

## 터보냉동기의 운전

신 상 만\*

터보냉동기라함은 원심식압축기를 사용하여 空調설비 또는 공업용특수냉각장치로서 吸收式 냉동기 또는 往復動式 냉동기와 함께 冷水原으로 널리 쓰인다.

왕복동식냉동기가 일반적으로 200 RT 미만의 용량에서 널리 쓰이는데 반하여 터보냉동기는 200 RT 이상을 요하는 대단위 SYSTEM에 주로 사용된다. 또한 터보냉동기는 LOAD의 40%에서 100%까지는 연속운전이 가능하고 水温이  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$  정도로서 정확한 제어가 가능하기 때문에 섬유공장 및 화학공장 등에서 정밀공조 또는 냉각설비로서 애용된다.

터보냉동기의 종류 및 구조 등에 대해서는 本紙에서 여러번 게재되어 여기에 對한 전문지식은 대부분 갖고 있으리라고 생각되기에 그 운전에 관하여 몇가지 記述 하고저 한다.

### 1. 터보냉동기의 운전특성

연속운전의 특성은 터보냉동기의 가장 큰 장점 중의 하나이다.

무슨 기계든지 시동과 정지를 반복하는 과정은 기계수명에 영향이 있고 고장의 원인이 된다. 또한 정확한 온도제어를 하기 위해서는 운전과 정지를 반복해서는 그 제어가 불가능하다.

이런점에서 지금 시판되고 있는 모든 터보냉동기는 LOAD의 40%까지 연속운전이 가능하고 Impellar 깃곡선이 後向으로 잘 설계된 압축기는 10%까지도 Surging을 일으키지 않고 연속운전이 가능하다.

그러나 LOAD의 40%이하에서는 Surging 현상관계로 부득이 단속운전을 하게 된다.

터보냉동기의 부하조절은 압축기入口·교축에 의한 流量제어로서 이루어진다.

\* 正會員, 現代洋行

이 유량제어 Vane은 出口온도가 願하는 온도에 일치되도록 開關動作을 계속한다. 그러나 초기부하를 서서히 제거하고 경우에 따라서 과부하로 인한 전동기소손을 방지할 목적으로 개폐동작이 일정부하이내에서 행해지도록 회로가 설계되어 있다.

즉 출구온도조절을 위해서 Vane이 열려야 할 경우에도 전류가 최고전류 조정치에 도달되어 있을 때에는 동작이 계속되지 않도록 되어 있다.

일반적으로 대부분이 F-11 冷媒를 사용한다. F-113, F-12 등을 사용하는 경우도 있지만 이는 지극히 드문 경우이다.

F-11의 Boiling Point는 常壓에서 약  $24^{\circ}\text{C}$  정도이므로 항상 상압보다 낮은 증발압력에서 운전하게 된다. 따라서 운전도중 항상 외부공기수분 기타 불순물의 혼입가능성이 있다.

그러므로 운전도중 항상 Purge장치의 작동에 유의하고 수분의 혼입 등에 對해서 주의깊게 관찰해야 한다.

냉수관 파손으로 인한 수분혼입으로 인하여 냉매교체 건조작업등의 큰보수작업을 요하게 되어 몇 백만원의 비용을 날리는 경우는 드물지 않은 일 중의 하나이다.

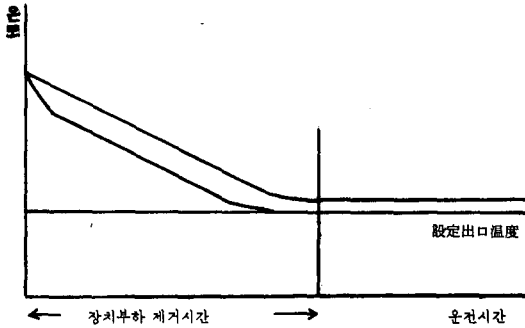
### 2. 운전요령

#### (1) 단독운전

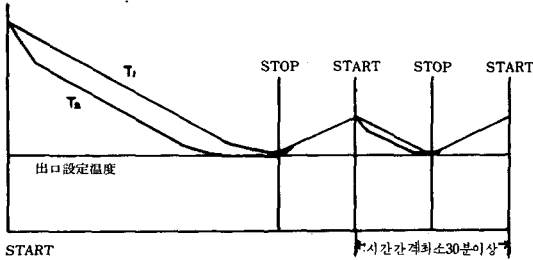
특정구역에 냉동기 1臺만을 가지고 전부하를 다루도록 계획된 경우를 말하고 고장이 있을 경우를 생각하여 예비로 1臺가 추가설치되어 있는 경우도 포함된다.

