

마리나 항만의 효율적인 선박 관리를 위한 상하가 시설 및 장비의 설계기준에 관한 연구

문정환*†

* (주)카네비컴 기술연구소

A Study on the Lift Pier and Equipment of Design Criteria for Effective Vessel Management in the Marina

Jung-Hwan Moon*†

* R&D center, CARNAVICOM Co., Ltd., Incheon, 21984, Korea

요 약 : 본 논문에서는 마리나 항의 상하가 시설 및 장비의 형태를 분석하고 마리나 이용 대상 선박을 기준으로 기 설치된 마리나의 상하가 시설(리프트 피어)과 장비(마린 모바일 리프트)에 대한 분석을 통해 상하가 시설 및 장비의 설계기준을 마련했다. 국내에서 운항중인 선박 총톤수에 따라 요구되는 리프트 피어의 내부 간격은 35톤 선박은 5.50 m, 50톤 선박은 6.20 m이며, 이를 상하가하기 위한 마린 모바일 리프트의 내측 폭은 35톤 선박은 6.10 m, 50톤 선박은 6.80 m가 필요하다. 국내 마리나에 설치된 리프트 피어는 목표한 선박을 인양할 수 있는 곳은 2곳으로 나타났으며, 그 외 다른 마리나의 리프트 피어 내부 간격은 0.35~0.50 m가량 좁았다. 또한 운용 중인 마린 모바일 리프트 중 목표한 선박을 상하가하기 위해 필요한 내측 폭을 확보한 장비는 2개로 나타났으며, 그 외 마린 모바일 리프트 내측 폭이 0.3~0.6 m가량 부족했다.

핵심용어 : 선박 상하가, 리프트 피어, 설계기준, 마리나, 마린 모바일 리프트

Abstract : This paper analyzes the type of facilities and equipment of the marina port and analyzes its lift facilities (lift pier) and equipment (marine mobile lift). It set up the lift facilities and equipment standards. Depending on the gross tonnage of vessels in operation in Korea, the required inner width of lift piers is 5.50 m for 35-ton vessels, and 6.20 m for 50-ton vessels. The inside width of the marine mobile lift is 6.10 m for 35-ton vessels, and 6.80 m for 50-ton vessels. There are two places where the target ship can be lifted from the lift pier installed on the domestic marina, and other marinas' lift piers inner widths are insufficient by about 0.35~0.50 m. Among the marine mobile lifts in operation, there were two apparatuses that secured the inside width necessary to lift the target vessel. Other marine mobile lifts' inner widths are insufficient by about 0.3~0.6 m.

Key Words : Vessel lifting, Lift pier, Design criteria, Marina, Marine mobile lift

1. 서 론

다양한 레저 선박의 계류를 위한 수역시설과 관련 서비스 시설을 갖춘 일종의 항만시설인 마리나(Marina)는 단순히 선박을 보관하는 장소에서 다양한 연계산업으로 발전하고 있는 가운데 우리나라는 수상레저안전법(KCG, 2018), 마리나

산업 육성을 위해 마리나 항만의 조성 및 관리 등에 관한 법률, 그에 따른 마리나항만 기본계획(MOF, 2010)을 통해 국내 마리나 산업의 성장을 유도하고 있다.

이 같은 국가적 정책의 지원에 따른 수요의 증가에도 불구하고 마리나 항만 관련 인프라 시설과 장비운용에 대한 기준이 매우 부족한 실정이다.

특히 요트 및 보트 등 선박에 대한 효율적인 관리를 위해 기본적인 항만시설 중의 하나인 상하가 시설은 형식 및 규모에 대해서 선박의 선종, 선형, 계류척수, 처리능력 등을 고려하여 적절히 정하게 되어 있지만, 구체적인 기준 마련 및

† phd.moonjh@daum.net, 070-4242-1177

※ 이 논문은 “마린 모바일 리프트의 효율적인 상하가를 위한 리프트 피어 환경분석”이란 제목으로 2017년도 춘계학술발표회(목포해양대학교, 2017.04, p.248)에 발표되었음.

연구가 부족한 실정이다.

국가건설기준 표준시방서(Korea construction specification)는 마리나 시설에서 상하가 시설을 선박의 수리, 보관, 이동, 유지관리 등의 목적으로 해상에서 들어올려 육상으로 이동시키거나 반대로 해상으로 진수하는 위한 시설을 총칭하고 있지만(MOF, 2017a), 기존시설, 주변 여유공간, 대상 선박의 종류, 크기, 무게 등을 검토하여 적절하게 선택할 수 있는 자세한 선정 기준은 전문시방서에서 정하는 바에 따른다고만 명시되어 있다(MOF, 2017b).

본 논문에서는 마리나 항에서 효율적인 선박관리를 위해 반드시 필요한 상하가 시설 및 장비의 형태를 분석하고, 마리나 이용하는 선박을 기준으로 국내의 마리나에 설치된 상하가 시설(리프트 피어)과 장비(마린 모바일 리프트)에 대한 환경을 분석하여 상하가 시설 및 장비의 설계기준을 마련했다.

