

2011 그린에너지 국제 비즈니스 컨퍼런스

300MW급 태안 IGCC 실증플랜트 건설기술 개발

2011. 4. 6



한국서부발전(주)



발표순서

- 1 사업 개요
- 2 사용탄종 선정
- 3 실증 가스화플랜트 특성
- 4 실증 가스화플랜트 건설

개요 및 추진 경위

개요

- 과제명 : 한국형 300MW급 실증플랜트 종합설계 및 건설 기술개발
- 연구개발비 : 13,859억원
 - 정부지원 : 1,106억원 (8%), 민간부담금 : 12,753억원 (92%)
- 기간 : 2011년 2월 ~ 2016년 7월(5.5년)

추진 경위

- 2006. 12. 01 : 기술개발사업 착수
- 2010. 04. 30 : 기본설계 및 1단계 기술개발 종료
- 2011. 02. 18 : 2단계 기술개발 협약 체결
- [2011. 11] : IGCC 건설공사 착공
- [2015. 11] : 실증플랜트 준공
- [2016. 7] : 실증운전 완료 및 종합준공

설비 개요

구 분		특 성	비 고
출 력		300MW (송전단)	발전단 : 380MW
사용연료		석탄 [아역청탄~역청탄]	수분 : $\leq 25\%$ 발열량 : $\geq 5,242$
발전효율		42% 이상	HHV 기준
가스화 플랜트	열효율	93.89%[설계기준]	90.0%[보증치]
	출 력	530 Gcal/hr	HHV 기준
이 용 료		85 % 이상	IGCC plant
환경특성		<ul style="list-style-type: none"> SOx : 10ppm 이하 NOx : 25ppm 이하 먼지 : 5mg/Nm³ 이하 	



태안 IGCC #1 예상부지

태안화력발전소
(500MW x 8기)



기술개발 목표

세부목표

- ➔ 300MW급 IGCC 시스템 종합 상세설계
- ➔ 기자재 제작, 시공 및 건설 기술개발
- ➔ 단위기기 및 종합 시운전, 성능시험을 통한 운영기술개발
- ➔ 300MW급 IGCC 실증운전 및 표준화 모델 개발



한국형 300MW급 IGCC 설계기술자립 및 한국형 모델 개발

- 발전효율 42% 이상, Sox 10ppm 이하, Nox 25ppm이하

IGCC플랜트 건설일정



석탄성상에 따른 가스화 영향

구 분	가스화 영향
발열량	➤ 가스화에 필요한 공급열량 및 연료공급설비 용량 결정
휘발분	➤ 휘발분이 많을수록 착화 안정적, 반응성 증가
총 수분	➤ 효율 및 연료공급에 악영향
	➤ 슬러리 연료공급 경우 슬러리의 농도를 제한
	➤ 건식 연료공급 경우 건조에너지 소모량 증가
황 함량	➤ 연료구입비와 산성가스 제거설비 설계 영향
회(Ash) 슬래깅성	➤ 슬래깅 성향 우수한 탄 운전 유리
	➤ 석탄 가스화기 회를 슬래깅 형태로 처리
	➤ 고 회용점탄 가스화기 적용 불가 [용점 강하제 공급설비 설치 필요]
	➤ 용점 강하제 사용시 냉가스 효율 저하, CO ₂ 배출량 증가

공정사별 연료사용 규격

GE 공정		
석탄성상 (wt%)	Design	Range
Moisture (AR)*	-	< 17.0
C (MF) *	70	-
H (MF)	5	-
N (MF)	1.5	-
O (MF)	7.9	-
S (MF)	3.23	0.3~4.0
Ash (MF)	12.25	< 14.0
발열량 (kcal/kg, MF)	7,350	5,500~7,700

Shell 공정		
석탄성상 (wt%)	SCGP-1 시험범위	Buggenum 적용범위
Moisture (AR)	3.7~34.0	4.7~12.1
C (MF)	56.4~88.7	-
H (MF)	3.6~5.3	-
N (MF)	1.1~1.7	-
O (MF)	0.1~16.4	5.2~14.0
S (MF)	0.3~5.2	0.6~1.1
Ash (MF)	0.5~35.0	4.5~16.2
발열량 (kcal/kg, MF)	5,487~7,933	6,495~7,857

Conocophillips 공정	
석탄성상(wt%)	
Moisture	< 15
C	-
H	-
N	-
O	-
S	-
Ash	6~12
발열량 (kcal/kg)	> 5,555 (추천) > 4,722 (가능)

