

항로표지에 관한 실무적 고찰

윤병원*

*평택당진항 도선사

A Practical Study on Aids to Navigation

Byoung-Won Yoon*

*Pyongtaek-Dangjin Harbour Pilot

요약 ; 과학기술과 항해기기의 발달에 맞추어 항로표지의 지원기능도 변해야 하므로 이에 대한 역할 재정립이 필요하다. 항계내에서도 늘어가는 배경광에 대한 대책 및 항계내의 항로를 가로지르는 교량과 선박과의 충돌방지를 위하여 교량의 시인성 개선방안이 필요하다. 항로표지의 설치원칙과 설치기법, 부두와 교량 시설물의 접현 등화를 이용하여 이들의 시인성을 개선하는 방안 및 교량부근에서 선박이 바람과 조류 등 외력에 의하여 표류하는 정도를 인식하여 교각과의 충돌방지에 도움이 되는 중시등화의 시설 등에 대하여 이용자의 시각으로 기술한다.

핵심용어 ; 항로표지, 등대, 등부표, 배경광, 접현등화, 교량등화, 중시등화

ABSTRACT ; The function of navigational aids are to be coincided with the development of navigational equipment and increase of traffics on the sea fairway. Supplementary function or side effect of wharf-edge illumination would be effective to indicate fairway indirectly and collision avoidance between ships and bridge against background light in port area at night also a serious-view light on the bridge posts would be effective to ensure the drifting ships by wind and current force adjacent bridge area.

KEY WORDS : Navigational aids, Light house, Light buoy, Background light, Wharf-edge light, Bridge light, Serious-view light.

1. 서론

선박의 안전항해를 위한 항로표지는 항해 장비의 발달과 해상교통 특성에 따라서 그 유형과 특성이 변해 왔다. 전자기술의 발달에 따라 개발된 GPS와 전자해도가 원양항해는 물론 연근해와 항계내의 항해까지도 상당한 정확도를 가지고 지원함에 따라 항로표지는 전파 및 전자항법장치와 그 기능의 상호 보완적 재정립이 필요한 시점이 되었다. 실제 이용자의 시각에서 보는 표지의 역할과 기능의 변화에 대하여 정리하고 항계내에서 배경광에 관한 대책 및 교량의 시인성 개선 등에 대하여 정리한다.

물표의 식별과 위치의 확인 및 위험의 경고라는 고전적인 기능을 가진 등대는 전파 항법 장비에 의하여 전천후 항해가 일반화 된 지금에는 등대 주변해역의 기상과 해류 수온 및 파랑 등 해상의 상태에 관한 종합정보를 수집하고 기상청과 정보를 공유하며 그러한 정보를 주변해역의 선박과 관련 이용자에게 AIS나 인터넷 등의 매체를 이용하여 실시간으로 제공하는 방향으로 역할 개선을 하여야 할 것이다.

군사용 목적의 NNSS로 출발한 위성항법 장비는 이제 GNSS라는 이름으로 통칭되며 상용오차 20m 정도의 GPS와 이를 보정한 상용오차 1m 정도의 DGPS로써 선박은 물론이고 항공과 육상교통 및 이동 통신 등에 광범위하게 쓰이고 있어서 잠시라도 GNSS의 서비스가 중단이 되면 항공과 해륙상의 수송체계의 혼란은 물론 통신까지 마비되어 사회전반의 대혼란이 예상될 만큼 쓰이고 있다. 더구나 국내 개발한 오차범위 1cm의 RTK 상용화가

2 항로표지의 역할 변화

2.1 등대

*ywpilot@naver.com 031)683-2691

목전에 있어서 고전적인 등대는 존재가치조차 회의적인 시점이므로 기능의 재정립을 하지 못하면 등대는 역사의 유물로 전락될 처지가 되었다.

등대의 기능재정립을 위해서는 이러한 GNSS의 특성에 주목할 필요가 있다. GNSS는 정확한 위치 고도 및 시간을 알리는 것 이외에 다른 정보의 수집과 제공기능이 없으며 해상운항하는 선박은 위치와 시간 정보 이외에도 조류와 조위, 풍향 풍속, 파랑정보, 시정, 온도 습도, 등 기상정보 이외에도 이용자의 심리적 안정을 위한 특정 물표의 정체성 재확인수단 등이 필요하다. 즉 등대는 GNSS가 하지 못하는 정보의 수집과 발송의 역할을 하는 전환이 필요한 시점이 되었다.

등대와 등주에 그러한 정보를 무인 자동으로 수집하는 장비를 설치하고 수집된 정보를 인근해역을 항해하는 선박과 관련 업체에게 AIS나 인터넷을 통하여 실시간으로 전달하며 기상청에 광역 상세정보를 제공하는 기능을 할 수 있도록 하여야 할 것이다. 또한 등대는 고유의 기능 이외에도 이동통신 기지국이나 중계국의 부가 설치를 하여 부근을 항해하는 상선과 여객선 승객의 이동통신수단의 확보는 물론 VHF 등의 통신설비를 갖추지 못하고 조업하는 많은 어선이나 레저보트 및 소형선의 통신수단을 확보하여 일상의 편의제공과 구난 등에 큰 역할을 할 수가 있다. 이와 같이 다양하고 유익한 용도전환이 가능한 등대를 전파항해 기기의 발달만을 이유로 함부로 폐기한다면 국가적으로 필요한 광역 통신망 구축이나 기상청의 상세 정보 수집기능을 할 수 있는 자원을 폐기하는 결과가 될 것이다.

2.2 등부표

장비와 기기의 발달로 현저히 개선된 먼 바다 항해(sailing, steaming)와는 달리 다양한 크기와 속력 및 조종성의 차이가 있는 많은 선박이 여유롭지 못한 수로를 뒤섞여 이용하는 지금에는 인근해나 항계내외의 항행(조종, maneuvering)위험이 더 커지는 경향이다. 증가하는 해상 교통량에 비하여 항로의 확충은 쉽지 않은 까닭이다. 선박 통항량이 적었던 과거에는 항계내외에서도 항로표지나 레이더를 이용하여 선박의 개략적인 위치를 짐작하고 항로의 중앙부근을 항해하면 되었으나 이제는 항로의 가장자리에 설치하여 폭과 형상을 직접 표시하는 등부표표를 이용하여 항로의 폭 전체를 이용하지 않으면 선박간의 교항과 추월 등 항행이 어렵게 되었다.

