

# 제 작 사 양 서

제작사업명	다단 연속식 열분해 시스템 제작
담당부서	지속가능환경연구실

2023. 06. 12.

# I. 제작 개요

## 1. 제작사업명

- “다단 연속식 열분해 시스템 제작”

## 2. 제작 목적

- 본 제작사양서는 폐플라스틱으로부터 열분해유를 생산하는 기술개발을 목적으로 다단 연속식 열분해 시스템의 제작, 납품, 설치, 하자보수에 대한 전반적인 기술사양에 관한 내용이다. 설비 공급자(VENDOR)는 본 제작사양서의 조건에 충실하여야 하며, 제작사양서의 내용이 미흡하거나 미 언급된 부분에 대해서도 일반 표준규격에 맞추어 본 설비의 기본 조건을 충족시킬 수 있는 설비를 제작, 납품하여야 한다.

## 3. 사업 내용

- 1) 설치위치 : 한국기계연구원이 지정한 장소
- 2) 제작내용 : 열분해유 생산을 위한 1 ton/day 다단 연속식 열분해 시스템 제작/설치

## 4. 제작 범위:

- 1) 1 ton/day 다단 연속식 열분해 시스템
  - 가) 원료투입 장치
  - 나) 다단 연속식 열분해 반응기
  - 다) 냉각 장치
  - 라) 연소 배가스 처리 설비
  - 마) 부대설비
- 2) 제어부분 : 제어반과 현장 계기류의 Wiring 작업
- 3) 기타 : 현장 계기류 설치에 따른 시운전 및 교육, P&ID 및 도면

## 5. 납품 일자: 계약 후 60일 이내

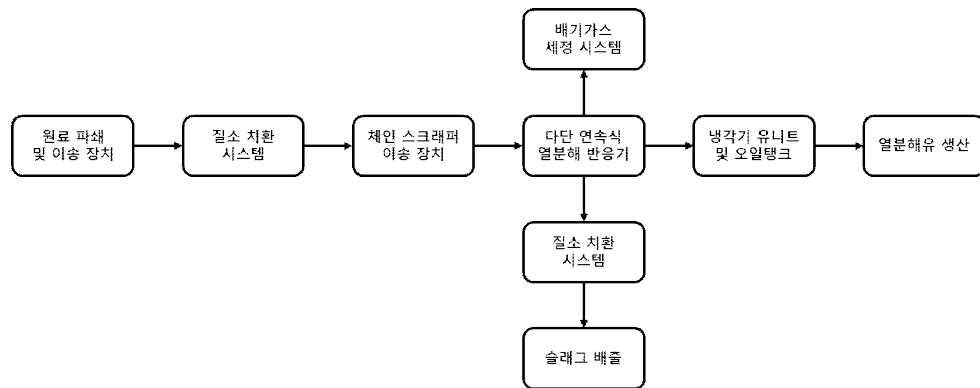
## II. 설비사양 및 제작범위

### 1. 1 ton/day 다단 연속식 열분해 시스템 제작 및 설치

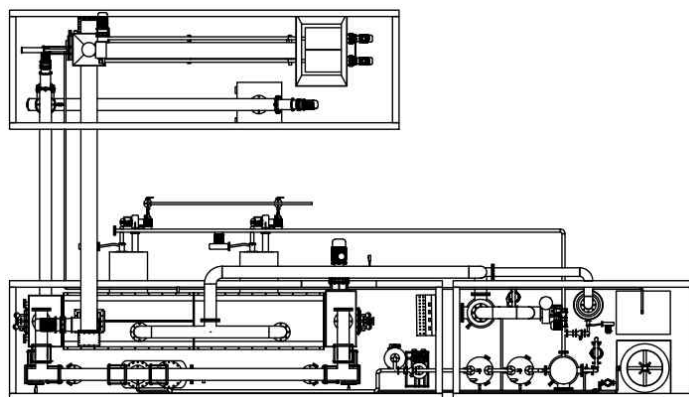
#### [기계 부분]

#### 1.1. 기계 구성

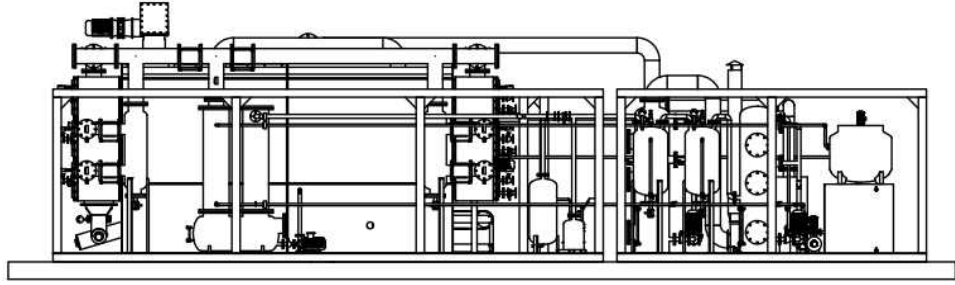
- 1) 원료투입 장치
- 2) 다단 연속식 열분해 반응기
- 3) 냉각 장치
- 4) 연소 배가스 처리 설비
- 5) 부대설비



