

원심펌프의 기술시방 - 2급 규격제정에 관한 연구

서상호* · 노형운* · 박종문** · 성순경*** · 이봉주**** · 이정우*****

1. 서 론

국내에서는 대부분의 유체기계 제작업체는 중소기업으로서 기술개발 및 연구활동이 열악한 조건에서 선진 외국의 제품을 모방 설계하는 실정으로 설계자료로서 활용할 수 있는 실험 및 이론적 연구자료가 거의 없는 상태이다. 따라서, 이렇게 생산된 제품의 규격과 성능은 천차만별이고, 선진외국의 제품에 비하여 성능이 크게 떨어지는 실정이다. 따라서 외국업체와 경쟁에서 살아 남을 수 있는 우수한 성능의 제품을 생산하기 위하여 관련 규격의 선진화가 필요하다.

특히 유체기계 중 석유화학플랜트에 사용되는 원심펌프는 국내의 많은 수요에도 불구하고 아직 이에 대한 기술 기준이나 성능시험방법을 규정하고 있는 KS 규격이 없는 실정이며 이에 대한 KS규격제정이 시급히 요구되고 있다.

따라서, 본 연구의 목적은 기술표준원 2000년 용역사업의 일환으로써 이에 관련된 규격을 제정하는데 있다.

2. 제정 KS 규격 선정

아래와 같은 2종의 선진규격을 참조하여 새로운 펌프관련규격을 제정하였다.

- 1) 원심 펌프의 기술 시방-2급
 - ISO 5199 Technical specification for centrifugal pumps-class II

* 숭실대학교 기계공학과
** 한국종합엔지니어링 기전부
*** 경원전문대 건축설비과
**** 한돌펌프 대표이사
***** 휴먼아이티 고문

- 2) 한쪽흡입원심펌프-기계니컬 실과 소프트 패킹용 빈 공간의 치수

- ISO 3069 End-suction centrifugal pumps
- Dimensions of Cavities for mechanical seal and for soft packing 상수

3. 연구기간과 규격 제정 방법

원심펌프의 기술시방- 2급 규격제정에 관한 연구를 수행한 기간은 2000년 4월 ~ 10월 (6개월)이다. 이를 제정하기 위하여 선진규격에 대해 전문가에게 맡겨서 먼저 번역작업을 수행하게 하였고, 번역된 선진규격으로 연구수행자 전원과 자문위원의 연석회의를 통하여 KS 규격의 제정(안)을 만들었다. 또한, ISO 3069의 규격은 KS B 7501 규격의 부속서로 포함되어 있었으나 한쪽흡입 원심펌프 관련 기계니컬 실과 소프트 패킹용 빈 공간의 치수에 대한 상세한 내용이 없다. 따라서, ISO 3069를 연구하여 새로운 KS 규격을 제정하였다.

4. 관련 KS규격의 용어통일

ISO 5199와 ISO 3069에 나오는 용어는 표 1과 표 2와 같이 KS B 0061(터보형 펌프 용어)와 기계용어집(대한기계학회, 1995)을 기준으로 통일함을 원칙으로 하였다. 그러나, 기계용어집에 규정되어 있는 용어일지라도 현재 산업계에서 통용되는 용어와 다를 경우에는 산업계의 혼란을 피하기 위하여 산업계의 통용 용어를 병용 사용토록 하였다. 또한, 기계용어집의 용어를 수정할 필요가 있을 때에는 이를 개정하고, 대한기계학회에 통보하여 이를 반영토록 건의할 예정이다.

표 1 ISO 5199에 나오는 용어의 국문화

용어	국문화
Accessory	부속품
Actual First Lateral Critical Speed	로터의 실제 1차 횡방향 위험 속도
Adjustable Orifice	조정 오리피스
Airborne noise	공기소음시험
Allowable Operating Range	허용 운전 범위
Angular	원주방향
Assembly for Despatch	출하를 위한 조립
Attach Removable Spacer	스페이서
Auxiliary Piping	보조 배관
Back Pull-Out	백 풀 아웃
Back-to-Back	뒷면 붙임 배열
Barrier Liquid	차단액
Baseplate	공통 베이스
Basic Design Pressure	기본 설계 압력
Blank/blind flanges	블랭크/블라인드 플랜지
Blow-out	배출
Branch	노즐
Carbon Steel	탄소강
Casing	케이싱
Casing-cover gasket	케이싱 커버 개스킷
Cast Iron	주철
Cavitation	캐비테이션
Cavity	빈 공간
Chamber	챔버
Characteristic Curve	특성곡선
Circulation	순환
Clearance	틈새
Closure	마개
Component	부품
Composition	성분
Constant Level Oiler	자동급유기
Construction Features	구조 특징
Correction Factor	보정 계수
Corrosion Allowance	부식 여유
Counterboring	한쪽 접합면
Coupling halves	커플링의 한쪽
Critical Speed	임계속도
Design Load	설계하중
Dismantling	분해
Distortion	변형
Driver	원동기
Ductile Iron	구상흑연주철

