

산업용 펌프

한국과학기술정보연구원

<목 차>

I. 서론	1
II. 기술동향 및 전망	3
1. 산업용 펌프의 개요	3
가. 펌프의 분류	4
나. 펌프의 구조	6
(1) 원심 펌프	6
(2) 축류 펌프	7
(3) 자흡식 펌프	9
(4) 왕복식 펌프	10
(5) 회전식 펌프	10
(6) 특수 용도용 펌프	11
다. 펌프의 성능 및 특성	14
(1) 성능곡선	14
(2) 공동현상(캐비테이션)	15
(3) 서어징 현상	16
(4) 수격현상(Water Hammer)	16
2. 산업용 펌프의 기술 동향	17
가. 국내 기술동향	17
(1) 터보 펌프류	18
(2) 수중펌프	19
(3) 특수펌프	19
나. 세계 기술 동향	20
(1) 공공용 펌프	21
(2) 발전용 펌프	21
(3) 산업용 펌프	22
(4) 기타 펌프	22
다. 향후 전망	23

III. 기술특허정보 분석	25
1. 분석의 범위 및 방법	25
2. 전체 특허동향	26
3. 국내 특허동향	29
4. 해외 특허동향	32
가. 미국	32
나. 일본	34
다. 유럽	36
5. 비교분석	38
가. 특허출원동향 비교	38
나. 특허기술동향 비교	39
(1) 국내	39
(2) 국외	42
IV. 시장동향 및 전망	45
1. 개요	45
2. 세계 펌프 시장 동향	46
가. 시장규모	46
나. 업체 현황	46
다. 해외 시장 동향	48
3. 국내 펌프 시장 동향	54
가. 시장규모	54
나. 업체 현황	56
다. 국내 시장 동향	57
4. 수요 예측 및 전망	58
V. 결 론	61

<표 차례>

<표 2-1> 작동원리에 따른 펌프의 분류	4
<표 2-2> 터보펌프의 용도 및 기술수준	18
<표 2-3> 수중펌프의 용도 및 기술수준	19
<표 3-1> 특허/실용 검색범위	25
<표 3-2> 특허/실용 검색식	26
<표 3-3> IPC에 대한 산업용 펌프의 기술분류	28
<표 3-4> 국내 주요특허 리스트	41
<표 3-5> 국외 주요특허 리스트	43
<표 4-1> 1998년 세계 주요 펌프 제조업체	48
<표 4-2> 영국의 산업용 펌프시장 규모 현황	49
<표 4-3> 일본의 펌프 생산동향	51
<표 4-4> 일본의 펌프 및 압축기 품목 연간 수출·입액	51
<표 4-5> 품목별 연간 수입액	56
<표 4-6> 펌프 대표 업체 및 시장 점유율	56
<표 4-7> 펌프 대표 업체 및 시장 점유율	57

<그림 차례>

<그림 2-1> 원심펌프의 구조	6
<그림 2-2> 원심 펌프 계통도	7
<그림 2-3> 수평축 고정축류 펌프의 구조	8
<그림 2-4> 단단 자흡식 펌프의 구조	9
<그림 2-5> 기어펌프의 구조	10
<그림 2-6> 베인펌프의 구조	11
<그림 2-7> 원심펌프의 특성곡선	15
<그림 3-1> 연도별 전체 출원 추이	27
<그림 3-2> 주요 IPC별 전체출원추이	27
<그림 3-3> 전체 상위 출원인 특허현황	29
<그림 3-4> 연도별 국내 출원추이	30

<그림 3-5> 상위출원인 특허현황	30
<그림 3-6> 주요 IPC 분류	31
<그림 3-7> 연도별 미국 출원추이	32
<그림 3-8> 미국의 상위 출원인의 특허출원현황	33
<그림 3-9> 미국의 주요 IPC 분류	34
<그림 3-10> 연도별 일본 출원추이	34
<그림 3-11> 일본의 상위 출원인의 특허출원현황	35
<그림 3-12> 일본의 주요 IPC 분류	36
<그림 3-13> 연도별 유럽 출원추이	37
<그림 3-14> 유럽의 상위 출원인의 특허출원현황	37
<그림 3-15> 유럽의 주요 IPC 분류	38
<그림 3-16> 국가별 출원 비율	39
<그림 3-17> 국가별 연도별 출원동향	39
<그림 4-1> 국내 펌프 시장 현황	54
<그림 4-2> 세계 펌프 시장규모 예측	60

I. 서 론

유체는 일반적으로 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐르지만, 때때로 낮은 곳에서 높은 곳으로 이송시켜야 하는 경우도 있고 높은 압력으로 이송시켜야 하는 경우도 있다. 이러한 경우에는 유체에 에너지를 공급하지 않고서는 불가능하므로 전기 모터로 유체(액체, 기체)를 작동물질로 하여 유체가 가지고 있는 에너지를 기계적 에너지로 변환, 또는 기계적 에너지를 유체적 에너지로 변환하여 유체기계를 구동시켜서 전기적 에너지를 기계적 에너지로 그리고 기계적 에너지를 유체에 전달하게 하는 에너지 교환으로 에너지를 주어서 유체를 높은 곳으로 이송하는 것이다.

유체기계를 작동유체에 의하여 분류하면 수력기계와 공기기계로 분류할 수 있는데, 수력기계의 대표적인 기종으로서 유체기계의 한 종류가 펌프이다.

펌프는 인류 역사상 가장 오래된 기계류 중의 하나이다, 그 역사는 고대 이집트 시대까지 올라가는데, 아르키메데스의 스크류 펌프는 BC 1,000년경에 개발되었다. 왕복펌프는 로마시대에 출현하였으며, 인력이나 동물의 힘 또는 바람, 수력 등을 이용하여 수세기 동안 광범위하게 사용되어 왔다. 이후 증기동력의 출현으로 펌프의 기계적인 효율은 크게 향상되었고, 원심펌프의 개발로 큰 유량과 양정(揚程)을 얻을 수 있었다. 곧 원심펌프가 여러 분야에서 왕복펌프를 대체하게 되었고, 현재 금액 기준으로 원심펌프가 세계펌프 시장의 절반 정도를 차지하고 있다.

펌프는 초기에 탄광의 배수용, 선박용으로부터 사용되기 시작하여 지금은 건물용, 상수도용, 하수도용, 배수용, 농업관개용, 공업용수용, 발전소용, 각종 플랜트용으로 유체가 이용되는 곳에서는 거의 모든 분야에서 광범위하게 사용되고 있으며, 인간이 존재하는 한 계속해서 사용되어질 것이다. 또한 인간의 요구에 따라서 각종 용도에 맞게 구조, 성능 및 보호 장치가 꾸준히 발전되어 왔고 또 발전되어 나갈 것이다.

산업용 펌프는 산업 전반에 걸쳐 폭넓게 사용되고 있으며, 그 종류 또한 매우 다양하다. 따라서 산업용 펌프시장의 현황을 파악하기란 그다지 쉽지 않다.

현재 국내 산업용 펌프시장은 WTO체제 출범 및 OECD 가입과 더불어 완

전 개방되었으며, 선진 외국 업체와 무한경쟁을 벌여야 하는 시대로 돌입했다. 경쟁력을 어느 정도 갖추고 있는 타 분야와는 달리 국내 산업용 펌프 생산업체들은 기술력이나 자본 면에서 매우 취약하기 때문에 더욱 심각한 위기에 직면하고 있다. 또한, 환경문제에 대한 인식이 바뀜에 따라 산업용 펌프가 사용되는 분야에서 법적인 규제가 점차 증가하고 있으며, 산업용 펌프 시장은 민간기업의 설비투자나 사회간접자본의 투자에도 많은 영향을 받고 있다.

이러한 상황에서 본 보고서는 국내외 산업용 펌프의 기술동향에 대한 조사와 분석을 통해 국내 관련 업체에 기술발전동향과 새로운 기술에 관한 정보를 제공하고 경쟁력 있는 향후 기술개발방향을 세울 수 있도록 한다.

II. 기술동향 및 전망

1. 산업용 펌프의 개요

펌프는 화학플랜트나 산업기계 등 중화학분야는 물론 농업이나 가정에서까지 유체분야의 부속장치로서 널리 사용되고 있다. 펌프 시장은 그 용도에 따라서 선박용, 건축 설비용, 농공업용, 상하수도용, 제지용, 식료품용, 석유화학용, 발전소용 등으로 분류될 수 있으며, 펌프 구조도 각각의 응용분야에 적합하도록 설계되고 있다.

펌프의 원리를 간단히 설명하면 다음과 같다. 긴 시험관을 수은이 들어있는 용기 안에 잠기게 한 후 막힌 쪽을 위로하여 수직으로 세우면, 수은은 외부의 대기압에 눌러 시험관 내를 상승하게 되고, 시험관내의 수은의 무게가 대기압과 평형을 이룰 때 수은의 움직임은 정지하게 된다. 이때 수은은 76cm의 높이까지 상승하며, 시험관 내의 수은이 채워져 있지 않은 위 부분은 진공으로 된다. 결국, 수은이 상승한 높이 76cm가 대기압과 같은 값인 76cm Hg가 된다.

이와 같이 수은이 시험관 내를 상승하는 것은 시험관 내에서 발생한 진공에 의하여 수은이 흡입(吸人) 되는 것으로 생각할 수 있으며, 펌프의 흡입(Suction) 원리도 이와 같다. 이러한 원리에 의하여 흡입된 액체가 대기압보다 높은 에너지를 갖도록 외부에서 액체에 기계적 일을 가하여 이를 대기중으로 배출하는 기계가 펌프이다. 물의 경우는 그 비중이 수은의 1/13.6 배이므로 완전한 진공이 만들어졌을 경우 물은 $13.6 \times 76\text{cm} = 1,033.6\text{cm}$ 까지 올라간다. 그러나 펌프로 완전한 진공을 만든다는 것은 불가능하므로 하나의 펌프가 물을 흡입할 수 있는 최대높이는 800cm 정도이다.

이처럼 펌프의 흡입능력에는 진공문제로 인하여 취급하는 액체의 종류에 따라서 한계가 있지만 토출(吐出, Discharge)능력을 높이는 일은 여러 가지 방법을 강구하면 얼마든지 가능하다. 토출능력을 높이는 방법에 따라 펌프의 구조와 종류가 다르게 된다.

가. 펌프의 분류

<표 2-1> 작동원리에 따른 펌프의 분류

펌프		
<p>터보형 펌프 : 임펠러를 계이싱 내에서 회전시켜 액체에 에너지를 부여하는 펌프</p>	<p>원심펌프 : 임펠러의 원심력에 의해 액체의 압력 및 속도에너지를 주는 펌프</p> <p>사류펌프 : 임펠러의 원심력 및 압력에 의해 액체에 압력 및 속도에너지를 주는 펌프</p> <p>축류펌프 : 깃의 양력에 의해 액체에 압력 및 속도에너지를 주고, 더욱이 안내 길으로, 속도에너지를 압력에너지로 변환하는 펌프</p>	<p>볼류트 펌프 : 임펠러로부터 나온 액체의 속도 에너지를 압력 에너지로의 변환을 볼류트로 행하는 것</p> <p>디퓨저 펌프 : 임펠러로부터 나온 액체의 속도에너지를 입력에너지로 변환을 안내 길으로 행하는 것</p> <p>볼류트 사류 펌프 : 사류펌프는 안내 길을 속도에너지를 입력에너지로 변환하는 것이 일반적이나 원심펌프 중의 볼류트 펌프와 같이 볼류트에 의해 행하는 펌프</p> <p>사류펌프 : 임펠러로부터 나온 액체의 속도 에너지를 압력에너지로의 변환을 안내 길으로 행하는 것</p>
<p>용적형 펌프 : 피스톤, 플렌저 또는 모터 등의 압력 작용에 의해 액체를 압송하는 펌프</p>	<p>왕복펌프 : 피스톤의 왕복운동에 의해 액체를 압송하는 펌프</p> <p>회전펌프 : 스크류, 기어, 편심모터 등의 회전운동에 의해 액체를 압송하는 펌프</p>	<p>피스톤 펌프</p> <p>플렌저 펌프</p> <p>다이아프램 펌프</p> <p>기타</p> <p>기어펌프</p> <p>스크류 펌프</p> <p>나사 펌프</p> <p>갠 펌프</p> <p>베인 펌프</p>
<p>특수형 펌프</p>		<p>와류펌프</p> <p>제트펌프</p> <p>수격펌프</p> <p>점성펌프</p> <p>기포펌프</p> <p>전자펌프</p> <p>진공펌프</p>

펌프는 구동원동기(驅動原動機)로부터 기계적 에너지를 받고, 이 에너지를 취급하는 액체에 전달하여 액체를 저압부에서 고압부로 토출하는 기계이다. 그 기본 성능은 펌프가 액체를 토출할 수 있는 높이를 나타내는 양정(揚程)과 단위시간에 송출할 수 있는 액체의 부피를 나타내는 체적유량으로 표시된다.

작동 원리에 따라 펌프를 분류하면 크게 터보형과 용적형, 그리고 특수형으로 분류된다<표 2-1>. 터보형이라는 것은 임펠러로 유동을 직접 조절하는 방식이고, 유체가 챔버 또는 유로 안에 완전히 갇혀 있는 동안에 체적변화에 의해 에너지가 전달되는 방식을 용적형이라고 한다. 그리고 펌프의 작동원리가 터보형이나 용적형에 속하지 않는 펌프를 특수형이라 한다. <표 2-1>에 나타낸 바와 같이 펌프의 종류는 많으나 실제로 사용되고 있는 것은 많지 않다.

유로의 기하학적 형상에 따라서 터보형 펌프는 원심식, 사류식, 그리고 축류식으로 나누어진다. 원심식 펌프의 유로는 입구에서 출구까지 반지름의 큰 변화를 갖는 반지름방향으로 되어 있고, 축류식 펌프의 유로는 펌프 중심선과 거의 평행하면서 유로의 반지름은 크게 변하지 않는 구조로 되어 있으며, 사류식 펌프는 유로의 반지름이 원심식과 축류식의 중간 정도의 크기로 변화하는 것을 의미한다. 펌프의 대부분은 터보형이며, 보통펌프라는 것은 이 형식의 것을 의미한다. 원심식과 사류식 펌프는 구조상 안내깃이 있는 벌루트 펌프와 안내깃이 없는 디퓨저 펌프로 구분된다. 이들은 또한 단수에 따라 단단펌프와 다단펌프로 구분되며, 단단펌프와 다단펌프는 흡입방식에 따라 한쪽 흡입형과 양쪽 흡입형으로 구분된다.

특히 고압 소용량용으로 적합한 용적형 펌프는 왕복식, 회전식으로 나누어진다. 왕복식이라는 것은 원통형 실린더 안에서 피스톤 또는 플런저를 왕복 이동시키고 이에 따라 개폐되는 흡입밸브와 토출밸브의 작용에 의해 피스톤의 이동체적 만큼의 액체를 토출하는 형식이다. 이 형식에는 피스톤 펌프, 플런저 펌프, 다이어프램 등이 있다<표 2-1>. 왕복식 펌프는 유량과 압력이 맥동하며 운동방식이 왕복식이므로 고속운전에 부적당하나, 펌프 부피 및 중량이 커지는 등의 단점이 있어 최근에는 차츰 원심펌프로 대체되어 가고 있다. 회전식 펌프는 회전하는 로터 등에 의해 액체를 저압부에서 고압부로 송

출하는 방식이며, 점도가 높은 기름이나 특수 액체의 이송에 사용되는 소형이 많다. 이들 형식에는 기어펌프, 나사펌프, 베인펌프, 캠펌프, 스크류펌프가 있다.

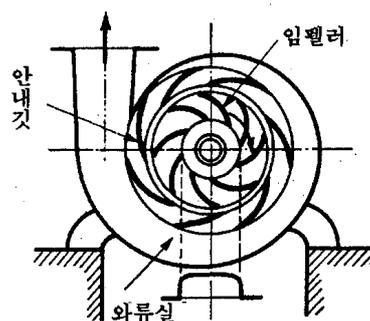
펌프의 작동원리가 상기의 어느 것에도 속하지 않는 것을 특수형이라 하며 특수한 용도에 사용된다. 이상과 같이 펌프의 종류는 대단히 많으나, 실제로 널리 사용되는 펌프는 매우 제한되어 있다.

나. 펌프의 구조

(1) 원심 펌프

원심 펌프는 변곡된 다수의 깃이 달린 임펠러가 밀폐된 케이싱 내에서 회전함으로써 발생하는 원심력의 작용에 의하여 액체는 임펠러의 중심에서 흡입되어 반지름 방향으로 흐르는 사이에 압력 및 속도에너지를 얻고, 이 가운데 과잉 속도 에너지가 안내깃을 지나 와류실을 통과하는 사이에 압력에너지를 회수하는 방식이다.

<그림 2-1> 원심펌프의 구조

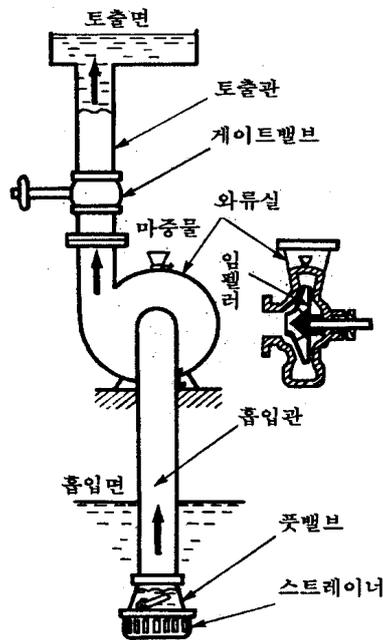


원심 펌프의 계통도를 살펴보면, 먼저 펌프계는 흡입관, 토출관 풋밸브, 게이트밸브로 구성된다<그림 2-2>. 펌프를 구성하는 기본 요소는 보통 임펠러, 펌프 몸체, 주축, 축이음, 베어링 하우징, 패킷상자, 베어링의 7가지로 되어 있다.

보통 4~8매를 갖는 임펠러의 깃은 원판사이에 끼어 있다. 재료는 주조하

기 쉽고 기계가공이 쉬우며, 주물의 표면이 매끄러울 뿐만 아니라 녹이 슬지 않는다는 점에서 일반적으로 청동을 사용한다. 고온의 액체를 수송하고, 고속회전을 필요로 하는 펌프의 임펠러일 경우에는 Cr 합금강 또는 스테인리스강과 같은 합금강을 사용하고, 바닷물과 같이 전해질인 액체일 때에는 전해작용에 유리한 재료를 종합하여 쓰며, 내식성을 필요로 할 때에는 플라스틱재가 사용되기도 한다.

<그림 2-2> 원심 펌프 계통도



일반 펌프의 70~80%를 차지하고 있는 원심 펌프의 특징을 살펴보면 원심 펌프는 다른 펌프와 비교할 때 우수한 이점이 많고, 똑같은 원리라도 그 설계상의 고려만으로도 압력, 토출량을 바꾸어서 제작할 수 있기 때문에 매우 넓은 범위의 용도로 쓰인다. 뿐만 아니라 종래에는 왕복형 펌프의 범위에 속했던 고압의 범위, 또는 축류 펌프가 아니면 얻을 수 없었던 높은 유량의 범위까지도 원심 펌프를 사용하면 달성될 수 있다.

