

# 냉동 공조용 펌프

냉동공조 산업에 사용되는 다양한 종류의 펌프에 대해 쉽게 이해할 수 있도록 펌프설계의 기본과 펌프의 종류에 대해서 기술하여 현장에서 펌프를 이해하는데 도움이 되고자 한다.



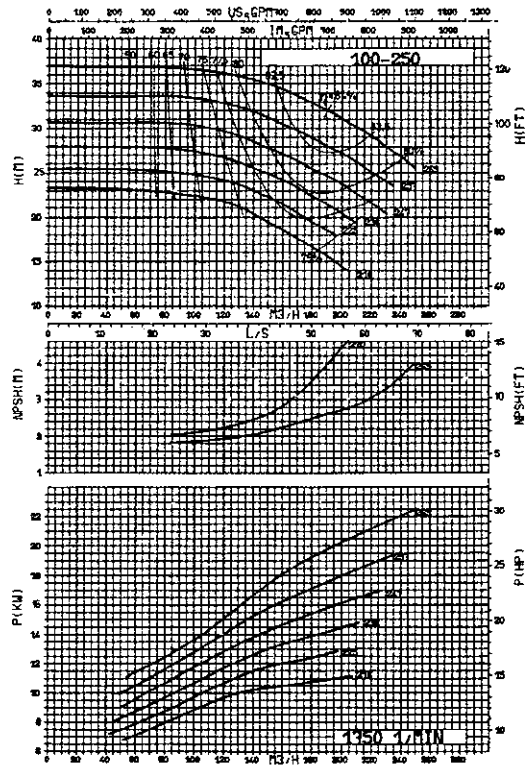
이 봉 주

## 머리말

펌프에 관해 많은 글이 쓰여지지만, 냉동 공조 기술자가 펌프의 기능을 이해하기 어렵게 하는 기술적인 용어가 흔히 사용되고 있다. 대부분의 냉동 공조 시스템은 탄화수소와 같이 폭넓은 범위의 점도와 비중을 갖는 액체를 다루지 않고 물을 사용하므로 펌프의 운전에 대하여 쉽게 이해할 수 있다. 여기서는 냉동 공조용 펌프를 이해하는 첫 단계인 펌프 설계의 기본과 펌프의 구조에 대하여 알아보기로 한다.

냉동 공조 산업에서는 다양한 펌프의 모든 용도에 여러 가지 형태의 원심 펌프가 사용된다. 냉동 공조용 펌프는 양정 3m에서 유량이 5m<sup>3</sup>/h 이고 1kW 미만의 전동기를 갖는 소형 인-라인 순환 펌프로부터 양정 30m에서 유량이 12000m<sup>3</sup>/h이며 1100kW의 전동기를 구비한 냉각탑 펌프까지 다양하다. 이들 펌프는 정속 구동이거나 변속 구동이다.

원심 펌프는 물이 배관과 설비를 통해 움직일 수 있도록 물의 흐름에 압력을 부가한다. 펌프가 발생시키는 압력의 크기는 펌프를 통과하는 유동에 관련되어 있다. 펌프의 기본적인 성능 곡선은 양정-유량(토출량) 곡선이라고 부르고 <그림



<그림 1> 펌프의 성능 곡선

1)의 맨 위에 나타나 있다. 보통, 유량은 가로축에  $m^3/h$  단위로 그려지고, 양정은 세로축에  $m$  단위로 그려진다. 펌프 양정은 항상 압력 단위보다는 액주  $m$ 로 나타낸다.  $m$  단위의 양정으로 나타낸 펌프의 성능 곡선은 어떤 비중의 액체에도 적용할 수 있다. 액체의 비중은 오직 펌프의 축동력을 계산할 때에만 관련된다.

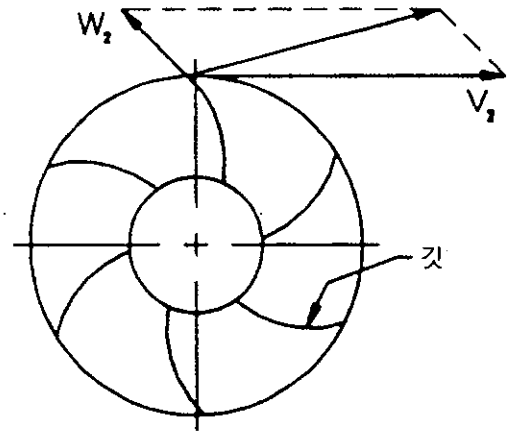
펌프의 성능을 설명할 때에 펌프 시방점이란 말을 흔히 쓴다. 펌프 시방점은 보통 어떤 특별한 양정에서의 어떤 유량으로 정의된다. 이 점은 펌프가 특정한 적용을 위해 선정되는 점을 말한다. 일반적으로, 이 점은 펌프의 최고 효율점에 가까운 한 가까운 곳에서 선정된다.