이 경우 보통 냉동기 1臺로서 전부하를 Cover 하고 低LOAD 범위에서는 START, STOP, LOAD가 어느정도 클 때에는 연속운전을 하게 된다.

이상을 GRAP 로 그리면 다음과 같다.

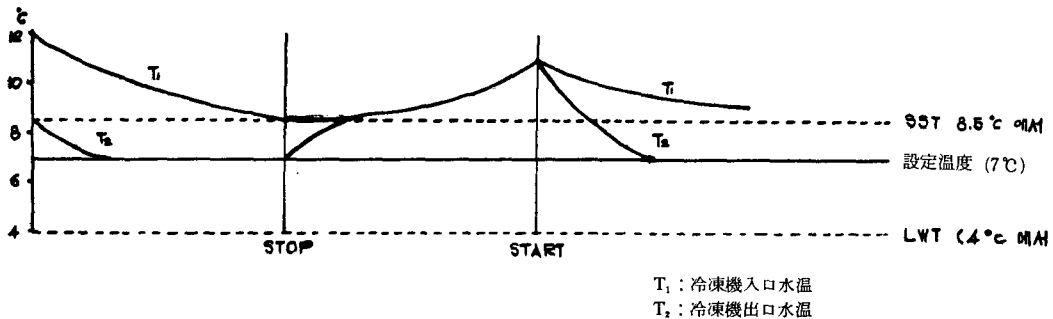


실내 LOAD가 냉동기연속운전을 요할만큼 충분히 큰경우



실내 LOAD가 적어 단속운전을 요할때 기동에서 다음기동까지의 간격을 30分 정도로 두어 너무 잦은기동을 막아준다.

여기서 단속운전의 경우는 잦은기동을 방지하기 위하여 보통 Time Switch가 삽입되어 있고 기동과 다음 기동사이의 시간간격은 30 分 정도



T<sub>1</sub> : 冷凍機入口水温  
T<sub>2</sub> : 冷凍機出口水温

LWT를 4°C 이하로 조정하여 銅管을 파열시키는 일이나 LWT를 설정온도 이상으로 놓아 자동연속운전이 되지않고 LWT가 작동되어 냉동기를 정지 시키는 옷지못할 예는 흔히 조업 현장에서 발견되는 일이다.

하는것이 보통이다.

초기장기부하를 급속히 제거하기 위해서는 Current LOAD를 100%에 맞춰 운전한다.

그리고 단속 및 연속운전은 전자동으로 운전 되도록 회로가 맞추어져 있다. 그러나 상당한 수준급에 있는 운전책임자들도 제어회로 조정을 잘못하여 수동작동으로 운전하면서도 정상운전인양 생각하고있는 경우가 많음을 본다.

냉동기 냉수입구측에 Thermostat 가 달려있다. 이 Thermostat 는 SST (START, STOP, Thermostat) 라고 불리며 입구수온이 냉동기에 충분한 부하를 걸어 줄수 없을때 단속동작으로 냉동기를 정지 또는 운전시켜 둔다.

냉동기 냉수출구측에는 THERMISTER가 붙어있어 온도제어 MODULE 과 연합동작으로 출구온도가 設定點에 맞게되도록 Compressor Gas 입구 Vane 을 개폐한다.

출구측에는 동결방지를 위한 LWT가 부착되어있다. 이들 각종 Thermostat 의 조정온도를 예시하면 다음과 같다.

