

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
菊池 順	早稲田大学理工学部社会環境工学科関研究室	Challenge2006

○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。

1. 形状

私たちはコンクリートカヌー製作、大会出場は今回が初めてなので、スピードを求めるのではなく、沈まない船を作ることが目的とし安定性を重視することにした。安定性の向上のために全体の形を短形断面を基本としたシンプルな形状とし、船体の幅を広めにとった。また直進性の向上のために前後非対称の形状とした。カヌーの全長は 3.6m、幅は 0.7m、高さは 0.35m である。

2. 補強部材の配置

施工後に一部ひび割れが生じてしまったため、ひび割れ部分のみに炭素繊維シートを用いた。

3. 浮力体の配置

リサイクルの概念にたち、型枠で使った発泡スチロールをそのままカヌー本体前後に残し浮力体として使用している。

4. 浮力計算の結果

図 1 にカヌーの断面図を示す。カヌーの重量を規定の最大値の 0.1(t)、乗員 2 名の合計重量を 0.12(t) とし、その合計を $M=0.22(t)$ とする。図 1 の船底から高さ $h_1=0.05(m)$ までの側面が傾斜している部分の体積を $V_1=0.0726(m^3)$ 、そこでの船底面積を $S=1.645(m^2)$ 、そこから水面までの体積を $V_2(m^3)$ 、高さを $h_2(m)$ とする。

浮力 F を求めると、

$$\begin{aligned} F &= V_1 + V_2 \\ &= 0.00726 + 1.645 h_2 \end{aligned}$$

ここで合計重量と浮力の力のつり合いより、

$$M = F$$

$$0.22 = 0.00726 + 1.645 h_2$$

$$h_2 = 0.09(m)$$

よって喫水高さ H は、

$$H = h_1 + h_2$$

$$= 0.05 + 0.09$$

$$= 0.14(m)$$

$$= 14(cm)$$

この喫水高さに設定質量のばらつきや船の横揺れ等の安全性を考慮し、余裕高を加えたものを、船の設計高さとした。

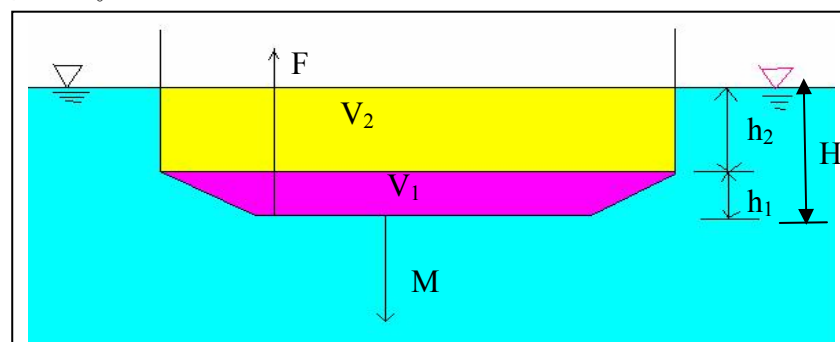


図 1 カヌーの断面図

○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。

今回のカヌー製作のテーマを「環境にやさしいカヌー」とした。セメントを2種類、細骨材を3種類、補強繊維を2種類用意し、それぞれを組み合わせ供試体を打設して曲げ試験、圧縮試験などの物性試験を行った。その中から試験結果のよい組み合わせかつ、できるだけ環境負荷の少ないものをカヌーの材料として選んだ。

【使用材料の特徴】

1. 躯体の主材料

【セメント】ごみを清掃工場で焼却した際に発生する焼却灰や汚泥等の各種廃棄物を主原料とした普通エコセメントを使用した。

【細骨材】原料の一部に汚泥や焼却灰などの産業廃棄物を含んだ人工軽量骨材のメサライト細骨材を使用した。これを使用することにより、普通骨材を使用するより1割程度カヌーを軽量化することができた。

2. 補強材

【繊維】使用済みペットボトルを100%原料として再利用している再生PET繊維を使用し、これをモルタルの体積に対して0.3%混入した。この繊維を混入することによりモルタルの剥落防止、曲げじん性の改善、クラックの発生抑制などの効果が期待される。



【金網】モルタルと型枠の付着をよくするために、ピッチ13mmの金網を使用した。

3. 浮力体

型枠に使用した発泡スチロールを浮力体として使用した。

4. 防水塗料

モルタル打設後、モルタル用の防水塗料をカヌー外面（水に接する面）に塗布した。

【主材料の配合】

空気量 (%)	W/C (%)	単位量(kg/m ³)		
		W	C	S
4.0	40	270	675	900

水セメント比は40,50,60の3種類を練混ぜ、一番打設しやすい40%を選んだ。

【物性試験結果】

カヌーの主材料に使用するモルタルの物性試験結果を以下の表に示す。

材齢(日)	圧縮強度(N/mm ²)	曲げ強度(N/mm ²)
7	40.4	4.56
28	60.2	6.10

○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。

1. 型枠の製作

3つの発泡スチロールのブロックをノコギリでカヌーの形に加工し、外側に金網を取り付ける。金網は発泡スチロールとの隙間を作らないために、それぞれの面に合わせて加工して釘で取り付けた。さらに発泡スチロールと金網を密着させるためにひもでしばって、最後に接着剤で3つのブロックを接着して完成。



2. モルタル打設

モルタルを型枠の外側にコテで塗りつけていく左官方式をとった。左官の経験がないので、左官についての文献や資料を参考にして、試行錯誤しながらコテを用いてモルタルを金網にねじ込むように塗り付けた。均等に塗れているか確認するために爪楊枝を随時モルタルに付き刺しながら作業を進めた。



3. 塗装

モルタル打設後カヌー表面（水に接する面）を研磨し、モルタル用の水性防水塗料を塗布した。さらにその上から水性塗料でカラーリングを施した。



4. 製作期間、製作に要した人数

【製作期間】8/14～9/1（供試体の練混ぜ、物性試験は7月から行っている）

【製作に要した人数】設計	2名
型枠作製	5名
モルタル打設	7名
塗装	4名

○その他

その他、特に強調したい点等を記入して下さい。

1. 感想

コンクリートカヌー製作、大会への参加は私たちの研究室にとって初めてであったのでまさに未知への挑戦だった。何をやるにも初めてのことでただでトラブルも何度か発生し何度も挫折しそうになったが、こうやって完成したカヌーの姿を見ていると今までの苦労もいい思い出である。このカヌー製作にあたって船の力学特性や左官工の技術など様々なことを学ぶこともできて非常にいい経験になった。

2. 反省

- ・型枠の発泡スチロール同士の接着が不十分だったため、打接の翌日にその接着部分でひび割れが生じてしまった。もう少しいい接着方法があったのではないだろうか。
- ・カヌーを製作するにつれて付加的な実験を行ったりトラブルが発生したため、全体的に日程が詰まったのでもう少し日程に余裕を持っておくべきであった。

○完成写真

完成後の写真を数シーン載せて下さい。

