



KR0000149

KAERI/RR-1982/99

편심형 Butter-fly 밸브용 선형유량조절장치
개발에 관한 연구보고서

Development of Linear Flow Rate Control System
for Eccentric Buttery-fly Valve

한국원자력연구소

편심형 Butter-fly 밸브용 선형유량조절장치
개발에 관한 연구보고서

Development of Linear Flow Rate Control System
for Eccentric Butterfly Valve

제 출 문

한국원자력연구소장 귀하

본 보고서를 “편심형 Butter-fly 밸브용 선형유량 조절장치 개발”에 관한 연구보고서로 제출합니다.

1999.12.

연구실명 : 행정부 시설과

연구책임자 : 곽 김 구

연구원 : 조성원 박종순

조장형 송인택

김진규 권성중

김인중

(주)대청기전 : 박원국

국문요약

본 연구개발과제는 국내에서 생산되는 버터플라이밸브에 마이크로컨트롤러를 탑재하여 직접디지털제어기와 비동기 통신라인으로 연결하여 1개의 직접디지털제어기에서 32개의 밸브까지 디지털방식의 원격제어 및 감시와 자기진단을 가능하도록 하는 인공 지능 버터플라이밸브장치를 개발하는데 그 목적이 있다.

국내에서 생산되는 3개회사의 제품에 대하여 수동버터플라이밸브의 유량특성은 제3장 제1절의 내용과 같이 quick opening 유량 특성으로 실험되었으며, 인공지능버터플라이밸브장치의 특성은 제3장 제2절에 설명한 바와 같이 주요 구성요소는 밸브본체, 구동제어장치, 압력측정구, 연결튜브, 압력센서 연결부, 압력센서, 제어용 마이크로컨트롤러, 구동부 및 통신라인으로 이루어졌다.

본 연구에서 개발된 편심형 유량자동조절장치는 원자력발전소의 냉각수, 밸러스트, 유류계통 및 LNG 초저온 천연가스의 유량조절 등에 많이 사용될 것으로 본다. 또한 일반 건축기계설비의 유량조절장치로도 수요가 증가할 것으로 기대된다.

목 차

제1장 서론 -----	1
제1절 개요 -----	1
제2절 연구동향 -----	3
제3절 연구목적 -----	3
제2장 실험 및 장치-----	4
제3장 실험결과 및 고찰 -----	8
제1절 수동버터플라이밸브의 유동특성-----	8
제2절 인공지능 버터플라이밸브장치의 특성-----	19
제4장 결론 -----	28
제5장 References -----	29
Appendix : 산업재산권 -----	30

그림 목 차

Fig.1-1 Butter-fly flow rate control valve flow characteristics -----	2
Fig.2-1 Schematic diagram of the examination system -----	5
Fig.2-2 Detail of measuring region -----	6
Fig.2-3 Photo of "A" butter-fly valve face -----	6
Fig.2-4 Photo of "B" butter-fly valve face -----	7
Fig.2-5 Photo of "C" butter-fly valve face -----	7
Fig.3-1 Flow rate percentage versus stem position percentage -----	9
Fig.3-2 Loss coefficients(Kv) versus stem position angle(°) -----	10
Fig.3-3 Loss coefficients(Kv) versus Reynolds numbers(Re) -----	11
Fig.3-4 Flow coefficients(C _q) versus stem position angle(°) (Re No : 21,000) -----	12
Fig.3-5 Flow coefficients(C _q) versus stem position angle(°) (Re No : 35,000) -----	13
Fig.3-6 Flow coefficients(C _q) versus stem position angle(°) (Re No : 50,000) -----	14
Fig.3-7 Flow coefficients(C _q) versus stem position angle(°) ("A" Butter-fly valve) -----	16
Fig.3-8 Flow coefficients(C _q) versus stem position angle(°) ("B" Butter-fly valve) -----	17
Fig.3-9 Flow coefficients(C _q) versus stem position angle(°) ("C" Butte4r-fly valve) -----	18
Fig.3-10 유량조절용 버터플라이밸브의 구동제어 장치의 구성도 -----	20
Fig.3-11 유량조절 및 제어 일괄 작업도-----	21
Fig.3-12 마이크로프로세서의 구성도 -----	23
Fig.3-13 원격제어 및 감시계통라인 구성도 -----	24
Fig.3-14 유량조절 버터플라이밸브의 웜 기어 구성도 -----	25
Fig.3-15 Intelligent butter-fly valve system flow characteristics ----	26

제1장 서론

제1절 개요

밸브는 유량조절, 유체 흐름의 차단 및 유체의 방향전환 등의 목적으로 사용되고 있으며, 그 종류는 게이트밸브(gate valve), 글로브밸브(globe valve), 플러그밸브(plug valve), 볼밸브(ball valve) 및 버터플라이밸브(butterfly valve) 등이 있다. 이 중에서 버터플라이밸브의 초기 목적은 개폐용으로 사용하였으나 재질과 제조기술의 발달로 유량 조절용으로도 많이 사용되고 있다.

버터플라이밸브를 다른 밸브와 비교할 때, 1) 무게가 가볍고, 2) 설치 공간도 작고, 3) 가격이 저렴한 장점을 갖고 있다. 특히 대형인 경우에는 설치와 관련된 전반적인 여건이 상대적으로 좋으며, 낮은 압력에 사용할 경우 대량의 유체나 가스의 흐름 제어가 용이하고 동작속도가 빨라 대용량 액체의 유량조절에 많이 사용되는 경향을 보이고 있다.

그리고 버터플라이밸브의 조작은 스피들의 90도 회전이 전폐(全閉)에서 전개(全開)의 위치로 움직이기 때문에 조작이 간편하다. 그러나 유량 조절용으로 사용되는 버터플라이밸브는 손실계수가 크며, 유량특성 곡선이 quick opening type으로 고유의 손실계수를 줄이고, 선형적으로 제어할 수 있도록 설계 기술개발에 많은 노력을 기울이고 있다. 각 기기의 상호 운전을 위해서 밸브의 역할은 매우 중요하며 최근에 투자비의 절감과 밸브의 내구성 등을 고려하여 글로브밸브보다 버터플라이밸브로 교체되어 가는 중이며, 현재 원자력발전소의 냉각수, ballast, 유류계통, LNG 초저온 천연가스의 유량조절과 핵 처리장치 퍼지밸브에 이르기까지 범용으로 널리 채택되고 있다.

특히 열 교환기의 입구 및 출구에 설치되어 유량 조정용으로 가장 많이 사용되고 있다.

Fig.1-1은 버터플라이유량조절밸브의 유량특성을 나타낸 것으로, quick opening type은 밸브가 완전히 닫힌 상태에서 조금만 열어도 유량이 빠르게 증가하는 특성이 있으며, 이러한 특성을 갖는 밸브는 on/off 용으로 사용된다.

linear type은 밸브의 열림 비율과 같은 비율로 유량이 통과하게 되는 것, 즉 밸브의 개도와 이때 유량이 이론적으로 선형인 밸브의 특성을 갖는 것으로 이러한 특성은 스팀 배관이나 3-way 밸브의 by-pass용으로 사용된다.

Equal percentage type은 밸브의 열림 상태에 따라 지수함수로 유량이 증가하는 특성을 갖는다. Fig.1-1에서 밸브의 열림율이 50%에서 70%로 증가할 때 유량의 변

화는 10%에서 25%로 증가하여 150%의 유량증가율을 보이고, 또한 밸브의 열림율이 80%에서 100%로 될 때 유량의 변화량은 40%에서 100%로 증가하여 유량의 증가율이 150%임을 알 수 있다. 이러한 특성을 갖는 밸브는 온수 또는 냉수 배관에 많이 사용되고 있다.

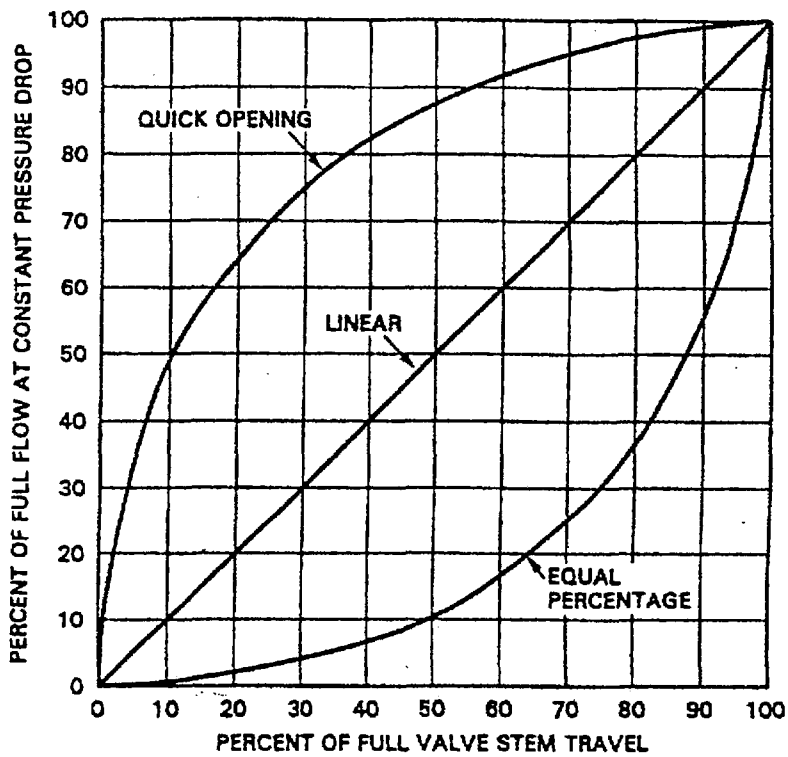


Fig.1-1 Butter-fly flow rate control valve flow characteristics

제2절 연구동향

버터플라이밸브는 옛날부터 개발되어 사용되고 있는 밸브중의 하나이며, 초기의 사용 목적은 개폐용으로 설치하였으나 재질과 제조기술의 발달로 유량조절밸브로도 많이 사용되고 있다. 그러나 밸브 주위의 부식에 따른 파공 등의 문제점이 발견되고 있으며, 그 원인은 공동현상으로 추정되고 있다. 이러한 밸브 주위의 유동특성을 규명하는 연구가 많이 이루어지고 있다.

Mc Pherson et. al.⁽¹⁾ (1951)은 Cohn⁽²⁾(1951)이 수립한 밸브의 성능에 관련된 자료를 검토하고, 버터플라이밸브의 유동특성에 대한 연구결과를 발표하였으며, K. Eom⁽⁹⁾(1984)는 유량조절용 버터플라이밸브의 성능을 조사하기 위하여 밸브의 압력손실을 측정하였으며, 다공 디스크와 닫힌 위치에서 유체의 흐름을 일부분 허용하는 직경이 다른 맹판(blind plate) 디스크를 사용하여 개폐율($R = \text{디스크 면적} / \text{배관 또는 덕트의 면적}$)에 따른 성능을 비교하였다.

C. Huang⁽³⁾(1989)은 사용 CFD 소프트웨어 Fluent 프로그램을 이용하여 난류 유동에 대한 $k-\epsilon$ 모델을 적용하여 비압축성 유동의 3차원 유동장의 속도와 압력분포를 구하기 위하여 수치 해석을 행하였다. 그리고 Belvins(1984)가 수행한 4종류의 디스크 형상에 대한 실험 결과와 비교하였고, 밸브 디스크의 최적 설계를 위하여 안정된 유량 조절, 완만한 개폐 성능과 낮은 공동 특성에 대하여 보고하였다.

M. J. Morris와 J. C. Dutton^(4,5)(1989)은 압축성 유동에 대하여 박리와 재부착점을 고려한 유동특성과 디스크면에 작용하는 응력 분포에 관한 결과를 제시하였으며, 국내에서는 김상완 외 4명⁽⁷⁾(1997)은 PIV(Particle Image Velocimetry)에 의한 버터플라이밸브 유동특성에 관한 연구에서 밸브 주위의 복잡한 유동장을 가시화 하였다.

