

INNOTEMS 개발 사례

제목 : SINGLE TUBE TEST

개요

SINGLE TUBE TEST 시스템은 피동 원자로건물 냉각계통의 원형크기의 열교환기에 대한 열제거요건 성능검증과 열 교환기의 열제거용량 향상을 위한 Fin Tube 설계 최적화를 위해 제작된 프로그램 및 실험 장치이다.

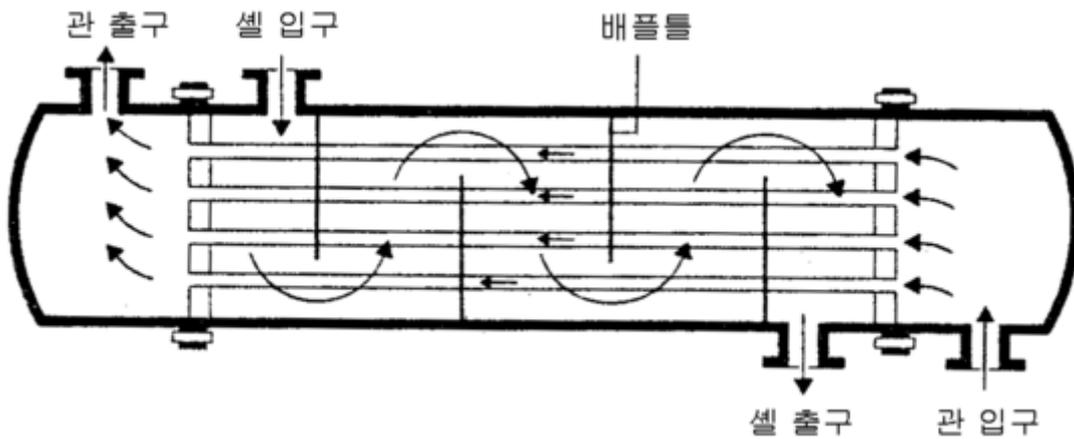


그림 1 단일튜브 열 교환기

본 장비는 Blower와 Valve, Heter를 컨트롤 하여 구동중의 정압, 유량, 온도를 측정한다. 시험은 사용자가 Heter와 Valve, Blower를 제어하기 위해 PXI-6238(Digital I/O) 및 PXI-6704(Analog Output)을 사용하였으며, 실시간으로 상태를 확인하기 위해 PXI-6238(Digital I/O) 및 PXIe-4353(TC Input)을 사용했다.

제품 스펙(H/W & S/W)

PXI-1065

PXIe-8375

PXI-6238

PXI-4353

PXI-6704

LabVIEW

시스템 구성도

1. 시스템 구성

본 시험에서는 계측기 별 실시간 모니터링함과 동시에 제어도 가능하다. 현장 Loop을 모사하여 제작하였고, 각 계측기 값과 메인 프로그램의 값을 비교하여 Calibration 작업도 진행한다. 실험 조건에 따라 Water 관에 연결된 밸브를 열어 물을 주입할 수 있고, Drain 관에 연결된 밸브를 열어 루프 내의 물을 제거할 수도 있으며 Water Pump 컨트롤로 유량을 흘릴 수 있다.

메인 실험 장치에 Pump로 물을 유입하여 정압, 차압, 배관 수위, 유량 등 각 계측기 값을 시험 값에 맞추고, Air Blower를 각 조건에 맞추어 데이터 분석을 하는 시험 등 다양한 시험이 가능하다.

각 데이터 취득과정은 그림2의 National Instrument의 계측기를 사용하여 계측 및 제어를 진행하였다.

