

점도보정을 고려한 펌프선정 프로그램 개발

김진권* · 전상규**

Development of Pump Selection Computer Program with Pump Performance Viscosity Correction Function

Jin-Kwon Kim*, Sang-Gyu Jeon**

Keywords: 펌프선정 프로그램 (Pump selection program), 펌프성능 점도보정 (Pump performance viscosity correction)

ABSTRACT

Utilizing pump selection softwares is becoming a new general trend in pump industries, substituting the old fashioned pump catalogs. One of the most powerful pump selection softwares is developed, which features pump performance viscosity correction function as well as pump selection based on the exact pump performance curves, NPSH warning, automatic determination of impeller diameter cutting to meet the customer's performance specification, performance simulation for the rpm and diameter variation, standard motor recommendation according to the motor standards and enclosure types and automatic pump datasheet generation for sales submission, automatic pump drawings and dimension generation for installation check and part preparation. This software provides pump distributors and customers with a quick, easy and exact pump selection, various performance curves review (system curves, performance curve of series or parallel operation) of the selected pumps.

0. 공학 주위 환경 변화에 따른 저자의 변

본 논문은 유체기계공업학회에 제출된 논문이지만, 이미 알려진 일부 펌프 관련 공식들을 소프트웨어에서 구현하는 것을 다룰 뿐, 설계, 해석, 시험, 제작 등 고전적인 펌프기술의 차원에서 독창적인 내용을 내세우지 않는다. 다만, 1980년대 중반에 PC의 도입으로 시작된 IT 기술의 발달이 전 인류적 삶의 양식에 혁명적인 변화를 가져왔던 것 처럼, IT 기술과 기존 펌프기술의 융합이 펌프 산업 전반에서 고전적 펌프기술의 발달이 기여하는 바를 증가하는 혁신을 일으킨다면, 이러한 공학 주위 환경의 변화에 따라 펌프 기술자 및 펌프 산업관련자들이 기술적으로 관심을 가져야 할 내용이고, 유체기계공업학회 논문으로 나름대로의 가치를 가질 것이라는 취지에서 논문으로 제출한다.

1. 서론

1.1 산업용 펌프 업계의 기술 현황

원심펌프가 개발되어 실용적으로 적용되기 시작한

지 150 여년이 지나면서, 일상적으로 사용하는 산업용 펌프의 설계, 제작 관련 기술은 거의 세계적으로 널리 알려져 있고, 기술자들도 포화상태에 이르고 있다. 따라서, 일부 프로세스 펌프, 진공펌프, 원자력 발전소, 우주항공, 생체 적용 등과 같은 치명적인 안정성이 요구되는 특수한 용도에 사용되는 펌프나, 최근에 시도되는 몇몇 획기적인 수력설계 개념 및 원격 관리 혹은 지능형 관리 기능을 가진 펌프 등을 제외하고는, 산업용 펌프 산업계에서 고부가가치의 제품이 거의 없는 실정이다.

이러한 기술적 현실을 반영하듯이, 산업용 펌프 업계는 제작이나 물류비용의 절감을 통한 원가인하, 세계적인 현지 조달, 생산 및 공급 체계, 차별화된 고객 지원을 통한 시장 확대 등에 생존 노력을 기울이고 있다. 1990년대 말 무렵부터 세계적으로 펌프 업체들 간의 치열한 인수와 합병에 의한 덩치키우기도 시장통제에 의한 수익성 제고 뿐만 아니라, 현지 조달, 생산, 공급에 의한 원가절감 및 판매를 현지화하여 차별화된 고객 지원을 위한 일환으로 생각된다.

