

II-280

混成堤に作用する斜め入射波圧に関する実験的研究

北海道開発局 土木試験所 正会員 水野 雄三
北海道開発局 土木試験所 正会員 牛嶋 龍一郎
北海道開発局 土木試験所 正会員 岸 哲也

1. まえがき

混成堤に斜めに波が作用している場合の波圧は、直角入射する波の波圧を基本として入射角 β により補正を行っているが、その方法は波圧公式により異なっており、これらの解析例も、主に、滑動実験による実験結果が報告されているのみである。

本研究は、主に港湾の防波堤の設計に用いられている合田式の波向き補正について、平面水槽を用いて波圧実験を実施し、波圧合力及び波圧作用高と波向きとの関係について検討を加えたものである。

2. 実験方法

(1) 実験水槽

実験は、平面水槽（23m×18m×1m）の一部を透過性の消波籠で、幅9m、長さ13.45mに仕切り、その中に実験堤体を設置し実施した。又、斜め入射波圧を作用させるため実験堤体を移動させるので、移動に伴い実験堤体の設置水深に変化がないように、幅9m長さ9.3mの範囲は水平床とした。なお、造波装置はフラップ型起波機で規則波を用いて実験した。

(2) 実験堤体及び実験方法

波圧測定位置に設置した実験堤体は、アクリル製で、その他は、木製であり、砕石を用いて作成した捨石マウンド（天端幅20cm、法勾配1：3）上に設置した。その天端はマウンド上45cmのところにあり、越波は生じない高さである。波圧測定位置は、防波堤前面の波高分布を計算して、各波向毎に所定の波高比となる箇所を求めて決定した。実験ケースは表-1に示すとおり、3ケースで、各々のケース毎、波高を3種類、波向は0°、15°、30°、45°の4種類について2回ずつ実験した。測定は実験堤体に取り付けた9個の波圧計により行い、出力を動ひずみアンプを通してデータレコーダーに収録し、オフラインによりサンプリング周波数80HzでA/D変換し、最大同時波圧を求め、解析には各ケース毎、有効測定波数3×繰返し実験回数2の6個の最大同時波圧の平均値を用いた。

3. 実験結果及び考察

実験波圧合力 P_E は、捨石マウンドから、静水面上

1.0×入射波高の範囲内に作用している波圧から求めた値である。計算波圧合力 P_C は、前述の作用範囲内における合田式又は、部分砕波式による計算値である。但し、部分砕波式による波圧合力は $H_{1/3}$ より求めるため、実験に用いた入射波高 H_i を H_{max} と考え、 $H_{1/3}$ を仮定して、合田の砕波変形理論を用いて H_{max} を求め、 H_i と等しくなった時の $H_{1/3}$ （表-2）を用いた。

(1) 実験波圧合力と波圧式

図-1には、 P_E/P_C を縦軸に、入射角 β を横軸にプロットしたが、 P_E/P_C が1に近い程、波圧式とし

表-1 実験ケース

ケース名	A	B	C
水深 h (cm)	25.0	32.5	40.0
マウンド水深 d (cm)	10.0	17.5	25.0
周期 T (sec)	1.70	1.55	1.45
波長 L (m)	2.51	2.51	2.50
入射波高 H_i (cm)	5.6, 7	7.8, 5, 10	9, 11, 13
d/h	0.400	0.538	0.625
h/L	0.100	0.129	0.160

表-2 有義波高の推定

ケース	実験波高 (cm)	周 期 (sec)	有義波高 (cm)
A	5.0	1.70	2.8
	6.0		3.3
	7.0		3.8
B	7.0	1.55	3.9
	8.5		4.7
	10.0		5.6
C	9.0	1.45	5.0
	11.0		6.1
	13.0		7.3

