

III-A 128

側方流動による地盤の変位量の一推定法（その1）

基礎地盤コンサルタンツ(株) 会員 ○ 音 勇一

基礎地盤コンサルタンツ(株) 寺田 有子 基礎地盤コンサルタンツ(株) 会員 水本 邦男

1. はじめに

液状化に伴う地盤の側方流動による地盤の変位量や杭基礎などの構造物に作用する流動圧を知ることは構造物の耐震設計もしくは耐震補強を行う上で重要な事項である。しかし、側方流動現象に対するメカニズムの解明は十分とはいえず、未だ不明な部分も多く残されているようである。従って、これらの諸量を求める推定法についても確立した方法は無いのが現状であり、観測データの逆解析や室内模型実験などにより鋭意研究が進められている。

本稿ではこの種の問題に対する一つのアプローチとして理論的厳密さは欠けているが比較的容易に地盤の側方流動による地盤の変位予測を行う方法を示し、兵庫県南部地震で観測された六甲アイランドの地盤変位結果を例にとり、その適用性について述べることとする。

2. 推定方法

本推定法では地盤が側方流動を生じる主要因として次の二事項が考えられている。

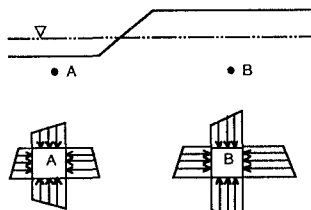


図1 解析の概念図

① 側方流動は過剰間隙水圧上昇時の土粒子表面に作用する全水圧と土粒子に作用する重力の合力によって引き起こされる。

例えば、図1のような場合、A点とB点とでは σ_v' は明らかにB点で大きく、地震時の過剰間隙水圧の上昇もB点で大きい。この時、A、B両地点付近の水圧分布は模式的に次のようになっていると考えられる。

すなわち、A、Bとも右側で水圧が高く、また、下側が高い。この結果、A、Bとも左側と上側に動こうとするが、上向きの水圧はほぼ重力と釣り合うため、主として土粒子は左側へ動くこととなる。

② 過剰間隙水圧の上昇により土粒子骨格の剛性は低下し、この場合の剛性低下が大きな変形をもたらす。地盤の変形係数は拘束圧に依存すると言われており、また、実験的にも確かめられている。従って①のように、地盤が完全液状化した場合の土粒子骨格に作用している拘束圧は①の合力に起因する応力のみであり、かなり小さな値となる。

以上の項目のみに着目した場合、FEMを用いた変位量の推定は図2の解析フローに従って実施される。今回の場合、過剰間隙水圧は $\Delta u = \sigma_v' \cdot FL^{-1}$ で算定した。また、拘束圧が低い場合（過剰間隙水圧上昇時）の変形係数は $E = 30 \text{ tf/m}^2$ ($E = 7 \cdot N$ のイメージで N 値=0.5程度)と設定した。

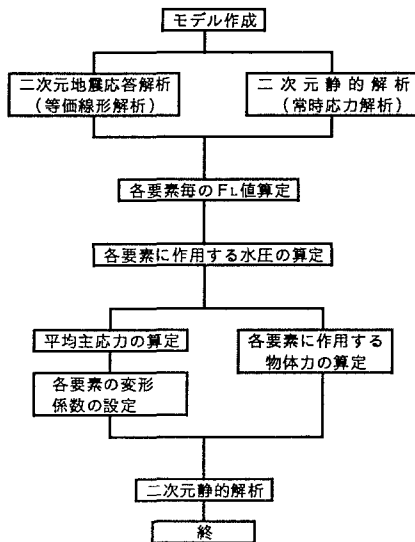


図2 解析フロー

A Method of estimating embankment movements caused by Lateral spreading (part1).