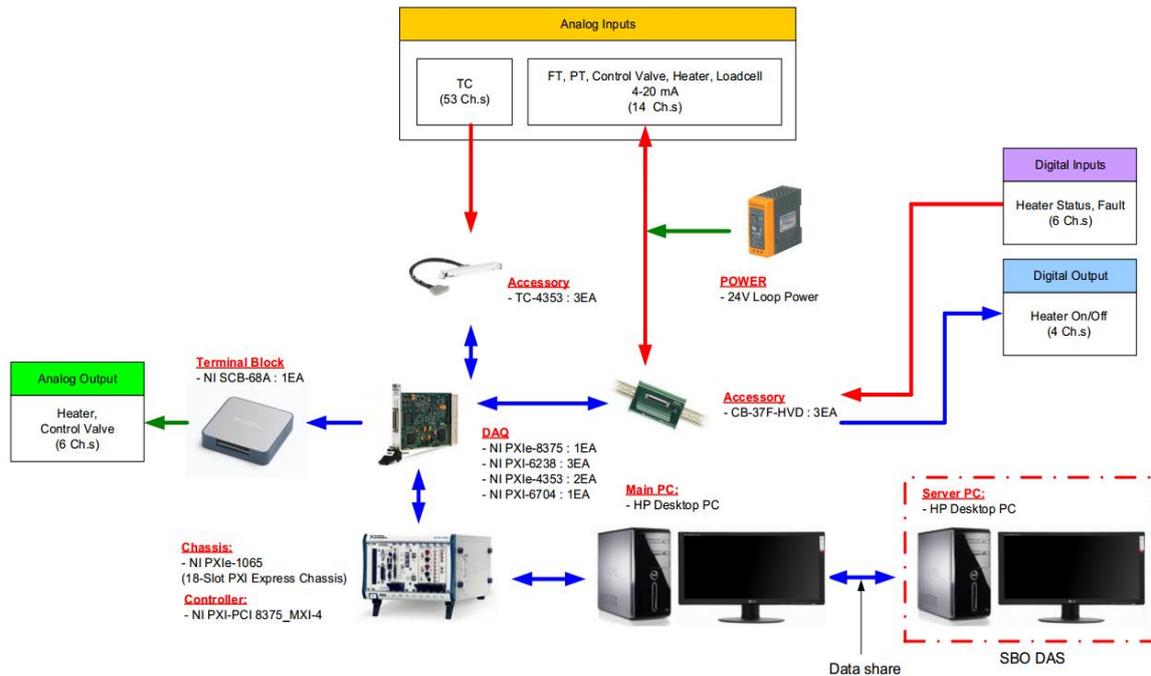


그림 2 SINGLE TUBE TEST 시스템 구성도

2. 소프트웨어 구성

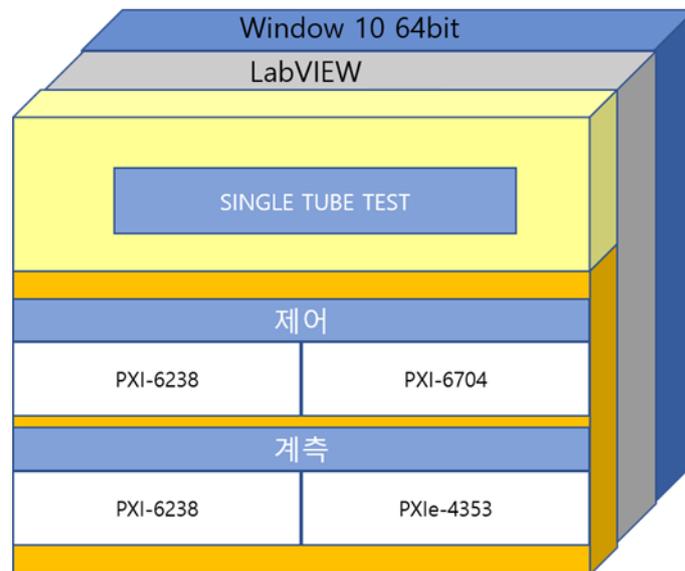


그림 3 SINGLE TUBE TEST 소프트웨어 구성

SINGLE TUBE TEST 프로그램은 기본 WINDOWS10의 OS를 사용하여 LabVIEW로 구동되는 프로그램이다. 그림3의 구성에 따라 PXI는 PC를 이용하여 데이터를 계측하고 제어하며 시험이 진행된다.

