การใช้หวายเทียมในการออกแบบและก่อสร้าง :
อาคารพักตากอากาศหลังเดี่ยวขนาด 30-40 ตารางเมตร

นางสาวภุมรา ภราดรเสรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

USING SYNTHETIC RATTAN IN DESIGN AND CONSTRUCTION : SINGLE UNIT VILLA OF RESORT HOTEL 30-40 SQ.M

MISS PUMARA PARADONSAREE

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Architecture Program in Architecture

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การใช้หวายเทียมในการออกแบบและก่อสร้าง
: อาคารพักตากอากาศหลังเดี่ยวขนาด 30-40 ตารางเมตร

โดย นางสาวภุมรา ภราดรเสรี
สาขาวิชา สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร.ปรีชญา สิทธิพันธุ์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ศักดิ์ วัฒนสินธุ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ นาวาโท ไตรวัฒน์ วิรยศิริ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.ปรีชญา สิทธิพันธุ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จาตุรนต์ วัฒนผาสุก)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ พรรณชลัท สุริโยธิน)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ มาลินี ศรีสุวรรณ)

ภุมรา ภราดรเสรี : การใช้หวายเทียมในการออกแบบและก่อสร้าง : อาคารพักตากอากาศหลังเดี่ยวขนาด 30-40 ตารางเมตร (USING SYNTHETIC RATTAN IN DESIGN AND CONSTRUCTION: SINGLE UNIT VILLA OF RESORT HOTEL 30-40 SQ.M)

อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อ.ดร. ปรีชญา สิทธิพันธุ์, 105 หน้า

การจักสานหวายเป็นงานหัตถกรรมที่สืบทอดภูมิปัญญาไทยมาตั้งแต่สมัยโบราณ หวายเป็นที่นิยมเพราะความสวยงามเป็นธรรมชาติ มีความเหนียว น้ำหนักเบา ง่ายต่อการดัดโค้ง และคงทน หวายจากป่าไม้ภายในประเทศมีปริมาณลดลงเกิดการขาดแคลน มีการออก พรก.ของป่าหวงห้าม พ.ศ. 2530 การนำวัตถุดิบอื่นมาใช้ทดแทนการผลิตงานหวาย เช่น หวายเทียมเป็นเส้นหวายที่ทำจากวัสดุสังเคราะห์เพื่อใช้ทดแทนเส้นหวายธรรมชาติ พฤติกรรมการท่องเที่ยวส่งผลต่อรูปแบบการท่องเที่ยวที่มีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน งานสถาปัตยกรรมที่ใช้เพื่อการพักผ่อน เป็นอีกทางเลือก การหาสิ่งที่ทำให้สัมผัสถึงกลิ่นไอของธรรมชาติ โดยการใช้สิ่งที่ผลิตจากวัสดุธรรมชาติ หรือแทนด้วยรูปทรงและวัสดุที่ได้แรงบันดาลใจจากธรรมชาติ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการออกแบบและก่อสร้างของหวายเทียมขึ้นรูปเป็นอาคารพักตากอากาศหลังเดี่ยวขนาด 30-40 ตารางเมตร โดยการศึกษาการขึ้นรูปและกระบวนการสานของงานหวายและการวิเคราะห์ข้อดี ข้อเสียของหวายเทียมขึ้นรูปเป็นอาคารทั้งหลัง ใช้วิธีการศึกษาข้อมูลจากวรรณกรรมทางวิชาการ และสัมภาษณ์สถาปนิก วิศวกรงานโยธา และงานระบบ

ผลการศึกษาพบว่า รูปทรงและการขึ้นรูปของอาคารสามารถใช้รูปทรงของเครื่องจักสานได้ทุกรูปทรง โดยแนวความคิดในการขึ้นรูปของเครื่องจักสาน ใช้โครงสร้างจากวัสดุอื่นๆหรือวัสดุชนิดเดียวกันกับเครื่องจักสานเข้ามาเป็นโครงสร้างเสริมความแข็งแรง รูปทรงของอาคารมีผลต่องบประมาณการก่อสร้าง รูปทรงอิสระใช้งบประมาณการก่อสร้างสูงกว่ารูปทรงสีเหลี่ยม ผนังหวายเทียมสานขึ้นรูปถ้าต้องการความสวยงามของลายสานที่ต่อเนื่องจำเป็นต้องใช้การสานในพื้นที่ก่อสร้างจริง รูปทรงของอาคารที่แตกต่างกันส่งผลต่องานระบบอาคาร โดยขึ้นอยู่กับความสูงของอาคาร ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกการเดินระบบปรับอากาศ อาคารที่ใช้หวายเทียมสานขึ้นรูปเป็นผนังภายนอก มีลักษณะโปร่งอากาศและน้ำสามารถไหลผ่านได้ ต้องมีผนังภายในอีกชั้นที่สามารถกันการรั่วซึมของน้ำและอากาศได้

ภาควิชา.....สถาปัตยกรรมศาสตร์.....ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา.....สถาปัตยกรรม.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
ปีการศึกษา.....2554.....

5374288325: MAJOR ARCHITECTURE

KEY WORDS: SYNTHETIC RATTAN, VILLA, RESORT

PUMARA PARADONSAREE : USING SYNTHETIC RATTAN IN DESIGN AND CONSTRUCTION : SINGLE UNIT VILLA OF RESORT HOTEL 30-40 SQ.M ADVISOR : PREECHAYA SITHIPAN, Ph.D., 105 pp

Rattan weaving is a craft that has been inherited from ancient wisdom of Thailand. Wicker is a popular because of its natural beauty, strength, light weight, bend ability and durability. Rattan from the forests in the country has reduced the supply. The domestic supply for rattan in Thai forests has decreased due to the high demand and the Forestry Decree issued in 1987 (in which rattan is among the reserved forest products). Therefore, synthetic rattan is produced and used in place of the natural one. In the traveling industry, tourists have different purposes in their choice of accommodation. Architects can serve their recreational purpose by fulfilling the desire for natural feelings and perception by using natural materials and creating designs inspired by nature.

The objective of this study was to investigate the design and construction of the building forming the Rattan resort property up to 30-40 square meters wide. .I also examine the process of forming and woving the rattan and analyse the advantages and disadvantages of using rattan to form a whole building. The study used data from scientific resources, architects, civil engineers and M&E engineers.

The results showed that the shape of the building can take the shape of all types and basketry. They can construct buildings of all designs, similar to the shapes and designs in basketry. Additionally, the same or different materials can be used for the purpose of the endurance of the building. The structure of the material or other material into the wicker is reinforced. Free - form construction cost more than using a regular square shape. A rattan weaving wall forms a beautiful pattern to weave and meet a continuous need to persist throughout the actual construction. The shape of the building has a different impact on the building, depending on the height of the building, and affects the functions of the systems. Rattan is weaved to form the exterior walls. Fresh air and water can flow through the walls. The outer wall made by artificial rattan, which allows airflow and is not leak proof, must be used together with the other interior walls which are leak proof and does not allow air to penetrate.

Department.....Architecture.....Student's Signature…….....

Field of Study.....Architecture.....Advisor's Signature.....

Academic Year.....2011.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ เพราะได้รับความช่วยเหลือและความอนุเคราะห์จาก อาจารย์ ดร. ปรีชญา สิทธิพันธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นผู้ให้แนวคิดและคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ อีกทั้งยังช่วยพิจารณาแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆของวิทยานิพนธ์ด้วยดีตลอดมา และขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านและคณะกรรมการสอบทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาสถาปัตยกรรมทุกท่านที่คอยให้การสนับสนุนด้านการศึกษารวมไปถึงการบริการมาโดยตลอดที่กำลังศึกษาและช่วงเวลาที่ทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... **ง**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... **จ**
กิตติกรรมประกาศ..... **ฉ**
สารบัญ..... **ช**
สารบัญตาราง..... **ฎ**
สารบัญภาพ..... **ฎ**

บทที่ 1 บทนำ..... ... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... ... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 4
1.4 นิยามศัพท์..... 5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 6
1.6 วิธีดำเนินการวิจัย..... 6

บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... **8**

2.1 การศึกษาและวิเคราะห์เครื่องจักสาน..... 8
2.1.1 หน้าที่ใช้สอย 8
2.1.2 วัสดุ 9
2.1.3 โครงสร้าง..... 10
2.1.4 รูปทรง..... 15
2.1.5 ลวดลาย..... 19
2.1.6 การเริ่มต้นและการเก็บริม 25
2.2 ทฤษฎีโครงสร้างเปลือกบาง..... 28
2.2.1 โครงสร้างที่มีรูปทรงต้านน้ำหนักภายนอก 28

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.2 พฤติกรรมทางโครงสร้างผิวบางในโดมครึ่งวงกลม..... 38

2.2.3 ความเค้นดัดในโดม..... 40

2.2.4 ความเค้นในโครงสร้างเปลือกรูปถ่ายเปลี่ยนผิวโค้ง..... 41

2.2.5 ปฏิกิริยาของโครงสร้างเปลือกบางรูปอานม้า..... 42

2.3 มาตรฐานที่พักอาศัยเพื่อการท่องเที่ยว..... 43

2.3.1 ขนาดของห้องพัก 43

2.3.2 ความสูงของห้องพัก..... 44

2.3.3 ขนาดของห้องน้ำ..... 44

2.4 กฎหมายควบคุมอาคาร..... 44

2.4.1 กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 (พ.ศ.2543)..... 44

2.4.2 ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่องควบคุมอาคาร (พ.ศ. 2544). 44

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 45

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น..... 45

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 46

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 46

3.4 ข้อจำกัดในการวิจัย..... 47

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 47

3.6 การสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ..... 47

3.7 แผนผังแสดงวิธีการดำเนินการวิจัย..... 48

บทที่ 4 กรณีศึกษาอาคาร..... 49

4.1 อาคาร Six Sense Spa, Six Sense Laamu Maldives..... 49

4.2 อาคาร Water and Wind Café, Binh Duong Vietnam..... 51

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3 อาคาร Green School, Bali Indonesia……..…….…. 52

บทที่ 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล…….…… **54**

5.1 ข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบ……..…… 54

5.1.1 วัสดุหวายเทียม ……..…… 54

5.1.2 รูปทรง…… 55

5.1.3 การขึ้นรูป……..…….. 59

5.1.4 ลวดลายของงานสาน…… 60

5.1.5 ระบบฐานราก…… 61

5.1.6 ระบบเสา คาน และพื้น……..…… 62

5.1.7 ระบบโครงสร้างผนัง…… 62

5.1.8 ระบบโครงสร้างหลังคาและฝ้าเพดาน……..…….. 63

5.1.9 ระบบสุขาภิบาล…….. 63

5.1.10 ระบบไฟฟ้า……..… 64

5.1.11 ระบบปรับอากาศ…… 64

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูล…… 65

5.2.1 วัสดุหวายเทียม ……..…… 65

5.2.2 รูปทรง……..…… 65

5.2.3 การขึ้นรูป…… 65

5.2.4 ลวดลายของงานสาน……..…… 65

5.2.5 ระบบฐานราก…… 66

5.2.6 ระบบเสา คาน และพื้น……..…… 66

5.2.7 ระบบโครงสร้างผนัง…… 68

5.2.8 ระบบโครงสร้างหลังคาและฝ้าเพดาน……..…….. 72

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.2.9 ระบบสุขาภิบาล..... 72

5.2.10 ระบบไฟฟ้า..... 72

5.2.11 ระบบปรับอากาศ..... 72

5.3 ผลการออกแบบ..... 75

5.4 ขั้นตอนการก่อสร้าง..... 78

5.4.1 ระบบฐานราก..... 78

5.4.2 ระบบเสา คาน และพื้น..... 79

5.4.3 ระบบโครงสร้างผนัง..... 80

5.4.4 ระบบโครงสร้างหลังคาและฝ้าเพดาน..... 82

5.4.5 ระบบสุขาภิบาล..... 82

5.4.6 ระบบไฟฟ้า..... 84

5.4.7 ระบบปรับอากาศ..... 86

5.5 งบประมาณการก่อสร้างอาคาร..... 96

บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ..... 100

6.1 สรุปผลการวิจัย..... 100

6.2 ข้อเสนอแนะ..... 101

รายการอ้างอิง..... 103

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 105

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ตารางการสัมภาษณ์.....	46
5.1	แสดงการเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของผนังหวายเทียมสาน.....	69
5.2	แสดงการเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของระบบผนังสองชั้นติดกันและแยกจากกัน	70
5.3	แสดงการเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของระบบปรับอากาศจ่ายลมเย็นที่พื้นและระบบปรับอากาศจ่ายลมเย็นที่ผนัง.....	74
5.4	สรุปขั้นตอนการก่อสร้าง (1).....	89
5.5	สรุปขั้นตอนการก่อสร้าง (2).....	90
5.6	สรุปขั้นตอนการก่อสร้าง (3).....	91
5.7	สรุปขั้นตอนการก่อสร้าง (4).....	92
5.8	สรุปขั้นตอนการก่อสร้าง (5).....	93
5.9	สรุปขั้นตอนการก่อสร้าง (6).....	94
5.10	สรุปขั้นตอนการก่อสร้าง (7).....	95
5.11	แสดงงบประมาณในการก่อสร้าง.....	96
5.12	แสดงการเปรียบเทียบรูปทรงอาคาร โครงสร้าง และงานระบบ (1).....	97
5.13	แสดงการเปรียบเทียบรูปทรงอาคาร โครงสร้าง และงานระบบ (2).....	98
5.14	แสดงการเปรียบเทียบรูปทรงอาคาร โครงสร้าง และงานระบบ (3).....	99

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ภาชนะจักสานสำหรับใส่ของในบริเวณภาคเหนือบางถิ่นเรียกแจ็ค……	8
2.2	กระบุง ภาคเหนือเสริมขอบปากและก้นด้วยโครงไม้ไผ่ผูกด้วยหวายเพื่อเพิ่มความแข็งแรง……	9
2.3	บุงเมืองแพร่ สานด้วยวิธีใช้โครงสร้างในตัวเองเป็นตัวบังคับให้คงรูปทรงอยู่ได้	10
2.4	ครุสำหรับตักน้ำจากจังหวัดสุโขทัยใช้โครงสร้างภายนอกเป็นตัวบังคับให้ผนังคงรูปอยู่ได้และช่วยให้เกิดความแข็งแรงทนทานยิ่งขึ้น……	10
2.5	ชุดดักเม่น……	12
2.6	หมวกสานด้วยตอกไม้ไผ่เป็นเส้นคล้ายริบบิ้นก่อนแล้วเย็บเข้าเป็นหมวกตามรูปทรง……	13
2.7	แอบ สำหรับใส่ข้าวเหนียว สานโดยใช้โครงสร้างในตัวเอง ผนังบางอ่อนตัวได้	13
2.8	กระเป๋าสานด้วยไม้ไผ่และหวายจากจังหวัดแพร่……	14
2.9	แสดงทิศทางของน้ำหนักวัสดุที่ใส่ลงในภาชนะจักสาน……..	15
2.10	แสดงรูปทรงของภาชนะจักสานเมื่อบรรจุสิ่งของ……	16
2.11	แสดงรูปทรงของภาชนะที่ไม่นิยมใช้……..	16
2.12	แสดงการเฉลี่ยน้ำหนักวัสดุเมื่อบรรจุสิ่งของ……..	17
2.13	แสดงรูปทรงของเครื่องจักสานที่ใช้หลักการของแรงกดของวัสดุที่บรรจุ…..……	18
2.14	แสดงรูปทรงของฐานที่มั่นคงของภาชนะจักสาน……	19
2.15	ลายขัด……	20
2.16	ลายสองเป็นลายที่พัฒนามาจากลายขัด……...	21
2.17	ลายเฉลว เป็นลายทแยงไขว้กัน มักสานเข่ง ชะลอมหรือภาชนะที่ต้องการให้ผนังโปร่งอากาศผ่านได้ และมักต้องเสริมขอบและโครงสร้าง……	22
2.18	ลายเฉลว ใช้สานบนส่วนบนหรือกระหม่อมหมวกงอบของชาวนา……	23
2.19	ลักษณะการเชื่อมและการขดตัวของการสานแบบขด……	24

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.20	ลายสานแบบขด…….……..	24
2.21	ลายอิสระ เป็นการรวบเส้นตอกเข้าด้วยกันอย่างง่ายๆ……..……..	25
2.22	การผูกหรือเก็บริมภาชนะจักสานที่เสริมขอบปากด้วยหวายและไม้ไผ่……	26
2.23	การเก็บริมในตัวของสอบนั่งที่สานด้วยวัสดุที่อ่อนตัวได้ง่าย ……..	26
2.24	กะเหล็บ ภาชนะสานของชาวไทยเชื้อสายลาวโซ่ง……..….	28
2.25	โค้งเปลือกบางทรงประทุน……..…..	29
2.26	โค้งเปลือกบางทรงประทุนแบบหลายโค้ง……..…..	29
2.27	โค้งทางเดียว…….	29
2.28	การโค้งของโค้งหลักไปคนละข้างของผิว……..….	30
2.29	โครงทรงกรวย (Conoid) และไฮเพอบอลิคพาราโบลอยด์ (Hyperbolic Paraboloid)……	30
2.30	รูปเปลือกบางทรงอานม้า……	30
2.31	รูปทรงหอยแครง……..…….	31
2.32	ผิวที่ได้จากการหมุนรอบแกนในรูปทรงต่างๆ……..…….	32
2.33	ผิวแบบหมุนรอบแกนตั้งแบบต่างๆ……..…….	32
2.34	ผิวที่ได้รับจากการเปลี่ยนถ่าย……..……	33
2.35	ไฮเพอบอริคพาลาโบลอยด์ (Hyperbolic Paraboloid)……..…….	33
2.36	รูปทรงไฮเพอบอริคพาลาโบลอยด์ (Hyperbolic Paraboloid)……..……..	33
2.37	รูปทรงโค้งผิวกรวย (Conoid) ที่ได้จากการตีเส้น……	34
2.38	ส่วนหนึ่งของเปลือกรูปกรวย……	34
2.39	รูปเปลือกบางทรงไฮเพอบอลอยด์…….....	34
2.40	รูปทรงที่ได้จากเปลือกทรงกระบอกตัดกัน…….....	35
2.41	เปลือกบางทรงลูกฟูก……..……..	35

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.42	เปลือกบางทรงหอยแครง……	35
2.43	เปลือกบางทรงหอยแครงโค้ง……..	36
2.44	เปลือกบางทรงกระบอกพาราบอลิค……..…..	36
2.45	รูปทรงที่เกิดจากไฮเพอบอลิคพาราบอลลอยด์มาประกอบกัน 4 ชิ้น……	36
2.46	รูปทรงที่เกิดจากไฮเพอบอลิคพาราบอลลอยด์มาประกอบกัน 4 ชิ้น……	37
2.47	การประกอบกันของไฮเพอบอลิคพาราบอลลอยด์……	37
2.48	การทำรูปทรงไฮเพอบอลิคพาราบอลลอยด์และรูปทรงกรวยมาประกอบกันเป็นหลังคาเพื่อรับแสงเหนือ……..	37
2.49	ความเค้นในแนวเมอริเดียนในโดมเปลือกบางครึ่งวงกลม……	38
2.50	การเปลี่ยนแปลงรูปของโดมที่โค้งน้อย……..	38
2.51	การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของโดมที่มีโค้งมากภายใต้น้ำหนักตายตัว……..	39
2.52	ลักษณะกลไกของการเฉือนในโดม……	39
2.53	การเปลี่ยนรูปเนื่องจากการดัดที่บริเวณฐานที่เพิ่มความแข็งแรงโดยรอบ……	40
2.54	การดัดเกิดขึ้นบริเวณขอบโดยรอบโดม……..	41
2.55	น้ำหนักที่ลงเป็นจุดบนเปลือกบาง……..	41
2.56	การเฉือนที่ขอบของโครงเปลือกบางรูปถ่ายเปลี่ยนผิวโค้ง……	42
2.57	โครงเปลือกบางรูปอานม้า…….….	43
2.58	ไฮเพอบอลิคพาราโบลอยด์รองรับโดยชิ้นส่วนเส้นตรงตามแนวขอบ……	43
3.1	แผนผังแสดงวิธีการดำเนินการวิจัย……	48
4.1	Six Senses Spa, Laamu Maldives ……	49
4.2	แผนที่ Six Senses Spa, Laamu Maldives……..……	50
4.3	Water ad Wind Café, Vietnam (1)……..……	51
4.4	Water ad Wind Café, Vietnam (2)……..……	51

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.5	Green School, Bali (1) ……	52
4.6	Green School, Bali (2)……	53
5.1	ลักษณะของเส้นหวาย……..	54
5.2	ลวดลายของหวายเทียม……	55
5.3	รูปทรงสี่เหลี่ยม……..	55
5.4	รูปทรงลิ่ม……	56
5.5	รูปทรงสามเหลี่ยม…….	56
5.6	รูปทรงกระบอก……..	56
5.7	รูปวงรี……..	57
5.8	รูปทรงครึ่งวงกลม……	57
5.9	รูปทรงวงกลม……..	57
5.10	รูปทรงของพืช……..	58
5.11	รูปทรงของสัตว์……	58
5.12	รูปทรงไฮเพอบอลิค พาราโบลอยด์……	58
5.13	รูปทรงอิสระ……..	59
5.14	รูปทรงหยดน้ำ……..	59
5.15	การสานแบบมีไม่มีโครงสร้างภายใน……..	59
5.16	การสานแบบมีโครงสร้างภายใน……	60
5.17	แบบสานลวดลายขัด……	60
5.18	แบบสานลวดลายจากการขด……	61
5.19	แบบสานลวดลายเส้นทแยง……	61
5.20	Spherical dome and Full ring……	62
5.21	Shell of revolution……..	62

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.22	Dome Element and Compression rings, Tension rings……	63
5.23	แสดงตำแหน่งคานเหล็กรูปพรรณ……	67
5.24	แสดงพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กห้องน้ำ……	67
5.25	แสดงตำแหน่ง Tension Ring……	68
5.26	แสดงระบบผนังอาคาร……	69
5.27	แสดงระบบผนังอาคาร……	70
5.28	แสดงการเก็บขอบของผนังหวายเทียม……	71
5.29	แสดงช่องประตูทางเข้า……	71
5.30	แสดงผังระบบปรับอากาศ……	73
5.31	แสดงแปลนห้องพัก……	75
5.32	แสดงรูปตัดห้องพัก……	76
5.33	แสดงรูปด้านหน้าและรูปด้านขวา……	77
5.34	แสดงรูปด้านหลังและรูปด้านซ้าย……	77
5.35	แสดงรูปทัศนียภาพ……	78
5.36	แสดงรูประบบฐานราก……	78
5.37	แสดงการติดตั้งเหล็กรูปพรรณด้วยวิธีเชื่อม……	79
5.38	แสดงการติดตั้งเหล็กรูปพรรณด้วยวิธีการยึดด้วย Nut & Bolt……	79
5.39	แสดงการติดตั้งพื้นไม้……	80
5.40	แสดงการติดตั้งโครงอลูมิเนียมยึดแผ่นโพลีคาร์บอเนต……	81
5.41	แสดงหวายสานลายขัดแตะ……	81
5.42	แสดงการติดตั้งระบบโครงสร้างหลังคา……	82
5.43	แสดงการเดินท่อน้ำส่วนอาบน้ำ……	83
5.44	แสดงการเดินท่อน้ำส่วนอ่างล้างหน้า……	84

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.45	แสดงการเดินท่อน้ำส่วนโถส้วม…….……	84
5.46	แสดงการเดินท่อไฟฟ้าในพื้น…….……	85
5.47	แสดงการเดินท่อไฟฟ้าในผนัง……..……	85
5.48	แสดงผังการเดินท่อลมเย็นของระบบปรับอากาศในช่องงานระบบ……..……..	86
5.49	แสดงผังการเดินท่อลมเย็นระบบปรับอากาศในช่องงานระบบ……..…….	87
5.50	แสดงผังการเดินท่อลมกลับระบบปรับอากาศในช่องงานระบบ……..……	88
6.1	รูปทรงของสุ่มไก่……..……..	101

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมงานหวายได้พัฒนาจากการผลิตในรูปหัตถกรรมพื้นบ้านมาเป็นการผลิตในรูปโรงงานอุตสาหกรรม มีการนำเครื่องจักรเข้ามาช่วยในบางขั้นตอนของการผลิต งานหวายเป็นที่นิยมเพราะความสวยงาม วัสดุง่ายต่อการดัดโค้ง มีน้ำหนักเบา มีความคงทนและความเป็นธรรมชาติ โดยใช้หวายที่มีอยู่ทั่วไปตามป่าในจังหวัดทางภาคใต้และภาคเหนือเป็นวัตถุดิบสำคัญ แต่วัตถุดิบหวายจากป่าไม้ภายในประเทศมีปริมาณลดลงตามลำดับ มีการออกพระราชกำหนดของป่าหวงห้าม พ.ศ. 2530 ได้กำหนดให้หวายทุกชนิดเป็นของป่าหวงห้าม มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2531 ทำให้ราคาหวายมีแนวโน้มสูงขึ้น ต้องนำเข้าหวายจากต่างประเทศ เช่น สิงคโปร์ พม่า เวียดนาม ฮ่องกง ลาว และอินโดนีเซีย เป็นต้น เป็นปริมาณปีละกว่า 10,000 ตัน

การหันไปพึ่งการนำเข้าจากต่างประเทศก็ประสบปัญหาเนื่องจากประเทศต่างๆ หันมาใช้มาตราการควบคุมการตัดหวายอย่างเคร่งครัดตลอดจนห้ามส่งออกหวายในรูปของวัตถุดิบ ทั้งนี้เพื่อสงวนไว้ใช้ในการผลิตภายในประเทศหรือเพื่อทำการแปรรูปอันจะก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มก่อนส่งออก แนวโน้มของการนำเข้าหวายได้ลดลงตามลำดับเช่นกัน ส่งผลให้เกิดการขาดแคลนวัตถุดิบหวายขึ้นในประเทศ ต้นทุนการนำเข้าหวายเส้นสูงขึ้น ในอดีตหวายที่นำมาใช้ประโยชน์เกือบทั้งหมดตัดฟันมาจากป่าธรรมชาติหรือป่าที่ผ่านการทำไม้ เป็นการทำลายสภาพนิเวศของป่าที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของหวายโดยการนำพื้นที่ไปเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ ตลอดจนการตัดฟันเกินกำลังผลิต สิ่งเหล่านี้มีผลกระทบต่อหวายที่ขึ้นอยู่ในธรรมชาติอย่างมาก การออกกฎหมายควบคุมการส่งออกวัตถุดิบหวายจากพื้นที่แห่งหนึ่งก็เป็นตัวก่อปัญหาให้มีการตัดฟันหวายอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้นในอีกพื้นที่ที่ยังไม่มีกฎข้อบังคับการส่งออก อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการขาดแคลนหวายเพื่อใช้ในการผลิต ได้มีวิวัฒนาการไปสู่การนำวัตถุดิบอื่นมาใช้ประกอบการผลิตงานหวาย เช่น ฟิลิปปินส์ใช้โลหะทำคล้ายหวายหรือทาสีให้เหมือนหวายในการทำฐานหรือขาเฟอร์นิเจอร์ (จรินทร์ เจริญศรีวัฒนกุล , 2539: 1-3) การใช้หวายเทียมเป็นเส้นหวายที่ทำจากวัสดุสังเคราะห์เพื่อใช้ทดแทนเส้นหวายธรรมชาติ เนื่องจากหวายธรรมชาติจะมีปัญหาเรื่องความทนทานถ้าใช้ภายนอกซึ่งถูกแสงแดดและความชื้นอยู่เป็นประจำ หวายเทียมมีความยืดหยุ่นโค้งงอได้ดี สีเหมือนธรรมชาติ และสามารถใส่สีตามที่ต้องการ ไม่อุ้มน้ำ ไม่เป็นเชื้อรา ทนต่อแมลง ทำความสะอาดง่าย เป็นต้น เป็นการช่วยลดปริมาณการใช้หวายดิบ วัสดุสังเคราะห์ของหวายเทียม

หวายเทียมที่มีจำหน่ายในตลาดผลิตจากวัสดุ 2 ประเภท คือ เส้นหวายเทียม ผลิตจาก โพลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (High Density polyethylene, HDPE) และเส้นหวายเทียม ผลิตจาก โพลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride, PVC) เป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก มีคุณสมบัติคือ เมื่อหลอมแล้วสามารถนำมาขึ้นรูปกลับมาใช้ใหม่ได้ เป็นการนำมารีไซเคิลได้ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่ง

ปัจจุบันการเติบโตของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวส่งผลให้เกิดความต้องการการท่องเที่ยวพักผ่อนที่มีความแตกต่างกัน จากการศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคของนักท่องเที่ยวเป็นการศึกษาพฤติกรรมความต้องการที่เกิดจากปัจจัยต่างๆทั้งที่เกิดจากตัวนักท่องเที่ยวและเกิดจากสภาวะแวดล้อมของนักท่องเที่ยว เพื่อตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยวและทำให้นักท่องเที่ยวได้รับความพึงพอใจสูงสุด ปัจจัยที่แตกต่างกันของนักท่องเที่ยวจะมีผลทำให้นักท่องเที่ยวมีความต้องการและพฤติกรรมในการท่องเที่ยวที่แตกต่างกัน การเลือกซื้อรูปแบบของกิจกรรมการท่องเที่ยวก็แตกต่างกันไปด้วย ปัจจัยต่างๆนี้เป็นปัจจัยเชิงจิตวิทยาที่เกิดขึ้นภายในตัวนักท่องเที่ยวแต่ละคน ได้แก่ ความจำเป็น ความต้องการและแรงจูงใจความจำเป็น สามารถเป็นไปได้ทั้งร่างกายและจิตใจ เช่น การพักผ่อนหย่อนใจ การได้เรียนรู้สิ่งต่างๆเพื่อความรอบรู้ทันสมัย เป็นสิ่งที่นักท่องเที่ยวมีความต้องการ อาจเป็นไปได้ทั้งที่รู้ตัวและไม่รู้ตัว แรงจูงใจ เช่น แรงจูงใจด้านกายภาพและจิตวิทยา คือ ความต้องการพักผ่อนทั้งทางกายและใจ แรงจูงใจด้านวัฒนธรรมและการศึกษา คือ ความอยากรู้อยากเห็นผู้คน สถานที่ ศิลปะ วัฒนธรรม ความรู้ วิทยาการ และสิ่งแปลกใหม่ ความต้องการที่ต่างกันของบุคคลเป็นแรงจูงใจสำคัญที่ส่งผลให้มนุษย์มีพฤติกรรมที่ต่างกัน พื้นฐานของการจูงใจที่เป็นสาเหตุของการท่องเที่ยว เช่น การท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นเพื่อเป็นการหลีกหนี คือปลีกตัวออกไปจากความจำเจของสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน หรือหลบหนีจากปัญหาความวุ่นวาย ความลำบากใจ ความเครียด แม้การหลีกหนีนั้นจะเป็นการหลีกหนีเพียงชั่วคราวก็ตาม (http://cyberclass.msu.ac.th, 2555) งานสถาปัตยกรรมที่ใช้เพื่อการ พักผ่อนเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการพักผ่อน การท่องเที่ยวพักผ่อนเพื่อหาสิ่งทดแทนที่ทำให้ชีวิตรู้สึกผ่อนคลาย การหันเข้าหาธรรมชาติหรือการหาสิ่งที่ทำให้สัมผัสถึงกลิ่นไอของธรรมชาติ โดยการใช้สิ่งที่ผลิตจากวัสดุธรรมชาติ หรือแทนด้วยรูปทรงและวัสดุที่ได้แรงบันดาลใจจากธรรมชาติ สามารถทำให้ผ่อนคลายและเป็นสิ่งที่ตอบสนองต่อวิถีชีวิตดังกล่าว

การใช้หวายเทียมมาทดแทนวัสดุธรรมชาติ โดยนำมาผลิตใช้ในงานต่างๆ ดังนี้

1. งานสถาปัตยกรรมภายใน เช่น พื้น ผนัง และฝ้าเพดาน เครื่องใช้และของตกแต่ง เช่น ภาชนะ โคมไฟ เฟอร์นิเจอร์ โต๊ะ เก้าอี้

2. งานสถาปัตยกรรมภายนอก โดยใช้หวายเทียมขึ้นรูปเป็นสิ่งก่อสร้างทั้งหลัง

การใช้หวายเทียมทดแทนวัสดุธรรมชาติ เพื่อศึกษาการใช้หวายธรรมชาติที่มีข้อจำกัดในเรื่องขนาดของวัสดุ การหาวัสดุธรรมชาติจำนวนมากเพื่อทำการมาก่อสร้าง อายุการใช้งานที่สั้น ต้องการการดูแลรักษาและต้องเปลี่ยนตามระยะเวลาของวัสดุ ทำให้เกิดการสูญเสียโอกาสทางธุรกิจที่ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอาคาร (เสริชย์ โชติพานิช , 2553:16) เนื่องจากการต้องปิดพื้นที่เพื่อการซ่อมแซมบำรุงรักษา เกิดเสียงรบกวนแก่ผู้เข้าพัก เสียทัศนียภาพของโครงการจากการปิดกั้นพื้นที่สำหรับการปรับปรุง เกี่ยวพันกับ รายได้ ผลประกอบการ ความสามารถในการแข่งขันและความอยู่รอดของธุรกิจ

จากการศึกษาเบื้องต้นทำให้ผู้วิจัยเกิดความสนใจในการทำเรื่องการใช้หวายเทียมในการขึ้นรูปอาคาร เป็นวิธีการแก้ปัญหาแบบหนึ่งของการใช้วัสดุทดแทนวัสดุธรรมชาติ ให้งานออกแบบมีทางเลือกใช้วัสดุเพิ่มขึ้น ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาออกแบบ ให้เข้ากับ วิธีการก่อสร้าง

1.2 **วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1. ศึกษารูปทรงและโครงสร้าง อาคารตากอากาศหลังเดี่ยวขนาด 30-40 ตารางเมตร
2. ศึกษาการออกแบบงานระบบอาคาร
3. ศึกษาวิธีการก่อสร้างและงบประมาณค่าก่อสร้างของหวายเทียมขึ้นรูปเป็นอาคารทั้งหลัง
4. วิเคราะห์ข้อดี ข้อเสียของอาคารพักตากอากาศใช้หวายเทียมขึ้นรูปเป็นอาคารทั้งหลัง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. เป็นอาคารบริการ ประเภทพักตากอากาศ หลังเดี่ยวขนาด 30-40 ตารางเมตร ขึ้นรูปด้วยหวายเทียมทั้งหลัง
2. การออกแบบครอบคลุมเรื่อง
    2.1 ผังพื้นห้องพักตากอากาศหลังเดี่ยว และห้องน้ำ
    2.2 รูปด้านอาคาร
    2.3 รูปทรง
3. ตัวแปรเรื่องการออกแบบรูปทรง
    3.1 รูปทรงของอาคาร
    3.2 โครงสร้างของเครื่องจักสาน
    3.3 ลวดลายที่ใช้ในการสาน
4. วัสดุ คุณสมบัติของวัสดุหวายเทียม
    4.1 ความหนาแน่นของเส้นหวายเทียม
    4.2 การดูดซึมน้ำ
    4.3 อัตราการเผาไหม้ของเส้นหวายเทียม
    4.4 รูปทรงของเส้นหวายเทียม
5. การออกแบบโครงสร้างอาคาร
    5.1 ฐานราก
    5.2 เสา คาน และพื้น
    5.3 ผนัง
    5.4 หลังคาและฝ้าเพดาน
6. งานระบบอาคาร
    6.1 ระบบสุขาภิบาล ศึกษาเฉพาะการเดินท่อน้ำดี ท่อน้ำทิ้ง ท่อน้ำโสโครก และ ท่อระบายอากาศ
    6.2 ระบบไฟฟ้า ศึกษาเฉพาะการเดินสายไฟฟ้าเพื่อการติดตั้งอุปกรณ์ดวงโคม และไฟฟ้ากำลัง
    6.3 ระบบปรับอากาศ ศึกษาเฉพาะแนวทางการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศ

7. วิธีการก่อสร้างอาคารที่ใช้วัสดุหวายเทียมขึ้นรูปเป็นอาคารทั้งหลัง

7.1 งานโครงสร้างอาคารศึกษาเฉพาะระบบฐานราก เสา คาน พื้น และหลังคา

7.2 ระบบการผลิตการสานผนังอาคาร การประกอบและการติดตั้ง

8. งบประมาณ

8.1 ศึกษาเฉพาะงบประมาณการก่อสร้างของงานโครงสร้างอาคาร งานหวายเทียมขึ้นรูป และงานผนังกรุภายใน

8.2 ไม่รวมเฟอร์นิเจอร์ และการตกแต่งภายใน

1.4 นิยามศัพท์

หวายเทียม หมายถึง เส้นพลาสติกที่ผลิตจากเทอร์โมพลาสติก โดยเติมสารเติมแต่งต่างๆ เช่น สี สารเพิ่มคุณสมบัติการทนแรงกระแทก สารเชื่อมประสาน สารหล่อลื่น สารป้องกันรังสี UV เป็นต้น เพื่อให้มีคุณสมบัติที่เหนียว ยืดหยุ่นดี โค้งงอได้ดี ต้านทานต่อการหักงอ ลักษณะภายนอกที่สามารถมองเห็นด้วยตาและผิวสัมผัสใกล้เคียงหวายธรรมชาติ โดยส่วนผสมที่ได้จะผ่านเครื่องอัดรีด (Extrusion) ออกมาเป็นเส้นหวายเทียม (http://ftiweb.off.fti.or.th, 2555)

การขึ้นรูป หมายถึง การสานที่ใช้กับวัสดุที่ไม่สามารถคงรูปอยู่ได้ด้วยตนเอง เช่น หวาย ย่านลิเภา ปอ ผักตบชวา วัสดุเหล่านี้ต้องสานด้วยการขดหรือถัก เช่น การถักเป็นเส้นแล้วขดเป็นวงกระจายออกจากศูนย์กลาง แล้วถักเชื่อมกันเป็นชั้นๆ ให้ได้รูปทรงตามต้องการ หรือสานโดยใช้วัสดุอื่นเป็นโครงก่อน แล้วถักหรือสานพันยึดโครงเหล่านั้นให้เป็นรูปทรงตามโครงสร้างที่ขึ้นโดยทั่วไป มี 6 แบบ คือ การขึ้นรูปด้วยค้อน ด้วยการตัดต่อ ด้วยการหล่อ ด้วยการชักลวด ด้วยการสาน และด้วยการบุ (http://cyberclass.msu.ac.th, 2555)

