
목포항 제1항로의 신항로 개설 및 항로표지 재배치에 관한 연구

김 세 원*

A Study of New Route Establishment and Arrangement of Aids to
Navigation on No.1 Fairway of Mokpo Port

*Se-Won Kim**

Abstract

One of the most important things to keep safety of sailing vessel is to secure the safe fairway with the proper arrangement of Aids to navigation at around the routes. Considering the approach fairway in all korean ports, the Mokpo-Ku route is the worst condition in respect of natural environment and geographical location.

In this connection, this paper has made analysis of the physical conditions of No.1 fairway of Mokpo port including layout of the aids to navigation and obtained following results that (1) Recommend to dredging around the No.2 buoy area and arrange a sufficient semi-circle turning basin for No.1 fairway of Mokpo port. (2) Be Recommended that re-arrange and install 12 sets of Aids to Navigation for No.1 fairway (3) Proposed to design a new route between the passage of Jangja-Do and Maek-Do narrow channel areas and also install 9 sets of Aids to Navigation for passing small ferry boats which sail from Mokpo port.

1. 서 론

항만 및 터미널의 효율적인 운영을 위해서는 관련 행정기관의 신속한 업무처리를 통한 선박 회항시간의 단축과 화물취급 능력의 향

상에 있다고 인식할 수도 있으나, 무엇보다도 중요한 요소는 선박 및 화물의 안전을 보장할 수 있는 여러가지 항만시설의 제공이라고 말할 수 있다. 이러한 항만시설의 중요한 부분으로는 적절한 항로표지 배치, 항만 입구 및 부두

* 한국해양대학교 교수

의 안전수심, 효율적인 도선, 항만 내에서의 안전항해, 통신 및 관제시스템의 개발, 하역장비 및 구조물 정비 서비스, 그리고 항만 내에서의 위험화물의 안전한 취급 및 적재 등이다. 특히 입출항 선박의 원활한 교통흐름을 통한 안전항해와 항만부근의 정박 및 이동하는 선박과의 충돌사고를 방지하기 위한 효율적인 항로 및 항로표지 배치는 항만안전의 가장 기본적인 요소이다.

본 연구에서는 우리나라 주요 항만의 입출항 항로 중에서 지리적, 물리적으로 가장 취약한 항로로 판단되는, 목포항만의 접근항로인 목포구 부근의 각종 교통환경과 기존항로 및 항로표지의 배치에 대하여 알아보고, 이 부근에서의 항행여건의 개선을 위하여 신항로 개설 및 항로표지의 재배치에 대하여 고찰하고자 한다.

2. 항만시설물에 따른 항로개설 기준

항만시설물의 효율적인 운영 및 관리를 위한 항만 입출항 항로의 배치, 항로의 폭, 항로의 수심, 조종선회 구역의 크기 등에 관한 설계 지침에 대한 주요내용에 대하여 알아보도록 한다.

2.1 항로개설에 관한 국제적인 항만시설물의 설계기준

전 세계적으로 널리 이용되고 있는 항로 설계 기준으로는 항만설계 전문가, 선체운동연구 전문가, 항해연구 전문가 등으로 구성된 연구기관인 "Permanent International Association of Navigation Congresses(PIANC)"에 의하여 1980년도에 발표된 PIANC Rule이 있으며, 여기서 규정하고 있는 항만 설계지침의 주요내용을 정리하면 다음과 같다.

1) 항로의 배치

(1) 항로의 배치는 해당 지역의 지리적, 환경적 영향인 바람, 조류, 파도, 선체 운동역학, 항해장비 등에 의하여 결정된다.

(2) 선박의 조종성능은 횡방향 조류나 바람에 의하여 큰 영향을 받기 때문에 대형선의 최저속도를 고려하면, 선박의 편각은 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 를 넘지 않도록 한다.

(3) 가급적 직선항로가 되도록 설계하도록 하고, 소각도 변침을 수회할 수 있는 것을 허용할 수 있다.

(4) 대각도 변침이 불가피한 경우에는 선회 중심점을 중심으로 방사형의 조종이 가능하도록 단일커브의 만곡부로 설계되어야 하고, 양질의 항로표지를 설치하도록 한다.

(5) 만곡부의 반경은 최대선박 길이의 최소한 5배 이상이어야 한다.

(6) 만곡부 사이의 직선 통항로는 최대선박 길이의 10배 이상으로 한다.

(7) 교량 등이 있어서 항로폭이 좁아지는 곳에는 최대 통항선박 길이의 5배이상의 직선 통항로를 경계부분 전후에 두어야 한다.

(8) 항로나 항내에서 선박의 사고나 기관고장 발생시에 빠른 시간내에 항로를 벗어날 수 있는 여유수역 확보 및 그 길이를 짧게 하여야 한다.

2) 항로의 폭

항로폭은 확보된 최저 수심상의 항로의 최소 너비를 말하는 것으로 다음의 조건을 만족하여야 한다.

(1) 편도항로의 항로폭은 최대 선박의 선폭, 선박의 횡방향 위치오차 성분 크기, 항로이탈 후 원래 항로복귀에 따른 추가 이탈거리 등을 고려하여 결정하여야 한다. 그리고 횡방향 조류에 의한 편각을 위해서는 $\frac{1}{2} L \sin\beta$ (L: 선체의 길

이, $\tan\beta$ =조류속도의 횡방향 성분/선속)의 값을 항로폭에 추가하여야 하고, 좌우현으로 선폭의 1/2보다 작지 않은 안전여유폭을 가져야 한다.

(2) 따라서 항로의 최소폭은 기본적으로 다음에 의하여 결정되어야 한다.

- ① 항로를 이용할 가장 큰 선박의 크기와 조정성능
- ② 항행환경에 적합한 항로표지 및 항해기기의 특성
- ③ 항로표지의 정확도 및 신뢰성
- ④ 허용 통항 속도뿐만 아니라 교통량 및 교통 특성
- ⑤ 해상 및 기상 상태와 항로에 대한 조류의 횡방향 성분의 성질 및 세기
- ⑥ 선장, 도선사 등의 인간요인에 영향을 크게 받음

(3) 현재의 기술수준으로 진입수로의 폭 결정에 영향을 미치는 요소들의 부분적인 평가는 가능하나 종합적이고 정확한 계산은 할 수는 없으며, 일반적인 권고는 항로폭은 최대선폭의 5배보다 작아서는 안된다는 것이다.

