

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5540303号
(P5540303)

(45) 発行日 平成26年7月2日(2014.7.2)

(24) 登録日 平成26年5月16日(2014.5.16)

(51) Int.Cl.		F I			
B 6 3 B	1/06	(2006.01)	B 6 3 B	1/06	Z
B 6 3 B	9/00	(2006.01)	B 6 3 B	9/00	Z

請求項の数 6 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2008-137874 (P2008-137874)	(73) 特許権者	501204525
(22) 出願日	平成20年5月27日 (2008.5.27)		独立行政法人海上技術安全研究所
(65) 公開番号	特開2009-286166 (P2009-286166A)		東京都三鷹市新川6丁目38番1号
(43) 公開日	平成21年12月10日 (2009.12.10)	(74) 代理人	100110559
審査請求日	平成23年4月8日 (2011.4.8)		弁理士 友野 英三
		(72) 発明者	辻本 勝
			東京都三鷹市新川六丁目38番1号 独立行政法人海上技術安全研究所内
		(72) 発明者	黒田 麻利子
			東京都三鷹市新川六丁目38番1号 独立行政法人海上技術安全研究所内
		審査官	柳幸 憲子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 波浪中抵抗増加低減を図った船舶の形状設計方法及び船舶並びにプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

船体の次式で定義される反射波に基づく抵抗増加係数 K_{AW}

$$K_{AW} = B_f \cdot \alpha_1 \cdot (1 + \alpha_2)$$

B_f : ブラントネス係数

α_1 : 喫水影響項

$1 + \alpha_2$: 速度影響項

とブラントネス係数 B_f の関係において、

ブラントネス係数 B_f が $0.04 \sim 0.187$ となる船体形状を、該ブラントネス係数 B_f を大きくして $0.12 \sim 0.32$ の範囲になるように再設定し、抵抗増加係数 K_{AW} を低く抑えたことを特徴とする波浪中抵抗増加低減を図った船舶の形状設計方法。

【請求項2】

ブラントネス係数 B_f と反射波に基づく抵抗増加係数 K_{AW} の関係を設定する相互関係設定ステップと、船体形状から算出されるブラントネス係数 B_f 値を前記相互関係ステップの設定に当てはめ抵抗増加係数 K_{AW} 値を求める抵抗増加係数 K_{AW} 値算出ステップと、前記船体形状を変え前記ブラントネス係数 B_f 値を修正する修正ステップと、この修正ステップで修正された修正ブラントネス係数 B_f 値を前記相互関係ステップの設定に当てはめ修正抵抗増加係数 K_{AW} 値を求める修正抵抗増加係数 K_{AW} 値算出ステップと、この修正抵抗増加係数 K_{AW} 値算出ステップで求められた前記修正抵抗増加係数 K_{AW} 値と前記抵抗増加係数 K_{AW} 値算出ステップで求められた前記抵抗増加係数 K_{AW} 値を比較し、

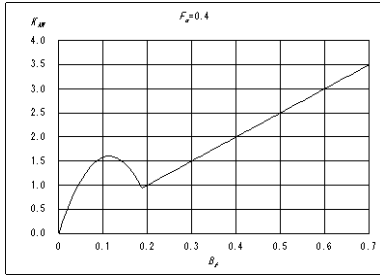
10

20

プラントネス係数を下げることで却って波浪中抵抗が増大してしまう範囲の前記プラントネス係数 B_f 値に対して、前記修正抵抗増加係数 K_{AW} 値と前記抵抗増加係数 K_{AW} 値の小さい方のプラントネス係数 B_f 値を示す船体形状を選択する選択ステップを備えた波浪中抵抗増加低減を図った船舶の形状設計方法。

【請求項3】

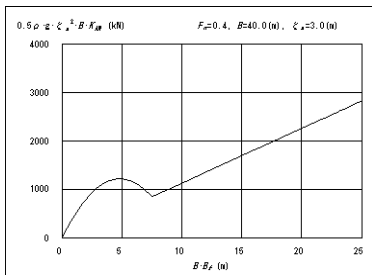
前記相互関係設定ステップで設定される関係は、



10

(図中、 K_{AW} : 抵抗増加係数 (無次元)、 B_f : プラントネス係数 (無次元)、 F_n : フルード数 (無次元))

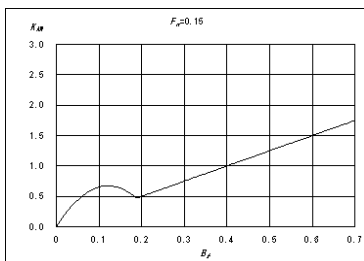
もしくは



20

(図中、 ρ : 流体密度 (kg/m^3)、 g : 重力加速度 (m/s^2)、 a : 波の振幅 (m)、 B : 船幅 (m)、 K_{AW} : 抵抗増加係数 (無次元)、 B_f : プラントネス係数 (無次元)、 F_n : フルード数 (無次元))

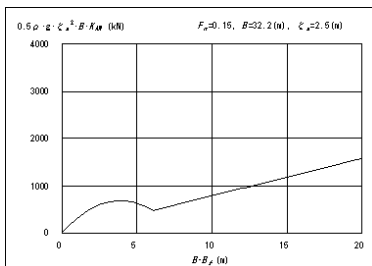
もしくは



30

(図中記号は同上)

もしくは



40

(図中記号は同上)

もしくは

F_n	0.40
-------	------

F_n	0.40
ζ_p (m)	3.00
B (m)	40.00

B_f	K_{AW}
0.050	1.10
0.075	1.42
0.100	1.58
0.125	1.59
0.150	1.44
0.175	1.14
0.200	1.00
0.225	1.13
0.250	1.25
0.275	1.38
0.300	1.50
0.325	1.63
0.350	1.75
0.375	1.88
0.400	2.00
0.425	2.13
0.450	2.25
0.475	2.38
0.500	2.50
0.525	2.63
0.550	2.75
0.575	2.88
0.600	3.00
0.625	3.13
0.650	3.25
0.675	3.38
0.700	3.50

$B \cdot B_f$ (m)	$0.5 \rho \cdot g \cdot \zeta_p^2 \cdot B \cdot K_{AW}$ (kN)
2.0	1990.3
3.0	2564.7
4.0	2858.7
5.0	2872.3
6.0	2605.4
7.0	2058.1
8.0	1809.3
9.0	2035.5
10.0	2261.7
11.0	2467.8
12.0	2714.0
13.0	2940.2
14.0	3166.3
15.0	3392.5
16.0	3618.7
17.0	3844.8
18.0	4071.0
19.0	4297.2
20.0	4523.3
21.0	4749.5
22.0	4975.6
23.0	5201.8
24.0	5428.0
25.0	5654.1
26.0	5880.3
27.0	6106.5
28.0	6332.6

10

20

(表中、 F_n : フルード数 (無次元)、 ρ : 流体密度 (kg / m^3) 、
 g : 重力加速度 (m / s^2) 、 a : 波の振幅 (m) 、 B : 船幅 (m) 、
 B_f : ブラントネス係数 (無次元)、 K_{AW} : 抵抗増加係数 (無次元))
 もしくは

F_n	0.15
-------	------

F_n	0.15
ζ_p (m)	2.5
B (m)	32.2

B_f	K_{AW}
0.050	0.44
0.075	0.58
0.100	0.66
0.125	0.67
0.150	0.63
0.175	0.54
0.200	0.50
0.225	0.56
0.250	0.63
0.275	0.69
0.300	0.75
0.325	0.81
0.350	0.88
0.375	0.94
0.400	1.00
0.425	1.06
0.450	1.13
0.475	1.19
0.500	1.25
0.525	1.31
0.550	1.38
0.575	1.44
0.600	1.50
0.625	1.56
0.650	1.63
0.675	1.69
0.700	1.75

$B \cdot B_f$ (m)	$0.5 \rho \cdot g \cdot \zeta_p^2 \cdot B \cdot K_{AW}$ (kN)
1.6	448.8
2.4	585.1
3.2	662.5
4.0	681.2
4.8	641.0
5.6	542.1
6.4	505.7
7.2	568.9
8.1	632.2
8.9	695.4
9.7	758.6
10.5	821.8
11.3	885.0
12.1	948.2
12.9	1011.5
13.7	1074.7
14.5	1137.9
15.3	1201.1
16.1	1264.3
16.9	1327.5
17.7	1390.8
18.5	1454.0
19.3	1517.2
20.1	1580.4
20.9	1643.6
21.7	1706.8
22.5	1770.1

