

国鉄鉄道技術研究所 正員 ○ 那須 誠

安田祐作

匹本慶一

1. はじめに

大地震に備えて軟弱地盤上の盛土の鋼矢板締切り工法による耐震対策法を確立するために、模型振動実験を行なって、加速度や張力、土圧等の振動時挙動を調べた。

2. 概要

前回までの試験に用いた盛土の大きさは単線幅相当であるが⁽¹⁾⁽²⁾、今回は複線幅相当の盛土で試験を行なった。想定実物（深さ4mの軟弱地盤とその上の高さ6m、天端幅10.7mの盛土）の1/4の大きさの模型を砂質土（SM）で振動台上の土槽内に製作した（図1）。図1には、鋼矢板とその上部と下部を結ぶタイロッドの他に、各種計器の位置も示されている。振動実験は地盤の含水で飽和させて軟弱に仕上げてから行なった。盛土の密度 $\rho_s \approx 1.4 \text{ t/m}^3$ 、コンクリート強度 $f_c \approx 4.0 \text{ kgf/cm}^2$ 、地盤の $\rho_g \approx 1.7 \text{ t/m}^3$ 、 $f_c \approx 1.5 \text{ kgf/cm}^2$ （東、西地盤）、 $f_c \approx 6.5 \text{ kgf/cm}^2$ （盛土下地盤）である。

3. 振動実験結果

(1) 共振実験…破壊実験に先立って、6 gal-一定の正弦波加速度で振動数を変化させて加振し、模型の共振特性を調べた。図2は、盛土中心線上の各点の共振曲線であり、盛土中心線以外の各点でも同様の傾向を示している。盛土は約10 Hzに共振点があり、これは盛土のS波速度 V_s と高さ H より求まる振動数 $f = V_s/4H = 60/4 \times 1.5 = 10 \text{ Hz}$ にはほぼ等しい。図3は、10 Hzのときの各部の振動モードであり、盛土と地盤はともに1/4波長モードに近い振動をしている。鋼矢板上部と地盤表面では振動台の5～8倍、盛土天端中心では振動台の20倍の加速度が生じている。

(2) 破壊実験…5 Hz-一定の正弦波加速度を、100 gal から400 gal まで100 gal おきに約10秒間ずつ加振した。

(ア) 盛土の沈下と変状…盛土中心部では上部から下部に小さくなる沈下のみを生じ、また盛土の変形は盛土中心線に亘ってほぼ左右対称に円弧すべりを起したような傾向を示している（図4）。盛土表面の沈下（図5）は、加速度よりも継続時間のみに関係して増加するような傾向を示しているが、これは前回までの振動実験と同じである。

(イ) 加速度（図5）…各部で加振後約10秒間は振動台加速度にほぼ比例している。それ以後も地盤底面（No. 2）では台加速度より大きいもののほぼ比例している。盛土下地盤中心（No. 5）では、54秒付近まで台加速度にほぼ等しい。盛土天端中心（No. 13）のいくつかのピークは、振動台加速度を上昇させるときに生じ、最大値の約420 gal は振動台加速度の約2倍である。盛土中心（No. 11）では、24秒付近で最大170 gal（台加速度の約1.6倍

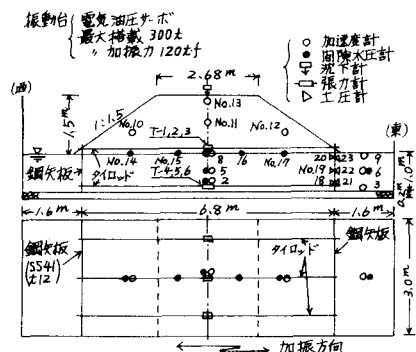


図1 盛土と地盤の大きさ及び計器の配置図

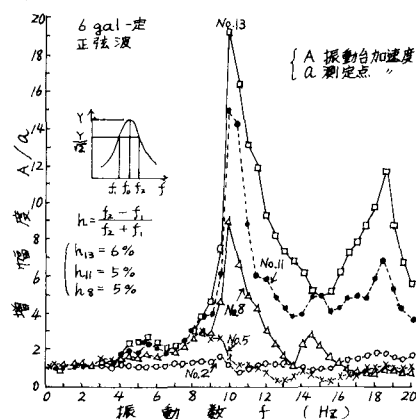


図2 共振曲線（盛土中心線上）

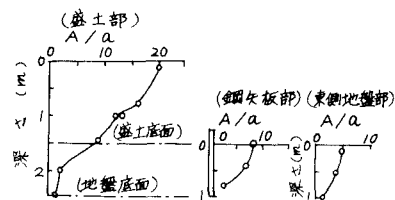


図3 振動モード（共振試験、10 Hz）

が生じ、それ以後は約100~300 galになっている。No.13とNo.11での前記の加速度と台加速度の比は、共振実験の共振点での比(それぞれ20と16)の約1/10になっている。図7は、加振後12秒と52秒のときの加速度分布であり、時間の経過とともに、盛土と地盤は上部ほど増幅度が小さくなる傾向を示している。