(4) 만곡부에서는 항로의 여유폭을 $L^2/8R$ (L: 선박 길이, R:만곡부의 반경)로 하고, 특히 만곡부에서의 조종상의 특성을 고려한 추가 여유폭을 증가시켜야 한다.

(5) 왕복통항로의 경우는 두 통항선박 사이의 간격이 최소한 최대선박 선폭의 2배가 되면 위협하지 않으며, 조종성 제한도 고려해야 한다.

3) 항로의 수심

항로의 수심은 기본수준면을 기준으로 하여 최대허용흘수, 선저여유수심, 그리고 명목상 해저면과 준설 해저면과의 차이를 합한 값을 최저수심으로 하여야 한다.

(1) 기본수준면은 기상악화로 인한 수심의 감

소를 포함하여 최소조석 상태시 최저 수준면, 계획된 조종시간 초과에 대비한 안전여유, 수준면 예측상의 부정확성과 관련한 여유를 고려해서 계산되어야 한다.

(2) 최대 허용흘수는 출입항하는 최대선박의 국제만재흘수선증서 상의 흘수로 하고, 이 값은 해수염도와 선적조건에 따라 수정이 필요하며, 흘수의 불확실성을 보완하기 위해 최소한 (+)30cm의 흘수수정이 바람직하다.

(3) 명목상 해저면은 그 면 위에 항해상 장애물이 존재하지 않는 해저면을 말한다.

(4) 순수선저여유수심은 최악의 기상 및 해상 상태 하에서 계획된 속력으로 항행시의 용골에서 명목상 해저면까지의 최소한의 여유거리로 최소한 0.5m는 되어야 하고, 해저가 암반인 경우는 1.0m는 되어야 한다. 그리고 기타 고려사항으로는 선체의 크기와 종류, 운송화물의 종류, 주변환경 및 교통량 등이 있다.

(5) 선속에 의해 발생하는 Squat 및 Swell에 의한 선체의 Heave운동 수직거리도 다양한 변수들의 값에 따라 계산되어야 하며, 특히 해저경사면(h)과 수심(H)의 비(h/H)의 값이 0.4이상인 때에는 유의해야 한다.

(6) 준설해저면의 깊이는 명목상 해저면의 깊이에 준설기간사이의 퇴적량, 준설오차, 측심의 정확도 등을 고려하여 산출해야 한다.

(7) 기본수준면, 명목상해저면, 선저여유수심 등을 결정할 때는 여러 변수의 각종 오차를 고려해야 한다.

(8) 결론적으로 수심을 결정하는데는 지역적인 조건들이 매우 중요하게 작용하기 때문에 항로의 최소수심을 결정하기 위한 정확한 규칙을 정하는 것은 불가능한 일이나, 지금까지 연구 및 관측자료들을 바탕으로 최소수심 결정에 대하여 다음 사항들이 권고되고 있다.

- ① Open Sea 해역 : 강한 스웰에 노출된 해역으로 높은 속력으로 항행할 수 있는 지역의 경우, 총 선저여유수심은 대상 선박 최대흘수의 20%가 되어야 한다.
- ② 대기 해역 : 강한 스웰에 노출된 대기해역의 경우, 총 선저여유수심은 흘수의 15%가 되어야 한다.
- ③ 수로 : 강한 스웰에 노출된 수로의 경우, 총 선저여유수심은 흘수의 15%가 되어야 하고, 비교적 스웰에 덜 노출된 수로의 경우, 총 선저여유수심은 흘수의 10%가 되어야 한다.
- ④ 조종 및 접이안 해역 : 스웰에 노출되어 있는 지역의 경우, 총 선저여유수심은 흘수의 10~15%가 되어야 하고, 스웰 등으로부터 보호되어 있는 지역의 경우, 총 선저여유수심은 흘수의 7%가 되어야 한다.

4) 조종 선회 구역

(1) 선박의 조종구역은 선박이 속력을 줄이는데 필요한 구역과 선회에 필요한 구역으로 구성되며, 이러한 조종구역도 파도와 스웰로부터 보호되어야 한다.

(2) 조종구역의 수심은 스웰로부터 보호되어 있는 구역에서의 선체운동은 무시될 수 있고, 속력에 의한 Squat도 무시될 수 있음을 고려하여 앞에서 기술한 최소수심에 대한 권고사항에 따라서 결정한다.

(3) 선박의 속도를 줄이는데 필요한 구역은 선속을 3노트까지 감속하고 접안 준비를 하는 감속구역과, 선박의 속도가 영(0)으로 감소되고 예선의 도움을 받아 접안을 하는 정지지역을 포함한다.

(4) 필요한 조종구역의 길이는 접근수로에서의 선속을 고려한 선박의 정지거리에 여유거리를

합한 것이 되며, 구역폭은 선체정지 조종을 위한 기관후진시의 선체 편위량을 고려해야 한다.

(5) 선박을 정지시키기 위한 조종구역은 조류가 없거나, 역조를 받으며 행해지는 구역이 좋으며, 이것이 불가능하면 적어도 감속해역은 횡방향 조류로부터 보호되어야 하고, 횡방향 및 순조시의 조류성분은 0.30노트(0.15m/s)를 넘지 않을 것을 권고한다.

(6) 정상적인 상태하에서 선회할 때의 선박과 예선의 이동을 위해 필요한 선회 구역의 모양과 크기는 대상 선박의 길이와 특성에 따라 정의되며, 모든 경우의 필요 선회구역의 크기는 선체 길이의 2배의 지름을 갖는 선회권이다.

2.2 항로개설에 관한 우리나라의 항만시설물 설계기준

항로를 계획할 때는 안전한 항행, 조종의 용이함, 지형, 기상과 해상조건 및 관련시설물들과의 조화를 고려해서 계획하여야 하며, 다음과 같은 항로조건을 충족시킬 때는 양호한 항로 시설물로 평가된다.

- ① 만곡부가 있을 경우 만곡도가 작을 것
- ② 항로폭이 넓고, 수심이 충분할 것
- ③ 바람, 조류, 그 밖의 기상 및 해상조건이 양호할 것
- ④ 항로표지 및 신호설비 등이 잘 정비되어 있을 것

1) 항로의 폭

항로의 폭은 다음과 같이 크게 3가지로 구별하여 설정하도록 한다.

