

## 固化系液状化対策工における地盤免震設計法

(株)大林組 正会員 伊藤 浩二  
同 上 正会員 大内 一

### 1. 目的

地震時の液状化が予想される軟弱地盤に建設される構造物では、構造物周辺と直下の液状化地盤の下端深度まで、深層混合処理等の固化系の液状化対策が実施される場合がある。固化系の液状化対策の設計では、改良体の滑動に関する外的安定の確保から、水平方向、深度方向に広範囲の対策が必要となる。固化系の液状化対策では、改良体の滑動安全率に関する外的安定の拘束を緩和し、改良体の地震時滑動量を要求性能として滑動を許容する設計が考えられ、その結果、一種の地盤免震効果が期待できる。

本研究では、改良体の滑動を許容した固化系の液状化対策工に関して、遠心力模型振動実験と地震応答解析により本工法の効果を把握するとともに、地盤免震を考慮した固化系の液状化対策工の設計法を提示した。

### 2. 遠心力模型実験

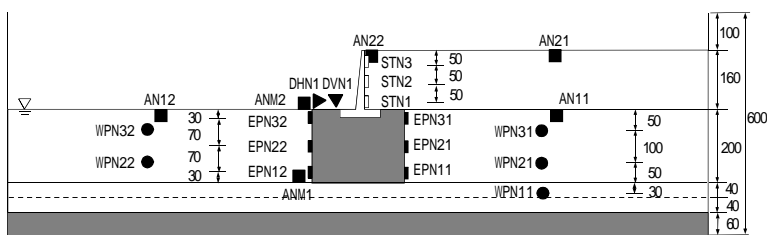
表1に実験ケース、図1にCase1の模型地盤と計器配置を示す。実験では、固化系の液状化対策を想定した改良体と逆T型擁壁を対象とし、剛土槽(1900×800×600mm)に仕切板を設置し1つの土槽で改良形式、改良深度が異なる2ケースを同時に加振した。遠心加速度は50Gとし、図1には模型縮尺1/50の寸法を示す。

擁壁背後地盤と原地盤(Dr = 60%)、支持地盤(Dr = 100%)は珪砂6号、模型地盤底部は碎石、間隙水は50cStのシリコンオイルを用いた。改良体は、原地盤の飽和密度と等しくなるように重量調整したアルミ製の函体(250×400×200, 160mm)とし、擁壁と改良体は一体とした。入力波は振動数60Hz、加速度振幅10G、波数20波の正弦波とした。

図2に各ケースの改良体の滑動安全率と実験で得られた滑動量の関係を示す。ここで根入型のCase3では、改良体直下の支持地盤で準液状化となり、滑動安全率1.16であるものの14.6mm

表1 実験ケース

加振ケース	実験ケース	改良形式	支持地盤層厚 (m)	液状化層厚 (m)	改良深度 (m)	根入長 (m)	滑動安全率
加振1	Case 1	着底型	2	10	10	0	0.66
	Case 2	残置型	2	10	8	-	0.50
加振2	Case 3	根入型	4	8	10	2	1.16
	Case 4	着底型	4	8	8	0	0.73
備考			背後地盤層厚8 m、改良幅12.5 m、 $k_h = 0.2$				



(断面図、Case 1、着底型)

図1 模型地盤と計器配置

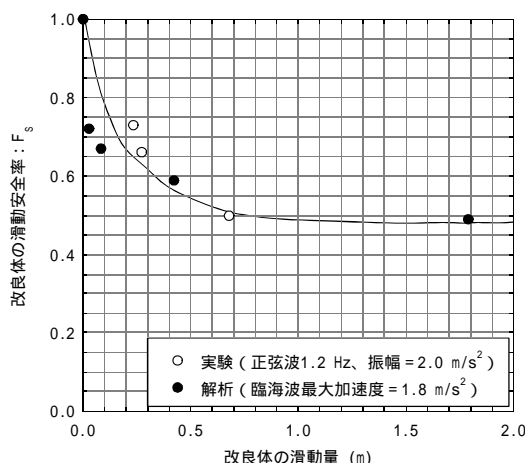


図2 滑動安全率と滑動量

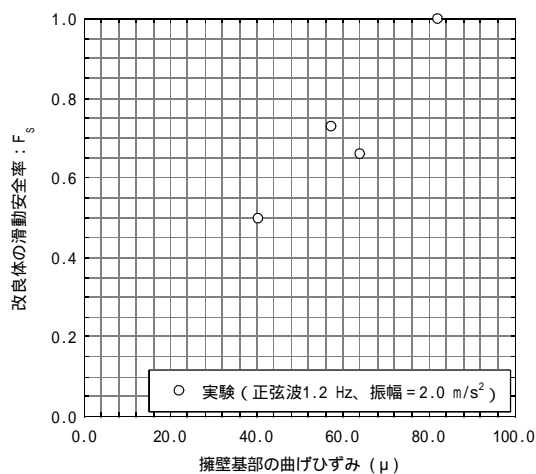


図3 滑動安全率と曲げひずみ

キーワード 液状化対策, 深層混合処理, 遠心力模型実験, 地震応答解析

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組技術研究所 TEL 0424-95-1103

の滑動が生じた。したがって、図2の各ケースの滑動量はCase3で基準化している。図2は、根入型、着底型、残置型の改良体の滑動量を要求性能とした場合の設計水平震度の低減係数を設定する簡易チャートに相当するものである。

