

제 7 장 상용공정 예비설계

1. 설계기준

- 설계범위
- 설비규모
- 원료사양
- 제품사양
- 유틸리티규격
- 기후조건
- 지역조건

2. 공정설명

- 공정설명
- PFD
- P&ID

1. 설계기준	Sht no	MB -	/
	Rev.	1.0	
	Chkd by	abs	
	Date	2004-11-4	

가. 설계범위

본 설계서는 반응증류방법에 의해 에틸렌카보네이트(EC)와 메탄올(MeOH)을 반응시켜 디메틸카보네이트(DMC)와 에틸렌글리콜(EG)를 제조하기 위한 설비의 예비기본설계서이다.

설계범위는 DMC 제조 공정내(battery limit) 설비로 제한한다.

본 설계서 작성 후, 공정변경 및 추가설비의 설치에 대해서는 기본설계자와 토의하여 규격을 확정하도록 하여야한다.

기타 본 기본설계서에서 누락된 부분은 상세설계 이전에 기본설계자와 토의하여 확정하도록 한다.

본 설계서에 포함되는 사항은 다음과 같다.

- 설계기준
- 공정설명
- 장치
- 계장
- 배관

나. 설비규모

년산 500 MT DMC 제조를 기준으로 한다.

(1) 원료 사용량 :

(가) EC

- 71.46 KG/HR
- 1,715 KG/DAY(12 HR/DAY 기준)
- 515 MT/YR(300 DAY/YR 기준)

(나) MeOH

- 50.71 KG/HR
- 1,217 KG/DAY(12 HR/DAY 기준)
- 365 MT/YR(300 DAY/YR 기준)

(2) 제품생산

Appd by	Chkd by	Prpd by
Date	Date	Date

1. 설계기준	Sht no	MB -	/
	Rev.	1.0	
	Chkd by	abs	
	Date	2004-11-4	

(가) DMC

69.44 KG/HR
 1,667 MT/DAY(12 HR/DAY 기준)
 500 MT/YR(300 DAY/YR 기준)

(나) EG

47.85 KG/HR
 1,148 MT/DAY(12 HR/DAY 기준)
 345 MT/YR(300 DAY/YR 기준)

다. 원료사양

(1) EC

순도 : 99.99 %
 EG : 20 ppm max.
 Water : 20 ppm max.
 Color : APHA 20 max.
 공급조건 : 온도 40 °C, 압력 2 kg/cm²-g

(1) MeOH

순도 : 99.99 %
 Water : 20 ppm max.
 Color : APHA 20 max.
 공급조건 : 온도 상온, 압력 2 kg/cm²-g

라. 제품사양

(1) DMC

순도 : 99.99 %
 MeOH : 20 ppm max.
 Water : 20 ppm max.
 Color : APHA 20 max.

(2) EG

Appd by	Chkd by	Prpd by
Date	Date	Date

1. 설계기준	Sht no	MB -	/
	Rev.	1.0	
	Chkd by	abs	
	Date	2004-11-4	

순도 : 99.99 %

EC : 20 ppm max.

DMC : 20 ppm max.

Color : APHA 20 max.

마. 유틸리티 규격

(1) Process water

- total hardness (as CaCO₃) : 0.5 ppm max.

- supply at B.L.

pressure : 4 kg/cm²-g

temperature : amb.

(2) Cooling water

temperature at B.L. : 32 °C

temperature increase : 5 °C

pressure at B.L. : 4 kg/cm²-g

fouling factor : 0.0002

chlorine : 100 mg/l max.

(3) Steam

pressure at B.L. : 5 kg/cm²-g sat'd

(4) Instrument air

pressure at B.L. : 7 kg/cm²-g

dew point : -50 °C

oil content : free of oil

dust content : free of dust

(5) Plant air

pressure at B.L. : 7 kg/cm²-g

(6) Nitrogen(from liquified nitrogen)

pressure at B.L. : 7 kg/cm²-g

(7) Electricity

440V/3P/60Hz for drivers

Appd by	Chkd by	Prpd by
Date	Date	Date

1. 설계기준	Sht no	MB -	/
	Rev.	1.0	
	Chkd by	abs	
	Date	2004-11-4	

110V/1P/60Hz for instrumentations

바. 기후조건

(1) Temperature

highest : 35 °C

lowest : -20 °C

design : 20 °C

(2) Barometric pressure : 1.03 kg/cm²-a

(3) Humidity : 93 %RH at 25 °C

(4) Wind Velocity (design) : 45 m/s

사. 지역조건

(1) Site Elevation

Ground Level

Erection Level

Equipment & Building Base Elevation

(2) Design Ground Water Level

(3) Frost

Maximum Frost Line Depth

(4) Earthquake

Seismic zone factor for design = 0.11

Appd by	Chkd by	Prpd by
Date	Date	Date

2. 공정설명	Sht no	MD -	/
	Rev.	V1.0	
	Chkd by	abs	
	Date	2004-11-4	

본 기본설계서는 Methanol(MeOH)과 Ethylene Carbonate(EC)를 에스테르 교환반응시켜 Dimethyl Carbonate(DMC)와 Ethylene Glycol(EG)를 동시 제조하는 데 있어서 반응평형에 의한 전환율 한계를 극복하고 반응열을 효과적으로 사용하기 위해 반응증류공정을 사용한다.

