

I-36 構造物に対する地震動作用

東京大学地震研究所 正員 金井 清

地震動による構造物振動は、その観測結果が相当な数にのぼり、いろいろな見地からの解析と検討が進むにつれて、波の伝播問題としてとりあつかう方が、実情に合うのではないかという考えが段々に深くなってきた。

本研究では、地表層内での地震波の重複反射の考えにもとづいて、構造物上端における地震記録から下端における波形を導出する理論式を簡単な形として導き出し、実際のダムおよび建物での地震観測結果に應用してみた。

今、構造物の鉛直坐標を Z 、下端を $Z=0$ 、上端を $Z=H$ とし、構造物の下端に到達した地震波の形 (u_0) を

$$u_0 = F(t) \quad (1)$$

であらわすと、構造物内に透過する波の形は

$$u_{1(Z=0)} = \gamma F(t) \quad (2)$$

で表わされ、この波が構造物の上端に到達した時の波の形は、構造物内での減衰と変貌を無視すると、次のように表わされる。

$$u_{1(Z=H)} = \gamma F(t - \frac{H}{V}) \quad (3)$$

こゝに、 γ は波の土地から構造物への透過係数にあたり、 H は構造物の高さ、 V は構造物内での伝播速度である。構造物の上端 ($Z=H$) および下端 ($Z=0$) における波の反射係数を、それぞれ、 1 および β とすると、構造物内に透過した波は、上端ではそのままの形で反射して下方に進み、再び下端に到達した時、一部分は土地へ逃げ、一部分は β のかかった形で上方に向う。このようにして、いつたん構造物に入つた波は、その勢力の一部分を下端から土地へにがしながらか、構造物内での往復をつづける。この現象を数式であらわすと次のようになる。

$$u_{(Z=0)}(t) = \gamma F(t) + \left\{ \gamma F(t - \frac{2H}{V}) + \gamma \beta F(t - \frac{2H}{V}) \right\} + \left\{ \gamma \beta F(t - \frac{4H}{V}) + \gamma \beta^2 F(t - \frac{4H}{V}) \right\} + \dots \quad (4)$$

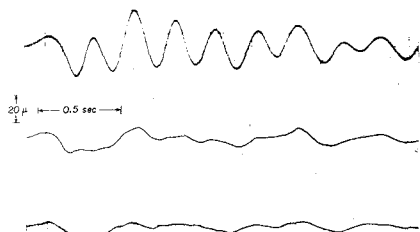
$$u_{(Z=H)}(t) = 2\gamma F(t - \frac{H}{V}) + 2\gamma \beta F(t - \frac{3H}{V}) + 2\gamma \beta^2 F(t - \frac{5H}{V}) + \dots \quad (5)$$

(5) の波形の、 H/V 時間だけ前と後の波形を加えたものと、(4) とを組み合わせた結果に、 $\beta < 1$ の条件を入れると、次の関係式が得られる。

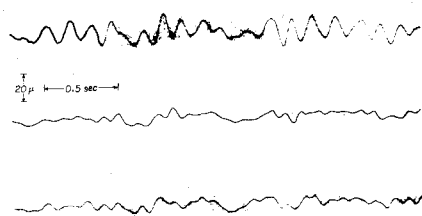
$$u_{Z=0}(t - \frac{H}{V}) = \frac{1}{2} \left\{ u_{Z=H}(\tau) + u_{Z=H}(\tau - \frac{2H}{V}) \right\} \quad (6)$$

こゝで、 τ は波が構造物上端に到達した時から始まる時間軸で、 $\tau = t - H/V$ にあたる。 γ 、 β の係数がわからないでも H/V の値 (固有周期 $T = 4H/V$) さえわかれば、構造物上端での地震波形 (右辺第1項) と、その記録を $2H/V$ だけづらした波形 (右辺第2項) を加え合せて、構造物下端での波形 (実際の波形と H/V だけづらしたものの) が、(6) を使って簡単に求められる。

この方法を、いくつかの實在のダムと建物に應用してみたところ、計算値と実測値とが予想以上によく合うことがわかつた。(オ1~4図参照) この結果は、構造物の地震動による振動問題に、いろいろな新しい議論のたねをまくものようである。實在構造物の地震時における振動減衰性の大部分は、勢力が基底部分から地中に逃げることによるものであることが、非常にはつきりわかつたことも、議論のたねの1つである。本研究を進めるにあつて、地震記録の利用とうほかの御援助をいただいた、電力中央研究所の高橋忠氏に厚く御礼申し述べる。また、吉沢静代嬢の御協力にも深く感謝する。



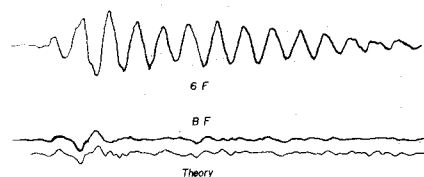
オ1図 上椎葉ダム
上の曲線は上端の地震記録
下の曲線は下端の地震記録
中の.....計算値



オ2図 塚原ダム
上の曲線は上端の地震記録
下の曲線は下端の地震記録
中の.....計算値



オ3図 佐々並川ダム
上の曲線は上端の地震記録
下の曲線は下端の地震記録
中の.....計算値



オ4図 大丸ビル
上の曲線は上端の地震記録
中の曲線は下端の地震記録
下の.....計算値