

해양수산종사자 교육교재

항내 조선



해양수산부
중앙해양안전심판원





1. 자력 도선 ————— 3

- 1.1 강제 도선과 면제
- 1.2 각종 해상교통법규의 적용 순서

2. 도선의 주요 요소 ————— 6

- 2.1 전심
- 2.2 속력
- 2.3 바람
- 2.4 조류
- 2.5 횡추진기
- 2.6 천수

3. 선회 운동 ————— 24

- 3.1 선회권
- 3.2 선체의 선회 운동
- 3.3 변침점 계산
- 3.4 종횡 거리 추정
- 3.5 입항시 변침률 활용

4. 예선의 운용 ————— 30

- 4.1 예선의 사용 목적
- 4.2 예선 사용시 본선 선속의 제한

5. 접이안 조선 작업 기본 요령 ————— 33

- 5.1 입항자세 접안 기본 요령
- 5.2 출항 자세 접안(회두 접안) 기본 요령
- 5.3 제자리 회두법

6. Bow thruster를 이용한 접·이안 ————— 36

- 6.1 B/T를 이용한 좌현 접안
- 6.2 B/T를 이용한 우현 접안
- 6.3 B/T를 이용한 우현 후진 접안

7. 예선 1척에 의한 접·이안 ————— 40

- 7.1 예선 추력 위치에 따른 선회 항적
- 7.2 예선 1척 도움 접안과 이안

8. 앵커를 이용한 접·이안 ————— 42

- 8.1 장애물이 없을 경우
- 8.2 바람이 있을 경우
- 8.3 장애물이 있을 경우
- 8.4 예선없이 출항하는 방법

9. 강풍 하에서의 접·이안 ————— 47

- 9.1 B/T가 장치되어 있고 앵커를 투묘하지 않은 경우
- 9.2 B/T가 없고 앵커를 투묘한 경우





1. 자력 도선

1.1 강제 도선과 면제

강제 도선

- ▶ 대한민국 선박이 아닌 선박으로서 총톤수 500톤 이상인 선박
- ▶ 국제항해에 취항하는 대한민국 선박으로서 총톤수 500톤 이상인 선박
- ▶ 국제항해에 취항하지 아니하는 대한민국 선박으로서 총톤수 2천톤 이상인 선박

강제 도선 면제

- ▶ 한국 국적선(국적취득조건부 나용선 포함)에서 내국 선장이 3만 톤 미만 선박에 승선하여 동일 항구에 1년에 (입항 또는 출항 총 횟수) 4회 이상 또는 3년에 9회 이상(위험화물 운반선은 1년에 8회 이상 또는 3년에 18회 이상) 입항 또는 출항
- ▶ 1년 이내에 4회 이상 또는 3년 이내에 9회 이상(위험물 또는 기름을 실은 선박은 1년 이내에 8회 이상 또는 3년 이내에 18회 이상)인 해당 선장
- ▶ 강제도선을 면제받은 선박의 총톤수보다 작거나 30% 범위에서 큰 선박(유사 선박)에 옮겨 승선하여 강제도선을 면제받은 동일한 도선구에 입항 또는 출항

✓ 강제 도선의 면제 대상 선박

강제 도선의 면제대상 선박의 총톤수는 3만 톤 미만으로 한다.

1. 자력 도선



1.2 각종 해상교통법규의 적용 순서



✓ 해상교통법의 적용 순서

일반적으로 법규가 서로 충돌되는 경우에는 신법 우선의 원칙과 일반법에 대한 특별법 우선의 원칙이 있다.

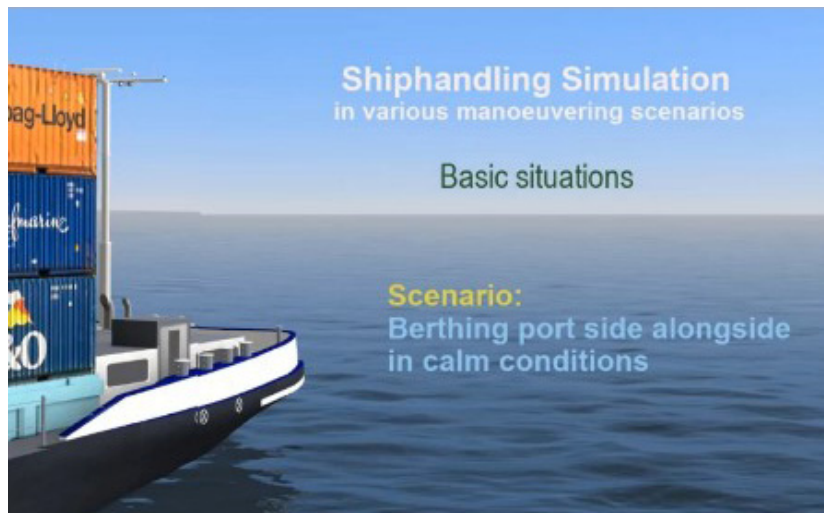


1. 자력 도선



1.3 자력 도선 시뮬레이션 영상

자력 접안 시뮬레이션(6' 15")



자력 이안 시뮬레이션(6' 18")



〈출처: <https://thenavigator.asia>〉



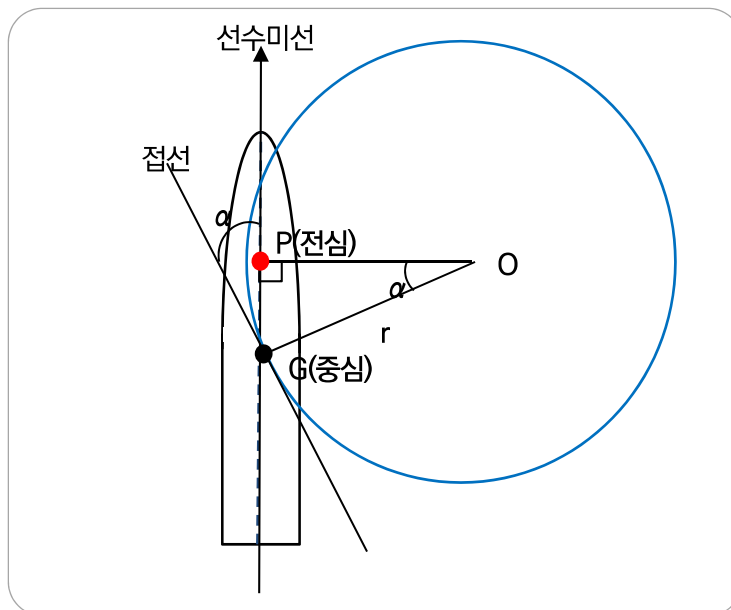


2. 도선의 주요 요소

2.1 전심 (Pivoting point)

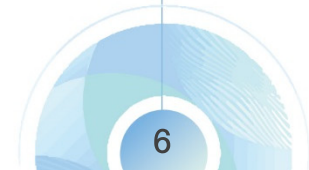
1) 의의

- ▶ 선회중에 선회권의 중심으로부터 선수미선에 내린 수선의 교점을 전심(轉心)이라 한다.
- ▶ 선체의 실제 역학적 선회 중심은 G(무게 중심)점에 있으나 외관상 회전중심은 G점보다 선체의 이동 방향 쪽으로 치우쳐 있는 것처럼 보이는데 이 점을 말한다.



- 전심은 외력이 선체에 가해져서 선체운동이 진행됨에 따라 선수미 중심선 상 어딘가에 존재한다.
- 편각(α)이 크면 GP도 크며, GP와 편각은 '선회성'과 같은 표현이라 할 수 있다.

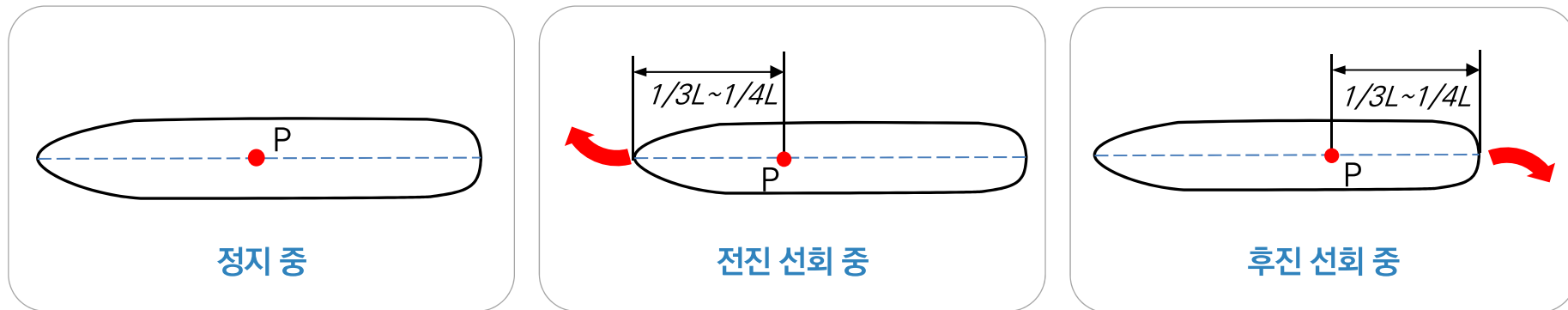
전심의 위치를 잘 파악하고 있으면 선박을 본인이 원하는 방향으로 조종할 수 있다.





2. 도선의 주요 요소

2) 자력 운항 중 전심의 위치

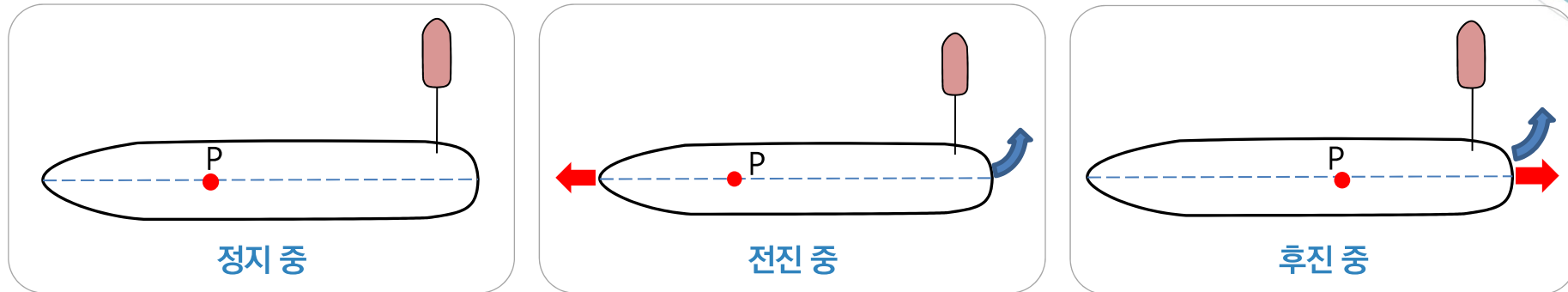


- ▶ 선박이 직진하거나 정지 중일 때는 선회의 중심점(전심)은 선체 중앙에 위치한다.
- ▶ 선박이 타를 사용하여 전진 선회할 때는 선수에서 $1/3 \sim 1/4$ 되는 위치에 전심이 존재한다.
 - 높은 선회능력을 가진 선박의 전심은 더 선수 쪽에 위치한다.
- ▶ 선박이 기관과 타를 사용하여 후진 선회할 때는 선미에서 $1/3 \sim 1/4$ 되는 위치에 전심이 존재한다.



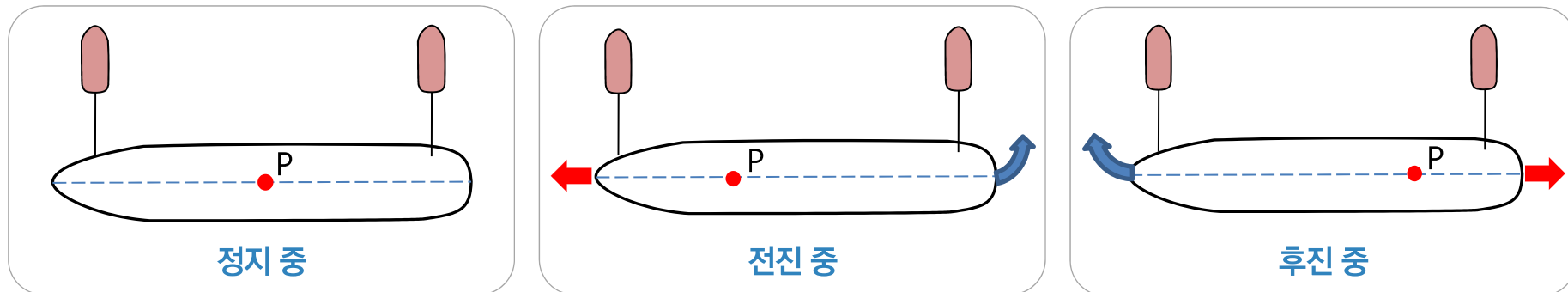
2. 도선의 주요 요소

3) 예선 1척 사용 중 전심의 위치



한 척의 예선을 선미에서 밀거나 당길 경우 본선 타에 의한 선회와 비슷한 위치에 전심이 존재한다.

4) 예선 2척 사용 중 전심의 위치



두 척의 예선을 선수미에서 밀거나 당길 경우 예선이 없는 것과 동일한 위치에 전심이 존재한다.

- 앞뒤 예선의 작용방향을 다르게 하거나 크기를 달리할 경우 전심의 위치는 변한다.



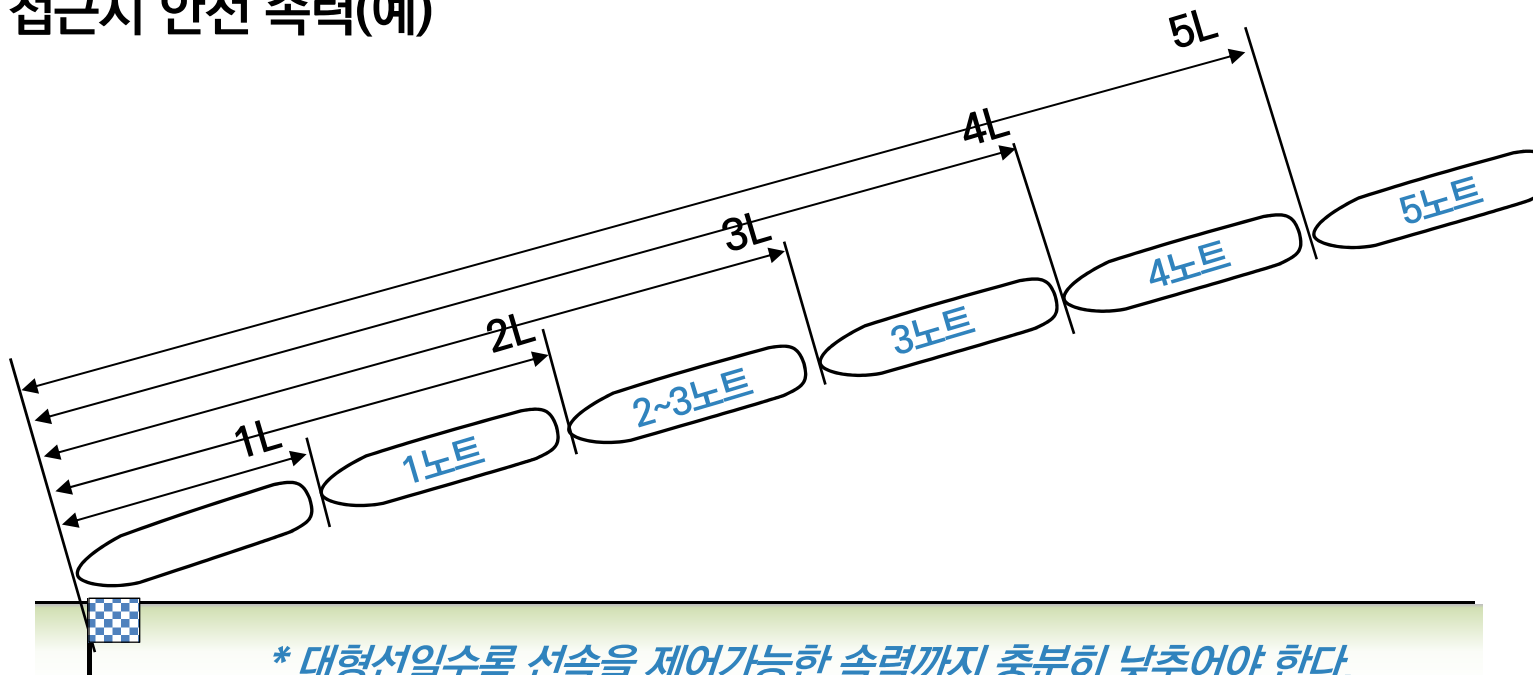
2. 도선의 주요 요소

2.2 속력 (Speed)

1) 조종상의 안전한 속력

- ▶ 정박중이거나 항행중인 타선에 위험을 주지않는 속력
- ▶ 타효 유지가 가능한 속력
- ▶ 외력(바람, 조류)을 이겨낼 수 있는 속력

2) 부두 접근시 안전 속력(예)



* 대형선일수록 선속을 제어가능한 속력까지 충분히 낮추어야 한다.