## 펌프 설계의 기본

### 원심 펌프 임펠러의 설계

원심 펌프는 그 이름이 뜻하는 바와 같이, 펌프를 통하여 유동을 만들기 위해 원심력을 이용한다. 임펠러가 회전하면 임펠러 안에 있는 물도 회전하여 물에 작용하는 두 개의 힘 즉, 원심력과 회전력이 생기게 된다. 임펠러 안에 있는 물에 가해지는 이 힘들을 이용하기 위하여 펌프의 임펠러가 케이싱 안에서 회전하는 것이다. 이 힘들은 임펠러 안에 있는 물의 회전 속도뿐만 아니라 이 원심력을 이용하는 임펠러 안의 적당한 통로를 만드는 임펠러의 모양에 따라 결정된다. 임펠러 안의 깃들은 물의 유동이 임펠러를 통하여 밖으로 원활하게 되도록 설계된다. 냉동 공조용 펌프의, 90%에 이르는 비교적 높은 효율은 펌프 설계자가 오물이나 실 모양의 물질에 대한 걱정 없이 또는, 부식성이나 침식성 액체에 대하여 고려할 것 없이 이 깃이 최대 효율을 낼 수 있도록 설계할 수 있다는 사실에 기인한다. <그림 2>는 임펠러를 통해 물을 보내는, 깃을 가진 원심 펌프 임펠러의 단면을 보여 준다.

이 그림은 원심 펌프의 임펠러에 대한 기본 벡터도이다. 그것은 임펠러를 떠나는 물 분자에



<그림 2> 임펠러 벡터도

가해지는 힘을 나타낸다.  $W_2$ 는 원심력이고  $V_2$ 는 회전력인데 임펠러의 회전 에너지에 의해 생기는 것이다. 이 두 힘이 펌프의 양정과 유량을 만든다. 물에 작용하는 순수 힘은 이 두 힘으로 이루어지는 벡터이다. 펌프 설계자가 효율적인 임펠러의 실제 설계에 사용하는 벡터도는 훨씬 더 복잡하다. 왜냐 하면, 입구 손실과 임펠러 안의 마찰 손실과 같은 다른 인자들을 고려하여야 하기 때문이다. 이 벡터도의 각도가 물이 임펠러를 떠나는 각도이고 그것이 펌프의 효율을 결정하는 데 큰 역할을 하기 때문에 펌프 설계자에게는 특별히 중요하다.

냉동 공조용 원심 펌프 임펠러를 보면, 임펠러의 바깥둘레가 몇 개의 가늘고 긴 구멍으로 되어 있는 것을 알 수 있다. 이 구멍은 유량이 적은 펌프인 경우에는 좁고 큰 유량의 펌프인 경우에는 넓다. 깃이 임펠러의 바깥둘레에 이르면 그 각도는 펌프 설계자가 벡터  $W_2$ 를 위해 선정한 각도를 나타내게 된다.

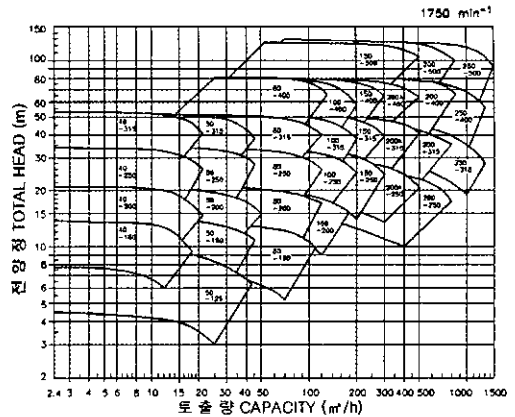
펌프는 최대 효율과 사용의 편의성을 얻기 위해 매우 특정한 용도에 대하여 설계된 고도로 전문화된 장치이다. 냉동 공조용 펌프는 가장 넓은 원심 펌프의 분류인 청수용 펌프에 속한다. 이 용도에서는 부식과 침식이 인자가 아니기 때문에, 설계자는 어떤 제품 설계에 있어서도 우선

적으로 가격, 효율, 그리고 운전과 유지 보수의 편의성이라는 세 가지 주요 요소에 전념할 수 있다. 많은 설계자들이 펌프를 통하여 지나는 물에 최소의 마찰을 주는 가장 경제적인 매끄러움을 얻기위해 임펠러의 내부 통로를 개발하는 데 많은 노력을 기울인다. 여기에 펌프 구매자가 할 수 있는 간단한 평가 방법이 있다. 펌프 임펠러의 내부 통로가 얼마나 매끄럽게, 얼마나 잘 들어졌는가? 내부 깃과 임펠러의 출구가 얼마나 균일하게 되어 있는가? 임펠러의 입구 쪽 깃이 얼마나 균일하고 매끄러운가? 펌프 몸체 즉, 벌루트나 보울의 내부 표면이 얼마나 매끄러운가? 이 모든 인자들이 펌프의 효율에 강한 영향을 준다.

