

# 크루즈선 주요 제원분석을 통한 항만 및 어항설계기준 개선 연구

조익순\* · 조장원\*\*†

\* 한국해양대학교 선박운항과, \*\* 한국해양수산연수원

## A Study on Supplement of Harbour and Fishery Design Criteria through the Statistical Characteristics Analysis of Cruise Ship's Specification

Ik-Soon Cho\* · Jang-Won Cho\*\*†

\* Department of Ship Operation, Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea

\*\* Korea Institute of Maritime and Fisheries Technology, Busan 49111, Korea

**요 약 :** 최근 총톤수 16만 톤급 이상의 대형 크루즈선이 국내 항에 정기입항하고 있다. 크루즈를 이용한 국내 관광객이 증가함에 따라 정부에서는 크루즈산업 활성화를 위해 항만기반시설 확충에 많은 노력을 하고 있다. 현재 국내 주요 항구에서 크루즈전용부두 공사가 진행되고 있다. 그러나 국내 항만 및 어항설계기준에는 크루즈선 및 접안시설에 대한 표준제원이 제시되어있지 않다. 대상선박의 표준제원이 제시되어있지 않아 전용시설물 설계 및 인허가에 많은 어려움이 예상된다. 그래서 본 연구에서는 크루즈선에 대한 표준제원을 제시하기 위하여 현재 운항중인 크루즈선의 톤수별 대표선형의 제원을 분석하고 PIANC 사례 및 국내 항설계기준을 비교분석 하였다. 분석결과 크루즈선은 연안여객선과 선박제원 및 선박조종성능에 차이가 있음을 알 수 있었다. 따라서 크루즈 전용시설물 설계를 위해서는 반드시 대상선박의 제원이 국내항설기준에 반드시 포함되어야 한다. 그리고 선박의 범위를 산정하기 위하여 크루즈선 평균 제원 값에 커버율(75%)을 적용하여 크루즈선 표준제원과 수역시설물에 대한 기준을 제시하였다.

**핵심용어 :** 크루즈선, 제원분석, 항만 및 어항설계기준, 수역시설, 국제수상교통시설협회, 커버율

**Abstract :** Recently, the number of tourists using cruise ships in Korea is increasing. and an big cruise ship with an gross tonnage of 160,000 tons or more has entered the domestic ports. Therefore, the government has been making a lot of efforts to confirm the cruise infrastructure for revitalization of the domestic cruise industry. However, there are no standards for cruise ship specifications and water facilities in the domestic port and fishery design standards. Currently, construction of dedicated cruise facilities is under way in major domestic ports. However, due to lack of specifications and domestic standards for cruise ships, it is difficult to design and license special facilities. Therefore, in this study, PIANC rule and domestic harbor and designing standard of fishing port were compared and analyzed in order to present the standard specification of cruise ships. And analyzed the representative linearity of cruises currently being operated. As a result of the ship characteristics analysis, There was a difference in coastal passenger ship in specifications and ship maneuverability. Therefore, in order to design facilities dedicated to cruising, the specifications of the target ship must be included in the domestic design standard. In addition, in order to calculate the scope of the target ship, I applied the coverage rate of 75% to the average specification value of the cruise ship and presented the standards of the cruise ship and the standard of the water area facilities.

**Key Words :** Cruise Ship, Statistical Characteristics, Harbour and Fishery Design Criteria, Harbour facilities, PIANC, Coverage Rate

\* First Author : ischo@kmou.ac.kr, 051-410-5072

† Corresponding Author : jwjo@seaman.or.kr, 051-620-5406

※ 이 논문은 “합리적인 항설기준 적용방안 도출을 위한 크루즈선의 주요 제원분석”이란 제목으로 “2016년 춘계학술발표회 해양환경안전학회(국립해양생물자원관, 2016.4.28.-29, p.33-34)”에 발표되었음.

## 1. 서론

2016년 정부는 국가 신 성장 동력으로 크루즈산업 활성화를 위한 추진계획을 발표하였다.<sup>1)</sup> 정부에서는 크루즈 관광객 200만 명 유치를 목표로 크루즈선 유치를 위한 항만 기반 시설 적기 조성을 위한 발 빠른 움직임을 보이고 있다. 제주 강정항(15만 톤급 2선석), 인천남항(15만 톤급 1선석), 속초항(3만 톤급 1선석) 등 국내 주요기항지에 크루즈선 전용 부두를 확충하고 있으며, 부산항의 기존 크루즈 부두에 22만 톤급 선박이 접안 가능 하도록 부두 확장 공사(2018년 완공예정)를 시행하는 등 기반시설 확충에 박차를 가하고 있다. 국내 대부분의 주요 항만은 화물선 위주의 무역항으로 개발되었다. 부산항 및 인천항 등 국내 연안여객선 터미널 이외에 대형 크루즈선박이 접안할 수 있는 전용시설을 찾아볼 수 없었으나 최근 대형 크루즈선박이 입항 할 수 있는 전용터미널 개발이 이루어지고 있다.

국내 항만개발 시 법령이외에 기술적인 설계 기준으로 ‘항만 및 어항설계 기준(harbour and fishery design criteria; 이하 HDC)’이 가장 먼저 적용하고 있다. 그러나 동 기준에는 크루즈선의 제원과 수역시설에 대한 표준제원이 포함되어 있지 않고 단지 총톤수 10만 톤급 이하의 여객선에 대한 표준제원과 계류안벽의 제원(선석 길이 및 수심) 기준만이 명시되어 있다. 최근 국내항에 총톤수 16만 톤, 전장 340 미터 이상의 초대형 크루즈선이 정기 입항하고 있다.<sup>2)</sup> 또한 PIANC (Permanent International Association of Navigation Congresses; 이하 PIANC) 보고서에는 지난 30년 동안 선박의 규모는 지속적으로 커져 왔으며 미래에 선박의 규모가 커지는 추세를 반영하여 전용 터미널을 설계해야 할 것이라 밝히고 있다. 또한 HDC에는 전용부두 건설 시 ‘대상선박의 특성을 충분히 반영하여야 한다.’ 라고 명시하고 있다. 현재 운항하고 있는 크루즈선의 선형과 제원은 상선 및 일반 여객선의 제원과는 많은 차이가 있음에도 불구하고 국내 설계기준에는 그 기준이 명시되어 있지 않다. 현재 진행되고 있는 크루즈 전용부두는 일반 선박의 선형을 표준으로 하거나, 외국사례를 기준으로 설계가 이루어지고 있어 총톤수 10만 톤급 이상의 대형 크루즈선이 사용하게 될 전용부두 설계에 어려움이 있다.

