

VLCC의 접안조종에 따른 조류영향의 고찰

김세원 교수*

A Study under effects of Current for VLCC's Berthing Maneuvering

Sae - Won Kim*

요 약

VLCC와 같은 초대형선을 접안조종할 때 풍압력이나 조류력과 같은 외력의 영향에 의한 선체저항을 고려할 필요가 있다. 그리하여 OCIMF에서는 16,000톤 이상의 유조선을 조종할 때 외력의 계류저항력으로 다음과 같은 한계조건을 설정하고 있다. 즉, ① 전방향의 풍력 60노트 상황에서 ② 조류는 선체에 대한 상대 유향 000° 또는 170° 에서 2노트, 또는 정횡 유향에서 최대 0.75노트까지이다. 그리고 수심과 흘수의 비는 만선상태에서 1.1 : 1, 공선상태에서 3.0 : 1을 기준으로 하고 있다.

이와 관련하여, 이 연구에서는 VLCC의 접안 조종시의 선체저항을 조류의 유향에 따라서 산정하고, 그에 따른 엔진의 단계별 추력과 그 사용시간을 제시함으로써 안전 접안조종을 평가하였다.



Abstract

When maneuvering vessels for berthing, the hull resistances were effected by external forces as big factors. Therefore we have to consider the wind and current forces for berthing maneuvering.

The OCIMF's guidelines of environmental criteria for all tanker above 16,000tons deadweight intended for ocean going trading, the mooring resistance should be sufficient to safety the following conditions:

① 60 knots wind from any direction simultaneously with either,

② 3 knots current at 000° or 180° , or 2 knots current at 010° or 170° , or 0.75 knots current from the direction maximum beam current loading. Water depth to draft ratios for these condition are to be taken as 1.1:1 when loaded and 3.0:1 when ballast.

In this connection, this study evaluated the effects of current forces and directions to the VLCC's hull resistances and also suggested engine using time by calculating of thrusting power of each engine steps for safe maneuvering for berthing.

I. 서 론

선박조종을 수행함에 있어서 만재상태의 VLCC와 같이 수면하면적이 큰 초대형 선박을 부두에 접안조종할 때에 조류의 크기 및 방향은 선체운동에 커다란 영향을 미침을 알 수 있다. 그러므로 일반적으로 VLCC와 같은 초대형 선박들은 가능한 한 조류의 흐름이 가장 작은 때를 이용하여 접안조종을 하게 된다.

본 연구에서는 VLCC의 접안조종에 있어서 조류의 유향에 따른 선체저항의 변화와 이에 따른 본선의 기관사용에 대하여 고찰하도록 한다.

II. 본 론

2.1 선체의 저항

배가 항주 중에 받는 전저항(total resistance)은 크게 나누어 배의 수면하부가 받는 물의 저항과 수면 윗부분이 받는 공기저항으로 나눌 수 있다.

물의 저항은 다시 다음과 같이 마찰저항, 조파저항, 조와저항 등으로 분류할 수 있고, 특별히 조파저항과 조와저항을 합쳐서 잉여저항(剩餘抵抗, residual resistance)이라고 한다. 그러나 실제적으로 선박에 가

* 한국해양대학교 해사대학

장 많은 영향을 미치는 것은 마찰저항과 조파저항이다.

1) 마찰저항(摩擦抵抗, frictional resistance)

선체가 수중을 진행할 때 선체와 물이 접하여 있는 모든 면에 물의 부착력이 작용하여 선박의 진행을 방해하는 힘을 말한다. 이 저항을 감소시키기 위해서는 접촉면적의 감소 및 선체의 청결유지가 필요하며, 최근에는 특수 페인트(SPC paint)를 많이 사용한다.

2) 조파저항(造波抵抗, wave-making resistance)

선체가 공기와 물의 두 유체의 경계면에서 운동하면서 발생하는 저항을 말하며, 이 저항의 감소를 위하여 선수부분을 구상선수(bulbous bow) 형태를 많이 채용하며, 선미에서 뒤쪽으로 퍼져나가는 파를 발산파(diverging wave)라 하며, 선수미선에 19.5°의 각을 이룬다.

