

急勾配海底地形における衝撃碎波力の発生と対応に関する実験的考察

運輸省第五港湾建設局 正会員 藤崎 治男

○ 笹田 彰

高橋 佳克

1. はじめに

急勾配海底地形上の直立壁や高マウンド上の直立壁では、合田式で算出される波圧を上回る強大な衝撃碎波力が作用することがある。港湾、海岸構造物の設計では、こうした強大な波力を受ける断面の採用は避けることが好ましいが、地形的に避けがたいこともある。

我管内の駿河湾沿岸域は $1/3 \sim 1/5$ の急勾配の海底地形を有し、かつ大波浪が襲来する地域であるため、この地域に防波堤を築造する場合には合田式で算出される数値を大きく上回る衝撃碎波力の発生の危険性が大である。したがって、地形条件を反映した水理模型実験を行い、駿河湾における衝撃碎波の発生条件とその防止対策に関する水理特性を把握することとした。

2. 実験方法

実験は図1に示すような長水路を使用して規則波で行った。実験条件は右表のとおりである。

実験にあたっては、直立壁ケーソンの前面に水深毎に圧力計を設置、ケーソンの背後には三分力検出器を取付け、両者の計測値を比較することで、実験データの信頼性を確認しながら進めた。

3. 確認された衝撃碎波力

実験の結果を合田式による計算値と比較するため、平均波圧強度 p と平均波圧係数 k を求めた。

平均波圧強度 p は波高に比例して大きくなり、比較検討するためには、値を無次元化するため、波圧強度を波高で除した平均波圧係数 k （広井式の1.5に相当するもの）を用いて比較することにした。

この結果、ある特定の周期の、ある特定の波高において、合田式によって求めた計算値を大きく上回る衝撃力が直立堤に作用することが確認できた。この傾向はとくに海底勾配が $1/5$ で著しい。

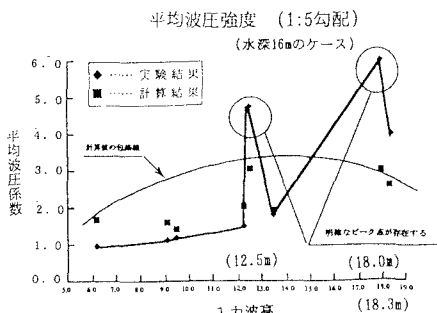


図2 実験結果比較図

表1 実験条件 ※諸元は全て現地換算値

模型縮尺	1/125
実験潮位	HWL= +1.60m LWL= ± 0.00m
防波堤設置水深	-10m、-15m
実験水深	-10m～-16m
海底勾配	$i=1/5$ 、 $1/3$
波浪周期	10秒、12秒、14秒、17秒、20秒
波形勾配	0.02、0.04、0.06

注)入力波高は、波形勾配と周期より6.1m～8.3mの8種類とした。

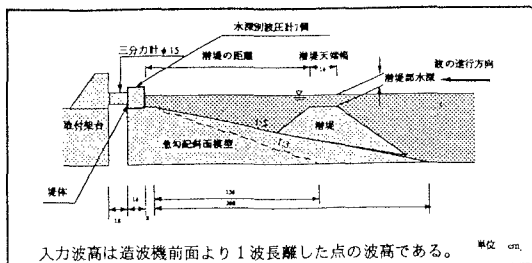


図1 実験施設模式図

図2に計算値と実験値の差の大きいケースを図示した。衝撃碎波力の発生で特徴的なことを整理すると、次の2点に集約できる。

- ①合田式の計算結果を最大で70%程度上回るケースがあり、従来の設計では堤体が不安定になることが懸念される。
- ②この極めて大きな衝撃碎波力は、ある特定の波の周期で発生する。しかも、その周期は駿河湾における設計波の諸元にほぼ一致している。