2. 마리나 항의 상하가 시설 및 장비 설계기준

상하가시설은 마리나에서 육상에 보관하는 선박을 정박지와 육상 보관시설을 오가며 양륙·이동하는 시설이나 설비를 말한다. 선박은 육지에서 수면으로, 수면에서 육지로 그리고 보관 장소에서 양륙시설, 급유나 수리창고 등으로 이동해야 하는데 계류선박의 수리 등을 위한 상하가시설을 설치하고 장비를 이용해야 한다.

2.1 국내

1) 마리나 항만의 조성 및 관리 등에 관한 법률

마리나 항만 및 관련 시설의 개발·이용과 마리나 관련 산업의 육성에 관한 사항을 규정함으로써 해양스포츠의 보급 및 진흥을 촉진하고, 국민의 삶의 질 향상에 이바지하는 것을 목적으로 한다(MOF, 2018). 그리고 동법에서 위임된 사항과 시행에 필요한 사항을 규정하고 있는 시행령에는 경사로, 램프, 크레인, 리프트 등의 상하가시설을 마리나항만시설의 기능시설로 구분하고 있으나, 이를 구축하기 위한 기준은 명시하고 있지 않다.

2) 항만 및 어항 설계기준

항만시설물, 어항시설물, 연안정비시설물 등의 계획 및 설계에 대하여 신기술·신공법, 저탄소, 신재생에너지 등을 반영하여 환경 친화적이며 미래지향적인 항만시설물 설계기준을 정립하고 국제설계기준과 연계 방안을 도출하여 해외 건설 진출을 활성화하고, 항만기술 발전에 이바지 하는 것이 목적으로 한다(MOF, 2014a).

건설기술 진흥법, 항만법, 어촌·어항법 등에서 규정하는 각 시설물별로 설계자가 설계업무를 보다 체계적이고 효과

적으로 수행하고, 품질·강도·안전·성능 등을 유지하기 위한 설계조건인 한계(최저한계)를 규정하는 기준으로써 대상시설물의 설계업무를 수행하는데 법령을 제외한 기준 중 최우선되는 기준이다.

계류시설에 있어서 Fig. 1과 같이 안벽시설의 제원 및 구조형식과 중력식, 잔교식, 타이로드식, 선반식, 쉘식 등의 안벽구조 등에 설계기준을 제시하고 있다. 안벽시설의 제원 및 구조형식은 설계순서를 제시하며 기초사석, 매립 등 시설의 종류 및 사이즈에 대한 기준을 제시하고 있다.

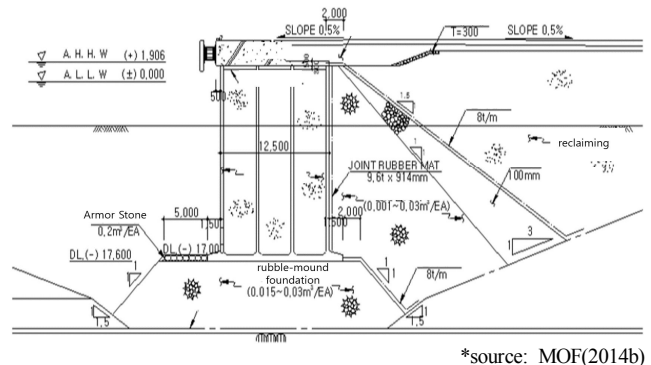


Fig. 1. Quay design examples.

상하가시설은 육상에서 보관 또는 수리 등을 행하기 위하여 보트를 정박지 또는 선유장으로부터 들어 올리거나 내리는 시설로서 육상보관시설, 보트수리시설과 임시계류를 위한 계류시설의 위치를 고려하여 보트를 올리고 내리거나 이동이 원활하도록 적절히 배치할 필요가 있다.

2.2 국외

1) 미국

미국은 연방정부규정(federal regulations)과 주정부규정(state regulations)으로 구분되어 운영되고 있으며, 주정부규정은 해당 주에 적용되며, 마리나의 설계, 구축, 운영, 보트 및 엔진의 등록 등에 관한 규정과 허가 취득 과정에 관한 주의 규정이 서로 다르다. 마리나의 개발은 The United States Army Corps of Engineers(USACE)가 조정 하며, 해양 건축, 발굴 등은 River and Harbor Act of 1899에 의해 허가를 받도록 되어 있다(Lee et al., 2008).

상하가 장비에 대한 특화된 규정은 현재 없으며, 모바일리프트의 운용 및 점검항목은 크레인 관련 규정(29 CFR 1910.179 (USGPO, 2013)와 American National Standard Institute B30.2 overhead and gantry cranes(ANSI, 2011))을 준용하고 있다. 또한, 장비의 운전자의 자격사항 역시 별도로 규정되어 있지 않지만, CFR 1910.179(a)(35)에 명시되어 있는 규정(Selected or assigned by the employer or the employer's representative as being

qualified to perform specific duties)을 준용하여 최소한의 자격 여건을 명시하고 있다.

