

분리막 연속 건조 장비 규격서

Continuous Membrane Web Drying Machine Specification

구매 대상	분리막 연속 건조 장비 (Web Drying Machine)
구매 수량	1 식(SET)
주요 구성	Vertical Dryer, Air Floating Nozzle, Supply Fan, Electric Heater, Control Unit
설정 온도 오차	± 1℃ 이내
장력 기준	0.5 kgf 이하
체류 시간	3 ~ 20분 (Line Speed에 따라 조절 가능)
주요 재질	SUS304 이상
발주처	(주)에코니티 (ECONITY)

A. 특징

- 제막 및 세정 공정을 마친 습식 상태의 분리막을 후속 롤 권취 및 모듈 조립 공정에서 손상 없이 사용할 수 있도록 적정 함수율로 연속 건조하는 설비로 구축한다.
- 건조 과정에서 분리막에 가해지는 장력을 0.5 kgf 이하로 안정적으로 관리하여 늘어짐, 변형 및 파손을 최소화한다.
- 열풍 순환 및 Air Floating 방식으로 분리막을 비접촉 또는 저접촉 상태에서 건조하고, 건조기 내부 온도를 설정값 기준 ±1℃ 이내로 유지한다.
- Line Speed 조절을 통해 건조기 내 체류시간을 약 3~20분 범위에서 조정할 수 있도록 하여 분리막 종류 및 초기 함수율에 따른 건조조건 최적화가 가능하도록 한다.
- 균일한 건조를 통해 권취 후 분리막 간 유착을 방지하고, 해사(Unwinding) 과정에서 발생할 수 있는 표면 박리 및 물리적 손상을 최소화한다.

B. 장비 구성

구분	시스템	주요 내용
C-1	Vertical Dryer Unit	Air Floating Type, 약 W2620 × H2475 × D1702 mm
C-2	Air Floating Nozzle	상·하부 SUS304 Nozzle, 견적 기준 22 Set
C-3	Heating & Circulation	Supply Fan 3.7 kW × 2, Electric Heater 30 kW × 2
C-4	Filter & Duct	HEPA & Medium Filter, Supply/Return Duct
C-5	Web Transfer & Tension	Line Speed 및 장력 제어, 장력 0.5 kgf 이하
C-6	Temperature Control	설정온도 ±1℃ 이내
C-7	Electric Control Unit	Control Panel, Dryer Temperature Control
C-8	Safety & Inspection	Side Door, Sight Glass, Emergency Stop 등
C-9	Validation	IQ / OQ / PQ

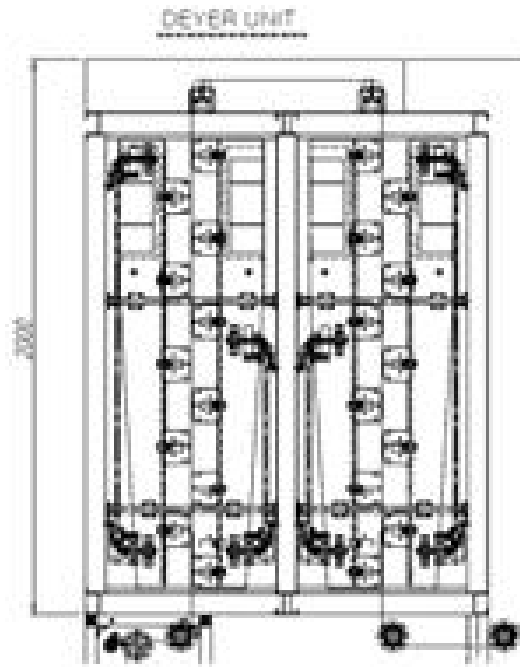


그림 1. 분리막 연속 건조 장비 개념도

C. 세부사항

C-1. Vertical Dryer Unit

- 건조기는 수직형(VERTICAL Type)으로 구성하며, 건적 기준 전체 장비 외형은 약 W2,620 × H2,475 × D1,702 mm 수준으로 한다.
- 건조 Chamber 및 주요 내부 구조물은 SUS304 이상을 적용하고 장시간 운전 시 열변형, 부식 또는 변형이 발생하지 않아야 한다.
- 건조부 내부는 분리막이 상·하 방향으로 연속 이동하면서 충분한 건조 체류시간을 확보할 수 있도록 Web Path를 구성한다.
- Side Door 및 Sight Glass를 설치하여 내부 점검 및 유지보수가 가능하도록 하며, 건적 기준 SUS304 Side Door & Sight Glass 6EA를 적용한다.
- 건조기 외벽은 Ceramic Wool 50T 또는 동등 이상의 단열재를 적용하여 열손실과 외벽 과열을 최소화한다.

