

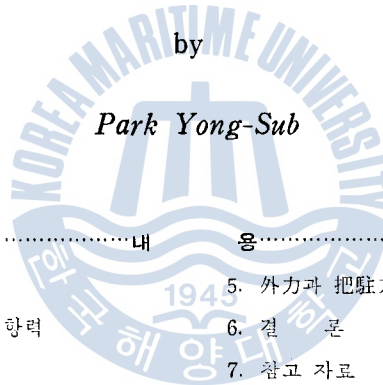
# Anchor의 把駐抵抗과 安全把駐係數에 관한 문제점 고찰

박 용 섭

## The Problems of the Pulling Resistance and the Safe Holding Coefficient in Laying-out the Anchor

by

*Park Yong-Sub*



내 용

- |                    |                  |
|--------------------|------------------|
| 1. 서 문             | 5. 外力과 把駐力과의 비교에 |
| 2. Anchor의 상태와 저항력 | 6. 결 문           |
| 3. 把駐係數의 비교        | 7. 참고 자료         |
| 4. 限界把駐力           |                  |

### Abstract

The development of more efficient moorings for ship in exposed anchorage depends basically upon the provision of better mooring anchor.

The safety of a ship depends also upon the holding ground condition to creat a good holding power.

The principle points of excellence to be at anchor are;

1. Holding power in stable
2. Quick tripping and holding
3. Freedom from fouling
4. Laying-out

## 5. Strength of anchor and cable

## 6. Facilities and gears of stowing

Specially the holding power, quick tripping and holding in stable are very important elements to keep a good dig-in condition in the seabed.

The paper describes the holding efficiency-holding coefficient as the ratio between the holding power and the weight of the anchor as investigating and comparing the full scale experiments and the model tests were made, since the holding coefficient by Japanese Imperial Navy is considered to be too higher value for merchant mariners from the view of the safe shiphandling.

## 1. 서 론

Anchor와 Chain cable을 사용하여 노출된 정박지에서 Anchoring중인 船舶은 Anchor와 Cable에서 얻어지는 把駐力 (Holding power or Holding pull)에 의하여 안전하게 정박할 수 있다.

안전한 把駐力은 현재까지 把駐力과 Anchor의 공기중의 무게와의 比(Ratio)로써 표시하고 있다.

즉

$$H_t = m_a \times W_a \times m_c \times W_c \times l \quad (1)$$

$H_t$ : 合把駐力 Total holding power

$m_a$ : Holding coefficient of anchor.

$W_a$ : Anchor weight in water or seabed.

$m_c$ : Holding coefficient of cable.

$W_c$ : Weight of cable of unit length in water or seabed.

$l$ : Length of ground cable.

여기서 식(1)은 Holding power equation으로 본다면  $m_a(m_c)$ 는 Anchor (or cable)의 형상, 크기 및 해저 지질에 의하여 좌우되는 비례계수(比例係數)이나, 현재 상선용의 Anchor가 대개 Admiralty stockless anchor에서 연유된 유사형으로 간주 할 수 있으므로 Anchor의 형상은 상사치로 볼 수 있다. 따라서 크기와 해저 조성질(海底造成質)에 의하여 변화하게 된다.

그러나, 선박에 대한 Anchor (cable포함)의 크기를 비교하면 그 크기의 비(比)가 대개 일정하므로 실제로  $m_a(m_c포함)$ 의 값은 海底造成質의 영향을 받게 된다.

동일한 해저지질에 대하여도 현재 사용되는 상선용 Admiralty stockless anchor (JIS형 Stockless anchor 포함)는 투하후 dig-in 상태에서 Shank를 축으로 회전하여 Anchor arm이 상방으로 향하는 Sliding-back pulling 상태의 dig-out 형상으로 반전하는 경우가 자주 있음이 밝혀져 있다.

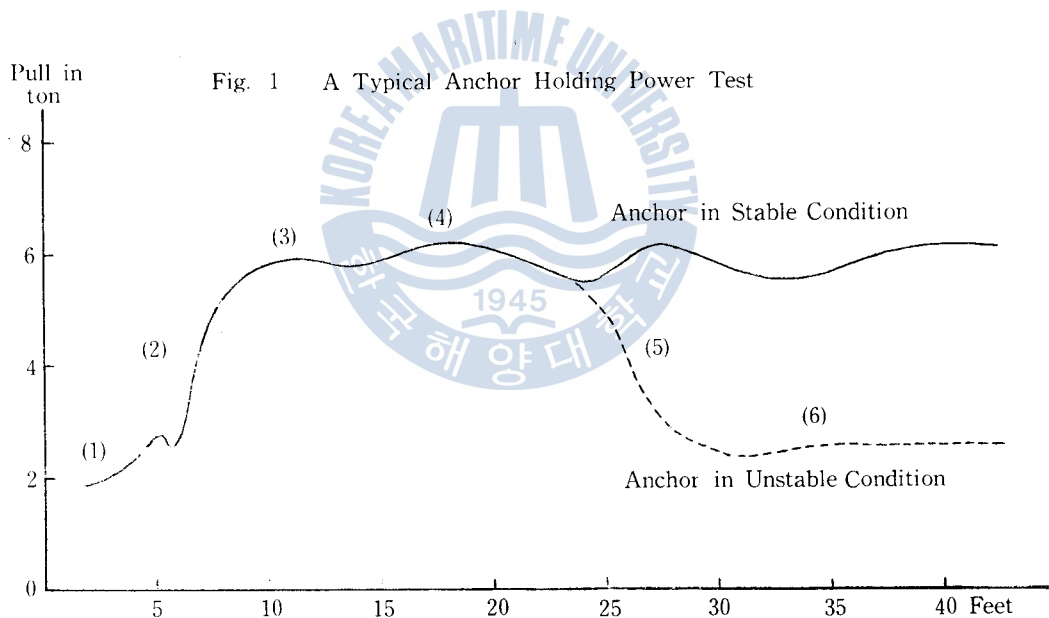
일반적으로 해저지질에 대하여 각각의  $m_a(m_c 포함)$ 를 완전히 밝히는 것은 매우 어려운 것이