제3절 연구목적

버터플라이밸브에 대한 유동특성, 디스크 주위의 난류특성 및 공동특성 등에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 이러한 연구결과로 버터플라이밸브의 성능이 상당히 향상되었다. 국내에서 생산되는 버터플라이밸브의 종류도 다양하고 이에 따른 유동특성도 다르므로 본 연구에서는 버터플라이밸브에 마이크로컨트롤러를 탑재하여 직접 디지털제어기와 비동기 통신라인으로 연결하여 1개의 직접 디지털제어기에서 32개의 밸브까지 디지털방식의 원격제어 및 감시와 자기 진단을 가능하도록 하는 인공 지능 버터플라이밸브장치를 개발하는데 그 목적이 있다.

제2장 실험 및 장치

Fig. 2-1은 실험장치의 구성도를 나타낸 것으로 하부 수조와 상부 수조 2개의 수조와 순환펌프, 버터플라이밸브 설치와 압력을 측정할 수 있도록 제작한 시험편 그리고 유량계 등으로 구성되어 있다.

Fig. 2-2는 시험편의 상세 도면이며, 시험편의 전체 길이는 1,685mm이고, 버터플라이밸브의 중심에서 유체 흐름의 상·하 방향으로 4D, 6D, 8D되는 지점에 압력을 측정할 수 있는 측정구를 설치하였다.

버터플라이밸브는 국내에서 제작되어 냉·난방계통의 개폐용으로 사용되는 3개회사의 제품 50mm를 기준으로 하여 실험을 실시하였다.

밸브의 열림 각도는 A사의 제품은 0도, 10도, 20도, 30도, 40도, 50도, 60도, 70도, 80도, 90도이며, B사와 C사는 0도, 15도, 30도, 45도, 60도, 75도, 90도로 되어있고, 이 때 기준으로 한 레이놀즈 수는 50,000, 35,000 그리고 21,000의 조건에서 실험하였다.

실험은 정압 측정구에 의하여 벽면 압력을 계측하고 밸브중심에서 유체 흐름 상·하의 손실계수를 구하고, 밸브의 개도 각에 따라 유량을 측정하여 버터플라이밸브의 유동특성을 실험하였다. 관로 손실은 단면적 변화와 관의 굴곡 및 밸브의 상하에서 발생하고 그리고 여러 가지 마찰 손실 등으로 손실이 증가하게 된다. 따라서 밸브의 형상에 따라 개도 각이 변화되면 손실계수가 일정하게 변화하여 유량의 증감이 발생할 수 있다. 손실계수는 밸브의 상·하류의 정압 측정구에서 전체의 차압을 계측하여 구할 수 있다.

손실계수 $K_v^{(9)}$ 는 유량에 의하여 환산된 단면 평균 유속과 정압 측정 구에서 계측한 압력성분을 이용하여 계산이 이루어졌다. 손실계수(loss coefficient) K_v 와 유량계수(flow coefficient) C_q 와의 관계는 다음과 같다.

$$K_v = \frac{\frac{\Delta H}{U^2}}{\frac{2g}{2}} = \frac{\Delta P}{\rho U^2} \quad \text{----- (2-1)}$$

$$C_q = (2K_v/\pi)^{1/2} \quad \text{----- (2-2)}$$

K_v : loss coefficient

C_q : flow coefficient

ΔH : total head loss

ΔP : total pressure loss

U : mean velocity

ρ : density

g : gravity

Fig.2-3은 A사, Fig.2-4는 B사, Fig.2-5는 C사에서 각각 제작한 버터플라이밸브의 면을 촬영한 사진이다.