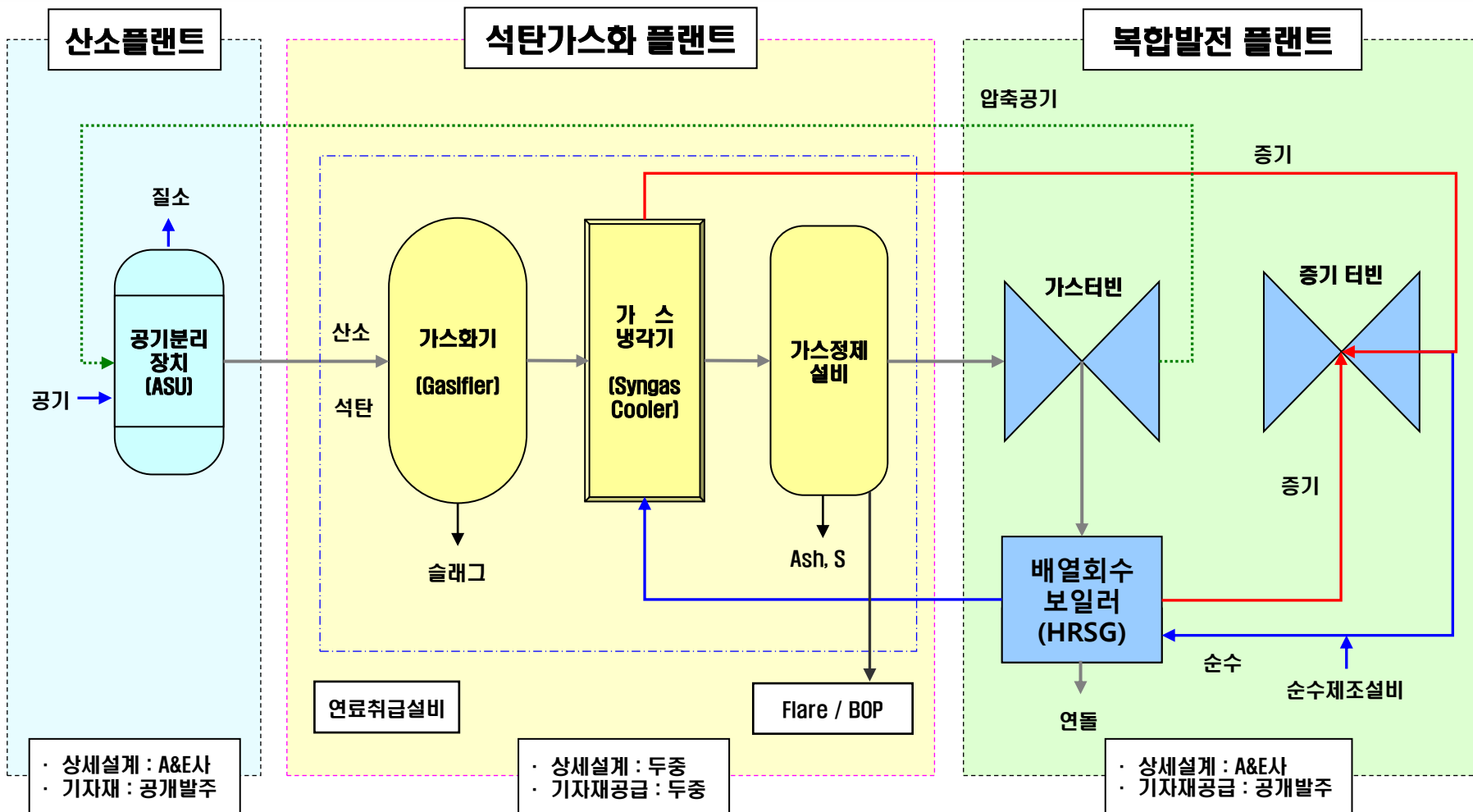
석탄 설계탄 및 범위탄

구 분		단 위	IGCC		500MW급 석탄화력	
			설계탄	범위탄	설계탄	범위탄
총 수분 (인수식)		% wt	10	Max. 25	10	Max. 15
발 열 량	인수식	Kcal/kg	6,080	Min.5,200	6,080	Min.5,700
	건 식		6,736	-	6,736	-
공업분석 (기건식)	고유수분	% wt	5	Max. 18	5	Max. 10
	휘 발 분		28	Min. 22	28	Min. 22
	고정탄소		52	Max. 60	52	Max. 60
	회 분		15	Max. 17	15	Max. 17
황 분(기건식)		%	0.7	Max. 1.0	0.7	Max. 1.0
회 용 점 (IDT)		℃	1,250	Max.1,600	1,250	Min.1,200
원소분석 (건식)	탄 소	% wt	69	Min.75.0	69	Min.75.0
	수 소		4.3	Max. 6.0	4.3	Max. 5.5
	질 소		1.4	Max. 2.0	1.4	Max. 2.0
	산 소		8.7	Max.22.0	8.7	Max.20.0
	황 분		0.8	Max. 1.2	0.8	Max. 1.2
	회 분		15.8	-	15.8	

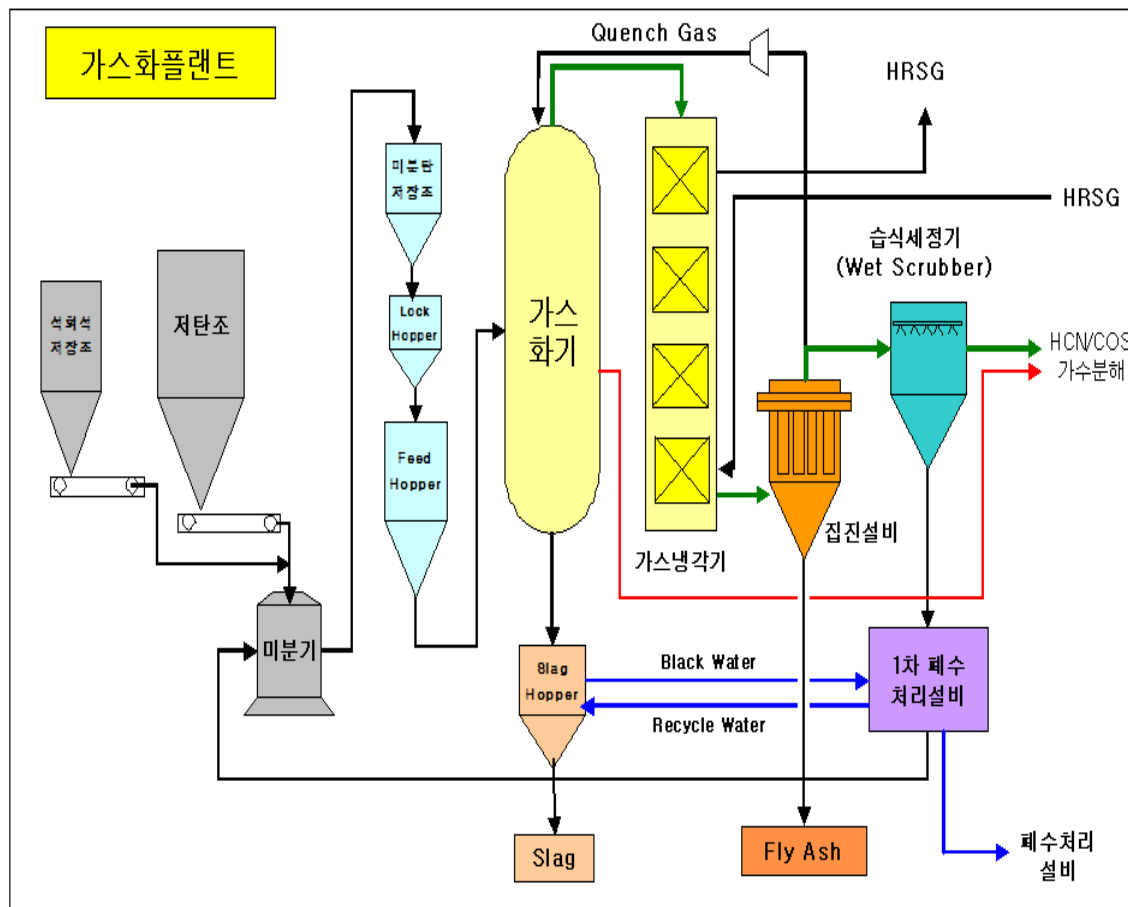
IGCC 플랜트 구성도



플랜트 종합설계



가스화플랜트(SCGP) 설비구성



구분	설비명
Unit 1100	Coal Milling and Drying
Unit 1200	Coal Pressurization and Feeding
Unit 1300	Gasification, Quenching, HP Syngas Cooling
Unit 1400	Slag Removal System
Unit 1500	Dry Flyash Removal System
Unit 1600	Wet Scrubbing
Unit 1700	Primary Water Treatment
Unit 3000	Nitrogen + Blowback System