지마는 지금 한국과 일본에서 쓰이고 있는 舊日本海軍의 操艦教範에 있는 파주계수 (Holding Coefficient by Japanese Imperial Navy)는 그 값이 다른 시험치와 비교하면 매우 높은 값으로 표시되고 있으므로 선박의 안전운항 면에서 안전계수의 고찰이 필요하게 된다.

여기에서 비교검토되는 각종자료는 舊日本海軍, I. N. A., S. N. A. & M. E., R. I. N. A. 및 기타로 부터 인용한 것이다. 또한, Anchor 투하 후의 Anchor 상태와 운동을 파주력과 관련하여 기술하고 있는 바이다.

## 2. Anchor의 상태와 저항력 (그림 1)

Anchor를 투하하고서 장력을 가하여 보면 Anchor의 arm이 해저에 파고 들어가는 자세(dig-in)를 확립하기까지 약 1.5~9.0m (5~30ft) 끌림을 받게 되면서 그 저항력이 증가하기 시작한다



- (1) The Static Holding Power
- (2) The Tripping Holding Power
- (3) The Maximum Holding Power
- (4) The Limiting Holding Power
- (5) The Backing Pull Condition
- (6) The Dragging Resistance

(주) 1.  $m_a(m_c) = H_t / W_a(W_c)$ , 종래  $W_a$ 를 anchor의 해수(해저) 중의 무게로 표시하였으나, 실제  $m_a$  자체에 항상 오차가 포함되어 있는 것이므로 현재  $W_a = \text{Weight in air}$ 로 표시하여 사용하고 있다. 초기의 anchor 把駐力은  $L \approx \frac{\text{앵커파주력}}{\text{앵커무게}}$ 로 표시하였다.  
단  $L$ : anchor의 대표적 크기.

다. 즉 Tripping distance가 소요되고 dig-in 자세가 진행됨에 따라 把駐力曲線으로 표시되는 저항력이 급증하게 된다.<sup>2)</sup>

그러나 일반적으로 Anchor의 dig-in 운동이 정지하면서 저항력은 계속 증가하게 되나, Anchor 자체의 안정성에 따라 다음과 같은 두가지로 분석할 수 있다.

- ① Stable condition; Chain cable의 파탄력 범위의 저항력까지 항상 안전한 dig-in자세를 유지하는 우수한 Anchor 이고, 일정한 저항력, 일정한 파주력을 유지한다.
- ② Unstable condition; 일반적으로 최대 저항력—최대 파주력 부근에서 Shank를 중심으로 Anchor 자체가 회전하여 dig-out 자세로 변하는 것으로 어느 限界點 이후에서 저항력이 격감하여 Dragging resistance만 갖게된다.

위의 두 상태를 비교하여 보면 ①항의 경우는 Stock anchor로서 외장력에 영향을 많이 받지 않고, 해저에 대한 窟進把駐性이 좋은 것이다. 그 반면 ②는 주로 Stockless anchor로서 외장력이 최대 파주력 이상이 되면 窟進把駐性이 저하되는 경향이 크다.

Anchor가 해저에 窟進把駐하는 상태에 있어서 Tripping 과정을 지나 Anchor가 해저에서 정지하여 얻어지는 저항을 最大 把駐抵抗 이라고하고, 이때 把駐力을 투하 직후의 靜止把駐力(또는 初期把駐力) (Static holding power)에 대하여 最大把駐力(Maximum holding power)이라 분류하여 Holding power equation (1)은 여기에 상당하는 것으로 간주 할 수 있다.

그러므로, 각 Anchor의 把駐効力에 대한 比較評價는 해저에 있어서 Anchor 자세와 그림 1에 상당하는 把駐力曲線圖가 作成되어야 가능하게 된다.

여기서 투하된 Anchor의 窟進把駐 저항의 과정을 요약하여 보면, 다음과 같다.