전체공정은 전반응공정, 반응증류공정, 분리/정제공정으로 구분된다.

전반응공정(PRE-REACTION SECTION)에서는 원료의 공급과 전반응이 진행되며 전 반응에서는 반응평형에 이르기까지 반응을 진행시킨다.

반응증류공정(REACTIVE DISTILLATION SECTION)에서는 반응원료(EC와 MeOH)와 촉매(균일계 촉매 사용)를 반응증류탑에 투입하여 반응시켜 탑정으로는 미반응 MeOH와 DMC를 분리시키고 탑저로는 소량의 미반응 MeOH와 생성물 DMC 및 EG를 분리시킨다. 반응증류탑으로는 전반응 유출물을 반응증류탑의 상부에 투입하고 메탄올은 반응증류탑의 하부에 투입한다. 반응증류탑의 탑정으로 배출된 MeOH와 DMC는 메탄올 회수탑에서 분리시켜 탑정으로 분리된 MeOH(일부 DMC와 함께)는 반응증류탑으로 순환시키고 탑저로 DMC 제품(Crude DMC)을 얻게 된다.

분리/정제공정(SEPARATION SECTION, DMC PURIFICATION SECTION, EG PURIFICATION SECTION)는 반응증류탑의 탑저로 배출된 미반응 MeOH와 생성물 DMC, EG를 Crude EG Column에 투입하여 MeOH와 DMC는 분리하여 역시 반응증류탑으로 순환시키는 SEPARATION SECTION, Crude DMC와 Crude EG에서 정제된 DMC와 EC로 정제하기 위한 공정으로 구성된다.

가. 전반응공정(PRE-REACTION SECTION)

전반응공정(PRE-REACTION SECTION)는 원료의 일시 저장조(EC DAILY TANK : T110, MeOH DAILY TANK : T120) 과 촉매제조 장치(CAT DESOLV. TANK : T130) 및 이의 이송장치(EC FEED PUMP : P115, MeOH FEED PUMP : P125, CAT. FEED PUMP : P135) 와 전반응장치(PRE-REACTOR : R140)로 이루어 진다.

촉매를 EG에 녹여 T130에 저장한 후, 원료 EC 및 MeOH과 함께 정량적으로 R140에 투입한다. 필요시 순환되는 메탄올을 R140에 추가 투입할 수도 있다. 에스테르 교환반응이 수행되는 전반응 운전조건은 120℃ 이상(부반응이 없는 조건까지 상승)으로 하여 가능한 반응속도를 높이도록 한다. 전반응에서는 반응평형이 나타나므로 과도한 반응시간의 연장은 적합하지 않다.

Appd by	Chkd by	Prpd by
Date	Date	Date

2. 공정설명	Sht no	MD -	/
	Rev.	V1.0	
	Chkd by	abs	
	Date	2004-11-4	

나. 반응증류공정(REACTIVE DISTILLATION SECTION)

반응증류공정은 반응증류탑(R/D COLUMN : C200)과 Reboiler(E210), Condenser (E220) 및 주변장치, 메탄올회수탑(MeOH RECOV. COLUMN : C300)과 Reboiler (E310), Condenser(E320) 및 주변장치로 구성되며 반응증류탑에서는 에스테르 교환반응과 증류공정이 동시에 진행된다.

전반응공정에서 공급되는 반응생성물에는 미반응 EC와 MeOH 및 생성물, 촉매등이 포함되어 있다. 이러한 혼합물을 C200 탑의 상부로 투입하여 탑의 하부로 이동시킨다. 또한 C200의 하부로 투입된 MeOH는 비점이 낮아 탑의 상부로 이동한다. 따라서 탑의 내부에서 에스테르 교환반응과 동시에 증류가 일어난다.

반응증류탑은 0.8 kg/cm²-g 정도의 압력조건에서 운전하며 이때 탑정과 탑저의 온도는 80℃ 및 190℃ 정도가 된다. C200의 탑정으로는 MeOH와 DMC 혼합물이 배출되며 탑저 혼합물(MeOH와 DMC 및 EG)은 P215(C200 BTM TRANS. PUMP)를 사용하여 CRUDE EG COLUMN(C400)으로 이송한다.

