

어 선 의 조 타 장 치

한국어선협회 기술개발부

주임검사원 김 중 만

1. 머 리 말

귀중한 인명과 화물(어류 및 어구)을 신고 해상을 항해하는 선박의 항로를 좌우하는 것은 법선에서는 범포에 받는 풍압이고, 동력선에서는 해수에 대한 프로펠러의 작용과 프로펠러와 타(rudder)와의 종합 작용이라고 할 수 있다.

따라서 타와 프로펠러의 작용에 대한 선박의 항행에 영향을 주는 요소는 선미에 있는 타와 조타실 사이를 연결하여 소요의 각도로 타를 회전하도록 하는 조타장치이다.

조타장치는 타(rudder), 조타기(steering gear) 및 조타륜(steering wheel)으로 구성되어 있으며 이는 추진장치와 더불어 선박의 항행에 있어서 없어서는 안되는 중요한 장치의 하나이다. 여기서는 어선설비 등에 관한 규칙에 있는 조타장치와 우리나라 연근해 어선에서 많이 사용하고 있는 수동조타장치, 타 그리고 조타기의 토크(torque)에 대하여 설명하고자 한다.

2. 조타장치의 요건

모든 어선(무동력선 제외)에는 주기의 연속 최대 출력시에 얻을 수 있는 속력으로 항해 중 타를 한쪽현 35도에서 반대쪽현 35도까지 조작할 수 있어야 하며, 또한 28초 이내에 한쪽 현 35도에서 반대쪽 현 30도까지 전타할 수 있는 유효한 조타장치를 비치하여야 한다.

또한 주조타장치에 고장이 일어난 경우의 준비로서 예비 조타장치를 설비하여야 한다. 이때 예

비 조타장치는 주기의 연속 최대 출력의 $\frac{1}{2}$ 출력시에 얻을 수 있는 속력으로 항해 중 타를 60초 이내에 한쪽 현 15도에서 반대쪽 현 15도까지 회전시킬 수 있는 것이어야 한다.

그러나 수동에 의한 주조타장치를 비치한 때에는 별도의 예비 조타장치가 필요치 않고 로우프 및 활차 등의 예비조타장치의 부품 1조만을 비치하여도 된다. 또한 주조타장치가 유압조타 장치일 때는 예비조타장치로 전환이 용이하게 하기 위하여 과압을 방지할 수 있는 밸브를 장치하여야 한다.

3. 수동조타장치

가. 개 요

수동조타장치는 기계력에 의하지 않고 인력에만 의하여 조타를 행하는 것으로서 주로 소형어선에서 많이 사용되고 있다.

이 장치는 사람의 힘의 한계 및 한쪽 현 최대로부터 반대 현 최대치까지 키를 돌리는데 소요되는 조타륜의 회전수 등의 기초로 하여 타의 최대 비틀림 모멘트 및 이 장치의 마찰, 손실 등을 고려하여 기어(gear) 구조를 선정하여야 한다. 또한 조타륜의 회전 방향은 조타방향과 일치시키는 것이 보통이다. 이에 관계되는 장치 즉 틸터(tiller), 쿼드런트(quadrant), 조타체인, 조타봉, 로우프, 유도 체인활차 및 조타륜의 규격과 크기 등은 타두재의 지름에 따라 어선설비 등에 관한 규칙 제 871조에 적합하도록 하여야 한다. 또 최

근에는 체인 대신에 체인 강도이상의 와이어 로우프로 대응되고 있으며, 이것은 소음이 적고 충격을 완화시키며 설치가 용이한 점 등의 잇점이 있다.

나. 킬러 및 퀴드런트

킬러 및 퀴드런트는 모두 타두재에 결합되어 키를 움직인다. 조타장치 또는 조타기의 종류에 의하여 각각 단독으로 사용되는 경우와 양자 병용되는 경우가 있다. 후자는 보통 킬러가 타두재에 끼워 넣어지고 퀴드런트는 그 상부에 자유롭게 회전할 수 있도록 놓여지며, 양자의 사이에는 외부로부터 타에 작용하는 충격이 직접 조타장치에 전달되지 아니하도록 조타에 필요한 힘은 퀴드런트로부터 완충장치를 매개로 하여 킬러에 전달된다. 그리고 킬러 및 퀴드런트에는 비상시 타를 고정시키기 위한 적당한 제동장치 또는 제동로우프를 비치하여야 한다.

