

## 제 6 장 소규모 Pilot 설비 및 실험결과

### 1. 설계서

#### 1.1. Basis of Design

##### 1.1.1 설계범위

본 설계서는 Methanol(MeOH)과 Ethylene Carbonate(EC)를 반응시켜 Dimethyl Carbonate(DMC)와 Ethylene Glycol(EG)를 동시에 제조하기 위한 Mini-Pilot plant의 설계서이다. MeOH와 EC의 반응 및 분리는 반응증류공정을 사용하며 전체공정은 반응증류탑과 DMC 정제탑, EG 정제탑으로 구성된다.

설계범위는 공정내(battery limit)의 설비에 한하며 필요시 제품 및 원료 저장설비를 포함한다. 유틸리티(공정수, 냉각수, Chilled water), 계장용 공기, 질소 및 1차전기)는 KIST L5 지역의 Pilot plant에 공급되는 것을 사용한다.

본 설비는 KIST L5 Pilot plant 내에 설치하며 가급적 기존 설비를 보수하여 재사용한다. 장치의 배치가 확정된 후 배관자재 수량을 확인하고 기본설계자와 상의하여 규격을 확정, 구입이 용이하도록 하여야한다.

본 설계서에 포함되는 사항은 다음과 같다.

- (1) BASIS OF DESIGN
- (2) PROCESS DESCRIPTION
- (3) EQUIPMENTS
- (4) INSTRUMENTATION
- (5) UTILITIES
- (6) PIPING

##### 1.1.2. 설비규모

시간당 1KG의 DMC를 제조하는 것을 기준으로 한다.

가. 원료 사용량

- (1) Methanol  
711.4 g/hr  
5.691 kg/8hr  
17.074 kg/day

(2) Ethylene Carbonate

977.6 g/hr

7.821 kg/8hr

23.462 kg/day

나. 제품생산

(1) DMC

1.0 kg/hr

8.0 kg/8hr

24.0 kg/day

(2) EG

0.689 kg/hr

5.512 kg/8hr

16.536 kg/24hr

1.1.3. 원료사양

가. Methanol : (공업용)

순도 : 99% 이상

나. Ethylene Carbonate : (공업용)

순도 : 99% 이상

1.1.4. 제품 사양

가. DMC

순도 : 99wt% 이상

나. EC

순도 : 99wt% 이상

1.1.5. 유틸리티 사양

가. Process water

- total hardness (as CaCO<sub>3</sub>) : 0.5 ppm max.

- supply at B.L.

pressure : 4 kg/cm<sup>2</sup> -g

temperature : amb.

나. Cooling water

temperature at B.L. : (32)°C

temperature incerease : (5)°C  
pressure at B.L. : 4 kg/cm<sup>2</sup>-g  
fouling factor : 0.0002  
chlorine : 100 mg/1 max.

다. Chilled water

temperature at B.L. : 5°C  
temperature increase : 5°C  
pressure at B.L. : 4 kg/cm<sup>2</sup>-g  
fouling factor : 0.0002  
chlorine : 100 mg/1 max.

라. Instrument air

pressure at B.L. : 7 kg/cm<sup>2</sup>-g  
dew point : -50°C  
oil content : free of oil  
dust content : free of dust

마. Nitrogen(from liquified nitrogen)

pressure at B.L. : 7 kg/cm<sup>2</sup>-g

바. Electricity

220V/3P/60Hz for drivers  
110V/1P/60Hz for instrumentations

### 1.1.6. 기후 조건

가. Temperature

highest : 35°C  
lowest : -20°C  
design : 20°C

나. Barometric pressure : 1.03 kg/cm<sup>2</sup>-a

다. Humidity : 93% RH at 25°C

## 1.2. Process Description

### 1.2.1. 공정설명

본 Mini-Pilot 설비에서는 Methanol(MeOH)과 Ethylene Carbonate(EC)를 에스테르 교환반응시켜 Dimethyl Carbonate(DMC)와 Ethylene Glycol(EG)를 동시제조하는 데 있어서 반응평형에 의한 전환율 한계를 극복하고 반응열을 효과적으로 사용하기 위해 반응

증류공정을 사용하였다.

반응원료(EC와 MeOH)와 촉매(균일계 촉매 사용)를 반응증류탑(C240)에 투입하여 반응시켜 탑정으로는 미반응 MeOH와 DMC를 얻게되며 탑저로는 소량의 미반응 EC와 EG를 얻게된다. C240 탑정으로 배출된 MeOH와 DMC는 정제탑(C260)에서 분리시켜 탑정으로 분리된 MeOH(일부 DMC와 함께)는 C240으로 순환시키고 탑저로 DMC 제품을 얻게 된다. C240의 탑저로 배출된 미반응 EC와 EG는 EG 정제탑(C310)에 투입하여 탑정으로 EG 제품을 탑저로 미반응 EC와 EG 및 촉매 혼합물을 얻게된다.

#### 가. 반응증류공정

반응증류공정은 반응증류탑(RXT-DIST COLUMN, C240)과 Reboiler(E241, Condenser(E242) 및 주변장치로 구성되며 에스테르 교환반응과 증류공정이 동시에 진행된다.

원료 중에서 비점이 높은 EC는 C240 탑의 상부로 투입하며 비점이 낮은 MeOH는 탑의 하부에 투입하여 탑 내에서 증류와 동시에 반응이 일어나도록 한다. 촉매는 EG에 녹여 EC와 함께 탑의 상부로 투입한다. 반응증류탑은 0.2 kg/cm<sup>2</sup>-a 정도의 압력조건에서 운전하며 이때 탑정과 탑저의 온도는 68℃ 및 205℃ 정도가 된다.

EC는 상온에서 굳으므로 촉매를 녹인 EG와 섞어 상온에서 굳지 않도록 조절한 후, EC/EG TANK(T210)에 필요량을 저장한다. 일정량의 EC(EG 및 촉매 혼합물)를 EC/EG TANK(T210)에 필요량을 저장한다. 일정량의 EC(EG 및 촉매 혼합물)를 EC/EG PUMP(P215)를 사용하여 C240의 상부에 투입한다. MeOH는 MeOH TANK(T230)에 저장하였다가 MeOH PUMP(P245)를 사용하여 일정량을 C240에 투입한다.

C240 탑의 온도조건(TIC-249)에 따라 적정량의 탑정제품을 C240 TOP TANK(T250)로 배출시키고 E241의 액주높이(LIC-241)에 따라 탑저제품을 EC/EG PRD TANK(T290)로 배출시킨다. 탑저제품 배출시, C240 BTM COOLER(E243)을 사용하여 온도를 80℃ 이하로 낮춘후, C240 BTM PUMP(P245)를 사용하여 이송시킨다.

#### 나. DMC 정제공정

DMC 정제공정은 DMC 정제탑(DMC COLUMN, C260)과 Reboiler(E261), Condenser(E262) 및 주변장치로 구성되며 DMC와 미반응 MeOH를 분리하는 공정이다.

MeOH와 DMC는 저비점 공비혼합물을 형성하므로 C260의 탑정으로는 공비조성에 가까운 MeOH와 DMC의 혼합물이 얻어지며 탑저로는 DMC가 얻어진다. DMC 정제탑은 11 kg/cm<sup>2</sup>-a 정도의 압력조건에서 운전하며 이때 탑정과 탑저의 온도는 14℃ 및 187℃ 정

도가 된다.

T250에 일시저장된 MeOH와 DMC의 혼합물을 C240 TOP PUMP(P255)를 사용하며 C260에 투입하며 증류공정에 의해 탑정과 탑저제품을 얻게된다. C260 탑의 온도조건 (TIC-269)에 따라 적정량의 탑정제품을 C260 TOP TANK(T270)로 배출시키고 E261의 액주높이(LIC-261)에 따라 탑저제품을 DMC TANK(T280)로 배출시킨다. 탑정 및 탑저 제품 배출시, C240 TOP COOLER(E244) 및 C240 BTM COOLER(E243)을 사용하여 배출되는 유체의 온도를 80℃ 이하로 낮추도록 한다. T270에 일시저장된 MeOH와 DMC의 혼합물은 일정량씩 정량조절(FIC-270)하며 C240으로 순환시킨다.

#### 다. EG 정제공정

EG 정제공정은 EG 정제탑(EG COLUMN, C310)과 Reboiler(E311), Condenser(E312) 및 주변장치로 구성되며 EG와 미반응 EC 및 촉매를 분리하는 공정이다.

EC와 EG 또한 저비점 공비혼합물을 형성하나 낮은 압력조건에서는 공비를 형성하지 않으므로 C260의 탑정으로는 EG가 얻어지며 탑저로는 미반응 EC와 EG 및 촉매가 배출된다. EG 정제탑은 C310 VACUUM PUMP(P320)를 사용하여 300mmHg 정도의 감압조건에서 운전하며 이때 탑정과 탑저의 온도는 160℃ 및 183℃ 정도가 된다.

T290에 일시저장된 EC/EG의 혼합물을 일정유량으로 조절(FIC-290)하며 C310에 투입한다. 증류공정에 의해 탑정과 탑저제품을 얻게 된다. C310 탑의 온도조건(TIC-319)에 따라 적정량의 탑정제품을 EG TANK(T330)로 배출시키고 E311의 액주 높이(LIC-311)에 따라 탑저제품을 HEAVY TANK(T340)로 배출시킨다. 탑정 및 탑저제품 배출시, C310 TOP COOLER(E314) 및 C310 BTM COOLER(E313)을 사용하여 배출되는 유체의 온도를 80℃ 이하로 낮추도록 한다. T340에 저장된 EC/EG/촉매 혼합물은 분석한 후 반응에 재사용하도록 한다.

\* 전 공정은 질소로 충전될 수 있도록 설비되어야 한다.

#### 1.2.2. 운전 준비

- 예비운전으로 장치 및 계기가 작동되는지 확인하난.
- Pump의 유량곡선을 미리 확인한다.
- 유틸리티 점검 : 질소, 전기, 냉각수(CW, ChW), 공정수, 공기 등 기본적으로 필요한 것들이 공급 상태로 준비되었는지 확인하다.
- Vent gas를 배출하기 위한 장비(Scrubber와 Fan)을 가동시킨다.
- 원료 준비 : 필요한 양 만큼의 원료를 T210 및 T230에 저장한다.
- 공정 숙지 : 운전 이전에 공정상에 최적 운전조건을 찾고 문제점을 항상 메모한다.

- 유사시 응급 조치 방법과 안전에 대한 준비.점검을 숙지한다.
- Plant Start Up과 Shut down 방법을 알고 있어야 한다.

### 1.2.3. 주의 사항

- 실험 실시전에 내부 유체들이 공기와 접촉하지 않는가를 확인한다.
- DMC 및 Methanol이 유출되지 않도록 주의 한다.
- 실험 완료 후에도 증류탑의 온도가 상온이 될 때까지 질소를 공급하여 공기가 유입되지 않도록 주의한다.

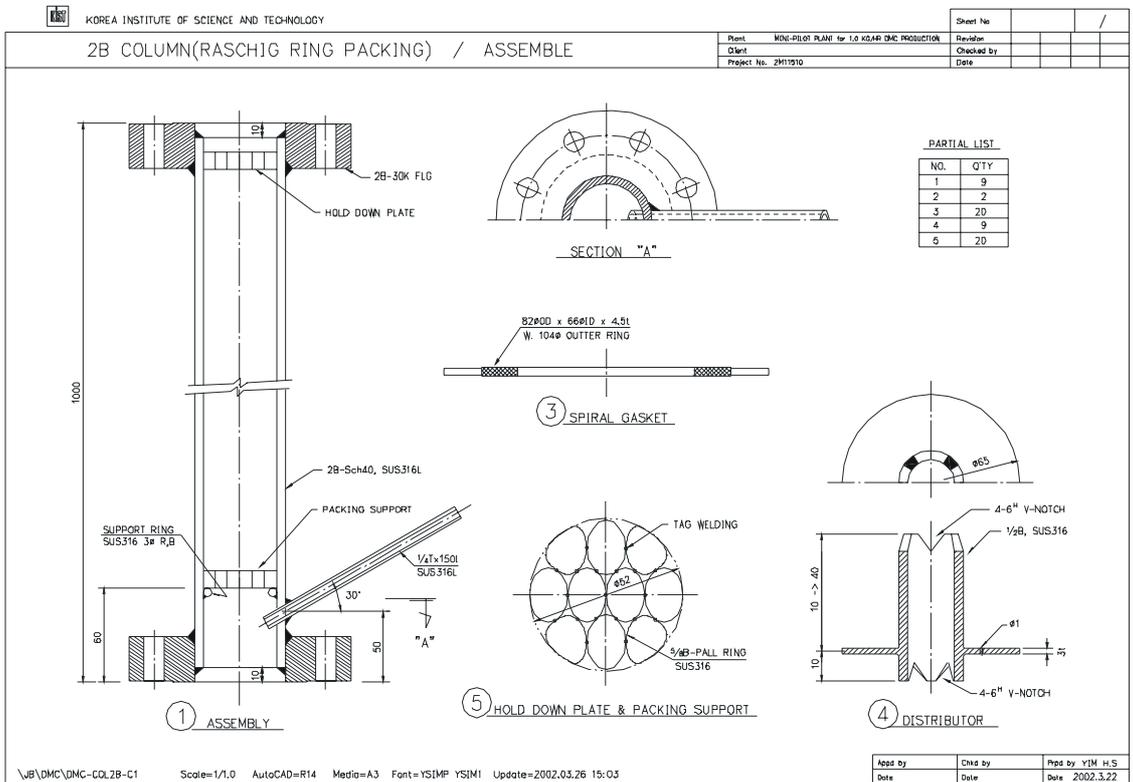
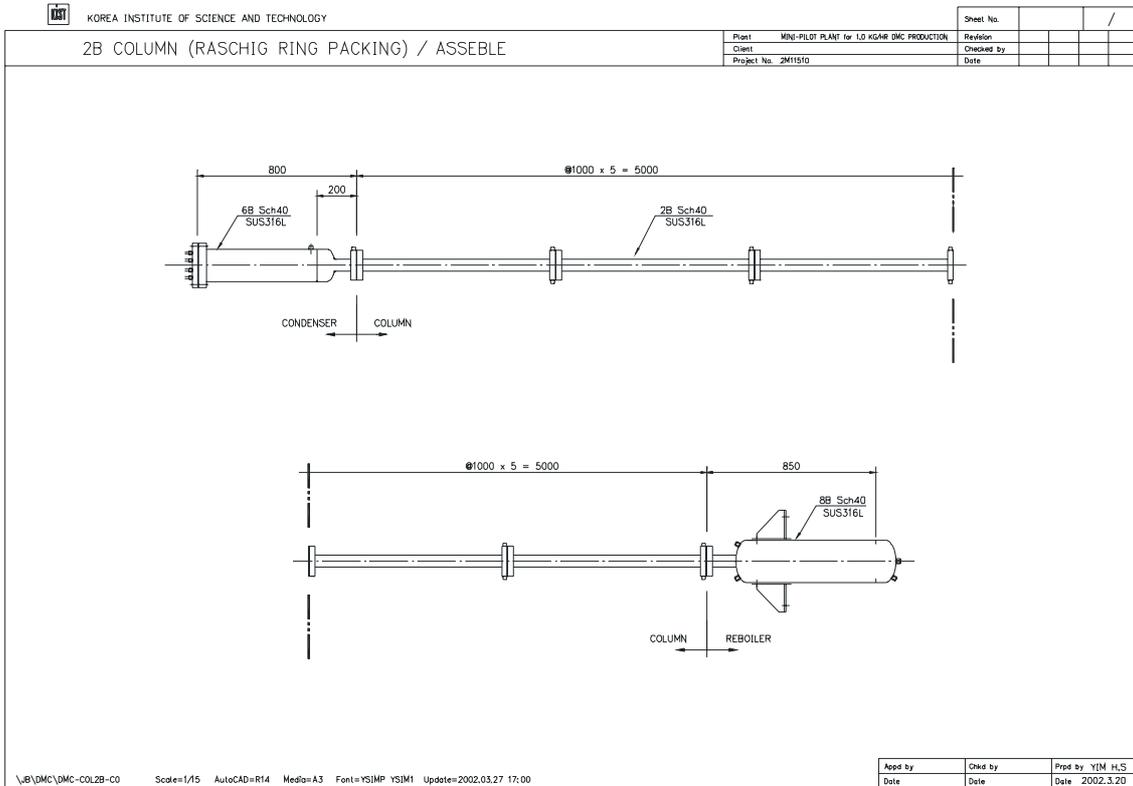
### 1.3. Equipments

