

强風時の 安全錨泊을 爲한 錨鎖길이와 Anchoring Data Table의 作成에 關한 研究

尹 点 東

A Study on the Determination of the Safety Length of Anchoring Cable in Rough Weather and Making Anchoring Data Tables

Jum-Dong Yun

目 次

I. 序 論	(1) 船舶이 받을 수 있는 最大水 平張力
II. 風壓이 錨鎖에 미치는 水平張力	(2) 把駐力의 計算
(1) 受風面積 B 로 因하여 생기는 水平張力	(3) 安全性檢討
(2) 受風面積 A 로 因하여 생기는 水平張力	(4) 實例에 依한 計算值의 信賴 性確認
(3) 係數 C_a 값의 範圍	V. Anchoring Data Table의 作成法
(4) 受風角 θ 에 따른 合風壓作用 點 및 作用方向	(1) H_f 또는 R_a 에 關한 Table
(5) 受風角 θ 의 範圍	(2) 錨鎖 Catenary 部의 길이에 關한 Table
(6) 最大水平張力의 決定	(3) 把駐力의 크기에 關한 Table
III. 錨 및 錨鎖의 把駐力	(4) 錨鎖伸出量 決定法
(1) 總把駐力	VI. 結 論
(2) 錨鎖把駐部의 길이 L 의 決定	附 錄
IV. 水平張力과 把駐力의 比較檢討 (安全性 檢討)	筆者가 겪은 颶風의 進路圖 및 筆者의 避泊略圖

Abstract

It is very important for the safety of a large vessel to determine the safety length of anchoring cable when she takes shelter in a harbor or bay against strong wind such as a typhoon or a storm.

If the holding power of a vessel's anchor with its cable, and the horizontal force acting

on the cable are to be calculated within reliable limits, we can determine the degree of the safety of a vessel's anchoring situation by comparing the two opposing forces with each other.

In this paper, the strength of wind force acting on the hull above water line from variable directions and that of holding power of an anchor with its cable are calculated and compared with each other.

Also, an actual case experienced by the author when taking shelter against the typhoon, Corla is shown and analyzed with the formula derived from the study.

The author studied a method of making a sort of Anchoring Data Tables (tentative name) and would like to expect shipyards to make ones similiar to those suggested in chapter V for the ships under construction at their yards.

I. 序 論

筆者は 長期間 海上生活를 하면서 錨泊으로서 颶風과 같은 強風을 待避할 때마다 走錨에 對한 不安한 마음을 禁할 수가 없었다.

錨泊에 關한 여러까지의 研究들을 보면 錨 自体의 把駐力의 크기와 船體가 받는 風壓力의 크기가 各己 分離되어 研究되어 왔고, 一定船舶에 對하여 이 兩者를 綜合的으로 比較檢討하여 그 船舶이 一定條件下에서 錨泊을 할 때에 어느 程度의 錨鎖길이를 伸出하면 適度의 安全性을 確保할 것인가를 究 決定할 수 있는 方法에 對하여는 研究된 것이 別로 없다.

勿論 充分한 時間的인 餘裕를 가지고 一定船舶의 錨泊條件의 여러 要素들을 勘案하여 錨 및 錨鎖가 갖는 把駐力의 크기와 船體가 받는 外力의 크기를 차분히 計算하고 檢討하면 安全性에 關한 判斷을 할 수는 있다. 그러나 船舶이 避難을 하여야 하는 境遇는 緊急한 境遇이고 차분하게 計算을 하고 檢討를 할 時間이 없는 境遇가 大部分이다.

荒天錨泊은 單錨만을 使用하는 境遇는 드물고 兩舷錨를 그때의 여건에 알맞도록 여러가지 다른 方法으로 投下하는 것이 普通이다. 어떠한 方法으로 投下하던 간에 各 境遇에 있어서 安全性을 判斷하는 基礎的인 基準은 單錨의 把駐力과 그에 對抗하는 外力의 크기인 것이다.

本 研究에서는 우선 생길 수 있는 受風角의 最大範圍를 決定하여 最大風壓의 크기를 算出하고, 그것과 單錨가 갖는 把駐力의 크기를 比較하는 方法을 擇하여, 錨泊의 安全性을 檢討하는 基礎 方法으로 하였다. 2錨泊을 할 것인가, 制振抑制錨泊(Riding at single anchor with drag anchor)을 할 것인가 또는 기타 다른 錨泊을 할 것인가는 그 基礎的인 檢討後에 各 船長이 地勢 및 氣象條件을 考慮하여 判斷할 問題이다. 그러나 基礎條件의 判斷이 時急히 要請되는 때가 荒天錨泊의 境遇 이므로 Anchoring Data Table을 作成하여 利用토록 하였다.

本 研究에서는 波浪 및 風壓流에 對한 것은 包含시키지 아니하였는데 이러한 것들에 對하여는 今後 더욱 研究를 하여 갈 생각이다. 實務에서는 이러한 것들에 對하여는 充分히 餘裕있게

錨鎖를 伸出하여 欸으로써 解決하고 있으며, 크게 問題視 하지 아니하고 있다.

II. 風壓에 依하여 錨鎖에 미치는 水平張力

우선 錨鎖方向은 恒常 風向과 一致한다고 假定하면 錨鎖는 그때 생길 수 있는 最大의 水平張力을 받는 것이 되므로 走錨 여부의 判斷을 하는데는 그렇게 假定하는 것이 妥當하다.

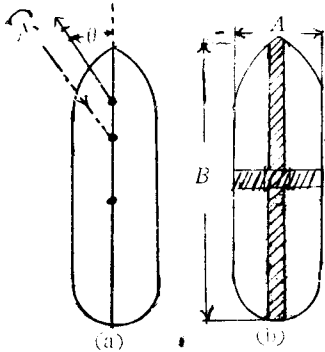


그림. 1

그러한 假定下에 그림 1 (b)와 같이 船體가 만드는 水平張力을 正面 投影面積 A와 側面 投影面積 B로 區分하여 風向角 θ 에 對하게 한다.

船首方向에 對한 風向角 θ 와 錨鎖의 方向角은 恒常 一致한다고 假定하므로 船體가 받는 風壓力의 크기는 바로 錨鎖에 미치는 水平張力의 크기가 되는 것이다. 따라서 錨鎖가 받는 水平張力 H_f 는 船體의 總風壓抵抗 R_a 와 같고 R_a 는 受風面積 A에 依한 風壓抵抗과 B에 依한 風壓抵抗으로 分解할 수 있다.

