

평택항 물동량 증가에 따른 정박지 확장 방안에 관한 연구

이창현* · 이홍훈**†

* 목포해양대학교 실습선, ** 목포해양대학교 해상운송시스템학부

A Study on Expansion of Anchorage according to increased Trading Volume at Pyeongtaek Port

Chang-Hyun Lee * · Hong-Hoon Lee **†

* Training Ship, Mokpo National Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

** Division of Maritime Transportation System, Mokpo National Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

요 약 : 평택항은 항만 물동량의 증가로 선박 입항척수가 꾸준히 증가하여 향후 대기 정박지의 부족이 예상되고 있다. 정박지와 같은 하나의 수역시설을 변경 및 확장 등 개선하고자 할 경우에는 부근 해역의 타 수역시설에 미치는 영향을 종합적으로 고려하여야 한다. 또한 해당 해역에 대한 향후 선박교통량을 정확하게 예측하여 변경하고자 하는 수역시설의 규모를 산정하여야 한다. 본 연구에서는 증가될 항만 물동량을 단위선박 당 처리량으로 계산하여 장래 평택항 선박 입항척수를 예측하였다. 예측한 결과 정박지의 정박 능력을 2030년에 초과하는 것으로 나타났다. 이는 현 각 정박지 동시 투묘가능척수인 12.6척과 1.6척을 상회하는 규모로 현 정박지의 확장 필요성이 제기되었다. 이에 각 정박지별 해상교통환경 분석으로 최적의 확장 방안을 검토하여, 입파도 정박지의 경우 정박예상 척수를 19.7척 그리고 장안서 정박지의 경우 정박예상 척수를 12.6척을 수용할 수 있는 규모의 개선안을 제시하였다.

핵심어 : 평택항, 대기 정박지, 단위선박 당 처리량, 입파도 정박지, 장안서 정박지

Abstract : The Pyeongtaek port is expected lack of waiting anchorage due to increase of incoming ships whit increasing of trading volume in the near future. In case of an anchorage facility's structural alternations and expansion, it should be considered comprehensively how it affects other anchorage facilities . In addition, the volume of ship traffic to relevant area should be estimated accurately and then the facility's scale is calculated. In this paper, researchers calculated cargo per unit ship with the throughput for every ship and predicted the number of ships which had entered Pyeongtaek port. As a result, the port's ability to be docked was predicted to be not enough in 2030. It will exceed the number of ships able to cast anchor at specific two parts simultaneously 12.6 and 1.6 respectively consequently, the necessity to expand the ports was suggested. Hence, the best expansion plan was examined with analysis of marine transportation environment at each ports and the improvements suggested are anchoring ships at Ippado anchorage is 19.7 and the one at Janganseong anchorage is 12.6.

Key Words : Pyeongtaek port, Waiting anchorage, Cargo per unit ship, Ippado anchorage, Janganseong anchorage

1. 서 론

평택항은 우리나라 서해안 중심지인 아산만 내부에 위치한 천혜의 항만으로, 1986년 개항된 이래 배후에 위치한 국가공단 및 내륙연계 수송망과 연결되는 수도권 및 중부권의 관문항으로서의 역할을 수행하며 성장하여 왔다. 또한

평택항은 산동반도에 위치한 영성항·석도항·청도항·위해항 등 중국의 주요항만과 인접하여 대중국교역에서 절대적으로 유리한 지정학적 위치를 갖추고 있어, 향후 대중국 물동량 증가에 따른 항만개발 등 지속적인 성장이 예견되고 있다. 2011년 발표된 해양수산부의 제3차 전국 항만기본계획에 따르면 평택·당진항의 총 물동량은 2010년 76,680천톤에서 2020년 158,953천톤으로 증가할 것으로 예측되었으며 (Ministry of Oceans and Fisheries, 2011), 이에 따라 평택항의 선박 입항척수는 2010년 총 9,276척에서 2020년 총 19,230척

* First Author : sky007@mmu.ac.kr, 061-240-7422

† Corresponding Author : hhlee@mmu.ac.kr, 061-240-7184

으로 두 배 이상 증가될 것으로 예측된다. 따라서 평택항에서는 현재 이러한 물동량 증가에 따른 항만시설의 확충 및 배후시설의 개발이 계획 및 추진되고 있다. 물동량 혹은 선박 입출항척수의 증가에 따라 확충이 요구되는 항만시설에는 수역시설(항로, 정박지, 선류장, 선회장 등), 외곽시설(방파제, 방사제, 파제제, 방조제 등), 계류시설(안벽, 물양장, 잔교, 돌핀 등), 하역시설 등 각종 시설의 검토가 모두 필요할 것이나, 본 연구에서는 수역시설 중 정박지에 초점을 맞추어 현 평택항의 대기 정박지로 사용되고 있는 입파도 정박지와 장안서 정박지의 확장방안을 고찰해 보고자 한다.

최근 특정 항만에서의 정박지 확장 혹은 개선에 관한 연구는 완도항 인근 해역의 주변 환경 및 해상교통흐름 검토를 통하여 완도항 기존 정박지의 위치 변경을 제안한 Im et al.(2007)의 연구와 이와 유사한 연구방법으로 완도항 부근 해역을 통항하는 선박들이 황천 등 기상 악화 시 이용할 수 있는 피항 정박지의 신설 지정을 제안한 Im et al.(2008)의 연구가 있었다.

또한 부산 북항 O-2 정박지의 이용현황 및 주변현황 그리고 통항안전성 등의 검토를 통하여 동 정박지의 수용규모를 유지하는 상태에서 정박지의 경계 변경을 제안한 Song(2009)의 연구, 미포항 항계 내에 최적의 비상정박지 위치선정을 위하여 선박 진출입·통항·정박 안전성 등을 분석한 Lee et al.(2012)의 연구 등이 수행되어 왔다.

