(昭和 23 年 4 月 11 日 造船協會春期講演會に於て講演)

ボール式進水装置に就いて

正員 工學士 平 尾 廣 治*

Abstract

On the launching by "Ball System"
By H. Hirao, Kogakushi, Member

Under the present condition in which we are suffering from shortage of good qualified tallow, this system can be used for launching of large-type ships, without any tallow, by rolling steel balls between the rails of standing ways and sliding ways. It is far superior to the "Truck System" because of bigger allowable load and less friction, and is more advantageous than the "Roller System" due to the fact that balls can roll smoothly around any axis.

- 1) Diameter of ball is $(90 \, \text{m/m} \pm 0.5 \, \text{m/m})$ and material is of high chrome steel. Each ball has 17 tons of allowable load and they are not effected by temperature like tallow.
- 2) Friction of this equipment may be expressed approximately by the following equation:

 $F = \mu W$ F: Friction

W: Launching Weight

 $\mu: 0.01$

in Which μ shows ratio between friction and launching weight which is considered to be almost fixed.

3) This equipment can be used permanently and will cut down launching expenses considerably. Furthermore, it may be favorable for "Slip way" owing to merit of small friction.

§ 1. 緒 言

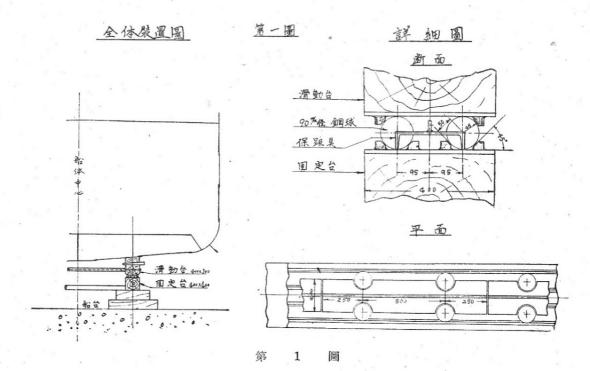
進水用臘及び油脂を使用せざる進水装置の研究は造船界多年の懸案であつた。此の種進水装置には臺車式進水 装置、コロ式進水装置があり、進水重量小なる小型船の進水に使用され好結果を得ているが、進水重量大なる大 型船の進水に使用する場合に於いては尙改良の餘地がある。玆に提案するボール式進水装置は負荷能力及び摩擦 の點に於いて優秀なる性能を有し、且ボールは其の轉動軸心が一軸に限定されず自由圓滑に轉動し得るが故に、 摩擦に大なる變動を生ずる懸念が無く、大型船の進水をも可能なる諸點に於いて從來の進水裝置より極めて有利 であると云う事が出來る。

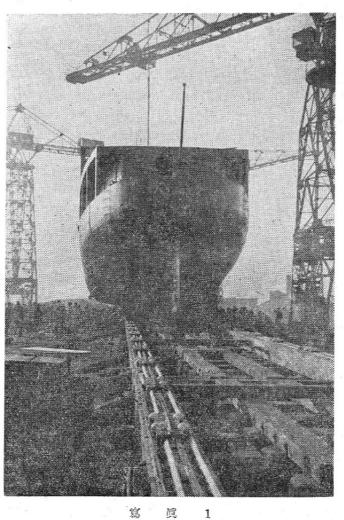
本装置は第1圏に示す如く、ヘット進水の場合と同様に組立てられた固定臺上面及び滑動臺下面に鋼製レールを取付け、其の間に保距具により一定の距離間隔を保持しつつ轉動する多数の鋼製ボールが配置される。船體はボールの轉動により滑動臺と共に固定臺上を滑動する極めて簡易な装置である。(寫眞(1)(2)(3)參照)。

1) ボール及び負荷能力

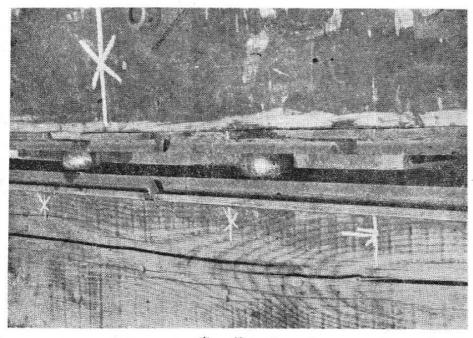
ボールの直徑は負荷能力、回轉摩擦及び製作、取扱上の便を考慮し、90 m/m とした。精度、負荷能力の點より球軸受に使用される燒入鋼球を可とするも、装置の性質上之に使用されるレールの材質及び精度に對しかかる