C200의 상부로 배출된 MeOH와 DMC는 T230(C200 TOP TANK)에 일시 저장하였다가 P235(C200 TOP TRANS. PUMP)를 사용하여 C300에 투입한다. C300은 10 kg/cm²-g 정도의 압력조건에서 운전되며 이때 탑정과 탑저의 온도는 140℃, 187℃ 정도가 된다. MeOH와 DMC는 저비점 공비혼합물을 형성하므로 C300의 탑정으로는 운전압력 조건에서의 공비조성에 가까운 MeOH와 DMC의 혼합물이 얻어지며 탑저로는 crude DMC가 얻어진다. 탑정으로 얻어진 MeOH와 DMC의 혼합물은 T330(C300 TOP TANK)에 일시 저장하였다가, 다시 C200으로 순환시킨다.

다. 분리공정(SEPARATION SECTION)

C200의 탑저 혼합물(MeOH와 DMC 및 EG)에서 MeOH와 DMC를 분리하고 crude EG를 얻기위한 공정으로 CRUDE EG COLUMN(C400), Reboiler(E410), Condenser (E420) 및 주변장치를 구성된다.

C400에 공급된 C200의 탑저 혼합물(MeOH와 DMC 및 EG)에서 탑정으로는 MeOH와 DMC가 분리 되므로 이것은 T430(C400 TOP TANK)에 일시 저장하였다가 P435(C400 TOP TRANS. PUMP)를 사용하여 C200으로 순환시킨다. 또한 C400 탑저로는 crude EG가 얻어지며 이것은 P415(C400 BTM TRANS. PUMP)를 사용하여 EG PURIFYING COLUMN(C600)으로 공급한다.

Appd by	Chkd by	Prpd by
Date	Date	Date

2. 공정설명	Sht no	MD -	/
	Rev.	V1.0	
	Chkd by	abs	
	Date	2004-11-4	

C400은 상압 혹은 감압조건에서 운전된다.

라. DMC 정제공정

DMC 정제공정은 DMC 정제탑(DMC PURIFYING COLUMN, C500)과 Reboiler (E510), Condenser(E520) 및 주변장치로 구성되며 crude DMC에서 정제된 DMC를 얻기 위한 공정이다.

C500에 공급된 crude DMC에는 미량의 고비점 불순물이 포함될 수 있으므로 이것을 C500의 탑저로 배출시킨다. C500의 탑정으로 99.99% 이상의 DMC를 얻게된다. 정제된 DMC는 T530(C500 TOP TANK)에 일시 저장하였다가 P535(C500 TOP TRANS. PUMP)를 사용하여 저장탱크로 이송한다. 또한 C500의 탑저물은 P515(C500 BTM TRANS. PUMP)를 사용하여 외부 저장탱크로 이송한다.

C500은 약간 가압조건(0.5 기압 정도)에서 운전되며 이때, 탑정과 탑저의 온도는 57~60 ℃ 정도가 된다.

마. EG 정제공정

EG 정제공정은 EG 정제탑(EG PURIFYING COLUMN, C600)과 Reboiler (E610), Condenser(E620) 및 주변장치로 구성되며 crude EG에서 정제된 EG를 얻기 위한 공정이다.

