

산업설비에서의 펌프 응용



글/이정우 <영풍정밀공업(주) 기술이사 · 기술연구소장>

3. 펌프의 응용 기술(계속)

3) 펌프의 과열현상

펌프 운전시의 구동동력은 양액의 유효일과 기계손실 등에 소비되는 것 외에 크든 작든간에 양액을 가열시키는 데도 소비된다.

펌프의 토출량이 0 또는 극소의 상태에서 운전하면 펌프효율이 현저하게 저하되고, 원동기에서 나오는 동력의 대부분은 열로 되어 수온이 상승한다.

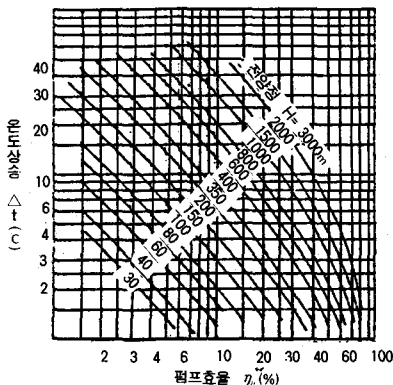
이런 현상에 의해 심한 열변형을 발생시킨다. 증기를 발생시켜 캐비테이션이나 내부섭동 부분이 타서 고

착되는 원인이 되므로 고온수를 취급하는 동력이 크고, 토출량이 작은(예를 들면 보일러 급수용) 펌프에서는 특히 주의하여야만 한다.

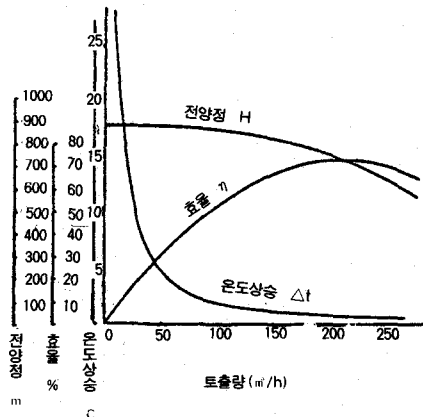
(1) 온도상승의 계산식(수력기계공학 편람에 따름)
 펌프에서의 취급액이 물인 경우에는 펌프 외부로 누수가 전혀 없을 경우의 온도상승 Δt 는 다음식으로 주어진다.

$$\Delta t(C) = \frac{A(1-\eta_p)H}{\eta_p \times C} = \frac{1-\eta_p}{427\eta_p} \times H$$

η_p = 사용유량 Q에서의 펌프효율



<그림 1> 수온상승선도



<그림 2> 상승곡선의 예

H : 토출량 Q에서의 전양정 (m)

C : 비열 1Kcal/kg, C

A=1/427=일의 열당량 Kcal/kg, m

Δt =토출량 Q에서의 온도상승 (C)

통상 $\Delta t < 10-15C$ 로 제한한다.

이 온도상승은 펌프의 전양정에 비례하여 크게 되며 또한 동일 양정의 펌프에서도 고속으로 되는 만큼 펌프는 소형으로 되므로 방열면적이 감소하여 조건이 나쁘게 되어 온도상승이 크게 된다.

더구나 축추력 Balance장치를 가지는 펌프에서는 Balance장치에서의 Return수는 급수조로 Return시키는 경우 그 Return수에 의한 방열과 Balance장치에 의한 감압에 의한 온도상승을 고려하면 Return수의 온도상승 Δt 는 다음식으로 표시된다.

$$\Delta t = \left[\frac{H}{427} \cdot \frac{1-\eta_p}{\eta_p} \cdot \frac{Q_c}{Q+Q_c} \right] + \frac{H}{427}$$

Q : 사용유량 t/h

Q_c : Return 유량 (Balance 방수량) t/h

$\Delta t, \eta_p, H$ 는 앞에서 서술한 식에서와 동일

여기에서 위 식의 제1항은 펌프 내부의 온도상승, 제2항은 Balance장치에서의 감압에 의한 온도상승을 나타낸다.

이런 이유 때문에 Balance장치에서의 액체의 증발을 막기 위하여는 펌프 흡입구 액온에 Δt 를 가산하며, 더욱이 약간의 여유치를 가산한 액온에 대한 포화증기압 이상의 압력을 Balance장치의 실내에 유지할 필요가 있다.

