

펌프의 임펠러 조정 방안

전상규* · 권명래*

1. 서 론

펌프의 성능이 현장 사정에 맞지 않는 경우에는 현장 사정에 맞도록 펌프의 성능을 변경하여 운전하여야 한다. 시스템에서 수량변동이 자주 일어나는 경우에는 펌프의 회전수를 변경하여 펌프의 성능을 변경하여 사용하는 것이 가장 좋은 방법이나 이때에는 고가의 장비(유체커플링 또는 인버터)를 필요로 하기 때문에 초기 투자비가 커지는 단점이 있다. 대규모 상·하수도 공사와 같은 경우에는 수요량의 장기 예측에 따라 설계시에는 초기 수요량보다 많은 유량을 기준으로 펌프를 선정하게 되고 설계 전양정에 여유를 주게 된다. 이때 설계 전양정에 과대한 여유를 주게 되면 실제 사용에 있어서는 설계 양정보다 낮은 양정인 과대 토출량의 범위에서 운전하게 되어 소음, 진동, 효율저하 및 캐비테이션 등이 발생하게 되어 임펠러, 웨어링 링 등 주요부품의 파손이 발생할 수 있다. 또한 수요 수량의 정년 증가에 따라 장기적으로 볼 때 중요사항(유량, 양정)을 변경시키고 싶은 경우, 혹은 동절기 하절기 등과 같이 년 2회 정도 중요사항이 변동되는 경우가 있다. 이와 같은 상태에서 많이 채택되고 있는 것이 펌프의 임펠러 외경 가공을 통하여 필요한 양정에 맞도록 펌프의 성능을 변경시키는 방법이다. 이때에는 주로 고양정 임펠러와 저양정 임펠러 2개를 준비하여 필요에 따라 펌프의 성능을 변화시키게 된다. 아래에서 임펠러 조정을 실시한 펌프의 특성에 대해 살펴보기로 한다.

2. 임펠러 외경가공

2.1 이론적 배경

오일러(Euler) 방정식에 의하면 펌프의 이론 양정은

다음의 식으로 표시될 수 있다.

$$H_i = \frac{u_2 c_{u2} - u_1 c_{u1}}{g} \quad (1)$$

H_i : 오일러 이론 양정(m)

u_2 : 임펠러 출구에서의 원주속도(m/s)

c_{u2} : 임펠러 출구에서의 절대속도(m/s)

u_1 : 임펠러 입구에서의 원주속도(m/s)

c_{u1} : 임펠러 입구에서의 절대속도(m/s)

g : 중력 가속도(m/s²)

위의 방정식을 살펴보면, 펌프의 양정을 변화시키기 위해서는 임펠러 입·출구에서의 속도를 변화시켜야 한다. 그러나 임펠러 입구에서의 속도를 변화시키기 위해서는 입구 각도를 변경시키거나 입구 면적을 변경시켜야 하나 이것은 캐비테이션 현상과 관련되기 때문에 거의 이용되지 않고, 주로 임펠러 출구에서의 속도를 감소시키는 방법으로서 펌프의 양정을 변화시키는 방법을 사용하고 있다. 그러나 임펠러의 외경을 가공하는 경우에는 원주속도의 변화는 물론 것의 간섭 길이, 임펠러 출구폭 뿐만 아니라, 종종 출구각까지도 변화하므로 토출 유량과 양정 감소의 결과는 임펠러의 형상에 따라 다르게 나타난다. 그러나 원래의 외경 D를 새로운 외경 D'로 감소시켜도 것의 간섭 범위가 적절하다면 임펠러 외경의 가공이 펌프의 성능 감소에 미치는 영향은 대강 다음과 같이 추정할 수 있다.

$$Q' = Q \times \left(\frac{D'}{D}\right)^m \quad (2)$$

$$H' = H \times \left(\frac{D'}{D}\right)^n \quad (3)$$

$$P' = P \times \left(\frac{D'}{D}\right)^{m+n} \quad (4)$$

위에서 지수 m과 n은 펌프의 형식 및 제작사에 따라

* 효성에바라(주)

E-mail : hec-sgiun@hyosung.com

다르게 나타나지만, 비속도(N_s)가 작은 펌프의 경우에는 $m=2, n=2$ 에 근접하는 값을 갖게 되고, 비속도(N_s)가 큰 펌프의 경우에는 $m < 2, n > 2$ 으로 되는 경향이 있다.

