

フレキシブル外型を用いた模型船製作法について

安藤 勇^{*1} 越智 文俊^{*2}
Ando Isamu Ochi Fumitoshi

タンカーなどに代表される大型船舶の性能は海上公試運転により確認されるが、建造前の設計段階における計画性能の確認は試作品の製作が困難であるため、縮尺模型を用いた水槽試験により評価される。水槽試験に用いられる縮尺模型はパラフィンを用いて製作され、通常一か月程度の製作期間を要する。IIC 試験技術部船舶海洋グループでは模型船を製作しているが、今回、模型船の製作期間短縮を実現するため、財団法人日本造船技術センターにより開発されたフレキシブル外型と呼ばれる鑄造設備を導入し、製作期間の短縮に成功したので紹介する。

キーワード：フレキシブル外型、模型船、パラウッド船、鑄型、パラフィン

1. 緒言

タンカー・バルクキャリアー・コンテナ船などに代表される大型船舶は全長が300mを超えるものもあり、試作による性能確認試験を行うことが困難であるため、設計された船の性能は専ら縮尺模型を用いた試験で計測することが一般的で、模型試験・水槽試験と総称されている。IIC 試験技術部船舶海洋グループは模型試験に使用される模型船（図1）の設計・製作および試験を担当している。近年、船舶からのCO₂排出量を削減するため、燃費に規制がかけられることが国際海事機関IMOにて決定された経緯もあり、推進性能を向上させるための取り組みが活発化する一方で、開発スピードを上げるために試験期間の短縮が要望されている。

試験期間における模型船の製作期間は1か月程度を要しており、製作期間の短縮が我々の課題と

なっている。通常、模型船は外側鑄型（外型）と骨材となる内型を組み合わせ、その間に溶解したパラフィンを流し込み、固化したパラフィンを外側鑄型から取り出してNC切削機で切削/成型し、さらに機械で削り切れない部分は職人の手仕上げ工程を経て完成となる。



図1 水槽試験用模型船

*1：株式会社 IHI 技術開発本部 R&D テクノセンター 試験技術部 船舶海洋試験グループ
 （執筆時：IIC 研究開発事業部 試験技術部 船舶海洋グループ 職長）

*2：株式会社 IHI 技術開発本部 R&D テクノセンター 試験技術部 船舶海洋試験グループ 課長代理
 （執筆時：IIC 研究開発事業部 試験技術部 船舶海洋グループ 課長）

今回、我々は製作期間短縮を目指してフレキシブル外型とよばれる新しい鑄造設備を導入し製作期間の短縮を試みた。

2. 従来の模型船の製作過程と問題点

模型船は木製の骨材（内型）とその周囲に鑄造されたパラフィンで構成されており（図2）、鑄造されたパラフィンをNC切削機で削りだして製作される。

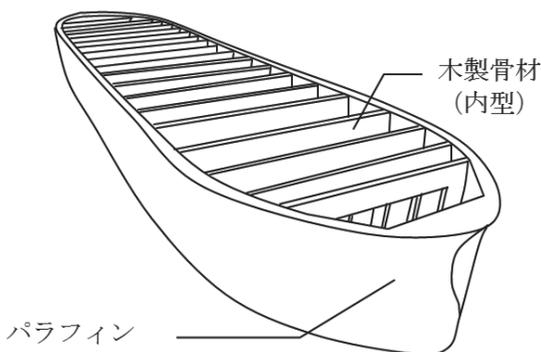


図2 模型船の構造

従来、骨材の周囲にパラフィンを鑄込む際には、すでに製作済みの汎用性の高い木製外型を用いていた（図3）。この外型はコンテナ船などに代表されるスリムな船型向きのものでタンカーなどに代表される肥った船型のもの2種類が準備されており、製作する船の形状に合わせてこの2種類の外型を使い分けていた。この外型を用いる場合は船体形状が最も出っ張っている個所と外型の隙間を図面を用いて探し出し、干渉を避けて外型を配置する必要があった。そのため、出っ張っている個所以外では鑄造後の模型船素材のパラフィンの余肉が多くなるという欠点があった（図4）。