(1) 受風面積 B로 因하여 생기는 水平張力

바람으로 因하여 面積 B를 가진 平板에 생기는 直壓力을 P_n 라고 하면 P_n 는 $P_n = C \cdot \rho \cdot B \cdot V^2 \cdot \sin \theta$ 의 近似式으로 表示할 수 있고 이로 因하여 錨鎖에 미치는 水平張力은 P_n 의 抗力인 P_D 가 될 것이다.

$$P_D = P_n \sin \theta = C \cdot \rho \cdot B \cdot V^2 \sin^2 \theta$$

(2) 受風面積 A로 因한 여생기는 水平張力

바람으로 因하여 面積 A를 갖는 平板에 생기는 直壓力을 P'_n 라고 하면

$$P'_n = C \cdot \rho \cdot A \cdot V^2 \cdot \sin(90^\circ - \theta)$$

로 表示할 수 있다. 故로

$$P'_n = C \cdot \rho \cdot A \cdot V^2 \cdot \cos \theta$$

直壓力 P'_n 로 因하여 錨鎖가 받는 水平張力은 P'_n 의 抗力인 P'_D 가 되고

$$P'_D = P'_n \cdot \cos \theta = C \cdot \rho \cdot A \cdot V^2 \cdot \cos^2 \theta$$

가 된다.

故로 錨鎖에 미치는 總水平張力 H_f , 즉 總空氣抵抗은

$$R_a = H_f = P_D + P'_D = C \cdot \rho \cdot V^2 \cdot (B \sin^2 \theta + A \cos^2 \theta)$$

이다. 위의 式은

$$H_f = R_a = C_a \cdot 1/2 \rho \cdot V^2 \cdot (A \cos^2 \theta + B \sin^2 \theta) \dots \dots \dots (1)$$

의 形式으로 表示할 수 있고 係數 C_a 의 값은 船體의 風壓抵抗實驗에 依하여 求할 수 있다.

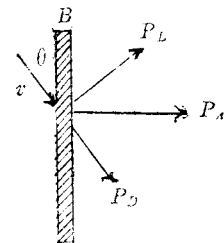


그림. 2

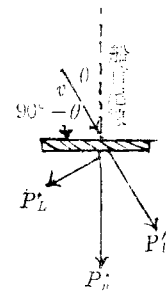


그림. 3

단, ρ : 空氣密度($kg \cdot s^2 \cdot m^{-4}$)

(3) 係數 C_a 값의 範圍

風向角 θ 의 變化에 對한 係數 C_a 값의 變化를 風洞實驗에서 求한 것을 보면 船體가 바람을 船首로부터 $30^\circ \sim 40^\circ$ 에서 받을 때 C_a 의 값이 最大가 되며 그것들은 그림 4에서 表示한 값과 같다. 卽, 大型 tanker에서는 θ 角 40° 에서 C_a 의 값은 1.2, 中型 및 小型船에서는 θ 角 40° 부근에서 C_a 의 값이 1.5程度 됨을 알 수 있다

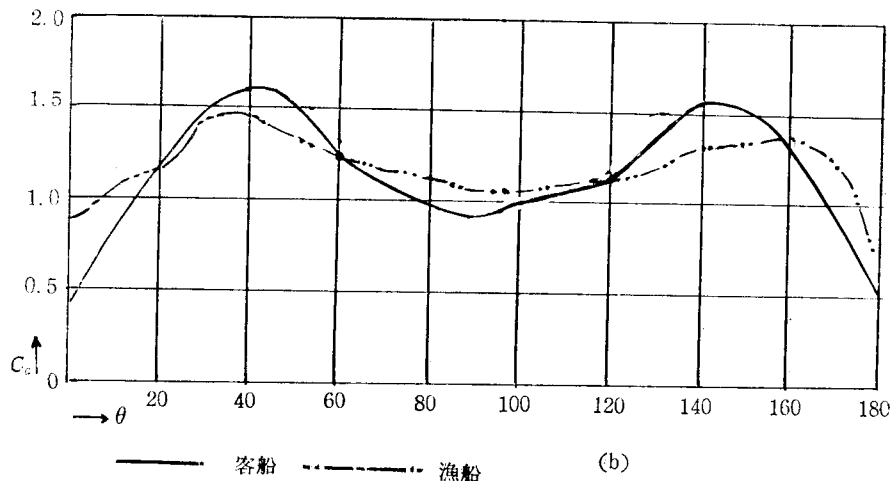
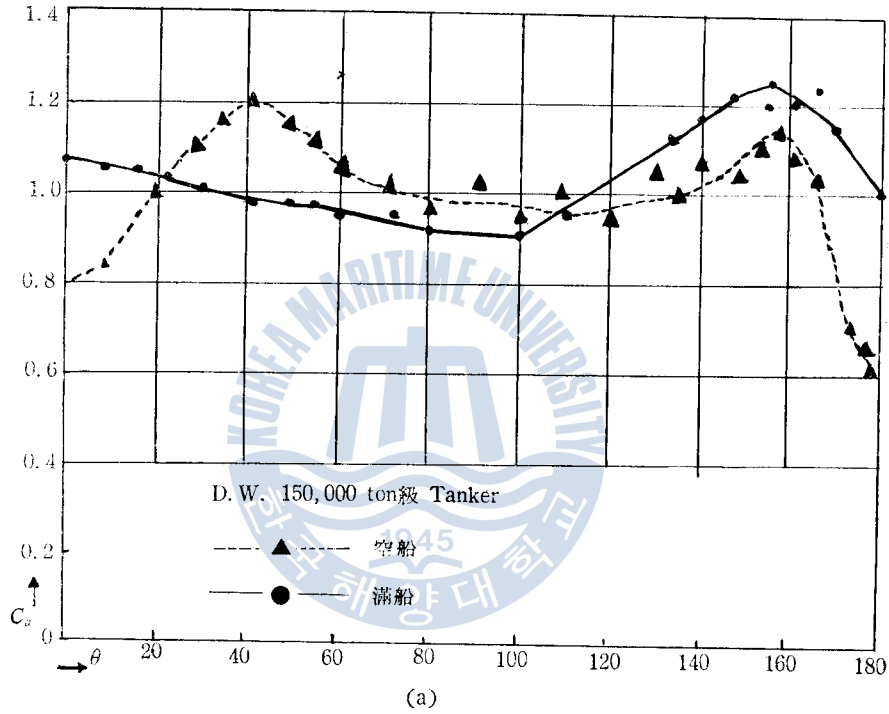


