

興味を持ってくださった方のために スロッシングダンパーの制振原理の説明

2005年8月9日
 東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻 金子研究室
<http://knock.t.u-tokyo.ac.jp>

風によってビルが揺れると、水槽（スロッシングダンパー）内の水が動揺（スロッシング）します。これによって、水がビルを反対方向に押し、ビルの揺れを止めます。

ビルの揺れを効果的に抑制するためには、ビルが揺れる周期と水が揺れる周期（＝水がビルを押し周期）を合わせる必要があります。ビルは、固有の周期で揺れます（正確には「揺れやすい」）。一方、水がビルを押し周期は、水槽の形や、水の深さに応じて変化します。そこで、ビルと水が揺れる周期がほぼ一致するように、水槽の形や水の深さを決めます。

図1中の、赤矢印は水がビルを推す力、青矢印はビルが風から受ける力、緑の破線と矢印は、一周期分のビルの揺れの様子を表しています。

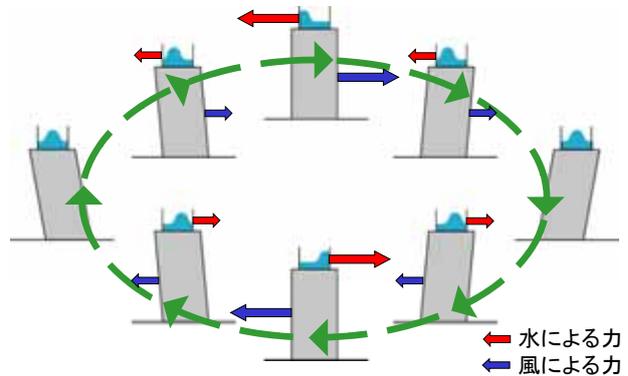
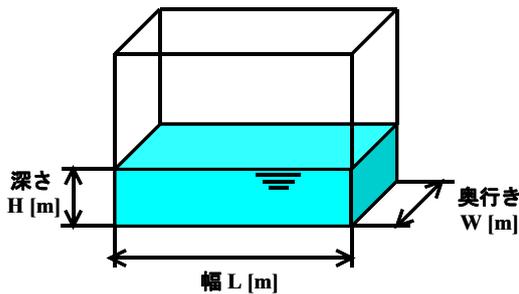
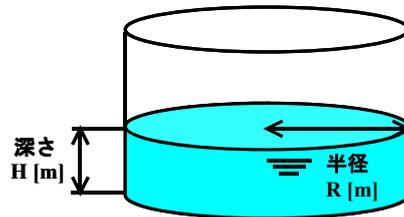


図1 水がビルの揺れを止める様子

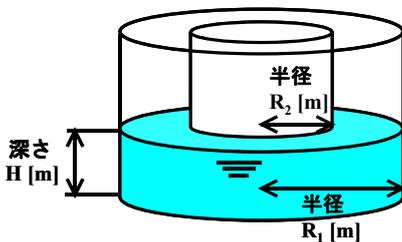
今回デモンストレーションに使った水槽中の水の動きの固有周期は、以下ようになります⁽¹⁾。図2中のTは水の動きの周期（秒）、gは重力加速度（9.8 m/s²）、πは円周率（3.14…）です。



$$\text{矩形} : T = 1 / \sqrt{\frac{g}{4\pi L} \tanh\left(\frac{\pi H}{L}\right)}$$

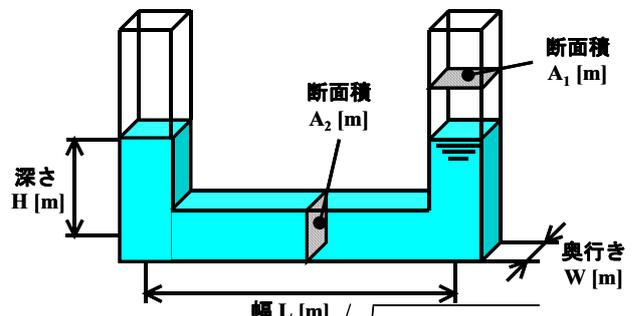


$$\text{円筒形} : T = 2\pi / \sqrt{\frac{1.841g}{R} \tanh\left(\frac{1.841H}{R}\right)}$$



$$\text{ドーナツ形} : T = 2\pi / \sqrt{\frac{1.5821g}{R_1} \tanh\left(\frac{1.5821H}{R_1}\right)}$$

ただし、式中の1.5821は $R_2/R_1 = 0.3$ の時の値



$$\text{U字形} : T = 2\pi / \sqrt{\frac{2g}{2H + (A_1/A_2)L}}$$

図2 水槽中の水の動きの固有周期

参考資料

(1) Robert D. Blevins., FORMULAS FOR NATURAL FREQUENCY AND MODE SHAPE, (1979), pp.337-385, ROBERT E. KRIEGER PUBLISHING COMPANY