Shell 가스화공정 특성

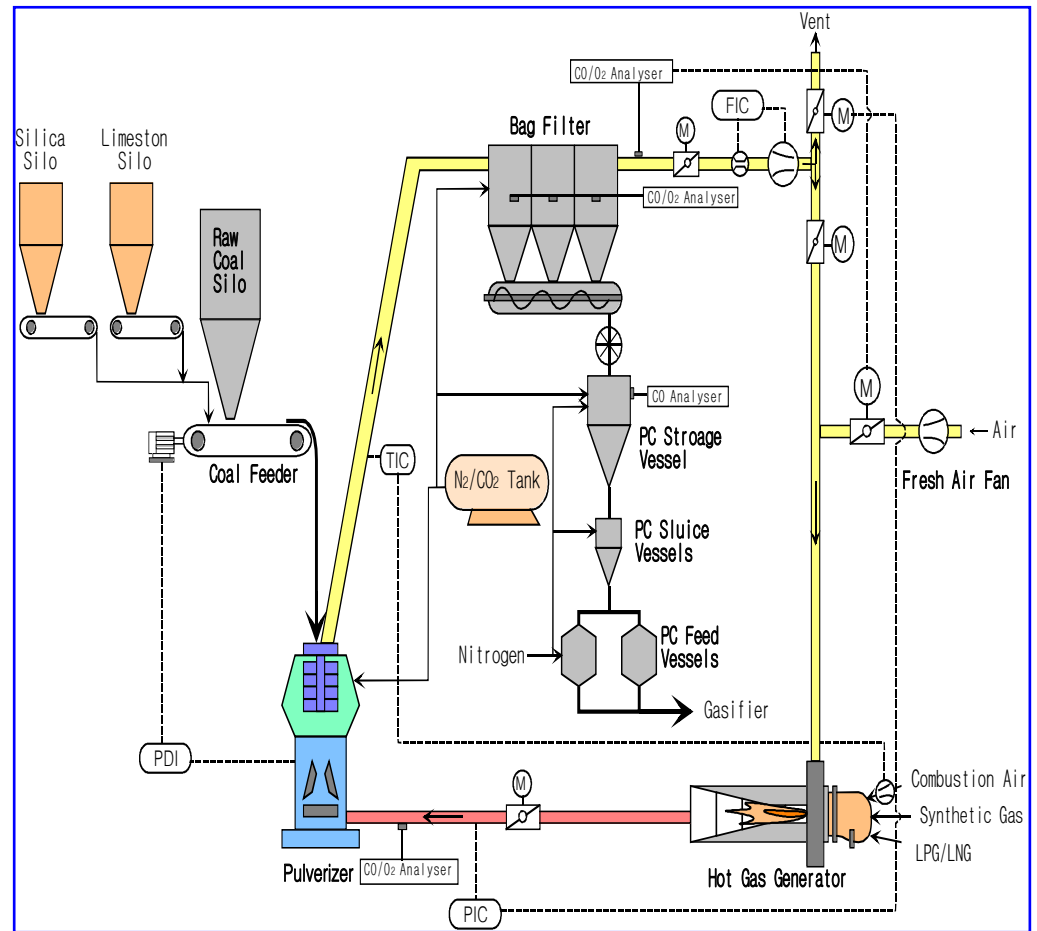
구 분	항 목	내 용	비 고
석 탄 공급설비	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 석탄 공급방법 ➤ 석탄 공급설비 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 건식(미분탄) ➤ Lock Hopper 	3단 공급
가스화기	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 슬래그 처리 ➤ 산소요구량 ➤ 버너 위치 ➤ 벽면 보호방식 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 주기적 ➤ 낮 음 ➤ 측면 ➤ 수냉벽 	양방향
고온가스 냉 각 기	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 대류형 냉각기 ➤ 냉각원 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Yes ➤ 고압급수 	
특 징	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 탄종의 제한이 적음(미분, 건조상태 공급), 냉간 기동시간 : 약 48시간 ➤ 높은 냉가스 효율 (약 84%), 현열 회수(약 13%) ➤ 높은 탄소 전환율 (반응온도가 높음) 		

가스화기 및 냉각계통 조건

구 분	온도 (°C)	압력 (MPag)
가스화기온도	약 1,550	4.2
가스화기 출구온도	약 900	4.2
고온가스냉각기 출구	약 250	4.16
고압급수	220	16.4
중압급수	216	7.4
고압증기	338	14.1
중압증기	268	5.2

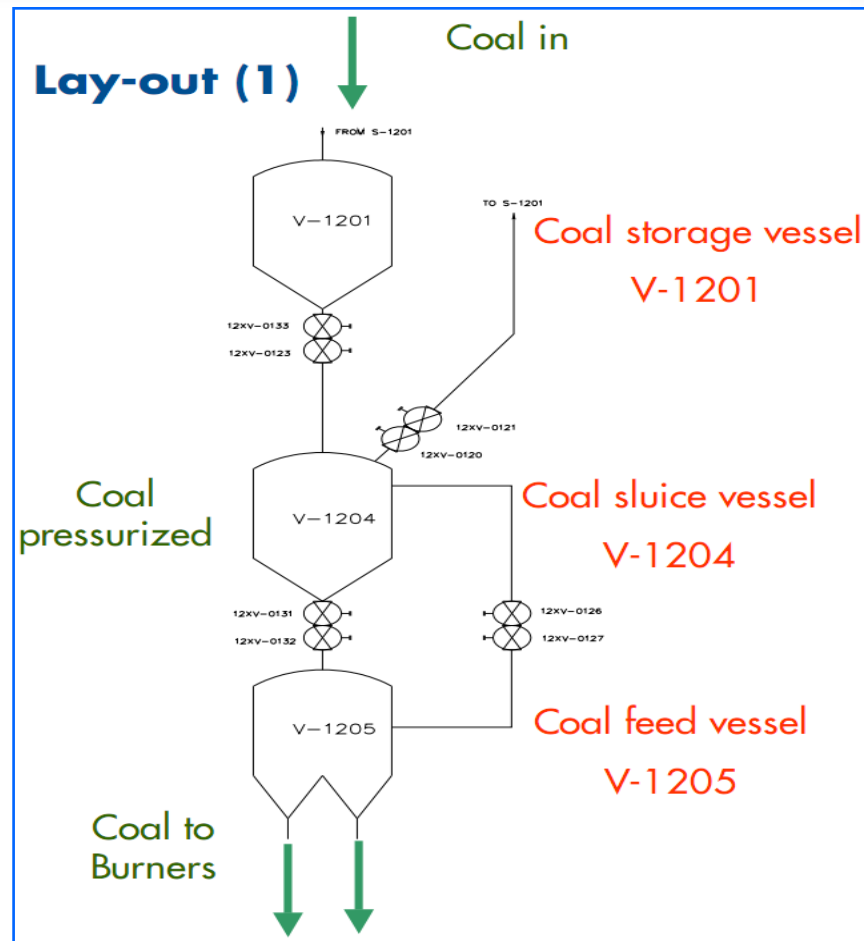
석탄공급계통 (Coal Milling & Drying)

- 가스화를 위해 석탄 공급하는 설비
- 2개 동일한 Sluice 구성
- 1개 라인이 2개의 버너 담당
- 각 라인 용량
 - 범위탄(석탄, 석회석) 60% 기준
- 이송 석탄 표면수분 허용도
 - 역청탄 : 1~2W%,
 - 아역청탄(갈탄) : 5~12 w%



