

# 감천항내 연근해 어선 출·입항에 따른 안전성 연구

정호순<sup>†</sup> · 서병귀 · 김성기

(한국해양수산연수원)

## A Safety Assessment on Fishing Vessels' Entering or Leaving the Port of Gamcheon

Ho-Sun JEONG<sup>†</sup> · Byeong-Kui SEO · Seong-Gi KIM

Korea Institute of Maritime and Fisheries Technology

(Received September 8, 2007 / Accepted December 4, 2007)

### Abstract

The purpose of this study was to obtain an objective conclusion of safety assessment and to suggest proper countermeasures for the fishing vessels' entering or leaving the port of Gamcheon, in where the pier No. 4 for the fishing vessels will be newly opened soon.

20 times of the manoeuvring simulation were performed respectively onto entering and leaving the port of Gamcheon with the various conditions in weather and current, and then each of result was carefully analyzed.

In spite of some increasing demand of entering the port in future, the safety will not be largely worse if the suggestion will be taken.

*Key Words : safety assessment, the port of Gamcheon, manoeuvring simulation*

## 1. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

감천항은 당초 어선과 소형선이 출·입항하는 소규모 항에 불과 하였으나 부산항에 입·출항하는 선박의 증가로 부산항 물동량 처리가 한계에 도달하자 항만축조를 통하여 국내·외국적의 선박이 출·입항하는 국제무역항으로 발전하게 되었으며, 2005년도에 부산광역시에서는 각국과의 FTA 협정에 대응하고 또한 수산의 활성화를 위하여 감천항 동편부두(4부두)에 수산물 도매시장 부두를 축조하여 2008년도에 개장할 예정으로 되어

있다.

감천항 수산물 도매시장이 개장될 경우 수산물을 위판하기 위해 감천항에 출·입항하게 될 연근해 어선의 척수가 증가하게 될 것은 분명한 현실이며, 감천항 입구 방파제 사이의 거리는 260m에 불과하며 이와 같은 좁은 방파제에 대형선박과 어선이 동시에 출·입항이 빈번해 질 것으로 예상된다.

대형 컨테이너선과 어선이 동시에 방파제를 입·출항하는 것은 선박안전에 매우 큰 위험이 될 수 있다는 것으로 판단되어 선박교통량 증가로 인한 안전성을 선박조종 시뮬레이션 실험에 의하여

<sup>†</sup> Corresponding author : 051-620-5411, hsjeong@seaman.or.kr

평가하고자 한다. 또한 수산물 도매시장의 연근해어선의 부두 길이가 250m 정도이므로 이 부두에 선망운반선(270톤급)이 접·이안시에 선박의 안전성을 선박조종 시뮬레이션 실험에 의하여 검토, 평가하여 감천항 출·입항 및 접·이안시에 관련 교통 환경을 예측하고 문제점을 분석하여 대체 방안을 제시하는 것이 본 연구의 목적이다.

## 2. 연구의 내용과 범위

### 가. 연구의 내용

- 1) 해상환경의 조사 및 분석
- 2) 해상교통의 흐름의 조사 및 분석
- 3) 항계 내 항로, 통항로 및 항로표지 등 현황 조사
- 4) 이용자 및 전문가 의견수렴
- 5) 해상교통관제의 필요성 분석 및 개선방안 검토
- 6) 해상 교통 환경 종합평가
- 7) 컨테이너선(50,000톤급)과 선망어선 운반선(270톤급)이 감천항 방파제 입구에 동시 출·입항할 경우 선박 안전성 검토
- 8) 선망어선 운반선(270톤급) 부두 접·이안시의 선박 안전성 검토

### 나. 연구범위

#### 1) 검토수역

감천항 도선지 부근에서 두도를 지나 260m폭의 감천항의 동·서방파제를 지나 목적지인 감천항 수산물 도매시장 전면 제4부두 목표 선석까지의 수역을 대상으로 검토하였다.

#### 2) 조선험경 조건

이 연구과정에서는 선박조종에 영향을 미칠 수 있는 감천항 부두의 위치, 방파제의 폭, 항로의 형태 등과 선박조종에 직접적인 영향을 미치는 바람, 조류, 수심, 파랑 등과 같은 자연적 조건에 대하여는 최악의 조건을 부여하였다.

### 3) 모델선박

본 연구 과정에서 선박운항 안전성을 검토하기 위하여 사용되는 모델선박으로는 4,000 TEU 컨테이너선(50,000톤급 : 2006년도 감천항 출·입항 선박 중 50,000톤급 이하가 98%)과 부산 각 수협 소속 어선 중 가장 큰 우양호(270톤)를 모델 선박으로 하였다.

## II. 감천항의 환경 현황

### 1. 바람의 영향

#### 가. 바람

##### 1) 풍향

부산지방기상청이 발간한 부산항 기상연보(1974~2003년)에 의한 바람의 상제는 아래와 같다.

- 여름철은 남서풍, 겨울철에는 북서풍이 탁월하다.
- 평균 풍속은 3.90m/s(연간 3.6~4.3m/sec)이다.
- 최대 풍속은 남남서풍으로 25.7m/sec이다.
- 순간 최대 풍속은 북동풍, 43.0m/sec이다.
- 풍향별 풍속 빈도율은 NNE 방향이 최대로써 12%이며, SSE 방향이 최소로서 1.2%이다.

부산항의 경우는 뚜렷한 탁월풍은 없으나 NNE~NE가 가장 발생빈도가 높다. 감천항의 경우는 기상특보나 주의보가 내려진 상황이라도 북동풍의 경우는 이외로 봉래산이 바람을 막아주기 때문에 입항을 시도하기도 한다. 그러나 남서풍의 경우에는 항만입구에 상당한 파랑을 생성하기 때문에 입항에 지장을 주는 경우가 많다.

따라서 이 연구에서는 실제 부산항의 풍향과는 관계없이 선박의 출입항에 영향을 줄 수 있는 방향별로 시뮬레이션을 실시하였다.

풍향은 방파제 통항시와 접·이안의 경우를 달리 설정한다. 방파제 통항시는 선체의 선수(Bow), 정형(Beam), 선미(Quarter)의 3방향으로 구분하고 각각 조류현에서 미치는 것으로 설계하였다. 접·

이안의 경우는 조류조건에 관계없이 부두쪽으로 정횡으로 부는 것으로 하였다. 이렇게 한 이유는 항만내에서는 조류의 영향이 거의 없고 오직 바람만이 선체에 영향을 미치기 때문이다.

2) 풍속

바람은 선체의 수면상부 구조물에 풍압력을 가하여 조종특성에 영향을 미치게 되며, 특히 컨테이너선과 같이 상부구조물의 면적이 넓은 선박의 경우 풍압력의 영향은 크지만, 연근해 어선에서는 큰 영향은 없을 것으로 예상된다.

부산항의 최대 풍속은 월별로 적게는 35노트(17.7m/sec)에서 크게는 50노트(25.7m/sec)까지 나타나지만, 일반적으로 이 정도의 크기일 경우에는 선박의 접·이안이 불가능하다. 통상 항행선이 노출된 해역에서 접·이안이 가능한 한계풍속은 25노트, 순간최대풍속은 30노트로 보며, 이 이상의 풍속에서는 접안이 금지된다. 따라서 이 연구에서 적용된 풍속은 조종한계치(Operating limit)인 25노트를 기준으로 하였다.

