

국내 무역항의 예선 사용기준에 관한 고찰

정창현* · 공길영** · 이윤석***†

* 한국해양대학교 한나라호, ** 한국해양대학교 항해시스템공학부, *** 한국해양대학교 운항훈련원

A Study on the Criteria of Tugboat Requirement in Domestic Trading Ports

Chang-Hyun Jung* · Gil-Young Kong** · Yun-Sok Lee***†

* T.S. HANNARA, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

** Division of Navigation System Engineering, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

*** Training Center of Ship Operation, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

요 약 : 국내 주요 무역항에서는 예선운영 및 업무처리요령에 근거하여 지방해양항만청장이 예선의 사용기준을 정하여 운영하고 있다. 그러나 예선의 사용기준 및 소요마력에 대한 산출 방식이 각 항만마다 상이하고, 일부 항만의 경우 예선 사용마력에 대한 사용척수와 총 사용마력이 달라 예선 운용에 혼선이 예상된다. 본 연구에서는 국내 주요 무역항의 예선 사용기준을 상호 비교하여 문제점을 도출하고, 예선의 총 소요마력 산출 근거를 기초로 선박규모별 예선 사용에 대한 일원화된 기준을 제안하였다. 또한, 현행 예선사용기준은 풍속이 10m/s 미만인 통상적인 경우에 해당되므로 갑작스런 돌풍 및 태풍 등으로 인한 재난대비 차원에서 그 이상의 풍속에 대한 기준도 제시하여 예선 운영세칙에 포함할 것을 제안하였다.

핵심용어 : 무역항, 예선사용기준, 일원화된 기준, 태풍, 재난대비

Abstract : The criteria of tugboat requirement in domestic trading ports have been determined by the administrator of regional maritime affairs and port office on the basis of the regulations for the tugboat operations and management. But, there is a little confusion that the criteria of tugboat requirement and method for calculation of them are different from port to port and total power calculated on the basis of power per tug multiplied by the number of tugs is not in accordance with total required power for the use of tug in several ports. The comparison of tugboat requirements among domestic major ports showed that it should be necessary for the criteria to be made in unified form. Because the current criteria are only on the basis of the ordinary condition with wind velocity under 10m/s, the criteria on the condition of the wind velocity over 10m/s are suggested to be necessary for the precautions against a disaster such as unexpected strong winds or typhoon.

Key words : Domestic trading ports, Criteria of tugboat requirement, Unified criteria, Typhoon, Precautions against a disaster.

1. 서 론

해상에서의 안전에 대한 관심은 선체운동, 해상교통 등 선박 자체에 대한 연구와 인적요소에 대한 연구로 활발하게 진행되어 왔으나, 항만개발과 더불어 항만운송에서 중요한 역할을 차지하고 있는 예선의 운용에 대해서는 연구가 미비한 실정이다.

항내 예선의 적정규모 결정에 관한 연구(박 등, 1988)에서는 유럽과 일본 및 국내의 예선규정을 토대로 필요 예선 마력수에 대한 실험식을 유도하였으며, 미래의 출입항 선박의 척수 증가에 따른 예선의 과부족을 예측하기도 하였다.

하지만, 현행 국내 주요 무역항의 예선사용기준은 기존의

실험식에서 제시하는 예선의 소요마력과는 다소 차이가 있었으며, 각 항만마다 예선의 사용기준 및 소요마력 산출에 대한 방식이 서로 상이하고, 일부 항만의 경우 예선 사용마력에 대한 사용척수와 총 사용마력이 달라 예선 운용에 혼선이 야기되고 있다.

또한, 최근 네트워크 기반의 예선사용 지원시스템 개념 설계에 대한 연구(김 등, 2007)에서는 본선과 예선의 위치 및 부두와의 거리 등이 표시되고, 외력조건을 고려하여 예선의 예인력을 계산 후 표시해 주는 예선사용 지원시스템을 제안하기도 하였다. 하지만, 선행되어야 할 과제는 외력조건에 따라 접·이안 부두에 예선을 몇 척 투입하여야 할 것인가를 우선 결정해야 할 것이다.