원심 펌프의 일반 성능

〈그림 1〉은 원심 펌프의 일반 성능을 나타내는데, 유량에 대한 양정, 필요유효 흡입헤드 (NPSHR), 축동력뿐만 아니라 전형적인 수력 효율을 나타낸다. 이 효율은 유량이 영일 때 영으로 떨어지고 펌프의 최고 효율점이라고 불리는 점까지 증가한다. 이 점을 지나 펌프를 통한 유량이 늘어나면 마찰이 내부적으로 커져 효율은 다시 떨어지기 시작한다. 펌프의 최고 효율점은 매우 중요한 사항이다. 모든 물 시스템 설계자는 냉동 공조 물 시스템에 관련되는 각 펌프에 대하여 최고 효율점의 위치가 어디인지 알아야 한다.

펌프 설계자는 펌프 임펠러의 기본 형태를 정한 후 냉동 공조 용도로 그 펌프를 널리 적용하는 데에 필요한 유량-양정 관계를 생성하는 벡터도를 만들어내기 위하여 여러 가지의 펌프 임펠러 지름과 속도를 선정한다. 벌루트형 펌프의 유량 또는 토출량 범위는 토출구의 크기로 결정된다. 그러므로, 펌프 설계자는 이 넓은 범위의 유량과 양정을 만족시킬 다수의 펌프를 만들기 위하여 벡터도와 토출구 면적을 갖고 작업한다. 그 결과가 〈그림 3〉에 보이는 바와 같은 다수의 양정-유량 곡선이다. 이것을 흔히 펌프 곡선군이라 부르며 특정한 용도에 필요한 유량과 양정에



〈그림 3〉 펌프 양정-유량 곡선군

대하여 어떤 크기의 펌프가 적합한가를 빨리 알아볼 수 있는 선정도로서 물 시스템 설계자에게 좋은 길잡이가 된다.

원심 펌프의 크기 결정

위에 설명하는 바와 같이 냉동 공조 용도에는 두 가지 형식의 원심 펌프 즉, 벌루트 펌프와 디퓨저 펌프가 사용된다. 벌루트 펌프의 크기는 흡입구와 토출구의 크기 및 임펠러의 크기로 나타낸다. 예를 들면, 150×100-250과 같이 표시하며 이것은 흡입구 150mm, 토출구 100mm, 임펠러 호칭 지름 250mm를 나타낸다. 임펠러는 규정된 유량과 양정에서 최고 효율을 얻기 위하여 240mm와 같은 특정한 지름으로 가공할 수 있다. 많은 펌프 회사들이 이것을 100mm 펌프라고 부르곤 하는데, 그들의 펌프를 구분하는 데 토출구의 크기를 쓰기 때문이다.

디퓨저 펌프의 크기는 몸체 또는 보울의 흡입구와 토출구의 크기로 결정된다. 흡입구와 토출구는 거의 언제나 같은 크기이다. 150mm의 흡입구와 토출구라는 말은 150mm의 펌프 또는 보울을 가리킨다.

냉동 공조용 원심 펌프의 두 가지 형식

앞에서 말한 바와 같이, 냉동 공조 물 시스템

용도로 두 가지 기본 형식의 원심 펌프가 있다. 벌루트 펌프와 디퓨저 펌프가 그것이다. 벌루트 펌프는 대부분 적은 유량 용도에서 찾아 볼 수 있는 반면에 디퓨저 펌프는 매우 큰 유량 용도로 사용된다. 뒤에서 여러 용도에 대하여 자세히 설명하기로 한다.

• 벌루트형 원심 펌프

펌프 임펠러가 펌프 양정을 만들어 내고, 그것은 물을 모아 시스템 배관으로 내보내는 케이싱 안에 들어가 있어야 한다. 벌루트형 펌프에서는 케이싱이 임펠러로부터 물을 모아 펌프 토출구로 이동시킨다. 이 케이싱을 벌루트라고 부른다. 디퓨저 펌프와는 달리, 보통 유동을 도와 주는 안내깃을 갖고 있지 않다. 벌루트형 펌프에서는 업무를 못 낼 만큼 과중한 비용때문에 이러한 벌루트 깃 또는 디퓨저를 추가하지 않는다.

대부분의 작은 냉동 공조용 원심 펌프는 벌루트 펌프인데, 이 펌프 형식이 뒤에서 설명하는 다른 여러 형태로 쓰이기에 적합하기 때문이다. 큰 벌루트 펌프는 이른바 이중 벌루트<그림 4>라고 하는 구조를 갖는다. 이 펌프는 그 케이싱 안에 제2의 벌루트를 갖는다. 펌프 축에 작용하는 반지름 방향 추력이 이중 벌루트 구조에 의