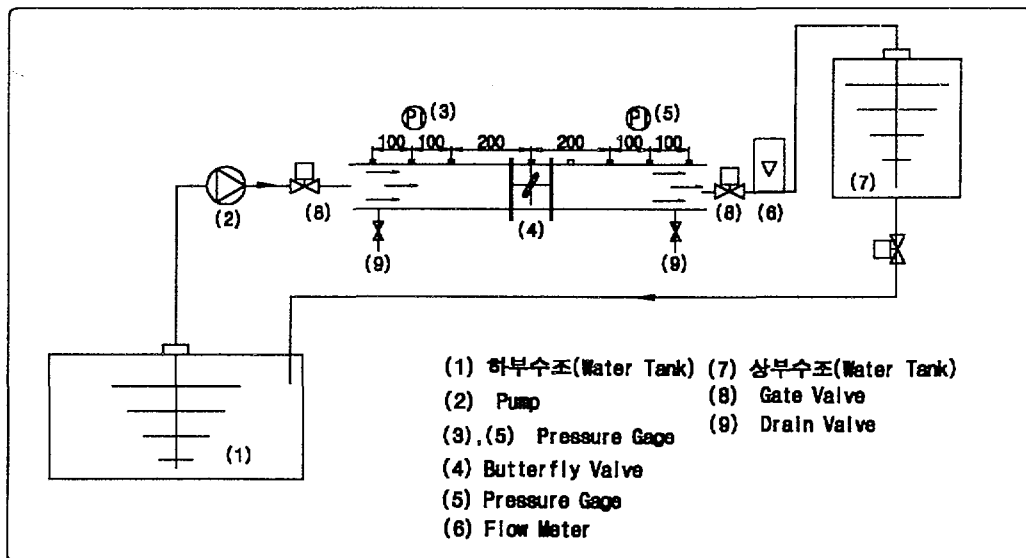


Fig.2-1 Schematic diagram of the examination system

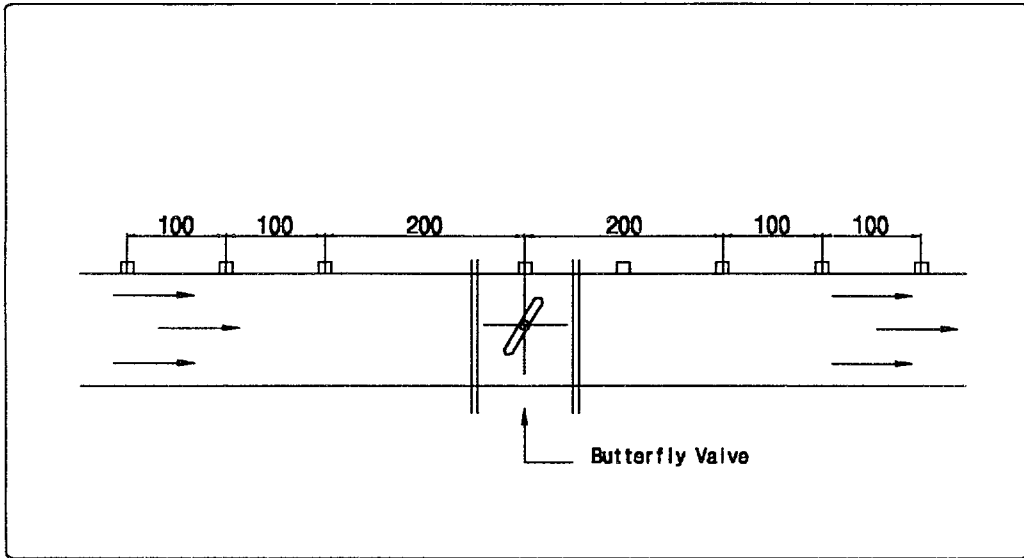


Fig. 2-2 Detail of measuring region

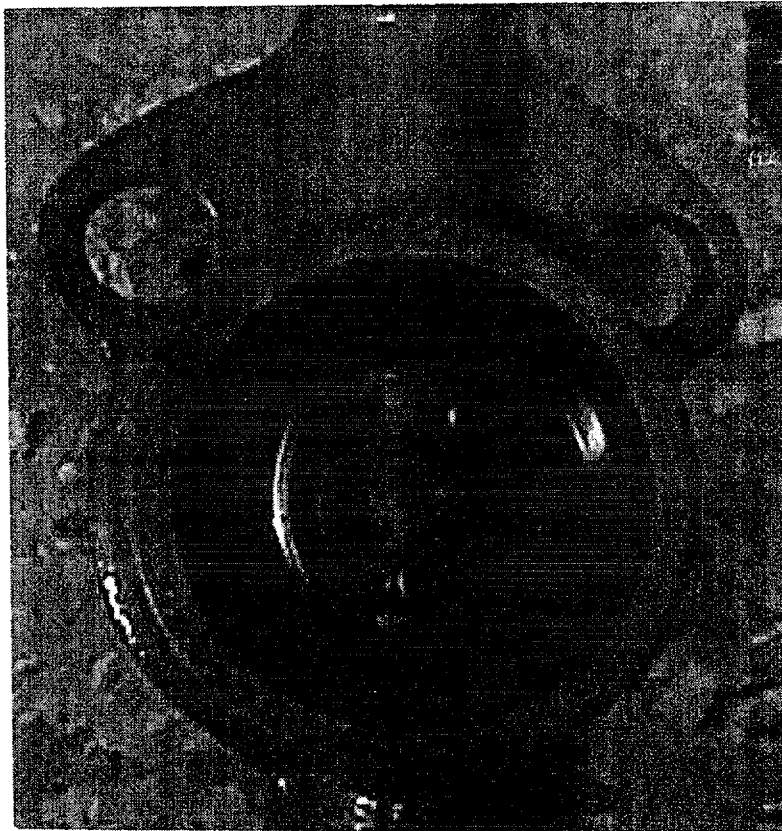


Fig. 2-3 Photo of "A" valve face

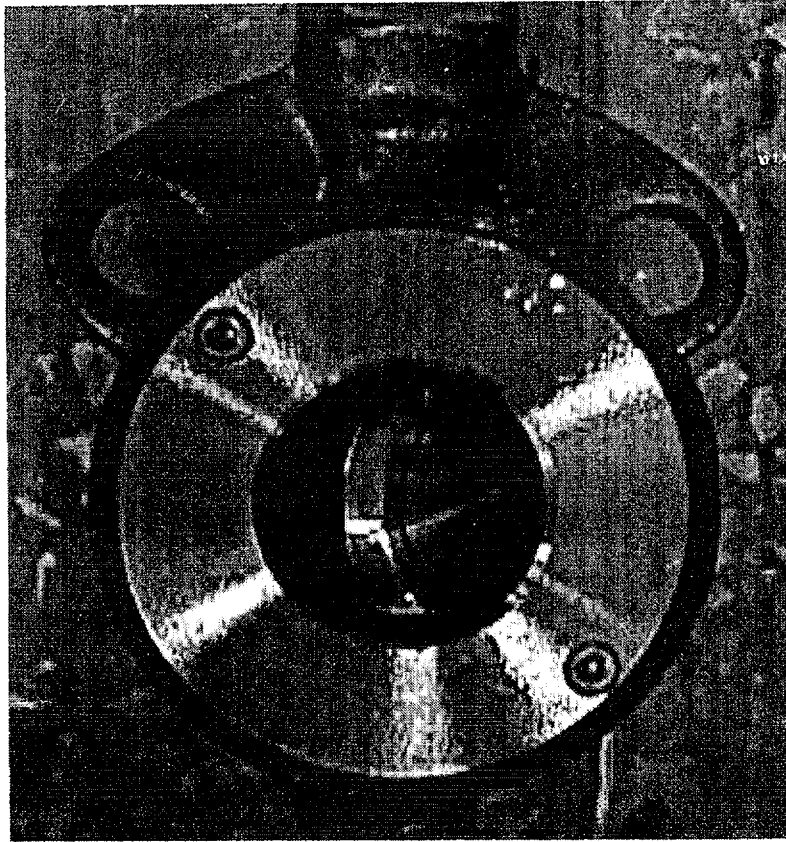


Fig.2-4 Photo of "B" valve face

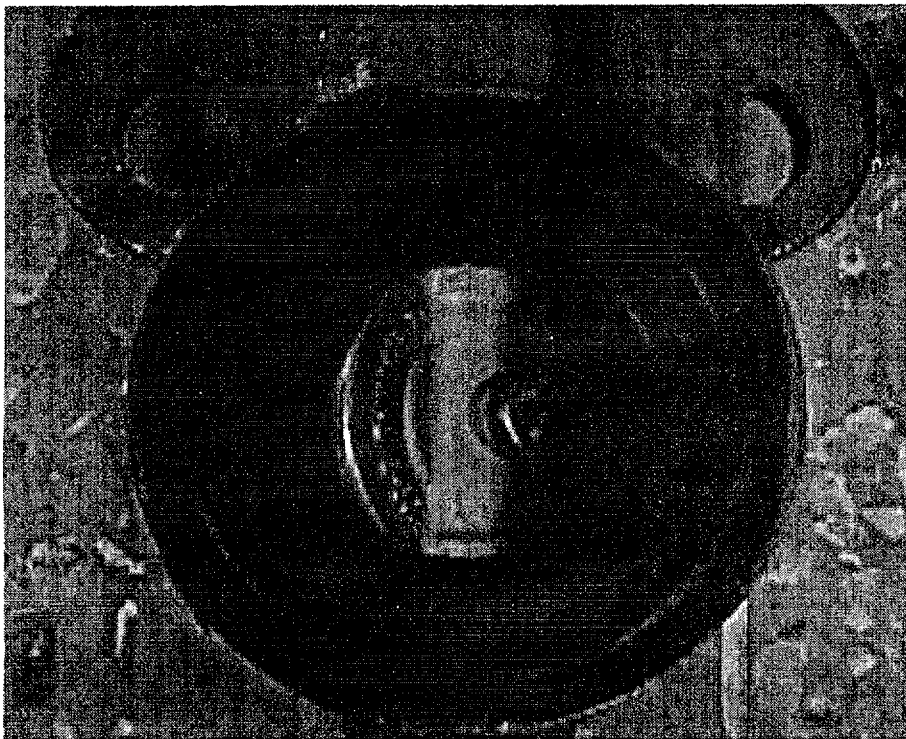


Fig.2-5 Photo of "C" valve face

제3장 실험결과 및 고찰

제1절 수동 버터플라이밸브의 유량특성

국내에서 생산되는 3개회사의 제품에 대한 유량특성은 실험을 통하여 비교검토 하였다.

Fig.3-1은 버터플라이밸브의 열림 각도 변화율에 따른 유량의 통과율을 나타낸 것으로, A 밸브, B 밸브 및 C 밸브 모두가 quick opening type의 유동특성을 보이고 있으며, B 밸브는 개도율이 약 70%이상 그리고 A 밸브와 C 밸브는 개도율(開度率)이 약 80%이상이면 유량은 거의 100% 통과하는 것으로 실험에서 밝혀졌다.

Fig.3-2는 버터플라이밸브의 열림 각도에 따른 손실계수(K_v)의 변화를 표시한 것으로, 버터플라이 열림 각도가 50도 이상이 되면 손실계수는 A 밸브, B 밸브, 및 C 밸브에서 비슷한 값을 보이고 있으며, 열림 각도가 50도 이하의 저 유량 영역에서는 B 밸브가 가장 적은 손실계수를 나타내고 있었다.

Fig.3-3은 레이놀즈 수(Re No)와 손실계수의 관계를 실험한 것으로, 레이놀즈 수가 증가할수록 손실계수의 값이 감소함을 알 수 있고, 또한 그 감소율은 3개의 밸브에서 비슷하게 나타났다.

Fig.3-4에서 Fig.3-6은 레이놀즈 수 21,000, 35,000 및 50,000일 때 각 버터플라이밸브의 열림 각도에 따른 유량계수의 값을 실험하였다.

Fig.3-4는 레이놀즈 수 21,000으로 일정하게 유지하여 실험한 결과 버터플라이밸브의 열림 각이 50도 이상에서는 유량계수의 값이 3개의 밸브에서 일정한 값으로 유지되었으며, 50도 이하에서는 많은 변화를 보이고 있었다.

Fig.3-5는 레이놀즈 수 35,000으로 일정하게 고정하고 실험한 결과 버터플라이밸브의 열림 각이 70도 이상에서는 유량계수의 값이 거의 일정하게 유지되고, 70도 이하에서는 유량계수의 값이 크게 변하고 있었다.

Fig.3-6은 레이놀즈 수 50,000으로 일정하게 하고 실험한 결과 버터플라이밸브의 열림 각이 75도 이상에서는 유량계수의 값이 안정적으로 나타났으며, 75도 이하 일 때는 유량계수의 값이 3개의 밸브에서 많은 차이를 보이고 있었다.

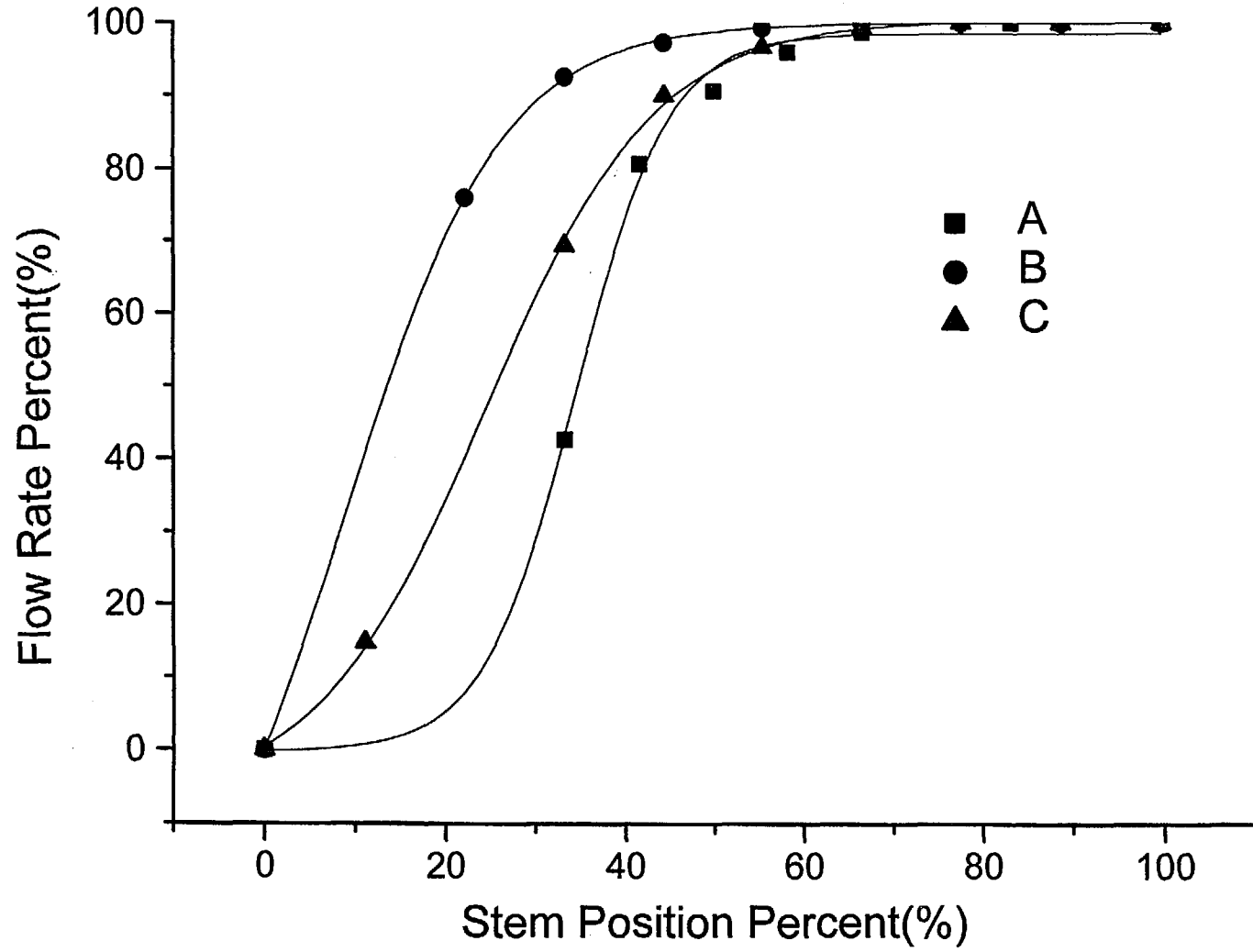


Fig.3-1 Flow rate percent(%) versus stem position percent(%)

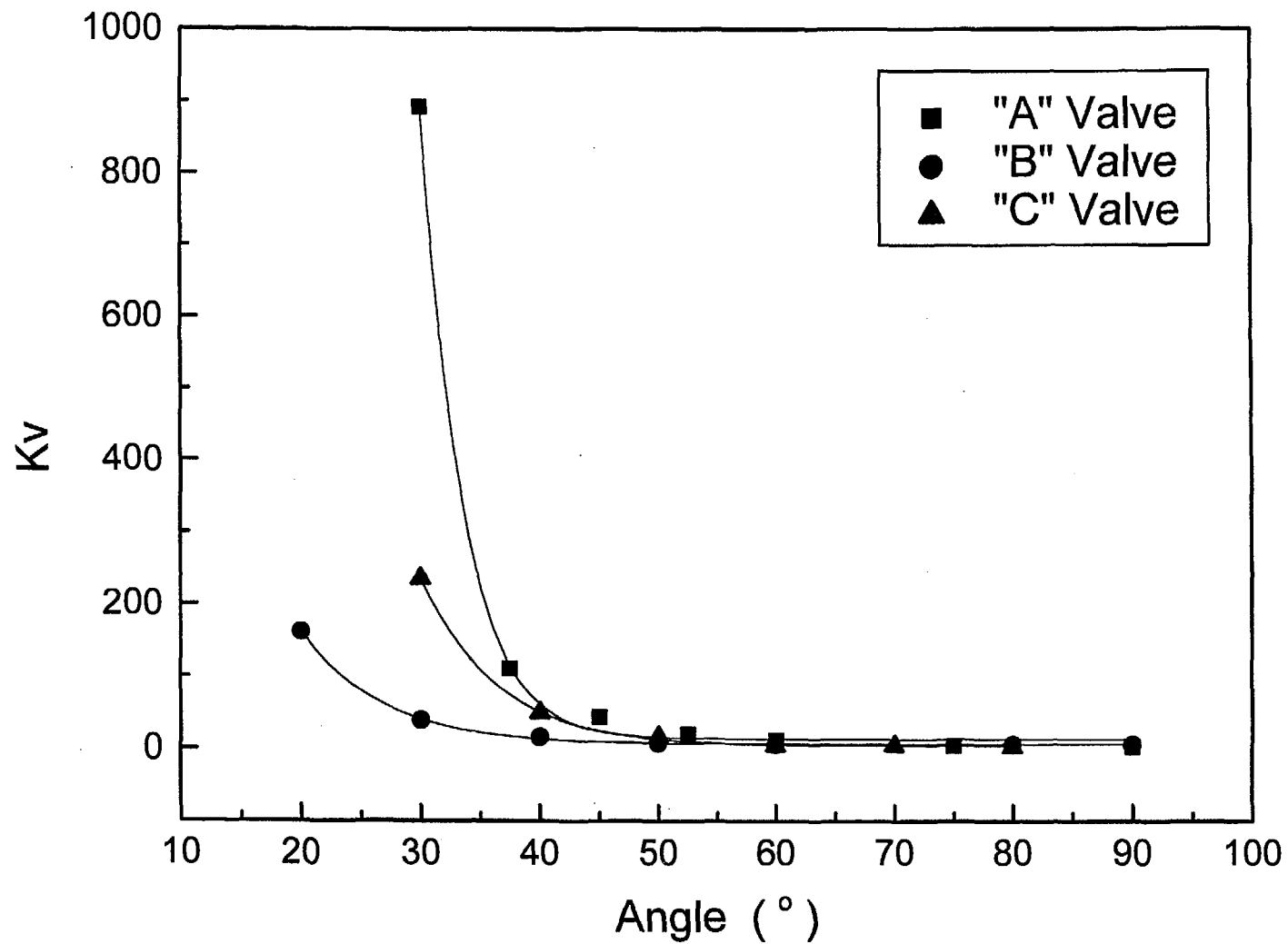


Fig.3-2 Loss coefficients(K_v) versus stem position angle(°)

