

항로표지 시뮬레이터의 항로표지 배치에 대한 시인성 정량적 지수 개발 및 검증

† 황태현 · 김연규* · 공인영** · 박세길* · 김아영*

† *선박해양플랜트연구소, ** (주)세이프테크리서치

Quantitative Measures and Evaluation of AtoN Placement by Calculating Visibility in AtoN Simulator

† Tae Hyun Fang · Yeon-Gyu Kim* · In-Young Gong** · Sekil Park* · Ah-Young Kim*

† *Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering, Daejeon 305-343, Korea

**SafeTechResearch, Daejeon 305-343, Korea

요 약 : 본 연구에서는 항로표지의 배치를 정량적으로 평가하는 방법에 대하여 기술한다. 항로표지는 안전한 수로를 항해자에게 안내하기 위하여 시각적인 정보를 제공한다. 따라서 항해자가 항로표지를 시각적으로 인식하는 정도에 따라서 항로표지 배치의 효율성을 정량화할 수 있다. 즉, 항로표지의 배치는 시인성(visibility) 관점에서 정량적으로 평가될 수 있다. 본 연구에서는 배치된 항로표지에 대한 시인성을 정량적으로 평가하는 방법을 제시한다. 또한 선박해양플랜트연구소가 개발하고 있는 항로표지 시뮬레이터를 이용하여 시인성 정량적 평가 방법에 대한 검증을 시행한다.

핵심용어 : 항로표지, 정량화, 시인성, 항로표지 시뮬레이터

Abstract : In this paper, we describe the methods for quantitative evaluation of placement of aids to navigations (AtoN). AtoN is the additive devices for navigation that inform navigators using human vision and guide navigators to safe watercourse. Therefore the effectiveness of placement of AtoN can be quantified according to the grade of visible recognition to navigators. In other words, the placement of AtoN can be quantified in the sense of visibility. In this study, we describe the methods for quantifying the visibility about the placement of AtoN. Using AtoN simulator which has been developed by Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering (KRISO), the quantitative method is investigated for the pre-installed placement of AtoNs.

Key words : Aids to navigation, quantification, visibility, AtoN simulator

1. 서 론

항로표지 (Aids to navigation, AtoN)는 항해자에게 안전한 수로(safe watercourse)를 안내하기 위하여 항해자에게 시각적인 정보를 제공하는 장치를 나타낸다. 항로표지 배치 (placement of AtoN)는 효과적인 정보 제공을 위하여 수로 상에 항로표지를 적절히 배치하는 문제를 나타낸다. 참고문헌 (황 등, 2012)은 항로표지 배치에 대한 효과를 조사하기 위하여 시인성에 대한 정량적 지수(performance measures for visibility)를 처음으로 제안하였다. 시인성에 대한 정량적 지수는 광학적인 감쇠 성능과 IALA(International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities)가

권고하는 인적지수(human factor)를 통하여 도출되었다.

본 연구에서는 시인성 정량적 지수를 검증하기 위한 연구에 대하여 기술한다. 검증을 위하여 선박해양플랜트연구소 (KRISO)가 개발하고 있는 항로표지 시뮬레이터(AtoN Simulator)를 사용하였다. 검증 시뮬레이션은 각 항구에 현재 설치 및 운영 중에 있는 항로표지 배치에 대하여 시인성 정량적 지수를 구하는 방법으로 진행하였다. 배치안에 대한 시뮬레이션 결과를 조사함으로써 시인성 정량적 지수에 대한 유효성을 검증한다.

2. 시인성 정량적 지수 모델

† 교신저자 : thfang@kriso.re.kr

* {ygkim/skpark/aykim}@kriso.re.kr

** tachyon@strkorea.co.kr

항로표지의 시각적 정보가 항해자에게 인식되기 위한 최소한의 요구 조도(illuminance)는 다음과 같이 주어질 수 있다 (IALA, 2008). 이때, p_{rb} 는 배경광(background light)을 고려한 파라미터를 나타낸다.

$$E_i = 2 \times 10^{(2p_{rb} - 7)} \quad (1)$$

항로표지의 광원(light source)이 항해자의 눈에 도달할 때 빛의 각막 조도는 다음과 같이 주어진다. 이때, I , T , R , p_c 는 각각 광도, 대기전송 계수(transmissivity), 이동거리, 시야중심 계수를 나타낸다.

$$E_r = \frac{I}{3.43 \times 10^6} \frac{T^R}{R^2} p_c \quad (2)$$

각막 조도가 요구 조도보다 크면 해당 항로표지는 시인이 가능한 것으로 파악할 수 있다. 이와같이 두 조도를 비교함으로써 시인성 정량화 지수를 계산한다. $\Delta(E_i) = E_i(i) - E_r(i)$ 이고 $H(\cdot)$ 가 단위스텝 함수를 나타낸다고 할 때, 총 N 개의 항로표지와 m 개의 위치에서 계산한 시인성 정량화 지수는 다음과 같다. 이때, N_D 시인되는 항로표지 수량을 나타낸다.