C-2. Air Floating Nozzle System

- 분리막의 상·하부에 Air Floating Nozzle을 배치하여 열풍이 양면에 균일하게 공급되도록 한다.
- Air Floating Nozzle은 SUS304 이상으로 제작하며, 건적 기준 총 22 Set를 적용한다.
- 노즐에서 분사되는 공기에 의해 분리막이 과도하게 진동하거나 노즐·구조물에 접촉하지 않도록 풍량과 분사방향을 조절할 수 있어야 한다.
- 분리막 폭 방향 및 길이 방향에서 국소적인 과열·과건조가 발생하지 않도록 균일한 공기 분포를 확보한다.

C-3. Heating & Air Circulation System

- 건조용 공기는 순환식으로 공급하여 건조기 내부의 온도편차를 최소화하고 열효율을 확보한다.
- Supply Fan은 견적 기준 3.7 kW × 2 Set를 적용하며 건조부 전체에 안정적인 순환풍량을 공급할 수 있어야 한다.
- Electric Heater는 견적 기준 30 kW × 2 Set를 적용하며, 설정온도 도달 및 유지에 충분한 용량을 확보하여야 한다.
- Heater 및 Fan은 온도제어 시스템과 연동되어 운전하며, 비정상 과열 또는 Fan 정지 시 Heater가 안전하게 차단되는 Interlock을 구성한다.
- Supply/Return Duct는 공기흐름이 특정 구간에 집중되지 않도록 설계하고, 설치 위치 및 현장 조건에 따라 최종 배치를 확정한다.

C-4. Temperature Control

- 건조기 내부 온도는 설정값 대비 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 이내로 관리할 수 있어야 한다.
- 건조부의 대표 위치에 온도센서를 설치하여 실시간으로 온도를 측정하고, Heater 출력을 자동 조절할 수 있도록 한다.
- PID 또는 동등 이상의 제어방식을 적용하여 온도 Overshoot 및 반복적인 온도변동을 최소화한다.
- 장시간 연속 운전 시에도 설정온도의 안정성이 유지되어야 하며, 온도센서 및 제어기의 실제 편차는 OQ에서 확인한다.
- 분리막의 열적 특성을 고려하여 작업자가 설정온도를 변경할 수 있도록 하되, 과온 운전 방지를 위한 상한 Alarm 또는 Interlock을 적용한다.

C-5. Web Transfer 및 Tension Control

- 습식 분리막이 건조기 내부를 연속적으로 통과할 수 있도록 안정적인 Web Transfer 구조를 적용한다.
- 분리막 이송 중 장력은 0.5 kgf 이하를 기준으로 관리하며, 설정범위 내에서 일정하게 유지될 수 있어야 한다.
- 고성능 Tension Sensor와 PID 또는 동등한 제어방식을 적용하여 장력의 미세한 변화를 실시간 보정할 수 있어야 한다.
- 가속·감속 및 정상 운전 과정에서 급격한 장력 변화가 발생하지 않아야 하며, 분리막의 늘어짐·파단·표면손상이 발생하지 않아야 한다.
- 건조 후 후속 권취공정에서 균일한 권취밀도를 확보할 수 있도록 Outfeed 속도와 장력의 연동 제어가 가능하여야 한다.

C-6. Line Speed 및 체류시간

- Line Speed는 분리막의 초기 함수율, 건조온도 및 목표 함수율에 따라 조절 가능하여야 한다.
- 건조기 내 유효 체류시간은 약 3~20분 범위에서 조절 가능하도록 한다.

- Line Speed 변경 시 Web의 장력 안정성이 유지되어야 하며, 급격한 속도변화로 인한 분리막 손상이 없어야 한다.
- 실제 Line Speed와 체류시간의 상관관계는 장비 시운전 및 OQ에서 확인하여 운전범위를 설정한다.

C-7. Filter 및 청정공기 관리

- 건조공기 공급계통에는 HEPA Filter 및 Medium Filter를 적용하여 외부 이물 및 미립자의 유입을 최소화한다.
- Filter는 점검 및 교체가 용이한 구조로 설치하며, 교체 시 건조기 내부로 이물이 유입되지 않도록 한다.
- 건조부 내부의 공기유로 및 구조물은 먼지 축적이 최소화되고 청소가 용이한 구조로 제작한다.

C-8. Electric Control Unit 및 안전

- Control Panel을 설치하여 건조온도, Fan, Heater 및 주요 운전상태를 제어·확인할 수 있어야 한다.
- Start/Stop, Auto/Manual 및 Emergency Stop 기능을 포함하며, Heater 과열, Fan 이상 등 주요 이상상태에 대한 Alarm 및 Interlock을 적용한다.
- Side Door 개방 등 작업자 안전에 영향을 줄 수 있는 상태에서 필요 시 Heater 또는 구동부가 안전하게 정지할 수 있도록 한다.
- 장비 내부 전기·제어 배선은 공급범위에 포함하되, 공장 전원 인입점에서 장비까지의 외부 전기 공사는 별도 범위로 한다.