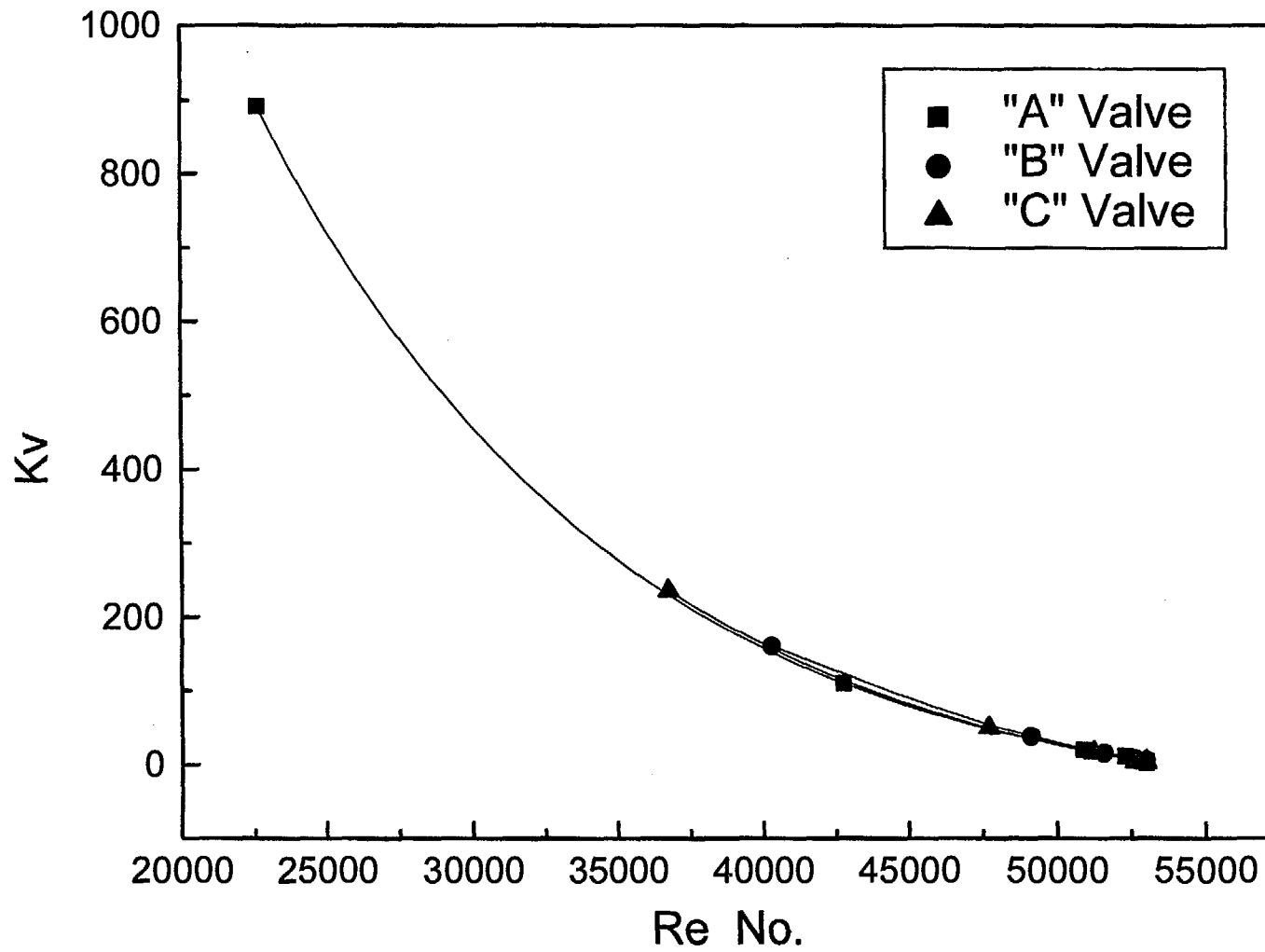


Fig.3-3 Loss coefficients(Kv) versus Reynolds numbers(Re No)

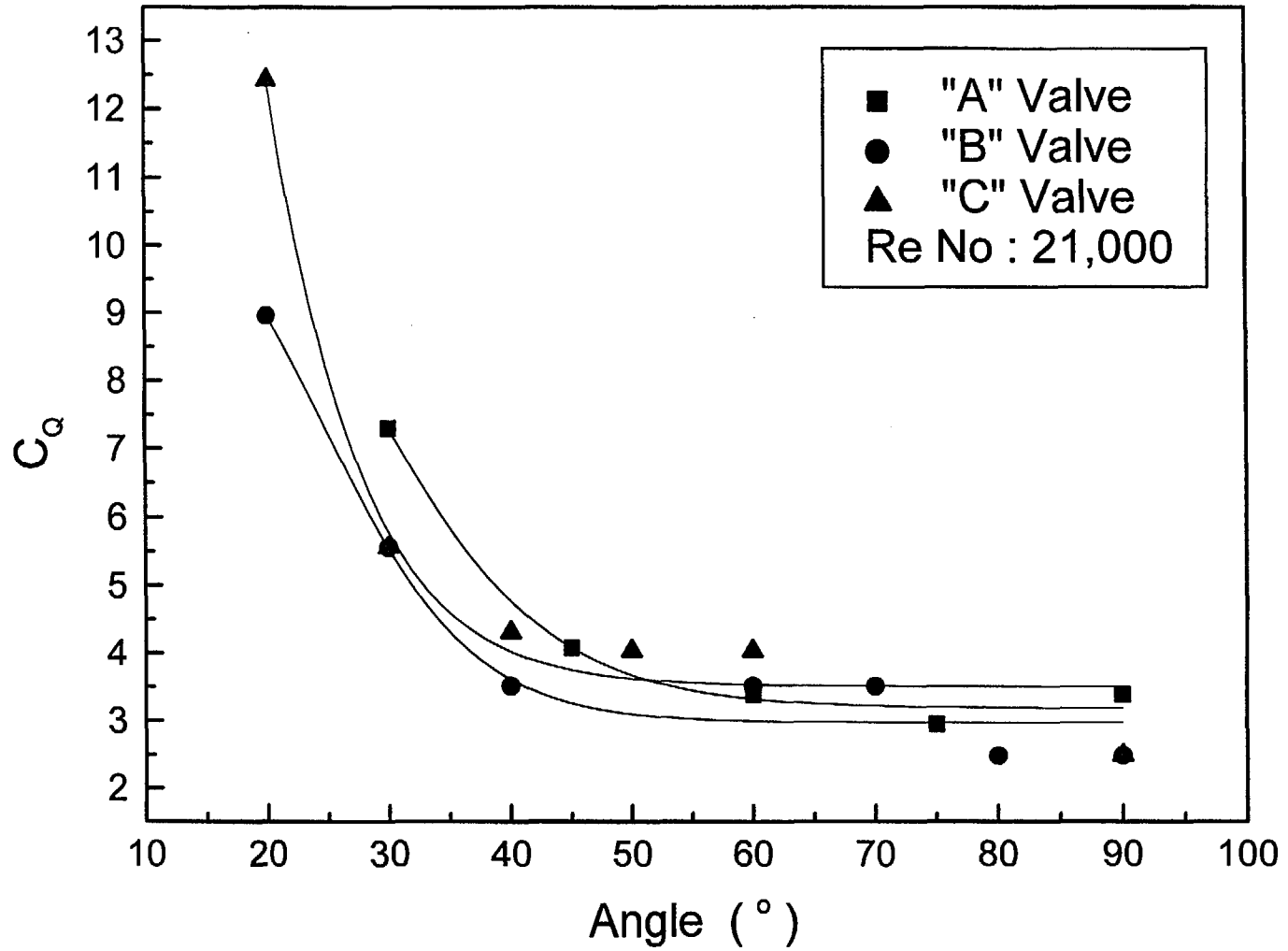


Fig.3-4 Flow coefficients(C_q) versus stem position angle(°)
(Re No : 21,000)

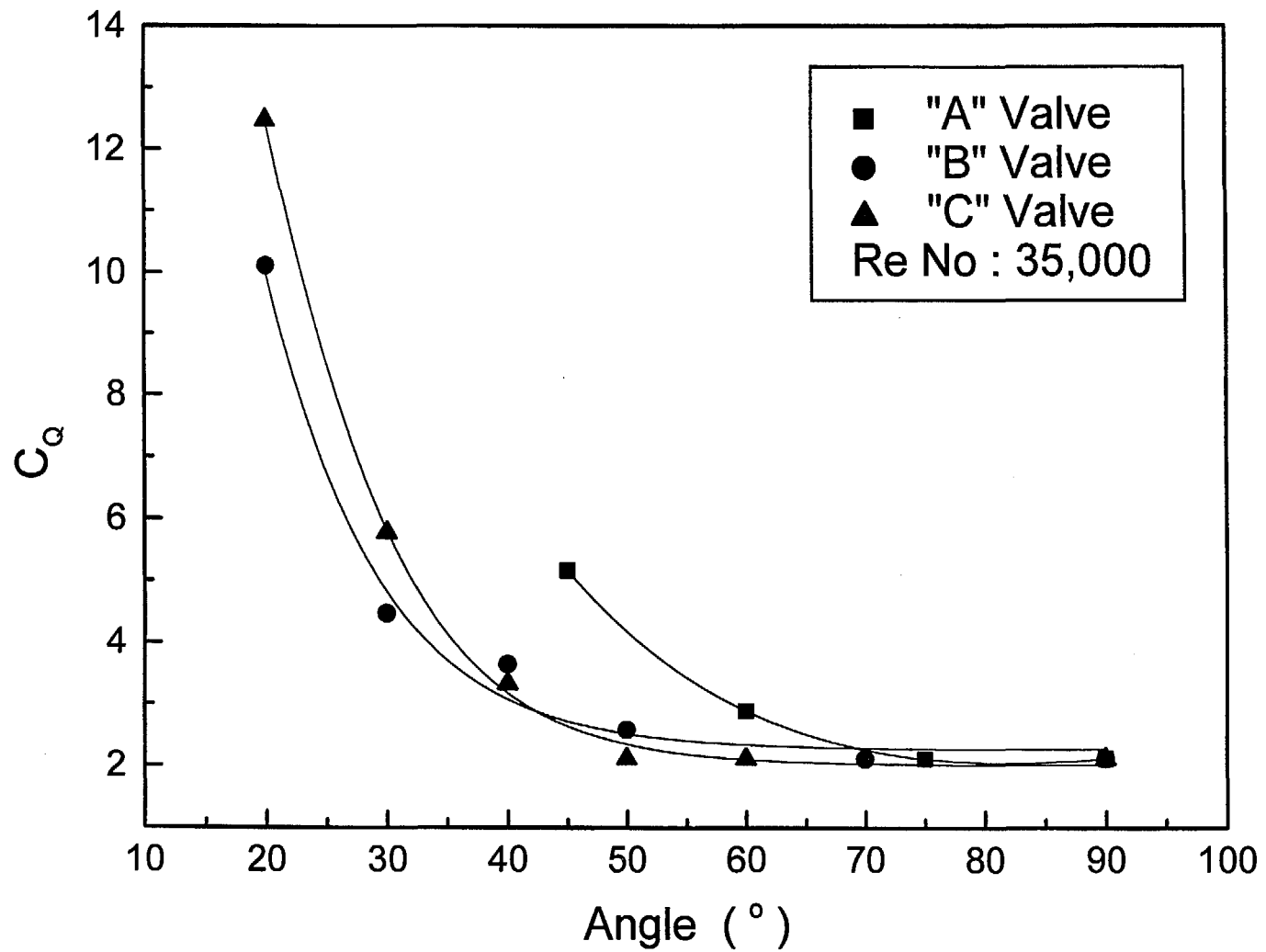


Fig.3-5 Flow coefficients(C_q) versus stem position angle(°)
(Re No : 35,000)

