

(Ⅶ-59) 法覆工における割栗石の配置及び形状の不規則性が掃流安定性に与える影響

○武蔵工業大学工学部 学生会員 小暮 未紀
武蔵工業大学工学部 正会員 田中 厚至

武蔵工業大学工学部 正会員 長岡 裕
武蔵工業大学大学院 平本 邦明

1. はじめに

平成2年から多自然型川づくりが全国的に進められている¹⁾。多自然型川づくりとは、河川が本来有している生物の良好な生息環境に配慮し、美しい自然景観を保全・創出する試みである。多自然型河川工法には、自然石がよく用いられる。それは、自然石によりできる空隙が生物の良好な住みかとなるからである。しかし、石を河川堤体法面に敷き並べる護岸は、コンクリートで法面を固める、あるいはコンクリートブロックを法面に敷き並べる護岸に比べて掃流安定性に劣るという欠点がある。本研究では、割栗石を格子状のコンクリートの枠に入れて法面に敷き並べる護岸工法の基礎研究として、単体のコンクリートの枠について風洞実験を行った。割栗石の形状及び配置の違いによる掃流安定性についての検討が本研究の目的である。

2. 実験装置及び実験方法

図1に実験装置概略図を示す。実際に施工されているコンクリートの枠と同型の枠のモデル(実物大)を風洞内に単体で設置した。枠のモデルは、軽量化するために木製のものとした。

枠内に詰める石のモデルは発泡スチロール製である。石のモデルの形状は、施工されている割栗石と同形の不規則なモデルと、比較するための球体のモデルを用いた。球体は規則的な形状であり、配置を規則的な六方細密格子状とした。施工する際に石を押し固めない場合と押し固める場合があり、割栗石のモデルは、疎と密の配置で実験を行った。割栗石のモデルは15cm～20cmであり、実際に施工されている現場から形、大きさの異なる5種類の石のサンプルを取り、石の特徴(長径および短径など)を調べ作製した。密度は0.018g/cm³、球体積相当径は14cmである。図2にサンプルとした石の一例を示す。球体は直径20cm、密度は0.017g/cm³である。石のモデルの表面は二種類とも、摩擦の影響を抑えるためにペンキを二度塗りシリコンスプレーをかけた。

枠内に石のモデルを並べる。割栗石のモデルの場合は風速7.5m/sから、球体の場合は14.0m/sから、0.5m/s間隔で段階的に風速を上げ、掃流限界流速を測定した。ただし、石のモデルが枠から流出した時の一様風速を掃流限界流速とした。また、各風速は一分間持続させ、状態を観察した。実験は最初の石のモデルが枠から流出するまでとし、繰り返し実験を行って掃流限界流速の頻度を測定した。表1に実験条件を示す。

4. 実験結果及び考察

掃流現象を支配している無次元数は無次元限界掃流力である。粒径3cm以上では、無次元限界掃流力是一定の値をとることが知られている²⁾。無次元限界掃流力は式(1)で求めた。

$$\tau_{*c} = \frac{C_D \frac{\rho U_c^2}{2}}{(\sigma - \rho)gd} \quad (1)$$

ここで、 τ_{*c} :石のモデルの無次元限界掃流力、 C_D :石のモデルの抗力係数、 ρ :空気の密度、 U_c :掃流限界流速、 σ :石のモデルの密度、 g :重力加速度、 d :石のモデルの球体積相当径。

また、無次元限界流速は式(2)で定義する。

$$\bar{U}_c = \frac{U_c}{\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\rho} - 1\right)gd}} \quad (2)$$

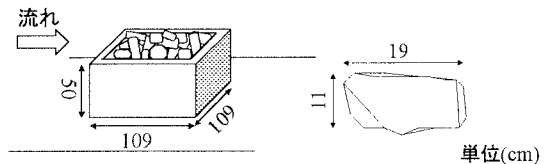


図1 実験装置概略図 図2 石のサンプルの一例

表1 実験条件

条件	1	2	3
形状	割栗石		球
配置	疎	密	六方細密格子
充填率(%)	0.472	0.541	0.566
実験回数	90	50	20

Key Word : 多自然型河川工法 風洞実験 掃流限界流速 頻度分布 石の移動形態

連絡先: 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 Tel/Fax03-5707-2186

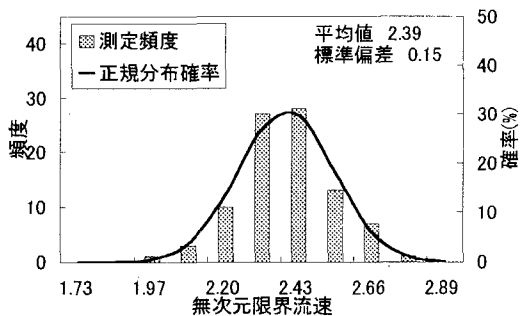


図3 掃流限界流速の頻度分布(条件1)

