

とく、図2に理論値と対照して図示してある。また表6と図4は1965年11月10日の実験値、および実験値と理論値との対照図である。

この両図においても、接岸速度が大きくなるにしたがって、計算値に近ずいている。このことは、主に水流の減衰状況が影響していることを示すものである。

表9 計算値

t(sec)	S(sec)	\dot{S}	$-\ddot{S}$ (sec)	P($\frac{gr \cdot sec}{cm^2}$)
0	0	1.0000	0	0
0.2	0.1984	0.9728	0.2457	0.00238
0.4	0.3866	0.9089	0.3824	0.00729
0.6	0.5605	0.8229	0.4691	0.01293
0.8	0.7154	0.7227	0.5297	0.01828
1.0	0.8486	0.6123	0.5744	0.02331
1.2	0.9560	0.4953	0.6076	0.02734
1.4	1.0461	0.3701	0.6292	0.03086
1.6	1.1072	0.2428	0.6424	0.03340
1.8	1.1431	0.1142	0.6432	0.03498
1.9	1.1513	0.0498	0.6405	0.03544
1.9773	1.1532	0	0.6369	0.03571
2.0	1.1531	-0.0139	0.6353	0.03555

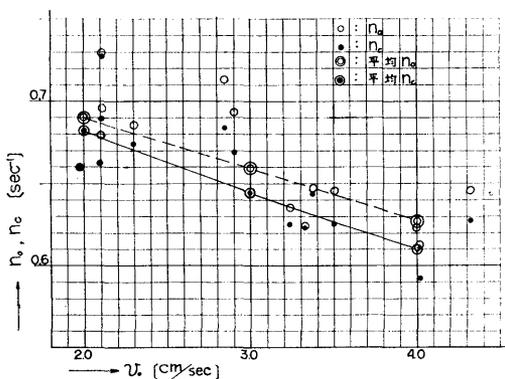


図6 測定値による $v_0 \sim n$ の関係

3.4 室内実験Iの結果について

前節における理論値と実験値の対照によって、水圧の項

$$P = -\frac{h}{\sqrt{gH}}(\cos nt - \dot{S})$$

の n の値を適当に選べば、接岸力を求めることが判った。このことは、 $\alpha^2 - 4k > 0$ の場合には、船が緩衝工に接してから停止するまでの時間 t_0 が長いので水流は減衰し、その状態を現わす n の値は環境によって違うことを示している。これは第2章において述べた通りである。

そして、動水圧の分布は、 $\alpha^2 - 4k < 0$ の場合に比し、平均して、 1.5α 程度である。また接岸速度が大きいほど、水圧も、撓みも、理論値に近ずいている。これは船のまわりの水の流れが発達して、働

きも確実になることを示すものである。

4. 室内実験II

3章においては、バネ常数 $K=255 \text{ gr/cm}$ の緩衝工の場合について、接岸速度を変化して、船のまわりの水の流れの減衰状態と水圧と、接岸力の関係を検討したのであるが、本章においては、 K を 228.8 gr/cm 、 102.5 gr/cm 、 59.3 gr/cm 、 26.0 gr/cm の4通にして、バネ常数と水の流速の減衰状態を表わす n との関係を検討するために行なった室内実験IIについて報告する。

4.1 実験装置

3.1の実験装置を用いたのであるが、速度計の変位は、オシロの記録の1.25倍、受衝バネの撓みは、オシロの記録の0.95倍であった。

水圧計の取付位置は、図7の如く、高さは水面下1.5cmである。コードの不便を除くため、テレメーターを用いた。(写真2および記録写真8~32参照)そのため自動車の雑音が入った。

検定値は 0.4 gr/cm^2 以下の水圧の範囲では、
 水圧計 P_1 のオシログラフの読み $\times 0.143$
 水圧計 P_2 のオシログラフの読み $\times 0.119$
 水圧計 P_3 のオシログラフの読み $\times 0.118$
 水圧計 P_4 のオシログラフの読み $\times 0.0785$
 であった。

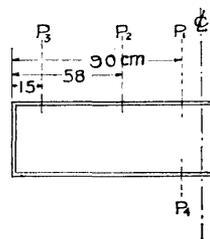


図7

4.2 実験の記録

船型は、3.2の実験と同型で、水深は 27.45 cm であった。

計算に用いる H は、

$$H = h + \frac{H-h}{2}$$

$$= 18.45 + \frac{27.45 - 18.45}{2} = 22.95 \text{ [cm]}$$

また、

$$\alpha = \frac{h^2 l}{m \sqrt{gH}} = \frac{18.45^2 \times 200}{152.5 \sqrt{980} \times 22.95}$$

$$= 2.9768 \text{ [sec}^{-1}\text{]}$$

α の係数を前実験同様 1.5 とすると

$$\alpha = 1.5 \times 2.9768 = 4.4652 \text{ [sec}^{-1}\text{]}$$

となる。

バネ常数に対する k はそれぞれ

$$k_1 = \frac{228.8}{152.5} = 1.5003 \text{ [sec}^{-2}\text{]}, \quad \sqrt{k_1} = 1.2249 \text{ [sec}^{-1}\text{]}$$

$$k_2 = \frac{102.5}{152.5} = 0.6721 \text{ [sec}^{-2}\text{]}, \quad \sqrt{k_2} = 0.8198 \text{ [sec}^{-1}\text{]}$$

$$k_3 = \frac{59.3}{152.5} = 0.3889 \text{ [sec}^{-2}\text{]}, \quad \sqrt{k_3} = 0.6236 \text{ [sec}^{-1}\text{]}$$

$$k_4 = \frac{26.0}{152.5} = 0.1705 \text{ [sec}^{-2}\text{]}, \quad \sqrt{k_4} = 0.4129 \text{ [sec}^{-1}\text{]}$$

この装置で、1966年9月14日に行なった実験のオシログラフの記録を写真8から写真32に示し、表10から表13までには、記録から読みとった経過時間に対応する撓み、水圧を掲げた。この実験では接岸速度は、大体 2~4 cm/sec の範囲で変化させてある。

写真8から写真13までは、 $K=228.8$ [gr/cm]、それに対応する表は表10である。同様に $K=102.5$ [gr/cm] に対するものは写真14から写真19、表11である。

$K=26.0$ [gr/cm] に対するものは写真20から写真25、表12で、 $K=59.3$ [gr/cm] に対するものは、写真26から写真32、表13である。