(2) 캐비테이션의 영향

축추력 Balance장치에서 Return수를 펌프 흡입구로 Return하는 다단터빈 펌프등에서는 토출량이 극단적으로 감소하면 Return수의 온도도 상승하기 때문에 흡입구에서 섞인 후의 물의 포화증기압도 높게 되어 흡입측에 캐비테이션 발생이 쉽게 되어서 이용 NPSH를 충분히 크게 잡아야만 한다.

$$T1 = \frac{Q_c T_c + Q_c \times (T_c + \Delta t)}{Q + Q_c}$$

$$\Delta t = \frac{H}{427} \left[\frac{1-\eta_p}{\eta_p} + \frac{Q+Q_c}{Q} \right]$$

역시 캐비테이션의 영향에 대해서는 앞에서 서술한 T1의 문제와 더불어 흡입구 연결부에서의 액체의 증발을 방지할 필요가 있다.

즉, 흡입압력>T1에 상당하는 포화증기압+NPSHre 흡입압력>(T_c+ Δt)에 상당하는 포화증기압 두 조건을 만족할 필요가 있다.

(3) 과열방지 대책

펌프의 토출량을 교축하면 온도상승이 점점 커져서 결국은 허용 최고온도를 초과하기에 이른다. 토출량이 허용 최소 토출량 이하로 되면 토출측의 Relief 장치를 열어서 펌프의 토출수를 흡입탱크로 Return시킬 필요가 있는데 이 장치는 펌프와 토출 스투스밸브와의 사이에 설치하여야 한다.

(4) 상시 Relief 장치

일반적으로, 펌프 토출압력 50kgf/cm 이하에 사용된다.

이 장치는 펌프가 통상 다량 토출하여 수온상승의 염려가 없는 경우에도 저압부로 Relief Return을 계속하므로 무효동력이 커서 저효율 운전이 되지만 장치는 단순하다.

(펌프용량은 사양유량에 Relief량을 가산하여야 한다.)

(5) 자동밸브 부착 Check 밸브를 사용하는 방법

일반적으로 펌프 토출압력 140kgf/cm 이하에 이용된다.

이 장치는 펌프의 정상운전중에는 Relief 라인이 폐쇄되고, 허용 최소 토출량 이하로 되면 자동적으로 밸브가 움직여 Relief 라인을 열어서 Relief수를 배출한다. 이 Relief 라인의 개폐는 펌프 토출량에 따라서 자동적으로 행해지는 것이다.

(6) 유량을 검출하여 Relief 밸브를 작동시키는 방법

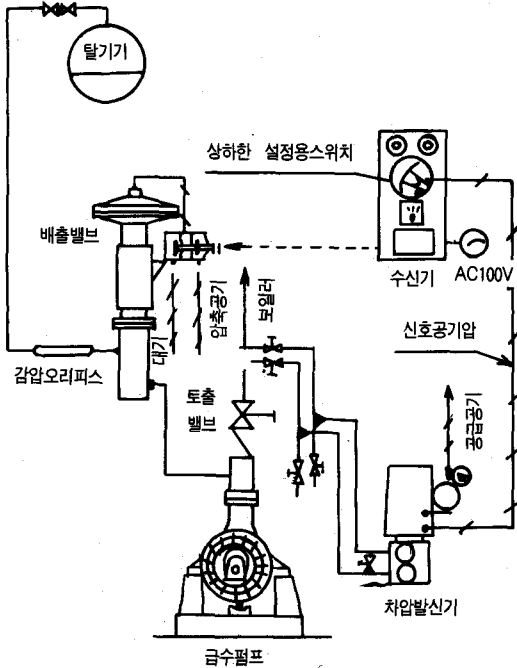
펌프와 Relief 밸브와의 사이에 분지관과 공기작동 Relief 밸브를 설치하고, 이 밸브의 2차측을 Tank에 연결시킨다.

펌프의 정상운전중에는 3-pass 전자밸브는 통전되고, Relief 밸브는 조작용 압축공기의 공급을 받아 폐

설비강좌 ●

왜된다.

펌프토출량이 감소하여 설정치 이하로 되면 차압식 유량계에서의 신호에 3-pass 전자밸브는 소자되어 Relief 밸브는 자동적으로 열려서 최대 토출량을 흡입 Tank에 유입시켜 과열을 방지한다.



〈그림 3〉 공기작동식 과열방지 장치

이 상태에서 펌프 토출량이 회복되면 Relief 밸브는 자동적으로 폐쇄된다.

4) 펌프의 운전점

일정속도에서 운전되는 펌프의 H-Q 성능은 체적점 $Q=0$ 에서 $Q=$ 최대까지 광범위하게 표시되지만 실제 사용상태에서는 관로저항곡선과 H-Q곡선과의 교점이 운전점이 되고 그 상태에서의 H, Q, Kw 등을 결정한다. 이제, 여러가지의 운전방식에 대한 운전점에 대하여 설명하여 보기로 하자.

