

전착도장 공정 폐수 무방류 처리 기술 **KISTHYDROMAT**

자동차 부품 및 각종 제품의 생산공정에 적용되는 전착도장(電着塗裝 Electro deposition coating) 공정의 폐수를 무방류 처리하는 기술을 소개 드리고자 합니다.

1. 전착도장의 공정개요

전착 성분을 함유하는 수성 도료(전착 도료)의 욕 안에 피도물을 담그고 통전하여 전기영동 현상과 물의 전해를 이용하여 전착성분을 석출·도장하는 방법. 전착 도료는 음으로 대전한 아ни온형과 양으로 대전한 카티온형으로 구별된다. 현재는 카티온형의 에폭시 에멀션형 도료가 다량으로 사용되고 있다. 원리적으로 수용해형의 전색제도 사용할 수 있으나 실용적으로는 수분산형의 전색제가 바람직하다.

[네이버 지식백과] 전착 도장 [電着塗裝, electrodeposition coating] (화학용어사전, 2011. 1. 15., 일진사)

몸체를 전착 도료에 담가 외판은 물론 내부까지 균일하게 도장하는 공정. 금속 제품의 하도에 많이 쓰이는 도장법으로 전착도장, 전기영동 도장(electrophoresis coating)이라고도 한다.

수용성 수지 도료를 집어 넣은 탱크 속에 금속제의 피도장물을 넣고, 피도장물에 전류를 흘려 그 표면에 도막을 형성시키는 도장 방법이다, 도료 용액에 전류를 흘려, 양이온 입자는 음극으로, 음이온 입자는 양극으로 이동하는 현상을 이용한 것이다.

전착 도장의 장점은 다음과 같다.

- (1) 방청성이 뛰어나다.
- (2) 복잡한 형상에서도 도막의 두께가 일정하다.
- (3) 달힌 단면에서의 마감성이 뛰어나다.
- (4) 도착 효율이 좋아 도료의 유실이 적다.
- (5) 표면의 패임, 기포 등의 불량률이 적다.
- (6) 수성 도료를 사용하기 때문에 안전성이 높고, 휘발성 유기화합물(VOC)도 적게 든다.

전착 도장은 음이온(anionic) 전착도장과 양이온(cationic) 전착 도장이 있으며, 주로 하부 도장에 사용되지만, 전기업계에서는 냉장고나 에어컨 컴프레서(compressor)의 외곽 도장 등, 눈에 잘 띄

지 않는 부분의 톱(top) 코팅 등에 사용된다. 요새는 원코트 전착이라 불리는 비교적 내후성이 좋은 아크릴 수지계의 전착도료도 개발되어 오디오 기기의 외곽 등과 같이 눈에 잘 띄는 부분의 톱(top) 코팅에도 적용이 기대되고 있다.

동의어

ED 도장, 전기영동 도장(electrophoresis coating)

[네이버 지식백과] 전착 도장 [electro deposition coating, 電着塗裝] (색채용어사전, 2007., 도서출판 예림)

출처 기계공학용어사전 | 전착도장

- 전기 영동(電氣泳動) 도장을 말하며, 수성 페인트, 수용성 수지(樹脂)를 전해욕(電解浴)으로 하여 자동차의 차체나 부품에 영동 전착(泳動電着)을 하고 있다. 정전(靜重) 도장법보다 피복 능력이 높고, 도막(塗膜)이 균일하며, 건조가 용이하고 도료의 손실이 없으나 단점은 설비비가 많이 드는 것이다.

외국어 표기 electro painting(영어), 電着塗裝(한자)

출처 매일경제 | 전착도장

- 피도물과 탱크를 양 전극으로 하고 탱크내의 수용성 도료중에 전류를 통해서 피도물에 도막을 만드는 도장방법. 프로세스는 금속도금과 유사하다. 두터운 도막은 할 수 없지만 침지도장이나 분무식 도장에 비해서 도장에 낭비가 없다. 또 공정의 자동화, 도료의 절약도 도모할 수 있고 자동차 메이커의 차체의 초벌칠(방청제)용으로서 널리 이용되고 있다.

출처 건축용어사전 | 전착 도장

- 수용성(水溶性)의 도료에 피도물(被塗物)을 담그고, 피도물을 양극, 도료조(塗料槽)를 음극으로 하여 직류 전류를 흘려서 도장하는 것.

외국어 표기 electrocoating(영어), 電着塗裝(한자)

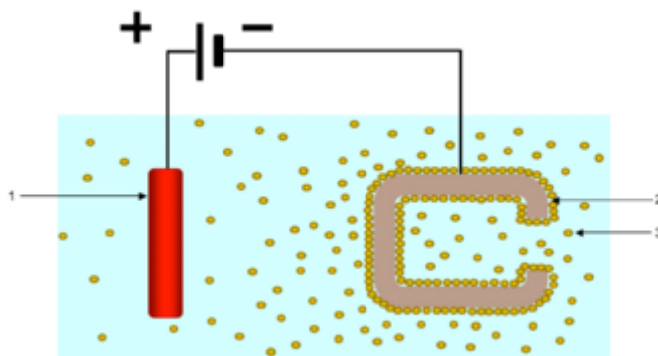
동의어 electrodeposition coating

[네이버 지식백과] 전착 도장 [electrocoating, electro painting, 電着塗裝] (용어해설)

Electrophoretic deposition (EPD), is a term for a broad range of industrial processes which includes electrocoating, e-coating, cathodic electrodeposition, anodic electrodeposition, and electrophoretic coating, or electrophoretic painting. A characteristic feature of this process is that colloidal particles suspended in a liquid medium migrate under the influence of an electric field (electrophoresis) and are deposited onto an electrode. All colloidal particles that can be used to form stable suspensions and that can carry a charge can be used in electrophoretic deposition. This includes materials such as polymers, pigments, dyes, ceramics and metals.