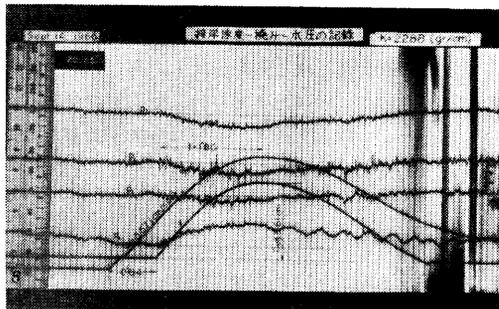


写真 8

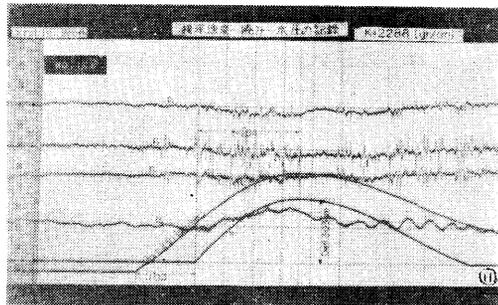


写真11

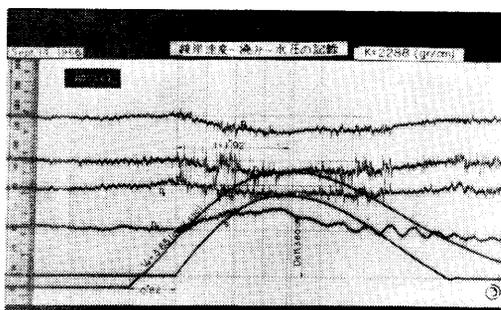


写真 9

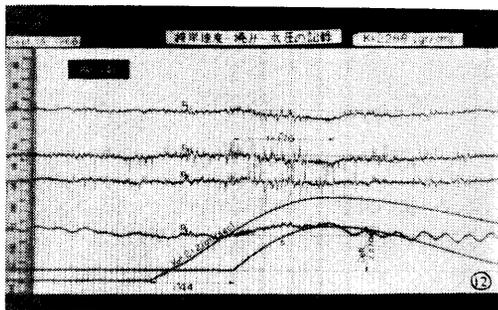


写真12

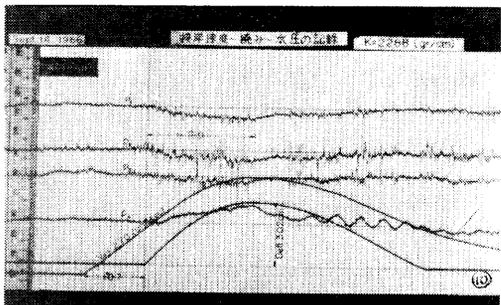


写真10

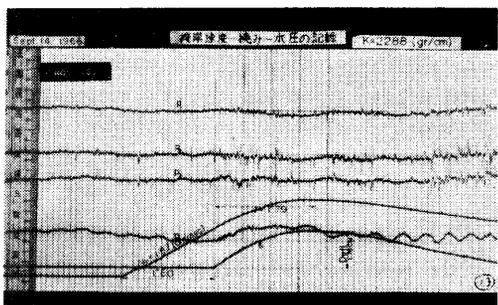


写真13

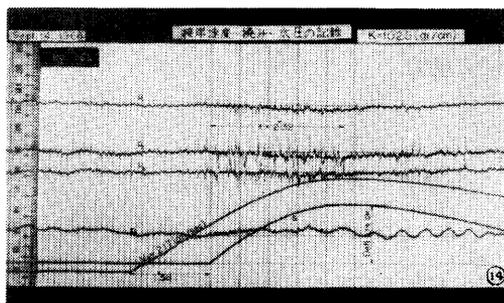


写真14

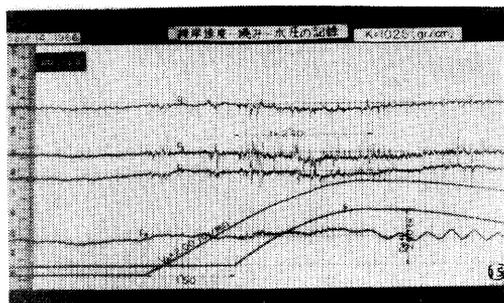


写真15

表 10

K = 2288 (gr/cm)

実験番号 撈岸速度	時間 t (sec)	撈み s (cm)	S =s/v₀ (sec)	水圧(正,中央)		水圧(正, l/4)		水圧(正,端)		水圧(負,中央)	
				P₁ (gr/cm²)	R =P₁/v₀	P₂ (gr/cm²)	P₂/v₀	P₃ (gr/cm²)	P₃/v₀	P₄ (gr/cm²)	P₄/v₀
NO. 146 V₀ = 3.57 (cm/sec)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	1.710	0.479	0.0501	0.0140	0.0357	0.0100	0.0118	0.00331	0.0440	0.0121
	1.0	2.898	0.812	0.0787	0.0220	0.0595	0.0166	0.0354	0.00992	0.0769	0.0215
	1.5	3.420	0.958	0.0930	0.0261	0.0655	0.0183	0.0248	0.00695	0.0824	0.0231
	2.0	3.610	1.011	0.0858	0.0240	0.0595	0.0166	0.0236	0.00661	0.0824	0.0231
NO. 147 V₀ = 3.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	1.701	0.466	0.0572	0.0157	0.0333	0.0091	0.0177	0.00465	0.0322	0.0088
	1.0	2.964	0.812	0.0930	0.0254	0.0571	0.0156	0.0413	0.0113	0.0589	0.0161
	1.5	3.677	1.007	0.1173	0.0321	0.0833	0.0228	0.0507	0.0139	0.0714	0.0196
	1.92	3.800	1.041	0.1173	0.0321	0.0655	0.0179	0.0531	0.0145	0.0699	0.0191
NO. 148 V₀ = 2.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	1.330	0.493	0.0458	0.0170	0.0475	0.0176	0.0236	0.00874	0.0236	0.0087
	1.0	2.328	0.862	0.0715	0.0265	0.0500	0.0185	0.0295	0.0109	0.0393	0.0146
	1.5	2.898	1.073	0.0787	0.0291	0.0655	0.0243	0.0354	0.0131	0.0581	0.0215
	1.89	3.021	1.119	0.0858	0.0318	0.0536	0.0199	0.0177	0.00656	0.0707	0.0262
NO. 149 V₀ = 2.91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	1.378	0.474	0.0286	0.0098	0.0321	0.0110	0.0177	0.00608	0.0157	0.0054
	1.0	2.461	0.846	0.0572	0.0197	0.0357	0.0123	0.0236	0.00811	0.0479	0.0166
	1.5	2.955	1.015	0.0586	0.0201	0.0405	0.0139	0.0212	0.00729	0.0636	0.0219
	1.84	3.031	1.042	0.0572	0.0197	0.0417	0.0143	0.0059	0.00203	0.0628	0.0216
NO. 150 V₀ = 2.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	1.055	0.498	0.0286	0.0135	0.0179	0.0084	0	0	0.0236	0.0111
	1.0	1.710	0.807	0.0458	0.0216	0.0298	0.0141	0	0	0.0369	0.0174
	1.5	2.062	0.973	0.0615	0.0290	0.0417	0.0197	0.0177	0.00835	0.0393	0.0185
	1.76	2.071	0.978	0.0577	0.0270	0.0476	0.0225	0.0177	0.00835	0.0428	0.0202
NO. 151 V₀ = 1.87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	0.903	0.475	0.0072	0.0038	0.0179	0.0094	0	0	0.0338	0.0178
	1.0	1.473	0.775	0.0229	0.0121	0.0238	0.0125	0	0	0.0471	0.0248
	1.5	1.758	0.940	0.0358	0.0188	0.0298	0.0157	0	0	0.0550	0.0289
	1.79	1.758	0.940	0.0329	0.0173	0.0238	0.0125	0	0	0.0400	0.0211

