วารสารวิชาการโรงเรียนนายเรือ
ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 สิงหาคม 2562
Royal Thai Naval Academy
Journal of Science and Technology
Vol.2 Issue 1, August 2019

วิธีลดผลกระทบต่องานติดตั้งระบบขับเคลื่อนเรือ ในขั้นตอนการประกอบบล็อคท้ายเรือ

Methods to minimize Effects on Propulsion Installation for the Erection of Stern Blocks

น.ท.นพดล ตันวัฒนะ[1]
นายช่างแผนกเครื่องเย็นระบายและปรับอากาศ กองออกแบบกลจักร
กรมแผนการช่าง กรมอู่ทหารเรือ
กรมอู่ทหารเรือ 2369/650 หมู่ 2 ท่าเรือจุกเสม็ด ต.สัตหีบ อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี 20180
Email: Noppadon.tu@gmail.com, Line ID: taoncl

Received: May 5, 2019
Revised: June 19, 2019
Accepted: June 30, 2019

บทคัดย่อ

ค่าความคลาดเคลื่อนของขนาดและรูปทรงของบล็อคท้ายเรือมีผลกระทบต่อการติดตั้งระบบขับเคลื่อนเรือ โดยอาจส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบขับเคลื่อนลดลง ทำให้เรือไม่สามารถใช้ความเร็วสูงสุดได้ตามการออกแบบ หรือระบบขับเคลื่อนอาจชำรุดก่อนเวลาอันควร มีแนวทางป้องกันผลกระทบดังกล่าว 4 แนวทาง คือ การพิจารณาผลของการเปลี่ยนแปลงของตัวเรือในการติดตั้งส่วนประกอบตัวเรือและอุปกรณ์ของระบบขับเคลื่อน การประกอบบล็อคท้ายเรือด้วยการอ้างอิงตำแหน่งส่วนประกอบตัวเรือของระบบขับเคลื่อนกับตำแหน่งที่กำหนดลงบนพื้นลานต่อเรือ การพิจารณาใช้ค่าเผื่อสำหรับการขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกลให้กับส่วนประกอบตัวเรือของระบบขับเคลื่อนที่มีการติดตั้งก่อนการประกอบบล็อคตัวเรือ และการพิจารณาเลือกระบบขับเคลื่อนที่มีอุปกรณ์ในการปรับระยะเพื่อชดเชยค่าความคลาดเคลื่อนของตัวเรือ

ในการลดผลกระทบความคลาดเคลื่อนบล็อคท้ายเรือต่อการติดตั้งระบบขับเคลื่อน ฝ่ายตัวเรือและฝ่ายเครื่องกลจะต้องมีความเข้าใจในแนวทางในข้างต้นเพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการปฏิบัติงานของแต่ละฝ่ายได้สมบูรณ์

คำสำคัญ: บล็อคท้ายเรือ ระบบขับเคลื่อน การเปลี่ยนแปลงของตัวเรือ

Abstract

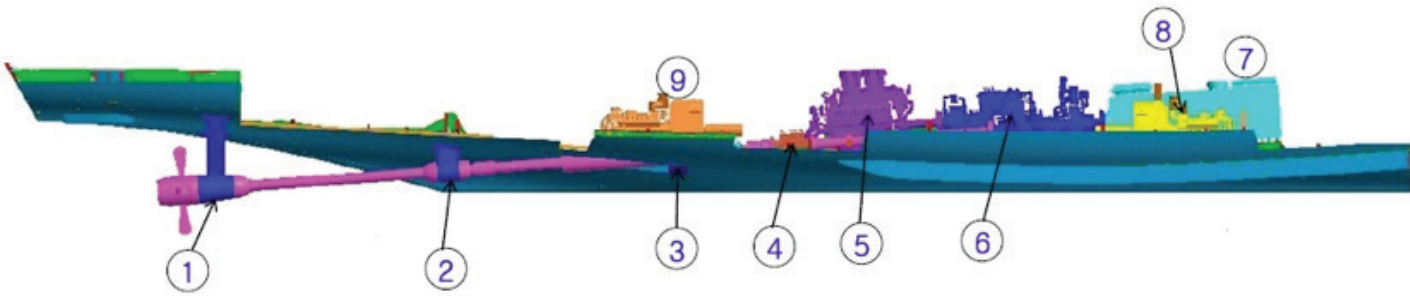
An error in dimension and shape of the stern block can affect to a propulsion installation. It may result of less propulsion efficiency which can cause of unable in propelling at the maximum speed or unexpected fail of the system. There are 4 practical concepts that can be applied during the stern block erection; installing propulsion outfitting with care of hull deformation, referring propulsion ground marking during an erection of the stern block, preparing machining margin for propulsion outfitting and considering to apply a compensate disc for the propulsion system. In order to minimize a dimension and shape error in the stern block, both hull production team and propulsion installation team must fully understand those concepts and be able to apply them into their work processes.

