

# 제 작 시 방 서

## 수직 다단 원심펌프

### Vertical Multi-Stage Centurifugal Pump

1. 적용 범위 이 기준은 상온(5~35℃)수용 한쪽 흡입형으로 최고 사용압력 22kgf/cm<sup>2</sup>까지에 사용하는 흡입구 지름 40~100mm, 단수 2~16단의 일반용 소형 수직다단 원심펌프(이하 “펌프”라 한다)로서 분리형 베드위에서 60Hz의 2극 3상 유도전동기와 분리형 카프링에 의하여 직결되고, 배관의 중간라인에 수직으로 설치하는것에 대하여 규정한다.

#### 2. 크기 및 종류

2.1 크기 펌프의 크기는 표1에 표시한 흡입 구경 및 토출 구경의 호칭지름과 표2의 단수에 따라 표시한다. 흡입 구경과 토출 구경이 같은 것은 구경 및 단수로 표시하고, 다른 것은 양쪽의 구경 및 단수로 표시한다.

보기 : 100mm 3단, 100 × 100mm 3단

표 1

호칭지름(mm)	25, 32, 40, 50, 65, 80, 100
----------	-----------------------------

※ 주 : 표 1의 호칭지름을 가급적 사용하여야 한다.

표 2

펌프의 단수 (Stage)	2단, 3단, 4단, . . . . . 16단
----------------	---------------------------

2.2 종류 펌프의 종류는 크기, 단수, 주파수 및 정격출력에 의해서 표시한다.

예) DVT 16 / 6 \*× 60HZ ×15HP

#### 3. 재료

- (1) 펌프의 재료는 표4에 따른다.
- (2) 인화성 또는 유독성액을 취급하는 펌프 케이싱은 SSC13 일 것
- (3) 가스켓 또는 씰의 재질은 사용액의 취급에 이상이 없을 것.

관련규격 : KS B 6301 (원심펌프,사류펌프 및 축류펌프 시험 및 검사방법)

KS B 6360 (펌프의 소음레벨 측정방법)

KS B 7505 (소형 다단 원심 펌프)

JIS B 8301 (원심펌프, 사류펌프 및 축류펌프 시험 및 검사방법)

HIS (Hydraulic Institute Standards for Centrifugal, Rotary & Reciprocating Pump)

DYP-1001 (대영파워펌프 검사 및 시험)

표 3

번호	부 품 명	재 질	관 련 규 격
1	케이싱	SSC 13	KS D 4103
2	임펠러	STS 304	KS D 3706
3	모터 브라켓	GC 200	KFCA-D4301-5015
4	베드	GC 200	KFCA-D4301-5015
5	주축	STS 316	KS D 3706
6	커플링	GC 200	KFCA-D4301-5015
7	임펠러 너트	STS 304	KS D 3706
8	임펠러 와셔	STS 304	KS D 3706
9	콕	STS 304	KS D 3706
10	메카니칼 씬	Tungsten Carbide	DIN 24960

**4. 겉모양**

- (1) 주조품은 내외면 모두 매끈하고, 해로운 기포, 균열 및 살물림등이 없어야 한다.
- (2) 펌프의 바깥면중 내식성 재료를 사용하지 않는 부분에 대해서는 도장 또는 도금등의 방법으로 내식성 처리를 하여야 한다.
- (3) 흡입 및 토출측 후랜지 표면의 다듬질 거칠기는 6.3S 이상이어야 한다.
- (5) 주축, 축이음 등의 가공면은 기름 또는 도료, 기타의 방법에 의해 방청처리를 한다.

**5. 성 능**

**5.1 내수압** 각부의 변형, 누설등 이상이 없어야 한다.

**5.2 총양정** 규정 토출량에 대한 표준 총양정은 KS B 7505의 부도 3 A에 따른다. (단 2극 기준)

**5.3 토출량** 펌프의 규정 토출량은 흡입구경에 대해 표 4의 범위 내이어야 한다.

토출량범위는 정격주파수가 60Hz일때임.