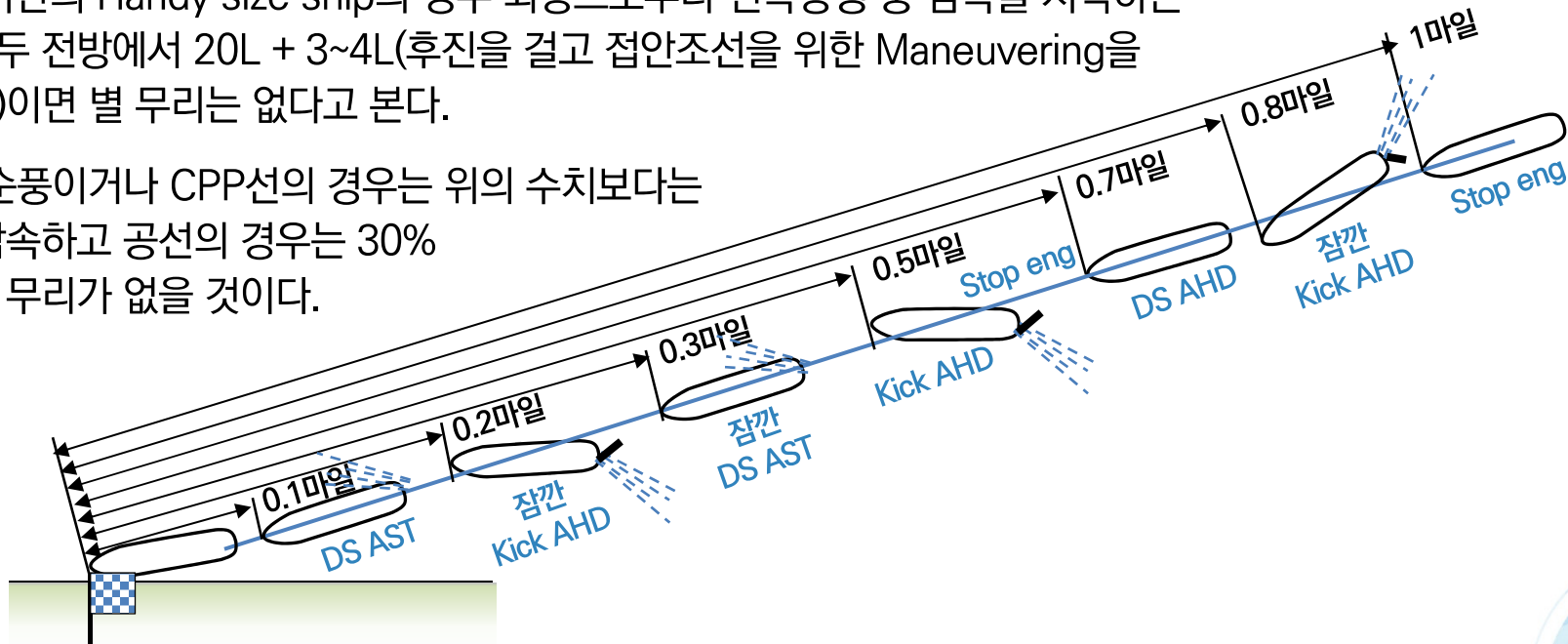


2. 도선의 주요 요소

3) 속도 제어

선박 크기	1마일 전	0.5마일 전	0.2마일 전	1L 전
7만~15만 G/T	4~5 노트	3~4노트	1.5 노트 이하	1 노트 이하
3만~7만 G/T	5~6 노트	4~5 노트	2 노트 이하	1.5 노트 이하
2만~3만 G/T	8 노트 이하	6 노트 이하	2.5 노트 이하	2 노트 이하

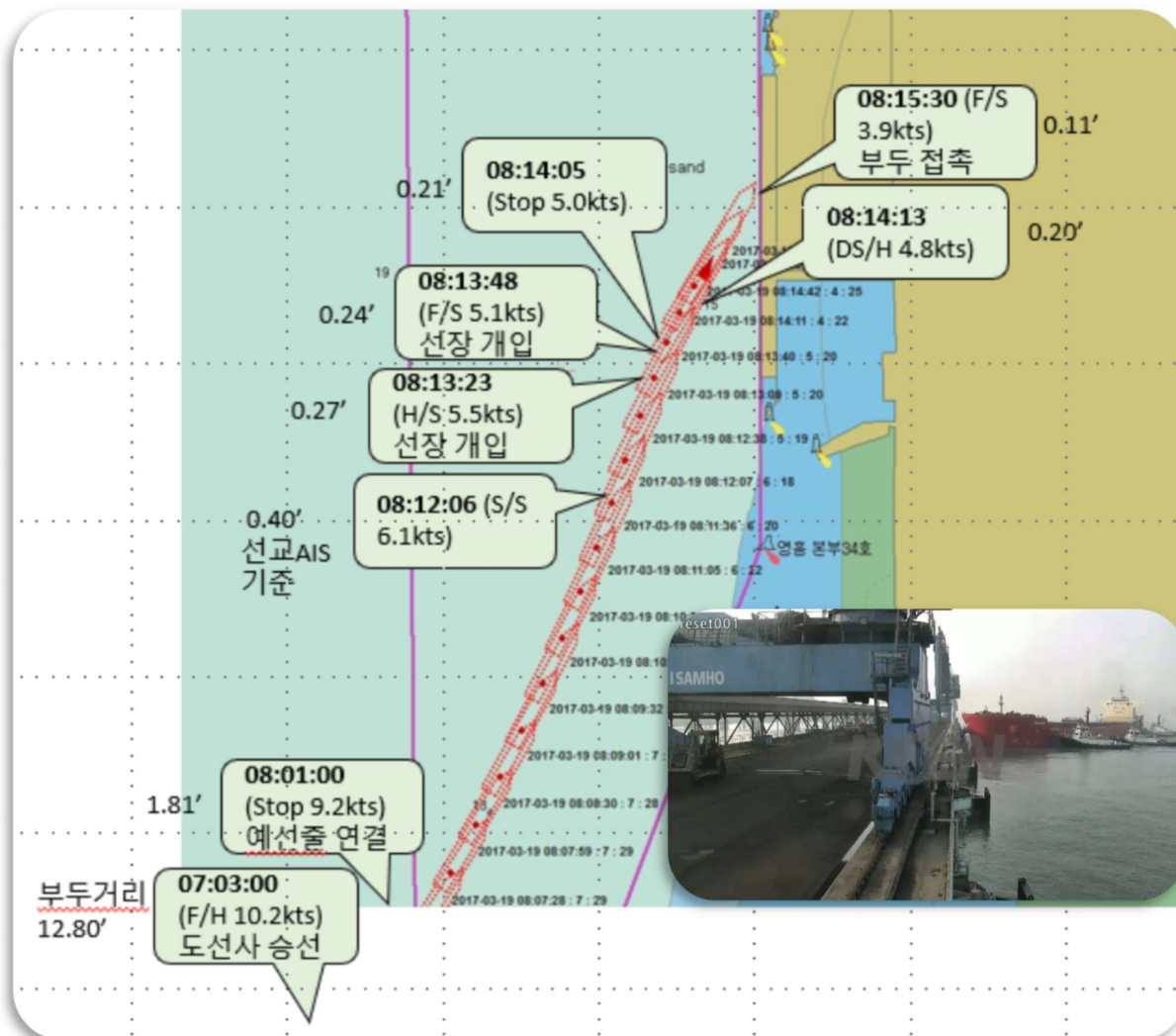
- ▶ 상기 수치는 만선한 선박을 기준으로 바람, 조류가 없고 CPP가 아닌 고정 Pitch propeller선을 기준으로 한 개략적인 수치이다.
- ▶ 3만G/T 미만의 Handy size ship의 경우 외항으로부터 전속항행 중 감속을 시작하는 거리는 부두 전방에서 20L + 3~4L(후진을 걸고 접안조선을 위한 Maneuvering을 하는 거리)이면 별 무리는 없다고 본다.
- ▶ 단 순조, 순풍이거나 CPP선의 경우는 위의 수치보다는 더 일찍 감속하고 공선의 경우는 30% 더 빨라도 무리가 없을 것이다.





2. 도선의 주요 요소

과속에 의한 부두 충돌사고 사례



2017.3.19

VLOC(G/T 92,071톤)가 인천항 영흥화력 입항 중 감속 실기로 부두와 충돌하여 본선은 우현앵커 유실, 선수부 외판손상이 발생하였으며, 영흥화력 2부두는 길이 약 30m, 폭 약 1m 손상, 방충재가 파손되었다.

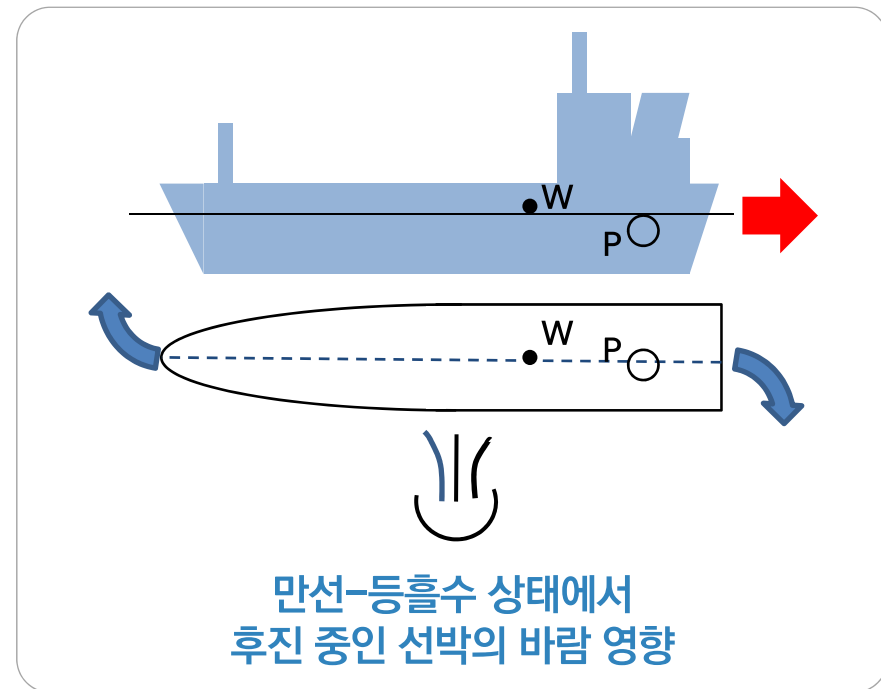
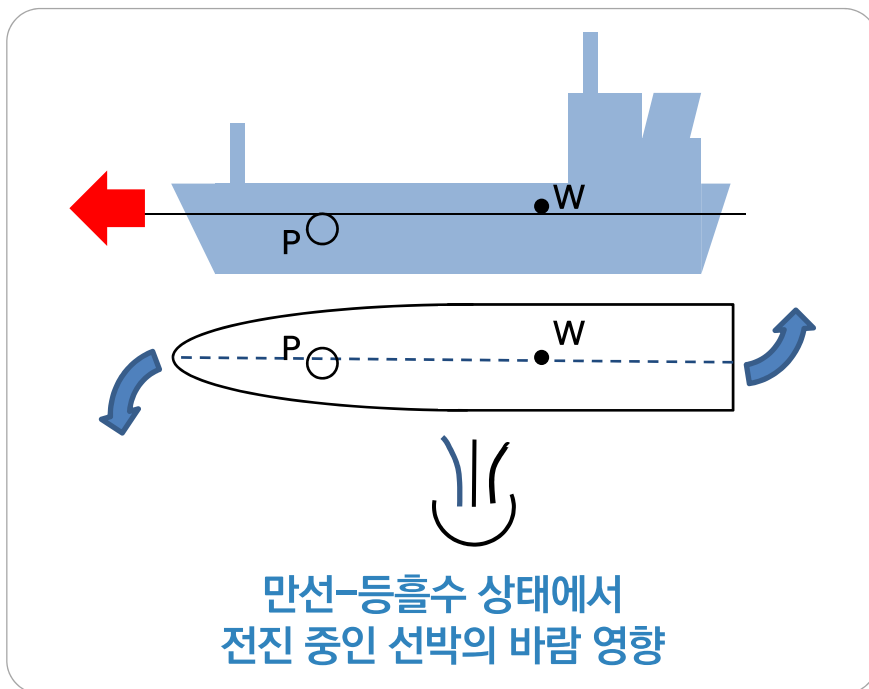
사고의 원인은 대형선이 감속 시기를 상실하였고, 선장은 도선사에게 본선 조종성능의 특성에 대한 전달이 미흡하였다.

2. 도선의 주요 요소

2.3 바람 (Wind)

1) 바람에 의한 회두작용 및 압류

- ▶ 바람을 받으면 선체는 풍하로 압류하게 되며 동시에 물의 항력을 받게 된다. 이때에 풍압의 중심위치와 수저항의 작용점이 일치하지 않으면 균형을 유지하는 자세가 될 때까지 선수를 풍상(바람이 불어오는 쪽) 또는 풍하(바람이 불어가는 쪽)로 회두시킨다.



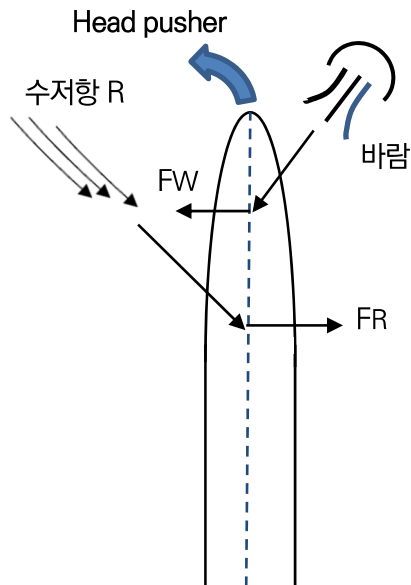
P: 전심, W: 풍압의 중심



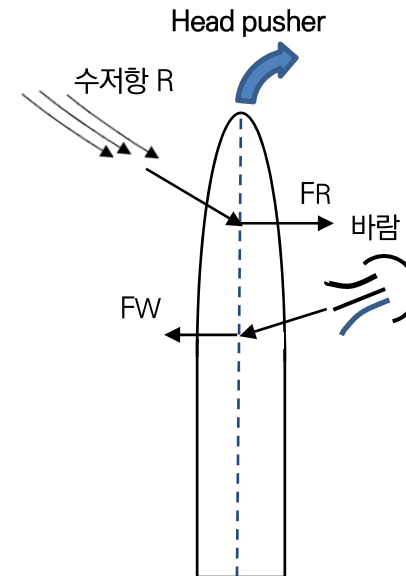
2. 도선의 주요 요소

2) 이풍성(離風性)과 향풍성 (向風性)

- ▶ 정지 중이거나 극미속인 선박이 선수방향에서 바람을 받으면 선수를 풍하측으로 회두시키는데, 선속이 느리거나 선수부분의 수선상부 측면이 크거나, 바람이 강할 경우 이풍성이 더욱 커진다.
- ▶ 전진 중인 선박이 정횡부근에서 바람을 받으면 물의 저항으로 인한 측압중심은 풍압중심보다 전방에 위치하여 선수가 풍상측으로 회두한다.



만선-등흘수 상태에서
극미속 전진 중인 선박의 바람 영향



만선-등흘수 상태에서 전진 중
(3노트 이상)인 선박의 바람 영향

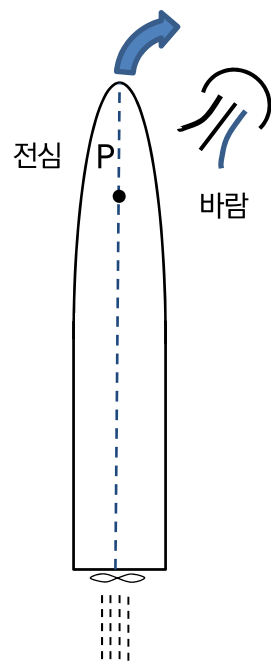
F_R : 수저항으로 받는 힘, F_W : 바람으로 받는 힘



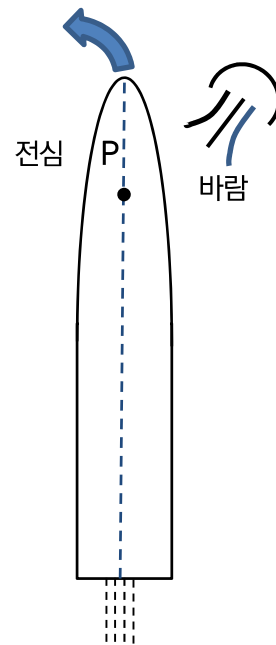
2. 도선의 주요 요소

3) 바람에 의한 행각(行脚)의 영향

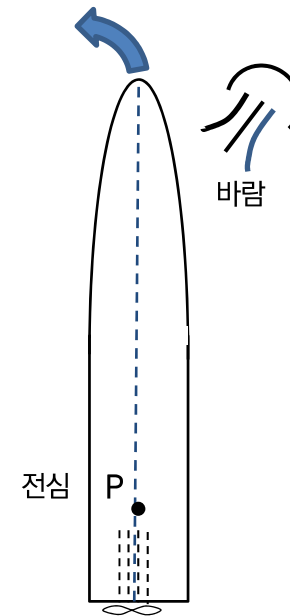
- ▶ 기관 전진 중인 선체는 선수가 풍상으로 향하는 경향이 있다.
- ▶ 타력 전진 중(극미속 전진중)에는 선수가 먼저 풍하로 떨어진다.
- ▶ 후진 중에는 선수가 먼저 풍하측으로 떨어진다.
- ▶ 정지 중에는 선수가 먼저 풍하로 압하되어 균형을 이룬 다음 표류한다.
- ▶ 풍압에 의한 선체 압류는 행각이 클수록 적어진다.



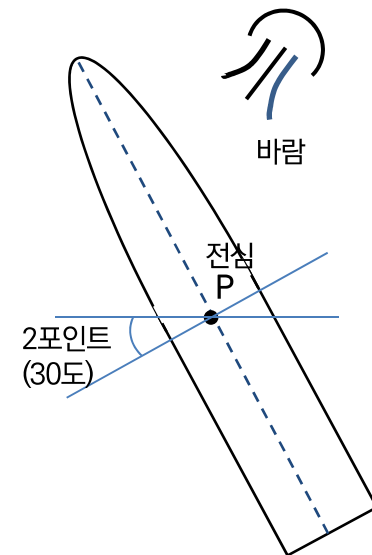
(a) 기관 전진 시



(b) 타력 전진 중



(c) 후진 중

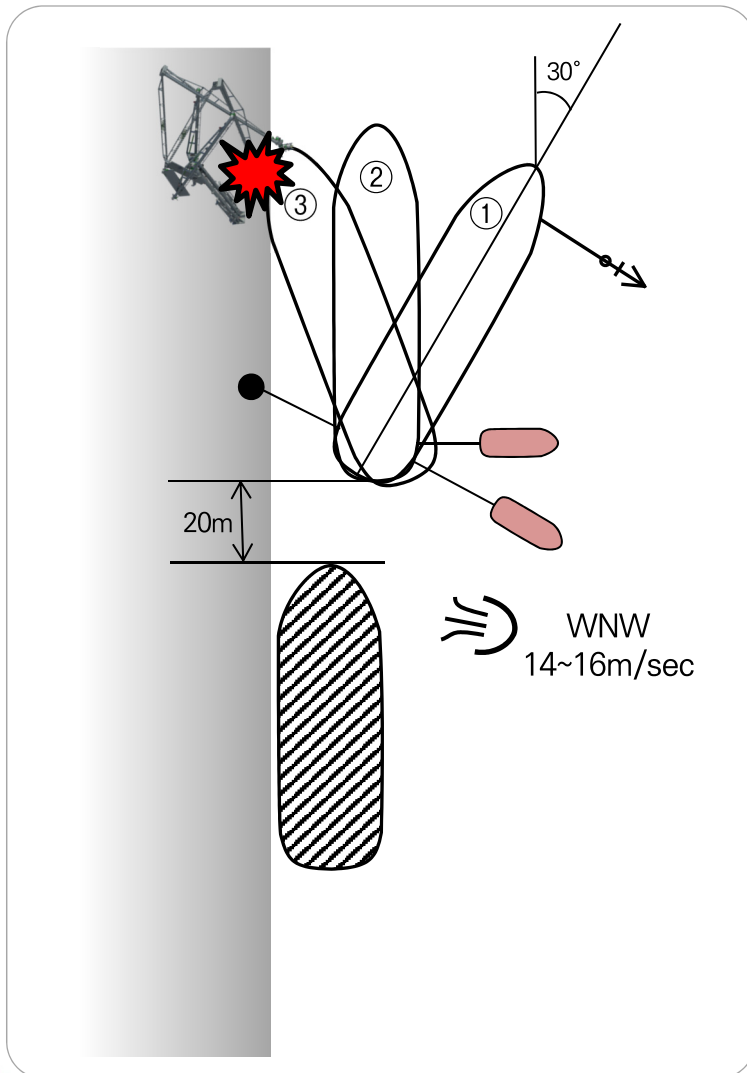


(d) 정지 중



2. 도선의 주요 요소

강한 바람으로 인한 부두 접촉사고 사례



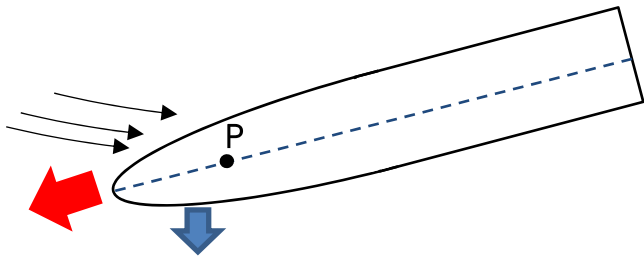
- 총톤수 2,341톤 액화가스탱크선 B호가 1999.4.6. 광양항 중흥부두에서 양하작업을 완료 후 이안과정에서 강풍으로 선체가 부두쪽으로 압류되면서 로딩암과 접촉사고가 발생하였다.
- 이 사고로 육상의 1번과 2번 로딩암이 쓰러졌고 하부지지부와 로딩암이 이탈 또는 변형되었으며, 본선은 불워크가 약간 손상을 입었다.
- 당시 기상은 폭풍주의보가 내려진 가운데 풍속은 부두쪽으로 14~16m/sec였고 파고는 1m 내외였으며, 선미쪽 20m 거리를 두고 다른 탱커가 접안해 있었다.
- 사고원인은 공선인 본선이 폭풍주의보가 발효된 상황에서 출항하면서 앵커를 감고 예선을 1척만 사용하여 이안하였으나, 강한 돌풍에 선체가 풍압을 극복하지 못하여 발생하였다. 사고예방을 위해서는 강풍시 선체를 반시계 방향으로 회두후 출항하는 것이 바람직하였다.