표 1 ISO 5199에 나오는 용어의 국문화(계속)

용어	국문화
End Float Coupling	엔드 플로트 커플링
End-Suction Centrifugal Pump	한쪽 흡입 원심 펌프
Erosion	침식
Fabricated Steel	제관용 강
Face Runout	면 흔들림
Fastener	조임기구
Flange Envelope	플랜지 치수
Flexible Coupling	플렉시블 커플링
Flush	플러시
Gall Resistance	마모
Galling	몽개짐
Gland Follow/End Plate	패킹 누르개
Grouting	그라우팅
Hardness	강성
Hazardous Liquid	위험한 액체
Hollow-Head Screw	홈볼이 볼트
Hydraulic Radial Force	반지름 방향의 수력학적힘
Hydrostatic Test	수압 시험
Identification Number	식별 번호
Ingress	유입
Injection	주입
Inner Race	내륜
Inpregnation	함침
Intergranular attack	입자간 부식
Jackets	재킷
Jackscrew	분해용 볼트
Lantern Ring	랜턴 링
Locknut	로크너트
Lockwasher	로크와셔
Machining Tolerances	가공 공차
Maintenance	유지, 보수
Maximum Allowable Continuous Speed	최대 허용 연속 속도
Mechanical Design	기계적 설계
Mechanical Features	기계적 특성
Mechanical Seal	미캐니컬 실
Mounting	고정
Multivane Impeller	다중 깃 임펠러
Nameplate	명판
Net Positive Suction Head (NPSH)	유효 흡입 헤드
Non-ductile	연성이 없는 재료
Oil Level Indicator	유면계
Operating Condition	운전 조건
Operating Point	운전점

표 1 ISO 5199에 나오는 용어의 국문화(계속)

용어	국문화
Over strain	과도한 변형
Packing gland follower	패킹 누르개
Peening	망치로 두드리거나
Plug	연결구
Power Input	공급 동력
Preservative oil	방부오일
Pressure relief	압력제거
Prime Mover	원동기
Product Number	제조 번호
Quenching	퀵칭
Rated Condition	정격 조건
Rated Driver Output	정격 원동기 출력
Rated Inlet Pressure	정격 흡입 압력
Rated outlet pressure	정격 토출 압력
Regreasable Bearing	그리스 윤활 베어링
Restriction Orifice	수축 오리피스
Running Clearance	틈새
Seal	실
Seal Chamber	실 챔버
Seal End Plate	실 끝판
Seizure	녹아붙음
Serial Number	일련 번호
Shaft Deflection	축 휨
Shaft Runout	축 흔들림
Shim	심
Shop inspection	공장 검사
Single Channel Impeller	단일 통로 임펠러
Sleeve	슬리브
Soft Packing	소프트 패킹
Solids Content	고형물 종류
Spacer Coupling	스페이서 커플링
Stainless Steel	스테인리스 강
Start	기동
Steam Service	증기를 주입할 경우
Straddle	대칭으로
Stud	스터드 볼트
Stuffing Box	패킹 상자
Surface Roughness	표면 거칠기
Tensile	인장강도
Throttle bushing	스로틀 부시
Thrust Bearing	스러스트 베어링
Tilting	경사로 인한
Torque Variations	토크 변동값
Total Axial Deviation	축방향 총 편차
Total Radial Deviation	반지름 총 편차
Trip Speed	트립 속도
Wear Ring	웨어 링

5. KS규격 제정 주요내용

5.1. 원심펌프 기술시방- 2급

본 규격은 1986년 제 1판으로서 발행된 ISO 5199, Technical Specifications for Centrifugal Pumps-Class B를 번역해서 기술적 내용을 변경하지 않고 작성한 한 국산업규격이다. ISO에는 원심 펌프에 대한 기술 시방 을 다루는 규격은 기술 시방 1, 2, 3의 세 등급이 있는 데, 가장 엄격한 요구 사항을 갖는 것이 1급이고 가장 완화된 요구 사항을 갖는 것이 3급이고 본 규격은 2급 에 해당되는 것이다. 또한, 본 규격 중에 구매자가 결 정을 하거나 제조자와 구매자간의 협의가 필요할 경우, 그 관련 내용은 굵은 글씨체로 인쇄하였고 규격 부속 서 8에 제시하였다.

