

(昭和 26 年 4 月造船協会春季講演会に就いて講演)

船の横揺周期の近似計算に就いて

正員 学工博士 加 藤 弘*

Approximate Methods of Calculating the Period of Roll of Ships

By Hiroshi, Kato, *Kogakuhakushi, Member*

Abstract

The natural period of roll of ships in any condition can in general be obtained by the well known formula $T = 2\pi \sqrt{\frac{K}{g m}}$, where K is the transverse radius of gyration of ship, m the metacentric height and g the acceleration due to gravity. The radius of gyration has hitherto been expressed by the breadth moulded and recently by the breadth and depth moulded, but these simple methods can not afford satisfactory results. After investigations of rolling materials of many vessels, new formulae for K have been found to give sufficiently accurate values. For merchant vessels the formula is written as

$$\left(\frac{K}{B}\right)^2 = f \left[C_b C_u + 1.10 C_u (1 - C_b) \left(-\frac{H}{d} - 2.20 \right) + \frac{H^2}{B^2} \right],$$

where B is the breadth moulded, C_b the block coefficient, C_u the upper deck area coefficient, H the effective depth, $i.e.$, the depth moulded plus mean height of projected areas on Profile of erections and deckhouses, d the mean draught and f the coefficient depending on the type of ship. The value of f is 0.125 for passenger, passenger and cargo, and cargo vessels. The formula for K of warships is of the same form as for merchant vessels. The errors of K -values obtained by the new formulae have been shown within the limits of about 3 per cent.

1. 緒 言

船の横揺周期は横環動半径とメタセンター高さとは与えられると簡単に計算される。然し環動半径に対する従来の研究が不十分な為に相当正確な横揺周期を計算することは困難である。若し船の任意の状態に対して環動半径が簡単に求められれば横揺周期を計算し得るだけでなく航海中に測定された周期から GM が得られ、従つて復原力が得られることになるから極めて便利である。著者は先に小型船の復原性能を調査した際に横揺周期計算法の必要を痛感した。爾来商船及び軍艦について多くの横揺資料が蒐集され、これらに基いて環動半径の計算法が研究された結果略満足な値を与える近似式が得られた。

2. 横揺周期の計算式

船の静水中に於ける小横揺は一般に単弦運動でその周期 T_0 は横環動半径 K とメタセンター高さ m とが与えられると次の周知の式によつて求められる。

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{K}{g m}}$$

但し g = 重力による加速度

大横揺の周期は復原力曲線の形や横揺に対する水の抵抗等が関係しその値は正確には図式解法⁽¹⁾で求められ、近似的には種々の数学的方法⁽²⁾で求められる。横揺角の大きさが変わると伴水の量が変わり、従つて船の見掛の慣性モーメントが変わるから横揺周期が影響される。これらの点を考慮すると任意の横揺角に対する周期 T_s は復原力曲線を横揺の範囲内で、例えば傾斜角の 3 次の曲線で表わすことにより近似的に次式で与えられる。

* 東京大学工学部教授

$$\frac{T_s}{T_0} = F \sqrt{\frac{I_s}{I_0}} \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{1}{\pi} \frac{\delta\theta}{\ell_m} \right)^2}}$$

但し $G2 = m(\mu_1 \ell + \mu_2 \theta^2)$

$$\mu_2 > 0 \text{ の時, } F = \frac{2}{\pi \sqrt{\mu_1 + \mu_2 \ell_m^2}} \int_0^{\pi/2} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - \frac{\frac{1}{2} \mu_2 \theta_m^2}{\mu_1 + \mu_2 \ell_m^2} \sin^2 \varphi}}$$

$$\mu_2 < 0 \text{ の時, } F = \frac{2}{\pi \sqrt{\mu_1 + \frac{1}{2} \mu_2 \ell_m^2}} \int_0^{\pi/2} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 + \frac{\frac{1}{2} \mu_2 \theta_m^2}{\mu_1 + \frac{1}{2} \mu_2 \ell_m^2} \sin^2 \varphi}}$$

ℓ_m = 平均横揺角

$$\frac{I_s}{I_0} = \frac{1}{2} \left[1 + \sqrt{1 + \frac{4\zeta \left(\frac{\delta\theta}{\theta_m} - a \right)}{1 - \zeta \frac{\delta\theta}{\theta_m}} \cdot \frac{1}{F^2}} \right] \quad (3)$$