GNSS로 인하여 등부표의 역할까지 회의적인 분위기도 있으나 육상도로의 차선이나 가드레일과 같이 항로의 가장자리 법선에 설치하고 항로의 폭과 형상을 직접 표시하여 실시간 시각과 레이더로써 연속적으로 확인을 하며 안

전항행을 지원하는 등부표의 기능을 대신할 다른 수단은 없다. 어떠한 차량도 차선이나 가드레일 없이 GPS 네비게이터를 보며 차선을 지켜서 도로를 운행할 수는 없는 것과 같다. 이제 등부표와 등주는 단순한 위치확인과 위험물의 경계수단보다는 설정된 항로를 좀 더 넓게 사용할 수 있도록 하고 해상교통의 흐름을 방향별로 정리함으로써 양방향 선박집단간의 근접위험을 피하게 하는 역할변경이 필요하다. 이것은 GNSS로부터 받는 단순한 위치와 시간 정보가 할 수 없는 등부표 고유의 중요한 기능이다.

2.3 등주

항계내외의 제한된 해역에서 증가하는 선박교통의 정리를 위해서는 비용이 저렴하고 제반 여건의 변화에 대처하기 쉬운 등부표를 주로 하여야 하겠으나 항로의 근접지역에 존재하는 암초와 같이 위험한 저수심이 존재하는 곳에는 선회반경이 없고 위치가 보다 안정적인 등주가 더 효과적이다. 등부표는 고정하기 위한 앵커를 풀이나 모래에 심어야 하므로 암초가 있는 곳에는 위치를 고정하기가 어렵다. 좀 더 정확한 위치와 유실과 이동의 우려가 없어야 하는 암초에는 고정이 분명하여 유실위험과 선회반경이 없는 등주가 바람직하다.

3 항로표지의 설치 원칙 정립

다양한 여건과 지역적인 특징을 가진 해상에서 모든 항로표지의 설치 타당성을 개별적으로 하나하나 검토를 하는 것은 쉽지 않은 일이므로 일반적으로 적용될 수 있는 원칙을 정리하여 종합적으로 검토를 하고나서 개별표지의 타당성을 검토하여야 한다. 기본적으로 배려할 것은 순발력과 집중력이 필요한 선박의 항행 중 개개 등부표의 정체성을 해도와 일일이 비교하며 확인하고 동질성을 점검해가며 항행을 할 여유와 사정이 되지 않음을 고려하여 설계와 설치의 원칙을 정할 때 일반인의 상식적인 연상작용을 벗어나지 않도록 하는 것이 중요하다. 이러한 목적달성을 위해서 등부표와 등주의 설치 원칙과 시설 기법을 검토하여 보고자 한다.

3.1 식별성

항로 표지가 효과적인 기능을 발휘하게 하기 위해서는 누구나 직감적으로 쉽게 구별하고 이용할 수 있어야 하며 동시에 오인의 우려가 없도록 하여야 하므로 식별성이 중요하다. 식별성은 레이더의 이용이 보편화됨에 따라 시각에 의한 식별성과 레이더에 의한 식별성으로 구분되며 어떠한 항로표지도 이용자가 직감적으로 신속 정확하게 식별하지 못하면 그 효과는 줄어들 뿐만 아니라 오인되는 경우는 오히려 사고의 원인을 제공하는 역효과마저 있다.

1) 등부표와 등주의 식별성

보통 6 마일 이내의 거리에서 레이더와 시각에 의하여 이용되는 등주와 등부표는 대체로 형상이 비슷하고 크기가 작아서 항해자는 지나고 있는 근처의 등부표가 어떤 특정 등부표라고 정체성을 확신하기가 쉽지 않으며 날씨가 나빠지면 오히려 1-2 마일 이내의 가까운 등부표는 레이더 상에서 해면 반사파에 가려서 잘 보이지 않는 경우도 많다. 이러한 이유 때문에 적어도 항로의 입구와 항로의 변침점 등 중요한 위치의 등부표는 여러 가지 방법으로 다양한 식별성을 가져야 한다.

부표의 색, 형상, 번호 및 섬광의 특징에 의하여 구분하는 과거의 식별방법은 비와 안개 등 날씨와 시정의 변화에 민감하여 이용의 제한을 받을 때가 많으며 청명한 날씨라고 하더라도 홍색과 녹색의 좌우 구별 이외에는 항해자들이 잘 이용하지 않는 편이다. 선박의 대형화와 고속화에 따라 레이더에 의한 항해가 일반화된 요즈음에는 좀 더 멀리서부터 물표와 항로의 사정을 시인하여야 하기 때문에 배치 형상과 중복표지 같은 식별 개선방법이 제공되어야 한다.

2) LED 등명기의 개선효과

시인성 개선을 위하여 채택한 발광 다이오드(LED) 집합체 등명기는 크게 효과적이며 등명기의 전력소모를 줄이는 데도 효과적이다. 이러한 LED 등명기를 모든 등부표와 등대로 확산함이 바람직하다.

3) 입구나 변침점 등 중요위치의 등질 통일

항로의 입구나 변침점 등 중요한 위치의 등부표는 다른 등부표와의 구별을 위하여 FI(1)으로 통일함이 효과적이다. 즉 항로의 시작과 변침점 등 중요위치를 FI(1)으로 시작한 후에 차례로 FI(2), FI(3), ... 등으로 진행을 하다가 변침점 등 중요기점에서 다시 FI(1)으로 하고 이어서 FI(2), FI(3)로 섬광을 일관되게 하는 방법이 효과적이다. 또한 항로의 좌우에 대칭이 되는 등부표는 섬광의 특성을 같게 하여 상호 연관성을 주면 확인이 더욱 쉬워진다. 이 사용자에게 이러한 설치원칙만 알리면 굳이 외우지 않아도 쉽게 기억하고 이용할 수 있기 때문이다. 쉬운 것이 안전한 것이다.

4) 중복 표시 및 스트로보플래시

일반적인 등부표와 구별되는 특별한 의미를 가진 위치, 예컨대 항로의 입구나 변침점에서 인근에 산재한 어선이나 어구의 표시로부터 좀 더 명확하게 구분하도록 하기 위해서는 그러한 등부표의 밖 0.1마일 거리에 등명기가 없는 보조 부표를 설치하거나 일반섬광과 동시에 소형의 스트로보 플래시를 추가로 설치하는 것도 효과적이다. 다만 스트로보 플래시는 안개나 우천시에는 효과가 없으며 레이더에 의한 식별성도 없는 방법이고 설치규정을 따라

마련하여야 하므로 보조부표를 병행하는 것이 현실적이고 효과적이다.

5) 레이더에 의한 식별성

주야간 및 안개와 우천시 등 모든 시정에서의 항행안전을 위해서는 레이더에 의한 식별성이 필요하며 이를 위해서 레이더 리플렉터와 레이콘의 부착이 일반화되고 있다. 입구와 변침점 등 중요위치의 부표에는 리플렉터의 수를 배가하여야 한다. 레이콘의 경우 설치비용과 손상위험 때문에 등부표에 널리 적용하기는 어려울 것이나 원거리 식별이 필요한 등대, 등주 및 고립 압초와 같은 곳에는 레이콘이 필요하다. 다만 배경에 섬이나 육상이 존재하는 위치에는 레이콘을 설치하여도 레이더 상에 식별이 되지 않으므로 효과가 없다. 오히려 레이더의 식별성을 개선하기 위해서는 등부표 위치의 대칭성과 등거리성 확보 및 보조부표설치 등의 시스템 개선이 더 효과적이다.