2. 조석 및 조류의 영향

가. 조석의 특성 및 변화

남서해안에서 평균 고조간격은 8h~10h 52m 정도이나 부산 지역은 8시간 2분이며, 대대포 지역은 8시간 6분, 가덕 지역은 8시간 18분으로 조사되었으며, 대조승은 부산이 약 1.2m, 대대포 약 1.4m, 가덕도 약 1.8m의 서해안 및 남해안 서부에 비해 조차가 적은 지역에 해당된다. 일조부등은 현저하지 않으며 심한 날이라도 1일 2회의 규칙적인 승강을 하고, 최고 고조는 하계에는 야간, 동계에는 주간에 일어나며 평균 해면은 2~3월이 가장 낮고 8~9월이 가장 높게 일어난다.

부산항의 조석에 따른 조위는 다음과 같다.

- 약 최고 만조위(App. H.H.W.) : (+) 1.282m
- 대조 평균 만조위(H.W.O.S.T.) : (+) 1.223m

- 평균 만조위(H.W.O.M.T.) : (+) 1.035m
- 소조 평균 만조위(H.W.O.N.T.) : (+) 1.847m
- 평균 해면(M.S.L.) : (+) 0.641m
- 약 최저 간조위(App. L.L.W.) : (+) 0.000m

나. 조류

부산항 일대의 전반적인 조류 특성은 국립해양조사원에서 제시한 평균 창·낙조시의 유향도에 따르면 창조류는 오류도 부근으로부터 태종대 남측(생도 방향)으로 흐르며, 일부는 북내항으로 진입하여 영도대교를 지나 남항으로 흐르고, 여기에서 남항으로부터 나오는 흐름과 다시 합류하여 두도를 지나 서쪽으로 흐른다. 낙조류는 창조류와 대체적으로 반대의 흐름을 보인다. 일반적으로 이러한 흐름은 강하지는 않으나, 외해와 접한 해역에서는 약간 강한 흐름을 보여주고 있다.

또한 조류의 형태는 왕복성으로서 반일주기가 주류를 이루며, 일조부등이 심하고 잔해조의 영향이 크다. 전반적으로 낙조류가 창조류보다 우세하며, 낙조류의 지속시간이 7.0시간으로 창조류의 5.4시간보다 길다.

감천항 입구부에서 낙조류 유속은 82cm/sec 내외, 창조류 유속은 93cm/sec로 나타났다.

이에 따라 본 연구에서는 <표 1>과 같이 방과제 입구에서 최강유속에 10%의 오차를 고려하여 낙조류의 경우에는 060° 방향에 1.6노트를, 창조류의 경우에는 250° 방향에 최대 유속 1.9노트를 입력하였고, 항내에서는 조류의 영향이 거의 없으므로 0.1노트를 입력시켜 시뮬레이션을 실시하였다.

<표 1> 시뮬레이션에서의 유향·유속 조건

조류 수역	창 조 류		낙 조 류	
	유향	유속	유향	유속
통항수역	250°	1.9kts	060°	1.6kts
접안수역	000°	0.0kts	000°	0.0kts

### Ⅲ. 감천항의 해상교통 현황

#### 1. 감천항 입항 선박 현황

##### 가. 톤급별 입항 선박 현황

2001년도부터 2006년까지 감천항에 입항하는 선박 척수를 톤급별로 조사하여 <표 2>로 표시하였다.

입항선박의 총 척수는 2006년도에 8,481척으로 일 평균 23.2척이었다.

연간 입항척수는 최근 5년 사이에 연 평균 3.8% 가량 증가하는 추세를 보였고, 특히 100톤 미만 선박의 입항 척수 증가율이 연 평균 30.8%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 50,000톤 이상 선박(연 평균 20.5% 증가) 및 20,000~25,000톤급 선박(연 평균 14.2% 증가)의 순으로 나타났다. 그러나 30,000~50,000톤급(연 평균 28.8% 감소), 25,000~30,000톤급 선박(연평균 11.5% 감소), 10,000~15,000톤급 선박(연평균 11.5% 감소) 등은 오히려 입항 척수가 크게 줄고 있는 양상을 보였다.

한편, 2006년도 입항선박의 톤급별 척수 분포

는 1,000~3,000톤이 1,923척(22.7%)으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 500~1,000톤(20.9%), 100~500톤(17.4%)의 순으로 높게 나타났다.

##### 나. 선종별 입항선박 현황

2001년도부터 2006년까지 감천항에 입항하는 선박 척수를 선종별로 조사하여 <표 3>으로 표시하였다.

최근 감천항 입항선박의 선종별 척수 분포는 기타선이 2,605척(30.7%)으로 가장 많았고, 그 다음으로 일반화물선 2,005척(23.6%), 냉동·냉장선 1,240척(14.6%), 어선 763척(9.0%), 산물선(7.9%) 등의 순으로 나타났다.

한편, 전년 대비 입항척수가 크게 증가한 선종은 냉동·냉장선(0척에서 1,240척), 어선(5척에서 763척), 석유정제품 운반선(25척에서 290척), 일반화물선(1,201척에서 2,005척)이었으며, 반면 전년 대비 입항척수가 크게 감소한 선종은 컨테이너선(2,127척에서 403척), LPG와 LNG 운반선(253척에서 9척), 케미컬 운반선(312척에서 211척) 등으로 나타났다.

<표 2> 감천항 입항선박 톤급별 척수

(단위 : 척, %)

톤급별	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	연평균 증가율
합계	7,201	8,493	8,391	8,497	8,684	8,481	3.8
100톤 미만	299	753	725	1,118	1,347	1,144	30.8
100 ~ 500	988	1,308	1,571	1,621	1,735	1,478	8.4
500 ~ 1,000	2,475	2,757	2,074	1,852	1,728	1,773	-6.5
1,000 ~ 3,000	1,394	1,689	1,837	1,723	1,761	1,923	7.2
3,000 ~ 5,000	625	799	1,053	1,113	1,054	1,062	11.2
5,000 ~ 7,000	375	327	293	330	346	345	-1.8
7,000 ~ 10,000	81	82	63	58	54	100	4.5
10,000 ~ 15,000	235	221	223	135	129	126	-11.5
15,000 ~ 20,000	190	132	129	168	183	202	1.2
20,000 ~ 25,000	75	60	59	39	41	35	14.2
25,000 ~ 30,000	143	72	88	104	90	77	-11.5
30,000 ~ 50,000	254	163	124	64	36	46	-28.8
50,000 ~100,000	67	130	152	172	189	170	20.5

자료 : 해양수산통계연보(2006년), 부산 항만공사(BPA)

<표 3> 감천항 입항선박 선종별 척수

(단위 : 척)

선종별	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년
합계	7,201	8,493	8,391	8,497	8,684	8,481
여객선	177	15	9	12	9	7
산물선	8,41	1,171	998	916	648	671
원목 운반선	18	17	8	4	4	6
시멘트 운반선	114	154	169	264	254	251
자동차 운반선	2	7	5	11	9	18
냉동·냉장선	0	2	0	0	0	1,240
일반화물선	778	937	1,314	1,310	1,201	2,005
풀 컨테이너선	1,585	1,775	1,813	1,560	1,743	382
세미 컨테이너선	366	345	430	423	384	21
원유 운반선	29	41	56	24	22	2
석유정제품 운반선	207	181	22	9	25	290
케미컬 운반선	221	330	332	298	312	211
LPG·LNG 운반선	272	245	219	266	253	9
어선	3	4	5	10	5	763
기타선	651	973	864	734	838	2,605

자료 : 해양수산통계연보(2006년), 부산 항만공사(BPA)

다. 감천항의 입항 어선 현황 비교

<표 4>는 2006년도에 감천항에 입항한 어선의 톤급별 척수를 구분하여 나타내고 있다. 입항한 어선의 대부분이 100~150톤급의 어선으로서 998척(80.9%)이었으며, 200톤 이상의 대형 어선은 1척이 입항한 것으로 조사되었다.

