

VII-90

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

武蔵工業大学工学部 学生会員 ○西谷 典之*
 武蔵工業大学工学部 正会員 長岡 裕*
 武蔵工業大学工学部 正会員 田中 厚至*
 東急建設株式会社 正会員 屋井 裕幸**

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が、洪水時などに流水によって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¹⁾。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。

本研究は風洞実験により流水中の蛇かごの抗力係数、揚力係数とレイノルズ数の関係を明らかにし、法面における蛇かごの安定性に関する検討を行った。

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。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のみ重量軽減のため外径 125mm のアクリルパイプを用いた。かごのモデルとして目合 20mm×20mm、厚さ約 2mm のプラスチック製のネットを用い、蛇かごモデルの表面に沿ってはりつけた。

設置方法を図 1 に示す。「縦置き」は蛇かごの長手方向が流れと直角になり、「横置き」は蛇かごの長手方向が流れと平行になる置き方である。

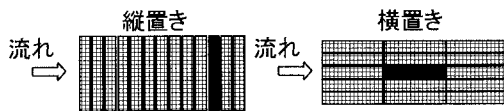


図 1 設置方法

実験条件は「縦置き」は先頭から 11 番目の蛇かごに働く流体力を測定し、後方にも 2 つの蛇かごを置いた。「横置き」は先頭から 2 番目の蛇かごに働く流体力を測定し、両側に 2 列ずつ、後方に 1 列

の蛇かごを設置した。また「縦置き」および「横置き」の先頭の蛇かごに働く流体力についても測定した。

3. 測定方法

風速を 5 m/s から 30 m/s まで 5 m/s ずつ変化させ、対応する流体力をロードセルにより測定した。

本研究のレイノルズ数は $Re = Vd/\nu$ と定義した。ここに、 V : 一様風速、 d : 蛇かごモデルの外径(12.5cm)、 ν : 空気動粘性係数である。

洪水時の蛇かご周りの流れに対するレイノルズ数は流速を 6m/s と仮定し、また実際の蛇かご直径が 20cm であるために約 120 万となる。本研究での最大レイノルズ数は約 25 万である。

4. 実験結果および考察

抗力係数、揚力係数は式(1)、式(2)の定義に従って求めた。

$$D = C_d \rho A_d V^2 / 2 \quad (1)$$

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

ここに、 D : 抗力、 C_d : 抗力係数、 ρ : 空気密度、 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。

図 2 に蛇かごに働く抗力、揚力係数とレイノルズ数の関係を示す。揚力係数はほぼゼロに近く設置方法の違いによる変化は見られないが、抗力係数は「横置き」の方が「縦置き」より大きいため、「縦置き」の方が受ける流体力が小さいと考えられる。

図 3 に先頭部の蛇かごに働く抗力、揚力係数とレイノルズ数の関係を示す。中間部(図 2)に比べて受ける流体力のオーダーが大きくなった。また、先頭においては「横置き」の方が「縦置き」よりも流れから受ける流体力が小さくなった。

先頭は抗力係数、揚力係数ともに中間部に比べて大きい値となった。これは図 4 に示す流速ベク

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

** 〒150-0002 東京都渋谷区渋谷 3-11-11 IVY イーストビル TEL 03-5466-5311

トル図から、中間部では境界層が発達し蛇かごの表面付近の風速が小さくなり、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、先頭はそれより前方に蛇かごがないために、流れの非対称性が大きいことが考えられる。

実際の洪水時のレイノルズ数(約 120 万)に比べて測定領域の最大レイノルズ数(約 25 万)は小さいが、抗力係数、揚力係数の値がほぼ収束しているために、レイノルズ数 25 万のときの抗力係数、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。

