

鋼管二重カーテン式防波堤の振動特性

九州大学 正員 園田 敏 矢
 “ “ 島 野 清
 “ “ 小 坪 清 真
 九州工業大学 “ 高 西 照 彦

1. まえがき

博多湾箱崎埠頭に総延長800mの鋼管二重カーテン式防波堤が建設中である。現在140mの区間が完成しており、この区間に対して振動試験を行なった。この形式の防波堤は我国では初めてと思われ、従来のケーソン形式の防波堤に比べ、地盤改良の必要がなく安価である、堤内の海水の透過性が良い等の長所があるものの、逆に、剛性がかなり小さいという短所もある。波圧による応答を理論的に解析する場合、波圧の大きさ、振動特性と共に防波堤自体の振動特性(固有振動数、変位モード、減衰定数)も明らかにしなければならぬと思われる。今回、起振機試験を行ない、その振動特性を求めた。又、動水圧による付着水の影響を求めるため、模型実験も行なった。

2. 起振機試験

防波堤の正面図、側面図を図-1、図-2に示す。外径81.3cmの鋼管を堤軸直角に4m間を開けて2本打込み、その水を堤軸方向に2m間隔で打込んでいく。そのうち、10mづつコンクリート製頂版で一体にし、それをつなぎ図-3に示すような14ブロック、全長140mの防波堤としたものである。カーテンはコンクリート製で図-1に示すようにスリットが開いている。これは堤内の海水の交換作用を促すためである。図-4に基礎の標準断面図を示す。鋼管長は約22m、頂版下端より海底まで5.1m、基礎捨石は3層になっている。図-5に地盤柱状図を示す。表面6m程度までN値がゼロである。図-3は測定位置と起振機設置位置を示したものである。起振機(早川機械製作所製、VE3-7、最大は25Hzで3000kg)の設置位置を2箇所にしたのは、B2からB15にかけて地盤の性質が悪くなること、起振機の起振力が弱い場合(加振周波数が低い場合)に起振機近傍だけが振動し、他の部分あまり振動しないおそれがあることなどによる。図中の×印にサーボ加速度計(明石製作所製、V401A、容量3G)を設置した。B9、B12、B14のカーテン上端に歪式加速度計(共初電業製、AS-2C、容量2G)を取り付け、防波堤本体とカーテンの動きの違いを測定した。防波堤の深さ方向に測点を設ける必要があるが、加速度計の防水および取り付け作業の困難さから今回の試

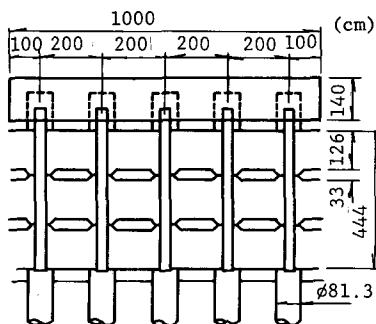


図-1 防波堤正面図

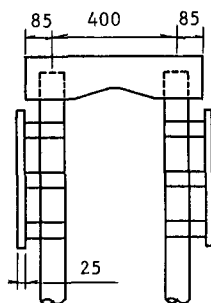


図-2 防波堤側面図

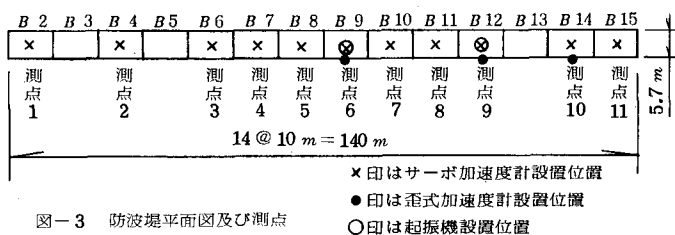


図-3 防波堤平面図及び測点

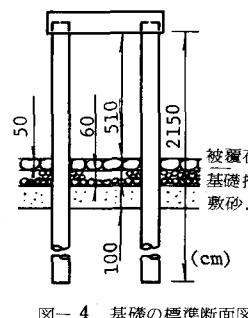


図-4 基礎の標準断面図

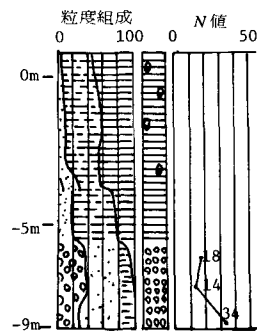


図-5 地盤柱状図

験では断念した。

まず、起振機をB9に設置し、起振機の加振周波数を少しずつ変化させ(共振振動数近傍では0.05 Hz刻み、その他の周波数領域では0.1~0.2 Hz刻み)、各測点の応答加速度を直視式電磁オシログラフに記録した。防波堤の振動特性に及ぼす水位の影響を知るため、満潮時および干潮時の試験を行なった。したがって、試験中は防波堤天端から海面までの高さを測定しながら実験を行なった。起振機をB12に切り、同様の手順で試験を繰り返した。