3.2 연속성과 일관성

등부표는 항해자가 쉽게 기억하고 직감적인 연상에 의하여 구분이 가능하여야 한다. 어떤 지역에 설치된 등부표들이 항로와 이용목적에 따라서 번호의 일관성과 섬광수의 연속성을 가진다면 이용자들이 기억하기 쉽고 이용하기에 편리하며 항해를 하는 중에 다음에 나타날 등부표의 예측이 가능하여 식별과 오인 방지에도 도움을 줄 것이다.

3.3 대칭성과 등거리성

항계내외의 고밀도 교통해역에서는 항로의 가장자리 부근에 대칭의 연속적으로 설치된 등부표에 의하여 항로의 폭과 형상을 육안과 레이더에 의하여 실시간 연속적으로 확인하면서 다른 선박을 피항하거나 저속선의 추월 및 횡단선과의 교차 항행을 한다. 따라서 등부표는 cross의 방법으로 건너 띄워서 설치하는 것보다 항로의 연변을 따라서 일정한 거리를 두고 대칭(pair)으로 설치하는 것이 효과적이다.

특히 전후의 등거리에 대칭으로 설치된 등부표는 레이더 화면에서 식별이 쉬워서 이용하기에 편리하고 부근의 소형선과 어선 등 다른 물표와의 혼동의 우려가 현저히 줄어들게 되므로 항해의 안정성이 증가된다.

3.4 연관성

기존의 등부표는 항로와는 다소 거리가 멀더라도 등심선을 따라 설치를 하여 선박의 항해가 가능한 지역과 가능하지 않은 해역으로 구분하는 등심선 연관이 많았으나 때로는 항로와 멀기 때문에 항해자가 이들의 존재 자체를 인식하지 못하는 경우도 있었다. 항로표지는 가능하다면 항로가까이에 설치하여야 하며 위험물 및 주변 물표와의

일직선, 직각, 삼각형, 등 기하학적 특성을 가지는 위치에 설치하여 레이더상에서의 검증방법을 제공하고 누구라도 직감적으로 등부표에 의하여 표시되는 항로의 경계를 보면서 안전한 항해를 하도록 하는 것이 효과적이다..

3.5 보완성

해상의 항로는 평행선으로 설치된 육상의 도로나 기차의 레일과 달리 혼잡도가 높거나 분리 횡단지역 및 굴곡부의 지역에서는 더욱 넓게 설정을 하여 항행위험을 줄여야 한다. 현실적으로는 이러한 원칙이 고려되지 않은 채 설정이 되어 위험이 증가하는 항로가 많을 뿐만 아니라 그러한 불합리를 수정하고자 하여도 어떤 등 이해 당사자와의 협상과 보상에 어려운 점이 많아서 위험을 그대로 방치하는 경우가 보통이다. 이러한 어려움이 있는 부분에 설치하는 항로표지의 위치는 항로의 가장자리 법선상의 위치를 고집하기보다는 수심이 허용하는 한 법선 밖의 적당한 지점에 설치를 하여 항로의 가장자리와 등부표 사이의 공간을 가항로와 비상 대피구역으로 확보한다면 항로의 불완전한 부분이 보완되어 항해의 위험과 사고를 줄일 수 있다. 가항로와 비상대피 해역에서 원칙적으로 어로가 금지되는 것은 아니므로 등부표의 설치관련 보상의 논쟁이 필요하지는 않을 것이다.

3.6 항도성

가능한 3개 이상의 연속된 항로표지와 주변의 물표가 일직선상이나 직각의 위치가 되도록 하면 식별과 이용이 쉬울 뿐 아니라 등부표의 경우 예고 없는 이동이나 유실이 되더라도 부근 표지와의 위치를 비교하여 이용자가 쉽게 이를 발견하고 그로 인하여 발생될 수 있는 위험을 피하기 쉽다. 항로의 입구, 끝단, 변침점 또는 분리 수도의 시작과 끝단에 표지를 설치하고 그 사이의 위치에는 직선상 등간격으로 설치하면 직감적인 연상으로서 항로의 입구와 방향 및 변침점 등을 안내할 수 있다. 이것은 항해자의 편의를 극대화하기 위한 방법이며 (이용하기) "쉬운 것이 안전한 것" 이라는 일반론은 항로표지에서도 예외 없이 적용된다.

3.7 정체성

등대나 등주의 등화는 등부표와 구분되는 정체성을 가져야 한다. 항로의 좌우를 따라 설치한 등부표와 가까운 거리에 있는 등대나 등주의 등화색은 등대나 등주 본체가 보이지 않는 야간에 인근 등부표와의 혼동을 방지하기 위하여 백색이나 황색을 사용함이 홍색이나 녹색을 사용하는 것보다 혼동의 우려가 적고 인근의 등부표와 구별하여 정체성을 확인하는데 합리적이다. 특히 항로의 굴곡부 부근에서는 등부표들이 겹쳐서 보이므로 인근에 있는 항로 밖 등주나 등대의 색깔이 부근의 등부표와 같은 녹색이나 홍색일 경우 야간에 혼동의 우려가 크다. 굳이 다른 등부

표와 같은 색을 사용하고자 하는 항로 입구 양쪽 방파제나 교량의 교각 등대와 같은 경우는 등대의 몸체 조명을 하여 혼동과 오인의 위험을 줄여야 한다.

3.8 등대와 등주에 RACON 설치

대개의 항행중 등부표에 접근하기 이전에 먼 거리에서 등대와 등주에 의하여 확인을 하는 절차가 먼저 이루어지고 있으므로 유지와 관리가 안전하고 편리한 등대와 등주는 RACON을 부착하여 원거리 식별성을 높이는 것이 바람직하다. 다만 한정된 해역에 그 숫자가 너무 많아도 혼동의 우려가 있으므로 인근의 다른 레이콘과는 적어도 5마일 이상의 거리를 유지함이 효과적이다.

3.9 등질특성의 통일성

이러한 개선방안이 효과적으로 평가되면 전국적으로 통일하여 시행함이 효과적이다. 선장과 항해사가 어느 항구를 출입하거나 등부표의 통일된 설치 특성만 알면 오인이 없이 안전하게 이용할 수 있을 것이기 때문이다.

