

船型에 따른 轉心の 移動에 關한 研究

崔 明 植

A Study on Shifting of Pivoting Point in accordance
with Configuration of Ships

Choi Myung-sik

〈目 次〉

Nomenclature

1. 序 論
 2. 理 論
 3. 轉心位置의 數值 計算
 4. 結果에 對한 考察
 - 4.1 方形肥瘠係數의 크기가 轉心の 位置變化에 미치는 影響
 - 4.2 船體 길이-幅의 比의 크기가 轉心の 位置變化에 미치는 影響
 - 4.3 船體 길이-吃水의 比의 크기가 轉心の 位置變化에 미치는 影響
 - 4.4 舵面積比의 크기가 轉心の 位置變化에 미치는 影響
 5. 結 論
- 參考文獻

Abstract

In the restricted sea way such as fair way in harbor, narrow channel etc., the safe ship-handling is a very important problem, which is greatly related with turning ability of ships.

It is of great importance that ship-handlers can grasp the position of pivoting point varying with time increase at any moment for relevant steering activities.

Meanwhile, in advanced ship-building countries they study and investigate pivoting point related with turning characteristics, but their main interest lies in ship design, not in safe ship-controlling and maneuvering.

In this regards it is the propose of this paper to provide ship-handlers better understanding of pivoting point location together with turning characteristics and then to help them in safe ship-handling by presenting the fact that pivoting points vary according to configuration of ships.

The author calculated the variation of pivoting point as per time increase for various type of vessels, based on the hydrodynamic derivatives obtained at test of Davidson Laboratory of Stevens Institute of Technology, New Jersey, U.S.A.

The results were classified and investigated according to the magnitude of block coefficient, length-beam ratio, length-draft ratio, rudder area ratio etc., and undermentioned results were obtained.

- (1) The trajectory of pivoting point due to variation of rudder angle are all the same at any time, though the magnitude of turning circles are changed variously.
- (2) The moving of pivoting point is affected by the magnitude of block coefficient, length-beam ratio, length-draft ratio, however, the effect by rudder area ratio might be disregarded.
- (3) In controlling and maneuvering of vessels in harbor, ship-handlers might regard that the pivoting point would be placed on $0.2-0.3L$ forward from center of gravity at initial stage.
- (4) The pivoting point of VLCC or Container feeder vessels which have block coefficient more than 0.8 and length-beam ratio less than 6.5 are located on or beyond bow in the steady turning.
- (5) When a vessel intends to avoid some floating obstruction such as buoy forward around her course, the ship-handler might consider that the pivoting point would be close by bow in ballast condition and close by center of gravity in full-loaded condition.

Nomenclature

- B : Ship beam
- C : Center of steady turn
- C_b : Block coefficient
- C_p : Prismatic Coefficient
- G : Center of gravity
- I_z : Moment of inertia with respect to z-axis
- I_z' : Dimensionless moment of inertia with respect to z-axis
 $[= I_z / \frac{1}{2} \rho L^4 T]$
- L : Ship length
- m : Mass of ship
- m' : Dimensionless mass of ship $[= m / \frac{1}{2} \rho L^2 T]$
- m_y' : Dimensionless virtual mass of ship in lateral direction
 $[= (m' - Y_v')]$
- N : Total yaw moment
- N' : Dimensionless total yaw moment $[= N / \frac{1}{2} \rho L^2 T U^2]$
- N_r' : $\partial N' / \partial r'$
- N_v' : $\partial N' / \partial v'$ $[= -N_\beta']$
- $N_{\dot{r}}'$: $\partial N' / \partial \dot{r}$
- n_z' : Dimensionless virtual moment of inertia with respect to
z-axis $[= I_z' - N_{\dot{r}}']$
- N_δ' : $\partial N' / \partial \delta$, Dimensionless yaw moment derivative with respect
to rudder angle

- P : Pivoting Point
- R : Steady-state turning radius
- R_A : Rudder area
- R_A' : Rudder area ratio $[=R_A/LT]$
- r : Turning rate $[=d\psi/dt]$
- r' : Dimensionless turning rate $[=rL/U=\frac{L}{R}]$
- \dot{r} : dr/dt
- r_s' : Steady - State dimensionless turning radius
- T : Ship draft
- t : Time
- t' : Dimensionless time $[=tU/L]$
- U : Speed of ship $[=(u^2 + v^2)^{\frac{1}{2}}]$
- u : Component of ship speed in x-axis direction
- \bar{v}' : v/U
- \dot{v}' : dv'/dt'
- v_s' : Dimensionless steady - state lateral speed
- X : Total x-direction force
- Y : Total lateral force
- Y' : Dimensionless total lateral force $[=Y/\frac{1}{2}\rho LTU^2]$
- Y_r' : $\partial Y'/\partial r'$
- Y_v' : $\partial Y'/\partial v'$ $[=-Y_\beta']$
- $Y_{\dot{v}}'$: $\partial Y'/\partial \dot{v}'$
- Y_δ' : $\partial Y'/\partial \delta$, Dimensionless lateral force derivative with respect to rudder angle
- β : Drift angle $[=-\sin^{-1} \frac{v}{U}]$
- δ : Rudder angle
- ρ : Density of water
- σ : Stability index
- ψ : Yaw angle
- ξ_p : Distance from C.G. to pivoting point
- ξ_p' : Dimensionless distance of pivoting point from C.G.
 $[=\xi_p/L]$

1. 序 論

港灣內, 峽水路等の 制限水路에서는 船舶의 安全運航이 매우 重要視되어 왔으며, 特히 最近에는 船舶의 輻輳 및 수많은 海上構造物의 設置로 더욱 重要한 問題가 되고 있다.

