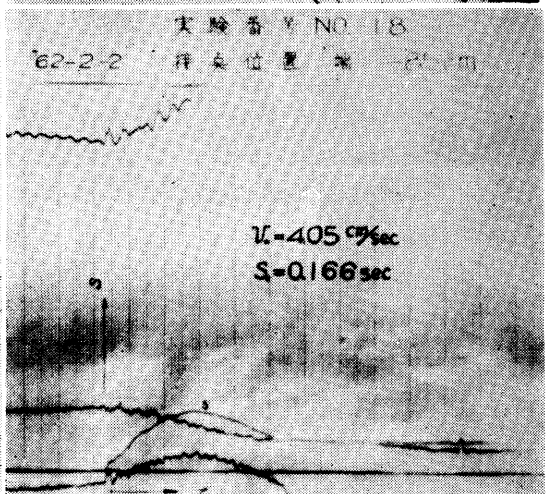
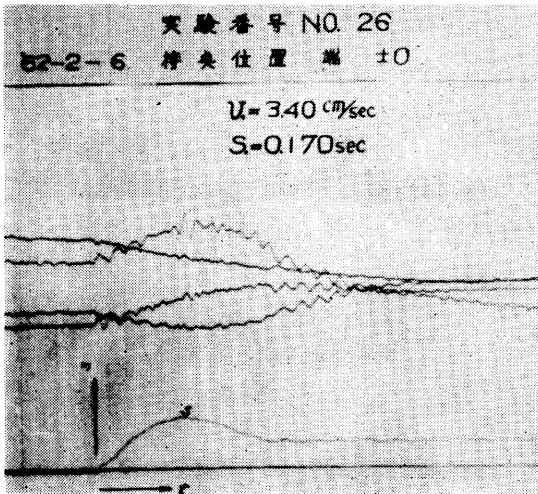
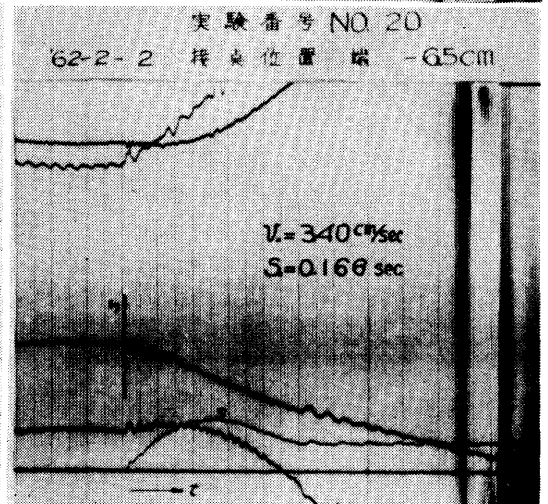
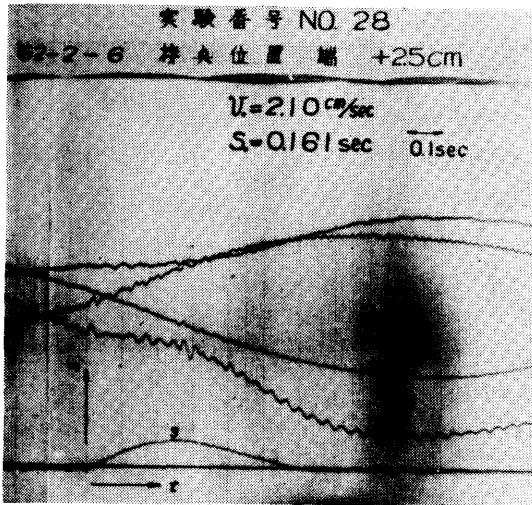
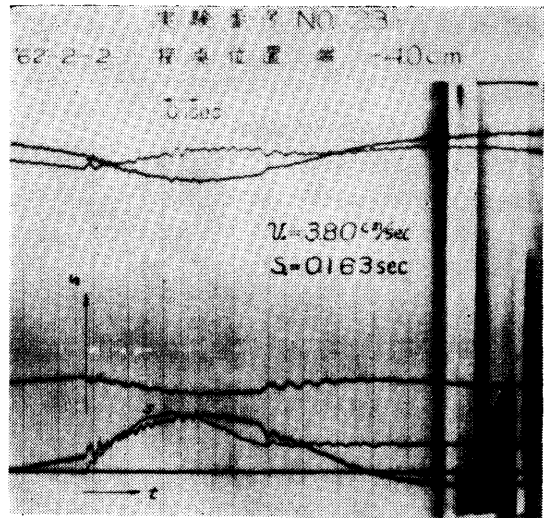


変位-時間記録

A₁ 型 船 長 $l=200\text{cm}$
 船 巾 40cm
 吃 水 $h=17.43\text{cm}$
 重心位置 -1.66cm
 \overline{GM} 0.59cm
 質 量 $m=142.3\text{gr}\cdot\text{sec}^2/\text{cm}$
 水 深 $H=23.5\text{cm}$
 ループバネ常数 $K=1695\text{gr}/\text{cm}$