The process is useful for applying materials to any electrically conductive surface. The materials which are being deposited are the major determining factor in the actual processing conditions and equipment which may be used.

Due to the wide utilization of electrophoretic painting processes in many industries, aqueous EPD is the most common commercially used EPD process. However, non-aqueous electrophoretic deposition applications are known. Applications of non-aqueous EPD are currently being explored for use in the fabrication of electronic components and the production of ceramic coatings. Non-aqueous processes have the advantage of avoiding the electrolysis of water and the oxygen evolution which accompanies electrolysis. [출처 Wikipedia]



2. 전착도장의 공정과 폐수의 발생

탈지 -> 수세 -> 수세 -> 표면조정 -> 화성처리 -> 수세 -> 순수세 -> 수절건조 -> 전착 -> UF-1 수세 -> UF-2 수세 -> UF-3 수세 -> 후순수세 -> 건조



폐수 발생 공정 : 전착, 전처리, 탈지, 수세, 순수세, RO 농축수

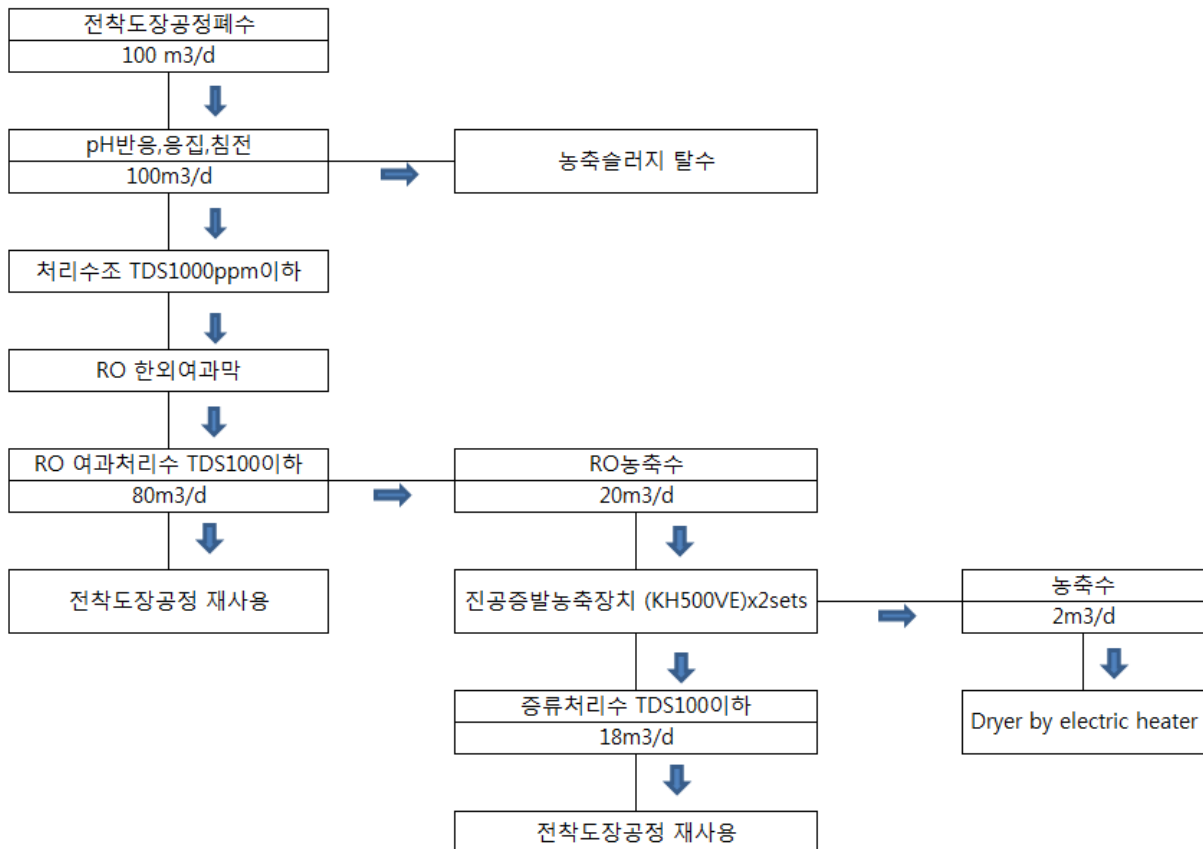
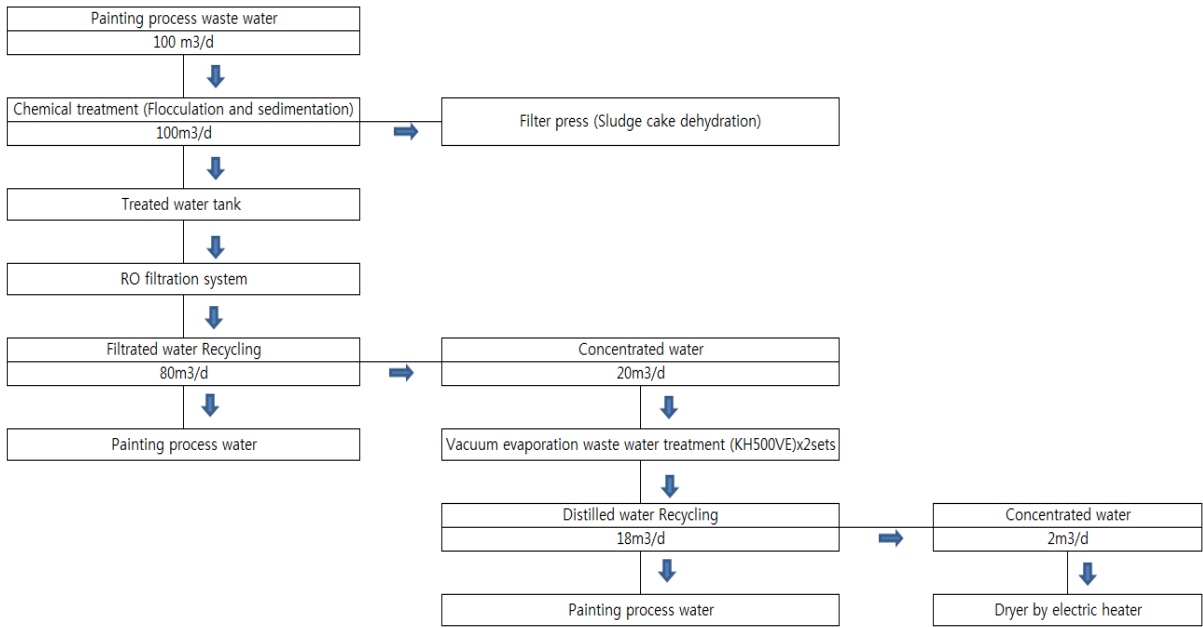
3. 전착도장 공정 폐수의 무방류 시스템 KISTHYDROMAT 적용 사례

