

## 1. 개요

계측제어 분야 상세 설계란 신규 Plant 의 건설 또는 기존 Plant 의 시설개선등에 필요한 계측제어설비의 구매 및 건설에 관련된 문서,도면을 작성하는 것이다.

즉 기본설계(Basic Engineering)단계에서 작성된 PFD(Process Flow Diagram), P&ID (Piping &Instrument Diagram),Data Sheet 를 기본으로 Instrument Index, RFQ (Requisition For Quotation), TBE(Technical Bid Evaluation), Vendor Print Review, Loop Drawing, Hook Up Drawing, Instrument Location Plan Drawing, Control Room Layout DWG , Cable & Conduit Layout DWG, Wiring Inter-Connection DWG, Typical Detail DWG, Instrument Construction Specification 을 작성 및 검토하는 것이다.

## 2. 설계일반

### 1) 설계의 기본지침

계장공사 수행은 설계자의 의도가 충분히 반영되어 이루어져야 한다.

따라서 설계자는 공정의 흐름, 유체의 특성, 운전조건, 계기의 기능, 현장조건, 법규 및 규격 등을 잘 이해하여 설계 하여야 한다. 만일, 이런 사항들을 충분히 이해하지 못하여 설계가 이루어 짐으로서, 공사 수행 시에 문제점이 발생하여 현장에서 설계 및 공사변경으로 인하여 추가 공사 및 공사 지연을 초래하는 일이 없도록 하여야 한다.

### 2) 설계의 중요성인식

다음 사항 등을 이해하고 설계에 고려 하여야 한다.

- (1) 계기의 단품으로 계장의 역할을 수행하지 않을 것. (합리적인 업무범위검토)
- (2) Process 특성에 적합한 계장품의 기능발휘 및 유지
- (3) 설치 환경 조건으로부터의 계장품의 보호

### 3) 설계 관 리

설계에 필요한 다음 사항들을 검토하고,관리 하여야 한다.

- (1) 사양
- (2) 법규,규격 및 표준
- (3) Cost
- (4) 도면의 편의성
- (5) 공정

#### 4) 설계의 계획

(1) 전체의 Job Flow 중 언제,어떠한 일을 결정 해야만 하는지를 이해한다.

(2) 배관 공사 및 설계 공정 파악

(3) 기타 관련 부서의 공사 및 설계 공정 파악

(4) 계장 설계 및 시공 범위 파악

(5) 설계 수행 전 검토사항 파악

가. Process의 이해

나. 안전대책

다. 계기의 기종,특성 및 기능

라. 관련법규

마. 설계 특정사양

바. 공사사양

사. 공사재료의 사양

아. 자재 구매공정

#### 5) 설계에 필요한 도면 자료의 검토

공사 설계를 할 때 필요한 도면 자료 파악 및 그 도면에 계장 설계를 위하여 어느 정도의 정보가 포함 되는지 이해한다.

(1) 계장 설계 부문

가. 설계 표준사양서

나. 계장 일반 사양

다. Interlock Logic Diagram

라. 계기 사양서 와 Maker 제작도

마. 공사 사양서

바. 공사 재료 사양서

(2) 배관 설계 부문

가. Plot Plan

나. Piping Arrangement Drawing

다. Piping Isometric Drawing

라. Piping Material Specification.

(3) 공정 부문

가. P & ID, UFD , PFD

나. Process Data

다. Shut Down System

(4) 기계 설계 부문

- 가. 기기 계획도
- 나. ENGINEERING DRAWING
- 다. EQUIPMENT LIST
- 라. PACKAGE ITEMS 의 개별 사양서
- (5) 토목,건축 설계 부문
  - 가. PIPE RACK & STRUCTURE DRAWING
  - 나. 건물 설계도
- (6) 전기 설계 부문
  - 가. MAIN CABLE PLAN
  - 나. HAZARDOUS AREA PLAN

6) 설계에서 작성하는 도면의 종류

아래 열거한 도면의 필요성 및 이용 목적을 이해한다.

- (1) 계기 도입 배관 요령도 ( INSTRUMENT PIPING HOOK-UP)
- (2) 계기 보온 배관 요령도 (INSTRUMENT STEAM TRACING HOOK-UP)
- (3) 분석계기 배관 요령도 (INSTRUMENT ANALYZER PIPING HOOK-UP)
- (4) 제어실 계기반 배치도 (CONTROL ROOM ARRANGEMENT PLAN)
- (5) 제어실내 배선 배치도 (CONTROL ROOM WIRING PLAN)
- (6) 계장 DUCT/TRAY 배치도 (INSTRUMENT DUCT/TRAY PLAN)
- (7) 계장 주 배선 경로도 (INSTRUMENT MAIN CABLE PLAN)
- (8) 계기 배치도 (INSTRUMENT LOCATION PLAN)
- (9) 계장 배선도 (INSTRUMENT WIRING PLAN)
- (10) 계장 공기 배관도 (INSTRUMENT AIR PIPING PLAN)
- (11) 계기 신호 계통도 (INSTRUMENT SCHEMATIC LOOP DIAGRAM)
- (12) 계장 배선,신호 접속도 (INSTRUMENT CONNECTION LIST)
- (13) 계기 설치 표준 상세도 (INSTRUMENT TYPICAL DETAIL DRAWING)
- (14) INSTRUMENT KEY PLAN
- (15) SYMBOL & LEGEND

3. 설계시 타 분야와의 업무범위 (SCOPE OF WORK)

계장공사 설계 및 공사를 진행하는데 가장 중요한 요소로 타 부서와의 표준이 되는 업무 범위를 이해한다.

1) 토 목, 건 축

- (1) MANHOLE, PIT, CABLE DUCT, CABLE TRAY, CABLE TRENCH ,DUCT

BANK 등의 위치 및 중량

- (2) 계기,분석계 등의 기초 및 위치
- (3) CONTROL ROOM 의 LAYOUT, PANEL 의 중량, CABLE ROUTE

## 2) 기 계

- (1) 계기검출 NOZZLE POINT & SIZE
- (2) 정비,조작용 SUPPORT STAGE
- (3) PACKAGE ITEMS 에 대한 WORK SCOPE

## 3) 배 관

- (1) 계장 CABLE DUCT/TRAY ROUTE 의 위치,크기 및 중량
- (2) IMPULSE LINE 의 SCOPE
- (3) AIR PIPING & UTILITY 배관의 SCOPE
- (4) 계기 설치 공사 시 SCOPE
- (5) 분석계, 특수계기의 UTILITY 배관
- (6) IN-LINE INST. 의 설계조건

\*기본적으로 설계 전 " RESPONSIBILITY SCOPE OF WORK BETWEEN INSTRUMENT & PIPING"을 참조하여 WORK SCOPE 를 파악 후 JOB 특성에 맞게 PIPING 기사 와 최종 협의하여야 한다.

## 4) 전 기

- (1) 전기 CABLE ROUTE 와의 간섭
- (2) INTERLOCK SEQUENCE, RUNNING LAMP 등 신호의 SCOPE
- (3) 계장 전원의 SCOPE
- (4) 접지공사의 SCOPE
- (5) 계기용 조명 및 CONSENT

## 5) 보 온/ 보 냉 및 도장

- (1) 보온,보냉이 필요한 ITEM 과 시공요령
- (2) 도장이 필요한 ITEMS 과 사양
- (3) 자재 공급 및 시공 범위

#### 4. 도면 설계 시 고려사항

##### 1) PANEL ARRANGEMENT IN THE CONTROL ROOM

- (1) 조작 및 감시를 위한 인체 공학적 배려
- (2) 보수의 용이성에 대한 배려( DOOR OPENING 방향 검토)
- (3) FUTURE 설비고려
- (4) 방송설비, 공조설비, CCTV, 가스탐지설비,PACKAGE 설비제어반 및 화재 경보장치 설비의 기기를 제어실에 설치할 경우 위치고려
- (5) CABLE, DUCT/TRAY, TRENCH ROUTE 고려
- (6) PANEL 의 기초설계 관련
  - FLOOR 의 강도 고려
  - 배선 및 배관 방법에 대한 고려
  - PANEL 고정방법 과 내진강도 고려(진동고려)
  - 기초와 CHANNEL BASE 의 접속방법
- (7) PANEL 의 반입구 고려
- (8) 환경에 대한 배려 (온도,습도,공기청정도,자계,외광 및 조도)
- (9) 입출력신호 및 전원 배선 방법에 대한 배려
- (10) 접지 방법에 대한 배려
- (11) CABLE 통로의 외기와의 차단방법

##### 2) LOCATION PLAN

- (1) 계기의 MONITORING (OPERATION) 및 보수의 용이성
- (2) 열 및 진동으로부터 피하는 대책
- (3) ACCESS 가 용이한 장소
- (4) 배관도상의 계기 위치가 적합한지 P&ID 와 비교 CHECK
- (5) TAPPING 방향과 TRANSMITTER 와의 위치 관계( PIPING HOOK-UP DWG.참조)
- (6) 분석계 설치
  - 취급,보수에 대한 고려
  - SAMPLING LINE 의 추출,배관방법
  - 환경에 대한 고려(주위온도, 방폭)