<표 4> 2006년도 감천항 입항 어선 톤급별 척수

구분	50톤 미만	50~100톤	100~150톤	150~200톤	200톤 이상	합계
척수	145척	38척	998척	52척	1척	1,234척
구성비 비율(%)	11.8%	3.1%	80.9%	4.2%	0.0%	100%

자료 : 부산해양경찰서 감천출장소(감천항)

<표 5>는 통항 시물레이션에 적용한 모델선박(270톤급 선망 운반선)과 저인망 어선의 주요 제원 및 조종성능을 비교한 것이다.

한편, 감천항에 대한 최근 5년간의 입항척수

통계자료를 이용하여, 회귀분석법을 통한 2010년 및 2015년의 톤급별 입항 교통량을 추정하면 <표 6>과 같다.

<표 5> 모델선박과 저인망 어선의 주요 제원 및 조종성능

구분	총톤수 (톤)	길이 (m)	너비 (m)	정지거리 (m)	선회반경 (m)
선망 운반선	270	49.5	8.6	500~700	160
저인망 어선	139	36	7.2	100	50

감천항의 각 톤급별 미래 교통량을 추정한 결과, 100톤 미만의 선박은 2010년에 2,245척에서 2015년에 3,217척으로 증가하고, 현재 교통량이 가장 많은 1,000~3,000톤의 선박은 2010년의 2,277척에서 2015년에 2,494척으로 증가한다. 또한 50,000톤 이상의 대형 선박이 경우 2010년에 251척에서 2015년에 286척으로 증가할 것으로 추정된다.

<표 6> 감천항 톤급별 입항 추정치

구 분	2010년	2015년
100톤 미만	2,245	3,217
100~500톤	2,147	2,389
500~1,000톤	999	576
1,000~3,000톤	2,277	2,494
3,000~5,000톤	1,725	2,160
5,000~7,000톤	432	489
7,000~10,000톤	30	23
10,000~20,000톤	261	233
20,000~50,000톤	102	73
50,000톤 이상	251	289

자료 : 「부산항 인근해역 해상교통 환경평가 연구 용역」, 해양수산부, 2006. 11.

## IV. 통항 및 접·이안 안전성 평가

### 1. 시뮬레이션 평가방법

#### 가. 시뮬레이션 구간

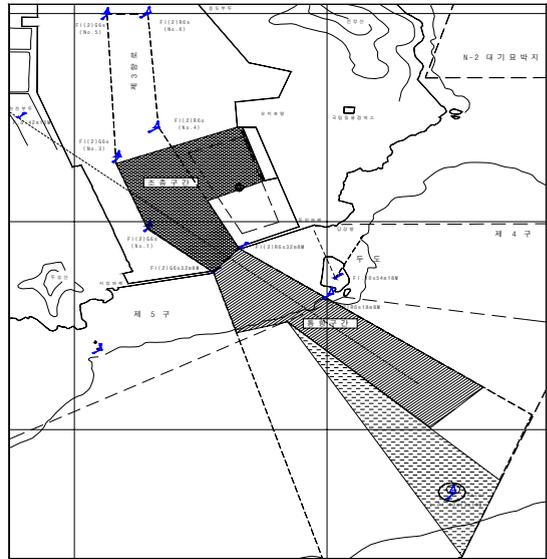
감천항 수산물 도매시장의 인근해 수산물 위판시 감천항에 출입항하게 될 어선의 통항 및 접·이안 안전성 평가는 270톤급의 선망 어선을 모델선으로 하여 감천항 도선점 부근에서 두도를 지나 260m 폭의 감천항 방파제를 거쳐 목적지인 감천항 수산물 도매시장 전면 제4부두 목표선석까지의 구간을 대상으로 검토하였다.

통항안전성의 평가는 자신이 감천항 방파제를 출입항 하는 시기에 제7부두인 감천항 한진부두에 접·이안하는 조종성능이 타 선박보다 양호한 4,000TEU급 컨테이너선과 조우토록 시나리오를 설정하여 평가하였다.

한편, 접·이안 안전성은 감천항 방파제로부터 감천항 수산물도매시장 제4부두까지를 대상 구역으로 하여 평가하였다. 시뮬레이션의 목표로 설정한 접안 선석은 접·이안 조선의 난이도를 높이

기 위하여 250m 선석 중 방파제와 가까운 거리에 있는 남쪽의 선석을 정하였고, 접안된 두 선박의 중간에 접·이안하는 것으로 시나리오를 정하였다.

[그림 1]은 통항 및 접·이안 안전성 평가를 위한 시뮬레이션 구간을 나타낸 것이다.



[그림 1] 통항 및 접·이안 시뮬레이션 평가구간

#### 나. 독립변수

통항 및 접·이안 안전성에 영향을 미치는 요인은 수로형상, 항로표지시설, 통항제어 등 항만시스템과 조류, 바람, 시계 등 환경요인, 교통량과 통항방식 등 통항조건, 선박의 신뢰성 및 조선자의 인적요인 등을 들 수 있다. 이 중 항만시스템과 통항조건은 현황을 조사하여 반영하고, 조류를 제외한 환경조건은 최악의 조건을 입력하였다. 동 수역에서 선박조종에 가장 많은 영향을 미치는 환경요인으로 조류를 선정하여 독립변수로 채택하였으며, 낙조와 창조 2개 조건으로 구분하여 검토하였다.

바람은 접안 허용 한계치인 NW의 25노트를 적용하였고, 시계는 조선의 난이도가 높은 야간

을 기준으로 실험하였다.

