

Ⅲ－31

ジオセル工法を用いた斜面安定に関する研究

○ 八戸工業大学大学院 学生会員 遠藤 大輔
 八戸工業大学 学生会員 大場 宏信
 八戸工業大学 正会員 金子 賢治
 八戸工業大学 フェロー 熊谷 浩二

1. 背景と目的

自然斜面における地すべり等の斜面災害や人工斜面の崩壊などの斜面安定問題は、地盤工学における主要な問題の一つである。しかしながら、近年の環境問題への意識の高まりの中で、コンクリートを用いて斜面安定を図ることは、環境や景観の面から好ましくない。このような背景の下で、GeoWeb（高密度ポリエチレン（HDPE）樹脂）の枠を用い、枠の中に充填材を入れた擁壁構造で斜面の安定化を図る工法が開発されつつある。充填材として、現地発生土を用いることができれば、コスト削減につながるだけでなく、植生を壊さずに斜面緑化を行うことができると考えられる。試験目的としては本研究では本工法の補強効果、斜面安定のメカニズムの解明、設計法の確立を目的とした基礎的な遠心載荷試験装置を用いた遠心模型実験、圧縮試験、摩擦試験を行い、その結果から現在用いられている設計法への改善項目の提案を目的としている。

2. 遠心模型実験の概要

（1）試験方法 本研究では、ポリエチレン樹脂枠の模型をコピー用紙で作成し、模型斜面を作成し遠心載荷試験を行った。加速度を100Gまで上げていき、CCDカメラで撮影した模型斜面を画像解析することで代表的な点の変位を計測し、加速度との関係を調べた。試験には八戸ロームを用いた。

（2）実験条件 含水比および斜面の角度を60度、70度と変化させ、それぞれについて樹脂枠の列数を1、2、3、4列の4通り変化させた。全ての条件において樹脂枠は5段積みとし、同じ条件で3回行いその平均を結果とした。

（3）試験結果 斜面の水平方向へのはらみ出しと鉛直方向の沈下について分析するために、図-1、2にケース1の水平方向および鉛直方向変位をそれぞれ示す。図-1、2より、鉛直方向の沈下量は2列以上の配置で十分抑制できるが、水平方向の変位を抑制するためには3列以上の枠が必要であることがわかる。図-4～5に、ケース1～2の補強効果を示した。斜面高さを5mと想定し、加速度40Gにおける補強ケース1～3とも列数が多くなるにつれて、補強率が上がっていることがわかる。補強効果を得るには2列以上の枠が必要であると考えられる。

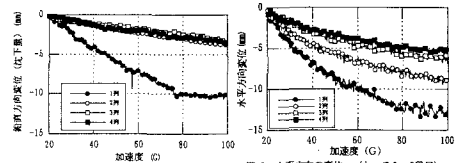


図-1 鉛直方向の変位（ケース1、3段目）

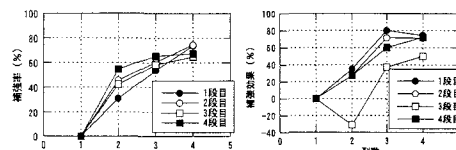


図-2 水平方向の変位（ケース1、3段目）

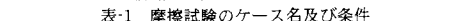


図-3 補強効果（ケース1）

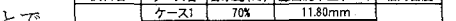


図-4 補強効果（ケース2）

3. 摩擦試験概要

（1）目的 GeoWeb 1つ1つのセルの摩擦係数の解明することで全体の摩擦力を知り設計法を考える。試料は砂、粘土（2種類）、碎石の4種類を用いそれぞれの含水比の違いによる滑り角度、摩擦係数を解明することを目的としている。

（2）実験方法 試験条件を表-1に示す。試料（砂、粘土2種類、碎石）の含水比を調整、試料を決められた相対密度、含水比、規定の締め固度でセルに入れ二段目のセルにも試料を同じ条件で入れジャッキで容器を吊るし、容器を斜めにして二段目のジオウェブが落下するまで傾斜角を上げていき落下したら傾斜の角度を測定 $\tan \theta = \mu$ を求めた。

（3）摩擦試験結果 実際の現場では主に碎石が多く用いられるので碎石を基準に考えてみる。

表-1 摩擦試験のケース名及び条件

試料名	ケース名	含水比(%)	圧密沈下量(mm)	相対密度
粘土	ケース1	70%	11.80mm	—
	ケース2	70%	12.28mm	
	ケース3	70%	11.97mm	
	ケース4	50%	9.2mm	
	ケース5	50%	5.8mm	
	ケース6	50%	5.4mm	
	ケース7	38%	0.64mm	
	ケース8	38%	0.55mm	
	ケース9	38%	0.71mm	
砂	ケース10	—	—	0.8
	ケース11	—	—	0.8
	ケース12	—	—	0.8
	ケース13	—	—	0.9
	ケース14	—	—	0.9
	ケース15	—	—	0.9
碎石	ケース16	—	—	—

含水比(%)	滑り角度(°)	$\tan \theta = \mu$
0	28.2	0.536
0	27.8	0.527
5	34.7	0.692
10	40.7	0.86
21	40.8	0.863
30	40.9	0.866

