

京都大学工学部 正員 後藤尚男
 京都大学大学院 学生員 土岐寛三
 京都大学工学部 正員 ○横山康夫

1. まえがき

円柱状水中橋脚に作用する動水圧に関しては理論解析ならびに数値計算の結果とすでに報告してきたが、これらの理論解析の結果を実験的に確かめるために小型圧力計によって模型に作用する動水圧の測定を行なった。ここでは円柱および角柱の模型を用いて実施した模型振動実験について述べ、測定した動水圧の分布についても検討した。

2. 実験の概要

この実験では水中橋脚がその下端において水平方向の強制変位を受ける場合を対象として、模型の下端に水平方向の定常強制振動を与える方法をとった。実験装置の概略は図-1に示した通りである。木製の水槽(奥行150cm, 幅100cm, 高さ120cm)の底に模型を固定するメタアクリル酸樹脂製のプレート(40cm×40cm, 厚さ2cm)を取り付け、このプレートが水平一方向にのみ滑らかに往復運動できるような装置を作製した。さらに鋼棒(直径15

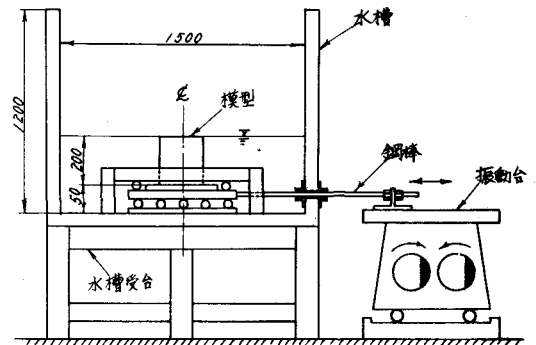


図-1 模型実験の概略図 (単位 mm)

mm)によって水槽側面にあけた円孔を通して振動台とプレートとを連結し、模型の下端に強制変位を与えた。実験には円柱(メタアクリル酸樹脂製, 直径20cm, 高さ20cm)および角柱(木製, 縦・横20cm, 高さ20cm)の剛性の大きな2個の模型を使用した。これらの模型には半導体ひずみゲージを用いた小型圧力変換器を埋め込み、圧力変換器の受圧面が模型の表面と一致するように取り付けた。模型実験と理論解析とを対応させるために水槽内には模型頂部まで水を入れた状態で模型に定常強制振動を与えて模型に作用する動水圧を測定し、同時に加速度計により模型頂部の加速度を測定した。さらに圧力変換器の取り付け位置を種々変化させて動水圧の分布状態について調べた。また模型には振動台により全振幅が5~15mm, 振動数が100~300 c.p.m.の範囲で定常振動を与えた。

3. 実験の結果とその考察

先に発表された円柱状水中橋脚に働く動水圧の理論解析¹⁾によると、水の圧縮性ならびに表面波の影響が小さくて無視できる場合には橋脚に作用する動水圧 σ は次式で表わされる。

$$\sigma = \rho_0 g g_0 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1}}{\alpha_n h} \cdot \frac{4}{\alpha_n f_0} \cdot \frac{K_1(\alpha_n f_0)}{K_0(\alpha_n f_0) + K_2(\alpha_n f_0)} \cdot \cos \alpha_n z \cdot \cos \theta$$

1) 後藤尚男・土岐寛三：水中橋脚の振動と耐震設計に関する基礎的研究，土木学会論文
 集第100号，pp.1~8，昭.38.12.

ここに、 $d_m R = (2m-1)\pi/2$ 、 m ：正整数、 h ：水深、 ρ ：密度、 g ：重力加速度、 ρ ：水の密度、 r_0 ：円柱状橋脚の半径、 K_0, K_1, K_2 ：変形ベッセル関数、 θ ：振動方向にとった軸に対する円周角

上式から動水圧 σ は橋脚の振動加速度に正比例し、深さ方向には z/h 、円周方向には θ の関数として与えられる。この理論解析と対応させるために模型円柱を用いて行なった実験のうち水深 10 cm における動水圧の測定値を図-2 に示した。図-2 には動水圧の理論値と同時に示したが、測定値は理論値とよく一致しており振動加速度に正比例することがはっきりと認められた。なお $\theta = 90^\circ$ の場合にはきわめて小さくなり週期性も認められなかった。また加振加速度 200 gal に対する動水圧の円周方向の分布を図-3 の左半部に示したが、図-2 から明らかなように理論式とほとんど同様な分布図を得た。すなわちこの円柱の模型実験の結果、上に述べた動水圧の理論式が正しいことを実験的に確かめることができた。一方、角柱に働く動水圧の理論解は境界条件が複雑なためまだ解かれていないようであるが、正四角柱の模型を用いて同様の実験を行なった結果、図-4 のように動水圧の測定値を得た。この場合も円柱と同様に動水圧が振動加速度に正比例することがわかった。また水深 10 cm での動水圧の平面分布を円柱と比較したのが図-3 の右半部であるが、同じ横幅の円柱に比べて動水圧はかなり大きく中央部では2倍以上に達しており、さらに隅角部で動水圧が増加する傾向が見られた。なお動水圧におよぼす水深、橋脚の形状・寸法などの影響についてはさらに実験的研究を進めたいと考えている。

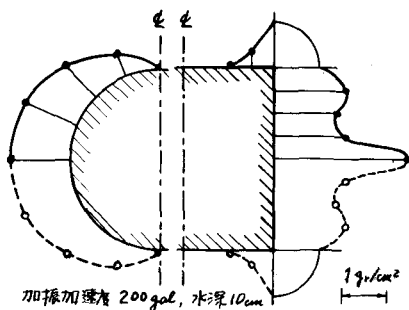


図-3 円柱と角柱の動水圧の平面分布

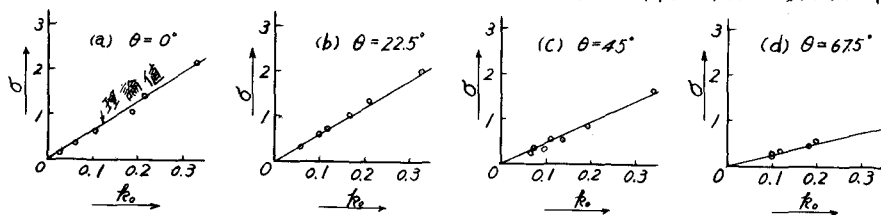


図-2 円柱に働く動水圧 (水深 10 cm, $\sigma: 8\text{ g/cm}^2$, 実線は理論値)

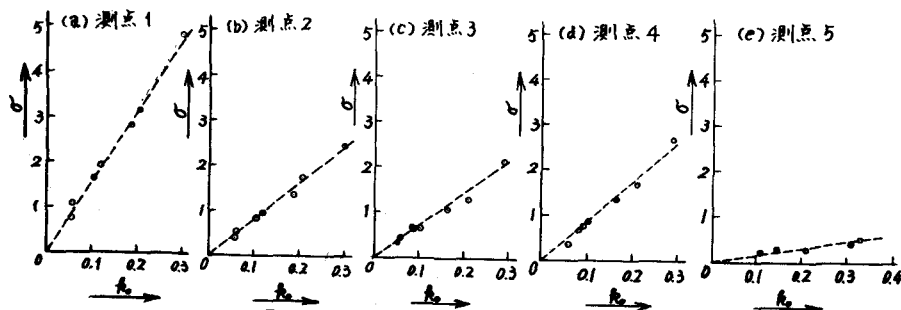


図-4 角柱に働く動水圧 (水深 10 cm, $\sigma: 8\text{ g/cm}^2$)