

流速 流量 流況의 Flow meter

박 인 보

1. Flow meter
2. AD Converter

수공학 분야에 있어서 computer가 계측에 이용되어진 것은 최근의 일은 아니지만 대부분 계측기 자체에 micro computer가 부착되어 완제품으로 판매되어진 경우가 많았다. 그러한 경우 관측된 자료를 자유자재로 계산에 이용하는 과정이 용이하지 않은 경우가 많았고 대부분의 계산용 program이 역시 micro computer내에 내장되어 있어 우리가 program의 내용을 개선할 수 없는 경우가 대부분이었다. 따라서 계측기마다 micro computer가 내장되어 있으므로 인해서 계측기의 단가가 비싸지고 data를 처리하는데는, 오히려 비능률적인 경우가 많았다. 이러한 완제품을 이용하는 것 보다는 계측기를 interface를 이용하여 PC 또는 mini computer에 연결하여 사용하는 것이 보다 일반적이고 다양한 작업을 행할 수 있다. 최근에 국내외에서 수공학 분야의 계측에 이용되는 비교적 새롭고 효과적인 관측계기와 이들의 특징을 computer와 관련지어 소개하고자 한다.

대부분의 computer를 이용한 계측은 그림1과 같은 기기의 구성을 필요로 한다. 이 중에서 각종

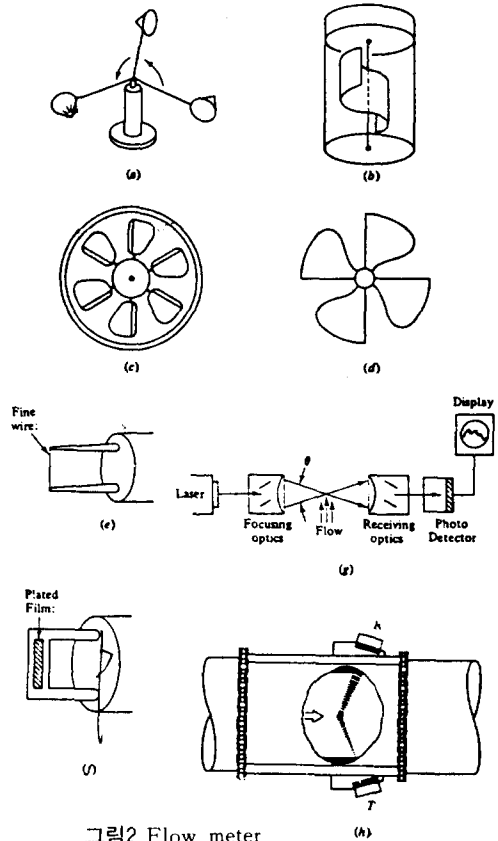


그림2 Flow meter

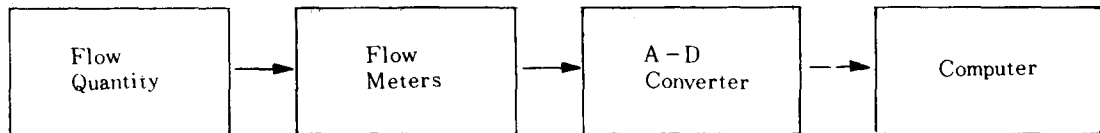


그림1 Flow measurement scheme

의 계측장치와 AD converter에 대해서 보다 자세히 소개하기로 한다.

### 1. Flow meters(Transducer)

관측하고자 하는 유체흐름에 있어서의 특성들은, 첫째 지역적인 특성(속도, 압력, 밀도등)과 둘째 단면에 대해 적분량(유량 등), 그리고 셋째로 전체적인 현상(유적선, 유황 등)으로 나눌 수 있다. 계측된 자료를 computer로 직접 처리하고자 할 때에 계측기 자체는 연속적인 관측이 행해지고 이것이 짧은 시간 간격으로 숫자화되어 computer로 입력되어야 한다. 다음에 몇가지의 flow meter를 소개하고자 한다.