기존 정박지를 확장 혹은 개선하거나 정박지를 신설하고자 할 때에는 해당 항만의 정박지에 대하여 장래 선박이용척수 예측이 필수적일 것이나, 기존 연구에서는 이를 과학적으로 분석한 사례를 찾아보기 힘들다. 따라서 본 연구에서는 평택항의 향후 물동량 증가 예측결과를 바탕으로, 연간 항만 물동량의 단위선박 당 처리량으로 계산한 향후 평택항의 선박 입항척수 예측치로 평택항 정박지의 확장 필요성 및 확장 방안을 제시하고자 하였다. 또한 정박지 인근 해역의 해상교통흐름 및 교통환경특성 분석을 통하여 제시된 정박지 확장 방안의 안전성 및 효율성을 검증하고자 하였다. 이러한 장래 정박지 이용 선박 예측결과를 바탕으로 한 정박지 확장 방안 제시는 향후 타 항만의 유사 사례에서 적용 가능한 선행연구로서 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 정박지 및 평택항 대기 정박지

2.1 정박지 및 지정방식

개항질서법 제2조(정의)에서 ‘정박’이란 선박이 해상에서 닻을 바다 밑에 내려놓고 운항을 정지하는 것으로 정의하고 있으며, ‘정박지’란 선박이 정박할 수 있는 장소로 정의하고 있다. 따라서 정박지는 선박이 운항을 정지한 상태에서 안

전하게 머무를 수 있도록 정온하고 충분한 해역이 확보되어야 할 뿐만 아니라 닻을 놓기에 적당한 수심과 저질 역시 확보되어야 한다. 이에 국내에서는 이러한 정박지를 지정하고자 할 때에 Table 1과 같이 대상선박 1척이 차지하는 정박지의 반경을 선박의 전장(L), 수심(D), 묘박의 방법, 저질 등에 따라 다르게 적용하도록 규정하고 있다(Ministry of Oceans and Fisheries, 2005a).

Table 1. Anchorage Radius on Korean Guidelines

Anchoring Method	Nature of Sea-bed	Anchorage Radius
Lying Single Anchor	Good	L + 6D
	Bad	L + 6D + 30 m
Mooring	Good	L + 4.5D
	Bad	L + 4.5D + 25 m

한편, 관련된 연구로 Usui(2002)는 ES 모델을 이용한 묘박선박 사이를 통과하는 선박의 조선 곤란성과 관련한 연구에서, 선박의 크기가 다른 두 척의 묘박선간을 항행하는 선박의 안전한 통과를 위하여 두 묘박선의 선회반경 중심간 거리는 식(1) 이상을 두어야 한다고 제시한 바 있으며, 세 척의 묘박선 사이에서 각 묘박선간 거리는 식(1)의 결과 값에 1.3 배의 수치를 적용하여야 하고 세 묘박선의 배치 형태는 가능한 한 정삼각형에 가까울수록 안전하다고 분석한 바 있다.

$$l = 2.91 \times Ln + 1.64 \times La + 5.0 \quad (1)$$

여기서, l : 묘박선의 선회반경 중심간 거리(m),

Ln : 항행선의 전장(m), La : 묘박선의 평균 전장(m)

즉, 어떠한 항만에서 다수의 선박이 이용하게 될 정박지를 지정 혹은 설계하고자 할 때에는 다양한 크기의 묘박선박 각각이 차지하는 면적뿐만 아니라, 각 묘박선 사이를 통과하게 될 항행선의 안전한 여유 거리도 감안한 해역을 확보하여야 할 것이다. 그러나 각 항만 주변 해역의 지리적 특성에 따라 충분한 정박지를 확보하기가 곤란한 경우가 많아 항만별 사정에 따른 다양한 형태의 정박지를 운영하고 있는 실정이다. Lee et al.(2012)는 정박지 지정과 관련한 연구에서 정박지의 운영 형태를 네 가지로 분류한 바 있으며, 그들의 연구에서 분류한 각 정박지 형태의 장단점은 다음과 같다.

1) 집단정박지 지정 방식

정박선박이 자유롭게 정박할 수 있어 안전 확보가 가능한 정박지 지정 방식이다. 하지만 정박척수가 많지 않을 경우 타선박의 정박위치에 따라 정박지 개수가 축소될 가능성이

평택항 물동량 증가에 따른 정박지 확장 방안에 관한 연구

있는 단점이 있다. 이 지정방식은 통항선박이 가장 많은 싱가포르 해협과 우리나라 울산항 입구에서 사용되고 있다.

2) 집단정박지 및 원정박지 혼합 방식

집단정박지내에 원정박지를 지정하는 방식으로 일본 요코하마항 입구, 우리나라 여수, 광양항 입구에서 사용되고 있다.

3) 집단정박지 내 정박위치를 포인트로 지정하는 방식

집단정박지내에 정박위치를 원형이 아닌 포인트로 지정하는 방식으로 여러 선박이 정박하려고 할 경우 효율적으로 정박이 가능하다. 하지만 정박 선박간의 여유거리 확보가 필요하다는 단점이 있다. 이 지정방식은 일본 고베, 오사카항 입구, 우리나라 부산 북항 내에서 사용되고 있다.

4) 원정박지로 지정하는 방식

1척의 선박이 정박 Circle내에 정박하는 방식으로 타 선박과의 간섭현상이 없다. 이 지정방식은 우리나라 포항, 목포, 인천항 입구에서 사용되고 있다.

