

緒論

消波ブロック被覆防波堤における消波ブロックの重量は、一般にハドソン式によって求められている。しかし、この式は被覆層としての石あるいはブロックの安定重量を求める式であるから、直立部前面に消波ブロックを整積することなく作られる消波工に適用するには、いまひとつ検証が必要である。この報告は、法勾配1:1.5の消波工について、その適用の妥当性を検討したものである。

1. 波力に対する安定の仮定

いま、図-1の直方体に波力が作用した場合の安定について考える。

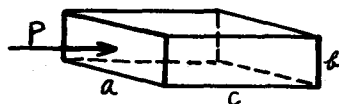


図-1 直方体

面abに作用する平均波圧強度をpとし、pは波高Hに比例するものと

して $p = \alpha \cdot r_w \cdot H$ と表示することとする。ここに α ; 波圧係数, r_w ; 水の単重。

したがって、波力 $P = \alpha r_w H ab$ 。いっぽう、直方体の水中重量は、物体の空中での単重を r_r として、 $(r_r - r_w) abc$ で表わされる。

滑動に対する安定は、静摩擦係数を μ , $S_r = r_r / r_w$ として、式(1)となる。直方体の形状が損われない場合には $W = r_r \cdot abc = r_r \cdot \beta c^3$ で表わすことができるから、直方体の空中重量は式(2)で示される。

$$C = \frac{\alpha}{\mu} \frac{H}{(S_r - 1)} \quad (1)$$

$$W = \frac{r_r \cdot H^3}{K_1 (S_r - 1)^3} \quad (2)$$

$$\text{但し } K_1 = \mu^3 / \alpha^3 \beta$$

転倒に対する安定は、波力モーメントと抵抗モーメントが釣合うものとして、 $\delta = b/c$ とすれば式(3)となる。したがって空中重量は式(4)で示される。

$$C = \alpha \delta \frac{H}{(S_r - 1)} \quad (3)$$

消波工の場合、消波ブロックの滑動を考えることは現実的でないから、式(3)および式(4)を考えればよい。もし、立方体から切り出された形状のブロックならば、 $\delta = 1$ であり、 β は $W = r_r \cdot \beta \cdot c^3$ における形状定数である。

$$W = \frac{r_r \cdot H^3}{K_2 (S_r - 1)^3} \quad (4)$$

$$\text{但し } K_2 = 1 / \alpha^3 \beta \delta^3$$

2. 模型実験の概要

実験はフルードの相似則により行なった。実験縮尺は1/45、海底勾配は1/50、消波工前面水深は比較的水深の大きい場合を想定して $h = 1.5m$ とし、周期 $T = 7, 10, 12, 15, 17sec$ の波について、消波工前方で碎波する波高までを対象とした。

消波工は法勾配1:1.5、天端幅をブロック2枚並びとした。消波工天端高は、実験に用いたブロック重量における安定限界波高をハドソン式で求め、静水面上その0.8倍とした。ブロックは水路の水を抜いて1個ずつ真上から置いていき、いっさい手で押込んではいない。実験にあたっては、据付のやや不安定なブロックが多少動揺する程度の波を現地時間で約15分間ほど作用させて、ブロックのなじみを良くしてから、動きを観察した。

使用したブロックは、テトラポッド、六脚ブロック、中空三角ブロックで、それぞれ4種類の重量について実験を行なった。なお、模型によっては、単位体積重量に多少バラツキがあったので、それについては $2.3 t/m^3$ になるよう補正を行なって、データーをとりまとめた。

3. ブロックの安定限界波高に対する周期の影響

据付の良好なブロックが、1~2個抜け出し転倒あるいは脱落する状態を転落限界、波により浮動または大きく動揺する状態を動揺限界とする。図-2はブロック重量が小さい場合、図-3はブロック重量が大き