(1) 일반 항로 : ① 비교적 긴 항로에서 선박들이 빈번하게 만날 경우는 2.0L, 한산할 경우에는 1.5L로 하고, ② 비교적 짧은 항로에서 선박들이 빈번하게 만날 경우는 1.5L, 한산할 경우에

는 1.0L로 한다

(2) 통항량이 현저하게 많은 항로 등 : 통항량이 현저하게 많은 항로, 항로를 횡단하는 선박의 항행이 예상되는 항로, 초대형선을 대상으로 하는 항로 등에 있어서는 위의 일반항로에서 제시한 항로폭에 이용실태를 감안하여 여유를 더하도록 한다.

(3) 어선 또는 총톤수 500톤 미만의 선박을 대상으로 하는 항로 : 이용실태에 따라 적절한 폭으로 한다.

2) 항로의 배치

만곡부에 있어서의 항로 중심선의 교각은 대체로 30°를 넘지 않는 것이 바람직하며, 30°를 초과하는 경우에는 항로 만곡부의 중심선의 곡률반경이 통항 선박의 선체 길이의 4배 이상이어야 하고, 동시에 항로폭이 적정 이상 확보되어야 한다.

통상적으로 상선이 최대타각 35°를 취할 경우 선회경은 5L~7L, 최대중거는 거의 최종선회경과 같아지며 4L~6L이 된다. 항로의 만곡부의 곡률반경은 이 선회경의 1/2인 3.5L에 Kick과 그 밖의 여유를 더하여 4L이상으로 하는 것을 표준으로 한다.

3) 항로 수심과 선회장

항로의 수심은 정박지의 수심과 같은 수심을 확보함과 동시에, 상황에 따라 저질, 선박의 동요, 트립, 선체의 침하 등을 고려한 여유수심을 더하여 결정한다.

(1) 정박지의 수심은 해당 선박의 만재흘수에 그 흘수의 10%를 더한 값으로 한다.

(2) 통상의 적하상태에서 저속일 때는 선수가 침하하고, 고속일 때는 선미가 침하한다. 또한 얕은 수역 혹은 항로의 단면적이 작은 수역에서는 선체 부근의 수위가 저하하여 선체가 침하하

는 선체 침하현상이 일어나므로 여유수심이 필요하다.

(3) 해저가 단단한 지반으로 되어 있는 곳에서는 선저가 해저와 접촉할 경우 큰 사고가 일어날 수 있기 때문에 여유수심을 크게 하는 것이 바람직하다.

(4) 예를 들면, 재화중량톤 68,000톤급의 선박(길이 230m, 폭 36m, 깊이 17m)이 최대흘수 11.3m로 파랑의 영향이 있는 항로를 항행시의 구체적인 여유수심을 산출하면 다음과 같다.

먼저 선체침하에 따른 여유수심 0.4m, 파고 1m의 파랑동요 여유수심 0.9m, 기타(해도오차, 해수비중) 여유수심 0.5m, 절대여유수심 0.5m를 감안할 때, 총 여유수심은 2.3m이다. 그러므로 파랑에 의한 동요가 있는 항로수역에서는 13.6m(11.3m+2.3m)의 수심이 필요하고, 방파제내에 있는 항로에서는 파랑동요의 여유수심을 제외한 12.7m(11.3m+1.4m)의 수심이 필요하다.

3. 우리나라 항로표지의 현황

1) 항로표지의 특징 및 종류

선박이 연안을 항해할 때나 항구를 입 출항할 때 선박을 안전하게 유도하고 선위 측정을 용이하게 하는 등, 항해의 안전을 돕기 위하여 인위적으로 설치한 모든 시설을 항로표지(Aid to Navigation)라 한다.

항로표지는 모양, 색깔, 등광, 음향, 전파 등을 이용하여 식별하도록 되어 있는데 이들은 주간표지, 야간표지, 음향표지, 무선표지 등으로 구분된다.

(1) 주간표지

주표라고도 하며 주간에 선위를 결정할 때 이용되는 것으로 암초, 침선 등을 표시하여 항로를 유도하는 역할을 한다. 주간표지에는 점등장

치가 없고, 그 모양과 색깔로서 식별하며, 그 종류로는 입표(beacon), 부표(buoy), 육표(land mark), 도표(leading mark) 등이 있다.

(2) 야간표지

야표라고도 하며 등화에 의해서 그 위치를 나타내며 야간 항행시 뿐만 아니라 주간에도 물표로서 이용될 수 있다. 그 종류로는 등대(light house), 등주(staff light), 등표(light beacon), 등선(light ship), 등부표(lighted buoy), 도등(leading light), 부등(auxiliary), 임시등(occasional light) 등이 있다.

(3) 음향표지

안개가 끼거나 눈 또는 비 등으로 시계가 나빠서 육지나 등화를 발견하기 어려울 때에 부근을 향해하는 선박에게 항로표지의 위치를 알려거나 경고할 목적으로 설치된 표지이며, 이 음향신호를 무신호(fog signal)라고도 한다. 대개는 등대나 다른 항로표지에 부설되어 있으며, 소리가 전달되는 경로에 따라 공중음 신호와 수중음 신호로 구별된다. 현재는 거의 대부분 공중음 신호만 이용되고 있다.

(4) 무선표지(전파표지)

전파의 특성인 직진성, 등속성, 반사성 등을 이용하여 선박이나 항공기의 지표가 되고 있는 것을 통틀어 무선표지 또는 전파표지라고 한다. 이것은 전파를 이용하므로 천후에 관계없이 항상 이용이 가능하고, 넓은 지역에 걸쳐서 이용할 수 있는 이점이 있다. 이 표지의 종류로는 무선방위신호소, 레이더 반사기(radar reflector, Ramark, 레이더응답표지(Racon), Ramark beacon, 쌍곡선 항법용표지국 등이 있으나, 최근의 인공위성을 이용한 위치측정 장치인 GPS도 이 표지에 포함시킬 수 있다.

2) 우리나라의 항로표지

우리나라에서 운용되고 있는 항로표지 기수

는 2000년 7월 기준으로 약 1,996기로서 이 중에 1,219기는 국가가 직접 설치하고 관리하는 국유항로표지이고, 나머지 777기는 일반 사기업체에서 관리 및 운용을 책임지고 있는 사설항로표지로 해양수산부 산하 관련부서의 관리감독을 받는다. 또한 이러한 항로표지의 해도상 표기 및 항행통보, 등대표 등의 간행물은 해양수산부 산하기관인 국립해양조사원(National Oceanographic Research Institute)에서 맡고 있다.