^{*} 三菱橫濱造船所技師

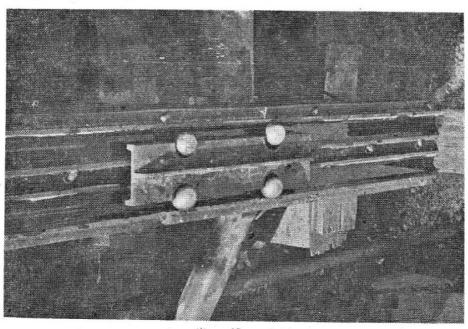




寫 眞



寫 眞 2



寫 眞 3

ボールを使用する要なしと考えられたので、直徑 $100\,\mathrm{m/m}$ の手持ち丸鍋より旋盤加工により製作し、其の製作 誤差を $\pm 0.5\,\mathrm{m/m}$ とした。ボールの重量は約 $3\,\mathrm{kg}$ となり其の材質は第1表に示す如き高クローム鍋である。

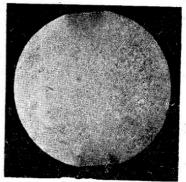
第	1	表

成分%	С	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	ショアー硬度
高クローム鋼	0.14	0.28	0.03	0.03			0.15	15.88	22

ボールの負荷能力を測定する爲荷重試驗を行つた。試驗方法は 50 瓲 Buckton 堅型萬能試驗機を使用し平面にて一直徑 d_x 方向に壓縮靜荷重を加えたる後,互に直交する直徑 d_x , d_y , d_z に如何なる永久變形を生ずる

か、マイクロメーターにより測定した。其の結果は第2表及び附圖に示す如く d_x, d_y は何等變形を認め得ず、荷重方向の直徑 d_x のみ變形した。其の變形量は荷重に對し、略直線的に增加し壓縮加重 50 趣に於いて約 $3 \, \mathrm{m/m}$ である。寫眞 (4) は其の strain figure で變形は局部的であり、其の影響は小範圍に限られる事を示して居る。變形部の硬度は中心にてショアー硬度 $26 \sim 27$ 、周圍にて $27 \sim 28$ であつた。

ボールの製作製差の範圍 ±0.5 m/m 即ち直徑にて1 m/m 迄の變形を 許すならば約17 聴/個 の負荷能力を有する事となる。 向装置に使用され る場合はレールも亦變形する無ボールの變形量は略半減すると考えられ る。 弦に於いてボールの負荷能力を17 聴/個 とし、使用荷重を3 聴/個 以内とすれば使用上極めて安全なる事を確認した。しかも之は進水用臘 及び油脂の如く其の性質、塗り方、温度等により變動する懸念は全くない。



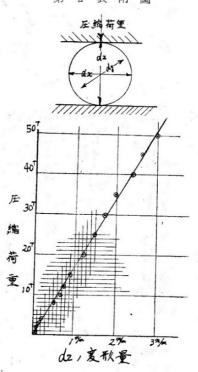
眞 寫 4

第 2 表

荷 重 (Ton)	d _z m/m	變形量 m/m
0	90. 291	0
1	90.230	0.061
2	90, 215	0.073
3	90.150	0.141
4	90.067	0.224
8	89.794	0.497
10	89.635	0.656
12	89.546	0.745
15	89.382	0.909
20	89.080	0.211
25	88.814	1.477
30	88.582	1.709
35	88.235	1.956
40	87.925	2.366
45	87.700	2.591
50	87.332	2.955

備 考 (1) d_x , d_y の變形無し (2) 試験機 BUCKTON 堅型萬能試験機

第 2 惠 附 團



2) 保距具

保距具はボール及びレールの精度上一時的に無負荷のボールが生じた場合自轉する事を防ぎ、其の距離間隔を一定に保持しボールの配置を常に均一ならしめる無使用される。ボールが荷重を受けて轉動する場合は、ボールは略等速度にて轉動する。従つて保距具は大なる力を受ける事は無いが、不測の場合を考慮し且其の重量により上下の躍りを防止する無型固な構造とした。200 m/m 溝形鋼を使用し、ボールの嵌入部は中心距離 500 m/m 間隔 190 m/m の 4 個所に半徑 50 m/m の半圓形切缺ぎをあけ、中心線に厚 12 m/m の防撓材を溶接した。此の防撓材は一面保距具の浮上りを防ぐ無である。其の重量は約 21 kg である。