#### a) 유속측정장치

##### i) 회전식 유속측정장치

그림 2의 (a)~(d)에 나타난 회전장치들은 모두 기체나 액체에 쓰여질 수 있고 그들의 회전율은 대략 유속에 비례하게 된다. 컵형(a)과 Savonius 회전차(b)는 흐름의 방향에 상관없이 항상 일정한 방향으로 회전하며 스스로 흐름의 방향에 따라 회전차의 방향이 움직이게 된다. Duct-propeller(c)와 자유 propeller(d)는 그 회전축이 흐름의 방향에 평행이 되도록 장치되어야만 한다. 이 모든 회전 장치들은 회전수를 셀 수 있는 카운터를 장치하거나 전자기 장치에 의하여 계수형(digital)이나 연속적인 관측을 행할 수 있다. 이러한 회전식 유속장치들은 비교적 크기 때문에 한 점의 속도를 관측하기에는 부적당하며 흐름에 방해가 될 수 있는 점이 단점이다.

##### ii) 열선 장치(hot wires and hot films)

열선장치(그림2.e)에 사용되는 열선은 주로 백금선으로 되어있고 전기회로에 의해 이 백금선의 양단이 일정온도 혹은 일정전압을 유지하도록 되어 있어서 유속을 측정코저하는 유체 속에 위치시키면 유속의 크기에 따라 냉각 효과가 다르므로 열선의 저항이 변화하게 된다. 열선의 저항과 흐름의 속도와의 관계를 사전에 검정해 두면 열선의 저항측정에 의해 점 유속을 계산 할 수 있다. 열선은 공기의 흐름에 있어서는 상당히 성공

적으로 사용되어 왔으나 물속에서는 열선 주위에 기포가 발생하고 불순물 때문에 열선의 손상이 잦아 백금선을 석영으로 씌운 열 필름(그림 2.f)을 사용하고 있다. 서로 방향이 다른 열선을 직각으로 조합함으로써 2차원, 3차원 속도 성분도 계측할 수 있으나 회전식 유속계와 마찬가지로 열선 장치 자체가 유체의 흐름을 방해하여 관측 오차를 갖게 되는 단점이 있다. 회전식 유속계에 비해서는 열선의 길이가 아주 짧기 때문에 한점에서의 유속 측정이 가능하다.

##### iii) LDA(Laser-Doppler Anemometer)

Laser 광선이 초점을 맞추기 쉽고 쉽게 흩어지지 않는 점을 이용하여 유체의 흐름에 Laser 광선을 보내면 유체중의 움직이는 입자에 부딪혀 분산이 될때 흩어지는 빛과 최초의 빛의 진동수의 차이로 부터 Doppler 효과를 관측 할 수 있다. 진동수의 차이  $\Delta f$ 는 입자의 속도에 비례하게 된다. 만약에  $\lambda$ 가 laser 선의 파장이라면 관측된 유속은  $V = \lambda \Delta f / (2 \sin \theta / 2)$ 가 된다. Laser 광선은 전혀 흐름에 방해가 되지 않으므로 이로 인한 계측의 오차는 없다. 액체는 자체에 분산을 일으킬만한 불순물이 섞여있어 그대로 관측할 수 있으나 기체의 경우에는 일부로 불순물을 투여해야 할 경우도 있다. Laser 광선의 초점에 해당되는 실제 유체의 관측점의 부피는 열선에 비해 크지만 난류흐름을 관측하기에는 충분히 작다. 관측된  $\Delta f$ 는 전압으로 바뀌어지는데 전압과 유속은 이 경우 비례하므로 해석하기가 쉽고 다른 기계적인 장치들이 보정(calibration)이 필요한 것에 비해 LDA는 전혀 그럴 필요가 없는 장점도 있지만 아직 가격이 비싼 것이 단점이다.

#### b) 압력측정장치

##### i) 압력변환기(pressure transducer)

통상적인 물의 흐름에 관련되는 압력은 크지 않으므로 액주계 혹은 미소압력계기에 의해 대부분의 압력측정이 가능하다. 미소압력계기로서 근래에 많이 사용되고 있는것은 압력변환기로서 이는 압력의 변화에 따라 격막(diaphragm)의 변위를 전기적으로 측정함으로써 압력차를 간접적으로 측정하는 방법이다. 이러한 압력변환기는 격막의

단성에 따라 압력 측정의 범위가 달라지므로 광범위한 압력차를 측정 할 수 있도록 제품화 되어 있어 압력차의 측정에 대단히 편리하다. 또한 여러점의 압력의 시간에 따른 변화를 한꺼번에 측정코저 할 경우에는 수십개의 압력변환기로부터의 출력을 차례대로 일정시간(수십분의 1초)동안 썩 computer의 serial port에 연결되도록하여 반복적으로 기록함으로써 차후에 그 결과를 압력변환기 별로 재분류할 수 있도록 하는 장치를 사용하면 computer 한대로도 수십개점의 압력의 시간에 따른 변화를 한꺼번에 관측할 수 있다.

