

A-3 흡입구경 및 토출구경의 호칭지름에 따른 구분

지름	(mm) *32, 40, 50, 65, 80, 100, 125, 150
* 32는 토출구경에만 적용	

B. 성능

B-1 규정 토출량

펌프의 흡입구경별 토출량은 다음 범위내이어야 한다.

(단위: m³/min)

흡입구경(mm)	40	50	65	80	100	125	150
토출량 범위	2극 0.2이하	0.12-0.40	0.25-0.80	0.50-1.60	1.0-3.15	2.0-4.0	-
	4극 0.1이하	0.06-0.20	0.12-0.40	0.25-0.80	0.50-1.60	1.0-3.15	2.0-4.0

B-2 흡입 전양정

전양정은 <B-1> 토출량 범위에서 펌프 기준면[KS B 6301에 따른다]으로 환산한 흡입 전양정으로 다음과 같이 하고 그 상태에서 이상이 없이 운전되는 것으로 한다.

(단위: m)

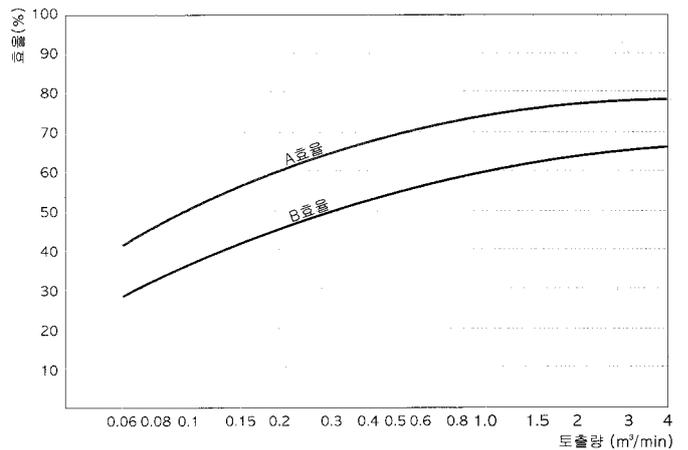
흡입구경(mm)	40	50	65	80	100	125	150
최대흡입	2극 -	6	5.5	3	(압입1)	(압입8)	-
전양정	4극 6	6	6	6	6	5.5	3

(주) ()표시는 압입을 필요로 하고, 그 값은 최소 압입 전양정을 나타낸다.

B-3 효율

펌프 효율의 최고값은 그 토출량에서 그림의 A효율 이상이어야 한다. 또 규정 토출량에서 펌프효율은 그림의 B효율 이상이어야 한다.

토출량(m ³ /min)	0.08	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.5	2	3	4
A효율 (%)	46	50	56	60	65	68	70	71	73	74	76	77	78	78.5
B효율 (%)	32	35.5	40	45	50	53	55	56.6	58.5	60	62	64	65.5	66.5



B-4 축 동력

축동력은 KS B 6301에 따른다.

B-5 운전상태

운전상태는 KS B 6301에 따른다.

B-6 내수압

(1) 내수압은 KS B 6301에 따른다. 다만, 각 내압 부품의 내수압은 운전할 때에 그 부품에 가해지는 최고 압력의 1.5배 이상이면 좋다.

(2) 펌프는 운전중에 패키징 상자 이외의 펌프 몸체의 접합면, 기타에서 누설 등의 이상이 없어야 한다.

C. 시험방법

C-1 시험방법은 KS B 6304에 따른다.

3. 고압다단펌프

3-1 고압다단펌프란?

고압다단 터빈 펌프(High Pressure Multi Stage Turbine Pump)는 일반 다단터빈펌프와 같이 여러 배수의 Closed 반경류형 편흡입 임펠러를 하나의 축에 조립하여 토출전양정이 500m 정도 높게 나오게 한 펌프이다. 현재 사용되고 있는 펌프는 고압력에 사용하기에는 부적격하므로 압력을 높여 고층빌딩의 급수 및 소화전

고효율 펌프의 적용과 개선방안

Engineering handbook II

용 등에 이용하기 위한 것으로 구조는 사이드(side)에서 흡입하고 Top으로 토출하는 형식이다.

