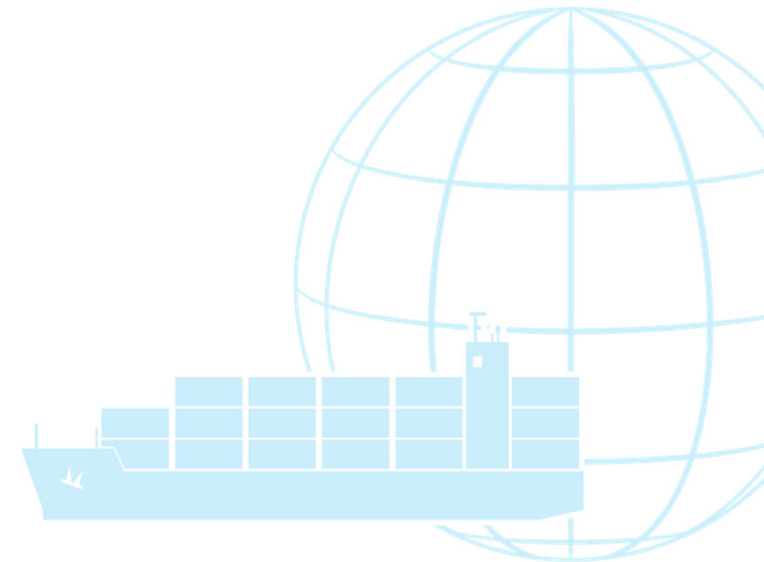




速力試験解析のための簡易波浪修正法と 適用例の紹介

海上技術安全研究所 黒田麻利子
辻本勝
横田早織
金子杏実



目次



- 背景

- 海上試運転解析法
- 波浪修正法

- 目的

- 簡易手法と課題

- Simple-NMRI法

- コンセプト
- 計算手法

- 適用例

- 速度影響の反映
- 他手法との比較

- まとめ

背景：海上試運転解析法

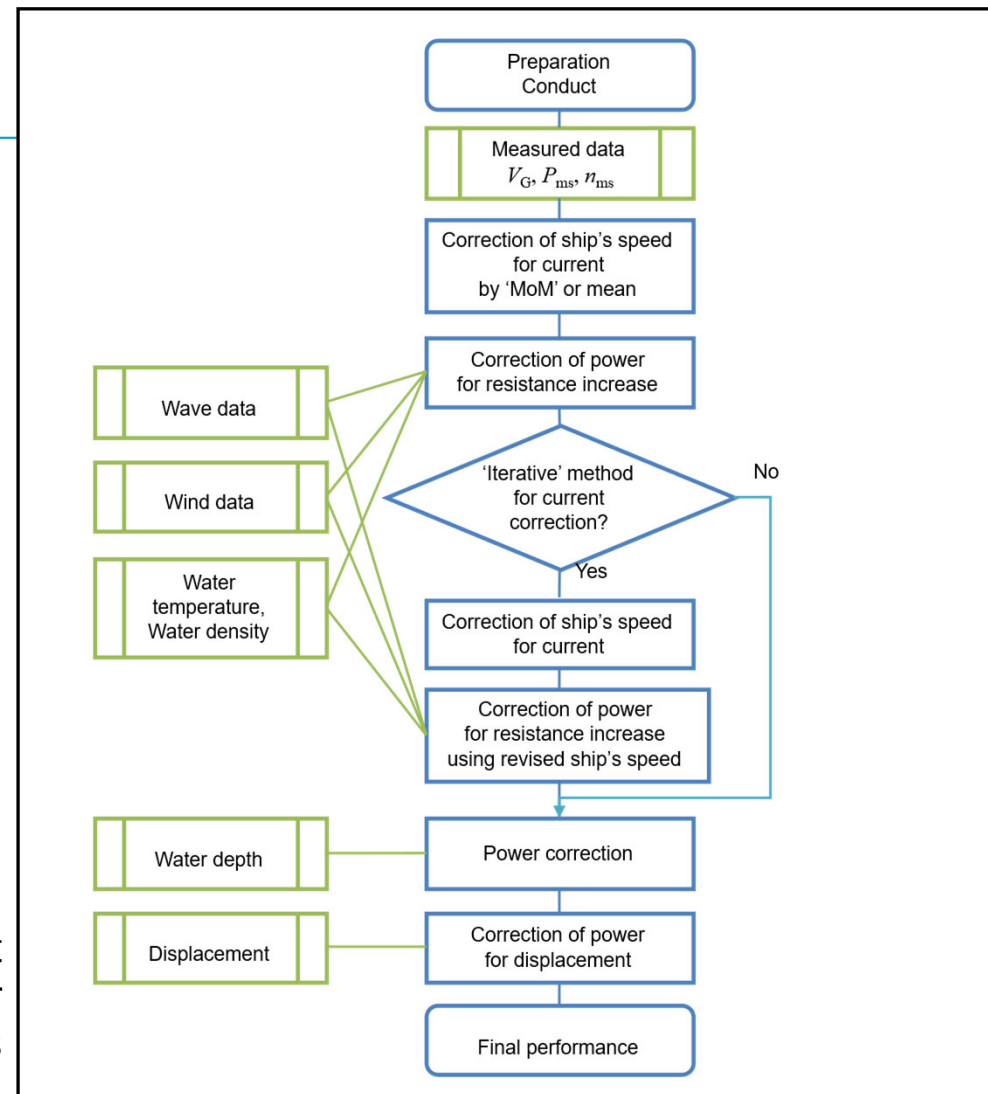
●代表的な解析法

ISO15016:2025

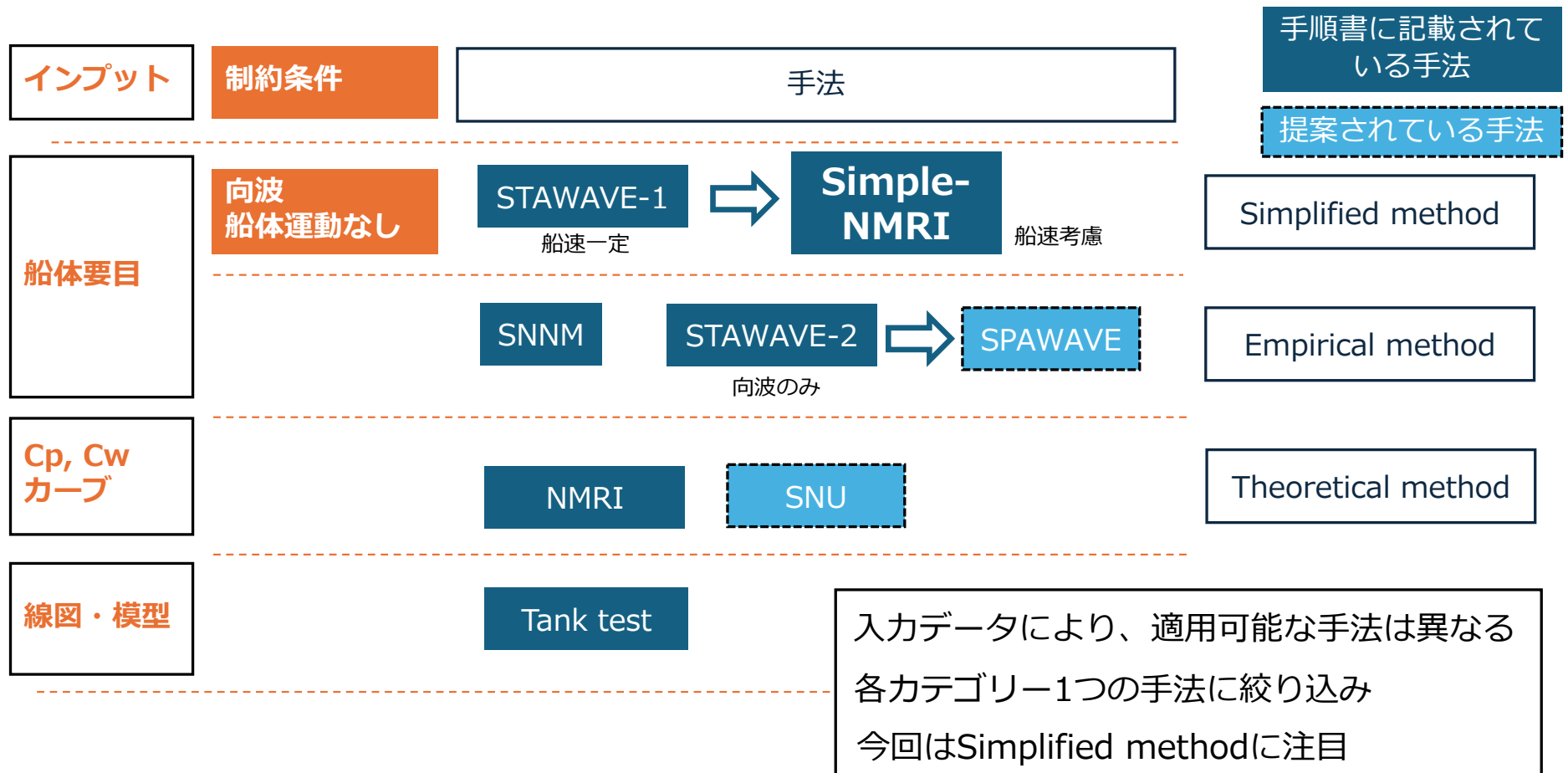
ITTC RP 7.5-04-01-01.1

EEDI検査・認証ガイドラインに
参照されている手法

ITTC RPより
Figure 6 Flowchart
of speed/power
trial analysis



背景：波浪修正法



目的：簡易手法と課題



- 簡易手法：Simplified Methodとは
 - ✓ 限られた船体主要目しか計算に用いない：より多くの入力データが必要なほかの手法の代替手法
