มอร. 530 – 0002 – 0966

การทดลองอัดน้ำระบบท่อทางของเรือหลวง

มาตรฐานงานช่างกรมอู่ทหารเรือ

มอร. 530 – 0002 - 0966

การทดลองอัดน้ำระบบท่อทางของเรือหลวง

แก้ไขครั้งที่ ๑ เมื่อ ก.ย.๖๖

แก้ไขครั้งที่ ..... เมื่อ .....

แก้ไขครั้งที่ ..... เมื่อ .....

ประกาศกรมอู่ทหารเรือ
เรื่อง กำหนดมาตรฐานงานช่างกรมอู่ทหารเรือ
พ.ศ.๒๕๖๖

อาศัยอำนาจตามความในข้อ ๗.๓ และข้อ ๑๒ แห่งระเบียบกรมอู่ทหารเรือว่าด้วยมาตรฐานงานช่าง พ.ศ ๒๕๕๑ เจ้ากรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหารเรือ จึงกำหนดมาตรฐานงานช่าง กรมอู่ทหารเรือ หมายเลข มอร. ๕๓๐-๐๐๐๒-๐๙๖๖ การทดลองอัดน้ำระบบท่อทางของเรือหลวง ไว้ดังรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๒๗ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๖

พลเรือตรี
(กริช ขันธอุบล)
เจ้ากรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหารเรือ

รายการแก้ไข

หมายเลขหน้า การแก้ไขครั้งที่

บันทึกการแก้ไข

วัน เดือน ปี	รายการแก้ไข

มอร. 530 – 0002 – 0966

มาตรฐานงานช่างกรมอู่ทหารเรือ

การทดลองอัดน้ำระบบท่อทางของเรือหลวง

เอกสารอ้างอิงและคำแนะนำทางช่างที่อ้างอิง

1. Lloyd, Rules and Regulations for the Classification of Naval Ships, Volume 2, Part 7, Chapter 1, January 2023.

2. Naval Ships' Technical Manual (NSTM), Chapter 505 Piping Systems, Revision 4, January 2008.

3. Dnv, Rules and Classification of Ships, Part 4 Chapter 6, Piping Systems, July 2008.

4. Asme Code For Pressure Piping, B31, An American National Standard, Power Piping, 2001

5. Navsea 0901-LP-480-0002, Naval Ship's Technical Manual, Chapter 9480, Piping Systems, Change 12, June 1984.

6. Germanischer Lloyd, Rules for the Classification and Construction of Seagoing Steel Ships, Vol. 2, Chapter 3 – Machinery Installations, Hamburg, West Germany, 1980

เอกสารประกอบที่แนบ

ไม่มี

ความมุ่งหมาย

การจัดทำมาตรฐานงานช่างกรมอู่ทหารเรือ ว่าด้วยการทดลองอัดน้ำระบบท่อทางของเรือหลวง มีความมุ่งหมายเพื่อใช้เป็นแนวทางในการทดสอบความแข็งแรงและตรวจสอบรูพรุนต่างๆ (Strength and Porosity) ของท่อทางที่สร้างขึ้นใหม่และตรวจสอบท่อที่มีอยู่เดิมของระบบท่อทาง ภายหลังการซ่อมทำ เพื่อให้แน่ใจว่าท่อทางที่ผ่านการซ่อมทำหรือเชื่อมในโรงงานของ อร. จะไม่มีการรั่วไหล มีความแข็งแรง และเมื่อนำไปติดตั้งบนเรือ จะมีความปลอดภัยเมื่อใช้งาน

ขอบเขต

เอกสารฉบับนี้ครอบคลุมเฉพาะท่อทางที่ติดตั้งอยู่ภายนอกเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ภายในเรือ ที่เป็นส่วนที่เรียกตามภาษาอังกฤษว่า Pipeline เท่านั้น มิได้รวมท่อทางภายในเครื่องจักรและอุปกรณ์ของระบบ เช่น ท่อภายในหม้อน้ำหรือเครื่องกลั่นน้ำกำลังดันสูง เป็นต้น

คำนิยาม

1. ระบบท่อทาง (Piping System) หมายถึง ท่อทาง และอุปกรณ์ที่มาเชื่อมต่อโดยตรงกับท่อทาง เช่น เครื่องสูบและอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) เป็นต้น ทั้งนี้ไม่รวมถึงเครื่องจักรหลักๆ ภายในเรือ เช่น เครื่องจักรใหญ่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และเกียร์ เป็นต้น DNV 2008 หน้า 1

2. อุปกรณ์ท่อ (Pipe Fittings) หมายถึง ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เป็นส่วนของระบบท่อทาง (Piping System) เพื่อให้ระบบท่อโดยส่วนรวมสามารถทำงานตามที่ออกแบบไว้ได้ อุปกรณ์ท่อ ได้แก่ ลิ้นทุกชนิด ข้อต่อ ข้องอ หน้าแปลนท่อ และแหวนยึดท่อ (Clamp) เป็นต้น

3. กำลังดันใช้งานสูงสุดที่ยอมให้ (Maximum allowable working pressure; P_e) คือ กำลังดันใช้งานสูงสุดที่ยอมให้เกิดขึ้นในระบบท่อทาง โดยที่ยังไม่เกิดอันตรายระบบท่อทางและอุปกรณ์ท่อ และของไหลที่เดินในท่อยังไม่ได้ถูกขัดขวางจนถึงขั้นที่ทำให้การทำงานของระบบนั้นๆ ผิดปกติ