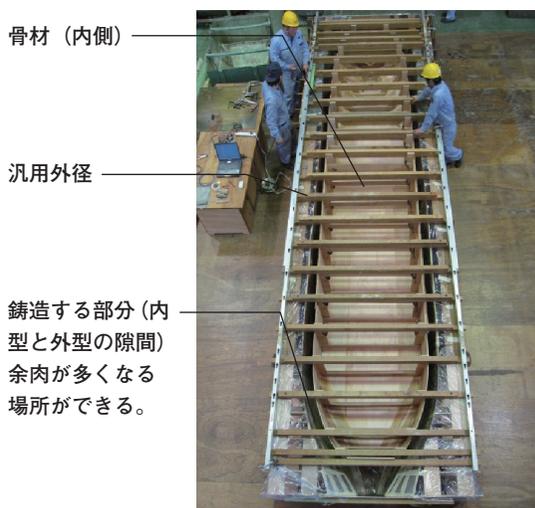


図3 木製汎用外型による鑄込み状況



図4 従来の模型船素材の不要な余肉

鑄造されるパラフィンが多くなると、溶解されたパラフィン（約85度）が凝固するまでの冷却時間が長くなるとともに、NC切削機の切削量が増加するため、模型船完成までの時間が長くなる。

そのため鑄造されるパラフィンの余肉の削減が製作期間を短縮するうえでの課題となっていた。

3. フレキシブル外型の導入効果

3.1 フレキシブル外型について

模型船素材のパラフィンの余肉を削減するためのポイントは、さまざまに設計される船体形状に合わせて鑄造外型を自在に変形することができるようにする点である。今回導入したフレキシブル外型（図5）は従来の汎用外型と異なり、多数のうろこ形状のプレートにより船体形状に合わせて外型の形状を変形することが可能である。



図5 フレキシブル外型外観

うろこ形状のプレートはフレキシブル外型の内側側面に設置されており、水平なロッドにて固定されている。水平なロッドを内側に押し込むことによってうろこが中心方向に移動する機構になっており、船体形状に合わせてロッドを自在に調整することにより従来の汎用外型で調整できない位置の余肉を削減することができるよう工夫されている。フレキシブル外型のうろこプレートの調整機構を図6に示す。

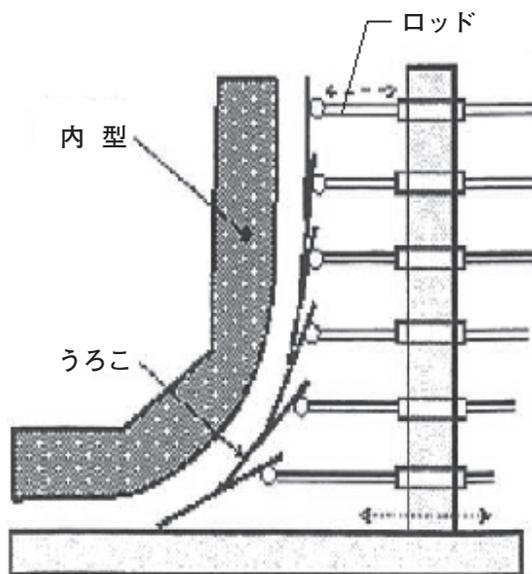


図6 フレキシブル外型のうろこプレートの調整機構⁽¹⁾

従来の汎用外型で鑄造した模型船素材（図4）とフレキシブル外型を用いた模型船素材（図7）とを比較すると、一見して余肉が削減されていることがわかる。従来の外型では仕上がり形状に対して余肉の調整ができなため、多いところでは200mmを超える量の余肉がつく場合もあったが、フレキシブル外型を用いると、均一に60mm程度の余肉を設けることができた。



図7 模型船素材（フレキシブル外型）

3.2 冷却時間の違いについて

バルクキャリアー型の模型船について、従来の外型を用いた場合とフレキシブル外型を用いた場合について鋳込み作業後のパラフィン冷却時間を計測した。冷却時間の比較を図8に示す。この例では、従来の外型を用いた場合には約4日を要したが、フレキシブル外型を用いると約1.5日となり、約2.5日程度時間を短縮することができた。船型によって冷却時間には幅があるものの、おおむね従来の外型を用いた場合では冷却に5日程度を要しているのに対し、フレキシブル外型を用いて余肉を削減した場合には3日程度に短縮しており、平均的に2日程度の冷却期間削減を実現することができた。