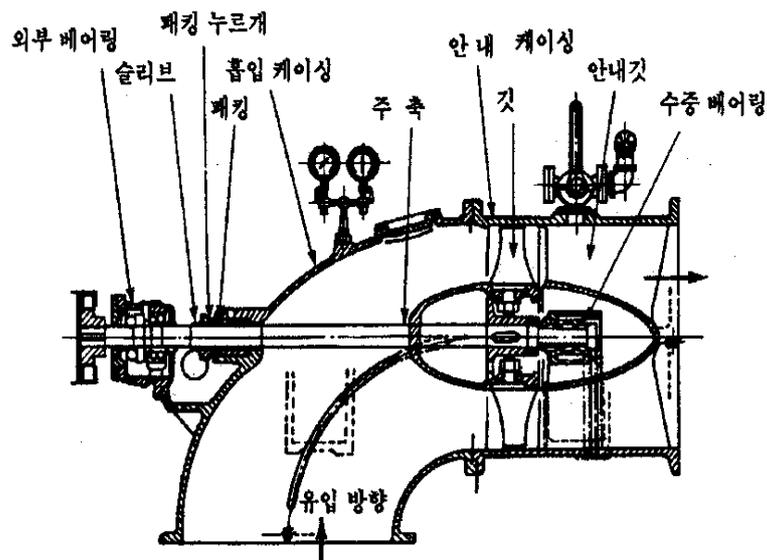
(2) 축류 펌프

축류 펌프는 임펠러, 축, 안내깃, 몸체 및 베어링(보통 한쪽은 수중 베어링)

으로 구성된다<그림 2-3>. 운전 중에도 임펠러 깃의 각도를 조절할 수 있는 장치가 부착되어 있는 가동익 축류 펌프도 있다. 축류펌프는 또한 축의 방향에 따라 수평축, 수직축 축류 펌프로 분류된다. 축류펌프의 임펠러는 그 단면이 익형모양이고, 전면 슈라우드가 없으며, 깃 수는 2~6매로서 보스에 방사상으로 붙어 있다. 고정익형 축류 펌프에 있어서는 깃을 보스와 일체로 주조하거나 볼트 등으로 결합한다.

주축의 베어링을 내장하는 보스와 케이싱을 결합하고 지지하는 중요한 역할을 수행하는 안내깃은 축류 펌프에 있어서 중요하다. 보통 안내깃의 매수는 3~8매로서, 임펠러의 깃 수보다 흡수매가 더 많은 것이 보통이다.

<그림 2-3> 수평축 고정익 축류 펌프의 구조

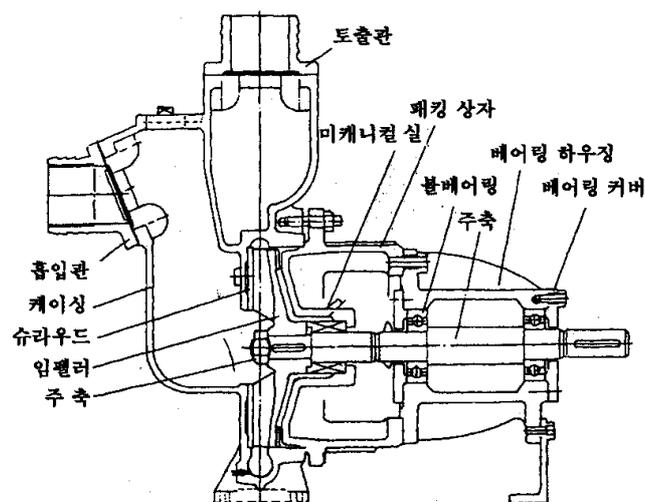


수직축형에서 벨마우스, 안내깃, 몸체, 토출구 등으로 구성되는 케이싱은 수평축형에서는 토출구 대신에 흡입구가 벨마우스 부분에 붙게 된다. 수직축형 펌프는 임펠러가 항상 수중에 있고 시동이 쉬우며, 흡입조건이 좋기 때문에 캐비테이션 특성이 좋고, 임펠러 원주상의 위치에서 압력차가 없으며, 대구경에 적합하고 설치, 전동기의 배치 등에 뛰어난 이점을 가지고 있다. 반면 수평축형은 분해, 수리, 점검이 용이하고 펌프실의 높이가 낮아도 되며, 전동기가 표준형으로도 사용될 수 있는 장점이 있다.

(3) 자흡식 펌프

자흡식 펌프는 펌핑 초기에 케이싱 내에 소량의 물을 주입해 주는 것으로 항상 자흡운전이 가능하다. 특수 구조의 케이싱과 임펠러를 갖고 있는 단단 자흡식 펌프가 <그림 2-4>에 도시되어 있다. 이것은 일반 원심펌프는 기동하기 전에 펌프를 물로 채워야 하며, 흡상의 경우에는 프라이밍 물이 빠지지 않도록 물 속에 잠겨 있는 흡입관 끝 쪽에 풋밸브가 부착되어 있어야 하는 단점을 극복한 것이다. 이는 흡입구의 중심은 반드시 회전 중심보다 위에 있어야 하며 입구에는 체크밸브가 부착되어 있고 펌프 정지 시에 펌프 안의 물이 흡입구에서 빠져나가지 못하도록 하고 있다. 임펠러가 회전하고 물이 원심력에 의해 밖으로 밀려나가면 임펠러 중심부에 공동이 생기므로 와류실 안의 물은 노즐을 통해서 임펠러 입구로 분사된다. 이때 케이싱 안의 공기는 분류와 함께 임펠러 밖으로 배출되어 공기는 와류실에서 액체로부터 분리된다. 이와 같은 유동작용에 의해 흡입관 내의 공기가 계속 배출되면 흡입면의 물은 점차 올라와서 마침내 펌핑작용이 시작되게 된다. 펌프가 정상적으로 작동하게 되면 노즐 전후의 압력 차가 커져서 이 힘에 의해 밸브가 작동하여 노즐통로는 차단된다.

<그림 2-4> 단단 자흡식 펌프의 구조



(4) 왕복식 펌프

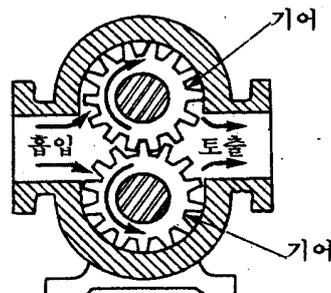
왕복식 펌프는 흡입밸브와 토출밸브를 장치한 실린더 속을 피스톤 또는 플런저를 왕복운동시켜 펌핑하는 펌프로서 그 종류로는 피스톤형과 플런저형이 있다. 이 펌프는 물에 대하여 정역학적으로 에너지를 전달하는 역할을 수행한다. 피스톤형 펌프는 저압의 경우, 플런저형 펌프는 고압의 경우에 사용되며, 이 두 종류가 공업용으로 많이 쓰인다.

왕복식 펌프의 구성을 살펴보면 입밸브 및 토출밸브로 구성되고 여기에 흡입관, 토출관, 공기실, 풋밸브, 스트레이너 등이 부착되는 구조를 가지고 있다.

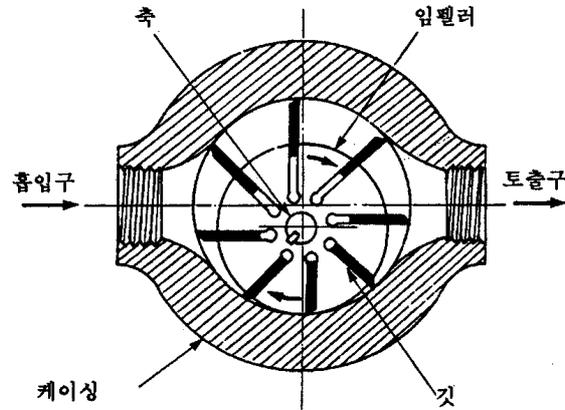
(5) 회전식 펌프

이 펌프는 1~3개의 로터 또는 기어, 나사 등을 써서 흡입 토출밸브 없이 액체를 밀어내는 형식의 펌프를 총칭하는 것이다. <그림 2-5>는 기어펌프라고 불리는 구성을 나타내는 것이고, <그림 2-6>은 소위 베인펌프라고 불리는 여러 개의 차단판을 붙여서 피스톤 작용을 하는 경우를 나타내는 것으로 기어 대신에 1개 또는 여러 개의 나사를 조합한 것이 있는데 이것을 나사펌프라 한다. 이 펌프는 구조가 간단하고 취급도 용이하며, 밸브가 없어도 되며, 액체에 공급되는 에너지가 주로 정압력이기 때문에 비교적 점도 높은 액체에 대해서도 상당히 좋은 성능을 발휘하는 특징이 있다. 이것이 회전식 펌프가 왕복식 펌프와 같이 소유량, 고양정을 요구하는 경우에 적합하다.

<그림 2-5> 기어펌프의 구조



<그림 2-6> 베인펌프의 구조



(6) 특수 용도용 펌프

(가) 깊은 우물용 수중모터 펌프

이 펌프는 설치와 취급이 대단히 쉬우므로 빌딩급수, 간이수도 및 공업용수의 이송에 널리 사용되고 있다. 수중모터 펌프는 펌프를 위한 건축물의 설비가 필요 없고 설치가 용이하다. 중간 축이나 중간 베어링이 필요 없고 구조가 간단하며 소모되는 부분이 적고 회전부분이 모두 물 속에 잠겨 있으므로 소음이 적어 고속회전에 적합하며 2극 전동기를 직렬로 연결할 수 있으므로 단수가 적고 경량이면서 가격이 저렴한 장점이 있다. 그리하여 이 펌프는 깊은 우물에서 양수하기 위한 용도로 사용되는 펌프이다. 우물 속에 넣을 수 있도록 펌프와 전동기가 일체로 되어 물 속에 잠겨 있고, 지상에는 토출관과 케이블만이 노출되어 있다. 수중모터에는 권선으로서 내수절연선을 사용한 것과 보통선을 사용한 것, 보통선을 권선으로 사용하고 이를 완전하게 밀폐한 것이 있다. 수중 모터 안의 물은 육상에서 채우고 우물 안의 이물질이나 기타 모래 같은 것이 포함된 물이 모터 안으로 들어오지 못하도록 기계식 실과 같은 밀봉장치를 부착한다. 또한, 모터 안의 물은 온도상승과 함께 팽창하고 정지한 후에는 식어서 수축하기 때문에 내부 체적변화를 흡수할 수 있는 벨로우즈와 같은 신축장치를 갖추고 있어야 한다. 또한 통상 수중모

터의 이상을 감시할 수 있도록 보호 릴레이를 육상에 설치하고 절연저하, 결상운전, 온도상승 등이 검지되면 전원이 차단될 수 있도록 설치되어 있다.

(나) 전기 우물 펌프

전기 우물펌프는 작은 규모의 우물에 사용되는 펌프이다. 지상에서 저수위까지의 깊이가 7m 이내의 것을 얕은 우물용이라고 하고, 그 이상의 것을 깊은 우물용이라고 부른다.

이 펌프에는 와류 펌프가 주로 사용되며, 압력탱크내의 압력검지와 압력스위치에 의해 자동운전이 가능하다. 압력탱크 내의 압력공기는 물과 함께 조금씩 빠져나가기 때문에 자동 공기 보급장치에 의해 보충되도록 구성된다.

깊은 우물용으로는 피스톤 펌프를 사용하는 것과 제트 펌프를 사용하는 것이 있는데 최근에는 제트 펌프 쪽이 많이 사용되고 있는 실정이다.

(다) 난방용 펌프

공기난방 펌프는 진공난방장치에서 응축수를 순환시키고 공기를 배출시키는 역할을 수행한다. 이 펌프는 응축수가 되돌아오는 리시버 탱크와 탱크안을 진공으로 하는 진공펌프 및 응축수를 다시 보일러에 공급하는 급수펌프, 그리고 이들을 자동 제어하는 장치들로 구성되어 있다. 공기난방 펌프에는 진공 펌프와 급수펌프가 모터축 하나에 함께 부착된 복식펌프와 진공 펌프와 급수 펌프가 분리식 펌프로 구분된다.

응축수 펌프는 진공을 필요로 하지 않는 중력환수식 난방장치에 사용되며, 응축수를 강제적으로 보일러로 급수하는데 사용된다. 구조는 진공난방 펌프에서 진공장치를 없앤 것이며, 리시버 탱크, 급수 펌프 및 자동운전 장치로 구성되어 있다. 최근에는 난방급수 펌프는 전자동형이라고 하여 리시버 탱크의 수위와 진공을 검출할 뿐만 아니라 보일러 수위도 검출하여 완전히 자동운전할 수 있도록 제작되고 있다.

온수순환용 펌프는 비교적 소구경, 소출력이기 때문에 모터축 끝 부분에 임펠러를 부착하고 펌프 케이싱은 배관의 일부로서 삽입될 수 있도록 그 흡

입구와 토출구가 일직선으로 되어 있다. 이 형식의 펌프는 파이프 라인형이라고 불리우며, 설치와 중심 맞추기의 번거로움이 없고, 작은 공간에도 설치할 수 있는 장점이 있다.

(라) 냉매용 펌프

냉동기용 펌프에는 저온 원심 냉동기의 증발기에서 사용되는 냉매산포용 펌프, 흡수냉동기에서의 냉매산포용 펌프 및 흡수액용 펌프 등으로 구분된다. 냉매산포용 펌프는 냉매 R-11, R-12 및 R-22 등을 사용하는 저온용 냉동기에서 사용된다. 냉동기용 냉매는 저온 저압의 포화상태에 있으므로 흡입측의 유속을 낮추고, 임펠러 흡입구를 넓힘으로써 펌프의 필요 흡입수두를 되도록 작게하고 캐비테이션 발생을 방지하는 역할을 수행한다. 아울러 펌프의 설치위치, 배관 및 외열흡수에 따른 온도상승에 주의하고, 유효흡입수두가 저하하는 것을 감시하여야 한다. 재료로는 사용온도가 -20°C 이상이면 동판, 그 이하에서는 청동 또는 오스테나이트동을 사용하여야 한다.

내압이 절대진공도 7mmHg 정도의 고진공인 흡수냉동기용 펌프에는 펌프로의 외기 출입을 완전히 막기 위해 밀폐 모터펌프를 사용한다.

(마) 소방용 펌프

소방법에서는 일정 규모이상의 소방 대상물에 대해 적응 소화설비를 설치하도록 의무화하고 있다. 옥내소화전설비와 스프링쿨러 소화설비는 여러 종류의 수계 소화설비 중에서 가장 기본이 되는 설비이다. 이러한 설비에는 가압 송수장치가 필요 하는데, 가압 송수장치 중에서 가장 많이 사용되는 방식이 전동기를 이용한 펌프방식이라 할 수 있다. 옥내 소화전설비는 방호공간에 설치되어 있는 소화전수에 따라서 펌프의 토출량이 결정된다.

소화설비용 펌프의 기동방식은 화재 발생 시 자동 및 수동으로 기동이 가능하도록 설치하여야 한다. 펌프방식은 가압송수장치와 수원의 위치에

따라 주변장치의 구성이 다르며 일반적으로 물을림 탱크나 과열방지 보조 장치를 설치하여 전용의 소방펌프가 정상적으로 작동할 수 있도록 하여야 한다.

소방설비 중에서도 화재의 진압에 필요한 설비가 바로 소화 설비이며, 특히 물을 소화약제로 사용하는 모든 소화설비는 일정한 토출량과 토출압력을 필요로 하기 때문에 전용의 소방펌프를 설치하여야 한다.

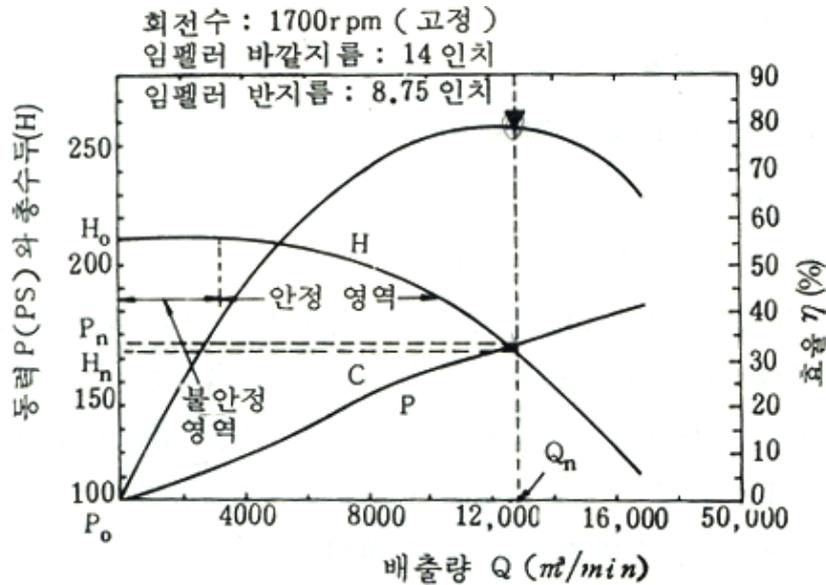
다. 펌프의 성능 및 특성

펌프들에 대한 성능을 이야기할 때는 유량이나 양정을 의미하며 펌프의 크기가 커지거나 회전수가 높아지면 외부에서 작업액체에 가해지는 기계적 에너지가 증가하므로 당연히 양정이나 유량은 증가한다. 그렇다고 해서 펌프의 효율까지 증가하는 것은 아니다. 따라서 효율이 높고 소형이면서 큰 양정이나 유량을 발생시키는 펌프를 고성능 펌프라 보면 타당할 것이다. 실제 펌프를 사용할 때는 운전의 안정성 및 펌프의 내구성이 매우 중요하다. 따라서 펌프는 고성능도 중요하지만 운전의 안정성과 펌프의 내구성에 문제가 없어야 우수한 펌프라 말 할 수 있을 것이다.

(1) 성능곡선

통상 펌프의 성능을 표시하는 수단으로서 성능곡선이 있다. 펌프의 특성 곡선이란 배출량을 가로축으로 하여 양정과 축마력 효율을 세로축으로 하여 그린 곡선으로서, 펌프의 특성을 한눈에 알아 볼 수 있도록 한 것이다. <그림 2-7>에서는 임펠러 외경이 35.6cm이고, 내경이 22.2cm인 원심펌프를 회전수 1,700rpm으로 고정한 상태에서 배출량을 변화시켜가며 이에 따른 효율과 양정, 축마력의 관계를 나타낸 것이다. 이 그림에 의하면 최고 효율에서 배출량은 12.1m³/min이고 축마력은 166ps임을 알 수 있다. 펌프는 최고 효율에서 작동할 때 가장 경제적이고, 펌프의 수명을 길게 할 수 있다

<그림 2-7> 원심펌프의 특성곡선



(2) 공동현상(캐비테이션)

액체를 빨아올리는데 대기의 압력을 이용하여 펌프 내에서 진공을 만들고 (저압부를 만듦) 빨아올린 액체를 높은 곳에 밀어 올리는 기계이므로 만일 펌프내부 어느 곳에든지 그 액체가 기화되는 압력까지 압력이 저하되는 부분이 발생되면 그 액체는 기화되어 기포를 발생하고 액체 속에 공동(空洞 : 기체의 거품)이 생기게 된다. 이를 캐비테이션이라하며 임펠러(impeller)입구의 가장 가까운 날개표면에서 압력은 크게 떨어진다. 이 압력이 액체의 포화 증기압 이하가 되면 캐비테이션을 일으킨다. 이 공동현상은 압력의 강하로 물속에 포함된 공기나 다른 기체가 물에서부터 유리되어 생기는 것으로 이것이 소음, 진동, 부식의 원인이 되어 재료에 치명적인 손상을 입힌다.