4. กำลังดันออกแบบ (Design pressure; P_c) คือ กำลังดันของไหลภายในท่อ ที่ใช้ในการคำนวนเพื่อเลือกความหนาของผนังท่อและเพื่อเลือกประเภทของอุปกรณ์ท่อ โดยปกติที่กำลังดันนี้ผู้ออกแบบจะกำหนดให้เป็นจุดที่อุปกรณ์ป้องกันความเสียหาย (Safety equipment) เริ่มทำงาน เช่น ลิ้นนิรภัยจะเปิด ทางน้ำกลับของสูบจะเปิด หรือลิ้นลดกำลังดันเปิด เป็นต้น กำลังดันออกแบบนี้จะต้องไม่น้อยกว่ากำลังดันสูงสุดในระบบ โดยกำลังดันออกแบบนี้ จะใช้เป็นค่าอ้างอิงในการทดลองอัดน้ำ โดยนำไปเทียบกับกำลังดันทดสอบ

5. กำลังดันสูงสุดในระบบ (System maximum Pressure; P_{Max}) คือ กำลังดันสูงสุดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในระบบ ทั้งในขณะใช้งานปกติหรือการเกิดความผิดปกติ (โดยอุบัติเหตุหรือเมื่ออุปกรณ์ท่อตัวใดตัวหนึ่งหยุดทำงาน) หรือในกรณีฉุกเฉิน

6. กำลังทดสอบ (Test Pressure; P_{Test}) คือ กำลังดันของน้ำที่ใช้ทดสอบท่อและอุปกรณ์ของท่อในการทดลองอัดน้ำ (Hydrostatic Test)

7. การทดลองอัดน้ำ (Hydrostatic Test) คือ การทดลองความต้านทานต่อกำลังดันในการอัดน้ำของระบบท่อทางหรือส่วนประกอบอื่นๆ จุดที่ท่อเชื่อมต่อกัน และแนวเชื่อมบนท่อทาง โดยให้มีกำลังดันคงที่ในระบบและทิ้งไว้เป็นระยะเวลาอันหนึ่ง ท่อที่ใช้การได้จะต้องไม่มีการรั่วไหลที่บริเวณหน้าแปลน รวมทั้งข้อต่อต่าง ๆ และแนวเชื่อมทุกแนวเชื่อม รวมทั้งไม่เกิดการผิดรูปของท่อทาง (Deformation) การทดลองอัดน้ำนี้อาจทำในโรงงานหรือสามารถทำในเรือ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของท่อเก่า หรือตรวจสอบความมั่นคงของงานเดินท่อ โดยการนำท่อใหม่ที่ผ่านการทดสอบในโรงงานแล้วมาต่อกันด้วยหน้าแปลนบนเรือ

8. ท่อทางใหม่ (Newly Constructed Pipeline) หมายถึง ท่อทางที่ถูกสร้างขึ้นและติดตั้งในเรือที่สร้างใหม่ หรือท่อทางที่มีการเปลี่ยนแปลงระบบท่อทางทั้งระบบบนเรือเก่า

9. ท่อทางเก่า (Existing Pipeline) หมายถึง ท่อทางที่ใช้งานอยู่แล้วในเรือ ไม่ว่าจะได้รับการเปลี่ยนแปลงบางส่วนของระบบท่อทาง ในขณะที่ทำการตรวจสอบหรือไม่ก็ตาม

กล่าวโดยทั่วไป

ท่อทางทุกชนิดที่ได้มีการเชื่อมในโรงงาน รวมทั้งอุปกรณ์ที่ได้สร้างขึ้นเองในโรงงานของ อร. ยกตัวอย่าง เช่น ลิ้นชนิดต่างๆ, Sea chest, กับดักน้ำตก และหม้อกรองต่างๆ เป็นต้น จะต้องผ่านการทดลอง

อัดน้ำในโรงงานเสียก่อน เพื่อให้แน่ใจว่าท่อและอุปกรณ์ท่อดังกล่าวมีความแข็งแรงและปลอดภัย เพียงพอสำหรับใช้ในระบบท่อทางบนเรือ สำหรับอุปกรณ์ท่อ ถ้าได้เคยผ่านการทดลองอัดน้ำมาแล้ว หรือมีเอกสารรับรองจากต่างประเทศที่เชื่อถือได้ ก็ให้ยกเว้นการทดลองอัดน้ำทั้งระบบหรือบางส่วนของระบบ ในส่วนของจุดประสงค์ของการทดลองอัดน้ำบนเรือนั้น ก็เพื่อตรวจสอบความแข็งแรงของหน้าแปลนหรือการเชื่อมต่อกันของท่อแต่ละท่อ หรือระหว่างท่อกับอุปกรณ์ท่อ

สำหรับท่อทางเก่า ส่วนที่ได้รับการเปลี่ยนใหม่นั้น จะต้องผ่านการทดลองอัดน้ำในโรงงานช่างท่อ โรงงานช่างหม้อน้ำ หรือโรงงานโลหะแผ่น (กรณีการอัดน้ำที่ อจปร.) และเมื่อนำส่วนที่จะเปลี่ยนมาประกอบเข้ากับระบบท่อทางบนเรือ ก็จะต้องทำการอัดน้ำบนเรือด้วยเช่นกัน