1) 해양수산부에서는 국내·외 크루즈관광객이 증가함에 따라 국내 크루즈산업 활성화를 위하여 「2017년 크루즈산업육성 시행계획」을 발표하였다. 외국크루즈 관광객 유치, 국적 크루즈선사 육성 지원, 크루즈 인프라 구축, 크루즈 산업 및 연관산업 활성화를 목표로 하고 있다. <http://www.mof.or.kr/surf/list.do>, 2017.02.06.  
 2) 2016년 부산항에는 크루즈선이 28척이 209회 입항하였으며, 최대선형은 G/T 167,800ton, LOA 348m(Quantum of the sea, Bahamas); 2016년 부산항 크루즈선 입항 실적(2016.12.22.) <http://www.busanpa.com>.

대형 크루즈선이 국내 항에 입항하기 위해서는 기본적으로 모선의 접·이안이 용이하고 여객이 안전하게 승·하선할 수 있는 항만 기반시설 구축이 필수적이다. 국내 크루즈항만 기반시설 구축이 순조롭게 진행되기 위해서는 HDC에 크루즈선의 제원 및 수역시설에 관한 명확한 기준 제시가 필요하다.

그래서 본 연구에서는 크루즈 전용시설물 설계를 위한 기본 자료가 되는 선박제원과 수역시설에 대한 제원(안)을 제시하기 위하여 세계 4대 크루즈 운항선사(Carnival corporation 48%, Royal caribbean Cruise Ltd 24%, Norwegian Cruise Line 11%, MSC 5%)의 대표선박 24척에 대한 선박 제원분석을 실시하였고, PIANC 사례 및 국내의 항만시설 설계기준을 비교 분석하여 국내 항설기준과의 차이점을 분석하였다. 항만시설 설계기준이 되는 대표선박(Design Ship)의 표준 선박제원의 범위는 커버율 개념(Coverage Rate Concept)을 적용하여 산정하였다. 그리고 수역시설에 대한 제원은 대상선박의 표준 선박제원을 기준으로 PIANC 사례와 기존 항설기준의 시설 규모 설계기준을 참고하여 국내 항만 사정에 적합한 방법을 적용하여 계산하였다.

크루즈선 제원 분석 자료와 해외사례 분석 자료를 바탕으로 크루즈선의 표준제원과 수역시설에 대한 설계기준(안)을 제시 하였다. 동 기준을 제시함으로써 현재 국내 주요 항구에서 진행되고 있는 크루즈 전용부두 건설의 적정성 여부를 판단해 볼 수 있는 기준으로 활용될 수 있을 것이라 생각된다.

## 2. 국내 항설기준과 PIANC 기준 비교

### 2.1 크루즈선 분류기준 비교

#### 2.1.1 국내 항설기준의 여객선 분류 기준

국내 항설기준에는 Table 1과 같이 여객선의 톤수별 전장, 선폭, 흘수를 포함한 여객선에 대한 표준제원을 제시하고 있다.

Table 1. Passenger ship characteristics of the HDC

G/T (Ton)	LOA (m)	LPP (m)	B (m)	D (m)
3,000	97	88	16.5	4.3
5,000	115	104	18.6	5.0
10,000	146	131	21.8	6.4
20,000	186	165	25.7	7.8
30,000	214	189	28.2	7.8
50,000	255	224	32.3	7.8
70,000	286	250	32.3	8.1
100,000	324	281	32.3	8.1

\* source: Harbour and Fishery Design Criteria (2014)

현재 국내에는 중·소형 연안여객선과 G/T 11,000~29,000톤 이하의 국제여객선이3) 운항되고 있다. 현재 국적 크루즈선은 운항되고 있지 않다. 그러나 최근 국내 주요항구에 대형크루즈선이 입항하고 있고 전용 부두 공사가 진행되고 있으므로 국내 항설기준에 크루즈선에 대한 표준선박 제원 추가가 필요하다.

2.1.2 PIANC 기준의 크루즈선 분류기준

1) 총톤수에 의한 크루즈선 분류

일반적으로 선박의 크기를 분류하는 기준으로 총톤수를 가장 많이 사용하고 있다. PIANC 사례에서도 크루즈선 분류기준을 총톤수에 의해 선박 규모를 분류하고 있다. 또한 Table 2와 같이 현재 운항하고 있는 크루즈의 대부분을 몇몇 대형 크루즈 운항선사에서 점유하고 있기 때문에 각 크루즈선사의 톤수별 대표선박의 선명이 크루즈선을 구분하는 기준으로 사용되고 있다.

