

ジオテキスタイル製ふとん籠の水理特性に関する実験的研究

(株)建設技術研究所 正会員 高田 保彦
前田工織(株) 正会員 前田 英史
岐阜大学 正会員 八嶋 厚

1. はじめに

ジオテキスタイル製ふとん籠は、化学繊維を箱形状に製袋した網材の中に中込め材（玉石や割栗石等）を充填したものであり、近年、河川護岸工や護床工に用いられている。しかし、現状では、ふとん籠の変形や破壊のメカニズム、適用限界や設計方法等に関しては未解明な部分も多い。

現在、ふとん籠に関する護岸設計では、「護岸の力学的設計法」¹⁾で示されている「掃流一籠詰め」モデルによる中込め材の粒径検討のみが行われており、一般にコンクリートブロック系護岸等の設計に用いられる「滑動一群体」モデルによる安定照査は行われていない。これは、ふとん籠が、コンクリートブロックのように中込め材が一体化して掃流力に耐えるものではなく、中込め材の移動限界を超えた時点でふとん籠自体が変形し、この変形過程がふとん籠の水理性能を規定することになることが要因の1つとして考えられる。

本実験では、水路上に設置されたジオテキスタイル製ふとん籠模型について、かごの変形前における流体力および周辺の水理量を計測した。これらの実験結果から、「滑動一群体」モデルを想定した各設計定数（抗力、揚力、横揚力）を算定し、籠設計の基礎データに用いるとともに、既往のブロック試験結果との比較も行った。

2. 実験概要

(1)実験施設：

実験施設として、長さ 30m、高さ 1.5m、水路幅 1.0m の二次元水路を使用し、流体力を計測する 4 分力計(Fx, Fy, Fz, My)を水路中央位置の水路床下に設置し（写真-1、図-1）、载荷棒による接合方法で 4 分力計とふとん籠模型を上面板に固定した。

ふとん籠模型の縮尺は、分力計の計測精度許容値（20N）から $S=1/15$ とし、 $W=950\text{gf}$ 、 $133\text{mm} \times 133\text{mm} \times H33\text{mm}$ の直方体とした。また、ふとん籠模型は、中込め材に市販の砕石を使用し、全体をニスで固結させて空隙を確保し、固結させた砕石を覆うように上面に上蓋としてかごと同素材の網材を被せ結束した。網材の表面被覆率は実物値と合わせた。

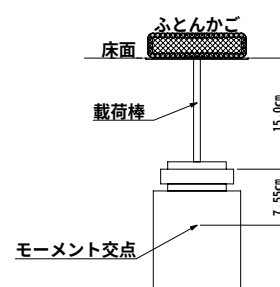
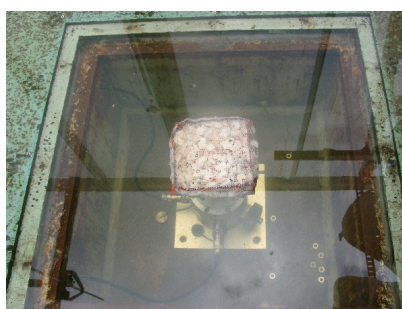


写真-1、図-1 4分力計及びふとん籠模型の設置状況

(2)実験内容：

実験は、水路上で単体・群体・上流端モデルの3種類の設置形態を再現し（写真-2、写真-3）、「護岸ブロックの水理性能試験法マニュアル」²⁾にそって実施した。実験流量は3ケースを通水し、ケース毎に水位縦断・流体力・鉛直流速分布を求め、これらの水理量から各流体力係数を算定した。流体力および流速値は、



写真-2 群体モデル



写真-2 上流端モデル

50Hzのサンプリングタイムで1分間計測し、平均値や標準偏差値等を求め解析を行った。

キーワード ふとん籠、ジオテキスタイル、水理性能評価、流体力係数、群体粗度係数

連絡先 〒300-2651 茨城県つくば市鬼ヶ窪 TEL 0298-47-0244

3. 実験結果

(1) ふとん籠上の鉛直流速分布：

図-2 に、上流端モデルでのふとん籠中央位置の鉛直流速分布を比較する（ $K_s=3\text{cm}$ 相当）。群体モデルでは対数則分布に近似されるが、上流端モデルではかご近傍で加速流が生じ、対数則分布に合わないことがわかる。

(2) 流体力と流体力係数：

図-3 に、上流端モデルでの抗力 F_x 、揚力 F_z を流量別に計測した結果を示す。流量の増加とともに流体力も大きくなる傾向であるが、群体モデルではかご近傍流速も減速され、上流端モデルでの流体力の $1/10 \sim 1/20$ 程度まで小さくなる。また、上流端モデルの中で上面の網材（上蓋）を切った網無し状態で流体力を測定した。この結果、抗力は多少小さくなり、揚力は $1/3 \sim 1/6$ まで減少した。これは、網材は中込め材とは密着せず流向にそって自由に変形するため、特に上流端モデルでは、斜め上方の流速が卓越し揚力が大きく影響したものと考えられる。

