

荒砥沢ダムの浅部弾性波速度の調査

弘前大学 正会員 片岡俊一

弘前大学工学部地球環境学科

高山鉄身

埼玉大学

茂木秀則

1. はじめに

2008年岩手宮城内陸地震の際には、荒砥沢ダムでは監査廊において重力加速度を超える最大加速度が観測された。大町・田原は監査廊の記録とダム天端およびその中間にある強震計の記録を用いて、堤体を鉛直方向に伝播する地震動の速度低下からダム堤体の剛性低下を検討している¹⁾。さらに、長期間にわたっての鉛直方向の地震伝播速度の変化の検討例もある²⁾。しかしながら、この速度は区間の平均伝播速度であり、堤体の物性をそのまま表したものではない。そこで、天端において振動を励起し、天端付近浅部の弾性波速度の推定を試みた。

2. 計測概要

図1に示すように天端上の2箇所において計測を実施した。地点Bは天端中央に位置し、地震計の設置場所の近くである。一方、地点Aは左岸側によった位置である。

各地点において図2に示すように、V1からV6と称する鉛直成分の振動計6台を展開し、最も近いセンサーから30m離れた地点で人間のジャンプおよび掛矢による打撃により振動を起こした。なお、図中のC1、C2は3成分の振動計であり、V1とV6の脇に設置した。

振動計はA-NET社のCR4.5-2sであり、測定範囲は0.5~20Hzとなっている。収録装置はKeyence社のNR-2000であり、分解能は14bitである。サンプリング振動数は200Hzとし、各測定ケースで30回程度の加振データを取得した。

3. 計測結果

図3はA地点において右岸側から到来する振動の状況を示したものである。この図を見ると、全ての観測点を波動が伝播していることは分かる。しかしながら、隣り合う振動計同士の位相差をスペクトル解析によって求めると振動計の組み合わせによってその値は変化した。つまり、振動計間のみかけの伝播速度は各々異なっていた。これは、振動源が近いために多くのモードのRayleigh波が混在しているためと考えている。

4. 位相速度に関する考察

以下では掛矢による加振結果について、V3とV4の間の位相差から速度を求め、その速度について考察す

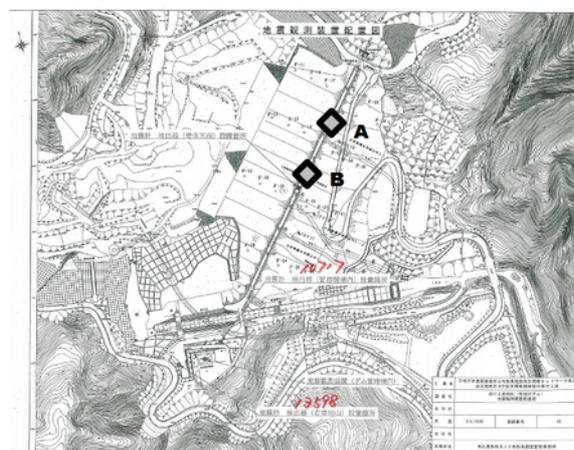


図1 ダム平面図と振動計測地点

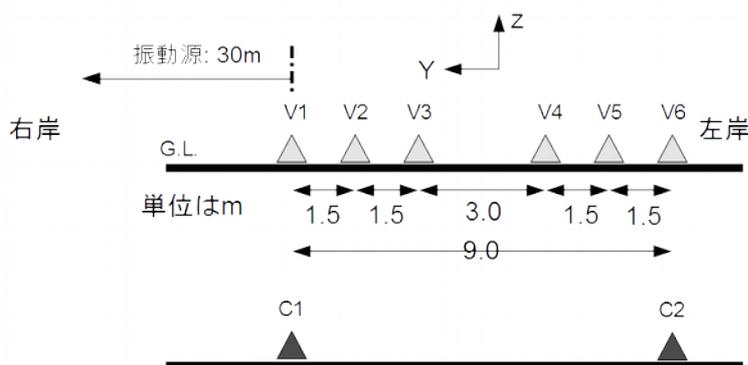


図2 センサー配置および振動源の位置

る。図4は、A地点とB地点における位相速度である。位相差はクロススペクトルから求めているが、スペクトルの解析長さは波動の伝播状況を踏まえて1.28秒としている。また、解析対象位置が加振点から34.5mしか離れていないので、参考のために波長を30mとして、振動数と波長の関係から得られる伝播速度を直線で示している。この線より低い位相速度であれば、加振点と解析対象位置の間に1波長以上の波動が含まれることになる。

得られた位相速度はばらつき、また、同じ地点であっても加振場所が異なると結果が異なっているように見える。ただし、地点Aでは

200m/s~400m/s、地点Bでもそれよりもやや速いが同程度の範囲内であると言うことはできよう。一方で、地震記録の分析による鉛直方向の伝播速度は414m/s~483m/sであり²⁾、今回の値よりも速い。これは、せん断剛性が拘束圧に依存していると考えたと定性的には説明可能である。なお、結果のばらつきの原因の一つには、用いた計測システムの分解能が対象とする振動に対して十分でないことが考えられる。