- 1) 자동차 부품의 전착 도장 공정 폐수 (차체제조업체, 스프링 쇼바 제조업체)
- 2) 일일 폐수 발생량 : 100m³
- 3) 무방류 폐수처리 시스템 처리수 (재이용) 요구수질 : TDS100ppm 이하

4) 장비 구성

폐수 집수조 -> 폐수 1차처리 시스템 (약품 투여에 의한 물리화학적 응집침전 공정 및 활성탄 여과조) -> 처리수 (TDS 1000ppm 이하) -> RO 한외여과막 분리 KISTHYDROMAT 2500RO -> RO처리수조 (TDS 100ppm 이하) -> 활성탄 여과후 전착도장 공정 재이용

RO 한외여과막 분리 -> RO농축수조 (TDS 4000~6000ppm) -> 진공증발농축장치 KISTHYDROMAT 500VE -> 증류처리수조 (TDS 100ppm 이하) -> 활성탄 여과후 전착도장 공정 재이용



pH 반응 응집 침전 폐수처리장치 KISTHYDROMAT 2000VAI





RO 한외여과막 KISTHYDROMAT 2500RO





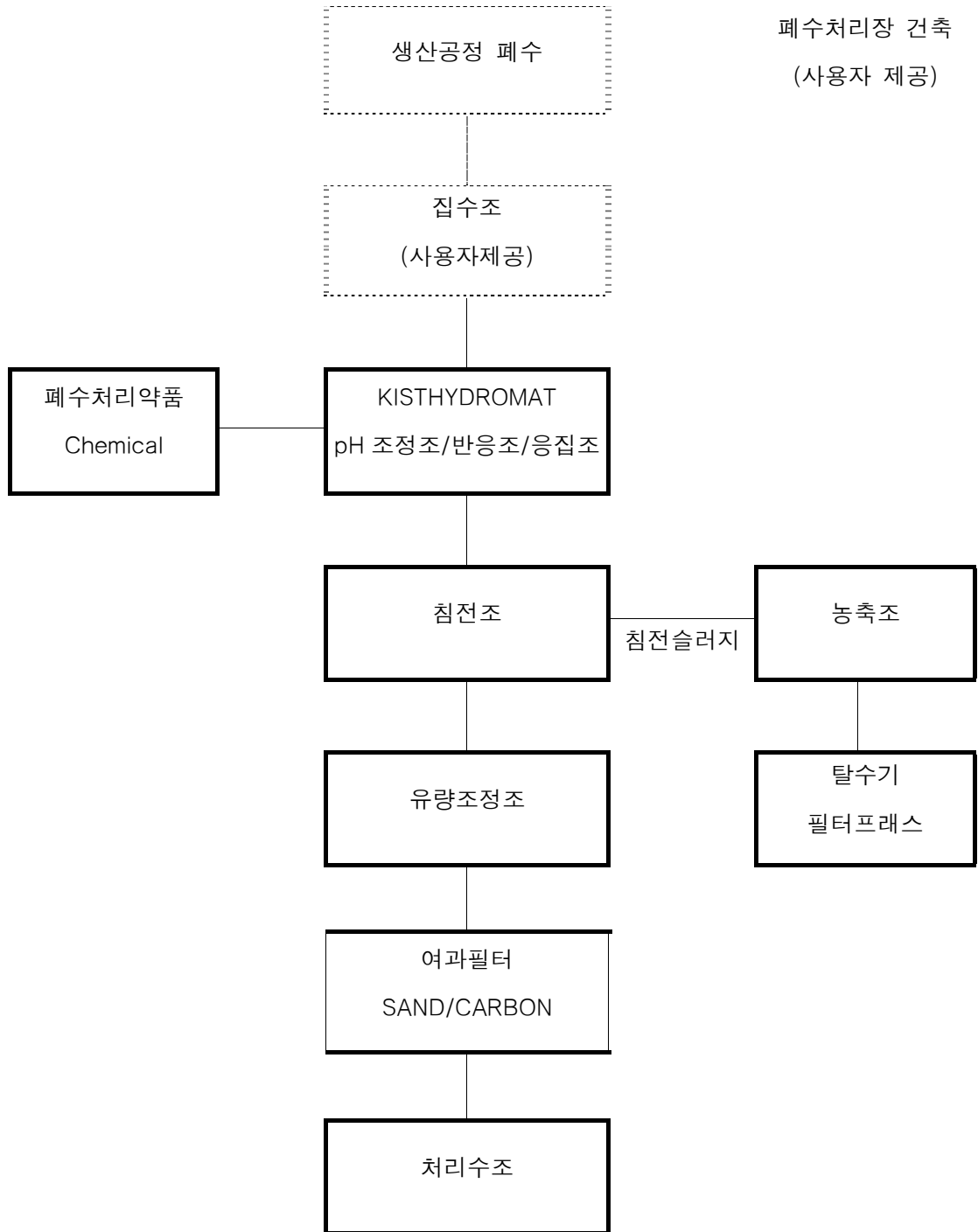
진공증발농축장치 KISTHYDROMAT 500VE







pH 반응 응집 침전 폐수처리



1. 집수조 (사용자 제공)

생산공정의 폐수가 모이는 곳으로 폐수의 균등화, 유량조정의 역할을 한다.

- 집수조 유효 용량 : 18 m³
- 재질 : 콘크리트 (FRP 라이닝 : 키스티엔지)

1-1. 수위감지센서

수위 감지는 플로트에 의하여 수위를 감지하여 그 수위를 표시하며 LOW, HIGH, HIGH ALARM 으로 구분하고 HIGH ALARM 시에는 경보음이 울리게 한다.

1-2. 입수펌프

펌프는 지면에 설치하고 배관을 이용하여 집수조에서 폐수를 유입한다.

- 1) 펌프 : 펌프
- 2) 배관

집수조에서 폐수처리장치의 KH 반응조로의 배관 PVC 50A

2. KISTHYDROMAT 폐수처리장치

집수조에 폐수가 일정수위이상 모이면 그 폐수는 KH 반응조로 입수되어지며 pH 조정조, 반응조, 응집조로 구성되어 각 교반장치와 약품 투여에 의하여 폐수의 pH 조정, 반응, 응집 공정이 이루어진다.

3. 침전조

응집 반응이 끝난 폐수는 침전조로 이송되어 침전되어지면 상등수는 유량조정조로 이송되어진다.

침전조 내부에 스크래퍼에 의하여 침전된 슬러지는 고착 되지 않게 끌어주게 된다.

4. 여과조

처리된 상등수는 유량조정조를 거쳐 SAND 여재와 활성탄 여재를 통과하여 여과되어진 후 방류되어진다. 활성탄 여과조는 입수되는 처리수가 활성탄을 통과하면서 활성탄의 미세공극에 의한 흡착 제거작용에 의하여 유기물, COD 성분이 제거된다.

5. 탈수기

침전된 슬러지는 농축조로 이송되어 탈수장치로 유입되어 가압 탈수되며 탈수된 탈수 슬러지 케이크는 호퍼를 통해 모여지게 되며 자연 건조 후 고품폐기물로 위탁처리하게 된다.

물리화학적 응집침전 폐수처리 시스템

KISTHYDROMAT 2000VAI

1. 처리방법 : 물리.화학적 처리

1) 폐수량 : 15m³/day

2) 배출시설 및 폐수처리장 가동시간 : 8hr/day

2. 방지시설 용량 및 설계근거 재질표시

1) 스크린조 (사용자 제공)

- 용량(규격): 800W x 600L x 600H = 0.29m³

- 계산근거: 유효수심 : 0.3m

유효용량 : 0.14m³

체류시간 : 4.5min

- 재질: 철근콘트리트

- 부대시설: 메쉬스크린 : 2set

기름 분리기 : 1 식

2) 집수조 (사용자 제공)