##### 3) DUCT/TRAY PLAN

###### I 설계 전 검토사항

- (1) 계기위치에 따른 배선 ROUTE
- (2) 시공의 용이성( 포설의 용이성 )
- (3) 배관 및 EQUIPMENT 와의 간섭여부

- (4) 신호 LEVEL 에 의한 분류
- (5) CABLE 의 보호성
- (6) SUPPORT POINT 및 가능여부
- (7) 고 열원 및 강전 CABLE 로부터의 거리
- (8) CABLE 의 종류, 수량 및 사양에 따른 적합한 SIZE
- (9) SYSTEM CABLE 및 DATA HIGH.WAY의 포설 방법
- (10) SEPARATION 의 필요성
- (11) 관련 PART 와의 COORDINATION 및 SCOPE OF WORK
- (12) FUTURE 고려여부

#### 4) WIRING PLAN

##### I 설계 전 검토사항

- (1) 배선공사가 필요한 계장기기
- (2) 배선공사의 설계기준,규칙
- (3) 신호 LEVEL 에 의한 종류
- (4) 공사시공 방법에 의한 분류
- (5) CLASS 구분에서 본 분류
- (6) 배선 ROUTE 및 배선방식
- (7) CABLE 의 사양
- (8) DIGITAL 기기의 SYSTEM CABLE 및 DATA HIGH.WAY의 포설 방법 및 CABLE 사양
- (9) 접지의 종류와 개요
- (10) 관련 PART 와 SCOPE OF WORK

#### 5) AIR PIPING & SIGNAL TUBING PLAN

- (1) INST- AIR 가 공급되는 계장기기
- (2) INST- AIR 의 질,압력 등의 표준적인 제원
- (3) INST- AIR 의 관련 PART 와의 업무 SCOPE
- (4) PLANT 의 안전성을 고려한 AIR 계통의 설계법
- (5) AIR TANK 와 MAIN HEADER SIZE 및 위치
- (6) BLOCK VALVE 의 개수 및 SIZE
- (7) 1 개의 PILOT 가 소비하는 AIR 소비량
- (8) PILOT 수에 대응한 배관 SIZE
- (9) 배관 ROUTE
- (10) 관련 PART 와 SCOPE OF WORK

(11) SPARE & FUTURE

(12) 공기신호의 전송법

- 배관 경로의 고찰
- J.B 의 고려
- 접속방법,피복재 유무
- SUPPORT 방법 및 사용재료
- SPARE 고려

6) 도입 배관설계와 PROCESS 조건

(1) PROCESS 유체에 대한 지식

- 도입관 내 유체가 충분한가,이것에 대한 유체의 상 변화 유무 확인
- 유체의 부식성 및 점성 유무

(2)사용 계기의 조사

- 계기의 TYPE 및 시공방법

(3) 계기의 설치위치

- 보수의 용이성,도입관의 길이, TAP 과 계기의 위치관계

(4) TRACING 및 보온의 필요성

- 주위온도(대기온도)에 의한 유체의 동결유무
- TRACING 및 INSULATION TYPE
- 응축 및 증발의 방지
- 응결 및 점도 상승의 방지

(5) 유체의 종류에 의한 IMPULSE LINE 시공법

(6) TAP 위치 및 이유

(7) 재료의 선정 및 이유

- 유체 조건 검토( 온도,압력,부식성)
- 환경조건 검토(저온지역에서의 온도조건)
- 시공방법 검토
- 경제성을 검토
- 재료의 차이등에 의한 용접방법
- 나사 접속방법

(8) SEAL POT 및 CONDENSATE POT 의 사용이유 및 재질선정

(9) 도입 배관으로서 TUBING TYPE 과 PIPING TYPE 선정배경

- 시공방법의 차이,사용재료의 차이,사용압력 범위의 차이, COST

차이(재료, 노무비)

(10) 관련 PART 와 SCOPE OF WORK

(11) 유체 SERVICE 에 의해 특히 주위를 요하는 설계 시공법

- 고압,고온 SERVICE 의 도입 배관(사용재질/유체 온도를 떨어뜨리는 방법)
- 저온,저압 SERVICE 의 도입 배관 ( 응축액에 의한 HEAD 의 오차/사용재질)
- 부식성 유체 및 굳기 쉬운 유체 SERVICE 의 도입 배관( SEAL /PURGE 의 적용유무)
- 진동 및 맥동이 있는 SERVICE 의 도입 배관

5. 구매관련 상세설계 성과품 작성기준

1) Instrument Index(Instrument Schedule)

P&ID 에 표기되어있는 모든 Instrument 에 대한 Index 로서 계기구매 및 계기 Construction DWG 작성시 활용되며 Instrument Specification 과 Operating Condition 이 기입된다.

- (1) P & ID 및 Data Sheet 를 참조하여 모든 계기에 대한 List 를 작성/검토하고 각 계측기 Tag No.별로 Instrument Specification 및 Operating Condition 을 기입.
- (2) 초안을 작성하고 계측기 구매 후 Vendor Print 검토 결과를 지속적으로 Up-Date 하여야 한다.
- (3) Reference DWG No.란 에는 관련 Loop DWG, RFQ No.등을 기입하여 입체적으로 관련 문서와 도면이 관리 되도록 한다.  
(엔지니어링 회사에서는 설계관리가 전산화 되어있어 Data Base 를 이용하여 필요자료를 Sorting 하여 사용함 )
- (4) Final Vendor Print 접수 후 Instrument Specification 항목을 재 확인하고 현장 설치 및 Function Test 가 완료 후 As Built 사항이 있으면 반영한다.
- (5) Document 양식은 SK STD DWG ESD-70240 을 따른다.

2) RFQ (Requisition For Quotation)

계기 구매에 필요한 구매사양서로서 계기에 대한 사양(Specification),수량,납기 및 견적 요청일,Recommended Vendor List,기타 Commercial 관련된 일반적인 사항등을 명기한다.

- (1) Process Data Sheet 를 참조하여 Instrument Data Sheet 를 작성한다. 작성은 아래 Sample 을 참조하여 Instrument Type, Input Range, Output Signal, Area Clarification, Process Connection Type, 필요 Accessary 등을 기입한다.
- (2) 작성 Sample

가.① Process 특성에 맞는 Orifice Type 을 선정한다 ( Concentric, Eccentric,etc.)



- 나.② 특별히 Specify 할 사양이 없으면 Manufacturer Standard 를 선택한다.
- 다.③ Orifice Bore 계산 기준을 표시한다.
- 라.④ Plate 재질을 선택한다.
- 마.⑤ Ring Material 및 Type 을 기입한다.
- 바.⑥ Manufacturer 및 Model No.를 기입한다.
- 사.⑦ Orifice Tape Type 을 선택한다.
- 아.⑧ Tape Size 를 기입한다
- 자.⑨ Orifice Flange Type 을 선정한다 ( 배관기사와 협의 필요)
- 차.⑩ Line Class 에따라 Orifice Flange Material 을 선정한다
- 카.Meter 항목은 Meter Type, D/P Range, Scale Range 를 Process Data Sheet 를 참조하여 기입한다.
- 타.Plate & Flange 항목은  $BETA=d/D$  Ratio 값을 계산하여 기입하고 Vent/Drain Hole 필요유무, Plate Thickness 등을 기입한다.

|   |                      |          |
|---|----------------------|----------|
| <b>PROJECT SPECIFICATION<br/>FLOW INSTRUMENTS</b> | NO. _____ REV. _____ |          |
|   | SHEET _____ OF _____ |          |
|   | DATE _____           |          |
| PREPARED  | CHECKED              | APPROVED |
|   |                      |          |

