

アーチ型水門に作用する波圧の実験的研究 (第2報)

岩垣雄一・玉井佐一・井上雅夫・吉川昌宏

EXPERIMENTAL STUDY OF WAVE PRESSURE ACTING ON AN ARCH GATE (SECOND REPORT)

By *Yuichi IWAGAKI, Saichi TAMAI, Masao INOUE*
and *Masahiro YOSHIKAWA*

Synopsis

In the first report, the experimental results on the horizontal and vertical distributions of maximum wave pressure acting on the arch gate were presented and discussed. Consequently, it is concluded that the mechanism of water surface oscillation in front of the arch gate has to be understood to solve the wave pressure acting on it. With this in view, the experiments on water surface oscillation in front of the gate are carried out for both uniform and short crested waves.

In this paper, mainly, the relations between characteristics of the water surface oscillation in front of the gate and these of incident waves are described based on the experimental results. The theoretical solution of water surface oscillation, however, has not been obtained yet. As to the wave pressure, horizontal and vertical distributions of the maximum wave pressure are shown for both uniform and short crested waves.

1. ま え が き

第1報では、大阪府が安治川に現在建設中のアーチ型防潮水門の縮尺1/20の模型実験を行ない、主として、それに作用する最大波圧の水平および鉛直方向の分布について検討し、こうした曲面構造物に作用する波圧を知るためには、その前面での水位変動の機構を明らかにしなければならないことを指摘した¹⁾。

この論文は、第2報として、こうした立場にもとづいて、アーチ型水門前面の水位変動を測定し、その機構について若干考察するとともに、それと波圧との関係について述べる。

2. 実験装置および実験方法

(1) 実験装置

実験装置は第1報で述べたものほとんど同じであるが、簡単にその概要を述べる。

Fig. 1は実験水槽の概略図を示したものである。この造波機はプランジャー型であり、とくに、プランジャー部分が左右に分割されており、相互に位相をずらして動かしたり、片側だけ動かすことによって、切れ波を発生させることができるようになっている。**Fig. 2**はアーチ型防潮水門の模型の概略図で、正面図の小円は波圧計の設置位置を示したものである。

波高および波圧の測定方法は第1報の場合とまったく同じであるが、さらに、水門前面の水位変動を測定するため、16mm撮影機を用い、1sec当り8コマあるいは16コマの撮影を行なった。

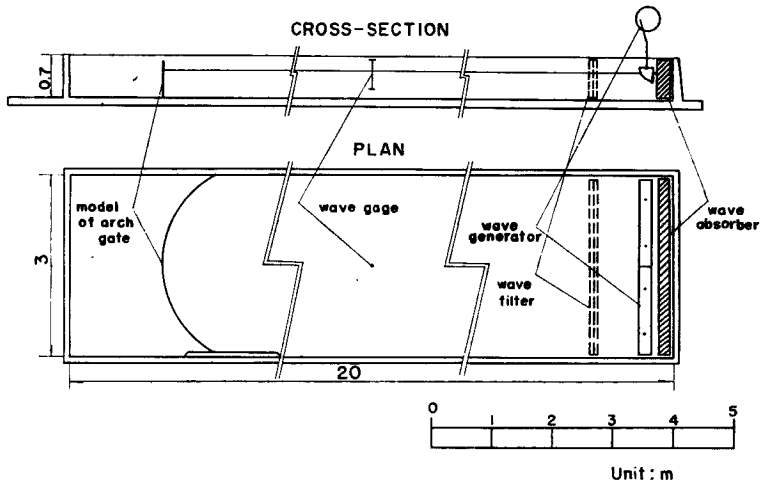


Fig. 1 Experimental wave tank.

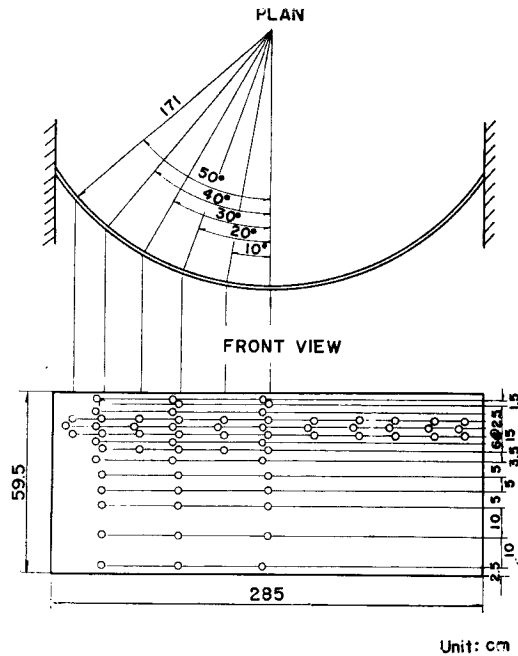


Fig. 2 Model of arch gate.

(2) 実験方法

実験は模型縮尺1/20とし、Froude の相似律にしたがうことにした²⁾。Table 1 は波の特性と水深に対する、模型と実物との関係を示したものである。

実験における水深は、一様波の場合 40 cm, 45 cm および 50 cm としたが、切れ波の場合は 50 cm のみを対象とし、実験波の周期は 0.6 sec, 0.8 sec, 1.0 sec, 1.2 sec, 1.4 sec および 1.6 sec で、波高は 2~12 cm の範囲とした。

Table 1 Scales in model and prototype.

(a) Characteristics of waves.

Period T (sec)		Wave Height H (cm)	
Model	Prototype	Model	Prototype
0.6	2.7	2	40
0.8	3.6	5	100
1.0	4.5	10	200
1.2	5.3	12	240
1.4	6.3		
1.6	7.2		

(b) Water depth

Model (cm)	Prototype (O. P. m)
59.5	+7.40 (Crest height of the gate)
50	+5.50
45	+4.50
40	+3.50
22.5	± 0
0	-4.50 (Ground level)

実験は一樣波を対象とした場合、造波機始動後の4～5波の記録は捨て、波高が比較的一様となるつぎの3～4波の波高を採用し、波圧についても、その波に対応した記録を実験値として用いた。また、切れ波の場合には、前述したように、造波機のプランジャーの位相を 90° および 180° ずらして実験を行なった。

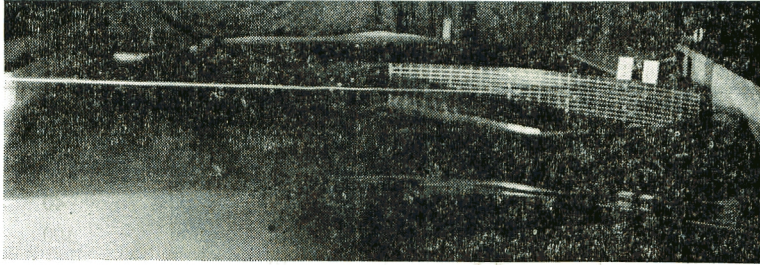
3. アーチ型防潮水門前面の水位変動

アーチ型防潮水門の前面では、普通、直立壁前面で発生するような重複波とは非常に異なった水位の変動が見られる。すなわち、水門前面の水位変動の振幅が場所的に変化し、ある場所ではほとんど振動しないが、他の場所では、入射波の数倍にも増幅されて振動する。こうした水門前面の局所的な水位変動が波圧分布に関連すると考えられる。

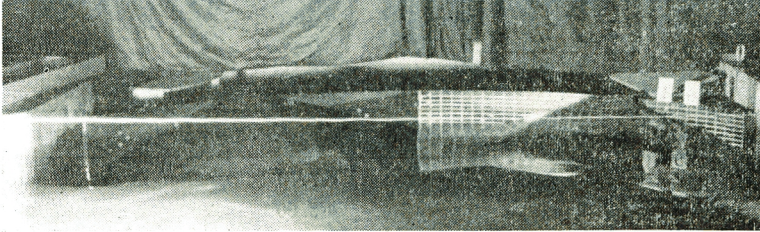
従来、円弧状の境界面をもつ水域における波の挙動については、円形湖の水位変動の問題、あるいは円形および扇形港の副振動の問題として取扱われてきた。しかし、この水門のような場合については、まだ何の手がかりも得られていない。こうしたことから、まず入射波と水門前面の水位変動との関係を明らかにするため、一樣波と切れ波とを対象とした実験を行ない、その結果について述べるとともに、こうした水位変動の機構について若干の考察を行なうことにする。