รูปทรง หมายถึง ลักษณะของวัตถุที่เป็น 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และ ความหนา ในด้านศิลปะ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ 1. รูปทรงเรขาคณิต (Geometric Form) รูปทรงที่มนุษย์สร้างขึ้นด้วยเครื่องมือ ได้แก่ รูปทรงสามเหลี่ยม รูปทรงสี่เหลี่ยม รูปทรงกลม เป็นต้น 2. รูปทรงอินทรีย์รูป (Organic Form) รูปทรงที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ เช่น คน สัตว์ พืช 3. รูปทรงอิสระ (Free Form) รูปทรงที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือมนุษย์สร้างขึ้นไม่มีโครงสร้างเป็นมาตรฐานแน่นอนเหมือนรูปทรงเรขาคณิตหรือรูปทรงจากสิ่งมีชีวิต ได้แก่ รูปทรงของก้อนหิน ก้อนกรวด ดินหยดน้ำก้อนเมฆ เปลวไฟ (http://www1.finearts.cmu.ac.th, 2555)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกใช้หวายเทียม นอกจากการใช้ในงานสถาปัตยกรรมภายใน
2. เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกใช้งานระบบอาคารที่เหมาะสมกับการใช้หวายเทียมขึ้นรูปเป็นอาคารทั้งหลัง
3. เพื่อให้สามารถประเมินงบประมาณในการก่อสร้างของการใช้หวายเทียมขึ้นรูปเป็นอาคารทั้งหลัง

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบและก่อสร้าง
    1.1 ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุหวายเทียม
    1.2 ศึกษาวิธีการสานแบบต่างๆและการขึ้นรูป
    1.3 ศึกษาอาคารตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน
    1.4 ศึกษางานระบบอาคาร
    1.5 ศึกษาวิธีการก่อสร้างของอาคารหวายเทียมขึ้นรูป
    1.6 ศึกษางบประมาณในการก่อสร้างอาคาร
2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล
    2.1 วิเคราะห์การก่อสร้างให้มีความเหมาะสมกับ รูปทรงอาคารในลักษณะต่างๆ โดยจัดกลุ่มรูปทรงงานจักสานเข้ากับรูปทรงทางศิลปะ
    2.2 วิเคราะห์รูปทรงกับระบบโครงสร้าง การใช้วิธีการก่อสร้างและงบประมาณในการสานอาคาร
    2.3 วิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสีย ของผนังหวายเทียมสานโดยวิเคราะห์จากวัสดุ ลักษณะการสาน การป้องกันการรั่วซึม และงบประมาณ
    2.4 วิเคราะห์ระบบผนังอาคารโดยวิเคราะห์จากการใช้พื้นที่ งบประมาณ และการซ่อมบำรุง
    2.5 วิเคราะห์งานระบบอาคารโดยวิเคราะห์จากการใช้พื้นที่ของงานระบบ ข้อดี ข้อเสีย และงบประมาณ

3. ขั้นตอนสรุปผล

3.1 ผู้วิจัยทำการออกแบบอาคารที่ใช้หวายเทียม 1หลัง

3.2 กำหนดขั้นตอนการก่อสร้างอาคาร

4. ขั้นตอนการประเมินผล

4.1 ประเมินผลและเสนอแนะแนวทางแก้ไข

บทที่ 2
แนวความคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

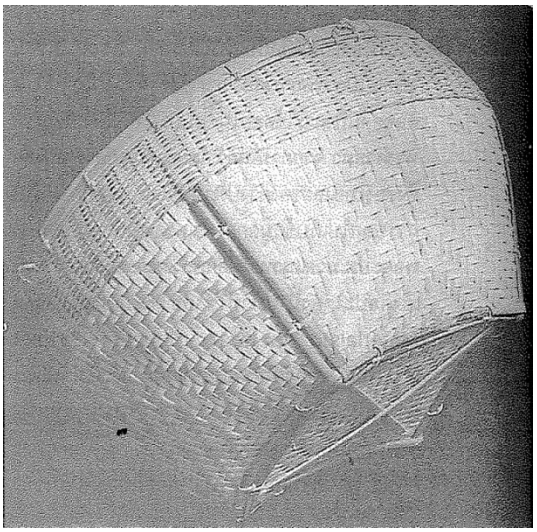
2.1 การศึกษาวิเคราะห์เครื่องจักรสาน

2.1.1 หน้าที่ใช้สอย (Function) การทำเครื่องจักสานโดยทั่วไป วัตถุประสงค์ที่สำคัญ คือ ทำขึ้นเพื่อใช้สอยเป็นเครื่องอำนวยประโยชน์ในการดำรงชีวิตที่ดีกว่าของมนุษย์ในด้านต่างๆ ตั้งแต่ทำขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อใช้ในพิธีกรรมความเชื่อ ขนบประเพณีและศาสนา และการกำหนดวัตถุประสงค์ในหน้าที่การใช้สอยของเครื่องจักสานนี้ได้ส่งผลถึงองค์ประกอบอื่นๆ ของเครื่องจักสานด้วย ตั้งแต่การใช้วัสดุ การกำหนดรูปทรง ลวดลาย และอื่นๆ เพื่อให้เครื่องจักสานนั้นสามารถตอบสนองประโยชน์ใช้สอยได้ดีที่สุด (วิบูลย์ ลี้สุวรรณ, 2532: 88-116)

การกำหนดหน้าที่ใช้สอยของเครื่องจักสานจะส่งผลถึงองค์ประกอบอื่นๆของเครื่องจักสาน เริ่มจากเครื่องจักสานชนิดนั้นทำขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์อะไร ต่อจากนั้นเป็นการกำหนดลักษณะในการใช้เครื่องจักสานนั้นว่า มีลักษณะการใช้สอยอย่างไร เช่น หาบ หิ้ว แบก หาม ปูนั่ง ตั้งอยู่บนดิน หรือตั้งอยู่ในน้ำ เป็นต้น เมื่อกำหนดรูปแบบและลักษณะการใช้สอยแล้ว ต่อไปเป็นการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้สอย การกำหนดขนาดรูปทรง ว่าควรจะมีขนาดเล็กใหญ่อย่างไร

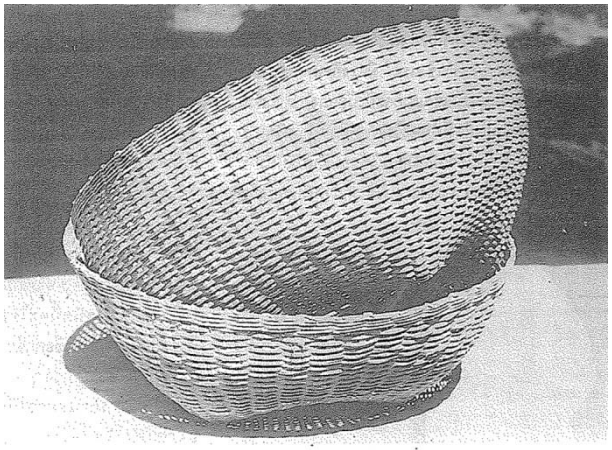
รูปที่ 2.1 ภาชนะจักสานสำหรับใส่ของในบริเวณภาคเหนือ บางถิ่นเรียก แจ็ค
ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 89)

2.1.2 วัสดุ (Materials) เป็นองค์ประกอบสำคัญในการทำเครื่องจักสาน วัสดุที่ใช้ควรมีคุณภาพดีและมีคุณสมบัติเฉพาะที่เหมาะสมกับหน้าที่ เช่น ไม้ไผ่เป็นวัสดุที่เหมาะกับการทำเครื่องจักสานที่เป็นภาชนะและเครื่องจักสานที่อยู่กลางแจ้ง ที่ต้องการความคงทน เพราะไม้ไผ่มีความคงทนต่อสภาพของดินฟ้าอากาศได้ดี มีคุณสมบัติที่สามารถนำมาดัดโค้งเป็นรูปต่างๆได้มาก และสามารถคืนสภาพเดิมได้ตลอดเวลา นอกจากนี้ไม้ไผ่สามารถรับแรงดึง (Tension) และแรงกด (Compression) ได้ดี โดยไม่หักหรือแตก ลักษณะเช่นนี้จะช่วยให้ภาชนะที่สานด้วยไม้ไผ่สามารถคงรูปอยู่ได้นาน แม้จะถูกดึงทำให้เสียรูปทรงไปเวลาใช้งาน แต่จะกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ จะเห็นได้จาก กระบุง ตะกร้า เข่ง ที่สานด้วยไม้ไผ่ทั่วไป อาจจะบิดเบี้ยวได้ขณะบรรจุของอยู่ภายใน แต่เมื่อเสร็จจากการใช้งานแล้ว จะสามารถกลับเข้ารูปทรงเดิมได้ ทั้งนี้เกิดจากแรงคืนตัวของไม้ไผ่ ที่มีคุณสมบัติพิเศษในการกลับตัวสู่สภาพเดิมได้ดี แม้ไม้ไผ่จะมีคุณสมบัติที่ดีเหมาะสมกับความประสงค์ในการทำเครื่องจักสาน แต่เครื่องจักสานบางชนิดยังใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติพิเศษอื่นๆ ประกอบด้วย เพื่อให้เครื่องจักสานนั้นมีคุณภาพที่สมบูรณ์ที่สุด เช่น การใช้หวาย เป็นเครื่องผูก ยึด ขอบ มุม เพื่อให้เกิดความคงทน เพราะหวายสามารถนำมาจักเป็นเส้นเล็กๆได้ดี ทั้งที่มีความยาวเหมาะแก่การถักหรือผูก และมีความเหนียวและคงทนกว่าวัสดุชนิดอื่นด้วย

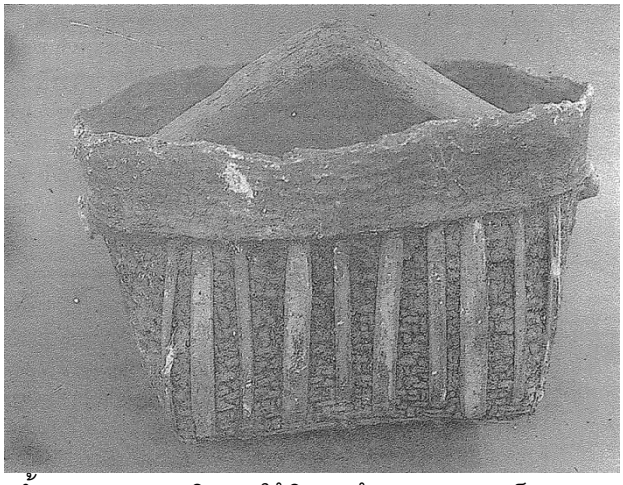


รูปที่ 2.2 กระบุง ภาคเหนือเสริมขอบปากและก้นด้วยโครงไม้ไผ่ผูกด้วยหวายเพื่อเพิ่มความแข็งแรง
ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 90)

2.1.3 โครงสร้าง (Structure) การสร้างรูปทรงของเครื่องจักสานแต่ละชนิด ได้รับการออกแบบให้สัมพันธ์กับลวดลาย มีผลต่อการสร้างโครงสร้างไว้ และรูปทรง ลวดลาย โครงสร้างจะนำไปสู่ประโยชน์ใช้สอยที่สมบูรณ์ “นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรโครงสร้าง จัดเครื่องจักสานอยู่ในประเภท “โครงสร้างเปลือกบาง” (Shell Structure) มีผนังรูปเป็นโค้ง (Curve Structure) อาจจะเป็นรูปทรงกระบอก (Cylindrical) หรือรูปพาลาโบลา (Parabola) ความโค้งจะเป็นตัวตรึงบังคับให้รูปทรงมีกำลังเทียบได้กับการม้วนตัวของกระดาษเป็นทรงกระบอก จะรับน้ำหนักได้มากกว่าแผ่นเรียบ”



รูปที่ 2.3 บุงเมืองแพร่ สานด้วยวิธีใช้โครงสร้างในตัวเองเป็นตัวบังคับให้คงรูปทรงอยู่ได้
ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 99)



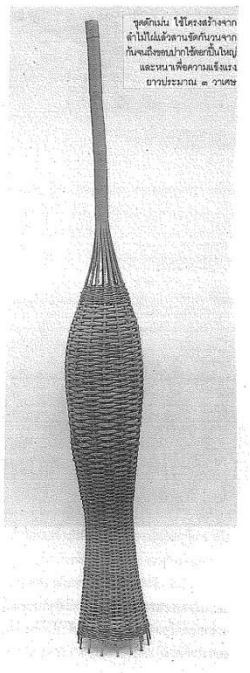
รูปที่ 2.4 ครุสำหรับตักน้ำจากจังหวัดสุโขทัย ใช้โครงสร้างภายนอกเป็นตัวบังคับให้ผนังคงรูปอยู่ได้และช่วยให้เกิดความแข็งแรงทนทานยิ่งขึ้น
ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 99)

โครงสร้างของเครื่องจักสานโดยเฉพาะภาชนะเครื่องใช้แล้ว จะเห็นว่ามีการสร้างโครงสร้างอยู่ 2 ชนิด คือ

2.1.3.1 โครงสร้างที่เกิดขึ้นด้วยลายของวัสดุที่ใช้ในการสานเป็นตัวบังคับตรึงให้คงรูปทรงอยู่ได้ ของเครื่องจักสานนี้จะเห็นได้ชัดในเครื่องจักสานที่ใช้เป็นภาชนะต่างๆ เช่น กระบุง ตะกร้า ข้อง สมุก กระติ๊บ ก่องข้าว เป็นต้น โครงสร้างของเครื่องจักสานชนิดนี้จะมีแรงยึดระหว่างกันด้วยแรงขัดกันของลวดลายที่สาน แบ่งตามลักษณะของลวดลายที่ใช้เป็นโครงสร้างในตัวของเครื่องจักสานได้ 3 ลักษณะ คือ

2.1.3.1.1 เครื่องจักสานที่ใช้โครงสร้างในตัวลวดลายขัดกันธรรมดา (Twining & Wickerwork) เครื่องจักสานลักษณะนี้มักจะเป็นภาชนะเครื่องใช้ต่างๆ เริ่มสานส่วนก้นที่จะเป็นโครงสร้างสำคัญก่อนโดยสานเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม กลม หรือ รี โดยมีตอกพุ่งออกมารอบด้านแล้วโค้งตั้งขึ้น เป็นตอกแนวตั้ง หรือเส้นตั้ง (vertical) จะเป็นโครงสร้างสำคัญที่จะช่วยยึดให้เครื่องจักสานคงรูปในแนวตั้งหรือแนวดิ่งได้ โดยมีตอกที่สานขัดในแนวนอน (horizontal) เป็นตัวบังคับให้คงรูปทรงอยู่ได้อีกทีหนึ่ง ไม่ว่าจะเป็นทรงกระบอก ทรงสี่เหลี่ยมหรือรูปไข่ ที่มีส่วนคอดโค้งอย่างไรก็ได้ เครื่องจักสานชนิดที่มีโครงสร้างในตัวเองด้วยการขัดกันของตอกนี้ ส่วนมากจะเป็นเครื่องจักสานไม้ไผ่ ที่มีเส้นตอกค่อนข้างแข็ง เพราะแรงคืนตัวของไม่ไผ่และแรงยึดที่เกิดจากการขัดกันของเส้นตอกจะช่วยให้เครื่องจักสานคงรูปอยู่ได้ ไม่ว่าจะเป็นรูปทรงอย่างไรก็ตาม และความแข็งแรงของเครื่องจักสานชนิดนี้จะขึ้นอยู่กับความถี่ ห่าง ที่ทำให้เกิดช่องว่างมากน้อยเพียงใดด้วย ยิ่งถี่มากและเส้นตอกเล็กทำให้เกิดช่องว่างน้อยก็จะยิ่งแข็งแรง มีแรงยึดเกาะกันมาก แต่ถ้าสานห่างความแข็งแรงก็จะยิ่งน้อยลงไปตามส่วน เครื่องจักสานชนิดนี้มักไม่เก็บขอบ หรือเม้ม (Finished) ด้วยตัวเอง มักจะใช้ขอบอื่นมาประกบ เพื่อช่วยให้เกิดความแข็งแรงได้ดีกว่าการเก็บขอบริมในตัวเอง

2.1.3.1.2 เครื่องจักสานที่ใช้โครงส้างในตัวเองด้วยการขด (Coiling) เครื่องจักสานชนิดนี้จะต้องเตรียมวัสดุเป็นเส้นหรือเป็นแผ่นเล็กๆก่อน แล้วนำมาขดม้วนเป็นวงกลม โดยเริ่มจากจุดศูนย์กลางแล้วแผ่ขยายตัวออก โดยตัวเชื่อม (Binder) ระหว่างเส้นวัสดุให้ติดกันจะด้วยการเย็บ (Sew) ถัก หรือ ปัก (Stitch) ให้ได้รูปทรงตามต้องการ เครื่องจักสานที่มีโครงสร้างในตัวชนิดนี้มักจะทำด้วยวัสดุอ่อน เมื่อนำมาทำเครื่องจักสานแล้วแม้จะคงรูปทรงอยู่ได้ จะบิดหรือเปลี่ยนรูปได้ตามแต่แรงที่มากระทบ เพราะวัสดุที่ใช้ทำเครื่องจักสานชนิดนี้จะไม่มีแรงคืนตัวในตัวเอง เช่น ปอ ผักตบ กก เชือกกล้วย หรือ ไม้ไผ่ทำเป็นเส้นตอกบางๆ ก่อนแล้วจึงถักเป็นเส้น เช่น การสานหมวกด้วยไม้เฮียะของบ้านแป้น อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน เป็นต้น เครื่องจักสานชนิดที่ใช้การขดตัวเป็นโครงสร้างนี้จะเก็บริมด้วยตัวเองได้ดี

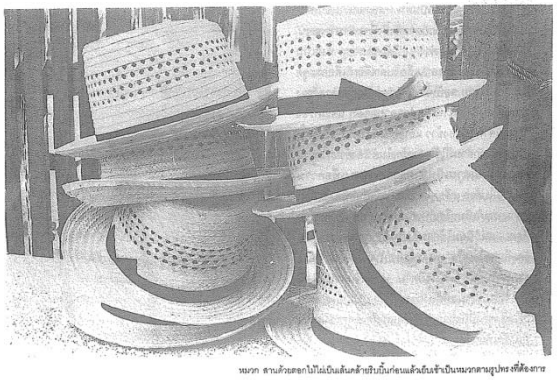


รูปที่ 2.5 ชุดดักเม่น ใช้โครงสร้างจากลำไม้ไผ่แล้วสานขัดกันวนจากก้นจนถึงขอบปากใช้ดอกปี้นใหญ่และหนาเพื่อความแข็งแรงยาวประมาณ 3 วาเศษ

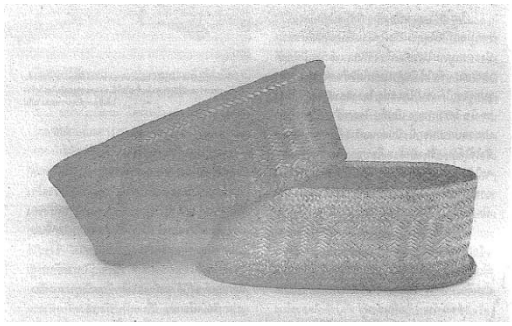
ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 100)

2.1.3.1.3 เครื่องจักสานที่ใช้โครงสร้างในตัวเองด้วยการสานด้วยลายเส้นทแยง (Diagonal) โครงสร้างของเครื่องจักสานชนิดนี้จะยึดเกาะกันด้วยแรงขัดระหว่างกันเช่นเดียวกับปลายขัด แต่จะมีช่องว่างระหว่างลายละเอียด หรือบางลายจะซ้อนต่อกันแนบสนิทจนเกือบไม่มีรูหรือช่องว่างเลย จนดูเหมือนเป็นแผ่นเดียวกัน ทั้งนี้เพราะเครื่องจักสานชนิดนี้มักจะใช้ตอกบางลักษณะการสานคล้ายทอผ้าเส้นตอกแต่ละเส้นจะเอียงประสานสลับกันไปในตัว ไม่มีตอกตั้งและตอกนอนอย่างลายขัด รูปทรงของเครื่องจักสานชนิดนี้จะมีลักษณะเป็นเครื่องจักสานโครงสร้างเปลือกบาง (Shell Structure) มีพื้นผิว (Texture) เรียบ มักจะสานเป็นทรงกระบอกมากกว่าอย่างอื่น เพราะเครื่องจักสานชนิดนี้มีโครงสร้างที่ค่อนข้างบอบบางคล้ายแผ่นกระดาษ จะทรงรูปอยู่ได้ดีเฉพาะทรงกระบอก และส่วนก้นจะต้องมีมุมคล้ายรูปกรวยเป็นมุมสำหรับรับน้ำหนัก เกิดจากส่วนก้นซึ่งเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม หกเหลี่ยม แล้วหักขึ้นมาเป็นผนังด้านข้างของภาชนะ นอกจากนี้เครื่องจักสานชนิดนี้ยังนิยมใช้โครงสร้างภายนอกเป็นตัวบังคับรูปทรงด้วย ได้แก่ภาชนะที่มีลักษณะเป็นก้นกะทะ เช่น กระด้ง กระจาด เป็นต้น เครื่องจักสานชนิดที่มีโครงสร้างในตัวเองด้วยลายทแยงนี้จะสามารถสานสลับให้เกิดลวดลายต่างๆ ได้มากมาย ทั้งที่เป็นแผ่นเรียบ เช่น การสานเสื่อใบลำเจียก เสื่อกระจูด กระสอบใบเตย สอบหมาก กระจูด สมุกใบตาล ของภาคใต้ ของภาคใต้ นิยมสานเป็นลวดลายต่างๆ และเครื่องจักสานจำพวกก่องข้าว แอบข้าว และกระติ๊บข้าว เป็นเครื่องจักสานที่ใช้

โครงสร้างในตัวเองด้วยการสานทแยงที่นิยมสานเป็นลวดลายดอกดวงเพื่อความสวยงาม เครื่องจักสานชนิดนี้เป็นเครื่องจักสานที่สามารถเก็บริมหรือเก็บขอบได้ด้วยตัวเองได้เรียบร้อยที่สุด แต่ก็นิยมใช้การเก็บริมด้วยการเข้าขอบด้วยวัสดุอื่นเหมือนกัน เพราะจะช่วยให้เกิดความแข็งแรงคงทนเพิ่มขึ้น เครื่องจักสานชนิดนี้มักใช้เป็นภาชนะที่ต้องการผนังทึบมากๆ สำหรับใช้ใส่สิ่งของที่มีความละเอียดและต้องการความสวยงามเป็นพิเศษ



รูปที่ 2.6 หมวกสานด้วยตอกไม้ไผ่เป็นเส้นคล้ายริบบิ้นก่อนแล้วเย็บเข้าเป็นหมวกตามรูปทรง
ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 101)



รูปที่ 2.7 แอบ สำหรับใส่ข้าวเหนียว สานโดยใช้โครงสร้างในตัวเองผนังบางอ่อนตัวได้
ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 101)

2.1.3.2 โครงสร้างที่เกิดขึ้นจากการใช้วัสดุอื่นๆ หรือวัสดุชนิดเดียวกันกับเครื่องจักสานเข้ามา เป็นโครงสร้างเสริมเพื่อให้เครื่องจักสานคงรูปอยู่ได้ดี โครงสร้างของเครื่องจักสานชนิดนี้เป็นโครงสร้างภายนอกที่ใช้วัสดุอื่นที่ไม่ใช่ส่วนที่เป็นผนังหรือส่วนประกอบภายในของเครื่องจักสานเข้ามาเป็นองค์ประกอบ เพื่อใช้เป็นตัวบังคับให้เครื่องจักสานนั้นคงรูปทรงอยู่ได้ เช่น โครงเข่ง โครงลอบดักปลา โครงของไซ โครงกระบุง เป็นต้น โครงสร้างชนิดที่นำมาประกอบภายนอกนี้ เป็นส่วนเสริมเพื่อความแข็งแรงใช้ได้กับเครื่องจักสานเกือบทุกชนิด ส่วนมากจะใช้เสริมในส่วนสำคัญ เช่น ก้น และปากของภาชนะ หรือขอบของเครื่องจักสานที่เป็นแผ่นเรียบ เป็นต้น

ส่วนของโครงสร้างที่สำคัญของเครื่องจักสาน มีอยู่ 3 ส่วนคือ

ส่วนก้น เป็นส่วนสำคัญของโครงสร้างของเครื่องจักสานที่เป็นจุดเริ่มต้น (Beginning) ของการสร้างรูปทรง ลักษณะของก้นจะส่งผลถึงรูปทรงที่จะสร้างต่อไปด้วย ส่วนก้นจะต้องมีโครงสร้างที่แข็งแรง เหมาะสมกับลวดลายและรูปทรงของเครื่องจักสาน โดยจะใช้ลวดลายชนิดใดขึ้นอยู่กับลักษณะของเครื่องจักสานแต่ละชนิด จะใช้โครงสร้างในตัวเองทั้งหมด หรือจะมีโครงสร้างภายนอกช่วยด้วยก็ได้ จะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมหรือกลม ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องจักสานและประโยชน์ใช้สอยของสิ่งนั้นๆ

ส่วนกลาง เป็นส่วนที่เป็นผนังของภาชนะด้านข้างจะมีรูปทรงและโครงสร้างอย่างไรขึ้นอยู่กับลักษณะของภาชนะและเครื่องแต่ละชนิด อาจจะเป็นผนังถี่ทึบ หรือเป็นตา แล้วแต่ประโยชน์ใช้สอย ส่วนกลางของเครื่องจักสานเป็นโครงสร้างที่สำคัญ เพราะจะต้องเป็นส่วนที่รับน้ำหนักจากการบรรจุวัตถุภายใน ถ้าผนังด้านข้างของเครื่องจักสานได้รับการสานที่ดี มีรูปทรงที่ดี จะช่วยให้สามารถรับน้ำหนักที่เป็นแรงกด และแรงดึงจากภายในได้ทนทานยิ่งขึ้น

ส่วนปาก ของเครื่องจักสานจะเป็นส่วนสกัด หรือส่วนสำเร็จ (Finished) ของเครื่องจักสาน อาจจะเก็บขอบหรือริมด้วยตัวเอง หรืออาจจะเข้าขอบด้วยวัสดุอื่น ส่วนปากของเครื่องจักสานต้องมีความสัมพันธ์กับรูปทรงและประโยชน์ใช้สอย โครงสร้างของส่วนปากหรือขอบของภาชนะจักสานเป็นสิ่งที่จะช่วยบังคับให้เครื่องจักสานคงรูปอยู่ได้ สังเกตได้จากการผูกขอบและการถักด้วยลวดลายที่สามารถให้แรงยึดได้เหนียวแน่น เช่น การถักขอบ กระบุง กระด้ง จะถักด้วยหวาย ลายสับปลาซ่อน ลายหัวแมลงวัน เป็นต้น เพราะภาชนะจักสานจำนวนมากจะผูกที่หิ้วที่แขวนไว้ที่ขอบปากต้องมีความแข็งแรงและสามารถรับน้ำหนักได้ดี

รูปที่ 2.8 กระเป๋าสานด้วยไม้ไผ่และหวายจากจังหวัดแพร่ สานสองชั้นบุระหว่างผนังนอกและในด้วยใบไม้ มุมและขอบเสริมโครงสร้างให้แข็งแรงด้วยหวายและไม้ไผ่

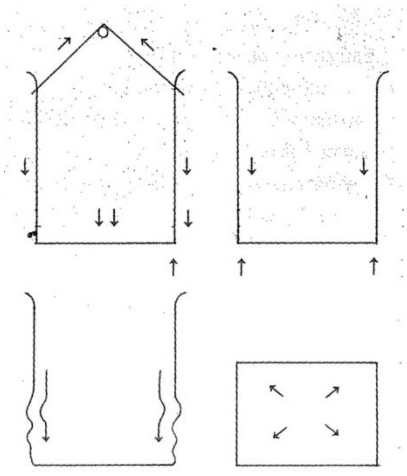
ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 102)

2.1.4 รูปทรง (Form) ตัวกำหนดรูปทรงของเครื่องจักสานที่สำคัญ คือ

2.1.4.1 วัสดุ ในแต่ละภาคต่างๆของประเทศมีวัสดุที่ใช้ทำเครื่องจักสานแตกต่างกัน มีคุณสมบัติของวัสดุที่แตกต่างกัน โดยวัสดุเป็นตัวกำหนดรูปทรงของเครื่องจักสาน และรูปทรงนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดด้วย

2.1.4.2 หน้าที่ใช้สอย เครื่องจักสานประเภทภาชนะใส่ของ พวกกระบุง เปี้ยด กระเชอ กระสอบหรือกระชุของภาคใต้ เครื่องจักสานประเภทนี้สานด้วยวัสดุที่แตกต่างกันคือ ไม้ไผ่ ใบเตย มีการใช้สอยเหมือนกัน และรูปทรงคล้ายคลึงกัน คือมีลักษณะกลมคล้ายทรงกระบอก แต่มีส่วนโค้งของกระพุ้งข้างป่องมีความโค้งป่องของผนังด้านข้างเป็นรูปทรงที่สร้างขึ้นเพื่อให้ตอบสนองประโยชน์ใช้สอยได้ดีกว่ารูปทรงอื่นๆ เปรียบเทียบให้เห็นข้อดีข้อเสียแตกต่างกันดังต่อไปนี้

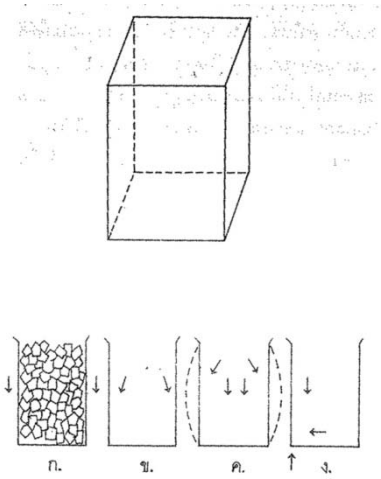
2.1.4.2.1 ถ้าสร้างรูปทรงของเครื่องจักสานเป็นรูปทรงกระบอกอย่างกระป๋อง เมื่อใส่ของ เช่น เมล็ดข้าวเปลือก หรือพืชพันธุ์อื่นๆ น้ำหนักที่บรรจุภายในจะวิ่งลงสู่ส่วนก้นทั้งหมด โดยมีผนังเป็นเพียงส่วนกั้นให้วัตถุอยู่ภายในภาชนะเท่านั้น แม้จะมีแรงดันด้านข้าง ถึงจะไม่มากนัก แต่ก็อาจจะทำให้ผนังด้านข้างของภาชนะจะถูกดันโป่งออกเสียทรงได้ น้ำหนักของของที่บรรจุภายในเกือบทั้งหมดจะกดลงที่ส่วนก้น ทำให้ก้นต้องรับน้ำหนักมาก เกิดแรงกดลงส่วนก้นมากเกินไป ส่วนก้นจะชำรุดเสียหายเร็วและนอกจากนี้ถ้าสานภาชนะในรูปทรงนี้ ส่วนก้นที่หักขึ้นเป็นมุมฉากจะทำได้ยาก และจะไม่ทนเท่าที่ควร เพราะเกิดแรงกดลงโดยตรงมากเกินไป สิ่งเหล่านี้เป็นข้อเสีย ทำให้เครื่องจักสานได้รับการปรับปรุงให้มีรูปทรงเป็นรูปกระทะหรือรูปไข่ผ่าครึ่งมากกว่าอย่างอื่น อาจเห็นได้จากข้อเสียของภาชนะจักสานรูปทรงอื่นๆอีก เช่น ทรงสี่เหลี่ยมหรือปริมาตร และทรงกรวย เป็นต้น



รูปที่ 2.9 แสดงทิศทางของน้ำหนักวัสดุที่ใส่ลงในภาชนะจักสาน

ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 104)

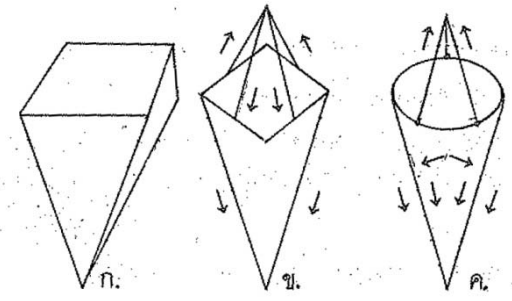
2.1.4.2.2 ถ้าเป็นเครื่องจักสานที่ใช้เป็นภาชนะรูปปีบหรือถัง ตามลักษณะของเครื่องจักสานทำได้ยาก เพราะการหักมุม 90 องศา จะทำให้ตอกหรือวัสดุที่ใช้สานแตกหักได้ ถ้าเป็นภาชนะจะใช้ประโยชน์ได้ไม่ดีเท่าที่ควร เพราะมุมต่างๆจะชำรุดเสียหายได้ง่าย และจะโป่งเสียรูปทรง น้ำหนักเลื่อนไหลลงสู่ก้นมากเกินไป ทำให้ส่วนก้นชำรุดได้ง่าย ไม่ว่าจะเป็นการตั้งหรือแขวนก็ตาม ส่วนก้นจะต้องรับน้ำหนักมากเกินไป



รูปที่ 2.10 แสดงรูปทรงของภาชนะจักสานเมื่อบรรจุสิ่งของ

ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 105)

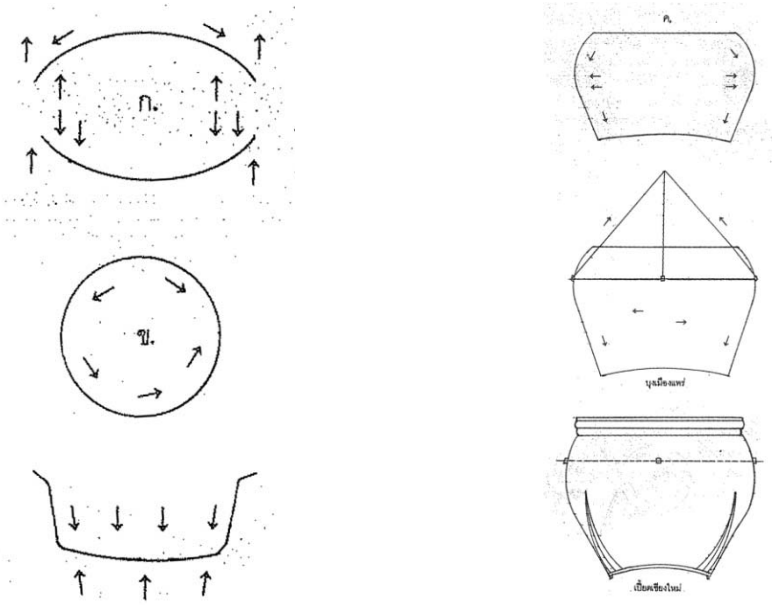
2.1.4.2.3 เป็นเครื่องจักสานรูปกรวย ไม่ว่าจะเป็นกรวยกลมหรือกรวยเหลี่ยม ลักษณะการรับน้ำหนักจะไม่สมบูรณ์ เพราะน้ำหนักจะเลื่อนไหลไปรวมกันที่จุดใดจุดหนึ่งมากเกินไป ไม่มีการเฉลี่ยน้ำหนัก จะทำให้เครื่องจักสานเสียรูปทรงและชำรุดได้ง่ายแม้จะใช้วิธีหิ้วหรือแขวนก็ตาม จะทำให้ส่วนขอบบนต้องถูกดึงขึ้นไป และแรงดึงนี้จะทำให้ผนังเสียรูป ขอบบนจะรับน้ำหนักไม่ได้เท่าที่ควร ใช้ได้เฉพาะเครื่องจักสานที่ไม่ต้องรับน้ำหนักมาก แต่ใช้เป็นเครื่องกรองเพียงอย่างเดียว เช่น การทำกระชอน หรือกรอง ป็นต้น



รูปที่ 2.11 แสดงรูปทรงของภาชนะที่ไม่นิยมใช้

ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 105)

จากตัวอย่างดังกล่าว แสดงเห็นว่าภาชนะจักสานส่วนมากจะเป็นรูปกระทะ เพราะความโค้งของผนังจะทำให้เกิดแรงกด และแรงดึงอยู่ในตัวทำให้เกิดความสมดุลในการคงรูปอยู่ได้ และความโค้งของผนังจะช่วยให้มีการเฉลี่ยแรงกดไปรอบๆผนัง และเมื่อมีวัตถุภายในไม่ว่าจะเป็นอะไรก็ตาม โดยเฉพาะพวกเมล็ดพืช เมล็ดข้าว และของที่มีความละเอียด จะมีน้ำหนักเลื่อนไหลลงสู่ส่วนก้น และแรงดันออกรอบๆ ผนังของภาชนะ ความโค้งของผนังจะทำให้เกิดการกระจายน้ำหนักและแรงกดเฉลี่ยไปรอบๆ ทำให้ผนังและก้นไม่ต้องรับน้ำหนัก และแรงกดเฉพาะจุดหนึ่งจุดใดมากเกินไป ช่วยให้เครื่องจักสานคงรูปทรงเดิมอยู่ได้ดี และมีความคงทนยิ่งขึ้นด้วย ดังจะเห็นได้จากกระบุงของภาคต่างๆ โดยเฉพาะกระบุงหรือเปี้ยดของภาคเหนือ ลักษณะการเฉลี่ยน้ำหนักนี้จะช่วยให้ภาชนะนั้นไม่ต้องมีโครงสร้างที่เป็นส่วนประกอบภายนอก ตามขอบและตามก้นแข็งแรงมากนัก เพราะน้ำหนักและแรงกดจะไม่ได้พุ่งลงสู่ก้นมากเหมือนภาชนะทรงกระบอกตรงๆ ไม่ว่าภาชนะนั้นตั้งกับพื้น หรือหาบ หาม หรือแขวน ก็ตาม

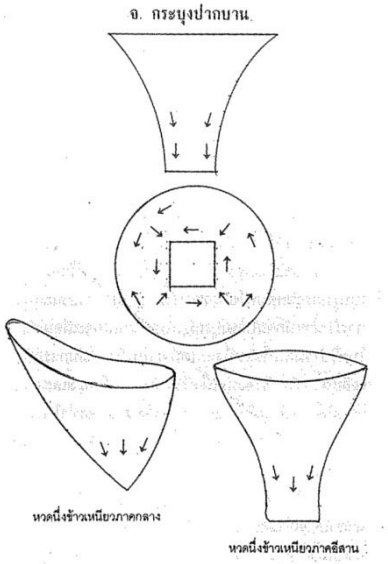


รูปที่ 2.12 แสดงการเฉลี่ยน้ำหนักวัสดุเมื่อบรรจุสิ่งของ

ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 105-106)

