

III-110

波浪による海底地盤の液状化解析

岐阜大学工学部 岡 二三生  
 (株)鴻池組 ○加藤 満

岐阜大学工学部 八嶋 厚  
 岐阜大学大学院 後藤 宇

1. はじめに

透水性海底地盤上を伝播する波は、地盤内にせん断応力と間隙水圧を発生させる。このせん断応力が大きく、また長時間繰り返し作用する場合、海底地盤はしばしば破壊に至る。近年ウォーターフロント開発等に伴って、沿岸構造物の重要性が増加している。したがって、構造物が基礎を置く海底地盤の波浪による破壊現象を精度よく予測することおよびその破壊を防止することが重要である。そこで本研究では、有限要素法と差分法を用いて定式化した2次元液状化解析法<sup>1)</sup>を用い、また砂の構成式として、繰り返し挙動を説明できる修正岡・足立モデル<sup>2)</sup>を組込んで、数値解析を行った。そして、水深、海底地盤の傾斜、地盤の透水係数等が、地盤の破壊現象に及ぼす影響について考察した。

2. 波浪による液状化解析

海底地盤表面の水深および傾斜が解析結果に与える影響を調べるために、図-1に示すような有限要素メッシュを用いた。下端の節点は固定とし、その他の節点はすべて自由とした。また、排水は地盤表面のみで許し、他の境界はすべて非排水条件とした。層は上から1、2、...10層とした。海底地盤の地盤定数として、新潟市川岸町の-2m~-5mより採取された砂の材料定数を用いた。この定数は、ゆるい砂に対応しており、表-1にまとめて示す。地盤の透水係数の影響を調べるために、 $k=10^{-2}cm/sec$ と $10^{-5}cm/sec$ の2ケースについて解析を行った。

用いた波は、波長210sec、波高5m、周期12secの正弦波であり、水深は、深い水平地盤で26.1m、浅い水平地盤で20.0mであり、斜面部分は連続的に変化する。海底地盤表面に作用する圧力は線形波理論により求まる。解析は、150sec行い、時間増分は $\Delta t=1sec$ とした。

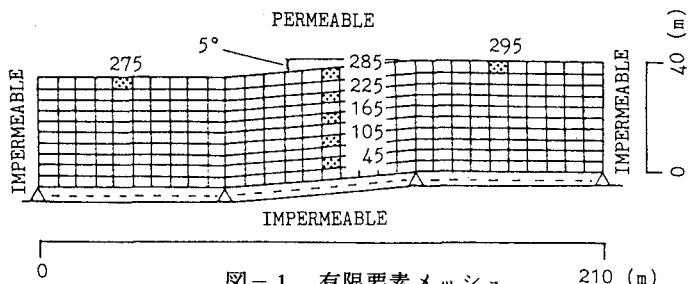


図-1 有限要素メッシュ

表-1 解析地盤の材料定数

層番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\sigma_v$ (KPa)	19.6	58.8	98.0	137.2	176.4	215.6	254.8	294.0	333.2	372.4
$G_0$ (KPa)	26,540	45,980	59,360	70,240	79,640	88,040	95,710	102,810	109,450	115,710

透水係数(cm/sec)	$10^{-2}, 10^{-5}$	静止土圧係数	0.5	ひずみ硬化パラメータ	27,000
破壊角(°)	31	変相角(°)	28		

図-2に斜面部の深さ方向の要素、深い水平地盤表面要素、および浅い水平地盤表面要素の間隙水圧比 $(1-\sigma_m/\sigma_{m0} : \sigma_m, \sigma_{m0}$ はそれぞれ現在および初期の平均有効主応力)の時間変化を示す。これより、水深の大小にかかわらず、斜面部がもっともはやく液状化に至ることがわかる。これは、斜面部においては、水平地盤部に比べて、大きなせん断応力が発生するためである。また、水深の浅い水平地盤表面要素のほうが、深い要素よりも間隙水圧の蓄積がはやく液状化に至っている。これは、水深が浅いほど、地盤表

面に作用する圧力が大きいためである。透水係数の大小によって、間隙水圧蓄積の様子が異なる。地表面の要素においては、両ケースの差異はさほど認められないが、要素が深くなるにつれて、差異があきらかとなる。つまり、透水係数の小さなケースにおいては、間隙水圧の時間的蓄積が認められるが、透水係数が大きい場合には、一旦間隙水圧が上昇しても、それ以上の蓄積にはつながらない。