전체적으로 크기를 Compact화하기 위하여 3550rpm의 고속으로 회전시키므로 압력을 받는 케이싱 등이 내압에 견디는 구조 및 재질이고 베어링 수명에 영향을 주는 축추력을 감소시키는 밸런스 디스크나 밸런스 피스톤 또는 라이너링을 설치하고 고속으로 회전하므로 진동이나 위험속도 등을 검토하여 저진동으로 제작되는 펌프이다.

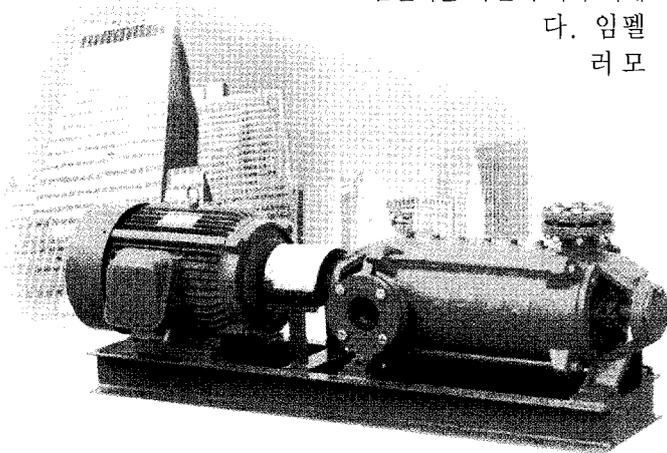
주요 용도는 보일러 급수용, 공정급수용, 상수도용, 공업용수용, 수압장치용, 소화전용, 건축설비용, 일반산업용, 고압급수시스템용에 이용되고 있다.

3-2 고압단펌프의 선정기준

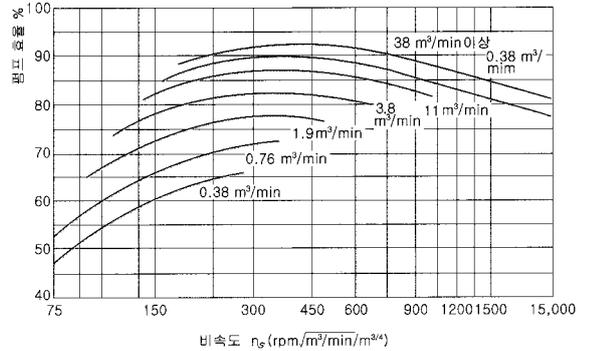
오직 초기 비용만 고려한다면, 단단 펌프가 단단 펌프보다 더 비싼 것은 사실이다. 효율이 더 높고 움직이는 부품의 마모가 덜하기 때문에 장기적으로는 절감 효과가 더 크다. 그러면, 펌프가 주어진 요구 조건을 만족시키기 위해 최적의 단수를 결정하는 데 무슨 기준을 사용하여야 하는가?

아마 가장 좋은 기준은 잘 알고 있는 비속도(specific speed)의 개념일 것이다. Worthington사에서 발행한 문헌에 다음과 같이 훌륭한 분석이 나와 있다.

원심 펌프는 어떤 주어진 속도에서 일단의 헤드와 전양정의 조건에 대하여 설계된 임펠러를 가진 수리학 기계다. 임펠러 모



양은 작은 유량용의 매우 좁고 큰 임펠러로부터, 유량이 커지면서 폭이 넓어져, 가장 큰 유량과 낮은 양정 조건에 적합한 특수한 프로펠러에 이르기까지 갖은 모양이 다 있다. 유감스럽게도 모든 설계가 다 같이 좋은 효율을 가질 수는 없는 것이다. 일반적으로 중유량 펌프가 가장 효율이 좋다. <그림 1>에 나타난 바와 같이, 유량이 작은 쪽이든 큰 쪽이든 어느 쪽으로 가도 효율이 떨어진다. 도달할 수 있는 최적 효율은 기하학적인 미인 비속도의 함수다. 비속도는 다음 식으로 구한다.



