

골든레이호 전도사고 원인 분석

† 김득봉 · 김진수* · 정창현** · 윤병원***

*,**,† 목포해양대학교 교수, ***평택당진항도선사회 도선사

요약 : 2019년 9월 8일 자동차운반선 골든레이호가 미국 브런즈윅(Brunswick)항에서 출항 도중 전도되는 사고를 입었다. 도선사와 선원 23명은 모두 구조되었으나, 사고선박은 복구 불가로 전손(해체)처리 되었다. 미연방교통안전위원회(NTSB)는 담당사관이 선박 복원성 계산 프로그램에 평형수 양을 잘못 입력하였고, 충분한 GM 부족으로 선회 중 발생한 경사모멘트에 대응하지 못해 전도된 것으로 추정하였다. 우리나라 중앙해양안전심판원의 특별조사부에서도 미국과 동일한 원인에 의해 전도된 것으로 판단하였다. 본 연구에서는 골든레이호와 유사한 선박을 대상으로 상황별 GM를 계산하였고, 상황별/속력별 최대 횡경사각을 계산하였다. 선속 10노트 이하에서는 GM값이 작은 상황에서도 전도 위험은 높지 않았다. 다만, 13노트 이상이 되면 20도 이상의 횡경사각이 발생하여 전도 위험이 높아짐을 알 수 있었다. 이번 골든레이호 전도사고와 같은 사고를 방지하기 위해서는 담당사관이 복원성 계산능력을 충분히 갖출 수 있도록 복원성에 대한 교육 및 훈련을 강화할 필요가 있으며, 복원성 계산과정에서 발생할 수 있는 오류를 확인하기 위한 검증 절차를 선박과 회사에서 마련할 필요가 있다.

핵심용어 : 자동차운반선, 전도사고, 선박복원성, 최대 횡경사각, 중앙해양안전심판원

1. 골든레이호 전도사고 경과 / 원인

- 골든레이호는 전도사고로 이어진 우선회 14분과 8분 전, 두 차례 38도 좌변침을 하였고, 이때 타각을 20도까지 사용하였다. 출항 후 골든레이호에서 평형수가 변경된 기록은 없었으며 풍속4노트가 미친 영향도 미미한 수준이었고 화물 이동도 없었다.
- 선박은 이전 두 차례 좌선회 시사고당시 속력보다 조금 더 낮은 선속(11.6-12노트)에서 선회하였는데, 이 때는 선박이 기울어질 정도의 힘이 발생되지는 않았다.
- 골든레이호는 도선사가 플랜테이션 크릭 구간으로 진입하기 위해 선회를 준비할 때 선속을 수로에서 정상적인 통항속도 수준인 13.3노트로 조금 높였다. 골든레이호가 타각을 20도 이내로 사용하여 우선회하려 하자 선박은 빠르게 기울어지기 시작했고, 결국 선박은 복원력 한계를 넘어서 직립상태로 복원되지 못하고 결국 전도되었다.
- NTSB는 골든레이호에는 11번 여유수역에서 68도 우선회를 시도하는 동안 적용된 좌선회 경사모멘트를 막기 충분한 복원력이 없어 전도된 것으로 결론을 내렸다

출처: 중앙해양안전심판원, 자동차운반선 골든레이호 전도사고 특별조사보고서(2021. 11. 29.)

3. 상황별 최대 횡경사각 계산

선회 중 횡경사각 계산식

(a) 좌선경사에 외방경사로 변하는 단계
 $\sin\theta = \frac{v^2 \times \cos\alpha \times GP}{g \times r \times GM}$

(b) 외방경사 산출식
 $\tan\theta = \frac{v^2 \times BS}{g \times r \times GX}$

출처: Kinzo Inoue, 2011년, Theory and Practice of Ship Handling

2. 시나리오별 GoM 산출 결과

시뮬레이션 시나리오

- 1 Light ship condition (WBT 0T, Bunker 0T, Cargo 0T)
- 2 Ballast condition / Bunker 20% (WBT 436T, Cargo 0T)
- 3 RT43 Load / Bunker & WBT 100% (WBT 893T, L 0T, F 750T, RT43)
- 4 SC + RV Load / Bunker 50% (WBT 530T, L 437T, F 750T, RT43, RV)
- 5 SC Load / Bunker 50% (WBT 893T, SC Load 437T, RT43, RV)
- 6 RT43 Load / Bunker 50% (WBT 442T, RT43 Load 437T, F 750T, RT43)
- 7 RT43 50% / Bunker 50% / WBT(C) 100% (WBT 404300T, RT43 Load 437T, F 750T, RT43)
- 8 RT43 50% / Bunker 50% / WBT(C) 60-70% (WBT 404300T, RT43 Load 437T, F 750T, RT43)

4. 사고 교훈

- 복원성 계산과정에서 발생할 수 있는 오류를 확인하기 위한, 선장(또는 담당사관)과 회사의 복원성 계산결과와 검증 절차 마련
- 복원성 계산 담당사관이 복원성 계산능력을 충분히 갖출 수 있도록 복원성에 대한 교육 및 훈련을 강화
- 선원이 다른 선박에 승선하더라도 복원성 계산 컴퓨터를 쉽게 사용할 수 있도록, 선대 전체가 유사한 복원성 프로그램 사용
- 출항 전 수밀은 폐쇄여부 확인 절차(체크리스트)가 제대로 이행될 수 있도록 조치

† 교신저자 : kdb@mmu.ac.kr, 061-240-7197
 * jskim@mmu.ac.kr
 ** hyon@mmu.ac.kr