

마력에 대하여

한국어선협회 기술개발부
주 임 검 사 원 정 달 성

1. 머리말

흔히 실무에 접하다 보면, 기초적인 물리학에 관한 것은 망각한 채 지엽적이고 단편적인 것에 집착하게 된다. 단위의 근원을 알고 있으면 모든 단위사이에는 우리가 너무 잘 아는 기본단위 meter, kilogram, second만으로 이루어진다는 것을 이해하게 될 것이다.

여기서 우리가 흔히 접하게 되는 기관마력, 전동통풍기마력, 전동펌프마력 등의 근원에 대해서 알아보기로 한다.

2. 기관마력

기계가 사람의 일을 대신하기 이전에는 말(馬)이 사람의 일을 대신했다. 그후 기계가 일을 맡았을 때 사람들은 기계가 말 몇마리분의 일을 하는가를 생각하게 됐다.

마력에는 불마력(PS)과 영마력(HP)이 있으며, 국제적으로 공인되는 마력은 불마력(PS)이다.

1PS은 75kgf·m/sec로 정해두었으며, 이것은 75kg의 중량물을 매초 1m씩 상승시키는 능력을 뜻한다. 그런데 영국식마력(HP)은 76.07kgf·m/sec로서 불마력보다 약간 크다. 아마 영국의 말이 힘이 센 모양이다. 사람은 약 1/8마력이라고 한다. 요즘음, 유명엔진업

체 카다로그에서 엔진정격출력을 표시할 경우 KW의 단위만으로 표시하거나, 병용해서 마력(PS)의 단위를 사용하고 있다. 왜냐하면 마력의 단위는 물리학적이 아니며, 원래 단위란 저위의 단위(CGS)로써 만들어져 올라가야 하는데, 마력의 단위는 그렇지 않다.

우선, 힘 = 질량×가속도에서 질량(m)은 gram, 가속도(a)을 cm/sec²으로 취하면 힘(F)은 dyne이 되고 Newton이 된다(1Newton = 1kg×1m/sec² = 100,000dyne)

또한 일(W) = 힘×거리에서 힘은 Newton, 거리는 m를 취하면 W=Joule이란 단위가 된다.

Joule이란 어떤 물체에 1Newton의 힘을 가하여 1m만큼 이동시켰을 때 이루어진 성과이고 이것이 1sec동안에 이루어졌다면 1watt이다(1KW=1,000W)이다. 여기서 알 수 있듯이 KW라고 하는 단위는 MKS 단위계만으로 이루어지며 그 배수는 항상 1일 뿐이다.

다시 정리하면

$$1\text{kg} \times 1\text{m}/\text{sec}^2 = 1\text{Newton (힘)}$$

$$1\text{Newton} \times 1\text{m} = 1\text{Joule (일의 양)}$$

1Joule/1sec=1watt(공율)로 되어 힘과 일로 명확히 표시되어질 수 있다.

이에 비하여 마력이란

$$1\text{PS} = 75\text{kgf} \cdot \text{m}/\text{sec}, \quad 1\text{kgf} = 9.8\text{Newton} \\ (F = m \times a \text{에서 } m \rightarrow \text{kg}, a \rightarrow 9.8\text{m}/\text{sec}^2)$$

$$\begin{aligned}
 1\text{PS} &= 75 \times 9.8 \text{Newton m/sec} \quad (1\text{N. m} = 1\text{Joule}) \\
 &= 7.5 \times 9.8 \text{Joule/sec} \\
 &= 735.5 \text{Joule/sec} \\
 &= 735.5 \text{watt} \\
 &= 0.7355 \text{KW가 된다.}
 \end{aligned}$$

이것은 단지 계량법으로 명시되어 있는 것이며, 힘의 단위도 아니고 속도의*단위도 아닌 공률의 단위이다.

ENGINE에서는 힘의 단위가 TORQUE이며 속도의 단위는 rpm이다. 해상에서 TORQUE 나 평균유효압력을 구하기는 어려우며, 중간축에 TORQUE TRANSMITTER를 설치하거나 INDICATOR DIAGRAM를 이용하여 평균유효압력을 구한 후 기계효율을 감안하여 마력을 구할 수는 있으나 2가지 다 선박내에서는 정확할 수가 없다.

3. 전동통풍기 마력

기관실에는 통풍기가 1~2개 설치되어 있으며, 정격은 보통 풍압과 풍량으로 정의되어 있다. 풍량은 기관실 기기의 공기소모량, 방출열량 및 환기회수 등을 고려하고 풍압은 DUCT의 통풍저항을 고려하여 정하고 있다.

예를들어 풍압이 30mmAq이고 풍량이 600 m³/min의 통풍기라 하면, Aq는 Aqua이며 30 mmAq란 30mm만큼 수주를 올리는 압력을 뜻한다.

물의 비중은 1이므로 밀면적 1m²의 수주를 가상하면 물의 무게는 3g이 될 것이고 이 압력은 0.003kg/cm²이 되지만, 이 압력을 수주로서 30mmAq로 표시하는 것이 가시적이고 숫자도 간편하다. 풍량 600m³/min은 단면적 1m²인 DUCT를 가상할 때 속도는 600m/min=10m/sec가 된다. 그리고 압력 0.003kg/cm²이 1m²에 작용한다면 그 힘은 0.003kg/cm² × 1m² = 30kg이 된다.

즉 30kg × 10m/sec로 300kg·m/sec가 되어

300/75kg·m/sec=4PS에 해당한다.

여기에 통풍기 효율, 모터출력의 여유 등을 고려하여 7.5PS 정도의 모터를 선정하게 될 것이다.

4. 펌프모터 마력

기관실에는 기어펌프, 원심펌프 등이 설치되어지며 이들 펌프들은 토출량과 토출압력으로 정의되어 진다.

예를들어 토출압력이 3kg/cm²이고 토출량이 360m³/h라 할 때, 토출압력 3kg/cm²은 압력수두로서 (3 × 10,000)/1,000kg/m² = 30M가 되며(베르누이 정리에 의한 압력수두 및 속도수두에 대해서는 다음호에 상세히 다루기로 한다)

토출량 360m³/h는 1초에 0.1m³의 물을 30m 높이로 올리는 것이며 0.1m³의 물이란 100kg이므로 100kg/sec × 30cm = 3,000kg·m/sec가 되어 300/75=40ps가 된다. 배전반상에 440V, 60A, PF=0.9, 3φ의 INPUT전력이라면

$$\begin{aligned}
 440\text{V} \times 60 \sqrt{3} \times 0.9 &= 41.15 \text{KW되어} \\
 41.15 / 0.7355 &= 55.95 \text{PS가 된다.}
 \end{aligned}$$

총합효율(전동기효율 × 펌프효율)은 40/55.95=71.5%가 되고, 이 경우 전동모터는 75PS정도가 선정될 것이다.

5. 맺음말

아직까지 국내엔진제작업체에서는 엔진의 정격출력을 마력으로만 표시하고 있으나, 각 선급의 관련계산식 및 외국 유명엔진 MAKER에서는 MKS 단위로서 명쾌한 KW 단위를 우선으로 사용하고 있다.

다음 기회에는 엔진성능 및 출력, 일, TORQUE, 펌프양정, 기름점도, 운항 중의 연료소비 등 실무에 필요한 사항에 대해서 예제와 함께 알아보기로 하겠다.