

III-289 グラベルドレーンの有効応力解析と実設計への適用に関する検討

岐阜大学 正会員 ○加藤 満, 岡二三生, 八嶋 厚
(鵜鴻池組)

NKK 正会員 大石 博

(鵜鴻池組 正会員 中島 豊, 吉田幸司, 田中幸芳

1. はじめに 著者らは、FEMとFDMを用いた有効応力液状化解析法(プログラムコード名 "LIQCA")を応用してグラベルドレーン(GD)による改良地盤への適用を試み、提案解析法が観測記録に基づくGD改良地盤の地震時挙動を定量的に再現できることを明らかにした¹⁾。これにより、提案解析法はGDの設計に適用可能であると考えられるが、既往の簡易的な設計法による多くの施工実績や地震時液状化防止事例を勘案すると、提案解析法と既往の設計法による設計結果の比較検討が重要であると考えられる。そこで、本報告では、既往の一設計法にしたがって実際にGDが設計施工された地点について、提案解析法を用いた照査を実施し、考察を加える。

2. 設計の概略と解析方法 検討に用いたモデルは、千葉県市川市における免震構造の集合住宅であり、基礎をおく地盤はGDによって改良してある²⁾。地盤条件などの詳細は文献1)に譲るが、GD打設間隔の決定にはSeedら³⁾による一次元および二次元浸透流解析法が用いられ、GDの直径は40cm、打設間隔は1.5m、改良深さ7.0mとなっている。その際に適用された主な設計条件は、最大水平加速度250gal、許容平均過剰間隙水圧比0.5などである。

ここで、本報告で検証する提案解析法について簡単に述べる。まず、解くべき支配方程式はBiotの二相混合体理論に立脚しており、砂の構成式は著者らの提案している非線形移動硬化型の繰返し弾塑性構成式⁴⁾を用いている。また、GDに向かう三次元的な間隙水の流れについては関口ら⁵⁾の提案しているマクロエレメント法を、ウェルレジスタンスについては田中ら⁶⁾の方法を導入して考慮している。用いた解析モデルを図-1に示す。材料パラメータは、GD施工前に実施された地盤調査結果にしたがって決定した。解析モデルおよび材料パラメータは、観測記録との比較によって提案解析法の妥当性を証明した際に用いたものと同様である。なお、構造物の振動による地盤への影響については免震構造によって除去できると考え、予め自重解析(上

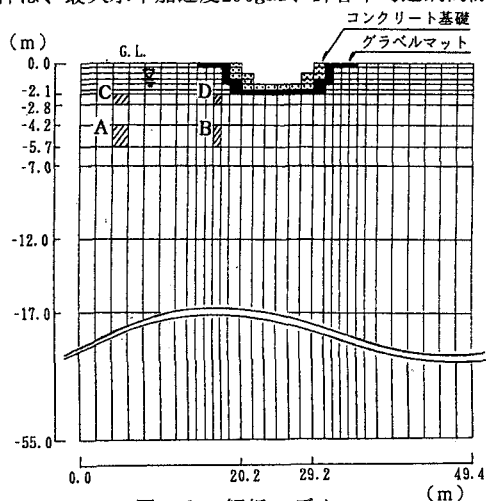


図-1 解析モデル

屋実測重量638.9ton)を実施して地盤中の応力分布を算定した後、基礎コンクリート以外の構造物は除去した。また、入力加速度は、設計実務でしばしば用いられる強震観測記録⁷⁾(大船渡波形と八戸波形)を用い、設計時の条件を勘案して地表面付近で最大250gal程度となるように基盤(GL-55m)から入力した。地震動は時間間隔 $\Delta t = 0.01$ 秒で15秒まで入力し、解析は40秒まで継続した。

3. 解析結果 解析の結果得られた間隙水圧比 u/σ_v' の時刻歴の一例を図-2、図-3に示す。図-2は大船渡波、図-3は八戸波を入力した場合の結果であるが、非改良域で最大間隙水圧比がほぼ1.0に至って液状化している一方で、改良域では最大間隙水圧比が0.3~0.6程度に収まっていることから、許容平均過剰間隙水圧比を0.5として行った設計結果と本解析法による解析結果の関係は概ね良好であるといえる。ただし、解析結果では構造物の下の部分で最大間隙水圧比が0.1~0.3程度と小さくなっており、改良域内における最大間隙水圧比を平均すると0.5よりも小さくなるが、これは、解析では構造物の自重解析によって有効上載圧の増加を考慮したのに対して、設計時にはそれを考慮しなかったためである。なお、解析による改良域の地表面沈下