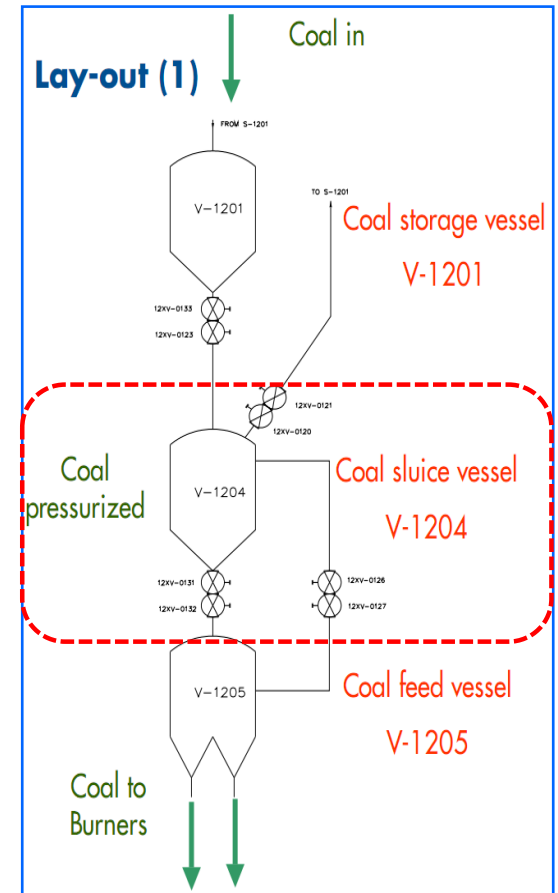
석탄주입 계통 (Coal Feeding)

- CMD → 고압가스화기로 연료 이송
가압 및 주입하는 계통
 - 2개의 동일한 Sluice System 구성
 - Coal Storage Vessel (저장)
 - Coal Sluice Vessel (압력 조정)
 - Coal Feed Vessel (공급)
- V-1201 → V-1204 : 대기압 이송
- V-1204 → V-1205 : 분리, 가압 이송
- 가스화기 압력보다 약1Mpa 높게 운전



Coal Sluice Vessel 운전

동작 내용	Vent Valve	Sluice Vessel	HP N2	압력
대기 상태	Close	석탄 충전	흐름 없음	4.7MPa
석탄 투하	Close	석탄 투하	통기위해 주입	4.7MPa
격리 및 감압	Open	비워진 상태	흐름 없음	0.2MPa
충진 상태	Close	석탄 충전	흐름 없음	0.2MPa
격리 및 가압	Close	석탄 충전	통기위한 최대 흐름	4.7MPa
재연결 상태	Open or Close	석탄 충전	흐름 없음	4.7MPa



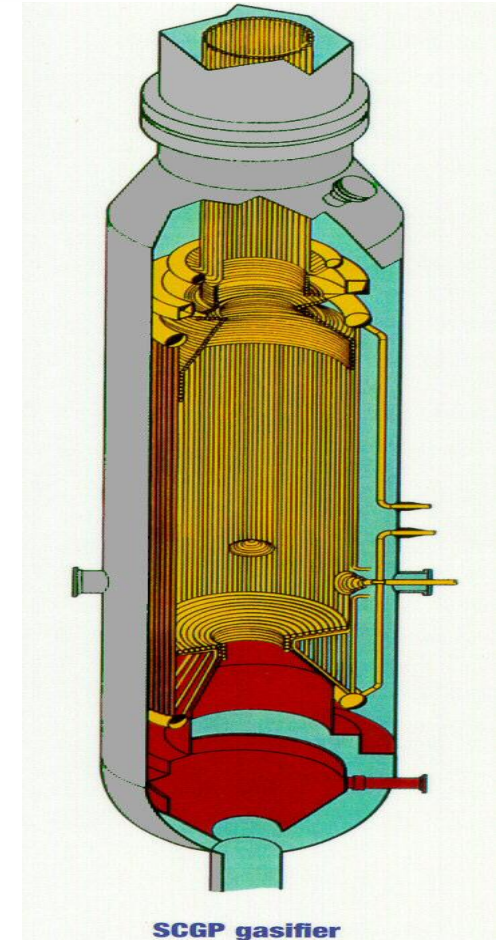
가스화기

성능

- 탄소 전환율 : ≥ 99.5
- 운전압력 : 25~45 기압
- 운전온도 : 1300~1600 °C
- 70% bottom slag + 30% fly ash

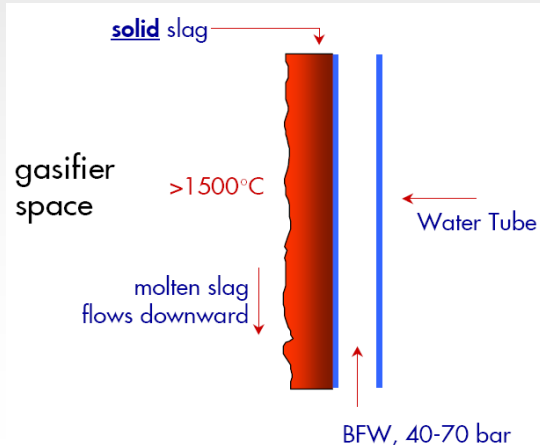
가스화기 및 버너

- 1단, 건식, 원통형
- 수냉벽 : 반응열 회수 및 외벽 열손실 감소
- 구조 : Refractory lining + Solid/Liquid slag
- 하단 내화벽돌 구성
- 대항류 선회형(4set), 습식 버너(1~2년)에 비해 사용기간 長



