

港湾業務艇「ゆうづる」の建造にあたって

田中伶央也

近畿地方整備局 神戸港湾空港技術調査事務所 環境課 (〒651-0082 神戸市中央区小野浜町7番30号)

舞鶴港湾事務所の港湾業務艇「きのかぜ」は、今日まで舞鶴港を基地港として様々な業務に活用している小型の鋼船である。しかし、耐用年数を大きく超える状況であり、近年の修理内容から考えてもかなりの老朽化が進んでいる。そのため2022年度に代替船を建造することになった。今回建造した代替船である「ゆうづる」は従来船の「きのかぜ」より性能を向上させるため様々な工夫を取り入れた。安全かつ確実な業務遂行能力を確保するため、「ゆうづる」において導入した、船員が使う上での安全面、使いやすさ、新型コロナウイルスの対応策、災害時の活用についてとりまとめる。

キーワード 港湾業務艇, 防災, 安全, 新型コロナウイルス対策

1. 背景

「きのかぜ」(1990年3月28日建造)は、舞鶴港を基地港とし、港湾構造物の品質確保のための施工状況確認・検査業務、港湾施設などの測量・調査、災害対応などを主な業務として活用してきたところである。しかし、耐用年数20年を大きく超える状況であり、近年の修理内容から考えてもかなりの老朽化が進んでいる。また、搭載エンジンの生産も終了しており、その他部品調達にも長期間を有するなど様々な問題が生じている。



写真1 きのかぜ

港湾業務艇 航行区域
(全仕図)

船種・船名	きのかぜ
所属事務所 /配船港	舞鶴港湾事務所 / 舞鶴港
主要目	
船質/総トン数	鋼 / 28
長さ×幅×深さ	17.55×4.44×2.26
航行区域	二時間限定沿海
主要機関	360kW×2
出力	
速力	23.87kt
製造年月	平成2年3月
乗組定員	2人

きのかぜ航行区域
(緑ハッチング部)

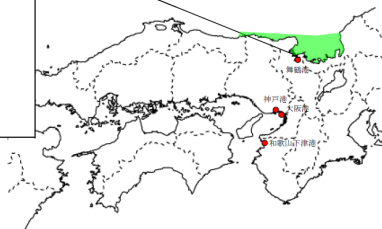


図1 きのかぜ航行区域



写真2 ゆうづる

加えて、昨今猛威を振るう新型コロナウイルスへの対応、ドローンを用いた災害対応など港湾業務艇に対する要望が多種多様に上がっている。また、2022年4月の知床遊覧船沈没事故により小型船舶に対する安全意識が一

層強くなった。これらのことも踏まえ、今回の代替船「ゆうづる」建造においては、舞鶴港湾事務所の職員や従来の「きのかぜ」を運航する船員からヒアリングを行い、より良く使いやすいものにする事とした。

2. 従来船舶「きのかぜ」との比較

(1) 馬力-速度性能

「きのかぜ」と「ゆうづる」の諸元比較は以下の通り。

表-1 「きのかぜ」と「ゆうづる」の諸元比較(1)

	きのかぜ	ゆうづる
船速 V(kt)(満載. 4/4)	23.15	26.13
排水量 Δ(トン)(満載)	28.17	26.77
水線長 Lwl(m)	15.9	18
主機関軸制動馬力 BHP(PS)	980	1,145
V/√Lwl(kt/√m)	5.81	6.16
BHP/Δ(PS/トン)	34.79	42.77

Aspect ratio(縦横比)について本文では水線長Lwlを縦、最大チェーン幅Bを横として計算する。(水線長:Load Waterline Length 満載喫水線の長さ, 最大チェーン幅:船体側部と底部の二つの面が繋がる箇所をチェーンといい、船体の最も幅がある部分の長さを指す)

THP/Δ-V/√Lwl(THP:推力馬力, Δ:排水量, V:船速, Lwl:水線長)で曲線を書くこともあるが、プロペラの伝達効率はほぼ同じものと考えられるためBHP/Δ-V/√Lwlで考える。

BHP/Δ-V/√Lwl曲線については日本海軍が用いていた方法であり、馬力が大きく排水量が小さくなるほど馬力性能が、速度が大きく水線長が短くなるほど速度性能が良いということを示している。