<u>แนวทางการปฏิบัติของเจ้าหน้าที่</u>

1. เจ้าหน้าที่ของโรงงานช่างท่อหรือโรงงานที่มีหน้าที่ของแต่ละอู่ เป็นผู้ดำเนินการ และเมื่อท่อและอุปกรณ์ท่ออยู่ภายใต้กำลังดันเป็นเวลานานตามเกณฑ์แล้ว ให้เจ้าหน้าที่กองควบคุมคุณภาพไปทำการตรวจสอบและบันทึกผล ในกรณีที่ไม่สะดวกที่จะทำการอัดน้ำในโรงงาน ให้เจ้าหน้าที่กองควบคุมคุณภาพเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดหาสถานที่ทำการทดลอง
2. การปฏิบัตินี้จะต้องกระทำทั้งเมื่อทดลองอัดน้ำในโรงงาน และการทดลองอัดน้ำระบบท่อทางบนเรือ
3. ในระหว่างกระบวนการทดลองอัดน้ำ เจ้าหน้าที่จะต้องพึงระมัดระวังการแตกหรือฉีกของท่อทางที่อาจทำให้เกิดการบาดเจ็บของเจ้าหน้าที่ได้

<u>น้ำและอุปกรณ์ในการทดลอง</u>

1. น้ำที่ใช้จะต้องเป็นน้ำจืดที่สะอาดพอที่จะไม่ทำให้ท่อทางเกิดสกปรกจนใช้งานไม่ได้ และไม่มีฤทธิ์กัดกร่อนต่อวัสดุที่ใช้ทำท่อทาง
2. หากมีความจำเป็นที่จะต้องใช้น้ำทะเล จะต้องขอความเห็นชอบจากกองออกแบบหรือกองควบคุมคุณภาพเสียก่อน
3. การทดลองอัดน้ำจะเริ่มต้นได้นั้น จะต้องรอให้อุณหภูมิของท่อทางและน้ำอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน หากอัดน้ำเข้าท่อทางโดยที่อุณหภูมิน้ำและท่อแตกต่างกันมาก ระบบท่อทางอาจเกิดความเสียหายได้Lloyd

<u>อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองอัดน้ำ</u>

1. เกจวัดกำลังดัน
2. สูบมือหรือสูบชนิดอื่นที่สามารถให้กำลังดันสูงเพียงพอ และมีความเหมาะสมต่อการทดลอง
3. ฝาปิดปลายท่อและ Adapter ที่สามารถต่อท่อคนละขนาดให้เข้ากันได้
4. เครื่องมือจับเวลา

<u>กำลังดันที่ใช้ในการทดลองอัดน้ำ</u>

1. ท่อโดยทั่วไปใช้กำลังดันทดสอบ

P_{Test} = $2\ P_c$ สำหรับการทดลองอัดน้ำในโรงงาน

และ P_{Test} = 1.5 P_c สำหรับการทดลองอัดน้ำบนเรือ

แต่ P_{Test} ของทั้งสองกรณีต้องไม่น้อยกว่า 3.5 Bar หรือ 50 psi. (lb./in^2)

2. ท่อเหล็กและอุปกรณ์ท่อที่จะใช้กับระบบที่ของไหลมีอุณหภูมิใช้งานสูงกว่า 300 °C จะต้องใช้กำลังดันที่คำนวณจากสูตร

P_{Test} = 1.5 (σ_{100}/ σ_t) P_c สำหรับการทดลองอัดน้ำทั้งสองกรณี

โดยที่ σ_{100} คือ ความเค้นที่ยอมให้ที่ 100°C

σ_t คือ ความเค้นที่ยอมให้ ณ อุณหภูมิใช้การ

แต่ P_{Test} จะต้องมีค่าไม่เกิน 2 เท่าของ P_c โดยเจ้าหน้าที่ควบคุมการทดลองอัดน้ำ อาจกำหนด P_{Test} = 1.5 Pc เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงการเกิดความเค้น จนทำให้ท่อเกิดการผิดรูปหรือแตกได้

3. ท่อระบบน้ำมันไฮดรอลิกส์ของระบบเครื่องหางเสือ

3.1 การทดลองอัดน้ำในโรงงาน ให้ใช้กำลังดัน

P_{Test} = 2 P_c Bar ถ้า P_c ไม่เกิน 69 Bar

P_{Test} = P_c + 69 Bar ถ้า P_c มากกว่า 69 Bar

3.2 การทดลองอัดน้ำบนเรือ ให้ใช้กำลังดัน

P_{Test} = 1.5 P_c Bar ถ้า P_c ไม่เกิน 69 Bar

P_{Test} = P_c + 35 Bar ถ้า P_c มากกว่า 69 Bar

4. ระบบอากาศอัด (Compressed Air System) ให้ใช้ค่า P_{Test} ตามข้อ 1. ถ้า P_c ของระบบไม่เกิน 24 Bar ในกรณีที่ P_c ของระบบมีค่าสูงกว่า 24 Bar ให้ใช้