(1) 단독운전

① 실양정이 일정한 경우

〈그림 4〉와 같이 펌프가 실선으로 표시한 H-Q곡선을 가진다면 어떤 실양정을 가진 관로저항곡선 R과의

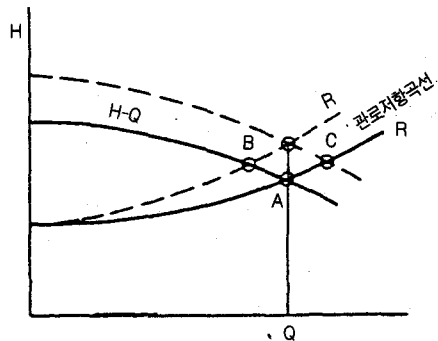
교점 A가 운전점이다.

사용후의 경년변화에 의해 배관에 녹이 발생하면 관로저항곡선이 R'로 되고 운전점도 B로 이동하여 토출량은 감소하게 된다.

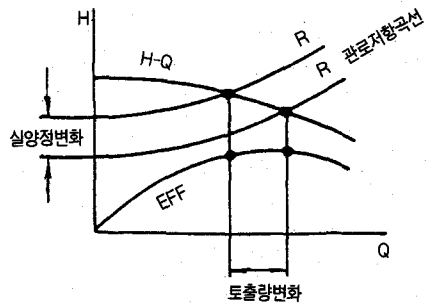
이와 같은 것을 예방하기 위하여 R'인 관로저항에서도 소요 토출량 Q를 확보할 수 있도록 펌프 성능을 미리 여유를 주어 점선으로 표시한 바와 같은 H-Q곡선을 선택하는 것이 바람직하다.

(단, 성에너지의 관점에서 과도한 여유는 피하여야 한다.)

단, 이 경우 토출밸브가 전개인 동안은 초기의 운전은 C로 이동하여 과도하게 토출되므로 밸브제어를 실시하여야 한다.



〈그림 4〉 실양정 일정



〈그림 5〉 실양정 변동

② 실양정이 변하는 경우

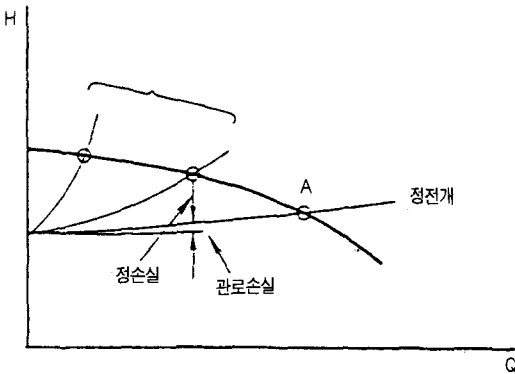
〈그림 5〉와 같이 실양정이 변동하면 밸브의 개도가 일정한 경우에도 관로저항곡선이 상·하로 평행이동

하므로 토출량이나 펌프효율이 변하는 점에서 운전된다. 실양정이 변동하는 것은 배수펌프 등에서 많이 볼 수 있으며, 고효율 범위에서 운전하기 위하여는 실양정 변동 폭과 빈도를 고려하여 계획시에 펌프 최고 효율점의 위치를 선정하여야 한다.

③ 밸브제어

토출밸브 개도를 조절하는 것으로 관로저항곡선을 인위적으로 변화시켜서 토출량을 조절하는 수가 있다. (<그림 6> 참조)

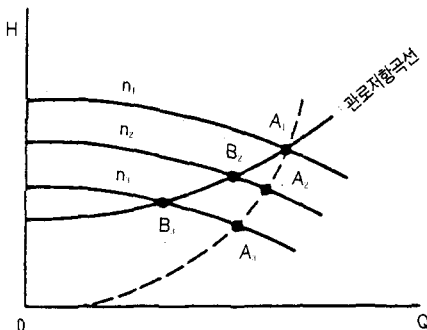
단, 밸브를 완전히 열었을 때의 교점 A가 그 시스템에서 얻을 수 있는 최대 유량을 표시한다.



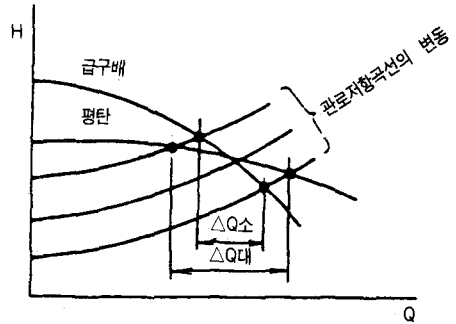
<그림 6> 토출 밸브제어

④ 속도제어

펌프의 회전수를 조정하는 경우에는 펌프 성능곡선상의 Q, H가 회전수비의 1승, 2승에 비례하여 변한다



<그림 7> 속도제어



<그림 8>

는 것은 1, 2점의 회전수 변화와 펌프성능 변화에서 서술한 바 있으며, H-Q선상의 각점의 궤적은 2차 곡선을 따라서 변하며 원점 0을 통과한다. (<그림 8> 참조)

그렇지만 운전점은 펌프특성과 어떤 실양정을 가진 관로저항곡선과의 교점으로 표시되므로 앞에서 말한 1승, 2승의 관계가 맞지 않게 된다.