Table 2. Classification of cruise ship by tonnage (Royal Caribbean)

CLASS	G/T	LOA (m)	D (m)	B (m)
Sovereign	73,192	268.32	7.85	32.20
Vision	78,340	279.00	7.90	32.20
Radiance	90,090	293.20	8.50	32.20
Voyager	137,276	311.12	9.10	38.60
Freedom	154,407	338.04	8.80	38.60
Quantum	168,666	347.17	8.82	41.40
Oasis	225,282	360.00	9.32	47.00

2) 승객의 승선 규모에 의한 분류

PIANC 보고서에는 크루즈선 분류기준을 총톤수에 의한 분류 이외에 선박에 탑승할 수 있는 승객의 수에 따라 선박의 규모를 구분하는 기준으로 제시하고 있다. 승객의 수에 의한 선박 분류기준은 Table 3과 같이 크루즈선의 규모를 5단계로 구분하고 있다. 승객 수에 의한 선박의 분류기준은 터미널 빌딩(Terminal Building)과 육상운송구역(Ground Transportation Area)과 같은 여객을 수용해야하는 크루즈터미널의 부대시설물 규모 산정에 효과적으로 활용할 수 있는 선박분류 기준이다. Choi et al.(2013)의 선행 연구에서도 크루즈터미널 빌딩의 규모는 1인당 필요면적을 1.0~2.1 m<sup>2</sup>로 계산하고 여객

3) 국내 국제여객선은 22개 해운 회사에서 21개 항로, 30척이 운항되고 있다. 운항구간은 비교적 항해거리가 짧은 한-중, 한-일, 한-러 구간의 운항서비스를 제공하고 있다. 일부 쾌속선을 제외하고는 승객과 화물을 동시에 수송할 수 있는 화객선 형태의 선박이 운항되고 있으며, 최대 선형은 인천-청도를 운항하는 New Golden Bridge II(G/T 29,554 ton)이다. 2014년 안전관리 추진계획(2014.2.18.기준), <http://mof.or.kr>.

의 수에 비례하여 면적과 규모를 산정하고 있다.

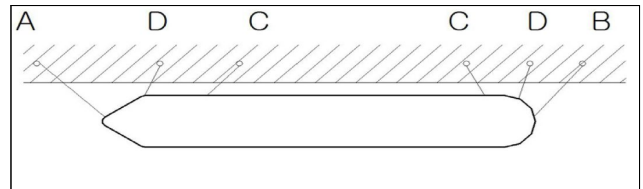
Table 3. Classification of ship by boarding passengers

Kind fo cruise	G/T (ton)	Passenger (pax)	Vessel (No.)
MEGA	>150,000	>5,000	4
SUPER	150,000~130,000	3,000~5,000	49
BIG	130,000~70,000	1,500~3,000	135
MID-SIZED	70,000~40,000	500~1,500	156
SMALL	<20,000	<500	45

2.2 부두 길이 산정기준 비교

2.2.1 국내 항설기준의 부두길이 산정 기준

부두의 접안능력 산정에 미치는 요소는 부두의 길이, 수심, 계류시설 규모 등이 영향을 미친다(Jun et al., 2008). 국내 항설기준의 선석 길이 산정방법은 대상선박의 전장(LOA)에 선박계류에 필요한 길이를 합한 값을 기본으로 산정한다. 선석의 길이산정에 영향을 주는 계류색은 Fig. 1과 같이 선수(A), 선미(B) 라인이다. 그리고 안벽에 대하여 25°~45°의 각도를 갖도록 권고하고 있다.



\* source: Harbour and Fishery Design Criteria (2014)

Fig. 1. Mooring configuration of the ship.

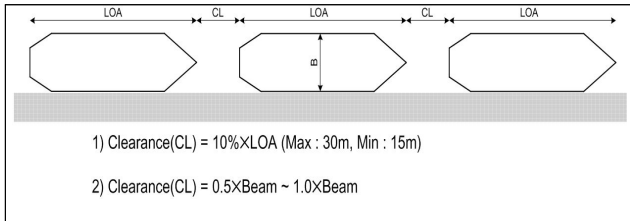
국내 항설기준에는 Table 4와 같이 여객선 G/T 3,000~100,000 톤급 선박이 이용할 수 있는 부두시설물의 길이와 수심에 대한 제원을 명시하고 있다.

Table 4. Berth specification according to the G/T

G/T (ton)	length of berth (m)	depth of berth (m)
3,000	130	5.0
5,000	150	5.5
10,000	180	7.5
20,000	220	9.0
30,000	260	9.0
50,000	310	9.0
70,000	340	9.0
100,000	370	9.0

### 2.2.2 PIANC 기준의 부두길이 산정 기준

PIANC 기준에 따른 부두길이 산정방법은 선박의 전장에 접·이안을 위한 여유거리(L.O.A의 10% Clearance)를 합한 값으로 Fig. 2와 같이 부두길이를 산정하고 있다.



\* source: PIANC Report No. 152 (2014)

Fig. 2. Required berth length.

여유거리는 대상선박 전장의 10% 길이로 계산하거나 선폭의 0.5~1.0배의 길이 내에서 산정하고 있다. 선박간의 이격거리는 최소 15m 이상 이고 최대 30m를 넘을 필요는 없으며 전체 선박 간 여유거리는 선수, 선미 이격거리의 합이다. 또한 PIANC Report No. 116(Berthing Operation of Tanker to Oil and Gas Terminals)에서도 Oil Tanker의 부두접안 작업 시 선박 간 여유거리를 15~30m로 설정하고 있다.<sup>4)</sup> 그리고 크루즈선은 일반선박과 달리 특수추진기(Azipod, Twin CPP, Thruster)에 의해 조종성능이 매우 우수한 것으로 알려져 있으므로 위에서 제시한 안전거리를 적용하는 것이 합리적이다.<sup>5)</sup>

### 2.2.3 항설기준과 PIANC 기준의 접·이안 여유거리 비교

#### 1) 국내 항설기준의 여유거리 계산

국내 항설기준에 제시된 선박규모별 부두길기와 대표선박의 전장의 길이를 비교하여 Table 5와 같이 접·이안에 필요한 부두 여유거리를 산정하였다.

항설기준의 여유거리 계산 방법은 동 기준에 제시된 부두길기와 접안대상선박의 전장 길이의 차가 총 여유거리가 된다. 선·수미 여유거리 산정 결과 총톤수 20,000 톤급 선박까지는 33~35m 내외로 비슷하였으며, 총톤수 50,000 톤급 이상 선박의 총 부두길기는 증가하지만 선박의 규모가 커질수록 여유거리는 오히려 점점 줄어들었다는 것을 알 수 있다.

