

# 선박의 접안 경로와 안전대책



평택·당진항 도선사  
공학박사 윤 병 원

## 시작하며

선박의 항내이동과 접이안 조종은 뉴턴이 정리한 「운동역학」과 베르누이가 정리한 「유체역학」으로 大別하여 현장실무(FM, Field manual)를 이해하면 효과적이다. 이전호의 기고문(효과적인 예선 사용과 기준의 고찰)에서는 선체의 「운동역학」을 주제로 「예선의 효과와 기준」을 살펴보았다. 본 기고문에서는 선체 주변에서 발생하는 「유체역학」을 주제로 「쉽고 안전한 접안 경로」와 「긴급피난 대책」을 살펴보고자 한다. 이전호 기고문은 숙련 도선사들의 이해 범위를 PT로 요약하여 리뷰하였고, 초임 도선사의 이해를 돋기 위해 수식數式없이 그림과 요약으로 압축된 PT에 약간의 설명을 부가 했었다. 이전 기고문에 대하여, 수습도선사들<sup>1)</sup>이 강의를 들을 때는 이해가 쉬웠으나 글로 읽기는 쉽지 않다는 의견이 있어 이번에는 설명을 좀 더 자세히 썼다. 또한 최소한의 수식은 표시하는 것이 좋겠다는 의견에 따라 일부 수식數式을 삽입하였고, 마일과 노트 등 잘 알려진 외래어를 제외한 전문분야의 외래어는 영문으로 표시하였다.

## 본론

### 1. 중물 접이안時 수류의 대책

#### 1) 중물 접안

선박이 항내에서 이동할 때 받는 수류의 유체력은 선박의 대지속력에 수류를 가감하여 얻은 「상대 수류」에 비례한다. 예컨대 중물에 접안을 할 때, 부두 앞에서 선박이 외관상 정지한 채로 부두를 향하여 횡-이동 할 때에도 수류의 속력만큼 상대 수류가 있으므로 (수저 항이 원인인) 전심轉心의 편위가 발생하고 Head-in 자세는 압류가 발생한다. 그 결과 유상流上 쪽의 예선은 효과가 줄고, 전심에서 먼 유하流下 쪽의 예선은 효과가 증가한다. 마력이 더 큰 예선을 선수에 배치하는 이유 중<sup>2)</sup> 하나이다.

- 
- 1) 기고하는 내용은 지난 20년간 수습 도선사들에게 강의한 부분들을 집약 정리한 것이다.
  - 2) 또 다른 이유는, 전진 기관과 타를 사용할 때 발생하는 타압(舵壓,  $P_h$ )의 횡분력( $P_{hr} \cos\theta$ )으로 선미 예선의 마력을 보완할 수 있으므로 선수에 마력이 큰 예선을 배치하는 것이 일반적이다.

### (1) 수류의 상대속력이 2-3노트 이상 큰 구간의 이동

기본적으로 선박은 (부두와 평행이 아니라) 부두 앞 「수류와 평행」을 유지하며 접안 예정 부두에 접근해야 위험한 횡압류를 줄일 수 있다. 안벽 부두는 대체로 부두의 방향과 부두 앞 수류의 방향이 일치하지만, 부두 하부를 통하여 수류가 흐르는 돌핀부두는 수류와 부두의 방향이 다를 수 있으므로 들물과 날물시 부두 부근 수류의 특성을 파악하여야 한다.

조석으로 인하여 발생하는 항만의 수류는 일반적으로 「수역 공간이 넓은 곳<sup>3)</sup>」을 향하여 항만의 육지 형상을 따라 회절하며 흐른다. 예컨대 평택 당진항의 조석류는 평균 3~4노트 정도였으나, 평택호와 삽교호의 방조제를 건설하여 수역이 제한된 후에는 2~3노트로 줄었다. 특히 부두와 호안으로 둘러싸인 만호리 동부두(ME)와 서부두(MW) 사이의 조석류는 최대 0.5노트에 불과하며, 북서 탁월풍 지역에서 군항부두~인주면 구간은 바람도 약해지는<sup>4)</sup> 수역이다.



그림1 평택 당진항의 조석류



그림2 항내 수류와 선박 통항로

### (2) 수류의 속력이 1-2노트 미만인 구간의 이동

약간의 Head-in 자세로써 부두 앞 3~4B를 향침 목표로 접근한 후, 부두로 횡이동 할 때는 부두앞 2B에서부터 부두와 평행을 유지하여야 한다. 특히 부두로부터 선폭(B)거리 이내에서만 횡이동 속도를 육안으로 시인할 수 있음을 감안하여 선폭 거리 이내에서는 (예선으로 계속 밀지 말고) 횡이동 저항<sup>5)</sup>에 의한 감속을 확인하며 접근 속도를 줄여야 한다.

3) 시화호를 막기 전에 인천 LNG 부두가 있는 남외항은 조석류가 2~3노트였으나, 밀물이 들어갈 공간인 시화호를 막은 후에는 최대 유속이 0.5노트 이내로 줄었다. 소래포구 간석지의 매립도 유속의 감소에 영향을 주었다. 이후 시화호 배수 갑문을 다시 상시 개방한 이후에는 조석류의 유속이 1~2노트로 증가하였을 것으로 짐작된다.

