

III-115

液状化した非改良部から締固め改良部への間隙水圧伝播について

(財)電力中央研究所 正員 田中幸久 正員 小峯秀雄 正員 栃木 均
東京電力(株) 正員 福田聡之 正員 安保秀範

1. はじめに

液状化対策として締固め工法により地盤改良する場合、通常は構造物の近傍を中心にして改良が行なわれる。ところが、構造物の近傍を締固めても液状化した非改良部分から過剰間隙水圧が浸透するため、改良部の間隙水圧はある程度上昇する。浸透による間隙水圧の上昇量が大きければ、改良部の構造物に何らかの影響が生じる可能性がある。液状化した非改良部からの浸透による改良部での間隙水圧上昇の程度は、改良範囲など幾何学的条件の他に地盤の透水係数および体積圧縮係数などの地盤物性値を含む地盤の特性に影響されるため、様々な条件下での間隙水圧上昇量を検討することが重要である。吉見と桑原は、2層地盤を対象とした1次元圧密解析を行い、液状化した下部砂層からの浸透による上部砂層中の過剰間隙水圧上昇量に関する検討を行った¹⁾。本研究では、埋設管に対する合理的締固め範囲を検討する研究^{2)~6)}の一環として、図-1のように平面的に締固め改良部と非改良部が存在する2次元問題を対象とした解析的検討を実施した。

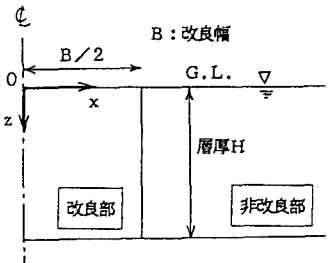


図-1 解析対象とした地盤モデル

2. 解析条件

解析対象とした地盤モデルを図-1に示す。初期条件は、時刻 $t = 0$ において非改良部で完全に液状化した状態(間隙水圧比 $\Gamma_u = 1$)、改良部では過剰間隙水圧が存在しない状態($\Gamma_u = 0$)を設定した。解析には、熱伝導型の圧密方程式に基づく数値解析コード GADFLA⁷⁾を用いた。

3. 解析結果

図-2は、改良部と非改良部における透水係数の比ならびに体積圧縮係数の比を変化させた様々な条件のもとで数値解析を実行し、各ケースについて改良部中心軸上における間隙水圧比の時間的な最大値を示したものである。解析は改良幅比 $\sqrt{k_{DZ}/k_{DX}} \cdot B/H$ (k_{DZ} , k_{DX} : 改良部のそれぞれZ方向、X方向透水係数、B: 改良幅、H: 層厚) が、0.24, 0.48, 0.72, 0.96, 1.20, 1.60, 2.00の場合について実施しているが、図-2には、そのうち0.24, 0.72, 2.00の場合の計算結果を示している。図-2によれば、改良部中心軸上($X = 0$)における間隙水圧比の時間的な最大値は、改良部分と非改良部分の透水係

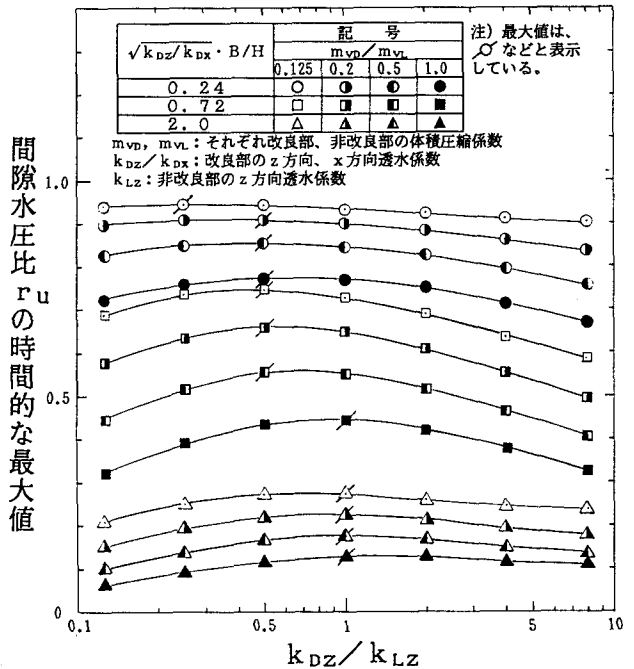


図-2 改良部中心軸上の位置($X=0$, $Z=0.4H$)における間隙水圧比の時間的な最大値に及ぼす透水係数比、体積圧縮係数比および改良幅比の影響

数比 k_{DZ}/k_{LZ} (k_{DZ} 、 k_{LZ} ：それぞれ改良部ならびに非改良部のZ方向透水係数) および改良部分と非改良部分の体積圧縮係数比 m_{VD}/m_{VL} (m_{VD} 、 m_{VL} ：それぞれ改良部ならびに非改良部の体積圧縮係数) の値の影響を受ける。改良幅比と体積圧縮係数比の値を一定にして、透水係数比の値のみを0.125~8.0の範囲で変化させた場合、改良部中心軸上の間隙水圧比には透水係数比が0.25~1.00の間にピークが存在し、透水係数がそれより大きくても小さくても間隙水圧比の時間的な最大値は減少する。つまり、透水係数の大きさに関しては、改良部と非改良部での差が大きいほど有利な結果となる。従って、改良部分の透水性が周辺地盤の透水性より低いことが明らかな場合、改良部の透水性を高めるより、非改良部の透水性を高める方が有利であることになる。