| ORIFICE PLATES  |                                  |  | ORIFICE FLANGES  |                       |  |
|---|----------------------------------|--|--|-----------------------|--|
| ❶. CONCENTRIC <input type="checkbox"/> OTHER <input type="checkbox"/><br>❷. MFR STANDAR <input type="checkbox"/> OTHER <input type="checkbox"/><br>❸. BORE: MAXIMUM RATE <input type="checkbox"/> NEAREST 1/8" <input type="checkbox"/><br>❹. MATERIAL: 304SS <input type="checkbox"/> 316SS <input type="checkbox"/> OTHER <input type="checkbox"/><br>❺. RING MATERIAL & TYPE<br>❻. MFR. MODEL NUMBER |                                  |  | ❶. TAPS: FLANGE <input type="checkbox"/> VENA CONTRACT <input type="checkbox"/> PIPE <input type="checkbox"/> OTHER<br>❷. TAP SIZE: 1/2" NPT <input type="checkbox"/> OTHER<br>❸. TYPE: WELD NECK <input type="checkbox"/> SLIP ON <input type="checkbox"/> THREADED <input type="checkbox"/><br>❹. MATERIAL: STEEL <input type="checkbox"/> OTHER<br>❺. FLANGES INCLUDED <input type="checkbox"/> BY OTHER <input type="checkbox"/> |                       |  |
| FLUID DATA  |                                  |  | METER  |                       |  |
| 12  | TAG NUMBER                       |  | 31   | TYPE OF METER         |  |
| 13  | SERVICE                          |  | 32   | DIFF. PRESS RANGE     |  |
| 14  | LINE NO.                         |  | 33   | SCALE RANGE           |  |
| 15  | FLUID STATE                      |  | 34   |                       |  |
| 16  | MAX. FLOW (kg/hr)                |  | 35   |                       |  |
| 17  | NOR. FLOW (kg/hr)                |  | 36   |                       |  |
| 18  | PRESSURE (kg/cm <sup>2</sup> .g) |  | 37   |                       |  |
| 19  | TEMPERATURE °C                   |  | PLATE & FLANGE   |                       |  |
| 20  | Sp.Gr @BASE                      |  | 41   | BETA=d/D              |  |
| 21  | Sp.Gr @OPER. TEMP                |  | 42   | ORIFICE BORE DIAMETER |  |
| 22  | MOL. WEIGHT                      |  | 43   | LINE. I.D             |  |
| 23  | VISCOSITY @OPER. cp              |  | 44   | FLANGE RATING         |  |
| 24  |                                  |  | 45   | VENT OR DRAIN HOLE    |  |
| 25  |                                  |  | 46   | PLATE THICKNESS       |  |
| <b>NOTE</b><br>1. VENDOR SHALL STAMP UPSTREAM SIDE OF ORIFICE PLATE WITH TAG.NO, MATERIAL, LINE SIZE, FLANGE RATING & BORE AS A MINIMUM.<br>2. THE ORIFICE BORE DIAMETER IS ADJUSTED FOR THE VENT / DRAIN (VENT / DRAIN HOLE DIAMETER ARE PER ISA STANDARD ISA-RP3.2)<br>BETA IS EXPRESSED AS THE RATIO OF THE ADJUSTED ORIFICE BORE DIAMETER OVER THE LINE I.D   |                                  |  |  |                       |  |

3) TBE(Technical Bid Evaluation)

각 구매사양서에 대한 입찰서를 Bidder 별로 평가하여 당 사의 Requirement 가 반영되었는지를 확인하고 기타 기술적 사항, 납기, 계약 조건등을 평가하여 순위를 정한다.

(1) 각 Bidder 로부터 입찰서를 접수후(구매관련부서) 다음과 같이 TBE 를 수행한다.

(2) RFQ 의 Instrument Data Sheet 각 항목마다 Vendor 별로 비교하여 적합/부

적합 또는 수치를 기입하여 Table 을 작성한다.

- (3) 만일 누락되어 있거나 확인이 필요한 사항이 있으면 정리하여 각 Bidder 에게 Clarification Letter 를 송부하여 서면으로 내용을 확인 받거나 상세 협의가 필요한 경우에는 회의소집을 하여 회의 결과를 TBE 에 반영한다.
- (4) 기술적 적합성 및 Cost, 납기, 운영비용, Maintenance 편리성, Spare Parts 호환성 기타 Project 특성등을 감안하여 Bidder 를 추천,구매한다.

#### 4) Vendor Print Review

TBE 후 선정된 Vendor 로 부터 Approval DWG 을 접수하여 구매사양서와 일치 여부 확인 및 Construction DWG 에 반영 필요사항을 확인 후 승인하고, Final Vendor Print 를 입수 후 승인용 도면과 일치하는지 확인한다.

- (1) APPROVAL DWG 에따라 POWER CONSUMTION, 필요 AIR 량, HOOK-UP DWG 등을 작성한다.
- (2) FINAL VENDOR PRINT 를 입수하여 승인용 도면과 일치하는지를 확인하여 일치시는 승인하고 불일치시는 재차 COMMENTS 를 하여 시정토록한다.

#### 6. 계장 상세설계 도면의 작성기준

##### 1) 제어실의 계기반배치 (CONTROL ROOM EQUIPMENT LAYOUT )

CONTROL ROOM에 설치되는 각종 PANELS 및 계장 기기류와 관련 설비등을 PLANT의 조작, 감시,보수의 용이성, FUTURE 설비 및 PANEL의 크기, 수량 그리고 CABLE의 경로등을 고려하여 배열한다.

- (1) CABINET만 설치되는 RACK ROOM에 DCS CABINET, PACKAGE PANEL 및 기타 CONVENTIONAL PANEL 등을 함께 배열할때는, 공정별 또는 PANEL 상호간의 필요한 접속 CABLE의 수량 및 사양등을 고려하여 배치하여야 한다.
- (2) 방송설비, 공조설비, CCTV, 가스탐지설비, PACKAGE설비 제어반 및 화재 경보장치 설비등을 제어실내에 설치하는 경우는 각설계 담당자 및 운전자와 의논하여 위치를 결정한다.
- (3) 공조설비의 설계를 의뢰할 경우에는 인체 및 계장기기로 부터의 발열량을 관련 부서에 알려 주어야 한다.
- (4) PANEL의 배치는 운전, 유지보수와 더불어 시각효과도 고려해야 하므로 최종 배치는 사용자와 협의하여 결정함이 바람직하다.

## 2) 제어실내의 배선 (CONTROL ROOM WIRING)

- (1) 외부로부터 인입되는 배선은 제어실의 구조와 제어실 외부 여건에 따라서 CABLE DUCT, TRAY 및 TRENCH 내에 포설한다.
- (2) TRENCH를 포설할때는 Cable이 손상되지 않도록 직각으로 꺾기는 모서리 부분은 모난 부분이 없게 설계토록 토건부에 Inform을 전달한다.
- (3) DUCT/TRAY는 가능한한 제어실의 벽측을 통과토록 설계하고, 뚜껑의 개폐에 지장이 없도록한다.  
벽을 뚫고 들어온 DUCT/TRAY는 외부로 부터 빗물이 CABLE을 타고 침투되지 않도록 CONTROL ROOM 바깥쪽으로 경사를 주고 SEALING 처리를 한다. SEALING 처리방법 및 사용 재료에 대하여는 성능 및 경제성을 고려하여 결정한다.
- (4) 제어실 바닥이 ACCESS FLOOR로 설계된 경우 효과적인 CABLE 배선을 위하여 DUCT/TRAY를 설치할때, 아래사항을 고려해야 한다.
  - 가. CABLE의 종류와 수량
  - 나. SIGNAL, POWER, SYSTEM CABLE의 배선경로
  - 다. 제어실내의 크기 및 조작반의 수량 및 배열가능하면 DUCT 보다는 TRAY를 설치함이 CABLE 정리에 효과적이다. TRAY를 설치할 경우, SIGNAL, POWER CABLE 용을 별도로 설치하고, TRAY 내부에 SEPARATOR를 설치하지 않는다. TRAY 고정은 3m 간격으로 30x30x5t ANGLE로 고정한다. TRAY 경로는 건축에서 ACCESS FLOOR DESIGN이 끝난 도면을 참조하여 설계한다.
- (5) 전기실과 제어실간의 CABLE 경로는 전기설계자와 의논하여 잇수 및 위치를 결정한다.
- (6) CABLE DUCT/TRAY가 외부 PROCESS AREA로부터 CONTROL ROOM 바닥으로 인입 시 CABLE 배선이 용이하도록 MANHOLE의 위치를 설계 시 건축과 협의 반영 되어져야 한다.

## 3) 계기도압 배관 (INSTRUMENT PIPING HOOK.UP)

EQUIPMENT(VESSEL, TANK, HEATER 등의 기기류), DUCT, PROCESS 배관 등의 검출단에서 부터 ROCESS 의 변화량을 LEADING 하기위해 유체를 직접 인출하여 측정계기까지 이르게 하는 배관을 일반적으로 도압 배관이라 하며 계장 공사를 상징하는 가장 대표적인 공사가 도압 배관공사 이다.

도압 배관이 필요한 계기를 사용할 때에는 압력계는 물론 액면계기나

유량계라 할지라도 프로세스 유체의 압력을 측정함으로써 그 목적을 달성하므로 도압 배관의 정확한 압력전달이 될 수 있도록 설계가 되어 그 계기의 성능이 충분히 발휘 되도록 해야한다.

#### (1) 도압배관과 PROCESS

측정대상의 프로세스 유체의 성질을 잘 파악하여야 한다. 액체라도 滯留하고 있으면 비중차가 생기는 것이나 기화하기 쉬운것, 滯留로서 고화되는 것들이 있고 또 기체라도 건조된 것은 적고 드레인이 고이기 쉬울 때가 많다. 또 기액 혼상인 경우에는 체류에의해 기체와 액체로 분리해서 헤드차가 생길 때도 있다.

이것들의 유체상태에 따라 그것에 적합한 도압배관공사를 할 필요가 있고 따라서 유체의 성질 즉, 온도, 압력조건, 밀도, 점도, 습도, 증기압, 응고점, 부식성의 유무, 또는 고형물의 유무 등을 조사해 둔다.