<그림 9>에서 속도제어에 따라 H-Q 성능과의 대응점은 A, A2, A3로 표시되지만 운전점은 A1, B2, B3로 된다.

⑤ H-Q곡선 구배의 영향

ㄱ) 최고효율점의 전양정이 비하여 Q=0(체절)의 전양정이 비교적 높은 특성(급구배 특성)의 펌프는 평탄한 구배특성의 펌프에 비하여 양정이 변동(관로저항곡선의 변동)에 대한 토출량의 변화 Q는 작다. (<그림 8>)

ㄴ) 실양정이 거의 변화하지 않는 시스템(예를 들면 보일러급수나 관개용 등)에서는 펌프특성이 급구배인 펌프보다도 평탄한 펌프로 하는 편이 유량조절을 하는 토출밸브가 부담하는 압력도 작게 되고, 관의 내압도도 작게 되는 이점이 있다.

ㄷ) 속도제어에 의해 유량 조절을 행하는 경우에는 펌프특성이 급구배인 편이 평탄한 펌프보다도 정도가 좋고 안정한 조절을 할 수 있다.

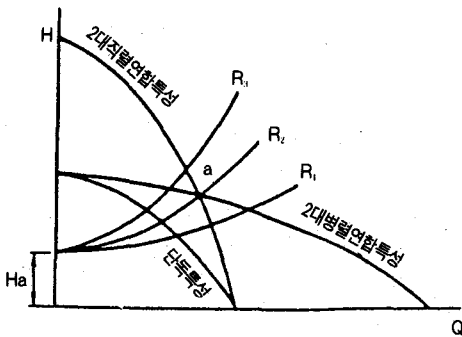
(2) 병렬, 직렬 운전

① 병렬, 직렬운전의 선정조건

2대 이상의 펌프를 이용하여 토출량을 증가시키는 경우에 병렬, 직렬의 어느 쪽이 유리한가는 저항곡선의 양상에 따라 정한다. <그림 9>에 의해 알 수 있는

설비강좌 ●

바와 같이 병렬, 직렬의 한계점은 병렬, 직렬 연합특성의 교점 a가 된다. 관로저항곡선이 a점을 통과하는 R2보다 낮은 R1과 같은 경우는 병렬 운전하는 편이 직렬운전 보다도 전체적으로 토출량이 크다. 또한 관로저항곡선이 R2보다 높은 R3와 같은 경우는 직렬운전하는 편이 병렬운전 보다도 토출량이 크게 된다. 실 양정의 변동이나 관로저항의 변동을 포함하여 양정이 광범위하게 변화하는 시스템에서는 2대의 펌프를 조합시켜서 병렬, 직렬의 변환운전을 행하면 양정에 변동이 생겨도 대량의 토출량을 얻을 수가 있다. 병렬, 직렬 어느쪽으로 하더라도 안전하고도 경제적으로 운전하기 위하여는 복합운전에서 각각의 펌프가 어떤 상황에서 운전되는지, 그 효율과 동력은 어떠한지는 물론 캐비테이션 발생에 대하여도 검토하여야만 한다.



〈그림 9〉 동일성의 펌프 2대의 병렬, 직렬운전

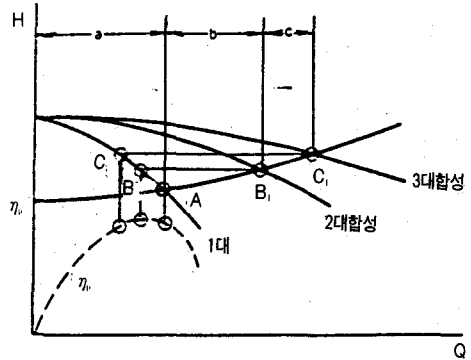
② 성능이 같은 펌프의 병렬운전

여러대의 펌프가 공동으로 주 배관에 접속하여 병렬 운전하는 경우에는 〈그림 10〉과 같이 각 펌프의 동일 양정에 대응하는 토출량을 더하여 펌프 전체 대수의 합성 H-Q곡선을 구할 수가 있다.