SST : 設定温度 (出口水温) + 1.5°C 또는 2°C

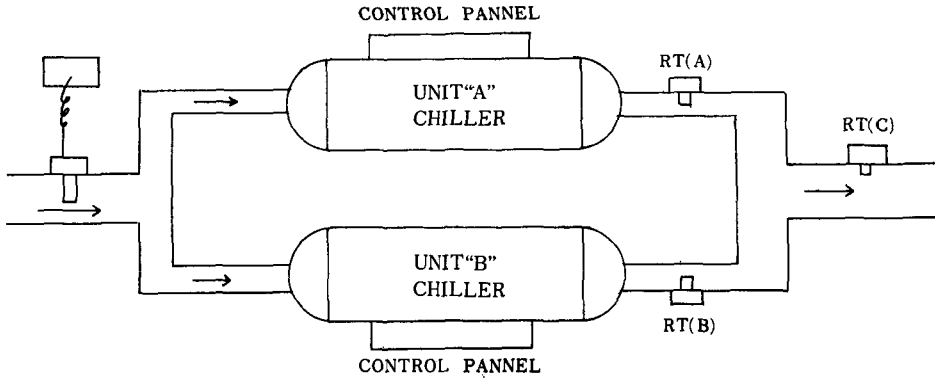
LWT : 4°C 정도 (設定温度보다 1.5°C 이상 낮아야함)

LRT : 0.5°C

### 3. 병렬운전

냉동기를 2 個 이상 설치하여 1 個의 냉동기가 전냉동부하의 반 또는 그 이하를 부담 하도록 병렬로 연결된 냉동기를 운전할때는 단속운전때

와 달리 여러 가지를 고려해야 한다.(그림참조)



먼저 2個이상의 냉동기를 각각 단독운전시의 마찬가지로 자동운전 되도록 조정이 된다면 냉동기는 동시에 기동하여 기동시 순간 Peak 전류가 높아지고 전부하의 40% 이하 범위에서 Surging 현상이 발생되어 단속운전을 하게되며 단속운전시 양쪽 냉동기가 불규칙하게 돌아 감으로서 제어가 제대로 될수 없을것이다.

이런경우 ① 냉동기의 起動時點을 다르게 하고 ② 부하가 반이하로 줄어들때 냉동기 1臺만을 연속가동 시키고 ③ 다시 부하가 20% 이하로 (2個병열時) 줄어들었을때 限해서 단속운전이 되도록 할 필요가 있다.

이 경우 Segence Control 을 사용하여 문제를 해결한다. 그러나 國內에서는 아직 한번도 시도되지 않았고 또한 주문시 요청하는 수요가 들을 보지 못했다.

Segence Control 을 사용 할경우 냉동기 2

臺 이상이 전자동으로 운전되고 그만큼 Energy 절약을 가져온다.

병렬로된 Segence Control 作動을 설명하면 다음과 같다.

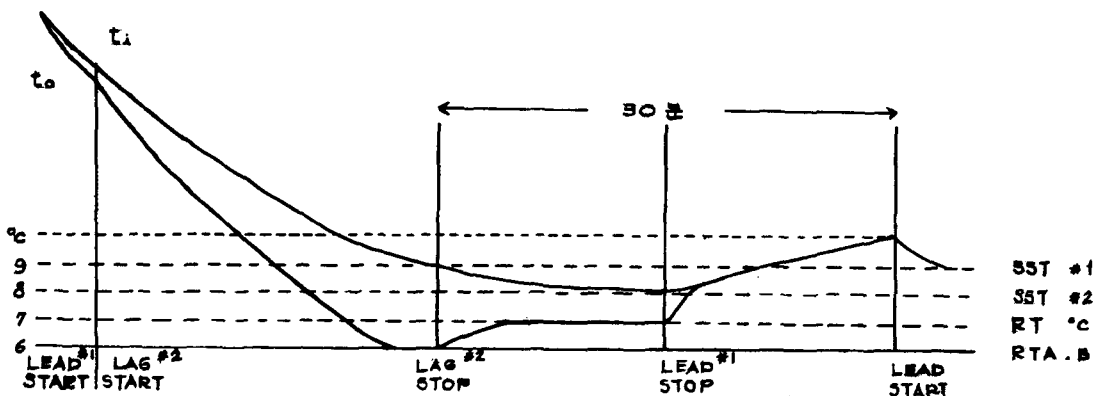
(1) 手動 조작으로 LEAD UNIT를 선택 하게 된다.

(2) 양쪽 냉동기 起動 Switch 를 모두 ON 의 위치로 한다.

(3) LEAD UNIT는 기동을 먼저 하게 되고 LOAD가 적어지게 되면 LAG UNIT가 운전이 중지 되며 LEAD UNIT만 계속 운전되게 된다.

(4) LAG UNIT는 LEAD UNIT가 기동된 후 1.5~2分후 기동 된다.