船舶이 安全하게 航行하기 위해서는 操舵에 의한 旋回性能의 程度가 問題로 되며, 船體의 旋回와 밀접한 關係가 있는 것이 轉心의 位置이다.

轉心은 船舶이 旋回하는데 있어서 外觀上의 回轉軸이 되는 點이 되며, 그 船舶의 操船者가 自船의 轉心位置를 잘 把握하고 있다면 操船上의 急迫한 危險에 처하게 되더라도 效果的인 旋回를 實施하므로써 그 危險을 避할 수 있을 것이다.

지금까지 世界 先進造船國에서 轉心에 관한 研究는 많았으나 操船實務者를 위한 側面에서 研究하였던 結果는 그렇게 많지 않다.

本論文에서는 操船者의 側面에서 轉心位置의 移動에 對하여 考察하여 操船者가 自船의 轉心位置를 把握하여 장애물에 대한 效果的인 廻避旋回를 行하는데 도움을 줄 수 있도록 하였다.

本論文의 研究方法은 여러가지 船型을 가진 船舶의 轉心位置를, 그 船舶의 流體力微係數를 使用하여 時間의 經過에 따라 數值計算하고, 그 結果에 對하여 方形肥瘠係數, 길이 - 幅의 比, 길이 - 吃水の 比, 舵面積比別로 分類하여 考察하였다.

2. 理 論

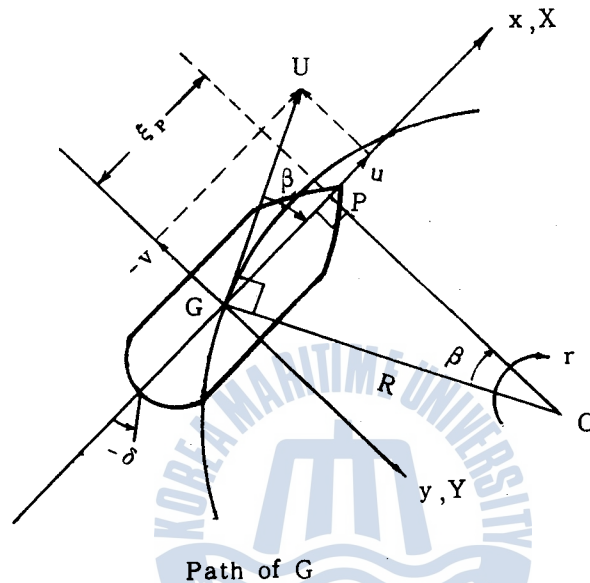


Fig. 2-1. Pivoting point and Coordinate System

一般的으로 靜水中의 操縱運動을 取扱하기 위하여 船體에 固定된 座標系를 使用하고 있으며, Fig. 2-1 은 船體固定座標系를 表示한다.

原點을 重心 G에 固定시키고 船體길이 方向을 x軸, 左右舷水平方向을 y軸, 鉛直上下方向을 z軸으로 잡는다.

또, x, y, z 軸 方向의 並進速度成分을 u, v, w, 角速度成分을 p, q, r 로 表示하고, x, y, z 軸를 慣性主軸으로 가정하여 x, y, z 軸 주위의 船體慣性모멘트를 I_x, I_y, I_z 로 나타낸다. U는 進行速度, m은 船體의 質量이며, 모든 回轉은 時計方向을 (+), 反時計方向을 (-)로 잡는다. 그리고, x, y, z 軸 方向의 船體에 作用하는 外力을 X,

Y, Z, 모멘트를 K, M, N 으로 표시한다.

Fig. 2-1 에서, 偏角 β 는

$$\beta = -\sin^{-1} \frac{v}{U} \cong -\frac{v}{U} \text{ 로 표시할 수 있고, 無次元化 시키면}$$

$$\beta' \cong -v' \dots\dots\dots (2-1)$$

로 표시할 수 있다.

또, 回頭角速度 $r'(t')$ 은

$$r'(t') = \frac{d\psi'}{dt'} = \frac{d\psi}{dt} \cdot \frac{dt}{dt'} = \frac{U}{R} \cdot \frac{L}{U} = \frac{L}{R} \dots\dots\dots (2-2)$$

단, $t' = \frac{tU}{L}$, $dt' = \frac{U}{L} dt$, $\frac{d\psi}{dt} = r = \frac{U}{R}$, $U \cong u$ 로 表示할

수 있으며, 重心 G로부터 轉心 P까지의 거리 ξ_p 는 $R\beta$ 로 표시할 수 있고 無次元化한 값은 다음과 같이 表示할 수 있다.

$$\xi_p' = \frac{\xi_p}{L} = \frac{R\beta}{L} = \frac{\beta}{L/R} = \frac{v'}{r'} \dots\dots\dots (2-3)$$