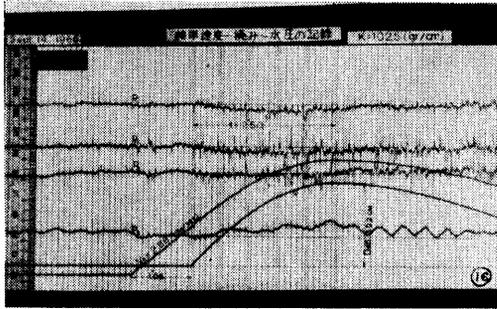


写真16

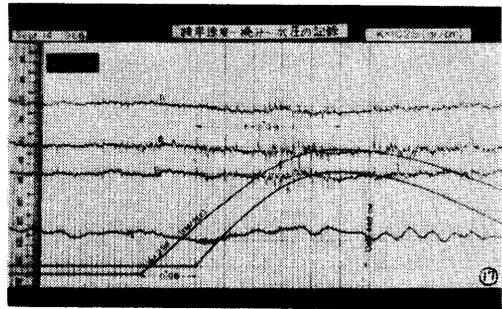


写真17

表 11

K = 102.5 (gr/cm)

実験番号 接岸速度	時間 t (sec)	撓み s (cm)	S = s/v₀ (sec)	水圧(正,中央)		水圧(正, l/4)		水圧(正,端)		水圧(負,中央)	
				p₁ (gr/cm²)	P₁ = p₁/v₀	p₂ (gr/cm²)	P₂ = p₂/v₀	p₃ (gr/cm²)	P₃ = p₃/v₀	p₄ (gr/cm²)	P₄ = p₄/v₀
No. 152 v₀ = 2.17 (cm/sec)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	1.036	0.477	0.0129	0.00594	0.0119	0.00543	0.0059	0.00272	0.0157	0.00724
	1.0	1.834	0.845	0.0215	0.00991	0.0214	0.00986	0.0059	0.00272	0.0173	0.00797
	1.5	2.404	1.108	0.0300	0.0138	0.0309	0.0142	0.0153	0.0071	0.0173	0.00797
	2.0	2.736	1.261	0.0358	0.0165	0.0357	0.0165	0.0118	0.00544	0.0236	0.0109
2.32	2.755	1.270	0.0315	0.0145	0.0309	0.0142	0.0130	0.0060	0.0228	0.0105	
No. 153 v₀ = 2.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	0.998	0.499	0.0186	0.0093	0.0119	0.00595	0.0047	0.00235	0.0110	0.0055
	1.0	1.686	0.843	0.0429	0.02145	0.0298	0.0149	0.0118	0.0059	0.0157	0.00785
	1.5	2.233	1.1165	0.0501	0.02505	0.0381	0.01905	0.0330	0.0165	0.0173	0.00865
	2.0	2.556	1.278	0.0472	0.0236	0.0405	0.02025	0.0236	0.0118	0.0220	0.0110
2.40	2.603	1.3015	0.0429	0.02145	0.0357	0.01785	0.0236	0.0118	0.0196	0.0098	
No. 154 v₀ = 2.88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	1.359	0.472	0.0215	0.00747	0.0286	0.0099	0.0177	0.0061	0.0196	0.0066
	1.0	2.432	0.844	0.0358	0.0124	0.0309	0.0107	0.0142	0.0049	0.0236	0.0082
	1.5	3.259	1.132	0.0443	0.0154	0.0369	0.0128	0.0118	0.0041	0.0314	0.0109
	2.0	3.762	1.306	0.0429	0.0149	0.0298	0.0103	0.0118	0.0041	0.0400	0.0139
2.5	3.924	1.362	0.0358	0.0124	0.0274	0.0095	0	0	0.0534	0.0185	
No. 155 v₀ = 2.98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	1.473	0.494	0.0286	0.0096	0.0179	0.0060	0.0059	0.0020	0.0118	0.0040
	1.0	2.784	0.934	0.0343	0.0115	0.0286	0.0096	0.0118	0.0040	0.0353	0.0118
	1.5	3.705	1.243	0.0157	0.0053	0.0262	0.0088	0.0189	0.0063	0.0432	0.0145
	2.0	4.275	1.435	0.0514	0.0172	0.0214	0.0072	0.0059	0.0020	0.0400	0.0134
2.49	4.475	1.502	0.0501	0.0168	0.0357	0.0120	0.0342	0.0115	0.0393	0.0132	
No. 156 v₀ = 4.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	1.976	0.481	0.0358	0.0087	0.0179	0.0044	0.0118	0.0029	0.0314	0.0076
	1.0	3.515	0.855	0.0458	0.0111	0.0238	0.0058	0.0236	0.0057	0.0393	0.0096
	1.5	4.703	1.144	0.0558	0.0136	0.0357	0.0087	0.0295	0.0072	0.0471	0.0115
	2.0	5.463	1.329	0.0601	0.0146	0.0357	0.0087	0.0260	0.0063	0.0510	0.0124
	2.5	5.795	1.410	0.0586	0.0143	0.0405	0.0099	0.0260	0.0063	0.0550	0.0134
2.51	5.795	1.410	0.0586	0.0143	0.0417	0.0101	0.0260	0.0063	0.0550	0.0134	
No. 157 v₀ = 4.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	1.976	0.481	0.0143	0.0035	0.0119	0.0290	0.0295	0.0072	0.0345	0.0084
	1.0	3.525	0.858	0.0501	0.0122	0.0357	0.0087	0.0236	0.0057	0.0353	0.0086
	1.5	4.655	1.133	0.0644	0.0157	0.0476	0.0116	0.0354	0.0086	0.0314	0.0076
	2.0	5.320	1.294	0.0501	0.0122	0.0476	0.0116	0.0354	0.0086	0.0322	0.0078
	2.5	5.605	1.364	0.0801	0.0195	0.0762	0.0185	0.0531	0.0129	0.0275	0.0067
2.6	5.605	1.364	0.0829	0.0202	0.0655	0.0159	0.0555	0.0135	0.0236	0.0058	

