

大水深防波堤マウンドの地震動に対する一安定実験

○ 東北工業大学 学生 神 信行
 東北工業大学 学生 帯谷 俊雄
 東北工業大学 正会員 沼田 淳

1. まえがき

三陸沿岸は、リアス式海岸特有の急峻な山々に挟まれた入江となっており、一旦津波の来襲があると甚大な被害を蒙る場所である。このような入りくんだ湾における津波対策の一つとして津波防波堤が考えられる。三陸沿岸では、大船渡津波防波堤が昭和35年のチリ地震津波後に建設されており最近では釜石港において湾口防波堤の建設が進められている。いずれも建設地点は水深40~60mの外洋に面した地点であり、マウンド厚さおよび直立部堤高とも従来の防波堤に比べて極端に大きいケーソン式混成堤が採用されている。この津波防波堤は地震直後における津波防護を目的としているから耐震性の検討が重要な課題となる。このような観点から本研究ではこの種、大水深防波堤の地震時の挙動、特にマウンドの破壊機構について実験的な検討を試みた。実験は実験施設の制約から大船渡津波防波堤を対象に模型縮尺1/80で行った。

2. 実験方法及び実験内容

実験内容は防波堤の振動応答特性に関する実験、ケーソン及びマウンドに作用する動水圧に関する実験及び防波堤の全体安定を検討する実験の3種類に大別できる。それぞれの実験内容は次のとおりである。

(1) 防波堤の振動応答特性に関する実験：図-1に示す位置に加速度計を設置し、入力加速度を約50Galに保ち振動数を4Hzから20Hzまで約1Hzづつ変化させて加振し、加速度波形をレコーダーに記録する。加速度計A、Bはケーソン前壁に、Cはマウンド中央部に取付けたものであり、Dは振動台に取付けた記録を入力波形とした。なお水の有無及びマウンドの作り方の差異による振動特性の相違を調べるため次の3種類の条件で行った。

(a) 水なしドライマウンド：水槽に水を入れないでマウンドを作り、水のない状態での振動実験。(b) 水ありドライマウンド：水槽に水を入れないでマウンドを作り、水を入れた状態での振動実験。(c) 水ありウェットマウンド：水槽に水を入れてマウンドを作り、水のある状態での振動実験

(2) ケーソン及びマウンドに作用する動水圧に関する実験：図-1に示すように堤体前壁及びマウンド斜面にそれぞれ圧力計及び間隙水圧計を取付け(1)と同じ条件で動水圧を測定した。なお壁前面に容量式波高計を設置し壁前面の波高も同時に記録した。実験は水ありドライマウンドの場合と水ありウェットマウンドの2種類である

(3) 防波堤の全体安定を検討する実験：本実験では振動台の振幅を1%と一定に保ち加速度を15Galから325Galまでの範囲で変化させて加振しケーソン及びマウンドの破壊状況を調べた。ケーソンの沈下、滑動及びマウンドの破壊状況は物指しで測定しスケッチすると共に写真撮影した。なおマウンド破壊前後における間隙水圧の変化の様子を注意深く測定した。この場合の間隙水圧の測定位置は図-2に示す。

3. 結果及び考察

(1) 防波堤の振動応答特性：図-3から図-5は横軸に振動数、縦軸に加速度応答比(D点における加速度波形の振幅とA、B、C各点における加速度波形の振幅との比)を図示したものである。図-3の水なしドライマウンドの加速度応答曲線と明確な二つの共振点(ピーク点)がみられ、共振点の発生する振動数は測定位置に