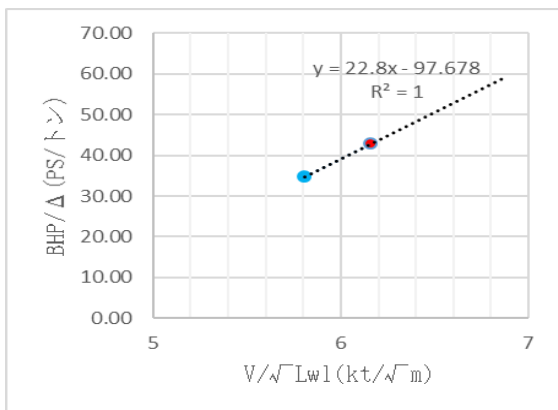


図-2 BHP/Δ-V/√Lwl曲線

(青プロット:「きのかぜ」, 赤プロット:ゆうづる)

速度性能においては約6%, 馬力性能においては約23%向上している。

(2) 燃料消費率

港湾業務艇「きのかぜ」は2サイクル, 「ゆうづる」は4サイクルのディーゼルエンジンである。燃料消費率は単位時間, 単位出力当りの燃料消費量を指し, エンジン単体の燃料経済性の指標となる。燃料消費率が低いほど, 同じ仕事をするのに少ない燃料で済むことになる。燃料消費率については下記(a)式で表される。

$$f = \frac{F \times 10^3}{P} \quad (a)$$

(f:燃料消費率(g/kWh), F:燃料消費量(kg/h), P:軸出力(kW))

各負荷における燃料消費率は下記グラフで表される(各負荷の燃料消費率は右舷と左舷の平均で算出)。

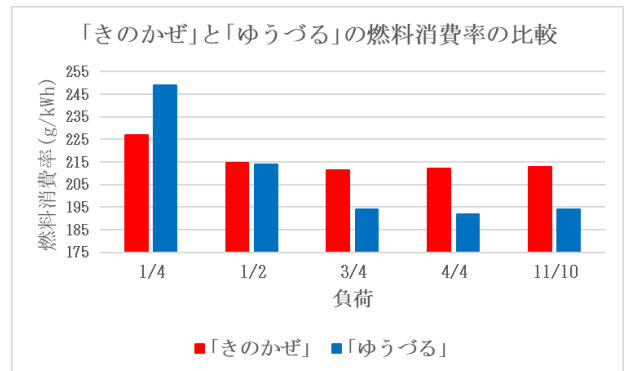


図-3 燃料消費率の比較(常備状態)

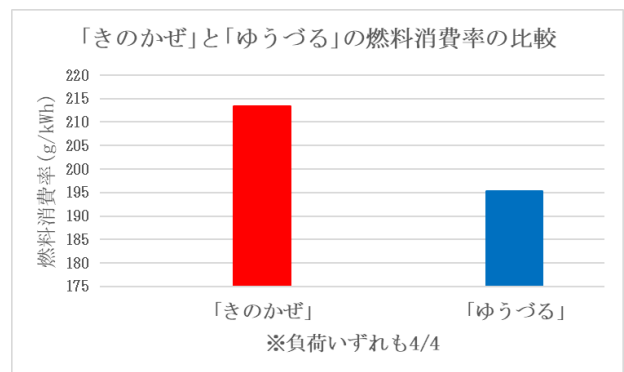


図-4 燃料消費率の比較(満載状態)

燃料消費率は, 通常 3/4 負荷付近で最も小さくなりそれ以上の負荷になると増加する。理由として 1/4 負荷付近では機械損失馬力の割合が大きいため, 出力あたりの燃料消費量が多くなり, 4/4 負荷以上では過給機効率が悪くなり空気流量が減るため, 馬力を出すのに必要な燃料が多くなるためである。従来船と比較して 4/4 負荷において常備状態, 満載状態ともに 1 割程度燃費が良くなっている。

(3)航続距離について

常備状態での、機関性能試験成績表(4/4負荷)及びタンク容量(sea margin については考慮しない)から航続距離を求める。

表-2 「きのかぜ」と「ゆうづる」の諸元比較(2)

	きのかぜ	ゆうづる
燃料消費量(L/h)(常備状態 4/4 負荷 両舷)	205.18	194.54
タンク容量(m3)	2.4	4.0
速力(kt)(常備状態 4/4 負荷)	23.87	27.14

$$L = \frac{V \times 10^3}{F} S \quad (b)$$

(L:航続距離(海里), V:タンク容量(m3), F:燃料消費量(l/h), s:速さ(kt))

