

완도항 인근수역 항로 및 정박지 개선 연구

임남균* · 정재용** · 최명식**

*, ** 목포해양대학교 해상운송시스템학부

A Study on improving Fiarway and Anchorage in the Adjacent Waters of Wan-do Port.

Nam-Kyun Im* · Jae-Yong Jong** · Myung-Sik Choi**

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

요약 : 현재 완도항은 서남해안 물류거점의 항만으로 발돋움하기 위한 여러 가지 노력을 하고 있다. 이의 일환으로 항만 시스템 개선 사업을 수년전부터 활발하게 계획하고 있으며, 그중에 항만 내 선박 통행 시스템개선의 필요성이 제기되어 왔다. 이 연구에서는 현재 완도항만 및 그 인근 해역의 전반적인 해상교통 시스템을 살펴보고, 보다 효율적인 해상교통 시스템의 확보를 위한 기존의 시스템에 대한 개선점을 제안하고자 한다. 이를 위하여, 항만내 항로, 항만 내외의 묘박지에 대한 효율성을 검토하여 새롭게 제안하였다.

핵심용어 : 완도항, 항로, 해상교통, 해상환경, 정박지

Abstract : Until a recent date Wan-do Port has made efforts to advance its marine policy toward the base of marine distribution industry. Therefore the administration of Wan-do port has carried out many projects on improvements of harbour system very actively. The improvement of ship traffic system would be one of them. This research examined the general view of present situations of marine traffic system in Wan-do waters area and suggested improvements in ship route and anchorage.

Key Words : Wan-do port, Route, Marine traffic system, Marine environment, Anchorage

1. 서론

완도항 인근수역은 해상교통수요가 다양하고 다도해 지역으로 항만수역, 통항 항로, 완도권 해역 내 선박 운항 항로 등에 대한 안전관리 실태에 대한 요구가 최근 증대되고 있다. 또한, 2004년에 시행한 "목포항만의 효율적인 운영방안 및 안전대책 수립에 관한 연구용역"(해양수산부, 2006)과 연계하여 서남 해안권 해상교통 환경을 전반적으로 개선할 수 있는 관리방안을 도출하고 완도권 해역내에서의 안전관리 모델을 정립하는 노력을 기울이고 있다.

본 연구는 이러한 움직임의 일환으로 수행되었으며, 완도항 인근 해역의 해상교통 시스템 중에서 항계 부근의 항로에 대한 전반적인 검토와 개선 방안을 제시하였다. 또한 항계 부근에 위치하고 있는 정박지 위치의 적정성을 분석하여, 주변 환경 및 교통 흐름과 연계된 새로운 정박지 위치를 제안하였다.

2. 완도항 항로 정박지 및 시설현황

2.1 완도항 항만시설 현황

완도항 항만시설의 개략을 살펴보면 아래 그림과 Table 1과 같다.

Table 1. Present port facilities

부두명	선석명	길이 (m)	접안능 력 (D/T)	수심 (m)	이용 선박	화물
제1부두	11	141	300 x 2	3	내항선	잡화
	12				관광선	
	제1물량장	2		어선		
	제2물량장	2				
제3물량장	90	2				
제2부두 (여객)	21	275	3,000x1	6	여객선	여객
	22	190	5,000x1			
제3부두	31	210	20,000x1	6.5	외항선	외항

완도항만 시설은 Table 1 및 Fig. 1에서 보는 바와 같이, 제1부두, 제2부두, 제3부두로 나뉘어 있다. 각각 잡화, 여객선 및 외항선을 주 대상으로 설계되어 있다. 제주를 왕래하는 여객선

* 대표저자 : 종신회원, namkyun.im@mmu.ac.kr, 061-240-7213
** 종신회원, jyjong@mmu.ac.kr, 061-240-7308
** 종신회원, ms752@mmu.ac.kr, 061-240-7069

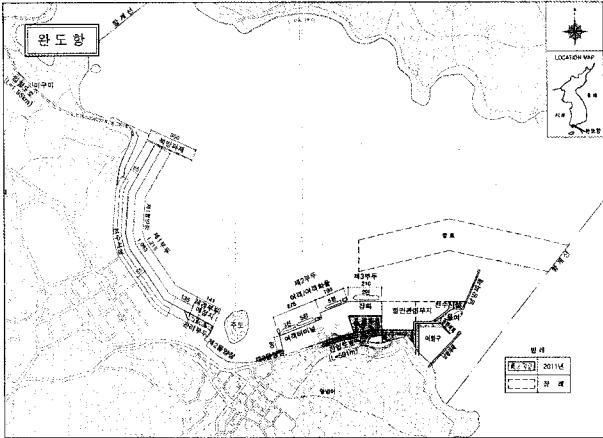


Fig. 1. Arrangement plan in port.