4) PIANC Report No. 116-2012 (Safety Aspects Affection the Berthing Operation of Tanker to Oil and Gas Terminals) p33: Typical rang for safety zones are around 30 m from ship's offshore side. For oil tankers typical ranges are 15 to 30m from the ship's offshore side.

5) PIANC REPORT No.152에 의하면 크루즈선에는 AZIPOD 추진기와 횡 추진기가 설치되어 일반선박에 비하여 조종성능이 우수하므로 접근수로 폭 결정기준을 일반 선박과 다르게 적용할 필요가 있다.

Table 5. Required berth length by the HDC

G/T (ton)	Berth length (m)	LOA (m)	A (m)	A/2 (m)
3,000	130	97	33	16.5
5,000	150	115	35	17.5
10,000	180	146	34	17.0
20,000	220	186	34	17.0
30,000	260	214	46	23.0
50,000	310	255	55	27.5
70,000	340	286	54	27.0
100,000	370	324	46	23.0

Berth length - LOA= Total Required length (A)

(A)/2 = Fore & stern required berth length (A/2)

#### 2) PIANC기준의 여유거리 계산

PIANC 기준에 의한 접·이안에 필요한 부두 여유길이 산정 방법은 Table 6과 같다. 부두 여유길이는 전장의 10%와 선폭의 1.0B를 기준으로 여유거리를 계산하여 비교하였다.

전장을 기준으로 계산한 값과 선폭을 기준으로 계산한 여유길이의 값을 비교해보면 큰 차이가 나지 않는다는 것을 알 수 있다. 또한 선박의 총톤수가 증가함에 따라 전장과 선폭이 커지므로 일정한 비율로 여유길이가 증가하였다. 선박의 크기가 증가함에 따라 외력의 영향력이 커지므로 선박의 크기에 비례하여 선·수미 여유거리를 감안하여 부두 길이를 계산하는 것이 접·이안 작업의 안전을 확보할 수 있는 합리적인 방법이다.

Table 6. Required berth length by L.O.A & Beam of PIANC Rule

G/T (ton)	Required length by LOA(m)	Berth (m)	Required length by Beam(m)	Berth (m)
3,000	15.0	112.0	16.5	113.5
5,000	15.0	130.0	18.6	133.6
10,000	15.0	161.0	21.8	167.8
20,000	18.6	204.6	25.7	211.7
30,000	21.4	235.4	28.2	242.2
50,000	25.5	280.5	32.3	287.3
70,000	28.6	314.6	32.3	318.3
100,000	30.0	354.0	32.3	356.3

### 2.2.4 국내 항설기준과 PIANC기준의 총 부두길이 비교

국내 항설기준에는 대상선박의 규모에 따라 부두길이 제원을 제시하고 있다. 그러나 PIANC 기준에는 선·수미 여유길이의 산정 방법을 제시하고 있다. 그래서 국내 항설기준에 제시된 선박 길이 제원을 PIANC에서 제시한 여유길이 산정방법에 적용하여 Table 7과 같이 부두길이를 계산하고 각 기준별 길이차를 비교하였다.

Table 7. Berth length that compare the PIANC with the HDC

G/T (ton)	HDC (a)	PIANC		Difference	
		LOA (m) (b)	B (m) (c)	(a)-(b) (m)	(a)-(c) (m)
3,000	130	112	113.5	18.0	16.5
5,000	150	130	133.6	20.0	16.4
10,000	180	161	167.8	19.0	12.2
20,000	220	204.6	211.7	15.4	8.3
30,000	260	235.4	242.2	24.6	17.8
50,000	310	280.5	287.3	29.5	22.7
70,000	340	314.6	318.3	25.4	21.7
100,000	370	354	356.3	16.0	13.7

항설기준에 제시된 부두길이와 PIANC기준에 의해 계산된 부두길이 비교결과 전장을 기준으로 계산한 값과는 16.0~29.5m의 차이를 보였고, 선폭을 기준으로 계산한 값과는 8.3~22.7m의 차이가 남을 알 수 있다. 국내 항설기준의 부두 길이가 PIANC 기준에 의한 부두길이보다 더 큰 여유를 두고 있다는 것을 알 수 있다. 그리고 Kim et al.(2016)의 선행연구 속초항 여객부두 축조에 따른 항만설계기준과 대형 크루즈의 접·이안 안전성 고찰에서도 국내항설기준과 입학예정인 크루즈선의 선박제원과는 많은 차이가 있었고 선박조종시물레이션 및 선박계류안전성 평가 결과 곡주와 펜더를 보강할 경우 기존 5만 톤급 선박이 7만 톤급 선박이 접안 가능한 것으로 연구되었다. 일반 여객선과 크루즈선은 조종성능 및 선박제원에 차이가 있기 때문에 크루즈 전용부두의 적절한 규모 산정을 위하여 대상선박의 표준 선박제원 제시가 필요하다.

### 3. 크루즈선 주요제원 분석

국내 기준에는 크루즈선의 표준제원이 명시되어 있지 않고 일반 화물선에 비하여 다양한 선형이 존재한다. 그래서 현재 운항중인 크루즈선의 규모별 대표 선형(24척)에 대한 선박 제원을 분석하여 크루즈선 선형의 특성을 파악하였다.

#### 3.1 크루즈선의 주요제원 분석

##### 3.1.1 총톤수 분석

주요 선사에서 운항하고 있는 대부분의 선박은 Fig. 3과 같이 70,000~160,000 톤급 사이의 크루즈선을 운항하고 있으며 G/T 225,000 톤급 선박이 최대 선형이나 선박 분포비율은 낮다. 선박의 전장(LOA)에 의한 분포는 250~360m의 범위에서 다양하게 나타났으며 최대 선형은 LOA 360m이다. 그래서 크루즈선 표준제원 분석 대상을 최소선형과 최대선형을 제외한 7만 톤급에서 최대 선형인 17만 톤급 선박으로 구분하여 6개의 그룹으로 구분하여 선박의 전장, 선폭, 흘수에 대하여 분석하였다(Cho et al., 2016).