Keyword: stern block, propulsion, instalation

1. บทนำ

ในปัจจุบันกรรมวิธีการต่อเรือแบบเป็นบล็อค (Modular Construction Method) เป็นที่แพร่หลายในอุตสาหกรรมต่อเรือ ทั้งนี้เพราะทำให้การต่อเรือมีความรวดเร็วขึ้น การต่อเรือในลักษณะนี้จำเป็นต้องมีการจัดการระบบงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เกิดความสัมพันธ์ เพื่อให้งานต่อเรือสามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่อง งานติดตั้งระบบขับเคลื่อนก็เป็นส่วนหนึ่งที่ต้องจัดการให้สัมพันธ์กับขั้นตอนของการต่อเรือ โดยบล็อคตัวเรือที่มีความสัมพันธ์ต่อการติดตั้งระบบขับเคลื่อนก็คือบล็อคท้ายเรือ (Stern Block) ซึ่งบล็อคท้ายเรืออาจเป็นบล็อคขนาดใหญ่เพียงบล็อคเดียวหรือประกอบด้วยหลายบล็อคก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบและประเภทของเรือ (The Society of Naval Architects of Japan: Vol 3, 1995) รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างของส่วนประกอบตัวเรือและอุปกรณ์ของระบบขับเคลื่อนที่ติดตั้งในบริเวณบล็อกท้ายเรือ ตำแหน่งของส่วนประกอบตัวเรือและอุปกรณ์ของระบบขับเคลื่อนที่ติดตั้งอยู่ในบริเวณบล็อคท้ายเรือจะมีการคำนวณถึงความสัมพันธ์เพื่อให้ระบบขับเคลื่อนมีประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้นขนาดและรูปทรงของบล็อคท้ายเรือจึงมีความสำคัญต่อการทำงานของระบบขับเคลื่อน ความคลาดเคลื่อนบล็อกท้ายเรือส่งผลให้ตำแหน่งการติดตั้งส่วนประกอบตัวเรือและ

รูปที่ 1 *ตัวอย่างการจัดวางระบบขับเคลื่อนในบริเวณบล๊อกท้ายเรือ (เอกสารประกอบการเรียนหัวข้อ Accuracy: DSME, 2016)*



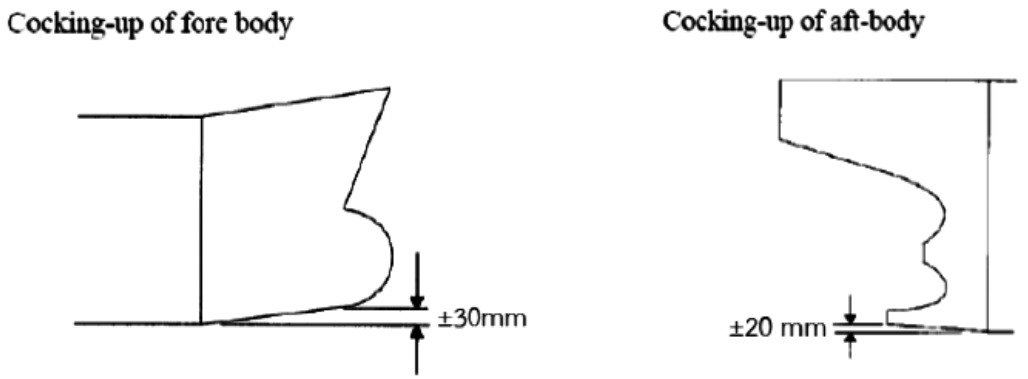
1. Main Strut 2. Inter Strut 3. Stern Tube Boss 4. Bearing 5. Diesel Engine 6. Gear Box 7. Gas Turbine 8. Diesel Generator 9. Diesel Generator

อุปกรณ์ของระบบขับเคลื่อนไม่ตรงตามแบบ โดยอาจทำให้ประสิทธิภาพของระบบขับเคลื่อนลดลง เช่น มุมเพลาใบจักรมีค่ามากหรือน้อยกว่าค่ายอมรับได้จากการออกแบบ

จาก (IACS No.27, 013) ได้กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้สำหรับการต่อเรือโดยครอบคลุมการทำงานตั้งแต่ระดับชิ้นส่วน (Unit) บล็อค (Block) และตัวเรือ (Hull) รูปที่ 2 เป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ของรูปทรงตัวเรือส่วนหัวเรือและท้ายเรือที่ ±30 มม. และ ±20 มม. ตามลำดับ พิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้บริเวณท้ายเรือ จะพบว่าตำแหน่งของแนวเพลา ณ ตำแหน่งส่วนประกอบตัวเรือบริเวณท้ายสุดอาจมีระยะสูงขึ้นหรือต่ำกว่าแนวเพลาออกแบบ 20 มม. ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนในลักษณะนี้ย่อมส่งผลกระบทต่อการติดตั้งระบบขับเคลื่อน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพิจารณาแนวทางการติดตั้งระบบขับเคลื่อนให้สัมพันธ์กับความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นจากการประกอบบล็อคท้ายเรือ

2. สาเหตุที่ขนาดและรูปทรงตัวเรือคลาดเคลื่อนจากแบบ

สาเหตุที่ทำให้ขนาดและรูปทรงตัวเรือเกิดความความเคลื่อนไปจากแบบนั้นมีหลายสาเหตุ ความคลาดเคลื่อนอาจเกิดในลักษณะการสะสม โดยความบกพร่องอาจเกิดขึ้นตั้งแต่ขั้นตอนการตัดแผ่นเหล็ก การดัด การเชื่อมประกอบชิ้นส่วนย่อย (Unit Construction) การสร้างบล็อค (Block Fabrication) และสุดท้ายคือการประกอบบล็อคตัวเรือ (Block Erection) สาเหตุของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนสามารถพิจารณาได้ 2 สาเหตุหลัก คือ การควบคุมขนาดและรูปทรงที่ขาดประสิทธิภาพ ปัจจัยแวดล้อมที่เกิดขึ้นกับบล็อคตัวเรือในระหว่างกระบวนการต่อเรือ



รูปที่ 2 *ค่าความคลาดเคลื่อนของรูปทรงตัวเรือที่ยอมรับได้ในการต่อเรือ (IACS: NO.47, 2013)*