ものが表6の1/1, 1/3である。この表から t_0 および S_0 の値は、接点の上下にかかわらず変わらないことがわかる。

4-1. 2 1/4点接岸の実験例

図3は、1/4点接岸の例として、実験 No. 16, 15, 14, 12の電磁オシログラフの記録である。接点の位置はそれぞれ、 $\pm 0, -4.0, -6.0, -8.5\text{cm}$ であるが、 S_0 は変わらないことを記録は現わしている。

かかる実験の記録の読みを表6の1/2に一括して示した。

4-1. 3 端接岸の実験例

図4は、前例同様、実験 No. 5, 2, 9, 10, 14の記録である。

ここで No. 10, 14 で端と中央の水圧が逆になっている。これは端接岸のため接点に対し、反対の端はほ

とんど接岸速度と同じ速さで回転しうるので、水圧は小さく、ローリングの影響が記録に現われているものと考えられる。

この図においても、 t_0 と S_0 については前例同様のことが認められる。

表6, 1/4 に実験値を表示してある。

4-1. 4 1/8, 3/8点接岸の実験

表6の1/5, 1/6は3/8点と1/8点接岸の実験例で接点は ± 0 である。

4-2 tender ship の実験例

表4のとおり、この重頭船では、重心 G は浮心 B の上 7.0583cm で、 $\overline{GM} 0.5908\text{cm}$ である。

4-2. 1 中央接岸の実験例

この実験においては、横揺れが著しく、水圧計の記

変位-時間記録

A ₁ 型	船長	$l=200\text{cm}$
	船巾	40cm
	吃水	$h=29.76\text{cm}$
	重心位置	-14.88cm
	\overline{GM}	4.48cm
	質量	$m=242.9\text{gr}\cdot\text{sec}^2/\text{cm}$
	水深	$H=35.4\text{cm}$
	ループバネ常数	$K=1695\text{gr}/\text{cm}$

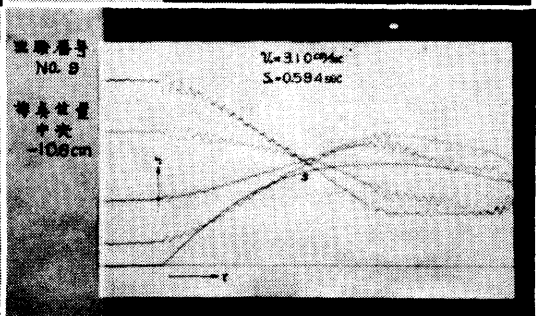
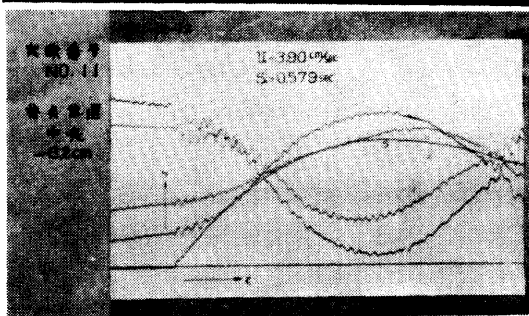
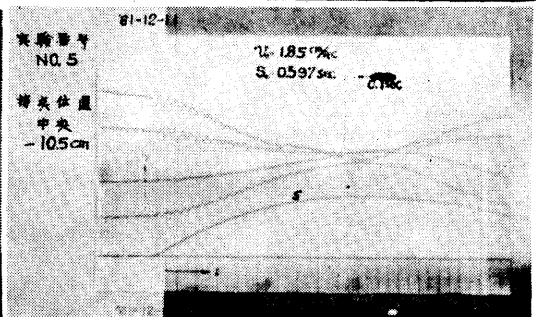
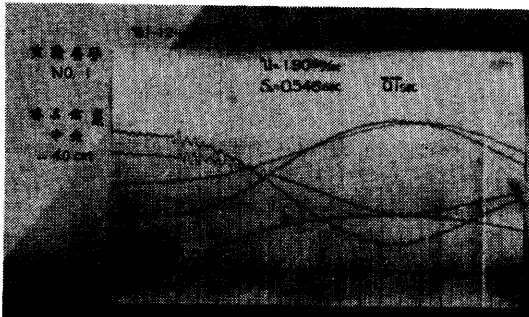
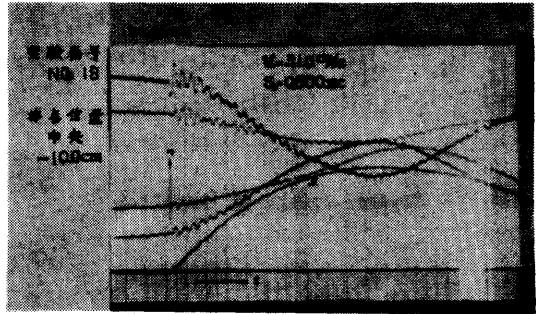