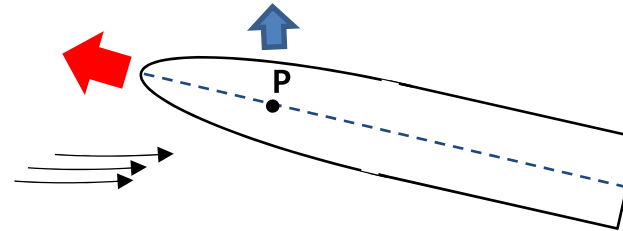
2. 도선의 주요 요소

2.4 조류 (Current)

- ▶ 조류의 영향은 바람처럼 선수를 전후·좌우로 진회시키지는 않는다.
- ▶ 조류를 역행할 때에는 타효가 향상되고, 순조상태인 뒤에서 조류를 받으면서 진행시는 타효가 크게 떨어진다.
- ▶ 선박에 대한 조류의 영향은 선속이 감소할 때 더 크게 증가한다.



전진 중 역조로 선수가 부두로 밀린다.

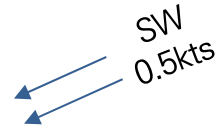


전진 중 역조로 선미가 부두로 밀린다.

항내 조선에서 풍조의 영향을 최대로 이용하는 방법

- 가능한한 역조류를 받도록 접안자세를 취한다.
- 압류를 고려하여 미리 충분한 여지를 둔다.
- Anchor를 적절히 이용한다.
- 압류에 대응하기 위해서는 기관과 타를 과감하게 사용한다.

강한 조류로 인한 방파제 충돌사고 사례



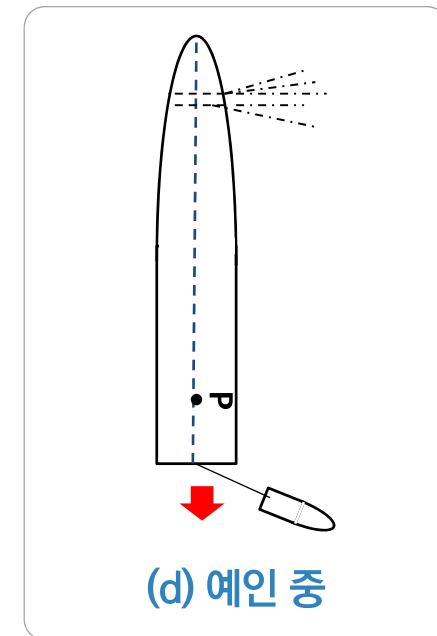
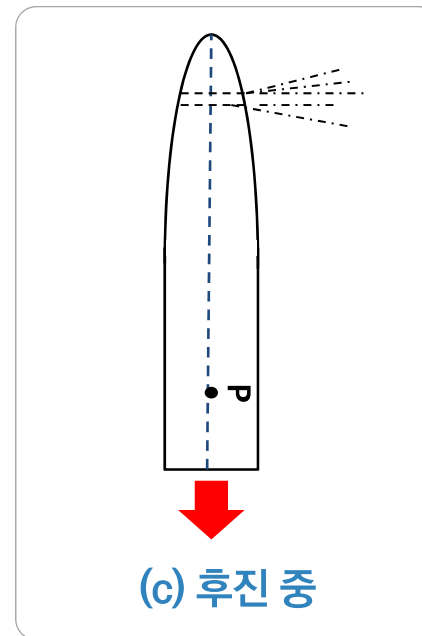
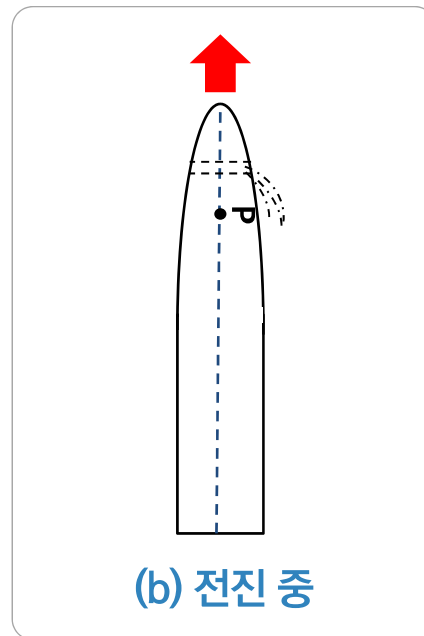
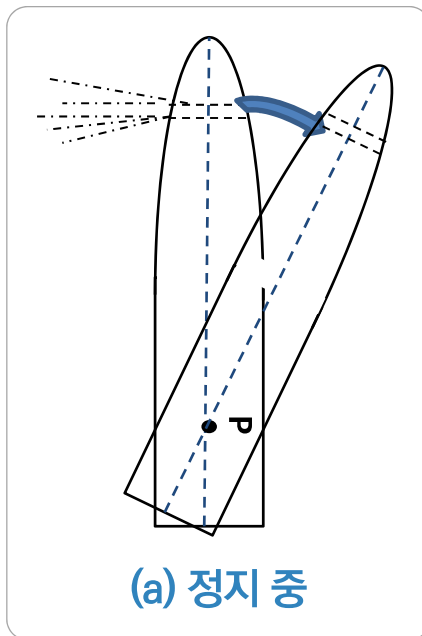
- 



2. 도선의 주요 요소

2.5 횡추진기 (Bow thruster, B/T)

- ▶ 선체(특히 선수)를 좌우로 회전시키는 것을 돕는 보조장치로, 크기는 통상 총톤수의 5% 이내이다.



횡추진기 사용 시 주의사항

- 수면하에 잠긴 상태로 있어야 효율을 발휘한다.
- 선속 5노트, 풍속 10m/sec 이상에서는 효율이 거의 없다.
- 갑자기 출력을 올리면 과부하로 Trip이 되거나 발전기가 정전이 될 수 있다.
- 예선과는 달리 본선 속도제어 수단으로 사용할 수 없다.



2. 도선의 주요 요소

Bow thruster 과신으로 인한 부두 충돌사고 사례



- 총톤수 107,849톤(길이 336.7m) 컨테이너선 엠에스시로마호가 2007.12.5. 부산 신선대부두에 과도한 속력으로 접안하던 중 선수부를 효과적으로 좌회두시키지 못하여 부두 하역크레인과 접촉하였다.
- 이 사고로 하역크레인 1대는 완파, 2대는 중파되었으며, 1대는 경미한 손상이 발생하였고, 본선은 선수마스트 항해장비들이 심하게 손상되었다.
- 사고원인은 동급 크기 선박은 2척의 예선을 사용하여야 하나 1척 밖에 사용않아 선수부 압류현상을 효과적으로 제어하지 못한 이유도 있으나, 접안속도 4노트인 상황에서 B/T가 제기능을 발휘하기 위해서는 선수흘수가 6.55m 이상 확보되어야 하나 사고선박은 5.5m에 불과하여 B/T가 효과를 발휘하지 못한 이유도 있었다.

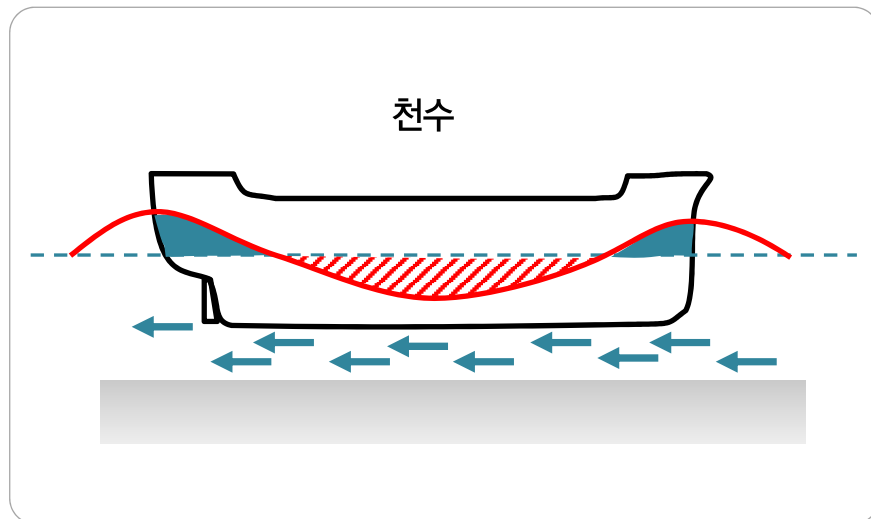
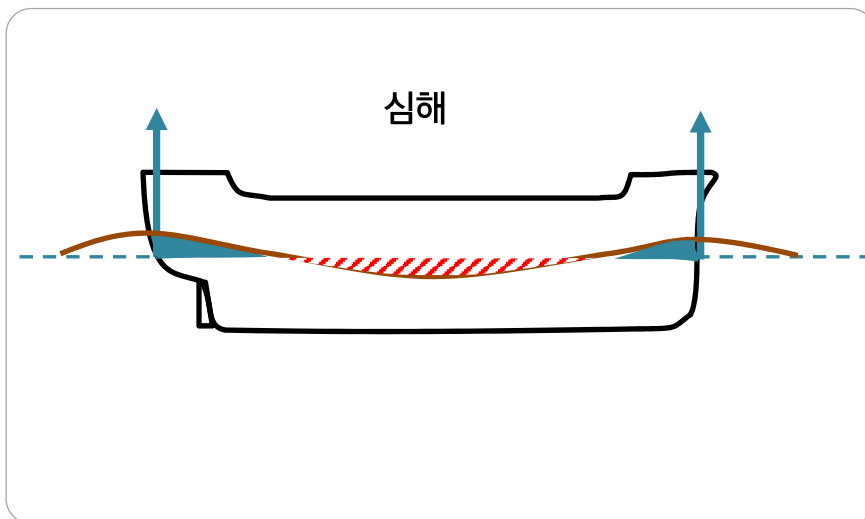


2. 도선의 주요 요소

2.6 천수 (Shallow water)

1) 천수 효과

- ▶ 선박의 흘수에 비하여 수심이 낮은 천수(淺水)에 진입하면 선수·미에 생성하는 조파의 성질과 선체의 주위를 흐르는 수류(水流, 물의 흐름)의 변화가 생겨서 선저 하의 압력 감소하여 선체가 침하하고 흘수가 증대된다.



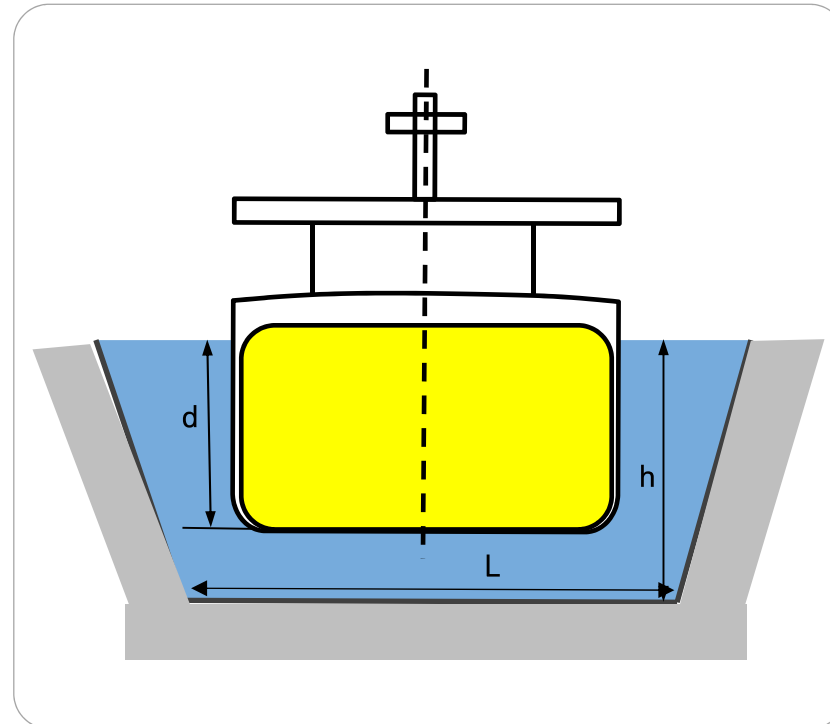
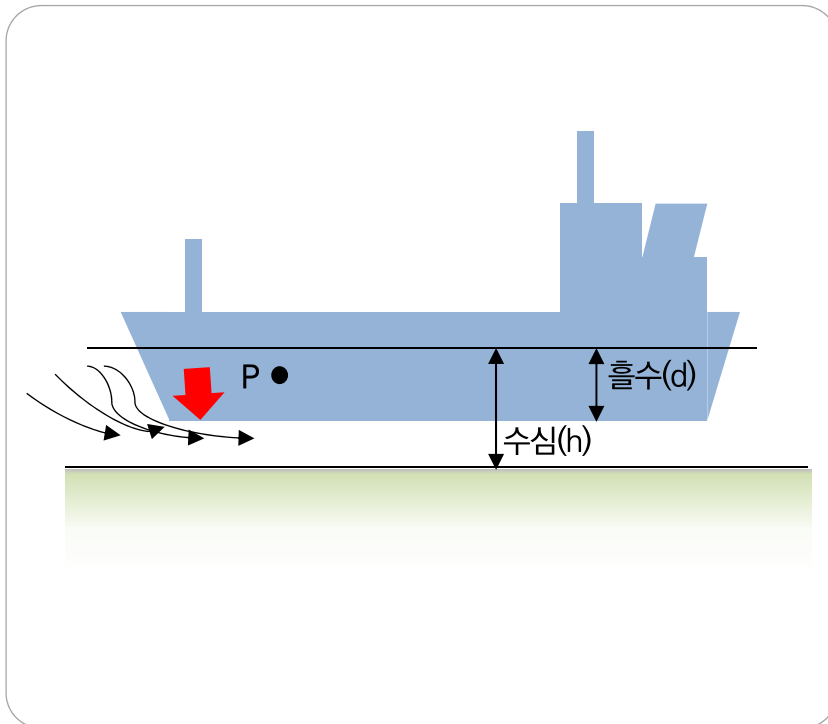
- ▶ 얇은 수심에서는 항해로 발생하는 파랑의 파저에 놓일 경우 부력이 줄어들어 심해에 비해 선체가 더 침하한다.



2. 도선의 주요 요소

2) 천수영향이 나타나는 수심

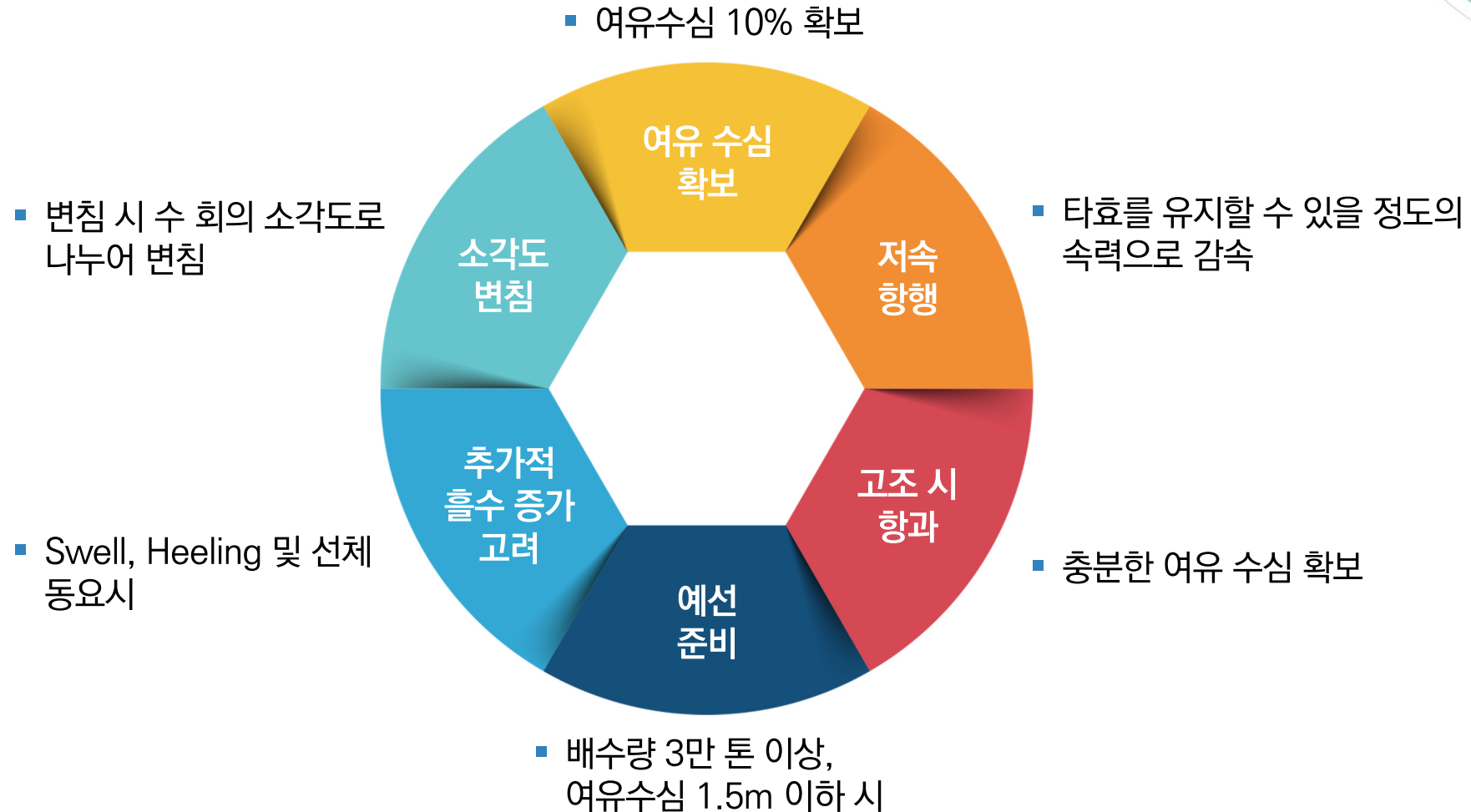
선 속	조종성	수로폭
<ul style="list-style-type: none"> 고속선: 10d 저속선: 4d 	<ul style="list-style-type: none"> 2.5d: 영향이 나타나기 시작 1.5d: 영향이 육감으로 느껴짐 1.25d: 선회경이 2배로 증가 	<ul style="list-style-type: none"> 2L: 수로폭의 영향이 나타남 1L: 수로폭의 영향을 육감으로 느낌





