

제작표준서

(3톤급 플라즈마 고온가스화기 후단시스템)

2022. 11.

- 목 차 -

1. 개 요	3
2. 시스템 구성 (상세 항목은 Equipment List 참조)	3
3. 적용 도서	3
4. 견적용 제출 도서	3
5. 현장 정보	4
6. 측정 단위 (Unit of Measurement)	4
7. 유틸리티	6
8. 업무 범위	7
9. 철거 시설	11
10. Piping Tie-in Point	13
11. 주요 제작 사양	14
12. 납품 및 설치조건	24
13. 사급품 리스트	25
14. 검사 및 시험	25
15. 특기사항	26
16. 특허권 및 소유권	26
17. 기타	26

1. 개 요

본 플라즈마 고온 연소로 시스템은 고온(1400 ℃) 상압의 플라즈마를 이용하여 폐기물을 소각, 폐기물 내 유기물의 열분해를 통한 수소, 일산화탄소 등의 합성가스 생산 및 무기물의 용융 슬래그화를 통한 부피 감축하는 폐기물 처리 방법으로써 125 kg/h 정도의 폐기물량을 처리 할 수 있는 시스템

2. 시스템 구성 (상세 항목은 Equipment List 참조)

Item No.	Service Description	Quantity
100-Z-001	폐기물 투입장치	1 set
100-F-001	열분해 가스화기	1 set
100-Z-003	플라즈마 토치 A	1 set
100-Z-004	플라즈마 토치 B	1 set
100-Z-006	슬래그 배출조	1 set
100-D-001	가스 버퍼 드럼	1 set
100-E-001	Syngas 쿨러(열교환기)	1 set
100-T-001	습식세장탑(PH 농도 및 분진제거)	1 set
100-C-002	ID fan	1 set
100-C-003	FD Fan	1 set
100-F-002	후단 연소기	1 set
100-Z-010	배가스 Quencher	1 set
100-Z-005	연돌	1 set

3. 적용 도서

	Document Number	Description	Rev. No.
1	100-PFD-001~002	Process Flow Diagram	A
2	100-PID-001~005	Piping & Instrument Diagram	A
3	-	Equipment List	C
4	-	1.5t/d 플라즈마 가스화 실험로 도면	-
5	-	3t/d 플라즈마 가스화기 도면	A1
6	-	플라즈마 고온연소시스템 투입부 도면	-
7	-	ThermaScope HDC Burner Installation Manual	7

4. 견적용 제출 도서

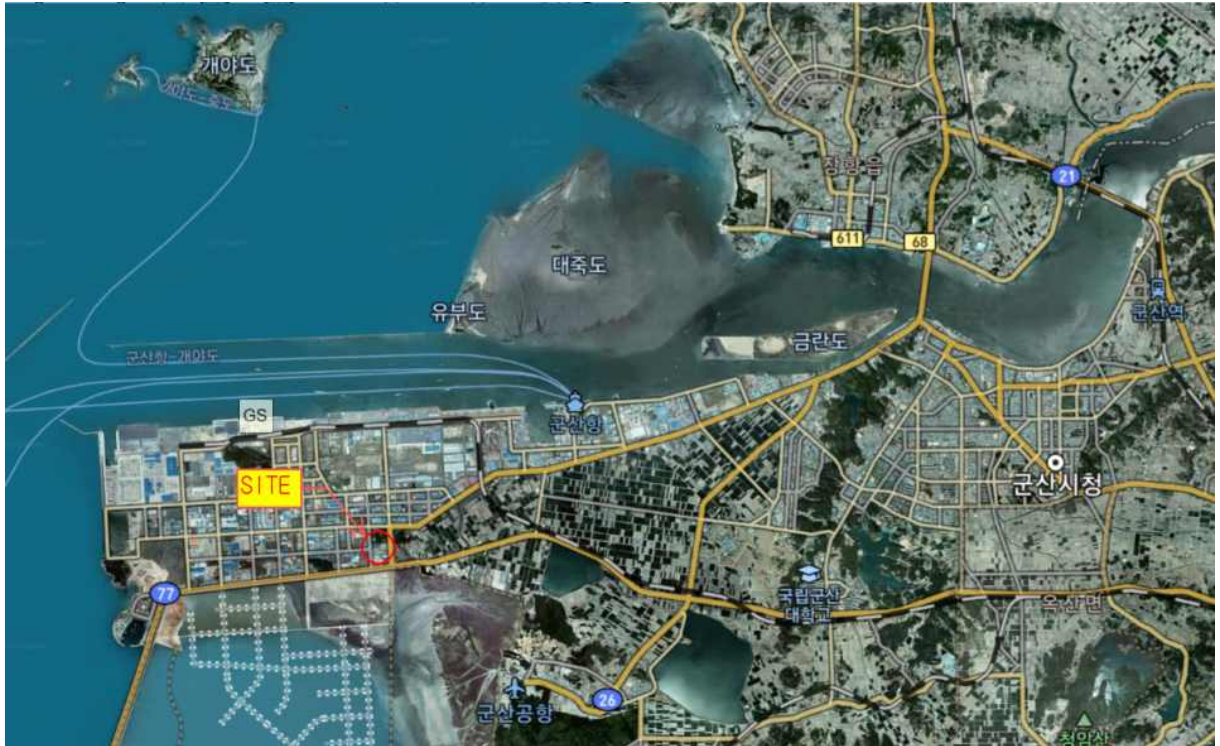
- 가. Experience/Reference List
- 나. Sub-vendor List
- 다. Overall Schedule
- 라. Equipment Layout Drawing
- 마. 기기 사양서
- 바. Deviation List

5. 현장 정보

가. 주소: 전북 군산시 동장산로 37 한국핵융합에너지연구원 플라즈마기술연구소

나. 인접 기차역: 군산역, 익산역

다. 인접 공항: 군산공항



6. 측정 단위 (Unit of Measurement)

배관/Tube 사이즈(inch)를 제외한 모든 단위는 MKS 시스템을 사용

	MKS	ENGLISH
Temperature	<input checked="" type="checkbox"/> °C	<input type="checkbox"/> °F
Pressure (gauge)	<input checked="" type="checkbox"/> kg/cm ² (g)	<input type="checkbox"/> psig
Pressure (absolute)	<input checked="" type="checkbox"/> kg/cm ² (a)	<input type="checkbox"/> psia
Mass	<input checked="" type="checkbox"/> kg	<input type="checkbox"/> lb
Length	<input checked="" type="checkbox"/> mm or m	<input type="checkbox"/> inch or ft
Line size (pipe diameter)	<input type="checkbox"/> mm	<input checked="" type="checkbox"/> inch
Corrosion allowance	<input checked="" type="checkbox"/> mm	<input type="checkbox"/> inch
Area	<input checked="" type="checkbox"/> m ²	<input type="checkbox"/> ft ²
Volume	<input checked="" type="checkbox"/> m ³	<input type="checkbox"/> ft ³
Time	<input checked="" type="checkbox"/> sec, min or hr	<input type="checkbox"/> ←
Velocity	<input checked="" type="checkbox"/> m/sec	<input type="checkbox"/> ft/sec
Liquid relative density	<input checked="" type="checkbox"/> S.G. t °C/15.6°C	<input type="checkbox"/> ←
Liquid density	<input checked="" type="checkbox"/> kg/m ³	<input type="checkbox"/> lb/ft ³
Vapor flowing density	<input checked="" type="checkbox"/> kg/m ³	<input type="checkbox"/> lb/ft ³
Furnace draft	<input checked="" type="checkbox"/> mmH ₂ O	<input type="checkbox"/> inH ₂ O
Storage tank pressure	<input checked="" type="checkbox"/> mmH ₂ O	<input type="checkbox"/> inH ₂ O
Vacuum	<input checked="" type="checkbox"/> mmHg or mmH ₂ O	<input type="checkbox"/> inHg or inH ₂ O
Flowing mass	<input checked="" type="checkbox"/> kg/hr	<input type="checkbox"/> lb/hr
Flowing vapor	<input checked="" type="checkbox"/> m ³ /hr	<input type="checkbox"/> ft ³ /hr
Flowing liquid	<input checked="" type="checkbox"/> m ³ /hr	<input type="checkbox"/> ft ³ /hr
Standard vapor flow	<input checked="" type="checkbox"/> Nm ³ /hr at 0°C & 1.033 kg/cm ² a	<input type="checkbox"/> std ft ³ /hr at 60°F & 1.033 kg/cm ² a
Standard liquid flow	<input checked="" type="checkbox"/> std m ³ /hr at 15.6°C	<input type="checkbox"/> std ft ³ /hr at 60°F
Heat quantity	<input checked="" type="checkbox"/> kcal/hr	<input type="checkbox"/> Btu/hr
Thermal conductivity	<input checked="" type="checkbox"/> kcal/hr-m-°C	<input type="checkbox"/> Btu/hr-ft-°C
Heat Transfer coefficient	<input checked="" type="checkbox"/> kcal/hr-m ² -°C	<input type="checkbox"/> Btu/hr-ft ² -°C
Heat flux	<input checked="" type="checkbox"/> kcal/hr-m ²	<input type="checkbox"/> Btu/hr-ft ²
Enthalpy	<input checked="" type="checkbox"/> kcal/kg	<input type="checkbox"/> Btu/lb
Specific Heat	<input checked="" type="checkbox"/> kcal/kg-°C	<input type="checkbox"/> Btu/lb-°C
Heat Rate	<input checked="" type="checkbox"/> 10 ⁶ kcal/hr or MMkcal/hr	<input type="checkbox"/> 10 ⁶ Btul/hr or MMBtu/hr
Viscosity	<input checked="" type="checkbox"/> cP	<input type="checkbox"/> ←