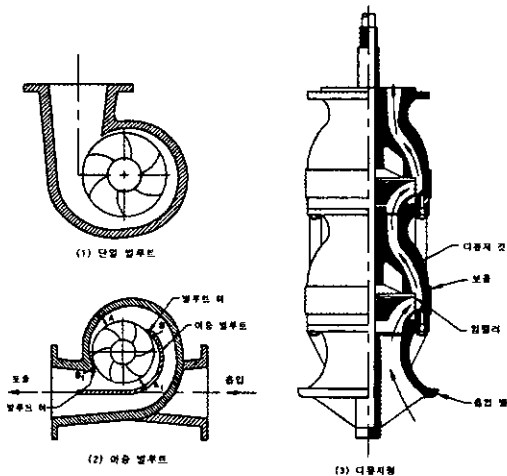
해 감소될 수 있다. 벌루트 안의 제2의 통로가 디퓨저 펌프의 디퓨저와 혼동되어서는 안 된다. 냉동 공조 용도에서, 특히 변속 펌프용으로는 대부분의 운전 조건에서 반지름 방향 추력이 매우 작기 때문에 이중 벌루트 펌프의 필요가 거의 없다.

• 디퓨저 펌프

디퓨저 펌프는 보울이라고 하는 케이싱을 통해 물을 보내도록 구조가 되어 있다. 이 보울은 흡입구와 토출구를 갖고 보울을 통과하는 물의 유동을 도와주는 안내 깃을 포함한다. 물은 임펠러 주위 360도로 균일하게 흘러 나간다. <그림 4>가 이 흐름을 설명해 준다. 펌프 케이싱 또는 보울의 안내 깃은 임펠러의 깃과 비슷하고 물이 임펠러 주위로부터 보울로, 그 후 토출관 또는 다른 보울로 공급되는 것을 도와준다.

개방형 또는 밀폐형 임펠러

청수용에는 밀폐형, 반개방형 및 개방형의 임펠러가 사용된다. 냉동 공조 산업의 대부분의 펌프 임펠러는 밀폐형이다. 밀폐형 임펠러는 슈라우드를 갖고 바이패스를 방해하기 위해 케이싱 링과 같이 사용된다. 다른 임펠러는 슈라우드 또는 케이싱 링이 없는 개방형이다. 보통, 그것은 좀 큰 디퓨저 펌프에서 볼 수 있다. 대부분의 냉동 공조 용도에서는 케이싱 링을 갖춘 밀폐형 임펠러가 가장 높은 효율을 제공한다. 이 효율은 임펠러와 케이싱 링 사이의 틈새를 가능한 한 최소로 향상시키려는 펌프 설계자의 능력 때문에 더 오래 지속된다. 이것은 물의 유동이 높은 압력의 토출부로부터 낮은 압력의 흡입부로 되 돌아오는 것을 줄여 준다. 이 바람직하지 못한 물 유동은 펌프 산업에서 바이패스 또는 흡입 재순환이라고 불린다. 이른바 보증 시험은 케이싱 링에서 최소량의 물 바이패스로 최고의 펌프 효율을 내는 펌프 설계자의 능력과 펌프 제조의 질을 증명하는 것이다.



<그림 4> 원심 펌프의 기본 형태

**일반적인 펌프 설계 정보**

여기서는 펌프 설계에 관하여 약간의 매우 예비적인 정보를 제공한다. 냉동 공조 산업에서 사용되는 펌프 형식은 오랫동안 유용했던 매우 표준적인 설계이다. 이들 펌프로부터 최대 효율을 얻기 위하여 많은 노력을 해 왔다. 다른 어떤 산업에서처럼, 펌프 설계와 제조의 질을 떨어뜨리는 나쁜 예들이 있다. 케이싱 링을 없애버린 설계라든가 임펠러와 벌루트의 좋지 않은 구조 및 마무리가 높은 펌프 효율의 지속 가능성을 감소시킨다.

펌프 산업에서 펌프 설계를 좀더 공부하고 싶어하는 냉동 공조 설계 기술자가 있다면 상당한 정보를 추가로 이용할 수가 있다. 펌프 제조자의 대부분이 그들의 펌프 설계에 관한 추가 정보를 제공한다. 미국의 Hydraulic Institute 등 여러 표준화 기구들이 물 시스템 설계자에게 유용한 펌프 설계와 시험 규격을 유지한다.

**냉동 공조용 펌프의 종류**

**냉동 공조용 펌프의 종류**

원심 펌프는 냉동 공조 산업에서 펌프 용도의 대부분을 차지한다. 냉동 공조 시스템에서 약간의 용적식 펌프를 찾아 볼 수 있으나, 온수, 냉수, 응축수 또는 냉각탑 용도에서 물을 공급하는 것이 아닌 적은 유량을 다루는 특별한 용도에 사용된다. 냉동 공조 분야에서 용적식 펌프가 적용되는 곳은 물 시스템에 들어가는 화학 물질의 계량용이다.

냉동 공조 시스템에 사용되는 원심 펌프에 적용되는 일반적인 이름에 관한 보편적인 합의는 없다. 예를 들면, 양쪽 흡입 펌프는 종종 수평 분할 케이싱 펌프로 불린다. 여러 면으로 혼동되어 사용되는 디퓨저 펌프는 터빈 펌프, 사류 펌프, 축류 또는 프로펠러 펌프로 구분한다.

