

INNOTEMS 개발 사례

제목 : 수평관 임계유동 개념 검증 시험장치

개요

원자로의 수평형 배관 내부의 임계 유동의 특성을 파악하여 그 개념을 검증하는 프로그램이다. 모의적으로 구현한 수평형 배관 내부에 흐르는 유체의 온도, 유량, 압력, 차압 등을 계측할 수 있으며 펌프를 통해 실험 환경을 제어할 수 있다.

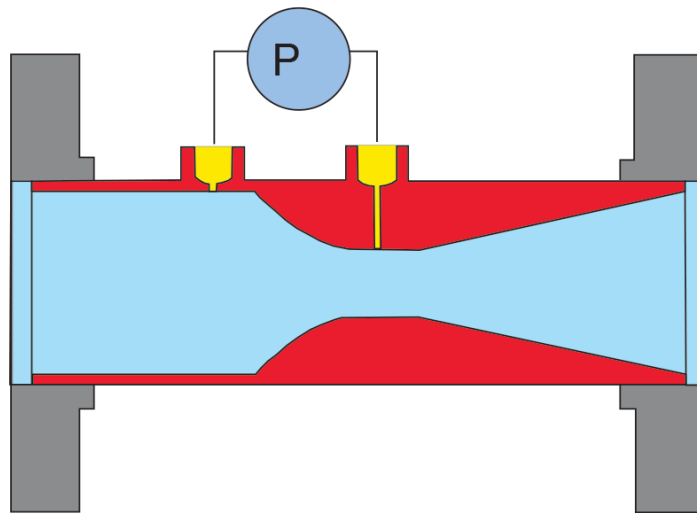


그림 1 수평관 임계유동 개념 검증 시험장치 모형

본 장비는 PUMP를 컨트롤하여 수평형 배관에 유체의 이동이 발생하였을 때 내부의 압력, 차압, 온도, 유량 등의 물리량을 관찰하기 위한 시험장치이다. 시험은 사용자가 PUMP를 제어하기 위해 NI-9477(Digital Output) 및 NI-9265(Current Output)을 사용하였으며, 실시간으로 상태를 확인하기 위해 NI-9425(Digital Input), NI-9201(Current Input), NI-9208(Current Input), NI-9203(Voltage Input) 및 PXIe-9213(TC input)을 사용했다.

제품 스펙(H/W & S/W)

NI 9201 1EA

NI 9203 2EA

NI 9208 1EA

NI 9265 1EA
NI 9425 1EA
NI 9477 1EA
NI 9213 1EA

LabVIEW

시스템 구성도

1. 시스템 구성

본 시험에서는 계측기 별 실시간 모니터링함과 동시에 제어가 가능하다. 현장 Loop을 모사하여 제작하였고, 각 계측기 값과 메인 프로그램의 값을 비교하여 Calibration 작업을 진행한다. Pump 컨트롤로 유량을 흘릴 수 있으며 Manual Valve로 Air를 공급 시 체적 Air의 양을 계측할 수 있다.

메인 실험장치에 Pump로 물을 유입하여 정압, 차압, 유량의 각 계측기 값을 시험 값에 맞추고, 메인 Loop의 Pump를 각 조건에 맞추어 데이터 분석을 하는 시험 등 다양한 시험이 가능하다.