図 8

変位-時間記録

A₁ 型 船長 $l=200\text{cm}$
 船巾 40cm
 吃水 $h=29.76\text{cm}$
 重心位置 -14.88cm
 \overline{GM} 4.48cm
 質量 $m=242.9\text{gr}\cdot\text{sec}^2/\text{cm}$
 水深 $H=35.4\text{cm}$
 ループバネ常数 $K=1695\text{gr}/\text{cm}$

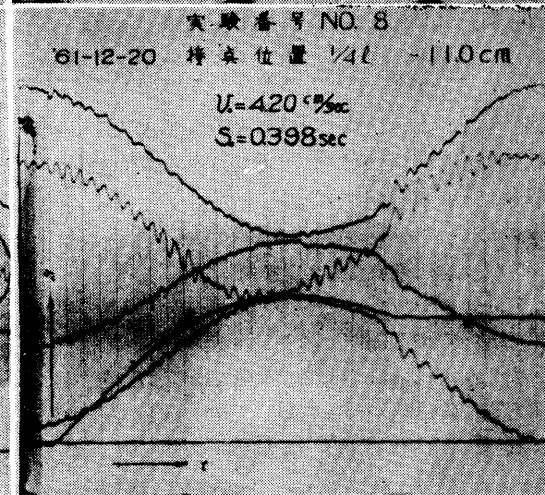
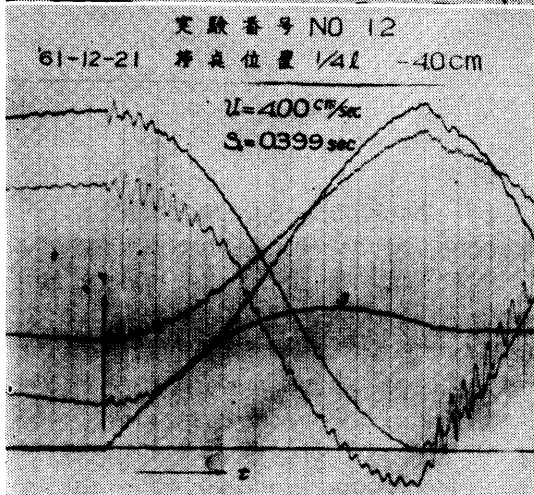
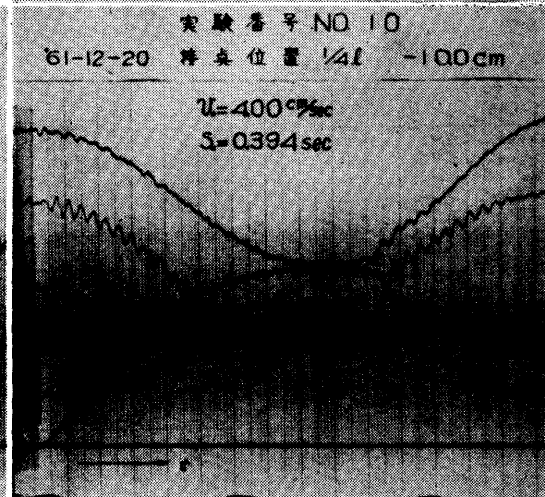
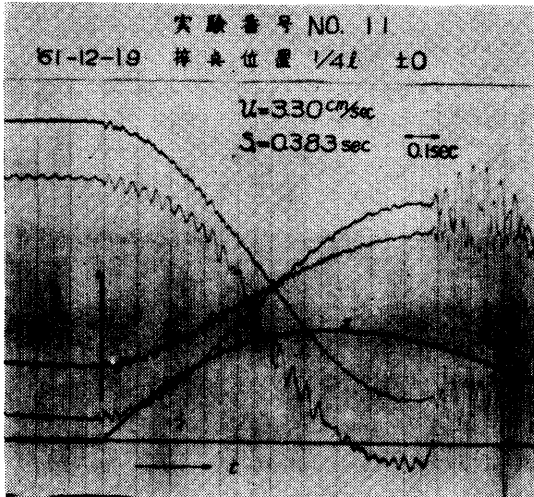
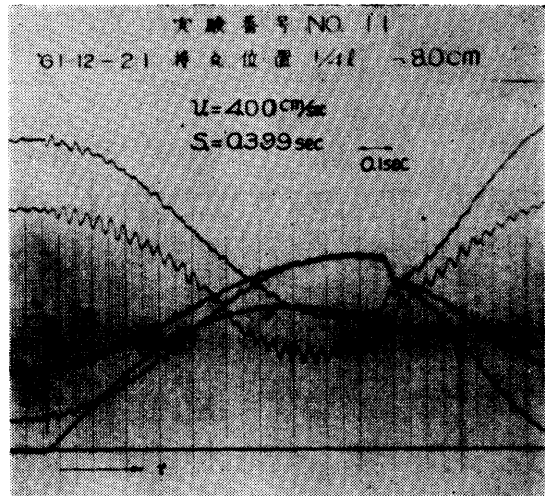