4) 산동반도와 중부 한반도를 지나는 기단이 「서고-동저형」으로 형성될 때 발생하는 (고기압에서 발산하여 저기압으로 수렴되는) 북서 탁월풍은, 동남쪽으로 좁아지는 아산만의 형상을 따라 압축되며 현대제철과 매향리 사이의 좁은 목에서 가장 강해진다. 이후 항내 해군 부두와 만호리 동서부두 사이를 지나는 북서 탁월풍은 영인산이 있는 인주면의 육안에 막혀 수면 부근의 바람과 파도는 약해지고 뒤따르는 강한 탁월풍은 하늘로 떠오르며 (구름과 함께) 빠르게 지나간다. 풍압면적이 큰 여객선, 자동차선 및 컨테이너선 부두가 있는 만호리 동서 부두의 중물 도선과 풍랑도선이 가능한 것은 수류와 바람이 약해지는 수역의 특성을 활용한 방안이다.

5) 유선형인 선수미 방향에 비하여 단면적이 7~9배 더 넓은 선체 측면은 방형方形으로, 횡이동의 부가질량이 유선형인 선수미 저항에 비하여 3.3배 커진다. 결과적으로 횡이동 저항은 선수미의 25배 정도가 되므로, 선체가 부두와 평행이 되도록 조정하면 생각보다 빠르게 자연 감속된다.

### (3) 예선 사용시 작용과 반작용의 활용

부두 앞에서 횡이동으로 부두에 접근할 때, 부두와 선체를 평행으로 조정하는 방법은, (부두와 가까운 쪽을 당기는 것보다) 부두에서 먼 쪽을 밀어서 그 반작용으로 부두와 가까운 쪽의 접근 속도를 줄이는 것이 효과적이다. 부두로부터 가까운 쪽을 당기면 선체가 부두에서 멀리 평행으로 멈추지만, 부두에서 먼 쪽을 밀면 부두에 가까이 정지하므로 접안시간이 단축된다.

## 2) 중물이안 안전절차

선수미 계류식을 Let go하는 과정에서, 선미의 계류식이 Propeller Clear하기 전에 선체가 수류를 따라 흐르면 난감하다. 이안離岸 작업중에 선박의 크기와 (안벽 부두와 돌핀 부두 등) 부두의 종류별로 선박이 수류를 따라 이동하지 않고 계류식을 감아 들이는 안전조치가 필요하다.

### (1) 예선 1척 사용하는 소형 선박의 이안

#### ① 갑판이 안벽 높이보다 낮은 저조시 이안

(선미를 떨어뜨리기 위하여) 선수를 예선으로 밀 경우, 선수 구조물이 부두에 접촉하여 손상이 우려되는 저조時에는, 예선으로 밀지 않고 (밀-준비만 한 채) Rudder만 미리 부두 쪽으로 돌려놓고, 모든 Stern line이 Propeller Clear 된 후에 유하流下쪽 Spring Line을 마지막으로 Let go 한다.

모든 계류식이 Cast off되면 선수 예선을 「빼-준비」 한 후, Dead slow Ahead 기관으로 선미를 이탈하며, 기관이 걸리는 즉시 선수를 예선으로 당겨서 선체가 부두로부터 평행으로 벗어나게 한다.

#### ② 강한 뒷물이나 선수쪽 선박에 너무 근접한 경우의 이안

(예선으로 밀었다가 당기는) 통상적인 방법 또는 위와 같은 방법으로 이안하되, 선수 예선을 30~45도 뒤로 당길 준비를 하고, 전진 기관이 걸리는 즉시 예선을 30~45도 뒤로 당기며 이안한다. 예선이 45도 뒤로 당기는 힘( $P_n$ )의 선수미 분력( $-P_n \cdot \sin\theta$ )과 「뒷물 수류+전진 기관 타압의 선수미 방향 분력( $+P_n \cdot \sin\theta$ )」은 방향이 반대이므로 서로 상쇄되고, 예선이 당기는 힘의 횡분력(예상의  $P_n \cdot \cos\theta$ )과 대타각+전진기관의 횡분력(타압의  $P_n \cdot \cos\theta$ )에 의해서 선체가 부두로부터 평행하게 이탈한다.

### (2) 돌핀 부두의 중물 이안

펜더가 많은 안벽 부두와 달리 펜더가 4개 밖에 없는 돌핀부두는 동시에 All line let go 하면 (예선으로 밀 때의) 펜더와 선체間의 마찰 저항이 부족하여 선체가 수류를 따라 이동한다. 선수미 예선으로 부두에 밀어 압착한 채 유하流下쪽 Spring 두줄을 제외한 모든 계류식을 갑판에 감아올린 뒤 유하流下쪽 Spring을 Let go 하여야 한다.

안벽 부두는 펜더가 많으므로 마찰저항이 크고, 유하流下쪽 예선을 45도로 밀면, 동시에 All line let go 하더라도 중소형 선박은 선체가 수류를 따라 움직이지 않는다.

### (3) 파나막스급 이상 케이프급의 대형 선박

중물 저조뿐만 아니라 모든 물때와 유속을 불문하고 **기본적인 안전 절차**로서, 선수미 예선으로 선체를 부두에 밀어 압착한 채, 다른 모든 계류작을 갑판에 갑아올릴 때까지 선수미 Spring을 같이 Last line으로 잡고 있어야 한다.

이때 두 줄의 Spring 중 하나만을 남기는 소위 「Single up」<sup>6)</sup> 보다는 두 줄을 같이 남기는 것이 좋다. 두 줄 중에 하나만을 Let go 하려면 남는 줄의 장력으로 인하여 한 줄만 벗기기 어려울 수도 있고, 본선과 라인맨 간의 소통오류로 두 줄을 동시에 Let go 하는 일이 발생하면 난감하다.