이 제2부두를 이용하고 있으며, 외항선의 접안시설은 제 3부두로 한정되어 있는 실정이다. 이외에도 2011년까지 제3부두 동쪽으로 2만톤급 접안시설을 비롯한 방파제 건설을 장기계획 사업으로 현재 검토하고 있다. Table 1에서 보는 바와 같이 항만내 수심이 2-6미터 정도로 대형선의 입출항은 많은 제약이 따르는 문제점을 안고 있다.

2.2 항계내 항로 및 정박지 현황

완도항은 항계내에 두개의 대기 정박지와 항계외의 검역모지를 갖고 있다. 또한 항계 내 다소 굴곡이 있는 항로가 설계되어 있다. 항계 내 제1 및 2 묘박지는 중심반경이 각각 250미터, 200미터로 해상하역 및 통과선박의 대기를 위한 용도이며, 항계 외에는 반경 500미터의 검역모지가 설계되어 현재 사용되고 있다.

Fig. 2는 항계내의 정박지를 나타내고 있으며, Fig. 3은 항계외의 검역모지를 보여주고 있다. 각 묘박지의 상세는 Table 2에 설명하고 있다.

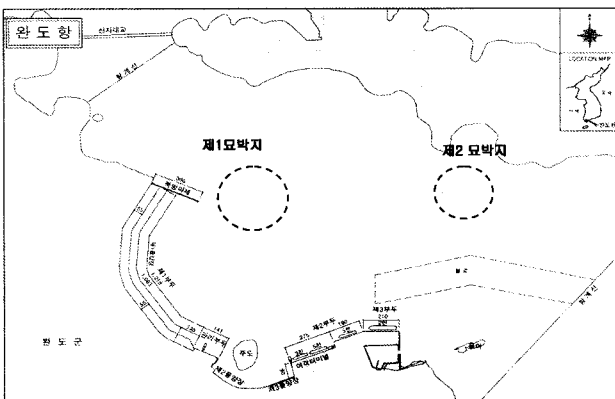


Fig. 2. Route and anchorage inside of port.

제1묘박지의 경우, 현지 조사 결과 제1부두 방파제와 약 120미터로 근접해 있으며, 신진대교통항 선박의 항로상에 위치해 있어 실제적인 사용이 많지 않다는 의견이 대부분이었다. 또한

항계외의 검역모지의 경우, Fig. 3에서 보는 바와 같이 항로의 연장선과 마주치게 되어 있어, 완도항을 드나드는 선박의 교통흐름과 겹치는 문제점을 안고 있다.

Table 2. The details of anchorage

구분	번호	면적 (㎡)		수심 (m)	이용선박 (톤급)	비고
		외면적	내면적			
항계내	1	34도 19분 32초	126도 45분 27초	250m	2000	해상하역 및 통과선박 조수대기
	2	34도 19분 31초	126도 46분 20초	200m	2000	
항계외	검역모지	34도 17분 23초	126도 49분 08초	500m	5000	

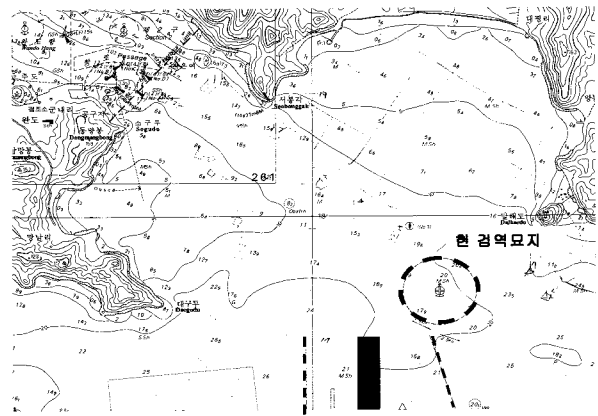


Fig. 3. Anchorage inside of port.

