

II-25 消波工を内蔵した岸壁の消波効果について

北海道開発局土木試験所港湾研究室 正員 嶋上雄三

同 上

同上の時川和夫

1. まえがき 近年、港湾の外かく施設の拡張およびけい留施設の増設にともなう、港内は直立の構造物で囲まれるようになり、そのために港口より侵入した波浪は直立壁の間で反射をくり返して減衰しにくくなり、港内けい留施設の利用頻度を著しく低下させるようになってきた。とりわけ漁港のように比較的小規模で、これまで自然浜の存在していた港に直立岸壁を建設する場合は、特に何らかの消波対策を講ずる必要が生じている。消波構造を持つ外かく施設としては、消波工（異形ブロックや割石など）を設置した防波堤、穴あきケーソン防波堤、浮防波堤、カーテン式防波堤などがあり、けい留施設としては、消波工を設置した栈橋や船揚場などがあげられる。しかしながら岸壁として使用でき、しかも消波効果を期待することができる構造物に關する研究はいまだ数少ないようである。この報文においては、狭い港内の消波対策として施工を要請された追直漁港（室蘭開発建設部管内）（図-1参照）の -5.0^m 岸壁（縦スリット型ケーソントイプ）（図-2、写真-1参照）の消波効果について実験を行なったのでその結果を報告する。

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 32.0^m 、幅 0.8^m 、深さ 0.8^m の両面ガラス張り、造波装置はペンデュラム型である。実験は縮尺 $1/5$ で行ない、岸壁前面に生じる反射波とケーソン内部に発生する揚圧力を測定した。反射波高は、電気抵抗線式波高計4台と目測によって構造物前面に生じる部分重複波の腹および節における測定波高の中から最大波高： H_{max} と最小波高： H_{min} （おのおの連続3波の平均）を求めることによりHealyの方法で計算した。入射波高 $H_i = (H_{max} + H_{min}) / 2$ 、反射波高 $H_r = (H_{max} - H_{min}) / 2$ 。また上蓋に作用する揚圧力の測定に使用した波圧計は、受正面の直径が 20^mm でフラットなもので、ネジ止めして周囲からの水の出入りが無いように取付けた。これらの波圧計の水中の固有振動数は $1050 \sim 1100$ %の範囲である。作用波圧強度は、連続3波の最大同時波圧の平均を代表値とした。実験に使用した波の諸元は表-1に示すとおりである。また使用したブロックの重量は、 $W_p = 0.86 \sim 1.61$ 個である。

3. 実験結果および考察 ①スリット型ケーソントイプ岸壁の反射率 ①中詰ブロックを填充しない場合の反射率は図-3に示すとおりである。実験値のバラッキはかなりあるが安全側をとってこれら実験値の上限をその反射率とした。スリット下端が -4.5^m の場合は、法勾配 $1/2.0$ と $1/3.0$ の不透過斜面の反射率のほぼ中間の値になる。またスリット下端が -2.5^m 、 -0.5^m とスリットの長さを短かくするほど見かけの反射率は小さくなる。これはスリット前面とケーソン内壁とでそれぞれ反射される反射波の位相がずれて前面で合成されるために部分重複波の腹と節の位置がはっきりと定まらず、従って形成される波高の H_{max} と H_{min} が得られにくくなるために、前述のHealyの方法による見かけの反射率は小さくなるものと思われる。また前面に生じる最大波高が小さくなる原因として、スリットの長さを短かくすると、スリットを通して出入する水の流速が増大しスリット前後に大きく乱されたうず流が発生して、これらが侵入波および反射波の波高を減少させ、また位相をずらせる作用をしているものと考えられる。②中詰ブロックをケーソン内部に全断面填充した場合の反射