	MKS	ENGLISH
Kinematic Viscosity	■ cSt	<input type="checkbox"/> ←
Surface tension	■ dyne/cm	<input type="checkbox"/> ←
Composition	■ vol% / wt% / mol%	<input type="checkbox"/> vol % / wt% / mol%
Power	■ kW	<input type="checkbox"/> hp
Sound pressure	■ Pa	<input type="checkbox"/> ←
Sound intensity	■ dBA	<input type="checkbox"/> ←

7. 유틸리티

유틸리티 개별 운전/설계 조건

현장 확인 후 결정 (예시)

UTILITY	Operating Conditions		Design Condition		Remark
	Kg/cm ² g	°C	Kg/cm ² g	°C	
Service Air SA	7	Amb.	10	60	연구동 기존 Header에서 공급
Compressed Air CA	7	Amb.	10	60	
Instrument Air IA	7	Amb.	10	60	
Nitrogen N	7	Amb.	10	60	
Fuel Gas (LPG) FG	4.5	Amb.	8	110	
Service Water SW	5	Amb.	8	60	연구동 기존 Header에서 공급
Cooling Water Supply CWS	5	32	10	65	
Cooling Water Supply CWR	2	42	10	65	
Chilled Cooling Water Supply CHWS	12		15		
Chilled Cooling Water Return CHWR	5		15		

8. 업무 범위

“√” 표기한 항목은 기본적으로 Vendor 업무 및 공급 범위에 포함하고 그 외 기기 운전
전에 필요한 제품 또한 Vendor의 공급 범위에 포함 할 것

<u>Description</u>	<u>By Vendor</u>	<u>Remark</u>
가. Scope of Work		
1) Project Management	√	
2) Thermal Rating	√	
3) Mechanical Design & Detail Drawings	√	
4) Structural Design and Calculation	√	
5) Refractory Design with Anchors	√	
6) Burner Design with Burner Tiles	√	
7) Local Control Panel Design	√	
8) Instrument, Electrical Engineering	√	
9) Platform/Ladder/Stair Design and its Detail Drawing Generation	√	
10) Control System and Logic Design within Battery Limit	√	
11) Fuel Train Design including Instruments	√	
12) All Ducts & Piping Design within Battery Limit	√	
13) Manufacturing and Procurement	√	
14) Expediting of Materials, Fabrication and Documentation	√	
15) External Insulation & Personnel Protection Insulation Design	√	
16) Sound Insulation Design	√	
17) Heat Tracing Design	√	
18) Certificates of all explosion-proof equipment	√	
19) Seller's Participation for HAZOP Study	√	
20) Documentation		
가) Data sheet		
(1) 폐기물 투입장치	√	
(2) Syngas 쿨러(열교환기)	√	
(3) 습식세장탑(PH 농도 및 분진제거)	√	
(4) FD&ID Fan	√	
(5) 후단 연소기	√	
(6) Burner	√	
(7) Quncher	√	
(8) 연돌	√	
나) Engineering drawing		
(1) General arrangement drawing	√	
(2) Equipment Detail drawing	√	
(3) Piping & Duct drawing	√	
(4) Refractory and insulation drawings	√	
(5) Structural steel drawings	√	
(6) Platform, Ladder & Stair drawings	√	
(7) Instrument Drawing	√	
(8) Alarm & Set Point Lis	√	
(9) Cause & Effect Chart	√	
(10) Utility Consumption List	√	
(11) Panel Drawing	√	
(12) Setting & Anchor Bolt Drawing / Catalogue	√	

<u>Description</u>	<u>By Vendor</u>	<u>Remark</u>
(13) Process Flow Diagram	√	
(14) Piping & Instrument Diagram	√	
다) Procedure		
(1) Erection	√	
(2) Precommissioning, Dryout & Start-up	√	
(3) Operation & Maintenance	√	
라) Instrumentation		
(1) Instrument vendor drawing	√	
(2) Data sheet	√	
(3) Calibration certificate	√	
(4) Any manual/catalogue for instrument	√	
(5) Cable Connection & Wiring Diagram		
마) Electrical		
(1) Electrical consumers list	√	
(2) Single line diagram	√	
(3) Conduit and cable schedule	√	
바) Ducts & Piping		
(1) Ducts&Piping general arrangement drawings	√	
(2) Duct&Pipe support drawings	√	
사) Refractory & Insulation specification	√	
아) Fabrication/Shop Drawing Generation including Platform/Ladder	√	
자) Project Overall Schedule including		
(1) Fabrication Schedule	√	
(2) Sub-order Schedule	√	
(3) Engineering Schedule	√	
(4) Erection Schedule	√	
(5) Vendor Print Index & Submission Schedule	√	
(6) Delivery Schedule	√	
나. Supply Scope		
1) 폐기물 투입장치	√	
2) 열분해 가스화기		
가) Equipment Proper	By Others	사급품
나) Support Structure	√	
다) Anchor/Setting bolt for 열분해 가스화기	√	
라) Refractory and Anchor with Surplus Materials	By Others	사급품
마) Sight glass with damper	By Others	사급품
바) Plasma Torch (2 Sets)	By Others	
3) Syngas 쿨러(열교환기) with refractory lining	√	
4) 습식세장탑(PH 농도 및 분진제거)	√	
5) ID Fan including;	√	
가) Shaft and bed	√	
나) Expansion Joint	√	
다) Motor / Coupling	√	
라) VSD with Panel for motor	√	
6) FD Fan including;	√	
가) Shaft and bed	√	
나) Inlet guide vane including;	√	
(1) Peumatic actuator	√	

<u>Description</u>	<u>By Vendor</u>	<u>Remark</u>
(2) Positioner	√	
(3) Limit Switches	√	
다) Expansion Joint	√	
라) Motor / Coupling	√	
마) Inlet silencer, and hoods	√	
7) 후단연소기 including	√	
가) Burners and Pilots with Tiles	√	
나) Electric Ignitor and Transformer with Panels and HT Cables	√	
다) Flame Scanners & Amplifiers with Panels	√	
라) Plenum with Air Control Dampers	√	
마) Equipment Proper	√	
바) Refractory and Anchor with Surplus Materials	√	
사) Sight glass with damper	√	
8) 배가스 Quncher	√	
9) 연돌	√	
10) Pumps including;	√	
가) Casing, Shaft and bed	√	
나) Motor / Coupling	√	
다) Shaft Sealing System	√	
라) Standard accessories	√	
11) Ducts & Piping		
가) Expansion Joints	√	
나) Ducts & pipings within battery limit	√	
다) All valves specified in P&ID and Data Sheets	√	
라) Supports and guides for ducts & piping	√	
마) Refractory and Anchor with Surplus Materials	√	
12) Syngas 쿨러, Tanks	√	
13) Electrical, Instrumentation & Control Equipment		
가) Cable & Conduit/Tray/Fitting between Local Instrument and Local Control Panel	√	
나) All local instruments within Vendor as per P&ID	√	
다) Hook-up Material	√	
라) Local Control Panel with PLC inculding	√	
(1) HMI	√	
(2) Accessible from other network	√	
(3) Operating Software	√	
(4) Laptop computer and License CD for PLC	√	
마) Tubing Material	√	
바) Gas Analyser System Panel	By Others	재사용
사) Plasma Torch Power Panel	By Others	사급품
14) Auxiliaries and Miscellaneous Items		
가) Platform/Ladder/Stairs/Handrails	√	
나) Saddle, Base Plate, Slide Plate with Bolts/Nuts	√	
다) Earth Lugs	√	
라) Nozzles with Bolt/Nuts and Blind Flange and Gasket	√	
마) Access Doors and Observation Ports with Glass Type	√	
바) Spreader Beams for Erection Aid	√	필요시
사) Bolts and Nuts, Gaskets for Field Joints	√	