그러나 사설항로표지의 시설은 국가 예산이 충분치 못한 상황에서 어떤 특정지역의 전용항만 개발을 위하여 일정한 기간동안 사기업체에 그 전용항만의 개발과 관리권을 인정하여 줌으로써 설치된다. 이러한 사설항로표지는 국가기관의 관련 부서로부터 관리감독을 받게 되어 있으나, 항로표지와 관련된 국가기관도 국유항로표지에 대한 보수, 유지 및 관리 업무만으로도 거의 여력이 없는 상황이다.

우리나라에서 관리되고 있는 사설항로표지의 관리현황을 보면, 대부분의 경우 시설책임을 지고 설치한 사기업체에서 직접적으로 관리하지 않고, 위임관리회사를 따로 지정하여 항로표지를 위탁관리하고 있는 것이 현실이다.

4. 목포항 해역의 자연환경

1) 기상

목포해역의 기후는 위도상으로는 온대이며, 경도상으로는 뚜렷한 대륙동안 기후의 세력 하에 위치하고 있다. 동계에는 대륙의 한랭건조한 시베리아 고기압이 발달하고, 하계에는 고온다습한 북태평양 고기압의 영향을 받아 대륙성기후와 해양성 기후가 번갈아 나타나며 연평균 1~2회의 태풍의 영향을 받고 있다.

목포해역의 주풍향은 동계에는 북풍계열, 하

계에는 남풍계열이 우세한 것으로 나타나고 있으며, 풍속 13.9m/s 이상의 폭풍일수는 연평균 26.6일 정도이고, 1월에 가장 많은 것으로 나타났다. 연평균 강우량은 1,144.6mm로 전국 평균에 못 미치는 수준으로, 주로 우리나라의 우기철인 6~9월에 집중되어 나타난다.

연평균 기온 및 상대 습도는 비교적 그 변화가 미미하나, 연평균 안개일수는 약 27일 정도로 영산강 하구둑이 완공된 이후 연평균 약 10일정도 증가되었다고 보고되고 있다. 또한 연평균 해면기압은 1017 hPa이다.

2) 해상

목포항의 조석현상은 영산강 하구둑의 축조 전후를 비교하여 보면 외해에서 들어오는 물이 영산강을 거슬러 올라갔으나, 축조후에는 이 지점에서 조석의 흐름이 차단되어 하구연 전면에 위치한 대불단지 및 목포항 부근역에 조위가 상승하고 조차가 증대되는 경향을 나타내고 있다. 목포항의 현장 관측 및 조사에 따르면 목포 구항에서 온금동에 이르는 항만 인접 시가지는 월 2차례 특히 대조시를 전후로 하여 해수에 의한 침수 현상이 심각하게 나타났다.

3) 조위

목포항의 조위 상승치에 대한 국립해양조사원 자료에 의해 영산강 하구둑과 영암 방조제 설치 전후로 간략하게 비교해 보면 약최고고조면은 19cm 상승했고, 약최저저조면은 19cm 하강한 것으로 나타났고, 연평균해면은 20cm 상승하였고, 계절적으로 수위를 비교해 보면 여름철이 겨울철보다 약 38cm 높은 것으로 나타났다. 게다가 금호 방조제까지 완공되어서는 그 수위가 약 75cm 이상 높아진 것으로 보고되고 있다.

4) 조류

목포항의 조류는 하구둑 축조전에는 낙조시에 최대 11노트로 기록되었으나, 축조후에는 감소 유역 면적변화로 최강유속은 약 8노트 정도로 되었고, 영암 방조제 축조로 인하여 약 6노트로 더욱 감소하였으며, 금호 방조제 축조로 인해 3~4노트로 더욱 감소하였다. 유속의 감소는 선박 조종면에서 매우 유리한 조건이나 이에 따른 문제점은 조류속도의 현격한 감소로 종전과 같은 양의 폐기물이 방출된다고 가정했을 때 목포항 부근의 해상 오염도는 과거보다 더욱 심각한 상태가 될 수도 있다는 것을 미루어 짐작할 수 있다.

5) 목포구 주변 각 주요 수도의 조류 개황

① 명량 수도: 진도와 화원반도 사이의 좁은 수도로서 유속이 매우 강하게 흐르고, 와류현상이 심하여 유속이 강할 때에는 통항에 주의를 요하는 곳이다. 창조류는 마로해에서 유입하여 수도를 지나면서 유속이 급속도로 가속화되어 최강류가 일어나고, 낙조류는 이와 반대 현상으로 흐른다. 창(낙)조류는 목포항 조석의 저조전 0.1~1.3(고조전 1~2)시경에 전류하여 고조전 1~2(저조전 0.1~1.3)시경까지 약 5.3~5.5(6.9~7.1)시간 지속되고 최강 창(낙)조류는 10.3(11.5)노트이다.

② 시아해: 창조류는 정동해와 명량수도로부터 유입되어 복류하며 면도수도로 흐르고, 일부는 목포구 및 압해도 부근으로 흐르며, 낙조류는 이와 반대 현상으로 흐른다. 창(낙)조류는 목포항 조석의 저조시~저조후 1.7(고조후 0.8~1.3)시경에 전류하여 고조후 0.8~1.3(저조시~저조후 1.7)시경까지 약 5.8~7.0시간 지속된다. 최강 창(낙)

조류는 연간 평균 대조기에 약 1.5~2.7 (1.7~3.3)노트로서 고(저)조전 1.9~4.1시경에 일어난다.

- ③ 목포구 항로: 본 항로는 목포항을 출입하는 유일한 항로로 유속이 가장 강하나 영암 방조제와 금호 방조제의 완공으로 유속은 영산강 하구둑 축조후보다 50% 감소되었다. 목포구의 창조류는 남동류하고 낙조류는 북서류하며 낙조류가 창조류 보다 훨씬 강하다.

목포항 조석의 저조후 0.1~0.4시경에 전류하여 고조시~고조후 0.3시경까지 약 6.1시간 지속되며, 최강 창조류는 고조전 2.5~4.6시경에 연간 평균대조기 최강유속이 1.8~2.8노트로 나타난다. 낙조류는 고조시~고조후 0.3시경에 전류하여 저조후 0.1~0.4시까지 6.3시간 지속되며, 최강 낙조류는 저조전 2.1~3.0시경에 연간 평균대조기 최강유속이 1.7~4.3노트에 이른다.