#### (2) 도압배관과 사용계기

##### 가. 사용계기의 조사

사용하는 계기의 메이커가 다르고 형식이 틀리면 시공방법이나 접속방법이 달라질 때가 있다. 계기 메이커에서 발행하고 있는“계기장치, 설치MANUAL” 등으로 측정원리, 접속치수, 접속방법,장치요령을 조사해 둔다.

##### 나. 계기의 설치위치

도압배관은 프로세스의 압력을 정확히 계기에 전달하여야 하므로 특별히 이점을 중요시하면 계기의 설치위치가 보수상 불편한 장소가 될 때가 있다. 그러나 근래 계기류의 신뢰성이 향상되었으므로 계기조정의 횟수가 차차 감소되었고 현재는 공장에 따라서는 년1회의 정기점검 이외는 특히 중요한 계기를 제외하고는 정기적인 점검조정은 하지 않는것 같다- 따라서 계기의 설치위치 선정에 있어서는 보수를 쉽게함과 동시에 도압배관의 적부를 고려해서 진행하는 것이 필요하다. 과거는 검출장소가 높은 곳에 있더라도 계기류는 모두 지상에 설치해서 보수가 편한 케이스가 보통이었으나 결과는 언제나 드레인을 빼거나 ZERO 조정을 하여야 되며 시간소비가 많았던 것이다. 검출장소에서 계기까지의 거리는 극저온공사 등 특수 예를 제외하고는 될수록 짧게 도압배관이 되도록 계기의 설치위치를 고려하여야 한다

#### (3) 도압배관의 구분

가. 도압 배관의 방식은 아래와 같이 구분할수 있다.

(a) PIPING과 TUBING TYPE의 2가지 방식

(b) PIPING과 TUBING의 혼합방식

나. TUBING 방식의 장단점

- (a) 용접이 필요없고 작업이 PIPE방식에 비해 수월하여 인건비가 감소되고 작업능률이 높다.
- (b) 현장분위기에 따라 도압배관 작업이 용이하다.
- (c) 도압배관 수정 작업이 수월하다.
- (d) 일반적인 사용 유체에 따른 재질 구분이 없어 시공이 쉽다.
- (e) 운전중에 증설 및 개조공사등을 할때 화기 작업이 없어 보수가 쉽다
- (f) 시공 TYPE이 단순하여 설계가 쉽다.
- (g) 자재가 규격화 되어 구매 및 관리가 쉽다.
- (h) TUBE 자재는 기본 재질이 스테인레스 자재이기 때문에 일반 CARBON STEEL 자재를 사용하여도 무방한 곳에 사용하므로 가격이 상대적으로 비싸다.
- (i) 작업에 주의를 요하지 않으면 이음 부분에서 LEAK가 발생하여 측정오차 및 ERROR를 일으킨다.  
따라서 TUBE 길이는 될수록 짧게하여 주위의 VIBRATION에 하여 이음 부분이 풀려 LEAK가 발생 되지않도록 해야한다.  
특히 주의의 VIBRATION이 심한곳이나 PROCESS CONDITION이600# RATING 이상인 경우에는 적용에 주의를 요한다.

비고) 위 방식중 어떤 방식을 적용할 것인지는 2항) 2.8 - (6) 내용을 충분히 고려하여 PROJECT 설계사양 및 사용자(CLIENT)와 협의 에 따라 적합하게 선정되어야 한다.

(4) 도압 배관의 SIZE

도압배관은 길이,압력, 차압, 유체의 종류에 따라 관경을 결정하는 것이 가장 이상적이나, 자재산출 및 관리를 고려할 때는 도압 배관의 규격을 통일함이 바람직하다.  
PROJECT 조건에 따라 1/4"와 1/2"를 고려할 수 있는데, 통상 1/2"를 기준한다.

(5) 도압 배관 자재

취급하는 유체의 온도, 압력, 부식성 등을 고려하여 선정해야 한다.  
기본적으로 도압관 자재의 재질은TAP 인출 POINT의 배관이나 EQUIPMENT MAT'L CODE에 따라 배관에서 작성한 PIPING MATERIAL SPEC. 에 준한다.  
PIPING MAT'L SPEC.과 다른 재질을 사용할 경우는 통상적으로 한단계 상위 재질을 사용한다.

가. 온도 및 압력에 따른 선정

프로세스 배관에서는 유체는 항상 흐르고 있으나 도압 배관 속에서는 체류하고 있으므로 유체의 온도가 대기 온도와 비슷하게 된다. 따라서 프로세스 배관에서의 운전조건(압력/온도)으로 정해지는 사양보다 도압 배관에서의 온도조건에 대해서는 완화하여 정해도 큰 무리가 없다.

실제 검출포인트에서 1M 떨어진 도압 배관에서는 프로세스 유체의 온도가 상당히 높아도 확실하게 상온에 가깝고, 높아도 100°C이하로 내려가 있는 것이 보통이다.

나. 유체의 부식성에 따른 자재의 선정

유체에 부식성이 있을 때 도압배관의 자재도 이 부식성에 견디도록 프로세스 배관의 사양과 동일하게 하는 것이 중요하다. SEAL POT를 사용하여 완전히 SEAL하는 것이 가능할 때에는 검출POINT에서 SEAL POT까지를 내식재로 하고 그 이후는 일반재료로 하는 방법도 고려할 수 있으나, SEAL액의 증발 및 줄어서 부족 할 경우를 생각하여 되도록 내식재를 사용함이 바람직 하다.

(6) 도압 배관의 설계

도압배관의 설치형태에 따라서 계기가 특성을 충분히 발휘할수 있는가 없는가가 결정되기 때문에 유체의 특성을 잘 알아야 한다. 액체도 온도에 의한 비중의 변화, 기화하기 쉬운 액체, 정지상태에서 고체화되는 것 등이 있고, 기체도 기화된 것은 적으며 응축되는 경우가 많은 기체도 있다는 것에 주의해야 한다.

가. 도압배관 방식

유체의 종류에 따라 도압배관 방법도 달라진다.

- (a) 액체유량 측정: 계기를 검출단보다 아래에 장치해서 기포가 도압배관속에 고이지 않도록 내림 배관을 한다.
- (b) 기체유량 측정: 계기를 검출단보다 윗쪽에 장치하고 액고임이 없도록 올림 배관을 한다.
- (c) 증기유량 측정: 증기를 응축시키기 위해 CONDENSE POT를 설치하고 계기는 검출단보다 아래 장치하고 내림 배관을 한다. 그리고 CONDENSE POT에 SEAL액을 봉입하여 증기를 응축시켜 고온으로 부터 계기를 보호한다.

나. 차압식 유량계의 도압배관

ORIFICE TAP인출방향 및 계기위치 설계는 다음과 같고

- (a) TAP 방향

i) 액체: 하향(45°TAP)기포를 PROCESS LINE으로 RETURN

되도록 하고, 45°이하는 먼지나 어떤 이물질에 의해 막힐수 있다.

ii)기체: 상향, 먼지 및 기체속의 수분을 비롯한 응축액을

PROCESS LINE으로 RETURN시켜 도압 배관속은 가스상태 로만

되도록 한다.

iii)증기 및 습도가 높은 기체일때는 상측 45° TAP으로 하는것이 좋다.

(b) 배관요령

i) 도압관내의 기포 또는 CONDENSATE가 주배관으로 흘러

들어가기 쉽게 배관한다.

ii)검출단이 높은 장소에 있을경우 검출단 으로부터 계기

까지의 거리는 가능한 한 짧게 한다.

다. 차압식 액면계기의 도압 배관

액면계기의 저압측은 도압 배관 설계전에 DRY LEG 인지 WET LEG인지를 결정해야 한다.WET LEG일 경우는 SEAL POT를 사용하여 응축액으로 인한 헤드차가 발생하는 것을 방지한다. 일반적으로 DRY LEG 기체는 적으므로 대부분 WET LEG로 고려하여 설계 하는것이 무난하다.

(a) 계기의 위치는 TOWER류 하측의 NOZZEL과 수평 또는

이것보다 낮은 장소를 택한다.

하측의 NOZZEL보다 높은 위치에 설치될 경우

계기의 부착된 위치보다 아래부분의 액면은 측정할 수가

없다. 대부분 하측의 NOZZEL 위치가 액면 측정범위의 0점

기준이 된다.

(b) 계기 부착위치로 가장 바람직한 것은 하측노즐과 계기가

수평이 되는 것이며 이것은 액체의 헤드등에 의한 영향을

없앨수가 있다.

(c) 저압측은 빗물 및 곤충류 등의 침입을 막기 위해 도압관

형태를 역L자, 또는 역 U 자로 배관한다.

(d) SEAL POT의 SEAL액은 용기속의 동일 액체를 사용함을

원칙으로 하며, SEAL이 OVER되어 PROCESS유체와 혼합

되더라도 큰 문제가 없다면 동파 방지를 겸한 일반적인

SEAL액인 에칠렌 크로클을 사용해도 무관하다.