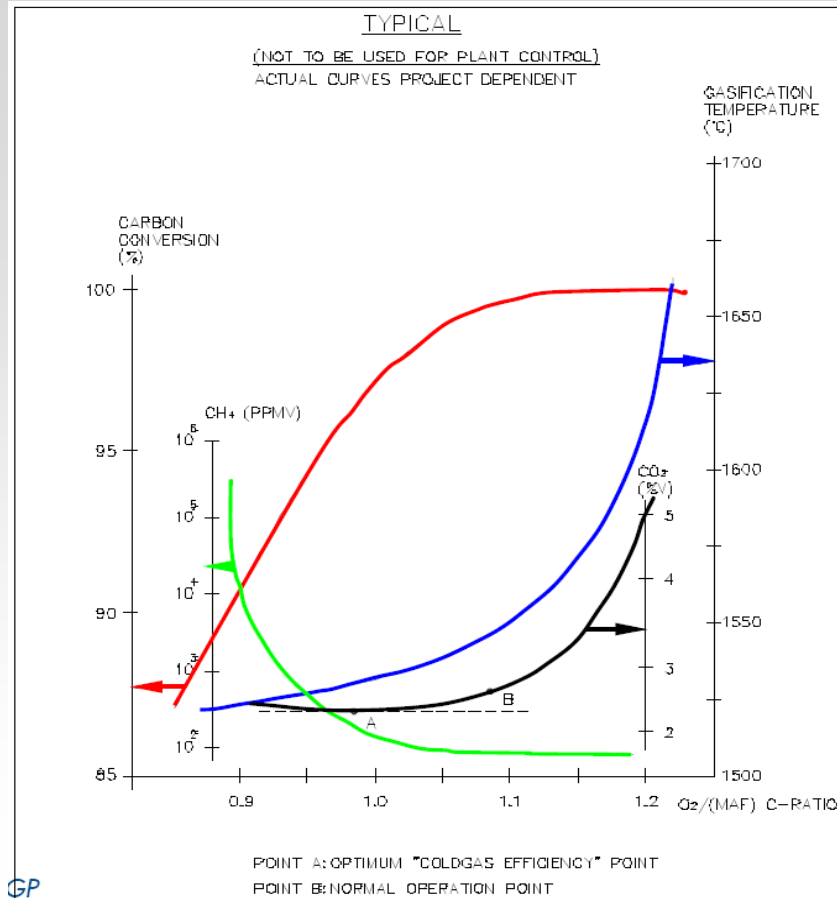
가스화기 운전 제어

- 가스화기는 반응제어조건에 따라 시스템 안정성 및 가스 Quality 영향
- 가스화기 안정성은 슬래깅, Fouling, Corrosion 등으로 대별할 수 있음.
- 슬래깅 특성
 - ◆ 석탄의 회성분 조성에 따라 회의 융점 및 점도가 달라짐
 - ◆ 최적의 융점, 점도조건 고려 Slag Layer 유지 필요



- ◆ 회의 융점과 점도와의 상관관계에서 Flux 투입여부 결정
- ◆ 점도 ↑ : Slag Layer 두꺼워지고 Fly ash 비산 Quench 열교환기 Fouling 원인
- ◆ 점도 ↓ : Slag Layer가 얇아져 Slag Tap의 Plugging 원인
- ◆ Slag Layer 두께 Membrane Wall 증기량으로 예측

가스화기 온도 제어



➤ O₂/C Ratio 가 증가할수록

- 가스화기온도 증가, CO₂ 함량증가
- 탄소전환율 증가, CH₄ 함량 감소

➤ H₂O/O₂ Ratio 가 증가할수록

- 가스화기온도 감소(증기발생량 감소)
- CH₄ 함량 증가, H₂/CO Ratio 증가
- 탄소전환율 감소

✓ O₂/C Ratio : CO₂ 함량이 최저점에서 최적

- Margin을 고려 최적점보다 약간 높게 운전

✓ 온도제어 : Wet Scrubber 후단의 CO₂ 농도

Fouling 및 Corrosion 제어

Fouling 방지

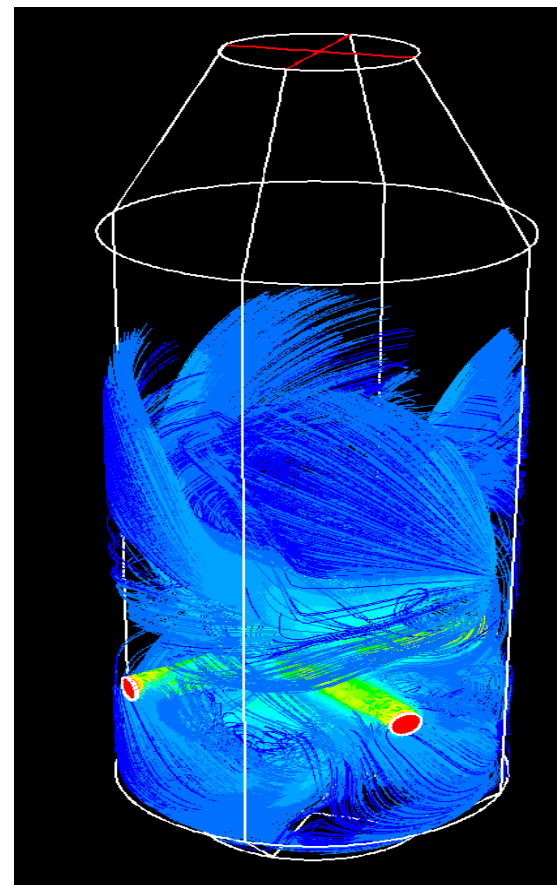
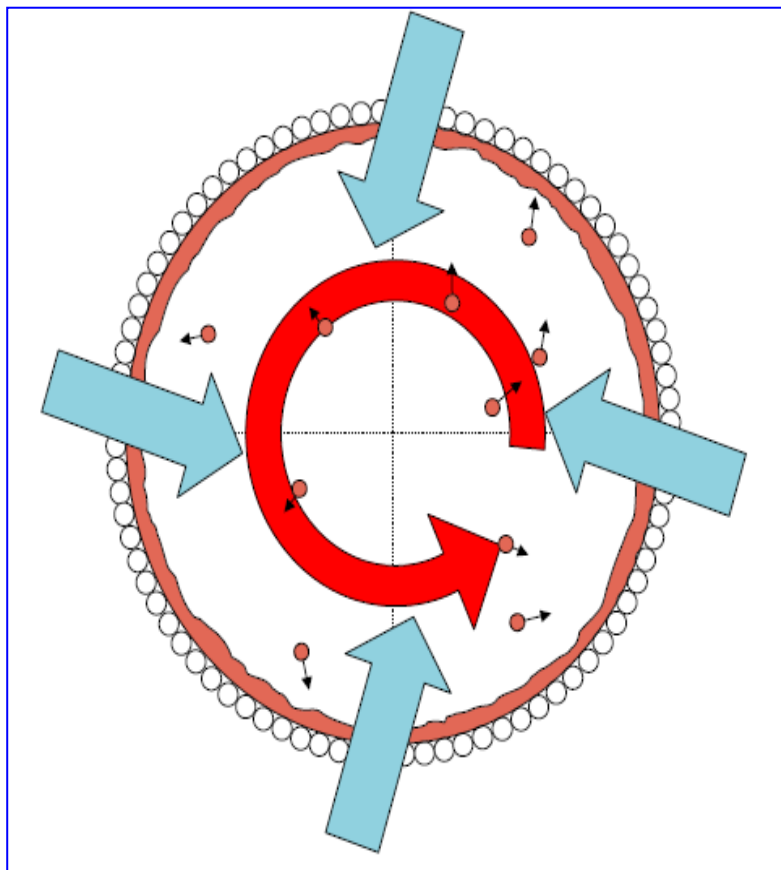
- 가스화기, 고온가스냉각기 Fly ash에 의해 Fouling 발생가능성 있음.
- Fouling 부위 : Quench Pipe, Transfer Duct, 고온가스냉각기 입구
- Rapping Device 설치하여 주기적 Ash 제거
- 고온가스 냉각기 입구 및 Quench 에 HP Nitrogen으로 Shoot blowing 실시

