

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 渡辺 信昌  
 東北工業大学 正会員 高橋 敏彦  
 東北工業大学 正会員 沼田 淳

1. はじめに

昨年度は、大船渡港津波防波堤の縮尺模型を、水平な鋼製水路底に直接設置して加振し、大水深混成防波堤の地震時の挙動、特にマウンドの破壊機構に着目した実験結果について報告した。今年度は、昨年度と同じ縮尺模型を砂層上に設置し、砂層の挙動にも着目しながら実験を行、たので、その結果について報告する。

2. 実験施設及び実験方法

実験施設は、振動試験機(搭載重量500kg、水平方向振動数0~20Hz、振幅0.5~20% 可変、振動台寸法1500×600mm)と片面硝子張り二次元鋼製水槽(1600×400×700mm)で構成されている。模型堤体は、水槽に水を張、E状態で底面に厚さ10cm程度に砂(小高6号珪砂、比重2.624、 $D_{50}=0.15\text{mm}$ )を敷き、砂層が十分落ち着いてから設置した。なお、加速度計(A、S、W-1A、容量1g)、動水圧計(PSL-200GA、容量200%)および容量式波高計を図-1に示す位置に固定し、加振時にあける堤体各部の加速度、動水圧、間隙水圧および壁前面の波高をローコーターに同時記録させた。実験は、次の手順で行、た。 $\alpha = (2\pi f)^2 a$  ( $\alpha$ : 入力加速度、 $f$ : 振動数、 $a$ : 振幅)において、 $\alpha$ を一定の値(50、100、200、400 Galの4種類)に保ちながら $f$ を1/2刻みで変化させるようコントロールを調節して、まず $a$ をセットし( $a$ の最大値は試験機の性能上1%以下に押えなければならぬ)次に振動台を加振しながらモーター回転計(デジタル式)が所定の $f$ に一致するよう調節する。このとき振動台および水槽側壁に取り付けた加速度計(D)と変位計の読みがそれぞれほぼ所定の加速度および振幅に一致することを確認してから実験を開始することとした。 $f$ の微調整は振動台を加振しながら行、た。ざるを得ないため入力加速度が200Gal以上の実験では、実験開始までにマウンドが若干とずれ、てしまうこともあった。なお、実験の都度ケーソンの沈下、滑動及びマウンドの破壊状況を指し、て測定し、てスケッチすると共に写真撮影した。

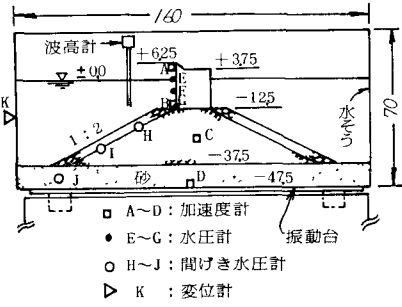


図-1 模型堤体及び計測器配置図 (単位: cm)

3. 実験結果および考察

図-2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<入力加速度>とA、B、C各点における加速度波形の振幅との比)をとり、図示したものである。前述したような装置上の制約からそれぞれの入力加速度に対応する実験振動数がごく狭い範囲に限定されるため( $\alpha = 50\text{Gal}$ のとき $f = 4 \sim 7\text{Hz}$ 、 $\alpha = 100\text{Gal}$ のとき $f = 6 \sim 10\text{Hz}$ 、 $\alpha = 200\text{Gal}$ のとき $f = 8$

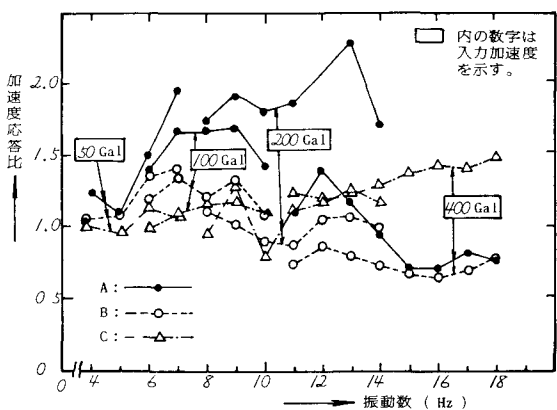


図-2 ケーソン各部の加速度応答比

~14Hz,  $d = 400\text{Gal}$  のとき  $f = 11 \sim 18\text{Hz}$ ) それぞれの入力加速度に対する実験値を1枚のグラフにまとめ示してある。同一条件での実験結果でないため本防波堤の振動応答特性について議論することは、不可能であるが、今回の実験に限って言及すれば、9Hz付近と12Hz付近に共振点が存在するのはないかと推論される。この共振点は、昨年度行、た水なしドライマウンドの場合の共振点とほぼ一致するが、何故そうなるのかは明らかでない。なお、加速度応答比が、海底地盤からの高さが高い程大きくなる一般的な傾向は昨年と同様であるが、今回行、た  $d = 400\text{Gal}$  の実験の場合、マウンドが大きい崩れケーソンが続いてしま、たため(写真-1参照)逆にマウンド内部と点の加速度応答比が、ケーソン内部A点のそれより大きくなる結果を招いたものと推測される。