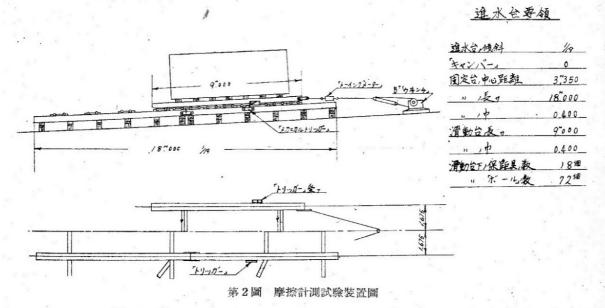
3) v - n

レールは厚 $12\,\mathrm{m/m}$ 軟鋼板に $45\,$ 度の傾斜面をもつ厚 $25\,\mathrm{m/m}$ の平鐵を軽連續溶接にて取付けた。ボールは 之により横轉動を限定される。レールの傾斜面は $45\,$ 度なる故ボールに懸る荷重と同等以上の力が眞横に働かなければ脱線する事は無いから,滑動臺がはずれる不安はない。且ボールより受けるレール溶接部の應力は僅少である。

レール据付工作上の誤差を考慮し、ボールとレール間に左右約 7 mm 宛の間隙を置いた。 之が為すべてのボールがレールの中心にある場合は左右夫々約 7 m/m 宛自由に積轉動し得る事となり、進水中船體が積搖れする事が考えられるが、實際問題としてはボールは左右何れかに偏し、其の大部分はレールに接觸して居る為レールにより抱束を受けかかる横搖れは起らない。

4) 装置の摩擦

本装置の摩擦は主としてボールの同轉摩擦及び保距具の滑り摩擦等の綜合摩擦であり、必ずしも進水重量に正 比例するものではないが、進水重量大となりボールの同轉摩擦が非常に大きくなれば、此の綜合摩擦は進水重量 に略正比例するものと考えられる。此の摩擦と進水重量との關係を測定し併せて装置の作動狀態を調査する為第 2 圏の如き實物試験装置により種々の進水重量に於ける卷揚げ及び卷卸しの張力を測定した。其の結果は第3表 及び附圖に示す通り略進水重量に正比例し且始動及び運動中も殆んど變動が無い事が觀測された。



第 3 表

第 3 表 附 圖

式驗	進水 W 重量 Ton	卷揚張力 $\frac{T_1}{\mathrm{Ton}}$	卷卸張力 Ton	77	Friote	.:	43	0.01	2 ;				y
1	42.2	2.7	2.1	6		-		_	_		67	4	
2	62.6	4.0	2.6	張57		揚	後り	-		*	4.		سو
3	83.0	5.2	3.3	D 47			+-	>	-	1	-		
4	103.4	6.6	4.4	T, 37		1			•		是连	表力	Ta_
5	115.0	7.4	5.0	12	/								

以上の結果より装置の摩擦につき次の關係式が近似的に成立する事が實證された。

 $F = \mu W$ F: 装置の摩擦

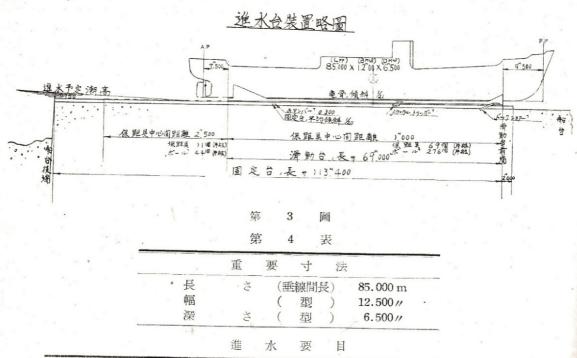
W: 進水重量

 $\mu: 0.01$

弦に μ は装置の摩擦と進水重量との比を示すもので略一定と見て差支えない。 尚之は進水用臘及び油脂の場合の摩擦係敷に相當するもので遙に小であり、且性質、温度等による變動の懸念はない。