한편, 靜水中에서 一定한 速度로 運動하고 있는 船舶의 線形操縱 運動方程式은 다음과 같이 表示된다.

$$\left. \begin{aligned} Y_{aw} \text{ 運動} : n_z' \dot{r}' - N_r' r' - N_v' v' &= N_\delta' \delta \\ S_{way} \text{ 運動} : m_y' \dot{v}' - (Y_r' - m') r' - Y_v' v &= Y_\delta' \delta \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2-4)$$

(2-4) 式의 解를 求하기 위하여 右邊을 零으로 놓으면

$$\left. \begin{aligned} n_z' \dot{r}' - N_r' r' - N_v' v &= 0 \\ m_y' \dot{v}' - (Y_r' - m') r' - Y_v' v &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2-5)$$

(2-5) 式은 齊次微分方程式이며 一般的으로 解는

$$\left. \begin{aligned} v' &= V_1' e^{\sigma_1' t'} + V_2' e^{\sigma_2' t'} \\ r' &= R_1' e^{\sigma_1' t'} + R_2' e^{\sigma_2' t'} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2-6)$$

形式으로 表示된다.

또, 直進하고 있는 船舶에 舵角 δ_1 을 주어 定常旋回를 하게되면 r' , v' 은 零이 되며, 定常旋回時의 回頭 角速度 r'_s 및 橫方向 速度 v'_s 는 一定하게 되므로 (2-4) 式은

$$\left. \begin{aligned} -N_r' r'_s - N_v' v'_s &= N_\delta' \delta_1 \\ -(Y_r' - m') r'_s - Y_v' v'_s &= Y_\delta' \delta_1 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2-7)$$

으로 쓸 수 있다.

(2-7) 式을 r'_s , v'_s 에 關하여 整理하면 다음과 같다.

$$\left. \begin{aligned} r'_s &= \frac{-Y_v' N_\delta' + Y_\delta' N_v'}{Y_v' N_r' - N_v' (Y_r' - m')} \cdot \delta_1 \\ v'_s &= \frac{-N_r' Y_\delta' + N_\delta' (Y_r' - m')}{Y_v' N_r' - N_v' (Y_r' - m')} \cdot \delta_1 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2-8)$$

따라서 (2-4) 式의 解는 다음과 같이 表示된다.

$$\left. \begin{aligned} r'(t') &= R_1' e^{\sigma_1' t'} + R_2' e^{\sigma_2' t'} + r'_s \\ v'(t') &= V_1' e^{\sigma_1' t'} + V_2' e^{\sigma_2' t'} + v'_s \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2-9)$$

한편, (2-5) 式에서 解는 $v' = V e^{\sigma' t'}$, $r' = R e^{\sigma' t'}$ 의 形式으로 表示되므로 이것을 (2-5) 式에 代入하여 整理하면 다음식이 된다.

$$\left. \begin{aligned} (m_y' \sigma' - Y_v') V' - (Y_r' - m') R' &= 0 \\ -N_v' V' + (n_z' \sigma' - N_r') R' &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2-10)$$

(2-10) 式이 解 (non-trivial solution) 를 가지기 위해서는 V', R' 의 係數의 行列式이 零이 되어야 하며, 行列式을 풀면 σ' 에 對한 2次方程式이 된다.

$$A\sigma'^2 + B\sigma' + C = 0 \dots\dots\dots (2-11)$$

$$\text{단, } A = m_y' n_z'$$

$$B = -N_r' m_y' - Y_v' n_z'$$

$$C = Y_v' N_r' + N_v' (m' - Y_r')$$

따라서, (2-11) 式의 解는 다음과 같다.

$$\sigma_1', \sigma_2' = \frac{-B \pm (B^2 - 4AC)^{\frac{1}{2}}}{2A} \dots\dots\dots (2-12)$$

여기에서, (2-9) 式을 利用하여 時間이 經過함에 따르는 $r'(t')$ 및 $v'(t')$ 의 값을 求할 수 있다.

먼저 $t' = 0$ 에서는 $r'(0) = 0$, $v'(0) = 0$ 이므로 (2-9) 式은

$$\left. \begin{aligned} R_1' + R_2' + r_s' &= 0 \\ V_1' + V_2' + v_s' &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2-13)$$

으로 表示할 수 있다. 또, 初期條件을 (2-4) 式에 代入하여 整理하면

$$\dot{r}'_{(0)} = \frac{N_{\delta}' \delta_{(0)}}{n_z'} \dots\dots\dots (2-14)$$

$$\dot{v}'_{(0)} = \frac{Y_{\delta}' \delta_{(0)}}{m_y'}$$

이 된다. (2-9) 式을 微分하면

$$\left. \begin{aligned} \dot{r}'(t') &= \sigma_1' R_1' e^{\sigma_1' t'} + \sigma_2' R_2' e^{\sigma_2' t'} \\ \dot{v}'(t') &= \sigma_1' V_1' e^{\sigma_1' t'} + \sigma_2' V_2' e^{\sigma_2' t'} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2-15)$$

이 된다.