P_{Test} = P_c + 110 Bar สำหรับการอัดน้ำในโรงงาน

P_{Test} = 1.5 P_c สำหรับการอัดน้ำบนเรือ

5. ท่อทางที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน น้อยกว่า 50 mm. ให้อยู่ในดุลพินิจของผู้ควบคุมการอัดน้ำว่าจะกำหนดค่า P_{Test} ที่เท่าไร

หมายเหตุ 1 Bar = 14.51 lb./in^2

เวลาที่ใช้ในการทดลองอัดน้ำ

1. **สำหรับการอัดน้ำในโรงงาน** การทดลองจะต้องทิ้งให้ท่อหรืออุปกรณ์อยู่ภายใต้กำลังดันไม่น้อยกว่า 30 นาที หากเจ้าหน้าที่ควบคุมคุณภาพสังเกตว่า น่าจะมีรูพรุนในแนวเชื่อม อาจสั่งการให้รอนานขึ้นอีกก็ได้ ในกรณีของท่อและอุปกรณ์ที่สร้างด้วยอัลลอยของทองแดงและนิเกิลที่สร้างโดยมีการเชื่อม จะต้องทิ้งให้อยู่ภายใต้กำลังดันไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

2. **สำหรับการอัดน้ำของระบบท่อทางบนเรือ** การทดลองอัดน้ำนั้น จะต้องใช้เวลานานไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

3. **ในกรณีท่อทางของระบบที่เป็นสูญญากาศ** ในปัจจุบันมีระบบท่อทางด้านกลจักรบางระบบ ที่ทำงานโดยที่กำลังดันของไหลในท่อมีค่าต่ำกว่าความดันบรรยากาศ ท่อทางและอุปกรณ์ของระบบจะต้องผ่านการอัดน้ำในโรงงานเช่นที่กล่าวมาแล้ว แต่การทดสอบของระบบบนเรือ ให้ใช้วิธีสร้าง vacuum เท่ากับวัคกัมใช้งานแทนการอัดน้ำบนเรือ และทิ้งไว้ให้มี vacuum ในระบบไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง

<u>การเตรียมการก่อนการทดสอบ</u>

1. บริเวณจุดเชื่อมต่อต่างๆ ของท่อทาง รวมถึงแนวเชื่อม จะต้องไม่มีฉนวนกันความร้อนห่อหุ้มอยู่ เพื่อให้เจ้าหน้าที่สามารถมองเห็นจุดรั่วไหล ขณะทำการทดลองอัดน้ำ
2. ท่อทางที่ถูกออกแบบไว้ใช้สำหรับแก๊สหรือไอระเหย อาจจำเป็นต้องพิจารณาจัดเสาค้ำหรืออุปกรณ์รับน้ำหนักชั่วคราว ขณะทดลองอัดน้ำบนเรือ
3. การทดลองอัดน้ำท่อทางโลหะที่อุณหภูมิต่ำ มีโอกาสที่จะทำให้ท่อทางแตกและเสียหายได้ ดังนั้นจะต้องมีความระมัดระวังในเรื่องนี้
4. อุปกรณ์ประกอบต่างๆ บนระบบท่อทาง ให้แยกออกจากระบบท่อทาง (Disconnect or Blank) ก่อนการทดสอบ
5. ควรติดตั้งอุปกรณ์ระบายกำลังดัน (Pressure Relief Device) และตั้งค่าไว้ที่ 1.33 เท่าของกำลังดันทดลองอัดน้ำ เนื่องจากการอัดน้ำท่อทางที่ใช้ระยะเวลานาน อาจทำให้เกิดการขยายตัวทางความร้อนของท่อทาง (Thermal expansion) และส่งผลให้ท่อทางเสียหายได้

<u>กรรมวิธีอัดน้ำในโรงงาน</u>

วิธีการอัดน้ำในโรงงานมีดังต่อไปนี้

1. เจ้าหน้าที่ช่างท่อหรือโรงงานที่มีหน้าที่ของแต่ละอู่ เตรียมน้ำให้มีปริมาณเพียงพอกับปริมาณภายในของท่อทั้งหมดที่จะทดลอง
2. นำท่อทั้งหมดที่ทดลองอัดน้ำในแต่ละครั้งมาต่อหน้าแปลนในลักษณะการต่ออนุกรม โดยมิให้มีการรั่วไหลที่หน้าแปลนทุกหน้าแปลน
3. เจ้าหน้าที่ผู้ทดสอบจะต้องจัดหาหน้าแปลนและ Adapter ที่สามารถต่อท่อต่างขนาดกันมาให้พร้อมตลอดจนเตรียมจัดหาสูบน้ำที่มีเกจวัดกำลังดัน และอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการรักษาให้ท่ออยู่ภายใต้กำลังดันทดสอบได้เป็นเวลานานเท่าที่ต้องการ
4. เจ้าหน้าที่ทดลองคอยสังเกตว่ามีการรั่วไหลที่รอยเชื่อมใดๆ หรือไม่ ถ้าพบว่ามีการรั่วไหลอย่างแน่ชัด ให้ทำเครื่องหมายบริเวณรอยเชื่อมที่เกิดการรั่วไหล แล้วแจ้งให้เจ้าหน้าที่กองควบคุมคุณภาพทราบ
5. การทดลองอัดน้ำของอุปกรณ์ท่อให้ใช้หลักการเดียวกันคือ นำอุปกรณ์ท่อมาต่อเป็นอนุกรม แต่ห้ามมิให้ต่อท่อและอุปกรณ์ท่อรวมกัน
6. เมื่อเริ่มทำการทดลองอัดน้ำให้แจ้งเจ้าหน้าที่กองควบคุมคุณภาพ ให้ทราบว่าการทดลองจะเสร็จเมื่อไหร่ เพื่อที่เจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมคุณภาพมีเวลาเตรียมตัว และวางแผนการทำงานได้เหมาะสม
7. เจ้าหน้าที่กองควบคุมคุณภาพตรวจการรั่วไหลเฉพาะตามแนวเชื่อมต่างๆ เมื่อพบการรั่วไหลหรือได้รับแจ้งจากเจ้าหน้าที่โรงงานช่างท่อว่ามีการรั่วไหลที่ใดให้ทำบันทึกไว้ หลังจากนั้นให้เจ้าหน้าที่เก็บตัวอย่าง