<u>Description</u>	<u>By Vendor</u>	<u>Remark</u>
아) Name Plates with Bracket	√	
자) Supports lugs and clips for Platform and Ladder	√	
차) Clips for pipe supports	√	
카) Supports including base plates and Teflon sliding plates within B.L.	√	
타) Supports including base plates and Teflon sliding plates within B.L.	√	
파) Touch-up painting material (5%)	√	
하) Insulation support clips and rings (shop installed)	√	
거) Insulation material (Hot & Personnel Protection)	√	
네) Sound Insulation material	√	필요시
더) Lagging/Jacketing for insulation	√	
러) Electrical Heat tracing material	√	
머) Special tools for field erection and maintenance	√	
버) Setting & Anchor bolt, nut & washer	√	
다. Shop Fabrication		
1) Equipment and Steel Structure with Standard Accessories	√	
2) Duct and Pipings	√	
3) Structure, Platforms, Ladders, handrails, and Stairs	√	
4) All Refractory Anchor Welding	√	
5) Refractory Lining Works for Shop Installation Parts	√	
6) Painting up to Finish Coat	√	
7) Inspection, Non-destructive Examination and Testing	√	
8) Preservation and Protection for Shipment and Storage at Site	√	
9) Postweld Heat Treatment	√	필요시
라. Packing And Transportation		
1) Packing for Transportation	√	
2) Inland Transportation to Site	√	
마. Field Work		
1) Site preparation	√	
2) Erection / Equipment Installation	√	사급품&재사용품포함
3) Refractory Lining Works for Field Installation Parts	√	
4) Heat Tracing, Insulation and Lagging/Jacketing Works for Field Installation Parts	√	
5) Training for Operation and Maintenance at Site	√	
6) Demolition of existing facility	√	
7) Touch-up Painting	√	필요시

9. 철거 시설

가. 기존 1.5T/D 플라즈마 소각로는 철거하고, 해당 위치에 3 T/D 폐기물 고온 분해로를 설치 함

나. 기존 시설 사진

1) 실험동 내부

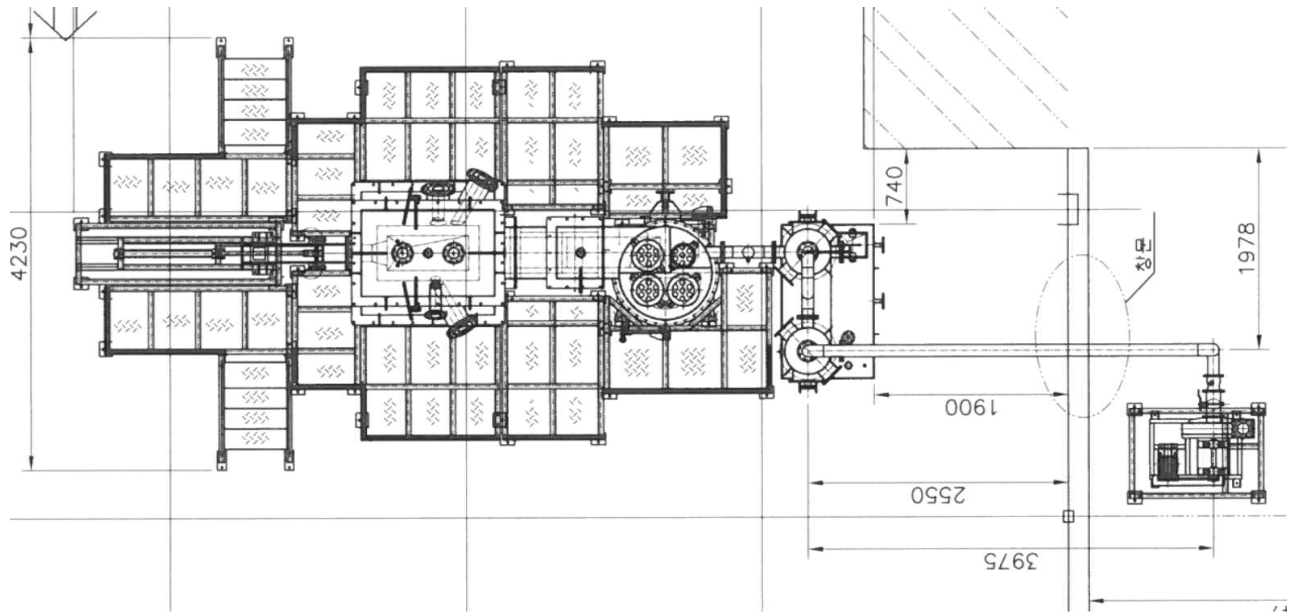


2) 실험동 외부

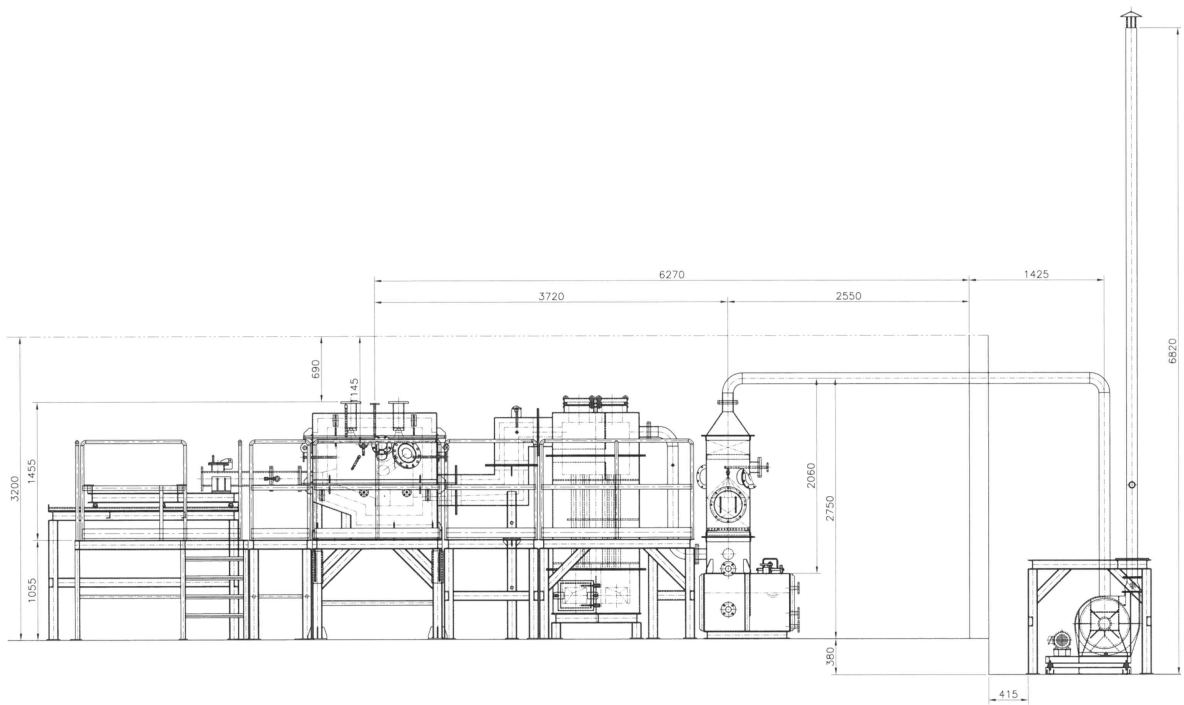


다. 기존 시설 도면

1) Top View



2) Side View



10. Piping Tie-in Point

Utility Service Pipint Tie-in Point는 2곳을 나뉘어 설치되어 있고, 해당 위치부터 Service User까지 Piping 설계해야 함

가. Tie-in Point (1)

열교환기냉각수 IN 배관 1ea(사용압력3bar)