그림4의 시스템 Flow에 따라 데이터 수집 및 제어가 실행되며, 각 프로세스에서 에러 발생 시 다시 초기화 작업이 이루어진다. 습득된 데이터는 수식 변환 및 calibration 작업이 이루어진 뒤, 실시간으로 확인 및 제어할 수 있다.

표시되는 데이터와 컨트롤 가능한 사항은 다음과 같다.

1. 동압, 차압 등 압력
2. Thermocouple을 통해 측정된 온도
3. 유량
4. Valve, Blower, Heater등의 제어기

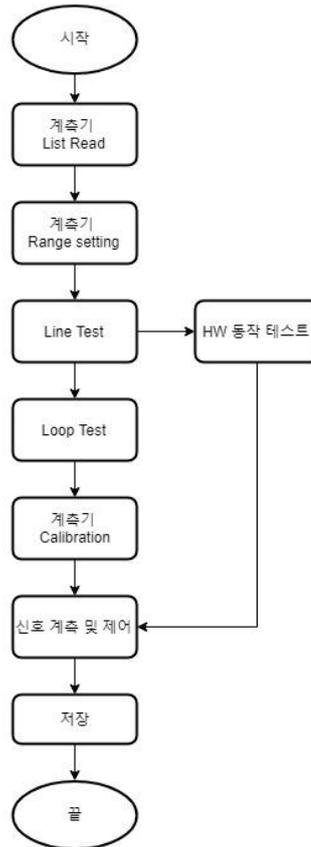


그림 4 시스템 FLOW

3. 프로그램 화면 구성

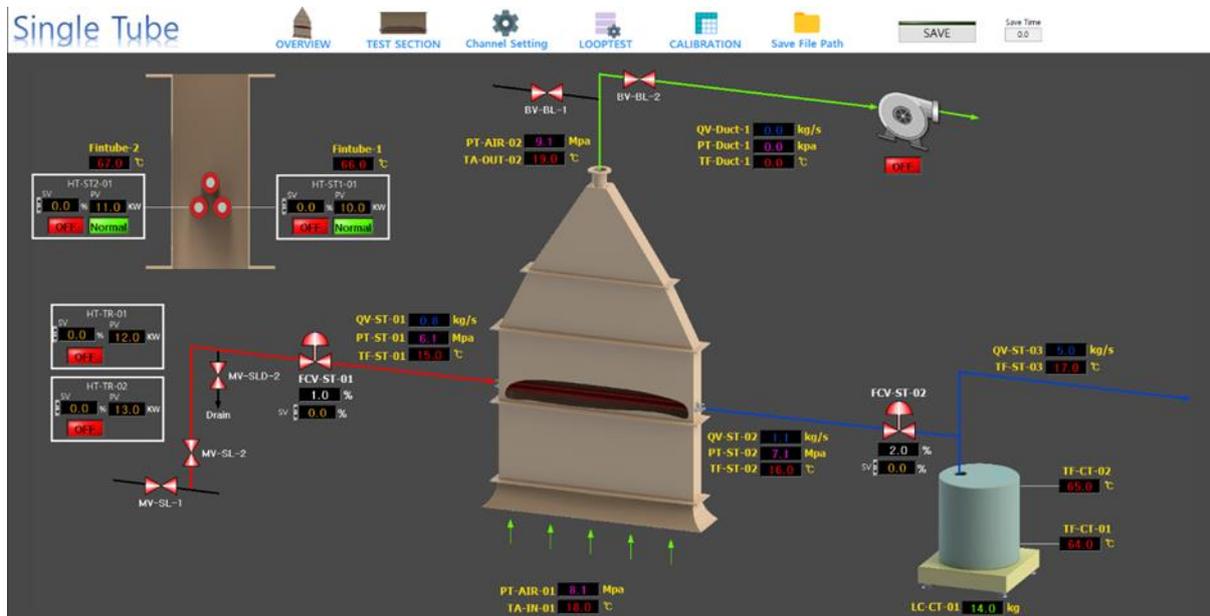


그림 5 프로그램 메인화면

프로그램은 메인화면, Calibration 화면, Loop Test 화면으로 구성되어 있으며, 메인 화면에서는 모든 데이터 값을 디스플레이한다.