Corrosion 방지

- Syngas는 산성가스를 다량 함유 전열면 고온부식 및 저온부식이 발생 가능
- 주요원인 : Chlorine, K, Na 이며 방지를 위하여 제한치 이내로 제어
- 고온부식 및 저온부식을 방지하기 위하여 가스화기 온도를 제어

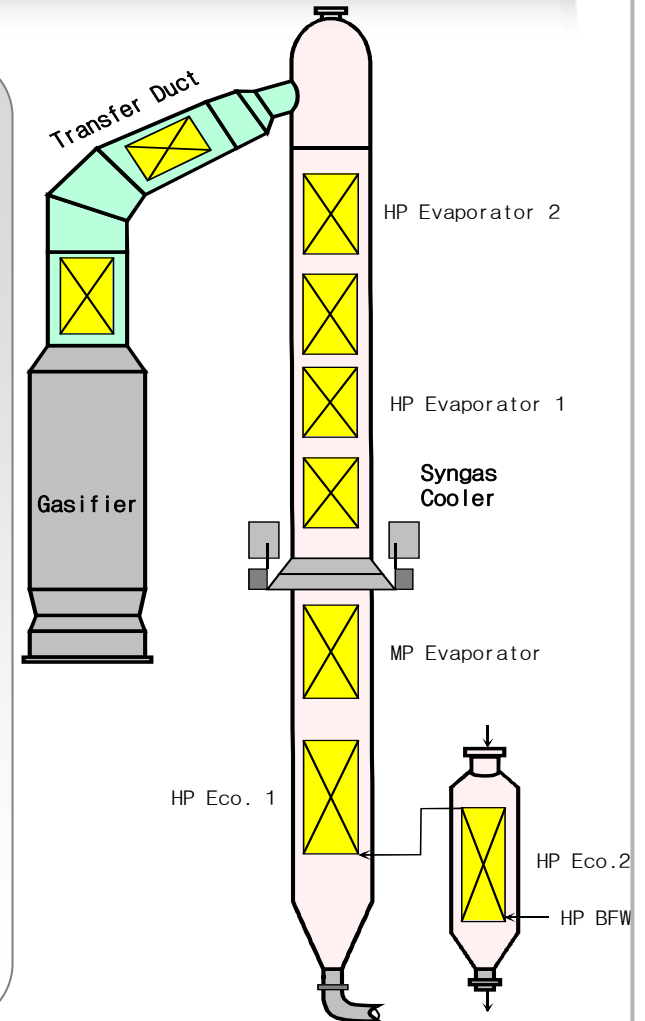
가스화기 버너

- 점화용버너 : LPG
- 기동용 버너 : 경유
- 석탄버너 : 4 Set
 - 냉각수 : 230℃



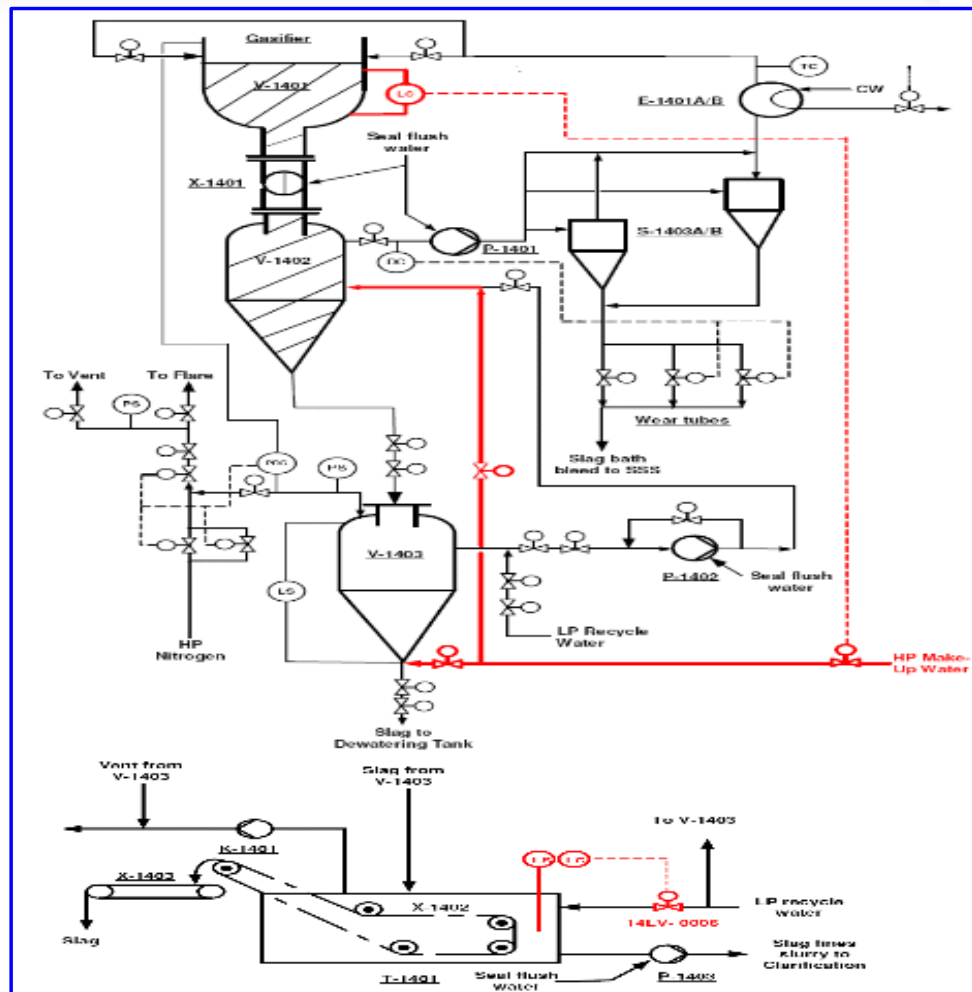
가스냉각기 계통

- 현열 회수율은 침식 및 황 및 염소성분에 의한 부식성 측면을 종합적으로 고려하여 선정
- 고압절탄기, 중압증발기, 고압증발기
 - 중압포화증기(5.2MPag, 268 °C)
 - 고압증기(14.1MPag, 338 °C)
- Ash제거 : Quench Sootblower, Rapper, Ash blaster
- Fly ash로 인한 Fouling 방지를 위해 합성 가스 재순환
 - 출구온도 : 800~1000°C
- 가스냉각기 출구온도 : 250°C
- Flux 투입을 통한 슬래그 점도 강하



