

펌프전양정과 토출 압력과의 관계

펌프의 토출 압력은, 펌프의 성능 곡선에 나타나는 전 양정을 압력에 환산한 값과 같지 않습니다.

1. 기호의 설명

H : 전양정 (m)

H_d : 기준 높이에서의 토출 헤드 (m)

H_s : 기준 높이에서의 흡입 헤드 (m)

v_d : 토출구의 유속 (m/s)

v_s : 흡입구의 유속 (m/s)

g : 중력가속도 (m/s²)

$v_d^2/2g$: 토출 속도 헤드 (m)

$v_s^2/2g$: 흡입 속도 헤드 (m)

ρ : 액체의 밀도 (g/cm³)

P_d : 토출 압력 (kg/cm²) = $\rho H_d/10$

P_s : 흡입 압력 (kg/cm²) = $\rho H_s/10$

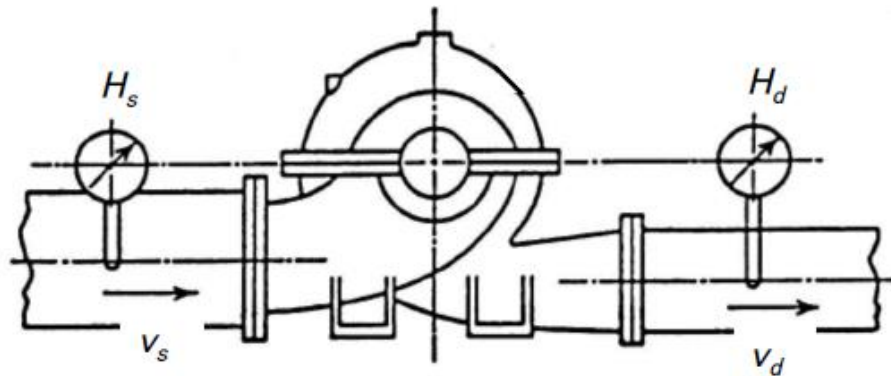


그림 1 참고도

2. 전 양정 H 의 정의

전 양정 H 는, 펌프를 운전하는 것에 의해 액체가 얻은 에너지를 전 헤드로 표시한 값이며, 기준 높이에서의 펌프의 토출 입과 흡입구의 전 헤드 차이가 됩니다. 기준 높이는, 횡축 펌프로는 축 중심이 됩니다. 펌프의 성능 시험 때, 토출 헤드 및 흡입 헤드는, 압력 계기로 측정하기 위해서, 정압으로밖에 측정할 수 없습니다.

그러나, 펌프의 운전중에는, 흡입 속도를 가진 액체가 펌프의 흡입구에서 유입되어, 펌프의 토출 입으로부터 토출 속도를 얻은 액체가 유출됩니다. 흡입 속도와 토출 속도의

에너지는 동압이라고 불립니다. 그리고, 전 양정 H 는, 전 압을 헤드로 나타낸 에너지이므로, 정압과 동압의 화가 됩니다.

3. 전양정 H 의 계산식

기준 높이에서의 토출 헤드를 H_d (m), 흡입 헤드를 H_s (m), 내보내 입의 유속을 v_d (m/s), 흡입구의 유속을 v_s (m/s), 중력가속도를 g (m/s²)하면, 전 양정 H (m)는, 기준 높이에서의 펌프의 토출 입과 흡입구의 전 헤드 차이이므로

$$H = (H_d + v_d^2/2g) - (H_s + v_s^2/2g) = H_d - H_s + v_d^2/2g - v_s^2/2g \quad \dots \dots (1.1)$$

에 됩니다.

토출 구경과 흡입 구경이 같은 경우,

$$\text{속도 헤드의 차이 } (v_d^2/2g - v_s^2/2g) = 0$$

에 되므로,

$$H = H_d - H_s \quad \dots \dots \dots (1.2)$$

에 됩니다.

4. 토출 압력

(1.1)식으로부터, 토출 헤드를 H_d (m)는,

$$H_d = H + H_s - v_d^2/2g + v_s^2/2g = H - (v_d^2/2g - v_s^2/2g) + H_s \quad \dots \dots (1.3)$$

에 됩니다. 즉, 토출 헤드 H_d (m)는, 전 양정 H (m)에서 토출 속도 헤드와 흡입 속도 헤드의 차이($v_d^2/2g - v_s^2/2g$)를 공제해, 흡입 헤드 H_s (m)를 더한 값이 됩니다. 따라서,

$$H_d = H$$

와는 되지 않습니다. 토출 헤드 H_d (m)는, 항상 흡입 헤드 H_s (m)에 의해 바뀝니다.