4. 타와 프로펠러와의 작용

우회전 하는 단 스크루우로 추진하는 선박에서 타를 중앙에 두고 전진하고 있을 때 초기에 수심이 깊은 쪽에 위치한 날개가 우현에서 좌현으로 해수를 밀어내고 이 배수류에 의하여 선미는 우현측에 더 큰 압력을 받게 되며, 진행방향에 대하여 선미가 좌현쪽으로 좀 벗어나게 되므로 선수는 우현쪽으로 벗어나서 나간 상태에서 전진하게 된다. 반면 왼쪽 날개는 이와는 반대 현상이 일어난다.

이 경우 일반적으로 아래쪽 날개는 왼쪽 날개에 비하여 수심이 더 깊고 물의 압력이 더 크기 때문에 아래쪽 날개의 효과가 더 크게 나타난다. 따라서 선박은 타를 중앙에 두고 전진하면, 초기에 선체가 약간 좌현으로 기울어져 전진하게 된다. 전진력이 증가하여 속력이 점점 더 커지면 배출류의 작용은 조금 감소해지기 때문에 곧 배는 기울지 않고 직진하게 된다. 이리하여 전속력으로 주행하게 되면 선체는 반류의 발생으로 오히려 우현으로 기울어 전진하게 된다.

프로펠러를 전진방향으로 회전함과 동시에 타를 중앙에서 어느 한쪽으로 전타할 경우에는 속

력이 생기기 전에 타의 효과가 크게 나타나서 심하게 진행 방향에 대하여 한쪽으로 기울어져 전진하게 된다. 이런 현상은 조종상 대단히 중요한 사항이므로 반드시 염두에 둘 필요가 있다.

이러한 현상은 속력이 증가됨에 따라 점차 감소되고 정상의 프로펠러 회전수에 달하게 되면 소멸하여 평상시의 타 효과로 돌아서게 된다.

5. 타

가. 타의 종류

타의 종류는 그 구조 및 형상에 따라 다종 다양하지만, 여기서는 어선에서 가장 많이 쓰이는 타만을 설명하고자 한다.

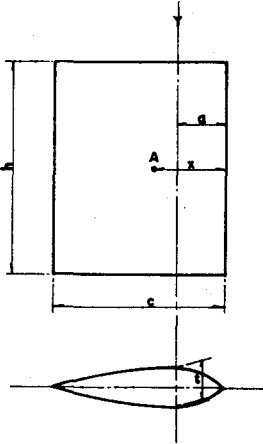
○단판타: 타심재에 1장의 강판으로 용접하여 만든 것으로서 구조와 수리가 간단하나 타면이 평활하지 않으므로 와류의 발생이 심하다. 따라서 효율이 좋지 않으므로 주로 저속의 소형선에서 많이 쓰이고 있다.

○복판평형타: 주장 또는 단강으로 먼저 타늑골(rudder frame)을 만든 다음에 강판을 그 양면에 용접한 것이다. 타심재(rudder post)는 없고 타는 힐거전(heel gudgeon)과 상부의 넥크베어링으로 지지 되는 것이 보통이다. 이것은 타면을 유선형으로 하는 것이 보통이며, 물의 저항이 적기 때문에 최근에는 대부분 이것을 채택하여 사용하고 있다.

나. 타의 설계

단판타는 주로 소형어선에서 사용하고 있어서 별 문제는 없으나 복판타 설계시는 신중을 기하지 않으면 아니된다. 복판타 설계시에는 우선 타면적을 결정하여야 하는데 타면적의 결정에 있어서는 타와 추진기의 배치에 의한 효과를 고려하지 않으면 아니된다. 타와 선체와의 간격을 적게 하면 추진기의 직후에 타가 놓이므로 타의 효과를 양호하게 할 수 있으나, 너무 간격이 적으면 선체 진동면에서 좋지 않다. 그리고 타의 설계에 있어서는 아래의 그림과 설명에 유의하면 좋은 설계가 되리라 믿는다.

