บทที่ ๓

กรรมวิธีในการต่อเรือ

กรรมวิธีในการต่อเรือสำหรับอุตสาหกรรมต่อเรือในประเทศไทย พอจะจำแนกการต่อเรือโดยถือเอาวัตถุดิบหรือวัสดุที่ใช้เป็นหลักในการต่อเรือได้ดังนี้คือ การต่อเรือด้วยเหล็ก อลูมิเนียม ไม้ ไฟเบอร์กล๊าส และซิเมนต์ เป็นต้น ฉะนั้น เรือที่ต่อจึงแบ่งออกเป็น ๕ ประเภท คือ

๑. การต่อเรือเหล็ก

๒. การต่อเรืออลูมิเนียม

๓. การต่อเรือไม้

๔. การต่อเรือไฟเบอร์กล๊าส

๕. การต่อเรือเฟอโรซิเมนต์

กรรมวิธีในการต่อเรือดังกล่าวข้างต้นนี้ จะมีขั้นตอนในการต่อเรือที่คล้ายกันในบางประเภท เช่น การต่อเรือเหล็กและการต่อเรืออลูมิเนียม ส่วนการต่อเรือไม้ การต่อเรือไฟเบอร์กล๊าส และการต่อเรือเฟอโรซิเมนต์ จะมีขั้นตอนในการต่อเรือที่แตกต่างกัน เนื่องจากวัตถุดิบหรือวัสดุที่ใช้ในการต่อเรือมีลักษณะแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด และความสามารถของกิจการต่อเรือแต่ละแห่งก็มีไม่เท่ากัน กิจการที่ต่อเรือขนาดใหญ่ย่อมต้องมีเจ้าหน้าที่ที่มีความสามารถสูง มีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ทันสมัยมาช่วยในการต่อเรือ กรรมวิธีในการต่อเรือในบทนี้ จะขอกล่าวถึงกิจการต่อเรือแห่งหนึ่ง ที่ได้กำหนดกรรมวิธีในการต่อเรือ โดยแบ่งออกเป็น ๒ ขั้นตอนด้วยกัน คือ

ก. ขั้นตอนการคำนวณออกแบบและคิดราคา

ข. ขั้นตอนในการต่อเรือ

ก. ขั้นตอนการคำนวณออกแบบและคิดราคา

การคำนวณออกแบบและคิดราคา เป็นขั้นตอนเริ่มแรกในการรวบรวมตัวเลขและข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับเรือที่จะต่อ โดยปกติเรือที่จะต่อทุกประเภทจะต้องผ่านขั้นตอนนี้ก่อน แต่บางหัวข้อในขั้นตอนนี้อาจจะมีรายละเอียดของการต่อเรือประเภทหนึ่งมากกว่าการต่อเรืออีกประเภทหนึ่ง เช่น การต่อเรือเหล็ก จะต้องคำนวณและออกแบบเรือที่ละเอียดกว่าการต่อเรือไฟเบอร์กล๊าส หรือเรือเฟอโรซิเมนต์ เป็นต้น ฉะนั้น หัวข้อและรายละเอียดที่จะกล่าวต่อไปนี้ จะกล่าวตั้งแต่ต้นจนกระทั่งทำสัญญาหากเป็นการต่อเรือไม้หรือเรือไฟเบอร์กล๊าสหรือเรือเฟอโรซิเมนต์ อาจไม่ต้องมีรายละเอียดมากก็ได้ ขั้นตอนการคำนวณออกแบบและคิดราคา สามารถแบ่งออกเป็นหัวข้อต่าง ๆ ได้ดังนี้

๑. การออกแบบเรือ นับเป็นสิ่งแรกที่ผู้เป็นเจ้าของเรือ หรือผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดขึ้นมาก่อนว่าต้องการต่อเรือแบบใด หรืออาจจะบอกถึงวัตถุประสงค์ที่จะต่อเรือลำนั้นว่าจะนำไปใช้ทำอะไร แก่ผู้รับจ้างต่อเรือได้ทราบก่อน เช่น

ชนิดของเรือ (Vessel Type)

ความเร็วใช้การ (Cruising Speed)

น้ำหนักบรรทุกหรือความจุสินค้า (Deadweight Ton or Cargo Capacity)

ชนิดของสินค้า (Cargo Type)

บริการและ/หรือรัศมีทำการ (Service and/or Cruising Radius)

ชนิดของเครื่องจักร (Machinery Type)

ชนิดของน้ำมัน (Fuel Type)

ฯลฯ

เมื่อผู้รับจ้างต่อเรือได้ทราบถึงความประสงค์ของผู้ว่าจ้างให้ต่อเรือแล้ว ก็จะทำการคำนวณออกแบบเรือขึ้นมาก่อน ซึ่งการออกแบบเรือแบ่งออกได้ ดังนี้

ก) General Arrangement เป็นการจัดเตรียมเกี่ยวกับแบบทั่วไป นับเป็นการออกแบบขั้นต้นของการออกแบบเรือ โดยจะแสดงให้เห็นถึงลักษณะและรูปร่างของเรือทั้งลำ ลักษณะของชั้นต่าง ๆ ของเรือ และด้านหน้าของเรือ การจัดเตรียมเกี่ยวกับแบบทั่วไปนี้ เพื่อที่จะ

ได้เป็นแนวทางสำหรับการออกแบบเรือในขั้นรายละเอียดต่อไปอีกครั้งหนึ่ง (ดูภาพ ๓.๑) การออกแบบเรือในส่วนนี้ ประกอบด้วย

๑) Plan เป็นแบบที่แสดงให้เห็นถึงลักษณะของเรือเมื่อดูจากด้านบนลงมา ถ้าเรือที่ต่อมีหลายชั้น การออกแบบเรือส่วนนี้ก็จะแสดงให้เห็นเป็นชั้น ๆ ด้วย โดยแบบที่แสดงนี้จะระบุที่ตั้งของอุปกรณ์ หรือบริเวณที่สำคัญว่าอยู่ตรงไหน เช่น ห้องเครื่องยนต์ ห้องเก็บสินค้า ห้องเก็บเชื้อเพลิง ห้องนอน เป็นต้น

๒) Profile เป็นแบบที่แสดงให้เห็นถึงลักษณะและรูปร่างของเรือทั้งลำเมื่อมองทางด้านข้าง โดยจะแบ่งบริเวณเรือออกเป็นส่วนต่าง ๆ และจะระบุถึงส่วนที่สำคัญว่าตั้งอยู่ตรงไหนของลำเรือ เช่น ห้องเครื่องยนต์ ห้องเก็บสินค้า เป็นต้น

๓) Front View เป็นแบบที่แสดงให้เห็นถึงลักษณะรูปร่างของเรือเมื่อดูจากด้านหน้าของเรือ โดยจะมองเห็นส่วนที่สำคัญ ๆ เท่านั้น ส่วนที่ไม่สำคัญจะไม่แสดงไว้ในแบบ

ข) Deck Plan เป็นแบบที่แสดงให้เห็นถึงรายละเอียดและบริเวณที่ตั้งต่าง ๆ ที่ปรากฏบนชั้นของตัวเรือ ถ้าเรือที่ต่อมีหลายชั้น ก็จะแสดงรายละเอียดของเรือเป็นชั้น ๆ ไปด้วย (ดูภาพ ๓.๒) ซึ่งประกอบด้วย

๑) Hold Deck แสดงให้เห็นถึงส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญและเป็นที่เก็บสินค้า เก็บน้ำมันเชื้อเพลิง เก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ เป็นต้น

๒) Poop Deck แสดงให้เห็นถึงบริเวณส่วนท้ายของเรือว่าเป็นที่ตั้งของอะไรบ้าง

๓) Main Deck แสดงให้เห็นว่าบริเวณส่วนหน้าของเรือมีส่วนประกอบที่สำคัญอะไรตั้งอยู่บ้าง

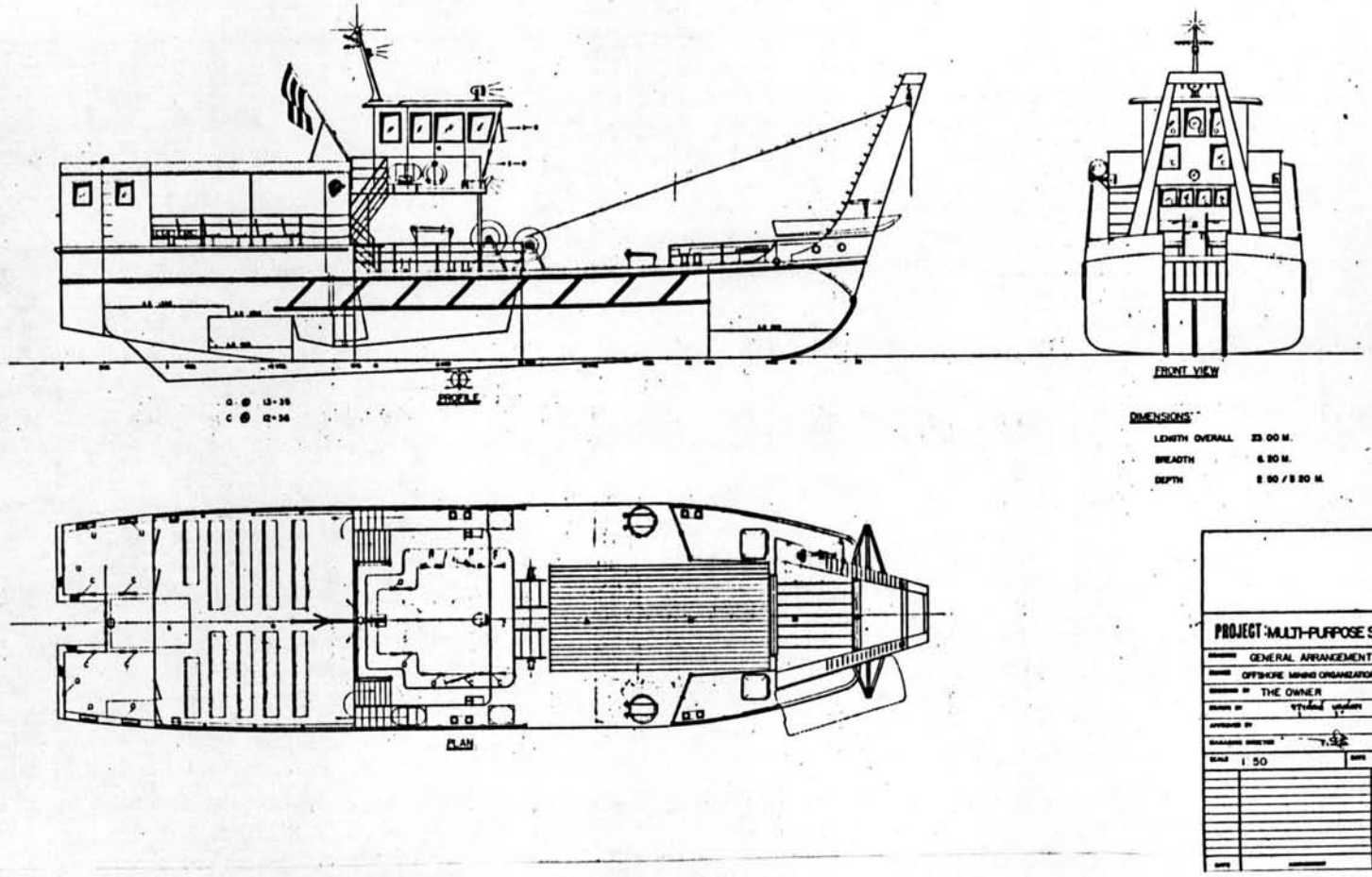
๔) Bridge Deck แสดงให้เห็นว่า ทางขึ้นและทางลงภายในเรือของแต่ละชั้นมีบันไดตั้งอยู่ตรงไหน และมีลักษณะอย่างไรบ้าง

ค) Line Plan การออกแบบลายเส้นของเรือ เป็นแบบที่แสดงให้เห็นถึงรูปร่างของเรือ โดยมีระดับของแนวน้ำเป็นส่วนประกอบ เพื่อที่จะแสดงให้เห็นว่าเรือจะอยู่ในลักษณะใดบ้าง เมื่อเรืออยู่ในน้ำที่มีระดับความลึกต่าง ๆ กัน อันเนื่องมาจากน้ำหนักบรรทุกที่

ภาพที่ ๓.๑

การจัดเตรียมเกี่ยวกับแบบทั่วไป

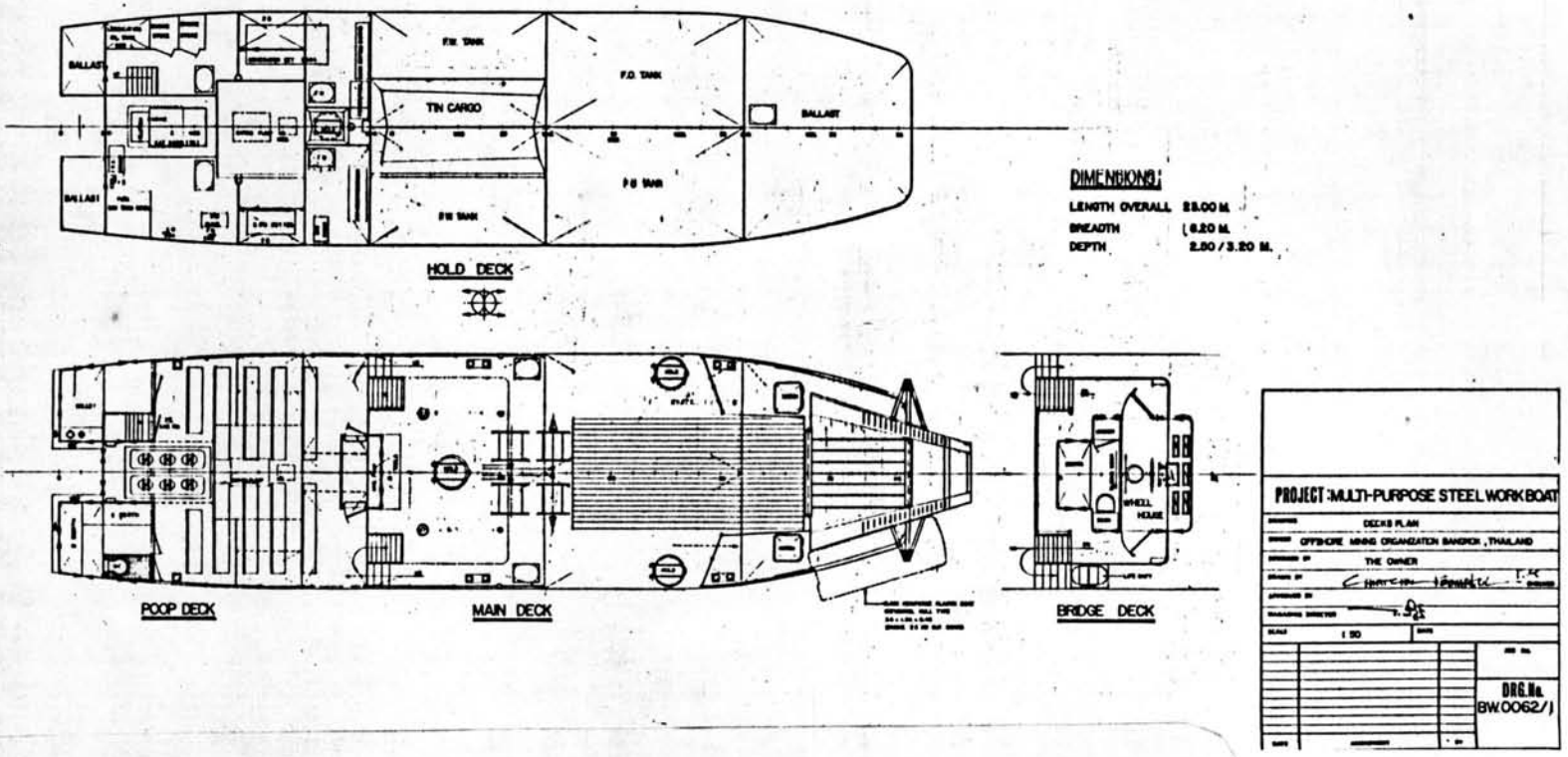
(General Arrangement)



ภาพที่ ๓.๒

แบบแสดงรายละเอียดที่ตั้งต่าง ๆ

(Deck Plan)



เปลี่ยนแปลงไป หรือเรือแล่นเข้าไปในบริเวณที่น้ำมีความหนาแน่นไม่เท่ากัน (ดูภาพ ๓.๓) ซึ่งประกอบด้วย

๑) Profile เป็นการแสดงรูปร่างของเรือทางด้านข้าง หรือบางทีเรียกว่า Buttock โดยจะแสดงให้เห็นว่ารูปร่างของเรือโดยพื้นแนวดิ่งขนานกับความยาวของเรือซึ่งขอยห่างจากกึ่งกลางลำตามความยาวออกไปเป็นระยะเท่า ๆ กันจนหมดความกว้างของเรือ

๒) Half-Breadth Plan รูปแนวน้ำ หรือบางทีเรียกว่า Water Plan เป็นการแสดงให้เห็นรูปร่างของเรือตามแนวขนานกับพื้นระดับน้ำหลาย ๆ ชั้น นับตั้งแต่เส้นฐานไปจนหมดความลึกของเรือ

๓) Body Plan รูปตัด หรือบางทีเรียกว่า Station หรือ Section เป็นการแสดงรูปร่างของเรือทางด้านขวาง คล้ายกับขนมปังปอนด์ที่ถูกหั่นเป็นชิ้น ๆ ซึ่งตัดตามขวางโดยตั้งฉากกับความยาว

