

技 術 解 說

溫 度 의 計 測 및 制 御

金 炳 國*

1. 序 言	3.1 指示計
2. 溫 度 의 檢 出	3.2 檢 出 器
2.1 熱電帶	3.3 調 節 器
2.2 放射溫度計	3.4 操 作 端
3. 溫 度 의 制 御	4. 結 言

1. 序 言

鐵鋼, 石油化學, 纖維 등의 近代産業은 大規模의 플랜트로부터 대량의 제품을 공급하여, 인간생활을 풍부하게 하는데 기여하고 있다. 이러한 産業에서의 製造工程에 대해서 自動制御의 기술이 驅使되어 運轉費의 輕減, 品質의 均일화, 人力의 절감, 環境保全 등의 장점을 살리고 있다. 이와 같이 품질 또는 작업조건과 밀접한 관계가 있는 溫度·壓力·流量·液位등에 대해 檢出·傳送(變換)·指示·記錄·調節하는 기술을 공정 제어(Process Control)이라 하며, 이의 응용분야 및 기술은 실로 방대하다고 하겠다. 한정된 지면을 고려하여 본문에서는 특히 溫度에 대한 計測 및 制御에 대해 고찰하여 여러 독자에게 유용한 글이 되고자 한다.

2. 溫 度 의 檢 出

溫度計는 1597년에 이탈리아의 물리학자 갈릴레이(Galileo Galilei)가 일종의 空氣寒暖計를 발명한 것이 시작이라고 전해진다. 現在 工業技術의 분야 및 의료분야에서 여러 종류의 溫度計가 사용되어, 온도의 측정·지시·제어는 물론 온도와 관련된 제반 工業量의 측정제어에의 應用이 발전되어가고 있다.

溫度를 나타내기 위한 溫度눈금의 國際的規約으로써, 國際實用溫度눈금(International Practical Temperature Scale; IPTS)이 제정되어, 1968년 改訂된 것(IPTS-68)이 사용되고 있다. 이 IPTS-68에는 平衡水素의 三重點(-259.34°C)에서 金의 凝固點(1,064.43°C)에 이르는 定義定點 溫度值(표 1 참조), 定義定

表 1. IPTS-68의 定義定點

定 義 定 點	T(K)	t(°C)	不 確 實 度(K)
平衡水素의 三重點	13.81	-259.34	0.01
壓力 33,330.6N·m ⁻² 에서 平衡水素의 沸點	17.042	-256.108	0.01
平衡水素의 沸點	20.28	-252.87	0.01
Neon의 沸點	27,102	-246,048	0.01
酸素의 三重點	54,361	-218,789	0.01
酸素의 沸點	90.188	-182,962	0.01
물의 沸點	273.16	0.01	정의이므로 정확
물의 沸點	373.15	100	0.005
이연의 응고점	692.73	419.58	0.03
은의 응고점	1235.08	961.93	0.2
금의 응고점	1337.58	1064.43	0.2

點間的 補間公式 및 補間 標準計器가 정의되어 있다.

補間 標準計器로는 -259.34°C~630.74°C에는 白金測溫抵抗素子, 630.74°C~1,064.43°C에는 白金·10% Rhodium-白金 熱電對, 1,064.43°C 이상에는 放射溫度計가 사용된다.

일반적으로 사용되는 溫度檢出器 또는 溫度計가 國家標準과 비교하여, 얼마 정도의 精度를 가지고 있는가를 명확히 하는, 關連追跡 可能性을 체계화한 것을 Traceability라 한다.

溫度를 計測技術의 면에서 분류하면, 溫度計를 측정하고자 하는 물체에 接觸시켜서 측정하는 接觸法과, 물체의 熱放射를 물체와 떨어진 장소에서 받아 온도를 측정하는 非接觸法으로 나뉘어진다.

