

○ 榮知工大 正員 建部英博

榮知工大 正員 大根義男

1. はじめに、 フィルダムが地震によって被害を受けた例は過去において数多く見受けられているが、その被害内容を見ると堤体にすべりが発生している場合がかなり多い。このすべりによる被害を大別すると二つに分類する事が出来る。1つは堤体内部又は基礎地盤内を通る滑動であり、他の1つは堤頂付近及び斜面中腹部においてごく浅い表層部分の活動である。前者の現象に対しては従来よりかなり研究が進められているが、後者の現象については余り論議がなされていない。本報告は本学で行なわれたロックフィルダムの大型模型による振動実験^{*1}及び斜面すべり実験^{*2}の結果から、表層部分のロック材に着目し、その振動挙動について述べたものである。

2. ロックフィルダムの大型模型振動実験の観察。 堤体模型への入力加速度の増加に伴い、応答加速度の大きい堤頂や斜面上部付近からロック材のすべり出し、及び転がり出し現象が発生する。その様子は、まず表面にある層材が個々に前後運動を始め、ある加速度に達すると直下の層材を乗り越えて下方に移動する。その為拘束のなくなった直下の層材が表面となり、先の層材と同様に前後運動を始める様になる。この間、碎石2〜3個分の厚さの表層部分は堤体内部の振動に比べかなり大きな振動を示し、一体化してすべりを起こしている様である。

○ 斜面すべり実験結果 斜面すべりは碎石を埋め込んだコンクリート板(碎石板)上に碎石や碎石板を載せ、上載物が滑動する状態を測定し、表層付近の状態を模擬したもので静的、動的実験を行なっている。静的実験は碎石板を除々に傾斜させ、上載物がすべり出す時の角度から静的摩擦係数 f_s を求めてあり、動的実験はある角度に保った状態で振動を加え滑動時の加速度及び傾斜角から動的摩擦係数を求めその両者を比較している。その結果、動的摩擦係数 f_d は静的摩擦係数 f_s にくらべてかなり大きな値を示している。又動的試験において、傾斜角度、加振振動数の違いによっても f_d の値はかなり異なっている。

3. モデル実験 ロック材が転がり出すには、その形状、寸法、他の層材との接触点の状況等によって大きく左右され簡単に論ずる事は出来ないが、ここではどの程度の振動により転がり出し現象が生ずるのかを知る為、単純化した二次元モデルによる実験及び解析を行なった。

実験に用いた材料は比較的摩擦の少ないみがきステンレス棒で長さ10cm、直径2.2cm 1.6cm 0.8cm の3種類である。このステンレス棒をアクリル板上に一列に密着固定し、小型振動台上にセットした後、同一直径のステンレス棒を載せ一定振動数で加振し、振巾を除々に増加させ上載ステンレス棒が転がり出す時の加速度測定を行った。実験は傾斜角 $0^\circ \sim 25^\circ$ まです隔で6種について行なった。又上載条件は図-1に示す様にステンレス棒1層〜4層迄について行なっている。

4. 実験結果及び解析 振動によりステンレス棒が転がり出すまでの過程は次の通りである。振中の小さい間は下の二本の棒の間に載ったまま一体化して振動するが、ある程度以上の振中になると下の棒の振動以外に単独に二つの棒の間を前後運動し始める。さらに振中が大きくなり下側の棒の頂上をすぎると一気に転がり出してしまふ。転がり出した時の加速度と斜面勾配、粒径との関係の一部を図-3に示す。これによれば転がり出す時の加速度は斜面勾配による影響が大きく、また粒径の大きいもの程大きな加速度を記録している。一方、振動数が大きくなると加速度が大きくても振幅が小さい為か、下の二本の棒の間でゴチゴチ当りながら宙に浮いている様子がうかがわれる。

図-2の様な同一径の棒に振動が加わった時の運動状態を考えてみる。この際、下の棒は固定、上の棒は密着回転だけをするものとする
と、その運動は次式で表わされる。

$$2rm\ddot{\theta} = mg\sin\theta + F - ma_0\omega^2\sin\omega t\cos\theta \cdots (1)$$

$$I\ddot{\theta} = Fr \cdots (2)$$

(1)式と(2)式から

$$\ddot{\theta} = \frac{2}{5r}(g\sin\theta - a_0\omega^2\sin\omega t\cos\theta) \cdots (3)$$

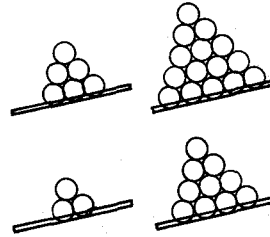


図-1

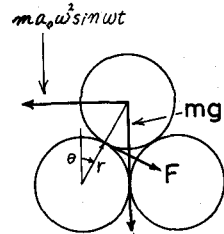


図-2

(3)式を数値積分する事によって時々刻々の位置が解り、 θ が負になると転がりが発生する。代表的な計算結果と実験結果との対比を図-4に示すが、これによれば転がり出す時の振幅と振動数は両対数紙上で直線的でなく、転がり出しは加速度に比例するとはいえない様である。また、計算結果からも斜面勾配の小さいもの程、径の大きいもの程安定であることがわかった。今回の計算では棒がぶつかり合っ宙に浮く事は考慮していないので、当然適用範囲は限られるものと考えられる。尚、この一連の研究は文部省科研費による研究の一部であることを付記し感謝の意を表する。

〔参考文献〕

1. 建部, 大根: ロックフィルダムの表層すべりを対象とした動的セン断試験, 第13回土質研
2. 建部, 大根: 碎石を用いたフィルダム模型の振動実験(第2報), 第33回土木学会年講(第3部)

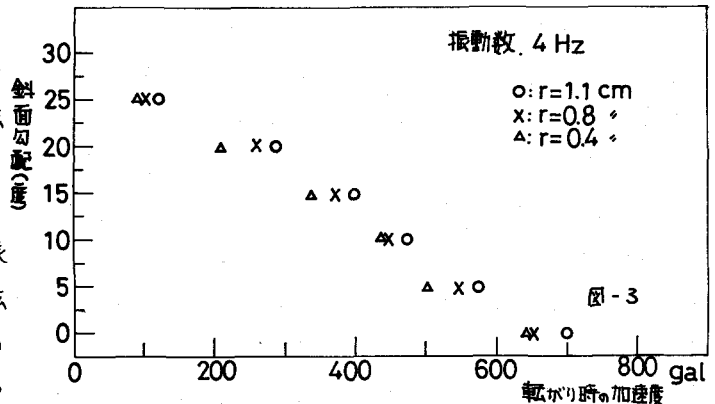


図-3

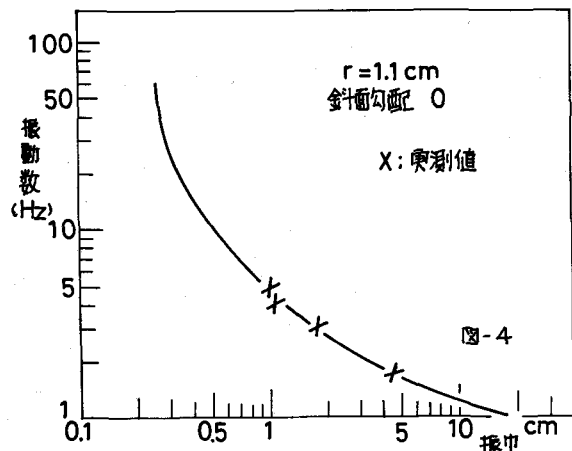


図-4