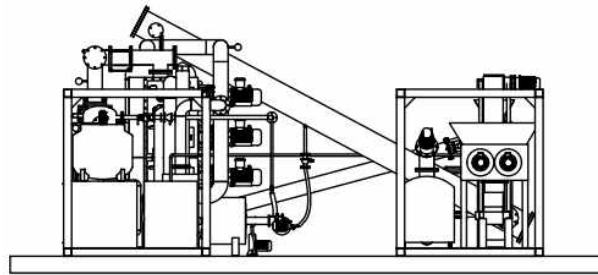
< 다단 연속식 열분해유 생산 공정도 >



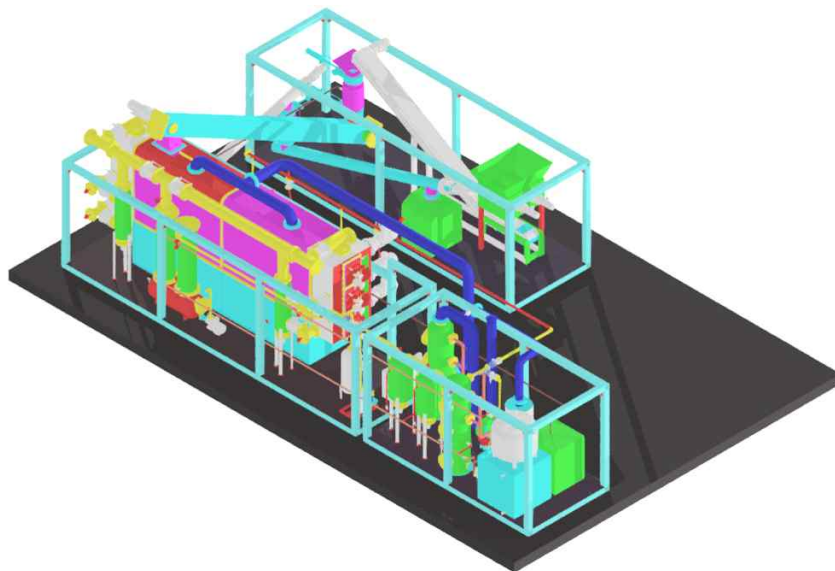
< 다단 연속식 열분해 시스템 예상 평면도 >



< 다단 연속식 열분해 시스템 예상 정면도 >



< 다단 연속식 열분해 시스템 예상 측면도 >



< 다단 연속식 열분해 시스템 예상 배치도 >

## 1.2 원료투입 장치

### 1) 구 성

원료투입 장치는 연속 투입이 가능한 구조로 다음과 같이 구성된다.

가) 파쇄기

나) 원료 이송 컨베이어

다) 질소 치환실

라) 체인 스크래퍼 원료 이송 장치

### 2) 파쇄기

가) 설계기준

- 파쇄기는 원료를 파쇄하여 공급과 투입을 원활하게 하기 위한 설비다.
- 파쇄기는 양날형 구조로 플라스틱 파쇄가 원활하여야 하며 투입부에는 호퍼가 장착되어야 한다.
- 파쇄물이 배출되는 하부는 원료 이송 컨베이어가 설치될 수 있는 구조여야 한다.

나) 수 량

- 파쇄기 1 EA

다) 규 격

- 처리용량 : 0.2 ton/hr
- 모터 : 3 kW

### 3) 원료 이송 컨베이어

가) 설계기준

- 원료 이송 컨베이어는 파쇄된 원료를 치환실 상부의 호퍼로 이송하기 위한 설비다.
- 원료를 원활하게 이송할 수 있도록 벨트 컨베이어 타입을 적용하여야 한다.

나) 수 량

- 원료 이송 컨베이어 1 SET

다) 규 격

- 모터 : 3 kW

### 4) 질소 치환실

가) 설계기준

- 질소 치환실은 열분해 반응기 내부로 외부의 공기가 유입되지 않도록 하기 위한 설비다.
- 질소 치환실의 상부와 하부에 개폐 밸브를 설치하고 질소 발생 및 분사 시스템을 통하여 내부의 공기를 질소가스로 치환하고 외부 공기 유입을 차단하는 기능이 있어야 한다.
- 치환실 밸브에는 유압실린더가 부착되어 있으며 유압장치에 의해 자동으로 개폐가 이루어져야 한다.

나) 수 량

- 질소 치환실 1 SET

다) 규 격

- 질소 치환실 :  $\Phi 600 \times 300H$
- 모터 : 3 kW

라) 재 질

- 질소 치환실의 재질은 ASTM A516 동등 이상으로 하며 두께는 8mm 이상으로 한다.