캐비테이션의 발생조건으로서는 다음과 같다.

- ① 흡입양정이 클 경우
- ② 액체의 온도가 높을 경우
- ③ 날개 차의 원주속도가 클 경우
- ④ 날개 차의 모양이 적당하지 않을 경우 등이다.

(3) 서어징 현상

서어징 현상은 펌프에서 토출된 과잉수량의 에너지가 관로계(管路系)에 축적되고 그것이 자력(自力)으로 유동의 진동현상을 일으키는 것이다. 즉 펌프 운전 중에 압력계기의 눈금이 어떤 주기를 가지고 큰 진폭으로 흔들리기도 하고, 토출량도 어떤 범위에서 주기적인 변동이 발생하기도 한다. 또한 흡입 및 토출 배관의 주기적인 진동과 소음을 수반한다. 이는 일종의 수력학적 자려진동(自團振動)이다. 진동주파수는 관계의 고유진동수에 따라 다르지만 대략 1/10Hz에서 10Hz정도이다 .

서어징 현상을 막기 위해서는 과잉수량의 에너지가 축적되지 않도록 하거나 또는 축적되어도 그것이 진동현상에 이용되지 않도록 하면 된다. 그러한 대책으로서 다음과 같은 방법들이 있다.

- ① 전유량영역에 걸쳐 우향하강 (右向下降) 특성을 갖는 펌프를 사용한다.
- ② 배관중에 수조 또는 진공설과 같은 에너지 저장부분이 없도록 한다.
- ③ 유량을 조절하는 밸브의 위치를 펌프 토출구 직후로 한다.
- ④ 바이패스 (Bypass) 관을 사용하여 펌프 작동점이 항상 펌프특성곡선의 우향하강 (右向下降) 부분에 있도록 한다.

(4) 수격현상(Water Hammer)

송수장치(送水裝置)에 있어서 송수 도중에 펌프가 정전과 같은 사고로 인해 갑자기 멈추게 되면 송수관 내에 수격현상(水擊現狀)이 발생하여 그로 인한 이상 충격압(衝擊壓) 발생으로 배관 등에 큰 피해를 주는 수가 있다. 펌프 송수관에서 수격현상이 발생하는 과정은 다음과 같이 설명될 수 있다.

즉, 펌프가 급정지하면 송수관 속의 물은 관성 때문에 잠시 동안 은 송수 쪽으로 계속 유동하지만 펌프는 송수하지 않게 되므로 펌프 토출측에 저압이 발생한다. 송수관 속의 물은 곧 역류를 시작하며 그 유속이 어느 한도에 도달하면 펌프 토출측에 설치된 역지(逆止)밸브가 급격히 폐쇄됨으로 유동은 갑자기 멈추게 된다. 이 때문에 역지밸브 부분에는 충격적인 압력상승이 나타나 이것이 충격파로서 관내를 왕복한다.

수격현상의 충격과는 점성을 무시하면 이론적으로는 영구히 관내를 왕복 운동하지만 실제로는 액체의 마찰저항 등의 원인으로 인하여 차츰 감소되면서 소멸한다. 이와 같은 수격현상을 방지하기 위한 것으로는 다음과 같은 방법들이 적용되고 있다.

먼저, 펌프에 플라이휠(Fly Wheel)을 부착함으로써 회전부분의 관성증량을 증대시키고 정전시의 펌프정지시간을 되도록 길게 하면 급격 한 압력강하를 방지 할 수 있고, 이 압력강하의 반작용에 의해 발생하는 큰 수격현상을 피할 수 있다. 또한 펌프 토출구에 설치되는 역지(逆止) 밸브가 스프링이나 추 등에 의해 역류가 시작하기 전에 닫히도록 함으로써 수격현상을 완화시킬 수 있다. 이와 같은 밸브를 자폐식(自閉式) 역지밸브라고 부른다. 그리고 역지밸브와 디시포트의 연동에 의해 관속의 물이 역류할 때에 밸브에 저항을 주어 폐쇄시간을 길게 함으로써 수격발생을 방지할 수 있다. 이와 같이 폐쇄시간을 연장시킬 수 있는 밸브를 완폐 역지밸브라고 부르고 있다. 그 밖에 대규모의 상수도 및 공업용수 등에 있어서는 관로 내의 압력상승을 방지하기 위한 안전밸브로서 자동 압력조정 밸브라든가 서어징 탱크 등이 사용되고 있다.

2. 산업용 펌프의 기술 동향

가. 국내 기술동향

국내 중소 펌프 제조업체들의 기술수준은 외국 선진업체나 국내 다른 기업의 제품을 모방하여 생산 판매하거나, 투자 기업으로서 모회사인 외국 업체의 부품을 수입하여 조립·생산하고 있는 정도의 수준이다. 또한 국내 대기업도 자체적으로 기술 개발하기보다는 손쉬운 기술 제휴 또는 설계도면을 수입하여 생산함으로써 매출액을 올리는 방법으로 사업을 확장하였다.

이러한 성장은 펌프의 국산화를 조기에 실현시키는 방법이 되기는 하였으나 원천기술을 제대로 확보하지 못하고 연구 및 기술 개발도 소홀히 하게 되는 결과를 낳았다. 따라서 고도의 기술을 필요로 하는 분야의 펌프를 다룰 수 있는 능력의 회사가 거의 없다고 해도 과언이 아니다.

근래에 들어 이러한 열악한 상황을 극복하고자 국내 펌프 산업과 관련된 연구소, 학계 및 업계에서 터보 펌프의 성능예측 및 유동해석, 펌프의 성능 실험 및 유동가시화, 펌프의 성능평가 및 선정프로그램 개발, 캐비테이션, 수격현상 등의 특이 현상에 관한 연구가 점차 이루어지고 있다, 그러나 실제로 국내 펌프제조업체에 연구 개발에 대한 투자는 다른 산업분야의 평균치에도 훨씬 미치지 못하는 매우 열악한 상황이라고 할 수 있다.

1996년 국내 펌프 시장의 전면 개방에 따라 외국 기업의 직접적인 국내 진출이 가속화되고 있다. 이러한 외국 업체와 비교해 국내 펌프업체는 국내에 생산 및 유지관리 체계를 구축하고 있다는 점에서 외국기업에 비교우위를 가지고 있으나, 외국 기업에 비해 낮은 품질과 낮은 기술력의 약점을 가지고 있다. 국내의 펌프에 대한 현 기술동향을 살펴보기로 한다.

(1) 터보 펌프류

국내에서 생산되는 터보 펌프류는 세계수준에 견주어 손색이 없으며 원심 펌프의 꽃이라 할 수 있는 보일러 급수펌프도 1995년부터 자체 제작되고 있다. 1930년대 말 설립된 당시 이천전기에 의해 주도된 펌프기술은 효성, 현대 등과 회사들의 해외기술제휴 및 자체개발 등에 의해 많은 발전을 이루어 왔다. 현재 터보펌프의 종류에 따른 용도 및 그 기술수준을 살펴보면 <표 2-2>와 같다.

<표 2-2> 터보펌프의 용도 및 기술수준

종류	용도	기술수준
원심펌프	상하수도용 공업용수 송배수 하수 오수용	구경 1,500mm 이하 선진국과 동등수준
사류펌프	배수, 취수용 입축펌프 발전소용 순환수펌프	구경 4,000~5,000mm 까지 선진국과 동등수준
축류펌프	농업용수 대형배수펌프	구경 5,000~6,000mm 까지 선진국과 동등수준

(자료 : <http://www.kfma.or.kr>. 유체기계공업학회 펌프분과)

(2) 수중펌프

수중 펌프는 그 구조를 기준으로 수중원심펌프, 수중사류펌프, 수중축류펌프, 수중믹서, 수중포기기 등으로 구분된다. 이중 수중원심펌프와 수중사류펌프 및 수중축류펌프는 선진국과 동등한 수준의 기술력을 보유하고 있다고 할 수 있다.

<표 2-3> 수중펌프의 용도 및 기술수준

종류	용도	기술수준	비고
수중원심펌프	공사용/배수용/ 중계펌프장용	효율은 선진국과 동등 수준	Non-Clog type인 경우 약간 열세
수중사류펌프	중/대규모 급배수용	선진국과 동등수준	
수중축류펌프	"	"	
수중믹서	하수/폐수의 교반	모방수준	하수처리 시스템 과의 연계 기초기 술 취약
수중포기기	하수/폐수의 교반 및 포기	모방수준	"

(자료 : <http://www.kfma.or.kr>. 유체기계공업학회 펌프분과)

(3) 특수펌프

대부분의 특수펌프는 터보펌프의 구조를 가지고 있다. 그러나, 이러한 펌프들이 사용하는 유체의 형태에 따라 펌프의 종류가 아래와 같이 구분이 되며 이러한 펌프를 특수펌프라고 언급한다. 높은 신뢰도를 요구하는 프로세스 펌프 또한 외국 선호도가 높은 편이어서 국내수요량도 수입을 선호하고 있고 수출은 극히 미미한 형편이다.

- | | |
|----------------|---------|
| ①논크롤그 펌프류 | ②보텍스 펌프 |
| ③제트 펌프(휴젠트 펌프) | ④수격펌프 |
| ⑤점성펌프 | ⑥기포펌프 |
| ⑦진공펌프 | ⑧마그네틱펌프 |
| ⑨플라스틱 펌프류 | ⑩기타 펌프 |

일부 특수펌프류는 아직 국내의 설계기술이 부족하고, 특히 원자력 발전소에 소요되는 안전등급 펌프에 필요한 내진 해석은 외국에 의존하고 있는 실정이다.

나. 세계 기술 동향

펌프기술에 대한 세계적인 동향을 보면, 펌프 자체의 성능향상을 위한 기술보다는 제품설계의 정밀도와 대량생산기술 및 공작기계와의 적용, 에너지 절약 등에 초점이 맞추어져 있다. 예를 들면, Europump에서는 1995년부터 지금까지 자체적으로 에너지 절약 관련 프로젝트를 수행하였고, 동시에 HI, 미국 에너지성(DOE)에서 지원을 받는 US 펌프무역협회에서는 펌프 시스템과 펌프의 에너지 절약을 위해 노력하고 있다. 특히 HI는 펌프의 LCC(Life Cycle Cost)협회를 발족시키고, 적극적으로 활용하고 있다.

LCC 보고서에 의하면, 펌프 소비에너지 절감을 위한 성능개선, 설계최적화 및 에너지 효율을 진단으로 현시점에서 펌프 전체 소비량의 30% 정도를 절감이 가능한 것으로 평가하고 있다. 따라서, 운전조건 모니터링 장비가 보다 신뢰성 있고, 경제적이기 때문에 예방, 유지관리 체계를 위한 모니터링 시스템을 보다 적극적으로 활용하고자 하는 노력이 많이 이루어지고 있다.

즉, 성능저하를 감지하고 고장이 발생하기 전에 보수계획을 세우기 위하여 진동측정이나 윤활유 분석과 같은 다양한 기법을 적용하고자 노력하고 있다.

선진국의 펌프성능에 대한 기술은 이미 어느 정도 안정된 수준에 도달하여 현재에는 펌프의 생산기술이나, 유지 및 관리 등에 많은 노력을 쏟고 있다고 할 수 있다.

이하 각 부분별 펌프의 기술동향을 살펴보고자 한다.

(1) 공공용 펌프

공공용 펌프 분야에서는 에너지 절약의 관점에서부터 시스템 종합 효율의 향상이 요구되고, 각 용도에 알맞은 최적화의 추구가 진행되고 있다. 대용량, 고양정 펌프의 3차원 내부 유동 해석에 기초한 고효율화, 용수로의 낙차 에너지 이용의 수가 구동 양수 펌프, 컴퓨터에 의한 관로 말단압 일정 제어 방식의 채용, 에너지 절약 대응의 종합 고효율 운전 시스템의 도입 및 회전수 제어 펌프의 채용이 증가하고 있다.

공공사업비의 절감을 추구하여 대형 펌프 설비의 콤팩트화가 요청됨에 따라 자연히 유동 해석 기술, 진동 해석기술 등 고도의 설계 기술을 구사하여 고유속, 고속 소형화를 목표로 개발이 진행되고 있다. 이에 따른 진동 증가에 대응하여, 배관계의 맥동 전파에 대하여도 컴퓨터에 의한 시뮬레이션이 실시되어 펌프장, 배관계를 포함한 저소음화가 꾀해지고 있다. 구조적으로도, 주기기의 간소화를 목적으로 하여 무급수 베어링, 무주수축봉 장치, 가스 터빈 구동, 공냉식 기어 감소기의 채용에 의한 펌프의 무주수화가 꾀해지고, 보조기기의 간소화를 위해 수직축 펌프 및 대구경 수중 펌프의 채용, 냉각수 펌프의 생략, 진공 펌프의 생략이 계획되고 있다.

또한 광역 관리, 원격 제어, 무인화 등 인력절감, 공간 절약, 자동화의 도입에 따라 운전 부수의 간소화, 유지 보수의 제로화, 펌프장의 간소화, 고장 예지, 예방 보전의 고속화에 호응하는 시설 보전 기술, 고장 진단 기술 등 전체적인 소프트 기술의 확대와 고도화가 요구되고 있다.

빗물 배수, 하수도용 펌프 분야에서는 유입량 변동과 급격한 유출에 대응하기 위하여 선행 대기 운전 펌프, 유입량 예측 제어 시스템이 채용되고 있다. 하수도 오수 펌프 분야에서는 고효율화, 무폐쇄성, 고양정화의 요구에 대응하여 임펠러 깃 수의 저감, 스크루 원심 펌프, 보텍스 펌프의 채용이 증대하고 있다.

(2) 발전용 펌프

발전부분에서는 펌프 및 관련 시설의 비용절감을 목적으로 한 고속 소형

화, 성능 개선향상, 저속음화, 고장예지 기술에 대해서 많은 노력을 쏟고 있다. 또한 지구 온난화 문제와 관련하여 펌프효율의 개선·향상은 물론 발전소 전체의 효율향상이 강하게 요구되므로 펌프의 효율에 대한 요구가 엄격해지고 있다.

발전소에 사용되는 보일러 급수펌프에서는 광범위한 부하조정, 고빈도의 기동정지의 요구에 따라 유체 커플링 채용에 의한 전동기 급수펌프의 변속화, 펌프 로터계의 과대진동방지 설계, 과대유량시의 흡입특성의 향상이 요구되고 있다. 초임계압 플랜트용의 40MPa 전후의 고속고압보일러 급수 펌프에서 베어링간 거리의 확대에 따른 회전체의 진동특성이 문제가 되어왔고, 이것을 해결하기 위해서 내케비테이션 재료, 비접촉식 방식의 채용 등의 실내성 향상 노력이 경주되고 있다. 순환수 펌프에서는 라이닝 기술 및 FRP 등의 고분자재료, 고내식 슈퍼스테인리스강에 사용에 대해 검토되고 있다.

(3) 산업용 펌프

산업용 펌프는 운전비용 또는 수명비용이 우선시되는 큰 변혁의 시기를 맞고 있다. 에너지 절감을 위하여 인버터 기능 구비 펌프로의 치환이나 에너지 절약 제어기를 채택하는 경우가 크게 증가하기 시작하였다.

이 분야에서는 제철용 디스케일링 펌프, LNG 플랜트용 펌프, 플랜트용 펌프 프로세서 등이 중요한 이슈가 되고 있다. 효율을 향상시키는 에너지 절약 기술은 더욱더 중요시되었고, 지구 온난화에 관련하여 펌프 효율의 개선 및 향상, 운전 범위의 확대, 부하 변동에의 대응이 요구되어 필연적으로 저유량역 문제에 관한 기술의 필요성이 보다 한층 강해졌다. 또한 재료 변경, 제작 방법 개선 등의 비용 절감 기술의 개발 및 요구에 맞는 제품의 개발이 추진되고 있다.

(4) 기타 펌프

최근 개발되어 화제가 되는 펌프로서 지열수용 펌프, 로켓용 액체산소용 펌프, 터보형 펌프, 핵융합로용 초임계 헬륨펌프, 혈액펌프, 석유생산 등에

사용하는 2상류 펌프나 고기액 3상류 펌프 등이 있다. 이러한 것은 모두가 극저온, 고온, 초고속회전, 초정밀화 등에 대응하는 고도기술을 필요로 하는 펌프로써, 각각의 시방에 합치하는 최신 기술이 구사되고 있다. 여기에서도 필연적으로 고효율, 소형화, 저소음이 해결해야할 큰 과제가 되고 있다.

다. 향후 전망

펌프 설계를 좌우할 중요한 요인은 수요자의 요구의 변화, 펌프가 사용되는 분야에서 법적 규제의 증가, 환경에 대한 인식의 증가 등을 들 수 있는데, 이러한 요인들은 기술개발을 촉진하는 요인이 되고 있다. 또한 특별한 용도에 사용되는 Seal-less 펌프기술처럼 자기력으로 구동되는 원심펌프 등 고가의 선택사양으로 사용되는 펌프의 개발도 활발히 이루어지고 있다. 펌프 제조업체에서는 기존의 설계방식이 통용될 수 없는 이러한 분야에서 시장점유율을 높이기 위하여 향후 새로운 기술개발을 시도할 것으로 예상된다.

국내업체는 독자기술에 의한 펌프 생산능력이 부족하여 외국 선진업체들로부터의 기술도입이 불가피하고, 외국 업체는 뛰어난 기술능력에도 불구하고 국내에 판매 및 유지관리 체계를 구축하지 못하고 있기 때문에 국내 시장의 진출이 어려운 실정이다. 따라서 국내업체는 외국 선진업체와 기술 및 자본 제휴를 통하여 선진기술을 도입, 소화하여 자체 기술 개발 능력을 향상 시켜야 한다. 이러한 과정을 통해 품질을 향상시킴으로써, 초기에는 OEM방식 등에 의해 해외수출에 주력하는 한편, 독자적인 해외 판매망을 확립해 나가는 것이 필요하다.

또한 펌프제조업체는 제품설계와 제조공정을 향상시키기 위하여 최신 CAD /CAM 기법을 사용함으로써 펌프의 신뢰성을 향상시키는 주요 부품설계를 하고 있지만 이러한 현상은 더욱 가속될 것으로 예상되고, 또한 동작기계기술의 발전으로 보다 효율적으로 펌프생산이 가능할 것으로 예상된다.

