

## 4. 航路法線（屈曲部）

第1段階：中心線の交角は $30^\circ$ を越えないことが望ましい。 $30^\circ$ を越える場合であって、対象船舶が特定されない場合には、航路の屈曲部の中心線を曲率半径が対象船舶の垂線間長の概ね4倍以上の円弧とすることを基本とする。

航路幅員は、所要の幅員以上とし、航路幅員 $W$ の航路では下図のようにすみ切りを設定することが必要である。

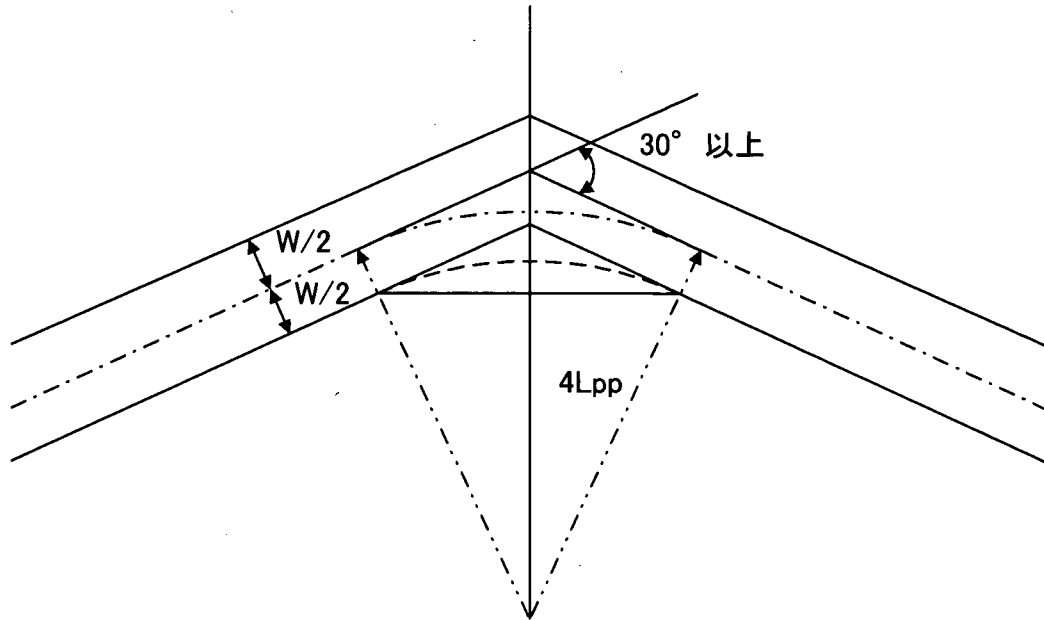


図 4-1 航路幅員  $W$  の航路での「すみ切り」

第2段階：中心線の交角が $30^\circ$ を越える場合であって、対象船舶が特定される場合には、船舶の旋回性能を示す旋回性指数に基づき算定される曲率半径とすることができる。また、航路幅員は、所要の幅員以上とする。

なお、屈曲部の航路形状はすみ切りを設定する以外にも、海事関係者との調整のもとに、ブイの設置等に配慮して曲線形状等にすることができる。とくに、曲率半径長が長い場合に、すみ切りを設けることは、必ずしも有効とはならないので、曲線形状に対する検討が重要となる。

(解説)

1) 船舶の旋回性能を示す旋回性指数に基づく曲率半径は、次式により算定することができる。

$$R=Lpp/(K'\cdot\delta)=V/(K\cdot\delta) \quad (1)$$

R : (m) 航路の屈曲部の中心線を曲率半径  
K : 旋回性指数  
K' : 無次元値 旋回性指数 [K'=K/(V/Lpp)]  
Lpp : (m) 対象船舶の垂線間長  
 $\delta$  : (ラジアン) 屈曲部を航行する場合の舵角  
V : (m/s) 屈曲部を航行する場合の船速

2) K'として次の値を参考にすることができる。なお、この値は、無風状態における芳村による数値シミュレーション結果(次項に参考資料として示す)から求めた値であり、強風状況におけるPCC、コンテナ船等の上部構造が大きな船舶を対象とする場合には、K'値は別途に検討することが必要である。

