

# 植生密生度の変化が蛇かごに働く流体力に与える影響に関する実験的研究

○ 武蔵工業大学 学生員 西谷 典之\*

武蔵工業大学 正会員 長岡 裕\*

武蔵工業大学 正会員 田中 厚至\*

東急建設(株)技術研究所 加藤 信男\*\* 熊谷 裕道\*\*

## 1. はじめに

多自然型川づくりを実現するための護岸工法の一つに連接蛇かご植生工法がある。連接蛇かご植生工法は碎石、植生土壌、種子等を充填した蛇かごを連接させて河川の法面を覆い、法面の緑化を可能にする工法であるが、洪水時に蛇かごが流されないような水理学的設計法の確立が課題とされている<sup>1)</sup>。

本研究は植生が定着した蛇かごの抗力係数、揚力係数とレイノルズ数の関係を明らかにし、植生の密生度の変化が蛇かごに働く流体力と安定性に与える影響について検討を行った。

## 2. 実験装置および実験条件

実験は高レイノルズ数領域での測定が可能である風洞を用いた。植生蛇かごの設置方法を図1に示す。蛇かごモデルは長さ1000mm、外径140mmの塩ビ水道管を半円形に切ったものを用いた。ロードセル(流体力測定器)に取り付けるモデルは重量軽減のため発泡スチロール製を用いた。目合い20mm×20mm、厚さ約2mmのプラスチック製のネットを蛇かごモデルの表面に沿ってはりつけた。

図2に植生配置図を示す。植生モデルは直径5mm、長さ200mmのプラスチック製の丸棒を用いた。

表1に実験条件を示す。実験4,6は、蛇かごの頂点に植生がない状態である。植生密生度 $\lambda$ は

$$\lambda = (\text{全植生の投影面積}) / (\text{植生領域面積}) \quad (1)$$

で定義した。

風速を5～30m/sまで5m/sずつ変化させ、対応する流体力(抗力、揚力)をロードセルで測定した。

本研究のレイノルズ数は  $Re = Vd / \nu$  ( $V$ : 一様風速,  $d$ : 蛇かごモデルの外径(14.0cm),  $\nu$ : 空気動粘性係数)と定義した。

抗力係数、揚力係数は式(2)、式(3)の定義に従って

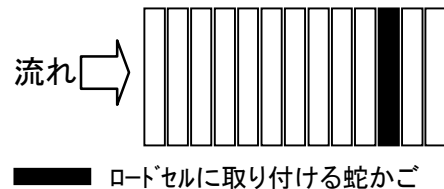


図1 植生蛇かごの設置方法

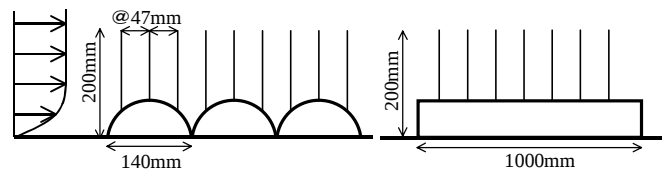


図2 植生配置図

表1 実験条件

|       | 植生密生度: $\lambda$ | 蛇かご一本あたりの植生数 |
|-------|------------------|--------------|
| case1 | 0.027            | 6本           |
| case2 | 0.050            | 11本          |
| case3 | 0.105            | 21本          |
| case4 | 0.115            | 22本          |
| case5 | 0.165            | 33本          |
| case6 | 0.219            | 42本          |
| case7 | 0.315            | 63本          |

求めた。

$$D = C_D \rho A_D V^2 / 2 \quad (2)$$

$$L = C_L \rho A_L V^2 / 2 \quad (3)$$

ここに、 $D$ : 抗力,  $C_D$ : 抗力係数,  $\rho$ : 空気の密度,  $V$ : 一様風速,  $L$ : 揚力,  $C_L$ : 揚力係数,  $A_D, A_L$ : 抗力, 揚力方向に射影した面積である。

## 3. 実験結果および考察

図3に抗力係数とレイノルズ数の関係を、図4に揚力係数とレイノルズ数の関係を示す。なお植生なしの条件( $\lambda=0$ )は西谷ら<sup>2)</sup>のデータを用いた。

植生蛇かごは抗力係数、揚力係数共に植生なしの条件に比べて増加した。また、植生密生度が変化することにより抗力係数は変化がみられるが、揚力係数は大きな変化がみられなかった。

植生密生度の影響を検討するため、図5に植生密

キーワード: 多自然型川づくり, 蛇かご, 植生, 抗力, 揚力

\* 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL 03-3703-3111 FAX 03-5707-2186

\*\* 〒229-1124 神奈川県相模原市田名字曽根下 3062-1 TEL 042-763-9511 FAX 042-763-9502

生度と抗力係数，揚力係数の関係を示す．

抗力係数は植生密生度  $\lambda=0.105$  においてピークに達し，その後は減少している．これは植生密生度が増加すると蛇かご周りの流速が低減されるために，蛇かごに働く流体力が小さくなったためであると考えられる．また，揚力係数は植生の密生度によらず 0.02 前後ではほぼ一定となった．

洪水時のレイノルズ数(約 120 万)に比べて測定領域のレイノルズ数は小さいが，抗力係数，揚力係数の値がほぼ一定であるために，風速 30m/s 時の抗力係数，揚力係数は洪水時の値として用いることができると考えられる．