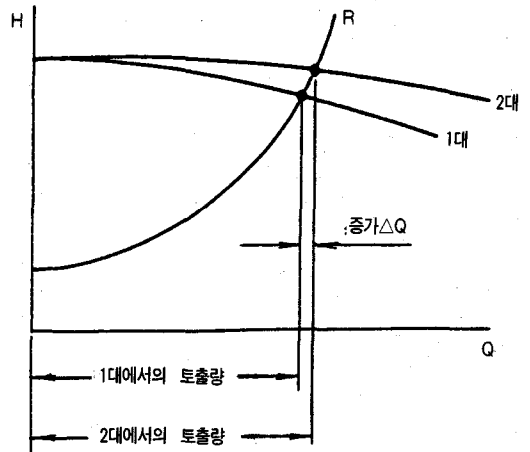
이 합성곡선에서 전체의 운전점은 2대 합성의 경우는 B1이고, 3대 합성인 경우는 C1이 되고, 그것에 대한 각 펌프마다의 운전점 B2, 또는 C2를 그림상에서 구한다.

그림에 의해 밝혀진 바와 같이 관로저항곡선이 일정한 경우에도 각각의 펌프 운전점은 운전대수에 따라서 A→B2→C2로 변한다는 것을 알 수 있다.

펌프 합성성능의 토출량은 각각의 성능을 단순히 대



〈그림 10〉



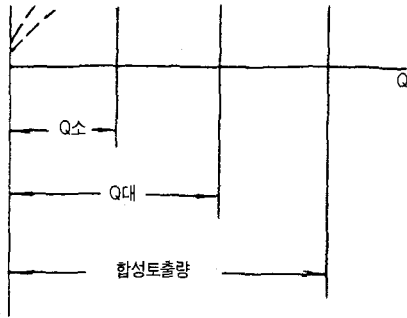
〈그림 11〉

수배하면 되지만 합성운전점의 토출량은 1대의 운전시의 대수배하여서는 안되며, 오히려 대수가 증가함에 따라 토출량의 증가는 a>b>c로 작아진다.

이 경향은 관로저항곡선이 〈그림 11〉과 같이 급격하게 오른쪽 위로 올라가는 구배를 가지고, 펌프의 H-Q곡선이 평탄한 구배를 가지는 경우 더욱 현저하다.

③ 용량이 다른 펌프의 병렬운전

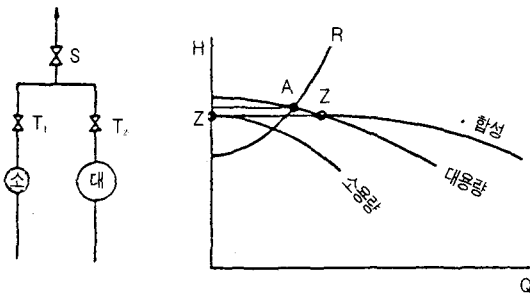
〈그림 12〉에서 합성 운전점 A에서 그은 수평선이 크고 작은 각각의 단독펌프 성능과 만나는 점이 각 펌프 개개의 운전점이 되고, 합성운전점 A의 양정이 소용량 펌프의 최고양정 Z보다도 낮은 경우에는 두대의 펌프로 공히 양수가 가능하게 된다.



〈그림 12〉

단, 〈그림 13〉과 같이 합류후 토출밸브 S에서 유량 조절을 행하는 경우에는 밸브를 서서히 닫으면 관로저항곡선이 지나치게 서게 되어 운전점 A의 양정이 Z보다 높게 되므로 소용량 펌프는 양정이 부족하게 되어 송수 불가능하게 된다.

이와 같은 경우에는 대용량 펌프만을 운전하고, 토출밸브 T2에서 제어함이 좋다.



〈그림 13〉

④ 불안정 성능의 병렬 운전

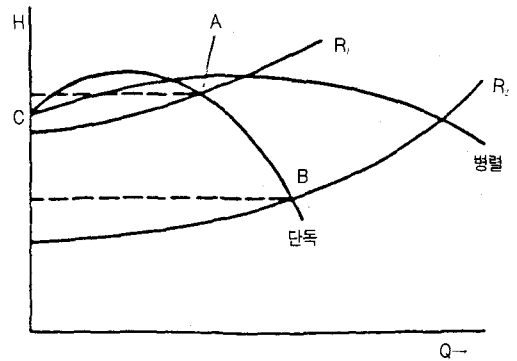
펌프특성이 산형으로 불안정한 경우에도 관로저항곡선과 단 1점에서 만나는 경우에는 안정하게 운전할 수 있다.

예를 들면 〈그림 14〉와 같이 관로저항곡선 R 아래에서 1대가 단독운전중이라면 운전점 A에서 안정하게 운전 가능하다.