・ 深海域 K'=0.75 (船種による区分は無し)

・ 浅海域 (D/d=1.2)

VLCC K'=0.70

コンテナ船 K'=0.35

バルク船 K'=0.55

LNG船 K'=0.45

3) 屈曲部の曲線形状の手法として、「Approach Channels A Guide for Design(PIANC, IAPH, IMPA, IALA)」を参考にすることができる。また、具体的な計画例として海外の航路(Port of Tanjung Pelepas 他)を参考にすることができる。

---

$\alpha$  : 航路法線の交角  
 $\delta$  : 屈曲部を航行する際の舵角  
V : 対象船舶の速度  
D : 航路水深  
d : 対象船舶の入出港時における最大喫水  
Lpp : 対象船舶の垂線間長  
R : 航路中心線の曲率半径

## 参考資料： 各種船型の変針シミュレーション結果

### 1. シミュレーション概要

VLCC、大型コンテナ船、大型バルクキャリア、LNG船の4船種の無風下および強風下(15m/s)における変針シミュレーションの実施。

### 2. 対象船舶の諸元

	VLCC	CONT.C	BULK	LNG
L (m)	316	273	279	269
B (m)	60	32.2	45	44.5
d (m)	20.4	13.25	17.81	10.8
Cb	0.7941	0.6665	0.8042	0.7028
L/B	5.267	8.478	6.200	6.045
B/d	2.941	2.430	2.527	4.120
Cb*B/d	2.336	1.620	2.032	2.896
$A_R/Ld$	1/52.35	1/50	1/6.7	1/44.6
$\Lambda$	2.00	1.87	1.8462	1.4857
Dp(m)	10.44	8.20	9.40	8.31
P/Dp	0.6662	1.0053	0.6503	0.7996
MCR(ps)	36,960	35,100	19,100	40,000
rpm	74	90	72	103

