

# コンクリートカヌーの設計と製作

秋田大学大学院 学生員 ○山崎 昇, 秋田大学 正 員 徳重英信  
秋田大学 フェロー 川上 洵

## 1. はじめに

鉄筋コンクリート船の歴史は 1850 年に J.Lambot が製作した金網にモルタルを塗布して製作したボートに始まり、その流れは今日でもフェロセメントとして発展途上国等において活用されている。

本研究は、土木学会関東支部主催「第 15 回土木系学生によるコンクリートカヌー大会」で用いたコンクリートカヌーの設計と製作に関し、使用材料の特性、設計と施工、および航行特性などを報告するものである。

## 2. カヌーの形状と寸法

カヌー本体の形状は図 1 に示すように、カヌーの前後は対称形、平面形状は水を切りやすいシャープな形状とした。底面は直進性を重視したストレートとした。さらに断面形状は、傾いたときや波のあるところでも安定し、静水や流水が作用する場合にバランスのとれたシャローアーチとした。

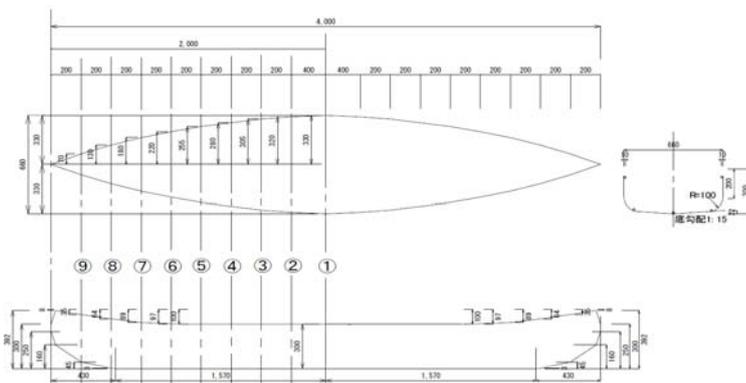


図 1 カヌーの詳細形状

浮力計算は以下のように行った。カヌー質量を 42kg およびクルー 2 名の総質量を 150kg とすると全質量  $W$  は 192kg となる。一方、浮力が作用する底面面積は船首部と船尾部（長さ 400mm×2）を無視すると  $1.418\text{m}^2$  となる。これに喫水  $d$  を乗じ、水の密度を乗じると、浮力  $B=1.1418 \times d \times 1000$  となる。したがって  $W=B$  より喫水  $d=0.135\text{m}$  となる。

表 1 カヌー各部の寸法

位置	底幅	長さ	片面積	前後面積
①	0.660	-	-	-
②	0.640	0.40	0.2600	0.5200
③	0.610	0.20	0.1250	0.2500
④	0.560	0.20	0.1170	0.2340
⑤	0.446	0.20	0.1006	0.2012
⑥	0.250	0.20	0.0696	0.1392
⑦	0.060	0.20	0.0310	0.0620
⑧	0.000	0.20	0.0060	0.0120
合計				1.4184

## 3. 使用材料と強度特性

### 3.1 ポリマーセメントペーストの使用材料と配合

使用したセメント系ペーストには補修用混合セメント（密度  $2.83\text{g/cm}^3$ ）を用い、中空軽量粉体（加熱発泡処理中空シルト、最大粒径  $70\mu\text{m}$ 、密度  $0.50\text{g/cm}^3$ ）、ビニロン短繊維（長さ 6mm）および SBR エマルジョンを混和剤として用いている。短繊維補強ポリマーセメントペースト（FPCM）の示方配合を表 2 に示す。なお、ポリマーの混和および短繊維の使用による強度特性の向上を検討するために、ポリマーおよび短繊維と

表 2 CM、PCM および FPCM の示方配合

種類	W/C (%)	空気量 (%)	単位量( $\text{kg/m}^3$ )				
			水	セメント	軽量粉体	短繊維	混和剤
CM	45	10	366	814	163	0	0
PCM			280	622	125	0	156
FPCM			278	618	124	7.4	155

ともに無混和のセメントペースト（CM）および短繊維を用いないポリマーセメントペースト（PCM）についても検討を行った。CM および PCM の配合を、同様に表 2 に示す。

### 3.2 補剛材料と配筋

補剛には鉄筋、高張力鋼線および金網を用いた。鉄筋は D6(SD295A)を底面からガンネル（縁）部まで計 5 本を軸方向に配置し、軸直角方向には 400mm ピッチで 8 本配置した。高張力鋼線は軸方向の鉄筋間に 50mm ピッチで配置し、鉄筋と高張力鋼線を亜鉛メッキ平織り金網（ $\phi 0.45\text{mm}/10\text{mesh}$ ）で被覆した。