**원심 펌프의 두 가지 기본 형식**

앞 절에서 말한 대로, 냉동 공조 물 시스템에는 두 가지의 기본적인 원심 펌프 형식이 있다. 벌루트 펌프는 여러 형태로 공급되고 냉동 공조 시스템에 대한 펌프 역할 중 많은 부분을 감당한다.

비록 벌루트 펌프와 같이 보편적이지는 않지만 디퓨저 펌프도 매우 중요한 역할을 수행한다. 디퓨저 펌프는 물이 임펠러 바깥 주위로 확산되어 디퓨저를 통해 축 방향으로 흘러간다. 임펠러로부터 나오는 물을 모으는 벌루트가 없다. 대신에, 임펠러가 흡입구와 토출구를 갖는 보울 안에 자리잡고 있다. 물이 펌프 보울로 들어가 임펠러와 보울 깃을 지나서 토출구로 나간다. 이런 구조 때문에 이른바 다단 펌프로 구성하는 것이 쉽다. 2단 펌프는 <그림 4>에서 보는 바와 같이 단순히 2개의 보울과 임펠러가 함께 직렬로 설치되어 있는 것을 의미한다.

**벌루트형 펌프**

벌루트형 펌프는 모든 냉동 공조 용도에 적용하도록 많은 형태와 크기로 공급된다. 벌루트형 펌프는 한쪽 흡입과 양쪽 흡입이라는 두 개의 기본 형식으로 나눌 수 있다. 이들이 각각 적용되는 명확히 구분되는 조건은 없다. 일반적으로 양쪽 흡입 펌프의 용도는 약 120m/h 이상의 유량으로 한다. 한쪽 흡입 펌프는 그보다 적은 유량에 적용되나 1200m/h정도의 큰 유량에서도 우수한 성능을 발휘하는 한쪽 흡입 펌프가 많이 있다. 특정한 용도에 어떤 형식의 펌프를 선정하여야 하는가를 결정하는 인자에 대하여는 뒤에서 논의하기로 한다.

한쪽 흡입 펌프는 냉동 공조에서 여러 작은 용도에 대하여 다음과 같이 여러 형태로 공급된다.

- 축 끝 연결 (그림 5)

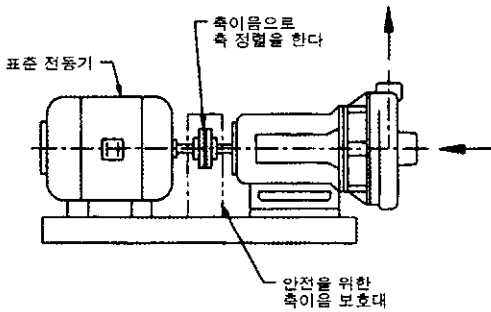
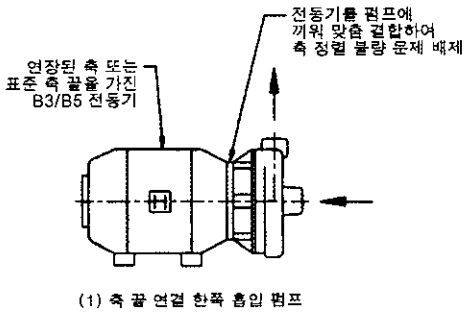
이 형태는 전동기가 펌프의 벌루트 케이싱에 어댑터 플랜지를 통해 직접 연결되기 때문에 그렇게 이름이 붙여졌다. 전동기는 발과 플랜지를

함께 갖춘 B3/B5 형식이고 축은 펌프 쪽으로 길게 연장된 특수형을 사용하는데, 근래에는 표준 축 끝을 그대로 쓰고 별개의 특수한 펌프 축을 연결하는 방법이 이용된다.

이 형태의 이점은 펌프와 전동기의 축 정렬 불량 발생되지 않는다는 사실이다. 많은 설계자들이 이 점 때문에 유연 축이음 연결 한쪽 흡입 펌프보다 이 펌프를 선호한다. 이 펌프의 다른 이점은 그 공간 차지인데, 유연 축이음 연결 한쪽 흡입 펌프가 필요로 하는 것보다 작다. 위에서 말한 대로, 전동기는 어댑터 플랜지 설치와 축의 연장 때문에 특수형이고 표준 전동기만큼 쉽사리 재고로 갖추어 두지 않는다.

• 유연 축이음 연결 (그림 5)

이 펌프는 베이스 위에서 일반 표준 전동기에



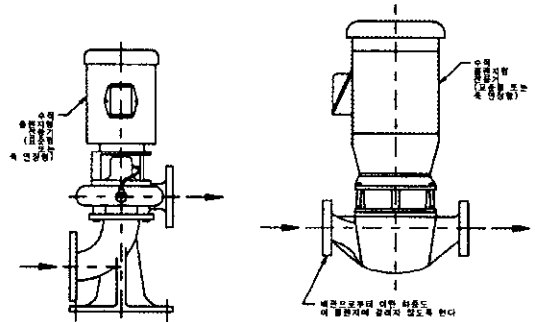
(1) 유연 축이음 연결 한쪽 흡입 펌프  
〈그림 5〉 수평형 한쪽 흡입 펌프

펌프가 연결된다. 전동기를 움직이지 않고 펌프의 베어링 브라켓과 임펠러를 분해할 수 있도록 스페이서형 축이음을 사용할 수 있다.

