

I - 469 メッシュ分割やモデルの大きさが三次元有効応力解析結果に与える影響

清水建設(株) 正会員○大槻 明 福武 毅芳 藤川 智

1. はじめに FEMを用いて液状化を含めた三次元相互作用解析を検討する場合、一般に解析自由度や計算時間の制約上、メッシュ分割を出来るかぎり粗くしたり、構造物から解析境界までの距離を抑えたモデル化が行われる。本報告ではどの程度までのメッシュ分割や解析モデルの大きさが適切なのかパラメータスタディを行った。

2. 解析手法と解析モデル 有効応力法に基づいた三次元解析コードHiPER^{1)~3)}を用いた。図1に対称性を考えた1/2解析モデルを示す。メッシュ分割をパラスタする上から小型の解析モデルを用いた。杭長30mで4本の杭からなる剛体基礎とした。上部構造は固有振動数0.5秒、減衰2%とし、1質点のせん断系でモデル化した。地盤の幅が狭い解析モデルであることからロッキング成分を抑制するため、地盤の鉛直成分は全て固定とした。下方境界はダンパーとし、TAFT-EW波(200Gal)を10秒間入力した。図中 V_s はせん断波速度、 X_L は液状化強度の下限値、 γ_t は単位体積重量である。表1に、要素分割を細かくした場合(ケース1~3)および加振方向の解析範囲をケース2の2倍及び3倍にした場合(ケース4~5)について示す。

3. 解析結果 図2に基礎周辺地盤の最大過剰間隙水圧比を示す。図2のコンターの分布からケース2のZ方向の分割数はケース1と同じため比較的両者の結果は類似している。しかし、ケース2の方がX,Y方向の分割数がケース3と同じため、Z方向により細かな分割を行っているケース3の結果に近づいている。地震波としてせん断震動を考えると、鉛直方向に細かくメッシュ分割を行うことが重要となるが、この他に図3に示すように基礎部や杭間付近の間隙水圧を見る上からは、必要に応じてX,Y方向にも分割数を細かくする必要がある。ケース2のメッシュ幅でも基礎周辺地盤の過剰間隙水圧の挙動を表現可能と考えられる。解析範囲の検討として図2の

ケース2と図4のケース4,5の最大過剰間隙水圧比を比較する。ケース2とケース4,5では顕著な差異が認められる。ケース4とケース5では中間の液状化層に若干の差異が見られるが、概ねその分布形状は一致している。このことは図5からも分かる。一方、上部構造(A点)の加速度波形では、解析範囲の狭いケース2では反射波の影響もありケース4や5に比べ位相がずれている。加速度の最大値は各ケース間で1~2割程度差異がみられ、ケース5では他のケースに比較して最小の値となっている。

4. まとめ 応力の集中する箇所は、可能であれば

メッシュ幅として1~2m程度が望まれる。境界として水平ローラを用いる場合、地盤の過剰間隙水圧比分布の検討では、解析範囲を基礎幅の2倍程度でも許され则认为られる。建物の応答に着目した検討では、解析範囲を基礎幅の3倍以上が望まれる。しかし、計算機の能力上の理由から、現段階では実際に行われる三次元有効応力解析は、上記条件を満足できないためある程度の精度の低下は避けられない。

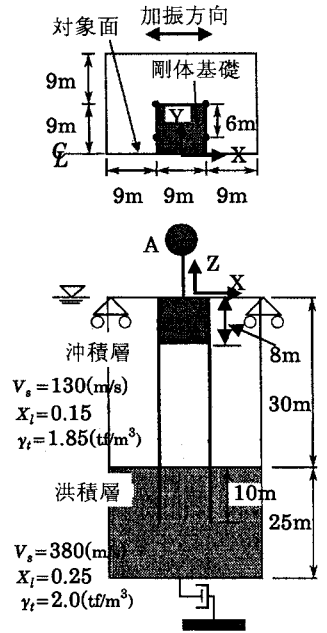


図1 解析モデル

表1 解析ケース一覧

	X方向の 要素長さ	Y方向の 要素長さ	Z方向の 要素長さ	加振方向の 解析範囲
ケース 1	4.5 m	3.0 m	4.6 m	27 m
ケース 2	2.25 m	1.5 m	4.6 m	27 m
ケース 3	2.25 m	1.5 m	2.3 m	27 m
ケース 4	2.25 m	1.5 m	4.6 m	45 m
ケース 5	2.25 m	1.5 m	4.6 m	63 m