2.1 การควบคุมขนาดและรูปทรงที่ขาดประสิทธิภาพ (Lack of Accuracy Control)

การควบคุมขนาดและรูปทรงในงานต่อเรือพิจารณาได้ว่ามีความสำคัญมาก โดยต้องมีการควบคุมขนาดและรูปทรงในทุกขั้นตอนของงานต่อเรือตั้งแต่การตัดแผ่นเหล็กไปจนถึงการประกอบบล็อคตัวเรือ ความคลาดเคลื่อนที่ลดลงได้ในแต่ละขั้นตอนย่อมสามารถลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นกับตัวเรือในลักษณะการสะสมตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้ายได้ ปัจจัยหลักที่ช่วยให้การควบคุมขนาดและรูปทรงมีความถูกต้องก็คือ ความเข้าใจในธรรมชาติของงานเชื่อมและการตรวจวัดในงานสร้างเรือ ความเข้าใจในธรรมชาติของงานเชื่อมเป็นพื้นฐานสำคัญที่ทำให้สามารถควบคุมขนาดและรูปทรงตัวเรือได้ โดยต้องมีความสัมพันธ์ของการทำงานตั้งแต่ระดับการออกแบบ (Design) จนถึงงานในการผลิต (Production) ในระดับของการออกแบบ เช่น ต้องพิจารณาผลของการหดตัวเนื่องจากการเชื่อม (Erection Shrinkage) สำหรับการกำหนดขนาดแผ่นเหล็กและเหล็กโครงสร้าง ตารางที่ 1 แสดงค่าการหดตัวเนื่องจากการเชื่อมของแผ่นเปลือกเรือและโครงสร้างตามยาว (Longitudinal) ที่ใช้งานในอู่เรือ Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering (DSME) ในส่วนของการผลิต เช่น การเสริมโครงสร้างชั่วคราว (Strong Back) เพื่อป้องการการบิดตัว (Distortion) เนื่องจากการเชื่อมต่อบล็อคตัวเรือ เมื่อเข้าใจธรรมชาติของงานเชื่อมสำหรับงานต่อเรือแล้วต่อไปก็เป็นการตรวจวัดให้การสร้างเรือมีขนาดและรูปทรงตัวเรือตรงตามแบบ

การตรวจวัดขนาดและรูปทรงจำเป็นต้องดำเนินการในทุกขั้นตอนของงานต่อเรือทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนสะสม เครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมขนาดและรูปทรงในงานต่อเรือก็ประกอบด้วยเครื่องมือระดับพื้นฐานในการวัดขนาดทั่วไป สายวัด สายดิ่ง สายยางระดับ กล้อง

ตารางที่ 1 *ค่า Standard Erection Shrinkage ที่ใช้ในการออกแบบของ Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering, DSME (เอกสารประกอบการเรียนหัวข้อ Accuracy Control Procedure: DSME, 2016)*

SHIP / Structure	VLCC, COT		CONTAINER		B/C		RO/RO	
	Plate	Longi.	Plate	Longi.	Plate	Longi.	Plate	Longi.
M.DECK	-	2E	2E	2E	2E	4E	3E	4E
S.SHELL	2E	4E	2E	4E	4E	6E	4E	6E
S.L.BHD	2E	-	2E	4E	-	-	-	-
C.L.BHD	4E	6E	-	-	-	-	-	-
D.BTM	6E	8E	6E	8E	6E	8E	6E	8E

-. Longi. Member is 2mm Longer than Plate. Because of Welding Sequence.

Theodolite เป็นต้น และเครื่องมือวัดในระบบ 3D Coordinate เช่น Total Station ซึ่งหากตัดความบกพร่องของผู้ทำการวัดแล้ว การควบคุมขนาดและรูปทรงตัวเรือด้วยระบบ 3D Coordinate จะมีความถูกต้องและมีการปฏิบัติงานที่รวดเร็วกว่าเครื่องมือวัดพื้นฐาน

2.2 ปัจจัยแวดล้อมที่เกิดขึ้นกับบล็อคตัวเรือระหว่างกระบวนการต่อเรือ

แม้ว่าจะมีการควบคุมขนาดและรูปทรงของบล็อคตัวเรือให้ตรงตามแบบได้ การนำบล็อคเหล่านั้นมาประกอบเป็นตัวเรือก็ยังมีโอกาสที่ทำให้ตัวเรือมีขนาดและรูปทรงที่ความคลาดเคลื่อนจากแบบ ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยแวดล้อมเกี่ยวข้องในกระบวนการต่อเรือ บล็อคตัวเรืออาจมีการผิดรูปได้จากปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ การขนย้ายบล็อคจากพื้นที่หนึ่งไปยังอีกพื้นที่หนึ่ง (Transport) เช่น พื้นที่สร้างบล็อคไปยังพื้นที่พ่นสี การพลิกบล็อค (Turn Over) การจัดวางบล็อคที่ไม่ได้ตำแหน่ง (Storage with Miss-Arrangement) นอกจากนี้ในการต่อบล็อคตัวเรือก็ยังอาจทำให้เกิดการผิดรูปของรูปทรงตัวเรือได้ สาเหตุของการผิดรูปดังกล่าวว่าเป็นเพราะอิทธิพลของการเชื่อมต่อบล็อคตัวเรือ น้ำหนักของบล็อคตัวเรือที่เพิ่มขึ้นในบริเวณกลางลำ การผิดรูปของบล็อคตัวเรือเองและการผิดรูปของลานต่อเรือจากการรับน้ำหนักของตัวเรือ ปัจจัยแวดล้อมทั้งหมดที่ได้กล่าวมีส่วนทำให้ตัวเรือมีการผิดรูปไป (The Society of Naval Architects of Japan: Vol 5, 1995) บล็อคท้ายเรือก็มีโอกาสที่จะเกิดการผิดรูปจากปัจจัยต่าง ๆ ในข้างต้นได้เช่นกัน

