

II-13

消波工施工時に防波堤に作用する波圧

北海道南稚局土木試験所港湾研究室 正員 鴻上雄三

同上

〇時川和夫

1. 緒言 防波堤に作用する波の圧力は従来より多くの人々により研究され、現在設計基準にこりあげられているものに、重複波圧に就いてサンフルー式、碎波圧に就いて広井、ミニキン、本向、永井式などがあげられる。近年混成堤マウンドの形状と作用波圧についての研究が大阪市立大学などにより進められているが、消波工で被覆される防波堤の施工段階時に作用する波の圧力に関する研究はあまりされていないようである。この報文は防波堤の天端高と消波工形状が、作用波圧にどのように影響するかを実験的に調べ、考察したものである。

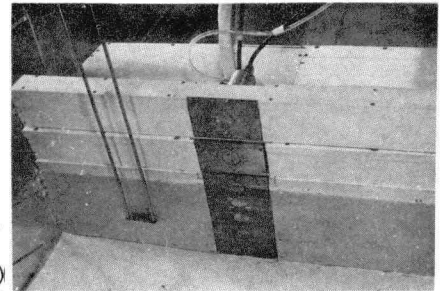
2. 実験装置および実験方法

実験に用いた波浪水槽は、長さ28.0m、幅0.8m、深さ0.8mの両面ガラス張りで、造波装置はペンデュラム型である。実験は縮尺1/20で行ない、用いた波の諸元を現地に変換すると表-1に示すとおりである。また消波工に用いた異形コンクリートブロックは、 $W_p = 12t$ のもので、空隙率55~60%の乱積みにて使用した。侵入波高の測定は防波堤前面より1.0m(200m)、および7.5m(150m)離れた位置に電気抵抗線式のピックアップを設置し、港内波高は防波堤より2.5m(50m)離れた位置で測定した。また波圧計は受圧面の直径が20mm(40mm)でフラットなもので、水中の固有振動数が1050~1100/sの範囲にあるものを使用した。波圧計の取付け状況は写真-1に示すとおりである。実験に用いた防波堤および消波工の断面は図-1に示すとおりである。

(表-1)

NO	T_p (sec)	H_p (m)	L_p (m)	H/L	h/L
1	6.0	3.0	50	0.06	0.19
2	"	4.0	"	0.08	"
3	8.0	3.0	70	0.04	0.13
4	"	4.0	"	0.06	"
5	"	5.0	"	0.07	"
6	10.0	3.0	100	0.03	0.09
7	"	4.0	"	0.04	"
8	"	5.0	"	0.05	"
9	14.0	3.0	140	0.02	0.07
10	"	4.0	"	0.03	"
11	"	5.0	"	0.04	"

(写真-1)

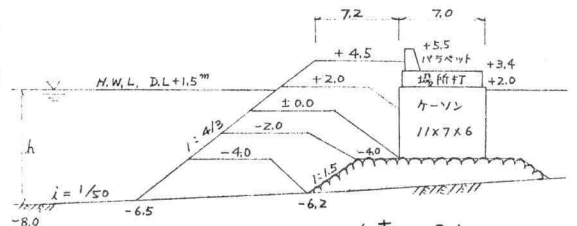


3. 実験結果

1. 最大同時波圧分布

図-1の断面のように、消波工を下部から順に積み上げて行くと、それに従って波圧分布(最大同時波圧連続3波の平均)も変化する。波圧分布の一例を示すと図-2, 3のとおりである。

(図-1)



(表-2)

すとおりの6種類に分類される。A, C, F型は防波堤直前で碎波して衝突する場合に、D, H, S型は重複波および部々重複波の場合に発生する。C型分布は上記断面の消波工においてはみられなかったが、消波工天端高が±0.0mの場合、天端中B'も1/3~1/2にした場合に発生した。

波圧分布型	最大波圧が発生する位置
A型	静水面上
C型	消波工天端上
D型	静水面と消波工天端の中間
F型	静水面より上方
H型	波圧分布がほぼ一様
S型	サンフルー型波圧