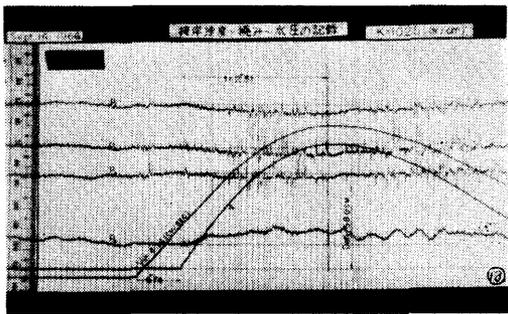


写真18

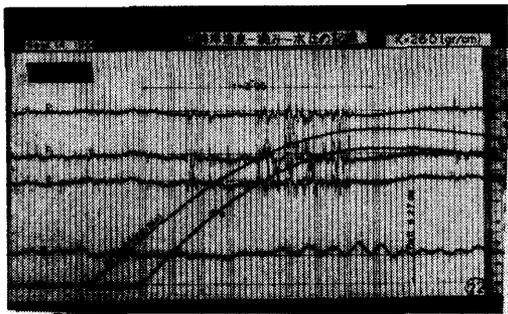


写真22

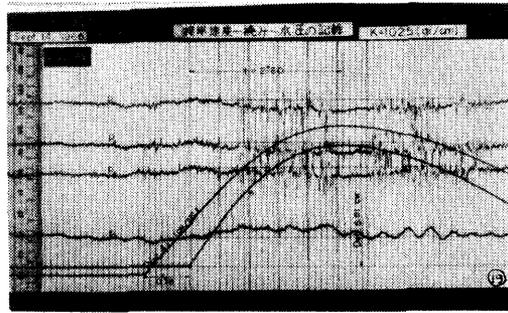


写真19

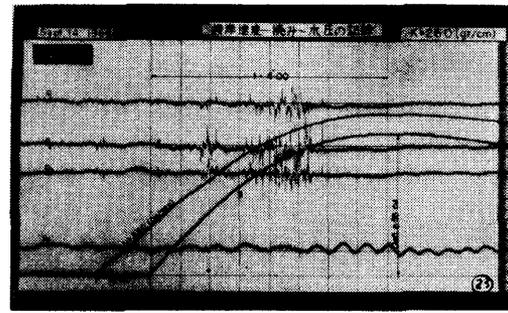


写真23

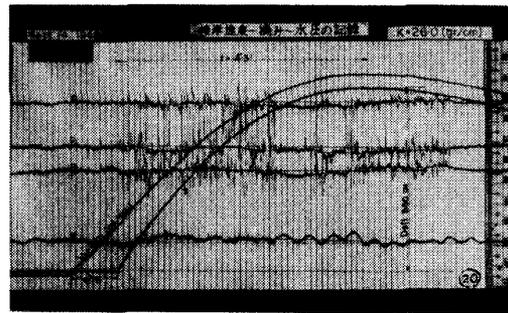


写真20

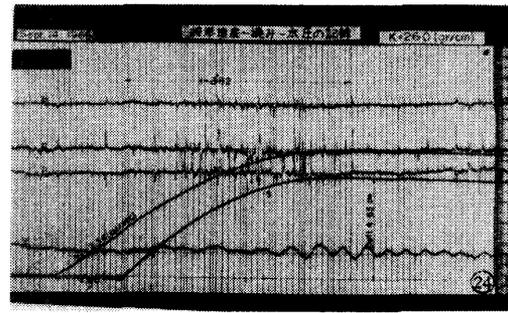


写真24

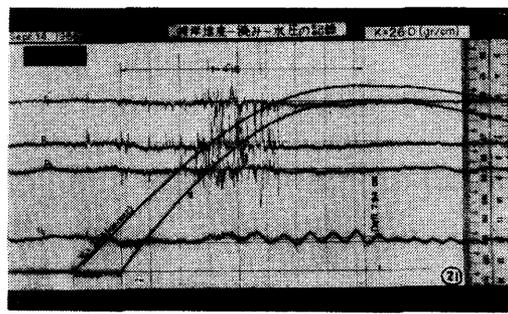


写真21

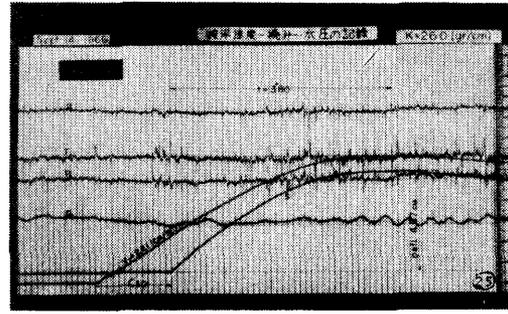


写真25

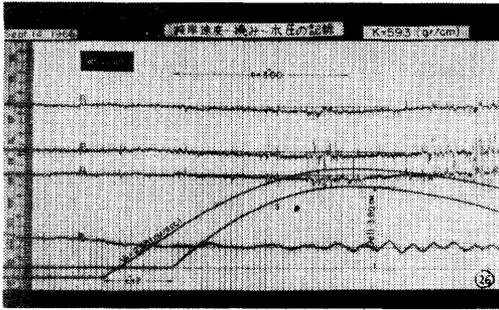


写真26

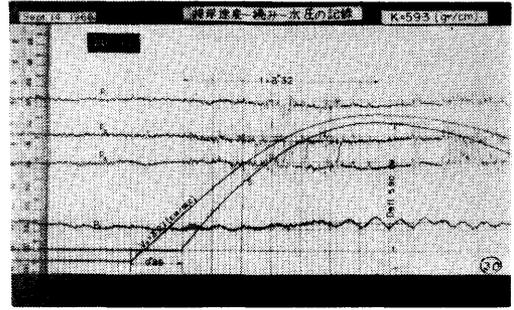


写真30

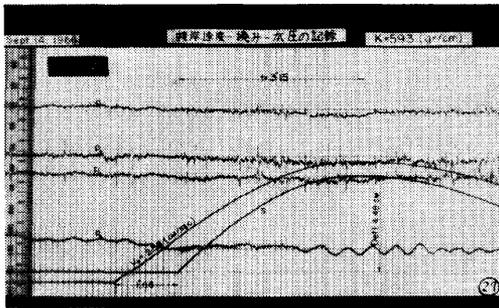


写真27

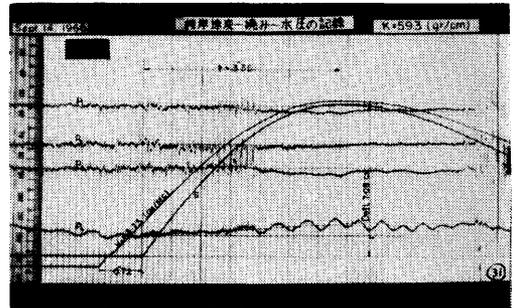


写真31

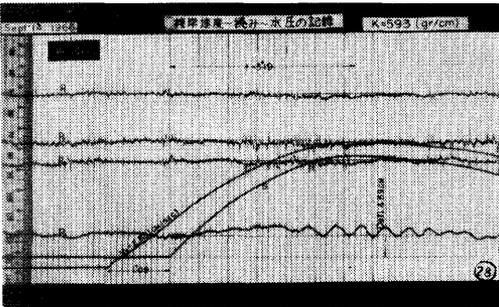


写真28

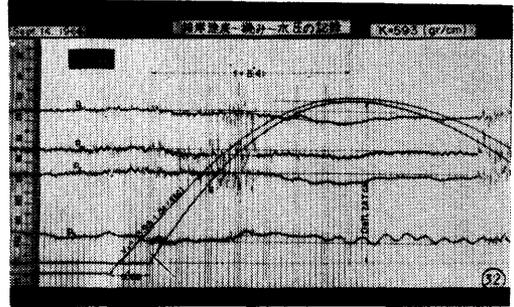


写真32

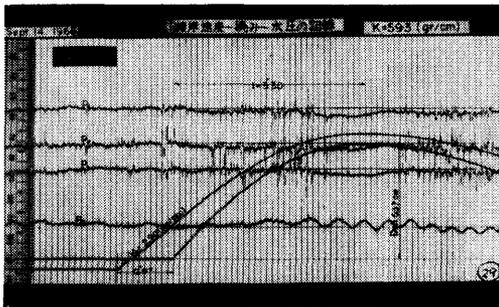


写真29

表 12

K = 26.0 (gr/cm)

実験番号 接岸速度	時間 t (sec)	撓み S (cm)	S = s/V ₀ (Sec)	水圧(正,中央)		水圧(正,1/4)		水圧(正,端)		水圧(負,中央)	
				P ₁ (gr/cm ²)	P ₁ = p ₁ /V ₀	P ₂ (gr/cm ²)	P ₂ = p ₂ /V ₀	P ₃ (gr/cm ²)	P ₃ = p ₃ /V ₀	P ₄ (gr/cm ²)	P ₄ = p ₄ /V ₀
NO.158 V ₀ = 4.01 (CM/SEC)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	1.900	0.474	0.0143	0.00357	0.0238	0.00594	0.0130	0.00324	0.00785	0.00196
	1.0	3.610	0.900	0.0257	0.00641	0.0262	0.00653	0	0	0.0259	0.00646
	1.5	5.054	1.260	0.0172	0.00429	0.0119	0.00297	-0.0118	-0.00294	0.00785	0.00196
	2.0	6.232	1.554	0.0215	0.00536	0.0095	0.00237	0.00354	0.00088	0.0236	0.00589
	2.5	7.163	1.786	0.0300	0.00748	0.0262	0.00653	0.0212	0.00529	0.0157	0.00392
	3.0	7.876	1.964	0.0429	0.0107	0.0179	0.00446	0.0354	0.00883	0.0157	0.00392
	3.5	8.265	2.061	0.0315	0.00786	0.0179	0.00446	0.0236	0.00589	0.0126	0.00314
	4.0	8.455	2.109	0.0315	0.00786	0.0238	0.00594	0	0	0.0118	0.00294
	4.3	8.503	2.120	0.0200	0.00499	0.0298	0.00743	-0.0177	-0.00441	0.00785	0.00196
NO.159 V ₀ = 3.53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	1.720	0.487	0.0157	0.00445	0.0345	0.00978	0.0177	0.00501	0.00785	0.00222
	1.0	3.287	0.931	0.0143	0.00406	0.0238	0.00674	0	0	0.0055	0.00156
	1.5	4.703	1.332	0.0143	0.00405	0.0286	0.00810	0.0059	0.00167	0.0204	0.00578
	2.0	5.843	1.655	0.0286	0.00810	0.0298	0.00844	0	0	0.0157	0.00445
	2.5	6.755	1.914	0.0157	0.00445	0.0357	0.0101	0	0	0.0118	0.00334
	3.0	7.401	2.097	0.0358	0.01014	0.0333	0.00943	0.0236	0.00669	0.0102	0.00289
	3.5	7.790	2.207	0.0300	0.00850	0.0357	0.0101	0.0236	0.00669	0.0157	0.00445