30

40

(表中記号は同上)
 を含む図表であって、0.3以下のブラントネス係数 B_f 値及びこれに関係した抵抗増加係数 K_{AW} 値、もしくは0.3・船幅(m)以下の $B \cdot B_f$ 値(m)及びこれに関係した

50

$0.5 \cdot g \cdot a^2 \cdot B \cdot K_{AW}$ 値 (kN) も含む図表、で示される関係に設定されることを特徴とする請求項 2 記載の波浪中抵抗増加低減を図った船舶の形状設計方法。

【請求項 4】

ブラントネス係数 B_f が $0.04 \sim 0.187$ の船体の少なくとも喫水線近傍より上部に、ブラントネス係数 B_f が $0.12 \sim 0.32$ となる船首装着物を装着し波浪中抵抗を低減したことを特徴とする波浪中抵抗増加低減を図った船舶。

【請求項 5】

ブラントネス係数 B_f が、 $0.04 \sim 0.187$ の瘦型船の船首部形状の少なくとも喫水線より上部部分を肥大させ、ブラントネス係数 B_f を $0.12 \sim 0.32$ としたことを特徴とする波浪中抵抗増加低減を図った船舶。

10

【請求項 6】

コンピュータを、

ブラントネス係数 B_f と反射波に基づく抵抗増加係数 K_{AW} との関係を設定して抵抗増加係数記憶手段に記憶させる相互関係設定手段と、

船体形状から算出されるブラントネス係数 B_f 値を前記抵抗増加係数記憶手段から読み出した前記相互関係設定に係る情報に当てはめることにより抵抗増加係数 K_{AW} 値を求める抵抗増加係数 K_{AW} 値算出手段と、

前記船体形状を変え前記ブラントネス係数 B_f 値を修正する修正手段と、

この修正手段で修正された修正ブラントネス係数 B_f 値を前記抵抗増加係数記憶手段から読み出した前記相互関係設定に係る情報に当てはめることにより修正抵抗増加係数 K_{AW} 値を求める修正抵抗増加係数 K_{AW} 値算出手段と、

20

この修正抵抗増加係数 K_{AW} 値算出手段で求められた前記修正抵抗増加係数 K_{AW} 値と前記抵抗増加係数 K_{AW} 値算出手段で求められた前記抵抗増加係数 K_{AW} 値を比較し、ブラントネス係数を下げることで却って波浪中抵抗が増大してしまう範囲の前記ブラントネス係数 B_f 値に対して、前記修正抵抗増加係数 K_{AW} 値と前記抵抗増加係数 K_{AW} 値の小さい方のブラントネス係数 B_f 値を示す船体形状を選択する選択手段として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、たとえば波浪中抵抗増加低減を図った船舶の形状設計方法及び船舶並びにプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

実海域における船速低下を精確に推定するためには、船速低下が生じる主要因の一つである波浪中抵抗増加を精度良く推定する必要がある。

【0003】

波浪中抵抗増加の一般的な計算方法では、船体運動に基づく抵抗増加成分に、反射波に基づく抵抗増加成分を付加する方法がとられる。このうち、反射波に基づく抵抗成分は、低速肥大船を対象に推定式が提案されている。この推定式は一律に、ブラントネス係数 (ファクター) が小さいほど、反射波に基づく抵抗成分が低減されるという仮説に基づくものである。また、従来からこの仮説に沿った複数の特許文献が存在している。

40

【0004】

たとえば特許文献 1 では、主船体と一体若しくは付加物として取り付け可能な反射波低減構造物 12 を設け、反射波低減構造物 12 が図 4 に示されるように元の水線面形状よりも尖らせて (ブラントネス係数を小さくし) 波浪中抵抗増加を低減しようとする技術的思想が開示されている。

【0005】

また、特許文献 2 では、満水喫水線バルブ 10 と該満水喫水線バルブ 10 と船首フレア 30 との間に水平断面がくさび形の波きり部材 20 を設けて、図 4 などに示されるように

50

船舶1の船首部を尖らせて(ブラントネス係数を小さくし)波浪中抵抗増加を低減しようとする技術的思想が開示されている。

【0006】

さらに特許文献3では、大型肥大船の船首部形状を図1などで示されるような標準船型T2から最適形状化T1のように変更し(ブラントネス係数を小さくし)波浪中での抵抗増加を低減しようとする技術的思想が開示されている。

【0007】

また、特許文献4では、船首バルブに凸状3次元形状のバウキャップを装着し、図12に示すように船首バルブ部を太らせる技術的思想が開示されている。しかし、ここで開示される技術思想は造波抵抗の低減という目的のためであり、波浪中抵抗低減を目的とするものではない上、装着も喫水線近傍よりも遙かに下に位置する船首バルブに装着しているものである。

【特許文献1】特開2004-314943号公報

【特許文献2】特開2007-069835号公報

【特許文献3】特開平09-136686号公報

【特許文献4】特開2006-051915号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

このように、これまでの技術では、波浪中抵抗低減の目的で、ブラントネス係数を高い方向に再設定する思想はこれらの従来例に全く開示されていなく、船首装着物も総て船首部を尖らせブラントネス係数を小さくするものばかりであった。

【0009】

しかし、近年の大型コンテナ船のような瘦型船の場合は、過去にブラントネス係数(ファクター)と抵抗増加係数の関係を実証した例が無く、ブラントネス係数(ファクター)を小さくすることで波浪中抵抗低減を図るという推定式の適用範囲外となり、短波長域での波浪中抵抗増加の推定精度が低下するおそれがあった。これらの従来技術のいずれにおいても、瘦型船の場合は効果的に適用できないことが予測された。これは、これまで、ブラントネス係数(ファクター)を下げるからこそ波浪中抵抗低減を図る方策だとの前提に無批判に立ってきたためである。

【0010】

しかしながら、本願発明者らは、船舶特に船首形状によっては、ブラントネス係数を一律小さくすることが必ずしも波浪中抵抗低減に繋がらない場合があることを発見・着眼した。そこで、船舶の形状と波浪中抵抗低減との関係につき各種実験・考察を重ねることで、最適化を図るにはどうすればよいかの検討を続けてきたところ、船舶の形状によってはブラントネス係数を下げることで却って波浪中抵抗が増大してしまうような数値範囲が存在することが、本発明者の実験により明らかになった。本願はこれらの検討・研究の結果生み出されたものである。

【0011】

したがって、本発明は、上述の従来技術では見過ごされていた、船舶形状に応じた波浪中抵抗増加低減を最適化するという新たな課題に向かいあうものである。つまり本願は、従来技術ではなし得なかった解決手段を与えるためになされたもので、特に船舶の形状によっては、ブラントネス係数を下げることで却って波浪中抵抗が増大してしまう範囲に対しても有効に波浪中抵抗の低減を図り、波浪中抵抗増加低減を最適化することが可能な船舶の形状設計方法及び船舶並びにプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

かかる目的を達成するために、本発明の請求項1に係る波浪中抵抗増加低減を図った船舶の形状設計方法は、船体の次式で定義される反射波に基づく抵抗増加係数 K_{AW}

$$K_{AW} = B_f \cdot \quad \cdot (1 + \quad)$$

10

20

30

40

50

B_f : ブラントネス係数
 γ_1 : 噴水影響項
 $1 + \gamma_2$: 速度影響項

とブラントネス係数 B_f の関係において、

ブラントネス係数 B_f が $0.04 \sim 0.187$ となる船体形状を、該ブラントネス係数 B_f を大きくして $0.12 \sim 0.32$ の範囲になるように再設定し、抵抗増加係数 K_{AW} を低く抑えたことを特徴として構成される。

