



Title	MN式減揺水槽の実船実験について
Author(s)	高橋, 広弥; TAKAHASHI, Hiroya; 守村, 慎次 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 18(3), 203-212
Issue Date	1967-11
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23318
Type	departmental bulletin paper
File Information	18(3)_P203-212.pdf



MN 式減揺水槽の実船実験について

高橋 広弥*・守村 慎次*

Test Result of M. N. type Anti-Rolling Tank

Hiroya TAKAHASHI, Shinji MORIMURA

Abstract

Some equipment have been designed in order to decrease the amplitude of the rolling of ships. The anti-rolling tank is one of these.

It consists of a couple of tanks which are connected to each other by a water duct that is designed to react upon mutually, the external moment acted against a ship and the moment of tank water.

Anti-rolling tank are classified into two different types. The one is an active type tank in which the flow of water inside the duct is controlled forcibly by pumps. The other type is a passive type tank where the flow of the water is caused only by the list of the ship.

This report concerns mainly the test results of a M.N. type anti-rolling tank which was installed in 1965 on the training ship "Hokusei-maru" belong to Hokkaido University.

The M.N. type anti-rolling tank was developed by professor Motora of Tokyo University and Nihon Kokan Co. as an improvement on the U type anti-rolling tanks.

One virtue of this new type tank is the absence of noise from control valves because the timing of the flow of water is controlled without valves.

Though there are various possible methods to analyze the result of rolling tests, this study was confined to consideration of the absolute value of the rolling angle. The causes of rolling were not calculated accurately. The height of the waves was only measured by sight.

In preparation for this experiment two other trials were previously made of this M.N. type anti-rolling tank. The patrol ship "Shikine" made the first trial in 1963 and the passenger ferry boat "Okesa-maru" made the second in 1964.

The results of these tests show that a decline of more than 50% in the angle of the roll can be expected most of the time when this tank is set to work.

The rolling angle especially decreased when the wave period was nearly the same as the ship's rolling period and did not decrease as much when the wave period became much longer than the ship's rolling period. And at such a time there are instances when the magnification factor is greater with the tank working than without it.

When turning, the tank has a reverse effect owing to the free surface water in it but it is perhaps no danger to speak of.

Up to now only a small number of ships have been outfitted with a M.N. type anti-rolling tank. But it will be used more widely in the future because various kinds of low speed working ships such as fishing boats, research vessels, coastal cargo ships and others have been waiting for just such a device.

* 北海道大学水産学部漁船工学講座

ま え が き

船の動揺を防げるために、従来、いくつかの装置が考案設計されてきたが、その代表的なもの一つに、減揺水槽 (Anti-Rollig Tank) を挙げることができる。これは、互にダクトで連結された水槽を、船首尾線に左右対称に設け、そのダクトの大きさによって二つの水槽間の水流を調節し、水槽の水の重さによるモーメントが、船体に加わる外力モーメントと逆に作用するよう考案されたものである。

減揺水槽を大別すると、ダクトを通過する水が、ポンプによって強制的に調節される能動型水槽と、外力による船体動揺によって受動的に流動させられる受動型水槽の二種類が存在する。

ここでは、受動型 (Passive type) に属するもののうち、昭和 40 年秋、北海道大学漁業練習船北星丸 (273 G. T.) に取り付けられた MN 式減揺水槽による実船試験から、主として、太平洋中における減揺水槽の作動効果を論じようとしている。

MN 式減揺水槽は、従来の受動 U type の減揺水槽におけるいくつかの欠陥を考慮して、新たに、東京大学の元良教授を中心にして開発されたもので、水槽間の水の移動周期の調節を空気弁その他のバルブによらないところから、バルブの騒音をとり除き、更に、水槽の型状を固定しながら、水の移動周期が外力に応答できるところに、その長所があると言える。

減揺水槽の効果を確かめるために、いくつかの考察の方法が考慮されるべきであるが、ここでは、試験中に於ける波浪の測定が殆んど目測によるため、船の動揺を強制する外力の要素を正確に導入できず、結局、揺れの絶対値を資料とするに留まっている。

考察に供する資料については、北星丸における減揺水槽を、他の同型のものと比較して特徴を明確にするため、昭和 38 年 MN 式減揺水槽がはじめて試みられた海下保安庁所属巡視船しきね (407 G. T.) 及び、このタイプの水槽取付け第 2 船である佐渡観光汽船おけさ丸 (950 G. T.) の観測結果も参考としている。