- ④ 목포항: 목포항의 창조류는 북동류 및 남동류하고, 낙조류는 북서류 및 남서류하며 창·낙조류의 유속은 매우 미약하여 불규칙하게 나타난다. 창조류는 목포항 조석의 저조시~저조후 0.5시경에 전류하여 고조후 0.1~2.0시경까지 약 6.3~7.7시간 지속되며, 최강 창조류는 고조전 3.4~5.8시경에 연간 평균대조기 최강유속이 0.2~0.8노트로 나타난다. 낙조류는 고조후 0.1~2.0시경에 전류하여 저조시~저조후 0.5시경까지 4.7~6.1시간 지속되며, 최강 낙조류는 저조전 1.0~2.4시경에 연간 평균대조기 최강유속이 0.2~0.4노트에 이른다.

- ⑤ 면도수도: 창조류는 시아해, 북강수도 등에서 유입되어 북서류하고 낙조류는 이와 반대 현상으로 흐른다. 창(낙)조류는 목포

항 조석의 저조전 0.7~1.2(고조전 0.2~0.4)시경에 전류하여 고조전 0.2~0.4(저조전 0.7~1.2)시경에 약 6.7~7.0(5.4~5.7)시간 지속되며, 최강 창(낙)조류는 연간 평균대조기에 1.8~2.4(2.0~2.2)노트로서 고(저)조전 2.9~3.1(3.4~3.9)시경에 일어난다.

5. 목포항 부근의 해상 교통환경 고찰 및 개선 방안

5.1 선박의 항로 현황

목포항은 서해안 시대를 맞아 호남지역 관문 항으로서의 역할이 기대되고 있는 남서권 거점 항만으로 항만 기능상 내항, 북항, 대불항으로 구분되어지며, 이 3개 항만들은 원활한 여객수송 및 화물처리 뿐만 아니라, 연안 어업지원과 개발 그리고 대불공단에서 발생하는 해상 화물량의 원활한 처리를 위해 건설되었다.

이들 항만으로는 일반 산적화물뿐만 아니라, 삼호조선소에서 신규건조 및 수리를 위한 대형선들이 드나들고, 기자재 운반선들 또한 많이 입·출항을 하고 있다.

특히 목포구 부근수역의 교통흐름에 커다란 영향을 미치는 여객선 항로의 현황을 보면, 일반 항로 27개와 낙도 보조항로 13개를 포함한 총 40여개의 여객선 항로가 개설되어 있다. 이 항로를 운항하는 선박들 중의 대부분은 목포구를 통과하여 여러 도서들을 연결하는 중·소형 여객선들이며, 다수의 화물선들도 운항되고 있

〈표 1〉 선박 항로 현황

총계	일반 항로	낙도 보조 항로
40 (개)	27	13

는 실정이다. 이들 여객선들은 대부분 저급해기 면허의 해기사들에 의한 자력도선에 의하여 운항되는 선박들로 카체리를 포함하여 다양한 선형에 의하여 운항되고 있다.

5.2 선박의 교통 흐름

목포구 부근항로에서의 선박교통흐름을 정확히 파악하기 위해서는 목포항을 입·출항하는 선박량에 관한 통계자료를 바탕으로 목포구 부근의 교통량을 예상해 볼 수 있다. 이를 위하여, 해양수산부의 연보에 의한 지난 한해동안의 목포항 입·출항 선박의 통계에 관한 자료에 의하면, 아래 <표 2>와 같이 2000년 4월 기준으로 연간 7,358척에 약 5,404,061G/T의 선박량이 통과한 것으로 나타났다.

이들 통계자료에 포함되지 아니하고, 목포항을 기점으로 주변도서로 운항하는 각종 여객선들은 목포구 부근수역의 교통흐름에 커다란 영향을 미치고 있으며, 이들에 대한 통계자료는 별도로 분리하여 아래에 기술하였다.

5.3 목포구 부근의 항로 및 기존 항로표지 배치의 문제점

시아해로부터 목포항만으로 진입하기 위해서는 반드시 목포구를 통과하여야 한다. 이 목포구는 화원반도와 달리도 사이에 위치하는 비교적 짧고 아주 좁은 수로로서 수심 10m 등심선을 기준으로 수로폭은 약 430m에 불과하고, 그 길이는 약 2,000m 정도이다. 특히 이 수로를 진침로 126°로 통과하여 달리도 등대를 좌현정형으로 통과하고 나면 곧바로 진침로 034°로 변침하여 목포항 제1항로로 진입하게 되며, 결국 변침각도는 92°나 된다. 특히 이 곳은 입항하는 선박이 달리도 등대를 정형으로 통과하여 변침하

<표 2> 목포항의 선박 입·출항 통계(2000. 4. 기준)

번호	선종	척수	총톤수
1	여객선	1	4,225
2	산물선	209	337,667
3	원목선	2	33,294
4	시멘트선	113	589,970
5	자동차선	128	55,940
6	냉동냉장선	28	44,563
7	일반화물선	3,323	3,403,469
8	세미컨테이너선	1	4,044
9	원유운반선	9	8,067
10	석유정제유운반선	922	390,695
11	케미컬운반선	112	152,529
12	어선	2	5,402
13	기타선	2,508	324,199
합계		7,358척	5,404,061G/T

기 전까지는 출항하여 달리도 등대부근의 목포구로 가까이 접근하는 선박을 시각이나 레이더 화면상으로도 발견할 수 없는 지리적인 맹목구간이 형성되는 곳이다.

그리고 목포구에서 목포항에 이르는 해역에는 <표 3>과 같이 전체 9기의 항로표지가 설치되어 있다.

제1항로를 거쳐서 목포항내로 진입하기 위해서는 길이 약 4.1마일의 굴곡된 수로를 따라 적어도 6차례의 변침항해를 하여야 하며, 각각의 변침각도는 19°, 66°, 26°, 34°, 31° 등으로 선박 조종상에 아주 어려움이 많은 항로이다.