#### 1.3.1. 장치목록

Tag No.	Description	용 량	개수	내용물	최고사용온도	최고사용압력	확보방법	설계기준	참조장치
T210	EC/EG Tank	30L	1개	EC + EC	상온	1kg/cm <sup>2</sup> -g	제작	24시간(24L) 사용량	30L 용기
P215	EC/EG Pump	2 LPH	1개	EC + EC	상온	10kg/cm <sup>2</sup> -g	구매	0-2 LPH 정량펌프, 수동조절	P-511
T230	MeOH Tank	30L	1개	ME	상온	1kg/cm <sup>2</sup> -g	제작	24 시간(24L) 사용량	30L 용기
P235	MeOH Pump	2 LPH	1개	ME	상온	10kg/cm <sup>2</sup> -g	구매	0-2 LPH 정량펌프, 수동조절	(C-504)
C240	RXT-DIST Column	3B, 5M-1	1개	EC/ME/DMC/EG	220℃	2kg/cm <sup>2</sup> -g	제작	반응증류/모사결과 참조	C-01
E241	C240 Reboiler	20L(8B × 600H), 4kw	1개	EC/EG	220℃	2kg/cm <sup>2</sup> -g	제작	모사결과 참조	C-01
E242	C240 Condenser	6B, 30m coil, 3 Mcal/Hr	1개	ME/DMC	80℃	2kg/cm <sup>2</sup> -g	제작	모사결과/계산결과 참조	C-01
E243	C240 BTM Cooler	3/8T × 3/4T, 1m	1개	EC/EG	250℃/80℃	2kg/cm <sup>2</sup> -g	제작	계산결과 참조	
P245	C240 BTM Pump	2 LPH	1개	EC/EG	80℃	10kg/cm <sup>2</sup> -g	구매	0-2 LPH 정량펌프, 자동조절	P-102
T250	C240 Top Tank	6L	1개	ME/DMC	80℃	2kg/cm <sup>2</sup> -g	제작	체류시간 2시간	6L 용기
P255	C240 Top Pump	6 LPH	1개	ME/DMC	80℃	15kg/cm <sup>2</sup> -g	구매	0-6 LPH 정량펌프, 수동조절	(V-84)
C260	DMC Column	2B, 5M-H	1개	ME/DMC	200℃	12kg/cm <sup>2</sup> -g	제작	반응증류/모사결과 참조	C-03
E261	C260 Reboiler	20L(8B × 600H), 3kw	1개	ME/DMC	250℃	12kg/cm <sup>2</sup> -g	제작	모사결과 참조	C-03
E262	C260 Condenser	6B, 30m coil, 2 Mcal/Hr	1개	ME/DMC	150℃	12kg/cm <sup>2</sup> -g	제작	모사결과/계산결과 참조	C-03
E263	C260 BTM Cooler	3/8T × 3/4T, 1m	1개	ME/DMC	250℃/80℃	12kg/cm <sup>2</sup> -g	제작	계산결과 참조	
E264	C260 TOP Cooler	2/8T × 3/4T, 1m	1개	ME/DMC	150℃/80℃	12kg/cm <sup>2</sup> -g	제작	계산결과 참조	
T270	C260 TOP Tank	6L	1개	ME/DMC	80℃	12kg/cm <sup>2</sup> -g	제작	체류시간 2시간	6L 용기
T280	DMC Tank	30L	1개	DMC	80℃	12kg/cm <sup>2</sup> -g	제작	24시간(24L) 사용량	30L 용기
T290	EC/EG PRD Tank	30L	1개	EC/EG	80℃	12kg/cm <sup>2</sup> -g	제작	24시간(24L) 사용량	30L 용기
C310	EG Column	2B, 5M-H	1개	EC/EG	200℃	(300 Torr)	제작	반응증류/모사결과 참조	C-04
E311	C310 Reboiler	20L(8B × 600H), 3kw	1개	EC/EG	200℃	(300 Torr)	제작	모사결과 참조	C-04
E312	C310 Condenser	6B,30m coil, 1.2 Mcal/H	1개	EC/EG	160℃	(300 Torr)	제작	모사결과/계산결과 참조	C-04
E313	C310 BTM Cooler	3/8T × 3/4T, 1m	1개	EC/EG	200℃/80℃	(300 Torr)	제작	계산결과 참조	
E314	C310 TOP Cooler	3/8T × 3/4T, 1m	1개	EG	140℃/80℃	(300 Torr)	제작	계산결과 참조	
P315	C310 BTM Pump	0.4 LPH	1개	EC/EG	80℃	10kg/cm <sup>2</sup> -g	구매	0-0.4 LPH 정량펌프, 자동조절	P-105(자동)
K320	C310 Vacuum Pump	100 Torr(10 M3/HR)	1개	N2	50℃	(200 Torr)	구매		
T330	EG Tank	30L	1개	EG	80℃	1kg/cm <sup>2</sup> -g	제작	24시간(24L) 사용량	30L 용기
T340	Heavy Tank	6L	1개	EC/EG	80℃	1kg/cm <sup>2</sup> -g	제작	24시간(24L) 사용량	6L 용기

Tag No.	Description	용 량	개수	Type	제작회사	Model	가격(만원)	납 기	기 타
T210	EC/EG Tank	30L	1개						
P215	EC/EG Pump	2 LPH	1개						
T230	MeOH Tank	30L	1개						
P235	MeOH Pump	2 LPH	1개						
C240	RXT-DIST Column	3B, 4M-H	1개						
E241	C240 Reboiler	* (L(*B × *H), 4kw	1개						
E242	C240 Condenser	6B, 30m coil, 3 Mcal/Hr	1개						
E243	C240 BTM Cooler	3/8T × 3/4T, 1m	1개						
P245	C240 BTM Pump	2 LPH	1개						
T250	C240 BTM Tank	5L	1개						
P255	C240 BTM Pump	6 LPH	1개						
C260	DMC Column	2B, 4M-H	1개						
E261	C260 Reboiler	* (L(*B × *H), 3kw	1개						
E262	C260 Condenser	6B, 30m coil, 2 Mcal/Hr	1개						
E263	C260 BTM Cooler	3/8T × 3/4T, 1m	1개						
E264	C260 TOP Cooler	3/8T × 3/4T, 1m	1개						
T270	C260 TOP Tank	5L	1개						
T280	DMC Tank	30L	1개						
T290	EC/EG PRD Tank	30L	1개						
C310	EG Column	2B, 4M-H	1개						
E311	C310 Reboiler	* (L(*B × *H), 3kw	1개						
E312	C310 Condenser	6B,30m coil, 1.2 Mcal/H	1개						
E313	C310 BTM Cooler	3/8T × 3/4T, 1m	1개						
E314	C310 TOP Cooler	3/8T × 3/4T, 1m	1개						
P315	C310 BTM Pump	0.4 LPH	1개						
K320	C310 Vacuum Pump	100 Torr(10 M3/HR)	1개						
T330	EG Tank	30L	1개						
T340	Heavy Tank	5L	1개						

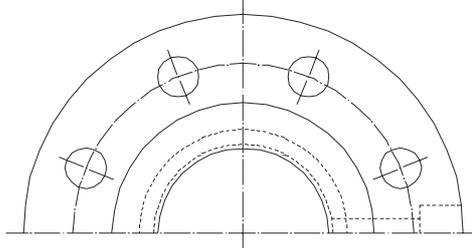
### 1.3.2. 장치도면



2B COLUMN(RASCHIG RING PACKING) / FLANGE (2B-30K)

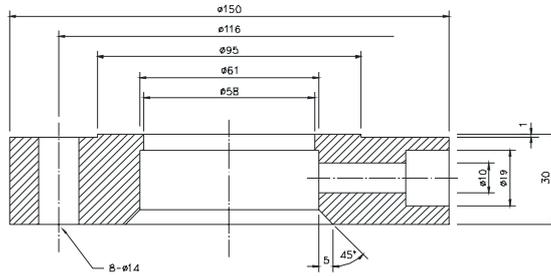
Plant	MINI-PILOT PLANT for 1.0 kg/hr DMC PRODUCTION	Revision	
Client		Checked by	
Project No.	2011910	Date	

Sheet No.	
-----------	--



PARTIAL LIST

NO.	DESCRIPTION	MAT'L	Q'TY
1	2B FLANGE	SUS316L	24



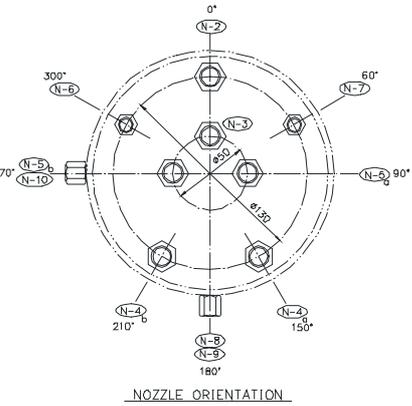
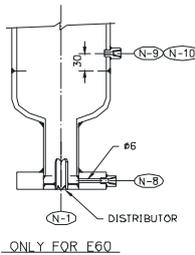
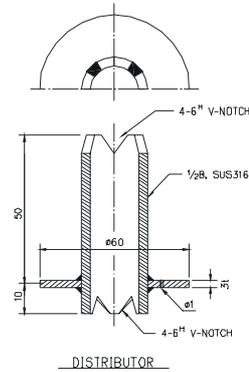
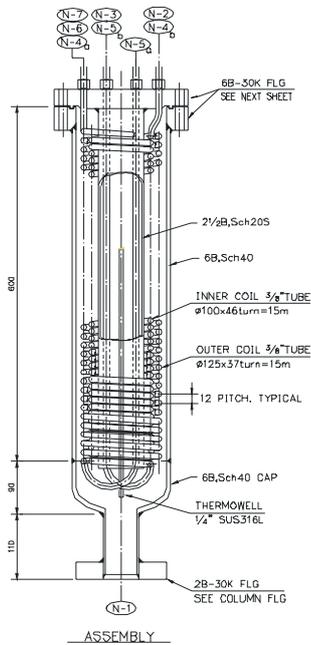
① W

Added by	Chkd by	Prd by
Date	Date	YIM H.S

2B COLUMN(RASCHIG RING PACKING) / CONDENSER / ASSEMBLY

Plant	MINI-PILOT PLANT for 1.0 kg/hr DMC PRODUCTION	Revision	
Client		Checked by	
Project No.	2011910	Date	

Sheet No.	
-----------	--



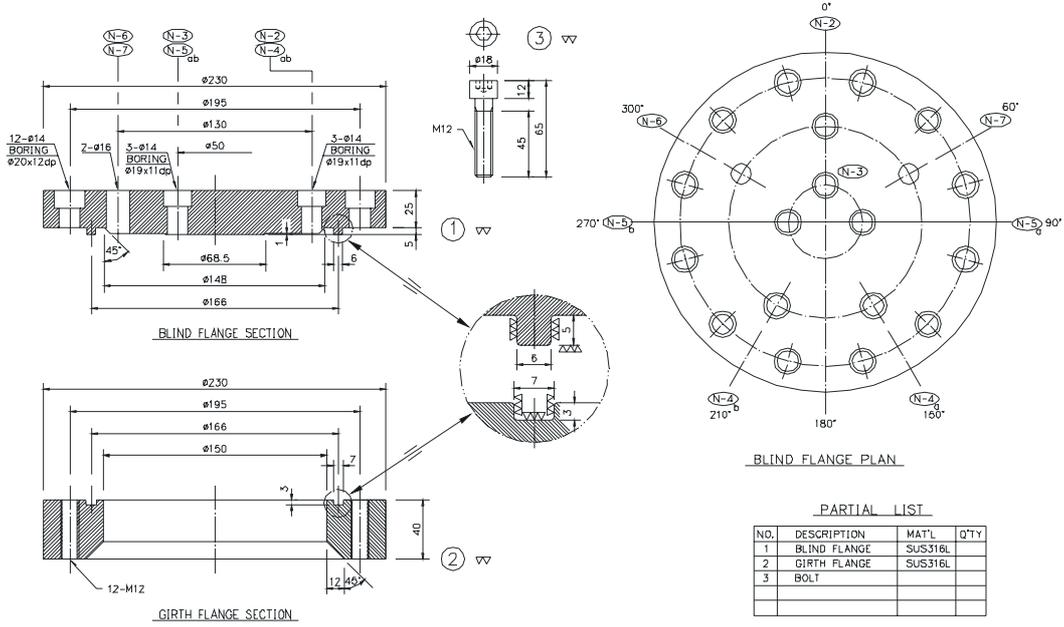
NOZZLE LIST

NO.	SIZE	TYPE	DESCRIPTION	REMARK
N-1	2B	FLANGE	COLUMN CONN	SEE DET.
N-2			VAPOR OUTLET	
N-3			THERMOWELL	
N-4ab	1/2B		C.W. INLET	
N-5ab			C.W. OUTLET	
N-6		SOCKET	PG	
N-7			SPARE	
N-8	1/4B		LIQUID OUTLET	
N-9			EQUALIZING	
N-10			SAMPLING	

Added by	Chkd by	Prd by
Date	Date	YIM H.S

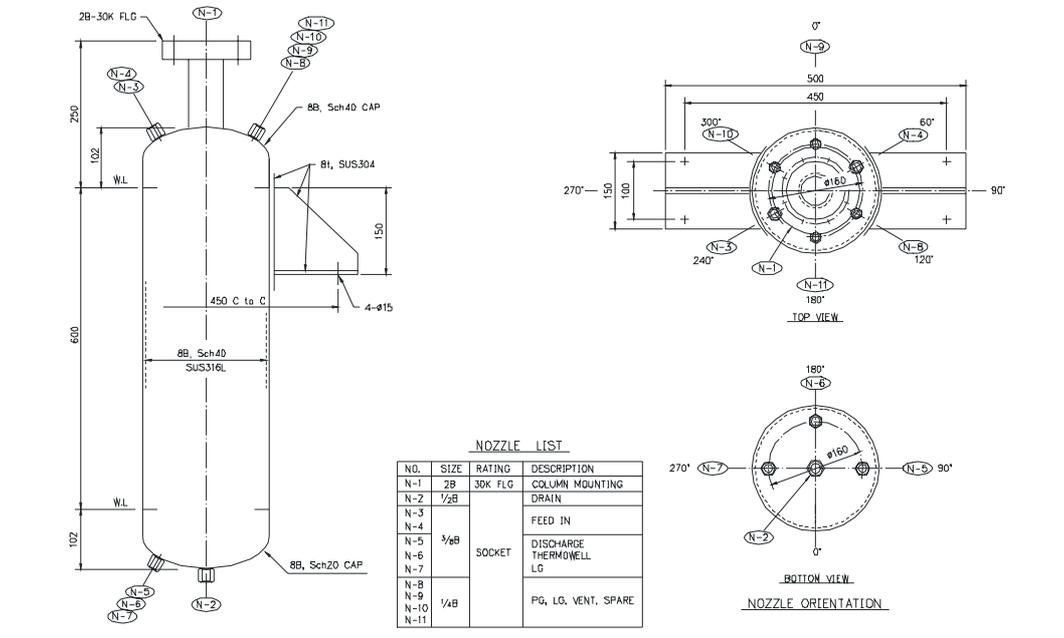
2B COLUMN(RASCHIG RING PACKING) / CONDENSER / FLANGE (6B-30K)

Plant	MINI-PILOT PLANT for 1.0 KVAR GMC PRODUCTION	Revision	
Client		Checked by	
Project No.	ZH1910	Date	



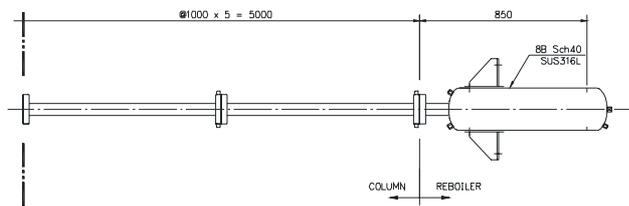
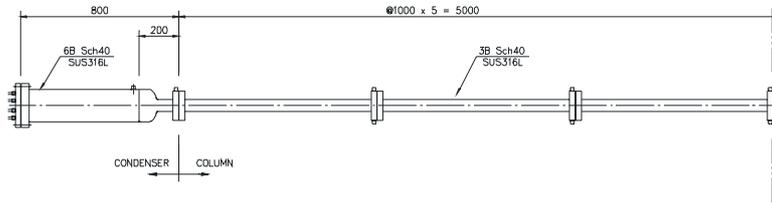
2B COLUMN(RASCHIG RING PACKING) / REBOILER (20)

Plant	MINI-PILOT PLANT for 1.0 KVAR GMC PRODUCTION	Revision	
Client		Checked by	
Project No.	ZH1910	Date	



3B COULMN(RASCHIG RING PACKING) / ASSEMBLE

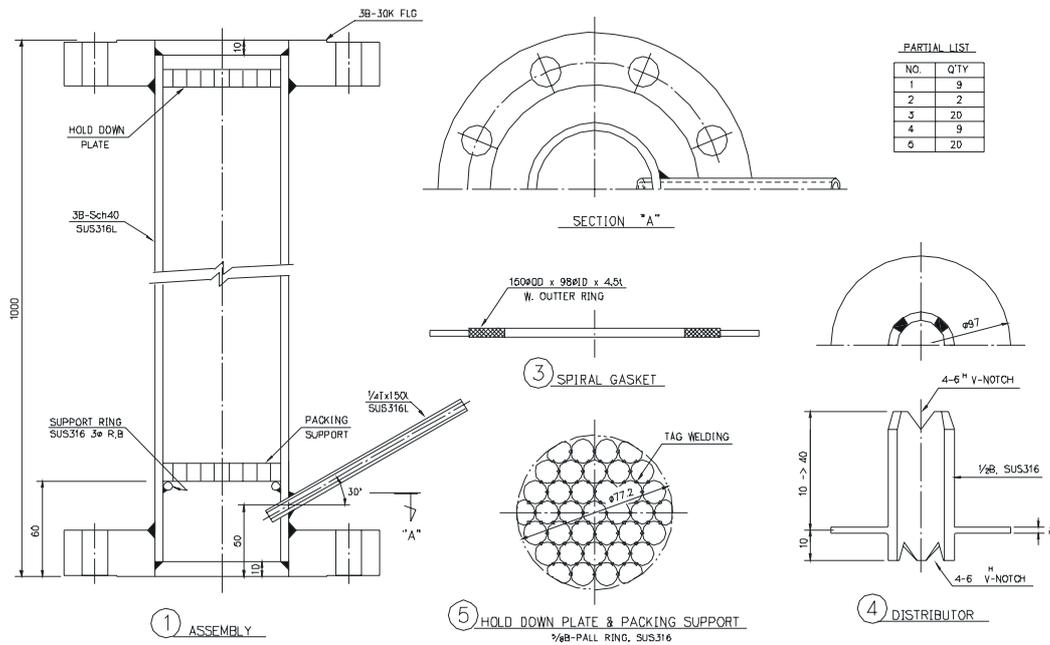
Plant	MINI-PILOT PLANT for 1.0 KG/HR DMC PRODUCTION	Revision			
Client		Checked by			
Project No.	2M1510	Date			



Appd by	Chkd by	Prpd by	YJM H.S
Date	Date	Date	2002.3.21

3B COULMN(RASCHIG RING PACKING) / ASSEMBLE

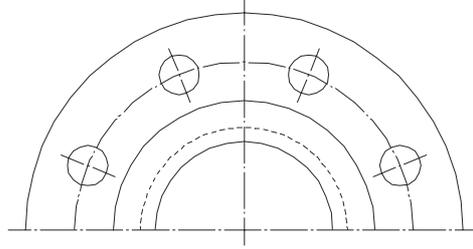
Plant	MINI-PILOT PLANT for 1.0 KG/HR DMC PRODUCTION	Revision			
Client		Checked by			
Project No.	2M1510	Date			



Appd by	Chkd by	Prpd by	YJM H.S
Date	Date	Date	2002.3.22

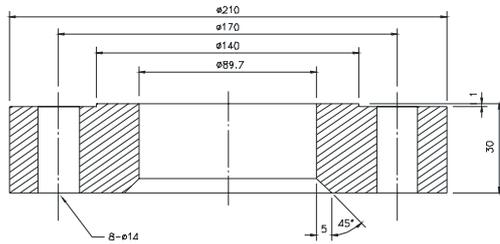
3B COULMN(RASCHIG RING PACKING) / FALANGE (3B-30K)

Plant	MINI-PILOT PLANT for 1.0 kg/hr SMC PRODUCTION	Sheet No.		/
Client		Revision		
Project No.	ZKH1910	Checked by		
		Date		