5) 체인 스크래퍼 원료 이송 장치

가) 설계기준

- 체인 스크래퍼 원료 이송 장치는 질소 분위기로 치환된 원료를 반응기 상단으로 이송하기 위한 설비다.
- 질소 분위기를 유지할 수 있도록 밀폐된 구조로 외부 공기의 유입이 없어야 한다.
- 밀폐된 구조에서도 원료를 원활하게 이송할 수 있도록 체인 스크래퍼 타입을 적용하여야 한다.

나) 수 량

- 체인 스크래퍼 원료 이송 장치 1 SET

다) 규 격

- 모터 : 4 kW

### 1.3 다단 연속식 열분해 반응기

1) 구 성

다단 연속식 열분해 반응기는 다음과 같이 구성된다.

- 가) 열분해 반응기 및 반응로
- 나) 연소기
- 다) 슬래그(char) 배출 장치

## 2) 열분해 반응기 및 반응로

### 가) 설계기준

- 열분해 반응기 및 반응로는 외부 공기의 유입이 없는 상태에서 원료를 열분해하여 열분해 가스를 생성하기 위한 설비다.
- 열분해 반응기는 건조, 용융, 증발, 열분해 및 탄화가 단계적으로 이루어지도록 3층으로 구성하고 각 층을 상부와 하부 2단으로 구성하여야 한다.
- 내부는 체인 스크래퍼 방식을 적용하여 원료의 이송이 원활하고 이물질에 의한 끼임이나 고착 현상이 없도록 하여야 한다.
- 각 층의 스크래퍼는 무한궤도식으로 양 끝에 스프로켓이 있고 하나의 스프로켓은 감속기와 연결되어 구동하는 구동축이 되고 그 반대 끝은 구동축과 연동되는 축이 되도록 구성하여야 한다.
- 체인 스프로켓을 구동하는 축은 carbon mechanical seal & oilless 부상기술을 적용하여 외부 공기와 차단하여야 한다.
- 체인 스크래퍼는 설치 및 유지 보수가 용이하여야 하며 반응기 내벽과 마찰에 의한 구동 장애가 없어야 한다.
- 고온의 반응기가 모터 및 감속기에 영향을 주지 않아야 한다.
- 열분해 반응기의 각 층과 단의 연결 통로는 용접으로 구성한다.
- 반응기의 상부층에서 발생하는 수증기는 상부로 배출될 수 있도록 배출구를 설치하여야 하며 반응기의 중간층과 하부층의 유증기는 반응기의 측면으로 배출될 수 있도록 각 층의 양쪽 끝에 각각의 배출구가 있어야 한다.
- 반응기 상단의 배출구와 양 끝단 측면의 배출구는 하나의 배관으로 합류되어 냉각 장치로 이송되어야 한다.
- 반응기 각 층의 중앙부와 양 측면에는 반응기 내부의 온도를 확인할 수 있도록 온도계가 부착되어야 하며 반응기 양 끝단에는 구동부 및 피동부와 체인 스크래퍼를 점검·교체할 수 있도록 점검구가 부착되어야 한다.
- 각 층마다 장착된 감속기는 사이클로이드 일체형으로 구성하여야 하며 각각의 감속기는 인버터를 통하여 속도를 독립적으로 조절할 수 있어야 한다.
- 원료 투입 치환실, 슬래그 배출 치환실 및 열분해 가스 배출구를 제외한 전 영역은 외부와 차단되어야 한다.

나) 수 량

- 열분해 반응기 및 반응로 1 SET

다) 규 격

- 열분해 반응기 및 반응로 : 6,000L \* 1,200W \* 2,000H
- 모터 : 12 kW (4 kW \* 3 EA)

라) 재 질

- 열분해 반응기 및 반응로의 재질은 ASTM A516 동등 이상으로 하며 두께는 12 mm 이상으로 한다.

3) 연소기

가) 설계기준

- 연소기는 원료의 열분해 반응에 필요한 열을 공급하기 위한 설비다.
- 열분해 반응기의 초기 기동 시에는 경유를 연료로 사용하여 열분해 반응에 필요한 열을 공급하도록 하여야 한다.
- 초기 기동 이후에는 열분해 가스 중 냉각 장치에서 응축되어 열분해유로 회수되지 않은 가연성의 미응축 가스를 경유 대신에 투입하여 주 연료로 이용할 수 있도록 구성하여야 한다.
- 미응축 가스 사용 시 안전을 위하여 화염이 역류하지 않도록 하여야 하며 이를 위하여 역화방지기를 2단 이상으로 두어야 한다.

나) 수 량

- 연소기 1 SET

다) 규 격

- 경유버너 열량 : 200,000 kcal/hr
- 가스버너 열량 : 200,000 kcal/hr
- 역화방지기 :  $\Phi 600$  \* 1050H

라) 재 질

- 역화방지기의 재질은 STS304 이상으로 하며 두께는 8 mm 이상으로 한다.