- D : 정격 임펠러 외경
- D' : 변경 후의 임펠러 외경

Q, Q', H, H', P, P' 는 각각 D 및 D' 에 해당하는 토출 유량, 전양정 및 축동력을 의미한다.

즉, D 및 D' 의 2종류의 임펠러를 제작한다면 동일 펌프에서 대·소 2종류의 펌프를 함께 사용하는 것이 가능해진다. 그러나 위에서 주의해야 할 점은 지수 m 과 n 이 펌프의 형식 및 제작사에 따라 상이하다는 점이다. 따라서 반드시 임펠러 가공에 따른 펌프의 성능 변화에 대해서는 제작사에 문의해야 한다.

2.2 임펠러 가공에 대한 보정

위에서 살펴본 임펠러 가공에 대한 상사법칙은 실제 임펠러 외경 가공시에 보정을 필요로 한다. 실험 결과에 의하면 계산된 임펠러 외경과 실제 측정된 펌프의 성능과는 차이를 보이고 있다. 임펠러 외경가공이 클수록 그림 1에서 보듯이 계산된 임펠러 외경과 실제의 임펠러 외경의 차이는 크게 나타나고 있다.

3. 임펠러 형식에 따른 외경 가공 방법

모든 종류의 펌프가 임펠러 가공의 방법으로 성능을 변경시킬 수 있는 것은 아니다. 대상이 되는 펌프는 원심 펌프만이며 펌프의 임펠러 가공시에는 펌프의 형식에 따라 가공 방법을 다르게 하여야 한다. 비속도(N_s)가 작은 원심형 임펠러는 펌프 효율이 거의 저하되지 않는 범위에서도 비교적 상당량을 가공할 수 있다. 이것은 가공 전후의 속도삼각형이 근사적으로 상사하고, 임펠러 출구폭의 변화가 작기 때문이다. 안내깃을 가지고 있는 펌프의 경우, 임펠러 외경 가공에 따라 임펠러의 끝과 안내깃 사이의 틈새가 급격하게 증가하게 되므로 보통 슈라우드는 원래의 치수대로 두고 임펠러의 깃만을 가공하는 것이 급격한 펌프의 효율 저하를 방지하는 방법이다.

사류형 임펠러인 경우에는 그림 2에 나타난 것처럼 원래 임펠러의 입구와 출구 끝을 연결한 선이 만나 점 P

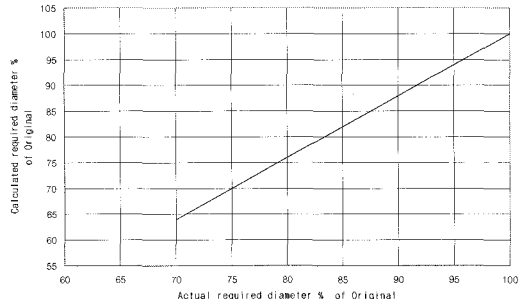


그림 1 임펠러 외경 가공에 대한 보정

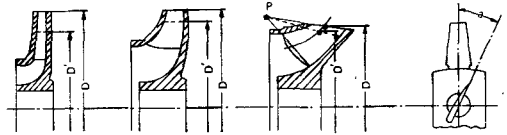


그림 2 임펠러 형식에 따른 외경 가공방법

를 통과하도록 출구 끝을 가공하는 것이 최선의 방법이다. 축류형 임펠러인 경우에는 임펠러 외경을 가공하여 사양을 감소시키려면 새로운 케이싱 또는 작아진 임펠러에 맞출 라이너를 필요로 한다. 이러한 이유로 실제로 축류형 임펠러는 외경 가공을 하는 경우가 드물다. 만약 깃의 회전이 가능하도록 설계되어 있으면 깃을 회전시켜서 사양의 감소효과를 얻을 수 있다.