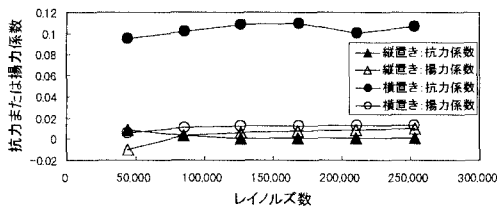


図2 「縦置き」と「横置き」の比較

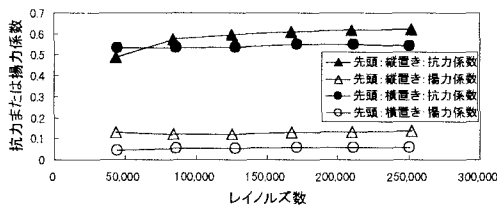


図3 先頭における「縦置き」と「横置き」の比較

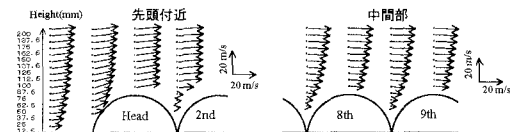


図4 流速ベクトル図(一樣風速 20m/s: 縦置き)

5. 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、揚力係数を用いて滑動に耐え得る最大流速を算定した。表 1 にレイノルズ数 25 万における抗力係数、揚力係数の値を示す。

表 1 蛇かごの抗力係数および揚力係数

設置条件	縦置き:先頭	縦置き:中間	横置き:先頭	横置き:中間
抗力係数	0.62	0.001	0.54	0.11
揚力係数	0.14	0.010	0.056	0.013

図 5 に法面に置かれた蛇かごに働く力を示す。蛇かごが流水中で滑動に対して安定であるためには式(3)に示す条件を満足しなければならない。

$$\{(W_w \cdot \sin \theta)^2 + D^2\}^{1/2} + \mu \cdot L \leq \mu \cdot W_w \cdot \cos \theta \quad (3)$$

ここに、 W_w : 蛇かご 1 本の水中重量、 D : 抗力、 L : 揚力、 θ : 法勾配、 μ : 静止摩擦係数である(ただし、計算では $W_w=146\text{kg}$ 、 $\mu=0.67$ とした)。

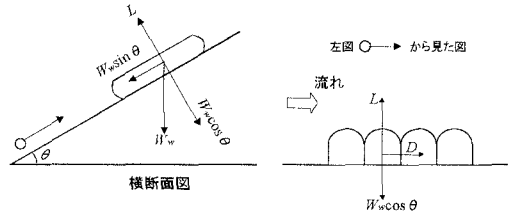


図5 法面に置かれた蛇かごに働く力

式(1)～式(3)を用いて、式(3)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 6 に法勾配と滑動に耐え得る最大流速の関係を示す。

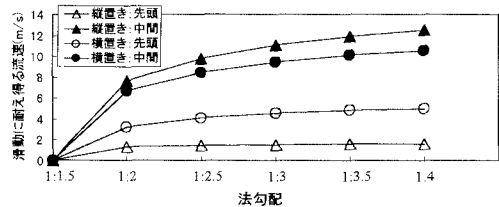


図6 滑動に耐え得る最大流速と法勾配の関係

法勾配が 1:2 のとき、約 7.6m/s(縦置き時)の流速、先頭では約 3.2m/s(横置き時)の流速に耐えられる結果となった。また先頭では「横置き」、中間では「縦置き」の方が耐え得る流速が大きいという結果となった。実際の洪水時の流速を 6 m/s と仮定した場合、法勾配が 1:2 よりも緩やかであれば設置方法を問わず安定である。しかし、先頭においては法勾配を緩やかにしても安定領域には至らず、先頭においては特に安定性が低いことがわかった。

6. まとめ

先頭は「横置き」、中間部は「縦置き」の置き方が受ける流体力が小さく、滑動に耐え得る流速が大きいことがわかった。

先頭は蛇かごに働く流体力が大きいために、安定性を高める措置が必要であると考えられる。

謝辞：本研究は中村 聡氏、栗田 剛氏をはじめ東急建設(株)技術研究所の方々の多大な協力を得て行われました。ここに記し、深く感謝の意を表します。

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會講演集, p.51