4) 슬래그(char) 배출 장치

가) 설계기준



- 슬래그(char) 배출 장치는 열분해 반응의 잔여물인 슬래그를 반응기 외부로 배출하기 위한 설비다.
- 슬래그 배출과정에서 열분해 가스가 외부 공기와 접촉하게 되는 경우 발화의 우려가 있어 슬래그와 함께 배출되는 열분해 가스를 질소로 치환할 수 있도록 질소 치환실을 두어야 한다.
- 질소 치환실의 상부와 하부에는 개폐 밸브가 있어야 하고 슬래그에 의한 간섭 없이 원활하게 작동하여야 한다.
- 슬래그의 이송은 밀폐식 스크류 컨베이어로 하며 스크류 컨베이어는 반응기 하단 끝에 있는 슬래그 배출부와 연결되는 구조로 탈부착이 용이하도록 볼트와 너트로 체결되어야 한다.
- 치환실 이후에 체인 스크래퍼 방식의 수냉각 기능이 있는 컨베이어를 2단으로 구성하여 배출되는 슬래그의 온도가 60 °C 이하가 되도록 하여야 한다.

#### 나) 수 량

- 슬래그(char) 배출 장치 1 SET

#### 다) 규 격

- 모터 : 6 kW (3 kW \* 2 EA)
- 질소 치환실 :  $\Phi 600 \times 300H$

#### 라) 재 질

- 슬래그(char) 배출 장치의 재질은 ASTM A516 동등 이상으로 한다.
- 질소 치환실의 재질은 ASTM A516 동등 이상으로 하며 두께는 8mm 이상으로 한다.

## 1.4 냉각 장치

### 1) 구 성

냉각 장치는 다음과 같이 구성된다.

#### 가) 수직 냉각기

#### 나) 오일탱크

### 2) 수직 냉각기

#### 가) 설계기준

- 수직 냉각기는 열분해 반응기에서 배출된 수증기와 유증기를 응축시켜 응축수와 열분해유로 회수하기 위한 설비다.
- 냉각기에서 응축되지 않은 가연성의 미응축 가스를 회수하여 이용할 수 있는 구조여

야 한다.

- 열분해 반응기 내부에 열분해 가스가 누적되지 않고 원활하게 배출되는 동시에 외부로 누출되지 않도록 진공펌프를 통하여 수직 냉각기 내부를 대기압보다 낮은 압력으로 유지할 수 있어야 한다.

나) 수 량

- 수직 냉각기 2 EA

다) 규 격

- 수직 냉각기 :  $\Phi 377 * 1,500H$

## 2) 오일탱크

가) 설계기준

- 오일탱크는 냉각기에서 생성된 열분해유를 포집하기 위한 설비다.
- 오일탱크는 생성된 물과 열분해유의 이송과 포집이 용이하도록 설계 및 제작되어야 한다.
- 수직 냉각기에서 응축된 수분과 열분해유를 분리하는 기능이 있어야 한다.

나) 수 량

- 오일탱크 1 EA

다) 규 격

- 오일탱크 :  $\Phi 500 * 1,200H$

라) 재 질

- 오일탱크의 재질은 STS304 이상으로 하며 두께는 8mm 이상으로 한다.

## 1.5 연소 배가스 처리 설비

### 1) 구성

연소 배가스 처리 설비는 다음과 같이 구성된다.

가) 습식 스크러버

나) 송풍기

### 2) 습식 스크러버

가) 설계기준

- 습식 스크러버는 연소기에서 발생된 배가스를 처리하기 위한 설비다.

나) 수 량

- 습식 스크러버 1 SET

다) 규 격

- 습식 스크러버 :  $\Phi 600 \times 2000$

라) 재 질

- 습식 스크러버의 재질은 STS304 이상으로 하며 두께는 8mm 이상으로 한다.

3) 송풍기

가) 설계기준

- 송풍기는 배가스를 연돌로 이송하기 위한 설비다.
- 송풍기는 터보 원심형 타입으로 하여야 하며 스크러버 후단에 설치하여 부식 발생을 최소화하여야 한다.

나) 수 량

- 송풍기 1 EA

다) 규 격

- 모터 : 4 kW

라) 재 질

- 송풍기의 재질은 STS304 이상으로 한다.

## 1.6 부대 설비

1) 질소발생기

가) 수 량

- 질소발생기 1 EA

나) 규 격

- 용량 : 3 Nm<sup>3</sup>/hr
- 모터 : 8.7 kW

## 1.7 제어 부분

- 1) MAIN POWER : 3상 380V 60Hz
- 2) CONTROL POWER : 단상 220V 60Hz
- 3) 제어반
  - 가) CONTROL PANEL 1식
  - 나) 2차 MAIN POWER 포함, 전기자재, 배선 1식
  - 기타 관련한 장치의 전계장 설비 1식

