

### III - 3 盛土の破壊特性に及ぼす地盤締固め条件の影響

建設省 土木研究所

正会員 木全 俊雄

“

近藤 益夫

(株) 日本構造橋梁研究所

“ ○ 林 博明

#### 1 まえがき

道路盛土、河川堤防、鉄道盛土などの土構造物の地震による被害事例について、多くの調査報告がなされている。盛土構造物の破壊形態は、締固め不十分などによる盛土法面の崩壊、降雨の浸透などのせん断強度の低下による盛土本体の崩壊、液状化しやすい砂地盤上の盛土などの地盤の破壊などに分類される。本報告は道路盛土の破壊形態の再現を目的とし、地盤の締固め条件を変えた飽和砂地盤上の盛土振動実験を行ったものである。

#### 2 実験方法

実験に用いた振動台は加振方向長×加振直角方向長が $8 \times 6 \text{ m}$ の土木研究所所有のものである。土槽の内寸法は加振方向長×幅×深さが $6 \times 3 \times 2 \text{ m}$ である。模型形状と測定計器配置を図1に示すが、これは4ケースについて同一とした。なお、今回の実験は対象を小規模の実物と考え相似率は考慮していない。使用材料は浅間山砂であり、その物理的諸元を表1に示す。

締固めの程度を求めるための予備試験を行い、本実験の締固め方法を盛土は巻出し厚 $20 \text{ cm}$ 、足踏み5回、地盤は巻出し厚 $20 \text{ cm}$ 、足踏み1～5回、木ダコ5回、ランマー5回と決めた(表2)。また乾燥密度 $\rho_d$ 、相対密度 $D_r$ 、注水後のコーン支持力 $q_c$ も表2に示す。ケース2の地盤が最も軟らかく、ケース1、3、4の順に固くなる。厚さ $10 \text{ cm}$ の砂利層をのいた土槽底面より上方へ水を浸透させ、水位を地盤面高とした。

#### 3 実験結果

共振曲線は加振加速度を $10 \text{ gal}$ とし、 $5 \sim 25 \text{ Hz}$ 程度振動数を変えた。各ケースの盛土と地盤について、最大応答倍率を与えるピーク振動数を表2に示し、共振曲線の1例を図2に示す。

破壊実験は加振振動数を $5 \text{ Hz}$ 、加振時間は各加速度で50秒間である。ケース1と2は $150 \text{ gal}$ 、ケース3は $300 \text{ gal}$ 、ケース4は $450 \text{ gal}$ で破壊した。ケース1の破壊性状は盛土天端の中央付近に縦亀裂が集中し、盛土天端は $20 \text{ cm}$ 沈下、地盤の隆起は盛土の両側とも $12.3 \text{ cm}$ であった。土槽の側面のガラス面に敷設した石灰メッシュより、盛土のセンターラインを中心に左右対称の変形がみられ、法尻付近から外側の地盤の変形が著しく、その深さは地盤表面より約 $70 \text{ cm}$ であった。

地盤が最も軟らかいケース2の破壊性状はケース1とほぼ同様だが、盛土天端は $23 \text{ cm}$ 沈下、地盤は $14 \text{ cm}$ 隆起した。側面の変形はケース1と同様であり、地盤の変形の著しい深さも地盤表面より約 $70 \text{ cm}$ であった。

ケース3の場合、ケース1と2に比べ中程度の幅の亀裂が盛土天端の全面に生じた。盛土の沈下は $10 \text{ cm}$ 、地盤は $5 \text{ cm}$ 隆起した。側面の変形は左右対称であり、変形の著しい深さは地盤表面より $30 \text{ cm}$ となった。

ケース4の地盤は最も良く締ったものであり、地盤は変形せず、盛土天端と法面に無数の亀裂が生じ、法面が崩壊したが、盛土内部では破壊が生じていない。盛土の沈下は $9 \text{ cm}$ である。

#### 4 まとめ

以上の結果より次の点がわかった。(1)  $q_c = 3 \sim 5 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $D_r = 20 \sim 40 \%$ 程度の締固めの地盤(ケース1と2)は比較的深い位置まで破壊が及ぶ。 $q_c = 4 \text{ N}$ より $N$ 値換算すると $N = 0.8 \sim 1.3$ となる。(2)  $q_c = 12 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $D_r = 60 \%$ 程度の地盤(ケース3)は浅い位置で破壊が生じる。 $N$ 値は3となり、ゆるい砂地盤と思われる。(3) ケース1～3は地盤の液状化により盛土が沈下・流動したものであり、破壊形態は地盤の破壊である。(4)  $q_c = 110 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $D_r = 90 \%$ 程度の地盤(ケース4)は $N$ 値28となり、この程度の