試 験 船 紹 介

試験の行なわれた練習船北星丸、巡視船しきね及び客船おけさ丸、のそれぞれの主要寸法と減揺水槽の略図を Fig. 1~Fig. 3 及び Table. 1 に示す。

それぞれの船の減揺水槽は、図に示されるように、各船体の異なった個所に設置されているが、一般に減揺効果は、船体の強制横揺れのモーメントと水槽の水の重力モーメントの相殺によって持たされる意味で、減揺水槽は船体中央部付近においてできるだけ上部に設備することが望ましく、上記の三船については“しきね”が、この条件を最も満足していると言える。

“しきね”の減揺水槽は、船体中央より後方の甲板室上部に設置され両側の水槽のおのおのに空気弁が設けられている。水槽のモーメントの腕が充分大きいので、他の二船にくらべて排水量に対する水槽容積の割合は、著るしく小さく設計されている。

北星丸及び、おけさ丸の減揺水槽は甲板下に設けられているため水槽内の空気は外気と接触できず、空気は、各水槽を連結した空気ダクトによって左右に移動できるようになっている。空気ダクトの中間に施こされるバルブは、ダクト断面の開閉のみにあずかり気流調整は行なわれない。水槽の配置の条件に関しては、船の建造後に設置されたしきねや客室からの要求によってその位置を制限されたおけさ丸に対し、北星丸における位置の概念が最も一般的であろう。

試 験 時 の 海 況 と 船 の 状 態

減揺水槽の効果を求めるために、前述の 3 船について、諸状態に於ける水槽の作動時、及びその作動の停止時の横揺れ振幅を計測したのであるが、測定の期日や海区は、この試験を主目的として定められたものでないため、後の考察を都合良く果すために若干の支障を余義なくされた。然しながら、

