

サイゴン川河岸斜面における表層改良厚と安全率の関係

立命館大学 ○山戸貴嗣
 立命館大学院 大矢綾香
 立命館大学院 飯田 悟
 立命館大学 首藤祐介
 立命館大学 藤本将光
 立命館大学 深川良一

1. はじめに：ベトナム・ホーチミン市を流れるサイゴン川の流域では、近年、河岸斜面の崩壊により付近の家屋や構造物に甚大な被害が生じている。現在は、コンクリート等で順次護岸対策がなされているが、対象とする河岸の延長距離が長いため、効果的で経済的な対策が求められている。

本研究では、現地発生材をイメージして構成された改良土の三軸圧縮試験により、力学特性と強度定数を求めた。また、得られた強度定数を用いて数値シミュレーションを行い、その中でも改良土の厚さと斜面の変形および安全率との関係に着目し、結果の考察を行った。

2. 改良土の三軸圧縮試験：改良土の配合比を表1に示す。本研究では、まず三軸圧縮試験を行い、粉殻灰、生石灰、稲わらが強度と破壊ひずみに及ぼす影響を調べた。三軸圧縮試験は \overline{CU} 試験で実施した。改良土に用いる材料の配合比を変え、試験1から4の計4パターンの改良土に対して試験を実施した。それぞれの圧密圧力を表2に示す。また一例として試験4に対する応力-ひずみ曲線と有効応力経路を図2、図3にそれぞれ示す。

三軸圧縮試験の結果より、試験1と試験2、試験4のいずれにおいても、応力は緩やかに増加し、終了条件である圧縮ひずみ15%を超えても降伏点を確認できなかった。試験3は応力が最も大きい結果となったが、破壊ひずみが著しく低いという結果となった。稲わらを加えた試験4は4つの試験の中で最もバランスのとれた結果となり、生石灰と稲わらによって強度が増加していることが分かった。

3. FEMによる解析について：本研究ではFEM(PLAXIS)¹⁾を用い、現地の地盤をモデル化し、地盤改良の効果を検証した。構成則は弾完全塑性、降伏基準はMohr-Coulombモデルとし、せん断強度低減法により安全率を推定し

表1 配合条件

	粉殻灰(%)	生石灰(%)	藤森粘土(%)	含水比(%)	稲わら(%)
試験1	10	4	100	55	—
試験2	5	4	100	55	—
試験3	10	5	100	55	—
試験4	10	5	100	55	1

表2 \overline{CU} 試験における圧密圧力

	試験1			試験2,3,4		
圧密圧力 σ_c (kN/m ²)	35	100	165	50	100	150

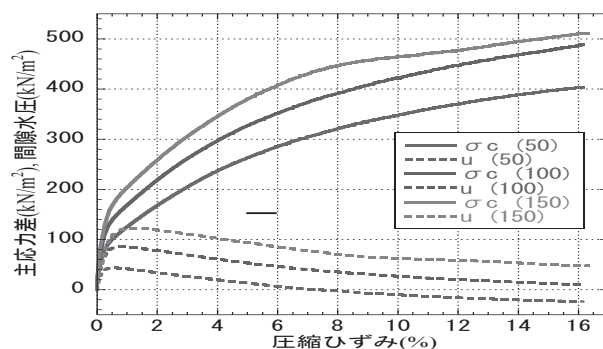


図2 応力-ひずみ曲線(試験4)

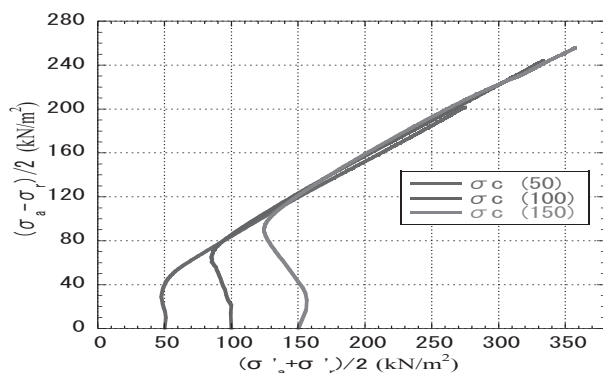


図3 有効応力経路(試験4)

た。また、今回は、静水圧分布で解析を行うため、水の流れの影響を考慮していない。モデル斜面を図4に、解析パラメータを表3にそれぞれ示す。解析パラメータは現地調査と改良土の三軸圧縮試験に基づき設定した。改良方法は、図5に示すように第1層を4m、6m、8m、10mと大きくしていきながら30°に切り取り、斜面と同等の厚さの改良土を被せた。斜面を切り取る角度は、モデル斜面に近い形で改良するため30°とした。改良による安全率の変化を表4に示す。なお、改良する前の安全率は1.047である。また、試験4の変位の解析結果を図6に示す。

解析結果より、試験2の一部と試験3の全ての場合において、自立することができず、重力裁荷の段階で崩壊した。しかし、試験4では安全率に改善が見られた。改良土の厚さの大きい方が安全率は高く、安定性は増すことが分かった。解析パラメータに着目すると、三軸圧縮試験で得られた内部摩擦角は4つの試験とも大きな差は見られ