## 2. 프로펠러 가속수류의 활용

### 1) 좋은 조종 습관

#### (1) 부두 1 1.5마일 전부터 D/S Ahead 기관의 사용

부두로부터 3~4마일 전부터 기관을 준비하여 감속을 시작하고, 1.5~1마일 전부터는 극저속 전진 기관으로 감속하는 과정에서 프로펠러의 가속수류(加速水流, Quick water)에 의한 조종성을 유지하는 것이 좋은 습관이다. 통상 Dead Slow Ahead 선속은 4~6노트이지만, (전진 기관을 사용하고 있을 때는 4~5노트의 프로펠러 가속수류가 추가되므로) 타판을 지나는 수류의 속력이 8~10노트가 되어 (定針과 變針) 조종성이 향상된다.

자력 조종성을 우선으로 조종하면 예선의 사용이 줄어든 만큼 예선의 예비 마력이 증가하여 안전성이 향상되는 반면, 예선을 우선으로 사용하는 조종성은 양날의 검이다. 예선은 본선의 조종을 돋기도 하지만, 본선의 선속이 빠를 때는 자세 제한 등 한계가 있고, 선속이 빠를수록 예선의 효과가 현저히 줄어들 뿐만 아니라 (사용을 위해 예선을 펼치면 저항과 회두가 발생하는 등) 예선저항에 기인하는 장해가 수반되기 때문이다. 이에 반하여 본선의 조종성<sup>7)</sup>은 선속이(타판을 지나는 정렬된 수류가) 빠를수록 좋아진다.

#### (2) 동행 예선의 자세와 예선의 지원자세

##### ① 동행 예선의 자세

부두 3~0.5마일 이전 구간에서 예상航索을 잡으며 동행하는 예선은, 예선을 사용할 때까지 최대한 날개를 접은 채 본선과 나란히(평행하게) 동행하여 예선저항에 의한 본선의 회두를 줄여야 한다. 동행하는 예선을 사용할 때 「밀면서 직각」, 선미 예선 「30도 45도 뒤로 빼<sup>8)</sup>」 등 자세를 포함한 연결 구령을 사용하면 신속하고 효과적이다.

6) 예선이 없던 범선 시절에는 중요한 안전 절차였다. 예선으로 밀면서 줄을 거둘 때는 불요 절차이다.

7) Twin Eng + 2 Rudder를 장비한 선박은 한쪽 기관을 후진으로 사용하여 감속하면서 (후진 기관 쪽은 타효가 없음) 다른 쪽 기관을 전진으로 사용하며 大타각으로 (완만한) 정침과 변침이 가능하다.

8) (본선에 예선을 직각으로 세우기 어렵고 예선효과의 감쇄가 큰) 4~6노트 이상에서도 효과적이고 Girding이나 Swamping 없이 지원 자세를 취하기 쉽다.

### ② 예선의 지원 자세(사용 角)

본선의 (대수)속력이 있음에도 불구하고 예선을 본선의 선체에 직각으로만 사용하는 것은 고정관념이다. 대수속력이 3~4노트 이상 빠를 때는 그림 3처럼 30~45도 앞으로 미는 것이 직각보다 더 효과적이며, 예선이 본선에 붙어 지원 자세를 유지하기도 쉽다. (제10항 접안중 예선을 볼 수 없는 선박 → 예선의 자세 유지 참조) 예선의 선체가 수류를 직각으로 받으면 출력의 소모가 크지만 (특히 선수 예선을) 사각斜角으로 밀면 예선의 선측에 받는 수류직압력의 횡분력( $Pn \cdot \cos\theta$ )이 본선을 같이 밀게 되므로 출력 감쇄가 적고 효과적이다.

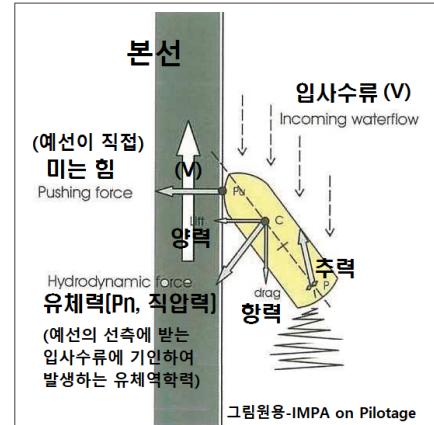


그림3 예선의 지원 자세

### (3) 미는 예선을 우선(먼저) 사용

「당기는 예선」보다 (예선효과의 감쇄와 예상의 파열 우려가 없는) 「미는 예선」을 먼저 사용하는 것이 효과적이다. 선박이 2~3노트의 대수속력으로 이동할 때는 (전심에서 먼 선미의) 미는 예선의 반작용이 선수 예선으로 당기는 것보다 더 효과적일 수 있으므로 선박이 전진중에는 선미의 미는 예선을 먼저 시도함이 좋다.

### (4) 선수미 예선을 한 척씩 교대로 사용

횡이동으로 부두 접근 과정에서 선수미 예선을 동시에 밀면 시인하지 못하는 사이에 횡이동 타성이 증가하여 이를 억제하지 못하고 부두와 충격이 커질 위험이 있다. 예선으로 미는 횡이동은 부두로부터 1B 이내에서만 그 빠르기를 느낄 수 있다. 그에 비해 (특히 부두에 1B 이내로 가까울수록) 예선을 한 척씩 교대로 사용하며 회두로써 예선의 효과를 관찰하면 시인이 즉각적이고 명확하며, 미는 쪽 반대편 선체의 반작용에 의한 감속 효과는 덤이다.

