

II-15 波の打ち上げ高さにおよぼす海洋構造物の形状効果について

大阪大学工学部 正員 榎木 亨
大阪大学工学部 正員 ○岩田 好一郎
マレーシア工務局 正員 周 子純

1. 緒言

近年、海洋開発が提唱され、種種の開発構想が公表されている。海洋開発の拠点として海洋構造物が重要な意義を有してくるが、比較的水深の深い海域に建設されるため大きな波浪の采襲を受ける。したがって、構造物におよぼす波浪の影響が極めて大きいので、海洋構造物の設計に際しては越波および波圧などについて慎重に検討を加える必要がある。海中の構造物に作用する波力については近年比較的多くの研究者によって研究されてきているが、海中展望塔、石油基地などの構造物への波の打ち上げ高さにおよぼす構造物の幾何形状の効果については今まで充分論議されてきていない。とくに構造物の碎波帯近傍に設置される場合には、波圧同様、波の構造物への遡上¹⁾が極めて大きいので、その遡上²⁾の把握が必要とされる。筆者らは海洋構造物の幾何形状として、円柱、四角柱、三角柱状の島式による不透過構造物、および鋼管パイル群による透過構造物をとりあげて、形状変化に伴う波浪の遡上³⁾について実験を行なったところ興味ある結果を得たので報告することとしたい。

2. 実験装置と研究方法、および、波の遡上⁴⁾の整理について

実験水槽としては幅6m、長さ19m、高さ4.5m⁵⁾の水槽を用い、一端に全長6mの一様勾配1/40の模型海浜を、他端にはフラップ型造波機が設置してある。波高は電気抵抗線式波高計により計測する。また波の遡上⁶⁾高は水に浸った部分のみが変色する用紙を構造物法面にはり、その変色する部分の高さより算定することとした。波の碎けて構造物に衝突する場合は図-1に示すように極めて不規則な遡上⁷⁾分布をとるため、最も高い遡上⁸⁾高を示す値 R_{max} をもって遡上⁹⁾高とするが、あるいは最も低い値 R_{min} をもって遡上¹⁰⁾高とするので大きな差異が生じる。 R_{max} と与える記録には飛沫が加わっていることが多いので、 R_{max} と遡上¹¹⁾高とするには妥当性と欠く。したがって、本論では有義波¹²⁾の概念を採用して、特に卓越する大きな遡上¹³⁾高と選定して、大きな方から全体の1/3ととり、その平均をもって遡上¹⁴⁾高 R と定義する。ただし、碎波¹⁵⁾がないで波が衝突する場合には、最大の遡上¹⁶⁾高を示す値を R として採用する。なお実験諸元は表-1に示してある。

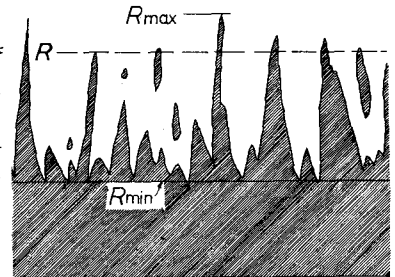


図-1 遡上¹⁷⁾高の算定

	SYM.	VALUE
槽内水深	h	385, 600, 670, 795
沖波波高	H_0	5.8 cm, 3.0 cm
沖波周期	T	6.5 sec, 9.1 sec, 11.1 sec
構造物の形状	S_p	△ □ ○ 透流 円柱
波の入射方向	λ	垂直入射, 20°入射
構造物の寸法	D	60 cm (円柱) 18 cm (丸)
沖波波高配	H_0/λ	0.030 ~ 0.088
構造物の波高係数	h/H_0	0.65 ~ 1.4
底面勾配	S	1/40

表-1 実験諸元

3. 波の打ち上げ高さにおよぼす海洋構造物の形状効果

バツキンガムの π 定理¹⁸⁾によれば波の遡上¹⁹⁾高 R/H_0 は

$$R/H_0 = f(\lambda/h_0, h_0/D, D/H_0, b/b, M, S_F, \lambda)$$

で与えられる。ただし、 H_0 : 沖波波高、 T_0 : 周期、 h : 設置水深、 D : 構築物の代表長、 b : 構築物の配置間隔、 M : 構築物の数、 S_F : 構築物の形状、 λ : 波の構築物への入射方向である。

