

(第3種郵便物認可)

サイ・テク
知と技の発信
こらも

【518】

埼玉大学・理工学研究の現場

地震はできることなら起きてほしくないものです。一方で、あたかも健康診断のエックス線のように地震波を有効に活用することもできます。地震学の分野では地下深くの地球の構造を直接調べることはできないため、地震波が有用な情報になっています。これと同様の考え方で、コンクリートダムなどの剛性を調べた例を紹介します。

(1)で、剛性(変形のしにくさ)とはバネ係数に相当するもので、強度(強さ・バネが耐えられる最大の力)とは異なりますので注意してください。

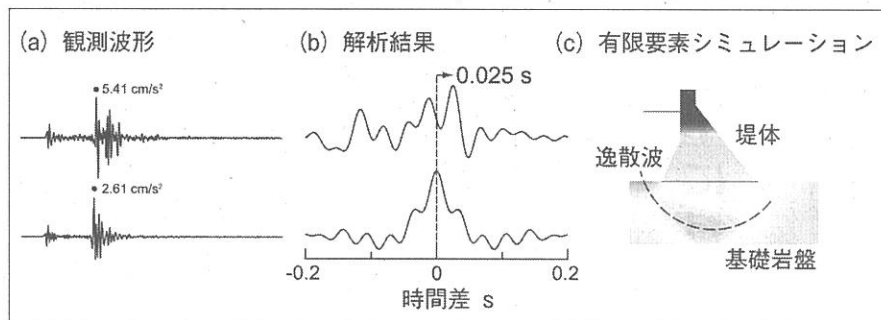
ダムは極めて重要な構造物ですので、その機能や安全性が常に監視・点検されており、地震に関しても、堤体や周囲の岩盤に取り付けられた複数の地震計によって絶え間なくモニターされています。

図のaは解析に用いた地震観測波形(上下動成分)です。上が堤頂の波形、下が基礎岩盤近くの波形(加速度波形)です。この地震は規模が小さく、近い地震であるため、主要動の直後にすぐに揺れが収まっていることが分かります。

この二つの波形から上の波形が下の波形と比べてどれだけ遅れているかを調べることで、堤体のコンクリートの弾性波速度(P波速度、S波速度)が分かります。さらに、弾性波速度が分かれば堤体コンクリートの剛性が分かります。用いた解析はデコンボリューション解析と呼ばれるもので、bはその解析結果を示したものです。解析の原理はaの二つの波形の相互の「関係」を維持したまま、下の点の波形を時刻0でピークになる単純な波形(bの下の波形)

地震波でダムの健康診断

茂木 秀則 准教授



に置き換えたときに、上の波形がどのような波形に置き換わるか調べるものです。

結果を見ると、bの上の波形には+0.025s付近にピークが



もぎ・ひでのり 1965年生まれ。
東京工業大学大学院修了、博士(工学)、
専門は地震工学。

生じていることが分かります。二つの地震計の鉛直距離が1~4mであるため、地震波の伝播(でんぱ)速度(上下動成分を用いているためP波速度)は4・500m/s程度、剛性(ヤング率)は40GPa程度と推定されます。ダム建設時のコンクリートの圧縮強度(材齢365日)から推定されるヤング率が30~32GPaですので、より「硬い」値が得られたこととなります。一般にコンクリートは時間の経過とともに強度、剛性ともに増加する性質があるので、この結果は堤体コンクリートの「成長」を示しているのかもしれない。

cは得られた剛性に基づく有限要素シミュレーションの結果の例です。有限要素法とは構造物や地盤を小さな部分に分割して、バネをつなげたたくさんの錘から構成されるものと近似して変形を調べます。

二つとも適用できるため、さまざまな分野で利用されています。ただし、地震の計算では基礎岩盤から地震波がやってくるため構造物の底面と地盤の無限遠の処理が重要です。

このシミュレーションでは境界要素法と呼ばれる近似手法で作成した地盤に有限要素モデルを載せています。cでは堤体の直下に生じた逸散波の様子を示しています。堤体のコンクリートは基礎岩盤とほぼ同じか、硬いくらいなので、堤体に地震波が入射して揺れ始めても、堤体の上面で反射した地震波がすぐに基礎岩盤に逸散してしまふことが分かります。すなわち、コンクリートダムは波動の逸散による減衰が大きく、他の構造物と比べて、「揺れにくい」構造物といえることができます。このことはaの観測波形からも確認できます。