

格子状固結工法における固化体の壁厚の影響

大林組 正会員 ○伊藤 浩二
同 上 正会員 松田 隆

1. 目的

地震時の液状化が予想される地盤の液状化対策である深層混合処理による格子状固結工法では、固化体の外的安定および内的安定の確保により設計されるが、大きな地震力の場合では水平方向に広範囲の対策が必要となる場合が多い。例えば、堤防等の土構造物では、固化体の外的安定において、地震後の残留変位を許容して経済化が図られている¹⁾。同様に、格子状固結工法の固化体の内的安定においても、内部応力を考慮した耐液状化効果の評価によりさらなる経済化の可能性が考えられる。本研究では、固化体の非線形性を考慮した格子状固結工法の有効応力解析を行い、固化体の壁厚が耐液状化効果に及ぼす影響を検討した。

2. 条件

図1に検討モデルと主な定数を示す。固化体では、液状化層厚 $H=10\text{m}$ 、格子間隔 $L=5\text{m}$ 、格子寸法比 $L/H=0.5$ 、格子状固化体と格子内部土で構成される1格子ユニットの改良地盤を対象とし、壁厚を面外壁で0.5、1、2m、面内壁で0.25、0.5、1mの3ケースとした。

図2に固化体で仮定した主な材料定数²⁾と応力-ひずみ関係^{3)、4)}、図3に入力波を示す。入力波は振動数1Hz、波数5波、前後テーパー4波、振幅2、 3m/s^2 の正弦波とし、固化体の面外壁、面内壁を積層シェル要素(層数10)、周辺地盤、格子内部土を立体要素とし、左右を繰返し境界、前面と背面を面外拘束、底面を固定(回転自由)とした。

3. 耐液状化効果

図4~6に入力加速度 3m/s^2 における側方地盤と固化体の変位(DGとDC)、側方地盤と格子内部土の過剰間隙水圧比(PGとPC)、面外壁の格子内部土側積層の鉛直応力(SC)と鉛直ひずみ(EC)の時刻歴を示す。面外壁2mの格子内部土では、既往の設計⁵⁾で期待する $L/H=0.5$ における耐液状化効果(入力加速度 2m/s^2 で過剰間隙水圧比0.2~0.4)と比較して、過剰間隙水圧比が0.75まで増加するものの液状化は生じていない。一方で、面外壁1、0.5mと壁厚が小さくなるに伴い、格子内部土では、側方地盤と同様に過剰間隙水圧比が1.0まで増加し耐液状化効果が低下する。

固化体では、壁厚が小さくなるに伴い側方地盤と同様の変位が生じ、残留変位も増加する。面外壁の鉛直応力は、面外壁2mにおいても固化体の引張強度450kPaまで生じ、図2の固化体の引張側の応力-ひずみ関係を反映して、壁厚が小さくなるに伴い引張ひずみ 129μ に対して残留鉛直ひずみが増加する。このような固化体の損傷は、格子内部土の耐液状化効果の低下に影響を及ぼしていると推察され、耐液状化効

キーワード：深層混合処理，液状化，有効応力解析

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 FAX：0424-95-0903

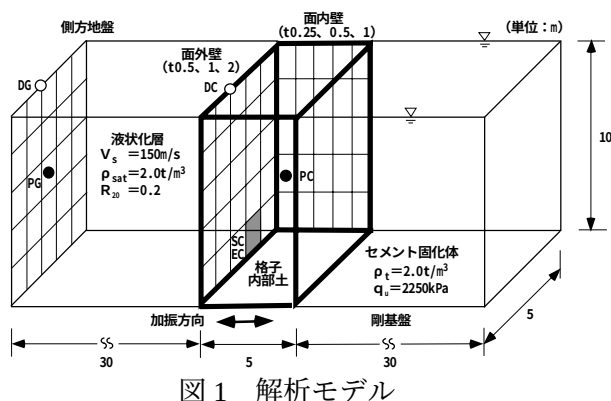


図1 解析モデル

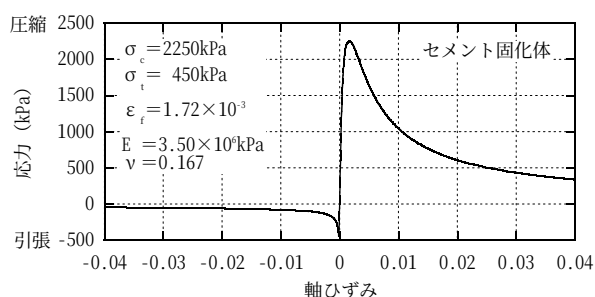


図2 応力-ひずみ関係(一軸圧縮、一軸引張)