ง) Plan and Profile Structure แสดงให้เห็นถึงส่วนต่าง ๆ ของตัวเรือ เช่น การต่อเรือเหล็ก ก็จะเป็นการแบ่งแต่ละส่วนของลำเรือว่าส่วนไหนต้องใช้เหล็กชนิดไหน และจะใช้จำนวนเท่าใด เพราะว่าเหล็กที่นำมาใช้ในการต่อเรือมีมากมายหลายขนาด และหลายชนิด จึงต้องบ่งบอกถึงรายละเอียดและเลือกใช้ให้ถูกต้องและเหมาะสมด้วย (ดูภาพ ๓.๔) แบบชนิดนี้สามารถแบ่งออกเป็น

๑) Deck Plan เป็นด้านบนของตัวเรือ ถ้าหากเรือมีหลายชั้น ก็จะต้องแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างเป็นชั้น ๆ ไป โดยจะระบุว่าในแต่ละส่วนจะต้องใช้เหล็ก อลูมิเนียม หรือไม้ ขนาดไหน

๒) Bottom Plan เป็นด้านล่างของตัวเรือ โดยจะแบ่งส่วนต่าง ๆ ออกเป็นช่อง ๆ และจะกำหนดไว้ด้วยว่าในแต่ละช่องจะต้องใช้เหล็กชนิดไหน และมีขนาดเท่าใด

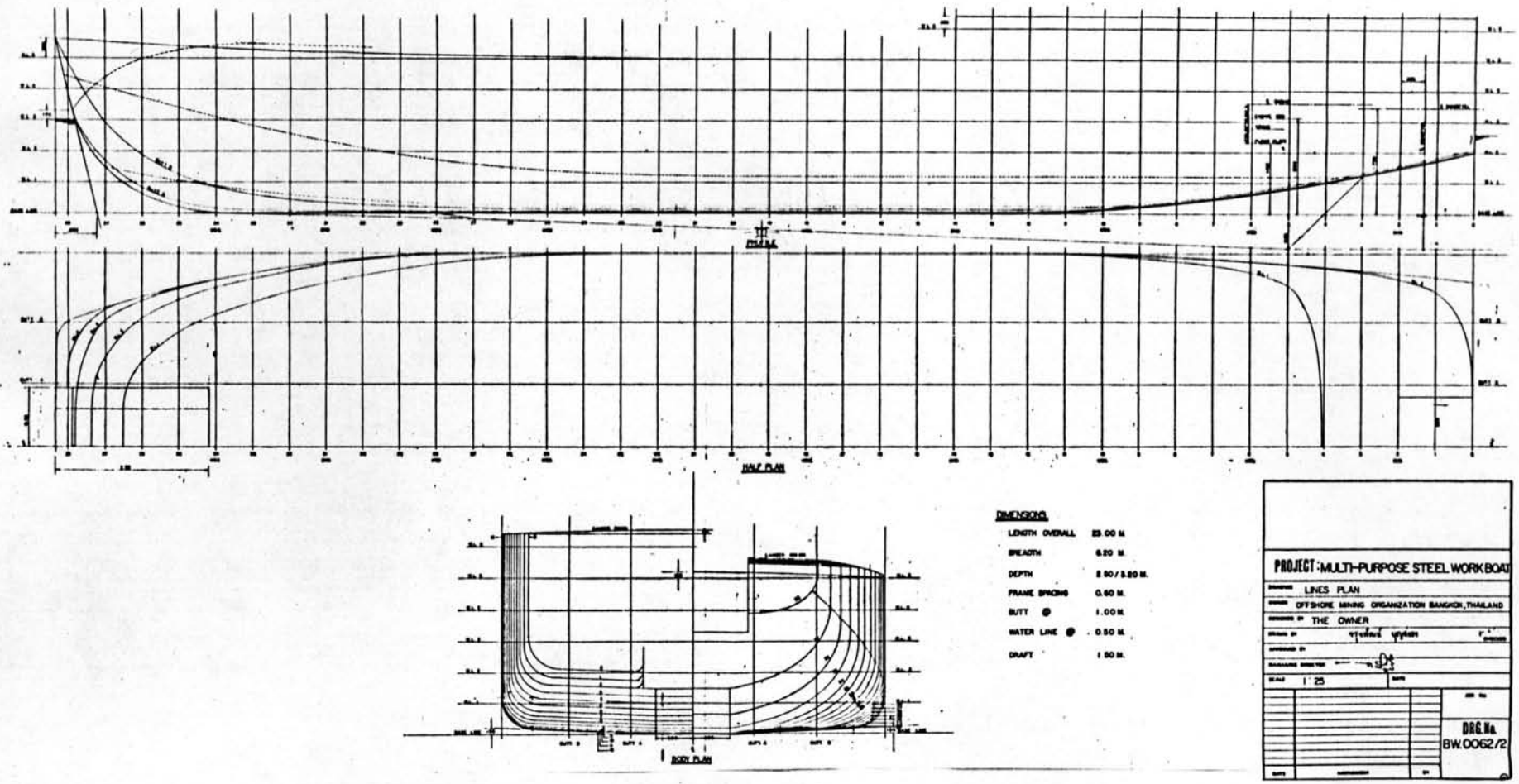
๓) Side Plan เป็นการแสดงให้เห็นทางด้านข้างของลำเรือ โดยจะแบ่งลำเรือออกเป็นช่อง ๆ แล้วระบุไว้ว่าจะต้องใช้เหล็กชนิดไหน และมีขนาดเท่าใด

จ) Longitudinal and Cross Section เป็นแบบที่แสดงให้เห็นถึงลำเรือในลักษณะตามยาว และด้านหน้าตัด เช่น การต่อเรือเหล็ก ก็จะแสดงให้เห็นถึงจุดต่าง ๆ

ภาพที่ ๓.๓

แบบลายเส้นของเรือ

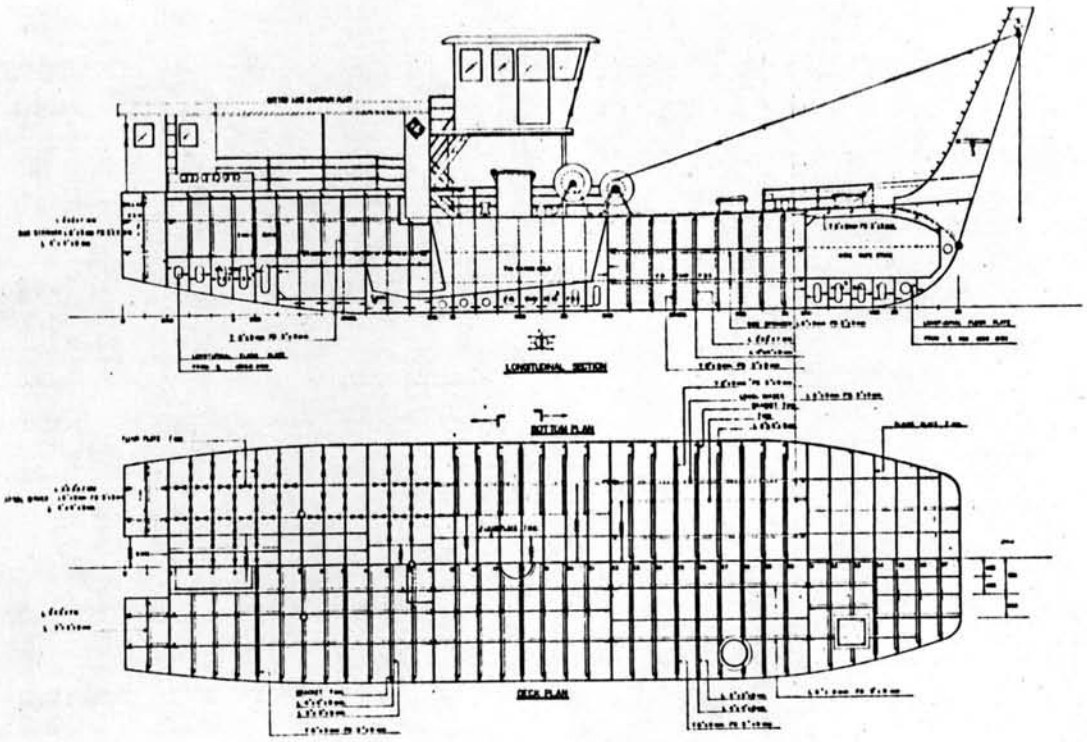
(Line Plan)

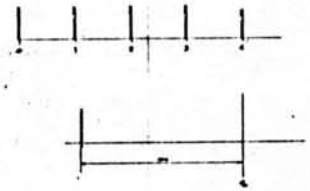


ภาพที่ ๓.๔

แบบแสดงโครงสร้างของเรือ

(Plan and Profile Structure)





DIMENSIONS

LENGTH OVERALL	22.00 M
BREADTH	8.80 M
DEPTH	2.80/3.80 M
FRAME SPACING	0.60 M

PROJECT : MULTI-PURPOSESTEEL WORKBOAT

PLAN & PROFILE STRUTURE

OFFSHORE MINING ORGANIZATION BANGKOK , THAILAND

THE OWNER

SCALE 1 : 50

DRG.No.
BW0062/4

ที่จะต้องเชื่อมระหว่างแผ่นเหล็กต่าง ๆ ให้ติดกันจนเป็นแผ่นเดียวกัน แต่จะต้องทำตามโครงสร้างที่ได้จัดเตรียมไว้ก่อนแล้ว คือทำตาม Plan and Profile Structure และแบบเรืออื่น ๆ ที่ได้ออกแบบไว้แล้ว (ดูภาพ ๓.๔) ซึ่งประกอบด้วย

๑) Profile เป็นแบบที่แสดงให้เห็นทางด้านข้างของตัวเรือ โดยจะกำหนดจุดต่าง ๆ ที่ต้องการให้แผ่นเหล็กเชื่อมติดกันที่จุดใดบ้าง และจะต้องเชื่อมในลักษณะใด เป็นจำนวนมากน้อยแค่ไหน

๒) Section Frame เป็นแบบที่แสดงให้เห็นทางด้านหน้าตัดของเรือ ซึ่งจะเป็นการกำหนดว่า กง (Frame) ที่กำหนดไว้นั้นจะต้องวางไว้เป็นระยะห่างเท่าใด และจะต้องเชื่อมที่จุดใดบ้าง

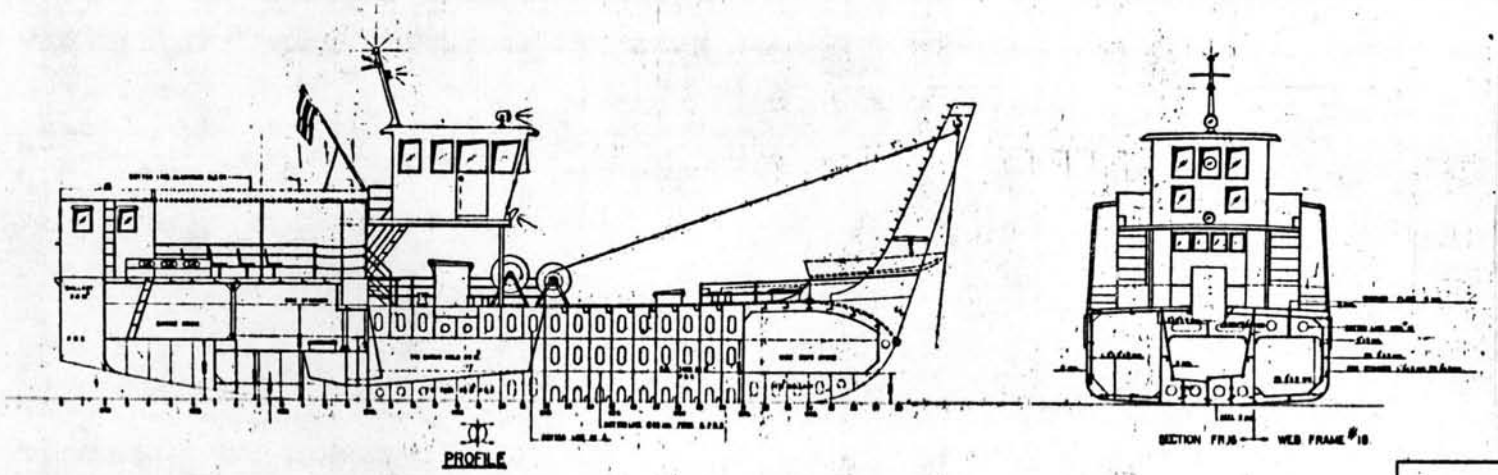
๒. การคำนวณความจุและอุปกรณ์ จะเป็นการคำนวณตัวเลขโดยอาศัยหลักวิชาการ กฎเกณฑ์ต่าง ๆ และข้อบังคับของกฎหมาย เพื่อให้ได้ตัวเลขที่ถูกต้องและนำไปใช้ในการต่อเรือ ซึ่งการคำนวณตัวเลขในขั้นนี้ อาจจะต้องทำควบคู่ไปพร้อม ๆ กับการออกแบบเรือ หรืออาจจะทำก่อนการออกแบบเรือในบางหัวข้อ เช่น การคำนวณน้ำหนักบรรทุก ระวางขับน้ำ แรงม้าเครื่องยนต์และความเร็ว จะคำนวณก่อนออกแบบเรือ เป็นต้น ฉะนั้น หากการคำนวณตัวเลขต่าง ๆ เป็นไปตามกฎเกณฑ์ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปแล้ว จะเป็นผลดีแก่เจ้าของเรือ เช่น เบี้ยประกันที่จะต้องเสียให้กับบริษัทประกันภัยนั้นจะเสียในอัตราที่ต่ำ และในเวลาที่ต้องการจะขายหรือให้เช่า ราคาก็ไม่ตก เพราะผู้ซื้อหรือผู้เช่ามีความมั่นใจว่าเรือนั้นเป็นเรือที่ดี เนื่องจากทุกชาติที่มีการเดินเรือ จะมีสมาคมจัดทำเนียบเรือขึ้นมา เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเรือต่าง ๆ ที่ต่อ ว่าทำตามกฎเกณฑ์หรือไม่ โดยจะคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นหลักด้วย เช่น

ในสหรัฐอเมริกา ได้แก่ The American Bureau of Shipping
ในอังกฤษ ได้แก่ Lloyd's Register
ในฝรั่งเศส ได้แก่ Bureau Veritas
ในอิตาลี ได้แก่ Registro Italiano
ในเยอรมัน ได้แก่ Germanischer Lloyd
ในไทย ได้แก่ กรมเจ้าท่า เป็นต้น

ภาพที่ ๓.๕

แบบแสดงการประกอบตามยาวและหน้าตัดของเรือ

(Longitudinal and Cross Section)



DIMENSIONS

LENGTH OVERALL	23.00 M.
BREADTH	6.20 M.
DEPTH	2.50/3.20 M

PROJECT MULTI-PURPOSE STEEL WORKBOAT

LONGITUDINAL & CROSS SECTION

DRG.No. BW 0062/3

ฉะนั้น การคำนวณเกี่ยวกับตัวเรือ เช่น น้ำหนักตัวเรือ น้ำหนักบรรทุก แรงม้าเครื่องยนต์ ความเร็ว การทรงตัวของเรือ จึงเป็นสิ่งจำเป็น จะต้องทำอย่างถูกต้อง การคำนวณต่าง ๆ อาจแบ่งออกเป็นหัวข้อได้ ดังนี้

ก) <u>การคำนวณน้ำหนักบรรทุก</u> (Deadweight) การคำนวณน้ำหนักบรรทุกของเรือนั้นมีหน่วยเป็นตัน (๑ ตันเท่ากับ ๒,๒๔๐ ปอนด์) น้ำหนักบรรทุกของเรือ หมายถึง น้ำหนักของสินค้า ผู้โดยสาร น้ำจืด น้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น กลาสี และเสบียงอาหาร โดยไม่รวมน้ำหนักของตัวเรือ และอุปกรณ์ภายในเรือ ซึ่งน้ำหนักบรรทุกที่คำนวณได้นี้ สามารถนำไปใช้สำหรับคำนวณหาขนาดของเรือ เช่น เรือบรรทุกสินค้า การคำนวณน้ำหนักบรรทุกของเรือจะเป็นน้ำหนักที่รวมด้วย สินค้าที่นำไปขาย ผู้โดยสาร น้ำจืด น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในเรือ น้ำมันหล่อลื่น กลาสี เสบียงอาหารสด และเสบียงอาหารแห้ง เป็นต้น ฉะนั้น ผู้ออกแบบเรือจึงต้องทราบจำนวนน้ำหนักสินค้าที่แน่นอน เพื่อที่จะได้คำนวณขนาดของเรือได้เหมาะสมยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม น้ำหนักบรรทุกของเรือยังขึ้นอยู่กับจำนวนน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเดินเรือด้วย ซึ่งจำนวนน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต้องใช้และต้องมีเก็บไว้ในเรือจะเป็นจำนวนมากน้อยเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับระยะทางที่จะวิ่งไปด้วย จึงจะทำให้สามารถประมาณน้ำหนักบรรทุกของเรือ (Deadweight) ได้อย่างใกล้เคียง

แต่ถ้าเรือที่ต่อขึ้นมาเพื่อที่จะบรรทุกสินค้าโดยเฉพาะ ก็จำเป็นจะต้องทราบว่าสินค้าที่จะบรรทุกไปในเรือมีจำนวนกี่ลูกบาศก์ฟุตต่อหนึ่งตัน เพราะเนื้อที่ภายในเรือมีจำกัด และน้ำหนักบรรทุกก็ขึ้นอยู่กับขนาดของเรือด้วย เช่น สินค้าที่จะบรรทุกไปในเรือมีน้ำหนักเบา แต่กินที่ระวางเรือมาก ก็จะทำให้เรือที่บรรทุกสินค้านั้นกินน้ำน้อย คือเรือจมลงไปไม่เท่าที่ควร แต่ถ้าสินค้าที่บรรทุกไปในเรือมีน้ำหนักมาก และกินที่ระวางเรือน้อย ถ้าหากบรรทุกสินค้าชนิดนั้นเต็มระวางหรือเต็มลำ ก็จะทำให้เรือนั้นกินน้ำมาก คือเรือจมลงไปในน้ำมาก ซึ่งอาจจะเป็นอันตราย เพราะเรือวิ่งไม่ไหว หรือวิ่งได้ช้า หรืออาจจะจมลงไปได้ เป็นต้น