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

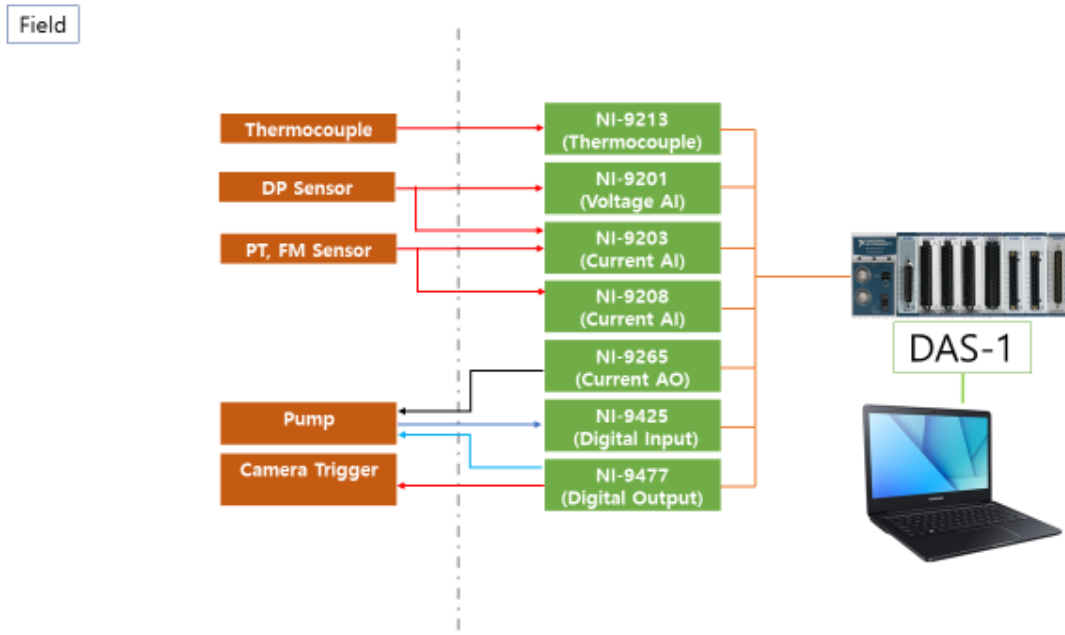


그림 2 수평관 임계유동 개념 검증 시험장치 시스템 구성도

2. 소프트웨어 구성

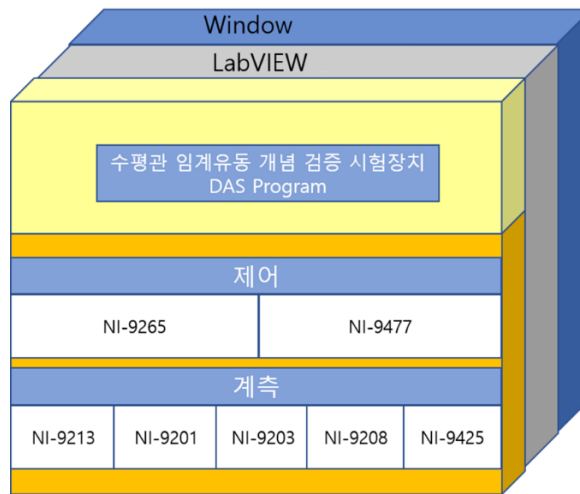


그림 3 수평관 임계유동 개념 검증 시험장치 소프트웨어 구성

수평관 임계유동 개념검증을 위한 시험장치 프로그램은 기본 WINDOWS OS를 사용하여 LabVIEW로 구동이 되는 프로그램이다.

그림4의 시스템 Flow에 따라 데이터 수집 및 제어가 실행되며, 각 프로세스에서 에러 발생시 다시 초기화 작업이 이루어진다. 습득한 데이터는 수식 변환 및 calibration 작업이 이루어진 뒤, 실시간으로 확인 및 제어 가능하다.

표시되는 데이터와 컨트롤 가능한 사항은 다음과 같다.