액체의 밀도를 ρ (g/cm³)로서, 내보내헤드 H_d (m)를 토출 압력 P_d (kg/cm²) 로 환산하면,

$$P_d = \rho H_d / 10 \quad \dots \dots \dots (1.4)$$

에 됩니다. 이와 같이, 흡입 압력 P_s (kg/cm²) 는,

$$P_s = \rho H_s / 10 \quad \dots \dots \dots (1.5)$$

에 됩니다.

토출 압력 P_d (kg/cm²)는, (1.3) 식으로부터,

$$P_d = \rho H / 10 - \rho (v_d^2/2g - v_s^2/2g) / 10 + P_s$$

에 됩니다.

토출 구경과 흡입 구경이 같은 경우,

$$\text{속도 헤드의 차이 } (v_d^2/2g - v_s^2/2g) = 0$$

에 되므로,

$$H_d = H + H_s$$

$$P_d = \rho H / 10 + P_s$$

에 됩니다.

5. 압력 계기의 높이

그림 1 에서는, 압력 계기는 펌프의 축 중심의 위치에 있습니다.그러면, 압력 계기가 축 중심이 아닌 경우, 토출 헤드 H_{d1} (m)과 흡입 헤드 H_{s1} (m)는 어떻게 됩니까.압력 계기가 축 중심보다 높아지는 만큼, 지시치는 저하합니다.토출구의 압력 계기가 높이 ΔH_d (m), 흡입구의 압력 계기가 높이 ΔH_s (m)만 각각 축 중심보다 높은 경우, 내보내 헤드 H_d (m)과 흡입 헤드 H_s (m)는, 다음과 같아집니다.

$$H_d = H_{d1} + \Delta H_d \quad \dots \dots \dots (1.6)$$

$$H_s = H_{s1} + \Delta H_s \quad \dots \dots \dots (1.7)$$

6. 계산 예

토출량 $Q = 1.9 \text{ m}^3/\text{min}$, 토출 헤드 $H_{d1} = 150\text{m}$, 흡입 헤드 $H_{s1} = 20\text{m}$, 토출 구경 $D_d = 80 \text{ mm}$, 흡입 구경 $D_s = 100 \text{ mm}$, 내보내 입의 압력 계기의 높이 $\Delta H_d = 0.3\text{m}$, 흡입구의 압력 계기의 높이 $\Delta H_s = 0.1\text{m}$, 액체의 밀도 $\rho = 0.78 \text{ g/cm}^3$ 의 경우, 전 양정 H (m), 내보내 압력 P_d (kg/cm^2) 및 흡입 압력 P_s (kg/cm^2) 를 계산한다.

(1.6)식으로부터,

$$H_d = H_{d1} + \Delta H_d = 150 + 0.3 = 150.3 \text{ m}$$

(1.7)식으로부터,

$$H_s = H_{s1} + \Delta H_s = 20 + 0.1 = 20.1 \text{ m}$$

토출구의 유속 v_d (m/s)는,

$$v_d = (Q/60) / \{ \pi / 4 \times (D_d/1000)^2 \} = (1.9/60) / \{ \pi / 4 \times (80/1000)^2 \} = 6.3 \text{ m/s}$$

흡입구의 유속 v_s (m/s)는,

$$v_s = (Q/60) / \{ \pi / 4 \times (D_s/1000)^2 \} = (1.9/60) / \{ \pi / 4 \times (100/1000)^2 \} = 4.0 \text{ m/s}$$

(1.1)식으로부터, 전 양정 H (m)는,

$$\begin{aligned} H &= H_d - H_s + v_d^2/2g - v_s^2/2g \\ &= 150.3 - 20.1 + 6.3^2 / (2 \times 9.81) - 4.0^2 / (2 \times 9.81) \\ &= 131.4 \text{ m} \end{aligned}$$

(1.4)식으로부터, 토출 압력 P_d (kg/cm^2)는,

$$P_d = \rho H_d / 10 = 0.78 \times 150.3 / 10 = 11.7 \text{ kg/cm}^2$$

(1.5)식으로부터, 흡입 압력 P_s (kg/cm^2)는,

$$P_s = \rho H_s / 10 = 0.78 \times 20.1 / 10 = 1.57 \text{ kg/cm}^2$$

과 됩니다.