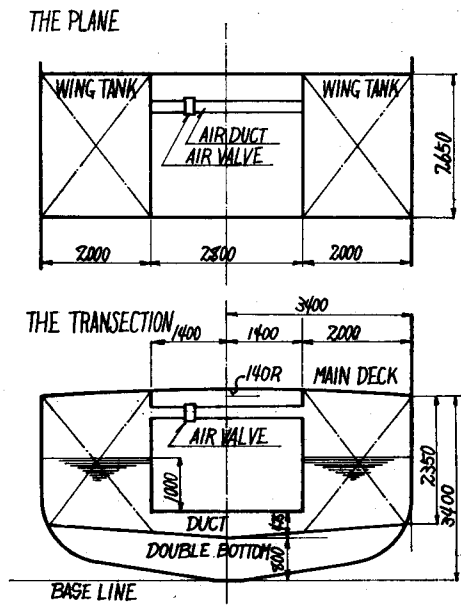


Fig. 1. Rough drawing of anti-rolling tank on Hokusei-maru

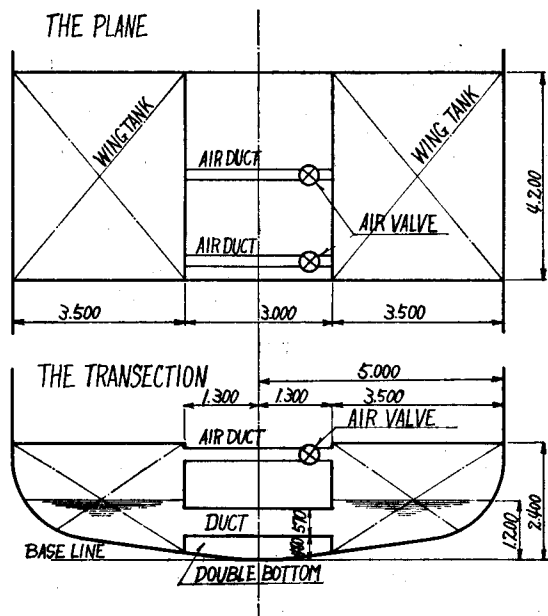


Fig. 2. Rough drawing of anti-rolling tank on Okesa-maru

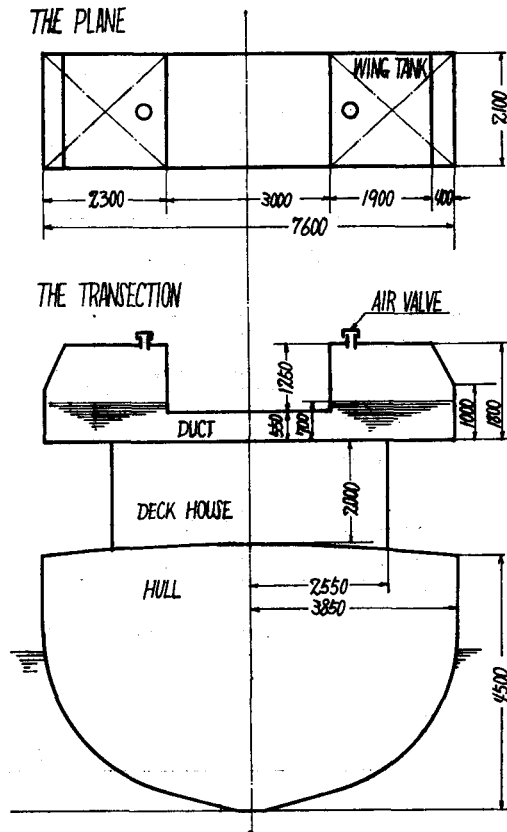


Fig. 3. Rough drawing of anti-rolling tank on Shikine

Table 1. The principal of each ship

Principal	dim.		Training ship Hokusei-maru	Patrol ship Shikine	Passenger Okesa-maru
Length	P.P.	m	37.23	54.00	59.00
Breadth	Med	m	6.80	7.00	10.00
Depth	Med	m	3.40	4.50	4.50
Gross Tonnage		GT	273.3	407.	950.

北星丸の試験については、比較的長い航海を通じて実施できたので、結果的に、かなり多くの異った海況において、船の動揺の様子を観測することができた。

Table. 2 及び Table. 3 は、試験時の海況と船の状態を記したのである。波浪に関する測定値のうち波長と波高は観測船を基準とする目測で計られたもので確実な値を期待し得ず、おおよその値と考えねばならない。

Table 2. The sea condition at the time of rolling tests

The date	Shikine		Okesa-maruru	Hokusel-maruru					1966 1-6	
	1964 11-20		1964 3-15	1965						
				11-18	11-20	12-11	12-12	12-14		
Ships course				160	162	25	350	0	330	
Ships speed	6	12	5.6	10.0	8.0	0	0	0	2	
Weather	○	○	⊙	⊙	⊙	○	⊙	⊙	⊙	
Wind direction	NNE	NNE		ENE	E	ESE	ENE	E	NNE	
Wind velocity	5	5		8	10	6	5	5	2	
Relative angle ship and wave										
Relative wave period	4.5	4.5	8.5	11.2	8.0	8.0	12.0	7	12	7.6
Wave direction	W	W		E	E	SE	ENE	NW	SW	SE
Wave height	0.8	0.7	1.4	2	3	1.5	2	1	1.5	1.5
Wave length	10	LO	19	50	50	40	100	20	70	20
Reference to	Fig. 13 Fig. 14		Fig. 12	Fig. 5	Fig. 6	Fig. 7	Fig. 8	Fig. 9		Fig. 10

Table 3. The situation of ships at the time of rolling tests

The date	Shikine		Okesa-maruru	Hokusel-maruru					1966 1-6
	1964 11-20		1964 3-15	1965					
				11-18	11-20	12-11	12-12	12-14	
Displacement	615 T		760	423	421	427	427	423	398
Draft f.	2.90M		1.82	1.64	1.64	1.68	1.69	1.69	1.57
Draft a.	3.10M		3.33	3.30	3.30	3.32	3.31	3.30	3.18
Draft m.	3.00M		2.58	2.48	2.47	2.50	2.50	2.48	2.37
Trim by the stern	0.20M		1.51	1.66	1.66	1.64	1.62	1.61	1.61
K M	3.75M		5.11	3.29	3.29	3.29	3.29	3.29	3.31
K G	3.00M		4.19	2.50	2.50	2.65	2.60	2.70	2.80
G M	0.75M		0.92	0.79	0.80	0.75	0.70	0.60	0.50
G-G ₀ (Tank water)	0.18M		0.38						
Weight of tank water	8.40 T		28.77	16.50	16.50	16.50	16.50	16.50	16.50
K G of tank water	6.80M			1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
Tank water Displacement	1.37%		3.79	3.90	3.92	3.60	3.60	3.90	4.15
period of rolling	7.16 S		8.84						7.6

