

บทที่ 2

ทฤษฎีพื้นฐาน

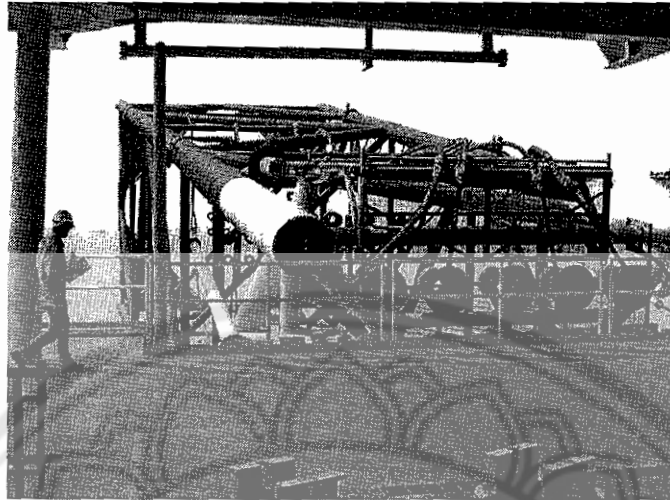
ในการวางแผนเพื่อการติดตั้งขแท่นขุดเจาะ จะต้องมีการเลือกใช้สลิ้งและขอเกี่ยวที่เหมาะสม รวมถึงเข้าใจพื้นฐานการกิดคำนวณต่างๆ เพื่อทำให้การทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในบทนี้จะกล่าวถึงชนิดของสลิ้ง และ ขอเกี่ยว รวมทั้งทฤษฎีที่เป็นประโยชน์ต่อการทำความเข้าใจการคำนวณต่างๆ เช่น จุดศูนย์ถ่วง (COG)

2.1 แท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ (Platform)

แท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ (Platform) แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ตามรูปแบบของการติดตั้ง คือ Fixed Platform และ Processing & floating storage offloading Platform (PFSO) บริษัท CUEL จะทำการติดตั้งในส่วนของ Fixed Platform จึงควรศึกษารายละเอียดก่อนเพื่อความเข้าใจ ดังจะกล่าวต่อไป ส่วน Processing & floating storage offloading Platform (PFSO) จะเป็นแท่นขุดเจาะลักษณะคล้ายเรือขุดเจาะน้ำมันและไม่มีขาตั้งแท่นขุดเจาะ(jacket)

2.1.1 Fixed Platform ประกอบด้วยโครงสร้างหลัก 2 ส่วนหลัก คือ Jacket และ(Deck)Topside ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. Jacket เป็นขาตั้งหลักที่มีลักษณะโครงสร้างเป็น 3 มิติ (Truss Structure) โดยโครงสร้างหลักส่วนนี้จะจมอยู่ใต้ทะเลทั้งหมด และวางอยู่บนพื้นทะเลที่เป็นทรายหรือโคลน เพื่อให้มีการติดตั้งไว้อย่างมั่นคงกับพื้นทะเลดังรูปที่ 2.1 รูปขาตั้งแท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ(Jacket) จึงต้องตอกเสาเข็ม (Piles) ต่อจาก jacket ให้ลึกลงไปจากพื้นทะเลอีก จนกว่าจะถึงชั้นดินดานหรือชั้นดินแข็ง และมั่นใจว่าjacket นั้น มีความแข็งแรงพอ ที่จะรับน้ำหนักของโครงสร้าง และอุปกรณ์ต่างๆ ที่วางไว้อยู่ข้างบน คือ บน (Deck) topside ทั้งหมดได้ โดยเฉลี่ยแล้ว jacket มีน้ำหนัก 35-9,990 ตัน ถ้าจมอยู่ใต้น้ำลึก 8-138 เมตร



รูปที่ 2.1 ขาดังแท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ(Jacket)