그러나 두번째 펌프가 추가기동하는 경우, A점은 펌프의 체절양정 C보다 높기 때문에 체크 밸브를 열리

게 하는 능력이 없어 병렬 양수가 불가능하게 되어서 두번째 펌프는 무송수 운전된다.

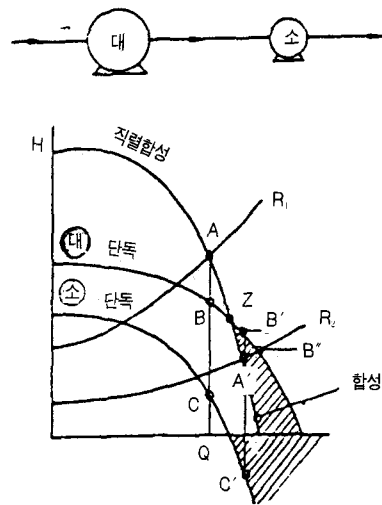
만약, 관로저항곡선이 R2라면 첫번째 펌프의 운전점 B는 체절양정 보다도 낮으므로 두번째 펌프는 완전하게 병렬운전 가능하다.



〈그림 14〉

⑤ 크고 작은 2대의 펌프 병렬 운전

〈그림 15〉에 나타낸 바와 같이 용량이 크고 작은 2대의 펌프의 합성 직렬운전 성능은 각각의 단독성능의 전양정을 합하여 구하면 된다.



〈그림 15〉

설비강좌 ●

관로저항곡선 R에서의 합성 운전점은 A와 같이 되고, 펌프 각각의 운전점은 B, C로 표시된다.

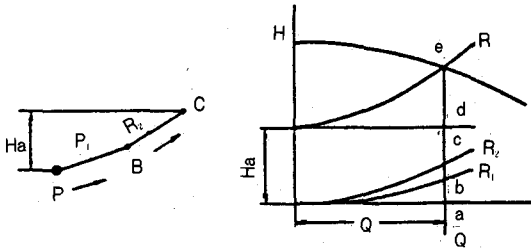
또한 관로저항곡선 R2가 Z보다도 낮으면 합성 운전점은 A로 되나 작은 펌프의 운전점 C'가 음의 양정이기 때문에, 저항으로 작용하므로 큰 펌프 1대만을 운전하는 편이 토출양정이 B'로 높게 되거나 토출량이 B''로 되게 된다.

용량이 다른 펌프의 직렬운전시에는 펌프를 반드시 작은 펌프의 첫째단 입구측으로 압입되도록 할 필요가 있으며 이것을 역으로 배치하면 큰 펌프의 입구측에서 캐비테이션이 발생한다.

(3) 배관의 분지, 합류와 운전점

① 저항이 다른 직렬 관로로의 송수

〈그림 16〉은 펌프 P에서 저항이 다른 관로를 직렬로 배관하여 높이 H_a 에 양수하는 경우이다. 두개의 관로저항을 R_1, R_2 로 하면 R_1 및 R_2 를 종좌표축으로 합하여 배관계의 저항곡선 R을 얻는다. 즉, $ab+ac=de$ 로 된다. 그러므로 저항곡선 R과 양정곡선과의 교점 e가 펌프의 운전점이 된다.



〈그림 16〉

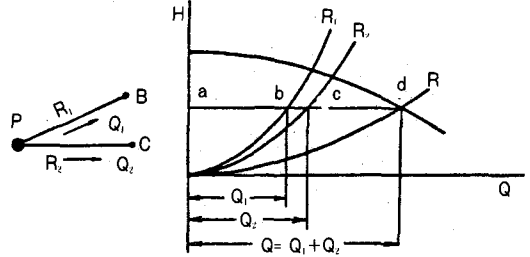
② 분지관으로의 송수

가) 실양정 0에서 저항이 다른 병렬 분지관으로의 송수

〈그림 17〉은 펌프 P에서 분지되어 B, C 두지점으로 송수하는 경우로 실양정이 0인 경우이다. R을 PB간의 관로저항, R_2 를 PC간의 관로저항이라 하면 펌프에 대한 합성저항곡선 R은 R_1, R_2 를 동일 양정에서 횡좌표축으로 합한 것이다.

즉 $ab+ac=dd$ 로 된다. 이 저항곡선 R과 양정곡선과의 교점 d가 펌프의 운전점으로 되고, 펌프의 토

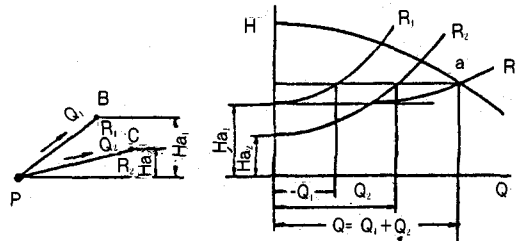
출량이 Q인 경우, Q_1 과 Q_2 가 각각의 관로를 흐르는 유량으로 된다.