い場合について、それぞれの安定限界に対する波高と周期の関係性を求めたものである。

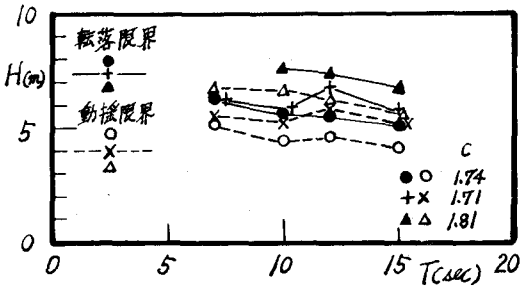


図-2 消波ブロックの安定に対する周期の影響-1

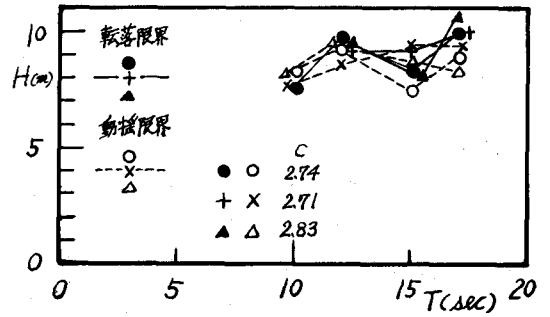


図-3 消波ブロックの安定に対する周期の影響-2

図-2によれば、小さな重量で済む場合すなわち波高の小さい場合には、周期の長いほど大きな重量を必要とする。いっぽう、図-3によれば、大きな重量が必要な場合すなわち波高の大きな場合には、そのような現象はみられない。

4. ブロック所要重量における波高3乗比例の検討式(3)における、 C と H が一次の関係にあるかどうかを検討した一例を、図-4~6に示す。ここで C の値としては $3\sqrt{W/r_r}$ を準用した。なお、図中の白丸および星印は、明らかに砕波が作用した場合の値である。 C と H とは比例関係にあり、したがって式(4)が成立する。

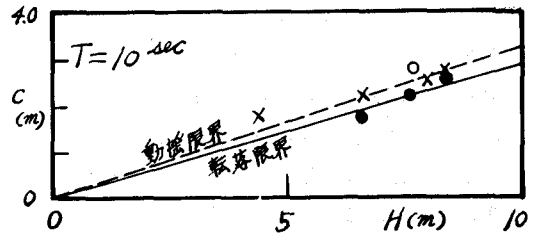


図-4 テトラポッドの一例

この表示では、 C/H の値の周期による差はみられない。また、安定限界判定時における視差、データのバラツキ等を考慮すれば、ブロックの種類に関係なく、見掛けの平均波圧係数 α は、転落限界に対しては $\alpha=0.36$ 、動揺限界に対しては 0.39 とおくことができる。混成堤の重複波領域における波圧係数は $0.8 \sim 1.2$ であるから¹⁾、ブロックに作用する見掛けのそれは、直立壁に作用する値の $0.3 \sim 0.6$ 倍に相当する。

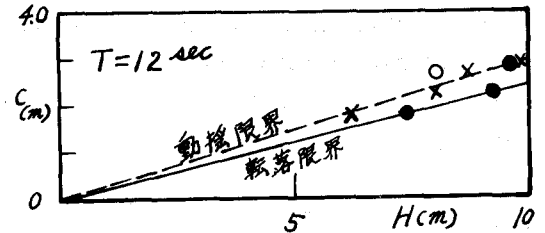


図-5 中空三角ブロックの一例

5. ハドソン式の K_D 値との関係

式(4)はハドソン式に一致しているから、同式中の K_2 がハドソン式の K_D に相当する。 K_2 の値は、転落限界に対しては 21 、動揺限界に対しては 17 である。なお、現地の適用にあたっては、実験は規則波により行なったものであるから、式(4)の H として当面 H_{max} を採用すべきであろう。なお、砕波流に対しては別途検討が必要である。

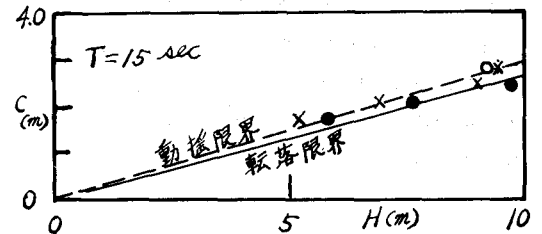


図-6 六脚ブロックの一例

参考文献

1) 高田・竹田・時川；改良スリットケーソンの滑動波力について、23回北開局技研発表会、昭55.2