3) 조와저항(造渦抵抗, eddy-making resistance)

선체가 진행하면서 형성한 와류에 의하여 선체에 작용하는 저항력을 말하며, 이 저항의 감소를 위하여 물방울 모양의 유선형 선체구조를 많이 채용하고 있다.

4) 공기저항(空氣抵抗, air resistance)

수면상의 선체가 공기의 흐름에 의하여 받는 저항을 말하며, 이 저항의 감소를 위해서는 수면 상부 구조물을 직각형태에서 원형으로 하고, 또 구조물 중간에 빈 공간을 만들어 공기의 저항을 줄인다.

일반적으로 선체저항의 비율은 다음과 같은 것으로 분석하고 있다.

- 마찰저항 : 저속화물선 80%, 고속화물선 40~50%
- 조파저항 : 저속화물선 10~15%, 고속화물선 50~40%
- 와저항 : 2~10%
- 공기저항 : 1%

그러나, 근래에 들어와서 Hughes 등에 의하여 제창된 새로운 분류법으로는 배가 점성이 없는 이상유체 속에서 운동을 할 때 발생하는 파도로 인한 조파저항과 유체의 점성 때문에 발생하는 점성저항(粘性抵抗, viscous resistance)으로 대별하고 있다. 이 중에 점성저항은 선체의 침수표면적과 같은 표면적을 갖는 평판의 마찰저항과 선체가 평판이 아닌 어떤 형상을 가진 물체이기 때문에 발생하는 형상저항으로 분류하고 있으며, <표 1>과 같다.

<표 1> 배 저항의 분류

종래의 방식 (W.Froude 방식)	전저항=마찰저항+잉여저항+공기저항 ↳ 조파저항 ↳ 조와저항
근래의 방식 (G.Hughes 방식)	전저항=점성저항+조파저항+공기저항 ↳ 평판의 마찰저항 ↳ 형상저항

2.2 선체와 타의 영향

일반적으로 선미 끝부분에 장착되어 있는 타는 수면하의 선체형상 및 추진기의 영향을 가장 많이 받으므로 선체운동에 따른 유선(流線)의 변화, 추진기류에 의한 유속의 변화 및 선체운동에 따른 반류(wake current)의 영향을 받아서 선체의 직진 및 후진운동에 큰 영향을 미치며, 보다 구체적으로 분류하면 다음과 같다.

1) 선체와의 간섭 및 선미형상의 영향

선박 조종중에 타 midship상태에서 타각(α)을 주게 되면, 타의 주위에서 발생한 압력의 변화는 선미부 선체의 형상에 따라서 영향을 미치고 선체의 좌우현에 압력차를 유발하여 선회전을 증가시키며, 타 단독에 의한 회두압력을 20~30% 정도 증가시킨다. 특별히 선미의 skeg가 클수록, 타와 선미재와의 간격이 좁을수록, Screw aperture가 적을수록 크다.

2) 추진기류와 반류의 영향

추진기의 회전으로 인하여 발생하는 추진기류(推進機流)는 타면에 부딪치는 유선의 유속을 증가시키지만, 반류는 그 유선의 유속을 감소시킨다. 그러므로 twin screw 선체에서는 single screw 선체에 비하여 타효가 훨씬 감소한다.

반류의 영향은 방형비척계수(C_b)가 클수록 크게 나타난다.

3) 타판에 작용하는 직압력 계산식

일반적으로 타판에 작용하는 직압력(F_n)은 일반적으로 다음과 같이 나타낸다.

$$F_n = C \cdot A \cdot v^2 \cdot f(\alpha) \dots\dots\dots (1)$$

여기서

C : 타압계수

A : 타면적

v : 유속

f(α) : 타각함수

타각함수는 가장 간단히 표현되는 Beaufoy 식, f(α) = sin α 를 많이 사용한다.