## 1.8 일반

- 1) 기기의 설치
  - 가) 스위치 기어, 주요 전기기기, 결선 및 케이블의 인수, 취급, 보관 및 설치를 위해 감독관의 지시에 따라야 한다.
  - 나) 기기의 설치, 조립, 조정은 해당 설계도서 및 제작자가 제공하는 취급 설명서 등에 의하여 충분히 기기의 내용을 검토하여야 한다.
  - 다) Cabinet 지지대(Angle support)를 제작하여 기초 및 기기를 고정시켜야 한다.
  - 라) 판넬류의 연결 및 부속품 조립 시 체결 볼트의 과도 혹은 부족 체결이 없도록 하여야 한다.
  - 마) 설치된 기기는 접지단자를 확인하여 서로 연결하고 1건에 1개소 이상 접지저항 측정 후 계통 접지망과 연결하여야 한다.
- 2) 전기 및 판넬
  - 가) 시퀀스 회로를 기본으로 하여 제작하여야 한다.
  - 나) 열분해 반응기 메인 모터는 인버터 기능을 구비하여 모터 회전속도를 제어할 수 있어야 한다.
  - 다) 시퀀스 회로로 치환실 상단과 하단의 밸브와 질소가스를 이용하여 외부 공기를 차단하는 기능을 수행할 수 있어야 한다.
  - 라) 경유버너를 제어하는 시스템은 독립적으로 구성되어야 한다.
  - 마) 제어반은 방폭형으로 제작되어야 한다.

## 2. UTILITY 설계조건 (해당 시 참조)

### 2.1 Water/Air 온도 및 압력

- COOLING WATER : 32/42 °C , 3 kgf/cm<sup>2</sup>
- 압축공기 : AMB , 7 kgf/cm<sup>2</sup>

## 2.2 전기 사양

- 공정용, 제어용, Utility 설비용 : AC 220V, 단상

## 3. 세부 요구사항 (해당 시 참조)

### 3.1 기본지침

- 1) 각 공정은 배관과 관계되는 구조나 기타 안전성에 문제가 없도록 하여야 하며, 유지/보수/관리가 용이하도록 설계 및 제작되어야 한다.
- 2) 설계 및 제작 시 그 일부가 특허권 등 배타적 권리에 관련되었을 경우 발주기관에게 어떠한 불이익도 발생되지 않도록 한다.
- 3) 본 과업과 관련하여 설계 시 제반 규정 및 관련 법규에 준수하여 설계하여야 한다.
- 4) 상기 과업 제안은 현실적으로 제작/설치 및 실행 가능성이 있어야 하며 각종 자료는 보유 및 그 근거를 제시할 수 있어야 한다.
- 5) 제작자는 계약과 동시에 설계 및 제작일정을 제출하여야 하며, 수시로 발주자측과 진행사항을 협의하여야 한다.
- 6) 제작자는 제작과정에서 중간 검사를 위해 발주자측이 파견하는 요원이 수시로 제작자 측의 진척도를 확인할 수 있도록 하여야 한다.
- 7) 제작자는 장치의 성능향상을 위해 개념설계 변경이 필요할 경우 발주자와 제작자가 상호 협의하여 변경할 수 있다.
- 8) 제작과정에서 도면과 사양서의 내용이 다른 경우에는 발주자와 협의하여 결정한다.

### 3.2 설비 구축

- 1) 본 과업 내용을 충분히 이해하고 가장 효율적이고 안전한 SYSTEM이 될 수 있도록 설계 및 제작을 제안한다.
- 2) 본 과업에 사용되는 모든 자재 및 기기는 아래와 같이 표시된 규격을 사용하여야 하며 없는 품목에 대해서는 관계공인기관의 공인품을 사용하여야 한다.

- 아 래 -

- KS : 한국 공업 규격
- JIS : 일본 공업 규격
- API : 미국 석유학회 규격
- ASTM : 미국 재료 시험 협회 규격
- ANSI : 미국 규격 협회

- 3) 기계, 배관 등의 설비도 상시 운영에 적합한 규격 이상으로 구성한다.
- 4) 공간을 최적으로 활용할 수 있도록 하고 설비의 교환 및 유지/보수가 손쉽게 이루어질 수 있도록 설계한다.

- 5) 설비 배치 시 최소한 공간을 활용하여 효율적이고 사용이 편리하도록 설계 및 배치하도록 한다.

### 3.3 기술 협의 및 특기 사항.

제작과정에서 제작사양서에 나타나지 아니한 부분은 발주자와 충분한 기술적 협의를 거친 후 제반 공정을 진행시키도록 한다.

### 3.4 설치

본 시스템은 당 연구원의 지정한 장소에 설치한다.