I_s, I_0 = 横揺角が ℓ_m 及び微小なる時の見掛の慣性モーメント

$$\zeta = 2.44C_b^2 - 6.60C_b + 3.80$$

$$\frac{\delta\theta}{\ell_m} = a + b\ell_m$$

然し大横揺の周期は小横揺の周期に対する比として求められるものであるから、先ず小横揺の周期が求められなければならない。この為に必要な m の値は傾斜試験で得られた重心位置に基づいて船の各種状態に対して計算されているが、 K の値は一般に求められていない。 K の値は勿論船を或る状態で横揺試験を行い周期を計測すれば簡単に求められるが、実際にはこのような試験は商船に対しては殆ど行われていない。船体自身の K は実用的ではないが非常に手数のかかる計算によつて求めることが出来るが周期に関する見掛の慣性モーメントは伴水を含むものである。この伴水の量は船の形、重心位置、周期、彎曲部竜骨、振幅等の影響を受け船の見掛の慣性モーメントを大体 20~50% 増加⁽⁴⁾するものであるが、これを与えられた船に対して算定することは出来ない。従つて船の周期を求める為には一般に K の値を計算する方法が必要である。

3. 航走中の横揺周期

船の航走中の横揺周期は一般に碇泊中の周期よりも小さいといわれている。その原因としては航走中の伴水が減り従つて見掛の慣性モーメントが減ること⁽⁵⁾及び GM の増すこと⁽⁶⁾が挙げられる。然し船形によつては航走中の GM が減り⁽⁷⁾又横揺に対する抵抗が増す為に周期が増加することがある。GM の変化は船の静止時に或る偶力によつて与えられた傾斜角が航走によつて変化することから実験的に定められたものであるから、

この中には水面の形の変化によるメタセンター M の位置の変化や、水の動圧力が非対称的な為に生ずる偶力の影響等を含むもので、与えられた船に対してこれを推定することは困難である。M.P. Payne 氏の戦艦

第 1 表

船名	船種	Lp m	B m	D m	状態	d m	W t	航走速力 kt	碇泊中周期 sec	試験速力/航走速力		
										0.5	0.75	1.0
比叻丸	貨客船	60.00	10.00	4.80	満載	3.135	1,005	13.0	11.5	0.996	0.987	0.960
綾川丸	"	38.00	7.00	3.50	"	3.27	592	9.5	7.8	1.004	1.023	1.028
"	"	"	"	"	空船	1.90	303	"	12.3	1.014	1.025	1.051
田丸丸	貨物船	64.00	12.20	5.50	満載	5.63	4,285	10.0	10.4	1.033	1.000	0.943
"	"	"	"	"	空船	2.31	2,342	"	9.3	1.061	1.025	1.016
十勝丸	貨物船	69.00	12.20	6.40	満載	5.56	4,120	11.0	8.7	0.965	1.050	0.985
かき丸丸	貨物船	26.80	5.35	2.65	"	2.33	187	9.5	6.4	1.032	1.000	0.991
京浜丸丸	トロー	36.50	7.20	4.65	"	3.92	641	11.0	6.8	1.103	1.126	1.022
かき丸丸	貨物船	29.80	6.00	3.00	"	2.37	368	9.0	6.9	1.073	1.039	1.025
KLILL	汽船	46.00	9.00	5.10	"	4.44	977	12.5	8.25	1.025	1.009	1.004

模型についての試験によれば速力 20 節に於て GM は 1.2~2.5% 増し、見掛の慣性モーメントは 1.8~6.7% 減少し、周期は 1.5~4.7% 減少した。

商船について航走中の周期の変化の程度を調査する為に 8 隻の船について長さ 2m の模型船によつて試験が行われた。試験された速力は各船の航海速力及びその 0.75 及び 0.5 の速力である。これらの船の各速力に於ける周期比は第 1 表に示される如く速力の増すに従つて増加するものと減少するものとがあるが、航海速力に於ける周期の変化の範囲は約 ±5% である。故に環動半径は近似的に船の速力に無関係であると考えて差支ない。