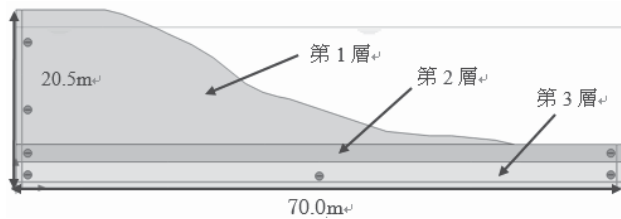


図4 モデル斜面

表3 解析パラメータ

パラメータ	第1層	第2層	第3層	試験1	試験2	試験3	試験4
湿潤単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	14.7	20.7	20.7	15.8	15.9	16.2	15.8
飽和単位体積重量 γ_{sat} (kN/m ³)	15.7	20.7	21.1	16	16	16.2	15.9
ヤング係数 E (MN/m ²)	36.3	64.4	64.4	6	4	18.1	28.2
ポアソン比	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
粘着力 c' (kN/m ²)	10.8	36.3	9.8	10.9	7.3	1.5	17.9
内部摩擦角 ϕ' (deg)	4.4	15.7	28.1	31.8	32.2	35.7	33.9
ダイレイタンス角 ψ (deg)	0	0	0	0	0	0	0

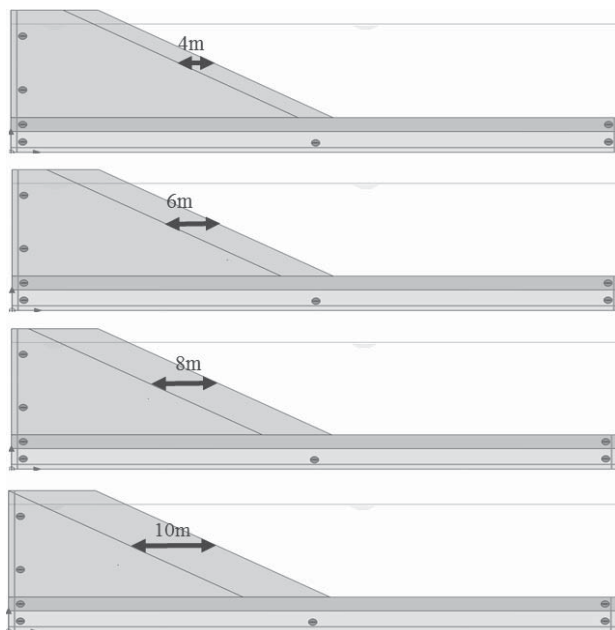


図5 改良土の厚さ (4m~10m)

表4 安全率の変化

		改良範囲(m)			
		4	6	8	10
安全率	試験1	0.991	1.012	1.038	1.070
	試験2	崩壊	崩壊	0.984	1.015
	試験3	崩壊			
	試験4	1.053	1.100	1.148	1.199

なかつたが、粘着力には差が見られた。そのため、粘着力の低い試験2と試験3が崩壊していることから、今回の結果では、粘着力が斜面の安全率に大きく影響を与えていると判断できる。試験4には稲わらが改良材として加えられており、稲わらが改良土の粘着力の増大に寄与しているのであろう。

4. おわりに:本研究では、改良土の三軸圧縮試験を実施し、強度定数を求めた。得られた強度定数を用い、実地盤に適用した際の改良効果の検証を行った。解析結果より稲わらの有無の改良土の粘着力と斜面の安全率への影響が示唆されたことから、今後は稲わらの量や長さで改良土の三軸力学特性について精査する必要がある。

参考文献

- 1) Plaxis : Plaxis 2D Reference manual.

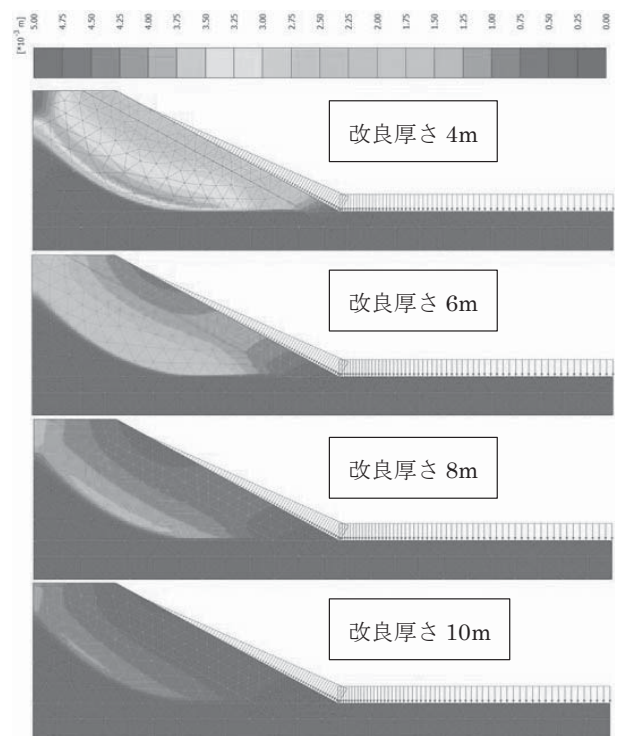


図6 変位の解析結果 (試験4)