열교환기냉각수OUT 1ea

토치냉각수 IN 배관 2ea, OUT 2ea(사용압력 10 bar)

토치외부 냉각수 IN 2ea, OUT 2ea

합성가스 OUT 1ea

분해로공기 주입 1ea

나. Tie-in Point (2)

냉각탑물공급배관 1ea(사용압력4bar)

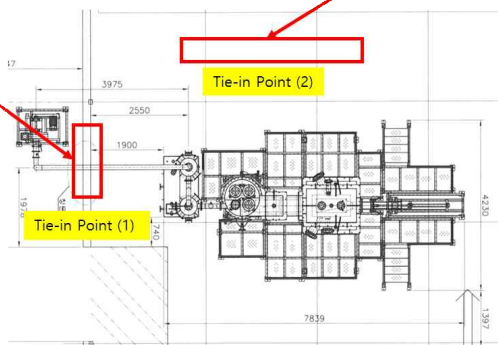
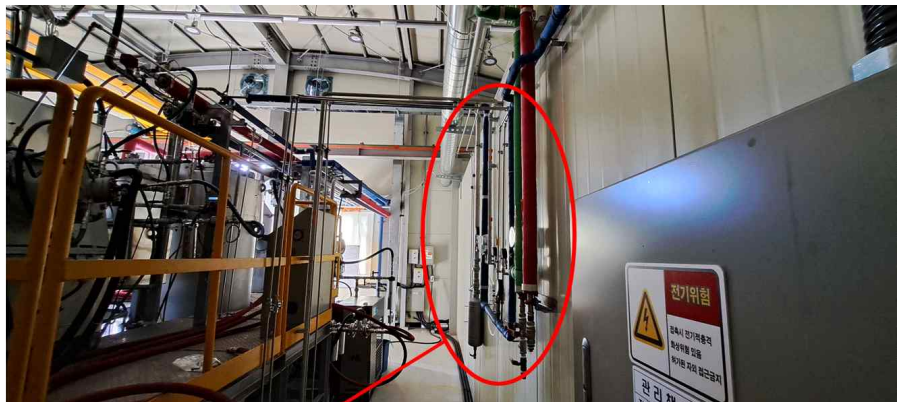
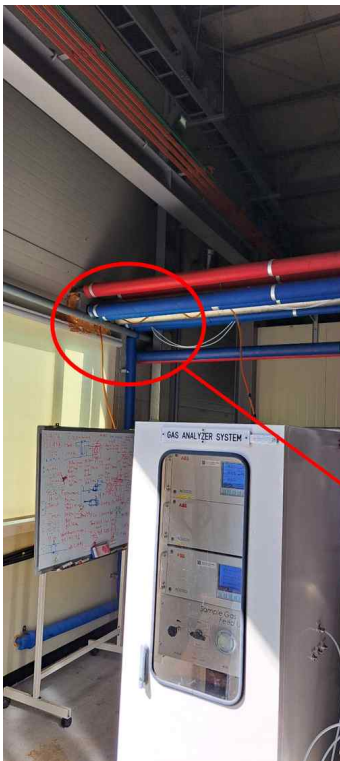
냉각수여유분 IN-OUT 각1ea

토치질소 IN 배관 1ea (사용압력 5 bar)

토치공기 IN 배관1ea(사용압력 3.5 bar)

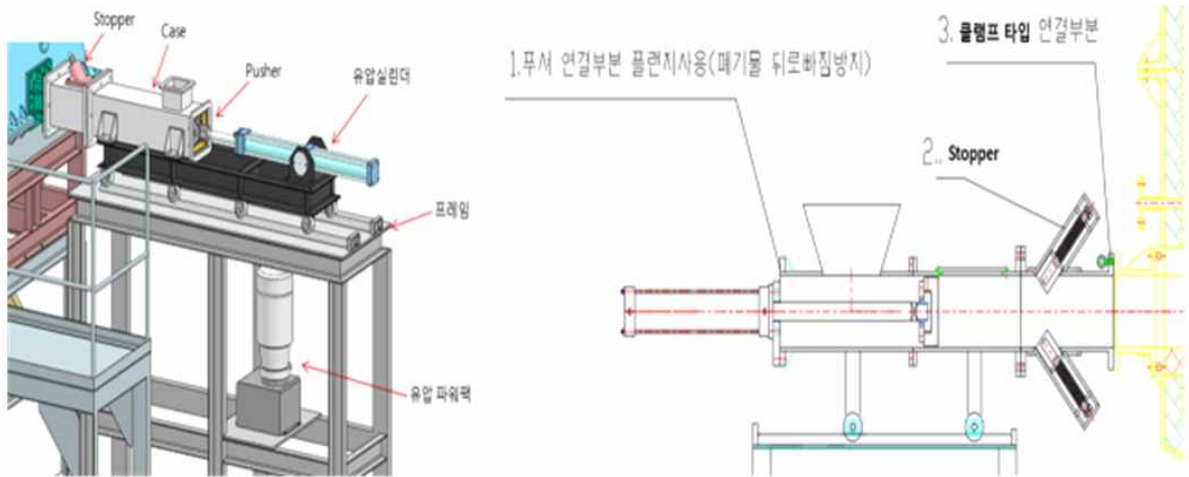
토치LPGIN 배관1ea(사용압력 3.5 bar)

토치산소 IN 배관 (설치 예정)



11. 주요 제작 사양

가. 폐기물 투입 장치



1) 연속운전이 가능한 폐기물 연속 투입화 구조

2) 플라즈마 고온연소시스템 투입부 도면참고하여 제작, 납품 설치 할 것

3) 폐기물 투입 유압장치

가) 폐기물을 투입구에 넣고 이를 Pusher (압축장치)와 Stopper의해 압축시키면서
로의 내부로 밀어 넣는 방식, 압축된 폐기물에 의해 공기 유입이 차단 됨

나) 아래 명기된 전진/후진 작동시간은 참고 자료이고 해당 시간보다 더 빨리 움직이
도록 할 것

- 아 래 -

(1) Total Power 및 원료 인가압력

(가) 정상 조업 시, 실린더 유압 범위: $\sim 140 \text{ kgf/cm}^2$ (Max. 200 kgf/cm^2)

(나) 적용 Cylinder 내경: $\phi 63\text{mm}$ (실린더 크기는 투입구 구조에 따라 변경 필
요)

(다) Pusher 압축 단면: $165 \times 130 \text{ mm}$

(라) Total 인가 Power: $140 \times 6.3 \times 6.3 \times \pi / 4 = 4364.14 \text{ kgf}$

(마) 원료 인가압력: $4364.14 / (16.5 \times 13) = 20.35 \text{ kgf/cm}^2$

(2) Cylinder 구조 검토

(가) Cylinder Rod 부하: 4364.14 kgf

(나) 좌굴하중 (n: 단말계수, ℓ : 길이, E: 탄성계수, I: 단면 2차모멘트)

(3) Cylinder 이송 속도 및 유압펌프 선정

(가) Cylinder Pipe 내경: $\phi 63\text{mm}$

(나) Cylinder Rod 지름: $\phi 35\text{mm}$

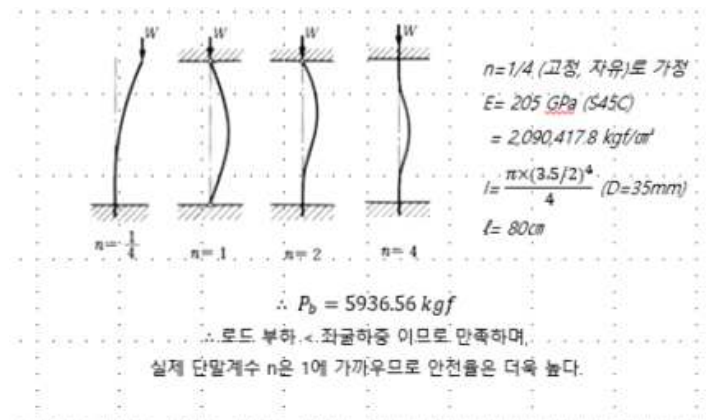
(다) Cylinder Stroke: 800mm

(라) 펌프 유량 $Q = v \times A$ (v : 실린더 속도, A : 실린더 단면적)

(마) 전진 시간을 20s, 후진 10s, 모터 회전수를 일반적인 1700rpm 로 가정

(4) 전진 유량: $80 / 20 \times 6.3 \times 6.3 \times \pi / 4 = 124.69 \text{ cm}^3/\text{s} = 7.48 \text{ l/min}$