PARTIAL LIST

NO.	DESCRIPTION	MAT'L	Q'TY
1	3B FLANGE	SUS316L	24

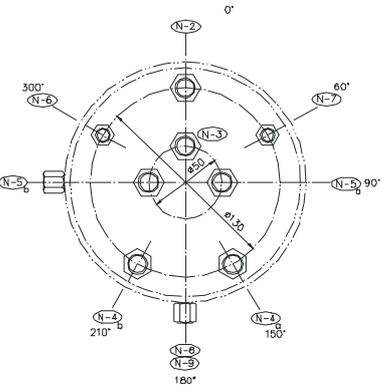
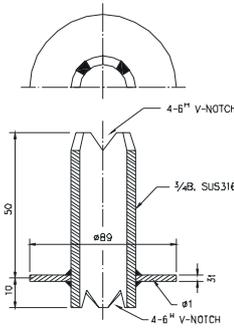
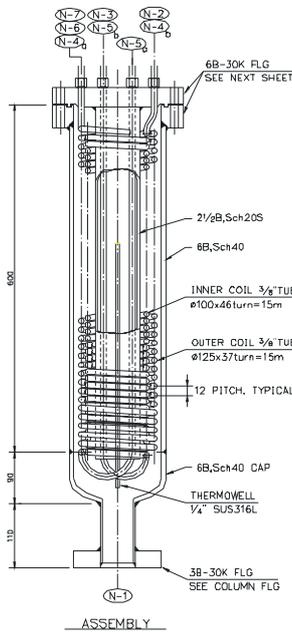


① ∇

Appd by	Chkd by	Prpd by	YJM, H.S
Date	Date	Date	2002.3.21

3B COULMN(RASCHIG RING PACKING) / CONDENSER / ASSEMBLY

Plant	MINI-PILOT PLANT for 1.0 kg/hr SMC PRODUCTION	Sheet No.		/
Client		Revision		
Project No.	ZKH1910	Checked by		
		Date		



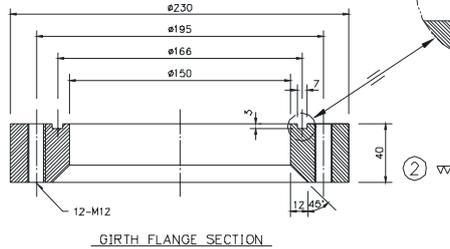
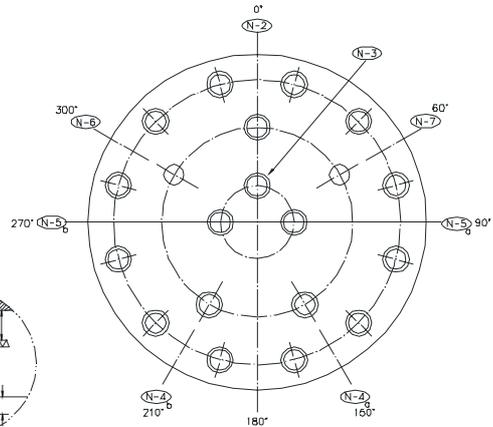
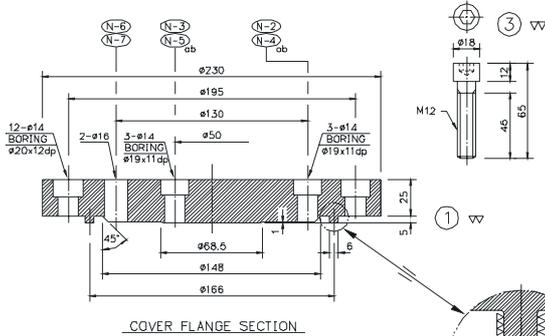
NOZZLE LIST

NO.	SIZE	TYPE	DESCRIPTION	REMARK
N-1	3B	FLANGE	COLUMN CONN.	SEE DET.
N-2			VAPOR OUTLET	
N-3			THERMOWELL	
N-4a	3/4B		C.W. INLET	
N-5a			C.W. OUTLET	
N-6		SOCKET	PG	
N-7			SPARE	
N-8	1/4B		LIQUID OUTLET	
N-9			EQUALIZING	
N-10			SAMPLING	

Appd by	Chkd by	Prpd by	YJM, H.S
Date	Date	Date	2002.3.21

3B COULMN(RASCHIG RING PACKING) / CONDENSER / FLANGE (6B-30K)

Plant	MINI-PILOT PLANT for 1.0 K&A&R DMC PRODUCTION	Revision	
Client		Checked by	
Project No.	2011510	Date	



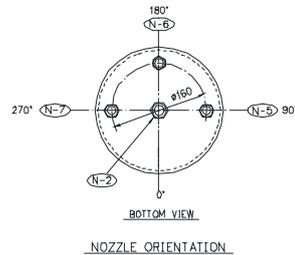
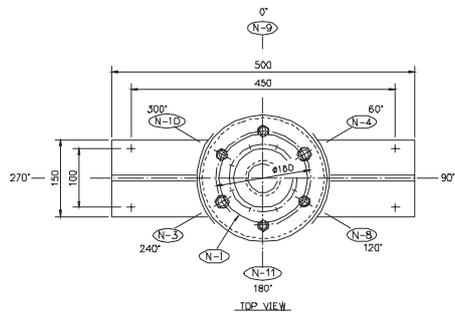
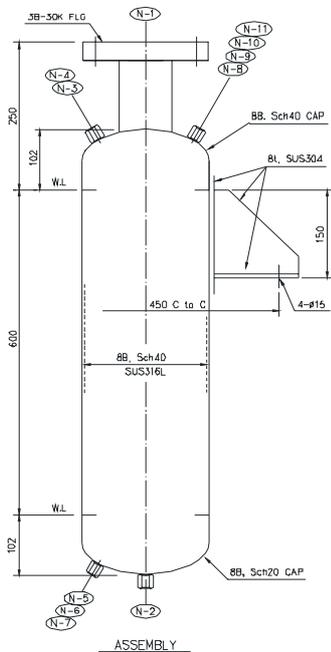
PARTIAL LIST

NO.	DESCRIPTION	MAT'L	Q'TY
1	BLIND FLANGE	SUS316L	4
2	GIRTH FLANGE	SUS316L	4
3	BOLT		48

Appd by	Chk by	Prpd by	YIM H.S
Date	Date	Date	2002.3.21

3B COULMN(RASCHIG RING PACKING) / REBOILER (20I)

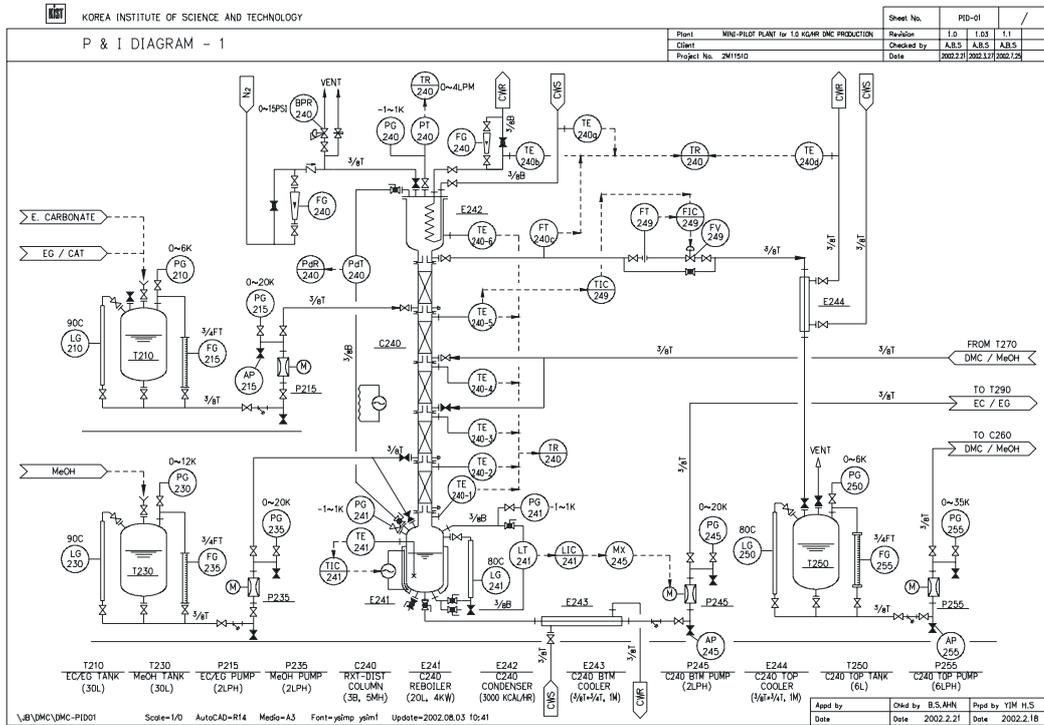
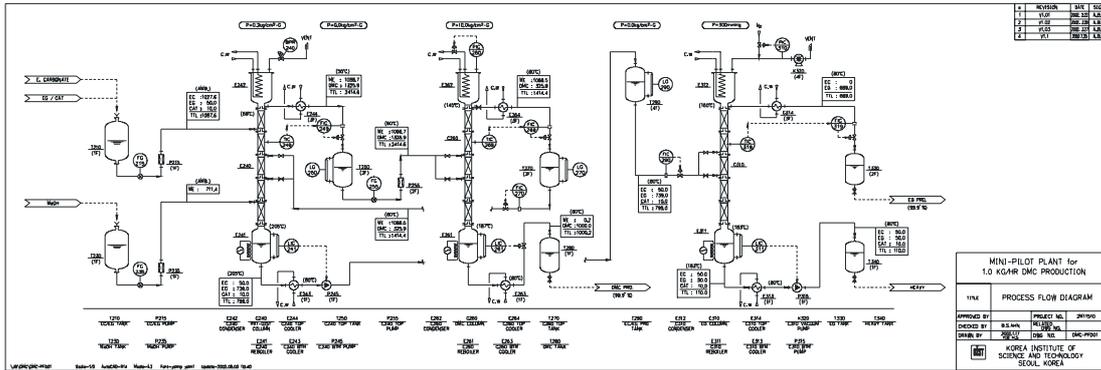
Plant	MINI-PILOT PLANT for 1.0 K&A&R DMC PRODUCTION	Revision	
Client		Checked by	
Project No.	2011510	Date	

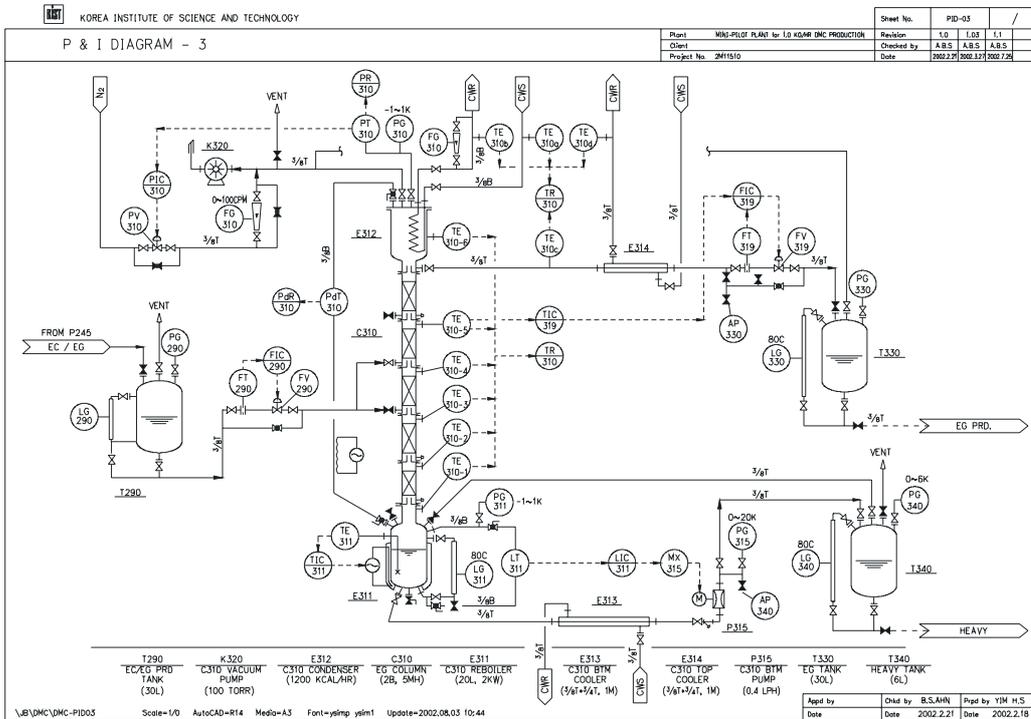
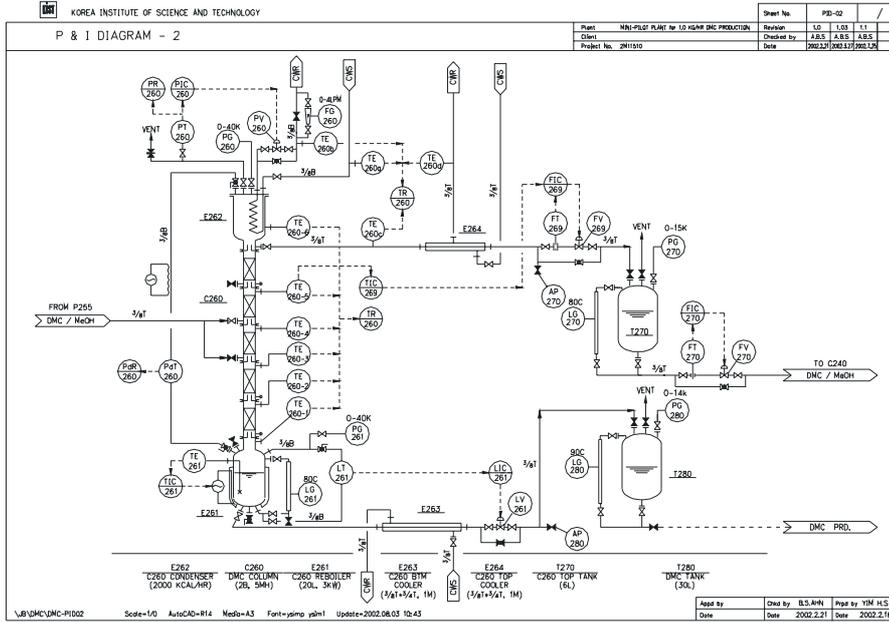


NOZZLE LIST

NO.	SIZE	RATING	DESCRIPTION
N-1	3B	30K FLG	COLUMN MOUNTING
N-2	1/2B		DRAIN
N-3			FEED IN
N-4			
N-5	3/4B	SOCKET	DISCHARGE THERMOWELL LG
N-6			
N-7			
N-8			PG, LG, VENT, SPARE
N-9			
N-10			
N-11			

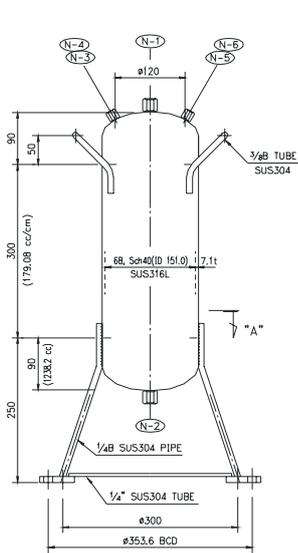
Appd by	Chk by	Prpd by	YIM H.S
Date	Date	Date	2002.3.21



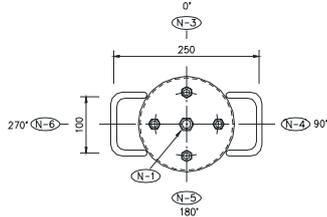


6L VESSEL

Plant	MINI-PILOT PLANT for 1.0 kg/hr DMC PRODUCTION	Revision	
Client		Checked by	
Project No.	2M11510	Date	



ASSEMBLY

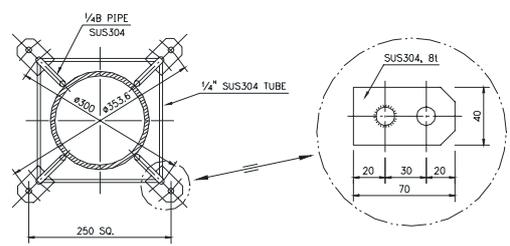


NOZZLE ORIENTATION

NOZZLE LIST

NO.	SIZE	RATING	DESCRIPTION
N-1			THERMOWELL
N-2	3/8"		DISCHARGE
N-3		SOCKET	
N-4			FEED
N-5	1/4"		TW, PG, LG, VENT
N-6			

SWAGelok NO.  
 1/4B SS-6-TSW-7-4  
 1/4B SS-8-TSW-7-6  
 1/2B SS-10-TSW-7-8

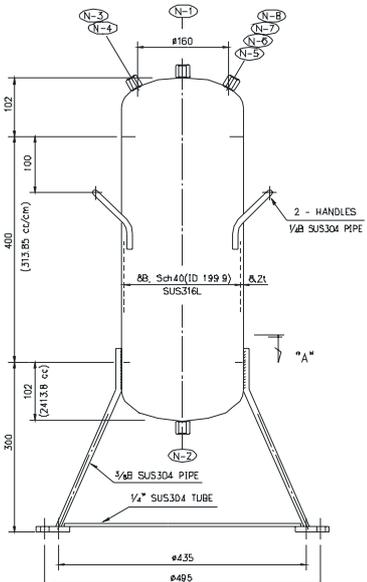


SECTION "A-A"

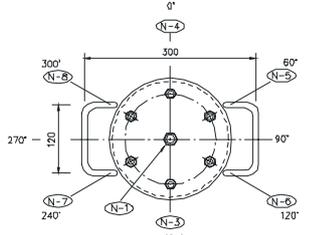
Appd by	Chd by	Pp'd by	YIM H.S
Date	Date	Date	2002.3.20

15L VESSEL

Plant	MINI-PILOT PLANT for 1.0 kg/hr DMC PRODUCTION	Revision	
Client		Checked by	
Project No.	2M11510	Date	



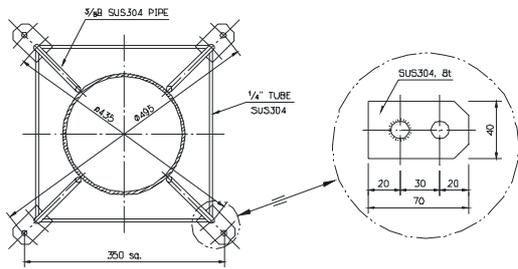
ASSEMBLY



NOZZLE ORIENTATION

NOZZLE LIST

NO.	SIZE	RATING	DESCRIPTION
N-1			THERMOWELL
N-2	3/8"		DISCHARGE
N-3		SOCKET	
N-4			LG FEED IN
N-5			VAP., OUT
N-6	1/4"		PG, RECIRC., VENT
N-7			
N-8			

