

밀라노브리지 사고를 통해 본 프로펠러 벤틸레이션 현상 고찰

강석용* · † 이윤석

*한국해양수산연수원, † 한국대학교 운항훈련원 교수

요 약 : 일반적으로 선박조종에 필요한 중요한 성능으로 보침성능, 변침성능, 선회성능, 정지성능을 중요하게 여긴다. 이러한 조종성능은 선체의 선형과 함께 타와 엔진으로 표현될 수 있으며 특히 엔진의 성능은 선박의 안전운항과 직결되어 있다. 따라서 선박이 충분한 출력을 확보하지 못하면 항내조선시 선박의 안전을 담보하기 힘들며 또한 황천항해시 외력을 이기고 선박을 안전하게 조선하기 힘들다. 본 연구에서는 2020년 4월 6일 발생한 밀라노브리지 사고를 통해 선박의 엔진출력을 저해하는 요소인 프로펠러 레이싱, 공전현상, 벤틸레이션 현상에 대하여 고찰하고자 하며 이를 통하여 선박의 조종성능에 미치는 출력을 중요성에 대하여 강조하고자 한다.

핵심용어 : 충돌위험도, 최근접거리, 접근시간, 문턱값, 피항구역, 위험구역

**밀라노브리지 사고를 통해
본 프로펠러 벤틸레이션
현상 고찰**

발표자: 강석용
교신: 이윤석 교수

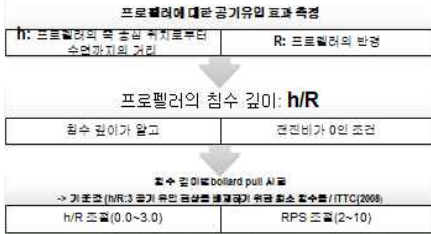
I. 연구 목적 및 배경

1. 친환경, 고효율 등으로 저출력 선박 생산 만연
2. 밀라노브리지 사고 발생 -> 프로펠러 효율 저해 요인 식별
3. 선박의 충분한 출력은 조종성능에 절대적인 영향을 미침을 인지 필요
4. 선박의 프로펠러 효율을 저해하는 요인에 대한 고찰 필요
5. 선박의 크기에 따른 적정출력 제안

† 교신저자 : 종신회원, lys@kmou.ac.kr
* 종신회원, sykang53@seaman.or.kr

II. 선행연구

1. '부분 침수 프로펠러의 bollard pull 추력 및 토오크 특성 연구' 요약

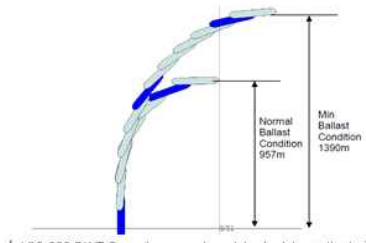


1. $h/R=1.4$ 이하부터 RPS 증가할 수록 공기 유입, 추력 및 토오크 감소가 급격하게 일어나
2. $h/R < 1.0$ 이하부터는 공기유입 이외에도 노즐 정도에 따라 추력 및 토오크 손실 큼 → 물 표면을 따라면서 흡수하므로 자유표면에 대한 교란 크며, 조파 에너지 손실 발생
3. $h/R=1.5$ 이상에서는 10RPS에서도 큰 활적인 와류 형성만 있고, 공기유입 없음
4. 프로펠러의 날개수, 피치비, 전개면적비가 클수록 동일 조건에서 추력 및 토오크 감소가 더 많이 일어나

한양대학교 해양공학부 연구실 한양대학교 해양공학부 연구실 한양대학교 해양공학부 연구실

II. 선행연구

3. 'Effect of the Minimum ballast condition on bulk carrier maneuverability for INTERCARGO'



Source: Effect of the Minimum ballast condition on bulk carrier maneuverability for intercargo(2008.09) p. 6

한양대학교 해양공학부 연구실 한양대학교 해양공학부 연구실 한양대학교 해양공학부 연구실

III. 프로펠러 효율 저해 요소

프로펠러 효율 저해 요소		
공동현상(Cavitation)	레이선현상(Facing)	공기유입현상(Ventilation)
유체 속도 변화에 의한 압력 변화로 인해 유체 내 공기가 날아가는 현상. 당시 밀려 올 수 있음. 유체가 물 속을 흐를 때 유체의 앞쪽이 공기압 이하를 보아 유체가 유체 내 공기 기포가 발생하는 현상. 이로 인해 프로펠러의 손상률도 높음.	날개가 움직일 때 pitching에 의해 프로펠러가 공기중에 노출되어 추진기에 유입되는 유체가 불균형하게 흡수하여 추진력이 불균형하게 감소하여 추진력이 낮아지는 현상.	수면 근처의 공기가 물 속으로 끌려가면서 공기유입 현상이 발생하여 프로펠러의 효율이 낮아지는 현상. 이로 인해 추진력이 낮아지는 현상.