### c) 유량측정장치

#### i) 초음파 유량계

그림 2.h에 표시된 초음파 유량계는 앞에서 언급한 LDA와 같은 원리이나 laser 대신에 초음파를 사용한다. 발신기 T에서부터 나온 초음파는 유체 중의 불순물에 의해 분산되고 그것이 수신기 R에 의해 관측된다. Doppler효과에 의해 두 초음파사이에 주파수의 차이가 생기며 이것을 이용해 유량을 계산한다. 흐름에 방해가 되지 않음

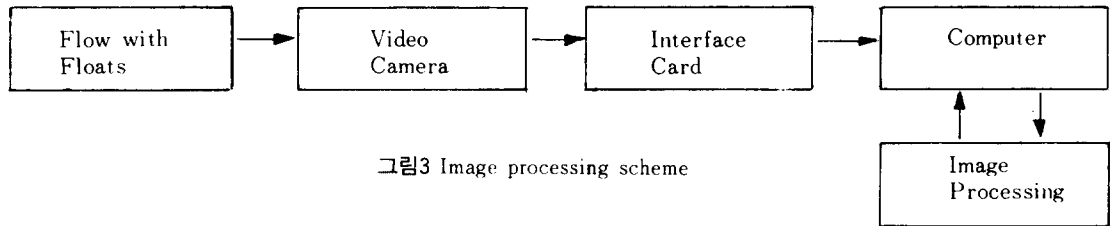


그림3 Image processing scheme

며 관의 외부에 부착할 수 있는 장점이 있으나 유속분포가 심한 편차를 갖고 있을 경우 등에는 그 오차가 10%정도로 커질 수 있는 것이 단점이다.

### d) 유적선 관측 장치

#### i) 영상처리장치

유적선 또는 정류에서의 유선을 관측함으로써 전체적인 유황 또는 지역적인 유속을 관측할 수 있다. 유적선은 흐름위에 수개의 부표를 띄워서 video camera로 촬영하고 얻어진 영상은 수만개의 pixel(picture cell)로써 분해되며 개개의 pixel은 명암의 단계에 따라 digitize된 영상 자료로 변환되어 computer에 의해 기록된다. 명암의 단계는 대략 16단계 정도로 하여 분석되며 프로그램에 의해 임의의 범위(예를 들면 0에서 12 그리

고 13에서 16)에 들어오는 모든 명암의 단계를 흑 또는 백으로 대별함으로써 수면으로부터 반사되는 잡광선이나 기타 불필요한 광선을 제거하고 흑색은 물, 백색은 부표를 나타내게 함으로써 2진화수로 표현되는 영상을 얻을 수 있다. 부표의 명암을 물의 명암에 비해 극히 대조적으로 밝게하기 위하여 부표에 작은 발광체를 달거나 밝은색 칠을 하기도 하며 부표의 깊이를 조절함으로써 표면 유속 또는 평균유속을 관측할 수도 있다. 마지막으로 흑백으로 구분된 영상에는 물에 띄운 수개의 부표가 흰색으로 나타나게 되며 한 개의 부표는 크기에 따라 수개의 pixel의 집합으로 표현된다. 이들 pixel의 좌표를 평균함으로써 개개의 부표의 xy좌표를 구할 수 있다. Video camera에 의한 영상을 수초 간격으로 기록하여 이들 영상들 간의 좌표이동을 시간 간격으로 나눔으로써 부표의 유속 벡터를 구할 수 있으며 수십개의 영상에서의 부표의 위치를 연결함으로써 부표의 자취, 즉 유적선을 구할 수 있다. 그림3은 영상처리의 개요도이다.

## 2. AD converter

AD 변환기란 analog-digital 변환기로서 계측기(transducer)를 통하여 연속적으로 관측된 물리적인 양은 전압의 변화로 바뀌어지고 AD 변환기 내에서는 이러한 연속적인 전압의 변화가 짧은 시간 간격으로 숫자화(digitize)되어진다. 경우에 따라서는 아주 짧은 시간간격의 자료가 몇 개씩 그룹이 되어져 평균값이 computer로 전송되는데 이때에 자료의 표준 편차가 한계치 보다 크면 잡음이 첨가된 것으로 보고 그 자료를 무시할 수도 있다.