【0013】

かかる構成を備えることにより、ブラントネス係数（向波） B_f が $0.04 \sim 0.187$ 程度の形状の場合、これまでの技術常識とは逆にブラントネス係数 B_f を少し大きくし、すなわち船首部形状を肥大させることで、反射波に基づく抵抗増加の低減がより効果的かつ適切に達成される。すなわち、これまでは一律に、反射波に基づく抵抗増加を低減させるためのブラントネス係数（向波） B_f を小さくする方向の設計のみが行われていたところ、これでは船首形状によっては却って反射波に基づく抵抗が増加してしまっていた。本願発明では、種々の研究・実験に基づいて、ブラントネス係数（向波） B_f が $0.04 \sim 0.187$ 程度の形状の場合には、船首部形状を肥大させる、すなわちブラントネス係数 B_f を少し大きくすることでより反射波に基づく抵抗増加の低減が図れることを突き止めた結果、ブラントネス係数 B_f 再設定値を $0.12 \sim 0.32$ の範囲にすることで、抵抗増加低減が最適化されることを割り出したものである。

10

【0014】

これによって、反射波に基づく抵抗増加の推定精度が向上し、特に大型船で重要となる短波長域での抵抗増加推定法の修正に基づいた設計が適切に達成されることになる。

20

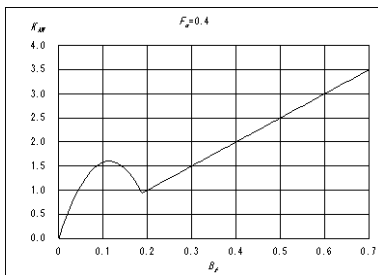
【0015】

また、上記目的を達成するべく、本願の請求項2に係る波浪中抵抗増加低減を図った船舶の形状設計方法は、ブラントネス係数 B_f と反射波に基づく抵抗増加係数 K_{AW} の関係を設定する相互関係設定ステップと、船体形状から算出されるブラントネス係数 B_f 値を前記相互関係ステップの設定に当てはめ抵抗増加係数 K_{AW} 値を求める抵抗増加係数 K_{AW} 値算出ステップと、前記船体形状を変え前記ブラントネス係数 B_f 値を修正する修正ステップと、この修正ステップで修正された修正ブラントネス係数 B_f 値を前記相互関係ステップの設定に当てはめ修正抵抗増加係数 K_{AW} 値を求める修正抵抗増加係数 K_{AW} 値算出ステップと、この修正抵抗増加係数 K_{AW} 値算出ステップで求められた前記修正抵抗増加係数 K_{AW} 値と前記抵抗増加係数 K_{AW} 値算出ステップで求められた前記抵抗増加係数 K_{AW} 値を比較し、ブラントネス係数を下げることで却って波浪中抵抗が増大してしまう範囲の前記ブラントネス係数 B_f 値に対して、前記修正抵抗増加係数 K_{AW} 値と前記抵抗増加係数 K_{AW} 値の小さい方のブラントネス係数 B_f 値を示す船体形状を選択する選択ステップ備えて構成されることもできる。

30

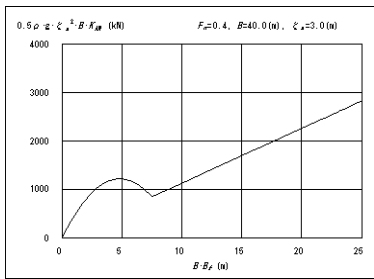
【0016】

この場合、特に、相互関係設定ステップで設定される関係は、



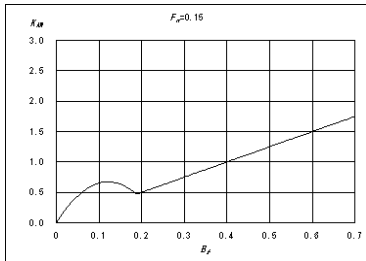
40

（図中、 K_{AW} : 抵抗増加係数（無次元）、 B_f : ブラントネス係数（無次元）、 F_n : フルード数（無次元））
 もしくは



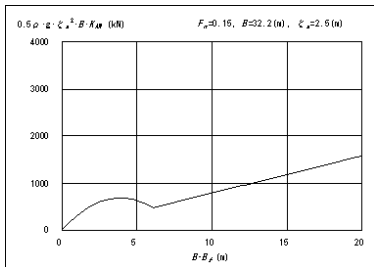
(図中、 ρ : 流体密度 (kg / m^3)、 g : 重力加速度 (m / s^2)、 a : 波の振幅 (m)、 B : 船幅 (m)、 K_{AW} : 抵抗増加係数 (無次元)、 B_f : プラントネス係数 (無次元)、 F_n : フルード数 (無次元))

もしくは



(図中記号は同上)

もしくは



(図中記号は同上)

もしくは

10

20

30

F_n	0.40
-------	------

F_n	0.40
ζ_p (m)	3.00
B (m)	40.00

B_f	K_{AW}
0.050	1.10
0.075	1.42
0.100	1.58
0.125	1.59
0.150	1.44
0.175	1.14
0.200	1.00
0.225	1.13
0.250	1.25
0.275	1.38
0.300	1.50
0.325	1.63
0.350	1.75
0.375	1.88
0.400	2.00
0.425	2.13
0.450	2.25
0.475	2.38
0.500	2.50
0.525	2.63
0.550	2.75
0.575	2.88
0.600	3.00
0.625	3.13
0.650	3.25
0.675	3.38
0.700	3.50

$B \cdot B_f$ (m)	$0.5 \rho \cdot g \cdot \zeta_p^2 \cdot B \cdot K_{AW}$ (kN)
2.0	1990.3
3.0	2564.7
4.0	2858.7
5.0	2872.3
6.0	2605.4
7.0	2058.1
8.0	1809.3
9.0	2035.5
10.0	2261.7
11.0	2467.8
12.0	2714.0
13.0	2940.2
14.0	3166.3
15.0	3392.5
16.0	3618.7
17.0	3844.8
18.0	4071.0
19.0	4297.2
20.0	4523.3
21.0	4749.5
22.0	4975.6
23.0	5201.8
24.0	5428.0
25.0	5654.1
26.0	5880.3
27.0	6106.5
28.0	6332.6

10

20

(表中、 F_n : フルード数 (無次元)、 ρ : 流体密度 (kg / m^3) 、
 g : 重力加速度 (m / s^2) 、 a : 波の振幅 (m) 、 B : 船幅 (m) 、
 B_f : ブラントネス係数 (無次元)、 K_{AW} : 抵抗増加係数 (無次元))
 もしくは

F_n	0.15
-------	------

F_n	0.15
ζ_p (m)	2.5
B (m)	32.2

B_f	K_{AW}
0.050	0.44
0.075	0.58
0.100	0.66
0.125	0.67
0.150	0.63
0.175	0.54
0.200	0.50
0.225	0.56
0.250	0.63
0.275	0.69
0.300	0.75
0.325	0.81
0.350	0.88
0.375	0.94
0.400	1.00
0.425	1.06
0.450	1.13
0.475	1.19
0.500	1.25
0.525	1.31
0.550	1.38
0.575	1.44
0.600	1.50
0.625	1.56
0.650	1.63
0.675	1.69
0.700	1.75

$B \cdot B_f$ (m)	$0.5 \rho \cdot g \cdot \zeta_p^2 \cdot B \cdot K_{AW}$ (kN)
1.6	448.8
2.4	585.1
3.2	662.5
4.0	681.2
4.8	641.0
5.6	542.1
6.4	505.7
7.2	568.9
8.1	632.2
8.9	695.4
9.7	758.6
10.5	821.8
11.3	885.0
12.1	948.2
12.9	1011.5
13.7	1074.7
14.5	1137.9
15.3	1201.1
16.1	1264.3
16.9	1327.5
17.7	1390.8
18.5	1454.0
19.3	1517.2
20.1	1580.4
20.9	1643.6
21.7	1706.8
22.5	1770.1

30

40

(表中記号は同上)
 を含む図表であって、0.3以下のブラントネス係数 B_f 値及びこれに関係した抵抗増加係数 K_{AW} 値、もしくは0.3・船幅(m)以下の $B \cdot B_f$ 値(m)及びこれに関係した