라. 압력계의 도압배관

압력계의 도압배관은 측정범위(예: 진공 및 저압이면 액에 의한 헤드가 측정에 영향을 준다.)를 고려 설계에 주의를 기울여야 한다.

(a) PROCESS 상태(유체의 조건)에 따른 압력계의 TAP 인출방향



및 계기 위치는 SK Engineering Standard를 따른다.

- (b) 진공 및 저압의 기체에서는 응축액으로 인한 수두의 영향을 피하기 위해 상향배관을 한다.
- (c) 벙커시류등과 같이 점도가 높은 액체나 차압 측정을 위한 액체의 비중이 서로 다른 종류일 경우 SEAL POT를 사용한다.
- (d) 증기용 압력계는 SYPHON TUBE를 설치한다.
- (e) PUMP DISCHARGE 등과 같이 맥동이 심한 유체의 압력 측정에는 PULSATION DAMPNER 설치 혹은 LIQUID FILLED TYPE (압력GAUGE의 경우)으로 한다.

마. SEAL POT 및 CONDENSE POT의 사용이유 및 재질 선정

- (a) CONDENSE POT는 유체가 증기(Steam)인 경우 고온으로 부터 계기의 보호측면에서 증기를 응축시키기 위하여 설치한다.

\* 200°C 이상의 STEAM LINE의 차압식 유량계

(b) SEAL POT

i) HIGH VISCOSITY FLUID

ii) 부식성 및 유독성 유체

iii) WET LEG로 측정하는 차압식 LEVEL 계기

iv) 측정액체의 비중이 서로 다른 경우, 또 운전의 전환등에 의해 비중이 다른 액체의 유량을 측정할 때, 이 경우 상류측 및 하류측의 도압배관 액체의 비중이 빨리 같은 모양으로 바뀌지 않아 비중이 달라짐으로서 고압측과 저압측의 헤드차가 발생할 경우

바. 계기의 설치

계기의 설치 위치에 따른 HOOK.UP TYPE을 결정한다.

i) GRADE MOUNTED (STANCHION TYPE)

ii) LINE MOUNTED

사. 기타 도압 배관 설계시 주의사항

(a) 고압 서어비스의 도압배관

유량계나 압력계의 도압 배관방식은 고압으로 되어도 특별히 변하지는 않지만 차압식 액면계의 경우에는 그림(5) 와 같이 균압 라인 (EQUALIZING LINE)을 만들 필요가 있다. 이것은 밸브를 열때 순간적으로 차압계기의 한쪽에 직접 편압이 가해지기 때문에 계기내부의 다이어프램 또는 벨로우즈의 파손, 파형 혹은 0점등에 이동이 생기는 것을 막기 위해서다. 일반적으로 차압계기에 표시되고 있는 내압은 고저압 양측에 압력이 가해질때의 본체내압을 말하고 있고 한쪽만에 압력이

걸렸을때의 표시가 아닐때가 있으므로 이점은 제작사에 문의해서 확인한다.

(b) 저압 서어비스의 도압배관

저압의 측정에서는 응축액등에 의한 헤드의 영향이 무시못할 정도로 큰 측정오차가 되므로 주의한다.

(c) 저온 서어비스의 도압배관

저온의 유체일때도 브라인과 같이 상온이 되어도 기화하지 않는 체나 저온의 기체측정일때에는 지금까지 말한 시공방법으로 원칙적으로는 지장이 없고 계기에 서리가 맺지않을 정도로 도압배관을 약간 길게 (최저 2m 정도) 함으로써 문제가 해소된다. 그러나 LNG와 같이 .180°C 정도로 되는것과 에틸렌 .120°C, LPG .30°C등 저온으로 액화하고 있고 상온으로는 기화하는 액체에 대한 도압배관 에서는 다음 점에 주의하여야 한다.

(d) 유량계의 도압배관

수평 배관부를 길게하고 계기에 향해서 상향 배관하여야 한다.

수평 배관부에서 내부의 액체를 기화시켜 계기내부에는 기체의 상태로 측정하도록 한다. 때문에 검출장소에서 계기까지는 최저 2m 정도 떨어져서 배관하고 보냉은 제1플랜지 까지로 하며

(이 이후 계기까지는 보냉을 하지 않도록 한다. 단 도압배관

외부에 얼음이나 서리가 맺음을고려하여 고저압 도압배관 사이는 넓게 잡는다. 하향배관은 적용하지 않는다.

이것은 저온의 액체가 계기에 고이고 외기온도에 의해 기화한 기포가 배관속을 올라가서 대류를 일으켜 계기의 지침이 흔들리거나 기포의 고임에 의해 정확한 측정을 못하게 되기 때문이다.

(e) 압력계의 도압배관

계기의 검출장소 거리 및 보냉의 방법등 주의사항은 유량계의 경우와 같다 또 수평배관이 되는것이 바람직하나 입상도관 이라도 좋다.

(f) 액면계의 도압배관

계기는 하부검출장소와 수평 또는 윗측으로 한것이 좋은 결과가 얻어진다. 계기를 상부검출장소보다 높은 위치에 가져와도 된다. 이때는 도압관은 특히 Dry Leg가 되는 것이다- 계기와 검출 장소의 거리 및 보냉 방법등은 유량계와 같다고 생각해도 좋다.

(g) 부식성유체의 도압배관

계기 본체 및 도압 배관 자재의 재질을 고려하고 계기내부등에는

부식성 유체가 들어가지 않도록 고려한다. 때문에 SEAL POT를 만들어 SEAL액으로 시일할때와 PURGE 배관을하여 부식성이 없는 유체를 도압 배관속에 넣어 PURGE해줌으로써 부식을 방지하는 방법이 있다. 이상 어느 방법을 택하는가는 그 유체의 부식성, SEAL액의 적부, PURGE용 유체 이용의 가부등에 따라 정해진다.

(h) 막히기 쉬운 유체의 도압배관

막히기 쉬운 유체에는 고형물 또는 점성 물질등이 섞여 있어 이것들이 막히는 경우와 유체가 체류함으로써 굳어져서 막히게 되는 경우로 생각된다. 전자의 경우는 TAP방향을 인출하여 위로 입상배관을 하던가 치수를 보통의 1/2B 또는 3/4B 또는 1B로 크게해서 고형물등을 프로세스 본관에 돌아가기 쉽게한다. 이때도 가능한 한 PURGE배관으로 하는것이 바람직하다. 후자의 경우는 도압배관을 될수록 짧게하고 부식성의 항에서 말한 PURGE 배관을 해줄 필요가 있다.

아. 도압배관의 TRACE 및 보온

도압배관의 유체가 겨울에 동결 및 응축, 온도저하에 의한 점도상승, 고체화 방지 및 운전조건에 적합한 유체온도 유지, DRY LEG를 위한 기온 및 운전자의 화상방지를 위해 TRACE 또는 보온을 한다. 도압 배관의 TRACE 방법은 아래 2가지로 분류된다.

(a) STEAM TRACING

(b) ELECTRIC TRACING

비고) 일반적으로 가격이 경제적인 STEAM TRACING 방법을 채택하나, PROJECT 유체특성 및 사용자의 요구에 따라 ELECTRIC TRACING 방식이 점차 늘어나고 있다. 가온일 경우에는 온도 또는 수증기를 사용하고 동관을 도압 배관에 나란히 설치하거나 감아서 설치한다.

\* STEAM TRACING

(a) 측정 유체가 증기이고 CONDENSATE POT를 사용할 경우

CONDENSATE POT 이후부터 계기까지TRACING 한다.

(b) 동결 방지의 목적으로 액체를 증기로 가열할 경우에는

TRACE에 사용하는 동관의 크기는 설계온도가 .30°C 까지는 8mm, .30°C 이하에서는 그 이상으로 한다.

(c) 수증기 TRACE의 경우 동관의 단말에 STEAM TRAP을

설치한다.( 배관SCOPE)

(d) 수증기 TRACE으로 부터 배출되는 CONDENSE를 회수할

경우의 HEADER 계획은 PROCESS 배관과의 업무 구분을

명확히 하는 동시에 관의 경사를 1/100 이상으로 한다.

(e) 3~7 kg/m<sup>2</sup>G의 증기로 TRACE 하는 경우의 공급 HEADER와 부하수량은 다음 표에 따른다.

| 배관크기   | 최대계기수 |
|--------|-------|
| 1/2"   | 2     |
| 3/4"   | 5     |
| 1"     | 10    |
| 1-1/2" | 20    |

\*보온( INSULATION)

보온 재료는 중온용 (300°C 정도), 고온용 (330°C 이상), 저온용으로 분류할 수가 있는데 사용구분은 다음과 같다.

(a) 중온용 보온 재료

직관부에는 일반적으로 탄산 마그네슘으로 된 통모양의 보온 재료를 사용하고, 굴곡부에는 석면보온 끈이나 암면 보온대를 감아서 만든다.

(b) 고온용 보온 재료

실제에는 고온의 내부층에만 내열도가 높은 것을 사용하고, 외층부에는 일반적으로 중온용 보온 재료를 사용한다.