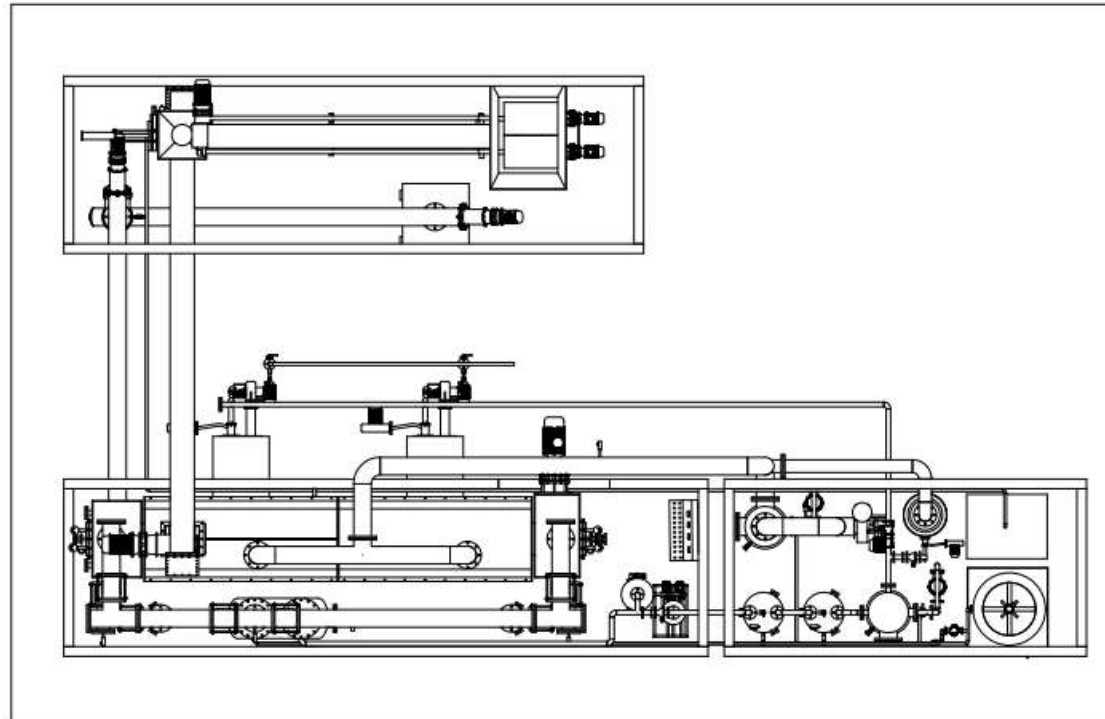
### 3.5 납품

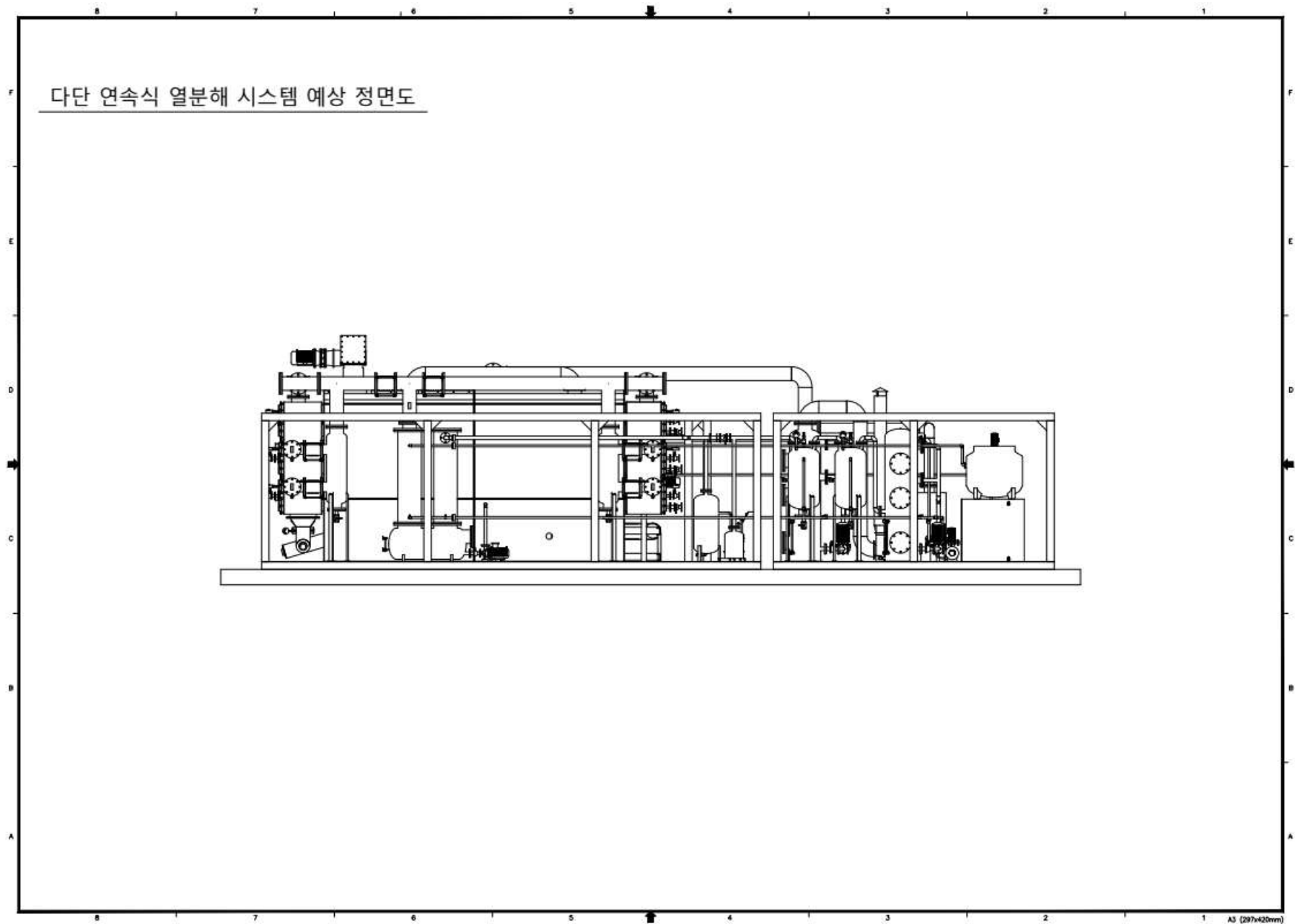
- 1) 납품 기간은 계약일로부터 당 연구원의 납기일에 준하여 정한다.
- 2) 당 연구원 내 지정된 위치에 설치하고 시운전, 검사를 시행하여 이상이 없으면 명기된 제출 서류를 검사하고 검수가 완료된 것으로 한다.
- 3) 설치 완료 시까지 제품에 대한 책임은 계약자가 진다.
- 4) 검수 시 제출하는 서류는 다음과 같다.
  - PFD - 1부
  - P&ID - 1부
  - 배치도 3D MODELING - 1부
  - 설비별 상세제작도면 - 1부
  - DATA SHEET - 1부
  - EQUIPMENT LIST - 1부
  - INSTRUMENT LIST - 1부
  - EQUIPMENT, INSTRUMENT Q/C REPORT & CERTIFICATE - 1부
  - EQUIPMENT & INSTRUMENT CATALOG & MANUAL - 1부