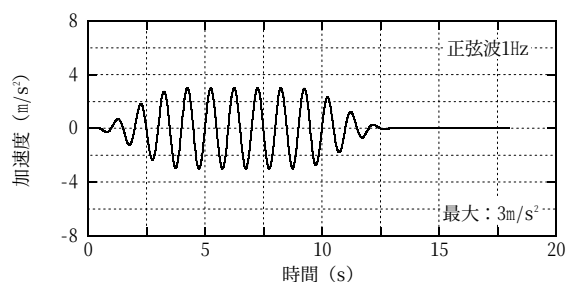


図3 入力波(振幅 3m/s^2 の場合)

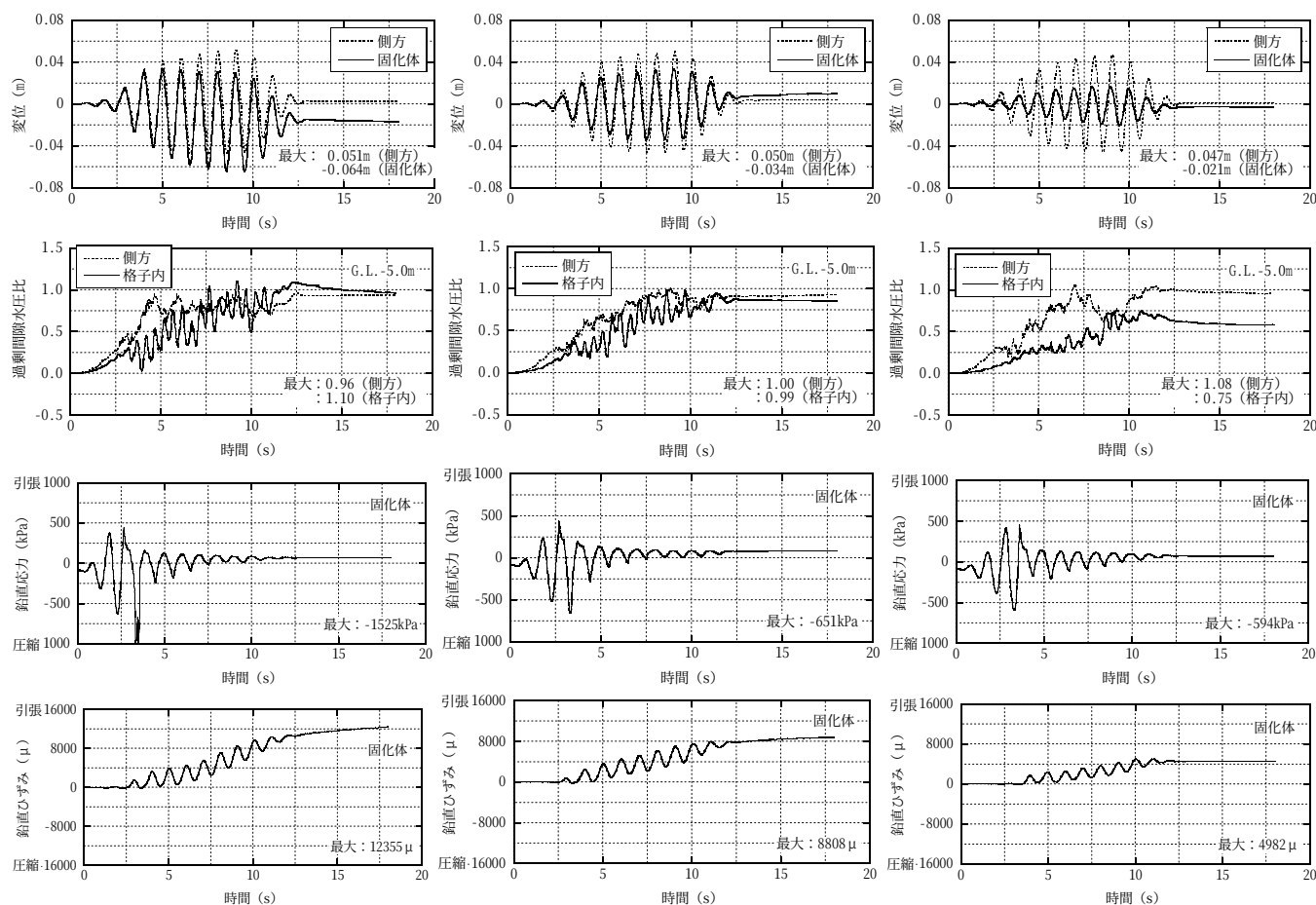


図4 面外壁 0.5m、面内壁 0.25m

果（例えば、格子内部土の平均的な過剰間隙水圧比）を適切に把握するためには、固化体の非線形性を考慮することが必要である。

図7、8に格子内部土の過剰間隙水圧比（PC）と壁厚、固化体の鉛直ひずみ（EC）と壁厚の関係を示す。耐液状化効果の低下では、固化体の壁厚の低減が格子間隔の増加と概ね同様の影響を及ぼすと考えられることから、入力加速度 2m/s^2 では、既往の過剰間隙水圧比と格子寸法比の関係の傾向⁵⁾と整合する。入力加速度 3m/s^2 では、入力加速度 2m/s^2 と比較して耐液状化効果が低下するが、図7より格子内部土を液状化させない壁厚（格子間隔と同義）の設定が可能である。固化体では、入力加速度 2m/s^2 、面外壁 2m の場合を除き残留鉛直ひずみが生じるが、格子内部土の過剰間隙水圧比と同様の傾向であり、図8より固化体の損傷に応じた壁厚（格子間隔と同義）の設定が可能である。

4. まとめ

大きな地震力における格子状固結工法では、内的安定において固化体の非線形性を考慮した耐液状化効果の評価を行なうことにより、外的安定と同様に、目標値（格子内部土の許容過剰間隙水圧比、固化体の地震後の許容損傷度）に応じた経済的な固化体の諸元（壁厚、格子間隔）を設定できる。

参考文献