3. 해상교통혼잡도 평가

3.1 해상교통량

완도항의 해상교통량을 조사하여 주어진 항로 폭에 대한 해상교통 혼잡도를 평가하고자 한다. 항로 폭에 대한 해상교통 혼잡도 평가는 선박의 점용영역을 이용하여 각 항로의 실용교통량을 산출하여, 현재 또는 장래의 시간당 L² 환산 교통량과 비교하여 그 값이 허용 교통량 범위 내에 들어가는지의 여부로써 평가하는 방법을 채택하였다(藤井, 1981).

이를 위해서 완도항의 현재 입출항 선박의 척수를 조사하고, 장래 선박의 입출항 척수를 산출하여 각 항로별 시간당 L² 환산 교통량을 산출한다. 완도항의 입출항 자료는 여수지방해양수산청의 PORT-MIS 자료를 이용하였다. 장래의 해상교통량을 구하기 위하여, 1999년에서 2005년까지의 여수지방해양수산청의 PORT-MIS 자료를 이용하여 완도항의 입출항 척수를 구하고, 이를 이용한 2011년, 2020년의 선박 입출항 척수를 예측하여 항로의 시간당 통과척수를 산출하였다.

항로 폭의 해상교통 혼잡도는 평균 교통량으로 평가하였다. 평균 교통량은 연간 교통량을 365일로 나누어 1일 교통량을 구하고, 1일 교통량을 24시간으로 나누어 시간당 교통량을 산출하

는 방법이다.

이를 위하여, 현행 부두에 대한 과거 톤급별 입항 선박을 조사하여 L^2 환산교통량을 산출하였다. 장래 교통량 추정을 위한 회귀함수로는 과거 실적 데이터와 비교적 유사한 추정을 보이고 있는 로그함수와 선형함수를 사용하였다. 이를 바탕으로 계산된 2011년, 2020년의 L^2 환산교통량을 기준으로 장래의 교통량을 추정하였다. 1999년부터 2005년까지 완도항을 이용한 선박의 톤급별 입항척수는 아래의 Table 3과 같다.

Table 3. The number of ship arrived at Wando

연도	100미만	100-500	500-3K	3K-5K	5K-7K	7K-10K	10K-20K	20K-50K	50K 이상	합계
1999	878	470	319	2	0	0	1	1	0	1671
2000	628	488	389	2	0	0	1	0	0	1508
2001	445	492	362	0	0	0	2	1	0	1302
2002	1154	494	438	1	0	0	1	0	0	2088
2003	2450	335	592	1	0	0	1	0	0	3379
2004	277	299	571	0	2	0	0	0	0	1149
2005	338	332	513	4	0	0	0	1	0	1188

현재 완도항은 2011년도 까지 추가적인 접안 부두를 건설하려고 계획하고 있다. 따라서 장래 항내 내 교통량 추정 시 이를 반영하여 추정하였다. 건설 계획인 부두의 규모는 2만톤급 접안 부두이므로 현재의 제3부두의 과거 입항실적을 참조하여 미래의 추정치를 산정하였다. Table 4는 현재 제3부두의 출입항 실적을 나타낸다.

Table 4. The number of ship arrived at No 3 pier

연도	100미만	100-500	500-3K	3K-5K	5K-7K	7K-10K	10K-20K	20K-50K	50K 이상	합계
1999	15	283	289				1	1		589
2000	12	245	353	2			1			613
2001	2	253	354				2	1		612
2002	4	228	377				1			610
2003	6	122	503	1			1			633
2004	1	130	511							642
2005	9	91	426							526

3.2 해상교통혼잡도 추정 및 평가

해상교통 혼잡도 평가는 항로가 수용할 수 있는 교통량을 평가하는 것이다. 이를 위하여 현재 항로의 실용교통량을 계산하고, 이 값과 미래의 추정 교통량의 비교를 통하여 교통혼잡도를

평가할 수 있다. 항로의 실용교통량 평가 방법은 해상교통공학에서 많이 사용되는 방법(藤井, 1981)을 이용하였고, 선박의 점유영역은 장직경, 단직경 각각 6L, 1.6L을 적용하였다. 또한 입항하는 선박의 교통량을 계산할 경우는 다양한 크기의 선박이 입출항 하므로, 표준 크기의 선박을 기준으로 계산하여야 한다. 통상 많이 사용하는 우리나라 연안을 가장 많이 이용하는 선박 크기인 500톤-3000톤 정도의 길이 70미터를 표준선으로 정하고 계산하였다. 이 선박크기를 기준으로 입항하는 선박의 척수를 환산한 계산을 수행하여야 한다. 완도항의 L^2 환산교통량은 우리나라의 톤수 그룹별 대표 선박의 길이와 L^2 환산계수(정과 임, 1998)를 이용하여 아래 표와 같이 구할 수 있었다.