(c) 저온용 보냉 재료

상온에서 0°C까지는 양모 FELT, GLASS FIBER FELT, 암면 FELT 등을 사용하며, 저온용에는 탄쿨크, FOAM POLYSTYLENE, 극저온용에는 FOAM GLASS, 경질 FOAM VINYLE, 경질 FOAM POLYURETHANE 등이 사용된다.

(d) 외장 재료

외장 재료에는 종이, 포류, Plastic Tape류, 도장한 금속판 등을 사용한다. 이동장 재료로는 CEMENT MORTAR, 석회 PLASTER, 석고 PLASTER, HARD CEMENT 등이 있다.

(e) 보온 및 보냉 재료의 두께

배관내의 온도에 대한 보온 및 보냉 재료의 두께는 배관 설계기준을 따른다.

#### 4) INSTRUMENT KEY PLAN

PLANT 전체 AREA를 공사도면 작성에 적합하도록 분류하고 각 AREA에서 작성되는 도면의 종류에 대한 DWG. NO.를 표기하여 쉽게 해당 AREA의 공사도면을 찾기 위한 PLAN 도면의 INDEX가 되어야 한다. 따라서 KEY PLAN설계는 아래 내용의 과정이 검토되어야 한다.

(1) OVERALL PLOT PLAN에 CABLE 및 AIR LINE 시공과 관련된 계기들을 P&ID 기준하여 대략적으로 위치를 선정하여 표기한다. 표기된 계기 수량을 기준하여 도면을 구획하고 SCALE을 결정할 때 다음 사항이 포괄적으로 검토되어야 한다.

가. 계기의 밀집도에 따른 적합한 도면의 SIZE 및 SCALE  
비고) STANDARD 도면 기준하여 A0 및 A1 SIZE에 그릴수 있는 면적을 SCALE별로 검토되어야 한다.

나. 설계 M/H의 효율성

다. 시공자의 효율적인 도면의 활용(도면과 도면의 MATCH POINT가 정확하고 효율적이어야 한다.)

라. 계기가 구획된 어느 한 도면으로 밀집되지 않도록 한다.

#### 5) INSTRUMENT LOCATION PLAN

(1) INSTRUMENT LOCATION 도면을 작성하기 위해 필요한 참고 도면

- (a) INSTRUMENT LOOP DIAGRAM
- (b) INSTRUMENT PIPING HOOK.UP
- (c) P&ID
- (d) PIPING G/A DWG.
- (e) ENGINEERING DWG.

(2) 위 참고 도면을 기준하여 현장지시 계기(예: LG,PG)를 제외한 모든 계기 및 PANEL류등이 표기 되어야 한다.

(3) 검출기와 전송기는 특별한 장애의 사유가 없는한 최대한 가깝게 설치한다.

(4) 현장 발신기 및 변환기 등은 통상 2" STANCHION PIPE 에 설치하고 자립형태로 길이는 1500mm를 기준한다.

(5) 위치가 불명확한 계기에 대한 것은 위치 표시를 하고 HOLD MARK를 한다.

## 6) INSTRUMENT (DUCT/TRAY) PLAN & MAIN CABLE PLAN

이 도면은 배관, 전기, STRUCTURE 및 EQUIPMENT 등과 간섭없이 설치되어 CABLE PULLING 을 용이 하게 해주어야 하며, 자재 산출이 가능도록 설계하여야 한다.

### (1) 설계순서

- 가. 배관에서 작성한 PLOT PLAN을 통하여 공장의 전체적인 배치 및 각 장치와 PIPE RACK 등의 관계를 조사하고 계기위치에 따른 배선 경로를 검토후 경제성과 실용성에 근거하여 포설 경로가 설치가능한지를 결정한다. 확정 경로는 상세 설계 단계에서 배관도, PIPE RACK, STEEL STRUCTURE 도면과 비교 검토하여 확정하고 전기경로와 간섭여부를 최종확인 해야한다.
- 나. 계기실내의 경로는 계기실 조건과 계기반의 배치등을 고려하여 지하로 하는가, 지상으로 하는가, DUCT로 할것인가, TRAY로 할것인가, TRENCH 로 할것 인가를 결정 해야한다.
- 다. ROAD CROSSING, MANHOLE 위치, 계기실 인입구의 SEALING 처리 방법등에 대한 설계 검토를 한다.
  - 라. 배관, 토목, 건축 , 전기등 관련부서와 경로에 대하여 협의한다.
- 라. 결정된 주경로 ( DUCT, TRAY, TRENCH, DUCT BANK등에) 대하여 SIZE를 결정하고, PIPERACK 위에 DUCT는 단위 길이당 중량(CABLE중량포함)을 산출하여 배관, 토목 담당자에게 통보해 주어야 한다
- 마 계장 DUCT/TRAY는 전기TRAY와 같은 ELEVATION 이거나 상단에 두는것이 좋으며, PIPE RACK에 설치시는 공사중 배관작업(용접)으로 인한 CABLE 손상및SPECIAL FITTING을 피하기 위하여 가장 상단에 두는것이 바람직 하다. 그러나 CABLE 길이에 따른 경제성과 CABLE PULLING 및 CONDUIT작업에 따른 영향등도 고려되어야 한다.

### (2) CABLE DUCT의 설계

- 가. PIPE RACK위에 놓인 DUCT/TRAY의 SUPPORT 간격은 3M 로 한다. RACK 간격이 3M를 초과할 경우는 RACK 설계 L/E에게 3M 마다 SUPPORT가 필요함을 정식으로 알려주어 PIPE RACK 설계에 반영토록 하여야 한다.
- 나. 통상DUCT내 CABLE 의 단면적은 DUCT 내부 단면적의 20% 이하로 설계한다.
  - 이 %는 정확히 확정된 CABLE 물량과 FUTURE 물량 고려에 따라 DUCT SIZE를 실용성 있게 다소 조종 될 수 있다. 필요단면적을

기본으로 해서 강판의 규격품 치수에서 殘材가 적게 되도록 DUCT SIZE를 결정한다.

다. DUCT HIGHT는 시공및 보수공사 등에 불편하므로 허용되는 범위에서 폭이 넓은 DUCT로 함이 바람직하나, PIPERACK SPACE 따른 경제성을 검토하여 합리적인 설계가 되도록 하여야 한다.

라. SUPPORT의 선정은 DESIGN HAND BOOK의 허용 하중표를 참조하여 SIZE를 설계한다.

마. DUCT내의 SEPARATOR 구분은 신호LEVEL에 의한 분류 기준에 따라 설계한다.

바. DUCT의 일반 철판 두께는 2.3 mm 와 3.2 mm주로 사용하고, 폭 600mm이상 대형 SIZE는 3.2mm 그 이하는 2.3mm로 설계한다. 단, DUCT COVER의 두께는 2.3 mm 와 1.6 mm 를 사용하는것이 취급상 편리하다.

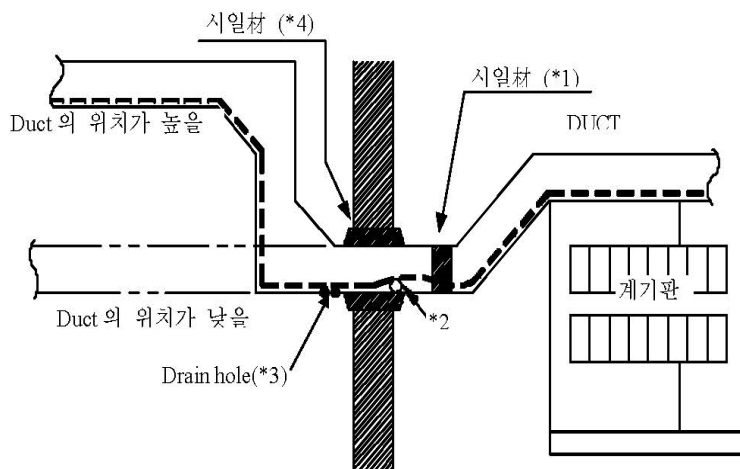
따라서 DUCT BODY 두께가 3.2mm인 것은 COVER 두께를 2.3mm로하고, 두께가 2.3mm 인것은 1.6mm로 사용한다.

### (3) DUCT의 SEALING방법

SEALING의 목적은 빗물과 GAS가 CONTROL ROOM 내로

유입 되는것을 방지하기 위한것으로 빗물은 유입의 방지 보다는 배출쪽으로 설계를 고려도 좋은 결과를 얻을 수 있다.

가. 아래그림(A)은 DUCT내의 물 빼기와 SEALING방법의 예를 나타낸것으로 관통부분의 SEALING 충전은 비처리의 목적과 동시에 계기실이 비위험 장소이고 실외가 위험장소의 경우에는 필요한 조치이다. SEALING재료로는 일반적으로 플라스틱 점토나 발포 스틸롤등이 사용되고 벽의 틈새에는 모르타르등이 적당하다.



