We are making safe spaces to breathe!

4 세대 필터 없는 압연 흄 제거 시스템

4th Generation Fume Elimination System

Air Tech.

AllsWell

AllsWell 인천광역시 연수구 송도미래로 30 스마트밸리 B동 912호
TEL 032) 225-5028, FAX 032) 225-5030
www.alls-well.co.kr

도약하다

국내 최초 공기기술 전문기업에서
세계가 인정하는 공기기술 전문기업으로
도약하다.

AllsWell

올스웰 홈페이지 : http://www.alls-well.co.kr
(QR코드를 스캔하면 홈페이지로 연결됩니다.)

올스웰은 국내 최초의 공기기술 전문 기업으로서, 공간 특성과 공기 흐름을 고려한
최적화된 설계를 기반으로 고객 맞춤형 솔루션을 제공하고 있습니다.

가치와 사명

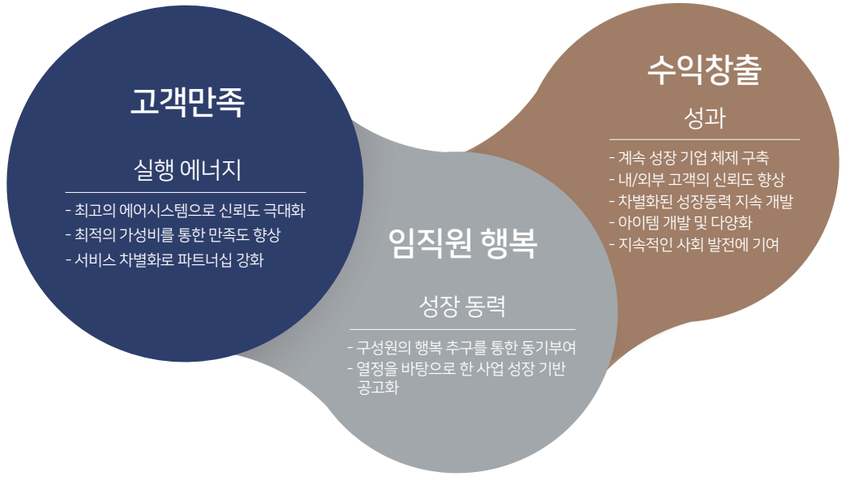
사람이 마음 놓고 숨 쉴 수 있는 공간을 만들어 인간의 생명과 건강을 보호한다.

올스웰이 지향하는 최고의 가치는 '사람'입니다. 사람을 위한 기술, 나아가 세상을 위한 공기기술로 건강하고 안전한 인류의 미래를 만들어갑니다.



경영 이념

구성원의 행복을 바탕으로 사회에 공헌하는 기업!
올스웰은 '같이'의 '가치'를 추구합니다.





공정 현황 파악부터 시스템 전체 설계까지,

압연 공정 조건에 맞는 솔루션을 제공하다

발생 오염물질 분석부터 배출 공기의 질까지,
최적의 System 설계와 정확한 진단을 통해 설계된 W-FLES는
배출물질 농도와 Fume 비산을 감소시킴으로써
생산성 향상, 제품 불량률 감소,
유지보수 비용 최소화, 악취 문제 개선 등
기업의 혁신에 기여하고 있습니다.

'물'로 배출물질을 완벽히 제거하다

필터 없는 습식 공기정화시스템!

필터 없이 물을 이용해 배출물질을 정화하는 독보적인 공기기술로,
압연 공정에서 발생하는 문제를 가장 효율적으로 해결할 수 있는
시스템입니다.