4. 적용예

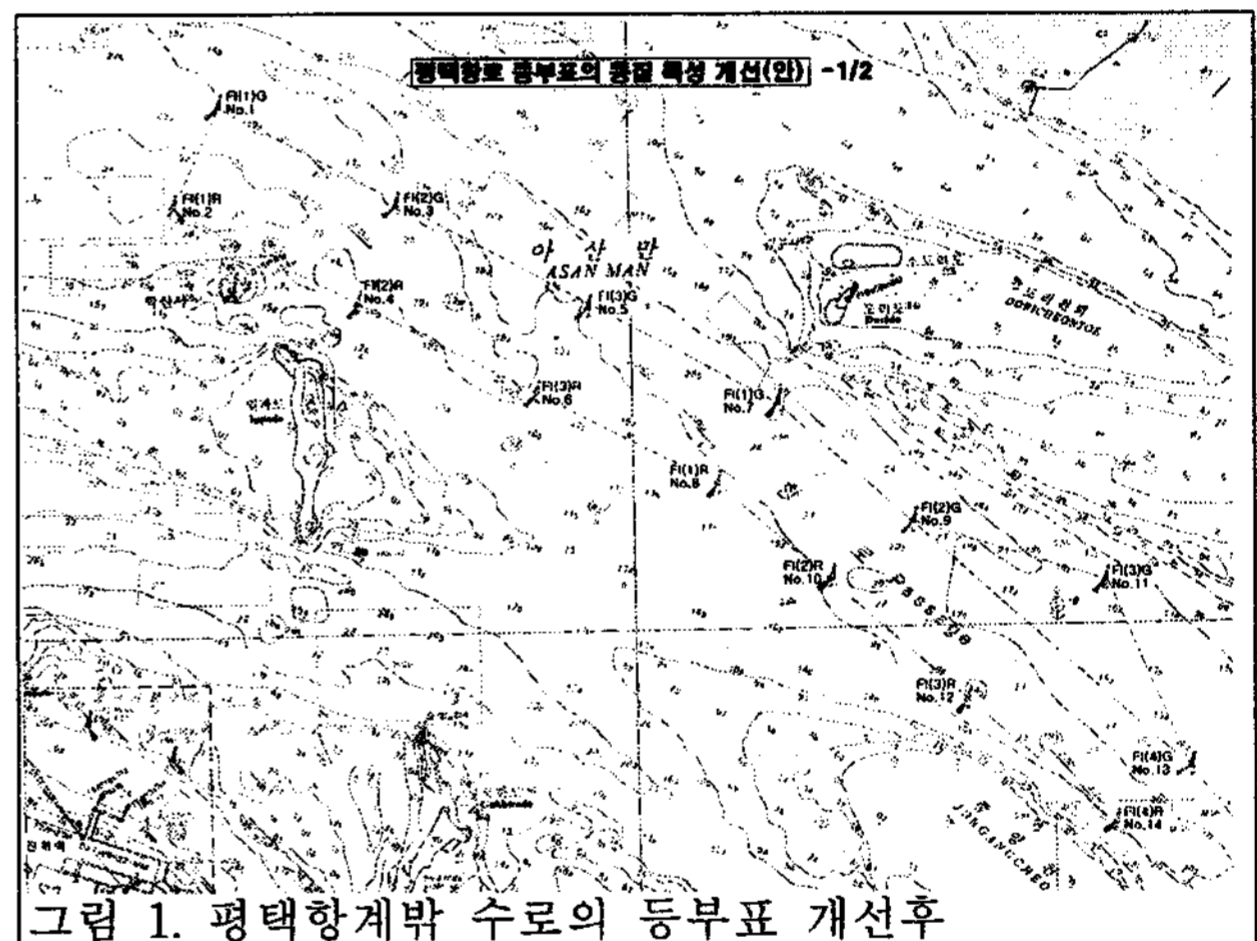


그림 1. 평택항계밖 수로의 등부표 개선후

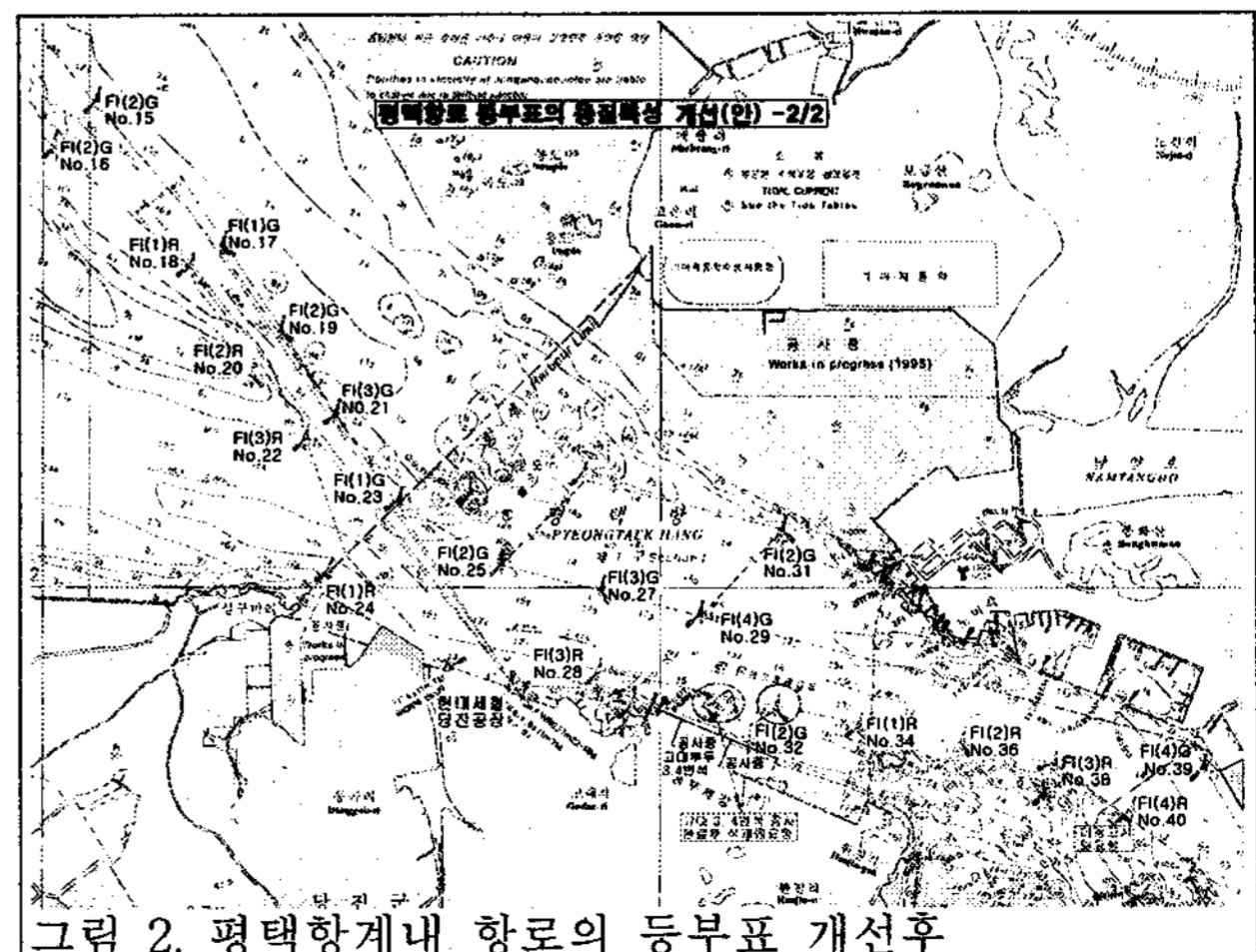


그림 2. 평택항계내 항로의 등부표 개선후

이와 같은 원칙이 적용된 평택당진항의 표지는 그림1 및 그림2 와 같으며 다음과 같은 특징이 있다.