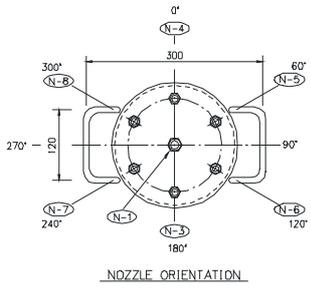
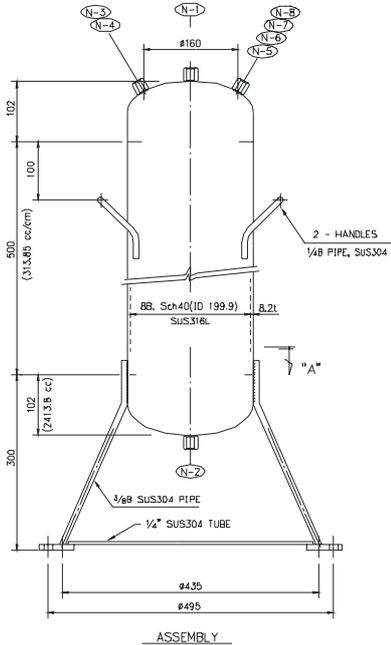


SECTION "A-A"

Appd by	Chd by	Pp'd by	YIM H.S
Date	Date	Date	2002.3.20

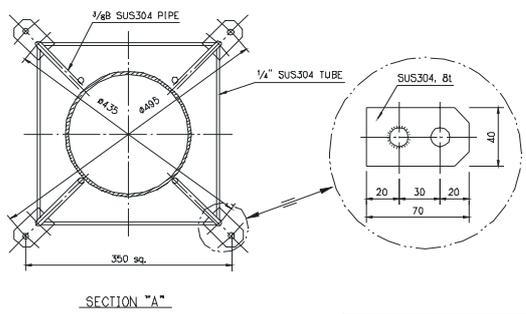
20L VESSEL

Sheet No			
Plant	WIN-PILOT PLANT for 1.0 KOLAB DMC PRODUCTION	Reviewer	
Client		Checked by	
Project No.	2M1910	Date	



NOZZLE LIST

NO.	SIZE	RATING	DESCRIPTION
N-1			THERMOWELL
N-2	3/8B		DISCHARGE
N-3		SOCKET	LG FEED IN
N-4			VAP., OUT
N-5	1/4B		PG, RECIRC., VENT
N-6			
N-7			
N-8			

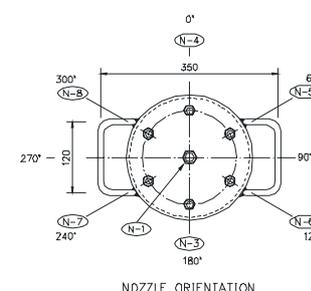
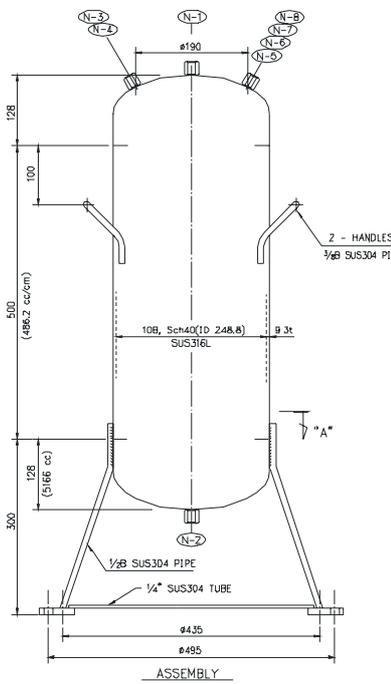


\\B\DMC\DMC-V20L Scale=1/5 AutoCAD=R14 Media=A3 Font=YSIMP YS1M1 Update=2002.03.27 17.01

Appd by	Chkd by	Prpd by
Date	Date	YIM H.S 2002.3.20

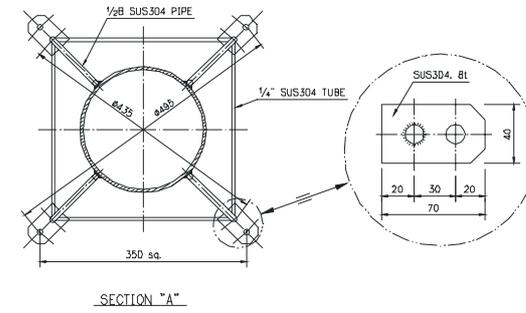
30L VESSEL

Sheet No			
Plant	WIN-PILOT PLANT for 1.0 KOLAB DMC PRODUCTION	Reviewer	
Client		Checked by	
Project No.	2M1910	Date	



NOZZLE LIST

NO.	SIZE	RATING	DESCRIPTION
N-1			THERMOWELL
N-2	3/8B		DISCHARGE
N-3		SOCKET	LG FEED IN
N-4			VAP., OUT
N-5	1/4B		PG, RECIRC., VENT
N-6			
N-7			
N-8			



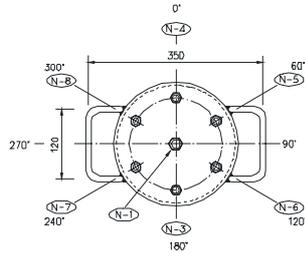
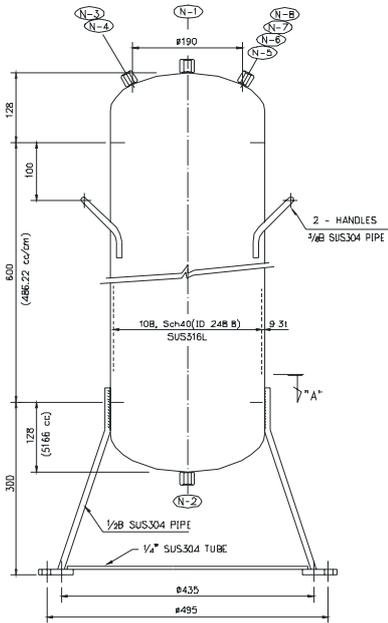
\\B\DMC\DMC-V30L Scale=1/5.0 AutoCAD=R14 Media=A3 Font=YSIMP YS1M1 Update=2002.03.22 10:07

Appd by	Chkd by	Prpd by
Date	Date	YIM H.S 2002.3.20

351 VESSEL

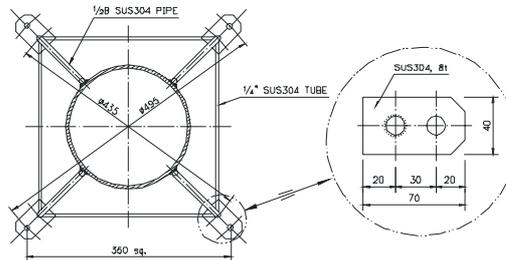
Plant: MFC-PILOT PLANT for 1.0 kg/HR DMC PRODUCTION  
 Client: /  
 Project No.: 2011510

Sheet No.		/
Revision		
Checked by		
Date		



NOZZLE LIST

NO.	SIZE	RATING	DESCRIPTION
N-1			THERMOWELL
N-2	1/8"		DISCHARGE
N-3		SOCKET	LG FEED IN
N-4			VAP., OUT
N-5	1/4"		PG, RECIRC., VENT
N-6			
N-7			
N-8			

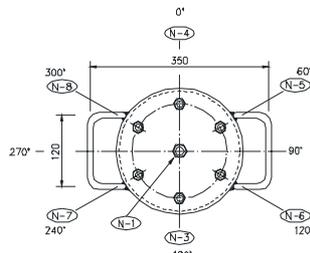
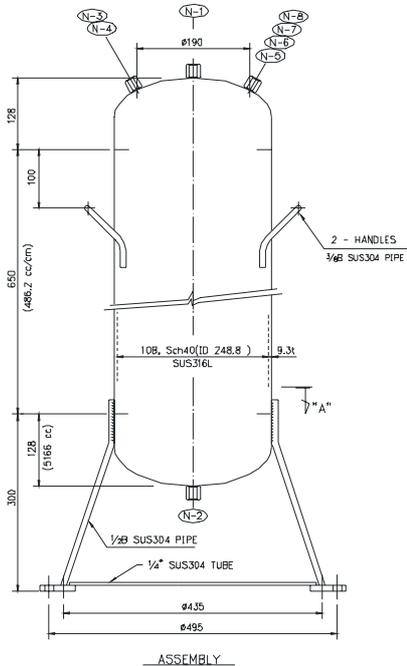


Appd by	Chk by	Prd by: YIM H.S
Date	Date	Date: 2002.3.20

371 VESSEL

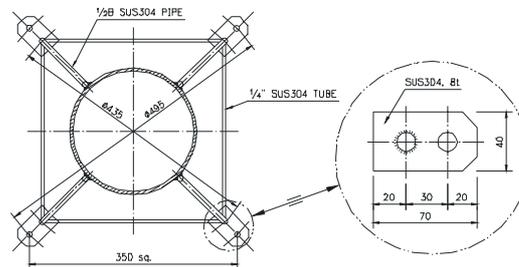
Plant: MFC-PILOT PLANT for 1.0 kg/HR DMC PRODUCTION  
 Client: /  
 Project No.: 2011510

Sheet No.		/
Revision		
Checked by		
Date		



NOZZLE LIST

NO.	SIZE	RATING	DESCRIPTION
N-1			THERMOWELL
N-2	1/8"		DISCHARGE
N-3		SOCKET	LG FEED IN
N-4			VAP., OUT
N-5	1/4"		PG, RECIRC., VENT
N-6			
N-7			
N-8			



Appd by	Chk by	Prd by: YIM H.S
Date	Date	Date: 2002.3.20

## 1.4. Instrumentation

### 1.4.1. 계장목록

Tag. No.	Description	Fluid	Remarks
TIC/FIC-249	C240 Top Temp/Flow Control	DMC/MeOH(L)	
TE/FE/FT/FV-249			
TIC/FIC-249	C260 Top Temp/Flow Control	DMC/MeOH(L)	
TE/FE/FT/FV-249			
TIC/FIC-319	C310 Top Temp/Flow Control	DMC/MeOH(L)	
TE/FE/FT/FV-319			
FIC-270	C270>C240 Flow Control	DMC/MeOH(L)	
FE/FT/FV-270			
FIC-290	C310 Feed Flow Control	EC/EG(L)	
FE/FT/FV-290			
FG-215	EC/EG Feed Flow Measuring	EC/EG(L)	
FG-235	MeOH Feed Flow Measuring	MeOH(L)	
FG-255	C260 Feed Flow Measuring	DMC/MeOH(L)	
FG-240	C240 N2 Feed	N2(G)	
FG-310	C310 N2 Feed	N2(G)	
LIC-241	E241(C240) Level Control	EC/EG(L)	
LT-241			
LT-261	E261(C260) Level Control	DMC(L)	
LT-261			
LIC-311	E311(C310) Level Control	EC/EG(L)	

Tag. No.	Description	Fluid	Remarks
LT-311			
LG-210	T210 Level Gauge	EC/EG	
LG-230	T230 Level Gauge	MeOH	
LG-241	E241 Level Gauge	EC/EG	
LG-250	T250 Level Gauge	MeOH/DMC	
LG-261	E261 Level Gauge	DMC	
LG-270	T270 Level Gauge	MeOH/DMC	
LG-280	T280 Level Gauge	DMC	
LG-290	T290 Level Gauge	EC/EG	
LG-311	E311 Level Gauge	EC/EG	
LG-330	T330 Level Gauge	EG	
LG-340	T340 Level Gauge	EC/EG	
dPR-240	C240 DP Recording	DMC/MeOH	
dPT-240			
dPR-260	C260 DP Recording	DMC/MeOH	
dPT-260			
dPR-310	C310 DP Recording	EC/EG	
dPT-310			
PIC-260	C260 Pressure Control	MeOH/DMC	
PT/PV-260			
PIC-310	C310 Pressure Control	EG	
PT/PV-310			
PG-210/215/230/235	Pressure Gauge		사양서 참조
PG-240/241/245/250	Pressure Gauge		사양서 참조
PG-255/260/261/270	Pressure Gauge		사양서 참조
PG-270/280/290/310	Pressure Gauge		사양서 참조
PG-311/315/330/340	Pressure Gauge		사양서 참조

Tag. No.	Description	Fluid	Remarks
TIC-241	E241 Heater Control		
TE-241			
TIC-261	E261 Heater Control		
TE-261			
TIC-311	E311 Heater Control		
TE-311			
TR-240	C240 Temp. Recording		
TE-240 a~h			
TR-260	C260 Temp. Recording		
TE-260 a~h			
TR-310	C310 Temp. Recording		
TE-310 a~h			
TG-243/244	Dial Thermometer		
TG-263/264	Dial Thermometer		
TG-313/314	Dial Thermometer		
BRR-240	Back Pressure Regulator		
MX-245	P245 Stroke Adjuster		
MX-315	P315 Stroke Adjuster		

INSTRUMENT SCHEDULE (FLOW and TEMPERATURE) 2002. 4. 11 수정

Tag No.	Service	Operating Conditions								Specifications					Remarks and/or Accessories	
		Fluid (state)	Press. (kg/cm <sup>2</sup> g)	Temp. (°C)	Flow rate Nor/Max (kg/hr)	Dens. (kg/m <sup>3</sup> )	Vapor W/2	Visc. (cP)	ΔP		Instrument	Qty	Location	Signal		Range
									kg/cm <sup>2</sup>	mmH <sub>2</sub> O						
FE(FT)-249	C240 top	DMC/MeOH(L)	0.2	70	2.415/	860		0.332			Int Drif w/ DP trans	1	L	E	0-5kg/hr	φ=0.854(ΔP=90)
FX										mL/V converter	1	PR	E			
(TE-240-d)										Thermocouple, type K	-	L	E			
TX										TC/V converter	1	PR	E	0-200°C		
TIC/FIC										Indicating controller	1	P	E	0-200°C 0-5kg/hr		
FV			0.2	70	2.415/	860		0.332	0.2	Control valve	1	L	E/P		Cv, nor=0.0068	
FE(FT)-269	C260 top	DMC/MeOH(L)	10.0	80	1.415/	770		0.279		Int Drif w/ DP trans	1	L	E	0-3kg/hr	φ=0.508(ΔP=285)	
FX										mL/V converter	1	PR	E			
(TE-260-d)										Thermocouple, type K	-	L	E			
TX										TC/V converter	1	PR	E	0-200°C		
TIC/FIC										Indicating controller	1	P	E	0-200°C 0-3kg/hr		
FV			10.0	80	1.415/	770		0.279	7.0	Control valve	1	L	E/P		Cv, nor=0.00072	
FE(FT)-319	C310 top	EG(L)	-0.6	80	0.689/	1060		3.128		Int Drif w/ DP trans	1	L	E	0-2kg/hr	φ=0.508(ΔP=50)	
FX										mL/V converter	1	PR	E			
(TE-310-d)										Thermocouple, type K	-	L	E			
TX										TC/V converter	1	PR	E	0-200°C		
TIC/FIC										Indicating controller	1	P	E	0-200°C 0-2kg/hr		
FV			-0.6	80	0.689/	1060		3.128	0.2	Control valve	1	L	E/P		Cv, nor=0.0017	

INSTRUMENT SCHEDULE (FLOW)

Tag No.	Service	Fluid (state)	Operating Conditions								Specifications					Remarks and/or Accessories
			Press. (kg/cm <sup>2</sup> g)	Temp. (°C)	Flow rate Nor/Max (kg/hr)	Dens. (kg/m <sup>3</sup> )	Vapor W/2	Visc. (cP)	ΔP		Instrument	Qty	Location	Signal	Range	
									kg/cm <sup>2</sup>	mmH <sub>2</sub> O						
FE(FT)-270	C270->C240	DMC/MeOH(L)	3.0	80	1,415/	770		0.279			Int Drift w/ DP trans	1	L	E	0-3kg/hr	φ=0, 508(ΔP=285)
FX										mV/V converter	1	PR	E			
FIC										Indicating controller	1	P	E	0-3kg/hr		
FV			3.0	80	1,415/	770		0.279	2.8	Control valve	1	L	E/P		Cv, nor=0, 00114	
FE(FT)-290	C310 feed	EG/EC(L)	Atm	80	0,799/	1073		2,881			Int Drift w/ DP trans	1	L	E	0-2kg/hr	φ=0, 508(ΔP=70)
FX										mV/V converter	1	PR	E			
FIC										Indicating controller	1	P	E	0-2kg/hr		
FV			Atm	80	0,799/	1073		2,881	0,6	Control valve	1	L	E/P		Cv, nor=0, 0012	
FG-215	EC flow	EC/EG/cat, (L)	Atm	20	1,088/						Flow measuring tube	1	L	-		
FG-235	MeOH flow	MeOH(L)	Atm	20	0,711/						Flow measuring tube	1	L	-		
FG-255	C260 feed	DMC/MeOH(L)	Atm	60	2,415/						Flow measuring tube	1	L	-		
FG-240	C240 press	N <sub>2</sub> (G)	1.0	20	/						Vari. area flowmeter	1	L	-		
FG-310	C310 press	N <sub>2</sub> (G)	1.0	20	/2,5						Vari. area flowmeter	1	L	-		

INSTRUMENT SCHEDULE (LEVEL)