Wet Type Filter-Less Fume Elimination System(W-FLES)

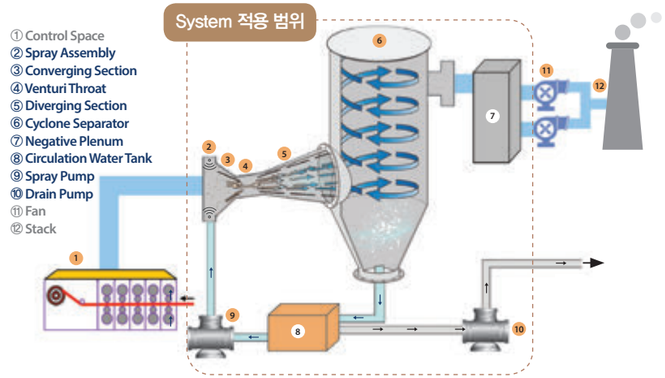
물을 이용하여 압연 중 발생되는 배출물질을 제거하는 시스템

- 금속성 물질이 포함된 증기나 점성이 큰 배출물질에 적합함
- 압력차에 의한 가속 효과로 배출물질과 물이 결합하여 중력과 원심력으로 정화되는 원리로 필터가 없음

System 사양 결정 범위

System 적용 범위

① Control Space
② Spray Assembly
③ Converging Section
④ Venturi Throat
⑤ Diverging Section
⑥ Cyclone Separator
⑦ Negative Plenum
⑧ Circulation Water Tank
⑨ Spray Pump
⑩ Drain Pump
⑪ Fan
⑫ Stack



W-FLES

차별점

- 필터를 사용하지 않음
  → 막힘 현상 없음
- 물 재순환 시스템
- 철 분진, 가스 또는 점성이 있는 오염 물질 제거에 최적화
- 고온 가스 처리 가능

고온 가스 운영 조건에 가장 최적화된 설비

W-FLES의 정화 콘셉트



- 물과 오염물질의 충돌, 차단, 확산 원리로 질량 증대
- Venturi Throat 가속에 따른 압력 강하
- Cyclone 내부 중력과 원심력에 의한 기체와 액체의 분리
- ΔP의 증가 및 Venturi 통과에 따라 온도 하강, 포화상태로 유동
- 물 응축(철 분진이 응축핵으로 작용)
- 먼지, Fume, Oil, 산, 악취 등 제거 가능
  (습도가 높은 고온, 점착성 분진 제거에 최적화)

핵심 기술

- Venturi Throat의 가속에 따른 정확한 ΔP 계산
- Cyclone 내부의 원심력과 중력 효과를 최대화할 수 있는 정확한 지름과 높이 산정

세계적인 철강 기업들이 선택하다

산업공기기술!

한국 D제철 TCM[1]에 세계 최초로 적용한 W-FLES 사례를 바탕으로,
세계 2위인 중국 철강기업을 비롯해 전 세계적으로 TCM에 특화된
산업공기기술을 인정받고 있습니다.

1) TCM : Tandem Cold rolling Mill(연속냉간압연기)

생산성 향상과
운영비 절감



연간 절감 비용(D사 사례)

4.4 억원

주요 Project 실적 및 진행 현황

한국 D제철(2015. 12. 완료)

- 세계 최초 W-FLES 적용 사례
- 생산성 향상
- TVOCs, 악취 감소
- 운영비 절감(4.4억원/년)
- SMS 설계 설비 교체



중국 B강철(2018. 12. 완료)

- FAT 결과 7개 보증 사항 만족
  - Oil Mist 농도, 악취, NMHC 농도, 풍량, Water Mist 비산, 소음, 굴뚝비 현상
- SMS 설비 교체



프로젝트 완료

중국 B강철

- 2개의 생산라인에 대한 추가 협의 진행 중
- 2020년도 상반기 순차적 진행 예정
- 現 SMS 설비 적용 중



중국 S강철

- 2018년 12월 최초 미팅
- 2019년 기술협약 완료
- 現 MITSUBISHI 설비 적용 중



중국 A강철

- 2017년 12월 최초 미팅
- 2019년 기술협약 완료
- 現 SMS 설비 적용 중



프로젝트 진행 중



중국 B사 Project History

기존

SMS 시스템 철거

세계적 기업과 경쟁

SMS PRIMETALS TECHNOLOGIES

AllsWell 올스웰

posco 포스코ICT NIPPON STEEL ENGINEERING



차별성

AllsWell VS SMS

Hard	Design	Easy
Simple	Structure	Complex
Average	Operating Cost	High
Improvement	Malodor	Worsen
Improvement	Productivity	Worsen

기존 공정환기정화시스템(필터 방식 집진 설비) 이슈

- 필터 막힘 및 성능 저하 : 배출물질 포집력 저하
- 추가 비용 발생 : 필터 청소 및 교체 등
- 악취 발생 : 배출물질 적체 및 부패

필터 없는 공기 정화시스템으로 해결하다

근본적인 문제 원인 제거

압연 공정 상의 문제점을 정확하게 파악하고 진단하여,
최적화된 공기정화시스템을 설치함으로써 제품 품질 개선은 물론
비용 절감 및 환경 개선 등의 효과를 거두었습니다.