図 9

表 7-1

62.2.16

A型 中央衝撃
水深 H 23.5 cm
02水 弁 1743/3cm
重心位置水面下 16573cm
 W 139.450gr
 M 142.2959 (gr \cdot sec 2 /cm)

実験番号	t_0 (sec)	U (°/sec)	電磁弁の跳 Δ (cm)	Δ (cm)	S_0 (sec)	水面と接岸 位置関係 ± 0 (cm)
NO.52	0.65	4.20	4.10	1.525	0.363	± 0
NO.53	0.65	3.30	3.20	1.190	0.361	± 0
NO.54	0.65	2.45	2.39	0.889	0.362	± 0
NO.55	0.65	2.20	2.18	0.812	0.370	+4.0
NO.56	0.65	3.60	3.49	1.297	0.360	+4.0
NO.57	0.65	4.00	3.89	1.446	0.362	+4.0
NO.58	0.68	4.20	4.08	1.517	0.361	-4.0
NO.59	0.65	3.55	3.49	1.297	0.366	-4.0
NO.60	0.65	2.70	2.61	0.971	0.359	-4.0
NO.61	0.65	2.00	1.95	0.726	0.363	-6.5
NO.62	0.66	3.30	3.19	1.185	0.360	-6.5
NO.63	0.66	4.50	4.40	1.635	0.364	-6.5
NO.64	0.65	3.90	3.70	1.375	0.354	-8.5
NO.65	0.66	3.55	3.45	1.283	0.361	-8.5
NO.66	0.65	1.75	1.71	0.637	0.364	-8.5
平均	0.654				0.362	

62.2.12. 1/4 奥衝撃

実験番号	t_0 (sec)	U (°/sec)	電磁弁の跳 Δ (cm)	Δ (cm)	S_0 (sec)	水面と接岸 位置関係 ± 0 (cm)
NO.34	0.45	4.20	2.96	1.100	0.262	± 0
NO.35	0.45	3.30	2.25	0.837	0.257	± 0
NO.36	0.45	2.15	1.51	0.562	0.261	± 0
NO.37	0.45	2.10	1.45	0.540	0.257	-4.0
NO.38	0.44	3.40	2.35	0.875	0.258	-4.0
NO.39	0.44	3.90	2.70	1.005	0.258	-4.0
NO.40	0.45	3.80	2.60	0.972	0.255	-6.5
NO.41	0.45	3.15	2.22	0.826	0.262	-6.5
NO.42	0.45	2.10	1.47	0.547	0.261	-6.5
NO.43	0.45	2.00	1.41	0.525	0.263	-8.5
NO.44	0.45	3.45	2.41	0.896	0.260	-8.5
NO.45	0.45	3.95	2.77	1.020	0.261	-8.5
NO.46	0.45	4.15	2.91	1.081	0.261	+4.0
NO.47	0.45	3.20	2.26	0.841	0.263	+4.0
NO.48	0.45	2.05	1.46	0.543	0.264	+4.0
平均	0.45				0.2602	

録は、紙面外に外れているものが多い。図5は実験 No. 56, 53, 59, 62, 65 の記録で、接点位置は、4, 1.1 の例同様 +4.0, ± 0 , -4.0, -6.5, -8.5cm である。

揺れ方は、はなはだしいにもかかわらず、 S_0 と t_0 の値は、やはり接点を上下しても変わらず、stiff ship の場合と等しい値を示している。

表7の2/1に実験値を一括掲げた。

4-2.2 1/4点接岸の実験例

図6は1/4点接岸の実験例の記録で、 S_0 と t_0 が前例同様変わらないことがわかる。

表7の2/2はこれらの実験値を取りまとめたものである。表6の1/2と対照してみれば、 t_0 も S_0 もそれぞれ等しい値であることが理解される。

4-2.3 端接岸の実験例

(14)

表 7-2

62.2.2. 1/8 奥衝撃

実験番号	t_0 (sec)	U (°/sec)	電磁弁の跳 Δ (cm)	Δ (cm)	S_0 (sec)	水面と接岸 位置関係 ± 0 (cm)
NO.16	0.27	2.20	1.00	0.372	0.169	-8.5
NO.17	0.27	3.20	1.34	0.499	0.156	-8.5
NO.18	0.28	4.05	1.80	0.670	0.166	-8.5
NO.19	0.27	4.30	1.90	0.707	0.166	-6.5
NO.20	0.27	3.40	1.50	0.558	0.166	-6.5
NO.21	0.27	2.20	1.00	0.372	0.169	-6.5
NO.22	0.27	2.20	0.97	0.360	0.164	-4.0
NO.23	0.26	3.80	1.66	0.618	0.163	-4.0
NO.24	0.27	4.30	1.89	0.704	0.164	-4.0
NO.25	0.26	3.85	1.72	0.640	0.166	± 0
NO.26	0.27	3.40	1.55	0.577	0.170	± 0
NO.27	0.26	2.10	0.94	0.350	0.166	± 0
NO.28	0.27	2.10	0.91	0.338	0.161	+2.5
NO.29	0.27	3.10	1.35	0.503	0.162	+2.5
NO.30	0.27	4.00	1.78	0.662	0.166	+2.5
平均	0.269				0.165	