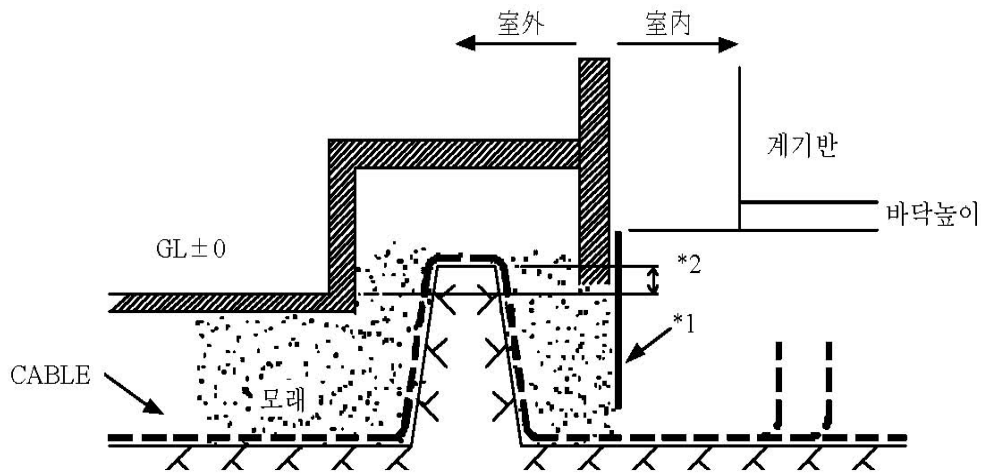
- \*1. Duct는 계기실에 들어가 차차 상향을 만들고 시일材를 충전한다.
- \*2. 물막이를 한층 완전히 하기위해 Duct속에 파이프를 까는 것도 생각한다.
- \*3. 물빼기를 위하여 철판에 구멍을 뚫는다. (DRAIN HOLE)
- \*4. Duct와 벽사이에도 빗물을 막는 목적때문에 시일材를 충전한다.

그림(A) DUCT의 SEAL 방법

#### (4) TRENCH의설계

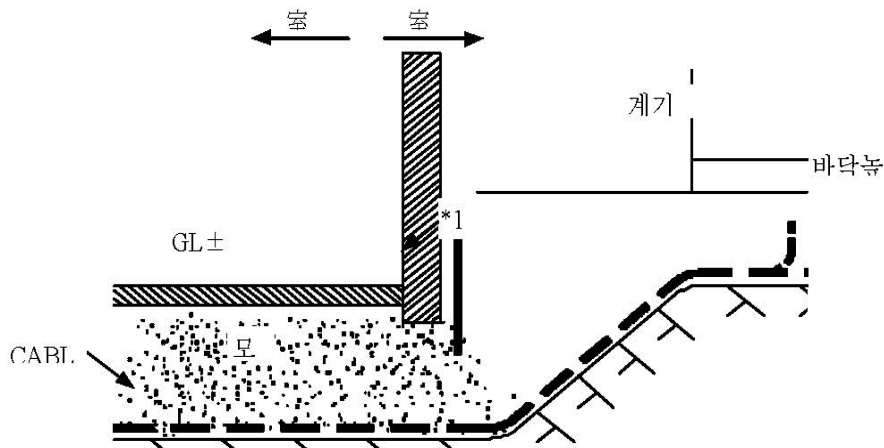
- 가. TRENCH의SIZE 및 경로에 대한 기본 설계를하고 상세설계 및 공사수행은 토건부에 의뢰한다.따라서 계장은 필요한 TRENCH SIZE 및 ROUTE를 작성하여 토건부로 INFORM을 전달하고 토건부에서 도면이 출두시 INFORM내용에 맞게 반영되었는지 필히 검토한다.
- 나. CABLE이 TRENCH내에서 차지하는 점유율은 20% 이하가 되도록 한다.
- 다. TRENCH내에 공기보다 무거운 위험가스가 기름종류의 체류를 막기 위하여 깨끗한 모래로 케이블을 덮는다.
- 라.TRENCH 의 모서리 부분이 직각으로 설계되어 CABLE PULLING시 CABLE이 손상되지 않도록 하여야 한다.
- 마.TRENCH 의 SEALING 방법 아래그림 참조





- \*1. 계기실과 외부피트와의 사이에 간막판을 삽입하고 모래가 들어오는것을 막는다.
- \*2. 뚝은 GL보다 반드시 높게 할 것.

그림 (a) 피트의 밑면이 GL보다 낮을 경우



- \*1. 계기실과 외부피트와의 사이에 간막이판을 삽입하고 모래가 들어오는 것을 막는다.

그림(b) 피트의 밑면이 GL보다 높을 경우

- \*1. 계기실과 외부피트와의 사이에 간막판을 삽입하고 모래가 들어오는것을 막는다.
- \*2. 뚝은 GL보다 반드시 높게 할 것.

그림 (a) 피트의 밑면이 GL보다 낮을 경우

- \*1. 계기실과 외부피트와의 사이에 간막이판을 삽입하고 모래가 들어오는 것을 막는다.

그림(b) 피트의 밑면이 GL보다 높을 경우

(5) TROUGH 의 설계

DUCT,TRENCH,DUCT BANK등을 이용할수 없는 지역에서 지중에 CABLE을 매설하는 경우 TROUGH내에 넣어 보호하되 , TROUGH가 차량및 기타 중량물의 압력을 받을 우려가 있는 장소에서는 지하 1.2M이상, 기타 장소에서는 60CM 이상에 매설하여야 한다. 매설후 지상에 적당한 표시를 하여야 한다.

(6) DUCT BANK의 설계

TRENCH를 이용하기가 곤란한 ROAD CROSSING부분이나 차량이 통행되는 곳에서는 DUCT BANK로 설계하여야 한다. DUCT BANK의 설계기준은 INSTRUMENT DESIGN HANDBOOK에 따른다.

(7) CULVERT의 설계

TRENCH를 이용하기가 곤란한 ROAD CROSSING부분이나 차량이 통행되는 곳에서 시공과정에서의 CABLE PULLING 작업 및 차후 유지보수 작업등이 쉽게 이루어지도록 하기 위하여 고려 할수있다. 그러나 경제성 여부가 함께 검토되어야 한다.

7) INSTRUMENT WIRING PLAN

계장 배선은 전원,신호,경보용 배선으로 분류 할수있다. 계장 배선 설계에 있어서 우선 선행하여야 할일은 LOOP 구성의 파악이다- 이파악 내용에 따라 전원 및 신호 LEVEL의 종류를 분류하여 유도장애에 대한 보호대책이 설계에 반영 되어야 한다.

(1) 배선공사

배선공사는 전기공사와 동일한 시공을 하는 것으로 전기설비 기술기준에 따라서 시공해야 한다.

가. 전원배선은 계기 및 부속품을 작동 시키는데 필요한 전기동력원의 배선으로 일반적으로 110VAC,220VAC 100VDC, 24VDC 등의 전원을 사용한다. 이 전원은 계기실내에의 분전반을 만들어 공급한다. 계장용 전원은 최고 100 ~110V 로 제한하고 200V 이상의 큰 전력이 필요한 계장 설비에 대한 전원은 전기공사로 포함되도록 의뢰 하는것이 좋다.

CONDUIT 설계에서 AC와 DC 전원은 분리 되어야 한다.

(a) 전원배선용 CABLE 은 일반적으로 600V 비닐 절연 차폐

케이블을 사용하고 도체의 공칭 단면적은(mm<sup>2</sup>) MIN- 2.0mm<sup>2</sup> SIZE로 설계하고 소비 전력에 따른 전압강하를 계산하여 적합한 CABLE SIZE를 선정하여야 한다. 전압강하 계산식은

“ INSTRUMENT DESIGN HAND BOOK” 참조

- (b) 전원배선과 신호배선은 원칙적으로 구분되어야 하고 DUCT, TRENCH, TRAY내에서도 SEPARATOR로 격리 되어야 한다.

#### 나. 신호배선

LOCAL 계기류에서 CONTROL ROOM의 DCS 나 계기류에 전송되는 ANALOG 신호, 열전대 신호, PULSE 신호에 대한 배선을 말하며 아래와 같이 구분 할수있다.

- (a) LOW LEVEL SIGNAL : 4~20mA DC, PULSE SIGNAL, RTD, ANALYZER, GAS DETECTOR, FIRE ALARM ON.OFF SIGNAL( DC 24V), SOLENOID VALVE(DC 24V), INST-POWER(DC 24V) THERMOCOUPLE SIGNAL, DATA COMMUNICATION SIGNAL
- (b) HIGH LEVEL SIGNAL: ON.OFF SIGNAL(AC 110V, DC110V), PAGING(PLANT COMMUNICATION) SOLENOID VALVE( AC110V, DC110V), INST- POWER( AC110V/220V, AC110V)
- (c) INTRINSIC SAFETY SIGNAL

#### 다. 계장배선의 외상보호

주경로는 CABLE DUCT/TRAY, TRENCH등에 넣어 보호 되지만 기타 장소에서는 후강 전선관을 사용하여 외상으로 부터 보호를 한다.