 - ✓ 適用条件が狭い：向波で船体運動がないときしか使えない
- これまでの簡易手法：STAWAVE-1 の課題
 - ✓ 速力試験解析に用いる手法にもかかわらず、速度影響を考慮していない
 - ✓ 手法のバックグラウンド（導出手順）が公開されていないため、改良が難しい

理論的手法をベースに、合理的な速度影響を組み込んだ簡易手法を提案する

Simple-NMRI : コンセプトはこれまでと同じ



- 簡易手法のコンセプト

- ✓ 速さ : 電卓でも計算可能
- ✓ 簡便さ : 少ない主要目データで計算可能

- 更新手法 : Simple-NMRIの提案

- ✓ 簡易手法のコンセプトを維持
- ✓ STAWAVE-1と同じく、短波長で主要な成分である向波中抵抗増加の反射波成分を計算する
- ✓ 理論的手法 (NMRI法) をベースに、合理的な方法で速度影響を考慮する

Simple-NMRI : 理論的手法 (NMRI法) をベースに簡易化



NMRI法

反射波による抵抗増加

$$R_{AWR} = \frac{1}{2} \rho_s g \zeta_A^2 B B_f \alpha_T (1 + C_U F_r)$$

ρ_s	流体密度	B_f	ブラントネス係数
g	重力加速度	α_T	周波数・喫水影響項
ζ_A	入射波の振幅	C_U	速度影響係数
B	船幅	F_r	フルード数

C_U B_f から計算できる $\Rightarrow B_f$ の簡易計算法

α_T 短波長では 1.0 に近似できる

$\Rightarrow R_{AWR}$ は周波数に対して一定値



Copyright © 国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 / National Institute of Maritime, Port and Aviation Technology. All rights reserved.

Simple-NMRIでの B_f

B_f ブラントネス係数 (向波)

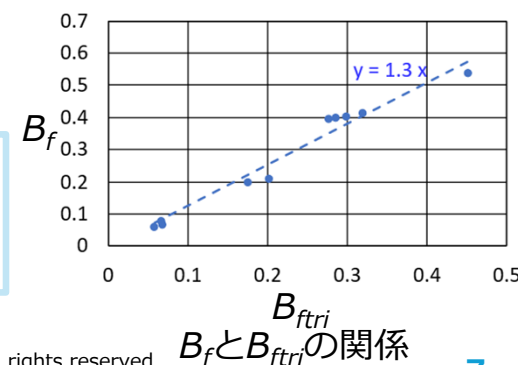
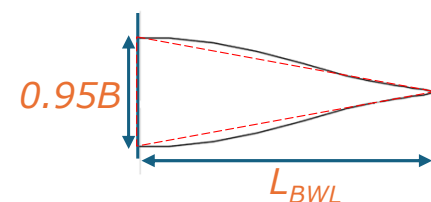
$$B_f = \frac{1}{B} \int_{-B/2}^{B/2} \sin^2 \beta_w dy$$