62.2.21. 1/8 奥衝撃

実験番号	t_0 (sec)	U (°/sec)	電磁弁の跳 Δ (cm)	Δ (cm)	S_0 (sec)	水面と接岸 位置関係 ± 0 (cm)
NO.68	0.62	2.40	2.20	0.778	0.353	± 0
NO.69	0.62	3.50	3.10	1.085	0.310	± 0
NO.70	0.62	4.50	4.07	1.424	0.317	± 0
平均	0.62				0.313	

62.2.7 3/8 奥衝撃

実験番号	t_0 (sec)	U (°/sec)	電磁弁の跳 Δ (cm)	Δ (cm)	S_0 (sec)	水面と接岸 位置関係 ± 0 (cm)
NO.31	0.35	4.00	2.18	0.810	0.203	± 0
NO.32	0.35	3.10	1.70	0.637	0.204	± 0
NO.33	0.35	1.85	1.02	0.376	0.203	± 0
平均	0.35				0.203	

図7は端接岸の場合で、やはり t_0 , S_0 は変わらず、また、stiff ship の場合とも等しい。表7の2/3に実験値を示す。

4-2.4 1/8点, 3/8点接点

表7の2/4, 2/5は1/8点, 3/8点で ± 0 の位置で接岸した場合の実験値である。

これら4・2の実験において、水圧計の記録はローリングのはなはだしいことを示しているが、ただ接点が重心と浮心との中間附近の時には、ローリングが小さいことがわかる。

4-3 重心と浮心の一致した場合

図8と図9は重心 G と浮心 B が一致した場合の中央接岸と1/4点接岸の実験例である。きつ水は 29.76 cm, \overline{GM} は 4.48cm である。

この両図から判るように、多くの前例同様に接岸点の上下によつて S_0 , t_0 は変化しない。また、この実験例ではメタセンター近くに衝撃点がある場合揺れが幾分小さい。

表8に中央接岸の場合、表9に1/4点接岸の場合の実験値をまとめてある。

表 8

'61.12.8

A型 中央衝撃
水深 H 35.4 cm
吃水 f_h 29.76 cm
重心位置: 水面下 14.88 cm
W 238,080 gr
M 242.9387 (gr.sec²/cm)

実験番号	t_c (sec)	ω_c (°/sec)	電磁計測 Δ_1 (cm)	Δ_2 (cm)	S_c (sec)	水面と棒長 位置関係
NO. 1	1.15	1.90	2.79	1.0379	0.5263	-4.0 ^{cm}
NO. 2	1.10	1.90	2.83	1.0528	0.5541	-6.2
NO. 3	1.12	1.85	2.83	1.0528	0.5691	-6.2
NO. 4	1.13	2.00	3.17	1.1792	0.5896	-10.5
NO. 5	1.12	1.85	2.97	1.1048	0.5972	-10.5
NO. 6	1.18	1.95	3.10	1.1532	0.5914	-10.5
NO. 7	1.20	2.00	3.29	1.2239	0.6120	-11.5
NO. 8	1.15	2.00	2.96	1.1011	0.5506	-10.6
NO. 9	1.25	3.10	4.95	1.8414	0.5940	-10.6
NO. 10	1.21	3.80	6.07	2.2580	0.5942	-10.6
NO. 11	1.06	3.90	6.07	2.2580	0.5790	-6.2
NO. 12	1.10	3.90	6.19	2.2027	0.5904	-8.5
NO. 13	1.10	4.00	6.44	2.2957	0.5989	-9.5
NO. 14	1.11	3.90	6.22	2.3138	0.5933	-9.5
NO. 15	1.32	3.90	5.95	2.2134	0.5675	-11.5
NO. 16	1.05	3.95	6.15	2.2878	0.5792	-9.3
NO. 17	1.10	4.00	6.15	2.2878	0.5720	-10.0
NO. 18	1.07	3.10	5.00	1.8600	0.6000	-10.0
NO. 19	1.10	3.10	4.98	1.8526	0.5976	-9.5
NO. 20	1.10	3.10	4.80	1.7856	0.5760	-11.0
NO. 21	1.07	3.05	4.86	1.8079	0.5928	-10.0
NO. 22	1.10	3.10	4.70	1.7484	0.5640	-10.0
平均	1.1313				0.5860	

表 9

'61.12.15'21

A型 1/4 中央衝撃 W 238,080 gr
水深 H 35.4 cm M 242.9387
吃水 f_h 29.76 cm
重心位置: 水面下 14.88 cm