Table 5. The number of ship entering port using L^2

연도	100미만	100-500	500-3K	3K-5K	5K-7K	7K-10K	10K-20K	20K-50K	50K 이상	합계
1999	70	150	319	4	0	0	5	8	0	556
2000	50	156	389	4	0	0	5	0	0	604
2001	36	157	362	0	0	0	9	8	0	572
2002	92	158	438	2	0	0	5	0	0	695
2003	196	107	592	2	0	0	5	0	0	902
2004	22	96	571	0	5	0	0	0	0	694
2005	27	106	513	8	0	0	0	8	0	663

이를 이용하여, 완도항 입항 선박의 L^2 환산 교통량의 함수 추세를 선형함수 및 로그함수로 각각 추정한 그래프는 Fig. 4 및 Fig. 5와 같이 나타났다. 이를 이용하여, 로그식과 선형함수식을 평균한 완도항의 L^2 환산 교통량은 2011년에 872척, 2020년에 1,032척, 2030년에 1,199척으로 계산되어, Table 6과 같이 나타내었다. 한편 제3부두의 과거실적은 Table 7과 같다. 건설 예정인 부두의 L^2 환산 입항 교통량을 추정하기 위해 제3부두의 실적을 사용하였다. 추정치는 선형함수와 로그함수의 평균값을 취하여 상호 보완하도록 하였다.

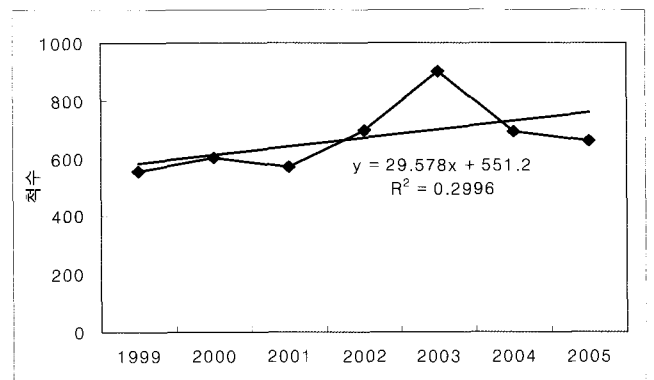


Fig. 4. Regression line using linear function.

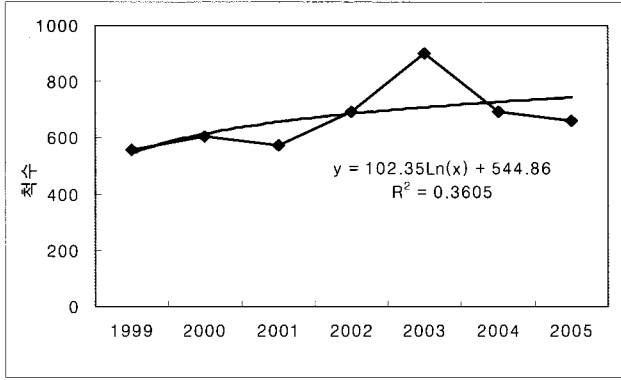


Fig. 5. Regression curve using a logarithmic function.

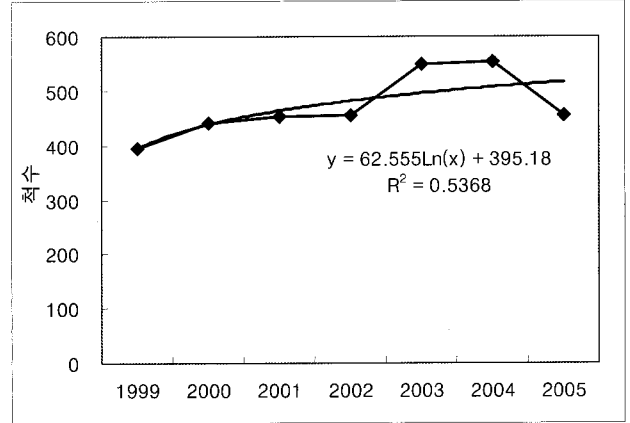


Fig. 7. Regression curve using a logarithmic function.