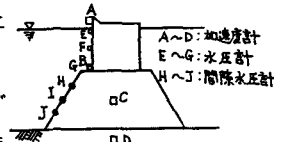


図-1

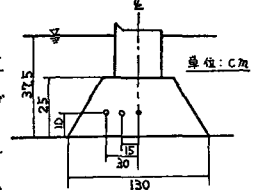


図-2

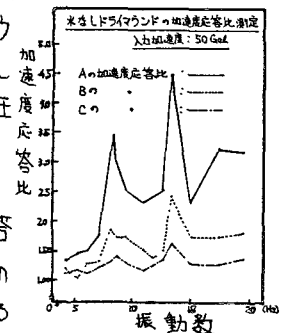


図-3

関係なくほぼ一致している。またその時の加速度応答比は高さに比例している。これに対し図-4, 5に示す水ありドライマウンド及び水ありウェットマウンドの実験では、今回の実験範囲である20Hzまでの間には一つの共振点しか見つけることができない。水ありドライマウンドの場合、共振振動数は水なしドライマウンドの1回目の共振振動数とはほぼ同じ値であるが、加速度応答比はかなり小さい値となる。一方水ありウェットマウンドの場合、共振振動数は水なしドライマウンドの1回目の共振振動数より小さくなる、ているが、加速度応答比は水ありドライマウンドの場合とはほぼ同程度の値となっている。また両者のグラフは共に20Hz付近において加速度応答比が増加する傾向を示しており20Hz以後にさらに共振点が存在するものと推測できる。

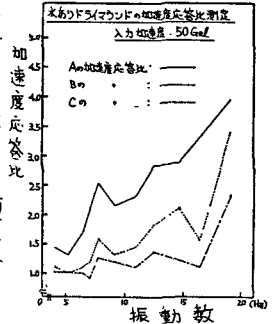


図-4

(2) ワーソン及びマウンドに作用する動水圧: 図-6, 7に動水圧と振動数の関係を示す。水ありドライマウンドでは20Hzまでに一つの共振点しかみつけることができないが16Hz以後曲線は上昇傾向を示しており19Hz付近にもう一つのピーク点があると思われる。水ありウェットマウンドの方は5Hzから6.5Hzまでの点を1回目の共振点とすれば20Hzまでの間にもう一つの共振点が存在する。そして両者を比較してみると後者の方は前者より小さい方に共振振動数があり、また動水圧も小さな値を示している。また加速度応答曲線と水圧曲線を比較すると、一部を除けばほとんど同じような変化傾向を示しており動水圧曲線と加速度応答曲線の最初の共振点位置はほぼ一致していることがわかる。加振状態その波高の変化をみると振動数が大きくなるにつれて波高は指数関数的に減少する一方で、当初予想したような動水圧との相関は殆んど認められなかった。

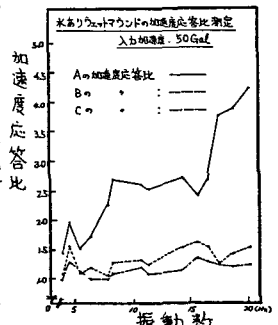


図-5

(3). 防波堤の全体安定: 入力加速度100Galまではマウンドの変化は認められなかった。入力加速度320Galまで実験を行ったが、100Gal以上においては入力加速度の増加とともに変化量は増加しつづけた。マウンドの破壊前後における間隙水圧の変化は、マウンドがかなり沈下しつつあるにも拘らずほとんどみられなかった。

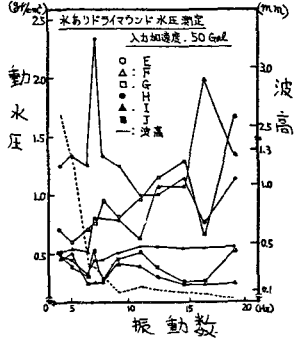


図-6

今回は、時間的制約および振動台の性能から入力加速度50Galに対する実験のみにとどまった。今後は数種類の入力加速度について実験を行ない、数値計算結果との比較検討を試みたい。

なお本研究は 科学研究費(自然災害特別研究(2))の補助を得て行ったもので本学学生 桂 靖吾氏との共同研究である。また本学 高橋 敏彦助手の御指導を賜った。

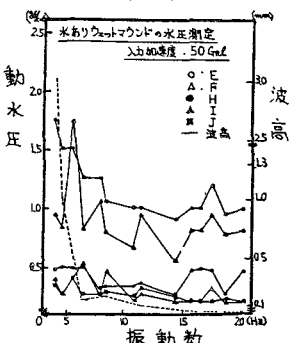


図-7

ここに記して感謝の意を表します。

5 参考文献

- (1) 港湾技術研究所報告 第20巻 第4号(1981.12)
- (2) 高マウンド防波堤の模型振動実験報告書 運輸省港湾技術研究所
- (3) 釜石湾口防波堤の耐震性調査報告書 釜石湾口防波堤耐震調査委員会