

음의 복원성과 선박의 횡경사

유수연* · 양형선** · † 정대득

*목포해양대학교 대학원, †, ** 목포해양대학교 항해학부

Negative GM and Ship's Transverse Stability

Su-Yeon You* · Hyoung-Seon Yang** · † Dae-Deug Jung

* Graduate school of Mokpo National Maritime University

†, ** Division of Navigation Science, Mokpo National Maritime University

요 약 : 선박이 횡경사 되었을 때, 그 발생 원인을 파악하고 적절히 대응하는 것은 매우 중요하다. 특히 최근 발생한 대형 해난사고 중 일부는 항행중 복원력 감소에 의한 횡경사와 관련된 것으로 추정된다. 본 연구에서는 음의 복원력(-GM)에 의한 선박의 횡경사를 실험하고, 그 값을 동일 조건에서의 계산값과 비교하였다. 또한 Loll과 List를 구별하는 것과 Loll 발생 시 대응방안에 대해서 기술하고자 한다.

핵심용어 : 음의 복원력, 선박의 횡경사, 음의 경심높이에 의한 경사각, 경사실험

Abstract : It is very important to fully understand the concepts, causes and corrections of ship's transverse inclination which is classified into Heel, List and Loll. Particularly, it is presumed that some recent disaster at sea is related to negative GM developed by the loss of stability during sailing. In this study, actual 'Angle of Loll' is simulated by model-ship experiment and the result is compared with calculated value under same condition. Furthermore, how to distinguish Loll from List and the way to correct the 'Angle of Loll' for officers are described.

Key words : Negative Stability, Ship's Inclination, Angle of Loll, Inclining Test

1. Introduction

▶ Research Background

- ▶ Angle of Loll에 대한 항해사들의 인식 부족
- ▶ Loll과 List를 제대로 구분하지 못하고, 잘못 대응했을 때 대형 해난 사고 발생

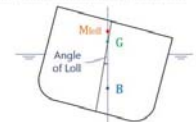
▶ Purpose of this Research

- ▶ Angle of Loll의 개념과 계산식 기술
- ▶ Angle of Loll의 계산값과 실험값 비교 및 차이 추정

2. Concept of Angle of Loll

▶ Angle of Loll

- ▶ 음의 경심높이에(-GM)에 의한 횡경사각
- ▶ 경사모멘트가 없음에도 기울어져 있는 상태
- ▶ 직립상태에서는 -GM이었으나, M점이 G점 위로 이동하여 Angle of Loll에서는 GM≥0 형성
- ▶ 중력과 부력이 다시 연직선상에 위치한 평형상태
- ▶ Angle of Loll(AOL)을 기준으로 횡경사
 - ▶ Angle of Loll보다 작은 각도 → 경사모멘트가 작용하여 AOL까지 경사
 - ▶ Angle of Loll보다 큰 각도 → 복원모멘트가 작용하여 AOL까지 복원



* 대표저자 : suyeon90@mmu.ac.kr

** 공동저자 : epicyang@mmu.ac.kr

† 교신저자 : ddjeong@mmu.ac.kr

3. Angle of Loll Calculation

▶ Angle of Loll calculation from Wall sided Formula :

▶ $GZ = (GM + \frac{1}{2}BM \tan^2 \theta) \sin \theta$

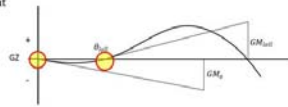
▶ At Angle of Loll, $GZ=0$

▶ $\sin \theta = 0$ or $GM + \frac{1}{2}BM \tan^2 \theta = 0$

▶ $\sin \theta = 0$ means $\theta = 0 \rightarrow$ not Angle of Loll

▶ $GM + \frac{1}{2}BM \tan^2 \theta = 0 \rightarrow \theta = \tan^{-1} \sqrt{\frac{-2GM}{BM}}$

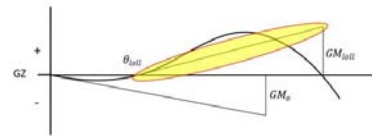
▶ Where θ = the angle of loll
 GM = a negative metacentric height
 BM = the BM when upright



3. Angle of Loll Calculation

▶ GM at Angle of Loll : Slop of GZ Curve

▶ $\frac{d}{d\theta} GZ = \frac{d}{d\theta} (GM + \frac{1}{2}BM \tan^2 \theta) \sin \theta$
 $= \frac{-2GM}{\cos \theta} > 0$



4. Experiment on Angle of Loll

▶ Test Device

▶ Model-Ship : Box-shaped, L/B/H - 500/300/300mm

▶ Class M1 Weights

▶ Inclinator

▶ Accuracy(Full Scale): $\pm 0.05^\circ$ / Measurement Resolution: 0.001°

▶ Inclining Test for Determining Light-ship KG

▶ Disp/Mean Draft : 13,549.6/9.0

▶ Experimental GM/KG : 0.255/12.452



4. Experiment on Angle of Loll

▶ Experiment Condition

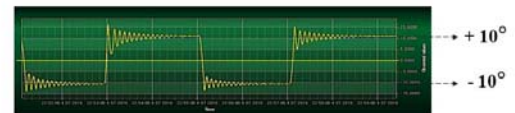
▶ $KG/GM : 12.7/-0.088$

▶ Calculated AOL : **8.470°**

▶ Experimental AOL : **-10.40°/+10.58°**

▶ Estimated Causes of Difference

- ▶ 모형선 치수 차이 및 중/횡방향 경사로 인한 수선면적의 차이
- ▶ 무게측정값 및 물 비중의 차이로 인한 수면하체적의 차이



5. Conclusion

▶ Angle of Loll

▶ -GM에 의해서 발생하는 횡경사

▶ Wall-sided Formula를 통해 Angle of Loll 계산

▶ Angle of Loll 계산값과 실험값을 비교

▶ AOL 계산값 : 8.470°

▶ AOL 실험값 : 약 10°

▶ 차이 원인 : 실험에서의 수선면적 및 수면하체적의 차이로 추정