

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 利秀	東京工業大学 理工学研究科 土木工学専攻 二羽研究室	カ テ ナ チ オ CATENACCIO

○設計のコンセプトおよび構造上の工夫

1. 本艇のコンセプトおよび形状

本艇の設計上のコンセプトは、超軽量艇を目指すとともに、形状では安定性と直進性を重視したものとした。以下に各特徴を説明し、図-1 にそれぞれの形状略図を示す。まず安定性を増すため、カヌーの底面形状は比較的平らなものとし、躯体側面の形状は直線的な形状とした。次に直進性を増すため、躯体の端部は鋭く尖った形状とし、キールラインは底部の反りが小さいストレートタイプとした。また、サイドの形状をより流線型に近づけることによって、摩擦抵抗の低減を図った。

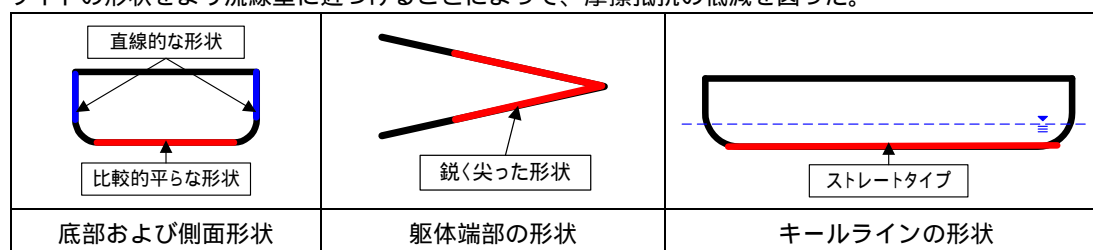


図-1 カヌーの各部位の形状略図

本艇の最大の特徴は、全体の厚さが 5mm ということである。使用材料に示す通り、強度に優れる UFC (Ultra High Strength Fiber Reinforced Concrete) を使用するため、全体の厚さは非常に薄く設計した。そのため、設計のカヌー自重も約 65kg と非常に軽いものとなった。

2. 補剛部材の配置

本艇には、強度が非常に高い UFC を使用していることから補剛材は全く使用していない。しかし、カヌーの厚さが非常に薄いため、底面部と側面部の間のラインが弱くなってしまうという問題点があった。そこで、写真-1 に示すような、カヌー進行直角方向に 3 本の UFC の骨組みを配置した。進行直角方向の骨組みは、予め型枠を 3 ～ 5cm 程度の溝をきって置き、そこに UFC を充填することで作製した。また、写真-2 に示す用に、進行方向の補強用として、高さ 1cm の三角形のキールを設けた。



写真-1 カヌー進行直角方向の骨組み

3. 浮力体の配置

浮力体は、型枠として使用した発泡スチロールを使用した。配置場所は、カヌーの前後であり、脱型時に予め浮力体用として残しておいた。

4. 浮力計算結果

カヌー自重...65kg、クルーの重さ...140kg(1 人 70kg として計算)、船底面積...14825cm²、容積...444750cm³、喫水高...13cm。



写真-2 底部（キール部）

○ 使用材料の工夫

1. 主材料

主材料の UFC は、セメント、シリカフューム、珪石微粉末を予め混合したプレミックス粉体（ダクトルプレミックス）に、水、高性能減水剤、写真-3 に示すビニロン短繊維を混合して作製した。今回使用する UFC の配合と硬化性状を、それぞれ表-1、2 に示す。表から分かるように、UFC は圧縮強度が非常に高く、かつ写真-4 に示すようにひび割れ後も繊維の架橋効果により急激な強度低下を阻止している。また写真-5 から分かるように、破断面における大半のビニロン繊維が切断された状態となっていて、破断面においてビニロン繊維が有効に働いたことが分かる。

表-1 配合表

補強用繊維の種類				単用量 (kg/m ³)			混和剤 (kg/m ³)
繊維の種類	繊維径 (mm)	繊維長 (mm)	混入率 (vol.%)	水	プレミックス粉体	繊維	高性能 減水剤
PVA繊維	0.3	15	3	180	2254	39	21

* 水は高性能減水剤を含む



写真-3 ビニロン短繊維

表-2 硬化性状

比重	圧縮強度 (N/mm ²)	曲げ強度	
		ひび割れ強度 (N/mm ²)	破断強度 (N/mm ²)
2.35	104	11.2	12.6

* 湿潤養生で 28 日後の強度



写真-4 ビニロン繊維の架橋効果



写真-5 破断面

○ 製作過程の工夫

1. ミニカヌーの作製

本艇を作製する前に、実際のカヌーよりも小さなミニカヌーの作製を行なった。そこで、UFC の流動性および作業性について検討を行なった。流動性は、UFC の標準配合（高性能減水剤の量が 28kg/m^3 ）により練り混ぜを行なうと、非常に大きくなりカヌー側面部への塗布が困難であることが予想された。そのため高性能減水剤の量を減じていき、カヌーへの塗布が可能な粘性に調整した。

2. 型枠作製に関する工夫

本艇は、内側型枠に対し UFC を外から塗布する方法により作製した。つまり、カヌーの対称性やバランスは、内側の型枠によって支配され、正確な内側の型枠を作製することが必要である。また、サイドの形状をより流線型に近づけるため、16 個の角柱の発泡スチール製にそれぞれ寸法を書き、発泡スチロールカッターとサンダー、紙ヤスリを用い成形していった。各々の発泡スチロールを接合することで 1 つの正確なカヌーの内側型枠となると共に、より流線型に近い形状となった。（型枠成型前後の写真を写真-6、7 に示す。）

また発泡スチロールは比較的柔らかい素材であるということと、脱型時に UFC が型枠に付着し、脱型しづらくなる可能性が考えられた。そこで、写真-8 に示すように、型枠表面に予めペンキを 3 層程度塗布しておくことにより、堅固で付着性の低い型枠表面を作製した。（脱型風景を写真-9 に示す。）



写真-6 型枠成形前



写真-7 型枠成形完成



写真-8 ペンキ塗布時



写真-9 脱型風景

○ その他

1. 厚さ管理の工夫

カヌー全体の厚さを一定にすることもまた、カヌーの対称性やバランスを保つためには重要な問題である。そこで、写真-10 に示す厚さ 5mm のゴム製のテープを写真-11 に示すように、予めカヌー長手方向に約 15cm ごとに貼付けておき、UFC を打設していった。ゴムテープ間を打設した後、ゴムテープをはがしその部分を埋めていくことで均一な厚さを保った。（打設風景を写真-12 に示す。）



写真-10 ゴムテープ



写真-11 型枠完成 (厚さ管理用ゴム貼付け終了)



写真-12 脱設風景

○ 完成写真



写真-13 カヌー先端部 1



写真-14 カヌー先端部 2



写真-15 カヌー全景 1



写真-16 カヌー全景 2