<표 7> 시뮬레이션에 사용된 독립변수

독립변수	내용	근거
바람	NWly, 25노트	접안 허용한계치
주야	야간	조선 난이도가 높은 조건
조류	최강 창조류 최강 낙조류	

다. 종속변수

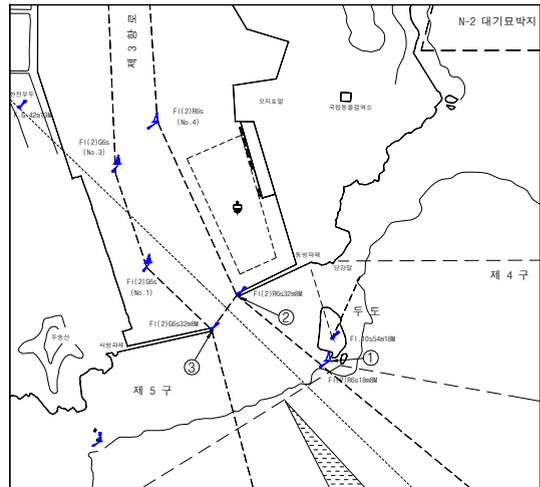
통항 및 접·이안 안전성을 평가하기 위하여 사용된 종속변수는 통항시는 <표 8>, 접·이안시는 <표 9>와 같이 선박의 근접도와 제어도이다. 선박의 근접도는 가항수로 경계, 주변 위험물 및 통항선과의 최근접거리의 평균과 표준편차로 평가하였으며, 선박의 제어도는 여유제어력, 작업부하, 타작동, 선체운동 등에 관한 항목을 분석하여 평가하였다. 근접도 평가항목의 위치는 통항시는 [그림 2], 접·이안시는 [그림 3]과 같다.

<표 8> 통항 안전성 시뮬레이션에 사용된 종속변수

종속변수	내용
근접도	두도 입표(①)와의 최근접거리
	동방파제 끝단(②)과의 최근접거리
	서방파제 끝단(③)과의 최근접거리
	RRFMT의 계산
선체운동	선수방위 변동량
	평균 Yaw Rate
	Yaw Rate 변동량
	평균 스윙트패스
	스윙트패스 변동량
	최대 스윙트패스
타작동	평균사용타각
	타각 변동량
기관사용	평균 기관사용
	기관사용 변동량
작업부하	반전타사용횟수
	기관 사용횟수
여유제어력	여유제어력
	여유 타제어력
	여유 기관제어력

<표 9> 접이안 안전성 시뮬레이션에 사용된 종속변수

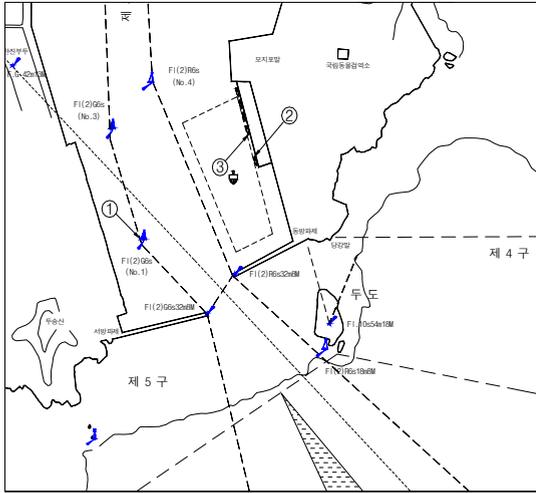
종속변수	내용
근접도	제1호 등부표(①)와의 최근접거리
	남측 선수방향 접안선(②)과의 최근접거리
	북측 선미방향 접안선(③)과의 최근접거리
선체운동	평균 스윙트패스
	스윙트패스 변동량
	최대 스윙트패스
타작동	평균사용타각
	타각 변동량
기관사용	평균 기관사용
	기관사용 변동량
작업부하	반전타사용횟수
	기관 사용횟수
여유제어력	여유제어력
	여유 타 제어력
	여유 기관 제어력



[그림 2] 통항 시뮬레이션 근접도 평가지점

라. 시나리오 설계

시나리오 설계시 통항과 접·이안을 구분하여, 통항은 270톤급 선망 어선을 대상으로, 입항시는 조종 난이도가 높은 야간의 최강 낙조류와 창조류를, 출항시는 조종 난이도가 높은 야간의 최강 낙조류와 창조류 조건으로 하여 4개의 시나리오를 설정하였다.



[그림 3] 접·이안 시뮬레이션 근접도 평가지점

그리고 접·이안의 경우 계획부두 돌핀에는 270톤급 선망 어선을 대상으로 접안과 이안을 나.창조류의 조류 조건으로 총 4개의 시나리오를 구성하였다.

감천항 동측방파제 북측에 설치되어 있는 정박지의 경우 하수종말처리장 전면의 경우는 정박지로 사용가능하나 목표부두인 제4부두 전면은 입출항을 위하여 정박지를 지정해제토록 정박지 수

정이 필요하다. 따라서 본 접·이안 시뮬레이션에서는 하수종말처리장 전면의 정박지에 선박이 존재한다는 조건에서 선박조종 난이도가 높으므로 출항자세로 접안토록 하고, 이안은 입항자세가 가깝게 두어 실험하였다.

따라서 총 8개의 시나리오를 설정하고, 6명의 조선자가 48회의 시뮬레이션을 수행하도록 설계하였다.

<표 10>은 이들 시나리오의 수행 순서와 그 횟수를 나타낸 것이다. 여기서 수행 순서는 날짜별 차이를 상쇄시켜 인자 수준간의 차이를 독립적으로 구할 수 있도록 완전히 랜덤화하여 작성한 것이다.

6명의 선장이 이들 시나리오를 수행할 때, 선장은 면허를 가진 항해사 및 실무경험이 많은 조타수의 도움을 받는다. 항해사는 실선에서와 같이 선장에게 항해상 필요 정보를 제공하거나 선장의 명을 받아 기관사용 등의 필요조치를 하도록 한다. 조타수도 선장의 침로명령이나 조타명령을 수행한다.

<표 10> 270톤급 선망 어선의 통항 및 접·이안 시나리오 설계

독립변수 조선자	통항				접·이안			
	입항		출항		접안		이안	
	야간				야간			
	낙조류	창조류	낙조류	창조류	낙조류	창조류	낙조류	창조류
S1	5	1	5	3	3	2	5	4
S2	6	3	3	6	5	1	3	2
S3	1	5	1	5	6	6	6	3
S4	2	2	2	1	1	4	4	6
S5	4	4	6	2	2	5	2	5
S6	3	6	4	4	4	3	1	1
시나리오 소계	6	6	6	6	6	6	6	6
시뮬레이션	통항 및 접·이안 시나리오의 총 시뮬레이션 횟수 = 48회							

마. 시나리오 설계 조건

1) 최악 조건

(1) 외력의 기준 : <표 7> 참고

(2) 선박 기준 : 조종성능이 타 선박보다 양호한 4,000TEU(50,000톤급) 컨테이너선

2) 최적 조건

(1) 외력의 기준 : 외력의 영향이 0인 상태

(2) 선박 기준 : 감천항 출입항 선박의 50% 정도인 선박 톤수(500 ~ 1,000톤)

최악조건하에서 조종성능이 타 선박보다 양호한 50,000톤급 선박과의 통행시 동방과제 끝단과 충돌 위험성 거리가 낙조류시에는 약 6m 부족하고, 창조류시에는 약 13m가 부족하다고 평가되었으므로, 1,000톤급 기준 상선의 선평이 13m 정도이기 때문에 50,000톤급 상선 폭은 약 40m이므로 여유 거리가 27m나 되어 안전성 평가는 안전하다고 판단되어 시뮬레이션 평가는 이행하지 아니하였음.