2) 일본

일본은 항만법에서 마리나는 플레저보트를 위한 계류시설(물양장, 부잔교, 선착장 등), 수역시설(항로, 박지 등), 편의시설(주차장, 클럽하우스, 급수시설, 급유시설, 수리시설 등) 등이 일체적으로 정비된 시설로서, 계류시설에 그치지 않고 서비스를 제공하기 위한 모든 시설을 포함한 개념으로 활용되고 있다(JLT, 2012).

상하가 장비를 직접 명시하면서도 설계, 안전점검 및 운용에 필요한 사항에 대한 규정은 없다. 다만, 미국의 경우와 유사하게 크레인의 범주로 간주하고 각종 안전장치, 정기검사, 운용 등은 크레인과 관련된 규정을 준용하고 있다.

3. 마리나 항의 상하가 시설 및 장비 형태

3.1 상하가 시설

1) 리프트 피어(Lift pier)

Fig. 2와 같이 상하가 시설 중 상하가 장비인 마린 모바일 리프트(Marine mobile lift)로 상하가를 실시할 수 있는 장소인 리프트 피어에 대한 용어정의는 확립되지 않았지만, 항만에서 해상으로 " | "모양으로 돌출되어 설치된 리프트 피어와 그 사이 계선안(도크)으로 진입한 선박을 리프트 피어 상부를 마린 모바일 리프트가 이동하면서 인양작업을 수행한다(Moon et al., 2017).

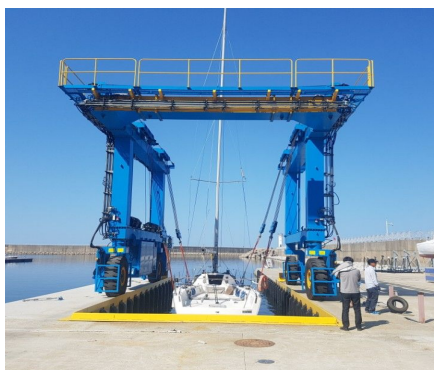


Fig. 2. Marine mobile lift on lift pier.

리프트 피어는 설치형태에 따라서 중력식(重力式) 안벽, 파일식(잔교식), 혼용형식으로 구분할 수 있다.

중력식 안벽은 사각형 형태로 항만 구조물에 포함되어 건설한 리프트 피어로서 벽체자중과 마찰력에 의해 토압, 수

압 등의 외력에 저항할 수 있다. 또한 벽체 자체가 콘크리트 등으로 되어 있기 때문에 비교적 견고하고 내구성이 좋지만, 건설에 필요한 시설이 대규모로 필요함에 따라 소량 또는 단기적인 공사에는 비경제적이다(MOLIT, 2016).

파일식(잔교식)은 수중에 기둥이 말뚝 등의 각주를 설치하고 그 위에 상판(床版)을 설치한 구조로서 구조물자체의 중량이 가볍고 연약지반에 적합하며 이미 설치된 항만에서 해상으로 계선안(도크) 설치가 가능하지만, 큰 집중하중에는 불리한 구조이다.

혼용방식은 기존에 설치된 부두의 안벽("L"형태)을 활용하여 반대편에 한 개의 리프트 피어를 파일식 또는 중력식으로 설치하는 방식으로 중력식의 견고함과 파일식의 기존에 설치된 항에서의 활용성을 높일 수 있는 방식이다.

2) 선양장(Slipway)

선양장은 경사로를 이용해 선박을 육상으로 인양하는 시설이다. 트레일러 또는 포크리프트 등을 사용하여 끌어올리거나 슬립웨이에 레일을 설치하고 윈치를 사용해 인양한다.

3.2 상하가 장비

1) 이동형 장비

사용현장에서는 리프트(Lift), 호이스트 크레인(Hoist crane), 스트래들 호이스트(Straddle hoist) 등의 용어가 혼용되고 있으나, 운항하는 보트, 요트 등의 선박을 육상에서 보관 또는 수리 등 관리를 위해 해상의 정박지 또는 선유장으로부터 들어 올리거나 내리기위한 이동형 승강장비이다.

2) 고정형 장비

항만에 구조물 형태의 고정식으로 구축되어 있는 상하가 장비로서 구조물이 견고할 수 있으나, 육상에서 별도의 이동장비가 필요하며, 국내에서는 이동장비의 부재로 인해 대형트럭을 이용하거나 트랙터를 변형하여 이용하고 있기때문에 상하가 비용의 증가와 안전성 저하를 야기할 수 있다.

3) 기타

국내에서는 상하가 전용 장비가 부족한 관계로 대부분의 항만에서는 차량 크레인을 임차하여 선박을 상하가하고 있다. 차량 크레인을 이용한 상하가는 다수의 인력이 필요하며 크레인의 전복, 작업 중 안전사고 등 수많은 위험성이 있고, 상하가 장비로 구분되기보다는 상하가를 위해 어쩔 수 없는 임시방편으로 사용되고 있다. 국내 대부분의 어항에 설치되어 있는 어선인양기는 5톤 미만의 소형어선을 신속하게 육지로 인양하고 크레인 임대비용 절감 등의 효과가 있

으나, 인양가능 용량(무게)의 한계, 관리 및 운용에 필요한 전문인력 미흡, 미사용으로 인한 잦은 고장 등의 어려움이 있다.

