

深層混合処理工法で対策した地盤の掘削時挙動を再現した遠心模型実験

独立行政法人土木研究所

正会員 ○大平 久和

//

//

橋本 聖

DJM 工法研究会

//

野津 光夫

1. はじめに

深層混合処理工法を施した安定検討に際して、一般に円弧すべりによる安定確保を原則としている¹⁾。しかし図-1のような河川改修等の開削工事における法面安定に適用した場合、すべり安全率を満足しても、掘削法面の改良杭が時間経過と共に傾いたり、法面が崩壊するケースがある（掘削時特有の長期安定問題）。そのため実際の工事では、改良列数を多くしたり、高改良率によって対応している。今後は現状にあった設計法の確立が望まれており、今回その基礎資料を得るための遠心実験を行った。（図-1 参照）。

2. 実験 CASE および実験方法

(1) 模型地盤の事前検討

想定する地盤は、通常のカスを考え、 $c=10\text{kPa}$ 程度の過圧粘性土地盤とした。模型地盤の事前検討は、Janbu の安定図表²⁾と斜面安定計算（COSTANA ver10.1d）を用いて行った（表-1 参照）。

(2) 模型地盤の作製

（以下、図-2、図-3 参照）

基礎地盤は、相対密度 D_r を 50% に想定し豊浦砂を用いて作製した。軟弱地盤は、カリソ ASP100 を含水比 $w=100\%$ に調整し使用した。最終圧密圧力は、開削実験開始時に所定の粘着力（ $c=10\text{kPa}$ ）を満足するため、応力開放に伴う地盤強度減少を考慮し、目標粘着力の 1.5 倍に相当する 60kPa に設定した。作製した模型地盤は、予備圧密終了時と開削模型実験終了時にベーンせん断試験と含水比の計測を行い、所定の値に達していることを確認した（深さ $d=2\text{cm}$: $c=12\text{kPa}$, $d=5\text{cm}$: 12.3kPa , $d=8\text{cm}$: 10.8kPa ）

(3) 改良杭の作製（目標強度： $q_u=400\text{kPa}$ ）

改良杭の配合は、配合試験により重量比カリソ ASP100：豊浦砂 5 号：セメント系固化剤：水 = 100：148：122：370 に決定した。改良杭の強度は、模型実験直前に一軸圧縮試験を行い、所定の値に達していることを確認した。改良杭は、模型地盤の圧密終了後、削孔し挿入した。

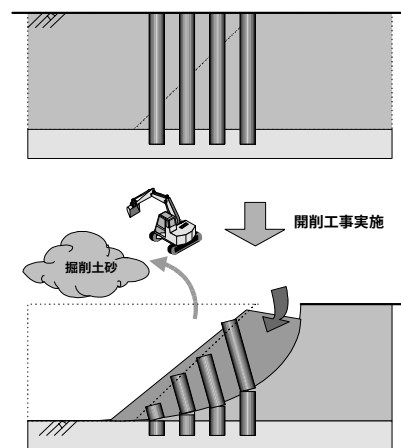


図-1 改良柱体の将棋倒し現象

表-1 実験 CASE 概要と事前検討結果

名称	模型地盤の仕様				安定検討（安全率）				
	掘削高 (m)	掘削勾配	改良率 (%)	改良体の配置	目標安全率	Janbu の安定図表	評価	円弧すべり	評価
CASE1	4.0	1:1.0	(無改良)	—	1.25	0.781	NG	0.735	NG
CASE2			30.6	千鳥配置(3列)	1.25	—	-	2.853	OK

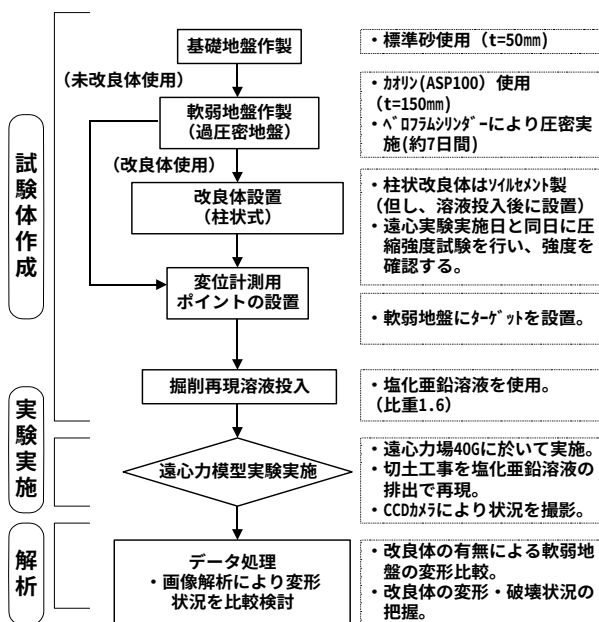


図-2 実験手順フロー

キーワード：深層混合処理工法、開削工事、遠心模型実験

連絡先：〒305-8561 茨城県つくば市南原 1-6 TEL:0298-79-6700（代） FAX:0298-79-6799

3. 実験結果

模型地盤掘削は、遠心力場 40G に達した段階で行った。今回作製した模型地盤 (H=10cm) は、40G 場において掘削深度 4m に相当する。1 日平均 100m³ の掘削工事を想定し、塩化亜鉛水溶液の引抜きスピードは 42ml/s とした。40G 場に換算すると、平均掘削スピードは、1.2m/日に相当する。なお以下はすべて実スケールで記述する。