- (a) CABLE 단면적 및 수량에 따른 전선관 SIZE 선정은 INST. HAND BOOK TABLE을 참조하여 설계한다.
- (b) 전선관 SIZE는 MAX- 1 1/2”( 42mm) 이상은 사용하지 않는다. 부득이한 경우는 현장 상황에 따라 2”로 할 수도 있다.
- (c) J.B의 HUB설계는 전부 1 1/2”(42mm)로 통일한다. CONDUIT SIZE도 J.B와 연결되는 부분은 전부 1 1/2”(42mm)로 통일한다.

#### 라. JUNCTION BOX

- (a) JUNCTION BOX의 설계는 신호 LEVEL에 따라 구분해야 한다.
- (b) JUNCTION BOX의 POLE 수는 MIN- 20P로 하여 MAX. 120P 고려할수 있으나 SIZE에 따른 적절한 공간 확보가능 여부를 우선 배관 도면으로 검토가 되어야 한다. J.B 설치공간에 대한 검토는 SIZE를 결정해 놓고 찾기보단, 공사도면의 설계과정에서 동시에 검토 되어져야 한다.
- (c) JOB 설계시 SPARE POLE 수는 전체의 10~20%의 예비를 고려한다.
- (d) MULTI CABLE 설계시 CABLE 구매의 효율성을 위하여 가능하면 CABLE 가닥 종류를 최소화 한다.  
ex) 10C, 20C, 30C / 5P, 10P, 15P

(2) 계장배선의 잡음(NOISE)

전자식계기를 사용할 경우에 지시계나 조절계등이 주위의 대전류나 인피던스등의 영향으로 지시의 진동이나 오차가 발생 할수있다.

가. 유도장애의 종류

(a) 정전유도: 신호회로의 주변에 존재하는 정전 용량이나

분포 용량에 따라 발생. 고압전원과 신호회로의 정전유도에 따라 잡음전압이 유도된다.

(b) 전자유도: 신호회로와 그 주위의 자계와의 결합으로 생기는 잡음

나. 다혹은 접지점 가까운 대지등을 흐르는 잡음전류에 의해서 생기는 것이며 신호배선이 두곳 이상에서 접지될 경우에 대지를 통해서 폐회로가 구성되어 접지점간의 전위차에 의해 접지전류가 통해서 잡음이 발생 SHIELD 접지도 두곳 이상에서 접지되지 않도록 한다.이것을 잡음은 계기에서의 COMMON NOISE가 되어 계기의 지시진동이나 오차로 되어 나타난다.

다. 유도장애방지대책

a) 신호회로를 전원회로와 구분하여 이격거리를 유지한다.

b) DUCT내에서 SEPARATOR를 두어 신호회로와 전원회로를 구분

c) 정전유도: SHIELD CABLE 사용 및 CABLE을 금속 DUCT나 금속 전선관에 넣어 시공

d) 유도장애:일반적으로 SHIELD CABLE 및 TWIST PAIR CABLE을 사용한다.

e) 접지잡음: 접지잡음은 2점 접지로 할때가 대부분이기 때문에 반듯이 1점 접지로 한다.

라. 접지

접지는 NOISE대책 및 기타 안전면에서 중요한 공사이므로 주의깊게 고려 해야한다.

일반적으로 전기공사에서 하는 접지공사는 보안을 목적으로 하는것이지만 계기 측면에서는 안전을 목적으로한 외함(CASE)접지, 잡음(NOISE) 방지를 위한 SHIELD GROUND 및 SIGNAL LINE의 한쪽을 접지하는 SYSTEM GROUND로 구분 할수가 있다.

접지공사는 원칙적으로는 전기설비 기술기준에 따라 하며 계장설비의 SYSTEM 접지는 MFR의 자료에 따른다.

접지는 접지극 및 주 접지 도선의 조작반까지의 설계 및 공사가 전기 공사 부분에서 수행되기 때문에 주 접지 도선의 경로 외 굵기 설계를 위하여 관련 INFORM을 전기 ENG'ER 에게 통보해 주어야 한다.

(가) 접지 공사의 종류

접지 공사의 종류는 제 1종, 제 2종, 제 3종 및 특별 제 3종 등 4종으로 나눈다- SIGNAL LINE 및 특별한 SYSTEM (ex: DCS,PLC등)

접지를 제외하곤 제 3종 (접지 저항치 100W 이하) 접지로 설계한다.

J.B, LOCAL PANEL 및 접지를 요하는 계기등의 외함 접지 사항은 전기 ENG'ER 에게 INFORM을 주어 GROUNDING 설계에 반영토록 하여야 한다.

(a) 제1종접지: 고압회로에 적용되는 접지공사- ( 접지저항 : 10 W )

(b) 제2종 접지:고압을 저압으로 변압하는 변압기의 저압측 전로

(c) 제3종접지: 300V 를 이하의 저압회로로 하는 접지공사  
( 접지저항 : 100 W )

(d) 특별 제3종접지: 300V를 넘는 저압회로로 하는 접지공사  
( 접지저항 : 0 W )

(나) 접지의 대상이 되는 기자재

(a) 조작반

(b) 전기를 사용하는 계기류의 외함

(c) 금속제의 CABLE DUCT / TRAY

(다) 접지선의 굵기

(a) 계기반 : 14mm<sup>2</sup> 이상

(b) 계기류 : 2.0mm<sup>2</sup> 이상

(c) 전선관 : 2.0mm<sup>2</sup> 이상

(d) 케이블 DUCT/TRAY : 5.5mm<sup>2</sup> 이상

(e) 접지간선 : 14mm<sup>2</sup> 이상

8) INSTRUMENT AIR PIPING (공기배관)

공기식 계기에 공급하는 공기는 AIR COMPRESSOR에 의하여 승압되어 DRY UNIT에서 수분을 제거한후 통상 6~7kg/cm<sup>2</sup>G 로 공급 공기 본관(MAIN HEADER) 에 보낸다.

이 공급 공기는 본관(MAIN HEADER)에서 분기해서 각 계기마다 감압하여 공급하거나 일괄 감압하여 계기에 공급한다. 일반적으로 전자의 방법을 사용하지만 비교적 공급공기를 필요로하는 계기가 밀집되어 있는 경우에는 후자의 방법이 경제적이다.

또한 조작용 기체로서 공기 이외에 N2 GAS나 기타 불활성 GAS를 사용 할 수가 있지만 질식의 위험이 있으므로 주의를 요한다.

- (1) RESERVIOR의 용량 계산, 평균 공기 소비량(배관의 크기에 따른 계기의 PILOT수) 은 INSTRUMENT DESIGN HAND BOOK 내용을 참조한다.
- (2)공급 공기의 배관은 TAKE-OFF VALVE (인출 VALVE)이후 부터 설계한다. TAKE-OFF VALVE의 위치, SIZE에 대한 INFORMATION을 배관으로 주어야 한다.
- (3) 1/2" 공기배관은 그 길이가 30M를 넘지 않도록 한다.
- (4) TAKE-OFF VALVE 1개당 1/2" SPARE VALVE를 FUTURE 고려하여 적당한 곳에 설치되도록 설계하여야 한다.
- (5) 기본적으로 CONTINUES CONTROL VALVE와 ON.OFF VALVE의 TAKE-UP VALVE는 구분하여 설계하여야 한다.
- (6) 일반적으로계기나 CONTROL VALVE에 공급되는 공기압은 1.4 kg/cm<sup>2</sup> 가 표준이나 대구경 ON-OFF VALVE, CYLINDER VALVE 및 고차압 VALVE등은 이보다 높은 공기압을 필요로 한다. 따라서 평균 공기 소비량을 고려하여 설계하여야 한다.
- (7) 신호공기의 전달거리와 전달 지연  
공급공기는 발신기, 변환기 또는 조절계 등을 거쳐 0.2 ~ 1.0kg/cm<sup>2</sup>의 신호공기로 되어 지시계, 기록계, 조절 밸브 등에 전달된다.  
이 신호공기의 전달은 어느정도 시간적으로 지연된다는 것을 고려해야 한다.  
(a) 동관 6mm, 8mm의 2종류에 대해서 전달거리와 전달지연은 실험결과 다음표와 같다.

| 관경/거리   | 30m | 50m | 100m | 200m | 300m |
|---------|-----|-----|------|------|------|
| 6/4mm동관 | 0.9 | 1.5 | 2.5  | 5    | 9    |
| 8/6mm동관 | 0.7 | 1   | 2    | 3.5  | 6    |

단위 : 초

- (b) 당사에서는 비닐 피복 6/4mm 동관 케이블을 사용한다. 따라서 신호공기 배관의 길이가 70m를 넘는 것은 조절계를 현장에 설치하여 신호전달의 지연을 감소시키도록 고려하여야 한다.
- (c) 전기 및 공기식 변환기를 사용하는 경우 2)항과 반대로 거리가 너무 짧으면 HUNTING을 일어날 수가 있다. 이를 방지하기 위하여 용량 TANK를 사용하지만, 신호공기 배관의 길이가 10m 미만일때에는 주의를 요한다.