上記(b)式で航続距離を求めると「きのかぜ」で279海里、「ゆうづる」で558海里となり、1回の給油で「ゆうづる」が「きのかぜ」の2倍長距離を走ることができる。

3. 舞鶴港湾事務所から上がった要望内容及び要望を実現するために行った工夫

建造時において、知床遊覧船沈没事故の発生を契機とする安全対策や、従来船舶「きのかぜ」を運航する船員の意見を踏まえ、日常業務で「ゆうづる」を使用する舞鶴港湾事務所からの要望により、以下のような工夫を行った。

(1) 船首からの安全な乗降

敦賀港(DL+2.4m) など多様な岸壁への接岸を可能にするため、可搬式で着脱式の昇降台を設置した。

(2) 客室頂部でのドローンの運用

災害対応として客室頂部からドローンを飛行させる計画があり、ドローンの離着陸スペースを確保する必要があった。そのため長椅子は折り畳み式とし、左右舷へ設置することによりドローンを置くスペースを幅広く取った。

(3) 感染症防止対策

新型コロナウイルス及びそれ以外の感染症を防止するために空気清浄機、サーキュレータを客室兼業務室に取り付け空気を循環させるようにした。また、操縦室ドアを半開き固定できるように金具を取り付け換気できるようにした。

(4) 積雪対策

積雪時安全に作業を実施できるようにするため、暴露甲板面、船員室頂部に滑り止め塗装を施した。また、操舵室前方に昇降用ステップを設置し雪下ろし作業をしやすくした。その他、窓洗浄用の噴水ノズルにアルミ製カバーを取り付け、雪下ろし作業における噴水ノズル欠損防止策を施した。

(5) 災害支援への対応

船尾上甲板へ救援物資搭載用の囲壁を製作し、段ボール箱(280mm×230mm×330mm)65箱(重量約 850kg)を積めるようにした。また、救援物資の搭載を容易にするため客室椅子の一部をフラット椅子へ変更した。他に客室や船底倉庫、船員室に段ボール箱をどの程度積むことができるのかわかるように搭載要領図を作成した。

(6) 船首着岸時の船体損傷低減対策

船首を着岸させたときの衝撃が大きく、また船底近くに段差がある場合、船首下部を傷つけてしまう可能性があるため船首中央防舷材を水面近くまで延長し、両側に防舷材を追加した。

(7) 救命筏の搭載

知床遊覧船の沈没事故では救命設備の劣化、積付方法の不備など数多くの問題点を取り沙汰され、当船では安全性を向上させるため救命筏を取り付けた。

(8) 安全扉の設置

船舶航行時、客室内の乗船者が外に出て船の側方を通らないように安全対策として扉を設けた。

(9) 船尾甲板での安全な乗降

舞鶴港湾事務所の職員が普段使用している係船時の岸壁と船の高低差が約 40cm ほどあり、安全対策として渡橋を製作した。

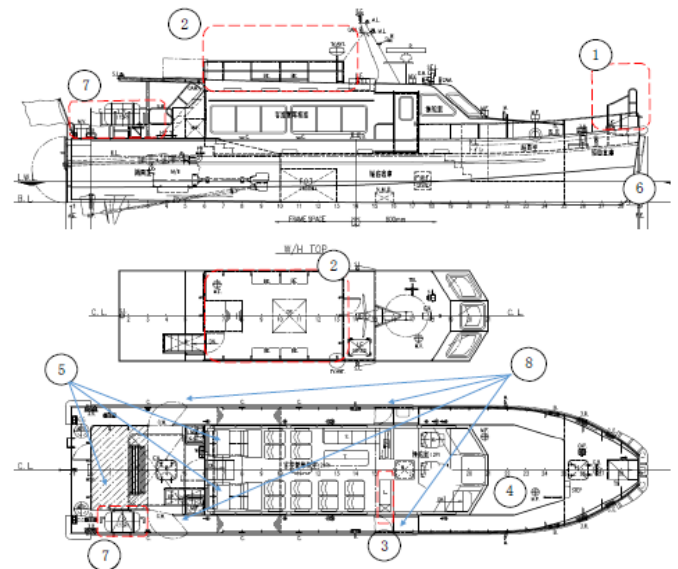


図-5 建造船一般配置



写真3 可搬で着脱可能な昇降台



写真4 客室頂部 折り畳み椅子
(左:折り畳み前, 右:折り畳み後)