따라서 국내 주요 12개 무역항의 예선운영세칙을 상호 비교 검토하여 문제점을 도출하고, 예선 적정 소요마력에 대한 이론

* 대표저자 : 정희원, hyon@hhu.ac.kr, 051-410-4476

** 중신회원, kong@hhu.ac.kr, 051-410-4273

† 교신저자 : 중신회원, lys@hhu.ac.kr, 051-410-4204

계산을 근거로 향후 개선방안을 제시하고자 한다.

2. 현행 예선사용기준의 검토

2.1 예선 운영 현황

예선의 운영에 대한 사항은 각 항만별로 지방예선운영협의회의 협의를 거쳐 관할 항만의 특수성, 기상·해상상태, 접·이안 선박의 구조, 톤수, 길이, 화물의 적재량 및 종류, 예선의 성능 등을 감안하여 기준을 정할 수 있도록 규정하고 있다(국토해양부, 2008)

또한, 동일한 선박에 승선하여 동일 항만에 1년에 4회 이상 또는 3년에 9회 이상(위험물 또는 유류적재 선박의 경우 1년에 6회 이상 또는 3년에 15회 이상) 입·출항한 선박의 선장이 선박 접·이안의 안전상에 문제가 없다고 인정하는 경우에는 지방해양항만청장이 정한 사용기준 마력 이하의 예선을 사용하거나 또는 예선을 사용하지 아니할 수 있다. 그리고 도선대상 선박 중 접·이안 보조장비를 설치한 선박은 예선사용을 도선사가 선장과 협의하여 자율적으로 결정할 수 있도록 선장 및 도선사에게 상당한 재량권을 부여하고 있다.

부산항을 비롯하여 국내 주요 12개 무역항으로는 인천항, 여수/광양항, 울산항, 대산항, 보령항, 평택항, 목포항, 군산/장항항, 마산항, 포항항 그리고 동해항이 있으며, 이들 각 항마다 예선사용기준에 대한 예선운영세칙을 별도로 정하여 운영하고 있다(지방해양항만청, 2008).

2.2 사용기준 비교 분석

국내 주요 무역항의 선박 톤수별 예선사용 현황을 비교·검토한 결과, 각 항만마다 예선사용기준에 대한 형식이 서로 다르고, 일부 항만의 경우 '사용마력급 × 사용척수'의 합과 '총사용마력'이 상이하여 예선의 운용에 혼선을 초래할 우려가 있다. 또한 목포항의 경우 3만~10만톤 선박의 경우 예선의 총사용마력이 4천~12.5천 마력으로 규정되어 세분화가 요구된다. Table 1~Table 3은 부산항과 여수/광양항 그리고 대산항의 예선사용기준을 일례로 보여주고 있다.

Table 1. Criteria of tugboat requirement in Busan port

Vessel (G/T)	Tugboat		Vessel (G/T)	Tugboat	
	Class	Number		Class	Number
1,000~5,000	Low	1	40,000~70,000	Middle High Very high	1 1 1
5,000~10,000	Low Middle	1 1	70,000~100,000	Middle High Very high	1 1 2
10,000~20,000	Middle	2	Over 100,000	High Very high	2 2
20,000~40,000	High	2			
Class	Range(HP)		Class	Range(HP)	
Low	Under 1,500		High	2,500~3,200	
Middle	1,500~2,500		Very high	Over 3,200	

Table 2. Criteria of tugboat requirement in Daesan port

Vessel (G/T)	Tugboat		
	Class	Number	Required power(HP)
Under 1,500	1,000 class	1	Under 2,000
1,500~3,000	1,000 class	2	Over 2,400
3,000~5,000	1,000 class 2,000 class	1 1	Over 3,700
5,000~ 10,000	1,000 class 3,000 class	1 1	Over 5,600
10,000~40,000	3,000 class	2	Over 7,200
40,000~70,000	3,000 class	3	Over 10,800
70,000~100,000	3,000 class 4,000 class	3 1	Over 15,300
100,000~130,000	3,000 class 4,000 class	3 2	Over 19,800
130,000~160,000	3,000 class 4,000 class	3 3	Over 24,300
Over 160,000	3,000 class 4,000 class	2 4	Over 26,000
Class	Range	Class	Range
1,000	1,000~1999	3,000	3,000 ~ 3999
2,000	2,000~2999	4,000	4,000 ~ 4999

