

運輸省港湾技術研究所 正会員 佐藤 恒夫
 “ “ 奥山 育英

1. はじめに

近年、省エネルギー対策として、船長が長く、又、重量トン数が総トン数に対して大きく(3~4倍)なる傾向が見られ、水域等の計画に対して、出入港船舶から見た操縦の難易度等の情報による計画の評価の必要性が高まっている。本稿は、これを実現するための操縦シミュレーターの確立に資するため、その基礎情報の1つである船舶の操縦性指数の特徴、並びに、これが旋回軌跡に与える影響を検討したものである。

内容としては、船舶の操縦運動を表現する式として最も簡潔な野本氏の式により、操縦性指数と旋回運動の関係を求め、最大縦距を求める簡易図を作成した。

2. 船舶の操縦性指数と旋回運動

船舶の操縦運動は、Kempf の試験¹⁾によって求められる操縦性指数 K (旋回性指数)、及び T (追従性指数)を用いて、

$$T \cdot \frac{d\psi}{dt} + \psi = K \delta \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

ここで、

ψ : 回頭角, δ : 舵角

で近似されることが野本氏によつて提案されている。²⁾

操縦性指数は、船型、船速、舵角等により

変化し、又、実際の船舶においては、船速、

舵角等を状況に応じて変化させるが、ここでは条件を単純化し、 K 、 T を一定とし、速力 V_0 で直進航行中の船舶が、速力一定のまま時間 t_0 を要して舵角 δ_0 を与えて旋回するものと仮定すると、任意の時刻 t における回頭角 $\psi(t)$ は、①式を解いて②式で与えられる。

$$\psi(t) = \begin{cases} K \delta_0 \left\{ \frac{t^2}{2t_0} - \frac{Tt}{t_0} - \frac{T}{t_0} (e^{-\frac{t}{T}} - 1) \right\} & (0 \leq t \leq t_0) \\ K \delta_0 \left\{ t - (T + \frac{t_0}{2}) + \frac{T}{t_0} (e^{-\frac{t}{T}} - 1) e^{-\frac{t_0}{T}} \right\} & (t \geq t_0) \end{cases} \quad \cdots \cdots \textcircled{2}$$

図1は、操縦性指数 K 、 T と回頭角速度の関係を示したものである。又、図2(次頁)は、②式を用いて、 T 、 K をパラメトリックに与えて旋回軌跡を計算した結果を示す。なお、 $T' (= T \times V/L)$ 、 $K' (= K \times L/V)$ は、それぞれ T 、 K を無次元化したものである。これらの図から、次のようなことがうかがえる。

(1) 旋回性指数 K は、定常旋回半径を左右する。すなわち、舵角を一定とすれば、定常旋回時の回頭角速度は K によつて決定され、 K が大きいほど任意の時刻 t における回頭角速度は大きくなり、従つて、縦距、横距及び定常旋回半径は小さくなる。

(2) 追従性指数 T は、定常旋回状態になるまでの時間を左右する。すなわち、 T が大きいほど回頭角速度の変化は小さくなり、従つて、定常旋回状態になるまでの時間を多く費やす。

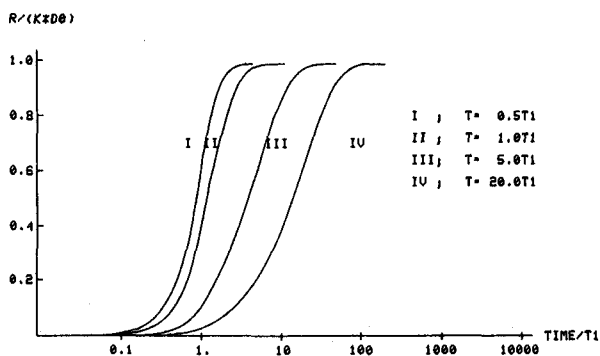


図1. 操縦性指数と回頭角速度の関係

3. 旋回性指数Kと追従性指数T'の関係

図3は、与えられた舵角に対する操縦性指数 T' 、 K' と最大縦距の関係を示したものである。

この図により、所定の船舶の舵角及び K' 、 T' 値(各試験等により求まる)が与えられれば、最大縦距を求めることができる。

又、この図から解るように、 K が小さい場合には、 T' の違いにより最大縦距が大きく左右される。すなわち、近年における船型変化の傾向に見られるように、同じトン数でも船長が長くなると、 K が小さくなり最大縦距は T' の影響を大きく受けるようになる。このため、港湾を利用する船舶の側から見れば、この点に配慮した法線計画が必要となる。