그림 3은 임펠러의 언더파일링(underfiling)을 하는 경우의 가공 예이다. 이 방법은 그림에서와 같이 임펠러의 비작동면(non working side)을 가공하여 임펠러를 떠나는 유속을 변화시킴으로써 펌프의 성능을 변화시킨다. 이 경우 깃 가공 후의 펌프의 성능은 다음 식과 같이 표시된다.

$$Q' = Q \times \frac{A}{B}$$

여기서 Q : 언더파일링 전의 유량

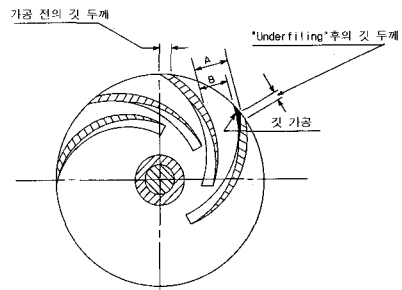


그림 3. 임펠러의 언더파일링

- Q' : 언더파일링 후의 유량
- B : 언더파일링 전의 기간 거리
- A : 언더파일링 후의 기간 거리

펌프의 양정은 임펠러 외경을 가공하지 않았기 때문에 변화가 없지만, 유량은 임펠러의 출구 면적이 커졌기 때문에 위의 식과 같이 증가하게 된다. 그러나 잇의 두께가 얇아지기 때문에 강도상의 문제가 발생하기 때문에 가공의 제한이 있게 된다.

4. 펌프장에서의 설계 양정과 운전 양정

표 1은 수도권 부근의 대형 펌프장의 설계양정과 운전양정을 나타낸 표이다. 표에 나타난 자료를 보면 설계양정보다 실제 운전 양정이 높은 경우(미금가압장)도 있지만, 대부분 설계 양정보다 운전 양정이 낮다. 특히, 팔당 1, 2단계 취수장과 과천 가압장(구)은 설계양정보다 5% 이상 낮은 상태에서 운전을 하고 있다. 이는 설계 양정보다 실제 현장조건에서의 양정이 낮기 때문이며, 현재 이 펌프는 설계유량 보다 많은 유량을 보내고 있다. 아래 자료를 기준으로 볼 때 팔당 1, 2단계 취수장과 과천 가압장(구)은 임펠러 조정을 실시할 필요성이 있다는 것을 알 수 있다. 조사 결과에 따르면 팔당 1, 2단계 취수장은 99년 임펠러 가공을 통하여 펌프의 양정을 65m에서 58m으로 조정하여 운전하고 있다. 양정이 높은 펌프의 저양정 운전으로

표 1 수도권 대형 펌프장의 설계양정과 운전양정

	설계 양정	운전 양정	비 고
팔당 1,2단계 취수장	65m	58.59m	98년
팔당 3,4단계 취수장	81m	80.60m	97년
미금 가압장 (3, 4 단계)	67m	68m	97~98년
덕소 취수장	80m	77.25m	99~00년
의정부 가압장	75m	74.12m	99년
성남 정수장	66m	64m	95~99년
과천가압장(구) 과천가압장(신)	75m 64m	67.8m 61.8m	95~00년
자양 취수장 (1, 4, 6 호기) (2, 3, 5 호기)	82m 55m	81.1, 60.6, 79.3 61.1, 61.4, 59.5	98년
일산 정수장	49m	42m	95~99년