## 2) 신중하지 못한 조종 습관

### (1) 선회 또는 정침중 기관의 정지(Eng. Stop)

기관을 정지하면 (선속에 가세하여 타호를 개선하는 4~5노트의) 프로펠러의 가속수류가 없으므로 선회와 정침定針이 어렵다. 선회와 정침이 된 직후에 기관을 정지해야 한다.

### (2) 기관정지 상태의 극저속(2~3노트 이하)에서 『Steady 구령』

(부두 부근, 갑문과 교량 입구에서) 기관 정지상태의 극-저속에서는 타호가 없으므로 도선사가 『Steady 구령』을 하면 조타수는 대타각을 사용할 수밖에 없다. 이때 (Mid-ship 구령을 선행하지 않고) 전진 기관을 사용하면 프로펠러의 가속수류에 의해 자세가 급변하는 위험이 있다.

### 3. 안전하고 쉬운 부두 접근 경로

#### 1) 앞물 Head-in으로 부두 접근시 대수속력에 비례하는 압류

앞물을 받으며 Head-in 자세로 부두에 접근할 때 받는 선체의 압류는 외관상의 속력인 「대지속력(SOG)」에 비례하는 것 이 아니라, 대지속력에 조식류를 더한 「대수속력(SOW)<sup>9)</sup>」에 비례하므로 압류량은 생각보다 큰 것이 보통이다.

#### 2) 부두 도착 3L 이전 향침 목표 ; 부두 앞 3~4B

3L 전쯤에서 중대형선이 부두로 접근하는 경로는, 그림 4.의 파란색으로 표시한 부두 앞 3~4B를 「향침 목표」로 접근하면 부두 앞 2B 이상에 부두와 평행으로 멈출 수 있다. 이후 예선으로 부두에 저속으로 접근함이 안전하다.

##### (1) 부두에 접근 과정에서 2B 이내로 근접하지 않는 경로

접근 과정에서 이웃 부두나 접안된 다른 선박과의 거리가 2B 이내로 근접하거나 압류되면 즉각 부두(수류)와 평행하게 자세를 조정하여 횡압류를 예방하여야 한다.

##### (2) 부두 앞 도착 위치가 너무 멀 때의 조치

위와 반대로 부두 앞 도착 위치가 너무 멀면 부두까지 횡이동으로 접안하는 시간이 길어진다, 그런 경우, 부두 도착 1L前 (그림 4.의 선박 5의 위치)에서 선미 예선을 45도 뒤로 당기는 반작용과 선수 예선을 45도로 밀며 부두에 대각도로 접근하면 부두 앞 횡이동 거리를 줄일 수 있다.

##### (3) 부두 앞 2B(소형선 1B)에 부두와 평행으로 정지후 횡이동으로 부두 접근

Head-in으로 부두에 접근하다가 부두 앞 2B(소형선 1B)에 부두와 평행으로 선체를 세우는 것은 어렵지 않다. 예선저항으로 인하여 예선을 잡은 (부두와 반대)쪽으로 회두하는 경향이 있고, 예선을 직각으로 세우면 그러한 경향은 더욱 커진다.

앞물을 받으며 접안하는 선체는 외관상 정지상태일지라도 대수속력이 있으므로 선수에서 받는 수저항으로 인하여 전심이 선수 쪽으로 편위된다. 전심에서 먼 선미 예선으로 미는 효과<sup>10)</sup>만으로도 자세를 부두와 평행으로 조정하기 쉬우며, 선미 예선만으로 부족하면 선수 예선으로 당겨서 보조한다. 선미 예선의 고장 등 불가피한 일이 발생하여 선수 예선만으로 부족 하면, 접안현 반대쪽 앵커를 투묘하고 수심의 2배 정도로 주묘하면 선체는 부두 반대쪽으로 회두 감속한다.

9) 1~2노트의 앞물을 받으며 대지속력 2~3노트로 접안할 부두에 접근할 때 대수속력은 3~5노트이다.

10) 미는 예선은 본질적으로 예식曳索의 파단 위험이 없으며, 당길 때처럼 후진 배수류가 예선의 선체와 본선의 선체를 미는 감쇄(20~30%, 상선의 후진 추력은 전진 추력의 40% 정도임)나 예식의 양각仰角에 의한 감쇄(예식을 잡는 갑판의 높이에 따라 20~30%가 본선을 누르는 힘으로 분산됨)가 없으므로 효과적이다.

## 4. 접안 경로의 안전성과 위험성의 비교

### 1) 부두 앞 3~4B 이상 향침 목표

그림 4의 왼쪽에 청색으로 표시한 향침목표처럼 부두로부터 3L 전쯤에서 부두 앞 3~4B 이상을 향침 목표로 접근하면 무난하다. 부두 1~2L 전에서 후진 기관이 걸리지 않으면 선미 예선을 미는 반작용으로 (운동량을 유지한 채<sup>11)</sup>) 선체의 방향을 부두나 다른 접안된 선박과 반대쪽으로 향하게 하는 긴급조치가 가능하다.

### 2) 부두 앞 1~2B 향침목표(위험 경로)

그림 4의 붉은색 경로는 상대 수류에 의한 횡압류로 인하여 다른 접안된 선박이나 부두에 근접하는 경향이 커진다. 예선으로 당기며 접근하게 되며, (효과가 감쇄하는 당기는 예선으로 인하여) 사고는 이러한 경로로 접근하는 과정에서 발생할 개연성이 높아진다.