熱은 고온에서 저온으로 이동하려는 성질이 있으므로, 상호접촉된 두개의 물체는 같은 온도가 되려는 경향이 있다. 이러한 사실을 이용하여 온도를 측정하는 방법을 接觸法이라 한다. 즉, 측정하려는 물체에 온도계의 검출단(測溫部)를 熱的으로 잘 접촉시켜, 熱的平衡상태에서 온도를 재는 방법이다. 일반적으로 測定精

* 正會員: 又進計器工業(株) 標準室長

表 2. 接觸方式에 의한 溫度計測方法

1. 熱膨脹 (1) 固體의 팽창 (2) 液體의 팽창 (3) 氣體의 팽창	棒, 金屬Coil, Bimetal Glass封入, 金屬管封入 定壓, 定容積, X線, α線의 흡수
2. 熱電對 (1) 貴金屬 (2) 卑金屬	Pr, Ir, Rh CA, CRC, IC, CC, WRc
3. 電氣抵抗 (1) 金屬 (2) 半導體	Pt, Ni, Cu Ni, Mn, Co의 산화물
4. 狀態의 變化 (1) 溶融點 (2) 沸點 (3) 蒸氣壓	일정 溶融 온도의 물질 물, 산소
5. 熱量計	
6. 기타 特殊方法 (1) 吸引高溫計	

도는 양호한 편이나, 測溫部가 목적물에 접촉하여야 하므로, 計測對象에 제한이 있다. 또한 측정가능한 온도범위가 특수한 경우를 제외하고는 1,500°C 정도 이하에 국한되며, 1,000°C 정도까지의 측정이 용이하다. 接觸方式의 주된 측정방법을 표 2에 나타내었다.

非接觸方式은 물체의 온도가 높을 경우 熱放射에너지가 강하여, 온도와 一定한 관계가 있는 사실을 이용하여 온도를 측정하는 방법이다. 이 방식의 특징은 피측정물체와 測溫部가 접촉하지 않으므로, 동일온도가 될 필요가 없으며, 피측정물체의 온도에 변화를 주지 않고 측정이 가능하다는 점이다. 또한 걸출기의 Time-

delay(시간지연)이 일반적으로 작은 편으로, 급속히 이동하는 물체의 온도측도 가능한 편이다.

특히 피측정물체를 가공하지 않는 한, 이 방법은 표면온도를 측정하는데 쓰인다. 이를테면, 액체의 임의의 내부의 온도를 측정하려면 접촉방식을 쓰지 않으면 안된다. 測定精度의 면에서 보면, 일반적으로 換觸法에 비해 떨어지는 편이나, 접촉법에서 측온체의 부착방법에 따라 온도오차가 생기는 것을 감안하면, 표면온도 측정의 경우 접촉법보다 정확히 할 수도 있다.

實際의 計測에 있어서, 피측정물이 黑體(Black Body)가 아닌 경우가 많으므로, 피측정물체의 放射率, 표면의 형태와 산화상태에 따른 放射率 補正值를 알아야 하는 단점이 있다.

현재 일반적으로 사용되고 있는 온도 측정기의 종류와 사용온도범위를 그림 1에 나타내었다. 각각의 計測原理를 상세히 설명하기에는 지면상의 제약이 있으므로, 가장 공정제어에 있어서 광범위하게 사용되는 熱電帶와, 최근 개발이 촉진된 放射溫度計에 대해 기술하기로 한다.

2.1 熱電帶

熱電帶(Thermocouple)는 1821년 독일의 T.J. Seebeck가 發見한 것으로, Seebeck效果라는 원리를 이용한 것이다. Seebeck效果라는 것은, 두 가지의 금속의 두쪽 끝을 接合시켜 놓았을 때, 接合부의 온도가 다를 경우 熱電流가 흐르는 현상을 말한다. 한쪽 接合부만을 接合시켰을 경우, 한 점을 일정한 온도로 해놓고, 다른 한 점을 피측정온도에 두면, 起電力이 생겨 이로 인해 溫度를 알 수 있다.