ฉะนั้น การหาน้ำหนักบรรทุกของสินค้าจึงต้องนำเอาแฟคเตอร์การบรรทุกของสินค้าต่าง ๆ มาเป็นส่วนประกอบในการคำนวณเพื่อหาน้ำหนักบรรทุกหรือความจุด้วย แฟคเตอร์การบรรทุกของสินค้า (Stowage Factor) คำนวณมาจากการนำสินค้าชนิดนั้นมามัดหรือใส่ไว้ในกล่องหรือใส่ไว้ในกระสอบ (Bale Capacity) แล้วหารด้วยน้ำหนักบรรทุกของสินค้าชนิดนั้น

(Cargo Deadweight) ซึ่งมีหน่วยเป็นลูกบาศก์ฟุตต่อตัน หากเรือบรรทุกสินค้านั้นเต็มลำแล้ว ทำให้เรือจมถึงแนวน้ำที่ได้ออกแบบไว้ ก็แสดงว่าบรรทุกสินค้านั้นเต็มระวางพอดี (Full and Down) ดังนั้น การทราบค่าของแฟคเตอร์การบรรทุกของสินค้าต่าง ๆ ก็เป็นส่วนช่วยให้การคำนวณสามารถทำได้รวดเร็วและถูกต้องยิ่งขึ้น (ดูตารางที่ ๓.๑)

ตารางที่ ๓.๑

แฟคเตอร์การบรรทุกสินค้าต่าง ๆ[๑]

ที่	รายการ	ลักษณะการบรรจุ	ลูกบาศก์ฟุตต่อตัน
๑	หนังสัตว์	มัด	๐.๘๐
๒	ตะกั่วแท่ง	เรียงเรียบ	๘.๐๐
๓	เหล็กแท่ง	เรียงเรียบ	๑๐.๐๐
๔	รางรถ	เรียงเรียบ	๑๕.๐๐
๕	สลักเหล็ก	ถัง	๒๑.๐๐
๖	ไนเตรท	กระสอบ	๒๖.๐๐
๗	ซิเมนต์	กระสอบ	๓๓.๐๐
๘	สี	กระป๋อง	๓๖.๐๐
๙	เหล็กแผ่น	ลัง	๓๖.๐๐
๑๐	เกลือ	ใส่ท้องเรือ	๓๗.๐๐
๑๑	ไม้แปรรูป	แผ่น	๓๙.๐๐
๑๒	ผลไม้แห้ง	กล่อง	๔๕.๐๐
๑๓	น้ำมันหมู	กล่อง	๔๕.๐๐
๑๔	น้ำมัน	ถังดรัม	๔๕.๐๐
๑๕	ถ่านหิน	ใส่ท้องเรือ	๔๖.๐๐
๑๖	น้ำตาล	กระสอบ	๔๗.๐๐
๑๗	ข้าวสาลี	ใส่ท้องเรือ	๔๗.๐๐
๑๘	แป้ง	กระสอบ	๔๘.๐๐
๑๙	อาหารกระป๋อง	ลัง	๔๘.๐๐

---

[๑]วิเชียร ปิ่นกุลบุตร, การออกแบบเรือ, พิมพ์ครั้งที่ ๒. (กรุงเทพมหานคร: เฉลิมชัยการพิมพ์, ๒๕๒๒) หน้า ๖๒๖.

ตารางที่ ๓.๑ (ต่อ)

แฟคเตอร์การบรรทุกสินค้าต่าง ๆ

ที่	รายการ	ลักษณะการบรรจุ	ลูกบาศก์ฟุตต่อตัน
๒๐	ปลา	ถังแบเรลแช่เย็น	๕๐.๐๐
๒๑	เครื่องเหล็ก	กล่อง	๕๐.๐๐
๒๒	เครื่องจักร	ลัง	๕๐.๐๐
๒๓	น้ำมัน	ถังแบเรล	๕๐.๐๐
๒๔	กระเบื้อง	กล่อง	๕๐.๐๐
๒๕	ฝ้าย	มัด	๕๒.๐๐
๒๖	เกลือ	ถังแบเรล	๕๒.๐๐
๒๗	ข้าวสาลี	กระสอบ	๕๒.๐๐
๒๘	น้ำมันดิน	ถังแบเรล	๕๔.๐๐
๒๙	ลวด	ม้วน	๕๕.๐๐
๓๐	กาแฟ	กระสอบ	๕๘.๐๐
๓๑	ข้าว	กระสอบ	๕๘.๐๐
๓๒	น้ำตาล	ถังแบเรล	๕๘.๐๐
๓๓	เนย	ลัง	๖๐.๐๐
๓๔	ถั่ว	กระสอบ	๖๐.๐๐
๓๕	หอยนางรม	ถังแบเรล	๖๐.๐๐
๓๖	มันเทศ	กระสอบ	๖๐.๐๐
๓๗	ไม้แปรรูป	ต้น	๖๕.๐๐
๓๘	องุ่น	กล่อง	๗๐.๐๐
๓๙	เหล้ารัม	ถัง (Hogshead)	๗๐.๐๐
๔๐	แป้ง	ถังแบเรล	๗๓.๐๐
๔๑	ส้ม	กล่อง	๗๘.๐๐

ตารางที่ ๓.๑ (ต่อ)

แฟคเตอร์การบรรทุกสินค้าต่าง ๆ

ที่	รายการ	ลักษณะการบรรจุ	ลูกบาศก์ฟุตต่อตัน
๔๒	เบียร์	กล่อง	๘๐.๐๐
๔๓	แอปเปิ้ล	กล่อง	๘๐.๐๐
๔๔	เชือก	ขด	๙๐.๐๐
๔๕	เป็ดไก่	กล่อง	๙๕.๐๐
๔๖	เนื้อ	แช่เย็น	๙๕.๐๐
๔๗	สินค้าแห้ง	กล่อง	๑๐๐.๐๐
๔๘	ใบชา	ลัง	๑๐๐.๐๐
๔๙	รถยนต์	ลัง (ชิ้น)	๑๑๐.๐๐
๕๐	ไหม	มัด	๑๑๐.๐๐
๕๑	ฟาง	มัด	๑๒๐.๐๐
๕๒	หนังสือพิมพ์	มัด	๑๒๐.๐๐
๕๓	เครื่องแก้ว	ลัง	๑๓๐.๐๐
๕๔	พรม	มัด	๑๔๐.๐๐
๕๕	มะพร้าว	ใส่ท้องเรือ	๑๔๐.๐๐
๕๖	ยาง	ห่อ	๑๔๐.๐๐
๕๗	เครื่องเรือน	ลัง	๑๕๖.๐๐
๕๘	รถยนต์	คัน	๒๗๐.๐๐

ตารางที่ ๓.๑ ถ้าหากเรือบรรทุกแอปเปิ้ลมีน้ำหนัก ๑ ตัน โดยบรรจุไว้ในกล่องแล้ว จะกินที่ระวางเรือเท่ากับ ๘๐ ลูกบาศก์ฟุต หรือถ้าเรือบรรทุกข้าวหนัก ๑ ตัน โดยบรรจุข้าวเป็นกระสอบแล้ว จะกินที่ระวางเรือเท่ากับ ๕๘ ลูกบาศก์ฟุต เป็นต้น

ข) <u>การคำนวณระวางขับน้ำ</u> (Displacement) ระวางขับน้ำหมายถึง น้ำหนักทั้งลำเรือที่ถือตามน้ำหนักของน้ำที่เรือได้ขับออกไป มีหน่วยเป็น ตันยาวน้ำทะเล หรือ L.T.S.W. (Displacement in Long Ton Salt Water) การคำนวณระวางขับน้ำของเรือนั้น ได้คำนวณโดยอาศัยทฤษฎีความถ่วงจำเพาะ (ถ.พ.) ซึ่งกล่าวไว้พอสรุปได้ว่า น้ำหนักของวัตถุใด ๆ ที่จมลงไปในน้ำ จะเท่ากับน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาณเท่ากับวัตถุส่วนที่จม ฉะนั้น เมื่อนำเรือลงไปในน้ำแล้ว เรือก็จะจมลงไปในน้ำส่วนหนึ่ง เพราะเรือเป็นของหนักย่อมไล่ที่น้ำออกไปจำนวนหนึ่ง น้ำที่ถูกไล่ออกไปจำนวนนั้นจะเท่ากับปริมาตรของเรือส่วนที่จมน้ำ ซึ่งเรียกว่า ปริมาตรขับน้ำ (Volume of Displacement in Cubic Feet) เมื่อนำปริมาตรของน้ำที่ถูกขับออกมาไปคิดเป็นน้ำหนักแล้ว น้ำหนักที่ได้นั้นก็คือน้ำหนักของเรือทั้งลำนั่นเอง และเรียกปริมาตรขับน้ำนั้นเสียใหม่ว่า ระวางขับน้ำของเรือ ส่วนหน่วยของระวางขับน้ำที่มีหน่วยเป็นตันยาวน้ำทะเลนั้น ก็เป็นการคิดคำนวณจากการที่น้ำหนักของเรือทั้งลำที่จมลงไปในน้ำทะเล โดยน้ำทะเลมีความหนาแน่นเท่ากับ ๓๕ ลูกบาศก์ฟุตต่อหนึ่งตัน เช่น เรือบรรทุกสินค้าลำหนึ่งเมื่อจมลงไปในน้ำทะเล ส่วนของเรือที่จมลงไปเท่ากับ ๔๗,๐๗๕ ลูกบาศก์ฟุต เรือบรรทุกสินค้าลำนี้จะมีระวางขับน้ำของเรือเท่ากับ ๔๗,๐๗๕ ลบ.ฟุต x ๑/๓๕ ตัน/ลบ.ฟุต เพราะฉะนั้น ระวางขับน้ำของเรือจะเท่ากับ ๑,๓๔๕ ตัน (ตันยาวน้ำทะเล)

โดยทั่วไปการเรียกค่าระวางขับน้ำมักจะเรียกเป็นตัน ซึ่งเวลาคิดคำนวณจะต้องใช้ความหนาแน่นของน้ำทะเลมาคิดด้วยเสมอ

จึงสามารถเขียนสมการระวางขับน้ำเต็มที่[๑]ของเรือได้ดังนี้

ระวางขับน้ำเต็มที่ = น้ำหนักของเรือ + น้ำหนักบรรทุก

น้ำหนักของเรือ ประกอบด้วย น้ำหนักตัวเรือ น้ำหนักเครื่องประกอบ น้ำหนักเครื่องจักรดาดฟ้า และน้ำหนักเครื่องจักรใหญ่

---

[๑]วิเชียร ปิ่นกุลบุตร, <u>การต่อเรือเหล็กเบื้องต้น</u>, พิมพ์ครั้งที่ ๒. (กรุงเทพมหานคร: กองแผนที่ กรมอุทกศาสตร์, ๒๕๒๑) หน้า ๑๐๔.

น้ำหนักบรรทุก ประกอบด้วย น้ำหนักสินค้าและเครื่องผูกรัด น้ำหนักน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำหนักน้ำจืด และน้ำหนักคนโดยสารและเครื่องใช้ส่วนตัว

ค) <u>การคำนวณแรงม้าเครื่องยนต์</u> (Engine Power) การคำนวณแรงม้าเครื่องยนต์ (Engine Power) ที่ใช้กับเรือนั้น ก็เพื่อที่จะทราบว่าจะต้องใช้เครื่องยนต์กี่แรงม้าในการที่จะไปหมุนเพลา (Shaft) เพื่อขับใบจักรเรือ (Screw) และนำเรือเคลื่อนที่ออกไปได้ตามความเร็ว (Speed) และน้ำหนักบรรทุกที่ต้องการได้ แรงม้าเครื่องยนต์มีหน่วยเป็นกำลังม้าหรือแรงม้า (Horse Power)

การประมาณแรงม้าเครื่องยนต์ของเรือจำเป็นที่จะต้องประมาณขึ้นมาก่อนที่จะทำการออกแบบเรือในบางขั้นตอน และถ้าต้องการคำนวณแรงม้าเครื่องยนต์ให้ได้ผลที่แน่นอนจะต้องทำแบบจำลองขึ้นมาทำการทดสอบดูก่อน ซึ่งเรียกว่า การทดลองจากแบบจำลอง (Model Experiment) ส่วนมากเครื่องยนต์ที่คำนวณไว้ว่าจะต้องใช้เครื่องยนต์กี่แรงม้านั้น จะมีการเผื่อไว้ในบางโอกาสที่เรือจะต้องแล่นทวนกระแสน้ำหรือคลื่นที่ซัดมา แต่เรือก็ยังแล่นด้วยความเร็วและบรรทุกของตามที่ต้องการได้ เมื่อคำนวณแรงม้าเครื่องยนต์ที่จะใช้กับเรือได้แล้ว ก็จะต้องระบุไว้ด้วยว่า เครื่องยนต์นั้นสามารถทำงานได้กี่จังหวะ และหมุนได้กี่รอบต่อนาที เนื่องจากรายละเอียดการทำงานของเครื่องยนต์จะต้องระบุไว้ในสัญญาด้วย เช่น เรือที่ต่อใช้ขับด้วยใบจักรเดี่ยว เครื่องยนต์ขับใบจักรเป็นเครื่องยนต์ดีเซลแบบสูบตั้ง ทำงานทางเดียว ๔ จังหวะ หมุนทางเดียว มีกำลัง ๒๕๐ แรงม้า (๒๕๐ H.P.) และหมุนได้ ๑,๘๐๐ รอบต่อนาที จำนวน ๑ เครื่อง เป็นต้น

ง) <u>การคำนวณความเร็ว</u> (Speed) การคำนวณความเร็ว ถ้าหากเป็นรถยนต์ก็จะกล่าวได้ว่า รถยนต์วิ่งด้วยความเร็วกี่กิโลเมตรต่อชั่วโมง แต่ถ้าเป็นความเร็วของเรือก็จะกล่าวว่า เรือแล่นด้วยความเร็วกี่นอตต่อชั่วโมง ฉะนั้นหน่วยของความเร็วของเรือจึงมีหน่วยเป็นนอต (Knot)

คำว่านอต หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ไมล์ทะเล (Nautical Mile) จะแตกต่างกับคำว่าไมล์ (Mile) ซึ่งต่างก็เป็นหน่วยที่ใช้วัดความยาวด้วยกัน แต่ไมล์ทะเลกับไมล์มีค่าไม่เท่ากัน เพราะ

๑ ไมล์ทะเล เท่ากับ ๖,๐๘๐ ฟุต

แต่ ๑ ไมล์ เท่ากับ ๕,๒๘๐ ฟุต

เพราะฉะนั้น ๑ ไมล์ทะเล เท่ากับ ๑.๑๕ ไมล์

ฉะนั้น ความเร็วของเรือมักจะระบุเป็นนอต ก็ให้สันนิษฐานว่าเป็นไมล์ทะเล แต่มิใช่ไมล์ (Mile) เฉย ๆ เช่น เรือลำหนึ่งแล่นด้วยความเร็ว ๓๕ นอตต่อชั่วโมง ก็หมายความว่าเรือแล่นได้ด้วยความเร็ว ๓๕ ไมล์ทะเล หรือ ๔๐.๒๕ ไมล์ต่อชั่วโมง เป็นต้น

การคำนวณความเร็วของเรือจะกระทำได้ภายหลังจากการทราบ น้ำหนักของเรือ น้ำหนักบรรทุก และกำลังแรงม้าของเครื่องยนต์ (Horse Power) เพื่อที่จะใช้น้ำหนักทั้งหมดของเรือเป็นส่วนประกอบในการหาความเร็วของเรือ หากเป็นเรือที่ต้องการความเร็วที่สูงมากแล้วจำเป็นที่จะต้องทำการทดสอบจากการทำหุ่นจำลอง (Model Experiments) เสียก่อน เพื่อจะนำผลที่ได้จากการทำหุ่นจำลองมาคำนวณหาความเร็วที่ถูกต้อง และสามารถปรับให้ได้ความเร็วตามที่ต้องการต่อไป

หากเรือที่ต่อ ๒ ลำ มีขนาดของเรือเท่ากันทุกอย่าง แต่มีความเร็วของเรือต่างกันแล้ว จะได้ผลสรุปดังนี้คือ

๑) เรือที่มีความเร็วสูงกว่า ต้องมีระวางขับน้ำน้อยกว่าเรือที่มีความเร็วต่ำ

๒) เรือที่วิ่งเร็วกว่า ต้องมีเครื่องจักรใหญ่ที่มีแรงม้าเครื่องยนต์ (Horse Power) ที่สูงกว่าเรือที่วิ่งช้า

๓) เรือที่วิ่งเร็วกว่า จะมีน้ำหนักบรรทุกสินค้าได้น้อยกว่าเรือที่วิ่งช้า

๔) เรือที่วิ่งเร็วกว่า ต้องใช้เครื่องยนต์ที่มีแรงม้ามาก จึงทำให้ต้องบรรทุกน้ำมันเชื้อเพลิงไปมากกว่าเรือที่วิ่งช้า แม้จะวิ่งอยู่ในเส้นทางที่เท่ากันก็ตาม

ตารางที่ ๓.๒

การเปรียบเทียบความดีของเรือขนาด ๑๓๖.๖๐ เมตร x ๑๗.๖๘ เมตร

ที่มีความเร็วต่างกัน[๑]

รายการ		ลำที่ ๑	ลำที่ ๒	ลำที่ ๓
ความเร็ว	นอต	๑๐	๑๒.๗๕	๑๕.๕๐
สัมประสิทธิ์แห่งตัน		๐.๗๔๔	๐.๗๓๔	๐.๖๗๐
กินน้ำลึก	เมตร	๗.๕๕	๗.๖๕	๗.๗๔
ระวางขับน้ำ	L.T.S.W.	๑๔,๘๓๐	๑๓,๔๐๐	๑๒,๘๓๐
แรงม้าเพลา	แรงม้า	๒,๑๐๐	๓,๕๐๐	๖,๓๐๐
น้ำหนักตัวเรือ	ตัน	๓,๗๐๐	๓,๖๕๐	๓,๕๔๐
น้ำหนักเครื่องต่าง ๆ	ตัน	๓๑๕	๕๒๕	๔๔๕
น้ำมันเชื้อเพลิงในระยะทาง ๔,๐๐๐ ไมล์	ตัน	๑๗๐	๒๒๐	๓๒๕
น้ำหนักสินค้าในหนึ่งเที่ยว	ตัน	๑๐,๖๔๕	๔,๕๐๕	๘,๐๒๐
จำนวนเที่ยวใน ๑ ปี	เที่ยว	๗.๑๒	๘.๕๘	๑๐.๔๑
จำนวนสินค้าใน ๑ ปี	ตัน	๑๕๒,๐๐๐	๑๖๓,๐๐๐	๑๖๗,๐๐๐

ตารางที่ ๓.๒ เป็นการเปรียบเทียบเรือสินค้าลำหนึ่ง ยาว ๑๓๖.๖๐ เมตร กว้าง ๑๗.๖๘ เมตร มีขนาดเท่ากันทั้งสามลำ แต่มีความเร็วต่างกัน จะได้ผลแตกต่างกันดังนี้ คือ

๑) ระวางขับน้ำ (Displacement) เรือที่วิ่งด้วยความเร็วสูง ย่อมจะมีระวางขับน้ำของเรือน้อยกว่าเรือที่มีความเร็วต่ำ เพราะเรือที่วิ่งเร็วมักจะบรรทุกสินค้าได้น้อย

---

[๑] วิเชียร ปิ่นกุลบุตร, การออกแบบเรือ, หน้า ๕.