발생할 수 있는 문제점은 먼저 과대 유량에서 운전되기 때문에 동력의 과부하에 따른 전동기 소손의 위험과 캐비테이션의 발생이다. 위와 같이 임펠러 조정을 한 것은 위의 2가지 문제점을 방지할 수 있는 올바른 방법이라고 판단된다. 또한 임펠러 조정에 의하여 벨브의 교축 운전으로 인한 동력 손실을 방지함으로써 에너지 절약도 가능하게 된다. 자양 취수장은 수요자 사용 수량의 감소에 따라 97년 8월 정격 양정 88m의 펌프 6대 중 3대를 임펠러를 변경하여 사용하고 있다. 이때 펌프의 유량도 46.3에서 65.0m³/min으로 조정하였다. 현재 자양 취수장내 1, 3, 6호기의 정격양정은 82m이고 2, 4, 5호기의 정격양정은 55m이다.

5. 임펠러 변경 현황

표 2는 2000년 10월 현재 한국수자원공사에서 운영하고 있는 펌프장 중에서 임펠러 조정을 실시한 펌프장의 현황이다. 표 2의 각 펌프장은 사용량 감소, 급수체계 변경, 운영체계 변경 등으로 인해 최초 계획된 펌프의 양정 변경이 불가피하여 임펠러 커팅을 실시한 경우이다. 표 3은 펌프장에서 실시한 임펠러 커팅에 따라 성능 변경을 한 후 펌프의 전력비 및 효율 변화를 나타낸 표이다. 표에서 보는 바와 같이 팔당 1취수장은 임펠러 커팅 가공에 따라 약 3.4%의 효율저하가 발생하고 있으나, 약 13% 정도의 전력비를 절감하고 있으며, 일산 자양 취수장의 경우에는 임펠러 커팅 가공에 따라 펌프의 효율은 약 6% 정도 효율이 상승하였으며, 전력비는 약 16%정도 절감하고 있다.

표 2 임펠러 조정이 실시된 펌프장의 현황

관리단	사업장	원인	변경 내역	대수
계				49
팔당	1취수장 3취수장	사용량 감소 "	임펠러 커팅 "	10 7
일산	자양(취)	사용량 감소	임펠러 재제작	3
울산	온산(가)	급수체계 변경	임펠러 커팅	1
창원	주남(가)	사용량 감소	임펠러 재제작	3
사천	사천(정)	"	"	5
경읍	용동(가)	양정 과다	임펠러 커팅	3
부안	부안(정)	사용량 감소	임펠러 커팅	4
	주산(가)	사용량 증가	임펠러 교체	4
	신림(가)	운영체계 변경	"	4
	무장(가)	"	임펠러 커팅	3
보령	홍성(가)	운영체계 변경	임펠러 교체	2

표 3 임펠러 커팅에 따라 성능 변경을 한 후 펌프의 전력비 및 효율 변화

관리단	사업장	양정 변경 (m, mm)	전력비 변화(kW)	효율 변화 (%)
팔당	1취수장	65⇒58 (985⇒950)	919⇒796	87.44 ⇒84.01
일산	자양(취)	82⇒55 (838⇒701)	860⇒725	77.79 ⇒83.96
창원	주남(가)	78⇒72 (628⇒615)	543⇒553	89.14 ⇒91.32
		78⇒72 (421⇒405)	275⇒273	87.46 ⇒89.54
사천	사천(정)	142⇒132 (525⇒500)	475⇒538	69.11 ⇒71.55
		142⇒132 (520⇒493)	554⇒539	68.33 ⇒70.60
정읍	웅동(가)	83⇒56 (410⇒380)	198⇒143	67.82 ⇒69.14
부안	부안(정)	74⇒50 (420⇒370)	186⇒146	77.01 ⇒65.48
	주산(가)	60⇒74 (355⇒388)	147⇒162	74.08 ⇒71.02
	신림(가)	58⇒73 (345⇒380)	90.1⇒121	75.05 ⇒62.07
	무장(가)	97⇒30 (320⇒267)		