4. 港湾計画への適用

本稿では、操縦運動を表現する式として簡易な式を用い、条件も単純化したが、前項にも触れたような船型の変化を勘案すると、港湾計画とりわけ水域の法線計画を作成する上で、船舶の操縦性指数を配慮していくことが必要となろう。

さらに、近年、船橋からの視界の変化と港湾

計画の評価に取込む試みが進められているが、これを実現するために、舵角、 K 及び T' 以外の要因をも考慮した式の利用を考え、又、実際の操船に於いた条件を時間の関数として与えて旋回軌跡をシミュレートし、これと船橋からの視界を組み合わせることにより、操船シミュレーターを確立することが必要であろう。

(参考文献)

- 1) 新訂操船論；岩井聰、
昭和52年5月
- 他
- 2) 船の操縦性に就いて；
野本謙作他、
造船・論文集No.99, 101
- 3) 水路系における船舶交通シ
ミュレーションプログラム
(その1)；
笹島博他、
港湾技術資料No.223

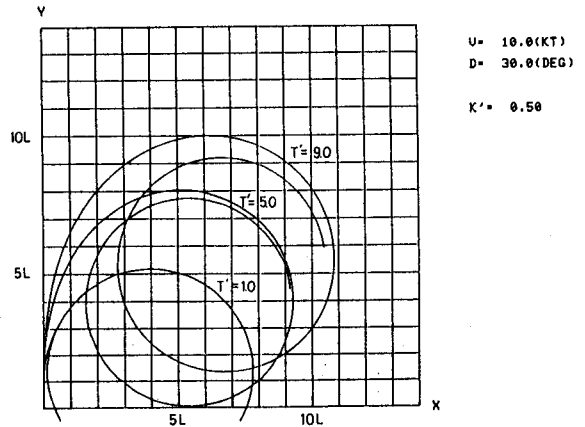


図2-1 旋回軌跡 (K :一定)

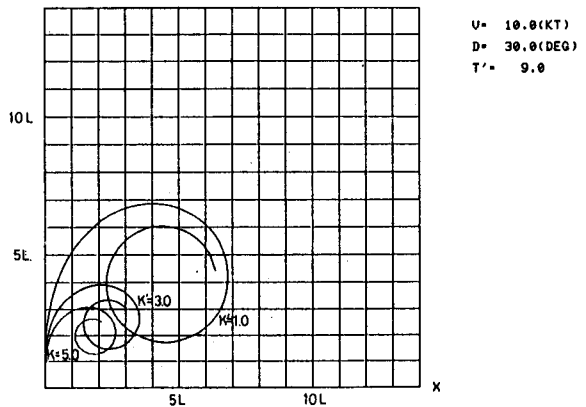


図2-2 旋回軌跡 (T' :一定)

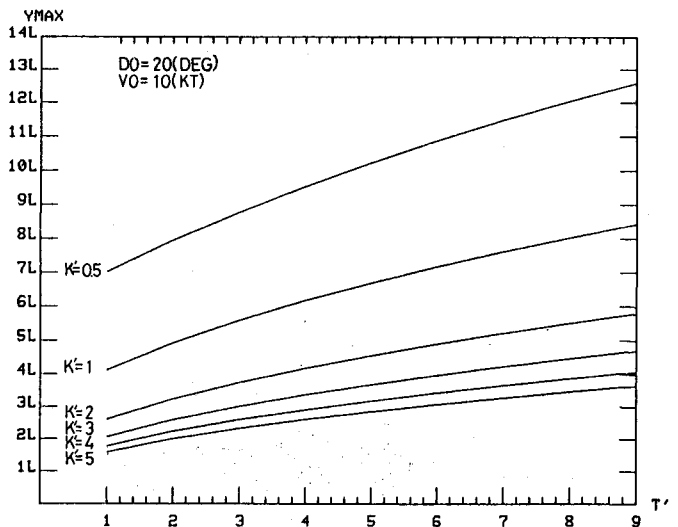


図3 操縦性指数と最大縦距の関係