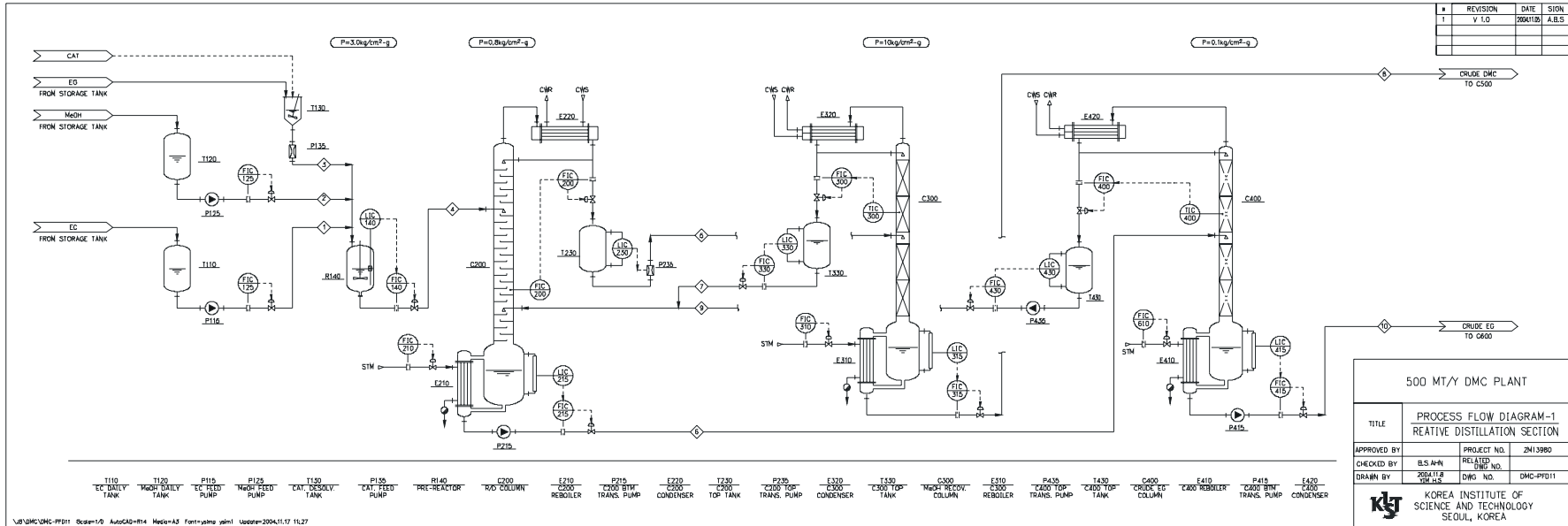
C600에 공급된 crude EG에는 미량의 고비점 불순물이 포함될 수 있으므로 이것을 C600의 탑저로 배출시킨다. C600의 탑정으로 99.99% 이상의 EG를 얻게된다. 정제된 EG는 T630(C600 TOP TANK)에 일시 저장하였다가 P635(C600 TOP TRANS. PUMP)를 사용하여 저장탱크로 이송한다. 또한 C600의 탑저물은 P615(C600 BTM TRANS. PUMP)를 사용하여 외부 저장탱크로 이송한다.

C600은 감압조건(300 mmHg)에서 운전되며 이때, 탑정과 탑저의 온도는 169~180 ℃ 정도가 된다.

Appd by	Chkd by	Prpd by
Date	Date	Date

2. 공정설명

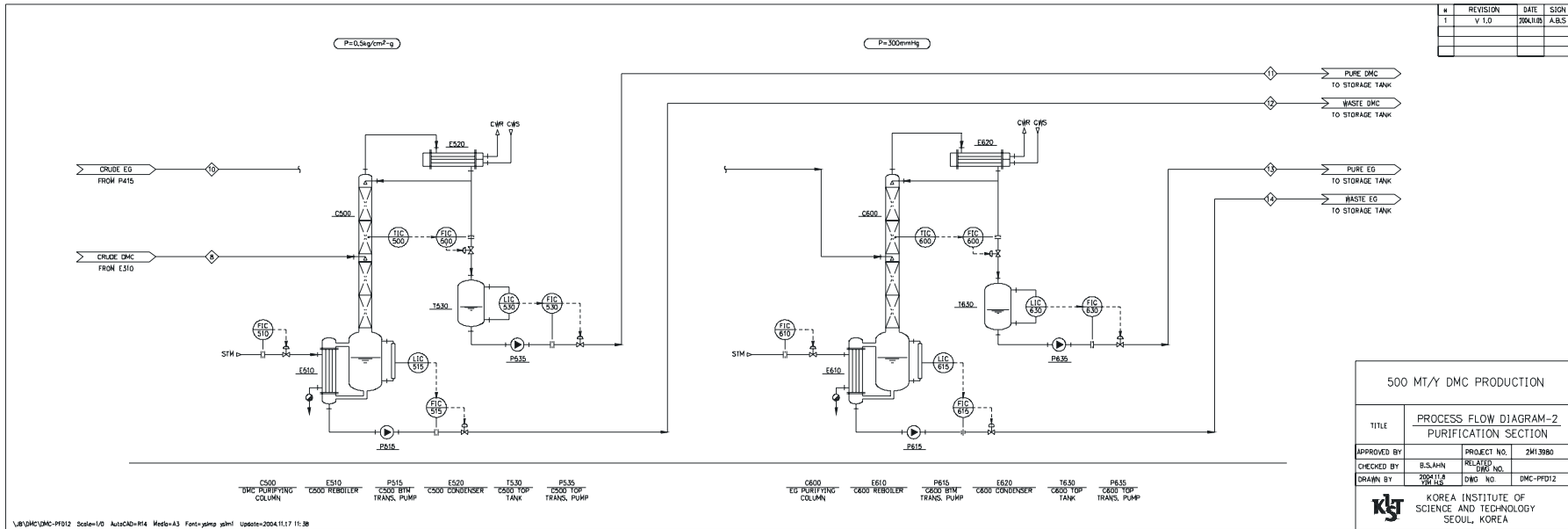
Sht no	MD -	/
Rev.	V1.0	
Chkd by	abs	
Date	2004-11-4	