(5) 후진 유량: $80 / 10 \times (6.3 \times 6.3 - 3.5 \times 3.5) \times \pi / 4 = 172.41 \text{ cm}^3/\text{s} = 10.34 \text{ l/min}$



(가) 모터 필요 출력 = $140 \text{ kgf/cm}^2 \times 10.34 \text{ l/min} / 621 = 2.37 \text{ kW}$

= $140 \text{ kgf/cm}^2 \times 10.34 \text{ l/min} / 450 = 3.22 \text{ HP}$

(나) 펌프 용량 = $1000 \times 140 / 1700 = 6.085 \text{ cc/rev}$

다) 압축장치는 레일 위에 놓여져 전후로 이동할 수 있게 하고 운전시 소각로와 클램프를(유지 보수를 위한 탈 부착 용이한 결합구조) 사용하여 고정함

라) 레일 위에 놓여있는 Pusher(압축장치)는 운전 및 유지 보수 시 밀리지 않도록 하기 위해 압축장치를 레일에 고정 할 수 있도록 장치 구성 할 것

마) 시스템 구성

(1) Case: 소각로에 연결되어 폐기물이 압축/이송 통로

(2) Pusher: 폐기물을 소각로 쪽으로 밀어주는 역할

(3) Stopper: 폐기물 압축, 투입량 조절 및 적절한 배압하는 역할 (Spring + Block 구조)

(4) 유압 실린더, 파워팩, 프레임 구조물 등

4) Feed가 플라스마 토치까지 Slope 따라 천천히 일정한 속도로 투입되도록 설계 할 것

5) 다양한 종류의 Feed 실험 예정

가) Oil

나) SRF

다) 생활폐기물

나. 플라스마 토치

1) 운전중 플라스마 토치 교체방식은 안전 문제로 반영하지 않음.

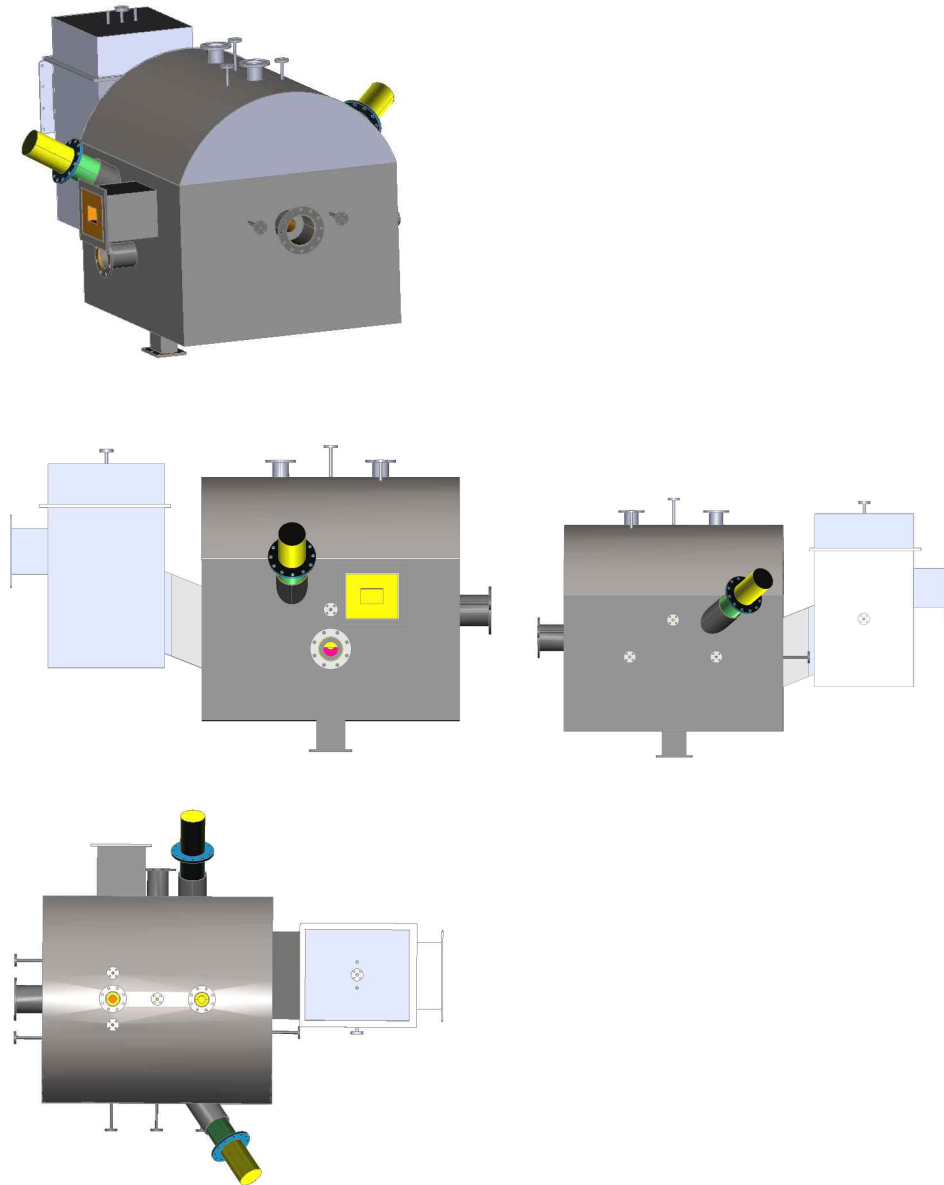
2) 2개 설치될 예정이고, 2개가 동시에 작동할 예정임

3) 순산소(O_2)Air, N_2 , Argon 등 다양한 기체가 사용될 예정임

4) 토치를 연소로 좌/우에 바닥면기준 20° 의 각도로 기울어지게 대각 으로 설치하여 플라스마 Frame이 회전하여 연소로 전체에 온도 분포가 균일하게 확산 될 수 있는 구조로 한쪽은 용탕면, 한쪽은 폐기물 투입부 방향으로 설계

5) 토치에 연결되는 Flexible hose는 절연제품을 사용할 것

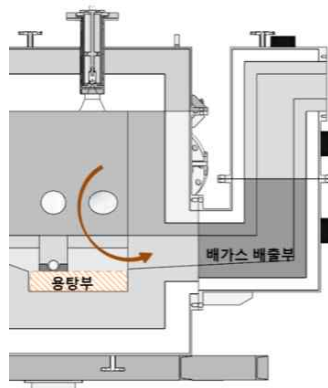
다. 열분해 가스화기



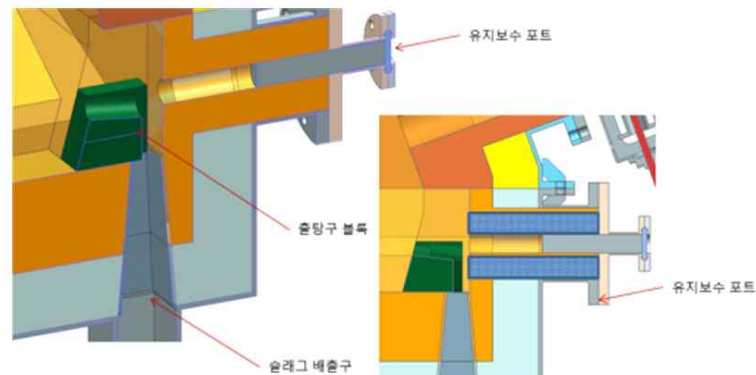
- 1) 폐기물을 플라즈마 토치로 고온 연소 및 열분해 시켜 열분해 가스 및 용융물로 전환시키는 장치
- 2) Refractory
 - 가) 1800℃ 이상의 온도에서 사용할 수 있는 내화재를 적용 할 것
 - 나) SLC-CR10 100mm, INCT-150 100mm, HZ board 50mm (세라코닉 제품 기준)로 구성하고 경계층에는 세라믹 페이퍼 3t 삽입



