

Kort Nozzle의 效用性

(Trawlers에 대하여)

釜山水産大學 船舶工學科

副教授 洪 奉 基 (工學博士)

目 次

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1. Kort Nozzle의 개요 | 7. 단독 항주 |
| 2. 트롤어선에의 이용 | 8. 추진기의 보호 |
| 3. Nozzle의 이득성 | 9. 조종성 |
| 4. 대형트롤어구의 사용 | 10. Nozzle Rudder |
| 5. 연료 소비량의 감소 | 11. 결 론 |
| 6. 트롤 속력의 증가 | |

1. Kort Nozzle의 개요⁽¹⁾

Kort Nozzle이란 1933년에 처음으로 소개된 나선형 propeller를 둘러싼 원환 모양의 Nozzle이며 그 꼭대기는 선체에 붙어 있다. 이 Nozzle의 세로 단면들은 에어포일 모양으로 되어 있고 그 길이는 일반적으로 그 직경의 1/2정도이다. 이것이 선체에 붙는 부분의 구조 및 모양은 와류의 발생을 피할 수 있도록 신중히 설계되어야 하며, 이러한 Nozzle은 처음에는 예선에서와 같이 부하가 높은 propeller에 대해서만 사용되었으며, 그 주된 목적은 계류상태에서의 정적예인력을 증가시키는 데 있었다. 그 후 사용범위가 넓어졌으며, 직경이 더 작은 propeller를 사용하면서 동일한 효율로써 동일한 동력을 흡수할 수 있고 Nozzle에 의하여 propeller를 보호할 수 있기 때문에 배에 Nozzle이 붙게 되었으며 그 사용 범위도 점차 확대되어 왔다.

2. 트롤어선에의 이용

(1)(2)는 참고문헌 표시임.

어업계에 있어서 어획경쟁은 치열할 정도이며, 상당한 어획으로 이익을 얻는다 하여도 경비는 가능한 줄일 필요가 있음은 경영상의 기초적 문제라 생각된다. 이에 근거하여 Kort Nozzle을 트롤어선에 적용시켜 봄으로서 그 경제성을 파악하고자 한다.

근대적 트롤어선은 대형이며 설비면에서도 완벽하리 만큼 기계화 되었으며 거치된 기관의 마력도 고출력인데다가, 어떠한 해황에서도 충분한 속력을 유지할 수 있으며 또한 어로작업시의 속력도 점차 높이기 때문에 이러한 조건을 만족시킬 수 있는 기관, 연료창 및 어창의 용적에 대한 요구를 충족시킨다는 것은 그리 쉽지 않은 일이다. 원가 및 경상비는 점차 증가되는 경향이 있으며, 이에 대처하기 위해서는 우선 배의 선형적 측면을 고려할 때, 모형시험에서 최소저항의 선형을 구하고 소요마력을 줄임과 동시에 열효율이 높고, 용적과 중량이 적은 디젤기관을 채용하는 등의 수단이 강구되고 있다. 가장 문제로 되는 것은 배의 추진효율을 높이는 것으로서, 이에 따른 기관의 마력수를 높이거나, 트롤선의 속력을 높이는 것으로 가능하다. 그러므로, 그 하나의 수단으로서 Kort Nozzle이 채용된다. Kort Nozzle은 약 2,000척의 예선에서 사용된 일이 있고, 예선 효율이 현저히 높아졌다는 실적²⁾에 따라 이를 트롤어선에 이용해 보고자 한 것이다. 트롤어선이 트롤 그물을 끌고 있을 때의 추진기의 효율은 예선이 예선작업을 행하고 있을 때와 동일한 상태로 생각할 수 있기 때문에 트롤선의

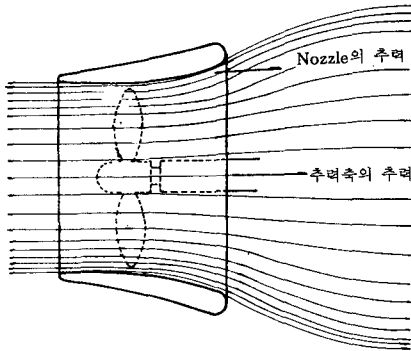


그림 1. Nozzle작용도

효율을 높이는 방법으로서 Kort Nozzle을 생각하게 된 것이다. 그림 1은 Nozzle의 작동상태를 도해한 것으로 마력을 증가시키지 않고 추력을 증가시킬 수 있음을 설명하고 있다. 즉 추진기의 전방에 있어서 흡인력은 크게 되고, Nozzle의 입구가 넓게 되어 있는 부분의 압력이 저하되기 때문에 추력의 증가를 일으키는 것이다. 즉 Nozzle 외측의 압력은 변하지 않으므로 Nozzle 주위에 존재하는 압력차에 의하여 전진방향으로 추력을 일으키게 되는 것이다.