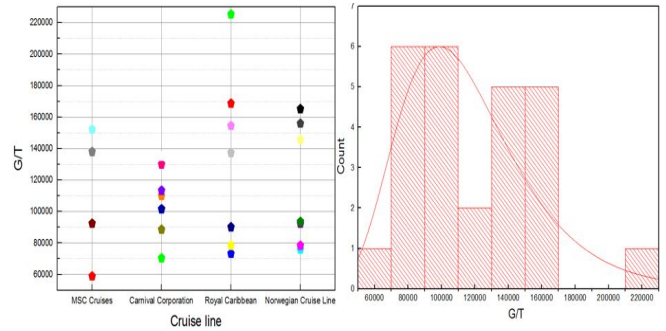


Fig. 3. Analysis of cruise ship's characteristic (Tonnage).

총톤수에 대한 표준편차는 Table 8과 같이 9만 톤급 선박의 표준편차가 가장 작은 값, 10만 톤급 선박이 가장 큰 값으로 나타났다. 9만 톤급은 총톤수가 유사한 선형임을 알 수 있고 10만 톤급 선박은 총톤수 분포 범위가 다양하다는 것을 알 수 있다.

Table 8. Average G/T and S.D of cruise ship

Class	70,000	90,000	100,000	130,000	150,000	160,000
G/T (Average)	75,222	91,350	106,540	134,092	151,997	166,911
No. of vessel	5	5	4	4	4	2
SD	3,442	2,017	6,052	3,722	4,508	2,481

##### 3.1.2 전장 분석

크루즈 선박의 총톤수에 따른 전장의 분포현황은 Fig. 4와 같다. G/T 80,000 톤급 선박의 전장은 280m 이하로 나타났으며, G/T 90,000~110,000 톤급 선박은 최대 전장이 300m를 넘지 않는 것으로 나타났다. G/T 130,000~160,000 톤급까지의 선박은 300~350m 사이에 다양하게 분포하였으며 G/T 160,000 톤급 선박을 제외하면 전장이 340m를 넘지않는 것을 알 수 있다. 그리고 선박의 총톤수가 증가함에 따라 선박의 전장이 커지는 것을 알 수 있으나 Table 9와 같이 전장이 일정한 비율로 증가하지 않는다는 것을 알 수 있다.

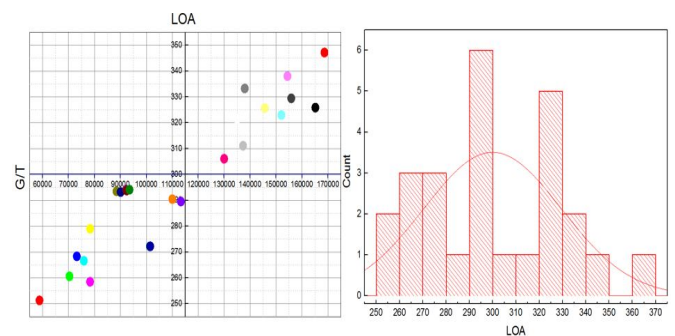


Fig. 4. Analysis of cruise ship's characteristic (L.O.A).

Table 9. Average L.O.A and S.D of cruise ship

Class	70,000	90,000	100,000	130,000	150,000	160,000
LOA (Average)	266.6	293.8	281.1	318.0	329.0	336.5
No. of vessel	5	5	4	4	4	2
SD	8.04	0.40	10.30	12.05	6.56	15.04

3.1.3 선폭 분석

선박의 총톤수별 선폭에 따른 분포율은 Fig. 5와 같다. G/T 70,000~100,000 톤급의 전 선박은 선폭이 32m 내외로 큰 차이가 나지 않았으나 G/T 100,000~160,000 톤급까지의 선박 선폭의 비율은 35~42m로 다양하고 분포하고 있다. 그리고 선박의 총톤수가 증가함에 따라 전체적인 선폭은 증가하였다. 그러나 전장의 경우와 같이 총톤수의 증가 비율에 따라 선폭이 일정하게 증가하지 않는다는 것을 알 수 있다. 조사 대상선박의 선폭별 분포비율은 선폭이 32~42m인 선박이 23척으로 가장 많은 것으로 나타났다.

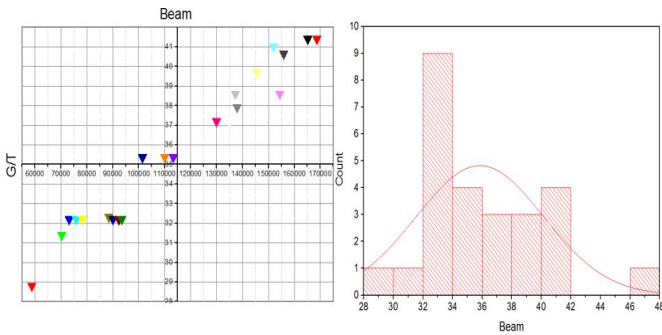


Fig. 5. Analysis of cruise ship's characteristic (Beam).

선폭에 대한 표준편차는 Table 10과 같이 10만, 16만 톤급 선박의 표준편차가 0 이고, 15만 톤급 선박이 가장 큰 값으로 나타났다. 10만, 16만 톤급 선박은 선폭이 유사한 선형임을 알 수 있고 15만 톤급 선박은 선폭이 다양한 선형이 존재함을 알 수 있다.

Table 10. Average Beam and S.D of cruise ship

Class	70,000	90,000	100,000	130,000	150,000	160,000
Beam (Average)	32.04	32.22	35.36	37.73	39.98	41.40
No. of vessel	5	5	4	4	4	2
SD	0.36	0.05	0.00	0.68	1.07	0.00

3.1.4 흘수 분석

크루즈선의 톤수별 흘수에 따른 분포 현황은 Fig. 6과 같다. G/T 70,000~100,000 톤급의 선박의 흘수 분포는 8.0~8.5m, G/T 100,000~160,000 톤급의 선박의 흘수는 8.2~9.2m 사이에 분포하고 있다. 흘수에 의한 분포는 대부분의 선박의 흘수가 8.0~9.0m 정도로 선박의 총톤수 증가 비율에 비하여 흘수의 증가량은 많지 않다는 것을 알 수 있다. 그리고 조사대상 선박의 흘수는 7.5~9.0m에 밀집되어 분포함을 알 수 있다.

