

コンクリートカヌー製作の概要

代表者氏名	所属	カヌーの愛称
木村 裕章	大阪工業大学 文化会 土木文化研究部	H-SK II

○設計のコンセプトおよび構造上の工夫

◎カヌーの構造上の特徴

○形状

水の抵抗を軽減させるため、船首部分の形状を船体軸方向に 1000mm、船体軸直角方向に 700mm とした二等辺三角形の形状とした。

競技中において、2名のクルーの体がお互いに接触しないこと、クルーと船体が接触しないことを念頭にゆとりのあるスペースを確保することを設計のコンセプトとし、カヌーの寸法を以下のように決定した。カヌーの全景を写真-1に示す。

カヌーの寸法

全長 2500mm×全幅 700mm×高さ 450mm

○補剛部材の配置

a) D6鉄筋の使用

カヌー本体の自重やクルーの重さによりカヌーに作用する曲げモーメントに対して、カヌーの舟艇にD6の鉄筋を写真-1のように、配筋することにより曲げ耐力を確保した。

b) 金網の使用

モルタルに発生する引張応力を受け持つために、カヌーの全面に金網を配置することとした。内枠へ金網を添付した状況を写真-1に示す。



写真-1 補強材の配置状況

◎浮力計算の結果

2名のクルーの体重の合計を 140kg (一人当たり 70kg) とした場合の浮力計算の結果を以下に示す。

カヌーの体積

底版の体積：(船首部  $100 \times 70 \times 1/2$  + 中央部  $100 \times 70$  + 船尾部  $50 \times 70 \times 1/2$ )  $\times 1.5 = 18,375$  (cm<sup>3</sup>)

側版の体積：(船首部  $106 \times 43 \times 2$  + 中央部  $100 \times 43 \times 2$  + 船尾部  $61 \times 43 \times 2$ )  $\times 1.5 = 34,443$  (cm<sup>3</sup>)

計 52,818 (cm<sup>3</sup>)

カヌーの重量

カヌーの体積 52,818 (cm<sup>3</sup>)  $\times$  軽量モルタルの比重 1.5 (g/cm<sup>3</sup>) = 79,227 (g)  $\div$  79.2 (kg)

喫水の算定

水の比重 1.0  $\times$  1000 (kg/m<sup>3</sup>)  $\times$  定版の面積 1.225 (m<sup>2</sup>)  $\times$  喫水 h (m) = カヌーの重量 79.2 (kg)

+クルーの重量 140 (kg)

$\therefore$  喫水 h = 0.18 (m)

以上より、カヌーの高さは 45 (cm) であり、2名クルーの体重の合計を 140kg とした場合における喫水は h = 18 (cm) であることから、カヌーは浮くことが確認された。

○使用材料の工夫

◎使用材料

カヌーの軽量化を図るため、軽量モルタルを用いることとした。さらに、軽量モルタルは引張強度が小さいという短所を有するが、短繊維を混入することにより引張強度の向上を試みた。

その結果、軽量モルタルの物性値は、モルタルの比重 1.5 で圧縮強度 24.7N/mm<sup>2</sup>が得られた。使用した材料の特性等を以下に示す。

○軽量細骨材

低吸水性高性能軽量細骨材（24 時間吸水率 8.0%）を用いることとし、細骨材の寸法が 1.2mm 以下のものと 2.5mm 以下のものを 1：1 の割合で使用した。



写真-2 軽量骨材（寸法が 1.2mm 以下）



写真-3 軽量骨材（寸法が 2.5mm 以下）

○短繊維

スランプロスが小さく、こてによる表面仕上げ等の作業性が良いナイロン繊維を使用した。今回、使用した短繊維はイスラエルにおいてコンクリート用に開発された直径が 19μm、長さが 12mm の繊維であり、混入率は 0.04vol%とした。