위의 (1)식에 Beaufoy 식을 대입하여 정리한 Froude의 타압식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 F_n &= C \cdot A \cdot v^2 \cdot f(\alpha) \\
 &= \frac{1}{64} \cdot A \cdot v^2 \cdot \sin \alpha \quad (\text{ton, knot, sec 단위})
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

4) 타면적의 결정법

일반적으로 선박에서 타면적이 클수록 타효가 큰 것은 당연하지만, 타면적이 크면 클수록 저항력 증가로 인한 선속감소의 영향도 크게 나타나므로 타면적을 크게만 할 수는 없다. 그러므로 일반적으로 선박의 타면적은 선체침하부의 총단면적에 대한 비율에 의하여 결정한다.

즉, 타면적을 A라 하면, 타면적비율(K)은 $K = \frac{A}{L \times d}$ 로 나타낼 수 있으며, 일반 상선에서는 대개 $\frac{1}{60} \sim \frac{1}{70}$ 정도이고, 실제로 Tanker의 타면적비는 <표 2>와 같다.

여기서, L : 선박의 길이(LBP), d : 만재흘수를 나타낸다.

<표 2> Tanker의 타면적비

선명	G/T	LBP	Summer draft	Side wet surface	타면적	타면적비	타의 종류
T호	12,353	163.0	9.17	1,495	21.90	1/68.2	balanced contra
U호	11,961	163.0	9.10	1,483	22.90	1/64.8	simplex

2.3 조류력(current force)에 의한 선체 저항력

일반적으로 선체에 작용하는 조류력은 그 조류속력과 방향을 풍압력에서와 비슷한 형태로 감안하며, 특히 조류력은 선체에 있어서 UKC(under keel clearance)의 영향을 크게 받으며, UKC의 감소에 따라서 선체에 미치는 힘은 급격히 증가하게 된다.

대부분의 하역 터미널은 조류력의 영향을 최소화하기 위하여 조류방향과 거의 평행하도록 부두를 축조하며, 선박의 종방향 축에 대하여 작은 각도(약 5°)일지라도 커다란 횡방향의 힘을 발생시키므로 유의해야만 한다. 모델실험에서 250K DWT 크기의 만재한 유조선에서 선수방향의 1노트의 조류는 UKC 2m의 경우에 약 5톤의 힘이 발생하였지만, 1노트의 정횡방향의 조류에 있어서는 동일한 UKC조건에서도 약 230톤의 막대한 힘을 발생시키는 것으로 실험결과 입증되었다.

이와 같이 조류력이 선체에 미치는 영향을 고려하여 VLCC선의 계류장치의 설계를 위해서는 석유회사 국제해운포럼(OCIMF: oil companies international marine forum)에 의하여 공포된 외력조건을 주로 적용한다. 이 OCIMF의 외력조건으로는 다음과 같이

풍력과 조류력에 대한 구체적인 기준을 설정하고 있고, 특히 흘수와 수심과의 비율은 그 선박의 만재상태를 기준으로 하여 1:1.1을 사용하도록 규정하고 있다.

(1) 바람

풍향에 관계없이 전 방향을 기준으로 한 최대풍속 : 60 노트(30.87 m/sec)

(2) 조류 방향 및 조류력의 한계

- ① 선수미 방향과 000° 및 180° 방향의 조류 : 3 노트(1.5 m/sec)
- ② 선수미 방향과 010° 및 170° 방향의 조류 : 2 노트(1.0 m/sec)
- ③ 선체 정횡 방향의 최대 조류 : ¼ 노트(38.6 cm/sec)

2.3.1 조류력 계산식

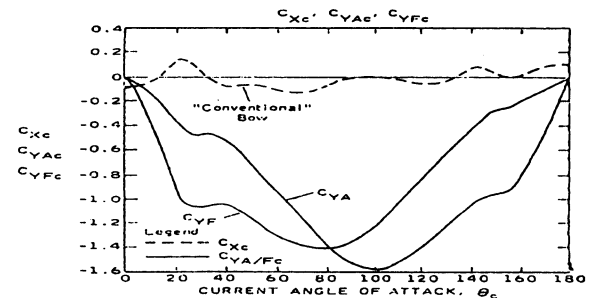
조류력의 계산은 풍압력과 거의 동일한 형태의 방정식을 이용하며, 조류가 선체에 입사하는 방향을 고려할 때 선체의 선수미선에 대하여 ψ 의 각도로 입사하면 측면적에 작용하는 힘은 $\sin \psi$ 에 비례하므로 선수미선에 대하여 직각방향으로 흐르는 조류가 가장 큰 영향을 미침을 쉽게 알 수 있다.