2.2 평택항 대기 정박지

평택항에서 입항선박의 대기 정박지로 사용하고 있는 곳은 항계 내에 위치한 방도 및 영암 정박지 2곳과 항계 밖에 위치한 장안서, 입파도, 도리도 및 임시 정박지 4곳이다. 이 중 방도, 영암, 도리도 및 임시 정박지 4곳은 평택항 주항로를 따라 배치되어 있는 등 위치하고 있는 지리적 특성상 추가 확장이나 변경 지정하기가 곤란하여, 본 연구에서는 상대적으로 개방된 해역에 위치한 Fig. 1의 입파도 정박지와 Fig. 2의 장안서 정박지 2곳의 확장 방안만을 검토하였다.

Table 2. Position & Capacity of Ippado & Janganseong Anchorage

Anchorage	Position	Capacity
Ippado	1. 37°09'52" N, 126°27'34" E	under 150,000 G/T
	2. 37°09'52" N, 126°30'46" E	
	3. 37°08'52" N, 126°30'46" E	
	4. 37°08'52" N, 126°27'34" E	
Janganseong	Center : 37°03'00" N, 126°10'06" E Radius : 900m	under 150,000 G/T

입파도 정박지는 평택항 주항로 입구 부근 입파도 도선지점 북측 해역에 집단정박지로 지정되어 있고, 장안서 정박지는 장안서 서측 해역에 위치한 인천항 제2입항대기모지 내부에 원정박지로 지정되어 있다. 각 정박지의 지정위치 및 최대선박 수용능력은 Table 2에 표시하였다.

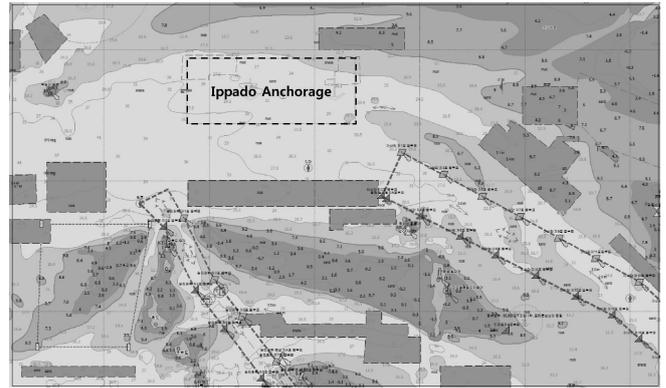


Fig. 1. Ippado Anchorage.

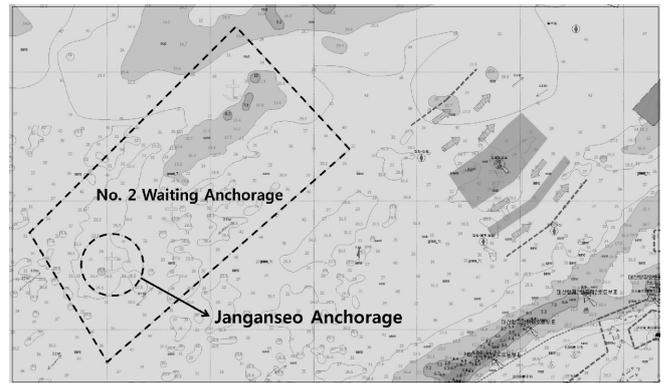


Fig. 2. Janganseong Anchorage.

3. 물동량 변화에 따른 정박지 규모 산정

3.1 평택항 및 입파도·장안서 정박지 이용 선박 현황

Table 3은 인천지방해양항만청에서 운영하는 항만운영정보시스템(Port-MIS, 2013)을 이용하여 2008년부터 2012년까지 5년간 평택항에 입항 신고한 선박을 톤수별로 분석한 결과이다. 연도별로는 2008년 6,877척에서 2012년 9,623척으로 꾸준한 증가 양상을 보이고 있었으며, 톤수별로는 100톤~3,000톤 사이의 선박이 17,825척(41.7%)으로 대다수를 차지하고, 500톤~3,000톤, 3,000톤~5,000톤, 20,000톤~50,000톤 사이 선박의 입항이 지속적인 증가양상을 나타낸 것으로 분석되었다.

Table 4는 Port-MIS를 이용하여 2008년부터 2012년까지 5년간 입파도 정박지에 투묘 신고한 선박을 톤수별로 분석한 결과이다. 연도별로는 2008년 1,877척에서 2012년 3,307척으로 꾸준한 증가 양상을 보이고 있었으며, 톤수별로는 500톤~5,000톤 사이의 선박이 9,174척(71.3%)으로 대다수를 차지할 뿐만 아니라, 이 톤수대의 선박 입항이 지속적인 증가양상을 나타낸 것으로 분석되었다.