3) 일반 조건

(1) 외력의 기준 : 최악 조건의 1/2

(2) 선박 기준 : 감천항 출입항 선박의 50% 정도인 선박 톤수(500 ~ 1,000톤)

최악조건하에서 조종성능이 타 선박보다 양호한 50,000톤급 선박과의 통행시 동방과제 끝단과 충돌 위험성 거리가 낙조류시에는 약 6m 부족하고, 창조류시에는 약 13m가 부족하다고 평가되었으므로, 1,000톤급 기준 상선의 선평이 13m 정도이기 때문에 50,000톤급 상선 폭은 약 40m이므로 여유 거리가 27m나 되어 안전성 평가는 안전하다고 판단되어 시뮬레이션 평가는 이행하지 아니하였음.

<표 11> 화물선 및 컨테이너선 제원

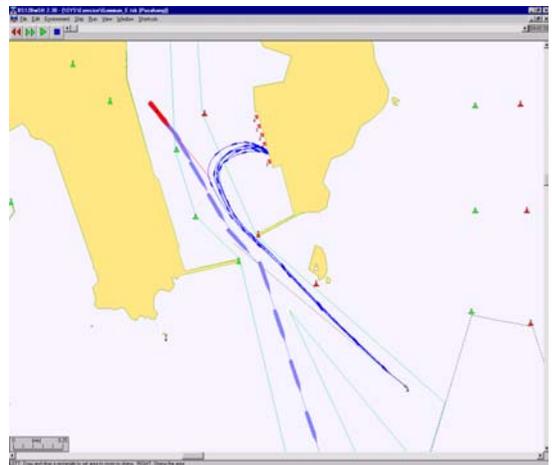
크기	길이	너비	높이	비고
1,000톤	83m	13.1m	3.9m	화물선
5,000톤	110m	20m	10m	컨테이너선
20,000톤	200m	28m	17m	"
40,000톤	240m	32m	35m	"
50,000톤	250m	40m	40m	"

자료 : 현대상선, 고려해운

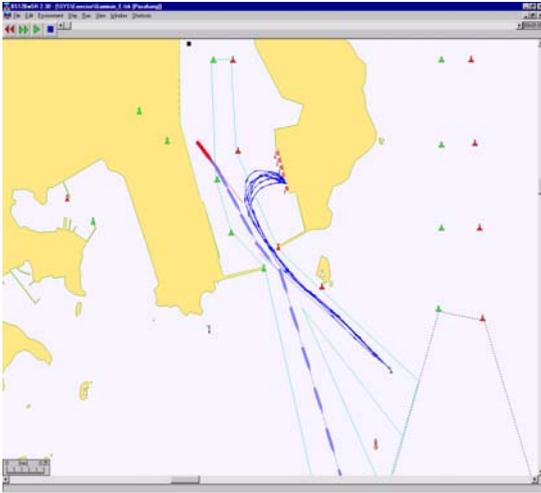
2. 270톤급 선망 어선의 입항 및 접안 안전성 평가

가. 입항 및 접안 시뮬레이션 합성 항적도

감천항 수산물도매시장인 제4부두에 접안하기 위한 270톤급 선망 어선의 감천항 입항시 통항 및 접안 안전성 평가는 최강 낙조류와 창조류 각각의 상황에서 야간 입항을 시행하였으며, 시뮬레이션 결과 항적합성도는 [그림 4]와 [그림 5]와 같다.



[그림 4] 270톤급 선망 어선의 낙조류시 야간 입항 시뮬레이션 항적합성도



[그림 5] 270톤급 선망 어선의 창조류시간 입항 시물레이션 항적합성도

나. 입항시 통항 안전성 평가

감천항 진입항로 통항안전성은 출발점인 감천항 도선점 부근에서 두도를 지나 감천항 방파제까지의 구간을 대상으로 평가하였다.

입항시의 통항안전성을 살펴보면, 감천항 제4부두로 입항하는 과정에서 두도 입표와의 최근접거리와 서방파제 끝단과의 최근접거리는 경계를 이탈할 확률이 0.0000 미만이었으나, 4,000TEU급 컨테이너선과 방파제 주변수역에서 조우하는 상황에서의 동방파제 끝단과의 최근접거리는 상대위험요소(RRFMT)가 낙조류시 0.0010, 창조류시

0.0033으로 본선 입항시 4,000TEU급 컨테이너선과 방파제 입구에서 조우한 영향에 따라 동방파제 끝단과의 거리가 낙조류시 약 6m, 창조류시 약 13m가 부족한 것으로 분석된다.

방파제 주변구간으로 항로폭이 260m인 방파제 입구에서 조종성능이 타 선박보다 양호한 4,000TEU급 선박조우시의 상대위험요소(RRFMT)를 평가한 결과 낙조류시는 0.0009, 창조류시는 0.0043으로 낙조류시 약 9m, 창조류시 16m가 부족한 것으로 분석되었기 때문에 조종성능이 컨테이너 선박보다 더 나쁜 타 선박은 컨테이너 선박보다 상대위험요소는 더 크다고 판단되어 진다.

따라서 출항하는 4,000TEU급 컨테이너선박과 방파제 주변에서 조우시는 컨테이너선과 방파제에서 조우상태의 통항은 위험하며 최소한 컨테이너선박과 두도 정황이남에서 조우되도록 선박교통관리가 행하여져야 할 것이다.

입항시 제어도 평가결과 낙조류와 창조류 모두 여유 제어력이 0.57 수준으로 충분한 여유제어력을 확보하였으며, 기타 제어도에 관련하여 통항 안전성에 특이한 문제점이 나타나지는 않았다.

다. 입항시 접안 안전성 평가

감천항 접안 안전성은 감천항 방파제에서 제4부두 전면수역까지의 구간을 대상으로 평가하였다.

접안 안전성을 살펴보면, 방파제로부터 제4부두로 접안하는 과정에서 하수종말처리장 전면 정박지에 정박중인 선박을 피하여 목표선석에 접근 중 제1호 등부표와의 최근접거리와 남측 선수방향 접안선과의 최근접거리는 낙조류와 창조류 조건 모두에서 0.0000 미만으로 안전을 확보할 수 있었고, 북측 선미방향 접안선과의 최근접거리는 낙조류시는 상대위험요소(RRF) 0.0000 미만으로 안전이 확보되었으나, 창조류시는 상대위험요소(RRF) 0.0006으로 접안선과 충돌될 일부 위험성을 가지고 있으므로 조선상 유의가 요망된다. 이는 하수종말처리장 전면 묘박지에 정박중인 선박과의 충돌을 피하면서 선회 접안하기 때문으로 분석되며 묘박지를 조정하여 축소가 되면 안전성이 확보될 것으로 판단된다.