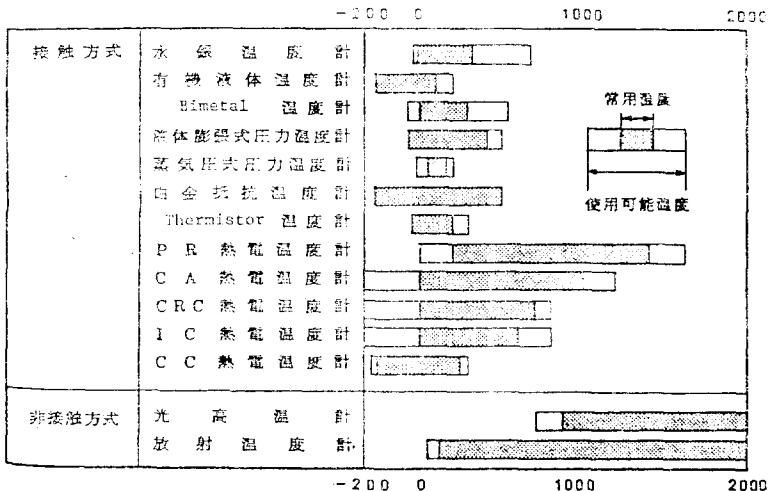


그림 1. 각종 온도계의 사용온도범위

表 3. 常用熱電帶의 종류 및 사용온도범위

종 류	구 성		선의 직 경 (mm)	사용온도(°C)	
	+측	-측		상 용	과 열
PR(Platinum)	Pt 87% Rh 13%	Pt	0.5	1,400	1,600
CA (Chomel-Alumel)	Ni 90% Cr 10%	Ni 94% Al 3%	0.65	650	850
		Si 1%	1.00	750	950
		Mn 2%	1.60	850	1,050
			2.30	900	1,100
			3.20	1,000	1,200
CRC(Chromel-Constantan)	Ni 90% Cr 10%	Cu 55% Ni 45%	0.65	450	500
			1.00	500	550
			1.60	550	650
			2.30	600	750
			3.20	700	800
IC(Iron-Constantan)	Fe	Cu 55% Ni 45%	0.65	400	500
			1.00	450	550
			1.60	500	650
			2.30	550	750
			3.20	600	800
CC(Copper-Constantan)	Cu	Cu 55% Ni 45%	0.32	200	250
			0.65	200	250
			1.00	250	300
			1.60	300	350

實用熱電帶는 熱電帶 素線, 絕緣管, 保護管, 端子 Box 등으로 구성되어 있다. 설치방법에 따라 Flange 나 Nipple 등이 추가된다.

熱電帶의 原理에 의하면, 매우 여러 종류의 熱電帶가 가능하지만, 실용상 많이 쓰이는 종류와 그의 사용 온도를 표 3에 나타내었다.

2.2 放射溫度計

非接觸形의 대표적인 것으로, 熱放射溫度計가 있는데, 양자가 거의 同義語인 것처럼 사용되고 있다. 熱放射란 絕對零度(0°K 또는 -273.15°C) 이상의 물체에서 放射되는 電磁波의 총칭이다. 電磁波에는 X선, 可視光線, Microwave 등이 있으며, 熱과 특히 관련된 부분으로 0.1~100μm의 波長帶域이 있으며, 그중 0.7μm 이상의 영역을 赤外線이라 부른다. 그리하여 熱放射를 응용한 온도계측장치를 赤外線溫度計 또는 放射溫度計라고 부른다.

放射溫度計는 물체의 표면에서 放射되는 放射量의 세기를 측정하는 장치이므로 온도를 放射로부터 알려면, 물체가 제측이 가능한 波長帶에서 放射를 흡수하여, 열로 변화시키는 성질을 갖지 않으면 안된다. 放射를 모두 흡수하여 열로 轉換시키는 물체를 完全放射

體(黑體)라 하며, 이러한 물체에 대하여 방사계측은 곧 온도계측과 일치한다. 모든 방사를 흡수하지 않고, 부분적으로 反射 또는 투과시키는 물체를 不完全放射體라 하며, 이 경우 放射計測을 한 후에 특정한 補正수단이 요구된다.

