

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
宇田 洋三	滋賀県生コンクリート工業組合	湖国乃焜

○設計のコンセプトおよび構造上の工夫

カヌーの構造上（形状、補剛部材の配置、浮力体の配置、浮力計算の結果等）の特徴、工夫した点やアピールしたい点などを図や写真を用いて記入して下さい。

本艇の特徴は資源の有効利用という観点から下水汚泥溶融スラグ細骨材（高分子系）、およびスラッジ水を使用した点である。「滋賀県琵琶湖流域湖南浄化センター」で製造されている下水汚泥溶融スラグ塊を砕石工場へ搬入し粉碎して作った溶融スラグ細骨材を容積比で10%置換して用いた。

コンクリートカヌー大会に出場するのは初挑戦であるので、形状はスピードと操作性に優れ、かつ、融通性が良いものであることが重要であると考え、艇の前後が対称なものとし、安定感を得るため、幅は若干広めとした。また、直進性を高めると同時に横風の抵抗力を大きくするため艇底後部にキールを取り付けた（図1）。

製作方法はあらかじめ組み立てた型枠にポリマー混和剤を添加したモルタルを塗り付けるとともに、引張・せん断強度を高めるために中間にガラス繊維ネットを挟み込んだ。また、艇体の厚みをできるだけ薄くし、軽くすることも重要と考え、低水セメント比の配合とした。更に、初期ひびわれを防ぐことを目的としてガラス繊維ファイバーを1m³につき1.2Kg加えた。

艇は転覆しても沈まない構造にするため、前後には発泡スチロールで作成した浮力体を配置した。

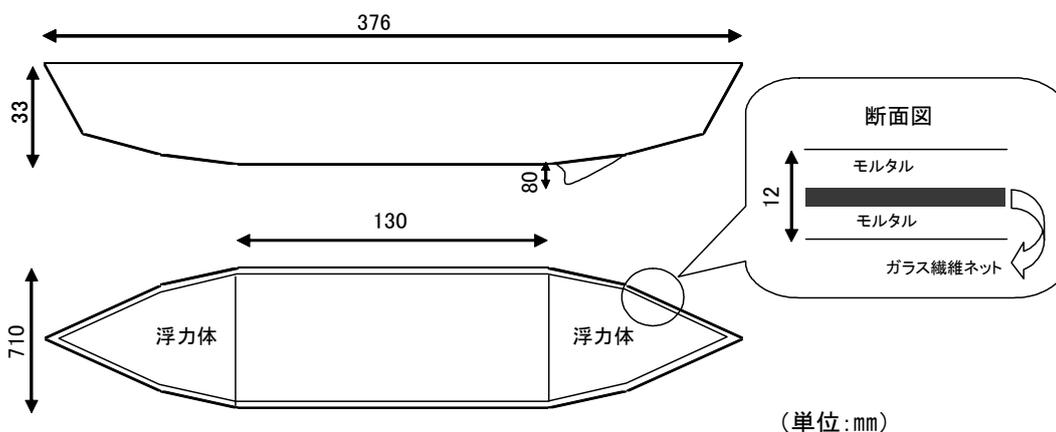


図1 カヌー概要

設計の概要

喫水線から10cmが確保できる浮力が働き、かつ2人が乗ることができるようなカヌーを設計することを目標とした（図2）。配合からモルタルの密度を2.44 g/cm³とし、カヌーの質量が100Kgとなるように型枠を製作し、モルタルを塗り付けた。

その結果、喫水線までの浮力は303Kgになりカヌーの質量は100Kgであるので、203Kgまでの重さであれば上記の目標を十分満足する結果が得られる。

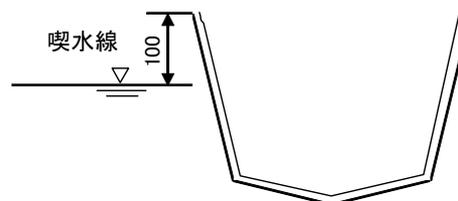


図2 カヌー断面図

○使用材料の工夫

使用材料（躯体の主材料、補強材、浮力体等）の特徴、主材料の配合、工夫した点やアピールしたい点などを図表や写真を用いて記入して下さい。

使用材料の特徴 （参考 「超高強度繊維補強コンクリートの設計施工指針—土木学会—」）

○ スラッグ骨材^{*1}

資源の有効利用という観点から熔融スラッグ細骨材（高分子系）を使用した。密度 2.85 g/cm³。

○ モルタル接着増加剤（ポリマー混和剤）（P）

ガラス繊維ネットを中間に挟み込む方法をとったため、強力な接着力を有するモルタルが必要となった。耐衝撃性・曲げ変型・防水性にも効果がある。セメント質量の10%を水と置換して使用した。

