

I-495

二重円筒ケーソンに作用する動水圧に関する模型振動実験

運輸省港湾技術研究所 正会員 長田 信
同上 正会員 上部達生
東京都 工藤勝己

1. はじめに

港湾施設の大水深化によって、動水圧が構造断面を決める重要な外力の一つとなってきた。本研究で対象とした円筒ケーソンは、矩形ケーソンに比べ大水深に於ける防波堤構造として有利と考えられているが、現行設計法には円筒壁に作用する動水圧の算定式は示されていない。さらに、波浪制御を目的とした開口部を有する円筒ケーソンについての検討は為されていないのが現状である。そこで、開口部のある円筒ケーソン壁に作用する動水圧特性を模型振動実験により検討した。

2. 模型振動実験

(1) 模型

実験に用いた模型を図-1、図-2に示す。模型は二重の円筒から成り、外部円筒については天端から23cmの範囲に開口部を設けてある。開口率は面積比で0%（開口部の無いもの）、10%、25%、100%（開口部のあるもの）とした。それぞれの開口率を有する透過模型4種類と、後方の半円部分を不透過とした片面透過模型3種類の合計7種の模型を準備した。動水圧は模型に設置した水圧計によって測定することとしたが、開口部のある場合には水圧計による計測が難しいため、模型に作用する動水圧の合力を測定することとし、分力計を模型の底面に配した。分力計収納箱の両側は砕石を投入して二重円筒ケーソン模型の下端が水底となるようにした。

(2) 振動実験内容

振動実験は次の項目に関して実施した。

i) 単独柱に作用する動水圧の検討

ii) 円筒壁面に作用する動水圧の検討

上記の2種類について、それぞれ透過で開口率0, 10, 25, 100%の条件、および片面透過で開口率10, 25, 100%の条件で加振した。入力波形は正弦波で波数は10波とし、振動数は5Hzとした。なお入力加速度は50, 100, 200 Galとした。

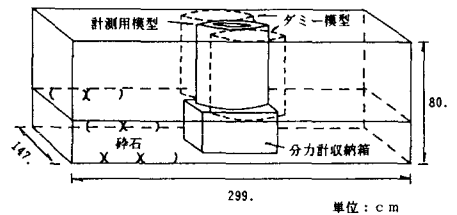


図-1 模型の設置状況

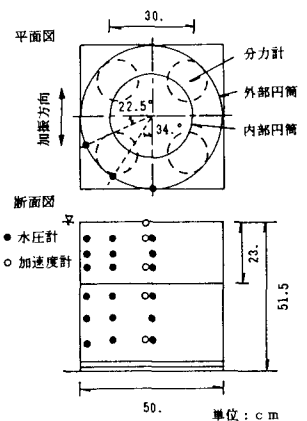


図-2 二重円筒ケーソン模型

3. 実験結果

(1) 円筒壁に作用する動水圧の分布

模型の加速度を重力加速度で除した値を震度 k とし、この k で動水圧の測定値 p を除した値を用いて以下の検討を行う。図-3と図-4はそれぞれ開口率0%の単独柱及び円筒壁での動水圧の分布状況を示している。円筒壁の場合、単独柱に比べかなり大きな動水圧となっている。また、円筒壁では振動方向からの角度が増すにしたがって動水圧が増加する傾向がみられる。これを明確にしたのが図-5である。次に、計測値より円周方向に作用する動水圧の合力を近似的に算定し、この値の鉛直方向の分布をとると図-6のように

なる。水中の単一の柱状構造物に作用する動水圧の理論解として後藤・土岐の研究成果¹⁾があるが、この理論解と本実験の測定値とが良い一致を示しているのがわかる。また、Westergaard式の動水圧の値と比べ円筒壁に作用する動水圧の分布の値はやや小さめとなっている。

(2) 開口部のある円筒壁に作用する動水圧の合力

分力計の測定値から開口率に伴う動水圧合力の変化を検討する。図-7は単独柱および円筒壁における各開口率の分力計の測定値を開口率0%の測定値で除した値を百分率で示している。単独柱で透過の場合、開口率10%で動水圧合力は72%程に低下し、同100%では約64%と漸減している。片面透過では開口率が大きければ測定値は低くなっているものの、透過の場合ほど減少していない。次に、円筒壁とした場合であるが、透過模型では開口率10%について単独柱の場合よりやや大きめの値を示しているものの、ほぼ単独柱と同様の傾向であると思われる。片面透過の場合は開口率の増加による減少の程度は小さく、各開口率の動水圧合力は開口率0%の9割以上の値となっている。

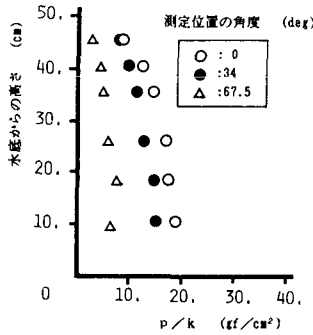


図-3 動水圧の鉛直方向の分布
単独柱

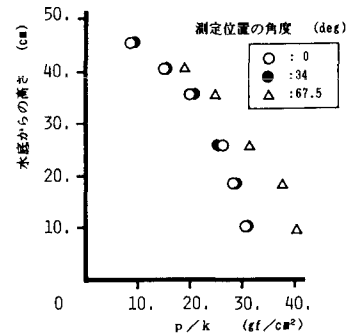


図-4 動水圧の鉛直方向の分布
円筒壁

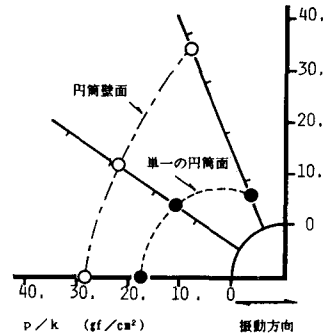


図-5 円周方向の動水圧の分布
(深さ33.3 cm)

4. まとめ

(1) 円筒ケーソンの上部45%に面積比10%の開口部を設けることで動水圧の合力は7割程度に減少する。しかし、それ以上開口率を大きくしても著しい変化はみられない。

図-5 円周方向の動水圧の分布
(深さ33.3 cm)

(2) 片面透過では動水圧の合力は開口率を大きくしてもほとんど減少しない。

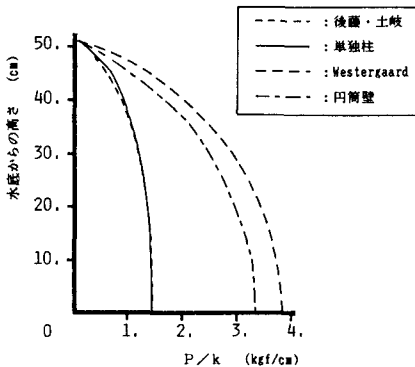


図-6 理論解との比較

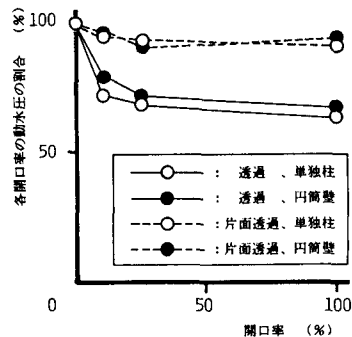


図-7 開口率による動水圧合力の比率

参考文献

- 1) 後藤尚男、土岐憲三：水中橋脚の振動と耐震設計に関する基礎的研究、土木学会論文報告集、No.100号、1963年12月、pp.1~8