4．法面に置かれた蛇かごの滑動に対する安定性

風洞実験により得られた抗力係数，揚力係数を用いて安定計算を行った．表 2 に一樣風速 30m/s 時の抗力係数，揚力係数を示す．図 6 に法面に置かれた蛇かごに働く力を示す．蛇かごが滑動に対して安定であるためには式(4)を満足しなければならない．

$$\{(W_w \sin \theta)^2 + D^2\}^{1/2} + \mu L \leq \mu W_w \cos \theta \tag{4}$$

ここに， $W_w$ :蛇かごの水中重量(146kg)， $D$ :抗力， $L$ :揚力， $\theta$ :法勾配， $\mu$ :静止摩擦係数(0.67)である．

式(4)の等号を満足するような流速を求めることにより滑動に耐え得る最大流速を算定した．図 7 に法勾配と滑動に耐え得る最大流速の関係を示す．

法勾配 1:2 において，植生がない蛇かごは約 8m/s の流速に耐えられるが，植生蛇かごは耐え得る流速が減少する結果になった．しかし， $\lambda=0.105$  で約 3.0m/s， $\lambda=0.315$  で約 4.5m/s の流速に耐えられるため，植生密生度が大きくなるにつれて蛇かごの安定性が増していくと考えられる．

5．まとめ

植生蛇かごは抗力係数，揚力係数共に植生がない状態より増加し，抗力係数は  $\lambda=0.105$  でピーク値をとった．植生蛇かごは植生密生度が大きくなるにつれて蛇かごの安定性が増していくと考えられる．

参考文献

- 1)長岡ら:連接蛇かご植生工法による河川法面の洪水時安定性に関する検討，第 32 回日本水環境学会年会講演集 p51
- 2)西谷ら:法面に置かれた連接蛇かごの流れに対する安定性に関する研究，第 54 回年次学術講演概要集第 7 部 p180,181

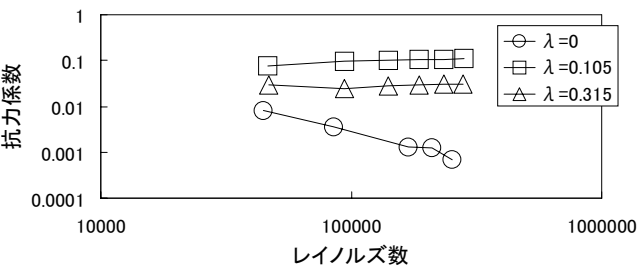


図 3 抗力係数とレイノルズ数の関係

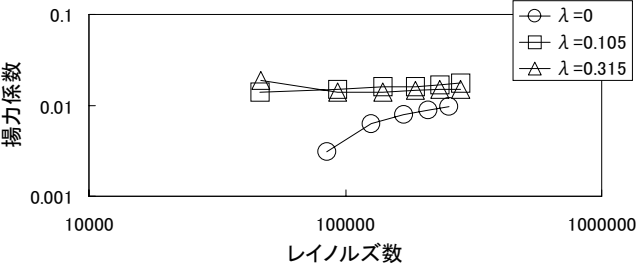


図 4 揚力係数とレイノルズ数の関係

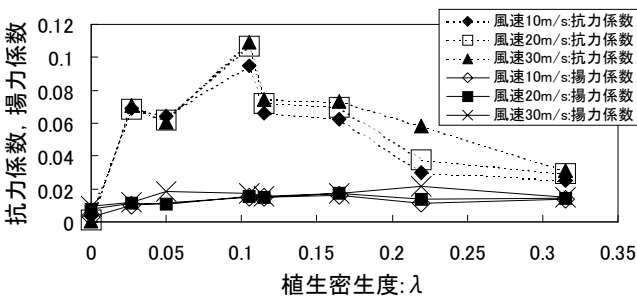


図 5 植生密生度と抗力係数，揚力係数の関係

表 2 蛇かごの抗力係数および揚力係数

|      | case1 | case2 | case3 | case4 | case5 | case6 | case7 | 植生なし <sup>2)</sup> |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|
| 抗力係数 | 0.071 | 0.061 | 0.109 | 0.074 | 0.073 | 0.059 | 0.031 | 0.001              |
| 揚力係数 | 0.012 | 0.019 | 0.018 | 0.016 | 0.018 | 0.021 | 0.015 | 0.01               |

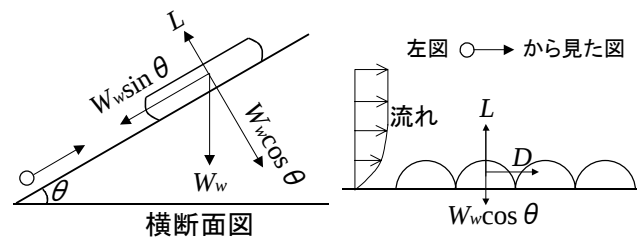


図 6 法面に置かれた蛇かごに働く力

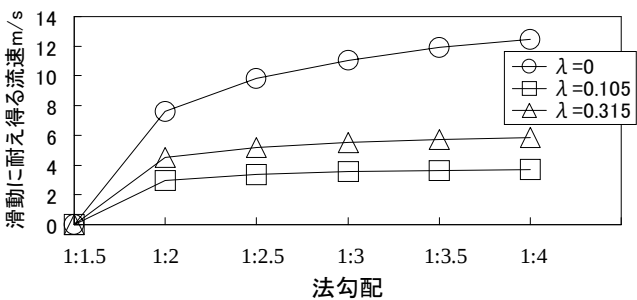


図 7 法勾配と滑動に耐え得る最大流速の関係