펌프 설계 기술의 향상은 펌프 효율을 증가시키는 역할을 수행하였고, 이는 펌프에 필요한 에너지 소비량을 감소시켜 결국 펌프 이용자에게 많은 이익을 가져다 주었다. 또한 펌프 기술이 향상됨에 따라 소음 성능이 우수한 제품이 속속 등장하고 있는데 이러한 결과로서 펌프는 이제 주거지역과 가까운 곳에 설

치할 수 있게 되었다. 에너지 가격이 지속적으로 상승하고 있는 현 추세와 생활의 질을 보다 중요시 여기는 현대생활의 패턴에서 미루어보면, 앞으로 펌프 수요자가 보다 더 우수한 에너지 효율을 갖고 기능 면에서도 소음이 적은 펌프를 요구할 것이라는 예상은 어렵지 않다. 따라서 기업체에서는 이러한 수요자의 요구에 맞춰 고효율, 고성능, 환경 친화적인 펌프를 생산하는데 주력해야 할 것이다.

III. 기술특허정보 분석

본 장에서는 산업용 펌프에 대한 전반적인 특허동향조사를 통해 전체적인 특허맵핑(Patent Mapping)을 행하여 기술발전동향을 알아보는 동시에 최근에 이슈화되고 있거나 개발 중에 있는 기술에 관련된 특허를 집중적으로 분석 정리해 국내 관련 업체에 기술발전동향과 새로운 기술에 관한 정보를 제공하고 경쟁력 있는 향후 기술개발방향을 세울 수 있도록 한다.

또한 경쟁사의 국내·외 특허를 조사 분석하여 기술 흐름의 추이와 최근의 기술동향 분석을 실시하고, 기술의 우위현황 및 기술의 주요 분포도를 국가 및 기술분야별로 세분화하여 다각적으로 분석함으로써 이를 통해 경쟁사의 연구개발동향을 파악하고 대응 기술·경영전략을 올바르게 수립할 수 있도록 한다.

1. 분석의 범위 및 방법

산업용 펌프에 관한 특허정보는 (주)웍스에서 제공하는 특허정보 데이터베이스(www.wips.co.kr)를 활용하였다.

<표 3-1> 특허/실용 검색범위

구 분		기 간
한국	공개특허	1983. 03. 25 ~ 2005. 04. 22
	등록특허	1979. 07. 12 ~ 2005. 04. 22
일본	특허공개	1993. 01. 08 ~ 2005. 04. 21
	특허등록	1996. 05. 29 ~ 2005. 04. 20
	일본특허영문초록(PAJ)	1976. 10. 01 ~ 2005. 01. 27
미국	공개특허	2001. 03. 15 ~ 2005. 04. 28
	등록특허	1976. 01. 06 ~ 2005. 05. 03
유럽	EP-A(공개)	1978. 12. 20 ~ 2005. 04. 13
	EP-B(등록)	1980. 01. 09 ~ 2005. 04. 13

<표 3-2> 특허/실용 검색식

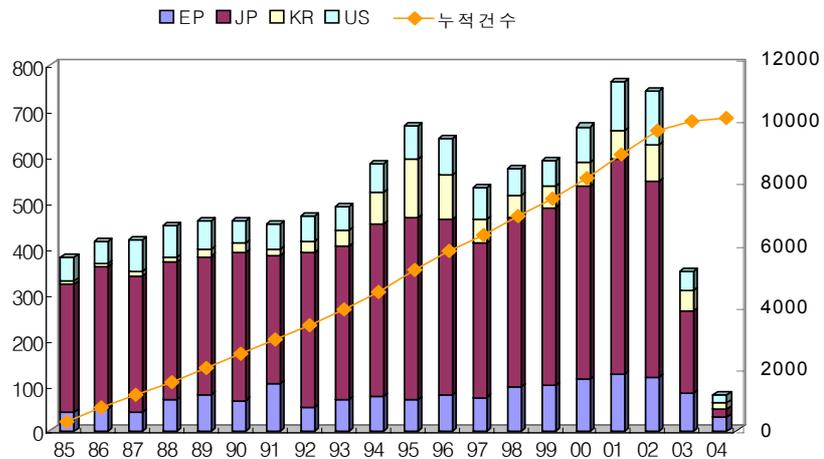
검 색 식	
한글	((((펌프*)),ti,ab,cl.) AND (@AD>=19850101).AD. AND (F04D* F16J-015* F16C-033*).IPCM.
영문	((((pump*)),ti,ab,cl.) AND (@AD>=19850101).AD. AND (F04D* F16J-015* F16C-033*).IPCM.

정보조사의 검색범위 및 검색식을 아래 <표 3-1, 3-2>와 같이 하여 한국, 일본, 미국, 유럽의 공개 및 등록 특허를 대상으로 조사를 실시하였다. 단, 검색연도는 권리가 유효한 1985년 1월 1일부터 2004년 12월 31일 사이에 출원된 특허를 대상으로 제한하여 추출하였으며, 2003년 이후의 특허는 특허출원이 조기공개신청을 하지 않는 한 통상적으로 출원을 한 후 18개월이 경과한 시에 일반에게 공개되기 때문에, 미공개된 2003년과 2004년의 출원특허는 분석대상에 반영되지 못함을 밝혀둔다.

2. 전체 특허동향

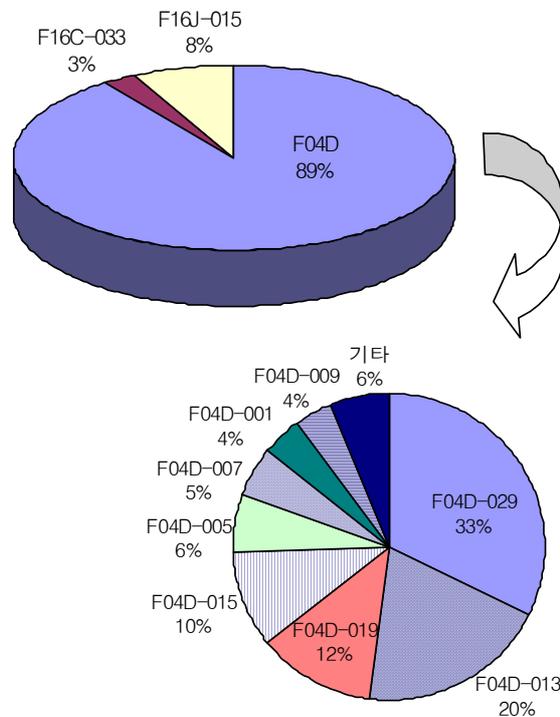
한국, 일본, 미국, 유럽에 출원한 산업용 펌프에 관한 특허의 전체적인 출원 동향을 살펴보면 <그림 3-1>에서 보는 것과 같이, 조사시점인 1980년대 중반 이후부터 매해 거의 같은 증가율로 특허가 많이 출원되고 있다. 국가별로 살펴보아도, 꾸준히 전년과 대비하여 비슷한 수준으로 출원이 이루어지고 있다. 그러나 다른 국가에 비해 일본의 출원이 압도적으로 이루어지고 있는 만큼 산업용 펌프에 대한 특허출원의 전체적인 동향은 일본의 출원동향이 크게 좌우하고 있는 것을 알 수 있다. 또한 대체로 2000년대 초반에 이르러 출원이 다소 증가하는 움직임을 보이고 있는데, 그에 반해 한국은 1990년대 중반에 이르러 크게 출원이 증가하는 것은 주목할 만하다.

<그림 3-1> 연도별 전체 출원 추이



산업용 펌프에 관한 특허기술을 국제특허분류기준에 따라 분류하여보면, <그림 3-2>와 같이 대부분의 특허가 비용적형 펌프에 관한 기술로 분류되는 F04D에 89%가 분류가 되고 있다.

<그림 3-2> 주요 IPC별 전체출원추이



F04D의 기술에서도 세부적으로 살펴보면, 비용적형 펌프의 세부, 구성부재 또는 부속품을 나타내는 F04D-029와 펌프장치 또는 시스템을 나타내는 F04D-013에 절반이상이 분류되었고, 축류펌프로 분류되는 F04D-019와 펌프, 펌프장치 또는 시스템의 조절을 제어하는 기술인 F04D-015에도 많은 기술이 분류되었다. 그밖에 F04D로 분류되는 얇은 특허기술은 밀봉장치에 해당하는 기술인 F16J-015와 전동장치의 베어링 부품 또는 베어링 부품의 제조 방법에 관한 기술인 F16C-033에 분류되는 것으로 나타났다. 국제특허분류에 대한 기술분류의 내용은 <표 3-3>과 같다.

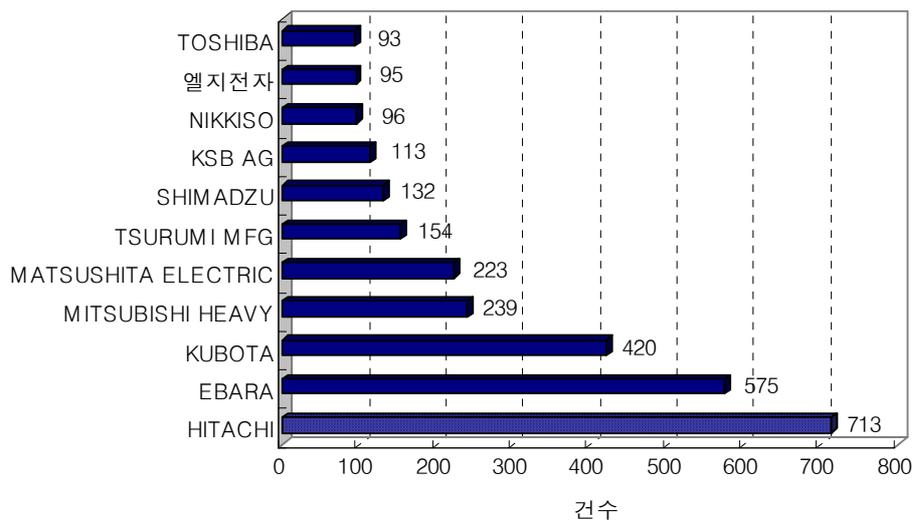
<표 3-3> IPC에 대한 산업용 펌프의 기술분류

기 술	I P C	내 용
산업용 펌프	F04D-001	반경류 펌프로 예를 들어 원심펌프 : 나선원심펌프
	F04D-005	원주 또는 횡단류를 가진 펌프
	F04D-007	특수한 유체를 취급하기 위해 적용된 펌프로 예를 들어 펌프 또는 펌프부재를 위하여 특수한 재질을 선택하는 것
	F04D-009	프라이밍(Priming) 작용하는 것으로 증기폐색을 방지하는 것
	F04D-013	펌프장치 또는 시스템
	F04D-015	제어, 예. 펌프, 펌프장치 또는 시스템의 조절
	F04D-019	축류펌프
	F04D-029	세부, 구성부재 또는 부속품
	F16C-033	베어링부품; 베어링 또는 베어링 부품의 특별한 제조방법
	F16J-015	밀봉장치

각 국가 전체를 대상으로 산업용 펌프에 관한 특허를 가장 많이 출원한 상위출원인을 살펴보았다. <그림 3-3>을 살펴보면 히타치사가 전체 713건을 출원하여 가장 많은 수의 특허를 출원하였으며, 그 뒤로 EBARA사가 575건, KUBOTA사가 420건을 출원하여 상위출원인을 보이고 있다. 앞서 국가별 출원현황을 살펴보았을 때, 일본의 특허출원이 타국가에 비해 월등히 높아 산업용 펌프에 관한 특허 출원의 경향에 결정적인 영향을 미친것을 확인할 수 있었다. 이러한 추세에 관련하여 전체적으로 출원이 가장 많은 순위로 11개

기업을 선정하였을 때, 한국의 엘지전자와 독일의 KSB사를 제외하고는 모두 일본 기업이 차지하여 상위출원인도 일본의 기업이 주류를 이루고 있는 것을 알 수 있다.

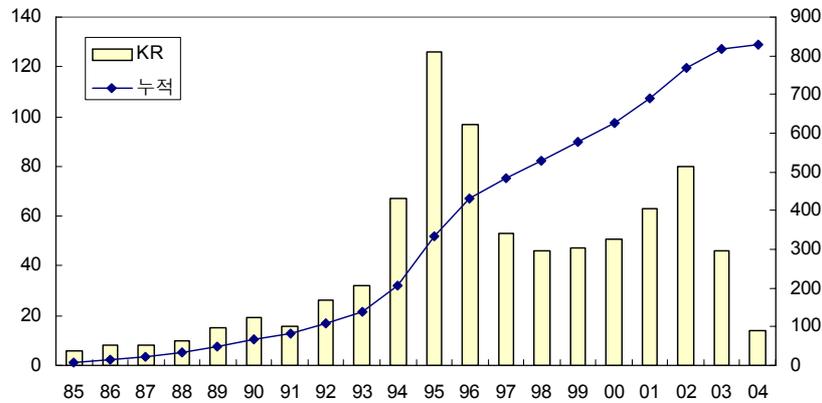
<그림 3-3> 전체 상위 출원인 특허현황



3. 국내 특허동향

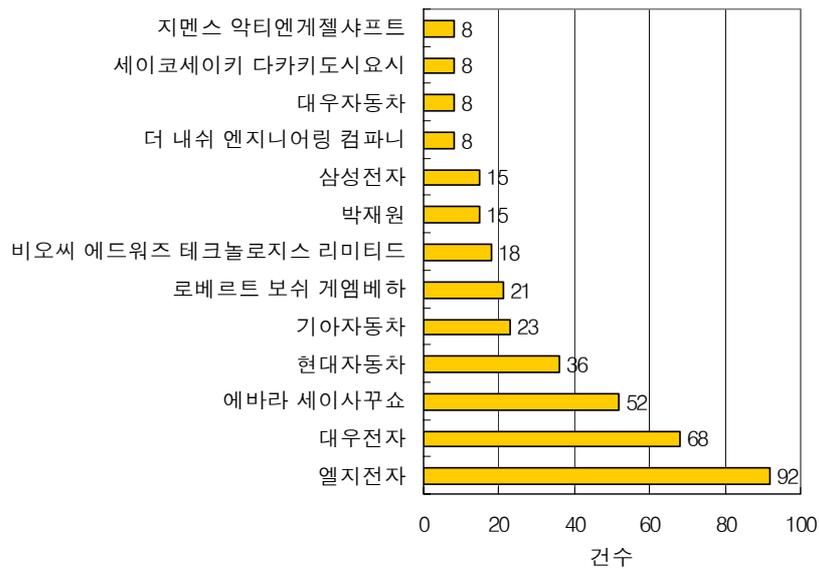
산업용 펌프에 관한 연도별 국내 특허동향은 <그림 3-4>에서 보는 바와 같이 1980년대부터 꾸준히 증가하기 시작하여 1991년에 잠시 주춤하는 경향을 나타내다 다시 증가하는 추세를 나타내고 있다. 1990년대 초·중반에 들어서 급격한 출원 증가를 보이고 있는데, 특히 1995년에 급격한 증가와 함께 전체 기간 중 가장 많은 출원건수를 보이고 있다. 이 이후부터 시작하여 1997년에는 IMF의 영향으로 특허 출원이 급격히 감소하였지만 1999년부터 다시 점차 증가하는 추세를 보이다 2002년을 기점으로 감소하는 경향을 나타냈다. 이렇듯 산업용 펌프 기술에 대한 한국 특허출원 경향으로 보아 1990년대 중반에 가장 활발한 연구 및 기술개발이 이루어 졌음을 짐작할 수 있다.

<그림 3-4> 연도별 국내 출원추이



<그림 3-5>의 상위 출원인의 특허 출원현황을 살펴보면 대기업 출원인이 대부분을 차지하고 있으며, 특이한 점은 개인출원(박재원, 15건)이 상위 10위 권 안에서 있는 것으로 나타났다는 것이다. 전반적으로 자료에서 보듯이 기업 출원인의 비율이 가장 많은 수위를 나타내 국내의 산업용 펌프에 대한 기술 개발은 생산, 판매가 가능한 기업주도하에 이루어지고 있는 것으로 판단된다.

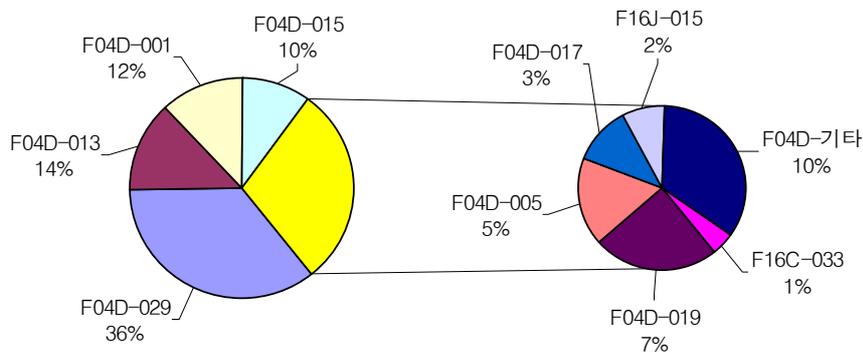
<그림 3-5> 상위출원인 특허현황



그중 엘지 전자가 92건으로 가장 많은 수의 출원을 하였으며, 그 뒤를 이어 대우 전자가 68건으로 두 번째로 많은 출원수를 차지하고 있다. 여기서 일본의 에바라사가 한국에서 52건의 특허출원으로 세 번째로 많은 출원수를 기록하고 있다는 사실은 주목할만하다.

대표적인 상위 출원인을 살펴보면 전자 계열의 기업뿐 아니라 자동차 업계의 출원도 활발한 것으로 보아 산업용 펌프는 산업 전반에 걸쳐 폭넓게 사용되고 있으며, 그 종류 또한 매우 다양한 것으로 판단되어 진다.

<그림 3-6> 주요 IPC 분류



<그림 3-6>은 국제특허분류기준에 따라 산업용 펌프에 관한 국내의 특허 기술을 분류한 것이다. 자료에 의하면 F04D기술이 전체 약 97%를 차지하고 있고, F16J-015는 2%, F16C-033은 1%를 차지하고 있는 것으로 나타난다.

비용적형 펌프로 분류되는 F04D 기술에서 F04D-029기술이 36%를 차지하여 세부, 구성부재 또는 부속품에 관한 기술이 많았고, 또한 펌프장치 또는 시스템으로 분류되는 F04D-013 관련 기술이 14%를 차지하고 있으며, 반경류 펌프, 예를 들어 원심펌프나 나선원심펌프와 관련된 F04D-001이 12%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

크게 분류하여 전체적으로 F04D에 많이 집중되어 있으나 F04D내에서도 다양한 세부IPC들로 분류가 되는 것을 보아 국내 산업용 펌프기술은 여러 분야에서 다양하게 적용되어 지고 있음을 알 수 있다.