- ① 투하직후: 靜止把駐抵抗 The static holding resistance.
- ② Tripping시: 窟進把駐抵抗 The tripping resistance
- ③ 안정상태: 最大把駐抵抗 The maximum holding resistance.
- ④ 한계저항점: 限界把駐抵抗 The limiting holding resistance.
- ⑤ 불 안전상태: 反轉引張抵抗 The backing pull condition.
- ⑥ 끌림상태: 끌림抵抗 The dragging resistance

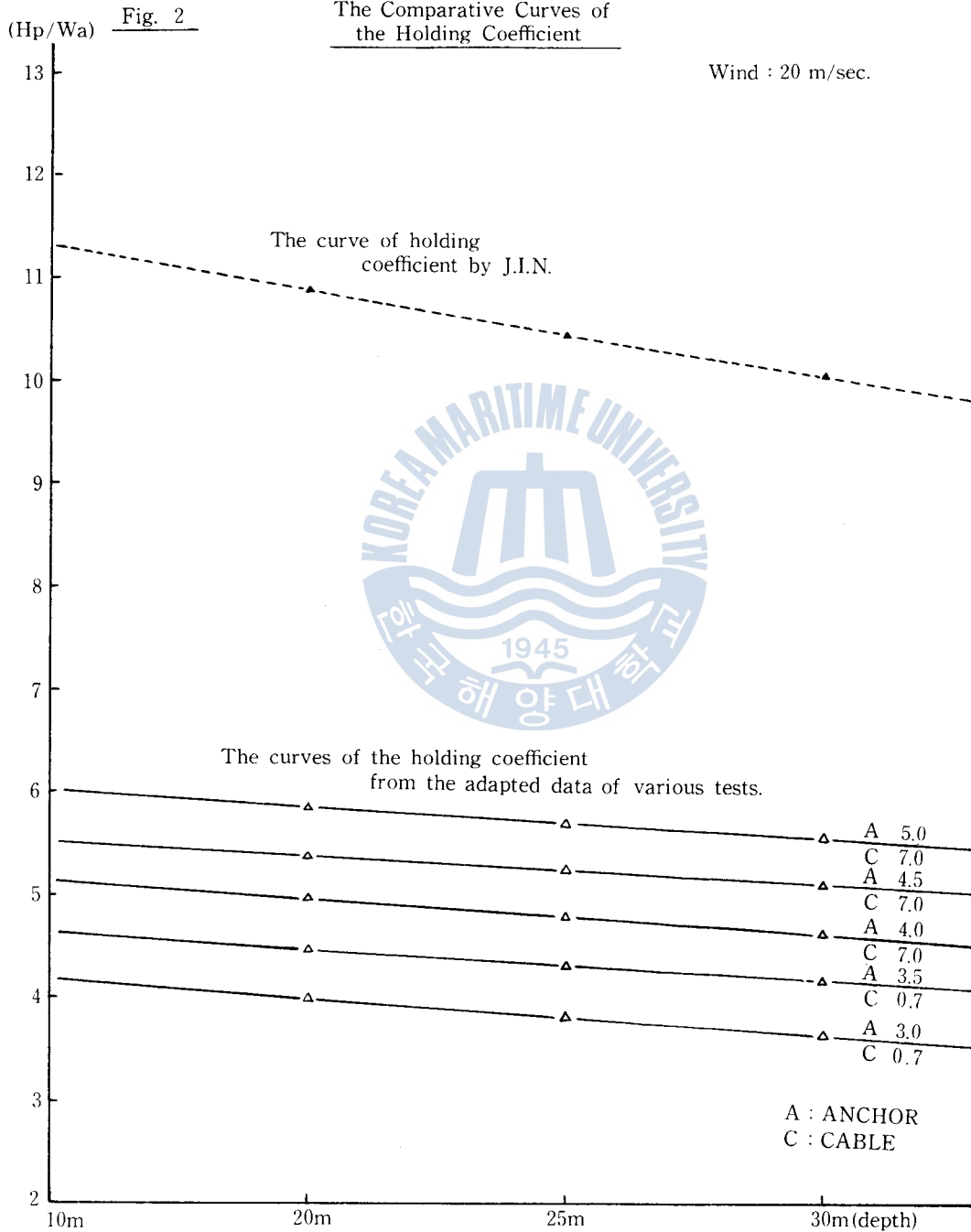
### 3. 把駐係數의 비교 Comparison of Holding Coefficient<sup>3)</sup>

현재 우리나라와 일본에서 널리사용되는 Anchor는 영국의 Hall형 Anchor를 원형으로 하여 舊 日本海軍型을 규격화한 것이다.

또한 Anchor의 把駐係數도 軟泥(soft mud)를 10, 砂(sand)를 7등의 추정치도 여기서 유래한

(주) 2. 初期把駐저항은 受動把駐抵抗 또는 靜止把駐抵抗등으로 불리어지고 있다.

(주) 3. 舊 日本海軍의 操艦教範에 기재된 把駐係數를 常用把駐係數라 칭한다.



것이나, 船舶의 安全運航의 견지에서 과다하게 추정된 것으로 고찰된다. (후술하는 Limiting holding power 및 그림 2, 3 참고)

### (1) Anchor에 관한 資料

Admiralty standard stockless anchor와 JIS standard stockless anchor를 이용하여 얻어진 각종 시험 자료를 인용하여 정리 분류한 것이고, Anchor에 가해지는 저항력을 把駐力으로 표시 하고,  $(H_i/W_a)$ 로서 把駐係數를 산출한 것이다.

Table 1—1; Haslar model test의 결과이고, 해저 저질은 砂(Sand)로서 平均把駐係數는 약 3.8이다.

Table 1—2; Pwllheli full size test의 결과로 Mooring anchor의 平均把駐係數는 약 2.5이다. 저질의 영향으로 Stockless anchor는 약 5.4, 그리고 特殊하게 설계된 Danforth anchor는 把駐力이 매우 양호한 것이 특징이다.