๒) แรงม้าเพลา (Shaft Horse Power) เรือที่วิ่งด้วยความเร็วสูง ย่อมต้องใช้แรงม้าเพลาที่มากกว่าเรือที่วิ่งช้า เพื่อหมุนใบจักรให้เร็วขึ้น

๓) น้ำหนักเครื่องจักรต่าง ๆ (Weight of Machinery) เรือที่วิ่งเร็วจะมีน้ำหนักเครื่องจักรต่าง ๆ รวมแล้วมากกว่าเรือที่วิ่งช้า (โดยมีน้ำหนักส่วนอื่น ๆ คงที่) เพราะเรือที่วิ่งเร็วต้องใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่และมีกำลังสูง

๔) น้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel) เรือที่วิ่งเร็วจะต้องใช้น้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าเรือที่วิ่งช้า ในการวิ่งระยะทางที่เท่ากัน เพราะเรือที่วิ่งเร็วจะใช้เครื่องยนต์ที่มีกำลังแรงม้าสูงกว่า ซึ่งจะทำให้กินน้ำมันเชื้อเพลิงมากตามไปด้วย

๕) จำนวนสินค้าที่สามารถบรรทุกได้ใน ๑ ปี ถ้าหากเพิ่มความเร็วของเรือให้สูงขึ้นไปอีก จะพบว่ายิ่งเพิ่มความเร็วให้สูงขึ้นเป็นสัดส่วนที่คงที่แล้ว จำนวนสินค้าที่บรรทุกได้กลับมีสัดส่วนที่ลดลง ซึ่งสามารถเปรียบเทียบได้ดังนี้ คือ

ประเภท	ลำที่ ๑	ลำที่ ๒	ลำที่ ๓	ลำที่๑ กับลำที่๒ จำนวน	%	ลำที่๑ กับลำที่ ๓ จำนวน	%
ความเร็ว (นอต)	๑๐	๑๒.๗๕	๑๕.๕๐	๒.๗๕	๒๗.๕	๕.๕๐	๕๕.๐๐
จำนวนสินค้าต่อปี (ตัน)	๑๕๒,๐๐๐	๑๖๓,๐๐๐	๑๖๗,๐๐๐	๑๑,๐๐๐	๗.๒๔	๑๕,๐๐๐	๙.๘๗

เพิ่มความเร็วของเรือลำที่ ๑ ให้ได้ความเร็วเท่ากับลำที่ ๒ แล้วจะได้ความเร็วเพิ่มขึ้น ๒.๗๕ นอต หรือคิดเป็น ๒๗.๕๐% แต่ถ้าเพิ่มความเร็วขึ้นไปอีกให้เท่ากับลำที่ ๓ คือวิ่งได้ ๑๕.๕๐ นอต จะได้ความเร็วเพิ่มจากลำที่ ๑ เท่ากับ ๕.๕๐ นอต หรือคิดเป็น ๕๕%

ส่วนจำนวนสินค้าที่บรรทุกได้ใน ๑ ปี เมื่อเพิ่มความเร็วตามที่กล่าวข้างต้นจะได้จำนวนสินค้าที่บรรทุกเพิ่มขึ้นจากการเพิ่มความเร็วให้ได้เท่ากับลำที่ ๒ คือบรรทุกเพิ่มขึ้น ๑๑,๐๐๐ ตัน หรือคิดเป็น ๗.๒๔% แต่ถ้าเพิ่มความเร็วให้ได้เท่ากับลำที่ ๓ จะบรรทุกสินค้าได้เพิ่มขึ้นจากลำที่ ๑ ๑๕,๐๐๐ ตัน หรือคิดเป็น ๙.๘๗%

จะเห็นว่า การเพิ่มความเร็วจากลำที่ ๑ ให้ได้ความเร็วที่เป็นสัดส่วนที่แน่นอน คือเพิ่มครั้งละ ๒๗.๕๐% ในแต่ละครั้ง จากการเปรียบเทียบกับลำที่ ๑ แล้ว จำนวนสินค้า

ที่บรรทุกได้จากการเพิ่มความเร็วในแต่ละครั้ง คือครั้งแรกบรรทุกเพิ่ม ๗.๒๔% แต่ครั้งที่ ๒ บรรทุกเพิ่ม ๔,๐๐๐ ตัน หรือคิดเป็น ๒.๖๓% (๔.๘๗% - ๗.๒๔%) เท่านั้น แสดงให้เห็นว่าความเร็วเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนเดียวกัน แต่จำนวนสินค้าที่บรรทุกได้ใน ๑ ปี กลับมีสัดส่วนที่ลดลง

จ) <u>การคำนวณอาการทรงตัว</u> (Stability)

ความทรงตัวของเรือ คือเรือที่บรรทุกสินค้าและสัมภาระต่าง ๆ ที่แล่นไปในทะเล เมื่อเจอคลื่นหรือลมทะเลที่ซัดมายังตัวเรือแล้ว เรือก็ยังคงทรงตัวอยู่ได้ ถึงแม้เรือจะเอียงไปบ้างก็ตาม

เรือที่ลอยลำหรือทรงตัวอยู่ได้ดีนั้น จะต้องมีพฤติภาพ[๑] ดังต่อไปนี้

๑) น้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่จะเท่ากับน้ำหนักของเรือทั้งหมด

๒) จุดศูนย์ถ่วง (Center of Gravity) กับจุดศูนย์กลางความลอย (Center of Buoyancy) ต้องอยู่ในเส้นดิ่งเดียวกัน

๓) จุดศูนย์ถ่วงต้องอยู่ใต้จุดเมตา (Meta Center)

จากพฤติภาพดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า เรือจะทรงตัวอยู่ได้นั้นจะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่าง จุดศูนย์ถ่วง จุดศูนย์กลางความลอย และจุดเมตา

<u>จุดศูนย์ถ่วง</u> (Center of Gravity) ของเรือ คือจุด ๆ หนึ่งอันเป็นที่รวมของน้ำหนักเรือทั้งหมด

<u>จุดศูนย์กลางความลอย</u> (Center of Buoyancy) คือจุดศูนย์กลางความถ่วงของปริมาตรของเรือส่วนที่อยู่ใต้น้ำ หรือจุดศูนย์กลางความถ่วงของน้ำที่ถูกแทนที่

<u>จุดเมตา</u> (Meta Center) คือจุดซึ่งเกิดจากแนวแรงความลอยที่กระทำขึ้นและแนวแรงอันนี้ไปตัดกับเส้นศูนย์กลางทางดิ่งของเรือ

จากการนำความสัมพันธ์ระหว่าง จุดศูนย์ถ่วง จุดศูนย์กลางความลอย และจุดเมตา มาคำนวณร่วมกัน โดยใช้หลักของโมเมนต์ (Principle of Moment) ซึ่งคำนวณจากผลคูณของแรงกับระยะทางตั้งฉากของแนวแรง พอจะสรุปได้ว่า

---

[๑]วิเชียร ปิ่นกุลบุตร, <u>การต่อเรือเหล็กเบื้องต้น</u>, หน้า ๑๖๒.

๑) ถ้าจุดศูนย์ถ่วงอยู่ต่ำกว่าจุดเมตาแล้ว เรือลำนั้นจะมีการทรงตัวดี (Stable)

๒) ถ้าจุดศูนย์ถ่วงอยู่เหนือจุดเมตาแล้ว เรือจะมีความทรงตัวไม่ดี (Unstable) คือถ้ามีลมหรือคลื่นซัดเข้าหาตัวเรืออย่างแรงแล้ว เรือจะเอียงและล่มจมลงได้ง่าย

๓) ถ้าจุดศูนย์ถ่วงอยู่ทับกับจุดเมตาแล้ว เรือจะมีความทรงตัวเป็นกลาง (Neutral or Indifferent Equilibrium) คือเรือที่ถูกลมหรือคลื่นซัดอย่างแรง เรือก็จะกลับมาอยู่สภาพเดิมโดยไม่เอียงต่อไป

ฉ) <u>การคำนวณหาเส้นโค้งไฮโดรสแตติค</u> (Hydrostatic Curves)

ไฮโดรสแตติค เป็นวิชาที่ว่าด้วยการกระทำของแรงที่มีต่อวัตถุซึ่งอยู่ในสถานะเป็นของไหล (Fluid) และหลังจากที่ถูกแรงกระทำแล้ว วัตถุนั้นก็ยังคงอยู่ในลักษณะเดิม คือยังคงอยู่ในลักษณะหยุดนิ่งเช่นเดิม หรือยังคงอยู่ในลักษณะการเคลื่อนที่เช่นเดิม

เส้นโค้งไฮโดรสแตติคของเรือ คือเส้นโค้งที่เกี่ยวกับการทรงตัวของเรือ ซึ่งได้จากการนำค่าระวางขับน้ำและน้ำหนักบรรทุกเต็มที่ของเรือ เมื่อเรือลำนั้นอยู่ในน้ำที่มีลักษณะต่าง ๆ กัน แล้วนำผลที่ได้มาเขียนเป็นรูปกราฟ โดยจะต้องนำแบบลายเส้น (Line Plan) ของเรือลำนั้นมาประกอบในการเขียนเส้นโค้งไฮโดรสแตติคด้วย

เส้นโค้งไฮโดรสแตติคนั้น นับเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นมากสำหรับนักต่อเรือ กัปตันเรือ ต้นเรือ ต้นหนเรือ ต้นกลเรือ ฯลฯ เพราะเรือที่แล่นไปในทะเลอาจจะประสบอุบัติเหตุชนกันหรือเกยตื้น ทำให้น้ำไหลเข้ามาในเรือ ทำให้เรือจมลงไปในน้ำมากกว่าปกติ เนื่องจากเรือมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจากน้ำที่ไหลเข้าไปในเรือ ถ้าหากเรือยังคงแล่นต่อไปอีกจะทำให้เรือมีระวางขับน้ำสูงขึ้น และทำให้การทรงตัวของเรือไม่ดีแล้ว เมื่อเจอลมหรือคลื่นทะเลซัดแรง ๆ ก็จะทำให้เรือจมลงไปได้ ฉะนั้น ถ้าหากกัปตันเรือได้ศึกษาเส้นโค้งไฮโดรสแตติคของเรือแล้ว ก็สามารถนำมาใช้แก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้ ส่วนประโยชน์อีกประการหนึ่งของการใช้เส้นโค้งไฮโดรสแตติคก็คือ ถ้าหากเจ้าของเรือต้องการเพิ่มอุปกรณ์เรือให้มากขึ้น หรือบรรทุกสินค้าที่มีน้ำหนักมากกว่าที่กำหนดไว้แล้ว ก็จะสามารถคำนวณหาระวางขับน้ำของเรือใหม่ว่าอยู่ในระดับใด และคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงของเรือใหม่ ว่าถ้าหากบรรทุกของเหล่านั้นแล้วจะปลอดภัยหรือไม่ เพราะการบรรทุกของที่มีน้ำหนัก

มากเกินไป จะทำให้จุดศูนย์ถ่วงของเรือเปลี่ยนไป และทำให้เรืออยู่ในสภาพที่ทรงตัวไม่ดี เมื่อแล่นเรือออกไปจะทำให้เรือจมลงได้ ฉะนั้น หากได้ศึกษาและคำนวณหาว่า ถ้าเรือบรรทุกของมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นแล้ว จะแล่นไปได้หรือไม่ ต้องดูจากเส้นโค้งไฮโดรสแตติคประกอบด้วย

ช) <u>การทดลองทำหุ่นจำลอง</u> (Model Experiments)

การทำหุ่นจำลองเรือ คือการย่อเรือให้ได้ขนาดและสัดส่วนเท่าของจริงที่จะต่อแล้วนำหุ่นจำลองของเรือที่สร้างขึ้นนั้นไปทดลองแล่นในถังทดลอง (Tank Test) ซึ่งถังทดลองนี้สามารถจะทำให้เกิดคลื่นเหมือนกับว่าเรือได้แล่นไปในทะเลจริง ๆ แล้วทำการทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับความเร็วของเรือ ความต้านทานของน้ำที่มีต่อเรือ และหาว่าตำแหน่งใดของเรือกินน้ำลึกมากที่สุด

การทำหุ่นจำลองเรือขึ้นมานั้น เพื่อเป็นการทดสอบข้อสมมติฐานต่าง ๆ ที่ได้คำนวณและออกแบบเรือไว้ก่อนแล้ว โดยจะเป็นการพิสูจน์ว่า เรือที่จะต่อขึ้นมานั้น ถ้าอยู่ในสภาวะหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นแล้ว จะมีผลอย่างไรบ้าง การทำหุ่นจำลองเรือขึ้นทดสอบนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นมากสำหรับการต่อเรือที่มีความเร็วสูง เพราะการต่อเรือให้มีขนาดเท่ากับของจริงเลยนั้น เรือที่ต่อเสร็จอาจจะแล่นด้วยความเร็วที่ต่ำกว่าที่ต้องการ เนื่องจากมีปัจจัยภายนอกหลายประการที่มีผลมากระทบ ทำให้ความเร็วของเรือแล่นได้ต่ำกว่าที่ต้องการ ซึ่งการจะแก้ไขเกี่ยวกับตัวเรือหรือการเพิ่มเครื่องยนต์ให้มีแรงม้ามากขึ้น ก็จะทำได้ลำบากและสิ้นเปลืองเงินอีกเป็นจำนวนมาก ฉะนั้น การทำหุ่นจำลองเรือจึงนิยมทำกันเฉพาะเรือที่ต้องการความเร็วสูงเท่านั้น เนื่องจากการทำหุ่นจำลองจะต้องเสียค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนเงินที่ค่อนข้างสูง

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการทำหุ่นจำลองเรือเพื่อทำการทดลองนี้ แบ่งออกได้ดังนี้