2. **Riser** เป็นโครงสร้างเหล็กส่วนบนจาก jacket ดังภาพที่ 2.1 ที่โผล่พ้นน้ำขึ้นมา เป็นโครงสร้างที่อยู่ระหว่าง jacket กับ topside โดยทั่วไป riser จะมีความสูงเฉลี่ย ประมาณ 10 เมตร แต่อย่างไรก็ตาม ความสูงของ riser จะเป็นเท่าใดนั้น ก็ขึ้นอยู่กับความสูงของคลื่นในบริเวณที่ Platform นั้น ตั้งอยู่ คือ riser ต้องสูงพ้นระดับคลื่นสูงสุดเท่าที่เคยมีการวัดได้ในอดีต

3. ชนิดของ **Fix Platform** แบ่งตามลักษณะโครงสร้างของ jacket (ตามจำนวนขาของ jacket) คือ

- แบบสามขา (Vent, single/small (3 cond.) jacket & riser)
- แบบสี่ขาตอกเสาเข็ม (4 legs, conventional piles)
- แบบสี่ขาตอกเสาเข็มแบบ Skirt (4 legs with skirt piles)
- แบบมากกว่าสี่ขาตอกเสาเข็ม (more than 4 legs , conventional piles)
- แบบสี่ขาตอกเสาเข็มแบบ Skirt (more than 4 legs , with skirt piles) เป็นต้น

2. **Topside (Deck)** เป็นส่วนที่ติดตั้งอยู่ด้านบนของ jacket เหนือ riser เพื่อใช้เป็นพื้นที่สำหรับการวางอุปกรณ์ เครื่องจักร เครื่องยนต์ เครื่องกล ฯลฯ ที่จำเป็น เพื่อใช้สำหรับการดำเนินงานต่างๆ ในการผลิตปิโตรเลียม โดยอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านั้น ที่นำมาติดตั้งบน topside ก็แยกประเภทตามลักษณะของการใช้งาน ทำให้สามารถแบ่ง Platform ออกเป็นชนิดต่างๆตามลักษณะการใช้งานได้ดังนี้

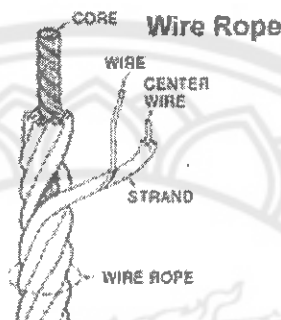
- แท่นหลุมผลิต (Wellhead Platform ,production Platform) ที่จะมีการติดตั้งอุปกรณ์การผลิตต่างๆ เหนือหลุมผลิต ในพื้นที่ผลิตต่างๆ จะมี wellhead Platform จำนวนเท่าใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับปริมาณสำรองปิโตรเลียม

แท่นกลางเพื่อกระบวนการผลิตและแยกปิโตรเลียม (Processing Platform) ที่ จะมีการติดตั้งอุปกรณ์แยก น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ สารปรอท สิ่งปนเปื้อนที่ ไม่ต้องการ ฯลฯ ก่อนส่ง ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซธรรมชาติเหลว และ/หรือน้ำมันดิบ เข้าสู่ขบวนการส่งต่อไป นอกจากนี้มีการติดตั้งอุปกรณ์ทางวิศวกรรมปิโตรเลียมอื่นๆที่จำเป็นต่อการprocess

- แท่นที่พักอาศัย (Living quarter Platform) ที่จะมีการติดตั้งที่พัก และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ ที่จำเป็นแก่การพักอาศัย เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถอยู่อาศัยได้ขณะทำงานอยู่ในพื้นที่ผลิตปิโตรเลียมนั้นๆ
- แท่นชุมทางท่อ (Raiser Platform) เป็นแท่นที่ใช้รวบรวมปิโตรเลียมที่ผลิตได้จาก wellhead Platform ย่อยๆ ทั้งหลายที่อยู่ในแหล่ง (บริเวณ/พื้นที่) ปิโตรเลียมเดียวกัน ที่จะมีการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อรวบรวมปิโตรเลียมจากแท่นผลิตย่อยเพื่อส่งไปเข้าสู่ขบวนการผลิตและแยกปิโตรเลียมที่ processingPlatformต่อไป
- แท่นเผาก๊าซทิ้ง (Flare Platform) เมื่อมีก๊าซที่ไม่ต้องการเกิดขึ้น ก็ต้องเผาทิ้งไป โดยทั่วไป Platform แบบนี้ มักจะมีขนาดเล็ก และมีเพียง 3 ขา เพราะ jacket ไม่ต้องรองรับน้ำหนัก ที่อยู่บน topside มากนัก มีการติดตั้งเพียงอุปกรณ์เพื่อรวบรวมก๊าซ และอุปกรณ์อื่น ๆ เท่าที่จำเป็น เท่านั้น
- แท่นเพิ่มแรงดัน (Compression Platform) เมื่อก๊าซที่ผลิตได้มีแรงดันลดลง ก็ต้องมีการเพิ่มแรงดัน โดยใช้ compressor เพื่อให้ก๊าซที่ผลิตได้ สามารถเดินทางเข้าสู่ท่อเพื่อเดินทางต่อไปจนถึงจุดรับก๊าซเพื่อการลำได้ จึงมีขบวนการเพิ่มแรงดันบน Platform นี้ อุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งก็ต้องใช้เพื่อการนี้