รอยเชื่อมแบบสุ่ม เฉพาะที่ไม่มีการรั่วไหลไปทำการฉายเอ็กซเรย์ การเก็บตัวอย่างให้ถือเกณฑ์ตามตารางที่ 1, 2 สำหรับท่อที่สร้างจากโลหะผสมของทองแดง-นิเกิล และท่อทองแดง ส่วนท่อที่สร้างด้วยเหล็กไม่ต้องสุ่มตัวอย่างไปฉายรังสีเอ็กซ์ ยกเว้นท่อทางของระบบไอน้ำและใช้เกณฑ์ตามตารางที่ 2

ตางรางที่ 1

การสุ่มตรวจสอบรอยเชื่อม, เกณฑ์การยอมรับได้และการแก้ไขรอยเชื่อมของท่อทองแดงผสมนิเกิล

N = จำนวนรอยเชื่อมของทุกท่อที่ทำการอัดน้ำรวมกัน

n = จำนวนรอยเชื่อมที่สุ่มมาฉายรังสีเอ็กซ์

c = จำนวนรอยเชื่อมที่ยอมให้มีตำหนิจากจำนวนที่สุ่มมาฉายรังสีเอ็กซ์

N	n	c
2 – 7	N	0
8 – 15	N หรือ 13	1
16 – 90	N หรือ 13	1
91 – 150	20	2
151 – 280	32	3
มากกว่า 280	60	5

ตางรางที่ 2

การสุ่มตรวจสอบรอยเชื่อม, เกณฑ์การยอมรับได้และการแก้ไขรอยเชื่อมของท่อทองแดงและท่อไอน้ำฯ

N	n	c
2 – 15	2	1
16 – 25	3	1
26 – 90	5	1
21 – 150	8	1
151 – 500	13	2

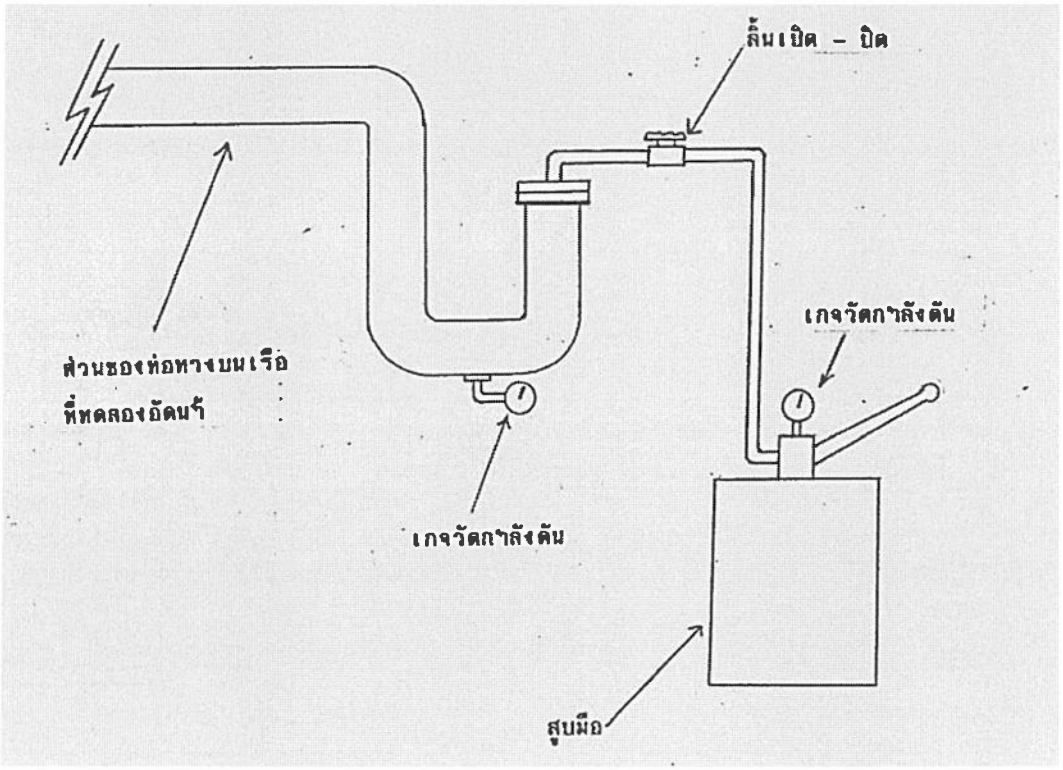
การทดลองอัดน้ำของระบบท่อทางบนเรือ

เจ้าหน้าที่ทดสอบติดตั้งสูบมือ และต่อท่อเข้ากับระบบท่อทางของเรือ รวมทั้งติดตั้งเกจวัดกำลังดัน โดยดูตามรูปที่ 1