임펠러 커팅 가공에 따라 자양 취수장, 사천 정수장, 주남 가압장의 경우에는 효율이 약간 상승하였고 팔당 1취수장과 주산 가압장에서는 약간의 효율 저하가 발생한 것으로 조사되었다. 그러나 부안 정수장과 신림 가압장은 특히 임펠러 변경 전후의 효율 저하가 크게 나타나고 있다. 이것은 부안 정수장의 경우 양정의 변경 폭이 24m(약 32%)로써 양정의 변경 폭이 커서 임펠러 가공에 따른 효율 저하가 크게 나타난 것으로 보인다. 또한, 신림 가압장의 경우는 고양정의 임펠러로 교체함에 따라 펌프의 운전점이 크게 달라져 이에 따라 소비 전력도 크게 증가한 것으로 보인다.

6. 임펠러 조정을 실시한 팔당 1, 2단계 펌프의 특성 변화

팔당 1취수장의 초기 계획수량은 2,600,000m³/일로서 계획 실양정은 58.6m, 정격 양정은 65m이었다. 그러나 팔당 2취수장의 건설 등으로 인하여 물 수요량이 현저하게 감소되어 1998년도에는 초기계획연도 물 공급량의 64%정도인 약 1,672,100m³/일을 공급하였다. 1998년의 누가 일수 계산에 따른 흡입 MWL은 23.91 m, 토출

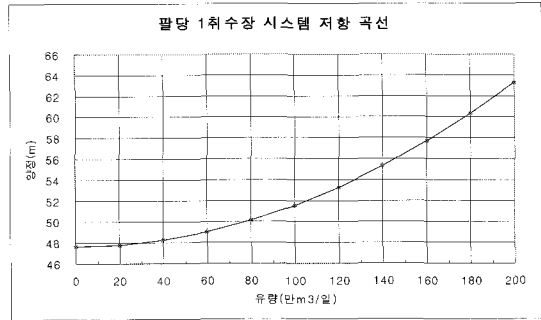


그림 4 팔당 1취수장의 시스템 저항곡선(1998년, 누가일수 기준)

MWL은 71.53m이고, 실양정은 47.62m이다. 1998년도 팔당 1취수장의 운전일지를 통하여 흡입압력수두와 토출압력수두를 조사하여 평균한 결과 운전 양정은 58.59m로 조사되어 기존에 설치된 펌프의 양정을 하향 조정할 필요성이 대두되어 1999년 7월 취수펌프 총 18대 중 10대의 펌프에 대한 임펠러 커팅을 실시하여 저양정 펌프(양정=58m)와 고양정 펌프(양정=65m)를 병용하여 사용하고 있다. 그림 4는 1998년 자료를 기준으로 한 팔당 1취수장의 시스템 저항곡선이다. 펌프의 실양정은 토출 수위와 흡입 수위의 변동에 따라 계속 변동하게 되지만 실양정이 변동하지 않는다고 가정하면 아래 그래프를 이용하여 물 사용량에 따른 펌프의 양정 변화를 예측할 수 있다. 즉, 향후 물 사용량이 더욱 줄어서 1,000,000m³/일을 공급하는 경우 펌프의 양정은 51.5m로 조정되어야 할 것이다. 팔당 1취수장 펌프의 제작사 성능곡선에 따르면, 본 펌프는 임펠러 커팅을 통해 약 50m의 양정까지도 조정이 가능한 것으로 조사되었다. 그러나 이 경우에는 임펠러 커팅에 따른 효율 저하 및 캐비테이션의 발생 유무에 대한 검토가 병행되어야 한다.