	4.0	7.933	2.247	0.0243	0.00688	0.0286	0.00810	0.0177	0.00501	0.0173	0.00490
	4.16	7.942	2.250	0.0215	0.00609	0.0262	0.00742	0.0189	0.00535	0.0165	0.00467
NO.160 V ₀ = 2.84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	1.378	0.485	0.0215	0.00757	0.0179	0.00630	0.0177	0.00623	0	0
	1.0	2.708	0.954	0.0229	0.00806	0.0298	0.01049	0.0177	0.00623	0	0
	1.5	3.772	1.328	0.0300	0.0106	0.0405	0.01426	0.0354	0.01246	0.00390	0.00137
	2.0	4.646	1.636	0.0286	0.0101	0.0238	0.00838	0.0118	0.00415	0.00785	0.00276
	2.5	5.339	1.880	0.0286	0.0101	0.0357	0.01257	0.0236	0.00631	0.0118	0.00415
	3.0	5.871	2.067	0.0286	0.0101	0.0357	0.01257	0.0118	0.00415	0.0157	0.00553
	3.5	6.128	2.158	0.0358	0.0126	0.0417	0.01468	0.0177	0.00623	0.0236	0.00831
	3.95	6.270	2.208	0.0315	0.0111	0.0298	0.01049	0.0177	0.00623	0.0228	0.00803
	NO.161 V ₀ = 3.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5		1.568	0.490	0	0	0	0	0	0	0	0
1.0		2.860	0.894	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5		4.076	1.274	0	0	0	0	0	0	0	0
2.0		5.035	1.573	0.0143	0.00447	0.0238	0.00744	0	0	0	0
2.5		5.710	1.784	0.0286	0.00894	0.0262	0.00819	0	0	0	0
3.0		6.109	1.909	0.0215	0.00672	0.0298	0.00931	0.0118	0.00369	0	0
3.5		6.460	2.019	0.0143	0.00447	0.0238	0.00744	0.0118	0.00369	0	0
4.0		6.546	2.046	0.0215	0.00672	0.0238	0.00744	0.0142	0.00444	0	0
NO.162 V ₀ = 2.34		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	1.114	0.476	0	0	0	0	0	0	0.0118	0.00504
	1.0	2.271	0.971	0	0	0	0	0	0	0.0118	0.00504
	1.5	3.126	1.336	0	0	0	0	0	0	0.0118	0.00504
	2.0	3.800	1.624	0	0	0	0	0	0	0.0094	0.00402
	2.5	4.275	1.827	0.0072	0.00308	0	0	0	0	0.00392	0.00168
	3.0	4.560	1.949	0.0143	0.00611	0.0179	0.00765	0	0	0	0
	3.5	4.608	1.969	0.0286	0.01222	0.0095	0.00406	0	0	0	0
	3.82	4.627	1.977	0.0143	0.00611	0.00595	0.00254	0	0	0	0
	NO.163 V ₀ = 2.21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5		1.0925	0.494	0	0	0.0179	0.00810	0	0	0.00785	0.00355
1.0		2.157	0.976	0	0	0.0119	0.00538	0	0	0.00785	0.00355
1.5		3.031	1.371	0.0143	0.00647	0.0214	0.00868	0	0	0.00785	0.00355
2.0		3.782	1.702	0	0	0.0238	0.01076	0	0	0.00785	0.00355
2.5		4.285	1.939	0	0	0.0119	0.00538	0	0	0.0102	0.00462
3.0		4.560	2.063	0	0	0.0179	0.00810	0	0	0.0157	0.00710
3.5		4.655	2.106	0	0	0.0238	0.01076	0	0	0.0149	0.00674
3.8		4.665	2.111	0	0	0.0238	0.01076	0	0	0.0118	0.00538