- 용량(규격): 2000W x 3600L x 2500H = 18.0m³

- 계산근거: 유효수심 : 2.3m

유효용량 : 16.6m³

체류시간 : 1.1day

- 재질: 철근콘크리트

- 부대시설: 자흡식 펌프 50A x 2HP : 2set

수위조절장치 : 1 식

Air Line : 1 식

Root's Blower : 50A x 3HP : 2set

산기관 : DIsk type: 8ea

3) pH 조절조

- 용량(규격): 900W x 900L x 1000H = 0.81m³

- 계산근거: 유효수심 : 0.8m

유효유량 : 0.65m³

체류시간 : 21min

- 재질: 탱크 STS304, 구조물 SS400

- 부대시설: V-NOTCH : 1set

교반기 120rpm x 1HP: 1set

교반기 180rpm x 1HP: 1set

약품탱크 1m³(NaOH): 1set

약품펌프 2000ml/min: 1set

pH meter : 0~14: 1set

4) 반응조

- 용량(규격): 900W x 900L x 1000H = 0.81m³

- 계산근거: 유효수심 : 0.8m

유효유량 : 0.65m³

체류시간 : 21min

- 재질: 탱크 STS304, 구조물 SS400

- 부대시설: V-NOTCH : 1set

교반기 120rpm x 1HP: 1set

교반기 180rpm x 1HP: 1set

약품탱크 1m³(Al₂(SO₄)₃): 1set

약품펌프 2000ml/min: 1set

pH meter : 0~14: 1set

Baffle: 1set

5) 응집조

- 용량(규격): 900W x 900L x 1000H = 0.81m³

- 계산근거: 유효수심 : 0.8m

유효용량 : 0.65m³

체류시간 : 21min

- 재질: 탱크 STS304, 구조물 SS400

- 부대시설: V-NOTCH : 1set

교반기 120rpm x 1HP: 1set

교반기 180rpm x 1HP: 1set

약품탱크 1m³(Polymer): 1set

약품펌프 2000ml/min: 1set

pH meter : 0~14: 1set

Baffle: 1set

6) 침전조

- 용량(규격): dia.2500 x (1700+700)H = 10m³

- 계산근거 : 유효수심 : (1.5+0.7)m

유효용량 : 8.4m³

체류시간 : 4.5hr

- 재질: 탱크 STS304, 구조물 SS400

- 부대시설: DRIVE UNIT : 0.12rpm x 1HP: 1set

SCRAPER : dia.2500: 1set

SLUDGE PUMP : 40A x 0.1m³/min x 2HP: 2set

WEIR & HOOD: 1set

7) 유량조정조

- 용량(규격): 2000W x 1200L x 2500H = 6.0m³

- 계산근거: 유효수심 : 2.2m

유효용량 : 5.3m³

체류시간 : 2.8hr

- 재질 : 탱크 STS304, 구조물 SS400

- 부대시설 : 이송펌프 : 40A x 0.1m³/min x 2HP: 2set

수위조절장치: 1 식

산기관 : Disk type: 2ea

8) 여과필터(SAND)

- 용량(규격) : dia.900 x 1800H = 1.1m³

- 계산근거: 유효수심 : 0.9m

유효용량 : 0.57m³

체류시간 : 18min

- 재질 : STS304

- 부대시설: SAND : 0.57m³: 2set

유입수 분산장치: 1set

하부 배수장치 : 1set

9) 여과필터(CARBON)