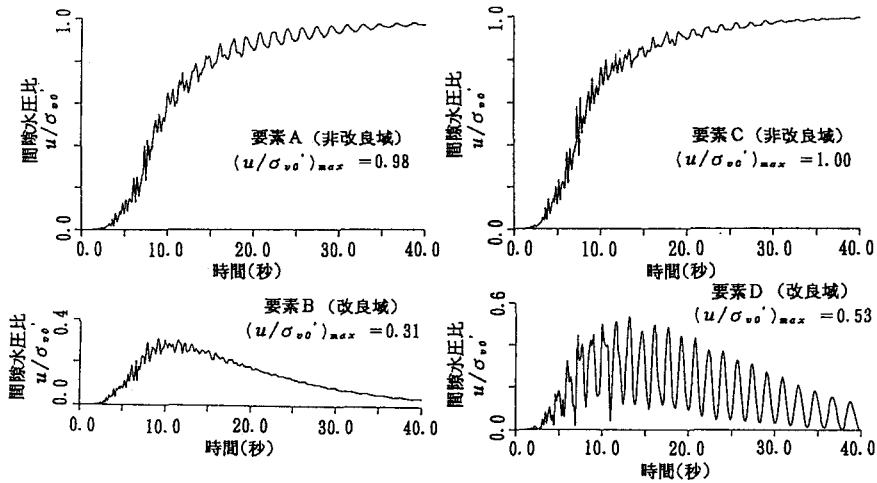


図-2 間隙水圧比の時刻歴(大船渡波形入力)

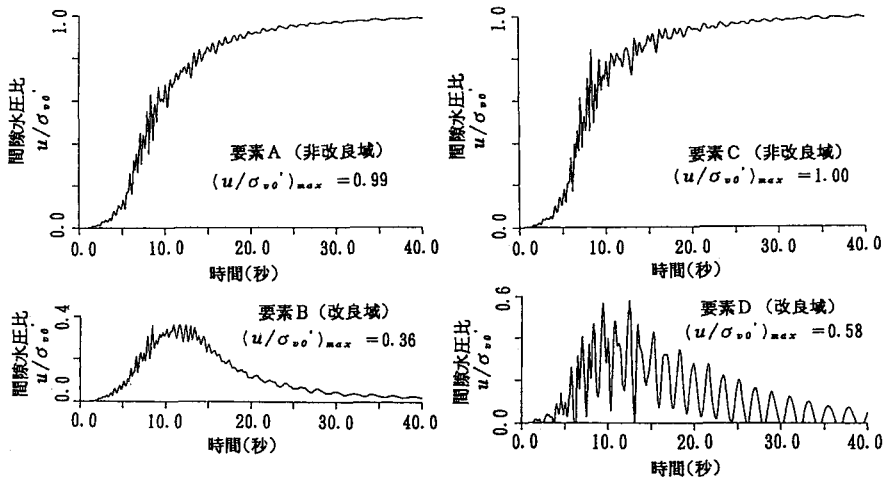


図-3 間隙水圧比の時刻歴(八戸波形入力)

量は1cm程度であった。

4. おわりに 実際にGDが設計施工された地点について、提案解析法が観測記録に基づくGD改良地盤の地震時挙動を定量的に再現できることを確認したうえで、適用事例の多い既往の簡易的な一設計法と解析結果との関係が概ね良好であることを示した。この結果から、提案解析法は、既設構造物や重要構造物の液状化対策としてのGD適用というように、複雑な条件下や詳細な検討が必要となる場合に用いるのが合理的であるといえる。また、提案解析法を未だ十分に明らかとなっていない改良範囲の決定に用いることも考えられるが、この点については今後の課題としたい。

参考文献 1)加藤他:クレーンによる地震時間隙水圧抑制と数値解析による実証,土と基礎,Vol.42, No.4, pp.39-44, 1994. 2)土質工学会編:液状化対策の調査・設計から施工まで, pp.332-336, 1993. 3)Seed, H.B. et al.: Stabilization of potentially liquefiable sand deposits using gravel drain, J. Geotechnical Division, ASCE, Vol.103, No. GT7, pp.757-768, 1977. 4)Okazaki, F. et al.: A constitutive model for sand based on the non-linear kinematic hardening rule and its application, Proc. 10th WCEE, pp.2529-2534, 1992. 5)関口他:クレーン打設地盤の変形解析-マクロ・エレメント法の提案, 第20回土質工学会発表会発表講演集, pp.959-960, 1985. 6)田中他:クレーンによる液状化防止効果-(その2)クレーンによる透水性を考慮した設計法-, 電力中央研究所報告, No.382058, 1983. 7)運輸省港湾局監修:埋立地の液状化対策ハンドブック, 1993.