

III-92 こま型基礎の液状化抑制効果に関する解析

九州工業大学工学部 正会員 安田 進
九州工業大学工学部 正会員 ○永瀬英生
三井建設(株) 正会員 吉田 剛

1. はじめに

筆者らはこれまでに、独楽の形をしたコンクリートブロック(以下こま型基礎と略)を敷き並べる工法が液状化による構造物の沈下を抑制する対策として有効であるかどうかについて、振動台実験、ボーリング実験およびFEM弾性解析で検討してきた⁽¹⁾。その結果、こま型基礎の形状による応力分散効果で基礎の下部地盤に作用する有効応力が増加し、それによって液状化が発生しにくくなり沈下が抑制されることが明らかになった。ところが、これらの議論は実験室内のみを対象にしたものであり、原地盤においてもこのような効果が発揮されるかどうかの問題は未解決のまま残されている。

本研究では、以上の結果を踏まえ、原地盤におけるこま型基礎の液状化抑制効果を把握するため、FEM弾性解析による初期応力の推定ならびに全応力の動的解析による液状化発生の予測を行ってみた。

2. 解析方法

図1に解析の対象とした地盤の土質柱状図およびN値を示す。ただし、10m以浅のN値は後述する方法で推定したものである。

(a) 初期応力解析方法: 原地盤においてこま型基礎が設置された場合および対策を施さない場合の初期応力状態を比較するために、それらの上に住宅が建設されたときを想定し、FEM弾性解析で地盤内に作用する平均有効主応力 p' を求めた。この解析では図2に示すように建物および基礎部分の右半分の5mのみを対象とし、そこには直径50cmのこま型基礎が10個敷き並べられている。また、上載荷重 $\Delta p'$ としては一般的な住宅構造物に相当する荷重 0.074kgf/cm^2 を用いた。表1に解析に用いた材料の諸定数を示す。砂のヤング率の値は有効拘束圧 1kgf/cm^2 の下での値で、解析にはそれぞれの要素に作用する有効拘束圧で補正されたヤング率を用いている。なお、地下水面はGL-2mとした。

(b) 全応力解析による液状化発生の予測方法: 動的解析プログラムには"SHAKE"を用い、(a)の解析に引続き同一のモデル地盤に対して、建物中央下の深度10mまでの液状化予測を行った。この解析に必要な単位体積重量 γ と平均粒径 D_{50} の値には道路橋示方書の液状化予測に用いられているものを使用した。また、せん断波速度 V_s についても同様に道路橋示方書で示されている次式で算出した。

$$\text{砂質土: } V_s = 80 N^{0.333}, \quad \text{粘性土: } V_s = 100 N^{0.333}$$

ただし、地表面から10mまでのせん断波速度 V_s は、液状化強度比 R_L を0.2と仮定して次式よりN値を求め、それを上式に代入して算出した。

$$R_L = 0.0882 \sqrt{N / (\sigma_v' + 0.7)}$$

動的せん断定数と減衰比のひずみ依存性については安田ら⁽²⁾の関係式を使用した。なお、有効上載圧 σ_v' と平均有効主応力 p' の値には(a)の解析で得られたものを用いた。

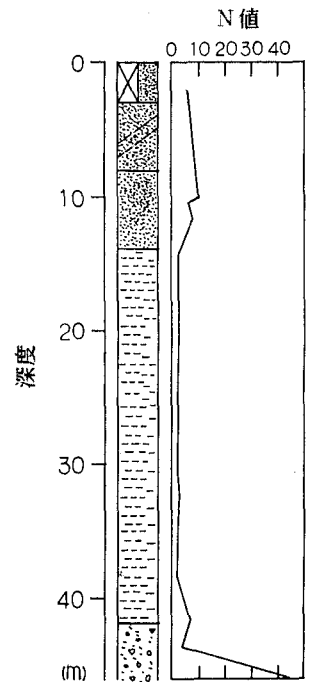


図1 モデル地盤

表1 初期応力解析に用いた材料の諸定数

	ヤング率 (kgf/cm^2)	ポアソン比	単位体積重量 (tf/m^3)
コンクリート	140000.0	0.300	2.40
砂	350.0	0.350	1.90

以上の解析の結果により、液状化強度比 R_L から繰返しせん断強度 τ_i 、動的解析から最大繰返しせん断応力 τ_{max} をそれぞれ求め、 τ_i と $0.65\tau_{max}$ の比を液状化に対する安全率 F_L 値とした。なお、用いた基盤への入力地震波は、千葉県東方沖地震の際東大生研(千葉)の地下40mで観測されたNS成分と十勝沖地震の際八戸で観測されたEW成分である。