- 용량(규격) : dia.900 x 1800H = 1.1m³

- 계산근거: 유효수심 : 0.9m

유효용량 : 0.57m³

체류시간 : 18min

- 재질 : STS304

- 부대시설: CARON : 0.57m³: 2set

유입수 분산장치: 1set

하부 배수장치 : 1set

역세펌프 : 40A x 0.1m³/min x 2HP: 1set

10) 처리수조

- 용량(규격): 600W x 600L x 900H = 0.32m³

- 계산근거: 유효수심 : 0.7m

유효용량 : 0.25m³

체류시간 : 8min

- 재질 : 탱크 STS304, 구조물 SS400

- 부대시설 : FLOW METER(propeller type) : 50A: 1et

11) 농축조

- 용량(규격): dia.1560 x (1200+1000)H = 2.9m³

- 계산근거 : 유효수심 : 1.0m

유효용량 : 2.6m³

체류시간 : 2.6day

- 재질: 탱크 STS304, 구조물 SS400

- 부대시설: 교반기 : 60rpm x 2HP: 1set

13) 탈수기

- 용량(규격): 680 x 680 x 70T x 15 판

- 형식: Filter Press

- 재질: PP

- 부대시설: HOPPER: 1set

PISTON PUMP 3HP x 2": 1set

DIAPHRAGM PUMP 25A x 130L/min: 1set

여액이송배관: 1set

CONTROL PANEL: 1set

14) 전기판넬

- 흐름도 표시 터치스크린 방식의 PLC 프로그램

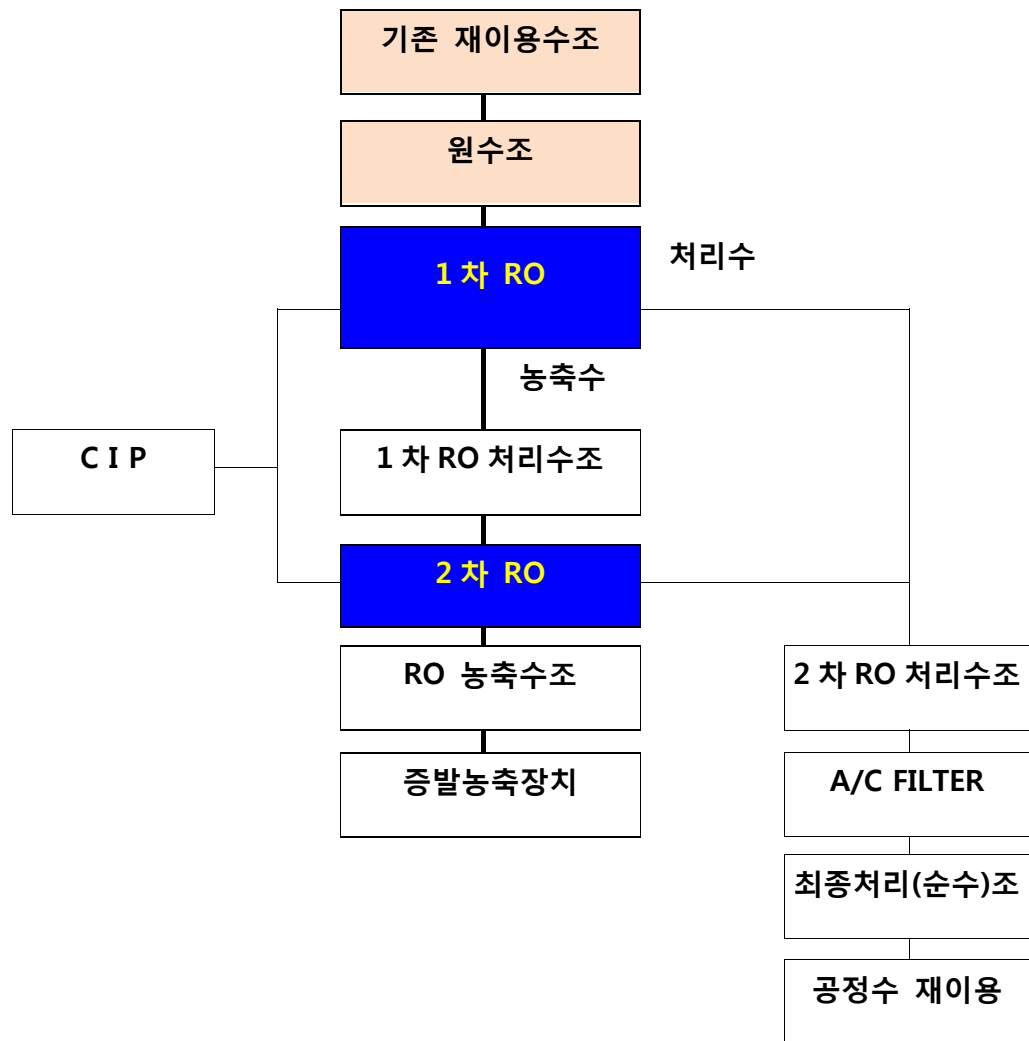
- 알람표시

RO 한외여과 분리막

처리수조에 모여진 도장폐수의 1 차 처리수를 RO 막에 의한 여과처리공정을 통하여 TDS 100 PPM 이하의 처리수로 만들어 재이용하고 농축액은 증발농축장치의 중화조로 보내어 처리한다.

RO 여과장치	여과성능			소요전력량 kW	소음량 dB	무게 kg	외형 WxLxH
	l/h	m3/d	M3/y				
KISTHYDROMAT 2500RO	2500	50	12500	8.65	80	1000	1400X2700X1900

※ 처리계통도



3.1 RO (Reverse Osmotic) 정수장치

물을 반투과막을 통하여 일정한 압력을 가하여 반투과막을 통과하여 정수 처리하는 공정