Table 3. Criteria of tugboat requirement in Yeosu & Gwangyang port

Vessel (G/T)	Tugboat		
	Class	Required power(HP)	
Under 5,000	Under 1,000	Under 2,000	
5,000~10,000	1,000 class 2,000 class	Over 2,000 Under 4,000	
10,000~20,000	"	Over 3,000 Under 5,000	
20,000~40,000	2,000 class Over 3,000 class	Over 5,000 Under 6,000	
40,000~70,000	"	Over 7,000 Under 12,000	
70,000~100,000	Over 3,000 class	Over 10,000 Under 17,000	
100,000~30,000	"	Over 12,500 Under 20,000	
Over 130,000	"	Over 16,000	
Class	Range	Class	Range
1,000	1,000~1999	3,000	3,000~3999
2,000	2,000~2999	4,000	4,000~4999

Fig. 1~Fig. 3은 국내 주요 무역항의 예선사용기준을 톤수별로 구분하여 비교한 것이다. Fig. 1은 10,000톤 이하의 선박 톤수별 예선 총 사용마력을 비교하여 나타낸 것으로 예선의

총 소요마력이 가장 크게 나타난 곳은 대산항이며, 그 다음으로 인천항으로 조사되었다. Fig. 2는 50,000톤 이하의 예선 총 사용마력을 나타낸 것으로 평택항, 대산항, 포항항 순으로 나타났으며, Fig. 3은 100,000톤 이하의 예선 총 사용마력을 비교하여 나타낸 것으로 대산항, 평택항, 부산항 순으로 조사되었다.

각 항만별로 선박 톤수에 따른 예선의 소요마력에서 큰 차이를 보이고 있으며, 특히 대산항과 평택항의 경우 목포항에 비하여 예선의 소요마력이 약 2배 큰 것으로 조사되었다.

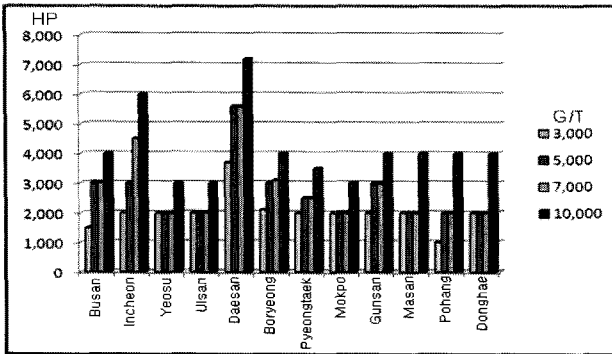


Fig. 1. Comparison between tugboat requirements of major trading ports(under 10,000G/T).

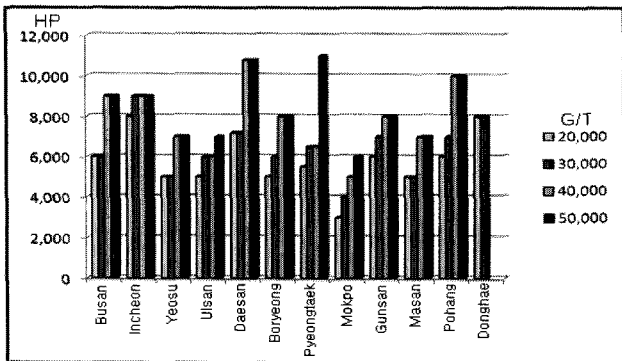


Fig. 2. Comparison between tugboat requirements of major trading ports(under 50,000G/T).

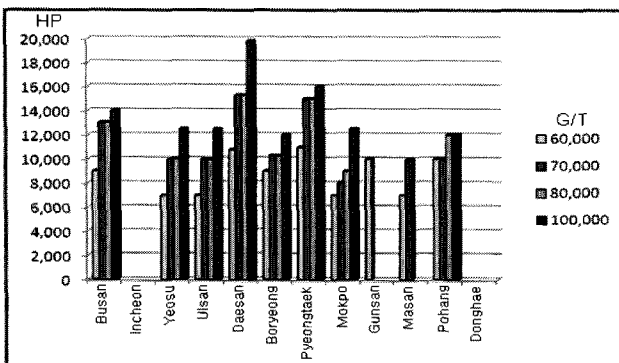


Fig. 3. Comparison between tugboat requirements of major trading ports(under 100,000G/T).