Y. Oto(Kisojiban Consultants), Y. Terada, K. Mizumoto(Kisojiban Consultants)

3. シミュレーション結果と適用性の検討

図3に兵庫県南部地震で観測されたケーソン岸壁の変位性状¹⁾を示す。解析はこのケーソン岸壁をモデル化し、地盤物性値および入力地震動についても参考文献¹⁾に準じて設定した。図4に解析結果として得られた変位図を示し、図5にFL分布図を示す。

図4ではケーソンは前傾しながら沈下をし、また、水平方向へ変位している様子が示されている。図5から判るように、ケーソンが前傾しているのはケーソン底面に作用する水圧が海側で小さく、山側で大きいためであり、水平方向への変位はケーソン背面に作用する水圧によるものである。

このように変形モードは図2に比較的一致しているが、定量的には実測に比してケーソン頂板端部で水平変位は2.35/5.23(m)、沈下は0.83/2.16(m)であり、ケーソンの傾斜は9.5/8.0(%)となっている。このように水平変位、沈下量は実測値よりも小さな値となっているが、結果のみを合わせるには変形係数を小さくすれば良く、本解析結果は液状化層の変形係数を30tf/m²と仮定した場合である。

次に参考としてこの種の解析でよく用いられている一つの方法、—液状化層の変形係数は初期変形係数の1/100~1/1000、ポアソン比は0.5近くの値、また、単位体積重量は有効重量(γ')とし、変形はこの重量によって生ずると仮定して解く方法—の解析結果を図6に示す。図6によるとケーソンは後傾し、明らかに図2とは異なる性状を示している。これは、変形を生じさせる力が土粒子の有効重量のみとしているためである。なお、本来完全液状化した場合の土粒子の有効重量は消失するため、これを考慮した変形係数の決定は極めて困難であるのが実情である。

以上、簡単に側方流動による地盤の変位量の推定法と算定結果の一例を示した。

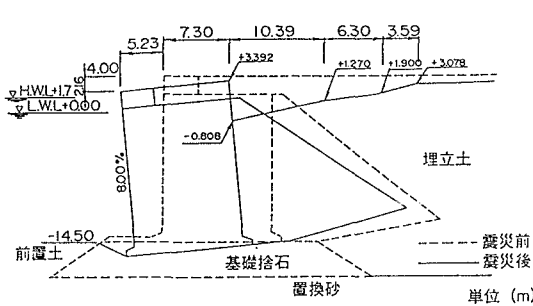


図3 ケーソン岸壁の被害事例¹⁾

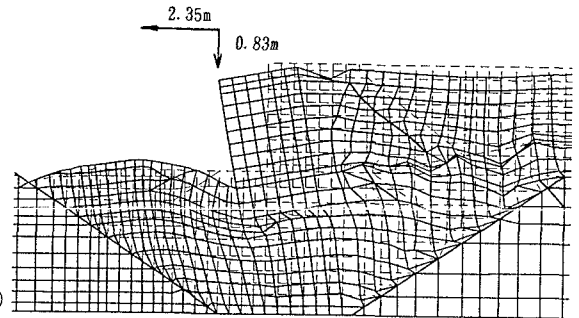


図4 側方流動解析結果 変形図

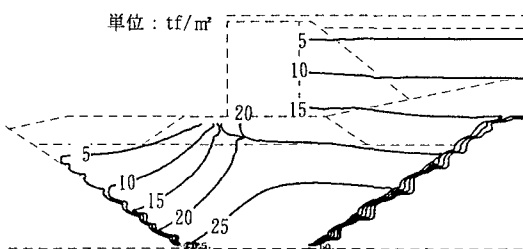


図5 過剰間隙水圧分布図

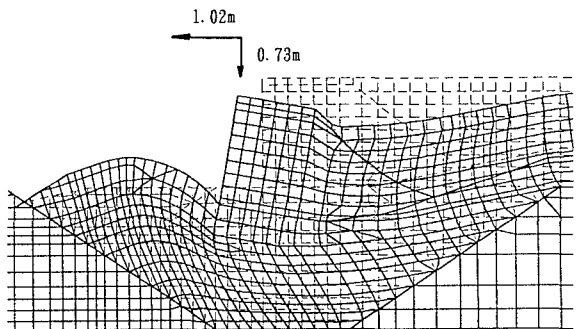


図6 地盤の剛性低下のみを考慮した場合

参考文献

1) (財)沿岸開発技術センター, 地震対策に関する港湾技術セミナーテキスト, 平成7年10月