島式による不透過構築物の場合は b/D と M の効果は考えなくてもよい。 R/H_0 におよぼす h/H_0 の効果については従来から議論されて来い、 D/H_0 , b/D , M , S_F , λ の効果について充分議論されていない。島型式による不透過構築物の場合は図-2 に示すように、構築物の設置水深が $1.0 < h/H_0 < 1.2$ の場合、つまり波が構築物直前で碎ける場合に、構築物の形状 S_F と波の入射角度 λ の関係がわからず潮上高が最大となることが認められる。また設置水深が $0.65 < h/H_0 < 1.45$ の範囲内での最大の潮上高におよぼす構築物の形状と波の入射方向の効果を H_0 にパラメーターとして示した図-3 によれば、波の入射方向に対する構築物の shape-angle θ が、三角柱の隅角部に波が来る $\theta = 60^\circ$ から、四角柱の隅角部の $\theta = 90^\circ$ 、次に円柱の $90^\circ < \theta < 180^\circ$ と θ が大きくなるにつれて潮上高が大きくなり、三角柱の一辺が 180° に波が来るとき最大の値 $(R/H_0)_{\max} = 6.6$ ととり、これは $\theta = 60^\circ$ の場合の 4.4 倍の潮上高を示すことが認められ、構築物の shape-angle θ が波の入射方向に対して大きくなるにつれて潮上高が大きくなるという。最大の潮上高を示す三角柱状不透過構築物に対し、パイルの群柱による透過構築物の潮上高を示した図-4 によれば、最大の潮上高は $(R/H_0) = 1.6$ で不透過構築物に比して極めて小さい。また b/D の効果は $b/D < 4.15$ の範囲に対して認められ、パイルと波の干渉により波の潮上高が大きくなるが、ほぼ 1 割程度の増加である。またパイル群柱が形成する幾何形状と波の入射方向にともなう潮上高の変化は図-4 で示す三角柱状の場合は波の来襲方向が変化しても潮上高は変化しなく、この不透過構築物の場合と様相を異にするが、これは D/H_0 の効果に帰因すると思える。なおパイルの群柱による透過構築物による波の減衰については講義時に報告する。最後に、実験に努められた中田技官に謝意を表す。

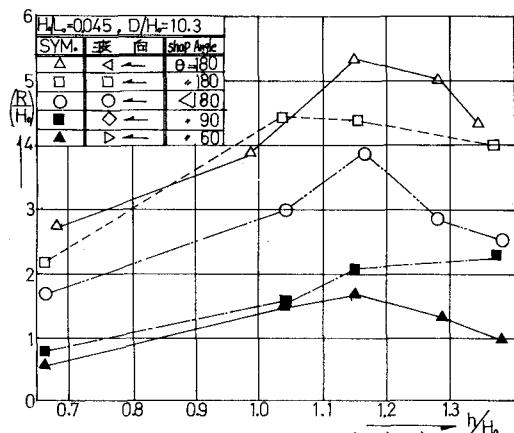


図-2 設置水深の变化に伴う潮上高の変化について

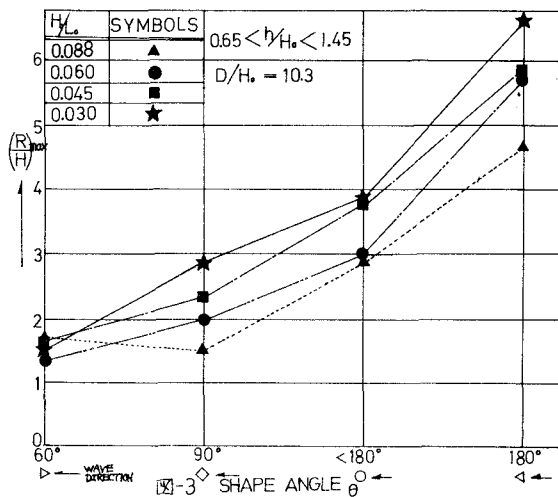


図-3 SHAPE ANGLE θ

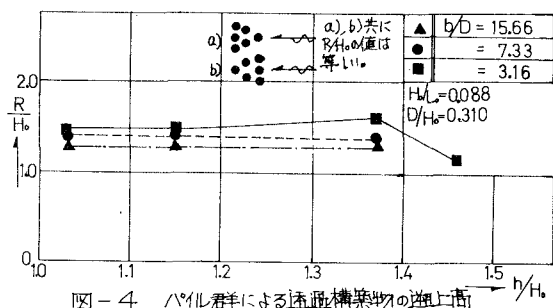


図-4 パイル群柱による透過構築物の潮上高