한양대학교 해양공학부 연구실 한양대학교 해양공학부 연구실 한양대학교 해양공학부 연구실

IV. 브리지밀라노 사고 개요

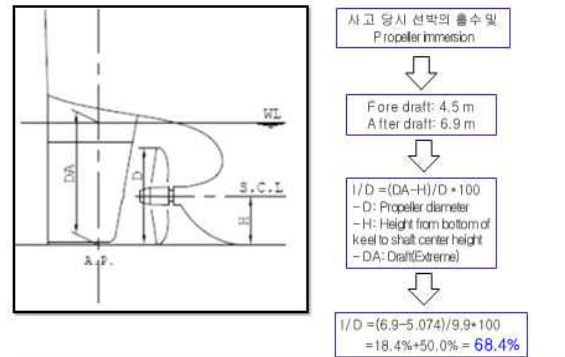
Name of the Ship
MILANO BRIDGE

선명	밀라노브리지(Milano Bridge)
입도일	2019년 1월 19일
길이(미터)	385.94
너비(미터)	51.20
깊이(미터)	29.90
높이(미터)	71.98
주요출력(톤)	150,708
전진출력(TEU)	13,900
전진출력(출력)	148,931
주기관	MTSUI MAN B7W 11690ME-C10.5
최대출력	48,900kW × 76.0RPM
추진기	1(나선밀착식 6역)
타(Rudder)	1
전진출력기(Thruster)	2(040kW × 2)(전개면적)
보조출력(출력)	21.88



한양대학교 해양공학부 연구실 한양대학교 해양공학부 연구실 한양대학교 해양공학부 연구실

IV. 브리지밀라노 사고 개요



한양대학교 해양공학부 연구실 한양대학교 해양공학부 연구실 한양대학교 해양공학부 연구실

IV. 브리지밀라노 사고 개요

1. 브리지밀라노 프로펠러 침수 깊이(h/R) 측정
 - 선행연구 적용
 - h : 4.95 - (최소잠김흘수 - 선미 흘수) = 1.75 m
 - R : $D / 2 = 9.9 / 2 = 4.95$ m
 - $h/R = 0.35$
 - 따라서 사고선박은 ventilation 현상 및 조파 에너지 손실에 의하여 토오크 및 추력이 심각하게 저해된 상태이며, 증속을 위하여 RPM을 증가해 토오크 및 추력의 손실이 더 심각해질 수 있음
2. 사고선박의 설계속력이 22 knots
 - 선행연구에 언급된 바와 같이 사고선박도 설계속력이 상대적으로 낮게 설계되어 있음

한양대학교 해양공학부 연구실 한양대학교 해양공학부 연구실 한양대학교 해양공학부 연구실

IV. 컨테이너 선박 회귀분석

1. 회귀분석

-> 최적의 함수식을 선정하는 방법으로는 각 함수(선형식, 로그식, 지수식 및 거듭제곱식)가 종속변수에 대한 가장 근사한 것으로 결정한 추세선의 결정계수 (coefficient of determination, R-제곱)를 이용

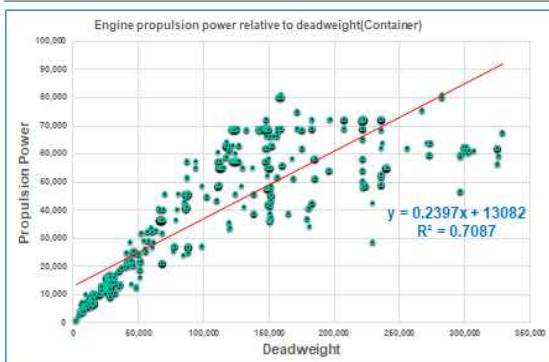
-> 모집단: 2019년 2월에서 5월 사이 인천 및 부산에 입항한 컨테이너선 중 중복을 제외한 1308척

	Deadweight range	KW range	kw/deadweight average	No. of vessel
Busan Container	2241~329184	736~80905	0.43	1135
Incheon Container	7745~158749	3300~80080	0.50	173
Total	2241~329184	736~80080	0.43	1308

$$f(x)_c = (0.2397 * x) + 13082 = (0.2397 * 146932) + 13082 = 48301 \text{ kw}$$

부산항의 항만정보 수거전담부서(항포)팀 인천항의 항만정보 수거전담부서(항포)팀 밀라노브리지 사고를 통한 큰 규모의 컨테이너선 사고

IV. 컨테이너 선박 회귀분석



부산항의 항만정보 수거전담부서(항포)팀 인천항의 항만정보 수거전담부서(항포)팀 밀라노브리지 사고를 통한 큰 규모의 컨테이너선 사고

VI. 결론

1. 선박의 출력은 선박의 조종성과 밀접하게 관련이 있음
2. 선행연구를 통해 저출력 선박의 인도가 증가하고 있으며, 특별히 2007년 이후 인도되는 컨테이너선들은 대부분 출력이 기준치보다 낮음
3. 프로펠러 추진 효율을 저해하는 현상으로 공전현상, 공기흡입현상, 공동 현상이 있음
4. 밀라노브리지 사고는 공기흡입현상으로 인하여 선박의 추진효율 감소, 선박의 조종성능
5. 2019년 2월에서 5월 사이 인천 및 부산에 입항한 컨테이너선 중 중복을 제외한 1308척을 가지고 단순회귀분석 실시하여 다음과 같은 선행함수 도출

$$f(x)_c = (0.2397 * x) + 13082 = (0.2397 * 146932) + 13082 = 48301 \text{ kw}$$

부산항의 항만정보 수거전담부서(항포)팀 인천항의 항만정보 수거전담부서(항포)팀 밀라노브리지 사고를 통한 큰 규모의 컨테이너선 사고