Tag No.	Service	Fluid (state)	Operating Conditions								Specifications					Remarks and/or Accessories		
			Press. (kg/cm <sup>2</sup> g)	Temp. (°C)	Flow rate Nor/Max (kg/hr)	Dens. (kg/m <sup>3</sup> )	Vapor W/2	Visc. (cP)	ΔP		Instrument	Qty	Location	Signal	Range			
									kg/cm <sup>2</sup>	mmHg								
LT-241	C240(E241)	EG/EG/Cat, (L)	0, 2	206		968							DP transmitter	1	L	E	0-1000mmHg	
LX													mA/V converter	1	PR	E		
LIC													Indicating controller	1	P	E	0-100%	
LT-261	C260(E261)	DMC(L)	10, 0	187		813							DP transmitter	1	L	E	0-1000mmHg	
LX													mA/V converter	1	PR	E		
LIC													Indicating controller	1	P	E	0-100%	
LV			10, 0	80	1, 0/	993		0, 350	10, 0				Control valve	1	L	E/P		Cv, nor=0, 00038
LT-311	C310(E311)	EG/EG/Cat, (L)	Vac.	183		1076							DP transmitter	1	L	E	0-1000mmHg	
LX													mA/V converter	1	PR	E		
LIC													Indicating controller	1	P	E	0-100%	
LG-210	T210	EG/EG/Cat, (L)	Atm	20									Level gage	1	L			
LG-230	T230	MeOH(L)	Atm	20									Level gage	1	L			
LG-241	E241(C240)	EG/EG/Cat, (L)	0, 2	206									Level gage	1	L			
LG-250	T250	MeOH/DMC(L)	0, 2	70									Level gage	1	L			
LG-261	E261(C260)	DMC(L)	10, 0	187									Level gage	1	L			
LG-270	T270	MeOH/DMC(L)	10, 0	80									Level gage	1	L			
LG-280	T280	DMC(L)	10, 0	80									Level gage	1	L			
LG-290	T290	EG/EG/Cat, (L)	Atm	80									Level gage	1	L			
LG-311	E311(C310)	EG/EG/Cat, (L)	Vac.	183									Level gage	1	L			
LG-330	T330	EG(L)	Vac.	80									Level gage	1	L			
LG-340	T340	EG/EG/Cat, (L)	Vac.	80									Level gage	1	L			

INSTRUMENT SCHEDULE (PRESSURE)

Tag No.	Service	Fluid (state)	Operating Conditions								Specifications					Remarks and/or Accessories				
			Press. (kg/cm <sup>2</sup> g)	Temp. (°C)	Flow rate Nor/Max (kg/hr)	Dens. (kg/m <sup>3</sup> )	Vapor W/2	Visc. (cP)	ΔP		Instrument	Qty	Location	Signal	Range					
									kg/cm <sup>2</sup>	mmHg										
dPT-240	C240	DMC/MeOH(G)	0.2	206											DP transmitter	1	L	E	0-1000mmHg	
dPR															Recorder	1/6	P	E	0-1000mmHg	
dPT-260	C260	DMC/MeOH(G)	10.0	187											DP transmitter	1	L	E	0-1000mmHg	
dPR															Recorder	1/6	P	E	0-1000mmHg	
dPT-310	C310	EG/EC(G)	Vac.	183											DP transmitter	1	L	E	0-1000mmHg	
dPR															Recorder	1/6	P	E	0-1000mmHg	
PT-260	C260	DMC/MeOH(G)	10.0	140											Press. transmitter	1	L	E	0-20kg/cm <sup>2</sup> -g	
PX															mV/V converter	1	PR	E		
PIC															Indicating controller	1	P	E	0-20kg/cm <sup>2</sup> -g	
PV		C, V, (L)	3.0	32	20.0V	1000				1.0					Control valve	1	L	E/P		Cv, nor=0, 0283
PT-310	C310	EG(L)	-0.6	140											Press. transmitter	1	L	E	-1-1kg/cm <sup>2</sup> -g	
PX															mV/V converter	1	PR	E		
PIC															Indicating controller	1	P	E	-1-1kg/cm <sup>2</sup> -g	
PV		N <sub>2</sub> (G)	1.0	20	/2.5		28			1.0					Control valve	1	L	E/P		Cv, nor=0, 0283

INSTRUMENT SCHEDULE (PRESSURE)

Tag No.	Service	Fluid (state)	Operating Conditions								Specifications					Remarks and/or Accessories	
			Press. (kg/cm <sup>2</sup> g)	Temp. (°C)	Flow rate Nor/Max (kg/hr)	Dens. (kg/m <sup>3</sup> )	Vapor W/2	Visc. (cP)	ΔP		Instrument	Qty	Location	Signal	Range (kg/cm <sup>2</sup> g)		
									kg/cm <sup>2</sup>	mmH <sub>2</sub> O							
PG-210	T210	EG/EG(G)	Atm	20								Pressure gage	1	L	-	Vac, -2	
PG-215	P215	EG/EG(L)	1.0	20								Pressure gage	1	L	-	0-2	
PG-230	T230	MeOH(G)	Atm	20								Pressure gage	1	L	-	Vac, -2	
PG-235	P235	MeOH(L)	1.0	20								Pressure gage	1	L	-	0-2	
PG-240	C240 top	MeOH(G)	0.2	70								Pressure gage	1	L	-	Vac, -2	
PG-241	C240 btm	EG(G)	0.2	206								Pressure gage	1	L	-	Vac, -2	
PG-245	P245	EG/EC/Cat, (L)	1.0	80								Pressure gage	1	L	-	0-2	
PG-250	T250	MeOH/DMC(G)	Atm	70								Pressure gage	1	L	-	Vac, -2	
PG-255	P255	MeOH/DMC(L)	10.0	70								Pressure gage	1	L	-	0-2	
PG-260	C260 top	MeOH(G)	10.0	140								Pressure gage	1	L	-	0-20	
PG-261	C260 btm	DMC(G)	10.0	187								Pressure gage	1	L	-	0-20	
PG-270	T270	MeOH(G)	10.0	80								Pressure gage	1	L	-	0-20	
PG-280	T280	DMC(G)	10.0	80								Pressure gage	1	L	-	0-20	
PG-290	T290	EG/EC/Cat, (G)	Atm	80								Pressure gage	1	L	-	Vac, -2	
PG-310	C310 top	EG(G)	Vac.	160								Pressure gage	1	L	-	Vac, -2	
PG-311	C310 btm	EG(G)	Vac.	183								Pressure gage	1	L	-	Vac, -2	
PG-315	P315	EG/EC/Cat, (L)	1.0	80								Pressure gage	1	L	-	Vac, -2	
PG-330	T330	EG(G)	Vac.	80								Pressure gage	1	L	-	Vac, -2	
PG-340	T340	EG/EC(G)	Vac.	80								Pressure gage	1	L	-	Vac, -2	

INSTRUMENT SCHEDULE (TEMPERATURE)

Tag No.	Service	Operating Conditions									Specifications					Remarks and/or Accessories
		Fluid (state)	Press. (kg/cm <sup>2</sup> g)	Temp. (°C)	Flow rate Nor/Max (kg/hr)	Dens. (kg/m <sup>3</sup> )	Vapor W/2	Visc. (cP)	ΔP		Instrument	Qty	Location	Signal	Range	
									kg/cm <sup>2</sup>	mmHg						
TE-241	C240	EG/EC/Cat, (L)	0.2	206							Thermocouple type K	1	L	E		
TIC											Temp. ind. controller	1	P	E	±±±, °C	
TX											Thyristor power reg.	1	PR	E		
TE-261	C260	DMC(L)	10.0	187							Thermocouple type K	1	L	E		
TIC											Temp. ind. controller	1	P	E	±±±, °C	
TX											Thyristor power reg.	1	PR	E		
TE-311	C310	EG/EC/Cat, (L)	Vac.	183							Thermocouple type K	1	L	E		
TIC											Temp. ind. controller	1	P	E	±±±, °C	
TX											Thyristor power reg.	1	PR	E		
TE-240-a ~ h	C240	MeOH/DMC/EG(L)	0.2	70~200							Thermocouple type K	8	L	E		
TR											Recorder	1	P	E	0-250°C	
TE-260-a ~ h	C260	MeOH/DMC(L)	10.0	140~187							Thermocouple type K	8	L	E		
TR											Recorder	1	P	E	0-250°C	
TE-310-a ~ h	C310	EG/EC/Cat, (L)	Vac.	160~183							Thermocouple type K	8	L	E		
TR											Recorder	1	P	E	0-250°C	

INSTRUMENT SCHEDULE (TEMPERATURE and MISCELLANEOUS)

Tag No.	Service	Operating Conditions									Specifications				Remarks and/or Accessories	
		Fluid (state)	Press. (kg/cm <sup>2</sup> g)	Temp. (°C)	Flow rate Nor/Max (kg/hr)	Dens. (kg/m <sup>3</sup> )	Vapor W/2	Visc. (cP)	ΔP		Instrument	Qty	Location	Signal		Range
									kg/cm <sup>2</sup>	mmHg						
TG-243	E243	CVR(L)	3.0	50							Dial type thermometer	1	L	-	0-100°C	
TG-244	E244	CVR(L)	3.0	50							Dial type thermometer	1	L	-	0-100°C	
TG-263	E263	CVR(L)	3.0	50							Dial type thermometer	1	L	-	0-100°C	
TG-264	E264	CVR(L)	3.0	50							Dial type thermometer	1	L	-	0-100°C	
TG-313	E313	CVR(L)	3.0	50							Dial type thermometer	1	L	-	0-100°C	
TG-314	E314	CVR(L)	3.0	50							Dial type thermometer	1	L	-	0-100°C	
BPR-240	C240	N <sub>2</sub> (G)	0.2	50							Back press. regulator	1	L	-	0-0.5kg-g	
MC-245	P245										Stroke adjuster	1	L	E	-	Acc. of pump (P245)
MC-315	P315										Stroke adjuster	1	L	E	-	Acc. of pump (P315)

## 1.5. Utilities

### 1.5.1 Control Panel Instrument Specification

#### 가. Programmable indicating controller

(1) 공통사양

Model: YOKOGAWA: SLPC(Style E)

(2) Range

Tag no.	수량	Range	비고
TIC/FIC-249	1	0~200℃ / 0~5kg/hr	
TIC/FIC-269	1	0~200℃ / 0~3kg/hr	
TIC/FIC-319	1	0~200℃ / 0~2kg/hr	
FIC-270	1	0~3kg/hr	
FIC-290	1	0~2kg/hr	
LIC-241	1	0~100%	
LIC-261	1	0~100%	
LIC-311	1	0~100%	
PIC-260	1	0~20kg/cm <sup>2</sup> -g	
PIC-310	1	-1~1kg/cm <sup>2</sup> -g	

#### 나. Temperature indicating controller and Thyristor

Tag no.	수량	Range	비고
(1) Temp. ind. cont.			
TIC-241	1	***.*℃	
TIC-261	1	***.*℃	
TIC-311	1	***.*℃	
(2) Thyristor			
TX-241	1	0~4kW	
TX-261	1	0~3kW	
TX-311	1	0~2kW	

#### 다. Recorder

(1) 공통사양

Model: YOKOGAWA: R100(6-channels)

(2) Range

Tag no.	# of ch.	Range	비고
dPR-240	1	0~1000mmH <sub>2</sub> O	
dPR-260	1	0~1000mmH <sub>2</sub> O	
dPR-310	1	0~1000mmH <sub>2</sub> O	
TR-240	8	0~250℃	
TR-260	8	0~250℃	
TR-310	8	0~250℃	

#### 라. mA/V converter

(1) 공통사양

Model: YOKOGAWA: SDBS-140\*A(4-channels)

Function: Signal conversion(4~20mA to 1~5V)

(2) Tag no.: FX-249, 269, 319, 270, 290, LX-241, 261, 311, PX-260, 310

(3) # of channels: 10channels (=10/4 units)

#### 마. TC/V converter

(1) 공통사양

Model: YOKOGAWA: STED-210-TK\*B

Function: Signal conversion(Thermocouple input to 1~5V)

(2) Range

Tag no.	수량	Range	비고
TX-249	1	0~200℃	
TX-269	1	0~200℃	
TX-319	1	0~200℃	

## 1.5.2. Local Gage Specification

### 가. Flow Instrument

#### (1) Rotameter type flow meter

##### 1) 공통사항

Model: DWYER

Type: Rotameter type

Connection: 1/4" NPT

Material: Standard

##### 2) Range

Tag no.	수량	Range (ℓ/min)	비고
FG-240	1	0 - ??	유체: 질소
FG-310	1	0 - 30	유체: 질소

#### (2) Flow measuring tube

Tag no.	수량	Spec.	비고
FG-215	1		P215 (EC)
FG-235	1		P235 (MeOH)
FG-255	1		P255 (DMC/MeOH)

(3) Low flow transmitter

KIST

Low flow transmitter (D/P transmitter with integral orifice)	SHEET NO.		
	REVISION		
	CHECKED BY		
	DATE . . .		
PLANT :	CLIENT :		
LOCATION :	PROJECT NO. :		

<u>Item no.</u>	FE(FT)-249	FE(FT)-269
No. of required	1 set	1 set
Line size	3/8" tube	3/8" tube
<u>Operating condition</u>		
Fluid	DMC+ MeOH (Liq.)	
Flow Max./Nor. (kg/hr)	/ 2.415	- / 1.415
Press. Max./Nor. (kg/cm <sup>2</sup> -g)	/ 0.2	- / 10.0
Temp. Max./Nor. (°C)	/ 70	- / 80
Density (kg/m <sup>3</sup> )	860	770
Viscosity (cP)	0.332	0.279
M.W	-	-
<u>Gauge &amp; transmitter</u>		
Description	D/P trans. with integral orifice	D/P trans. with integral orifice
Measuring range (kg/hr)	0 - 5	0 - 3
ΔP Max./Nor. (mmH <sub>2</sub> O)	*(386) / *(90)	*(1281) / *(285)
Orifice size (mm)	*(0.864)	*(0.508)
Output signal	4 - 20mA	4 - 20mA
Power supply	DC 24V	DC 24V
<u>Material</u>		
Orifice	316SS	316SS
Measuring capsule	316SS	316SS
Flange	-	-
Gasket	Teflon	Teflon
Diaphragm	Hastelloy-C	Hastelloy-C
Related instrument	-	-
Spare parts	Orifice bore 1set	Orifice bore 1set
Recommended model	YOKOGAWA EJA115-DMS4-00B-22DD/FU1	YOKOGAWA EJA115-DMS4-00B-22DD/FU1

NOTE : - Vendor should check the data or fill in the blanks marked with "\*".

K23HCL-FT.HWP	APPD BY	CHKD BY	PRPD BY
	DATE . . .	DATE . . .	DATE . . .

# KIST

Low flow transmitter (D/P transmitter with integral orifice)		SHEET NO.			
		REVISION			
		CHECKED BY			
		DATE . .			
PLANT :	CLIENT :				
LOCATION :	PROJECT NO. :				
<p>Item no.</p> <p>No. of required</p> <p>Line size</p> <p><u>Operating condition</u></p> <p>Fluid</p> <p>Flow Max./Nor. (kg/hr)</p> <p>Press. Max./Nor. (kg/cm<sup>2</sup>-g)</p> <p>Temp. Max./Nor. (°C)</p> <p>Density (kg/m<sup>3</sup>)</p> <p>Viscosity (cP)</p> <p>M.W</p> <p><u>Gauge &amp; transmitter</u></p> <p>Description</p> <p>Measuring range (kg/hr)</p> <p>ΔP Max./Nor. (mmH<sub>2</sub>O)</p> <p>Orifice size (mm)</p> <p>Output signal</p> <p>Power supply</p> <p><u>Material</u></p> <p>Orifice</p> <p>Measuring capsule</p> <p>Flange</p> <p>Gasket</p> <p>Diaphragm</p> <p>Related instrument</p> <p>Spare parts</p> <p>Recommended model</p>	<p>FE(FT)-319</p> <p>1 set</p> <p>3/8" tube</p> <p>EG (Liq.)</p> <p>- / 0.689</p> <p>- / -0.6</p> <p>- / 80</p> <p>1060</p> <p>3.13</p> <p>-</p> <p>D/P trans. with integral orifice</p> <p>0 - 2</p> <p>*(420) / *(50)</p> <p>*(0.508)</p> <p>4 - 20mA</p> <p>DC 24V</p> <p>316SS</p> <p>316SS</p> <p>-</p> <p>Teflon</p> <p>Hastelloy-C</p> <p>-</p> <p>Orifice bore 1set</p> <p>YOKOGAWA</p> <p>EJA115-DMS4-00B-22DD/FU1</p>	<p>FE(FT)-270</p> <p>1 set</p> <p>3/8" tube</p> <p>DMC+ MeOH (Liq.)</p> <p>- / 1.415</p> <p>- / 3.0</p> <p>- / 80</p> <p>770</p> <p>0.279</p> <p>-</p> <p>D/P trans. with integral orifice</p> <p>0 - 3</p> <p>*(1281) / *(285)</p> <p>*(0.508)</p> <p>4 - 20mA</p> <p>DC 24V</p> <p>316SS</p> <p>316SS</p> <p>-</p> <p>Teflon</p> <p>Hastelloy-C</p> <p>-</p> <p>Orifice bore 1set</p> <p>YOKOGAWA</p> <p>EJA115-DMS4-00B-22DD/FU1</p>			
NOTE : Vendor should check the data or fill in the blanks marked with "*".					
K23HCL-FT.HWP		APPD BY	CHKD BY	PRPD BY	
		DATE . .	DATE . .	DATE . .	

# KIST

Low flow transmitter (D/P transmitter with integral orifice)		SHEET NO.			
		REVISION			
		CHECKED			
		BY			
		DATE . .			
PLANT :		CLIENT :			
LOCATION :		PROJECT NO. :			
Item no. No. of required Line size  <u>Operating condition</u> Fluid Flow Max./Nor. (kg/hr) Press. Max./Nor. (kg/cm <sup>2</sup> -g) Temp. Max./Nor. (°C) Density (kg/m <sup>3</sup> ) Viscosity (cP) M.W  <u>Gauge &amp; transmitter</u> Description Measuring range (kg/hr) ΔP Max./Nor. (mmH <sub>2</sub> O) Orifice size (mm) Output signal Power supply  <u>Material</u> Orifice Measuring capsule Flange Gasket Diaphragm  Related instrument  Spare parts  Recommended model	FE(FT)-290 1 set 3/8" tube  EC+ EG (Liq.) - / 0.799 - / Atm - / 80 1073 2.88 -  D/P trans. with integral orifice 0 - 2 *(440) / *(70) *(0.508) 4 - 20mA DC 24V  316SS 316SS - Teflon Hastelloy-C -  Orifice bore 1set  YOKOGAWA EJA115-DMS4-00B-22DD/FU1				
NOTE : Vendor should check the data or fill in the blanks marked with "*".					
K23HCL-FT.HWP		APPD BY	CHKD BY	PRPD BY	
		DATE . .	DATE . .	DATE . .	

## 4. Level Instrument

(1) Pressure / Diff. pressure transmitter

# KIST

SHEET NO. \_\_\_\_\_

## PRESSURE / DIFF. PRESSURE TRANSMITTER

REVISION \_\_\_\_\_

CHECKED \_\_\_\_\_

BY \_\_\_\_\_

DATE . . . \_\_\_\_\_

PLANT : \_\_\_\_\_

CLIENT : \_\_\_\_\_

LOCATION : \_\_\_\_\_

PROJECT NO. : \_\_\_\_\_

### 1. General

CASE: Vapour proof, with bracket for 2 inches pipe mount. COLOUR: MFR. STD.