Appd by	Chkd by	Prpd by
Date	Date	Date

2. 공정설명

Sht no	MD -	/
Rev.	V1.0	
Chkd by	abs	
Date	2004-11-4	



Appd by	Chkd by	Prpd by
Date	Date	Date

2. 공정설명

Sht no	MD -	/
Rev.	V1.0	
Chkd by	abs	
Date	2004-11-4	

#	REVISION	DATE	SIGN
1	V 1.0	2004.11.04	A.B.S

COMPONENT	M.#	①		②		③		④		⑤		⑥		⑦		⑧		⑨		⑩		⑪		⑫		⑬		⑭	
		kg/hr	%	kg/hr	%	kg/hr	%	kg/hr	%	kg/hr	%	kg/hr	%	kg/hr	%	kg/hr	%	kg/hr	%	kg/hr	%	kg/hr	%	kg/hr	%	kg/hr	%	kg/hr	%
METHANOL	32.04	0.00	0.0000	60.71	100.0000	0.00	0.0000	24.70	19.8844	226.11	69.3814	0.00	0.0000	226.10	88.7999	0.00	0.0010	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0010	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
DMCARB	80.08	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	36.55	28.1718	99.78	30.6186	1.56	20.0000	28.52	11.2002	71.27	99.9990	13.55	100.0000	0.00	0.0000	69.44	99.9990	1.83	100.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
ED	40.07	0.00	0.0000	0.00	0.0000	3.54	100.0000	28.57	22.7238	0.00	0.0000	50.44	71.9449	0.00	0.0000	0.00	0.0000	48.44	96.7008	0.00	0.0000	0.00	0.0000	47.68	99.9943	4.59	72.0070		
ETLCARB	88.06	71.46	100.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	35.73	28.4700	0.00	0.0000	1.79	2.8555	0.00	0.0000	0.00	0.0000	1.79	3.2542	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	1.79	27.9930		
TOTAL		71.46	100.0000	60.71	100.0000	3.54	100.0000	125.50	100.0000	325.89	100.0000	67.79	100.0000	284.82	100.0000	71.27	100.0000	13.56	100.0000	54.23	100.0000	69.44	100.0000	1.83	100.0000	47.66	100.0000	6.58	100.0000
PRESSURE (kg/cm ² -g)		4.00		4.00		4.00		3.996		12.00		19.90		11.00		11.009		1.650		1.106		0.350		0.350		0.408		0.408	
TEMPERATURE (°C)		40.00		25.00		40.00		120.00		78.403		191.471		138.401		182.278		90.724		200.669		66.474		59.265		168.715		179.420	
PHASE		L10		L10		L10		L10		L10		L10		L10		L10		L10		L10		L10		L10		L10		L10	
DENSITY (kg/m ³)		1331		787		1088		658		797		942		681		810		974		917		1023		1021		1000		9259	
VOLUME RATE (m ³ /hr)		54		64		3.0		131		408		72		373		88		14		55		68		1.8		48		6.1	

\\01.DMC\DMC-PFD13 Scale=10 AutoCAD-R14 Mds=AS Font=ghp32.plt Update=2004.11.04 14:07

