

III-85

曲線部を有するフィルダムの模型振動実験

東日本旅客鉄道株式会社信濃川工事事務所

正員 島峰徹夫

峰村政士

正員 浅見郁樹

1. まえがき

東日本旅客鉄道株式会社では、輸送サービスの向上等により増加する電力需要に対処するため、信濃川水力発電再開発工事を進めている。その一環として築造されるフィルダムの堤体は、表-1に示すように延長が長く、2箇所で堤高の高くなる沢部とダム軸に3箇所の曲線部（半径150m）を有している。このような形状を有する堤体の地震時応答性状を調べるため、模型振動実験を行った。その結果によると、曲線部の応答性状は直線部と比べて大差のないことが判明した。以下に、その概要と結果を報告する。

表-1 ダム諸元

型 式	中央コア型フィルダム
堤 高	最大 44.5 m
堤 頂 長	1360 m
天 端 幅	10 m
法面勾配	上流 3.4 下流 2.1

2. 実験概要

2.1 模型材料および実験装置

模型は実物の縮尺1/300の3次元模型とし、堤体材料は密度 $\rho = 0.974 \text{ g/cm}^3$ 、弾性定数 $E = 0.45 \text{ kgf/cm}^2$ 、減衰定数 $h = 14\%$ のシリコンゴムを使用し、岩盤材料には $E = 2 \sim 3 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$ の石膏を使用した。相似率は、長さ〔L〕1/300、密度〔ML⁻³〕1/2、弾性定数〔ML⁻¹T⁻²〕1/5560、時間〔T〕1/5.8、加速度〔LT⁻²〕1/9となっている。

振動台は振動数0.1~20Hz、最大変位振幅±50mm、最大加速度400galで加振できる（勸鉄道総合技術研究所所有のもの）を使用した。なお、入力波は正弦波の水平振動とした。

2.2 実験方法

(1) 応答加速度の測定

模型への入力加速度を50galに固定し、振動数を1~40Hzの範囲で変化させ、堤体天端に設置された加速度計により応答加速度を測定し、固有振動数を求めた。なお、加振方向はX軸を基準に30°ずつ回転させた6方向について行い、応答加速度の測定は8測点A~Hで行った。（図-1参照）

(2) 変位および歪みの測定

(1)の結果より加振方向と振動数の組合わせを4ケース選定し、入力加速度を300galに固定して、堤体天端の最大変位を最大応答加速度と加振振動数より求めた。また歪みは、測点を挟んで5cmの間隔を置いて設置した加速度計の加速度時刻歴より、時間軸方向に2回積分することにより算定した。

3. 実験結果および考察

3.1 固有振動数および加速度応答倍率

図-1の各測点における応答振動数は、入力振動数とはほぼ同じ振動数を示し、応答加速度の波形は正弦波に近い形状を示した。各測点における固有振動数および応答倍率は、各測点ごとに異なるが加振方向による差は小さかった。また曲線部の応答倍率は、直線部に比べて同じかまたはやや小さめの値を示した。模型高さと固有周期との関係を図-2に示す。この図より、次のことがいえる。

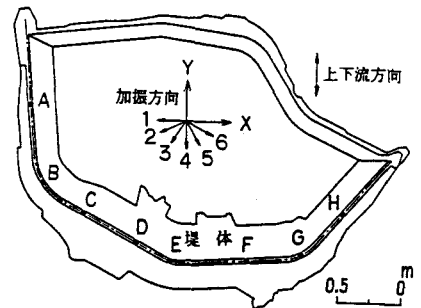


図-1 模型平面図

① 固有周期 T と模型高さ H には、次式に示す一次の関係がみられる。

$$T = (7.0 + 5.0H) \times 10^{-3} \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 T ：固有周期 (sec)

H ：模型高さ (cm)