(1) 水門前面の水位変動の様相

Photo. 1 および **2** は、一樣波で水深が 45 cm の場合の水門前面の水位変動の様相を示したものである。**Photo. 1** は周期が 1.0 sec, **2** は 1.6 sec の場合で、それぞれ (a) は水門中心部に波の峰がきたとき、(b) は谷がきたときの写真である。このように一樣波の場合には、水門中心で水位変動の振幅が大きく、その両側には水位変動のほとんどないところが存在していることがわかる。**Photo. 3** は、造波機の左右のプランジャーの位相を 90° だけずらして発生させた波が進行していく状況であり、水槽中央部で波の峰が少しずれていることがわかる。**Photo. 4** および **5** は、こうした波の水門前面の状況である。**Photo. 4** は入射波の周期が 1.0 sec, **5** は 1.6 sec の場合で、(a) と (b) とは半周期ずらしたものである。一樣波の場

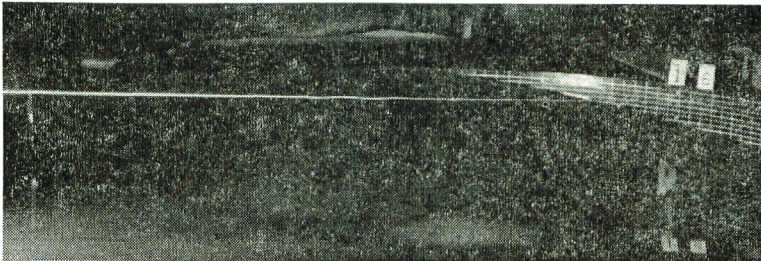


(a)

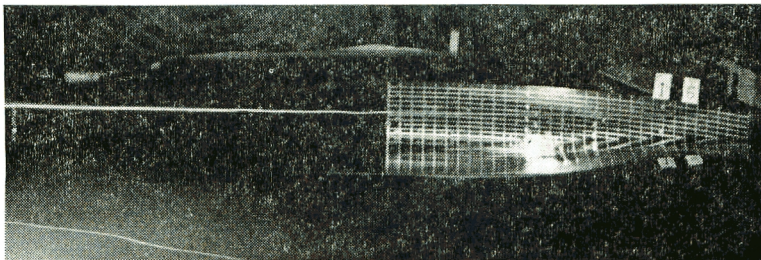


(b)

Photo. 1 Behavior of uniform waves in front of arch gate.
($T=1.0$ sec)



(a)



(b)

Photo. 2 Behavior of uniform waves in front of arch gate.
($T=1.6$ sec)

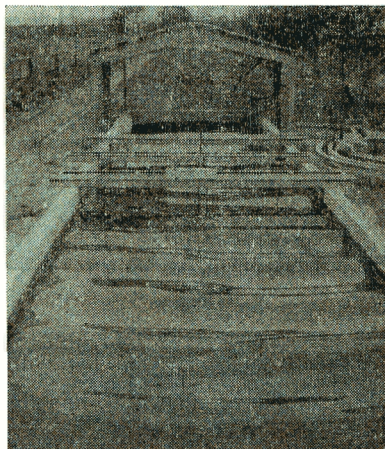
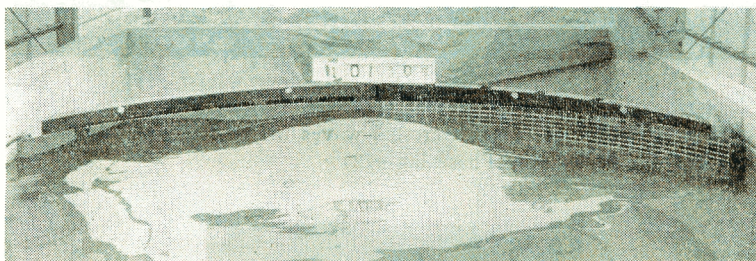
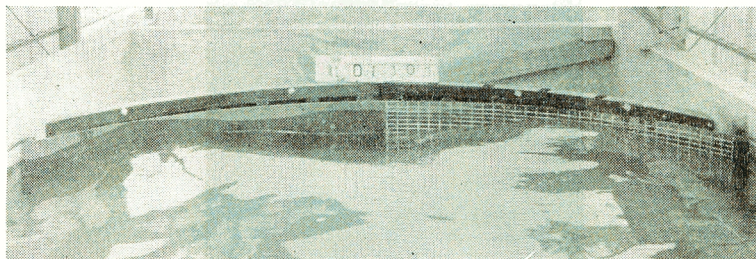


Photo. 3 Propagation of short crested waves. (phase lag $\pi/2$)



(a)

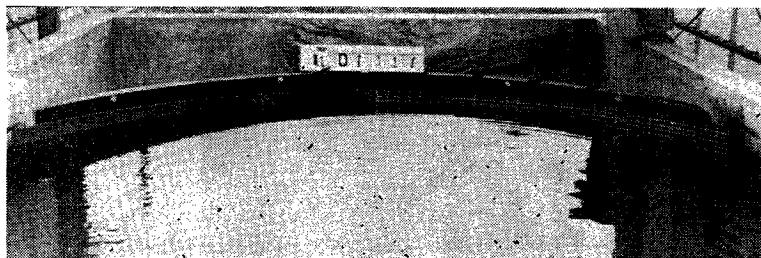


(b)

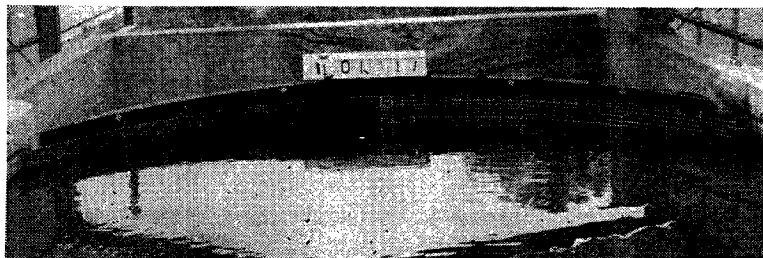
Photo. 4 Behavior of short crested waves in front of arch gate.
($T=1.0$ sec, Phase lag $\pi/2$)

合の **Photo. 1** および **2** にかかなり似た傾向を示している。さらに、**Photo. 6** は、ブランジャーの位相を 180° ずらして発生させた切れ波の進行状況であり、波の峯は水槽中央部で完全に切れ、水槽側壁で波高が大きく、中央部で小さいことがわかる。**Photo. 7** および **8** は、こうした波の水門前面の波の状況である。**Photo. 7** は入射波の周期が 1.0 sec, **8** は 1.6 sec の場合で、(a) と (b) とは半周期ずらしたものである。このように、左右の位相を 180° ずらした切れ波の場合には、一様波の場合とはまったく逆になり、水門中心部の水位変動はほとんどなく、その両側に水位変動の大きいところが存在していることがわかる。

このように、アーチ型防潮水門の前面の水位変動は、入射波と反射波とを重ね合わせた、いわゆる重複波



(a)



(b)

Photo. 5 Behavior of short crested waves in front of arch gate.
($T=1.6$ sec, Phase lag $\pi/2$)

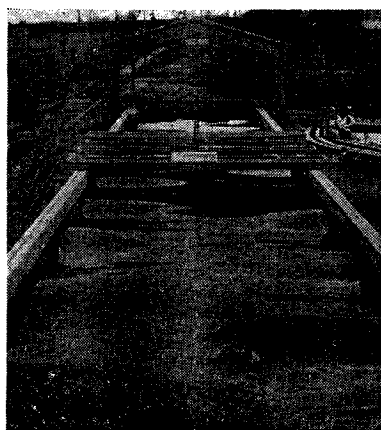


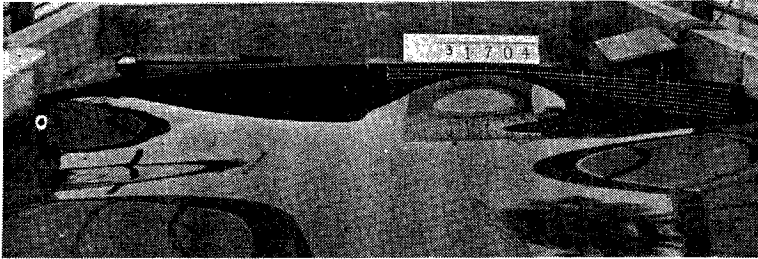
Photo. 6 Propagation of short crested waves. (Phase lag π)