## 5. 대형선박의 횡이동 특성

### 1) 부두 앞 횡이동中 수류영향<sup>12)</sup>

앞물로 부두 앞에서 횡이동할 때(그림 5.) 외관상 정지상태로 보이더라도 Head-in 자세를 하면 상대수류에 의하여 횡압류가 발생할 뿐만 아니라 상대 수류에 저항하는 예선의 효과도 감쇄된다. (대형선이 부두 앞 2B부터 선체를 부두와 평행하게 하는 이유이며, 상대수류의 수저항으로 인하여) 전심이 선수쪽으로 편위하므로 선수 예선보다 (Leverage가 큼) 선미 예선의 효과가 좋은 것을 감안해야 한다. 대수속력이 있는 선박의 타효와 선수/선미 예선의 효과는 전심거리에 비례<sup>13)</sup>하며, 전심의 이동 원인은 대수속력의 수저항이다.

### 2) 선박의 선수미 저항과 횡이동 저항

#### (1) 부두 앞 평행 이동 효과

(부두와 평행으로 횡이동하면) 횡이동 방향에 저항하는 선체 측면의 투영면적이 최대로 커지고, 선체의 이동하는 쪽 물이 선저와 선수미를 지나 반대쪽으로 지나가는 경로가 그림 5처럼 직각이므로 수저항이 커져서 횡이동 방향의 탄성이 쉽게 줄어든다.

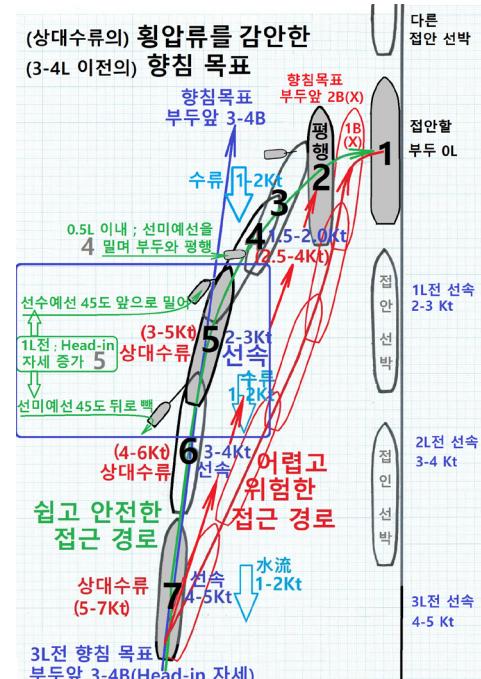


그림4 부두 접안 경로의 비교

11) 파나마스급 거대형 선박이 2~3노트의 통상 속력으로 부두 접근 중에, 1~2L 전에 후진기관의 고장을 발견하고 예선들을 뒤로 당겨서 선박을 멈추는 것은 어려운 범위이다.

12) 지난호의 기고문에서 게재한 그림 5의 이해를 돋기 위하여 추가의 설명을 부기한다.

13) 전심에서 선수 예선 또는 선미 예선이나 타압 작용점까지 거리  $\times Pn \cos\theta$ (직압력의 횡분력)

## (2) 부두 접촉시 원근법 적용

대형선의 부두 접촉은 원근법을 적용하여야 한다. 평행으로 보이면 Head-out 자세이며 (부두와 선체 사이에 앞물이 파고들어 저항하므로 예선 사용량이 커지며) 먼저 접촉하게 되는 선체 후부의 충격<sup>14)</sup>이 커질 수 있다. 그림 5의 삽입 사진처럼 완충 펜더의 두께만큼 원근에 따른 차이가 나는 것을 감안하여 평행을 유지하여야 한다.

## 6. 부두 설계기준과 운동량( $\frac{1}{2}mV^2$ )의 비교

### 1) 설계기준 적합선박

부두 설계기준상의 접촉 속도는 부두와 평행으로 15cm/sec(0.3 Knot) 이내이다.

### 2) 설계기준 초과선박의 감속접안

#### (1) 접안속도 10cm/sec(0.2 Knot) ; 운동량 1/2.25

부두 접안(접촉)속도를 10cm/sec로 줄이면 선체 운동량이 1/2.25로 감소하므로 설계기준보다 2.25배 큰 선박의 접안(특별)도선이 가능하다. 즉, 10만 DWT의 부두에 (예선 마력을 증원하는 안전조치를 전제로) 20만 DWT 선박의 접안이 가능하다.

#### (2) 접안속도 7.5cm/sec(0.2 Knot) ; 운동량 1/4

부두 접안속도를 기준의 절반인 7.5cm/sec로 줄이면 선체 운동량이 1/4로 감소하므로 설계기준보다 4배 큰 선박의 접안(협의)도선이 가능하다. 예컨대 DW 3만톤 부두에 SDWT 12만톤 선박의 접안(협의 또는 협정)도선이 가능하다.

선박의 접이안 과정이나 부두에 접안된 상태에서 발생하는 강풍 등 모든 외력중 가장 큰 것은 접안과정의 First Touch에서 발생하는 충격력이다. 풍압 면적이 큰 자동차 운반선에 작용하는 태풍급의 강풍을 정횡에서 받아도 그 힘은 300톤을 초과하지 않으므로, 안전 사용하중이 100톤(파단 강도는 2배)인 선수미의 Mooring Hawser 도합 12줄 정도이면 강풍에 저항할 수 있다.

다만 7.5cm/sec 이하의 접안 속도는 횡이동의 시각적 시인이 어려우므로 실행이 불가하거나 비현실적이다. 일부 부두에서 위험물 운반 선박의 접안 속도를 5cm/sec 이하로 요구하는 것은 (예선마력을 보강하더라도) 무리한 요청이다.