또한 Nozzle은 선체에 취부되어 있기 때문에 이 추력은 추력축을 통하지 않고 직접 선체에 작용한다는 것은 중요한 사실이다. 즉 추력이 증가하여도 추력축은 과도한 추력을 받지 않는다는 것이다. 그러나 Nozzle을 장비하면 선미에서 지지하는 중량이 증가한다고 생각되어 지나, 실제로는 Nozzle 자체의 부력성이 중량보다 약간 크기 때문에, 배가 물위에 떠 있는 상태에서는 중량이 증가하지 않는다는 것이다.

3. Nozzle의 이득성⁽²⁾

Nozzle에 의하여 얻어지는 이익으로서 그림 2 및 그림 3에 표시하고 있다. 그림 2는 일정 속력의 경우, 그림 3에는 속력증가의 경우이다. 각 그림에서와 같이 상방의 곡선은 Nozzle을 장비하지 않은 배가, 이것을 장비한 배와, 같은 일을 함에 요하는 마력의 증가량을 나타내고 있다. 그림 3의 하방의 곡선은 실선 53척에 대한 측정결과와 수조에서 모형시험의 성적과를 종합하여

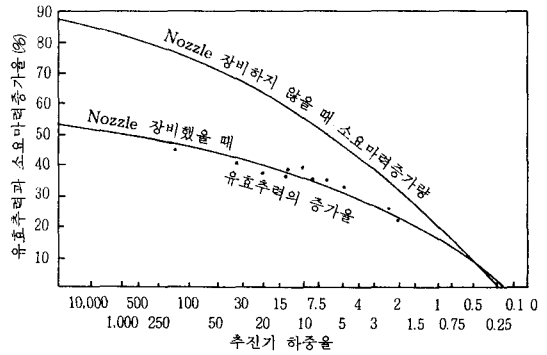


그림 2. 유효추력 및 소오마력 증가율 (속력일정)

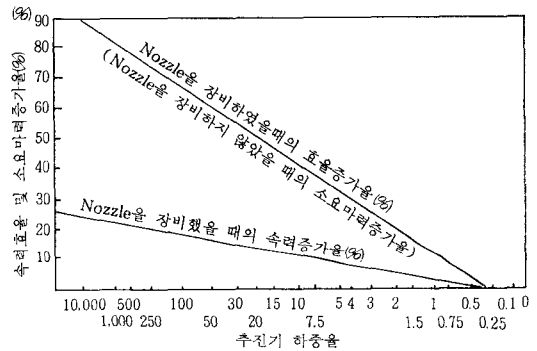


그림 3. 속력 및 효율증가율

얻은 것이다. 혼란을 피하기 위하여 그림에서는 평균곡선을 얻음에 필요한 점만을 표시하였으나 실제의 측정결과로부터 얻은 점들은 대단히 많기 때문에, 이 곡선은 충분히 신뢰하여도 좋다고 생각된다. 또한 어떤 특정의 배에 대한 실제의 성적은 평균곡선보다 수 퍼센트 오르고 내릴 수 있음을 안다. 각각의 배에 대하여 여러가지의 인자를 고려하여 보다 정확한 계산을 하면, 보다 신뢰할 만한 값이 얻어질 것이다. 이들 그림의 횡축에는 추진기의 하중율(= $75 \times \text{SHP} / \text{추진기의 전원면적} \times V^3$)을 취하였다. 이것은 각각의 배에 대하여 추진기의 실각으로부터 쉽게 계산될 수 있다. 또한 이 그림은 Nozzle에 의한 이익에 대하여 초기설계 단계에서 개략적인 계산용으로 적용할 수도 있다. 단, 이 계산에 사용하는 마력, 속력 및 추진기의 직경은 Nozzle을 붙이지 않은 배에 대한 것을 이용해야 한다.