5.1.1. 적용 범위

8에 제시하였다. 이 규격은 주로 화학과 석유화학 산업에서 사용되는 백 풀-아웃 구조의 원심 펌프에 대 한 2급 요구 사항을 다룬다. 그러나 이 규격, 또는 규 격의 일부 조항은 다른 산업에서 즉 일반 산업용 또는 백 풀-아웃 구조를 채택하지 않은 펌프의 설계에 활용 할 수 있다. ISO 2858에 기술된 펌프는 이 국제 규격 에 부합되는 대표적인 펌프이다.

이 규격은 원동기를 제외한 보조 배관장치, 공통베 이스 커플링을 포함하여 펌프의 설치, 유지 보수 그리 고 안전에 관련된 설계 특징을 규정한다.

이 규격은 다음과 같은 경우에 적용한다.

- 특정한 설계 사항이 요구될 때와 이 규격의 요구 조건과 부합되면서 대체 설계가 제안되었을 때 도 사용되며 대체설계에 대한 상세 사항은 제시되어야 한다.
- 이 규격의 모든 요구 사항에 부합되지 않는 펌프 라도 차이점을 모두 명확히 언급하면 고려대상으로 제안될 수 있다.

시방서의 내용이 본 규격의 기술적 요구 사항과 다 른 경우 아래의 순서대로 규격을 적용할 수 있다.

- 주문서 또는 주문이 안 되었을 경우에 견적 요청 서) (본 규격 부속서 6과 7 참고)

표 2 ISO 3069에 나오는 용어의 국문화

용어	국문화
bore	구멍
cartridge	카트리지
clearance	틈새
coaxial	동축의
concentricity	동심도
end plate	끝판
filled face	공간
flush	풀러시
general-purpose duties	범용
gland face	글랜드 면
heavy-duty process	중하중용
machined component	튀어나온 부분
mating ring	상대링
Normative reference	참조 표준규격
run-out	흔들림
scope	범위
seal cavity	실 공간
seal chamber	실 챔버
seal gland plate	실 글랜드 플레이트
seal grand plate attachment	실 글랜드 판 부속품
soft packing	소프트 패킹
spigot	스피곳
Squareness	직각도
step-balanced	계단식 평형
stud	스터드
stuffing box	패킹상자
unflush	풀러시가 없는
vent	배기

- b) 데이터 시트 (본 규격 부속서 1 참고)
- c) 본 국제 규격
- d) 주문서 또는 견적 요청서 중에 참고된 다른 규격

5.1.2. 정의

규격에 있는 용어 중 설명이 필요한 것은 다음과 같이 정의한다. 지면의 한계 상 몇 개만 제시하겠다.

- a) 운전 조건 : 모든 파라미터(예를 들면, 운전 온도, 운전 압력)는 주어진 적용 조건과 양액에 의해

결정된다. 이 파라미터는 펌프의 구조형태와 구성부품의 재질에 영향을 미치게 된다.

- b) 허용 운전 범위 : 공급된 펌프에 대하여 캐비테이션, 발열, 진동, 소음, 축의 휨 및 다른 유사 기준에 의해 제한되는 규정된 운전 조건에서의 유량범위를 의미한다. 이 범위는 제조자가 제시해야 한다.
- c) 정격 조건 : 필요한 여유를 고려하여 명시된 운전조건을 만족시키는데 필요한 상태(보증)를 정의한 조건(원동기는 제외)를 의미한다.

5.1.3. 설계

설계파트에는 일반적인 사항과 원동기의 정격 성능을 결정하기 위하여 사항들이 언급되어 있고 임계 속도 및 균형과 진동에 대한 내용이 언급이 되어 있다.

내압부품의 등급과 벽두께, 재료와 기계적 특성에 관한 내용이 언급되어 있다.

노즐과 기타 배관의 사용범위와 연결방법등을 명시하였다.

플랜지 및 노즐 플랜지에 대한 사용 및 크기에 대한 사항도 규정하였다.

또한, 임펠러, 웨어링, 축과 슬리브, 축실링과 커플링에 대한 설계 상 주의할 점을 본 규격에서 언급하였다.

5.1.4. 재료

본 절에서는 재료의 선정에 대한 언급이 되어 있고, 위험한 액체가 사용될 경우에 재료의 선정은 구매자와 제조자간의 협의에 따른다라고 언급되어 있다.

그리고 화학적 성분, 기계적 성질, 열처리와 용접 공정에 사용되는 재료의 성분과 품질에 대한 사항도 언급하였다.

또한, 용접이나 다른 방식에 의한 수리에 관한 사항도 언급하였다.

5.1.5 재료공장검사와 시험

일반적인 주의사항과 재료시험에 대한 언급을 하였으며, 펌프의 시험과 검사에는 수압시험, 성능시험에 대하여 자세하게 언급하였다.