とはかなり現象が異なり、その取扱い方においても、三次元的に考えなければならないことを示している。

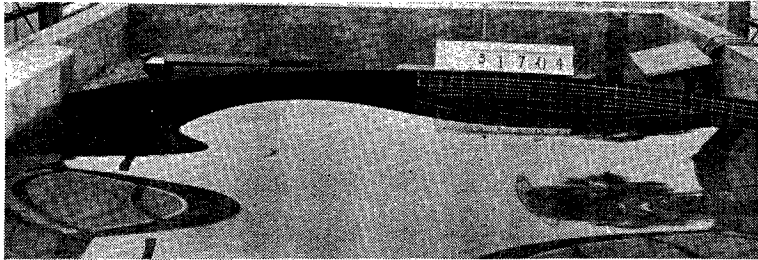
(2) 入射波と水門前面の水位変動との関係

ここでは、水門前面の水位変動を 16 mm 撮影機で撮影し、その結果と入射波との関係について述べる。

a) 一様波の場合 Fig. 3(a), (b) および (c) は、水深がそれぞれ 40 cm, 45 cm および 50 cm の場合の水門前面の波高分布を示したものであり、この図の縦軸は、水門前面の波高 H_w と H との比、横軸は、水門に沿って水門中心からの角度 α である。この図によると、周期が 1.0 sec より長い波については、水門前面の波高比 H_w/H は、いずれの場合も水門中心 ($\alpha=0^\circ$) で最大になり、あるところでは、波

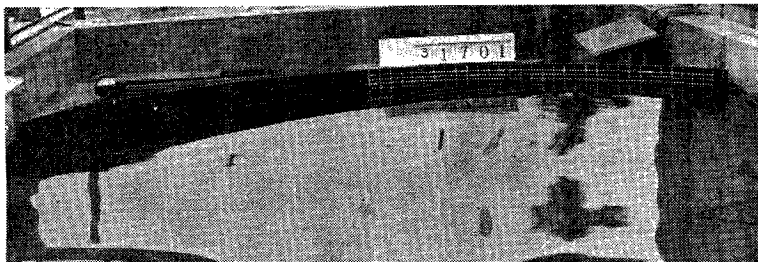


(a)

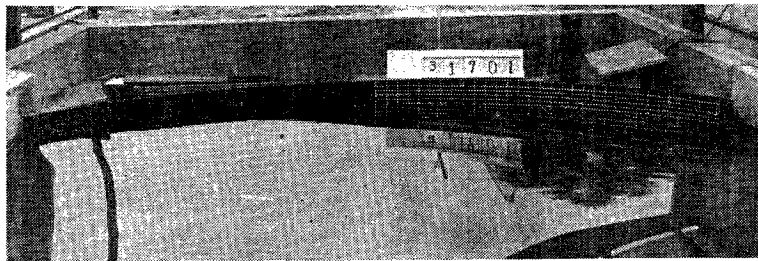


(b)

Photo. 7 Behavior of short crested waves in front of arch gate.
($T=1.0$ sec, Phase lag π)

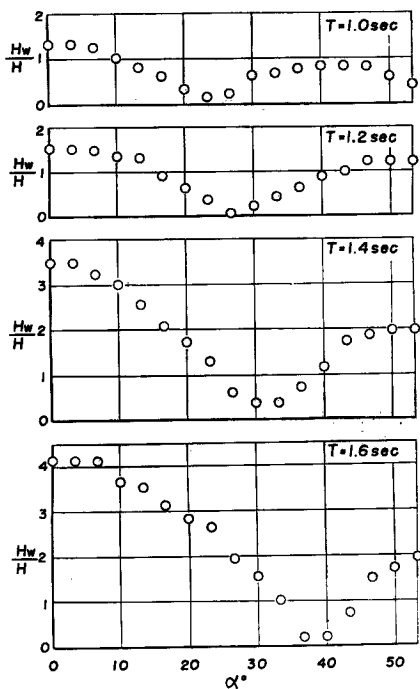


(a)

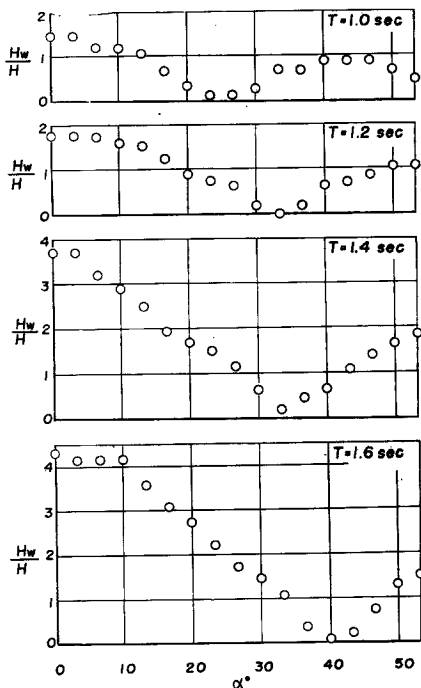


(b)

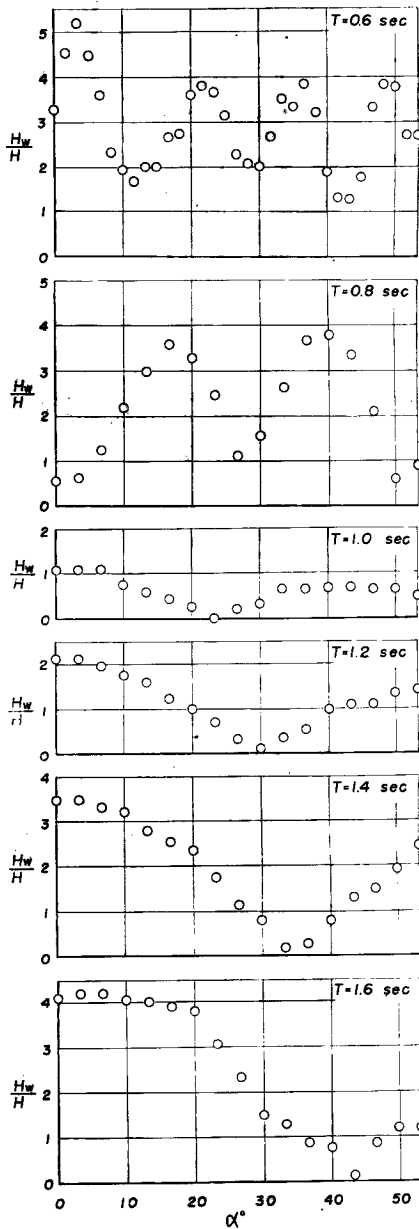
Photo. 8 Behavior of short crested waves in front of arch gate.
($T=1.6$ sec, Phase lag π)



(a) $h = 40$ cm



(b) $h = 45$ cm



(c) $h = 50$ cm

Fig. 3 Horizontal distributions of ratio of wave height in front of arch gate for uniform waves.

高比がほとんど0になることがわかる。この水位変動のほとんどない位置は、入射波の周期に関係し、周期が1.0 sec, 1.2 sec, 1.4 sec および 1.6 sec の場合、それぞれ $\alpha=23^\circ\sim 27^\circ$, $\alpha=27^\circ\sim 33^\circ$, $\alpha=30^\circ\sim 37^\circ$ および $\alpha=37^\circ\sim 43^\circ$ であり、周期が長い波ほど、水門の端の方に水位変動の節ができることがわかる。一方、周期が1.0 sec よりも短い波の場合には、水門中心よりやや離れたところで波高比が最大になるとともに、波高比の極大値が二つ以上現われる。このことは、周期が短かく、したがって波長が短かくなると、水門の円弧の内側の部分に、二つ以上の波が入って、現象がさらに複雑になるためと考えられる。

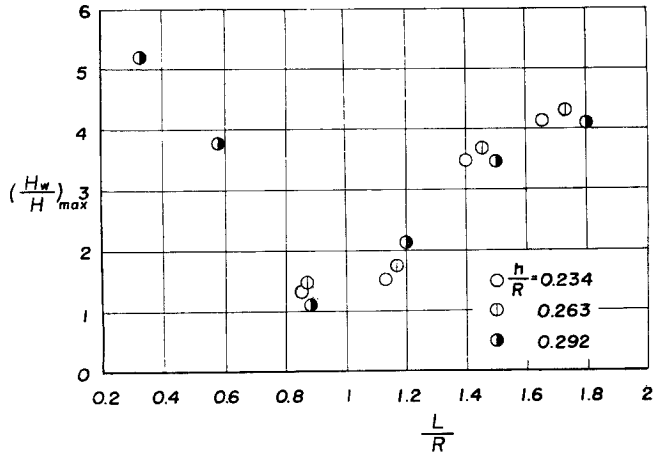


Fig. 4 Relation between the ratio of maximum wave height and wave length for uniform waves.