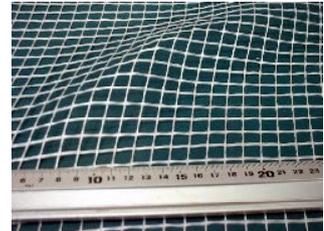


写真1

○ シリカフェューム（SF）

所要の流動性を得ることができ、セメントペーストを密実にして透気性を小さくし、水密性・圧縮強度は増大する。

○ 石灰石微粉末（CF）

強度・耐久性を改善させる為に中間粒子として使用した。

○ ガラス繊維ネット（写真1）・ファイバー（写真2）（H）

初期ひびわれの低減、引張・せん断に対する抵抗性の増大を期待した。



写真2

○ 低熱ポルトランドセメント（ベータセメントL）

温度ひびわれ低減のため。

エコセメントを使用予定だったが入手できなかった。

○ 練混ぜ水

資源の有効利用という観点から練混ぜ水にはスラッジ水（スラッジ固形分率3%以下）を使用した。

○ 高性能 AE 減水剤（AD）

低水セメント比の高強度モルタルであるため、高い減水性能とスランプ保持性を有する混和剤を使用した。
モルタルの圧縮・曲げ強度

図3、図4にカヌーに使用したモルタルの圧縮・曲げ強度試験結果を示す。

養生方法は40℃の水中養生とした。材齢7日で圧縮強度は96.8N/mm²、曲げ強度は15.9N/mm²を得られた。

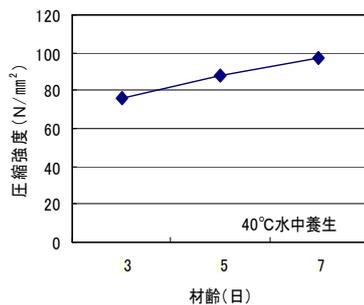


図3 モルタルの圧縮強度

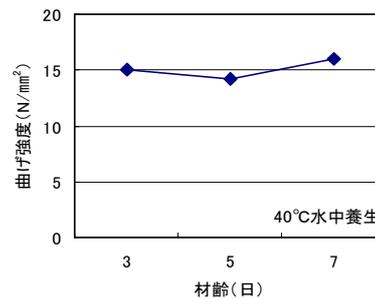


図4 モルタルの曲げ強度

表1 示方配合

(W+P)/C (%)	(W+P)/(C+SF) (%)	単位量(Kg/m ³)								
		W	P	C	SF	CF	S		AD	H
							川砂	スラッグ		
27.6	22.8	118	67	670	141	141	1163	140	6.7	1.2

※1 参考 武田字浦 久保田淳司 高木宣章 児島孝之

○製作過程の工夫

製作方法に関する特徴、工夫した点やアピールしたい点などを図や写真を用いて記入して下さい。また、制作期間、製作に要した人数を示して下さい。

本艇はコンクリート用型枠パネルを用いて型枠を形成し（写真 3）、外面に塗付する方法を取った。型枠には剥離剤を塗付し脱型が容易になるようにした。また、密着性を向上させるため、モルタルにはポリマー混和剤を用いた。骨材は作業性が容易になるように 2.5 mm 以下（FM2.48）のものを使用した。モルタルは 1.2 cm の厚さで塗付し中間に補強材としてガラス繊維ネットを挟み込んだ（写真 4）。ガラスネットは加工が容易でモルタルとの優れた接着力を発揮し、初期ひびわれの低減にも効果があり、耐衝撃性、引張・せん断に対する抵抗性も期待できる。

作業のしやすさの基準となるフロー値は 115mm と決定してモルタルを型枠に塗り付け（写真 5）、キールを製作した（写真 6）。その後、乾燥を防ぐためビニールシートで覆い、湿気保持のために適時散水を行い、1 週間養生の後脱型した（写真 7）。養生期間中の平均気温は 27℃であった。脱型後、セメントペーストで細部の補修及び補強を行い（写真 8）、着色した（写真 9）後、発泡スチロールで作製した浮力体を設置した。また、木材から削りだしたパドルを 2 本作製した（写真 10）。



写真 3



写真 4



写真 5



写真 6



写真 7



写真 8



写真 9



写真 10

表 2 製作期間・要員

作業	日数(日)	人数(人)
材料試験	3	5
型枠形成	7	6
本体打設	1	11
脱型	1	8
補修	3	5
仕上げ	3	9

製作期間・製作に要した人数は表 2 の通りである。全ての工程に要した期間は約 2 か月であった。

○その他

その他、特に強調したい点等を記入して下さい。

○ 溶融スラグ

実験に用いたスラグ塊の粉碎前(写真11)と実際にモルタルに使用した粉碎後のスラグ(写真12)である。



写真 11



写真 12

○ スラッジ水

スラッジ水を用いたコンクリートの圧縮強度は、水セメント比および空気量がほぼ一定で、スラッジ固形分が3%以下であれば、上水道水を用いた場合とコンクリートの圧縮強度はほぼ等しいという結果が出ている※2。今回用いたスラッジ水(写真13)はスラッジ固形分率が3%以下であった。



写真 13

参考 ※2 スラッジ水を練混ぜ水に用いる品質管理指針

(全国生コンクリート工業組合連合会 2003,6)

※大阪兵庫生コンクリート工業組合 技術活動報告書(2003,3)

○完成写真

完成後の写真を数シーン載せて下さい。

