

徳島大学工学部 正員 工修 三井 宏

徳島大学工学部 正員 工修 筒井 茂明

徳島大学大学院 学生員 ○ 志川 和正

両翼が同一直線上にない平行な防波堤開口部周辺における極大波高分布と近似回折理論および模型実験により求め、開口部における問題点と2, 3指摘する。

図-1に示すような法線形状とも防波堤において、波の入射角 $\alpha=45^\circ$ 、相対開口幅 $B/L=0$ の場合の法線BC背面沿いの極大波高分布の計算法を例示すると次のようになる。すなわち、図-2に示すように法線OA、およびBCとそれぞれ半無限防波堤と考えた場合の法線OA前方の波を f_1 、法線BC前方の波を f_2 とする。

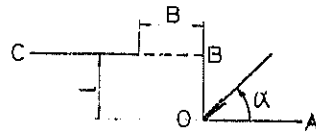


図-1

f_2 は f_1 から散乱項と入射波項を除いたもの、すなわち、B点へ入射するOAからの反射波、 f_3 はB点へ入射する f_1 の散乱項による波、 f_4 は f_2 および f_3 の散乱項の合計とし、半無限防波堤OAおよびBCに対してこれらの散乱波と同じ入射角をもち、波高1で入射するそれぞれの平面波を f_4 , f_5 とする。法線BC背面沿いの波は、OAからの散乱項を含めた反射波の2倍、直接の入射波によりB点で発生する回折波、OAからの反射波によりB点で発生する散乱波、B点からの回折波によりO点で発生する散乱波の2倍が重なったものとする。

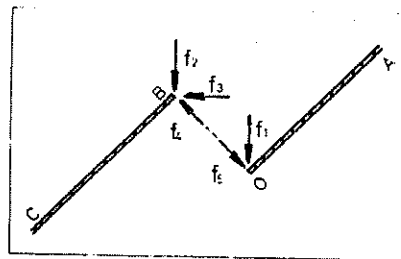


図-2

よりB点で発生する散乱波、B点からの回折波によりO点で発生する散乱波の2倍が重なったものとする。すなわち、 f_1 から入射波と差し引いた波高値の2倍に、その他の付加的な項、すなわち、 f_2 , f_3 それぞれの散乱項、 $|K| \equiv |K|$ と入射波とするときのBC周辺の波の散乱項、および $|K|$ と入射波とする波によりO点で発生する散乱項の法線BC上における値の2倍を加えると、求める解が得られて次式のようにになる。

$$f = f_2 + f_3 + K(f_4 - e_4) + 2(f_1 - e_1) + 2K(f_5 - e_5)$$

ここに、 f_4 は f_1 の散乱項、 $|K| \equiv |K|$, e_1 および e_5 はそれぞれ f_1 および f_5 の入射波項、 e_4 は f_4 の入射波および反射波の項である。

このようにして、法線OA, BCとそれぞれの前面および背面、ならびに開口部周辺海面の波を表示する式を求め、これらの式に近似回折理論を適用して極大波高分布を計算すると、図-3～図-4に実線で示す結果が得られる。図-3～図-4の横軸の値は $\rho \equiv \pi r^2$, λ は波長、 r は原点からの距離である。これらの図中に記入してある点は実験結果を示すものである。この実験に用いた平面水槽は長さ30m、幅15mで使用した実験値は表-1に示す。

数値計算においては、半無限防波堤周辺の波 f_1 , f_2 などの位相差を無視して重ね合わせており、この計算結果は防波堤周辺で起りうる最大の波高分布、すなわち極大波高を重ねてえられる包絡線の値を示すものである。したがって、図-3～図-4に示した実線は、そのときの防波堤の法線形状、入射

角および周期に對して発生しうる最大の波高分布を示すものである。これと実験結果と比較すると、実験結果は理論曲線とはほぼ等しいが、あるいは小さい値となっている。実際の波は不規則であることと考えると、防波堤の計画・設計にはこの最大波高分布曲線を用いるのが合理的であろう。

以上の計算および実験結果から、このような形状をもつ防波堤開口部の計画・設計において注意すべき点を上げると次のようになる。

(1) 入射角 α が変わると極大波高値およびその発生位置はかなり変化する。すなわち、図-3〜図-4に示すように、 $\alpha=45^\circ$ のときの沖側防波堤背面沿いの波高は $\alpha=90^\circ$ のときのそれよりも非常に大きくなっており、また、陸側防波堤前面における最大波高発生位置もかなり異なってくる。開口部近辺においても、図-3に示すように、陸側防波堤からの散乱波および反射波によってかなり大きな波高が発生する場合がある。

