

法面用ブロックの開口形状と土壌流出傾向に関する基礎的研究

岡山大学 正会員 ○里本公明

岡山大学 正会員 前野詩朗

ランデス(株) 野村修治

1. はじめに

環境に配慮した河川整備が各地で盛んに行われている。護岸法面も緑化が図られるようになり、緑化目的の法面用被覆材として土壌充填用の孔や凹部を有するコンクリートブロックが開発され実用されている。しかし、この種の覆土式緑化ブロックについては、植物が根付く前に覆土が流出してしまうという例が報告されており、有効な設計指針が必要である。そこで、本研究では孔を有する覆土式緑化ブロックの開口部の形状や大きさ、さらに配列の違いが土壌流出に及ぼす影響について実験的に検討を行なった。

2. 実験の概要

実験は長さ5m、幅0.4m、高さ0.6m、勾配1/100の水路上に開口部を図1に示すように配置して行なった。開口部には孔を有する模型ブロック(B400×L400×H200mm)を2個並べて設置している。孔は貫通孔で深さは200mmである。孔の平面形状は円形および正方形であるが配置や向きを変えCase1～4の配列を設定し、さらに孔の大きさを2通りに変化させ、表1に示す8ケースの配列を実験対象とした。開口径50mmのケースの孔配列を図2に示す。

孔内に砂試料($d_{50}=1.28\text{mm}$)を充填した後、流量32(l/s)で60分間通水し水深、流速分布(30分経過後)および洗掘深(終了後)を測定した。流速は図1に示す断面Ⅰおよび断面Ⅱの孔部ならびに無孔部の4箇所(図2の+記号の位置)でピトー管により測定した。洗掘深の測定は、各ケース5個の孔(図2参照)を対象として各孔の中央軸上の3点(z1:上流側, z2:中央, z3:下流側)で行なった。なお、Case1のみ流量10(l/s)および15(l/s)の追加実験を行ない洗掘深推定の資料とした。

3. 結果および考察

3.1 流速分布

図3は断面Ⅱにおける開口径100mmの4ケースの流速分布を示している。無孔部・孔部ともにCase3が最も流速は低減されている。Case3は流下方向の開口幅が他のケースの約1.4倍であり、孔内に発生する渦の規模も大きくなるためであると推察される。また、孔部ではCase1の流速が大きい。Case1は流下方向の孔間隔が最も長いケースであり、上流の孔による乱れの影響を受けにくい配列であるといえる。

3.2 洗掘深

図4に孔No.1～5の平均の洗掘深を示す。まず、Case1とCase2は同じ円形断面の孔であるが、両者の洗掘深

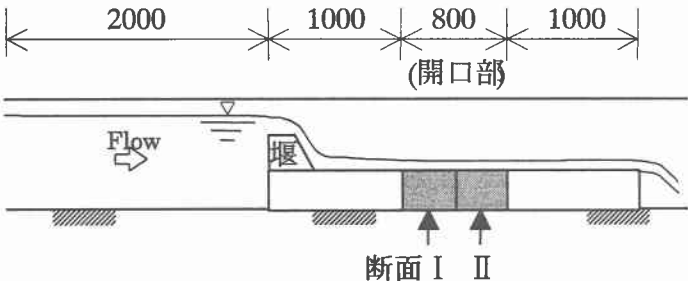
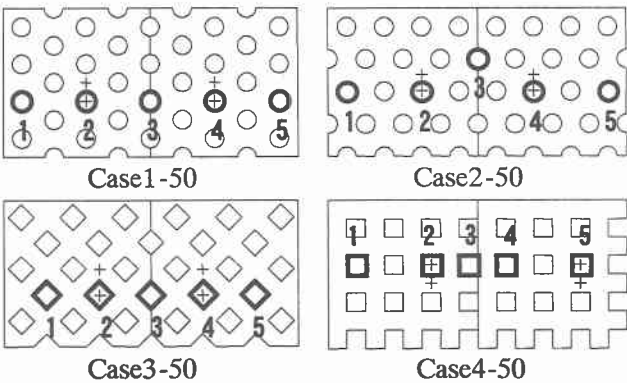


図1 実験水路（正面図，単位：mm）

表1 実験条件

Case	開口部	
	形状・配置	大きさ(mm)
Case1-50	○ちどり	φ50
Case1-100	○ちどり	φ100
Case2-50	○縦列	φ50
Case2-100	○縦列	φ100
Case3-50	◇ちどり	辺長50
Case3-100	◇ちどり	辺長100
Case4-50	□縦列	辺長50
Case4-100	□縦列	辺長100



+：流速測定位置，1～5：洗掘深測定孔

図2 開口部の孔配列および測定位置(50mm 孔)

に差が生じた。これには孔内に発生する渦の上下振動の影響が考えられる¹⁾。すなわち、流下方向の孔間隔が短い Case2 の方が孔上の水流の乱れは強くなり、その乱れが渦の上下動を励起し洗掘を進行させたと推察する。

