

東京電機大学 学生員 出野智之

東京電機大学 正会員 安田 進

東京電機大学 学生員 宇田将人 櫻井裕一

1. はじめに

河川堤防は過去の地震によって液状化に起因して、天端の沈下やクラック発生などの被害を受けてきた。そして、これからも地震によって被害を受けることが予想される。そしてこれを防ぐには、何らかの液状化対策を施す必要がある。その1つとして地盤固化改良工法がとりあげられ、その効果について松尾らによって遠心载荷実験が行われた¹⁾。

そしてここでは、遠心载荷実験で行われているモデルに対して、最近筆者達が検討している残留変形解析方法“ALID”²⁾ (Analysis for Liquefaction Induced Deformation) を用いて、地盤固化改良工法の効果が解析でも得られるかどうか検討を行った。

2. 解析方法

ALID で用いている解析方法の概要を以下に示す。

- 1) 解析対象とする地盤の地層区分、推定液状化層の区分等に従い、2次元の有限要素メッシュを用意する。
- 2) 地盤の初期物性値を決定し自重解析を行い、地盤の初期応力と初期変形量を求める。
- 3) 液状化後の地盤の物性を室内試験から求め、同じ FEM モデルに対して、自重解析時の応力状態を保持したまま、物性だけを変化させて変形解析を行う。
- 4) 液状化後の解析と初期の解析で得られた変形量の差分をもって、地震時の地盤沈下量としている。

3. 解析断面および解析条件

遠心载荷実験で行われたモデルを実寸に換算すると深さ 13m、幅 75m の地盤上に高さ 5m で作成されている。地盤は、0.5m の排水層が最低部に設けられ、その上部に珪砂あるいは粘土の非液状化層 (4.5m) が設けられ、さらにその上部に緩い江戸崎砂の層 (液状化対象層) が 8.0m 設けられている。この地盤に対し、法尻から 3

表-1 解析条件

ケースNo.	改良体幅 (m)					地下水位 (m)		入力波			支持層		掘入れ深さ (m)	
	0	3	6	10	15	0	-1.8	大	中	小	砂	粘土	0.5	2.5
1	○						○	○			○			○
2		○					○	○			○			○
3			○				○	○			○			○
4				○			○	○			○			○
5					○		○	○			○			○
6				○			○		○		○			○
7	○						○		○		○			○
8				○			○	○			○			○
9				○			○	○			○	○		○
10	○					○				○	○		○	○
11			○			○				○	○		○	○

～15m の幅で改良体が設置されている。その深さは 8.5m、10.5m である。解析ではこれを有限要素にモデル化した。堤防および改良体の沈下がうまく表現出来るよう薄層のジョイント要素を導入している。そしてこのモデルに対して、表-1 に示すような条件で解析を行った。解析を行うにあたって液状化に伴うせん断剛性低下率は、既後の試験結果³⁾から求めた。また、盛土のせん断剛性低下率は、液状化層の 10 倍 (ケース A) 及び堤体の常時のせん断剛性の 1/10 (ケース D) の 2 つのケースを仮定した。

4. 解析結果

解析結果と実験結果を表-2 に示し、そして代表的な変形図としてケース No.1,4 を図-1,2 に示す。また、天端沈下量の比較図を図-3 に示す。無対策であるケース No.1 の変形図をみると、盛土は最大で約 2.5m も沈下し、ほとんど元の形をなしていない。そして、沈下した盛土は側方に流れ出し、法面が盛り上がるという結果となった。ケース No.2,3,4,5 の場合では、改良体が設置してあることで盛土の沈下を防ぎ、また側方に押し出される土を防ぐことで沈下量はかなり減少する結果となった。改良体の幅が 3m, 6m, 10m と大きくなるに

