

선속에 따른 덕트 프로펠러의 탄소성 응력거동 해석

한선엽* · 정민수** · 김옥삼****

*, ** 전남대학교 대학원, *** 전남대학교 해양기술학부

Analysis of Elasto-Plastic Stresses for Duct Propeller according to Ship Speed

Han Sun Yeop* · Jeong Min Su** · Kim Ok Sam****

*, ** Graduate School, Chonnam National University, *** Faculty of Marine Technology, Chonnam National University

핵심용어 : 덕트 프로펠러, 탄소성 응력, 거동해석, 선속

Key Words : Duct propeller, Elasto-plastic Stresse, Analysis of behavior, Ship speed

1. 개요 및 연구목적

선박 연료사용량에 대한 경제력을 높이기 위해 유류사용량 즉, 연비를 향상시키기 위해서는 선박의 추진성능 증가시키는 방법으로 프로펠러에 덕트를 장착한다. Duct propeller는 평균 속도 10kn 이하의 선박에 사용이 되며 나선형 Propeller보다 높은 효율을 보여주는데 프로펠러 각 위치에 미치는 탄소성응력 거동을 해석을 하여 선속의 변화가 프로펠러 각부의 안전강도에 미치는 영향을 해석하였다.

2. 연구방법

전남대학교 선박실습선인 청경호의 도면을 구하여 모델링 자료로 활용하였다. 청경호의 최대속력은 14.5kn(26.85km/h)이며 항해속력은 13kn(24km/h)이다. 실제 청경호의 Propeller 도면을 보고 모델링을 하여 첫째, Duct를 설치하기 전과 후의 선체의 Propeller회전수와 선속을 60rpm-7kn(저속), 80rpm-10kn(중속), 150 rpm-13kn(고속)로 선정하였으며 선속과 프로펠러 회전수는 전남대학교 선박실습센터 자료를 이용하였다.

프로펠러 모델링에 가장 기본이 되는 R/R0는 각 반경의 반지름과의 비율을 나타낸 것으로 0.2는 허브에 가장 가까운 단면이며, Pitch(deg)는 Pitch의 값을 각(angle)으로 표현한 것으로 1회전하여 전진한 거리를 각 반경에서 각도로 바꿔주었다.

xy평면을 보았을 때 프로펠러 회전에 의해 -x방향으로 유체를 배출하여 뉴턴의 작용-반작용 법칙에 의하여 전방으로 추력이 발생한다. 이는 배출되는 유체의 유속과 관계가 있으며 여기서 Propeller가 받는 압력을 구하여 Propeller 내부에 존재하는 탄소성 응력과 변형율을 해석하였다.

3. 결과 및 고찰

덕트가 부착된 프로펠러가 7kn-60rpm에서는 프로펠러 날개에 앞면과 뒷면에 압력을 작용시키고 프로펠러 중심축을 중심으로 60rpm 회전량을 주어서 원심력이 작용하도록 하였다. 그에 따른 결과는 탄소성 응력은 275.742MPa로 나와 전체적으로 응력분포가 항복점과 거리가 있는 것으로 판단되며 안정성에 문제가 없다고 판단된다. 7kn-60rpm에서는 탄소성 응력이 275MPa로 나왔다. 10kn-80rpm 조건에서는 Propeller날개에 앞면과 뒷면에 압력을 작용시키고 Propeller 중심축을 중심으로 80rpm의 회전량을 주어서 원심력이 작용하도록 한 결과 프로펠러 중간부분에서 항복점에 가까워지는 지점이 나타나 회전수와 유체 압력이 증가하여 프로펠러에 무리가 가기 시작하는 것으로 판단된다. 비교적 고속인 13kn-150rpm 조건에서는 Propeller날개에 앞면과 뒷면에 압력을 작용시키고 Propeller 중심축을 중심으로 회전량을 주어서 원심력이 작용하도록 하였다. 그 결과 80rpm 경우보다 항복점에 가까워진 부분이 증가했으며, 안정성 면에서 점점 취약해 지는 것을 알 수 있었지만 프로펠러 회전수 증가분과 비교했을 때 탄소성 응력거동의 변화는 크지 않았다.

4. 결론

선박의 속도에 따른 프로펠러의 탄소성 응력거동과 변형율 변화를 해석하여 프로펠러에 덕트가 있는 경우와 없는 경우를 비교 평가하였다. 탄소성 응력 해석결과는 덕트를 설치할 경우 프로펠러로 유입되는 유체에 의한 압력이 증가하여 탄소성 응력이 증가하는 것을 알 수 있었고, 이는 저속에서 프로펠러의 안정성 문제를 야기할 것으로 판단된다. 덕트를 설치할 경우 선속 증가에는 도움이 되나 프로펠러가 받는 압력과 탄소성 응력이 증가되므로, 프로펠러에 덕트를 설치할 경우에는 최적화된 형상을 CFD, FEM 및 수리모형 실험을 통해 보완 및 수정해줄 필요가 있다.

* First Author : zm8983@naver.com, 010-5706-2777

† Corresponding Author : kos@jnu.ac.kr, 010-6797-5324