บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้ศึกษาการเลือกใช้โครงหลังคาแบบโครงข้อแข็งสามมิติ (Space Rigid Frame) และ โครงสร้างหลังคาแบบโครงถักหรือโครงข้อหมุน (Steel Truss) ที่มีขนาดของอาคารเท่ากันทั้ง 2 แบบ พื้นที่ก่อสร้างอยู่ในพื้นที่เดียวกัน ระยะเวลาในการก่อสร้างใกล้เคียงกัน โดยมีแนวคิด ทฤษฎีที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ดังนี้

1) ส่วนประกอบต่างๆของโครงหลังคา ทั้ง 2 ชนิด ที่จะนำมาหาค่าน้ำหนักของเหล็กที่นำมาใช้เปรียบเทียบกันต่อตารางเมตร

2) ความสามารถในการกำหนดรูปแบบโครงหลังคาทั้ง 2 ชนิด

3) ระยะเวลาในการผลิตและการขนส่ง รวมไปถึงการติดตั้ง

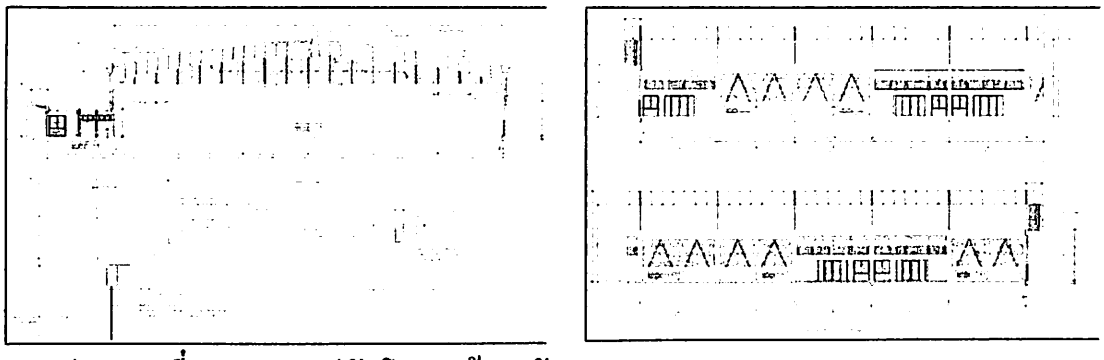
4) ราคากลาง ของวัสดุและแรงงานในการก่อสร้าง

5) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6) สรุปแนวคิดและทฤษฎี

1. ส่วนประกอบต่างๆ ของโครงหลังคาทั้ง 2 ชนิด

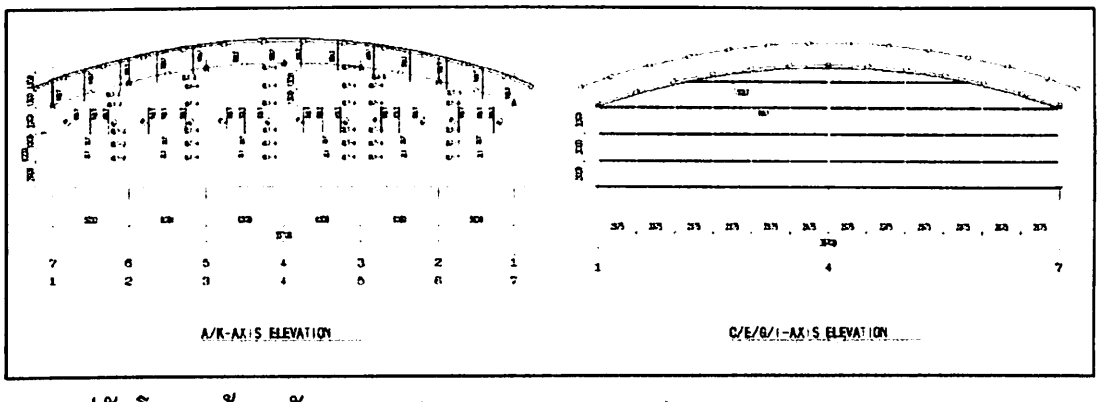
โครงหลังคาอาคารคลังสินค้าโดยทั่วไป จะเป็นมักจะเป็นโครงสร้างหลังคาเป็นแบบโครงถัก หรือโครงข้อหมุน (Steel Truss) ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบ และความต้องการของเจ้าของอาคาร ส่วนใหญ่จะยังไม่มีผู้ที่ให้ความสนใจออกแบบโครงหลังคาเป็นแบบโครงข้อแข็งสามมิติ (Space Rigid Frame) และการออกแบบโครงหลังคาทั้ง 2 ชนิด มีความแตกต่างกันที่สามารถแยกตามแบบของโครงสร้างหลังคาได้ ดังนี้



ภาพประกอบที่ 2.1 แบบรูปตัดโครงสร้างหลังคาแบบ (SteelTruss)

ที่มา : บริษัท พรอสเพค ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด

ภาพประกอบที่ 2.2

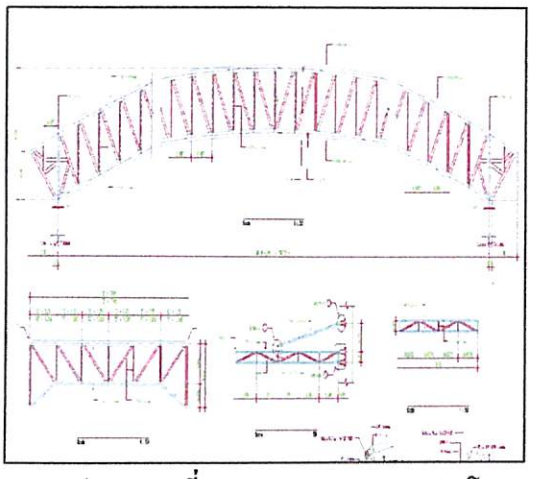


แบบรูปตัดโครงสร้างหลังคาแบบ (Space Rigid Frame)

ที่มา : XTI Enterprise Co.,Ltd.