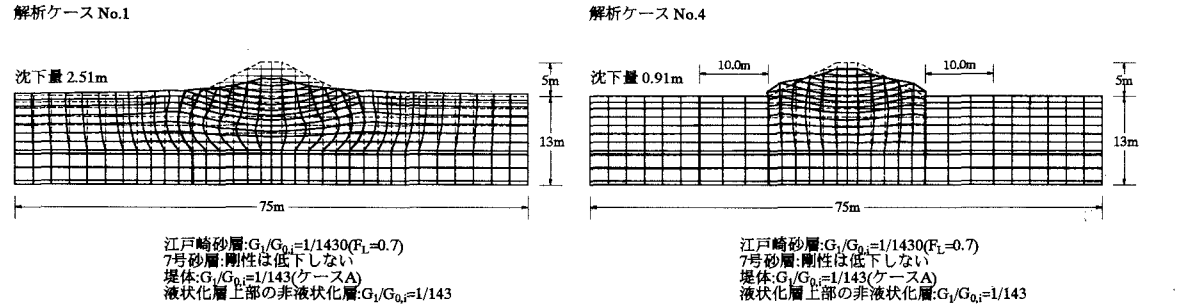
キーワード：液状化、解析、沈下、堤防、地震

連絡先：〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 TEL 0492-96-2911(2748) FAX 0492-96-6501

つれ徐々に沈下量が減少し、改良体の幅の影響が現れている。ただし、15m の場合では 10m の場合とほとんど沈下量の変化はなく、これ以上幅を広げても効果はないという結果となった。ケース No.6,7 はケース No.3,1 と同様なモデルである。しかし、地震波が小さくなっているため多少盛土の沈下量は減少している。また、改良体を設置した場合ではより沈下量が減少する結果となった。ケース No.8,9 場合では、ケース No.4 より支持層への根入れ深さが 2m 少ない。そのため改良体が移動し易くなり、側方へ押し出される土が増加し沈下量が増加するかと考えていたが、根入れ深さが 0.5m であっても支持層に固定されているため、それほど沈下量増加の影響はなかった。ケース No.10,11 は地下水位が地表面まであり、盛土の低部には 1m の碎石層を設けている。碎石層を設けてある理由は、実験を行う際に盛土が地盤から水を吸い上げ、軟弱化するのを防ぐためである。地下水位が地表面までであるため盛土は深く沈下しているが、盛土自体はあまり変形していない。そして盛土が沈下したために法面が盛り上がる結果となった。改良体は下部だけが移動し、上部はほとんど動いていないことが見てわかる。

表-2 解析結果と実験結果

ケースNo.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
解析結果(m)	ケースA	2.51	1.24	1.13	0.91	0.90	0.95	2.39	0.99	1.07	2.12	0.18
	ケースD	1.47	0.39	0.38	0.18	0.18	0.23	1.36	0.23	0.25	1.57	0.08
実験結果(m)		2.3	-	1.39	1.28	-	0.84	1.44	1.91	1.59	1.19	1.29



5. まとめ

河川堤防を対象とし、地盤固化改良工法を行ったモデルに対して解析を行った結果、以下のようなことがわかった。

- (1) 実験では改良体を設置することにより天端の沈下量が減り、その幅が大きくなると沈下量は小さくなっているが、解析においてもその傾向が得られた。
- (2) 実験値と解析値を比べると、ケース A ではかなり良く一致し、ケース D では解析値が小さくなった。堤体のせん断剛性低下率に関して、今後さらに検討していく予定である。

なお、本研究は、(財)国土開発技術研究センターの研究の一環として行ったものである。関係者各位に感謝する次第である。

【参考文献】

1) 松尾 修, 岡村未対, 堤 達也, 斎藤 由紀子: 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, 1999, 3

2) 安田 進, 吉田 望, 安達 健司, 規矩 大義, 五瀬 伸吾, 増田 民夫: 液化化に伴う流動の簡易評価法, 土木学会論文集, No.638, III-49, pp71-89, 1999, 12

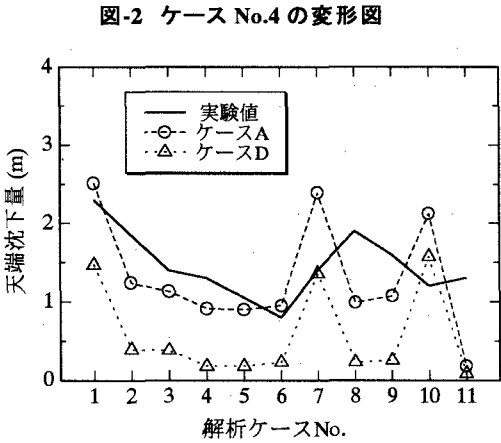


図-3 天端沈下量の比較図