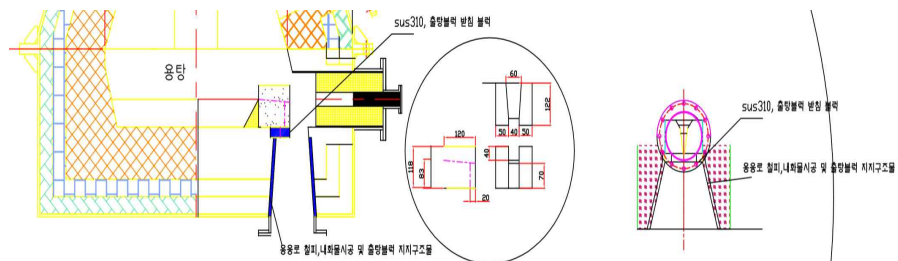
- 다) 외부온도 70°C 이하로 유지되도록 Refractory 선정 할 것
 - 라) 개선된 제품 및 내화물 구성이 있다면 제안하고 근거가 되는 계산 온도 profile 등의 객관적 근거 자료를 제출 할 것
 - 마) 가파른 승온 작업은 Refractory Crack의 주된 원인이기 때문에 Refractory Vendor에서 제시한 승온 절차를 따르는 것을 추천함
 - 바) 모든 포트 부위의 내화재는 연소로 내부면에서 모따기 구조(시야확보) 적용 함
 - 사) 기존 설비는 Brick사이로 열침투 문제로 Casing 가열되는 문제가 있어, Water Jacketing 적용 할 것
- 3) 플라즈마 가스화기 모든 포트는 이중자켓 구조를 이용하여 냉각수 적용할 것
 - 4) 운전 온도: Nor. 1400°C (고온 운전시 더 많은 중금속이 배출되는 문제 있음)
 - 5) Start-up Burner는 적용하지 않음
 - 6) Start-up시 LNG와 예열 공기를 플라즈마 토치 주변에 주입하여 가스화기 내부 온도 승온시킬 예정
 - 7) 공기 및 산소 주입구: 초기 운전시 온도 상승을 위한 LNG 및 공기 주입을 위한 적절한 위치(몽쳐진 투입 폐기물 분산 고려) 선정 할 것
 - 8) 폐기물 진입부에 공기를 분사하여 보다 열반응이 활성화 되도록 공기주입부 위치를 선정 할 것
 - 9) 폐기물 투입구 하단에서 용탕부까지의 거리에 기울기를 적용하여 폐기물이 용탕부까지 완만하게 흘러 들어갈 수 있도록 적용 할 것
 - 10) 상단부 아치형 구조: 이물질이 가두는 구조로 열분해 공정에서 발생하는 이물질의 반응시간 및 반응 면적을 극대화 하여 배출되는 이물질 최소화하기 위함
 - 11) 내부 유지보수를 위해 용융로 상단을 분리할 수 있도록 설계 할 것
 - 12) 배기가스 배출구 위치는 발생한 분진의 배출을 최소화하기 위해 최대한 용융된 슬러그 배출구의 높이에 근접하게 배치



- 13) 용융물은 용탕부에 저장되고 배출구를 통해 수집할 수 있으며, 열분해 가스의 배출구는 용융로 하단부에 설치하여 비산재의 유출을 최소화 할 것
- 14) 용융 된 슬래그가 일정 수위를 넘으면 배출구를 통해 배출되도록 설계 할 것
- 15) 내화 벽돌(출탕구블록)을 적용하며, 반복된 시험으로 응고된 슬래그가 배출구를 막을 경우 제거가 용이 하도록 포트를 구성

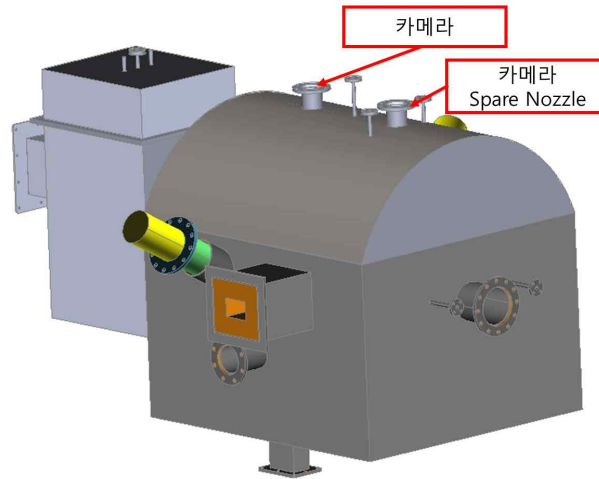


- 16) 출탕 블록 하부는 SUS310 재질의 냉각구조(각반)가 있어야함

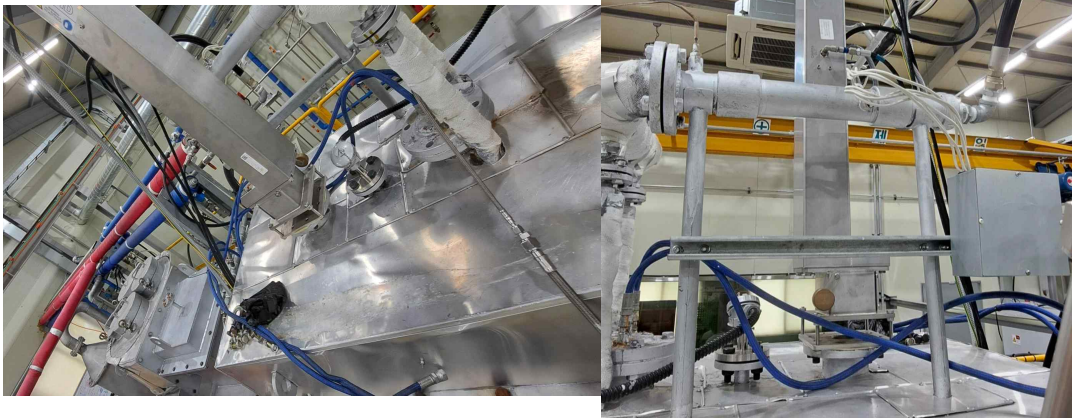


- 17) 슬래그 배출구 끝단은 물에 잠기는 구조로 하여 용융로 내부와 외부 공기가 차단함
가) 플라즈마 가스화기 Inside Dimension은 특별한 사유 없이 변경하지 않고, 외부 Dimension은 선정된 Refractory Material에 따라 변경 가능함
- 18) 플라즈마 가스화기 Casing Material은 Carbon Steel을 사용하고 Painting 적용하기로 함

라. 카메라 (기설치된 카메라 재사용)



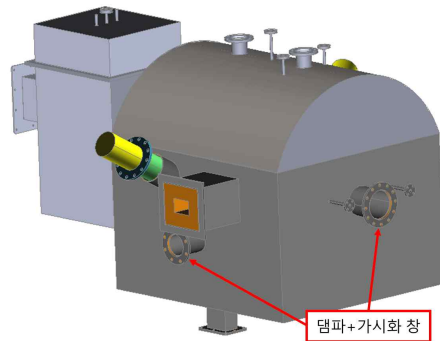
- 1) 상단의 카메라를 통해 용탕면 상황 촬영
- 2) 카메라 보호용 기체 주입 방안 (산소, 공기X, CO2)
- 3) 기존 카메라 설치된 모습



4) 카메라 카탈로그

ThermaScope HDC Burner Installation Manual-Rev 7 참고하여 기존 카메라 이전 설치할 것

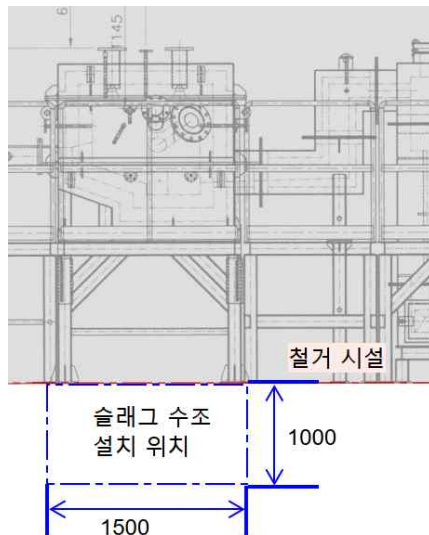
마. 가시화창



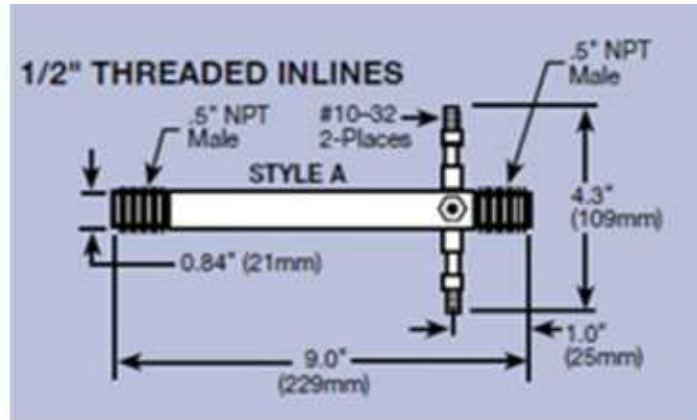
- 1) 육안으로 확인할 수 있도록 가시화창을 적용하며, 열 충격으로부터 창을 보호하기 위해 댐퍼 설치
- 2) Damper와 가시화창 사이 Cooling Air 주입 필요함