- 1) 대칭의 등거리에 설치한 항로의 등부표는 시작점과 대각도 변침점의 녹/홍 등질을 FI(1) 으로 통일 함.
- 2) FI(1) 다음의 녹홍 등부표는 다음 대각도 변침점까지 순서대로 FI(2), FI(3) FI(4),로 표시를 하여 섬광숫자의 연속성을 유지함. 직선상 등부표 수가 많아 4섬광 이상이 필요하면 다음의 FI(1)에서 역순으로 FI(2), FI(3) 연속성을 유지함
- 3) 등부표 주변의 등대와 등주는 백색이나, 황색을 채용하여 등부표와 구분함

위와 같은 개선은 아래와 같은 장점이 있다.

- 1) 섬광의 숫자에 따라 입구나 각 변침점으로부터 몇 번째 등부표인지가 표시되므로 따로 외우지 않아도 구별이 쉬우며 혼동의 우려가 없다. 과거에는 각각의 등질특성을 외우는 것이 쉽지 않아서 등질은 이용하지 않는 것이 보통이었다.
- 2) 등질만 보아도 항로의 입구와 대각도 변침점의 표시가 확실하다.
- 3) 예고 없이 어느 등부표의 등질이 변하는 경우에도 이용자가 직감적으로 발견하고 사고를 예방할 수 있다.

5. 등부표의 설치기법

기왕에 설치된 항로 표지는 항해자가 자주 이용하고 그것이 없으면 불편을 느끼는 정도라면 설계와 설치가 잘된 것이라고 할 수 있으며 선회반경 등에 의하여 오히려 항로를 축소시키는 경우는 항행에 불편을 줄수도 있다. 부표의 설치와 삭제는 다음과 같은 점이 고려되어야 한다.

5.1 항로의 법선 밖 30m이상의 위치에 설치

수심이 허락하는 한 항로의 법선 밖 적어도 30m 이상의 거리에 설치하여 등부표의 선회반경으로 인하여 항로의 폭이 좁아지지 않도록 하여야 한다. 준설항로의 경우 법선 30m 밖의 준설 경사면에 설치를 하면 수심이 낮은 만큼 선회 반경이 줄어들고 항해하는 선박과 등부표와의 접촉손상 위험을 줄이며 향후에 항로의 유지 준설을 하는 경우에도 공사중 등부표의 임시 이동이 필요 없다. 심할 수 대형선박이 항해를 할 때에 등부표와의 이격 거리가 적어도 50m 이상이므로 미준설 구간에 설치한 등부표로 인하여 좌초위험은 없으나 다만 준설 경계면의 저질이 암석일 때에는 선박이 암석과 직접 접촉하는 만일의 사고를 방지하기 위하여 준설 경계면의 안쪽에 등부표를 설치하여야 한다.

5.2 3개 이상 등부표의 직선상 위치

기본적으로는 항로의 법선상 또는 법선의 일정거리 밖에 연속적으로 설치를 하여 항로의 폭과 경계를 뚜렷이 함이 좋으나 수심이 허용하는 한 3개 이상의 등부표나 등

주가 일직선이 되도록 하는 것이 효과적이다. 다만 변침 교차점이나 항로의 분기 합류점 또는 교통량이 증가하는 위험해역에서는 항로의 법선 밖 가항로 수역이나 비상 대피수역을 확보할 수 있는 여유 공간을 확보할 수 있도록 설치를 하는 것이 일직선 설치 원칙보다 우선하여야 한다.

5.3 암초나 사주에 가까운 곳에 설치

등거리 설치를 위한 등부표의 거리 간격 조정을 할 때에 가급적 위험물에 가까이 배치가 되도록 하여 위험을 경계하도록 하여야 한다.

5.4 이용자의 의견 수렴

항로표지의 설치 계획과정에서 당해 해역에 경험이 많은 도선사나 선장 또는 당해해역을 상습적으로 왕래하는 예부선이나 급유선 선장등의 조언을 수렴하여 계획을 하여야 한다. 경험 또한 이론 못지않게 소중할 것이다.

5.5 불요표지의 조속한 폐기

등부표 등 항로의 주변에 설치된 항로표지는 안전 항행의 지원을 하기도 하는 반면 부두의 준공 등으로 불필요하게 된 부두 앞 표지를 방치하면 표지가 오히려 부두 출입을 방해하는 항행 장애물로 바뀌는 경우도 있다. 불요 표지는 사유가 발생하면 지체 없이 삭제를 하여야 한다.

6. 배경광

항만은 해안선을 따라서 부두나 시설물이 건설되어 있고 그 사이에 항로가 있다. 항로의 법선에는 표지시설이 설치되어 안내를 하고 있으나 부두와 시설물의 밝은 조명이 배경광 역할을 하여 시인을 방해하는 경우가 많다. 개항질서법에는 이러한 배경광의 금지 법안이 마련되어 있으나 부두와 시설물의 조명 또한 해당 시설의 이용과 안전에 중요하므로 이 법에 근거하여 함부로 제거를 명하거나 단속하기는 쉽지 않다. 부두와 시설물의 조명등이 운항중이거나 접이안하는 선박에 배경광으로서 주는 영향은 다음과 같다.