(1) 模型地盤および改良杭の変形・崩壊

1) CASE1…軟弱地盤の変形は、掘削開始直後から掘削深さ約 2.5m に達する直前まで起こらなかった。軟弱地盤の亀裂は、掘削深さ約 2.5m に達した付近から天端面（法肩より 2.5m 付近）に発生し、その後斜面先破壊が起こり、掘削終了時に変形および破壊は終了した（図-4 参照）。

2) CASE2…軟弱地盤および改良杭の変形は、掘削深さ約 2.5m に達する直前まで起こらなかった。軟弱地盤の亀裂は、掘削深さ約 2.5m に達した付近から軟弱地盤天端（法肩より 1m 付近）に発生した。改良杭は、根入れ下端を中心とした若干の傾きを生じ、根入れ部の境界付近に曲げを含めたせん断応力を受け始めている（図-5 参照）。その後、亀裂が拡大し、掘削完了後 7 日目まで継続した。この時法面は、若干の変形は見られたが、その後 1 ヶ月放置しても法面崩壊には至らなかった。（図-6 に模型スケールでの改良杭頭変位を示す）。

5. 考 察

今回の開削模型実験において CASE2 の円弧すべり計算結果 ($F_s=2.853$) と実験結果 (地盤の変形状況) は、必ずしも一致しなかった。この要因は、模型実験の結果、改良杭が曲げ変形、転倒、せん断応力を受けているのに対し、従来の法面安定の設計では、杭と地盤の平均せん断強度を持つ複合地盤として検討が行われている点が挙げられる。このような掘削問題では、円弧すべり計算による評価のみならず、改良杭の変形に着目した新しい設計方法の必要性が認められる。今後の研究手法を探求して行きたい。

<参考文献>

- 1) (財) 土木研究センター：陸上工事における深層混合処理工法 設計・施工マニュアル (H11.6)
2) (社) 土質工学会：土質工学ハンドブック (1982 年度版) pp. 244～256

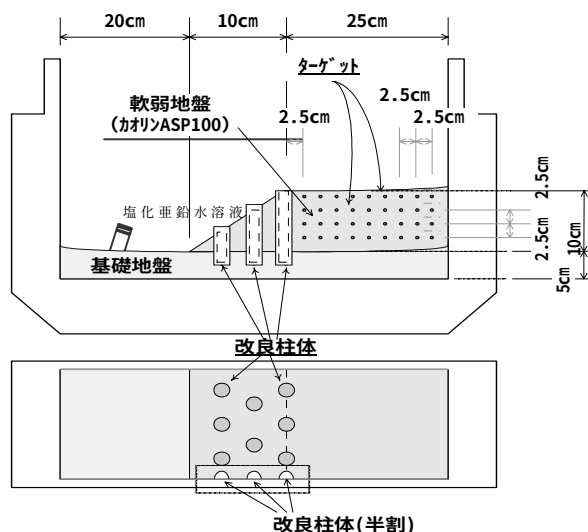


圖-3 模型地盤平断面図

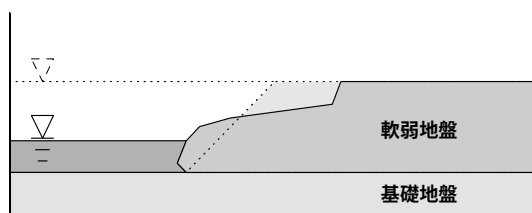


図-4 法面崩壊時の形状 (CASE1)

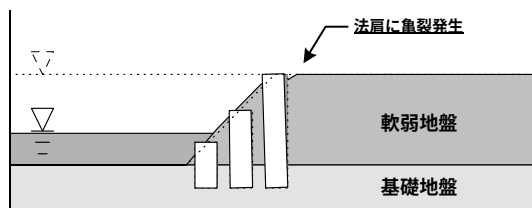


図-5 法肩部の亀裂発生時の形状

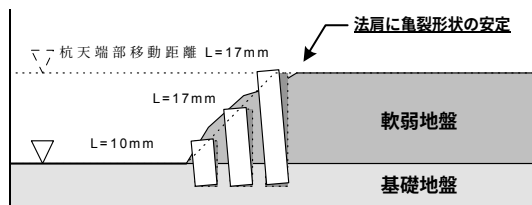


図-6 法肩部の亀裂安定時の形状(CASE2)
(掘削終了後7日目)