<그림 1> 비속도와 토출량에 따른 펌프효율

$$\text{비속도}(N_s) = NQ^{0.5} / H^{0.75}$$

여기서,

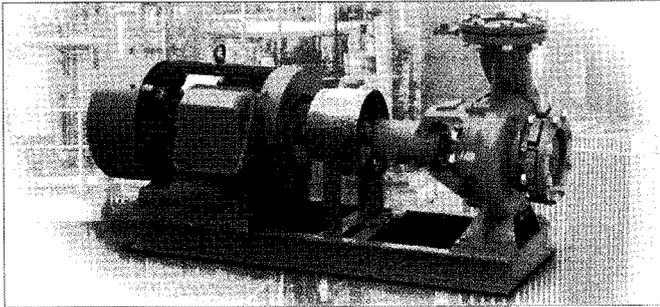
N = 펌프 속도, rpm

Q = 토출량, m³/min

H = 1 단당 양정, m

(비속도는 각 물리량의 단위에 따라 여러 가지로 나타낼 수 있기 때문에 혼동을 피하기 위하여 그 단위를 표기하여야 한다.)

효율은 높은 비속도에서 떨어지는 경향이 있는 한



편, 더 큰 어려움은 150보다 아래의 비속도에 있다.

<그림 1>에서, $N_s = 150$ 아래의 효율 곡선의 기울기는 상당히 가파르게 되고, 효율이 급하게 떨어진다. 여기에 다단 펌프의 이점이 있다. 여러 개의 임펠러를 갖는 다단 펌프가 150 이상의 비속도의 사용이 가능한데 반해, 같은 양정의 단단 펌프는 훨씬 낮은 비속도를 갖게 되어 그 결과로 효율의 감소를 겪는다. <그림 1>을 참고하면, 최고의 펌프 효율이 300 정도의 비속도에서 얻어지는 것이 명백하다. 다단 펌프를 사용할 때의 또 하나의 이점은 필요 유효흡입 헤드(NPSH_{re})의 저감이다.

펌프의 선정은 보통 최고 효율점이나 그 근방에서의 운전에 기초하고 있다. 이 점은 펌프 성능 곡선의 검토에 의해 결정된다. 비속도의 공식에서, 양정은 임펠러 1단의 양정으로 하므로 다단 펌프에 대하여는 전양정을 단수로 나눈 값으로 한다. 단수에 따른 펌프 성능의 분석의 한 예를 다음 <표 1>로 정리해 보기로 한다.

단수	1 단당 양정(m)	비속도(rpm, m ³ /min, m)	효율(%)
1	540	48.4	곡선아래
2	270	81.4	곡선아래
3	180	110.3	70
4	135	136.9	75
5	108	161.9	76
10	54	272.2	80
12	45	312.1	81

<표 1> 단수에 따른 펌프성능의 비교

전양정이 540 m, 토출량이 2.27 m³/min, 회전수가 3,600 rpm 인 펌프를 가정하자. 공식으로부터 비속도를 계산하고, <그림 1>의

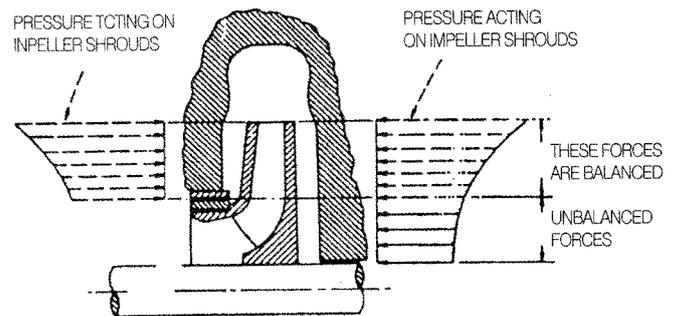
곡선에서 이론적인 효율을 읽는다. 이들 값은 반드시 실제로 응용하는 설계는 아니고 예증적인 것이다.