Table 1—3; Weymouth full scale trials의 결과로 저질 砂(Sand)에 대하여 平均把駐係數는 약 2.7이다.

Table 1—4; Horsea full scale trials의 결과이고 저질 Chalky mud (白堊泥)에 대하여 Stockless anchor의 平均把駐係數는 약 2.3程度이다.

Table 1—5; Haslar model test과 정에서 實型大의 anchor와 模型 anchor와의 상사치 연구에서 얻어진 결과로 Stockless anchor의 平均把駐係數는 약 3.3으로 나타나고 있다.

Table 2—1; JIS stockless anchor 實型大의 것을 이용한 결과로서 저질 砂(Sand)에 대하여 약 3.7 泥(Mud)에 대하여 약 3.6으로 표시하고 있다.

Table 2—2; 現在까지 많이 채택, 이용되고 있는 Anchor의 把駐係數의 값으로 舊日本海軍의 操艦教範에서 인용한 것이다.

이 값은 韓國 및 日本의 船舶運用 및 造船關係에서 쓰이고 있는 代表的인 常用 把駐係數이나, 그 표준치는 船舶安全運航上 높은 것으로 추정되고 있다.

### (2) Chain Cable에 관한 資料

실제로 Anchor와 연결되어 把駐力을 補強하여 주고 있는 Ground cable과 해저와의 摩擦抵抗을 나타낸 것으로 이에 관한 資料는 매우 드문 것이나, 補駐部(Ground cable)로서 매우 重要的 것이므로 고찰할 필요가 있다.

Chain cable에 관한 把駐係數도 實質的으로 舊日本海軍의 것은 실험상의 자료에 비교하여 높은 값이다. 다음 引用된 자료를 비교분석하여 보면, 實用 가능한 安全把駐係數를 추정할 수 있다.

Table 3—1; 舊日本海軍의 操艦教範의 것으로 常用把駐係數이다. 船舶安全의 관점에서

보면 매우 높은 係數라 할 수 있다.

Table 3-2; 第2次大戰 직후 예비함대의 계류를 위한 T. Thorpe와 K. P. Farrell의 Permanent moorings에 관한 연구 결과를 발췌 정리한 것으로 저질 砂(Sand)인 경우 0.66 Chalky mud에서 0.60~0.73으로 나타나고 있다.

Table 3-3; 1  $\frac{3}{4}$ " $\times$ 45 fathoms의 Stud link를 Tide의 영향을 받아서 海水에 침하되도록 한 경우와 그 反對인 경우에 대한 實驗値로서 把駐係數는 0.6~0.75로 나타나고 있다.

Table 1-1

ype of Anchor	① Weight Anchor	② Scale	③ With Cable	④ Holding Power	⑤ Holding Coeff.	⑥ Seabed	⑦ Remarks
Stockless	22 lbs	1/8	nil	70 lbs	3.3	sand	Adm. Std.
Stockless	22 "	"	"	82 "	3.8	"	(1)
Stockless	22 "	"	"	83 "	3.8	"	Patent
Stockless	20 "	"	"	60 "	3.0	"	A. dm. Pln.
Stockless	18 "	"	"	105 "	5.0	"	(2)

Table 1-2

	①	②	③	④	⑤	⑥
Mooring	72cwt		1 $\frac{3}{4}$ " $\times$ 30ftm	10.5ton	2.36	sand
Mooring	"		"	12.5	2.85	dry shingle
Mooring	"		"	9.7	2.25	deep mud
Stockless	42cwt		"	13.8	5.8	sand & shingle
Stockless	"		"	12.1	5.0	deep mud
Danforth	13 $\frac{1}{2}$ cwt		"	10.0	12.0	sand
Danforth	"		"	10.2	12.1	dry shingle
Danforth	"		"	8.2	9.9	deep mud
Danforth	90wt		"	9.2	16.1	sand
Danforth	"		"	8.6	14.8	dry shingle
Danforth	"		"	8.1	14.5	deep mud

Table 1-3

	①	②	③	④	⑤	⑥
Mooring	36cwt		nil	3.2	1.7	sand
Mooring	"		1 $\frac{3}{4}$ " $\times$ 30ftm	5.2	2.8	
Stockless	30cwt		After 8 weeks' silting	3.3	2.1	
Mushroom	32cwt		After 6 weeks' silting	3.3	2.1	
AM6	5cwt		nil	1.0	3.0	
AM6	20cwt		nil	3.5	3.5	
AM6	20cwt		1 $\frac{3}{4}$ " $\times$ 30ftm	5.4	5.4	
AM7	13cwt		do	5.3	8.2	

AM7	13cwt	do	2.8	4.3	
Stockless	31cwt	nil	4.4	2.9	
Stockless	36cwt	nil	4.0	2.2	
Stockless	36cwt	nil	4.1	2.3	
Stockless	27cwt	nil	3.9	2.9	
Stockless	36cwt	nil	5.6	3.1	
Stockless	54cwt	nil	7.6	2.8	
Danforth	1cwt	nil	2.2	45.0	no cable, &
Danforth	3cwt	nil	2.6	19.0	square shank
Danforth	7cwt	nil	3.3	12.0	do
Danforth	9cwt	nil	7.3	15.0	do
Danforth	18cwt	nil	7.6	8.5	do
Danforth	22½ cwt	nil	8.0	7.1	sand, no cable, &
Danforth	27cwt	nil	8.2	6.0	sharp shank.
Danforth	36cwt	nil	16.0	9.0	do