§ 3. 進 水 計 畫

本装置を D 型貨物船の進水に使用した場合の進水臺装置略圖を第3圖に示す。重要寸法及び進水要目は第4表の通りである。



	項	Ħ			計·	畫	-
進水重量					1,020	瓲	-
	重心迄の距離(後)				1.	87 M	
	が海面に達する迄の	の進行距離	,		19.	62 M	
船尾浮揚初迄					77.	20 M	
船尾浮揚初時					740	驻 .	
	O "E.G.M."			1 2.	2.	76 M	
重心が最後端	「ボール」(固定臺征	後端)に達する	迄の進行距離	SÉ .	78.	39 M	
船體浮揚終り済	乞の進行距離				113.	12 M	
			前	部	1.0	04 M	
進水後の吃水	(卸臺及「ドラック	クリな今まず)	後	部	1.9	97 M	
23.2	(国) 重人・「フラン	7 4 5 5 7 7	平	均	1.5	1M	
			(LINA	.]	0.9	93 M	
進水後の排水	J. C.				981 1	屯	
進水後の " G					3.9	5 M	
	する龍骨の傾斜		*		1:2	21	
固定臺の平均修					1:2	0	
	ナる滑動臺の平均修				1:2	1.68	
)固定臺後端迄の長	そさ(水平)			113.4	2 M	
固定臺の幅					0.4	0 M	
骨動臺の長さ					69.0	0 M	
骨動臺の幅	/ F				0.4	0 M	
	(長さ 113.42 M ※	二對して)			0.3	0 M	
固定臺前後端間					5.6	7 M	
	ーハング」(F.P. す				9.5	0 M.	
	ーハンガ」(A.P. g	まで) *			3.5	0 M	`
進水臺 (兩舷)	中心間の距離				4.7	0 M	

		TOTAL CONTROL OF THE PARTY OF T	
保距具數(滑動臺下部)		138 個	
「ボール」の數(滑動臺下部)		552 個	
最後端「ボール」一個に懸る壓力 (最大)	7	2.43 瓲/個	1
最後端「ボール」に於て「チッピング」に抗す		11,500 瓲	
滑動臺前端に於ける最大壓力(船尾浮揚初時)	280 吨	
固定臺後端に於ける水深	•	1.75 M	
固定臺後端に於ける船首部の落下		0.26 M	
初發進水力		38.89 瓲	

1) 固定臺傾斜

固定臺傾斜は初發進水力,進水速度の點より 1/30 程度を最適と考えられるが,船臺傾斜の關係より平均斜傾を 1/20 とし、キャンバーを 300 m/m とした。此の場合据付位置に於ける滑動臺の平均傾斜は 1/21.68 となり、初發進水力は:

(1/21.68-µ)W • W: 進水重量 1020 瓲

 $\mu: 0.01$

にて約37 甅となり相當大きい。 μ に大なる變動はないから此の初發進水力は十分信賴し得る故押出し用水壓機の準備は不要である。しかし trigger に懸る力が大きいから此の附近の進水臺構造は堅固にする必要がある。

最大進水速度は滑走距離約 $70 \,\mathrm{m}$ にて起ると考えられ約 $14.5 \,\mathrm{knot}$ である。

2) ボール配置

滑動臺下のボール配置は保距具の中心距離を $1\,\mathrm{m}$ とし片絃 $69\,\mathrm{m}$ にして、ボール總數は兩舷にて $552\,\mathrm{m}$ となりボールー個に懸る荷重は約 $1.9\,\mathrm{m}$ である。

進水に伴い滑動臺下のボールは滑動臺の 1/2 の速度にて移動するを以つて、滑動臺後端より後の保距具の配置は中心距離を 2 m とすればよい。此の場合ボールを何處迄配置するかは tipping mt. に抗する力率及び最後端ボールに懸る最大荷重を考慮し決定すべきであり、ボールの荷重により其の配置距離を増大しても差支えない。本計量に於いては中心距離を 2.5 m とし固定臺後端より 18 m の位置迄配置する事とした。此の場合の tipping mt. に抗する最小力率は 11,500 米吨であり、最後端ボールに懸る荷重は 2.43 吨である。 数に注意すべきは上記ボール配置にては滑動臺後端が最後端ボールを通過して固定臺後端に達した場合滑動臺は最後端ボールより 9 m overhang する事になり、固定臺に接觸する危險がある。之が爲其の間 3 組の保距具及びボールを 4 m 間隔に配置する事とした。

船體が進水するに伴い、保距具はボールと共に 1/2 の速度にて移動し、中心距離 2 m にて固定臺上に残留する事となり、船體浮揚終り迄の進行距離は 113.42 m なる故片舷にて 56 個残る筈である。始めに配置された保距具は 83 個なる故 27 個は固定臺後端より落下する。之が無受函を設置する必要がある。