바. 슬래그 수조

- 1) 슬래그 저장공간 시야 확보, 수조 교체 용이, 안전성 고려해야 함
- 2) 수조식 컨베이어 시스템 구성하여 연속 운전이 가능해야 함
- 3) 수조내 WATER TEMP 상승 방지 및 WATER 보충하기 위하여 수조 하단에 WATER 주입하고, 일정하게 WATER TEMP & LEVEL을 유지할 수 있도록 WATER 배출 시설 반영해야 함.
- 4) 실험동 2.8m 높이 제한으로 슬래그 수조는 Floor Level 대비 1m 낮은 곳에 위치함
- 5) 슬래그 수조 설치를 위하여 Floor에 W1.5mxL1.5mxH1m 공간 마련되어 있음



사. Air Heater



■ Air Flow Chart



초기 Start-up시 예열 공기 총 유량 1,712 lpm 500°C 공급 요구조건을 만족하기 위해 기존 Air-heating 장치를 재사용 함 (In-Line heater 4K 4ea 적용)

아. 냉각장치

1) Cooling Water

가) 플라즈마 토치를 제외한 나머지 기기의 냉각에 사용됨. 쿨링타워에서 냉각한 냉각수를 Closed Loop로 순환시키는 구조

나) 사용처

- (1) 분해로 하부 Jacket
- (2) 분해로 노즐 Jacket
- (3) 가스 쿨러
- (4) 슬래그 배출조 (Cooler 필요시 반영 할 것)
- (5) 스크러버 (Cooler 필요시 반영 할 것)

2) Chilled Cooling Water

가) 토치 전용 냉각수, 전용 순환 펌프와 칠러를 이용해 냉각수 탱크내에 저장된 물을 항상 일정 온도로 유지시키며, 해당 탱크의 냉각수를 토치 전용 펌프로 토치에 공급

나) 플라즈마 토치 내 구조로 인한 차압을 고려해 Inlet Pressure 10barg 공급되어야 하며, 토치내부 Scale 방지 목적으로 연수 필터 적용 필요

다) 사용처: 플라즈마 토치

3) 모든 배관은 냉보온처리를 하며 겨울철 사용을 위한 열선을 이용해야 함. (Electric Heat Tracing)

자. Syngas 쿨러



1) Syngas 냉각장치는 연소로에서 발생하는 고온(1500℃)의 Syngas를 스크러버로 보내기 전에 저온(160℃)으로 냉각시키는 역할을 함

2) 가스 조성

Case No.		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Remark
Plasma Gas		순산소	질소	순산소	질소	
Pressure	Kg/cm2g	0.1	0.1	0.1	0.1	
Temperature, in	deg C	1500	1500	1500	1500	Gas Cooler In
Temperature, out	deg C	160	160	160	160	Gas Cooler Out
Mass rate	kg/h	169	193	155	139	Based on 180 Nm3/h with following Composition.
Volume rate	Nm3/h	180	180	180	180	
Specific Heat, in	kJ/kg.degC	2.085	1.551	2.003	2.216	
Specific Heat, out	kJ/kg.degC	1.57	1.273	1.607	1.757	
Heat Duty	kcal/hr	99742	88220	90800	88220	
CW consumption (dt=10degC)	ton/h	10.0	8.8	9.1	8.8	
MW	-	20.98	23.95	19.3	17.31	
Composition		vol%	vol%	vol%	vol%	
CO		28.24	20.50	42.91	4.845	
H2		21.81	14.54	31.61	34.850	
CO2		13.42	3.54	6.70	0.255	
N2		1.04	52.78	2.10	43.520	
H2O		35.25	8.54	16.06	15.000	
HCl		0.19	0.0844	0.27		
H2S		0.04	0.0145	0.34		
CH4					1.530	
O2						

Case No.		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Remark
Ar						
COS						

- 3) 가스 유량 및 냉각장치 온도 조절을 통한 시스템 냉각 능력 조절 가능(결로현상 방지)
- 4) 부식 방지를 위하여 내부 파이프(수관)의 경우 Ti 재질을 사용할 것
- 5) 가스 버퍼 드럼부터 Syngas 쿨러 입구부는 고온의 Syngas가 통과함으로 내열 castable 적용 함
- 6) Syngas의 분진으로 유로가 막혀 터질 위험이 있는 타입은 배제할 것 (현 실험장비 운전시 가루 / 알갱이 형상의 재가 많이 나옴)
- 7) Syngas의 분진을 배출할 수 있도록 구성되어야 하며, 유지보수가 용이 해야 함
- 8) Cooler에 직접 들어가서 청소할 수 있도록 설계 할 것
 - 가) Manhole 이나 Casing을 분리해서 직접 Tube 세척이 가능하도록 설계 요함
 - 나) 물 청소 시 물이 빠질 수 있도록 Slope & Drain Valve 적용할 것
- 9) Syngas 유량 : 180 Nm³/hr
- 10) Syngas 냉각온도 : 1500℃ → 160℃

차. 습식세정탑

- 1) Syngas의 산성 물질을 중화 및 제거하는 역할을 함
- 2) 폐기물질에 따라 NaOH를 투입할 수 있도록 시스템을 구성
- 3) 스크러버 높이는 2.8 m 이하로 구성(실험동 내 Floor - Crane 사이 3.1m)
- 4) PH 8.5~9 유지 및 Ph Analyzer 설치 할 것
- 5) 160℃ 가스가 유입되어 세정수와 혼합되므로 발생한 수증기를 회수하기 위한 데미스터 설치 할 것
- 6) 시스템 운용조건에 따라 수위가 변동되므로 레벨 센서를 장착하여 수위 조절 할 것
- 7) 휘발성 중금속 제거를 위해 Charcoal을 이용하여 흡착제거 할 것
- 8) NaOH Injection System 으로 pH조절 가능하도록 구성할 것
- 9) Scrubber 내부 Water는 Syngas로 인한 증기 상태로 배출되고 있고, Water 자체를 연속적으로 배출(Purge) 운전은 하지 않음
- 10) 침액식 Scrubber (Bubble Type) 적용 할 것

카. Inducted draft fan (ID Fan)

- 1) 500mmAq의 압력(연소로 압력 고려)과 5m³/min의 풍량의 고압 송풍 기를 사용
- 2) 연소로가 일정한 음압을 유지하도록 로내의 압력 측정치 (측정위치는 연소로 내 압력센서-향후 지정)를 기준값으로 하여 회전속도가 자동 조절되도록 인버터를 사용하여 PLC 컨트롤 가능(PID 제어로 출력값 수동/자동 제어 가능)
- 3) Fluctuation 설정 압력값 대비 1% 이내(약 5 mmAq)

타. 후단 연소기

- 1) 예열 시간동안 연소실 내부 온도를 850℃로 유지될 수 있도록 설계 할 것
- 2) 플라즈마 연소로가 정상 작동될 때는 연료가 포함된 Syngas가 연소실로 주입되어 연소실 내부에서 연소

- 3) Pilot 버너는 점화원이 되도록 작은 화염만을 유지하고 예열에 필요한 용량을 버너의 최대 용량으로 산정 할 것
- 4) 일산화탄소의 유출을 방지하고, NOx의 추가 발생을 억제하기 위해 850℃(설계 조건은 1000℃로 진행)로 운전
- 5) 작동온도 유지는 송풍기의 풍량을 인버터를 이용하여 PLC로 컨트롤 할 것
- 6) 공기비는 1 이상 유지, Pilot 버너 화염 온도 감소를 위해 2 이상도 유지할 수 있도록 할 것

파. 배가스 Quencher

- 1) 후단 연소기에서 발생한 Flue Gas Temp.를 낮추기 위하여 배가스 Quencher 반영 할 것
- 2) Cooling Media는 Cooling Water를 사용하며 Spray Type을 적용 할 것
- 3) Material: Stainless Steel
- 4) Outlet Temp: 200deg.C

하. 연돌

- 1) 실험동 외부에 설치 가능 함
- 2) TMS 는 반영하지 않음
- 3) Manual Port 1개 설치요함

거. Gas Analyzer System

가스 분석 장치는 철허하지 않고 재 새용할 것



12. 납품 및 설치조건

- (1) 대기압 플라즈마 고온 연소 시스템 납품은 계약 후, 90일 이내로 요구자가 원하는 장소에 납품하여야 한다.
- (2) 제작 과정을 사진을 첨부하여 제작 완료 후, 보고서 형태로 사본 3부와 전자 사본 1부도 함께 제출한다.
- (3) 완료보고서의 양식은 자유양식으로 작성하고 제작 과정, 특이사항 및 제작 결과를 명확히 표시한다.