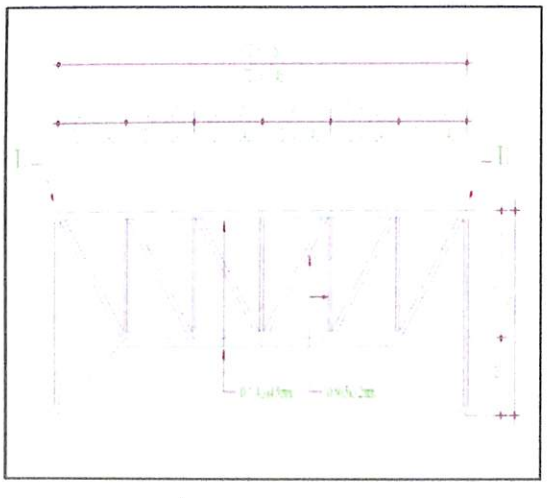
ส่วนประกอบหลักของโครงสร้างหลังคา เป็นแบบโครงถักหรือโครงข้อหมุน (Steel Truss) จะประกอบไปด้วย

1.1 Main Truss หรือ T1 เป็นโครงสร้างที่ประกอบกันขึ้นมาจากชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบขนาดสั้นและตรง จำนวนมากยึดต่อกันที่ข้อหมุน (Hinged point) ต่อกันเป็นรูปสามเหลี่ยมยึดโยงกันเป็นโครงสร้างโครงถักตัวหนึ่ง ที่ทำหน้าที่เป็นจันทันรับแป

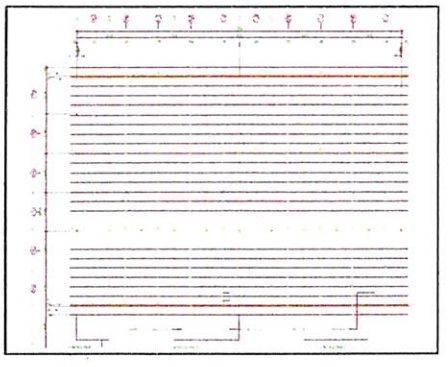


ภาพประกอบที่ 2.3 แบบขยาย T1 โครงสร้างหลังคาแบบ (Steel Truss)
ที่มา : บริษัท พรอสเพค ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด

1.2 Second Truss หรือ T2 เป็นโครงสร้างที่ประกอบกันขึ้นมาจากชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบขนาดสั้นและตรง เช่นเดียวกันกับ T1 แต่ลักษณะของการใช้งานจะแตกต่างจาก T1 ส่วน T2 จะทำหน้าเป็นขื่อยึดติดกับหัวเสาและยึดระหว่าง T1 แต่ละช่วง



ภาพประกอบที่ 2.4 แบบขยาย T2 โครงสร้างหลังคาแบบ (Steel Truss)
ที่มา : บริษัท พรอสเพค ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด

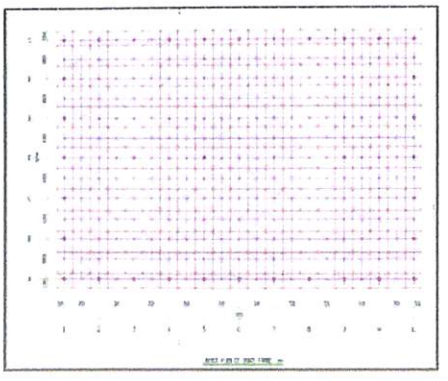


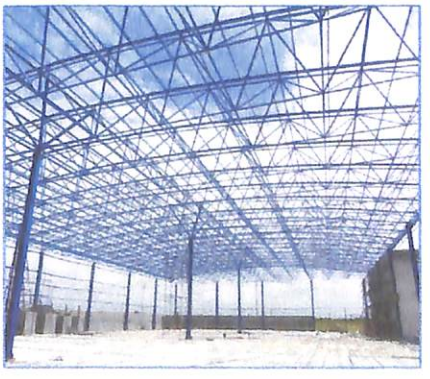
ภาพประกอบที่ 2.5 แบบแป โครงสร้างหลังคาแบบ (Steel Truss)
ที่มา : บริษัท พรอสเพค ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด

1.1 Purlin หรือ แป เป็นโครงสร้างที่รับวัสดุมุงหลังคา

ส่วนประกอบหลักของโครงสร้างหลังคา เป็นแบบโครงข้อแข็งสามมิติ (Space Rigid Frame) จะประกอบไปด้วย

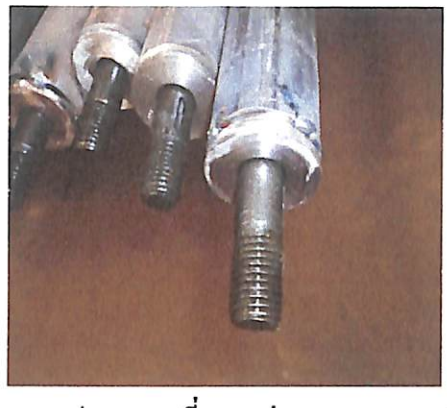
1.1 Member คือชิ้นส่วนเชิงเส้น (linear element) ทำจากท่อโลหะเป็นชนิดทนแรงดึงสูง (High Tensile Steel) ทำการผลิตด้วยวิธีการรีดเย็นที่ปลายของท่อ จะถูกยึดติดด้วยท่อโลหะรูปกรวยหรือแผ่นที่ใช้ยึดติดปลายท่อ โดยการเชื่อมแบบพิเศษด้วยเครื่องเชื่อมอัตโนมัติและเชื่อมแบบ (Mig Fillet) เพื่อรักษาความทนต่อแรงที่มากระทำของท่อโลหะ นำมาต่อปลายเข้ากันให้เกิดเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีความมั่นคง การกระจายน้ำหนักจะกระจายออกไปในชิ้นส่วนต่างๆ (กิติพงศ์ พลจันทร์ และ ทัต สัจจะวาที 2548 : 198) ชิ้นส่วนของโครงข้อแข็งสามมิติ มีลักษณะเป็นท่อเหล็กกลมปลายทั้ง 2 ข้างจะมี Bolt , Nut ใช้สำหรับยึดชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน





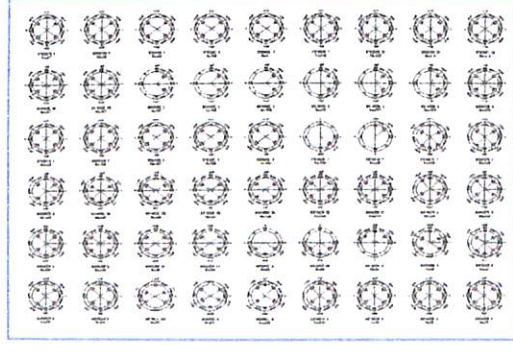
ภาพประกอบที่ 2.6 แบบแสดงชิ้นส่วนที่เป็น (Member ใน Space Rigid Frame)

ที่มา : บริษัท พรีม่าโกลบอลลิงค์ จำกัด

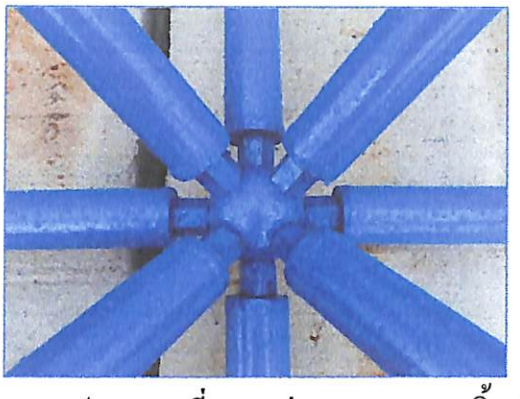


ภาพประกอบที่2.6 (ต่อ) แบบแสดงชิ้นส่วนที่เป็น (Member ใน Space Rigid Frame) ที่มา : บริษัท พรีม่าโกลบอลลิงค์ จำกัด

1.1 Bolted Sphere Node หรือ อุปกรณ์ในการยึดชิ้นส่วนของ Member ทุกชิ้นให้ยึดติดกันด้วยการต่อแบบขันเกลียว ชิ้นส่วนของโครงข้อแข็งสามมิติ มีลักษณะเป็นลูกบอลกลม ขึ้นรูปด้วยการตีอัด (Forging) เพื่อทำลายรูพรุนของเนื้อโลหะซึ่งการขึ้นรูปของ Bolted Sphere Node จะใช้วิธีการขึ้นรูปแบบอื่น เช่นการหล่อ หรือการฉีดไม่ได้เพราะจะมีช่องว่างอยู่ในเนื้อโลหะซึ่งจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของรูปทรงขณะที่ต้องรับและถ่านน้ำหนักมากๆ แล้วเจาะรูกลึงเกลียวตำแหน่งของรูขึ้นอยู่กับการออกแบบ

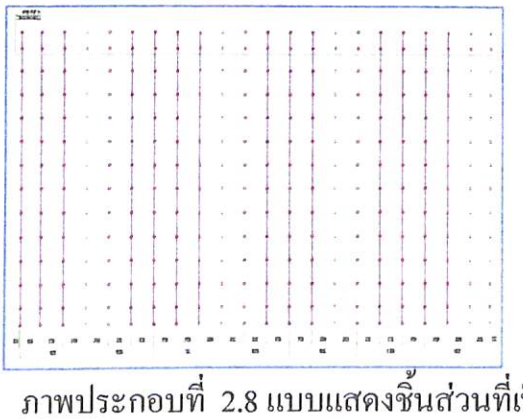


ภาพประกอบที่ 2.7 แบบแสดงชิ้นส่วนที่เป็น (Bolted Sphere Nodใน SpaceRigid Frame) ที่มา : บริษัท พรีม่าโกลบอลลิงค์ จำกัด



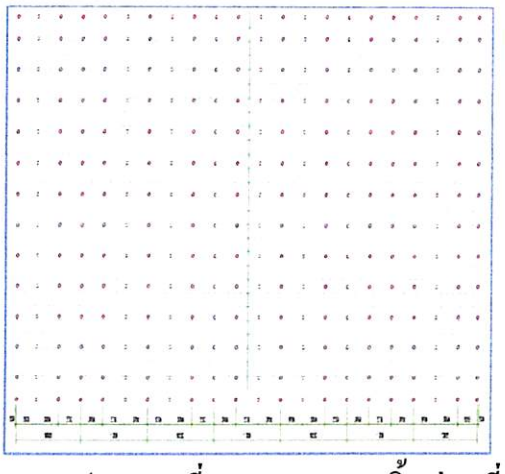
ภาพประกอบที่ 2.7 (ต่อ) แบบแสดงชิ้นส่วนที่เป็น (Bolted Sphere Nodใน SpaceRigid Frame) ที่มา : บริษัท พรีม่าโกลบอลลิงค์ จำกัด

1. Purlin ในแบบของโครงข้อแข็งสามมิติ (Space Rigid Frame) จะหมายถึง จันทันที่รับแป ที่เป็นตัวถ่ายน้ำหนักไปยัง Member มีลักษณะเป็นเหล็กรูปพรรณ (C Channel) ขนาด 200x70x20x3.2 เคลือบสังกะสีในโครงการนี้มีการทำสีเพิ่ม