Nozzle에 의한 예인력, 속력 및 효율의 증가 및 경상비의 절약 등에 관한 계산예를 보면, 지

금 제동마력을 700, 추진기 직경 8ft. 6 inch, 전원면적 52.5 ft², 속력 11.5 knots, 트롤속력 4 knots로 한다. 트롤 작업중에 발생마력은 제동마력 700에 대한 83%로 추정하여 580 마력이다. 이것은 추진기가 단독 주행에 적합하게 설계되어 있으므로, 트롤시 전력을 발생하기 위해서는 pitch가 크게 되어야 한다. 하중율은 트롤속력 4 knots에 대하여 12.9 (= 75 × 580 / 52.5 × 64)가 된다. 그림 2로부터 각종의 값을 구하면 Nozzle을 장비했을 때, 일정속력(4 knots)에 대한 추력의 증가량은 36%로서, Nozzle을 장비하지 않을 때와, 동일한 결과를 얻음에 필요한 마력의 증가는 59%로 된다. 이 결과는 현재의 배에 있어서, 트롤 속력을 감하거나, 마력을 증가함이 없이 대형의 트롤어구를 사용하기 원하는 선주나, 트롤 속력 및 어구를 현재 그대로 두고, 연료를 절감하여 경상비를 줄이고자 하는 선주들에게 흥미있는 것이라 생각된다.

4. 대형 트롤어구의 사용⁽²⁾

동일 속력 및 마력수에 있어서, 대형의 트롤어구를 사용함에 따라 생기는 이익은 어획물의 만선에 요하는 시간을 단축하는 것이고, 다른면에서 보면, 같은 어로기간 동안 많은 어획물을 포획할 수 있게 된다. 만약 선주가 기관의 마력을 증가시켜, Nozzle을 장비한 경우와, 같은 조건에서 트롤작업을 한다고 생각해 보면 이 경우는 기관마력을 59% 높이지 않으면 안된다.

즉 700 마력의 기관대신에 1,100 마력의 것을 요하게 되어, 400 마력의 증가를 요하게 된다. 따라서 대마력이 되면 연료의 증가도 수반되게 된다. 가령 현재의 선체를 그대로 두고 대마력의 기관 및 증가연료를 적재한다면 중량의 증가만큼 어획물을 적재할 수 있는 중량이 감소되어, 마력증대에 대한 이익은 이로 인해 상쇄되고 말 것이다.

그러므로 Kort Nozzle은 이들의 비용의 일부분만 지불하여도 이들의 요구를 전부 달성할 수 있으리라 생각하며, 특히 Kort Nozzle은 유지비가 필요치 않으며, 단지 초기의 비용만으로서 족하다.

5. 연료소비량의 감소⁽²⁾

만약 선주가 현재의 어구 및 트롤 속력에서 만족하고 있다면, Nozzle에 의한 이익은 연료비의 절약이라고 말할 수 있다. 현재의 상태에서 어로에 요하는 마력수는 580에서 366으로 낮아지고 트롤작업은 1년중 11개월로 하면 매월 400시간으로 볼 수 있다. 따라서 1년간의 연료절약은 매시 매마력당 연료소비량을 알면 계산될 수 있을 것이다. 즉 한번의 Nozzle 설치의 비용을 부담하면 이것은 배의 일생을 통하여 완전한 이익이 됨을 알 수 있다. 또 필요에 따라 Nozzle에 의한 연료의 절약은 어로수익의 확대 또는 어로기간의 연장 등에 기여 된다.

6. 트롤속력의 증가⁽²⁾

선주의 대부분은 트롤속력의 증대를 희망하고 있다. 이 경우의 계산은 그림 3을 사용할 수 있다. 아랫쪽의 곡선은 Nozzle을 붙였을 때의 속력의 증가를 표시한다. 앞의 배를 예로 들면, 하중율은 12.9로서 속력의 증가는 12.5% 이므로 속력은 4 knots에서 4.5 knots로 증가한다. 속력 증가로 인한 이익은 명료하다. 앞의 경우와 동일하게, 트롤속력의 증대를 다만, 기관마력의 증대에만 의존한다면 그림 3의 윗쪽곡선에 표시한 것과 같이 Nozzle설치에 따른 마력상승효과와 같게 속력을 유지하기 위해서는 마력을 42% 증가시키지 않으면 안된다.

따라서 트롤 작업시에 요하는 마력은 580에서 825로 되어 연료비의 증가와 기관마력수의 증가에 따르는 설비비가 증대될 것이다.

7. 단독 항주⁽²⁾

단독항주의 경우에는 축마력 700에 대하여, Nozzle을 장비하지 않을 때의 속력은 11.5 knots로서 하중율은 0.645이다.