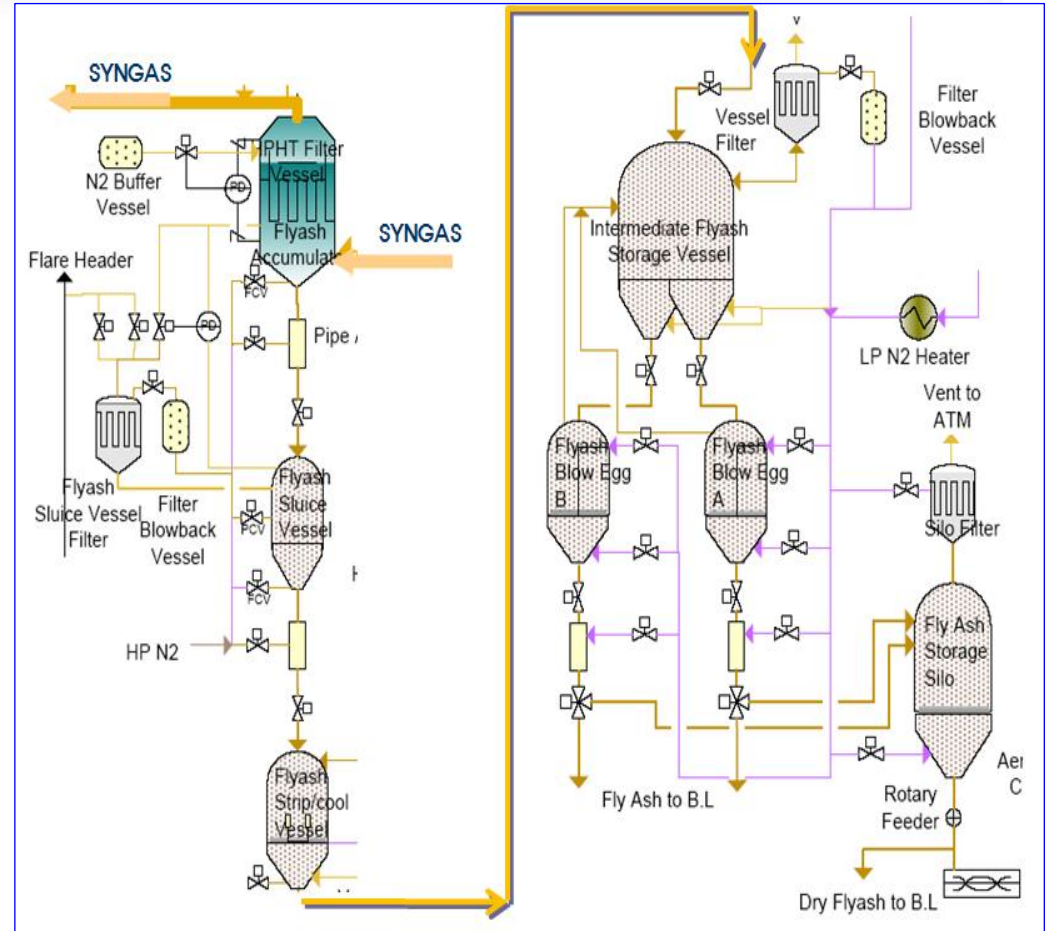
슬래그 처리 계통

- 구 성 : 슬래그 수조, Accumulator Vessel, Sluice Vessel, Drag Chain
- 슬래그 수조 : 액상 슬래그 급속냉각으로 작은 입자로 파쇄
- 막힘 방지를 위해 슬래그 파쇄기 설치
- 탈수된 슬래그는 Drag Chain
 - 슬래그 저장조
- Coarse slag는 배출하고
- 탄소함량 ↑ Fine slag → 가스화기 재순환
- Slag Tap 막힘 → Slag 점도 ↑
- Slag 형태 : 바늘(유동성大), 덩어리(유동성小)



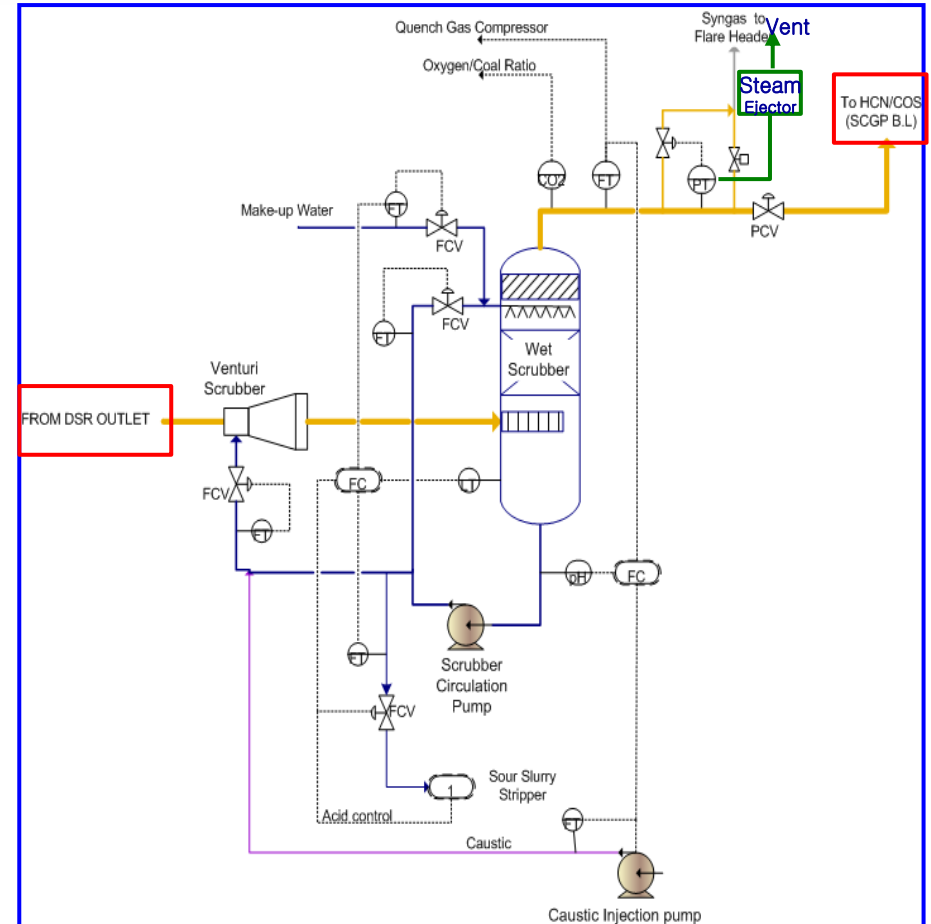
집진설비 (Dust Solid Removal)

- 구 성 : Fly ash필터, Sluice VSL
Strip/Cool VSL, 중간저장조
- 고온가스 정제(250℃ → 245℃, 20ppm)
- 염화암모늄의 부식방지 : 200℃ ↑
- Strip/Cool VSL
- Fly ash 250℃ ↓, CO, H₂S 가스제거

