

II-178

異型ブロックに作用する抗力係数について

芝浦工業大学 学生員 小田伸太郎
 芝浦工業大学 正 員 丸山 幾男
 岐阜市役所 正 員 熊谷 裕史

1. 緒言

従来より根固め工、護床工などの河川構造物に、コンクリートブロックが使用される。しかし、洪水時などに、このブロックが流失する事がしばしばある。ブロックが流失するとそこから河床材料などが吸い出され、河床の局所洗掘や堤防破壊などの大きな被害につながる危険性がある。したがって、この様なブロックの流失を未然に防止するためには、ブロックの抗力係数や、揚力係数、流速低減効果などをあらかじめ知っておく必要がある。そこで本実験においては、異型ブロック（S社ブロック）の抗力係数に注目し、その横断的な設置間隔と抗力係数の関係について実験的に検討を行なった。

2. 実験

実験は、長さ10m、幅60cmの矩形断面水路を用い、図-1に示す抗力測定装置により抗力の測定を行なった。（実験に先だち、この装置を用いて円板に働く抗力係数を計測した結果、一般によく知られている抗力係数とよく一致することが確認できた）また実験には、図-2に示すS社ブロックを使用し、ブロックの横断的な間隔 X/L （ X ：ブロック軸間距離 L ；ブロックの幅であり一定値とする）を0.5～1.0まで変化させた。なお、以下 $X/L=0.5$ の場合を組合せ工法、1.0の場合を突合せ工法とよぶ。

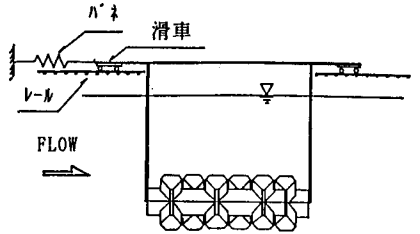


図-1

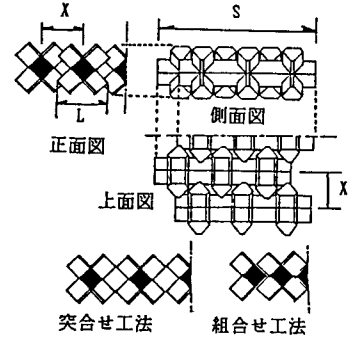


図-2

3. 実験結果及び考察

はじめにレイノルズ数 Re と抗力係数 Cd の関係を図-3の様に各 X/L ごとに示す。なお抗力係数 Cd は、次式により求めた。

$$Cd = 2D / (\rho \cdot A \cdot V^2) \quad (1)$$

(D ：抗力 A ：ブロックの流れに対する投影面積 V ：代表流速 $Re = V \cdot S / \nu$ S ：流れ方向のブロック長さ ν ：動粘性係数)

図-3から分るように Re 数が $1 \times 10^4 \sim 4 \times 10^4$ の範囲内では、 X/L つまりブロックの突起の横断的、縦断的な間隔が大きくなるに伴い、図中のグラフの傾きも大きくなっている事が分る。この

理由は、次のように考える事ができる。 X/L が小さいと相互のブロックが密にかみあうためこのブロック群体は、平板からなる直方体に比較的近い性質を持つ。このため Re 数の増加にとまなう Cd 値の減少傾向はあまり著しくない（結果1）。逆にブロックの横断的な間隔 X/L 、つまりブロックの突起の縦断的な間隔が大きくなると、ブロックの各突起に流水が直接あたるようになる。この様な状態になると

分類	X/L の範囲	特 徴
I	$X/L=0.50 \sim 0.65$	Cd 値は、 X/L が増加してもあまり変化せず、またレイノルズ数によらず平均して大きい値をとる
II	$X/L=0.66 \sim 0.74$	Cd 値は、この範囲において不安定であり、特に $X/L=0.70$ 付近で Cd 値は、非常に不安定である
III	$X/L=0.75 \sim 1.00$	Cd 値は、 X/L の増加にともなって大きくなり、レイノルズ数の値によって Cd 値がかなり異なる

表-1

Re数の増加に伴ってブロック近傍の流況が、MORRISの流れ区分でいう孤立粗度流→後流干渉流へと変化する。このためCd値は、Re数の増加にともなって大きく減少する(結果2)。