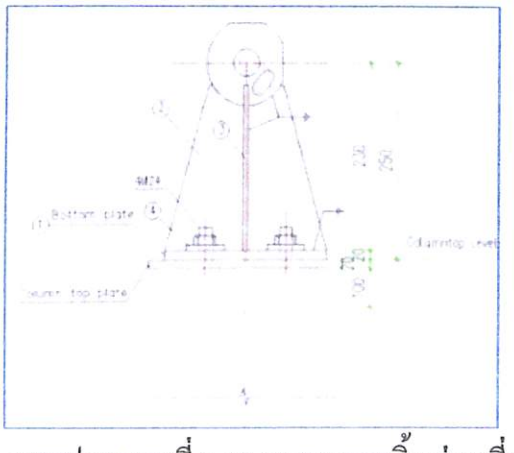
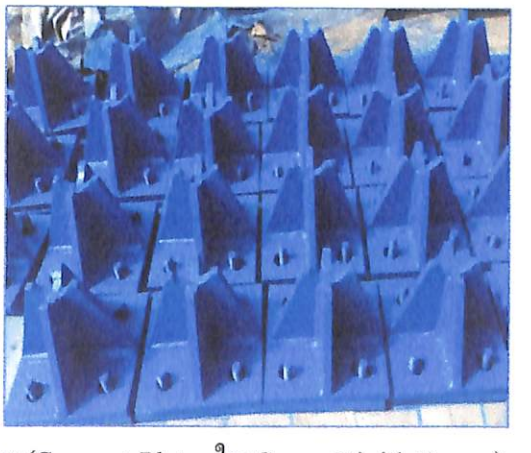
ภาพประกอบที่ 2.8 แบบแสดงชิ้นส่วนที่เป็น (Purlin ใน Space Rigid Frame) ที่มา : บริษัท พรีม่าโกลบอลลิงค์ จำกัด

2. Second Purlin หรือ แป เป็นโครงสร้างที่รับวัสดุมุงหลังคา มีลักษณะเป็นเหล็กตัวซี (C Channel) ขนาด 100x50x20x2.3 เคลือบสังกะสี



ภาพประกอบที่ 2.9 แบบแสดงชิ้นส่วนที่เป็น (Second Purlin ใน Space Rigid)
ที่มา : บริษัท พรีม่าโกลบอลลิงค์ จำกัด

1.2 Support Plate เป็นส่วนที่รับชิ้นส่วนโครงข้อแข็งที่หัวเสา

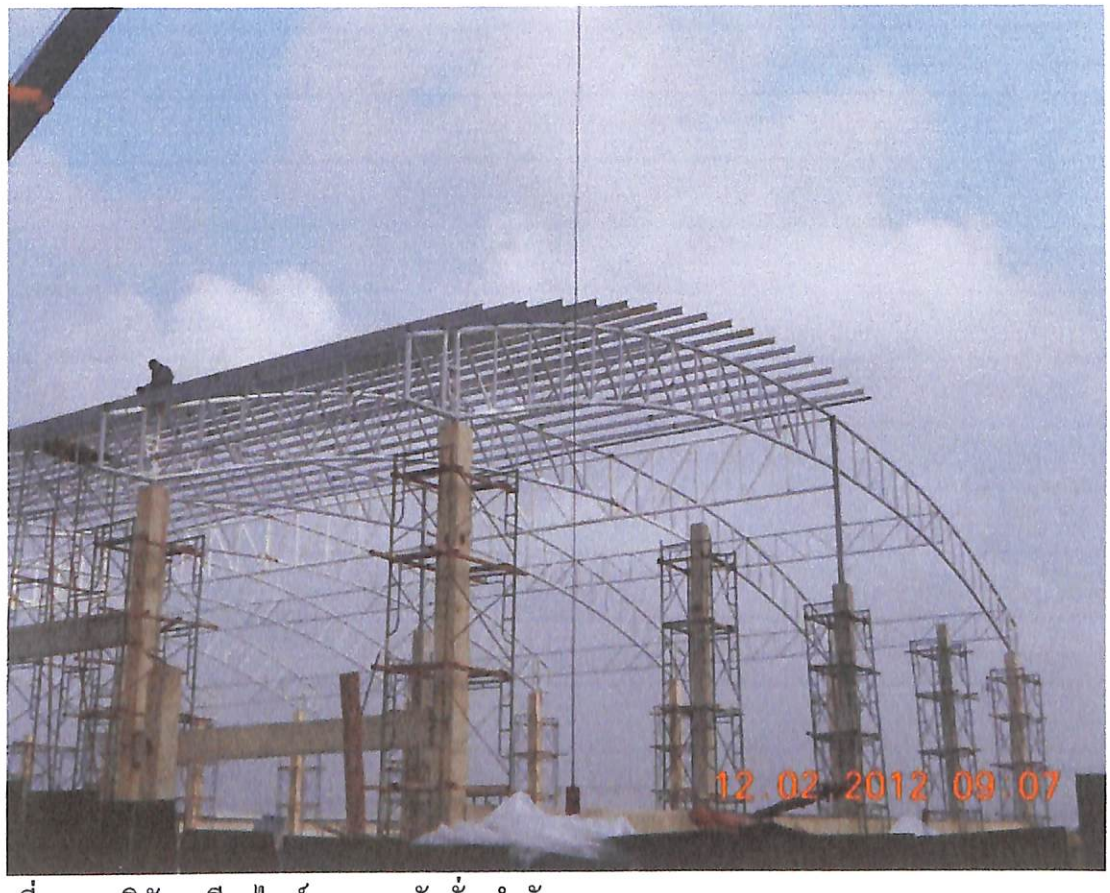



ภาพประกอบที่ 2.10 แบบแสดงชิ้นส่วนที่เป็น (Support Plate ใน Space Rigid Frame)
ที่มา : บริษัท พรีม่าโกลบอลลิงค์ จำกัด

2. รูปแบบโครงหลังคาทั้ง 2 ชนิด

แบบที่ 1 โครงหลังคาแบบโครงถักหรือโครงข้อหมุน (Steel Truss)