率は図-4に示すとおりである。Aブロックの場合の反射率は法勾配 $1/3.0$ の不透過斜面の場合よりも $H\%$ < 0.029 で $0 \sim 15\%$ 程度小さく、 $H\%$ > 0.029 で $0 \sim 10\%$ 大きく、ほぼ $H_{Hc} \div 35\%$ になる。Bブロックの場合の反射率は法勾配 $1/3.0$ の不透過斜面の場合よりも $H\%$ < 0.022 で $0 \sim 15\%$ 小さく $H\%$ > 0.022 で $0 \sim 15\%$ 大きくなって $H_{Hc} \div 42\%$ になる。Cブロックの場合は $H\%$ < 0.015 では法勾配 $1/3.0$ の不透過斜面の反射率とほぼ同じで $H\%$ > 0.015 で $0 \sim 15\%$ 大きくなりほぼ $H_{Hc} \div 45\%$ になる。また碎石および玉石 ($W_p \div 500^{kg}$) を中詰めした場合 (空隙率 48%) の反射率はどちらもほぼ同様で法勾配 $1/3.0$ の不透過斜面の場合に比べると $H\%$ < 0.015 の範囲ではほぼ同じとなり、 $H\%$ > 0.015 で $0 \sim 25\%$ 大きくなり、 $H_{Hc} \div 30\%$ になる。③中詰ブロックを斜面に積んだ場合、すなわち天端高 $D.L + 2.1^m$ 、天端巾 1.6^m 、法勾配 $1:4.5$ に乱積みした場合は、Aブロックについて全断面填充の場合と比較してみると $H_{Hc} < 0.02$ で $0 \sim 10\%$ 反射率は増大する傾向がある。2) ケーソン上蓋に使用する揚圧力 ①中詰ブロックを全断面に填充した場合は、中詰無しの場合に比べて揚圧力の合力はほぼ $1/2$ に減少する。揚圧力の最大同時波圧分布図の一部を示すと図-5.6.7 に示すとおりである。②揚圧力の最大同時波圧強度分布は、中詰ブロックを全断面に填充すると、上蓋に平均して一様に作用する傾向となり、一般に災害を受けやすい最奥部に作用する揚圧力は、中詰ブロック無しの場合に比べてほぼ $1/2$ に減少する。これはケーソン内部を全断面ブロックで填充すると、内部の水粒子の運動が弱められるのみならずブロックによって内部に閉じこめられる空気が小さく分散されて上蓋に平均して押し上げられ、これらが水塊を直接上蓋に衝突させないでエアークッションの役割りを果たしているからである。③中詰ブロックを斜面に積んだ場合は、全断面乱積みで填充した場合に比べ揚圧力は一般にわずかに増大する (図-5 ~ 7 参照)。④中詰ブロックのない場合の揚圧力強度は上蓋下端と静水面との間のクリアランス $lc \geq 1.0H$ の場合は $P_{max} = 0$ 、 $1.0H > lc > 0.5H$ の場合は、 $P_{min} \div 2.0w_0H$ 、 $lc \leq 0.5H$ の場合は $P_{max} \div 4.0w_0H$ となっている。3) 消波岸壁前面の状況 ①波浪が襲来した時に、スリットより吹き出す水塊は中詰ブロックを全断面填充することにより中詰無しの場合に比べほぼ $1/2$ 程度におさえられて、侵入波高が $H_p = 0.9^m$ 程度以下ではスリットからの水塊の吹き出しは全く無くなり岸壁として十分利用できるものと思われる。これは (2) ②で述べたように中詰ブロックがない場合はケーソン内に入った空気がケーソン内壁と上蓋からの波の反射で前面に激しく吹き出されてしまうが中詰ブロックがある場合はケーソン内部に分散して留まり従ってスリットからの吹き出しは非常に小さくなるためである。②中詰ブロックを斜面に填充した場合は全断面填充の場合に比べ一般にスリットからの吹き出しは増大する。③中詰なしでスリット下端を -2.5^m 、 -0.5^m と上げて、スリットの長さを短かくするにつれてスリットを流出入する水粒子の速度が早くなって、ケーソン内部に入った水塊および空気は激しく前面に吹き出されるようになる。この場合中詰ブロックを填充するとこの吹き出しはかなり減少するがスリット下端が低いほど、すなわちスリットの長さが長いほど前面は静穏となる。以上消波岸壁の一案としての縦スリット型ケーソンタイプの岸壁の試験結果を述べた。今後さらに中詰消波工の検討を行ないより消波効果がよくしかも経済的な断面の開発を試みる予定である。

