

平館海岸の海岸護岸の越波に関する一実験

東北大学工学部 正員 工博 岩崎 敏夫

○正員 沼田 淳

学生員 志賀 和民

建設省青森工務所 正員 齊藤 備

1 はじめに

陸奥湾西部の西田沢〜平館間約28kmの海岸線は昭和37年以降直轄海岸保全施設整備事業区域の指定を受け、建設省直轄で海岸堤防および突堤工を主体とした工事が実施されている。今回、我々は釧路〜平館間で計画されている海岸護岸の越波に関する実験を行ったが、その実験資料を基に荒勾配(右)の比較的浅い水深(左)に設置された消波工を有する海岸護岸の越波機構と風の効果、反射率、消波工断面形状と越波量との関係などについて二、三の検討を行ったのでその結果を報告する。

图-1 位置图

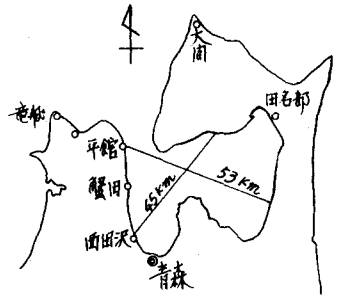
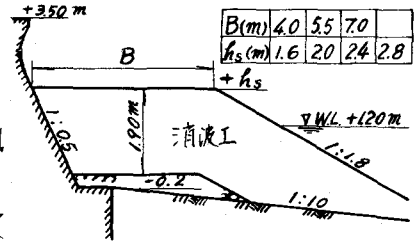


圖-2 實驗断面



2 実験条件

海底勾配: $1/10$. 波の周期: 7 sec. 波高: 0~3.0 m.

実験断面：図-2に示す通り。風速：0, 10, 20%sec(但し無風時、実験は最小断面についてのみ行った)

縮尺: $\frac{1}{10}$ とし、フルードの相似則を適用した。したがって、実験波の周期は $\alpha \times 0.5 \text{ sec}$ 、流速は $0, \alpha\alpha, \alpha\alpha\alpha \text{ sec}$ である。

3 実験方法

実験に使用した水路は長さ46.0 m、巾1.0 m、深さ1.5 mの風洞付二次元造波水路で、造波機はフラップ型式である。他端がガラス張り部分(延長2.0 m)に板の勾配に防波を敷き、表面をモルタル仕上げし、その上に護岸模型を設置した。波高の測定は、初の護岸設置位置に消波板を敷き並べ、反射波の影響を除去して造波機の起波特性を調べようとしたが、図-3に見られるように反射波の影響を無視することができないと思われたので、2本の階段抵抗式波高計を H_{max} 、 H_{min} の奥に据え、実験の柳度、ヒューの方法によって波高を測定することとした。越浪量の測定は、越浪した水が周囲に飛散しないように、護岸背後にビニール板で製作した集水用のドームを設置し、その背後で所定波数(起波後6浪目から5~10波)の越浪水を密閉に受け、その量をメスシリンダーで計量した。

4 実験結果および検討

4-1 越波機構と風の効果

図-4は、風速 10 m/sec と風速 20 m/sec の場合の波高と越波量との関係が、消波工の天端高を高くすることによってどのように変化するかを模式的に示したもので、消波工の天端中に関係なく、ほぼ一致した傾向が見られた。すなわち、風速 10 m/sec の場合、波高 1.9 m 附近で越波量がピークを示し、更に波高が増大すると越波量は一旦減り、波高が 2.5 m 以上になると再び増加する傾向を示している。これに対し、風速 20 m/sec の場合は、消波工天端高が低ければ、前述したピークの存在は明瞭でないが、天端高が高くなると、ピークの存在が明瞭となり、 $h_s = 2.8\text{ m}$ では、風速 10 m/sec の場合とほとんど一致した傾向を示すようになる。また、越波量におよぼす風の影響をみると、 $h_s = 1.6\text{ m}$ の場合は、越波量のピーク前後において、その影響が大きく現われている。しかし、 $h_s = 2.0\text{ m}$ 以上になると、ピーク後の谷の部分のみとなり、天端高が高くなると風の影響が全く認められなくなる。このような傾向は、主として越波の機構、いかえると碎波の位置と波返しの効果との相関性によるものと思われる。越波の状況は、今回の実験では次の3種類に大別できるといわれる。

