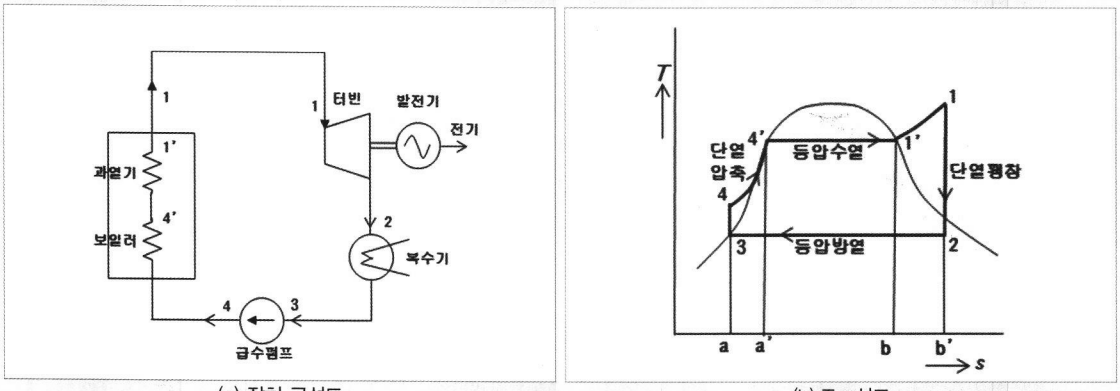
발송배전기술사 문제해설

▣ 홀수달은 "건축전기설비"
▣ **짝수달은 "발송배전"**

글 _ 김 세 동 (No. 22607)
두원공과대학 교수/공학박사/기술사

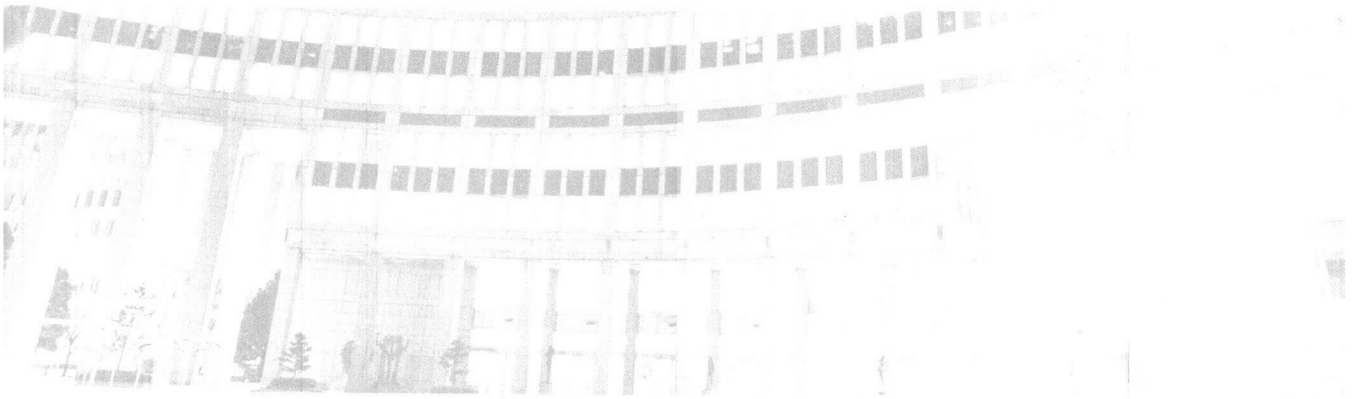
증기압력 80kg/㎠, 온도 500℃에서 엔탈피 812.2kcal/kg의 증기를 터빈에서 사용하여 압력 0.05kg/㎠ (온도 32.5℃, 엔탈피 492kcal/kg)의 복수기에 배기하고, 다시 32.55kcal/kg의 엔탈피를 갖는 물로 바뀌어서 보일러에 급수하였을 경우 이 랭킨 사이클의 열효율은 얼마인가? 또, 이것을 이 때의 카르노 사이클과에서의 열효율과 비교하여라.

☞ 본 문제를 이해하고, 기억을 오래 가져갈 수 있는 그림이나 삽화 등을 생각한다.



(a) 장치 구성도 (b) T-s선도

【그림 1】 랭킨사이클의 설명도



[해설]

1. 랭킨사이클(Rankine Cycle)의 열효율은 다음과 같다.

$$\eta_{rk} = \frac{(i_1-i_2)-(i_4-i_3)}{(i_1-i_3)-(i_4-i_3)} \fallingdotseq \frac{i_1-i_2}{i_1-i_3} \times 100\ [\%]$$

여기서 i_1=812.2kcal/kg, i_2= 492kcal/kg, i_3=32.55kcal/kg 을 사용한다.

따라서,

$$\eta_{rk} = \frac{812.2-492}{812.2-32.55} \times 100 = \frac{320.2}{779.65} = 41.07[\%]$$

2. 한편, 같은 온도 사이에서 움직이는 카르노 사이클의 열효율은 다음과 같다.

$$\eta = (1-\frac{T_2}{T_1}) \times 100$$

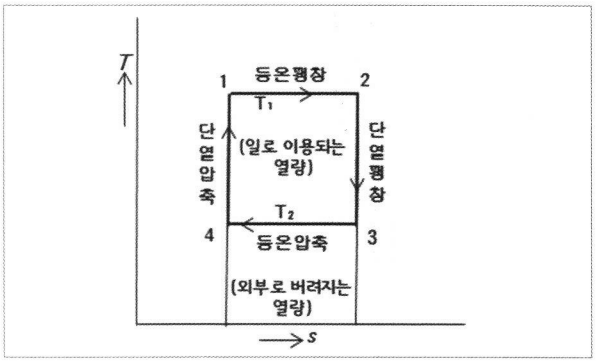
여기서, T_1= 500 + 273 = 773 [°K]

T_2= 32.5 + 273 = 305.5 [°K] 이다.

$$\eta = (1-\frac{305.5}{773}) \times 100 = 60.47[\%]$$

〈참고〉 카르노사이클

카르노사이클(Carnot Cycle)은 이상적인 가역(可逆)사이클로서 그림 2와 같이 2개의 등온변화(온도가 일정한 상태에서 용적과 압력이 서로 반비례하는 성질)와 2개의 단열변화(외부와의 열교환 없이 팽창 또는 수축하는 변화)로 이루어지고 있으며, 모든 사이클 중에서 최고의 열효율을 나타내는 사이클이다.



【그림 2】 카르노사이클의 선도

카르노사이클은 수열원과 방열원과의 온도차가 일정할 경우에는 많은 열사이클 중 가장 열효율이 좋은 사이클이다. 그러나, 이 열사이클의 과정에 있는 등온팽창과 단열압축과의 양 과정은 완전하게 실현하기 어려운 것이므로 이 열사이클이 실용화될 가능성은 없는 것이다. 다만, 이와같은 이상 사이클을 가정함으로써 열기관 효율의 상승 한도를 알 수 있다는 데 도움을 얻고 있다.

카르토사이클의 열효율은 다음과 같이 나타낸다.

$$\eta = \frac{\text{8외부에 대하여 한 일}}{\text{흡수한 열}} = 1-\frac{Q_2}{Q_1} = 1-\frac{T_2}{T_1}\ [\%]$$

참고문헌

1. 송길영, 발전공학, 동일출판사, 2010
2. http://www.kospo.co.kr