Summary	적용규격 : 기후에너지환경부 고시 제2025-61호	Type :	Single Tank with manhole

Item No. : TK-101 기기명/형식 : 1종압력용기/반응기 Drawing No : HW-AT-101-01 W.V : 2 M^3

BOM of BODY PLATE

PART	MATERIAL	THK	WIDTH	LENGTH	QTY	DESIGN SIZE	WEIGHT (kg)	SCRAP (kg)	UTILIZATION (%)
SHELL	A240-316L	6.0	1,524	6,096	1	1,480×4,248	444.8	143.8	67.7
T/B HEAD	A240-316L	5.0	1,000	2,000	4	ϕ1,572	319.2	164.3	48.5

샘플 SAMPLE

AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

Summary	적용규격 : 기후에너지환경부 고시 제2025-61호	Type :	Single Tank with manhole

Item No. : TK-101 기기명/형식 : 1종압력용기/반응기 Drawing No : DWG-101-01 W.V : 2 M^3

Shell

Material	:	A240-316L
Design Press.(MpaG)	:	-0.1 ~ 0.3
Oper. Press.(MpaG)	:	-0.1 ~ 0.1
Design Temp.(°C)	:	-20 ~ 120
Oper. Temp.(°C)	:	-20 ~ 80
Shell Inside Diameter(mm)	:	1345
Shell Length(mm)	:	1480
Top Head Type	:	10%_DISHED
Btm. Head Type	:	10%_DISHED
Joint Efficiency(S/H)	:	95 100

Calculation data

S PLATE 판정응력	:	106.3
S FLANGE 판정응력	:	86.6
S 상온응력(수압)	:	121.3
상부경판 감소율(%)	:	12
하부 경판 감소율(%)	:	12
SHELL 감소율(mm)	:	0.25
T/H 감소율(mm)	:	0.25
B/H 감소율(mm)	:	0.25
부식여유(mm)	:	0.0

Body calculation

구분	재질	타입	사용두께	용접효율	부식여유	내압계산두께	허용외압압력	검토결과	Remark
Shell	A240-316L	Cylindrical	6	95	0.0	2.00	0.170	PASS	
Top Head	A240-316L	10%_DISHED	5	100	0.0	2.93	0.114	PASS	
Btm Head	A240-316L	10%_DISHED	5	100	0.0	2.93	0.114	PASS	

Nozzle

구분	호칭사이즈	재질	용접 위치	노즐내경	두께	요구면적	유효면적	검토결과	Remark
N1	3S	STS316L	TOP	150.0	10.0	438.9	446.2	PASS	

Flange

구분	FLANGE SIZE	TYPE	Location	Flow	볼트재질	사용두께	계산두께	검토결과	Remark
manhole	451X482	Loose_flange	S_TOP_HEAD	TOP	STS304	40	36.4	PASS	
manhole	451X482	Loose_flange	SHELL	BTM	STS304	32	31.4	PASS	

GLASS

구분	외경(cm)	사용두께	계산두께	검토결과	Remark
SG	12	12	7.6	PASS	

Safety device

Type	유체종류	소요분출량	유효분출량	검토결과	Remark
Rupture_disk	Water	498.6	569.7	PASS	
Safety_valve	Water	498.6	846.3	PASS	

샘플 SAMPLE

AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

강 도 계 산 서

샘플 SAMPLE

「열사용기자재의 검사 및 검사면제에 관한 기준」 기후에너지환경부 고시 제2025-61호 (2025. 12. 18. 일부개정)

AUTONEST VC

기 기 명 또 는 형 식	도 면 번 호(ASSEMBLY)	적 용 규 격
1종압력용기/반응기	DWG-101-01	기후에너지환경부 고시 제2025-61호

구 분	SHELL	JACKET	구 분	SHELL	JACKET
FLUID NAME	WATER/STEAM	N/A	유체상태	액체/기체	N/A
설계압력 (Mpa)	F.V ~ 0.3	N/A	후열처리	NO	N/A
사용압력 (Mpa)	F.V ~ 0.1	N/A	비파괴검사(S/H)	SPOT / FULL	N/A / N/A
설계온도 (℃)	120	N/A	용접이음효율	95 / 100	N/A / N/A
사용온도 (℃)	80	N/A	부식여유	0.0	N/A
수입시험압력 (Mpa)	0.51	N/A	UT/MT/PT	NO	N/A
기압시험압력 (Mpa)	N/A	N/A	내용적합계	2.7	

AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

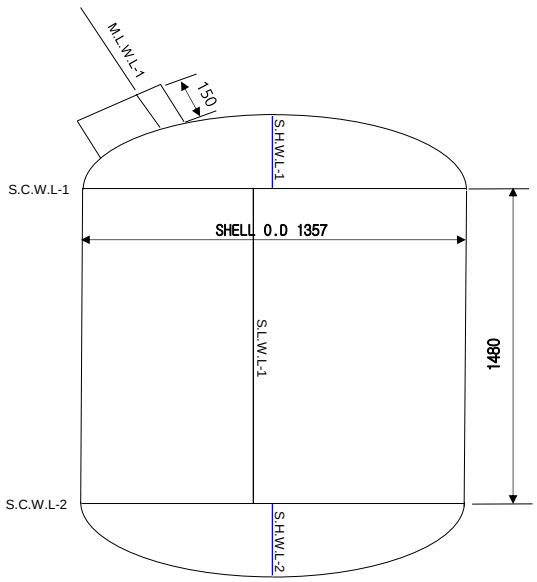
용 접 부 위 도

1)형식		1종압력용기/반응기		2)용량		2.69					m^3
3)최고사용압력		S) -0.1 ~ 0.3 Mpa		4)검사접수번호							
5)재료명	S)	A240-316L		6)재료두께		S)	5	6	5		mm
7)길이이음	20%	1,630	mm	계 산 근 거	20%	1,480				S.L.W.L-1	
						150				M.L.W.L-1	
	100%	3,025	mm		100%	3,025				S.H.W.L-1~2	
8)둘레이음	20%	8,526	mm	계 산 근 거	20%	1,357	x π =	4,263		S.C.W.L-1	
						1,357	x π =	4,263		S.C.W.L-2	
	100%	0	mm		100%						
9)총길이	20%	10,156	mm	10)촬영 매수	20%	8					매
	100%	3,025	mm		100%	14					매
11)교차부위		6 매									
12)촬영매수합계	20%	(1,480 / 300) x 0.2 = 1 + (4,263 / 300) x 0.2 = 3 + (4,263 / 300) x 0.2 = 3 + (150 / 300) x 0.2 = 1 = 8								총 22 매	
	100%	(3025 / 250 = 14) = 14									

RT 필름 매수 계산식 — 이음 한 줄마다 계산하고 소수점이면 다음 장으로 올림 · 100% : 길이 ÷ 250 → 올림 · 20% : 길이 ÷ 300 → 올림 → × 0.2 → 올림

[20%] S.L.W.L-1 : 1,480 ÷ 300 = 4.93 → 5 × 0.2 = 1.0 → 1매
[20%] S.C.W.L-1 : 4,263 ÷ 300 = 14.21 → 15 × 0.2 = 3.0 → 3매
[20%] S.C.W.L-2 : 4,263 ÷ 300 = 14.21 → 15 × 0.2 = 3.0 → 3매
[20%] M.L.W.L-1 : 150 ÷ 300 = 0.50 → 1 × 0.2 = 0.2 → 1매
[20%] 합계 = 1 + 3 + 3 + 1 = 8매

[100%] S.H.W.L-1~2 : 1,513 ÷ 250 = 6.05 → 7매 × 2줄 = 14매
[100%] 합계 14매 ※ 교차부위는 위 이음 안에 먼저 붙이며 매수에 더하지 않습니다.