Fig. 4는 선박 톤수별 예선의 소요마력 분포와 이들의 평균값을 나타낸 것으로, 실선으로 표시된 평균값을 기준으로 볼 때 각 항만의 예선 소요마력은 큰 차이를 보이고 있음을 알 수 있다.

대산항은 대부분의 톤수에서 최대값을 차지하고 있으며, 평택항과 인천항 및 동해항도 큰 값을 나타내고 있다. 반대로 목포항은 대부분의 톤수에서 최소값을 차지하고 있다.

이러한 원인으로 대산항과 평택항의 경우에는 조석간만의 차 등으로 인한 강한 조류의 영향을 들 수 있으며, 인천항의 경우에는 이와 더불어 갑문 출입으로 인해 안전이 크게 고려되었기 때문인 것으로 판단된다. 또한, 각 항만별로 예선의 소요마력 산출을 별도로 시행했기 때문인 것으로 사료된다.

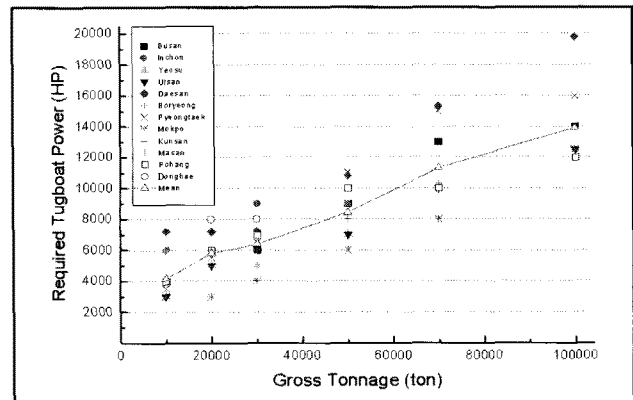


Fig. 4. Analysis of required tugboat powers with gross tonnage.

2.3 검토 결과

각 항만의 상이한 예선사용기준에 대하여 ‘사용마력급 × 사용척수’로 명확히 통일하는 방안을 제안하며, 큰 차이를 보이고 있는 각 항만의 예선 소요마력에 대한 검증으로 해당 항만에 대한 특성과 다양한 외력조건을 고려한 예선의 소요마력 산출이 요구된다.

또한, 선박 톤수별 예선의 소요마력 평균값은 Fig. 4에서와 같이 직선과 유사한 경향을 보이고 있으며, 이를 직선으로 간주하여 1차 함수인 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$y = 0.1x + 3,000 \quad (1)$$

여기서, y : 예선의 소요마력(HP)

x : 선박의 총톤수(G/T)

추후, 보다 다양한 선종과 외력조건을 고려한 검토가 요구되지만, 조류가 강하지 않은 보편적인 항만(대산, 평택, 인천, 평택항 제외항)에서의 예선의 소요마력은 기존의 복잡한 풍압력 및 유압력 계산 과정을 거치지 않고 앞서 제시한 개략식(1)에 의하여 쉽게 확인할 수 있을 것으로 판단된다.

3. 예선의 총 소요마력 산출

3.1 전제 조건

선박의 크기(톤수)에 따른 예선의 소요마력 및 사용 척수는 선박의 크기, 적재상태, 접근수로, 부두 시설의 위치 및 종류, 기타 환경 조건 등의 영향을 받으며, 접·이안 방향으로 작용하는 수면상부의 풍압력과 수면하부의 유압력을 고려하여 규정하고 있다.

해상에서 선박은 바람, 파도, 조류 등 다양한 외력에 의한 복잡하고 불규칙적인 운동을 하게 되며, 이러한 외력을 모두 고려하여 선체운동을 정확히 파악하는 것은 상당히 곤란하다.

따라서 본 연구에서는 선박의 접·이안 작업에 필요한 예선의 마력 및 척수를 구하기 위하여 다음과 같이 가정한다.

- ① 안벽의 전방 적당한 거리(예를 들어 80~150m)에서 선체를 정지시키고, 안벽과 평행하게 접안함.
- ② 바람, 조류, 접안속력에 따른 풍압력 및 유압력을 고려함.
- ③ 선박의 정횡방향 이동 대지속력은 최대 0.15m/s로 함.
- ④ 바람, 조류 등 외력은 실제 계산 외력의 1.5배로 함.
- ⑤ 예선의 예인력은 11Ton/1,000HP로 함.