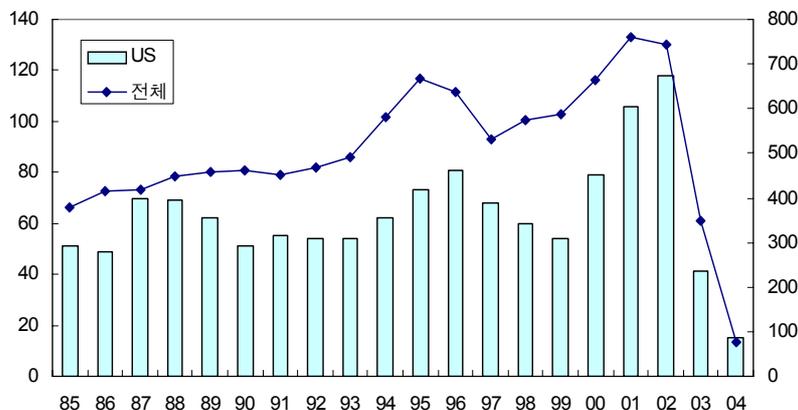
4. 해외 특허동향

미국과 일본, 유럽의 산업용 펌프에 관한 특허 동향을 국가별로 살펴보면 다음과 같다.

가. 미국

미국 내 출원 경향을 연도별로 살펴보면 <그림 3-7>에서 보는 바와 같이 한국에 비하여 연도별 출원된 특허의 수가 훨씬 많고, 그 건들이 모두 등록 건임을 감안하면 80년대부터 기술개발이 활발했다는 것을 알 수 있다. 미국은 대체적으로 연도별 높은 출원을 보이고 있으며, 1990년대 초반과 후반에 약간의 출원 감소의 경향을 보이고 있다. 하지만 국내경향과는 다르게 2000년대 초반 가장 높은 출원건수를 보이고 있다.

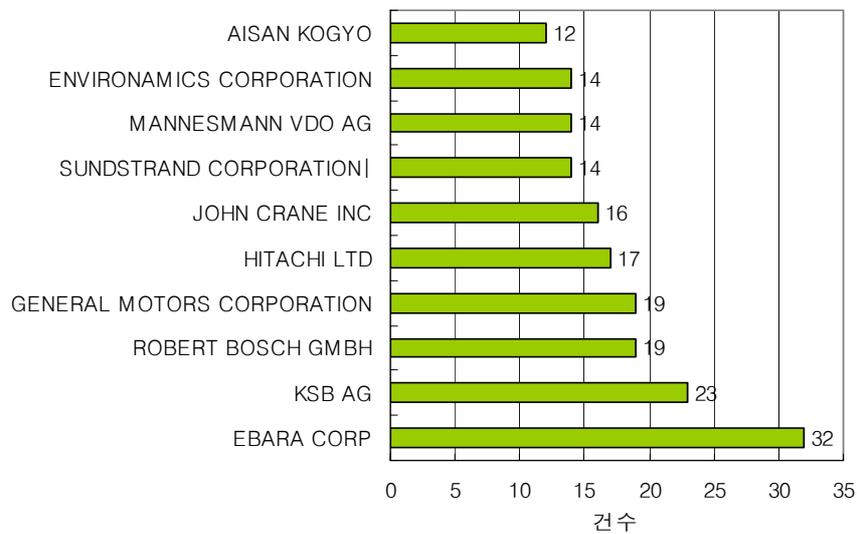
<그림 3-7> 연도별 미국 출원추이



<그림 3-8>의 상위 출원인 특허 출원 현황을 보면, 대표적인 출원인으로 EBARA사가 32건을 출원하여 다른 출원인과 큰 격차를 보이며 최다 출원인임을 알 수 있고, 그 다음으로는 KSB사가 23건, ROBERT BOSCH사와 GENERAL MOTORS사가 각각 19건을 출원하여 그 뒤를 잇고 있다. 미국 내에서의 펌프에 관한 특허는 이와 같이 대표 기업이 있기는 하나, 특정기업

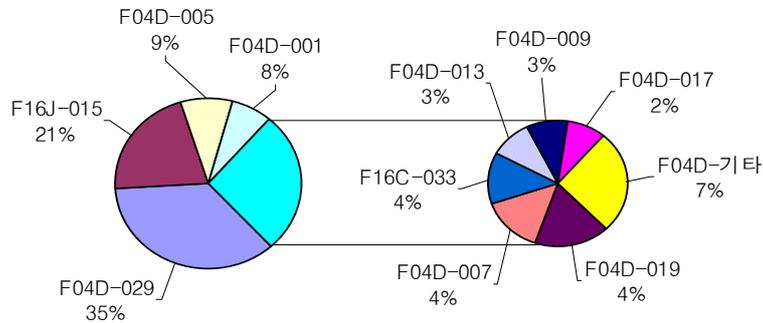
에 많은 특허가 치우쳐 있지 않고, 다수의 기업 또는 개인 발명자에 걸쳐 고루 출원이 이루어진 것을 알 수 있다. 미국 내 상위 출원인을 보면 미국기업 뿐만 아니라 일본기업이나 다국적 기업도 다수 차지하고 있다. 이는 미국의 시장규모가 다른 국가에 비해 크기 때문에 타국 기업들의 미국시장 진출을 위한 출원이 원인이 된다고 판단된다.

<그림 3-8> 미국의 상위 출원인의 특허출원현황



미국의 산업용 펌프에 관한 특허기술을 국제특허분류기준에 따라 분류하여 살펴보면 <그림 3-9>에서 보는 바와 같이 F04D기술이 전체 약 75%를 차지하고 있고, F16J-015는 21%, F16C-033은 4%를 차지하고 있다. 비용적형 펌프로 분류되는 F04D 기술에서 F04D-029기술이 전체 IPC 중 35%를 차지하여 세부, 구성부재 또는 부속품에 관한 기술이 많았고, 또한 밀봉장치로 분류되는 F16J-015 관련 기술이 21%를 차지하고 있으며, 원주 또는 횡단류를 가진 펌프와 관련된 F04D-005가 9%, 반경류 펌프, 예를 들어 원심펌프나 나선원심펌프와 관련된 F04D-001이 8%를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 전체적으로 F04D에 많이 집중되어 있으나 F16J-015와 F16C-033의 비율이 더 큰 것이 특징적이다.

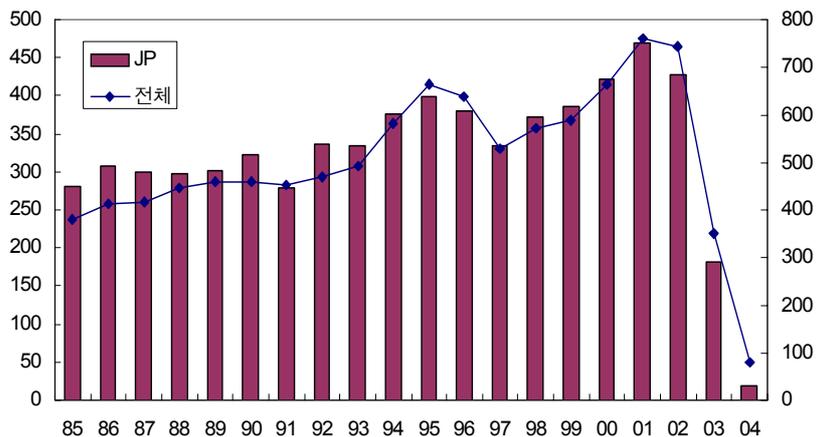
<그림 3-9> 미국의 주요 IPC 분류



나. 일본

일본에 출원된 산업용 펌프에 대한 특허기술을 연도별로 <그림 3-10>를 통해 살펴보면 타국가에 비해 전반적으로 월등히 많은 수의 특허 출원을 보이는 것으로 보아 일본이 산업용 펌프 기술분야에 대한 연구를 가장 활발하게 진행하고 있는 것으로 판단된다.

<그림 3-10> 연도별 일본 출원추이

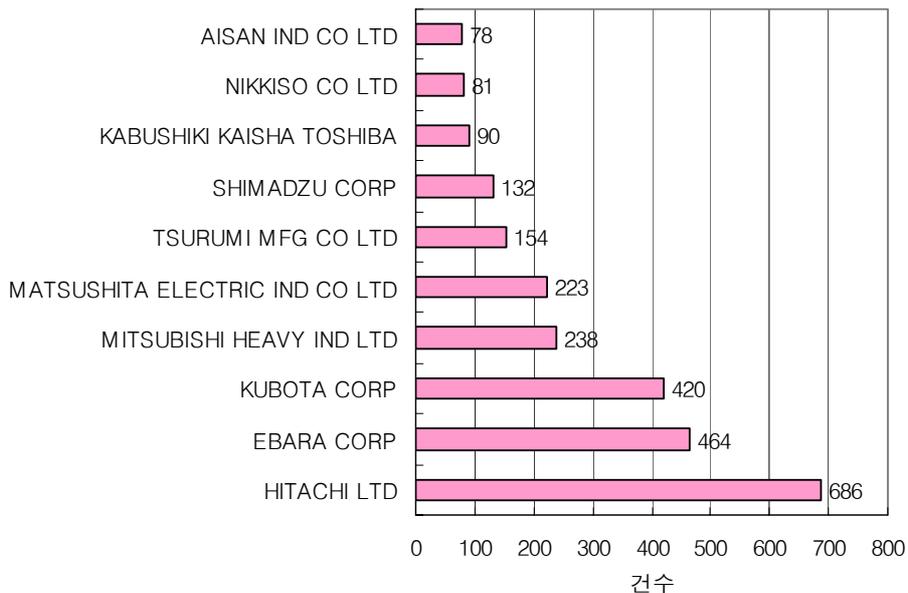


연도별 고른 출원을 보이며 현재에까지 꾸준히 출원경향이 이어지고 있는데, 1990년대 중반과 2000년도 초반에 다소 출원이 집중되는 것으로 보아 이때 산업용 펌프에 대한 기술개발이 활발하게 진행되었음을 말해준다. 일본의

출원동향과 전체 출원동향을 비교해보면 일본의 출원건수가 가장 많기 때문에 전체의 출원동향을 일본이 이끌고 있는 것을 알 수가 있다.

일본 내 상위 출원인을 살펴보면 <그림 3-11>에서 보는 바와 같이 대표적인 출원기업이 모두 일본기업인 것으로 나타났다. 그 중에서 가장 출원이 많이 이루어진 기업은 HITACHI사로 전체 686건의 출원을 하였고, 그 뒤로 EBARA사가 464건, KUBOTA사가 420건을 출원하여 타국에 비해 수적으로 많은 출원이 특정기업에 집중되어 이루어진 것을 알 수 있다. 일본의 상위 출원인 동향을 보면 주로 기업에 의한 출원이 대부분이고 그 기업의 국적도 타국가에 비해 자국 출원인에 의한 출원이 대부분인 것으로 나타났다.

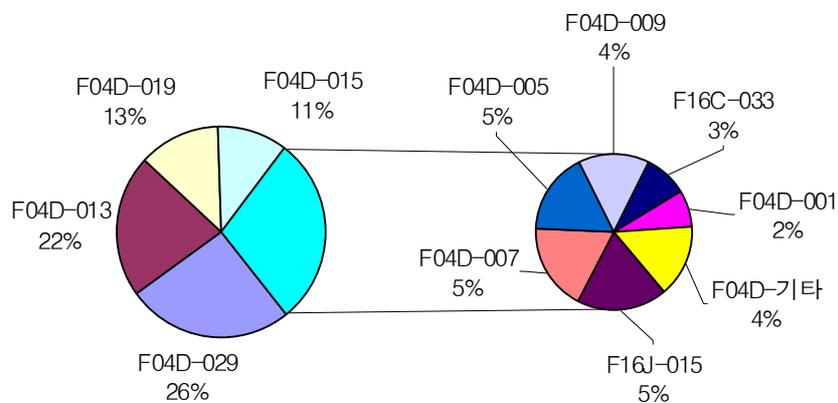
<그림 3-11> 일본의 상위 출원인의 특허출원현황



일본에서 출원된 산업용 펌프에 관한 특허기술을 <그림 3-12>처럼 국제특허분류기준에 따라 분류하였을 때 타 국가에 비해 F04D의 세부IPC의 분포가 고른 것으로 나타났다. F04D기술이 전체 약 92%를 차지하고 있고, F16J-015는 5%, F16C-033은 3%를 차지하고 있다. 비용적형 펌프로 분류되는 F04D 기술에서 F04D-029기술이 26%를 차지하여 세부, 구성부재 또는 부속품에 관한 기술이 많았고, 또한 펌프장치 또는 시스템으로 분류되는

F04D-013 관련 기술이 22%를 차지하고 있으며, 축류펌프와 관련된 F04D-019가 13%를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 전체적으로 F04D에 많이 집중되어 있으나 세부 IPC를 살펴보면 F04D-29, F04D-013 등 F04D의 다양한 세부IPC들로 구성되어 있는 것으로 보아 한국과 유사하게 여러 기술분야에 걸쳐 다양하게 적용되어 지고 있음을 알 수 있다.

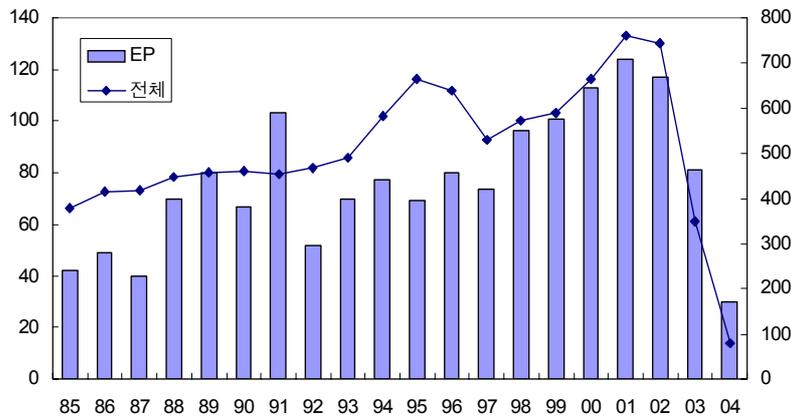
<그림 3-12> 일본의 주요 IPC 분류



다. 유럽

유럽에서 출원된 산업용 펌프의 특허 출원 현황을 연도별로 살펴보면 <그림 3-13>에서 보듯이 증가와 감소를 반복하지만 전반적으로 1991년에 최고치를 보인 이후 잠시 주춤하는 경향을 보이다 다시 출원건수가 증가하는 것을 알 수 있다. 급격히 감소한 후부터 다시 서서히 증가하기 시작하여 2001년에 최고치를 보이는 것으로 보아 1990년대 후반기에 유럽에서 산업용 펌프 기술분야에 대한 연구가 가장 활발하게 이루어졌음을 짐작할 수 있다. 그러나 전체적인 경향은 1980년대부터 현재에 이르기까지 상승곡선을 그리고 있는 것을 알 수 있다.

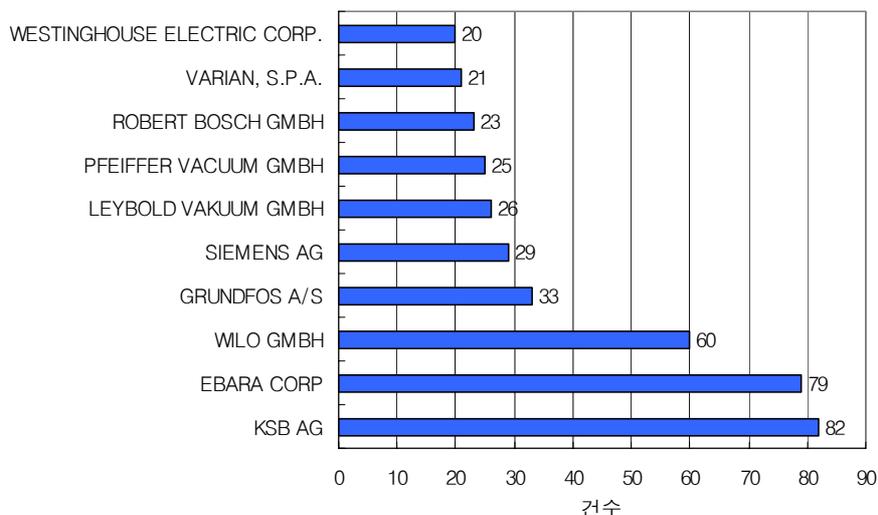
<그림 3-13> 연도별 유럽 출원추이



유럽에 출원된 특허의 상위 출원인 살펴보면 <그림 3-14>에서와 같이 미국에서 2위로 나타났던 독일 국적의 KSB사가 82건을 출원하여 가장 많은 특허를 출원하였고, 그 다음으로는 미국에서 1위 출원인이었던 일본 국적의 회사인 EBARA사가 79건으로 근소한 차이로 그 뒤를 잇고 있다. WILO사가 60건, GRUNDFOS A/S가 33건, SIEMENS사가 29건 등으로 나타나고 있다.

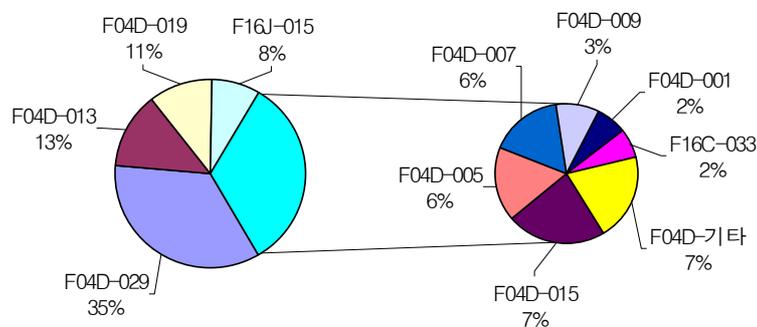
유럽내의 대표적인 상위출원인은 유럽기업뿐 아니라 일본의 기업도 다수 상위를 차지하고 있는 것으로 나타나있었다.