2. 도선의 주요 요소

3) 천수 영향에 대한 대책

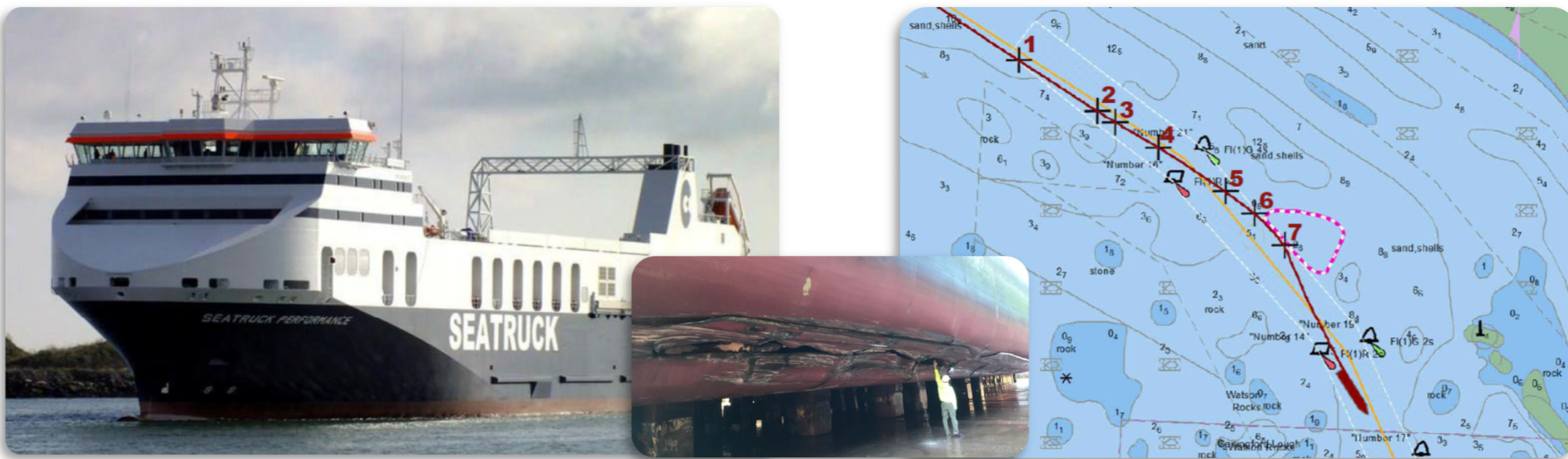


천수구역에서 회두가 안된다고 증속하는 것은 극히 위험하다(Kick ahead는 가능).

2. 도선의 주요 요소



천수 구역에서 스쿼트와 바우쿠션으로 인한 좌초사고 사례

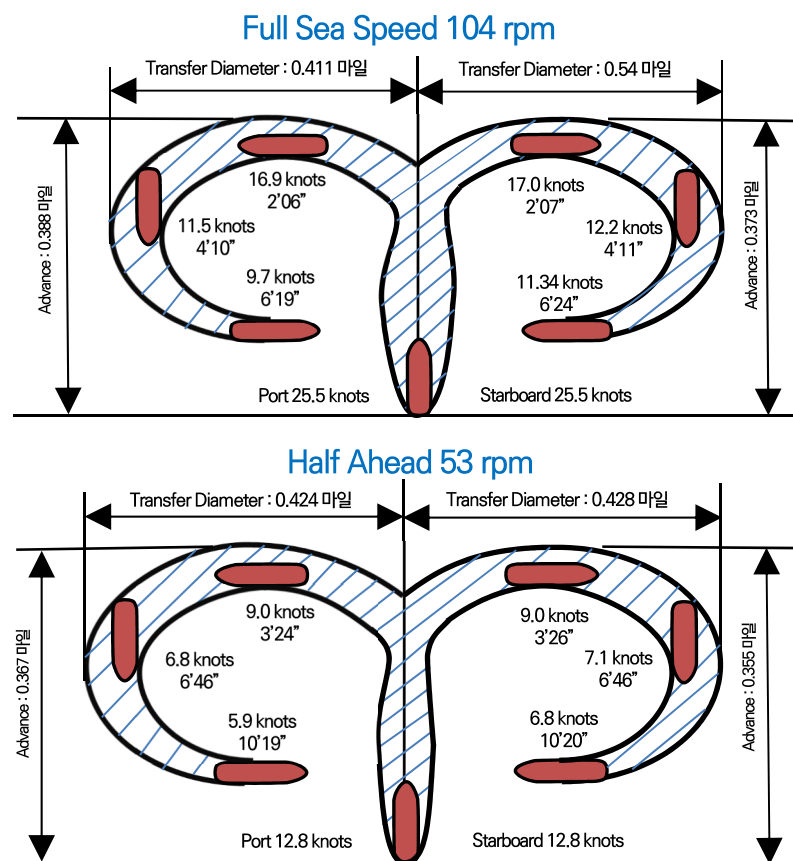
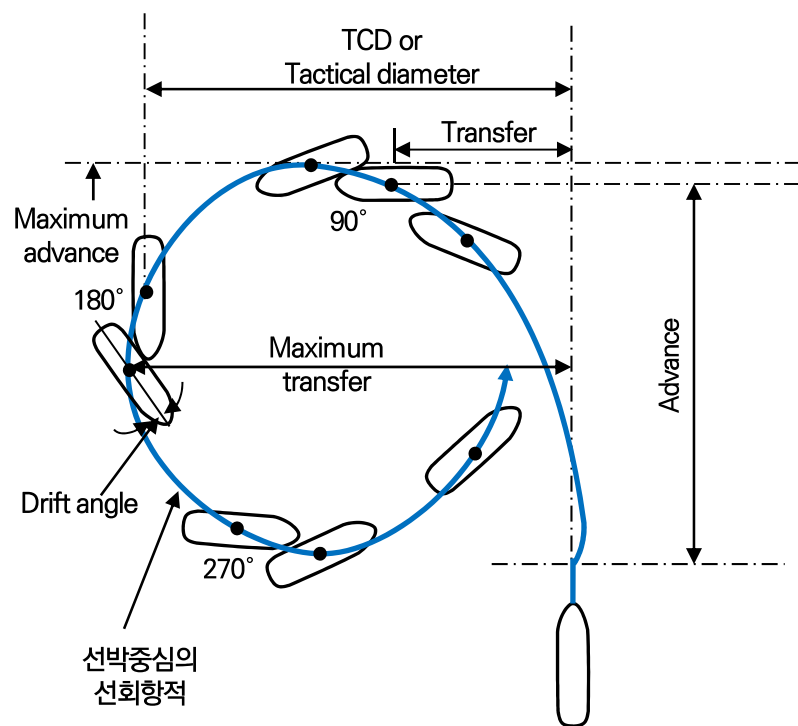


- 총톤수 19,722톤(길이 142m) 로로페리 Seatruck Performance호가 2019.5.8. 영국 노든아일랜드 와렌포인트의 협수로를 항과하다 낮은 수심지역에서 스쿼트와 바우쿠션 현상으로 선체가 침하되어 좌초하였다.
- 이 사고로 본선 좌현 선저부분 10m가 찢어져 4번 빈탱크와 8번 힐링탱크가 침수되었다.
- 사고원인은 흘수 5.5m인 본선이 14.5노트로 천수구역을 항과 중 1.4m 스쿼트 현상을 고려할 때 동적흘수가 6.9m가 되나, 사고수역의 수심은 4.9m에 고조차 2.1m를 고려하여도 7m가 되어 UKC가 0.1m밖에 되지 않았다. 항만당국의 지침상 본선이 천수구역을 안전하게 항과를 위해서는 UKC가 0.5m와 흘수의 10% 중 더 큰값을 가졌어야 한다. 이 때문에 본선은 변침구역에서 전타를 하여도 선수가 의도한 선회율을 얻지 못해 좌초했다.

3. 선회 운동



3.1 선회권 (Turning circle)



✓ 실험 컨테이너선 명세

LOA : 292m, DWT : 61,787MT, B : 21.7m, Draft : 13.5m, Speed : 24.3kts

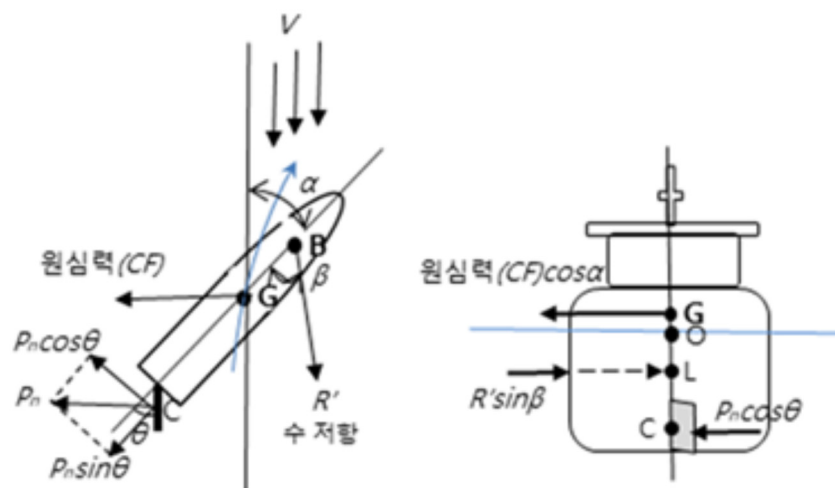
3. 선회 운동

3.2 선체의 선회 운동

1) 의의

- ▶ 선박이 항주중 타각 θ 를 주면 타의 직압력(P_n)의 횡분력인 $P_n \cdot \cos\theta$ (양력, lift)가 중심 G에 작용하여 회전 모멘트가 발생한다.

$$\text{회전 모멘트} = \frac{1}{4} \cdot \ell \cdot f \cdot A \cdot V^2 \sin 2\theta$$



타각(θ)이 클수록 회전력은 커지며, 45° 일 때 최대가 된다.

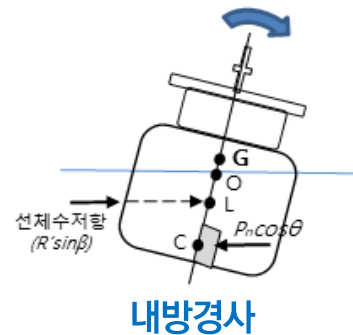
3. 선회 운동



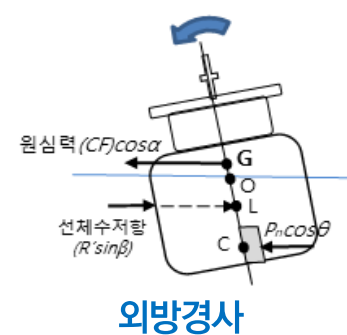
2) 선회 운동과 선체 경사

- ▶ 직진 중인 선박에 타각을 주면 타압(직압력)의 횡분력과 원심력의 작용으로 초기에는 내방경사가 일어나고 (제1단계), 그 다음에는 원심력으로 인해 전타현 반대방향으로 외방경사가 일어난 후(제2단계), 이후는 선체가 일정한 원을 그리며 선회한다(제3단계).

경사각 계산 공식 : $\tan \delta = \frac{V^2 \times GB}{GM \cdot g \cdot r}$



내방경사



외방경사

✓ 선체 운동 중 경사각의 특징

- ① 경사각은 선속의 2승에 비례한다. 따라서 복원력이 작은 배는 선회 전에 먼저 선속을 줄여야 한다.
- ② 경사각은 선회반경에 반비례한다. 따라서 GM(복원력)이 작은 배는 타각을 많이 주어서는 안된다.
- ③ GM이 작으면 경사각은 커진다.
- ④ 회두 중 급히 타를 중앙으로 하는 것도 GM이 작은 배에서는 위험하다.
- ⑤ 중심위치가 높으면 횡경사각이 커진다.



3. 선회 운동

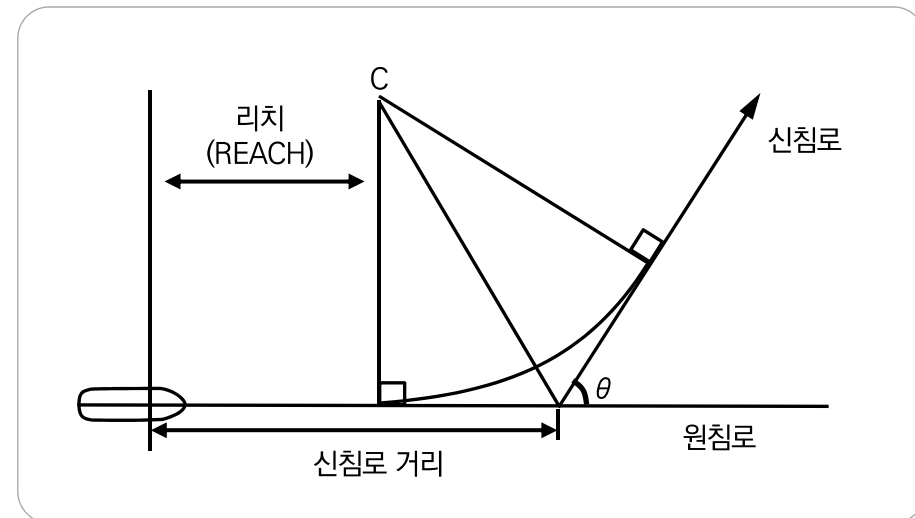
3.3 변침점 계산

1) 선회종거

- ▶ 전타점으로부터 원침로상에 있어서 진출거리를 선회종거(Advance)라 한다.

2) 신침로 거리

- ▶ 선박이 변침했을 때 그 최초의 전타점으로부터 신·구침로의 교차점까지의 거리를 말한다.



✓ 선회종거의 대소

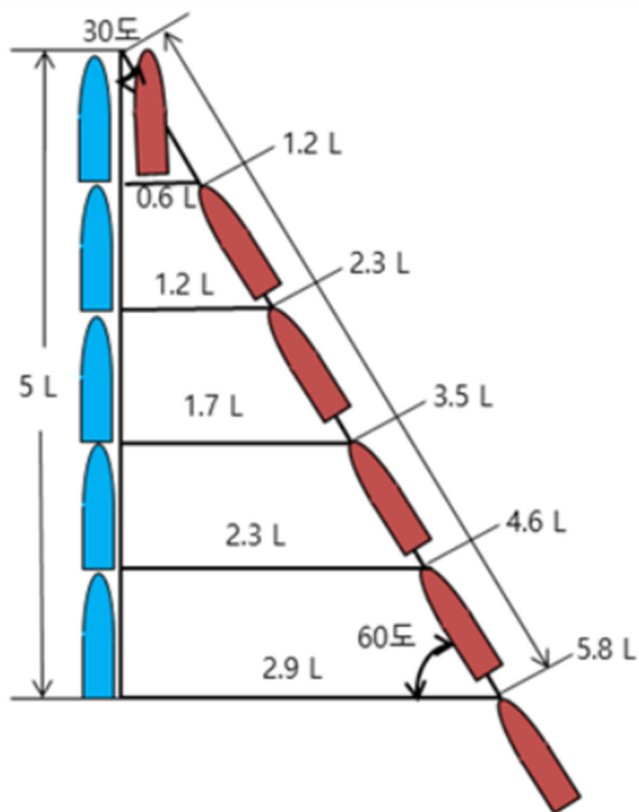
- ① 선회종거(Advance)는 추종성이 좋은 선박은 작고 나쁜 선박은 크다.
- ② 배수량(또는 흘수)이 크면 종거도 크다.
- ③ 선체 길이가 긴 선박, 관성 능률이 큰 선박, 선회경이 큰 선박 등은 종거도 크다.
- ④ 종거는 일반적으로 3~4L 정도이다.
- ⑤ 선회종거와 정상 선회경(Final diameter)은 크기가 비슷하며(3~4L), 선회경의 약 80~85% 정도가 된다.

3. 선회 운동



3.4 종횡 거리 추정

진입각 30도
 $1 : \sqrt{3} : 2$ (30도 직각삼각형의 빗변의 비)

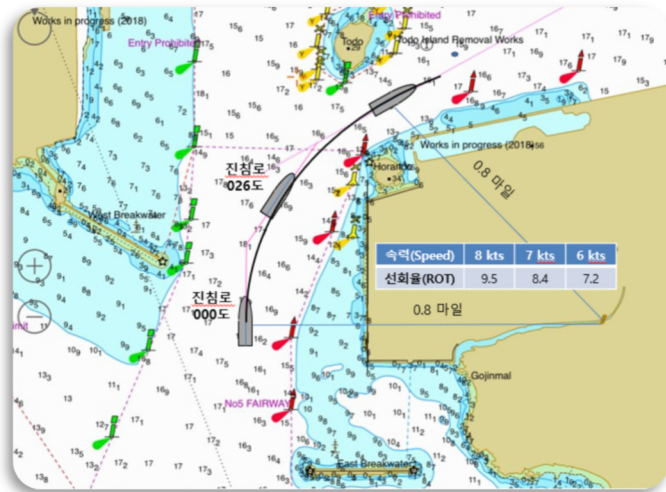


- 접안할 선석 연장선과 본선 접근 각도가 30도일 때 전진 거리에 따른 종횡거리를 계산한다.
- 통상은 접안한 선박이 있을 경우 선박 숫자를 세면서 남은 선석까지 종횡 거리를 판단하여 선속과 선수의 접안 각도를 조절한다.