Fig. 5는 화물선, 컨테이너선, 자동차운반선 등의 접안속도와 재화중량톤수와의 관계를 나타내고 있으며, 조사결과에 의하면 대부분의 선박이 접안속도가 15cm/s 이하임을 알 수 있다. 일반적으로 만재상태에서 여유수심이 작으면 접안속도가 작고, 경하상태에서 여유수심이 커지면 접안속도가 큰 경향이 있는 것으로 조사되었다(한국항만협회, 2005).

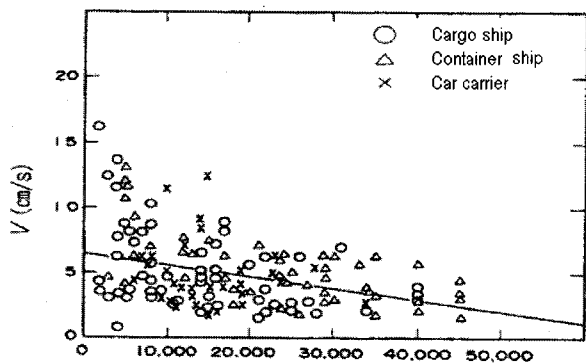


Fig. 5. Relation between berthing speed and deadweight tonnage.

예선의 소요마력 결정은 갑작스런 돌풍에 따른 풍압력의 변화와 예상치 못한 상황에 대비하여 일반적으로 수면상부의 풍압력과 수면하부의 유압력 등의 외력의 1.5배 정도를 상향하여 설정하고 있다(한국항만협회, 2005).

$$Y = (Y_a + Y_w) \times 1.5 \quad (2)$$

여기서, Y: 예선의 소요 마력, Y_a : 풍압력, Y_w : 유압력

예선의 예인력은 Table 4에서와 같이 『예선운영 및 업무처

리 요령(국토해양부, 2008)』에서 제시하고 있는 예선 마력별 예항력 기준표에 따라 1,000마력 당 11톤을 기준으로 하였다.

Table 4. Standard of towing power by tugboat horse power.

Tugboat (HP)	Dragging force(ton)	Tugboat (HP)	Dragging force(ton)	Tugboat (HP)	Dragging force(ton)
4,000	44.0	3,000	33.0	2,000	22.0
3,900	42.9	2,900	31.9	1,900	20.9
3,800	41.8	2,800	30.8	1,800	19.8
3,700	40.7	2,700	29.7	1,700	18.7
3,600	39.6	2,600	28.6	1,600	17.6
3,500	38.5	2,500	27.5	1,500	16.5
3,400	37.4	2,400	26.4	1,400	15.4
3,300	36.3	2,300	25.3	1,300	14.3
3,200	35.2	2,200	24.2	1,200	13.2
3,100	34.1	2,100	23.1	1,100	12.1

3.2 대상 선박

본 연구에서는 총톤수를 기준으로 1만톤급 화물선, 3만톤급 컨테이너선 그리고 7만톤급 유조선에 대상선박으로 하여 예선의 사용 기준을 산출하였다.

대상 선박의 선정은 『항만과 시설의 기술상 기준·동해설(일본항만협회, 2007)』에서 제시하는 톤수, 전장, 수선간장, 형폭과 만재흘수선의 표준치와 『선체에 작용하는 풍압력 추정(Fujiwara et al., 1998)』에서 사용한 선박을 근거로 시뮬레이션 대상선박의 제원을 나타내면 Table 5와 같다.

Table 5. General particulars of ship

Items	10,000 G/T Cargo ship	30,000 G/T Container ship	70,000 G/T Tanker
L (m)	161	216	273
B (m)	21.3	32.2	41.0
d (m)	9.8	11.5	16.8
A_T (m ²)	440	857	965
A_{OD} (m ²)	1,951	3,773	3,940
A_{OD} (m ²)	534	2,505	566
C (m)	0.55	-0.86	-13.54
C_{BR} (m)	-0.19	-40.4	-100.71
H_{BR} (m)	25.0	30.5	27.37
H_c (m)	8.04	11.07	8.18

Fig. 6은 풍압력 및 유압력 계산을 위한 좌표계(Coordinate system)을 보여주며, V_a 는 풍속, V_c 는 유속을 의미한다. 또한, θ 가 0° 이면 선수방향, 90° 이면 횡방향, 그리고 180° 이면 선미방향에서 바람 및 조류가 선체에 작용함을 의미한다.