필터 없는 공기정화시스템 설치 후 개선 사항

품질 개선
- 불량률 감소
- 수분에 의한 설비 오염 및 표면 결함 감소

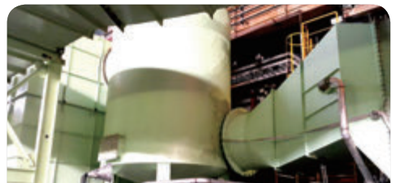
비용 개선
- 소요 비용 개선
- 전력 사용량 개선
- 생산성 향상

환경 개선
- 기름 오염 방지
- 작업자 만족도 향상
- 배출물질 배출량 및 악취 감소

D제철 설치 결과

프로젝트 개요
- 공사완료 : 2015년 12월
- 설치기간 : 5.5일(해체 포함)
- 풍 량 : 3,500CMM (Max 5,000CMM)

개선 요구사항
- 기존 TCM Fume Eliminator의 문제점 해결 요구



품질 개선	• 기름, 철분 등의 원활한 배출물질 제거로 제품 오염 개선 → 불량률 감소 • 압연설비 내의 수분 응축 감소 → 수분에 의한 설비 오염 및 표면 결함 감소
비용 개선	• 필터 막힘/청소/교체에 따른 소요 비용 개선 • 전력 사용량 개선 • 안정적인 생산 조건 확보로 생산성 향상
환경 개선	• 공기정화시스템 주변의 기름 오염 방지 • 단순한 설비구조에 따른 정비 용이 → 작업자 만족도 향상 • 대기 배출물질 배출량 및 악취 감소

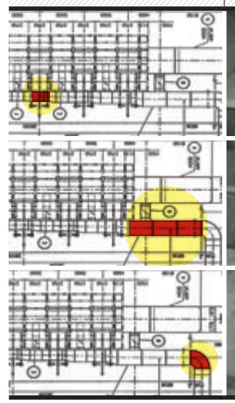
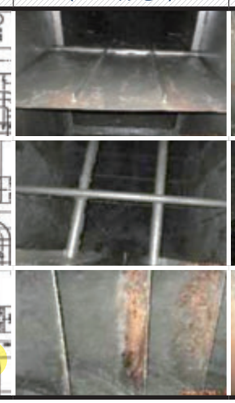
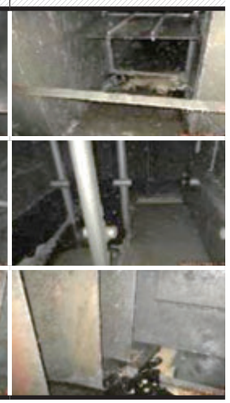
설치 전/후 비교



설비 가동 현황

설비 운영 (2016. 8.)	
TCM OP측 (2017. 2.)	
TCM 전체 (2017. 2.)	

Stand Duct 내부 Scum

위치	시스템 교체 (Duct 내부 청소)	1년 후
		

기업의 니즈, 그 이상을 충족시키다

오염물 농도 저감 및 환경 기준 만족!

중국 정부의 환경 규제에 대비한 작업장 환경 개선은 물론 오염물 저감에 따른 제품 품질 안정화, 생산성 향상 등 니즈, 그 이상의 성과를 통해 산업공기기술 강소기업으로 인정받았습니다.

