

1. はじめに

近年、わが国の国土事情を反映して、海岸埋立地などでの重要構造物の建設が余儀なくされている。このような地盤の多くは、いわゆる不整形地盤で、水平方向に大きく変化した地層構成を有しており、このことが地表の地震動や構造物にどのような影響をおよぼすかが議論されている。これまで不整形地盤に関する研究は多いが、地盤の非線形性を考慮した研究は少なく十分でない。このため、非線形解析手法により不整形地盤の大地震時挙動を検討することは、地盤や構造物の耐震性を考える上で、極めて重要と考えられる。本研究では、Capモデルを用い、大地震時における不整形地盤の挙動について解析的検討を試みた。

2. 解析モデル

解析地盤は図1に示す地盤である。表層は層厚20m、せん断波速度55m/sで、基盤層はせん断波速度400m/sである。本解析では、表層のみにCapモデル¹⁾を用い、基盤層は弾性として取り扱った。Capモデルに用いる

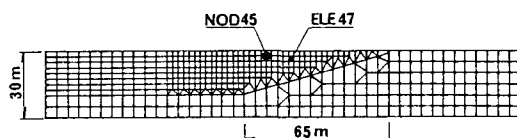


図-1 解析モデル

定数は、文献2を参考にして定めた。当地盤の過圧密比OCRは、1.5と仮定した。本非線形解析手法は、文献3,4で用いた手法を拡張し用いた⁵⁾。入力波は、SV波として、El Centro地震波200gal相当の速度波形を基盤より垂直入射した。また、十勝沖地震をレーリー波として作成した地震波⁴⁾を、地表で水平変位4.7cm、鉛直変位8cmとして解析モデル右方向より変位入力した。

3. 傾斜基盤上の表層地盤の挙動

図2,3に、SV波(El Centro波)およびレーリー波(十勝沖波)入力に対する地盤の応答変位波形を示す。SV波に対しては、節点45の最大水平変位は40.9cm、最大鉛直変位は8cmが生じている。特に、鉛直波形には4cm程度の地盤沈下に伴うドリフトが認められる。一方、レーリー波については、SV波に比べ鉛直変位が卓越しており、最大鉛直変位は28.8cm、最大水平変位は20.7cmとなっている。また、水平方向には、10cm程度の永久変位が認められ、鉛直方向には15cm程度の沈下が生じている。

4. 傾斜基盤近傍の表層地盤のひずみ

SV波入力に対する傾斜基盤近傍のひずみは、図4に示すようにせん断ひずみは、 $\gamma_{xy} = 0.007$ であり、軸ひずみは、 $\gamma_x = 0.005$ 、 $\gamma_y = 0.007$ が生じている。一方、レーリー波の場合には、図5に示すようにせん断ひずみは、 $\gamma_{xy} = 0.009$ 、軸ひずみは、 $\gamma_x = 0.006$ 、 $\gamma_y = 0.013$ である。傾斜基盤近傍ではせん断ひずみと同程度の軸ひずみが生じており、レーリー波入力の場合、軸ひずみはせん断ひずみよりも大きい。この時の応力経路を調べてみると、図6,7に示すように J_1 の変動が大きく、また、レーリー波入力の場合、地盤には引張が生じやすいことが分かる。図8,9に示す地盤の最大ひずみ分布を見ると、SV波およびレーリー波入力ともに傾斜基盤上の表層地盤中に大きなひずみが集中して起こる傾向にある。Capモデルの破壊基準を基に、破壊基準の90%に応力が達した時破壊するとして地盤の安全率を求めてみると、図10,11に示すように傾斜基盤上の表層地盤および水平基盤近傍の表層地盤に安全率1を越える部分が認められる。

5. おわり

Capモデルを用いた2次元非線形解析により、傾斜基盤を有する不整形地盤の大地震時挙動をより精度よく解析することが可能となった。その結果、地盤構造が急変する部分には大きなひずみが集中して発生する傾向にあり、このため、地盤の破壊もこの部分に起こる可能性が高いことが認められた。不整形地盤近傍では、軸ひずみもかなり生じており、不整形地盤が地中長手構造物に与える影響は大きい。入力地震波にもよるが、本解析結果では、SV波よりもレーリー波入力に対し地盤ひずみが大きくなる傾向が示された。

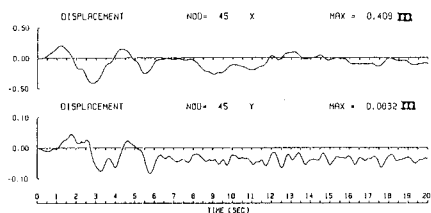


図-2 変位波形(SV波)

