

포항 송도해수욕장 주변 광파표지의 시인성 평가에 관한 연구

이충진, 채정근, 박종현, 이제형, 이동엽

한국항로표지기술원

cjlee@katon.or.kr, jgchae@katon.or.kr, jpark2020@katon.or.kr, leejh@katon.or.kr, dy1624@katon.or.kr

A Study on the Visibility Evaluation of Lighted Aids to Navigation around Songdo Beach, Pohang

Chungjin Lee, Jeonggeun Chae, Jonghyun Park, Jehyoung Lee, Dongyeob Lee

Korea Institute of Aids to navigation.

요 약

본 연구는 포항 송도해수욕장 인근에서 발생하는 선박사고 위험을 저감하기 위한 방안으로 항로표지의 시인성 향상에 초점을 맞추었다. 이를 위해 항로표지 시뮬레이터를 활용하여 일정한 주기로 동시에 점멸하는 동기점멸 시스템과 일정한 순서와 간격으로 점멸하는 순차점멸 시스템을 적용하고, 그 시인성 변화를 분석했다. 두 시스템의 정량적 시인성 수치는 동일하게 나타났는데, 이는 동일한 경로를 따라 이동하는 선박에서 실제 관측되는 순간의 밝기가 같기 때문으로 해석된다. 그러나 순차점멸은 방향성을 제공한다는 점에서 실제 선박 운항자에게 더 유리할 가능성이 있다. 따라서, 향후에는 실제 관측자를 대상으로 한 정성적 평가가 추가적으로 필요할 것으로 판단된다. 본 연구는 항만 지역과 같이 배후광이 강한 환경에서 항로표지 시인성 개선을 위한 기초 자료로 활용될 수 있다는 점에서 의의가 있다.

I. 서 론

항로표지는 선박이 연안에 접근할 때 안전한 항로를 제시하고 위험 수역을 안내하기 위해 설치되는 구조물이다. 이러한 항로표지는 빛, 소리, 전파 등 다양한 매체를 활용하여 위치 정보를 제공한다. 이 중 광파표지는 야간에 등광을 통해 위치를 알리는 역할을 수행하지만, 배경 조명이 과도하게 밝을 경우 시인성이 저하될 수 있다[1]. 이를 해결하기 위해 광파표지에 등질을 부여함으로써 항해자가 광파표지를 해도 상의 정보와 대조하여 정확히 식별할 수 있으며, 야간 항행 및 시계 제한 상황에서 항해 안전성을 높일 수 있다. 그러나 항만 지역에서는 조명 기술의 발달로 인한 강한 배후광으로 인해 등질을 사용하더라도 광파표지의 시인성이 저하될 뿐만 아니라 항해자에게 혼란을 초래할 수 있다.

본 논문에서는 포항 송도해수욕장 인근에 설치된 항로표지를 대상으로, 일정한 주기로 동시에 점멸하는 동기점멸 시스템과 일정한 순서와 간격으로 점멸하는 순차점멸 시스템을 적용한 후, 항로표지 시뮬레이터를 활용하여 시인성 변화를 분석한 결과를 제시한다.

II. 본 론

포항 송도해수욕장 전면에는 2016년 모래 유실 방지를 위해 수중방파제가 설치되었으며, 이후 현재까지 총 27건의 선박사고가 발생했다. 선박은 등부표(포항항1호)와 등대(포항서방사제등대)를 순차적으로 좌현에 두고 포항구항으로 진입해야 하지만, 항로에 익숙하지 않은 포항 관할 외 선박들이 주변의 다른 항로표지를 잘못 인식하여 수중방파제로 진입하는 사례가 다수 발생한 것이 주요 원인으로 분석된다. 따라서, 본 연구에서는 항로표지의 오인 인식을 방지하기 위해 불빛을 순차적으로 점멸시켜 선박을 안전하게 포항구항으로 유도하고, 이를 통해 항로 오인에 따른 사고를 예방하고자 한다.