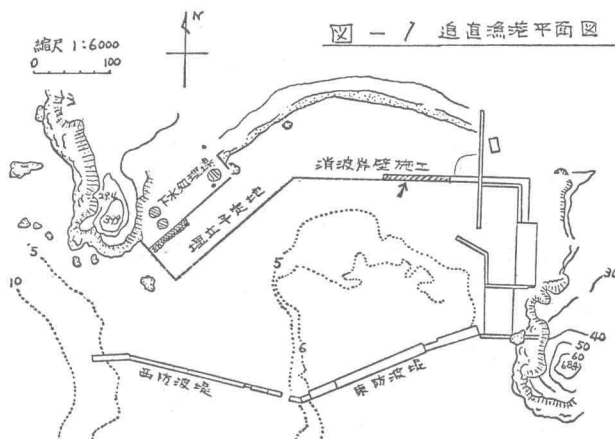
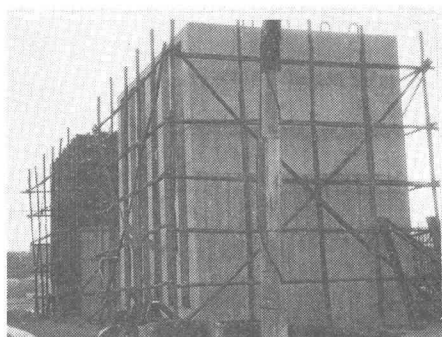
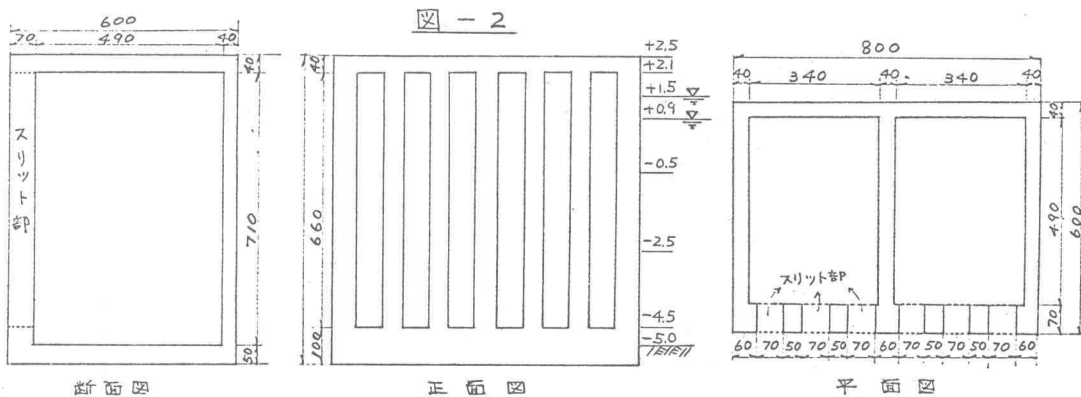


図 - 3 スリットの長さ
と反射率の関係

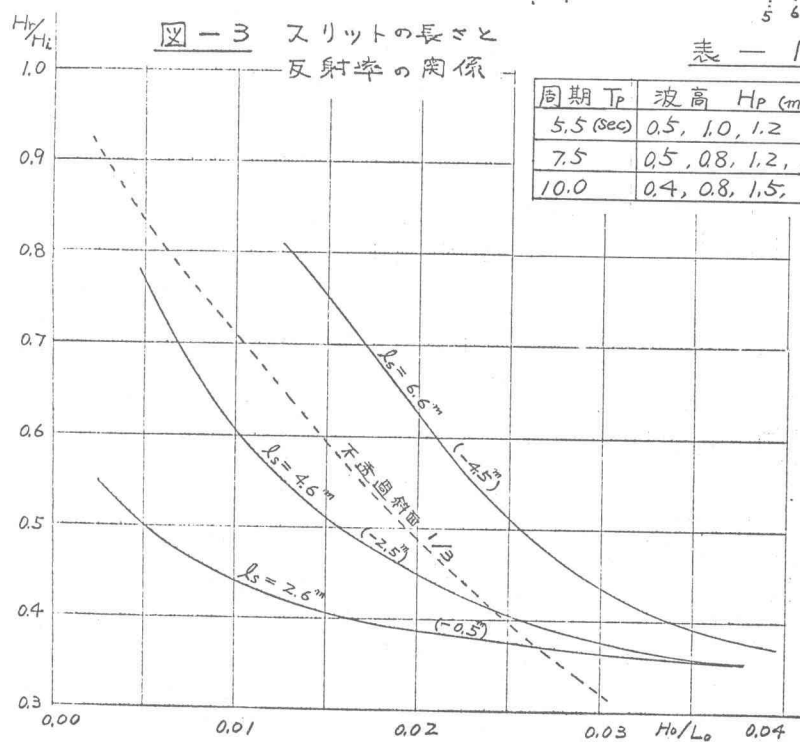


表 - 1

周期 T_p	波高 H_p (m)	潮位 (m)
5.5 (sec)	0.5, 1.0, 1.2	D.L. + 0.9 ^m , D.L. + 1.5 ^m
7.5	0.5, 0.8, 1.2, 1.6	" "
10.0	0.4, 0.8, 1.5,	" "