이 고압 용도에는 3단 아래의 어느 것도 고려할 가치조차 없다는 것을 유념하여야 한다. 단수의 상한으로 10단 또는 12단이 최적인 것으로 여겨진다. 고압 펌프는 20단 이상도 만들어진다. 단이 많으면 마찰과 난류 때문에 효율을 잃는 것이 당연하지만, 실제로는 아주 작은 마찰 손실을 갖는 매끄러운 흐름이 되도록 통로를 주의 깊게 설계하고 제작한다. 여기에 보인 계산 방법은 어떤 다단 펌프에도 적용된다.

설명된 펌프의 소요 동력은 여러 단수에 대하여 표로 만들어진 효율에 반비례하게 된다. 그 동력은 액체가 비중 1인 물이라고 하면, 3단일 때의 약 286kW로부터 12단일 때의 약 247kW까지 변한다.

3-3 고효율펌프인 다단펌프를 사용할 때 이점

다단 펌프에는 다음과 같이 중요한 이점이 더 있다. 벌루트형의 경우에는, 연속하는 임펠러에 대한 벌루트를 서로 180도 대칭으로 하여, 반경 방향 추력이 크기는 같고 방향이 반대인 힘이 되도록 한다. 그 결과 축에 작용하는 반경 방향 추력이 최소로 되어 좀더 작은 축과 베어링의 사용이 가능하고, 실에서의 힘이 더 작아진다.



<그림 3> 임펠러 쉬라우드에 작용하는 압력분포

한쪽 흡입 밀폐형 임펠러의 양쪽 쉬라우드에 작용하는 압력은 <그림 2>에 나타난 바와 같이 실제로 균일한 분포가 아니다. 평형이 되지 않는 부분에 작용하는 힘이 축 방향 추력을 발생시키게 된다. 다단 펌프에서 다수의 임펠러로 인한 추력의 증가는 서로 반대 방향의 추력을 갖는 짝수의 임펠러를 사용하거나, 모든 임펠러를 같

최고만을 추구하는 중앙전자식 안정기

중앙전자식 안정기
HILABA®

PUCHON JOINT-BRAND
DAYTIME



JA2321-KG

JA2322-TKG

JA2322-SKG

- ▶ 업계 최초 정부 조달청 우수제품 선정
- ▶ 업계 최초 ESCO협회 가입
- ▶ 업계 최초 연구개발 전담부서 설립
- ▶ 업계 최초 벤처기업 인증 획득
- ▶ 업계 최초로 고효율 에너지 기자재 인증 획득
- ▶ 업계 최다 KS 모델 보유
- ▶ 업계 최다 고마크 모델 보유
- ▶ 업계 최초 ISO 9001 인증 획득
- ▶ 업계 최초로 한 모델에 KS 규격+고마크 규격
+ 고효율 에너지 기자재 규격 동시만족

전자식 안정기의 특징

- 구 재래식 안정기 대비 35% 이상 절전(고효율)
- 전동, 부하의 역율을 97% 이상 유지함으로 역율을 항상
- 램프의 수명을 좌우하는 파고율(규정치, 1.850 이하)
이 규정치보다 낮음으로 램프 수명을 최대연장
- 써지 보호회로를 채택 내구성 강화
- 저고조파 함유율로 주변기기에 장애영향을 주지않음
- 소음과 열발생이 전혀 없음

ISO 9001 인증 및 벤처기업인증 획득으로
품질과 신뢰성을 향상시켰습니다.