(2) このような法線形状をもつ防波堤においては、沖側防波堤が災害を受けやすい例が多く見られる。この原因としては、直接の入射波に対してその強度が十分でなかったことのほか、理論式に示したように、陸側防波堤からの反射波および散乱波が重なり、沖側防波堤背面および前面沿いの波高が大きくなることも被災原因の一つであると考えられる。したがって、被害防止には沖側防波堤の強度を十分大きくすることもたいせつではあるが、波高増大の原因となる陸側防波堤の前面と透過構造とし、その反射波および散乱波の影響を小さくすることも重要であろう。また、このようにすれば、開口部近辺の波高も小さくなり、港内の静穏度も増大するものと思われる。

(3) 港内の静穏度に関しては、開口部を通じて直接、または反射波のくり返しにより間接に港内に波が入ってこず、そのうえ、沖側防波堤先端で生じる第1次散乱波をいせへいするような開口部の法線形状がもっとも静穏度が高まるのであるが、港口付近の静穏度に関しては、図-4(b)に示すように $\alpha=45^\circ$ 、 $\beta/2=0$ の場合は、陸側防波堤からの反射波により、

相対波高比 K が2.5〜3にもなる海面が存在し、船舶の出入港において問題となるので注意が必要であろう。

最後にこの研究は文部省特定研究費(代表者 北海道大学 尾崎晃教授)による一部であることも付記する。

表-1

入射角 α	周期 T (sec)	波長 L (cm)	開口幅 B (cm)	係数 k	K	入射波高 H (cm)
A	71.2 2.0	0.8 88.7	0	363.6	25.7	3.67
	" "	1.0 121.2	"	"	18.8	3.42
	" "	1.2 152.0	"	"	15.0	3.60
B	71.2 2.0	0.8 88.7	363.6	363.6	25.7	4.30
	" "	1.0 121.2	"	"	18.8	4.22
	" "	1.2 152.0	"	"	15.0	3.56
C	71.2 2.0	0.8 88.7	-363.6	363.6	25.7	4.23
	" "	1.0 121.2	"	"	18.8	4.38
	" "	1.2 152.0	"	"	15.0	3.50
D	71.4 2.0	0.8 88.7	0	363.6	25.7	5.10
	" "	1.0 121.2	"	"	18.8	4.59
	" "	1.2 152.0	"	"	15.0	3.60
E	71.4 2.0	0.8 88.7	363.6	363.6	25.7	4.38
	" "	1.0 121.2	"	"	18.8	4.27
	" "	1.2 152.0	"	"	15.0	3.65