- 1) 밝은 조명등은 부근의 위험물이나 부두의 안벽선 및 항로표지의 시인을 직접 방해한다.
- 2) 서로 다른 밝기의 조명등은 원근 착시 현상을 가져와서 선박에서 물표까지의 거리감을 방해하여 항행위험이 증가한다.
- 3) 밝은 부두와 시설물의 조명등으로 인하여 부두에 접근하는 선박이 안벽의 형상과 거리감을 착각하여 자세와 선속의 조정 등 조종위험이 발생한다.
- 4) 부두와 교량 등 시설물 부근에 존재하는 등부표 등 항로표지의 시인을 방해하여 항해하는 선박은 항로의 가장자리 법선을 짐작하기 어렵고 이로 인하여 출입항

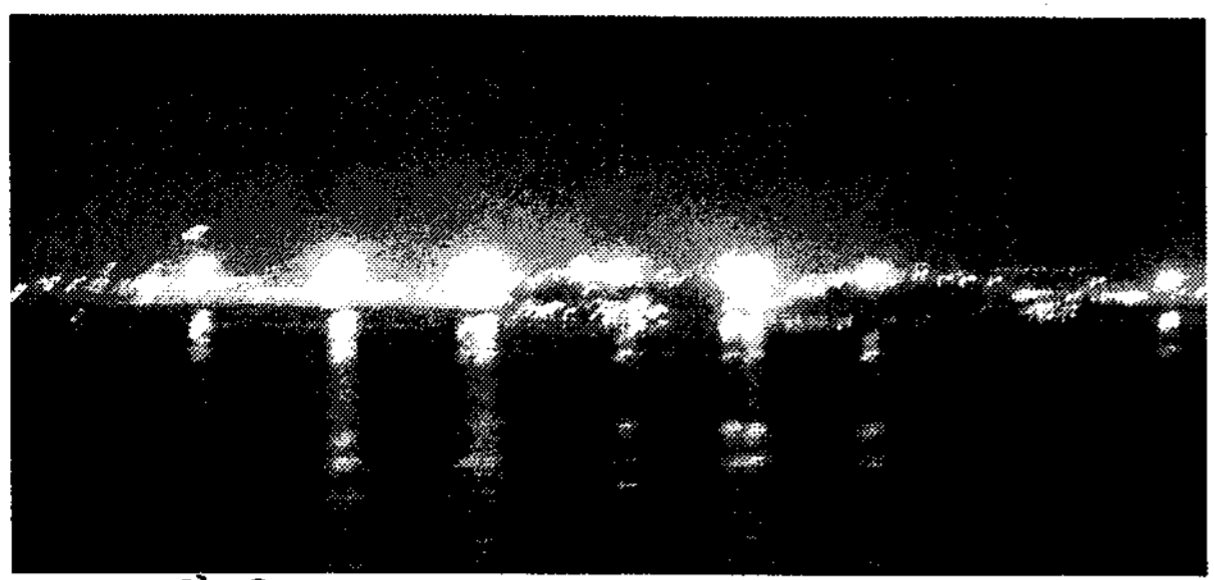


그림 3 조타실의 유리창을 통하여 본 배경광

선박이 다 같이 항로의 중앙으로 몰리는 경향이 있어서 항로를 넓게 사용하지 못하므로 선박간의 충돌위험이 증가한다.

따라서 배경광으로 장애를 주는 부두와 시설물의 조명을 유지하면서도 항로구역과 시설물 및 부두구역의 경계를 표시함으로써 항로표지의 기능을 보완할 수 있는 방안을 모색하여야 한다.

6.1 접현등화(接觸燈火)의 표지 보완효과

배경광의 방해줄이고 시인을 개선하는 효과적인 방안의 하나는 부두와 교량 등 시설물의 항로쪽 안벽에 설치하는 접현등을 이용하는 방법이다. 스모그나 비와 안개와 같은 약시정의 기상여건에서도 부두의 안선이나 교각 선단의 시인성을 증대시키는 것은 선박의 조종안전과 충돌의 방지를 위하여 중요하다. 항로 양쪽에 있는 부두나 교각의 충돌방지공 등 항로 연변의 시설물에 접현등을 달게 하는 경우 다음과 같은 효과가 있다.

- 1) 배경광의 방해줄 감소하는 효과
- 2) 약시정에서 안선과 중요시설물의 시인 증대효과
- 3) 항로의 폭과 형상지시효과
- 3) 부두와 시설물의 거리방향 명시효과
- 4) 항해 장비가 부족한 항내 잠종선의 부두나 시설물 접근 및 접촉금지 효과

6.2 접현등의 효과적인 설치 운영방법

안벽과 교량의 충돌방지공 선단에 표시하는 접현등화는 다음과 같은 방법으로 설치 운영하는 것이 효과적이다.

1) 접현등의 간격

- 대형선 부두 ; 매 20m당 1기의 접현등
- 소형선 부두 ; 매 10m당 1기의 접현등
- 교각 등 중요 시설물의 측면 ; 매 5m당 1기의 접현등

2) 접현등의 밝기

가시거리 1마일 이상 3마일 이내 단, 교각 등 중요시설물의 경우 2마일 정도가 적절할 것으로 생각되나 실제로 시설을 한 후에 수개월이상 각종 기상여건에서 현장 점검을 하여 해당지역의 배경

광 등 실정에 맞도록 전구의 밝기를 교체 조정하여야 한다.

3) 접현등의 색

직감적으로 다른 배경등과 식별이 가능하도록 홍색과 녹색의 유색등화를 섞어야 하며 항로좌우 구분이 바로 연상될 수 있도록 다음과 같이 함이 합리적이다.

- 항로의 좌측 녹등쪽 부두와 시설물 ; 녹색과 백색등을 번갈아 설치
- 항로의 우측 홍등쪽 부두와 시설물 ; 홍색과 백색등을 번갈아 설치

4) 점등시간

- 일반부두; 일반표지가 150 Lux에서 점등되는 것과는 달리 광감각센서 스위치 방식에 의하여 500Lux 이하에서 자동 점등되도록 하여야 효과가 크다. 다른 표지와 달리 특별한 관리 근무자가 없는 접현등화는 광센서에 의하여 자동 점등되도록 함이 효과적이다.
- 교각 등 중요시설물; 중요성에 비추어 24시간 점등을 함이 바람직하다. 특히 안개 등에 의하여 수시로 약시정이 형성되는 지역의 시설물, 예컨대 평택당진항의 서해대교의 경우 가항수로의 폭이 불과 300m 미만이고 연중 수시로 안개가 잦은 지역이므로 24시간 점등하여 교각충돌방지공과 같은 위험물의 선단이 항상 명확하게 식별될 수 있도록 하여야 한다.