그리고 이 항로 주변으로는 항로 및 저수심대를 표시하기 위하여 단지 3개의 Buoy(No 2, 4, 6)가 항로 우현측으로 설치되어 있으며, 그 중에도 항로상의 우측외연을 표시하기 위하여 설치되어 있는 것은 오직 제2호등부표(FI R 6s)뿐이다. 나머지 제4호등부표(FI.R.4s) 및 제6호등부표

<표 3> 목포구 및 목포항 접근항로의 항로표지 현황

항로표지 번호	항로표지 명칭	위치		등질의 명세	기타
3078	목포구등부표	34°46.0'N	126°16.1'E	Fl R 4s 4M	우현표지
3079	목포구 등대	34°45.6'N	126°18.0'E	Fl W 5s 35m 16M	백원형
3080	외달도 등대	34°46.5'N	126°17.5'E	Fl W 4s 15m 8M	백8각형
3081	달리도 등대	34°45.4'N	126°19.3'E	Fl(2) W 6s 15m 8M	백8각형
3082	화원등대	34°44.9'N	126°19.2'E	Fl W 6s 33m 8M	백원형
3083	목포제2호등부표	34°45.6'N	126°19.9'E	Fl R 6s 5M	우현표지
3084	목포제4호등부표	34°46.3'N	126°20.7'E	Fl R 4s 4M	우현표지
3085	목포제6호등부표	34°47.0'N	126°21.1'E	Fl(2) R 6s 5M	우현표지
3090	몽하도 등대	34°46.0'N	126°22.9'E	Fl W 4s 30m 6M	백학모형 FRP 조하부

(Fl(2) R 6s)는 저수심대를 표시하기 위하여 설치되어 있음을 알 수 있다.

특히 이들 등부표는 입·출항하는 선박이 설정된 항로상을 안전하게 항행할 수 있도록 항로표지로서의 기능을 제대로 발휘할 수 있도록 설치되어 있다고 보기는 어렵다. 그러므로 목포항의 제1항로에서의 선박통행 안전성을 확보하기 위해서는 우선 무엇보다도 먼저 항로표지설치 기준에서 규정하고 있는 기본조건을 충족시키는 상태로 등부표를 포함한 각종 항로표지의 재배치 및 증설이 이루어져야 할 것이다. 아울러 앞 절에서 기술한 국제적인 항만설계기준 및 우리나라에서 규정하고 있는 항로 및 수로의 최소의 설계기준을 충족시킬 수 있도록 항로개선 작업을 서둘러야 될 것으로 판단된다.

5.4 제1항로의 항로표지 재배치 및 증설 방안

먼저 현재의 제1항로를 입·출항 선박의 항로로서의 안전성을 확보하기 위해서는 기존의 3기의 등부표를 우현외연을 따라서 굴곡 변침점에 재배치하고, 부족한 등부표는 증설하여 설치해

야 한다. 그리고 기존의 No4 및 No.6의 등부표가 설치되어 있던 저수심대에는 독립된 위험표지용 등부표를 설치하여 저수심대의 위험지역임을 나타내어야 한다.

그러므로 다음의 <표 4> 및 <그림 1>과 같이 항로표지를 재배치 및 신설하도록 한다.

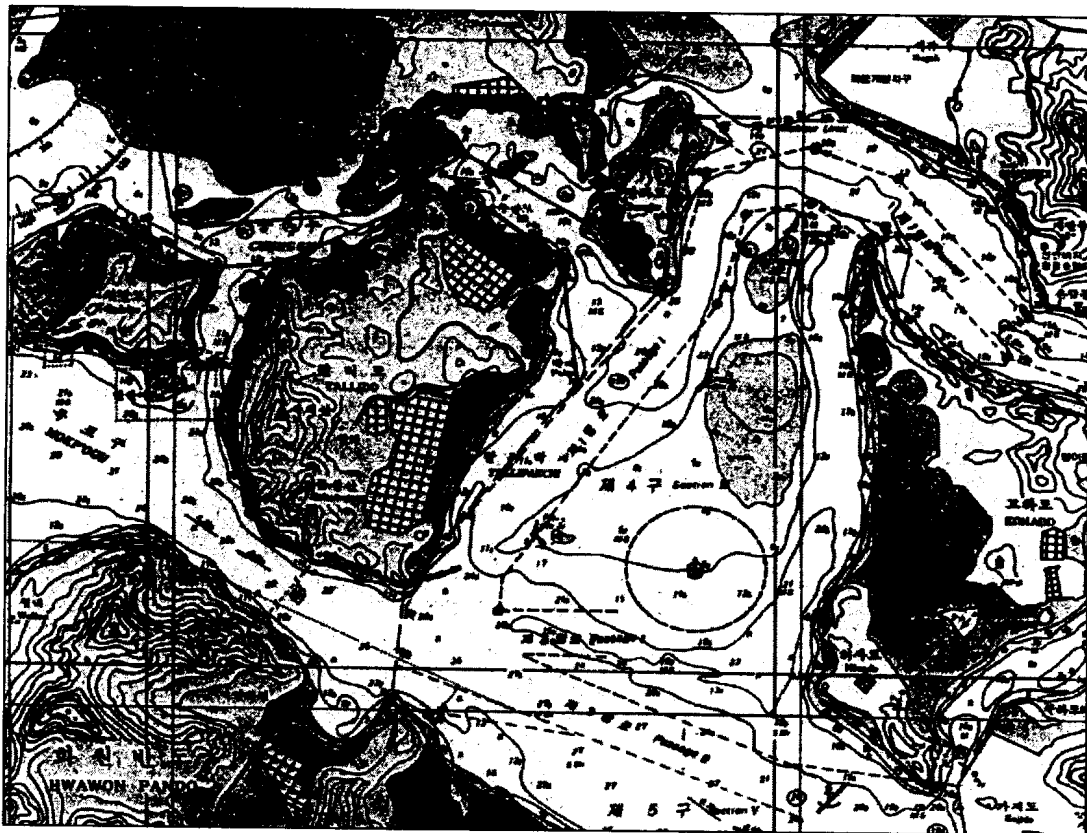
구체적으로는 항로우현외연을 따라서 굴곡된 지점 6곳에 등부표를 설치하고, 항로좌현외연을 따라 장좌도 남쪽 끝단에 등대를 신설하고, 굴곡된 부분 3곳에 등부표를 신설하도록 한다. 그리고 현재 매립작업 중인 북항개발지구 서쪽 끝단에 등대를 축조함으로써 항로의 안전뿐만 아니라 입·출항 선박의 침로 확인물표로서 크게 이용할 수 있을 것으로 판단된다.