試験の結果と考察

各船の横揺れ振幅は加藤式動揺計によって計測された。Fig. 4 はその記録例である。図でわかるとおり横揺れは、ある“うなり”の中で数回の揺れが記録されている。Fig. 4 では減揺水槽が作動していない時見られる振幅の変調作用が、水槽の作動と同時に消滅しているように見えるが、実際は、減揺水槽が強制横揺れの振幅に比例して作用するため、常に斯様な現象を伴うとは限らない。

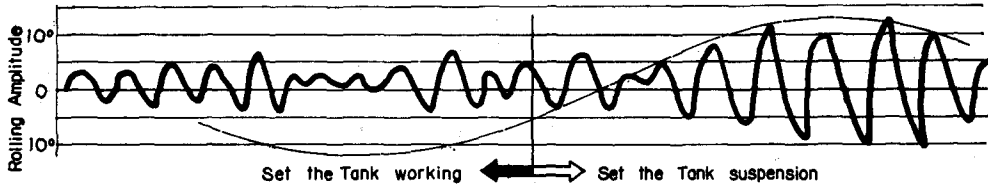


Fig. 4. An instance of rolling record

考察資料としては、大体5~6のうねりの中での横揺れ数についてその振幅をとり出している。尚この試験は、通常の航海中に行われたもので、船の載貨状態、或いは停止位置を厳密に算定できないことから、振幅は揺れの両角度をとって不都合な偏差を相殺させている。このことは、結果的に、風や潮流の影響も無視できることになって、波浪に対する船の反応を直接考慮し易くしている。

Fig. 5~Fig. 14 は、水槽の効果を考える適当な一つの方法として、水槽の作動中の横揺れ角と、水槽を休止した時の横揺れ角を比較したものである。図に於ける○は水槽が働っていない時の船の動揺振幅を示し・は水槽を作動させた時の動揺振幅を表わしている。

これらのプロットは、水槽の作動時及び停止時のいずれについても、その測定された動揺角を大角度のものから小角度へ順序よく並べたもので、この動揺角は前述のように両振幅を示している。揺れ数はおのおの、75回までとり出したのであるが、図では、極く小角度横揺れに相当する部分を省略して70回までプロットされている。

Fig. 5~Fig. 14 に対応する種々の算定値は、Table. 4 及び Table. 5 に示されている。表の中に、揺れ数のうち、高い方から1/3までの振幅の平均をも比較しているのは、実際問題として、船の乗り心地や、作業能率に影響を及ぼすのは、大角度横揺れであるので、全体の平均値よりも、大角度動揺を論ずる方が有意義と思われるからである。

又、この試験では、船の施回中の横揺れも記録されたのでその一例を Fig. 15 に示す。然しながら、これは、極めて少ない資料から選択されたもので、これより水槽の効果を詳細に論ずるには、未だ覚つかないと思われるので、参考のみに留めたい。

i) 水槽の効果に及ぼす波周期の影響

図表よりわかるとおり、すべての試験について減揺水槽は30~40%の動揺の減減効果を示している。特に、効果の良い Fig. 10 及び Fig. 12 は、大角度横揺れに対する高性能が全体の減減効果に大きく影響している。これは、波の周期が船の固有の横揺れ周期に近似している場合に生じており、本来、水槽を持たない船が、その動揺を最も増幅される時に水槽が最も良く働らくことを意味している。

波と船の周期が一致しない時、減揺効果は前者に比べて著しくない。Fig. 8 は北星丸が同時に二方向からの波に遭遇した時で減衰率が他に比べて最も小さくなっている。又 Fig. 9 は、北星丸が同時に二方向から波浪を受けてその一方が緩やかな浪である時の記録で、この場合も減衰率は小さい。特にこの場合、水槽を作動させている時、より大きな横揺れを記録していることが注目される。

一般に、船の固有周期は殆んど一定であるので、船の動揺は大体波の周期と波傾斜に支配される。北星丸による試験は遙か太平洋上で行われたため、常に緩やかで、長い浪に遭遇し、その減揺効果を