<그림 3-14> 유럽의 상위 출원인의 특허출원현황



유럽에 출원된 특허를 국제특허분류기준에 의해 분류하면 <그림 3-15>에
 서와 같이 타국가와 유사하게 F04D기술이 전체 약 90%를 차지하고 있고,
 F16J-015는 8%, F16C-033은 2%를 차지하고 있다. F04D 기술에서
 F04D-029기술이 35%를 차지하여 세부, 구성부재 또는 부속품에 관한 기술
 이 많았고, 또한 펌프장치 또는 시스템으로 분류되는 F04D-013 관련 기술이
 13%, 축류펌프와 관련된 F04D-019가 11%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

<그림 3-15> 유럽의 주요 IPC 분류



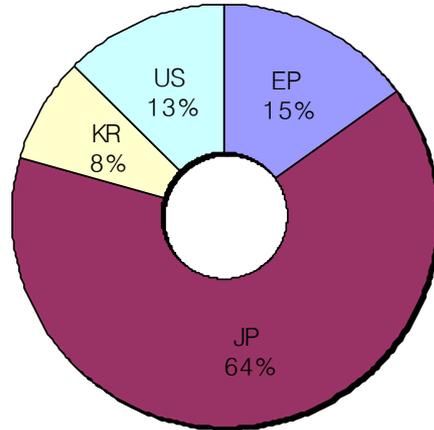
5. 비교분석

가. 특허출원동향 비교

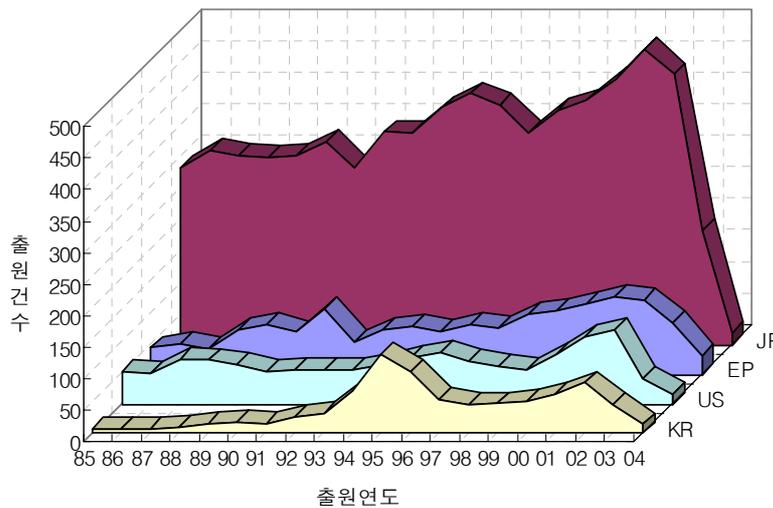
산업용 펌프에 대한 각 국가의 출원 비율을 살펴보면 <그림 3-16>에서 처
 럼 일본에 다소 집중되어 있는 것을 알 수 있다. 일본의 출원이 전체
 64%를 차지하여 가장 높았고 그 다음으로 유럽이 15%를 차지하였으며,
 미국은 13%, 한국은 전체 8%로 가장 적은 출원비율을 보이고 있다. 또,
 각 국가의 연도별 출원 추이를 <그림 3-17>을 통해 비교하여 보면 일본
 에 의해 전체 출원추이가 주도되는 것을 알 수 있으며, 전체적으로 1990
 년대 중반과 2000년대 초반에 활발한 출원이 이뤄졌음을 알 수 있다. 여
 기서 일본 특허와 한국특허의 경우, 특허공개 자료이므로 미국특허등록
 자료와 산술적 비교는 의미가 없겠지만, 이러한 점을 감안하더라도 일본

이 다른 나라에 비해 높은 특허출원을 보여 이 분야의 기술을 이끌어가고 있음을 알 수 있다.

<그림 3-16> 국가별 출원 비율



<그림 3-17> 국가별 연도별 출원동향



나. 특허기술동향 비교

(1) 국내

국내의 산업용 펌프에 관한 특허기술 중에서 최근 5년 내에 출원된 특허를

기준으로 하여 주요 원인의 특징적인 기술을 추출하여 살펴보도록 하겠다.

한국의 경우 엘지전자, 대우전자, 삼성전자, 현대자동차, 기아자동차 등 한국기업 뿐 아니라 일본의 에바라사, 독일의 로베르트 보쉬사 등 해외 기업의 국내 진출도 활발하였다.

국내 펌프제조업체들의 역사는 대체로 짧고, 4개 사의 대기업과 다수의 중소기업이 펌프시장에 참여하고 있으며, 개방된 국내 펌프시장에서 선진 외국업체와의 치열한 혼전이 벌어지고 있는 양상이다.

이 중 린나이코리아에서 출원한 등록특허 제0381279호는 고압펌프에 관한 특허이다. 주 내용은 업소용 식기세척기 등에 장착되어 고온수를 순환시키는 과정에서 모터 및 펌프 구동부에 발생하는 고열을 모터 구동시 흡입되는 외부공기를 이용하여 직접적으로 냉각시킬 수 있도록 한 것이다.

사업 규모가 비교적 큰 발전소용 펌프시장에서는 대기업체인 현대중공업의 출원특허 제2000-0052256호에서 우수 펌프 자동화 장치에 관한 특허로 선박 건조시 우천으로 기관실과 선창에 고인 빗물을 제거하기 위해 많은 시간과 인력이 투입되고 있어 무인으로 스스로 빗물을 감지하고 작동된 후 고인 빗물이 완전히 제거된 후 자동으로 정지하는 장치가 내장된 펌프에 관한 것이다.

한국원자력연구소에 출원한 등록특허 제0482982호는 영구자석을 이용한 무누출 자석펌프에 관한 것으로, 고가의 메카니컬 씰을 사용하지 않고도 완벽한 밀폐가 가능하여 유지비를 절감할 수 있고, 비동질자석을 이용하여 커플링간의 전단자기력을 극대화시킴으로써 고온, 고압의 유체를 펌핑하는데 적합할 뿐만 아니라 유해물질 및 환경오염물질을 포함한 유체의 펌핑시 누설방지용으로 탁월한 효과를 갖는 무누출 자석펌프를 제공하는 장치에 관한 것이다.

또 현대자동차에서 출원한 출원특허 제2001-0074521호는 워터펌프에 관한 특허로 냉각수의 유입 및 유출 측의 압력차를 줄여 캐비테이션 발생을 감소시킴으로써 펌프 성능을 향상하고 수명을 연장할 수 있는 워터펌프에 관한 것이다.

이 외에도 현대자동차에서는 등록특허 제0428345호, 제0412560호, 제0427934호, 제0412591호 등 워터펌프 관련 특허가 다수 출원되었다.

<표 3-4> 국내 주요특허 리스트

출원번호	출원일	대표출원인	명 칭
2000-0052256	2000-09-05	현대중공업	우수 펌프 자동화 장치
2000-0057725	2000-09-30	린나이코리아	고압펌프
2000-0057727	2000-09-30	린나이코리아	고압펌프용 임펠러
2000-0083430	2000-12-28	현대자동차	워터펌프의미캐니칼 시일 구조
2000-0086027	2000-12-29	월로펌프	자동 펌프
2001-0031898	2001-06-08	현대자동차	가변 베인이 형성된 워터펌프의 임펠러
2001-0046112	2001-07-31	덕지산업	펌프
2001-0051736	2001-08-27	포항산업 과학연구원	액체 순환형 시스템에서의 펌프부하 감소 방법
2001-0061104	2001-10-04	한국수력원자력 한국원자력연구소	냉각재 순환펌프의 일차냉각수 유입 저감 장치
2001-0074521	2001-11-28	현대자동차	워터펌프
2001-7001572	2001-02-06	로베르트 보쉬 게엠베하	연료 공급용 액체 펌프
2001-7010049	2001-08-09	아이산 고교 가부 시키가이샤	유체 펌프
2002-0024845	2002-05-06	신한일전기	인버터 펌프의 압력 제어 방법
2002-0025026	2002-05-07	신한일전기	순차 모드시 펌프동작 제어 방법
2002-0028730	2002-05-23	금정공업	수중 모터 펌프의 터미널 보드
2002-0041888	2002-07-18	(주)대진정공	진동센서가 구비된 수중펌프
2002-0047757	2002-08-13	대금산업	건설 및 산업현장용 수중 모터펌프
2002-7008193	2002-06-24	로베르트 보쉬 게엠베하	전기 모터 구동식 펌프 및 펌프 제조 방법
2003-0014126	2003-03-06	한국원자력연구소	자석커플링과 임펠러가 일체화된 무누출 자석펌프
2003-0014999	2003-03-11	에바라 세이사쿠쇼	가변각 유체안내 장치를 구비한 터보기계 장치
2003-0099520	2003-12-30	에바라 세이사쿠쇼	가변안내 장치를 구비한 유체기계
2003-7000646	2003-01-16	로베르트 보쉬 게엠베하	특히 연료 탱크로부터 차량의 엔진으로 연료를 공급하기 위한 유동식 펌프
2004-7011940	2004-08-02	로베르트 보쉬 게엠베하	유체 펌프

(2) 국외

국외에 출원된 산업용 펌프에 관한 특허기술은 국내보다 훨씬 먼저 연구 개발되어져 왔고 그 수적인 면에서나 질적인 면에서 우수하다. 따라서 그 핵심 기술에 대한 주 내용은 2장의 기술동향 및 전망에서 충분히 다룬 것으로 판단되어 지므로 본 장에서는 최근 개발되고 있는 연구 동향을 살펴보기 위해 최근 5년 내에 출원된 특허를 기준으로 하여 주요 출원인들의 특징적인 기술을 추출하여 살펴보도록 하겠다.

일본의 EBARA사에서 출원한 일본 출원특허 제2000-001008호는 와류형 펌프에 관한 특허로 축동력의 변화를 최소한으로 억제하면서 펌프 성능 특성을 향상할 수 있도록 한 소용돌이 형태 펌프를 제공한다.

또한 EBARA사의 미국 등록특허 제6409468호는 터보분자펌프에 관한 특허로서, 고정자부상의 정지베인과 엇갈리는 회전자부상의 회전베인을 구비하는 배기 베인부를 포함하는 케이싱을 포함하여 구성되며, 상기 배기 베인부는 축방향 배기 베인부 및 상기 축방향 배기 베인부의 하류에 배치된 래디얼 배기 베인부로 구성되는 것을 특징으로 하는 터보 분자 펌프이다. EBARA사는 상기의 특허 이 외에도 미국 등록특허 제6872051호, 제6595746호 등을 출원하였다.

ROBERT BOSCH사의 일본 출원특허 제2000-597554호는 냉각수용의 펌프에 관한 특허로 펌프실 안에 회전 가능하게 지지된 날개바퀴와 날개바퀴를 회전 구동하기 위한 여자 장치와 해 여자 장치를 위한 제어 회로가 마련되어 있는 형식에 관한 특허이다.

또한 동사의 일본 출원특허 제2001-512190호는 액체 펌프에 관한 특허로 특별히 자동차의 냉각 회로/가열 회로에 사용되는 액체 펌프가 claw pole 구조의 스테이터와 그 스테이터로부터 관에 따라서 분리되는 동시에 냉각수중에 침지됐던 날개바퀴를 형성하는 로터를 갖고 있는 것을 특징으로 하는 특허이다.

또 ROBERT BOSCH사의 유럽 출원특허 제00989800호는 모터 하우징을 갖는 액체 펌프와 모터 하우징 제조 방법에 관한 것이다. 이 외에도 ROBERT BOSCH사는 유럽 출원특허 제02735045호, 제02781135호 등 다

수 특허를 보유하고 있다.

KSB사의 출원특허를 살펴보면 일본 출원특허 제2003-390257호는 원심 펌프에 있어 결함을 조기에 검출하는 방법 및 그 장치에 관한 특허로 기존의 부품을 주로 이용하고 임박한 결함에 관한 신뢰도의 높은 정보를 가져오는 원심 펌프에 있어서 결함을 조기에 검출하는 방법 및 그 장치를 제공하는 것에 관한 것이다.

이 외에도 미국 등록특허 제6561754호, 유럽 출원특허 제01124824호, 유럽 출원특허 제03014788호 등 다수 출원하였다.

<표 3-5> 국외 주요특허 리스트

특허번호	특허일	대표출원인	명칭
2000-001008	2000-01-06	EBARA	와류형 펌프
2000-005627	2000-01-14	SHIMADZU	진공 펌프
2000-006799	2000-01-14	ASMO	유체 펌프 장치
2000-020682	2000-01-28	EBARA	수중 모터 펌프
2000-221057	2000-07-17	HITACHI	다단 펌프
2000-339169	2000-11-07	EBARA	모터 펌프
2000-597554	2000-02-01	ROBERT BOSCH	냉각수 펌프
2001-306490	2001-10-02	EBARA	진공 펌프
2001-512190	2000-07-12	ROBERT BOSCH	액체 펌프
2002-538051	2001-09-20	ROBERT BOSCH	전동 모터에 의하여 구동되는 펌프 및 이와 같은 펌프를 제조하기 위한 방법
2003-390257	2003-11-20	KSB AG	원심 펌프에 있어 결함을 조기에 검출하는 방법 및 그 장치
2000-647466	2000-09-29	EBARA	Turbo-molecular pump
2001-451146	2001-12-28	EBARA	Fastener and fastening method
2001-647531	2001-01-30	EBARA	Mixed flow pump
2001-743032	2001-01-04	KSB AG	Inlet structure for pump installations
2001-826872	2001-04-06	HITACHI	Pump

<표 3-5> 국외 주요특허 리스트(계속)

특허번호	특허일	대표출원인	명칭
2001-861442	2001-05-21	Grundfos Pumps Manufacturing	Variable width pump impeller
2002-247092	2002-09-19	Grundfos a/s	Centrifugal pump
2002-333077	2002-04-17	ROBERT BOSCH	Pump for pumping fuel from a tank to an internal combustion engine of a motor vehicle
2003-717121	2003-11-19	GENERAL MOTORS	Water pump and method of closure
00128058	2000-12-21	Grundfos a/s	Self priming pump
00941982	2000-05-25	KSB AG	Balancer for multistage centrifugal pumps
00989800	2000-11-23	ROBERT BOSCH GMBH	Fluid pump with a motor housing and a method for the production of a motor housing
01108605	2001-04-05	HITACHI	Centrifugal pump
01124824	2001-10-18	KSB AG	Magnetic coupling for a centrifugal pump pumping hot fluids
02016058	2002-07-19	WILO	Automatic pump
02022090	2002-10-02	WILO	Battery drive circulation pump
02735045	2002-04-17	ROBERT BOSCH	Flow-type pump, particularly for delivering fuel out of a tank to an internal combustion engine of a motor vehicle
02781135	2002-10-14	ROBERT BOSCH	Liquid pump
03006417	2003-03-21	Grundfos a/s	Motor pump
3014788	2003-06-28	KSB AG	Venting system for submersible pump
03027121	2003-11-26	WILO	Centrifugal pump
03701818	2003-01-21	EBARA	Multistage pump
03701819	2003-01-21	EBARA	Impeller
04004663	2004-03-01	GENERAL MOTORS	Engine water pump with improved water seal
04008290	2004-04-06	KSB AG	Canned motor pump

IV. 시장동향 및 전망

1. 개요

펌프는 산업 전반에 걸쳐 폭넓게 사용되고 있으며, 그 종류 또한 매우 다양하다. 따라서 펌프시장의 현황을 파악하기란 그다지 쉽지 않다.

현재 국내 펌프시장은 WTO체제 출범 및 OECD 가입과 더불어 완전 개방되었으며, 선진 외국 업체와 무한경쟁을 벌여야 하는 시대로 돌입했다. 경쟁력을 어느 정도 갖추고 있는 타 분야와는 달리 국내 펌프 생산업체들은 기술력이나 자본 면에서 매우 취약하기 때문에 더욱 심각한 위기에 직면하고 있다. 또한, 환경문제에 대한 인식이 바뀜에 따라 펌프가 사용되는 분야에서 법적인 규제가 점차로 증가하고 있으며, 펌프시장은 민간기업의 설비투자나 사회간접자본의 투자에도 많은 영향을 받고 있다.

1990년대 후반부터 2000년대 초반까지 세계 펌프 산업의 가장 큰 특징 중 하나는 펌프 제조업체들 간의 활발한 인수·합병으로 볼 수 있다. 특정 분야에 전문 기술과 마케팅 능력을 지닌 업체들간의 인수·합병은 각 업체의 사업 부문의 중복 투자 및 시장에서의 과다 경쟁을 피할 수 있기 때문에 보다 효율적이며 경제적인 방법이 되고 있다. 미국은 장기간의 경제 호황과 달러 가치의 금융에 힘입어 기업체의 인수·합병 및 조직의 거대화에 가장 적극적이었는데, ITT Industries Inc.는 ITT Industries Inc.는 Allis-chalmers Pump, Bell & Gossett, Flygt, Goulds, Lowara, Richter 및 Vogel사를 인수 합병함으로써 세계제일의 펌프 제조업체가 되었고, 영국의 Weir Group은 Warman International을 인수하여 펌프 사업을 더욱 강화하였다. 또한 미국의 BW/IP Inc.와 Durco International Inc이 합병하여 Flowserve Corporation이 펄프 및 제지 산업용 펌프 사업을 인수하여 매출을 늘리기도 하였다.

최근의 경향도 펌프 제조업체들 간의 기술제휴 및 합병의 추세가 이어지고 있으며, 기술적으로 점차 수요자의 요구에 알맞은 맞춤형 펌프를 개발하여 보다 폭넓은 시장을 형성하고 있다.

2. 세계 펌프 시장 동향

가. 시장규모

펌프 제조업체는 소규모 중소기업으로부터 수천 명의 종업원과 여러 나라에 제조공장을 보유한 다국적 기업에 이르기까지 그 규모에 있어서 차이가 크다. 현재는 세계적으로 대형업체와 중소기업들 사이의 인수합병이 주목할 만한 추세이다.

세계 주요 국가의 펌프 시장 규모가 가장 큰 나라는 미국으로서 세계시장의 30%나 차지하고 일본은 세계시장의 약 15%를, 독일은 약 9%의 차지하고 있다. 시장 규모 면에서는 미국이 두 번째로 큰 일본의 약 2배, 세 번째인 독일의 3.3배를 넘을 만큼 방대하다. 독일 펌프전문 회사인 SIM 사의 매니저인 Dr. Wittekindt & Partner와 공동으로 OneStone 컨설팅 그룹에 의해서 2004년 11월에 발표된 자료에 의하면 액체 펌프만의 세계시장규모는 2005년에 210억불 정도로 전망되고 2015년에는 280억불로 증가할 것으로 예상된다. 펌프의 종류에 따른 시장 점유율도 살펴보면 넓은 의미의 원심 펌프로서 터보형 펌프가 거의 전체의 1/2을 차지하고, 예비품이 약 1/3을 차지하고 있다. 또한 미국의 전체 펌프시장은 연평균 4.4%씩 성장해 2004년에 약 780억불 정도로 추산되고 있고, 이 같은 성장률은 향후에도 이어질 것으로 예측되고 있다.

영국의 펌프 산업은 최근 들어 혼란스런 조건의 시기를 겪고 있다. 내수적으로는 시장이 상대적으로 안정화되었지만, 중국, 아시아, 극동, 및 북 및 남미와 같은 해외에서 시장이 팽창하고 있어서 산업을 지지하고 있다. 영국의 펌프 시장은 2004년에 생산자 가격으로 약 7억 5,770만 파운드 정도이다. 이 크기는 2003년과 유사한 값으로 영국 시장의 안정화에 의해서 시장의 크기가 변화가 거의 없다고 할 수 있다. AMA Research에 의하면 영국시장은 1998년부터 2004년까지는 극히 낮은 성장률을 보였고, 2005년부터 2009년까지는 1-2% 정도 성장률로 성장할 것으로 예측된다.

나. 업체 현황

대표적인 미국의 주요 펌프 제조, 판매업체로는 Argo-Tech, Imo Industries, Nash Engineering, Putzmeister America, Sterling Fluid Systems, Tuthill 등이 있다. 미국 내에 존재하는 산업 및 상업용 펌프 제조업체는 1997년에 670개 사에서 최근에는 약 700여 개로 늘어나고 있는 추세이다. 현재 캘리포니아와 텍사스주에는 100개 이상의 펌프업체가 있는 것으로 알려져 있다.

한편 덴마크의 DANFOSS사는 1933년도에 설립한 이후 각종 펌프 및 지역 난방시스템에 특화, 현재 21개국에 53개의 생산라인을 갖추고 있으며 100개국 이상에 세일즈 에이전트를 운영하고 있는 세계적인 다국적 기업이다.

남아공 대형 펌프제조 및 판매회사인 Howden Pump사와 Orbit Pump사가 합병하는 등 경쟁력 강화를 위한 다각적인 노력을 시도하고 있다.