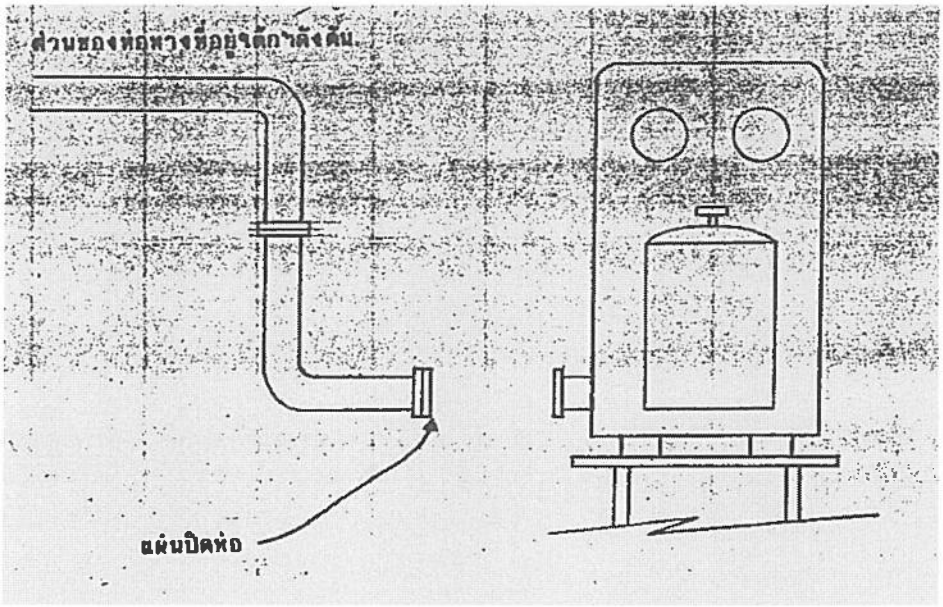
1. ระบบท่อทางใหม่จะต้องกระทำตลอดทั้งระบบ ในส่วนของระบบท่อทางเก่านั้น ให้โรงงานช่างท่อหรือโรงงานช่างซ่อมหม้อน้ำเป็นผู้พิจารณาว่าจะทดลองอัดน้ำเฉพาะส่วนของท่อทางที่เปลี่ยนแปลงใหม่ หรือจะทดลองทั้งระบบท่อทางนั้นๆ ถ้ามีข้อสงสัยด้านเทคนิค ให้สอบถามกองออกแบบกลจักรหรือกองแผนและประมาณการช่าง เพื่อร่วมพิจารณาหาข้อยุติ

2. เนื่องจากจุดประสงค์ของการทดลองอัดน้ำนั้น เพื่อตรวจสอบแข็งแรงของหน้าแปลนต่างๆ ดังนั้นส่วนใดของระบบท่อทางที่อาจจะเกิดอันตราย เนื่องจากการมีน้ำเข้าไปภายในหรืออันตรายจากกำลังดันของน้ำที่ใช้ทดลอง ให้เจ้าหน้าที่ปลดออกจากระบบ โดยการปลดที่หน้าแปลนและใช้แผ่นปิดท่อ แล้วกวดสลักให้ยึดให้แน่น (ดูรูปที่ 2)

3. ระหว่างการทิ้งให้มีการกำลังดันค้างอยู่ในระบบท่อทาง ให้สังเกตการรั่วไหลที่หน้าแปลนทุกหน้าแปลน ถ้าพบว่ามีการรั่วไหลให้กวดสลักยึดเข้าไปอีก ถ้าไม่สามารถหยุดการรั่วไหลได้ ให้หยุดการทดลองแล้วเปลี่ยนหน้าแปลนใหม่ แล้วเริ่มทดลองอีกครั้ง เมื่อไม่มีการรั่วไหลอีกต่อไปให้แจ้งเจ้าหน้าที่กองควบคุมคุณภาพมาตรวจสอบและรับรองผล เมื่อเวลาผ่านไปแล้ว 2 ชั่วโมง



<u>รูปที่ 1</u> การต่อท่อจากสูบมือเข้าระบบท่อทาง



รูปที่ 2 การแยกอุปกรณ์ที่อาจเป็นอันตรายจากการทดลองอัดน้ำออกจากระบบท่อทาง (การถอด Flexible Coupling ออก)

ระบบท่อทางที่มีกำลังดันใช้การสูง

ระบบท่อทางที่มีกำลังดันใช้การสูงเกินขีดความสามารถของสูบน้ำ จะทำกำลังดันทดลองอัดน้ำบนเรือได้ ให้ปฏิบัติดังนี้