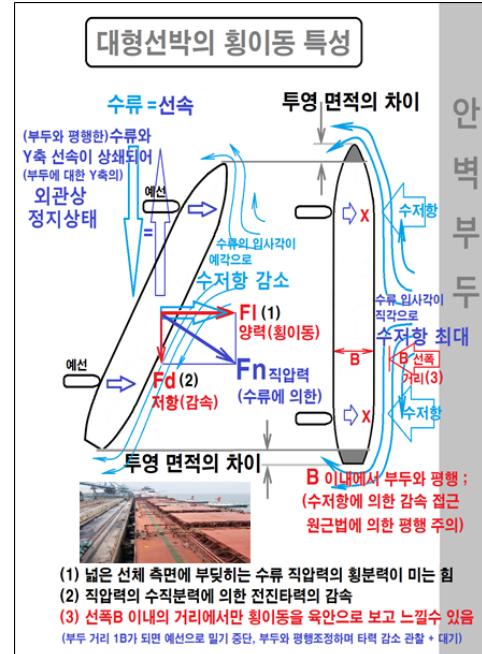


그림5 대형선박의 횡이동 특성

14) 선체는 능파성을 위하여 선수부가 다른 부분보다 25% 강한 구조이며, 항해중 수저항을 줄이기 위하여 유선형 구조를 하고 있다. 접안시 평행접촉이 기본 하지만 (특히 자동차 운반선이나 여객선 등 선수미 만곡부 라운드가 큰 선박은) 선미가 먼저 접촉하는 것은 적극적으로 피해야 한다.

## 7. 부두 접근중 선수미 船首尾 예선효과의 비교와 긴급피난

### 1) 선박 조종에 위험한 영향을 주는 요소

#### (1) 정지거리 증가의 원인

기관의 시동 불량과 고장 문제 이외에, 정지거리가 증가하는 원인은 아래와 같으며, 정지거리가 증가하는 선박에 대한 안전대책은 「예선의 마력을 2~3할 증원」하고, 「향침 목표를 부두 앞 4~5B 이상」 여유 있게 가지며, 「평소보다 0.5~1마일 정도 미리 감속」을 시작해야 한다.

##### ① 프로펠러의 수면상 노출 (Burbling 失速현상의 원인)

일부분이 수면상에 노출된 프로펠러가 회전할 때 수면 하부로 (밀도가 물의 1/800인) 공기가 유입되어 수밀도가 현저히 낮아진다. 그 경우 후진 기관을 사용하면 정지거리가 2배 이상 길어진다. 프로펠러 끝단이 1m만 노출되어도 정지거리가 2배 가까이 늘어날 만큼 영향이 크며<sup>15)</sup>, 강한 후진 기관을 사용할수록 거품의 유입이 더 많아져서 정지거리는 쉽게 줄어들지 않는다.

##### ② 대형선박의 선저 여유수심(UKC) 부족

후진 기관을 사용할 때 후진 배수류排水流가 프로펠러와 가까운 선저船底로 원활하게 지나지 못하고 선측의 먼 거리를 돌아가며 선체를 다시 밀어서 정지거리가 증가한다.

##### ③ 화물이 무거운 심흘수 선박(광탄선, 철재화물 적재선박)

무거운 화물만큼 기동타력과 운동량이 커지고, 커진 운동량을 줄이는 시간은 기동타력에 비례하여 늘어난다.

##### ④ 뒷물 또는 강한 뒷바람으로 부두 접근하는 선박

뒷물만큼 증가된 선속을 감속하는데 후진 기관의 출력과 시간이 더 소요된다. 밀도가 물의 1/800인 바람의 영향은 수류에 비하여 큰 편은 아니지만, 강풍시에 (여객선, 자동차 운반선 및 갑판적 컨테이너 운반선 등) 풍압 면적이 큰 선박은 영향이 상당하다.

#### (2) 대형 위험물 운반선의 돌핀부두 접안과 안전조치

부두 방향과 수류 방향이 다를 수 있는 돌핀부두는 완충 펜더가 4개로 제한되므로 부두와 완전한 평행으로 접촉해야 한다.

---

15) 프로펠러의 노출에도 불구하고 전진기관을 사용하여 부두에 접근할 때, 조타 효과의 저하를 심각하게 느끼지 못하는 것은, 수중 유입된 거품이 프로펠러의 배수류와 함께 타기의 뒤쪽으로 배출되기 때문이다. 그러나 후진 기관을 사용할 때는 앞쪽으로 보낸 프로펠러 배수류의 거품이, 전진 타성에 의하여 선체가 앞으로 가는 동안 뒤쪽으로 떠오르며 프로펠러와 타기 부근에 모이기 때문이다.

### ① 완충 Fender 4개로 제한 (안벽 부두 10개 이상)

대형선박의 경우 적어도 10개 이상의 펜더가 밭쳐 주는 안벽 부두와 달리 돌핀부두는 펜더가 4개로 제한되므로 안벽 부두보다 더 정확한 평행접촉이 필요하며, 10cm/sec로 감속 접안(接觸, First touch)하여 운동량을 절반으로 줄이는 것이 바람직하다.

### ② 부두 부근 수류와 부두 방향의 차이

수류가 부두 하부로 흐르는 돌핀부두는 수류 방향과 부두 방향이 30도 정도까지 차이가 날 수 있음에 유의하여야 한다. (아래 칼럼 참조)

## SK와 기호 돌핀부두의 『예선사용기준』 개선 과정

부근 수류와 부두의 방향 차이가 30도 정도인 기호물류(KHO)와 SK 돌핀부두의 평택·당진 항 「예선사용기준」은 GT 3만~5만 선박의 경우 「3500마력 × 2척」이었다. 특히 날물 좌현 접안시 수류의 압류 위험(그림1. 및 2. 참조)을 제어하기 쉽지 않으며, 접안은 물론 이안까지 (신체생리적으로 민감성이 뚜렷한) 주간 정조 시로 제한하였다. 기상이나 강풍의 충돌류로 인하여 조시 오차라도 발생하여 수류가 예상을 벗어나면 (결국은 추가 예선 1척을 더 수배하여) 접안시간만 4시간이나 소요되어 예선의 추가시간 문제가 발생하기도 하였다.