### 3. シミュレーションにおける条件設定等

1)数学モデル：MMG 型モデル

2)流体力係数：実験式

3)浅水影響：

付加質量；旋回運動に与える影響は少ないので、4船型とも平均的な実験特性を使用

船体抵抗：修正木下式

推進性能：深水と同じと仮定

舵力：同上

線形微係数の変化：貴島式（ただし  $Y_T$  の修正は平均的な実験値を採用）

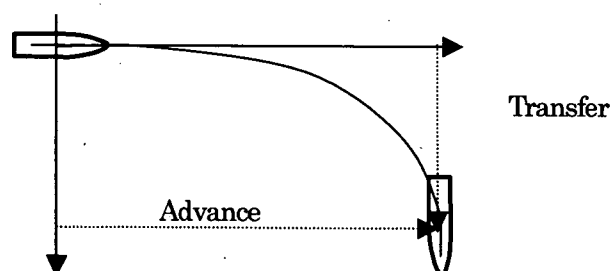
非線形係数の変化：深水と同じと仮定

風圧力係数：山野の式

4)プロペラ要目は各船の主機特性に適する要目を標準設計法で推定

5)使用舵角 20 度

### 4. 90° 変針シミュレーションの結果

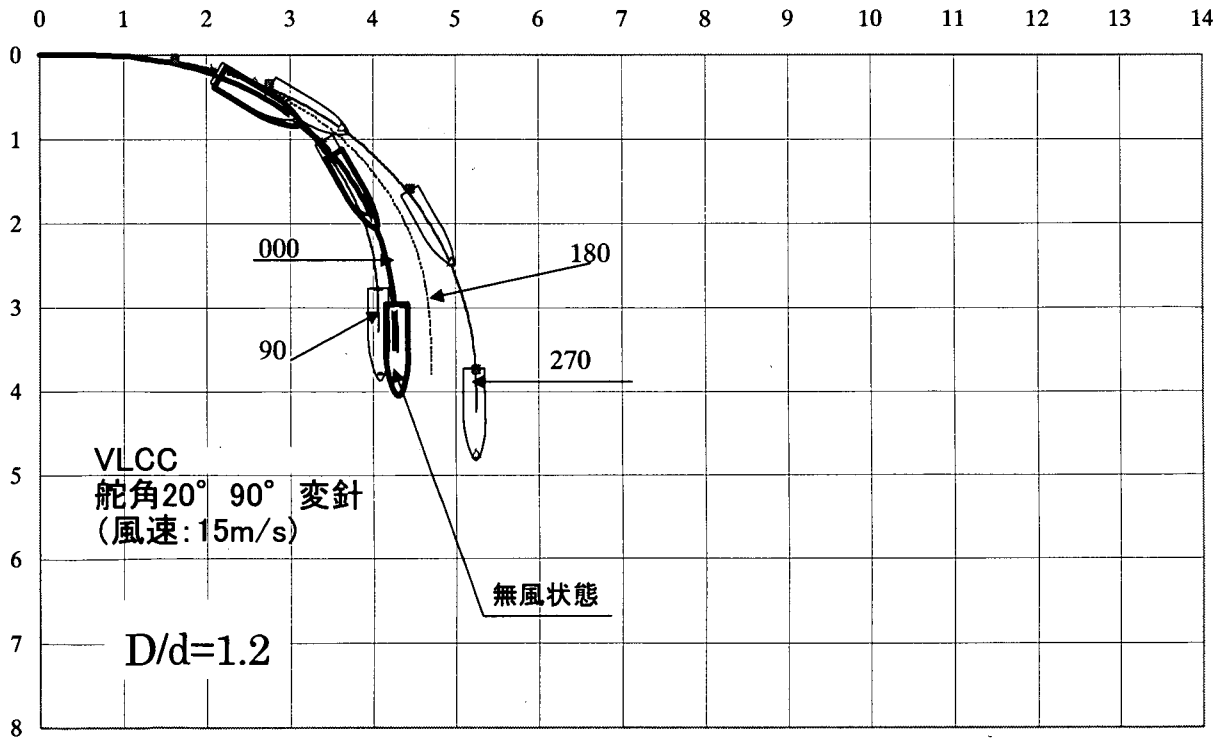
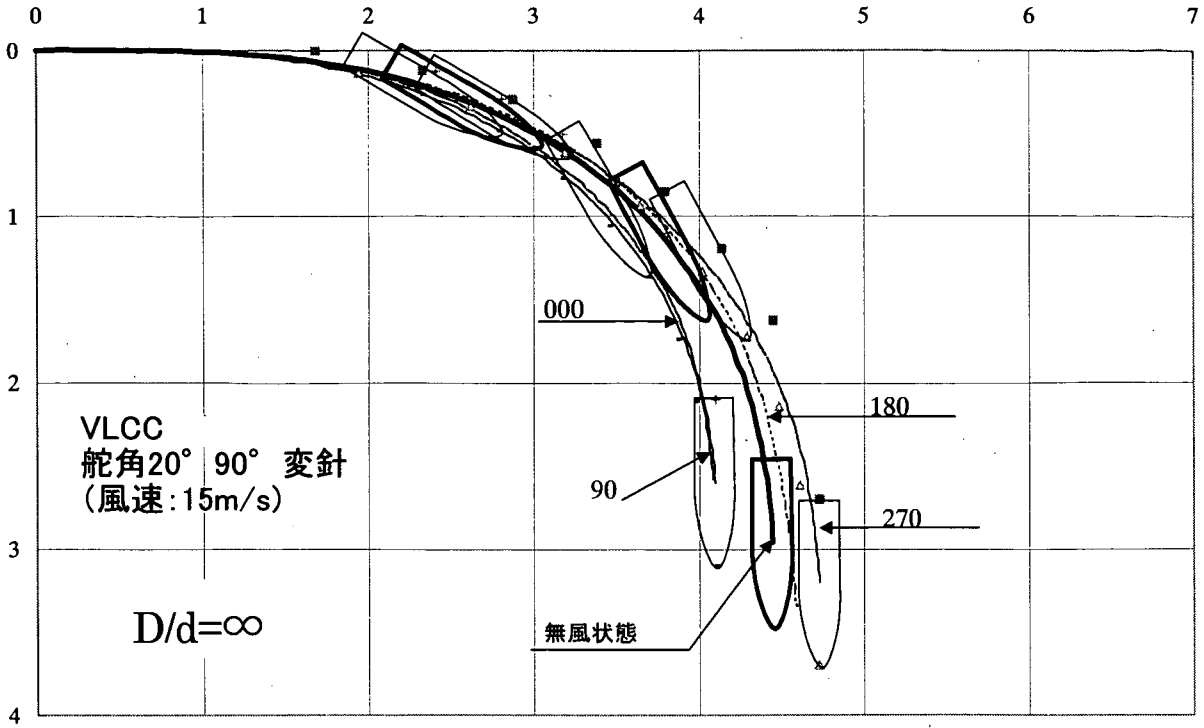