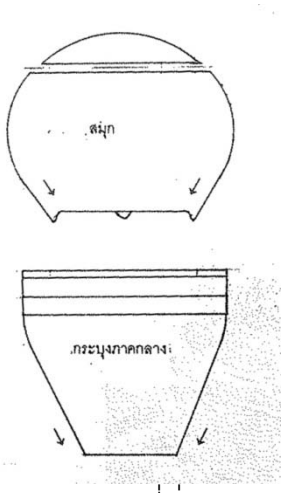
นอกจากรูปทรงตามหลักของการเฉลี่ยน้ำหนักดังกล่าวแล้ว หลักการของแรงกดของน้ำหนักวัสดุภายในภาชนะนี้ยังใช้เป็นหลักในการสร้างรูปทรงของภาชนะจักสานบางชนิดที่ต้องการจะให้น้ำหนักหรือแรงกดเลื่อนไหลลงสู่จุดเดียวกัน เพื่อประโยชน์ใช้สอย เช่นกระบุงปากบาน สำหรับแบกข้าวเปลือก มีลักษณะปากบานคล้ายปากแตรก้นสอบลักษณะเช่นนี้ช่วยให้น้ำหนักกด

ลงที่จุดเดียวกันคือส่วนก้น ทำให้ส่วนก้นกดกระชับกับบ่าของผู้แบกได้ดี และลักษณะนี้จะช่วยให้ก้นตั้งบนบ่าโดยส่วนปากโค้งเหนือศีรษะผู้แบก จะแบกได้สบายไม่เกะกะ และความกว้างของปากยังช่วยให้เทข้าวเปลือกออกได้ง่าย เห็นได้ว่ารูปทรงเหล่านี้เกิดขึ้นตามหลักของการเฉลี่ยน้ำหนักและความสะดวกสบายในการใช้สอย



รูปที่ 2.13 แสดงรูปทรงของเครื่องจักสานที่ใช้หลักการของแรงกดของวัสดุที่บรรจุ
ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 106)

หลักการสร้างรูปทรงของเครื่องจักสานที่มีหน้าที่ในการใช้สอยเป็นองค์ประกอบกำหนดรูปทรงที่อยู่ในหลักเกณฑ์ของการรวมน้ำหนัก และการเฉลี่ยน้ำหนักนี้ ส่วนก้นหรือฐานของภาชนะที่เป็นส่วนที่ใช้ตั้งกับพื้น และรับน้ำหนักจากแรงกดของวัตถุ แม้ว่าก้นทรงกระทะจะเฉลี่ยน้ำหนักได้ดีกว่าฐานเรียบๆ ส่วนมากจะเป็นฐานสี่เหลี่ยม หกเหลี่ยม แต่การตั้งที่มั่นคง (Stable) ฐานสี่เหลี่ยมจะทำหน้าที่ได้ดีกว่า ทั้งนี้เพราะหลักการของโครงสร้างและลวดลายในการสานจะทำให้เกิดเป็นกรวยมุมกว้างขึ้นที่มุมที่เป็นเหลี่ยมของก้นแต่ละมุม จะเห็นได้จากก้นกระบุง ตะกร้า สมุก มุมของก้นจะเป็นจุดรับน้ำหนักที่ได้จากการกดของวัตถุภายในและแรงกระทบกระแทกจากพื้นได้ดี และช่วยให้ตั้งได้มั่นคง



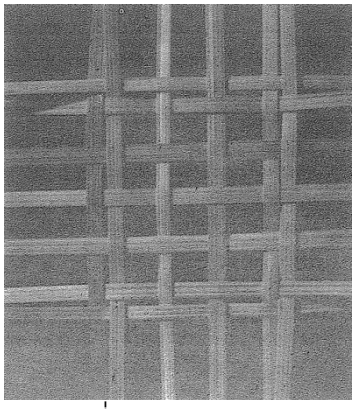
รูปที่ 2.14 แสดงรูปทรงของฐานที่มั่นคงของภาชนะจักสาน
ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 107)

2.1.4.3 คตินิยมเฉพาะถิ่น เครื่องจักสานหลายชนิดในท้องถิ่นต่างๆ ที่มีประโยชน์ใช้สอยอย่างเดียวกันรูปทรงส่วนใหญ่ใกล้เคียงกัน แต่รายละเอียดและลวดลายในการสานจะต่างกันไปตามความนิยมเฉพาะถิ่นนั้นๆ ความแตกต่างกันของรูปทรงปลีกย่อย เป็นการปรับปรุงให้สอดคล้องกับลักษณะภูมิศาสตร์ สิ่งแวดล้อม ขนบประเพณี และศาสนาของท้องถิ่น เช่น ลอบ หรือไซ ที่ใช้ดักปลา ดักกุ้ง แม้จะมีรูปทรงใกล้เคียงกัน แต่ความสูงต่ำความถี่ห่างจะเป็นไปตามภูมิประเทศของท้องถิ่นนั้นๆ เป็นต้น

2.1.5 ลวดลาย (Pattern)ลวดลายในการสานเครื่องจักสานเป็นระเบียบอย่างหนึ่งของการสร้างโครงสร้างให้เกิดการต่อเชื่อมซ้ำๆ กันไป โดยใช้ลักษณะของการขัดกันเพื่อให้เกิดแรงยึดระหว่างกันจนเกิดเป็นแผ่น แผง หรือเป็นผนังของเครื่องจักสาน ลักษณะของการสร้างลวดลายมีแบบต่างๆดังนี้

2.1.5.1 ลายขัด เป็นลายพื้นฐานของเครื่องจักสาน อาจจะเป็นลวดลายเบื้องต้นของการทำเครื่องจักสานที่เก่าแก่ที่สุด ลักษณะของลายขัดเป็นการสร้างแรงยึดระหว่างกันด้วยการขัดกันของตอกหรือวัสดุอื่นด้วยการขัดกันเป็นมุมฉาก ระหว่างแนวตั้งหรือเส้นตั้ง (Vertical) และแนวนอนหรือเส้นนอน (Horizontal) อาจจะขัดกันให้เกิดช่องว่างระหว่างเส้นตอกเป็นตาสี่เหลี่ยมเล็กหรือใหญ่ ลายขัดได้วิวัฒนาการจากการสานขัดกันระหว่างเส้นตอกแนวตั้งและแนวนอนอย่างละเส้น มาเป็นการใช้เส้นตอกแนวละหลายๆเส้น ขัดสลับกัน ทำให้เกิดลายใหม่ๆขึ้น หรือจะสอดทแยงเข้าระหว่างเส้นตั้งและเส้นนอนก็ได้ จะได้ลายใหม่ขึ้น หรือให้ลายขัดกันในลักษณะแนวทแยงมีช่องว่างเป็นรูปข้าวหลามตัด หรือเพิ่มเส้นตอกด้วยการยกและข่มสลับกันไป เช่น ลายสองและลายสาม จะทำให้ได้ลายขัดที่ละเอียดยิ่งขึ้น และมีลวดลายที่ปรากฏผิวแปลกออกไปด้วย

ลายขัด เป็นแม่แบบของลายสาน มีอยู่ในงานจักสานของชนชาติต่างๆทั่วไป และเป็นลายที่วิวัฒนาการขึ้นมาเป็นลายต่างๆ ตามความต้องการด้านประโยชน์ใช้สอยได้มาก ตั้งแต่ลายขัดธรรมดา ด้วยการยกเส้นหนึ่ง สอดขัดเข้าไปเส้นหนึ่ง มาจนถึงยกสองเส้นข่มสอง เรียกว่า ลายสอง ยกสามเส้นข่มสามเส้น เรียกว่า ลายสาม จนถึงการสานแบบยกดอกเป็นลวดลายต่างๆ ลายขัดแบบที่วิวัฒนาการมากที่สุดของไทยคือ ลายขัดที่เรียกว่า ลายผีบ้า หรือลายกระด้งฝัดข้าว เป็นลายสานที่มีเกือบทุกภาค



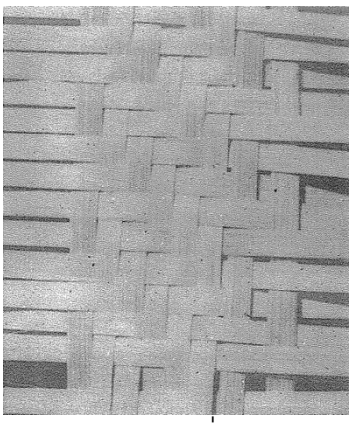
รูปที่ 2.15 ลายขัด

ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 109)

การใช้ลายขัดแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับรูปแบบโครงสร้างของเครื่องจักสานแต่ละชนิด

ลายขัดที่เรียกว่า ลายหนึ่ง ในภาคเหนือเรียกลายตานเป็นลายที่ใช้ประโยชน์ได้มาก เพราะสามารถสานให้เกิดตาถี่ตาห่างได้ ตั้งแต่สานเป็นตาห่างๆ สำหรับทำเป็นรั้วบ้าน ฝาบ้าน เล้าไก่ จนถึงการสานเป็นตาถี่ๆ ให้เป็นภาชนะต่างๆ เช่น ตะข้อง ตะกร้า กระบุง เป็นต้น

ส่วนลายที่ละเอียดขึ้นไปอีก เช่น ลายสอง ลายสาม เป็นลายที่มีความสวยงาม มักจะใช้สานสิ่งที่ต้องการความสวยงามของลวดลาย เช่น ลายเสื่อลำแพน ลายคุ ฝาบ้าน เป็นต้น ลายขัดนี้นอกจากจะสานด้วยการขัดธรรมดา บางครั้งอาจจะสานร่วมกับลายอื่นๆด้วยการสอดตอกเป็นเส้นทแยงมุมสานซ้อนลายอีกชั้นหนึ่ง หรืออาจจะสานเป็ยลายยกดอกซ้อนประกอบเข้าไปเพิ่มความสวยงาม มักใช้เป็นภาชนะที่ต้องการความงาม ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก เช่น กระเป๋าตะกร้าหิ้ว ฝาชี เป็นต้น

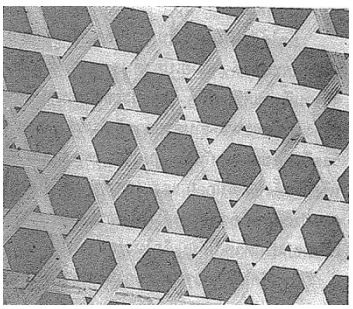


รูปที่ 2.16 ลายสองเป็นลายที่พัฒนามาจากลายขัด

ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 109)

ลักษณะโครงสร้างของลายขัดเป็นลายที่มีแรงยึดมาก อันเกิดจากการขัดกันของเส้นตั้งและเส้นนอนโดยตรง มีความแน่นและแข็งแรงให้ความคงทนมาก นิยมใช้สานประกอบกับลายอื่นๆ ในส่วนที่ต้องการความแข็งแรง เช่น ส่วนที่เป็นก้น ปาก คอ ของภาชนะ เป็นต้น

2.1.5.2 ลายทแยง (Plaiting Pattern) ลักษณะการสานคล้ายลายถัก ส่วนมากจะใช้ตอกปื้นหรือตอกเส้นแบน บางเพราะการสานลายชนิดนี้ต้องการแผ่นทึบ ที่มีความโค้งเป็นผนังของภาชนะทรงกระบอกเป็นส่วนใหญ่ โครงสร้างของลายทแยงมุมชนิดนี้จะเบียดตัวกันสนิทจนเกือบไม่มีช่องว่างลักษณะการขัดกันของตอกและวัสดุที่สานจะขัดกันในลักษณะทแยง (Diagonal) จะไม่มีเส้นตั้งหรือเส้นนอนเหมือนลายขัดเป็นลายสานที่ต้องการผิวเรียบบาง สามารถสานต่อเชื่อมกันโค้งตัวไปตามภาชนะที่ต้องการได้ ลายสานชนิดนี้บางทีสานเป็นแผ่นแล้วนำมาประกอบเข้ากับโครงสร้างอื่นตามรูปทรงที่ต้องการ เพราะลายชนิดนี้สามารถขยับตัวให้เซลล์เอียงตัวไปตามรูปทรงที่ต้องการได้ ลายทแยงเป็นลายที่สามารถเก็บริมได้เรียบร้อยสวยงามเพราะสามารถสอดเส้นตอกกลับเข้าไปในลายเดิมได้ดีกว่าลายขัด เส้นตอกที่เป็นเส้นทแยงหักพับกลับได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาชนะที่สานด้วยใบลาน ใบตาล เช่นสมุกใบลาน สอบใบเตย สอบกระจูด พัดไม้ไผ่ เป็นต้น เครื่องจักสานที่สานด้วยลายทแยงนี้ส่วนมากจะสามารถทรงรูปอยู่ได้ด้วยตัวเอง แต่ความแข็งแรงจะไม่คงทนเท่าลายขัด



รูปที่ 2.17 ลายเฉลว เป็นลายทแยงไขว้กัน มักสานเข่ง ชะลอม หรือภาชนะที่ต้องการให้ผนังโปร่ง อากาศผ่านได้ และมักต้องเสริมขอบและโครงสร้าง

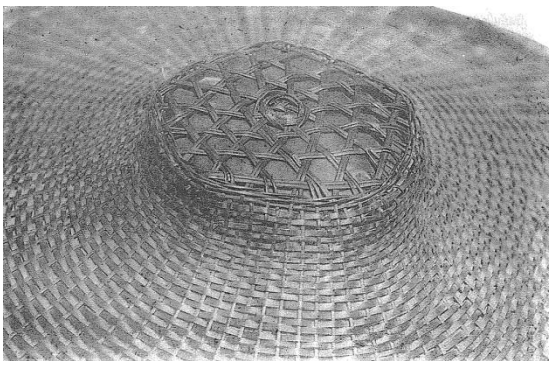
ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 110)

อย่างไรก็ตาม ลักษณะการสานด้วยลายทแยงนี้ได้พัฒนาจากลายทแยงธรรมดาไปเป็นลวดลายชนิดสอดขัดกัน เป็นลายดอกที่สานยากเรียกว่าลายผีบ้า (Mad Weave) การสานลักษณะนี้พบในสมุกใบลานแบบโบราณสำหรับใช้ใส่เครื่องหอมของสตรี เป็นต้น

ลายทแยงอีกชนิดที่นิยมคือลายหกมุมหรือหกเหลี่ยม เป็นลายที่มีลักษณะคล้ายลายเฉลวแต่สานทึบจนเกือบไม่มีช่องว่าง ภาคเหนือเรียกว่า ลายเกล็ดเต่า ใช้สานฝาหรือก้นโตก แอบข้าว ก่องข้าว ลายชนิดนี้มีใช้ทั่วไปในทุกภาค

ลายทแยงที่นิยมมากอีกลายคือ ลายเฉลวหรือตะเหลว หรือลายตาเข่ง หรือลายตาชะลอม ลายชนิดนี้เป็นลายทแยงที่มีความเกี่ยวข้องกับความเชื่อถือของคนไทย เช่น สานเป็นเฉลวสำหรับปักปากหม้อยาไทย หรือสานเป็นเฉลวบอกเหตุ ปักไว้ตามทางหรือที่ต้องการห้ามผู้คนเข้าไปคล้ายเป็นเครื่องหมาย

ลายเฉลว สามารถใช้สานเป็นเครื่องมือต่างๆ ส่วนมากเป็นลายโปร่ง เช่น กระจาด หมวกเจ๊ก ชะลอม เป็นต้น ลายเฉลวเป็นลายที่ไม่ใคร่จะทรงรูปอยู่ได้ มักจะต้องมีโครงนอกประกอบเพื่อให้มีโครงสร้างที่แข็งแรงสามารถใช้สอยได้คงทน ลายเฉลวที่ใช้ทั่วไปมักจะเป็นลายเฉลว 6 มุม นอกจากนี้ยังมีลายเฉลวที่ได้รับการพัฒนา เพื่อให้ใช้ประโยชน์ได้เหมาะสม และสะดวกยิ่งขึ้น เช่น ลายเฉลวห้ามุม สำหรับสานตะกร้อ ลายเฉลวแปดมุมสำหรับสานเปล เก้าอี้ ลายเฉลวผิดถูกหรือลายเฉลวจีน ใช้สานเข่งปลาทู ลายเฉลวทึบ หรือเฉลวฮ่อ ใช้สานฝากระติ๊บ เป็นต้น



รูปที่ 2.18 ลายเฉลว ใช้สานบนส่วนบนหรือกระหม่อมหมวกงอบของชาวนา
ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 111)

ลายเฉลวได้รับการพัฒนาให้เกิดความสวยงามมากยิ่งขึ้น ด้วยการสอดสานตอกเล็กๆ หรือวัสดุอื่น เข้าไปเพื่อเสริมแต่งให้เกิดลายที่แปลกออกไป เช่น ลายดอกพิกุล ลายดอกแก้ว พบในการสานภาชนะประเภทฝาชี กระเป๋าถือ เชี่ยนหมาก เป็นต้น ลายทแยงประเภทลายเฉลว เป็นลายที่ใช้ในเครื่องจักสานที่ต้องการผนังโปร่งเป็นช่องว่างมากๆ เช่น เข่ง เปล ชะลอม เป็นต้น ลายเฉลวมีใช้ในทุกภาคของประเทศ และวัสดุที่ใช้สานลายเฉลวส่วนมากเป็นไม้ไผ่ และหวาย

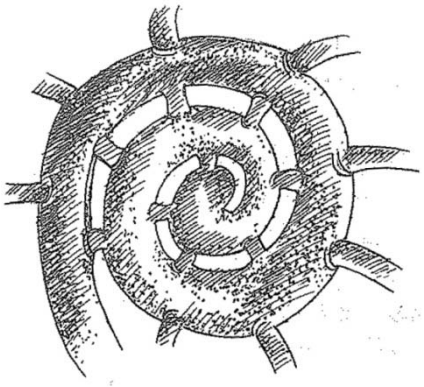
ลายอีกประเภทหนึ่งที่ใช้เป็นลายสานเครื่องจักสานเฉพาะอย่าง ตามแต่รูปทรงของเครื่องจักสานบังคับ อาจจะจัดไว้ในประเภทลายทแยง เช่น ลายที่สานหมุนเวียนออกจากศูนย์กลาง ได้แก่ ลายหัวสุ่มปลา ลายหัวสุ่มไก่ ลายโครงงอบ เป็นต้น การสานลายประเภทนี้จะสานวนออกจากศูนย์กลาง แล้วกระจายแผ่ออกไปเป็นรัศมี โดยใช้ตอกที่แผ่กระจายเป็นตอกหลักในการสานตามรูปทรงที่ต้องการ ลายชนิดนี้มักใช้สำหรับ เครื่องจักสานทรงกระทะ ที่ต้องการช่องว่างที่ส่วนก้นอันเกิดจากการเริ่มต้นของลายนั้นๆ

2.1.5.3 ลายสานแบบขด (Coiling Pattern) ลายสานแบบขดส่วนมากจะใช้สานภาชนะเป็นการสร้างรูปทรงขึ้นด้วยการขดตัวของวัสดุซ้อนกันเป็นชั้นๆ แล้วใช้ตัวกลางเชื่อมถักเข้าด้วยกันด้วยการเย็บ (Sew) หรือถัก มัด ระหว่างเส้นวัสดุอาจจะเป็นวัสดุที่ได้รับการถักเป็นเส้น เป็นริ้ว หรือเป็นเส้นวัสดุธรรมดาที่ยังไม่ได้ถัก ลักษณะการทำเครื่องจักสานด้วยการขดนี้เป็นวิธีการทำเครื่องจักสานเก่าแก่วิธีหนึ่ง เริ่มด้วยการนำกิ่งไม้ เถา หรือต้นไม้ มาขดเป็นวงกลมแล้วถักเชื่อมกิ่งไม้ เถา หรือต้นไม้ที่ขดไว้นั้นซ้อนเป็นชั้นๆ เรื่อยไปจนเป็นภาชนะ จากลักษณะการสานแบบขดได้พัฒนาตามความต้องการใช้สอย มีรูปทรงลวดลายต่างกันไป แต่โดยทั่วไป การเริ่มต้นจะเริ่มจากการขดออกมาจากวงในลักษณะก้นหอยเสมอ

รูปที่ 2.19 ลักษณะการเชื่อมและการขดตัวของการสานแบบขด

ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 112)

ลายสานแบบขดในเครื่องจักสานมักใช้วัสดุจำพวก หวาย ปอ และวัสดุอื่นที่ไม่สามารถคงรูปอยู่ได้ด้วยความแข็งของตัววัสดุเอง ลายสานแบบขดจะรับน้ำหนักและแรงดันได้ดี เพราะโครงสร้างทุกส่วนจะรับน้ำหนักเฉลี่ยได้ทั่วถึงกัน เครื่องจักสานที่สานด้วยลวดลายขดของไทยนั้นมีไม่มาก ส่วนมากจะเป็นเครื่องจักสานหวายและ ย่านลิเภา เช่น ตะกร้าหิ้ว กระเป๋าถือ เป็นต้น นอกจากนี้ยังพวกไม้ไผ่เนื้ออ่อนที่นำมาจักเป็นตอกบางๆ แล้วถักเป็นเส้นแล้วนำมาขดเย็บติดกันเป็นชิ้น เช่น การทำหมวก กระเป๋า เป็นต้น

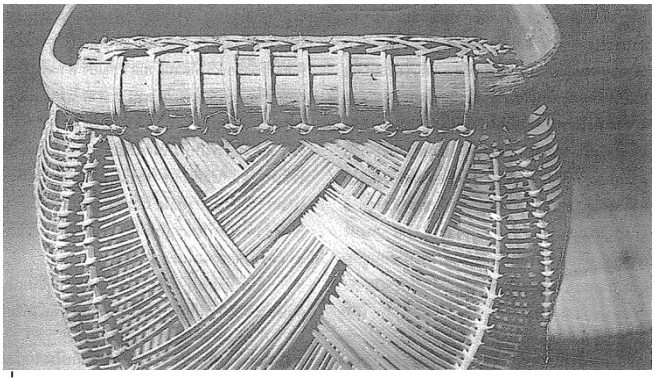


รูปที่ 2.20 ลายสานแบบขด

ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 113)

2.1.5.4 ลายอิสระ (Abstract Pattern) ลายอิสระหรือลายไม่มีหลัก จัดว่าเป็นลายที่สานขึ้นอย่างอิสระ ตามความต้องการของผู้สานไม่สามารถจัดเข้าระเบียบลายหรือหลักการสานต่างๆ ดังกล่าวแล้วได้ ลายประเภทสามารถสร้างรูปทรงและโครงสร้างด้วยกฎเกณฑ์ของตนเอง จัดว่าเป็นลายที่เกิดจากการสร้างสรรค์ที่อิสระ ตามความต้องการใช้สอย โดยใช้วัสดุต่างๆกัน เช่น

การสานแผงรั้วด้วยไม้ไผ่ กิ่งไผ่ เถาหรือต้นไม้อื่นๆ หรือการสานเครื่องเล่น เครื่องประดับด้วยใบไม้ เช่น กำไลข้อมือ เข็มขัด ใบลาน ใบตาล การสานรูปสัตว์ต่างๆให้เด็กเล่น การสานดอกไม้พวงมาลัย



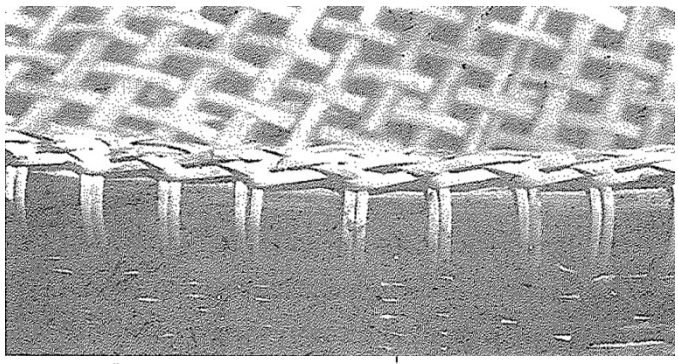
รูปที่ 2.21 ลายอิสระ เป็นการรวบเส้นตอกเข้าด้วยกันอย่างง่ายๆ

ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 113)

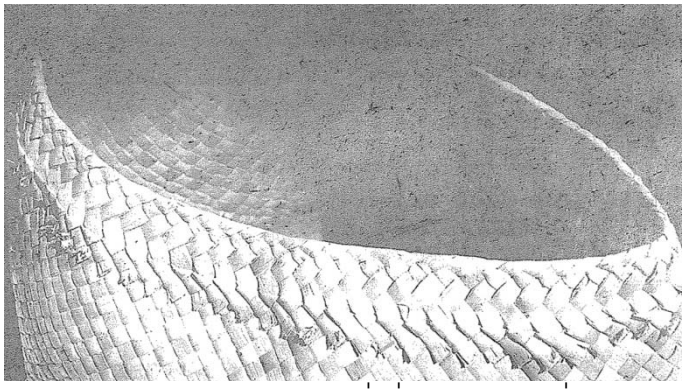
2.1.6 การเริ่มต้นและการเก็บริม (Beginning & Finished) เป็นขั้นตอนที่สำคัญของการทำเครื่องจักสาน การเริ่มต้นและการเก็บริมจะมีส่วนสัมพันธ์และส่งผลถึงการใช้ลวดลาย การสร้างรูปทรง โครงสร้างที่สอดคล้องกับความต้องการด้านประโยชน์ใช้สอยของเครื่องจักสาน ช่วยให้เครื่องจักสานมีความสมบูรณ์ในตัวเอง

การเริ่มต้น หมายถึง การเริ่มสานอาจจะเป็นการเริ่มที่ส่วนก้นของภาชนะ หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของเครื่องสานที่ต้องการทำเป็นแผ่น หรือเป็นรูปทรงอื่นๆ การเริ่มต้นโดยเฉพาะเครื่องจักสานประเภทภาชนะ เป็นส่วนสำคัญที่ส่งผลถึงรูปทรง คือผู้สานจะต้องกำหนดลวดลายและวัสดุให้ถูกต้อง เช่น การสานก้นตะข้อง มักจะสานด้วยลายขัด ให้มีช่องว่างสำหรับน้ำไหลออก โดยอาจจะสานเป็นแผงสี่เหลี่ยมก่อน แล้วพับทบขึ้นไปเป็นส่วนผนังด้านข้างหรือถ้าเป็นก้นกระบุงอาจจะสานด้วยลายสองให้เกิดเป็นแผ่นทึบ เป็นต้น

จากลักษณะขั้นตอนการทำเครื่องจักสานจะเห็นว่าโดยทั่วไป ตัวกำหนดสำคัญคือความต้องการด้านประโยชน์ใช้สอย จะครอบคลุมขั้นตอนทั้งหมดของเครื่องจักสาน ในวิธีการทำเริ่มต้นที่ส่วนใดส่วนหนึ่งก่อน กำหนดลวดลายที่ใช้สานส่วนนั้น และลายที่จะทำให้เกิดรูปทรงในส่วนต่อๆไป โดยต้องคำนึงถึงโครงสร้างของสิ่งที่สานนั้นว่าจะใช้โครงสร้างอย่างไร จนถึงขั้นตอนสุดท้ายคือการเก็บริม หรือการทำขอบ เป็นขั้นตอนที่ทำให้เครื่องจักสานสมบูรณ์



รูปที่ 2.22 การผูกหรือเก็บริมภาชนะจักสานที่เสริมขอบปากด้วยหวายและไม้ไผ่
ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 115)



รูปที่ 2.23 การเก็บริมในตัวของสอบนั่งที่สานด้วยวัสดุที่อ่อนตัวได้ง่าย
ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 115)

การเก็บริม หมายถึง การทำส่วนต่างๆของเครื่องจักสานให้เสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ถ้าเป็นภาชนะหมายถึงการเข้าขอบปาก การเก็บริมปาก ตลอดไปจนถึงการผูกส่วนเสริมโครงสร้างต่างๆ ให้เครื่องจักสานแต่ละชนิด มีความสมบูรณ์ในตัวเอง เช่น การผูกขอบหรือเข้าขอบกระบุง เสริมโครงสร้างที่ก้นกระบุง ไปจนถึงการถักหูกระบุง เป็นต้น

2.1.6.1 การเก็บริม ของเครื่องจักสานแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ

2.1.6.1.1 การเก็บริมในตัว คือ การใช้วัสดุที่สานเป็นโครงสร้างของเครื่องจักสานทั้งหมด สานเป็นริมหรือขอบไปด้วย โดยการพันหรือทบกลับเข้าไปในโครงสร้างนั้นๆ การเก็บริมในลักษณะนี้มักใช้กับเครื่องจักสานที่สานด้วยลายทแยง สานด้วยตอกอ่อน หรือวัสดุอ่อน เช่น ใบลาน ใบตาล ใบเตย กระจูด และตอกไม้ไผ่บาง เป็นต้น เครื่องจักสานชนิดเก็บริมในตัวนี้มีทั้งที่เก็บริมในตัวที่เป็นภาชนะและเครื่องใช้อื่นๆ เช่น กระติ๊บ ก่องข้าว เสื่อปาหนัน กระสอบใบเตย บุงตีบ เป็นต้น การเก็บริมในตัวนี้บางครั้งจะเกิดเป็นลายใหม่ ขึ้นบนขอบหรือริมของเครื่องจักสานนั้นด้วย

2.1.6.1.2 การเข้าขอบ หรือการเก็บริมด้วยวัสดุอื่น เป็นลักษณะของการเก็บริมอีกลักษณะหนึ่ง คือ เครื่องจักสานนั้นสานด้วยลวดลายและวัสดุที่ไม่เอื้ออำนวยให้เก็บริมในตัวได้สะดวก ทั้งยังไม่เหมาะกับประโยชน์ใช้สอย เช่น ขอบของกระบุง เข่ง มักสานด้วยตอก ไม้ไผ่แข็งไม่สามารถทบกลับได้ เพราะตอกจะหักทั้งลักษณะการใช้สอย ที่ส่วนปากจะต้องรับน้ำหนักมาก การเก็บริมด้วยวิธีการเข้าขอบด้วยวัสดุอื่นที่แข็งแรงคงทนกว่า จะช่วยให้เกิดประโยชน์ที่สมบูรณ์กว่า

การเก็บริมด้วยวิธีเข้าขอบหรือเสริมขอบนี้มักจะใช้กับเครื่องจักสานที่มีความต้องการใช้สอยที่ใช้งานหนัก และต้องการแรงยึดที่ขอบแข็งแรง เช่น การเข้าขอบกระบุง ขอบครุ ขอบเข่ง เป็นต้น การเก็บริมนี้รวมถึงการเข้าขอบเสริมโครงสร้างส่วนอื่นๆ ของเครื่องจักสานด้วย เช่น การผูกขาเข้าขอบกลาง การถักหู เป็นต้น

การเก็บริมในเครื่องจักสาน มีความแตกต่างกันไปตามลักษณะของการสานและรูปทรงเครื่องจักสานบางชนิดอาจจะใช้การเก็บริมในตัว โดยใช้วัสดุที่เป็นผนังสอดทบสานขัดกันเองเพื่อให้ได้ริมที่มีความเรียบร้อย และมีความคงทนในการใช้สอย ลักษณะการเก็บริมในตัวอาจจะทำเป็นขอบหรือเป็นแผ่นผนังเรียบธรรมดา แต่โดยทั่วไปมักจะทำเป็นปมหรือขอบด้วยเสมอ

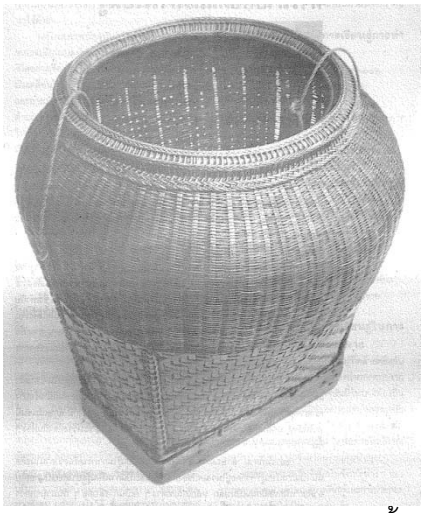
การเก็บริมอีกลักษณะหนึ่ง เป็นการเก็บริมด้วยวัสดุอื่นๆ เช่น ไม้ไผ่ หวาย หรือไม้ชนิดอื่นที่มีความยืดหยุ่น สามารถดัดให้โค้งไปตามรูปทรงของเครื่องจักสานที่ต้องการจะเข้าขอบได้ การเก็บริมโดยการเข้าขอบนี้เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยให้เครื่องจักสานคงทนแข็งแรงมากขึ้น และยังเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยให้ช่างจักสานมีโอกาสตกแต่งด้วยลวดลายต่างๆเพื่อเป็นการเพิ่มความงามของเครื่องจักสานนั้นๆ เช่น ตะกร้าหิ้วของภาคกลาง เชี่ยนหมาก เครื่องจักสานภาคอื่นๆส่วนมากจะสานด้วยวัสดุที่มีความแข็งที่ทรงตัวอยู่ด้วย แต่ต้องการความเรียบร้อยและความแข็งแรงที่ส่วน ปาก มักจะต้องเข้าขอบและเก็บริมที่มั่นคงด้วยการถักเสริมด้วยวัสดุอื่น เช่น เปี้ยด บุง เป็นต้น

2.1.6.2 การเก็บริมและการผูกขอบนี้ ทำให้เกิดแบบอย่างของการผูกหรือถักขอบที่มีลวดลายเฉพาะขึ้น คือ ลวดลายที่ใช้ในการผูกขอบ มักจะใช้หวายเป็นหลักที่สำคัญและนิยมใช้กันทั่วไปมีอยู่ 2 แบบ คือ

2.1.6.2.1 ลายหัวแมลงวัน เป็นลักษณะของการผูกขอบโดยมีเงื่อนเป็นปุ่ม คล้ายหัวแมลงวันอยู่บนสันขอบ มักจะเป็นปุ่มห่างๆ กัน เช่น ขอบกระบุง ขอบเข่ง ขอบกระชัง เป็นต้น

2.1.6.2.2 ลายสันปลาช่อน เป็นลักษณะของการผูกขอบที่มีเงื่อนที่สวยงามกว่ามักจะถักเสริมเป็นลวดลายที่สวยงามอยู่บนสันขอบอีกครั้งหนึ่ง จะใช้กับภาชนะเครื่องจักสานที่ต้องการความประณีตสวยงามเป็นพิเศษ เช่น ขอบตะกร้าหิ้ว ขอบกระด้งฝัด ขอบกระบุง เป็นต้น

นอกจากลวดลายที่ใช้ในการเข้าขอบทั้งสองแบบ ยังมีลวดลายที่ใช้ในการผูกถัก เสริมโครงสร้างของเครื่องจักสานทำให้เกิดความสมบูรณ์ที่มีแบบอย่างเฉพาะตัวอีก เช่น การผูกขา ผูกหู ของภาชนะต่างๆ การถักขอบ โครงสร้างของเครื่องจับดักสัตว์น้ำ ประเภท ลอบ ไซ เป็นต้น

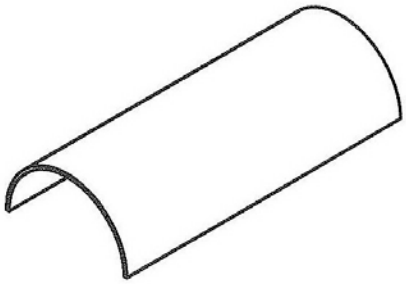


รูปที่ 2.24 กะเหล็บ ภาชนะสานของชาวไทยเชื้อสายลาวโซ่ง
ที่มา. วิบูลย์ ลี้สุวรรณ(2532: 121)

2.2 ทฤษฎีโครงสร้างเปลือกบาง (Thin Shells)

2.2.1 โครงสร้างที่รูปทรงต้านน้ำหนักภายนอก (Form-Resistant) โครงสร้างเปลือกบาง คือ โครงสร้างรูปทรงสามมิติที่บางและแข็งแรงครอบคลุมเนื้อที่ด้วยผิวโค้ง โครงสร้างเปลือกบาง หรือโครงสร้างเปลือกหอย เป็นโครงสร้างที่มีรูปทรงต้านต่อน้ำหนักภายนอกที่คาดว่าจะเกิดขึ้น การที่โครงสร้างชนิดนี้มีเปลือกบางจึงไม่สามารถพัฒนาความเค้นดัดได้ชัดเจน แต่มีความหนาพอที่จะรับน้ำหนัก โดยการอัด การดึงและการเฉือน โครงสร้างเปลือกบางที่มีผิวโค้งและผิวบิดจะเป็นรูปทรงที่มีประสิทธิภาพในการต้านน้ำหนักภายนอก รูปทรงของโครงสร้างเปลือกบางมีรูปทรงหลายแบบดังนี้ (ชลธี อิ่มอุดม, 2546: 171-188)

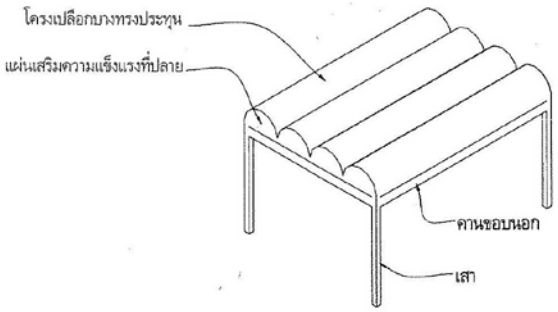
2.2.1.1 ผิวที่ได้จากโค้ง (Curvatures) โครงสร้างเปลือกบางแบ่งตามพื้นฐานใหญ่ๆ ได้ 2 แบบ คือ การโค้งทิศทางเดียวและการโค้งสองทิศทาง การโค้งทิศทางเดียวของเปลือกบางคือการโค้งเพียงทิศทางเดียว ตัวอย่างเช่น โครงสร้างโค้งทรงประทุน (Barrel Vault) หรือโครงสร้างเปลือกบางทรงกระบอก (Cylindrical Shell)



รูปที่ 2.25 โค้งเปลือกบางทรงประทุน

ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 172)

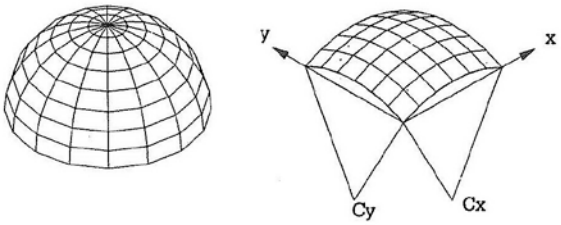
โค้งเปลือกบางทรงประทุนแบบต่อเนื่องหลายโค้งจะมีที่รองรับหัวท้ายด้วยแผ่นแข็งเกร็ง มีลักษณะเหมือนโครงสร้างแผ่นพับ