오랜 시행착오 결과, 「예선 사용기준」의 단서 제2항에 「LNG/LPG/광탄선을 지원하는 예선은 별도로 정한 바에 따름」을 삽입하였다. 단서 2항에 따라 「SK와 KHO 돌핀부두」에 접이안 하는 파나막스급 이상 선박은 큰 마력 예선(현재 적어도 5천 마력 이상 2척)으로 안전조치를 하여 부두 환경에서 기인되는 제한을 완화하고 부두 회전율을 정상

범위로 회복하였다. 부두 건설 이후 15년 이상이 소요되는 과정이었다.

## HD14번 선석의 대형선 중물 접이안

HD14번 선석은 하역의 편의를 위하여 물 때 불구하고 우현 접안을 하는 부두로, 인접한 HD12번 선석과 30도의 각으로 건설되었다. 육안의 형상을 따라 수류가 회절할 뿐만 아니라 접근중에 HD12번 선석의 Crane의 Yard와 접촉위험이 큰 부두이다. 수차 사고 위험을 경험하며 파나막스급 이상 선박의 중물 접이안을 제한하였다. 이후 수년간의 시행착오를 경험하며, 접안과정에서 회절하는 「수류와 평행하게」 자세를 유지하는 방법을 개발하고, 「큰 마력 예선 2척」으로 안전조치를 하여 현재는 물 때 제한 없이 접이안 (특별) 도선을 실행하고 있다.

부두 환경에 부합하는 안전조치의 중요성을 알리기 위해 개선 과정을 서술했다. 유사한 여건이나 어려움이 있는 부두의 회전율 개선에 도움이 되기 바란다.

## 2) 부두 접근중 선수미 예선을 같이 당기는 위험

### (1) 선박의 부두 접근중 선수미 예선 효과의 차이

앞물을 받으며 Head-in으로 부두에 접근하는 선박은 대수속력(대지속력+수류의 속력)만큼의 저항을 선수에 받으므로 전심이 선수로부터 1/3L 이내의 위치로 이동한다. 본선과 직각의 자세로 수류를 예선의 넓은 선쪽에 받으며 지원하는 선수미 예선의 효과는 대수속력에 비례하여 (대수속력이 2~3노트일 때 절반으로) 감쇄된다.

이때 전심으로부터 거리가 가까운 선수 예선은 지렛대 효과가 없으므로 출력의 절반(0.5배)에도 못 미치고, 전심으로부터 거리가 먼 선미 예선은 지렛대 효과로 인하여 선수 예선보다 2~3배 이상 효과적이다. 즉 수류에 의한 기본적 감쇄에도 불구하고 선미 예선은 원래 출력과 같거나 1.5배 정도 더 효과적이다.

그러므로 이러한 여건에서 선미 예선을 당길 때 나타나는 선수의 반작용(선미 편향의 절반)이 선수 예선의 당기는 힘을 초과하여 선수 예선을 당기고 있음에도 불구하고 선수가 부두에 접근하여 그림 6의 위쪽처럼 선박과 부두의 충돌 위험이 발생한다.

### (2) 2~3노트 이상 속력으로 부두 1B 이내의 거리를 이동하는 위험

부두로부터 선폭(1B) 이내의 간격으로 2~3노트를 초과하는 속력으로 진행하면 흡인과 반발의 유체력이 발생하여 자세를 조정하기 어렵다. 특히 선수미 고압부 중에서 전심으로부터 면 선미의 반발과 그 반작용으로 인한 선수의 접근을 주의하고 대책을 마련해야 한다. (최선의 대책은 미리부터 부두에 근접 진행하지 않는 것이다.)

선수가 0.5B 이내로 부두에 접근하면 부두와 선체 사이의 유속이 빨라져 흡인력이 추가되며(그림 6의 위쪽), 부두와 거리가 먼 선미 고압부는 큰 전심 거리의 지렛대 효과(반작용)로 선수를 부두 쪽으로 더욱 밀어붙인다.<sup>16)</sup>

### 3) 긴급피난(사고 회피 방안)

현장에서 이러한 조치를 생각하기는 어렵다. 평소 (자동차 운반선이나 벌크선의 접안 때) 그림 7의 왼쪽과 같이 접안하고, 그림의 오른쪽처럼 연습하면 후진 기관 고장에도 당황하지 않고 긴급피난을 실행할 수 있게 된다.