포항구항으로 진입하는 예상 경로는 그림 1과 같다. 포항구항 북쪽에 위치한 국가어항에서 진입 시 북동쪽에서 접근하여 좌현표지(포항구항 1호 등부표)에서 선회하여 진입할 것으로 예상된다. 선회할 때, 다음 좌현표지(포항항 서방사제) 인지가 어려워 항로가 끝났거나 항로를 인지하지 못하여 수중 방파제에 접근하여 좌초가 발생할 수 있을 것으로 예상된다. 또한, 남쪽에 위치한 국가어항에서 진입 시 동쪽에서 접근하여 좌현표지(포항구항 1호 등부표)를 따라 진입할 것으로 예상된다. 동쪽에서 접근 시 좌현표지(포항구항 1호 등부표)를 인식하지 못하고 접근하다가 급하게 선회할 가능성이 있다. 포항구항까지 접근하는 통항로는 폭 1.3km의 직진 수로로 지형에 의한 오인 요소가 없는 것으로 보이지만, 진입 수로는 주요 통항로와 약 90°로 선회하여야 하며, 정면에는 해수욕장이 있어 구항의 지형에 의하여 진입 수로를 오인할 수 있다. 또한, 측방표지(포항구항1호 등부표)와 특수목적표지(송도수중방파제등표)가 혼재되어 있어 진입 수로 접근 시 육안으로 항로를 잃을 가능성이 있다.



그림 1. 포항구항 진입 예상 경로

Fig. 1. Expected Approach Route to Pohang Inner Harbor

동기점멸 및 순차점멸 시스템을 적용할 항로표지로는 형산강도류제등부표, 송도수중방파제A호등표, 송도수중방파제B호등표, 송도수중방파제C호등표, 송도수중방파제D호등표 및 송도수중방파제E호등표이다. 시인성 평가는 항로표지 시뮬레이터를 활용하여 해상환경 및 선박 이동 경로를 포함한 시나리오를 구축한 후 수행하였다. 항로표지 시뮬레이터는 가상 해상 환경에서 항로표지의 배치와 점등 특성을 구현하여 시인성과 항해 안전성을 평가하는 도구이며, 사용 방법과 기술적 특징은 국제항로표지협회(IALA) 지침에 정의되어 있다[2][3].

그림 2는 항로표지 시뮬레이터를 활용하여 포항 송도해수욕장 주변 항로표지를 구축하여 동기점멸로 구동했을 때의 화면을 보여준다.

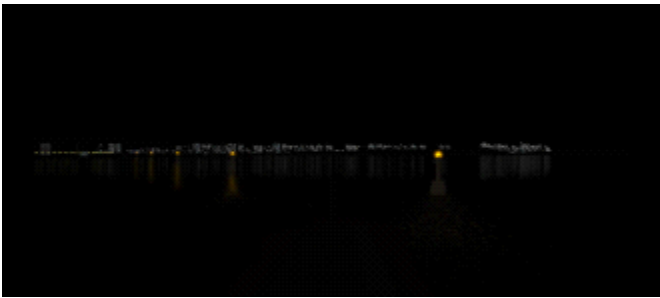


그림 2. 항로표지 시뮬레이터 동기점멸 구동 화면
Fig. 2. Operating Screen of the Aids to Navigation Simulator in Synchronous Flashing Mode

항로표지 시뮬레이터는 시인성 평가를 위해 시인 개수, 시각적 시인량, 시각적 시인율 등을 포함한 총 10가지 정량적 지수를 제공한다. 본 연구에서는 이 중 시각적 시인율을 기반으로 평가를 수행하였다. 시각적 시인율은 관측자가 제시된 항로표지를 올바르게 식별한 비율을 의미하며, 단순한 시인 여부를 넘어 항해자가 등질 패턴을 정확히 인식했는지를 평가하는 지표이다[4].

그림 1과 같이 포항구항으로 진입하는 경로가 2개 있기 때문에 표 1과 같이 두 개의 시나리오로 설정하여 시뮬레이션을 진행했다.