Table 3. Incoming Ships at Pyeongtaek Port (Unit : Ship)

G/T	Year					
	2008	2009	2010	2011	2012	Total
~100	603	996	873	603	727	3,802
100~500	1,422	1,589	2,307	1,895	1,609	8,822
500~3K	1,480	1,428	1,877	2,149	2,069	9,003
3K~5K	868	1,037	1,202	1,140	1,405	5,652
5K~7K	340	390	378	415	464	1,987
7K~10K	469	593	574	638	578	2,852
10K~20K	767	470	523	538	503	2,801
20K~50K	531	587	884	1,277	1,426	4,705
50K~100K	303	360	557	652	705	2,577
100K~	94	77	101	120	137	529
Total	6,877	7,527	9,276	9,427	9,623	42,730

Table 4. Anchored Ships at Ippado Anchorage (Unit : Ship)

G/T	Year					
	2008	2009	2010	2011	2012	Total
~100	12	19	26	24	14	95
100~500	34	65	130	162	156	547
500~3K	871	905	1,311	1,465	1,588	6,140
3K~5K	470	526	581	640	817	3,034
5K~7K	184	182	169	211	245	991
7K~10K	89	150	125	165	224	753
10K~20K	101	79	71	86	76	413
20K~50K	91	113	180	131	136	651
50K~100K	25	45	73	49	51	243
100K~	0	0	0	0	0	0
Total	1,877	2,084	2,666	2,933	3,307	12,867

Table 5는 Port-MIS를 이용하여 2008년부터 2012년까지 5년간 장안서 정박지에 투묘 신고한 선박을 톤수별로 분석한 결과이다. 연도별로는 2008년 177척에서 2012년 620척으로 꾸준한 증가 양상을 보이고 있었으며, 톤수별로는 20,000톤~100,000톤 사이의 선박이 1,445척(71.0%)으로 대다수를 차지할 뿐만 아니라, 이 톤수대의 선박 입항이 지속적인 증가 양상을 나타낸 것으로 분석되었다.

즉, 평택항에 입항한 선박은 2008년 6,877척에서 2012년 9,623척으로 139.9% 증가한 반면, 동기간 입파도 정박지에 투묘한 선박은 1,877척에서 3,307척으로 176.2%, 장안서 정박지에 투묘한 선박은 177척에서 620척으로 350.3% 증가하여 평택항의 입항 대기율이 해마다 증가함을 알 수 있다. 한편, Table 6은 평택항에 입항한 선박 대비 입파도 및 장안서 정박지에 투묘한 선박으로 계산한 각 정박지의 연도별 이용률을 나타낸 것으로, 두 정박지의 이용률 역시 해마다 증가하고 있는 것으로 분석되었다.

Table 5. Anchored Ships at Janganseong Anchorage (Unit : Ship)

G/T	Year					
	2008	2009	2010	2011	2012	Total
~100	1	0	0	0	0	1
100~500	0	1	1	2	1	5
500~3K	17	23	67	37	9	153
3K~5K	10	7	36	20	11	84
5K~7K	2	5	13	16	8	44
7K~10K	6	11	13	13	18	61
10K~20K	11	14	33	61	79	198
20K~50K	111	112	217	263	330	1,033
50K~100K	16	17	78	154	147	412
100K~	3	5	9	10	17	44
Total	177	195	467	576	620	2,035

Table 6. Utilization Ratio of Ippado & Janganseong Anchorage

Anchorage	Year					
	2008	2009	2010	2011	2012	
Pyeongtaek (Ship)	6,877	7,527	9,276	9,427	9,623	
	(Ship)	1,877	2,084	2,666	2,933	3,307
Ippado	(%)	27.3	27.7	28.7	31.1	34.4
	(Ship)	177	195	467	576	620
Janganseong	(%)	2.6	2.6	5.0	6.1	6.4

3.2 물동량 변화에 따른 정박지 규모 산정

해양수산부는 2011년 제3차 전국 항만기본계획에서 평택·당진항의 총 물동량이 2010년 76,680천톤에서 2015년 134,945천톤 그리고 2020년에는 158,953천톤으로 증가할 것으로 분석하였다(Ministry of Oceans and Fisheries, 2011). Table 7은 평택·당진항의 2010년 물동량인 76,680천톤을 Table 3의 2010년 평택항 입항 선박척수인 9,276척으로 나눈 값인 단위선박 당 처리량을 적용하여 예측한 향후 평택항 입항 선박의 예상척수를 나타낸 것으로, 2020년에는 19,230척의 선박이 평택항에 입항할 것으로 분석된다.

Table 7. Estimation of Incoming Ships by Cargo per Unit Ship

	2010	2015	2020
Total Cargo Volume (×1,000Ton)	76,680	134,945	158,953
Cargo per Unit Ship (Ton)	8,266	8,266	8,266
Incoming Ships (Ship)	9,276	16,325	19,230

Table 8은 Table 3의 2012년 평택항에 입항한 선박의 톤수별 비율을 적용하여 향후 톤수별 평택항 입항선박의 척수를 예측한 것이다. 한편 Table 9는 Table 3의 2012년 톤수별 입항

평택항 물동량 증가에 따른 정박지 확장 방안에 관한 연구

선박 대비 Table 4 및 Table 5의 2012년 톤수별 투묘선박으로 계산한 각 정박지의 톤수별 이용률을 근거로 하여, 향후 톤수별 두 정박지의 투묘 예상척수를 분석한 결과이다. 즉, 입파도 정박지의 경우 2012년 총 3,307척(일평균 9.1척)이 투묘한 것에서 2015년 5,610.2척(일평균 15.4척) 그리고 2020년에는 6,608.5척(일평균 18.1척)이 투묘할 것으로 예측되어 2012년에 비해 2020년에는 두 배 가까이 투묘 선박이 증가될 것으로 분석되었다. 장안서 정박지의 경우 2012년 총 620척(일평균 1.7척)이 투묘한 것에서 2015년 1,051.8척(일평균 2.9척) 그리고 2020년에는 1,239.0척(일평균 3.4척)이 투묘할 것으로 예측되었다.

