

景観に配慮した急勾配粗石ブロック上の流れの特性

日本大学大学院理工学研究科 学生員○神田志保 日本大学理工学部 正員 高橋正行
日本大学理工学部 正員 安田陽一 日本大学理工学部 正員 大津岩夫

庭園や公園などの景観・親水設計に「流れの美しさ」を利用する試みがなされている。これは「流れ」の有する「動」が周囲の「静」なる対照物と調和して美しい景観を創り出すためと考えられる¹⁾。従来、景観・親水設計の研究として、落水水を対象とした研究がある^{2),3)}。一方、景観的に美しい流れの一つとして、溪流河川で見られるせせらぎが挙げられるが、溪流河川で見られるせせらぎを景観設計に取り入れるために必要な流況特性は明らかにされていない。本研究では、河川横断構造物周辺の流れの景観設計を可能にするために、傾斜面上に等間隔にブロックを設置し、ブロック上を通過する流れの流況分類を行い、その形成条件を明らかにした。また、ブロック上の流況特性に対する勾配、ブロックの寸法および設置間隔の影響を示した。

実験 実験は幅 80 cm、長さ 18m の長方形断面水路に 1/5, 1/10, 1/15 の急勾配水路模型を設置して行った。また、急勾配水路上で 3 次元的な水面の凹凸を伴った流れが形成されやすくするため、縦横断等間隔に矩形ブロックを千鳥に配列した。ブロックの大きさについては、10cm×10cm と 30cm×30cm の 2 種類を用いた。また、30cm×30cm のブロックにおいては 5cm と 10cm のブロック高さを使い、10cm×10cm のブロックにおいては 4.2cm のブロック高さをを用いて検討した(この場合、ブロック横断方向の間隙総幅 b と水路幅 B との比 b/B は 0.25, 0.5 であり、ブロックの集中密度 I^4 は 9.4%、10.5%、12.2%、ブロック 1 個当たりの占有率 A は 0.25, 0.56 である)。流況把握の第 1 段階として、ブロック上に形成される流況についてビデオカメラを用いて記録した。

流況の説明 ブロックを越える流れの流況は水路勾配 $\tan \theta$ 、ブロックの相対高さ s/dc (dc : 限界水深)、ブロックの配置、ブロックの設置範囲(集中密度 I^4)、ブロック 1 個当たりの占有率 A 、ブロックが設置された斜面の相対長さ L/dc によって変化し、ブロックの間隙を流れる流況(Type A)、ブロック前方に表面渦が形成される流況(Type B)、ブロック上を射流で流下する流況(Type C)に分類される。水路勾配およびブロックの設置規模による流況の比較を写真 1~4 に示す。写真に示されるように、Type A の流況が形成される場合、水路勾配およびブロックの設置範囲を変化させても流況変化はほとんど見られない。これは、流量規模が相対的に小さいため、空気混入した流れが形成されなかったことによるものと考えられる。Type B が形成される場合、ブロック前方に表面渦が形成されているため、基本的に空気混入した流れとなる。また、水路勾配が大きく、ブロック集中密度が小さくなるほど気泡混入量が増え、遠方からも流況が明確に観察できる。この場合、気泡混入量が増えるほど、せせらぎの音が大きくなる。これらのことから、気泡混入量の程度を制御することで景観ばかりでなく水生生物の簡易的な通路(例えば魚道)の利用が考えられる。Type C が形成される場合、流量の相対的な規模によって、ブロックを通過する際水跳ねが生じる場合、水面の凹凸が小さくなる場合などが見られる。いずれの場合においても水路勾配が大きくなると、ブロックを通過する流れが大きく乱れるため、空気混入した流れが形成されやすくなる(写真 1,2)。ただし、斜面の相対長さが小さくなると、乱流境界層が水面まで到達せず、斜面上で空気が混入されなくなる。

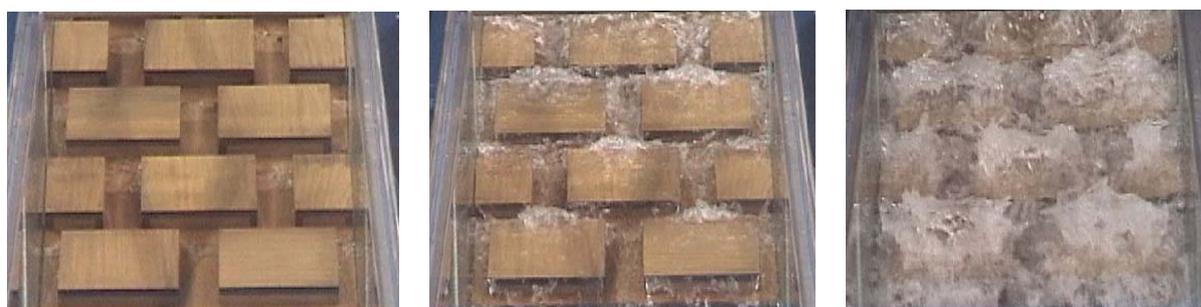


a) Type A

b) Type B

c) Type C

写真 1 1/5 勾配, 10cm×10cm, ブロック高 $s=4.2$ cm ($A=0.25$, $b/B=0.50$, $I=10.5\%$)



a) Type A

b) Type B

c) Type C

写真 2 1/5 勾配, 30cm×30cm, ブロック高 $s=5.0$ cm ($A=0.56$, $b/B=0.25$, $I=9.4\%$)