3. วิธีลดผลกระทบของความคลาดเคลื่อนในบล็อคท้ายเรือต่อการติดตั้งระบบขับเคลื่อน

เป็นสิ่งท้าทายในการควบคุมความคลาดเคลื่อนของการต่อเรือด้วยการประกอบบล็อคตัวเรือ (Modular Construction Method) เพราะมี

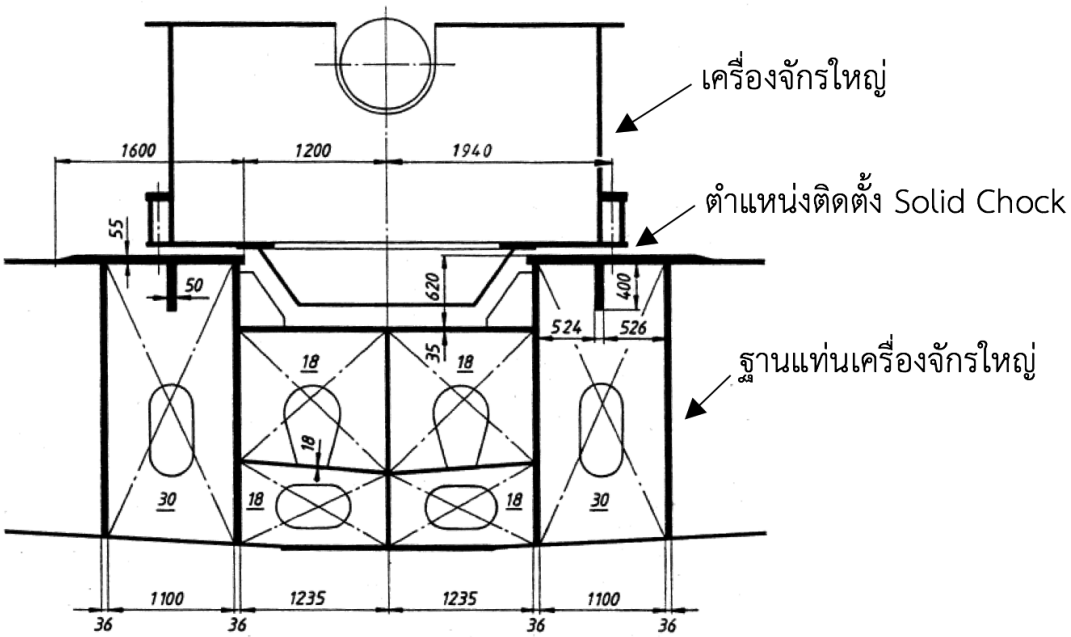
ปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้ขนาดและรูปทรงคลาดเคลื่อนไปจากแบบดังรายละเอียดที่ได้กล่าวแล้วในข้างต้น แต่เพื่อความรวดเร็วในการต่อเรือจึงจำเป็นต้องพิจารณาหาวิธีการที่สามารถจำกัดความคลาดเคลื่อนของการประกอบบล็อคตัวเรือให้อยู่ในค่าที่ยอมรับได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบล็อคท้ายเรือซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบขับเคลื่อน ความคลาดเคลื่อนจากการประกอบบล็อคท้ายเรือจะต้องอยู่ในค่ายอมรับที่สามารถติดตั้งระบบขับเคลื่อนได้ จากประสบการณ์การทำงานของผู้เขียนในฝ่ายผลิต (Production) ของกรมอู่ทหารเรือ และจากการฝึกอบรมการปฏิบัติงานด้านการต่อเรือ (On the Job Training) ที่อู่ต่อเรือ Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering (DSME) ณ สาธารณรัฐเกาหลี ทำให้มีโอกาสได้รวบรวมข้อมูลจากกระบวนการทำงานและข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยสามารถรวบรวมวิธีลดผลกระทบจากค่าความคลาดเคลื่อนของการต่อบล็อคท้ายเรือต่องานการติดตั้งระบบขับเคลื่อนได้ ดังนี้

3.1 การคาดการณ์ถึงการเปลี่ยนแปลงตัวเรือในระหว่างการประกอบบล็อคตัวเรือ

ด้วยเพราะแนวทางการต่อเรือแบบ Modular Construction Method ที่ต้องการความรวดเร็วในการต่อเรือ จึงต้องมีการติดตั้งส่วนประกอบตัวเรือ (Outfitting) ให้มากที่สุดตั้งแต่ในขั้นตอนของการสร้างชิ้นส่วนย่อย (Unit Assembly) และการสร้างบล็อคตัวเรือ (Block Assembly) เช่น พุกยึดท่อ (Pipe Support) ฐานแท่นของอุปกรณ์ (Foundation) ท่อในระบบต่าง ๆ ในส่วนของระบบขับเคลื่อนก็มีการติดตั้งส่วนประกอบตัวเรือและอุปกรณ์ในขั้นตอนการสร้างบล็อคเช่นเดียวกัน แต่เพื่อให้การติดตั้งในส่วนของระบบขับเคลื่อนไม่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงตัวเรือในระหว่างการประกอบบล็อค การดำเนินการติดตั้งจึงดำเนินการใน 2 ลักษณะ