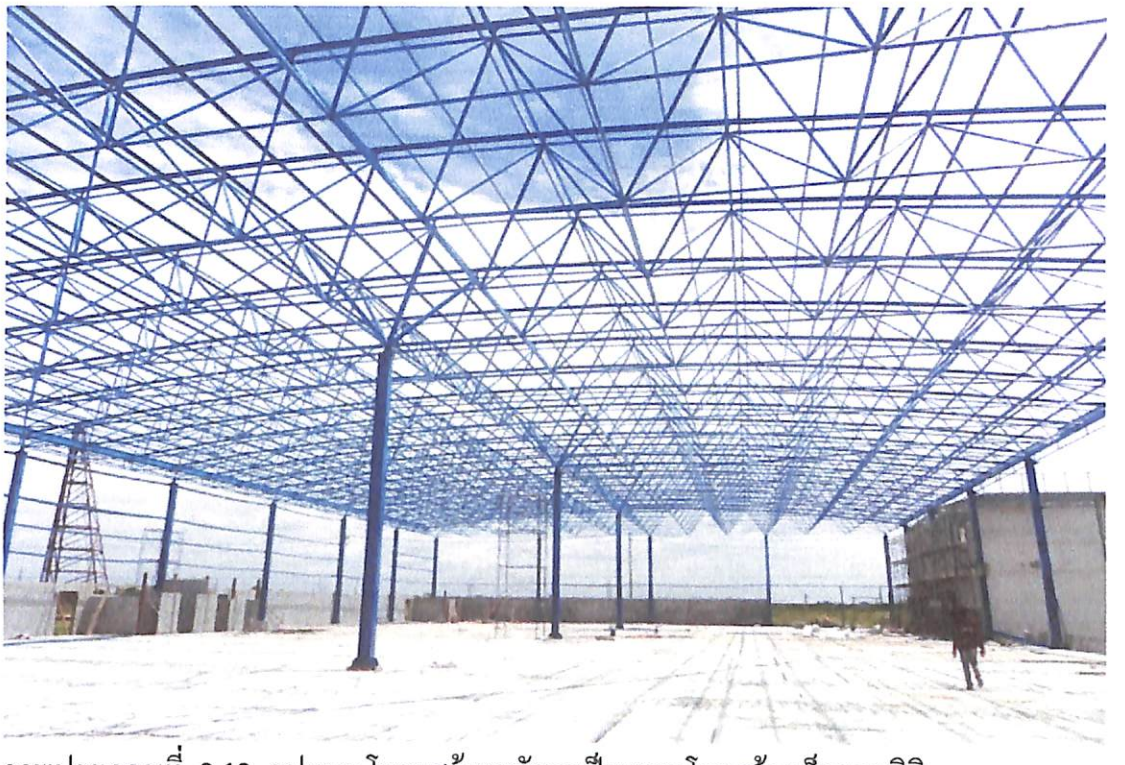
ภาพประกอบที่ 2.11 โครงสร้างหลังคาเป็นแบบโครงถัก หรือโครงข้อหมุน (Steel Truss)



ที่มา : บริษัท สตีม ไลน์ คอนสตรัคชั่น จำกัด

แบบที่ 2 โครงข้อเข็งสามมิติ (Space Rigid Frame)

2.2 โครงหลังแบบของโครงข้อแข็งสามมิติ (Space Rigid Frame)



ภาพประกอบที่ 2.12 รูปแบบโครงสร้างหลังคาเป็นแบบโครงข้อแข็งสามมิติ (Space Rigid Frame)

ที่มา : บริษัท พรีม่า โกลบอลลิงค์ จำกัด

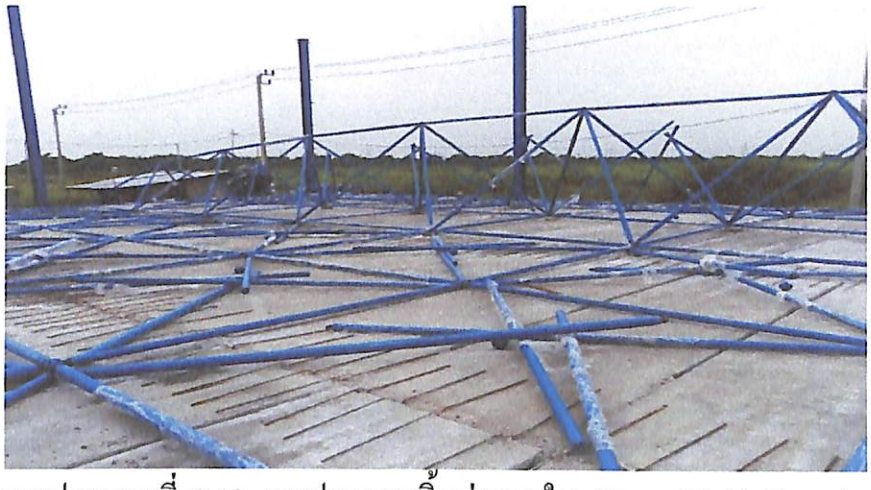
คุณสมบัติของโครงหลังคาแบบโครงข้อแข็งสามมิติ (Space Rigid Frame)

1. สามารถออกแบบรูปทรง สีสัน ได้ตามจินตนาการ ทำให้สามารถออกแบบสถาปัตยกรรมรูปทรงแปลกตาและทันสมัย
2. น้ำหนักเบาเมื่อเทียบกับโครงสร้างชนิดอื่นๆที่รับน้ำหนักได้เท่ากัน
3. ใช้เวลาในการผลิตและติดตั้งน้อย
4. เป็นโครงสร้างที่สามารถให้ช่วง SPAN ได้กว้างมากกว่าโครงสร้างแบบอื่นๆ โดยไม่มีเสาค้ำยัน
5. สะดวกในการขนส่งและเคลื่อนย้ายไปยังจุดติดตั้ง สถานที่ก่อสร้าง (ข้อมูลจาก บริษัท อิแทลลิค จำกัด)

การประกอบและติดตั้งงานโครงหลังคาแบบโครงข้อแข็งสามมิติ (Space RigidFrame)