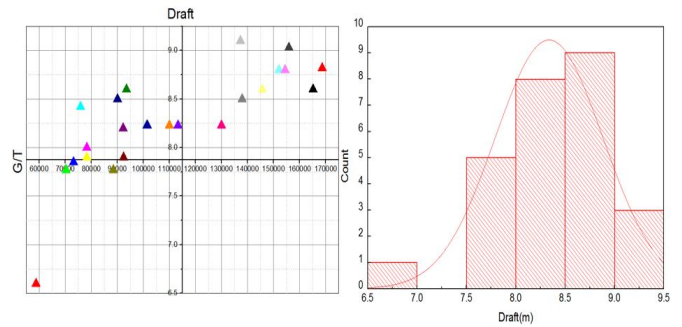


Fig. 6. Analysis of cruise ship's characteristic (Draft).

흘수에 대한 표준편차는 Table 11과 같이 10만 톤급 선박의 표준편차가 0 이고, 13만 톤급 선박이 가장 큰 값으로 나타났다. 그러나 흘수에서는 큰 차이가 나지 않음을 알 수 있다. 또한 7만 톤급과 16만 톤급 선박의 평균 흘수에서도 큰 차이가 나지 않는다. 크루즈선은 선박의 총톤수가 증가하여도 흘수에는 큰 변화가 없음을 알 수 있다.

Table 11. Average Draft and S.D of cruise ship

Class	70,000	90,000	100,000	130,000	150,000	160,000
Draft (Average)	7.988	8.194	8.230	8.590	8.807	8.710
No. of vessel	5	5	4	4	4	2
SD	0.26	0.36	0.00	0.37	0.18	0.16

3.2 크루즈선 제원 분석 방법

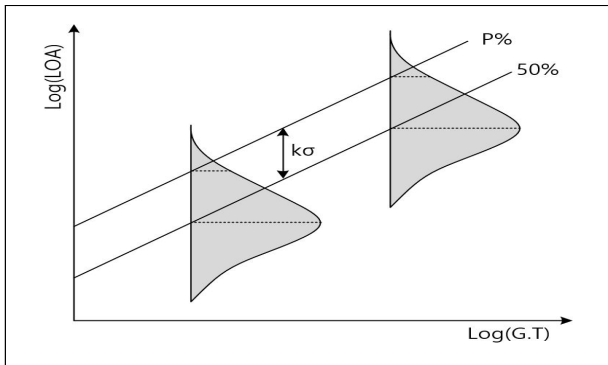
PIANC 보고서에 제시하고 있는 크루즈선 24척의 주요제원 중 총톤수, 길이, 폭, 흘수에 대한 분석을 실시하였다. 선박의 규모별 분포특성 파악을 위하여 총톤수에 따른 주요제원의 빈도분포를 분석하였고 선박 규모별 선형특성을 파악하기 위하여 평균값과 표준편차를 구하였다. 그리고 선박제원 분석 자료에 Table 12의 커버율(Coverage Rate; 이하 P)을 적용하여 크루즈선박의 표준제원을 제시하였다. 선박제원은 P값 60~95% 범위에서 계산하였다.



3.2.1 커버율의 개념 및 설정방법

해석수법에 의해 얻어진 GT, DWT에 상응하는 회귀식으로부터 LOA, LBP, d의 값은 평균값이다. 즉, 통계적으로 대상이 되는 선박 중 절반 이하는 그 평균값 이하가 되고, 절반 이상은 평균값 이상이 된다. 이 대상이 되는 선박을 포함(Cover)하는 비율을 커버율(P)이라 한다. 따라서 평균값의 경우 커버율은 50%가 된다. 항로 설정의 단계에서 커버율의 설정은 항로의 서비스수준을 결정하는 중요한 요소이다.

여기에서 회귀식 주변의 데이터 분포를 정규분포로 가정하는 것에 의해, 표준편차로부터 얻어진 값에 의해 평균값의 회귀식을 Fig. 7과 같이 평행 이동하여 임의의 커버율에 대응하는 회귀식 설정이 가능하다.



\* source: Technical Note of the Port and Harbour Research Institute Ministry of Transport, Japan, No.652

Fig. 7. Line of P% Coverage Rate.

이와 같이 커버율(P)은 Table 12의 식(1)과 같이 선박제원 표준편차 값에 상수 k값을 곱하여 계산할 수 있다.

Table 12. Relation between Coverage rate Limit and k

P	50%	60%	75%	90%	95%	99%
k	0.000	0.253	0.674	1.282	1.645	2.326

$$P = k \times \sigma \text{ (Standard deviation)} - (1)$$

3.2.2 P값을 이용한 주요제원 산정

위에서 분석한 선박의 주요제원을 기준으로 P값의 범위 60~95% 범위에서 선박의 주요제원 중 수역시설 설계에 필요한 전장, 선폭, 흘수에 대한 표준제원을 계산하였다. 선박의 표준제원은 위에서 분석한 크루즈선 제원의 각 요소별 평균값(P: 50%, k: 0)에 커버율(P)을 합하여 계산하였다.

Table 13. G/T Distribution by Coverage Rate

P Class	50%	60%	75%	90%	95%
70,000	75,222	76,093	77,542	79,635	80,886
90,000	91,350	91,860	92,709	93,936	94,668
100,000	106,540	108,071	110,620	114,299	116,496
130,000	134,092	135,033	136,600	138,863	140,215
150,000	151,997	153,137	155,032	157,776	159,413
160,000	166,911	167,539	168,583	170,092	170,993

총톤수 평균값(50%)은 선박의 톤수가 증가함에 따라 점차 증가하는 형태를 나타내고 있어 P값이 증가함에 따라 일정한 비율로 증가하는 형태를 나타내고 있다.