1.2 산업용 펌프 업계의 판매 관행

최근의 이러한 기술적 포화상태와 반대로, 오래도록 변하지 않는 산업용 펌프 제조업계의 특징 중 하나가 주문 기반의 판매 관행이라는 것이다. 즉, 기본적으로

* (주)터보헤드, TurboHead.com

** 효성에바라(주)

* E-mail : realdog@plaza.snu.ac.kr

로는 구매자의 필요에 의해서 유량, 양정, 회전수, 흡입 비속도, 재질 등의 요구사양에 따라서, 그 사양을 만족시키는 모델을 찾아서 생산하는 시스템을 유지하고 있다.

많이 판매되는 사양에 대해서는 비록 제조, 판매사들이 모델명을 붙이고 성능곡선 및 선정표를 공개하여, 수요자들이 참조할 수 있도록 하고, 임펠러, 케이싱 등의 제고를 보유하고 있기도 하지만, 유량-양정 요구조건을 맞추기 위해서 적어도 임펠러 외경가공이라는 최소한의 과정을 거쳐서 조립, 판매된다.

1.3 모델선정 프로그램 - 업계의 최신 경향

이와 같은 최근의 펌프 기술의 포화상태 및 주문기반의 구매관행이라는 두 가지 산업용 펌프 업계의 특징에 의한 고객지원 강화의 중요성과 최근의 소프트웨어 기술의 발달이 결합하여, 새로운 펌프 업계의 마케팅 경향이 생겨나고 있는데, 바로 펌프 모델선정 소프트웨어의 개발 및 이를 활용한 영업이다.

이미 외국의 선도업체들은 이러한 경향을 예견하고 수년전 부터 펌프모델 선정 프로그램을 개발하여 영업 및 기술지원에 활용하고 있으며, 대부분의 펌프업체들이 이러한 펌프선정 프로그램의 도입을 서두르고 있다.

이러한 펌프 선정 프로그램의 도입은 기존의 선정범위가 인쇄된 종이 카타로그를 첨단 선정프로그램으로 대체하여 타회사와 차별되는 영업지원 방식으로 회사 이미지 제고나, 제조사의 기술력을 첨단으로 포장하는 한다는 표면적인 이유외에도, 실질적으로 제조사의 기술영업팀 및 설계팀의 업무효율을 높이는데, 상당히 기여한다.

1.4 펌프선정 프로그램의 업무효율 향상 효과

즉, 본 논문에 개발한 효성펌프 선정프로그램과 같이 잘 개발된 펌프 모델 선정 프로그램은 제조사 영업팀에서 행하던

- 고객의 사양에 맞는 모델선정,
- 선택사양 선택에 따른 사양서 자동 작성,
- 성능곡선도, 설치외형도, 조립단면도 작성

을 몇번의 클릭으로 자동화 해 줄 뿐만 아니라, 기술팀에서 행하던

- 성능곡선 검토, (유량에 따른 성능값 표시)
- 다양한 고객 대응을 위한 단위 환산,
- 펌프 선정시 NPSH 검토,
- 성능곡선의 XY plot과 등효율곡선 사이의 변환,
- 사양에 맞추기 위한 회전차 외경가공 치수 결정,
- 회전차 외경가공된 펌프의 성능 검토,
- 회전수변경 및 병렬운전에 의한 성능변화 검토,

- 시스템 곡선과 펌프성능곡선의 비교 검토,
- BHP 에 맞는 표준 모터선정,
- 기종 따른 베어링, 실링, 재질 선택

뿐만 아니라

- 온도, 압력에 따른 물의 밀도, 점도 자동 계산,
- 밀도, 점도 등이 다른 유체에 대한 성능 보정
- 점도보정된 성능에 따른 모터 선정 등

기술팀에서도 번거로운 작업을 데이터베이스와 준비된 함수를 사용해서 몇번의 클릭으로 실시간으로 할 수 있게 해 준다.