実験番号	t_c (sec)	ω_c (°/sec)	電磁計測 Δ_1 (cm)	Δ_2 (cm)	S_c (sec)	水面と棒長 位置関係
NO. 1	0.70	3.3	3.81	1.4173	0.4275	-10.0 ^{cm}
NO. 2	0.76	3.3	3.75	1.3950	0.4227	-10.0
NO. 3	0.74	3.4	3.80	1.4136	0.4158	-10.0
NO. 4	0.79	3.0	3.90	1.4508	0.4836	-10.0
NO. 5	0.75	3.7	4.21	1.5661	0.4233	-10.0
NO. 6	0.76	3.4	3.63	1.3504	0.3972	-11.0
NO. 7	0.75	3.5	3.77	1.4024	0.4008	-11.0
NO. 8	0.76	3.8	4.01	1.4917	0.3926	-8.0
NO. 9	0.74	3.4	3.66	1.3615	0.4004	-8.0
NO. 10	0.74	3.3	3.38	1.2574	0.3810	± 0
NO. 11	0.74	3.3	3.40	1.2648	0.3833	± 0
NO. 1	0.78	2.3	2.39	0.8891	0.3866	± 0
NO. 2	0.74	1.9	1.99	0.7403	0.3896	± 0
NO. 3	0.70	1.9	2.01	0.7477	0.3935	± 0
NO. 4	0.77	1.9	2.05	0.7626	0.4014	-8.0
NO. 5	0.77	2.1	2.22	0.8258	0.3972	-10.0
NO. 6	0.76	2.1	2.22	0.7514	0.3578	-10.0
NO. 7	0.77	2.1	2.34	0.8705	0.4145	-11.0
NO. 8	0.76	4.2	4.49	1.6703	0.3977	-11.0
NO. 9	0.76	4.3	4.61	1.7149	0.3988	-10.0
NO. 10	0.76	4.0	4.24	1.5773	0.3943	-10.0
NO. 11	0.76	4.0	4.29	1.5959	0.3990	-8.0
NO. 12	0.75	4.0	4.29	1.5959	0.3990	-4.0
NO. 13	0.75	4.0	4.18	1.5550	0.3888	-4.0
NO. 14	0.75	3.7	3.91	1.4545	0.3931	± 0
NO. 14	0.70	3.8	4.05	1.5066	0.3965	± 0
平均	0.7304				0.4010	

表 10

$S_c = \alpha/\beta t_c + e^{-\beta t_c}/\sqrt{\beta t_c}$ による計算表
A型 船長 200 cm 幅 40 cm

水深 H = 23.5 cm 吃水 $f_h = 17.4313$ cm		H = 35.4, $f_h = 29.76$						
船の重量 W = 139,450 gr 船の質量 M = 142.2959 (gr.M ² /cm)		W = 238.08, M = 242.9387						
$H_0 = f_h + (H - f_h)/2 = 20.4658$ (cm)		$H_0 = 32.58$						
$\omega = \sqrt{gH_0} = 14.16209$ (cm/sec)		$\omega = 178.6852$						
$f_0 = f_h \omega / \omega = 0.1231$ (gr.M ² /cm ³)		$f_0 = 0.1665$						
$t_c = K/m = 1695/142.2959 = 11.9118$ (sec ²)		$t_c = 6.9771$						
$\alpha = f_0 \cdot f_h \cdot l / m = 3.0160$ (sec ⁻¹)		$\alpha = 4.0805$						
$\beta = m r^2 / I_x + 1 \quad I_x = 512,698.4093$ (gr.cm.sec ²)		$I_x = 849,357.9437$						
$= 2.7754 \times 10^{-4} r^2 + 1$								
I	γ (cm)	甲夾 = 0	1/8 = 25	1/4 = 50	3/8 = 75	端 = 100	甲夾 = 0	1/4 = 50
II	β	1.0000	1.1735	1.6939	2.5612	3.7754	1.0000	1.7151
III	$\sqrt{\beta f_0}$ (sec ⁻¹)	3.4513	3.7388	4.4919	5.5234	6.7061	2.6414	3.4592
IV	α^2 (sec ⁻²)	9.0963	9.0963	9.0963	9.0963	9.0963	16.6505	16.6505
V	$\sqrt{\beta f_0 - \alpha^2}$ (sec ⁻¹)	6.2089	6.8423	8.4625	10.6352	13.0687	3.3553	5.5870
VI	$\sqrt{\beta f_0 - \alpha^2} / \alpha$	2.0587	2.2687	2.8059	3.5263	4.3331	0.8228	1.3692
VII	$\theta = \tan^{-1}(\sqrt{\beta f_0 - \alpha^2} / \alpha)$	115.908	113.783	109.617	105.831	103.000	140.55	126.125
VIII	$\gamma/2$ (sec ⁻¹)	3.1044	3.4212	4.2313	5.3176	6.5344	1.6777	2.7935
IX	" (°/sec)	177.8715	196.020	242.432	304.676	374.394	96.122	160.055
X	$t_c = VII/IX$ (sec)	0.6516	0.5805	0.4522	0.3474	0.2751	1.4622	0.7880
XI	$\alpha/2 \cdot t_c$	0.9826	0.8754	0.6819	0.5239	0.4149	2.9833	1.6077
XII	$e^{-\alpha/2 t_c}$	0.3741	0.4166	0.5057	0.5922	0.6604	0.0508	0.2004
XIII	$\alpha / II t_c$ (sec)	0.2532	0.2158	0.1495	0.0989	0.0671	0.5848	0.3410
XIV	XII/III (sec)	0.1084	0.1114	0.1126	0.1072	0.0985	0.0192	0.0579
	$S_c = XII + XIII$ (sec)	0.3616	0.3272	0.2621	0.2060	0.1656	0.6040	0.3989