表 13

K = 59.3 (gr/cm)

実験番号 接岸速度	時間 t (sec)	撓み S (cm)	S = S/V ₀ (sec)	水圧(正中央)		水圧(正. l/4)		水圧(正,端)		水圧(黄,中央)	
				p ₁ (gr/cm ²)	P ₁ = p ₁ /V ₀	p ₂ (gr/cm ²)	P ₂ = p ₂ /V ₀	p ₃ (gr/cm ²)	P ₃ = p ₃ /V ₀	p ₄ (gr/cm ²)	P ₄ = p ₄ /V ₀
No. 164 V ₀ = 2.38 (cm/sec)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	1.140	0.479	0.0215	0.00903	0.0119	0.00500	0.0118	0.00495	0.0039	0.00164
	1.0	2.090	0.882	0.0215	0.00903	0.0179	0.00752	0.0177	0.00740	0	0
	1.5	2.803	1.178	0.0286	0.0120	0.0214	0.00899	0.0165	0.00693	0.0063	0.00265
	2.0	3.373	1.417	0.0358	0.0150	0.0298	0.0125	0.0236	0.00992	0	0
	2.5	3.772	1.585	0.0358	0.0150	0.0298	0.0125	0.0236	0.00992	0	0
3.0	3.800	1.597	0.0400	0.0168	0.0298	0.0125	0.0236	0.00992	0	0	
No. 165 V ₀ = 2.58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	1.235	0.479	0.0143	0.00554	0.0119	0.00426	0.0059	0.00229	0.00785	0.00784
	1.0	2.356	0.913	0.0172	0.00667	0.0179	0.00694	0	0	0.0118	0.00457
	1.5	3.240	1.256	0.0143	0.00554	0.0238	0.00922	0.0047	0.00182	0.0094	0.00364
	2.0	3.933	1.524	0.0215	0.00833	0.0357	0.01384	0.0059	0.00229	-0.0039	0.00151
	2.5	4.323	1.676	0.0429	0.01663	0.0357	0.01384	0.0177	0.00686	0	0
	3.0	4.475	1.735	0.0443	0.01717	0.0369	0.01430	0.0354	0.01372	0.0094	0.00364
3.15	4.475	1.735	0.0458	0.01775	0.0381	0.01477	0.0236	0.00915	0.0094	0.00364	
No. 166 V ₀ = 2.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	1.330	0.501	0.0072	0.00272	0.00595	0.00225	0.0059	0.00223	0.0063	0.00238
	1.0	2.423	0.914	0.0143	0.00540	0.0179	0.00675	0	0	0.0251	0.00947
	1.5	3.249	1.226	0.0043	0.00182	0.0238	0.00898	0.0177	0.00668	0.0354	0.01336
	2.0	3.924	1.481	0.0143	0.00540	0.0179	0.00675	0.0118	0.00445	0.0275	0.01038
	2.5	4.418	1.667	0.0286	0.01078	0.0298	0.01125	0.0236	0.00891	0.0236	0.00891
	3.0	4.655	1.756	0.0215	0.00811	0.0298	0.01125	0.0236	0.00891	0.0220	0.00830
3.19	4.686	1.768	0.0286	0.01079	0.0298	0.01125	0.0212	0.00800	0.0173	0.00653	
No. 167 V ₀ = 2.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	1.444	0.498	0.0286	0.00986	0.0238	0.00821	0.0118	0.00407	0.00785	0.00271
	1.0	2.803	0.967	0.0286	0.00986	0.0298	0.01028	0.0059	0.00203	0.0102	0.00352
	1.5	3.810	1.314	0.0215	0.00741	0.0298	0.01028	0.0118	0.00407	0.0196	0.00676
	2.0	4.608	1.589	0.0215	0.00741	0.0357	0.01231	0	0	0.0236	0.00814
	2.5	5.130	1.769	0.0572	0.01972	0.0357	0.01231	0.0295	0.01017	0.0196	0.00676
	3.0	5.330	1.838	0.0644	0.02221	0.0381	0.01314	0.0413	0.01424	0.0118	0.00407
3.30	5.368	1.851	0.0458	0.01579	0.0369	0.01274	0.0413	0.01424	0.0118	0.00407	
No. 169 V ₀ = 3.27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	1.634	0.500	0.0143	0.00437	0.0179	0.00547	0	0	0.0063	0.00193