3. 선회 운동



3.5 입항 시 변침률 활용



↓ 속력(kts) 선회 반경(mile)→

	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.85	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
3	28.6	14.3	9.5	7.2	5.7	4.8	4.1	3.6	3.4	3.2	2.9	2.6	2.4	2.2	2.0	1.9
4	38.2	19.1	12.7	9.5	7.6	6.4	5.5	4.8	4.5	4.2	3.8	3.5	3.2	2.9	2.7	2.5
5	47.7	23.9	15.9	11.9	9.5	8.0	6.8	6.0	5.6	5.3	4.8	4.3	4.0	3.7	3.4	3.2
6	57.3	28.6	19.1	14.3	11.5	9.5	8.2	7.2	6.7	6.4	5.7	5.2	4.8	4.4	4.1	3.8
7	66.8	33.4	22.3	16.7	13.4	11.1	9.5	8.4	7.9	7.4	6.7	6.1	5.6	5.1	4.8	4.5
8	76.4	38.2	25.5	19.1	15.3	12.7	10.9	9.5	9.0	8.5	7.6	6.9	6.4	5.9	5.5	5.1
9	85.9	43.0	28.6	21.5	17.2	14.3	12.3	10.7	10.1	9.5	8.6	7.8	7.2	6.6	6.1	5.7
10	95.5	47.7	31.8	23.9	19.1	15.9	13.6	11.9	11.2	10.6	9.5	8.7	8.0	7.3	6.8	6.4
11	105.0	52.5	35.0	26.3	21.0	17.5	15.0	13.1	12.4	11.7	10.5	9.5	8.8	8.1	7.5	7.0
12	114.6	57.3	38.2	28.6	22.9	19.1	16.4	14.3	13.5	12.7	11.5	10.4	9.5	8.8	8.2	7.6
13	124.1	62.1	41.4	31.0	24.8	20.7	17.7	15.5	14.6	13.8	12.4	11.3	10.3	9.5	8.9	8.3
14	133.7	66.8	44.6	33.4	26.7	22.3	19.1	16.7	15.7	14.9	13.4	12.2	11.1	10.3	9.5	8.9
15	143.2	71.6	47.7	35.8	28.6	23.9	20.5	17.9	16.9	15.9	14.3	13.0	11.9	11.0	10.2	9.5
16	152.8	76.4	50.9	38.2	30.6	25.5	21.8	19.1	18.0	17.0	15.3	13.9	12.7	11.8	10.9	10.2
17	162.3	81.2	54.1	40.6	32.5	27.1	23.2	20.3	19.1	18.0	16.2	14.8	13.5	12.5	11.6	10.8
18	171.9	85.9	57.3	43.0	34.4	28.6	24.6	21.5	20.2	19.1	17.2	15.6	14.3	13.2	12.3	11.5
19	181.4	90.7	60.5	45.4	36.3	30.2	25.9	22.7	21.3	20.2	18.1	16.5	15.1	14.0	13.0	12.1
20	191.0	95.5	63.7	47.7	38.2	31.8	27.3	23.9	22.5	21.2	19.1	17.4	15.9	14.7	13.6	12.7

선회율(1분당 선회각)

✓ 선회율 표 사용 방법

- ① 선회경/선속/ROT간의 상관관계를 계산한 것으로 선회시 사용하면 본선을 항로에 따라 일정한 선회율로 선회가 가능하다.
- ② 세로는 본선의 속력(kts)을 의미하고 가로는 본선의 선회 항적의 반경(mile)을 의미하며, 표 안의 수치는 선회율(1분당 선회각)을 나타낸다.
- ③ 예로서 부산 신항 입항시 토도와 호란도 사이에서 변침을 할 경우 본선 속력이 8 kts이고 선회 반경이 0.8 mile일 경우 선회율은 분당 9.5도이므로 000도에서 026도까지 변침하는데 약 2분 42초가 소요된다.
- ④ 선회율 표는 항로 변침, 묘박지 출항 시 등에서 선회경/선속/ROT간의 상관관계만 알면 어떤 경우든 활용할 수 있다.
- ⑤ 그러나 안전을 위해서는 선회율 표만 의존하지 말고 중시물표의 이용, ECDIS상 Track을 확인하는 등 복수의 방법으로 선회율을 재확인하는 자세가 필요하며, 예상 경로를 벗어날 경우 조타를 통해 항로를 조정할 필요가 있다.



4. 예선의 운용

4.1 예선의 사용 목적

타력 억제 수단

- 접안시 선미예선을 정선미로 당기면 회두없이 감속 가능
- 선수예선도 선미방향으로 당기면 타력제어 가능

본선의 회두 보조 (타의 보조)

- 입·출항시나 회두시 예선을 선수·선미에서 정횡으로 밀거나 당겨서 회두를 보조한다.

횡이동 추력의 수단

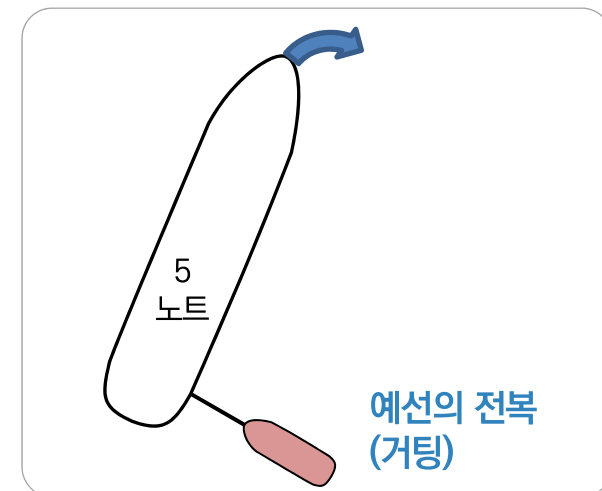
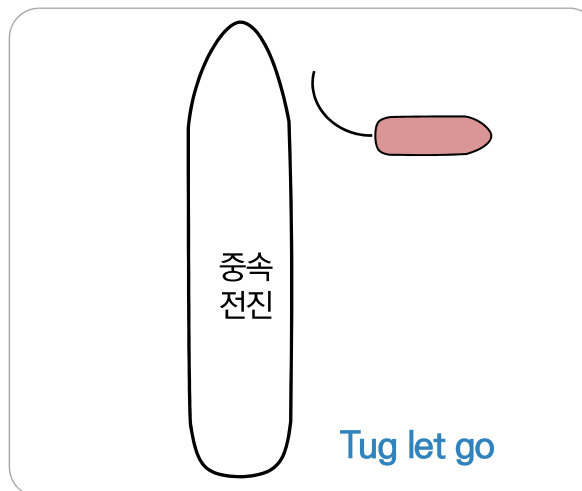
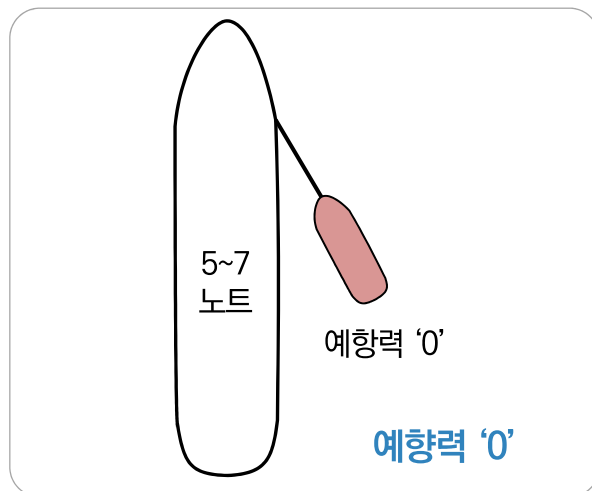
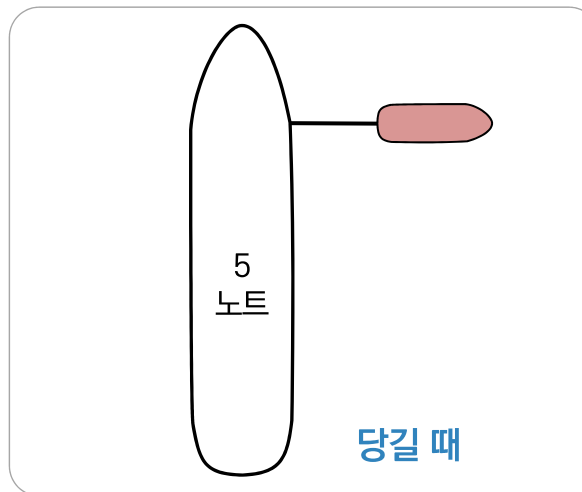
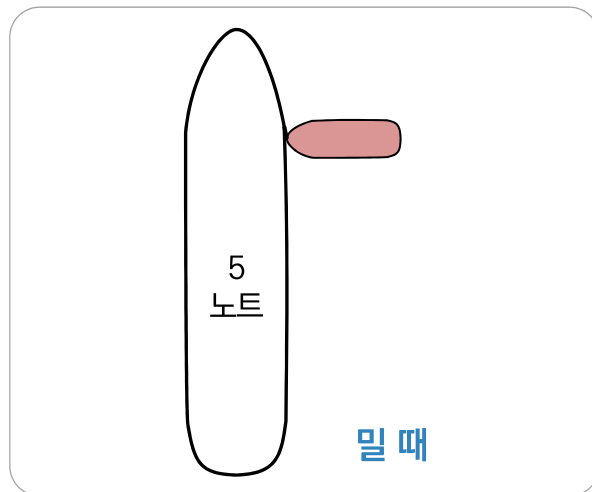
- B/T 추력이 낮은 선박이나 B/T나 S/T가 없는 선박에서는 접안 또는 이안 시 횡이동 보조

예선을 사용하지 아니하거나 사용 기준에 미치지 못하는 예선을 사용할 경우 법률에 의거 처벌을 받는다.

4. 예선의 운용



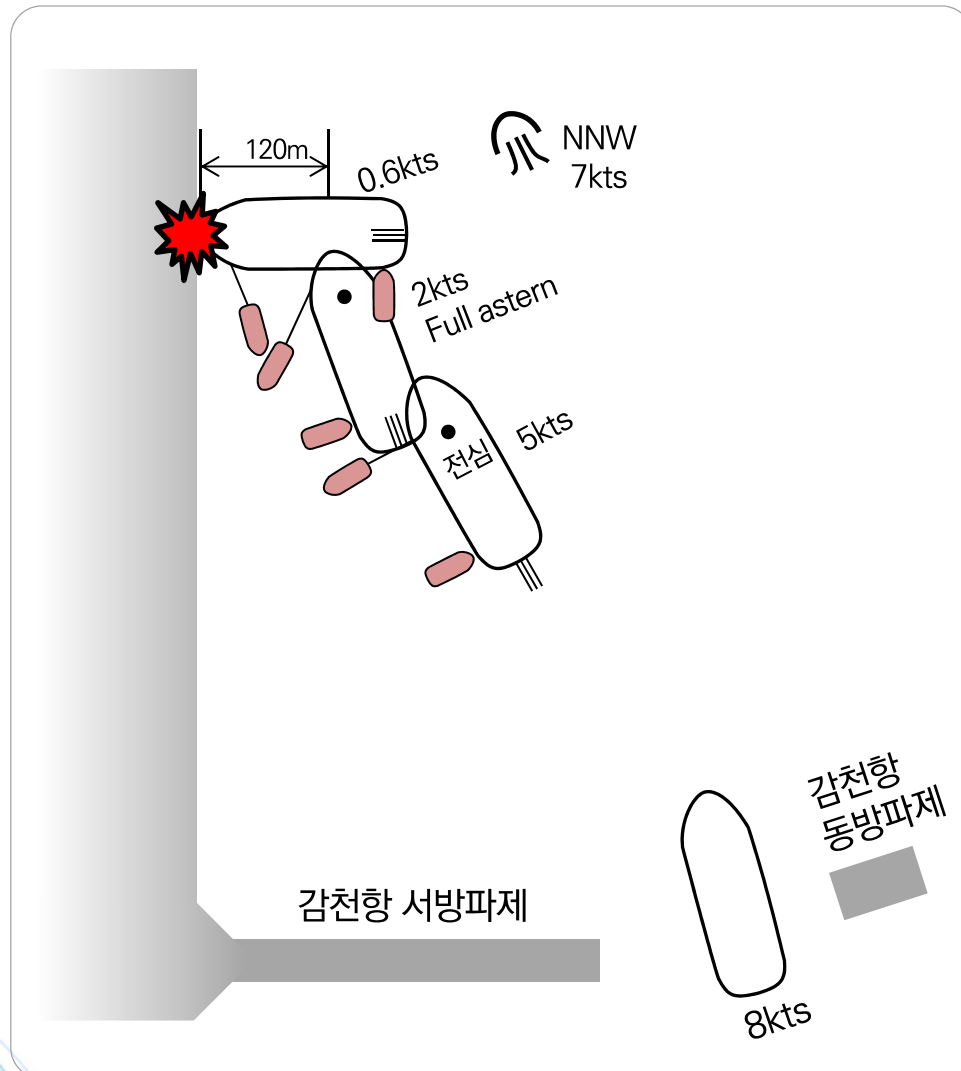
4.2 예선 사용시 본선 선속의 제한





4. 예선의 운용

예선 사용 부적절로 인한 부두 접촉사고 사례

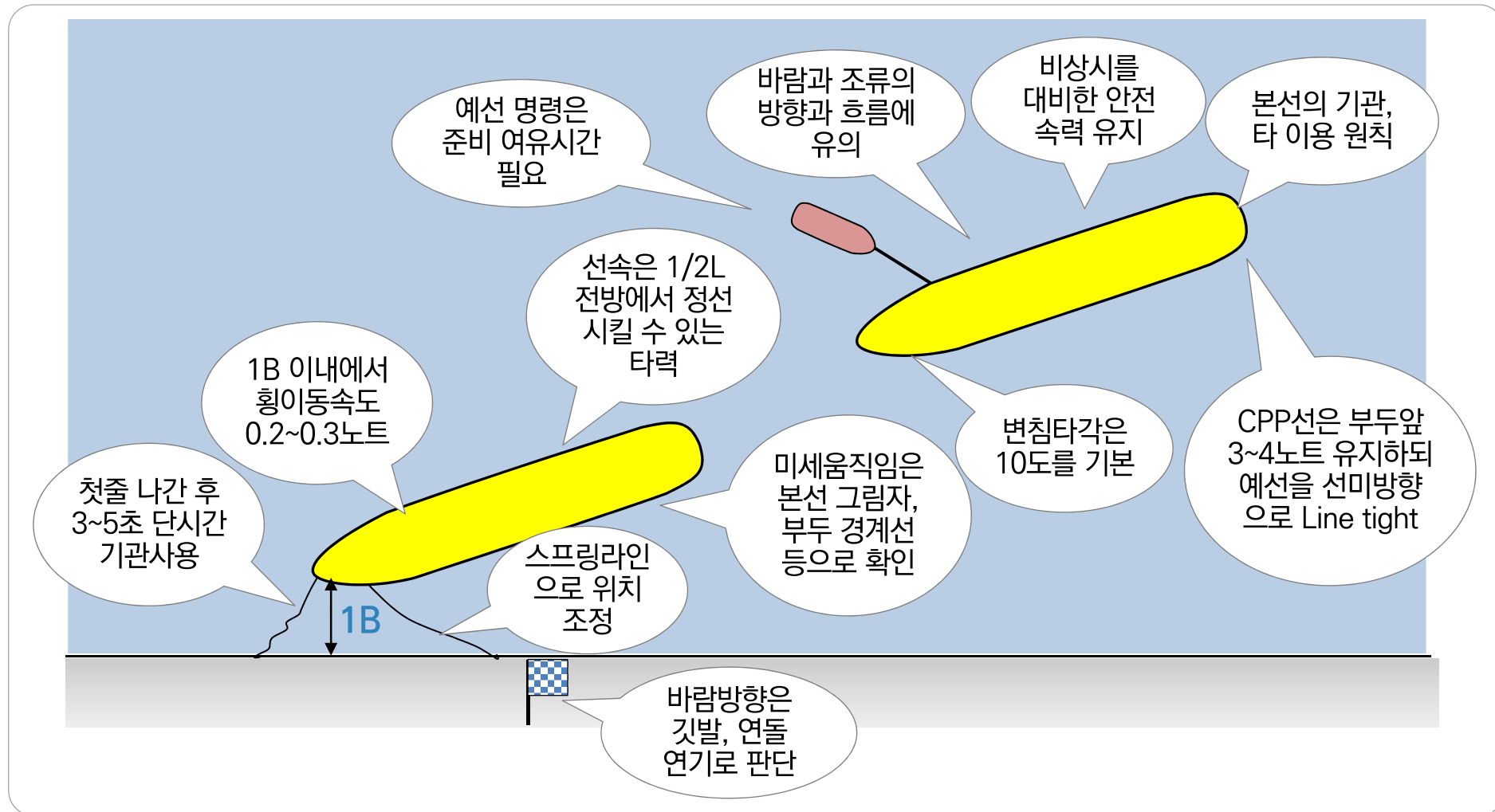


- 총톤수 51,934톤 컨테이너선 HS호가 2003.6.18. 부산 감천항에서 접안 조선 중 예선을 적절하게 활용하지 못하여 부두와 접촉사고가 발생하였다.
- 이 사고로 본선은 구상선수에 경미한 손상을 입었으나 감천항 제71번 부두 안벽 수면하 1번 격실이 파손·균열되었다.
- 사고원인은 감천항 방파제 입구의 강한 조류를 극복하기 위해 본선이 상당한 속력을 유지한 채 입항한 후 우현계류를 위해 선체를 좌회두를 시도하였다. 그러나 접근속력이 높아 전진타력을 제어하기 위해 후진기관을 사용하자 선수가 우회두하였고, 강풍하에서는 추가 예선이 필요함에도 2척의 예선만 사용하면서 전심이 선수에서 1/3L 지점에 있어 선수 예선으로 선수를 충분히 좌회두 시키지 못함에 따라 본선 선수가 부두와 직각으로 접촉하였다.