즉, 이러한 강력한 펌프선정 프로그램의 도입으로 고객의 건적외뢰에 대응해서 펌프 선정, 기술검토, 사양서 작성 및 제출에 드는 영업팀, 기술팀의 시간을 획기적으로 단축시켜서, 주문상담을 거의 실시간으로 하게 하고, 기술상담에 드는 인건비를 획기적으로 절약하여 업무효율을 높일 수 있다. 또한 체계화되고, 사용이 간편한 프로그램의 사용으로, 복잡한 계산과정에서 발생할 수 있는 직원들의 실수에 의한 계약상의 손해를 예방할 수 있다.

본 논문에서는 개발된 펌프 선정 프로그램의 이러한 기술적인 면, 특히 점도 보정 기능에 대해서 살펴본다.

2. 개발된 펌프선정 프로그램의 주요 기능

본 소프트웨어에는 설치후 처음 실행시 사용자 입력을 하도록 되어 있다. 이러한 절차를 통해서 사내용, 대리점용, 일반고객용 등의 구분을 하는 등 회사차원에서 사용자의 권한이나 기능 제한을 관리할 수 있고, 추후 작성된 문서의 사용자를 확인할 수 있다.

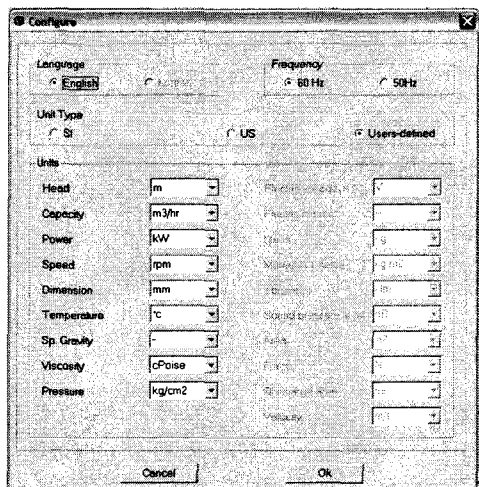


Fig. 1 Program environment configuration

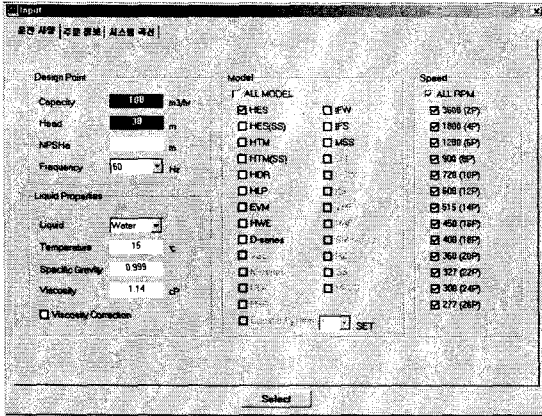


Fig. 2 Various inputs for pump specification

등록자는 자신이 주로 사용하는 환경에 맞도록 프로그램을 설정할 수 있다. Fig.1에 나타난 configure 화면에서 등록자가 주로 사용할 언어, 전기주파수, 단위시스템을 선택할 수 있다. 사용자의 국가에 따라서, 언어, 전기주파수 (60Hz, 50Hz) 및 단위계 (SI, US 또는 사용자 정의)를 선택할 수 있다. 이러한 설정은 언제든지 바꿀 수 있지만, 펌프 선정과정 중에 바꾸면, 선정과정을 처음부터 다시 해야 한다.

개발된 소프트웨어의 펌프사양 입력화면을 Fig. 2에 나타내었다. 여기서는 기본적으로 고리할 펌프 시리즈와 회전수(모터극수)를 선택하고, 유량, 양정 값을 입력하고 "select" 버튼을 누르면, 해당 시리즈 펌프 중에서 사양을 만족하는 펌프가 선정되고, Fig. 3과 같은 목록이 생성된다. 이때 펌프의 선정은 입력한 사양점이 펌프 모델마다 주어진 선정영역 내에 들어올때 이루어 진다. (Fig. 4의 하늘색 영역 참조)