มีขั้นตอนการประกอบดังนี้

1. การประกอบชิ้นส่วนโครงข้องแข็งเข้าด้วยกันที่พื้นอาคารจะเป็นไปตามขั้นตอนดังรูป

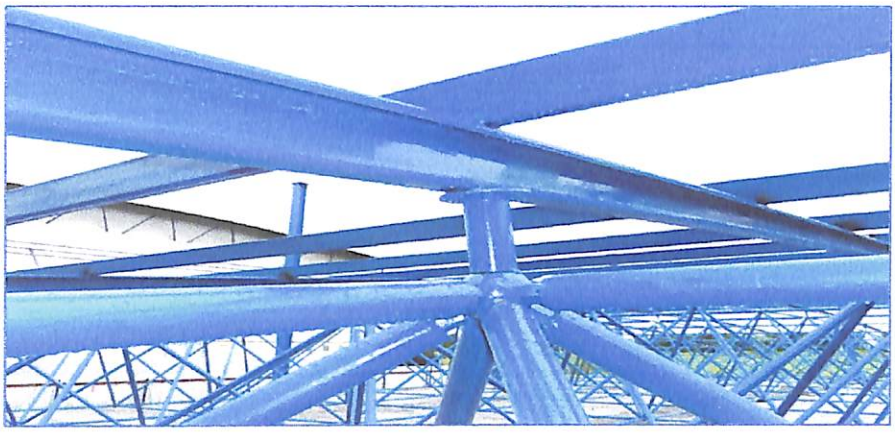


ภาพประกอบที่ 2.13 การประกอบชิ้นส่วน 1 ใน (Space Rigid Frame)

ภาพประกอบที่ 2.14 การประกอบชิ้นส่วน 2 ใน (Space Rigid Frame)

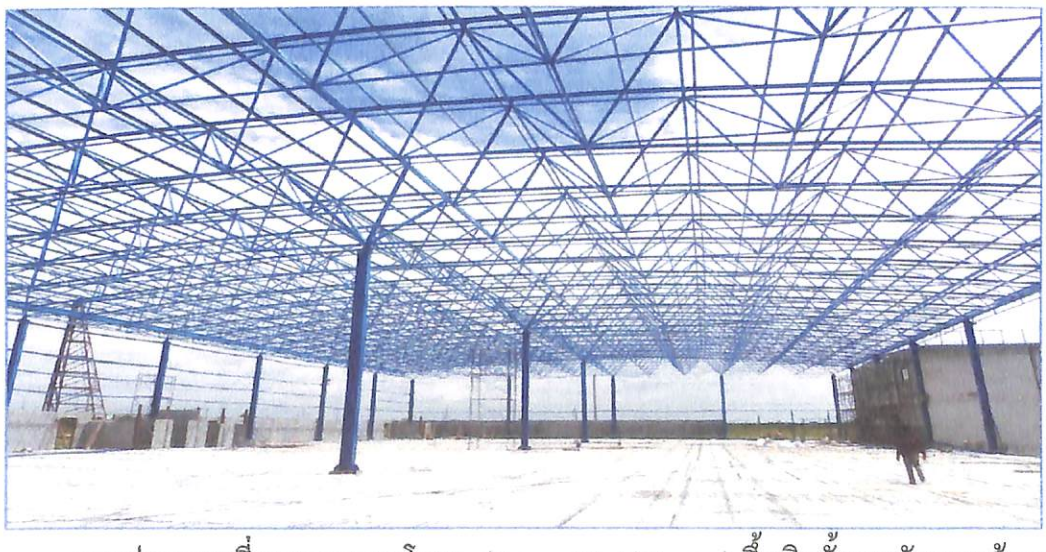
ภาพประกอบที่ 2.15 การประกอบชิ้นส่วน 3 ติดตั้งจันทันและแป

ใน (Space Rigid Frame)



ภาพประกอบที่ 2.16 การประกอบชิ้นส่วน 3 ติดตั้งจันทันและแป
ใน (Space Rigid Frame)

ภาพประกอบที่ 2.17 การยกโครง (Space Rigid Frame) ขึ้นติดตั้งบนหัวเสา



ภาพประกอบที่ 2.18 การยกโครง (Space Rigid Frame) ขึ้นติดตั้งบนหัวเสาแล้วเสร็จ
ที่มา : บริษัท พรีม่าโกลบอลลิงค์ จำกัด

ราคากลางของวัสดุและแรงงานในการก่อสร้างที่ใช้เสนอราคา

บัญชีประมาณปริมาณวัสดุและราคาค่าก่อสร้าง

โครงการ ก่อสร้างคลังเก็บสินค้า ขนาด 2,925 ตรม. วันที่ 25 มิถุนายน 2553

สถานที่ Bangkok Free Trade Zone ถ.บางนา-ตราด กม.23 แผ่นที่

ลำดับ	รายการ	หน่วย	จำนวน	วัสดุ	รวม	ค่าแรง	รวม	ราคารวม	หมายเหตุ
4	งานหลังคาและโครงหลังคา								
4.1	หลังคาโปร่งแสง AMPELITE รุ่น SUPER GLASS	ม.	360	750	270,000	100	36,000	306,000	
4.2	หลังคาโค้ง METAL SHEET +BUBBLE FOIL พร้อมอุปกรณ์	ม.^{2}	3,315	600	1,989,000	100	331,500	2,320,500	
4.3	รางระบายน้ำฝนไฟเบอร์กลาส ของ SPACE	ม.	151	1,200	181,200	300	45,300	226,500	
4.4	ท่อระบายน้ำฝน PVC ⌀ 4" พร้อมอุปกรณ์	จุด	27	2,500	67,500	700	18,900	86,400	
4.5	หลังคาตรง METAL SHEET	ม.^{2}	540	300	162,000	150	81,000	243,000	
4.6	ผนัง METAL SHEET (SIDING WALL)พร้อมโครงคร่าวเหล็กสำเร็จรูป	ม.^{2}	300	800	240,000	100	30,000	270,000	
4.7	ฝ้าเพดาน METAL SHEET พร้อมโครงคร่าวเหล็กสำเร็จรูป	ม.^{2}	460	800	368,000	100	46,000	414,000	
4.8	FLASHING	ม.	340	450	153,000	60	20,400	173,400	
4.9	ท่อเหล็ก ⌀ 42.7x2.3mm.x2.29kg/m.	กก.	371	32	11,872	15	5,565	17,437	
4.10	ท่อเหล็ก ⌀ 60.5x2.3mm.x3.30kg/m.	กก.	900	32	28,800	15	13,500	42,300	
4.11	ท่อเหล็ก ⌀ 42.7x3.20mm.x4.52kg/m.	กก.	2,848	32	91,136	15	42,720	133,856	
4.12	ท่อเหล็ก ⌀ 89.10x3.2mm.x6.80kg/m.	กก.	11,800	32	377,600	15	177,000	554,600	
4.13	ท่อเหล็ก ⌀ 114.3x4.5mm.x12.20kg/m.	กก.	8,052	32	257,664	15	120,780	378,444	
4.14	ท่อเหล็ก ⌀ 165.2x6.0mm.x23.60kg/m.	กก.	21,240	32	679,680	15	318,600	998,280	
4.15	เหล็ก SF.PL. 140X100X15mm.	ชุด	44	150	6,600	60	2,640	9,240	
4.16	เหล็ก PL.120x250x4.5 mm.	ชุด	13	120	1,560	50	650	2,210	
4.17	เหล็ก PL.100x100x 6 mm.	ชุด	78	100	7,800	50	3,900	11,700	
4.18	เหล็ก PL. ⌀ 89.10x 9mm.	ชุด	26	100	2,600	50	1,300	3,900	
4.19	เหล็ก PL.12 mm.	กก.	420	32	13,440	15	6,300	19,740	
4.20	เหล็ก PL.500x300x15 mm.	ชุด	44	800	35,200	300	13,200	48,400	
4.21	ANCHOR BOLT&NUT ⌀ 20mm. ยาว 0.50 m.	ชุด	176	200	35,200	50	8,800	44,000	
4.22	BOLT & NUT ⌀ 25mm.(A-325 M25)	ชุด	52	30	1,560	5	260	1,820	
4.23	แปเหล็กสำเร็จรูป C-10012	ม.	500	130	65,000	60	30,000	95,000	
4.24	จันทันเหล็กสำเร็จรูป C-15012	ม.	100	150	15,000	60	6,000	21,000	
4.25	แปเหล็กสำเร็จรูป Z-20015	ม.	2,420	250	605,000	60	145,200	750,200	
4.26	Cross Bracing DB12mm. With Turnbuckle	ชุด	20	600	12,000	600	12,000	24,000	