일반 펌프류 분야에서 가장 좋다고 평가받고 있는 브랜드는 이탈리아산 Loware로 많은 업체들이 Loware가 생산한 펌프를 모방하여 제품을 생산하고 있는 것으로 밝혀지고 있다. 프랑스로 회사인 Alstom사도 일반 펌프류 분야에서 강세를 나타내고 있다.

Electrical Pump의 경우, Siemens, ABB, Breda 등 외국계 다국적 회사뿐만 아니라 브라질계 그룹인 Zest사 등이 알려진 회사이다.

1990년대 후반부터 2000년대 초반까지 펌프 제조업체들 간의 활발한 인수 합병이 이루어졌는데, 이중 미국은 가장 적극적이었다. 예를 들면 ITT Industries Inc.는 Allis-chalmers Pump, Bell & Gossett, Flygt, Goulds, Lowara, Richter 및 Vogel사를 인수 합병함으로써 세계제일의 펌프 제조업체가 되었다. 영국의 Weir Group은 1999년 광산용 펌프 분야에서 세계 시장을 리드하고 있던 Warman International을 인수하기도 하였다. 2000년에 들어와서는 미국의 BW/IP Inc.와 Durco International Inc의 합병으로 탄생한 Flowserve Corporation이 Ingersoll-Dresser Pumps의 펄프 및 제지 산업용 펌프 사업을 인수하여 매출액의 30%를 늘리기도 하였다.

펌프 매출액을 기준으로 펌프 제조업체의 세계 상위 20개를 제조사를 <표 4-1>에 순서대로 나타내었다. 그룹간의 글로벌화가 이루어지면서 펌프시장에 상당한 영향력을 행사하게 된 기업을 포함하더라도, 상위 20개 회사 중 9개 회사가 미국기업인 것을 확인할 수 있다. 이는 펌프에 대한 세계시장에 미국 기업이 매우 활발히 진출해있고 또한 그만큼 기술적인 측면에서도 타국가

타기업에 비해 경쟁력을 갖추고 있다는 것으로 해석할 수 있다.

<표 4-1> 세계 주요 펌프 제조업체

(단위 : 1,000 US\$)

순위	제조업체	국가	매출액	순위	제조업체	국가	매출액
1	ITT Fluid Tech.	USA	1,770	11	Flowserve	USA	380
2	Ebara	Japan	1,300	12	Ilex	USA	350
3	Grundfos	Denmark	1,000	13	Sterling	Netherland	350
4	KSB	Germany	950	14	ABS	Sweden	320
5	Ingersoll-Dresser	USA	910	15	Hamilton	USA	310
6	Wier	UK	830	16	Hitachi	Japan	300
7	Sulzer	Swiss	550	17	Colfax	USA	280
8	Pentair	USA	450	18	U n i t e d Dominion	USA	280
9	Wilo-Salmson	Germany	430	19	Tsurumi	Japan	230
10	Wicor	USA	420	20	Torishima	Japan	200

(자료 : 이봉주, "유체기계산업의 현황," 유체기계저널 6권1호)

다. 해외 시장 동향

McIlvaine 사의 조사에 의하면 미국의 펌프시장 규모는 630억 달러 정도이며, 연평균 4.4%씩 성장하고 있다고 한다. 미국에는 약 300개 이상의 제조업체가 거대한 미국 펌프시장을 놓고 경쟁하고 있다. 미국 펌프 시장은 3대 펌프 제조업체가 전체 시장의 약 20%를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 그리고 매출액 상위 25위 업체들이 전체 시장의 50%를 점유하고 있다. 산업용 원심펌프는 전체 펌프 시장의 50%를 차지하는 가장 큰 시장이다. Submersible effluent 펌프시장은 꾸준히 연간 6%대의 성장률을 보인 결과, 2003년에는 5%의 시장 점유율을 나타내었다. 또한 submersible domestic 펌

프는 4%의 시장 점유율을 보이고 있다. 미국의 펌프 부품 시장은 펌프 시장의 성장 추이와 같은 궤적을 나타내고 있다. 따라서 미국 펌프 시장의 생산 및 수급 동향은 펌프 부품 시장의 수급 동향과 일치할 것으로 예상된다.

2001년 미국의 펌프 수입 규모는 26억 달러 정도인데, 이중 독일이 5억 달러로 가장 많으며, 펌프 수입시장의 19%를 차지하고 있다. High-End용 펌프의 경우, 독일산이 주종을 이루고 있다. 한편 펌프는 미국에서 무관세로 동등한 자격으로 수입제품이 미국 제품과 경쟁할 수 있는 장점이 있다.

영국의 산업용 펌프 수요는 90년대 중반부터 말까지 부진을 면치 못한 바, 이는 펌프를 부품으로 하는 제조업의 경기 불황 및 파운드화의 강세, 원유가격 하락에 따른 경기 부진 등이 겹쳤기 때문이다. 그리고 수출 호조에 힘입어 생산은 활발히 이루어졌으나 파운드화의 강세로 영국산 산업용 펌프 경쟁력은 약화되고 있다. 이에 따라 펌프 생산 대기업 가운데 Weir Pumps를 제외하고는 대부분 미국기업에 의해 인수되거나 다른 유럽 국가에서 진출한 기업들이 생산을 담당하게 되었다. 또한 국제화라는 시대적 조류와 유럽 단일시장의 진전 등으로 펌프업계에도 많은 M&A가 이루어졌다.

영국 펌프업계의 이 같은 어려운 상황은 2000년 들어 다소 개선되기 시작하였고 2001년, 2002년에 약간씩 회복되었다. 2002년 영국의 산업용 펌프 시장규모는 부품 및 서비스 포함 약 7억740만 파운드였던 것으로 집계되었다. 한 보고서에 따르면 영국의 동 산업 시장은 2004년에 7억 5,770만 파운드(1999년 불변가격 기준)로 증가, 꾸준한 회복세를 보인 것으로 집계되었고, 이같은 현상은 향후 지속될 것으로 전망하고 있다.

<표 4-2> 영국의 산업용 펌프시장 규모 현황

(단위 : 백만파운드)

	2000	2001	2002	2003	2004
산업용 펌프	366.2	367.9	378.6	388.6	406.2
펌프 부품	212.8	214.9	221.3	228.0	236.0
수리 및 보수서비스	66.0	67.0	68.5	70.0	72.0
설치 서비스	35.0	37.0	39.0	42.0	43.5
계	680.0	686.8	707.4	728.6	757.7

(정보원 : Key Note Report)

영국의 펌프 공급업계는 크게 두 부류로 나눌 수 있는데, 한 부류는 북해 유전 탐사시 축적된 노하우를 기초로 이 부분에서 필요로 하는 매우 정교한 펌프를 제공하는 등 특수 펌프를 취급하는 경우와, 다른 부류는 일반화된 표준규격의 펌프를 공급하는 경우로 나눌 수 있다. 영국의 산업용 펌프 부품 시장규모는 2000년 2억 1,200만 파운드, 2001년 2억 1,490만 파운드, 2002년 2억 2,130만 파운드로 매년 증가추세에 있으며, 산업용 펌프 시장규모의 약 58%에 달해, 부품시장 규모가 매우 큰 것을 알 수 있다.

영국에서의 펌프를 제조하고 있는 기업은 외국기업이든, 외국기업의 자회사이든 불문하고 매우 특화된 제조분야에 집중하고 있다. 펌프의 특성상 최종 소비자가 요구하는 특정 조건을 전부 만족시켜야 하기 때문에 오랜 경험과 숙련은 최종 소비자들이 구매를 결정하는 가장 중요한 요소이다. 특히 석유화학 분야에서는 특별한 스펙의 펌프를 요구하는 경우가 많다. 외국의 수출업자 및 중소 제조사들은 직영점 운영, 또는 에이전트, 유통상을 통해 물건을 공급하고 있다. 직영점 또는 에이전트, 유통상들은 단지 물품을 유통시키는데 끝나지 아니하고 설치 및 보수, 수리 등 A/S를 제공하고 있다.

일본의 경우, 2000년도에 들어 IT산업의 호황으로 민간설비투자가 증가하고 수출이 호조를 이루는 등 기계산업이 성장하면서 펌프류의 생산도 크게 상승하였으나 2001년도에는 기업수익의 악화 및 IT불황에 따른 관련 산업의 제고조정으로 기계수주의 커다란 비중을 점하는 설비투자가 하락하였고, 미국경제, 아시아경제의 후퇴로 인한 수출부진으로 생산액이 전년도 대비 8.6% 감소한 것으로 나타났다. 이에 따라 펌프시장은 전력, 대리점용의 수요는 증가하였으나 전년에 호조를 보인 정밀기계용 수주가 감소하였고, 관공서수요도 감소하였다(표 4-3).

그러나 일본의 공작기계공업회의 주요품목별 전망 근거에 따르면, 2004년도 후반 이후 유가상승 및 미국, 중국의 긴축정책으로 인한 수요의 둔화로 일본 경제의 회복세에 마이너스적 요인이 되기도 하였지만, 이는 전반적으로 일본 경제의 회복기조에는 크게 영향을 미치지 않아 향후 3년 간 펌프류를 포함한 일반기계류의 생산추세는 지속적인 높은 신장세를 유지할 것으로 전망하고 있다.

<표 4-3> 일본의 펌프 생산동향

(단위 : 억엔, %)

구분	1998년		1999년		2000년		2001년		2002년	
	금액	증감율	금액	증감율	금액	증감율	금액	증감율	금액	증감율
펌프	3,656	-8.0	3,451	-5.6	3,672	6.4	3,356	-8.6	3,382	0.8

(자료 : 기계통계요람2002, 일본기계공업연합회;(사)일본산업기계공업회, 일본회계년도 기준)

<표 4-4>에서 확인할 수 있듯이, 일본의 펌프 및 압축기에 대한 수입량은 수출량에 비해 거의 두 배를 상회하고 있는 것을 알 수 있다. 또한 전체 펌프수입액의 약 40%에 해당하는 부품을 해외에서 조달하고 있는데, 이는 미국을 비롯해 한국과 중국 등지에서 수입하는 물품이 주종인 것으로 파악되고 있다.

<표 4-4> 일본의 품목별 연간 수출·입액

(단위 : 천불)

		1999년	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년
펌프 및 압축기	수출	565,182	677,059	664,472	713,316	901,913	1,117,311
	수입	1,034,190	1,110,321	1,107,555	1,393,685	1,517,279	1,819,925
	무역수지	-469,008	-433,562	-443,083	-680,370	-615,367	-702,614
액체펌프	수출	74,253	111,913	99,840	106,594	145,805	216,782
	수입	568,638	400,822	425,111	567,148	625,966	720,478
	무역수지	-494,385	-288,909	-325,271	-460,554	-480,161	-503,696
기체펌프 및 압축기	수출	46,2672	527,583	529,455	562,896	692,835	822,439
	수입	388,074	629,043	608,657	738,071	780,834	955,025
	무역수지	74,598	-101,461	-79,202	-175,175	-87,999	-132,586

(자료 : 부품·소재산업 무역통계연보 2005, 산업자원부)

덴마크의 세계적인 펌프 및 지역난방시스템 생산업체인 DANFOSS사의 해외 수출이 호조를 보이고 있는 것으로 나타나고 있다. 2003년 기준 1~9월간

DANFOSS사의 총 판매고는 18억 달러로 전년동기대비 2.3%가 증가했으며, 2003년 1년 간 순이익 1억6천만 달러 정도였다. 덴마크의 경우 펌프 및 지역 난방시스템 총 생산의 약 80% 이상을 수출에 의존하고 있는데 금년에는, 특히 동구지역 및 아시아지역으로의 수출이 두 자리 이상 증가하고 있는 것으로 나타나고 있다. 또한 서유럽 시장도 최근 몇 년 간의 슬럼프에서 벗어나 금년부터 다소 활기를 찾고 있어 DANFOSS사의 해외수출은 향후 더욱 큰 폭으로 늘어날 전망이다.

2001년 남아공 대형 펌프제조 및 판매회사인 Howden Pump사와 Orbit Pump사가 합병하는 등 경쟁력 강화를 위한 소규모 회사들이 합병 등 체질 개선을 하고 있는 가운데 2002년부터 남아공 펌프류 수입이 급증세를 보이고 있다. 남아공 무역산업부 무역통계에 따르면 액체 펌프의 경우 란드화 기준으로 2001년 약 30% 수입이 증가했고 2002년부터 수입이 크게 상승한 것으로 나타나고 있다. 남아공 내에서 플라티늄, 아연 등 각종 광산개발 프로젝트가 계속 추진되고 있는 가운데 광산 및 석유화학산업 분야에 사용되는 펌프가 중장기적으로 수요의 핵심을 차지할 전망이다. 또한 농업분야의 경우 몇 년간 침체기를 맞았으나 최근 남아공 정부가 농민을 대상으로 한 인센티브를 확대함에 따라 침체되었던 농업 분야가 어느 정도 회복될 것으로 보여 농업용 펌프의 수요도 완만한 증가세를 보일 것으로 예상된다. 남아공 정부가 농촌 지역을 대상으로 하수도 보급 및 급수시설 보급을 확대하는 정책을 꾸준히 추진함에 따라 급수 및 하수용 펌프의 수요도 증가할 것으로 보인다.

남아공에서 생산된 제품은 탄자니아, 나이지리아, 우간다 등 인근 아프리카 국가로 수출되고 있으며 수입의 경우 엔지니어링 선진국분야인 독일, 미국, 이탈리아, 일본, 영국이 남아공시장을 잠식하고 있는 상황이다. 남아공 내에서 펌프를 사용하는 End-User의 경우 국제적 펌프브랜드를 선호하고 있으며, 남아공 제품의 품질수준이 국제적 수준에 비해 미달하는 것으로 생각하고 있는 경향이 있어 그만큼 소비자가 수입산 유명 브랜드 제품을 선호하는 경향이 있는 것으로 나타나고 있다. 작년 한국은 액체펌프분야에서 남아공에 약 79만달러를 수출한 것으로 나타나고 있다.

펌프 유형별로는 관개시설 및 하수용 펌프의 경우 남아공에서 생산된 제품의 90%가 자체수요로 충당되고 있어 남아공산의 경쟁력이 강한 반면 광산,

석유화학, 관정개발에 사용되는 200~2,000kV의 고전압, 고압력, 대용량, High Velocity 펌프 및 Electrical Pump의 경우 자체 수요 충당은 미비한 것으로 나타나고 있다.

외국기업의 시장 장악률이 높은 Electrical Pump의 경우 브라질계 그룹인 Zest사가 전체시장의 약 68%의 시장점유율을 보이고 있다. 기타 Siemens, ABB, Breda 등 외국계 다국적 회사가 남아공에 진출해 있는 상태이며, 남아공 자국 회사로는 Femco사가 유일하게 Electrical Pump를 약 12% 시장점유율을 차지하는 것으로 알려져 있다.

펌프류 유통시장의 경우 많은 유통업체가 있는데 유통시장을 장악하고 있는 회사는 Howden Pump사로 약 38%의 유통시장 점유율을 보이고 있으며 동제품의 수입관세는 없다.

사우디는 대부분의 물을 담수화공장에서 공급받고 있는데 공급량이 부족해 주요도시에서는 아직도 단수와 제한급수를 하고 있어 음식점, 상가, 빌딩은 물론 거의 모든 가정에서 옥상에 대형탱크를 설치, 일정량의 물을 저장했다가 사용하고 있다. 따라서 수도관을 통해 공급된 물을 옥상으로 끌어올리기 위해 동력을 이용한 펌프사용이 보편화되어 있어 매년 일정규모의 모터펌프 시장이 확보되어 있으며 인구가 계속 증가함에 따라 수요는 확대될 것으로 전망된다.

사우디 중앙은행이 발표한 자료에 의하면 현재 일일 물 소비량은 10억 6,200만^m에 달하고 있으며 인구증가율은 2.5%이다. 물 공급을 위한 모터펌프의 연간수요는 99년 기준 19만3천대로서 이중 14만5천대를 자국산으로 충당하고, 나머지는 수입하였다. 사우디는 모터 펌프를 12개 공장에서 생산하고 있는데 일부공장은 부품을 수입, 조립하는 수준이다. 그리고 펌프의 생명인 모터는 전량을 수입에 의존하고 있는데 이탈리아산과 미국산이 시장을 석권하고 있다.

연간 수입규모가 1,200만 달러 정도인 모터펌프는 최근 3년 간 수입실적이 매년 줄어들고 있다. 미국과 이탈리아는 모터 공급뿐만 아니라 완제품 시장에서도 압도적인 우월적 지위를 누리고 있는데 시장점유율이 무려 90%이상을 차지하고 있다. 한국산 모터펌프는 꾸준한 수요증가가 예상된다.

베네수엘라의 물펌프 시장규모는 연간 8백~1천만 불 규모로 추산된다. 현

지의 생산규모는 약 4백만 불 수준이고, 수입액이 연간 약 3백~4백만 규모이다. 따라서, 현지생산품과 수입제품이 전체 물펌프시장의 약 50%씩을 점유하고 있다. 베네수엘라 제조업체는 없으나, 미국의 BOMBAS GOULD DE VE-NEZUELA, C.A와 독일의 KSB Venezolana C.A가 현지에 투자 진출하여 현지에서 생산 및 판매활동을 하고 있으며, 2개 업체의 생산규모가 약 4백만 불에 이르고 있다.

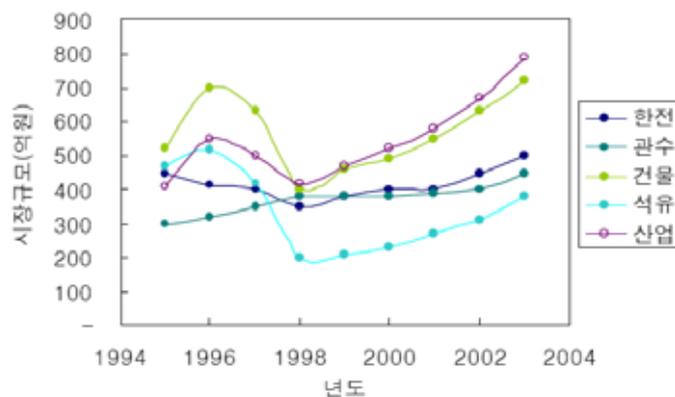
3. 국내 펌프 시장 동향

가. 시장규모

현재 우리나라의 열·유체 품목 유체기계의 시장규모가 연간 5,000~6,000억 원로 추정되고 있다.

이하, 2003년 유체기계공업학회에서 조사한 자료를 토대로 국내시장을 살펴보면 <그림 4-1>과 같다. 그림에서 보듯 국내의 펌프산업 시장은 2003년 기준 2,840억원 정도이고, 수출 비율은 국내시장의 10%에 지나지 않고 있다. 이러한 추세를 살펴보면 IMF가 시작된 1997년부터 감소경향을 나타내다가 2000년도부터는 크게 다시 증가하는 경향을 보이고 있다. 이러한 경향은 모든 분야에서 같은 추세를 나타내었으나 관수분야에서 IMF의 영향을 받지 않고 있음을 알 수 있었고, 2003년이 2000년과 비교하면 약 40%이상의 성장을 달성하였다.