CONNECTION: Process: \_\_\_\_\_ ½" PT or ½" NPT (except flange type)

Air (supply. signal): \_\_\_\_\_ ¼" PT or ¼" NPT

Conduit: ½ inch size.

3 VALVE MANIFOLD: (yes) (no) OUTPUT SIGNAL: linear output for 0~100% of scale

range.

PNEUMATIC TYPE: Supply air \_\_\_\_\_ Kg/Cm<sup>2</sup>g. signal 0.2~1.0Kg/Cm<sup>2</sup>g.

Combination air filter and reducing valve with air supply gauge,  
securely mounted and piped to pilot is required.

ELECTRONIC TYPE: Electric source AC, DC 24 V c/s Output 4-20 mA

D.C

Connection box, with provision for connecting test gauge on output.

EXPLOSION PROOF: \_\_\_\_\_ (※ marked only)

### 2. Specification codes

Over range protection required equivalent to body rating.

N	Pneumatic	code	element material, attached function
E	Electronic	S	Stainless steel (316L)
B	Bourdon type	A	Tantalum
V	Bellows type	M	Monel
F	Diff capacitance type	T	with teflon diapragm
M	Mercury manometer type	H	Hastelloy-c
R	Silicon resonant type		
O	Ordinary type (½B or ¼B)	G	with output gauge
P	Flush mount type (flange)	D	with damper for pulsation service
X	Extended diaphragm type (flange)	⊕	with elevation kit
C	Capillary type (flange)	⊖	with suppressing kit
		Z	3-Valve manifold is required

### 3. Design data

Tag no.	Qty	Code	Meas. Range	Body Mat'l	Fluid	Tem p C	Press <sub>2</sub> kg/cm <sup>2</sup> g	Dens <sub>3</sub> kg/m <sup>3</sup>	Output Scale	Test Press <sub>2</sub> kg/cm <sup>2</sup> g	Recommended model
LT-241	1	EFOSG⊕⊖	0-1000 mmH <sub>2</sub> O	SUS316	EC(L)	205	0.2	958	0-100% Linear	10	EJA110A-DMS4 -92DB/FU1
LT-261	1	EFOSG⊕⊖	0-1000 mmH <sub>2</sub> O	SUS316	DMC(L)	187	10.0	813	0-100% Linear	10	EJA110A-DMS4 -92DB/FU1
LT-311	1	EFOSG⊕⊖	0-1000 mmH <sub>2</sub> O	SUS316	EG(L)	183	Vac.	1076	0-100% Linear	10	EJA110A-DMS4 -92DB/FU1

Remarks \_\_\_\_\_

APPD BY \_\_\_\_\_

CHKD \_\_\_\_\_

BY \_\_\_\_\_

PRPD BY \_\_\_\_\_

DATE . . . \_\_\_\_\_

DATE . . . \_\_\_\_\_

DATE . . . \_\_\_\_\_

(2) Level gage

Tag no.	수량	Range (mm)	비고
LG-210	1	장치도면 참고	T210 (EC)
LG-230	1	"	T230 (MeOH)
LG-241	1	"	E241/C240 (EC)
LG-250	1	"	T250 (MeOH+DMC)
LG-261	1	"	E261/C260 (DMC)
LG-270	1	"	T270 (MeOH+DMC)
LG-280	1	"	T280 (DMC)
LG-290	1	"	T290 (EC)
LG-311	1	"	E311/C310 (EC)
LG-330	1	"	T330 (EG)
LG-340	1	"	T340 (EC)

**다. Pressure Instrument**

(1) Pressure / Diff. pressure transmitters

# KIST

SHEET NO. \_\_\_\_\_

## PRESSURE / DIFF. PRESSURE TRANSMITTER

REVISION \_\_\_\_\_

CHECKED \_\_\_\_\_

BY \_\_\_\_\_

DATE . . . \_\_\_\_\_

PLANT : \_\_\_\_\_

CLIENT : \_\_\_\_\_

LOCATION : \_\_\_\_\_

PROJECT NO. : \_\_\_\_\_

### 1. General

**CASE:** Vapour proof, with bracket for 2 inches pipe mount. **COLOUR:** MFR. STD.

**CONNECTION:** Process: \_\_\_\_\_ 1/2" PT or 1/2" NPT (except flange type)

Air (supply. signal): \_\_\_\_\_ 1/4" PT or 1/4" NPT

Conduit: 1/2 inch size.

**3 VALVE MANIFOLD:** (yes) (no)

**OUTPUT SIGNAL:** linear output for 0~100% of scale

range.

**PNEUMATIC TYPE:** Supply air \_\_\_\_\_ Kg/Cm<sup>2</sup>g. signal 0.2~1.0Kg/Cm<sup>2</sup>g.

Combination air filter and reducing valve with air supply gauge, securely mounted and piped to pilot is required.

**ELECTRONIC TYPE:** Electric source AC, DC 24 V c/s Output 4-20 mA

D.C

Connection box, with provision for connecting test gauge on output.

**EXPLOSION PROOF:** \_\_\_\_\_ (\* marked only)

### 2. Specification codes

Over range protection required equivalent to body rating.

<b>N</b>	Pneumatic	code	element material, attached function
<b>E</b>	Electronic	<b>S</b>	Stainless steel (316L)
<b>B</b>	Bourdon type	<b>A</b>	Tantalum
<b>V</b>	Bellows type	<b>M</b>	Monel
<b>F</b>	Diff capacitance type	<b>T</b>	with teflon diaptrgum
<b>M</b>	Mercury manometer type	<b>H</b>	Hastelloy-c
<b>R</b>	Silicon resonant type		
<b>O</b>	Ordinary type (1/2B or 1/4B)	<b>G</b>	with output gauge
<b>P</b>	Flush mount type (flange)	<b>D</b>	with damper for pulsation service
<b>X</b>	Extended diaphragm type (flange)	⊕	with elevation kit
<b>C</b>	Capillary type (flange)	⊖	with suppressing kit
		<b>Z</b>	3-Valve manifold is required

### 3. Design data

Tag no.	Qty	Code	Meas. Range	Body Mat'l	Fluid	Tem <sub>p</sub> °C	Press <sub>2</sub> kg/cm <sup>2</sup> g	Dens <sub>3</sub> kg/m <sup>3</sup>	Output Scale	Test Press <sub>2</sub> kg/cm <sup>2</sup> g	Recommended model
dPT-240	1	EFOSGZ	0 - 1000 mmH <sub>2</sub> O	SUS316	DMC(V)	205	0.2	-	0 - 1000 mmH <sub>2</sub> O	10	EJA110A-DMS4 -92DB/FU1
dPT-260	1	EFOSGZ	0 - 1000 mmH <sub>2</sub> O	SUS316	DMC(V)	187	10.0	-	0 - 1000 mmH <sub>2</sub> O	10	EJA110A-DMS4 -92DB/FU1
dPT-310	1	EFOSGZ	0 - 1000 mmH <sub>2</sub> O	SUS316	EC(V)	183	Vac.	-	0 - 1000 mmH <sub>2</sub> O	10	EJA110A-DMS4 -92DB/FU1
PT-260	1	EFOSG	0 - 20 kg/cm <sup>2</sup> g	SUS316	DMC(V)	140	10.0	-	0 - 20 kg/cm <sup>2</sup> g	10	EJA430A-DAS4B -92DB/FU1
PT-310	1	EFOSG	0 - 760 mmHg	SUS316	EG(V)	140	-0.6	-	0 - 760 mmHg	10	EJA310A-DMS4 -92DB/FU1

Remarks \_\_\_\_\_

APPD BY \_\_\_\_\_

CHKD \_\_\_\_\_

BY \_\_\_\_\_

PRPD BY \_\_\_\_\_

DATE . . . \_\_\_\_\_

DATE . . . \_\_\_\_\_

DATE . . . \_\_\_\_\_

(2) Pressure gage

1) 공통사양

Type: Bourdon type

Material: 316SS

Size / Connection: 100mm (or 75mm or 50mm) dia. / 1/4" NPT(or 3/8")

2) Range

Tag no.	수량	Range (kg/cm <sup>2</sup> -g)	비고
PG-210	1	Vac. - 2	
PG-215	1	0 - 2	
PG-230	1	Vac. - 2	
PG-235	1	0 - 2	
PG-240	1	Vac. - 2	
PG-241	1	Vac. - 2	
PG-245	1	0 - 2	
PG-250	1	Vac. - 2	
PG-255	1	0 - 2	
PG-260	1	0 - 20	
PG-261	1	0 - 20	
PG-270	1	0 - 20	
PG-280	1	0 - 20	
PG-290	1	Vac. - 2	
PG-310	1	Vac. - 2	
PG-311	1	Vac. - 2	
PG-315	1	Vac. - 2	
PG-330	1	Vac. - 2	
PG-340	1	Vac. - 2	

(3) Back pressure regulator

1) 공통사양

Model: TESCOM BPR-3000/5000

Connection: 1/4" NPT

Material: 316SS

2) Range

Tag no.	수량	Range (kg/cm <sup>2</sup> -g) (In / Out)	비고
BPR-240	1	0-10 / 0-0.5	

## 라. Temp. Instrument

### (1) Temperature gage

#### 1) 공통사양

Type: Bimetal type

Size / Connection: 100(or 75 or 50)mm dia. x 50mm length / 1/4" NPT(or 3/8")

Material: 316SS

#### 2) Range

Tag no.	수량	Range (°C)	비고
TG-243	1	0 - 100	
TG-244	1	0 - 100	
TG-263	1	0 - 100	
TG-264	1	0 - 100	
TG-313	1	0 - 100	
TG-314	1	0 - 100	

### (2) Thermocouple

#### 1) 공통사양

Type: K type

Material: 316SS

#### 2) Size

Tag no.	수량	Size	비고
TE-241	1	1/8" dia. x 600mm length	
TE-261	1	1/8" dia. x 600mm length	
TE-311	1	1/8" dia. x 600mm length	
TE-240-a~h	8	1/8" dia. x 300mm length	
TE-260-a~h	8	1/8" dia. x 300mm length	
TE-310-a~h	8	1/8" dia. x 300mm length	

## 마. Control Valve

Tag No.	FV-249	FV-269	FV-319	FV-270	FV-290
Quantity	1 (보유)	1 (보유)	1 (Tech?)	1 (보유)	1 (구입)
Line size	3/8" tube				
Operating Condition					
Fluid	DMC+MeOH	DMC+MeOH	EG	DMC+MeOH	EG+EC
Phase	Liquid	Liquid	Liquid	Liquid	Liquid
Flow nor/max (kg/hr)	2.415 / 5	1.415 / 3	0.689 / 2	1.415 / 3	0.799 / 2
Temp.(°C)	70	80	80	80	80
P-in (kg/cm <sup>2</sup> -g)	0.2	10.0	-0.6	3.0	0.0
P-out (kg/cm <sup>2</sup> -g)	0.0	3.0	-0.8	2.8	-0.6
Density (kg/m <sup>3</sup> )	860	770	1060	770	1073
Viscosity (cP)	0.33	0.28	3.13	0.28	2.88
Valve Cv					
Calculated, nor.	*(0.0068)	*(0.00072)	*(0.0017)	*(0.00114)	*(0.0012)
Selected	*(0.02)	*(0.002)	*(0.005)	*(0.002)	*(0.003)
Body					
Type	Globe	Globe	Globe	Globe	Globe
Material	316 SS				
Connection	*	*	*	*	*
Trim					
Plug	Linear	Linear	Linear	Equal %	Linear
Material	316 SS				
Bonnet					
Form	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Material	316 SS				
Packing material	Teflon	Teflon	*(Teflon)	Teflon	Teflon
Actuator					
Type	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Action	Air to Open				
Positioner					
Type	I/P	I/P	I/P	I/P	I/P
Input signal	4~20mA, DC				
Air signal(kg/cm <sup>2</sup> -g)	0.2~1.0	0.2~1.0	0.2~1.0	0.2~1.0	0.2~1.0
Air supply(kg/cm <sup>2</sup> -g)	*	*	*	*	*
Note: 1) Vendor should check the data or fill in the blanks marked with "*".					
2) Recommended model: Badger type 807					

Tag No.	LV-261	PV-260	PV-310		
Quantity	1 (구입)	1 (보유)	1 (Tech?)		
Line size	3/8" tube	3/8" tube	3/8" tube		
Operating Condition					
Fluid(Phase)	DMC	C.W.	N <sub>2</sub>		
Phase	Liquid	Liquid	Gas		
Flow nor/max (kg/hr)	1.0 / 2	20.0 / 50	- / 2.5		
Temp.(°C)	80	32	20		
P-in (kg/cm <sup>2</sup> -a)	10.0	3.0	1.0		
P-out (kg/cm <sup>2</sup> -a)	0.0	2.0	0.0		
Density (kg/m <sup>3</sup> )	993	1000	MW=28		
Viscosity (cP)	0.35	1.0	-		
Valve Cv					
Calculated, nor/max.	*(0.00038/-)	*(0.0233/-)	*(/0.0283)		
Selected	*(0.001)	*(0.05)	*(0.03 or 0.05)		
Body					
Type	Globe	Globe	Globe		
Material	316 SS	316 SS	316 SS		
Connection	*	*	*		
Trim					
Plug	Linear	Linear	Linear		
Material	316 SS	316 SS	316 SS		
Bonnet					
Form	Standard	Standard	Standard		
Material	316 SS	316 SS	316 SS		
Packing material	Teflon	Teflon	Teflon		
Actuator					
Type	Standard	Standard	Standard		
Action	Air to Open	Air to Open	Air to Open		
Positioner					
Type	I/P	I/P	I/P		
Input signal	4~20mA, DC	4~20mA, DC	4~20mA, DC		
Air signal(kg/cm <sup>2</sup> -g)	0.2~1.0	0.2~1.0	0.2~1.0		
Air supply(kg/cm <sup>2</sup> -g)	*	*	*		
Note: 1) Vendor should check the data or fill in the blanks marked with "*".					
2) Recommended model: Badger type 807					

Tag No.	FV-319	FV-290	LV-261	PV-310	
Quantity	1	1	1	1	
Line size	3/8" tube	3/8" tube	3/8" tube	3/8" tube	
Operating Condition					
Fluid	EG	EG+EC	DMC	N <sub>2</sub>	
Phase	Liquid	Liquid	Liquid	Gas	
Flow nor/max (kg/hr)	0.689 / 2	0.799 / 2	1.0 / 2	- / 2.5	
Temp.(°C)	80	80	80	20	
P-in (kg/cm <sup>2</sup> -g)	-0.6	0.0	10.0	1.0	
P-out (kg/cm <sup>2</sup> -g)	-0.8	-0.6	0.0	0.0	
Density (kg/m <sup>3</sup> )	1060	1073	993	MW=28	
Viscosity (cP)	3.13	2.88	0.35	-	
Valve Cv					
Calculated, (nor./max.)	*(0.00242/-)	*(0.0012/-)	*(0.00038/-)	*(-/0.078)	
Selected	*(0.006)	*(0.003)	*(0.001)	*(0.1)	
Body					
Type	Globe	Globe	Globe	Globe	
Material	316 SS	316 SS	316 SS	316 SS	
Connection size	*	*	*	*	
Trim					
Plug	Linear	Linear	Linear	Equal %	
Material	316 SS	316 SS	316 SS	316 SS	
Bonnet					
Form	Standard	Standard	Standard	Standard	
Material	316 SS	316 SS	316 SS	316 SS	
Packing material	Teflon	Teflon	Teflon	Teflon	
Actuator					
Type	Standard	Standard	Standard	Standard	
Action	Air to Open	Air to Open	Air to Open	Air to Open	
Positioner					
Type	I/P	I/P	I/P	I/P	
Input signal	4~20mA, DC	4~20mA, DC	4~20mA, DC	4~20mA, DC	
Air signal(kg/cm <sup>2</sup> -g)	0.2~1.0	0.2~1.0	0.2~1.0	0.2~1.0	
Air supply(kg/cm <sup>2</sup> -g)	*	*	*	*	
Note: 1) Vendor should check the data or fill in the blanks marked with "*".					
2) Recommended model: Badger type 807					

## 1.6. Piping

### 1.6.1. Class Symbol

Class	Discription	Fluid	Temp.	Max.Press
1/4T	SUS316 Tube 1/4 inch	MeOH, EC, EG, DMC	0-350	20K
3/8T	SUS316 Tube 3/8 inch	MeOH, EC, EG, DMC	0-350	20K
1/2T	SUS316 Tube 1/2 inch	MeOH, EC, EG, DMC	0-350	20K
1T	SUS316 Tube 1 inch	MeOH, EC, EG, DMC	0-350	20K

### 1.6.2. Fluid Symbol

EC	Ethylene carbonate
EG	Ethylene Glycol
ME	Methanol
DMC	Dimethyl carbonate
CW	Cooling Water
N2	Nitrogen
VENT	Vent gas

\* 유속 : PRO/II simulation 결과 참조

\* Insulation(IH) : Hot insulation (by Nomax)

## 2. 균일계 시스템 실험

### 2.1. 실험방법

촉매는 기초실험에서 우수한 촉매로서 결정된 염기성촉매들 중에서 본 반응종류 시스템에 가장 적합한 것으로 판단되는 KOH로 사용되었다. KOH는 NaOH, LiOH, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 과는 다르게 에틸렌글리콜(EG) 뿐만 아니라 메탄올(MeOH)에도 그 용해도가 상당히 크기 때문에 반응을 위한 균일촉매를 반응기에 주입하는 목적에 적합하여 우선적으로 선택되었다. KOH촉매의 제조사 및 순도사양은 다음과 같다 (제조사: J.T. Baker, 순도: 88%) 반응원료인 MeOH은 EP grade(순도 99.5%)의 대정화금(주) 제품이 사용되었으며, 에틸렌카보네이트(EC)는 순도 98%이상의 Aldrich사의 제품이 사용되었다. Authentic시료로서 사용된 디메틸카보네이트(DMC)와 EG은 모두 99%이상의 순도를 가진 것들로서 각각 Acros Organics사와 J.T. Baker사의 제품이 사용되었다. 본 시약들은 에스테르교환반응의 생성물들로서, 실험에서 얻어진 가스크로마토그래피 (GC)면적을 실제조성(mol% 또는 wt.%)으로 환산하기 위한 factor를 구하기 위해 사용되었다.