บัญชีประมาณปริมาณวัสดุและราคาค่าก่อสร้าง

โครงการ ก่อสร้างคลังเก็บสินค้า ขนาด 2,925 ตรม. วันที่ 25 มิถุนายน 2553

สถานที่ Bangkok Free Trade Zone ถ.บางนา-ตราด กม.23 แผ่นที่

ลำดับ	รายการ	หน่วย	จำนวน	วัสดุ	รวม	ค่าแรง	รวม	ราคารวม	หมายเหตุ
4.27	Cross Bracing DB16mm. With Turnbuckle	ชุด	36	1,000	36,000	600	21,600	57,600	
4.28	Sag Rod ⌀ 12mm.	ชุด	260	150	39,000	20	5,200	44,200	
	รวม							7,297,727	
5	งานประตู-หน้าต่างและอุปกรณ์								
5.1	ประตู D1	ชุด	5	25,000	125,000	2,000	10,000	135,000	
5.2	ประตู D2	ชุด	5	120,000	600,000	8,000	40,000	640,000	
5.3	ประตู D3	ชุด	10	6,000	60,000	500	5,000	65,000	
5.5	หน้าต่าง W1	ชุด	16	8,000	128,000	1,500	24,000	152,000	
5.6	หน้าต่าง W2	ชุด	10	4,500	45,000	500	5,000	50,000	
	รวม							1,042,000	

ภาพประกอบที่ 2.19 บัญชีประมาณ ปริมาณวัสดุ และราคาค่าก่อสร้างอาคารขนาด 2,925 ตารางเมตร

ที่มา : บริษัท พรอสเพค ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด

บัญชีประมาณปริมาณวัสดุและราคาค่าก่อสร้าง

DESIGN VANGUARD

โครงการ ก่อสร้างคลังเก็บสินค้า ขนาด 4,080 ตรม. วันที่ 25 มิถุนายน 2553

สถานที่ Bangkok Free Trade Zone ถ.บางนา-ตราด กม.23 แผ่นที่

ลำดับ	รายการ	หน่วย	จำนวน	วัสดุ	รวม	ค่าแรง	รวม	ราคารวม	หมายเหตุ
4	งานหลังคาและโครงหลังคา								
4.1	หลังคาโปร่งแสง AMPELITE รุ่น SUPER GLASS	ม.	704	750	528,000	100	70,400	598,400	
4.2	หลังคาโค้ง METAL SHEET +BUBBLE FOIL พร้อมอุปกรณ์	ม.^{2}	3,850	600	2,310,000	100	385,000	2,695,000	
4.3	รางระบายน้ำฝนไฟเบอร์กลาส ของ SPACE	ม.	246	1,200	295,200	300	73,800	369,000	
4.4	ท่อระบายน้ำฝน PVC ⌀ 4" พร้อมอุปกรณ์	จุด	45	2,500	112,500	700	31,500	144,000	
4.5	หลังคาตรง METAL SHEET	ม.^{2}	470	300	141,000	150	70,500	211,500	
4.6	ผนัง METAL SHEET (SIDING WALL)พร้อมโครงคร่าวเหล็กสำเร็จรูป	ม.^{2}	215	800	172,000	100	21,500	193,500	
4.7	ฝ้าเพดาน METAL SHEET พร้อมโครงคร่าวเหล็กสำเร็จรูป	ม.^{2}	320	800	256,000	100	32,000	288,000	
4.9	FLASHING	ม.	280	450	126,000	60	16,800	142,800	
4.11	ท่อเหล็ก ⌀ 60.5x2.3mm.x3.30kg/m.	กก.	3,723	32	119,136	15	55,845	174,981	
4.12	ท่อเหล็ก ⌀ 89.10x3.2mm.x8.39kg/m.	กก.	15,102	32	483,264	15	226,530	709,794	
4.13	ท่อเหล็ก ⌀ 114.3x4.5mm.x12.20kg/m.	กก.	13,176	32	421,632	15	197,640	619,272	
4.14	ท่อเหล็ก ⌀ 165.2x6.0mm.x23.60kg/m.	กก.	38,232	32	1,223,424	15	573,480	1,796,904	
4.15	ANCHOR BOLT&NUT ⌀ 20mm. ยาว 0.50 m.	ชุด	272	200	54,400	50	13,600	68,000	
4.16	แปเหล็กสำเร็จรูป C-10012	ม.	650	130	84,500	60	39,000	123,500	
4.17	จันทันเหล็กสำเร็จรูป C-15015	ม.	3,250	150	487,500	60	195,000	682,500	
4.18	Cross Bracing DB16mm. With Turnbuckle	ชุด	48	1,000	48,000	600	28,800	76,800	
4.19	Sag Rod ⌀ 12mm.	ชุด	480	150	72,000	20	9,600	81,600	
4.20	Sag Rod ⌀ 9mm.	ชุด	24	130	3,120	20	480	3,600	
	รวม							8,979,151	