(5) 양쪽 냉동기가 동시에 운전될 경우 용량제어는 각각의 냉동기에 부착된 出口溫度 제어용 THERMISTER에 依해서 제어된다. (RT "A"



및 RT "B")

(6) 냉동기 入口水溫이 점점 떨어져서 2단 THERMOSTAT인 SST의 제1단이 열리면 LAG UNIT動作이 中止된다. SST의 제1단은 L-LOAD가 약 50%로 떨어질때 열리도록 조정 되어야 한다.

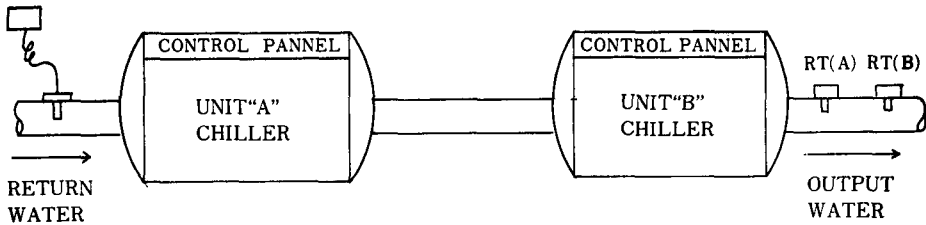
(7) 이 경우 LEAD UNIT는 자동적으로 R-TC에 依해서 LOAD조정이 되도록 회로가 바뀐다. RT(C)는 RT(B) 또는 RT(A)보다 1°C ~ 1.5°C 정도 높게 設定되므로서 운전되지 않는다

냉동기 LOAD를 제거하기위한 不必要한 Cycling 현상을 막아준다.

(8) LEAD UNIT 또한 入口水溫이 더욱 낮아져서 SST 2단이 열릴때 운전이 中止된다.

(9) LOAD가 적어서 全부하의 20% 이하로 되면 LEAD UNIT만이 START STOP운전은 계속 하게된다.

#### 4. 直例운전



순환수량이 적고  $\Delta T$ 가 큰경우 그림과 같이 직렬로 연결하여 사용한다. 병렬에서도 직렬에서의 경우와 같이 Sequence Control을 사용하게되고 동작요령은 같다.

(1) Selector Switch를 선정 함으로서 A,V,B UNIT中 LEAD UNIT를 선정한다.

(2) 양쪽냉동기 START PANNEL에서 냉동기를 ON의 위치로 한다.

(3) LEAD UNIT는 먼저 기동되고 또한 부하가 적어질때 최후까지 운전된다.

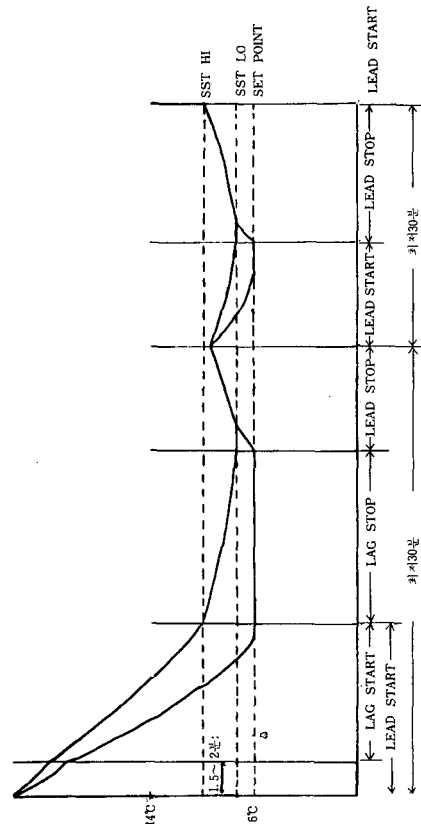
(4) LAG UNIT는 LEAD UNIT가 기동된 후 1.5~2분후 기동 하게 된다.

(5) 양쪽냉동기 모두는 RT(A) RT(B)의 저항 THERMOSTAT에 依해 제어된다.

(6) LAG UNIT는 냉동기 入口水溫이 떨어져서 2단 Thermostat인 SST HI TEMP STAGE가 Open 될때 운전이 정지된다.

이 THERMOSTAT는 부하가 50% 정도일때 OPEN되도록 조정된다.