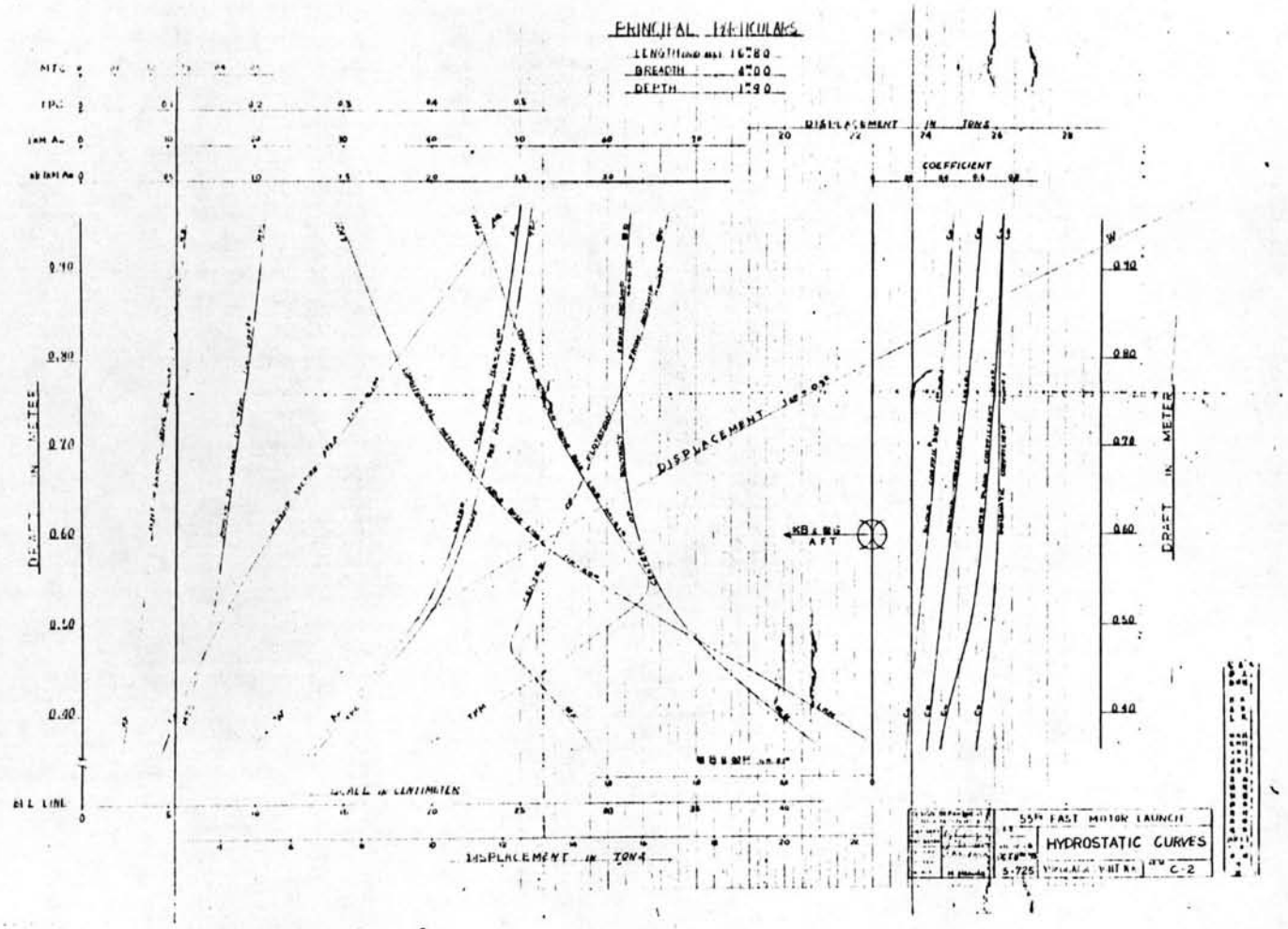
๑) เพื่อตรวจสอบความเร็วของเรือ หากแล่นด้วยความเร็วที่ต้องการ จะมีผลต่อส่วนอื่น ๆ ของตัวเรือประการใดบ้าง

๒) เพื่อหาความต้านทานของน้ำที่มีต่อหุ่นจำลองเรือว่ามีมากน้อยเพียงใด จากนั้นจึงนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองมาคำนวณเพื่อหาแรงม้าของเครื่องยนต์เรือที่จะต้องใช้เพื่อให้ได้ความเร็วตามที่ต้องการ

ภาพที่ ๓.๖

เส้นโค้งไฮโดรสแตติค

(Hydrostatic Curves)



ช) <u>การกำหนดขนาดโครงสร้าง</u>

หลังจากที่ได้ทำการคำนวณออกแบบเรือและหาข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับเรือที่จะต่อแล้ว ก็ถึงขั้นตอนในการกำหนดขนาดโครงสร้างของเรือ ว่าเรือที่จะต่อขึ้นมานั้นควรจะใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ อะไรบ้าง และมีจำนวนมากน้อยเพียงใด ส่วนในด้านที่เกี่ยวกับตัวเรือและการตกแต่งภายในเรือก็จะต้องกำหนดว่าจะต้องใช้วัตถุดิบหรือวัสดุที่จะต้องใช้มีอะไรบ้างและมีจำนวนเท่าใด จากนั้นจึงนำรายละเอียดต่าง ๆ ที่ได้ มาประกอบกันเข้าทั้งหมด จึงจะทราบได้ว่าเรือที่จะต่อขึ้นมานั้นมีขนาดไหน ระวางขับน้ำของเรือมีขนาดกี่ตัน และสามารถแล่นด้วยความเร็วกี่นอตต่อชั่วโมง เป็นต้น

๓. <u>การคำนวณราคาเรือที่ต่อ</u>

การคำนวณราคาเรือที่ต่อจะทำภายหลังจากที่ได้คำนวณออกแบบเรือและหาข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับเรือเสร็จแล้ว การคิดราคาเรือที่จะต่อนั้น จะแบ่งการคำนวณราคาออกเป็น ๒ ขั้นตอนด้วยกัน คือ

ก) การคำนวณราคาขั้นมูลฐานโดยฝ่ายเทคนิค

ข) การตรวจสอบและคิดราคาโดยฝ่ายบริหาร

ก) <u>การคำนวณราคาขั้นมูลฐานโดยฝ่ายเทคนิค</u>

หลังจากที่ฝ่ายเทคนิคได้ออกแบบเรือในลักษณะต่าง ๆ ตลอดจนได้คำนวณถึงคุณลักษณะของเรือที่จะต่อแล้ว ก็จะกำหนดว่าต้องใช้วัตถุดิบหรือวัสดุต่าง ๆ มากน้อยเพียงใดแล้ว ฝ่ายเทคนิคจะจัดทำใบประเมินราคาวัสดุที่ใช้ โดยรวบรวมข้อมูลและรายละเอียดต่าง ๆ จากการกำหนดขนาดโครงสร้างของเรือ โดยทางฝ่ายเทคนิคจะกรอกปริมาณและจำนวนวัสดุที่จะต้องใช้ในการต่อเรือตามที่ได้ออกแบบเรือไว้แล้ว ใบประเมินราคาวัสดุที่ใช้ จะแบ่งตามประเภทของวัสดุที่ใช้ ดังนี้

๑) ใบประเมินราคาวัสดุที่ใช้ เกี่ยวกับเหล็ก

๒) ใบประเมินราคาวัสดุที่ใช้ เกี่ยวกับสแตนเลสสตีล

๓) ใบประเมินราคาวัสดุที่ใช้ เกี่ยวกับอลูมิเนียม

๔) ใบประเมินราคาวัสดุที่ใช้ เกี่ยวกับทองแดง

๕) ใบประเมินราคาวัสดุที่ใช้ เกี่ยวกับทองเหลือง

๖) ใบประเมินราคาวัสดุที่ใช้ เกี่ยวกับไม้

๗) ใบประเมินราคาวัสดุที่ใช้ เกี่ยวกับเครื่องจักรใหญ่

๘) ใบประเมินราคาวัสดุที่ใช้ เกี่ยวกับเครื่องจักรช่วย และเครื่องมืออีเลคโทรนิค

๙) ใบประเมินราคาวัสดุที่ใช้ เกี่ยวกับสี

๑๐) ใบประเมินราคาวัสดุที่ใช้ เกี่ยวกับลวดเชื่อม

๑๑) ใบประเมินราคาวัสดุที่ใช้ เกี่ยวกับแก๊ส

๑๒) ใบประเมินราคาวัสดุที่ใช้ เกี่ยวกับเฟอร์นิเจอร์

๑๓) ใบประเมินราคาวัสดุที่ใช้ เกี่ยวกับเบ็ดเตล็ดต่าง ๆ

๑๔) ใบประเมินค่าแรงทางตรง

๑๕) ใบประเมินค่าใช้จ่ายโรงงาน

การกรอกรายการของฝ่ายเทคนิคจะเป็นการกรอกปริมาณและระยะเวลาที่จะต้องใช้ในการต่อเรือจนเสร็จ แล้วจัดส่งรายละเอียดเกี่ยวกับใบประเมินราคาวัสดุที่ใช้ทั้งหมดให้ทางฝ่ายบริหารไปเพื่อพิจารณาในขั้นรายละเอียดต่อไป

ข) <u>การตรวจสอบและคำนวณราคาโดยฝ่ายบริหาร</u>

เมื่อทางฝ่ายบริหารได้รับใบประเมินราคาวัสดุที่ใช้มาแล้ว ก็จะส่งใบประเมินราคาวัสดุที่ใช้ทั้งหมดไปให้ทางฝ่ายบัญชีและการเงิน เพื่อกรอกราคาต่อหน่วยของวัสดุ อัตราค่าจ้างต่อชั่วโมงของคนงาน และการประมาณค่าใช้จ่ายโรงงาน แล้วคำนวณหาจำนวนเงินทั้งหมด โดยทางฝ่ายบัญชีและการเงินจะจัดทำใบสรุปการประเมินราคาวัสดุที่ใช้ ซึ่งเป็นการนำยอดเงินรวมจากใบประเมินราคาวัสดุที่ใช้ในแต่ละแผ่นแล้วนำมากรอกไว้โดยจะกรอกตามประเภทของวัสดุที่ใช้ตามลำดับไป จากนั้นจึงส่งใบสรุปการประเมินราคาวัสดุที่ใช้และใบประเมินราคาวัสดุที่ใช้ไปให้กับทางฝ่ายบริหาร เพื่อพิจารณากำหนดราคาในขั้นสุดท้าย

ทางฝ่ายบริหารเมื่อได้รับใบสรุปการประเมินราคาวัสดุที่ใช้แล้ว ก็จะประเมินค่าใช้จ่ายที่จะต้องใช้สำหรับการต่อเรือในครั้งนี้ ตั้งแต่ต้นจนกว่าจะแล้วเสร็จ และบวกกำไรที่

ต้องการไว้ด้วย โดยจะประมาณเป็นร้อยละจากยอดต้นทุนการผลิตและค่าใช้จ่ายดำเนินงาน จึงกำหนดเป็นราคาขั้นสุดท้าย เพื่อเจรจากับลูกค้าต่อไป

๔. การทำสัญญา

เมื่อทางฝ่ายบริหารได้กำหนดราคาขั้นสุดท้าย (ราคาขาย) เสร็จแล้ว ก็จะนำรายละเอียดและราคาของเรือที่จะต่อไปเจรจากับลูกค้า โดยแบ่งลูกค้าออกเป็น ๒ ประเภท คือ

ก) ลูกค้าที่เป็นหน่วยราชการ

ข) ลูกค้าที่เป็นรูปนิติบุคคล หรือบุคคลธรรมดา

ก) ลูกค้าที่เป็นหน่วยราชการ หลังจากที่บริษัทได้ทราบว่าหน่วยราชการมีความประสงค์จะว่าจ้างให้เอกชนต่อเรือ โดยวิธียื่นซองประกวดราคา เพื่อว่าจ้างให้ต่อเรือตามคุณลักษณะต่าง ๆ และตามรายละเอียดที่ได้กำหนดไว้แล้ว (Specification) ทางบริษัทก็จะนำรายละเอียดและเงื่อนไขต่าง ๆ มาศึกษา โดยจะคำนวณนับตั้งแต่การออกแบบเรือ การคำนวณหาข้อมูลต่าง ๆ และการกำหนดราคาขั้นสุดท้ายแล้ว ก็จะยื่นซองประกวดราคา เพื่อแข่งขันกับกิจการต่อเรืออื่น ๆ หากผลปรากฏว่าทางบริษัทเป็นผู้ประมูลหรือประกวดราคาได้ ทางบริษัทก็จะต้องรวบรวมรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับเรือที่จะต่อ เพื่อเสนอให้กับทางหน่วยราชการ และกำหนดวันเพื่อทำสัญญาซื้อขายหรือสัญญาว่าจ้างต่อเรือ เป็นลำดับถัดไป

ข) ลูกค้าที่เป็นรูปนิติบุคคลหรือบุคคลธรรมดา เมื่อลูกค้าได้นำแบบเรือและรายละเอียดต่าง ๆ (Specification) มาให้กับบริษัท หรือบอกกล่าวถึงคุณลักษณะของเรือที่ต้องการ หรือบอกถึงวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะต่อเรือเพื่อนำไปใช้งานอะไรแล้ว ฝ่ายเทคนิคของบริษัทก็จะทำการคำนวณหาข้อมูลต่าง ๆ การออกแบบเรือ และกำหนดราคาขั้นสุดท้ายแล้ว จึงจะนัดลูกค้ามาหารือหรือนำไปเจรจากับลูกค้า โดยฝ่ายตัวแทนของบริษัทจะบอกกล่าวให้ทราบถึงคุณลักษณะต่าง ๆ ของเรือที่จะต่อ พร้อมทั้งชี้แจงถึงขีดความสามารถของเรือว่าทำอะไรได้บ้าง จากนั้นจึงเจรจาถึงราคาเรือที่จะต่อว่าคิดเป็นเงินเท่าใด เมื่อการเจรจาในเรื่องราคาเรือที่จะต่อได้ตกลงกันแล้ว จึงจะนัดกับลูกค้าเพื่อกำหนดวันที่จะทำสัญญาว่าจ้างต่อเรือกันอีกครั้งหนึ่ง

ข. ขั้นตอนในการต่อเรือ

หลังจากผ่านขั้นตอนการคำนวณออกแบบและคิดราคาแล้ว ก็จะถึงขั้นตอนในการต่อเรือ ซึ่งเป็นขั้นตอนในการปฏิบัติงานโดยเฉพาะ กล่าวคือ จะเป็นการนำวัตถุดิบ วัสดุ แรงงาน ฯลฯ มาประกอบกันเข้าตามวิธีการต่าง ๆ จนเป็นรูปร่างของเรือขึ้นมา ซึ่งขั้นตอนในการต่อเรือนี้พอจะแบ่งออกเป็น ๕ ขั้นตอนด้วยกัน คือ

๑. การทำแบบและตัดชิ้นส่วน

๒. การประกอบโครงสร้างของเรือ

๓. การติดตั้งอุปกรณ์และตกแต่งตัวเรือ

๔. การทดลองอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเรือ

๕. การส่งมอบเรือ

จากขั้นตอนในการต่อเรือดังที่กล่าวข้างต้นนี้ จะกล่าวถึงการต่อเรือตามประเภทของเรือที่จะทำการต่อตามลำดับไป โดยแบ่งเรือที่ต่อออกเป็น ๕ ประเภทด้วยกัน คือ

๑. การต่อเรือเหล็ก

๒. การต่อเรืออลูมิเนียม

๓. การต่อเรือไม้

๔. การต่อเรือไฟเบอร์กล๊าส

๕. การต่อเรือเฟอโรซิเมนต์

การต่อเรือบางประเภท เช่น การต่อเรือเหล็กกับการต่อเรืออลูมิเนียม จะมีวิธีการปฏิบัติงานที่เหมือนกันในบางขั้นตอน ฉะนั้นก็จะขอไม่กล่าวถึงรายละเอียดนั้นซ้ำอีก

๑. การทำแบบและตัดชิ้นส่วน สำหรับการต่อเรือประเภทต่าง ๆ มีดังนี้

การต่อเรือเหล็ก การทำแบบและตัดชิ้นส่วนสำหรับการต่อเรือเหล็ก พอจะแบ่งออกได้เป็น ๓ ขั้นตอน คือ

ก) <u>การขยายแบบและทำแบบ</u>

การขยายแบบคือการนำแบบต่อเรือที่ทางฝ่ายเทคนิคได้ออกแบบไว้แล้ว มาทำการขยายให้ได้แบบเรือเท่ากับของจริงที่จะต่อลงบนพื้นไม้ภายในห้องขยายแบบเรือ แบบเรือที่จะนำมาขยายให้เท่ากับของจริงคือ แบบลายเส้นของเรือ (Line Plan) เพราะว่าแบบลายเส้นเป็นลายเส้นที่แสดงถึงส่วนต่าง ๆ ของเรือ และมีตำแหน่งของระดับแนวน้ำต่าง ๆ ของเรือที่ต่อเปรียบเทียบไว้ด้วย (ดูภาพ ๓.๓) การขยายแบบเรือจากแบบลายเส้นนับเป็นการเริ่มทำโครงร่างของเรือ โดยเริ่มจากข้างในขึ้นมาก่อน เมื่อการขยายแบบเรือจากแบบลายเส้นของเรือเท่าของจริงได้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะนำไม้อัดมาวัดและตัดให้ได้ขนาดตามรูปแบบลายเส้นของเรือที่ได้ขยายไว้แล้ว เมื่อตัดไม้แบบเป็นชิ้น ๆ ตามขนาดและรูปร่างของเรือแล้ว ก็จะทำเครื่องหมายไว้บนไม้แบบว่าเป็นชิ้นส่วนตรงไหนของเรือ เหตุที่ต้องใช้ไม้มาทำเป็นแม่แบบนั้น ก็เนื่องจากไม้เป็นสิ่งที่มีน้ำหนักไม่มากนัก และสามารถจะตัดหรือแต่งให้มีขนาดและรูปร่างตามแบบลายเส้นของเรือได้ง่าย อีกทั้งเป็นการสะดวกกว่าที่จะนำแผ่นเหล็กมาตัดให้ได้ขนาดและรูปร่างเท่าของจริงเลย เพราะว่าแผ่นเหล็กที่จะนำมาตัดจะมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก จึงเป็นสิ่งที่ยากลำบากในการที่จะตัดหรือแต่งแผ่นเหล็กให้ได้รูปร่างเท่าแบบที่ขยายไว้ได้ทันที เมื่อเสร็จจากการขยายแบบและทำไม้แบบเกี่ยวกับแบบลายเส้นของเรือแล้ว ขั้นต่อไปก็คือจะต้องนำเอาแบบเรือที่เรียกว่า Plan and Profile Structure (ดูภาพ ๓.๔) มาทำการขยายแบบและทำแบบต่อไป เนื่องจาก Plan and Profile Structure เป็นแบบเรือที่แสดงถึงโครงสร้างทางด้านภายนอกของเรือ เช่น ด้านข้างของเรือ ชั้นต่าง ๆ ของเรือ และดาดฟ้าของเรือ เป็นต้น การทำไม้แบบส่วนใหญ่จะเป็นรูปสี่เหลี่ยมและมีขนาดเท่า ๆ กัน

