

1. はじめに

ケーソン型の直立堤の前面に消波ブロックを設置することにより波力を減殺して滑動にたいする安定性を増大させ、かつ前面海域での反射波高の逸減を期待することが行われているが、消波のメカニズムはまだあまり解明されていない。本論は防波堤の安定実験の過程で求められた水平方向波力について若干の検討をおこなったのでここに報告をする。最近報告されたケーソンの滑動に関する現場実験でも底部マウンドとの摩擦係数は0.6以上と見積って良いことが確認されているので水平波力が適正に算定されれば滑動に関する安定性が求められる。

2. 実験

実験は当所の二次元造波水路(7.7m x 1m x 0.9m)に図-1に示される断面の1/36模型を設置して行なった。表面被覆消波ブロックには40cmテトラポッド、中積み層には8cmテトラポッド、1cm捨石、8cmゲルマブロックの3種類を用いた。波力測定の際は図-2に示されるが、プラスチック製のケーソン模型を鋼鉄製の角柱に吊じて水路内に固定し角柱に張った上下2ヶ所のストレインゲージの歪みから各々のモーメントを求め、その差とゲージ間の距離から水平力を求めた。なお吊された模型ケーソンの固有周期は水中で3.0Hz、一応、外力の波周期は1Hz以下であるので共振現象は生じない。

一般に消波ブロック被覆堤を設置した場合の水平力として考えられる外力は以下の各分力である。直立堤の場合もあわせて定義すると

- F_0 (%) 直立堤にかかる水平波力(消波工無し)
- F 消波ブロックを被覆した場合のケーソンにかかる水平波力(一体測定)
- F_1 消波ブロックの間隔よりケーソンにかかる水平波力(分離測定)
- F_2 消波ブロックを通してケーソンにかかる水平波力(分離測定)
- F_3 消波ブロックの自重等によりケーソンにかかる水平分力(分離測定)となる。

実験では消波ブロックとケーソンの間に金網格子を入れケーソンと消波ブロックを非接触式にしてそれぞれ独立に F_1 , F_2 , F_3 を測定した。

3. 実験結果と考察

図-3は消波ブロックを設置しない場合の直立堤にかかる水平波力 F_0 をケーソン高 D と直立堤がない場合の通過波高 H で除した無次元平均波力強度と、波高との関係を示したものである。周期の長い波ほど水平力は大き



図-1 堤体断面図

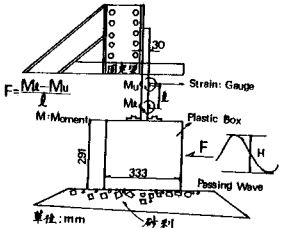


図-2 波力測定概要図

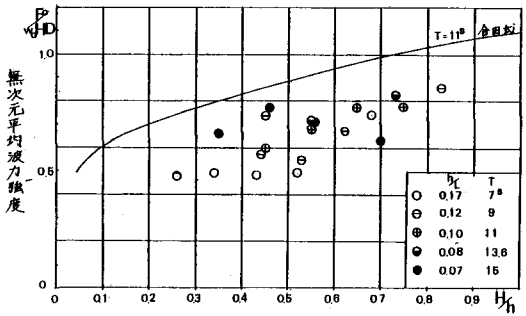


図-3 直立堤にかかる水平波力 F_0

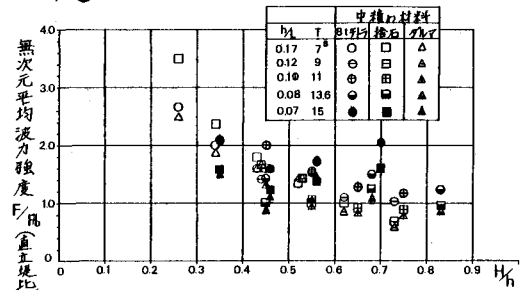


図-4 消波ブロック被覆の効果 (一体測定)