(7) LOAD가 20% 이하로 떨어지게 되면 LEAD UNIT도 SST LOW TEMP STA-



GE도 열리게 되어 STOP되며 이때부터 LE-AD UNIT만이 START STOP 운전을 계속 하게 된다.

### 5. 안전운전

터보냉동기는 대기압 이하의 압력에서 운전이 되므로 고압가스 단속법규의 적용을 받지 아니 하며 운전중 폭발로 인한 위험은 없다.

그러나 화재로 인하여 주위의 온도가 상승할 때 Freon gas를 외부로 방출하기 위한 안전장치로서 증발기측에 Rupture Disc가 부착 되어 있다.

이는 냉동기가 설치된 주위에 화재가 발생하여 室内온도가 상승하면 파열되어 Freon gas를 외부로 방출 하게된다. 이때 Freon gas가 室外로 방출되도록 배관이 되어있지 않고 室内로 방출이 된다면 이는 화염에 의한 반응으로 유독성 GAS가 발생되어 인명의 피해를 입게 된다. 그러므로 화재로 인하여 Ruptre Disc가 파열될 경우 Freon gas가 室外로 방출 되도록 배관을 할 필요가 있다.

### 6. 예방정비

예방정비란 그 냉동기의 고장을 방지하며 수명을 연장하고 또한 효율적인 운전을 하기 위하여 취급자들이 항상 관심을 기울여야 할 것이다.

Boiler와 같은 연료 사용기기는 열관리법에 의하여 각종 계측기기를 사용 ENERGY절약을 위하여 많은 관심 속에서 운전 사용되고 있으나 아직도 냉동기만은 ENERGY原으로서 동력을 사용하고 있음에도 기업주의 무관심과 취급자들의 정비 소홀로 인하여 동력의 낭비와 생산에 막대한 영향을 가져오게 하는 경우가 있다.

효율적인 운전을 위하여 지금부터 필요한 몇 가지 예방정비에 대하여 기술하고자 한다.

#### (1) 안전장치의 점검

터보냉동기의 안전장치에는 온도 및 압력스위치가 있다.

이들의 설치위치 작동온도 및 설정압력과 기능은 각 MAKER의 설명서에 상세히 기록되어 있으며 이들 안전장치가 설정온도 및 설정압력에서 작동하도록 정기적으로 확인 하는것이 중요하다.

예를 들면 OP(유압s/w)가 설정압력에서 작동 되지않은 냉동기의 경우 Oil Filter에 이물질이 누적되어 막히거나 기동시 갑작스런 부하에 의한 Oil Foaming 현상으로 인하여 Oil이 부족한 경우에 냉동기가 계속운전이 된다면 이는 Bearing의 마모로 인한 큰고장의 원인이 되며 과부하 MODULE이 설정온도에서 작동되지 않으면 이는 MOTOR손손의 원인이 될것이다. 또한 LWT LRT가 설정 온도에서 작동되지 않는다면 이는 동파의 원인이 될것이다.

#### (2) 응축압력의 상승

응축압력의 상승은 압축비가 증대되고 토출가스 온도가 높아 지므로 인하여 압축기의 체적효율이 나빠지고 냉매순환량도 감소하여 냉동효과를 감소시킨다. 동시에 압축일이 증가하여 결과적으로 R/T當 소요동력이 증가하며 성적계수를 감소 시키므로 운전에 많은 동력비가 들게된다. 따라서 그 원인(냉각수량감소, 동관의 Scale 부착, 공기누입)을 분석하여 조치 하여야 한다.

#### (3) 低電壓 문제

전압이 낮을경우 자동제어 회로중 誤동작을 일으켜 운전을 곤란하게 하는 경우가 있다. 따라서 냉동기 설치시 충분한 용량의 전원 설비를 갖추어야 하며 이를 갖추지 못한 경우에는 특히유의 하여야 한다.

제어회로가 정상적으로 작동하기 위하여 필요한 전압은 정격전압 $\pm 10\%$  V이다.

#### (4) 열교환기의 배관청소

효율을 높이기 위하여 응축기 및 증발기의 銅管을 정기적으로 세관을 해야 하며 세관방법에는 부러쉬를 사용하여 배관内の Scale을 제거하는 기계적인 세관방법과 청관제를 사용하는 화학적 세관방법이 있다.