〈그림 17〉

나) 실양정 및 저항이 다른 병렬 분지관으로의 송수

〈그림 18〉은 펌프 P에서 분지하여 B, C 두지점으로 송수하는데 각각의 관로토출 높이가 H_{a1}, H_{a2} 이고, R_1 을 PB간의 관로저항, R_2 를 PC간의 관로저항이라 하면, R_1, R_2 를 횡좌표 축으로 더한 것이 연합 저항곡선 R로 되고, 이것과 펌프의 양정곡선과의 교점 a가 펌프운전점으로 되고 펌프의 토출량이 Q인 경우, Q_1 과 Q_2 가 각각의 관로를 흐르는 유량이 된다.

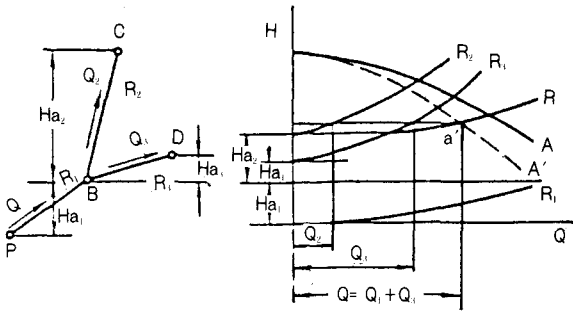


〈그림 18〉

다) 한개의 관로를 도중에서 분지하는 병렬관로로의 송수

〈그림 19〉는 펌프 P보다 H_{a1} 만큼 높은 B를 경유하고, 더욱이 높이 H_{a2} 인 C점, 높이 H_{a3} 인 D점 두지점으로 송수하는 경우를 표시하며, 송수관로 저항은 PB간을 R_1 , BC간을 R_2 , BD간을 R_3 로 하는 경우, B점에서의 펌프 특성곡선은 처음의 특성곡선 A에서 R_1 과 H_{a1} 간의 차를 뺀 곡선 A'로 된다.

다음에 BC, BD간의 연합저항곡선 R을 구하여, 이것과 곡선 A'와의 교점 a'가 펌프의 토출량 Q로 되며, 그 교점에서 수평으로 직선을 그어, 각각의 관로 저항곡선 R2, R3와의 교점이 각각의 관로 C, D에 송수되는 유량 Q2와 Q3를 나타낸다.

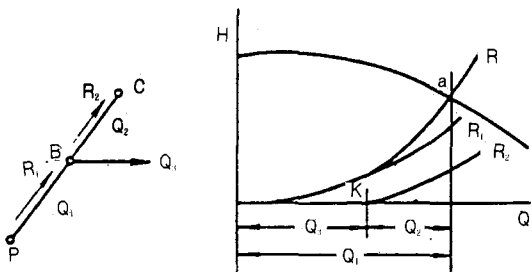


〈그림 19〉

ㄹ) 관로의 중간에서 일정량을 뽑아내는 경우
〈그림 20〉은 펌프 P에서 끝단 C에 이르는 송수관의 도중 B에서 일정 유량 Q3를 뽑아내는 경우로 실양정이 0인 경우에 대하여 나타내고 있다.

PB간의 관로저항을 R1, BC간의 관로저항을 R2라 하면, R1인 관로저항곡선은 0를 원점으로 하는 곡선으로 되고, R2인 관로저항곡선은 횡좌표 축에서 Q3인 유량의 위치 K를 원점으로 하는 곡선으로 된다.

이 R1과 R2 두개의 관로저항을 합성하면 연합저항곡선 R이 얻어지고, 이것과 펌프의 양정곡선 a와의 교점이 펌프의 운전점이 된다.



〈그림 20〉

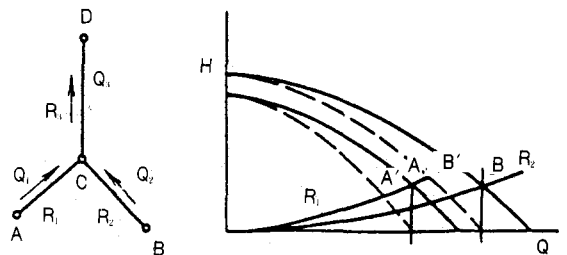
③ 두지점에서 한지점으로 합류하는 관로로의 송수
〈그림 21〉은 A, B 두개의 펌프장에서 각각의 저항 R1, R2인 송수관을 통하여 C점에서 합류하고 저항 R3인 합류관을 통하여 D에 송수하는 경우이다.