つぎに抗力係数CdとX/Lの関係を図-4の様に各Re数について示す。そしてこのグラフを特徴別に表-1、および図-4の様に3つに分類した。

分類I (X/L=0.5~0.65)の範囲においては、図-2の様にブロックの突起が比較的密にかみあっているため、流れはブロック群体の遮蔽効果によりその隙間にほとんど侵入する事ができない。そのためブロック近傍の流れはX/Lによらず、ほぼ似た流況になるしたがって分類Iの範囲では、X/Lの変化に伴うCd値の変動はほとんど認められない(結果3)。

分類IIにおいては、抗力係数が急激かつ不規則に変動する(結果4)。その理由は、次の様に考える事ができる。第一の理由としては、ブロック相互間の隙間がある程度大きくなるので、ブロック群体が分類Iの時と同程度の強い遮蔽効果を持っておらず、流水がブロックの隙間を図-5の様にある程度速い速度で間欠的に流れるようになるからである。第二の理由としては、このブロック群体内に間欠的に侵入してきた流水の一部が、図中の点A付近で間欠的にブロック群体外へ吹き出される事により、ブロック群体表面の境界層が間欠的に破壊される。この二つの理由により、ブロック群体に作用する抗力が不規則に変動するものと思われる。

分類IIIにおいては、ブロック間の隙間が比較的大きくなり、ブロック群体としての遮蔽効果がかなり低下するので、この隙間を流水がかなり速い速度で流れるようになる。また、ブロック群体内からの比較的安定した吹き出しによって境界層の破壊が生じ抗力が減少する。特にX/L=0.75付近では、ブロックの突起の縦断的な間隔が、十分な距離をもっていないので、ブロック近傍の流れの様子は擬似滑面流あるいは後流干渉流の様相を呈している。そのため、X/L=0.75付近で最もCd値が小さくなる(結果5)。しかし、X/Lが0.75より大きくなるにしたがい、ブロックの突起の流れ方向に対する間隔がかなり大きくなるので、各突起が効率よく流水のエネルギーを消散する。したがって、ブロックに働く抗力はX/Lの増加にともなって増大し、抗力係数Cdが増大する(結果6)。

4. むすび

結果1~結果6までをまとめると次の事がいえる。流速低減効果のみを目的とした場合は、レイノルズ数Reの変化に大きく左右されず平均して大きなCd値を得られる組合せ工法(X/L=0.5~0.65)を用いる方がよい。また今後の課題としては、流下方向に対するエネルギー変化およびRe数の大きな場合についての実験が必要である。

<参考文献>

平林、福岡、藤田、加賀谷；土木学会第41回年講
千田；吹き出しを伴う乱流境界層の組織的構造

須志田、奥野、斎藤；土木学会第43回年講

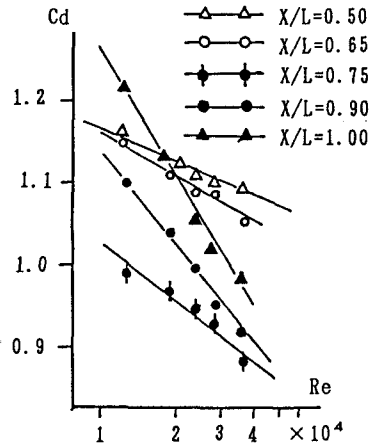


図-3

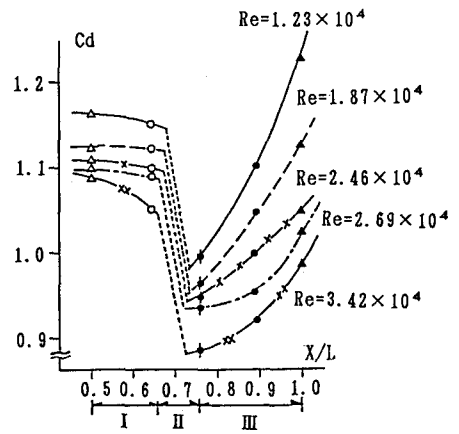


図-4

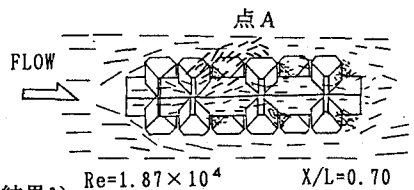


図-5