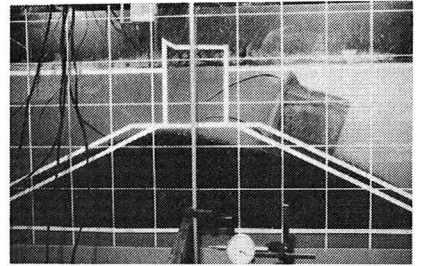


写真-1

図-4, 5は、横軸に振動数、縦軸にそれぞれケーソン壁に作用する動水圧およびマウンドと砂層中の間隙水圧をとり図示したものである。動水圧及び間隙水圧の共振点の振動数は加速度応答比の共振点の振動数とほぼ同じ値になり、昨年と同じ傾向が観測された。また水深が深いほど動水圧、間隙水圧ともに大きくなる傾向がみられ、波圧とは、異なる傾向を示している。なお、入力加速度が大きい程、動水圧、間隙水圧ともに大きくなる傾向が見られるが、特に、砂層中での間隙水圧はマウンド中の間隙水圧に比べかなり大きく、この傾向は入力加速度が大きい程、著しくなる点に注目される。これはゆるくてやわらかい砂層が、非排水条件のもと振動により収縮するためと考えられるが、砂層部分の静水圧に比べるとまだかなり小さく、本実験の場合、砂層の液状化は生じなかつたと考えられる。事実、実験観察でもマウンド材は、砂層中にめり込むような現象は認められなかつた。

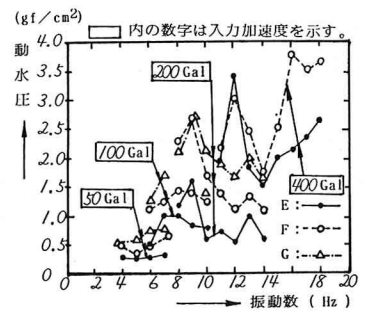


図-4 ケーソンに働く動水圧

#### 4. おまひ

振動台の性能上の制約から、各入力加速度に対応する実験周波数帯域は狭い上之の帯域がまちまちであるため、それぞれの入力加速度に対する本防波堤の振動特性を比較検討することが出来なかつたが、今回の実験から動水圧は、水深が深い所程大きく、特に砂層中の間隙水圧は、入力加速度が大きくなると急激に大きくなる傾向のあることを確認することゝなす。最後に本研究は、本学学生松田 吉雄氏、矢作 香氏と共同で行、たものとあることを明記し感謝の意を表します。

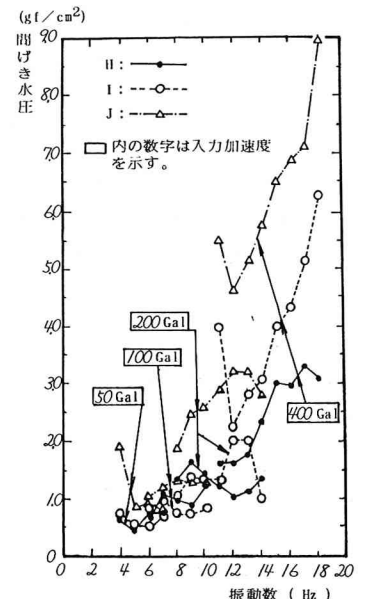


図-5 マウンド及び砂層中の間隙水圧

#### 5. 参考文献

- 1) 上部産生, 野田節男, 千葉忠樹, 檜垣要弘, 「水との連成を考慮した大型混成式防波堤の振動特性と動水圧」-港湾技術研究所報告第20巻第4号 1981, PP. 41~81
- 2) 神信行, 帯谷俊雄, 沼田淳, 「水深防波堤マウンドの地振動に対する一安定実験」-土木学会東北支部技術研究発表会講演概要, 1983 PP. 107~108.
- 3) 「地震と災害」, 自然災害科学総合研究班 1982, PP. 125~132