

II-294

ハイブリッド波除堤の洗掘特性実験

日本鋼管(株) 応用技術研究所 正員 伊藤 壮一
日本鋼管(株) 鋼構造建設部 正員 若菜 弘之

1. まえがき

標題のハイブリッド波除堤は、軟弱地盤への適用を目的とした新型式の波除堤である。図1は試設計実機を示すものであるが、鋼製骨組とコンクリート部材で構成されている。開発にあたっては、幾つかの技術的課題の検討を行い、基礎的水理特性に関しても種々の実験的検討をしている。本報告では、そのうち、洗掘及び吸い出しに関する実験的検討の結果について、概略を述べる。実験では、洗掘実験と吸い出しの実験に分けて検討を加えている。それぞれの目的は以下の通りである。

- (1) 防波堤前面での洗掘に関しては、入江らの研究[1]をはじめ幾つかの報告があり、ケーソン底版のように直立壁を持つ構造体については、現象的に良く説明がされている。しかしながら、斜壁を有する構造体については、報告例がなく、その特性を把握する。
- (2) ハイブリッド波除堤は、フーティング幅が、ケーソン底幅に較べると狭く、防波版前後の圧力差による動水圧勾配が大きくなることが考えられ、吸い出しが懸念される。実際には、根固め工、マウンド、洗掘防止マットなど施されるが、それらの状況の下で吸い出し特性が如何に変化するか把握する。

模型は、ハイブリッド波除堤模型と、ケーソン堤をモデル化した箱型模型の2つを使った。地盤材として自然砂を使用しており、相似則が成り立たず、実験は、両模型の特性を比較した定性的検討が主な内容になっている。

2. 洗掘特性実験

実験装置を図2に示す。洗掘実験は、長時間波をあて続けるので、造波板での再反射波を逃がすべく、水路を隔壁で分割して、幅90cmの副水路を作り、その中で実験を行った。主な実験条件を表1に示す。構造物模型の縮尺は1/15であり、その意味では、水深50cmは設計水深(10m)より浅いが、洗掘現象を起こり易くするための便宜的な水深である。洗掘形状は、砂漣による小さな波を平滑化して平均形状として求めた。

図3に、両模型の洗掘特性の違いを示す。横軸は、構造物前端から沖側への距離である。図には、重複波の腹及び節の位置を併記している。洗掘パターンは、いずれも所謂N-タイプである[1]。N-タイプ発生は、実験波高が比較的小さく、また、自然砂を使ったことにより、(底面流速)/(沈降速度)が小さいためと考えられる。なお、 $T=2.0\text{sec}$ の堤直前での掘れは吸い出し現象が重合したことによる。図によると、節での堆積特性は共通しており、目立った特性の違いはない。ただ、斜面を有するハイブリッド波除堤の場合、周期が長くなると、堆積部が節の位置とずれてくる。設計的な見方をする、洗掘対策に関する基本的考え方は直立堤と同じでよく、節腹の位置が構造物の方に近づく分、斜面ハイブリッド波除堤の方が対策工の範囲を狭くできると言えなくもない。

3. 吸い出し特性実験

実験は、洗掘実験と同じ実験装置を用い、水深を67cm(現地10m)とした。波周期は、2.6sec.で一定とし、波高を段階的に上げていき、各caseに於ける吸い出し発生波高を求めた。発生開始の有無は、一定波高で30分継続し

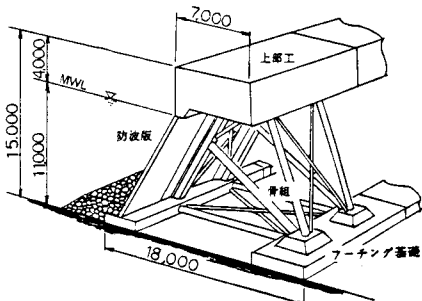


図1 ハイブリッド波除堤実機

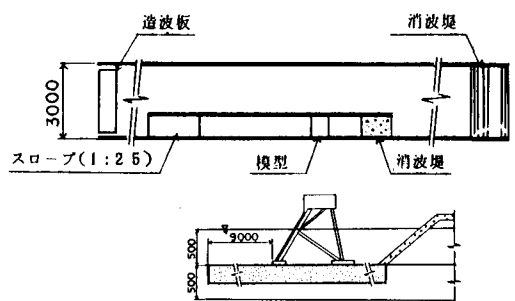


図2 実験装置

て波をあて、目視観測によって判断した。 模型のセットに於いては、吸い出し現象を誘起すべく、水路の片側(ガラス窓側)で、7mmの隙間ができるようにした。 これは、現地の状況で、隣り合う堤体構造物の間に10cmの隙間があることに相当する。 また、碎石は平均重量25gのJIS A5001の S-30を用いた。