4. 국내의 마리나 항의 상하가 시설 및 장비 분석

국내의 마리나 항만에 실제 설치되고 운용되고 있는 상하가 시설과 장비를 Fig. 3과 같이 구분하여 측정하고 분석했다. 상하가 시설은 리프트 피어 내부간격(미포함(G), 포함(H)), 길이(F), 폭(E), 타이어 가이드를 포함한 내부간격(C), 타이어 가이드와 타이어와의 간격(D), 방충재의 요소를 고려하여 측정했으며, 상하가 장비는 양쪽 타이어 내측 폭(A), 타이어 중심간의 Span(B)으로 구분했다.

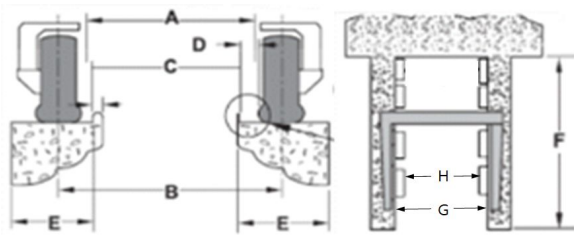


Fig. 3. Measurement standard of lift pier and equipment.

- * A : Mobile lift inner width
- B : Mobile lift span
- C : Lift pier inner width including tire guide width
- D : Safety space from mobile lift tire to tire guide
- E : Lift pier width
- F : Lift pier length
- G : Lift pier inner width
- H : Lift pier inner width except collision safety fence

4.1 국내의 마리나 항의 상하가 시설 및 장비 현황

1) 국내

국내 마리나 항만에 리프트 피어가 설치되어 이동형 상하가 장비가 구비된 중부지역 3곳과 남부지역 2곳의 상하가 시설 및 장비를 측정 및 분석했다.

K-W마리나는 상하가가 가능한 리프트 피어 1곳이 있으며, 항만의 일부를 이용한 중력식 안벽의 리프트 피어로서 전장 14.94 m, 내부폭 5.0 m이다. 리프트 피어 내측에는 0.3 m의 방충재가 설치되어 있고, 상하가 장비는 이동형인 마린 모바일 리프트 1기(25톤급)가 있다.

K-A마리나는 상하가가 가능한 리프트 피어 1곳이 있으며, 마리나항 외부로 돌출된 파일식(잔교식) 리프트 피어로서 전장 29.80 m, 내부폭 5.15 m이다. 리프트 피어 내측에 방충재가 설치되어 있지 않고, 상하가 선박의 인원의 승하선을 위해 해수면에 별도의 폰툰(폭4.5m)이 설치되어 있다. 상하가 장비는 이동형인 마린 모바일 리프트 1기(35톤)가 있다.

K-J마리나는 상하가가 가능한 리프트 피어 1곳이 있으며, 마리나항의 일부를 이용한 중력식 안벽의 리프트 피어로서 전장 12.90 m, 내부폭 5.12 m이다. 리프트 피어 내측에 0.3 m의 고무 재질의 방충재가 설치되어 있다. 상하가 장비는 이동형인 마린 모바일 리프트 1기(25톤급)가 있다.

K-Y(S)마리나는 상하가가 가능한 리프트 피어 1곳이 있으며, 항만의 전면에 파일식(잔교식) 리프트 피어로서 전장 28.90 m, 내부폭 6.70 m이다. 리프트 내부에는 방충재가 없으나, 승조원의 승하선을 위해 별도의 공간을 설치하고 있다. 그리고 리프트 피어 파손을 방지하기 위하여 어망의 부자(아바)를 각 기둥에 5열 이상 감아놓았다. 상하가 장비는 이동형인 마린 모바일 리프트 1기(50톤급)가 있다.

K-K마리나는 상하가가 가능한 리프트 피어 1곳이 있으며, 기존에 설치된 마리나항 일부를 활용하여 파일식 리프트 피어를 설치한 혼용방식으로 전장 23.20 m, 내부폭 11.17 m이다. 고무재질의 0.26 m 높이의 방충재가 설치되어 있고, 리프트 피어 파손을 방지하기 위하여 어망의 부자(아바)를 각 기둥에 감아놓았다. 상하가 장비는 이동형 마린 모바일 리프트의 카타마란용 1기(50톤급)가 있다.

K-S마리나는 상하가가 가능한 리프트 피어 1곳이 있으며, 기존에 설치된 마리나항 일부를 활용하여 파일식 리프트 피어를 설치한 혼용방식으로 전장 15.0 m, 내부폭 5.70 m이다. 고무재질의 0.15 m 높이의 방충재가 설치되어 있다. 상하가 장비는 이동형 마린 모바일 리프트의 1기(35톤급)가 있다.