그러므로 조류력 계산식은 다음의 식(3)과 같이 나타내며, 특히 조류력계수(C_w)는 선형 및 흘수와 수심의 비에 따라서 각각 다르며, 일반적으로 유조선의 경우는 모형실험을 통하여 계측한 <그림 1>의 자료를 이용하고 있다.

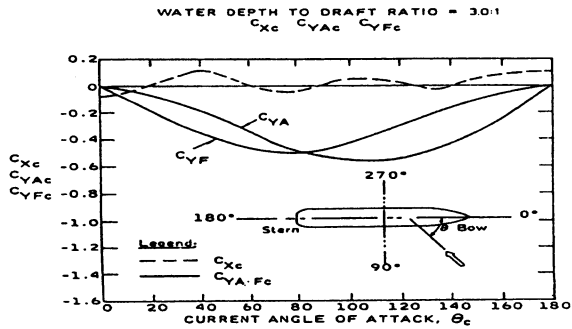
$$R_w = \frac{1}{2} \rho_w C_w W^2 (A' \sin \psi + B' \cos \psi) \dots \dots \dots (3)$$

여기서,

- ρ_w : 해수밀도(1025kg/m³)
- C_w : 조류력계수
- W : 조류력(kts)
- ψ : 선수미선에 대한 조류 입사각
- A' : 만재상태의 수면하 투영측면적
- B' : 만재상태의 수면하 투영정면적
- 1 ton = 9.80665 k · Newton



(a) Water Depth to Draft Ratio = 1.1 : 1



(b) Water Depth to Draft Ratio = 3.0 : 1

<그림 1> 수심과 흘수 비에 따른 조류력계수

2.3.2 VLCC의 만재상태에서 조류력 산출

1) 250K급 VLCC의 요약

DWT: 250,000 tons, LOA: 349.7 m, LBP: 329.30m,

B: 52.20 m, D: 25.4m,

S. Draft: 19.20m, EN(equipment number): 6,692

A(만재상태의 수면상 측면적): 3,225m², B(만재상태의 수면상 정면적): 818m²,

A'(만재상태의 수면하 측면적): 6,714m², B'(만재상태의 수면하 정면적): 995m²

2) 수면하의 선체로 인한 조류 저항력

만일 250K톤급의 VLCC를 접안조종 시에 2노트의 조류를 받는다고 생각하면 각 유향에 따른 선체에 미치는 저항력을 위의 계산식(3)을 이용하여 산출하면 다음과 같다.

즉, 정선수미선(000°)으로 받는 경우와 선수미선에 대하여 각각 010°, 020°, 030°, 040° 및 170°, 190°의 경우에 대하여 산출하면 <표 3>과 같다.

(1) 000°의 경우

$$R_w = \frac{1}{2} \rho_w C_w W^2 (A' \sin \psi + B' \cos \psi)$$

$$= \frac{1}{2} \times 1025 \times 2.33 \times 1.00^2$$

$$\times (6,714 \times \sin 000^\circ + 995 \times \cos 000^\circ)$$

$$= 1188.2 \text{ (kN)}$$

$$= 121.2 \text{ (Ton)}$$

(2) 040°의 경우

$$R_w = \frac{1}{2} \rho_w C_w W^2 (A' \sin \psi + B' \cos \psi)$$

$$= \frac{1}{2} \times 1025 \times 2.33 \times 1.00^2$$

$$\times (6,714 \times \sin 040^\circ + 995 \times \cos 040^\circ)$$

$$= \frac{1}{2} \times 1025 \times 2.33 \times 1.00^2$$

$$\times (6,714 \times 0.6428 + 995 \times 0.7660)$$

$$= 6,063.7 \text{ (kN)}$$

$$= 618.3 \text{ (Ton)}$$

<표 3> 250K톤급 VLCC의 유향에 따른 선체저항력

구분 \ 유향	000°	010°	020°	030°	040°	170°	190°
조류속력(노트)	2	2	2	2	2	2	2
조류저항력(톤)	121.2	261.2	393.4	513.6	618.3	-261.2	-261.2

(주) 유향이 170° 및 190°의 경우에는 010°의 경우와 크기는 동일하고 방향만 반대로 고려한다.