船尾浮揚時に於ける fore poppet の最大荷重は 280 瓲にして、滑動臺 $(9\,\mathrm{m})$ 一臺に懸るものと考えて、 % 一ルー個に懸る荷重は約3.9 瓲となり問題はないが、要すればボールの配置距離を特に縮小した保距具を使用すべきである。

船尾浮揚時に於ける今一つの問題は荷重を受けて居るボールは滑動臺前端附近のみで、それより固定臺後端迄本計畫に於いては約35 m 間の保距具35 個のボールは無負荷の狀態となり、保距具に脱線の懸念がある。之が為此の附近の保距具20 m 分を長さ2 m のものとし、且各保距具間を平鐵にてボルト締連結とした。今後大型船の進水に於いて此の距離が増大する事が考えられ、保距具の長さ、連結要領等につき留意する必要があり、進水計畫としては可及的船尾浮揚時を遅らせる様考慮すべきである。

§ 4. 結 言

之を要するにボール式進水裝置は從來の進水裝置に比し負荷能力及び摩擦の點に於いて**優秀な性能を有し、且** 性質温度等による變動の懸念が無いから進水計畫に十分信賴性があると同時に恒久的使用に堪えるを以って進水 經費の節減は甚大である。倚レール列數を增加して行けば同様の裝置により大型船の進水も可能と考えられる。 又裝置の摩擦は僅少なる故曳揚船臺裝置として使用するも極めて有利である。

終りに臨み本研究に當り終始御熱心なる御指導と御協力を賜つた**三麦債資金程所の関係者各位に對し深基の謝**意を表する火第である。(終り)

討 論

- O原田 秀雄君 lift by stern を考慮し、滑動臺の先端に curvature を付けられましたか。
- ○平尾 廣治君 始めは滑動臺の前端に 1/2 の taper をつけました。所が knuckle した部分に load がかいりこの部分に1米に亙り凹痕が出來ました。故に1米に亙り circle で curvature を付けるのが良いと思います。
- ○田原 秀雄君 circle にすると 6 個の ball を入れなくてもよいと考えられますが如何ですか。又 frictional coefficient が小さいから勾配は 1/20 より少くても進水可能と思われますが如何ですか。
- O平尾 廣治君 lift by stern の起る附近の ball の距離は縮めた方がよいと思います。レールは永久變形の凹痕を生ずる許りでなく,彈性變形も致しますから lift by stern での荷重は 2個だけに分布するのではないから其の邊の ball 密度は大きくした方が良いと思います。frictional coefficient は實際の場合は實験値[0.01 より増加する事が進水の結果判りました。その値は 0.02 前後ですから進水臺の勾配はヘットの場合と同様で良いと思います。
- O原田 秀雄君 火を發する様な事はありませんか。
- ○平尾 廣治君 ありません。
- O朝永研一郎君 レールは軟鋼ですか。又潤滑劑は使われましたか。
- O平尾 廣治君 軟鋼です。潤滑劑の方は水中臺はグリースを塗り陸上臺は機械油を用いました。
- O朝永研一郎君 ball は如何にして拵らえましたか。
- ○平尾 廣治君 旋盤により同型の型に合せて作りました。
- O田宮 眞君 ball の使用後の變型を調べられましたか。
- O平尾 廣治君 進水後 ball の max. strain の生じたものを調べて見ると ball の dia. に ±0.5 mm の差が ありますから結局 90 mm より大なる ball のみが歪み, 平均直徑 90 mm に近くなりました。數回使えば漸 時等直徑のものになると考えられます。
- O大歳 通文君 frinctional coefficient の實驗は dynamical のみやられた様ですが starting force の計算に は statical frictional coefficient と dynamical frictional coefficient と同じとしてやられて差を出されましたか。
- O平尾 廣治君 殆んど無い様です。
- O和辻 春樹君 その装置で可能の進水重量は 10,000 ton と云う様に伺いましたがそうですか。
- O平尾 廣治君 ボール列數を増加すれば進水重量に限度はないと考えられますが、現在の装置でも 5,0000 ton 迄は可能と思います。
- O杉山 薫君 trigger は
- O平尾 廣治君 ヘットの時と同じですが。
- O杉 山 薫君 レールとの關係は如何ですか。
- 〇平尾 廣治君 ヘット進水の時より滑動臺が 90 mm 高くかりますので trigger の瓜をそれだけのばしました。