つぎに Case3 と Case4 に着目する。Case3 は孔の上流側に比べ下流側での洗掘が著しい。逆に Case4 は上流側で洗掘が進行する傾向にある。Case3 は孔内にもぐりこむ流れを集中させる断面形状をしているが、Case4 は下流側の孔壁が流れに垂直な平面形状である。このような断面形状の相違による孔内の流れの形態の違いが両者の洗掘形状に影響したものと考えられる。

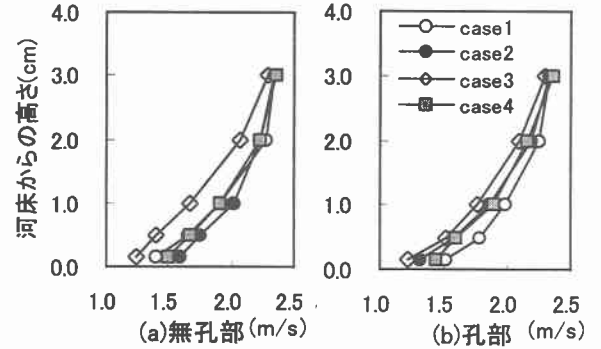


図3 断面Ⅱにおける流速分布 (100mm 孔)

3.3 洗掘深の予測

洗掘量が最小となった Case1 について洗掘深の推定を試みる。

洗掘の起動力となる無次元流速を次式で与える。

$$\left(\frac{v}{\sqrt{gD}} \right)^\alpha \quad (1)$$

ここに、 v : 孔上の平均流速、 g : 重力加速度、 D : 洗掘孔の直径、 α : 係数である。

つぎに、式(2)に示す無次元量を抵抗力と考える。

$$\left(\frac{u_{*c}^2}{(\sigma/\rho - 1)gd} \right)^\beta \quad (2)$$

ここに、 u_{*c} : 限界摩擦速度、 σ : 土粒子の密度、 ρ : 流体の密度、 d : 土粒子の平均粒径、 β : 係数である。

実際の洗掘の起動力は無次元流速を表す式(1)と無次元抵抗力を表す式(2)の比で表すことができる。

$$\left(\frac{v}{\sqrt{gD}} \right)^\alpha / \left(\frac{u_{*c}^2}{(\sigma/\rho - 1)gd} \right)^\beta \quad (3)$$

図5に無次元洗掘深 z/D と式(3)の関係を示す。なお、係数の α, β についてはケース不足のため本研究では $\alpha = \beta = 1$ としている。また、限界摩擦速度の算出には岩垣の式²⁾を用いた。図5より、 z/D と式(3)の間には有意な関係が認められ、本実験における砂粒径程度であれば式(3)により洗掘深の推定が可能である。

4. まとめ

本研究により得られた主要な結論は以下のとおりである。

- (1) 孔の形状・配列は土壌流出に影響を及ぼす。これは洗掘が孔内の渦の規模や形態に依存するためである。
- (2) 流下方向の孔間隔が短い場合、水流の乱れによる孔内渦の上下動が洗掘を進行させる可能性が示された。
- (3) 洗掘孔上の平均流速と砂の掃流抵抗力により洗掘の予測が可能であることが示された。
- (4) 植生の基盤となる土壌を保持するためには孔の深さを開孔径の3倍程度とする必要がある。

参考文献 1)前野他：「護床工からの土砂の抜け出しに及ぼす変動水圧の影響に関する研究」, 水工論, Vol.45, 2001.

2)川村三郎：土砂水理学1, 森北出版, p.64, 1982.

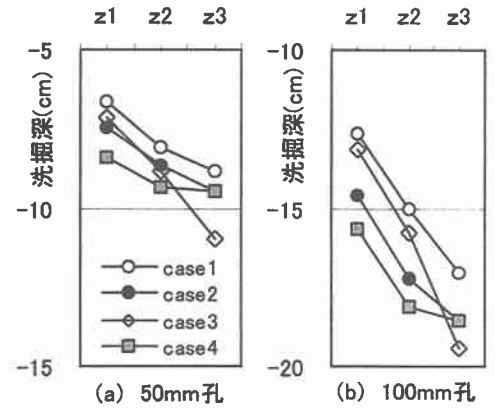


図4 洗掘深 (孔 No.1~5 の平均)

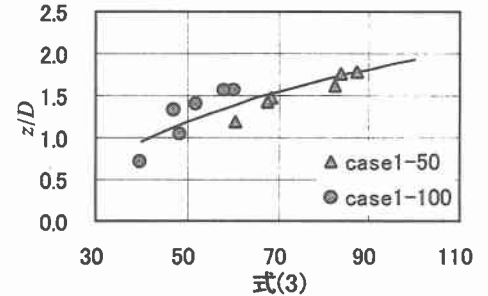


図5 z/D と式(3)の関係