写真5 空気清浄機及びサーキュレータ



写真6 操舵室前方昇降用ステップ



写真7 客室フラット椅子
(左:折り畳み前, 右:折り畳み後)



写真8 船首防舷材の延長及び両側白色防舷材取付



写真9 救命筏の設置

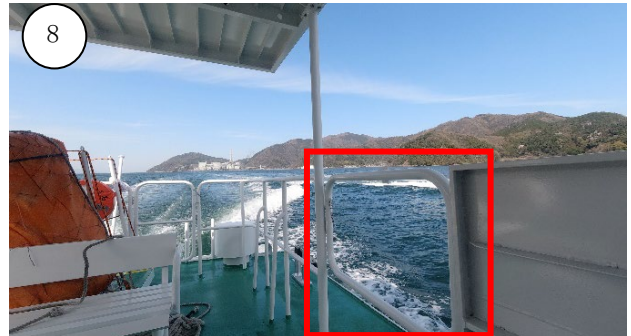


写真10 安全扉の設置



写真11 渡橋の製作

4. 今後の活躍について

「ゆうづる」と同じ港湾業務艇が活躍した例として直近では平成30年7月豪雨が上げられる。このときの救援物資運搬状況は大阪港湾・空港整備事務所の業務艇「洲浪」

で飲料水2,400L(2Lペットボトル×6本×200箱)、和歌山港湾事務所の業務艇「はやたま」でも同量の飲料水を運搬した。今回の「ゆうづる」では救命物資固縛用の外板や前述の客室内のフラットシートにより、船尾上甲板に65箱、船底倉庫に30箱、客室に98箱、船員室に15箱、計208箱積めるようになっているので飲料水の場合、2Lペットボトル×6本×208箱で2,496Lを運搬することが可能となり従来船以上の活躍が期待できる。

また、客室頂部にドローンのスペースを確保しているため、今後船からドローンを飛行させて災害状況を把握するのに活用できる。

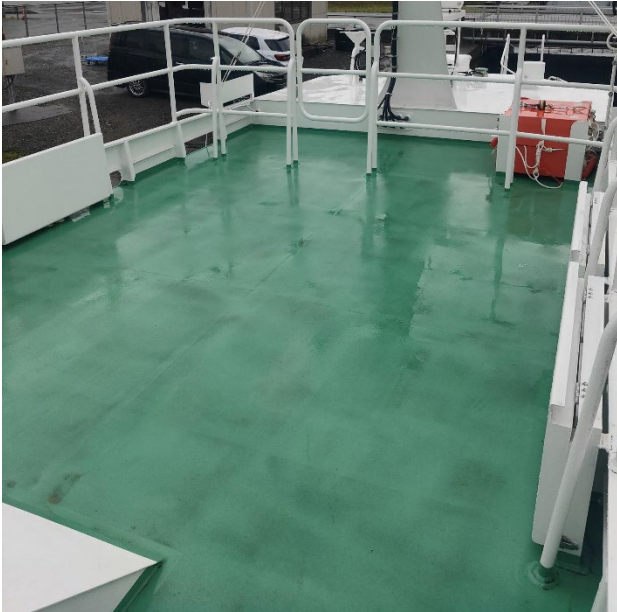


写真-12 客室頂部 ドローン発着スペース

2)橋本徳寿「船舶の速力と馬力の概算法」(成山堂出版)

5. 反省点・課題

本建造に当たっては、小型船に舞鶴港湾事務所からの要望を盛り込み具体化させるのに時間を要した。また新型コロナウイルスについての知見が少ないことから、どのような対策が妥当なのか苦慮するところがあった。

「ゆうづる」は過去に港湾業務艇の建造に携わった者の力添えで無事完成を迎えたものの、今後は船舶建造に対する知見を持った者が減少していくことが予想される。この度の知見を踏まえ、後継の育成や船舶建造担当者に対する引き継ぎ、技術の継承が課題となってくる。

謝辞：本論文を作成するにあたり、エンジンに関する記載で株式会社大東工作所、ヤンマーパワーテクノロジー株式会社より多くの知見をいただきました。この場を借りて御礼申し上げます。

参考文献

1)池田勝 高速艇の設計と製図(海文堂出版)