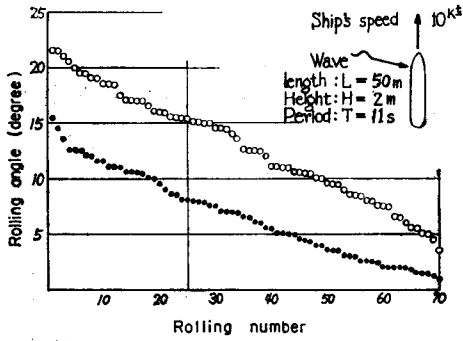


Fig. 5. Rolling amplitude put in order of large angle as to Hokusei-maru
 ○, Set the tank suspension
 ●, Set the tank working

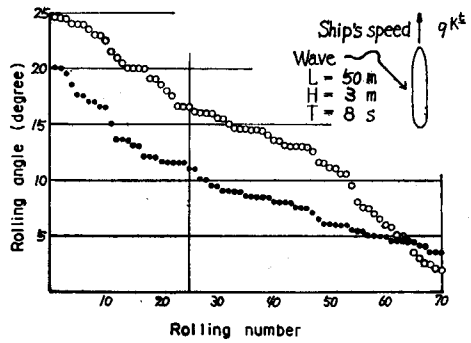


Fig. 6. The same as Fig. 5.

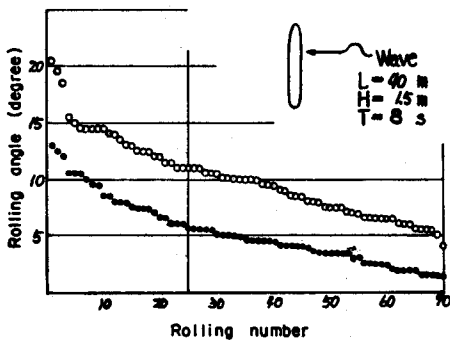


Fig. 7. The same as Fig. 5.

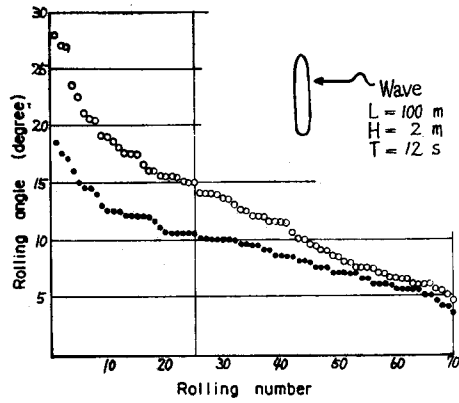


Fig. 8. The same as Fig. 5.

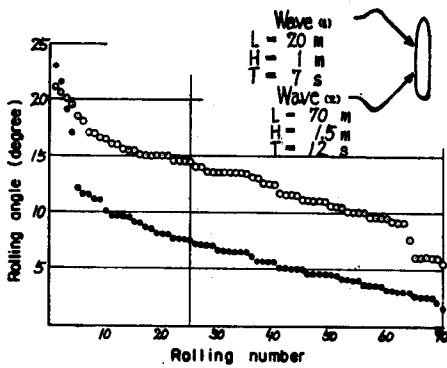


Fig. 9. The same as Fig. 5.

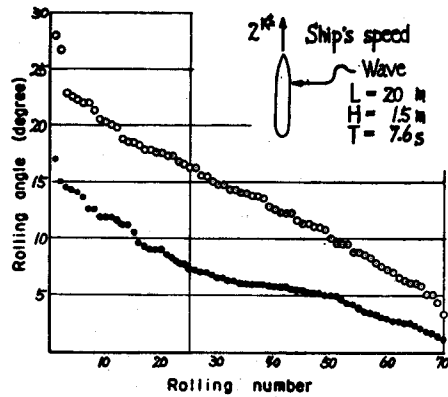


Fig. 10. The same as Fig. 5.

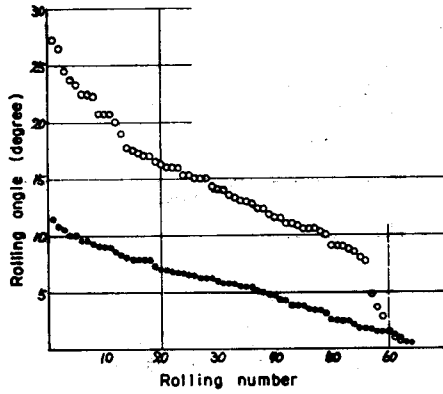


Fig. 11. The same as Fig. 5.