3.1.1 การติดตั้งแบบสมบูรณ์ในขั้นตอนการสร้างบล็อคตัวเรือ ตัวอย่างของส่วนประกอบตัวเรือที่มีการติดตั้งแบบนี้ประกอบด้วย ฐานแท่นเครื่อง ฐานแท่นเกียร์ ฐานแท่นแบริ่งรับเพลาในเรือ การติดตั้งในลักษณะนี้อยู่บนพื้นฐานของการคาดการณ์ว่าการเปลี่ยนแปลงของตัวเรือในขั้นตอนการประกอบบล็อคตัวเรือมีผลต่อตำแหน่งของอุปกรณ์ดังกล่าวเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้ระดับของการเปลี่ยนแปลงตัวเรือจะไม่เกินค่าการเผื่อในการติดตั้งระบบขับเคลื่อน ตัวอย่างเช่น ระดับของฐานแท่นเครื่อง ฐานแท่นเกียร์และฐานแท่นแบริ่งรับเพลา ตำแหน่งของอุปกรณ์ของระบบขับเคลื่อนสามารถปรับให้ถูกต้องตามแบบด้วยระบบการเสริมแผ่นปรับระดับ (Solid Chock) ซึ่งในอุตสาหกรรมต่อเรือมีใช้ 2 ประเภท คือกลุ่มโลหะ Cast-Iron Foundation Chock และ Steel Foundation Chock และกลุ่ม Epoxy Resin Chock Liner รูปที่ 3 เป็นตัวอย่างตำแหน่งการติดตั้งแผ่นปรับระดับ (Solid Chock) ของเครื่องจักรใหญ่ (Rowen, 1992)

3.1.2 การติดตั้งแบบชั่วคราวในขั้นตอนการสร้างบล็อคตัวเรือ การประกอบส่วนประกอบตัวเรือแบบชั่วคราวในขั้นตอนการสร้างบล็อคตัวเรือนั้นก็จำเป็นต้องมีการตรวจสอบตำแหน่งให้เป็นไปตาม



รูปที่ 3 *ตัวอย่างระบบ Liner เพื่อปรับระดับเกียร์ (Rowen, 1992)*

การออกแบบและการประกอบแบบชั่วคราวนั้นก็ต้องแข็งแรงเพียงพอสำหรับการยกและเคลื่อนย้ายบล็อคในขั้นตอนต่าง ๆ ตัวอย่างของส่วนประกอบตัวของระบบขับเคลื่อนที่ควรติดตั้งแบบชั่วคราว เช่น โยงโย่ ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของโยงโย่ขึ้นอยู่กับการกำหนดแนวเพลาซึ่งจะดำเนินการได้หลังจากที่มีการประกอบบล็อคตัวเรือแล้วเสร็จ ดังนั้นหากทำการติดตั้งโยงโย่แบบสมบูรณ์ในขั้นตอนการสร้างบล็อค ผลของการเปลี่ยแปลงของบล็อคท้ายเรือในขั้นตอนของการประกอบบล็อคตัวเรือที่มากถึง ±20 มม. ดังที่กล่าวในข้างต้น อาจทำให้ไม่สามารถกำหนดแนวเพลาให้สัมพันธ์กับตำแหน่งศูนย์กลางของโยงโย่ได้ ดังนั้นการติดตั้งโยงโย่แบบชั่วคราวจึงทำให้การประกอบบล็อคท้ายเรือความรวดเร็วเพราะไม่ต้องคำนึงถึงตำแหน่งศูนย์กลางของโยงโย่ในขณะทำการประกอบบล็อค เพราะตำแหน่งของโยงโย่จะได้รับการปรับแต่งภายหลังจากการประกอบบล็อคตัวเรือแล้วเสร็จ ขั้นตอนการติดตั้งโยงโย่อาจแตกต่างกันไปตามความชำนาญและเครื่องมือของแต่ละอู่เรือ โดยอาจทำการเจาะตัวเรือเพื่อติดตั้งโยงโย่ภายหลังจากที่ประกอบบล็อคตัวเรือแล้วเสร็จแทนที่การติดตั้งแบบชั่วคราว แต่การดำเนินการในลักษณะนี้จะทำให้ขั้นตอนการติดตั้งเพิ่มขึ้นเนื่องจากต้องปฏิบัติงานในการยกโยงโย่ในบริเวณใต้ท้องเรือซึ่งมีพื้นที่จำกัด แต่การติดตั้งโยงโย่แบบชั่วคราวตั้งแต่ขั้นตอนการสร้างบล็อคจะมีความสะดวกเนื่องจากสามารถใช้เครนโรงงานในการช่วยประกอบได้ รูปที่ 4