이 형태는 더 큰 공간을 필요로 하고 펌프가 제 자리에 고정된 후 신중히 축 정렬을 하여야 한다. 유연 축이음 연결은 항상 펌프가 운전되기 전에 축이음 보호대를 제 자리에 갖추어야 한다. 이 펌프의 기본적인 이점은 일반 표준 전동기를 사용한다는 것이다. 큰 전동기인 경우에는 축 끝 연결 펌프보다 오히려 싸게 된다.

• 인-라인 (그림 6)

펌프가 배관 상에 직접 삽입될 수 있기 때문에 그렇게 이름이 붙여졌다. 흡입구와 토출구가 동일선 위에 있기 때문에 배관 연결에서 오프셋이나 곡관의 필요가 없다. 이 펌프는 배관이 펌프 연결부에 응력을 부가하지 않도록 큰 주의 기울여야 한다. 만약 이런 일이 일어나면 베어링과 미캐니컬 실에 지나친 보수가 필요하게 될 것이다.



펌프와 일체로 만들어져야 하는 흡입구 통로 때문에 효율이 같은 크기의 다른 한쪽 흡입 펌프만큼 높지 않을지도 모른다. 이런 펌프의 제조자는 펌프 성능을 확인하여야 한다. 이 성능도 흡입구와 토출구가 거의 언제나 같은 크기라는 사실에 의해 제한될 수 있다. 다른 형식의 한쪽 흡입 펌프의 설계자는 흡입구로서 더 큰 크기를

선택할 수 있고, 그것이 펌프의 효율을 향상시킬 수 있다.

이 펌프는 냉동 공조 설비실에서 바닥 공간을 상당히 절약할 수 있다. 그것은 배관 상에 직접 설치할 수 있고, 다른 펌프처럼 베이스 위에 설치할 수도 있다. 크기가 큰 경우에는 흡입구와 토출구에 배관 응력이 걸리지 않도록 하는 후자가 바람직하다.

• 수직형

수직형 한쪽 흡입 펌프는 펌프와 전동기의 지지뿐만 아니라 흡입구 연결을 위하여 받침대식의 긴 곡관 위에 설치되는 축 끝 연결 방식 펌프이다. 이 펌프는 인-라인 펌프처럼 설비실 바닥 공간을 절약할 수 있다. 크기와 형태 면에서 좋아하는 흡입 조건 때문에 효율이 인-라인 펌프일 때보다 더 좋아야 한다.

• 다단 펌프

이 한쪽 흡입 펌프가 종종 한쪽 흡입 펌프라는 것을 알 수 없는 이름인 다단 수평 분할 케이싱 펌프로 잘못 불린다. 이 펌프는 물을 한 단에서 다음으로 넘기는 내부 통로로 2단에서 5단을 갖는 것이 보통이다. 이 펌프가 수평으로 설치될 때는 유연 축이음으로 표준 전동기와 연결된다. 설계에 따라선, 수직으로 설치되어 일반 수직형 전동기에 유연 축이음으로 연결되기도 한다.

이 펌프는 냉동 공조 시스템에서 눈에 잘 띄지는 않는다. 그 기본 용도는 높은 펌프 양정이 필요한 실내 선포를 갖춘 높은 빌딩에서 응축수 이송이다.

• 자흡식

자흡식 펌프는 항상 한쪽 흡입형이다. 이것은 다른 한쪽 흡입 펌프처럼 축 끝 연결이거나 유연 축이음 연결이 될 수 있다.

이 펌프가 갖고 있는 근본 특징은 자체 프라임 능력이다. 특별한 프라임 설비 없이 물을 기준면 아래의 탱크로부터 펌프로 흡상할 수 있

다. 일반적인 용도는 냉수나 빙축 시스템에 쓰이는 것과 같은 냉각기 선포와 개방형 에너지 저장 탱크이다.

자흡 능력 때문에 이 펌프의 효율은 같은 크기의 다른 한쪽 흡입 펌프보다 낮다. 임펠러는 보통 케이싱 링이 없는 개방형이고, 이 형식의 펌프의 효율을 감소시킨다.

이 펌프는 합당한 유효 흡입 헤드 조건에서 운전되도록 설계되어 가스를 취급할 수 있으므로 자흡이 된다. 최대 허용 흡상 높이는 최저 탱크 수면위에서 펌프의 기준면까지의 높이이다. 이것은 이 흡상 조건 이내에서, 펌프가 필요 유효 흡입 헤드 조건이 초과되지 않는 한 자흡할 수 있다는 것을 의미한다.