500 MT/Y DMC PLANT

TITLE: PROCESS FLOW DIAGRAM
MATERIAL BALANCE

APPROVED BY: PROJECT NO. 2MI-9990

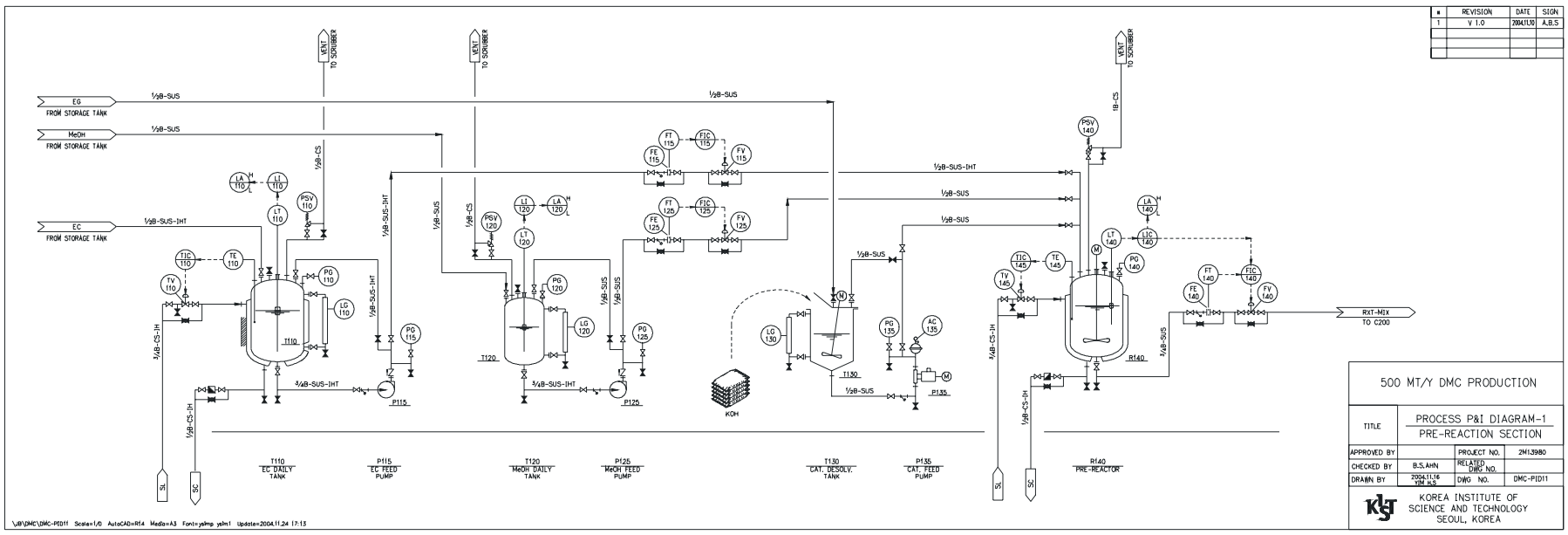
CHECKED BY: B.S.AHJ REACTOR DMC NO.