- ① 碎波前の波が、消波工の法肩あるいは法面に衝突してしぶきが飛び散る場合 ($H_0 < 1.0\text{ m} \sim 1.5\text{ m}$)
- ② 海底勾配が $1/6$ の場合、碎波型式はほとんど巻き波であるが、この碎波が、①法面に衝突する場合は、しぶきおよび水塊が勢いよく直線的に飛び込み、②法面に衝突した場合は、波そのものが飛び上るような形で水脈が消波工天端面からはく離れた状態で飛び込み、このとき越波量のピークが現われる。①法面に衝突した場合には、②と同様であるがかなり勢いが弱くなる。
- ③ 碎波位置が沖合に移動するにつれて、①碎波後の波が斜面上を這い上るようになり、②跳躍するような形で碎波した波が勢いよく斜面を這上り、護岸天端を越えて越流する場合 ($H_0 \geq 2.8\text{ m}$)。

このような、越波機構を念頭において、図-4の波高と越波量の関係から風の影響について検討を加えてみよう。まず、 $H_0 < 1.5\text{ m}$ の領域であるが、この部分では、風速が 20 m/sec の場合、風速に関するフルード数 $V/\sqrt{gH_0}$ が5より大きく、岩垣らの実験によって明らかにされているように、風速の影響が大きくなる領域と考えられる。 $h_s = 1.6\text{ m}$ の場合はこのような傾向が明瞭であるが、 h_s が大きくなるとその影響が小さくなる。これは、 $H_0 > 1.5\text{ m}$ 以上では $V/\sqrt{gH_0}$ は5以下となるため、風の影響は小さくなるべき領域であるが、今回の実験では、逆に、越波量が凹になる部分で風の影響が大き

図-3 重複波の波高分布

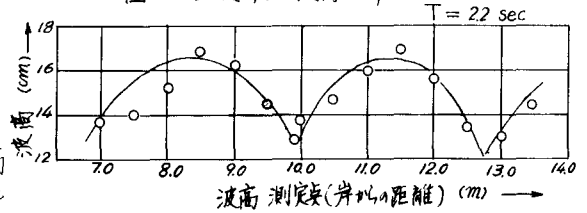
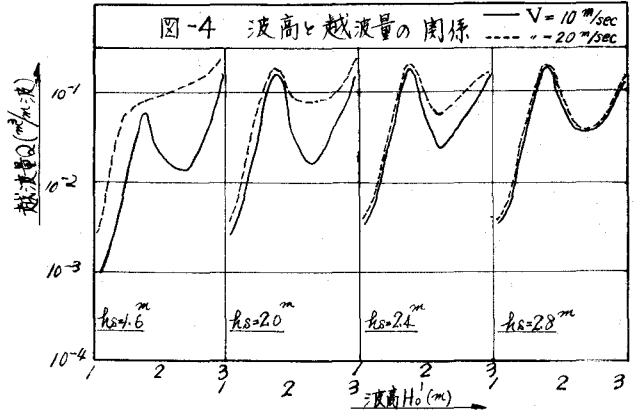


図-4 波高と越波量の関係

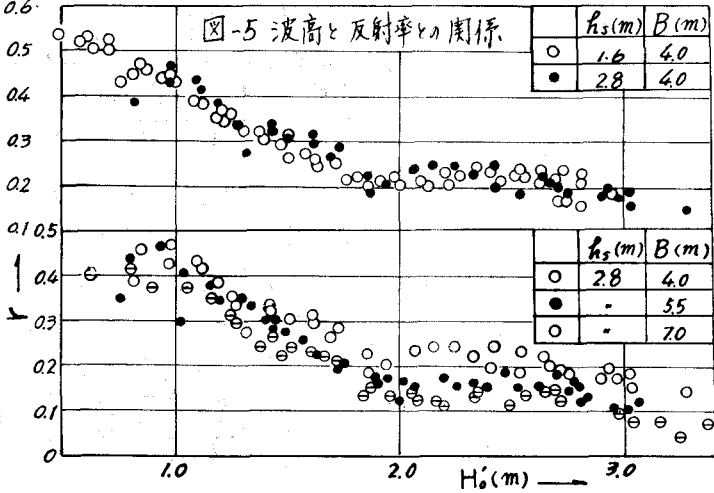


く現われている。これは、この部分の越波機構が②、①および③、④の場合に相対し、無風時の場合、曲線波返しが無効に作用し、護岸に衝突した波の大部分が跳波となって沖側えはね返され、極端に越波量が少くなるのに対し、風速 20m/sec の場合は、逆に跳波の大部分を陸側え押しやるためである。しかし、 h_s が高くなるにつれて、波返し効果が小さくなり、風の影響がほとんどなくなるものと考えることが出来る。