三角形形状に近似

$$B_{ftri} \cong \frac{(B/2)^2}{L_{BWL}^2 + (B/2)^2}$$

B_f の簡易計算式

$$B_f \cong \frac{1.3(B/2)^2}{L_{BWL}^2 + (B/2)^2}$$



B_f と B_{ftri} の関係

Simple-NMRI : 不規則波中抵抗増加への変換



長波頂不規則波中抵抗増加

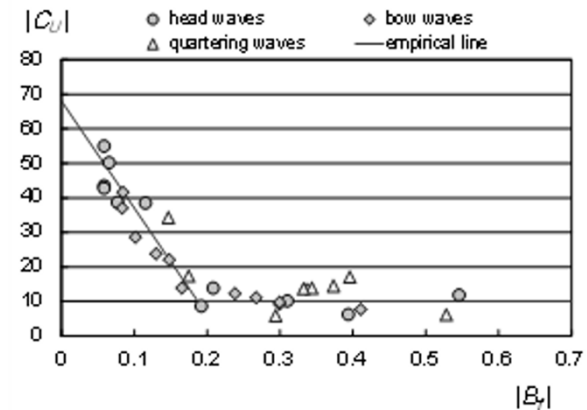
$$R_{AWL} \cong 2 \int_0^\infty \frac{R_{AWR}}{\zeta_A^2} S(\omega) d\omega$$

$$\cong \frac{1}{16} \rho_s g H^2 B \frac{1.3(B/2)^2}{L_{BWL}^2 + (B/2)^2} (1 + C_U F_r)$$

$$C_U = \begin{cases} 10 & \text{for } \frac{L_{BWL}}{B} \leq 1.0 \\ 68 - 310 \frac{1.3(B/2)^2}{L_{BWL}^2 + (B/2)^2} & \text{for } \frac{L_{BWL}}{B} > 1.0 \end{cases}$$

$S(\omega)$ 周波数スペクトラム

H 有義波高



Simple-NMRI : 計算手法のまとめ・STAWAVE-1との比較



Simple-NMRI

$$R_{AWL} = \frac{1}{16} \rho_s g H^2 B \frac{1.3 (B/2)^2}{L_{BWL}^2 (B/2)^2} (1 + C_U F_r)$$

$$C_U = \begin{cases} 10 & \text{for } \frac{L_{BWL}}{B} \leq 1.0 \\ 68 - 310 \frac{1.3 (B/2)^2}{L_{BWL}^2 + (B/2)^2} & \text{for } \frac{L_{BWL}}{B} > 1.0 \end{cases}$$

STAWAVE-1

$$R_{AWL} \cong \frac{1}{16} \rho_s g H^2 B \sqrt{\frac{B}{L_{BWL}}}$$

B, L_{BWL}

船体要目に関する入力パラメータは同じ

F_r

速度影響を考慮するため、Simple-NMRIではフルード数を用いる

適用例：速度影響の反映



対象船の入力データ (Simple-NMRI)

DTC	項目	値
	船種	コンテナ船
	サイズ	14,000TEU
	垂線間長 (L_{pp})	355.000
	幅 (B)	51.000
	喫水 (T_{mid})	14.500
	船尾トリム (t)	0.000
	エントランス長さ (L_{BWL})	94.424
	フルード数 (F_r)	0.157, 0.139, 0.052, 0.000



JBC	項目	値
	船種	バルカー
	サイズ	150,000DWT
	垂線間長 (L_{pp})	280.000
	幅 (B)	45.000
	喫水 (T_{mid})	16.500
	船尾トリム (t)	0.000
	エントランス長さ (L_{BWL})	34.439
	フルード数 (F_r)	0.142, 0.059, 0.000