반응종류탑은 내부 충전물로서 1/4" 라시링를 채운 3인치관(Sch40, SUS316)과 상부에 냉각기 그리고 하부에 리보일러를 연결한 후, 탑전체를 단열재로 보온하고 단열테잎을 감아 제작하였다. 특정단에 1/4" 크기의 원료 공급관과 배출관을 각각 연결하였으며, 각 단마다 sampling을 할 수 있게 하였다. 리보일러는 4.0 kW급의 가열용량과 약 20L의 용적을 가지며 냉각장치의 냉매는 물이 사용되었다. MeOH과 EC를 정량공급하기 위하여 각각 12 L/h의 마그네트 기어펌프와 2 L/h용량의 Pulsa 680펌프가 사용되었다. EC는 녹는점이 약 40°C로서 상온에서 고체상으로 존재하는 점을 고려하여 저장용기는 실리콘 밴드히터(20 W/m)로 가열하여 약 50°C이상으로 유지하였다. 또한, EC의 원료 저장용기로부터 탑상부의 원료공급부까지 연결된 공급라인도 실리콘 밴드히터로 가열하여 약 50°C 이상이 유지되도록 하였다. EC와 MeOH공급용 각 저장 탱크는 레벨게이지를 설치하여 일정 시간별로 공급량을 측정, 기록할 수 있도록 하였다. 또한, 에스테르교환 반응탑은 각 단마다 열전대를 설치하여 온도 기록장치를 통하여 반응 중의 탑전체의 온도구배를 일괄적으로 점검, 기록할 수 있도록 하였다.

### 2.2. 실험결과

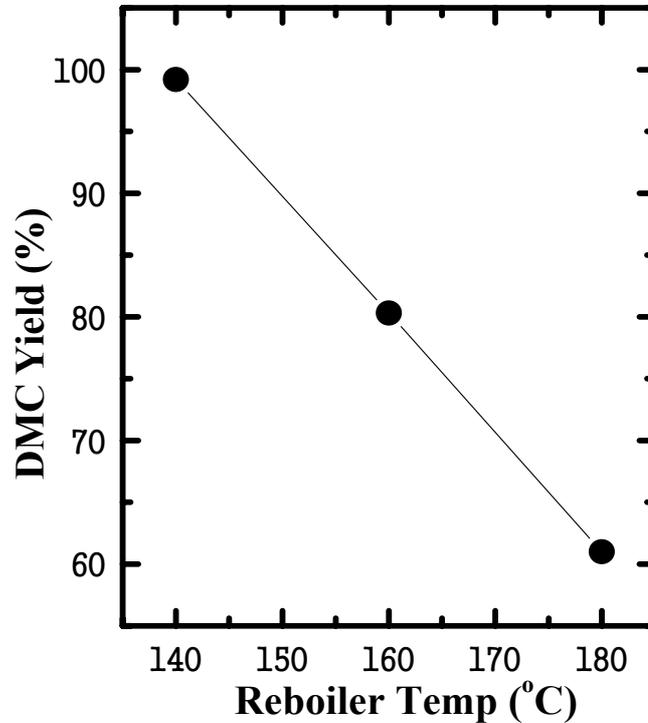
반응종류에 의하여 DMC의 합성을 위하여 연속반응기로서 반응종류탑을 가동하였다. 원료로서 19.43 mol/h의 MeOH과 2.13 mol/h의 EC를 주입하였으며 촉매량은 전반응물의 2 wt.%정도가 되는 KOH를 MeOH용매에 용해시킨 후 촉매용액으로서 탑상으로 주입하였다.

그림 6-1은 리보일러 온도변화에 대한 DMC 수율을 보여준다. 반응종류탑 리보일러의 온도를 약 180°C에서 유지한 경우, DMC 수율에서 61.0%에 머물렀으며, 약 160°C 인 경

우 80.3%, 140°C로 내려간 경우 99.2%로서 그 수율이 점차 향상되는 것을 볼 수 있다. 리보일러 온도변화에 따라 수율이 변화되는 이유는 증류탑 내의 반응영역 변화와 직접적인 관련이 있는 것으로 판단된다. MeOH의 공급은 리보일러 바로 윗부분인 1단 상부에서 이루어진다. 리보일러 온도가 180°C 범위인 경우 1단의 온도는 약 110-120°C를 유지하였으며, 유입된 MeOH은 기상으로 변화될 확률이 매우 높아지므로 기상이 유지되어 상당량 반응에 참여하지 못한 것으로 판단된다. 반면, 리보일러의 온도가 140 °C 부근에서는 1단의 온도는 90-100°C 정도로 유지될 수 있으므로, 적정반응압력에서 MeOH의 액상 존재가 가능하여 반응할 수 있다. 리보일러 온도 변화에 대한 실험값은 표 6-1에 나타내었다.

<표 6-1> 리보일러 온도 변화 실험

반응조건				결과	비고
리보일러 온도 (°C)	몰비 (MeOH/EC)	반응온도 (°C)	압력 (atm)	DMC수율 (%)	
138~142	9.00	78.0~80.0	1.75~1.80	99.2	전환율 약 100%
158~163	9.12	79.0~80.0	1.75~1.80	80.3	EC 분해
178~181	9.12	79.5~80.5	1.75~1.80	61.0	EC 분해

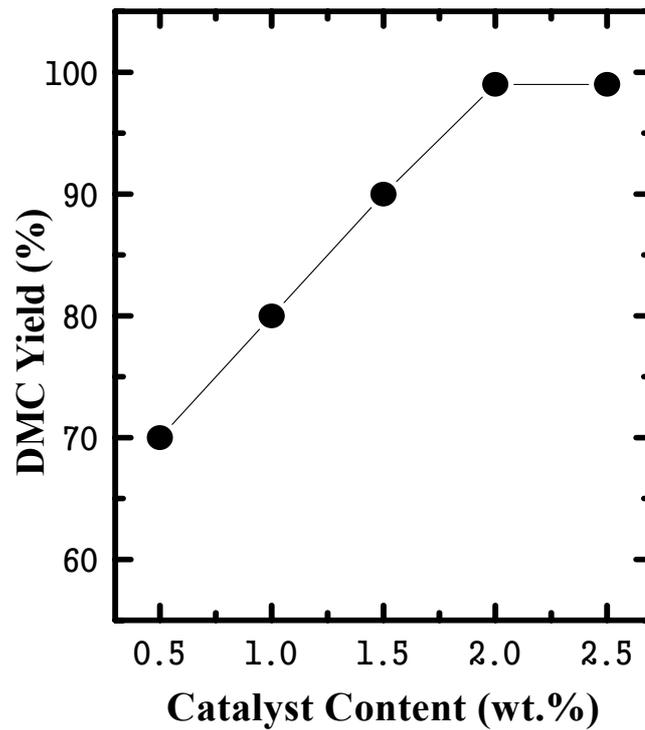


[그림 6-1] 리보일러 온도의 영향

그림 6-2는 촉매함량 변화에 대한 DMC 수율을 보여준다. 기 수행된 기초실험인 회분식 반응으로부터 얻어진 적정 촉매함량은 전체반응물 기준으로 약 0.1 wt.%이었다. 그러나, 본 반응증류실험에서는 그림에서 보는 바와 같이 2.0 wt.% 이상의 촉매가 요구된다. 촉매함량은 흥미롭게도 DMC 수율과 매우 선형적인 비례관계를 보여주었으며, 촉매함량이 0.5 간격으로 줄어들어 따라 수율은 90.8%, 80.4%, 70.8%로 감소하는 경향을 보여주었다. 따라서, 촉매함량이 더 많아질 경우보다 나은 결과를 얻을 수 있다는 가능성 때문에 2.5 wt.%까지 촉매량을 늘렸으나 100% 수율면에서 큰 변화를 보여주지 못했으며 탑내의 온도구배 등에서도 큰 변화 없이 일정한 양상을 보여주었다. 표 6-2는 촉매량 변화에 대한 실험값을 보여준다.

<표 6-2> 촉매량 변화 실험

반응조건				결과	비고
촉매량 (wt.%)	몰비 (MeOH/EC)	반응온도 (°C)	압력 (atm)	DMC수율 (%)	
0.5	9.18	78.5~80.5	1.74~1.77	70.8	반응성 떨어짐
1.0	9.12	79.0~81.0	1.77~1.80	80.4	반응성 다소향상
1.5	9.12	78.7~80.1	1.76~1.78	90.8	반응성 다소향상
2.0	9.12	79.0~80.0	1.76~1.78	99.2	전환율 약 100%
2.5	9.12	78.8~80.1	1.76~1.78	99.1	반응성 유지

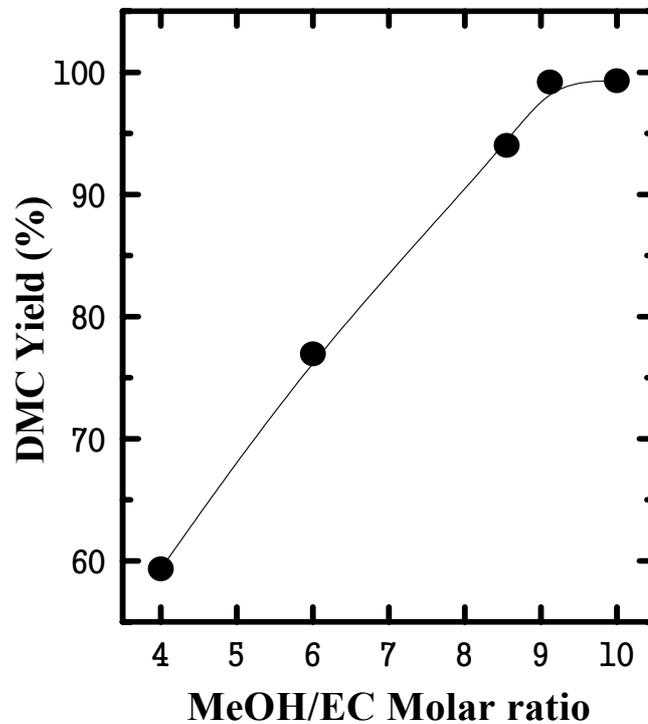


[그림 6-2] 촉매량의 영향

그림 6-3은 MeOH/EC 원료몰비의 변화에 대한 DMC 수율을 보여준다. MeOH/EC 원료몰비는 4.0-10.0의 범위에서 변화되었다. 약 9.12의 몰비에서 99%이상의 DMC 수율을 나타내었다. 몰비가 8.56 이하에서는 급격히 DMC 수율이 감소함을 볼 수 있다. 여기서 언급된 8.56의 수치는 EC가 100% DMC로 전환된 후, 탑상으로 70/30(MeOH/DMC)의 질량분율로서 MeOH과 공비물을 형성하여 배출될 수 있는 계산된 몰비값이다. 이론계산값보다 소량의 MeOH이 더 필요한 것으로 판단된다. 몰비변화에 대한 실험값은 다음과 같다.

<표 6-3> 몰비(MeOH/EC) 변화 실험

반응조건				결과	비고
몰비 (MeOH/EC)	촉매량 (wt.%)	반응온도 (°C)	압력 (atm)	DMC수율 (%)	
4.0	2.0	77.8~79.3	1.73~1.75	59.3	반응성 떨어짐
6.0	2.0	78.0~79.4	1.74~1.76	76.9	반응성 떨어짐
8.5	2.0	78.3~79.6	1.74~1.77	93.4	반응성 다소향상
9.12	2.0	78.6~80.0	1.75~1.78	99.1	전환율 약 100%
10.0	2.0	78.5~79.6	1.75~1.77	99.1	반응성 유지

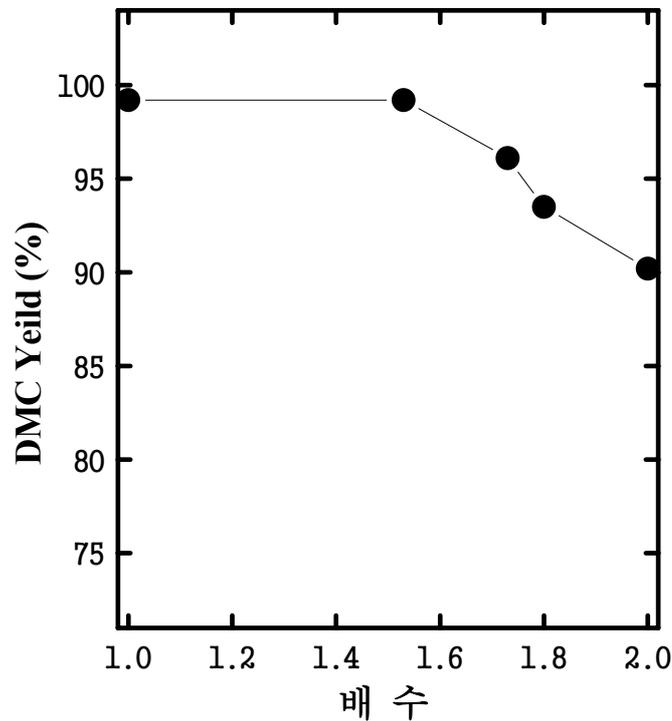


[그림6-3] MeOH/EC 몰비의 영향

그림 6-4은 기준공급용량의 배수에 대한 DMC 수율의 변화를 보여준다. 기준용량의 1.53배가량 도달할 때 까지는 DMC 수율은 유지되었다. 그러나, 1.73배 이상부터 DMC 수율이 급격하게 감소하기 시작하였다. 이러한 결과는 리보일러의 용량이 부족 해져서 EG/MeOH 혼합물을 충분히 끓여주지 못하게 되고, 이에 따라 MeOH/DMC 환류량이 부족해지므로 충분한 반응을 위한 액상접촉이 부족해지기 때문으로 분석된다. 100% DMC 수율에 도달할 수 있는 최대 공급용량으로서, 위 기준량의 1.53배 수준으로 시간당 약 285g의 DMC를 생산할 수 있었고 실험값은 다음 표 6-4와 같다.

<표 6-4> Feed량 증가 실험

반응조건				결과	비고
Feed 량	몰비 (MeOH/EC)	반응온도 (°C)	압력 (atm)	DMC수율 (%)	
1배(기준)	9.12	79.0~80.0	1.76~1.78	99.2	전환율 약 100%
1.53배	9.12	78.8~80.0	1.76~1.78	99.2	전환율 약 100%
1.73배	9.12	78.2~79.8	1.75~1.77	96.1	약간 미달
1.80배	9.12	78.0~79.6	1.73~1.76	92.5	
2.0 배	9.12	77.0~78.6	1.63~1.67	89.9	EC 분해

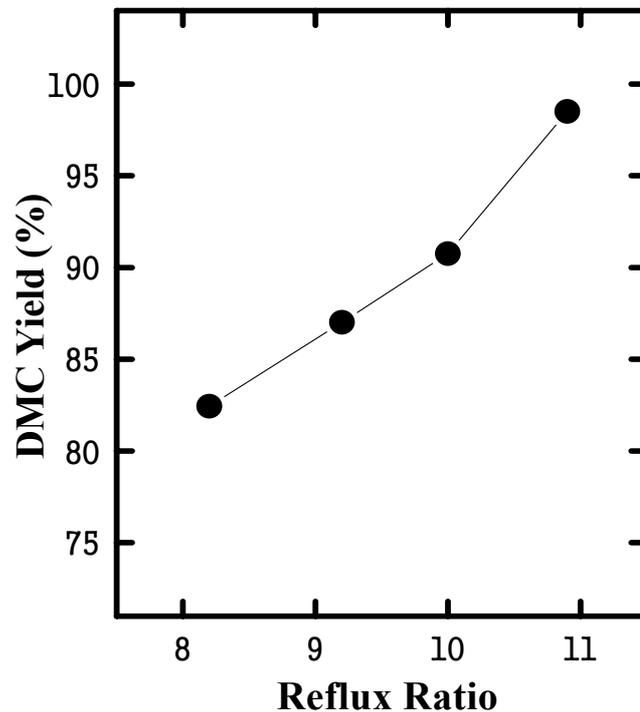


[그림 6-4] Feed량 증가에 대한 영향

그림 6-5는 환류비 변화에 대한 DMC 수율을 보여준다. 환류비는 리보일러의 가열량을 변화시킴으로서 조절하였다. 환류비가 11정도에서 DMC수율이 99%이상 유지되었으며, 적정량의 환류비가 필요한 것으로 확인되었다.

<표 6-5> 환류비 변화 실험

반응조건				결과	비고
환류량	몰비 (MeOH/EC)	반응온도 (°C)	압력 (atm)	DMC수율 (%)	
8.23	9.12	78.0~78.8	1.76~1.77	82.4	
9.17	9.12	78.5~79.0	1.77~1.78	87.0	
9.96	9.12	79.0~80.0	1.77~1.78	90.8	
10.91	9.12	79.0~80.0	1.76~1.78	98.5	



[그림 6-5] 환류비의 영향

## 다. 결론

반응증류에 의한 DMC 연속반응장치를 제작(지름 3인치 , 1/4인치 라시링 충전) 및 가동하여, 100% DMC 수율도달과 함께 최적조건에서 시간당 약 300g의 DMC 생산하였다. 그리고 이 때 사용된 조건들은 다음과 같다.