Table 6. The estimated number of ship entering port using L^2 index

부두	연도	선형 함수식	로그 함수식	평균
완도항	2011	936	807	872
	2020	1,202	861	1,032
	2030	1,498	900	1,199

이를 이용하여, 로그식과 선형함수식을 평균한 L^2 환산 교통량은 Table 8과 같이 계산되었다.

Table 8. The estimated number of ship entering new pier using L^2

(단위:척)

부두	연도	선형 함수식	로그 함수식	평균
완도항	2011	634	556	595
	2020	797	588	693
	2030	978	612	795

Table 7. The estimated number of ship entering No. 3 pier using L^2

연도	100 미만	100-500	500-3K	3K-5K	5K-7K	7K-10K	10K-20K	20K-50K	50K 이상	합계
1999	1	91	289	0	0	0	5	8	0	394
2000	1	78	353	4	0	0	5	0	0	441
2001	0	81	354	0	0	0	9	8	0	452
2002	0	73	377	0	0	0	5	0	0	455
2003	0	39	503	2	0	0	5	0	0	549
2004	0	42	511	0	0	0	0	0	0	553
2005	1	29	426	0	0	0	0	0	0	456

이를 이용하여, 새롭게 건설되는 선석에서의 입항 선박의 L^2 환산 교통량의 추세를 선형함수 및 로그함수로 각각 계산한 결과는 Fig. 6 및 Fig. 7과 같았다.

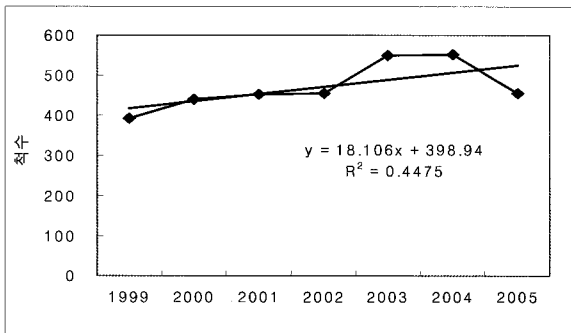


Fig. 6. Regression line using linear function.

Table 9. The estimated number of ship entering wando-port

연도	현 항만시설	항만개발	장래 L^2 환산 교통량
2011	872	595	1,467
2020	1,032	693	1,725
2030	1,199	795	1,994

각 연도별 연간, 일, 시간당 환산 교통량을 계산하여 Table 10에 나타내었다.

계산된 환산 교통량을 이용하여, 선박 운항 속력이 각각 6노트, 8노트, 10노트, 12노트일 때의 해상교통 혼잡도를 계산하였다.

Table 10. The estimated number of ship entering wando-port using L^2 index

연도	연간 L^2 환산 교통량	1일 L^2 환산 교통량	시간당 L^2 환산 교통량
2011	2,934	8.04	0.33
2020	3,450	9.45	0.39
2030	3,988	10.93	0.46

이때 실용교통량은 현재 완도항내 항로폭인 200미터를 기준으로 계산하였다. 그 결과는 Table 11과 같다. 이를 살펴보면 모든 속력에서 해상교통 혼잡도는 허용한계값인 1.0이내임을 알 수 있다. 따라서 현재의 항로 폭은 장래의 예측 교통량과 비교하여 다소의 여유를 갖고 있는 것으로 판단된다.

Table 11. Marine traffic congestion in Wando port

항로폭	연도	실용교통용량 (척/시간)	시간당 L^2 환산교통량	교통혼잡도
12노트	2005	21.00	0.15	0.0071
	2011		0.33	0.0157
	2020		0.39	0.0186
	2030		0.46	0.0219
10노트	2005	17.50	0.15	0.0086
	2011		0.33	0.0189
	2020		0.39	0.0223
	2030		0.46	0.0263
8노트	2005	14.00	0.15	0.0107
	2011		0.33	0.0236
	2020		0.39	0.0279
	2030		0.46	0.0329
6노트	2005	10.50	0.15	0.0143
	2011		0.33	0.0314
	2020		0.39	0.0371
	2030		0.46	0.0438

4. 새로운 정박지 및 항로 제안

4.1 정박지 위치 변경 제안

위에서 언급한 것과 같이, 현재 완도항은 항계내 2개의 묘박지, 항계의 검역묘지 1개소가 설정되어 있다. 항계 내의 제1 묘박지의 경우 북방과제와 거리가 약 120미터로 너무 근접해 있어 현실적으로 통항하는 선박이 그다지 이용하고 있지 않아, 묘박지로서의 구실을 제대로 하고 있지 못하다. 따라서 제1 묘박

