

環境保全用コンクリート浮島の設計と製作

環境構造工学講座 06609 遠藤友和
06640 能見卓也
指導教員 川上 洵

1. はじめに

近年、河川や湖沼において生態系の保護が注目され、生態系の形成を助長、保護する構造物の設置が望まれている。本研究は、主に水鳥の営巣促進を目的としたコンクリート浮島の設計と製作に関し、使用材料の特性を捉え、設計および製作の方法を模型を製作して検討したものである。

2. 浮島の構成と物理的性質

2.1 構成

コンクリート浮島の形状は図1に示す正五角柱で、内部に金網で被覆した正五角柱のビーズ法発泡スチロール（Expanded PolyStyrene、以下 EPS）を含み、外部に短繊維混入ポリマーセメントモルタル（以下、FPCM）を打設したものである。図1に示す寸法のうち浮島の正五角形の一辺の長さを a 、全高さを H 、側面のモルタル厚さを d_{side} 、上面のモルタル厚さを d_{top} および内部 EPS の高さ（以下、EPS 高さ）を h_E とする。要求される性能として、メタセンター高（傾心高）により安定性を評価し、喫水高の計算より上載可能な荷重を評価する。

2.2 メタセンター高と上載荷重

メタセンター高とは物体の重心位置からのメタセンター（傾心）の高さである。メタセンター高 h_m は以下の式(1)で求められ、メタセンター高が 0 より大きいとき、水に浮かぶ物体には復原力が働き安定する。上載荷重は浮島を水に浮かべたとき、水面に浮島の上部 1cm が露出するときの荷重を上載可能な荷重の上限とした。喫水高 h_d は以下の式(2)で求められ、上載可能な荷重 m は式(3)で求まる。

$$h_m = \frac{I}{V_d} - c \quad \cdots(1) \quad h_d = \frac{M}{A \rho_w} \quad \cdots(2)$$

$$m = A \rho_w (H - 1) - M \quad \cdots(3)$$

I: 正五角形の断面 2 次モーメント
V_d: 没水部の体積 c: 浮心から重心までの距離（上向き正）
M: 浮島の質量 A: 浮島の底面積 ρ_w: 水の密度

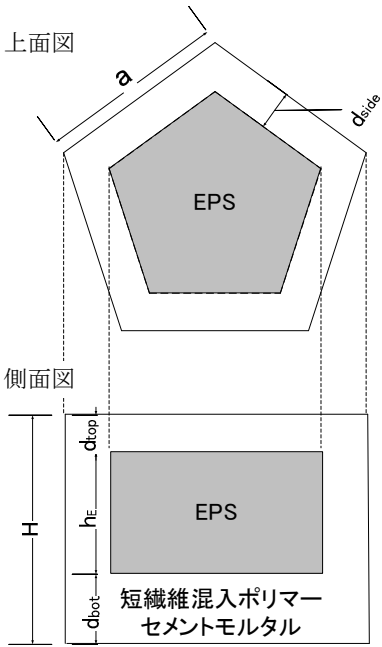


図1 上面図と側面図

3. 使用材料と強度特性

3.1 ポリマーセメントモルタルの使用材料と配合

FPCM は普通ポルトランドセメント（密度 3.15g/cm³）、中空軽量粉体（加熱発泡処理中空シルト、最大粒径 70μm、密度 0.65g/cm³）、ビニロン短繊維（長さ 6mm、密度 1.30g/cm³）および SBR エマルジョンを混和剤として用いている。FPCM の示方配合を表1に示す。なお、短繊維の使用による強度特性と変形性能の向上を確認するために短繊維を混入していないポリマーセメントモルタル（PCM）についても検討を行った。PCM の示方配合を同様に表1に示す。

表1 PCM、FPCM の示方配合

種類	W/C(%)	空気量 (%)	単位量(kg/m ³)				
			水	セメント	軽量粉体	短繊維	混和剤
PCM	58.7	2.0	405	690	134	0	78
FPCM		9.3	402	685	133	8	77

3.2 ポリマーセメントモルタルの物理的性質

PCM、FPCM は JIS A1132 に準じて角柱供試体（40×40×160mm）を作製して気中養生し、材齢 28 日で曲げ圧縮強度試験（JIS A 1106、JIS A 1119）を行った。PCM の曲げ強度は 5.95N/mm²であるが、短繊維を混和した FPCM では 7.45N/mm²まで増加した。FPCM は図2で示すように高い靱性を有し、浮島に作用する水圧や衝撃に対して高い変形性能があると考えられ、浮島に適した材料であると言える。

3.3 EPS

EPS(密度 0.027g/cm³)は金網(φ 0.2mm-10mesh)で被覆し、浮島内部に配置した。

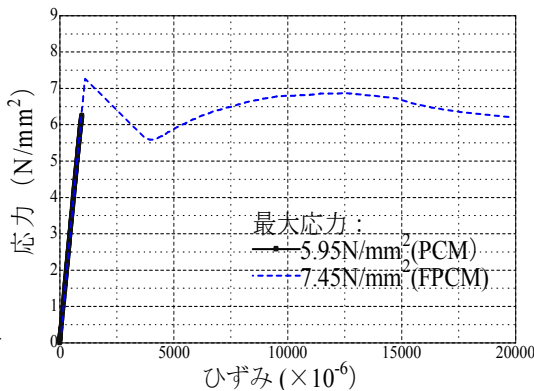


図2 曲げ応力とひずみ

4. 模型の設計と製作

4. 1 模型の設計

模型の寸法を表 2 に示す。ここで EPS 高さ h_E を変化させ、メタセンター高 h_m および上載可能な荷重 m の変化を考察し、適切な EPS 高さ h_E を決定した。EPS 高さ h_E とメタセンター高 h_m 、EPS 高さ h_E と上載可能な荷重 m の関係を共に図 3 に示す。