5.1.6 출하시험

펌프를 출하할 때 주의할 점을 다루었다. 특히, 운송과 보관, 운송 중 회전부분의 보호, 배관과 부속장치와 식별에 대한 사항이 언급되어 있다.

5.1.7 부속서

본 규격에는 아래와 같은 8개의 부속서를 포함하고 있다.

- 부속서 1 원심 펌프 - 데이터 시트
- 부속서 2 최대 변위
- 부속서 3 플랜지에 작용하는 외력과 모멘트
- 부속서 4 대표적 실 조립
- 부속서 5 실용 배관
- 부속서 6 견적요청서, 제안서, 주문서
- 부속서 7 주문 후의 서류
- 부속서 8 체크 리스트

5.2. 한쪽흡입원심펌프-미캐니컬 실과 소프트 패키징 빈 공간의 치수

본 규격은 KS B 7501의 부속서에 나와있는 범위를 확장시켰고, 선택적인 중하중용 실의 빈 공간을 포함하도록 하였다. KS B 7501의 부속서에는 빈 공간 치수는 변경되지 않았지만, 본 규격에서는 사용 가능한 크기를 확대시켰다. 또한, 급증하는 카트리지용 미캐니컬 실에 대한 요구를 만족하기 위하여 본 규격에 이 제품군에 대한 실의 빈 공간 치수의 합리화를 위해 부속서를 포함시켰다. 이 권장 치수는 원추형 실 챔버의 성능과 동등하게 구멍이 평행하게 뚫려 있는 실 챔버에 적용되어 왔다.

5.2.1. 적용 범위

이 규격은 ISO 2858의 수평축 한쪽 흡입 원심펌프에 사용되는 계단식 평형 미캐니컬 실, 직선 축에 적합한 미캐니컬 실, 소프트 패키징에 대한 실 빈공간의 치수에 대하여 규정한다. 범용과 중하중용 모두 적용이 되더라도 슬러리나 고형물이 많이 포함된 프로세스에서는 적용하지 않는다.

이 규격은 다음 두 가지 사항이 추가되었다.

- a) 실 챔버의 한계압력이 계기압으로 16 bar까지의 범용 소프트 패키징 또는 미캐니컬 실에 적합한 패키징 장치의 범위
- b) 실 챔버의 한계압력이 계기압으로 40 bar까지의 범용과 중하중용에 관한 카트리지형 미캐니컬 실을 포함하는 미캐니컬 실에 적합한 큰 빈 공간의 범위

5.2.2. 인용규격

다음 인용규격은 이 국제규격의 구성조항 즉 본문에 언급된 조항들을 포함한다. 발행년도를 부기하고

있는 인용규격은 기재년의 판만이 이 규격의 규정을 구성하는 것으로 그 후의 개정판·추록에는 적용하지 않는다. 발행년도를 부기하지 않은 인용 규격은 그 최신판을 적용한다. 그러나, 국제규격에 동의하고 있는 단체들은 아래 표시된 국제규격의 가장 최근 개정판으로 적용되도록 노력하여야 한다. ISO와 IEC의 회원들은 최근의 유효한 국제규격을 등록하도록 하여야 한다.

ISO 5199, Technical specification for centrifugal pumps - Class II

ISO 9055, Technical specification for centrifugal pumps- Class I

ISO 9908, Technical specification for centrifugal pumps - Class III

EN 12756, Mechanical seals - Principal dimensions, designation and material codes

5.2.3. 정의

규격에 있는 용어 중 설명이 필요한 것은 다음과 같이 정의한다. 지면의 한계상 몇 개만 제시하겠다.

- a) 카트리지형 미캐니컬 실 설치 전에 미리 조립된 완전한 내장형 실(미캐니컬 실, 글랜드 판, 슬러브, 상대 링을 포함)
- b) 플러시 프로세스 유체 쪽, 실링 면에 아주 가까운 실 빈 공간에 유입되는 유체의 유동, 보통 미캐니컬 실의 냉각과 실 빈 공간으로부터의 증기 그리고/또는 오염물을 연속적으로 제거할 때 사용된다.

5.2.4. 실용 빈 공간과 실 글랜드 판 부속품의 치수 기준

본 절에서는 범용 패키징상자와 실용 빈 공간 부속품의 치수와 중하중용 실 빈 공간과 실 글랜드 부속품의 치수를 그림과 표를 이용하여 나타내었다.

5.2.5 실 빈 공간에 관한 설계요구사항

본 절에는 실 빈 공간의 배기 및 배수와 표면의 직각도와 동심도에 대한 설계요구사항을 다루었다.

5.2.6. 부속서

본 규격 부속서에서는 범용 카트리지형 미캐니컬 실 용 빈 공간의 치수에 대하여 다루었다.