국내 마리나 항만에 설치된 상하가 시설인 리프트 피어는 Table 1과 같이 폭(E)은 약 1.4~3.0 m이며, 길이(F)는 약 13~30 m로 나타났다. 그리고 리프트 피어의 내부간격(G)은 카타마란용을 제외하고 대부분 5~6 m가량으로 설치되어 있고, 0.15 m가량의 방충재가 설치된 내부간격(H)은 최소 4.70 m까지 줄어든다.

Table 1. Lift pier and equipment survey data in Korea

Port	K-W	K-A	K-J	K-Y(S)	K-K	K-S
A	5.50	5.80	5.70	7.30	12.1	6.50
B	-	-	3.92	-	12.5	7.02
C	5.20	-	-	-	-	-
D	-	0.30	0.30	0.30	0.10	0.20
E	1.75	2.90	2.00	2.15	1.40	3.00
F	14.9	29.8	12.9	28.9	23.2	15.0
G	5.00	5.15	5.12	6.70	11.17	5.70
H	4.70	5.15 (4.50)	4.82	6.70	10.75	5.40

2) 국외

마리나 산업이 발전된 해양 선진국 중 지리적·기상적 유사성이 높은 일본의 마리나에서 이동형 상하가 시설 및 장비가 설치된 4곳을 측정·분석했다.

J-N마리나는 상하가가 가능한 리프트 피어 1곳이 있으며, 파일식(잔교식) 리프트 피어로서 전장 12.0 m, 내부폭 5.45 m이다. 0.45 m 높이의 고무재질 방충재가 설치되어 있다. 상하가 장비는 이동형 마린 모바일 리프트 1기(50톤급)가 있다.

J-S마리나는 상하가가 가능한 리프트 피어 1곳이 있으며, 파일식(잔교식) 리프트 피어로서 전장 19.50 m, 내부폭 6.27 m이다. 별도의 방충재는 없다. 상하가 장비는 고정형 상하가 장비 1기와 이동형 마린 모바일 리프트 1기(50톤급)가 있다.

J-A마리나는 상하가가 가능한 리프트 피어 1곳이 있으며, 파일식(잔교식) 리프트 피어로서 내부폭은 8.75 m이다. 별도의 방충재는 없다. 상하가 중 선박의 선원 및 조직원들의 승하선을 돕기 위한 폰툰이 리프트 피어 하부에 설치되어 있으며, 상하가 장비는 이동형 마린 모바일 리프트 1기(50톤급)가 있다.

J-I마리나는 상하가가 가능한 리프트 피어 1곳이 있으며, 파일식(잔교식) 리프트 피어로서 전장 16.75 m, 내부폭 5.96 m이다. 별도의 방충재는 없다. 상하가 장비는 고정형 상하가 장비 1기와 이동형 마린 모바일 리프트 1기(50톤급)가 있다.

국외(일본) 마리나 항만에 설치된 상하가 시설인 리프트 피어는 Table 2와 같이 폭(E)은 약 1.7~2.0m이며, 길이(F)는 약 12~19m로 나타났다. 그리고 리프트 피어의 내부간격(G)은 5.4~6.2m가량으로 설치되어 있고, 방충재는 대부분 설치되어 있지 않았다.

Table 2. Lift pier and equipment survey data in Japan

Port	J-N	J-S	J-A	J-I
A	5.73	6.64	-	-
B	6.04	6.95	-	-
C	-	-	-	-
D	-	-	0.25	0.15
E	2.0	1.7	2.0	1.82
F	12.0	19.5	-	16.75
G	5.45	6.27	8.75	5.96
H	4.54	6.27	8.75	5.96

4.2 상하가 용량에 따른 리프트 피어 분석

1) 상하가 이용 선박의 선평 및 중량

마리나에서 상하가 대상이 되는 선박을 선정하기 위해 해양수산부의 어항설계기준 어선 선형(12종), 마리나 선박 표준선형의 요트(17종) 및 보트(13종), 국내에 수입 및 판매되고 있는 제품(65종)에 대한 선평 및 무게를 분석했다. 마리나를 주로 이용하는 100톤 미만의 요트, 보트, 어선 종류 중 88%가 30톤 이하의 선박이었고, 92%가 50톤 이하의 선박으로서 선박의 무게가 증가할수록 선평도 증가하며, Fig. 4와 같이 30톤 이내 선박의 너비는 5.4 m 이내, 50톤 이내 선박의 너비는 5.7 m 이내에 분포되어 있다.