ข) <u>การทำเครื่องหมายบนแผ่น</u>

เมื่อได้ไม้แบบตามขนาดของส่วนต่าง ๆ ของเรือแล้ว ก็นำไม้แบบนั้นมาวางทาบลงบนแผ่นเหล็ก แล้ววาดให้เห็นเป็นรอยตามรูปร่างของไม้แบบนั้น จากนั้นจะทำเครื่องหมายไว้บนแผ่นเหล็กต่าง ๆ ที่วาดไว้แล้ว เพื่อแสดงให้รู้ว่าแผ่นเหล็กส่วนนั้นเป็นชิ้นส่วนตรงไหนของเรือที่จะต่อ เหตุผลอีกประการหนึ่งที่ต้องใช้ไม้มาทำเป็นแม่แบบก็คือ ชิ้นส่วนของเรือตาม Plan and Profile Structure เป็นชิ้นส่วนที่จะนำมาประกบเข้าทางด้านข้างของเรือ มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมและมี

ขนาดเท่า ๆ กัน จึงเป็นการสะดวกที่จะเอาไม้แบบมาวางทาบบนแผ่นเหล็กแล้ววาดเป็นรูปของชิ้นส่วนของเรือได้เลย โดยไม่ต้องเสียเวลาไปวัดขนาดใหม่

ค) <u>การหัด และการตัด</u>

หลังจากได้ทำเครื่องหมายลงบนแผ่นเหล็ก เหล็กเส้น และแป๊บเหล็กต่าง ๆ แล้ว ก็จะนำแผ่นเหล็ก เหล็กเส้น และแป๊บเหล็กต่าง ๆ มาทำการตัดเพื่อให้ได้ขนาดและรูปร่างตามรอยที่ได้เขียนไว้บนแผ่นเหล็ก หรือเหล็กเส้น หรือแป๊บเหล็กต่าง ๆ

การตัดแผ่นเหล็กที่มีลักษณะเป็นเส้นตรง เช่น รูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม เป็นต้น สามารถจะตัดเป็นชิ้น ๆ ได้โดยใช้เครื่องตัดเหล็ก เครื่องตัดเหล็กจะใช้ไฟฟ้าและทำงานด้วยระบบไฮดรอลิค คือสามารถตัดแผ่นเหล็กหรือเหล็กเส้นที่มีความหนาไม่เกิน ๖ มิลลิเมตร ส่วนแผ่นเหล็กที่มีรูปเป็นเส้นโค้งซึ่งไม่สามารถจะใช้เครื่องตัดเหล็กช่วยในการตัดได้ ก็จะนำแผ่นเหล็กนั้นไปตัดโดยวิธีใช้แก๊ส หลักในการตัดแผ่นเหล็กโดยวิธีใช้แก๊สก็คือ นำท่อแก๊สที่เรียกว่าท่อออกซิเย่นกับท่อลม โดยนำสายยางจากท่อทั้งสองมาบรรจบกันเข้ากับหัวเป่า ซึ่งหัวเป่านี้จะมีปุ่มสำหรับบังคับและปรับให้แก๊สกับลมไหลเข้ามาผสมกันในปริมาณและสัดส่วนที่เหมาะสม เมื่อจุดหัวเป่าให้ติดไฟและปรับปุ่มที่หัวเป่าให้ได้เปลวไฟที่พุ่งออกมาจนมีความร้อนที่สูงมากพอแล้ว ก็จะนำหัวเป่านั้นไปตัดแผ่นเหล็กตามรอยที่ได้วาดไว้ให้ขาดออกจากกัน

ส่วนการตัดเหล็กเส้น หรือแป๊บเหล็ก จะใช้การตัดด้วยเครื่องเลื่อยไฟฟ้า หรือเลื่อยด้วยมือ เหมือนกับการเลื่อยท่อน้ำประปา เหตุที่ไม่สามารถตัดแป๊บเหล็กด้วยเครื่องตัดเหล็กไฟฟ้าได้ เพราะจะทำให้ครงปลายแป๊บเหล็กที่ถูกตัดแบนลง การตัดเหล็กเส้นอีกวิธีหนึ่งก็คือ การใช้เครื่องตัดเหล็ก ด้วยการใช้แรงคนกดลงมา แต่ถ้าจะตัดเหล็กเส้นหรือแป๊บเหล็กด้วยการใช้แก๊สช่วยในการตัดก็สามารถจะทำได้ แต่จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายที่สูงกว่า

เมื่อตัดเหล็กออกเป็นชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเรือตามที่ต้องการแล้ว ขั้นต่อมาก็คือการดัดเหล็ก เช่นการดัดเหล็กเส้นหรือแป๊บเหล็ก เป็นต้น หรือการดัดแผ่นเหล็กโดยการม้วนหรือการพับเป็นมุม เป็นต้น การดัดเหล็กเพื่อให้เหล็กที่ถูกดัดมีขนาดและรูปร่างต่าง ๆ ตามแบบเรือที่ขยายเท่าของจริง และจะนำเหล็กดัดไปเพื่อประกอบเป็นโครงร่างของเรือต่อไป

การดัดเหล็กเส้นสามารถทำได้โดยใช้แรงคนช่วยในการดัด หรือนำเหล็กเส้นที่มีความหนามาก ๆ ไปเผาให้ร้อน เพื่อให้เหล็กอ่อนตัว แล้วนำมาดัดหรือทุบให้งอตามรูปร่างที่ต้องการ

ส่วนการดัดแป๊บเหล็กจะใช้เครื่องม้วนแป๊บช่วยในการดัด เครื่องม้วนแป๊บเป็นเครื่องที่ทำงานด้วยไฟฟ้า และสามารถม้วนหรือดัดแป๊บเหล็กให้เป็นรูปวงกลมหรือรูปโค้งต่าง ๆ ตามที่ต้องการได้

แต่การดัดแผ่นเหล็กสามารถจะทำได้โดยใช้เครื่องดัดเหล็กที่ใช้ไฟฟ้า หรือดัดเหล็กโดยใช้เครื่องม้วนเหล็กที่ใช้ไฟฟ้าก็ได้ การดัดแผ่นเหล็กก็เพื่อที่จะให้ได้แผ่นเหล็กที่มีลักษณะโค้งและง่ายต่อการเข้ามุมเรือ หรือม้วนแผ่นเหล็กให้เป็นวงกลม เครื่องดัดเหล็กและเครื่องม้วนเหล็กจะมีลักษณะที่คล้ายกัน คือมีลูกกลิ้ง ๓ อัน (ข้างบนมี ๑ อัน และข้างล่างมี ๒ อัน) ถ้าเป็นเครื่องดัดเหล็ก ลูกกลิ้งแต่ละอันจะยาว ๑.๔๐ เมตร ส่วนเครื่องม้วนเหล็กลูกกลิ้งแต่ละอันจะยาว ๖.๑๐ เมตร

แผ่นเหล็กบางส่วนของเรือจะต้องมีรูปร่างงอพับและทำมุมกัน การพับแผ่นเหล็กให้งอเป็นมุมมากน้อยเท่าใดก็ตาม สามารถทำได้โดยใช้เครื่องพับเหล็ก เครื่องพับเหล็กดังกล่าวจะใช้ไฟฟ้าและทำงานด้วยระบบไฮดรอลิค เหตุที่ต้องใช้เครื่องพับเหล็กในการพับเหล็กให้เป็นมุมต่าง ๆ เพราะแผ่นเหล็กที่ใช้ในการต่อเรือมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก ฉะนั้นการพับเหล็กโดยใช้กำลังคนจึงทำได้ลำบากและเสียเวลามาก เครื่องพับเหล็กสามารถพับเหล็กที่มีความหนาไม่เกิน ๑๒ มิลลิเมตรได้ จึงเป็นการสะดวกและรวดเร็วที่จะได้แผ่นเหล็กที่พับเป็นมุมต่าง ๆ ตามที่ต้องการโดยใช้เวลาน้อยที่สุด

<u>การต่อเรืออลูมิเนียม</u> การทำแบบและตัดชิ้นส่วนสำหรับการต่อเรืออลูมิเนียมแบ่งออกเป็น ๓ ขั้นตอน คือ

ก) <u>การขยายแบบและทำแบบ</u> เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

ข) <u>การทำเครื่องหมายบนแผ่น</u> เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

ค) <u>การตัดและการดัด</u> เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก ยกเว้นการตัดแผ่นอลูมิเนียมที่มีลักษณะเป็นรูปโค้งหรือเป็นรูปวงกลม จะตัดโดยการใช้เลื่อยไฟฟ้า เหตุที่ไม่สามารถใช้แก๊ส

ในการตัดแผ่นอลูมิเนียม อลูมิเนียมเส้น และแป๊บอลูมิเนียม เพราะความร้อนที่ใช้จะทำให้อลูมิเนียมนั้นละลาย

<u>การต่อเรือไม้</u> การทำแบบและตัดชิ้นส่วนสำหรับการต่อเรือไม้ แบ่งออกเป็น ๓ ขั้นตอน คือ

ก) <u>การขยายแบบและทำแบบ</u> เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

ข) <u>การทำเครื่องหมายบนแผ่น</u> เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก แต่แผ่นที่กล่าวถึงคือไม้ ไม้ที่นำมาใช้ต้องไสให้เรียบเสียก่อน

ค) <u>การตัดและการดัด</u> ไม้ที่ใช้ในการต่อเรือแบ่งออกเป็น ๒ ชนิด คือ เป็นแผ่น กับเป็นท่อน ๆ การตัดไม้เพื่อให้ได้รูปและขนาดที่ทำเครื่องหมายไว้ก็โดยการใช้เลื่อยไฟฟ้าซึ่งมีทั้งติดอยู่กับที่โดยมีใบเลื่อยเป็นรูปวงกลม กับแบบที่ใช้คนยกเวลาจะเลื่อยไม้ หรืออาจจะใช้เลื่อยที่ต้องใช้กำลังคนในการเลื่อยไม้ แต่มักจะเป็นงานเลื่อยไม้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ไม้ที่ตัดออกเป็นชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเรือตามที่ต้องการแล้ว จะต้องทำการแต่งขอบไม้ให้เรียบ และไสไม้ตามยาวให้เรียบ และมีความหนาตามที่ต้องการด้วย ไม้ที่ใช้สำหรับทำตัวเรือบางส่วนจะต้องนำมาดัดเพื่อให้มีรูปร่างและขนาดตามแบบ การดัดไม้จะต้องใช้อุปกรณ์ในการยึดหัวและยึดท้ายแล้วนำไปตากแดด เพื่อให้ไม้ดังกล่าวเปลี่ยนรูปทรงใหม่

<u>การต่อเรือไฟเบอร์กล๊าส</u> การทำแบบและตัดชิ้นส่วนสำหรับการต่อเรือไฟเบอร์กล๊าส แบ่งออกเป็น ๔ ขั้นตอน คือ

ก) <u>การขยายแบบและทำแบบ</u> เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

ข) <u>การทำเครื่องหมายบนแผ่น</u> เหมือนกับการต่อเรือไม้

ค) <u>การตัดและการดัด</u> เหมือนกับการต่อเรือไม้

ง) <u>การทำแบบเรือ</u> ไม้ที่ตัดและดัดเสร็จแล้ว ก็จะนำมาประกอบกันเข้าเป็นรูปร่างของเรือ โดยแบ่งเรือออกเป็นสองส่วน คือส่วนของตัวเรือ กับส่วนของด้านบนหรือดาดฟ้าของเรือ เมื่อนำไม้มาประกอบจนได้ตัวเรือดังกล่าวแล้ว จะทำการตกแต่งที่ผิวของไม้ทางด้านภายนอกของเรือให้เรียบ เพื่อที่จะนำเรือไม้ดังกล่าวไปเป็นแบบหรือโมล ในการทำไฟเบอร์กล๊าสต่อไป

การต่อเรือเฟอโรซิเมนต์ การทำแบบและตัดชิ้นส่วนสำหรับการต่อเรือเฟอโรซิเมนต์ แบ่งออกเป็น ๔ ขั้นตอน คือ

ก) การขยายแบบและทำแบบ เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

ข) การทำเครื่องหมายบนแผ่น เหมือนกับการต่อเรือไม้

ค) การตัดและการดัด เหมือนกับการต่อเรือไฟเบอร์กล๊าส โดยจะต้องเพิ่มการดัดและดัดเหล็กเส้นและแป๊บเหล็กขนาดต่าง ๆ เพื่อที่จะนำเหล็กเส้นและแป๊บเหล็กมาทำเป็นโครงร่างของเรือเฟอโรซิเมนต์ด้วย

ง) การทำแบบเรือ เหมือนกับการต่อเรือไฟเบอร์กล๊าส แต่จะทำแบบเฉพาะตัวเรือเท่าเรือ และเสริมโครงเหล็กไว้ด้วย

๒. การประกอบโครงสร้างของเรือ สำหรับการต่อเรือประเภทต่าง ๆ มีดังนี้

การต่อเรือเหล็ก การประกอบโครงสร้างของเรือสำหรับการต่อเรือเหล็กจะแบ่งออกเป็น ๓ ขั้นตอน คือ

ก) การประกอบโครงสร้างโดยสังเขป

เมื่อได้แผ่นเหล็ก เหล็กเส้น และแป๊บเหล็กตามขนาดและรูปร่างต่าง ๆ ของเรือแล้ว ก็จะถึงขั้นตอนในการประกอบโครงสร้างของเรือ โดยจะเริ่มทำโครงสร้างจากภายในเรือขึ้นมาก่อน และที่นิยมปฏิบัติโดยทั่วไปก็เริ่มจากการวางกระดูกงูเรือ (Keel) เพราะว่าในสมัยก่อนมักจะถือกันว่าการวางกระดูกงูเรือจะเป็นการเริ่มต้นในการวางกระดูกสันหลังของเรือ เนื่องจากกระดูกสันหลังจะเป็นที่สำหรับให้ส่วนต่าง ๆ ยึดและเป็นที่รองรับน้ำหนักด้วย

การวางกระดูกงูเรือ จะเริ่มจากการนำแป๊บเหล็กและเหล็กเส้นต่าง ๆ ที่ได้ตัดและดัดเป็นรูปทรงต่าง ๆ ของเรือขึ้นมาแล้ว จากนั้นก็จะนำแป๊บเหล็กและเหล็กเส้นมาประกอบเป็นโครงร่างของเรือตามแบบเรือที่ได้เขียนไว้แล้ว ด้วยการแล่นประสานหรือการเชื่อม (Welding) ให้ติดกันด้วยวิธีการประสานไฟฟ้าด้วยลวดประสาน (Metallic Arc Welding) หรือเรียกกันว่าการเชื่อมด้วยลวดไฟฟ้า การประสานไฟฟ้าด้วยลวดประสานเพื่อใช้ในการประกอบโครงสร้างโดยสังเขปนี้ คือการเชื่อมเหล็ก ๒ ชิ้นให้ติดกันคร่าว ๆ ก่อน ยังไม่ต้องเชื่อมให้ติดกันเป็นการถาวร

วิธีการประสานไฟฟ้าด้วยลวดประสาน จะต้องมีอุปกรณ์ เช่น ตู้เชื่อมไฟฟ้า สายไฟพร้อมที่จับลวดเชื่อม ลวดไฟฟ้า และหน้ากาก เป็นต้น การแล่นประสานด้วยวิธีนี้จะใช้ลวดประสานเป็นตัวทำให้เกิดประกายไฟสปาคตรงรอยต่อของเหล็กทั้ง ๒ ชิ้น เพื่อที่จะทำให้เกิดความร้อนสูง ในการเชื่อมเหล็กนั้น ผู้ประสานจะนำปลายลวดประสานไปแตะเข้ากับเหล็กที่จะประสาน แล้วชักลวดประสานนั้นออกมาให้ปลายลวดประสานห่างจากเหล็กประมาณ $\frac{1}{8}$ นิ้ว กระแสไฟฟ้าก็จะไหลผ่านลวดประสานลงสู่เหล็กนั้น จนทำให้เกิดอุณหภูมิสูงถึง ๒๓๐๐°C แล้วลวดประสานจะละลายตัวลงสู่รอยประสานนั้นจนเต็ม ลวดประสานที่ใช้นี้อาจใช้ได้สองอย่าง คือลวดประสานเปล่า ๆ กับลวดประสานชนิดมีฟลัก (Flux) หุ้ม

การประกอบโครงสร้างโดยสังเขปนี้ จะเป็นการประกอบโครงสร้างภายในเรือเท่านั้น ซึ่งประกอบด้วย กระดูกงูเรือ (Keel) กงเรือ (Frame) เบี้ยะ (Floor) และบีม (Beam) เป็นต้น การประกอบส่วนต่าง ๆ ดังกล่าวจะต้องเป็นไปตามแบบเรือที่ได้ออกไว้แล้วทุกประการ

ข) <u>การประกอบโครงสร้างโดยถาวร</u>

หลังจากได้โครงสร้างของเรือโดยสังเขปแล้ว ก็จะต้องตรวจสอบดูว่าชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ประกอบกันเข้าได้เป็นไปตามการออกแบบเรือหรือไม่ จากนั้นจึงจะทำการประกอบโครงสร้างโดยถาวรต่อไปด้วยวิธีการประสานไฟฟ้าด้วยลวดประสานให้เหล็กที่เชื่อมติดกันนั้นให้ติดกันแน่นและเป็นการถาวร โดยการแล่นประสานตลอดแนวที่เหล็กทั้งสองชิ้นติดกันอยู่

