สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงงาน	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูปภาพ	ฌ
ลำดับสัญลักษณ์	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบข่ายของโครงงาน	3
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 ขอบเขตการดำเนินโครงงาน	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	
2.1 สิ่งที่ควรพิจารณาในการออกแบบ (Design Considerations)	6
2.2 สิ่งที่ควรพิจารณาเป็นพิเศษในการออกแบบ (Special Considerations)	7
2.3 Bottom Plates	8
2.4 Annular Bottom Plates	8
2.5 การออกแบบผนัง (Shell Design)	9
2.6 ค่า Stress ที่ยอมรับได้ (Allowable Stress)	10
2.7 วิธีคำนวณหาความหนาของผนัง โดยใช้วิธี 1-Foot Method	11
2.8 ผนังช่องเปิด (Shell Manholes)	13
2.9 ผนัง Nozzles และ Flanges (Shell Nozzle and Flanges)	13

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.10 หลังคาช่องเปิด (Roof Manholes) 21

2.11 Roof Nozzle 21

2.12 Intermediate Wind Girders 24

2.13 หลังคา (Roof) 25

2.14 การเชื่อมต่อ (Joint) 29

2.15 ภาระเนื่องจากแรงลมที่กระทำกับถัง 33

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

การออกแบบถัง

1. Design Conditions 35

2. Shell Plate Calculation under Internal Pressure 36

3. Intermediate Wind Girder 38

4. Roof Plate And Roof Structure Calculation 39

5. ภาระเนื่องจากแรงลมที่กระทำกับถัง (Wind load on tanks) 41

6. Anchor Bolt Calculation 44

7. Bottom Plate Calculation 46

การออกแบบชั้นรองรับ Media

1. Design Conditions 46

2. Beam Calculation 46

3. Grating 49

4. Column 50

งบประมาณ 52

บทที่ 4 สรุป วิจารณ์ และข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการดำเนินงาน 54

4.2 วิจารณ์และข้อเสนอแนะ 59

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	60
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก Detail Drawing	61
ภาคผนวก ข TOC Company's Standard Specifications	70
ภาคผนวก ค การแสดงตาราง	84
ประวัติผู้ทำโครงงาน	90

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1	แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางของถังและความหนา	9
ตารางที่ 2.2	แสดงความหนาของ Annular Bottom Plates	9
ดารางที่ 2.3	แสดง Permissible และ Allowable Stresses	12
ตารางที่ 2.4	แสดงความหนาของ Shell Manhole Cover Plate และ Bolting Flange	14
ตารางที่ 2.5	แสดงขนาดสำหรับ Shell Manhole Neck Thickness	14
ตารางที่ 2.6	แสดงขนาด Bolt Circle Diameter D_b และ Cover Plate Diameter D_c สำหรับ Shell Manhole	14
ตารางที่ 2.7	แสดงขนาดสำหรับ Shell Nozzle	18
ตารางที่ 2.8	แสดงขนาดสำหรับ Shell Nozzle: Pipe, และ Welding Schedules	19
ตารางที่ 2.9	แสดงขนาดสำหรับ Shell Nozzle Flanges	20
ตารางที่ 2.10	แสดงขนาดสำหรับ Roof Manholes	23
ตารางที่ 2.11	แสดงขนาดสำหรับ Flanged Roof Nozzles	23
ตารางที่ 2.12	แสดงค่าความหนาของแผ่นผนังและขนาดของรอยเชื่อม	30
ตารางที่ 4.1	สรุปการออกแบบผนังและแผ่นพื้นตามมาตรฐาน API 650	54
ตารางที่ 4.2	สรุปการออกแบบ Intermediate Wind Girder ตามมาตรฐาน API 650	55
ตารางที่ 4.3	สรุปการออกแบบหลังคา ตามมาตรฐาน API 650	55
ตารางที่ 4.4	สรุปการตรวจสอบการพลิกคว่ำของถัง Biofilter ตามมาตรฐาน API 650	56
ตารางที่ 4.5	สรุปการตรวจสอบการสไลด์ของถัง Biofilter ตามมาตรฐาน API 650	56
ตารางที่ 4.6	สรุปการออกแบบ Anchor Bolt ตามมาตรฐาน API 650	57
ตารางที่ 4.7	สรุปการออกแบบชั้นรองรับ Media	57
ตารางที่ 4.8	สรุปการออกแบบ Grating	58
ตารางที่ 4.9	สรุปการออกแบบ Column	58

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1	แสดงถัง Biofilter	6
รูปที่ 2.2A	Shell Manhole	15
รูปที่ 2.2B	แสดงรายละเอียดของ Shell Manhole และ Nozzle	16
รูปที่ 2.3	แสดง Shell Nozzle	17
รูปที่ 2.4	แสดง Shell Nozzle and Flanges	21
รูปที่ 2.5	แสดงหลังคาช่องเปิด (Roof Manholes)	22
รูปที่ 2.6	แสดง Flanged Roof Nozzles	24
รูปที่ 2.7	แสดง Participating Area	28
รูปที่ 2.8	แสดงการเชื่อมผนังถังในแนวตั้ง (Typical Vertical Shell Joints)	31
รูปที่ 2.9	แสดงการเชื่อมผนังถังในแนวนอน (Typical Horizontal Shell Joints)	31
รูปที่ 2.10	แสดงการเชื่อมของแผ่นหลังคาและพื้น (Typical Roof and Bottom Joints)	32

ลำดับสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
บทที่ 1		
API 650	American Petroleum Institute (API STANDARD 650)	
Biofilter	เทคโนโลยีที่ใช้ในการกำจัด VOCs (ในที่นี้หมายถึง Butadiene, Ethyl Acetate, Methyl Acetate, Vinyl Acetate) โดยกระบวนการทางชีวภาพ (ใช้ aerobic bacteria) ในการย่อยสลายและให้ผลิตผลเป็น CO_2 และ O_2	
ESLs	Effects Screening Levels ระดับความเข้มข้นของสารเคมีที่ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ	
Odor Thresholds	ระดับความเข้มข้นต่ำที่สุดที่มนุษย์สามารถได้กลิ่น	
VOCs	Volatile Organic Compound ของเหลวหรือของแข็งที่ประกอบไปด้วยธาตุ C สร้างพันธะกับ ธาตุ C และรวมทั้งธาตุ C สร้างพันธะกับ H, Nหรือ S และสามารถระเหยสู่บรรยากาศได้	
บทที่ 2		
Anchor bolt	ยึดติดกับฐานรากถัง	
Annular Plates	แผ่นพื้นในรัศมีวงนอกสุด	
Allowable Stress	ค่า Stress ที่ยอมรับได้	
CA	ค่าความเผื่อการกัดกร่อน	
D	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางถัง	m
d	เส้นผ่านศูนย์กลางของ Anchor bolt circle	m
Dead Load	ผลรวมของภาระจากน้ำหนัก	kg
G	ความถ่วงจำเพาะของของเหลวในถัง	
H	ระดับสูงสุดของของเหลวในถัง	m

ลำดับสัญลักษณ์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
H_1	ความสูงระหว่าง Intermediate wind girders กับ Top Angle ของผนังถัง	m
Hydrostatic test	การทดสอบด้วยความดันน้ำ	
Live Load	ภาระจากแรงภายนอก	N
M	Overturning moment	N-m
N	จำนวนของ Anchor bolt ที่ใช้	
Overturning stability	เสถียรภาพของถังที่จะไม่เกิดการพลิกคว่ำ	
Self-Supporting - cone roof	หลังคาถังรูปทรงกรวย ซึ่งถูกรองรับด้วยผนังของถังเอง	
S_d	ค่า Allowable stress สำหรับการออกแบบ	MPa
S_t	ค่า allowable stress สำหรับ Hydrostatic test	MPa
t	ความหนาของผนังส่วนบนของถัง	mm
t_{actual}	ความหนาของผนังถังในแต่ละแผ่น ซึ่งมีขนาด	mm
t_b	ความหนาของ Annular Plates	mm
t_B	ค่าแรงดึงที่กระทำบน Anchor bolt	N
t_d	ความหนาของผนังในการออกแบบ	mm
t_t	ความหนาของผนังสำหรับการทดสอบ Hydrostatic test	mm
$t_{uniform}$	ความหนาของผนังส่วนบนของถังความหนาต่างๆ กัน	mm
V	ความเร็วลมอื่นใด ที่ระบุโดยผู้ซื้อ	km/hr
W	Actual width of each shell course	mm
W_{tr}	Transposed width of each shell course	mm
θ	มุมของหลังคาวัดจากแนวระดับ	องศา

ลำดับสัญลักษณ์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
บทที่ 3		
A	พื้นที่หน้าตัด	mm^2
C_D	Drag Coefficient	
d	เส้นผ่านศูนย์กลางของ Anchor bolt circle	m
D_o	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางถัง	m
F_W	แรงสไลด์เนื่องจากแรงลม	kg
Grating	แผ่นพื้นตะแกรง	
Hn	Operating liquid level	mm
H_m	ความสูงของถัง	m
L	ความยาวคาน	mm
$M_{s,max}$	Maximum Shear Force	kg
N	จำนวนของ Anchor bolt ที่ใช้	
Participating Area	พื้นที่ที่เป็นจุดเชื่อมต่อหลังคากับผนัง	mm^2
R_C	รัศมีภายในของถัง	mm
R_{fw}	แรงต้านการสไลด์เนื่องจากความเสียดทาน	kg
R_W	Dead-load resisting moment	kg.m
R_2	ความยาวของเส้นตั้งฉากกับหลังคา โดยวัดจากขอบของหลังคาไปจนถึงจุดที่ตัดกับเส้นผ่านศูนย์กลางถัง	mm
t_b	ความหนาของแผ่นพื้นถังลบด้วยค่าความเผื่อการกัดกร่อน	m
t_B	ค่าแรงดึงที่กระทำบน Anchor bolt	N
t_h	ความหนาของหลังคาลบด้วยค่าความเผื่อการกัดกร่อน	mm
t_S	ความหนาของผนังถังลบด้วยค่าความเผื่อการกัดกร่อน	mm
w	แรงกระทำบนคานต่อหน่วยความยาว	kg/m
W	น้ำหนักของผนังถัง (โดยคิดที่ความหนาผนังที่ยังไม่รวมค่าความเผื่อการกัดกร่อน) บวกด้วยน้ำหนักที่ผนังของถังรองรับอยู่ (น้ำหนักหลังคาถัง) ลบด้วยแรงยกที่เกิดจากความดันภายในถังขณะใช้งาน	kg

ลำดับสัญลักษณ์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
W_h	ความกว้างมากที่สุดของ Participating roof	mm
W_C	ความกว้างมากที่สุดของ Participating shell	mm
Wind load on tanks	ภาระเนื่องจากแรงลมที่กระทำกับถัง	
x	ระยะใดๆ ตามแนวตาน	
ρ	ความหนาแน่นของเหล็ก	kg/m^3
ρ_b	Maximum Bending Stress	kg/m^2
ρs	Maximum Shear Stress	kg/m^2
$\frac{1}{2}\rho V^2$	แรงดันลม	kg/m^2