필터 없는 공기정화시스템 설치 후 개선 사항

환경 개선
- 배출물질 배출량 및 악취 감소
- 작업자 만족도 향상
- Fume의 노출 방지

생산/품질 개선
- 생산성 향상
- 기름 오염 방지

B강철 설치 결과

프로젝트 개요
- 공사 완료 : 2018년 12월
- 설치 기간 : 6일(해체 포함)
- 풍 량 : 4,500CMM



개선 요구사항
- 환경 부분에 대한 개선 최우선

환경 개선	• 대기 배출물질 배출량 및 악취 감소 • 단순한 설비구조에 따른 정비 용이 → 작업자 만족도 향상 • Fume의 효과적인 제거를 통한 노출 방지 • 환경 규제 만족
생산/품질 개선	• 안정적인 생산조건 확보로 생산성 향상 • 설비/작업공간에 대한 기름 오염 방지
안전/보건 개선	• 청소 및 유지보수로 인해 발생하는 안전사고 발생 가능성 제로

설치 전/후 비교

〈설치 전〉



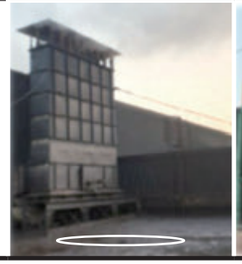




〈설치 후〉



설치 결과

위치	설치 전	설치 후
TCM 상부1		
TCM 상부2		
Drive Side		
굴뚝비		

압연 흄 제거 솔루션의 새로운 기준이 되다

정확한 진단과 기업의 니즈 반영!

기존 시스템에 대한 정확한 진단과 기업의 니즈를 반영!
맞춤형 솔루션으로 개선된 압도적인 측정 결과가 산업공기기술 솔루션의 새로운 기준이 되고 있습니다.



B강철(중국)

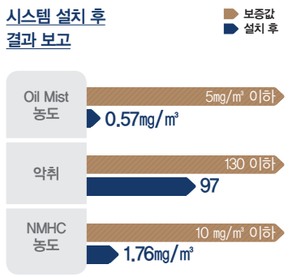
보증 항목	측정 방법	보증값	측정 결과	
			개선 전 (기존 시스템)	개선 후 (당사 시스템)
Oil Mist 농도	중국 환보국 표준	5㎎/㎥ 이하	7㎎/㎥	0.57㎎/㎥
악취	중국 환보국 표준	130 이하	260	97
NMHC 농도	중국 환보국 표준	10㎎/㎥ 이하	15mg/m3	1.76㎎/㎥
TCM 근처 Fume 비산	육안 검사	Fume 보이지 않음	다량	없음
굴뚝비 현상	육안 검사	굴뚝비 현상 없음	굴뚝비 심함	없음
풍량	ISO 3966:2008 (제3 측정기관)	270,000CMH ±10%	370,000CMH (Spec.)	270,000CMH ±10%
소음	설비로부터 1미터 거리	85dB(A) 이하	–	85dB(A) 이하



D제철(한국)

보증항목	측정 방법	보증값	측정 결과	
			개선 전 (기존 시스템)	개선 후 (당사 시스템)
THC (총 탄화수소)	환경부 표준	40㎎/㎥ 이하	–	0.5㎎/㎥
TVOCs (총 휘발성유기화합물)	환경부 표준	–	–	1.01㎎/㎥
악취	환경부 표준	1,000 이하	–	평균 132

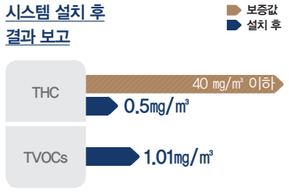
시스템 설치 후 결과 보고



Data 측정 결과 – B강철

구분	악취 농도	Oil Mist 농도	NMHC 농도
측정 기관	B사(B사 산하의 공업기술서비스유한공사)		
측정일	2019. 7. 9.	2019. 7. 9.	2019. 7. 9.
측정 장소	TCM 굴뚝		
측정 결과	97	평균 0.57㎎/㎥	1.76㎎/㎥
결과 보고서			

시스템 설치 후 결과 보고



Data 측정 결과 – D제철

구분	THC		TVOCs	
측정 기관	P환경 (정부공인 대기측정 전문업체)		KTR (한국화학융합시험연구원)	
측정일	2017. 5. 16.	2020. 1. 30.	2017. 5. 23.	2020. 1. 30.
측정 장소	TCM 굴뚝	TCM 굴뚝	TCM 굴뚝	TCM 굴뚝
측정 결과	2.6㎎/㎥	0.5㎎/㎥	3.48㎎/㎥	1.01㎎/㎥
결과 보고서				