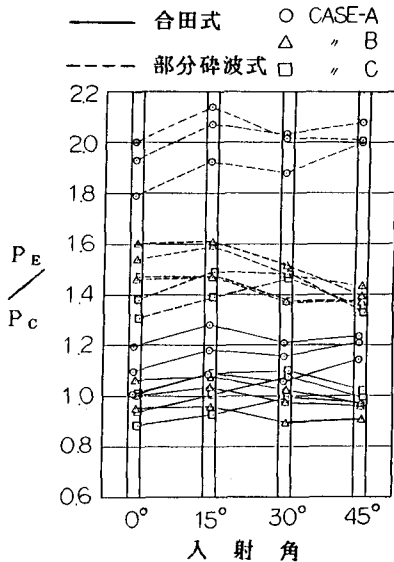


図-1 実験波圧合力と波圧式

て実験波力を適確に表していることとなる。図中、実線は合田式との、点線は部分砕波式との比較であるが、全ての実験ケースについて合田式の方が1に近く、更に入射角が変わった時の P_E / P_C の変動は、最大でも±7%程度である。

(2) 合田式の波向補正

直角入射の場合の実験波圧合力 P_{E0} を基準に、波向によって P_{EB} がどのように変化するか比をとってプロットしたのが図-2である。図中の線は、合田式についての P_{CB} / P_{C0} の比を示しているが、 $\{P_{EB} / P_{E0}\} / \{P_{CB} / P_{C0}\}$ との比は、最大で1.14、最小で0.94とばらつきも小さく合田式の波向補正は妥当なものといえる。

(3) 波圧の作用高

最大同時波圧時の静水面上の波圧作用高さについて、静水面上に設置した測点の波圧値（ゼロは除く）から最小自乗法により求めた作用高さと、合田式の波圧作用高さ $\eta = 0.75 (1 + \cos \beta) H$ より求めた作用高さとを図-3にプロットした。図中の対角線の近くに点が分布する程合田式の波圧作用高さの考え方が実験の波圧の作用高さをよく表していることになる。回帰直線を図中に示したが、やや合田式による作用高が大きくなるようであるが、回帰直線の勾配もほとんど1であり、合田式の波圧作用高及びその波向補正の考え方は妥当なものと考えられる。

4. まとめ

- ① 合田式の方が部分砕波式よりも実験結果を適確に表しており、 P_E / P_C の変動も±7%以内である。
- ② 合田式による波圧の波向補正に対する変動は、0.94～1.14の範囲にあり、実験精度を考慮すれば、波向補正はほぼ妥当な値を示している。
- ③ 合田式の波圧の作用高は、実験結果との相関が高く、波向補正についても妥当な値を示している。

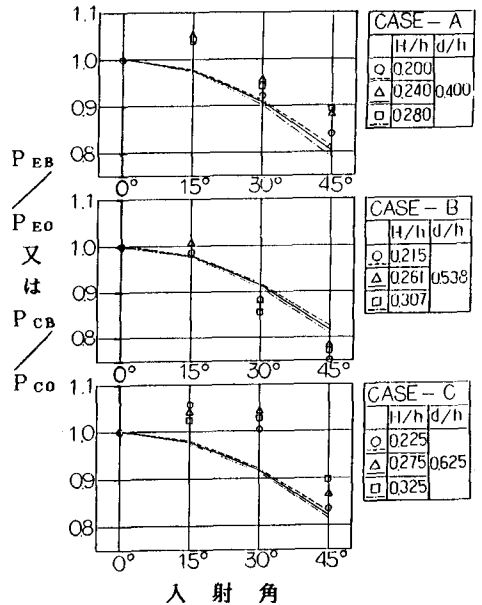
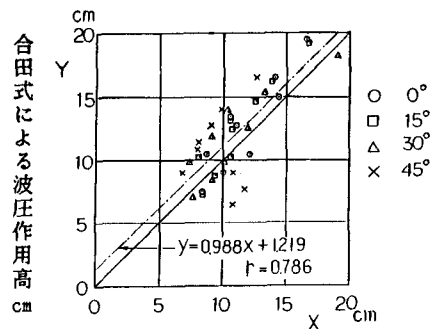


図-2 入射角0°に対する波圧比



最小二乗法による波圧作用高 cm

図-3 波圧作用高