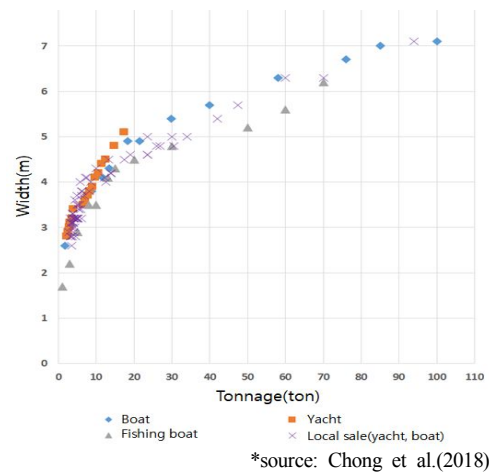


Fig. 4. Width and tonnage chart of small vessel.

2) 인양장비 용량에 따른 리프트 피어 크기

국내외 마리나에서 운용중인 마린 모바일 리프트는 25~50톤의 선박을 인양할 수 있는데 설치된 리프트 피어의 내부간격(G)은 카타마란용을 제외하고 국내는 5.0~6.7 m, 국외는 5.45~8.75 m이다. 더욱이 국내의 대부분 마리나에서는 0.15m가량의 방충재를 리프트 피어 내부에 설치함에 따라 내부간격(H)이 4.7~6.7 m로 줄어들었고, 국외의 경우에는 대부분 별도의 방충재를 설치하지 않았다.

또한, 해수면의 높이의 차이가 심한 해역의 경우 운영상의 안전을 위해 별도의 폰툰을 해수면에 설치함에 따라 그로인하여 인양할 수 있는 선박이 제약을 받는 경우도 있다. 방충재 및 폰툰 등으로 인해 설치된 리프트 피어의 내부간격보다 좁혀진 리프트 피어는 0.18~0.5 m 정도의 너비가 좁혀진다. Table 3에서와 같이 리프트 피어의 내부간격이 4.8 m 이하의 경우에는 총톤수 15톤 정도의 선박까지 리프트 피어 내부로 진입이 가능하기 때문에 K-W, K-A, K-J마리나의 인양장비는 재 성능에 비해 10~20톤가량의 인양가능용량의 손실이 발생한다.

Table 3. Compare lift pier inside width with lifting capacity in marina

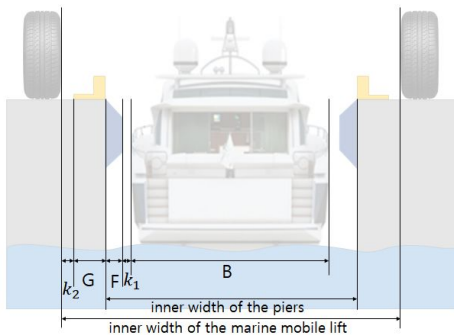
Port	G(m)	H(m)	I(ton)	J(m)	K (G-J)	L (H-J)
K-W	5.00	4.70	35	5.00	0	-0.30
K-A	5.15	5.15 (4.50) ²⁾	35	5.00	0.15	0.15 (-0.50)
K-J	5.12	4.82	25	5.00	0.12	-0.18
K-Y(S)	6.70	6.70	50	5.70	1.00	1.00
K-K ¹⁾	11.17	10.75	50	5.70	6.47	5.05
K-S	5.70	5.40	35	5.00	0.70	0.40
J-N	5.45	4.54	50	5.70	-0.25	-1.16
J-S	6.27	6.27	50	5.70	0.57	0.57
J-A	8.75	8.75	50	5.70	1.05	1.05
J-I	5.96	5.96	50	5.70	0.26	0.26

* G : Lift pier inner width
 H : Lift pier inner width except collision safety fence
 I : Lifting capacity
 J : Vessel width to tonnage
 1) Lift pier and equipment was produced for catamaran.
 2) Dockable width by installed pontoon

5. 상하가 시설 및 장비 설계기준 및 운용현황

5.1 리프트 피어 내측 간격

리프트 피어 내측 간격(P_i)의 기준을 설정하기 위해서는 리프트 피어를 이용하여 상하가를 실시할 대상선박의 최대 선폭(B)을 알아야한다. 이 선폭은 해당 항만에서 이용 가능한 최대의 선박으로 설정가능하다. 그리고 리프트 피어 형태 및 선박의 파손의 우려를 고려하여 충돌에 의한 파손을 예방하기 위한 방충재의 높이(F)와 함께 방충재와 선박과의 이격거리(k_1)를 Fig. 5와 같이 고려해야 한다.



*source: Moon et al.(2016), Revision of the author
 Fig. 5. Lift pier design considerations.

이를 식으로 표현하면 식(1)과 같다.

$$P_i = B + 2(k_1 + F) \quad (1)$$

P_i = Lift pier inner width

B = Vessel's breadth

k_1 = Collision safety factor

F = Pre-crash safety fence width

방충재와 선박과의 이격거리(k_1)는 상수항으로서 이격거리에 대한 기준은 항만 및 어항 설계기준의 마리나 계류시설에서 잔교간 최소거리를 보트와 잔교간 또는 보트와 보트간의 서로 접촉하는 것을 피하기 위해 0.3~0.6 m의 이격거리를 제시하고 있다. 그러나 이 기준은 해상계류를 위한 이격거리로서 선박의 상하가 시설에 그대로 적용하기에는 상하가 장비의 내부폭과 슬링각 등의 문제가 발생할 수 있다. 그리고 현재 국내외에서 운용중인 상하가 장비의 내부폭(A)은 Table 1과 2와 같이 5.5~7.3 m로서 상하가 선박의 선폭이 5.0~5.7 m임을 고려하면 선박과 리프트 피어의 이격거리를 포함한 총 여유 공간은 0.5~1.6 m밖에 없다. 이 같은 상하가 장비 운용환경과 국내외의 마리나 현장 방문 시 상하가 장비 운영자 소견을 고려하여 본 연구에서는 0.1 m로 설정했다.