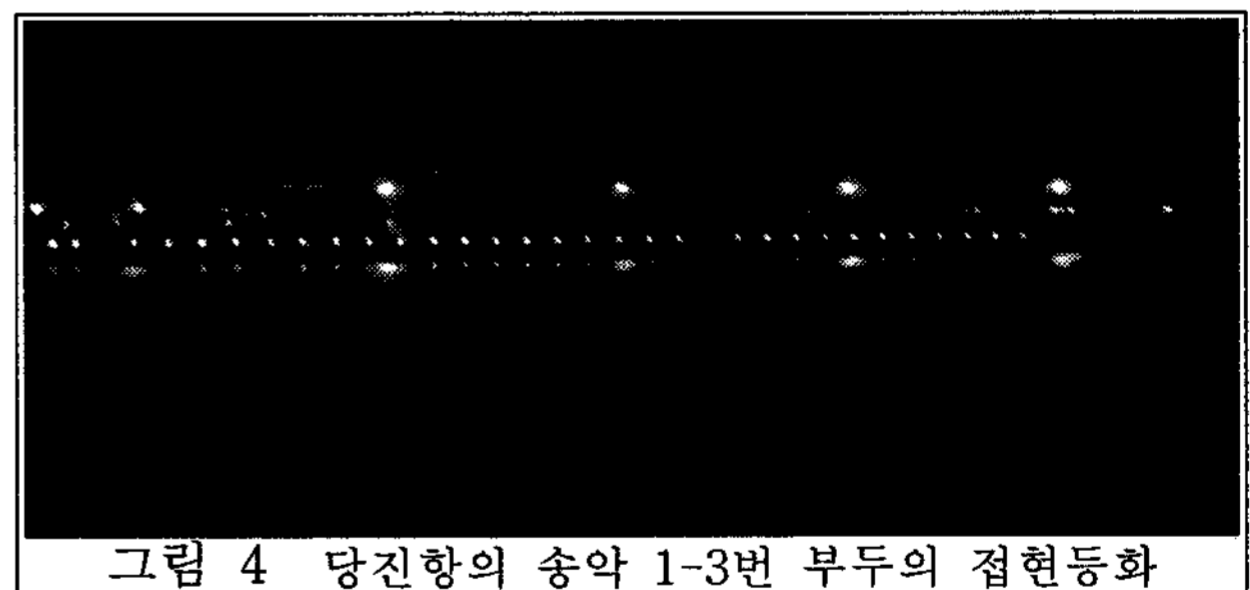


그림 4 당진항의 송악 1-3번 부두의 접현등화

5) 접현등의 전원

이용전원은 전기의 소모량이 비교적 크므로 축전지 등 별도의 독립된 전원보다는 일반 육전을 이용함이 바람직하다. 다만 교각과 같은 중요시설물의 경우 전원이상 등의 이유로 소등이 되는 경우는 관제실에서 즉시 알 수 있는 장치를 하여 통항선박에게 알려야 한다.

6.3 항만운영 시행세칙에 규정화

접현등화와 같은 표지보완시설물의 설치와 운영을 효과적으로 하기 위해서는 접현등의 설치와 운영에 관한 규칙을 항만운영세칙에 명시하여 규정화함이 바람직하다. 효과적임을 인정하면서도 시행규정이 없다면 사실상 실행이

어렵기 때문이다.

7. 교량의 교각 시인성 개선

주변에 많은 대형 저수지와 농경지가 있는 평택당진항은 지구온난화 영향에 의하여 기상효과가 가중되어 연중 수시로 안개가 자주 형성되고 있다. 해상뿐만 아니라 육상의 교통조차도 어려운 경우가 많아 2007년 서해대교상에서 수십중 무중추돌이 발생한 것처럼 선박과 교각의 충돌이 일어날 가능성이 높으므로 교각의 시인성 개선 등을 위한 특단의 대책이 필요하다. 교량충돌사고는 다른 충돌사고와 달리 많은 인명손상의 우려가 크고 간선도로의 장기간 폐쇄라는 사회적 과장이 큰 문제가 있기 때문이다.

7.1 접현등화의 시설

위에서 설명한 접현등화를 교각 충돌방지공의 항로쪽의 벽 상단에 설치를 하여 배경광의 영향을 줄이고 약시정에 대비하여 시인성을 개선하여야 한다. 이러한 접현등화의 밝기는 일반시정용과 제한시정용의 2단계로 하여 시정에 따라 밝기를 선택 조정하면 더욱 효과적이며 시정이 예고 없이 불시에 나빠지는 경우가 많으므로 중요성에 비추어 24시간 점등하여야 한다. 우선은 교각의 충돌방지공이 뚜렷하게 보여야 본능적으로 이를 피하는 조치를 하게 되기 때문이다.

7.2 등대와 중시등화의 시설

항로를 횡단하여 건설된 교량은 규정상의 교량등화 설치 및 충돌방지공의 선단에 접현등화를 시설하여 시인성을 개선하는 것 이외에도 좀 더 멀리서부터 교각의 위치를 표시하는 등대와 당시의 바람이나 조류 등 외력에 의한 선박의 표류정도를 측정하기 위한 중시등화의 시설을 하여야 한다. 등대는 배경광의 시인방해를 줄이기 위하여 등대의 상부에서 하부 방향으로 투광기를 설치하여 식별성을 개선하고 등대의 정체성을 보완하여야 한다. 등대 몸체조명의 광색은 녹등의 경우 녹색, 홍등의 경우 홍색으로 하여 등색과의 일관성을 확보하여야 한다. 투광기에 의한 등대의 몸체 색깔만 보고도 직감적으로 등색을 연상하여야 하기 때문이다. 투광기의 전원은 소모를 고려하여 육전을 이용함이 합리적이고 500 Lux 이하의 조도에서는 자동으로 작동되도록 광감각센서에 의한 스위치 방식이 합리적이다.

교각폭이 충분하지 못하여 교각사이에서 일방통행을 하여야 하는 경우 선박은 양교각의 중심선을 지나는 것이 안전하다. 교량하부의 중양을 통과하고자 접근하는 선박은 멀리서부터 양쪽 교각의 중심위치를 확인하며 접근을 하여야 하므로 이러한 목적을 위하여 교각중심의 연장선상 충돌방지공에 등대를 설치하여야 한다. 등

대는 양쪽 교각의 전후에 각각 1기씩 총 4기를 설치하여야 한다. 교각 중심 연장선상에 설치하면 전후의 등대가 중첩되어 나타나는 혼란을 최소화 할 수 있는 효과도 있다. 등대의 높이는 선박항해자의 눈부심 방지를 하고 2개 1조인 중시등화 중의 하나로 병행하기 위하여 그리 높지 않은 것이 바람직하다. 이러한 등대는 일반전원의 이상에도 계속 작동할 수 있도록 축전지와 같은 독립된 전원을 사용하여야 한다.