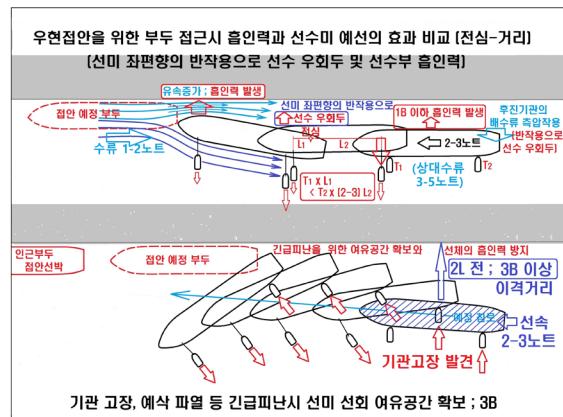


그림6 선수미 예선 효과의 비교와 긴급피난

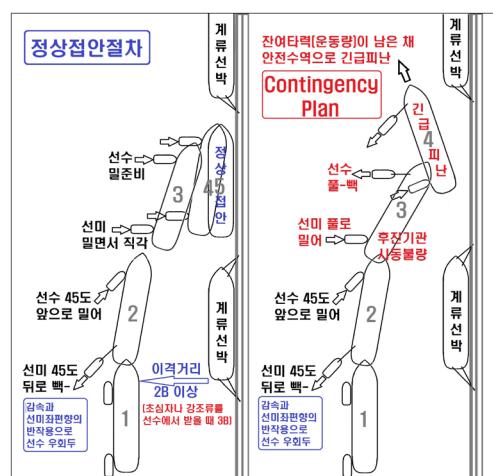


그림7 정상 도선과 기관 고장 시 긴급피난

16) 근래 수년 동안 발생한 대형 사고의 원인 중 하나는, 향침 목표를 부두 앞 3~4B 미만으로 근접 진행하다가 선체가 부두쪽으로 압류될 때, 선수미 예선을 같이 당겼던 것이 아닌가도 생각된다.

### (1) 부두/접안된 선박과 이격거리 2B 이상

접안할 (안벽) 부두 접근경로에서 부두나 다른 접안된 선박과의 거리는 최소 2B 이상을 유지하여야 한다. 앞물을 받으며 Head-in으로 접근중 다른 부두나 접안된 선박과 2B 가까이 접근하는 경우, 선체를 부두(특히 수류)와 평행하게 조정하여 더 이상 압류가 발생하지 않도록 하는 것이 중요하다. 선수미 예선을 같이 당기며 횡압류를 줄이고자 하는 시도는 위에서 설명한 바와 같이 위험한 결과를 가져올 수 있다.

부두나 다른 접안된 선박으로부터 거리가 2B 이상이면 접안 할 부두로부터 1L 이전의 거리라도 기관 고장이나 시동 불량이 발생하는 경우, 선미 예선을 전속으로 미는 것만으로도 (운동량을 유지한 채 선체방향을 부두와 반대쪽으로 바꾸어서) 긴급피난이 가능하다.

### (2) 선수 예선 45도 뒤로 빼 + 부두 반대현 앵커 주묘준비

선미 예선을 미는 것만으로 부족할 때에는, 선수 예선을 45도 뒤로 당기며 감속과 동시에 선수 방향이 부두에서 멀어지도록 보조하여야 한다. 주묘走锚는 불필요한 경우가 대부분이지만, 예선의 고장이나 예상의 파단 등의 경우를 대비하여 (선원의 상무Good Seamanship로서) 적어도 부두 반대현舷 앵커의 주묘 준비를 하여야 한다. 주묘는 수심의 2배 정도로 실행하며, Chock(King stopper)를 사용하지 않아야 한다. Brake band로 체인을 잡고 주묘Dragging해야 급장력에 의한 체인 파단을 예방할 수 있다.

## 마무리하며

지난 23년의 도선 경험을 정리하여 해상에서 발생할 개연성이 있는 어려움이나 위험에 대응할 방법을 마련해보았습니다. 기고문을 읽는 모든 선장님과 도선사님의 안전한 선박 조종과 건강을 기원합니다.

17) 자동차선 등 선석 이동중인 다른 선박의 예선을 보면 부두 접안중에 가끔 예선의 자세가 본선과 평행으로 붙어버리는 경우가 관찰된다. 당기라고 하는데도 선수나 선미가 편심접촉으로 부두와 가까워지는 것은 예선이 본선을 밀면서 자세 잡는 과정일 것이다. Co-Pilot(공동 도선사)가 있는 선박은 (부두 접안시 예선 쪽에서 서서 주도선사에게 예선의 사정을 연락하면) 즉각 대응하여 사고 회피에 효과적이다.

### (3) 접안중 예선을 볼 수 없는 선박

자동차 운반선이나 여객선 등 선수에 Bridge가 있는 선박이나 구조물로 인하여 접안중에 예선의 자세와 동작을 볼 수 없는 선박은 예선이 자세를 잡지 못하는 경우를 대비하여야 한다. 예선도 최선을 다하지만 드물게는 직각 자세를 잃고 본선과 평행<sup>17)</sup>으로 붙어버리는 경우가 있기 때문이다.

#### ① 선수가 부두에 위험하게 가까워질 때

(선수 외판 라운드가 커서 선수 예선을 잡는 Shell bitt가 선체 중앙쪽에 가까운) 자동차 운반선이나 여객선은 선체 대비 가볍고 선수에 횡추진기(Bow Thruster)를 장착하고 있다. 당기는 예선의 효과를 기다리기보다는 즉각 횡추진기를 사용하여야 한다.

#### ② 선미가 부두에 위험하게 가까워질 때

조타기를 부두쪽으로 35도 대각 전타하고 기관의 Kick Ahead로 선미의 부두 충돌을 예방하여야 한다.

#### ③ 사후 조치

(감항성에 문제가 없는) 페인트 스크래치나 외판의 Dent가 의심될 때는 (항후 Dock 수리때 필요하면 사용할) 보험용 서류작성을 위해 백지 2~3장의 하단에 도선사의 이름과 서명을 써주고 하선하여 선박의 불필요한 지체를 줄일 수 있도록 한다.

※ 게재된 내용은 필자의 견해이며, 본지의 편집 방향과 일치하지 않을 수 있습니다.