표 4

흡 입 구 경 (mm)	25	32	40	50	65	80	100
토출량 범위 (m <sup>3</sup> /min)	0.08이하	0.07~0.14	0.13~0.20	0.20~0.40	0.30~0.70	0.50~1.10	1.00~1.70

**5.4 회전수** 최고양정 및 토출량에 있어서 회전수 변화량은 ±5%이어야 한다.

**5.5 축동력** 펌프의 축동력은 규정동력 이하이어야 한다.

**5.6 흡입상태** 규정 총양정 때의 토출량으로 하고, 캐비테이션에 따른 양정의 저하 및 이상음이 없어야 한다.

**5.7 필요흡입양정(최대흡입양정)** 표5의 규정 토출량에 대하여 펌프 기준면으로 환산한 흡입 총양

정으로 표5과 같으며, 그 상태에서 이상없이 운전되어야 한다. 또한, 총양정이 3% 저하되는 점에서의 필요흡입양정은 당사자간의 협의에 따른다.

표 5

흡 입 구 경 (mm)	40이하	50	65	80	100
최대흡입 양정(m)	-	6	5.5	3	(압입 1)

**5.8 펌프효율** 펌프효율의 최고치는 그 토출량에 있어서 KS B 7505 부도 4의 A효율이상이어야 한다. 또한, 규정 토출량에 있어서의 펌프효율은 부도 4의 B효율 이상이어야 한다.

**5.9 진 동** 펌프의 진동은 총합 진동주파수(Unfiltered), 부분 진동 주파수(Filtered)에서의 진동값이 KS B 6301의 참고 그림2에 주어진 진동속도와 최대 진폭값 이하 이어야 한다.

**5.10 소 음** 펌프의 소음은 85dB(A) 이하이어야 한다.

## 6. 구 조

### 6.1 일반

- (1) 펌프는 케이싱, 임펠러, 안내깃, 모터 브라켓, 주축, 카플링에 의해 구성된다.
- (2) 펌프의 회전방향은 전동기 쪽에서 보아 반시계방향으로 회전하는 것을 원칙으로 한다.

### 6.2 케이싱

- (1) 케이싱은 흡입케이싱 토출케이싱을 가지며, 흡입구 및 토출구는 축방향으로 한다.
- (2) 플랜지는 KS B 1511(철강제 관 플랜지의 기본치수)에 따른다.
- (3) 케이싱에는 물빠기 구멍, 흡입압력 인출구멍 및 토출압력 인출구멍을 설치한다. 이들 구멍 나사는 KS B 0221(관용 평행 나사)에 따른다.
- (4) 흡입, 토출구는 플랜지 타입으로 하며 같은 압력으로 설계되어야 한다.

### 6.3 모터 브라켓

- (1) 모터 브라켓의 내압부 두께는 케이싱 두께이상으로 한다.
- (2) 메카니컬 씰부의 면 흔들림은 축에서 측정하여 0.05mm 이내 이어야 한다.

### 6.4 임펠러

- (1) 임펠러는 밀폐형 구조로 하여야 한다.
- (2) 펌프 임펠러는 축에 키와 임펠러 너트에 의해 확실히 고정 되어야 한다. 너트는 풀림방지를 위한 기계적 방법으로 로크 되어 있어야 한다.
- (3) 임펠러는 동적, 정적으로 밸런싱이 양호하여야 한다.

### 6.5 주 축

- (1) 주축은 최대전달토크, 기동시 및 축추력에 의해 발생하는 응력에 견딜 수 있도록 충분히 외경을 고려해서 설계한다.
- (2) 주축은 커플링과 함께 키(key)로 고정되어야 한다.
- (3) 주축은 전 길이에 걸쳐 기계가공 다듬질하며, 축흔들림은 0.025mm이내 이어야 한다.
- (4) 주축은 이송유체로 부터의 부식 및 마모를 방지하기 위하여 스테인레스강(STS316)을 사용하여

야 하며, 회전체의 1차위험속도는 최대 운전속도의 120% 이상이어야 한다.

## 6.6 커플링

- (1) 커플링은 분리형커플링으로 하며, 주축에 키를 사용하여 견고하게 장착되어야 한다.
- (2) 펌프 주축과 모터축의 트러스트 하중을 견디기 위한 육각 구멍볼이 볼트·너트로 설치하여야 한다.
- (3) 모터축과 펌프축과의 연결 및 고정은 키로 하여, 분해와 조립이 용이하여야 한다.

## 7. 시험방법

### 7.1 시험조건

**7.1.1 시험양액** 펌프의 시험은 상온(온도 0-40℃)의 맑은 물(단위 체적당 중량은 1kgf/l(밀도는 10<sup>3</sup>kg/m<sup>3</sup>))로 하며, 시방양액이 맑은 물로 그 온도가 40℃를 초과하였을 때, 또는 시방양액의 단위체적당 중량이 상온 맑은 물과 다를 때는 시험결과를 다음식에 의하여 환산한 값으로 한다.