DRAWN BY: Y.S.K. DMC NO. DMC-PFD13

KIST KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
SEOUL, KOREA

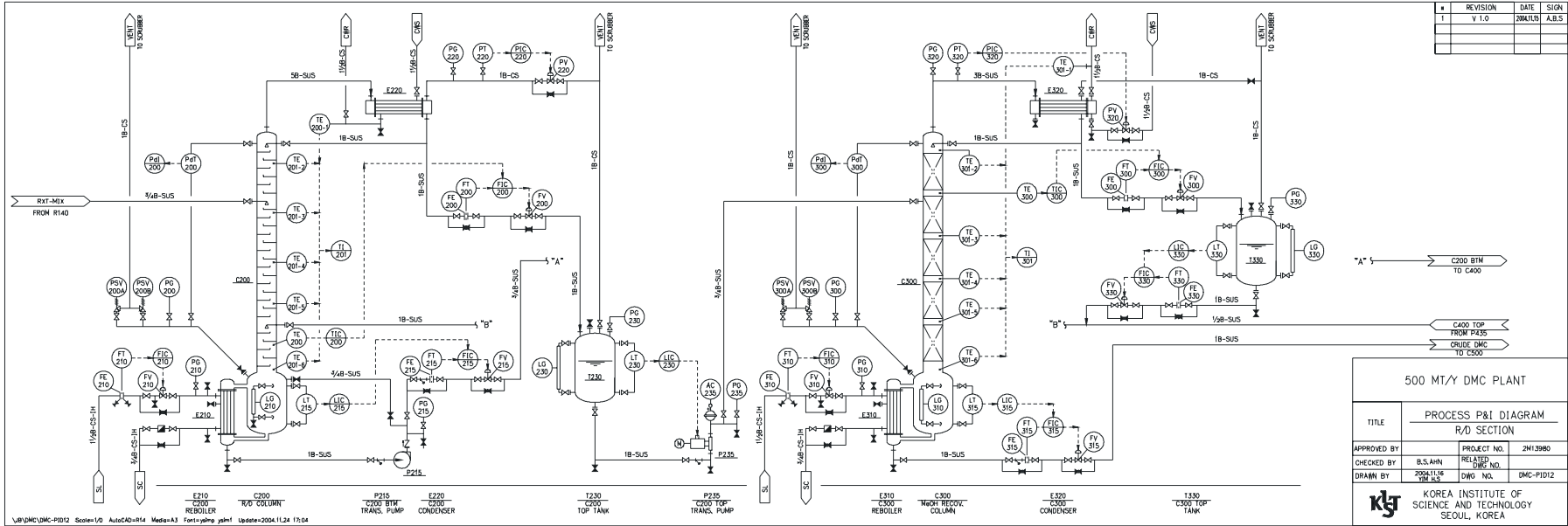
Appd by	Chkd by	Prpd by
Date	Date	Date

2. 공정설명	Sht no	MD -	/
	Rev.	V1.0	
	Chkd by	abs	
	Date	2004-11-4	



Appd by	Chkd by	Prpd by
Date	Date	Date

2. 공정설명	Sht no	MD -	/
	Rev.	V1.0	
	Chkd by	abs	
	Date	2004-11-4	



REVISION	DATE	SIGN
T	Y 1.0	2004.11.4 A.B.S

500 MT/Y DMC PLANT

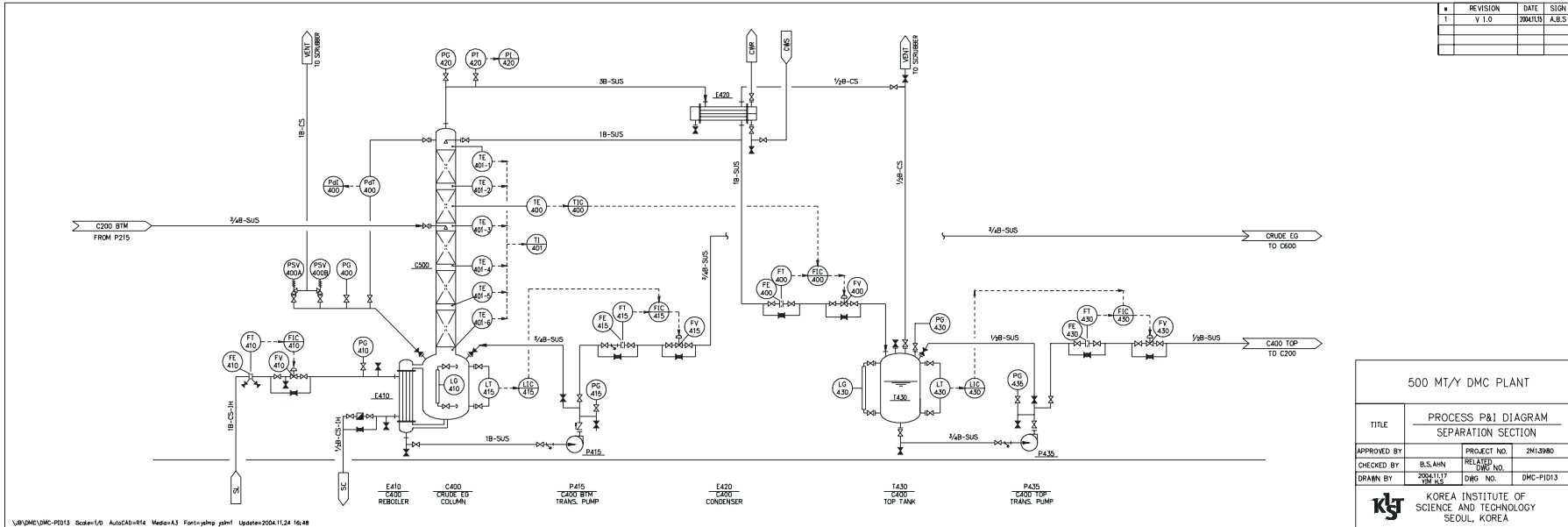
TITLE	PROCESS P&I DIAGRAM R/D SECTION	
APPROVED BY	B.S.AHN	PROJECT NO. 2W13980
CHECKED BY	2004.11.4	RELATED DWG NO.
DRAWN BY	2004.11.4	DWG NO. DMC-P1012

KIST KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
SEOUL, KOREA

Appd by	Chkd by	Prpd by
Date	Date	Date

2. 공정설명

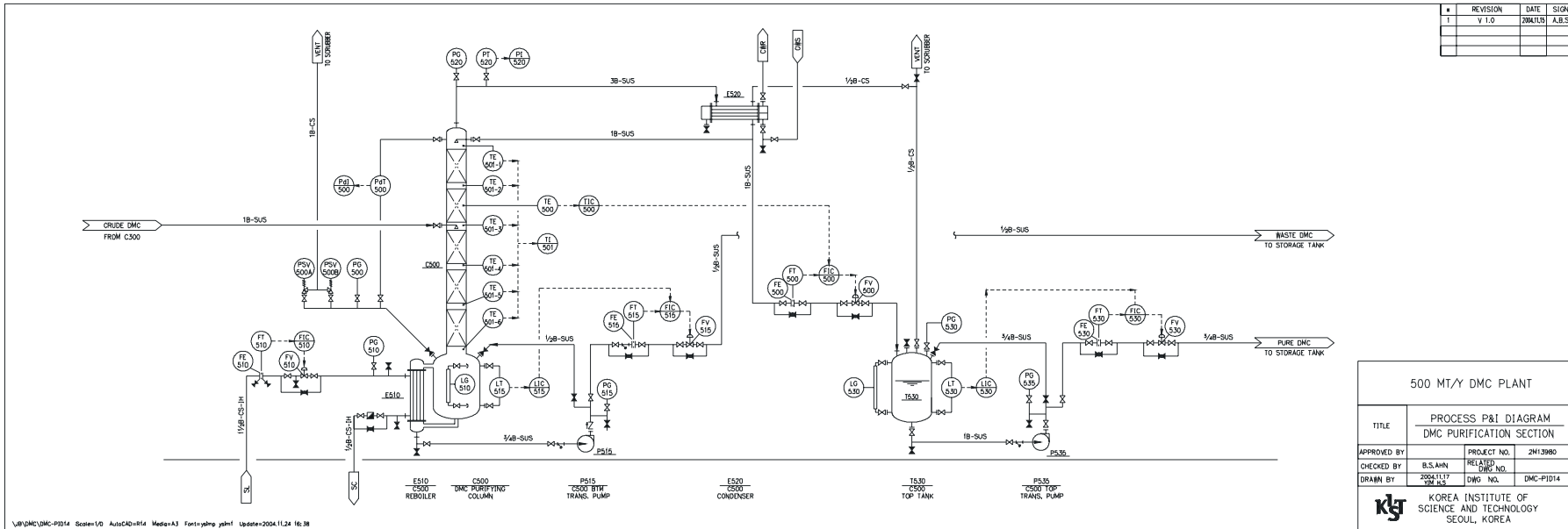
Sht no	MD -	/
Rev.	V1.0	
Chkd by	abs	
Date	2004-11-4	