구분	악취						
측정 기관	P환경(정부공인 대기측정 전문업체)						
측정일	2017. 4. 10.						2020. 1. 30.
측정 장소	압연유 Return Tank	TCM Drive Side	Emulsion House	TCM 공장 50m 지점	TCM 공장 200m 지점	TCM 굴뚝	TCM 굴뚝
측정 결과	4	3	4	3	3	120	144
결과 보고서							

정량적 효과 – 사례 기반

환경 & 안전

기업명	구분	개선 전	개선 후
A사	악취	–	130
B사	악취	260	100 이하
	굴뚝비	有	無

환경 & 안전 리스크 제거
- 작업자의 안전 보장(사고 발생 위험 차단)
- 환경 규제 만족

악취 60% 감소

배출물질

기업명	구분	개선 전	개선 후	절감률
B사	Oil Mist	5㎎/㎥	0.7㎎/㎥	86%
	NMHC	10㎎/㎥	3~4.5㎎/㎥	55%
	FUME	다량	미량	
C사	미세먼지 농도	1,059㎍/㎥	370㎍/㎥	65%

배출물질 평균 69% 저감

정성적 요인

환경 규제 만족으로 초과 부담금, 과태료 등 잠재 비용 발생 예방

필터 없는 공기정화시스템 설치 후 경제성 효과

70% 악취

50% 전력량

업체별 비용 절감

Min 2.6 억 원 ~

Max 4.4 억 원

설치 사례를 통한 경제성 효과 – D제철 가동 後 1년 모니터링(한국)

개선 효과

구분	기존 공기정화시스템 (개선 전)	필터 없는 공기정화시스템 (개선 후)	비용(천원)		비고
			개선 전	개선 후	
배출물 제거	스탠드 외벽 오염	도색주기 (4개월→1년)	20,000	6,000	인건비, 도색비
	후단 배출물 응축 불량	표면 불량 미발생	45,000	0	불량 개선 비용
필터 비용	배출물질 정체 및 부패	교체비용 없음	100,000	0	필터 교체 및 제작 비용
		악취 감소 (70% ↓)			
	Duct 내 배출물질 정체	미정체로 청소비용 없음	40,000	0	청소 비용
전력량	70~90% 사용 (350㎾ X 2대)	50% 이하 사용	505,890	266,112	전력 사용량 감소
손실 비용(년)			710,890	272,112	**4.4억원/년 절감**

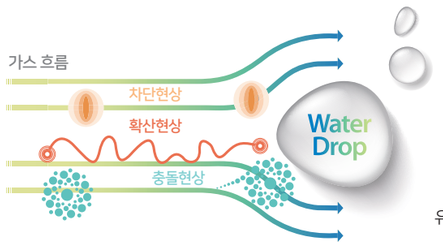
엔지니어링 기반의 산업공기기술로 혁신하다

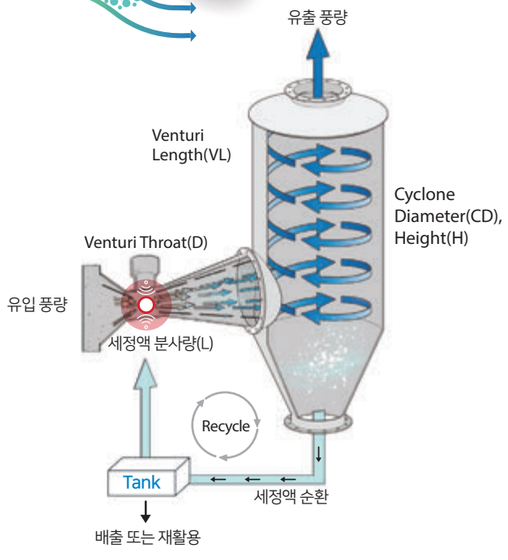
Mass & Energy Balance부터 필요 풍량 산출까지

Mass & Energy Balance, 응축 수량 산출, 배출물질 농도 산출, 증발량 산출,
필요 송풍량 산출, 송풍기 사양 결정, 폐수량 산출에 이르기까지
산업공기기술로 TCM에 대한 Total Air Solution을 제공합니다.