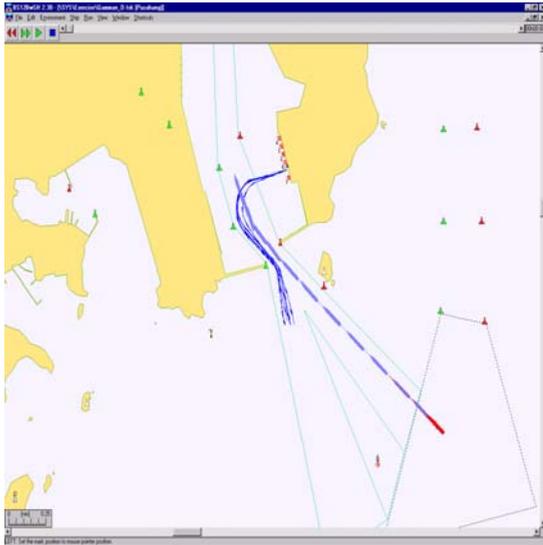
제어도 평가결과 접안시의 여유 제어력이 낙조류 0.69, 창조류 0.72 수준으로 모두 충분한 여유 제어력을 확보하였으며, 기타 제어도에 관련하여 접안 안전성에 특이한 문제점이 나타나지는 않았다.

3. 270톤급 선망 어선의 이안 및 출항 안전성 평가

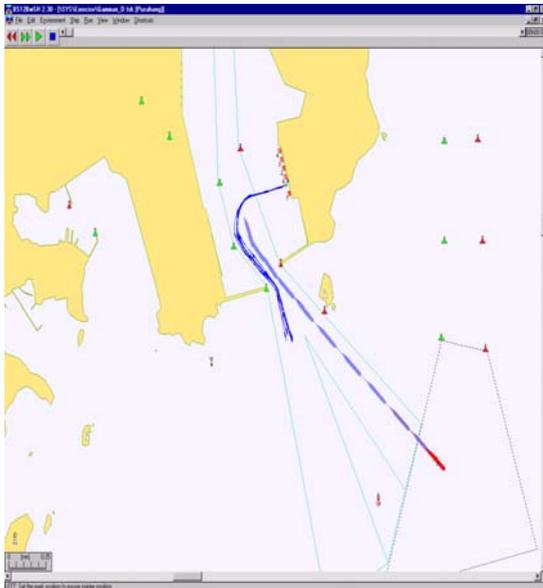
가. 이안 및 출항 시물레이션 합성 항적도

감천항 수산물도매시장인 제4부두에서 이안하여 방파제를 통과하는 270톤급 선망 어선의 출항

안전성 평가는 최강 낙조류와 창조류 각각의 상황에서 야간 출항을 시행하였으며, 시뮬레이션 결과 항적합성도는 [그림 6]과 [그림 7]과 같다.



[그림 6] 270톤급 선망 어선의 낙조류시 야간 출항 시뮬레이션 항적합성도



[그림 7] 270톤급 선망 어선의 창조류시 야간 출항 시뮬레이션 항적합성도

#### 나. 출항시 이안 안전성 평가

감천항 이안 안전성은 제4부두 전면수역에서부터 감천항 방파제까지의 구간을 대상으로 평가하였다.

이안 안전성을 살펴보면, 남측 선수방향 접안선과 북측 선미방향 접안선과의 최근접거리 및 제4호 등부표와의 최근접거리는 낙조류와 창조류 조건 모두에서 0.0000 미만으로 충분히 안전을 확보할 수 있었다.

다만, 이안 시는 항로를 횡단하여 방파제를 통하여 출항하는 조건에 해당하므로, 선박교통관리사무소(가칭)로부터 입항하는 선박의 정보를 사전에 확인하여 항로를 횡단하여 방파제까지 출항하는데 입항선과 조우되지 아니하도록 조치할 필요가 있다.

제어도 평가결과 이안시의 여유 제어력이 낙조류 0.71, 창조류 0.67 수준으로 모두 충분한 여유 제어력을 확보하였으며, 기타 제에도 관련하여 이안 안전성에 특이한 문제점이 나타나지는 않았다.

#### 다. 출항시 통항 안전성 평가

출항시 감천항 방파제 통항 안전성은 4,000TEU급 컨테이너선이 방파제 입구에서 조우하는 조건에서 본선이 출항하는 방파제 주변 구간을 대상으로 평가하였다.

출항시의 통항안전성을 살펴보면, 감천항 제4부두로부터 출항하는 과정에서 동방파제 끝단과의 최근접거리는 경계를 이탈할 확률이 0.0000 미만으로 충분한 여유를 가지고 통과하였으며, 방파제 주변구간으로 항로폭이 260m인 방파제 입구에서 입항하는 4,000TEU급 선박과 조우시의 상대위험요소(RRFMT)를 평가한 결과도 0.0000미만으로 충분한 항로폭을 확보한 것으로 평가된다. 이는 본선이 서측 방파제 통과직후 출항항로로 조속한 변침이 가능하여 입항선박과의 피항거리 확보가 용이하므로 항로경계와의 수역을 보다 넓게 이용할 수 있기 때문으로 판단된다.

그러나 본선 출항시 입항하는 4,000TEU급 컨테이너선박의 도선사는 심리적 부담이 크게 작용할 것이므로 통항 안전을 확실히 확보하는 차원에서 두도와 방파제사이 구간에서는 선박이 조우되지 아니하도록 선박교통관리가 따라져야 할 것이다.

#### 4. 통항 및 접·이안 안전성 평가 결론

가. 270톤급 선망 어선의 항로 통항 안전성 평가

##### 1) 입항

입항시 4,000TEU급 컨테이너선과 방파제 주변 수역에서 조우하는 상황에서의 동방파제 끝단과의 최근접거리는 상대위험요소(RRF)가 낙조류시 0.0010, 창조류시 0.0033으로 본선 입항시 4,000TEU급 컨테이너선과 방파제 입구에서 조우한 영향에 따라 동방파제 끝단과의 거리가 낙조류시 약 6m, 창조류시 약 13m가 부족한 것으로 분석된다.

방파제 주변구간으로 항로폭이 260m인 방파제 입구에서 4,000TEU급 선박조우시의 상대위험요소(RRFMT)를 평가한 결과 낙조류시는 0.0009, 창조류시는 0.0043으로 낙조류시 약 9m, 창조류시 16m가 부족한 것으로 분석된다.

따라서 출항하는 4,000TEU급 컨테이너선박과 방파제 주변에서 조우시는 컨테이너선과 방파제에서 조우상태의 통항은 위험하며 최소한 컨테이너선박과 두도 정횡이남에서 조우되도록 선박교통관리가 따라져야 할 것이다.

##### 2) 출항

출항시 방파제 주변구간으로 항로폭이 260m인 방파제 입구에서 입항하는 4,000TEU급 선박과 조우시의 상대위험요소(RRFMT)를 평가한 결과 0.0000미만으로 충분한 항로폭을 확보한 것으로 평가된다.

그러나 본선 출항시 입항하는 4,000TEU급 컨테이너선박의 도선사는 심리적 부담이 크게 작용할 것이므로 통항 안전을 확실히 확보하는 차원에서 두도와 방파제사이 구간에서는 선박이 조우

되지 아니하도록 선박교통관리가 따라져야 할 것이다.

##### 3) 출·입항 종합평가

출·입항조건을 모두 고려할 시 방파제 사이에서 270톤급 선망 어선과 4,000TEU급 컨테이너선과의 조우는 260m의 현 방파제 폭으로 부족하므로 두도와 방파제사이 구간에서는 선박이 조우되지 아니하도록 엄격한 선박교통관리가 따라져야 할 것이다.