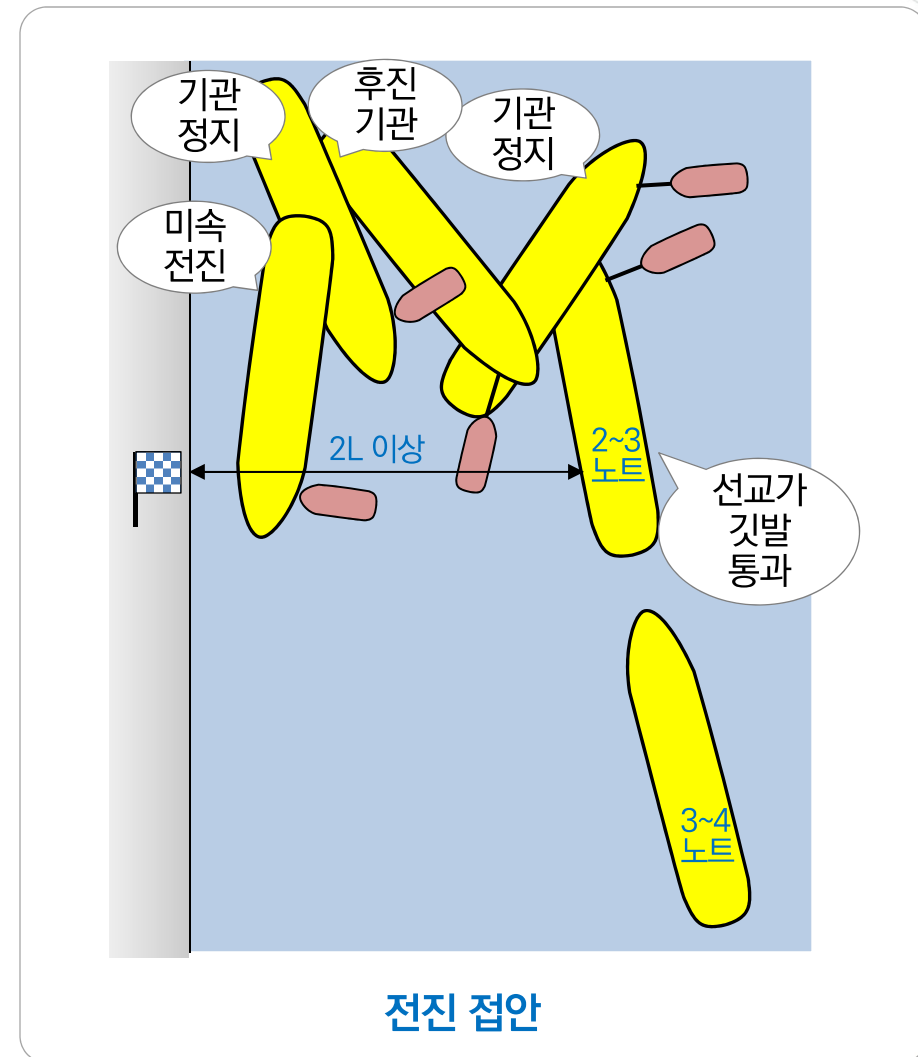
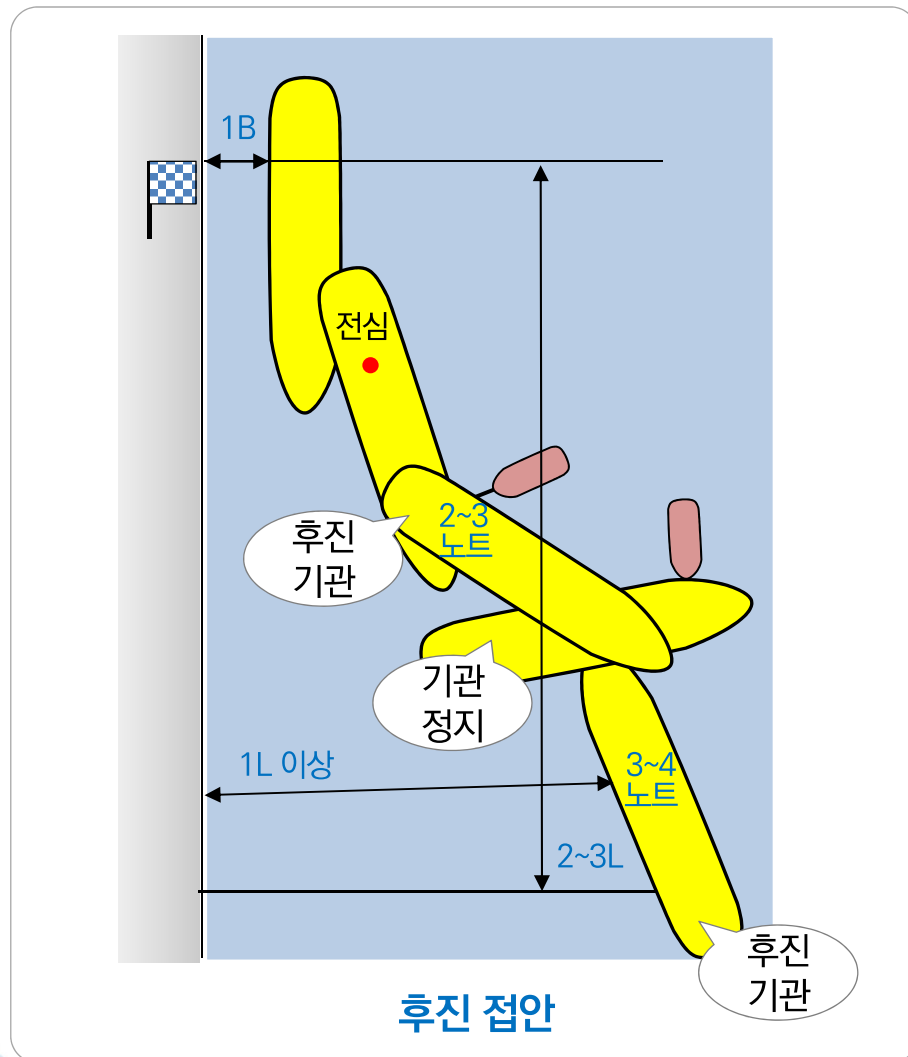
5. 접이안 조선 작업 기본 요령

5.1 입항 자세 접안 기본 요령



5. 접이안 조선 작업 기본 요령

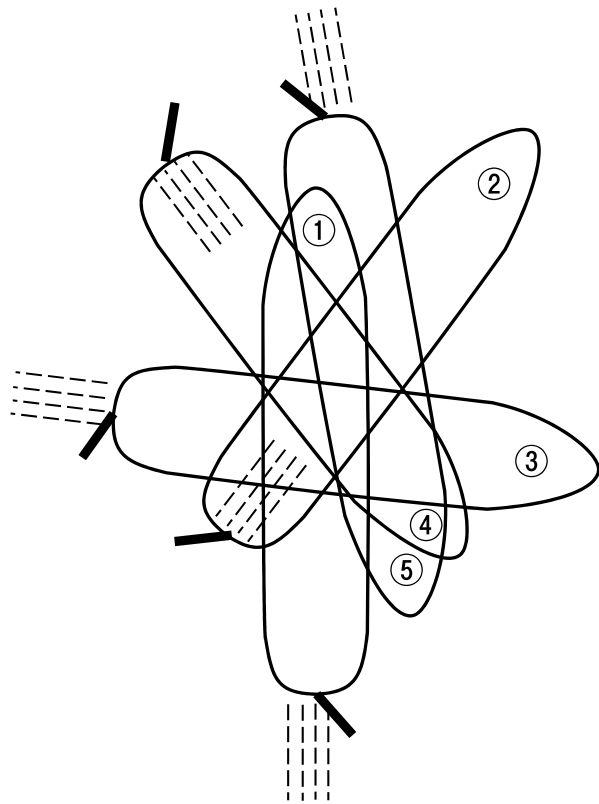
5.2 출항 자세 접안(회두 접안) 기본 요령





5. 접이안 조선 작업 기본 요령

5.3 제자리 회두법



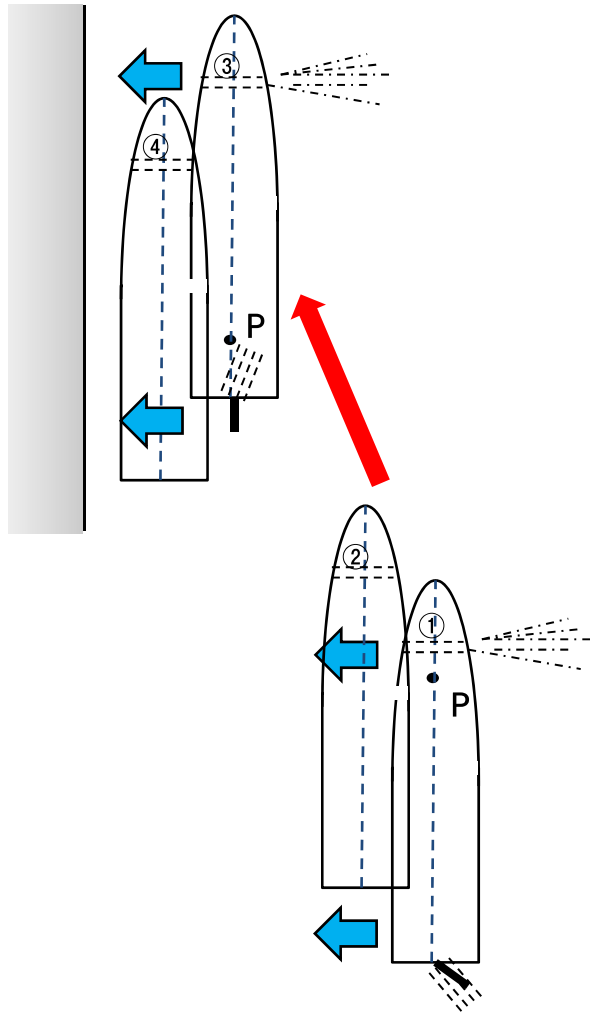
- ① 추진기와 타를 이용하며 전진기관 사용시는 회두현으로 전타한 타효를, 후진기관 사용시는 배수류의 측압작용을 최대로 이용한다(우선회 추진기선은 우회두를, 좌선회 추진기 장착선은 좌회두를 시도).
- ② 수역이 지나치게 협소할 때는 닻을 함께 이용한다.
- ③ 만선이고 천수역인 경우, 조류가 강한 경우, 바람이 강할 때는 특히 주의를 요하고 염려스러우면 예선의 지원을 받는다.
- ④ 특히 천수구역은 회두가 어려우니 주의가 요망된다.
- ⑤ 추진기의 회전방향과 반대로 돌릴 경우는 투묘후 Short stay 상태로 하고 Chain의 장력을 최대로 이용한다.

- 가능한 한 증속되지 않도록 속력을 보면서 기관을 사용하는 것이 관건이다.
- 후진추력은 전진추력의 약 반이 되므로 전진시는 Half, 후진 시는 Full speed로 한다.



6. Bow thruster(B/T)를 이용한 접·이안

6.1 B/T를 이용한 좌현 접안

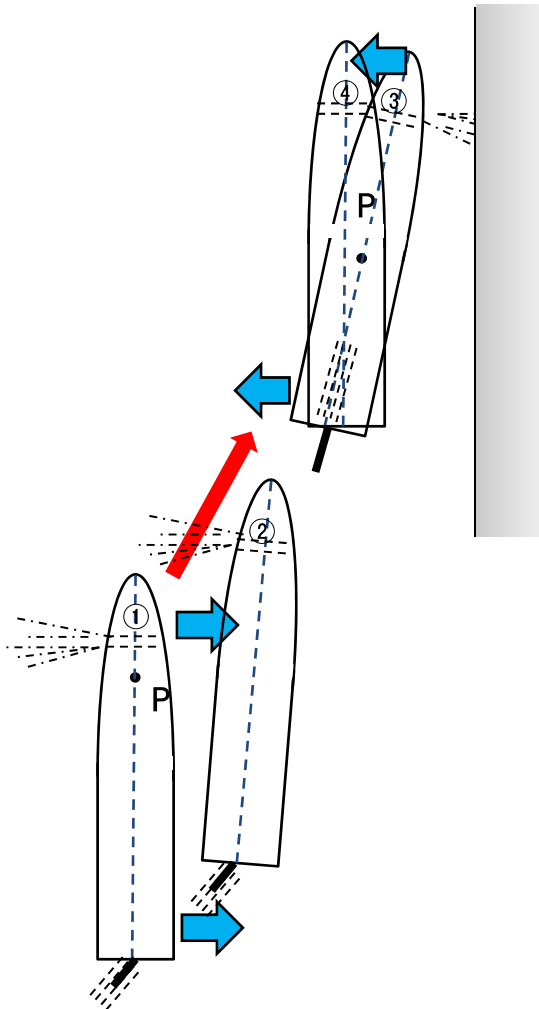


- ①
 - 우전타, 기관은 극미속으로 전진
 - B/T는 부두 쪽으로 최대
- ②
 - 전심이 선수 쪽에 있으므로 기관을 Kick ahead 사용 시 선체는 평행으로 좌측 이동
- ③
 - 선체를 부두 접안 정위치에서 약간 전진한 위치까지 진행
 - 타는 중립, 기관은 극미속으로 후진
 - B/T는 부두 쪽으로 최대
- ④
 - 전심이 선미 쪽에 위치
 - 후진기관 사용으로 인한 선수 우회두 억제
 - 선체는 평행으로 좌측 이동



6. Bow thruster(B/T)를 이용한 접·이안

6.2 B/T를 이용한 우현 접안

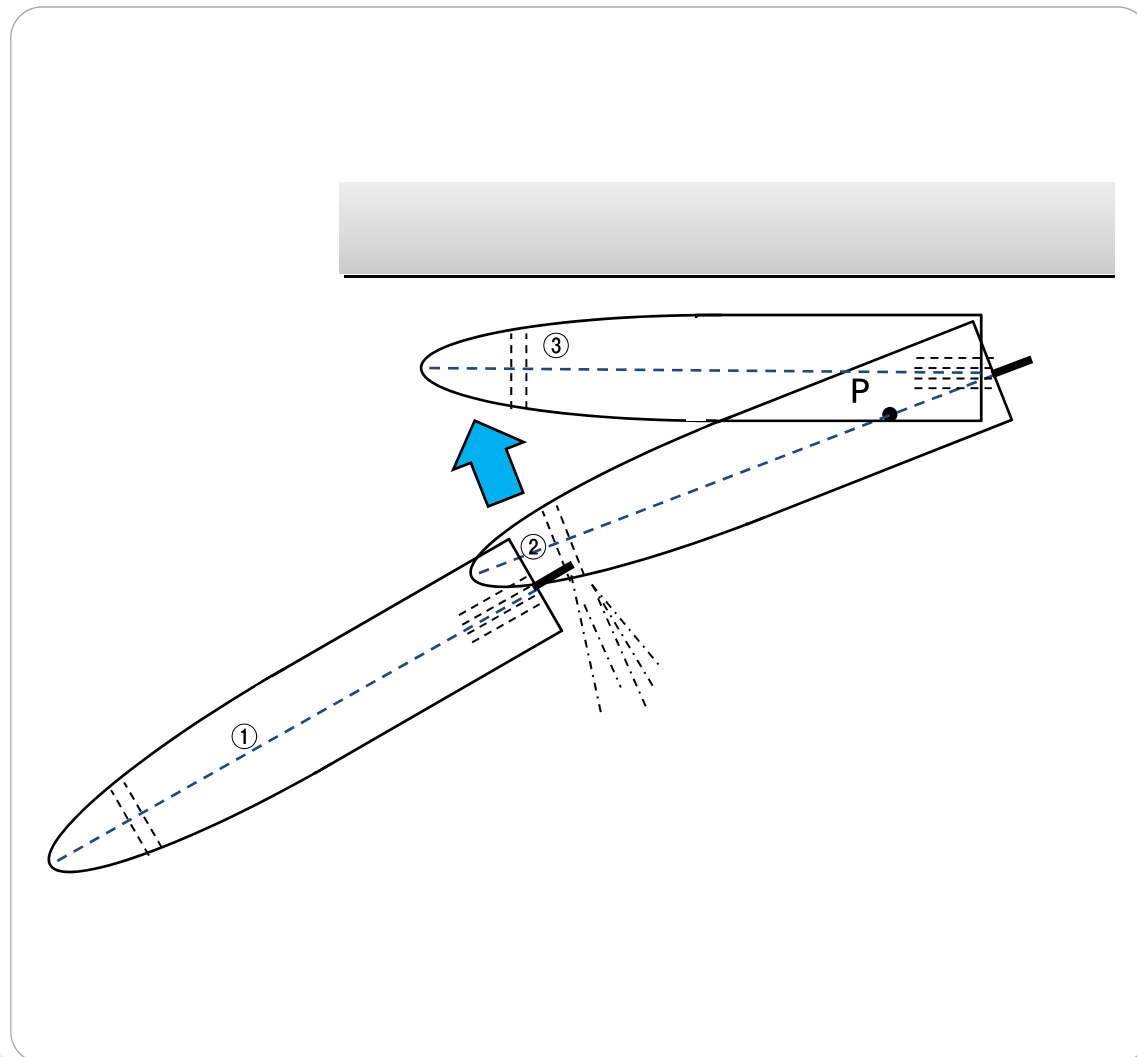


- ①
 - 좌전타, 기관은 극미속으로 전진
 - B/T는 부두 쪽으로 최대
- ②
 - 전심이 선수 쪽에 있으므로 기관을 Kick ahead 사용 시 선체는 평행으로 우측 이동
- ③
 - 선체를 부두 접안 정위치까지 이동
 - 타는 중립, 기관은 극미속으로 후진
 - B/T는 부두 바깥쪽으로 최대
- ④
 - 전심이 선체 중앙에 위치
 - 선체를 부두에 접안시키기 위해 횡이동하는데 많은 시간 소요 예상



6. Bow thruster(B/T)를 이용한 접·이안

6.3 B/T를 이용한 우현 후진 접안

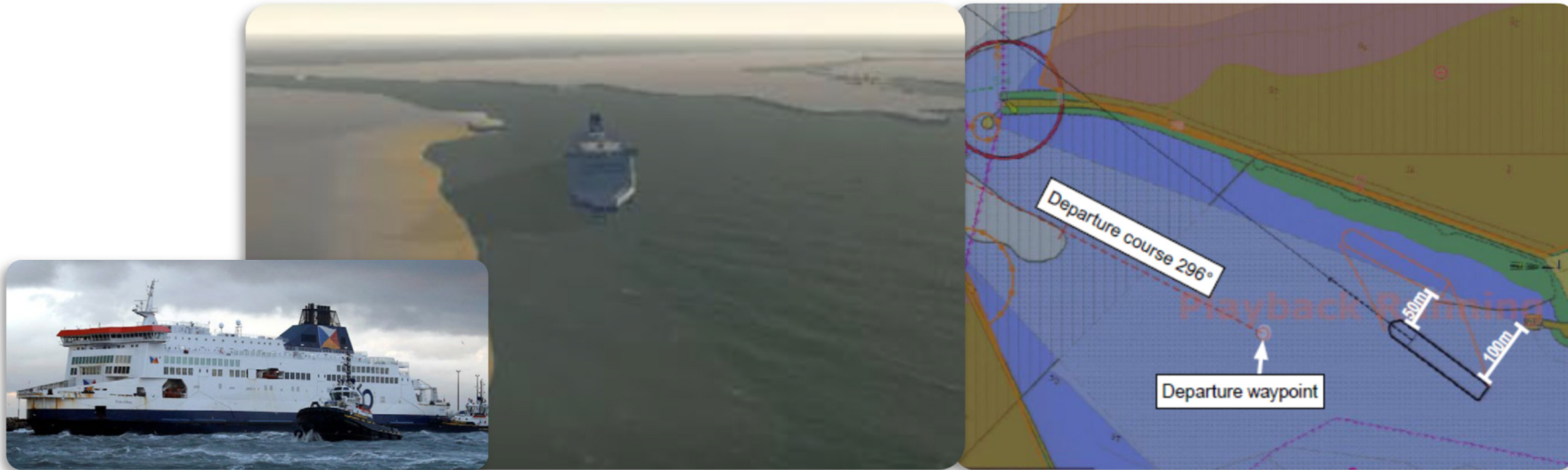


- ① • 타 중립, 기관은 극미속으로 후진
- ② • 선미를 가능한 한 부두에 가깝게 접근
 - B/T는 부두 쪽으로 최대
 - 전심이 선미 쪽에 있으므로 양호한 회두력 확보
- ③ • 선체를 부두와 평행하게 위치
 - 계류라인으로 선체를 부두에 접근