Appd by	Chkd by	Prpd by
Date	Date	Date

2. 공정설명

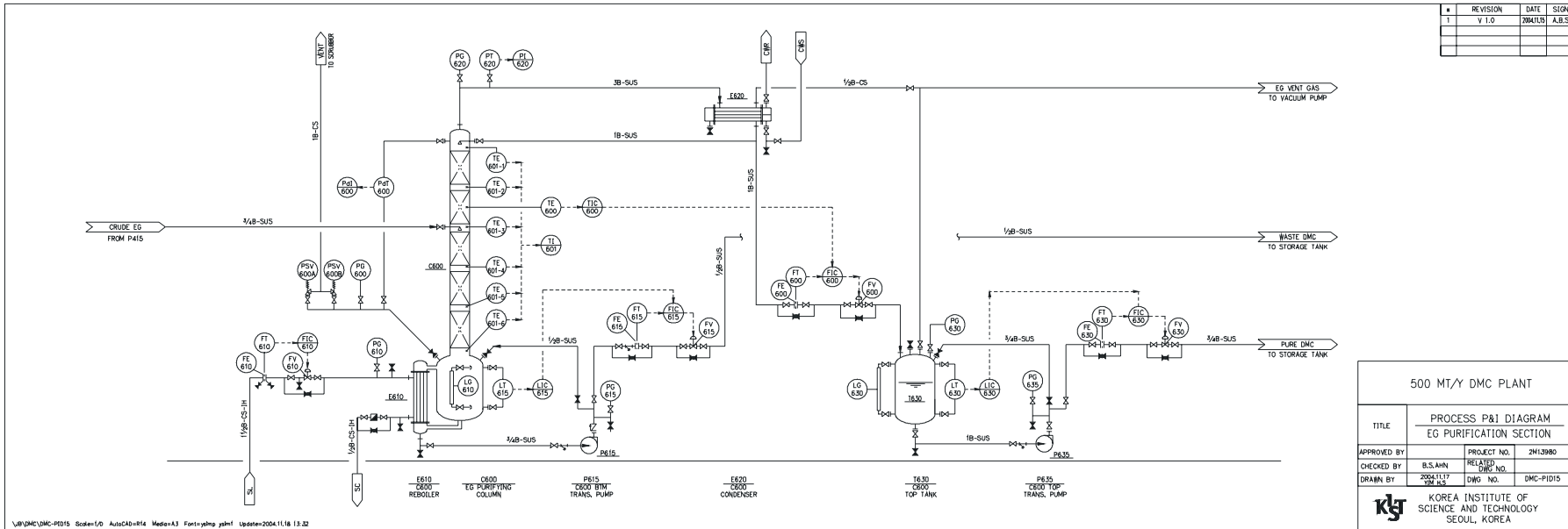
Sht no	MD -	/
Rev.	V1.0	
Chkd by	abs	
Date	2004-11-4	



Appd by	Chkd by	Prpd by
Date	Date	Date

2. 공정설명

Sht no	MD -	/
Rev.	V1.0	
Chkd by	abs	
Date	2004-11-4	



Appd by	Chkd by	Prpd by
Date	Date	Date

3. 장 치	Sht no	MQ - 1301	17 / 2
	Rev.		
	Chkd by		
	Date		

Appd by	Chkd by	Prpd by
Date	Date	Date

3. 장 치	Sht no	MQ - 1301	18 / 2
	Rev.		
	Chkd by		
	Date		

Appd by	Chkd by	Prpd by
Date	Date	Date