

주간의 항로표지 시인거리에 대한 연구

† 김 종태* · 표 효진** · 정태권*** · 국승기**** · 윤종휘**** · 이은방**** · 김정훈*****

*부경대학교 이미지시스템공학과 교수 (jtkim@pknu.ac.kr)

**부경대학교 이미지시스템공학과 대학원

***한국해양대학교 항해시스템공학부 교수

****한국해양대학교 해양경찰학과 교수

*****한국해양대학교

요 약 : 주간항로표지에 대한 시인거리는 형상공학, 인간공학, 기상학적 변수와 지형학적 변수를 고려하여 분석되어진다. 눈의 분해능과 선박에 의한 안고, 동체시력이 시인거리를 결정하는 중요한 요소로 작용하며 그 외의 다른 변수들은 배경지수라는 개념을 도입함으로써 정리된다.

핵심용어 : 시인거리, 정지시력, 동체시력, 안고, 배경지수

해양수산부
Ministry of Maritime Affairs & Fisheries

주간의 항로표지 시인거리에 대한 연구

김 종태
표 효진

Optical Technology Lab.
Division of Optics
Pukyong National University

< 정지시력의 시인거리 >

Target
Letter Height = 5.3 m

Object Distance = 6,000 m

Visual acuity = 5 minutes

Ret. of Eye = 17.5 mm

Normal Eye
Image at Retina
Letter Height = 0.25 mm

Intensity along image slice

Object: [Diagram of object and intensity profile]

Image 1: [Diagram of image and intensity profile]

Position

◆ 정지시력에서의 시인거리는 인간 눈의 분해능에 의해 결정

부경대학교 Optical Technology Lab.

< 서 론 >

- ◆ 주간항로표지를 볼 때 시인거리에 대한 정립
- ◆ 시인거리의 변수
 - 인간공학적 측면
 - 형상과학적 측면
 - 기상/지형학적 측면

부경대학교 Optical Technology Lab.

< 정지시력의 시인거리 >

- ◆ 정지시력에서의 시인거리 산출식

$$D_s = \frac{\sqrt{A}}{\tan \theta}$$

* A : 물체의 면적

* θ : 시분해각

- 물체의 존재 인식에 대한 시분해각 ; 1분
- 물체의 형상에 의한 시인거리의 시분해각 ; 2분

부경대학교 Optical Technology Lab.

< 안고에 따른 시인거리의 변화 >

- ◆ 정지시력에서의 시인거리 산출식은 사람의 눈과 해상표지와 거리
- 안고에 따라 지표면상의 거리 변화함

$$l_s = \sqrt{D_s^2 - h^2}$$

- * l_s : 안고를 고려한 지표면 상의 시인거리
- * h : 안고

< 표준 배경지수(B) 값의 결정 >

- ◆ 배경지수 - 시인거리에 영향을 주는 여러 가지 복합적인 요소를 하나로 묶은 지수

$$\text{이론값} = \text{배경지수}(B) \times \text{실제값}$$

- ◆ 안고가 어느 정도의 이상이 되면 항로표지의 배경이 바다가 되며 이러한 경우 배경지수가 비슷함.
- ◆ 표준배경지수(B_s)의 기준

- 안고 15m, LL-26(M) 적색 등부표

$$3450.69 = B_s \times 2222.00$$

$$B_s = 1.5664$$

< 동체시력에 의한 시인거리 변화 >

- ◆ 동체시력의 시인거리는 물체나 사람의 속도에 따라 그 시인거리가 변함

$$D_d = \alpha \times D_s$$

- * α : 속도에 따른 시력의 변화정도

- 시속 10km일 때 : 정지시력의 0.9
- 시속 40km일 때 : 정지시력의 0.8
- 시속 80km일 때 : 정지시력의 0.7

< 안고와 표준배경지수와의 관계 >

- ◆ 항로표지의 배경이 바다가 되는 때의 안고의 높이보다 높은 안고에서는 표준배경지수 적용가능

$$\text{표지높이} \times \frac{\text{표지와 선박사이거리}}{\text{안고} - \text{표지높이}} \leq \text{표지와 육지간 거리}$$