50

0.5 · g · a² · B · K_{A W} 値 (kN) も含む図表、で示される関係に設定されるように構成してもよい。

【0017】

これらのように構成することにより、相互関係設定ステップでブラントネス係数 B_f と反射波に基づく抵抗増加係数 K_{AW} との関係が設定されたあとで、船体形状を様々変えることで修正ブラントネス係数 B_f 値を得て、選択ステップで抵抗増加係数 K_{AW} 値が小さい方のブラントネス係数 B_f 値を示す船体形状を選択することになる。さらにこの場合、ブラントネス係数 B_f 値を修正すべき範囲・数値が具体的に明確化される。このため、反射波による抵抗増加がより小さくなるような船舶形状を得ることができる。したがって、反射波に基づく抵抗増加の推定精度が向上し、特に大型船で重要となる短波長域での抵抗増加推定法の修正が適切に達成されることになる。

10

【0018】

また、上記目的を達成するべく、本願の請求項4に係る波浪中抵抗増加低減を図った船舶は、ブラントネス係数 B_f が0.04～0.187の船体の少なくとも喫水線近傍より上部に、ブラントネス係数 B_f が0.12～0.32となる船首装着物を装着し波浪中抵抗を低減したことを特徴として構成される。

【0019】

このように構成することにより、ブラントネス係数(向波) B_f が0.04～0.187程度の形状の場合、これまでの技術常識とは逆にブラントネス係数 B_f を少し大きくし、すなわち船首部形状を肥大させることで、反射波に基づく抵抗増加の低減がより効果的かつ適正に達成される、という本願特有の着眼に基づいた結果、具体的にブラントネス係数 B_f 再設定値を0.12～0.32の範囲にする船首装着物を船体に装着することにより、船舶全体として反射波に基づく抵抗増加低減が図れ、既存の船舶にも適用できる。

20

【0020】

また、上記目的を達成するべく、本願の請求項5に係る波浪中抵抗増加低減を図った船舶は、ブラントネス係数 B_f が、0.04～0.187の瘦型船の船首部形状の少なくとも喫水線より上部部分を肥大させ、ブラントネス係数 B_f を0.12～0.32としたことを特徴として構成される。

【0021】

このように構成することにより、具体的にブラントネス係数 B_f 再設定値を0.12～0.32の範囲にする船首装着物を船体に装着することの代替として、船首形状、少なくとも喫水線近傍より上部部分を船首形状自体を肥大化させることでも、同様の効果、即ち、船舶全体として反射波に基づく抵抗増加低減が図れ、新造船にも設計段階から適用ができる。

30

【0022】

また、上記目的を達成するべく、本願の請求項6に係るプログラムは、コンピュータを、ブラントネス係数 B_f と反射波に基づく抵抗増加係数 K_{AW} との関係を設定して抵抗増加係数記憶手段に記憶させる相互関係設定手段と、船体形状から算出されるブラントネス係数 B_f 値を前記抵抗増加係数記憶手段から読み出した前記相互関係設定に係る情報に当てはめることにより抵抗増加係数 K_{AW} 値を求める抵抗増加係数 K_{AW} 値算出手段と、前記船体形状を変え前記ブラントネス係数 B_f 値を修正する修正手段と、この修正手段で修正された修正ブラントネス係数 B_f 値を前記抵抗増加係数記憶手段から読み出した前記相互関係設定に係る情報に当てはめることにより修正抵抗増加係数 K_{AW} 値を求める修正抵抗増加係数 K_{AW} 値算出手段と、この修正抵抗増加係数 K_{AW} 値算出手段で求められた前記修正抵抗増加係数 K_{AW} 値と前記抵抗増加係数 K_{AW} 値算出手段で求められた前記抵抗増加係数 K_{AW} 値を比較し、ブラントネス係数を下げることで却って波浪中抵抗が増大してしまう範囲の前記ブラントネス係数 B_f 値に対して、前記修正抵抗増加係数 K_{AW} 値と前記抵抗増加係数 K_{AW} 値の小さい方のブラントネス係数 B_f 値を示す船体形状を選択する選択手段として機能させるように構成される。

40

50

【0023】

ここで、抵抗増加係数記憶手段とは、ブラントネス係数 B_f と反射波に基づく抵抗増加係数 K_{AW} との間に定義されもしくは推定される一定の関係に関する情報を記憶するための RAM (ランダム・アクセス・メモリ) 或いは ROM (リード・オンリ・メモリ) もしくはその他の記憶装置によって実現される。

【0024】

ここで、相互関係設定手段とは、ブラントネス係数 B_f と反射波に基づく抵抗増加係数 K_{AW} との間に成立する一定の推定される関係を、たとえば実験データのプロット値から読み取って定義し、これを上記の抵抗増加係数記憶手段に出力・記憶させるアルゴリズムを有するサブルーチンもしくはサブプログラム、或いはこれらを記憶媒体に記憶させたものによって実現される。

10

【0025】

ここで、抵抗増加係数 K_{AW} 値算出手段とは、仮設定される船体形状からブラントネス係数 B_f 値を算出し、抵抗増加係数記憶手段から相互関係設定情報を読み出し、この算出された B_f 値を当該相互関係設定情報に当てはめて抵抗増加係数 K_{AW} 値を求めるアルゴリズムを有するサブルーチンもしくはサブプログラム、或いはこれらを記憶媒体に記憶させたものによって実現される。

【0026】

ここで、修正手段とは、船体形状をいろいろと変えることでブラントネス係数 B_f 値を修正し、修正ブラントネス係数 B_f 値を得るようなアルゴリズムを有するサブルーチンもしくはサブプログラム、或いはこれらを記憶媒体に記憶させたものによって実現される。

20

【0027】

ここで、修正抵抗増加係数 K_{AW} 値算出手段とは、上記得られた修正ブラントネス係数 B_f 値を上述の相互関係設定情報に当てはめることで修正抵抗増加係数 K_{AW} 値を算出するようなアルゴリズムを有するサブルーチンもしくはサブプログラム、或いはこれらを記憶媒体に記憶させたものによって実現される。

【0028】

ここで、選択手段とは、上記で得られた修正抵抗増加係数 K_{AW} 値と上述の抵抗増加係数 K_{AW} 値を比較し、抵抗増加係数 K_{AW} 値が小さい方のブラントネス係数 B_f 値に対応する船体形状を選択し当該選択された船体形状を一定の出力部に出力するようなアルゴリズムを有するサブルーチンもしくはサブプログラム、或いはこれらを記憶媒体に記憶させたものによって実現される。

30

【0029】

上記のように構成されることにより、抵抗増加係数記憶手段、相互関係設定手段、抵抗増加係数 K_{AW} 値算出手段、修正手段、修正抵抗増加係数 K_{AW} 値算出手段、選択手段の各々がサブルーチンもしくはサブプログラムとして実現され、これらをたとえば汎用の PC (パーソナル・コンピュータ) に搭載させて実行させることで、汎用コンピュータであってもこれらサブルーチンもしくはサブプログラムによってそれぞれの機能を達成させることができる。

40

【発明の効果】

【0030】

本発明に係る波浪中抵抗増加低減を図った船舶の形状設計方法によれば、ブラントネス係数 B_f が $0.04 \sim 0.187$ となる船体形状を、該ブラントネス係数 B_f が $0.12 \sim 0.32$ の範囲になるように再設定し、抵抗増加係数 K_{AW} を低く抑えているため、 $0.04 \sim 0.187$ 程度の形状の場合であっても反射波に基づく抵抗増加の低減がより効果的かつ適切に達成される。

【0031】

本発明に係る波浪中抵抗増加低減を図った船舶の形状設計方法によれば、船体形状を様々変えることで修正ブラントネス係数 B_f 値を得て、抵抗増加係数 K_{AW} 値が小さい方の

50

ブラントネス係数 B_f 値を示す船体形状が選択されるから、反射波に基づく抵抗増加の低減がより効果的かつ適切に達成される。

【0032】

また、これに加え本発明に係る波浪中抵抗増加低減を図った船舶の形状設計方法によれば、図10乃至図13（但し、図10及び図12中、 K_{AW} ：抵抗増加係数（無次元）、 B_f ：ブラントネス係数（無次元）、 F_n ：フルード数（無次元）、図11及び図13中、 ρ ：流体密度（ kg/m^3 ）、 g ：重力加速度（ m/s^2 ）、 a ：波の振幅（ m ）、 B ：船幅（ m ）、 K_{AW} ：抵抗増加係数（無次元）、 B_f ：ブラントネス係数（無次元）、 F_n ：フルード数（無次元））に示されるようにブラントネス係数 B_f 値を修正すべき範囲・数値が具体的に明確化されるから、反射波による抵抗増加がより小さくなるような船舶形状を得ることができる。したがって、反射波に基づく抵抗増加の推定精度が向上し、特に大型船で重要となる短波長域での抵抗増加推定法の修正が適切に達成されることになる。