Model	Capacity	Head	NPSHr	...
HEC120-150	1175	27.9	11.4	15.0
HEC120-150	1175	27.9	11.4	15.0
HEC150-200	1725	36.7	13.9	18.5
HEC150-200	1725	36.7	13.9	18.5
HEC210-250	3110	52.2	12.1	16.0
HEC210-250	3110	52.2	12.1	16.0
HEC310-400	1180	64.3	12.7	15.8
HEC310-400	1180	64.3	12.7	15.8

Fig. 3 Investigation of selected pump list

선정된 펌프의 목록에는 선택된 펌프의 모델명, 단수, 회전수, 사양점에 대한 효율, BHP, 모터동력, NPSHr, 제철점양정, 최소허용유량, 최고효율, 사양점을 만족하는 회전차 외경가공값, 그 때의 사양점양정, 선택된 펌프의 비속도, 흡입비속도, 동기회전수 등의 값들이 표시된다.

사양입력화면에서 유량, 양정 값을 입력하지 않으면, 선택된 시리즈에 해당하는 모든 기종이 선택된다. 이

입력화면에서 NPSHa 값을 입력했을 경우에는 선택된 펌프가 NPSH 조건을 만족할 수 없을 때, 목록에서 NPSHr 값을 적색으로 경고한다.

사양입력화면에서는 사용유체를 선택하고, 밀도, 점도 등을 입력할 수 있는데, 표준으로는 물이 선택되어 있고, 물에 대해서는 온도를 입력하면 밀도와 점도를 자동으로 계산하여 표시해 준다. 입력된 밀도와 점도로 부터 판단하여 점도보정이 가능한 영역에 들면, HI Standard의 펌프성능 점도보정 방법⁽¹⁾에 따라서 점도보정을 적용한다.

선정된 펌프 목록을 검토하여, 추가적으로 성능곡선의 검토가 필요한 모델들을 선택하고, "view curve" 버튼을 누르면, Fig. 4에서와 같이 선택된 모델들에 대한 성능곡선을 검토할 수 있다.

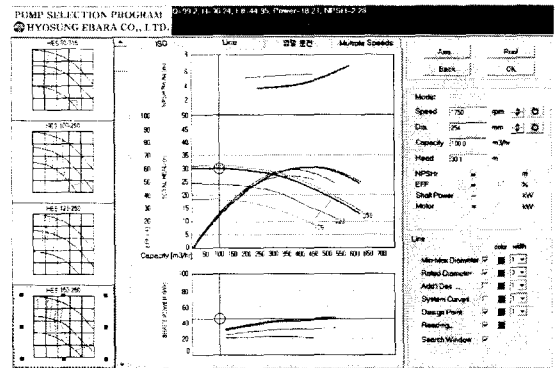


Fig. 4 Performance characteristic investigation

보통 사용자들은 선정된 펌프들 중에서 사양점이 설계점 부근의 고효율 영역에 위치하는 것을 취하게 되는데, Fig. 4에서 왼쪽의 작은 등효율곡선들을 스크롤하면서 사양점의 위치를 확인함에 손쉽게 고효율 영역의 펌프를 선택할 수 있다. 선택된 펌프의 유량, 양정, 효율, 동력, NPSH 등의 자세한 성능곡선이 중앙의 큰 화면에 나온다.

여기에는 최대직경, 중간직경, 최소직경의 임펠러에 대한 성능이 각각 표시되고, 입력한 사양점에 해당하는 회전차 외경가공직경을 자동으로 계산되어서 표시된다. 회전수나 외경가공직경을 바꾸면서 성능의 변화를 검토할 수도 있고, 직,병렬 운전시 및 여러 회전수 운전시의 성능곡선 및 시스템 저항곡선과의 관계를 검토할 수 있다.

성능곡선 상에서 마우스를 옮겨가면서 그 값들을 읽을 수도 있다. 계산된 축동력과 펌프마다의 모터동력여유 및 표준 모터 사양을 검토하여 자동으로 모터를 선정해 준다.