Table 14. L.O.A Distribution by Coverage Rate

P Class	50%	60%	75%	90%	95%
70,000	266.6	268.6	272.0	276.9	279.8
90,000	293.8	293.9	294.0	294.3	294.4
100,000	281.1	283.7	288.0	294.3	298.0
130,000	318.0	314.9	318.2	323.0	325.9
150,000	329.0	330.7	333.5	337.4	339.8
160,000	336.5	340.3	346.7	355.8	361.3

전장의 평균값(50%)은 선박의 총톤수가 증가함에 따라 대체로 증가하고 있으나 10만 톤급 선박이 9만 톤급 선박에 비하여 작은 값으로 나타나고 있다. 전장 표준편차분포 표에서 알 수 있듯이 10만 톤급 선박은 다양한 길이의 선형이 존재하므로 전장에 대한 P값의 범위를 넓게 할 필요성이 있다.

Table 15. Draft Distribution by Coverage Rate

P Class	50%	60%	75%	90%	95%
70,000	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4
90,000	8.2	8.3	8.4	8.7	8.8
100,000	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
130,000	8.6	8.7	8.9	9.2	9.3
150,000	8.8	8.9	8.9	9.0	9.1
160,000	8.7	8.7	8.8	8.9	9.0

흘수 평균값(50%)은 선박의 총톤수가 증가함에 따라 대체로 증가하고 있으나 큰 차이를 나타내지는 않는다. 또한 10만 톤급 선박의 표준편차 값이 0이어서 P값이 증가해도 일정한 값을 알 수 있다. 흘수에 대한 표준제원 산출시 유사한 등급 선형의 변화량을 감안할 필요가 있다.

Table 16. Beam Distribution by Coverage Rate

P Class	50%	60%	75%	90%	95%
70,000	32.0	32.1	32.3	32.5	32.6
90,000	32.2	32.2	32.3	32.3	32.3
100,000	35.4	35.4	35.4	35.4	35.4
130,000	37.7	37.9	38.2	38.7	39.0
150,000	40.0	40.3	40.7	41.4	41.8
160,000	41.4	41.4	41.4	41.4	41.4

선폭의 평균값(50%)은 선박의 총톤수가 증가함에 따라 대체로 증가하고 있다. 그러나 총톤수 10만, 16만 톤급 선박의 표준편차 값이 0이어서 P값이 증가해도 선폭의 값이 동일하게 나타나고 있다. 흘수에 대한 표준세원 산출시 유사한 등급 선형의 변화량을 감안할 필요가 있다.

3.2.3 크루즈선 선형 특성

크루즈선은 총톤수가 증가함에 따라 전체적인 주요제원의 값은 증가하는 추세를 보이고 있다. 그러나 10만 톤급 선박은 평균 전장의 길이가 9만 톤급 선박보다 짧고 선폭이 넓어 흘수는 비슷한 선형을 나타내고 있다. 또한 선박의 흘수는 총톤수가 2배 이상 증가하여도 큰 차이를 나타내지 않았다. 그리고 선폭비(L/B)는 컨테이너 선박과 유사한 8.2로 나타났으며, 9만 톤급 선박은 상대적으로 길이가 길고 폭이 좁아 선폭비가 9.1로 나타났다.

4. 크루즈선 및 부두 시설물 표준제원 제시

4.1 크루즈선의 표준제원 기준

선박의 주요제원은 수역시설물을 이용할 대표선박(Design Ship)으로 수역시설물의 규모산정 및 설계의 기본 자료가 되므로 크루즈터미널과 같은 전용시설물은 대표선박의 표준제원이 더 큰 의미를 갖는다.

대상선박을 예상되는 최대 선형으로 결정하는 것은 자연 조건 및 경제타당성 등 현실적으로 바람직하지 않다. 특히 크루즈터미널과 같은 전용시설물은 도심에 근접한 경우가 많아 수역이 넓은 곳에 비해 지리적 제약이 많다. 그래서 항만개발 시 선박의 안전 확보를 위한 최소한의 기준제시가 필요하다.

크루즈선에 대한 표준제원은 현재 국내 항설기준 및 일본 항만설계기준에서 적용하고 있는 커버율 75% 범위에서 계산한 값과 최대선형인 22만 톤급 선박은 현존선의 제원을 사용하여 Table 17과 같이 크루즈선 표준제원으로 제시하였다. 또한 10만 톤급 선박의 경우 전장의 분포 범위가 넓기

때문에 P값 90%를 적용하였으며, 흘수는 선박의 규모에 따라 큰 차이를 나타내고 있지 않기 때문에 9만 톤급 선박의 흘수 변화량과 동일한 값을 적용하여 산정하였다.

Table 17. Standard specification of cruise ship

G/T (ton)	LOA (m)	Draft (m)	Beam (m)
70,000	272.0	8.2	32.3
90,000	294.0	8.4	32.3
100,000	294.3	8.4	35.4
130,000	318.2	8.9	38.2
150,000	333.5	8.9	40.7
160,000	346.7	8.8	41.4
220,000	360.0	9.3	47.0

4.2 안벽시설의 표준제원

선박이 접·이안하기 위한 접안부두의 길이는 최소한 선박의 전장과 안전하게 접·이안 할 수 있는 여유거리의 합으로 산정하는 것이 합리적이다. 그래서 크루즈선 전용부두 길이 산정은 PIANC 사례에서 제시하고 있는 선박 전장의 10% 길이에 선박의 전장을 합하여 Table 18과 같이 부두 제원을 제시하였다.