7.3 중시등화의 중요성

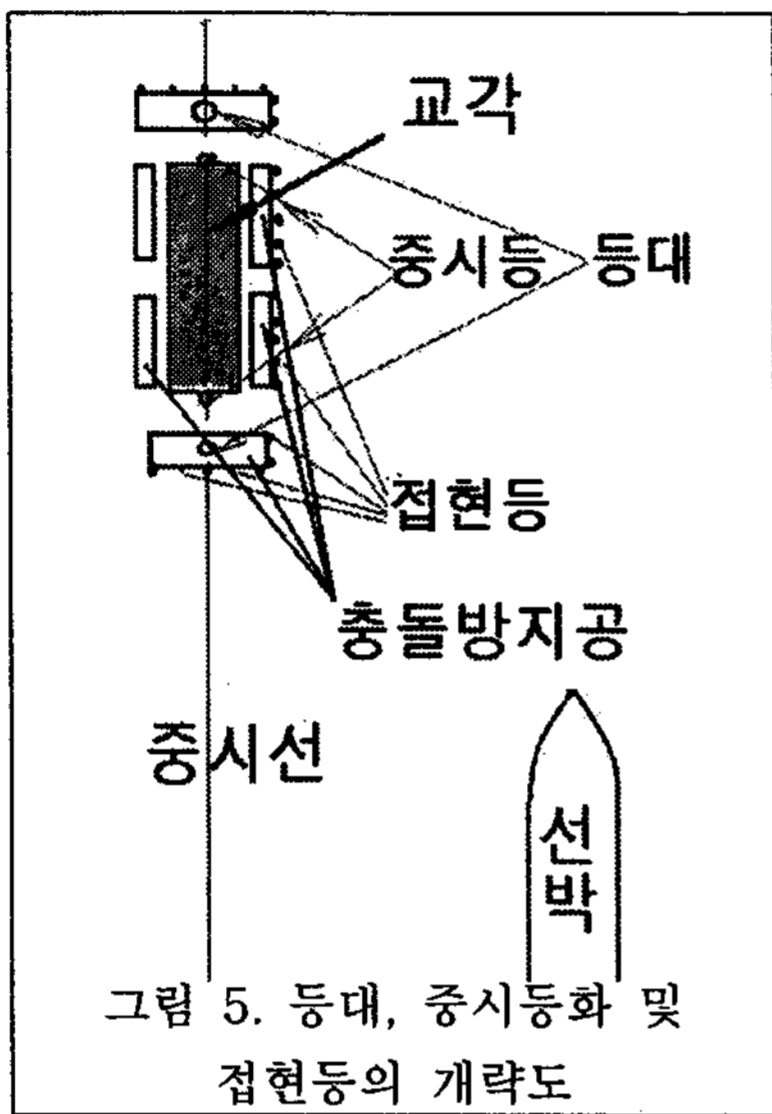
육상의 교통수단과 달리 바람과 조류 등 외력에 떠밀리며 진행되는 선박은 선박의 선수가 가리키는 방향과 선체가 진행되는 방향이 일치하지 않고 헬리콥터가 선회할 때 뚜렷하게 보이는 것처럼 외력의 영향을 받아서 일정한 편각(偏角, drift angle)을 가지고 진행한다. 이러한 떠밀림 여부는 진행되는 전후위치를 비교하여 측정하는 것이므로 단시간에 측정이 어렵고 오차도 크며, 측정에 시간이 걸리는 만큼 위험을 대처할 시간적 여유가 적어진다. 좁은 교각사이의 조종에 큰 위험을 줄 수 있는 편각은 바람과 조류 등 외력이 클수록, 여객선이나 자동차운반선과 같이 수평면적이 클수록, 선속이 낮을수록 커지게 된다. 특히 선속이 낮을수록 타압(舵壓) 적어져서 발생하는 조종성(操縱性) 불량과 복합적으로 작용하면 더욱 큰 위험이 형성된다. 이러한 위험을 감지하고 대각도의 비상한 피항동작을 하는 경우에도 선박의 대각도 선회시에 발생하는 Kick out 등에 의한 또 다른 편각발생은 상당히 큰 편이어서 선미충돌의 원인이 되기도 한다.

예컨대, 갑판에 화물을 적재한 컨테이너선박이나 여객선과 같이 풍압면적이 큰 선박이 상당한 횡바람의 영향을 받으며 5-6노트 이하의 위험한 미속으로 교량하부를 통과하고자 접근할 때 외력에 의하여 상당히 떠밀리게 될 것이나 어느 정도 떠밀리는지 여부를 판단할 방법이 마땅하지 않을 것이며 밀리는 것을 감지하는 경우에도 좁은 교량하부 항로의 특성상 반대편 교각쪽으로 큰 타격을 주기는 심리적으로 쉽지 않다. 반대편 교각 또한 장엄한 위험물로서 압박감을 주는 심리적 영향이 크기 때문에 선박의 진행방향과 선체가 향하는 방향이 다른 편각을 가지고 위험물의 하부를 통항하는 것은 외관상 더욱 위험하여 보이기 때문이다.

따라서 선박의 편각을 실시간 연속적으로 감지하고 대응동작을 할 수 있도록 각 교각의 선후단에 중시등화를 설치함이 합리적이다. 앞뒤 중시등화의 정렬이 변하지 않으면 선박은 교각과 충돌코스로 진행하고 있음이 명확하여지므로 확신을 가지고 피험조치를 할 수 있다. 또한 좌우교각 중시등화의 벌어진 각이 계속 비슷하게

보이는 정도로 진행을 하면 그 선박은 교각하부의 중심선을 따라 진행하고 있다는 증거가 되고 이를 실시간 연속적으로 확인하며 진행하는 항해자는 심리적 안정감을 확보하여 정상적인 판단을 하며 안전한 조종을 하게 하는 효과가 있다.

중시등화의 위치는 교각전면에 설치된 등대와 교각의 중심선 및 각 등대의 뒤쪽 등대보다 5m 이상 높은 곳(예컨대 교각의 본체 등)에 등대의 등색과 같은 부동(Fixed light)의 등화를 설치함이 합리적이다. 이러한 중시등화를 설치하면 중시등화 전면 등대와 중시변화 여부에 의하여 선박이 교각사이에 접근할 때 외력의 영향을 쉽고 신속하게, 실시간 연속적으로 알 수 있다. 전원은 일반전원의 이상시에 최후의 보루인 등대와는 별도로 일반육전을 사용하여도 무방할 것이다.



언급한 정리가 항로표지의 설치와 유지 관리 및 안전항해의 지원에 도움이 되기를 바란다.

8. 결론

이와 같이 항로표지가 선박의 안전항행을 충실하게 지원하기 위해서는 여건의 변화에 따라 민감하게 변신을 거듭하여야 하는 만큼 끊임없이 조사하고 연구를 계속하여야 할 것이다. 이상을 요약하면 다음과 같다.

- 1) 현실에 부합하는 항로표지의 역할재정립을 하고 그에 따른 개선을 하여야 한다.
- 2) 항로표지의 설치원칙과 기법을 마련하고 표지를 설치하거나 개선을 할 때 지침으로 활용하도록 하여야 한다.
- 3) 항계내에서 배경광에 대한 대책 및 표지의 보안을 위하여 부두와 교각에 접현등화를 설치 운영함이 효과적이다. 효과적인 시행을 위해서 접현등의 설치와 운영에 관한 항만별 운영세칙을 마련하여야 한다.
- 4) 교량등화만으로는 모든 시계와 배경광의 상태에서 교각의 시인성을 확보하기 어렵다. 교량과 선박충돌의 심각성을 감안하여 가능한 다양한 방법을 다하여 교각 시인성을 개선하여야 한다. 예컨대 교각조명, 접현등화와 등대를 설치하고 교량부근에서 선박의 외력에 의한 표류를 감지할 수 있도록 중시등화를 설치하여야 한다.