표 4는 팔당 1취수장에 설치된 각 호기별 임펠러 커팅 전후의 효율변화와 그에 따른 전력비 변화, kWh/m³의 변화를 나타낸 표이다. 이 표에서 보면 팔당 1취수장은 임펠러 커팅 후 평균적으로 약 3.43% 정도의 효율 저하가 발생하고 있는 것으로 조사되었으며, 이 중 11, 12호기에서의 임펠러 가공 전후의 효율 저하가 다른 호기에 비해 매우 크게 나타나고 있으며, 임펠러 2단계 펌프의 성능곡선도이다. 이 성능곡선을 이용하여 앞에서 살펴본 임펠러 가공 전후의 이론 공식을 살펴보면 변경 전 임펠러 외경은 985mm, 양정은 65m이다. 상사법칙에 따르면

$$H = H \times \left(\frac{D}{D}\right)^n$$

위 식에서 $n=2$ 로 가정하고 가공 후 양정 58m를 대입하면

$$58 = 65 \times \left(\frac{D'}{985}\right)^2$$

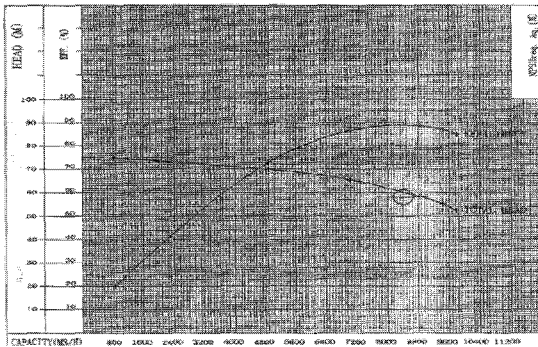
표 4. 각 호기별 임펠러 커팅 전후의 효율변화와 전력비 변화, kWh/m³의 변화(팔당 1취수장)

호기	유량 (m ³ /min)	양정(m)		효율(%)		전력비(kW)		kWh/m ³	
		전	후	전	후	전	후	전	후
1	140	65	58	87.48	86.48	1,699	1,534	0.202	0.183
2				87.48	86.48	1,699	1,534	0.202	0.183
6				85.71	81.81	1,734	1,621	0.206	0.193
8				85.71	81.81	1,734	1,621	0.206	0.193
11				87.58	79.45	1,697	1,669	0.202	0.199
12				87.58	79.45	1,697	1,669	0.202	0.199
13				87.23	82.79	1,704	1,602	0.203	0.191
15				87.59	84.14	1,697	1,576	0.202	0.188
17				89.02	88.83	1,670	1,493	0.200	0.178
18				89.02	88.83	1,670	1,493	0.200	0.178
평균	140	65	58	87.44	84.01	1,700	1,579	0.202	0.188

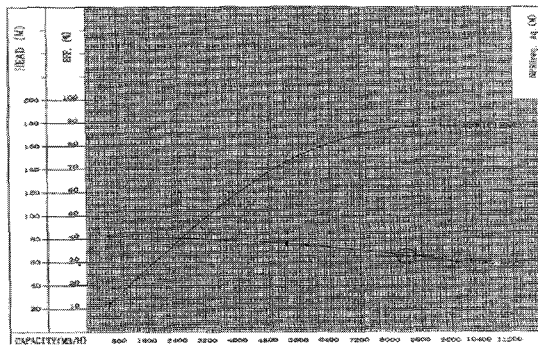
$D' = 930$ mm이다.

계산된 외경비는 930/985=0.944이다. 이 계산값을 앞의 2.2절에 나타낸 것과 같이 임펠러 가공에 대한 보정을 하면, 계산된 외경비가 0.944인 경우 실제 필요한 임펠러 외경비는 약 0.955이다. 따라서, 가공해야 할 임펠러 외경은 0.955×985=940mm이다. 이 값은 실제 제작된 임펠러 외경 950mm와 차이를 보이고 있다. 그러나 제작된 펌프의 성능곡선을 보면 펌프의 양정은 60m이므로 이 양정값을 기준으로 위의 계산을 다시 반복하면 $D' = 946$ mm로 계산된 외경비는 0.96이고 다시 2.2절의 도표에서 이때의 실제 필요한 외경비는 약 0.97이 되므로 외경은 955mm 정도로 가공해야 한다.