4-4 理論値

2において、筆者は、接岸力の大きさは、横揺れ回転に関係なく、(7)、(8)式によつて、求められることを述べた。

4の実験について理論値を、2における(7)、(8)式によつて求めるに、計算表は表10の通りである。

4-5 実験値と理論値の比較

本章前節までに、浮心と重心の関係位置によつて生ずる stiff ship と tender ship の場合と浮心と重心が一致した場合について行なつた実験値を示したが、いずれの場合においても接岸点の上下の変化によつては S_0 は変化せず、したがつて、 v_0 が等しければ接岸力も等しいことがわかる。

実験値の平均を一括したものを表11に示す。

この表の値と理論値とを比較図示したものが、stiff

ship については図10、tender ship については図11、浮心と重心が一致した場合は図12である。

この図において、 t_0 と S_0 とともに理論値によく合致することがわかる。

また m が大きいときは、 t_0 が理論値に比し短いのは、理論値は漸近的に最大値になるためである。

5. 結 論

本報告において、stiff ship の場合、tender ship の場合、および浮心と重心が一致する場合について、接岸点の位置を水平方向、鉛直方向において変化させた多くの実験について説明を加え、その実験値が理論値とよく合致することを示した。

これは、計算式の妥当なことを証するものといえる。

この研究の結果、緩衝作用を有するドルフィンや棧橋等に働く接岸力の大きさを求めるには、

- (1) 横揺れ回転は考えなくともよい。
- (2) 衝撃点の上下によつて接岸力は変らない。
- (3) 接岸力は、船の重心と衝撃点間の船長に沿う水平距離を考慮した(7)および(8)式によつて求められる。

ということが理解される。

表 11

S., U. の実験値

A, 型 水深 23.5 cm
船長 200 cm, η 40 cm, 吃水 17.4313 cm
重心位置 水面下 2.8405 cm
B₀ -1.1249 cm
GM 8.7740 cm

水面と接岸位置関係	Z (cm)	中央	1/8	1/4	3/8	端
+4.0	13.8405	0.66 0.356	(sec)			0.27 0.159
± 0	9.8405	0.65 0.358	0.61 0.342	0.45 0.266	0.34 0.198	0.28 0.162
-4.0	5.8405	0.65 0.362		0.45 0.261		0.28 0.163
-6.0	3.8405	0.65 0.360		0.45 0.263		
-6.5	3.3405					0.28 0.166
-8.5	1.3405	0.65 0.361		0.45 0.264		0.27 0.159
平均		0.65 0.360	0.61 0.342	0.45 0.264	0.34 0.198	0.275 0.162

(左角数字 U., 右角数字 S.)

重心位置 水面下 1.6573 cm
B₀ 7.0583 cm
GM 0.5908 cm

水面と接岸位置関係	Z (cm)	中央	1/8	1/4	3/8	端
+4.0	5.6573	0.65 0.363	(sec) (sec)	0.45 0.263		
+2.5	4.1573					0.27 0.163
± 0	1.6573	0.65 0.362	0.62 0.323	0.45 0.260	0.35 0.203	0.27 0.167
-4.0	2.3427	0.66 0.362		0.44 0.258		0.27 0.164
-6.5	4.8427	0.66 0.362		0.45 0.259		0.27 0.167
-8.5	6.8427	0.65 0.360		0.45 0.261		0.27 0.164
平均		0.65 0.362	0.62 0.323	0.45 0.260	0.35 0.203	0.27 0.165

A, 型 水深 35.4 cm
船長 200 cm, η 29.76 cm
重心位置 水面下 1.488 cm
GM 4.4803 cm

水面と接岸位置関係	Z (cm)	中央	1/8	1/4	3/8	端
± 0	14.88	(sec) (sec)		0.74 0.387		
-4.0	10.88	1.13 0.546		0.75 0.394		
-6.2	8.68	1.09 0.567				
-8.0	6.88			0.76 0.397		
-8.5	6.35	1.10 0.590				
-9.5	5.35	1.09 0.592				
-10.0	4.88	1.09 0.582		0.75 0.401		
-10.5	4.35	1.17 0.586				
-11.0	3.88	1.10 0.576		0.76 0.403		
-11.5	3.38	1.26 0.595				
平均		1.13 0.586		0.75 0.401		