역삼투법(Reverse Osmosis: RO)은 반투막(Semi-permeable Membrane)과 삼투압을 이용하여 해수에 용해되어 있는 용질을 제거하여 순도가 높은 담수를 얻는 정수 처리 공정

동일한 양의 저농도 용액과 고농도 용액을 반투막(Semi-permeable Membrane)을 사이에 두면 시간이 지남에 따라 고농도 용액의 양이 점점 증가하는 현상이 발생하고, 일정 시간이 지나면 더 이상 고농도 용액의 양이 증가하지 않고 평형상태에 이르게 된다. 이를 삼투현상(Osmosis) 이라고 하며, 평형상태에서의 고농도 용액과 저농도 용액의 수두 차를 삼투압(Osmotic Pressure)이라고 한다. 평형상태에서 고농도 용액 측에 삼투압 이상의 압력을 가하게 되면 고농도의 용액의 용매인 물은 막을 통과하여 저농도 용액 쪽으로 이동하고, 용질은 막을 통과하지 못하게 되는데, 이를 역삼투현상(Reverse Osmosis)라고 한다. 이와 같이 반투막(Semi-permeable membrane)을 이용하여 가압된 염수에서 용매인 물을 용질과 분리하는 프로세스를 역삼투법이라고 한다.

1. 무방류 폐수처리 개요

기존 폐수처리장치의 처리수가 모여진 평상시 일일(24 시간) 약 50 톤, TDS 1000ppm 이하의 처리수를 활성탄 여과장치와 1, 2 차 RO 여과장치를 통과하여 TDS 100ppm 이하의 처리수질로 최종처리(순수)조에 모여져서 A/C FILTER 여과후 공정에 재사용되도록 공급한다.

2 차 RO 여과장치에서 발생하는 농축수(일일 9 톤)는 2 차 RO 농축수조에 모여서 진공증발농축장치로 증발농축공정을 거치게 되며, 증류처리수는 최종처리(순수)조로 보내지고 농축수는 증발농축기 농축수조로 모여져서 외부 위탁 처리한다.

각 장치는 PLC 에 의한 자동제어 및 동작이 이루어진다.

1. 기존 처리수의 유입

1. 지존 처리수조

사용자 제공의 지하 토목구조로 폐수처리가 완료된 TDS 1000ppm 이하의 처리수가 모이는 곳으로 처리수수의 균등화, 유량조정의 역할을 한다. 또한 수조 수위감지센서에 의한 입수펌프의 작동에 관계한다.

1-2. 수위감지센서

수위 감지는 플로트에 의하여 수위를 감지하여 그 수위를 표시하며 LOW, HIGH 로 구분하여 원수펌프의 작동을 제어한다.

1-3. 원수펌프

펌프는 기존 처리수조에 수중펌프로 설치하고 배관을 이용하여 원수조로 유입한다.