次に、変形前のふとん籠の流体力係数に関し、「滑動-群体」モデルへの適用を想定して以下の式から算定し、既往ブロックの流体力係数³⁾と比較した。

$$\text{流体力係数} = 2 \times \text{流体力} / (\rho A V^2)$$

ρ ：流体密度、 A ：流体力作用面積、 V ：近傍流速

図-4 に、既往ブロックの上流端モデルでの流体力係数の一部を示す。ふとん籠の流体力係数を併記したが、特に抗力係数 C_D が、既往ブロックよりも大きな値となっていることがわかる。これは、上面の網材（上蓋）に流体力が作用した結果と考えられる。

4. 結論

ふとん籠の群体設置時の鉛直流速分布は、一般的な粗面上の対数則分布を呈する。ふとん籠は、滑動せず静止摩擦力と掃流力が釣り合う状態においては、上面の網材（上蓋）にも流体力が作用しており、今後の検討課題として、流体力の軽減を考慮した上蓋網材のかご本体への固定方法の改良等が考えられる。

5. 参考文献

- 1) (財)国土開発技術研究センター編：護岸の力学設計法，(株)山海堂，1999
- 2) (財)土木研究センター編：護岸ブロックの水利特性試験法マニュアル第2版，2003
- 3) 中山修，佐古俊介，藤堂正樹，中村裕一，明石直也：「護岸の力学設計法」の適応にあたって考慮すべき不確定要因，河川技術論文集第7巻，pp115-120，2001
- 4) 高田保彦，末次忠司，諏訪義雄，東高德，平林桂：袋体工の流れに対する応答特性と設計上考慮すべき事項について，河川技術論文集第7巻，pp127-132，2001

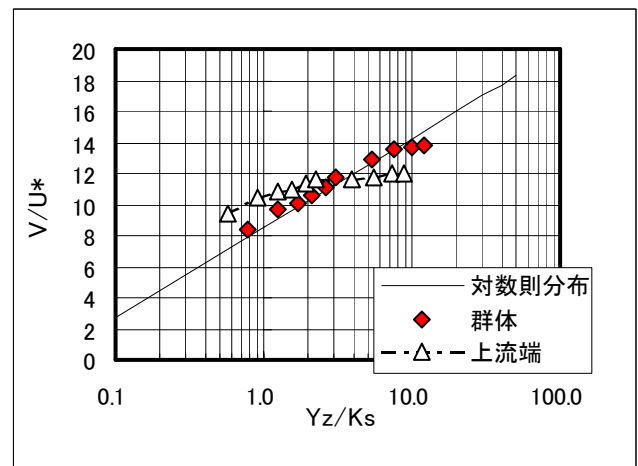


図-2 ふとん籠上の鉛直流速分布

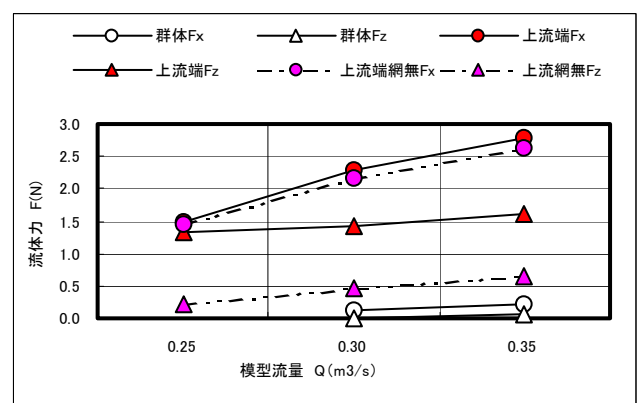


図-3 群体・上流端モデルの流体力比較

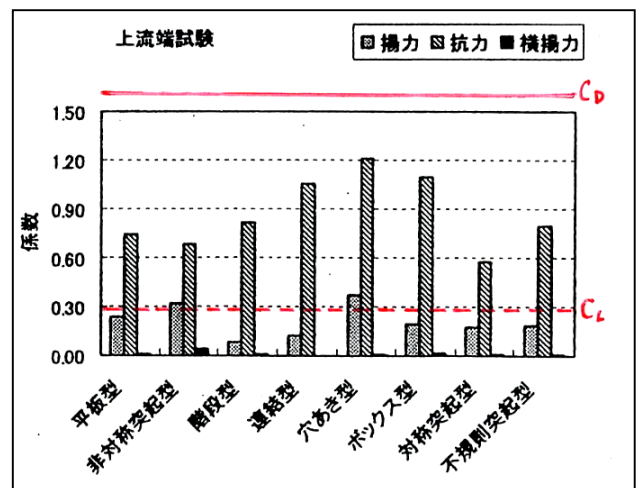


図-4 既往ブロックの流体力係数との比較