	1.0	3.135	0.959	0.0143	0.00437	0.0238	0.00728	0.0059	0.00180	0.00785	0.00240
	1.5	4.171	1.276	0.0300	0.00917	0.0238	0.00728	0.0177	0.00541	0.0118	0.00361
	2.0	5.016	1.534	0.0343	0.01049	0.0262	0.00801	0.0248	0.00758	0.0165	0.00605
	2.5	5.605	1.714	0.0443	0.01355	0.0298	0.00911	0.0248	0.00758	0.0259	0.00792
	3.0	5.871	1.795	0.0443	0.01355	0.0309	0.00945	0.0389	0.01190	0.0243	0.00743
3.32	5.900	1.804	0.0458	0.01408	0.0298	0.00911	0.0307	0.00937	0.0236	0.00722	
No. 170 V ₀ = 3.73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	1.853	0.497	0	0	0	0	0	0	0.0063	0.00169
	1.0	3.468	0.9298	0	0	0	0	0	0	0.0126	0.00338
	1.5	4.864	1.304	0	0	0	0	0	0	0.0188	0.00504
	2.0	5.900	1.582	0.0400	0.01072	0.0179	0.00480	0.0118	0.00316	0.0243	0.00651
	2.5	6.593	1.768	0.0501	0.01343	0.0179	0.00480	0.0295	0.00791	0.0314	0.00842
	3.0	7.011	1.880	0.0543	0.01456	0.0119	0.00319	0.0413	0.01107	0.0393	0.01054
3.35	7.078	1.898	0.0501	0.01343	0.0357	0.00957	0.0472	0.01265	0.0432	0.01158	
No. 171 V ₀ = 3.93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5	1.948	0.496	0.0215	0.00547	0.0286	0.00728	0	0	0	0
	1.0	3.705	0.942	0.0257	0.00654	0.0286	0.00728	0.0059	0.00150	0.0039	0.00091
	1.5	5.083	1.293	0.0157	0.00399	0.0345	0.00878	0.00118	0.00030	0.0212	0.00539
	2.0	6.128	1.559	0.0286	0.00728	0.0298	0.00758	0.0059	0.00150	0.0314	0.00799
	2.5	6.935	1.765	0.0458	0.01165	0.0298	0.00758	0.0354	0.00878	0.0259	0.00659
	3.0	7.334	1.866	0.0715	0.01819	0.0309	0.00786	0.0472	0.01201	0.0196	0.00499
3.41	7.467	1.900	0.0858	0.02183	0.0476	0.01211	0.0590	0.01501	0.0157	0.00389	

4.3 実験値と理論値について

これらの実験の場合と第2章に述べた場合とを照合してみる。判別式は明らかに $\alpha^2 - 4k > 0$ である。そこで (14) 式によって、

$$n = \frac{1}{t_0} \cos^{-1} \left(\frac{\sqrt{gH}}{h} \cdot P \right)$$

$$= \frac{1}{t_0} \cos^{-1} (8.1285 P)$$

この式に、 t_0 および P のそれぞれの実験の平均値を入れて求められた n を表14に示す。

表 14

t_0	P	n		\sqrt{k}
1.90	0.0244	0.7215	$\div 40^\circ/\text{sec}$	1.2249
2.50	0.0142	0.5820	$\div 30$	0.8198
3.27	0.0106	0.4539	$\div 25$	0.6048
3.90	0.0045	0.3934	$\div 23$	0.4123

t_0 [sec], P [gr.sec/cm³], n [rad/sec]

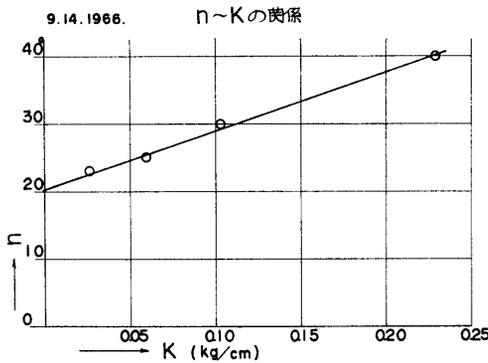


図 8

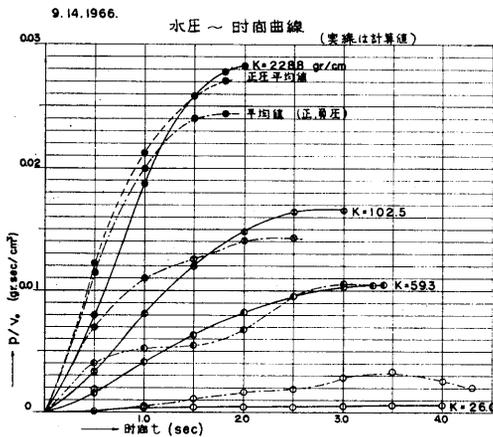


図 9

この n の値を縦軸に、 K の値を横軸にとって図示したのが図 8 である。

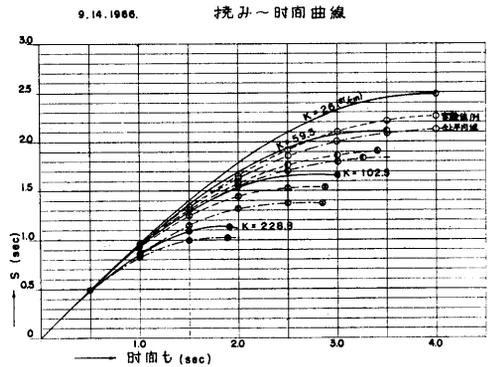


図 10

この図によってみると、 K に比例して、 n は大きくなっていることを示している。

また、この表において判るように、 K が 228.8, 102.5, および 59.3 gr/cm のときは、 $n < \sqrt{k}$ であるから、水圧は加速する方向に働く、ゆえに n の値を K に対応して、それぞれ 40, 30, 25 deg/sec とし、また 26.0 gr/cm のときの K に対しては 23 deg/sec とすれば、(4) 式、(4') 式および (14) 式によって、 S [sec⁻¹], \dot{S} , P [gr.sec/cm³] は次の式によって求めることができる。