1) 펌프 : 2 대 병렬로 설치

원수펌프 A/B

1HP x 2

220V 단상

한일 IPV835N-F

전양정 18.5m

최대양수량 24m³/h

OUT 50A

2) 배관

처리수조에서 RAW WATER TANK 로의 배관 SUS(40A)

2. 1 차 RO / 2 차 RO

기존 폐수처리수(TDS1000ppm)를 유입(일일 50 톤, 시간당 2.5 톤)하여 활성탄, MF 를 통과 후 1 차 RO 처리(TDS100ppm), 2 차 RO 처리(TDS100ppm)를 하여 기존 폐수처리장의 재이용수조로 이송한다. (재이용 생산수 일일 40 톤, 시간당 2 톤)

1 차 RO 농축수는 1 차 RO 농축수조에 모여지고, 2 차 RO 에서 재여과처리하며, 2 차 RO 농축수는 2 차 RO 농축수조를 이송한다. (일일 10 톤, 시간당 0.5 톤)

2.1 원수조

기존처리수의 RO 처리를 위한 유량조정조

1) 재질 : PE

2) 용량 : 2 m³

2.2 1 차입수펌프 A/B

0.9kW x 2

220V 삼상

화랑 PP4-30Y(H)

1~7m³/h, 40~28m(H)

IN 32A / OUT 25A

SUS304

2.3 활성탄 여과조

1) 재질 : PE + FRP

2) 용량 : 200 liter

3) 여재 : 입상활성탄

2.4 MF 여과조

1) 탱크재질 : SUS 304

2) 카트리지 : 5micron 5ea

2.5 1 차 고압펌프 A/B

1 차고압펌프 A/B

3.7kW x 2

220V 삼상 화랑 PPL4-100

2~8m³/h 124~74m(H)

IN/OUT 25A

SUS304

2.6 1 차 RO MODULE

1) 타입 : Spiral Wound

2) 사양 : 8" x 40" (VONTRON 8040)

2) 수량 : 6 ea

2.7 1 차 RO 농축수조

1) 재질 : PE

2) 용량 : 2 m³

2.8 2 차 고압펌프 A/B

2 차고압펌프 A/B

3.7kW x 2

220V 삼상 화랑 PPL4-100

2~8m³/h 124~74m(H)

IN/OUT 25A

SUS304

2.9 2 차 RO MODULE

1) 타입 : Spiral Wound

2) 사양 : 8" x 40" (VONTRON 8040)

2) 수량 : 6 ea

2.10 2 차 RO 농축수조 (중화조)

1) 재질 : PE

2) 용량 : 10 m³

2.11 CIP TANK

1) 재질 : PE

2) 용량 : 0.6 m³ x 3 조

2.12 최종처리(순수)조

1) 재질 : PE

2) 용량 : 10 m³ x 2 조

2.13 재이용수 펌프

재이용수펌프 A/B

1510W

220V 단상 11A

한일 HIE1 950

압상 24m 양수량 120L/min

IN 50A / OUT 40A

2.14 활성탄 여과조

활성탄 여과조는 입수되는 처리수가 활성탄을 통과하면서 활성탄의 미세공극에 의한 흡착 제거작용에 의하여 유기물 성분이 제거된다.

1 차/2 차 RO 처리수와 증발농축장치에서 처리한 증류처리수가 모여진 최종처리(순수)조의 처리수를 여과하여 기존 재이용수조로 보내준다.

1) 탱크재질 : SUS 304

2) 유효용적 : 1000ℓ

3) 충전물 : 입상 활성탄

3. 증발농축장치

3.1 사양

진공증발농축 무방류폐수처리시스템 KISTHYDROMAT 500VE :

▪ 증류기

- 고효율의 증류 분리를 위해 특별히 설계 제작되어진 구조
- 증류공정 관찰을 위한 투시창과 유지보수를 위한 별도의 대형 개폐장치
- 증류 처리공정의 점액부 재질 : SUS304

▪ 고유량 열교환기

- 신기술의 스케일방지를 위한 고유량의 설계의 열교환장치
(장점 : 고효율의 열교환, 스케일 방지, 추가적인 순환펌프 불필요)

- 완벽한 유동층에 의한 연속식 크리닝 시스템
- 열교환기는 항시 수분이 공급되어있는 상태를 유지하여 건조에 의한 스케일 착상 방지
- 열교환기는 레일식 착탈장치에 의해 간단히 분리되는 구조
- 처리공정의 점액부 재질 : SUS304

▪ 잠열 회수장치 (공급수의 예열)

- 동축 나선구조의 열교환 구조는 관막힘을 막는다.
- 처리공정의 점액부 재질 : SUS304

▪ 진공펌프

- 비접촉식 회전 로터 방식
- 고도의 내부식성 재질의 특수 사양 가능

▪ 밸브

- 볼밸브 (스텐레스 / 니켈도금된 황동) 공압 액추에이터 장착
- 전기식 제어 밸브

▪ 증류 / 농축액 배출

- 증류액 및 농축액의 저장탱크로의 최고 배출 수두는 1.5 m

▪ 소음 / 방열 후드

- 시스템은 방음/방열 하우징으로 감싸여져 있음
- 모든 장치는 쉽고 빠르게 분해 및 분리되어질 수 있음

▪ 콘트롤 박스

- PLC 및 터치스크린 내장 지능형 메뉴 / 데이터 input, 인터페이스
- 주요 공정, 데이터, 알람 표시기능
- 쉬운 작동, 문제점 표시 기능

KISTHYDROMAT 500VE 상세 기술 사양 :

증류량 500ℓ/h

소비전력량 55kW (공급전원 75kW)