5.5 제1항로의 여객선을 위한 신항로 개설 방안

목포항을 거점으로 남서해안의 도서로 운항 중인 여객선들은 <표 5>와 같이 20개 항로에 약 27척의 선박들이 운항되고 있으며, 이들 선박들이 목포구의 달리도 등대 부근에서 입항과 출항

〈표 4〉 제1항로의 항로표지 재배치 계획안

표지번호	항로표지 명칭	위치		등질의 명세	기타
3083-1	목포제2호등부표	34°45.3'N	126°19.7'E	FI R 4s 5M	우현표지
3083-2	목포제4호등부표	34°46.6'N	126°20.7'E	FI R 6s 5M	우현표지
3083-3	목포제6호등부표	34°47.1'N	126°20.8'E	FI(2) R 4s 5M	우현표지
3083-4	목포제8호등부표	34°47.1'N	126°21.2'E	FI(2) R 6s 5M	우현표지
3083-5	목포제10호등부표	34°47.0'N	126°21.5'E	FI R 4s 5M	우현표지
3083-6	목포제12호등부표	34°46.5'N	126°22.1'E	FI R 6s 5M	우현표지
3083-7	장좌도등대	34°46.8'N	126°20.5'E	FI W 6s 15m 8M	
3083-8	북항부두등대	34°47.5'N	126°21.3'E	FI W 6s 15m 8M	
3083-9	목포제5호등부표	34°47.2'N	126°20.7'E	FI G 4s 5M	좌현표지
3083-10	목포제7호등부표	34°47.4'N	126°21.2'E	FI G 6s 5M	좌현표지
3083-11	목포제9호등부표	34°47.2'N	126°21.6'E	FI(2) G 4s 5M	좌현표지
3083-12	목포제11호등부표	34°46.6'N	126°22.2'E	FI(2) G 6s 5M	좌현표지



〈그림 1〉 목포구 부근해역 및 제1항로의 항로표지 재배치 및 신설 안

〈표 5〉 목포항 기점으로 운항하는 여객선 현황(2000. 4. 16 기준)

번호	항로명	선 명	G/T	정원	거리	속력	기항지
1	목포-외달	신진페리 2	108	195	14.6	11	목포-고하-허사-매월-외달-울도-달리-목포
2	신월-목포	하나	100	116	28.2	11	신월-가란-기섬-청돌-소악-대,소기점-병풍-마산-선도-고이-목포
3	목포-암태1	대흥페리	194	270	22	13	목포-읍동-팔금-추포-암태/목포-암태-고산-목포
4	목포-암태2	대흥페리2	254	315	19	13	목포-고산-암태-신석-당사-목포/목포-암태-추포-당사-신석-목포
5	목포-암태2	대흥페리9	308	396	10	16	목포-고산 암태
6	도초-목포	대흥페리3	237	345	32.0	13	도초-수대-수치-가산-사치-장촌-읍동-금산-목포
7	목포-도초	대흥페리7	293	396	29.0	16	목포-읍동-팔금(장촌)-가산-도초-수대
8	목포-도초	도초농협페리	277	50	25.0	17	목포-도초
9	목포-안좌	안좌농협카페리	216	47	13.0	16	목포-안좌
10	목포-상태(서리)	조양페리1	178	167	33.5	15	목포-북호-자라-장산(북강)/목포-북호-자산-옥도-장병-하의(웅곡)-상태(서리)
		조양페리2	208	218		16	
11	목포-하의	남해 7	191	146	26.0	20	목포-북호-하의(웅곡)
12	목포-가산	비금남해카페리	257	50	20.0	14	목포(북항)-가산
13	목포-상태	신광페리	248	280	20.4	16	목포-마진-장산(두루메)-상태(동리)
14	목포-제주	씨월드고속페리	4,225	800	96.0	17	목포-제주
15	목포-홍도	남해스타	273	350	69.8	36	목포-비금·도초-흑산-홍도
		남해퀵	321	349			
		남해프린스	346	359			
		동양골드	339	352			
		동양뉴골드	308	349			
16	목포-홍도	대흥고속카페리	1,109	392	86.0	16	목포-도초-대둔도-흑산
17	목포-소흑산	남해스타	273	350	126.1	36	목포-비금·도초-흑산-대둔-홍도-상.중태-하태-소흑산1,2,구-만재
		남해퀵	321	349			
		남해프린스	346	359			
18	목포-서거차	신해고속페리	196	171	57.	14	1.목포-울도-창유-섬등포-라베-관사-소마-대마-관매-동거차-서거차 2.서거차-상.하죽도-곽도-맹골-죽도-서거차
19	가사-목포	신해 6	70	70	42.0	14	가사-주지-양덕-혈도-송도-광대도-저도-쉬미-고평사-울도-마진-시하-목포
20	창유-목포	신해 7	70	70	57.2	14	창유-섬등포-진목-갈목-눌옥-외병-내병-옥도-성남-소성남-쉬미-목포
합계	20개 항로	27척	보조: 7개항로 12척, 예비선 5척				

이 교행될 때에는 지근거리로 접근할 때까지 상호간에 시각적인 확인이 되지 않는 문제점이 있다. 그러므로 이 부근에서의 안전교행을 근본적으로 확보하기 위해서는 고하도 서쪽해역의 현재의 제2호등부표가 설치되어 있는 저수심대를 준설하여 제1항로가 시작되는 동측외연수로 확장하여 만곡부항로로 설정하여야 할 것이다.

그러나 이러한 항로 확장에는 많은 시간과 비용이 수반되고 또한 고하도 서측지역에 대한 신항만 건설계획이 추진되고 있으므로, 우선 중소형 여객선들의 출항항로를 장좌도 서측해역 및 맥도 남측해역과 달리도 북동해역 사이의 좁은 수로를 확장 개발하여 신설할 필요가 있다. 현재 이 수로는 적절한 조석 때를 이용하여 일부 여객선들이 이용하고 있으며, <그림 2>에서 알 수 있듯이, 특히 맥도 남측의 수로는 기본수심 5m의 기준으로 보면, 현재 그 폭이 40m에 불과

하므로 달리도 북측해역의 4.8m의 저수심대를 일부 준설만 하면 수로폭 약 100m의 항로를 확보할 수 있을 것이다.

이 수로를 신항로로 개설하기 위해서는 선박의 안전통항을 보조하기 위한 항로표지를 설치해야 되며, 개략적인 설치계획안을 제시하면, <그림 2> 및 <표 6>과 같다.