4. 環動半径の従来の表わし方

これ迄一般に使われていた環動半径の表わし方は略々船幅 B に比例するとなすもの即ち $K=C \cdot B$ の形であつて C の値は船型に応じて与えられている。然しこの C の値及びこれに関連する資料で発表されたものは比較的少い。J. Biles, W. Hovgaard, H.E. Rossell & L.B. Chapman 氏等の著書によれば戦艦に対しては $C=0.34 \sim 0.38$ 、巡洋艦に対しては $C=0.39 \sim 0.42$ 、大型客船に対しては $C=0.38 \sim 0.43$ の如く大体の範囲は知られるが、これを与えられた船に適用することは出来ない。 C の値は船型によつて変わる許りでなく載荷状態によつても変わるものであつて G.Kempf 氏⁽⁹⁾の調査によれば客船、貨客船及び貨物船に対する C の平均値は $0.375 \sim 0.40$ で同じ船に対する C の変化は最大 ±10% に達しており、また L.C.Burrill 氏⁽⁹⁾が運炭船について調査した所によれば、 C の値は満載状態では $0.31 \sim 0.33$ となり、空艙状態では $0.35 \sim 0.39$ となつている。

第 2 表

艦名	艦種	排水量 t	B_u m	KG m	GM m	横揺周期 T_0 sec	
						実値	計算値
天 龍	戦 艦	69,200	33.95	11.65	2.79	17.2	15.75
陸 奥	〃	42,305	34.60	9.94	2.174	15.0	15.70
赤 門	〃	43,111	34.60	9.84	2.26	15.0	15.36
伊 勢	〃	39,814	33.83	9.50	2.50	14.5	14.27
日向	〃	39,821	33.83	9.46	2.62	14.7	13.93
那 智	巡洋艦	14,661	20.73	6.43	1.52	13.03	11.40
鈴 谷	〃	13,955	20.21	6.62	1.466	13.0	11.57
熊 野	〃	13,592	20.20	6.50	1.577	12.7	11.09
綾 上	〃	13,024	18.45	6.59	1.47	13.0	10.85
妙 島	〃	11,322	19.00	6.48	0.933	15.6	12.81
青 葉	〃	13,909	15.91	5.77	1.49	11.3	9.34
加 古	〃	10,542	16.92	5.91	1.208	11.99	10.69
大 深	〃	10,452	16.60	6.10	1.39	11.63	10.13
阿賀野	〃	7,331	15.23	6.03	1.61	12.1	11.20
沖 通	〃	6,995	14.25	5.92	0.607	14.0	13.79
球 磨	〃	7,582	14.25	5.54	0.96	11.5	10.69
大 井	〃	7,174	14.25	5.34	1.19	11.3	9.47
鹿 島	〃	6,280	15.95	5.81	1.27	11.93	10.16
島 風	駆逐艦	3,093	11.20	4.51	1.01	8.59	8.30
親 潮	〃	2,547	10.86	4.16	0.97	8.90	8.03
黒 潮	〃	2,521	10.80	4.26	0.86	8.80	8.51
早 潮	〃	2,529	10.80	4.22	0.905	8.79	8.36
磯 風	〃	2,531	10.80	4.23	0.91	8.5	8.34
初 風	〃	2,551	10.80	4.16	0.97	8.9	8.03
雪 風	〃	2,549	10.80	4.27	0.86	8.65	8.61
綾 波	〃	2,435	10.36	4.14	0.742	9.2	8.93
磯 波	〃	2,435	10.36	4.14	0.742	9.20	8.93
敷 波	〃	2,495	10.34	4.11	0.731	9.68	8.96
吹 雪	〃	2,503	10.36	4.03	0.715	9.10	9.05
白 雪	〃	2,439	10.36	4.12	0.714	9.49	9.09
朝 霧	〃	2,559	10.34	4.04	0.790	9.50	8.56
薄 雲	〃	2,438	10.36	4.03	0.797	9.50	8.53
叢 雲	〃	2,457	10.39	4.07	0.832	9.60	8.39
若 竹	〃	1,139	8.09	3.17	0.594	8.30	7.73
萩	〃	1,073	7.89	3.06	0.643	8.00	7.22

$$\text{周期計算式 } T_0 = 0.56 \sqrt{(B_u^2 + 4KG^2)/m}$$

環動半径を単に船幅だけで表わすことの無理なことは容易に知られることである。C. Doyère 氏⁽¹⁰⁾は環動半径を船幅と船の重心高さとして表わす方法を採用し軍艦の横揺周期に対して次式を与えている。