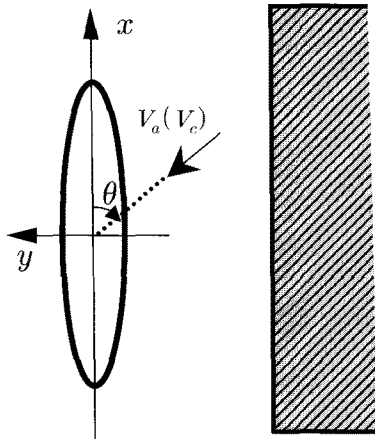


Fig. 6. Coordinate system.

3.3 풍압력

바람에 의한 풍압력은 다음 식에 의하여 계산되며, 풍압계수 결정은 대상 선박의 정면 및 측면 풍압면적, 풍압 중심점, 선고 높이 등을 기초로 다음의 추정식에 입력하여 산출된다. (Fujiwara et al., 1998)

$$Y_a = \frac{1}{2} \rho_a C_y(\theta) A_L V_a^2 \quad (3)$$

여기서, Y_a : 풍압력($kg \cdot f$), ρ_a : 공기밀도($kg \cdot sec^2/m^4$)

$C_y(\theta)$: 측면풍압계수, A_L : 측면풍압면적(m^2)

V_a : 풍속(m/s)

선체에 작용하는 풍압력 추정(Fujiwara et al., 1998)에서는 대표적인 선형에 대한 측면풍압계수를 계산하였으며, 화물선이 0.8, 컨테이너선이 0.9 그리고 탱커선이 0.7로 나타났다.

따라서 이들 선박에 대한 측면풍압계수와 측면풍압면적을 바탕으로 풍속별 풍압력을 계산하면 Table 6과 같다.

Table 6. Wind force with wind velocity

Wind velocity (m/s)		10	15	20
Wind force (ton)	10,000 G/T	9.76	21.95	39.02
	30,000 G/T	21.22	47.75	84.89
	70,000 G/T	17.24	38.78	68.95

3.4 유압력

유압력은 다음의 식에 의하여 산출할 수 있으며, 여기에서 일반적으로 알려진 유압횡력계수는 Fig. 7에서 나타난 바와 같다(한국항만협회, 2005).

$$Y_w = \frac{1}{2} \rho_w C_{yw} L d V_c^2 \quad (4)$$

여기서, Y_w : 유압력($kg \cdot f$), ρ_w : 해수밀도,

C_{yw} : 유압횡력계수, L : 선박의 길이(m),

d : 흘수(m), V_c : 유속(m/s)

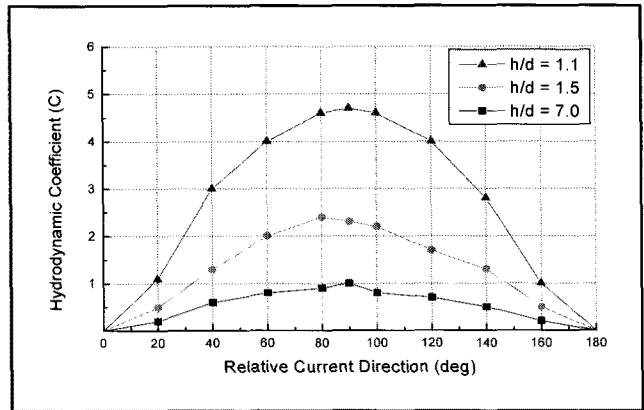


Fig. 7. Hydrodynamic coefficients with relative direction.

유압력은 조류에 의한 것과 선체 횡이동에 따른 유압력으로 구분할 수 있으며, 접안부두 부근에서의 조류의 최대 속도(0.5 및 1.0kts)와 선체의 횡이동 최대속도를 고려하여 유압력을 계산하면 Table 7과 같다.