Calibration Information

| Pressure | | | | | | | | | | |
|-----------|--------|--------|-------|-------|------|-----------|-----------|----------|------------|------|
| Name | MinRaw | MaxRaw | MinEU | MaxEU | H(m) | Gain | Offset | Value | Reduced EU | Unit |
| PT-ST-01 | 0.004 | 0.02 | 0 | 10 | 1 | 15.651526 | -0.062965 | 0.007633 | 6.000000 | MPa |
| PT-ST-02 | 0.004 | 0.02 | 0 | 10 | 1 | 15.652090 | -0.062962 | 0.008186 | 7.000000 | MPa |
| PT-AIR-01 | 0.004 | 0.02 | 0 | 0.15 | 1 | 9.384514 | -0.037799 | 0.005322 | 8.000000 | MPa |
| PT-AIR-02 | 0.004 | 0.02 | 0 | 0.15 | 1 | 9.385832 | -0.037822 | 0.005699 | 9.000000 | MPa |

| Flow Meter | | | | | | | | | | |
|------------|--------|--------|-------|-------|------|------|--------|----------|------------|------|
| Name | MinRaw | MaxRaw | MinEU | MaxEU | H(m) | Gain | Offset | Value | Reduced EU | Unit |
| QM-ST-01 | 0.004 | 0.02 | 195 | 2253 | 0 | 1 | 0 | 0.006095 | 3.000000 | kPa |
| QM-ST-02 | 0.004 | 0.02 | 51.5 | 1000 | 0 | 1 | 0 | 0.006575 | 4.000000 | kPa |
| QM-ST-03 | 0.004 | 0.02 | 0 | 100 | 0 | 1 | 0 | 0.007089 | 5.000000 | % |

| Valve | | | | | | | | | | |
|-----------|--------|--------|-------|-------|-------------|------------|----------|------------|------|--|
| Name | MinRaw | MaxRaw | MinEU | MaxEU | Gain | Offset | Value | Reduced EU | Unit | |
| FCV-ST-01 | 0.004 | 0.02 | 0 | 100 | 6250.000000 | -25.000000 | 0.005318 | 1.000000 | % | |
| FCV-ST-02 | 0.004 | 0.02 | 0 | 100 | 6250.000000 | -25.000000 | 0.005689 | 2.000000 | % | |

| Load Cell | | | | | | | | | | |
|------------|--------|--------|-------|-------|-------------|-----------|----------|------------|------|--|
| Name | MinRaw | MaxRaw | MinEU | MaxEU | Gain | Offset | Value | Reduced EU | Unit | |
| LC-STCD-01 | 0.004 | 0.02 | 0 | 30 | 1875.140623 | -7.501687 | 0.008215 | 14.000000 | kg | |

| Heater | | | | | | | | | | |
|-----------|--------|--------|-------|-------|-------------|-----------|----------|------------|------|--|
| Name | MinRaw | MaxRaw | MinEU | MaxEU | Gain | Offset | Value | Reduced EU | Unit | |
| HT-ST1-01 | 0.004 | 0.02 | 0 | 100 | 1200.000000 | -4.800000 | 0.006107 | 10.000000 | % | |
| HT-ST2-01 | 0.004 | 0.02 | 0 | 100 | 1200.000000 | -4.800000 | 0.006585 | 11.000000 | % | |
| HT-TR-01 | 0.004 | 0.02 | 0 | 100 | 450.000000 | -1.800000 | 0.007062 | 12.000000 | % | |
| HT-TR-02 | 0.004 | 0.02 | 0 | 100 | 450.000000 | -1.800000 | 0.007625 | 13.000000 | % | |

그림 6 Calibration 화면

각 계측기의 Range, 계측기 보정 값 Gain 및 Offset 값을 확인 및 수정을 할 수 있고, 계측기의 Raw 신호, 공학단위로 적용된 Engineering Unit 값을 확인한다.