Fig. 4 は、波高比の最大のもの $(H_w/H)_{max}$ と波長との関係を調べたものである。横軸は波長と水門の曲率半径 R との比 L/R であり、パラメーターは水深 h と R との比 h/R である。いまの場合、全実験を通じて R が一定であるから、波長が短かくなると、最大波高比も小さくなり、ある波長のところで急激に最大波高比が増大する。この最大波高比が最小になる波長に相当した周期は約 1 sec であり、1 sec 前後の波を限界として現象が変化することがわかる。

Fig. 5 は、水位変動の節になる位置と波長との関係を示したものである。縦軸には、前述の L/R 、横軸

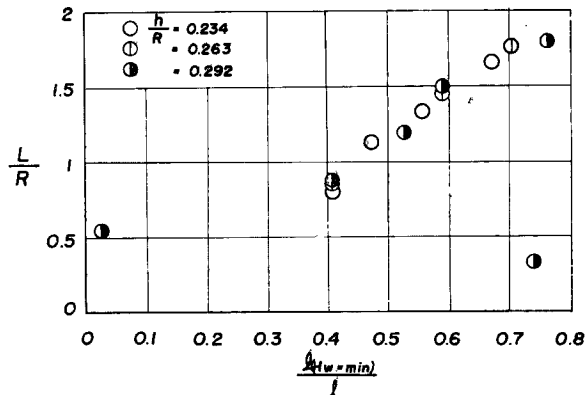


Fig. 5 Relation between wave length and nodal point of water surface oscillation in front of arch gate for uniform waves.

には H_w が極小値をとるときの水門中心からの円弧に沿った長さ $l(H_w=\min)$ と、水門中心から側壁までの円弧の長さ l との比をとって、 h/R をパラメータとした。この図から、水位変動の節になる位置は、水深に関係なく、もっぱら波長に関係し、波長が短くなると、水門の中心部の方に移動する。しかし、こうした関係についても、周期が 1.0 sec よりも短い波の場合については、水門の端の部分にも水位変動の節ができるため、 L/R の値が 0.5 以下で急に傾向が変化している。

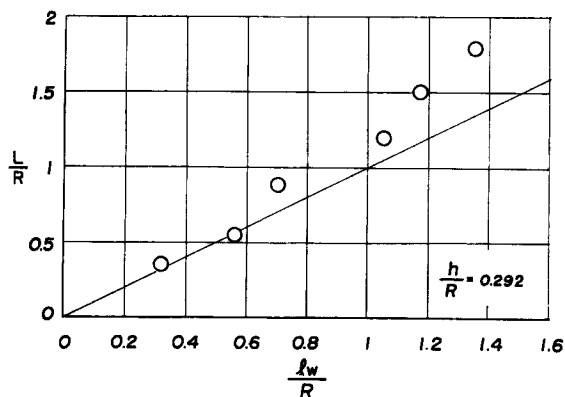


Fig. 6 Relation between wave length and distance between nodal points of water surface oscillation in front of arch gate for uniform waves.

Fig. 6 は、Fig. 3 (a) の波高比の最大になる位置と最小になる位置との間の円弧に沿った長さの 2 倍 l_w と波長との関係を示したものである。この図によると、壁面に沿ってできる水位変動の節と節との距離は、波長が短い場合には波長に等しく、波長が長くなると、それよりもやや短くなることがわかる。

b) 切れ波の場合

Fig. 7 (a) および (b) は、位相を 90° および 180° ずらして発生させた切れ波の場合の水門前面の波高分布を示したもので、一樣波の場合の Fig. 3 (c) と比較できるものである。Fig. 7 (a) の周期が 1.4 sec および 1.6 sec の場合には、壁面全体について波高比は約 2 程度であり、時間的にはいずれも、直立壁前面の重複波のようなものがおきていることがわかる。しかし、その他の周期のものについては、その周期に応じた特有の水位変動が起こり、それらの相互関係については明らかでない。Fig. 7 (b) の結果は、一樣波の場合とまったく逆になり、ほとんどの周期については、水門中心部で水位変動が小さく、 α の増加とともに波高比も増加することがわかる。しかし、この増加の仕方も入射波の周期によって異なり、周期が 1.0 sec や 1.2 sec の場合には $\alpha=20^\circ$ で極大値をとったあと、ふたたび極小値があらわれるのに対し、周期が 1.4 sec や 1.6 sec の場合には、 $\alpha=30^\circ\sim 35^\circ$ で最も大きい水位の変動がみられる。また、周期が 0.6 sec や 0.8 sec の場合には、一樣波の場合と同様に、水位変動の節が 2 箇所以上できたりして、現象がかなり複雑になっている。こうしたことから、切れ波の場合についても、周期が 1 sec 前後の波で、何か critical な現象が生じることが考えられる。

Fig. 8 は、切れ波の場合について、Fig. 4 と同様に最大波高比と波長との関係を調べたものである。この図によると、最大波高比は、位相のずれよりも、むしろ波長に関係する。しかし、波長との関係は一樣波の場合のように単純な関係は見出せない。このことは、水位変動の節になる位置と波長との関係を、Fig. 5 と同様に示した Fig. 9 の結果についても同じであり、実験値の散乱が著しく明確な関係は見出せない。しかし、壁面に沿ってできる水位変動の節間の距離と波長との関係を Fig. 6 と同様に示した Fig. 10 の結果は、ほとんど一樣波の場合と同じ傾向を示していることがわかった。