ภาพประกอบที่ 2.20 บัญชีประมาณปริมาณวัสดุและราคาค่าก่อสร้างอาคาร ขนาด 4,080 ตารางเมตร

ที่มา : บริษัท พรอสเพค ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาค้นคว้า งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ชาคริต วิชชาบุญศิริ (2553) การศึกษาเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างโครงหลังคาสำเร็จรูป และเหล็กรูปพรรณสำหรับบ้านเดี่ยวขนาดกลางโดยผู้วิจัยสนใจศึกษา ข้อดีของการนำโครงหลังคาสำเร็จรูปมาใช้แทน โครงหลังคาเหล็กรูปพรรณ ซึ่งนำมาเปรียบเทียบกัน โดยมีขอบเขตของเนื้อหาเป็นบ้านเดี่ยวขนาดกลาง ขั้นตอนการศึกษาเริ่มจากการศึกษาส่วนประกอบต่างๆ และการติดตั้งโครงหลังคา จากนั้น สำรวจและเก็บข้อมูลจากตัวอย่างบ้านจำนวน 4 ตัวอย่าง โดยใช้แบบสังเกต จดบันทึกและถ่ายรูปแล้วนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกัน ผลการวิจัยสรุปว่า โครงหลังคาสำเร็จรูปใช้ระยะเวลาน้อยกว่าโครงหลังคาเหล็กรูปพรรณ 55.56 % และใช้ต้นทุนมากกว่า โครงหลังคาเหล็กรูปพรรณ 27.19 % แต่มีคุณภาพดีกว่าโครงหลังคาเหล็กรูปพรรณ 37.14% ผลการวิจัยที่ได้สามารถใช้เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจในการเลือกใช้ระบบการก่อสร้างโครงหลังคา โดยสามารถลดระยะเวลาก่อสร้าง ควบคุมต้นทุนและคุณภาพของงานแน่นอนยิ่งขึ้น จึงเป็นที่มาของแนวคิดที่จะทำงานวิจัยนี้ และผู้วิจัยจึงได้นำมาเป็นต้นแบบของงานวิจัย และ ทำการค้นคว้าเพิ่งเติมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการทำวิจัยเพิ่มเติม ได้แก่ งานวิจัยของ ธรรมนูญ สังขรักษ์ (2551) ที่กล่าวถึง การประมาณค่าเวลามาตรฐาน และค่าอัตราผลผลิต โดยวิธีการสังเคราะห์ กรณีศึกษา: งานประกอบและงานติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier) สามารถนำไปใช้ในการประมาณช่วงเวลาที่เหมาะสมให้กับโครงการก่อสร้างบ้านต่างๆ ที่ใช้โครงหลังคาแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และการใช้กระเบื้องหลังคาซีแพคโมเนีย (CPAC Monier) ซึ่งจะทำให้การวางแผนของงานดังกล่าวมีความแม่นยำมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการวางแผนแบบการใช้การวางแผนเพียงอย่างเดียว อีกทั้งยังสามารถใช้อัตราผลผลิตที่คำนวณได้เป็นเครื่องมือในการควบคุมการปฏิบัติงานได้อีกด้วย และงานวิจัยของ ธีรพล กลมสวรรค์(2549) การประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมงานก่อสร้าง โดยวิธี Work Study : โครงหลังคาเหล็ก ซึ่งศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากพฤติกรรมแรงงานที่ทำให้เกิดความล่าช้าของงาน ที่อาจเกิดขึ้นจากความยากง่ายของงานอันเนื่องมาจากชนิด และความแตกต่างของโครงสร้างปัญหาทางด้านวัสดุอุปกรณ์ในการทำงาน ปัญหาจากข้อจำกัดของสภาพภูมิอากาศที่ไม่อำนวยต่อการปฏิบัติงาน รวมไปถึงปัจจัยด้านอื่น ๆ

เพื่อนำข้อมูลที่ได้เปรียบเทียบให้เห็นถึงประสิทธิภาพของแรงงาน ซึ่งสามารถนำผลที่ได้จากการศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการวางแผน และปรับปรุงระบบการทำงานก่อสร้าง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงานมากขึ้น ต่อไป ทั้งหมดมาเป็นแนวทางในการเขียนงานวิจัยนี้

สรุปแนวคิดและทฤษฎี

การศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยโครงหลังคาสำหรับอาคารคลังสินค้าขนาดใหญ่ ที่ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบระหว่างโครงหลังคาแบบโครงข้อแข็งสามมิติ (Space Rigid Frame) และ โครงสร้างหลังคาแบบโครงถักหรือโครงข้อหมุน (Steel Truss) ส่วนประกอบจะแตกต่างกันบ้าง แต่มีวัตถุประสงค์ของการใช้งานตรงกัน เนื่องจากการออกแบบและวิธีการก่อสร้าง มีผลต่อต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้าง จึงทำให้ข้อมูลข้างต้น นำไปสู่การเปรียบเทียบในเรื่องของระยะเวลาในการก่อสร้าง ต้นทุนในการก่อสร้างโดยได้แนวทางในการวิเคราะห์และเก็บข้อมูลการวิจัยในเรื่องศึกษาการเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างโครงหลังคาสำเร็จรูป และเหล็กรูปพรรณสำหรับบ้านเดี่ยวขนาดกลาง เป็นแนวทางในบทต่อไป