図-3に150sec後の海底地盤の変形を示す。両図においては、斜面部周辺部のみを拡大しており、また変形量を5倍として初期メッシュに重ね合わせている。これらの図よりわかるように、変形は斜面部上部に集中しており、この変形によって海底地すべりなどの現象が引き起こされるものと考えられる。透水係数の影響については、液状化危険度に関しては、透水係数の大きい方が安全であるが、変形については、透水係数の大きい方が、発生した間隙水圧の消散がはやいため、若干大きな変形が生じる。

**参考文献** 1)八嶋厚、柴田徹也; FEM-FDM液状化解析手法とその適用性、第8回日本地震工学シンポジウム論文集、pp.807-812、1990。

2)八嶋厚、岡二三生也; LIQCAによる解析、地盤の液状化対策に関するシンポジウム発表論文集、pp.165-174、1991。

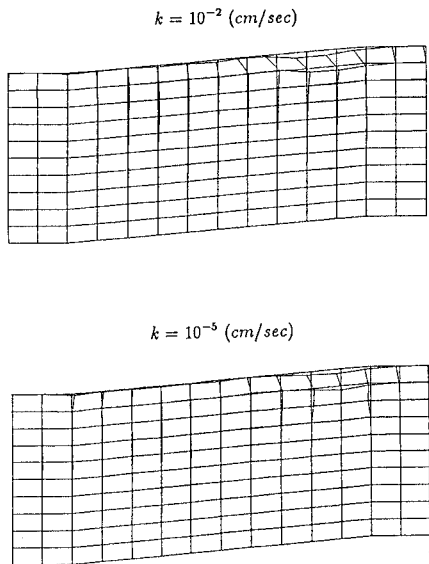


図-3 150sec後の変形図

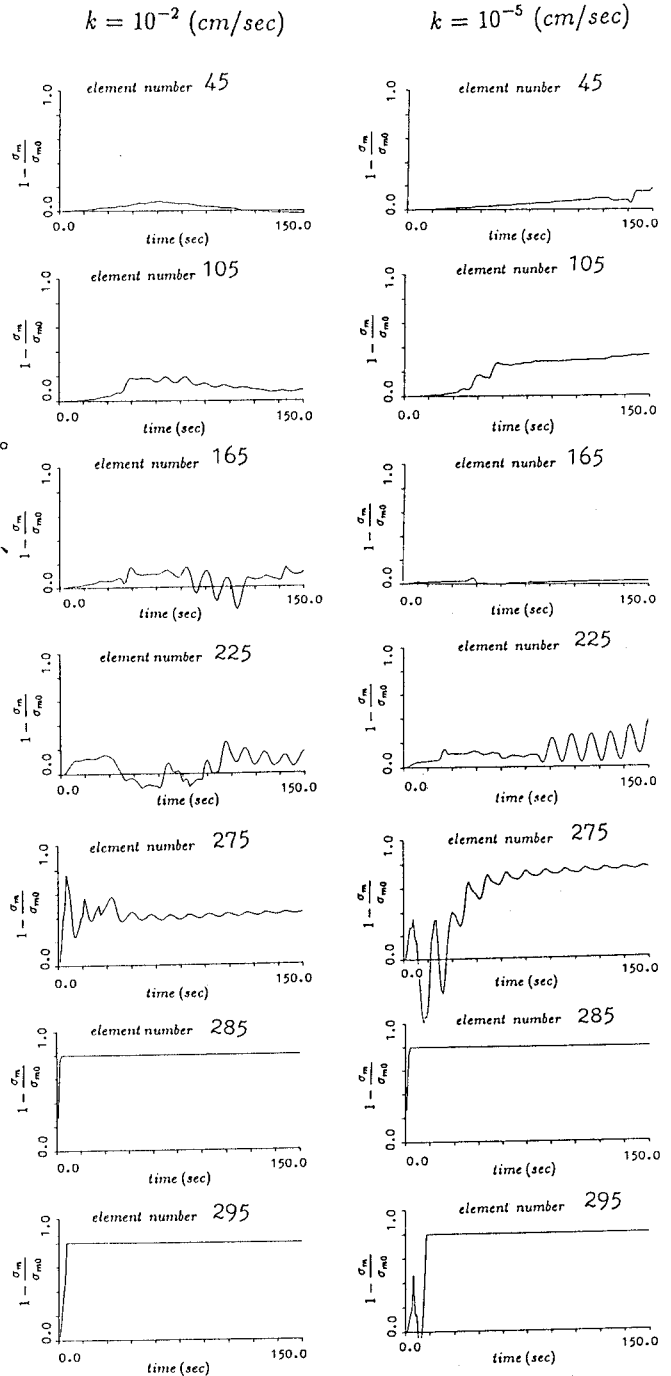


図-2 間隙水圧比の時間的变化