성능곡선의 검토에서 만족하면 "ok" 버튼을 누르면, Fig. 5의 모터, 펌프 각 부품의 재질, 입출구 플랜지, 실링, 윤활, 커플링 등의 펌프 옵션을 선택하는 단계로

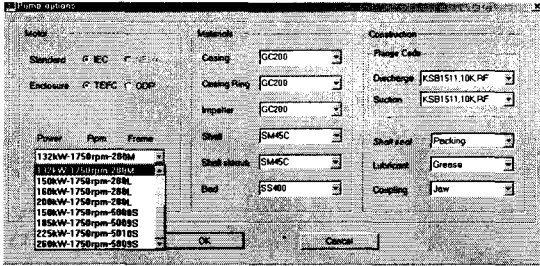


Fig. 5 Selection of motor, pump material, and options

넘어간다. 여기서 펌프 설치 환경 및 조건에 따라서 모터의 규격, 밀폐방식 등에 따른 동력, 회전수, 프레임 목록을 보면서, 추천되는 것 이외의 모터를 필요에 따라 선택할 수 있다. 또, 선택된 펌프모델에 허용되는 재질 및 플랜지 등의 목록을 검토하면서 선택할 수 있다.

모터 프레임 및 재질, 펌프옵션의 선택에 따라서 Fig. 6-9에 나타난 바와 같은 데이터시트, 성능곡선시트, 설치외형도, 조립단면도가 자동으로 생성된다. 이들은 종이나 pdf 파일로 출력하거나, 본 선정프로그램에서 읽어들이어서 재현할 수 있는 파일로 저장하여, 이메일 등으로 발송할 수 있다.

데이터시트는 펌프모델에 따라 작동조건, 설치, 모터, 시험방법 등에 대한 표준값들을 가지고 있고, 필요에 따라 수정할 수 있다. 성능곡선도에는 유량-양정, 효율, 동력, NPSH 등이 양식에 맞게 표시되는데, 점도보정이 적용되었을 경우에는 물에 대한 성능은 실선으로, 점도보정된 성능은 점선으로 각각 표시하여 비교할 수 있도록 되어 있다.

외형도는 선택된 펌프 모델에 따른 외형도면이 표시되고, 설치에 참고할 수 있도록 펌프, 모터, 플랜지 등의 모든 치수 및 무게 등이 표시된다. 조립단면도는 내부 구조를 표시하여, 설치 및 운전시의 주의점을 생각해 볼 수 있고, 임펠러, 베어링, 웨어링 등의 부품 준비하는데 도움이 된다. 이외의 자세한 기능 및 사용법은 소프트웨어와 매뉴얼⁽²⁾을 참고할 수 있다.