6. Bow thruster(B/T)를 이용한 접·이안

해양안전심판원 교육교재
항내 조선

Bow thruster 추력 부족으로 인한 좌초사고 사례



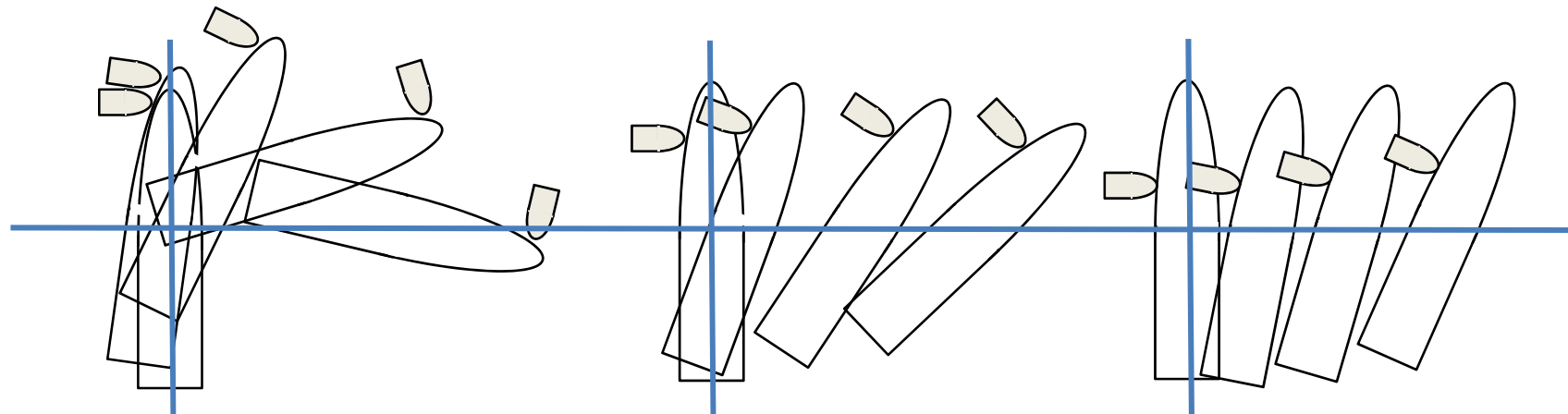
- 총톤수 30,635톤(길이 179.7m) 카훼리 Pride of Kent호가 2017.12.10. 프랑스 칼레항에서 양하후 출항 중 강풍으로 선회가 빠르는데다 1번 B/T 고장으로 회두를 잡지 못해 천수구역에 좌초하였다.
- 당시 바람은 SW, 40~50노트였고 간조였으며, 사고당시는 70노트까지 불었다.
- 이 사고로 1번 제티가 파손되었고, 본선은 우현 프로펠러와 테일샙프트가 파손되었다.
- 본선은 2대의 B/T를 장착하고 있었는데 사고원인은 출항중 CPP 기관이 과부하로 축속력이 떨어지면서 축발전기가 트립되어 1번 B/T가 멈추었고, 2번 B/T만으로는 50노트 강풍에서 선박을 선회시킬 수 없게 되어 천수 구역에 좌초하였다.

7. 예선 1척에 의한 접·이안

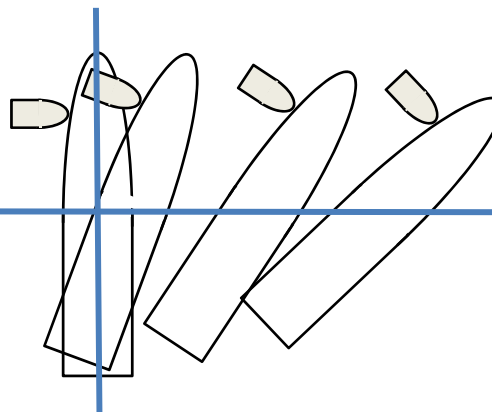
해양안전심판원 교육교재
항내 조선



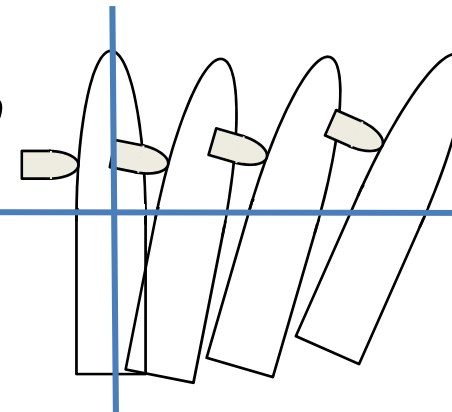
7.1 예선 추력 위치에 따른 선회 항적



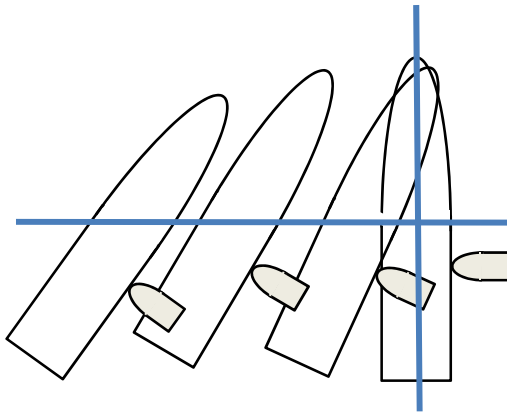
(a) 선수 끝단 밀기



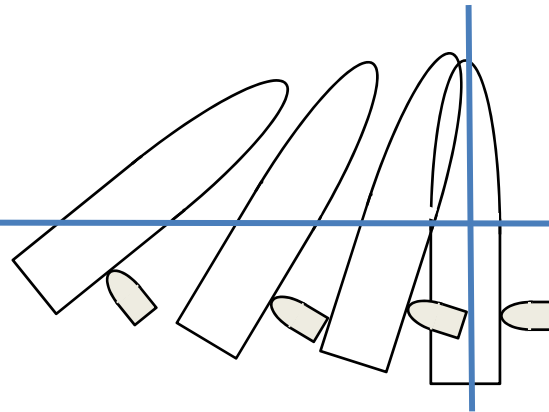
(b) 선수 0.2L 밀기



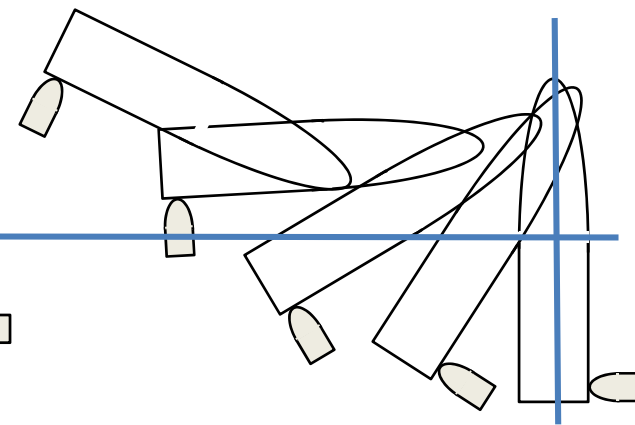
(c) 선수 0.3L 밀기



(d) 선미 0.3L 밀기



(e) 선미 0.2L 밀기

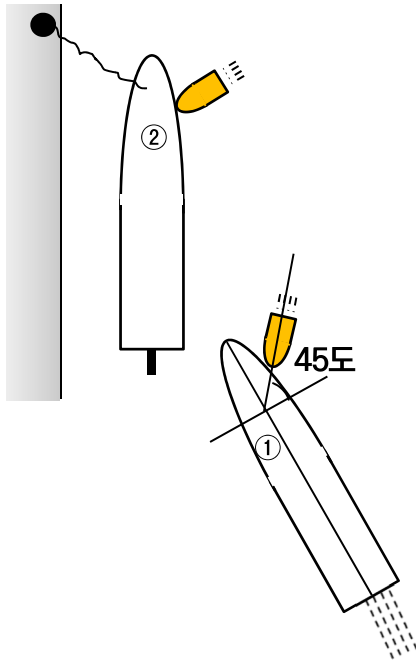


(f) 선미 끝단 밀기

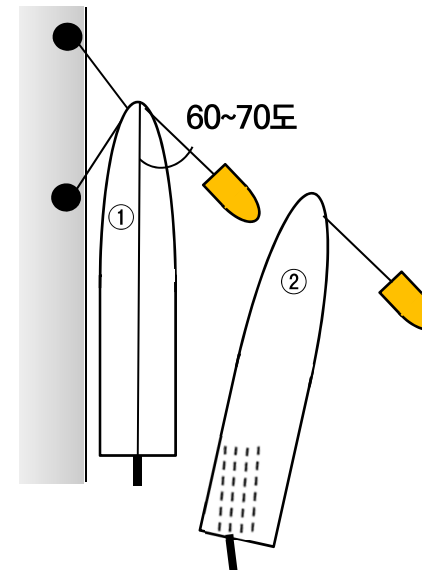


7. 예선 1척에 의한 접·이안

7.2 예선 1척 도움 접안과 이안



- ① • 선수 예선을 선미 45도 방향으로 극미속 또는 미속으로 민다.
• 선미를 부두쪽으로 이동시킨다.
- ② • 부두에 약 10m 접근했을 때 타, 기관, 예선 사용을 멈춘다.
• 본선 계류라인을 이용하여 선체를 접안시킨다.

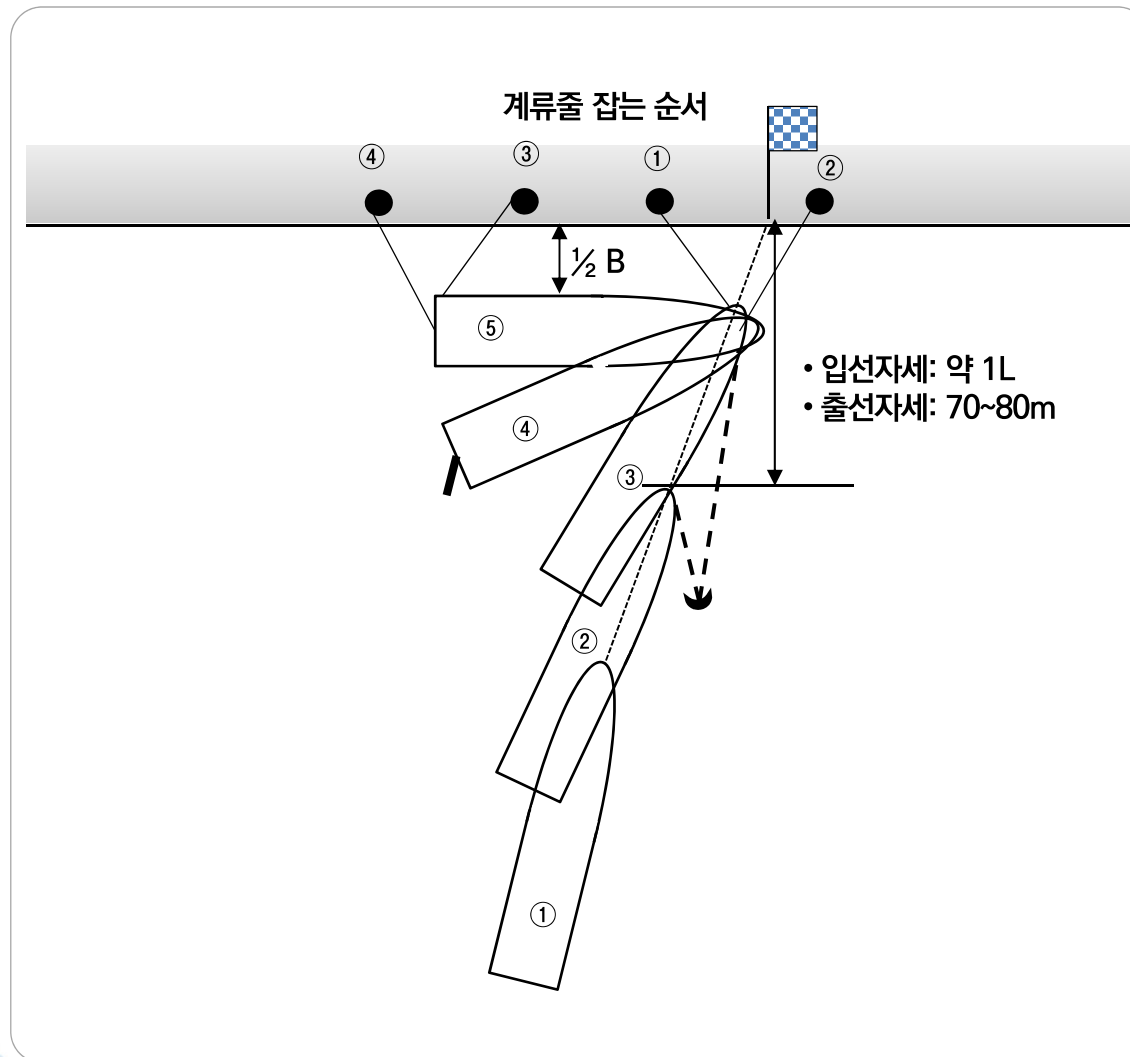


- ① • 선수 예선을 선미 60~70도 방향으로 당길 준비를 한다.
• 먼저 선미 라인을 풀고 다음은 선수라인을 푼다.
- ② • 선수가 부두에서 스프링라인 길이만큼 멀어지면 스프링라인을 푼다.
• 선미를 Kick out 시키면 선박이 평행하게 부두에서 멀어진다.



8. 앵커를 이용한 접·이안

8.1 장애물이 없을 경우



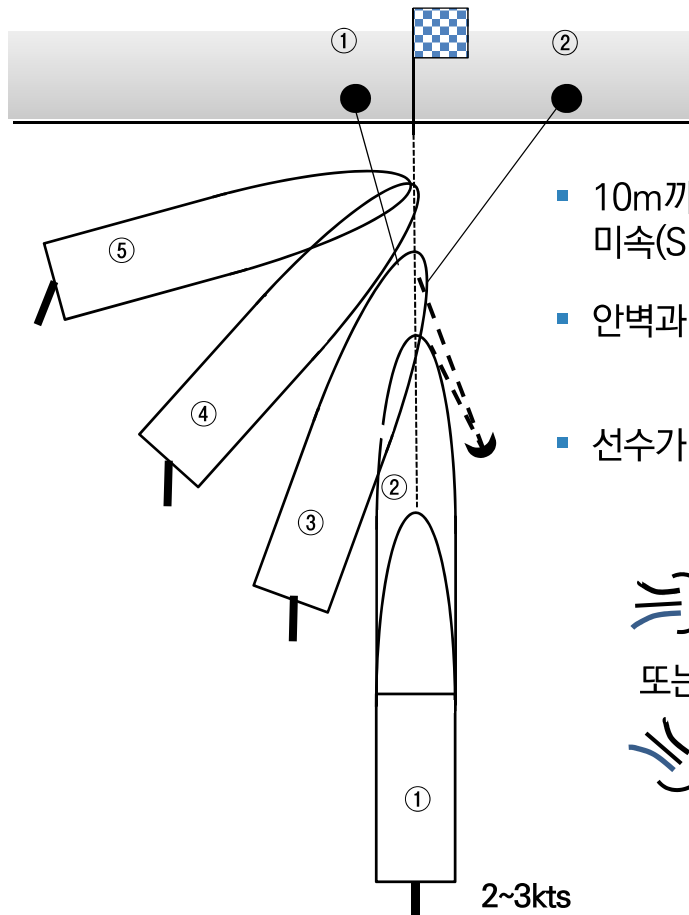
- ① • 진입각도 70~80도, 접근속력 2~3kts
• 바람 선수방향시 약간 증속가능
- ② • 선수가 부두에서 약 L 거리되는 지점에서 투묘
- ③ • 선수가 부두에서 $\frac{1}{2} B$ (10~15m)거리되는 지점에서 홀드온 체인
• 히빙라인으로 스프링라인 잡음
- ④ • 스프링라인을 잡고난후 슬랙 상태 유지
• 킥어헤드 사용하여 선미 근접



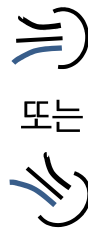
8. 앵커를 이용한 접·이안

8.2 바람이 있을 경우

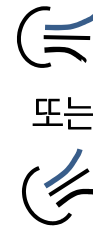
계류줄 잡는 순서



- 10m까지 앵커체인 홀드가 안될 경우 미속(Slow) 후진엔진을 사용해도 무방
- 안벽과 15~20m 전에서 홀드온 체인
- 선수가 부두에서 L 거리되는 지점에서 투묘