รูปที่ 2.26 โค้งเปลือกบางทรงประทุนแบบหลายโค้ง

ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 172)

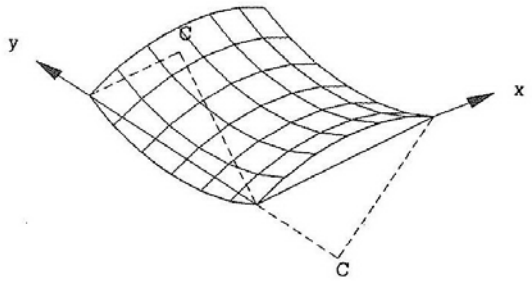
การโค้งสองทิศทาง (Doubly Curvature) แบ่งออกได้เป็นสองแบบ คือการโค้งในทิศทางเดียวกัน (Synclastic Shells) ลักษณะการโค้งทิศทางเดียวคือการโค้งของโค้งหลักทั้งสองโค้งไปข้างเดียวกันของผิว เช่น โดมทรงกลม (Spherical Dome)



รูปที่ 2.27 โค้งทางเดียว

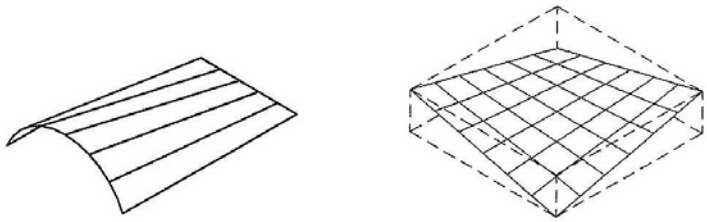
ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 173)

สำหรับการโค้งสองทิศทาง การโค้งหลักทั้งสองจะโค้งในทิศทางตรงกันข้ามของพื้นผิว เช่น รูปทรงโค้งทรงกรวย (Conoid) และไฮเพอบอลิคพาราโบลอยด์ (Hyperbolic Paraboloid)



รูปที่ 2.28 การโค้งของโค้งหลักไปคนละข้างของผิว

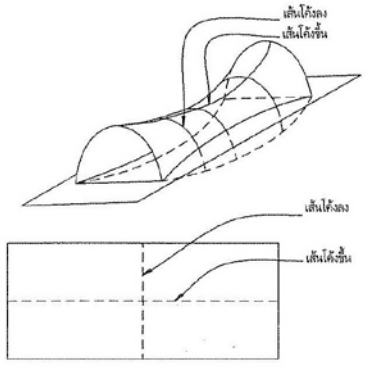
ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 173)



รูปที่ 2.29 โครงทรงกรวย (Conoid) และไฮเพอบอลิคพาราโบลอยด์ (Hyperbolic Paraboloid)

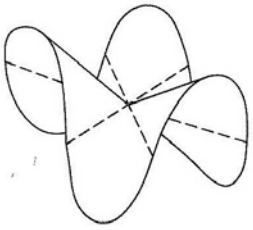
ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 173)

ในส่วนของรูปทรงเปลือกบางทรงอานม้า (Saddle Shapes) มีการโค้งลงและโค้งขึ้น เหมือนหลังม้าผิวที่มีส่วนโค้งเป็นเส้นตรงมากกว่าสองทิศทางจะทำให้ง่ายต่อการก่อสร้าง และโครงสร้างเปลือกบางที่มีผิวเป็นเส้นตรงมากกว่าสามทิศทางเรียกว่า รูปทรงหอยแครง (Scalloped Shape)



รูปที่ 2.30 รูปเปลือกบางทรงอานม้า

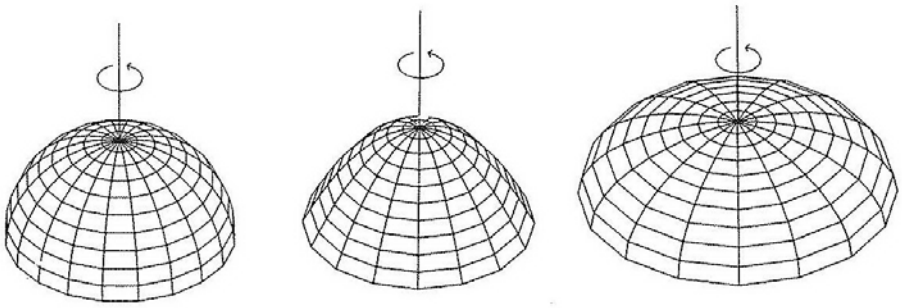
ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 174)



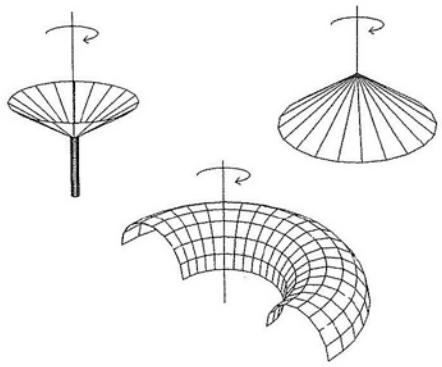
รูปที่ 2.31 รูปทรงหอยแครง

ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 174)

2.2.1.2 ผิวที่ได้จากการหมุน (Rotation Surfaces) ผิวที่ได้จากการหมุนเส้นโค้งของแกนในระนาบตั้งทำให้เกิดรูปทรงของโดม (Meridian Curved Dome) แบบต่างๆเหมาะสมในการก่อสร้างหลังคาคลุมพื้นที่ทรงกลม เช่น โดมครึ่งวงกลม เส้นโค้งระนาบตั้ง เรียกว่า เมอริเดียน (Meridian) และเส้นวงแหวนในระนาบนอนของโดมเรียกว่า พาราลเลอลส์ (Parallels) เส้นวงแหวนที่มีขนาดใหญ่ที่สุดเรียกว่า อีเควเตอร์ (Equator) โดมรูปไข่ (Elliptical Domes) ได้จากการหมุนเส้นโค้งครึ่งหนึ่งของรูปไข่รอบแกนระนาบตั้ง ประสิทธิภาพของโดมแบบนี้จะด้อยกว่าแบบครึ่งวงกลม เพราะส่วนบนของผิวโดมแบนกว่า ทำให้ส่วนโค้งของผิวน้อยกว่า มีแนวโน้มในการโก่งเดาะมากกว่า พาลาโบลิคโดม (Parabolic Dome) มีเปลือกโค้งมากกว่าที่ยอดโดม ทำให้มีประสิทธิภาพมากกว่าโดมครึ่งวงกลม โครงสร้างเปลือกบางทรงกรวย (Cone) ได้จากการหมุนเส้นตรงรอบแกนตั้ง รูปทรงกรวยไม่มีส่วนโค้งในแนวรัศมี ทำให้การก่อสร้างด้วยด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กก่อสร้างได้ง่าย โครงสร้างเปลือกบางโค้งทรงประทุนโค้ง (Toruses) ได้จากการหมุนรอบแกนตั้งด้วยรูปทรงโค้งประทุน มีลักษณะคล้ายผิวของขนมโดนัท ใช้ในการคลุมพื้นที่วงแหวน



Spherical Surface Parabolic Surface Elliptical Surface

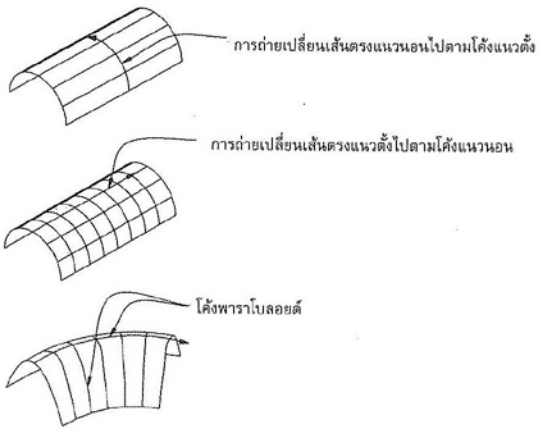


ผิวทรงกรวย (Conical Surface) และ ผิวทรงโค้งประทุน (Torus Surface)

รูปที่ 2.32 ผิวที่ได้จากการหมุนรอบแกนในรูปทรงต่างๆ

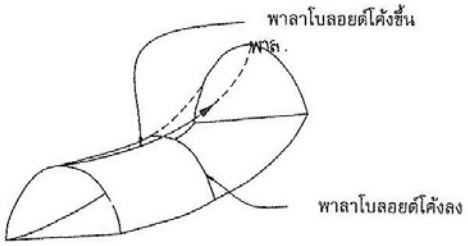
ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 175)

2.2.1.3 ผิวที่ได้จากการถ่ายเปลี่ยน (Translation Surfaces) หมายถึงโครงสร้างผิวเปลือกบางที่ได้จากการเลื่อนผืนไปตามระนาบโค้งสองระนาบที่อยู่หัวและท้ายในแนวทางกับระนาบที่เลื่อน เช่น ผิวรูปทรงกระบอก (Cylinder) ได้จากการถ่ายเปลี่ยนผิวเส้นตรงไปตามโค้งระนาบตั้งด้านหัวและท้าย โดยเส้นตรงแนวนอนในระนาบตั้งฉากกับโค้งนั้น หรือโดยการถ่ายเปลี่ยนโค้งตามระนาบตั้งไปตามเส้นตรงแนวนอน การเปลี่ยนถ่ายผิวจากโค้งพาราโบลอยด์ไปตามเส้นโค้งพาราโบลอยด์ โดยมีการโค้งลง จะได้ผิวที่เรียกว่า ผิวพาราโบลอยด์โค้งรูปไข่ (Elliptical Paraboloid) คลุมพื้นที่สี่เหลียมผืนผ้า รูปตัดของผิวในระนาบนอน เรียกรูปไข่ (Ellipses)



รูปที่ 2.33 ผิวแบบหมุนรอบแกนตั้งแบบต่างๆ

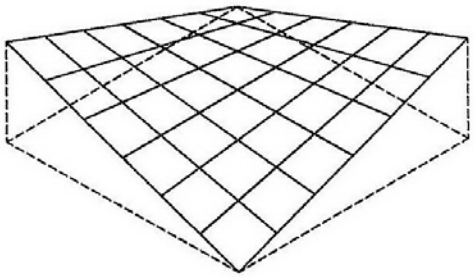
ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 176)



รูปที่ 2.34 ผิวที่ได้รับจากการเปลี่ยนถ่าย

ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 176)

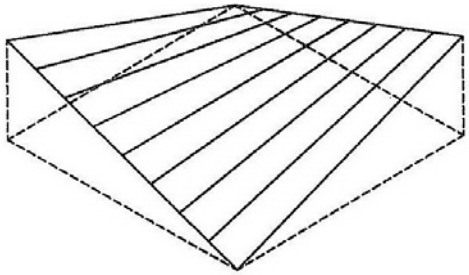
ถ้าเปลี่ยนถ่ายผิวคว่ำลงของพาราโบลาลงตามแนวโค้งขึ้นของพาราโบลาจะได้ผิวโค้งมีรูปทรงอานม้า เรียกว่า ไฮเพอบอริคพาลาโบลอยด์ (Hyperbolic Paraboloid) หรือ ไฮพาร์ (Hypar) ไฮเพอบอลิคพาราโบลอยด์แบบโค้งอานม้า โค้งจะกลายเป็นเส้นตรงในสองทิศทาง



รูปที่ 2.35 ไฮเพอบอริคพาลาโบลอยด์ (Hyperbolic Paraboloid)

ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 177)

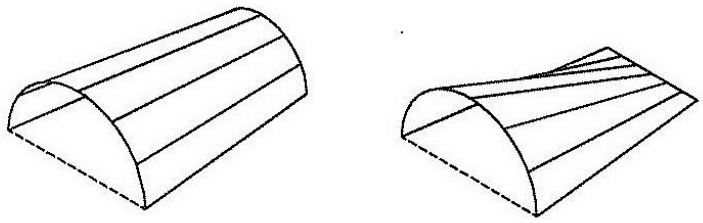
2.2.1.4 ผิวที่ได้จากการตีบรรทัด (Ruled Surfaces) คือผิวที่ได้จากการตีบรรทัดจากเส้นโค้งที่หัวและท้ายที่อยู่ห่างกัน เมื่อใดที่เส้นโค้งหัวและท้ายทั้งสองเป็นเส้นตรงที่ชี้ขึ้นสลับข้างกัน ผลของผิวที่ได้จากการตีบรรทัดเรียกว่า ไฮเพอบอลิคพาราโบลอยด์ (Hyperbolic Paraboloid)



รูปที่ 2.36 รูปทรงไฮเพอบอริคพาลาโบลอยด์ (Hyperbolic Paraboloid)

ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 177)

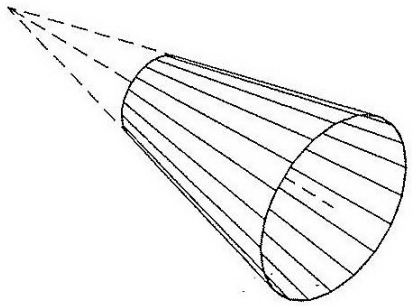
ผิวเปลือกรูปกรวย (Conoid) ได้จากส่วนของเส้นตรงจากการตีบรรทัดบนเส้นโค้งหัวท้ายที่แตกต่างกัน



รูปที่ 2.37 รูปทรงโค้งผิวกรวย (Conoid) ที่ได้จากการตีเส้น

ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 178)

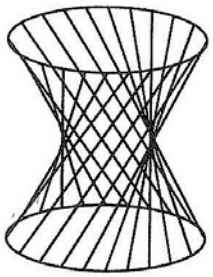
รูปผิวโค้งทรงกรวย คือผิวที่ได้จากการตีบรรทัดจากปลายโค้งด้านหนึ่ง ได้จากเส้นโค้งที่หมุนรอบจุดและปลายอีกด้านหนึ่งที่เป็นเส้นตรง



รูปที่ 2.38 ส่วนหนึ่งของเปลือกรูปกรวย

ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 178)

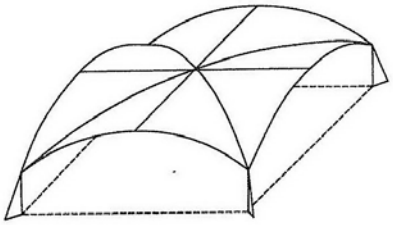
เปลือกรูปไฮเพอบอลลอยด์ (Hyperboloid) ได้จากส่วนหนึ่งของเส้นตรงวางเฉียงเลื่อนไปตามเส้นรอบรูปของวงกลมหัวท้ายในระนาบนอนสองวง โดยมีวงหนึ่งอยู่ด้านบนและอีกวงหนึ่งอยู่ด้านล่าง



รูปที่ 2.39 รูปเปลือกบางทรงไฮเพอบอลลอยด์

ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 178)

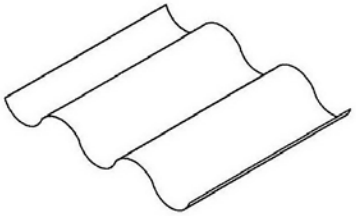
2.2.1.5 รูปทรงที่ซับซ้อน ได้จากการนำโครงสร้างเปลือกบางแบบต่างๆที่กล่าวมาแล้วมารวมกันโดยวิธีการต่างๆ เช่นนำรูปทรงเปลือกบางทรงกระบอกวางตัดกันเป็นมุมฉากเพื่อคลุมพื้นที่สี่เหลี่ยมเรียก “ Groin Vault ”



รูปที่ 2.40 รูปทรงที่ได้จากเปลือกทรงกระบอกตัดกัน

ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 179)

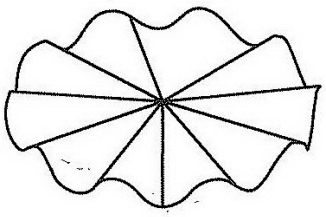
การนำเปลือกบางทรงกระบอกมาวางต่อกันโดยสลับคว่ำและหงายของโค้งจะได้รูปทรงที่เรียกว่า “ โครงสร้างเปลือกบางทรงลูกฟูก ”



รูปที่ 2.41 เปลือกบางทรงลูกฟูก

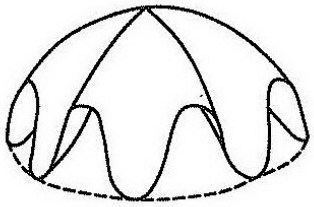
ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 180)

หลังคาวงแหวนเปลือกบางทรงหอยแครง (Scalloped Ringed Roof) ได้จากการนำโครงสร้างเปลือกบางทรงกรวยมาวางต่อกันโดยสลับโค้งคว่ำหวายมีลักษณะเป็นโค้งคลื่น การเพิ่มความโค้งให้กับโครงสร้างเปลือกบางทรงหอยแครง เพื่อเพิ่มความแข็งแรง



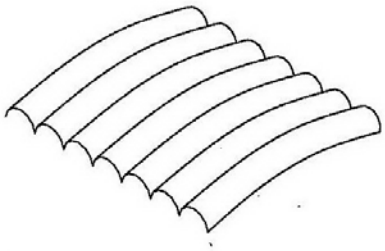
รูปที่ 2.42 เปลือกบางทรงหอยแครง

ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 180)



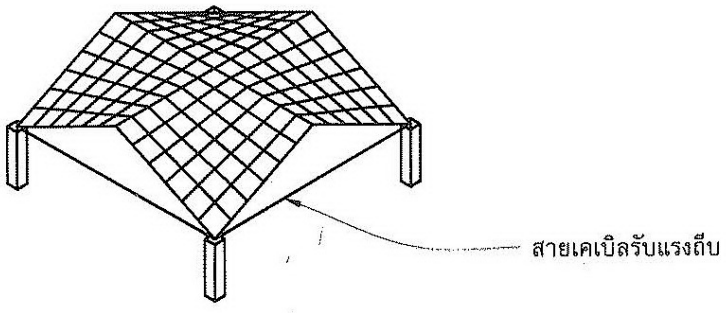
รูปที่ 2.43 เปลือกบางทรงหอยแครงโค้ง

ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 180)



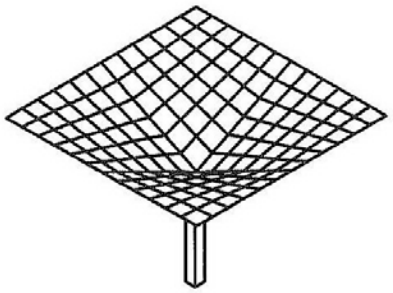
รูปที่ 2.44 เปลือกบางทรงกระบอกพาราบอลิค

ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 180)



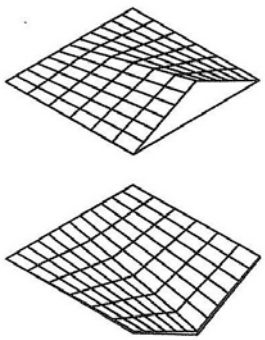
รูปที่ 2.45 รูปทรงที่เกิดจากไฮเพอบอลิคพาราบอลอยด์มาประกอบกัน 4 ชิ้น

ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 180)



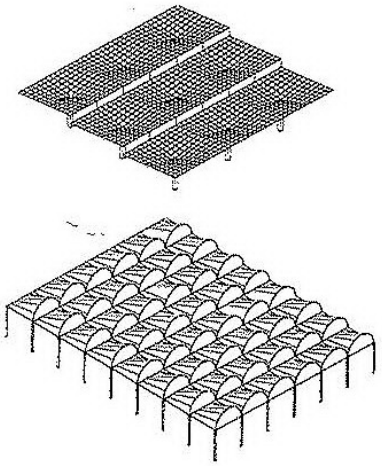
รูปที่ 2.46 รูปทรงที่เกิดจากไฮเพอบอลิคพาราบอลอยด์มาประกอบกัน 4 ชิ้น

ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 181)



รูปที่ 2.47 การประกอบกันของไฮเพอบอลิคพาราบอลอยด์

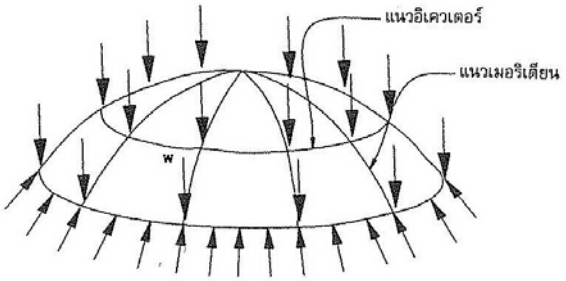
ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 181)



รูปที่ 2.48 การทำรูปทรงไฮเพอบอลิคพาราบอลอยด์และรูปทรงกรวยมาประกอบกันเป็นหลังคา เพื่อรับแสงเหนือ

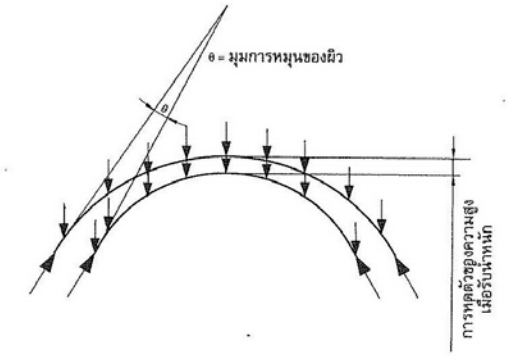
ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 182)

2.2.2 พฤติกรรมทางโครงสร้างผิวบางในโดมครึ่งวงกลม พฤติกรรมทางโครงสร้างผิวบางในโดมครึ่งวงกลมที่รองรับที่ขอบฐานโดยรอบ เนื่องจากน้ำหนักในแนวดิ่งที่สมดุลกันทั้งสองข้างของแนวแกน (น้ำหนักที่ตายตัว) คือผลที่เกิดจากลักษณะของรูปทรงของโดม ในโครงสร้างเปลือกบางเส้นตัดในระนาบเมอริเดียนและเส้นตัดในระนาบตั้งฉากกับระนาบเมอริเดียนเป็นเส้นโค้งหลัก และเป็นระนาบความเค้นหลัก ความเค้นในระนาบตัดทั้งสองคือความเค้นดึงและความเค้นอัด ซึ่งกระจายอย่างสม่ำเสมอตลอดความหนาของโครงสร้างเปลือกบางที่มีความหนาน้อย โครงโค้งที่มีลักษณะของฟิวนิคคูลา (Funicular) จะเกิดขึ้นเฉพาะกับน้ำหนักที่มากระทำเพียงแบบเดียว แต่ในระนาบเส้นเมอริเดียนของโดมมีลักษณะของฟิวนิคคูลา จากน้ำหนักที่มากระทำหลายแบบ ความแตกต่างนี้เนื่องจากในขณะที่โครงโค้งของวงกลมไม่มีที่รองรับในระนาบแนวนอน แต่ระนาบเมอริเดียนของโดมครึ่งวงกลมมีการรองรับโดยวงแหวนในระนาบนอนที่ขนานกันหลายวง เพื่อต้านการเคลื่อนที่ในระนาบนอนโดยการเกิดความเค้นในระนาบเส้นรอบรูป ผลมาจากพฤติกรรมทางฟิวนิคคูลา เนื่องมาจากน้ำหนักบรรทุกแบบต่างๆมีสมมาตร โดมจะไม่เปลี่ยนรูปร่างไปตามน้ำหนักที่แปรเปลี่ยน



รูปที่ 2.49 ความเค้นในแนวเมอริเดียนในโดมเปลือกบางครึ่งวงกลม

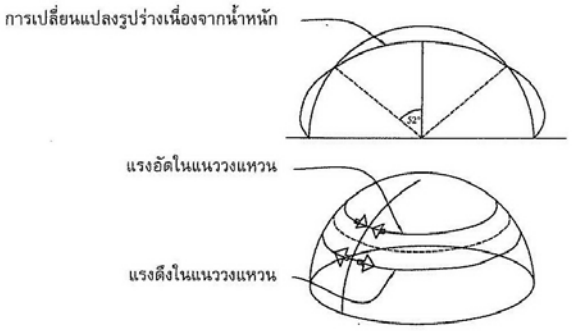
ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 182)



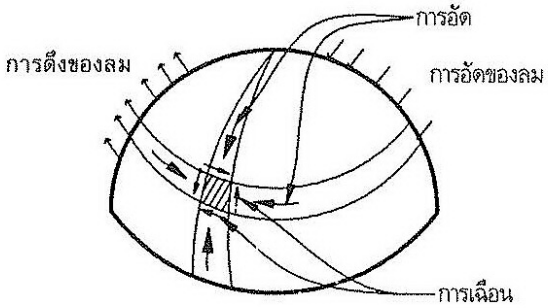
รูปที่ 2.50 การเปลี่ยนแปลงรูปของโดมที่โค้งน้อย

ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 183)

การมีส่วนช่วยในการรับแรงของแหวนระนาบนอนกับพฤติกรรมฟิวนิคคูลาของโดมชี้ให้เห็นได้จากการเปลี่ยนแปลงรูปของโค้งระนาบตั้ง เมื่อรับน้ำหนักโดมที่มีความโค้งน้อย การโค้งระนาบตั้งจะโก่งภายใต้น้ำหนักและโค้งยุบลงตามระนาบแกนของโดม ทำให้วงแหวนในระนาบนอนหดสั้นเข้ารัศมีของวงแหวนจะน้อยลง วงแหวนระนาบนอนจึงเกิดการอัด เป็นการต้านทานโค้งในระนาบตั้งไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่โค้งลงได้อย่างอิสระ เมื่อโดมมีความโค้งมากจุดยอดของโดมจะเคลื่อนที่ลงเมื่อรับน้ำหนัก ส่วนล่างใกล้ฐานของโดมจะเคลื่อนที่ออกภายนอก วงแหวนในระนาบนอนส่วนบนจะหดตัวลง วงแหวนในระนาบนอนส่วนล่างจะมีความยาวเพิ่มขึ้น เกิดความเค้นดึงต้านการเคลื่อนของโค้งในระนาบตั้ง



รูปที่ 2.51 การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของโดมที่มีโค้งมากภายใต้น้ำหนักตายตัว
ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 184)



รูปที่ 2.52 ลักษณะกลไกของการเฉือนในโดม
ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 185)

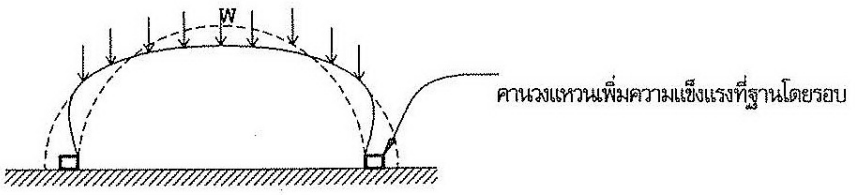
โครงสร้างเปลือกบางมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างตามการผันแปรของน้ำหนัก เพื่อที่จะไม่ให้เกิดความเค้นอัด ในโครงสร้างโดมเปลือกบางการอัดจะเกิดขึ้นแทน แม้ว่าความเค้นหลัก (Direct Stresses) ในโค้งระนาบตั้งฉากกับพื้นและวงแหวนในระนาบนอนไม่สามารถรับน้ำหนักที่

กระทำทั้งหมดได้ จำเป็นต้องทำให้เกิดความสมดุล เช่น ความเค้นเฉือน (ลักษณะคล้ายกับการรับแรงเฉือนโดยการบิดในโครงสร้างแผ่น) เพื่อไม่ให้ความเค้นที่เกิดขึ้นเกิดความเค้นปลอดภัย

ความเค้นหลัก (การอัดและการดึง) การเฉือนภายในผิวของผืนโดมจะเฉลี่ยและสมดุลกับน้ำหนักบนโดมครึ่งวงกลมโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูป เมื่อนำกลไกของการรับแรงเฉือนมาพิจารณา กล่าวได้ว่าโดมมีลักษณะของฟิวนิคคูลาต่อน้ำหนักปกติทั้งหมดเป็นโครงสร้างที่มีความเสถียรภายใต้สถานการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

2.2.3 ความเค้นดัดในโดม โดมรับน้ำหนักโดยความเค้นที่ผิว (การอัด การดึง การเฉือน) เพราะการเกิดแรงเฉือนทำให้มีลักษณะทางฟิวนิคคูลาสำหรับน้ำหนักทุกประเภท แต่โดยปกติโดมจะมีผิวที่บางมาก หากมีแนวโน้มที่เกิดความเค้นดัดที่ใดก็ตามในผิวโดม ที่มีค่าเกินกว่าความเค้นปลอดภัยจึงมีความจำเป็นที่จะต้องตรวจสอบแนวโน้มที่เกิดขึ้นในกรณีเช่นนั้น ในการวิเคราะห์ความสามารถในการรับน้ำหนักของโดมเปลือกบาง สมมติว่ามีอิสระที่ยอมให้เคลื่อนที่ได้เล็กน้อยจำเป็นสำหรับสภาวะผิวบางที่เกิดความเค้น โดมมีความเค้นผิวเกิดขึ้นเมื่อรับน้ำหนัก ความเครียดทำให้ยอดของโดมเคลื่อนที่ลงในแนวดิ่งเล็กน้อย เนื่องจากการแอ่นตัวของยอดโดมไม่ได้รับการป้องกันไว้ สภาวะของความเค้นของผิวบางจึงคงอยู่ในบริเวณใกล้เคียง ความแตกต่างทั้งหมดอาจเกิดแทนการเกิดที่ฐานของโดม

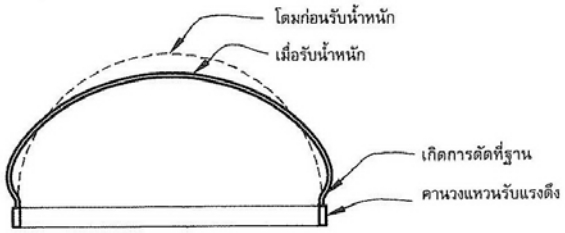
โดมครึ่งวงกลมมีแนวโน้มที่จะแบะออกที่บริเวณฐาน ขอบฐานโดยรอบเคลื่อนที่ออกด้านนอก แม้ว่าจะมีขนาดเพียงเล็กน้อยมาก ถ้ามากไปกว่านี้ปฏิกริยาที่รองรับของโดมต้องอยู่ในทิศทางการโค้งของระนาบตั้ง เนื่องจากโค้งของระนาบตั้งมีลักษณะของฟิวนิคคูลาของน้ำหนักปฏิกริยาในทิศทางอื่นๆ ทำให้เกิดการดัดขึ้นในโดม เพื่อที่จะให้เกิดภาวะของความเค้นในผิวเพียงอย่างเดียว ขอบนอกโดยรอบที่ฐานจะต้องมีอิสระต่อการเคลื่อนที่ไปยังทิศทางด้านนอก



รูปที่ 2.53 การเปลี่ยนรูปเนื่องจากการดัดที่บริเวณฐานที่เพิ่มความแข็งแรงโดยรอบ
ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 185)

ในทางปฏิบัติโดยทั่วไปแล้ว บริเวณวงแหวนโดยรอบฐานของโครงสร้างเปลือกบาง จะได้รับการเสริมความแข็งแรง เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่สู่ทิศทางภายนอกแลการหมุนของขอบโดยรอบที่ฐานทั้งหมด ทำให้เกิดแรงผลักและการดัดแนวฐานโดยรอบ โครงสร้างเปลือกบางจะแบะ

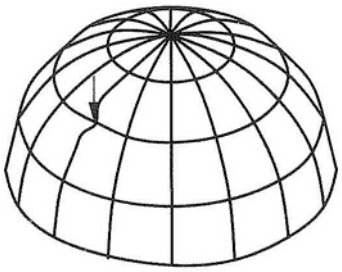
ออกและหมุนบริเวณฐานโดยรอบภายใต้น้ำหนักทำให้เกิดความเค้นผิวและเกิดการย่นหรือการเปลี่ยนแปลงผืนโค้งทันทีทันใด เกิดความเค้นดัดบริเวณโดยรอบของขอบล่าง



รูปที่ 2.54 การดัดเกิดขึ้นบริเวณขอบโดยรอบโดม

ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 186)

การดัดที่เกิดขึ้นบริเวณขอบโดยรอบโดมถูกจำกัดอยู่กับแถบบริเวณใกล้เคียงกับขอบโดยรอบ การสลายความเค้นบริเวณขอบล่างของโดมได้รับการหน่วงโดยวงแหวนระนาบนอน ที่เป็นคุณสมบัติของโครงสร้างเปลือกบาง วงแหวนระนาบนอนมีความแข็งแรงต่อการดึงและการอัดทำให้ไม่เกิดการเคลื่อนตัวที่มาก ดังนั้นจึงเกิดปริมาณย่นเข้าและย่นออกมากของโค้งระนาบตั้งฉากกับพื้น และการดัดจำนวนที่น้อยจะสลายตัวไป เมื่อมีระยะห่างจากโดมโดยรอบขึ้นไปการสลายตัวของความเค้นดัดคล้ายคลึงกับปรากฏการณ์ของคานต่อเนื่อง ในโครงสร้างเปลือกบางระนาบตั้งจะต่อเนื่องบนจุดรองรับของวงแหวนระนาบนอน การดัดจะหายไปจากขอบโดยรอบของโดมพร้อมกับการโก่งที่เป็นคลื่นเหมือนคานต่อเนื่อง

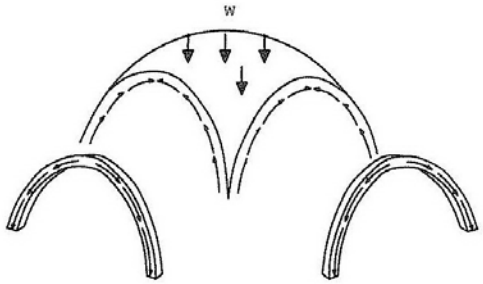


รูปที่ 2.55 น้ำหนักที่ลงเป็นจุดบนเปลือกบาง

ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 187)

2.2.4 ความเค้นในโครงสร้างเปลือกรูปถ่ายเปลี่ยนผิวโค้ง โครงเปลือกบางรูปถ่ายเปลี่ยนผิวรองรับด้วยความเค้นเฉือนบนโค้งขอบ เหมือนกับโครงเปลือกประทุนที่รับการเฉือนโดยชิ้นส่วนเพิ่มความแข็งแรงหัวท้าย โค้งที่รองรับมีความแข็งเกร็งตามระนาบผืน แต่จะอ่อนตามระนาบตั้งฉากกับชิ้นส่วน เพื่อว่าการอัดหรือการดึงที่ตั้งฉากกับโค้งจะไม่เกิดที่ขอบของโครงเปลือกบาง ปฏิกิริยาของโครงเปลือกถ่ายเปลี่ยนผิวโค้งอาจจะเหมือนปฏิกิริยาของประทุนแบบสอง

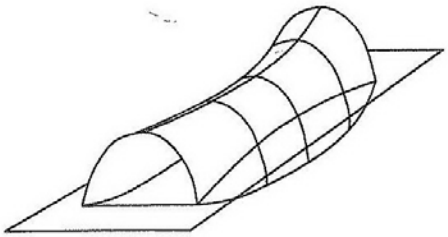
ทิศทาง เนื่องจากโครงสร้างเปลือกบางมีการโค้งในสองทิศทาง แต่ส่วนกลางของโครงสร้างเปลือกบางมีปฏิกิริยาคล้ายคลึงกับโดมตื้น และเกิดความเค้นอัดตามแนวโค้งทั้งสองส่วนของโครงสร้างเปลือกบางใกล้โค้งที่รองรับจะเกิดการดัดที่เป็นคลื่นจำนวนหนึ่ง จำเป็นต้องเพิ่มความหนาของโครงสร้างเปลือกบางบริเวณขอบ (ชลธี อิ่มอุดม, 2546: 195-196)



รูปที่ 2.56 การเฉือนที่ขอบของโครงเปลือกบางรูปถ่ายเปลี่ยนผิวโค้ง
ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 195)

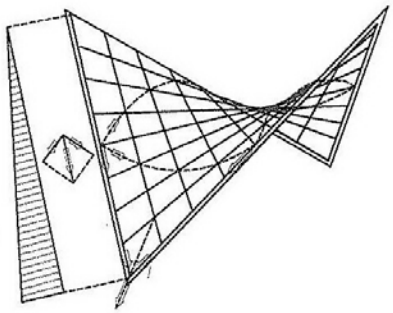
2.2.5 ปฏิกิริยาของโครงสร้างเปลือกบางรูปอานม้า (Saddle-Shell Action) พฤติกรรมของโครงสร้างเปลือกบางบนอานม้าส่วนใหญ่โดยทั่วไป เช่น ไฮเพอบอลิคพาราโบลอยด์ ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมของโครงสร้างบนสภาวะของที่รองรับ เมื่อโครงสร้างเปลือกบางรองรับบนโค้งพาราโบลาสองโค้ง หรือชิ้นส่วนเพิ่มความแข็งแรง ก็จะถ่ายน้ำหนักไปยังที่รองรับโดยการเฉือน ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นคล้ายกับที่เกิดกับโครงสร้างเปลือกบางทรงประทุนที่รับโดยชิ้นส่วนเพิ่มความแข็งให้กับโครงสร้างเปลือกบาง แต่การโค้งขึ้นตามทิศทางตามยาวเพิ่มความแข็งแรงโดยเฉพาะอย่างยิ่งการต้านการโก่งเดาะ ถ้าโครงสร้างเปลือกบางมีแนวโน้มที่จะเกิดการโก่งเดาะ โครงพาราโบลาที่โค้งลงจะแบนขึ้น การเปลี่ยนแปลงรูปร่างนี้จะถูกต้านโดยพาราโบลาที่มีส่วนโค้งขึ้น เนื่องจากการดึงของโค้งขึ้นทำให้เกิดเสถียรภาพของพาราโบลาที่รับการอัด

ถ้าโครงพาราโบลอยด์ถึงพื้น ตัดส่วนที่ผ่านพื้นที่ประกอบด้วยขอบโค้งออกทั้งสอง เพื่อที่พื้นที่คลุมโดยโครงเปลือกบางมีด้านที่เป็นเส้นตรงสองด้านและมีสองด้านที่เป็นเส้นโค้ง เมื่อพาราโบลอยด์ไม่ถึงพื้น โครงร้างเปลือกบางจะรองรับบนมุมทั้งสี่ แต่ชิ้นส่วนเพิ่มความแข็งแรงที่ปลายจะต้องรับน้ำหนักในแนวดิ่งและแนวนอนบนโครงสร้างเปลือกบางเหมือนกับโค้งที่มีจุดบานพับสองจุดเกิดการดัด คล้ายกับขอบโค้งของโครงสร้างเปลือกบางประทุนมีส่วนร่วมที่จุดตัดของพาราโบลอยด์กับชิ้นส่วนเพิ่มความแข็งแรง



รูปที่ 2.57 โครงเปลือกบางรูปอานม้า

ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 196)