中央電子通信株式會社

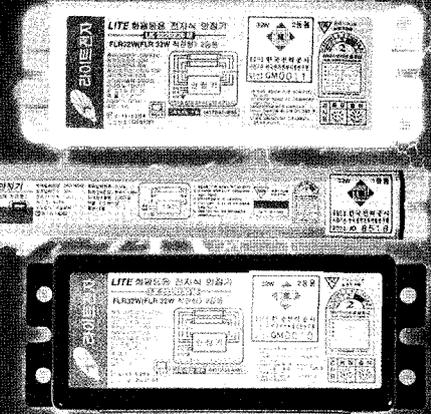
본사 · 공장: 경기도 부천시 원미구 춘의동 151-3
TEL: (032)666-5566(대) FAX: (032)666-5569
Home-page: www.joongang21c.co.kr
E-mail: joongang21@netsgo.com.

밝고 아름다운 세상으로!



라이트 전자

라이트전자식안정기는 믿을 수 있습니다.



◎최상의 기술력과 풍부한 경험이 있습니다.

LG산전(주)에서 10여년간 1,000만 개 이상 수출한 제품 기술력과 경험을 가진 핵심 인원이 만들었습니다.

◎완벽한 품질의 제품입니다.

철저한 품질보증 체계에서 자동화된 제조설비를 이용 생산합니다.

◎세계 최고가 되기 위해 노력하겠습니다.

고객의 입장에서 항상 생각하고, 끊임없이 노력하여 첨단제품으로 보답하겠습니다.



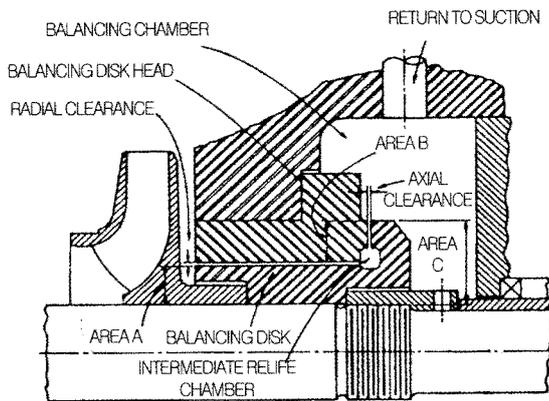
라이트전자(주)

3330-200
충남 천안시 차암동 5-2(천안테크노타운 304호)
TEL:(041)621-4885-6 FAX:(041)558-5055
<http://www.lite.co.kr>
e-mail:glowfly@lite.co.kr

고효율 펌프의 적용과 개선방안

Engineering handbook II

은 방향으로 하고 <그림 3>과 같이 회전체의 한쪽 끝에 밸런스 디스크 또는 피스톤을 사용함으로써 상쇄시켜 최소화한다.



<그림 4> 밸런스디스크

다단 펌프는 축 방향 추력을 최소화하고 필요 유효 흡입헤드를 줄이기 위하여 양쪽 흡입 임펠러를 사용하기도 한다.

다단 펌프를 사용할 때의 가장 두드러진 점은 오로지 첫째 단 임펠러만이 필요한 흡입 제한 조건을 만족시키면 된다는 것이다. 첫째 임펠러는 전양정의 일부만을 감당하게 설계함으로써 유리한 흡입 조건을 갖게 된다. 주조 면에서도, 작은 지름의 케이싱이 큰 지름의 케이싱보다 결함 없이 주조하기가 더 쉽다. 그리고, 다단 펌프는 단단 펌프의 경우보다 용통성이 더 커서 선정할 때에 선택의 폭이 더 넓다는 것이 장점이다.