3. 解析結果

図2(a)、(b)に初期応力解析の結果を示す。こま型基礎を設置すると、応力分散の効果で明らかに有効応力が増加している。

よって、こま型基礎設置による応力分散の効果で原地盤においても液状化抵抗は増大するものと考えられる。

図3(a)は千葉県東方沖地震の波形(基盤入力最大加速度225gal)による解析で得られた F_L 値を比較したものである。○はこま型基礎で対策した場合、△と□は対策を施さない場合の結果である。こま型基礎で対策すると、他の2ケースに比べて F_L 値が全体的に大きくなっており、この解析では全層で液状化が発生しない結果となっている。十勝沖地震の波形(基盤入力最大加速度150gal)を用いた解析結果を図3(b)に示す。対策を施しても6m以深では液状化を起こす結果となっているが、この場合も F_L 値は他に比べて全体的に大きく、液状化層厚も小さくなっている。

4. まとめ

こま型基礎が設置された原地盤を対象にしてFEM弾性解析による初期応力の推定ならびに全応力の動的解析による液状化予測を行った結果、原地盤においてもこま型基礎の液状化抑制効果は明確に認められることが明らかとなった。

参考文献：(1)安田進ら(1991)：“こま型基礎による液状化対策の効果の検討”，地盤の液状化対策に関するシンポジウム発表論文集，pp.285-290。(2)安田進ら(1985)：“種々の不攪乱土における動的変形特性”，第20回土質工学研究発表会講演集，pp.539-542。

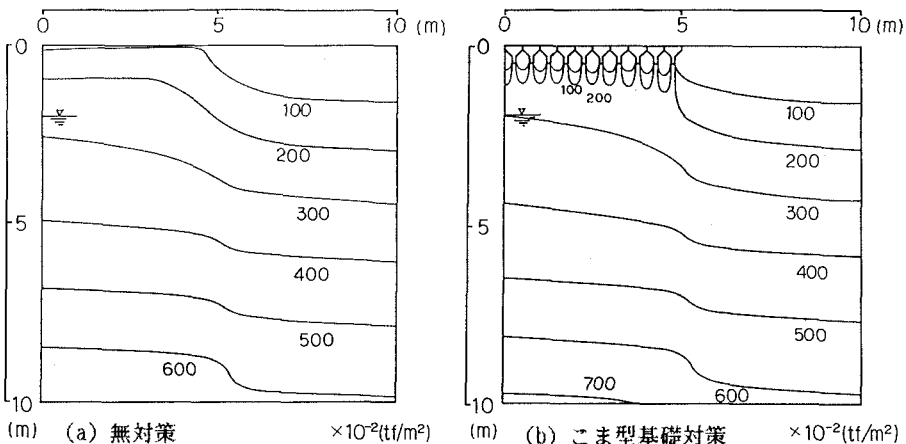


図2 初期応力解析で得られた平均有効主応力の分布の比較

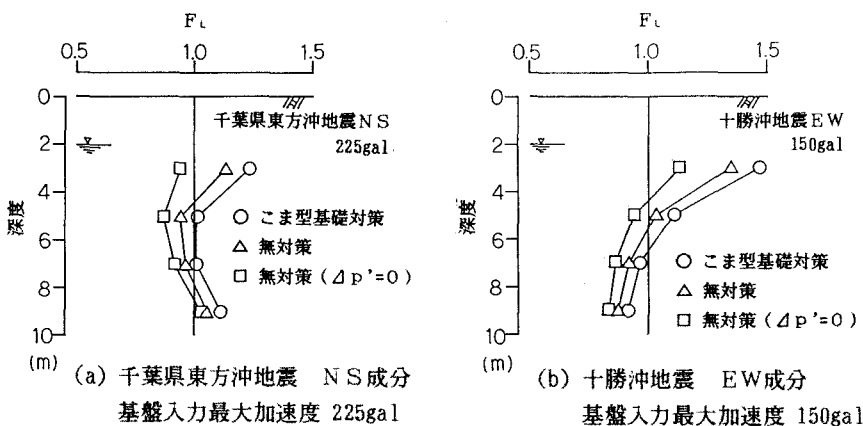


図3 全応力解析による液状化発生の予測結果