이 계산에서 보듯이 임펠러 가공 전후의 양정 변화는 수식으로 대체적으로 예측할 수 있음을 알 수 있다. 그러나 위의 예는 임펠러 외경 가공이 5% 내외인 경우이다. 따라서 임펠러 외경 가공을 많이 하거나 중요한 펌프의 경우에는 실제 성능과는 많은 차이를 보일수 있으므로 제작사에 문의하는 것이 바람직하다고 판단된다. 또한, 위의 두 성능곡선도를 살펴 보면 임펠러 가공 전후에 효율의 변화가 거의 없음을 확인할 수 있다.



(a) 펌프의 임펠러 가공전 성능곡선도



(b) 펌프의 임펠러 가공후 성능곡선도
그림 5 팔당 1, 2단계 펌프의 성능곡선도

7. 펌프장 계획시 임펠러 조정

광역상수도 등 대형 펌프장의 계획시에는 수 년 후의 물 수요량, 수도관의 경년 변화 그리고 이에 따른 수도관의 마찰손실 등을 예측하여 계획을 수립하고 이를 기준으로 펌프를 선정하게 된다. 따라서 물 사용량이 적은 초기 년도에는 유량의 감소로 인하여 관로손실이 작아지므로 계획 보다 낮은 양정을 필요로 하게 된다. 이 경우 대부분 밸브를 교차하여 운전하게 됨으로써 불필요한 과대 양정하의 운전에 따른 에너지 낭비를 유발하고, 과대 유량 운전에 따른 캐비테이션의 발생 등으로 펌프의 손상을 초래하고 있다. 그러므로 연도별 수요량의 정확한 예측으로 초기 연도에서부터 계획년도까지 펌프를 효율적으로 운전하는 방식을 검토해야 한다. 대부분의 경우 임펠러 외경가공 방법과 회전수 제어 방식을 검토하여 두 방법 중에서 경제성이 우수한 방식을 도입하고 있다. 표 5는 임펠러 외경가공과 회전수 제어방법의 장단점을 비교하여 나타내었다. 회전수 제어방식에는 물 사용량이 변화하여도 펌프 토출압력을 항상 일정하게 유지하도록 펌프 토출압력을 검출하여 펌프의 회전수를 제어하는 토출압력 일

표 5 임펠러 외경가공과 회전수 제어방법의 장단점

	임펠러 외경 가공	회전수 제어
장점	외경이 다른 임펠러를 예비로 준비하여 두면 효율이 좋은 펌프성능의 변경이 가능하다.	동력비의 절감이 가능하다. 부분 유량에서도 펌프에 무리가 가지 않는 운전이 가능하다.
단점	성능의 변경은 펌프의 분해, 임펠러의 교체 후 재조립 등의 작업을 필요로 하고, 교체에 시간이 소요된다. 펌프 성능의 변경에 한계가 있다.	설비가 매우 높다. 부속 기기에 대한 설치공간을 필요로 한다. 관로저항이 적은 경우에는 회전속도의 변화에 따라 토출량이 크게 변화하므로 제어가 어려울 수 있기 때문에 주의해야 한다.
적용	수요 수량의 경년 증가에 따라 장기적으로 보아서 유량, 양정 등의 변경이 필요한 경우. 하절기, 동절기 등에 따라 년 2회 정도 유량, 양정의 변경이 필요한 경우에 적용.	양정의 변동범위가 큰 경우에 적용한다. 유량, 양정이 수시로 변동하는 경우에 적용한다. 가변속 장치로서 유체커플링 또는 인버터를 주로 채택하고 있다.
성능 변화	유량, $Q = Q \times (\frac{D}{D})^m$ 양정, $H = H \times (\frac{D}{D})^n$ 동력, $P = P \times (\frac{D}{D})^{m+n}$ 비속도가 작은 경우, $m=2, n=2$ 비속도가 큰 경우, $m<2, n>2$	유량, $Q = Q \times (\frac{n}{n})$ 양정, $H = H \times (\frac{n}{n})^2$ 동력, $P = P \times (\frac{D}{D})^3$