시방 양액의 경우 토출량(m<sup>3</sup>/min) = 시험 양액의 경우 토출량(m<sup>3</sup>/min)

시방 양액의 경우 총양정(m) = 시험 양액의 경우 총양정(m)

시방 양액의 경우 압력(kgf/cm<sup>2</sup>) =  $\frac{\gamma'}{\gamma}$  × [시험 양액의 경우의 압력(kgf/cm<sup>2</sup>)]

시방 양액의 경우 축동력(kW) =  $\frac{\gamma'}{\gamma}$  × [시험 양액의 경우의 축동력(kW)]

다만,  $\gamma'$  : 시방 양액의 단위 체적당 중량(kgf/cm<sup>3</sup>)

$\gamma$  : 시험 양액의 단위 체적당 중량(kgf/cm<sup>3</sup>)

**7.1.2 시험 회전수** 시험 회전수는 원칙적으로 규정 회전수로 한다. 다만, 시험설비의 형편상 규정 회전수를 얻지 못할 경우에는 규정회전수의 ±20% 범위 내의 다른 회전수로 시험하여도 좋다.

**7.1.3 측정점** 원심펌프의 시험은 차단 상태에서부터 가급적 대수량까지 5종류 이상의 다른 토출량에 대하여 측정하고, 적어도 1종류는 규정 양정보다 낮은 양정에서 측정한다.

### 7.2 내압시험

- (1) 펌프 내압부의 수압시험은 펌프 최고 허용압력의 1.5배 압력으로 3분이상 시행한다.
- (2) 운전 온도에서의 재료의 강도가 상온에서의 재료의 강도보다 낮은 경우는 상온에서의 재료의 강도를 운전온도에서의 재료의 강도로 나눈값을 수압시험압력에 곱한 값으로 수압시험을 시행한다.

**7.3 총양정** 펌프를 시험회전수로 운전하고, 펌프의 토출측 밸브를 조정하므로서 총양정과 토출량을 변화시키면서 KS B 6301의 시험방법에 따라 시험하고 다음식에 의하여 총양정을 산출한다.

$$H = h_d - h_s + \frac{V_d}{2g} - \frac{V_s}{2g}$$

여기서  $H$  : 총양정(m)

$h_d$  : 기준면으로 환산한 토출압력을 액주미터로 표시한 것(m)

$h_s$  : 기준면으로 환산한 흡입압력을 액주미터로 표시한 것(m)

$v_d$  : 펌프의 토출쪽에 뚫은 압력측정 구멍의 위치에 있어서 단면을 통과하는 양액의 평균속도(m/s)

$v_s$  : 펌프의 흡입쪽에 뚫은 압력측정 구멍의 위치에 있어서 단면을 통과하는 양액의 평균속도(m/s)

$g$  : 중력가속도 9.81(m/sec<sup>2</sup>)

토출압력 및 흡입압력의 측정구멍의 위치에 있어서 단면적이 같은 경우에는  $H = h_d - h_s$  로 된다.

**7.4 토출량** 펌프 토출쪽 플랜지부로부터 단위시간에 토출되는 유효한 액량(m<sup>3</sup>/min)을 펌프의 토출량으로 한다. 측정은 KS B 6302의 3각위에 의한 방법으로 하며, 유량산출은 다음식에 따른다.

직각 3각위어

$$Q = Kh^{5/2}$$

$Q$  : 유량 (m<sup>3</sup>/min)

$h$  : 위어의수두 (m)

$K$  : 유량계수

$$= 81.2 + \frac{0.24}{h} + \left(8.4 + \frac{12}{\sqrt{D}}\right) \left(\frac{h}{B} - 0.09\right)^2$$

$B$  : 수로의 나비 (m)

$D$  : 수로의 밑면부터 노치 밑면까지의 높이(m)

위 계산식의 적용범위

$$B = 0.5 - 1.2 \text{ m} \quad D = 0.1 - 0.75 \text{ m}$$

$$h = 0.07 - 0.26, h = B/3 \text{ 이내}$$

**7.5 회전수** 정확한 회전계를 사용하여, 측정값은 1/200까지 기록하고, 여러번 측정하여 그 평균값을 취해서 그것을 회전수(rpm)로 한다.

**7.6 축동력** 축동력은 펌프 축의 소요동력으로, 전동기에 정격주파수의 정격전압을 인가하여 운전하며 서서히 토출측 밸브를 개방하면서 측정점이 규정토출압력까지 개방하여 운전시킨다. 이때, 각상의 흐르는 전류, 전압 및 역율을 측정한다. 각상의 전류 평균치와의 차이는 5%를 초과하지

않아야 하며, 각상의 전류가 규정전류를 초과하는 경우 운전을 중지한다. 원칙적으로 kW(1kW = 1.36ps)로 표시한다. 축동력을 산출하는데 필요한 모든 측정 수치는 전부 1/100까지 읽는다.