3) 타로 인한 저항력

조류가 2노트의 역조상태에서 엔진속력 2노트인 경우에 전타하였을 경우에 발생하는 직압력은 위의 식(2)를 이용하여 계산할 수 있다.

여기서, $K = \frac{A}{L \times d}$ 식을 이용하여 타면적(A)을 구하기 위하여 $K=1/65$ 로 가정하면,

$$A = 329.3 \times 19.2 / 65$$

$$= 97.3 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$F_n = \frac{1}{64} \cdot A \cdot v^2 \cdot \sin \alpha \text{ (ton, knot, sec 단위)}$$

$$= \frac{1}{64} \times 97.3 \times 42 \times \sin 35^\circ (=0.5736)$$

$$= 14.0 \text{ tons}$$

2.4 선체저항과 기관의 추력

2.4.1 기관의 단계별 출력

주기관을 주위의 여건에 따라서 언제라도 가속, 감속, 정지, 발동 등의 형태로 쓸 수 있도록 준비된 상태로 항주할 때의 속력을 조종속력이라고 한다.

항해속력으로 항행하다가 항만의 입항, 협수로 통과 등을 위하여 주기관을 사용하기 위해서는 정상항행(ring up engine)상태에서 스탠바이(stand by)상태로 바꾸어야 한다. 즉, 일반 화물선에서는 주기관의 연료유를 벙커 C에서 벙커 A로 바꾸고, 주기관의 출력을 낮추어서 조종속력으로 한다.

일반 선박에서는 조종속력을 4단계로 나누는데 그 출력의 크기는 대략 <표 4>와 같으며, 특히 후진추력은 전진추력의 약 50~60% 정도이다.

<표 4> 기관의 단계별 출력

구 분	전진 기관 명령	상용출력에 대한 비율	후진 기관 명령	상용출력에 대한 비율
sea speed	full ahead	100%		
maneuvering speed	full ahead	70%	full astern	35~42%
	half ahead	45%	half astern	23~27%
	slow ahead	35%	slow astern	18~21%
	dead slow ahead	20%	dead slow astern	10~12%

2.4.2 기관 추력의 산출

1) 전진 기관추력

기관추력을 계산하기 위해서는 기관의 각종 효율을 알아야 한다. 먼저 선박의 기관에서 생성된 원동기 마력이 shaft축에 전달되는 것을 기계효율(S.H.P/I.H.P)이라고 하며, 일반적으로 그 효율은 약 85%로 가정한다. 그리고 shaft축의 마력은 다시 프로펠러에 전달되어 선체의 추진으로 나타나게 되며 이것을 유효추진효율(E.H.P/I.H.P) 이라고 하며 약 65% 정도로 추정하고 있다.

일반적으로 기관 전진추력(T)은 프로펠러 요목 및 기관마력(B.H.P)과 선속(V m/sec)의 함수로 나타낼 수 있으며, 다음과 같은 식으로 표시한다.

(1) 프로펠러 요목에 의한 기관추력 계산

$$T = \rho n^2 D^4 Kt \dots\dots\dots (4)$$

- ρ : 해수밀도
- n : propeller 회전수
- D : propeller 직경
- Kt : 추력 계수

(2) 속력에 따른 기관추력 계산

$$T = \frac{B.H.P \times 0.85 \times 75 \times 0.514}{1,000 \times V} \times 0.65(\text{tons}) \dots\dots\dots (5)$$

2) 후진 기관추력

일반적으로 선박에서의 기관 후진추력은 동일한 기관 회전수(RPM)에서 전진추력의 50~60% 정도 된다.