1. 동압, 차압 등 압력
2. Thermocouple 을 통해 측정된 온도
3. 유량
4. Camera, Pump 등의 제어기

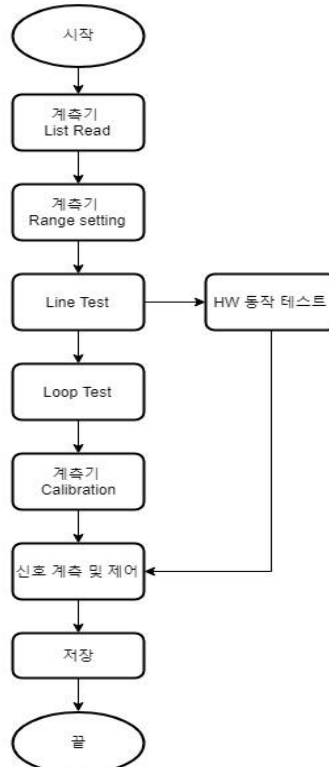


그림 4 시스템 FLOW

3. 프로그램 화면 구성

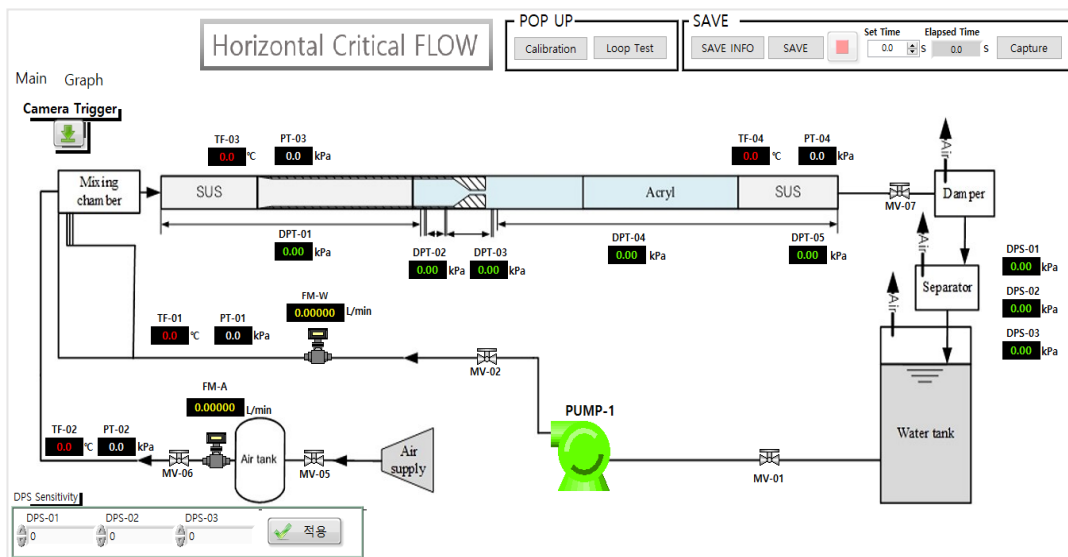


그림 5 프로그램 메인화면

프로그램은 메인화면, Calibration 화면, Loop Test, Graph 화면으로 구성되어 있으며, 메인 화면에서 모든 데이터 값을 디스플레이 한다.

Calibration Information

Pressure

Name	MinRaw	MaxRaw	MinEU	MaxEU	H(m)	Gain	Offset	Value	Reduced EU	Unit
PT-01	4	20	0	500	1	31208.64696	-125.168508			kPa
PT-02	4	20	0	500	1	31177.50935	-124.950081			kPa
PT-03	4	20	0	500	1	31207.47883	-124.948496			kPa
PT-04	4	20	0	500	1	31202.02357	-125.063924			kPa

DPT

Name	MinRaw	MaxRaw	MinEU	MaxEU	Gain	Offset	Value	Reduced EU	Unit
DPT-01	4	20	0	62	3867.892372	-15.471953			kPa
DPT-02	4	20	0	62	3868.133852	-15.478723			kPa
DPT-03	4	20	0	248	15472.72828	-61.979099			kPa
DPT-04	4	20	0	62	3867.506012	-15.467698			kPa
DPT-05	4	20	0	62	3874.079742	-15.540095			kPa

Flow Meter

Name	MinRaw	MaxRaw	MinEU	MaxEU	Gain	Offset	Value	Reduced EU	Unit
FM-W	4	20	0	190	11864.765767	-47.391427			L/min
FM-A	4	20	0	100	6242.664639	-24.938195			L/min

DPS

Name	MinRaw	MaxRaw	MinEU	MaxEU	H(m)	Gain	Offset	Value	Reduced EU	Unit
DPS-01	0	5	0	345	1	69.000000	-0.000000			kPa
DPS-02	0	5	0	345	1	69.000000	-0.000000			kPa
DPS-03	0	5	0	345	1	69.000000	-0.000000			kPa

Pump

Name	MinRaw	MaxRaw	MinEU	MaxEU	Gain	Offset	Value	Reduced EU	Unit
PUMP-01	4	20	0	100	1	0			Hz

Temperature

Name	MinRaw	MaxRaw	MinEU	MaxEU	Gain	Offset	Value	Reduced EU	Unit
TC-01	0	100	0	100	1	0			°C
TC-02	0	100	0	100	1	0			°C
TC-03	0	100	0	100	1	0			°C
TC-04	0	100	0	100	1	0			°C

그림 6 Calibration 화면

각 계측기의 Range, 계측기 보정값 Gain 및 Offset값을 확인 및 수정이 가능하고, 계측기의 Raw 신호, 공학단위로 적용된 Engineering Unit 값을 확인한다