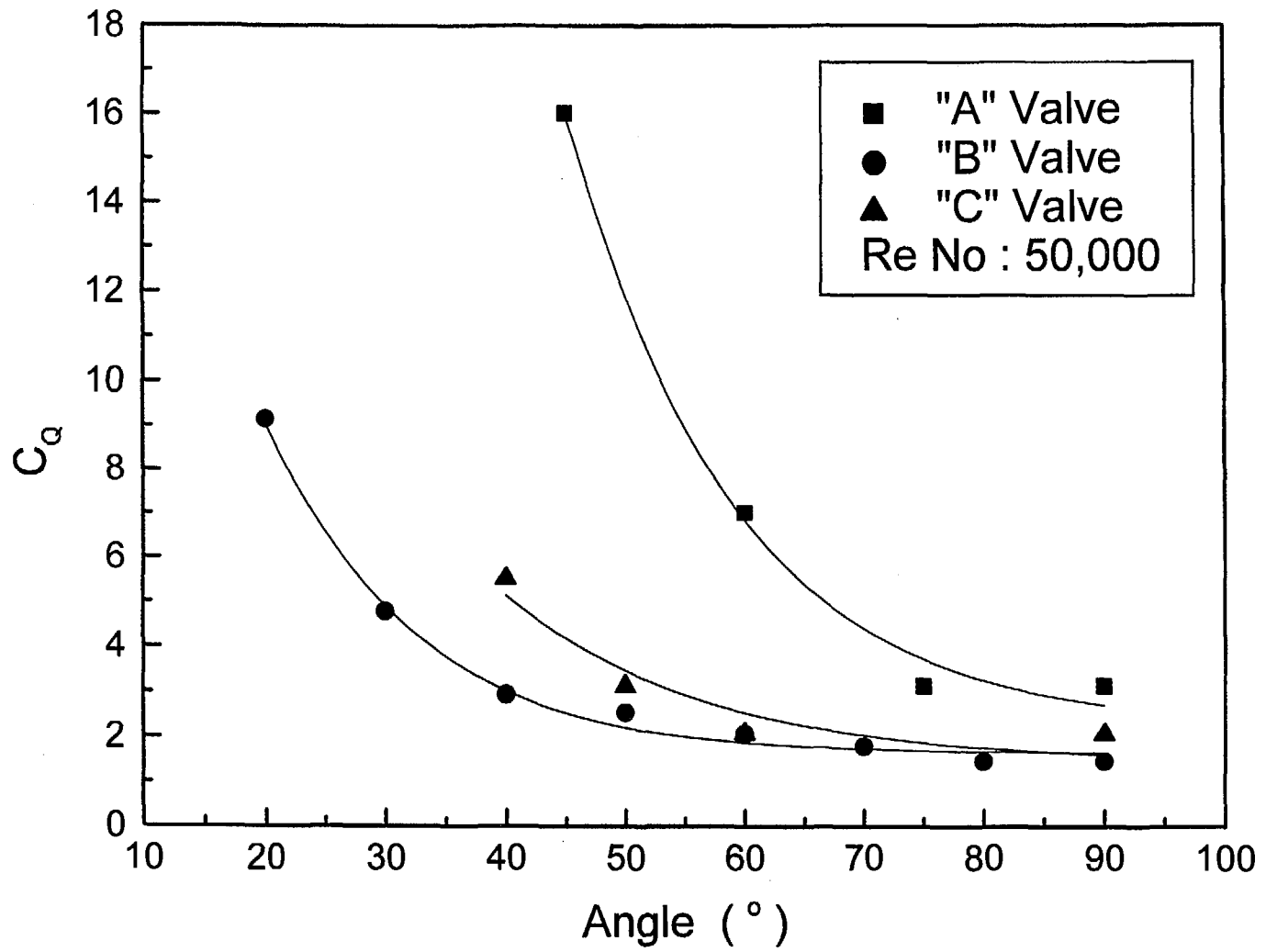


Fig.3-6 Flow coefficients(C_q) versus stem position angle(°)
(Re No : 50,000)

Fig. 3-7에서 Fig.3-9는 A 밸브, B 밸브, 및 C 밸브에 대한 열림 각도와 유량계수의 관계를 표시한 것으로, Fig.3-7은 A 밸브에 대하여 레이놀즈 수 21,000, 35,000 및 50,000 일 때 버터플라이밸브의 각도 변화에 따라 유량계수 변화를 나타낸 것으로 버터플라이밸브의 열림 각이 80도 이하의 영역에서는 레이놀즈 수가 적을수록 유량계수의 값의 변화가 적게 나타났으며, 레이놀즈 수가 클 수록 유량계수의 값의 변화 폭이 크게 보이고 있었다.

Fig.3-8은 B 밸브에 대하여 레이놀즈 수 21,000, 35,000 및 50,000 일 때 버터플라이밸브의 각도 변화에 따라 유량계수의 변화를 실험한 것으로 버터플라이밸브 열림 각이 60도 이하의 영역에서는 유량계수의 변화가 크게 나타났으며, 레이놀즈 수의 변화에 따른 유량계수의 차이는 거의 없는 것으로 실험되었다.

Fig.3-9는 C 밸브에 대하여 레이놀즈 수 21,000, 35,000 및 50,000 일 때 버터플라이밸브의 각도 변화에 따라 유량계수의 값을 구한 것으로 버터플라이밸브의 열림 각이 50도 이하에서는 유량계수의 변화가 크고, 50도 이상에서는 유량계수의 값은 거의 일정하게 나타났다.

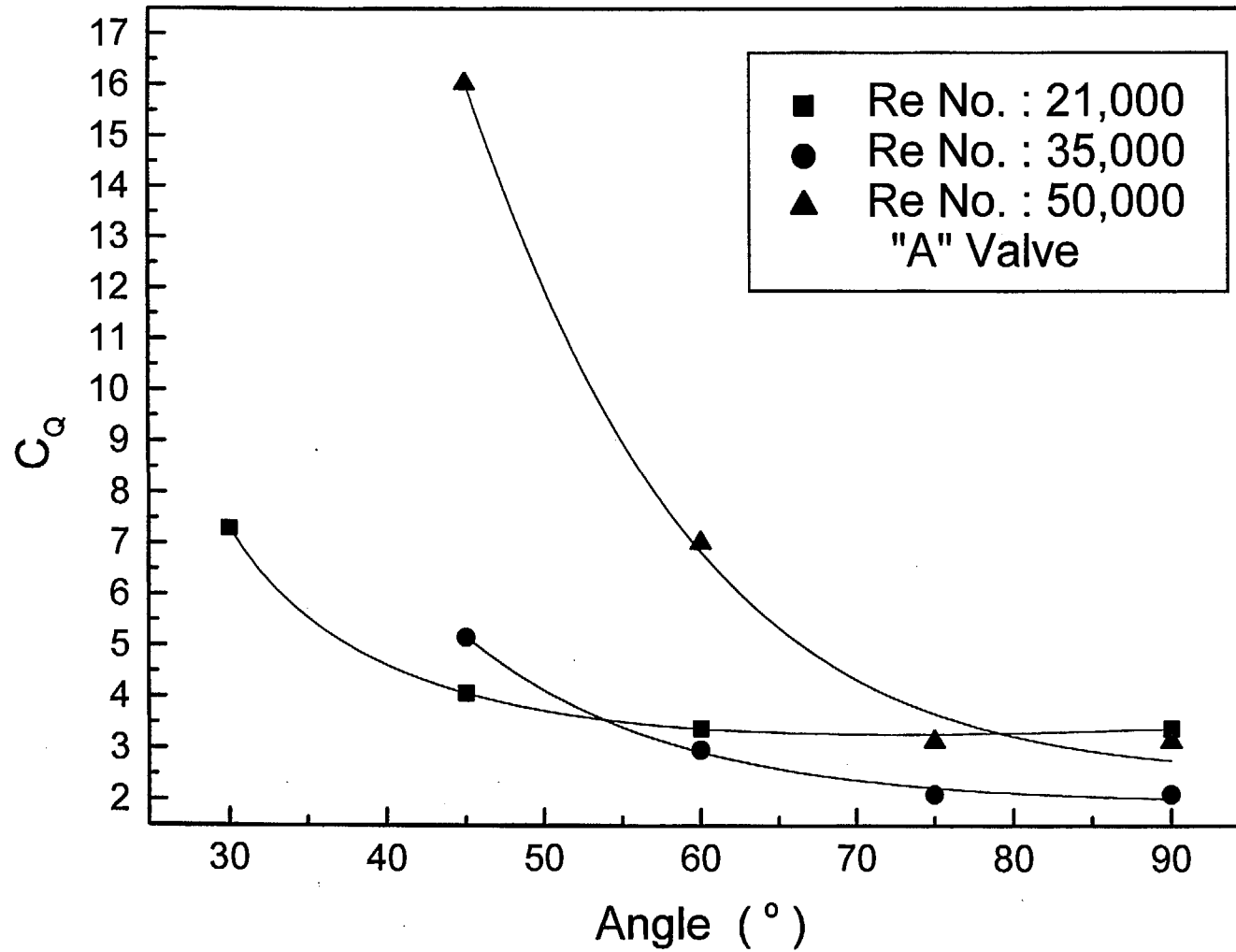


Fig.3-7 Flow coefficients(C_q) versus stem position angle(°)
("A" Butter-fly valve)

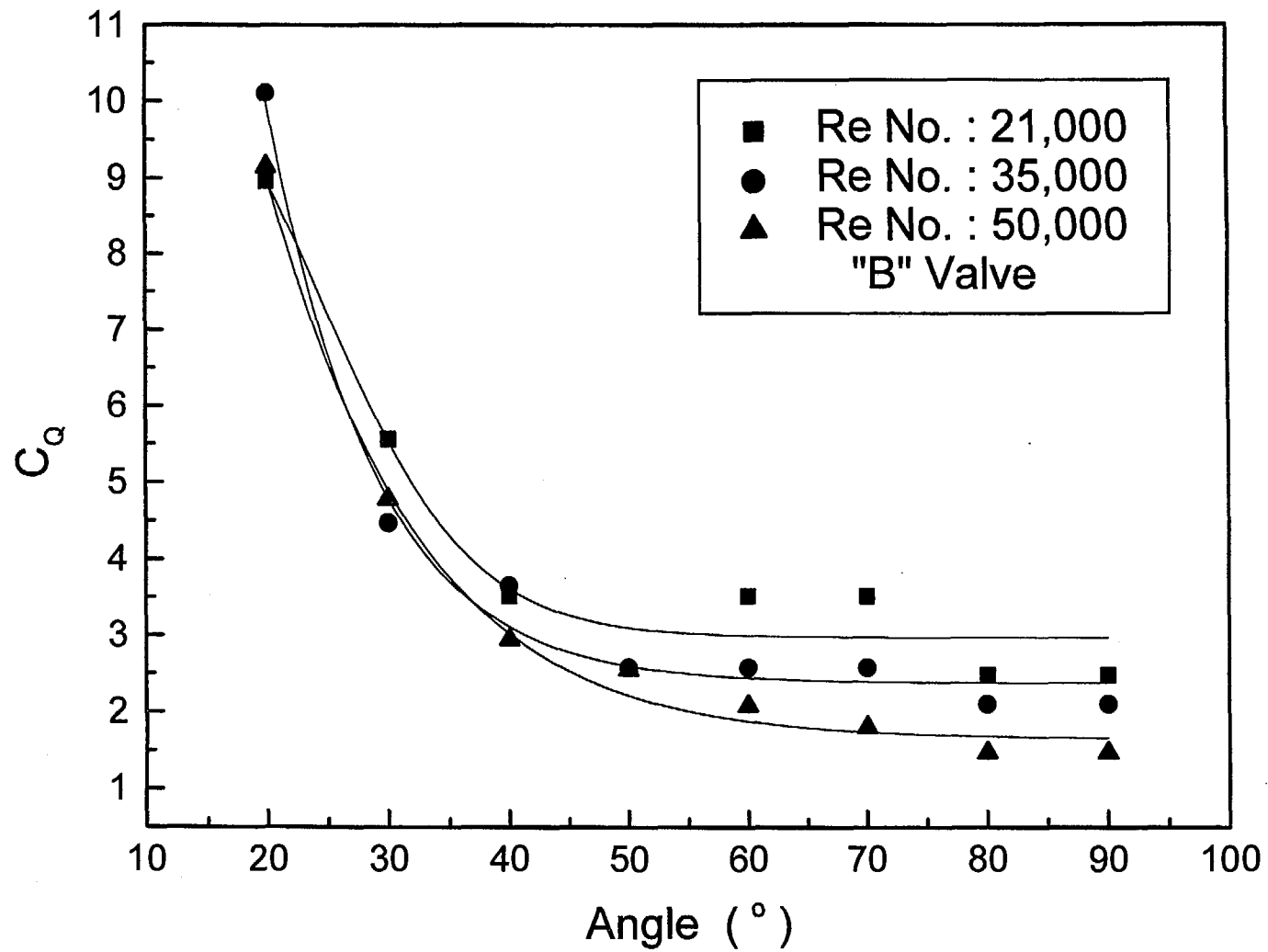


Fig.3-8 Flow coefficients(C_q) versus stem position angle(°)
("B" Butter-fly valve)