実験ケース及び実験結果を図4に示す。 Case1と6の比較は、吸い出しが、動水圧勾配(波高/底幅に比例)に支配されることを示している。 また、case2では、碎石根固工には水流に対する緩衝作用があり、その分吸い出し波高が大きくなる。 Case4と6より、マウンドに堤体を載せた場合も、底幅の影響はある。 ただし、マウンド高が大きくなれば、その影響は小さくなる。 Case3のようにマットを敷いた場合、底版下での吸い出しは、非常に起こり難くなることが分る。 むしろ隙間を出入りする水流により、フーティングの後で洗掘が起こっている。 これらの結果から判断して、設計の観点からは、吸い出しは、マットを敷くことにより防止でき、また碎石根固め工、碎石マウンドも効果があると言える。

4. あとがき

以上が実験の検討の概略である。 定性的な議論であるが、新型式波除堤に対する設計の知見を得ることができた。 なお、この実験の検討を進めるにあたり、(財)沿岸開発技術研究センター・ハイブリッド港湾構造物検討委員会の諸先生、中でも港研・谷本室長には貴重な御助言をいただき、謝意を表します。 <参考文献> [1]入江 他：重複波による防波堤前面での二次元的海底洗掘、港研報告 23巻1号、1984

表1. 実験条件

水深	50 cm
波周期(sec.)	規則波 1.3, 1.5, 1.7, 2.0
波高	$H/L = 0.01 \sim 0.05$
砂	中央粒径 $d_{50} = 0.15 \text{ mm}$

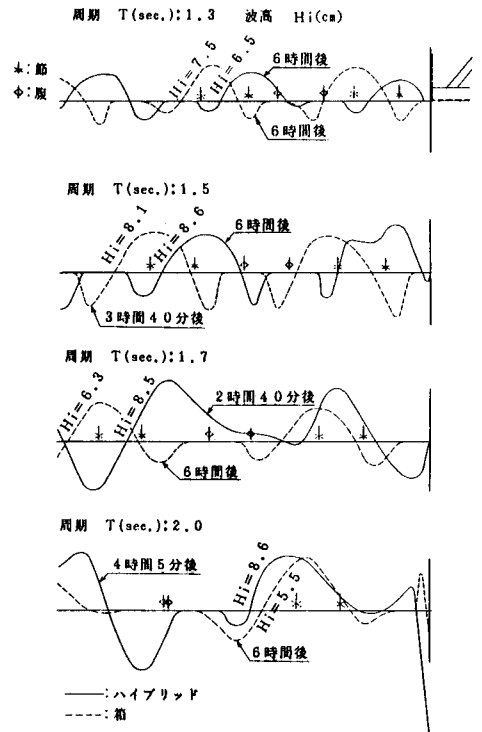
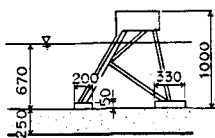


図3 両模型の洗掘特性

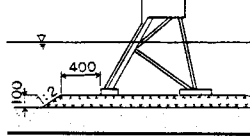
CASE 1: ハイブリッド堤砂地盤直置き



$H_c = 2.8 \text{ cm}$



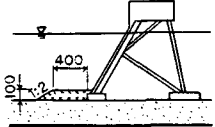
CASE 4: 捨石マウンド上にハイブリッド堤



$H_c = 5.9 \text{ cm}$



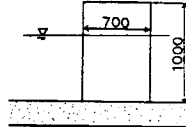
CASE 2: 砕石根固工



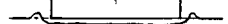
$H_c = 4.2 \text{ cm}$



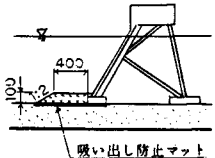
CASE 5: 直立堤砂地盤直置き



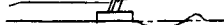
$H_c = 9.8 \text{ cm}$



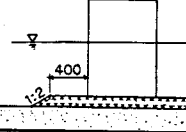
CASE 3: 砕石根固工及び防止マット



$H_i = 13.0 \text{ cm}$ でもマット下での吸い出しは起らず。



CASE 6: 直立堤捨石マウンド上



$H_c = 11.4 \text{ cm}$



図4 吸い出し特性実験結果 (発生波高 H_c 及び形状)