キーワード コンクリートカヌー、ポリマーセメント、

連絡先 〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1 秋田大学工学資源学部土木環境工学科

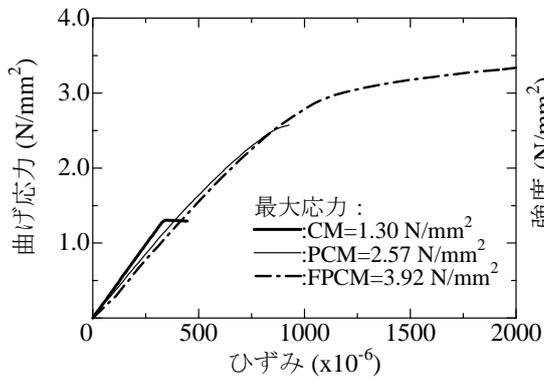


図2 曲げ応力とひずみ

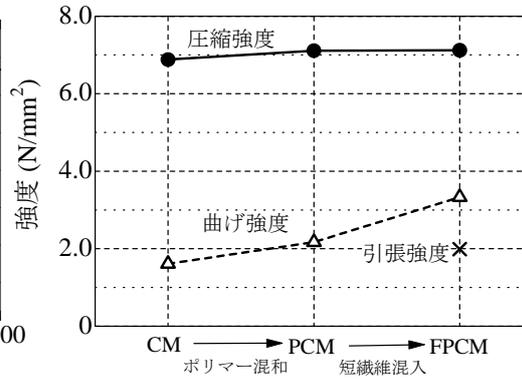


図3 ペースト供試体の強度特性

### 3.3 ポリマーセメントペーストの物理的性質

ポリマーセメントペースト (FPCM) はハンドミキサにより 1 分程度練混ぜた後、フロー値 (JIS R 5201) および空気量 (JIS A 1128) を測定した。その結果、各々187mm および 10.0%であった。角柱供試体 (40×40×160mm) を作製して気中養生を行い、材齢 28 日で測定した曲げ応力と供試体下縁部のひずみの関係を図 2 に示す。CM 供試体の曲げ強度は 1.30N/mm<sup>2</sup> 程度であるが、ポリマーの混和(PCM)により強度は 2 倍程度増加し、さらに短繊維の混和(FPCM)により CM 供試体の 3 倍程度の曲げ強度となった。さらに短繊維を混和した FPCM は図 2 に示すように高い靱性を有し、水密性を必要とし薄肉部材であるカヌー用材料として適切な材料である。

CM、PCM および FPCM の曲げ強度と圧縮強度、ならびに FPCM と金網で補強した RFPCM の引張強度を図 3 に示す。カヌー本体 (ハル) を構成する薄肉部材を成型するために金網は必要である。金網を FPCM の補強材として用いた RFPCM の引張強度は、FPCM の強度の 3 倍程度となり、運搬時や水圧、クルーの荷重などによるハルの変形に対しても、高い変形性能と強度が期待できることが明らかとなった。

### 4. カヌーの製作

カヌーの製作手順を図 4 に示す。最初に艇の形状に合わせたモールドをコンパネ板から切り出し、形状に合わせて鉄筋を加工し結束した後、モールドを角材に垂直および水平になるように固定し、底部キールラインおよび、両サイド、ガンネル部に縦筋を配置し溶接を行った。モールドを取り外した後、鉄筋から 50mm ピッチで高張力鋼線を結束し、写真 1 に示すように金網で覆い固定した。その後、写真 2 に示すように FPCM ペーストをカヌー外側から金網が隠れる程度 (2mm 厚程度) に塗布し、2 日間の気中養生の後に内側にも同様に塗布した。3 日間の気中養生の後、防水用アクリル樹脂を塗布し、その上にカラー塗料で塗装した。完成状況を写真 3 に示す。なお安定したパドル操作を行うために EPS 製のクルー 2 名分の座席を設置した。

### 5. むすび

作製したカヌーは、クルー 2 名のパドル操作においても安定した挙動を示し、運搬や航行中の変形に対しても特にトラブル等は生じていない。さらに「土木系学生によるコンクリートカヌー大会」にて平成 19 年度は優勝、平成 20 年度および平成 21 年度は準優勝の成績を得た。

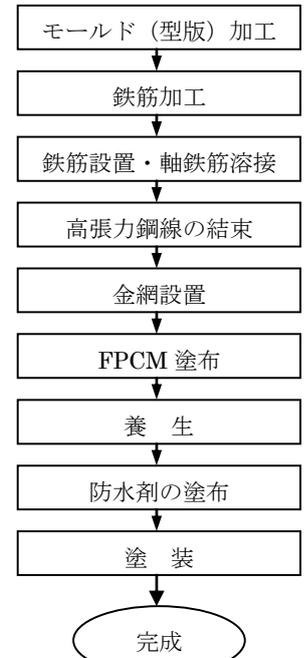


図4 製作手順



写真1 金網設置



写真2 ペースト塗布



写真3 完成したカヌー