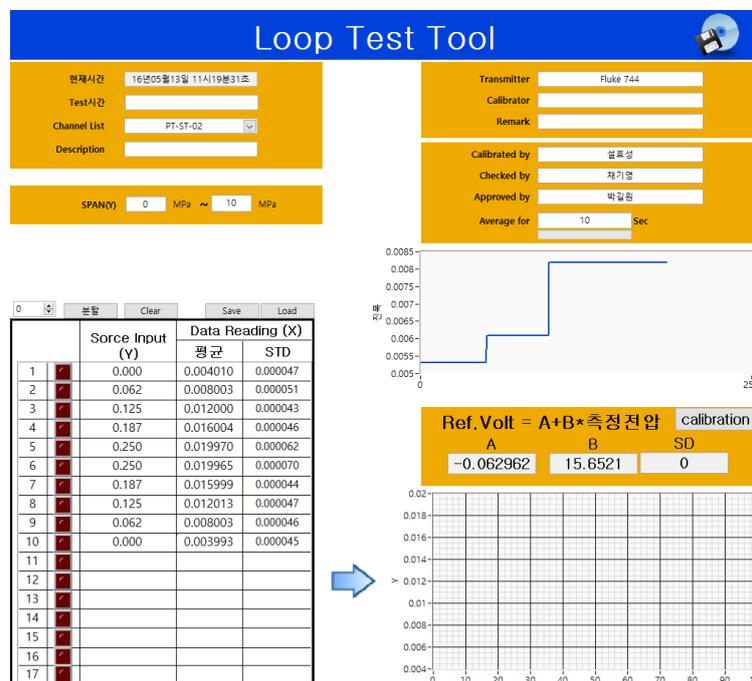


그림 7 Loop Test 화면

Loop Test 화면에서는 계측기의 값의 정확도를 확인하고 정밀하게 Calibration 작업을 한다.

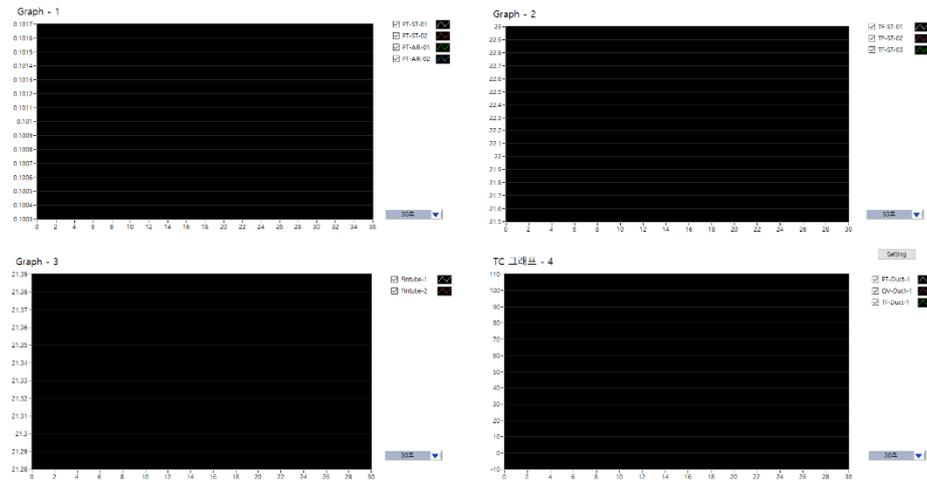


그림 7 Graph 화면

화면 상단 우측에 Setting 버튼을 클릭하면 각 Graph에 Display 되는 데이터를 선택할 수 있다.