그림. 4

(4) 受風角 θ 에 따른 合風壓作用點 및 作用方向

그림. 5에서 보
는바와 같이 合
風壓作用 方向은
바람이 向하는
方向과는 一致하
지 않으며,

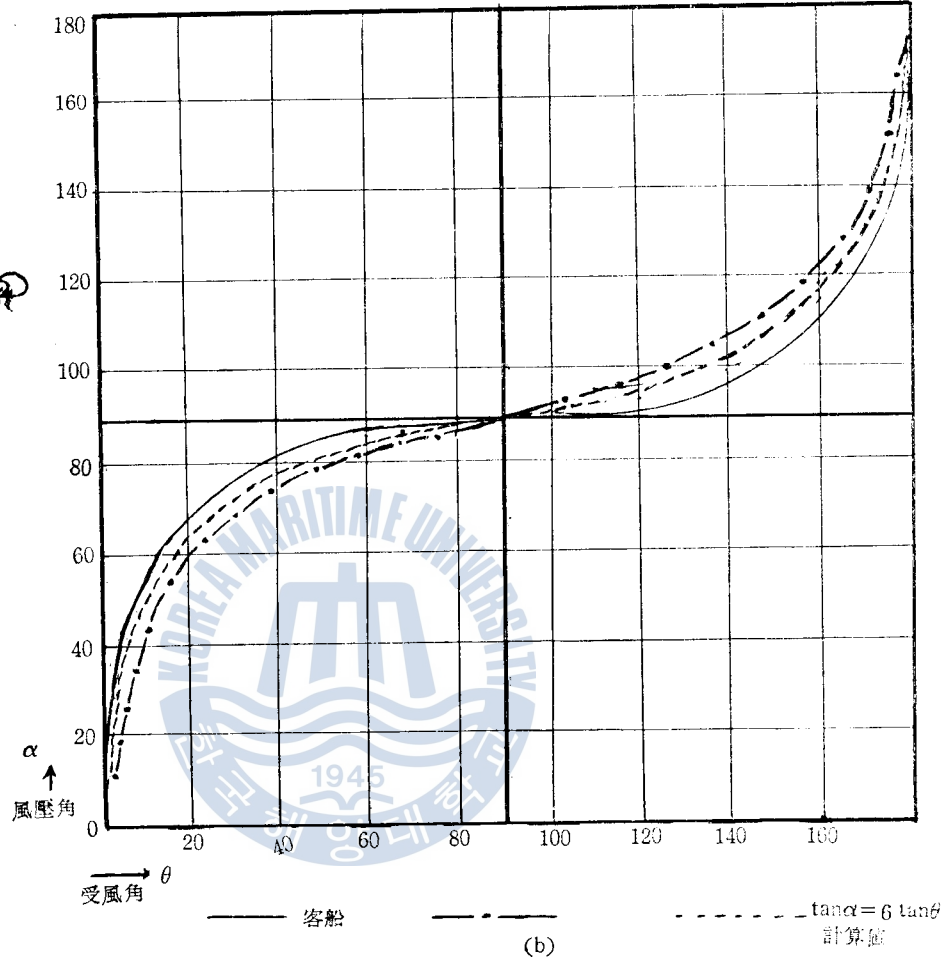
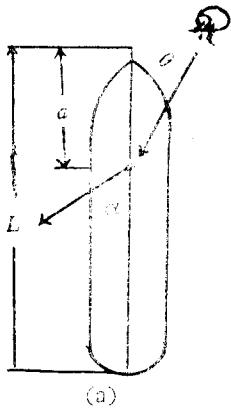
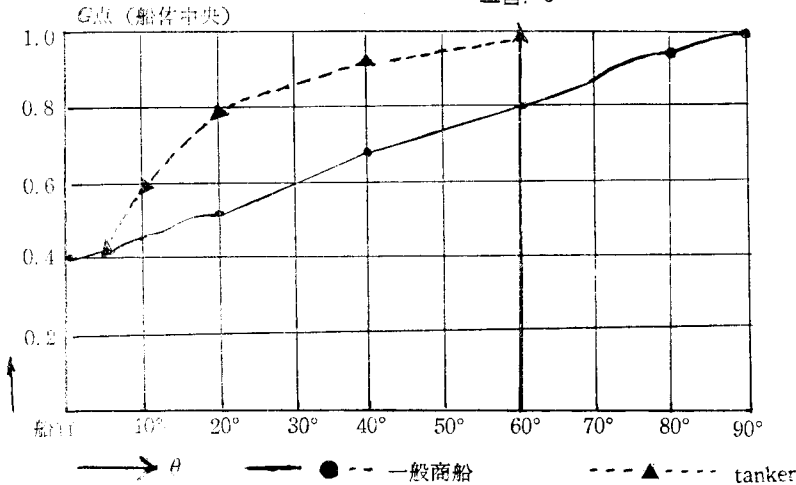


그림. 5



風壓作用 方向과 船首
尾線과 이루는 角을
船尾로부터 재어서 α
라고 表示하면, α 와 θ
와의 關係는 近似的으
로 $\tan\alpha = K \cdot \tan\theta$ 로
表示할 수 있다.

그림. 6



K 의 값은 商船 및 漁船에서 5~7 程度인데 平均값을 取하면 6 이 된다.

船首로 부터 合風壓 作用點까지의 距離 a 는 相對風向角 θ 가 增加함에 따라 船首로부터 船體 重心點(中央에 있다고 假定함)으로 移動하고 그 樣狀은 大略 그림 6에서 表示하는 바와 같이 된다.

(5) 受風角 θ 의 範圍

錨泊時 風壓을 받아서 일어나는 回頭現象을 觀察하여 보면 船首方向에 錨鎖가 뻗혀 있고 바람이 船首方向으로 부터 불어와서 受風角 θ 가 점차로 커지는 初期回頭와 受風角 θ 가 一定角度 以上으로 되면 그 受風角을 줄이는 方向으로 回頭하는 末期回頭로 區分지을 수 있다.

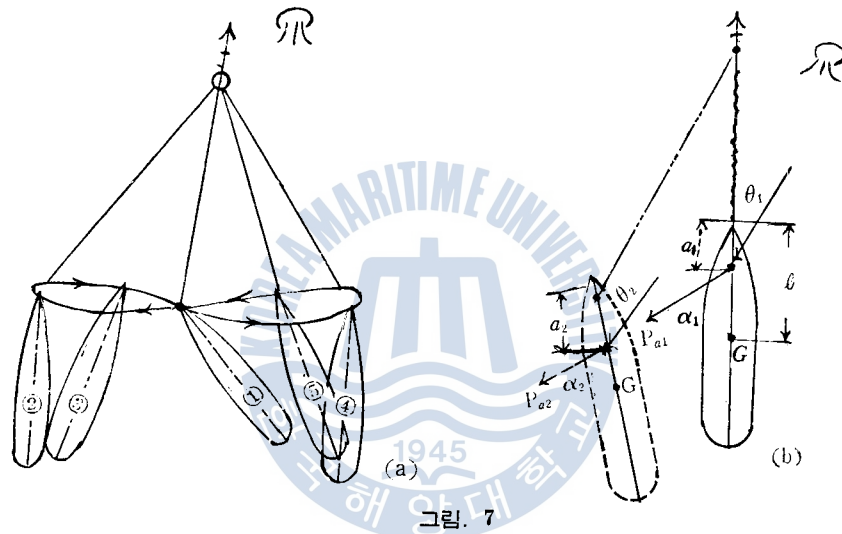


그림. 7

그림 7(a)에서 初期回頭偶力을 M_1 이라고 하면 $M_1 = P_{a1} \cdot \sin \alpha_1 \cdot (l - a_1)$ 이 되고 이것은 θ_1 을 θ_2 까지 크게하는 方向으로 作用할 것이다. 단, 水壓으로 인한 抵抗 Moment는 無視한다.