4-2 消波工断面と反射率

図-5は、ヒーレイの方法によって求めた反射率と波高との関係が、消波工の断面によってどのように変わるかを調べた一例である。上の方の図は、 B =一定で h_s が変る場合の反射率を、下の図は、 h_s =一定で B が変る場合の反射率

を示している。いずれの場合も、 $H_0=2.0\text{m}$ 附近(法面碎波の領域)までは、波高の増加と共に、反射率はほぼ直線的に減っているが、 $H_0=2.0\text{m}$ ~ 2.8m (沖側碎波の領域)では、ほぼ一定の値となり、 H_0 が 2.8m 以上になると再び、僅かながら減ずる傾向が認められる。また、消波工天端巾が一定の場合、天端高の高低によって、反射率は、ほとんど変わらないが、天端巾を一定とした場合、天端巾が大きくなるにつれて、反射率が僅かではあるが減ずる傾向が認められる。



4-3 消波工断面と越波量

4-1において越波の機構と越波量との関係を定性的に検討したが、ここでは、消波工の天端巾、天端高が変わることによって、越波量がどのように変化するかを検討してみる。この場合、比較する波高によって、異なった傾向を示すと思われるが、平館海岸の場合、 2m 以上の波が発生する確率は、かなり小さいと考えられるので、図-4のピーク附近($H_0=1.6\text{m}$ ~ 2.15m)における連続3回の平均越波量を用いて比較した。その結果を図-6に示した。図-6は横軸に h_s 、縦軸に B となり、越波量をパラメーターとして、図示したもので、図中の実線は等越波量線、点線は等消波工断面積(中詰石の断面積は含まない)を表わしている。風速 10m の場合は、天端高一定の場合、天端巾を広くすればある程越波量は小さくなり、特に、図中ハッチした領域において天端巾を広くする効果が著しい。これに反し、天端巾を一定として、天端高を高くしていくと、かえって越波量が増加する傾向が見ら

れるが、これは、前述したように、波返し効果が消波工天端高を高くすることによって減殺されるためである。一方、風速 $20\frac{m}{sec}$ の場合は、上述のような傾向は明瞭でなく、かなり複雑な様相を示し、図中、ハッチした部分に、越波量が増加する部分(左側のハッチ)と減少する部分(右側のハッチ)の中間領域が存在する。このような中間領域の成因は不明である。今回の実験結果から考えると、

消波工の断面積と越波量の間には何ら相関がないようであり、また、消波工の断面積を一定とした場合、天端高、天端中をいかにえらぶかについて慎重な考慮が必要と思われる。なお、風速 $10\frac{m}{sec}$ の場合、消波工を小さくすればある程越波量が

小さくなるようにも考えられるので、消波工なしの状態の実験を追加して行ったがその結果によると消波工を設置することによって、波高の小さい所の越波量がかなり減少するようであり、越波頻度の軽減に効果があるように思われる。

4-4 現地波高の適用例

図-7は現地不規則波の波高分布を示一例で、図中の直線はレーリ分布を示したものである。資料数が少ないではっきり断言はできないが、現地波はレーリ分布と考えて良いと思われる。そこで、今回の実験結果を用い、現地不規則波の分布をレーリ分布と仮定して、今回と同様の方法で、有義波高と期待越波流量との関係を求めたものが図-8である。参考までに現地波の1例について $B=4.0m$, $h_s=1.6m$ の場合 α 10分間平均越波量を求めた結果では、 $H_{1/2}=1.44m$ 風速 $10\frac{m}{sec}$ の場合 $1 \times 10^{-3} \frac{m^3}{m \cdot sec}$ 、風速 $20\frac{m}{sec}$ の場合 $2 \times 10^{-3} \frac{m^3}{m \cdot sec}$ となり、図-8から求めた値と比較すると前者はほとんど一致し、前者は若干大きい値となっている。なお、この例の場合、最大越波量は平均越波量の16倍前後の値となった。本研究は文部省科学研究費海岸構造物の機能に関する研究の補助を受けた