<그림 4-1> 국내 펌프 시장 현황



(자료 : <http://www.kfma.or.kr>. 유체기계공업학회 펌프분과)

한국 경제는 80년대 9% 정도의 고도성장을 보였는데 반해, 90~96년 동안은 연평균 7.7%의 안정된 경제성장률을 나타내었다. 92~93년 한국 경제는 수출부진으로 경기침체를 나타내었으나, 94~95년 수출회복과 투자증가에 힘입어 9%에 가까운 성장률을 보이기도 하였다. 이러한 경향은 국내 펌프제조업체의 매출액에도 상당한 영향을 끼쳐 92~96년 동안 국내 펌프시장은 연평균 13.8% 정도씩 신장하였다. 이들 중 발전소용 펌프를 생산하는 현대중공업과 석유화학 프로세스용 펌프를 생산하는 영풍정밀은 평균을 훨씬 상회하는 높은 성장률을 나타냈으며, 이는 국내 산업의 발전 방향과도 그 일맥을 같이 하고 있다.

최근 들어 다른 분야에서도 마찬가지로 구조조정과 긴축재정으로 현재의 펌프시장은 IMF이전으로 돌아가고 있으나 아직까지 건설경기가 원활히 회복되지 않아 어려운 형편이다. 그러나 2000년도에 들어와서 한국 경제가 안정 성장의 시기에 진입함에 따라, 2002년 국내 펌프시장은 4,000억 원 규모에 이를 전망이며, 이는 연평균 성장률 7.6%에 상당한다. 이런 어려운 시장을 극복하기 위하여 국내 펌프시장의 최대점유율을 차지하고 있는 효성에바라는 1995년 일본 Ebara 및 미국 Flow Serve (BW/IP)와 자본합작을 하였고, 이들과 기술 제휴를 통하여 발전소 및 석유 화학 분야의 펌프 사업을 대폭 강화하여 어려운 IMF 시절을 극복하였으며, 국내에서 가장 먼저 대규모로 펌프와 중전기 제품을 생산한 이천전기공업은 1998년 일진중공업으로 이름을 바꾸어 국내 대형 펌프회사의 자리를 이어가고 있다.

한편, 건물용 펌프를 전문 생산하는 미국의 Grundfos Holding AG 는 1989년 한국에 자본금 100%투자한 한국그런포스를 설립하였고, 가정용 온수순환 펌프를 비롯한 급수펌프 등을 수입·판매하여 국내 시장을 급속도로 잠식해가고 있다. 이와 동종 업체인 독일의 Wilo도 1991년 국내 시장에 진입하여 판매망을 구축하였으며 국내 건물용 펌프시장을 잠식하고 있다. 2000년도에는 국내 LG펌프와 손을 잡고 Wilo-LG로 병합하여 그 크기를 키웠다.

국내 시장에 진출한 외국 기업의 시장점유율은 1996년을 기준으로 국내시장의 20%정도를 차지하고 있다. 이들 다국적 선진 기업들은 건물용 및 석유화학분야의 시장에 강한 경쟁력을 지녀 급속히 국내 시장을 잠식, 앞으로도 이러한 추세를 계속될 것으로 보인다.

한편, 국내 펌프업체들의 해외수출 규모는 액체펌프 만을 기준으로 보면 2003년 한해동안 1,815만 불의 수출실적을 기록하였고, 2004년에는 2,720만 불로 약 50% 정도의 신장률을 기록하고 있다. 수입 규모는 2003년에 7,660만 불에서 2004년 7,490만 불로 약 2% 감소하였다.

<표 4-5> 품목별 연간 수출액

단위:천불

품목명	코드	2003년	2004년	증가율(%)
펌프 및 압축기	20200	81,897	99,578	22
액체펌프	20210	18,154	27,205	50
기체펌프 및 압축기	20220	63,743	72,373	14

자료: 한국기계산업진흥회

<표 4-6> 품목별 연간 수입액

단위:천불

품목명	코드	2003년	2004년	증가율(%)
펌프 및 압축기	20200	150,674	163,719	9
액체펌프	20210	76,600	74,944	-2
기체펌프 및 압축기	20220	74,014	88,775	20

자료: 한국기계산업진흥회

나. 업체 현황

국내의 펌프를 생산하는 업체는 대기업부터 자그마한 상점까지 아주 많다. 그 모든 업체들 전체를 조사한다는 것은 너무나 어려운 일이다. 따라서, 이름이 알려진 업체들을 대상으로 <표 4-6>과 같이 시장점유율을 나타내었다.

효성과 현대가 국내의 시장을 30%이상을 차지하고 있음을 알 수 있다. <표 4-6>에서 보듯이 급수용, 소방용 및 난방용 펌프인 건물용이 30%를 차지하고 있으며, 이러한 펌프를 생산하고 있는 업체는 효성, Grundfos, Wilo-LG등이다. 두 번째 큰 시장점유를 가지고 있는 것은 발전소용으로 대부분 주문제 작품이고, 이러한 펌프는 효성, 현대와 같은 대기업에서 제작하

고 있다. 그리고, 상하수도, 농업용과 석유화학용 펌프와 Cooling Pump와 같은 일반 산업용펌프의 시장점유율이 전체에서 대동소이하게 차지하고 있음을 알 수 있다.

<표 4-7> 펌프 대표 업체 및 시장 점유율

시 장	기 종	점유율(%)	참여업체
발전소용	CWP, SLP, COP BFP, RFP	20	현대, 효성
상하수도 농업용	입축, 횡축 펌프류	13	효성, 현대, 청우, 신신
건물용	급수용, 소방용	30	효성, LG
	난방용		Grundfos, Wilo
석유화학용	PROCESS PUMP	15	효성, 영풍, 청우
산업용	Cooling water pump 외	12	효성, 현대, 청우, 신신
	지역난방용		효성, 현대
	수중펌프		효성, 금정, 삼진, 태웅
	가정용 소형펌프		LG, 한일
기타	제지, 조선	10	효성, 현대, 청우, 신신, 영풍

(자료 : <http://www.kfma.or.kr>. 유체기계공업학회 펌프분과)

일반산업용, 공업용 또는 계량용 액체 펌프 양수기 및 유사장치를 제조하는 산업활동을 하는 국내 액체펌프 제조업의 시장동향을 살펴보면 다음과 같다. 여기에서 액체펌프 제조사라 함은 기체펌프 제조사를 제외한 회전펌프나 콘크리트펌프, 원심펌프, 왕복펌프, 실험실용 펌프, 액체 엘리베이터, 급수용 냉각매체용의 펌프와 같은 종류의 펌프 제조사를 포함한다.

다. 국내 시장 동향

국내 펌프제조업체들의 역사는 대체로 짧고, 4개 사의 대기업과 다수의 중소기업이 펌프시장에 참여하고 있으며, 개방된 국내 펌프시장에서 선진 외국 업체와의 치열한 혼전이 벌어지고 있는 양상이다. 사업 규모가 비교적 큰 발

전소용 펌프시장에서는 대기업체인 현대중공업, 효성에바라, 일진중공업(구, 이천전기)와 중견업체인 신신기계, 청우공업이 KBS(독일), ITT Flygt(미국), Sulzer(스위스) 등의 외국업체와 경합을 벌이고 있으며, 석유화학 프로세스용 펌프시장에서는 효성에바라, 영풍정밀, 청우공업이 Goilds(미국), Ingersoll-Rand(미국), Sundstrand(미국) 등의 업체와 경쟁하고 있다.

주로 관공서에서 발주되는 상하수도 및 관개용 펌프시장에서 효성에바라, 일진중공업, 현대중공업, 청우공업, 신신기계 등의 국내업체끼리 서로 경쟁하고 있는 반면 건물용 펌프시장에서는 효성에바라, LG전선, 청우공업, 신신기계 등의 국내업체와 한국 Grundfos나 Wilo와 함께 뜨거운 시장 쟁탈전을 벌여지고 있다.

국내업체들은 대부분 선진 외국업체와 기술제휴를 통하여 펌프를 생산 판매하고 있다. 특히, 국내 펌프 중소기업체들은 외국 선진업체나 국내 대기업제품의 모방을 통하여 펌프를 생산 판매하거나, 선진 외국 업체의 부품을 수입하여 조립 생산하고 있다. 이제는 매출액보다는 이윤 창출이 기업의 중요한 목표가 되고 있으며, 이를 위해서는 기술력을 바탕으로 한 고부가가치의 제품 개발이 필수적이다. 또한, 펌프의 수요자는 점차 고효율, 저소음 펌프와 내환경성, 고 신뢰성 펌프를 요구하고 있으며, 이에 따라 고급 기술 개발이 절대적으로 시급한 실정이다. 이는 국내 펌프업체가 세계시장으로 진출하기 위해서도 반드시 해결해야 할 과제이다.

4. 수요 예측 및 전망

산업용 펌프는 1990년대까지 일본과 미국을 포함한 북미대륙을 중심으로 시장이 성장되었으며, 2000년대에 들어서면서 아시아 지역 시장이 급성장하여 지속적으로 시장이 확대되고 있다. 현대 산업사회에서는 세계적으로 에너지와 환경의 중요성이 증대되고 있어 에너지 절약적이며 환경 친화적인 펌프 시장은 지속적으로 증대될 것으로 전망된다.

우리경제는 80년대까지 고도성장을 거듭하여 왔지만, 90년대에 접어들어서 무국경의 지구촌 경제시대에 적절하게 대응하지 못함으로써 한보, 기아 등 대기업의 연쇄부도와 금융위기로 많은 어려움을 겪었다. 특히, 1996년 국내

펌프 시장의 전면 개방에 따라 외국 기업의 직접적인 국내 진출이 가속화되고 있다. 이러한 외국 업체에 비해 국내 펌프업체는 생산 및 유지관리 체계를 구축하고 있다는 점에서 외국기업에 비교우위를 가지고 있으나, 외국 기업에 비해 낮은 품질과 낮은 기술력의 약점을 가지고 있다. 이러한 외적인 환경변화로 국내 펌프산업도 상당한 영향을 받을 것으로 예측된다.

기술력이나 자본 면에서 취약한 국내 펌프시장이 개방됨에 따라 심각한 위기를 맞고 있는 상황에서 국내 펌프산업의 보호를 위한 정책 개발은 매우 민감하고 중요한 현안으로 대두되고 있다. 정보에서는 국내시장을 개방하더라도 펌프규격이나 시설기준 등으로 눈에 보이지 않는 무역장벽을 만들고, 민간 기업에서는 국산 펌프를 선호하는 마음가짐으로 국내 펌프산업을 보호 육성해 나가야 할 것이다.

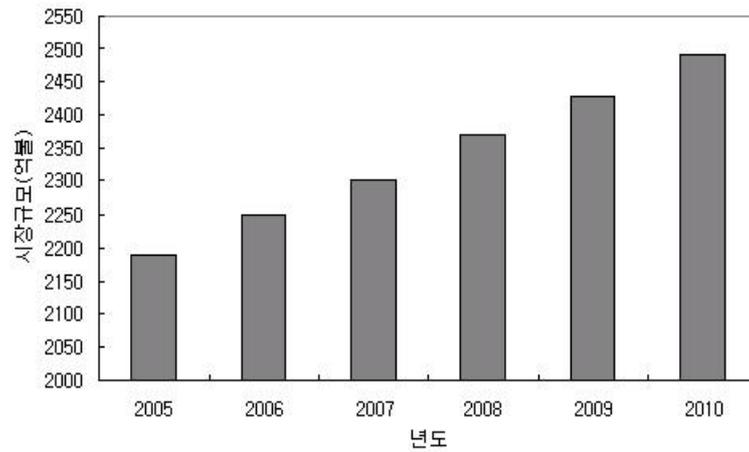
국내업체는 독자기술에 의한 펌프 생산능력이 부족하여 외국 선진업체들로부터의 기술도입이 필요하고 외국업체는 국내에 판매 및 유지관리 망을 구축하지 못하고 있기 때문에 이를 해소하려면, 국내업체는 외국선진업체와 기술 및 자본 제휴를 통하여 선진기술을 도입, 소화하여 자체 기술개발 능력을 향상시키는 것이 필요하다. 또한 세계적인 업체들간의 인수·합병이 기술뿐만 아니라 시장 영역의 확장을 초래한 만큼 특정분야에 전문기술과 마케팅 능력을 지닌 업체들간의 적극적인 인수·합병이 불가피하다고 볼 수 있다.

펌프의 경우 판매 후 A/S, Maintenance를 책임질 수 있는 미국 내 지점 또는 에이전트 없이 시장진출은 쉽지 않은 실정이다. 특히 공급업체가 많아 경쟁이 매우 치열하며, 가격보다는 상기 구매 시 고려사항들이 구매 결정에 크게 영향을 미치고 있어, 진출 초기에는 에이전트 또는 지점과 긴밀히 협조해 특수 모델별로 틈새시장을 개척하면 미국 시장 진입이 가능할 것으로 전망된다.

2005년의 세계 펌프 시장은 \$2,190억 규모로 추정되고, 세계 펌프 산업은 주요 펌프업체들이 세계 전 지역적으로 대형 프로젝트를 추진하면서 향후 5년 간은 펌프 생산이 활발해질 것으로 전망되고 있다. 또한 환경적 규제가 엄격해지면서 산업용 펌프의 부품이나 A/S 서비스 시장도 더욱 확대되어 펌프 시장의 성장에 대한 호조가 예고되고 있는데, 이 같은 추세에 따라 <그림 4-2>를 통해 세계시장의 성장 규모를 예측해 보았다. 상기 그래프에 의

하면 세계시장은 향후 2007년에 약 2305억불, 2008년에는 2365억불, 2009년에는 2427억불 그리고 2010년에는 2490억불 정도로 매년 완만한 성장세를 보이며 지속적으로 확장될 것으로 예상된다.

<그림 4-2> 세계 펌프 시장규모 예측



V. 결 론

펌프는 설비를 구성하는 약방의 감초와 같은 것으로 산업에 있어서 그 사용의 범위가 넓고 다양하여 신뢰성이 높은 기술을 확보하는 것이 중요하다. 이런 특성을 갖는 산업용 펌프는 에너지를 많이 소비하므로, 모든 에너지를 수입에 의존하는 우리나라의 경우 고효율·고성능 펌프 개발이 중요하다고 할 것이다. 우리나라는 해외 도처에서 건설 프로젝트를 수주하고 있지만 국산 펌프의 성능 저하로 인하여 주로 외국제품을 사용하게 되는 경우가 대부분이라는 것을 감안하면 기술개발을 통한 펌프성능의 고급화를 서둘러야 한다. 즉, 고효율, 저소음 펌프와 내환경성(耐環境性), 고신뢰성(高信賴性) 펌프를 수요자는 요구하고 있으므로 이를 만족하는 고급 기술을 개발하여 고부가가치 제품 개발이 필수적이다.

산업용 펌프에 대한 특허는 현재까지 꾸준히 높은 출원율을 유지하고 있는데, 특히 최근에 들어 출원이 급격히 증가하여 이에 대한 기술개발이 매우 활발하게 이어지고 있는 것을 확인할 수 있다. 이러한 추세는 고효율, 고성능, 에너지 절약형, 환경 친화적 펌프에 대한 수요 기대와 함께 더욱 가속화 되어 펌프 기술에 대한 특허출원이 더욱 많아질 것으로 전망된다.

국내 펌프시장은 생산업체들이 비교적 큰 발전소용 펌프시장에 진출하고 있는 몇몇 대기업을 제외하고는 주로 중소기업으로 구성되어 있어서 기술력이나 자본 면에서 매우 취약할 뿐만 아니라 선진국가 및 후발국가에도 경쟁력을 상실해 가는 심각한 위기에 직면하고 있다. 게다가 펌프가 주로 사용되는 분야에서 환경적인 규제가 증가하고 있고 민간 기업 설비 투자나 사회간접자본의 투자 환경에도 많은 영향을 받고 있다. 따라서 당면하고 있는 문제점을 해결하기 위해서는 업종의 전문화를 통하여 중소기업 사이의 과다 경쟁을 피함으로써 가격 경쟁력을 높이는 것이 필요하다.

또한 수입 자유화의 물결 속에서 기술력이나 자본 면에서 취약한 국내 펌프시장이 개방됨에 따라 국내 펌프 제조 산업에 심각한 위기를 맞고 있는 상황에서 국내 펌프산업의 보호를 위한 노력이 매우 민감하고 중요한 현안으로 대두되고 있다. 이를 위해서는 펌프규격, 표준 등으로 눈에 보이지 않는 무역장벽을 만들고, 관납 입찰 시 A/S가 일정기간 국내에서 이루어질 수

없는 경우에는 입찰 참여를 제한하며, 국내 펌프업체를 프로젝트의 설계단계에서부터 참여시켜 국내업체에 유리한 조건을 조성해주는 등 정부의 각별한 지원이 필요하다고 할 것이다. 또, 제조업체와 사용업체 간의 끊임없는 정보 교류를 통해 수요자 맞춤형 펌프를 개발할 필요가 있고 국내 기술의 경쟁력을 키우기 위해서는 기업체간의 공동연구와 같은 상호 협력을 통해 기술력을 확보하려는 노력도 절실하다고 하겠다. 더불어, 펌프의 품질향상과 원가 절감은 제조업체가 기존 제품에 대한 경쟁력을 갖추기 위해서는 끊임없이 수행해야 할 과제이다. 이러한 독자 자립기술을 조속히 갖추고 고급 기술개발을 효율적으로 수행하기 위해서는 전문 기술 인력을 보다 적극적으로 양성할 뿐만 아니라 인적자원관리를 위한 장기적이고 체계적인 대책이 마련되어야 하고, 산학협동이나 펌프 회사들 간의 컨소시엄에 의한 연구개발을 활성화시켜야 될 것으로 판단된다.

< 참고 문헌 >

1. 강병하, 이봉주, 양상용, 한상규, “펌프 베어링하우징에서 베어링과 오일의 과열 및 오일 수명예측”, 대한설비공학회 203추계발표대회 논문집 pp.351~356
2. 김경엽, “펌프 분야 연구동향,” 유체기계저널 제6권 제1호 pp.75-79, 2003.
3. 김성원, “유체기계(펌프)산업 경쟁력 강화를 위한 정책 제안,” 유체기계저널 제6권 제1호 pp.111-114, 2003.
4. 산업자원부, “부품·소재산업 무역통계연보”, 2005
5. 산업자원부, “열유체기계부분 산업분석”, 2003.
6. 산업정보망, <http://www.iin.co.kr> “품목별 시장동향” 2004.
7. 유체기계공업학회, “펌프분과 국내펌프 시장현황과 기술동향”, <http://www.kfma.or.kr>.
8. 이봉주, “유체기계산업의 현황,” 유체기계저널 제6권 제1호 pp.115-121, 2003.
9. 한국기계산업진흥회, http://www.koami.or.kr/state/exim_main.htm
10. 효성펌프 편람, 효성EBARA주식회사, 1994.
11. Pump Industry Analyst, 1997-2003, Elsevier Advanced Technology, UK.

전문위원 : 법무법인 화우 이 영 규 변리사