CENTRIFUGAL PUMP DATA SHEET		REQ. NO.	OPERATION OF PUMP	FOR MFD
1. CUSTOMER				ESTIMATED
2. LOCATION		ISSUED DATE		2004.05.08
3. SERVICE POINT		JOB NO.		
4. MODEL	150KW-1750rpm-280L	ITEM NO.		
5. SUPPLIER	HYUNDAI HYDRAULIC CO., LTD.	NO. OF PUMPS	1	INDOOR
6. PUMP MFR.		INSTALLATION	INDOOR	OUTDOOR
7. SERIAL NO.		DRIVER	INDOOR	INDOOR
8. LIQUID		SPEED	1750 rpm	DES. EFF. 71% MFD EFF. 71%
9. CAPACITY	100m ³ /hr	TOTAL HEAD	20m	SHAFT POWER 11.4 kW
10. COMPENS. TEMP.	15°C	DES. PRESS.	0.1 MPa	
11. SP. GR. W. F.	1.0	INS. PRESS.	0.1 MPa	
12. VAP. PRESS. W. F.	0.023 MPa	NO. OF STAGES	1	
13. VISCOSITY	1.0 cP	IMPELLER	OPEN	
14. CASING		IMPELLER TYPE	OPEN	
15. FLANG		IMPELLER POSITION	FRONT	
16. FUNCTION		IMPELLER MOUNTING	FRONT	
17. DISCHARGE		IMPELLER MOUNTING	FRONT	
18. NO. OF STAGE		IMPELLER MOUNTING	FRONT	
19. IMPELLER TYPE		IMPELLER MOUNTING	FRONT	
20. IMPELLER POSITION		IMPELLER MOUNTING	FRONT	
21. IMPELLER MOUNTING		IMPELLER MOUNTING	FRONT	
22. IMPELLER MOUNTING		IMPELLER MOUNTING	FRONT	
23. IMPELLER MOUNTING		IMPELLER MOUNTING	FRONT	
24. IMPELLER MOUNTING		IMPELLER MOUNTING	FRONT	
25. IMPELLER MOUNTING		IMPELLER MOUNTING	FRONT	
26. IMPELLER MOUNTING		IMPELLER MOUNTING	FRONT	
27. IMPELLER MOUNTING		IMPELLER MOUNTING	FRONT	
28. IMPELLER MOUNTING		IMPELLER MOUNTING	FRONT	
29. IMPELLER MOUNTING		IMPELLER MOUNTING	FRONT	
30. IMPELLER MOUNTING		IMPELLER MOUNTING	FRONT	

Fig. 6 Creation and modification of Data sheet

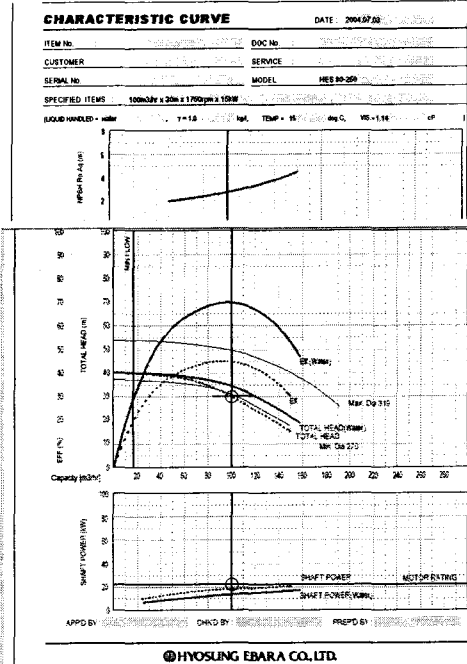


Fig. 7 Performance curve sheet generation and printing

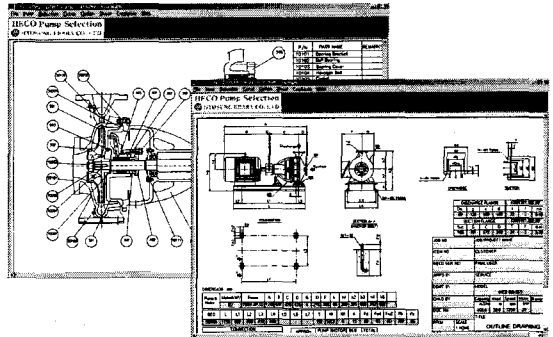


Fig. 8 Generation and printing of outline drawing and sectional drawing

3. 결론

강력한 기능을 가진 펌프선정 소프트웨어를 개발하였다. 본 소프트웨어는 고객의 건적요청에 실시간으로 모델을 선정하고, 성능, 재질, 옵션사항, 설치도, 조립도 등을 검토하면서 사양서를 작성하여 제출할 수 있는 강력한 기능을 가졌다. 현재 효성에바라(주)의 펌프들에 적용되어 혁신적인 업무효율 향상을 이루고 있다.

참고문헌

- (1) ANSI/HI 1.1-1.5-1994, HI standard
- (2) 효성에바라(주) 펌프선정 프로그램 및 사용자 매뉴얼, 2004