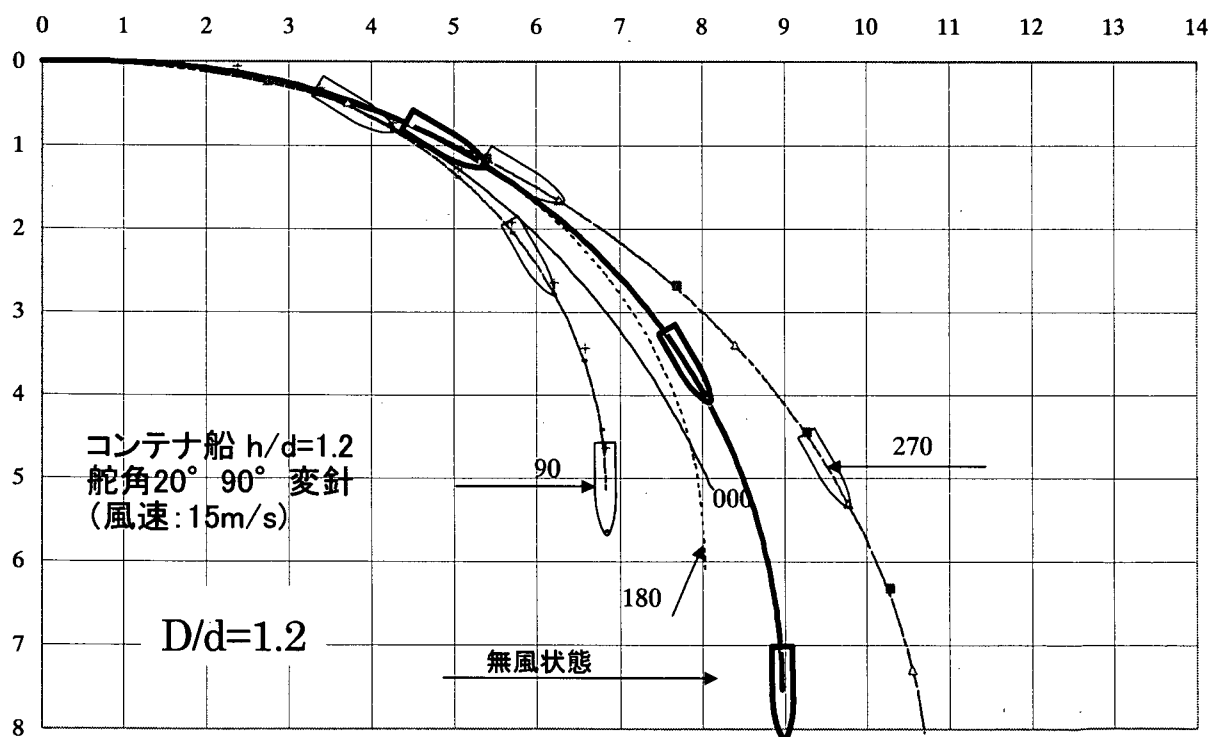
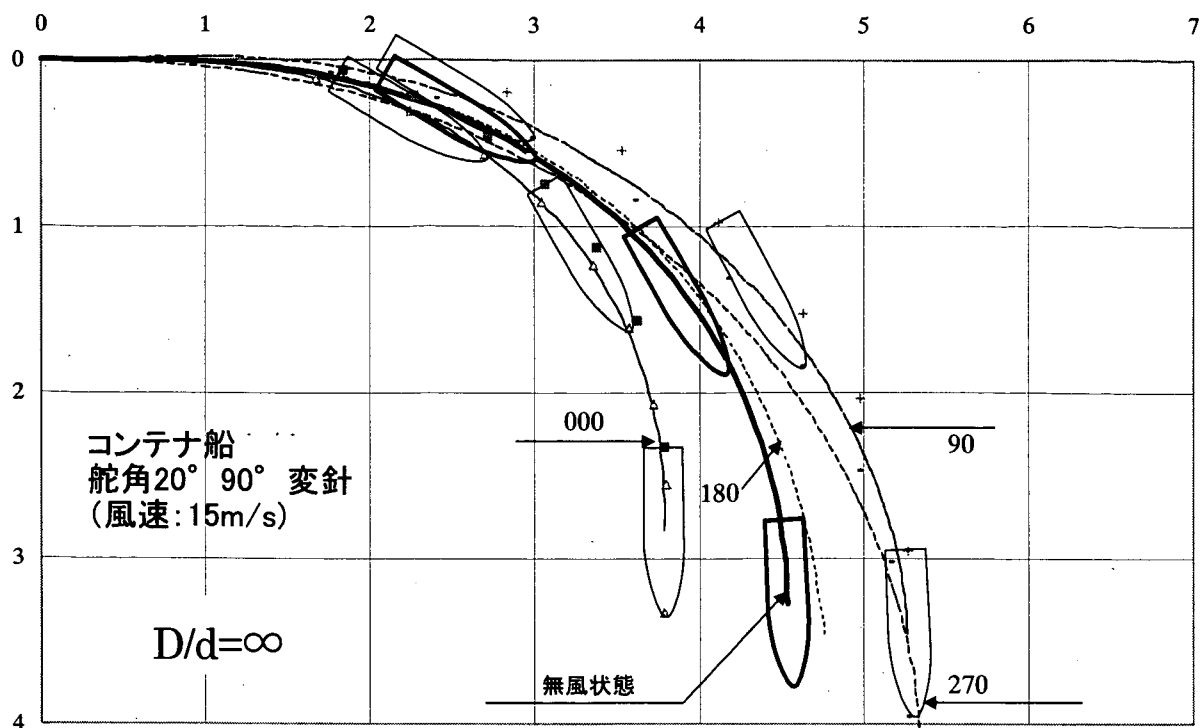
数値の単位は船の長さ