공기정화 원리

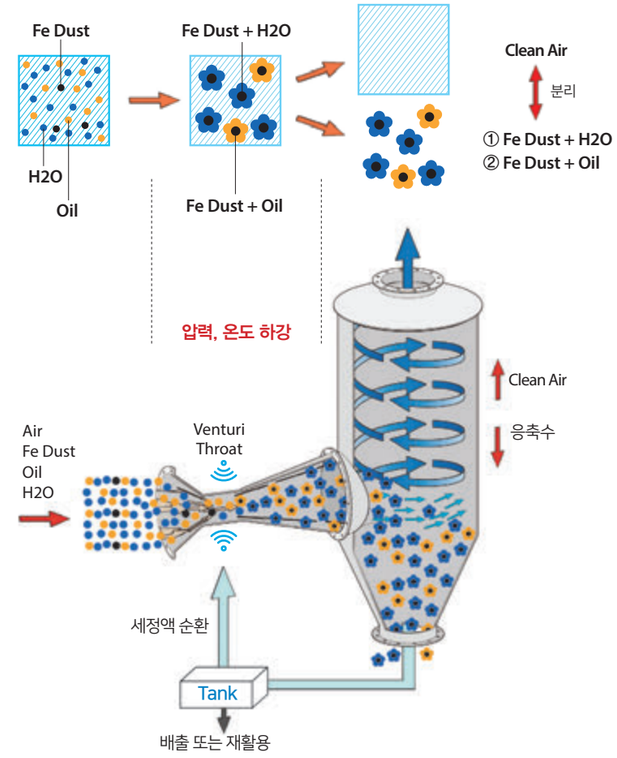
- 물과 배출물의 충돌, 차단, 확산 원리로 질량 증대
  → Venturi Throat에서 배출물 가속
- Cyclone 내에서 원심력과 중력에 의해 기/액 분리
- 초미세먼지(PM2.5 이하) 및 기름, 산, 악취 등을 동시 제거
  → 습도가 높은 고온, 점착성 분진 제거에 탁월한 효과





- ΔP 증가(Venturi 통과)에 따른 온도 하강 → 포화상태로 유입되어 수분 응축현상 발생
- 특히 Fe 분진이 응축핵으로 작용 →ΔT 20℃ 이상에서 80% 이상의 수분, 오일 응축
- ΔP 증가시켜 응축량 증대 → 악취 원인의 Oil과 수분 응축 및 Fe 분진 제거