$$T_0 = 0.58 \sqrt{(B_u^2 + 4KG^2)/m}$$

但し B_u = 水面下最大幅

本式は平均誤差 5%，最大誤差 8～10% といわれているが、これを近代の軍艦に適用してみると到底満足な結果が得られないことが判明した。即ち第 2 表に示される如く戦艦 5 隻、巡洋艦 13 隻、駆逐艦 17 隻について調査した所では平均誤差 8%，最大誤差 17% となる。R. Laurenson 氏⁽¹¹⁾の最近の研究は C. Doyère 氏と同じ考えに基づくもので環動半径を船の幅と深さとして表わした。即ち

$$K = C_1 \sqrt{B^2 + D^2}$$

氏は貨物船、貨客船、輸送船、漁船等について横揺試験から得られた C_1 の値を与えているが、これらは試験の行われた或る特殊状態—主として傾斜試験及び試運転状態—のみに適するものであつてこれを他の状態に適用することは出来ない。また上部構造物の非常に多い大型客船に対しては深さ D の採り方に疑義がある為にこの式の適用が困難であると述べられている。

5. 環動半径の新しい公式

以上の如く船の環動半径を船幅で表わす方法や船幅と深さとして表わす方法は粗雑であつて与えられた船の任意の状態に対して相当正確な値

を与えることは出来ない。環動半径に影響を及ぼすものとしては船の幅及び深さの外に、船楼、舷弧、彎曲部竜骨、肥瘠係数、吃水、載荷状態、船の重心位置、伴水等が考えられる。然し環動半径の計算式としては成るべく関係要素を少くし簡単で然かも相当正確な値の得られるものが必要である。この様な計算式を導くには多数の船の横揺に関する資料が必要であるが、従来発表されたもので利用し得るものは極めて少く、従つて新たに資料が得られなければならない。軍艦については旧日本海軍で実験された多くの船の資料が得られたが、商船については殆ど資料がなかつたので諸造船所の協力により傾斜試験や試運転に際して新たに横揺試験が行われ、これによつて必要程度の資料が得られた。これらの資料に基づいて研究が行われた結果、船の横環動半径に対して次の如き近似式が得られた。

(1) 商船に対する近似式

$$\left(\frac{K}{B}\right)^2 = f \left[C_b C_u + 1.10 C_u (1 - C_b) \left(\frac{H}{d} - 2.20 \right) + \frac{H^2}{B^2} \right]$$

第 3 表

但し K = 船の横環動半径 B = 船の型幅 f = 船型によつて定められる係数 C_b = 方形肥瘠係数 C_u = 上甲板面積係数 H = 船の有効深さ $= D + A/L_p$ D = 船の型深 A = 船楼及び船室の側面積 L_p = 垂線間長

d = 平均吃水、但しトリムが甚だしい時は相当等吃水、方形竜骨を有する船では型吃水、

 f の値は次の如くである。客船、貨客船、貨物船に対して $f = 0.125$ 油槽船に対して $f = 0.133$ 鯉鰯漁船に対して $f = 0.200$ 捕鯨船に対して $f = 0.177$

横揺試験成績から得られた K/B 値と本式から計算されたその値との比較が第 3 表に示されている。本式はあらゆる大きさの船の軽荷乃至満載の凡ての状態に対して適用し得るもので調査された範囲に於ては平均誤差 0.1%，最大誤差 3% という満足すべき結果が得られた。表中 Europa 号及び Scharnhorst 号の K/B 値は G. Kempf, 氏の論文に掲載されたもので周期が計測された時の状態は満載状態と仮定された。同一の船の種々の状態に対する K/B の実値は一つは計測された周期から求められたものであり、他は実験値に基いて各種状態に対して計算された見掛けの慣性モーメントから求められたものである。