물체에서 放射되는 赤外線에너지의 세기는 그의 表面溫度에 의해 결정되며, 물체의 성질 및 표면상태에 관계가 있다. 이러한 관계는 Planck의 법칙이라 부르는 다음과 같은 기본적 법칙에 의해 표현된다.

$$E(\lambda, T) = C_1 \lambda^{-5} (e^{C_2/\lambda T} - 1)^{-1}$$

여기서,

$E(\lambda, T)$: 放射輝度

λ : 放射된 波長

$$C_1 = 3.7402 \times 10^8 \text{ Wcm}^2$$

$$C_2 = 1.4388 \text{ cmK}$$

T : 黑體의 溫度

黑體는 앞에서 설명한 바와 같이 入射한 放射에너지를 모두 흡수하는 물체로써, 동일온도의 다른 어떤 물체보다도 放射에너지가 큰 물체이다. 완전한 吸收體 또는 放射體를 일반적으로 黑體라 부르나, 이상적인 물체이고 實在하지 않으므로, 空洞放射에 의해 實現 가능한 黑體爐로써 放射溫度計의 校正用으로 사용한다. 放射 또는 吸收의 效率을 放射率이라 부르며 ϵ 라는 기호로 나타내며 黑體의 경우 $\epsilon = 1$ 이라고 정의한다. 그러면,

$$\text{放射率} = \frac{\text{온도 } T \text{에서 物體의 放射에너지}}{\text{온도 } T \text{에서 黑體의 放射에너지}}$$

로 표시되며, 실제로 존재하는 물체는 $\epsilon < 1$ 인 不完全放射體이다. 실제의 온도계측에 있어서, 방사온도계에 서 구한 값에 放射率의 補正이 필요하다.

유리, 필름, 기체 등 可視領域에서 투명한 물체일지라도, 赤外線에 특정한 吸收帶가 있어, 이 波長에서 측정하여 투명체의 온도계측이 가능하다.

放射溫度計는 光學系, 檢出器, 電氣回路 등으로 구성되어 있다. 光學系는 放射에너지를 集束시켜, 光利得을 높게 하고, 불필요한 에너지를 제거시켜 특정과 장을 선택하기 위한 光學選擇作用 등의 두가지 목적을 갖고 있다. 集光의 목적으로 렌즈 및 반사경 등이 사용된다. 光學選擇에는 색유리, 干涉膜 Filter 등이 사용된다.

放射에너지를 전기신호로 變換시키는 소자를 檢出器라 부르며, 熱電形과 光電形이 있다. 熱電形은 放射에너지를 受光面의 온도상승으로 환원하는 방법으로, 열전대를 다수 직렬접속시킨 熱電堆, 白金抵抗, Thermistor Bolometer 등이 있다. 光電形은 光電效果를 이

용한 것으로, 光電管, Si-Cell 등의 電流變化素자와, PbS, InSb 등의 抵抗變化素자가 있다. 光電形檢出器는 특정한 파장영역에서 높은 감도를 나타내는 것에 비하여, 熱電形은 파장에 관계없이 일정한 감도를 지니고 있다. 低溫영역이나 長波長영역에는 熱電形을 사용하며, 일반 검출기에는 光電形을 사용하며, 이것이 應答속도가 빠르다. 실제의 장치를 구성할 경우, 측정 온도범위, 장치의 사용목적 등에 합당한 검출기를 선정할 필요가 있다. 공업용 장치에는 주위 온도의 변화 및 經時變化에 대한 補償機能을 가질 필요가 있다.

檢出器의 외적조건에 영향을 주기 쉬운 것에 대해서 보상하는 방법으로 전기적인 수단을 사용한다. 放射溫度計의 전기적 구성은 直接形, 增幅形, 偏差形, 平衡形 등으로 분류할 수 있다.

실제로 제품화 되어 있는 放射溫度計를 살펴 보기로 하자. 放射溫度計는 熱電帶와 같이 定形化 되어 있지 않고 각각의 形마다 一長一短이 있으므로, 사용목적에 맞추어 測溫範圍, 精度, 距離係數, 應答速度 등을 고려하여 적절한 제품을 선택하여야 한다.

(1) 放射發信器

放射發信器는 放射高溫度計 또는 全放射溫度計 등으로 불리며, 集光器 및 熱電堆로 구성되었고, 驅動電源을 필요로 하지 않고, 出力을 발생시키는 發信器이므로 가장 많이 오랫동안 사용되어져 왔다. 렌즈를 통해 들어온 放射에너지가 可動조리개로 正規化시킨 후, 직경 50 μ m의 Gold-Constantan 熱電帶를 10~20개 직렬접속시킨 熱電堆에 전달된다. 이 熱電堆의 온도차에 비례하는 出力이 발생하게 된다. 거리계수는 20 이상, 측정온도는 1,000°C 이상, 應答時定數는 0.3~1초, 精度는 5~10°C, 出力은 5~20mVmax 정도이다. 熱電堆 자신의 波長特性은 없으므로, 集光器의 재질에 따라 波長영역이 제한된다. 이 發信器에는 受信器에의 접속은 지정된 補償導線을 사용하지 않으면 안된다. 근태에는 低溫用의 發信器도 많이 개발되었다.