4. 기존기술(또는 제품)의 문제점과 개선방안

4-1 문제점 및 개선방안 연구

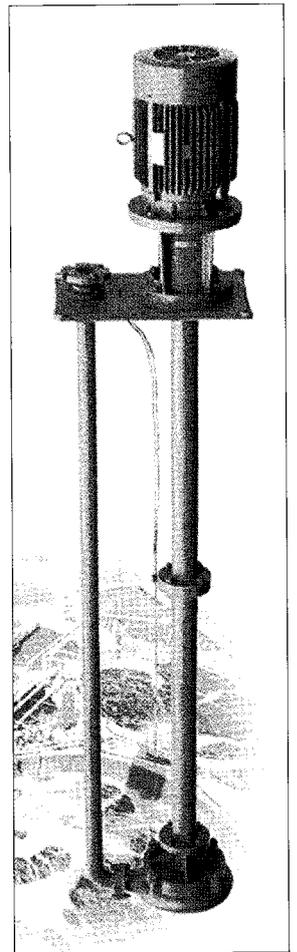
기존의 편흡입 벌류트 펌프는 다양한 용도에 사용되면서 그 수요는 계속 증대되고 있으나 주로 에너지 절약 차원에서 효율을 향상시키는 방향으로 연구 목표를 두어 왔기 때문에 진동과 소음을 고려한 설계는 이

루어지지 않았다. 현재 환경관련법안의 강화로 고효율, 저진동 펌프설계는 시급히 해결해야 할 과제이다. 따라서 고효율, 저진동 편흡입 벌류트 펌프를 대부분 수입에 의존하고 있는 펌프를 국내 기술로 국산화시킬 필요가 있으며, 유동해석과 진동해석을 통한 저진동 편흡입 벌류트 펌프의 설계기술을 확보하여야 한다. 이상과 같은 목표를 달성하기 몇가지 개선방향을 아래에 기술하였다.

첫째, 케이싱의 흡입구에 정류판을 부착하여 임펠러로 흡입되는 선회유동을 억제하여 흡입 성능을 개선하고 벌류트 곡선 시작 부분을 임펠러 외경과 적절한 간격으로 유지시키고 이중 벌류트를 갖는 구조를 갖게 하여 래디얼 트러스트 하중이 작은 케이싱을 개발하여야 한다.

둘째, 기존의 경험에 의한 펌프 설계방식을 지양한다. 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 펌프 내부의 유동특성을 해석하여 회전차 출구의 맥동 유동과 바리유동 등 진동의 수력학적인 원인을 밝혀내고 그 결과를 펌프 설계단계에 적용하여 고효율, 저진동 설계가 가능하게 한다.

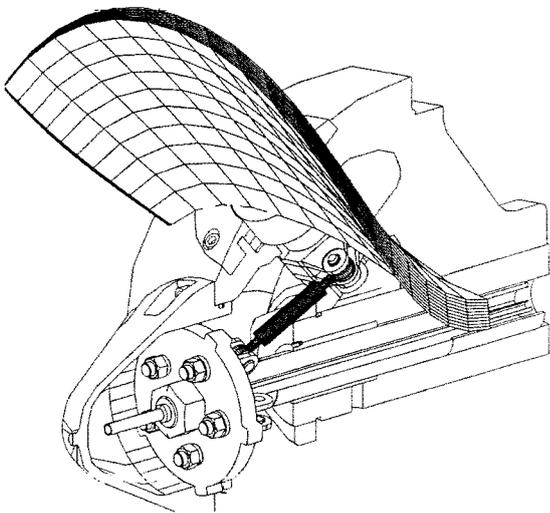
셋째, 임펠러를 정밀 주조하여 임펠러 입구와 출구에서의 폭과 깃과 깃 사이의 간격을 일정하게 하고 표면 조도를 좋게 한다. 임펠러에 축



추력을 적게 하기 위하여 라이너 링을 설치하고 최적 크기의 밸런싱 구멍을 뚫는다.