따라서, (2-14) 式의 初期條件을 (2-15) 式에 적용시켜 初期條件의 값을 計算하면

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1' R_1' + \sigma_2' R_2' &= \dot{r}'_{(0)} \\ \sigma_1' V_1' + \sigma_2' V_2' &= \dot{v}'_{(0)} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2-16)$$

이 되며 (2-13) 式과 (2-16) 式을 풀면 R_1', R_2', V_1', V_2' 의 값을 求할 수 있다. 그러므로 重心 G에서 轉心 P까지의 거리 $\xi_p'(t')$ 의 式은 다음과 같이 表示될 수 있다.

$$\xi_p'(t') = -\frac{v'(t')}{r'(t')} = -\frac{V_1' e^{\sigma_1' t'} + V_2' e^{\sigma_2' t'} + v_s'}{R_1' e^{\sigma_1' t'} + R_2' e^{\sigma_2' t'} + r_s'} \dots\dots\dots (2-17)$$

3. 轉心位置의 數值計算

一定한 速度로 直進하고 있는 船舶에 임의의 舵角을 주었을 때 時間의 經過에 따라 轉心이 重心으로부터 얼마만큼 移動하는가를 前述한 理論式에 各 模型船의 流體力微係數를 使用하여 數值計算하였다.

各模型船들의 特性은 Table 3-1 에 表示되고 있으며 Table 3-2 는 各模型船들의 流體力微係數를 나열하였다. 이 表는 美國의 Davidson 研究所에서 實驗하여 측정한 結果이다.⁴⁾⁸⁾ 단, n_z' , m_y' 는 다음과 같이 計算하여 表示하였다.

$$\left. \begin{aligned} m_y' &= m' - Y'_v \cong 2m' \\ n_z' &= I_z' - N'_r = 2I_z' = 2 \times (0.25)^2 \times m' = \frac{1}{8} \cdot m' \end{aligned} \right\} \dots (3-1)$$

Table 3-1의 模型船中에서, $C_b = 0.6$, $L/B = 7.0$, $L/T = 18.75$, 타면적비 = 0.016인 標準型의 商船 模型인 M211에 대하여 重心으로부터 轉心까지의 距離 및 旋回徑을 數值計算하여 Fig. 3-1에 그래프로 나타내었다.

(a)의 그래프는 舵角을 10度 주었을 때 t' 가 증가함에 따라 轉心의 位置가 變化하는 값을 數值計算하여 그래프로 그린 것이다. 旋回를 막 시작할 때 ($t' = 0$)의 轉心의 位置는 0.128이며 $t' = 4$ 에서 0.44, $t' = 6.5$ 에서 거의 一定한 位置, 0.45 부근에 이르게 된다.

그래프 (b)는 $t' = 3$ 일 때, 舵角을 10°에서 35°까지 變化시킬 때 轉心의 位置 變化를 計算한 그래프이며 (c)는 旋回徑의 變化를 나타내고 있다.

Model characteristics	M111	M211	M212	M213	M311	M411	M511	M611	M711	M811	T80
Length, L. (ft)	5.0										5.16
Beam, B. (ft)	0.667	0.714		0.833		0.625	0.714				0.806
Draft, T. (ft)	0.267						0.2175	0.345	0.267		0.311
Prismatic Coefficient C_p	0.614						0.616	0.614	0.713	0.807	0.834
Block Coefficient, C_b	0.600								0.700	0.800	0.830
L/B	7.5	7.0		6.0		8.0	7.0				6.4
L/T	18.75						23.00	14.50	18.75		16.6
B/T	2.5	2.68		3.12		2.34	3.28	2.07	2.68		2.59
Rudder span (ft)	0.200						0.164	0.258	0.200		0.253
" chord (ft)	0.105	0.167	0.080	0.105							0.108
" aspect ratio	1.90	1.20	2.50	1.90			1.56	2.46	1.90		2.34
" area ratio	0.016	0.025	0.012	0.016							0.017

Table 3-1. Pertinent Characteristics of Model Hulls

모 델 미 계 수	M 111	M 211	M 212	M 213	M 311	M 411	M 511
Y_v'	-0.270	-0.305	-0.311	-0.293	-0.308	-0.283	-0.260
N_v'	-0.108	-0.095	-0.081	-0.100	-0.089	-0.091	-0.075
Y_r'	0.088	0.090	0.096	0.082	0.089	0.088	0.094
N_r'	-0.067	-0.070	-0.076	-0.073	-0.075	-0.066	-0.057
m'	0.160	0.171	0.171	0.171	0.200	0.150	0.171
n_z'	0.020	0.021	0.021	0.021	0.025	0.019	0.021
m_y'	0.320	0.342	0.342	0.342	0.400	0.300	0.342
Y_δ'	0.046	0.050	0.060	0.037	0.038	0.038	0.031
N_δ'	-0.022	-0.024	-0.031	-0.018	-0.019	-0.019	-0.015

모 델 미 계 수	M 611	M 711	M 811	T 80
Y_v'	-0.349	-0.324	-0.354	-0.01650
N_v'	-0.133	-0.104	-0.086	-0.00600
Y_r'	0.099	0.083	0.085	0.00395
N_r'	-0.081	-0.068	-0.060	-0.00310
m'	0.171	0.200	0.229	0.01370
n_z'	0.021	0.025	0.029	0.00152
m_y'	0.342	0.400	0.458	0.02460
Y_δ'	0.045	0.052	0.065	0.00305
N_δ'	-0.023	-0.025	-0.035	-0.0014

Table 3-2. Hydrodynamic Derivatives of Model Ships.