写真-4 ナイロン繊維

○高性能 A E 減水剤

軽量骨材は比重が小さいため、締め作業中に材料分離を生じないように、高性能 A E 減水剤を用いてモルタルの粘性を向上させた。

表-1 使用材料の物理特性

使用材料		種類	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	主な物性
セメント	C	早強ポルトランド	3.12	
細骨材	S 1	低吸水性高性能軽量骨材	1.22 <sup>*1</sup>	24 時間吸水率 8.0% (寸法が 1.2mm 以下)
	S 2	低吸水性高性能軽量骨材	1.22 <sup>*1</sup>	24 時間吸水率 8.0% (寸法が 2.5mm 以下)
混和剤	S P	高性能 A E 減水剤		ポリカルボン酸エーテル系
短繊維		ナイロン繊維	1.17	繊維径 19μm、繊維長 12mm、引張強度 800Mpa、ヤング係数 4200Mpa

\*1：絶乾状態

◎モルタルの配合及び試験結果

表-2 モルタルの配合

W/C (%)	単位数 (kg/m <sup>3</sup> )				高性能 A E 減水剤
	W	C	S 1	S 2	
46.6	506	1086	91	91	C×1%

なお、短繊維を 0.04vol%混入した

表-3 各種試験結果

圧縮強度 f <sub>c</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	弾性係数 E <sub>c</sub> (k N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 f <sub>t</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	曲げ強度 f <sub>b</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	単位容積質量 (kg/m <sup>3</sup> )
24.7	11.6	1.45	2.06	1530

○製作過程の工夫

◎ カヌー制作方法に関する特徴

○ 試験練りの実施

カヌーの軽量化のため、ファイバー入り軽量モルタルを用いることとしたが、配合を検討するために、試験練りを2バッチ実施した。

試験練りにて作成したモルタルの中には、水に浮く程の軽量化（比重0.98）を実現したが、（写真-5参照）強度やワーカビリティ等のバランスを考慮し、最終的に前述した配合（表-2）とした。



写真-5 軽量化への試み

○ 材料の投入順序の検討

試験練りの結果、軽量骨材を最初から強制練りミキサーに投入し、練り混ぜると軽量骨材が粉碎され、骨材の表面積が増大し、吸水率が大幅に増加することが確認された。

そこで、セメントペーストを先に作成し、そこに軽量骨材を投入することとした。セメントペースト作成後に軽量骨材を投入する状況を写真-6に示す。



写真-6 軽量骨材の投入状況

○ 人員の配置検討

作業を効率よく進めるために、作業チームを2班に分け、工具類を用いて作業をする男性チームと採寸等を行う女性チームに分かれて作業を実施した。（写真-7,8参照）その結果、2日間（計6時間程度）で木製内枠を作成することが出来た。



写真-7 男性チームの作業状況



写真-8 女性チームの作業状況

◎ 製作工程及び期間

6月23～25日	内枠の作成（合宿の実施）
6月27日	補強鉄筋の配置、結束
7月4日	モルタルの試験練り
7月11日	底面のモルタル打設
7月19日	船首部左側面のモルタル打設
7月21日	船尾部左側面のモルタル打設
8月8日	船首部右側面のモルタル打設
8月22日	船尾部右側面のモルタル打設
8月29日	浮力体の設置、船体の塗装
9月5日(予定)	船体の塗装、係留ロープの設置、学会掲示用パネル作成
9月12日(予定)	船体名称の塗装、学会掲示用パネル作成
9月15日(予定)	進水式、学会掲示用パネル作成

◎製作に要した人数

土木文化研究部 部員8名（男子6名、女子2名）にて製作を行った。

○その他

○ 合宿の実施

作業を効率よく進めること、モチベーションの向上のために、2泊3日（6月23～25日）のスケジュールで合宿を開催した。

その結果、メンバーが寝食を共にしつつ、作業を実施したことから、大会出場に向けてのチームの結束が高まった。

○ 粉塵対策

試験練り使用する材料は、パーライト等の微細な粒子を扱うため、取り扱う際に粉塵対策としてマスク等を着用した。



写真-9 粉塵対策の状況

○完成写真

現時点での製作状況、側面の状況を写真-10、11に示します。



写真-10 現時点での製作状況



写真-11 側面の状況