Table 1-4		①	②	③	④	⑤	⑥
Stockless	36cwt			nil	4.0	2.2	Chalky mud, Adm. Std.
Stockless	36cwt			1¼"x30ftm	4.8	1.8	-do-
Stockless	29cwt			nil	4.0	2.2	Admiral; patent
Stockless	42cwt			nil	5.0	2.4	-do-
Stockless	42cwt			1¼"x30ftm	7.0	2.6	-do-
Stocked	96cwt			nil	6.8	1.4	Mooring
Stocked	72cwt			nil	4.5	1.3	-do-
Stocked	72cwt			1¼"x30ftm	5.5	1.1	-do-
Stocked	36cwt			nil	3.0	1.7	-do-
Stocked	36cwt			1¼"x30ftm	3.6	1.2	-do-
Stocked	5cwt			nil	0.8	3.2	AM6
Stocked	20cwt			nil	2.5	2.5	AM6
Stocked	13½ cwt			nil	2.7	4.0	Danforth
Stocked	13½ cwt			1¼"x30ftm	3.8	3.3	-do-

Table 1-5		①	②	③	④	⑤	⑥
Stockless	2.5 lbs	1/12			9.4 lbs	3.8	sand, Adm. Std.
Stockless	22.0 lbs	1/8			70.0 lbs	3.3	-do-
Stockless	31.0cwt	full			86.0cwt	2.8	-do-
Stocked	0.95 lb	1/12			14.3 lbs	15.0	Danforth
Stocked	15000 lb	full			18000 lbs	12.0	-do-
Mooring	5.0 lbs	1/12			9.0 lbs	1.8	Adm. Std.
Mooring	36.0cwt	full			63.0cwt	1.7	-do-



Mooring	72.0cwt	full	168.0cwt	2.3	-do-
Mooring	5.0cwt	1/12	18.5cwt	3.7	AM6
Mooring	5.0cwt	5/12	20.0cwt	3.9	-do-
Mooring	20.0cwt	2/3	70.0cwt	3.5	-do-
Mooring	5.25 1b	1/12	32.0 1bs	6.1	AM7
Mooring	28.3 1bs	1/8	2.15 1bs	7.6	-do-
Mooring	179 1bs	¼	1250 1bs	7.0	-do-
Mooring	1423 1bs	½	9800 1bs	6.2	-do-

**Table 2-1**

	①	②	③	④	⑤	⑥
JIS Stockless	10-30kg				3.0	fine sand(Static H. P.)
JIS Stockless	abt. 10kg				3.6	sand, river -do-
JIS Stockless	abt. 10kg				3.3	#4 silisand -do-
JIs Stockless	abt. 10kg				4.8	sand, river -do-
JIS Stockless	abt. 10kg				4.3	fine sand -do-
JIS Stookless	abt. 10kg				3.9	#4 sili-sand -do-
JIS Stockless	1.01 tons				5.3	mud & fine sand
JIS Stockless	2.9 tons				4.2	mud
JIS Stockless	320 kg				3.1	sand
JIS Stockless	320 kg				1.25	mud
JIS Stockless	11 kg				2.8	fine sand, river

**Table 2-2**

Seabed	Clayey mud,	Mud, & sand	Sand,	Fine shell,	Shingle,	Flat rock.
Hold. Coeff.	10	8	7	7	6	5

**Table 3-1**

Seabed	Clayey mud,	Mud,	Mud & Sand,	Fine shell,	Shingle,	Flat rock
Hold. Coeff	3	2	2	2	1.5	1.5

(주) 4. 大阪灣의 底質은 避泊水域으로 가장 利用度가 높은 수심 10~30m 범위에서 北部는 silt 成分, 南部는 clayemud이고 表層은 Sand mud으로 덮혀있다. silt:0.05~0.005mm 의, 흙이고, clayemmd:0.005 mm이하의 흙이다.

Table 3-2

Seabed	Length (fathm)	Cable (in. )	Weight (cwt)	Breaking,	Coefficient Drag,	Holding	Remarks
Horsea mud	30	1 ¼	24.3	0.65	0.60	0.60	stud link
Horsea mud	30	1 ½	45.9	0.70	0.67	0.65	-do-
Pwllheli sand	48	1 ¼	67.6	0.99	0.68	0.62	-do-
Pwllheli sand	45	1 ¾	67.6	0.96	0.80	0.74	-do-
Weymouth sand	30	2	64.6	1.05	0.80	0.70	-do-
Weymouth sand	30	2	64.6	1.50	1.00	1.00	(5months silting)
Weymouth sand	30	2 ½	90.0	0.60	0.60	0.60	stud link
Horsea mud	30	2 ½	95.0	0.68	0.64	0.59	-do-
Horsea mud	30	3	137.0	0.65	0.60	0.52	-do-
Horsea mud	30	3	137.0	1.25	0.60	0.58	(4months silting)
Horsea mud	30	3 ½	187.0	0.73	0.67	0.61	stud link
Horsea mud	30	3	155.0	0.85	0.82	0.75	mooring
Horsea mud	30	3	155.0	1.90	0.85	0.80	(4 months silting mooring)i
Horsea mud	30	3 ½	233.0	0.80	0.75	0.70	mooring