(2) Silicon 放射發信器

放射發信器의 檢出器를 熱電堆대신 Silicon Cell(太陽電池)를 사용한 發信器이다. Silicon Cell의 감도역 0.4~1.1 μ m이며, 中心感度波長은 약 0.9 μ m로 비교적 짧은 편이므로, 放射率의 變化에 따른 指示誤差가 적은 편이다. 예를 들어, 1,000°C에서 放射率이 1에서 0.8로 변화한 경우 放射發信器는 -38°C, Silicon 放射發信器는 -16°C, 뒤에 기술할 光高溫度計는 -13°C의 오차가 생긴다. 波長영역이 1 μ m 이하이므로 물, 탄산가스 등의 分光吸收를 피할 수 있어, 현장에서의 수증기 등에 의한 오차를 적게 할 수 있다. 반면, 출

력특성이 1,000°C 부근에서 절대온도의 14승에 비례하므로, 급격한 출력특성을 가지게 되어 Linearizer를 사용하여 Scale을 直線化하여 사용하여야 하는 난점이 있다.

出力은 거리계수 30의 경우 1,200°C에서 20mV, 거리계수 10의 경우 600~1,000°C에서 최대 2mV 정도이다. 400°C 부근에서 출력은 10°C당 10 μ V이하가 되므로 사용한계가 주어진다. 출력저항은 500~1,000 Ω 으로 높은 편이고, Silicon Cell의 安定性이 熱電堆보다 높으므로 기준이상의 入射 및 진동에 대해 강하며, 800°C 이상에서 주로 사용된다. 應答時定數는 50~200초 정도로 현장사용에는 늦은 편이다.

(3) 光高溫度計

光高溫度計는 平衡形 輝度溫度計로써, 對物렌즈에서 기준 텅스텐 전구의 필라멘트면위에 측정물의 像을 맺히게 하여 양자를 적색유리를 통하여 接眼렌즈로 확대 관측한다. 적색유리 및 육안의 감도에 의해 0.62~0.72 μ m의 Band Pass를 형성하므로, 單色計測을 행할 수 있다. 輝度비고를 행하는 방법으로 기준전구의 필라멘트의 인가전압을 제어하는 방법(線條消失形)이 일반적이다. 측정범위는 700°C 이상, 숙련자에 의하면 $\pm 5^\circ$ C 이내로 측정가능하다. (사람이 휘도판단을 하므로 개인오차가 있다.)

(4) 自動 光高溫度計

光高溫度計를 自動화시킨 것으로, Chopper를 이용하여 기준전구 및 피측정물체로부터의 빛을 받아, 양자의 편차를 증폭하여 기준전구의 필라멘트에 인가한다. 그리하여 편차가 0이 되게 하는 일종의 Feedback Loop가 형성되어 있다. 放射率補正을 광학적 조리개로 행할 수 있으며, 기준 텅스텐 전구의 특성에 따라 응답속도가 정해진다.(0.3초 정도). 全溫度範圍에 걸쳐 높은 精度를 가지며, 거리계수는 50~900정동까지 가능하다.

(5) 低溫用 放射高溫度計

低溫領域에서 高精度의 計測이 가능한 것으로, 檢出器로 Thermistor Bolometer를 사용한 것이 있다.

(6) 二色溫度計

二色溫度計는 放射率의 영향을 받기 쉬운 곳, 光路中の 減光이 심한 곳 등에 사용되는 放射溫度計이다. 이것은 두 종류의 波長의 放射輝度の 비율을 측정하는 것으로, Color Chopper로 干涉膜 Bandpass Filter, 檢出器로 光電子倍增管(Photomultiplier), Silicon Cell, PbS 등을 사용하고, 入力자동 조리개 등을 채택하여 1,000~3,000°C의 범위를 측정할 수 있는 제품도 있다.