Table 7. Hydrodynamic force with current speed

Current speed (kts)	0.3	0.5	Berthing speed	0.3 + B. sp'd	0.5 + B. sp'd	
Current speed (m/s)	0.15	0.26	0.15	0.3	0.41	
Hydro-dynamic force (ton)	10,000 G/T	4.3	12.8	4.3	17.1	31.9
	30,000 G/T	6.7	20.2	6.7	26.9	50.2
	70,000 G/T	12.4	37.3	12.4	49.6	92.7

4. 예선의 사용기준

4.1 풍속 10m/s 미만인 경우

예선의 소요마력 산출을 위한 외력의 계산에서는 최대풍속에 따른 풍압력과 접안속도와 조류의 영향을 고려한 유압력의 총합을 구하고, 여기에 갑작스런 돌풍 등 예상치 못한 상황에 대비하여 외력의 1.5배를 상향하여 소요마력을 계산한다.

풍압력은 Table 6에서 계산된 풍속 10m/s인 경우이며, 유압력은 Table 7에서의 접안속력만을 고려한 경우와 유속이 0.3kts인 경우 그리고 0.5kts인 경우 등 3가지로 구분하여 적용하였을 경우 Fig. 8과 같은 예선의 소요마력을 산출할 수 있다. 여기서 실선은 앞서 제시된 Fig. 4의 각 항만별 예선 소요마력의 평균값이다.

예선 소요마력의 평균값과 비교하여 불 때, 풍속이 10m/s이고 조류가 0.3kts인 상황에서 접안할 경우의 조건이 각 항만의

예선 소요마력 평균값과 유사함을 알 수 있다.

선종별 차이에서는 70,000G/T의 탱커선의 경우 평균값과 다소 차이가 있으므로 소요마력 산출시 선종에 따른 차이도 고려되어야 할 것으로 판단된다.

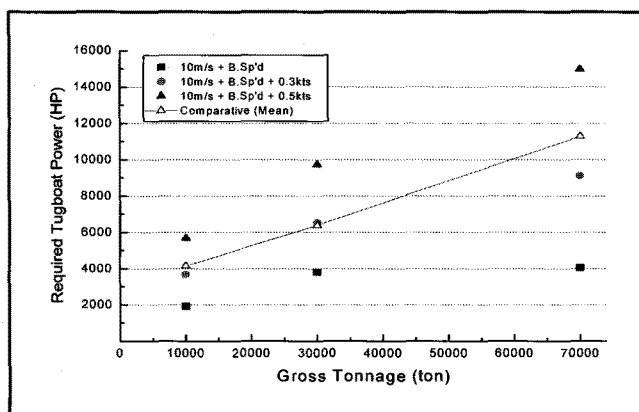


Fig. 8. Required tugboat powers with wind velocity under 10m/s.

4.2 풍속 10m/s 이상인 경우

접안부두 부근에서의 조류의 최대값을 0.3kts로 가정할 경우, 풍속이 10m/s를 초과할 경우에 대한 예선의 소요마력을 산출하면 Table 8과 Fig. 9와 같다.

풍압면적이 비교적 큰 30,000G/T급 컨테이너 선박은 풍속이 강해질수록 예선의 소요마력이 급속하게 증가하는 경향을 보이지만, 70,000G/T급 탱커선의 경우 완만한 증가 추세를 보이고 있다. 이는 탱커선의 경우 수면상부의 풍압면적이 타 선종에 비하여 상대적으로 작기 때문인 것으로 판단된다.

Table 8. Required power with wind velocity

Wind velocity(m/s)		10	15	20
Required power (ton)	10,000 G/T	3,658	5,320	7,648
	30,000 G/T	6,557	10,175	15,239
	70,000 G/T	9,115	12,053	16,167

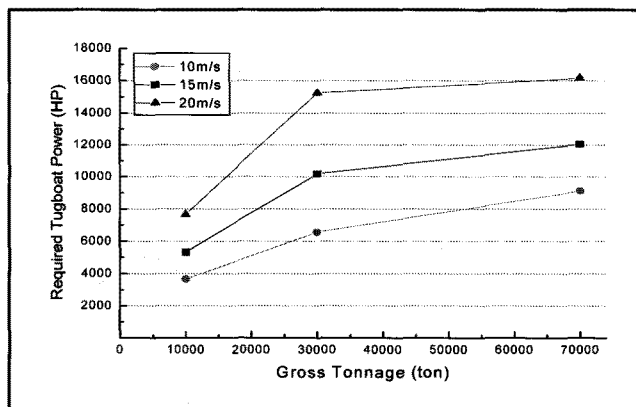


Fig. 9. Required tugboat powers with wind velocity over 10m/s.