넷째, 회전체에 대한 진동요소를 파악한 뒤, 최적의 밸런싱을 하고 계측기로 정밀한 측정렬을 하여 저진동 운전이 가능하게 한다.

또한 이러한 연구와 더불어 운전조건에 따라 가장 최적화된 운전점에서 가동될 수 있는 방안이 요구되고 있다. 예를 들어 우리나라의 서해안에 설치되는 펌프와 같이 흡입수위가 크게 변하는 경우 또는 지역난방수와 같이 계절에 따라 소요유량이 크게 변하는 경우에는 펌프의 운전점이 크게 변하며 최고효율점(BEP)을 벗어난 운전이 불가피하다. 이와 같은 경우에 대비하여 <그림 5>와 같이 속도를 제어하거나 운전중 임펠러의 각도가 조절되는 가변익(可變翼)펌프를 채택하고 있다. 가변익 펌프는 일본에서는 보편화된 기술이나 국내에서는 영흥화력1, 2호기용 순환수펌프에 국내 최초로 적용되어 현재 제작중에 있으며 향후 국내 발전소용 순환수펌프에 보편적으로 적용될 것으로 예상된다.



<그림 5> 가변익 임펠러의 링크구조

4-2 개선방안 연구

고효율펌프를 개선하기 위한 일련의 연구절차를 아래와 같이 적어보았다.

1) 기초설계 : 설계시점부터 고효율·저진동이 고려된 상태에서

축설계를 하고 흡입구의 안내부와 볼류트 케이싱의 모양을 다양하게 설계하여 효율을 높일 수 있는 임펠러 깃 수와 입구 또는 출구의 모양을 결정한다. 그리고 임펠러 및 케이싱의 주물의 표면조도가 매끄럽게 나올 수 있는 금형을 설계 및 개발한다.

2) 성능예측 및 설계수정 : 펌프성능해석 프로그램을 이용하여, 기초설계된 펌프의 성능을 예측한다. 형상 데이터(임펠러 및 볼류트, 케이싱)의 타당성 검토와 예측된 자료를 분석하여 펌프의 형상을 수정·보완한다.

3) 고효율, 저진동 편흡입 볼류트 펌프의 내부 유동장 해석 : 기초설계 자료의 검토가 완료된 후 펌프 임펠러 깃의 최적형상을 구하기 위해 임펠러 및 케이싱 내부의 유동해석을 수행한다. 유동해석을 통하여 임펠러 주위의 유선의 분포, 익면 및 유로내 속도 및 압력분포 등을 예측하고, 여러가지 유동손실요인을 평가한다. 유체역학적 설계로 최적의 입출구 형상을 결정할 수 있게 한다.

4) 진동해석 : Critical Speed Map을 분석하여 설계상태가 최적화되었는지를 판단하고 시스템의 고유진동수를 분석하여 운전속도에서 공진발생여부를 분석한다. 그리고 변형곡선분석방법에 의해 펌프구조를 분석하여 취약한 부위를 설계단계에서 수정·보완한다. 회전체에 대하여 최적의 밸런싱을 하고 계측기로 정밀한 측정렬을 하여 저진동 설계가 가능하게 한다.

5) 시제품제작 : 기초설계, 유동해석, 진동해석을 통해 얻은 자료를 토대로 케이싱과 임펠러와 같은 펌프의 주요부를 설계한다. 또한, 주물의 표면조도가 매끄럽게 나올 수 있게 설계 및 제작한다. 각 부품을 직진도, 직각도, 동심도 등을 정밀하게 가공한 후 임펠러를 정밀 밸런싱하고 축이음과 베어링을 열박음하여 시제품을 제작한다.

6) 성능시험 : On line 성능시험장치로 편흡입 볼류트 펌프의 임펠러, 볼류트 등의 각 펌프요소 내부의 압력과 속도를 측정하고 펌프 및 모터부분에서의 진동특성 등을 측정하여 펌프의 종합성능을 평가한다.Ⓜ