

엔진토크와 출력과의 관계

한국어선협회 기술개발부

주임검사원 정 달 성

목 차

1. 토크(Torque)개념
2. 토크와 출력과의 관계
3. 토크와 엔진성능곡선사이의 관계

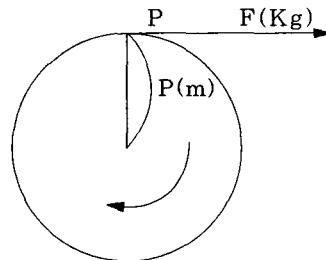
1. 토크의 개념

기관의 출력(power)을 토크(torque)로서 표시하는 일이 있다. 출력은 글자 그대로 엔진 실린더속의 압축가스가 폭발할 때 나오는 「힘」이며, 실린더 체적이 크면 압축가스가 많이 들어가게 되고 폭발력도 커지므로 출력도 향상된다. 따라서 행정용적(배기량)이 크면 출력 또한 크다.

토크는 비트는 힘, 다시 말하면 회전력을 말한다.

실린더안에서 팽창한 압축가스의 폭발력은 피스톤의 왕복운동으로 이어지는데 이 왕복운동을 회전운동으로 바꿔주는 역할을 하는 것이 연결봉(connecting rod)이다. 연결봉은 왕복운동을 회전운동으로 비틀어 크랭크축을 회전시켜주는데 여기서 비트는 힘 즉 「회전력」이 토크의 개념이다.

지금 반경 $R(m)$ 의 원주상의 일점 P 에 접선방향의 힘 $F(Kg)$ 이 작용하고 있다면 그 힘에 의해서 축은 화살표 방향으로 회전한다.



(그림 1)

토크라는 것은 반경 $R(m)$ 와 작용힘 $F(kg)$ 에 의해서 일어나기 때문에 회전모멘트라고도 부르고 있으며 토오크를 T 라 표시하면 $T=F(kg) \times R(m)=FR(kr \cdot m)$ 라는 일의 단위가 된다. 결국, 토오크라는 것은 축을 회전시켜서 얻는 에너지를 말한다.

2. 토크와 출력과의 관계

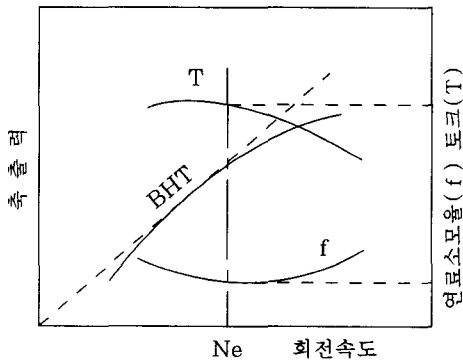
실린더내 압력 $P(kg)$ 가 반경 $R(m)$ 인 크랭크 암(crank arm)에 수직으로 작용하여 1회전하면 그의 전진거리는 $2\pi R(m)$ 가 되기 때문에 1회전하는 것에 의해 $P(kg)$ 의 힘을 $2\pi R(m)$ 만큼 이동시켜서 일을 하게 된다.

따라서, 크랭크축이 하는 일량은 $P(kg) \times 2\pi R(m)$ 로 되고, 축이 매분 N 회전할 때의 일량은 $p \times 2\pi R \times N(kg \cdot m/min)$ 의 형태가 되어 1초당의 일량은 $P \cdot 2\pi R \cdot N/60(kg \cdot m/sec)$ 으로 된다.

여기서, 일량의 단위를 마력으로 환산하면 출력 (BHP) = $P \cdot 2\pi R \cdot N/60(kg \cdot m/sec) \div 75(kg \cdot m/sec) = P \cdot 2\pi R \cdot N/(75 \times 60)$ (PS) = $2\pi NT/(75 \times 60)$ (PS) = $NT/716.2$ (PS) = $0.001396TN(PS)$ 로 되기 때문에 출력과 토크의 관계는 명확해진다고 할 수 있다.

3. 토크와 엔진성능곡선 사이의 관계

앞에서 언급한 토크와 출력과의 관계식에서 이론적으로는 토크는 기관의 회전속도에는 무관계이고 계동마력은 회전속도에 비례하여 직선적으로 증가하는 것이다. 실체는 그림 (2)에서 알 수 있는 것처럼 회전속도에 따라 토크는 변화하고 고속일 때보다 중속일 때 토크가 커진다.



(그림 2) 토크와 출력과의 관계

이것은 중속시에 흡기시간이 길어지기 때문에 체적 효율이 향상되어 최고압력이 높아지는

것과, 고속시에는 기계손실이 증가하고 연소속도에 피스톤 속도가 따르지 못하므로 피스톤을 내리미는 힘이 감소되기 때문이다.

그림(2)에서 회전속도 N_e 로서 기관을 운전할 때 이 기관은 최대토크를 발생하게 된다. 그리하여 연소소모율도 이 부근에서는 최소가 되므로 N_e 는 경제출력을 유지하기 위한 회전속도이기도 하다.

참고로, 엔진제작사에서 좀처럼 공표하지 않고 있는 고속기관의 성능시험 결과를 보면 아래와 같다.

	기종 A	기종 B
정격출력 PS × rpm	약 380×1800	약 350×1800
최대토크 kg·m×rpm	160.4×1400	153×1500

그림(2)와 위의 성능시험결과를 보면 엔진 최대토크가 최대회전수에 있지 않음이 특이하나 엔진에 있어서는 정격출력을 높여서 공표하는 것이 판매전략상 유리하므로 출력 시험시에는 그야말로 엔진이 부서질 정도의 높은 출력을 내게 한다.

그런데 이렇게 과속을 하게 되면 마찰손실과 연료소모율의 증가는 두말할 나위도 없으며 용적효율 등이 저하하여 평균 유효압력이 오히려 저하한다.

그리하여 최대토크가 최고회전수에 있지 않다. 물론 행정용적을 증가시키면 최대토크는 증가할 것이나, 그것은 큰 엔진, 비싼엔진을 의미하므로 최근에는 소형기관에서도 과급기를 탑재하고 에어쿨러까지도 장치하여 토크를 증가시키고 있다.