④ - 3

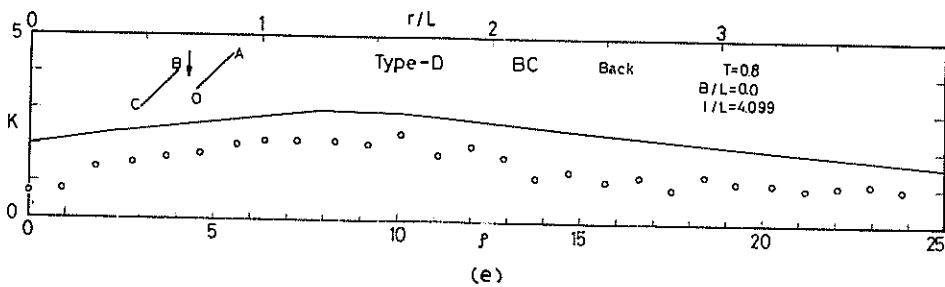
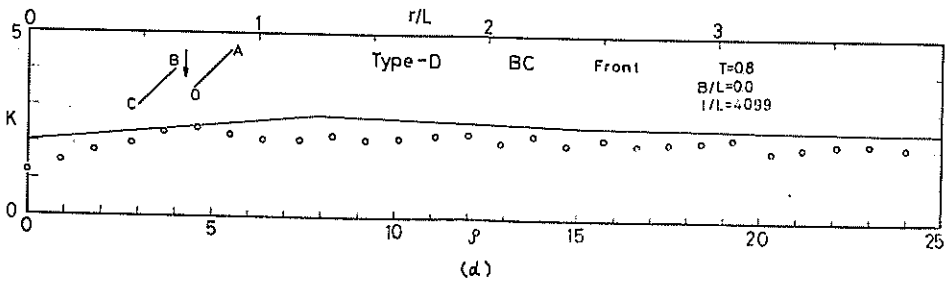
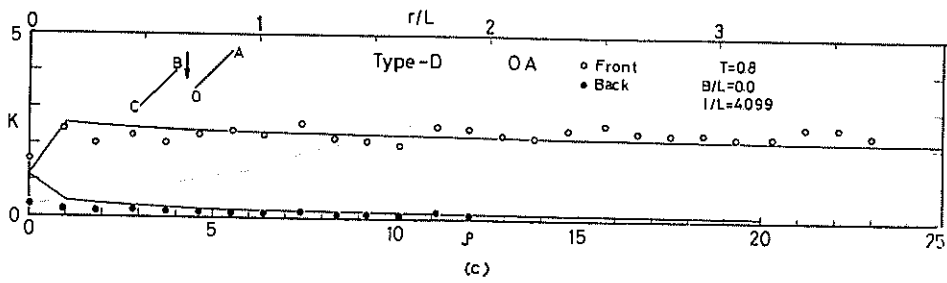
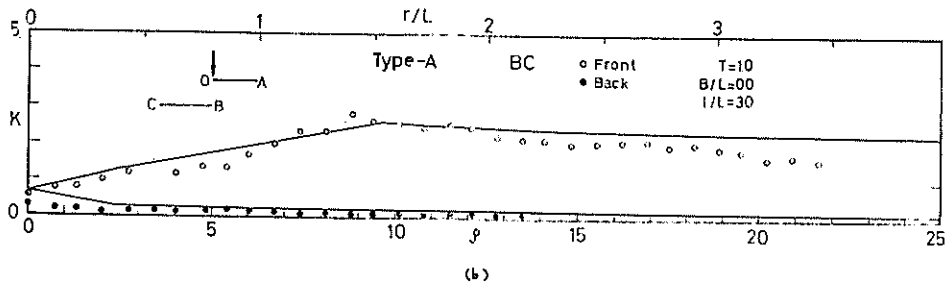
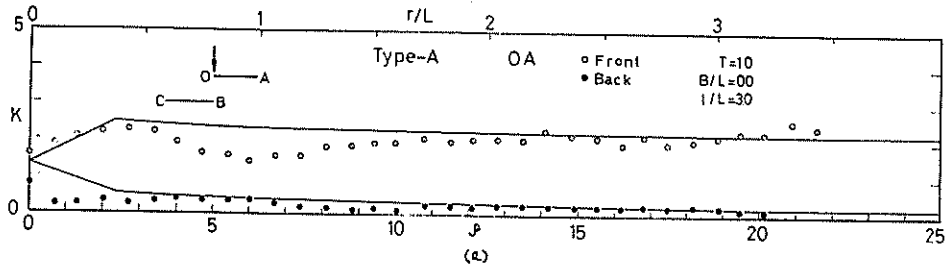
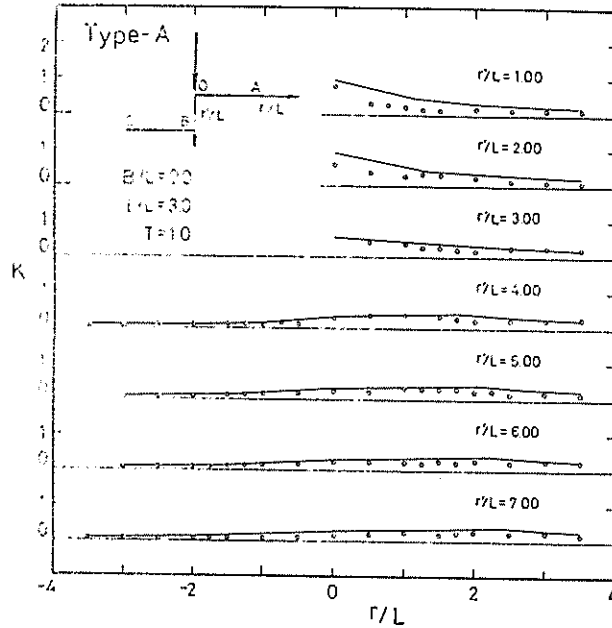
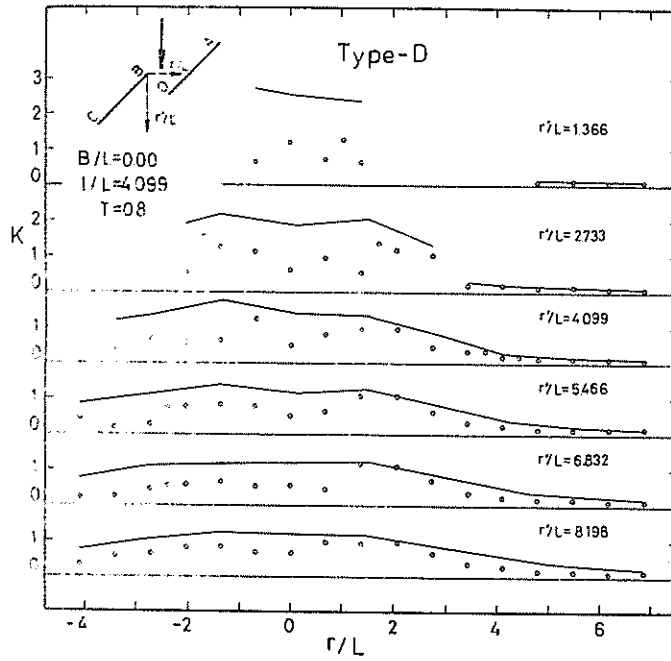


図 - 4



(a)



(b)

参考文献

- 1) 三井宏・筒井茂明；回折波の簡易計算法，第25回年報集2部，昭.45.11，土木学会，pp.39~41.