Table 8. Estimation of Incoming Ships by G/T (Unit : Ship)

G/T	Year		Ratio by G/T	2015	2020
	2012	2015			
~100	727	0.0755	1,233	1,453	
100~500	1,609	0.1672	2,730	3,215	
500~3K	2,069	0.2150	3,510	4,135	
3K~5K	1,405	0.1460	2,384	2,808	
5K~7K	464	0.0482	787	927	
7K~10K	578	0.0601	981	1,155	
10K~20K	503	0.0523	853	1,005	
20K~50K	1,426	0.1482	2,419	2,850	
50K~100K	705	0.0733	1,196	1,409	
100K~	137	0.0142	232	274	
Total	9,623	1.0000	16,325	19,230	

Table 9. Estimation of Anchoring Ships by G/T (Unit : Ship)

G/T	Year		Utilization Ratio		2015		2020	
	Ippado	Jangan	Ippado	Jangan	Ippado	Jangan		
~100	0.0193	0.0000	23.7	0.0	28.0	0.0		
100~500	0.0970	0.0006	264.7	1.7	311.7	2.0		
500~3K	0.7675	0.0043	2,694.0	15.3	3,173.7	18.0		
3K~5K	0.5815	0.0078	1,386.3	18.7	1,632.8	22.0		
5K~7K	0.5280	0.0172	415.5	13.6	489.5	16.0		
7K~10K	0.3875	0.0311	380.2	30.6	447.6	36.0		
10K~20K	0.1511	0.1571	128.9	134.0	151.8	157.8		
20K~50K	0.0954	0.2314	230.7	559.8	271.8	659.5		
50K~100K	0.0723	0.2085	86.5	249.4	101.9	293.8		
100K~	0.0000	0.1241	0.0	28.8	0.0	34.0		
Total	0.3437	0.0644	5,610.2	1,051.8	6,608.5	1,239.0		

4. 평택항 대기 정박지 확장 방안

4.1 현행 및 장래 정박지 규모 검토

Table 4에서 2012년 입파도 정박지에 투묘한 선박들의 톤

수별 분포를 이용하여 계산한 투묘선박의 평균톤수는 약 5,800톤으로 계산되었다. 마찬가지로 Table 5의 장안서 정박지 투묘선박의 평균톤수는 약 41,500톤으로 계산된다. 해양수산부에서 발간한 항만 및 어항 설계기준(Ministry of Oceans and Fisheries, 2005b)에 명시된 화물선의 재화중량톤수(DWT)에 비례한 일반적인 전장을 참고하면, 5,800톤급 화물선의 전장은 약 140 m 그리고 41,500톤급 화물선의 전장은 약 240 m로 계산된다. 또한 계산된 선박의 크기는 Lee and Ahn(2013)이 제시한 국내 무역항의 표준 선박 길이의 기준에도 부합한다. 이러한 각 정박지를 이용하는 선박의 평균전장과 각 정박지의 평균수심(입파도 : 약 20m, 장안서 : 약 23m)을 기초자료로 Table 1과 식(1)에서 단묘박할 경우 투묘선박 1척이 차지하는 면적을 각각 계산한 결과를 Table 10에 표시하였다. 단 식(1)에서 항행선과 묘박선의 전장은 모두 140m(입파도) 및 240m(장안서)로 계산하였으며, 세 척 이상이 투묘할 수 있는 정박지이므로 식(1)의 결과 값에 1.3배 한 수치를 적용하여 투묘선박의 선회반경을 계산하였다.

Table 10. Area per Ship at Ippado & Janganseong Anchorage

	Equation	Radius	Area per Ship	
			Circle	Square
Ippado Anchorage	Table 1	260 m	212,264 m ²	270,400 m ²
Janganseong Anchorage	Eq. (1)	417 m	546,011 m ²	695,556 m ²
Ippado Anchorage	Table 1	378 m	448,656 m ²	571,536 m ²
Janganseong Anchorage	Eq. (1)	713 m	1,596,279 m ²	2,033,476 m ²

입파도 정박지는 다수의 선박이 이용하는 집단정박지이므로 Table 10에서 1척의 선박만을 대상으로 한 Table 1의 계산결과가 아닌, 식(1)의 3척 이상이 투묘한 경우 투묘선박 1척이 차지하는 면적을 적용하여야 할 것이다. Fig. 3은 식(1)을 제시한 Usui(2002)의 연구에서 3척의 묘박선 배치형태가 정삼각형에 가까울수록 안전하다고 분석한 결과를 바탕으로, 입파도 정박지와 같은 집단정박지에서 가장 안전하고 최대의 묘박선을 배치할 수 있는 형태를 도해화한 것이다. 따라서 투묘선박 1척이 차지하는 면적은 투묘선박의 선회반경이 그리는 원의 면적이 아닌 원을 둘러싸고 있는 정삼각형의 면적을 적용하여야 한다. 현 입파도 정박지의 전체 면적은 8,746,255 m²이며, 이를 Table 10의 식(1)로 계산한 투묘선박 1척이 차지하는 정삼각형 면적인 695,556 m²로 나누면, 입파도 정박지의 동시 투묘 가능척수는 12.6척으로 계산된다.

장안서 정박지는 집단정박지내에 원정박지로 지정되어 있고, 150,000 G/T급 선박 1척이 투묘할 수 있도록 설계되어 있으며, 전체 면적은 2,543,400 m²이다. 원정박지인 형태로 Fig. 3과 같은 배치형태를 따를 수 없어 식(1)의 2척의 묘박

선간 선회반경 중심간 거리를 이용하면, 장안서 정박지를 이용하는 평균톤수 선박의 선회반경은 549 m로 계산된다. 따라서 장안서 정박지의 반경이 900 m이므로, 현 장안서 정박지의 동시 투묘 가능척수는 1.6척으로 계산된다.