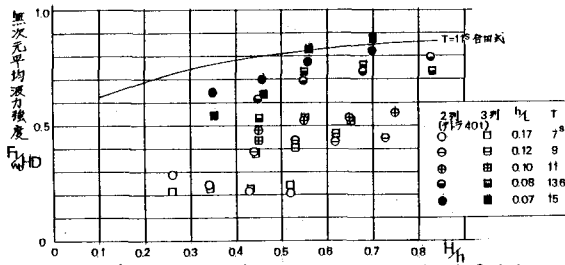


図-5 消波ブロック間けきよりケーソンにかかる水平波力 F_1

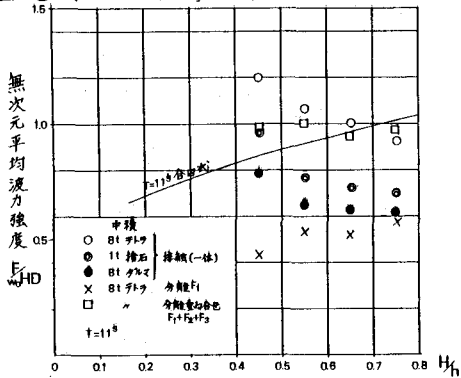


図-8 各分力の重ね合わせ値と分離測定値の比較

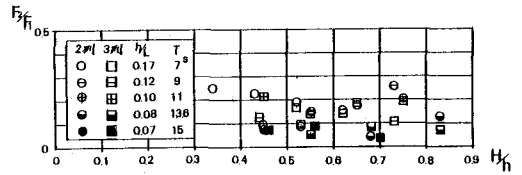


図-6 F_2/F_1 と波高の関係

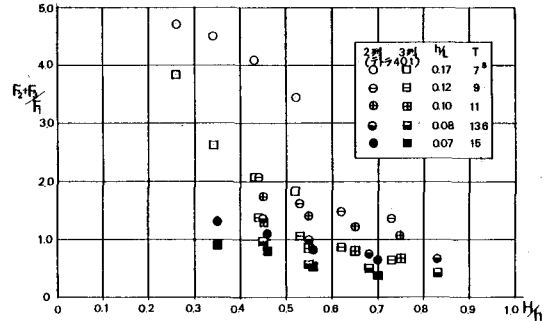


図-7 波力の分離測定による F_1/F_h と H_1/H_h

いが合田式の算定値よりいずれも小さい。図-4は消波ブロックとケーソンを一体とした場合の波力を直立堤への波力との比でもとめたものである。図より消波堤の効果が求められる。比が1以上の場合は直立堤の重複波と消波ブロック堤により研滅させたためと消波ブロックの自重等により比率を高めている。図-5は消波ブロック間けきよりケーソンにかかる水平力 F_1 を求めたものであるがおおむね合田式の算定値以下となっている。前面消波ブロックの天端中の差は2列、3列ではさほど顕著ではない。図-6,7は消波ブロックを通してケーソンにかかる水平波力を F_1 との比でもとめたものである。前面消波ブロックの中が大きくなるとわずかに減少するが消波ブロックの形状が丸味を帯びていることもあり空げき率(0.5)に見合うほどの分力は観測されていない。また消波ブロックの自重等によりケーソンにかかる水平分力 F_2 は図-9の $F_2 + F_3$ の波形で示されるように F_2 の初期荷重として作用する。なお F_2 の値は実験結果より図-1の断面では $2.2 \sim 3.5 \text{ t/m}$ でありこれは前面消波ブロックの安息角を 53° とした場合の、消波ブロックとケーソン間のくさび状ブロック部分を土圧的に計算した分力(3.5.5 t/m)以下であるがケーソンにかかる水平力としては無視できない大きさである。図-8は周期11秒、相対水深、 H_1/h が0.1における水平力を F_1 , $F_2 + F_3 + F_4$ とした場合の比較図であるが、実際にケーソンにかかる力を検討するためには消波ブロックを分離した方式での測定は水平力を過小に見積る危険性を示唆している。しかし F_2 に関しては中積め材料の違い、形状によりくさびを打込んだ場合の様な残留力が存在しているためとも考えられさらに検討を加えたい。

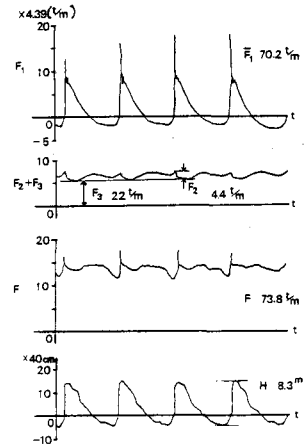


図-9 波力、水位の波形(時間数化)例 ($T=13.6 \text{ s}$)

4. 結語 被覆堤のケーソン部にかかる力として波力以外のブロック形状水平力を無視することはできない。
5. 謝辞 本研究の実験、解析に協力をいただいたCORVACの鈴木正己氏に謝意を表します。
6. 参考文献 港湾の施設の技術上の基準、同解説 昭和54年3月 社団法人 日本港湾協会