รูปที่ 4 *การติดตั้ง Main Strut แบบชั่วคราว*

3.2 การประกอบบล็อคท้ายเรือโดยการอ้างอิงจากระบบขับเคลื่อน

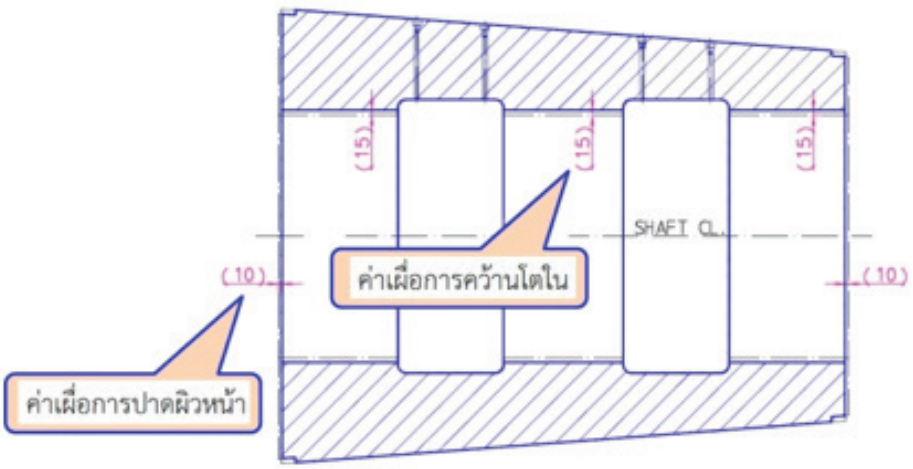
การตรวจสอบตำแหน่งกึ่งกลางของการประกอบบล็อคตัวเรือจะมีการอ้างอิงตำแหน่งการประกอบบล็อคตัวเรือจากเส้น Center Line Ground Marking (เส้นกึ่งกลางลำเรือที่ได้หมายไว้ที่พื้นของลานต่อเรือ) แต่สำหรับการประกอบบล็อคท้ายเรือซึ่งเกี่ยวข้องกับส่วนประกอบตัวเรือและอุปกรณ์ของระบบขับเคลื่อนจะต้องมีการหมายตำแหน่ง Sighting and Ground Marking เพื่อช่วยในการตรวจสอบตำแหน่งของการประกอบบล็อคท้ายเรือเพิ่มจากเส้น Center Line Ground Marking การหมายตำแหน่ง Sighting and Ground Marking ประกอบด้วยข้อมูลตำแหน่งของส่วนประกอบตัวเรือและอุปกรณ์ของระบบขับเคลื่อน เช่น ตำแหน่งอ้างอิง (Datum Point) ในการกำหนดแนวเพลาใบจักร (Shaft Line) ตำแหน่งกระบอกดีฟุต ตำแหน่งโยงโย่ ตำแหน่งดุมใบจักร ตำแหน่งศูนย์กลางของกระบอกหางเสือ ซึ่งส่วนประกอบตัวเรือและอุปกรณ์ของระบบขับเคลื่อนจะอ้างอิงมาจากตำแหน่งอ้างอิงในการกำหนดแนวเพลา (Datum Point) ดังนั้นการประกอบบล็อคท้ายเรือรวมถึงการติดตั้งส่วนประกอบตัวเรือของระบบขับเคลื่อนด้วยการ

รูปที่ 5 *Rudder Ground Marking และ การตรวจสอบตำแหน่งศูนย์กลางกระบอกหางเสือ ขณะทำการประกอบบล็อคท้ายเรือ*

อ้างอิงจากตำแหน่งให้เป็นไปตามตำแหน่งที่ได้หมายไว้ตาม Sighting and Ground Marking ก็จะมีระยะถูกต้องจากการอ้างอิงจากตำแหน่งของ Datum Point หรือถูกต้องตามการออกแบบ ระยะห่างระหว่างตำแหน่งแบริ่งรับเพลา ความสูงของเกียร์ ระยะห่างของใบจักรกับท้องเรือ มุมเพลาใบจักร และตำแหน่งหางเสือ เป็นต้น การหมายตำแหน่ง Sighting and Ground Marking จึงทำให้สามารถตรวจสอบตำแหน่งของส่วนประกอบตัวเรือของระบบขับเคลื่อนในขั้นตอนของการประกอบบล็อคท้ายเรือได้ถูกต้อง เช่น ทำให้สามารถตรวจสอบตำแหน่งของกระบอกดีฟุต (ที่ทำการติดตั้งแบบสมบูรณ์ในขั้นตอนการสร้างบล็อค) ทำให้สามารถตรวจสอบตำแหน่งศูนย์กลางของกระบอกหางเสือ รูปที่ 5 แสดงการตรวจสอบตำแหน่งศูนย์กลางกระบอกหางเสือกับตำแหน่งศูนย์กลางของหางเสือที่ได้หมายตามแบบ Sighting and Ground Marking ขณะทำการประกอบบล็อคท้ายเรือ

3.3 การเผื่อขนาดของส่วนประกอบตัวเรือเพื่อให้สามารถทำการขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกล (Machine) ภายหลังจากการประกอบบล็อคตัวเรือ

จุดประสงค์ของการเผื่อขนาดการขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกล (Machine) ให้กับส่วนประกอบตัวเรือของระบบขับเคลื่อนคือต้องการให้สามารถทำการขึ้นรูปเพื่อแก้ไขตำแหน่งของส่วนประกอบตัวเรือ ฯ



รูปที่ 6 *แสดงตัวอย่างการกำหนดค่าเผื่อการขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกลที่เป็นกระบอกดีฟุต (เอกสารประกอบการเรียนหัวข้อ Accuracy: DSME, 2016)*

ที่ได้รับผลกระทบจากความคลาดเคลื่อนของบล็อคท้ายเรือ ทั้งนี้ค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวต้องน้อยกว่าค่าเผื่อสำหรับการขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกล (Machine) ตัวอย่างเช่น การกำหนดค่าเส้นผ่าศูนย์กลางโตในของกระบอกดีฟุตในกระบวนการผลิตให้เล็กกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางที่ต้องการตามการออกแบบของการติดตั้ง (รูปที่ 6) การดำเนินการลักษณะนี้จะทำให้สามารถดำเนินการขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกลด้วยการคว้าน (Boring) เพื่อปรับตำแหน่งศูนย์กลางของกระบอกดีฟุตและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางให้เป็นไปตามแบบการติดตั้ง ทั้งนี้หากบล็อคท้ายเรือไม่มีความคลาดเคลื่อนเลยการขึ้นรูปก็เป็นการคว้านเพื่อปรับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (Concentric Boring) แต่หากมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นก็จะต้องใช้การคว้านเยื้องศูนย์ (Eccentric Boring) เพื่อแก้ไขตำแหน่งศูนย์กลางของโยงโยให้ถูกต้องตามแบบการติดตั้ง สิ่งที่สำคัญในการดำเนินการตามแนวทางนี้คือการกำหนดค่าเผื่อ ฯ ให้สัมพันธ์กับความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้น ณ ตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์นั้น ๆ