船 名	船 種	排水量 t	f	K/B		状 態
				実 値	計算値	
EUROPA	客 船	51,860	0.125	0.425	0.431	満 載
SCHARNHORST	軍艦	23,900	0.125	0.405	0.397	満 載
小 樽 丸	貨客船	4,037	0.125	0.366	0.363	満 載
〃	〃	2,815	0.125	0.384	0.383	航 海
〃	〃	1,508	0.125	0.466	0.460	傾斜試験
明 石 丸	貨客船	1,274	0.125	0.423	0.427	満 載
〃	〃	1,050	0.125	0.443	0.448	動揺試験
〃	〃	1,318	0.125	0.450	0.449	特殊状態
あけぼの丸	貨客船	359	0.125	0.430	0.432	満 載
〃	〃	373	0.125	0.441	0.441	航 海
長 崎 丸	貨物船	12,565	0.125	0.357	0.349	満 載
〃	〃	5,526	0.125	0.426	0.422	空 船
〃	〃	4,461	0.125	0.443	0.457	傾斜試験
高 和 丸	貨物船	10,121	0.125	0.350	0.348	満 載
〃	〃	3,609	0.125	0.446	0.444	試 運 転
浅 間 丸	客 船	22,150	0.125	0.430	0.430	満 載
黒 潮 丸	貨客船	850	0.125	0.330	0.330	満 載
〃	〃	435	0.125	0.420	0.420	空 船
全 華 丸	貨物船	16,705	0.125	0.347	0.347	満 載
日 邦 丸	貨物船	1,153	0.125	0.320	0.320	満 載
〃	〃	555	0.125	0.374	0.374	空 船
千 早 山 丸	貨物船	1,167	0.125	0.331	0.331	満 載
〃	〃	529	0.125	0.388	0.388	空 船
FERNMANOR	油槽船	26,337	0.133	0.360	0.361	満 載
〃	〃	12,235	0.133	0.420	0.420	傾斜試験
さんぺい丸	油槽船	25,790	0.133	0.363	0.363	満 載
三 保 丸	油槽船	1,273	0.133	0.320	0.320	満 載
〃	〃	664	0.133	0.374	0.374	傾斜試験
カニキ代田丸	鯉鰯漁船	294	0.200	0.390	0.398	満 載
〃	〃	194	0.200	0.435	0.432	傾斜試験
カニふくど丸	鯉鰯漁船	303	0.200	0.396	0.396	満 載
〃	〃	204	0.200	0.437	0.441	動揺試験
カニ大成丸	手網漁船	214	0.177	0.399	0.399	満 載
〃	〃	124	0.177	0.469	0.465	傾斜試験
カニ御南丸	捕鯨船	734	0.177	0.335	0.335	満 載
〃	〃	575	0.177	0.353	0.351	動揺試験
カニ御南丸	捕鯨船	816	0.177	0.334	0.334	満 載
〃	〃	632	0.177	0.345	0.347	動揺試験

のである。油槽船に対しては Fernmanor 号の満載状態の資料しか得られなかつたが、これから定められた係数 f の値を用いて軽吃水状態に対して計算された K/B 値 (0.445) はこれより稍小さい油槽船 Camp Namanu 号の軽吃水状態に於ける横揺試験から R. Laurensen 氏によつて得られた C_1 値を用いて計算された K/B 値 (0.446) と殆ど一致した。

(2) 軍艦に対する近似式

$$\left(\frac{K}{B_u}\right)^2 = f \left[C_b C_e + 1.10 C_e (1 - C_b) \left(\frac{H_n}{d} - 2.20 \right) + \frac{H_n^2}{B_u^2} \right]$$