10

【0033】

本発明に係る波浪中抵抗増加低減を図った船舶によれば、ブラントネス係数 B_f が $0.04 \sim 0.187$ 程度の形状の場合、これまでの技術常識とは逆にブラントネス係数 B_f を少し大きくするので、具体的にブラントネス係数 B_f 再設定値を $0.12 \sim 0.32$ の範囲にする船首装着物を船体に装着することにより、船舶全体として反射波に基づく抵抗増加低減が適切に達成されることになる。さらに、かかる抵抗増加推定法の修正に基づいた設計を船首装着物として実現するので、新造船のみならず、既存の船首船型を持つ船舶にも追加することもできる。

20

【0034】

本発明に係る波浪中抵抗増加低減を図った船舶によれば、ブラントネス係数 B_f 再設定値を $0.12 \sim 0.32$ の範囲にする船首装着物を船体に装着することの代替として、船首形状、少なくとも喫水線近傍より上部部分を船首形状自体を肥大化させるので、船舶全体として反射波に基づく抵抗増加低減が適切に達成されることになる。

【0035】

さらに、かかる抵抗増加推定法の修正に基づいた設計が適切に達成されることになり、特に、新規に造船する場合に上記形状を設計段階から採用することができる。

【0036】

この場合、喫水線近傍の上部下部を含めてかかる肥大化をするようにしても効果は同様に達成される。

30

【0037】

本発明に係るプログラムによれば、抵抗増加係数記憶手段、相互関係設定手段、抵抗増加係数 K_{AW} 値算出手段、修正手段、修正抵抗増加係数 K_{AW} 値算出手段、選択手段の各々がサブルーチンもしくはサブプログラムとして実現され、これらをたとえば汎用のPC（パーソナル・コンピュータ）に搭載させて実行させることができるので、専用機によらずとも波浪中抵抗増加低減を図った船舶の形状設計がプログラムによる自動処理によって実現される。また、プログラムのみを搭載すれば当該機能を汎用機でも実現でき、利便性が高まる。さらに変更を施す場合でもプログラムの該当箇所のデータもしくはアルゴリズムのみに変更を加えればよいことから、装着機械と独立させた保守性が高まる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0038】

以下、図面を参照して本発明を実施するための最良の形態について説明する。なお、以下では、本発明の目的の達成のために説明に必要な範囲を模式的に示し、本発明の該当部分の説明に必要な範囲を主に説明することとし、説明を省略する箇所については公知技術によるものとする。

（発明にいたる技術的な調査・検討事項）

本発明にいたる技術的な調査・検討事項として、波浪中抵抗増加低減を図った船舶の形状設計方法に係る本願発明の形態について説明する。

50

A まず、計算手法について説明する。

(1) 規則波中抵抗増加

規則波中抵抗増加 (R_{AW}) は、運動に基づく抵抗増加 (R_{AWm}) と反射波に基づく抵抗増加 (R_{AWr}) に分けて [数1] 式によって求められる。

【0039】

【数1】

$$R_{AW} = R_{AWm} + R_{AWr} \dots \dots \dots (1)$$

このうち、反射波に基づく抵抗増加は、プラントネス係数 (B_f)、喫水影響項 (α₁)、速度影響項 (1 + α₂) により [数2] 式で求められるとされる。

10

【0040】

【数2】

$$R_{AWr} = \frac{1}{2} \rho g \zeta_a^2 B B_f \alpha_1 (1 + \alpha_2) \dots \dots \dots (2)$$

ここで、

【0041】

【数3】

$$B_f = \frac{1}{B} \left\{ \int_I \sin^2(\alpha + \beta_w) \sin \beta_w dl + \int_{II} \sin^2(\alpha - \beta_w) \sin \beta_w dl \right\} \dots \dots \dots (3)$$

20

【0042】

【数4】

$$\alpha_1 = \frac{\pi^2 I_1^2(kd)}{\pi^2 I_1^2(kd) + K_1^2(kd)} \dots \dots \dots (4)$$

30

【0043】

【数5】

$$1 + \alpha_2 = 1 + 5\sqrt{F_n} \dots \dots \dots (5)$$

I₁、K₁ は、それぞれ第1種1次変形ベッセル関数、第2種1次変形ベッセル関数、I、IIは図1に示す積分範囲、ρ；流体密度、g；重力加速度、a；入射波振幅、B；船幅、d l；水線面に沿った微小線素、k；波数、d；喫水、F_n；フルード数、α；船と波との出会い角、β_w；船体水線面の傾斜角、である。

40

なお、上記の [数1] ~ [数5] は、公知技術である、「藤井 斉、高橋 雄：肥大船の波浪中抵抗増加推定法に関する実験的研究、日本造船学会論文集、第137号、昭和50年」から引用したものである。

【0044】

(2) 規則波中抵抗増加の実用的修正

波浪中抵抗増加の推定精度を向上させるために、特に大型船で重要となる短波長域での抵抗増加推定法の修正を行う。

【0045】

短波長域では船体運動は小さいことから、反射波に基づく抵抗増加が主要となる。模型実験による調査を行い、従来の推定式の修正を以下の方針で行う。

50

- (i) 反射波に基づく抵抗増加の修正を行う。
- (ii) 斜波中への適用を行う。

【 0 0 4 6 】

実験は、本出願人の400m水槽（模型船長6.3m）、海洋構造物試験水槽（模型船長3m）、中水槽（直立壁模型）で実施した。

- (i) 反射波に基づく抵抗増加の修正

1) 噴水影響項

直立壁模型の実験により、無次元周波数は $k_e d$ とする。

【 0 0 4 7 】

【数6】

10

$$\alpha_1 = \frac{\pi^2 I_1^2 (k_e d)}{\pi^2 I_1^2 (k_e d) + K_1^2 (k_e d)} \dots \dots \dots (6)$$

【 0 0 4 8 】

【数7】

$$k_e = k(1 + \Omega \cos \alpha)^2 \dots \dots \dots (7)$$

【 0 0 4 9 】

20

【数8】

$$\Omega = \frac{\omega U}{g} \dots \dots \dots (8)$$

ここで、 ω ; 入射波の円周波数、U ; 船速、である。

2) 速度影響項

速度影響項 ($1 + \alpha_2$) は、(9)式と仮定する。

【 0 0 5 0 】

30

【数9】

$$1 + \alpha_2 = 1 + C_2 F_n^m \dots \dots \dots (9)$$

ここで、この速度影響項 ($1 + \alpha_2$) は、正面規則波中で運動が小さい波長船長比 ($L_p / L = 0.3$) での実験値から、計算により求まる運動に基づく抵抗増加 (R_{AWm}) を引き、(10)式により求める。

【 0 0 5 1 】

【数10】

40

$$1 + \alpha_2 = \frac{R_{AW} - R_{AWm}}{\frac{1}{2} \rho g \zeta_a^2 B B_f \alpha_1} \dots \dots \dots (10)$$

コンテナ船（船長300m）、自動車運搬船（船長190m）、撤積船（船長217m）の模型による波浪中抵抗増加実験を行い、速度影響係数 (C_2) をそれぞれ求めた結果を図2~5に示す。この結果から、実際に船舶が運航している速度域では、 $\alpha_2 = C_2 F_n^m$ で良く近似できることから、 $m = 1$ を採用する。

- (ii) 斜波への拡張

50

上記で求めた速度影響係数は、正面向波規則波中での値であるが、斜波中でも同様の手順により速度影響係数を求めることができる。そこで、コンテナ船、自動車運搬船の斜波中で実験を行って速度影響係数を求め、これを斜波中で算出されるブラントネス係数で整理すれば、図6に示すとおりとなる。

【0052】

これから、通常船型の場合、斜波中においても速度影響係数を(11)式により実用的に推定することが可能であることが分かる。

【0053】

【数11】

$$C_2(\alpha) = \text{Max}[F_C, 10] \quad (\text{for } B_f > 0)$$

10

.....(11)

【0054】

【数12】

$$F_C = C_a B_f(\alpha) + C_b$$

.....(12)