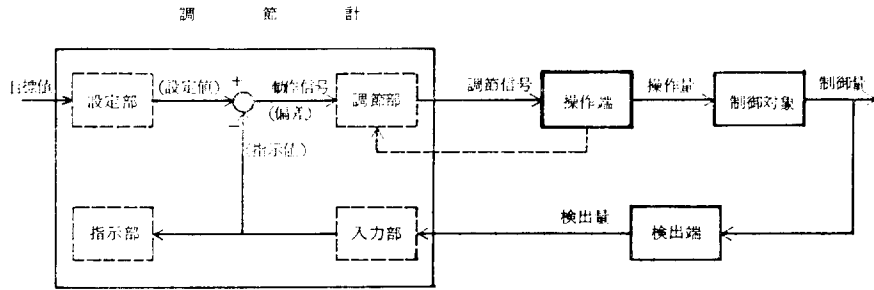


그림 2. 制御系の 구성

3. 溫度의 制御

溫度의 自動制御를 할 경우 일반적으로 그림 2와 같은 요소들로 구성하며, 각각의 요소를 구성하는 기기가 필요하다.

3-1 指示計

指示計에는 檢出端에서의 신호를 可動 Coil形의 計器에 지시하는 방식인 可動 Coil式, 그 이외의 計器內에 기준치를 설정하여 검출단의 신호와 비교하여 그 편차로 서보(Servo) 기구를 구동시키는 自動平衡式 등의 아나로그(Analog)式 計器와, Digital式 計器로 大別된다.

Process 制御에 있어서, 熱電帶 또는 測溫抵抗體에서의 溫度를 統一電流信號로 變換하는 경우가 많으며, 이러한 목적에서 溫度變換器가 사용된다. 溫度變換器의 역할은 mV 정도의 온도 入力에서 안정된 높은 레벨(Level)의 신호로 증폭하는 일, Impedance를 변화시켜 장거리 전송을 가능하게 하는 일, 열전대 溫度對 熱起電力 또는 축온저장체의 溫度對 抵抗值 사이의 非值線性을 보정하는(Linearizer), 檢出入力間의 絕緣(Isolation) 등이다. 熱電帶 入力の 경우 基準接點補償回路가 첨가된다. Linearizer는 折線近似(Piecewise Linear Approximation)방법으로 非值線함수를 만들어, 부채환회로에 집어넣어 구현하는 방법이 많이 쓰이고 있다. 특히 測溫抵抗體入力の 경우, 白金測溫抵抗體의 溫度對 抵抗值의 관계가 2차식으로 근소한 오차로 近似시킬 수 있는 점을 착안하여, Op amp로 이 2차식을 구현하면 0~500°C 범위에서 ±0.04% 이내의 Linearizer가 구현가능하다.

3-2 設定器

制御對象을 원하는 목적대로 제어하기 위하여 目標

値를 設定해 놓기 위해서 사용되는 것을 設定器라고 한다. 간단히 목표치가 상수일 경우는 별 문제가 없으나, 목표치가 변화하는 경우는 다음과 같이 제어한다.

- 1) 追從制御: 목표치가 시시각각 변하는 경우로, 대부분의 Servo機構가 이에 속한다.
- 2) 比率制御: 목표치가 다른 어떤 量과 일정한 비율 관계를 가지고 변화하는 경우로, 비율설정기 등을 이용하여 제어한다.
- 3) Program制御: 목표치가 예정된 時間 스케줄에 따라 변화하는 경우로써, 熱處理爐의 온도제어 등이 이에 속한다. Programmer를 이용하여 Program制御를 수행한다.

Programmer에는 設定方式에 따라 기계적 方式으로 Cam設定式, Gear 設定式, sheet 設定式, 光電(photo-electric)設定式, 전기적인 方式으로 Dial 設定式, Digital設定式, 근자에는 Microprocessor 및 Keyboard를 이용한 任意 Program 設定式 등이 있다. 任意 Program 設定式은 다른 전기적 방법이 직선적인 臺形 Program만 가능한 것에 비하여, 수십 Step에 대한 折線 Program이 가능하여, 원하는 임의의 곡선 設定値도 근사적인 제어가 가능하게 되었다.