図3に改良体の滑動安全率と擁壁基部の曲げひずみの関係を示す。曲げひずみは、改良体の滑動を許容することにより低減される。

3. 地震応答解析

図2の改良体の滑動安全率と滑動量の関係を補間するために、簡便な地震応答解析を行った。図4に滑動量を算定した解析ケース、図5にCase2の解析モデルを示す。解析では、改良体の並進のみを許容し、擁壁土圧合力、改良体、擁壁、背後地盤慣性力を集中質量、背後地盤重量による分布荷重を改良体底面の初期せん断力で考慮した簡便なモデルとした。並進ばねの復元力特性は、最大滑動抵抗力を有する剛塑性ばねとした。図2に改良体の滑動安全率と解析で得られた滑動量の関係を示す。解析結果は、遠心実験結果と同様に、改良体の滑動安全率の低下と共に滑動量が増加する。

4. 地盤免震設計法

図7の逆T型擁壁に対して、従来法から得られる根入型と着底型、残置型の滑動安全率 $F_s$ と改良幅Bの関係を図6に示す。

図2より、改良体の要求性能として許容滑動量を20cm、50cmと設定した場合、改良体の滑動安全率は、それぞれ約0.7、0.5である。したがって、図6より、着底型の地盤改良を想定した場合、従来法の着底型(許容滑動量0cm)で $B = 22.0m$ 、免震化の着底型(許容滑動量20cm)で $B = 13.7m$ 、免震化の残置型(許容滑動量50cm)で $B = 14.7m$ となる。図7に従来法、着底型、残置型で得られた改良範囲を示す。改良数量は、免震化で従来法の約50~60%に低減される。

地盤免震を考慮した改良体の地震時滑動力(動土水圧、改良体慣性力)は、図2で設定する改良体の要求性能の許容滑動量に応じた設計水平震度の低減係数を用いて算定される。

5. まとめ

- 1) 改良体の滑動を許容した地盤免震により、改良体の地震時滑動力、躯体ひずみを低減できることを確認した。
- 2) 模型実験、地震応答解析から得られた改良体の滑動安全率(設計水平震度の低減係数)と滑動量の関係と従来設計法を組み合わせた地盤免震設計法を提示した。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所(1999): 液状化対策工法設計・施工マニュアル(案), 共同研究報告書, 第186号, pp.109~135.
- 2) 松尾修, 岡村未対, 田本修一(2000): 法先固化改良による盛土の耐震対策効果に関する動的遠心模型実験報告書, 土木研究所資料, 第3688号.

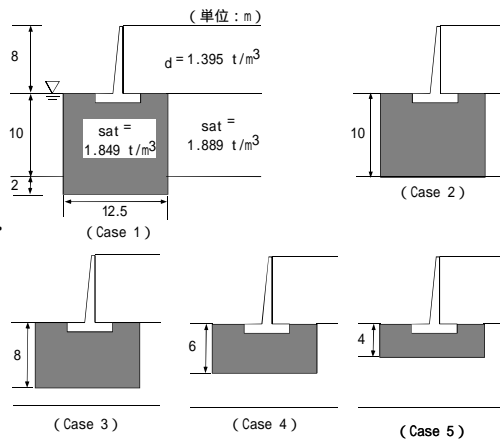


図4 解析ケース

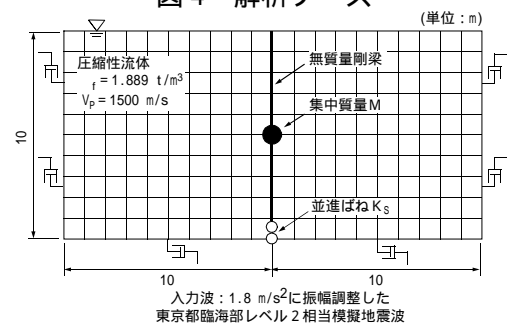


図5 解析モデル

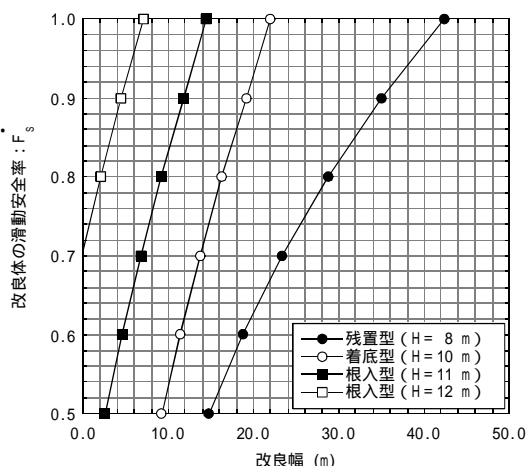


図6 滑動安全率と改良幅

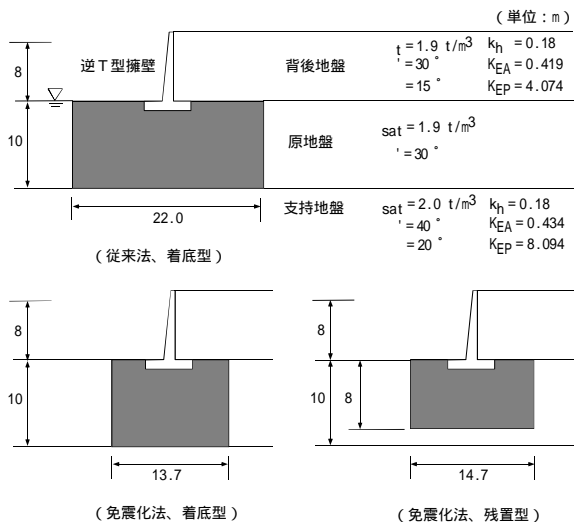


図7 改良範囲の比較