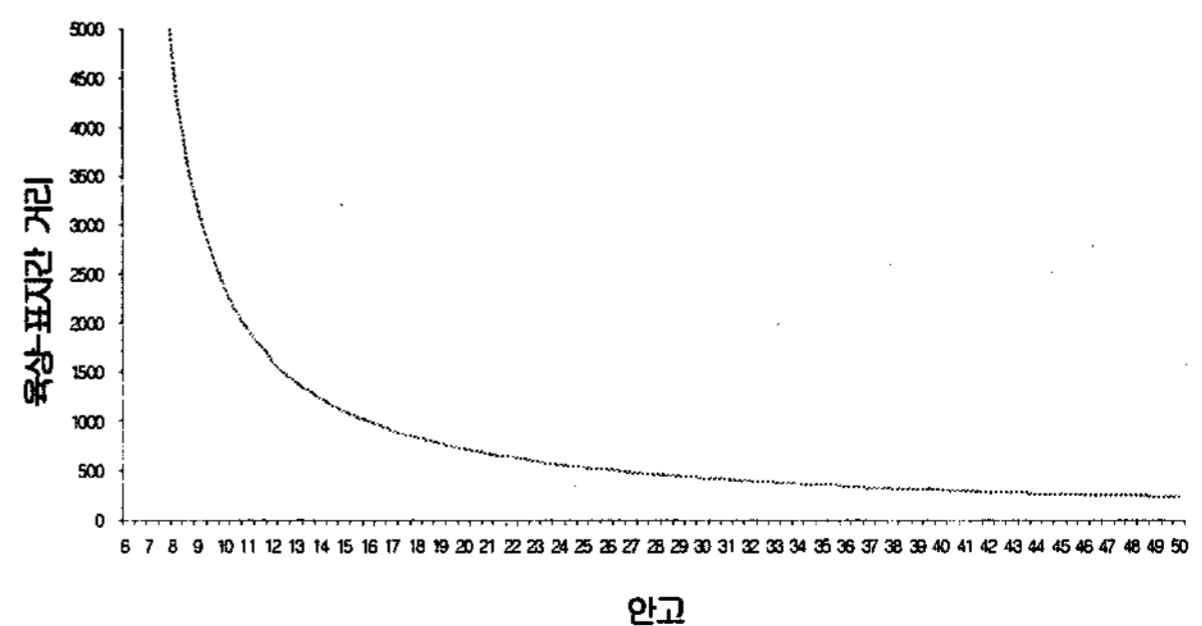
< 항로표지의 표준 동체시인거리 >

$$l_d = \alpha \wedge B \times \sqrt{\frac{A}{\tan^2 \theta} - h^2}$$

- 안고와 동체시력, 그 외 변수를 고려한 항로표지의 지표상의 시인거리

- * A : 물체의 면적
- * θ : 시분해각
- * l_s : 안고를 고려한 지표면 상의 시인거리
- * h : 안고
- * B : 배경지수

표준배경지수를 적용 가능한 안고의 최소값
(표지-선박거리 1마일 일 때)



< 시인거리 실험 >

(부산항)		물체인지	형상인지	
LL-26 (녹)	안고 4m	이론치	6961.44 m	3480.71 m
		실험치	2925 m	1933.33 m
		배경지수	2.3799	1.8003
LL-26 (적)	안고 4m	이론치	6961.44 m	3480.71 m
		실험치	3285.71 m	1766.67 m
		배경지수	2.1187	1.9702

< 최적 시인거리 >

- 배경지수를 고려한 시인거리 : 2222.00 m
- 실제 항로 이용자의 시인거리 표본의 평균값을 최적시인거리로 하여 표지 표준 동체시인거리와 비교

$$L_{op} = \frac{\sum_{i=1}^{131} L_i}{131} = 2020.86$$

$$L_{op} = 0.91 \times l_d$$

(울산항)

(울산항)		물체인지	형상인지	
LL-24 (녹)	안고 3m	이론치	7085.20 m	3542.60 m
		실험치	1483 m	1160 m
		배경지수	4.7776	3.0539
LL-26 (적)	안고 3m	이론치	6961.44 m	3480.71 m
		실험치	1667 m	1296 m
		배경지수	4.1760	2.6857
	안고 15m	이론치	6961.43 m	3480.69 m
		실험치	2964 m	2222 m
		배경지수	2.3486	1.5665

< 결 론 >

- 일정한 형상을 가진 항로표지의 주간 시인거리(l_d)
- 변수 : 사람의 정지시력(분해능), 동체시력, 안고, 항로표지의 크기, 배경지수 (표준배경지수 = 1.5664)

$$l_d = \alpha \times B \times \sqrt{\frac{A}{\tan^2 \theta} - h^2}$$

- 최적시인거리 :

$$L_{op} = 0.91 \times l_d$$

< 배경지수(B_v) 분석 >

- 울산 부표 배경지수 값
 $3480.71 = B_{vu} \times 1296.00$
 $B_{vu} = 2.6857$
- 부산 부표 배경지수 값
 $3480.71 = B_{vp} \times 1766.67$
 $B_{vp} = 1.9702$
- $B_s = (0.45 \sim 0.62) B_v$