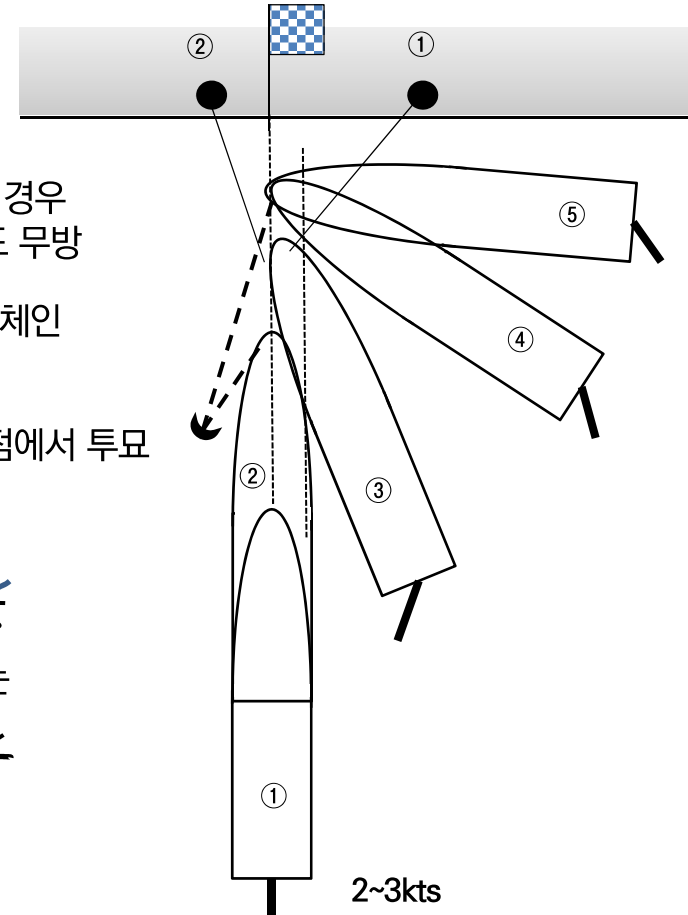


또는



또는

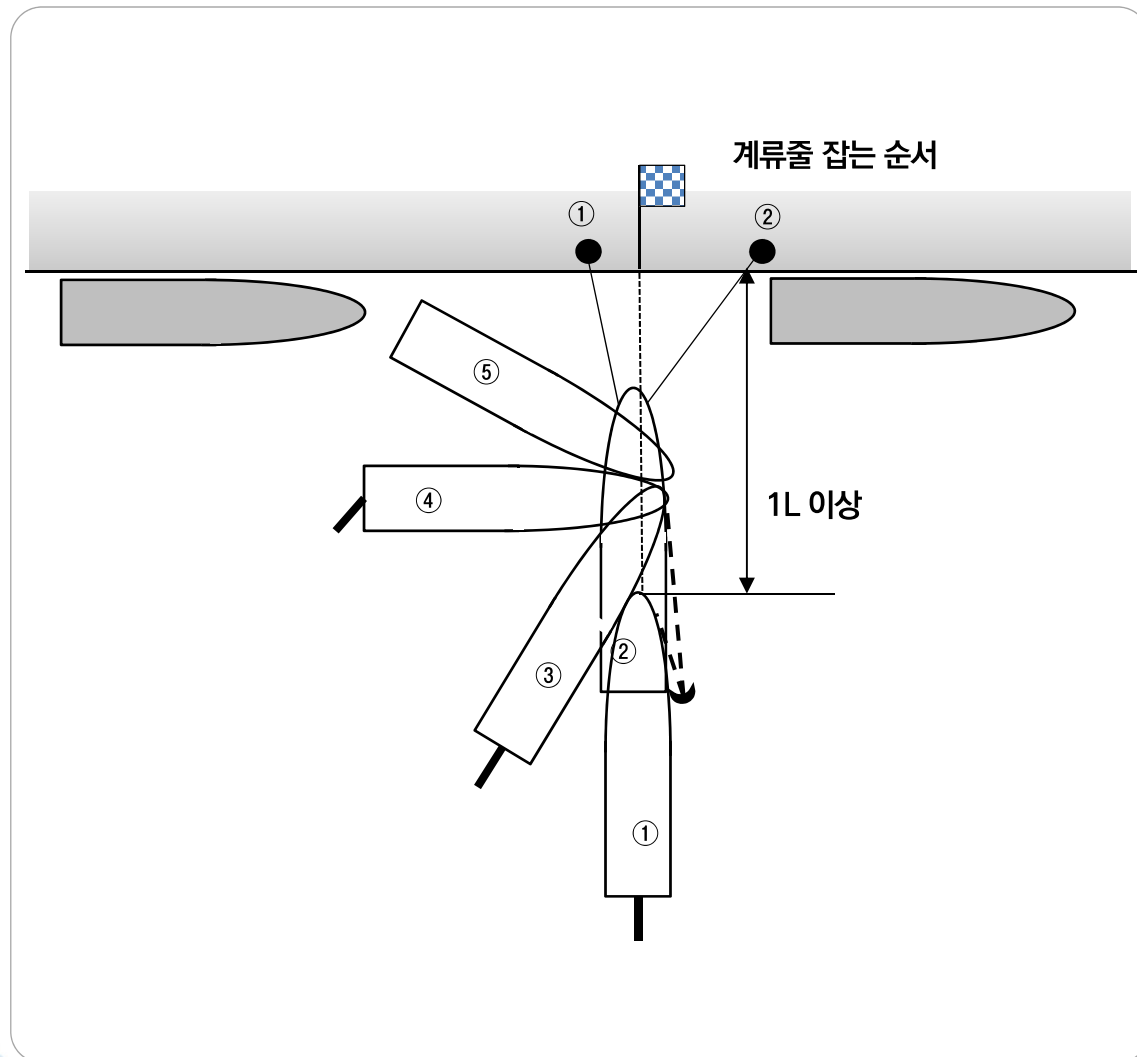
계류줄 잡는 순서





8. 앵커를 이용한 접·이안

8.3 장애물이 있을 경우



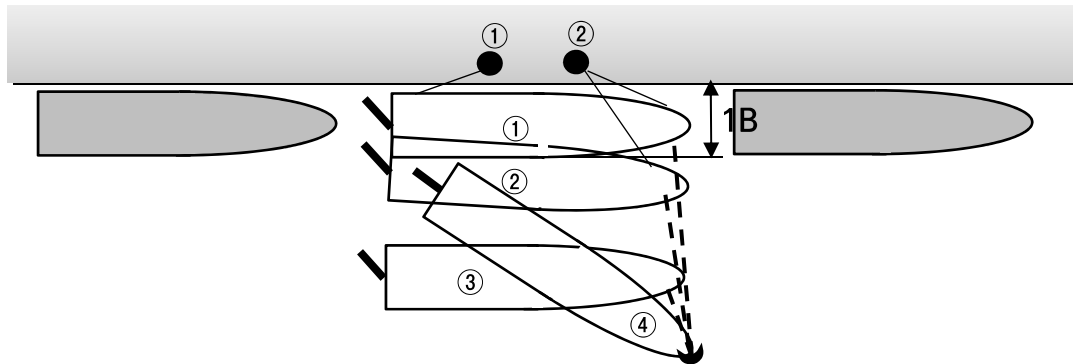
- ①
 - 부두에 직각으로 진입
 - 접근속력 2~3kts
- ②
 - 선수가 부두에서 약 L 거리되는 지점에서 투묘
- ③
 - 선수라인(스프링과 헤드라인)을 건다.
 - 후진기관 사용
 - 앵커체인을 약간 감는다.
- ④
 - 선수를 장애물 밖에서 회두
 - 킥어헤드 사용하여 선미 근접



8. 앵커를 이용한 접·이안

8.4 예선없이 출항하는 방법

계류줄 벗기는 순서

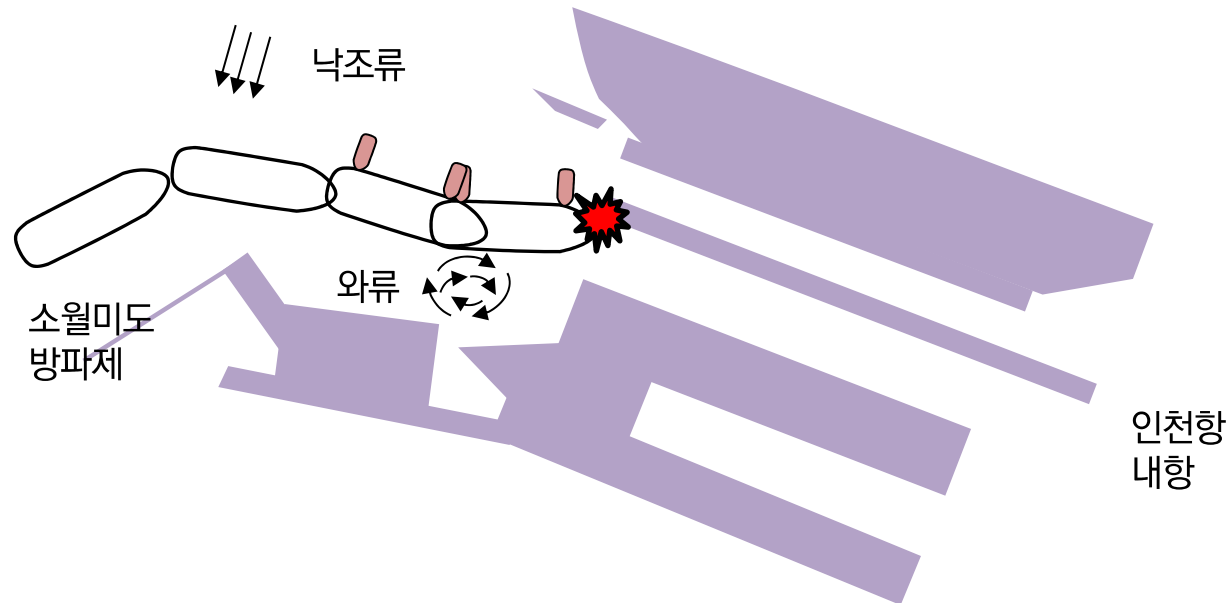


- ① • 선수미 스프링라인만 남기고 All line let go
- ② • 타를 안벽쪽으로 전타하고 앵커체인을 서서히 감는다.
• 극미속 또는 미속전진 기관을 사용하여 선미를 안벽과 이격
• 선수와 부두가 1B 정도 벌어지면 마지막 스프링 let go
- ③ • 2B 또는 $1/3L$ 이상 될 때까지 앵커체인은 계속 감는다.
• 타각은 전타상태로 두고 기관은 잠깐씩 사용한다.
- ④ • 앵커 어웨이
• 타를 중앙에 두고 기관을 크게 사용하여 출항한다.



8. 앵커를 이용한 접·이안

예선 사용 부적절로 인한 갑문 충돌사고 사례



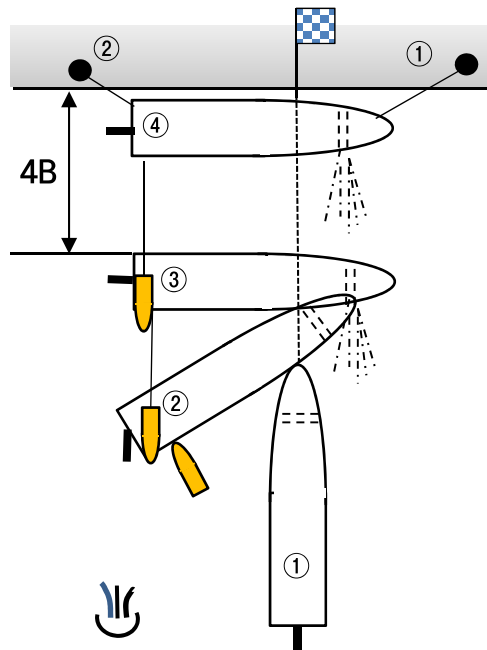
- 총톤수 4,674톤 화물선 DJ호가 1986.2.7. 인천항 갑문에 진입하던 중 예선을 효율적으로 사용하지 못하여 갑문과 충돌하는 사고가 발생하였다.
- 이 사고로 갑문은 아무런 손상이 없었으나 본선은 좌현과 우현 선수부 핸드레일이 굴곡되고 선수부 불워크가 굴곡되었으며, 갑판위 에어벤트 일부가 파손되었다.
- 사고원인은 방조제 안에서 기관을 정지하고 갑문 진입 중 당시 조류가 낙조임에도 와류현상이 생겨 선체가 좌편되어 2척의 예선으로 밀었음에도 압류되어 갑문과 충돌하였다.



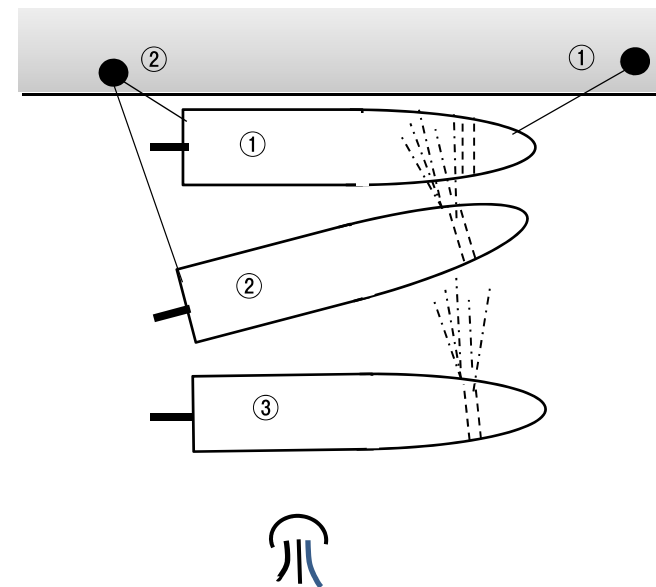
9. 강풍 하에서의 접·이안

9.1 B/T가 장치되어 있고 앵커를 투묘하지 않은 경우

계류줄 잡는 순서



계류줄 뱉기는 순서



- ① • 접안 시 부두 진입 각도를 가능하면 크게 한다.
- ② • B/T와 예선을 사용하여 선체를 회두시킨다.
- ③ • 4B 지점에서 선체를 멈춘다.
• 예선을 접안현 반대쪽으로 길게 잡는다.
- ④ • 예선과 B/T를 이용하여 선체를 접안시킨다.

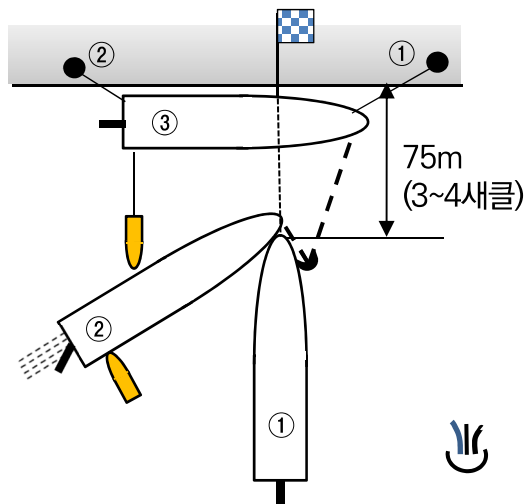
- ① • 선수와 선미라인을 남기고 All line let go.
- ② • 선미측 풍압면적이 크므로 선수가 벌어지는 것을 확인 후 선미라인 Let go.
- ③ • B/T를 이용하여 선수를 우회두



9. 강풍 하에서의 접·이안

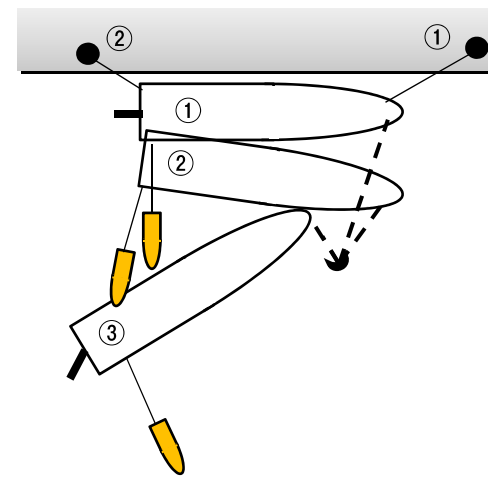
9.1 B/T가 없고 앵커를 투묘한 경우

계류줄 잡는 순서



- ① • 접안 시 부두 진입 각도를 가능하면 크게 한다.
• 3~4새클 전방에서 투묘한다.
- ② • 킥어헤드 사용하여 선미를 회두시킨다.
• 예선을 사용하여 선미회두를 보조한다.
- ③ • 앵커체인을 서서히 푼다.
• 헤드라인을 먼저 잡는다.
• 예선을 접안현 반대쪽에서 당겼다 놓았다 한다.

계류줄 벗기는 순서

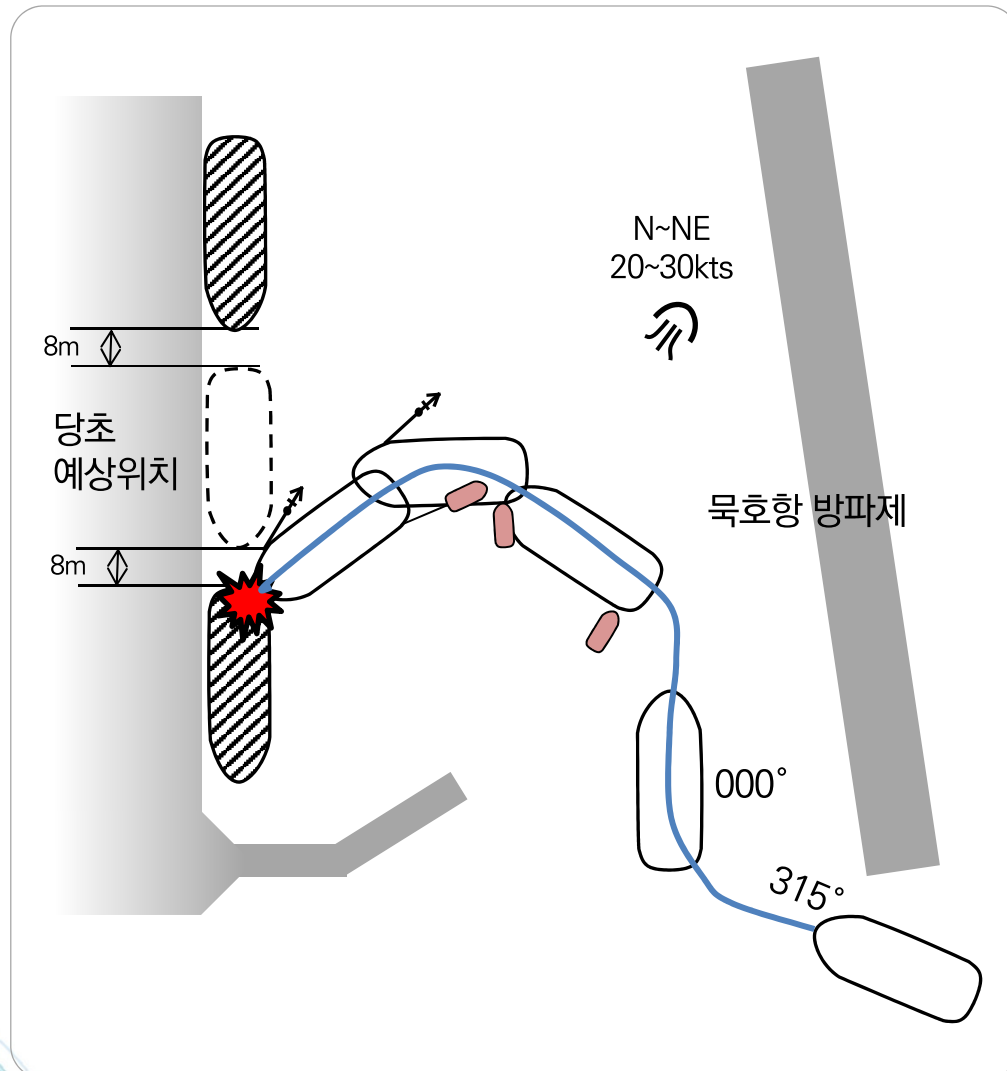


- ① • 헤드라인, 스텐라인만 남기고 All line let go.
• 앵커체인을 서서히 감는다.
• 선미 예선을 당긴다.
- ② • 앵커체인을 계속 감아 선수부분을 먼저 이안시킨다.
• 필요시 반속 후진을 사용한다.
- ③ • 앵커체인을 감아 올린다.
• 예선을 길게 잡아 당기면서 선미를 선회시킨다.
• 좁은 수역에서는 앵커를 Short stay하여 미속 후진하면서 앵커를 끌면서 후진한다.



9. 강풍 하에서의 접·이안

강풍 시 조선 부적절로 인한 부두 접촉사고 사례



- 총톤수 4,986톤 화물선 ST호가 1993.4.6. 동해 묵호항에 접안하던 중 충분한 예선을 도움을 받지 아니한 채 무리하게 접안조선을 강행하다가 부두와 접촉사고가 발생하였다.
- 이 사고로 본선의 우현측 선수재가 만곡되었고, 앞의 접안선박과 접촉이 있었으며, 묵호항 제3부두 방충재 체인 1개가 끊어지는 피해가 발생하였다.
- 사고원인은 20~30노트의 강풍 하에서 선수미 여유공간이 8m 정도밖에 안되는 좁은 선석에 저마력 예선 1척만 조력을 받고 접안하던 중 예상만큼 선체가 선회하지 않자 앵커와 기관을 사용하였으나 풍압으로 선체가 밀리면서 부두와 접촉하였다.