방충재의 폭(F)는 국내 마리나에서 적용되는 기준은 없으나 선박 파손을 우려해서 설치된 상용제품의 방충재의 높이인 0.15 m를 적용했다. 물론, 방충재의 종류와 특성에 따라 방충재 반력과 리프트 피어 안벽과의 영향이 발생할 수 있으나 본 연구에서는 구조물에 따른 운용환경에 맞는 기준을 마련하고자 한다.

이를 통해 설정된 리프트 피어 내측간격은 선박총톤수(GT)의 구분에 따라 Table 4와 같이 35톤은 5.50 m, 50톤은 6.20 m, 75톤은 7.20 m, 100톤은 7.60 m 이상이 확보되어야 한다.

Table 4. Lift pier inner width by GT

GT	B(m)	k_1	F	P_i
35	5.0	0.10	0.15	5.50
50	5.7	0.10	0.15	6.20
75	6.7	0.10	0.15	7.20
100	7.1	0.10	0.15	7.60

5.2 마린 모바일 리프트의 내측 폭

마린 모바일 리프트 내측 폭(L_i)의 기준을 설정하기 위해 앞서 설정된 리프트 피어 내측 간격(P_i)을 반영하여 타이어

가이드의 밀변길이(G)와 함께 밀변과 타이어와의 이격거리(k_2)를 고려해야 한다. 이를 식으로 표현하면 식(2)와 같다.

$$L_i = P_i + 2(k_2 + G) \quad (2)$$

L_i = Marine mobile lift inner width

k_2 = Plunge safety factor

G = Width of tire guide

P_i = Lift pier inside length

타이어 가이드와 타이어와의 이격거리(k_2)는 상수항으로서 본 연구에서는 0.1 m로 설정했고 타이어 가이드 밀변의 길이(G)는 국내에 설치된 타이어 가이드의 고려하여 0.2 m를 적용했다. 리프트 피어 내측간격(L_i)은 선박충돈수(GT)의 구분에 따라 Table 5와 같이 35톤은 6.10 m, 50톤은 6.80 m, 75톤은 7.80 m, 100톤은 8.20 m 이상이 확보되어야 한다.

Table 5. Marine mobile lift width inner width by GT

GT	P_i	$G(m)$	k_2	L_i
35	5.50	0.20	0.10	6.10
50	6.20	0.20	0.10	6.80
75	7.20	0.20	0.10	7.80
100	7.60	0.20	0.10	8.20

마린 모바일 리프트 내측 폭을 설정하기 위해서는 앞서 설정한 리프트 피어의 내측폭과 더불어 타이어 가이드 밀변 길이와 타이어 가이드와 리프트의 타이어와의 안전거리라는 두 가지 상수항이 존재한다. 따라서 두 상수항의 변화에 따라 요구되는 마린 모바일 리프트의 내측 폭도 조절될 수 있는 가능성이 높다.

5.3 국내 마리나 운용환경 분석

마린 모바일 리프트를 운용하며, 리프트 피어를 구축한 국내 마리나 중 목표하는 선박을 상하가 할 수 있는 리프트 피어를 구축한 곳은 2곳(K-Y(S), K-S)이었으며, 그 중에도 타이어 가이드를 설치하여 목표한 선박을 상하가 할 수 있는 곳은 단 1곳으로 나타났다.

더욱이, 타이어 가이드를 설치하지 않은 상황에서도 0.35~0.50 m가 부족한 내부 간격으로 리프트 피어를 설치했으며, 타이어 가이드를 고려하면 Table 6과 같이 0.68~1.00 m까지 손실이 발생한다.

Table 6. Lift pier construction environment in domestic marina

Port (Lift capacity)	Lift Pier		$P_i(m)$	$G-P_i$ (m)	$H-P_i$ (m)
	G(m)	H(m)			
K-W(35)	5.00	4.70	5.50	-0.50	-0.80
K-A(35)	5.15	5.15 (4.50) ¹⁾	5.50	-0.35	-0.35 (-1.00)
K-J(25)	5.12	4.82	5.50	-0.38	-0.68
K-Y(S)(50)	6.70	6.70	6.20	0.50	0.50
K-S(35)	5.70	5.40	5.50	0.20	-0.10

* G : Lift pier inner width

H : Lift pier inner width except collision safety fence

1) Dockable width by installed pontoon

국내 마리나는 대부분 30~50톤의 선박을 상하가 가능한 마린 모바일 리프트를 운용하고 있으며, 목표하는 인양무게에 대한 마린 모바일 리프트의 내측 폭을 보유하고 있는 장비는 2곳(K-Y(S), K-S)이었으며, 나머지 3곳은 목표 인양 무게의 90~95% 수준의 선박을 인양할 수 있는 내부 폭으로 설치된 장비로 Table 7과 같이 나타났다.