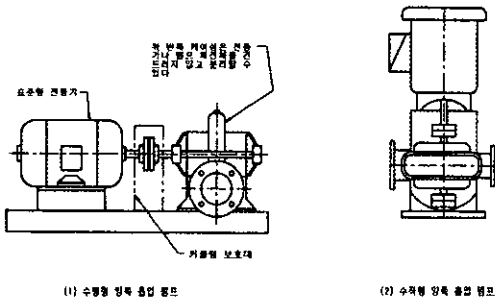
대부분의 자흡식 펌프의 흡입 배관은 펌프 흡입구의 크기와 같아야 한다.

양쪽 흡입 펌프

냉동 공조 분야의 쓸모 있는 일꾼은 양쪽 흡입 펌프이다. 대부분의 설계자가 물 시스템에서 유량이 240m<sup>3</sup>/h를 초과할 때에 우선적으로 선택한다. 이 인기의 근본 이유는 비교적 높은 효율과 펌프 회전체, 전동기 또는 배관을 건드리지 않고 열어서 검사하며 작업할 수 있다는 점이다.

뒤의 특징은 펌프 케이싱이 펌프 축에 평행으로 분리될 경우에 유효하다. 축선 분할이라고 불리는 이 구조 때문에, 위의 반쪽 케이싱이 분리되어 임펠러, 케이싱 링 및 케이싱의 내부 표면 등 내부 검사를 할 수 있다. 보통 회전체를 분해하지 않기 때문에 점검 후에 펌프와 전동기의 축 정렬 작업을 다시 할 필요가 없다.

양쪽 흡입 펌프는 그 펌프 축에 수직으로 분리되는 케이싱 구조로 공급될 수도 있다. 이 구조는 임펠러의 내부를 점검하기 위해 회전체를 펌프의 끝으로 끌어 낼 필요가 있으므로 펌프를 점검하고 다시 조립한 다음에는 전동기와 축 정렬 작업을 하여야 한다. 이런 펌프는 거의 언제나 수평으로 설치된다. 이 펌프는 회전체의 분해를 위해 펌프 끝 쪽에 일정한 거리를 필요로 하



〈그림 7〉 축선 분할 양쪽 흡입 펌프

기 때문에 대부분의 경우에 설비실 공간 절약의 요구에 부응하지 못한다.

축선에 평행으로 분리되는 케이싱을 갖는 양쪽 흡입 펌프(그림 7)는 수평형 또는 수직형으로 공급될 수 있다. 이것이 일반 이름인 수평 분할 케이싱이 사용되어서는 안 되는 이유이다. 양쪽 흡입 펌프는 항상 전동기에 축 끝 연결 방식이 아니고 유연 축이음으로 연결된다. 수직형 양쪽 흡입 펌프는 수직축 플랜지형 전동기를 사용한다.

**디퓨저 펌프**

디퓨저 펌프는 여러 형태로 공급된다. 임펠러 설계와 일반 구조에 따라 분류된다. 디퓨저 펌프는 네 개의 기본 부분 조립품으로 이루어져 있다. 즉, (1) 임펠러를 수용하는 보울 조립품, (2) 펌프 축과 물을 보울 조립품으로부터 토출 헤드로 보내는 배관으로 이루어지는 기동관 조립품, (3) 기동관 조립품으로부터 물을 받아 시스템 배관으로 보내는 토출 헤드, 그리고 (4) 펌프에 동력을 공급하는 전동기 또는 다른 형식의 구동기이다.

세 개의 기본 임펠러 분류는 터빈, 사류 및 축류이다.

**• 터빈**

터빈 펌프는 낮은 비속도로 설계되고 냉동 공조 용도에서 일반적으로 사용된다. 이 펌프의 대부분은 밀폐형 임펠러를 갖는데, 약간의 펌프 제

조자가 반개방형 임펠러를 공급한다.

밀폐형 임펠러와 보울 링을 갖는 터빈 펌프는 임펠러와 보울 사이에 일어나는 바이패스량을 엄밀히 조절할 수 있는 능력 때문에 보통 가장 높은 효율을 유지할 수 있다. 반개방형 임펠러는 임펠러와 보울 사이의 적절한 틈새를 위하여 주기적으로 점검하여야 한다. 이 틈새는 수직 중공축 전동기의 꼭대기 구동 축이음을 조정하거나 수직 중실축 전동기 아래의 특수 스페이스 축이음에 의하여 적절히 유지될 수 있다.

**• 사류**

사류 펌프는 대유량, 중앙정에 적합하고, 냉동 공조 산업에서는 큰 냉각탑 펌프용으로 사용된다. 이 펌프는 중간에서 큰 비속도까지 갖는다. 임펠러는 거의 항상 반개방형이다.

**• 축류 또는 프로펠러**

이 임펠러는 다익 프로펠러처럼 보인다. 큰 비속도를 갖고 매우 큰 유량, 낮은 양정 용도로 설계된다. 이 펌프는 냉동 공조 분야에서 흔히 볼 수 있는 것은 아니다.