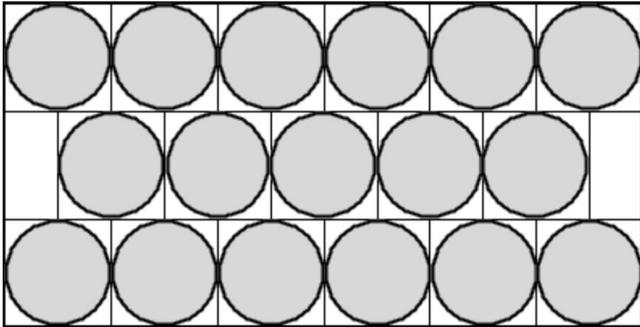


Fig. 3. Safety & Maximum Arrangement of Ships at Anchorage.

3.2절에서 분석한 결과 입파도 정박지의 2012년 일평균 투묘척수는 9.1척으로 현 입파도 정박지의 동시 투묘 가능척수인 12.6척 미만이지만, 2020년에는 일평균 18.1척이 투묘할 것으로 예측되어 향후 정박지 부족이 예상된다. 장안서 정박지의 경우에서도 2012년 일평균 투묘척수가 1.7척으로 현 장안서 정박지의 동시 투묘 가능척수인 1.6척과 비슷한 값을 나타내었지만, 2020년에는 일평균 3.4척이 투묘할 것으로 예측되어 마찬가지로 향후 정박지 부족이 예상된다.

4.2 평택항 대기 정박지 확장 방안

정박지와 같은 하나의 수역시설을 개선 및 확장 등 변경하고자 하는 경우 인근의 항로 등 다른 수역시설에 미치는 영향을 고려하여 해상교통환경을 종합적으로 검토하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 향후 부족현상이 예상되는 입파도와 장안서 정박지 부근 해역의 해상교통흐름 특성을 분석하여 최적의 정박지 확장 방안을 도출하고자 하였다.

Fig. 4는 선박 AIS 정보를 이용하여 현 입파도 정박지 부근 해역을 가로질러 통행하였던 해상교통흐름만을 가려내어 표시한 것으로, 주된 교통흐름이 정박지 북측 해역으로부터 당진·대산항 방향으로 왕래하는 선박들과 평택항 방향으로 왕래하는 선박들로 구분되며, 이중 평택항 방향으로 왕래하는 소수의 소형 위험물운반선 및 어선들이 현 정박지를 비스듬히 가로질러 항행하고 있는 것으로 조사되었다.

현 입파도 정박지 부근의 지리적 환경과 수심 및 저질 등을 종합적으로 고려할 때, 정박지로 사용 가능한 해역은 현 정박지의 서측 해역이 적합하다. 현 정박지의 서측 해역으로 정박지의 경계를 확장할 경우 정박지의 북측 해역에서 당진·대산항 방향으로 왕래하는 위험물운반선이나 어선 및

여객선 등 기존 교통흐름이 존재하나, 이들 대부분이 500톤 미만의 소형선이며 통항량 역시 많지 않아(일평균 12.7척) 기존 해상교통흐름에 큰 영향은 없을 것으로 사료된다. 한편, 현 입파도 정박지가 남측의 출항로에 근접하여 지정되어 있어 출항로를 따라 진행하는 선박과 투묘선박 간 근접 상황이 자주 발생되고 있다. 따라서 Fig. 5 및 Table 11과 같이 현 입파도 정박지를 북측으로 약 300 m 이동시키고, 서측으로 약 1.5해리 확장시키는 개선안을 제시한다.

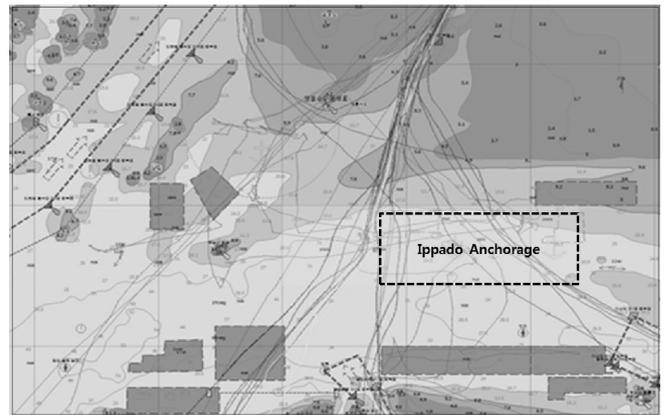


Fig. 4. Marine Traffic Flow near Ippado Anchorage.

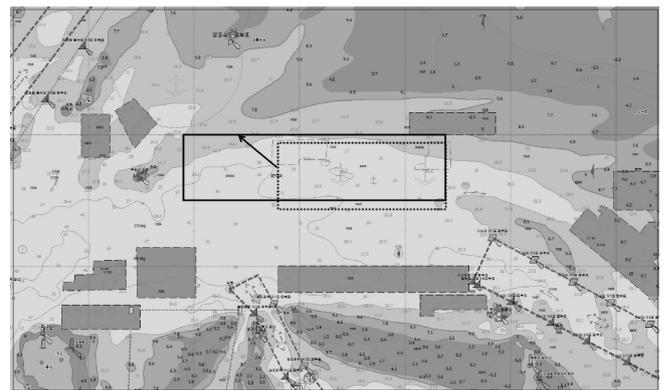


Fig. 5. Expansion of Ippado Anchorage.