표 1. 항로표지 시뮬레이터 시나리오
Table. 1. Aids to Navigation Simulator Scenario

	선박 이동경로	점멸방식	등질
Scenario I	북쪽에서 진입	동기점멸	Fl(4) Y 8s
		순차점멸	Fl(4) Y 8s Fl Y 4s
Scenario II	남쪽에서 진입	동기점멸	Fl(4) Y 8s
		순차점멸	Fl(4) Y 8s Fl Y 4s

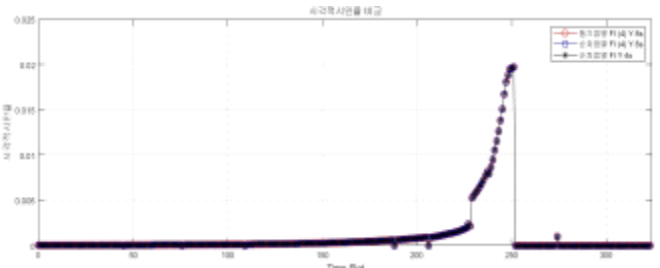


그림 3. 시나리오I 시각적 인식율 시뮬레이션 결과
Fig. 3. Simulation Results of Visual Recognition Rate in Scenario I

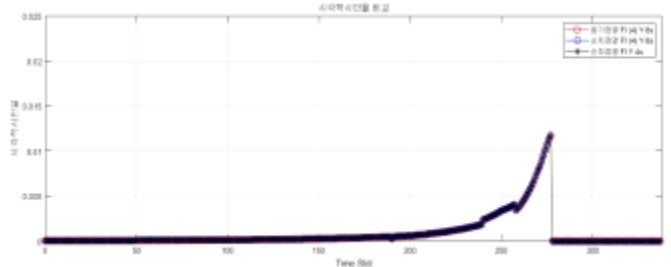


그림 4. 시나리오II 시각적 인식율 시뮬레이션 결과
Fig. 4. Simulation Results of Visual Recognition Rate in Scenario II

그림 3과 그림4는 각각 북쪽 항구에서 포항구항으로 진입하는 시나리오와 남쪽 항구에서 포항구항으로 진입하는 시나리오에 대한 시각적 시인율 시뮬레이션 결과이다. 선박이 이동하면서 항로표지를 인식했을 때 시각적 시인율이 상승하며, 항로표지를 벗어나면 저하 된다. 동기점멸과 순차점멸은 동일한 결과를 보인다. 동일한 경로를 따라 이동하는 선박에서 실제 관측되는 순간의 밝기(각막조도)가 동일하기때문에 정량적 수치 역시 차이가 없는 것으로 사료된다.

IV. 결 론

본 논문에서는 포항 송도해수욕장 주변 선박사고 위험을 저감하기 위해 항로표지 시뮬레이터를 활용하여 항로표지 순차점멸 시스템 시인성을 분석하였다. 동기점멸과 순차점멸을 적용한 결과 시인성은 동일한 것으로 나타났다. 이는 같은 경로를 이동하는 선박에서는 실제 관측되는 순간의 밝기가 같기 때문으로 해석된다. 그러나 순차점멸은 방향성을 제공한다는 점에서 실제 선박 운항자에게 더 유리하게 작용할 가능성이 있다. 따라서, 향후 실제 관측자를 대상으로 한 정성적 평가가 필요할 것으로 판단 된다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2025년도 해양수산부의 재원으로 "25년도 항로표지 장비·용품 등 연구개발사업"의 지원을 받아 수행된 연구임(B0070111000641).

참 고 문 헌

- [1] 김현진, 이충진, 박종현, 채정근, 이동엽, "항로표지의 야간 시인성 평가를 위한 평택항 조명 휘도 분석," 한국통신학회 추계종합학술발표회, pp. 635-636, 2024.
- [2] IALA-AISM, IALA Guideline G1058 "The Use of Simulation as a Tool for Waterway Design and AtoN Planning," IALA-AISM, 3 Edition, 2022.
- [3] 김종욱, 지형민, 한주섭, 강성복, "항로표지 시뮬레이터 적용을 위한 속성 분석," 한국항해항만학회 추계학술대회, pp. 374-376, 2012.
- [4] IALA-AISM, IALA Recommendation E-200-3 on Marine Signal Lights Part3-Measurement, IALA-AISM, 1st Edition, 2008.