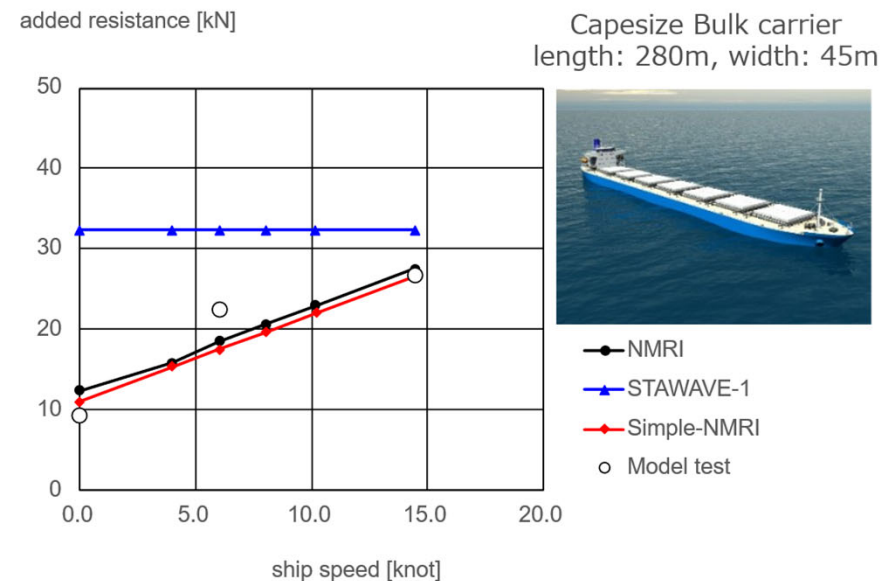
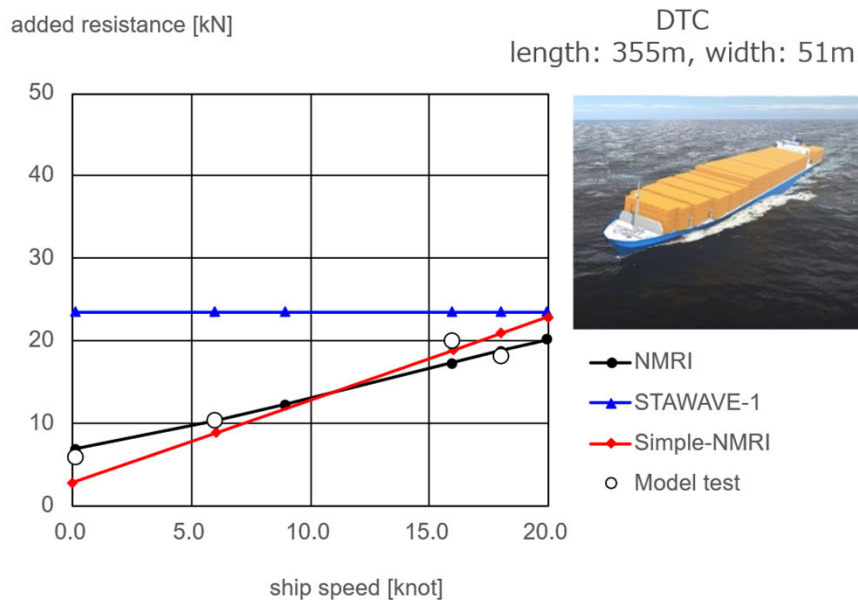