Table 18. Standard specification of Berth

G/T (ton)	Required length (A)(m)	Required depth (B)(m)	Berth length (LOA+A)	Depth of berth (Draft+B)
70,000	27.2	0.82	299.2	9.0
90,000	29.4	0.84	323.4	9.2
100,000	29.4	0.84	323.7	9.2
130,000	30.0	0.89	348.2	9.8
150,000	30.0	0.89	363.5	9.8
160,000	30.0	0.88	376.7	9.7
220,000	30.0	0.93	390.0	10.2

Ⓐ = (LOA × 10%), (15 m ≤ Ⓐ ≤ 30 m)

Ⓑ = Draft × 10% (소수점 둘째자리 반올림)

부두의 수심은 현재 항설기준에서 적용하고 있는 흘수와 여유수심(흘수의 10%)의 합으로 산정하였다.

5. 결론

2016년 PIANC에서는 크루즈선박이 대형화되고 승객의 수가 증가함에 따라 크루즈선이 안전하게 접이안할 수 있고 승객이 안전하게 이용할 수 있도록 크루즈터미널에 대한 기



술적인 설계기준을 제시하였다. 그러나 국내 주요 항구에서는 크루즈 기반시설 구축을 위한 많은 공사가 시행되고 있음에도 불구하고 국내 항설기준에는 크루즈선에 대한 제원과 전용시설물에 대한 기준을 찾아 볼 수 없었다. 그래서 본 연구에서는 PIANC 크루즈 터미널 설계기준과 국내 항설기준을 비교하여 개선점을 도출하였다.

첫째, 크루즈선에 대한 표준 선박제원을 일반 여객선과 구별하여 반영하는 것이다. 국내 항설기준에는 10만 톤급 여객선에 대한 선박제원과 부두 시설물 제원은 명시하고 있으나 크루즈선에 대한 기준은 명시되어 있지 않다. 현재 국내에서 운항하는 여객선은 소형 연안여객선과 화객선위주의 여객선이 운항되고 있기 때문에 현재 기준으로 충분히 적용 가능하다. 하지만, 최근 16만 톤급이상 대형 크루즈선이 국내 항구에 입항하고 있고, 크루즈 전용부두 건설이 진행되고 있으므로 대상 선박에 대한 기준이 항설기준에 포함되어야 하는 것이다. 그러나 크루즈선은 톤수별 용도에 따라 선형이 다양하고 일부 크루즈를 대표 선형으로 정하여 크루즈선의 표준 선형으로 정하는 것은 문제가 있다. 그래서 전 세계 크루즈 선박량의 88%를 차지하고 있는 4대 크루즈 운영 선사의 대표 선형에 대한 주요 선박제원을 분석하였다. 그리고 국내 항설기준 및 일본 항만 시설물 설계 기준에서 대상선박을 특정할 수 없는 경우 선박의 주요 치수를 산정하는 커버울 개념을 적용하여 크루즈선의 표준제원과 부두시설물에 대한 제원을 제시하였다.

둘째, 항설기준에 제시된 선석 길이 산정기준이 명확하지 않아 합리적인 선석길이 산정을 위한 방안을 마련하기 위하여 PIANC 설계기준안을 사용하였다. 선박의 길이에 따른 필요 여유거리를 계산하고 선박의 전장과 여유거리를 합하여 선박의 크기별 부두설계 기준을 제시하였다.

본 연구에서는 대상선박(Design Ship)에 대한 제원과 부두 시설물에 대한 기준을 제시하였다. 하지만 크루즈 터미널은 선박의 접·이안에 필요한 수역시설과 여객이 이용하는 터미널 빌딩과 같은 부대 시설물이 포함되어 있다. 부대시설물의 규모는 선박의 크기와 승객의 수를 고려하여 설계하여야 한다. PIANC 사례에서는 선박의 분류기준을 선박의 톤수에 의한 분류기준 이외에 승객의 수에 따른 선박 분류기준을 추가로 제시하고 있다. 향후 국내 항설기준에도 이와 같은 크루즈 터미널 부대시설물 규모 산정 및 설계를 위한 기준 제시를 위한 추가 연구가 필요할 것이라 판단된다.

## References

- [1] Busan Port Authority(2016), <http://busanpa.com/bpt/Board.do?page=7&mCode=MN0066>, 2016.07.20.
- [2] Choi, H. H., W. S. Koo and J. S. Won(2013), A Study on the Establishment of Size-Computation Planning of the Cruise Terminal, *Journal of the Architectural institute of Korea Planning & Design*, 29(7), p. 7.
- [3] Cho, I. S., J. W. Cho and G. H. Yun(2016), A Study on the Main Ship Specification Analysis of the Cruise Ship for the Application of Standard of Harbour Design, *Journal of The Korean Society of Marine Environment & Safety*, 2016. 4, pp. 33-34.
- [4] Harbour and Fishery Design Criteria(2014).
- [5] Jun, S. Y., Y. M. Kim, B. G. Woo and H. Chung(2008), A Systematic Approach to Decide Maximum Berthing Ship Size Coupled with Berth Design Criteria - A Case of Port of Ulsan, *Journal of The Korean Society of Marine Environment & Safety*, 14(1), p. 46.
- [6] Kim, S. W., G. H. Yun and J. K. Kim(2016), A Study on Safety of Berthing Unberthing for Cruise on Accordance with Port Design Standard of Sokcho Passenger Berth Construction, *Journal of The Korean Society of Marine Environment & Safety*, 2016. 4, pp. 54-55.
- [7] Ministry of Ocean and Fisheries(2017), 2014 Safety Management Plan, <http://mof.or.kr/surf/list.do>, 2017.06.18.
- [8] Ministry of Ocean and Fisheries(2017), 2017 Cruise Industry Promotion plan, <http://mof.or.kr/iframe/article/multi02/list.do>, 2017.06.18.
- [9] PIANC Report No. 116(2012), Safety Aspects Affecting the Berthing Operations of Tankers to Oil and Gas Terminals.
- [10] PIANC Report No. 152(2016), Guideline for Cruise terminals.
- [11] Technical Note of the Port and Harbour Reseach Institute Ministry of Transport, Japan, No.652.

Received : 2017. 09. 18.

Revised : 2017. 10. 24.

Accepted : 2017. 10. 28.