※ 적절한 동력값과 응축 효율의 최적점 확보



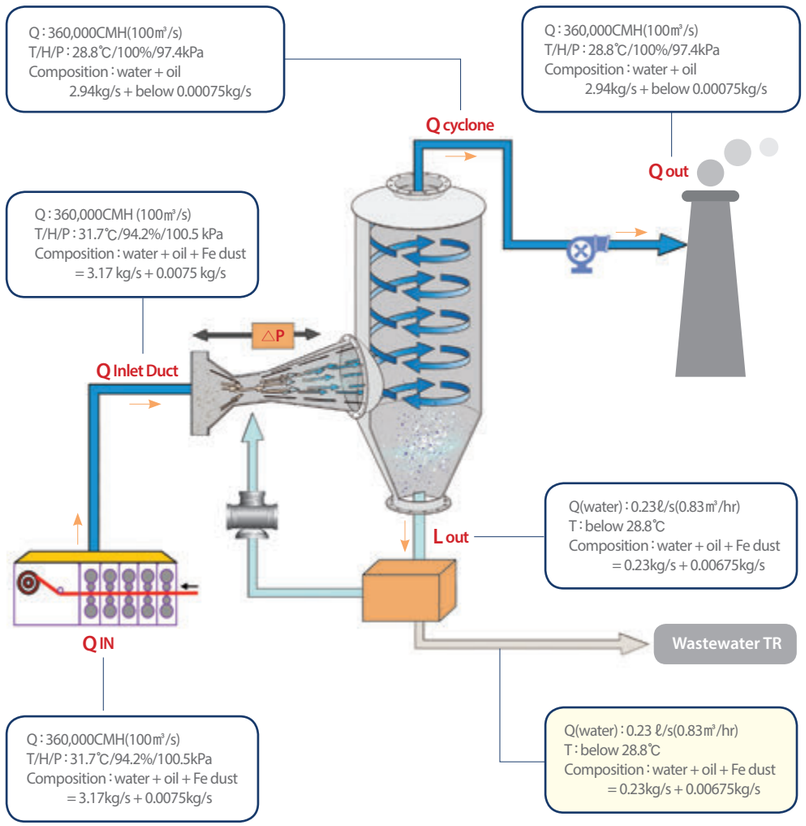
핵심 기술

- Venturi Throat의 가속에 따른 ΔP 산출
  → System 전체 ΔP의 정확한 산출에 의한 동력 확보
- Cyclone 내부 원심력과 중력 효과를 극대화하기 위한 지름과 높이 산정
- 압력 강하에 의한 냉각 응축 효과 증대 → Scum 및 악취 제거 효과
- 응축된 물의 재활용 가능, 폐수 발생량 획기적 감소 가능

Total Mass & Energy Balance

• 전체 공기정화시스템 Mass & Energy Balance 산출
→ 응축 수량 및 Stack 배출 온/습도 계산

Q	Flow rate	T	Temperature
P	Pressure	H	Humidity



※데이터는 S사 예시

• 물질 및 에너지에 대한 유입/유출량은 동일(열역학 제1법칙)
→ 유출 공기의 온/습도가 결정됨

– Mass Balance
gas $\dot{m}_{inlet\ duct} = \dot{m}_{cyclone} - \dot{m}_{cond}$ (응축량)
liquid $\dot{m}_{in} + \dot{m}_{cond} = \dot{m}_{out}$

– Energy Balance $\frac{d(mU)_{cv}}{dt} + \Delta\left[\left(H + \frac{1}{2}u^2 + zg\right)\dot{m}\right] = \dot{Q} + \dot{W}$

$H = f$ (압력, 온도, 상대습도)

내/외부 온도차에 따른 열 손실

• Venturi 목부 가속에 의하여 압력 손실 발생
→ $\Delta P = K_1 \frac{1}{2}\rho v^2 = f$ (풍량, 물 분사량, 단면적, 길이)

• Cyclone원심력, 중력, 마찰력에 의한 압력 손실 발생
→ $\Delta P = K_2 \frac{1}{2}\rho v^2 = f$ (풍량,입/출구 단면적 높이)

**압력 손실, 열 손실, 운동/위치 에너지의 변화에 의하여
출구 온도 및 상대습도가 결정됨**

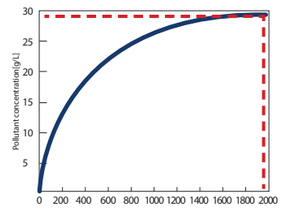
• 응축 수량 = [Mass of water in W-FLES inlet gas] – [Mass of water in W-FLES outlet gas]

배출물질 농도

• n분 후 배출물질의 농도

$$C_n = \frac{V \cdot C_{n-1} + L_{out1} \cdot C_{out1} + L_{out2} \cdot C_{out2}}{V + L_{out1} + L_{out2}}$$

- C_n : Pollutant concentration after n minutes
- C_{n-1} : Pollutant concentration after (n-1) minutes
- C_{out1} : Pollutant concentration of condensate water from W-FLES
- C_{out2} : Pollutant concentration of condensate water from stack
- V : The amount of water in the circulation water tank (water level = 1.2m)
- L_{out1} : The amount of condensate water from W-FLES
- L_{out2} : The amount of condensate water from stack