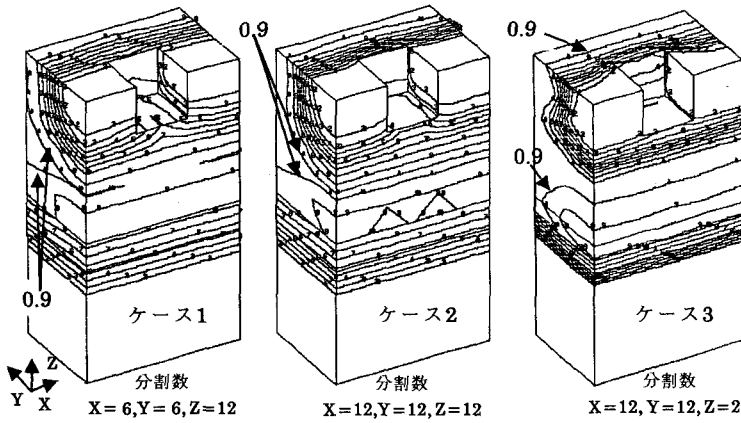


図2 メッシュの違いによる基礎周辺地盤の最大過剰間隙水圧比分布

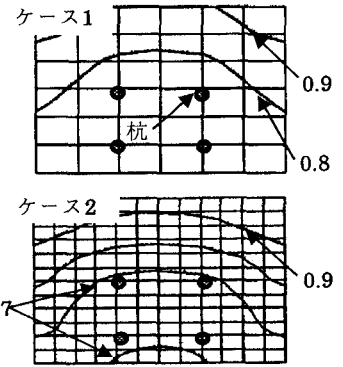


図3 メッシュ幅の違いによる杭間の最大過剰間隙水圧比分布(深度13m)

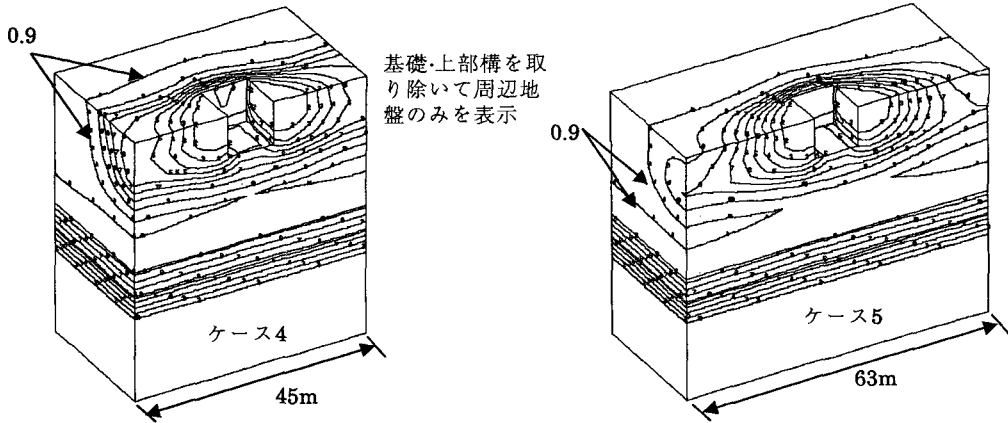


図4 解析幅の違いによる基礎周辺地盤の最大過剰間隙水圧比分布

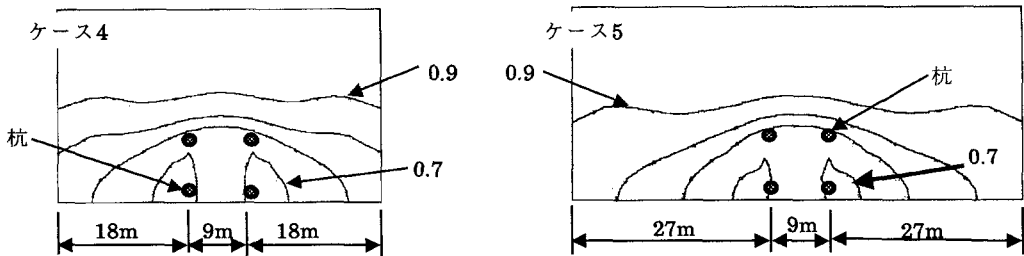


図5 解析幅の違いによる杭間の最大過剰間隙水圧比分布(深度11.5m)

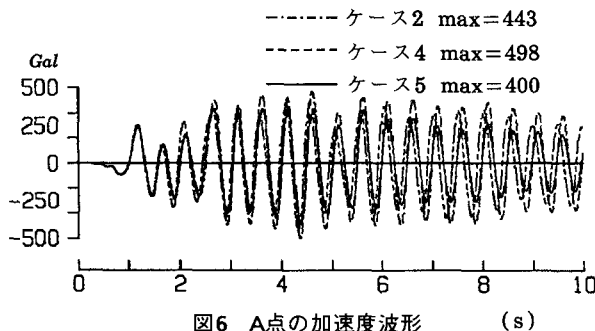


図6 A点の加速度波形 (s)

参考文献

- 1) 福武毅芳・大槻 明「三次元液状化解析による部分改良地盤の効果の予測」地盤の液状化対策に関するシンポジウム, 土質工学会, pp.205-210 (1991)
- 2) 大槻 明・福武毅芳「地震時における超々高層建築物・地盤系の有効応力解析, その2 三次元解析による多方向入力応答の検討」日本建築学会大会学術講演概要集, pp.301-302 (1993)
- 3) 福武毅芳・松岡元「任意方向単純せん断におけるダイレタンシーの統一的解釈」土木学会論文集, No.412/III-12, pp.240-248 (1989)