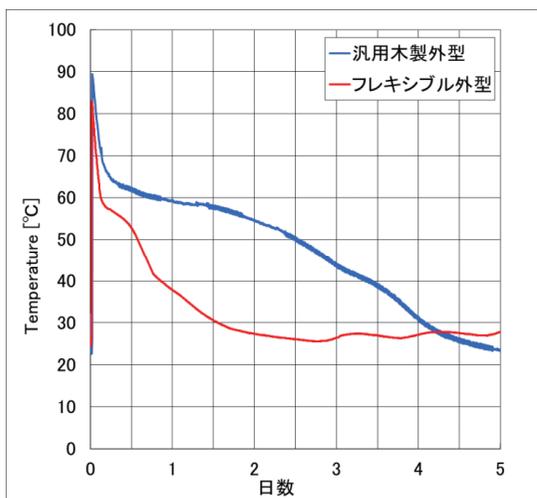


図8 冷却期間の比較

3.3 切削時間の削減について

余肉を削減したことによりNCの切削量の削減が可能となった。加工シミュレーションを実施する際の模型船素材の形状比較を図9に示す。従来と比較すると、荒削り加工工程に2日程度費やしていたところを半日程度で加工を終えることができるようになり、切削工程の時間短縮にも成功した。

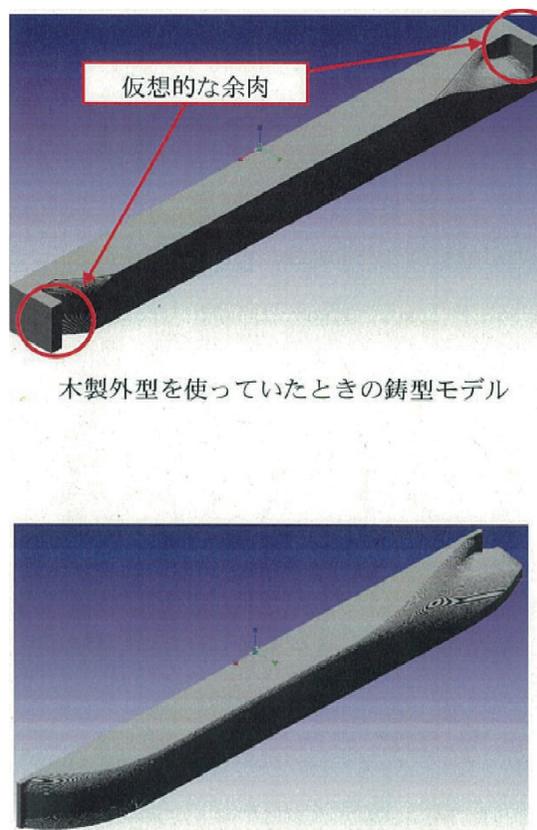


図9 切削前の素材形状の違い

4. 結言

水槽試験に使用される模型船製作作業における模型船素材鋳造工程を見直して、フレキシブル外型を導入し作業時間の短縮を試みた。その結果鋳造工程において2日程度、切削工程において1日程度の期間短縮に成功し、本検討にて模型船製作期間を3日間削減できた。

今後は曲率の高い船体形状に対する適応性を高め、余肉を極限まで削減した素材鋳造技術の高度化を目指す所存である。

謝 辞

最後にフレキシブル外型導入にあたり、御尽力いただいた株式会社 IHI 技術開発本部 船舶海洋技術開発部、ならびに、技術指導いただいた、財団法人 日本造船技術センター 島宗氏に感謝申し上げます。

参考文献

- (1) “新しい模型船製作法”、SRC News No.85
October 2010 SRC News No.85 October 2010



株式会社 IHI
技術開発本部 R&D テクノセンター
試験技術部 船舶海洋試験グループ
(執筆時：IIC 研究開発事業部
試験技術部 船舶海洋グループ
職長)

安藤 勇



株式会社 IHI
技術開発本部 R&D テクノセンター
試験技術部 船舶海洋試験グループ
課長代理
(執筆時：IIC 研究開発事業部
試験技術部 船舶海洋グループ
課長)

越智 文俊