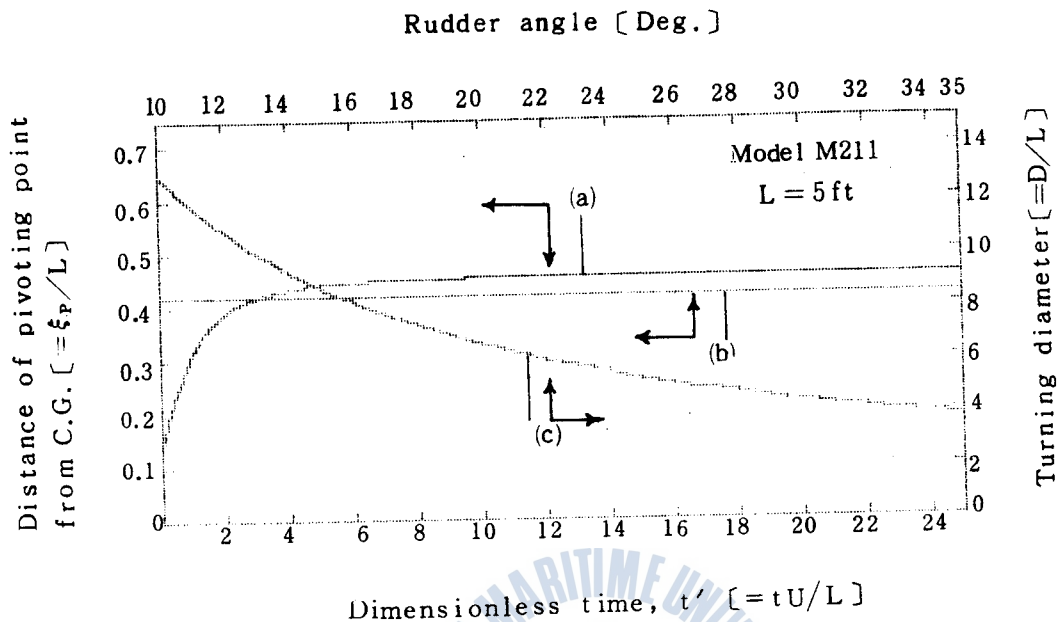


Fig. 3-1. (a) Variation of distance from center of gravity to pivoting point versus time increase at 10° rudder angle for model ship, M211, (b) versus various rudder angle (10° ~ 35°) at t' = 3, (c) variation of steady turning diameter against time change at 10° rudder angle

(b) 및 (c)의 그래프에서 考察해 보면 舵角을 크게 하는 경우 旋回徑은 작아지나 轉心의 位置가 變化하는 過程은 同一하다는 事實을 알 수 있다.

따라서, 舵角의 變化에 따른 轉心의 位置變化는 같으므로 各모델에 대하여 舵角 10° 를 주었을때의 轉心位置의 變化를 Fig. 3-2에 나타내었다.

대체적으로, 初期의 轉心位置는 0.119에서 0.135까지의 값을 가지며 t' = 4 ~ 6이 될 때까지는 빠르게 變化하고 그 이후는 거의

一定한 位置에 이르고 있다.

대부분의 船舶의 최종값은 0.4 ~ 0.5 이며, 최대 0.53에서 최하 0.38까지의 幅을 갖는다.

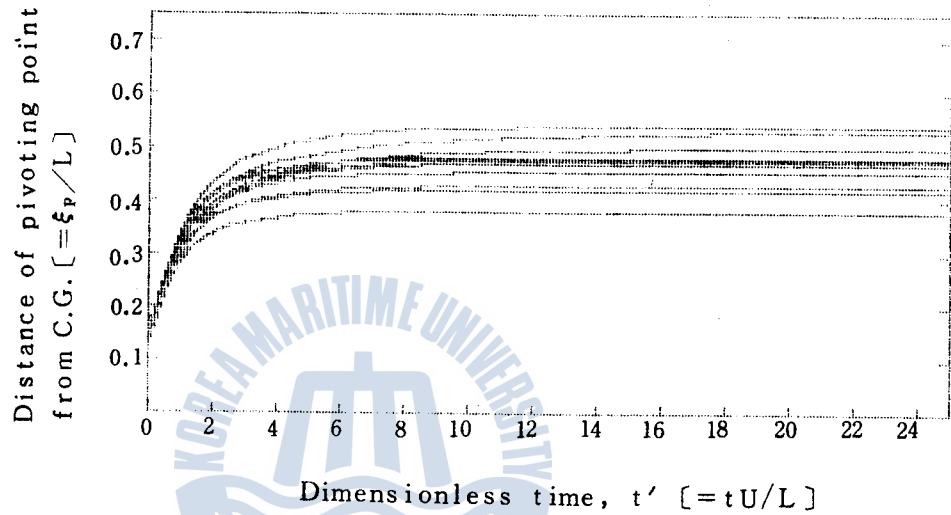


Fig. 3-2. Variation of distance from center of gravity to pivoting point versus time increase at 10° rudder angle for various model ships

자주 變針을 해야할 경우를 考察해 볼 때, 짧은 時間 ($t' = 0.5 \sim 1.0$) 마다 旋回가 이루어지므로 그때의 轉心의 位置는 $t' = 0.5$ 일 때 0.22 ~ 0.25, $t' = 1.0$ 일 때 0.28 ~ 0.33의 값을 가진다.