末期回頭偶力을 M_2 라고 하면 $M_2 = -P_{a2} \cdot \sin \alpha_2 \cdot a_2$ 가 되나 回轉軸이 船首部근으로 옮겨져서 回轉軸에 對한 慣性能率이 커 졌기 때문에 回頭角速度는 느리다.

위의 兩 境遇에 일어나는 現象을 좀더 具體적으로 說明하면, 初期段階에서 θ_1 方向으로부터 오는 바람은 風壓 P_{a1} 을 만들어 α_1 方向으로 作用하고 偶力 $P_{a1} \cdot \sin \alpha_1 \cdot (l - a_1)$ 을 形成하여 船體를 回頭시키면서 風壓方向으로 加速度 $a = P_{a1}/m_1$ 을 주면서 船體를 壓流시킬 것이다.

단, m_1 : Virtual mass를 包含한 船體質量

그러나 이 때의 船體의 壓流方向은 α_1 의 方向과 一致하지 아니하고, Virtual mass effect의 影響으로 α_1 보다 작은 角度의 船尾方向으로 船體는 移動하려고 할 것이나 錨鎖에 걸리는 反力때문에 移動은 中止되고 錨鎖는 Tight 하게 되며 船體는 橫方向으로 움직일 것이다.

末期段階로 錨鎖가 Tight 하게 되면 風壓 P_{a2} 는 다음 段階의 偶力 $-P_{a2} \cdot \sin \alpha_2 \cdot a_2$ 를 形成하여 Hawse pipe가 있는 點부근을 回轉軸으로 하여 初期 回頭方向과 反對 方向으로 船體를 回頭시키게 된다.

이 回頭段階가 지나면 風壓은 最大點을 지나고 船體는 잠시후에 처음과는 反對方向으로 移動하게 되나 錨鎖의 張力으로 因한 反力 때문에 가장 強力한 風壓을 받았을 때 보다는 風向쪽으로 前進하게 된다. 이렇게 하여 ∞字形의 運動을 反復하게 된다. 그러면 이 ∞字形의 運動過程에서 最大受風角은 몇度程度인가 觀察하여 보자.

그림. 8에서 보면 錨鎖가 어느程度 弛 Tight 되었을 때에 P_{ax} 의 힘에 依하여 船體는 後方移動을 하지만 그 後方移動은 크게 일어날수 없으며 錨鎖가 Tight 되어 감과 同時에 P_{ay} 의 힘에 依하여 側方移動을 한다. 同時에 곧 $P_{ay} \times a$ 의 偶力에 依하여 θ 를 줄이는 方向으로 回轉運動이 일어나게 된다함은 前述한 바와같다.

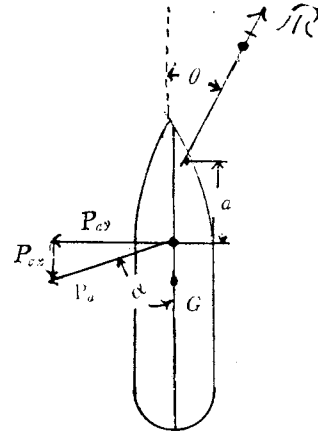


그림. 8

그림. 5 및 6을 보면 θ 角 30° 에 對하여 α 角은 70° 를 넘게되며 습 風壓 作用點은 船首로부터 約 $1/2 L \times 0.6$ 以上の 距離에 있게 되므로 Hawse pipe부근을 通하는 垂直軸을 回轉軸으로 하여 이미 큰 偶力이 形成되어 있는 것이다. 따라서 θ 角은 크게 增加될 수 없다.

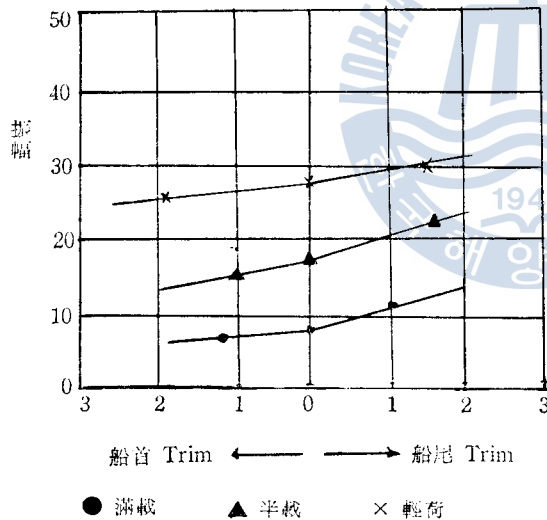


그림. 9

錨泊時의 船體의 Swinging degree에 對한 實驗結果를 보면 그림 9와 같고 그 角度는 30° 以下の 範圍에 있는 것을 알 수 있다.

荒天時에는 누구나 兩錨錨를 投下하거나 또는 振搖抑制錨(Drag anchor)를 投下하게 되며 또 Engine을 使用하여 θ 角을 줄이는 方向으로 努力하므로 θ 角은 거의 15° 以內에서 抑制된다고 볼수 있다. 하지만 放置하더라도 實船에서는 30° 以上の 範圍는 넘지 아니 한다고 判斷할 수 있다.

따라서 θ 의 範圍는 $-30^\circ < \theta < 30^\circ$ 로 定할 수 있다.

(6) 最大水平張力의 決定

위의 (1), (2), (3), (4) 및 (5)項의 檢討結果를 綜合하면 係數 C_a 의 最大값은 1.5, θ 의 最大값은 30° 이다. 이 값을 (1)式에 代入하여 最大水平張力 H_f 를 求하면 다음과 같은 式이된다.

$$\text{最大 } H_f = 1.5 \cdot 1/2 \rho \cdot V^2 \cdot (A \cos^2 30^\circ + B \sin^2 30^\circ) \dots \dots \dots (2)$$

이렇게 함으로서 餘裕있는 最大 H_f 를 갖도록 하는 것이다.