3-3 調節器

計測되어진 信號를 주어진 設定値와 비교하여, 測定値가 設定値에 합당하도록 명령신호(操作信號)를 내보내는 장치를 調節計라 한다. 調節計에는 出力에 接點信號를 보내는 on-off 조절계, 比例(Proportional), 積分(Integral), 微分(Derivative) 등의 각종 연산을 행하는 PID조절계, Pulse 幅出力 調節計, Nonlinear 조절계 등 여러가지가 있다.

근래에 Microprocessor 기술의 급격한 발달에 힘입어, One-loop Digital Programmable Controller가 출현하여, 여러개의 입력을 받아 가감승제 및 Square root, 上下限 Limit 등의 연산을 Program에 의뢰 수

행한 후 그 계산결과로 제어出力을 낼 수 있게 되었다. 이로 인해, 각 제어 Loop의 융통성, 효율성을 늘일 수 있게 되었고 자기진단(Self Diagnosis) Program에 의해 고장수리가 용이해 졌을 뿐만 아니라, 신뢰도도 매우 높아져서, 장래에 주목을 이루리라 예측된다.

3.4 操作端

操作端은 調節計의 出力信號에 대응하는 操作量으로 변환하는 장치이다. 操作量에는 온도제어의 경우 電力, Gas, 重油 등을 들 수 있다.

電力制御用 操作端은 電力을 操作量으로 하여 溫度制御系에 사용하는 것으로, 여러가지 종류가 있으며, 제어방식, 제어전류의 용량, 설치장소, 비용등에 따라

취사선택하여야 한다. 操作端의 종류, 용량 및 장단점을 표 4에 나타내었다.

Gas나 重油 등의 Flow를 제어하기 위해서는 電氣信號를 空氣壓 또는 油壓으로 변환시켜 Control Value를 조작하게 된다.

4. 結 言

溫度制御 전반에 대해 개략적으로, 부분적으로 상세하게 기술하였다. 좀더 기술적으로 구체적인 설명은 하나하나의 Topic에 대해 추후 기회가 있을때 기술하기로 하며, 미흡하나마 이 글을 마친다.

表 4. 電力制御用 操作端

操作端名	容量(A)	重量	體積	騒音	振動	電源 電壓 電流
電磁開閉器	10~500	中	中	極大	極大	大
水銀 Relay	30~75	極小	小	極小	無	大
可飽和 Reactor	10~375	極大	大	極小	無	小小
電動電壓調整器	20~225	極大	大	小	極小	小小
Thyristor Regulator	位相 分周 20~300	中	中	無	無	中 小
Triac Unit	20~50	小	小	無	無	小

參 考 文 獻

- 1) 石井 保, "計裝制御 システム", 日本電氣書院, 1975.
- 2) 千野製作所 편집부, "溫도의 計測制御"
- 3) F.G. Shinsky, "Process Control System," McGraw Hill, 1967.
- 4) NBS Monograph 125, "Thermocouple Reference Tables Based on the IPTS-68," 1974.

原 稿 募 集

아래와 같이 會員여러분의 玉稿를 기다립니다.

技術資料, 技術展望, 技術解説, 技術報告, 技術情報, 製品紹介, 現場經驗談, 海外旅行記 등 많은 投稿 있으시기 바랍니다.

아 래

內 容 : 論文, 技術解説, 技術展望, 技術情報, 技術資料, 技術報告, 講座, 現場經驗談, 製品紹介, 國內外動靜, 國內外旅行記, 會員消息 等

要 領 : 200字 原稿用紙 30枚~50枚 內外

마 감 : 隨時接受(但 論文은 期日前이라도 接受順에 따름)

送付處 : 大韓電氣學會(編修委員會) 서울特別市 中區 水標洞 11-4 電氣會館 306號
260-2253, 267-0213

參 考 : ① 原稿 投稿時는 會誌投稿規程에 따른 것

② 論文提出時는 國文要旨도 꼭 提出하시되 本文中의 圖面은 바로 印刷에 들어갈 수 있도록 먹으로 깨끗이 그리시어 提出하시기 바람

③ 그림의 說明文句들은 축소할 경우를 고려하여 글자를 삽입하시기 바람