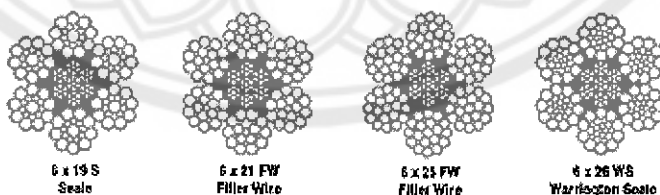
2.2 สลิง (Slings)

ในการเลือกใช้สลิงต้องคำนึงถึงโครงสร้างและความสามารถในการรับแรงของสลิงแต่ละประเภท ในการติดตั้งครั้งนี้เลือกใช้สลิงแบบ wire rope sling สลิงชนิดนี้จะแข็งแรงและทนทาน พิจารณาได้จากโครงสร้างภายในดังภาพดังนี้ ภาพที่ 2.2 แสดงส่วนประกอบของ wire rope sling

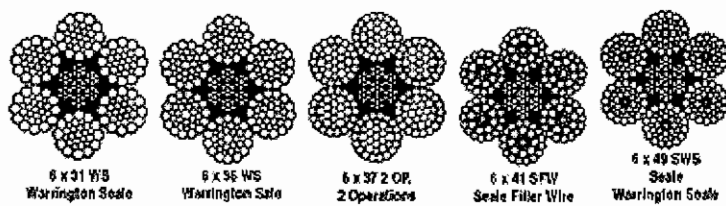


รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างส่วนประกอบของ wire rope sling

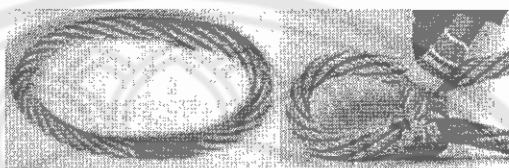
สลิงแบบนี้โดยมากจะถูกพันด้วยลวดสลิง 6 เส้นหรือ 7 เส้นรอบแกนกลาง (core) และมีลวดสลิงอยู่ด้านในแต่ละเส้น อีกแล้วแต่การจัดกลุ่ม (Classification) ดังแสดงในรูปที่ 2.2 รูปแสดงโครงสร้างภายในของ wire rope sling Class 6 และ 7 ดังรูปที่ 2.3 และ 2.4 ซึ่งเป็นรูปแสดงโครงสร้างภายในของแต่ละกลุ่ม (Class) แบ่งตามจำนวนลวดสลิงที่พันรอบแกนกลาง (Core) และจำนวนที่ตามหลังเครื่องหมายคุณ จะเป็นจำนวนลวดสลิงที่อยู่ภายในแต่ละเส้น (wire) ซึ่งแตกต่างกันแล้วแต่การจัดกลุ่ม (Classification) โดยสลิงแบบ wire rope เมื่อนำมาพันเป็นวงจะถูกเรียกว่า Grommet sling โดยความสามารถในการรับน้ำหนักจะมากขึ้นเป็นสองเท่าเพราะว่าการทบสลิงสองรอบ จึงถูกนำมาใช้ในโครงการนี้ดังจะกล่าวในหัวข้อถัดไป



รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างภายในของ wire rope sling Class 6