Ⅲ. 錨 및 錨鎖의 把駐力

(1) 總把駐力

$$P = P_A + P_C = \lambda_a \times w_a + \lambda_c \times w_c \times l \dots \dots \dots (3)$$

단, P : 總把駐力 P_A : 錨의 把駐力 P_C : 錨鎖의 把駐力 W_a : 錨의 水中重量 W_c : 單位錨鎖長의 水中重量 l : 錨鎖의 補駐部 λ_a : 錨把駐係數 λ_c : 錨鎖把駐係數

錨 및 錨鎖의 把駐係數는 다음 表와 같다.

底質 把駐係數	Soft mud	Hard mud	Sandy mud	Sand	Shell & gravel	gravel	Flat rock
λ_a	10	9	8	7	7	6	5
λ_c	3	2	2	2	2	1.5	1.5

錨泊船의 錨 및 錨鎖의 把駐圖는 그림. 10과 같다.

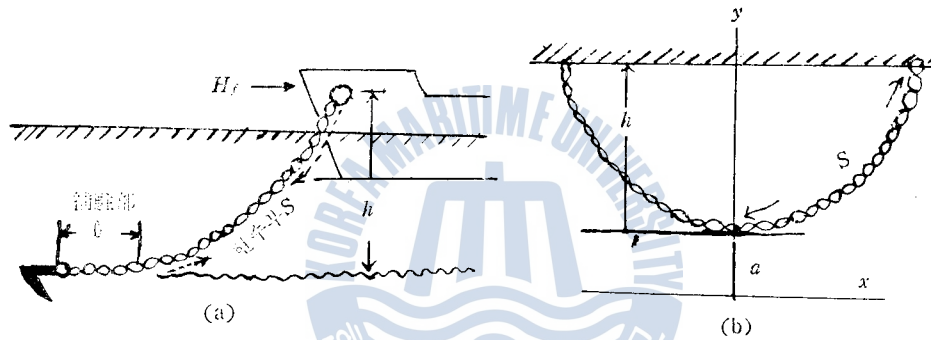


그림. 10

(2) 錨鎖把駐部길이 l 의 決定

(3)式에서 l 의 길이는 水平張力 H_f 와 水深 h 및 錨鎖의 單位길이의 무게 w_c 에 依하여 決定되는 Catenary 部의 길이 S 에 따라 決定되고 S 의 길이는 다음과 같이 算出된다.

그림. 10 (b)에서

$$y = \frac{a}{2} \left(e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}} \right) \qquad S = a \frac{dy}{dx} = \frac{a}{2} \left(e^{\frac{x}{a}} - e^{-\frac{x}{a}} \right)$$

$$S^2 = -\frac{a^2}{4} \left(e^{2\frac{x}{a}} - 2 + e^{-2\frac{x}{a}} \right) \qquad y^2 = \frac{a^2}{4} \left(e^{2\frac{x}{a}} + 2 + e^{-2\frac{x}{a}} \right)$$

$$\therefore S^2 = -\frac{a^2}{4} \left(e^{2\frac{x}{a}} + 2 + e^{-2\frac{x}{a}} - 4 \right) = -\frac{a^2}{4} \left(e^{2\frac{x}{a}} + 2 + e^{-2\frac{x}{a}} \right) - a^2$$

$\therefore S = y^2 - a^2$ 여기에 $y = a + h$ 를 代入하면

$$S^2 = (a+h)^2 - a^2 \qquad S = \sqrt{h(h+2a)} \qquad a = \frac{H_f}{w_c} \text{ 이므로}$$

$$S = \sqrt{h \left(h + 2 \frac{H_f}{w_c} \right)} \dots \dots \dots (4)$$

따라서 $l = \text{全體伸出量} - S$

IV. 水平張力과 把駐力의 比較檢討(安全性確認)

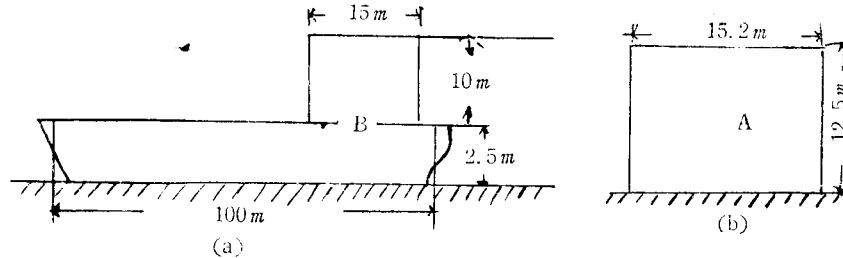


그림. 11

그림. 11과 같은 受風面積 A 및 B 를 갖인 船舶이 秒速 $30m$ 의 暴風을 同伴한 颶風을 錨泊으로 待避코져 한다. 水中錨重은 2 ton 이고 錨鎖 1節의 水中重量은 1.5 ton 이다. 水深은 約 50 m 이고 底質은 연한 礫이다. 錨泊 待避可能性 여부를 檢討하고 萬若 可能하면 그 方法을 記述하라.

단, $\lambda_a=10$ $\lambda_c=3$ 兩舷錨鎖의 長이는 各各 10節씩 保有하고 있으며 待避水域은 充分하다.

(1) 船舶이 받을 수 있는 最大水平張力

(2)式에 依하여

$$\text{最大 } H_f = 1.5 \times 1/2 \times 0.123 \times (30)^2 (190 \times 0.75 + 400 \times 0.25) \doteq 20,503\text{ kg} \doteq 20.5\text{ ton}$$

(2) Holding power의 計算

① Catenary curve 長이 S 의 算出

$$S = \sqrt{50 \left(50 + 2 \frac{20.5}{0.06} \right)} \doteq 185\text{ m} \text{ 約 } 7.5\text{ 節}$$

錨鎖 7.5節을 伸出하여서 비모조 錨는 海底에 놓게 된다.

② 錨의 把駐力 = $2 \times 10 = 20\text{ ton}$

③ 錨鎖 1節의 把駐力 = $1.5 \times 3 = 4.5\text{ ton}$

(3) 安全性檢討

單一錨單의 把駐力 - 水平張力 = $20 - 20.5 = -0.5\text{ ton}$ 따라서 錨鎖 7.5 Shackle을 伸出하였을 때에는 -0.5 ton 의 把駐力이 모자라고 走錨하게 된다.

그러므로 伸出할 수 있는 最大量 9.5 Shackle을 내주면 補駐部 l 의 長이는 $l = 9.5 - 7.5 = 2$ Shackle 이고 이것으로 因한 Holding power의 增加는 $2 \times 4.5 = 9\text{ ton}$ 이 된다. 總把駐力은 $20 + 9.5 = 29.5\text{ ton}$ 이므로 豫備把駐力 = $29.5 - 20.5 = 9\text{ ton}$ 이다.