4. 実験結果の考察および結論

1. 消波工および防波堤の天端高が波圧合力におよぼす影響

防波堤天端高がケーソン部の場合、および場所打コンクリート部の場合について、消波工の天端高と波圧合力との関係を示すと図-4のとおりである。図中 P_m : 波圧合力実験値, P_s : サンプル波圧合力, R : 静水面より防波堤天端までの高さ, H : 侵入波高 図-4より波圧合力が大きくなるのは $R/H=0.1$ の場合は $h_1/h_2=0.20$ 付近で $(P_m/P_s)_{max}=2.3$, $R/H=0.4$ の場合は $h_1/h_2=0.45$ 付近で $(P_m/P_s)_{max}=2.5$ になる。しかし周期 $T_p=14.0^{sec}$ の波は h_1/h_2 の値にかかわらずほぼ一定で $P_m/P_s=0.5\sim 0.7$ になる。このように消波工の形状が同じでも防波堤天端高によって波圧合力は大きく変化する。

2. 防波堤天端高と波圧合力の関係

混成堤の基礎マウンドの形状を一定にして、すなわち $h_1/h_2=0.72\sim 0.73$ の場合について防波堤の天端高と波圧合力の関係を調べると、図-5に示すとおりである。図中 B : マウンド天端中, L : 侵入波の波長 図-5より R/H が大きくなるに従って P_m/P_s の値は大きくなるが、 $B/L=0.08$ になると防波堤の天端高にかかわらず波圧合力は $P_m/P_s=0.7$ 程度になるようである。また波圧分布型は $R/H=0\sim 0.2$ の場合はD型であるが $R/H=0.4\sim 1.5$ の場合はS型になる。

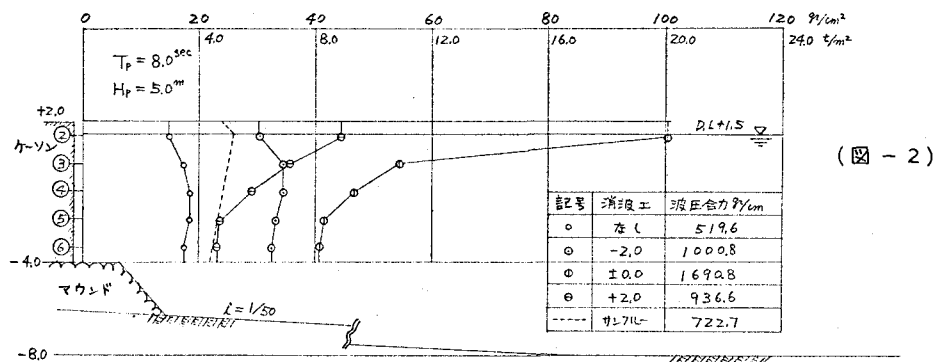
3. 消波工形状と波圧合力および分布型の変化

防波堤天端高がケーソン部の場合 ($R/H=0.09\sim 0.19$) と場所打コンクリート部の場合 ($R/H=0.35\sim 0.71$) について、波圧合力と消波工天端高、天端中、および侵入波の波長との関係を調べると図-6および図-7に示すとおりである。図には分布型も記入してある。図-6より波圧合力が大きくなるのは消波工天端が $h_1/h_2=0.2$ 前後の場合で、 $B'/L=0.16$ 付近に最大が生じ、 $(P_m/P_s)_{max}=2.3$ 、この時の分布型はA型である。図-7をみると波圧合力が大きくなるのは $h_1/h_2=0.4$ 前後の場合で、 $B'/L=0.18$ 付近に最大が生じ、 $(P_m/P_s)_{max}=2.5$ 、この時の分布型はF型である。両図を比較して、防波堤の天端高が $R/H=0.09\sim 0.19$ が $0.35\sim 0.71$ に変化することにより分布型の変化を調べると、 $h_1/h_2=0.2$ の場合は、A型がF型およびA型に、 $h_1/h_2=0.4$ の場合はD型がF型に、 $h_1/h_2=0.0$ の場合はA型がF型に変化し、また重複波の領域にある波についても同様D型がS型に、H型がS型に変化する。これはいずれも防波堤天端高を高くすることによって、背後に逃げる輸送水量が残存し、前面の水位上昇をうながすために、図-1に示すような天端中の比較的広い消波工を設置した場合は特に波圧強度の最大が静水面より上方に発生することになるといえる。全般的にみて、波圧合力の最大は $B'/L=0.15\sim 0.19$ 付近に生じるようで、 $R/H=0.09\sim 0.19$ の場合は $h_1/h_2=0.2$ 程度、 $R/H=0.35\sim 0.71$ の場合は $h_1/h_2=0.2\sim 0.4$ 程度の場合にいずれも $P_m/P_s > 2.0$ となる。一連の実験波についてみると、波圧合力が大きくなるのは、 $H/L=0.044\sim 0.083$, $h_1/L=0.09\sim 0.198$, $h_2/H=1.64\sim 2.85$, $h_1/H=0.31\sim 0.89$, $h_1/H=1.95\sim 3.47$ の範囲にある場合で $P_m/P_s > 1.5$ となる。