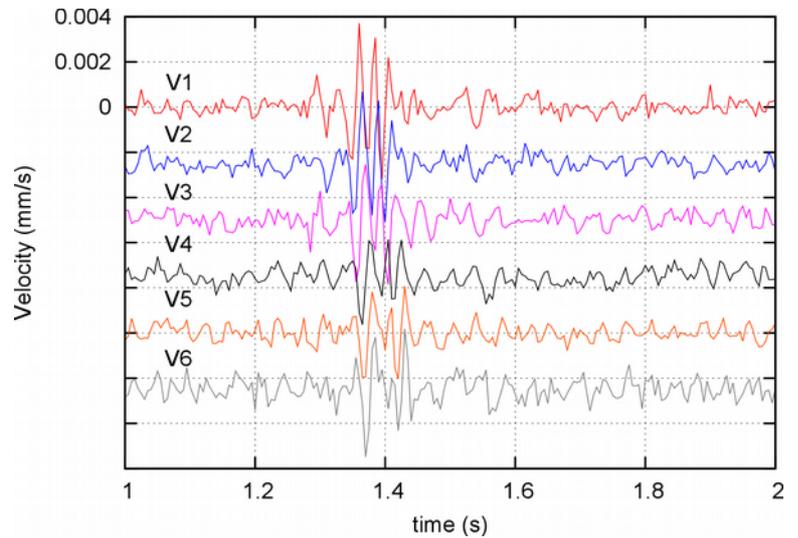


図3 観測例. A地点, 右岸側からの加振

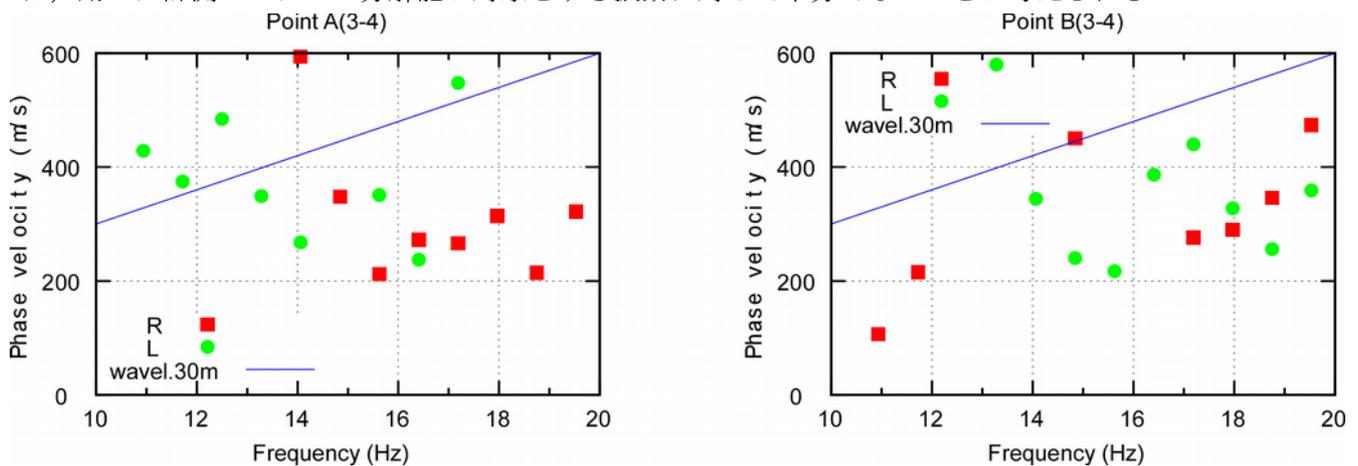


図4 掛矢による加振で得られた位相速度。左がA地点、右がB地点であり、右岸側の加振結果と左岸側の加振結果を区別して示している。

5. まとめ

2008年岩手宮城内陸地震の際に被害を受けた荒砥沢ダム の堤体の物性値を考えるために、天端で振動を励起し、位相速度を求めた。結果については更なる検討が必要であると考えているが、地震記録の分析から得られる地震動の鉛直方向の伝播速度よりは小さな値となった。今後は、複数モードのRayleigh波により見かけ速度が場所による効果を踏まえ、弾性波速度の逆解析を行う予定にしている。

謝辞

宮城県土木部栗原地方ダム総合事務所管理建設第二班の皆様には、計測にあつて便宜を図って頂いた。小田優介君(埼玉大学大学院)、藤牧良太君(弘前大学)には計測を手伝ってもらった。本研究は科学研究費補助金(課題番号25420477)からの補助を受けた。記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 大町・田原: 直下地震の観測記録に基づくロックフィルダムの非線形地震応答特性, 第54回地盤工学シンポジウム, 2009.
- 2) 茂木・他: 荒砥沢ダム加速度記録のNIOM解析, ダム工学会研究発表会, 2014.