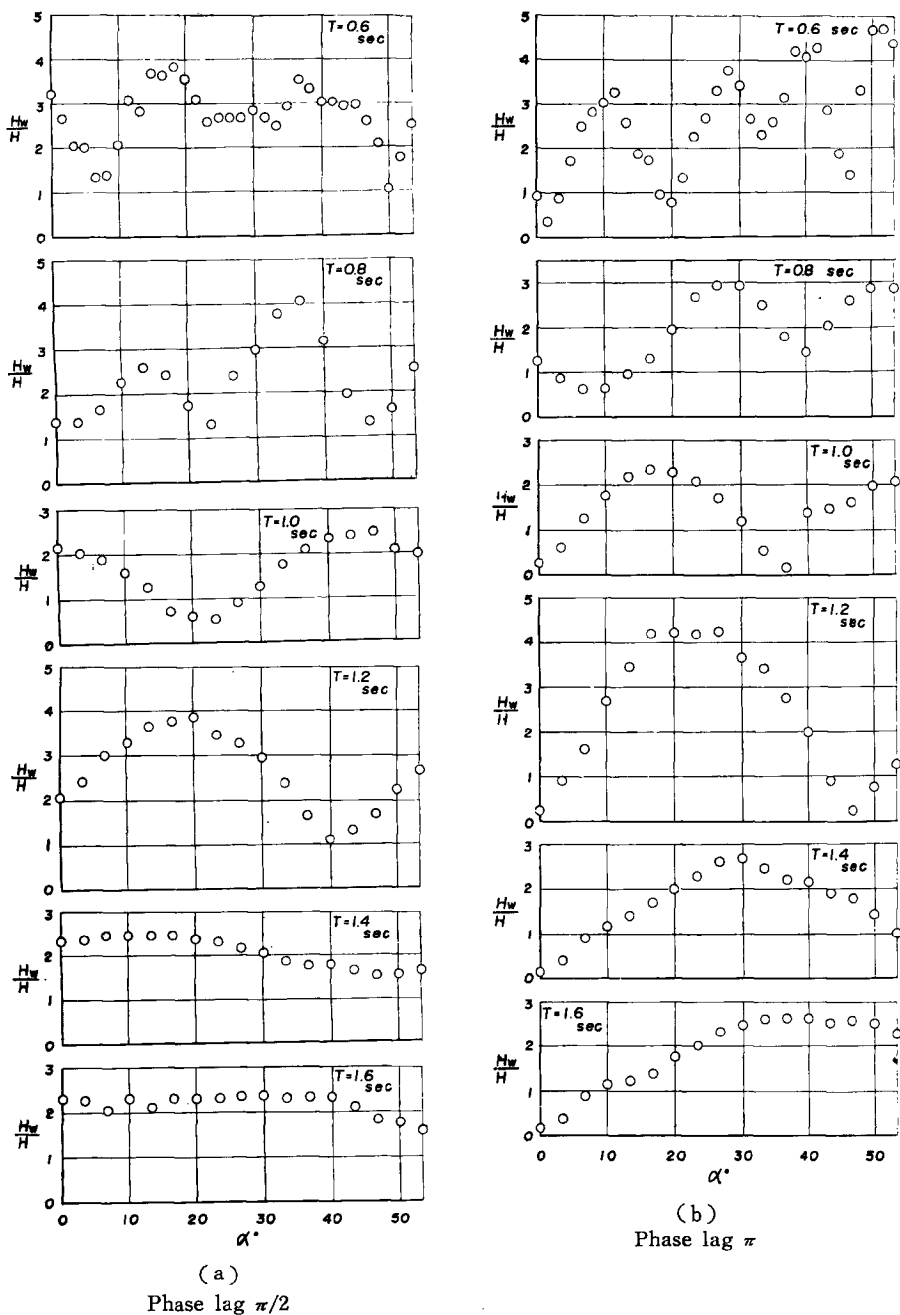


Fig. 7 Horizontal distributions of ratio of wave height in front of arch gate for short crested waves.

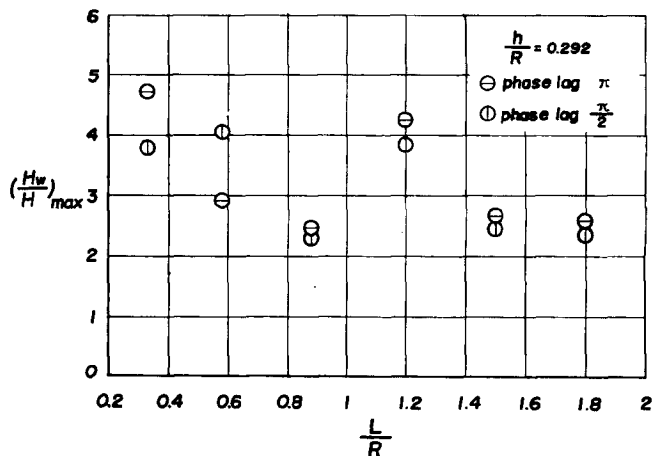


Fig. 8 Relation between the ratio of maximum wave height and wave length for short crested waves.

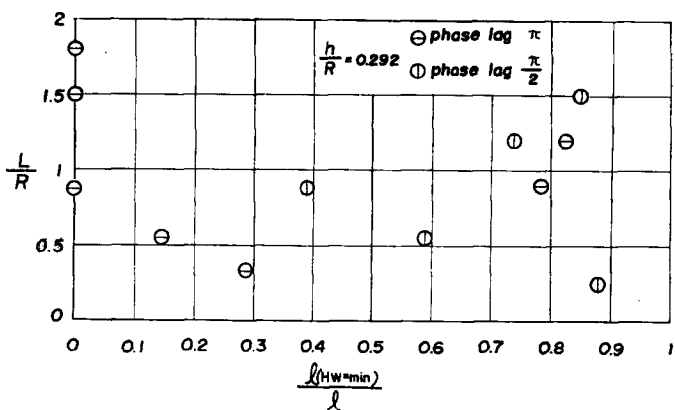


Fig. 9 Relation between wave length and nodal point of water surface oscillation in front of arch gate for short crested waves.

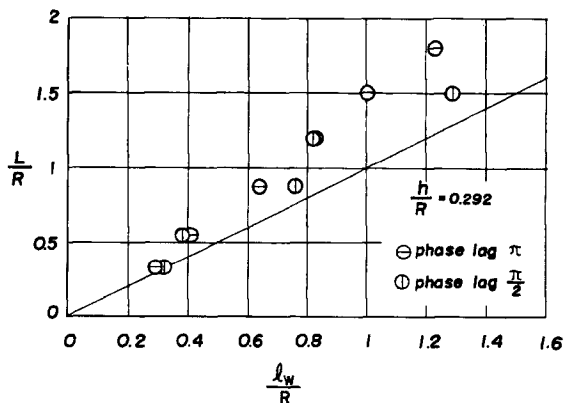


Fig. 10 Relation between wave length and distance between nodal points of water surface oscillation in front of arch gate for short crested waves.

以上、ここでは、一様波と切れ波とについて水門前面の水位変動と入射波との関係について述べたが、この水位変動の仕方は、入射波の周期と密接に関係することがわかった。こうしたことから、実際の設計に際しては、後述の波圧分布とも考え合せて、慎重に設計波の周期の決定にあたらなければならない。

(3) 水門前面の水位変動の機構に関する考察

従来、こうした円弧状境界面をもつ水域の波の挙動については、小さな港口をもつ場合の円形港の強制振動を取り扱った McNowan³⁾、フーリエ変換を用いて各種の形状の港の副振動の問題を解いた合田⁴⁾の研究などがある。しかし、この水門のような場合について、その結果をそのまま適用できるような理論解は得られていない。

ここでは、合田による扇形港の副振動の解がどの程度まで、こうした水門前面の水位変動に適用できるかを検討してみる。

合田は Fig. 11 に示す扇形港を考え、港内の副振動の水位変化 η_h をつぎのように導いた。

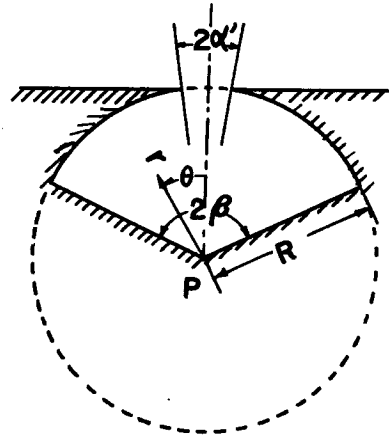


Fig. 11 Fan shaped harbor. (after Goda⁴⁾)

$$\eta_h(r, \theta) = ce^{i(\sigma t + \omega)} \left\{ \frac{\alpha'}{\beta} \cdot \frac{J_0(kr)}{J_0'(kR)} + \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \frac{J_p(kr)}{J_p'(kR)} \sin \frac{n\pi\alpha'}{\beta} \cos \frac{n\pi\theta}{\beta} \right\} \dots\dots\dots(1)$$

ここに、 $p = n\pi/\beta$ 、 $\sigma = 2\pi/T$ (T は波の周期)、 $k = 2\pi/L$ (L は波長)、 J_p は p 次のベッセル関数である。また、 c は水粒子の速度を示す未知定数、 ω は港口振動流と港外完全重複波との位相差であり、次式のようである。

$$c = \frac{a}{\sqrt{\psi_1^2 + (\psi_2 + \alpha'K/\beta)^2}} \dots\dots\dots(2)$$

$$\omega = \tan^{-1} \frac{\psi_1}{\psi_2 + \alpha'K/\beta} \dots\dots\dots(3)$$

ここに、 ψ_1 、 ψ_2 および K はそれぞれ

$$\psi_1 = \frac{2}{\pi} \int_0^{ka} \frac{\sin^2 \alpha'}{\alpha'^2 \sqrt{(kd)^2 - \alpha'^2}} d\alpha' \dots\dots\dots(4)$$

$$\psi_2 = \frac{2}{\pi} \int_{ka}^{\infty} \frac{\sin^2 \alpha'}{\alpha'^2 \sqrt{\alpha'^2 - (kd)^2}} d\alpha' \dots\dots\dots(5)$$

$$K = \frac{J_0(kR)}{J_0'(kR)} + 2 \left(\frac{\beta}{\alpha'\pi} \right)^2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{J_p(kR)}{J_p'(kR)} \left(\frac{\sin n\pi\alpha'/\beta}{n} \right)^2 \dots\dots\dots(6)$$

である。ここに、 a は重複波の振幅、 d は港口の半幅である。

いま、式(1)では β の値に何の制限もないから $\beta = \pi$ とおき、 α' が小さいという条件を無視して $\alpha' = \pi/2$ まで港口幅を広くした Fig. 12 の場合を考える。この場合、式(1)は次式のようになる。