การแล่นประสานอีกวิธีหนึ่งเรียกว่า การประสานแก๊ส (Oxyacetylene Welding) การประสานแก๊สนี้จะมีอุปกรณ์ เช่น แก๊สอาซีติลิน แก๊สออกซิเย่น สายยาง หัวเป่าลวดประสาน และหน้ากาก เป็นต้น วิธีการประสานแก๊สก็โดยการนำแก๊สที่เรียกว่าอาซีติลินหรือโปรเปนออกมาทางท่ออันหนึ่ง ส่วนอีกท่อหนึ่งจะเป็นท่อออกซิเย่น แล้วนำสายยางจากท่อทั้งสองมารวมกันเข้าที่หัวเป่า (Torch) เมื่อจุดหัวเป่าให้ติดไฟแล้ว จะได้เปลวไฟที่มีความร้อนสูง เมื่อต้องการประสานรอยต่อของเหล็กให้ติดกัน ก็นำลวดประสานมาจี้ลงในเปลวไฟนั้น ลวดประสานก็จะละลายลงในรอยต่อ ทำให้เหล็กทั้งสองชิ้นติดกันจนแน่น การประสานแก๊สนี้มีขอบเขตในการปฏิบัติงานที่จำกัด กล่าวคือสามารถจะประสานเหล็กให้ติดกัน ในลักษณะก้มลงประสาน โดยมีเปลวไฟที่

ออกจากหัวเป่าอยู่ข้างบน แต่ไม่สามารถทำการประสานในลักษณะที่เงยหน้าขึ้นไปประสาน เพราะลวดประสานที่ละลายจะหยดไหลลงมา

ค) <u>การประกอบตัวเรือ</u>

เมื่อได้โครงสร้างเรือโดยถาวรแล้ว ขั้นต่อมาก็คือการประกอบตัวเรือ การประกอบตัวเรือก็คือการนำแผ่นเหล็กต่าง ๆ ที่ได้ตัดและดัดไว้เรียบร้อยแล้วมาปิดโครงสร้างของเรือดังกล่าว โดยปิดแผ่นเหล็กและเชื่อมให้ติดกับโครงสร้างของเรือ นับตั้งแต่ท้องเรือ ตัวเรือ ชั้นต่าง ๆ ของเรือ และดาดฟ้าเรือ เป็นต้น

ในการประกอบตัวเรือ สิ่งแรกที่จะทำคือ นำแผ่นเหล็กมาปิดท้องเรือให้เสร็จก่อนเพื่อเป็นที่สำหรับให้คนเข้าไปยืนทำงานภายในเรือได้ จากนั้นจึงจะนำแผ่นเหล็กต่อเรือ (Ship Plates) มาปิดที่ตัวเรือ แล้วจึงทำการปิดแผ่นเหล็กเป็นชั้น ๆ ไป และปิดดาดฟ้าเรือเป็นอันดับสุดท้าย แผ่นเหล็กที่นำมาปิดนี้จะทำให้ติดกับโครงสร้างของเรือโดยการแล่นประสานด้วยวิธีประสานไฟฟ้าด้วยลวดประสาน และวิธีประสานแก๊ส การแล่นประสานในขั้นแรกจะประสานให้แผ่นเหล็กพอติดกับโครงสร้างเรือ หลังจากนั้นจึงแล่นประสานเป็นการถาวรด้วยการแล่นประสานตลอดทั้งแนวราบและแนวดิ่ง โดยเฉพาะการแล่นประสานแผ่นเหล็กตัวเรือจะต้องใช้ผู้ประสานที่มีความชำนาญและประสบการณ์ในงานประสานเป็นอย่างสูงด้วย

<u>การต่อเรืออลูมิเนียม</u> การประกอบโครงสร้างของเรือสำหรับการต่อเรืออลูมิเนียม แบ่งออกเป็น ๓ ขั้นตอน คือ

ก) <u>การประกอบโครงสร้างโดยสังเขป</u> เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก ยกเว้นการแล่นประสานที่จะใช้วิธีประสานไฟฟ้าด้วยลวดประสาน เพราะลวดประสานจะก่อให้เกิดความร้อนสูงจนทำให้อลูมิเนียมที่จะต่อติดกันละลายได้ การประสานอลูมิเนียมสองชิ้นให้ติดกันจึงต้องใช้วิธีประสานแก๊ส

การประสานแก๊สสำหรับเชื่อมอลูมิเนียมสองชิ้นให้ติดกันนี้ จะต้องมีอุปกรณ์ เช่น แก๊สอาร์กอน (Argon) ตู้ไฟฟ้า ลวดประสานที่เป็นอลูมิเนียมเส้นเล็ก ๆ ม้วนเป็นขด (เหมือนฟิวส์ไฟฟ้า) หัวเป่า และหน้ากาก เป็นต้น วิธีการประสานก็คือนำสายยางจากท่อแก๊สอาร์กอนกับสายไฟที่โยงออกมาจากตู้ไฟฟ้ามารวมกันเข้าที่หัวเป่า หัวเป่าจะมีลักษณะคล้ายปืน ภายในหัวเป่า

จะมีลวดประสานอลูมิเนียมขดอยู่เป็นม้วน เมื่อจะทำการประสานก็จะจุดแก๊สอาร์กอนให้ติดไฟ โดยใช้ความร้อนจากตู้ไฟฟ้ามาทำให้แท่งทังสเตนเกิดความร้อนสูงพอที่จะทำให้แก๊สอาร์กอนที่ไหลมากระทบเข้าติดเป็นเปลวไฟขึ้นมา และสามารถปรับที่ปุ่มหัวเป่าเพื่อให้แก๊สไหลออกมาในจำนวนที่พอเหมาะและมีความร้อนสูงพอแล้ว จึงจะกดปุ่มที่หัวเป่าเพื่อให้ขดลวดอลูมิเนียมวิ่งออกมาเป็นตัวประสานให้อลูมิเนียมสองชิ้นนั้นติดกัน ณ ตำแหน่งที่ต้องการให้ติดกันได้

ส่วนการประสานแก๊สอีกวิธีหนึ่ง จะมีอุปกรณ์ดังนี้ แก๊สอาร์กอน ตู้ไฟฟ้า ถังใส่น้ำที่อัดแรงดันได้ ลวดประสานที่เป็นอลูมิเนียมเส้น แท่งทังสเตน หัวเป่า และหน้ากาก เป็นต้น วิธีการประสานคือจะมีสายยางจากท่อแก๊สอาร์กอน สายไฟจากตู้ไฟฟ้า และสายยางจากถังใส่น้ำ โดยนำสายยางและสายไฟรวมทั้งหมดสามเส้นมาต่อเข้ากับหัวเป่า โดยเฉพาะภายในหัวเป่าจะมีแท่งทังสเตนอันหนึ่งจะถูกทำให้ร้อนด้วยไฟฟ้าจากตู้ไฟ เมื่อเปิดปุ่มปล่อยให้แก๊สและน้ำไหลผ่านออกมากระทบแท่งทังสเตนก็จะมีเปลวไฟพุ่งออกมา เมื่อได้เปลวไฟที่ปรับจนมีความร้อนสูงพอแล้ว ก็จะนำอลูมิเนียมเส้นมาจี้ลงในเปลวไฟนั้น ลวดประสานที่เป็นอลูมิเนียมเส้นก็จะละลายลงในตำแหน่งรอยต่อจนเต็มและติดกันสนิท

ข) <u>การประกอบโครงสร้างโดยถาวร</u> เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก แต่วิธีการประสานเหมือนกับการประกอบโครงสร้างโดยสังเขปของการต่อเรืออลูมิเนียม

ค) <u>การประกอบหัวเรือ</u> เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก แต่วิธีการประสานเหมือนกับการประกอบโครงสร้างโดยสังเขปของการต่อเรืออลูมิเนียม และการประสานแผ่นอลูมิเนียมด้วยกันหรือกับโลหะอื่นจะประสานให้ติดกันด้วยการใช้หมุดย้ำ ซึ่งมีทั้งแบบหัวแบนและหัวกลม

<u>การต่อเรือไม้</u> การประกอบโครงสร้างของเรือสำหรับการต่อเรือไม้ แบ่งออกเป็น ๓ ขั้นตอน คือ

ก) <u>การประกอบโครงสร้างเรือ</u> หลักการเหมือนกับการต่อเรือเหล็ก ยกเว้นการประสานไม้ให้ติดกันจะต้องใช้น็อต สกรู ตะปู และกาว เป็นต้น

ข) <u>การประกอบหัวเรือ</u> หลักการเหมือนกับการต่อเรือเหล็ก ยกเว้นการประสานไม้ให้ติดกันจะต้องใช้น็อต สกรู ตะปู และกาว เป็นต้น

ค) <u>การอุดหมันและขันเรือ</u>

หมัน คือ ด้ายดิบเป็นต้น ที่ใช้ประสมกับขันน้ำมันยาง สำหรับยึดแนวเรือ

หมันมีลักษณะเป็นเส้นด้ายจับกันเป็นกลุ่ม เวลาจะใช้หมันเพื่ออุดรูไม้ตามแผ่นไม้ต่อเรือก็คือ นำหมันไปจุ่มลงในน้ำมันยางเสียก่อน แล้วจึงนำหมันนั้นไปอุดรูหรือรอยตามแผ่นไม้ต่อเรือ เมื่อหมันแห้งตัวลงก็จะจับกันเป็นก้อนและมีลักษณะแข็งมาก

ขัน คือ ยางไม้สำหรับยาเรือ เมื่ออุดหมันตามรูหรือรอยไม้ต่าง ๆ ของเรือที่ต่อแล้ว ขั้นต่อมาก็คือเอาขันมาผสมกับน้ำมันยาง แล้วนำไปทาตามรอยไม้ต่าง ๆ ที่ประกบกันอยู่ การขันยาเรือก็เพื่อไม่ให้เกิดรูตามรอยต่อของไม้นั้น ๆ อันจะเป็นเหตุทำให้น้ำทะเลไหลซึมเข้ามาในเรือได้

<u>การต่อเรือไฟเบอร์กล๊าส</u> การประกอบโครงสร้างของเรือสำหรับการต่อเรือไฟเบอร์กล๊าส แบ่งออกเป็น ๓ ขั้นตอน คือ

ก) <u>การทำไฟเบอร์กล๊าสในแบบตัวเรือ</u>

เมื่อได้แม่แบบ (Mold) ของตัวเรือที่ต่อด้วยไม้แล้ว ก็จะนำแม่แบบของตัวเรือมาทำความสะอาดแล้วขัดด้วยกระดาษทรายทางด้านภายนอกให้เรียบ แล้วจึงนำขี้ผึ้งมาขัดผิวไม้ให้สะอาดและเรียบยิ่งขึ้น จากนั้นจึงทาแม่แบบด้วยขี้ผึ้งน้ำ และขัดให้ขึ้นเงาก่อน เมื่อได้แม่แบบเรือที่เรียบและขึ้นเงาแล้ว จึงจะทาหรือพ่น รีลีสเอเจนท์ (Release Agent) ที่แม่แบบเรือนั้นเป็นขั้นถัดมา การใช้รีลีสเอเจนท์กับแม่แบบเรือนั้นเพื่อความสะดวกและง่ายต่อการถอดแบบออกจากกัน

เมื่อทาหรือพ่นรีลีสเอเจนท์กับแม่แบบเรือและทิ้งไว้อย่างน้อย ๑ ชั่วโมงแล้ว จึงจะนำเอาเจลโค๊ต (Gel Coat) มาทาหรือพ่นลงบนแม่แบบเรือ การทาหรือพ่นเจลโค๊ตก็เพื่อเป็นเครื่องปกปิดไม่ให้เห็นรอยเส้นใยแก้วหรือฟองอากาศในใยแก้วซึ่งไล่อากาศออกไม่หมด และทำให้ผิวของแผ่นไฟเบอร์กล๊าสเรียบและมีสีสวย จากนั้นจึงนำแผ่นใยแก้วมาวางทับบนแม่แบบเรือ เพื่อทำเป็นแผ่นไฟเบอร์กล๊าสตามรูปร่างแม่แบบของเรือต่อไป

หลังจากวางแผ่นใยแก้วลงบนแม่แบบเรือแล้ว ก็จะนำโปลีเอสเตอร์เรซิ่น (Polyester Resin) มาทาลงบนแผ่นใยแก้วที่วางเรียงไว้ โดยการใช้ลูกกลิ้ง การใช้ลูกกลิ้งก็เพื่อไล่ฟองอากาศที่มีอยู่ในระหว่างเส้นใยแก้วด้วยกัน การวางแผ่นใยแก้วและทาโปลีเอสเตอร์เรซิ่น

ลงบนแผ่นใยแก้วด้วยลูกกลิ้งจะทำตลอดทั้งลำเรือก่อน จากนั้นจึงนำแผ่นใยแก้วมาซ้อนทับ และทำเหมือนครั้งแรกต่อไปเรื่อย ๆ จนได้ความหนาของแผ่นไฟเบอร์กล๊าสตามที่ต้องการแล้วจึงหยุดและทิ้งไว้สักครู่ จากนั้นจึงใช้มีดตัดแต่งขอบให้เรียบเท่ากับแม่แบบเรือ หลังจากทิ้งไว้นานประมาณ ๑๒ ชั่วโมง จึงจะทำการถอดแผ่นไฟเบอร์กล๊าสออกจากแม่แบบเรือ การถอดแบบจะทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น ใช้ลิ่มหรืออัดลมหรืออัดน้ำเข้าไปตรงช่องว่างระหว่างแผ่นไฟเบอร์กล๊าสกับแม่แบบ การถอดแบบดังกล่าวอาจต้องใช้วิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีประกอบกันก็ได้

เมื่อได้แผ่นไฟเบอร์กล๊าสที่เป็นรูปตัวเรือแล้ว ก็จะนำแผ่นไฟเบอร์กล๊าสนั้นมาลบมุมขอบโดยการใช้กระดาษทรายน้ำขัด เพื่อให้ขอบหรือมุมของเรือมีลักษณะเรียบ

ข) <u>การทำไฟเบอร์กล๊าสลงในแบบดาดฟ้า</u>

จะมีหลักการและวิธีการเหมือนกับการทำไฟเบอร์กล๊าสในแบบตัวเรือ

ค) <u>การประกอบตัวเรือกับดาดฟ้า</u>

เมื่อได้ไฟเบอร์กล๊าสในรูปของตัวเรือและรูปดาดฟ้าของเรือแล้ว ก็จะนำแผ่นไฟเบอร์กล๊าสรูปดาดฟ้าเรือมาประกบกันเข้ากับรูปตัวเรือ แล้วยึดให้ติดกันโดยการนำแผ่นใยแก้วมาหุ้มปิดทับตรงขอบของไฟเบอร์กล๊าสทั้งสองชิ้น แล้วเอาโปลีเอสเตอร์เรซิ่นมาทาลงบนแผ่นใยแก้วนั้นด้วยการใช้ลูกกลิ้งจนได้ขนาดตามที่ต้องการแล้ว จึงทิ้งไว้สักครู่ จากนั้นก็จะขัดด้วยกระดาษทรายน้ำให้เรียบต่อไป

<u>การต่อเรือเฟอโรซิเมนต์</u> การประกอบโครงสร้างของเรือสำหรับการต่อเรือเฟอโรซิเมนต์ แบ่งออกเป็น ๓ ขั้นตอน คือ

ก) <u>การบุลวดกรงไก่และลวดโครงสร้าง</u>

เมื่อได้แบบเรือไม้พร้อมทั้งมีโครงเหล็กเสริมเสร็จแล้ว ก็จะนำแบบเรือไม้มาควั่นต่อและยึดส่วนต่าง ๆ ให้มั่นคงไว้กับหลักยึด จากนั้นก็จะนำผ้าพลาสติคใสหนา ๐.๑๕ มิลลิเมตร มาเย็บติดกับไม้แบบให้แน่นและเรียบทั่วลำเรือ การนำผ้าพลาสติคมาคลุมก็เพื่อป้องกันไม่ให้ปูนที่ฉาบไหลทะลุช่องไม้แบบ และช่วยไม่ให้ความชื้นของปูนฉาบถูกไม้แบบดูดไปด้วย จากนั้นจึงทำการบุลวดกรงไก่ ๔ ชั้นบนผ้าพลาสติค แล้วจึงผูกลวดโครงสร้างตามแนวตั้งทับกับลวดกรงไก่ โดยใช้ลวดเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๖ มิลลิเมตร วางเป็นระยะห่างกัน ๑๕ เซนติเมตร แล้วจึงเย็บลวดเหล็ก

ให้ติดกับแบบด้วยเครื่องเย็บ เพื่อให้ลวดเหล็กทาบติดแนบแน่นกับเปลือกเรือ โดยใช้ลวดเหล็กที่มีขนาดเดียวกันวางตามแนวนอนมีระยะห่างกัน ๑๐ เซนติเมตร โดยทับตั้งฉากกับลวดเหล็กเส้นแนวตั้ง แล้วจึงผูกหรือเย็บลวดเหล็กแนวนอนให้แนบติดกับเปลือกเรือ โดยวิธีการประสานไฟฟ้าด้วยลวดประสาน เพื่อให้ลวดเหล็กทั้งสองแนวยึดติดกัน โดยการเชื่อมเป็นจุดเว้นจุดตรงที่ลวดทั้งสองแนวตัดกัน

จากนั้นจึงบุลวดกรงไก่ ๔ ชั้นนอกสุดท้าย โดยยึดกับของเดิมให้แน่นและเรียบ แล้วทำผิวลวดกรงไก่ให้เรียบเข้ากับรูปเรือ ด้วยการใช้ไม้แผ่นตบ แล้วตรวจดูความเรียบร้อยอีกครั้งหนึ่ง เพื่อไม่ให้ลวดหรือเหล็กโผล่ปลายออกมา หรือลวดกรงไก่เผยอหลุดออกมาได้

ข) <u>การฉาบปูนเรือ</u>

การผสมปูนฉาบเรือจะใช้เครื่องผสมคอนกรีตที่ล้างสะอาดแล้ว วิธีการผสมปูนจะต้องใส่น้ำและซิเมนต์ลงไปในเครื่องผสมก่อนและผสมให้เข้ากัน จากนั้นจึงใส่ทรายลงไปคลุกเคล้าจนเป็นเนื้อเดียวกัน