② 曲線部もおおむね (1) 式によって表されることにより、ダム軸が曲率を有していることによる固有周期の変化は少ないと考えられる。

3.2 変位および歪み

振動によって発生する堤体天端の変位および歪みは、上下流方向加振よりもダム軸方向加振の方が大きな値を示した。ダム軸の各測点における変位・ダム軸方向引張歪みおよびせん断歪みを、堤体高さに対応させた一例を図-3に示す。この図より、発生する歪みは変位が変化する部分（堤高の変化する部分）で大きな値となり、曲線部に発生する歪みはそれらに比べて小さいことが読み取れる。

4. まとめ

今回の実験により、得られた結果をまとめると次のようになる。

① 固有周期および応答倍率について、直線部と曲線部の特性の違いはみられない。これより、震度法で安定計算を行う際に、曲線部についても直線部と同様な取扱いをしても問題ないと思われる。

② ダム軸方向の歪みは、ダム軸の線形形状よりもダム堤高の変化する地点で大きな値を示す。また、ダム軸方向の歪みの大きく発生する加振方向は、上下流方向よりもダム軸方向である。

5. あとがき

国内では珍しい曲線部を有するフィルダム堤体の、地震時応答性状を定性的には把握することができたと思われる。この実験結果を踏まえ、施工管理を入念に行って安全性の高いフィルダムを築造したいと考えている。また実物には諸計器を配置し、堤体の挙動を把握していきたい。最後に本実験に際し、御指導および御協力を頂いた信濃川工事事務所水力発電技術委員会の先生方および㈱アイ・エヌ・エー新土木研究所の皆様に深謝する次第である。

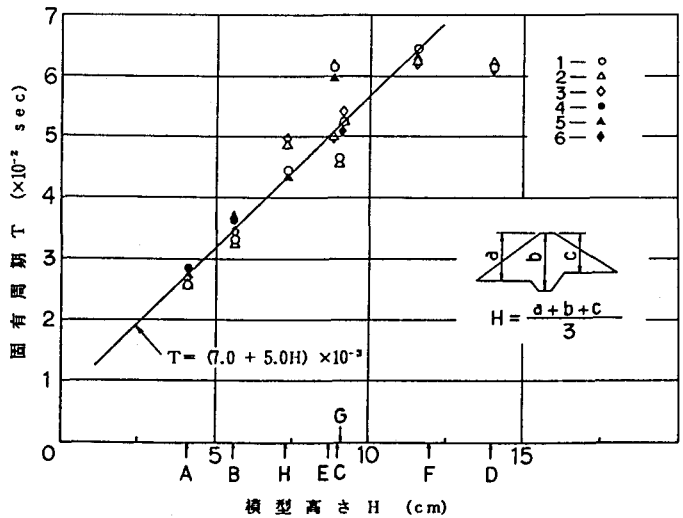


図-2 模型高さとの固有周期の関係

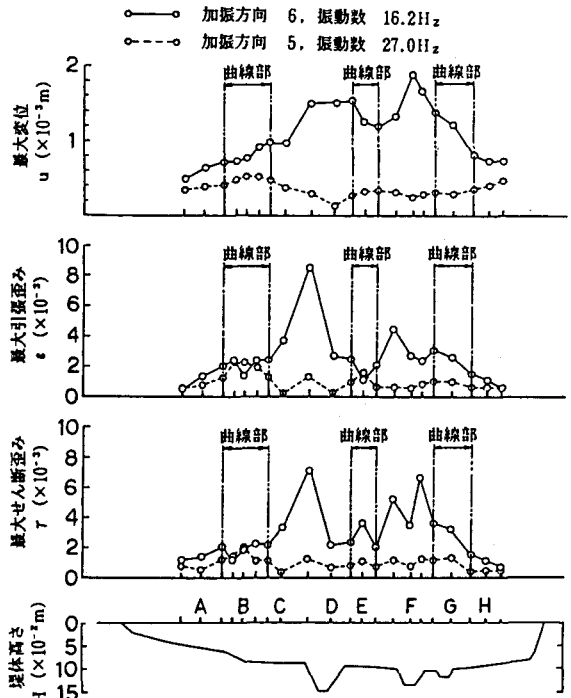


図-3 堤体高さに対応する変位と歪み