$K = 228.8$ gr/cm の場合は、

$$S = 1.3623 \sin(40t + 18^\circ)$$

$$- 0.09429e^{-2 \cdot 2326t} (4.7980 \sinh 1.8666 \cdot t$$

$$+ 4.4652 \cosh 1.8666 t)$$

$$\dot{S} = 0.9511 \cos(40t + 18^\circ)$$

$$- 0.09429e^{-2 \cdot 2326t} (-1.0130 \cosh 1.8666 t$$

$$- 2.3770 \sinh 1.8666 t)$$

$P = 0.123(\cos 40t - \dot{S})$

$K = 102.5$ gr/cm の場合は、

$$S = 1.8828 \sin(30t + 9^\circ 660)$$

$$- 0.0707e^{-2 \cdot 2326t} (4.6185 \sinh 2.0766 t$$

$$+ 4.4652 \cosh 2.0766 t)$$

$$\dot{S} = 0.9858 \cos(30t + 9^\circ 660)$$

$$- 0.0707e^{-2 \cdot 2326t} (-0.3979 \cosh 2.0766 t$$

$$- 1.0174 \sinh 2.0766 t)$$

$P = 0.123(\cos 30t - \dot{S})$

$K = 59.3$ gr/cm のときは、

$$S = 2.2801 \sin(25t + 5^\circ 818)$$

$$- 0.05175e^{-2 \cdot 2326t} (4.5577 \sinh 2.1437 t$$

$$+ 4.4652 \cosh 2.1437 t)$$

$$\begin{aligned} \dot{S} &= 0.9948 \cos(25t + 5^\circ 818) \\ &\quad - 0.05175e^{-2 \cdot 2326t} (-0.1985 \cosh 2.1437t \\ &\quad - 0.6033 \sinh 2.1437t) \\ P &= 0.123(\cos 25t - \dot{S}) \\ K &= 26.0 \text{ gr/cm のときは,} \\ S &= 2.4912 \sin(23t + 0^\circ 300) \\ &\quad - 0.002926e^{-2 \cdot 2326t} (4.5393 \sinh 2.1941t \\ &\quad + 4.4652 \cosh 2.1941t) \\ \dot{S} &= \cos(23t + 0^\circ 300) \\ &\quad - 0.002926e^{-2 \cdot 2326t} (-0.0094 \cosh 2.1941t \\ &\quad - 0.3374 \sinh 2.1941t) \\ P &= 0.123(\cos 23t - \dot{S}) \end{aligned}$$

これらの式による計算値と実験値の平均値を比較図示したのが、 P については図9、 S については図10である。

表10, 11, 12, 13, 14, および図8, 9, 10によって、理解されるように、1つのバネ常数 K については、現象時間 t_0 は一定であるが、 K が異なると t_0 も変化し、 n も異なった値となる。そして K と n とはおおよそ比例している。

$\alpha^2 - 4k < 0$ の場合にあっては、 $\alpha^2 - 4k \rightarrow 0$ になるに従って、水流の減衰があり、 n の値は大体40~30 deg/sec であったが、 $\alpha^2 - 4k > 0$ の場合は、 $\alpha^2 - 4k \rightarrow 0$ になるに従って、30→40 deg/sec に近づく、そして k が小さくなるに従って小さくなっている。

これは、船が水流を妨げずに水のままに流されている状態に近づいているということである。

$K = 26.0 \text{ gr/cm}$ の場合は、 $n \doteq \sqrt{k}$ の状態であって、写真20から写真25によって、明らかなように水圧はほとんど働いていない。そこで、

$$n = \sqrt{k} = 0.4129 \text{ [sec}^{-1}\text{]} = 23 \text{ [deg/sec]}$$

として(8)式によって、 t_0 および S_0 を求めると、

$$t_0 = 3.805 \text{ [sec]}$$

$$S_0 = 2.422 \text{ [sec]}$$

をうる。この値は前掲の理論式による計算値 $t_0 = 3.96 \text{ [sec]}$ 、 $S_0 = 2.4798 \text{ [sec]}$ ならびに実測値にほぼ一致する。

これで(8)式の状態の存在することが理解される。

5. 室内実験Ⅲ

室内実験ⅠおよびⅡにおいては、横方向の接岸力を検討したのであるが、この実験Ⅲにおいて、実験Ⅱの場合と等しいバネ常数の受衝バネに対し同じ船が縦方向で衝突したときの接岸力を求めた。この目的は縦方

向衝撃の場合の付加質量を検討するにある。

実際において、船が防舷材に対し接線方向の速度を有して、接岸するときの接岸力を求めるときに必要となるものである。(写真33参照)



写真33

5.1 運動方程式

前述の状態において考えられることは、船の長さの方向に微速で慣性で運動しているときは、水圧も小さく、抵抗も小さいので、ほとんど見掛けの付加質量がないのではないかということである。

したがって運動の方程式は

$$\ddot{S} + kS = 0$$

$t=0$ で、 $\dot{S}=1$ 、 $S=0$ の条件でとくと、

$$S = \frac{1}{\sqrt{k}} \sin \sqrt{k} t$$

これは(8)式と同形である。

この実験の k は、4.2の k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4 に等しいゆえに、上式によって、最大撓み S_0 、現象時間 t_0 は、表15の通りとなる。

表 15

K [gr/cm]	S_0 [sec]	t_0 [sec]
228.8	0.8164	1.2824
102.5	1.2198	1.9161
59.3	1.6036	2.5189
26.0	2.4219	3.8043

5.2 実験の記録

船型は、4.2の場合と同型で、水深は29.9cm、きつ水は18.45cmである。その他の設備は4.2の実験と同様である。(写真33)

この実験は1967年1月11日から1月19日までの間に行なった。

その結果のオシログラフの記録の一例を、写真34か