위의 計算을 基礎로 하여 判斷하면 安全錨泊을 하기 爲하여서는 한쪽 錨는 投下하여 錨鎖全量인 9.5 Shackle을 伸出하고 他舷錨는 振搖抑制錨로 使用하여야 된다.

(4) 實例에 依한 計算值의 信賴度確認

다음은 筆者가 實際로 비올민 Luzon島의 Casiguran Bay에서 颶風 Corla를 錨泊待避한 記錄이

고 理論的인 考察과 大差없음을 알 수 있다.

避泊日時 : 1967年 10月 15日 ~ 18日

颶風 Corla 通過時間 : 16日 1830時 } Corla 停止한 狀態로 24時間 經過
17日 1800時 }

避泊錨地 : Casiguran Bay, Luzon, Philippines.

船名 : M/S 南進

G/T : 3,270 ton

LOA : 104 m, Breadth : 15 m

地勢 : 安全하게 가려진 灣內

水深 : Hawse pipe에서 45 m

錨重 : 2.3 ton, 錨鎖 1 m 重 : 40.28 kg

$\lambda_a : 9$ $\lambda_c : 2$

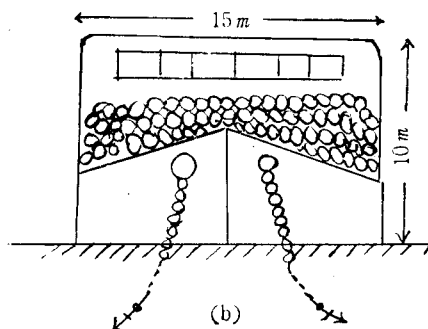
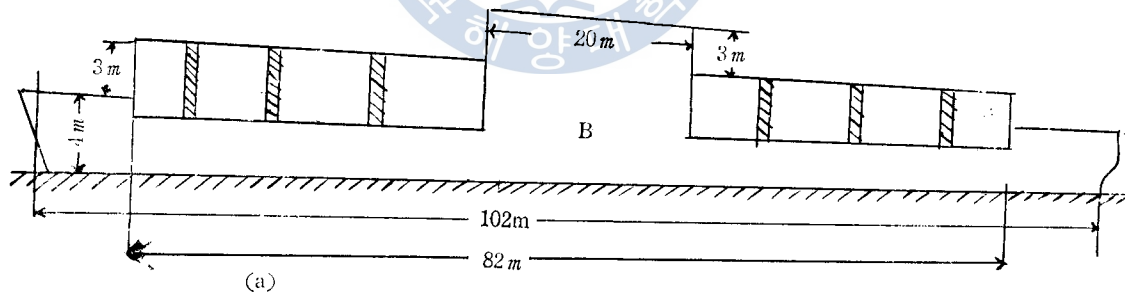
風壓面積 : 그림. 12와 같음 $A = 150 m^2$, $B = 714 m^2$

風速 : 35 m/sec

本船狀態 : 原木滿載

錨 및 錨鎖材質의 比重 : 7.8

海水比重 : 1.025



단, 그림.(a) 및 (b)는 실제로 튀어 나온 부분과 들어간 부분을 평균하여 그린 것임.

그림. 12

① 最大水平張力

$$H_f = 1.5 \times 1/2 \times 0.123 \times 35^2 \times (150 \times 0.75 + 714 \times 0.25) = 32,885 \text{ kg} \doteq 33 \text{ ton}$$

② Holding power

㉑ 錨 및 錨鎖水中重量

$$V = w_1/r_1 = w_2/r_2 \quad \frac{2.3}{7.8} = w_2/1.025 \quad W_2 \doteq 0.3 \text{ ton}$$

錨의 水中重量 : $2.3 - 0.3 = 2 \text{ ton}$

錨鎖 1m의 水中重量 : 35 kg

㉒ 錨단의 把駐力 $2 \times 9 = 18 \text{ ton}$

㉓ 錨鎖 1 Shackle의 把駐力 $35 \times 25 \times 2 = 1,744 \text{ kg} \doteq 1.7 \text{ ton}$

㉔ 錨鎖 Catenary 部의 길이

$$S = \sqrt{45 \left(45 + 2 \times \frac{33}{0.035} \right)} \doteq 294 \text{ m} \doteq 12 \text{ Shackle}$$

單錨泊으로서는 도저히 待避가 不可能함을 알 수 있다. 實際로 筆者는 2錨泊으로 待避에 成功하였다.

兩舷錨를 같은 點에 投下할 時의 Catenary curve의 길이를 計算하여 보면 다음과 같다.

$$S = \sqrt{45 \left(45 + 2 \times \frac{33}{2 \times 0.035} \right)} \doteq 211 \text{ m} \doteq 8.5 \text{ Shackle}$$

③ 2錨泊의 安全性檢討

兩舷錨가 各各 따로 水平張力을 받아서는 위의 計算에서 보는 바와같이 도저히 待避가 不可能하다. 그러므로 兩舷錨가 같이 風力에 對抗하도록 한 地點에 投下할 수 밖에 方法이 없고 그렇게 하였을 時의 總把駐力은 다음과 같다.

$$\text{總把駐力} = 2 \times 9 \times 2 + 2 \times 1.7 \doteq 39 \text{ ton} (9.5 \text{ Shackle 씩 伸出})$$

$$\text{豫備把駐力} = 39 - 33 = 6 \text{ ton}$$

實際로는 계속하여 約 20時間 동안 主機關을 使用하여 錨鎖에 미치는 張力을 줄이도록 努力하였는데 颶風이 지나가고 나서 位置를 確認하여 보니 約 200m 走錨되어 있었다.

이것은 補駐部의 길이가 너무 짧아서 Anchor Shank가 動搖하여 把駐力이 減少되었거나 颶風來襲時 恒常 있는 強한 突風, 또는 底質의 不良, 風力에 依한 表面流 등이 原因일 것이나 이러한 것들은 너무나 不正確한 要素들이 많기 때문에 Safety factor를 充分히 크게 함으로써 그 속에 包含시킬 수 밖에 없다.

走錨는 되었으나 같은 灣內에서 함께 錨泊待避하고 있던 他船 1隻이 일찍 陸岸에 밀려서 坐礁된 것을 보면 筆者는 나름대로 良好한 待避方法을 取하였다고 본다.

以上の 實例를 보아서 計算數值에 基礎를 둔 Anchoring Data Table을 어떤 一定船에 對하여 만들 수 있고 危急時에는 利用할 수 있다고 생각한다.

