

Rudder Stock의 파손사례 분석

김종호⁺

A Study on Failure Cause of Rudder stock

Jong-Ho Kim⁺

통상 파손사고의 원인을 분석하는 절차에서는 많은 요소(기술적인 측면, 경제적인 측면, 시간적인 측면 등)들이 고려될 수 있다. 본 조사 연구에서는 금번 파손된 좌현 Rudder stock의 경제적인 손실, 본선의 규모, 조사자의 경험 등을 고려하여 제조물책임법⁺⁺에 규정된 결함의 존재 여부, 현장에서의 일반 절차 등을 아래와 같이 고찰하고자 한다.

- ① 설계 결함(Design defect)
- ② 경고 결함(Failure to warn or instruct)
- ③ 제조 결함(Manufacturing defect)
- ④ 운전 결함(Unskilled operation)

과피역학적 관점에서 금번 파손된 Rudder stock는 균열의 발생과 전파가 촉진되는 해수분위기 속에서 Rudder plate의 회전에 따라 Rudder stock에 반복적으로 부가되는 과대 하중(설계하중을 초과하는 굽힘 하중, 비틀림 하중)에 의해서 Rudder stock의 구조적인 불연속으로 인하여 응력이 집중되는 슬리브 끝단의 표면에 표면균열이 발생하였고, 이 균열은 Rudder stock의 중심으로 일정 깊이로 전파한 후 최종적으로 파단된 것으로 추정할 수 있다. 즉 Rudder stock의 균열은 부식성 분위기, 과대하중, 응력 집중 효과 등에 의해서 발생하고 전파되어 Rudder stock는 최종적인 파손에 이르게 되었다.

시료로써 제출된 파손된 좌현 Rudder Stock의 평균 경도값은 178 HB, 95% 신뢰의 경도값은 171 HB이므로 이 경도값으로 파손된 좌현 Rudder Stock의 인장강도를 추정하면 인장강도(Su)⁺⁺⁺는 595 MPa(61 kgf/mm²), 항복강도는 501 MPa(51kgf/mm²) 정도인 것으로 추정할 수 있다. 상기 강도값은 Rudder stock, 프로펠러 축 등에 많이 사용되는 단조강(SF45) 내지 기계구조용 탄소강(S45C)의 인장강도와 항복강도를 만족시키므로 본선 좌현 Rudder Stock는 사용 목적에 적합한 재료로 제작되었음을 알 수 있다.

Rudder stock를 파손에 이르게 한 과하중으로서 ‘② 황천 항해 중 또는 급격한 선회로 인한 Rudder plate의 과하중’, ‘③ 베어링(본선의 경우 핀틀과 상부 타두재 슬리브)의 마모에 의한 편심 하중’ 등은 그 가능성이 희박하다고 할 수 있다. 비록 본선의 선원들이 인지 못할 정도일지라도 본선이 연안 항해 중이나 부두 입출항에서 선체가 수중 부유물 또는 고정물과 접촉함으로써 좌현 Rudder stock에 과하중이 부가되었을 가능성이 높다.

참고문헌

- 1) Metal Fatigue in engineering, A wiley-Interscience Publication, p.41
- 2) 金屬破斷面, Techno-eye Pubication(1985), p.804
- 3) Failure analysis and prevention, american Society for Metals((1985), pp.61~63
- 4) 제조물책임법[제정 2000.1.12 법률 제6109호]
- 5) 한국선급, 선급 및 강선규칙 제 2편 1장 제 6절 단강품
- 6) KS D3752-2007, 기계구조용 탄소강재

⁺ 김종호(한국해양대학교 기관시스템공학부), E-mail:kjh@hhu.ac.kr, Tel: 051)410-4251

⁺⁺ 제조물책임법[제정 2000.1.12 법률 제6109호]

⁺⁺⁺ $S_u = 3.4475 \times H_B$, $S_y = 2.930375 \times H_B$, Robert C. Juvinall : Fundamentals of Machine Component Design, Wiley, 2002, pp.89-90,