

III-PS5 盛土の地震応答と地盤構造の関係（その9）

—— 上下逆転型地盤内の極軟弱粘性土層の影響 ——

鉄道総合技術研究所 正会員○那須 誠

日本大学生産工学部 正会員 田村重四郎

1. まえがき

地震被害例を地盤構造に着目して調べた結果から、地震被害は地盤条件の不連続な所で、しかも極軟弱な粘性土層等が挟在している上下逆転型地盤で多いことが明らかになっている^{1)~3)}。今回、地震応答解析を行って、地盤内の極軟弱層の形態の地震時挙動に対する影響を調べたので報告する。

2. 解析方法

(1) 解析モデルは図1に示す3つの2次元モデル（MH-1～3）で、盛土は共通で地盤は形状をそれぞれ異にし、傾斜30°の基盤面上の表層が相対的に硬い土層と極軟弱層の2層からなる。モデルMH-1では地盤最上層に相対的に硬い土層が水平に堆積しており、その下の極軟弱層が厚くかつその底面が傾斜している。モデルMH-2とMH-3では一定厚さの極軟弱層がその硬い土層と基盤面との間に傾斜して堆積しており、その極軟弱層はモデルMH-3の方がモデルMH-2より厚い。

(2) 盛土等の物性値を表1に示す。剛性率と減衰定数にひずみ依存性を考慮する⁴⁾。モデルの境界条件は図1に示す通りであり、基盤底面を長周期波が卓越する八戸波（最大値100gal）⁴⁾で水平方向に加振する。解析プログラムはMFLUSHである。

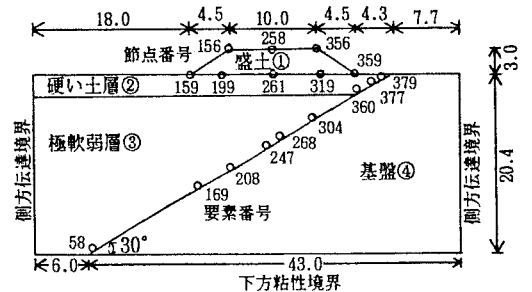
3. 解析結果

ここでは主として盛土部の変位応答値とひずみについて述べる。

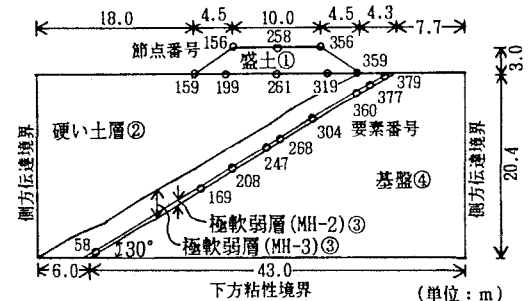
(1) 盛土天端の最大変位（図2(a)）は、MH-1の水平成分が左法肩から右法肩に行くに従い、即ち極軟弱層が薄くなるにつれて減少している。MH-2とMH-3ではそれはほぼ一定の値で分布し、両モデルの極軟弱層がほぼ一定厚さで堆積することに対応している。またMH-2の変位がMH-3の変位より小さく、極軟弱層の厚い方が大きい変位を示す。鉛直成分は3モデルとも水平成分より小さいが、その分布傾向は水平成分と同様である。

(2) 盛土底面の最大変位（図2(b)）も天端変位と同様に軟弱層厚さに対応した傾向を示し、MH-1では水平、鉛直両成分とも左法肩から右法肩に行くに従い、即ち極軟弱層が薄くなるにつれて減少し、極軟弱層厚さがほぼ一定なMH-2とMH-3では両成分がほぼ一定の値で分布する。ここでも3モデルの鉛直成分が水平成分より小さい。

なお法尻に着目すると、MH-1では水平、鉛直両



(a) モデルMH-1



(b) モデルMH-2とモデルMH-3

図1 解析モデルの形状と寸法

表1 材質データ

位置No	密度 $\rho_t(t/m^3)$	初期剛性率 $G_0(tf/m^2)$	ポアソン比 ν	G/G ₀ ~ γ 曲線 h~ γ 曲線
盛土①	1.5	1000	0.49	砂 ($6\sigma_v' = 2tf/m^2$)
硬い土層②	1.7	3000	0.49	砂 ($6\sigma_v' = 2tf/m^2$)
極軟弱層③	1.5	200	0.49	粘土 ($6\sigma_v' = 5tf/m^2$)
基盤④	2.1	53000	0.20	一定

成分とも左法尻の方が大きく、両成分の左右法尻の値の差は左右法尻の変位差より大きい。MH-2とMH-3では左右法尻の変位差は小さく両者ではほぼ等しいが、左右法型の変位差より若干大きい。