전원 380/60V/Hz

공압 ≥ 5kgf/cm²

크기 (L x W x H) 2700x4300x3300 mm

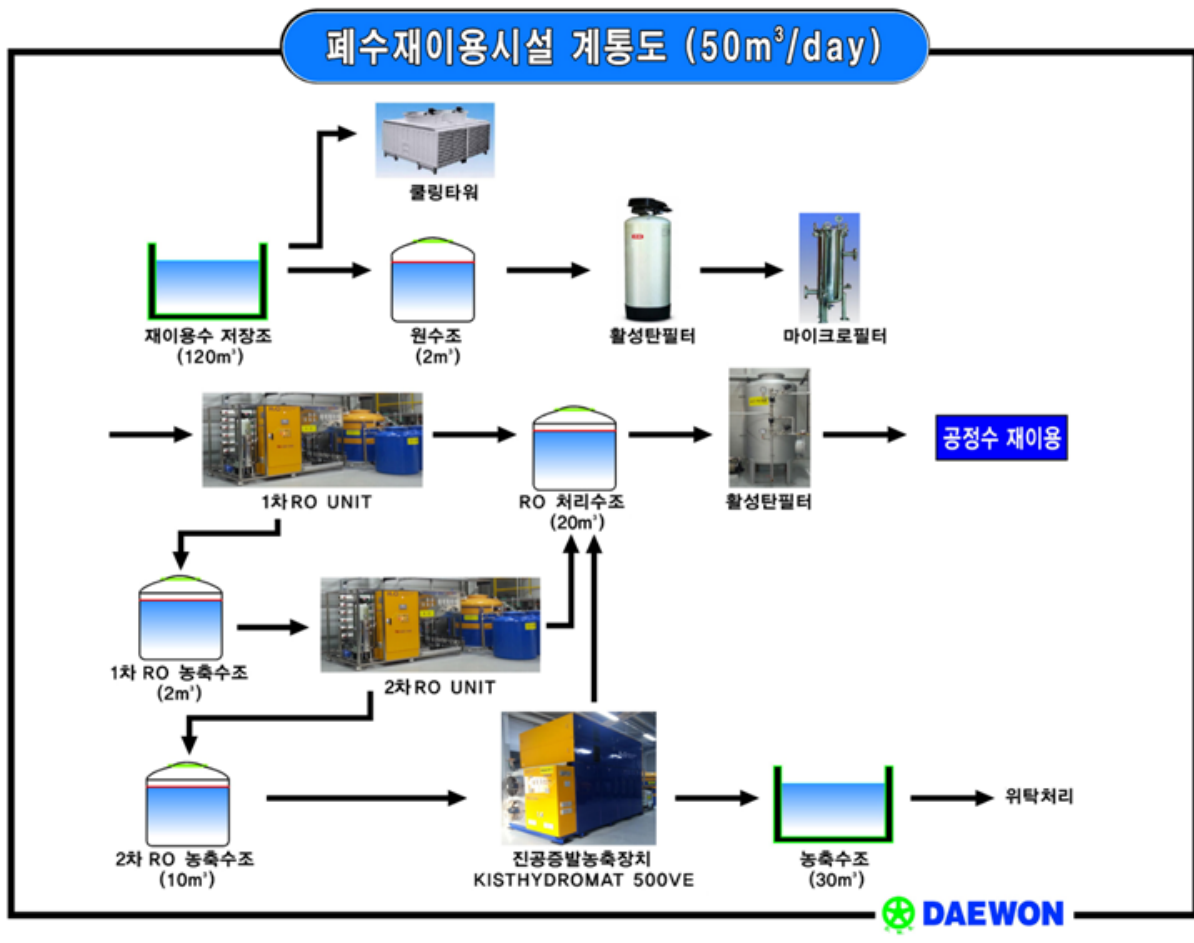
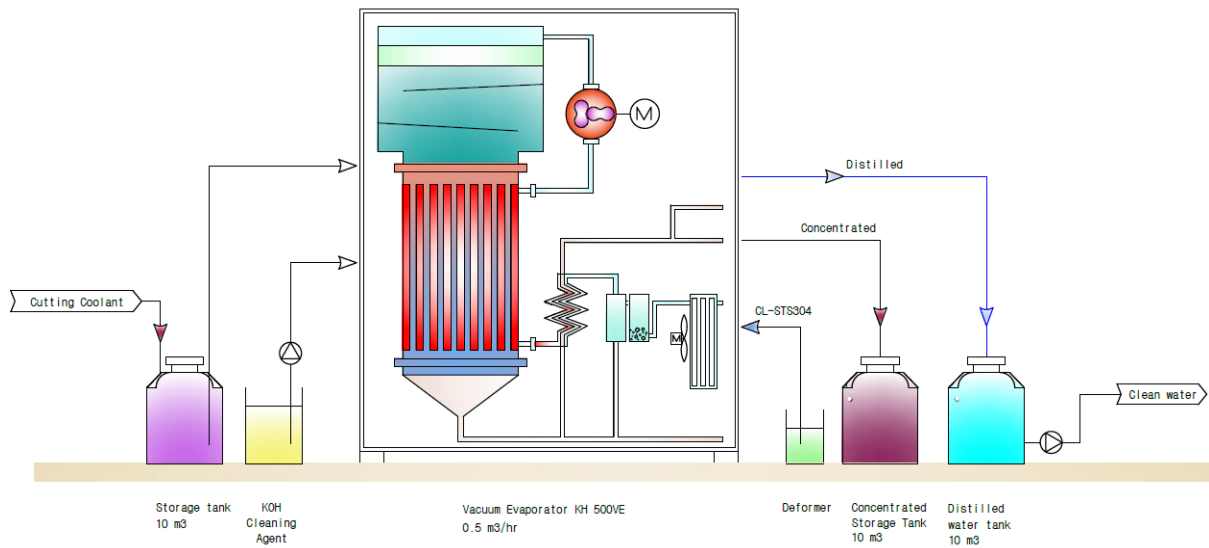
무게 6000 kg

포함된 주변장치 :

소포제 투입장치- 거품 발생 제거

자동세정장치- 세정제에 의한 증류장치 세정

스텐 밸브



프로젝트 수행 : 동희산업 염성공장. 대원강업 천안공장. 대원강업 창원공장.