## 4. 하자 보증

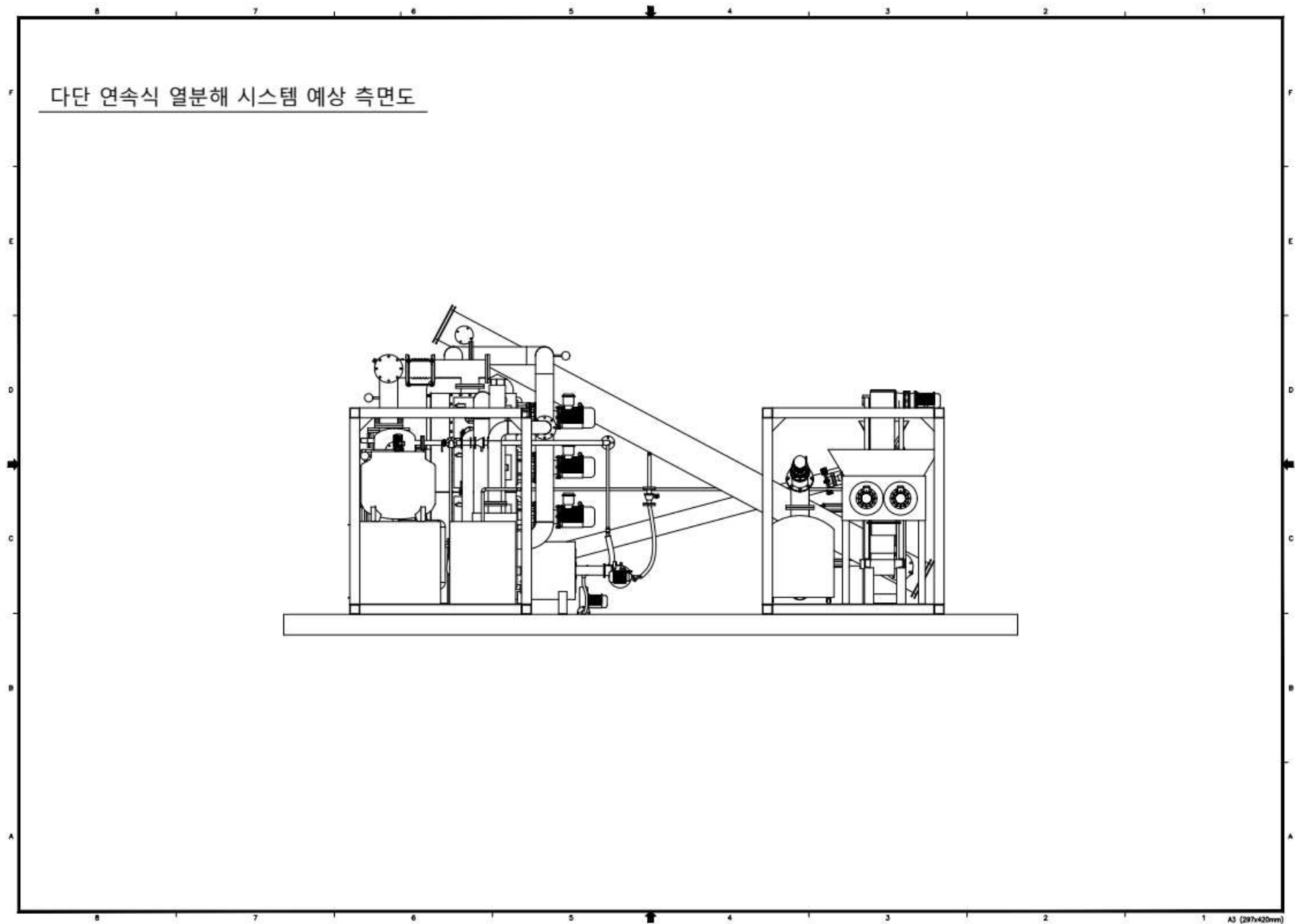
- 1) 하자 보증 기간은 설치 완료 날로부터 1년으로 한다.
- 2) 하자 보증 기간 내 하자 발생 시 교체 및 수리 또는 상호 협의 후 대안을 제시한다.
- 3) 단, 사용자의 과실 및 부주의로 인한 하자 발생, 천재지변에 의한 하자 발생은 제외한다.