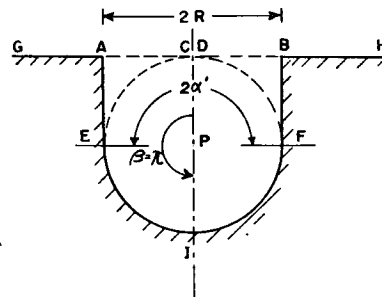
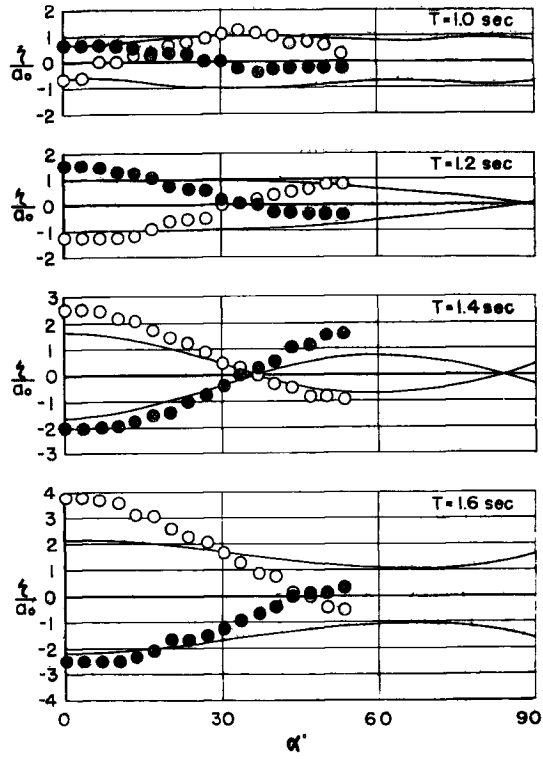
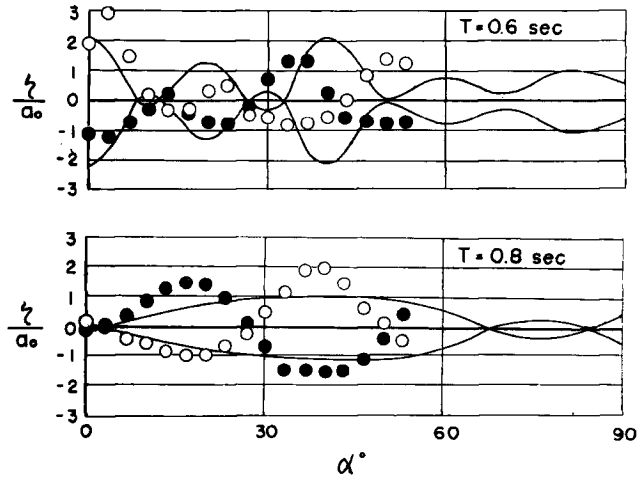


Fig. 12 Definition sketch of arch boundary.



(a) $h=45$ cm



(b) $h=50$ cm

Fig. 13 Comparison between results of experiment and theory for water surface oscillation in front of arch gate.

$$\eta_n(r\theta) = ce^{i(\sigma t + \omega)} \left\{ \frac{J_0(kr)}{2J_0'(kR)} + \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \frac{J_n(kr)}{J_n'(kR)} \sin \frac{n\pi}{2} \cos n\theta \right\} \dots\dots\dots(7)$$

Fig. 13 (a) は、一様波で波高が 6.2~6.9 cm 程度、水深が 45 cm の場合の水門前面に沿う水位変動のモードを示したものである。この図は縦軸に静水面からの水位 η と港口 (Fig. 12 の CD の中点) での水位変動の振幅 a_0 との比を、横軸に水門中心からの角度 α をとったもので、図中の白円と黒円とは、位相が半周期ずれた実験結果である。また、図中の曲線は式 (7) で $r=R$ とし、 $\pi/2 \leq \theta < \pi$ の範囲で計算した値 η_n と a_0 との比であり、次式で計算される。

$$\frac{\eta_n}{a_0} = \frac{\frac{J_0(kR)}{2J_0'(kR)} + \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \frac{J_n(kR)}{J_n'(kR)} \sin \frac{n\pi}{2} \cos n\theta}{\frac{J_0(kR)}{2J_0'(kR)} + \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \frac{J_n(kR)}{J_n'(kR)} \sin \frac{n\pi}{2}} \dots\dots\dots(8)$$

この図によると、実験値は周期が 1.4 sec の場合以外は理論値にあわず、とくに、周期が 1.0 sec や 1.6 sec の場合には、理論では節が現われないのに、実験では節がはっきりと現われている。さらに、Fig. 13 (b) は、水深が 50 cm の場合の結果であり、周期が 0.8 sec, 0.6 sec のいずれの場合も理論と実験値とはほとんど一致しない。

Fig. 14 は、Fig. 13 (a) の場合と水理条件は同じで、水門中心と円の曲率中心 (Fig. 12 の I と P) を結ぶ線上の水位変動のモードを示したもので、 r/R が 0 および 1 の点は、それぞれ Fig. 12 の I および P 点に相当する。この図によると、周期が 1.2 sec および 1.4 sec の場合は、実験値は理論に比較的良好一致しているが、1.0 sec および 1.6 sec の場合には、節の位置と振幅比が非常に異なる。

Fig. 15 は、水理条件はさきと同じで、曲率中心と水槽側壁 (Fig. 12 の E と P) を結ぶ線上の水位変動のモードを示したものであるが、周期が 1.4 sec 以外は実験値と理論とは合わない。

すなわち、合田による扇形港の理論をこのアーチ型水門に適用しても、そのままではこの現象を説明できないことがわかった。その理由としては、次のことが考えられる。(1) 理論では、港口幅が十分に小さく、したがって、港口全幅にわたって、港口に法線方向の水粒子速度の水平成分が一様であるとしたのに対し、実験では、港口幅が実験水槽の幅に等しく、水粒子速度の成分が一様であるとは考えられない。(2) 理論では、港外の海岸線が入射波の進行方向に無限にのびているが、実験では海岸線が存在せず、完全重複波が生じていない。(3) 水門の円弧が中心角 114° の開きしかないが、理論では半円である。

今後こうした点を考慮した港内の水位変動の分布関数を求められれば、こうした現象を適確に説明することができよう。

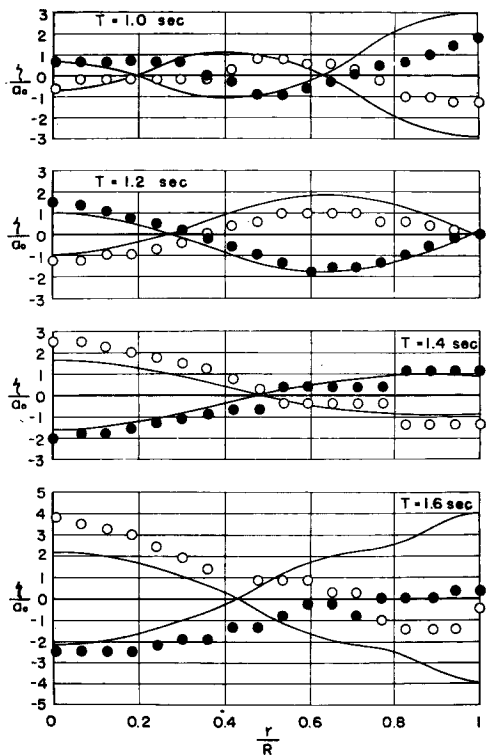


Fig. 14 Comparison between results of experiment and theory for water surface oscillation along P-I line in Fig. 12.

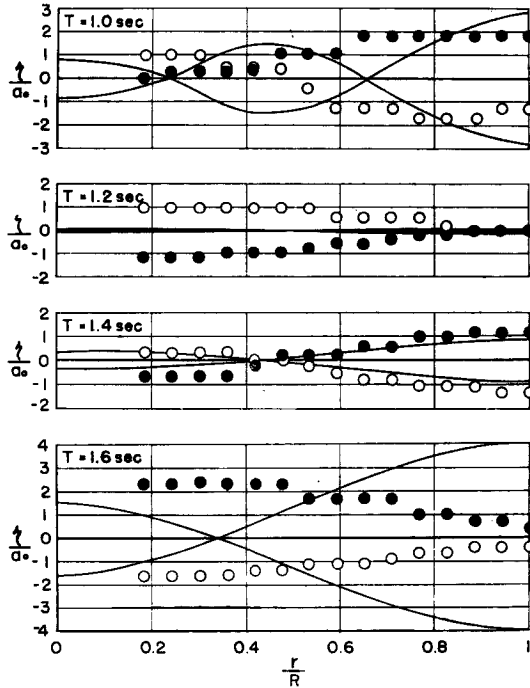


Fig. 15 Comparison between results of experiment and theory for water surface oscillation along P-E line in Fig. 12.