4. 結果에 對한 考察

前述하였던 數值計算結果를 方形肥瘠係數, 길이-幅의 比, 길이-吃水의 比, 舵面積比의 크기別로 分類하여 轉心の 位置에 對하여 考察하였다.

4.1. 方形肥瘠係數의 크기가 轉心の 位置變化에 미치는 影響

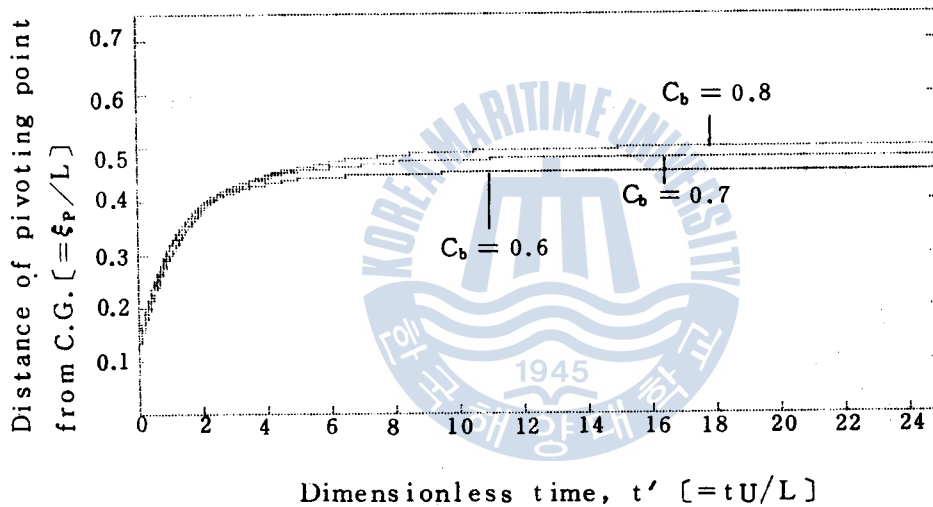


Fig. 4-1. Comparison of pivoting point positions versus time increase at $\delta_1 = 10^\circ$ in accordance with the magnitude of block coefficient, C_b of model ships.

Fig.4-1을 보면 方形肥瘠係數의 차이에 의하여 時間이 變化할때 轉心の 位置도 變化하는데 차이가 있음을 알 수 있다.

初期의 轉心位置는 0.13程度 부근이지만 t' 가 증가함에 따라, $C_b = 0.6$ 인 高速 商船은 $t' = 9.5$ 에서 0.45의 값을 가지며, $C_b = 0.7$ 인 一般 貨物船은 $t' = 11$ 에서 0.48의 값을 갖고,

$C_b = 0.8$ 인 肥大船은 $t' = 15$ 에서 0.5 의 값을 가진다.

一般的으로, $t' = 3$ 일 때까지는 轉心の 移動이 매우 빠르며 그 이후는 方形肥瘠係數가 증가함에 따라 轉心이 船首쪽으로 더 移動하고 있다.

특히 $C_b = 0.8$ 인 肥大船은 $t' = 5$ 에서 0.46 의 값을 가지며 $t' = 10$ 에서 0.49, $t' = 15$ 에서 0.5 의 값을 가지게 되어 轉心은 船首에 位置하고 있다.

4.2. 船體의 길이-幅의 比의 크기가 轉心の 位置變化에 미치는 影響

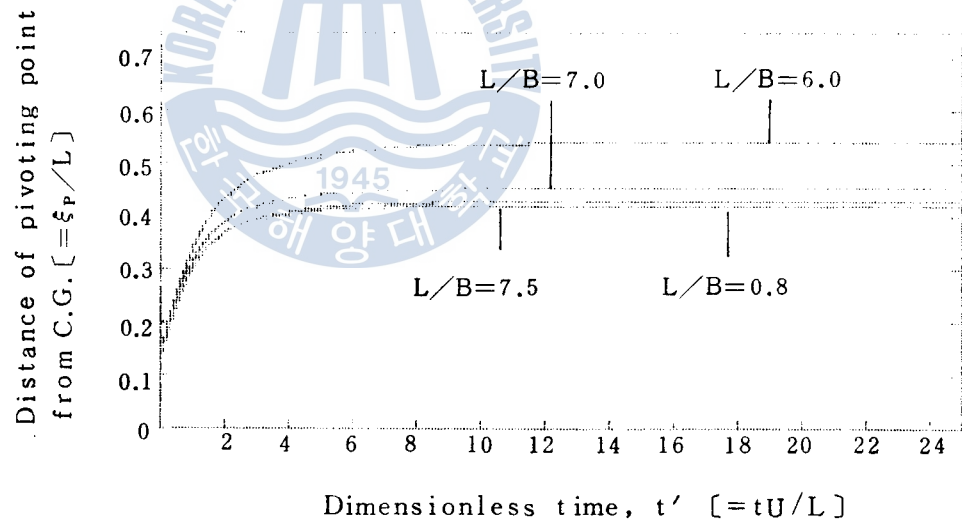


Fig. 4-2. Comparison of pivoting point locations versus time increase at 10° rudder angle according to the magnitude of length - beam ratio, L/B of model ships

Fig.4-2 는 船體의 길이-幅의 比가 變함에 따라 轉心位置의 變

化에도 影響을 미치고 있다는 事實을 나타내고 있다.