Table 3-3

Seabed	Starting pull		Holding power		Holding Coefficient
	Uncovered by tide	Covered by tide	Uncovered by tide	Covered by tide	
Sand	4.05 tons	3.30 tons	3.10 tons	2.5 tons	0.74
Sand & mud	3.80 tons	3.10 tons	3.00 tons	2.5 tons	0.74
Mud	4.20	3.40	2.0	2.1	0.62

## (3) The safe holding coefficient

船舶의 안전운항과 실용상의 관점에서 Table 1-1~Table 3-3 까지를 비교 분석하여 보면 Anchor와 Chain cable이發揮하는 抵抗力의 유효 한계를 알 수가 있다. 즉 實用上의 安全性을 중심으로 하여 정의된 海底와의 摩擦抵抗을 종래의 常用把駐係數에 대하여 安全把駐係數(The safe holding coefficient)라 하고, Anchor와 Chain cable에 대한 값은 Table 4와 같다. 그림 2 참고.

일반적으로 Stockless anchor의 경우 安全把駐係數는 종래의 상용표준치의 약 1/2 정도로서 저질이 mud와 sand에서 약 3~5로 추정되고 있으며, 저질이 Sand인 경우가 Mud인 경우보다 安全把駐係數가 다소 큰 것으로 나타나고 있다.<sup>4)</sup>

Table 4

Seabed	The safe holding coefficient	
	Anchor	Chain cable
Clayey mud	8(best)*	1(best)*
Mud	3~4	0.6
Mud & sand	3~5	0.75
Sand	3.5	0.7
Sand & Shell	3	0.65
Shingle	2	0.5
Flat rock	1~2	0.5*

표 (\*)는 추정치임.

Chain cable의 경우에는 常用把駐係數의 약 1/3정도로써 그 범위는 약0.60~1.0정도로 추정되고 있다.

「大阪灣에 있어서 台風避泊의 參考(神戸海防)」에 의하면, 大阪灣 저질에서 정박하는 경우 安全把駐係數를 Stockless anchor의 경우 3.5(±1.5의 범위)로 추정하고 있는 것과 비교하면 實用安全把駐係數의 범위를 Table 4와 같이 정리할 수 있다.

#### 4. 限界把駐力(The limiting holding power)

海底에 窟進把駐하는 Anchor의 저항력을 有效한 把駐力으로 이용하는 과정에 Stockless anchor와 같이 Unstable condition성을 갖고 있는 경우 外力의 引張力이 강할 경우에는 어느 限界點(Limiting point)에서 dig-out상태로 변화하게 된다.

특히 Anchoring중인 선박이 강풍을 받게 되면 Sheering현상<sup>5)</sup>으로 인하여 대체로 풍향이 선수미선과 약 30° 전후로 받게되어, 最大風速의 영향을 받게되고, Dragging 현상을 유발한다. 주로 외력의 영향은 바람, Tide current, wave에 의한 것이 가장 중요한 요소이며 Stockless anchor가 dig-out되어 Dragging 순간의 바람을 특히, 선박조종면에서 Critical wind라 볼 수 있고, 이점에서의 把駐力을 限界把駐力 (The limiting holding power)라 정의한다.

특히, 바람의 영향을 고찰하여 보면;

強風圈속에서 바람은 일반적으로 최대풍속( $V_a$ )으로 표시하여 風壓力을 정의하고 있으나, 船舶 조종상의 관점에서 最大순간 풍속( $V_g$ :Gusty wind velocity)이 더욱 중요하다.<sup>6)</sup>

超大型船의 정박조선(碇泊操船)에서  $V_a$ 와  $V_g$ 의 관계는 ;

$$V_g = V_a + g_w$$

① 최대풍속이 10m/sec인 경우  $g_w = 25\% V_a$

② 최대풍속이 20m/sec인 경우  $g_w = 50\% V_a$ 이다.

따라서 최대 순간 풍속은 한계 주파력에 영향을 주는 가장 주된 요소로 보아야 한다. 최대순

간 풍속의 크기는 Table 5 에서와 같이 Osaka bay에서 관측한 결과에 의하면 神戸에서 6420의 경우 최대풍속 26.8m/sec에서 최대순간 풍속은 41.3m/sec으로 +54.2%이고, 大阪에서 6207의 경우 최대풍속이 17m/sec에서 최대순간 풍속이 28.0m/sec으로 +64.8%로 그 영향이 매우 큼을 알 수 있다.