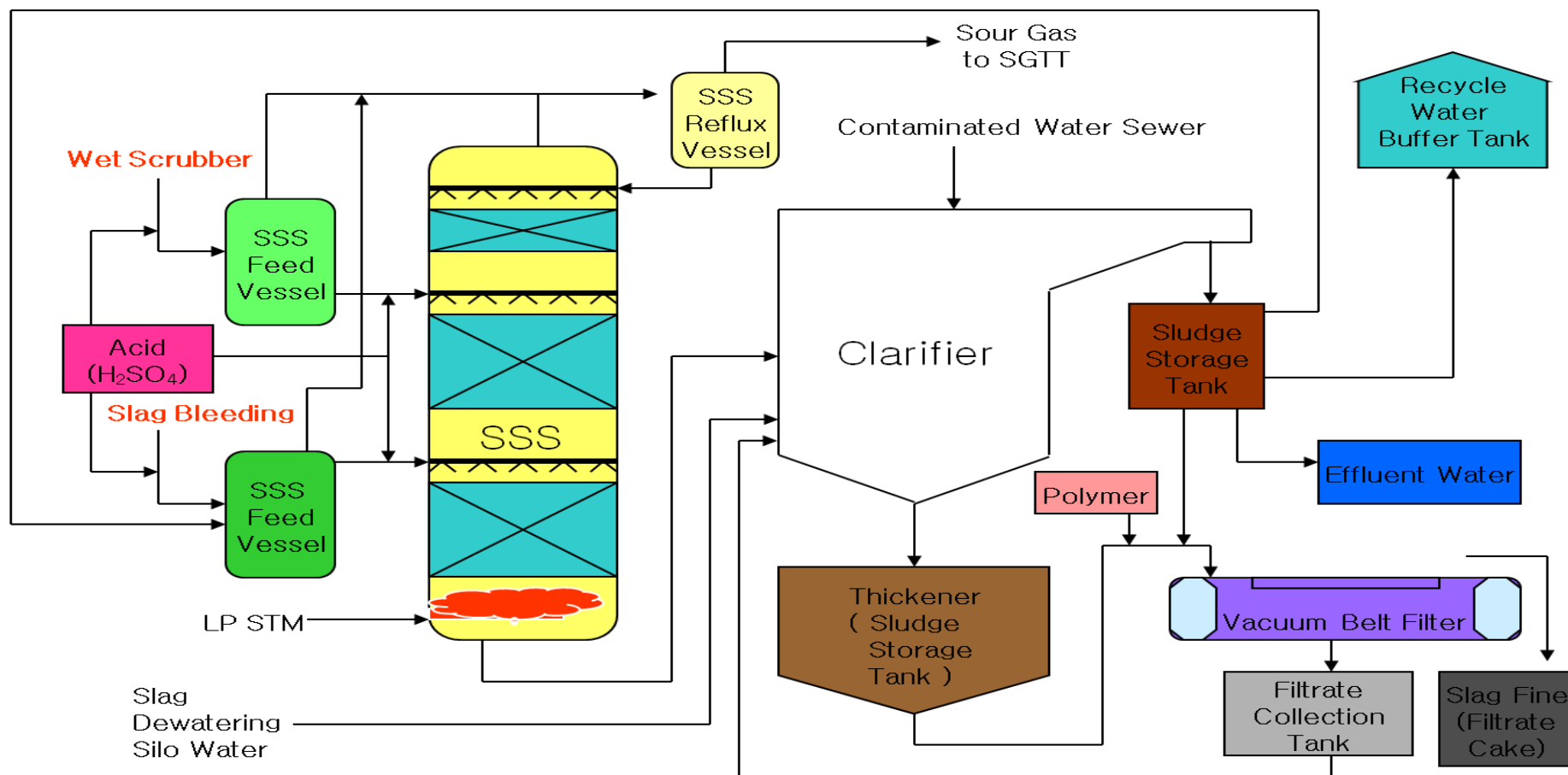


습식세정설비 (Wet Scrubber)

- 미처리 먼지 제거
 - HCl, HF, Trace Solids 등
- 터빈 블레이드 보호
 - 합성가스내 산성분 효율제거 위해 NaOH
- $\text{HCl} \rightarrow \text{NaCl}(\text{용존염}) \rightarrow \text{Bleeding}$
- 순환수량 운전조건 관계없이 일정 비율 유지



1차 폐수처리설비 (Sour Slurry Stripper)



역무별 수행

구 분	수행주체	수 행 역 무	비 고
사업관리	사업주	➤ 종합사업관리 및 IGCC종합설계, 시운전	서부발전
공정설계 (BDP/BDEP)	원천기술 보 유 사	➤ 특허공정에 대한 공정설계 ➤ 해당공정의 성능보증 및 시운전 지원	공정사 (Shell)
가스화 플랜트 기본설계	A/E사	➤ 공정설계를 기초로 플랜트 기본설계 ➤ 가스화플랜트 기자재 기술규격서 작성	두산중공업
IGCC 종합설계	A/E사	➤ 발전소 주요 계통 기본 및 상세설계 ➤ 가스화-발전블록간 시스템 연계 설계	4월 선정
기기 설계/제작	중공업사	➤ 주기기 및 주요 보조기기의 설계/제작 ➤ 시운전/시운전 지원	
플랜트 시공	시공사	➤ 플랜트 시공 및 시운전 지원	
전문플랜트 공급	전문업체	➤ 전문플랜트의 설계, 제작 및 설치 ➤ 전문플랜트의 시운전 지원	
IGCC 운영기술	사업주	➤ 운영인력 양성(설계 및 운영분야 교육) ➤ 최적 운전기준 설정	3과제 지원

주기기 설비 현황

구 분	주 요 설 비	비 고
석탄가스화 플랜트	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 가스화기 및 슬래그 처리설비 ➤ 가스냉각기 및 증기발생기 ➤ Wet Scrubber 및 Dust 제거설비 ➤ 가스정제설비 및 황회수설비 ➤ 석탄공급설비, 폐수처리설비 등 	가스화 Block 일괄 발주
복합발전 플랜트	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 가스터빈, 발전기 및 부속설비 ➤ 증기터빈, 발전기 및 부속설비 ➤ HRSG 및 부속설비 ➤ 제어설비 등 	Power Block 일괄 발주
산 소 플랜트	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 주 공기압축기(Main Air Comp.) ➤ 산소분리기(Cold Box) ➤ 열교환기 ➤ 부속설비 등 	산소플랜트 일괄 발주 (설치조건부)

보조기기 설비 현황

구분	주 요 설 비	패키지
기계 분야	석탄취급설비, 해수취수펌프, 공기압축기, 크레인, 취수설비 수처리 및 염소주입설비, 보조보일러, 공기조화설비, 순환수 취배수관로, NG공급설비 등	10개
전기 분야	전력용변압기, 154kV케이블, 발전기모선, 발전기, 차단기, 전기설비 감시제어반, 고압차단기반, 저압 및 전동기 제어반, 충전기 및 UPS, 축전지, 비상발전기 등	10개
제어 분야	수질분석설비, 연돌가스 분석설비, 시험기기 및 시험실기기, 제어용 계측시험기기 등	4개

감사합니다