การฉาบปูนเรือ ขั้นแรกต้องแบ่งส่วนของเรือที่จะต้องฉาบออกเป็นส่วน ๆ ให้พอเหมาะกับแรงงานที่ใช้ เพื่อให้การฉาบและแต่งปูนแล้วเสร็จภายในวันเดียวกัน ขั้นต่อมาก็คือการอัดปูนฉาบให้แน่นเต็มบริเวณเปลือกเรือ โดยให้ปูนฉาบผ่านทะลุชั้นลวดกรงไก่ทุกชั้น และไม่ให้เกิดเป็นโพรงขึ้นได้ โดยการใช้มือหรือเครื่องเหล็กหรือใช้เครื่องเขย่าคอนกรีตช่วยให้เนื้อปูนฉาบแน่นตัว ส่วนวิธีการฉาบจะต้องฉาบจากส่วนล่างขึ้นหาส่วนบน หรือจากขอบเรือขึ้นไปหาท้องเรือ

หลังจากอัดปูนฉาบชั้นแรกทั่วทั้งลำเรือแล้ว ก็จะต้องแต่งปูนส่วนที่เกินออก ให้ผิวเรียบพอดีกับผิวของลวดกรงไก่ชั้นนอกสุด ฉาบปูนที่ผสมใหม่อีกชั้นหนึ่ง เพื่อที่จะแต่งผิวภายนอกให้เรียบ โดยเฉพาะการฉาบผิวนอกนี้จะต้องหนาเพียงหุ้มลวดกรงไกให้มิดเท่านั้น หรือหนาประมาณ $\frac{1}{8}$ นิ้ว เมื่อฉาบปูนเสร็จเรียบร้อยแล้ว เปลือกเรือจะหนาประมาณ $\frac{2}{8}$ นิ้ว

ค) <u>การบ่มปูนฉาบ</u>

เมื่อฉาบปูนตลอดทั้งลำเรือเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะทำการบ่มปูนฉาบด้วยน้ำ โดยใช้กระสอบชุบน้ำคลุมให้ทั่วลำเรือ และต้องรดน้ำให้ชุ่มตลอดเวลาเป็นเวลา ๗ วันติดต่อกัน เมื่อปูนที่ฉาบแห้งสนิทและเกาะตัวกันดีแล้ว จึงค่อยหงายลำเรือขึ้นมา เพื่อที่จะถอดไม้แบบของเรือออก แล้วจัดการตกแต่งผิวเรือภายในให้เรียบด้วยการฉาบปูน

๓. <u>การติดตั้งอุปกรณ์และตกแต่งตัวเรือ</u> สำหรับการต่อเรือประเภทต่าง ๆ มีดังนี้

<u>การต่อเรือเหล็ก</u> การติดตั้งอุปกรณ์และตกแต่งตัวเรือสำหรับการต่อเรือเหล็กจะแบ่งออกเป็น ๓ ขั้นตอน คือ.

ก) <u>การพ่นทรายและทาสี</u>

เมื่อได้ประกอบตัวเรือเสร็จแล้ว ก็จะทำการพ่นทราย เพื่อที่จะขจัดสนิมที่เกาะอยู่บนแผ่นเหล็กให้หมดไป และเป็นการขัดแผ่นเหล็กให้เรียบไปด้วย

การพ่นทรายจะต้องมีอุปกรณ์ดังนี้คือ เครื่องปั๊มลม ถังเก็บลม ถังใส่ทราย สายยาง หัวฉีด และทราย เป็นต้น วิธีการพ่นทรายคือ จะตักทรายมาไว้ในถังใบหนึ่งที่สามารถปิดฝาและเก็บความดันได้ โดยถังเก็บทรายนี้จะมีท่อโยงมาจากถังปั๊มลม เมื่อเวลาจะพ่นทรายก็จะเปิดเครื่องปั๊มลม แล้วลมก็จะผ่านไปสู่ถังเก็บลม เมื่อลมเต็มถังเก็บ ลมก็จะผ่านไปสู่ถังเก็บทราย ข้างใต้ถังเก็บทรายจะมีสายยางโยงไปเข้ากับหัวฉีด เมื่อเปิดหัวฉีดทรายก็จะพุ่งกระจายออกมา คนพ่นทรายจึงนำหัวฉีดจ่อไปยังแผ่นเหล็กต่าง ๆ เพื่อพ่นทราย ทั้งภายนอกและภายในตัวเรือให้ทั่วตลอดลำ

หลังจากพ่นทรายขจัดสนิมเหล็กเสร็จแล้ว แต่ยังมีบางแห่งที่ไม่สามารถพ่นทรายเข้าไปถึง ก็จะต้องใช้แรงคนมาช่วยขัด โดยเฉพาะตามซอกและมุมต่าง ๆ ของเรือ เพื่อไม่ให้มีสนิมติดอยู่ที่แผ่นเหล็กของเรือ เมื่อขัดสนิมหมดแล้ว ก็จะนำสีมาทาหรือพ่นตามแผ่นเหล็กต่าง ๆ ของเรือทั้งภายนอกและภายใน โดยจะทำการพ่นสีหลาย ๆ เที่ยว เพื่อป้องกันไม่ให้เหล็กเป็นสนิม

ข) <u>การตกแต่ง</u>

เมื่อทาสีเรือเสร็จหมดทั้งลำแล้ว ก็จะทำการตกแต่งภายในตัวเรือก่อน โดยการนำเครื่องเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ มาติดตั้งตามแบบเรือที่ได้ออกไว้ ตลอดจนการเดินท่อน้ำ เดินท่อสายไฟ และเดินท่อสายโทรศัพท์ เป็นต้น

ส่วนการตกแต่งภายนอกตัวเรือ ก็คือการทาสีและเขียนตัวเลข เพื่อระบุแนวน้ำในระดับต่าง ๆ ที่ส่วนหน้าและท้ายเรือ โดยเริ่มจากท้องเรือขึ้นมา

ค) การติดตั้งอุปกรณ์

เมื่อได้ตกแต่งเรือเสร็จแล้ว ก็จะติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะต้องใช้สำหรับเรือลำนั้น แต่เครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่อาจจะต้องทำการติดตั้งก่อนที่จะปิดชั้นหรือดาดฟ้าเรือ เพราะถ้าปิดดาดฟ้าเรือก่อน เครื่องจักรที่จะใช้ภายในเรือลำนั้นจะเข้าไม่ได้

การต่อเรืออลูมิเนียม การติดตั้งอุปกรณ์และตกแต่งตัวเรือ สำหรับการต่อเรืออลูมิเนียม แบ่งออกเป็น ๓ ขั้นตอน คือ

ก) การขัดและทาสี เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก ยกเว้นการพ่นทราย เนื่องจากอลูมิเนียมไม่เกิดสนิม จึงไม่ต้องพ่นทราย แต่ที่แผ่นอลูมิเนียมจะต้องขัดผิวที่ลื่นออกเพื่อให้พ่นสีติดได้และเกาะตัวกันดี

ข) การตกแต่ง เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

ค) การติดตั้งอุปกรณ์ เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

การต่อเรือไม้ การติดตั้งอุปกรณ์และตกแต่งตัวเรือสำหรับการต่อเรือไม้ แบ่งออกเป็น ๓ ขั้นตอน คือ

ก) การขัดและทาสี เหมือนกับการต่อเรืออลูมิเนียม แต่การขัดจะใช้กระดาษทรายติดเข้ากับที่ขัดและทำงานด้วยไฟฟ้า ก่อนทาสีจะต้องทายาป้องกันปลวกและมอดก่อน แล้วจึงทาสีหรือน้ำมันชักเงา (Varnish) ตามแผ่นไม้ต่าง ๆ

ข) การตกแต่ง เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

ค) การติดตั้งอุปกรณ์ เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

การต่อเรือไฟเบอร์กล๊าส การติดตั้งอุปกรณ์และตกแต่งตัวเรือ สำหรับการต่อเรือไฟเบอร์กล๊าส แบ่งออกเป็น ๓ ขั้นตอน คือ

ก) การขัดและทาสี เหมือนกับการต่อเรืออลูมิเนียม แต่แผ่นไฟเบอร์กล๊าสจะมีสีในตัวอยู่แล้ว การที่จะทาสีอีกก็เป็นการทาสีให้สวยขึ้น แต่ก่อนจะทาสีจะต้องขัดผิวไฟเบอร์กล๊าสให้หยาบเสียหน่อย เมื่อทาสีแล้วจะติดและเกาะตัวกันได้ดี

ข) การตกแต่ง เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

ค) การติดตั้งอุปกรณ์ เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

การต่อเรือเฟอโรซิเมนต์ การติดตั้งอุปกรณ์และตกแต่งตัวเรือ สำหรับการต่อเรือเฟอโรซิเมนต์ แบ่งออกเป็น ๓ ขั้นตอน คือ

ก) การซ่อมรอยร้าวและทาสี

เมื่อฉาบปูนภายนอกและภายในตัวเรือเสร็จแล้ว ก็จะปล่อยน้ำเข้ามาภายในเรือ โดยให้น้ำมีระดับสูงเหนือแนวน้ำ เมื่อบรรทุกน้ำหนักเต็มที่เพื่อทดลองการรั่วน้ำ ถ้าปรากฏมีรอยน้ำซึมออกมาที่ผิวเปลือกเรือภายนอกบางแห่ง ก็ทำเครื่องหมายไว้ แล้วสูบน้ำออกจากเรือเพื่อซ่อมรอยรั่วซึม หากเป็นการซึมน้ำเพียงเล็กน้อยซึ่งไม่ปรากฏรอยเด่นชัด ให้ใช้สีอีปอกซี (Epoxy) ทาทับแล้วทดลองปล่อยน้ำเข้าไปใหม่ ทำการตรวจซ่อมจนไม่มีการซึมน้ำอีกเลย

ส่วนผิวภายนอกเรือจะปรากฏมีรอยร้าวเล็ก ๆ ที่เรียกว่า Hair Crack หลายแห่งด้วยกัน จะต้องทำการสกัดผิวให้เป็นรูปตัววี จนถึงลวดกรงไก่ชั้นนอก แล้วทำความสะอาด จึงจะปะปูนที่ผสมน้ำยาสารเคมีที่ใช้สำหรับเชื่อมยึดปูนฉาบของเก่ากับของใหม่ แล้วทำการอัดให้แน่นและเรียบ

การทาสีเรือเฟอโรซิเมนต์ จะต้องทำการขัดผิวภายนอกให้เรียบสะอาดเสียก่อน แล้วทาสีอีปอกซีทับตามความต้องการ และทาสีภายในตัวเรือด้วย

ข) การตกแต่ง เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

ค) การติดตั้งอุปกรณ์ เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

๔. การทดลองอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเรือ สำหรับการต่อเรือประเภทต่าง ๆ มีดังนี้

การต่อเรือเหล็ก การทดลองอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเรือสำหรับการต่อเรือเหล็ก แบ่งออกเป็น ๓ ขั้นตอน คือ

ก) การปล่อยเรือลงน้ำ

การปล่อยเรือลงน้ำนั้นนับเป็นการปฏิบัติการที่สำคัญที่สุดและอันตรายมาก ความเสียหายของเรือที่ปล่อยลงน้ำอาจจะเกิดขึ้นได้ หากมิได้มีการคำนวณรายละเอียดของการดำเนินการอย่างละเอียดและระมัดระวังที่สุด

การปล่อยเรือลง น้ำจะต้องให้ความสำคัญต่อทางลาด ส่วนที่อยู่นอกเรือที่เรือจะต้องผ่านไปสู่น้ำ คือจะต้องทำทางลาดให้แห้งแล้วทาจารบีด้วย เพื่อให้เรือผ่านไปโดยสะดวก

การปล่อยเรือลงน้ำนั้น เริ่มด้วยการถ่ายหรือย้ายน้ำหนักเรือ ซึ่งแต่เดิมเรือจะตั้งอยู่บนหมอนและไม้ค้ำเพื่อค้ำจุนเรือในตอนต่อเรือ ให้ไปอยู่บนเปล (Launching Cradle) ต่อจากนั้นก็ปล่อยให้เรือและเปลไหลลงไปตามทางลาดพื้นดิน และลงน้ำไป เมื่อตอนน้ำหนักเรือจากหมอนและไม้มาอยู่บนเปลนั้น เรือจะถูกยึดติดแน่นอยู่กับเปลและพร้อมที่จะไหลลงไปในน้ำ จึงจำเป็นต้องมีวิธีการสำหรับยึดเปลไว้จนกว่าจะปล่อยเปลให้ไหลลงน้ำไป มีอยู่หลายกรณีที่สถานที่นำเรือลงน้ำมีความยาวไม่พอจึงมีความชันมาก เมื่อเรือถูกปล่อยลงน้ำจะไหลไปไกล ในกรณีนี้จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องช่วยหน่วงเรือ (Checking Arrangement) เช่น มาสค์ (Mask) ซีแดรก (Sea Drags) แพ (Floating Rafts) เชือกห้าม (Rope Stops) การลากน้ำหนักถ่วง (Drags) การลากโซ่ (Chain Drags) และเชือกลวด (Drag Lines) เป็นต้น เช่น การใช้เครื่องช่วยหน่วงเรือเพื่อให้เรือหยุดก่อนที่ท้ายเรือจะไปกระทบหรือกระแทกกับสิ่งอื่นจนทำให้เรือเสียหายได้ แต่ถ้าเป็นเรือขนาดเล็ก การปล่อยเรือลงน้ำไม่ค่อยจะมีปัญหามากนัก

ข) <u>การทดลองเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเรือ</u>

หลังจากปล่อยเรือลงน้ำแล้ว ก็จะต้องตรวจดูอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเรือว่าอยู่ในสภาพเรียบร้อยและอยู่ครบถ้วนหรือไม่ โดยอุปกรณ์ที่มีอยู่ในเรือได้เป็นไปตามที่กำหนดไว้เมื่อตอนออกแบบเรือหรือไม่ ส่วนอุปกรณ์ที่เคลื่อนย้ายไปมาได้ ก็มักจะนำมาไว้ในเรือภายหลังจากได้ปล่อยเรือลงน้ำแล้ว

การทดลองเครื่องจักรเรือ จะทำการทดลองในขณะที่เรือยังจอดอยู่กับที่ โดยจะทดลองเกี่ยวกับเครื่องยนต์เรือ การหมุนของใบจักร และการทดลองเครื่องทำไฟฟ้า เป็นต้น

สิ่งที่จะทำการทดลองเป็นการถัดมาก็คือ การทดลองอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ภายในเรือ เช่น ทดลองระบบวิทยุสื่อสาร ระบบเรดาร์ ระบบป้องกันภัย ระบบเตือนภัย และระบบป้องกันอัคคีภัย เป็นต้น

ค) <u>การแล่นทดลอง</u>

เมื่อได้ทดลองเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเรือแล้ว ก็จะถึงขั้นแล่นทดลอง โดยจะติดเครื่องยนต์เรือแล้วออกแล่นทดลอง การแล่นทดลองนี้จะทำการทดลองเพื่อทราบความเร็วของเรือ ทั้งความเร็วสูงสุด และความเร็วเดินทาง และตรวจสอบระวางขับน้ำของเรือด้วย

การต่อเรืออลูมิเนียม การทดลองอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเรือสำหรับการต่อเรืออลูมิเนียม แบ่งออกเป็น ๓ ขั้นตอน คือ

ก) การปล่อยเรือลงน้ำ เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

ข) การทดลองเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเรือ เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

ค) การแล่นทดลอง เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

การต่อเรือไม้ การทดลองอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเรือสำหรับการต่อเรือไม้ แบ่งออกเป็น ๓ ขั้นตอน คือ

ก) การปล่อยเรือลงน้ำ เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

ข) การทดลองเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเรือ เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

ค) การแล่นทดลอง เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

การต่อเรือไฟเบอร์กล๊าส การทดลองอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเรือสำหรับการต่อเรือไฟเบอร์กล๊าส แบ่งออกเป็น ๓ ขั้นตอน คือ

ก) การปล่อยเรือลงน้ำ เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

ข) การทดลองเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเรือ เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

ค) การแล่นทดลอง เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

การต่อเรือเฟอโรซิเมนต์ การทดลองอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเรือสำหรับการต่อเรือเฟอโรซิเมนต์ แบ่งออกเป็น ๓ ขั้นตอน คือ

ก) การปล่อยเรือลงน้ำ เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

ข) การทดลองเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเรือ เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

ค) การแล่นทดลอง เหมือนกับการต่อเรือเหล็ก

๕. การส่งมอบเรือ สำหรับการต่อเรือทุกประเภท เมื่อสามารถแล่นทดลองได้และมีคุณสมบัติเป็นไปตามเงื่อนไขต่าง ๆ ของลูกค้าแล้ว ก็จะถึงขั้นตอนสุดท้ายของขั้นตอนในการต่อเรือ คือการส่งมอบเรือ

การส่งมอบเรือ จะประกอบด้วยเจ้าหน้าที่ทั้งสองฝ่าย คือ ฝ่ายผู้ว่าจ้าง กับฝ่ายผู้รับจ้าง โดยจะทำการแล่นเรือให้ได้ตามความเร็วที่ได้ตกลงกันไว้ ตลอดจนการทดลองอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเรือให้ชมด้วย จากนั้นก็จะตรวจสอบถึงจำนวนของอุปกรณ์ประจำเรือต่าง ๆ ว่ามีอยู่ครบถ้วนตามสัญญาหรือไม่ เป็นการสุดท้าย