キーワード：景観設計、流れの景観、急勾配水路、ブロック、局所流

連絡先：〒101-8308 千代田区神田駿河台 1-8; Tel.&Fax.03-3259-0409; E-mail:yokyas@civil.cst.nihon-u.ac.jp



a) Type A

b) Type B

c) Type C

写真3 1/15 勾配, 10cm×10cm, ブロック高 $s=4.2$ cm ($A=0.25$, $b/B=0.50$, $I=10.5\%$)



a) Type A

b) Type B

c) Type C

写真4 1/15 勾配, 30cm×30cm, ブロック高 $s=5.0$ cm ($A=0.56$, $b/B=0.25$, $I=9.4\%$)

各流況の形成条件 ブロック上で形成される各流況の形成条件について、 $s/dc=f(\tan \theta, A, b/B, I)$ の関係で整理したものを図1~3に示す。図に示されるように、Type A と Type B との境界を示す相対ブロック高さ s/dc は水路勾配 $\tan \theta$ が大きくなるにつれて小さくなる。また、 $b/B=0.25$ の場合と $b/B=0.5$ の場合との違いが見られ、水路勾配が小さくなるほどその違いが大きくなる。これは、 b/B の大きさによって隙間を流れる流速の大きさに違いが生じ、特に水路勾配が小さいほどその流速の違いが大きく影響するものと考えられる。Type B と Type C との境界については、 $b/B=0.25, I=9.4\%$ の場合を除いて水路勾配 $\tan \theta$ による相対ブロック高さ s/dc の変化はほとんど見られなかった。 $b/B=0.25, I=9.4\%$ の場合、 $\tan \theta$ が大きくなるにつれて、 s/dc が大きくなる。これは、 b/B が小さくなると b/B が大きい場合に比べて隙間を流れる運動量が大きくなるため、水路勾配が大きくなるにつれてブロックを射流で乗り越えやすくなったものと考えられる。

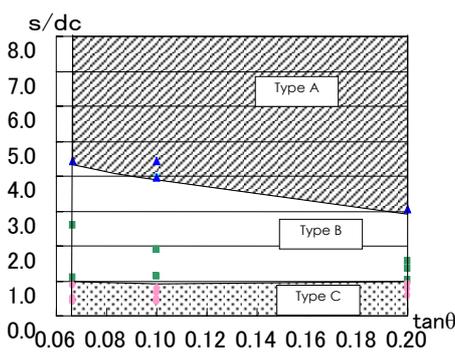


図1 $s=4.2$ cm, $A=0.25$, $b/B=0.5$
 $I=10.5\%$ の場合

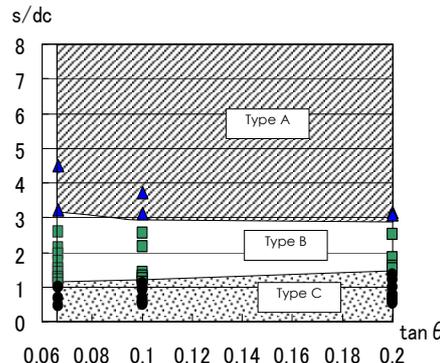


図2 $s=5.0$ cm, $A=0.56$, $b/B=0.25$
 $I=9.4\%$ の場合

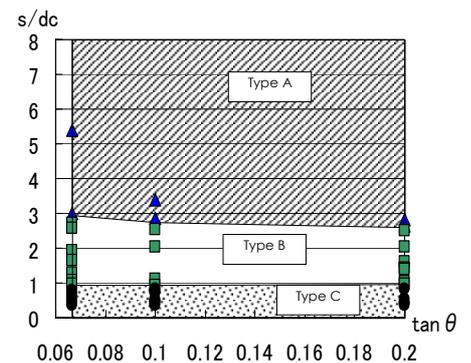


図3 $s=5.0$ cm, $A=0.73$, $b/B=0.16$
 $I=12.2\%$ の場合

謝辞

本研究を実施するにあたり、平成15年度日本大学学術フロンティア「地域環境の評価と保全に関する研究」から研究助成を受けた。ここに謝意を述べる。

参考文献

- 1) 高橋, 神田, 安田, 大津, (2003), 第58回土木学会年次学術講演会, 土木学会, II-135, CD-ROM
- 2) 逢澤正行, (2002), 景観水理学序論, 鹿島出版
- 3) 逢澤, 篠原, (1998), 自由落下型の落水表情についての実験的研究, 土木学会論文集, 土木学会, No.593/II-43, pp.105-115.
- 4) 後藤, 安田, 大津, (2003), バッフルブロックによる跳水の制御, 流体力の評価とその応用に関する研究論文集, 土木学会, 第2巻, pp.13-16