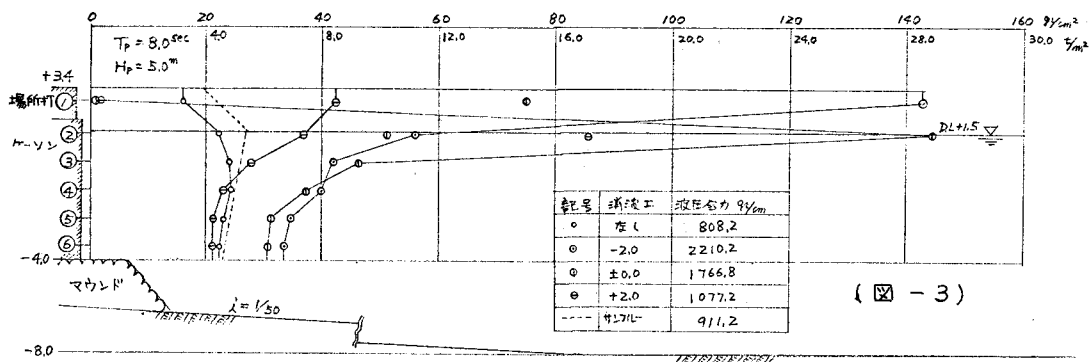
4. 越波による港内伝達波高

風の影響を無視した上記の実験より、防波堤越波による港内伝達波高について、防波堤の天端高と消波工の形状、および沖波波形勾配の関係を調べると図-8に示すとおりである。図-8より消波工なしの場合、上部エバラベット部まで施工すると、ケーソン部の場合よりほぼ40~20% 伝達波高は減少し、この傾向は H/L の小さい波ほど著しい。またこれに消波工を+4.5mまで設置すると、さ

5に15%伝達波高は減少する。すなわち消波工を+4.5mまで施工した完成断面においては、越波による港内伝達波高は侵入波高の10%以下におさえられることがわかる。

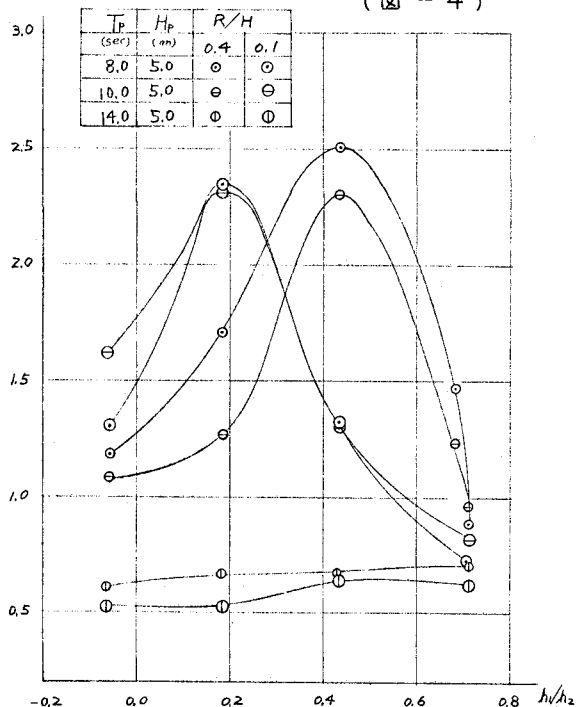


(図-2)



(図-3)

(図-4)



(図-5)

