

砂質盛土の地震時すべり変形について

愛知工業大学大学院 ○(学) 蛭川文久

愛知工業大学土木工学科 (正) 大根義男 (正) 成田国朝 (正) 奥村哲夫

1. はじめに

盛土斜面の地震時安定性については、Newmarkの指摘以来、地震動によって誘発されるすべり量(変形量)の累積を安定性の指標にすべきであるという立場からの研究が多く進められている。例えばGoodmanら<sup>1)</sup>は砂質盛土の衝撃すべり実験のなかで、材料特性から定まる降伏加速度の超過分を積分して求めたすべり変位量が実験値と良く合うことを確かめている。しかし、降伏加速度の概念やその決定法については必ずしも十分議論されているとはいえず、なお不明な点が少ない。本研究は、衝撃振動台を用いたブロックすべりの実験を行って上記の点を再吟味するとともに、山口ら<sup>2)</sup>が提案した理論解の適用性について若干考察を加えるものである。なお、本研究は文部省科学研究費補助金(総合A,代表:山口柏樹, No.60302066)の援助を受けたことを付記しここに謝意を表する。

2. 実験概要

実験に用いた振り子型衝撃振動台と実験方法の概要を図-1に示す。振動台上に図示の鋼製箱(奥行き500mm)を設置し、このなかに厚さ16mmの鉄板④を傾斜が変えられるようにネジ止める。この斜面に相当する鉄板と鉄製ブロック③(幅200mm)の表面に豊浦砂を接着剤で薄く貼り付け、その間に豊浦砂を更に0.2mm程度の厚さに敷いて静置する。そして鉄板斜面とブロックのそれぞれに加速度計①を、また斜面を固定端として変位計②を設置し、振り子による衝撃を加えた時の斜面・ブロックの加速度やすべり変位を計測する。実験は鉄板斜面の傾角を幾つか変えて行ったが、今回はこのうち3割勾配( $\beta=18.4^\circ$ )と5割勾配( $\beta=11.3^\circ$ )の結果について報告する。なお、上記ブロックすべりに対する静的な摩擦角 $\phi_1$ を求めるために、斜面を除々に傾斜させてすべり角を求める実験も行った。この結果、多少バラツキはあるが、平均的には $\phi_1=21^\circ$ であった。

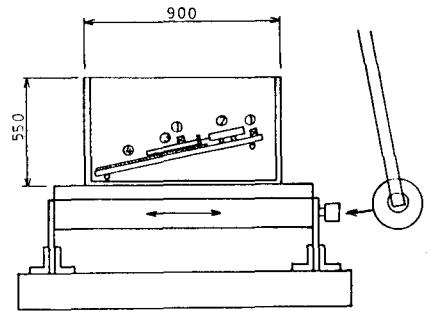


図-1

3. 実験結果と考察

図-2は5割勾配の実験結果の一例を示したものであり、一つの衝撃における最初の8波目までの記録を描いている。ここで、測定値は(a)図の斜面およびブロックの加速度( $\alpha_0$ および $\alpha_1$ )と、(c)図のブロックすべり変位(s)である。(b)図は $\alpha_0$ と $\alpha_1$ の差、つまりブロックの相対加速度を示したものであり、これを時間軸に沿って2回積分して相対変位量を計算すると(c)図の変位 $s_1$ が得られる。図に見られるように加速度記録から計算した変位 $s_1$ と測定変位sは極めて良く一致しており、各記録の測定精度は十分確保されていると考えられる。なお、他の実験結果に共通していることであるが、衝撃による加速度波形は比較的減衰が小さい周波数8 Hz程度の正弦波に近い波であり、ブロックのすべり変形が収束するまでの波数は10~25波程度である( $\alpha_0$ によって異なる)。

Goodmanらが提案した地震時すべり変形量の評価法は、図-4に示すように、材料特性から定まる降伏加速度の超過分(斜線部)の面積を積分するものである。砂質盛土の場合は図-3に示す震度法の考え方

から降伏加速度  $k_y \cdot g$  として

$$k_y \cdot g = \tan(\phi' - \beta) \cdot g \quad \dots (1)$$

が得られる ( $k_y$ :地震係数)。この考え方に基づいて本実験の各ケースに対して、加速度記録から計算されるすべり変位量と実験値との整合性を比較してみた。ここで、式(1)の  $\phi'$ には傾斜試験から定められた静的摩擦角  $\phi_s$ を用いるものとする、降伏加速度は3割勾配の実験に対し  $k_y \cdot g = 44$  gals、5割勾配の実験に対し  $k_y \cdot g = 167$  galsとなる。図-2の実験に対してすべり変位量を計算した結果が(c)図の  $s_2$ である。計算値は実験値より若干小さめであるが、変位量の増加傾向や増加割合は両者で良く一致していることが分かる。