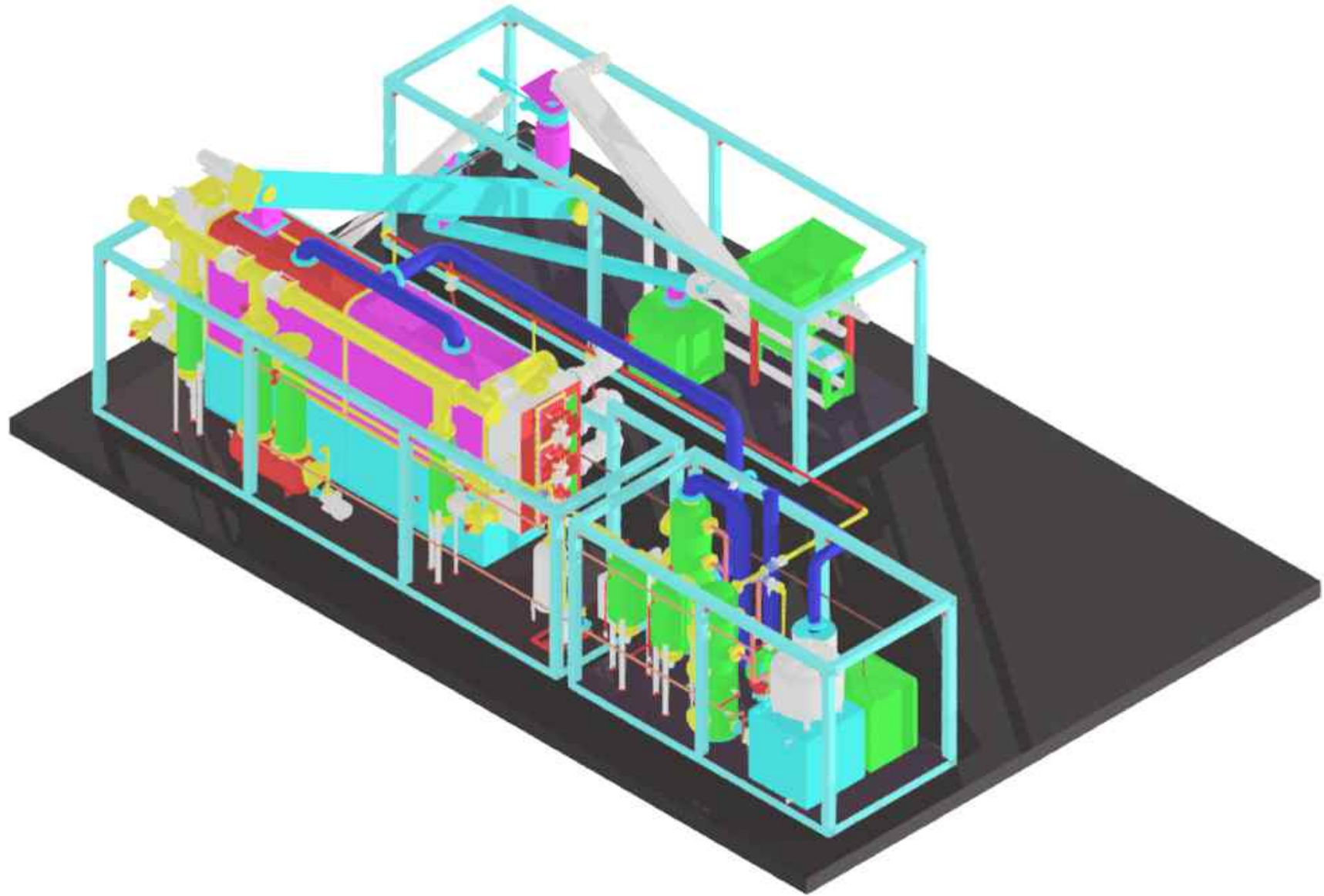
다단 연속식 열분해 시스템 예상 평면도











< 다단 연속식 열분해 시스템 예상 배치도 >