V. Anchoring Data Table(假稱)의 作成法

(1) H_f 에 關한 Table

颱風, 季節風 等の 強風을 錨泊으로써 待避코져 하는 船長은 우선 氣象放送 其他 다른 方法으로 얻은 情報에 依하여 自船이 겪을 豫想 最大風速을 알고 自船의 吃水에 따른 最大風壓의 크기를 計算하여야 할 것이다. 그것은 미리 計算된 다음 表에서 얻는다.

第 1 表 (風壓)

風速	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	
吃水																						
輕荷	風 速 과 吃 水 에 따 른 風 壓 力 記 載																					
+1 m																						
⋮																						
滿載																						

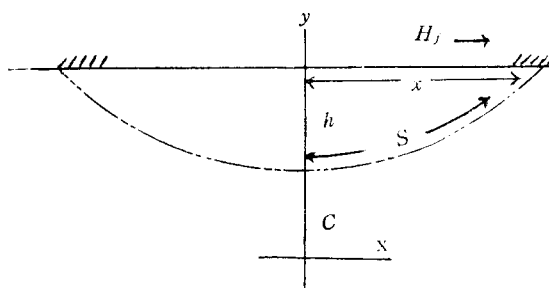
風速은 m/sec 이고, 10 m/sec 以下의 風速은 問題가 되지 않으며 50 m/sec 以上의 風速은 거의 없다.

(2) 錨鎖 Catenary 部의 길이 S 에 關한 Table

把駐力 計算을 위하여 錨鎖의 補駐部를 알려면 먼저 伸出된 錨鎖의 Catenary 部의 길이를 알

第 2 表 (Catenary 部의 길이)

水深 h	係數 $C = \frac{H_f}{w_c}$ S 및 x	C_1	C_2	⋮	C_n
		10	S		
	x				x 의 길이 表示
12	S				
	x				
⋮	⋮				
50	S				
	x				



아야 하므로 다음 第 2 表에서 그것을 얻는다.

h 10 m 以上으로 하는 것은 普通크기의 貨物船이 投錨할 時는 大概의 경우 h 는 最小值가 10 m 以上되는 것이 常例이기 때문이다. 係數 C 는 $\frac{H_f}{w_c}$ 값이고 必要한 限度까지 計算하면 될 것이다.

S 뿐만 아니라 x 값까지 내는 것은 x 의 길이

強風時의 安全錨泊을 爲한 錨鎖길이와 Anchoring Data Table의 作成에 關한 研究 (13)

를 알므로써 船體의 Swinging area를 正確히 알 수 있기 때문이다. $x \doteq h \cdot 2C$ 의 近似式에 依하여 算出한다.

(3) 把駐力크기에 關한 Table

第 3 表 (把駐力 P_H)

錨+補駐部 (ℓ) 底質	單 錨	錨+10 m	錨+20 m	錨+250 m
Soft mud	底質, 錨 및	錨鎖의 크기와	補駐部의 길이	에 따른 總把駐力 記載	
Hard mud	(總把駐力의	크기 表示)			
Sandy mud					
Sand					
Shell & gravel					
Gravel					
Flat rock					

250 m까지 計算하는 것은 대개의 경우 한쪽 錨鎖의 길이가 이 程度까지 이기 때문이다.

(4) 錨鎖伸出量決定法

第3表에서 얻은 P_H (Holding power)의 값이 第1表에서 얻은 水平張力 H_f 보다 크도록 決定한다. 그리하여 第3表 最上層란 (錨+ ℓ)에서 얻은 ℓ 의 값과 第2表에서 얻은 S 의 값을 加하여 最少限 그 以上の 길이로 錨鎖를 伸出하면 安全錨泊을 기할 수 있다.

VI. 結 論

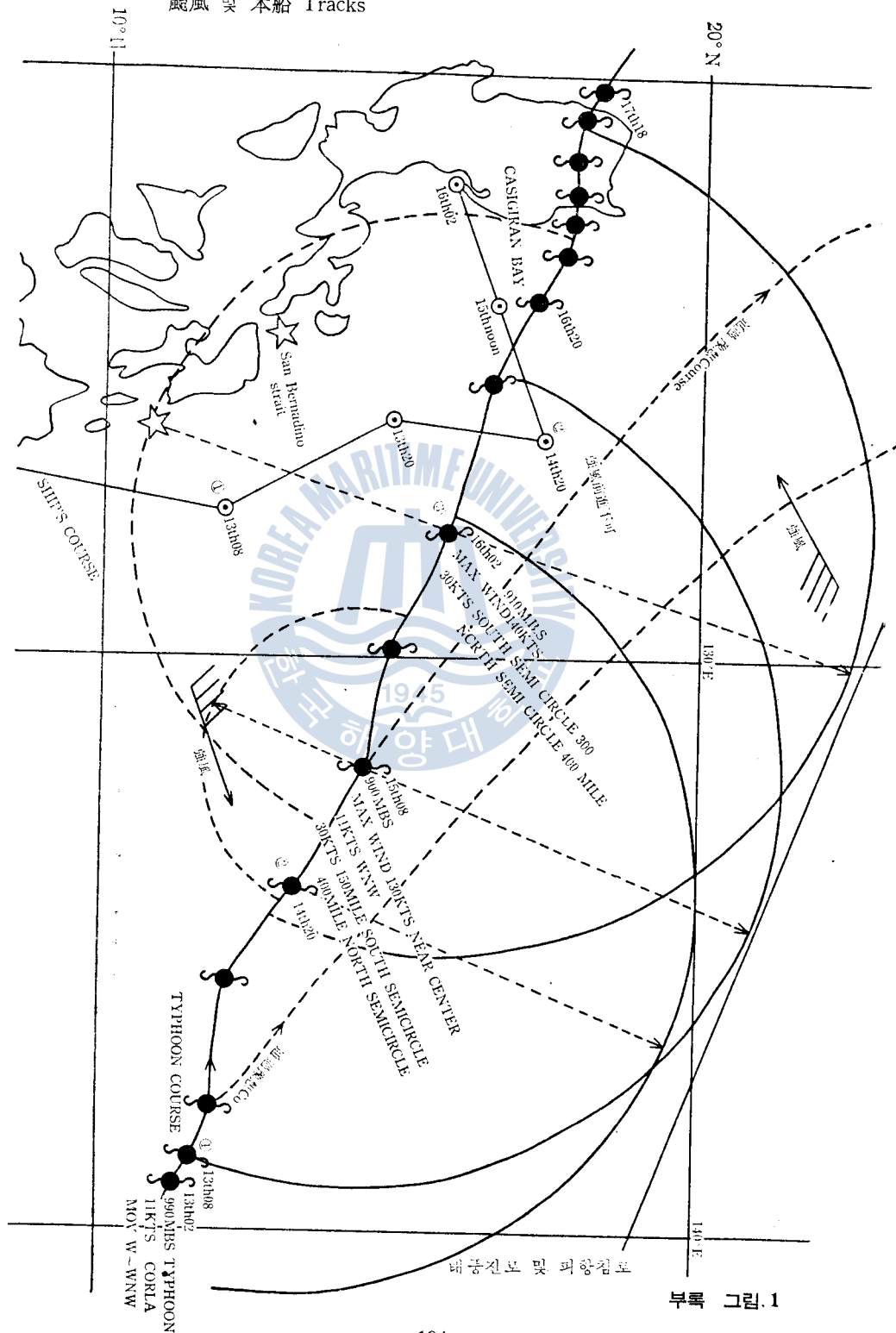
위 V節에서 얻은 結果를 보면 Anchoring Data Table을 作成하여 利用하면 錨泊待避의 安全性을 數分內에 判斷할 수 있고 그 判斷에 依하여 各 境遇에 適合한 投錨方法을 妥 考案해 낼 수 있다.