D. 도입방안

- 제막 및 세정 후 습식 상태의 분리막을 후속 권취 및 모듈 조립공정에 적합한 함수율로 연속 건조하여 제조공정의 연속성을 확보한다.
- 정온 건조와 저장력 이송을 통해 분리막의 열변형 및 물리적 손상을 최소화하고 Lot 간 품질 재현성을 향상시킨다.
- 과도한 수분 잔류로 인한 롤 유착을 방지하여 해사(Unwinding) 시 표면 박리 및 파손을 줄이고 후속 모듈화 공정의 불량률을 저감한다.

E. 설치방안

- (주)에코니티에서 승인한 규격 및 현장조건을 기준으로 설치하고, 전·후단 세정 및 권취설비와의 연결성을 고려하여 배치한다.
- 장비 설치 후 Level, Web Path, Nozzle 위치, Fan/Heater 및 안전장치의 설치상태를 확인한다.
- 공급범위는 설계, 제작, 조립, 납품, 장비 설치 및 시운전을 포함한다.
- 현장 외부 파이프 연결공사 및 공장 전원 인입공사는 본 공급범위에서 제외한다.

F. 시험 및 밸리데이션

F-1. IQ (Installation Qualification)

- 장비가 승인된 도면 및 본 규격서에 따라 제작·설치되었는지 확인한다.
- 장비 외형, Chamber, Air Floating Nozzle, Fan, Heater, Filter, Sensor, Control Panel, Tension Control 및 안전장치의 사양과 설치상태를 확인한다.
- 전원, 접지, 주요 부품 사양 및 제작도면과 실제 설치상태의 일치 여부를 확인하고 문서화한다.

F-2. OQ (Operational Qualification)

- 장비 기동·정지, Heater, Fan, Temperature Control, Line Speed, Tension Control, Alarm 및 Emergency Stop 기능을 시험한다.
- 설정온도에 대한 실제 건조부 온도가 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 이내로 유지되는지 확인한다.
- 장력 0.5 kgf 이하 범위에서 연속 운전 시 장력의 안정성과 반복성을 확인한다.
- Line Speed 변경에 따른 체류시간 3~20분 범위의 조절 가능 여부와 연속운전 안정성을 확인한다.

F-3. PQ (Performance Qualification)

- 실제 분리막 또는 동등한 공정용 샘플을 이용하여 연속 건조 성능을 평가한다.
- 실제 생산조건에서 건조 전·후 함수율, 분리막 외관, 변형·파손 여부, 권취 상태 및 해사성을 확인한다.
- 반복 운전을 통해 목표 함수율 및 건조 균일성의 재현성을 확인한다.
- PQ의 세부 Acceptance Criteria는 분리막 종류 및 후속공정 요구조건을 반영하여 발주처 승인 Protocol에서 확정한다.

G. 기타사항

- 공급자는 입찰 전 현장조건 및 설치공간을 충분히 검토하여 제작·설치 범위를 산출한다.
- 세부 장비 사양은 본 규격서 이상의 성능을 적용하며, 변경이 필요한 경우 사전에 발주처와 협의한다.
- Supply & Return Duct 등 현장 위치에 따라 결정되는 항목은 현장 확인 후 발주처 승인하에 최종 확정한다.

H. 품질보증

- 공급자는 자체 품질관리 기준에 따라 설계·제작·조립 및 설치 품질을 확보하여야 한다.
- 주요 부품 및 계측기에 대해서는 제조사 사양서 또는 관련 품질자료를 제출한다.
- 공급자 귀책으로 발생한 제작불량 및 기능상 하자는 무상 수리 또는 교체한다.

I. 시험 및 검사

- 설치 완료 후 발주처 입회하에 기본 검사 및 시운전을 실시한다.
 - 구조 및 외관검사

- Air Floating Nozzle 설치상태 확인
- Fan 및 Heater 운전시험
- HEPA/Medium Filter 설치상태 확인
- 온도제어 및 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 유지성 확인
- Line Speed 및 체류시간 조절 확인
- Tension Control 및 0.5 kgf 이하 운전 확인
- Control Panel, Alarm 및 Emergency Stop 시험
- 연속 운전시험

J. 제출 문서

- 장비 승인도면 및 최종 As-built Drawing
- 장비 Layout 및 전기회로도
- 주요 부품, Fan, Heater 및 Sensor 사양서
- 사용설명서 및 유지관리 지침서
- 계측기 교정성적서(해당 시)
- 시운전 결과자료
- IQ / OQ / PQ Protocol 및 Report
- 주요 소모품 및 Spare Part List

K. 기타

- 설치 및 시운전 완료 후 사용자에게 장비 운전, 점검 및 유지관리 방법에 대한 교육을 실시한다.
- 장비 제작 및 설치 전 세부사항은 발주처와 협의하여 확정한다.
- 본 규격서에 명시되지 않은 사항은 발주처와 공급사가 협의하여 서면으로 확정한다.