図-6に測点7の加速度共振曲線を示す。○印は底面からの水位が3.48 mの時の実験結果で、●印は同じく4.10 mの時の実験結果である。固有振動数は前者の場合1次が2.31 Hz、2次が5.30 Hzであり、後者の場合1次が1.84 Hz、2次が4.74 Hzである。明らかに、1次、2次共水位が高くなると、動水圧による付着水の影響を大きく受け、固有振動数が低くなっている。

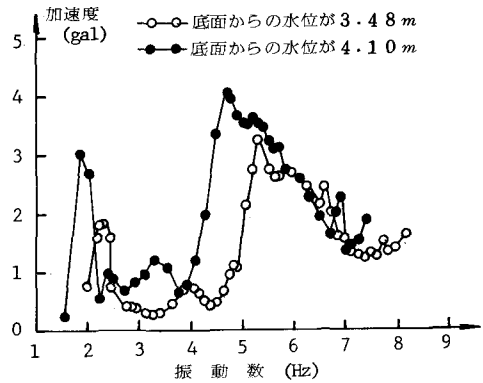


図-6 測点7の加速度共振曲線(起振力 1000 kgf一定)

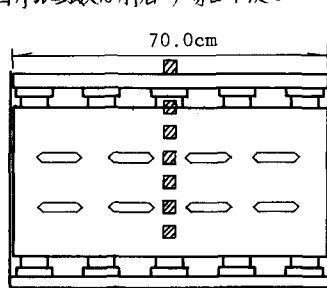


図-7 模型正面図

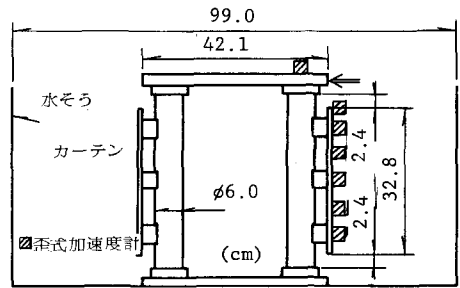


図-8 模型側面図

3. 模型実験

二重カーテンの動水圧による付着水を理論的に求め、その検証のために、模型実験を行なった。理論については満潮時に発表の予定である。図-7が模型正面図で、図-8が模型側面図である。鋼管のかわりに外径6 cmの塩ビパイプを10本、カーテンとして厚さ1 cmのアクリル板、頂版として厚さ2.5 cmの鉄板を用いて模型を製作した。

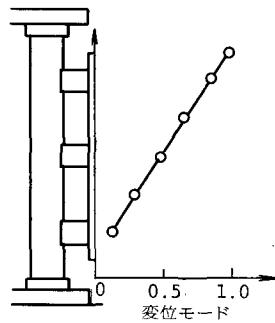


図-9 カーテンの深さ方向変位モード

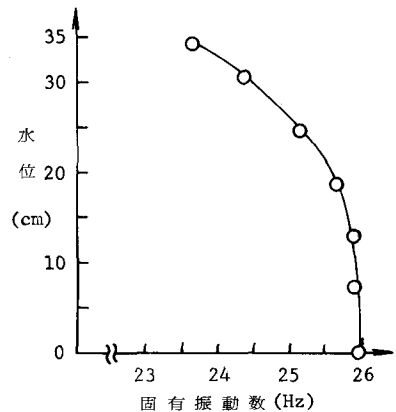


図-10 水位と固有振動数の関係

カーテンには実物と同様にスリットをつけた。

これを底面99 cm x 70 cm 深さ50 cmの鉄製水槽の底面に固定した。

実験方法として、頂版に歪式加速度計(AS-2C)を取り付け、頂版をたたき自由減衰振動をおこしその固有振動数を求めた。水位の影響を知るために、いろいろの水位について実験を行った。カーテンの深さ方向変位モードを求めるために図-7に示すように6個の歪式加速度計(AS-2C)を取り付け、水が入っていない時のモードを求めた。その結果が図-9である。図-10は水位と固有振動数の関係である。水位が高くなるにつれて、動水圧による付着水が大きくなり、固有振動数が下がるのが判る。

参考文献

小坪清真「不規則な地震動による動水圧」土木学会論文集第47号(昭和32年8月)