우리가 強風時 實際로 錨泊待避를 할 境遇 위의 Table에서 찾을 수 있는 값들을 일인히 計算하여 얻을려고 하면 적어도 數時間을 要하게 될 것이며 建造된지 오래된 船舶에 있어서는 計算資料의 不正確 등으로 因하여 그렇게 時間이 걸려서 計算을 하더라도 別로 正確한 計算이 되지 않을 境遇도 있을 것이다.

荒天時의 待避錨泊은 迅速을 要할 뿐만 아니라, 여러 다른 船舶들도 附近에서 錨泊을 한다. 그러므로 여러가지의 危險한 事情에 對하여 迅速하고 正確한 判斷을 하여 事前에 알맞는 措置를 하여 두어야 事故를 免할 수 있고 실사 事故가 나드레도 그에 對한 責任을 免할 수 있게 된다.

따라서 船舶이 最初에 建造될 때에 船長은 第 V節에서 例示한 것과 같은 Anchoring Data Table을 造船所側으로 하여금 作成토록 하여 이것을 船橋에 備置하여 두고 強風時의 操船에 크게 利用하여야 할 것이다.

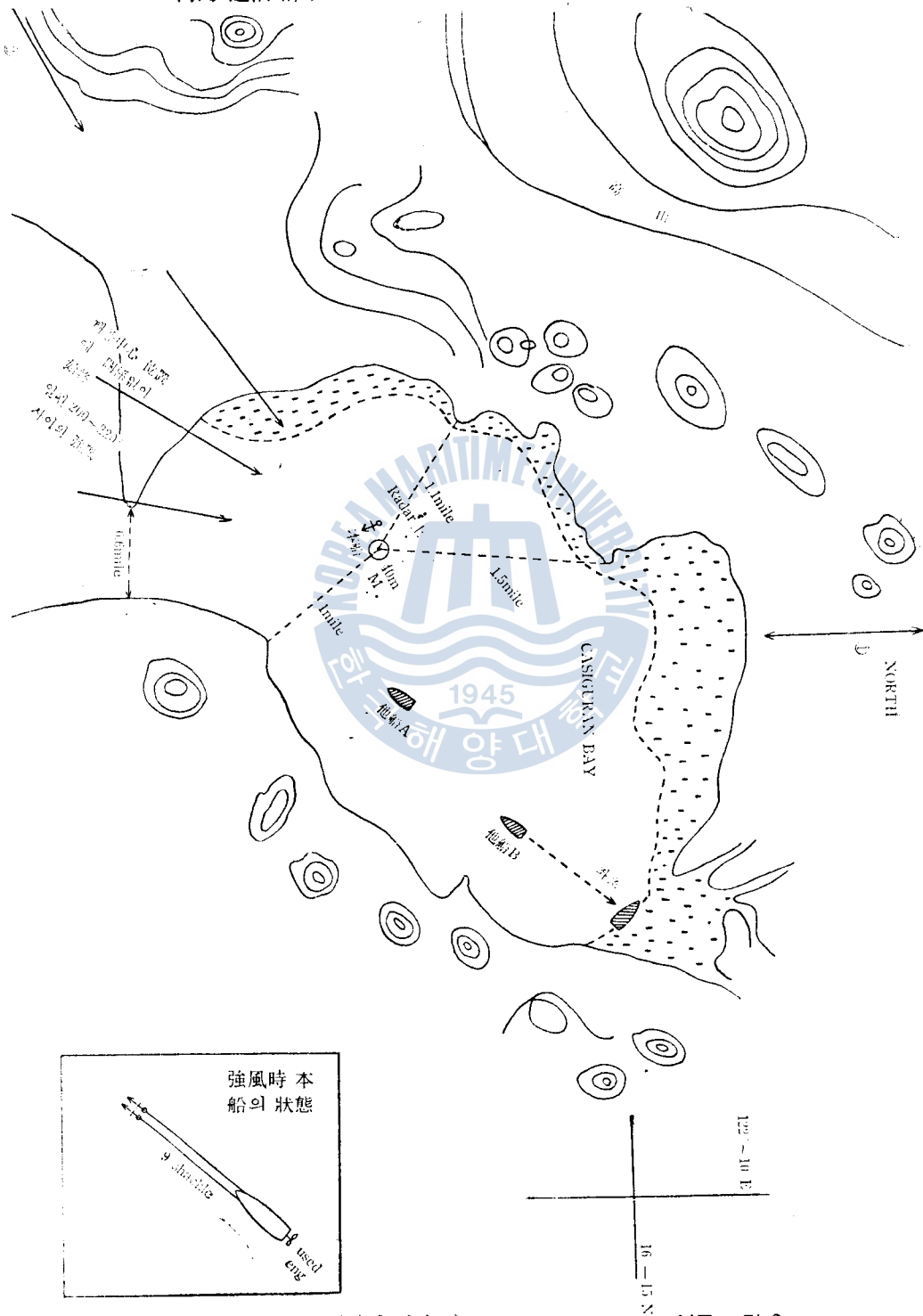
颱風 吳 本船 Tracks



부록 그림. 1



灣內 避泊略圖



灣內의 避泊 약도

부록 그림 2

參 考 文 獻

- 1) 三光汽船：巨大船の操船上の問題点，東京，1971，pp. 96~97
- 2) 杉原喜義：理論運用學(船体運動編)，海文堂，東京，1968，pp. 153~154
- 3) 藤本武助：流体力學，養賢堂，東京，1964，pp. 3
- 4) 尹点東：操船補助用引船의 曳引角度에 對한 研究，韓國海洋大學 海事圖書出版部，釜山 1974，pp. 6

