## 基盤・地表面が傾斜した地盤と盛土の地震時連成挙動

名古屋大学 正会員 〇田代むつみ 野田利弘 浅岡顕

## 1. はじめに

我が国では、これまでの地震による 盛土構造物の被害において、地形・地 質的に不整形な地盤ほど大きいことが 指摘されている<sup>1)</sup>. 著者らはこれまでに 40g 場での遠心模型実験を想定した数 値解析を実施し、基盤・地表面の傾斜 の程度や表層地盤の種類が、地震時の 地盤・盛土の変形や加速度応答に及ぼ す影響を検討した<sup>2)</sup>. 本報では、境界の 影響を取り除いた 1g 場において盛土ー 不整形地盤をモデル化し、地震時/地 震後の変形特性を調べた、また、継続

時間や最大加速度が異なる 2 種類の入力地震波を想定し、入力地震波の違いによる影響についても検討した。解析には、土の構成式に骨格構造の働きを記述する SYS カムクレイモデル  $^{3)}$ を搭載した、動的/静的水~土連成有限変形解析プログラム GEOASIA(All Soils All States All Round Geo-Analysis Integration)  $^{4),5)}$ を用いた。

## 2. 解析条件

地表面は緩やかな傾斜であるが、基盤は比較的急な角度で傾斜した実在する地盤を、図-1 に示すように単純モデル化した.基盤・地表面の傾斜範囲は「盛土中央から左右の法尻までの2倍の距離」であると仮定し、それより外側では水平に堆積した地盤が無限に続く状態を想定した。また、表層・基盤層とも最も薄い箇所で 5m 程度の層厚になるように地盤深度を設定した(基盤の露呈や消失を考えない).

地盤の材料定数・初期状態は、解析対象断面の近傍で行われたボーリング調査結果、およびサンプリング試料による室

内力学試験結果を SYS カムクレイモデルに基づき考察し,表-1 のように与えた.簡単のため,盛土・表層・基盤はそれぞれ均一な材料であると仮定し,土被り圧に応じて過圧密比を分布させることで初期状態を決定した.粒度(図省略)や圧縮性・透水性などより,Asc層は砂と粘土の中間的な材

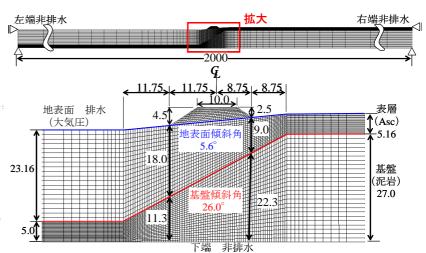


図-1 有限要素メッシュと境界条件単位:(m)

表-1 材料定数と初期値

双-1 内科尼奴C初期恒			
	盛土	Asc 層	泥岩
<弾塑性パラメータ>			
圧縮指数 λ	0.052	0.065	0.084
膨潤指数 κ	0.008	0.003	0.007
限界状態定数 M	0.75	1.30	1.13
NCL の切片 N	1.88	1.71	1.52
ポアソン比 ν	0.2	0.3	0.3
<発展則パラメータ>			
正規圧密土化指数 m	0.028	0.8	5.0
構造劣化指数 a	0.8	2.0	1.0
構造劣化指数 b	1.0	1.0	1.0
構造劣化指数 $c_s$	0.65	0.8	1.0
回転硬化指数 $b_r$	30.0	1.0	0.001
回転硬化限界定数 m <sub>b</sub>	0.96	0.9	1.0
<物性>			
透水係数 k(cm/sec)	$2.0 \times 10^{-5}$	$3.0 \times 10^{-5}$	$1.0 \times 10^{-7}$
土粒子密度 $\rho_s(t/m^3)$	2.30	2.64	2.61
<初期値>			
比体積 v <sub>0</sub> (=1+e <sub>0</sub> )	1.70	1.645	1.14
応力比 $\eta_0$	0.3	0.375	0.375
異方性ζ₀	0.3	0.375	0.375
構造 1/R <sup>*</sup> <sub>0</sub>	3.0	1.2	1.0
過圧密 1/R* <sub>0</sub>	土被り圧に応じて分布		

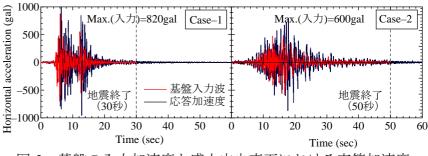


図-2 基盤の入力加速度と盛土中央直下における応答加速度

不整形地盤 SYS カムクレイモデル 水~土連成変形解析

〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学工学研究科社会基盤工学専攻 TEL: 052-789-3834

料, また泥岩は非常に固い難透水性の材料である.

有限要素メッシュは、盛土載荷による影響が無くなる領域まで水平方向の幅を十分に確保した。また地震時には地震波の反射を防ぐために、下端の水平方向は粘性境界に、側方には幅の広い要素を設けこの要素の両端を等変位とすることにより、モデル側方での自由地盤的な挙動を模擬した。水理境界は、盛土と地盤は完全飽和であるとし盛土上面と地表面は水圧を常にゼロ(大気圧)に、また盛土底面と地盤の境界は排水境界とした。地盤下端は難透水性の基盤が続くことを想定して非排水境界、地盤左右端も非排水境界とした。入力地震波は図-2(赤線:入力波)に示す2種類の波を比較した。Case-1はL2地震動相当の最大加速度が大きい波であり、Case-2は継続時間の長い波である。それぞれ基盤底部から入力し、地震中に発生した過剰水圧が消散して地盤が安定するまで圧密計算を行った。

## 3. 解析結果と考察

図-2~4 に解析結果を示す. 基盤下端で入力した波が地盤内部で増幅した結果, 地震発生直後から盛土直下の地盤で非排水的なせん断が始まり, その後は過剰水圧の消散と共に地盤全体が大きく沈下した. また, 密な砂からなる盛土の内部では地震後からせん断に伴い吸水膨張が起こり, 斜面下側に流れるように変形したが, 盛土自体の圧縮量や天端の拡幅量は比較的小さい. 入力地震動の違いに着目すると,

今回の解析ケースでは最大加速 度が大きい Case-1 よりも,継続 時間の長い Case-2 の方が,地盤 の沈下量と水平変位は共に約 20cm 大きい結果となった.地震 時の簡易沈下予測法では最大加 速度だけが注目されることが多いが,継続時間や卓越周期など 様々な観点から地震波を評価す る必要があることが分かる.

参考文献 1) 例えば,那須(1989): 地震時の盛土の変形と…,地盤と構造物の地震時挙動に関するシンポジウム発表論文集, pp.181-188.2)田代他(2009):盛土-不整形地盤連成系の

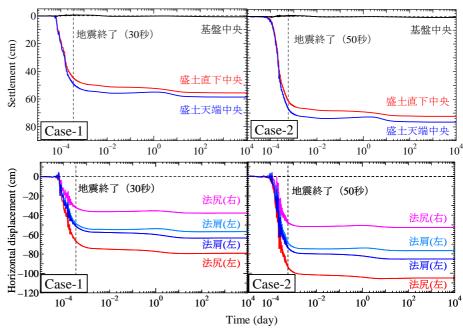


図-3 解析結果(上:盛土・地盤中央部の沈下量,下:盛土の水平変位)



S&F, 48(6), pp.771-790.

