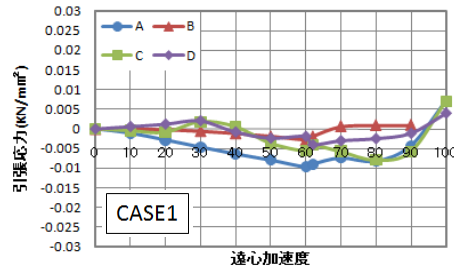
実験に際しては装置回転速度を徐々に増加させて遠心場を増大させていく。このモデルは 62G の遠心場で相似則により、高さ約 10m の斜面高さに相当する。表－2 に示すように実験の条件を設定したが、CASE3 の場合においては遠心加速度が 62G のときに補強材打設間隔が現行の設計で多用されている 1.0m～1.5m 程度に相当する。

3. 実験結果

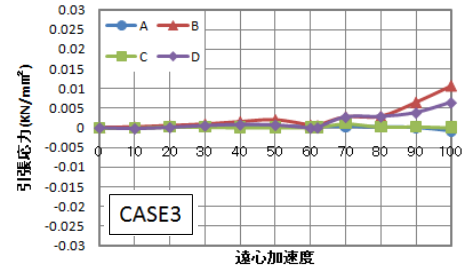
図-3 と図-4 はそれぞれ遠心加速度の増加とともに補強材に働く軸応力と曲げ応力を示している。図-3(a)に CASE1, 図-3(b)に CASE3 の場合の軸応力を示しているが補強材打設間隔, 補強材材数に関わらず軸応力は小さくその発現には大きな差がみられない。

一方, 曲げ応力に関しては 図-4(a)の CASE1, 図-4(b)の CASE2, 図-4(c)の CASE3 で示すように軸応力とは反して, 斜面の変形が進むにつれて応力が発現している。そして, いずれの CASE も急激に減少し始める点が存在する。この点では, 補強材間の土の破壊, つまり中抜けが生じたことによるものと考えられる。

CASE3 では 62G の際に現行設計で多用されている補強材間隔になることを先の章で述べたが, そのときに補強材間の土は破壊されていない。すなわち, CASE3 の場合においては, 補強材間の土の破壊が生じる 90G(見かけの斜面高さ 14.4m)まで補強材が斜面土を保持しているものと考えられる。

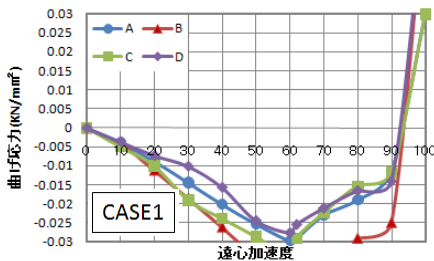


(a)補強材2本の場合の軸応力

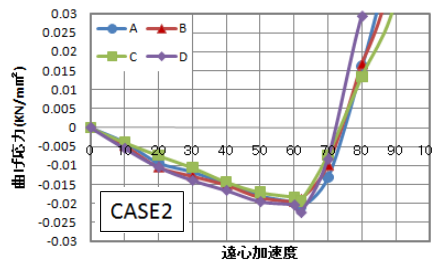


(b)補強材11本の場合の軸応力

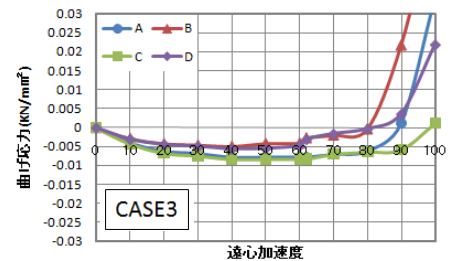
図-3 遠心加速度の増加により補強材に生じる軸応力



(a)補強材2本の場合の曲げ応力



(b)補強材3本の場合の曲げ応力



(c)補強材11本の場合の曲げ応力

図-4 遠心加速度の増加により補強材に生じる曲げ応力

図-5 と図-6 はそれぞれ実験 CASE1 と CASE3 のせん断ひずみを図化したものである。それぞれの図(a)は中抜けが起こる直前と考えられるせん断ひずみ分布であり, 図(b)は中抜けが起こった直後と考えられるせん断ひずみ分布である。いずれの CASE も中抜けが起こる直前では斜面下部にせん断ひずみが集中しているが, 中抜けが起こった直後では斜面上部を含めた全体がすべりを表わす範囲になっている。



(a)62Gのせん断ひずみ (b)80Gのせん断ひずみ
図-5 CASE1におけるせん断ひずみ分布



(a)90Gのせん断ひずみ (b)100Gのせん断ひずみ
図-6 CASE3におけるせん断ひずみ分布

4. まとめ

現行設計法で多用されている水平方向の補強材打設間隔は補強材間の土の破壊(中抜け)を抑止することがうかがえた。また, すべての実験 CASE を比較することにより, 中抜けを抑止するある一定の水平方向打設間隔が存在する可能性を見いだせた。中抜けが生じる際には, 補強材に生じる曲げ応力のモードが急激に減少し始める点が存在することが確認できた。

以上より, 遠心載荷実験結果から得られた知見を示した。