

大阪工業大学土木教室 正員

久保 弘一

同 上

○ 玉井 佐一

同 上

井田 保夫

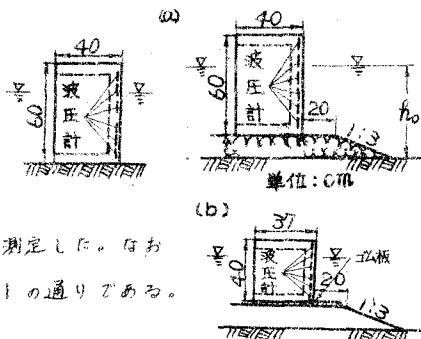
1. まえがき

防波堤の安定を論ずる場合、従来までは静力学的観点から検討を進めてきたが最近に至って、これを動力学的に取扱うとする研究が進められている。^①筆者らも防波堤直立部の動揺現象に着目し、波圧と堤体の動揺現象の関連性について研究を進めている。波圧及び堤体の転倒モーメントは一般に規則的な時間変化をするが、重量構造物である直立部の動揺はこれらとやや異なった周期あるいは異なった位相で振動する。すなわち一般に両者の波形のピークにはずれのある場合が考えられ、このような場合には勿論静力学的な安定条件では不十分であるということから昭和39年よりこれらの問題についての実験的研究を実施し、重複波領域についての^{結果}実験の一部を更に同海岸工学講演会で報告した。この内マウンドに砂利を用いた場合には複雑な動揺現象が表われ、基礎マウンドの性状によって堤体の動揺が異なることが考えられた。今回はさらに重複波領域の波高の大きい場合および碎波領域について実験を進め動力学的な防波堤の安定条件について検討すると共に混成堤マウンド部も完全な弾性体と考え得るような構造とするため、ゴム板を用いたマウンドによって実験を行った結果を報告する。

2. 実験設備および方法

実験は長さ30m、幅0.9m、深さ0.9mの二次元波浪水槽（鋁製、片面アクリルライト板張り）を用い、造波はフラッター型造波機を使用した。直立壁模型はモルタル製とし、直立堤およびマウンドに砂利（粒径35～45mm）を用いた混成堤には $40^{\text{cm}} \times 40^{\text{cm}} \times 60^{\text{cm}}$ （重量161.3^{kg}）のものを図-1(a)のように設置した。また図-1(b)に示すように混成堤模型を鋁製とし、その上面にゴム板（ $60^{\text{cm}} \times 40^{\text{cm}} \times 3^{\text{mm}}$ ）を設置した場合については直立壁は $35^{\text{cm}} \times 37^{\text{cm}} \times 40^{\text{cm}}$ （重量96.5^{kg}）のものを、各々の港内側の直立壁には歪計式波圧計を5～6個設置し、各々の波圧変化を記録した。また波圧による堤体の移動の測定は直立壁港内側中央部の堤頂より1^m、底部より1^mの2箇所と港外側も堤頂より1^mの位置にそれぞれ移動計を取付けて測定した。なお実験の縮尺は $1/20$ とした。実験に用いた波浪の諸元は表-1の通りである。

図-1



3. 実験結果の考察

(1) 固有振動について、実験に使用した各直立部の模型の固有振動を求めるため、空中および静水中で、ブロックに動揺および衝撃を与え、振動周期を自記させた。その結果は表-2に示す通りである。また図-2は碎波時の堤体の振動波形の一例である。これから周期は $1/25 \sim 1/10 \text{ sec}$ で観測の表-2値と比較的である。従って衝撃圧を受けるときの堤体に生ずる短周期の振動は、ほぼ固有振動に一致するものと考へてよからう。

表-1 波の諸元

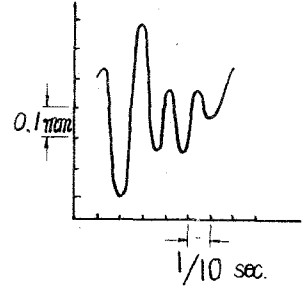
全水深 h_0 (cm)	49.50, 60, 65
直立部前面水深 h_1 (cm)	15, 20, 25, 30, 35, 40
周期 T_m (sec)	1.10 ~ 2.68
波長 L_m (cm)	1.71 ~ 6.70
波高 H_m (cm)	4.8 ~ 22.0
波形状配 ^①	0.009 ~ 0.098