그림 2의 곡선에서 보면 Nozzle로 인한 추진효율의 증가는 7%로서 속력은 2.5% 증가한다. 즉 Nozzle을 장비하였을 때의 속력은 11 3/4 knots로 되어 1/4 knots로 증가된다. 한편, Nozzle

은 가능한 깊게 물에 잠기게 함으로써 황천시에 물 밖으로 추진기가 나오지 않게 하면 추진기에 의한 공기흡입을 방지할 수 있고, 그 결과 추진기의 공전을 막을 수 있는 것이다.

황천에 있어서의 하나의 이익은 황천시에는 동일 속력에 대하여 속력은 감소하므로, 추진기의 하중율은 크게 되어, 그림 3 으로부터, Nozzle에 의한 이익은 해상기상이 좋을 때보다 한층 크게 된다. 또한 공전이 감소하면, Nozzle을 장비하지 않은 배에서 어로를 중지해야 하는 황천에서도 Nozzle을 장비하고 있기 때문에 어로를 계속할 수 있는 결과를 가져온다.

8. 추진기의 보호⁽²⁾

Nozzle은 추진기의 보호적 측면에서 큰 이점이 있다. 트롤의 추진기는 얼음, 오타보오드, 예새 등에 의하여 손상될 수 있도록 노출되어 있다. 이것에 대하여 Nozzle은 대단히 큰 보호의 역할을 하고 있으며, 다른 물체에 의한 충격에 대해서도 보호의 역할을 한다. 그러므로 Nozzle의 장비는 단지 경제적인 면에만 이익을 주는 것이 아니라, 추진기를 각종의 손상으로부터 보호하는데 이익을 담당하고 있다.

9. 조 종 성⁽²⁾

Single propeller의 고정 Nozzle은 다수의 예선의 경험에 의하면, 전진시의 조종성은 Nozzle을 장비하지 않은 것에 비하여 양호하나, 후진시의 조종성은 바람, 조류 등 초기의 전진운동 등에 좌우되는 것이 많으며 일반적으로 신뢰성이 결여되고 있다.

Nozzle을 장비한 것은 대개의 경우 후진시의 성능이 약간 변화한다. 특히 선수가 우현으로 돌아가는 경향이 있고, 이 경향은 주로 구형의 Nozzle을 장비한 배에 많다. 근년에는 Nozzle의 단면형을 개량하여 쓰고 있으며, 이는 후진시의 조종성능을 개선하도록 한 것이다. 현재로서는 그 장비에 따른 조종성능의 차를 전부 해결할 수는 없지만, 곧 해결될 것으로 본다.

10. Nozzle Rudder⁽²⁾

소위 Nozzle Rudder라고 말하는 형의 Nozzle이 있다. 이것은 보통의 Rudder에 비하여 조종 성능이 좋고, 보통의 Rudder가 있는 장소에 Nozzle을 설치하는 것이다. 보통의 Rudder의 기능과 같도록 되어 있다. 추진기는 Nozzle의 내부에서 작동하도록 되어 있다. 이것은 전·후진시에 있어서 신속한 작동을 할 수 있다.

요컨대 Nozzle Rudder는 고정형과 똑같이 양호한 추진상의 이익을 주는 외에, 우수한 조종성을 얻기 때문에, 트롤어선에 사용하면 이상적이다. 단 이 형식에서는 유압식의 조종장치가 필요함에 주의를 요한다.

11. 결 론

Kort Nozzle를 사용함에 따라, 얻어지는 이익을 표시함에 앞서, 원양트롤어선(디젤기관거치)을 대표적인 예로 선택하면, Nozzle은 어떠한 종류의 트롤어선에도 장비할 수 있다. 즉 신조선, 조업중인 배, 증기기관을 거치한 배, 디젤기관을 거치한 배, 또는 대형선, 소형선에도 사용할 수 있다. 디젤기관을 장비하면 회전수가 높게 되고, 따라서 추진기의 직경이 적게 되어 효율이 떨어지게 된다. 이것을 감속장치에 의하여 해결되고 있다. 이로 인해서 용적 및 중량은 증대된다.

트롤어선에 Kort Nozzle을 장비함으로써의 이익은 그림 2, 3에 표시되어 있으며, 특히 하중이 클 때 큰 이득을 얻을 수 있다. 또한 추진기의 공전감소는 선원의 승선기분을 좋게 할 뿐 아니라 기관고장을 최대한 막을 수 있는 이점도 된다.

— 참 고 문 헌 —

- (1) Principles of Naval Architecture
Chapter VII Resistance and propulsion
- (2) Value of the Kort Nozzle to Trawlers.
by T. E. Hannar
(World Fishing Feb. 1953)