ここで、 C_a 、 C_b はブラントネス係数 B_f によらない定数

【0055】

以上の(i),(ii)の修正を行い、表1に示すコンテナ船に対して、規則波中抵抗増加を求めた結果を図7~9に示す。図7~9においては、 λ ; 波長、 L_{pp} ; 船長である。この結果から、実用的修正は、速度を変えた場合や斜波中での実験値を精度良く推定していることがわかる。

20

【0056】

【表1】

項目	単位	
船長 (L_{pp})	300.0	m
船幅 (B)	40.0	m
喫水 (d)	14.0	m

30

上記の本発明の趣旨に基づく修正を加えると、ブラントネス係数 B_f と反射波に基づく抵抗増加係数 K_{AW} の関係は、図10乃至図13(但し、図10及び図12中、 K_{AW} : 抵抗増加係数(無次元)、 B_f : ブラントネス係数(無次元)、 F_n : フルード数(無次元)、図11及び図13中、 ρ : 流体密度(kg/m^3)、 g : 重力加速度(m/s^2)、 a : 波の振幅(m)、 B : 船幅(m)、 K_{AW} : 抵抗増加係数(無次元)、 B_f : ブラントネス係数(無次元)、 F_n : フルード数(無次元))のようになる。なお、図11は図10の、図13は図12の、それぞれ横軸をブラントネス係数 B_f の定数倍した値を、縦軸を反射波に基づく抵抗増加係数 K_{AW} の定数倍した値を、それぞれとっている。なお、図10乃至図13の表現は一例であり、今回得られた知見に基づくブラントネス係数 B_f と反射波に基づく抵抗増加係数 K_{AW} の関係の表現方法は、自在に変更が可能である。また、これらの図10乃至図13をブラントネス係数 B_f と抵抗増加係数 K_{AW} の関係を数値表として表現することも可能である。この場合、数値的には、数値表の性格上とびとびの値として表現される。更に、図11と図13の定数倍の値も一例であり、選ばれる定数も使用目的に応じて適宜変更できるものである。

40

(第1の実施形態)

次に、本発明の第1の実施形態として、波浪中抵抗増加低減を図った船舶に係る本発明の形態について説明する。以下では、本発明の目的の達成のために説明に必要な範囲を模式的に示し、本発明の本質的部分の説明に必要な範囲を主に説明することとし、説明を省略する箇所については公知技術によるものとする。

【0057】

50

図14は、本実施形態に係る波浪中抵抗増加低減を図った船舶の船舶形状の水平断面を概念的に示す図であり、図15及び図16は同船舶の垂直断面を概念的に示す図である。

【0058】

図14に示されるように、本実施形態に係る船舶は、上述の本発明の趣旨に基づく修正を加えた図10乃至図13に示すようなブラントネス係数 B_f と反射波に基づく抵抗増加係数 K_{AW} との関係に基づいた修正的形状を有する船首部W1を船首に有する船舶1であり、この船首部W1は、水面下の船首部を外方に向けて膨らませた（肥大化させた）構造物として形成される。この構造物の材質については特に限定されることはなく、一定の剛性、耐久性を有する素材であればよい。また、肥大化する形状については本図で示される形状は一例にすぎないものであり、ブラントネス係数が好適には0.12～0.32の範囲に設定されるものであれば、形状に限定はない。従来技術によったならば設定されていたであろうブラントネス係数に係る船首部W0位置よりも平面断面視で外側に膨らんだ形状となっている。

10

【0059】

図15に示されるように、この船舶1は、断面的には、航海中で遭遇する水面或いは喫水面高さに相当する部分を少なくとも含むような範囲で配置される。図15においては縦方向のほぼ全長に亘って、したがって遭遇する水面位置の全範囲を含むように、船首部B1の上部から上甲板10に向かって上方に延びている。この構成により、満載喫水線近傍や、軽荷状態の喫水線の近傍も覆われるように構成される。これは代替的に、図16に示されるように、喫水面の付近より上部部分のみ肥大化させるような構成としてもよい。

20

【0060】

かかる構成を備える船舶1は、船首部分、或いは船首部分の少なくとも喫水面近傍より上部部分がブラントネス係数が好適には0.12～0.32の範囲に設定されるため、反射波に基づく抵抗増加の低減がより効果的かつ適正に達成される。すなわち、上記第1の実施形態と比較対照したように、これまでのブラントネス係数（向波） B_f 推定設定値では、特に大型船の場合に、却って反射波に基づく抵抗が増加してしまっていたところ、一定範囲で船首部形状を肥大させることで、反射波に基づく抵抗増加について、特に大型船で重要となる短波長域での抵抗増加低減が適切に達成される。

【0061】

なお、上記では船首部分の形状自体を図14乃至16に示される形状とする場合を例にとって説明したが、上記のブラントネス係数を有する装着物として実現し、かかる装着物（構造体）を船首部分に装着することによってもよい（図示しない）。このようにすることで、新造船のみならず、既存の船舶を生かしながら、反射波に基づく抵抗増加の推定精度を向上させることが可能となり、大型既存船舶においても短波長域での抵抗増加低減が適切に達成される。

30

（第2の実施形態）

次に、第2の実施形態として、プログラムに係る本願発明の形態について、特に波浪中抵抗増加低減を図った船舶の形状設計に関するプログラムの形態について説明する。

【0062】

図17は、本実施形態に係るプログラムの機能構成図である。同図に示すように、本実施形態に係る波浪中抵抗増加低減プログラム2は、相互関係設定部20と、抵抗増加係数 K_{AW} 値算出部22と、修正部24と、修正抵抗増加係数 K_{AW} 値算出部26と、選択部28と、抵抗増加係数記憶部201と、全体の制御を行う全体制御部210とを少なくとも備えて構成される。またこのプログラム2とは別にプログラムが搭載されるたとえばPC（パーソナル・コンピュータ）には、情報が入力される機能を有しキーボード、マウス、音声入力装置等によって実現される入力部3と、情報が出力される機能を有したたとえばディスプレイ、プリンタ等によって実現される出力部4とが備えられる。

40

【0063】

相互関係設定部20は、ブラントネス係数 B_f と反射波に基づく抵抗増加係数 K_{AW} と

50

の間の一定の関係を、たとえば実験データのプロット値から読み取って推定して定義し、これを抵抗増加係数記憶部 201 に出力・記憶させるアルゴリズムを有するサブルーチンもしくはサブプログラムをいう。

【0064】

抵抗増加係数 K_{AW} 値算出部 22 は、設定される船体形状からブラントネス係数 B_f 値を算出し、抵抗増加係数記憶部 201 から相互関係設定情報を読み出し、この算出された B_f 値を当該相互関係設定情報に当てはめて抵抗増加係数 K_{AW} 値を求めるアルゴリズムを有するサブルーチンもしくはサブプログラムをいう。

【0065】

修正部 24 は、船体形状をいろいろと変えることでブラントネス係数 B_f 値を修正し、修正ブラントネス係数 B_f 値を得るようなアルゴリズムを有するサブルーチンもしくはサブプログラムをいう。

10

【0066】

修正抵抗増加係数 K_{AW} 値算出部 26 は、修正部 24 で得られた修正ブラントネス係数 B_f 値を相互関係設定部 20 で設定された相互関係設定情報に当てはめることで修正抵抗増加係数 K_{AW} 値を算出するようなアルゴリズムを有するサブルーチンもしくはサブプログラムをいう。

【0067】

選択部 28 は、修正抵抗増加係数 K_{AW} 値算出部 26 で得られた修正抵抗増加係数 K_{AW} 値と抵抗増加係数 K_{AW} 値算出部 22 で得られた抵抗増加係数 K_{AW} 値を比較し、抵抗増加係数 K_{AW} 値が小さい方のブラントネス係数 B_f 値に対応する船体形状を選択してこれに対応する船体形状を出力部 4 に出力するようなアルゴリズムを有するサブルーチンもしくはサブプログラムをいう。

20

【0068】

抵抗増加係数記憶部 201 は、相互関係設定部 20 によって設定されるブラントネス係数 B_f と反射波に基づく抵抗増加係数 K_{AW} との間の一定の関係情報を記憶するための RAM (ランダム・アクセス・メモリ) 或いは ROM (リード・オンリ・メモリ) もしくはその他の記憶装置をいう。