Table 7. Marine mobile lift operation environment in domestic marina

Port (Lift capacity)	A(m)	$L_i(m)$	$A-L_i(m)$
K-W(35)	5.50	6.10	-0.60
K-A(35)	5.80	6.10	-0.30
K-J(25)	5.70	6.10	-0.40
K-Y(S)(50)	7.30	6.80	0.50
K-S(35)	6.50	6.10	0.40

* A : Marine mobile lift inner width

6. 결론

마리나 산업의 발전과 선박의 효율적인 상하가 작업을 위한 마린 모바일 리프트 도입의 필요성 증가와 실제로 도입되는 사례가 늘어나고 있음에도 불구하고 마린 모바일 리프트(장비)의 사양에 따른 리프트 피어(시설) 등 운용환경에 대한 기준이 미비한 가운데 선박에 따라 상하가 시설과 장비가 고려된 설계기준을 마련했다.

국내에서 운항중인 선박 충돈수에 따라 요구되는 리프트 피어(시설)의 내부 간격은 35톤 선박은 5.50 m, 50톤 선박은 6.20 m이며, 이를 상하가하기 위한 마린 모바일 리프트(장비)의 내측 폭은 35톤 선박은 6.10 m, 50톤 선박은 6.80 m가 필요하다.

국내 마리나에 설치된 리프트 피어는 목표한 선박을 인양할 수 있는 곳은 2곳으로 나타났으며, 그 외 마리나에서는 리프트 피어(시설) 내부 간격이 0.35~0.50 m가량 부족했다. 또한 운용 중인 마린 모바일 리프트 중 목표한 선박을 상하가 하기 위해 필요한 내측 폭을 확보한 장비는 2개로 나타났으며, 그 외 마리나에서는 마린 모바일 리프트(장비) 내측 폭이 0.3~0.6 m가량 부족했다.

본 연구를 통해 국내 마리나에 구축된 상하가 시설인 리프트 피어와 운용 중인 상하가 장비인 마린 모바일 리프트에 대한 구체적인 기준을 분석했지만, 향후 리프트 피어 내부에 설치된 방충재의 필요성, 리프트 피어 상부에 설치된 타이어 가이드의 적정크기, 리프트 피어에서 충돌로 인한 안전사고를 대비한 안전계수(k_1 , k_2)에 대한 실증적 데이터 확보를 위한 연구와 법제적 연구가 추가적으로 필요한 것으로 사료된다.

lift, The Korean Society of Marine Environment & Safety, 2017.04, p. 248.

[14] Moon, J. H., J. J. Yun and J. T. Chong(2016), Development of marine mobile lift for domestic and foreign marina for efficient lift of small vessels, The Korean Society of Marine Environment & Safety, 2016.04, p. 150.

[15] USGPO(2013), US government publishing office, Overhead and gantry cranes (29 CFR 1910.179).

Received : 2018. 07. 31.

Revised : 2018. 08. 29. (1st)

: 2018. 09. 04. (2nd)

Accepted : 2018. 10. 26.

References

- [1] ANSI(2011), An American National Standard Institute, Overhead and gantry cranes (B30.2-2011).
- [2] Chong, J. T., J. H. Moon and K. M. Park(2018), Marine mobile lift, Marine fork lift, Dry stack, p. 36.
- [3] JLT(2012), Japanese law translation, Act on port regulation.
- [4] KCG(2018), Korea coast guard, Water-related leisure activities safety act.
- [5] Lee, S. W., J. H. Kim, J. H. Lee, J. H. Hong, Y. J. Lee and H. Schwarzbach(2008), A study on marine tourism policies to upgrade the marine and pleasure boat industry of Korea, p. 7.
- [6] MOF(2010), Ministry of Oceans and Fisheries, Marina harbor master plan.
- [7] MOF(2014a), Ministry of Oceans and Fisheries, Fishing villages and fishery harbors act.
- [8] MOF(2014b), Ministry of Oceans and Fisheries, Harbor and fishing port design standards(II), p. 861.
- [9] MOF(2017a), Ministry of Oceans and Fisheries, Korea construction specification 64 65 00 : 2017, p. 2.
- [10] MOF(2017b), Ministry of Oceans and Fisheries, Korea construction specification (KCS) 64 65 11 : 2017, p. 13.
- [11] MOF(2018), Ministry of Oceans and Fisheries, Act on the development, management, etc. of marinas.
- [12] MOLIT(2016), Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Construction technology promotion act.
- [13] Moon, J. H., J. J. Yun and J. T. Chong(2017), The lift pier environment analysis for effective lifting on marine mobile