먼저 제1항로에서 제안한 바와 같이 장좌도 남측끝단에 등대를 신설하고 서측끝단에 등부표 1기 및 북서쪽에 위치하는 4.8m의 저수심대에 등표 혹은 등부표 1기를 설치한다. 달리도 동측끝단에 등대나 등부표 1기, 북측끝단의 맥도와의 사이와 북서측 끝단에 등부표 각각 1기씩 하여 2기를 설치한다. 맥도 남서측의 저수심대에 등부표 1기를 설치하고, 외달도 북동끝단과 입항 항로기준으로 항로우측외연에 등부표 2기를 설치한다. 이렇게 최소한의 항로표지 배치를



<그림 2> 출항 여객선을 위한 장좌도 부근의 신항로 개설 방안

〈표 6〉 장좌도 부근 신항로의 항로표지 배치 계획안

표지번호	항로표지 명칭	위치(개 위)		등질의 명세	기타
3078-1	중구제2호등부표	34°46.8'N	126°19.8'E	FI R 4s 5M	우현표지
3078-2	중구제4호등부표	34°47.0'N	126°17.8'E	FI R 6s 5M	우현표지
3078-3	중구제6호등부표	34°46.8'N	126°18.6'E	FI(2) R 4s 5M	우현표지
3078-4	중구제8호등부표	34°47.1'N	126°19.4'E	FI(2) R 6s 5M	우현표지
3078-5	중구제10호등부표	34°46.9'N	126°20.0'E	FI R 4s 5M	우현표지
3078-6	중구제1호등부표	34°47.0'N	126°18.2'E	FI G 4s 5M	좌현표지
3078-7	중구제3호등부표	34°47.1'N	126°19.0'E	FI G 6s 5M	좌현표지
3078-8	중구제5호등부표 (혹은 등표)	34°47.3'N	126°19.7'E	FI(2) G 4s 5M	좌현표지
3083-9	중구제7호등부표	34°47.0'N	126°20.1'E	FI(2) G 6s 5M	좌현표지
3083-10	장좌도등대	34°46.8'N	126°20.5'E	FI W 6s 15m 8M	제1항로 공용

고려해도 장좌도등대를 포함하여 최소한 10기의 항로표지를 설치해야 될 것으로 판단된다.

6. 결 론

목포구 부근해역 및 목포항 진입 제1항로는 국제적인 항로설계기준뿐만 아니라 우리나라의 항로기준도 제대로 충족시키지 못하는 열악한 지리적인 환경조건을 갖고 있는 해역이다. 특별히 이 해역은 목포와 주변 도서를 연결하는 수많은 중·소형의 여객선들이 함께 이용하고 있으며, 또한 삼호조선소에서 건조 및 수리를 위한 대형선들이 입·출항하는 수역으로, 그 어느 곳보다도 선박의 교통통행 밀도가 높은 곳으로 판단된다.

이러한 목포항 제1항로에서의 선박의 항행안전을 확보하기 위해서는 무엇보다도 먼저 제1항로 진입로를 설계기준에 맞게 개선할 필요가 있으며, 또한 항로에 따른 항로표지의 재배치 및

증설이 이루어져야 하고, 행행의 지리적 교통환경을 개선하기 위해서는 중·소형 여객선의 출항항로를 새로 개설할 필요가 있다. 이와 관련하여 다음과 같은 사항을 개선하여야 될 것으로 판단된다.

1) 제1항로 진입로 부근수역의 준설 및 만곡부항로 설치

목포항 제1항로 진입로는 목포구의 좁은 수역을 통과후에 한번에 90도 이상의 대각도 변침을 해야 하는 곳으로, 단계적인 방사형의 변침이 가능하도록 만곡부항로로 개선하여야 한다. 즉, 이를 위해서는 목포제2호등부표가 설치되어 있는 부근의 저수심대(4.8m)를 준설하여 항로수심을 확보하여 최대 통과선박의 5L이상의 반경을 갖는 방사형의 만곡부항로를 확보하여야 한다.

2) 제1항로의 항로표지 재배치 및 증설

현재의 제1항로를 입·출항 선박의 항로로서의 안전성을 확보하기 위해서는 기존의 3기의

등부표를 항로 우현외연을 따라서 굴곡 변침점에 재배치하는 것을 포함하여 약 12기의 항로표지를 증설, 배치하여야 한다. 그리고 기존의 저수심대에 설치되어 있던 등부표는 천소수역의 위험을 표시하는 등부표로 대체하여야 한다.

3) 제1항로의 여객선을 위한 신항로 개설

목포항을 거점으로 남서해안의 도서로 운항중인 중·소형 여객선들의 출항항로를 장좌도 서측해역 및 맥도 남측해역과 달리도 북동해역 사이의 좁은 수로를 확장, 준설하여 신설할 필요가 있다. 현재 이 수로는 적절한 조석 때를 이용하여 일부 여객선들이 이용하고 있으며, 현재 맥도 남측의 수심 5m기준의 약 40m 수로폭을 확장하기 위하여 달리도 북측해역의 4.8m의 저수심대와 동측수역의 일부를 준설하면 수로폭 약 90m의 항로를 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

PIANC Rule에서 규정하고 있는 “항로의 최소폭은 가장 큰 출입 선박의 폭의 4배에서 8배 그리고 크게는 10배에 이를 수 있다” 및 “총 선저여유수심은 흘수의 15%가 되어야 한다”는 규정에 의하여 수로폭을 90m로 보면, 선폭이 22.5m

~9m이고, 흘수 약 4.25m이하인 중·소형 여객선들은 적절한 조류시각에 맞춰서 출입할 수 있으므로, 목포구에서의 선박교통밀도를 줄여줄 수 있어서 보다 나은 항행안전을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

아울러 이 수로를 신항로로 개설하기 위해서는 선박의 안전통항을 보조하기 위하여 최소한 9기의 항로표지를 신설해야 될 것으로 판단된다.

실제적으로 위에서 제안한 신항로의 개설을 위해서는 이 분야의 전문가들로 용역팀을 구성하여 구체적인 타당성 검토 및 시뮬레이션을 포함한 기초작업을 수행해야 될 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 교통통계연보, 2000, 해양수산부
- [2] 한국해운조합 통계자료, 2000, 한국해운조합
- [3] Supplement of Bulletin No. 35 of PIANC, 1980
- [4] 안전항로확보를 위한 연안항로기 조사용역, 1998, 국립해양조사원