지의 위치 변경을 검토할 필요성이 있다. 새로운 제1묘박지의 위치는 제3 부두에서 남쪽으로 출항하는 선박과 신지대교 북쪽에서 제1 부두로 입항하는 선박의 통항에 방해가 되지 않는 위치여야 한다. 하지만 현재 항계 내에는 현재 제1묘박지와 제2묘박지 사이에 수심 2m에서 6m사이의 천소가 존재하고 있다.

이 천소에 너무 접근하지 않도록 새로운 정박지를 설정하였다. 새로운 묘박지 위치는 천소와 방파제 중간에 위치하도록 하여, 천소와 일정거리를 갖도록 설계되었다. 장기적으로는 이 천소의 제거를 위한 준설 작업이 필요할 것으로 판단된다. Fig. 8은 제1묘박지의 이동된 모습을 보여주며, Table 12는 그 좌표 값을 나타낸다.

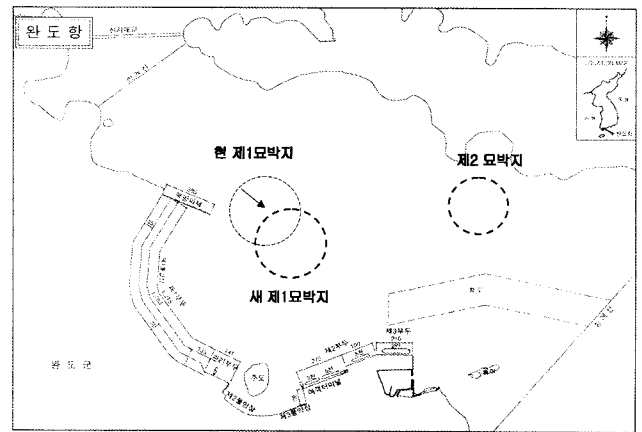


Fig. 8. Anchorage in a port.

Table 12. The details of anchorage and route

구분	좌표		중심 반경	정박 능력 (GT/척)	비고
	북위(N)	동경(E)			
항계내	1	34도 19분 23.4초	126도 45분 34.2초	250m	해상하역 및 통과선박 조수대기
		34도 19분 31초	126도 46분 20초	200m	
항계외	검역묘지	34도 17분 6초	126도 49분 39초	500m	50,000

아울러 완도항은 항계 외에 검역묘지가 지정되어 있다. 이 검역묘지의 현재 위치는 통항분리대 북방 끝단 상부에 위치하고 있어, 통항분리선을 연장하면 검역묘지를 통과하게 된다. 이러한 이유 때문에 통항분리대를 따라 항해하던 선박이 검역묘지를 자주 침범할 수 있는 위험 요소가 내제되어 있다. 현실적으로 교통흐름을 분석해 보아도 실제 다수의 입항 하는 선박이 이 검역묘지를 침범하는 것을 알 수 있다. 따라서 현재의 검역묘지를 남동방향으로 0.5마일 이동한 Fig. 9와 같이 제안한다. 이렇게 하면 입항 및 통항하는 선박의 항적이 새로운 검역묘지를 침범할 확률이 줄어들 것으로 기대된다.

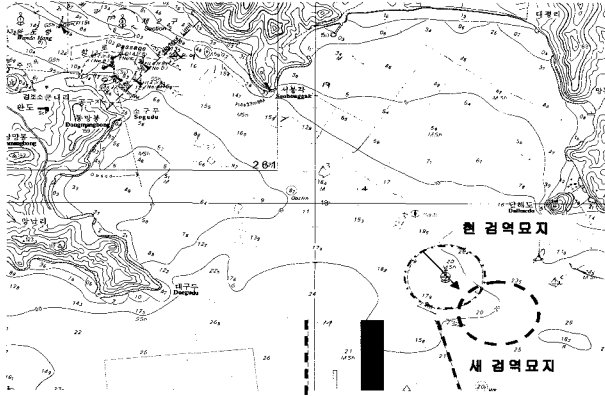


Fig. 9. Location of new anchorage.