**용적식 펌프**

냉동 공조 용도에 쓰이는 용적식 펌프는 일반적으로 일정량의 물질이 필요한 화학 약품 등의 공급용으로만 사용되기 때문에 크기가 작다. 이 펌프의 대부분은 회전식이거나 왕복동식이다. 이 펌프는 냉동 공조 물 시스템의 성능에 거의 관련되지 않는다.

**재생 터빈 펌프**

원심 펌프나 용적식 펌프로 분류될 수 없는 특수 펌프로서 재생 터빈 펌프가 있다. 이 펌프는 냉동 공조 분야에서 근본적으로 보일러 급수 용과 같은 소유량 고양정에 사용된다. 매우 작은 틈새를 갖고 있기 때문에 아주 좋은 흡입 스트레이너를 갖추어야 한다. 효율은 같은 크기의 다른 원심 펌프보다 좀 낮다. 많은 용도에서 소형



다단 터빈 펌프로 교체되었다.

#### 펌프의 구조

냉동 공조 산업에 쓰이는 많은 원심 펌프는 석유 화학 공업이나 발전 플랜트용과 같이 튼튼한 구조를 필요로 하지 않는다. 다른 펌프 용도에 비하여 펌프의 적용이 단순하다. 이 분야에 사용되는 주요 액체 모두가 부식성도 없고 침식성도 없다. 그러므로, 이런 펌프들은 수리가 거의 필요 없고 수명이 길어야 한다.

펌프 형식에 상관없이 기본 부품들을 잘 이해하면 펌프의 선정과 운전에 큰 도움이 된다.

#### • 원심 펌프의 기본 부품

냉동 공조용 원심 펌프의 기본 구조와 부품에 관한 자세한 내용은 다음과 같은 규격을 참고하면 되므로 여기서는 생략한다.

- (1) KS B 7501 소형 벌루트 펌프
- (2) KS B 6318 양쪽 흡입 벌루트 펌프
- (3) KS B 7505 소형 다단 원심 펌프
- (4) ANSI/HI 2.1-2.5 Vertical Pumps

#### • 재료

대부분의 냉동 공조용 펌프는 부식성이나 침식성 조건 또는 극히 높은 압력에서 운전되지 않으므로, 보통 청동 조합 주철이다. 이것은 몸체가 주철이고 내부 부품이 청동이란 것을 의미한다. 임펠러와 케이싱 링이 청동이고, 펌프 축은 탄소강이거나 스테인리스강이다.

주강, 스테인리스강 주강, 그리고 닥타일 주철과 같은 재료는 특별한 조건에 따라 필요할 경우에 사용된다. 어떤 소형 펌프 제조자는 임펠러를 청동 주물보다 저렴한 스테인리스 강판으로 제작하고 있다. 미캐니컬 실이 슬리브 없이 사용될 경우에 펌프 축을 아예 스테인리스강으로 만드는 펌프 제조자도 있다.

중온수나 고온수와 같이 120°C를 넘는 고온

운전에서는 닥타일 주철 또는 주강 케이싱을 필요로 한다. 설계자가 작은 저압 프로젝트에 대하여도 펌프의 압력-온도 등급을 확인하는 것은 매우 중요하다.

#### • 미캐니컬 실 또는 글랜드 패킹

오늘날 대부분의 냉동 공조용 펌프는 미캐니컬 실을 갖춘다. 비록 미캐니컬 실을 선호하는 경향이 있지만, 아직도 유지 관리 측면에서 글랜드 패킹이 더 좋은 해답이 되는 곳이 있다.

오물이나 이물질의 존재 가능성이 있는 용도에는 글랜드 패킹이 적용될 수 있다. 냉각탑 섬프로부터 물을 취하는 응축기 펌프가 대표적이다. 또한, 모든 형식의 회전체에 패킹을 설치하는 기술에 숙련이 된 전문 인력을 보유하고 있는 큰 시설에서는 패킹을 사용하는 펌프가 나올 수도 있다.

왜 패킹을 사용하는가? 미캐니컬 실은 고장나면 설비실 주위에 물을 뿌리지만, 반면에 패킹은 문제가 되기 시작하면서 글랜드로부터 물이 흘러내릴 따름이다. 문제가 미캐니컬 실의 경우보다 훨씬 더 서서히 진행된다. 또 다른 이유는 고객은 패킹을 더 좋아하는 것이기 때문일지 모른다. 따라서, 설계자가 특정한 펌프의 설치를 고려할 때에는 이러한 점을 확실히 하여야 한다.

## 맺음말

냉동 공조용 펌프에 초점을 맞추어 펌프를 쉽게 이해하는 데 도움을 주고자 펌프 설계의 기본과 구조에 관해 설명하였다. 내용이 평범할 수도 있으나 평상시 무심코 지나쳐 버렸거나 잘못 인식하고 있었던 부분을 다루었으므로 누구에게나 펌프에 대한 친근감을 갖게 하는 데 조금이나마 도움이 되기를 바란다. ㉞