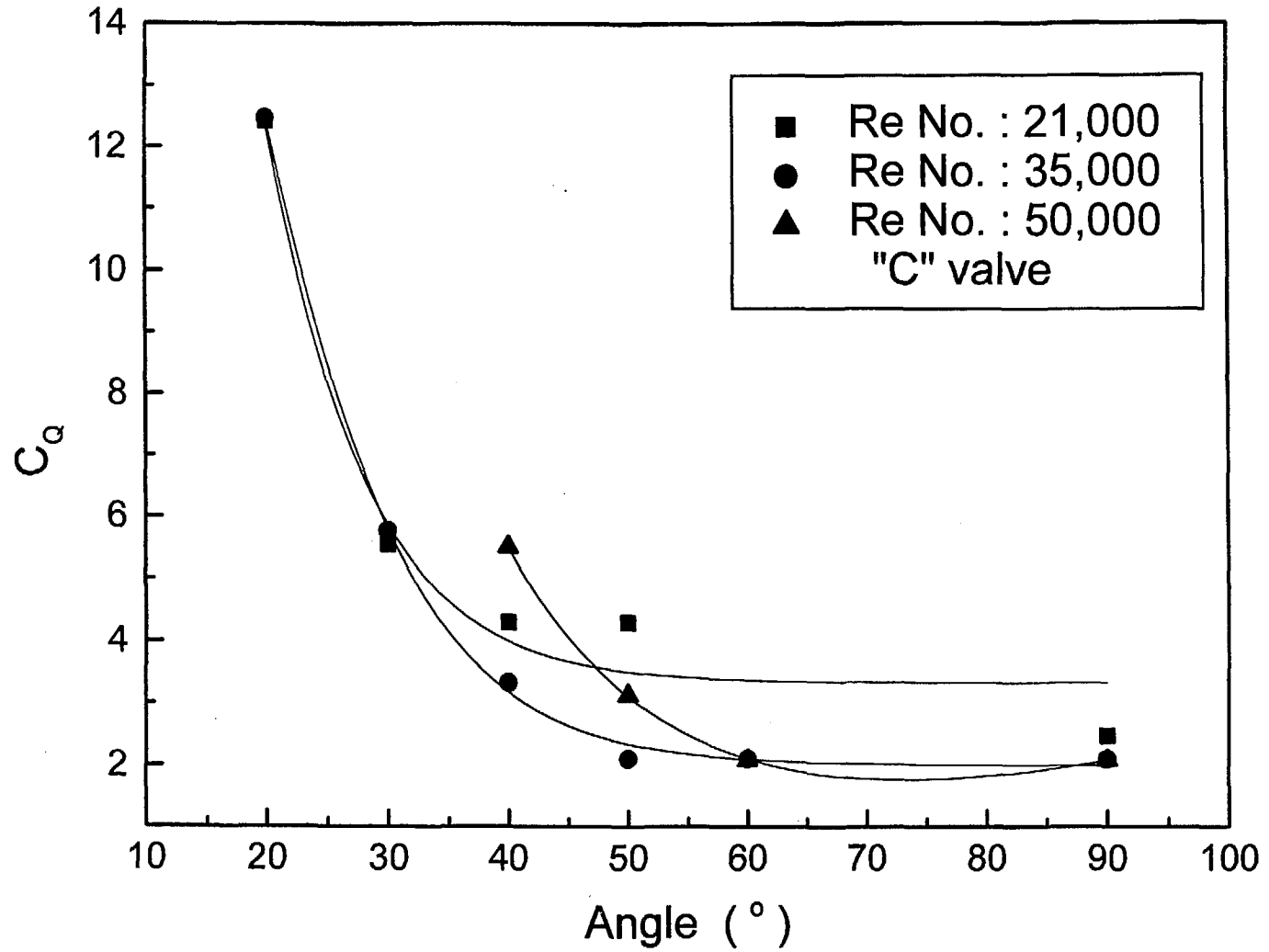


Fig.3-9 Flow coefficients(C_q) versus stem position angle(°)
("C" Butte4r-fly valve)

제2절 인공지능 버터플라이밸브장치의 특성

수동 버터플라이밸브의 유량특성의 실험결과를 가지고, 그 특성을 기준으로 하여 버터플라이밸브에 디지털제어 및 통신기능을 갖도록 구성하였다.

1. 유량조절밸브용 버터플라이밸브의 구성

Fig.3-10은 유량조절용 버터플라이밸브의 구동제어 장치의 구성도이며, 밸브 몸체, 구동제어장치, 압력측정센서, 제어용 마이크로컨트롤러, 구동부와 원격제어 및 감시용 통신라인 등으로 구성되어 있다.

압력센서, 마이크로컨트롤러, 구동부가 하나의 unit로 구성되어 구동제어장치를 이루고, 압력센서로부터 측정된 차압자료를 이용하여 마이크로컨트롤러 내에 내장되어 있는 마이크로프로세서에서 차압 및 유량이 계산되고, 입력되어 있는 밸브의 압력변화에 따른 고유 유량특성 설정 값과 비교하여 유량특성 알고리즘을 적용한 보정 프로그램에 의해 원하는 유동특성으로의 보정량을 설정한다.

설정량에 따른 펄스 폭 변조(pulse with modulation)에 의해 모터 회전수를 지시하고 밸브의 위치를 적정 제어하는 전자적 밸브 개폐제어방식의 유량조절이 이루어지며, 마이크로프로세서의 모든 정보는 원격제어 및 감시용 통신라인을 통하여 직접 디지털제어기(DDC)와 비동기 통신라인으로 연결되어 주컴퓨터에서의 전체 시스템 원격제어 및 감시가 가능하도록 하였다.

밸브 몸체 양측의 배관 상에 압력측정을 위한 두 개의 압력측정구가 설치되어 압력제어장치에 부착된 압력센서와 연결할 수 있도록 구성하였다.

Fig.3-11은 유량조절 및 제어 일괄 작업도를 표시한 것이다.