【0069】

次に、こうした構成を持つプログラムの動作を説明する。

30

【0070】

図 18 は、かかるプログラムの動作を説明するためのフローチャートである。同図に示されるように、まず、相互関係設定部 20 は、ブラントネス係数 B_f と反射波に基づく抵抗増加係数 K_{AW} との間の相互関係情報を設定する (ステップ 1801)。こうして得られた相互関係情報は抵抗増加係数記憶部 201 に記録される (ステップ 1810)。

【0071】

次に、全体制御部 210 は、船体形状からブラントネス係数 B_f 値を一定の算出式に基づいて算出する (ステップ 1802)。

【0072】

次に、抵抗増加係数 K_{AW} 値算出部 22 は、ブラントネス係数 B_f 値を抵抗増加係数記憶部 201 から引き出した相互関係情報に当てはめて抵抗増加係数 K_{AW} 値を算出する (ステップ 1803)。

40

【0073】

次に、修正部 24 は、船体形状をいろいろと変えて、ブラントネス係数 B_f 値を修正し (ステップ 1804)、船体形状が設計条件や建造コストを満足かななどをチェックし、所望の修正ブラントネス係数 B_f 値を得るまで繰り返す (ステップ 1805)。

【0074】

所望の修正ブラントネス係数 B_f 値が得られたら、修正抵抗増加係数 K_{AW} 値算出部 26 は、ステップ 1804、1805 で得られた修正ブラントネス係数 B_f 値をステップ 1801 で設定された相互関係設定情報に当てはめることで修正抵抗増加係数 K_{AW} 値を算

50

出する（ステップ1806）。

【0075】

次に、選択部28は、ステップ1806で得られた修正抵抗増加係数 K_{AW} 値とステップ1803で得られた抵抗増加係数 K_{AW} 値を比較する（ステップ1807）。

【0076】

次に、選択部28は、抵抗増加係数 K_{AW} 値が小さい方のブラントネス係数 B_f 値に対応する船体形状を選択してこれに対応する船体形状を出力部4に出力して（ステップ1808）、一連の処理を終了する。

【0077】

以上、詳細に説明したように、本実施形態によれば、相互関係設定、抵抗増加係数 K_{AW} 値算出、修正、修正抵抗増加係数 K_{AW} 値算出、選択の各機能がルーチン化されて各々がサブルーチンもしくはサブプログラムとして実現され、これらをたとえば汎用のPC（パーソナル・コンピュータ）に搭載させて実行させることで、汎用コンピュータであってもこれらサブルーチンもしくはサブプログラムによってそれぞれの機能を達成することができる。

【0078】

なお、本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施することが可能である。

【0079】

また、上述したものは本発明に係る技術思想を具現化するための実施形態の一例を示したにすぎないものであり、他の実施形態でも本発明に係る技術思想を適用することが可能である。

【0080】

さらにまた、本発明を用いて生産される装置、方法、システムが、その2次的生産品に登載されて商品化された場合であっても、本発明の価値は何ら減ずるものではない。

【産業上の利用可能性】

【0081】

本発明によれば、特に船舶の形状によってはブラントネス係数を下げることで却って波浪中抵抗が増大してしまう範囲に対しても有効に波浪中抵抗の低減を図る場合も含めて、波浪中抵抗増加低減を最適化することが可能となるので、船舶産業全般に対して大きな有益性をもたらすものである。

【図面の簡単な説明】

【0082】

【図1】本発明にいたる技術的な調査・検討事項に係る反射波のための座標系を概略的に示した図である。

【図2】本発明にいたる技術的な調査・検討事項に係る反射波に基づく抵抗増加の速度影響項（正面向波中でのコンテナ船で、ブラントネス係数 $B_f=0.0585$ の場合）を概略的に示した図である。

【図3】本発明にいたる技術的な調査・検討事項に係る反射波に基づく抵抗増加の速度影響項（傾波中でのコンテナ船で、ブラントネス係数 $B_f=0.267$ の場合）を概略的に示した図である。

【図4】本発明にいたる技術的な調査・検討事項に係る反射波に基づく抵抗増加の速度影響項（正面向波中での自動車運搬船、ブラントネス係数 $B_f=0.0777$ の場合）を概略的に示した図である。

【図5】本発明にいたる技術的な調査・検討事項に係る反射波に基づく抵抗増加の速度影響項（正面向波中での撤積船、ブラントネス係数 $B_f=0.412$ の場合）を概略的に示した図である。

【図6】本発明にいたる技術的な調査・検討事項に係る反射波に基づく抵抗増加の速度影響係数を概略的に示した図である。

【図7】本発明にいたる技術的な調査・検討事項に係る修正を行い、表1に示すコンテナ

10

20

30

40

50

船に対して、正面向波中での抵抗増加（フルード数 $F_n = 0.247$ 、 $\theta = 0\text{deg}$ の場合）を概略的に示した図である。

【図 8】本発明にいたる技術的な調査・検討事項に係る修正を行い、表 1 に示すコンテナ船に対して、正面向波中での抵抗増加（フルード数 $F_n = 0.200$ 、 $\theta = 0\text{deg}$ の場合）を概略的に示した図である。

【図 9】本発明にいたる技術的な調査・検討事項に係る修正を行い、表 1 に示すコンテナ船に対して、正面向波中での抵抗増加（フルード数 $F_n = 0.247$ 、 $\theta = 40\text{deg}$ の場合）を概略的に示した図である。

【図 10】本発明の趣旨に基づく修正を加えた、ブラントネス係数 B_f と反射波に基づく抵抗増加係数 K_{AW} の関係を示した図である。

10

【図 11】本発明の趣旨に基づく修正を加えた、ブラントネス係数 B_f と反射波に基づく抵抗増加係数 K_{AW} の関係を示した図である。

【図 12】本発明の趣旨に基づく修正を加えた、ブラントネス係数 B_f と反射波に基づく抵抗増加係数 K_{AW} の関係を示した図である。

【図 13】本発明の趣旨に基づく修正を加えた、ブラントネス係数 B_f と反射波に基づく抵抗増加係数 K_{AW} の関係を示した図である。

【図 14】本発明の第 1 の実施形態に係る波浪中抵抗増加低減を図った船舶の船舶形状の水平断面を概念的に示す図である。

【図 15】本発明の第 1 の実施形態に係る波浪中抵抗増加低減を図った船舶の船舶形状の垂直断面を概念的に示す図である。

20

【図 16】本発明の第 1 の実施形態に係る波浪中抵抗増加低減を図った船舶の船舶形状の垂直断面を概念的に示す図である。

【図 17】本発明の第 2 の実施形態に係る波浪中抵抗増加低減を図った船舶の船舶形状を行うためのプログラムに係る機能構成図である。

【図 18】本発明の第 2 の実施形態に係るプログラムの動作を説明するためのフローチャートである。

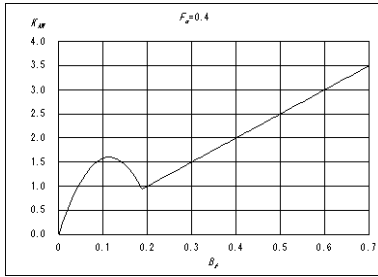
【符号の説明】

【0083】

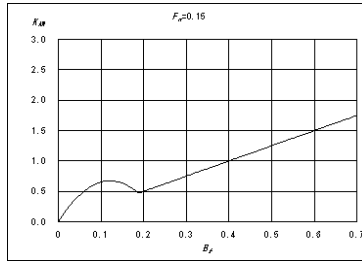
2 波浪中抵抗増加低減プログラム、3 入力部、4 出力部、20 相互関係設定部、22 抵抗増加係数 K_{AW} 値算出部、24 修正部、26 修正抵抗増加係数 K_{AW} 値算出部、28 選択部、201 抵抗増加係数記憶部、210 全体制御部