그러므로 위에서와 같이 2노트의 조류를 받아서 전진타력이 있는 경우에 후진기관을 발령하였을 때의 후진추력은 동일한 기관 RPM에서의 전진추력의 절반(1/2)밖에 되지 않으므로 아주 늦게 그 효력이 나타날 것이고, 특별히 후진타력이 있는 상태에서 후진엔진을 사용하는 것보다는 강하게 나타나는 것으로 알려져 있다.

그러므로 선박의 접이안 업무를 수행하는 현장에서는 후진타력이 있는 상태에서 후진기관을 사용하는 것에 비하여, 전진타력이 있는 상태에서 후진기관을 사용하는 것이 동일 RPM에서 보다 강한 후진추

력이 나타날 수 있다. 이 경우에 구체적인 자료는 없으나 대개 전진추력의 약 75% 정도가 되는 것으로 판단하는 것이 안전조종에 도움이 될 것으로 판단된다.

3) 선체 저항력 억제를 위한 기관사용 시간계산
위에서 계산한 조류력의 유향에 따른 선체 저항력을 억제하기 위한 기관추력을 산정하면, 만일 이 VLCC가 MCR 34,000HP, NCR 31,500HP의 엔진용량에 항해속력 15노트를 내는 선박이고, 조종속력은 D. Slow 3.0노트(20%), Slow 5.3노트(35%), Half 6.8노트(45%), Full 10.5노트(70%)라고 가정하면 다음과 같은 계산을 할 수 있다.

이 선박의 항해속력 상태에서 위의 (5)식을 이용하여 상용의 최대 기관추력을 계산하면,

$$T = \frac{B.H.P \times 0.85 \times 75 \times 0.514}{1,000} \times 0.65 (\text{tons})$$

$$= \frac{34,000 \times 0.85 \times 75 \times 0.514}{1,000} \times 0.65 (\text{tons})$$

$$= 724.2 (\text{tons})$$

여기서 D. Slow Ahead에서의 추력(TD)은 상용출력의 약 20% 정도이므로 약 145톤의 추력을 발생하고, 후진추력의 경우는 다시 50%만 고려하므로 약 73톤의 추력을 발생함을 알 수 있다.

$$TD = T \times 20\% = 724.2 \times 0.2 = 144.8 \text{ tons}$$

$$T' = 1/2 \times TD = 1/2 \times 145 = 72.5 \text{ tons}$$

그러므로 위의 <표 3>에서 계산된 조류 2노트의 선체에 대한 유향별 저항력에 대하여 그 저항력상쇄를 위한 각 기관 단계별 사용시간을 계산하면 다음 <표 5> 와 같다.

<표 5> 조류 저항력 억제를 위한 엔진 단계별 사용시간

구 분	유	000°	010°	020°	030°	040°	170°	190°
조류 저항력 (ton)		121.2	261.2	393.4	513.6	618.3	-261.2	-261.2
D.S/H시의 추력(20%) 145톤		약0.8초	약1.8초	약2.8초	약3.6초	약4.3초	약1.8초	약1.8초
S/H시의 추력(35%) 253톤		약0.5초	약1.0초	약1.6초	약2.1초	약2.5초	약1.0초	약1.0초
H/H시의 추력(45%) 326톤		약0.4초	약0.8초	약1.3초	약1.6초	약1.9초	약0.8초	약0.8초
D. S/A시의 추력 73톤		약1.7초	약3.6초	약5.4초	약7.1초	약8.5초	약3.6초	약3.6초
S/A시의 추력 127톤		약1.0초	약2.1초	약3.1초	약4.1초	약4.9초	약2.1초	약2.1초
H/A시의 추력 163톤		약0.7초	약1.6초	약2.5초	약3.2초	약3.8초	약1.6초	약1.6초

위에서 알 수 있는 바와 같이 선수미선에 대한 상대유향이 040° 이고 조류속력이 2노트인 경우에 순수한 선체 저항력 618톤을 억제하여 본선을 정선시키기 위해서는 D. Slow Ahead Eng.을 약 4.3초 이상 사용하여야 하고, D. Slow Astern Eng.의 경우에는 약 8.5초 정도 사용하여야 한다.