รูปที่ 2.58 ไฮเพอบอลิคพาราโบลอยด์รองรับโดยชิ้นส่วนเส้นตรงตามแนวขอบ

ที่มา. ชลธี อิ่มอุดม(2546: 196)

2.3 มาตรฐานที่พักเพื่อการท่องเที่ยว

ประเภทสถานที่พักตากอากาศ ประกาศกระทรวงการท่องเที่ยวและการกีฬา เรื่อง มาตรฐานการท่องเที่ยวไทย วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2550 (การท่องเที่ยวและการกีฬา , กระทรวง . 2550)

2.3.1 ขนาดของห้องพัก

2.3.1.1 ระดับการบริการ 1 ดาว ไม่น้อยกว่า 9 ตารางเมตร (ไม่รวมห้องน้ำ)

2.3.1.2 ระดับการบริการ 2 ดาว ไม่น้อยกว่า 18 ตารางเมตร (รวมห้องน้ำ)

2.3.1.3 ระดับการบริการ 3 ดาว ไม่น้อยกว่า 22 ตารางเมตร (รวมห้องน้ำ)

2.3.1.4 ระดับการบริการ 4 ดาว ไม่น้อยกว่า 29 ตารางเมตร (รวมห้องน้ำ)

2.3.1.5 ระดับการบริการ 5 ดาว ไม่น้อยกว่า 36 ตารางเมตร (รวมห้องน้ำ)

2.3.2 ความสูงของห้องพัก

2.3.2.1 ระดับการบริการ 1-3 ดาว ไม่น้อยกว่า 2.60 เมตร

2.3.2.2 ระดับการบริการ 4-5 ดาว ไม่น้อยกว่า 2.70 เมตร

2.3.3 ห้องน้ำในห้องพัก ระดับการบริการ 1-5 ดาว ห้องสุขาขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร มีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 1.20 ตารางเมตร และห้องน้ำเมื่อรวมพื้นที่ใช้งานทุกส่วนแล้ว ต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 2.50 ตารางเมตร ความสูงฝ้าเพดานไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร

2.4 กฎหมายควบคุมอาคาร (http://www.ratchakitcha.soc.go.th, 2555)

2.4.1 กฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ.2543) หมวดที่ 2 ส่วนต่างๆของอาคาร ส่วนที่ 1 วัสดุของอาคาร

ข้อ 1 ในกฎกระทรวงนี้

"วัสดุทนไฟ" หมายความว่า วัสดุก่อสร้างที่ไม่เป็นเชื้อเพลิง

ข้อ 15 เสา คาน พื้น บันได และผนังของอาคารที่สูงตั้งแต่สามชั้นขึ้นไป โรงมโหรสพ หอประชุม โรงงาน โรงแรม โรงพยาบาล หอสมุด ห้างสรรพสินค้า อาคารขนาดใหญ่ สถานบริการตามกฎหมายว่าด้วยสถานบริการ ท่าอากาศยาน หรืออุโมงค์ ต้องทำด้วยวัสดุถาวรที่ทำด้วยวัสดุทนไฟ

2.4.2 ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่องควบคุมอาคาร พ.ศ. 2544

หมวด 1 วิเคราะห์ศัพท์

ข้อ 5 ในข้อบัญญัตินี้

(86) *"วัสดุทนไฟ"* หมายความว่า วัสดุก่อสร้างที่ไม่เป็นเชื้อเพลิง

หมวด 3 ลักษณะต่างๆ ของอาคาร

ข้อ 23 อาคารที่มิได้ก่อสร้างด้วยวัสดุถาวรหรือวัสดุทนไฟเป็นส่วนใหญ่ ให้ก่อสร้างได้ไม่เกิน 2 ชั้น

ข้อ 24 โครงสร้างหลัก บันได และผนังของอาคารที่สูงตั้งแต่ 3 ชั้นขึ้นไป โรงมโหรสพ หอประชุม โรงงาน โรงแรม โรงพยาบาล หอสมุด ห้างสรรพสินค้า ตลาด อาคารขนาดใหญ่ สถานบริการตามกฎหมายว่าด้วยสถานบริการ ท่าอากาศยาน หรืออุโมงค์ ต้องทำด้วยวัสดุถาวรที่ทำด้วยวัสดุทนไฟ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การใช้หวายเทียมในการออกแบบแล ะก่อสร้าง : อาคารพักตากอากาศ เดี่ยว ขนาด 30-40 ตร.ม. มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวความคิดและทฤษฎีในการออกแบบและก่อสร้าง อาคาร พักตากอากาศ โดยใช้หวายเทียมขึ้นรูปเป็นอาคารทั้งหลัง มีรายละเอียด ขั้นตอนและ วิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

3.1.1 การศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ

3.1.1.1 จากการสัมภาษณ์ ผู้ผลิต ผู้สาน และผู้แทนจำหน่าย คุณสมบัติของหวาย เทียม ในประเด็นเรื่อง ความหนาแน่นของเส้นหวายเทียม การดูดซึมน้ำ อัตราการเผาไหม้ของเส้น หวายเทียม รูปทรงของเส้นหวายเทียม ระบบการผลิตการสานผนังอาคาร การประกอบและการ ติดตั้ง

3.1.1.2 จากการสัมภาษณ์ สถาปนิก วิศวกรโยธา และวิศวกรงานระบบอาคาร ใน ประเด็นเรื่อง วิธีการก่อสร้างอาคาร และระบบสุขาภิบาล ระบบไฟฟ้า และระบบปรับอากาศ

3.1.1.3 จากการสัมภาษณ์ การประมาณราคาของผู้ผลิต ผู้สาน และผู้รับเหมา ก่อสร้างอาคาร ในประเด็นเรื่องงบประมาณในการก่อสร้างอาคาร

3.1.2 การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ

3.1.2.1 ศึกษาข้อมูลจากเอกสาร (Documentary Research) โดยศึกษาทฤษฎี แนวความคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เก็บรวบรวมข้อมูลจาก วรรณกรรมทางวิชาการ หนังสือ เอกสาร บทความ การสืบค้นผ่านทางอินเตอร์เน็ต โดยศึกษาในประเด็นเรื่อง รูปทรงของอาคาร โครงสร้างของเครื่องจักสาน ลวดลายที่ใช้ในการสาน ระบบโครงสร้างอาคาร การออกแบบ วิศวกรรมงานระบบ

3.1.2.2 การศึกษาข้อมูลจากเอกสาร ในประเด็นของอาคารที่มีรูปแบบและลักษณะ ที่ใกล้เคียงกับอาคารพักตากอากาศที่ใช้หวายเทียมในการขึ้นรูปเป็นอาคารทั้งหลัง เช่น อาคารที่ มีลักษณะของงานสาน อาคารที่ใช้ไม้ไผ่เป็นองค์ประกอบ เพื่อนำข้อมูลมาเป็นแนวทางการศึกษา

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้การสัมภาษณ์ เป็นข้อมูลในการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้ผลิตวัสดุ ผู้นำเข้าวัสดุหวายเทียม ผู้สานงานจักสาน ผู้รับเหมาก่อสร้างอาคาร ผู้ประมาณราคาค่าก่อสร้าง สถาปนิก วิศวกรโยธา และวิศวกรงานระบบอาคาร ที่มีประสบการณ์ ในการก่อสร้างอาคารที่มีรูปแบบและลักษณะใกล้เคียงกับอาคารพักตากอากาศที่ใช้หวายเทียมในการขึ้นรูปเป็นอาคารทั้งหลัง

การสัมภาษณ์ในงานวิจัยนี้เป็นแบบการสัมภาษณ์แบบเจาะจง (Purposive Sampling) ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ดังนี้

สัมภาษณ์แบบเจาะจง	ตำแหน่ง
คุณ ปองศักดิ์ สุทธปรีดา	ผู้จัดการโครงการ (วิศวกรเครื่องกลอาวุโส) บมจ.คริสเตียนีและนีลเส็น (ไทย)
คุณ ศุภพิชญ์ สมงาม	วิศวกรโยธา บมจ.คริสเตียนีและนีลเส็น (ไทย)
คุณ เติมวิตร สหวัฒน์	สถาปนิกอาวุโส บริษัท คิวไลฟ์สไตล์ (ไทยแลนด์) จำกัด
คุณ โชติพัฒน์ เบ็ญจวงศ์	วิศวกรไฟฟ้า บมจ.คริสเตียนีและนีลเส็น (ไทย)

ตารางที่ 3.1 ตารางการสัมภาษณ์

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยใช้การสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ ส่วนการเก็บข้อมูลทุติยภูมิ ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดและทฤษฎีตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากวรรณกรรมทางวิชาการ บทความ รวมทั้งการสืบค้นผ่านทางอินเตอร์เน็ต

3.4 ข้อจำกัดในการวิจัย

ด้านกรณีศึกษาอาคารบางอาคารไม่สามารถเข้าไปศึกษาได้เนื่องจากมีข้อจำกัดทางธุรกิจ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์และการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

3.4.1 วิเคราะห์การก่อสร้างให้มีความเหมาะสมกับ รูปทรงอาคารในลักษณะต่างๆ โดยจัดกลุ่มรูปทรงงานจักสานเข้ากับรูปทรงทางศิลปะ

3.4.2 วิเคราะห์รูปทรงกับระบบโครงสร้าง การใช้วิธีการก่อสร้างและงบประมาณในการสานอาคาร

3.4.3 วิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสีย ของผนังหวายเทียมสานโดยวิเคราะห์จากวัสดุ ลักษณะการสาน การป้องกันการรั่วซึม และงบประมาณ

3.4.4 วิเคราะห์ระบบผนังอาคารโดยวิเคราะห์จากการใช้พื้นที่ งบประมาณ และการซ่อมบำรุง

3.4.5 วิเคราะห์งานระบบอาคารโดยวิเคราะห์จากการใช้พื้นที่ของงานระบบ ข้อดีข้อเสีย และงบประมาณ

3.6 การสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

3.5.1 หลังจากที่ได้วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ จากการสัมภาษณ์และการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ผู้วิจัยทำการสรุปผลการวิจัยดังนี้

3.5.1.1 ทำการออกแบบอาคาร พักตากอากาศ เดี่ยวขนาด 30-40 ตร.มที่ใช้หวายเทียมขึ้นรูป 1หลัง

3.5.1.2 กำหนดขั้นตอนการก่อสร้างอาคาร

3.5.2 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษาและวิจัยในครั้งนี้ เป็นข้อเสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหาจากการศึกษา การใช้หวายเทียมในการออกแบบแล ะก่อสร้างอาคารพักตากอากาศ หลังเดี่ยว ในประเด็นของรูปทรง ผนังอาคาร และข้อพิจารณาในการเลือกที่ตั้งของอาคาร

ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบและก่อสร้าง		
	ข้อมูลปฐมภูมิ	ข้อมูลทุติยภูมิ
ศึกษาคุณสมบัติของหวายเทียม	จากการสัมภาษณ์ ผู้ผลิตและผู้แทนจำหน่าย	ผลการทดสอบคุณสมบัติจากสถาบันที่เชื่อถือได้
ศึกษาวิธีการสานแบบต่างๆ และการขึ้นรูป	_	จากวรรณกรรมทางวิชาการ
ศึกษาอาคารตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียง	_	จากวรรณกรรมทางวิชาการ เอกสารและบทความ
ศึกษางานระบบอาคาร	จากการสัมภาษณ์ วิศวกร ที่มีประสบการณ์การก่อสร้างอาคารในลักษณะใกล้เคียง	จากวรรณกรรมทางวิชาการ
ศึกษาวิธีการก่อสร้างของอาคารหวายเทียมขึ้นรูป	จากการสัมภาษณ์ สถาปนิก วิศวกร ผู้ผลิต ผู้สานที่มีประสบการณ์การก่อสร้างอาคารในลักษณะใกล้เคียง	_
ศึกษางบประมาณในการก่อสร้างอาคาร	จากการสัมภาษณ์ การประมาณราคาของผู้ผลิต ผู้สาน และผู้รับเหมาก่อสร้างอาคาร	_

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

- วิเคราะห์การก่อสร้างให้มีความเหมาะสมกับ รูปทรงอาคารในลักษณะต่างๆ โดยจัดกลุ่มรูปทรงงานจักสานเข้ากับรูปทรงทางศิลปะ
- วิเคราะห์รูปทรงกับระบบโครงสร้าง การใช้วิธีการก่อสร้างและงบประมาณในการสานอาคาร
- วิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสีย ของผนังหวายเทียมสานโดยวิเคราะห์จากวัสดุ ลักษณะการสาน การป้องกันการรั่วซึม และงบประมาณ
- วิเคราะห์ระบบผนังอาคารโดยวิเคราะห์จากการใช้พื้นที่ งบประมาณ และการซ่อมบำรุง
- วิเคราะห์งานระบบอาคารโดยวิเคราะห์จากการใช้พื้นที่ของงานระบบ ข้อดีข้อเสีย และงบประมาณ

ขั้นตอนสรุปผล

- ผู้วิจัยทำการออกแบบอาคารที่ใช้หวายเทียม 1หลัง
- กำหนดขั้นตอนการก่อสร้างอาคาร

ขั้นตอนประเมินผล

- ประเมินผลและเสนอแนะแนวทางแก้ไข

รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงวิธีการดำเนินการวิจัย

บทที่ 4

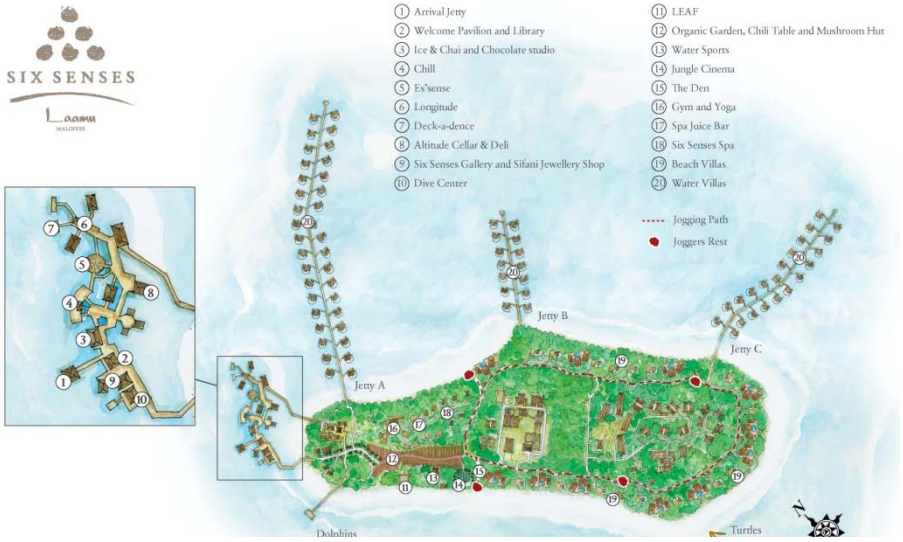
กรณีศึกษาอาคาร

4.1 อาคาร Six Senses Spa, Six Senses Laamu Maldives.

โรงแรมพักตากอากาศชายทะเล ตั้งอยู่ที่เกาะ Laamu ประเทศสาธารณรัฐมัลดีฟส์ ขนาดห้องพัก 97 ห้อง สปา 9 ห้อง แบ่งเป็นห้องพัก Beach Villa พื้นที่ 108 ตร.ม. สวน พื้นที่ 220 ตร.ม.จำนวน 26 ห้อง ห้องพัก Two Bedroom Beach Villa with Pool พื้นที่ 185 ตร.ม. สวน พื้นที่ 285 ตร.ม. จำนวน 1 ห้อง และ ห้อง Water Villa พื้นที่ 180 ตร.ม.จำนวน 70ห้อง

รูปที่ 4.1 Six Senses Spa, Laamu Maldives.

ที่มา.http://www.sixsenses.com/SixSensesLaamu/index.php, (2555)



รูปที่ 4.2 แผนที่ Six Senses Spa, Laamu Maldives.

ที่มา. http://www.sixsenses.com/SixSensesLaamu/Downloads/PDF/ResortMap.pdf, (2555)

ลักษณะทั่วไป เป็นอาคารสปา 2 หลัง จำนวน 4 ห้อง รูปทรงโดมครึ่งวงกลม

โครงสร้างโดยทั่วไป โครงสร้างผนังและหลังคาไม้ ผนังสานด้วยหวายลวดลายอิสระ พื้นปูด้วยไม้

4.2 อาคาร Water and Wind Cafe, Binh Duong Vietnam

ร้านขายอาหารและเครื่องดื่ม ตั้งอยู่ที่เมือง Binh Duong ประเทศสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม ออกแบบโดย Architecture firm Vo Trong Nghia

รูปที่ 4.3 Water and Wind Cafe, Vietnam (1)

ที่มา. http://www.environmentalgraffiti.com, (2555)

รูปที่ 4.4 Water and Wind Cafe, Vietnam (2)

ที่มา. http://www.environmentalgraffiti.com, (2555)

ลักษณะทั่วไป รูปทรงคล้ายกองฟางขนาดใหญ่ตามชนบทของเวียดนาม

โครงสร้างโดยทั่วไป โครงสร้างผนังและหลังคาไม้ไผ่มัดรวมกันเป็นเสาแต่ละต้น ผนังกรุด้วยพืชท้องถิ่นของเวียดนาม โครงสร้างทรงโดม

4.3 อาคาร Green School, Bali

โรงเรียนที่ให้การศึกษาแบบองค์รวมในสภาพแวดล้อมที่เป็นธรรมชาติ ตั้งอยู่ที่เกาะบาลี ประเทศสาธารณรัฐอินโดนีเซีย ออกแบบโดย PT Bambu พื้นที่โครงการ 7,542 ตร.ม. ประกอบด้วย ห้องเรียน ห้องออกกำลังกาย ห้องประชุม สำนักงาน ร้านกาแฟ และห้องน้ำ ปีที่สร้างเสร็จ 2007

รูปที่ 4.5 Green School, Bali (1)

ที่มา. http://uniquetraveldestinations.wordpress.com, (2552)

รูปที่ 4.6 Green School, Bali (2)

ที่มา. http://uniquetraveldestinations.wordpress.com, (2552)

ลักษณะทั่วไป ผนังอาคารเปิดโล่ง

โครงสร้างโดยทั่วไป โครสร้างผนังและหลังคาไม้ไผ่ พื้นไม้ไผ่ หลังคามุงแฝก

บทที่ 5

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษา การใช้หวายเทียมในการออกแบบแล ะก่อสร้าง : อาคารพักตากอากาศเดี่ยวขนาด 30-40 ตร.ม. เป็นการวิจัยที่ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากเอกสาร บทความที่เกี่ยวข้องและการสัมภาษณ์ผู้ที่มีประสบการณ์ในการออกแบบและก่อสร้างอาคารที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน มีผลการศึกษาดังต่อไปนี้

5.1 ข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบ

5.1.1 วัสดุหวายเทียม

5.1.1.1 เส้นหวายเทียม ผลิตจากวัสดุ ประเภท โพลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (High Density polyethylene, HDPE) มีคุณสมบัติเป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก แบ่งตามรูปทรงลักษณะของเส้นหวาย และขนาดโดยทั่วไปได้ดังนี้

5.1.1.1.1 รูปทรงกลม ขนาด Ø 2, 2.5, 3, 5 มม.

5.1.1.1.2 รูปทรงแบน ขนาด 4, 5, 6, 7, 7.2, 8, 10, 12 มม.

5.1.1.1.3 รูปทรงแบนแบบพระจันทร์เสี้ยว ขนาด 4, 6, 7, 8, 10, 12, 16 มม.

รูปที่ 5.1 ลักษณะของเส้นหวาย

ที่มา .http://www.virofiber.com, (2555)

รูปที่ 5.2 ลวดลายของหวายเทียม

ที่มา .http://www.virofiber.com. (2555)

5.1.1.2 คุณสมบัติของเส้นหวายเทียม

5.1.1.2.1 ความหนาแน่นของเส้นหวายเทียม 0.9545 g/cu.cm

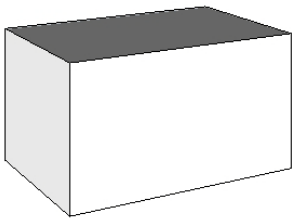
5.1.1.2.2 การดูดซึมน้ำ 51 Ppm weight

5.1.1.2.3 อัตราการเผาไหม้ของเส้นหวายเทียม 19.9 mm/min.

5.1.2 รูปทรง รูปทรงของเครื่องจักสานแบ่งตามลักษณะของรูปทรงทางศิลปะได้ดังนี้

5.1.2.1. รูปทรงเรขาคณิต (Geometric Form)

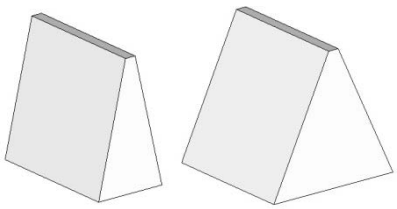
5.1.2.1.1 รูปทรงสี่เหลี่ยม เช่น เครื่องจักสานประเภท ตะกร้าใส่ปลา



รูปที่ 5.3 รูปทรงสี่เหลี่ยม

ที่มา .จากการวิเคราะห์

5.1.2.1.2 รูปทรงลิ่ม เช่น โคมไฟ กระเป๋าถือ



รูปที่ 5.4 รูปทรงลิ่ม

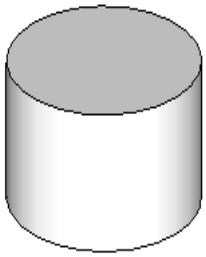
ที่มา .จากการวิเคราะห์

5.1.2.1.3 รูปทรงสามเหลี่ยม เช่น เครื่องจักสานประเภท สุ่มปลา หมวกจีน งอบ

รูปที่ 5.5 รูปทรงสามเหลี่ยม

ที่มา .จากการวิเคราะห์

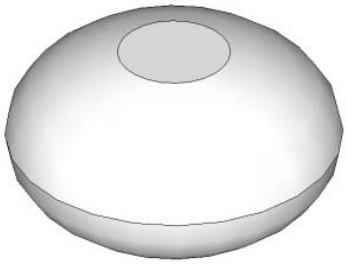
5.1.2.1.4 รูปทรงกระบอก เช่น เครื่องจักสานประเภท ลอบยืน ลอบนอน



รูปที่ 5.6 รูปทรงกระบอก

ที่มา .จากการวิเคราะห์

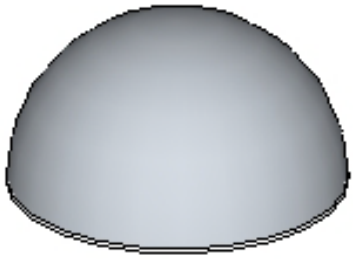
5.1.2.1.5 รูปทรงวงรี เช่น เฟอร์นิเจอร์เก้าอี้ โคมไฟ



รูปที่ 5.7 รูปวงรี

ที่มา .จากการวิเคราะห์

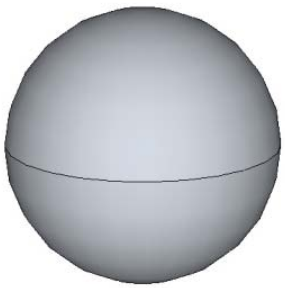
5.1.2.1.6 รูปครึ่งวงกลม เช่น เครื่องจักสานประเภท ฝาชี สุ่มไก่



รูปที่ 5.8 รูปทรงครึ่งวงกลม

ที่มา .จากการวิเคราะห์

5.1.2.1.7 รูปวงกลม เช่น ลูกตะกร้อ

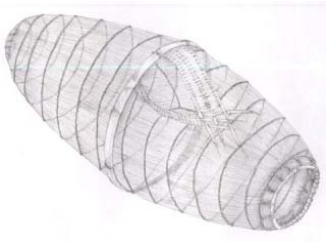


รูปที่ 5.9 รูปทรงครึ่งวงกลม

ที่มา .จากการวิเคราะห์

5.1.2.2 รูปทรงอินทรีย์รูป (Organic Form)

5.1.2.2.1 รูปทรงของพืช เช่น ไซบ่าหลอด



รูปที่ 5.10 รูปทรงของพืช

ที่มา .http://www1.finearts.cmu.ac.th, (2555)

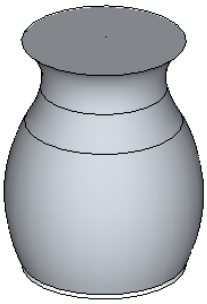
5.1.2.2.2 รูปทรงของสัตว์ เช่น ข้องเป็ด

รูปที่ 5.11 รูปทรงของสัตว์

ที่มา. http://www1.finearts.cmu.ac.th, (2555)

5.1.2.3 รูปทรงอิสระ (Free Form)

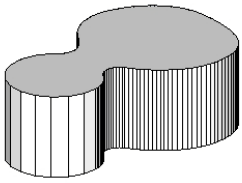
5.1.2.3.1 รูปทรงไฮเพอบอลิค พาราโบลอยด์ (Hyperbolic Paraboloid) เช่น ข้องใส่ปลา ตุ้มดักปลา อีจู้ใส่เหยื่อปลา



รูปที่ 5.12 รูปทรงไฮเพอบอลิค พาราโบลอยด์

ที่มา .จากการวิเคราะห์

5.1.2.3.2 รูปทรงอิสระ เช่น เฟอร์นิเจอร์เก้าอี้ โต๊ะ



รูปที่ 5.13 รูปทรงอิสระ

ที่มา .จากการวิเคราะห์

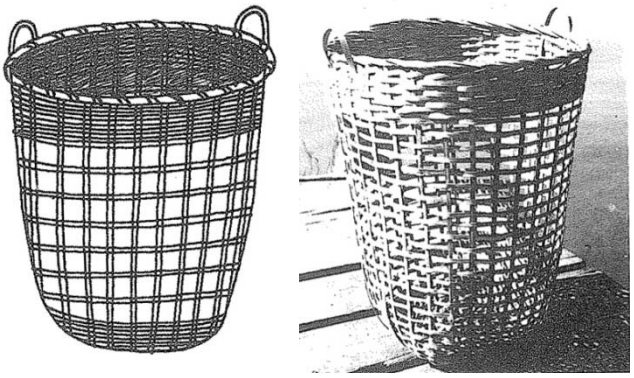
5.1.2.3.3 รูปทรงหยดน้ำ เช่น โคมไฟ

รูปที่ 5.14 รูปทรงหยดน้ำ

ที่มา .จากการวิเคราะห์

5.1.3 การขึ้นรูป โครงสร้างของการขึ้นรูปในการสานมี 2 ชนิด

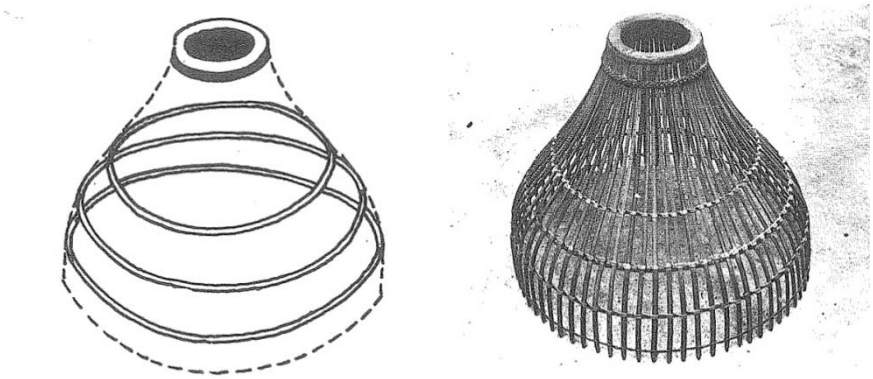
5.1.3.1 โครงสร้างที่เกิดขึ้นด้วยลายของวัสดุที่ใช้ในการสานเป็นตัวบังคับตรึงให้คงรูปทรงอยู่ได้



รูปที่ 5.15 การสานแบบมีไม่มีโครงสร้างภายใน

ที่มา. มาโนช กงกะนันทน์, (2547:159)

5.1.3.2 โครงสร้างที่เกิดขึ้นจากการใช้วัสดุอื่นๆหรือวัสดุชนิดเดียวกันกับเครื่อง จักสานเข้ามาเป็นโครงสร้างเสริม เพื่อให้เครื่องจักสานคงรูปอยู่ได้ดี เหมาะสำหรับใช้กับการขึ้นรูปอาคาร

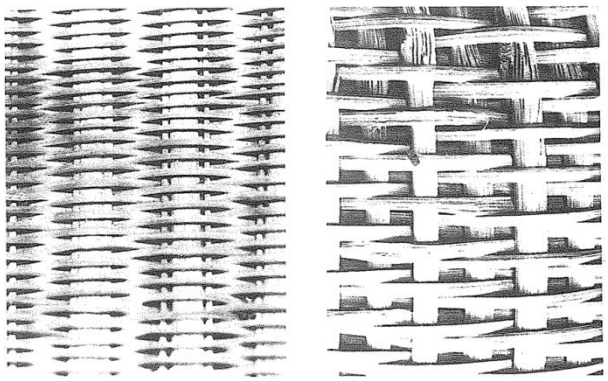


รูปที่ 5.16 การสานแบบมีโครงสร้างภายใน

ที่มา. มาโนช กงกะนันทน์, (2547:158)

5.1.4 ลวดลายของงานสาน ของเครื่องจักสานได้ 3 ลักษณะ คือ

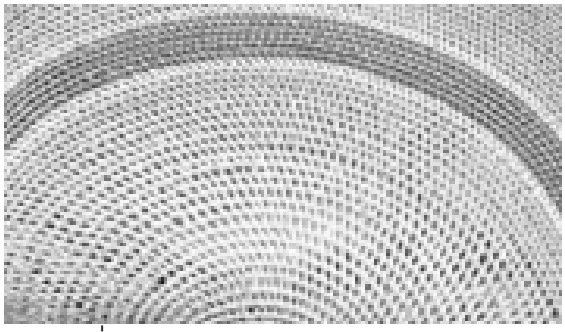
5.1.4.1 เครื่องจักสานที่ใช้โครงสร้างในตัวลวดลายขัดกันธรรมดา (Twining & Wickerwork)



รูปที่ 5.17 แบบสานลวดลายขัด

ที่มา. มาโนช กงกะนันทน์, (2547:146)

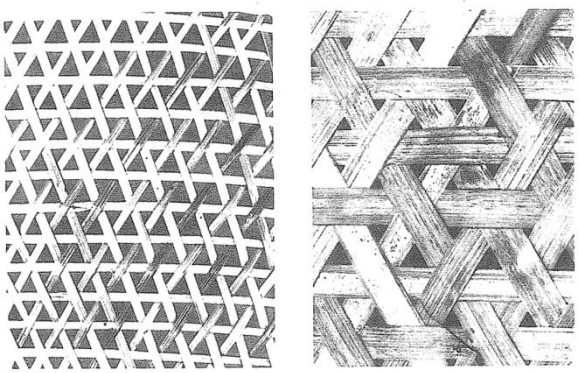
5.1.4.2 เครื่องจักสานที่ใช้โครงสร้างในตัวเองด้วยการขด (Coiling)



รูปที่ 5.18 แบบสานลวดลายจากการขด

ที่มา. http://www.thaitumbon.com, (2555)

5.1.4.3 เครื่องจักสานที่ใช้โครงสร้างในตัวเองด้วยการสานด้วยลายเส้นทแยง (Diagonal)



รูปที่ 5.19 แบบสานลวดลายเส้นทแยง

ที่มา. มาโนช กงกะนันทน์, (2547:147)

5.1.5 ระบบฐานราก การเตรียมข้อมูลเพื่อออกแบบฐานราก (เฉลิม สุจริต, 2540:90-91)

5.1.5.1 การสำรวจพื้นที่ตั้งและภูมิประเทศ เช่น สภาพพื้นที่ ชนิดของผิวดิน แนวทางไหลของน้ำผิวดิน เป็นต้น

5.1.5.2 การสำรวจสภาพของ Foundation bed เช่น ศึกษาเอกสารทางธรณีวิทยา (Geological Advice) การหาระดับน้ำใต้ดิน ทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน การเจาะสำรวจสภาพของดิน เป็นต้น

5.1.5.3 การนำตัวอย่างการเจาะสำรวจไปศึกษาค่าความสามารถในการรับแรงอัดและแรงเฉือน

5.1.6 ระบบเสา คาน และพื้น การเตรียมข้อมูลเพื่อการออกแบบ เสา คาน และพื้น (เฉลิม สุจริต, 2540:71-71)

5.1.6.1 วัสดุที่ใช้เป็น เสา คาน และพื้น เช่น เหล็กรูปพรรณ คอนกรีตเสริมเหล็ก

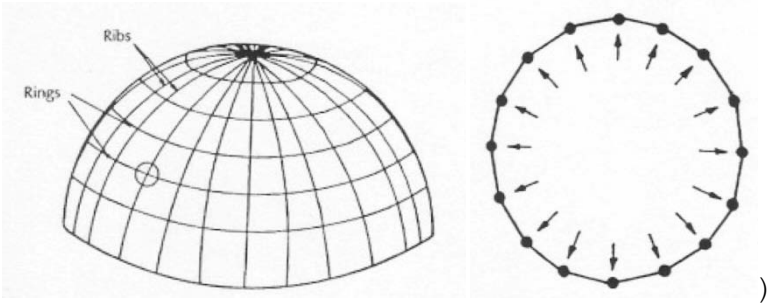
5.1.6.2 ขนาด รูปร่าง ของอาคาร เช่น ความยาวของช่วงพื้น ความกว้างของช่วงเสา

5.1.6.3 การทนไฟ จากกฎหมายของท้องถิ่น ว่าด้วยการให้มีการป้องกันไฟ

5.1.6.4 ขนาดน้ำหนักบรรทุกของอาคาร ข้อมูลจากประเภทการใช้สอยของอาคาร

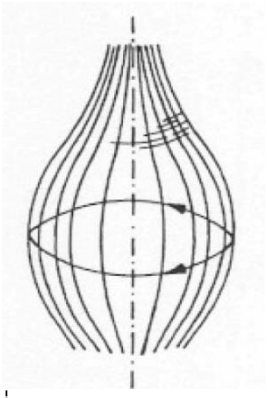
5.1.6.5 วัสดุผิวพื้น สำหรับเตรียมติดตั้งงานระบบอาคาร ระหว่างพื้นโครงสร้างและวัสดุผิวพื้น

5.1.7 ระบบโครงสร้างผนัง ระบบโครงสร้างหลักของอาคาร เป็นลักษณะรูปทรงโดม (Spherical Dome) โดยรูปทรงหวายเทียมสานภายนอกของอาคาร มีลักษณะ โครงสร้างเปลือกบาง (Thin Shell Structure) แบบไฮเพอบอลิค พาราโบลอยด์ (Hyperbolic Paraboloid)

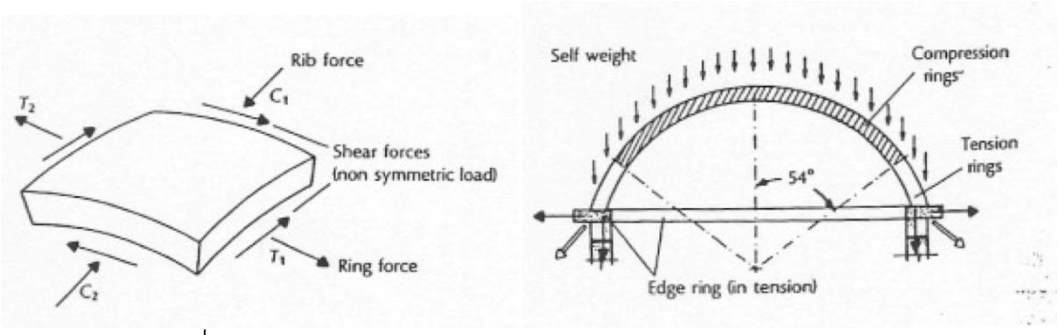


)

รูปที่ 5.20 Spherical dome and Full ring



รูปที่ 5.21 Shell of revolution



รูปที่ 5.22 Dome Element and Compression rings, Tension rings

อาคารมีลักษณะเป็นทรงโดม (Domes) โดยแรงที่เกิดขึ้นตามเส้นรอบวงของโดมจะเป็นแรงอัดที่บริเวณยอดและเป็นแรงดึงที่ส่วนยอดใกล้กับฐาน น้ำหนักบรรทุกที่กดลงในแนวดิ่งต่ออาคารทรงโดมแรงที่เกิดภายในตลอดส่วนโค้งในแนวดิ่ง (Meridional Forces) จะเป็นแรงอัด แรงที่เกิดขึ้นภายในตลอดส่วนโค้งในแนวราบ (Hoop Forces) จะเกิดขึ้นเป็นแรงอัดในบริเวณส่วนบนและเป็นแรงดึงในบริเวณส่วนล่าง ช่วงบริเวณที่หน่วยแรงในแนวราบเปลี่ยนจากแรงกดมาเป็นแรงดึง อยู่ในช่วงมุม 45-60 องศากับแกนแนวดิ่ง (Vertical Axis) วงแหวนรับแรงดึง (tension Ring) วางล้อมรอบฐานของอาคารทรงโดม เพื่อรองรับแรงในแนวดิ่งตามส่วนโค้งด้านนอก

5.1.8 ระบบโครงสร้างหลังคาและฝ้าเพดาน โครงสร้างเป็นระบบโครงสร้างเหล็กต่อเนื่องกับส่วนโครงสร้างผนัง

5.1.9 ระบบสุขาภิบาล ระบบการวางท่อน้ำทิ้งและท่อน้ำโสโครก ใช้การไหลตามแรงโน้มถ่วงของโลก (Gravity Flow) โดยมีการเดินท่อภายในช่องท่อตามตำแหน่งที่กำหนด บริเวณที่มีการเปลี่ยนทิศทางการไหลของระบบ กำหนดให้มีการติดตั้งช่องสำหรับทำความสะอาด เพื่อความสะดวกในการซ่อมบำรุง ในกรณีที่ มีการอุดตันของระบบท่อดังกล่าว ท่อระบายอากาศภายในห้องน้ำ ติดตั้งเชื่อมเข้ากับท่อน้ำทิ้งและท่อน้ำโสโครก ท่อระบายอากาศดังกล่าว สามารถช่วยป้องกันกลิ่นโดยการระบายกลิ่นออกทางปลายช่องท่อ และช่วยทำให้ระบบการไหลของน้ำทิ้งและท่อน้ำโสโครก ไหลด้วยความเร็วสม่ำเสมอ น้ำเสียที่มาจากท่อน้ำทิ้งและท่อน้ำโสโครกจากสุขภัณฑ์ได้รับการบำบัดก่อนปล่อยออกสู่ภายนอก โดยน้ำทิ้งจะผ่านเข้าสู่บ่อพักน้ำ เพื่อพักน้ำและแยกไขมันออก และเป็น Buffer เพื่อกันกลิ่นที่จะไหลย้อนกลับเข้าไปในระบบท่อน้ำทิ้งหลังจากนั้นจะไหลมารวมกันที่ถังบำบัดน้ำเสีย ชนิดของถังบำบัดน้ำเสียที่เลือกใช้เป็นระบบเติมอากาศ เนื่องจากถังบำบัดน้ำเสียระบบเติมอากาศสามารถป้องกันกลิ่นได้ดีและมีประสิทธิภาพในการบำบัดมากกว่าถังบำบัดน้ำเสียระบบไม่เติมอากาศ ระบบการเดินท่อน้ำทิ้งและท่อน้ำโสโครก ใต้พื้น