○밸런스 비 : 전부면적(前部面積: $a \times h$)과 전면적(全面積: $c \times h$)의 비를 밸런스 비라고 한다. 이 밸런스 비는 통상 0.24 ~ 0.29의 범위를 취하는 것이 가장 이상적이라고 한다.



○후폭 비 : 이것은 $\frac{t}{c}$ 를 말한다. 구조상의 점에서 별로 t 를 얇게 할 수는 없으나 가급적 후폭비가 적은 편이 전진 저항이 적으며 통상 0.17 ~ 0.20의 범위로 한다. 이때 최대 두께 t 의 위치는 구조상 타축 중심과 일치시키는 것이 보통이다.

그리고 그림과 같이 유선형 단면의 폭 즉 c 를 100으로 하였을 때 $\frac{t}{c}$ 는 통상 0.28을 기준으로 하는 것이 좋으므로 a 는 28로 하고 있다.

6. 조타기의 토크 (Torque)

조타기의 비틀림 모멘트 즉 토크를 알기 위하여는 먼저 타에 작용하는 힘과 토크를 알아야 한다.

타에 작용하는 토크 $T = P_n(\chi - a)$ 이 되는데 여기서 Beaufoy, Jössel의 식과 그림을 참고하여 보면

$$P_n = 15.6 ArVr^{12} \sin \alpha \text{ (Beaufoy의 식)}$$

$\frac{\chi}{c} = 0.195 + 0.305 \sin \alpha \text{ (Jössel의 식)}$ 이 된다.

여기서

P_n : 타의 직압력 (kg)

χ : 타의 전단에서 직압력의 중심까지의 거리 (m)

a : 타의 전단에서 중심선까지의 거리 (m)

Ar : 타의 면적 (m^2) 즉 $c \times h$ 가 된다.

Vr : 타에 부딪친 수류의 속도(Kt), 즉 시운전 속력을 말한다.

α : 수류에 대한 타의 각도, 즉 최대 타각 35도를 말한다.

A : 직압력의 중심

y : 타축의 중심

종래의 실적에서 볼 때 유압 조타기의 정격 토크 T_s 의 타에 작용하는 토크 T 에 대한 여유율을 구하면 선박에 따라 상당한 차이가 있으나 대개 아래와 같은 정도로 되어 있다.

$T_s/T = 2.0 \sim 2.3$ (대형유조선이나 쌍석운반선)

$$= 1.7 \sim 1.9 \text{ (대형 화물선)}$$

$= 1.5 \sim 2.0$ (기타 선박이나 또는 소형 어선 등) 이 된다.

따라서 조타기의 토크는 타에 작용하는 토크의 약 2배 전후가 되는 것을 알 수 있다.

그러나 현재 우리나라의 대부분의 어선에서는 이것 보다도 약간 여유율을 더 주어 사용하고 있는 실정이다.

7. 결 론

머리말에서 어선의 조타장치는 중요하다고 강조하였지만 우리나라도 1970년부터 제 2차, 3차 경제개발의 급진적인 발전으로 인하여 비교적 노동환경이 좋지 못한 어업분야는 노동력의 부족 현상이 나타났고 앞으로도 부족 현상은 더욱 심화될 것이다. 우리나라의 연근해 어선도 수동조타장치에서 탈피하여 유압 및 동력 조타장치를 이용하여 부족되는 어업 인원의 부족을 보충하여야 할 것이다.

새로운 기계를 설치 한다는 것은 많은 자금이 소요되지만 장기적인 측면으로 볼 때에는 이득이 되며 이것은 부족한 인간의 능력에 비해 피로 및 불평불만을 해소하고 연속적으로 일을 할 수 있게 하기 때문에 조업능률도 향상시킬 수 있는 매우 중요한 것이다. 이러한 시대가 언젠가는 올 것이지만 좀 더 빠른 시일내에 오기를 기대한다.