第 4 表

船名	L _m m	B _m m	D _m m	次種	d _m m	W _t t	GM _m m	T ₀ sec	C _b	C _e	H _n m
EEUROPA	270.70	31.00	13.90	海軍	2.73	51,360			0.617	0.800	27.46
SEIKOHOSEI	286.00	22.50	13.70	海軍	0.84	23,400			0.629	0.851	19.28
小樽丸	80.00	12.20	5.40	海軍	5.31	4,037	0.25	11.1	0.689	0.852	9.67
〃				海軍	4.42	2,815	0.75	10.9	0.643	〃	〃
〃				海軍	2.70	1,568	0.60	14.7	0.575	〃	〃
明石丸	60.00	10.00	5.00	海軍	3.42	1,274	0.43	12.9	0.602	0.890	8.97
〃				海軍	2.36	1,058	0.35	11.2	0.578	〃	〃
〃				海軍	2.45	1,055	0.43	13.8	0.578	〃	〃
高田丸	40.00	7.50	3.50	海軍	2.46	399	1.06	6.3	0.526	0.854	6.80
〃				海軍	2.34	373	1.012	6.6	0.516	〃	〃
長崎丸	123.28	17.50	11.00	海軍	8.03	12,565	0.90	13.2	0.708	0.869	12.72
〃				海軍	3.99	5,526	2.19	10.1	0.630	〃	〃
〃				海軍	3.33	4,461	2.037	10.9	0.611	〃	〃
高田丸	112.00	16.00	9.00	海軍	7.39	10,121	0.66	13.8	0.743	0.860	11.25
〃				海軍	2.95	3,609	2.28	8.5	0.668	〃	〃
渡田丸	170.67	21.35	12.45	海軍	8.69	22,150	1.23		0.670	0.863	20.31
黒潮丸	48.39	8.60	4.15	海軍	3.52	850	0.90		0.558	0.818	6.44
〃				海軍	2.20	435	0.58		0.465	〃	〃
金華丸	145.00	13.00	12.20	海軍	3.60	16,705	0.90		0.688	0.868	13.93
日邦丸	50.00	8.40	4.30	海軍	3.82	1,153	0.63		0.700	0.856	5.53
〃				海軍	2.10	555	0.61		0.625	〃	〃
千早丸	50.00	8.40	4.10	海軍	3.80	1,167	0.49		0.696	0.843	5.81
〃				海軍	2.09	529	0.70		0.622	〃	〃
PERNHAMER	168.00	21.60	12.00	海軍	9.24	26,337	2.71	9.5	0.770	0.881	14.40
〃				海軍	4.63	12,236	2.93		0.714	〃	〃
三保丸	163.00	21.80	11.30	海軍	9.14	25,790	2.04		0.774	0.869	14.58
三保丸	52.00	9.00	4.40	海軍	4.66	1,373	0.87		0.700	0.840	5.70
〃				海軍	2.23	664	0.52		0.634	〃	〃
村十代田丸	29.50	6.00	3.00	海軍	2.49	294	0.70	5.6	0.685	0.938	3.65
〃				海軍	1.745	194	0.76	6.0	0.642	〃	〃
水戸丸	29.80	6.00	3.00	海軍	2.37	308	0.47		0.650	0.870	3.85
〃				海軍	1.74	204	0.525	7.2	0.640	〃	〃
水戸丸	28.00	5.40	2.70	海軍	2.29	214	0.55		0.598	0.884	3.76
〃				海軍	1.50	124	0.50	7.2	0.506	〃	〃
水戸丸	45.00	7.80	4.40	海軍	3.77	734	0.50		0.533	0.872	5.51
〃				海軍	3.22	575	0.232	11.4	0.46	〃	〃
水戸丸	45.00	8.20	4.40	海軍	3.82	816	0.48		0.558	0.847	5.58
〃				海軍	1.24	632	0.40	9.0	0.513	〃	〃

* 10 周期は実験値、その他の周期は K/B_u の実験値に基づく計算値

第 6 表

船名	L _{wt} m	L _p m	B _{wt} m	B _u m	d _m m	W _t t	GM _m m	T ₀ sec	C _b	C _e	H _n m
大和	256.00	244.00	36.90	38.90	10.45	69,200	2.79	17.2	0.649	0.762	21.80
陸奥	221.07	201.17	32.46	34.60	9.35	42,905	2.174	15.0	0.585	0.732	17.54
長門	221.07	201.17	32.46	34.60	9.42	43,141	2.26	15.0	0.585	0.732	17.54
伊勢	213.36	195.07	31.70	33.83	9.25	39,814	2.50	14.5	0.582	0.738	18.16
鈴谷	198.06	187.80	19.12	20.21	6.06	13,955	1.466	13.0	0.560	0.795	12.88
加古	183.47	176.78	16.32	16.92	5.63	10,542	1.208	11.99	0.568	0.798	11.62
大淀	189.00	180.00	16.60	16.60	5.11	10,452	1.39	11.83	0.552	0.825	12.84
能代	172.00	162.00	15.20	15.20	5.67	7,831	1.01	12.1	0.515	0.845	11.53
鹿島	130.00	123.50	15.95	15.95	5.71	6,280	1.27	11.93	0.518	0.802	12.55
島風	126.00	120.50	11.20	11.20	4.17	3,093	1.01	8.89	0.513	0.846	8.34
野分	116.20	111.00	10.80	10.80	3.77	2,528	0.94	8.9	0.520	0.830	7.89
高	87.12	83.12	7.89	7.89	2.99	1,147	0.54	8.87	0.545	0.840	6.09
雫	86.13	83.00	8.19	8.19	2.90	1,043	0.81	7.27	0.499	0.828	6.05