4. アーチ型防潮水門に作用する波圧

3. においては、水門前面の波が、入射波と反射波とを単に重ね合せたものでなく、入射波の周期によってその様子が非常に異なる一種の副振動であることを明らかにした。ここでは、そのような場合における波圧の測定を行ない、主として最大波圧の水平および鉛直分布について述べる。

(1) 最大波圧の水平方向の分布

a) 一様波の場合 Fig. 16 は、静水面上 1 cm における最大波圧強度 p_{max} の水平方向の分布を入射波高をパラメーターとして示したものである。この図から、 p_{max} の値は $\alpha=0^\circ$ で最大で、 α が増加すると減少し、 α のある値で極小値をとり、ふたたび増大する傾向をもっていることがわかる。この p_{max} が極小値をとるときの α の値は、入射波の周期に関係し、周期が 1.0 sec, 1.2 sec, 1.4 sec および 1.6 sec のときは、それぞれ 20° , $20^\circ\sim 30^\circ$, 30° および 40° 付近であり、周期が長いほど α の値も大きいことがわかる。波高が増加すれば、 p_{max} の値も増加するが、波圧分布の形状はあまり変化しない。このように最大波圧の水平分布は周期によって顕著に異なり、その特性は 3. で述べた水位変動の特性に依存している。すなわち、水位変動の振幅の大きいところでは波圧も大きく、逆に振幅の小さいところでは波圧も小さくなり、結局、このような曲面に作用する波圧の問題を解決するためには、曲面前面の水位変動の機構を明らかにしなければならない。

b) 切れ波の場合 Fig. 17 は、造波機のプランジャーの位相を 180° ずらして発生させた切れ波の場合の静水面上 1 cm における水平方向の分布を示したものである。この場合の波圧分布は一様波の場合と異なり、 p_{max} は水門中心部で最小で、ほとんど 0 であり、 α の増加とともに増加し、周期が 1.0 sec および

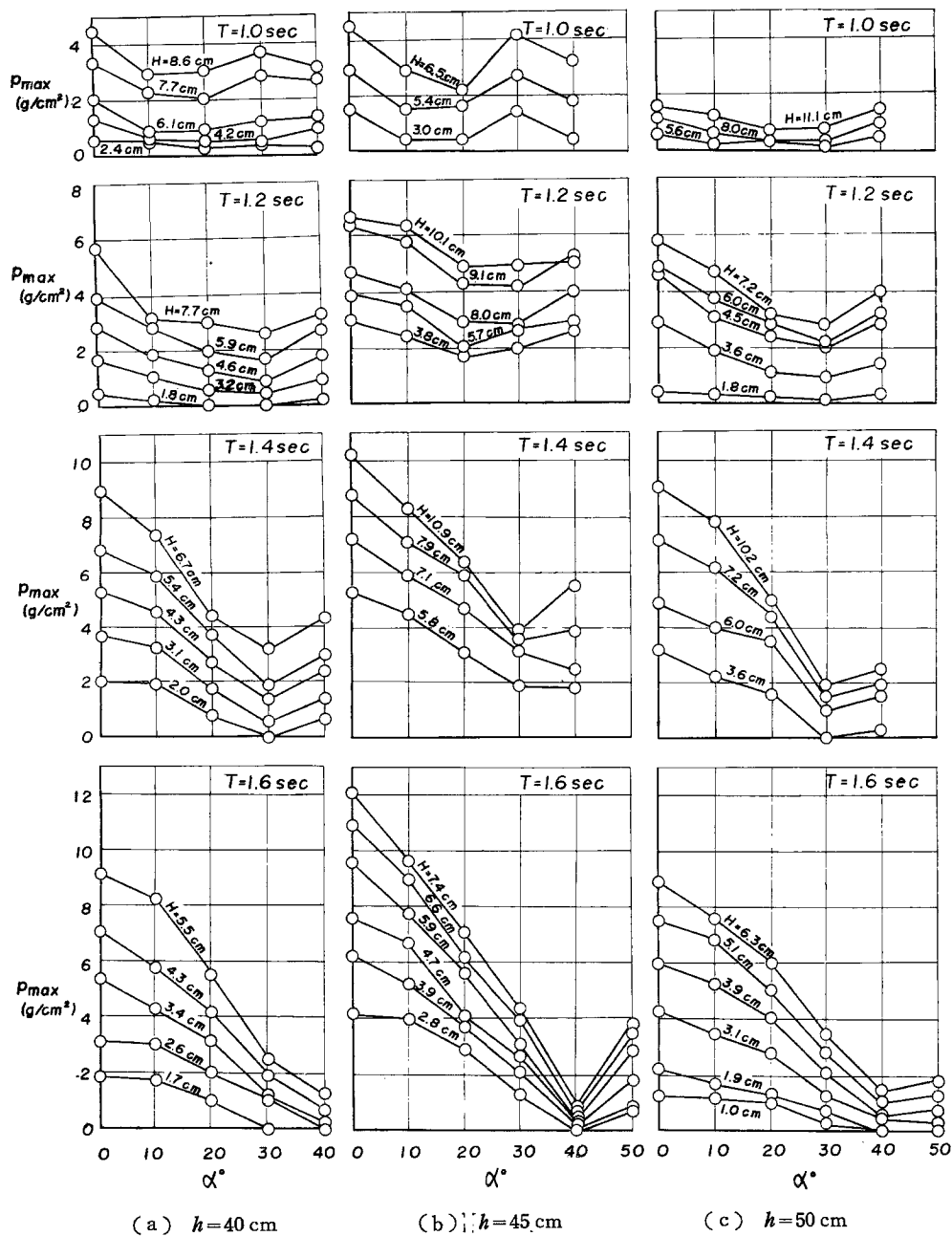


Fig. 16 Horizontal distributions of maximum wave pressure for case of uniform waves.

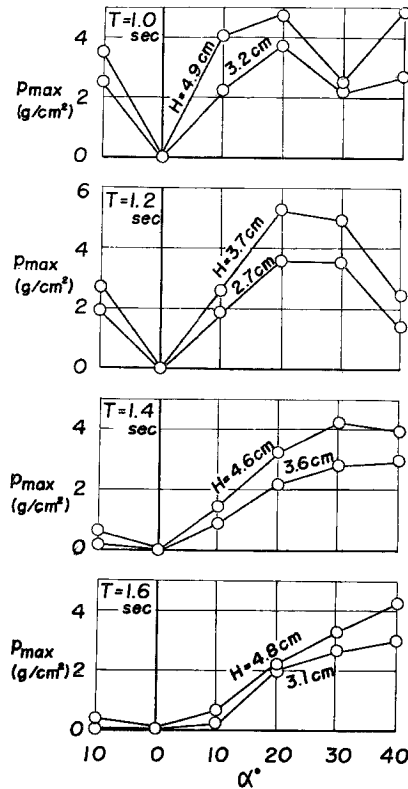


Fig. 17 Horizontal distributions of maximum wave pressure for case of short crested waves.