• Circulation Water Tank 내 평형 농도
→ 24시간(1440분)이 지나면 순환수조의 배출물질 농도가 29g/L에 이름

증발량 산출

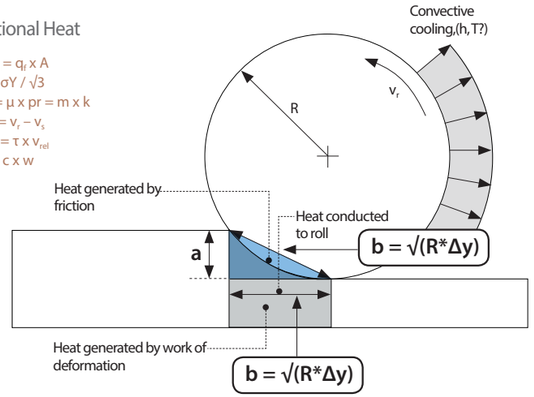
PCM Roll/Strip에서 발생하는 마찰열 및 소성변형열 기반으로 총 발열량 산출

• Plastic Deformation Energy

$$e_j = \frac{K v_r y_n}{y_j b}\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\ln\left(\frac{y_j}{y_{j+1}}\right)\right)^{n+1}$$

• Frictional Heat

$q_{(total} = q_f \times A$
- $k = \sigma Y / \sqrt{3}$
- $\tau = \mu \times pr = m \times k$
- $v_{rel} = v_r - v_s$
- $qf = \tau \times v_{rel}$
- $A = c \times w$

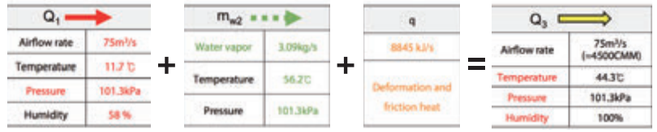


Symbol	Meaning
k	dynamic yield shear stress
σY	yield coefficient
τ	friction stress
μ	slip coefficient
pr	contact pressure
m	shear friction coefficient
vrel	slip velocity
vr	linear velocity of roll
vs	moving velocity of plate
qf	heat flux

Symbol	Meaning
A	area of contact
c	length of contact
w	width of plate
qf, total	Frictional Heat
c1	fraction of qs carried to the roll
K	strength coefficient
n	strength hardening exponent
R	work roll radius
c2	fraction of qf carried to the roll

압연유 분사량, 물성 데이터 반영
→ 총 발열량 기준으로 압연유의 증발량 산출

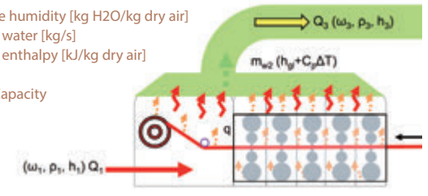
필요 송풍량 산출



1. Mass balance of water
$\omega^1\rho^1Q^1 + mw^2 = \omega^3\rho^3Q^3$

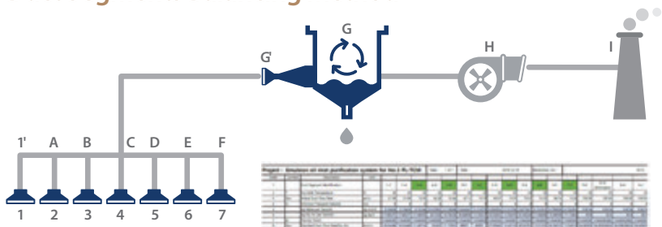
2. Energy Balance
$\rho^1Q^1h^1 + mw^2(hgl+CpΔT) + q = \rho^3Q^3h^3$

- ω : Absolute humidity [kg H2O/kg dry air]
- m : Mass of water [kg/s]
- h : Specific enthalpy [kJ/kg dry air]
- ρ : Density
- Cp : Heat Capacity



산출된 압연유 증발량과 해당 지역의 기후특성을 반영하여 필요한 송풍량(Q) 산출
→ 증발로 인한 압연유(순수 + 원액)의 소모량 예측 가능

Duct Segments Balancing Method



Actual Flow Rate
4,500 ± 10%CMM

System SP
3,500 ~ 4,000Pa

Total Power
500 ~ 580kW



Stand Hood에서 Stack까지 필요한 정압을 산출해 송풍기의 최종 사양(송풍량, 정압) 결정
→ 송풍량(Q) x 정압(P) = 송풍기 필요 동력(Power)