なお、MH-1では左右法尻直下の盛土底面（節点番号 199と319）の変位差は左右法尻の変位差の約3倍（水平成分）～約1倍（鉛直成分）であり、盛土底部の方が不同変位が大きく出ている。

(3) 極軟弱層底部のせん断ひずみ（図3）は、極軟弱層が最も薄いMH-2で最も大きく、最も厚いMH-1で最も小さい。前述の変位と比べると、変位が最も小さいMH-2でひずみが最も大きく、変位が最も大きいMH-1でひずみが最も小さいことが分かる。

4. あとがき

地震被害が多くみられる3種の上下逆転型地盤をモデル化して、地震応答解析を行い地震時挙動を調べた。

それによると加速度よりも変位

の応答値の方が地盤構造とよく対応することが分かった。即ち、極軟弱層が不等厚状態にあるときは、地盤にそして盛土に極軟弱層の厚さに応じた大きさの変位が生じて不同変位が発生することと、比較的薄い極軟弱粘性土層等が傾斜して存在するときは、その極軟弱層に大きなひずみが発生して迂り面のようになって、その上の比較的硬い土層と盛土は剛体のように動くことが推察される。

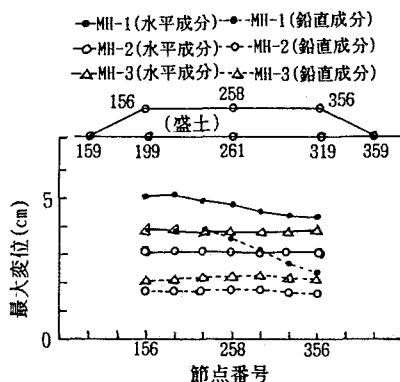
このような現象が実際にも生じると考えられるので、対策としては前者の地盤では盛土（建物、橋梁でも同じと考えられる）の底面を拘束する工法や、橋梁では桁座拡幅や橋脚間隔の変更等の工法が必要と考えられる。後者の地盤では地盤がすべり破壊して回転するような動きを防ぐ工法（例えば地すべり抑止杭や構造物の下を土を総て置き換える位杭を多数打ち込む工法等）、あるいは基盤に達するような杭の場合にはその極軟弱層の所で破壊しない工法、あるいは剛性の大きい浮き基礎工法等が適当と考えられる。

なお大正十二年の関東大地震のとき丸の内付近等では、長い杭の建物に被害が多く短い杭の建物に被害が少なかったといわれている⁵⁾。この丸の内付近は埋め立て地で上下逆転型地盤であり、軟弱層の底面が傾斜したり、埋没谷のある所等で被害が生じており²⁾、ここでも以上に述べたような地盤挙動が生じたものと考えられる。

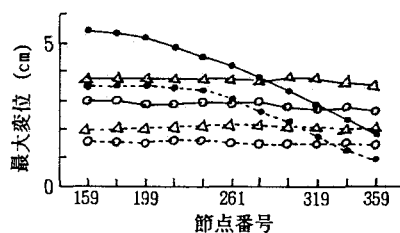
なお、以上の解析を行うに当たって、前日大生産工学部学生の伊達隆一君と村田裕介君に協力をお願いした。厚く謝意を表します。

参考文献

- 1) 那須誠：盛土の地震被害と地盤構造，鉄道総研報告，Vol.3，No.8，pp.50-57，1989.8.
- 2) 那須誠：建物の地震被害と地盤構造，鉄道総研報告，Vol.4，No.4，pp.35-44，1990.4.
- 3) 那須誠：橋梁の地震被害と地盤構造，鉄道総研報告，Vol.5，No.11，pp.27-36，1991.11.
- 4) 那須誠他：盛土の動的応答と地盤構造との関係，鉄道総研報告，Vol.2，No.11，pp.56-63，1988.11.
- 5) 土木学会編：復刻版 大正十二年関東大地震被害調査報告，第3巻，pp.687-689，1984.9.



(a) 盛土天端面



(b) 盛土底面

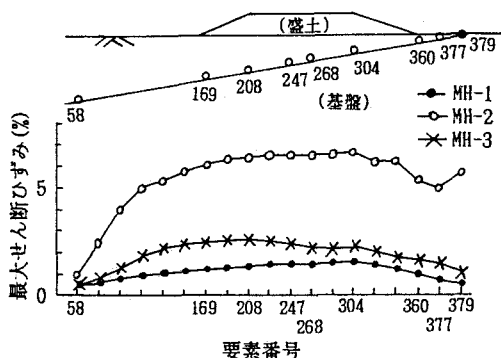


図3 極軟弱層底部のせん断ひずみ

図2 盛土の天端と底面の変位