(ウ) 動的間隙水圧… 間隙水圧(図6)は、時間とともに増大し、ピークを生じてから減少する傾向を示している。盛土底面(16Pと17P)の最大値と初期有効土圧との比(間隙水圧係数 I_{ud})は0.76と1.14で液状化に近い状態になっている。盛土底面(8P)では、16Pと17Pの I_{ud} より小さい。2Pでは8Pとほぼ等しい I_{ud} を有し、地盤中心(5P)では最大値は他のどの部分よりも大きく、 I_{ud} も0.9で大きい。ここは、鋼矢板

で両側が締切られている上に、排水距離も大きい所である。盛土底部での大きい水圧の発生は盛土の左右両側への回転すべりのような変状を大きくしたようである。

(エ) 鋼矢板に作用する土圧… 鋼矢板の裏側(図8(a))の土圧(図8(a))は深さに余り関係なく平均84 gf/cm²、表側の土圧(同(b))も同様で平均66 gf/cm²を示すので、鋼矢板全面に作用する差引土圧は $E = 0.78 \pm f/m$ で、盛土半分の重量 $W = 5 \pm f/m$ との比をとると、 $E/W = 0.16$ となる。

(オ) タイロッドに発生する張力… 張力(図8(c))は、時間とともに増大し30~50秒ではば一定の最大値を示してから減少している。全張力の最大値 T は約1 $\pm f/m$ ($T/W \approx 0.2$)である。また、上段タイロッドの最大張力約0.8 $\pm f/m$ は、設計の手引²⁾による計算値とほぼ等しい値となっている。その他に、土圧計算³⁾($\phi = 15^\circ$)によると、鋼矢板両側の土圧差は約1 $\pm f/m$ で、全張力の最大値にほぼ等しい値が得られる。

4. おわりに

以上の実験は、技術課題「構造物の地震対策に関する研究」の一環として、「鉄道土木構造物耐震強化の研究委員会」で検討されたものであり、岡本委員長他の諸委員並びに村上施設局土木課長、大橋前同課長、山本構設次長、岐工技管室他の方々に多大の御指導と御援助を受けて行なわれました。また、振動実験の実施に当っては(株)応用地質調査事務所御世話になりました。併せて厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 大橋他: 鉄道盛土の耐震補強対策、土と基礎、Vol.28、No.8、1980.8
- 2) 国鉄施設局土木課他: 盛土耐震補強工設計の手引(案)、昭和55年3月
- 3) 松並他: 地震時土圧の計算図表、港湾技研資料No.357、1980.9

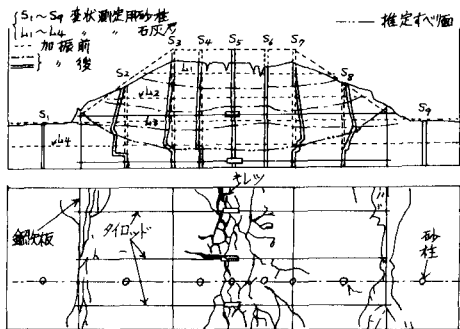


図4 破壊試験後の盛土変状図

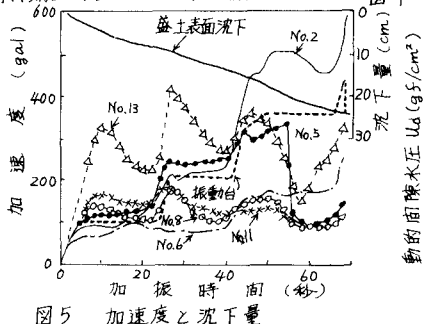


図5 加速度と沈下量

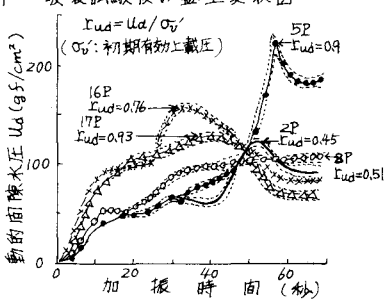


図6 間隙水圧

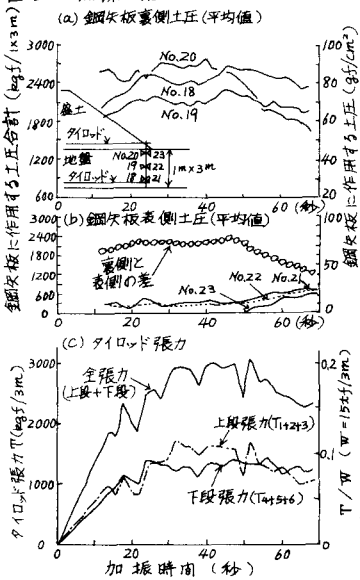


図8 土圧と張力