โครงสร้างอาคาร ระบบการเดินท่อน้ำดี ในช่องท่อตามแนวดิ่ง ระบบการเดินท่ออากาศ ในช่องท่อตามแนวดิ่งขึ้นด้านบนต่อออกภายนอกอาคาร

5.1.10 ระบบไฟฟ้า ระบบจ่ายไฟฟ้าแรงต่ำ (Low Voltage Distribution System) ติดตั้งแผงจ่ายไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board : MDB) เพื่อรับพลังงานไฟฟ้าแรงดันต่ำ จากหม้อแปลงและจ่ายไปยังแผงจ่ายไฟฟ้าย่อย หรือแผงสวิทซ์ (Sub Distribution Board or Panel Board) จะจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้ อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆทั้งหมด ระบบส่ง-จ่ายกำลังไฟฟ้าเป็นแบบ Secondary Selective System ในขณะที่มีการใช้งานตามปกติหม้อแปลงแต่ละเครื่องจะแยกกันจ่ายโหลดให้กับวงจรและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆอย่างเหมาะสม ถ้าหากหม้อแปลงเครื่องใดชำรุดหรือต้องซ่อมบำรุง ระบบจ่ายไฟฟ้าแรงต่ำ แบบ Secondary Selective System จะต่อเชื่อม (Tie) โหลดทั้งหมดเข้าด้วยกัน โดยหม้อแปลงเครื่องที่เหลือจะจ่ายโหลดในส่วนที่สำคัญได้ทั้งหมด ระบบการท่อร้อยสายไฟฟ้า โดยซ่อนไว้ในพื้นและผนังอาคาร

5.1.11 ระบบปรับอากาศ ระบบปรับอากาศแบบ Split Type มีระบบการทำงานและข้อดีข้อเสียดังนี้

5.1.11.1 ใช้คอนเดนเซอร์หนึ่งตัวเพื่อระบายความร้อนในสารความเย็นจาก evaporator เพียงหนึ่งตัว

5.1.11.2 อากาศและสารทำความเย็นในแต่ละห้องจะถูกแยกควบคุมจากเครื่องทำความเย็นแต่ละชุด

5.1.11.3 ความยาวของท่อลำเลียงน้ำยาแอร์สั้น ขนาดของคอนเดนเซอร์มีขนาดเล็ก

5.1.11.4 ลมเย็นถูกส่งจากเครื่องเข้าห้องโดยตรง หรือส่งผ่านท่อลมระยะสั้นได้

5.1.11.5 การจ่ายลมหรือการปรับอากาศโดยตรงไม่ค่อยดี การใช้ท่อลมสามารถปรับอากาศให้สม่ำเสมอให้ทั่วห้องมากกว่า

5.1.11.6 ช่วงเวลาการใช้งาน สามารถควบคุมเวลาเปิด-ปิด ได้ตามต้องการ

5.1.11.7 เหมาะสมกับการห้องที่ใช้งานในช่วงเวลาที่ต่างกัน เนื่องจากเครื่องทำความเย็นแต่ละชุดควบคุมการเปิด-ปิดแยกจากกัน

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.2.1 วัสดุหวายเทียม การวิเคราะห์คุณสมบัติของหวายเทียม ได้เกณฑ์การออกแบบที่ต้องคำนึงถึงดังต่อไปนี้

5.2.1.1 ขนาดของเส้นหวายเทียมควรเป็นเส้นกลม ขนาด 12 มม. ถ้าต้องการเพิ่มความแข็งแรงสามารถมัดรวมกัน

5.2.1.2 การออกแบบเรื่องกันน้ำรั่วซึม โดยใช้ผนังภายในซ้อนทับเพื่อกันน้ำ

5.2.1.3 การป้องกันความร้อน โดยใช้ผนังภายในที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อน

5.2.1.4 การป้องกันเสียง โดยใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันเสียง กันเสียงจากด้านบน

5.2.1.4 การซ่อนงานระบบเพื่อความสวยงาม ซ่อนใต้พื้นโครงสร้างหรือในผนัง

5.2.2 รูปทรง

5.2.2.1 รูปทรงเรขาคณิต ให้ความรู้สึกถึง โครงสร้าง วัตถุ ลักษณะรูปทรงของอาคารทั่วไป โครงสร้างทำได้ง่าย

5.2.2.2 รูปทรงอินทรีย์รูป ให้ความรู้สึกถึง ชีวิต เติบโต เสื่อมสลาย ลักษณะรูปทรงมีมาตราฐานแน่นอน โครงสร้างทำได้ยาก

5.2.2.3 รูปทรงอิสระ ให้ความรู้สึกถึง การเคลื่อนไหว กลมกลืนกับ รูปทรงอินทรีย์รูปไม่มีข้อจำกัดของรูปทรง โครงสร้างทำได้ยาก

5.2.3 การขึ้นรูป

5.2.3.1 การขึ้นรูปด้วยการสาน ต้องเริ่มสานจากส่วนฐานก่อน แล้วโค้งตั้งขึ้นเป็นเส้นตั้ง เพื่อยึดให้คงรูป จำเป็นต้องมีเส้นตั้งที่แข็งแรง ไม่เหมาะกับการสานงานผนังอาคาร เนื่องจากไม่ได้ใช้ส่วนฐานของงานจักสาน และการขึ้นรูปขนาดใหญ่ทำได้ยาก ไม่มีตัวบังคับทรง ความแข็งแรงอยู่ที่ความถี่ หรือห่างของลายสาน

5.2.3.2 การขึ้นรูปด้วยวัสดุอื่น ใช้วัสดุอื่นที่มีความแข็งแรง มาขึ้นรูปเป็นโครงสร้างเสริม เพื่อบังคับให้งานสานคงรูปทรง เหมาะกับการสานผนังอาคาร ทำได้ง่ายกว่า ความแข็งแรงอยู่ที่โครงสร้างเสริม

5.2.4 ลวดลายของงานสาน

5.2.4.1 ลายขัด ลักษณะการสานขัดกันของเส้นตั้งและเส้นนอน สานได้ง่าย เป็นลายที่มีแรงยึดมาก แข็งแรง และคงทน รูปทรงเส้นหวายที่ใช้สานเส้นกลม และเส้นแบน

5.2.4.2 ลายเส้นทแยง ลักษณะการสานคล้ายการถักหรือ ทอ ในลักษณะทแยง เป็นลายที่มีลักษณะทั้งทึบและโปร่ง ความแข็งแรงไม่เท่าลายขัด รูปทรงเส้นหวายที่ใช้สาน เส้นแบน

5.2.4.3 ลายขด ลักษณะการขัดตัว ซ้อนเป็นชั้น เชื่อมถักด้วยการเย็บ เป็นลายที่ไม่สามารถคงรูปอยู่ได้ด้วยความแข็งของตนเอง รูปทรงเส้นหวายที่ใช้สานเส้นกลม และเส้นแบน

5.2.5 ระบบฐานราก ได้เกณฑ์การออกแบบที่ต้องคำนึงถึงดังต่อไปนี้

5.2.5.1 ขนาดของฐานรากต้องมีความสัมพันธ์กับขนาดของแรงที่ฐานรากต้องรับ

5.2.5.2 ชั้นดินที่รองรับใต้ฐานรากต้องรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยจากแรงเฉือน

5.2.5.3 การทรุดตัวของดินใต้ฐานรากต้องสม่ำเสมอทุกจุด

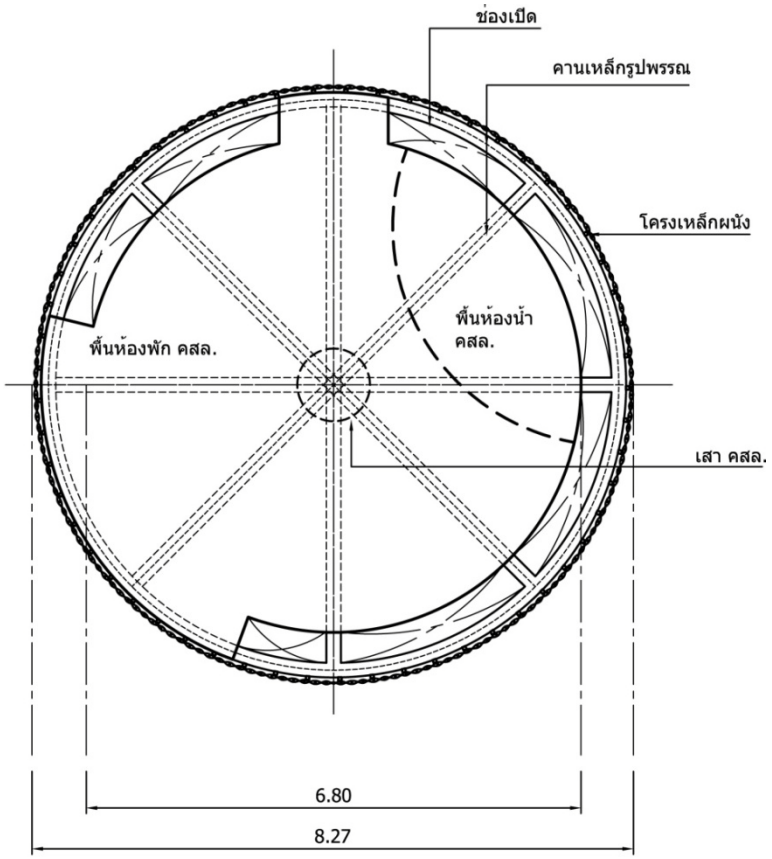
5.2.5.4 การแผ่น้ำหนักของฐานรากต้องมีความสัมพันธ์กับความสามารถรองรับน้ำหนักของดิน

5.2.6 ระบบเสา คาน และพื้น ได้เกณฑ์การออกแบบที่ต้องคำนึงถึงดังต่อไปนี้

5.2.6.1 โครงสร้างคานเป็นโครงสร้างเหล็กรูปพรรณรองรับโครงสร้างพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กลักษณะเหมือนวงแหวนรับแรงดึง (Tension Ring) ของอาคารทรงโดม

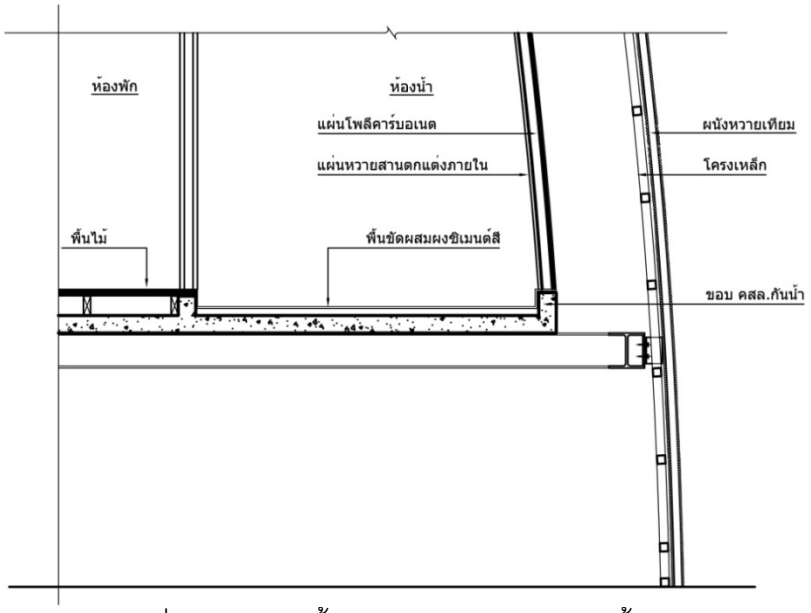
5.2.6.2 ส่วนห้องพักใช้พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก พื้นตกแต่งด้วยไม้บนพื้นคอนกรีต โดยใช้โครงคร่าวไม้รองรับพื้นไม้เพื่อให้งานระบบอาคารบางส่วนสามารถเดินใต้พื้นไม้ได้

5.2.6.3 ส่วนของห้องน้ำใช้พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กเทในที่กั้นขอบโดยรอบ



รูปที่ 5.23 แสดงตำแหน่งคานเหล็กรูปพรรณ

ที่มา. จากการวิเคราะห์



รูปที่ 5.24 แสดงพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กห้องน้ำ

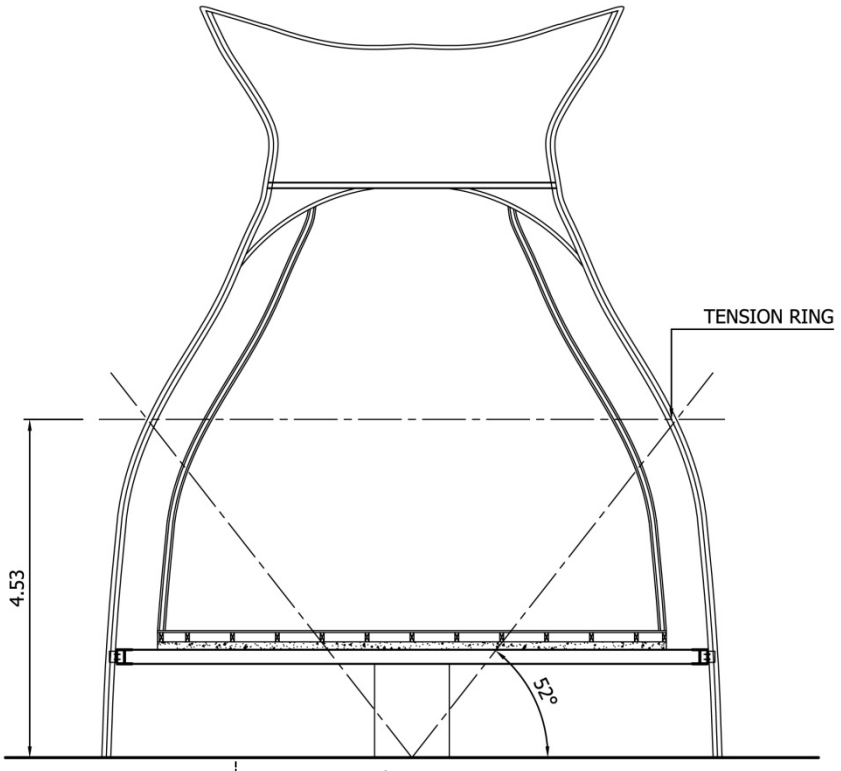
ที่มา. จากการวิเคราะห์

5.2.7 ระบบโครงสร้างผนัง ได้เกณฑ์การออกแบบที่ต้องคำนึงถึงดังต่อไปนี้

5.2.7.1 โครงสร้างหลักของผนังอาคารเป็นโครงสร้างเหล็ก ที่วางตามแนวเส้นรอบวงกลม วงแหวนรับแรงดึง (tension Ring) วางล้อมรอบฐานของอาคารทรงโดม เพื่อรองรับแรงในแนวดิ่งตามส่วนโค้งด้านนอก อยู่ในช่วงมุม 52 องศากับแกนแนวดิ่ง (Vertical Axis)

5.2.7.2 การสานขึ้นรูปอาคารที่มีขนาดใหญ่ ต้องมีโครงสร้างที่เสริมความแข็งแรงให้กับอาคาร เพื่อการคงรูปของผนังสาน เช่น โครงสร้างเหล็ก โครงสร้างอลูมิเนียม เป็นต้น เพื่อให้การสานผนังคงรูปอยู่ได้

5.2.7.3 ลวดลายในการสานใช้การขัดตัวกันของหวายเทียมทำให้เกิดแรงยึดระหว่างกันด้วยแรงขัดกันของลวดลาย (Twining & Wickerwork) หวายเทียมเส้นตั้ง (Vertical) ช่วยยึดให้คงรูปในแนวตั้งหรือแนวดิ่ง และใช้หวายเทียมสานขัดในแนวนอนเป็นตัวบังคับให้คงรูป



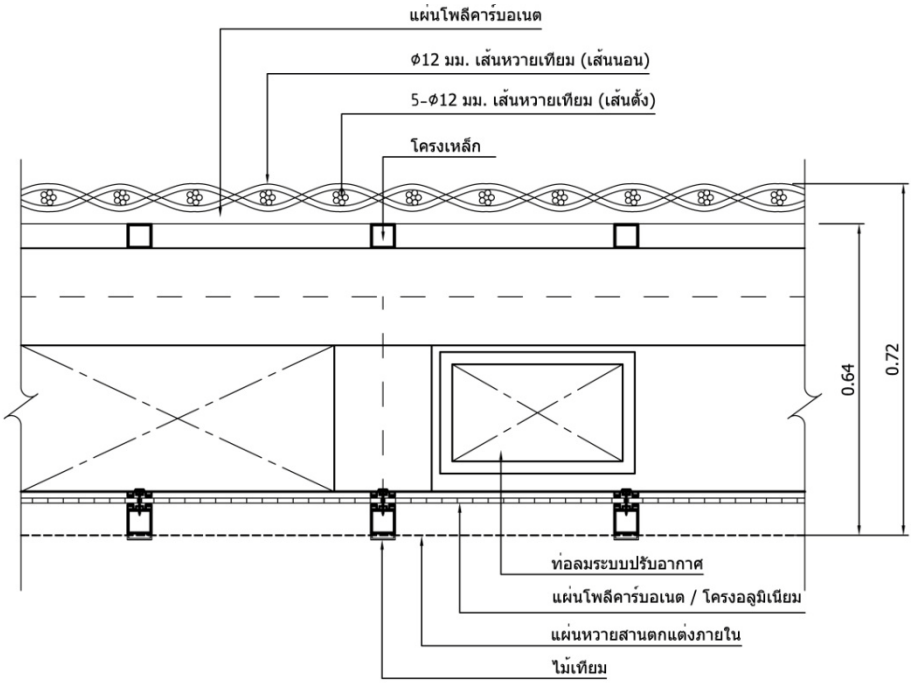
รูปที่ 5.25 แสดงตำแหน่ง Tension Ring

ที่มา. จากการวิเคราะห์

ข้อดีของผนังหวายเทียมสาน	ข้อเสียผนังหวายเทียมสาน
มีลักษณะโปร่งจากการสาน อากาศผ่านถ่ายเทได้	มีลักษณะโปร่งจากการสาน ไม่สามารถกันการรั่วซึมของอากาศและน้ำได้
ทำผนังสองชั้นสามารถลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารได้	ต้องทำผนังสองชั้นเพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำและอากาศ ทำให้งบประมาณสูงขึ้น
วัสดุเป็นเทอร์โมพลาสติด สามารถรีไซเคิลได้ ไม่ลามไฟ	มีสารพิษเมื่อไหม้ไฟ
รูปทรงสี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม โครงสร้างทำได้ง่าย ราคาถูกกว่ารูปทรงอิสสระ	รูปทรงอิสสระ โครงสร้างทำได้ยาก ราคาสูง

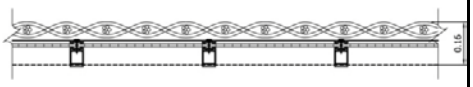
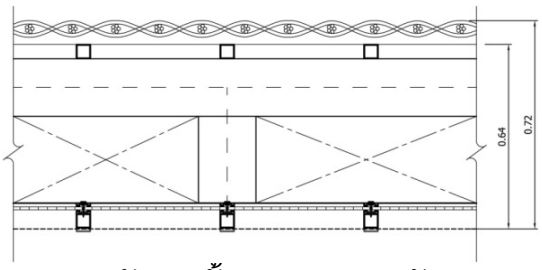
ตารางที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของผนังหวายเทียมสาน

ที่มา. จากการวิเคราะห์



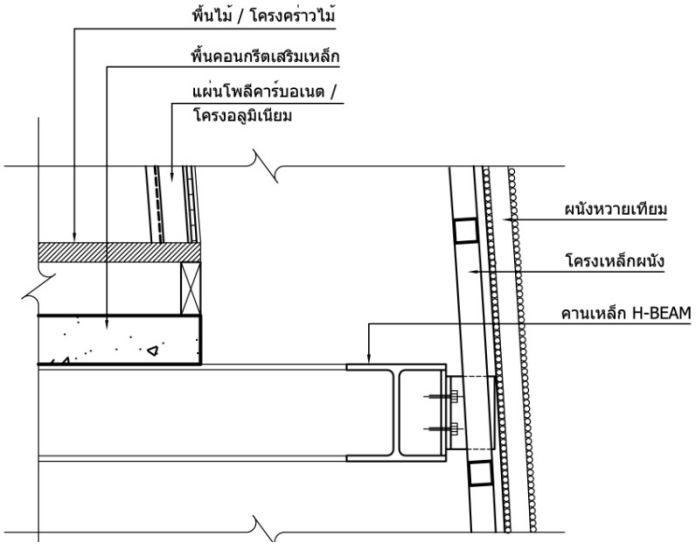
รูปที่ 5.26 แสดงระบบผนังอาคาร

ที่มา. จากการวิเคราะห์

	
ผนังสอง ชั้นติดกัน	**ผนังสองชั้นแยกออกจากกัน**
ประหยัดงบประมาณการก่อสร้าง	ใช้งบประมาณการก่อสร้างมากกว่าเนื่องจากต้องขยายพื้นที่เพื่อซ่องงานระบบ
ใช้พื้นที่น้อยกว่าระบบผนังแยก	ใช้พื้นที่มากกว่าเนื่องจากการแยกผนังออกจากกัน
การซ่อมบำรุงผนังชั้นในได้ยากกว่าระบบผนังแยก	สามารถเข้าไปซ่อมบำรุงทางซ่องงานระบบได้

ตารางที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของระบบผนังสองชั้นติดกันและแยกจากกัน

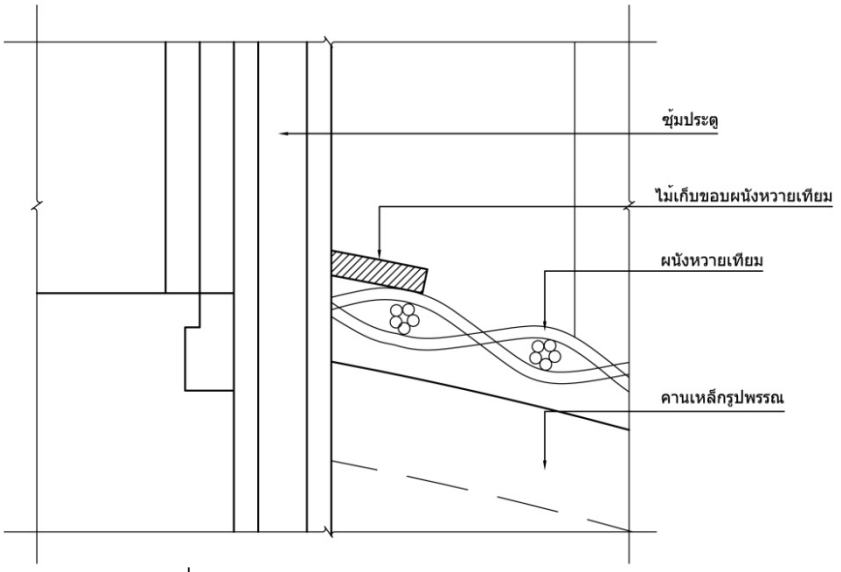
ที่มา. จากการวิเคราะห์



รูปที่ 5.27แสดงระบบผนังอาคาร

ที่มา. จากการวิเคราะห์

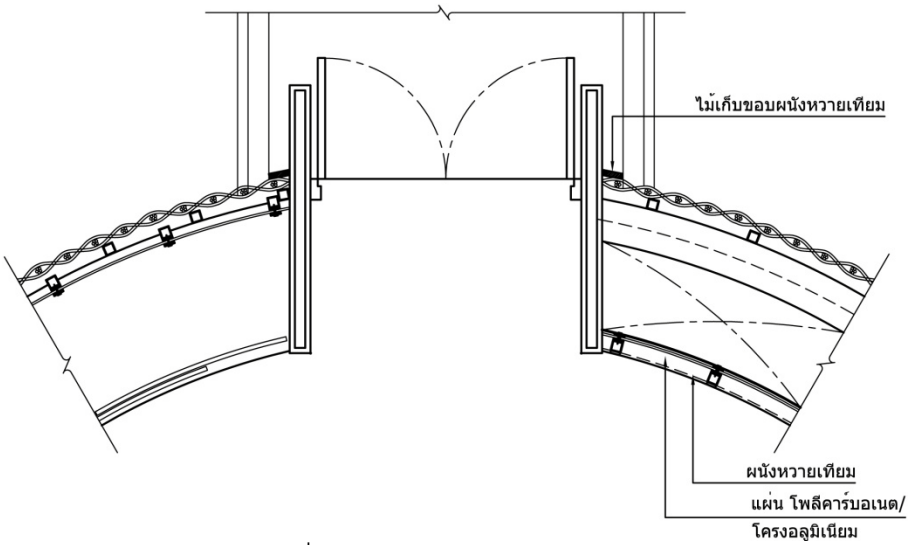
การเก็บขอบของผนังหวายเทียม เพื่อทำช่องเปิด ประตู หน้าต่าง หรือช่องเปิดอื่นๆ โดยใช้วัสดุอื่นๆ เช่น ไม้ อลูมิเนียม เหล็ก เป็นต้น ประกบเข้ากับผนังหวายเทียมสานเพื่อความแข็งแรงของขอบผนังยึดด้วยสกรู หรือ ตะปูเกลียวสแตนเลสกันสนิมและทำกรอบของประตูหรือหน้าต่างติดตั้งตามช่องที่เปิดไว้เป็นขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 5.28 แสดงการเก็บขอบของผนังหวายเทียม

ที่มา. จากการวิเคราะห์

ข้อจำกัดของขนาดช่องเปิด คือไม่สามารถทำให้มีขนาดใหญ่มากได้ เนื่องจากติดโครงสร้างเหล็กด้านข้าง และโครงสร้างเหล็กเป็นตัวกระจายแรงของอาคาร



รูปที่ 5.29 แสดงช่องประตูทางเข้า

ที่มา. จากการวิเคราะห์

การประกอบและการติดตั้ง เลือกรูปแบบ การสานอาคารในพื้นที่ก่อสร้าง ข้อดีมีความสวยงาม เพราะลวดลายสานมีความต่อเนื่อง ข้อเสียใช้เวลามากในการสานต่อเนื่องทำได้ยากกว่าการสานแบบแบ่งส่วน

แนวทางป้องกันการรั่วซึมของอาคาร เนื่องจากอาคารเป็นการสานขึ้นรูปทั้งหลัง ทำให้มีแสง และอากาศจากภายนอกอาคารผ่านมาทางช่องโปร่งของลายสาน ทำให้เกิดการรั่วซึมของอากาศ เมื่อต้องการติดตั้งระบบปรับอากาศ หรือ การรั่วซึมของน้ำฝน จากการศึกษาแนวทางการป้องกันโดยใช้ ผนังที่มีลักษณะผิวทึบและมีความโปร่งใส นำมากรุภายในอาคาร เช่นวัสดุประเภทแผ่นโพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate) เป็นต้น

5.2.8 ระบบโครงสร้างหลังคาและฝ้าเพดาน ได้เกณฑ์การออกแบบที่ต้องคำนึงถึงดังต่อไปนี้

5.2.8.1 โครงสร้างหลังคาเป็นระบบโครงสร้างเหล็กชุบกัลวาไนท์ เพื่อความคงทนต่อสภาพแวดล้อม

5.2.8.2 ใช้แผ่นโพลีคาร์บอเนต กรุภายในเพื่อกันการรั่วซึมของน้ำและอากาศ

5.2.8.3 ด้านบนติดกระจกนิรภัย เพื่อมองเห็นบรรยากาศภายนอก

5.2.8.4 ด้านบนแผ่นโพลีคาร์บอเนต กรุด้วยแผ่นซีเมนต์บอร์ดเพื่อกันเสียง

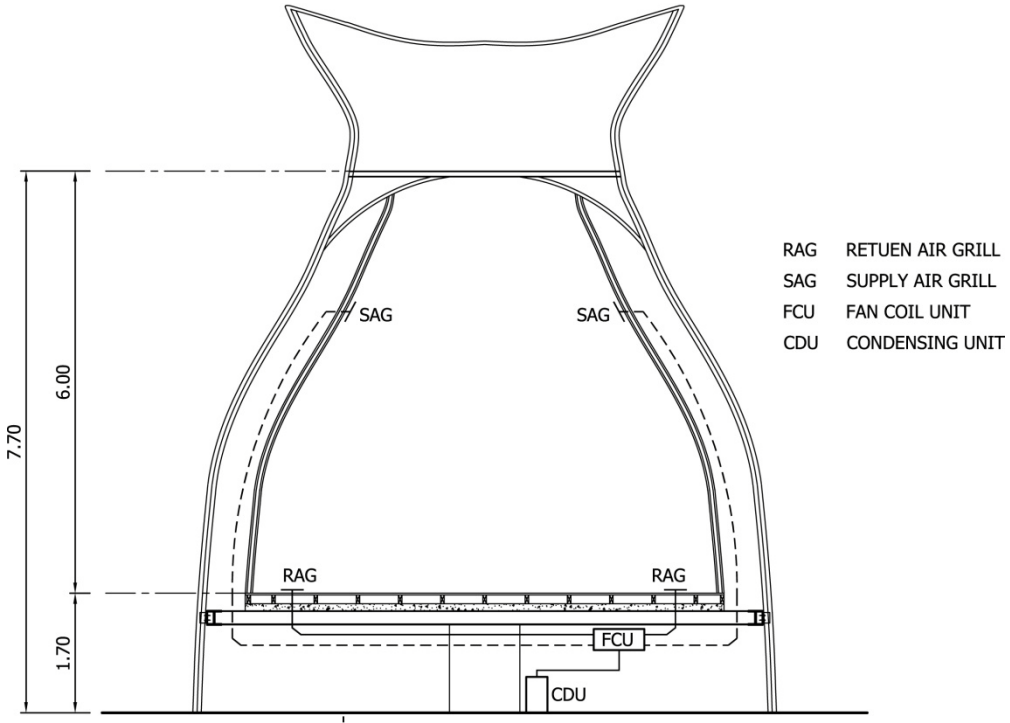
5.2.9 ระบบสุขาภิบาล ได้เกณฑ์การออกแบบที่ต้องคำนึงถึงดังต่อไปนี้

5.2.9.1 การเดินท่อประปาภายในอาคาร โดยเดินไว้ใต้พื้นโครงสร้างอาคาร เพื่อความสวยงามภายในอาคาร

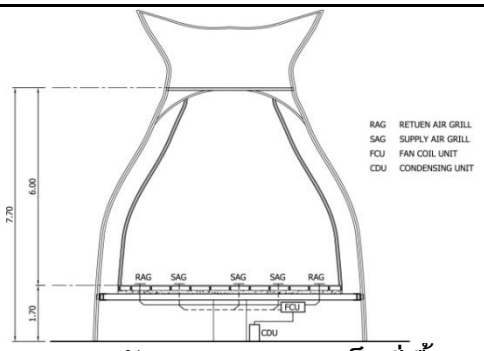
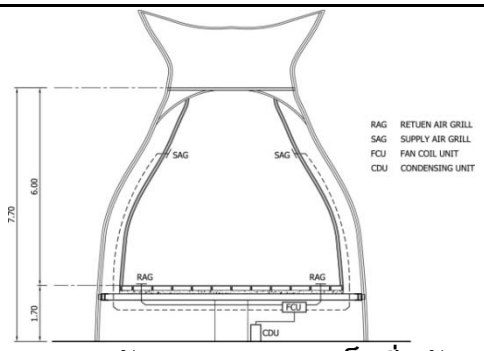
5.2.10 ระบบไฟฟ้า ได้เกณฑ์การออกแบบที่ต้องคำนึงถึงดังต่อไปนี้

5.2.10.1 การเดินท่อร้อยสายไฟฟ้าภายในอาคาร โดยซ่อนไว้ในพื้นและผนังอาคาร เพื่อความสวยงามภายในอาคาร

5.2.11 ระบบปรับอากาศ ได้เกณฑ์การออกแบบที่ต้องคำนึงถึงดังต่อไปนี้ ระบบการเดินท่อลมจ่ายความเย็นและท่อลมกลับออกทางผนังอาคาร อาคารมีลักษณะของการแสดงรายละเอียดของผนังทั้งอาคาร งานระบบของอาคารทั้งหมดจะถูกซ่อนไว้ภายในผนัง ท้องพื้นของโครงสร้าง และงานตกแต่งต่างๆ เพื่อไม่ให้สามารถมองเห็นได้



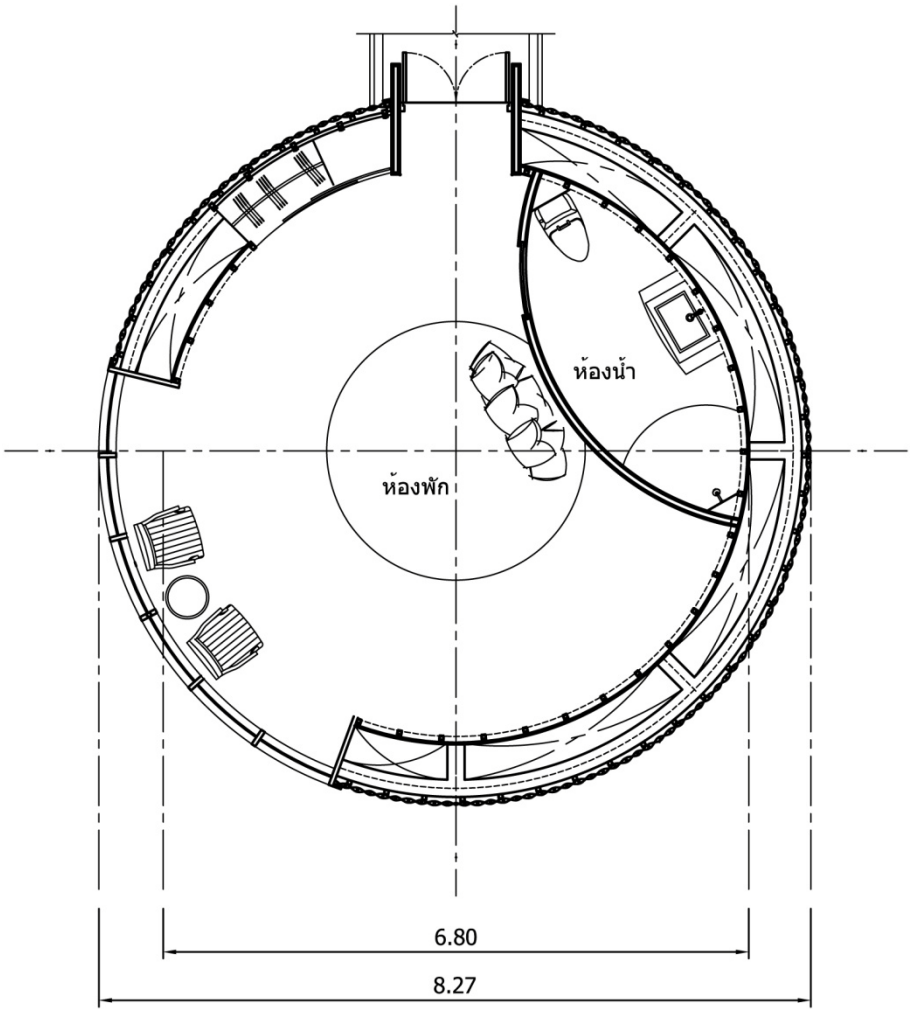
รูปที่ 5.30 แสดงผังระบบปรับอากาศ

 **ระบบปรับอากาศจ่ายลมเย็นที่พื้น**	 **ระบบปรับอากาศจ่ายลมเย็นที่ผนัง**
ระยะ RAG และ SAG อยู่ระดับเดียวกัน เกิด Short Circuit ระหว่างการจ่ายลมเย็นและส่วนของลมกลับ	ระยะ RAG และ SAG อยู่ต่างระดับกันการหมุนเวียนของการจ่ายลมเย็นทั่วถึงก่อนจะถูกดูดกลับ
ทำความเย็นได้เป็นจุด ตามตำแหน่งของช่องจ่ายลม	การทำความเย็น สามารถทำอุณภูมิให้สม่ำเสมอ
ระยะของท่อลมน้อย ประหยัดวัสดุท่อลม	ระยะของท่อลมมาก สิ้นเปลืองวัสดุท่อลม
เสียงของลมเย็นที่ออกจากช่องจ่ายลมดัง เนื่องจากช่องจ่ายลมอยู่ที่พื้นใกล้พื้นที่ใช้สอยมากเกินไป	เสียงของลมเย็นที่ออกจากท่อเงียบ เนื่องจากช่องจ่ายลมอยู่สูง
เสียพื้นที่ใช้สอยที่พื้น เนื่องจากต้องติดตั้งช่องจ่ายลมเย็น	ไม่เสียพื้นที่ใช้สอย เนื่องจากช่องจ่ายลมเย็นอยู่ที่ผนัง
การทำความเย็นจะมีมากบริวณพื้น ทำให้อากาศเย็นมากเกินไป	การทำความเย็น สามารถทำอุณภูมิให้สม่ำเสมอ

ตารางที่ 5.3 แสดงการเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของระบบปรับอากาศจ่ายลมเย็นที่พื้นและระบบปรับอากาศจ่ายลมเย็นที่ผนัง