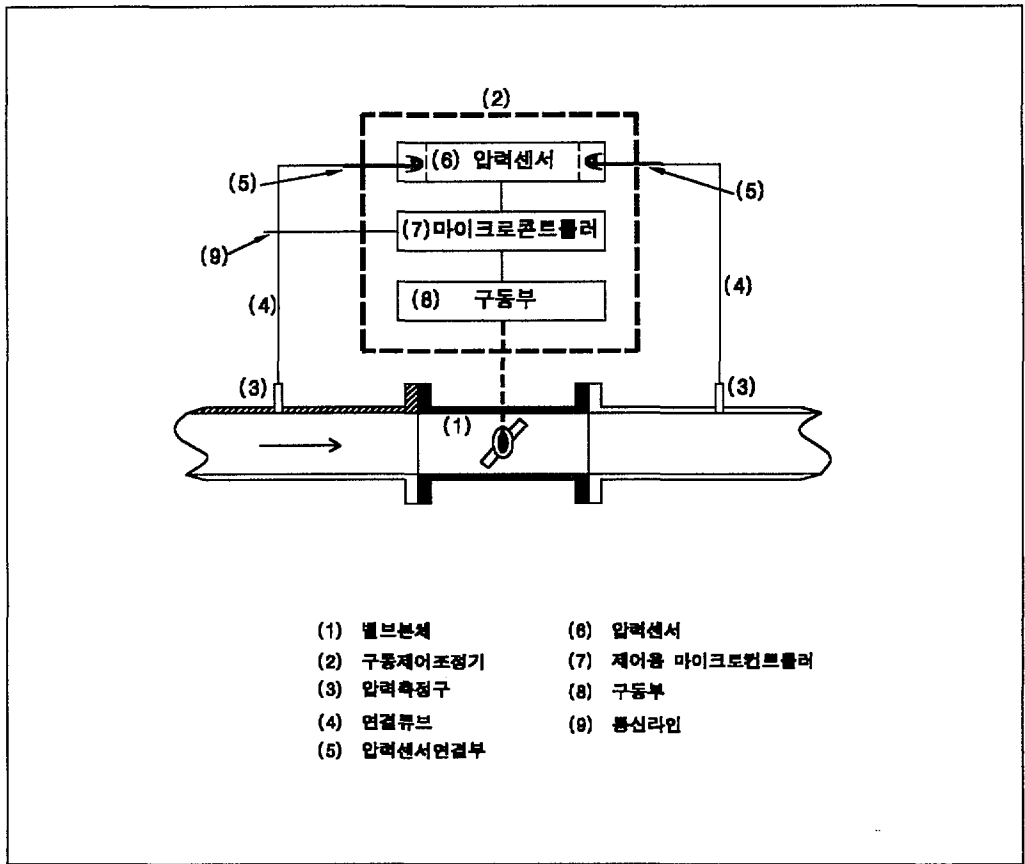


Fig. 3-10 유량조절용 버터플라이밸브의 구동제어장치 구성도

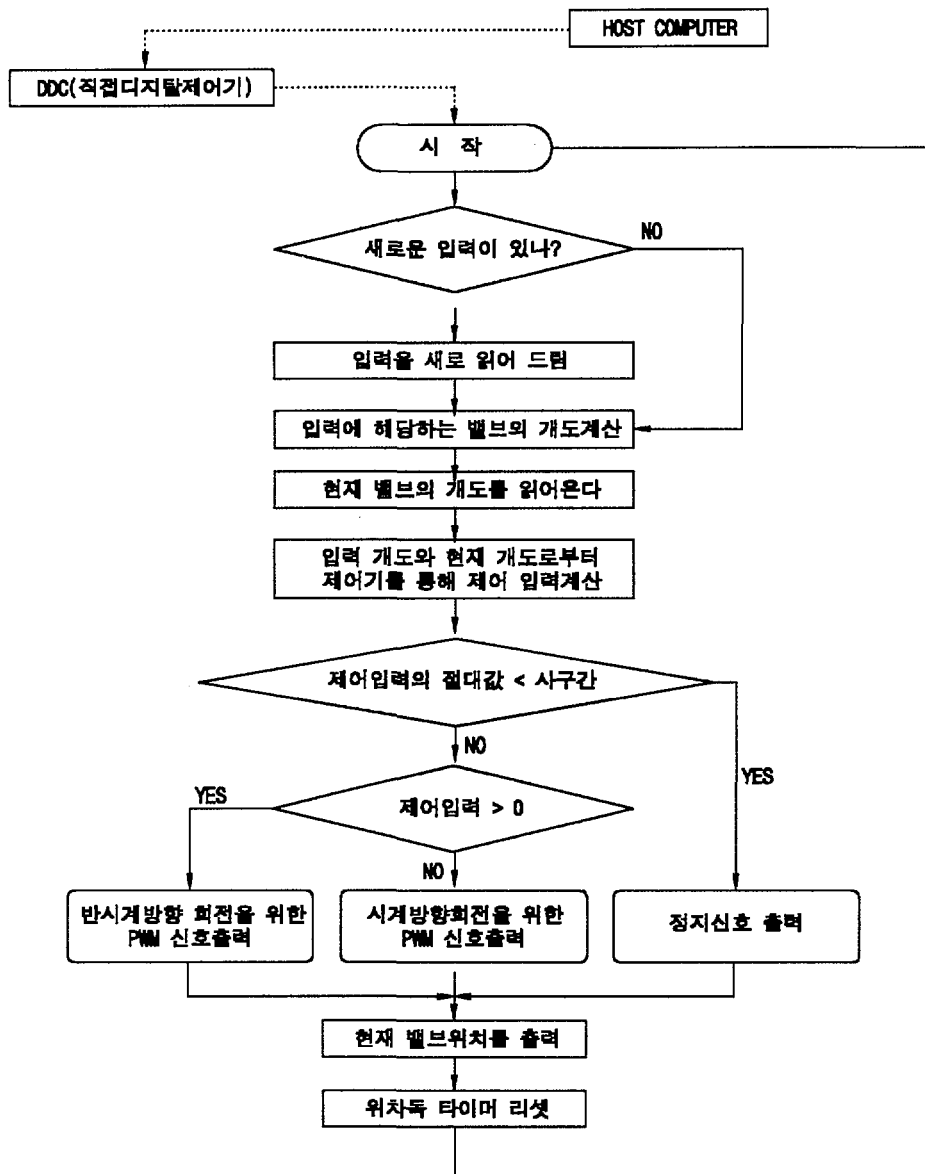


Fig. 3-11 유량조절 및 제어 일괄 작업도

2. 마이크로 컨트롤러의 구성

Fig. 3-12은 마이크로프로세서의 구성도이며, 마이크로컨트롤러의 주요 구성요소인 마이크로프로세서는 통신방식 및 휠드버스방식 프로그램과 제어용 소프트웨어 논리가 구성되도록 하였으며, 마이크로프로세서의 주요 소프트웨어는 비동기 통신 프로토콜 구현 알고리즘, 입출력 논리 알고리즘, 유량계산을 위한 압력, 면적 계산 데이터베이스 구조, 자체 진단 논리, 통신적용 논리, 비례 미적분 제어 알고리즘, 압력차 입력 논리, 출력 펄스 폭 분할 논리, 사용자 프로그램 일부 논리, 불 휘발성 반도체 기억(EEPROM) 정전/복전 논리, 위치 제어 센서에 대한 논리 등으로 구성하였다. 이러한 프로그램이 내장된 마이크로컨트롤러는 다음과 같은 기본적인 선택기능을 갖추었다.

1) <CTL>(11)

제어 신호 입력단

- 전류 제어시 : 4 mA~20 mA
- 전압 제어시 : 0 V~10 V

2) <CTL Type>(12)

제어 신호를 설정하는 것으로 전류방식과 전압방식으로 선택하여 사용할 수 있다.

3) <Auto Set>(13)

초기 설정시 사용하는 기능으로 초기 및 종료 범위를 자동으로 설정 인식한다.

4) <Mode Set>(14)

제어 방식을 선택하는 것으로 다음의 2가지 모드가 있다.

• 가열모드(Heating Mode)(+) : 4 mA(0 V)입력시 완전 닫힘, 20 mA(10 V) 입력시 완전 열림으로 동작한다.

• 냉각모드(Cooling Mode)(-) : 4 mA(0 V)입력시 완전 열림, 20 mA(10 V) 입력시 완전 닫힘으로 동작한다.

5) <Local/Remote>(15)

• <Remote> 선택시 : 직접디지털제어기와 통신에 의해 주컴퓨터에서 모든 제어가 상태를 감시하게 된다.

• <Local> 선택시 : 직접디지털제어기나 현장제어기에서 자동 및 수동으로 모든 제어를 수행한다.

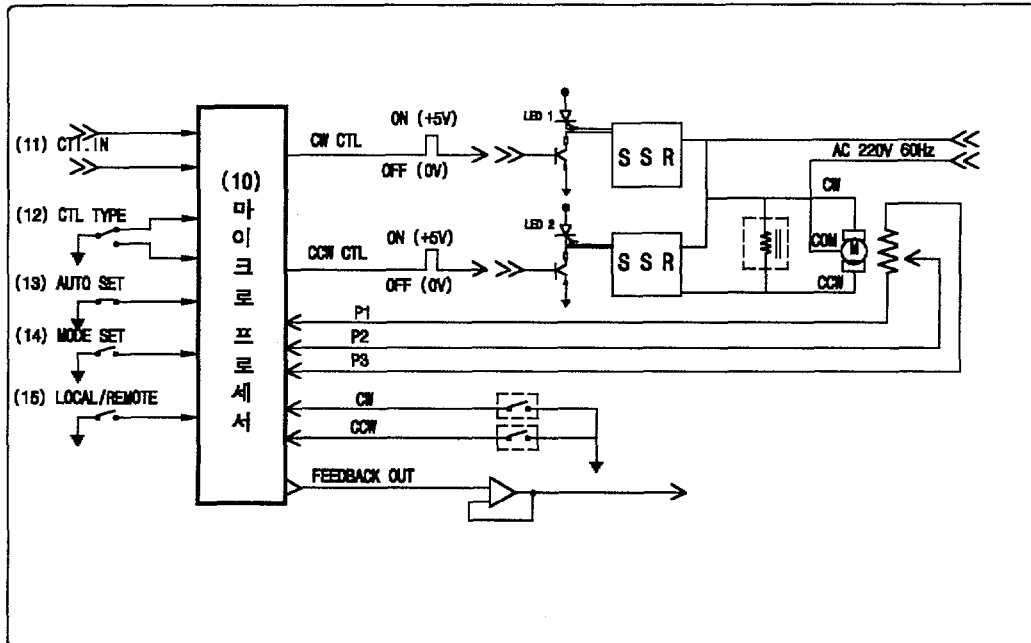


Fig. 3-12 마이크로프로세서의 구성도

3. 원격제어 및 감시 통신라인 구성

Fig. 3-13는 원격제어 및 감시를 위한 통신라인의 구성도를 나타낸 것으로 주컴퓨터, 직접디지털제어기(DDC) 및 현장 밸브들을 연결하는 비동기 통신라인으로 구성되어 있다. 주컴퓨터는 여러 개의 직접디지털제어기와 연결이 가능하며, 하나의 직접디지털제어기에서 1~32개의 밸브제어를 할 수 있고, 직접디지털제어기는 운용관리자, 통신관리자, 이벤트 처리, 시스템 상태관리 등의 모듈을 갖추며, 시스템 설정, 관제점 등록, 제어 및 감시, 연속 감시, 제어 파일관리, 통신 상태감시 등의 주요 모듈을 갖추었다. 직접디지털제어기와 현장의 각각의 밸브들은 비동기 통신라인으로 병렬 연결되며 각 밸브마다의 고유제어특성 부여로 밸브 개개의 마이크로컨트롤러에서의 피드백에 따른 자료를 처리하여 중앙통제가 가능하도록 구성하였다. 또한 구동부는 유량조절에 따른 밸브 개폐의 정밀한 동작과 샤프트의 회전 토크(torque)값을 무리없이 전달할 수 있도록 하고, 가격이 저렴하고 취득이 용이한 부품을 사용하여 정비유지가 간단한 구조로 하였다.

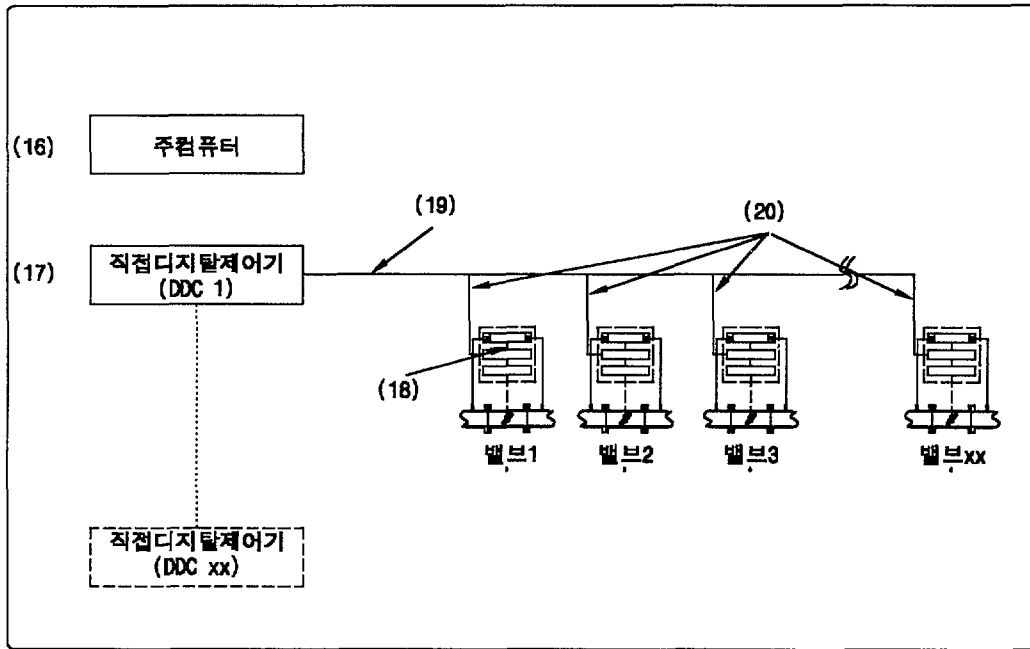


Fig. 3-13 원격제어 및 감시계통라인 구성도

4. 유량조절 버터플라이밸브의 웜 기어

Fig. 3-14는 유량조절 버터플라이밸브의 웜 기어의 구성장치를 예시한 것으로 교류 모터, 평 기어 및 웜 기어 등으로 구성되어 있다. 교류 모터에서의 동력이 평 기어 및 웜 기어를 통하여 감속되어 밸브 디스크의 개폐 각도를 조절하고, 수동으로도 밸브의 개폐가 가능하도록 외부에 핸들을 설치하였다.

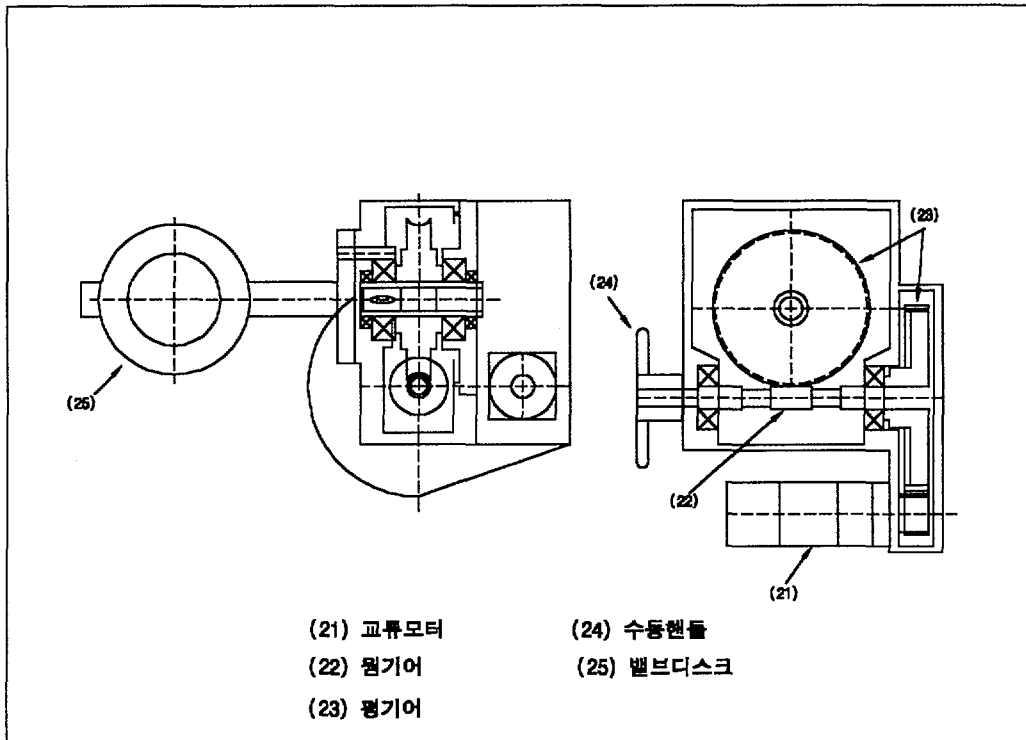


Fig. 3-14 유량조절 버터플라이밸브의 원 기어 구성도

5. 유량특성

Fig. 3-15는 인공지능버터플라이밸브장치의 유량특성을 실험한 것으로, 수동버터플라이밸브의 실험에서 밸브의 열림 각이 75도일 때 유량은 거의 100% 통과하는 것으로 실험된 결과를 가지고, 75도일 때 밸브의 열림 각을 100%로 기준하여 밸브의 개도율에 따른 유량의 흐름 비율을 나타낸 것이며, 유량특성 곡선은 "S'형에 가까운 결과를 얻을 수 있었다.