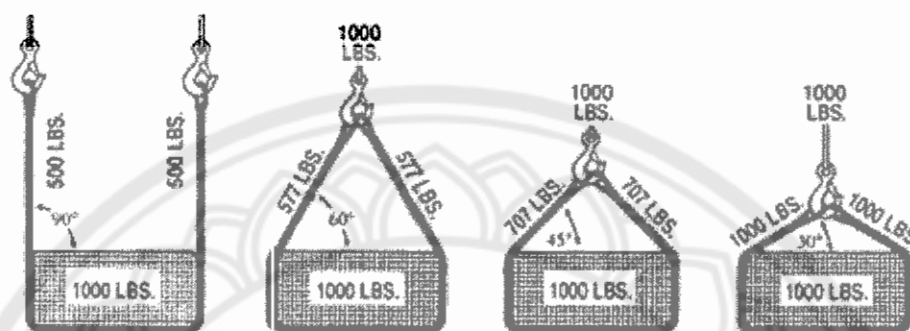
รูปที่ 2.4 แสดง โครงสร้างภายในของ wire rope sling Class7



รูปที่ 2.5 รูปแสดงสลิงแบบ Grommet

2.3 การจัดวางสลิง (Basic Sling Hitches and their effect on working load)

ในการจัดวางสลิงเพื่อใช้ในการยกชิ้นงานไปติดตั้งนั้น มุมของสลิงในการยกจะมีผลต่อปริมาณน้ำหนักที่รับได้เป็นอย่างมาก ดังแสดงในรูปที่ 2.6 แสดงมุมการยกที่มีผลต่อการรับน้ำหนัก



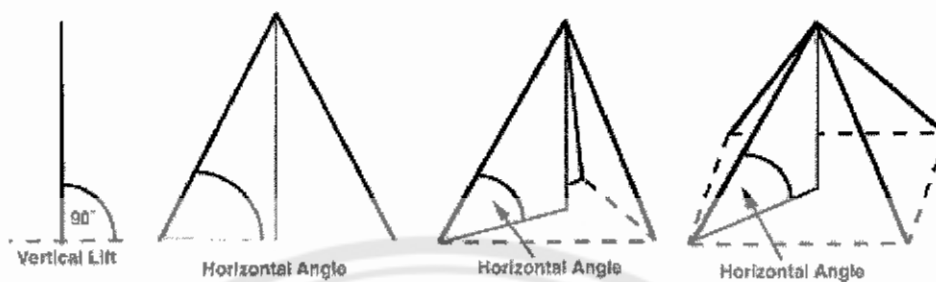
รูปที่ 2.6 ภาพแสดงมุมการยกที่มีผลต่อการรับน้ำหนัก

จากภาพจะเห็นว่า การจัดวางสลิงในแนวตั้งฉาก 90 องศา นั้นสามารถรับแรงได้มากที่สุด แต่ในสภาพความจริงแล้วถ้าทำการยกในแนว 90 องศา จะต้องใช้จุดยกสองจุด ซึ่งทำได้ยากในการติดตั้งนอกชายฝั่ง เพราะต้องใช้เครนซึ่งมักผูกเชื่อมด้วยสลิงเพียงเส้นเดียว จึงได้พิจารณาแบบการยกแบบจุดเดียว พบว่าการยกที่มุม 60 องศา จะทำให้สลิงสามารถรับแรงได้มากที่สุดถึง 80 % รวมถึงได้ความยาวสลิงที่เหมาะสมไม่สั้นหรือยาวเกินไป ดังรูปที่ 2.7 แสดงการวัดองศาของการติดตั้งสลิงแบบยกจุดเดียว และในแต่ละมุมการยกสามารถคำนวณความสามารถในการรับแรงของสลิงได้ดังตารางแสดงค่าตัวประกอบของมุมการยก ดังตารางที่ 2.1 ตารางแสดงองศาการยกของสลิง และ ค่าตัวประกอบมุมยกของสลิง

สามารถแทนได้ด้วยสมการดังต่อไปนี้ดังสมการที่ 1.1

$$WS = W \times n \times SF \quad (1.1)$$

เมื่อ W = น้ำหนักชิ้นงาน
 N = จำนวนสลิง
 SF = ค่าตัวประกอบมุมยกของสลิง
 WS = น้ำหนักที่สลิงสามารถรับได้