Table 11. Position of Expanded Ippado Anchorage

Latitude	Longitude
37°09'00" N	126°25'48" E
37°10'00" N	126°30'46" E

Fig. 6은 선박 AIS 정보를 이용하여 현 장안서 정박지 및 이를 둘러싸고 있는 인천항 제2입항대기묘지 부근 해역의 해상교통흐름을 모두 표시한 것으로, 인천항 제2입항대기묘지 동측으로 인천항의 입항항로인 동수도 및 평택·당진항의

출입항로를 따라 움직이는 교통흐름과, 제2입항대기묘지 서측으로 인천항의 출항항로인 서수도를 따라 움직이는 교통흐름이 주요 흐름으로 관측되었으며, 장안서 정박지 및 제2입항대기묘지에 투묘한 선박 외에는 이를 가로지르는 교통흐름은 거의 관측되지 않았다.

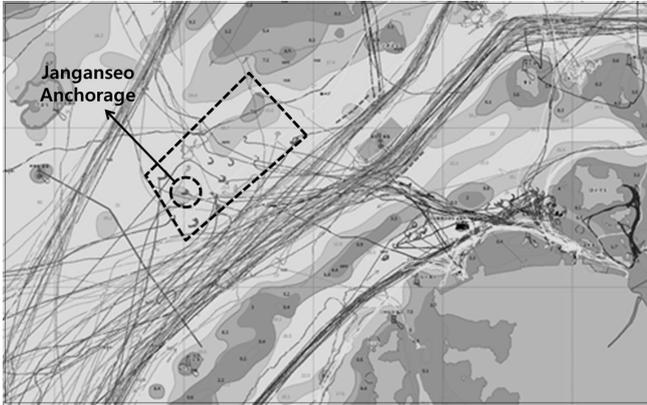


Fig. 6. Marine Traffic Flow near Janganseong Anchorage.

현 장안서 정박지 및 이를 둘러싸고 있는 인천항 제2입항대기묘지 부근의 지리적 환경과 수심 및 저질 등을 종합적으로 고려하면, 북측으로는 수심이 천소하여 정박지로 적합하지 않고 동측 및 서측으로는 빈번한 교통흐름이 존재하여 동 정박지를 확장시키기에 부적당하다. 그러나 현 제2입항대기묘지 남서측 경계 아래 해역은 동 정박지로 출입하기 위한 교통흐름 외에는 관측되지 않을 뿐만 아니라 수심은 정박지로 활용하기에 적합한 해역으로 사료된다. 따라서 Fig. 7 및 Table 12와 같이 현 인천항 제2입항대기묘지 남서측으로 장안서 정박지를 새로이 확장 지정시키는 개선안을 제시한다. Fig. 7 및 Table 12에서 제시한 개선안에 따라 기존 원정박지 형태의 장안서 정박지는 삭제하고, 기존 인천항 제2입항대기묘지와 새로이 확장 지정된 장안서 정박지가 중복되는 해역은 인천항 VTS 및 평택항 VTS에서 당해 항만의 정박지 이용 수요에 따라 상호 탄력적으로 운영하면 정박지의 이용 효율성을 높일 수 있는 방안이 될 것이다. 국제해상충돌예방규칙에서는 통항분리방식의 지정통로에 합류하고자 할 때에 일반적인 교통방향에 대하여 가능한 한 소각도로 진입하여야 한다고 명시하고 있다(International Maritime Organization, 1972). 새로이 제시한 장안서 정박지의 위치는 기존 위치보다 남측에 위치하고 있어 정박지에서 평택·당진항 출입항로로 진입하고자 할 때에 이전보다 소각도의 진입이 용이하여 해당 해역의 해상교통흐름을 개선시키는 효과를 더불어 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

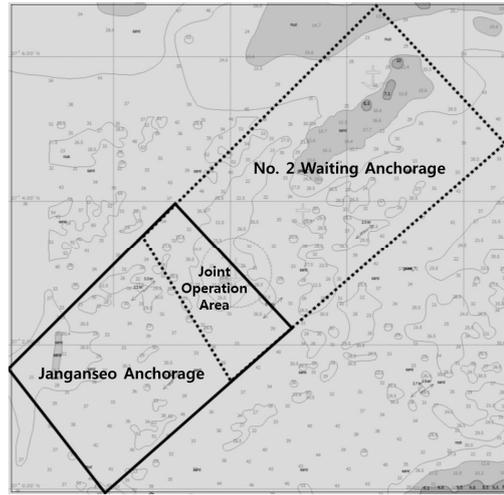


Fig. 7. Expansion of Janganseong Anchorage.

Table 12. Position of Expanded Janganseong Anchorage

Vertex	Latitude	Longitude
1	37°01'40" N	126°06'12" E
2	37°03'58" N	126°09'03" E
3	37°02'14" N	126°11'03" E
4	36°59'57" N	126°07'51" E

Table 13은 이 장에서 제시한 입파도 정박지 및 장안서 정박지의 확장 방안을 적용할 경우 각 정박지의 면적 및 동시투묘가능척수를 나타낸 것으로, 입파도 정박지의 면적은 기존 8,746,255 m²에서 13,719,616 m²로 확장되고 장안서 정박지의 면적은 기존 2,543,400 m²에서 25,683,121 m²로 확장된다. 동시 투묘가능척수는 입파도 정박지가 12.6척에서 19.7척으로 늘어나고 장안서 정박지는 1.6척에서 12.6척을 수용할 수 있는 규모로 증가하게 된다. 이는 향후 2020년 입파도 정박지 투묘 예상척수 일평균 18.1척과 장안서 정박지 투묘 예상척수 일평균 3.4척을 충분히 수용할 수 있는 규모이다.