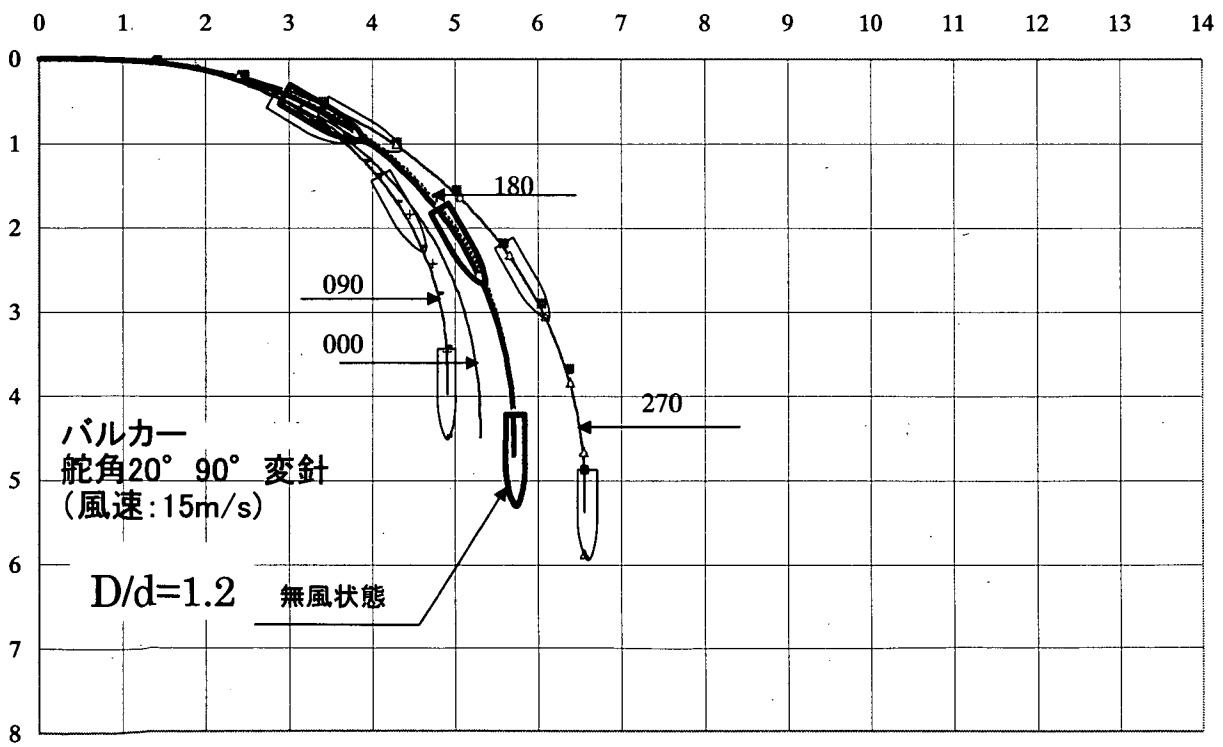
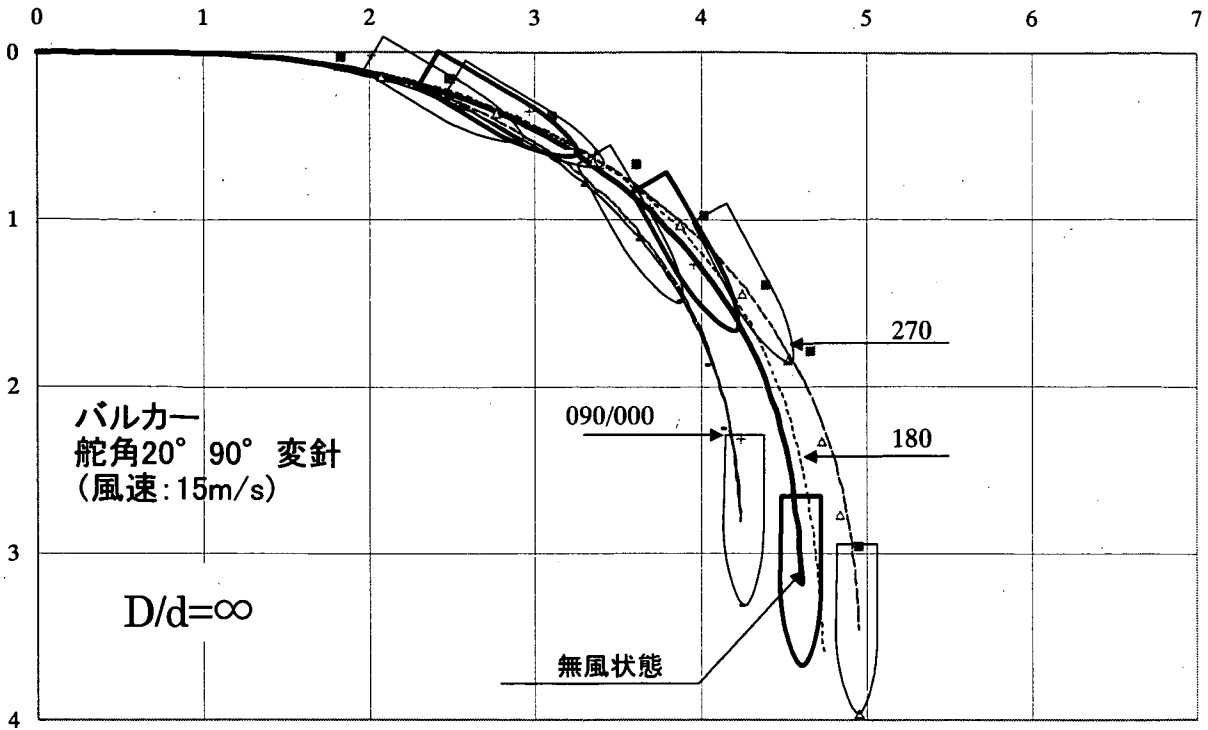
	VLCC	CONT.C	BULK	LNG
D/d=∞				
Advance	4.45	4.54	4.61	4.24
Transfer	2.96	3.28	3.19	2.67
Average	3.70	3.91	3.90	3.46
D/d=1.2				
Advance	4.26	8.97	5.71	6.54
Transfer	3.49	7.53	4.70	5.99
Average	3.88	8.24	5.20	6.26