地盤になると液状化は生じない。破壊状態は法面の崩壊である。

### 5 あとがき

加速度と間ゲキ水圧などの詳細な検討と解析面よりの検討を今後続けて行うつもりである。なお実験は基礎地盤コンサルタンツ株式会社の協力を得た。感謝の意を表する次第である。

参考文献 (1)“土構造物の地震被害事例”土研資料オ1576号 55.3 (2)“補強盛土の振動台実験”国鉄オ15回土質工学会

| 項目     | 記号              | 単位                | 数値    |
|--------|-----------------|-------------------|-------|
| 土粒子の比重 | Gs              | -                 | 2.704 |
| 最適含水比  | Wopt            | %                 | 15.5  |
| 最大乾燥密度 | $\rho_{max}$    | g/cm <sup>3</sup> | 1.668 |
| 最大間ゲキ比 | $e_{max}$       | -                 | 0.972 |
| 最小間ゲキ比 | $e_{min}$       | -                 | 0.613 |
| 60% 粒径 | D <sub>60</sub> | mm                | 0.30  |
| 10% 粒径 | D <sub>10</sub> | mm                | 0.15  |
| 平均粒径   | D <sub>50</sub> | mm                | 0.26  |
| 均等係数   | U <sub>c</sub>  | -                 | 2.0   |

表1 浅間山砂の諸元

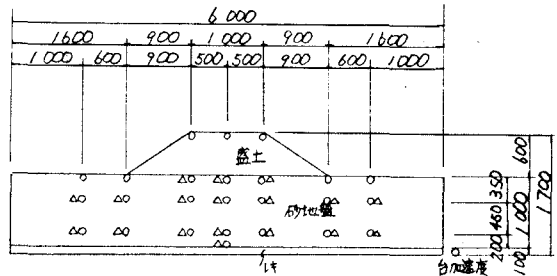


図1 模型寸法と計測器の配置図

| CASE |    | 締固め方法 |         | 乾燥密度                          | 相対密度      | 静的間ゲキ比    | 共振実験           | 共振実験              | 破壊実験            |
|------|----|-------|---------|-------------------------------|-----------|-----------|----------------|-------------------|-----------------|
|      |    | 盛土厚   | 方法      | $\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> ) | $D_r$ (%) | $e_c$ (%) | 加振振動数 $f$ (Hz) | ピーク振動数 $f_p$ (Hz) | 加振加速度 Acc (gal) |
| 1    | 盛土 | 20cm  | 足踏み 5回  | 1.47                          | 40        | 7         | 5~25           | 17.0              | 150             |
|      | 地盤 | "     | 足踏み 5回  | 1.47                          | 37        | 5         |                | 20.0              |                 |
| 2    | 盛土 | 20    | 足踏み 5回  | 1.49                          | 43        | 6         | 5~22           | 15.6              | 150             |
|      | 地盤 | "     | 足踏み 1回  | 1.42                          | 20        | 3         |                | 20.0              |                 |
| 3    | 盛土 | 20    | 足踏み 5回  | 1.50                          | 44        | 8         | 5~25           | 21.0              | 150, 300        |
|      | 地盤 | "     | 木ダコ 5回  | 1.55                          | 63        | 12        |                | 24.4              |                 |
| 4    | 盛土 | 20    | 足踏み 5回  | 1.55                          | 63        | 20        | 5~27           | 25.8              | 150, 300, 450   |
|      | 地盤 | "     | ランマー 5回 | 1.64                          | 89        | 110       |                | 27.7              |                 |

表2 模型の作成状態とピーク振動数

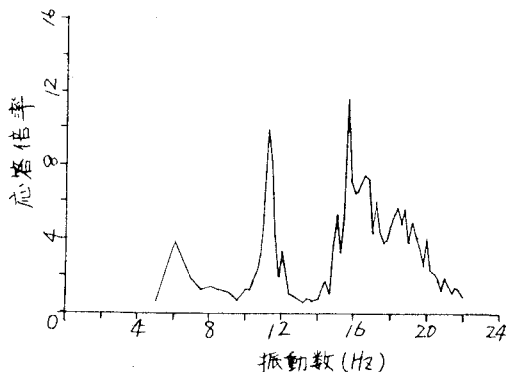


図3 共振曲線 (CASE-2 盛土天端)

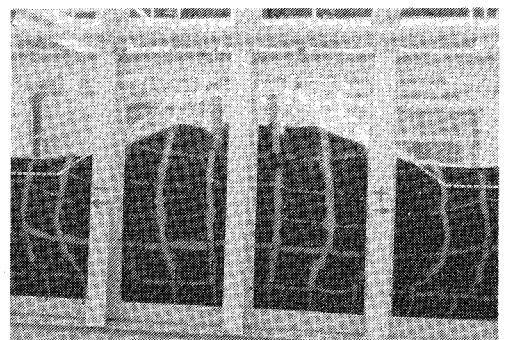


写真1 側面の変形 (ケース1)