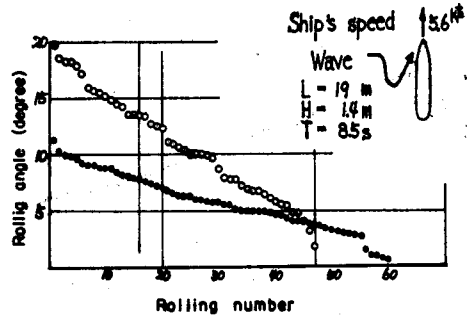


Fig. 12. Rolling amplitude put in order of large angle as to Okeesa-maru

Table 4. Numerical values correspond to Fig. 5, 6, 7, 8, 9 and 10 are based on the rolling records of Hokusei-maru

		Tank working	Tank suspension	<u>Working</u> <u>Suspension</u>
Values correspond to Fig. 5	θ	15.5	21.5	
	$\bar{\theta}_{1/2}$	11.0	17.3	0.633
	$\bar{\theta}$	6.3	11.9	0.525
	$\bar{\theta}_{1/2}/\Phi$	1.53	2.41	
Values correspond to Fig. 6	θ	20.0	24.5	
	$\bar{\theta}_{1/2}$	14.6	20.0	0.701
	$\bar{\theta}$	9.1	13.3	0.686
	$\bar{\theta}_{1/2}/\Phi$	1.46	1.93	
Values correspond to Fig. 7	θ	13.0	20.5	
	$\bar{\theta}_{1/2}$	8.5	13.8	0.613
	$\bar{\theta}$	5.0	9.6	0.524
	$\bar{\theta}_{1/2}/\Phi$	1.26	2.04	
Values correspond to Fig. 8	θ	17.5	28.0	
	$\bar{\theta}_{1/2}$	12.9	18.9	0.684
	$\bar{\theta}$	9.9	12.1	0.796
	$\bar{\theta}_{1/2}/\Phi$	3.58	5.25	
Values correspond to Fig. 9	θ	23.0	21.0	
	$\bar{\theta}_{1/2}$	11.0	14.4	0.668
	$\bar{\theta}$	6.5	12.2	0.523
	$\bar{\theta}_{1/2}/\Phi$ $\bar{\theta}_{1/2}/\Phi$	1.22 2.85	1.60 3.73	
Values correspond to Fig. 10	θ	17.0	28.0	
	$\bar{\theta}_{1/2}$	11.2	19.8	0.562
	$\bar{\theta}$	6.7	13.1	0.506
	$\bar{\theta}_{1/2}/\Phi$	0.83	1.47	

Table 5. Numerical values correspond to Fig. 11, 12, 13 and 14 are based on the rolling record of each ship

		Tank working	Tank suspension	Working Suspension
Values correspond to Fig. 11 (Hokuseimaru)	θ	11.5	57.3	0.433
	$\bar{\theta}_{1/3}$	8.9	20.6	
	$\bar{\theta}$	5.9	14.3	
Values correspond to Fig. 12 (Okesamaru)	θ	11.3	19.7	0.54
	$\bar{\theta}_{1/3}$	8.6	16.0	
	$\bar{\theta}$	5.7	10.9	
Values correspond to Fig. 13 (Shikine)	θ	11.1	13.5	0.63
	$\bar{\theta}_{1/3}$	6.4	9.8	
	$\bar{\theta}$	3.2	6.1	
Values correspond to Fig. 14 (Shikine)	θ	9.3	13.9	0.54
	$\bar{\theta}_{1/3}$	4.9	9.1	
	$\bar{\theta}$	2.4	5.4	

Explanation of symbols in Table 4 and 5

θ ; Maximam rolling angle in measured

$\bar{\theta}_{1/3}$; Mean angle counted from high to 1/3 of measured angles

$\bar{\theta}$; Mean value of all measured angles

Φ ; Maximam wave slope measured at the same time as rolling

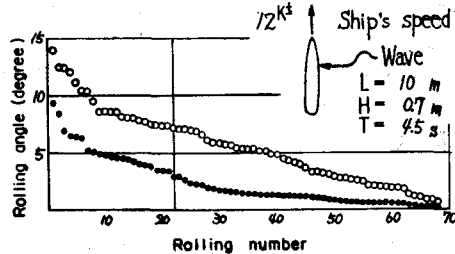
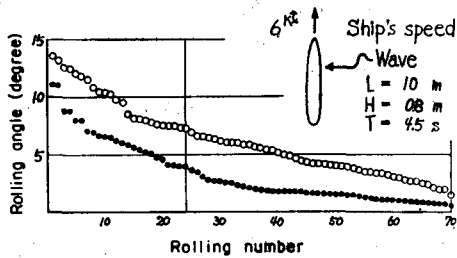