การกำหนดค่าเผื่อสำหรับการขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกล (Machine) ให้กับส่วนประกอบตัวเรือของระบบขับเคลื่อนมี 2 วิธี วิธีแรกได้จากการเก็บสถิติความคลาดเคลื่อนจากการประกอบบล็อคของการต่อเรือที่ผ่านมา ทั้งนี้ควรต้องพิจารณาตำแหน่งความคลาดเคลื่อนตัวเรือ ณ ตำแหน่งที่มีการติดตั้งส่วนประกอบตัวเรือนั้น ๆ โดยหากการเก็บสถิติได้จากเรือที่มีขนาดและรูปร่างเดียวกันก็จะทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง วิธีที่สองสำหรับกรณีที่ยังไม่มีข้อมูลเชิงสถิติของการต่อเรือ การเผื่อขนาดการขึ้นรูปดัง

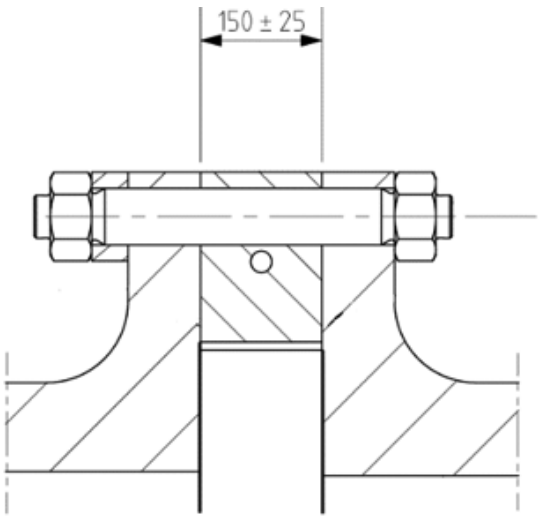
กล่าวสามารถกระทำได้โดยพิจารณาค่ายอมรับได้สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนตัวเรือ ณ ตำแหน่งติดตั้งส่วนประกอบตัวเรือของระบบขับเคลื่อน เช่น ข้อมูลที่แสดงในรูปที่ ๒ ซึ่งมีค่ายอมรับได้ของค่าความคลาดเคลื่อนที่บล็อคท้ายเรือ ±20 มม. ทำให้พิจารณาได้ว่าหากตำแหน่งโยงโย่อยู่ท้ายเรือก็จะต้องมีการกำหนดค่าเผื่อการขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกลด้วยการกำหนดให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตในของโยงโย่ในขั้นตอนการผลิตเล็กกว่าการแบบการติดตั้ง 40 มม. การปฏิบัติตามวิธีที่สองอาจทำให้มีความสิ้นเปลืองและใช้เวลาการขึ้นรูปนานกว่าวิธีแรก เพราะอาจเป็นการเผื่อที่ในค่ามากสุด แต่การกำหนดค่าเผื่อ ฯ ตามวิธีแรกก็มีข้อพิจารณาว่าข้อมูลเชิงสถิติของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวเรืออาจมีการเปลี่ยนแปลงตามลักษณะการทำงานและความชำนาญของแต่ละอู่เรือ ข้อมูลการต่อเรือจากอู่ต่อเรือหนึ่งไม่สามารถนำไปอ้างอิงเพื่อใช้กับอู่ต่อเรืออื่นได้อย่างสมบูรณ์

3.4 การออกแบบให้อุปกรณ์ในระบบขับเคลื่อนสามารถชดเชยความคลาดเคลื่อนจากการประกอบบล็อคตัวเรือ

แนวทางสุดท้ายนี้เป็นแนวคิดการออกแบบจากผู้ผลิตระบบขับเคลื่อนเพื่อให้การติดตั้งระบบขับเคลื่อนมีความอ่อนตัวตามความคลาดเคลื่อนของการประกอบบล็อคท้ายเรือ กรณีที่ระบบขับเคลื่อนประกอบด้วยระบบเพลาใบจักรที่ยาว ความยาวของเพลาใบจักรอาจต่อเนื่องในบล็อคท้ายเรือจำนวนหลายบล็อคดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งอาจทำให้ตำแหน่งของอุปกรณ์และส่วนประกอบตัวเรือของระบบขับเคลื่อนได้รับผลกระทบจากความคลาดเคลื่อนของระยะตามความยาวเรือ ผู้ผลิตระบบที่เพลาใบจักรที่มีลักษณะดังกล่าวจะออกแบบให้ติดตั้งแผ่นชดเชยระยะ (Compensate Disc) เพื่อให้สามารถปรับแต่งความยาวของระบบเพลาได้ตามลักษณะแวดล้อมของบล็อคท้ายเรือหลังจากการประกอบบล็อคตัวเรือแล้วเสร็จ รูปที่ 7 แสดงตัวอย่างของแผ่นชดเชยระยะ (Compensate Disc) ของระบบเพลาใบจักรแบบปรับพิทช์ใบจักรได้ (Controllable Pitch Propeller, CPP) โดยยอมให้มีการปรับแต่งด้วยระยะถึง ±25 มม. จากค่าออกแบบ ซึ่งระยะดังกล่าวเป็นระยะที่สัมพันธ์กับค่ายอมรับได้ของความคลาดเคลื่อนตามความยาวเรือจากการประกอบบล็อคท้ายเรือที่กำหนดให้ ±25 มม. สำหรับระยะระหว่าง After Perpendicular, AP ถึง Forward Bulkhead of the Engine Room (The Society of Naval Architects of Japan: Vol 5, 1995) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือหากระยะระหว่าง AP ถึง Forward Bulkhead of the Engine Room มีความคลาดเคลื่อนภายในค่ายอมรับที่ ±25 มม. ก็สามารถทำการปรับแต่งความหนาของแผ่นชดเชยระยะ (Compensate Disc) เพื่อให้ความยาวของเพลาใบจักรตรงตามแบบการติดตั้ง

