

V-28 地盤とコンクリート構造物の相互作用に関する一考察

東北学院大学 工学部 土木工学科 学生員 ○高橋 紗希子
 東北学院大学 工学部 土木工学科 南條 明子
 東北学院大学 工学部 土木工学科 正会員 遠藤 孝夫

1. はじめに

地震による構造物の被害には、構造物自身の構造的な欠陥による被害の他に、地盤の崩壊、あるいは地盤自身の増幅性による被害とがある。近年、上部構造物の耐震設計は充実し、構造的欠陥による被害の軽減・防止の対策が進められている。しかしその一方では、都市の過密化、急成長により、これまで構造物の立地には不向きとされた条件の悪い地盤に、構造物の建設がより一層進められている。条件の悪い地盤においては、構造的欠陥による被害よりも、地盤条件による被害が近年特に目立って著しい。地震被害の軽減や防止を考える上では地盤に原因よる地震被害を防止・軽減を考えることが急務であるといえる。

本研究では、地震に対する地盤と構造物の相互作用について考察するため、実在する重力式コンクリートダムを例に、岩盤と構造物の振動に対する相互作用とともに、岩盤の物性値が構造物の振動にどの程度変化をもたらすかを解析し考察した。

2. 解析の概要

(1)解析モデル

岩盤—ダムのモデルは右図 2.1 のように作成した。

(2)解析条件

岩盤 FEM の幅は 250m、深さは 100m とした。岩盤種は安山岩、単位体積重量を $2.35(t/m^3)$ 、せん断弾性係数を $5,000(t/m^2)$ 、減衰定数を 3.5% とした。コンクリートは単位体積重量を $2.3(t/m^3)$ 、せん断弾性係数を 20,000 (t/m^2) 、減衰定数を 3.0% とした。

入力地震動は、レベル 2 地震動海洋型 1、レベル 2 地震動内陸型 1 の 2 つを用い、外乱条件は鉛直伝播波動、

GL=35m に観測波として規定、加速度レベルは最大で

321.909gal(海洋型 1)、749.646gal(内陸型 1)とした。

また境界条件は側面がエネルギー伝達境界、底面を粘性境界とした。

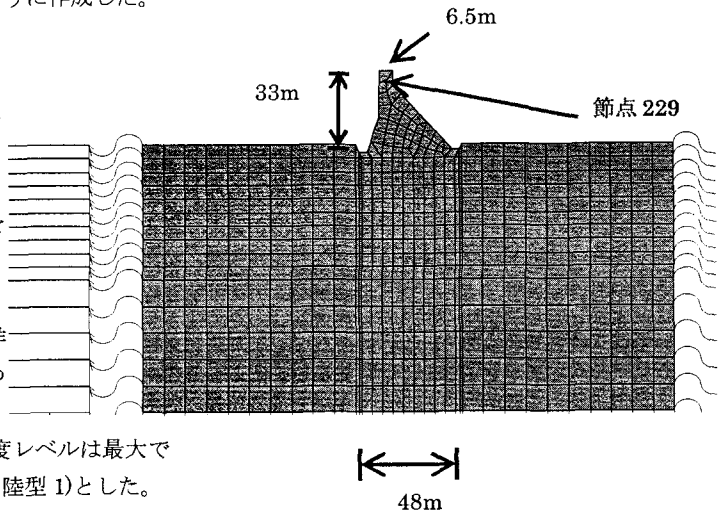


図 2.1 解析モデル

3. 解析結果

(1)レベル 2 地震動海洋型 1

図 3.1 はダム内上部の節点番号 229 における水平加速度であり、その最大値は 7184.2gal、最小値は -7321.2gal となった。また、ヤング係数を 1/2、さらに 1/4 に変化させ解析を行うと波形にはほぼ変化は見られなかったも

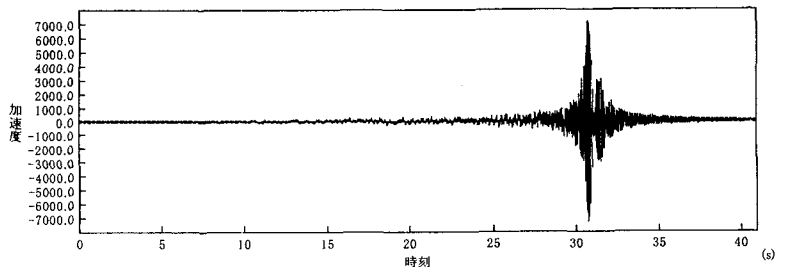


図 3.1 水平加速度—海洋型 1（節点 229）

のその最大値は大きく変化した。

また図 3.2 に表す加速度応答スペクトルの最大値は 4817.8gal であり、同様にヤング係数を変化させても形はほぼ同じであった。ヤング係数 1/2 では水平加速度の最大値が $1.372 \times 10^6 \text{gal}$ 、最小値は $-1.362 \times 10^6 \text{gal}$ であり、加速度応答スペクトルの最大値が $1.117 \times 10^7 \text{gal}$ であった。さらにヤング係数 1/4 では水平加速度の最大値が $8.391 \times 10^7 \text{gal}$ 、最小値は $-7.991 \times 10^7 \text{gal}$ であり、加速度応答スペクトルの最大値が $5.608 \times 10^8 \text{gal}$ であった。