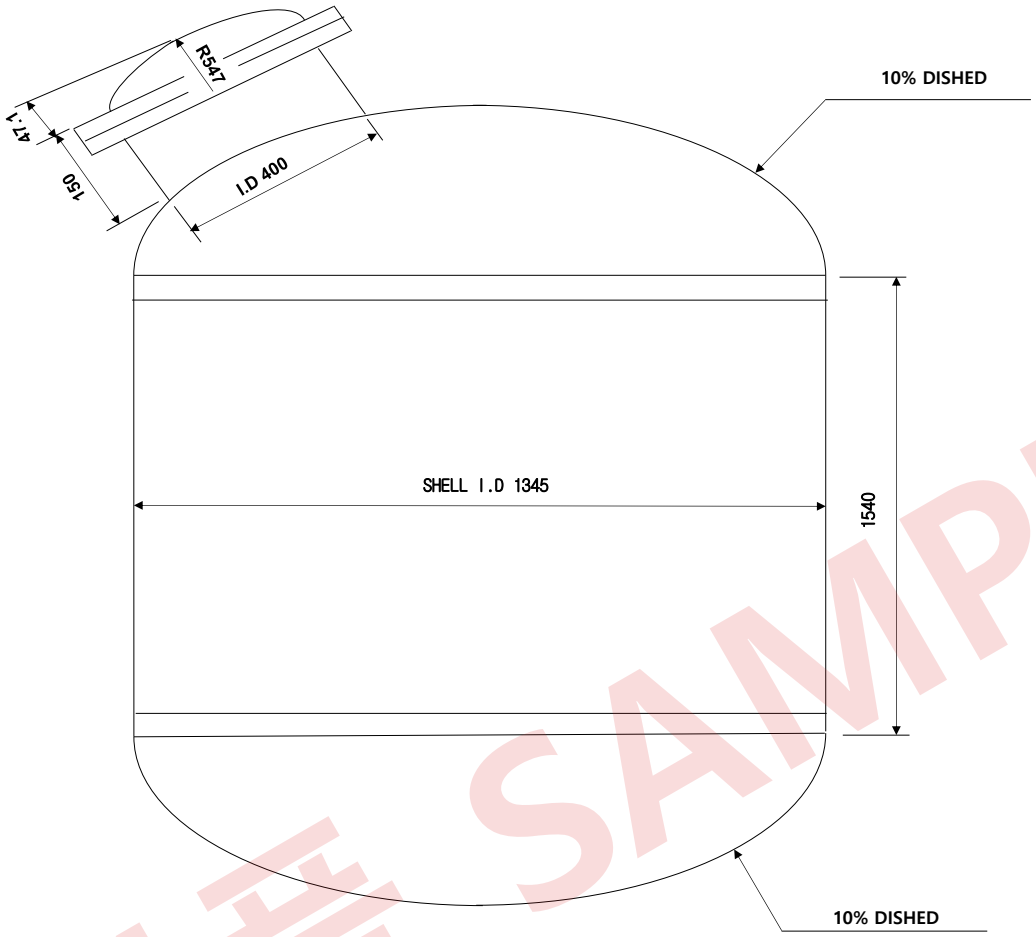
SHELL

샘플 SAMPLE

AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

내 용 적 계 산 서



샘플 SAMPLE

No.	구 분	내 용 적 계 산 공 식	용 량
1	SHELL	Vs = π / 4 X ID² X L = π / 4 X 1.345² X 1.54	2.18804 M³
2	TOP HEAD	Vh = 0.09897 X ID³ = 0.09897 X 1.345³	0.24081 M³
3	BTM. HEAD	Vh = 0.09897 X ID³ = 0.09897 X 1.345³	0.24081 M³
4	MANHOLE	M = π / 4 X ID² X L π / 4 X 0.4² X 0.15	0.01885 M³
5	MANHOLE HEAD	Mh = π X m² X (r − m / 3) π X 0.0471² X (0.547 − 0.0471 / 3)	0.00370 M³
SUMMARY CAPACITY	SHELL 2.69221 M³	=	2.69221 M³

AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

수압시험 압력 계산서

기 기 명 / 형 식 : 1종압력용기/반응기 ITEM-NO : TK-101

계 산 식 (경 판) : 수입시험 압력[42.1항] 재 질 : A240-316L

(1) 강제 또는 비철금속제의 압력용기는 최고사용압력의 1.5배의 압력에 다음의 온도보정을 한 압력

$$p_a = P \times \frac{\sigma_a}{\sigma_n}$$

*이 용기는 검정수압시험 대상 용기가 아닙니다.

- SHELL SIDE(수압압력)

$$p_a = (0.3 \times 1.5) \times \frac{121.3}{106.3}$$

$$= 0.51 \text{ MpaG}$$

P	내압 설계압력	MpaG	0.3
σ_a	설계온도에 있어서의 재료의 허용인장응력	N/mm2	106.3
σ_n	내압시험을 할때의 온도에 있어서의 재료의 허용인장응력	N/mm2	121.3

샘플 SAMPLE

AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

내압을 받는 원통형 동체의 강도계산

기 기 명 / 형 식 : 1종압력용기/반응기 ITEM-NO : TK-101

계 산 식 (경 판) : 원통형 동체[30.1.1] 재 질 : A240-316L

최소두께 검토

$$t = \frac{PD_i}{2 \times \sigma_a \times \eta - 1.2 \times P} + \alpha = \frac{0.3 \times 1345.0}{2 \times 106.25 \times 0.95 - 1.2 \times 0.3} + 0.0$$

$$= 2.00 \text{ mm}$$

사용두께 검토

$$t_a = t_{at} - t_t = 6 - 0.25$$

$$= 5.75 \text{ mm}$$

경판의 최소 두께(t) **(2.00 mm)** **<** **경판의 실제 두께** **(5.75 mm)** **이므로 안전하다.**

t_{ut}	판의 사용 두께	mm	6
P	내압 설계압력	MpaG	0.3
D_i	원통형 동체의 안지름(부식여유 제외)	mm	1345
σ_a	재료의 허용 인장 응력	N/mm2	106.3
η	12.2.3 항에 따른 용접 이음 효율		0.95
α	부식여유로 3.3항에 따른다.	mm	0.0
t_t	두께 허용차	mm	0.25
t_a	판의 허용차 고려후 실제 두께	mm	5.75

샘플 SAMPLE

AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

외압을 받는 원통형 동체의 강도계산(1/3)

기 기 명 / 형 식 : 1종압력용기/반응기 ITEM-NO : TK-101

계 산 식 (경 판) : 외압을 받는 원통형 동체의 강도[30.3] 재 질 : A240-316L

허용압력 검토

$$L/D_o = \frac{1713.8}{1356.5} = 1.26 \qquad D_o/(t_a-\alpha) = \frac{1356.5}{(\ 5.75\ -\ 0.0\ )} = 236$$

$$A = 0.00031 \qquad B = 30.2$$

$$P_a = \frac{4BC(t_a-\alpha)}{3D_o} = \frac{4 \times 30.2 \times 1.0 \times (\ 5.75\ -\ 0.0\ )}{3 \times 1356.5}$$

$$= 0.17 \text{ MpaG}$$

계산상 허용외압 0.17 MpaG > 설계 압력 0.1 MpaG **이므로 안전하다.**

t_{ut}	원통형 동체의 사용 두께	mm	6
P	외압 설계압력	MpaG	0.1
T	외압 설계온도	℃	120
D_o	원통형 동체의 바깥지름	mm	1356.5
C	계수		1.0
	- 이음매가 없거나 맞대기 이음 : 1.0		
	- 겹치기 이음 : 0.5		
α	부식여유로 3.3항에 따른다.	mm	0.0
t_t	두께 허용차	mm	0.25
t_a	판의 성형 및 허용차 고려후 실제 두께	mm	5.75
L	외압 설계길이	mm	1714