บทสรุปและอภิปราย/ข้อเสนอแนะ

ภายใต้แนวทางการต่อเรือด้วยการประกอบบล็อค (Modular Construction Method) ที่มีการสร้างบล็อค (Block Assembly) ก่อนนำมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นลำเรือ (Block Erection) อาจทำส่งผลให้ขนาดและรูปทรงของตัวเรือเกิดความคลาดเคลื่อน ทั้งนี้อาจด้วยเหตุผลจากการ



รูปที่ 7 *ตัวอย่างแผ่นชดเชยระยะ (Compensate Disc) ของระบบเพลาใบจักรแบบปรับพิชท์ได้*

เชื่อมและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการ แม้ว่าจะมีการกำหนดค่ายอมรับได้สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนของการประกอบบล็อคตัวเรือการประกอบบล็อคท้ายเรือโดยไม่คำนึงถึงแนวทางการติดตั้งของระบบขับเคลื่อนอาจทำให้ความคลาดเคลื่อนของการประกอบบล็อคท้ายเรือส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบขับเคลื่อนได้แม้ว่าความคลาดเคลื่อนนั้นจะอยู่ในเกณฑ์ของค่าที่ยอมรับได้ก็ตาม เพื่อให้การประกอบบล็อคท้ายเรือตามแนวทางการต่อเรือแบบ Modular Construction Method สัมพันธ์กับงานติดตั้งระบบขับเคลื่อน ควรต้องพิจารณาให้การสร้างบล็อคและการประกอบบล็อคบริเวณท้ายเรือมีการดำเนินการตามแนวทางดังนี้ ให้มีการคาดการณ์ถึงการเปลี่ยนแปลงตัวเรือในระหว่างการประกอบบล็อคตัวเรือเพื่อให้พิจารณาติดตั้งส่วนประกอบตัวเรือของระบบขับเคลื่อนได้เหมาะสม ให้มีการอ้างอิงตำแหน่ง Datum Point ของระบบขับเคลื่อนในการประกอบบล็อคท้ายเรือ ให้มีการกำหนดค่าเผื่อสำหรับส่วนประกอบตัวเรือของระบบขับเคลื่อนเพื่อให้สามารถทำการขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกล (Machine) หลังจากการประกอบบล็อคตัวเรือ และสุดท้ายให้พิจารณาเลือกระบบขับเคลื่อนที่สามารถชดเชยความคลาดเคลื่อนจากการประกอบบล็อคตัวเรือได้ เพื่อให้การประกอบบล็อคท้ายเรือสามารถดำเนินการได้รวดเร็วตามแนวทางการต่อเรือแบบ Modular Construction Method งานด้านการต่อเรือและงานติดตั้งระบบขับเคลื่อนต้องมีความสัมพันธ์และต้องทำงานประสานกันอย่างใกล้ชิดเพื่อให้แน่ใจว่าความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเป็นไปตามการคาดการณ์ของงานทั้งสองระบบ

เอกสารอ้างอิง

[1] เอกสารประกอบการเรียนหัวข้อ Accuracy, หลักสูตร Accuracy Control: 7049-DSM-RTN-OJT-G-038H7049 Accuracy, การฝึกอบอบ “การถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีขั้นการสร้างเรือ”, Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering (DSME), สาธารณรัฐเกาหลี, 2016

[2] เอกสารประกอบการเรียนหัวข้อ Accuracy Control Procedure, หลักสูตร Accuracy Control: 7049-DSM-RTN-OJT-G-009H7049 Accuracy Control Procedure, การฝึกอบอบ “การถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีขั้นการสร้างเรือ”, Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering (DSME), สาธารณรัฐเกาหลี, 2016

[3] IACS, NO.47 Shipbuilding and Repair Quality Standard. Part A: Shipbuilding and Remedial Quality Standard for New Construction, IACS Rec. 1996/Rev: 7, The International Association of Classification Societies and International Association of Classification Societies Limited June 2013

[4] Rowen L. Alan, Ed: Roy L Harrington, Marine Engineers, ISNB: 0-939773-10-4, N.J., USA, 1992

[5] The Society of Naval Architects of Japan, Shipbuilding Technology Series: Hull Construction Part, Fabrication Volume. 3, กรมพัฒนาการช่าง, กรมอู่ทหารเรือ. 1995

[6] The Society of Naval Architects of Japan, Shipbuilding Technology Series: Hull Construction Part, Erection Volume. 5, กรมพัฒนาการช่าง, กรมอู่ทหารเรือ. 1995