1. ติดตั้งท่อทางและอุปกรณ์ให้เสร็จทั้งระบบ
2. ในกรณีอุปกรณ์ท่อหรือเครื่องจักรอาจเป็นอันตราย เนื่องจากการทดสอบให้ใช้กำลังดันใช้การทำการทดสอบแทน และทิ้งให้ระบบท่อทางมีกำลังดันค้างไว้ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง
3. ตรวจสอบการรั่วไหลโดยการใช้น้ำยาพ่นที่หน้าแปลนหรือข้อต่อต่างๆ ร่วมกับการอ่านค่าของเกจวัดกำลังดันของระบบ

การทดสอบระบบท่อทางที่ทำงานด้วยสุญญากาศ (Vacuum) บนเรือ

ท่อทางของระบบท่อทางที่ทำงานด้วยสุญญากาศ ให้ปฏิบัติเหมือนแนวทางการทดลองอัดน้ำทุกประการ แต่ให้ทดลองโดยทำให้เกิดสุญญากาศ (เท่ากับค่าใช้งาน) แทนการอัดน้ำและทิ้งให้ระบบอยู่ภายใต้สุญญากาศเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง

การบันทึกผล

เจ้าหน้าที่กองควบคุมคุณภาพจัดทำแบบฟอร์มสำหรับบันทึกข้อมูลท่อและอุปกรณ์ที่ทำการทดลองอัดน้ำ แบบฟอร์มดังกล่าวจะต้องสามารถใช้บันทึกข้อมูลดังต่อไปนี้

- **สำหรับท่อทาง (Pipeline)**
  - หมายเลขท่อในแต่ละกลุ่มที่ทำการอัดน้ำ
  - ขนาดของท่อ

- จำนวนรอยเชื่อมในแต่ละท่อ
- จำนวนหน้าแปลน
- หมายเลข Section บนเรือที่ท่อจะถูกนำไปติดตั้ง
- หมายเลขแบบ (Drawing)
- หมายเลขของรอยเชื่อมที่สุ่มตัวอย่างไปฉายรังสีเอ็กซ์
- ชนิดของวัตถุ
- ระบบท่อทาง (ระบบน้ำจืด, ระบบน้ำทะเลดับไฟ)
- หมายเลขกลุ่มของท่อที่นำมาอัดน้ำร่วมกัน
- กำลังดันน้ำที่ใช้ในการทดลอง
- วันที่ทำการทดลอง

➢ <u>สำหรับอุปกรณ์ท่อ (Piping Fitting)</u>

- ชื่ออุปกรณ์ (ลิ้นหรือหม้อกรอง ฯลฯ)
- ขนาด
- ระบบท่อทาง
- หมายเลขแบบ (Drawing)
- ชนิดของวัสดุ
- ตำแหน่งบนเรือ
- กำลังดันน้ำที่ใช้ในการทดลอง
- วันที่ทำการทดลอง

<u>**หมายเหตุ**</u> ตัวอย่างแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลท่อแสดงไว้ในผนวก ก.

<u>**เกณฑ์การตัดสินรอยเชื่อม**</u>

1. การทดลองอัดน้ำท่อทางในโรงงาน จะต้องไม่ปรากฏว่ามีรอยเชื่อมใดมีน้ำซึมออกมาได้ รอยเชื่อมใดมีความชื้นอยู่เสมอ แม้จะพยายามเช็ดด้วยผ้าแห้ง ก็ให้ถือว่ามีการรั่วไหล

2. การตรวจรอยเชื่อมท่อด้วยรังสีเอ็กซ์ จำนวนรอยเชื่อมที่มีรอยบกพร่อง (Defect) ซึ่งไม่เกินค่าที่ยอมได้ตามตารางที่ 1 และ 2 ให้ซ่อมรอยเชื่อมนั้น และฉายรังสีเอ็กซ์ใหม่ ถ้าไม่พบตำหนิอีก ให้ถือว่ารอยเชื่อมของท่อชุดนั้นไม่มีตำหนิและยอมรับได้ หากจำนวนรอยเชื่อมที่มีรอยบกพร่องสูงเกินเกณฑ์ จะต้องนำรอยเชื่อมทุกรอยจากทุกท่อที่ทำการทดลองอัดน้ำมาตรวจสอบด้วยรังสีเอ็กซ์อีกครั้ง และต้องแก้ไขทุกรอยเชื่อมที่พบรอยบกพร่อง

3. การทดลองอัดน้ำอุปกรณ์ท่อในโรงงาน

3.1 จะต้องไม่มีน้ำซึมออกมาที่ทุกรอยเชื่อมหรือบริเวณอื่น

3.2 จะต้องไม่มีการรั่วไหลที่บ่าลิ้น (Valve Seat)

3.3 จะต้องไม่มีการรั่วไหลผ่านแป๊กกิ้งของลิ้น (หากมีการรั่วไหลจะปรากฏให้เห็นภายใน 15 นาที)

4. การทดลองอัดน้ำเพื่อทดสอบการต่อหน้าแปลนบนเรือ จะต้องไม่มีการรั่วไหลที่หน้าแปลนทุกๆ หน้าแปลน