初期 ($t' = 0$) 의 轉心の 位置는 L/B 가 6.0인 船舶은 0.125, L/B 가 7.0인 船舶은 0.128, L/B 가 7.5인 船舶은 0.131, 8.0인 船舶은 0.127로서 대체로 L/B 가 큰 船舶이 0.13 부근 L/B 가 작은 船舶은 0.125 부근에 위치한다.

Fig.4-2 그래프를 考察해보면 L/B 의 크기가 감소하면 轉心の 位置는 더욱 船首쪽으로 移動하는 事實을 알 수 있다. 普通 $L/B = 6.0$ 은 肥大船에서 많이 볼 수 있는 값으로 肥大船의 旋回徑이 普通의 船舶보다 작은 事實과 잘 부합된다.

4.3. 船體길이-吃水의 比의 크기가 轉心の 位置變化에 미치는 影響

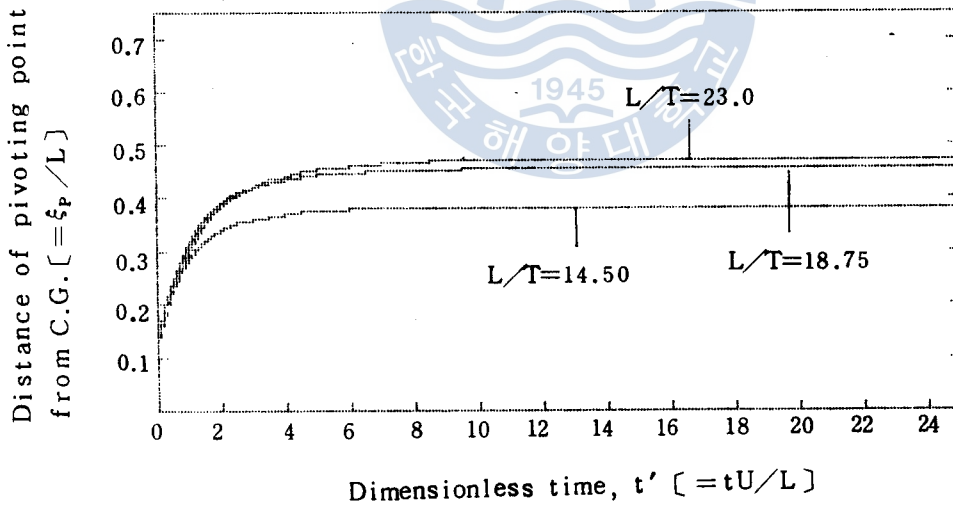


Fig. 4-3. Comparison of calculated pivoting points against time change at $\delta_1 = 10^\circ$ due to the magnitude of length-draft ratio, L/T of model ships

普通 標準型의 一般商船은 L/T 가 18 程度이며 轉心의 位置는 0.45 程度의 값을 갖는다.

Fig.4-3 은 舵角 10 度를 주었을때 길이-吃水의 比가 크고 작음에 따라 轉心의 位置 移動에 어떠한 變化가 있는지를 나타내는 그래프이다.

L/T 의 값이 標準船보다 커질 때는 轉心의 位置變化가 크지 않지만 L/T 값이 標準船보다 작아지면 轉心의 位置는 標準船에 比하여 船首쪽으로 적게 이동한다.

특히 L/T 값이 14.50 인 船舶의 初期値는 0.120 이며, $t'=6$ 程度에서 轉心은 0.38 程度의 값을 가진다.

一般的으로 普通船舶(商船)의 初期値가 0.13 程度에 있는 것에 比하면 그값이 매우 작은 편이며, 普通船舶에 있어서 0.45 L 程度가 定常 旋回時의 轉心의 位置인 것에 比하면 상당히 작은 값이다.

4.4. 舵面積比의 크기가 轉心의 位置變化에 미치는 影響

Fig.4-4 는 舵面積比(水面下 측면적에 對한 舵面積의 比)의 크기가 달라지면 轉心位置의 時間에 따른 變化가 어떻게 되는가를 表示하고 있다.

대체적으로 舵面積比의 增減에 의한 轉心位置의 變化에는 規則的인 關係는 없으며 거의 影響을 미치지 않는다는 事實을 發見할 수 있다.