$$CE_{TAR} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^N \Delta(E_i) H\{\Delta(E_i)\} \quad (3)$$

$$CE_{AAR} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^N \Delta(E_i) H\{\Delta(E_i)\} / N_D \quad (4)$$

여기서, (3)과 (4)를 m 으로 나눈 값을 각각 MCE_{TAR} 과 MCE_{AAR} 이라고 한다. 총 시뮬레이션 구간에 대하여 (3)과 (4)가 가지는 최대값을 각각 $MAXCE_{TAR}$ 과 $MAXCE_{AAR}$ 이라고 하며, 총 시뮬레이션 구간에 대하여 MCE_{TAR} 과 MCE_{AAR} 의 누적합을 각각 $TOTMCE_{TAR}$ 과 $TOTMCE_{AAR}$ 이라고 한다(Fang et al., 2014).

3. 시인성 정량적 지수 시뮬레이션

시인성 정량적 지수 검증에 위하여 선박해양플랜트연구소의 항로표지 시뮬레이터를 사용하였다. Fig. 1은 시뮬레이션을 위하여 선정된 부산 북항의 항로표지 배치를 나타낸다. 정량적 지수 계산의 대상 항로표지는 점선 원형으로 표시하였다. 항해자의 선박은 우측아래에서 좌측위로 향하는 가상경로를 따라서 운항한다고 가정한다. 이때, 항로표지 AtoN-A를 그림과 같이 이동시키는 배치안에 대하여 각각 계산한다.

Table 1은 각 배치안으로부터 계산한 시인성 정량적 지수를 나타낸다. 두 개의 지수는 Case 1에서 최고값을 가지고 나머지 두 개의 값은 Case 3에서 최대값을 가지는 것을 알 수 있다.

항로표지 배치안에 대한 명확한 정량적 지수 개발을 위하여 추가적인 지수를 도입한다. 해양수산부 항로표지 배치 규정은 특히 주의를 요하는 구간을 제외하면 동일한 간격을 가지도록 하고 있다. 따라서 항로표지의 간격이 등간격에 유사한 정도를

나타내는 등간격 지수를 도입한다. 적절한 기하학적 계산을 통하여 등간격 지수를 구하면 Table 1의 FCD와 같다. 시인성 지수와 등간격 지수에서 가장 효과적인 배치안은 Case 1인 것으로 확인할 수 있다. 이것은 오랜기간 동안 수정 및 교정 과정을 거친 기존의 배치안이 효과적이라는 것을 나타내며 이는 타당한 결과라는 것을 알 수 있다. 추가적으로 항로표지의 등간격에 대한 기준값 규정이 진행함에 따라 규정 등간격을 이용하여 등간격 지수를 구할 수 있다. 이를 이용하면 2개 이상의 배치안에 대하여 등간격 지수를 구할 수 있다.

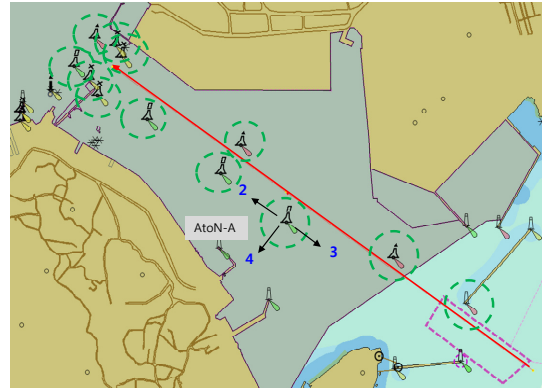


Fig. 1 AtoN placement at Busan port

Table 1 Performance measures of visibility

Case	MAXCE _{TAR}	TOTMCE _{TAR}	MAXCE _{AAR}	TOTMCE _{AAR}	FCD
1	2.890865	3.264034	0.722716	0.361856	1.8497
2	2.890782	3.235858	0.722695	0.355517	1.4140
3	2.889387	3.293974	0.722347	0.367639	1.3512
4	2.632809	3.165681	0.658202	0.347204	-

4. 결 론

본 연구를 통하여 항로표지 배치안에 대한 시인성 정량적 지수 및 등간격 정량적 지수를 개발 및 검증하였다. 검증의 유효성을 증대하기 위하여 기존의 배치안을 활용하였다. 제한한 정량적 지수를 활용하여 항로표지 배치안에 대한 시인성 및 등간격 정량 지수를 도출하는 것이 가능할 것으로 판단한다.

참 고 문 헌

- [1] 황태현, 공인영, 김연규(2012), “항로표지 배치 효율화를 위한 가시거리에 기반한 인지 지수 모델링”, 한국항해항만학회 학술대회, pp. 377-379.
- [2] Fang, T. H., Kim, A.-Y., Park, S., Park, J. S., Kim, Y.-G.(2014), “Quantifying Effect of AtoN Placement Using Amount of Visual Recognition and Its Evaluation Model via AtoN Simulator, pp. 77-81.
- [3] IALA Recommendation(2008), Marine Signal Lights : Calculation, Definition and Notation of Luminous Range, IALA E-200-2.