샘플 SAMPLE

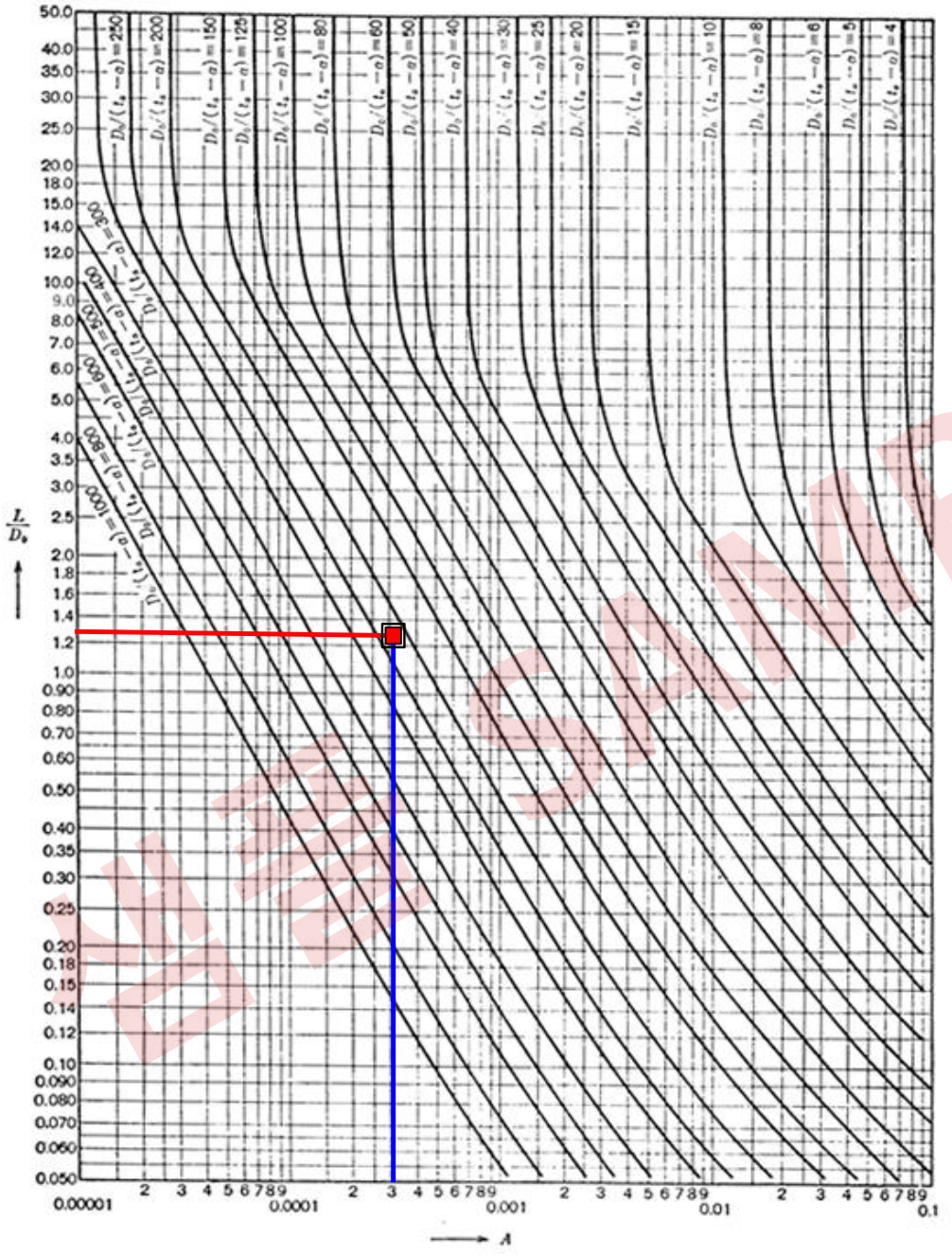
AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

외압을 받는 원통형 동체의 강도계산(2/3)

기 기 명 / 형 식 : 1종압력용기/반응기 ITEM-NO : TK-101

계 산 식 (경 판) : 외압을 받는 원통형 동체의 강도[30.3] 재 질 : A240-316L



[그림 30.5] 외압을 받는 원통형 동체의 모양 곡선

t_a	판의 성형 및 허용차 고려후 실제 두께	mm	5.75
L/D_o	외압을 받는 원통형 동체의 설계길이와 바깥지름의 비율		1.26
$D_o/(t_a-\alpha)$	외압을 받는 원통형 동체의 바깥지름과 두께의 비율		235.9
A	[그림 30.5]에서 얻어지는 값		0.00031

AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

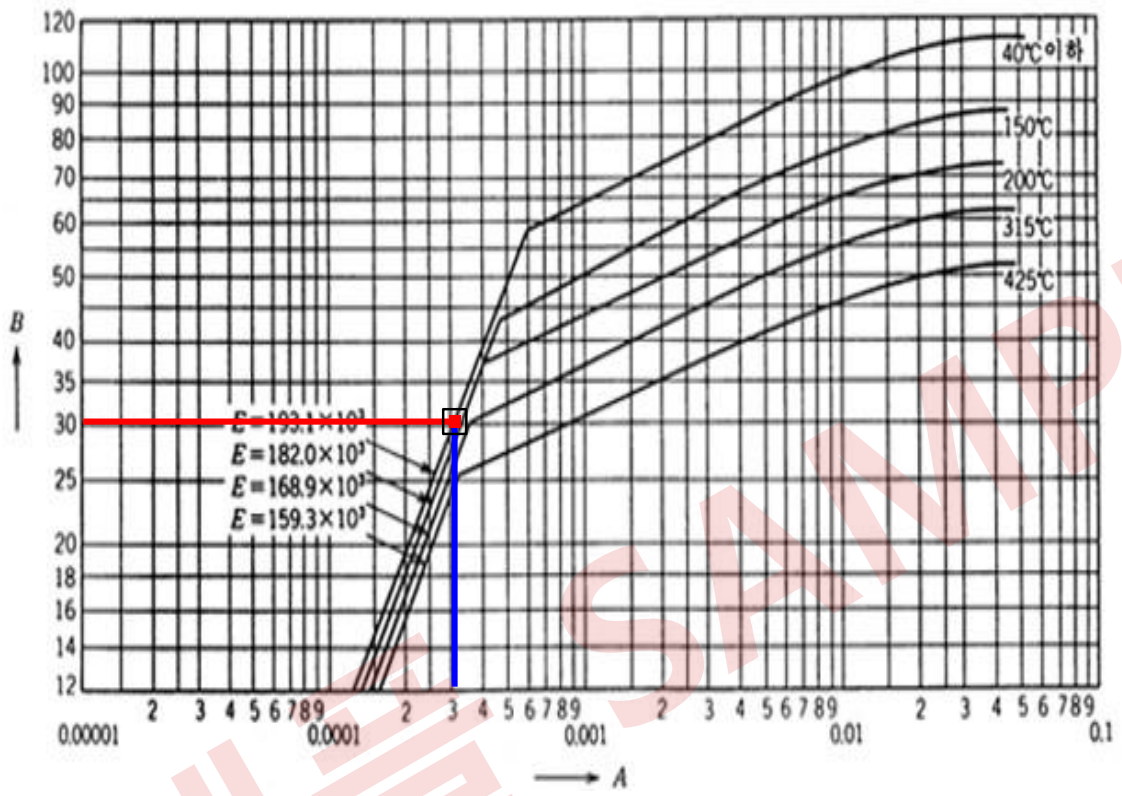
샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