4. 潜堤による減勢効果

衝撃碎波力の軽減のための付加的施設として潜堤を設置し、同様の方法で衝撃碎波力を計測、分析した結果を図3に示した。

この図から明らかなように、潜堤による衝撃碎波力の減勢については、十分効果が得られたと考えてよい。

ただし、この減勢効果は、全ての領域において得られるものではない。

例えば、図4に示すように潜堤がない状態よりも波圧が増加したケースも確認されている。

すなわち、衝撃碎波力のピーク点を形成するある特殊な状況下の波に対しては、確かにピークをカットするような効果を得たが、そのピーク点が他の位置（条件の異なる波浪）に移動している可能性を否定できない。

ただし、今回の実験では、計測したケースに限られているため、この点の確認は完全にはできていない。

もし潜堤などの付加的施設で衝撃碎波力を合式での計算値なみに軽減することが確認できれば、港湾整備事業を推進する上で次のようなメリットがあると考えている。

- ①付加的施設で対応するため、堤体本体はある程度経済的な断面で施工できる。
- ②付加的施設のみで衝撃碎波力ピーク値を抑制することができれば、整備済み箇所についても、現堤体を改築、補強することなく、潜堤の設置のみで対策することが可能となり、港湾整備事業の手戻りが生じない。

5. 今後の課題

潜堤の位置により波圧の低減効果がある＝碎波ポイントが移動するかもしれない、あるいは碎波形態が変わる、ということは確認できた。しかし、潜堤による効果を完全に検証するためには、今回の実験で確認できた潜堤無しでの衝撃碎波圧ピーク値を低減することに加えて、周期や波高の異なる波にピークが移動していないことを波の条件を変えた実験を行い再確認する必要がある。

また、今回の実験は二次元水路で行われたものであるが、現地ではある入射角を持って波が進行してくることになる。したがって、今までの実験でピーク値が確認できた以外の波高、周期の波でも進入角度によっては、碎波条件が異なり、衝撃碎波圧のピーク値を呈する特異値を持つ可能性があるため、今後は、潜堤を一直線上に配置せず波の動的な挙動に対して効果を持つ凹凸を設けた配置等について、三次元の平面実験を行うことが必要と思われる。

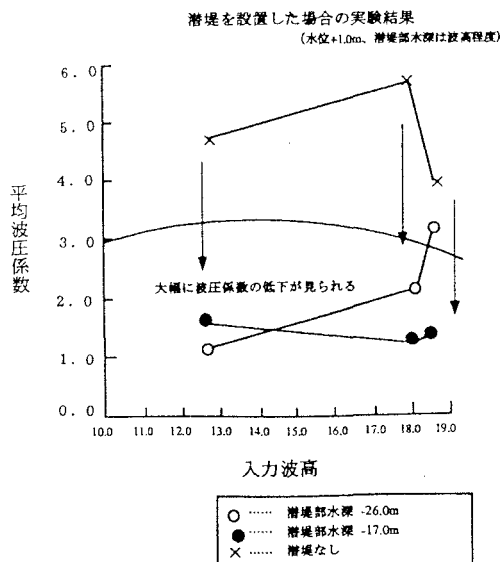


図3 潜堤による衝撃碎波力低減効果

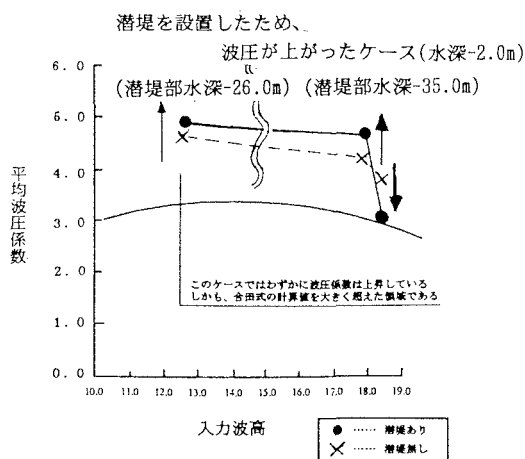


図4 潜堤の設置により波圧が増加するケース