30

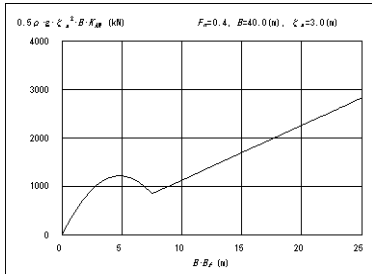
【 図 1 0 】



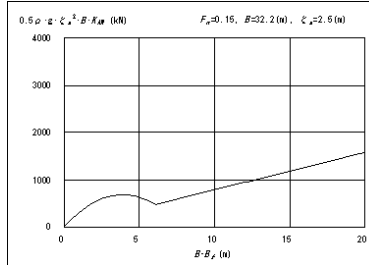
【 図 1 2 】



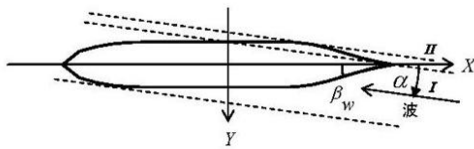
【 図 1 1 】



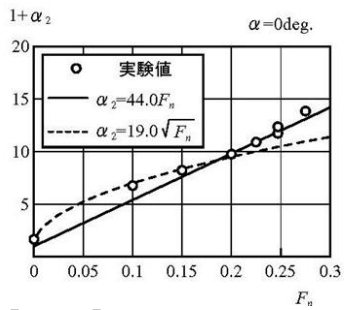
【 図 1 3 】



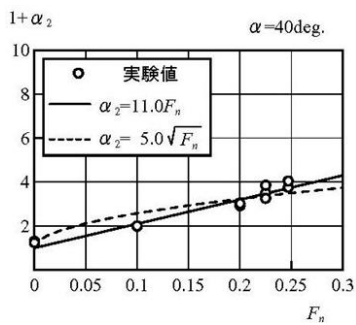
【 図 1 】



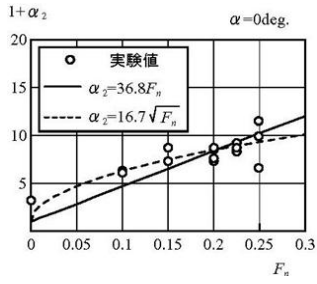
【 図 2 】



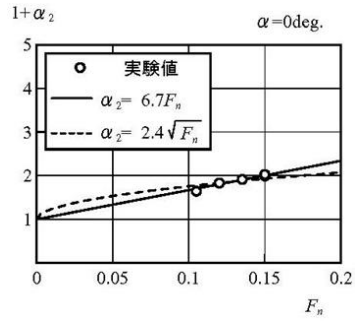
【 図 3 】



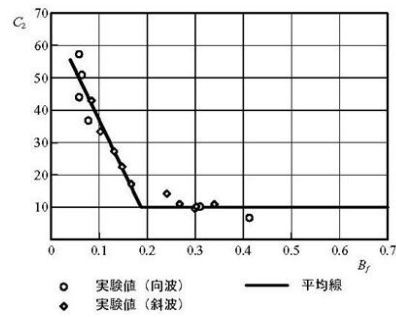
【 図 4 】



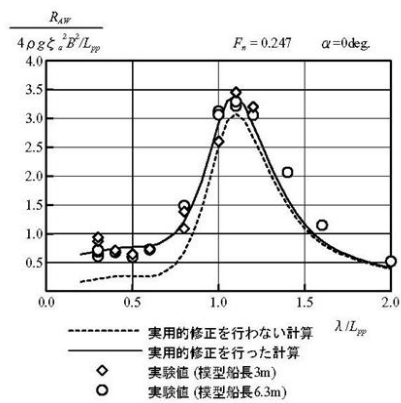
【 図 5 】



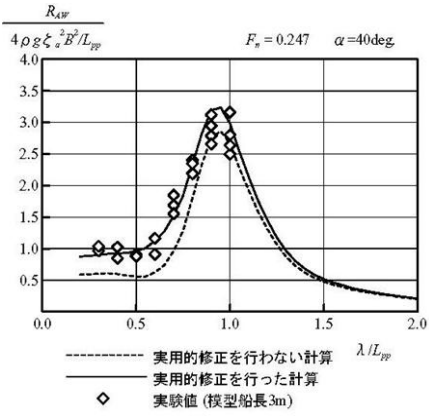
【 図 6 】



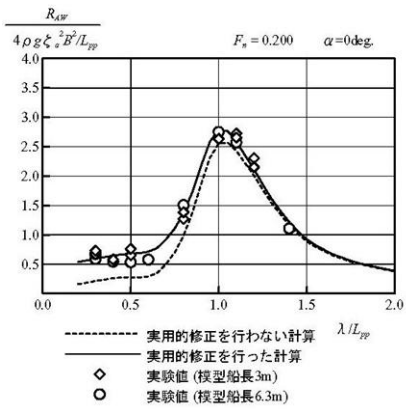
【 図 7 】



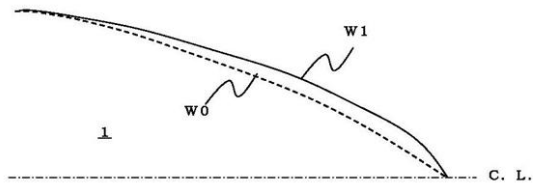
【 図 8 】



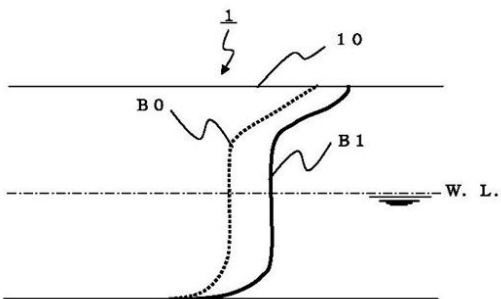
【 図 9 】



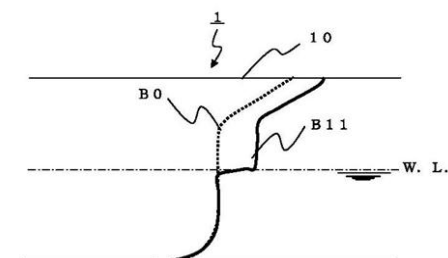
【 図 1 4 】



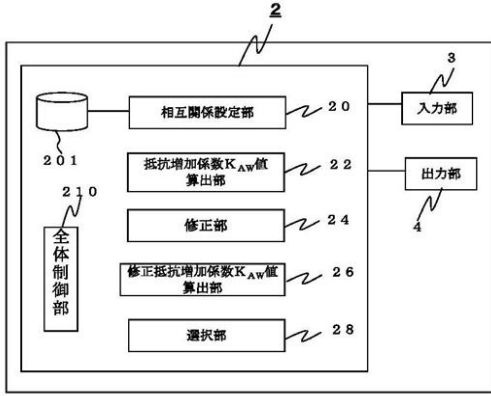
【 図 1 5 】



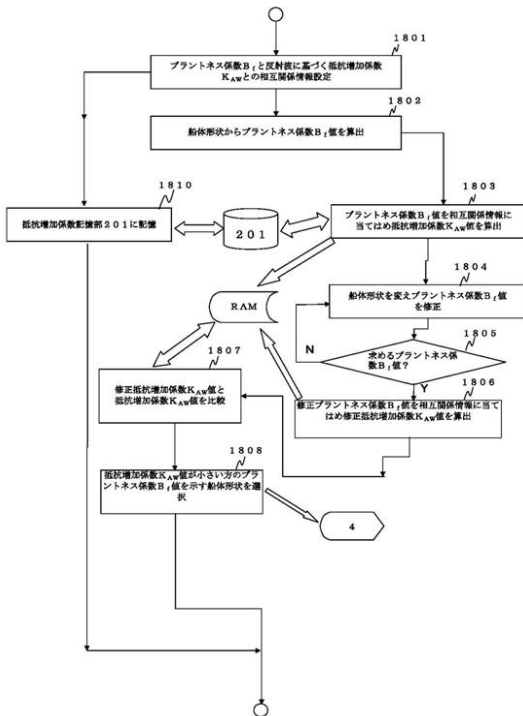
【 図 1 6 】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平09 - 136686 (JP, A)

肥大船の波浪中抵抗増加に及ぼす船型要素の影響, 石川島播磨技報, 日本, 2005年12月,
Vol. 45 No. 4, 147 - 151ページ

肥大船船首形状の研究 - 船首ブラントネスの影響について - , 日本鋼管技報, 日本, 1975年
, NO. 66, 67 - 78ページ

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 63 B 1 / 06

B 63 B 9 / 00