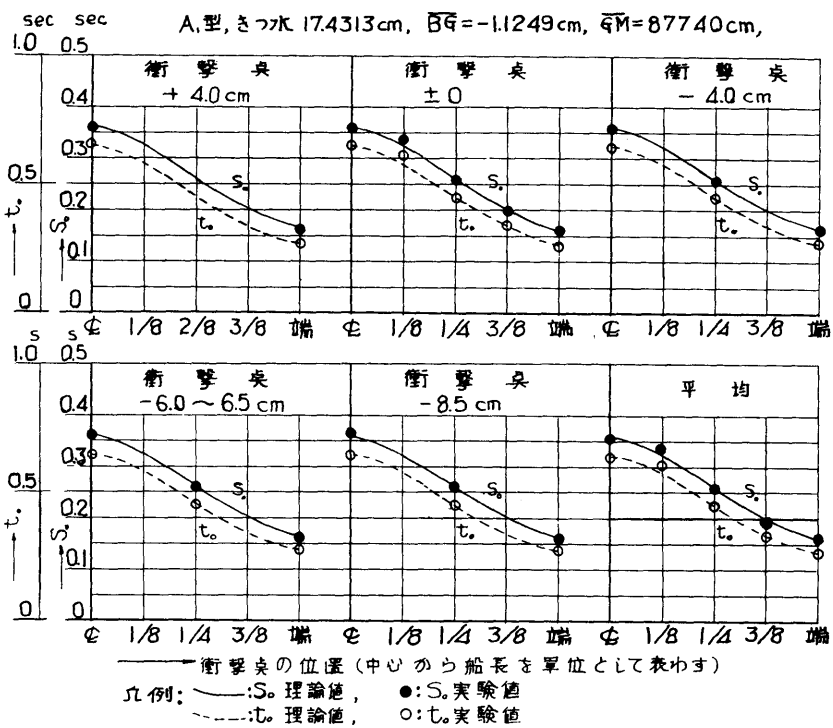


図 10

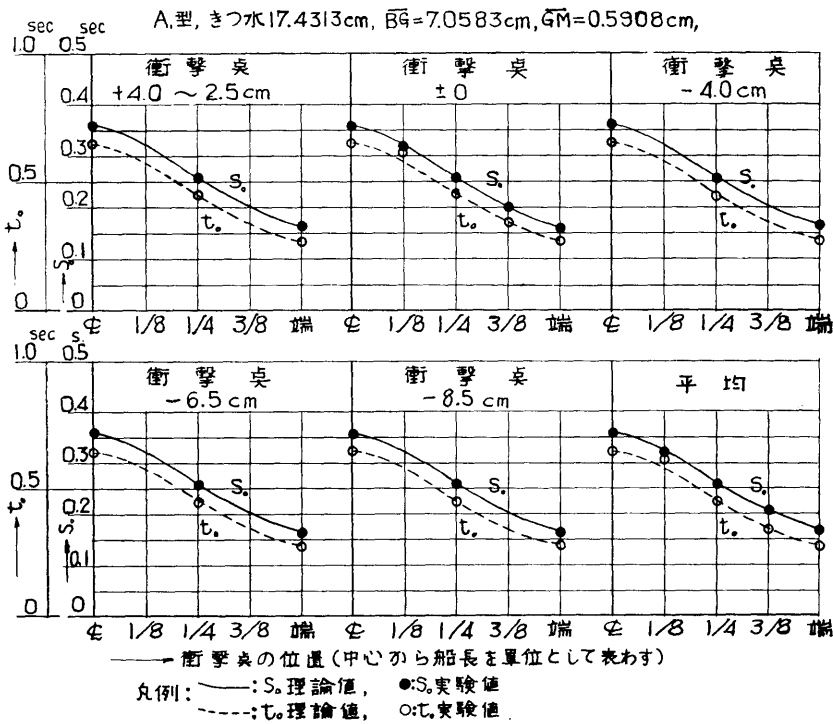


図 11

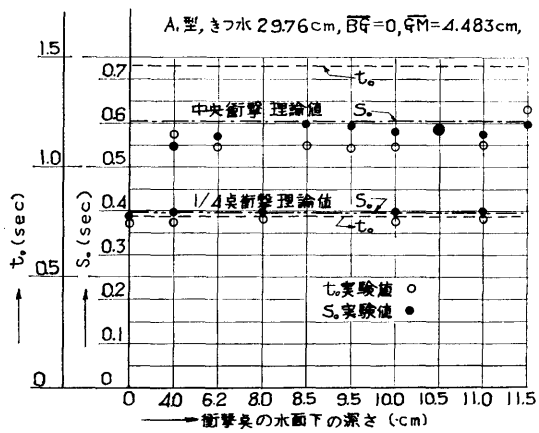


図 12 理論値と実験値の比較