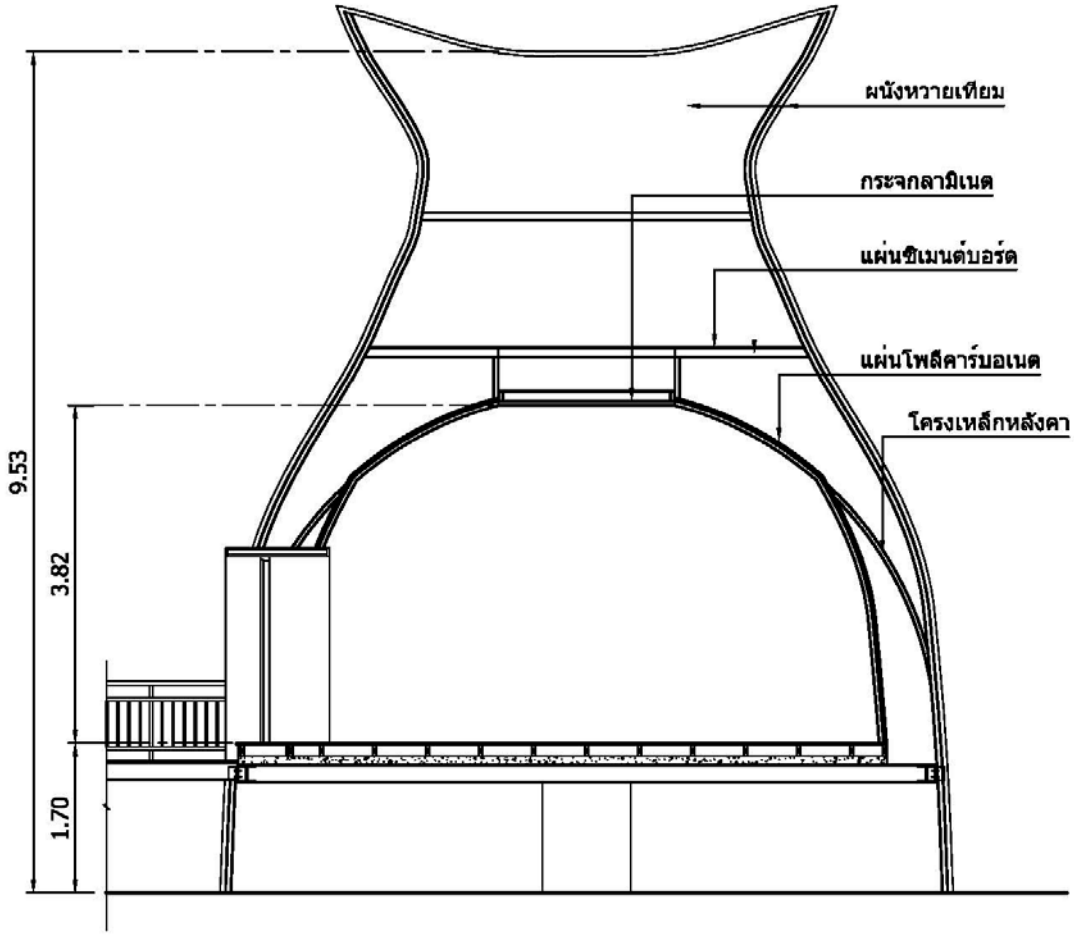
ที่มา. จากการวิเคราะห์

5.3 ผลการออกแบบ



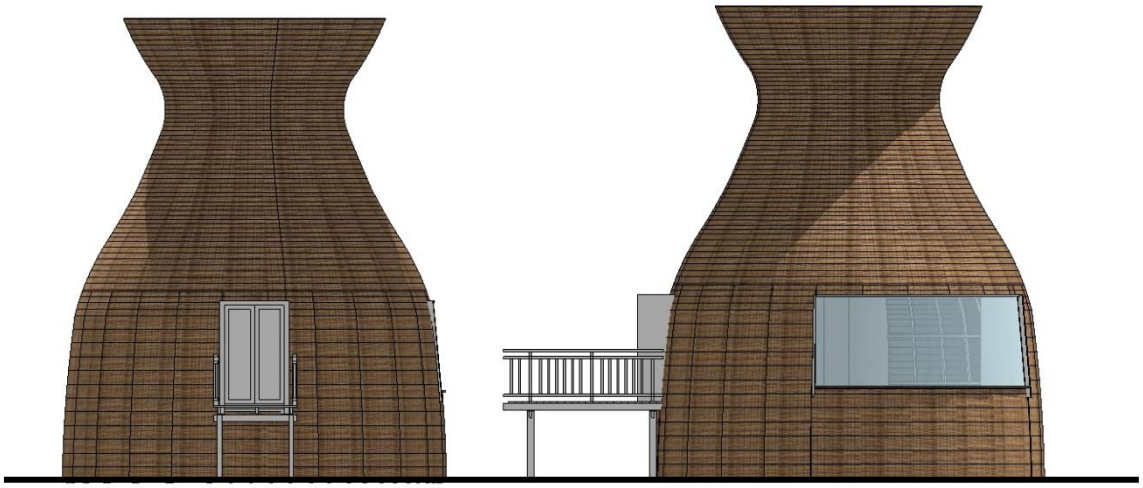
รูปที่ 5.31 แสดงแปลนห้องพัก

ที่มา. จากการวิเคราะห์



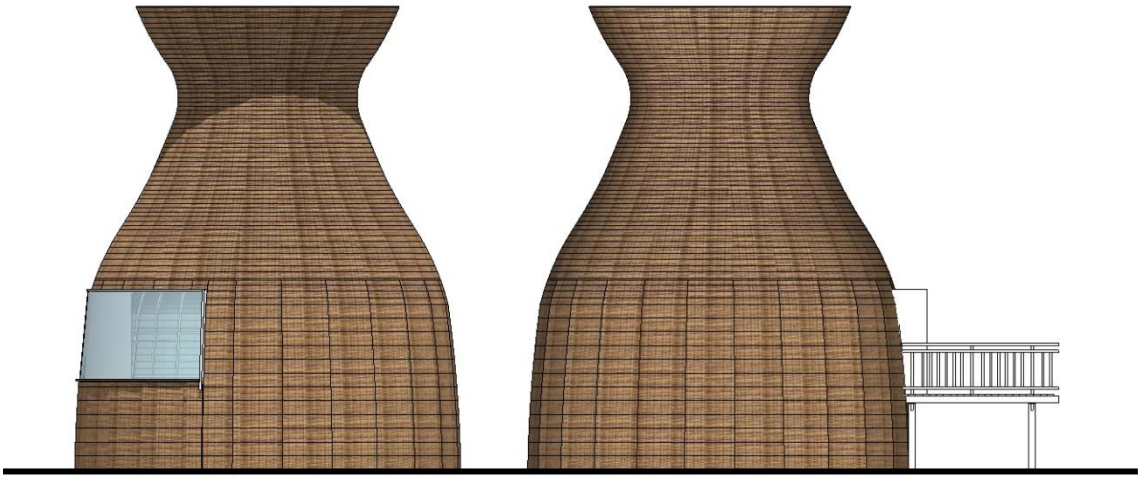
รูปที่ 5.32 แสดงรูปตัดห้องพัก

ที่มา. จากการวิเคราะห์



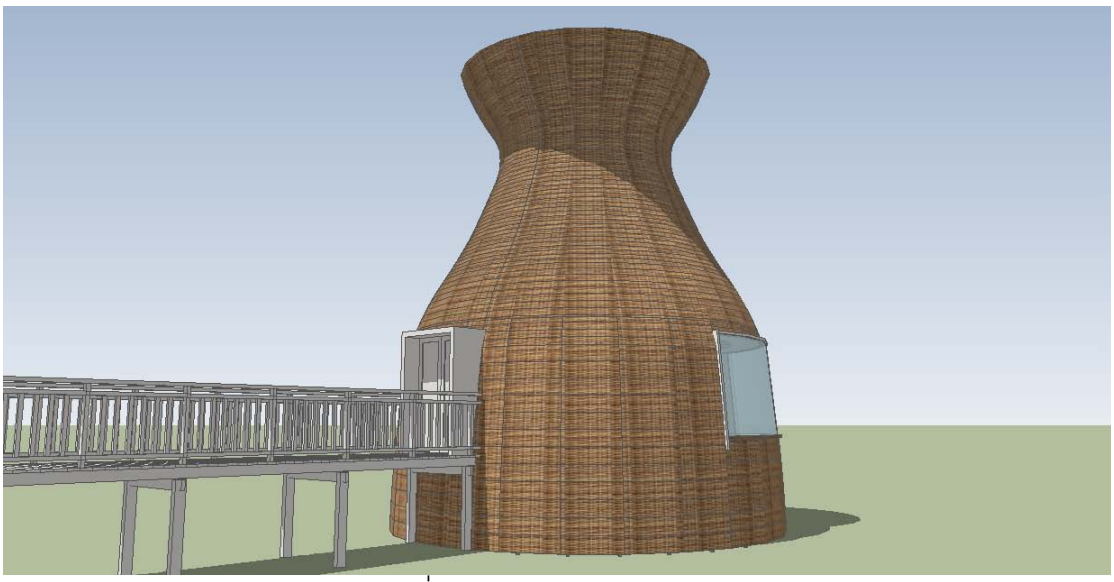
รูปที่ 5.33 แสดงรูปด้านหน้าและรูปด้านขวา

ที่มา. จากการวิเคราะห์



รูปที่ 5.34 แสดงรูปด้านหลังและรูปด้านซ้าย

ที่มา. จากการวิเคราะห์



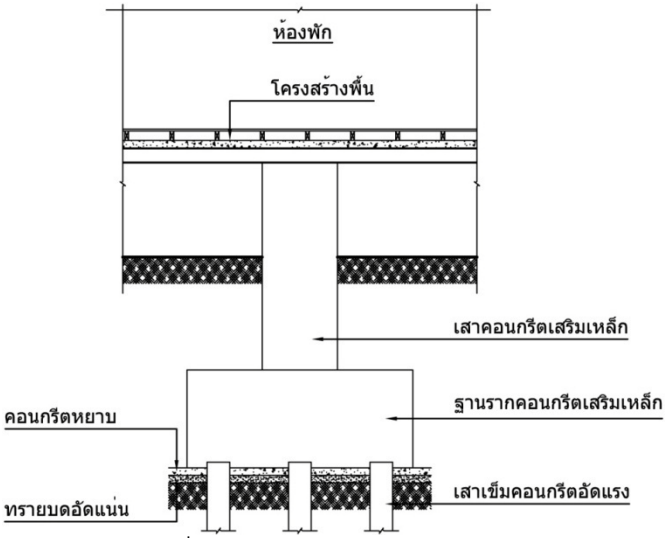
รูปที่ 5.35 แสดงรูปทัศนียภาพ

ที่มา. จากการวิเคราะห์

5.4 ขั้นตอนการก่อสร้าง

5.4.1 ระบบฐานราก

ฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็ก ปรับระดับดินใต้ฐานราก รองพื้นด้วยทรายบดอัดแน่น เทคอนกรีตหยาบ วางเหล็กเสริมของฐานรากตามตำแหน่งและระยะที่กำหนด ตั้งแบบหล่อคอนกรีต ตรวจสอบระยะและแนวดิ่ง เทคอนกรีต ถอดแบบหล่อคอนกรีตตามระยะเวลาที่กำหนด บ่มคอนกรีต



รูปที่ 5.36 แสดงรูประบบฐานราก

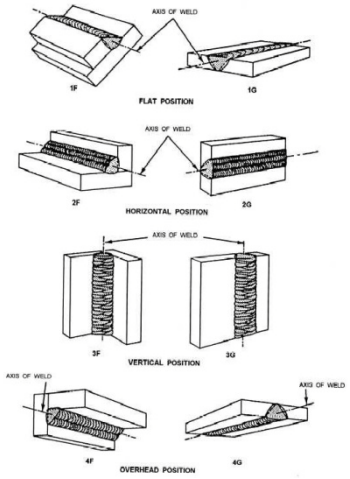
ที่มา. จากการวิเคราะห์

5.4.2 ระบบเสา คาน และพื้น

5.4.2.1 เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก ผูกเหล็กเสริมเข้ากับเหล็กยืนที่ฝากไว้กับฐานราก ตั้งแบบหล่อคอนกรีต ตรวจสอบระยะตำแหน่งที่ถูกต้อง เทคอนกรีต ถอดแบบตามระยะเวลาที่กำหนด บ่มคอนกรีต

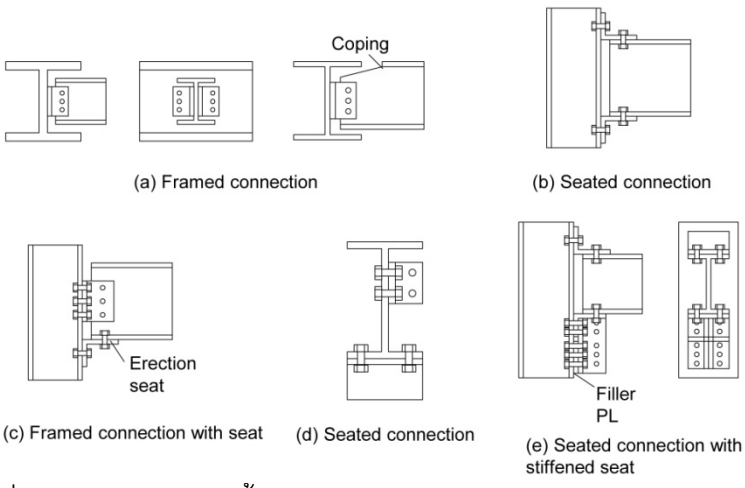
5.4.2.2 คานเหล็กรูปพรรณ นำเหล็กรูปพรรณชุบกัลวาไนซ์เพื่อความคงทนต่อสภาพแวดล้อม ติดตั้งตามแบบที่กำหนด โดยการติดตั้งสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

5.4.2.2.1 การเชื่อม (Welding)



รูปที่ 5.37 แสดงการติดตั้งเหล็กรูปพรรณด้วยวิธีการเชื่อม

5.4.2.2.2 การใช้ Bolt Connection



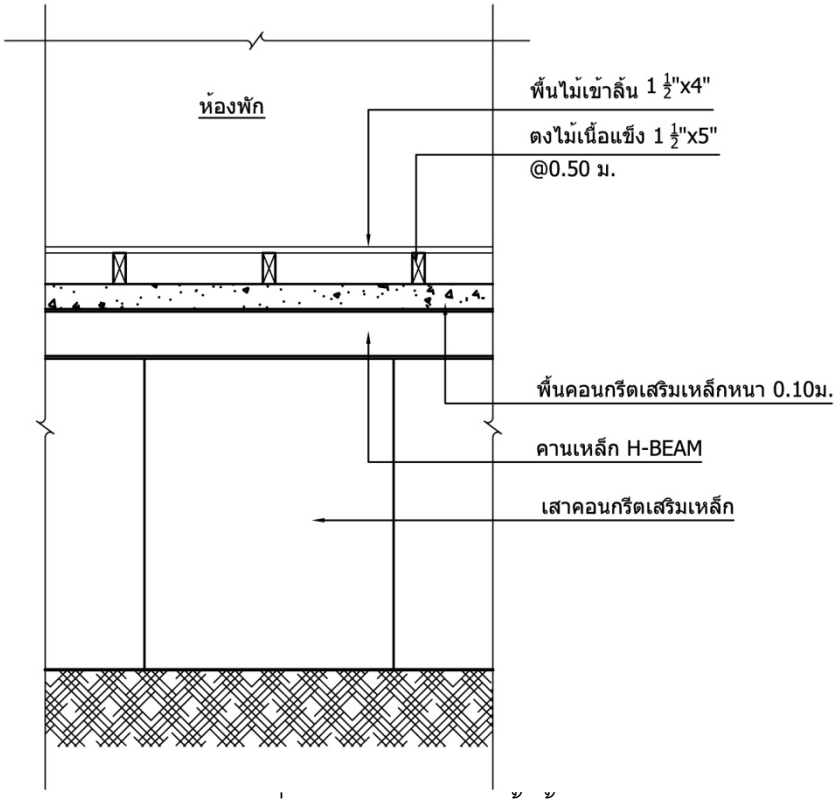
รูปที่ 5.38 แสดงการติดตั้งเหล็กรูปพรรณด้วยวิธีการยึดด้วย Nut & Bolt

5.4.2.3 พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก

5.4.2.3.1 พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก ผูกเหล็กเสริมเข้ากับเหล็กยืนที่ฝากไว้กับฐานราก ตั้งแบบหล่อคอนกรีต เช็คระยะตำแหน่งที่ถูกต้อง เทคอนกรีต ถอดแบบตามระยะเวลาที่กำหนดบ่มคอนกรีต

5.4.2.3 .2 พื้นไม้ วางไม้โครงคร่าวขนาด 2”x5” ทุกระยะ 0.50 ม. ยึดด้านข้างของโครงคร่าวด้วยพุกไม้และตะปู วางพื้นไม้เข้าลิ้นขนาด 1 1/2”x4”

5.4.2.3.3 พื้นห้องน้ำ เป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กระดับเดียวกับพื้นโครงสร้าง กั้นขอบสูง 0.10 ม. โดยรอบ พื้นผิวขัดเรียบสีธรรมชาติ



รูปที่ 5.39 แสดงการติดตั้งพื้นไม้

ที่มา. จากการวิเคราะห์

5.4.3 ระบบโครงสร้างผนัง

5.4.3.1 นำเหล็กรูปพรรณไปดัดโค้งด้วยระบบไฮโดรลิค ขึ้นรูปให้ได้รัศมีตามแบบที่โรงงาน

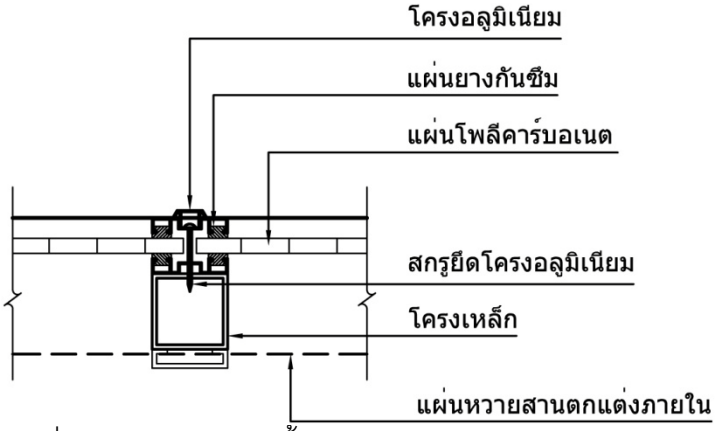
5.4.3.2 นำเหล็กรูปพรรณชุบกัลวาไนซ์เพื่อความคงทนต่อสภาพแวดล้อม

5.4.3.3 ติดตั้งโครงเหล็กผนังแนวตั้ง ด้วยวิธีการเชื่อม

5.4.3.4 นำโครงอลูมิเนียมสำหรับแผ่นโพลีคาร์บอเนต ไปดัดโค้งขึ้นรูปให้ได้รัศมีตามแบบที่โรงงาน

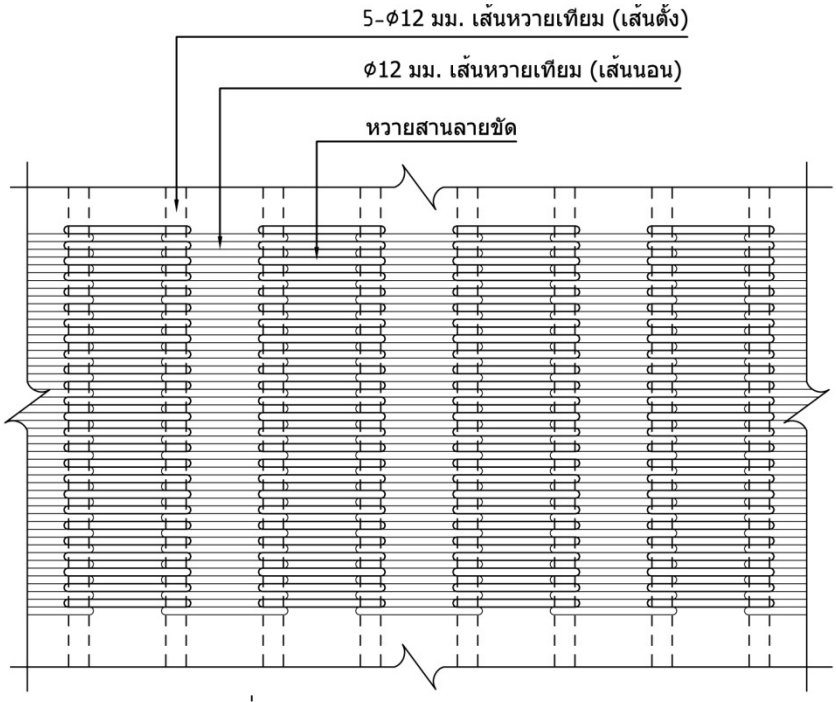
5.4.3.5 ติดตั้งโครงอลูมิเนียมสำหรับแผ่นโพลีคาร์บอเนต ตามระยะโครงสร้างเหล็ก

5.4.3.6 ติดตั้งแผ่นโพลีคาร์บอเนต ปิดทับด้วยโครงอลูมิเนียมและยางขอบ (Rubber Gasket) ยึดโครงอลูมิเนียมด้วยสกรู ปิดหัวสกรูด้วยฝาครอบกันน้ำ



รูปที่ 5.40 แสดงการติดตั้งโครงอลูมิเนียมยึดแผ่นโพลีคาร์บอเนต

ที่มา. จากการวิเคราะห์



รูปที่ 5.41 แสดงหวายสานลายขัดแตะ

ที่มา. จากการวิเคราะห์

5.4.3.7 ติดตั้งงานผนังหวายสานภายนอกอาคาร โดยขึ้นชิ้นงานจากเส้นตั้งก่อน และสานเส้นแนวนอนเป็นลวดลายขัดแตะ เป็นการสานให้เส้นยืนวางห่าง และมีเส้นนอนสานขัดระหว่างเส้นยืน โดยที่ขนาดของเส้นยืนใช้ให้มีขนาดใหญ่กว่าเส้นนอนเพื่อการรับน้ำหนักได้ดี

5.4.3.8 ติดตั้งงานผนังหวายสานตกแต่งภายใน โดยยึดกับโครงอลูมิเนียมของแผ่นโพลีคาร์บอเนต ปิดรอยต่อของแผ่นหวายเทียมสานด้วยระแนงไม้เทียม

5.4.4 ระบบโครงสร้างหลังคาและฝ้าเพดาน

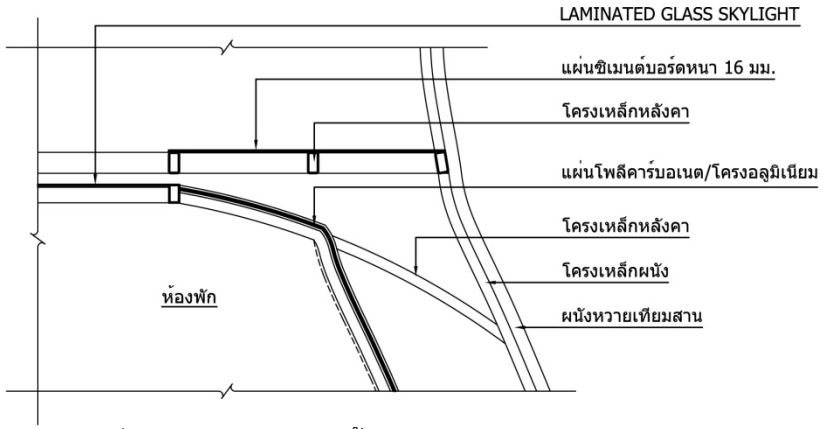
5.4.4.1 นำเหล็กรูปพรรณไปดัดโค้งด้วยระบบไฮโดรลิค ขึ้นรูปให้ได้รัศมีตามแบบที่โรงงาน

5.4.4.2 นำเหล็กรูปพรรณชุบกัลวาไนซ์เพื่อความคงทนต่อสภาพแวดล้อม

5.4.4.3 ติดตั้งโครงเหล็กตามระยะตามแบบที่กำหนด

5.4.4.4 ติดตั้งแผ่นโพลีคาร์บอเนต และกระจกนิรภัย ปิดทับด้วยโครงอลูมิเนียมและยางขอบ (Rubber Gasket) ยึดโครงอลูมิเนียมด้วยสกรู ปิดหัวสกรูด้วยฝาครอบกันน้ำ

5.4.4.5 กรุแผ่นซีเมนต์บอร์ดบนโครงเหล็กเหนือแผ่นโพลีคาร์บอเนต

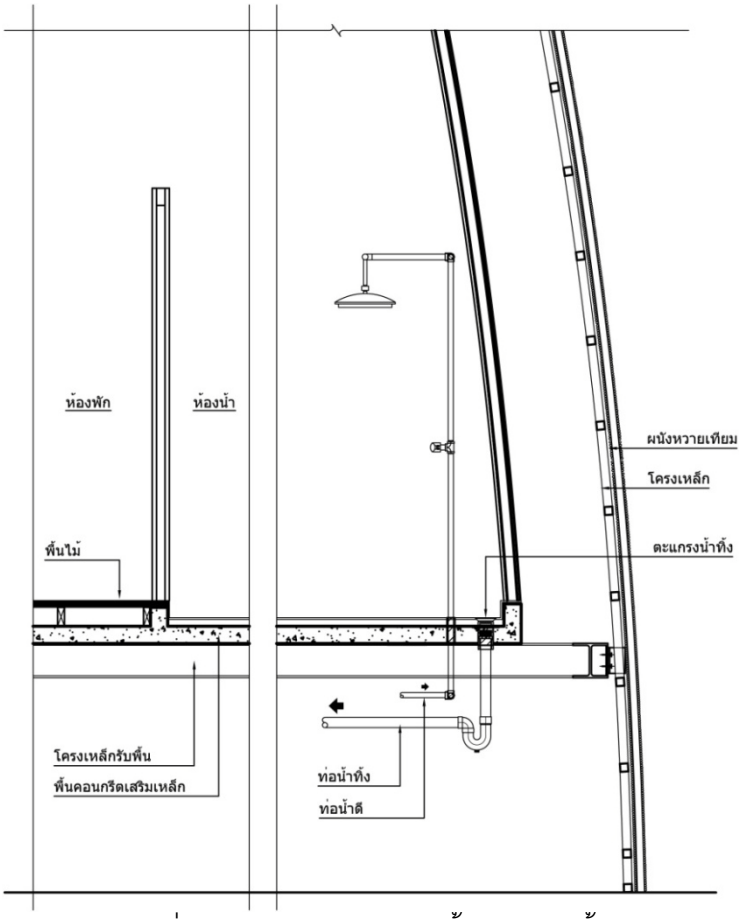


รูปที่ 5.42 แสดงการติดตั้งระบบโครงสร้างหลังคา

ที่มา. จากการวิเคราะห์

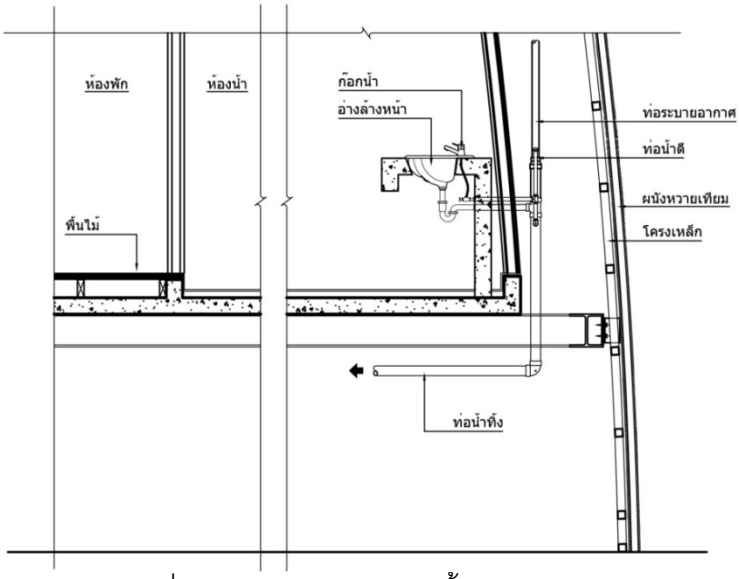
5.4.6 ระบบสุขาภิบาล ระบบน้ำประปา (Water Supply System) สำหรับการจ่ายน้ำไปยังจุดต่างๆของอาคาร และ ระบบท่อระบายน้ำเสีย (Wastewater Drainage System) แบ่งเป็นท่อระบายน้ำเสียที่เกิดจากการชำระล้าง คือท่อน้ำทิ้ง (Waste Pipe) และ ท่อน้ำเสียที่เกิดจากสุขภัณฑ์ คือท่อน้ำโสโครก (Soil Pipe) การเดินท่อระบบน้ำประปาจะเดินจากภายนอกอาคารเข้ามาโดยยึดกับเสาโครงสร้าง เข้าสู่ใต้พื้นไม้ตกแต่ง และแยกออกไปตามตำแหน่งสุขภัณฑ์ตามแบบ ส่วนของท่อระบายน้ำเสีย จะเดินท่อผ่านโครงสร้างพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยการ Block out

โครงสร้างพื้นไว้ก่อน แล้วมาเดินท่อภายหลัง ท่อระบายน้ำเสียจะเดินอยู่ในแนวใต้ท้องพื้นโครงสร้าง ลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนระบายออกสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ



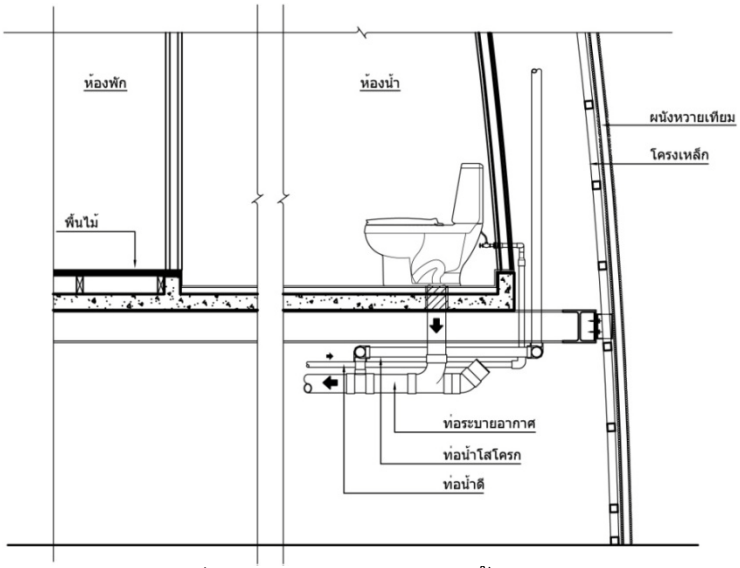
รูปที่ 5.43 แสดงการเดินท่อน้ำส่วนอาบน้ำ

ที่มา. จากการวิเคราะห์



รูปที่ 5.44 แสดงการเดินท่อน้ำอ่างล้างหน้า

ที่มา. จากการวิเคราะห์



รูปที่ 5.45 แสดงการเดินท่อน้ำโถส้วม

ที่มา. จากการวิเคราะห์

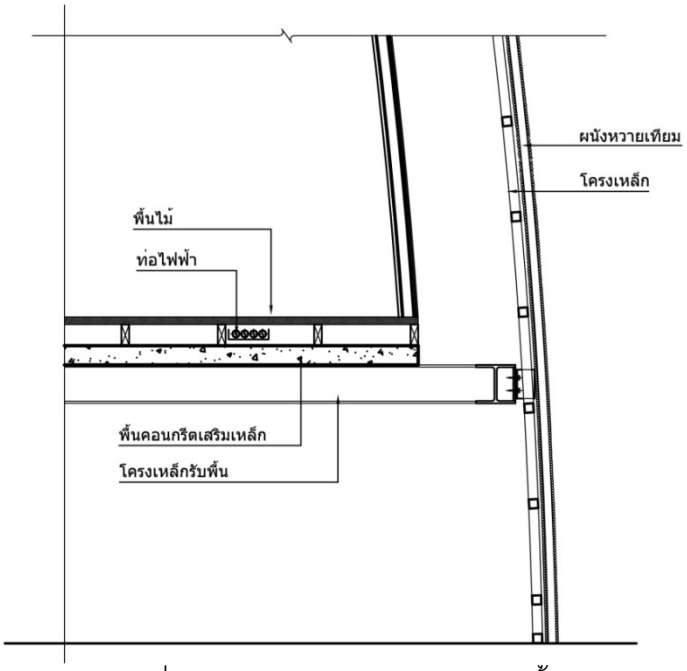
5.4.5 ระบบไฟฟ้า การเดินสายไฟฟ้าในอาคาร สำหรับระบบไฟฟ้ากำลังและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง จะเดินสายไฟฟ้าจากใต้ท้องพื้นโครงสร้าง บางจุดจะแยกออกไปเดินตามแนวใต้ท้องพื้นไม้ตกแต่ง หรือเดินท่อไฟฟ้าตามแนวโครงสร้างของผนัง โดยขั้นตอนการติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าดำเนินการดังต่อไปนี้

5.4.5.1 ทำความสะอาดภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง

5.4.5.2 ยึดท่อกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆทุกระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

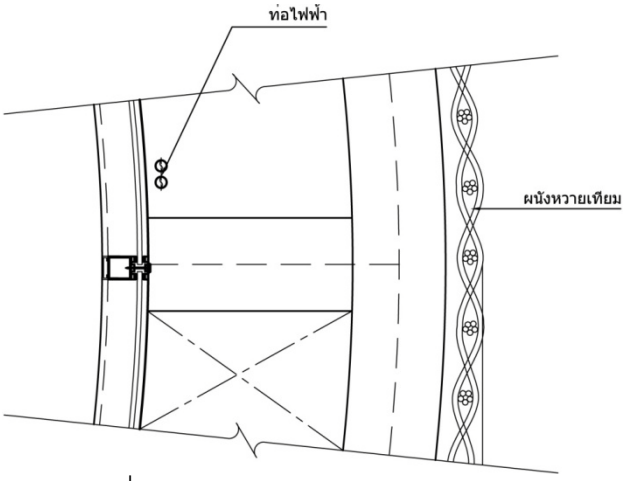
5.4.5.3 ท่อแต่ละส่วนจะติดตั้งให้เรียบร้อยก่อน ร้อยสายไฟฟ้า

5.4.5.4 แนวการติดตั้งท่อต้องเป็นแนวขนานกับตัวอาคาร



รูปที่ 5.46 แสดงการเดินท่อไฟฟ้าในพื้น

ที่มา. จากการวิเคราะห์



รูปที่ 5.47 แสดงการเดินท่อไฟฟ้าในผนัง

ที่มา. จากการวิเคราะห์

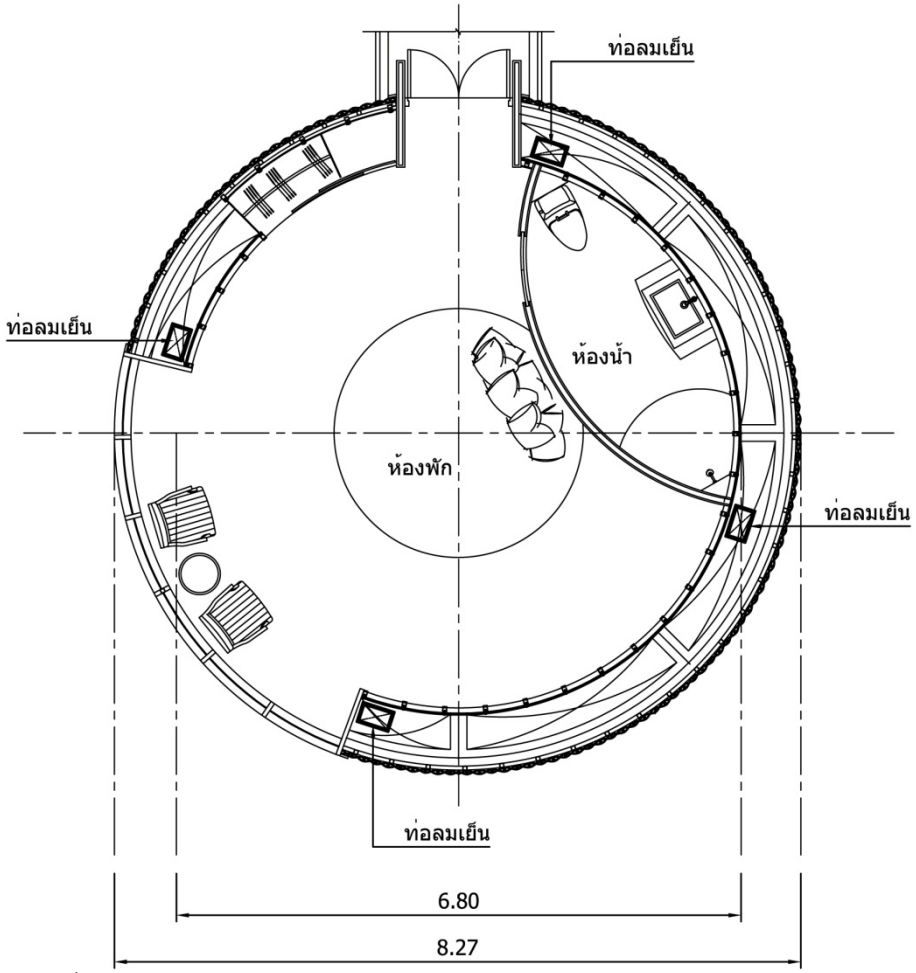
5.4.7 ระบบปรับอากาศ

5.4.7.1 ติดตั้งท่อลมสำหรับ ท่อจ่ายลมเย็นและท่อลมกลับตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ โดยท่อลมจ่ายลมเย็นและท่อลมกลับบุฉนวนไว้ภายใน (Duct Liner)

5.4.7.2 ติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็น (Fan coil unit) ตามตำแหน่งที่กำหนด