Table 13. Total Area & Capacity of Expanded Anchorage

	Total Area (m ²)		Capacity (Ship)	
	Existed	Expanded	Existed	Expanded
Ippado	8,746,255	13,719,616	12.6	19.7
Janganseong	2,543,400	25,683,121	1.6	12.6

5. 결론

어떠한 기존 수역시설을 변경하고자 하는 경우, 그 변경으로 인하여 부근 해역의 타 수역시설에 미치는 영향을 중

합적으로 고려하여야 한다. 또한 해당 해역을 이용하는 현행 및 향후 선박교통량을 정확하게 분석 및 예측하여 변경하고자 하는 수역시설의 규모를 산정하여야 한다. 본 연구에서는 항만개발계획에 따른 물동량의 증가로 인하여 선박교통량이 지속적으로 증가하고 있는 평택항에 대하여, 향후 예상되는 대기 정박지 부족 문제를 해결하고자 기존 정박지 확장 방안을 모색하여 항만 효율성을 제고하고자 하였다.

이번 연구에서는 과거 연도별 평택항 입항선박 현황과 입파도 및 장안서 정박지 투묘선박 현황을 비교하여 각 정박지의 이용률을 분석하였으며, 향후 연도별 증가가 예상되는 물동량을 단위선박 당 처리량으로 계산하여 장래 평택항에 증가될 선박의 입항척수를 예측하였다. 또한, 예측된 선박 입항척수에 각 정박지 이용률을 적용하여 계산한 2020년 입파도 정박지의 투묘 예상척수를 일평균 18.1척 그리고 장안서 정박지의 투묘 예상척수를 일평균 3.4척으로 산정하였다.

기존 국내에서는 정박지를 지정하고자 할 때 투묘선박 1척이 차지하는 선회반경으로 계산한 면적을 적용하여 정박지의 선박 수용규모를 결정하였다. 그러나 이 연구에서는 보다 안전한 정박지의 지정을 위하여, 정박지 내를 항행하는 선박과 투묘선박 간 여유거리 그리고 최적의 투묘선박 간 배치형태를 모두 고려하여 투묘선박 1척이 차지하는 정사각형의 면적으로 정박지의 선박 수용규모를 결정하였으며, 이 방법으로 현 입파도 정박지의 동시 투묘 가능척수를 12.6척으로 장안서 정박지의 경우 1.6척으로 계산하였다.

이러한 각 정박지의 현 규모는 2020년 각 정박지의 투묘 예상척수를 수용하기에 부족한 상태로서, 이에 정박지 별 해상교통환경 검토를 통한 최적의 확장 방안을 제시하였다. 제시된 확장 방안은 기존 해당 해역의 해상교통흐름에 변화를 최소화 하는 방향으로 검토되었으며, 검토된 확장 방안에 따라 입파도 정박지의 동시 투묘가능척수는 19.7척으로 장안서 정박지의 경우 12.6척으로 규모가 증가하여 향후 각 정박지의 투묘 예상척수를 충분히 수용할 수 있었다.

본 연구에서는 단위선박 당 처리량을 기준으로 미래의 입항선박 증가 척수와 이에 따른 정박지 정박 척수를 예측하여 반영하였다. 향후 연구과제로는 물동량 증가와 입항선박 크기의 상관관계를 통계적으로 입증하는 추가적인 연구를 통하여 단위선박 당 처리량에 따른 예측과 비교 분석을 수행할 것이다.

본 연구에서 적용한 항만물동량 증가분에 근거한 장래 각 정박지의 이용 선박 예측 및 각 정박지의 규모 산정 결과는 향후 타 항만의 유사 사례에서 적용 가능한 선행연구로서 가치가 있으며, 각 항만 혹은 타 수역시설에의 적용 등에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다.

References

- [1] International Maritime Organization(1972), International Regulations for Preventing Collisions at Sea, Part B Rule 10.
- [2] Im, N. K., J. Y. Jong and M. S. Choi(2007), A Study on Improving Fairway and Anchorage in the Adjacent Waters of Wan-do Port, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 13 No. 4, pp. 65-70.
- [3] Im, N. K., C. S. Kim, H. S. Yang and K. W. Lee(2008), A Study on Design of Emergency Anchorage at Adjacent Waters of Wan-do Port, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 14 No. 1, pp. 65-69.
- [4] Lee, Y. S. and T. J. Ahn(2013), A Study on the Standard ship's Length of Domestic Trade Port, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 19 No. 2, pp. 164-170.
- [5] Lee, Y. S., J. S. Kim, J. M. Park and G. H. Yun(2012), A Study on the Designation of MIPO Emergency Anchorage, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 18 No. 4, pp. 316-322.
- [6] Ministry of Oceans and Fisheries(2005a), Guidelines of Port and Harbor Design, Chapter 6 Water Facilities, pp. 689-690.
- [7] Ministry of Oceans and Fisheries(2005b), Guidelines of Port and Harbor Design, Chapter 2 Condition of Design, pp. 20-22.
- [8] Ministry of Oceans and Fisheries(2011), The Third National Master Plan for Port, pp. 147-153.
- [9] Port-MIS(2013), Port Management Information System, <http://www.portincheon.go.kr/portmis/index.asp>.
- [10] Song, G. E.(2009), Improvement Plan on Operation of O-2 Anchorage at the Busan North Port, Journal of Korea Port Economic Association, Vol. 25 No. 1, pp. 29-46.
- [11] Usui, H.(2002), Navigating between Anchored Ships and Manoeuvring Difficulty, The Journal of Navigation, Vol. 55, pp. 277-291.

Received : 2014. 10. 06.

Revised : 2014. 12. 08. (1st)

: 2014. 12. 19. (2nd)

Accepted : 2014. 12. 26.