**7.7 흡입상태** 흡입상태는 규정 총양정 때의 토출량으로 시행하고, 캐비테이션에 따른 양정의 저하 및 이상음의 유무를 조사한다. 특히 지정에 의해서 필요 NPSH를 구하는 경우 총양정이 정상 운전시에 대해서 3% 저하 하였을때의 NPSH의 값으로 그 토출량에 있어서의 필요 NPSH로 간주한다. 유효흡입수두(NPSH) 산출식은 다음과 같다.

$$\Delta h = \sigma \cdot H$$

$\Delta h$  : 유효흡입수두 (m)

$H$  : 총양정(m)

$\sigma$  : 토오마의 캐비테이션 계수

$$\sigma = 78.8 \times \frac{Ns^{4/3}}{10^6}$$

### 7.8 필요흡입양정

- (1) 필요 흡입 양정 측정 방법은 HIS에 따른다.
- (2) 필요 흡입양정은 최소유량, 시방유량과 최소유량의 중간점, 시방유량점, 시방유량의 110%점에서 측정한다.
- (3) 필요흡입양정은 전 양정이 3%저하되는 때의 측정값을 필요흡입양정으로 한다.

### 7.9 진 동

- (1) 펌프의 진동시험은 시방유량의  $\pm 10\%$  범위 및 규정 회전수의  $\pm 10\%$  범위에서 실시하며, 펌프의 진동은 모터 브라켓의 원주방향으로 측정한다.
- (2) 부분진동 주파수는 펌프 운전속도 주파수의 50%, 100%, 200% 및 임펠러 킷의 통과 주파수로 한다.

**7.10 펌프효율** 규정회전수로 규정 총양정의 경우에 있어, 펌프 효율을 다음의 식에 의해서 구하고, 그 값이 보증효율( $\eta_n$ )보다 낮을 때는 그 허용값은  $(6-0.05\eta_n)\%$ 로 한다.

규정 회전수로 규정 총 양정의 경우에 있어 펌프 효율을 다음의 식에 의해서 구하고 그 값이 보증효율( $\eta_n\%$ )보다 낮을 때는 그허용치는  $(6-0.05\eta_n)\%$ 로 한다.

$$\eta = \frac{L_w}{L} \times 100$$

여기서,  $\eta$ : 펌프 효율 (%)

$L$  : 펌프축 동력 (kW)

$$L_w = 0.163 \gamma QH$$

여기서,  $L_w$  : 수동력 (kW)

$\gamma$  : 양액의 단위(kgf/l)

Q : 토출량 (m<sup>3</sup>/min)

H : 총 양정 (m)

$$\{ L_w = \frac{1}{60 \times 10^3} \rho g Q H \}$$

여기서,  $\rho$  : 양액의 밀도(kg/m<sup>3</sup>)

g : 중력 가속도 9.81(m/s<sup>2</sup>)

### 7.11 소음

- (1) 소음 측정방법은 KS B 6360 또는 HIS에 따른다.
- (2) 펌프의 소음은 전역대와 옥타브 밴드 주파수별로 측정한다.
- (3) 소음계 및 옥타브 밴드 분석기는 KS C 1505(정밀 소음계)에 규정된 것 또는 이와 동등 이상의 성능을 갖는 것으로 한다.

8. 검사 펌프의 검사는 7항에 따라 시험한 후 다음의 각 항에 대하여 3, 4, 5, 6의 규정에 적합하여야 한다.

- (1) 내압 및 회전수
- (2) 규정토출량 및 전양정
- (3) 축동력 및 펌프 효율
- (4) 흡입상태 및 필요흡입양정
- (5) 진동 및 소음

9. 명판의 표시사항 명판은 본체의 잘보이는 곳에 견고하게 다음의 내용을 표시하여 부착하여야 한다.

- 흡입 및 토출측 구경 (mm)
- 소요동력 (kW)
- 토출량 (m<sup>3</sup>/min)
- 전양정 (m)
- 회전수(RPM)
- 제조번호 및 제조자명