4.2 항계 내 항로 변경 제안

완도 항 수역 부근의 해상교통시스템 중 개선이 필요한 사항은 항계내의 항로이다. Fig. 10에서 나타난 것과 같이. 현재의 항로는 제 3부두 북방까지 침범하고 있어, 제 3부두로 입항하는 선박의 경우, 항로 중간에서 항로를 행단하여 접안 해야만 하는 실정이며, 제 3부두에서 출항하는 선박 또한 항로를 행단하여 진입하거나, 멀리 선회하여 항로 입구로 진입하고 있는 실정이다. 따라서 제 3부두 북방까지 침범하고 있는 항로를 굴곡없이 짧게 단축할 필요성이 있을 것으로 판단된다. Table 13의 각 점을 연결한 지점이 새로운 항로의 좌표를 나타내고 있다.

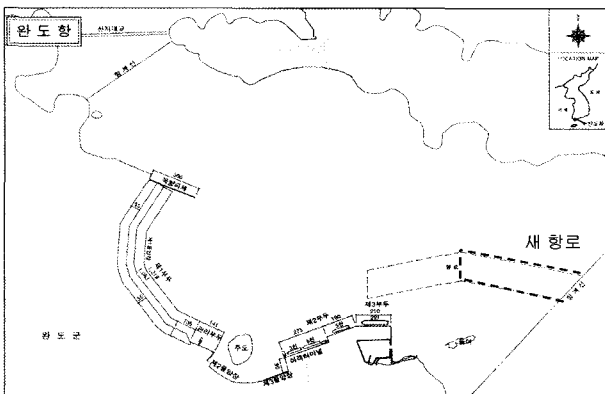


Fig. 10. New route in a port.

Table 13. Data for new route

구 분	좌 표		비 고
	북 위 (N)	동 경 (E)	
①	34도 19분 11초	126도 46분 38초	
②	34도 19분 15초	126도 46분 14초	
③	34도 19분 23초	126도 46분 14초	
④	34도 19분 16초	126도 46분 43초	

5. 결 론

최근 완도항은 항만수역, 통항 항로, 완도권 해역 내 선박 운항 항로 등에 대한 안전관리 실태에 대한 요구가 증대되고 있다. 본 연구는 이러한 움직임의 일환으로 수행되었으며, 완도항 인근 해역의 항로 및 정박지 등에 대한 개선 방안을 제시하였다. 이를 요약하면 다음과 같다.

완도항 해상교통량을 과거 실적을 통하여 예측하였다. 그 결과 향후 2030년도까지는 항계내의 항로가 교통량을 충분히 감당할 수 있을 것으로 판단된다.

그리고 항계내의 묘박지 이동을 제안하였다. 항계 내의 제1 묘박지의 경우 북방과제와 너무 근접해 있어 현실적으로 통항하는 선박이 그다지 이용하고 있지 않아, 묘박지로서의 구실을 제대로 하고 있지 못하다. 항계 내에는 제 1 묘박지와 제 2 묘박지 사이에 수심 2m에서 6m사이의 천소가 존재하고 있으며, 이 천소에 너무 접근하지 않도록 새로운 정박지를 설정하였다. 장기적으로는 이 천소의 제거를 위한 준설 작업이 필요할 것으로 판단된다.

또한 항계 외에 검역모지에 대한 위치 변경을 제안하였다. 이 검역모지의 현재 위치는 통항분리대 북방 끝단 상부에 위치하고 있어, 통항분리선을 연장하면 검역모지를 통과하게 된다. 이러한 이유 때문에 통항분리대를 따라 항해하던 선박이 검역모지를 자주 침범할 수 있는 위험 요소가 내재되어 있다. 현재의 검역모지를 남동방향으로 0.5마일 이동한 새로운 검역모지 위치를 제안한다.

마지막으로 완도 항 항계내의 항로를 새롭게 변경 제안하여, 현행의 항로를 굴곡없이 짧게 단축하여 새로운 항로를 설정하였다.

참 고 문 헌

- [1] 정태권, 임남균(1998), 광양항 주항로 교통 흐름의 개선에 관한 연구, 한국항해항만학회, Vol.22 No.3, pp. 43-50.
- [2] 해양수산부(2006), 목포항만의 효율적인 운영방안 및 안전대책 수립에 관한 연구용역, pp. 1-13.
- [3] 藤井 외 2명, “해상교통공학(1981)”, pp. 119-126.

원고접수일 : 2007년 09월 03일

원고채택일 : 2007년 10월 05일