정제어 방식과 물 사용량의 변화하여도 펌프로부터 멀리 떨어진 배관 말단 압력을 항상 일정하게 유지하기 위하여 말단압력을 직접 검출하여 펌프의 회전수를 제어하는 말단압력 일정제어 방식이 있다. 일반적으로 말단압력 일정제어 방식이 토출압력 일정제어 방식에 비해 에너지 절감 효과가 크다.

회전수 제어방식은 임펠러 외경 방식과는 다르게 수시로 회전수를 제어함으로써 물 수요량의 변동에 쉽게 대응하여 계획수량의 0~100%까지 공급할 수 있기 때문에 에너지 절감 효과가 크나, 임펠러 외경가공 방식은 미리 정한 수요량에 맞도록 임펠러를 가공하기 때문에 물 수요량이 변동하게 되면 다시 변동된 수요량에 맞도록 임펠러 외경을 가공하여야 하는 번거로움이 있으며 모든 유량에 맞춰 임펠러를 준비할 수 없고 벨브의 개도를 함께 조절하여 사용하여야 하기 때문에 회전수 제어 방식에 비해 에너지 절감 효과가 떨어진다고 할 수 있다.

최근, 국제 유가 급등으로 인해 에너지 절약에 대한 관심이 커짐에 따라 펌프장에서도 효율적인 운전을 통한 에너지 절감에 대해 관심이 높아지면서 펌프장을 중심으로 한 "ESCO" 사업에 대한 검토 및 실행이 이루어지고 있다. 광역상수도과 같은 대형 펌프장은 15 ~20년 후에도 계획수량을 안정적으로 공급할 수 있는 설계 전양정을 기준으로 설계되므로 용수공급 초기단계 및 운전 전양정에서의 운전을 고려하여 다음과 같은 대책을 수립하여야 한다.

- 1) 펌프는 임펠러 조정을 통하여 운전 전양정과 설계 전양정에서 주요 설비의 변경 없이 안정적으로 계획수량의 공급이 가능한지 검토하여 선정하고 최소 전양정에서의 운전 가능여부를 펌프 특성 곡선을 이용하여 검토하고 운전대책을 수립한다.
- 2) 운전 전양정과 설계 전양정의 차이가 크게 발생하는 경우에는 설계 전양정을 기준으로 펌프를 선정하고 운영의 편의성, 에너지 효율 평가 등과 경제성을 검토하여 변수펌프를 채택하도록 한다.
- 3) 임펠러 조정을 하는 경우 임펠러 외경 가공 한도는 약 20% 정도로 하여 과도한 외경 가공으로 인하여 펌프의 효율저하가 발생하지 않도록 한다.
- 4) 물 수요량의 변동에 따라 하절기·동절기와 같이 년 2회 정도 주기적으로 펌프의 전양정이 변동하는 경우에는 저양정 임펠러와 고양정 임펠러를 각각 준비하여 효율적인 운전이 되도록 한다.

후 기

본 연구는 한국수자원공사 수도설비처의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- (1) 환경부, 1997, 상수도 시설기준, 한국수도협회.
- (2) 日本水道協會, 2000, 수도시설 설계지침.
- (3) 건설부, 1990, 수도권 3단계 광역상수도 공사지.
- (4) 건설부, 1990, "수도권 광역상수도 4단계 사업," 실시설계 보고서.
- (5) 한국수자원공사, 1995, "수도권 광역상수도 5단계 사업," 실시설계 보고서.
- (6) Karassik, I. J., Messina, J. P., Cooper, P. and Heald, C. C., 2001, Pump Handbook, 3rd ed., McGraw-Hill.