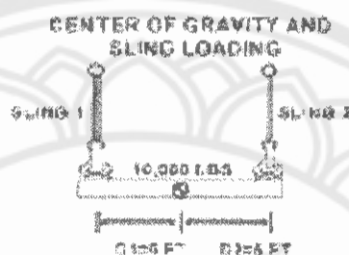
รูปที่ 2.7 การวัดองศาของการติดตั้งสลิ้งแบบขลุ่ยเดี่ยว

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลองศาการยกของสลิ้ง และ ค่าตัวประกอบมุมยกของสลิ้ง

องศาการยกของสลิ้ง	ค่าตัวประกอบ มุมยกของสลิ้ง
90	1.00
85	0.996
80	0.985
75	0.996
70	0.940
65	0.906
60	0.866
55	0.819
50	0.766
45	0.707
40	0.643
35	0.574
30	0.500

2.4 จุดศูนย์ถ่วง(Center of Gravity)

การรับแรงของสลิงที่ยกชิ้นงานที่มีจุดศูนย์ถ่วงอยู่ตรงกลางดังรูปที่ 2.8 นั้นจะทำให้การรับแรงของสลิงทั้งสองมีค่าเท่ากัน แต่ในกรณีที่จุดศูนย์ถ่วงของชิ้นงานไม่ได้อยู่ตรงกลางดังแสดงในภาพที่ 2.8 ซึ่งแสดงการยกโดยใช้สลิงกับวัตถุที่มีจุดศูนย์ถ่วงไม่อยู่ตรงกลาง



รูปที่ 2.8 การยกโดยใช้สลิงกับวัตถุที่มีจุดศูนย์ถ่วงอยู่ตรงกลาง

รูปที่ 2.9 แสดงการที่จุดศูนย์ถ่วงของวัตถุไม่ได้อยู่ตรงกลางชิ้นงานทำให้สลิงทั้งสองรับน้ำหนักได้ไม่เท่ากันโดยสามารถคำนวณความสามารถในการรับน้ำหนักของสลิงได้ดังสมการที่ 1.2

สามารถแทนได้ด้วยสมการดังต่อไปนี้ดังสมการที่ 1.2

$$WS = (W \times L) / L_{total} \quad (1.2)$$

เมื่อ W = น้ำหนักชิ้นงาน
 L = ระยะจากจุดศูนย์ถ่วงไปยังสลิง
 L_{total} = ความยาวรวม
 WS = น้ำหนักที่สลิงสามารถรับได้



รูปที่ 2.9 การยกโดยใช้สลิงกับวัตถุที่มีจุดศูนย์ถ่วงไม่ได้อยู่ตรงกลาง

2.5 ขอเกี่ยว (Shackle)

ขอเกี่ยว (Shackle) มีลักษณะเป็นรูปตัวยู จัดด้วย bolt หรือ pin ในโครงงานนี้นำมาใช้เกี่ยวสลิงกับสลิง และเกี่ยวสลิงกับขอยกของเครนและ Turnion ชนิดของขอเกี่ยวมีหลายชนิดดังต่อไปนี้

- Pin Shackle
- Threaded Shackle

Mousins

Galvanic Corrosion

- Snap Shackle
- D-Shackle
- Headboard Shackle
- Twist Shackle
- Bow Shackle

ในโครงงานนี้เลือกใช้ ขอเกี่ยว(shackle) แบบ Pin ดังแสดงในรูปที่ 2.10 ซึ่งเป็นขอเกี่ยว (Shackle) แบบ Pin ใช้ในการยกชิ้นงานต่างๆ สามารถรับแรงได้ดี และในโครงงานนี้ใช้ ขอเกี่ยว (shackle) ของบริษัท Green Pin แบบ Heavy duty เพราะเป็นงานที่ต้องรับน้ำหนักมาก ในโครงงานนี้เลือกใช้ขอเกี่ยวที่สามารถรับน้ำหนักได้สูงสุด 300 ตัน



รูปที่ 2.10 ขอเกี่ยว(Shackle) แบบ Pin