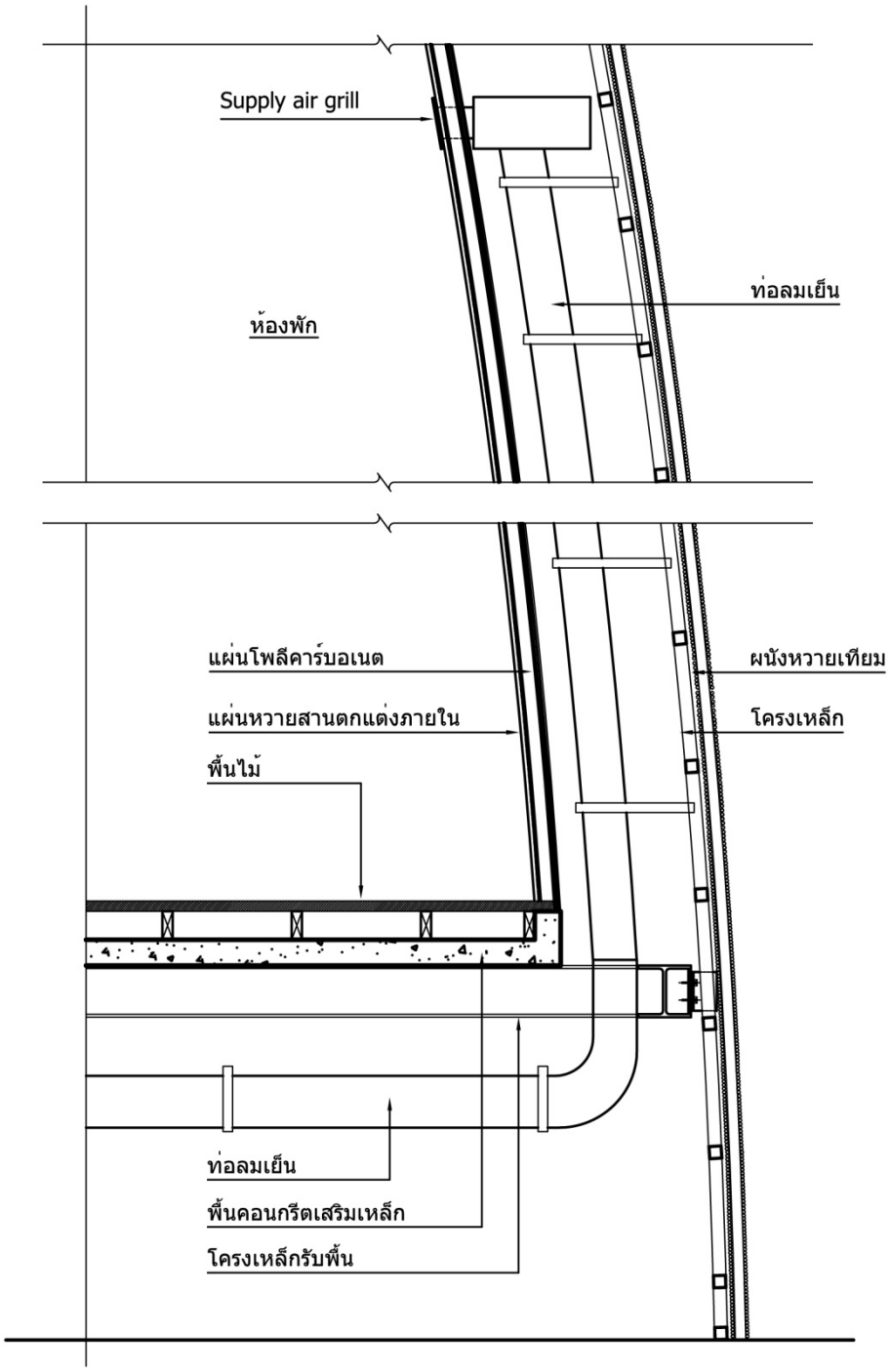
5.4.7.3 ติดตั้งเครื่องระบายความร้อน (Condensing unit) ตามตำแหน่งที่กำหนด

5.4.7.4 ติดตั้ง Air Supply Grill บนผนัง และ Return Air Grill บนพื้น



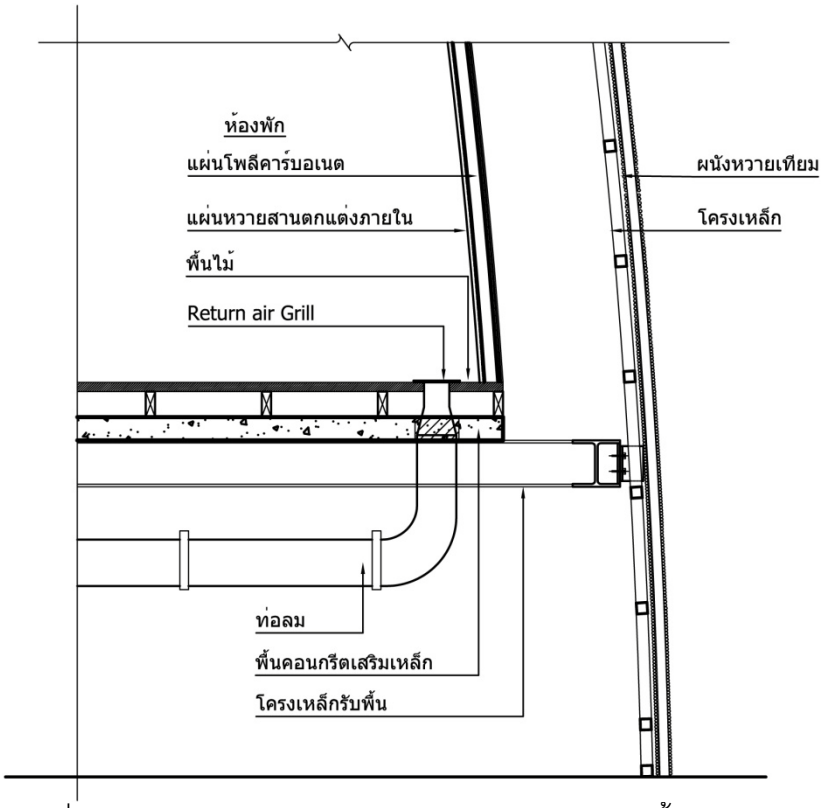
รูปที่ 5.48 แสดงผังการเดินท่อลมเย็นของระบบปรับอากาศในช่องงานระบบ

ที่มา. จากการวิเคราะห์



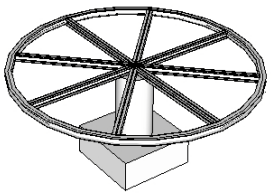
รูปที่ 5.49 แสดงการเดินท่อลมเย็นระบบปรับอากาศในช่องงานระบบ

ที่มา. จากการวิเคราะห์



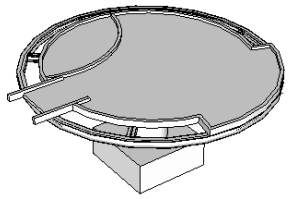
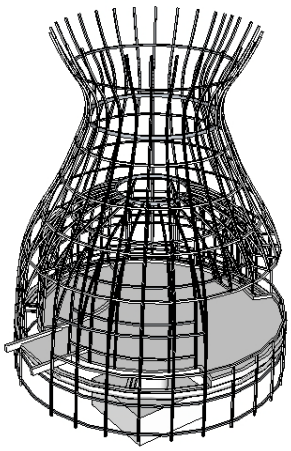
รูปที่ 5.50 แสดงการเดินท่อลมกลับระบบปรับอากาศใต้พื้นโครงสร้าง

ที่มา. จากการวิเคราะห์

สรุปขั้นตอนการก่อสร้าง (1)			
1		ฐานราก	ปรับระดับดินฐานราก รองพื้นด้วยทรายบดอัดแน่น เทคอนกรีตหยาบ วางเหล็กเสริมของฐานราก ตั้งแบบหล่อคอนกรีต ตรวจสอบระยะและแนวดิ่ง เทคอนกรีต ถอดแบบหล่อคอนกรีต บ่มคอนกรีต
		เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก	ผูกเหล็กเสริมเข้ากับเหล็กยืนที่ฝากไว้กับฐานราก ตั้งแบบหล่อคอนกรีต ตรวจสอบระยะตำแหน่ง เทคอนกรีต ถอดแบบตามระยะเวลา บ่มคอนกรีต
		คานเหล็กรูปพรรณ	คานเหล็กรูปพรรณ นำเหล็กรูปพรรณชุบกัลวาไนซ์ ติดตั้งตามแบบที่กำหนด

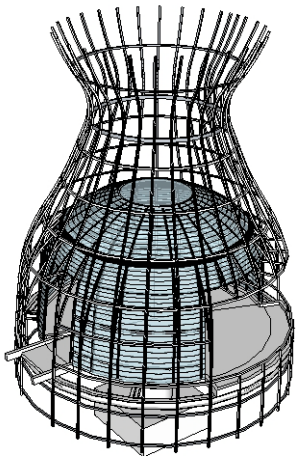
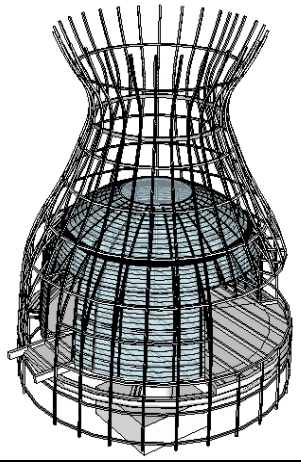
ตารางที่ 5.4 สรุปขั้นตอนการก่อสร้าง (1)

ที่มา. จากการวิเคราะห์

สรุปขั้นตอนการก่อสร้าง (2)			
2		พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กห้องพัก	ผูกเหล็กเสริม ตั้งแบบหล่อคอนกรีต เช็คระยะตำแหน่ง เทคอนกรีต ถอดแบบตาม ระยะเวลา บ่มคอนกรีต
		พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กห้องน้ำ	พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กระดับเดียวกับพื้นโครงสร้าง กั้นขอบสูง 0.10 ม. โดยรอบ พื้นผิวขัดเรียบสีธรรมชาติ
3		โครงสร้างเหล็กผนังและหลังคา	นำเหล็กรูปพรรณไปดัดโค้งด้วยระบบไฮโดรลิค นำเหล็กรูปพรรณชุบกัลวาไนซ์ ติดตั้งโครงเหล็กตามระยะตามแบบ

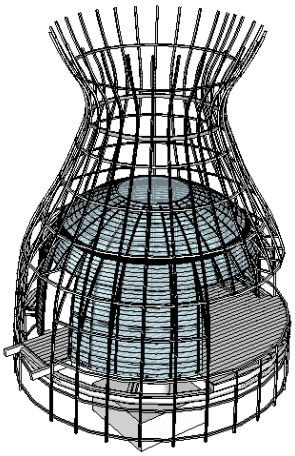
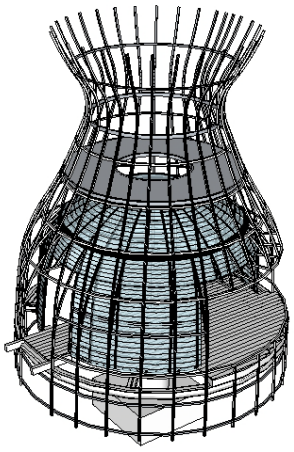
ตารางที่ 5.5 สรุปขั้นตอนการก่อสร้าง (2)

ที่มา. จากการวิเคราะห์

สรุปขั้นตอนการก่อสร้าง (3)			
4		ติดตั้งแผ่นโพลีคาร์บอเนตและกระจกนิรภัย	นำโครงอลูมิเนียมไปดัดโค้ง ติดตั้งโครงอลูมิเนียมสำหรับแผ่นโพลีคาร์บอเนต ติดตั้งแผ่นโพลีคาร์บอเนตและกระจก ปิดทับด้วยโครงอลูมิเนียมและยางขอบ ยึดโครงอลูมิเนียมด้วยสกรู ปิดหัวสกรูด้วยฝาครอบกันน้ำ
5		โครงคร่าวพื้นไม้	วางไม้โครงคร่าวไม้ ยึดด้านข้างของโครงคร่าวด้วยพุกไม้และตะปู

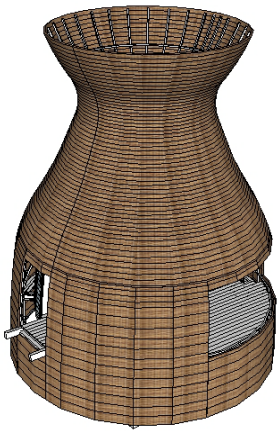
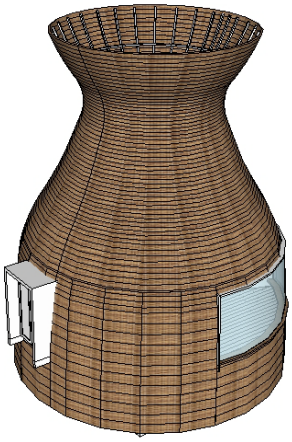
ตารางที่ 5.6 สรุปขั้นตอนการก่อสร้าง (3)

ที่มา. จากการวิเคราะห์

สรุปขั้นตอนการก่อสร้าง (4)			
6		พื้นไม้	วางพื้นไม้เข้าลิ้น
7		หลังคาและฝ้าเพดาน	นำเหล็กรูปพรรณไปดัดโค้งด้วยระบบไฮโดรลิค นำเหล็กรูปพรรณชุบกัลวาไนซ์ ติดตั้งโครงเหล็กตามระยะตามแบบ กรุแผ่นซีเมนต์บอร์ดด้านบน

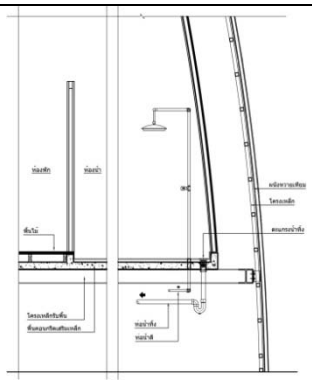
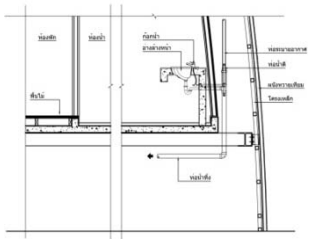
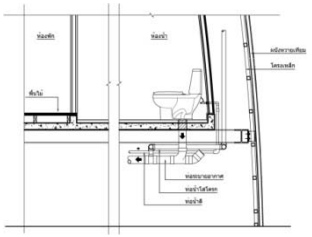
ตารางที่ 5.7 สรุปขั้นตอนการก่อสร้าง (4)

ที่มา. จากการวิเคราะห์

สรุปขั้นตอนการก่อสร้าง (5)			
8		ผนังหวายสาน	ติดตั้งงานผนังหวายสานภายนอกอาคารโดยการสานในที่ วางแนวหวายเทียมเส้นตั้ง ช่วยยึดให้คงรูปในแนวตั้งหรือแนวดิ่ง และใช้หวายเทียมสานขัดในแนวนอนเป็นตัวบังคับให้คงรูป เก็บขอบด้วยไม้ประกบเข้ากับผนังหวายเทียมสานยึดด้วยสกรู
9		ติดตั้งประตูและหน้าต่าง	ช่องเปิด ประตู หน้าต่าง ใช้วัสดุเก็บขอบ เช่น ไม้ประกบเข้ากับผนังหวายเทียมสานเพื่อความแข็งแรงของขอบผนังยึดด้วยสกรู หรือ ตะปูเกลียวสแตนเลสกันสนิม และทำกรอบของประตูหรือหน้าต่าง ติดตั้งตามช่องที่เปิด

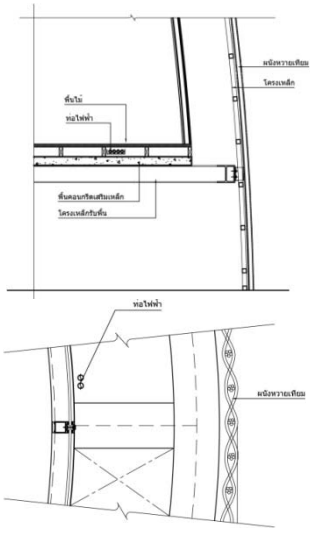
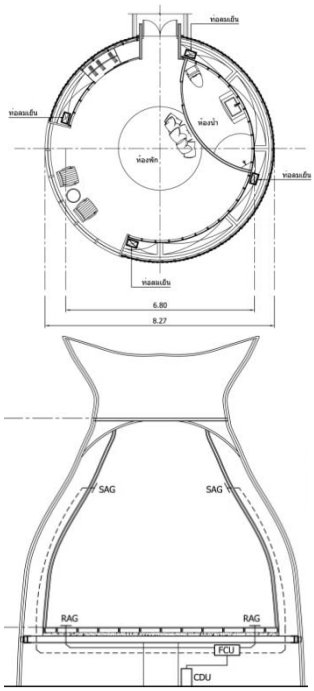
ตารางที่ 5.8 สรุปขั้นตอนการก่อสร้าง (5)

ที่มา. จากการวิเคราะห์

สรุปขั้นตอนการก่อสร้าง (6)			
10	  	ระบบสุขาภิบาล	เดินท่อผ่านโครงสร้างพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยการ Block out โครงสร้างพื้นไว้ก่อน เดินท่อระบายน้ำเสียใต้ท้องพื้นโครงสร้าง เดินท่อลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนระบายออกสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ

ตารางที่ 5.9 สรุปขั้นตอนการก่อสร้าง (6)

ที่มา. จากการวิเคราะห์

สรุปขั้นตอนการก่อสร้าง (7)			
11		ระบบไฟฟ้า	ทำความสะอาดภายในและภายนอกท่อ ยึดท่อกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆทุกระยะไม่เกิน 1.50 เมตร ท่อแต่ละส่วนจะติดตั้งให้เรียบร้อยก่อน ร้อยสายไฟฟ้า แนวการติดตั้งท่อต้องเป็นแนวขนานกับตัวอาคาร
12		ระบบปรับอากาศ	ติดตั้งท่อลมตามตำแหน่งที่กำหนด โดยท่อลมจ่ายลมเย็นและท่อลมกลับบุฉนวนไว้ภายใน (Duct Liner) ติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็น (Fan coil unit) ตามตำแหน่งที่กำหนด ติดตั้งเครื่องระบายความร้อน (Condensing unit) ตามตำแหน่งที่กำหนด ติดตั้ง Air Supply Grill บนผนัง และ Return Air Grill บนพื้น

ตารางที่ 5.10 สรุปขั้นตอนการก่อสร้าง (7)

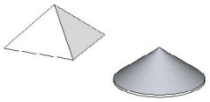
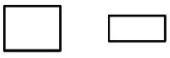
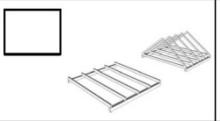
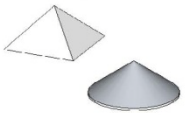
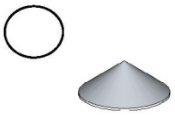
ที่มา. จากการวิเคราะห์

5.5 งบประมาณในการก่อสร้าง

รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ราคา:หน่วย (บาท)	รวม
งานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กอาคาร	ตร.ม.	40	10,000.00	400,000.00
งานโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ H-200x200x8x12mm49.9kg.	กก.	2,844	50.00	142,215.00
งานโครงเหล็กสำหรับงานหวายสาน Square tube 2"x2"x3.2mm.4.5kg.	กก.	3,384	50.00	169,200.00
งานหวายเทียมสานขึ้นรูปทรงอิสระ	ตร.ม.	279.5	3,500.00	978,250.00
งานผนังกรุภายในอาคาร	ตร.ม.	176.8	2,000.00	353,600.00
รวม				2,043,265.00

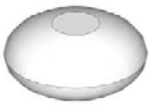
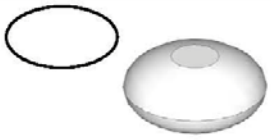
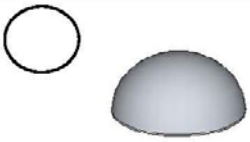
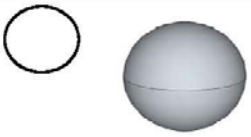
ตารางที่ 5.11 แสดงงบประมาณในการก่อสร้าง

ที่มา. จากการวิเคราะห์

รูปทรงในด้านศิลป์	รูปทรงเรขาคณิต			
รูปทรงเครื่องจักสาน	**รูปทรงสี่เหลี่ยม**	**รูปทรงลิ่ม**	 **รูปทรงสามเหลี่ยม**	**รูปทรงกระบอก**
รูปทรงฐาน				
ระบบโครงสร้าง	FRAME	FRAME	FRAME, SHELL	SHELL
ระบบเสาเข็มและฐานราก	ฐานรากเข็ม, ฐานรากแผ่ตามแนวผนัง	ฐานรากเข็ม, ฐานรากแผ่ตามแนวผนัง	ฐานรากเข็ม, ฐานรากแผ่ตามแนวผนัง	ฐานรากเข็ม, ฐานรากแผ่ตามแนวผนัง
ระบบเสา คาน และพื้น	เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก, เสาเหล็กรูปพรรณ คานคอนกรีตเสริมเหล็ก, คานเหล็กรูปพรรณ พื้นสำเร็จรูป, พื้นหล่อในที่	เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก, เสาเหล็กรูปพรรณ คานคอนกรีตเสริมเหล็ก, คานเหล็กรูปพรรณ พื้นสำเร็จรูป, พื้นหล่อในที่	เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก, เสาเหล็กรูปพรรณ คานคอนกรีตเสริมเหล็ก, คานเหล็กรูปพรรณ พื้นสำเร็จรูป, พื้นหล่อในที่	เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก, เสาเหล็กรูปพรรณ คานคอนกรีตเสริมเหล็ก, คานเหล็กรูปพรรณ พื้นสำเร็จรูป, พื้นหล่อในที่
ระบบโครงสร้างหลังคาและฝ้าเพดาน				
ระบบโครงสร้างผนัง	สานจากโรงงานมาประกอบติดตั้งในที่ก่อสร้าง	สานจากโรงงานมาประกอบติดตั้งในที่ก่อสร้าง	สานจากโรงงานมาประกอบติดตั้งในที่ก่อสร้าง, สานในที่ก่อสร้าง	สานในที่ก่อสร้าง
งานระบบไฟฟ้า	เดินท่อไฟฟ้าใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง	เดินท่อไฟฟ้าใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง	เดินท่อไฟฟ้าใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง	เดินท่อไฟฟ้าใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง
งานระบบประปา	เดินท่อประปาใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง	เดินท่อประปาใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง	เดินท่อประปาใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง	เดินท่อประปาใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง
งานระบบปรับอากาศ	ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ท้องพื้น จ่ายความเย็นออกจากพื้น,ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ท้องพื้น ขึ้นระหว่างผนังจ่ายความเย็นออกจากผนัง	ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ท้องพื้น จ่ายความเย็นออกจากพื้น,ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ท้องพื้น ขึ้นระหว่างผนังจ่ายความเย็นออกจากผนัง	ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ท้องพื้น จ่ายความเย็นออกจากพื้น,ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ท้องพื้น ขึ้นระหว่างผนังจ่ายความเย็นออกจากผนัง	ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ท้องพื้น จ่ายความเย็นออกจากพื้น,ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ท้องพื้น ขึ้นระหว่างผนังจ่ายความเย็นออกจากผนัง
งบประมาณงานหวายสาน (บาท: ตร.ม.)	1,500	1,500	1,500, 3,500	3,500

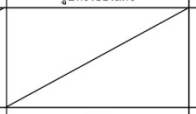
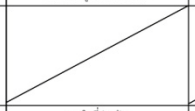
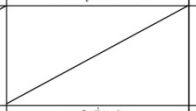
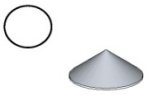
ตารางที่ 5.12 แสดงการเปรียบเทียบรูปทรงของอาคาร โครงสร้าง และงานระบบ (1)

ที่มา. จากการวิเคราะห์

รูปทรงในด้านศิลป	รูปทรงเรขาคณิต		
รูปทรงเครื่องจักสาน	 รูปทรงวงรี	รูปทรงครึ่งวงกลม	รูปทรงวงกลม
รูปทรงฐาน			
ระบบโครงสร้าง	SHELL	SHELL	SHELL
ระบบเสาเข็มและฐานราก	ฐานรากเข็ม	ฐานรากเข็ม, ฐานรากแผ่ตามแนวผนัง	ฐานรากเข็ม
ระบบเสา คาน และพื้น	เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก, เสาเหล็กรูปพรรณ คานคอนกรีตเสริมเหล็ก, คานเหล็กรูปพรรณ พื้นสำเร็จรูป, พื้นหล่อในที่	เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก, เสาเหล็กรูปพรรณ คานคอนกรีตเสริมเหล็ก, คานเหล็กรูปพรรณ พื้นสำเร็จรูป, พื้นหล่อในที่	เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก, เสาเหล็กรูปพรรณ คานคอนกรีตเสริมเหล็ก, คานเหล็กรูปพรรณ พื้นสำเร็จรูป, พื้นหล่อในที่
ระบบโครงสร้างหลังคาและฝ้าเพดาน			
ระบบโครงสร้างผนัง	สานในที่ก่อสร้าง	สานในที่ก่อสร้าง	สานในที่ก่อสร้าง
งานระบบไฟฟ้า	เดินท่อไฟฟ้าใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง	เดินท่อไฟฟ้าใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง	เดินท่อไฟฟ้าใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง
งานระบบประปา	เดินท่อประปาใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง	เดินท่อประปาใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง	เดินท่อประปาใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง
งานระบบปรับอากาศ	ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ท้องพื้น จ่ายความเย็นออกจากพื้น,ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ท้องพื้น ขึ้นระหว่างผนังจ่ายความเย็นออกจากผนัง	ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ท้องพื้น จ่ายความเย็นออกจากพื้น,ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ท้องพื้น ขึ้นระหว่างผนังจ่ายความเย็นออกจากผนัง	ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ท้องพื้น จ่ายความเย็นออกจากพื้น,ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ท้องพื้น ขึ้นระหว่างผนังจ่ายความเย็นออกจากผนัง
งบประมาณงานหวายสาน (บาท:ตร.ม.)	3,500	3,500	3,500

ตารางที่ 5.13 แสดงการเปรียบเทียบรูปทรงของอาคาร โครงสร้าง และงานระบบ (2)

ที่มา. จากการวิเคราะห์

รูปทรงในด้านศิลป์	รูปทรงอินทรีย์รูป		รูปทรงอิสระ		
รูปทรงเครื่องจักสาน	รูปทรงของพืช	รูปทรงของสัตว์	รูปทรงไฮเพอบอลิค พาราโบลอยด์	รูปทรงอิสระ	รูปทรงหยดน้ำ
รูปทรงฐาน					
ระบบโครงสร้าง	SHELL	SHELL	SHELL	SHELL	SHELL
ระบบเสาเข็มและฐานราก	ฐานรากเข็ม	ฐานรากเข็ม	ฐานรากเข็ม, ฐานรากแผ่ตามแนวผนัง	ฐานรากเข็ม	ฐานรากเข็ม, ฐานรากแผ่ตามแนวผนัง
ระบบเสา คาน และพื้น	เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก, เสาเหล็กรูปพรรณ คานคอนกรีตเสริมเหล็ก, คานเหล็กรูปพรรณ พื้นสำเร็จรูป, พื้นหล่อในที่	เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก, เสาเหล็กรูปพรรณ คานคอนกรีตเสริมเหล็ก, คานเหล็กรูปพรรณ พื้นสำเร็จรูป, พื้นหล่อในที่	เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก, เสาเหล็กรูปพรรณ คานคอนกรีตเสริมเหล็ก, คานเหล็กรูปพรรณ พื้นสำเร็จรูป, พื้นหล่อในที่	เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก, เสาเหล็กรูปพรรณ คานคอนกรีตเสริมเหล็ก, คานเหล็กรูปพรรณ พื้นสำเร็จรูป, พื้นหล่อในที่	เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก, เสาเหล็กรูปพรรณ คานคอนกรีตเสริมเหล็ก, คานเหล็กรูปพรรณ พื้นสำเร็จรูป, พื้นหล่อในที่
ระบบโครงสร้างหลังคาและผ้าเพดาน					
ระบบโครงสร้างผนัง	ฉานในที่ก่อสร้าง	ฉานในที่ก่อสร้าง	ฉานในที่ก่อสร้าง	ฉานในที่ก่อสร้าง	ฉานในที่ก่อสร้าง
งานระบบไฟฟ้า	เดินท่อไฟฟ้าใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง	เดินท่อไฟฟ้าใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง	เดินท่อไฟฟ้าใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง	เดินท่อไฟฟ้าใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง	เดินท่อไฟฟ้าใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง
งานระบบประปา	เดินท่อประปาใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง	เดินท่อประปาใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง	เดินท่อประปาใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง	เดินท่อประปาใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง	เดินท่อประปาใต้พื้นโครงสร้างและระหว่างผนัง
งานระบบปรับอากาศ	ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ห้องพื้น จ่ายความเย็นออกจากพื้น,ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ห้องพื้น ขึ้นระหว่างผนังจ่ายความเย็นออกจากผนัง	ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ห้องพื้น จ่ายความเย็นออกจากพื้น,ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ห้องพื้น ขึ้นระหว่างผนังจ่ายความเย็นออกจากผนัง	ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ห้องพื้น จ่ายความเย็นออกจากพื้น,ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ห้องพื้น ขึ้นระหว่างผนังจ่ายความเย็นออกจากผนัง	ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ห้องพื้น จ่ายความเย็นออกจากพื้น,ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ห้องพื้น ขึ้นระหว่างผนังจ่ายความเย็นออกจากผนัง	ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ห้องพื้น จ่ายความเย็นออกจากพื้น,ระบบ Spilt Type เดินท่อระบบปรับอากาศใต้ห้องพื้น ขึ้นระหว่างผนังจ่ายความเย็นออกจากผนัง
งบประมาณงานหวายสาน (บาท:ตร.ม.)	3,500	4,000-5,000	3,500	4,000-5,000	4,000-5,000

ตารางที่ 5.14 แสดงการเปรียบเทียบรูปทรงของอาคาร โครงสร้าง และงานระบบ (3)

ที่มา. จากการวิเคราะห์

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

การใช้หวายเทียมสานขึ้นรูปเป็นอาคารทั้งหลัง วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาวิธีการออกแบบและก่อสร้างอาคารอาคารพักตากอากาศหลังเดี่ยวขนาด 30-40 ตร.ม. เพื่อตอบสนองความต้องการการพักผ่อน ผ่อนคลาย ปลีกตัวออกจากความจำเจของสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน หรือหลบหนีจากปัญหาความวุ่นวาย ความเครียด โดยการแสวงหาธรรมชาติหรือการหาสิ่งที่ทำให้สัมผัสถึงกลิ่นไอของธรรมชาติ ด้วยการใช้สิ่งที่ผลิตจากวัสดุธรรมชาติหรือทดแทนด้วยรูปทรงและวัสดุที่ได้แรงบันดาลใจจากธรรมชาติ

จากการศึกษาพบว่า การใช้หวายเทียมสานขึ้นรูปเป็นอาคารทั้งหลัง รูปทรงและการขึ้นรูปของอาคารสามารถใช้รูปทรงของเครื่องจักสานได้ทุกรูปทรง โดยแนวความคิดในการขึ้นรูปของเครื่องจักสาน ใช้ โครงสร้าง ของ วัสดุอื่นๆหรือวัสดุชนิดเดียวกันกับเครื่องจักสานเข้ามาเป็นโครงสร้างเสริมความแข็งแรง

รูปทรงและการขึ้นรูปของอาคาร ที่มีลักษณะส่วนโค้งมากต้องมีโครงสร้างรองสำหรับขึ้นรูปทรงของงานสาน

อาคารที่ใช้หวายเทียมสานขึ้นรูปเป็นผนังภายนอก มีลักษณะโปร่งอากาศและน้ำสามารถไหลผ่านได้ ต้องมีผนังภายในอีกชั้นที่สามารถกันการรั่วซึมของน้ำและอากาศได้

ขนาดของโครงสร้างที่ใช้ในเครื่องจักสาน เมื่อขยายอัตราส่วนทุกส่วนเทียบเท่ากับขนาดของอาคาร ขนาดเส้นหวายเมื่อขยายแล้ว ไม่สามารถเป็นขนาดของโครงสร้างหลักสำหรับอาคารได้ เช่น เครื่องจักสานประเภทสุ่มไก่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.90 ม. ใช้หวายเส้นแบนขนาดกว้าง 1.5 ซม. หนา 1 มม. สานมีช่องว่างระหว่างเส้นตั้งและเส้นนอน 5 ซม. เทียบกับขนาดของอาคารที่ทำการออกแบบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.27 ม. เมื่อเปลี่ยนจากหวายเส้นแบนมาเป็นเหล็กรูปพรรณเส้นแบน พฤติกรรมการรับแรงของวัสดุจะมีความแตกต่างกัน เส้นหวายเมื่อนำมาดัดโค้งจะสามารถดีดตัวกลับให้อยู่ในสภาพเดิมได้ แต่เหล็กรูปพรรณเมื่อนำมาดัดโค้งจะคงรูปตามรัศมีที่ดัดไม่ดีดตัวกลับ เส้นหวายจะมีแรงต้านเมื่อมีแรงกดมากกว่าเหล็กรูปพรรณ

รูปที่ 6.1 รูปทรงของสุ่มไก่

ที่มา .http://www1.finearts.cmu.ac.th, (2555)

ผนังหวายเทียมสานขึ้นรูปถ้าต้องการความสวยงามของลายสานที่ต่อเนื่องจำเป็นต้องใช้การสานในพื้นที่ก่อสร้างจริง รูปทรงของอาคารที่แตกต่างกันส่งผลต่องานระบบอาคาร โดยขึ้นอยู่กับความสูงของอาคาร ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกการเดินระบบปรับอากาศ

รูปทรงของอาคารมีผลต่องบประมาณการก่อสร้าง รูปทรงอิสระใช้งบประมาณการก่อสร้างสูงกว่ารูปทรงสีเหลี่ยม

6.2 **ข้อเสนอแนะ**

6.2.1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปประยุกต์ใช้

6.2.1.1 ผนัง การออกแบบอาคารโดยใช้ผนังหวายเทียมสานขึ้นรูปโดยไม่มีการกรุผนังภายในจะมีความโปร่งส่งผลให้อากาศอากาศไหลถ่ายเทได้ตลอด การป้องกันการรั่วซึมของน้ำฝนสามารถออกแบบให้อาคารมีส่วนปกคลุม เช่น ชายคา เป็นต้น

6.2.1.2 งานระบบอาคาร งานระบบอาคารควรจะซ่อนไว้ในช่องท่องานระบบ หรือใต้พื้นโครงสร้างเพื่อความสวยงาม

6.2.1.3 ที่ตั้งของอาคาร พื้นที่ตั้งของอาคารควรได้รับร่มเงาจากการบังแดดเช่นจากต้นไม้ใหญ่ เพื่อเป็นการยืดอายุการใช้งานของผนังหวายเทียม

6.2.1.4 วัสดุหวายเทียม เมื่อไหม้ไฟจะเกิดสารพิษ ควรจัดให้มีระบบการแจ้งเตือนและป้องกันเพลิงไหม้ ที่สามารถดับไฟได้โดยทันทีที่เกิดเหตุ

6.2.2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

6.2.2.1 คุณสมบัติของวัสดุหวายเทียมเมื่อนำมาใช้กับงานสถาปัตยกรรมภายนอกควรจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างจากการใช้กับงานสถาปัตยกรรมภายในอย่างไร

6.2.2.2 วิธีป้องกันการรั่วซึมของน้ำและอากาศ จะมีวิธีอื่นนอกจากที่ผู้วิจัยนำเสนอ

6.2.2.3 เกณฑ์ในการออกแบบ ที่ต้องการความสวยงามโดยซ่อนงานระบบอาคารจะส่งผลกระทบต่อรูปทรงของงานสถาปัตยกรรม จะมีวิธีอื่นในการแก้ปัญหานอกจากที่ผู้วิจัยนำเสนอ

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

การท่องเที่ยวและกีฬา, กระทรวง. สำนักงานพัฒนาการท่องเที่ยว สำนักพัฒนาบริการท่องเที่ยว. มาตรฐานที่พักเพื่อการท่องเที่ยว (โรงแรม / รีสอร์ท / เซอร์วิส อพาร์เมนท์ / เกสต์เฮ้าส์). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

โกวิทย์ สมบุญ. การจัดการและการใช้หวายในประเทศไทย . พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: อักษรสยามการพิมพ์, 2547.

จรินทร์ เจริญศรีวัฒนกุล. ลู่ทางและการส่งออกและผลกระทบจากการมีเขตการค้าเสรีอาเซียน (สำหรับอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์หวาย) . กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, 2539.

จัทรรัตน์ เหมเวช. เรือนมุสลิมใน 4 จังหวัดชายแดนภาคใต้ (ปัตตานี ยะลา นราธิวาส และสตูล) . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต , สาขาวิชา ประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรม. ภาควิชาศิลปสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2544.

ชลธี อิ่มอุดม. ระบบโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม . พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

ธนาคารกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) . ลักษณะไทยภูมิหลัง . พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒพานิช, 2551.

ธนาคารกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) . ลักษณะไทยวัฒนธรรมพื้นบ้าน . พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2551.

มาโนช กงกะนันทน์. จักสานราชบุรี รวบรวมและศึกษาเครื่องจักสานของจังหวัดราชบุรี . พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์กราฟิคอาร์ต, 2477.

วัชรากร พันชน. การผลิตเครื่องเรือนหวาย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: อักษรสยามการพิมพ์, 2547.

วิบูลย์ ลี้สุวรรณ. เครื่องจักสานในประเทศไทย . พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้น ติ้ง เฮ้าส์ , 2532.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. ทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 6 หวาย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2001.

เฉลิม สุจริต. วัสดุและการก่อสร้างสถาปัตยกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

เสริชย์ โชติพานิช. การบริหารทรัพยากรกายภาพ : หลักการและทฤษฎี. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. พฤติกรรมนักท่องเที่ยว. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://cyberclass.msu.ac.th/cyberclass/cyberclass-uploads/libs/html/30137/1_1.htm [2555].

สำนักนายกรัฐมนตรี. กฎกระทรวง ฉบับที่ 55 (พ.ศ.2543). [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.ratchakitcha.soc.go.th/RKJ/announce/search_result.jsp?SID=BFDDA1E51E46307BD924212DE21B3F07[2555].

สำนักนายกรัฐมนตรี. ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่องควบคุมอาคาร (พ.ศ.2544). [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2544/E/075/18.PDF [2555].

ภาษาอังกฤษ

Francis D.K. Ching. Architecture: Form Space and Order. New York : Van Nostrand Reinhold, 1979.

Kerassan Huta. Past, Present, Future trend studies on rattan. Bangkok: Aksornsiam Printing, 2005 .

การสัมภาษณ์

ปองศักดิ์ สุทธปรีดา. ผู้จัดการโครงการ. สัมภาษณ์, 1 มีนาคม 2555.

ศุภพิชญ์ สมงาม. วิศวกรโยธา. สัมภาษณ์, 7 มีนาคม 2555

เติมวิตร สหวัฒน์, สถาปนิก, สัมภาษณ์, 9 มกราคม 2555

โชติพัฒน์ เบ็ญจวงศ์, วิศวกรไฟฟ้า, สัมภาษณ์,12 มีนาคม 2555

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวภุมรา ภราดรเสรี
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ. 2513
ประวัติการศึกษา	สถ.บ.
	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขต อุเทนถวาย
	ปีการศึกษา 2552
ประวัติการทำงาน	บริษัท คริสเตียนีและนีลเส็น (ไทย) มหาชน
	ตำแหน่ง สถาปนิก