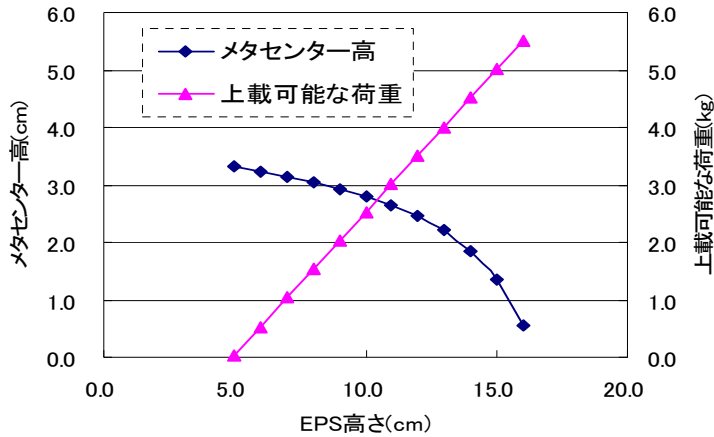


図 3 メタセンター高、上載可能な荷重と EPS 高さ

表 2 模型の寸法

	(cm)
五角形の一边 a	20.0
全高さ H	20.0
側面のモルタル厚さ d_{side}	2.5
上面のモルタル厚さ d_{top}	2.0

表 3 メタセンター高、喫水高、上載荷重の計算結果

EPS 高さ h_E (cm)	11.5
全質量 M (kg)	9.81
喫水高 h_d (cm)	14.25
メタセンター高 h_m (cm)	2.56
上載可能な荷重 m (kg)	3.27

図 3 よりメタセンター高と上載可能な荷重が互いにより大きくなるときの EPS 高さ h_E を適当であると考え、EPS 高さ h_E を 11.5cm とし、そのときのメタセンター高 h_m 、喫水高 h_d 、上載荷重の上限 m を式(1)、(2)、および(3)より算出し、表 3 に示す。

4. 2 製作

浮島の型枠はコンパネ板から切り出して組み立て、モルタルの漏出を防ぐためにつなぎ目を防水用シリコンでシーリングした。まず型枠底部にモルタルを高さ 6.5cm まで打設し、振動締め固め機で 10 秒間締め固めた。このとき、型枠からモルタルの漏出が無いことを確認した。さらに金網を被覆した EPS を設置して側面部にモルタルを充填し、再び振動締め固め機で 10 秒間締め固めた。最後にモルタルを上面に 2cm 充填し、仕上げを行った。製作の様子を写真 1 に示す。

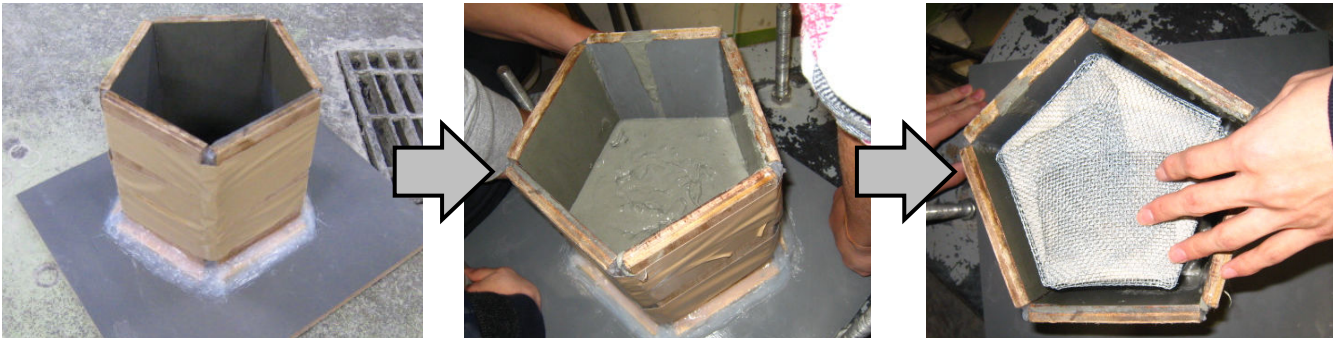


写真 1 製作の様子

4. 3 性能の照査

実際に水に浮かべたときの喫水高 h_d は 14.9cm、上載可能な荷重 m は 3.05kg となった。また、式(1)より、メタセンター高 h_m は 2.71cm であり、表 3 に示す設計上の数値と同等であった。

5. まとめ

実際に使用することを想定したコンクリート浮島は、水鳥の巣の大きさ、また水鳥の体重を考慮すると、五角形の一边 a が 60cm、上載可能な荷重 m は 60kg 程度が適切であると想定される。模型において、メタセンター高と上載可能な荷重は、設計上の数値と実際に製作した物の数値が同等になったことから、実際に使用することを想定したサイズの浮島においても同様の結果が得られると考えられる。

写真 2 浮く様子