외압을 받는 원통형 동체의 강도계산(3/3)

기 기 명 / 형 식 : 1종압력용기/반응기 ITEM-NO : TK-101

계 산 식 (경 판) : 외압을 받는 원통형 동체의 강도[30.3] 재 질 : A240-316L

(9) 316L계 및 317L계 스테인리스강



	설계온도	℃	120.0
A	[그림 30.5]에서 얻어지는 값		0.00031
B	사용하는 재료에 해당하는 A의 값에 대해서 설계온도에 대응하는 재료곡선에서 계수		30.2

AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

내압을 받는 상부경판의 강도계산

기 기 명 / 형 식 : 1종압력용기/반응기 ITEM-NO : TK-101

계 산 식 (경 판) : 접시형 경판 [31.3.1] 재 질 : A240-316L

최소두께 검토

$$t = \frac{PRW}{2 \times \sigma_a \times \eta - 0.2 \times P} + \alpha = \frac{0.3 \times 1345 \times 1.54}{2 \times 106.25 \times 1 - 0.2 \times 0.3} + 0.0$$

$$= 2.93 \text{ mm}$$

사용두께 검토

$$t_a = t_{at} - t_t = 4.4 - 0.25$$

$$= 4.15 \text{ mm}$$

경판의 최소 두께(t) (2.93 mm) < 경판의 실제 두께 (4.15 mm) 이므로 안전하다.

t_{ut}	판의 사용 두께	mm	5
P	내압 설계압력	MpaG	0.3
R	경판의 중앙부 내면의 반지름	mm	1345
r	경판 구석 부분의 반지름	mm	134.5
W	경판 모양에 따른 계수(1/4)x(3+√(R/r))		1.54
σ_a	재료의 허용 인장 응력	N/mm2	106.3
η	12.2.3 항에 따른 용접 이음 효율		1
α	부식여유로 3.3항에 따른다.	mm	0.0
t_{at}	판의 성형후 두께	mm	4.40
t_t	두께 허용차	mm	0.25
t_a	판의 성형 및 허용차 고려후 실제 두께	mm	4.15

샘플 SAMPLE

AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

외압을 받는 상부경판의 강도계산(1/2)

기 기 명 / 형 식 : 1종압력용기/반응기 ITEM-NO : TK-101

계 산 식 (경 판) : 볼록면에 받는 경판의 강도[31.6] 재 질 : A240-316L

(CASE 1)

$$P = \frac{2\sigma_a\eta(ta - \alpha)}{RW + 0.2(ta - \alpha)} \times 0.6 = \frac{2 \times 106.25 \times 1 \times (4.15 - 0.0)}{1349.2 \times 1.54 + 0.2 \times (4.15 - 0.0)} \times 0.6$$

= 0.25 MpaG

(CASE 2)

$$A = \frac{0.125(t_a - \alpha)}{R} = \frac{0.13 \times (4.15 - 0.0)}{1349.15} = 0.00038$$

B = 37

$$P = \frac{B(t_a - \alpha)}{R} = \frac{37 \times (4.15 - 0.0)}{1349.15} = 0.11 \text{ MpaG}$$

CASE1, CASE중 작은 값 = 0.11 MpaG

계산상 허용외압 0.11 MpaG > 설계 압력 0.1 MpaG **이므로 안전하다.**

t_{ut}	경판의 사용 두께	mm	5
P	외압 설계압력	MpaG	0.1
R	경판의 중앙부 바깥 반지름(부식여유제외)	mm	1349.2
r	경판 구석 부분의 반지름	mm	134.92
W	경판 모양에 따른 계수(1/4)x(3+√(R/r))		1.54
σ_a	재료의 허용 인장 응력	N/mm2	106.3
η	12.2.3 항에 따른 용접 이음 효율		100
α	부식여유로 3.3항에 따른다.	mm	0.0
t_{at}	판의 성형후 두께	mm	4.4
t_t	두께 허용차	mm	0.25
t_a	판의 성형 및 허용차 고려후 실제 두께	mm	4.15

샘플 SAMPLE

AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

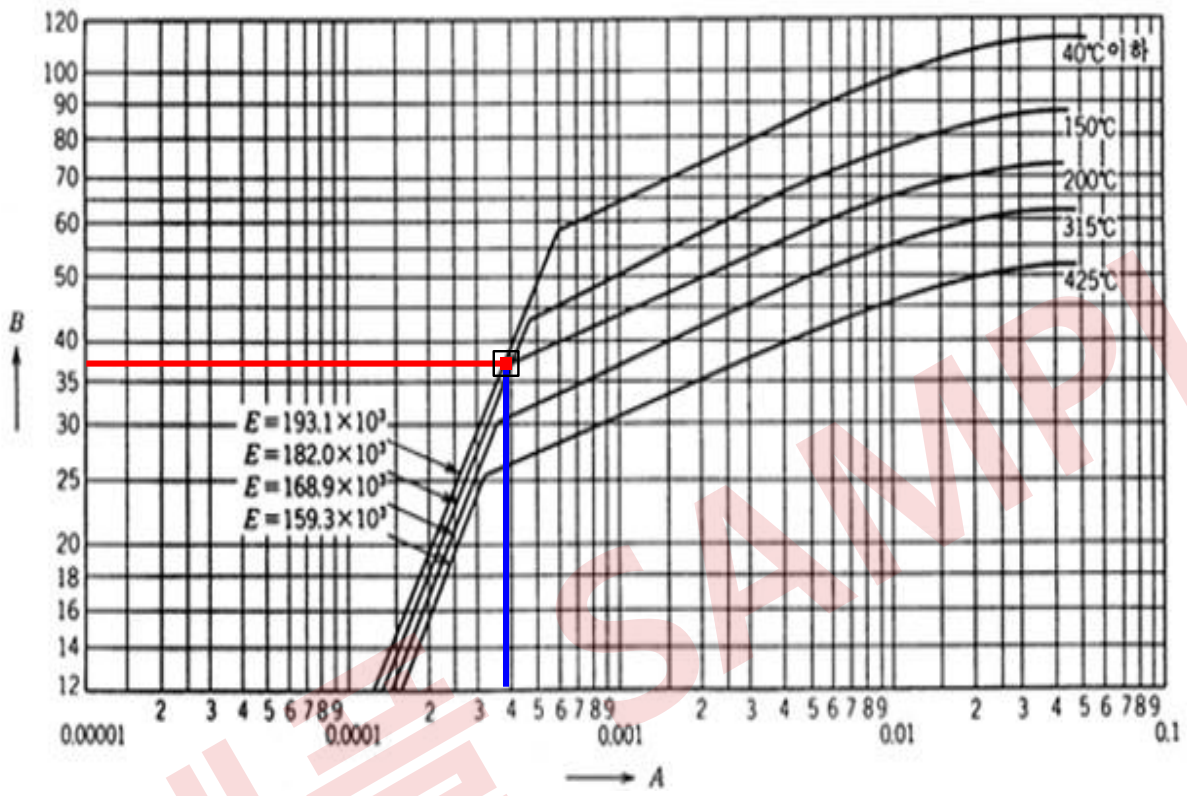
샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

외압을 받는 상부경판의 강도계산(2/2)

기 기 명 / 형 식 : 1종압력용기/반응기 ITEM-NO : TK-101

계 산 식 (경 판) : 볼록면에 받는 경판의 강도[31.6] 재 질 : A240-316L

(9) 316L계 및 317L계 스테인리스강



	설계온도	℃	120.0
A	[그림 30.5]에서 얻어지는 값		0.00038
B	사용하는 재료에 해당하는 A의 값에 대해서 설계온도에 대응하는 재료곡선에서 계수		37

AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

내압을 받는 하부경판의 강도계산

기 기 명 / 형 식 : 1종압력용기/반응기 ITEM-NO : TK-101

계 산 식 (경 판) : 접시형 경판[31.3.1] 재 질 : A240-316L

최소두께 검토

$$t = \frac{PRW}{2 \times \sigma_a \times \eta - 0.2 \times P} + \alpha = \frac{0.3 \times 1345 \times 1.54}{2 \times 106.25 \times 1 - 0.2 \times 0.3} + 0.0$$

$$= 2.93 \text{ mm}$$

사용두께 검토

$$t_a = t_{at} - t_t = 4.4 - 0.25$$

$$= 4.15 \text{ mm}$$

경판의 최소 두께(t) (2.93 mm) < 경판의 실제 두께 (4.15 mm) 이므로 안전하다.

t_{ut}	판의 사용 두께	mm	5
P	내압 설계압력	MpaG	0.3
R	경판의 중앙부 내면의 반지름	mm	1345
r	경판 구석 부분의 반지름	mm	134.5
W	경판 모양에 따른 계수(1/4)x(3+√(R/r))		1.54
σ_a	재료의 허용 인장 응력	N/mm2	106.3
η	12.2.3 항에 따른 용접 이음 효율		1
α	부식여유로 3.3항에 따른다.	mm	0.0
t_{at}	판의 성형후 두께	mm	4.4
t_t	두께 허용차	mm	0.25
t_a	판의 성형 및 허용차 고려후 실제 두께	mm	4.15

샘플 SAMPLE

AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

외압을 받는 상부경판의 강도계산(1/2)

기 기 명 / 형 식 : 1종압력용기/반응기 ITEM-NO : TK-101

계 산 식 (경 판) : 볼록면에 받는 경판의 강도[31.6] 재 질 : A240-316L

(CASE 1)

$$P = \frac{2\sigma_a\eta(ta - \alpha)}{RW + 0.2(ta - \alpha)} \times 0.6 = \frac{2 \times 106.25 \times 1 \times (4.15 - 0.0)}{1349.2 \times 1.54 + 0.2 \times (4.15 - 0.0)} \times 0.6$$

= 0.25 MpaG

(CASE 2)

$$A = \frac{0.125(t_a - \alpha)}{R} = \frac{0.13 \times (4.15 - 0.0)}{1349.15} = 0.00038$$

B = 37

$$P = \frac{B(t_a - \alpha)}{R} = \frac{37 \times (4.15 - 0.0)}{1349.15} = 0.11 \text{ MpaG}$$

CASE1, CASE중 작은 값 = 0.11 MpaG

계산상 허용외압 0.11 MpaG > 설계 압력 0.1 MpaG **이므로 안전하다.**

t_{ut}	경판의 사용 두께	mm	5
P	외압 설계압력	MpaG	0.1
R	경판의 중앙부 바깥 반지름(부식여유제외)	mm	1349.2
r	경판 구석 부분의 반지름	mm	134.92
W	경판 모양에 따른 계수(1/4)x(3+√(R/r))		1.54
σ_a	재료의 허용 인장 응력	N/mm2	106.3
η	12.2.3 항에 따른 용접 이음 효율		100
α	부식여유로 3.3항에 따른다.	mm	0.0
t_{at}	판의 성형후 두께	mm	4.4
t_t	두께 허용차	mm	0.25
t_a	판의 성형 및 허용차 고려후 실제 두께	mm	4.15

샘플 SAMPLE

AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

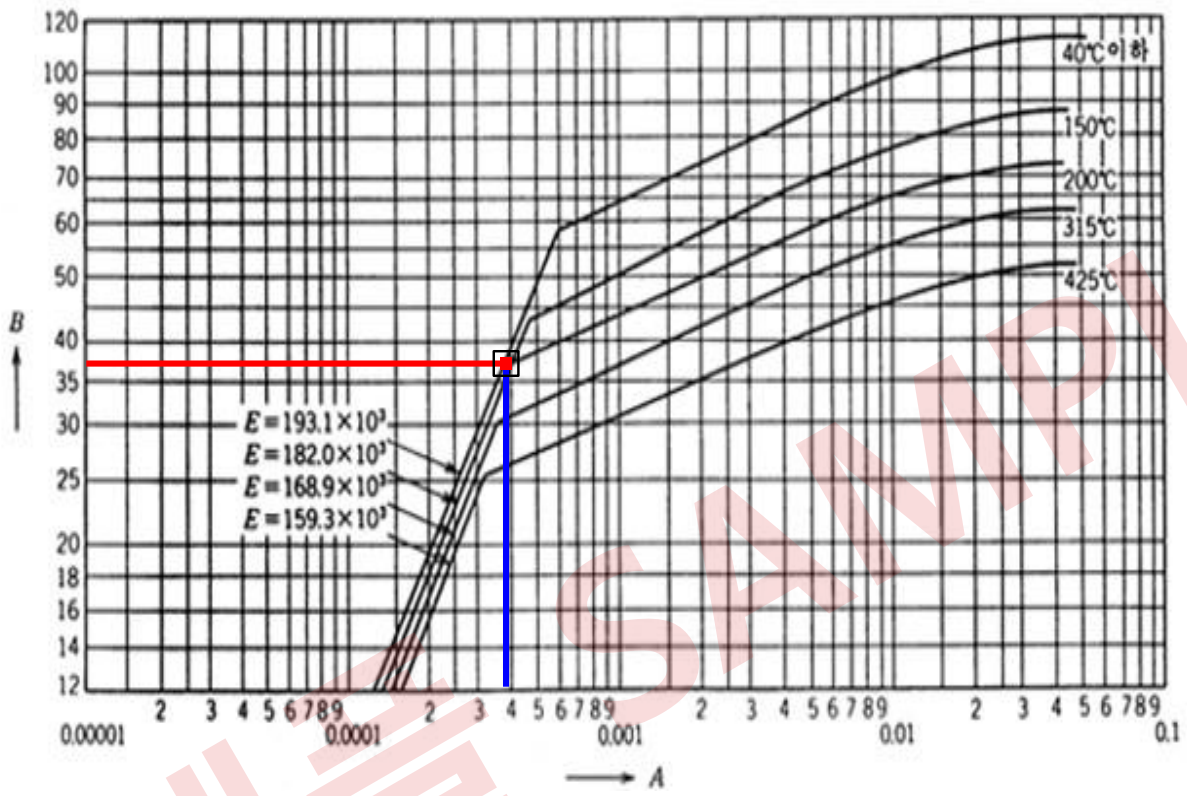
샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

외압을 받는 하부경판의 강도계산(2/2)

기 기 명 / 형 식 : 1종압력용기/반응기 ITEM-NO : TK-101

계 산 식 (경 판) : 볼록면에 받는 경판의 강도[31.6] 재 질 : A240-316L

(9) 316L계 및 317L계 스테인리스강



	설계온도	℃	120.0
A	[그림 30.5]에서 얻어지는 값		0.00038
B	사용하는 재료에 해당하는 A의 값에 대해서 설계온도에 대응하는 재료곡선에서 계수		37

AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

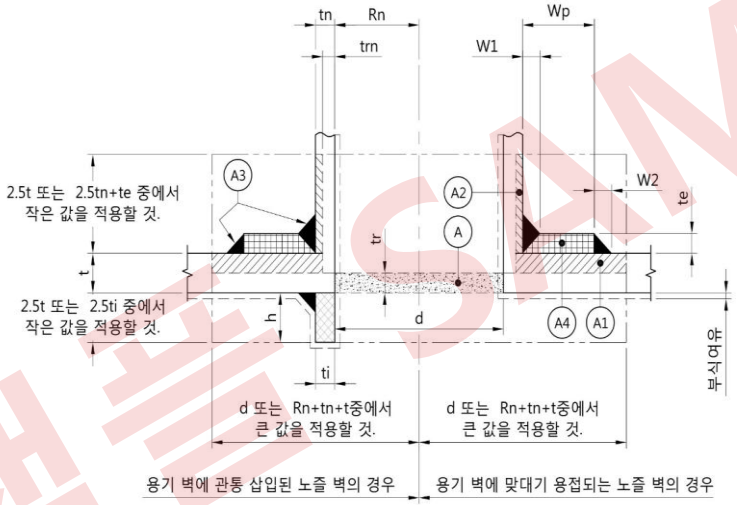
노즐별 강도계산 및 보강계산

기 기 명 / 형 식 : 1종압력용기/반응기 ITEM-NO : TK-101

계 산 식 (경 판) : 내압을 받는 경판의 구멍에 대한 보강의 계산[34.8] 재 질 : A240-316L

N1 : 3S

HEAD		DATA		NOZZLE		DATA	
W	= 안지름	1345	mm	d	= 노즐의 내경	150	mm
t	= 실제두께 (부식여유 제외)	4.40	mm	t_n	= 실제두께 (부식여유 제외)	10	mm
P	= 설계 압력	0.3	MpaG	t_e	= 보강재의 두께		mm
σ_a	= 허용 응력	106.3	MpaG	Wp	= 보강판의 면적		mm
η	= 용접이음효율	100	%	η	= 용접이음효율	100	%
t_r	$= \frac{P \times R \times W}{2 \times \sigma x \times \eta - 0.2 \times P}$	2.93	mm	t_{rn}	$= \frac{P \times d}{2 \times \sigma x \times \eta - 1.2 \times P}$	0.20	mm



구 분	계 산 식	계 산 값
보강에 필요한 면적	A = d x tr	438.9
판 초과 두께 면적	$A1 = \{\eta \times (t_a - \alpha) - t_r\} \times d$	221.1
(큰쪽을 택한다.)	$A1 = 2x\{\eta x(t_a-\alpha)-t_r\}x\{(t_a-\alpha)+t_n\}$	42.4
노즐 초과 두께 면적	$A2 = 5 \times (t_a - \alpha) \times (t_n - t_{rn})$	215.6
(작은쪽을 택한다.)	$A2 = (5 \times t_n + 2 \times t_e) \times (t_n - t_{rn})$	490.0
응착금속부의 면적	$A3 = 2 \times (W1^2 \times W2^2) / 2$	9.5
보강없이 유효한 면적	(A1 + A2 + A3)	446.2
보강판의 면적	$A4 = 2WP \times t_e$	0
보강에 유효한 면적	(A1 + A2 + A3 + A4)	446.2
검토	A1 + A2 + A3 + A4 ≥ A	이므로 안전하다.

* 보강판을 사용할 경우 (2.5tn)가 (2.5tn + te)로 한다.

** 허용인장응력의 비로 노즐 또는 보강판의 응력이 동체관 응력보다 클 경우에는 1로 한다.

AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

샘플 SAMPLE

샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

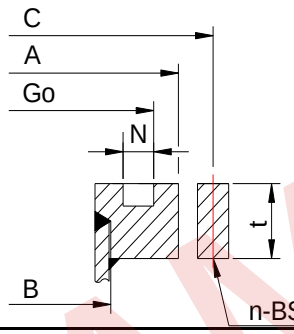
플랜지별 강도계산

기 기 명 / 형 식 : 1종압력용기/반응기 ITEM-NO : TK-101

계 산 식 : 노즐용 관 플랜지[35.1] 재 질 : A240-316L

manhole_S_TOP_HEAD

설 계 조 건					가스켓 조건 및 치수				
설 계 압 력		P	0.3	MpaG	재질	silicone	가스켓 안착형태	6	
설 계 온 도			120	℃	GACKET 조건	N 10.0 mm	bo≤6.4mm일때 b=bo, bo>6.4일때		
상 온			20	℃		b 1.25 mm			
플랜지의 재질			A240-316L			y 0 MpaG	b = 2.52 √ bo		
볼트의 재질			STS304			m 0.0	G = Go − N = 457.5		
부 식 여 유		Ca	0	mm					
볼트의 허용응력	설계온도	σ_b	86.8	MpaG					
	상 온	σ_a	102.0	MpaG					
플랜지의 허용응력	설계온도	σ_f	86.6	MpaG					
	상 온	σ_{fa}	121.3	MpaG					
볼트 호칭경 및 수량		DB	M 16 x 8	EA					
BOLT의 유효지름		Db	13.835	mm					
GASKET의 최소폭		Nm	$A_b \sigma_a / 2\pi yG$ = 해당 없음	mm					



A :	482.0	mm	
C :	498.8	mm	
B :	451.0	mm	
Go :	467.5	mm	
BS :	M16		
n :	8	ea	
t :	40	mm	

H = 0.79 x G^2 x P = 0.79 x 458 ² x 0.3 = 49291.6 N

H_p = 2 x b x 3.14 x G x m x P = 2 x 1.25 x 3.14 x 457.5 x 0.0 x 0.3 = 0.0 N

W_{m1} = H + Hp = 49291.6 + 0.0 = 49291.6 N

W_{m2} = 3.14 x b x G x y = 3.14 x 1.25 x 457.5 x 0.0 = 0.0 N

$Am = \frac{W_{m1}}{\sigma_b} = 567.9$ or $\frac{Wm_2}{\sigma_a} = 0$ 어느쪽이건 큰쪽 : = 567.9 mm²

$Ab = \frac{3.1 \times Db^2 \times n}{4} = \frac{3.1 \times 13.835^2 \times 8}{4}$ = 1202.0 mm²

$W_g = \frac{Am + Ab}{2} \times \sigma_a = \frac{567.9 + 1202.0}{2} \times 102.0$ = 90265.6 N

Am (볼트의 소요 총단면적) 567.9 mm² < Ab (실제볼트의 총단면적) 1202.0 mm² 이므로 안전하다

플랜지 하중	모멘트 암	플랜지 모멘트	BOLT PITCH
$H_G = W_{m1} - H$ = 0.0 N	$h_G = (C - G) / 2$ = 20.7 mm	$M_G = H_G \times h_G$ = 0.0 N·mm	$Q_1 = 2Db + \frac{6 \times t}{m + 0.5}$ = 507.7
$H_D = 0.79 \times B^2 \times P$ = 47900.9 N	$h_D = (C - B) / 2$ = 23.9 mm	$M_D = H_D \times h_D$ = 1144832.4 N·mm	$Q_2 = \frac{3.14 \times C}{n}$ = 195.8
$H_T = H - H_D$ = 1390.7 N	$h_T = (H_G - H_D) / 2$ = 22.3 mm	$M_T = H_T \times H_t$ = 30977.5 N·mm	
$M_o = M_G + M_D + M_T$		= 1175809.9 N·mm	($Q_2 \le Q_1$) 일때 a = 1
$M_g = W_g \times h_G \times (\sigma_f / \sigma_{fa})$		= 1331614.9 N·mm	($Q_2 > Q_1$) 일때
M_f = M_o or M_g 중 큰 값		= 1331614.9 N·mm	$a = \sqrt{\frac{Q_2}{Q_1}}$ = −
M = M_f x a		= 1331614.9 N·mm	
K = A / B		= 1.1	
Y = 1 / K − 1 (0.66845 + 5.71690 x k^2log10 K / K^2 − 1)		= 29.0	

계산두께	가스켓홈부	tc(계산두께+가스켓홈부)
$t = \sqrt{\frac{Y \times M}{\sigma_f \times B}} + \alpha = \sqrt{\frac{29.0 \times 1331614.9}{86.6 \times 451.0}} + 0$ = 31.4 mm	5 mm	tc = 31.4 + 5 = 36.4 mm

최소두께(tc) 36.4 < 사용상 두께(t) 40.0 이므로 안전하다

유동형 플랜지에 있어서 H_T는 h_G로 된다.

AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

샘플 SAMPLE

샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

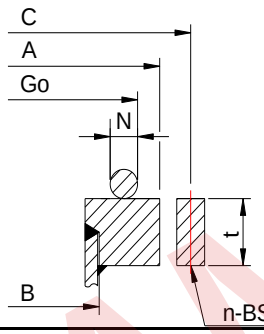
플랜지별 강도계산

기 기 명 / 형 식 : 1종압력용기/반응기 ITEM-NO : TK-101

계 산 식 : 노즐용 관 플랜지[35.1] 재 질 : A240-316L

manhole_SHELL

설 계 조 건					가스켓 조건 및 치수				
설 계 압 력		P	0.3	MpaG	재질	silicone	가스켓 안착형태	6	
설 계 온 도			120	℃	GACKET 조건	N 10.0 mm	bo≤6.4mm일때 b=bo, bo>6.4일때		
상 온			20	℃		b 1.25 mm			
플랜지의 재질			A240-316L			y 0 MpaG	b = 2.52 √ bo		
볼트의 재질			STS304			m 0.0	G = Go − N = 457.5		
부 식 여 유		Ca	0	mm					
볼트의 허용응력	설계온도	σ_b	86.8	MpaG					
	상 온	σ_a	102.0	MpaG					
플랜지의 허용응력	설계온도	σ_f	86.6	MpaG					
	상 온	σ_{fa}	121.3	MpaG					
볼트 호칭경 및 수량		DB	M 16 x 8	EA					
BOLT의 유효지름		Db	13.835	mm					
GASKET의 최소폭		Nm	$A_b \sigma_a / 2\pi yG$ = 해당 없음	mm					



A : 482.0 mm
C : 498.8 mm
B : 451.0 mm
Go : 467.5 mm
BS : M16
n : 8 ea
t : 32 mm

H = 0.79 x G^2 x P = 0.79 x 458 ² x 0.3 = 49291.6 N

H_p = 2 x b x 3.14 x G x m x P = 2 x 1.25 x 3.14 x 457.5 x 0.0 x 0.3 = 0.0 N

W_{m1} = H + Hp = 49291.6 + 0.0 = 49291.6 N

W_{m2} = 3.14 x b x G x y = 3.14 x 1.25 x 457.5 x 0.0 = 0.0 N

$Am = \frac{W_{m1}}{\sigma_b} = 567.9$ or $\frac{Wm_2}{\sigma_a} = 0$ 어느쪽이건 큰쪽 : = 567.9 mm²

$Ab = \frac{3.1 \times Db^2 \times n}{4} = \frac{3.1 \times 13.835^2 \times 8}{4}$ = 1202.0 mm²

$W_g = \frac{Am + Ab}{2} \times \sigma_a = \frac{567.9 + 1202.0}{2} \times 102.0$ = 90265.6 N

Am (볼트의 소요 총단면적) 567.9 mm² < Ab (실제볼트의 총단면적) 1202.0 mm² 이므로 안전하다

플랜지 하중	모멘트 암	플랜지 모멘트	BOLT PITCH
$H_G = W_{m1} - H$ = 0.0 N	$h_G = (C - G) / 2$ = 20.7 mm	$M_G = H_G \times h_G$ = 0.0 N·mm	$Q_1 = 2Db + \frac{6 \times t}{m + 0.5}$ = 411.7
$H_D = 0.79 \times B^2 \times P$ = 47900.9 N	$h_D = (C - B) / 2$ = 23.9 mm	$M_D = H_D \times h_D$ = 1144832.4 N·mm	$Q_2 = \frac{3.14 \times C}{n}$ = 195.8
$H_T = H - H_D$ = 1390.7 N	$h_T = (H_G - H_D) / 2$ = 22.3 mm	$M_T = H_T \times H_t$ = 30977.5 N·mm	
		$M_o = M_G + M_D + M_T$ = 1175809.9 N·mm	($Q_2 \le Q_1$) 일때 a = 1
		$M_g = W_g \times h_G \times (\sigma_f / \sigma_{fa})$ = 1331614.9 N·mm	($Q_2 > Q_1$) 일때
		M_f = M_o or M_g 중 큰 값 = 1331614.9 N·mm	$a = \sqrt{\frac{Q_2}{Q_1}}$ = −
		M = M_f x a = 1331614.9 N·mm	
		K = A / B = 1.1	
		Y = 1 / K − 1 (0.66845 + 5.71690 x k^2log10 K / K^2 − 1) = 29.0	

계산두께	가스켓홈부	tc(계산두께+가스켓홈부)
$t = \sqrt{\frac{Y \times M}{\sigma_f \times B}} + \alpha = \sqrt{\frac{29.0 \times 1331614.9}{86.6 \times 451.0}} + 0$ = 31.4 mm	0 mm	tc = 31.4 + 0 = 31.4 mm

최소두께(tc) 31.4 < 사용상 두께(t) 32.0 이므로 안전하다

유동형 플랜지에 있어서 H_T는 h_G로 된다.

AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

샘플 SAMPLE

샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

맨홀 뚜껑판의 경판 부분

기 기 명 / 형 식 : 1종압력용기/반응기 ITEM-NO : TK-101

계 산 식 (경 판) : 접시형 뚜껑판[31.5] 재 질 : A240-316L

최소두께 검토

$$t = \frac{PR}{1.2 \times \sigma_a \times \eta} + \alpha = \frac{0.3 \times 547.0}{1.2 \times 106.3 \times 1} + 0.0$$

$$= 1.29 \text{ mm}$$

사용두께 검토

$$t_a = t_{at} - t_t = 2.64 - 0$$

$$= 2.64 \text{ mm}$$

경판의 최소 두께(t) **(1.29 mm)** **<** **경판의 실제 두께** **(2.64 mm)** **이므로 안전하다**

t_{ut}	판의 사용 두께	mm	3
P	내압 설계압력	MpaG	0.3
R	경판의 중앙부 내면의 반지름	mm	600
σ_a	재료의 허용 인장 응력	N/mm2	106.3
η	12.2.3 항에 따른 용접 이음 효율		1
α	부식여유로 3.3항에 따른다.		0.0
t_{at}	판의 성형후 두께	mm	2.64
t_t	두께 허용차	mm	0.25
t_a	판의 성형 및 허용차 고려후 실제 두께	mm	2.39

샘플 SAMPLE

AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

플랜지별 강도계산(HINGE-PIN)

기 기 명 / 형 식 : 1종압력용기/반응기 ITEM-NO : TK-101

계 산 식 : - 재 질 : A240-304

1)핀 지지부 볼트 허용응력 (HINGE BOLT) 재질 : STS304 허용응력 : 118.8 Mpa

A1 = (D - d2) / 2 x L = (31.5 - 16.5) / 2 x 19.0

= 142.5 mm²

σ_a = W_{M1} / (A1 x n) = 49291.6 / (142.5 x 8) = 43.2 Mpa

= 43.2 Mpa < σ_a = 118.8 Mpa **이므로 안전하다**

2)핀 전단응력 (HINGE PIN) 재질 : STS304 허용전단응력 : 118.8 x 0.8 = 95.04

A2 = 3.14 x $d1^2$ / 4 = 3.14 x 16.0^2 / 4 = 201.0 mm²

τ = WM1 / 2 x n x A2 = 49291.6 / 2 x 8 x 201 = 15.3 Mpa

= 15.3 Mpa < τ = 95.0 Mpa **이므로 안전하다**

3)핀의 굽힘응력 (HINGE PIN) 재질 : STS304 허용응력 : 118.8 Mpa

Z = 3.14 x $d1^3$ / 32 = 3.14 x 16.0^3 / 32 = 401.9 mm³

$$Max = \frac{W_{M1}}{n \times (L + 2 \times L1)} \times (L1 + \frac{L}{2}) \times (L1 + \frac{2 \times L \times L1 + L^2}{4 \times (L + 2 \times L1)})$$

$$= \frac{49291.6}{8 \times (19.0 + 2 \times 0.5)} \times (0.5 + \frac{19.0}{2}) \times (0.5 + \frac{2 \times 19 \times 0.5 + 19.0^2}{4 \times (19.0 + 2 \times 1)})$$