図-5 砂摩擦試験結果

図5～図8に見られるように砂は含水比が高くなるほど滑り角度が大きくなり、含水比30%で滑り角度40.9度 $\tan \theta = \mu$ は0.866と碎石に比べ高くなる事が分かる。含水比が5%以上になると碎石と同等以上の摩擦が発生している。長沼ダム、八戸ロームは含水比60%以上になると $\tan \theta = \mu$ は ∞ という結果になった。

八戸ローム、長沼ダムについて摩擦のみの観点で考えてみると、含水比が高くなれば、セル上下が一体化し、摩擦が生じなことが分かる、含水比が高くなると圧縮強度が低下し施工不可能になる危険性が考えられる。

含水比(%)	滑り角度(°)	$\tan \theta = \mu$
60%	90	計測不能
100%	42.285	0.886

図-8 長沼ダム摩擦試験結果

含水比(%)	滑り角度(°)	$\tan \theta = \mu$
48%	40.32	0.8486
60%	41.982	0.886
70%	90	計測不能
100%	計測不能	計測不能

図-6 八戸ローム摩擦試験結果

含水比(%)	滑り角度(°)	$\tan \theta = \mu$
0%	32.94	0.6472
0%	32.94	0.6472
0%	32.94	0.6472

図-7 碎石摩擦試験結果

4. 圧縮強度試験概要

(1) 圧縮強度試験方法 試験に用いた試料は砂、粘土、碎石の4種類を用い、粘土は1週間圧密させ、その後圧縮強度を調べた。それぞれの含水比を調整、砂、碎石、粘土は含水比(38%×3種類、50%×3種類、70%×3種類)とした、セルにひずみゲージを1セル×4本設置、セルの拘束防止のため荷重盤上下にグリスを塗る、圧縮強度試験機にセルを設置、その後変位計、ひずみゲージ、荷重計を設置しデーターを取る。

(2) 圧縮強度試験結果 八戸ローム(70%、50%、38%)における変位量の結果である。軸ひずみ10%のときの応力で比較してみる。含水比70%の場合軸ひずみ10%のとき応力0.1Mpaであり、含水比が50%では、1Mpa、38%では約0.8Mpaであった。砂の場合、相対密度0.8の場合約0.5Mpa、相対密度0.9では0.3Mpaであった。八戸ロームと比較するとほぼ等しい値となっている事が分かる。一方、碎石では約8Mpaとなっており八戸ローム、砂と比較すると、約8倍の強度がある事が分かる。このことから分かるように、現在現場施工で使用されている地盤材料は碎石であり碎石は現場施工において十分な強度を持った地盤材料であり現在の現場施工方法は有効であることが分かった。この圧縮強度試験ではセル1つのみの強度を計測したが、実際に現場で用いられているジオウエッは一段でセルが37個結合されて入っているそのため今回の実験の37倍以上の強度があるものと考えられる事ができる。

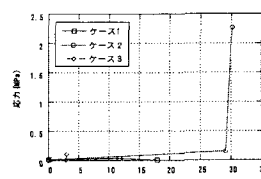


図-9 (八戸ローム含水比80%)

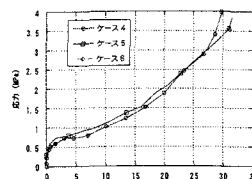


図-10 (八戸ローム含水比50%)

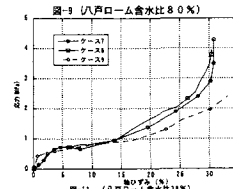


図-11 (八戸ローム含水比38%)

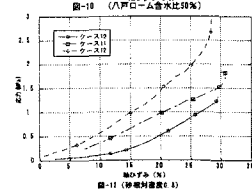


図-12 (砂相対密度0.8)

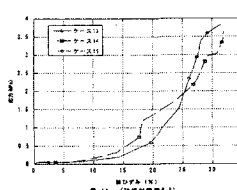


図-13 (砂相対密度0.9)

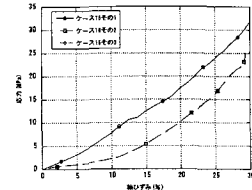


図-14 (碎石)

5. 結論

遠心模型実験、摩擦試験、圧縮強度試験結果よりセルの列数は3列が妥当でありすべての本実験にて用いた地盤材料において摩擦力が充分あり、安定性を確認する事ができた。また、中詰め材も碎石以外にも利用可能である事が確認され、このことより現地発生土を現場施工に用いる事が可能であることが分かった。また、従来の設計ガイドライン⁽¹⁾には粒度調整碎石を使用する場合、限界高さ7m、砂を使用する場合、限界高さ5m、粘土を使用する場合、限界高さ5mとされていたが今回のセルの摩擦試験、圧縮強度試験の結果より、ジオウエッ擁壁の限界高さは、粒度調整碎石を使用する場合、限界高さ10m砂を使用する場合、限界高さ7m粘土を使用する場合、限界高さ8mと壁高を従来よりも高く積み重ねられる事が確認された。このことより、従来の施工よりさらなる大規模工事が可能になるものと考えている。

6. 参考文献

- (1) 株式会社ウエスコット：GEOWEB 設計ガイドライン