参 考 文 献

- (1) W.Froude: On the Graphic Integration of the Equation of a Ship's Rolling Motion, in

但し K, f, C_b, d = 前掲と同じ

B_u = 水面下最大幅

C_e = 暴露甲板面積係数

$H_n = D + A_n/L_p$

D = 竜骨下面から上甲板迄の高さ

A_n = 上甲板から船楼甲板迄の側面積, 上甲板から下部船橋楼甲板迄の側面積及び砲塔の側面積の和

f の値は次の如くである。

戦艦に対して $f = 0.177$

巡洋艦, 駆逐艦, 水雷艇に対して $f = 0.172$

横揺試験成績から得られた K/B_u 値と本式から計算されたその値との比較が第 5 表に示されている。即ちこれら 13 隻の軍艦について調査

第 5 表

艦名	艦種	排水量 _t	f	K/B _u	
				実値	計算値
大和	戦艦	69,200	0.177	0.568	0.370
陸奥	〃	42,905	〃	0.519	0.320
長門	〃	43,141	〃	0.525	0.318
伊勢	〃	39,814	〃	0.537	0.337
鈴谷	巡洋艦	13,955	0.172	0.588	0.376
加古	〃	10,542	〃	0.588	0.389
大淀	〃	10,452	〃	0.419	0.418
能代	〃	7,831	〃	0.398	0.401
鹿島	〃	6,280	〃	0.420	0.422
島風	駆逐艦	3,093	〃	0.398	0.393
野分	〃	2,528	〃	0.396	0.397
高	〃	1,147	〃	0.411	0.412
雫	水雷艇	1,043	〃	0.398	0.395

した所によれば本式によつて与えられる K/B_u 値の平均誤差は 0.4%, 最大誤差は 3% であった。

6. 結 論

新たに蒐集された多数の船の横揺に関する資料に基いて、与えられた船の住意の状態に対する横環動半径を計算する近似式が求められた。この式は船の幅, 有効深さ, 吃水, 方形肥摺係数及び上甲板面積係数を含むもので誤差 3% 以内という精度の高い近似値を与えた。従つてこの式の適用により船の横揺周期の十分な近似値が得られるであろう。

- cluding the Effect of Resistance, T.I.N.A. 17 (1875)
- A.M.Robb: Studies in Naval Architecture, Strength-Rolling (1927) p. 223 その他
- (2) G.Vedeler: Notes on the Rolling of ships, T.I.N.A. 67 (1925)
- 加藤 弘: 艦船の横動揺試験成績の新解析法, 造船協会会報第 58 号 (昭 11)
- Johow-Foerster: Hilfsbuch für den Schiffbau, (1920) S. 549, その他
- (3) 加藤 弘: 小型航洋船の復原性能に就いて, 造船協会会報第 83 号 (昭 26)
- (4) 末広恭二: 船舶横動揺に対する船体の見掛の慣性力率に就いて, 造船協会会報第 34 号 (大 11)
- 渡辺恵弘: 横動揺に於ける船の見掛の慣性力率に就いて, 造船協会会報第 52 号 (昭 8)
- 加藤 弘: 前掲(3)
- (5) A.W.John: The Effect of motion ahead on the Rolling of Ships. T.I.N.A. 47 (1905)
- (6) M.P.Payne: Results of Some Rolling Experiments on Ship Models, T.I.N.A. 66 (1924)
- (7) G.S.Baker and Miss E.M.Kearly: The Effect of the Longitudinal Motion of a ship on its Statical Transverse Stability, T.I.N.A. 60 (1918)
- (8) G.Kempf: Stabilitätsgrenzen für Schiffe, Schiffbau 41 (1940) S.17
- (9) L.C.Burrill: Seaworthiness of Collier Types, T.I.N.A.73 (1931)
- (10) C.Doyère: Théorie du navire, (1927) p. 336
- (11) Ross Laurenson: Ship Rolling Constants, Marine Engineering & Shipping Review, May 1949
-