##### 4) 제어도 평가

제어도에 관련하여 통항 안전성에 특이한 문제점이 나타나지는 않았다.

나. 270톤급 선망 어선의 제4부두 접·이안 안전성 평가

##### 1) 접안

방파제로부터 제4부두로 접안하는 과정에서 하수종말처리장 전면 정박지에 정박중인 선박을 피하여 목표선석에 접근중 북측 선미방향 접안선과의 최근접거리는 낙조류시는 0.0000 미만으로 안전이 확보되었으나, 창조류시는 0.0006으로 접안선과 충돌될 일부 위험성을 가지고 있으므로 조선상 유의가 요망된다.

##### 2) 이안

낙조류와 창조류 조건 모두에서 제4부두에서 방파제로의 이안은 0.0000 미만으로 충분히 안전을 확보할 수 있었다.

다만, 이안시는 항로를 횡단한 후에 방파제를 통하여 출항하는 조건에 해당하므로, 합동어선관리사무소(가칭)로부터 입항하는 선박의 정보를 사전에 확인하여 항로를 횡단하여 방파제까지 출항하는데 입항선과 조우되지 아니하도록 조치할 필요가 있다. 이안하는 선박의 안전성을 확보하기 위하여 필요시에는 감천항내 우현 제4부포 부근에서 횡단하여 출항하도록 변침점 지정이 요구된다.

##### 3) 접·이안 종합평가

접안시는 창조류의 경우 하수종말처리장 전면

정박지에 정박중인 선박의 영향으로 선회후 접안 과정에서 북측 선미방향 접안선과의 최근접거리가 가까워질 수 있으므로 조선상 유의가 요망된다.

이안시는 사전에 합동어선관리사무소(가칭)로부터 입항하는 선박의 정보를 확인하여 항로를 횡단하여 방파제까지 출항하는데 입항선과 조우되지 아니하도록 선박교통관리의 필요성이 있다.

#### 4) 제어도 평가

제어도에 관련하여 접·이안 안전성에 특이한 문제점이 나타나지는 않았다.

### 다. 해상교통관리를 위한 조치

#### 1) 현황 및 문제점

감천항 수산물 도매시장이 2008년도에 개장됨에 따라 감천항에 출입항하는 어선의 수가 증가할 것으로 예상되고, 1일 9척 제한시 현재 감천항 출입항 어선 척수에서 3배 이상의 증가가 예상되며, 또한 감천항 방파제의 폭이 260m 정도로 좁고, 감천도매시장의 위치가 방파제 입구 부근에 있기 때문에 대형 상선과 대형 어선의 출입항이 방파제 부근에서 동시에 이루어질 때 선박안전의 위험요소가 매우 크다고 판단된다.

그러나, 현행법상 연근해 어선은 VTS(해상교통관제)의 대상이 아니며, 기존 출입항하는 어선들이 있기 때문에 이를 강제적으로 제재하는 방안은 없는 실정이다.

#### 2) 단기적 대책

- 감천항 제4부두에 출입항, 접·이안하는 선박의 선장을 대상으로 출입항에 관련된 법(개항질서법, 통신기기사용법, 보고요령 등)에 관련된 교육을 수산물도매시장이 개장되기 전에 실시하여 출입항시의 선박안전에 관한 지식을 사전에 숙지하도록 하는 것을 의무화하는 것이 바람직함.

- 감천항 제4부두에 접·이안하는 선박이 출입항시에는 선박의 안전운항을 위하여, 선박안전에 관한 정보제공 및 출입항하는 어선을 통제하기 위하여 해경, 수협직원, 기타 관계 직원이 합동어

선관리사무소(가칭)를 설치하여 VTS의 선박운항 정보를 받아 연근해어선의 출·입항 통제 시스템을 구축할 필요성이 있음.

- 또한, 합동어선관리사무소의 지시를 이행하지 않거나 무시한 어선은 추후 감천도매시장을 이용하는 것을 제한하는 등 자체 선박교통관리계획을 수립하여야 할 것으로 판단됨.

- 접안 선박이 출항하는 경우에는 입항 선박과 교차해야 하므로 입항하는 선박보다는 충돌의 위험성이 높다고 판단되므로 필요시에는 감천항내 우현 제4부두 부근에서 출항하도록 강제 의무를 부여하는 것이 바람직함.

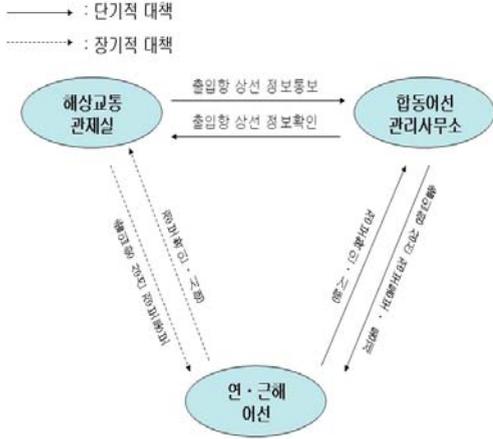
#### 3) 장기적 대책

- 제4부두에 접안하는 어선의 안전을 위해서는 현재 설치되어 있는 감천항 레이더 설치 장소는 높은 감천항 방파제와 레이더사이트는 주변 건축 시설물로 인하여 주변 해역의 소형어선 음영구역 발생과 잘못된 반사와 영향으로 물표소실 및 허상이 발생될 우려가 크므로 현 감천항 레이더 설치 장소를 감천항 방파제부근을 탐지할 수 있는 위치[수산물도매시장 건물 옥상(건물 위)]로 이동 설치하여 운영하는 것이 필요함.

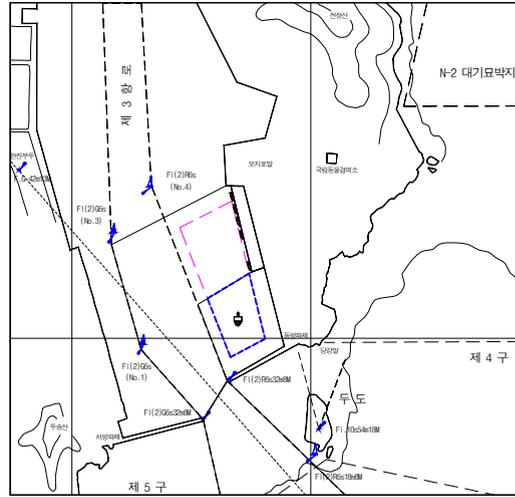
- 국제항인 감천항이 수산물도매시장이 개장되고, 공동어시장이 시설 현대화를 위한 공사가 시작되면 상선뿐만이 아니고 감천항에 출입항하는 어선이 폭주할 것에 대비하여 아래의 시설 및 관계법 개정, 제정 등의 장기적 계획을 수립 하여 추진할 필요성이 강조됨.