限界把駐力과 補駐部(Ground cable)의 길이와의 관계는 Catenary식에서 구하는 것이 일반적인 방법이다.

$$Ht = [m_a \times w_a] + [m_c \times w_a \times (L - \sqrt{y^2 + \frac{2Fy}{w_c}})] \quad (2)$$

단 ;  $F$  = Horizontal forces (ton)

$L$  = Total length of the cable

$y$  = Depth between out-lip of hawse pipe and seabed

Table 5. Maximum Average wind and Gusty Wind Observed

Date	Typhoon Observed	Max. Average Wind (m/sec)	Gusty Wind (m/sec)	Gusty Ratio (%)
1934, 9, 21	Osaka bay	ESE 21.9	33.3	52.0
1937, 9, 11		ENE 19.7	SSW 29.1	43.0
1938, 9, 5		ENE 22.3	32.1	44.0
1944, 9, 17	4416 Kobe	SW 18.7	W 26.8	40.0
1945, 9, 18	4516 Kobe	SSW 27.4	35.9	31.0
1950, 9, 3	5020 Kobe	NE 33.4	47.6	42.5
1951, 10, 15	5115 Kobe	WSW 19.6	W 28.4	45.0
1953, 9, 25	5313 Kobe	N 26.8	40.0	49.2
1954, 9, 26	5415 Kobe	SSW 22.6	33.3	47.5
1956, 8, 17	5609 Kobe	SSW 19.6	26.1	28.0
1958, 8, 25	5817 Kobe	NNE 25.7	33.0	36.2
1959, 9, 26	5919 Kobe	NNE 29.3	34.8	18.8
1960, 8, 29	6016 Kobe	SSW 19.0	27.5	44.6
1961, 9, 16	6118 Kobe	NE 27.0	WSW 39.2	45.2
1962, 7, 27	6207 Kobe	NE 25.5	35.9	41.0
1964, 9, 25	6420 Kobe	SSW 26.8	41.3	54.2
1965, 9, 10	6523 Kobe	S 30.0	SSE 48.5	61.6
1965, 9, 17	6524 Kobe	NNW 24.0	40.0	66.7
1949, 8, 31	Tokyo	SE 24.9	ESE 30.7	24.0
1949, 8, 31	Yokohama	SSE 35.2	SSW 44.3	25.6
1954, 9, 26	Murotsu	S 37.2	S 55.0	48.0
1959, 9, 26	Nagoya	SSE 37.0	SSE 45.7	22.50

## Anchor의 把駐抵抗과 安全把駐係數에 관한 문제점 고찰

( 13 )

1961, 9, 16	Osaka	SSE 33.5	SSE 50.6	51.0
1962, 7, 27	6207 Osaka	NE 17.0	28.0	64.8
1964, 9, 25	6420 Osaka	SSW 19.0	31.7	66.8
1965, 9, 10	6523 Osaka	S 17.3	33.1	91.3
1965, 9, 17	6524 Osaka	N 14.7	NNW 25.5	100.0

adapted from Kobe Meterology Office

즉, 식(2)에서  $H_1$ 가 anchor에 作用하는 外力보다 큰 경우 限界把駐力의 分계점은 증가하고, 有効把駐力의 영역이 커져서 Dragging anchor를 피할 수 있게 된다. (그림 3 참고)

## 5. 外力과 把駐力의 비교예

앞에서 설명된 것을 기초로하여 超大型船(120,000dwt-Tanker)에 관한 外力과 把駐력을 비교하여 보면 Table 6 및 그림 3과 같이 얻을 수 있다. 120,000dwt 實船의 자료는 다음과 같다.

- The depth of the water; 20m, 25m & 30m
- The distance to the water line from the out-lip of the hawse pipe; 6m
- The crosssectional area; 832m<sup>2</sup>
- The longitudinal area; 2,620m<sup>2</sup>
- The seabed: sand & mud
- ( $w_a/w_c$ ) about 70
- Holding coefficient (The safe holding coeff.)
  - for anchor 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, & 5.0
  - for cable 0.70
- Holding coefficient by J. I. N.
  - for anchor 8.0
  - for cable 2.0
- No tendency to yaw in riding at single anchor
- Tonnage of ship: 120,000 dwt Tanker

여기서 限界把駐力은 풍속 20m/sec(B. S. 8~9)에 상당한 것으로 나타나므로, J. I. N. 의 경우 풍속 약 30m/sec(B. S. 10~11)에 비교하면 船舶安全運航의 境地에서 安全把駐係數의 영역이 常用把駐係數(J. I. N.) 보다 합리성을 찾을 수 있게 된다.

## 6. 結 論

船舶運航의 인접면에서 고찰한 Anchor의 安全把駐係數(The safe holding coefficient)는 현재 사용되고 있는 常用把駐係數의 약 1/2정도이고, Chain cable은 약 1/3정도로 보아야 한다. 또

Tabl6. Holding Power at 9 shackles for dwt 120,000 Tanker

Wind (m/sec)	Resistance (ton)				Ground Cable (m)			Holding Power (ton)			
	wind(a)	Swell(b)	Tide(c)	Total	20m (d)	25m (e)	30m (f)	H. Coeff	20m (h)	25m(i)	30m(j)
10	15.4	$h=0.5m$	3knt	17.2	176	168	162	S	80.7	79.4	78.5
		0.6						1.2	JIN	190.9	187.0
10+25%	24.0	0.6	1.2	25.8	161.5	153	144.5	S	78.4	77.1	75.7
								JIN	183.9	179.8	175.8
20	61.4	$h=1.5$	1.2	68.2	112	99	86.5	S	70.7	68.6	66.7
		5.6						JIN	160.2	153.9	147.9
20+50%	138.0	5.6	1.2	144.8	52	33.5	17	S	61.3	58.4	55.9
								JIN	131.4	123.2	114.6

Remarks: Seabed mud in clayey

A=832 sqm. in full Load

B=2620 sq. m. in full Load

 $\alpha=30^\circ, \theta=30^\circ$ 
 $W_a=14300\text{kg}$  in air  
 $=13300\text{kg}$  in mud.