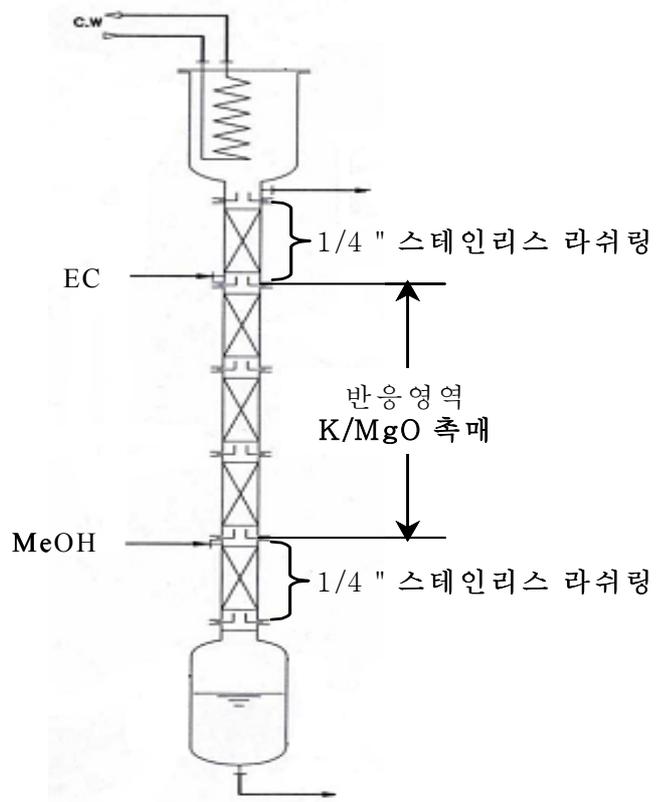
- 압력조건 : 1.7~1.8 기압(절대압력),  $\Delta P$  : ~150 mmH<sub>2</sub>O
- 운전온도 : 반응영역 80℃, 리보일러 140℃
- 촉매함량 : 2 wt.%
- MeOH/EC 원료몰비 : 9 이상
- 환류비 : 11 이상

## 3. 불균일계 시스템 실험

### 3.1. 실험방법

촉매는 KOH 액체촉매를 사용한 균일계 시스템 실험과는 달리 라시링 형태의 K/MgO 고체촉매를 사용하였다. K/MgO 고체촉매 제조법은 다음과 같다. 우선 MgO (제조사: Mirae Ceratec Co., Ltd.)를 파우더 형태에서 라시링 타입으로 뽑는다. 그것을 액체 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>에 5시간 동안 함침(含浸)시킨 후, 100℃ 오븐에서 12시간 건조시킨다. 그 다음에 300~550℃ 가열로에서 5시간 동안 하소(煨燒)시켜 만든다. 반응증류칼럼 중 MeOH와 EC의 공급이 이루어지는 칼럼 사이에서 반응이 일어나기 때문에, K/MgO 촉매를 채웠고, 나머지 부분은 1/4" 스테인리스 라시링을 채웠다. 그림 6-6은 반응증류 불균일계 시스템 장치의 개략도이며, 그림 6-7은 스테인리스 라시링과 K/MgO 촉매를 보여준다.

반응원료인 MeOH와 EC, 시료로 사용된 DMC와 EG은 모두 균일계 시스템과 같은 제품을 사용하였다. 반응증류탑 칼럼 상부에 냉각기 그리고 하부에 리보일러를 연결한 후, 탑전체를 단열재로 보온하고 단열테잎을 감아 제작하였다. 특정단에 1/4" 크기의 원료 공급관과 배출관을 각각 연결하였으며, 각 단마다 sampling을 할 수 있게 하였다. 리보일러는 4.3 kW급의 가열용량과 약 20L의 용적을 가지며 냉각장치의 냉매는 물이 사용되었다. MeOH과 EC를 정량공급하기 위하여 사용한 펌프는 균일계 시스템과 동일하며, 원료 저장용기부터 증류탑 원료공급부까지 연결된 공급라인 역시 동일하다. EC와 MeOH공급용 각 저장 탱크는 레벨게이지를 설치하여 일정 시간별로 공급량을 측정, 기록할 수 있도록 하였다. 또한, 에스테르교환 반응탑은 각 단마다 열전대를 설치하여 온도 기록장치를 통하여 반응 중의 탑전체의 온도구배를 일괄적으로 점검, 기록할 수 있도록 하였다.



[그림 6-6] 반응증류 불균일계 장치의 개략도



[그림 6-7] 1/4" 스테인리스 라쉬링과 K/MgO 촉매

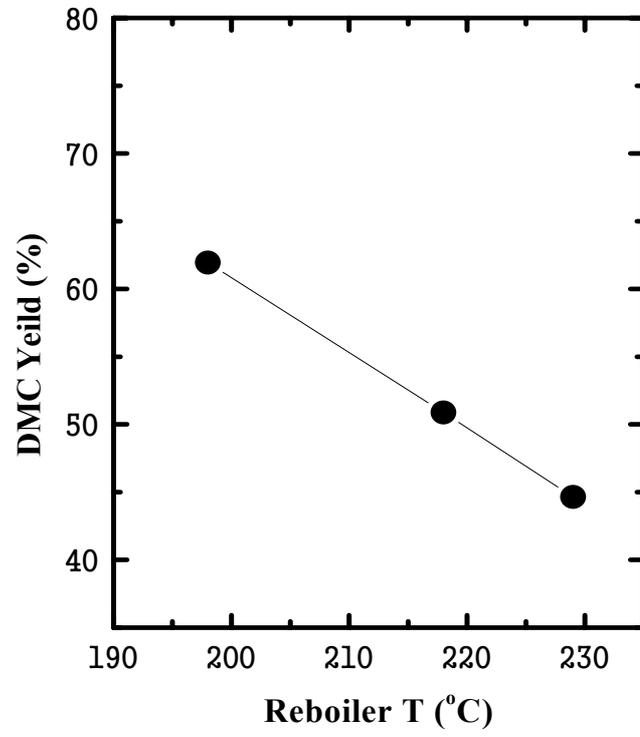
### 3.2. 실험결과

에스테르교환반응에 의한 연속 DMC 합성을 위해 반응증류 공정을 사용하였으며, 불균일 촉매를 이용하였다. 실험압력은 약 7기압이고, 리보일러의 가열용량과 MeOH/EC의 공급 몰비의 변화, EC 공급량의 변화 등을 통해 최적의 조건을 찾고자 하였다.

그림 6-8, 6-9는 리보일러 온도 변화에 대한 DMC 수율을 보여준다. 각각 EC 공급량은 0.111 l/h, 0.222 l/h 이며, 둘다 리보일러의 온도가 올라갈 때 DMC 수율은 감소한다. 최고의 DMC 수율은 리보일러 온도 198~205℃에서 얻어진다. 이후 실험에서는 리보일러 온도를 200℃를 유지하였다. 리보일러 온도변화에 대한 실험값은 표 6-6, 6-7에 나타내었다.

<표 6-6> 리보일러 온도 변화 실험(EC 공급량: 0.111 l/h)

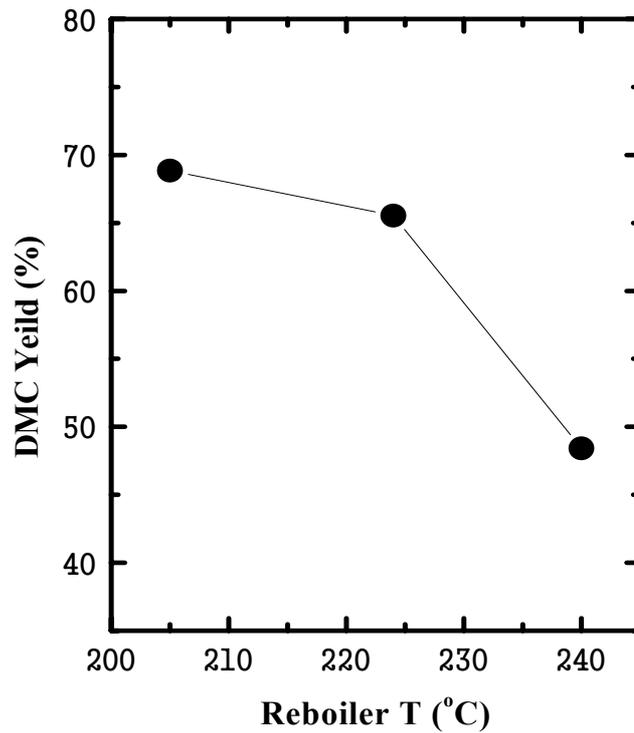
반응조건				결과
리보일러 온도 (℃)	몰비 (MeOH/EC)	반응온도 (℃)	압력 (atm)	DMC수율 (%)
196~200	9.12	123~125	6.9~7.1	61.9
216~220	9.12	123~126	6.6~7.2	50.9
226~232	9.12	123~126	6.6~7.1	44.7



[그림 6-8] 리보일러 온도의 영향 (EC 공급량: 0.111 l/h)

<표 6-7> 리보일러 온도 변화 실험(EC 공급량: 0.222 l/h)

반응조건				결과
리보일러 온도 (°C)	몰비 (MeOH/EC)	반응온도 (°C)	압력 (atm)	DMC수율 (%)
203~207	9.12	123~125	6.8~7.1	68.85
221~227	9.12	122~125	6.8~7.1	65.54
236~244	9.12	122~126	7.0~7.1	48.41

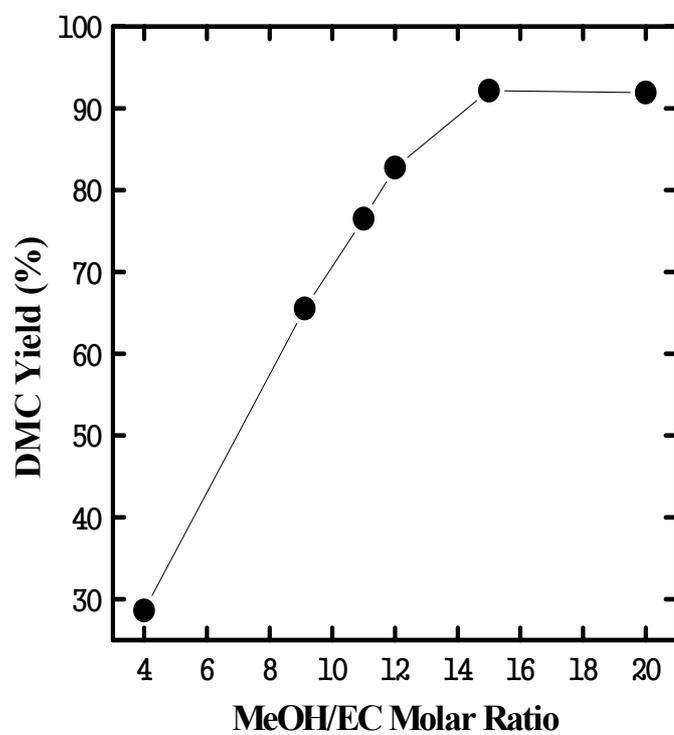


[그림 6-9] 리보일러 온도의 영향 (EC 공급량: 0.222 l/h)

그림 6-10은 MeOH/EC 원료몰비의 변화에 대한 DMC 수율을 보여준다. MeOH/EC 원료몰비는 4.0-20.0의 범위에서 변화되었다. 몰비증가시, DMC 수율은 증가하였으며, 몰비가 15일때, DMC 수율은 92%를 얻을 수 있었다. 몰비변화에 대한 실험값은 표 6-8에 나타내었다.

<표 6-8> 몰비(MeOH/EC) 변화 실험

반응조건				결과
몰비 (MeOH/EC)	EC 공급량 (l/h)	반응온도 (°C)	압력 (atm)	DMC수율 (%)
4.0	0.111	119~125	6.9~7.1	28.6
9.12	0.111	122~125	6.8~7.1	65.5
11.0	0.111	123~124	6.9~7.1	76.5
12.0	0.111	123~124	7.0~7.1	82.8
15.0	0.111	124~125	7.0~7.1	92.2
20.0	0.111	124~126	7.0~7.1	90.5

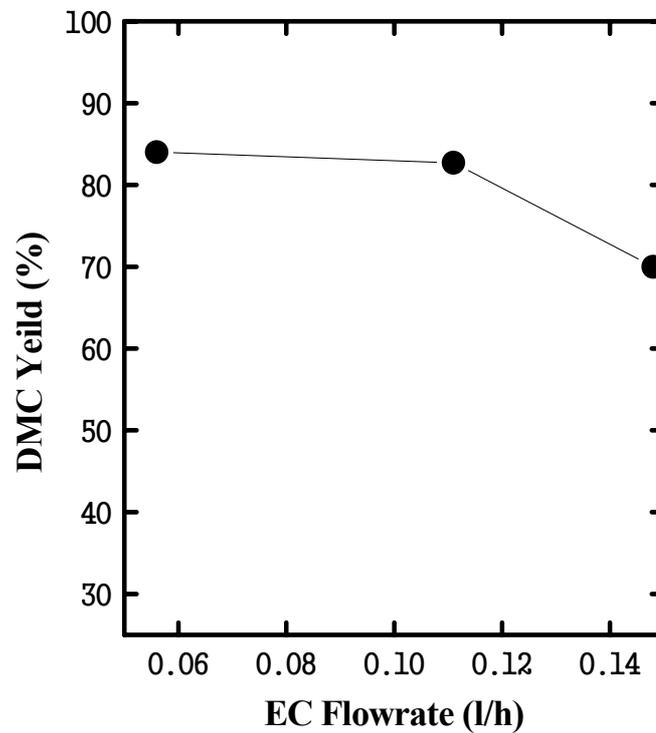


[그림 6-10] MeOH/EC 몰비의 영향

그림 6-11는 EC 공급량 변화에 대한 DMC 수율을 보여준다. EC 공급량이 감소할수록 DMC 수율이 증가한다. DMC 수율은 EC 공급량이 0.111 l/h 에서 0.056로 감소시 3% 증가했고, 0.148에서 0.111로 감소시 12% 증가했다.

<표 6-9> EC량 변화 실험

반응조건				결과
EC 공급량 (l/h)	몰비 (MeOH/EC)	반응온도 (°C)	압력 (atm)	DMC수율 (%)
0.056	11.0	123~124	7.1~7.2	84.0
0.111	11.0	120~124	6.4~7.0	82.7
0.148	11.0	123~124	6.9~7.0	70.0

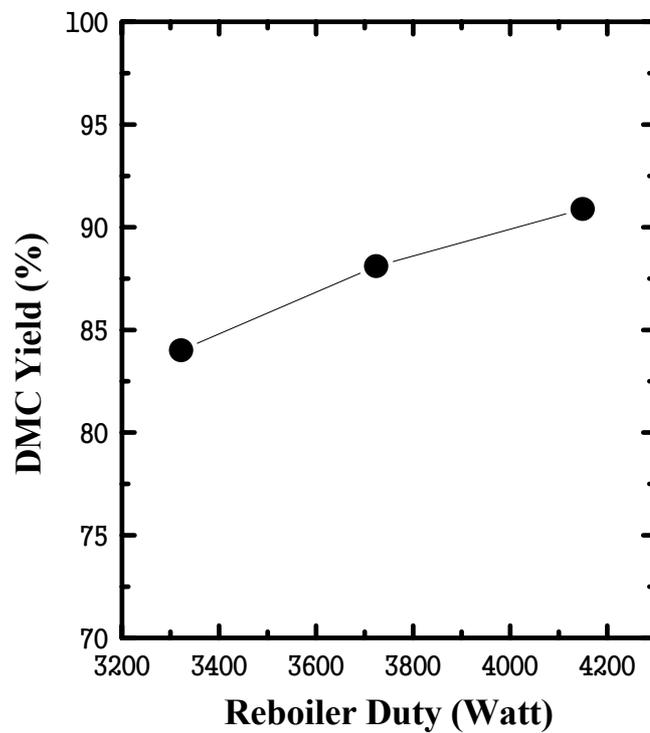


[그림 6-11] EC 공급량의 영향

그림 6-12, 6-13은 리보일러 열공급량에 대한 DMC 수율을 보여준다. 공급된 MeOH/EC의 몰비는 11이었으며, 각각 EC 공급량은 0.056 l/h, 0.111 l/h 이다. DMC 수율은 리보일러 열공급량이 4150W, EC 공급량이 0.056 l/h에서 가장 큰 91%가 나타났다.

<표 6-10> 리보일러 열공급량 변화 실험(EC 공급량: 0.056 l/h)

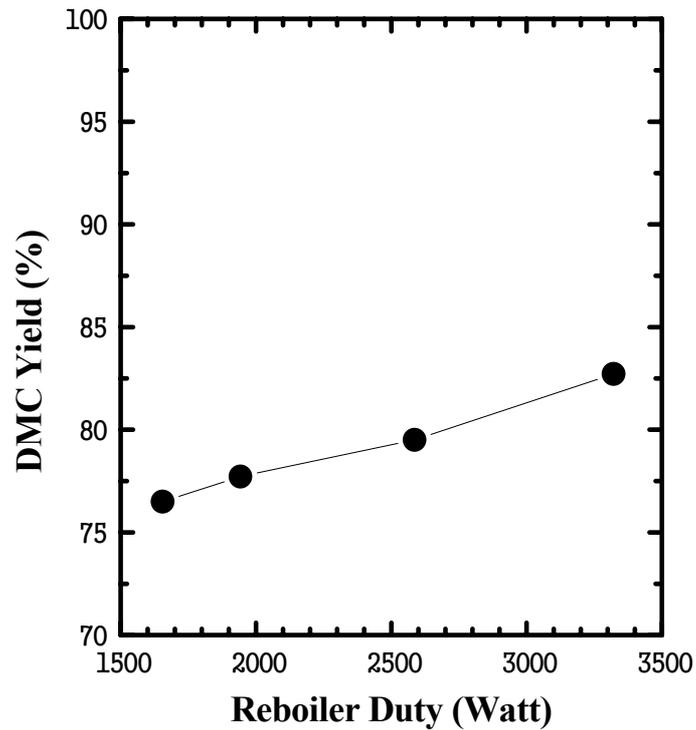
반응조건				결과
리보일러 열공급량 (W)	몰비 (MeOH/EC)	반응온도 (°C)	압력 (atm)	DMC수율 (%)
3321.8	11.0	123~125	6.5~7.1	84.0
3724.1	11.0	124~125	7.1~7.2	88.1
4149.4	11.0	124~125	7.0~7.1	90.9



[그림 6-12] 리보일러 열공급량의 영향 (EC 공급량: 0.056 l/h)

<표 6-11> 리보일러 열공급량 변화 실험(EC 공급량: 0.056 l/h)

반응조건				결과
리보일러 열공급량 (W)	몰비 (MeOH/EC)	반응온도 (°C)	압력 (atm)	DMC수율 (%)
1655.2	11.0	122~124	6.9~7.1	76.5
1942.5	11.0	122~124	6.8~6.9	77.7
2586.2	11.0	123~125	7.0~7.1	79.5
3321.8	11.0	120~124	6.4~7.0	82.7



[그림 6-13] 리보일러 열공급량의 영향 (EC 공급량: 0.111 l/h)

### 3.3. 결론

반응증류에 의한 DMC 연속반응장치를 제작 및 가동하였다. 특히 불균일 촉매인 라시링 타입의 K/MgO를 만들어 사용하였고, 이 촉매는 반응증류공정 적용에 적합함을 알 수 있었다. 최고 91% DMC 수율에 도달하였고, 그 때 사용된 조건들은 다음과 같다.

- 압력조건 : 약 7기압(절대압력),  $\Delta P$  :  $\sim 130$  mmH<sub>2</sub>O
- 운전온도 : 반응영역 약 125℃, 리보일러 약 200℃
- 리보일러 열공급량 : 4150 W
- MeOH/EC 원료몰비 : 11, EC 공급량 : 56 cc/h