- 1) Okamura M. and Tamura K.(2004) : Prediction Method for Liquefaction-Induced Settlement of Embankment with Remedial Measure by Deep Mixing Method, S&F, Vol.44, No.4, pp.53-65.
- 2) Namikawa T., Suzuki Y. and Koseki J.(2005) : Seismic Response Analysis of Lattice-Shaped Ground Improvements, Deep Mixing 05, pp.263-271.
- 3) 長沼一洋（1995）：三軸圧縮下のコンクリートの応力～ひずみ関係、日本建築学会構造系論文集、第474号、pp.163-170.
- 4) 長沼一洋、大久保雅章（2000）：繰返し応力下における鉄筋コンクリート板の解析モデル、日本建築学会構造系論文集、第536号、pp.135-142.
- 5) 建設省土木研究所（1999）：共同研究報告書第186号 液状化対策工法設計・施工マニュアル（案）、pp.109-135.

図5 面外壁 1m、面内壁 0.5m

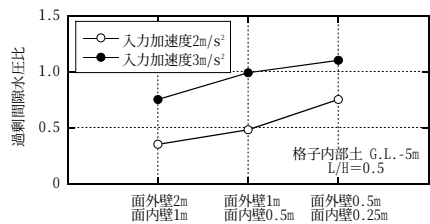


図6 面外壁 2m、面内壁 1m

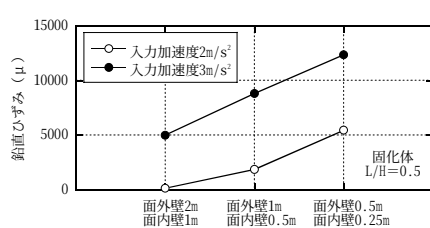


図7 格子内部土の過剰間隙水圧比

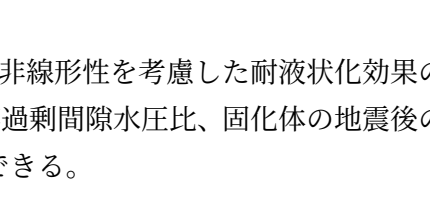


図8 面外壁の鉛直ひずみ