 $W_c=236.2\text{kg}$  in air  
 $=202.8\text{kg}$  in mud

 $y=20+6=26\text{m}$   
 $=25+6=31\text{m}$   
 $=30+6=36\text{m}$ 

Holding coefficient

Anchor  $\begin{cases} S=4.0 \\ JIN=8.0 \end{cases}$ Cable  $\begin{cases} S=0.7 \\ JIN=2.0 \end{cases}$  $R_a=0.03(3A+B) \times V_{am}^2 \dots \dots \dots (\text{kg})$  $R_{iw}=228 H_w \times B \times \sin \alpha \dots \dots \dots (\text{kg})$  $R_t=275(V_t^2+0.641 \times V_t) \times S \times 10^{-7} \dots \dots \dots (\text{ton})$ An assumption may be made not to be swing  
by effected forces on the ship anchored.

한 商船用的 Stockless anchor는 Anchor test과 정에서 把駐曲線圖(The curve of the holding power)를 작성하여 Anchor의 把駐性能을 파악할 수 있게 하고, 限界把駐點을 高찰할 수 있도록 되어야 한다.

그리고 把駐抵抗을 고려하여 Anchor의 窟進把駐性能은 다음 5단계로 나누어 高찰하여야 한다.

1. 靜止把駐力 The static holding power
2. 窟進把駐力 The tripping holding power
3. 最大把駐力 The maximum holding power
4. 限界把駐力 The limiting holding power
5. 끌림抵抗 The dragging resistance

여기서 Dragging resistance의 크기는  $1.4W_a$ 로 표시하는 것이 실험에 의한 商船用的 실용치이다.”

## Anchor의 把駐抵抗과 安全把駐係數에 관한 문제점 고찰

(주) 5. 풍속 : 강풍권에서 최대풍속(maximum wind velocity)은 관측시 직전 10분간의 평균풍속을 말하고, 최대순간풍속(gusty wind velocity)은 강풍영역중 순간순간 풍속의 최대치를 말한다.

(주) 6. G. Hughes의 식에 의한 풍압력

$$R_a = \frac{1}{2} \rho_a \cdot C_a \cdot V_a^2 (A \cos^2 \theta + B \sin^2 \theta)$$

$$= 0.076 V_a^2 \theta + B \sin^2 \theta$$

$$= 0.03(3A + B) V_a^2$$

단,

$\theta = 30^\circ$  단  $R_a$  = 풍압력(kg)

Wind resistance. (kg)

$C_a$  = 풍압계수

$\rho_a$  = 공기밀도

$V_a$  = 상대 풍속(m/sec)

$\theta$  = 상대 풍향

$A$  = 수면상부의 단면적( $m^2$ )

$B$  = 수면상부의 측면적( $m^2$ )

(주) 7. J. L. Kent에 의한 Wave충격력

$$R_{iw} = 228 \times h_w^2 \times B \times \sin^2 \alpha$$

단,

$R_{iw}$  = 파의 충격력(kg)

$B$  = 선폭(m)

$h_w$  = 파고(m)

$\alpha$  = mean half angle of entrance.

(주) 8. Taylor 식에 의한 유압

$$R_t = 275(V_t^2 + 0.641V_t)S \times 10^{-7}$$

단,

$R_t$  = 조류에 의한 유압(流壓)(ton)

$V_t$  = 조류 속도(knot)

$S$  = 수면하 면적( $m^2$ )

## 7. 참고 자료

1. The Experimental Development of Anchors for Seaplane by D. F. Lucking, I. N. A., 1936
2. Anchoring and Mooring Equipment on ships by A. K. Buckle, R. I. N. A. April, 1974
3. Permanent Mooring  
by T. Thorpe & K. P. Farrell, I. N. A. Sept., 1947  
Improvements in Mooring Anchors  
by K. P. Farrell, I. N. A., Oct., 1950  
Investigation on Model Anchors  
by H. L. Dove, I. N. A. Oct., 1950  
Mooring Anchors  
by R. C. Towne, S. N. A. & M. E., Nov., 1959  
Anchor의 把駐性能 船舶, 1967. 12.  
操艦教範, 舊日本海軍, 海上保安廳. 1959
4. 大阪灣におはる 台風避泊. 神戸海難防止研究會. 1970  
Permanent Mooring by T. Thorpe & K. P. Farrell
5. Van Nosrtand's Nautical Manuals  
by Felix Riesenber, C. E., 1936, N. Y.
6. Permanent Mooring by T. Thorpe & K. P. Farrell  
艦裝品の力學, 渡通正紀, 海文堂 1959  
超大型船舶の操船, 日本海難防止協會, 1970
7. 超大型の操船 一事例と資料一 中島一夫, 海文堂, 1972





Fig. 3

The Wind Resistance and  
The Curve of the Holding Power at 9 Shackles  
for DWT 120,000 Tanker

$(R_a = 0.03(3A + B)V_a^2)$  ; A : 832m<sup>2</sup>  
B : 2620m<sup>2</sup>