Loop Test Tool

현재시간

Test시간

Channel List

Description

SPAN(Y) ~

0

	EU Input (Y)	Data Reading (X)	
		AVG	STD
1	4.0	1.000	0.000
2	8.0	2.000	
3	12.0	3.000	
4	16.0	4.000	
5	20.0	5.000	
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Transmitter

Calibrator

Remark

Calibrated by

Checked by

Approved by

Average for Sec

$Y = A \cdot X + B$ calibration

A	B	SD
0	0	0

Amplitude

255

그림 7 Loop Test 화면

Loop Test 화면에서는 계측기의 값의 정확도를 확인하고 정밀하게 Calibration 작업을 한다

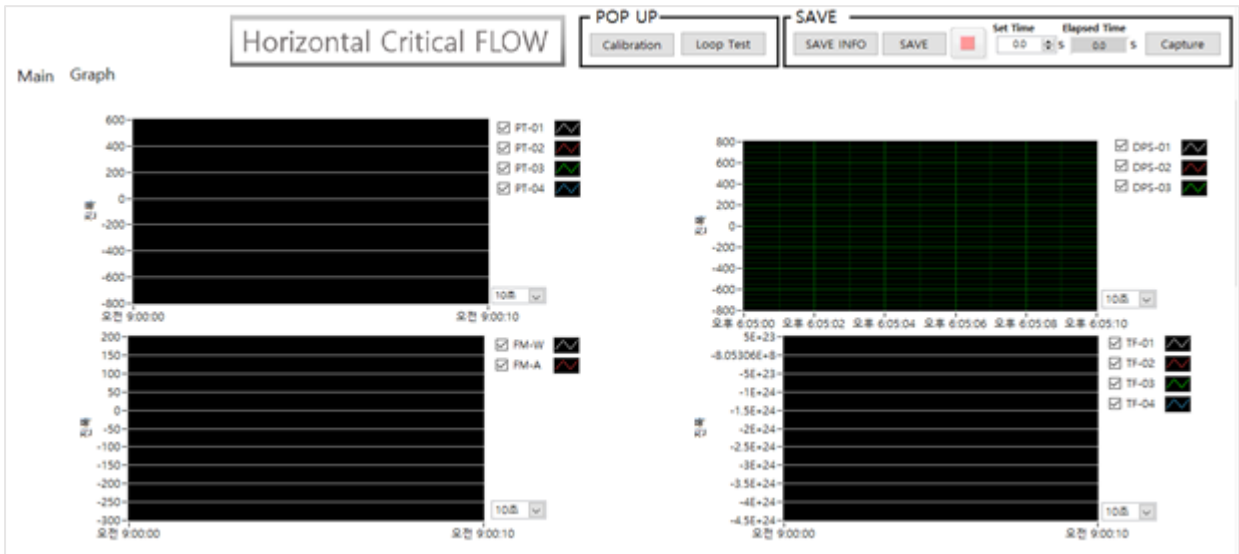


그림 8 Graph 화면

Graph 화면에서는 그래프로 표시하고자 하는 계측기의 값을 시간별로 선택하여 디스플레이 하여 비교분석 한다.

기대효과

수평관 임계유동 개념 검증 시험장치 DAS Program을 사용하면 시험을 할 때 실시간으로 Pump를 통해 원격으로 실험 조건을 조절할 수 있어 실험자의 동선 및 시간 의 낭비를 막을 수 있다.

온도, 정압, 차압, 유량 등의 데이터를 실시간으로 수집함은 물론 LOOP Test를 진행하여 센서와 제어실 간의 도선 길이에 따른 손실을 알맞은 값으로 보상할 수 있고, 이 보상된 Data에 사용자의 요구에 따른 수식을 적용함으로써 사용자가 원하는 단위로 변환하거나 여러 개의 센서 값을 연산한 값 등을 Program 내부에서 처리한다. 프로그램 내부에서 그래프와 표로 확인이 가능하여 실험 데이터를 분석하는데 용이하다.

사용자의 요구에 따라 현장과 유사한 디자인으로 UI를 설계하였기 때문에 Control room에서 현장으로 확인하러 이동할 필요 없이 센서나 밸브, 펌프 등의 위치를 파악하기 용이하여 원하는 계측위치가 어디인지 한 눈에 알아볼 수 있으며 저장된 데이터를 프로그램 내부로 불러와 이전 데이터를 그래프로 표시하여 데이터 분석을 더욱 편리하게 할 수 있다.