種々の実験ケースについて衝撃を与えてから8波目までの変位量を比較したものが図-5である。図に見られるように5割勾配では計算値と実験値が良く対応しているが、3割勾配では計算値がかなり小さめに出ており60%程度になっている。この理由を調べるために、図-2(a)で各振動中にブロックがすべり始めるときのほぼ一定状態の  $\alpha_T$ を降伏加速度と考えると、その経緯をみたものが図-6である。図中には式(1)から計算される降伏加速度の値も示したが、これらと比較すると3割勾配の実験では実際の降伏加速度が式(1)の値よりかなり小さくなっていることが分かる。つまり降伏加速度を高めに設定したため計算値が過小に評価されたものと考えられる。

図-5の破線は山口の式による計算変位である。

$$\Delta S = 0.486 \cdot g \cdot K \cdot (1 - F_d)^3 \cdot T^2 \cdot \sin \beta \quad \dots (2)$$

$$K = \sqrt{1 + (\alpha_B/g)^2}, \quad F_d = k_y \cdot g / \alpha_B$$

図によると理論解は3割勾配に対して実験値と良く一致するが、5割勾配では小さめであり、上記の積分値と傾向が全く逆になっている。これがいかなる理由によるかは判然としないが、いずれにしても降伏加速度を適切に設定すれば、地震時のすべり変形を十分な精度で追跡できる見通しは得られたものと考えられる。

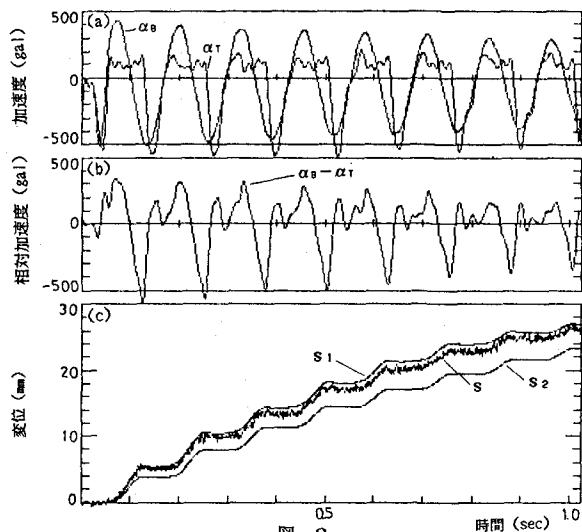
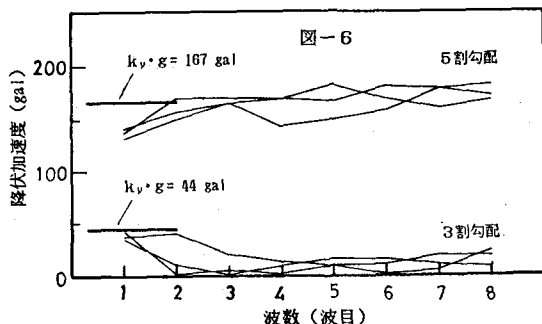
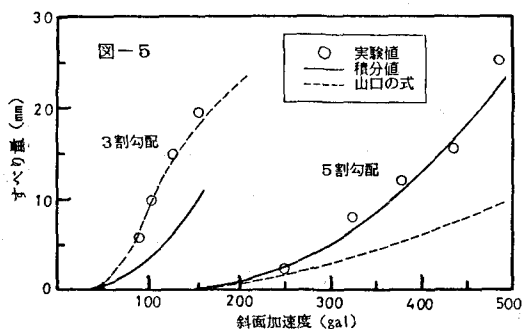
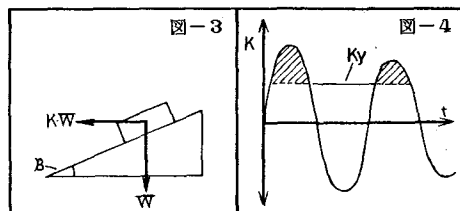


図-2



【参考文献】 1)Goodman他(1966), Proc. of ASCE 2)山口他(1986), 土と岩