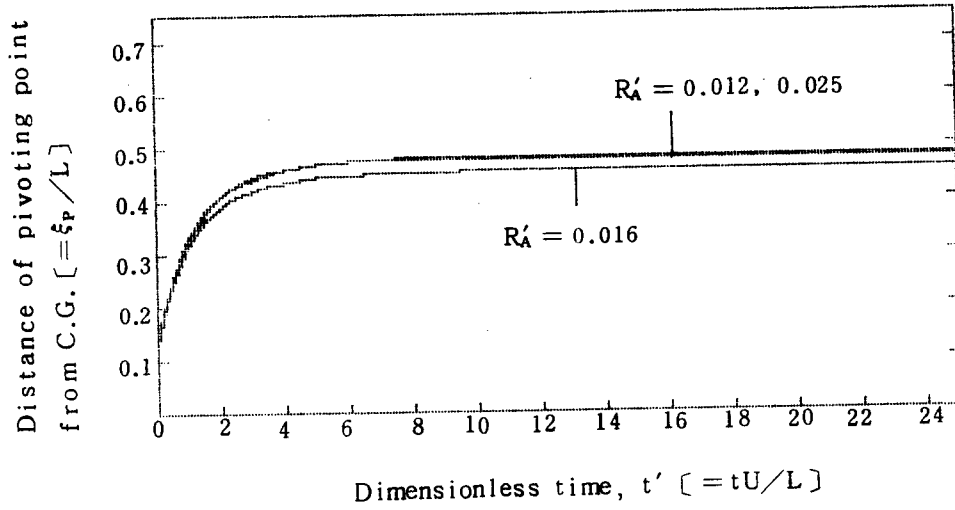
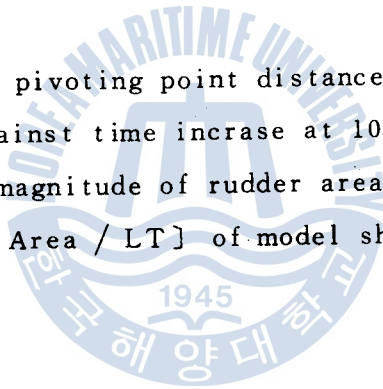


Fig. 4-4. Comparison of pivoting point distances from center of gravity against time increase at 10° rudder angle by the magnitude of rudder area ratio, R'_A [$=$ Rudder Area / LT] of model ships



5. 結 論

여러가지 船型의 船舶에 對하여 轉心の 時間의 變化에 따른 移動을 數值計算한 結果를 綜合하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 旋回時 舵角에 變化를 주면 旋回徑의 크기는 달라지지만 轉心の 位置가 變化하는 過程은 同一하다.
2. 旋回中 轉心の 位置는 方形肥脣係數, 船幅, 吃水의 크기에 따라 差異가 있으며, 舵面積比의 影響은 거의 없다.
3. 港內 操船에 있어서는 通常 大角度 旋回를 하지 않으므로 轉心の 位置는 船體重心으로부터 前方 0.2 ~ 0.3 L 程度에 있는 것으로 생각하고 操船하여야 할 것이다.
4. 方形肥脣係數가 0.8 以上이며 길이-幅의 比가 6.5 以下인 巨大型船이나 Container feeder 船에 있어서, 定常旋回時 轉心은 船首前方에 位置한다.
5. 船首前方에 있는 浮標와 같은 海上構造物을 피하고자 할 경우, 轉心이 空船時에는 船首 가가이에, 滿載時에는 重心가가이에 位置한다는 점을 고려하여 操船하여야 할 것이다.

以上과 같은 結論이 操船實務者에게 도움을 줄 수 있으리라 생각하며, 狀況에 따라서는 風壓의 影響으로 인하여 轉心の 位置가 달라질 수도 있으므로 차후 研究 되어야 할 課題로 思料된다.

參 考 文 獻

1. 尹点東：船舶運用的 理論과 實務，第一文化社，釜山， p.33-56.
(1982)
2. 尹点東：巨大型船 操船論，亞成出版社，釜山， p.4-21(1983)
3. 孫景浩：船舶操縱運動의 力學的 構造，KTTC 耐航性 및 操縱性
分科 第3次 Workshop, 釜山, (1984)
4. Philip Mandel etc.: Principles of Naval Architecture,
SNAME, New York, p.482-486, 518-529.(1967)
5. 赤崎繁：船體旋回學，海文堂，東京， p.58-70 (1975)
6. Kenneth S.M. Davidson: Turning and Course-Keeping Qualities,
transactions, Vol 54, SNAME, New York (1946)
7. Haruzo Eda: Directional Stability and Control of Ships in
Restricted Channels, transactions, Vol 79, SNAME New
York (1946)
8. J.D.Yoon: Inherent Steering Characteristics coming from
the Configuration of a Vessel, transactions, Vol 8.
J. of the Korean Institute of Navigation, Pusan.(1984)

油價變動에 따른 船舶의 設計要目 決定에 關한 研究 (經濟速力을 中心으로)

權 赫 善

A Study on Ship's Design Specifications in accordance with Oil Prices
(Laying Emphasis on Economical Speed)

Kwon Hyok - seon

〈目 次〉

Abstract

記號說明

I. 序 論

II. 經濟速力의 定義 및 油價

2.1 經濟速力의 定義

2.2 油價와 經濟速力 및 最適機關馬力

III. 模擬모델의 構成

3.1 方法論

3.2 模型의 構成

3.3 模擬모델 分析의 資料

IV. 模擬모델의 解析

4.1 油價變動과 最適機關馬力

4.2 油價變動 및 海運運賃과 最適機關馬力

V. 結 論

參考文獻