一方、図-2によれば、改良幅比と透水係数比を一定にして、体積圧縮係数比を変化させた場合、体積圧縮係数比 m_{VD}/m_{VL} の値が小さいほど改良部中心軸上の間隙水圧比は大きい。従って、体積

圧縮係数比の値が、どの程度まで小さくなりうるかが、改良部の間隙水圧比の値を評価するうえで重要である。本論文においては、改良部分と非改良部分の体積圧縮係数の比 m_{VD}/m_{VL} の値の範囲として、0.125~1.0を想定すれば、現実的にありうるほぼ全ての場合を網羅できると判断し、その範囲の値を用いて解析しているがその根拠については、文献3)を参照されたい。この場合、前述したように、体積圧縮係数比の値が小さいほど改良部中心軸上の間隙水圧比は大きいので、体積圧縮係数比 m_{VD}/m_{VL} の値が0.125の場合に最大となる。

図-3中の実線は、体積圧縮係数比 $m_{VD}/m_{VL}=0.125$ の条件で、改良部中心軸上の間隙水圧比の時間的最大値の透水係数比に関する最大値を改良幅比に対して示したものである。図-3中の破線は、液状化した非改良地盤中の過剰間隙水圧が時間の経過に伴って低減せず、定常透水状態にある場合の改良地盤中心軸上の水圧分布を示したものである。図中で、破線は実線より上に位置するため、定常透水状態を考えると過大に安全側の評価を与えることがわかる。

参考文献

- 1) Yoshimi, Y. and Kuwabara, F. (1973) : Effects of Subsurface Liquefaction on the Strength of Surface Soil, Soils and Foundations, Vol.13, No2, pp.67-81.
- 2) 栃木均、当麻純一、大友敬三 (1991) : 線状地中構造物の液状化対策の検討(その1)、一振動台実験による締固め改良範囲の確認一、電力中央研究所報告、依頼報告U91501.
- 3) 小峯秀雄、田中幸久 (1991) : 線状地中構造物の液状化対策の検討(その2)、一締固め改良幅の設定方法の提案一、電力中央研究所報告、研究報告U91045.
- 4) 栃木均、当麻純一、大友敬三、田中幸久、小峯秀雄、福田聡之、安保秀範 (1991) : 締固めによる埋設管の液状化対策についての研究(その1)、一振動台実験による浮上り防止効果の検討一、第21回地震工学研究発表会講演概要、pp.249-252.
- 5) 小峯秀雄、田中幸久、栃木均、当麻純一、大友敬三、福田聡之、安保秀範 (1991) : 締固めによる埋設管の液状化対策についての研究(その2)、一小型模型実験による浮上り防止効果の検討一、第21回地震工学研究発表会講演概要、pp.253-256.
- 6) 田中幸久、小峯秀雄、栃木均、当麻純一、大友敬三、福田聡之、安保秀範 (1991) : 締固めによる埋設管の液状化対策についての研究(その3)、一改良範囲の数値解析的検討一、第21回地震工学研究発表会講演概要、pp.257-260.
- 7) Booker, J.R., Rahman, M.S. and Seed, H.B. (1976) : "GADFLEA-A Computer Program for the Analysis of Pore Pressure Generation and Dissipation During Cyclic or Earthquake Loading", EERC 76-24, 1976.

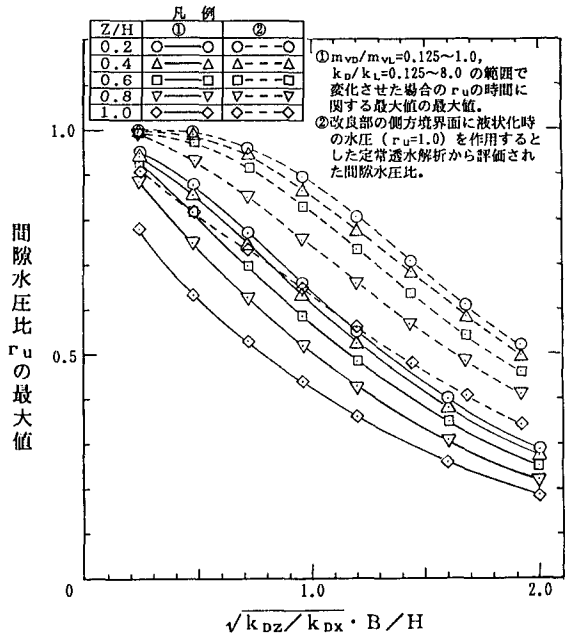


図-3 非常定又は定常解析から評価した改良部中心軸上の各深度における間隙水圧比の最大値に及ぼす改良幅比の影響