Fig. 13 and Fig. 14. Rolling amplitude put in order of large angle as to Shikine

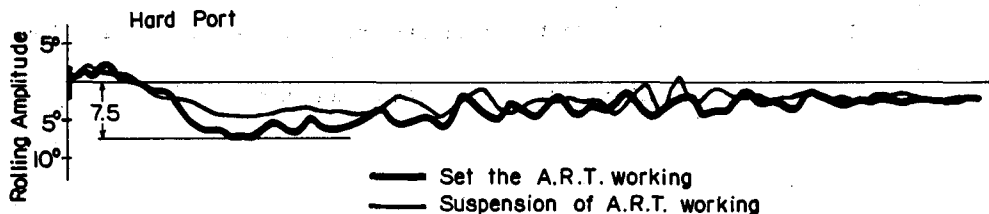


Fig. 15. An instance of rolling record for Hokusei-maru while the turning

小さくしていたことが想像できる。このことは、南千島近海で測定された記録 (Fig. 11) で極めて良好な結果を得たことから裏づけることができる。

ii) 波傾斜の影響

Table. 4 に、高い方から 1/3 の揺れ数をとった平均値と最大波傾斜の比を示してある。これによると、水槽の作動による動揺の減衰は、この比の値に極めて重要な関係を考えさせる。これは、波傾斜が、荒天時のように著るしく高い波を伴わない時は波周期とも比例するため、周期における影響と同様に考えることができるからである。

iii) 旋回傾斜角に及ぼす影響

減揺水槽に於いては、水槽内の液体が遊動水となるので、旋回中、船が一方向の傾きに加速される時、水槽は好ましくない作用を助長すると思われる。水槽の平面積が小さければ問題とはならないが、水槽の配置によって、大きな表面積の水槽を余義なくされた時、この影響を考慮する必要がある。Fig. 15 は、北星丸に於ける一例で、僅かながら、水槽によって傾斜角が増大している。三隻のうち最も表面積の大きいおけさ丸については、昭和 39 年、新潟沖で細漣の海上で行われた試験によると、最大旋回傾斜角は、水槽の作動によって 33~38% 増大していることがわかった。

結 び

以上より、北星丸における減揺水槽の試験によって、この水槽の減揺効果は、およそ、50% の減衰を持たずが、大洋中の長大のうねりの中では、やゝ、その効果を減じ、特に、二方向以上の波が重なって、船が複雑な動揺をする時は、水槽の効果が明瞭でないことがわかる。然しながら、前進時の船首方向によって、ある程度、波周期との出合いを変えることができるため、何らかの船上作業中、最良の減揺効果を期待する時は、そのための処置を行わずることが可能である。尚、船の周期に対する波の出合周期が小さい時は、瀬尾¹⁾等によって、両側の水槽が独自の小さな減揺水槽として働らき、減揺効果は更に一そう増すことが知られている。即ち、この種の減揺水槽が最も要求されるべき船は、比較的小型に属する船としては、近海区を航行する船舶、及び、減揺水槽が、船の停止時においても変りない効果を期待できることから、停泊作業船や、調査練習船が適当であろう。

終りに、この試験を実施するに当って、いろいろご便宜をおとりはかられた北星丸、しきねの皆様深く感謝の意を表します。

文 献

- 1) 瀬尾敏一、藤本亮典(1963). アンチローリングタンク“MN式減揺装置”について、日本鋼管技報。
- 2) 海上保安部技術部(1963). 巡視船しきねの減揺水槽設備について。
- 3) J. Vasta-A. J. Giddings, A. Taplin and J. J. Stilwell (1961). Roll Stabilization by means of Passive Tanks. S. N. A. M. E.
- 4) J. H. Chadwick and K. Klotter (1953). On the Dynamics of Anti-Rolling Tanks. Stanford University.
- 5) G. S. Baker (1941). The Effective Wave Slope. INA Transaction.