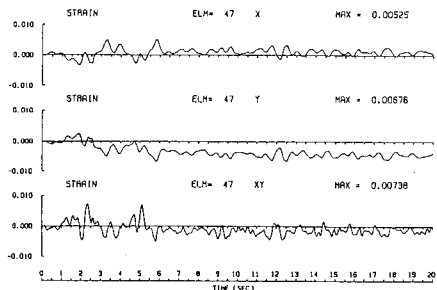


図-4 ひずみ波形(SV波)

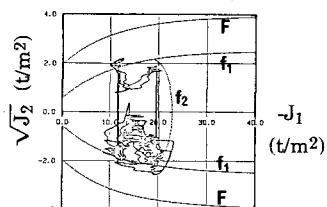


図-6 応力経路(SV波)

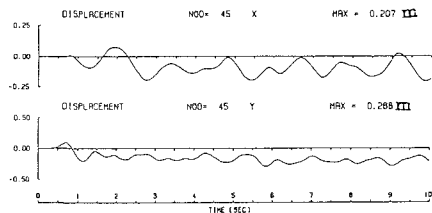


図-3 変位波形(レーリー波)

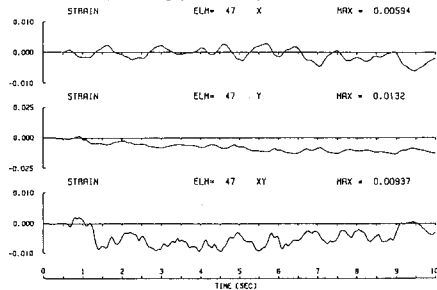


図-5 ひずみ波形(レーリー波)

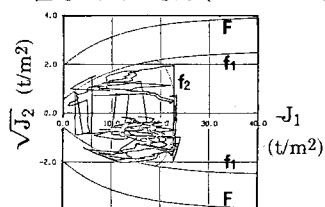


図-7 応力経路(レーリー波)

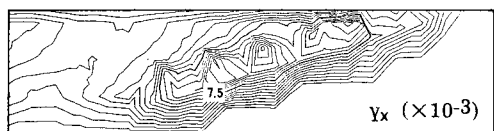


図-8 最大ひずみ分布(SV波)

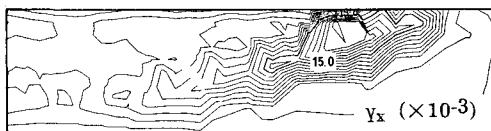
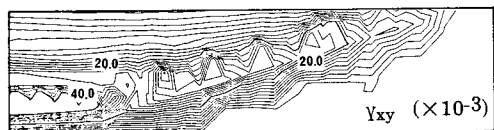
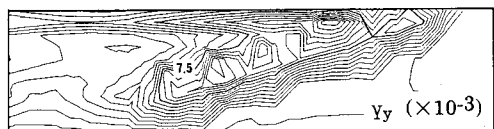


図-9 最大ひずみ分布(レーリー波)

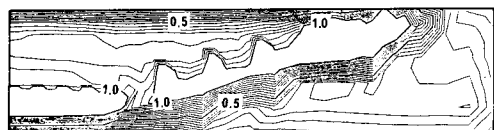
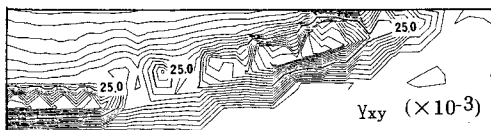
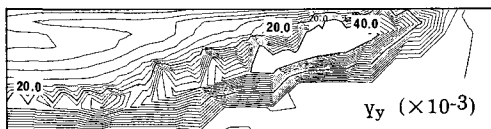


図-10 安全率(SV波)

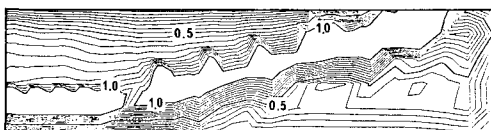


図-11 安全率(レーリー波)

参考文献 1) Sandler et al., 'Generalized cap model for geological materials', A.S.C.E.(GT7,1976) 2) Desai et al., 'Procedure selection and application of plasticity models for a soil', N.A.M.Geomech. (vol15,1981) 3) Ohtsuki et al., 'Effect of topography on seismic waves', Earth.Eng.Stru.Dyn. (vol 11,1983,vol 12,1984) 5) 大槻 他「2次元非線形解析による不整形地盤の地震時挙動の検討」第19回土質工学発表会(1984)