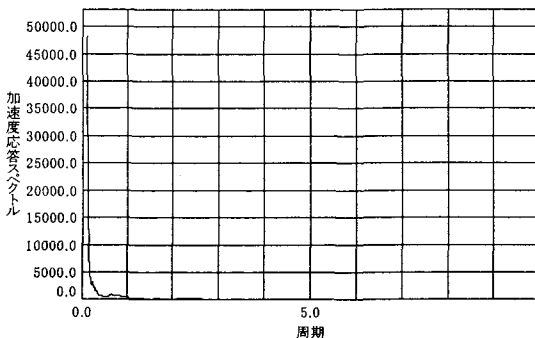


図 3.2 応答スペクトル—海洋型 1 (節点 229)

(2) レベル 2 地震動内陸型 1

(1)と同様に、ダム内上部の節点 229 の水平加速度を図 3.3 に、加速度応答スペクトルを図 3.4 に示した。水平加速度の最大値は 9499.4gal、最小値は -7972.6gal であり、応答スペクトルの最大値は 52609.0gal となった。また、(1)と同様にヤング

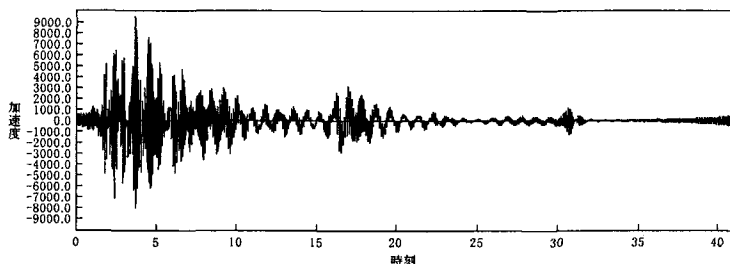


図 3.3 水平加速度—内陸型 1 (節点 229)

係数を変化させたが、形はほぼ変わらなかった。ヤング係数 1/2 では水平加速度の最大値が $1.094 \times 10^6 \text{gal}$ 、最小値は $-1.118 \times 10^6 \text{gal}$ であり、加速度応答スペクトルの最大値が $7.518 \times 10^6 \text{gal}$ であった。さらにヤング係数 1/4 では水平加速度の最大値が $7.744 \times 10^7 \text{gal}$ 、最小値は $-7.362 \times 10^7 \text{gal}$ であり、加速度応答スペクトルの最大値が $5.653 \times 10^8 \text{gal}$ であった。

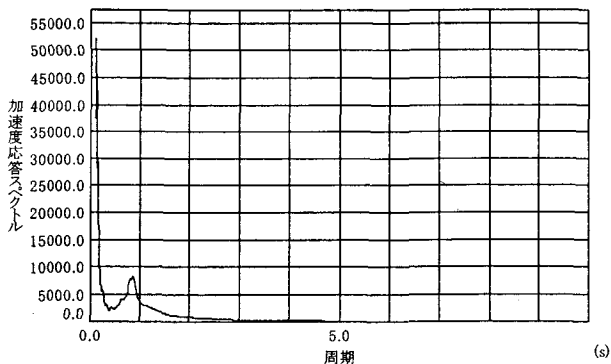


図 3.4 応答スペクトル—内陸型 1 (節点 229)

4. まとめ

今回の解析結果より、次のようなことがわかった。

- (1) ダム内の挙動を調べるにあたり、水平加速度・加速度応答スペクトルを、複数の節点で比較してみたところ、ダム内での節点はどこをとっても最大値・最小値ともに変化はなかった。
- (2) 岩盤からダム内に地震動が伝わる間、水平加速度のピークが訪れる時間は徐々に遅くなり、構造物の水平加速度が最大になるのは一番遅い。その結果が顕著に表れているのが海洋型であった。
- (3) 初めに入力した安山岩の物性値は実際のダムの工事誌から引用したものであるが、海洋型 1 を例にとると入力した地震動の最大加速度が 321.909gal であるのに対し、ダム内の節点での最大加速度は 6499.1gal と、入力した地震動の加速度よりダム内でのそのの方が大きくなっている。これは岩盤とダムの間に相互作用が働き、ダム内の揺れに大きく影響を及ぼしていることを示している。
- (4) 次に岩盤の強度を下げるためにヤング係数を小さくして解析を行ったところ、ヤング係数を 1/2 や 1/4 に変化させると水平加速度、加速度応答スペクトル共に大幅に増加した。ヤング係数が半分になると水平加速度は 200 倍以上になるなど、岩盤の強度が構造物の挙動に大きく影響することがわかった。