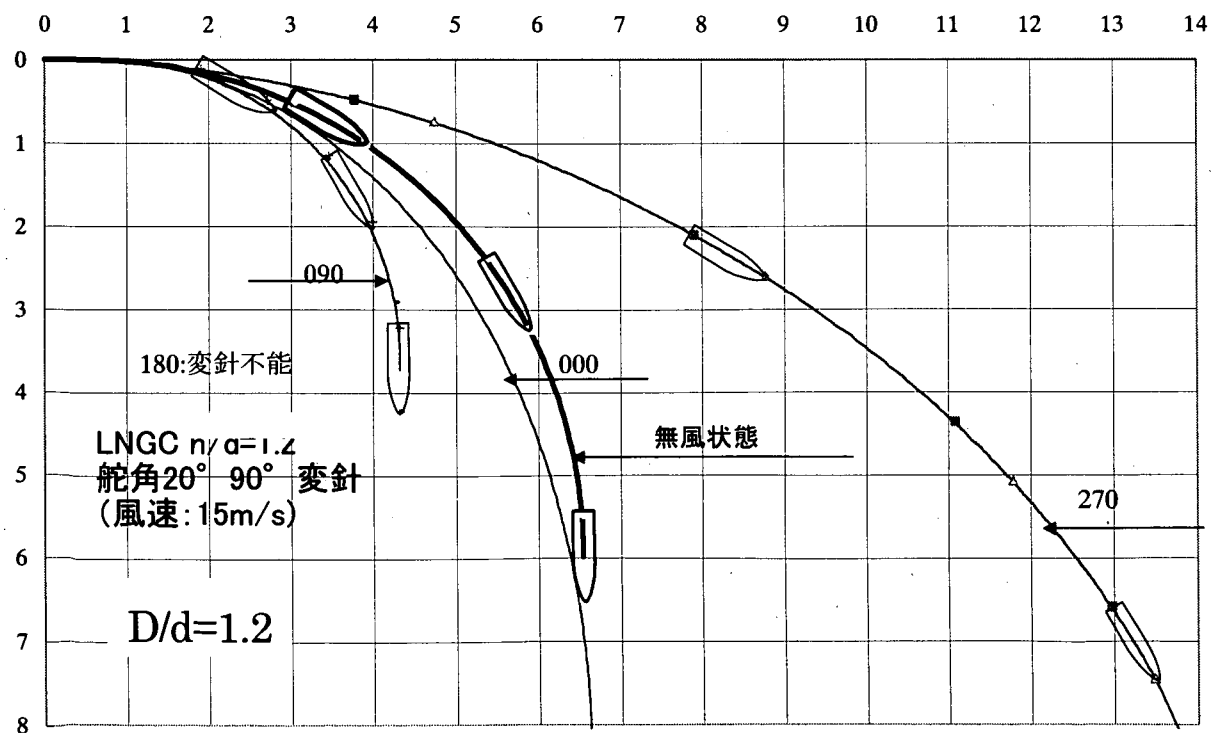
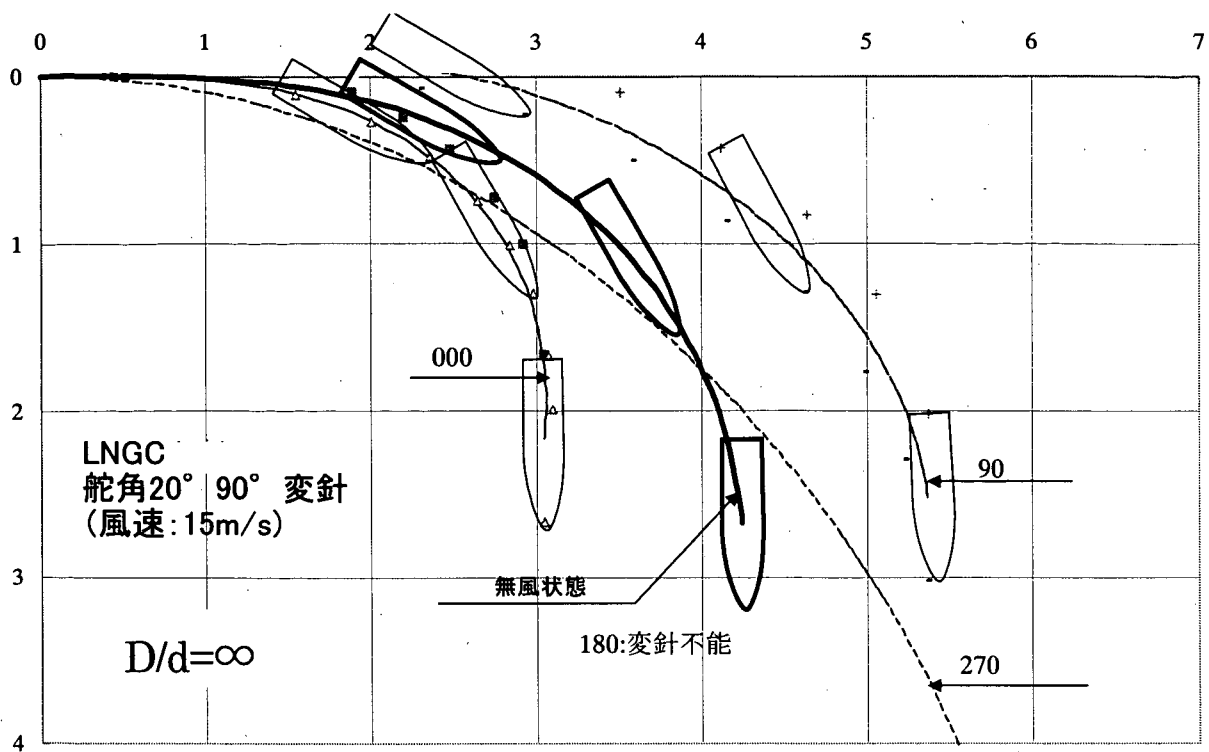
\* 各船種ごとの航跡を以下に示す。図中の太線は無風下の結果、細線は強風下(4風向)を示す。

\* 風向は初期状態における真風向を示す。









計算事例－6 浅海域における曲率半径

船種	VLCC	
Lpp (m)	316	
K'	0.7	
舵角 (度)	浅海域曲率半径 (m)	Lpp 換算
15	1724.3	5.5
20	1293.2	4.1
25	1034.6	3.3
30	862.2	2.7

船種	CONT. C	
Lpp (m)	273	
K'	0.35	
舵角 (度)	浅海域曲率半径 (m)	Lpp 換算
15	2979.4	10.9
20	2234.5	8.2
25	1787.6	6.5
30	1489.7	5.5

船種	BULK	
Lpp (m)	279	
K'	0.55	
舵角 (度)	浅海域曲率半径 (m)	Lpp 換算
15	1937.6	6.9
20	1453.2	5.2
25	1162.6	4.2
30	968.8	3.5

船種	LNG	
Lpp (m)	269	
K'	0.45	
舵角 (度)	浅海域曲率半径 (m)	Lpp 換算
15	2283.3	8.5
20	1712.5	6.4
25	1370.0	5.1
30	1141.7	4.2