図 - 4 中詰ブロックと反射率の関係

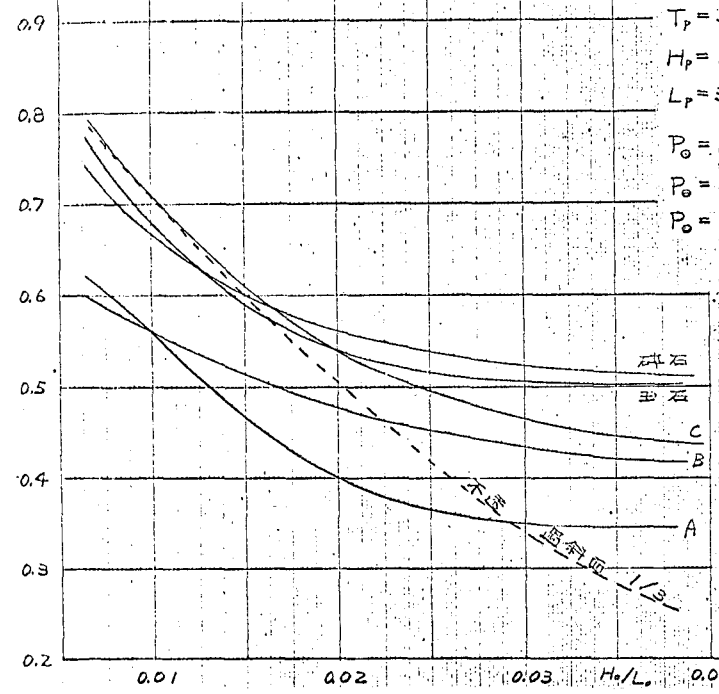


図 - 5

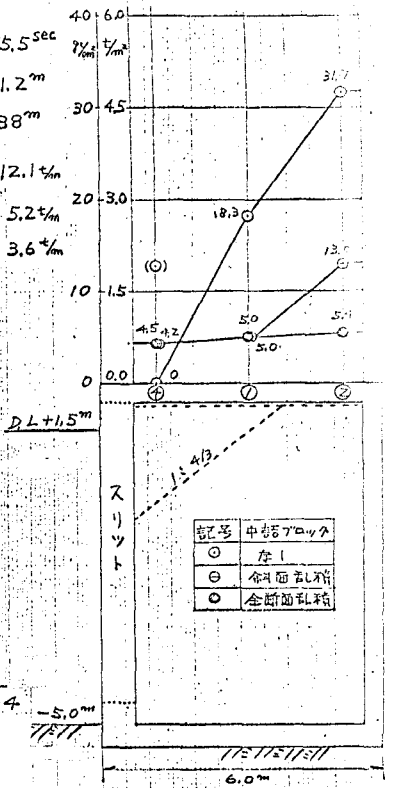


図 - 6

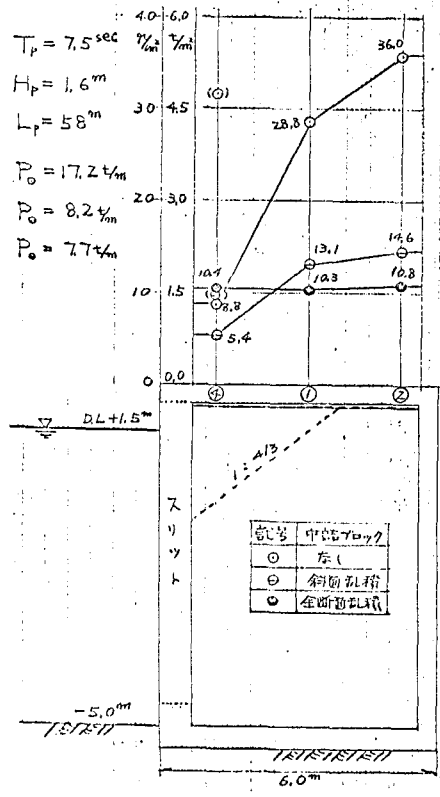


図 - 7