1.2 sec の場合には、 $\alpha=20^\circ$ 付近で極大値になり、その後減少する。この傾向は、切れ波の場合の水位変動の実験結果を示した Fig. 7 の傾向と一致しており、切れ波の場合についても、その波圧分布の特性が水位変動の特性にほとんど依存することがわかった。

(2) 最大波圧の鉛直方向の分布

a) 一様波の場合 Fig. 18 は、水深が 50 cm の場合の最大波圧の鉛直分布を示したものである。この図には、波の峰がきたときの最大波圧強度のほか、谷がきたときの負の最大波圧強度も示してある。図中の実線、一点鎖線および破線はそれぞれ微小振幅波理論⁹⁾、Sainflou の簡略公式⁶⁾ および岸による 2 次近似式⁷⁾ から計算で求めた鉛直分布であり、○印は合田による 4 次近似式の図表⁸⁾ から計算した値である。いま、これらの式の適用に際して問題になるのは、波高としてどこの波高を採用するかである。ここでは前述したように水門前面の水位変動が波圧に関係することがわかったので、水門前面の半波高 $H_w/2$ を用いて計算した。これらの図から、一般に実験による波圧分布は計算で求めたものとよく似ており、曲面での波圧の鉛直分布も、波高のとり方によっては、便宜的ではあるが、従来の直立壁での波圧式によっても計算が可能ながわかる。また、実験の範囲内では各理論間には大差がなく、実験値も比較的良好に一致している。

b) 切れ波の場合 Fig. 19 は左右のプランジャーの位相を 180° ずらして発生させた切れ波の場合の最大波圧の鉛直分布を示したものである。図中には Fig. 18 と同様各理論式による分布も示してある。この場合も、波高として水門前面の半波高を用いた。これらの図によると、実験値の散乱はかなりのあるが、結果は

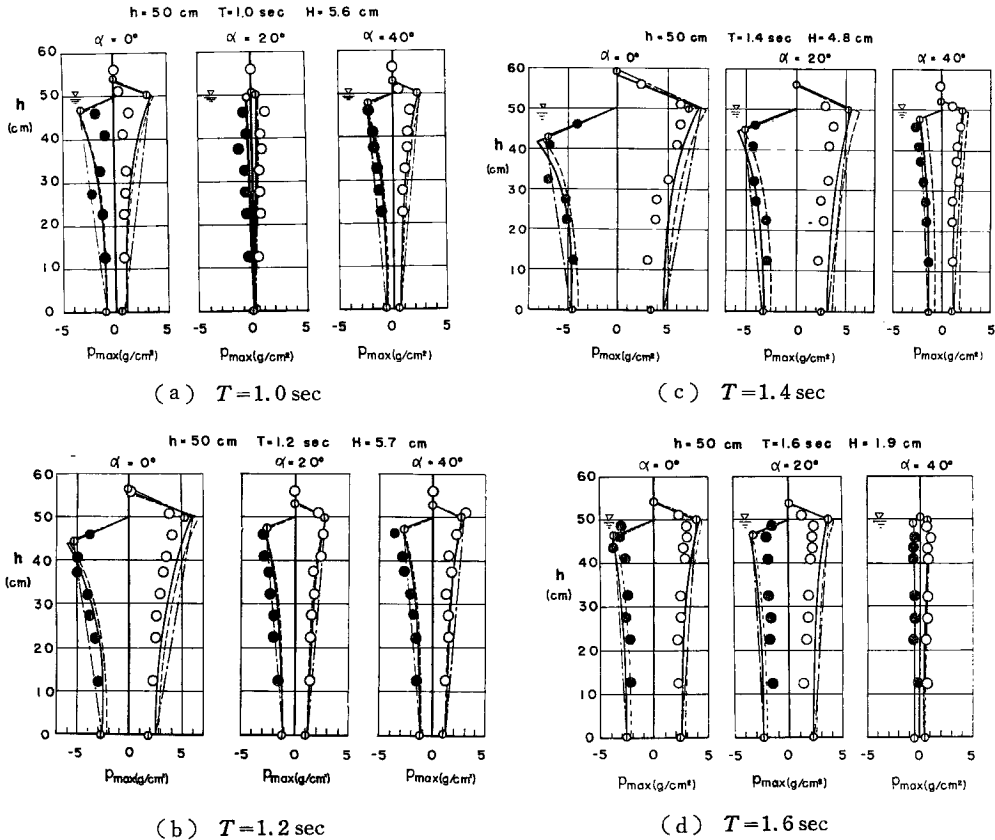


Fig. 18 Vertical distributions of maximum wave pressure for case of uniform waves.

一様波の場合と同様であり、切れ波の場合についても、前面の水位変動がわかれば、従来の重複波の波圧式を用いて、鉛直分布を求めることができよう。

5. 結 語

この論文は、アーチ型防潮水門のような曲面構造物に作用する波圧を知るには、まず、その前面の水位変動を明らかにしなければならないという立場から、水門前面の波の状況を詳細に調べ、その結果と入射波との関係を明らかにした。しかし、この水位変動の機構については、十分な説明が行なえなかった。

波圧については、主として最大波圧について考察を行ない、こうした水門の波圧分布も、波高として水門前面での半波高を用いることによって、従来の重複波波圧式が実験値とかなりよく一致することがわかった。

今後は、水門前面の水位変動の機構の解明が残された大きな課題であろう。

最後に、本研究は大阪府土木部高潮課の委託によるものであることを記し、多大の援助を感謝するとともに、実験に助力していただいた海岸災害研究室の諸氏に感謝する次第である。

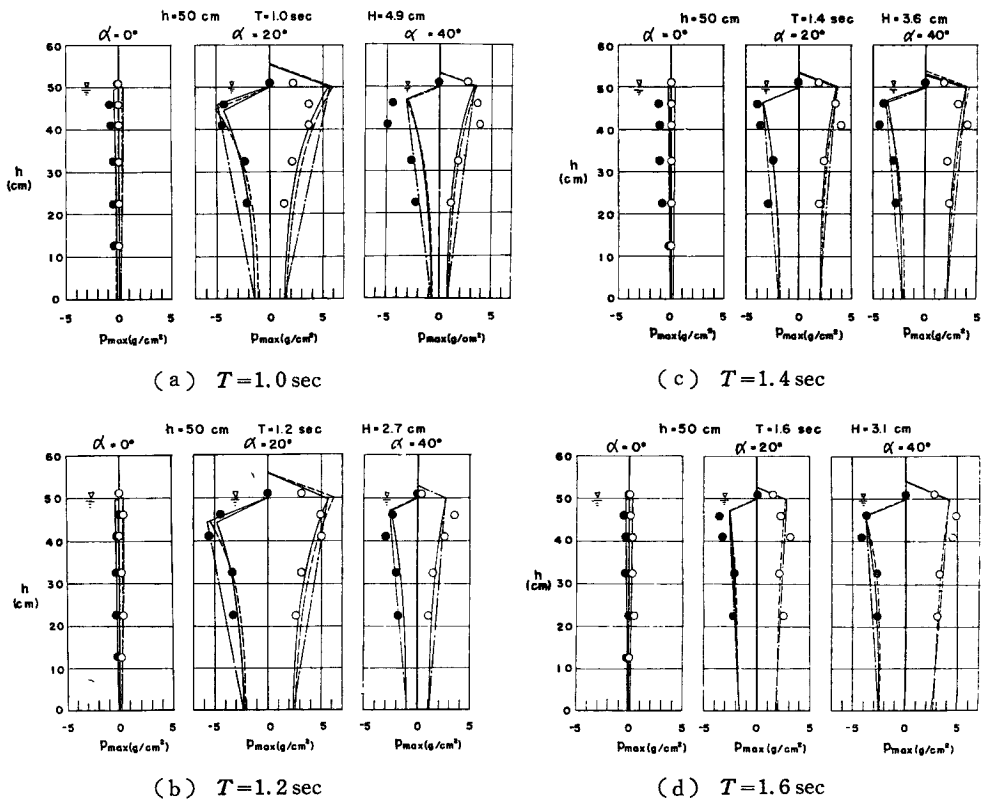


Fig. 19 Vertical distributions of maximum wave pressure for case of short crested waves.

参 考 文 献

- 1) 岩垣雄一, 井上雅夫, 吉川昌宏: アーチ型水門に作用する波圧の実験的研究 (第1報), 京都大学防災研究所年報, 第10号B, 昭42.3, pp.273—281.
- 2) 岩垣雄一: 海岸および港湾の模型実験について, 海岸工学の最近の進歩, 土木学会関西支部, 昭36.3, pp.21—42.
- 3) McNown, J. S.: Waves and Seiche in Idealized Ports, U. S. Dept. of Commerce, National Bureau of Standards, Circular 521, 1952, pp.153—164.
- 4) 合田良実: 長方形および扇形の港の副振動について——フーリエ変換を用いた解法——, 第10回海岸工学講演会講演集, 昭38.10, pp.53—58.
- 5) 永井莊七郎: 浅海波および深海波の重複波の圧力式, 第12回海岸工学講演会講演集, 昭40.11, pp.92—98.
- 6) 土木学会編: 水理公式集, 昭和38年増補改訂版, 昭38.8, p.505.
- 7) 岸 力: 海岸堤防に関する研究(2)——有限振幅浅水重複波——, 建設省土木研究所報告, 第90号の3, 昭30, pp.27—54.
- 8) 合田良実・柿崎秀作: 有限振幅波およびその波圧に関する研究, 運輸省港湾技術研究所報告, 第5巻, 10号, 昭41.9, pp.1—50.