- 감천항 부근을 전담할 VTS시설 설치 계획 수립 추진
- 연근해 어선의 진출입을 시각적으로 신호할 "선박통항신호표시" 시설(국제항로표지협회, IALA 권고 E-111)신설
- 감천항 통항규칙 제정
- 부산항 관제 운영 규정 제정

4) 합동어선관리사무소(가칭)의 감천항 제4부두 이용 어선 통제의 흐름도



[그림 8] 감천항 제4부두 이용 어선 통제의 흐름도



[그림 9] 계획부두 전면 정박지 수정(안)

라. 추가 조치사항

1) 전면 정박지 수정

감천항 동측 방파제 북측에 현재 존재하는 정박지의 경우 하수종말처리장 전면의 경우는 정박지로 사용 가능하나 목표 부두인 제4부두 전면은 입출항을 위하여 정박지를 지정해제토록 [그림 9]과 같이 정박지 수정이 필요하다.

2) 어선의 접안 척수 제한

(1) 하역 한계 파고 설정

<표 12> 하역 한계 파고

선형	하역한계파(H 1/3)	비고
소형선	0.3m	500톤 이하
중·대형선	0.5m	500~50,000톤
초대형선	0.7~1m	50,000톤 이상

자료 : 감천항 정온도 향상 방안 검토 용역(2005. 6)

수산물 도매시장에 접·이안하는 어선은 소형선에 해당하므로 안전 하역한계파고는 0.3m로 설정

하였다.

(2) 접안 선석 설정

제4부두 연근해어선의 접안시설 총 길이가 250m이고, 선망어선의 전장이 50m, 대형기선저인망 어선의 전장이 36m이므로

- 선망 1선석, 저인망 2선석 : 총 길이(122m 정도)
- 선망 2선석, 저인망 1선석 : 총 길이(136m 정도)

이와 같이 어선이 3선석에 접안할 경우 접안 선박 총 길이는 122m~136m가 되므로 선석과 선석 사이 공간거리가 38~43m가 되므로 어선이 동시에 접·이안하는 데도 선박안전에 위험이 없는 것으로 판단된다.

(3) 1선석에 접안 척수

감천항 제4부두와 감천항 입·출항 항로와의 거리가 430m 떨어져있으며, 부산 남항의 출·입항 항로와 공동어시장의 접안시설과의 가장 가까운 거리는 250m 정도이지만 공동어시장에서는 현재 1선석에 3척을 접안시켜 하역작업을 하고 있어도 선박의 안전 및 하역작업에 의한 위험성이 없었기 때문에 1선석에 3척 접안은 안전하다고 판단된다.

(4) 접안 척수 제한

접안선박의 안전성, 연근해수산물의 경매과정의 특수성, 접안 시설의 높이 및 하역 시간 등을 고려할 때 1일 접안 척수를 9척으로 제한하는 것이 타당성이 있음.

에서 두도와 방파제 사이 구간에서는 선박이 조우되지 아니하도록 선박교통관리가 따라져야 할 것이다.

## V. 결론

### 1. 입항 시

입항시 4,000TEU급 컨테이너선과 방파제 주변 수역에서 조우하는 상황에서의 동방파제 끝단과의 최근접거리는 상대위험요소(RRF)가 낙조류시 0.0010, 창조류시 0.0033으로 본선 입항시 4,000TEU급 컨테이너선과 방파제 입구에서 조우한 영향에 따라 동방파제 끝단과의 거리가 낙조류시 약 6m, 창조류시 약 13m가 부족한 것으로 분석된다.

방파제 주변구간으로 항로 폭이 260m 정도인 방파제 입구에서 4,000TEU급 선박조우시의 상대위험요소(RRFMT)를 평가한 결과 낙조류시는 0.0009, 창조류시는 0.0043으로 낙조류시 약 9m, 창조류시 16m가 부족한 것으로 분석된다.

따라서 출항하는 4,000TEU급 컨테이너선박과 방파제 주변에서 조우 시는 컨테이너선과 방파제에서 조우상태의 통항은 위험하며 최소한 컨테이너선박과 우도 정횡 이남에서 조우되도록 선박교통관리가 따라져야 할 것이다.

### 2. 출항 시

출항시 방파제 주변구간으로 항로폭이 260m인 방파제 입구에서 입항하는 4,000TEU급 선박조우시의 상대위험요소(RRFMT)를 평가한 결과 0.0000미만으로 충분한 항로폭을 확보한 것으로 평가된다.

그러나 본선 출항시 입항하는 4,000TEU급 컨테이너선박의 도선사는 심리적 부담이 크게 작용할 것이므로 통항 안전을 확실히 확보하는 차원

### 3. 접안 시

방파제로부터 제4부두로 접안하는 과정에서 하수종말처리장 전면 정박지에 정박중인 선박을 피하여 목표선석에 접근중 북측 선미방향 접안선과의 최근접거리는 낙조류 시는 0.0000 미만으로 안전이 확보되었으나, 창조류 시는 0.0006으로 접안선과 충돌될 일부 위험성을 가지고 있으므로 조선상 유의가 요망된다. 그러나 수산물도매시장 전면 정박지가 [그림 9]와 같이 조정되면 안전성이 확보가 됨.

### 4. 이안 시

낙조류와 창조류 조건 모두에서 제4부두에서 방파제로의 이안은 0.0000 미만으로 충분히 안전을 확보할 수 있었다.

다만, 이안시는 항로를 횡단하여 방파제를 통하여 출항하는 조건에 해당하므로, 합동어선관리사무소(가칭)로부터 입항하는 선박의 정보를 사전에 확인하여 항로를 횡단하여 방파제까지 출항하는데 입항선과 조우되지 아니하도록 조치할 필요가 있다

### 5. 출입항 및 접·이안시 종합평가

가. 출입항 조건을 모두 고려할 시 방파제 사이에서 270톤급 선망어선과 4,000TEU급 컨테이너선과의 조우는 260m의 현 방파제 폭으로 부족하므로 두도와 방파제사이 구간에서는 선박이 조우되지 아니하도록 엄격한 선박교통관리가 따라져야 할 것이다.

나. 접안 시는 창조류의 경우 하수종말처리장 전면 정박지에 정박중인 선박의 영향으로 선회 후 접안과정에서 북측 선미방향 접안선과의 최근

접거리가 가까워질 수 있으므로 조선상 유의가 요망된다.

다. 이안 시는 사전에 합동어선관리사무소(가칭)로부터 입항하는 선박의 정보를 확인하여 항로를 횡단하여 방파제까지 출항하는데 입항선과 조우되지 아니하도록 조치할 필요가 있다.

## 참고 문헌

(주)한진해운(1995). 감천항 한진 컨테이너부두 선

박조종시물레이션 용역보고.

(주)현대 미포조선(2000). 미포조선 의장안벽 축조공사 선박 시물레이션.

(주)헤인 이엔씨(2007). 여수 국가산단 진입도로 개선공사(제3공구)입찰설계용역 중 선박조종시물레이션 부분.

부산지방해양수산청(2005). 감천항 항로변경 및 도등기능 개선 설계 용역.

부산지방해양수산청 부산항만건설사무소(2005). 감천항 정온도 향상 방안 검토 용역.

해양수산부(2006). 인천신항 기본설계 용역.

해양수산부(2006). 해양수산통계 연보.