(4) 본 장치는 대기압 플라즈마 고온 연소 시스템 제품으로 시스템 시운전 후 정상 가동 확인 시를 제작 완료로 한다.

(5) 상세 설계 포함 최종 제품 제작 완료는 계약일로부터 80일 이내로 한다.

13. 사급품 리스트

- 각 펌프류 등 (계약체결 후 KFE 별도 회의 진행)

14. 검사 및 시험

14-1. 검사 및 시험

(1) 과업 지시서에 명시된 연소로 운전 조건하에서 시운전을 통해 제품에 이상이 없을 시 시험을 완료한 것으로 한다.

14-2. 포장 및 운송

(1) 모든 제품들은 외부의 충격으로부터 충분히 보호될 수 있도록 포장한다.

(2) 완성된 제품은 구매자가 지정하는 장소에 직접 인도 및 설치해야 한다.

(3) 제품의 포장, 취급, 선적 및 운송 과정에서 손상을 입지 않도록 안전하게 구매자에게 인도될 수 있도록 필요한 제반 조치를 취해야 한다.

(4) 제품의 포장, 취급, 선적 및 운송 과정에서 발생한 손상에 대한 책임은 계약자에게 귀속된다.

14-3. 부적합사항 관리

(1) 계약자는 가스화기 제작 과정에서 부적합사항이 발견되면 즉시 해당 품목의 작업을 중지하고 구매자와의 협의에 따라 처리하여야 한다.

(2) 부적합사항의 처리과정이 다중의 작업공정, 검사 및 시험이 요구되는 경우 별도의 품질검사계획서를 작성하여 구매자의 검토를 받아 시행하여야 한다.

(3) 부적합품목을 현상태 사용(Use-As-Is) 또는 수리(Repair)하여 사용할 경우 구매자의 승인을 받아야 한다.

(4) 계약자는 구매자가 승인한 내용에 따라 필요한 조치를 완료하고 구매자의 담당 검사자로부터 부적합사항 보고서에 종결확인 서명을 받아야 한다.

14-4. 공급자 불일치 사항 관리

(1) 계약자는 계약 이행과정 중 아래와 같은 시방서 요건과 불일치 사항이 발생한 경우에는 공급자 불일치사항 처리요청서를 발행하여 구매자에게 제출하여야 한다.

- 제작된 또는 제작 중인 제품이 구매 계약요건에 맞지 않을 때

- 공급자가 계약서상의 일부 내용을 변경하고자 할 때

- 부적합사항에 대해 현 상태 사용(Use-As-Is) 또는 수리(Repair) 사용 시

- (2) 계약자는 공급자 불일치사항 처리요청서가 종결되지 않은 상태에서 물품을 출하할 수 없다.
- (3) 공급자 불일치사항 처리요청서는 부적합사항보고서의 처리수단으로는 가능하나 그 대체 목적으로는 발행할 수 없다.

14-5. 성능보증기간

- (1) 플라즈마 고온 가스화 후단 시스템 제작에 대한 성능보증 기간은 성능시험 완료 후 3년간을 성능보증 기간으로 한다. 계약자는 성능보증 기간 중 발생된 사고 및 성능 발휘에 문제가 있을 경우 모든 책임을 지고 무상으로 개체 또는 교환한다. 단, 운전중 KFE 과실에 의한 문제 발생 및 천재지변으로 인한 사고에 대해서는 성능보증 기간 내에서 유상으로 조치할 수 있는 책임을 갖는다.
- (2) 계약자는 성능보증 기간 중에는 휴일을 포함하여, 상시 연락 접수창구를 두어 장애신고 접수 후 8시간 내에 조치될 수 있도록 한다.
- (3) 계약자는 보수체제, 보수방법에 대해 납품 이전에 구매자와 협의하여 승인을 받는다.

15. 특기사항

- (1) 도면을 제외한 모든 제출서류는 구입사양 순서에 준하여 작성하여 A4로 편철하여 제출한다.
- (2) 도면은 한국핵융합에너지연구원 기준에 의거하여 작성해야 한다.
- (3) 최종도면은 제작 시 발생되었던 내용을 수정, 보완한 후 국가핵융합연구소의 도면번호를 부여 받은 도면을 말한다.
- (4) 제출 자료에 사용되는 문자는 한글과 아라비아 숫자로 표기함을 원칙으로 하며, 단위는 MKS 단위계를 사용한다.

16. 특허권 및 소유권

- (1) 계약자는 본 사업의 수행과정에서 계약자가 설계 시 사용하거나 제공한 특허 또는 상품권으로 인하여 발생할 수 있는 어떠한 종류의 책임으로부터 KFE는 완전 면책되도록 하여야 한다.
- (2) 본 계약에 의거 계약자가 공급한 설비에 대하여 특허 분쟁이 발생하면 공급사 책임하에 처리하고 관계 서류를 KFE에 제출한다.
- (3) 계약자(하도급자 포함)는 본 사업의 수행과정에서 반출된 도면 및 기술자료, 습득한 제반 지식을 KFE의 사전 승인 없이 국내외 타 사업에 임의로 사용하거나 반출할 수 없으며 이로 인해 야기된 제반 문제에 대해서는 계약자가 모든 책임을 진다.

17. 기타

17-1. 일반요건

- (1) 계약자는 본 기술시방서에 기술한 모든 재료, 도면, 부품, 제작, 설치, 교정, 수정 및

품질보증, 하자보수 등에 대한 업무를 수행함에 있어서 적정한지에 대한 여부를 구매자에게 확인시킬 의무가 있다.

- (2) 모든 설계기준, 제작방법 및 공정, 재료선정, 시험 및 품질관리 등은 관련도면 및 사양에 언급된 사항을 기준으로 하며 계약자가 임의로 변경 적용할 수 없다.
- (3) 설계 및 제작과정에서 기능상 변경이 인정되는 부분은 구매자와 충분한 사전협의를 거쳐 성능과 계약금액에 영향을 주지 않는 범위 내에서 수정할 수 있다. 계약자는 업무의 내용이나 사양 등의 변경이 필요한 경우 이에 대한 사유가 기재된 사유서를 구매자에게 제출하여야 하며 구매자가 위와 같은 업무내용을 변경하고자 할 경우에도 반드시 그 사유가 기재된 요청 사유서를 계약자에게 제출하여야 한다. 구매자와 계약자 간 합의 없는 어떠한 사양의 변경도 불가하다.
- (4) 계약자는 구매자에서 작성한 도면 및 사양에 언급된 모든 기술사항에 대하여 충분히 검토를 하여야 하며 그 검토 결과 누락된 부분, 미비한 사항, 또는 구매자에서 제시한 사항보다 우수한(성능, 수명 등) 대안이 있을 때는 제작 방안 제출 시 계약자의 의견을 이유, 변경방법 및 내용, 장단점 등을 기술하고 상세한 근거 자료를 첨부하여 제출하여야 한다.
- (5) 계약자는 제작 도중 또는 제작이 완료된 후 구매자에서 실행하는 각종 시험 및 검사결과를 통해 구매자의 요구사항에 미흡하다고 판단될 경우 본 제품을 재가공하는 등의 필요한 수정 및 교정 작업을 수행하여야 한다.
- (6) 계약된 내용의 일부를 제3자에게 하도급 하고자 할 때는 구매자의 서면 승인을 받아야 한다. 위의 요건에 따라 하도급한 경우에도 본 계약조건은 동일하게 하도급자에게 적용되며 계약자는 하도급자가 수행한 업무에 대하여 모든 책임을 진다.