適用例：速度影響の反映

長波頂不規則波中抵抗増加の比較

ITTCスペクトラム

有義波高 1m、平均波周期 3.9s、向波



Simple-NMRI 水槽試験や理論的手法(NMRI法)と同じ速度に対する傾向を示している

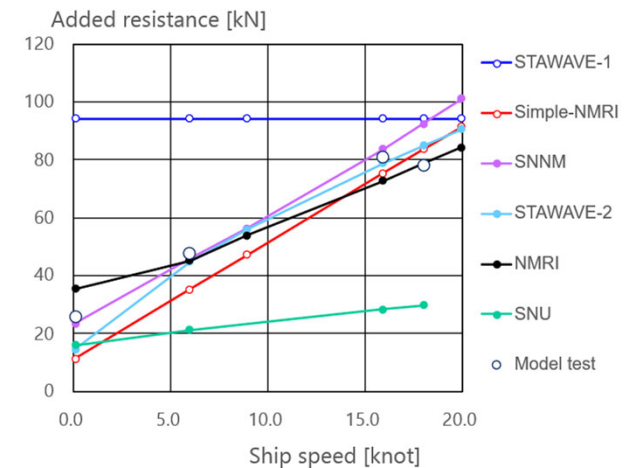
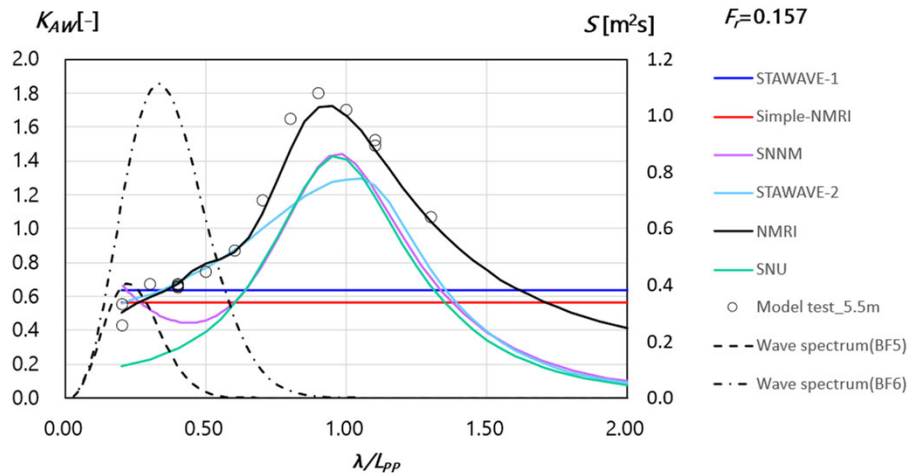
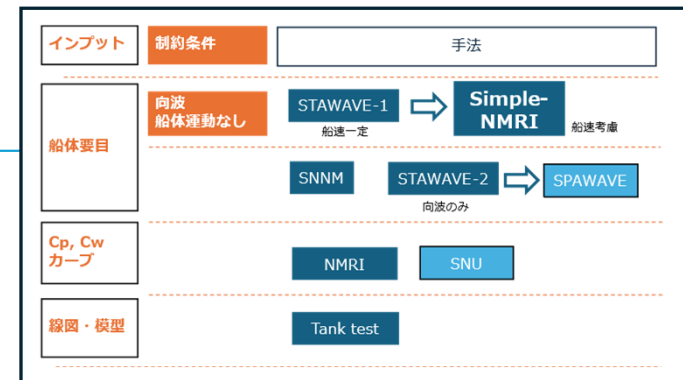
STAWAVE-1 水槽試験より過大推定で、速度によらず一定値である

適用例：様々な手法との比較

DTC

length: 355m, width: 51m

有義波高 2m、平均波周期 5.5s (BF5)、向波



Simple-NMRI 水槽試験や理論的手法(NMRI法)と同じ速度に対する傾向を示している

回帰式(SNU法以外) まとまった範囲に収まっており、速度影響も示されている

SNU法 速度影響は示されているが、短波長の値が水槽試験の半分以下で、不規則波でも影響が大きい

STAWAVE-1 速度影響が表現されていない

まとめ



- 海上試運転解析で用いる波浪修正の簡易手法（Simplified method)の更新について、紹介した。
- 更新手法Simple-NMRIは、これまでのSTAWAVE-1と異なり、海上試運転解析で不可欠な速度影響を考慮できる手法であり、理論的手法NMRI法をベースに簡易化されたものである。
- 長波頂不規則波中抵抗増加の比較結果から、Simple-NMRIは、水槽試験や理論的手法（NMRI法）と同じ速度傾向を表現できることが分かった。
- 比較結果から、各手法の間には顕著な差がみられた。簡易手法や回帰式を用いた手法は入力条件に柔軟で実用性にメリットを有する一方、理論的手法では精度の高い推定や設計へのフィードバックが可能である。