5. การทดลองรักษาวัคกัมในระบบท่อทางที่ทำงานด้วยสุญญากาศ ค่าของวัคกัมจะต้องไม่ลดลงเกิน 20 % ของค่าที่เริ่มการทดลอง ภายในช่วงเวลาการทดลองไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง

<u>การทำเครื่องหมาย</u>

1. ท่อที่ผ่านการทดสอบอัดน้ำในโรงงานแล้ว ให้เจ้าหน้าที่กองควบคุมคุณภาพทำเครื่องหมายที่ท่อ และเจ้าหน้าที่โรงงานช่างท่อจะต้องจัดการอุดหัวท้ายท่อ ด้วยเศษผ้าอย่างแน่นหนา

2. อุปกรณ์ท่อที่ผ่านการทดลองอัดน้ำในโรงงานแล้ว ให้เจ้าหน้าที่กองควบคุมคุณภาพตอก เครื่องหมายแสดงว่าผ่านการรับรองแล้วไว้ที่อุปกรณ์นั้นๆ

ผนวก ก.

ตัวอย่างแบบฟอร์มบันทึกข้อมูลท่อ

เรือหลวง.....เจ้าหน้าที่ กคภ. ลงนาม.....วันที่.....

.....

วัสดุทำท่อ.....แผ่นที่.....

.....

หมายเลขท่อ	ขนาดท่อ (มม.)	หมายเลขชุด	หมายเลขระบบท่อทาง	กำลังดันทดสอบ	จำนวนรอยเชื่อม	จำนวนหน้าแปลน	หมายเลข Section	หมายเลขแบบ	หมายเลขรอยเชื่อมสุ่ม

ผนวก ข.

ตัวอย่างการกรอกแบบฟอร์มบันทึกข้อมูลท่อ

เรือหลวง บางระจัน เจ้าหน้าที่ กคภ. ลงนาม น.อ.วีระวัฒน์ กลัดอ่ำ วันที่ ๓ มี.ค.๖๖

วัสดุทำท่อ CuNi 10Fe แผ่นที่ ๑

หมายเลขท่อ	ขนาดท่อ (มม.)	หมายเลขชุด	หมายเลขระบบท่อทาง	กำลังดันทดสอบ	จำนวนรอยเชื่อม	จำนวนหน้าแปลน	หมายเลข SECTION	หมายเลขแบบ	หมายเลขรอยเชื่อมสุ่ม
1	57 x 1.5	3	4430	15 Bar	6	2	II	4320-01.00	1 AB
2	57 x 1.5	3	4430	"	8	-	II	"	
3	76 x 2	3	4430	"	4	2	II	"	2AB, 3AB, 4AB
4	89 x 2	3	4430	"	11	3	II	"	
5	76 x 2	3	4430	"	4	2	III	"	5AB, 6AB, 7AB
6	76 x 2	3	4430	"	4	4	III	"	
7	76 x 2	3	4430	"	5	*	III	"	8 AB
8	57 x 1.5	3	4430	"	4	3	IV	"	
9	38 x 1.5	3	4450	13.5 Bar	4	3	V	4550-01.00	
10	44.5 x 1.5	3	4450	"	5	-	V	"	9AB, 10AB, 11AB
11	57 x 1.5	3	4450	"	4	2	VI	"	
12	89 x 2	3	4450	"	3	-	VI	"	
13	108 x 2.5	3	4450	"	4	2	VI	"	12 ABC

การแจกจ่าย

หน่วย	จำนวนเล่ม/ไฟล์เอกสาร	เลขทะเบียน
กพช.อร.		
จก.กพช.อร.	1	
ผ.วิชาการ กวจพ.กพช.อร.	1	
ห้องสมุด กวจพ.กพช.อร.	5	
กคภ.กพช.อร.	2 (รวมต้นฉบับ)	
กผช.อร.		
กผงร.กผช.อร.	1	
กอร.กผช.อร.	1	
กอจ.กผช.อร.	1	
กอฟ.กผช.อร.	1	
อธบ.อร.		
กผป.อธบ.อร.	1	
กงน.อธบ.อร.	1	
อจปร.อร.		
ห้องสมุด อจปร.อร.	3	
กพ.อจปร.อร.		
คป.อจปร.อร.		
กผป.อจปร.อร.	1	
กพห.อจปร.อร.		
กอบ.อจปร.อร.	1	
กพด.อจปร.อร.	1	
กคภ.อจปร.อร.	1	
กชส.อจปร.อร.		
กรก.อจปร.อร.	1	
กรล.อจปร.อร.	1	
กบต.อจปร.อร.	1	
กบก.อจปร.อร.		

หน่วย	จำนวนเล่ม/ไฟล์เอกสาร	เลขทะเบียน
อรม.อร.		
กจก.อรม.อร.	1	
กพ.อรม.อร.	1	
กบ.อรม.อร.	1	
กผป.อรม.อร.	1	
กคภ.อรม.อร.	1	
กรก.อรม.อร.	1	
กรล.อรม.อร.	1	
กฟฟ.อรม.อร.	1	
กสน.อรม.อร.		
กพด.อรม.อร.		
กรง.ฐท.สส.		
กผกช.กรง.ฐท.สส.	1	
กงน.กรง.ฐท.สส.	1	
ฐท.สข.		
กงน.ฐท.สข.	1	
ฐท.พง.		
กงน.ฐท.พง.	1	