

東北工業大学 正員 佐藤達己
沼田 淳

1. はじめに

本報告は、1979年台風20号により被災を受けた岩手県船越漁港西防波堤(図-1)を、モデルに取り上げ、模型実験を行、被災時の波高を推定すると共に、滑動および転倒の状況を観察・測定し、井筒式防波堤の破壊機構について、若干の考察を試みる。

2. 実験方法

実験は、二次元造波水路(長さ、18m、幅1.0m、深さ、0.8m)を使用し、模型縮尺は、フルードの値として1/20とした。水深は、42.5cmと一様で、周期2.24secの波について波高を2.2~2.6cmの範囲で、適宜変化させて行った。滑動量の測定は、波を作用する前後に底版前面までポイントゲージを移動し基準点からの距離を読み取って求めた。また、堤体重量は、現地重量(21.2t)の65%~100%まで5%きざみで、8ケースについて行った。

3. 実験結果および考察

(1) 防波堤の破壊状況 堤体重量が軽い場合(現地重量の65%)と重い場合(現地重量の95%)の破壊状況とを比較してみると、前者の場合、堤体は港内側へ若干の滑動を示す場合もあるが沈下はみられず、港内側井筒下端を支点として、回転するようになり、上部、下部ともに港内側へ傾き、その傾きが徐々に大きくなって先に上部が転倒する。このとき、港内側へ滑動している底版は、逆に港外側へ押し戻されるような形で滑動し、その後には堤体下部が転倒する。一方、後者の場合は、波の作用にともなう、港内側マウンド法肩を崩し、めり込んでゆくような形の滑動を生じる。この結果、堤体が港内側へ大きく傾き、先に上部が転倒し、続いて下部が転倒している。なお、いずれの場合も、上部堤体は上部江が重いため回転する速度が早く、水中でさかさまになり中詰石はほとんど残った状態となっている。これに反し下部堤体は、マウンド法面に横倒しとなり、逆さまになり、中詰石の状態もさまざまである。マウンドの状況は、明らかではないが、図-1に示すように、堤体の破壊状況は、現地の被災状況と類似している。

(2) 滑動限界波高と波圧強度の推定 図-2は、実験精度などを考え、滑動限界波高を底版が、2.0mm(現地換算、4cm)滑動した時の波高として図示したものである。次に、伊藤らと同様の方法により、滑動限界時の平均波圧強度 P_c を、下式より堤体重量から逆算した。

$$P_c = \frac{\mu W_0}{l + \mu B/2}$$

ここに、 W : 静水中の浮力を差し引いた重量(t/m)

μ : 直立部と捨石マウンドとの摩擦係数、 l : 波の作用範囲(底版から静水面上、1.25Hの高さあるいは天端までのいずれか低い方までの高さ)(m)、 B : 堤幅である。

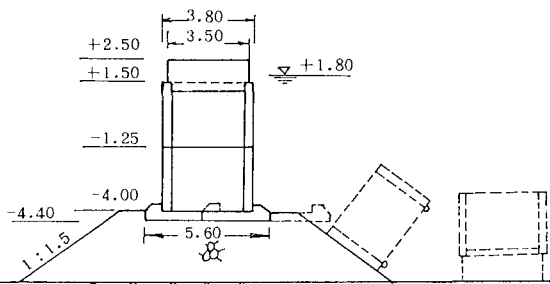


図-1 防波堤被災断面図

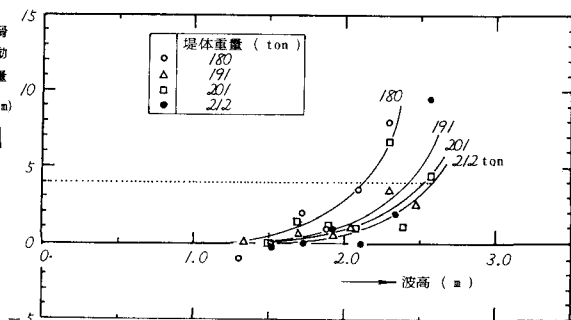


図-2 滑動限界波高の推定

摩擦係数は、マウンド上に種々の堤体重量をおき、バネばかりで水平に引き、動き出す瞬間の目盛を読み取り、張力 P と堤体重量 W との関係($P=\mu W$)を求め $\mu=0.6$ とした。(図-3) $P_c/w_0 H_c$ の値は、堤体重量65%の場合をのぞけば、0.9~1.1の間に分布し、最大値と最小値をのぞいて平均をとれば、本実験における無次元化した平均の滑動限界波圧強度は

$$\frac{P_c}{w_0 H_c} = 1.033$$

という結果を得た。ただし、この式は重複波領域のものである。(図-4)