이 경우 AC, BC사이에서는 펌프가 단독 운전되고, CD사이에서는 펌프가 병렬운전되므로 A와 B의 펌프특성을 C점에서의 특성으로 변환시켜서 고려하면 된다. C점에서의 A펌프의 특성은, 그 특성 곡선 A에서 R1을 뺀 곡선 A'로 되고, 같은 방법으로 하여 B펌프의 C점에서의 특성은 곡선 B'로 된다.

여기에서 이 두개의 변환특성 A' 및 B'를 가지는 2대의 펌프가 CD사이에서 병렬운전하는 것으로 생각하면 된다.

즉, A'+B'의 병렬 연합특성 E를 그리고 저항 R3와의 교점 a를 구하면 두대의 펌프의 합계 유량 Q3로 된다. 이 교점에서 수평선을 그어서 각 펌프의 토출유량 Q1 및 Q2를 얻는다.

이 그림은 A, B, C, D점을 모두 동일 레벨에 있는 것으로 고려하였으나 만약 각각의 지점에 고저가 있다면 실양정을 저항곡선에 가산하여 표시하면 된다.



〈그림 21〉

설비강좌 ●

④ 정격 외 운전에 대한 이해

ㄱ) 펌프의 운전에서 토출밸브를 전부 열어서 펌프가 발생시키는 H-Q 에너지를 완전히 활용하는 것이 실 효율이 가장 높은 운용이다. 일반적으로 복수대의 펌프의 병렬 계통에서는 유량부하가 증가하여도 가능한 한 소수의 펌프로 꾸려나감으로써 외관상으로는 펌프 효율이 낮은 점에서 운전되더라도 충동력은 작다.

ㄴ) 이와 같은 전력 운전에서 각각의 펌프는 종종 정격점을 초과한 과대토출량 상태에서 운전되기 때문에 다음의 문제를 발생시킬 수가 있다.

- 캐비테이션이 일어나기 쉽고, 그 때문에 소음을 발생하며, 극단적인 경우에는 양수 불가능하다.
- 비속도가 작은 펌프에서는 원동기가 과부하에 걸린다.

ㄷ) 운전을 단독 또는 병렬운전 등으로 변화시킬 때에 생기는 운전점의 추이는 H-Q곡선과 관로저항곡선

의 구배 여하에 따라 현저하게 양상이 변하므로 각각의 경우에 대하여 검토하여야만 한다.

ㄹ) 병렬운전시의 총토출량은 펌프 기동 대수배로는 되지 않으며, 오히려 기동대수가 증가되는 만큼 1대당의 토출량은 감소하고 단위 유량당의 양수 원가는 증가한다.

그러므로 양수 주배관내의 유량이 계절에 따라서 큰 폭으로 변화하고, 더욱이 각각이 장기간 계속되는 계(System)에서 고효율 운전을 하기 위하여 소유량시에만 사용하는 저양정 펌프군과 대유량시에만 사용하는 고양정 펌프군으로 나누어 설치하여, 부하에 따라서 사용하는 것이 가장 합리적인 방법이다.

ㅁ) 고양정 펌프를 정격상태보다도 현저하게 작은 유량에서 운전하면 레디얼 스트러스트에 의해 주축이나 베어링의 손상을 발생시키고, 회전차, 케이싱의 이상 침식이나 과열 등을 발생시킨다. ■

● 에너지를 절약합시다(가정편) ●

〈자료제공 : 에너지관리공단〉

전구 및 반사판은 자주 닦자

전구는 반사판 또는 가리개판을 가지고 있는 경우가 많은데 반사판이 어둡게 되거나 가리개에 먼지가 많이 끼면 명도를 크게 떨어뜨린다.

● 행동지침

1. 전구등은 반사판이 있는 것을 선택하는 것이 좋다.
2. 가리개판은 떼어버리는 것이 밝기를 크게 증가시켜서 좋다.
3. 한달에 한번쯤 전구 주위를 깨끗이 닦아 주는 것이 좋다.
4. 윗부분이 도금된 백열전구는 밝기가 보다 크다.
5. 형광등도 반사면에 은박지를 대주면 훨씬 밝아진다.

○ 조명기구의 정기적 청소 주기

장 소	청소방법	마른 걸레질	물로 닦음
쉽 게 더 리 위 지 는 장 소		1주간(월 4회)	4주간(월 1회)
보 통 장 소		2주간(월 2회)	8주간(2개월에 1회)
깨 끄 한 장 소		4주간(월 1회)	16주간(4개월에 1회)