또한 여기서 타로 인한 저항력은 선체저항력에 비하여 극히 작으므로 무시해도 별 문제가 되지 않는다.

III. 결론

이상의 고찰을 통하여 강한 조류가 흐르고 있는 항만에서 VLCC와 같이 수면하 면적이 큰 선박의 접안조종에 도움이 되는 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

(1) 조류력에 의한 선체 저항력의 크기는 조류속력의 제곱에 비례하고, 선체의 수면하 측면적은 조류입사각의 sine함수(증가)이고, 정면적은 cosine함수(감소)이므로 선수미선에 대한 소각도의 상대유향 변화에서도 급격한 저항력의 변화를 가져오므로 조류의 상대유향에 각별히 유의하여 접안조종을 수행하여야 한다(정면적에 비하여 측면적이 훨씬 큼).

(2) 조류가 2.0 노트의 크기로 선수미방향으로 순조로 흐르고 있는 상황에서 선체의 대지속력을 거의 제로(0)상태로 유지하여 접안조종하기 위해서는 선박기관을 D. Slow Ahead 상태를 지속적으로 사용하여 주어야 한다(조류저항력 122톤, D.S/H시의 기관 전진추력 145톤).

(3) 상대유향에 따른 조류력의 크기를 감안할 때 부두에 접안한 후에도 mooring line으로 조류에 의한 선체 저항력을 완전히 억제시킬 때까지는 tug boat의 도움에 의하거나 본선 엔진을 단속적으로 사용하여 조류타력을 억제하여 주어야 한다.

(4) 풍력, 조류력 및 파강제력 등의 외력이 없는 상태에서 기관 후진추력은 동일한 RPM에서 전진추력의 50% 정도밖에 되지 않으므로 짧은 시간에 높은 엔진단계를 사용하는 것이 보다 효율적임을 알 수 있다.

(5) 강한 조류를 받는 상황에서 선체의 자세를 바꾸어 주면 선체 저항력은 수면하의 측면적에 대해서는 sin함수로 증가하고, 정면적에 대해서는 cos함수로 감소하므로, 급격한 저항력 증가를 가져와서 순간

적으로는 정선의 효과가 있어서, 소각도 선체 자세 변화로도 선체의 선수방향으로의 이동속도를 초기에는 급속히 감소시킬 수 있다. 그러나, 일단 조류타력이 붙으면 강한 타력이 되므로 소각도의 선체 자세 변화에도 특별히 유의하여 접안조종하여야 한다.

(6) 타압력은 조류의 상대유향이 선체자세에 대하여 역조상태에서 크게 나타나므로 주위상황이 허락하는 한 역조를 받으며 접안하는 것이 효율적으로 타압력을 활용할 수 있으며, 아울러 동일한 엔진 RPM에서는 후진추력에 비하여 전진추력이 2배나 강하므로 역조상태를 유지하는 것이 전진타력 관리가 수월하고 보침성에서도 유리함을 알 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 김세원, "선박계류안정성의 평가에 관한 연구", 박사학위논문, 부경대학교대학원, 2000
- [2] OCIMF Publication, "Guidelines and Recommendations for the Safe Mooring of Large Ships at Piers and Sea Islands" Witherby & Co. Ltd. London, ECI. 1979
- [3] OCIMF Publication, "Prediction of Wind and Current Loads on VLCCs", Witherby & Co. Ltd. London, ECI. 1977
- [4] 日本造船學會, "大型船の係船裝置計劃指針", 海文堂出版(株), 昭和47
- [5] 공업진흥청, "대형선의 계선장치 계획기준", 공업진흥청, 1978
- [6] 윤점동, "거대형선 조종론(조종특론)" 아성출판사, 1983
- [7] Korea Gas Corporation, "Ship/Shore Compatibility for 135,000m³ LNG Carrier", Hanjin Heavy Industries Ltd., 1997