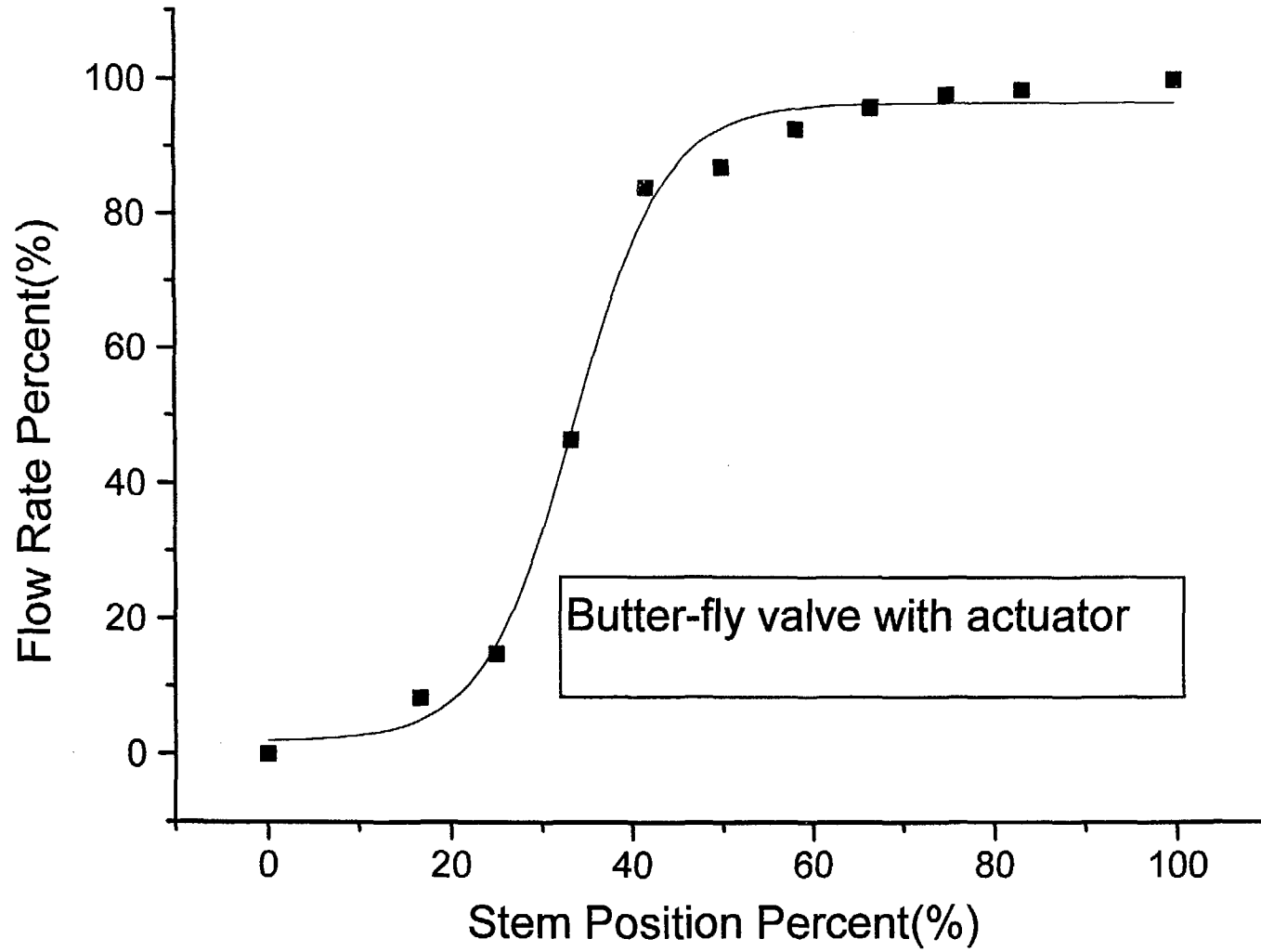


Fig.3-15 Intelligent butter-fly valve system
flow characteristics

2) Intelligent butter-fly valve specifications

- Ambient Temp. : 10°C ~ +55°C, 150°C
- Power Supply : 220VAC, 1 phase, 60HZ
- Control Power : RS-485/5V
- Limit switch : 20 pen/close, 250VAC/5A
- Manual Override : Hand, Auto Declutching Mechanism
- Indicator : Continuous position indicator
- Self Locking : Provided by means worm gearing
- Materials : Al
- External Coating : Epoxy-polyester

제4장 결론

국내에서 제작되고 있는 버터플라이밸브에 마이크로컨트롤러를 탑재하여 직접디지털제어기와 비동기 통신라인으로 연결하여 1개의 직접 디지털제어기에서 32개의 밸브까지 디지털방식의 원격제어 및 감시와 자기 진단을 가능하도록 하는 인공지능버터플라이밸브장치를 개발하는데 그 목적이 있으며, 이에 대한 연구 결과는 다음과 같다.

1. 수동버터플라이밸브의 유량특성은 quick opening type으로 실험되었으며, 실험 대상인 3개회사의 제품 모두 버터플라이밸브 개도율이 60%~70% 사이에서 유량이 100% 통과함을 알 수 있었다. 그리고 손실계수와 유량계수는 레이놀즈 수가 증가할수록, 밸브의 개도율이 클수록 감소하며, 밸브의 열림 각도가 일정 각도 이하가 되면 레이놀즈 수에 따라 급격히 증가함을 알 수 있었다.

2. 인공지능버터플라이밸브장치의 유량특성은 "S"형에 가까운 곡선으로 나타났으며, 주요 구성요소는 밸브 본체, 구동제어장치, 압력센서, 제어용 마이크로컨트롤러, 구동부 및 통신라인 등으로 구성되고, 주요기능은 선형유량 조절기능, 디지털 원격제어기능, 감시 기능, 자기진단 기능 등이 있다.

본 연구과제의 실험대상 버터플라이밸브 규격은 $\phi 50$ 였으며, 보다 정밀하고 다양한 규격의 밸브를 대상으로 계속적으로 연구하는 것이 유량조절 밸브장치의 개발에 큰 도움이 될 것으로 판단된다.

제5장 References

1. McPherson, M.D., Strausser, H.S., and Williams, J.C., "Butterfly Valve Flow Characteristic," J. Hydraulic Division, ASCE, Vol.83, pp.1167.1~1167.27, 1951.
2. Cohn, S.D., "Performance Analysis of Butterfly Valve," Instruments, Vol.24, pp.880~884, 1951
3. C.Huang, R.H.KIm, "Three-dimensional analysis of partially open butterfly valve flows," ASME, Vol.118, pp.562~5681, 1996.
4. M.J.Morris, J.C.Dutton, "Compressible flow field characteristic of butterfly valves," ASME, Vol.111, pp.400~407, 1989.
5. M.J.Morris, J.C.Dutton, "Aerodynamic torque characteristic of butterfly in compressible flow," ASME, Vol.111, pp.392~399, 1989.
6. D.S.Millers, "Internal Flow System," Gulf Pub Co., pp.106~133.
7. 김상완외 3인, "PIV에 의한 버터플라이 밸브 유동특성에 관한 연구," 한국박용기관학회, 1997년 추계학술대회 논문집, pp.86~91, 1997.
8. ASHRAE system and Equipment Hand Book(SI), Chapter 41, pp.41.1~41.13, 1996.
9. K.Eom, "Performance of butterfly valves as flow controller," ASME, Vol.110, pp.16~19, 1988.

Appendix

1. 산업재산권

산업재산권 번호	산업재산권명	종류	등록일자	등록 번호	출원일자	출원 번호	국가명
특허99-35: 한국	디지털제어 및 통신 기능을 갖춘 유량 조절밸브	실용 신안	99/10/15	0165226	99/07/12	13606	한국
특허99-36: 한국	디지털제어 및 통신 기능을 갖춘 유량 조절밸브	발명 특허			99/07/10	27877	한국

서 정 보 양 식

수행기관보고서번호	위탁기관보고서번호	표준보고서번호	INIS 주제코드		
KAERI/RR-1982/99					
제목/부제	편심형 Butterfly 밸브용 선형유량조절장치 개발에 관한 연구보고서				
연구책임자 및 부서명 (TR, AR인 경우 주저자)	곽 김 구 (시설과)				
연구자 및 부서명	조 성 원, 박 종 순, 송 인 택, 조 장 형, 김 진 규, 권 성 중, 김 인 중 (시설과) 박 원 국(대청기전)				
출판지	대전	발행기관	한국원자력연구소	발행년	1999.12.31
페이지	32p.	도표	있음(V), 없음()	크기	21x30Cm.
참고사항					
비밀여부	공개(V), 대외비(), _ 급비밀	보고서종류	연구 보고서		
연구위탁기관		계약번호			
초록 (15-20줄내외)	<p>버터플라이밸브는 게이트밸브, 글로브밸브, 플러그밸브 및 볼밸브보다 무게가 가볍고 설치공간이 작게 차지하며 가격 면에서도 유리한 장점이 있다.</p> <p>본 과제의 목적은 편심형 버터플라이밸브을 위한 선형유량조절장치(인공지능 버터플라이밸브장치)를 개발하는데 있으며, 인공지능버터플라이밸브장치는 밸브 본체와 마이크로컨트롤러로 구성되어 있다. 또한 마이크로컨트롤러는 구동제어장치, 압력센서, 제어용 마이크로컨트롤러, 연결 튜브, 구동부 및 통신라인으로 구성되어 있다.</p> <p>인공지능버터플라이밸브장치의 특성은 다음과 같다.</p> <p>a) 선형유량 조절기능 b) 디지털 원격제어 c) 감시 기능 d) 자기 진단 기능</p> <p>한편, 인공지능 버터플라이밸브장치는 원자력발전소의 냉각계통, 일반 건축기계설비의 유량조절 계통, 유류계통 및 LNG 초저온 천연가스의 유량조절 등에 수요가 급증할 것으로 기대된다.</p>				
주제명키워드 (10단어내외)	유량조절버터플라이밸브, 인공지능버터플라이밸브장치				

BIBLIOGRAPHIC INFORMATION SHEET

Performing Org. Report No.		Sponsoring Org. Report No.		Standard Report No.		INIS Subject Code	
KAERI/RR-1982/99							
T i t l e / Subtitle		Development of Linear Flow Rate Control System for Eccentric Butter Valve					
Project Manager and Department		K.K.Kwak(Engineering & Construction Department)					
Researcher and Department		S.W.Cho, J.S.Park, J.H.Cho, I.T.Song, J.G.Kim, S.J.Kwon, I.J.Kim (Engineering & Construction Department) W.K.Park(Dae Cheong Instrument Co. LTD)					
Publication Place	Taejon	Publisher	KAERI		Publication Date	1999.12.31	
Page	32p.	Ill. & Tab.	Yes(V), No ()		Size	29 Cm.	
Note							
Classified	Open(V), Restricted(), ___ Class Document			Report Type	Research Report		
Sponsoring Org.				Contract No.			
Abstract (15-20 Lines)		<p>Butter-fly valves are advantageous over gate, globe, plug, and ball valves in a variety of installations, particularly in the large sizes.</p> <p>The purpose of this project development of linear flow rate control system for eccentric butter-fly valve(intelligent butter-fly valve system). The intelligent butter-fly valve system consist of a valve body, micro controller. The micro controller consist of torque control system, pressure censor, worm and worm gear and communication line etc.</p> <p>The characteristics of intelligent butter-fly valve system as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Linear flow rate control function - Digital remote control function - Guard function - Self-checking function 					
Subject Keywords (About 10 words)		Flow rate control butter-fly valve, Intelligent butter-fly valve system,					