しかし、このような振動が堤体の安定に大きな影響を及ぼすと解釈することにはやゝ疑点がある。すなわち明らかに共鳴現象を生ずるような周期の場合を除いては、加速度が大きくとも、その作用時間が短かいので変位としては、あまり小さくなることは考えられないからである。

図 - 2

表 - 2 固有振動周期

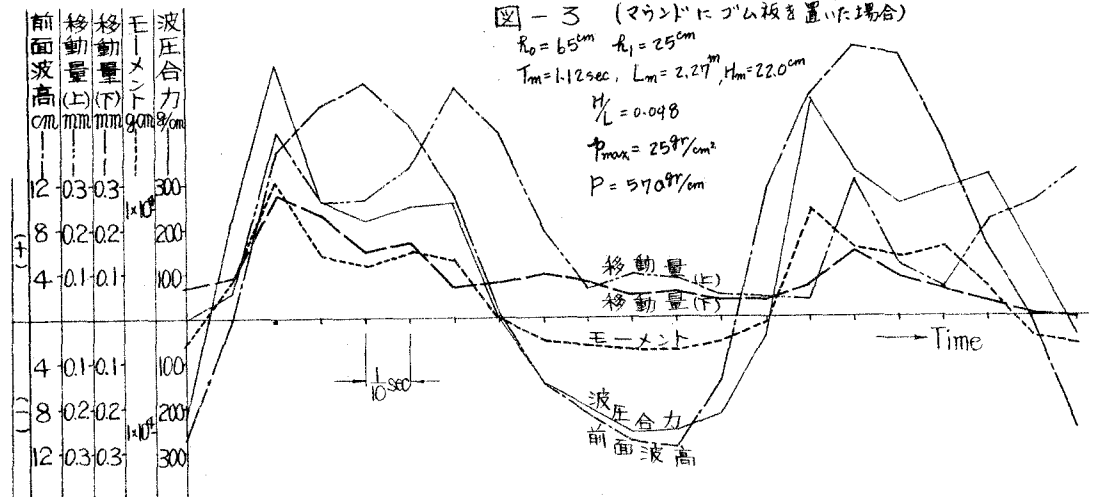
	マウンドに砂利を用いた場合		マウンドにゴムを用いた場合	
	静水中	空中	静水中	空中
衝撃	0.13	0.062 0.057	0.1	0.076 ~ 0.074
引き	0.13	0.062 —	0.1	— —
押し	0.13	0.052 —	0.1	0.057 0.052



(2) 堤体の動揺の特性について 碎波登波圧の場合の堤体の動揺は、衝撃圧の作用する前の堤体の状態と衝撃圧の大きさとその作用長に支配される。すなわち動揺現象を大別すると (a)、ロッキング、(b) ロッキングと併進運動の共存となる。(a)の場合は一般に波圧が堤体上部に作用する場合、(b)の場合は波圧が堤体下部に働らく場合に起る現象で、マウンド水平方向の変位をも伴う複雑な現象を呈する。

波圧合力、転倒モーメント、堤体の動揺および直立壁前面波高の $\frac{1}{10}$ sec 毎の変化を見ると、直立堤及び混成堤(マウンドが砂利、ゴム板のとき共)の場合においては正弦曲線に似た変化を示す^①が、碎波においては図-3に示す様に、重複波の様は規則正しい変化はせず、波圧合力、転倒モーメント及び堤体の動揺共に碎波の波圧-時間曲線に似た時間的变化をする。さらに詳細な変化について見ると、最初の shock pressure、すなわち Gifflé の場合に堤体は港内側に移動し、peak pressure を過ぎると一度港外側へ移動するが、さらに Bourrage に至って、また港内側へ再び移動し、引き波と共に漸次港外側へもどるという双峰性の移動現象を示す。このことは Gifflé の力積と Bourrage の力積が近い値であることを示すものである(図-3参照)。従ってこの様な場合、防波堤直立部の安定を検討するときには、Gifflé のみによって定ますることは一考を要すると考へる。Gifflé に続く Bourrage についても十分な考慮が必要であらう。このことはマウンドが砂利およびゴム板を置いた場合ともに同様の傾向を示す。

図 - 3 (マウンドにゴム板を置いた場合)



① 柳田正一 林、今井 第11回海岸工学講演集、村木、高島、第12回海岸工学講演集
 ② 久保、玉井、井田 第12回海岸工学講演集参照