이상의 결과를 바탕으로, 풍속이 10m/s인 경우와 이를 초과할 경우에 대한 10,000G/T급 및 30,000G/T급 선박의 통일된 예선의 소요마력 산출 결과는 Table 9와 같다.

Table 9. Tugboat requirement with wind velocity

Wind velocity(m/s)		10	15	20
Tugboat requirement	10,000 G/T	2,000class×2	3,000class×2	3,000class×2 2,000class×1
	30,000 G/T	3,000class×2	2,000class×2 3,000class×2	3,000class×4 2,000class×2

5. 결론

부산항을 비롯한 국내 주요 12개 무역항의 예선운영세칙에서 규정하고 있는 예선사용기준을 비교·검토하였다.

1) 대산항과 평택항의 경우 목포항에 비하여 예선의 소요마력이 약 2배 큰 것으로 조사되었는데, 이는 서해안의 조석간만의 차 등으로 인한 조류의 영향이 크게 고려된 것으로 판단되며, 목포항의 경우 3만~10만톤급 선박의 경우 예선의 총사용마력이 4천~12.5천 마력으로 규정되어 보다 세분화가 요구된다.

2) 각 항만마다 예선사용기준에 대한 형식이 서로 상이하므로 '사용마력급×사용척수'로 명확히 통일하는 방안을 제안하였다.

3) 국내 주요 12개 무역항의 선박 톤수별 예선 소요마력 평균값과 비교하여 볼 때, 풍속이 10m/s이고 조류가 0.3kts인 상황에서 접안할 경우의 조건이 평균값과 유사함을 알 수 있었다.

4) 추후, 보다 다양한 선종과 외력조건을 고려한 검토가 요구되지만, 조류가 강하지 않은 보편적인 항만(대산, 평택, 인천, 평택항 제외한 항만)에서의 예선의 소요마력은 기존의 복잡한 풍압력 및 유압력 계산 과정을 거치지 않고서도 쉽게 확인할 수 있도록 개략식을 제안하였다.

5) 현행 기준은 풍속이 10m/s 미만인 보편적인 경우의 기준만을 제시하고 있으나, 태풍 등 재난대비 차원에서 풍속이 10m/s 이상인 경우에 대해서도 예선사용기준이 필요함을 제기하였다.

그리고 현행 예선사용기준의 선박 크기별 분류를 총톤수(G/T)로 구분하고 있으나, 예선의 사용기준 산출에 근거가 되는 풍압력 및 유압력은 선박의 길이 요소에 의해 결정되는 점, 수심/흘수비 고려, 선종별 검토도 함께 이루어져야 할 것으로 사료된다.

참고 문헌

[1] 지방해양항만청(2008), "예선운영세칙(각 지방해양항만청 고시)", 부산항 예선운영세칙-부산지방해양항만청 고시, 제2008-105호, pp. 1-9.

- [2] 국토해양부(2008), “예선운영 및 업무처리요령(고시 제 2008-256호)”, pp. 1-7.
- [3] 김연규, 김선영, 박세길, 공인영, 양영훈(2007), “네트워크 기반의 예선사용 지원시스템 개념 설계”, 한국항해항만학회, 추계학술대회논문집, 제31권, 제2호, pp. 70-72.
- [4] 박창호, 우병구, 이철영(1988), “항내 예선의 적정규모 결정에 관하여”, 한국항만학회지, 제2권, 제1호, pp. 75-106.
- [5] 일본항만협회(2007), “항만과 시설 기술상의 기준 및 동해설(상권)”, pp. 392-398.
- [6] 한국항만협회(2005), “항만 및 어항 설계기준”, pp. 13-36, pp. 1437-1439.
- [7] Fujiwara, T., M. Ueno and T. Nimura(1998), “The Estimation of Wind Force and Moments Acting on Ships”, The Society of Naval Architecture of Japan, No. 183, pp. 77-90.

원고접수일 : 2010년 01월 19일
원고수정일 : 2010년 02월 19일 (1차)
 : 2010년 03월 03일 (2차)
계재확정일 : 2010년 03월 24일