= 16173.8

= MAX / Z = 40.2 Mpa < 118.8 Mpa **이므로 안전하다**

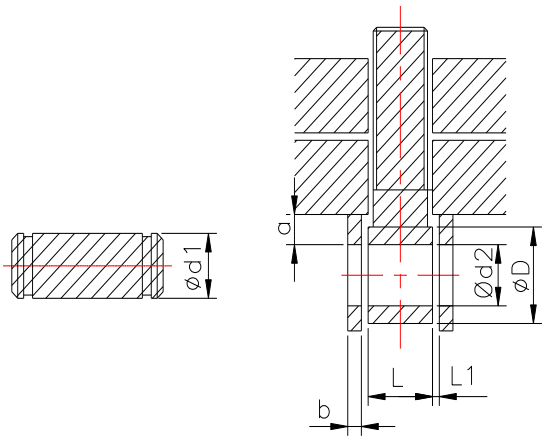
4) 힌지 허용인장응력 (HINGE) 재질 : STS304 허용응력 : 118.8 Mpa

A3 = a x b = 8.75 x 6.0 = 52.5 mm²

σ_a = W_{M1} / 2 x n x A3 = 49291.6 / 2 x 8 x 52.5 = 58.7 Mpa

= 58.7 Mpa < τ = 118.8 Mpa **이므로 안전하다**

Wm1	볼트하중	49291.6	N
D	핀 지지부의 지름	31.5	mm
d1	핀의 지름	16.0	mm
d2	핀 구멍의 지름	16.5	mm
L	핀 지지부의 폭	19.0	mm
n	볼트수량	8	EA
L1	핀과 힌지와의 틈	0.5	mm
a	힌지 지지부의 길이	8.75	mm
b	힌지 지지부의 두께	6.0	mm



AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

샘플 SAMPLE

샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

플랜지별 강도계산(CLAMP)

기 기 명 / 형 식 : 1종압력용기/반응기 ITEM-NO : TK-101

계 산 식 : - 재 질 : STS304

1)전단응력 재질 : STS304 허용전단응력 : 118.8 x 0.8 = 95.04

A = b x d = 11.0 x 44.0 = 484.0 mm²

τ = WM1 / A / N = 49291.6 / 484.0 / 8.00 = 12.7 Mpa

= 12.7 Mpa < τ = 95.0 Mpa **이므로 안전하다**

2)인장응력 재질 : STS304 허용응력 : 118.8 Mpa

Z = d x b² / 6 = 44.0 x 11.0² / 6 = 887.3 mm³

M = (W x l) = 6161.45 x 14.0 = 86260.3 mm³

σ_a = M / Z / N = 86260.3 / 887.3 / 8.00 = 12.2 Mpa

= 12.2 Mpa < σ_a = 118.8 Mpa **이므로 안전하다**

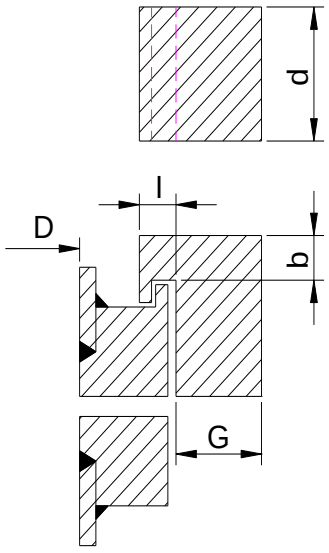
3) G면 허용인장응력 재질 : STS304 허용응력 : 118.8 Mpa

Ga = G x d = 33.0 x 44.0 = 1452.0 mm²

σ_a = W_{M1} / Ga / N = 49291.6 / 1452.0 / 8.00 = 4.2 Mpa

= 4.2 Mpa < τ = 118.8 Mpa **이므로 안전하다**

Wm1	볼트하중	49291.6	N
D	동체의 내경	400.0	mm
d	클램프의 폭	44.0	mm
b	클램프의 높이	11.0	mm
l	보의 길이	14.0	mm
G	클램프의 너비	33	mm
N	클램프의 수량	8	EA
W	WM1/n	6161.5	N



샘플 SAMPLE

AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

관찰용 유리판

기 기 명 / 형 식 : 1종압력용기/반응기 ITEM-NO : TK-101

계 산 식 (경 판) : 관찰용 유리의 두께[34.5] 재 질 : GLASS

단면적 계산

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{\pi \times 12.0^2}{4} = 113.1 \ mm^2$$

최소두께 검토

$$t = 5 \times \sqrt{\frac{P \times A}{aX}}$$

$$= 5 \times \sqrt{\frac{0.3 \times 113.1}{14.7}}$$

$$= 7.6 \ mm$$

유리의 최소 두께(t) (7.60 mm) < 유리의 실제 두께 (12.00 mm) **이므로 안전하다**

t	유리판판의 사용 두께	mm	12
P	설계압력	MpaG	0.3
D	유리판에서 압력을 받는 부분의 지름	cm	12
aX	유리판의 허용굽힘응력	N/mm2	14.7
	강화유리 - 14.7N/mm2, 기타유리 - 굽힘강도/10		

샘플 SAMPLE

AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님

안전변

기 기 명 / 형 식 : 1종압력용기/반응기 ITEM-NO : TK-101

(1) 액체가열의 경우 용기의 1시간당 발생 증기량 [43.5]

$H = M_1 \times C_1 \times \Delta T$

$= 2692.2 \times 1.000 \times 100.0$

$= 269221.00$ kcal/hr

$Wr = H / L$

$= 269221.00 / 540.0$

$= 498.56$ kg/hr

(2) 안전밸브의 분출량[43.4]

$Wa = 5.246 \times C \times K_d \times A \times (P + 0.1) + 0.9$

$= 5.246 \times 1 \times 0.620 \times 706.86 \times (0.309 + 0.1) + 0.9$

$= 846.29$ kg/hr

Wr (498.56 kg/hr) < Wa (846.29 kg/hr) **이므로 안전하다**

P	분출 결정압력 (0.1Mpa를 초과할 때는 1.03배, 이하일경우는 0.2Mpa 압력.	Mpa	0.309
M_1	질량	kg	2692.2
C_1	비열	kcal/kg·℃	1.0
ΔT	온도차	℃	100.0
L	증발 잠열	kcal/kg·℃	540
K_d	공칭분출계수로서,전량식은 0.864로 하며, 불문명할 시 [그림43.1]을 따른다		0.620
C	증기의 성질에 따른 계수로 부표1에 따른다.(0.4Mpa 미만은 경우 1로 한다.)		1.0
d	목부의 지름		30.0
A	파열판의 최소 개구 면적 또는 입구관의 최소 단면적		706.9

샘플 SAMPLE

AUTONEST VC로 작성 · autonest.co.kr

샘플 계산서(가상 조건 · 일부 쪽 제외) — 실제 설계·제출용 아님