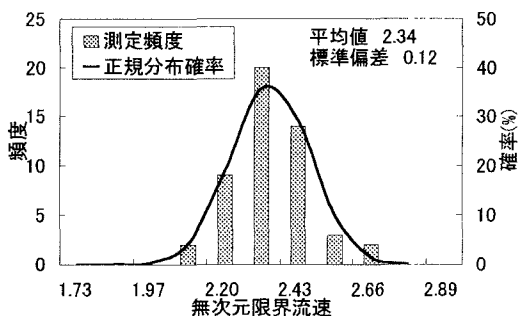


図4 掃流限界流速の頻度分布(条件2)

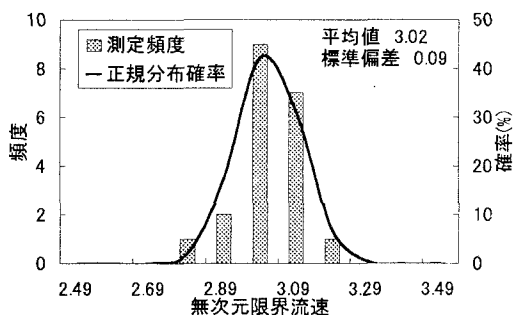


図5 掃流限界流速の頻度分布(条件3)

ここで、 $\bar{U}_c$: 無次元限界流速。

図3, 図4, 図5にそれぞれ, 条件1, 条件2, 条件3の掃流限界流速の頻度分布を示す。全条件において掃流限界流速の頻度分布は正規分布に近いグラフとなった。条件1と条件2について, 平均値はほぼ同じ値であり標準偏差は条件2の方が小さな値をとった。これは石のモデルの配置の違いが標準偏差に影響を与えたためだと考えられる。また, 条件3は全条件の中で最大の平均値と最小の標準偏差をとった。条件3の形状と配置の規則性が平均値を大きくし, 標準偏差を小さくしたと考えられる。

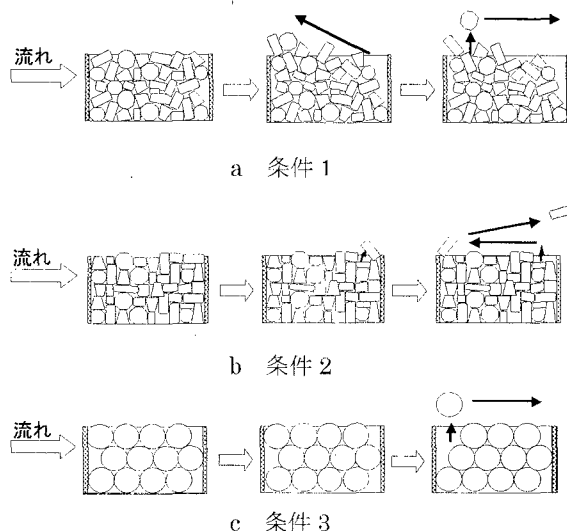


図6 石のモデルの移動形態

図6に条件1, 条件2, 条件3の掃流が生じるまでの石のモデルの移動形態を図示する。aのように石のモデルを疎に配置した場合は, 風速を上げるにつれ, 全体的に石が移動しながら上流側に盛り上がり流出した。一方, bのように割栗石のモデルを密に配置した場合, 下流側の石が数個上流方向に移動し流出した。また, 球体の場合はcのように上流側の石が一つ浮かび上がり流出した。割栗石のモデルの配置が密であるものは, 配置が疎であるものより, 大きな流速で石のモデルの重心が移動したが, 石のモデル上面が平らであるため, 石のモデルは滑るように上流側に移動し, ほぼ同じ流速で流出した。球体については流出までの移動はみられなかった。流出するまでの石の移動が少ない方が, 掃流限界流速の標準偏差を小さくする傾向があった。

5. 結論

掃流限界流速の平均値及び標準偏差には, 流出するまでの石の移動形態が大きく影響していると考えられる。移動形態の違いは, 割栗石の形状や配置の違いによるものである。配置及び形状の不規則性が掃流限界流速の平均値を小さくし標準偏差を大きくする傾向があることが示された。

参考文献

- 1) 財団法人 リバーフロント整備センター: ふるさとの川をつくり育てる, 大成出版社, p14, 2000
- 2) 山本晃一: 日本の水制, 山海堂, p227, 1996