(3) 実験式による直立部およびマウンドの安定性の検討

実験より得られに滑動限界波圧強度を用い、滑動・転倒・耐支・マウンドの安定についてそれぞれ検討を行い、その時の安定限界波高を求めた値を、表-1に示した。ただし、転倒に対する検討においては、底版後端を支点として転倒する場合とケーソン後端を支点として転倒する場合について検討した。これより、堤体の転倒に対する安定限界波高は、2.7m弱であるが、滑り出し、耐支反力およびマウンドの安定に対する安定限界波高は、2.3m程度でほぼ値をとることがわかる。このことから、本防波堤の破壊は、堤体の滑り出しあるいはマウンドの支持力不足による堤体マウンドへのめり込みと傾斜とを因すると思われる。なお、実験観察結果より堤体のロッキング現象により港内側の底版と堤体の間が開き、中詰石をおんでしまうことも破壊を助長する原因となっているものと思われる。

3. あとがき

以上の結果を要約すると、本防波堤の場合、堤体がマウンドの中にめり込むような形で滑動、沈下し、港内側へ傾き転倒したものと推定される。底版および堤体幅を少し広くとると、マウンドの肩幅を広くするとその対策が必要と思われる。また、堤体と底版の間がロッキング現象により開き、中詰石をおむこともあり、これも破壊を助長する原因となっているものと思われる。これらの破壊状況は、被災を受けた防波堤と類似した結果となった。

最後に、本研究を行うにあたり岩手県土木部漁港課はじめ、関係各位には多くの助言を賜った。また、実験およびデータ整理にあたっては、本学々生、杏川昌洋、川瀬学、両君の協力を得た。ここに、記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 岩手県宮古土木事務所：船越漁港防波堤安定計算書 昭和44年2月、54年11月
- 2) 伊藤喜行・藤島 睦・北谷高雄：防波堤の安定性に関する研究、港湾技術研究所報告、第5巻14号、1966年

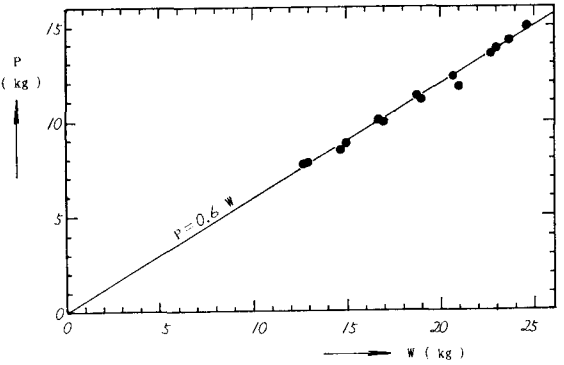


図-3 P-Wの関係図

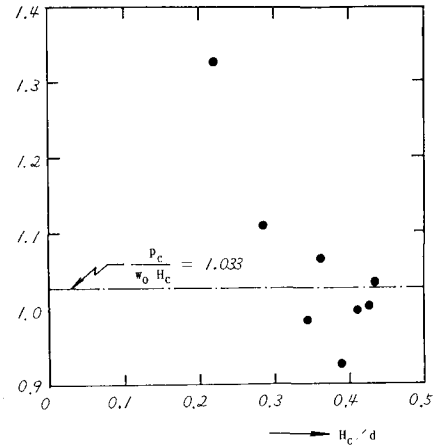


図-4 滑動限界波圧強度

項 目		安定限界波高 (m)
堤体のすべり出し		2.28
堤体の転倒	底版・ブロック共	2.67
	ブロックのみ	2.65
耐支反力		2.31
マウンドの安定		2.25

表-1 実験式より求めた安定限界波高