การกำหนดระยะฟรีบอร์ดเรือ

น.อ.ผศ.สมศักดิ์ แจ่มแจ้ง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ

ระยะฟรีบอร์ด (Freeboard) เป็นบรรทัดฐานสำหรับการบรรทุกของเรือและเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของเรือ เป็นเสมือนดัชนีบอกสมรรถนะของเรือ เรือที่สร้างเสร็จแล้วคำนวณระยะ ฟรีบอร์ดได้มาก ย่อมหมายถึงสามารถบรรทุกได้มากโดยที่ยังคงปลอดภัยดี การกำหนดระยะฟรีบอร์ด คือการพิจารณาระดับความสูงของกราบเรือเหนือแนวน้ำที่เหมาะสมเมื่อเรือบรรทุกสินค้าเต็มที่ เกี่ยวกับเรื่องฟรีบอร์ดนี้ ได้มีการประชุมตกลงกันในระดับสากลที่ IMCO (Inter-Governmental Maritime Consultative Organization) จัดขึ้นในปี ค.ศ.๑๙๖๖ และกำหนดเป็นกฎการกำหนดแนวน้ำบรรทุก Load Line Rules,1966 โดย IMO (International Maritime Organization) และฉบับ ปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมปี ค.ศ.๑๙๗๑, ๑๙๗๕ และ ๑๙๗๙ แต่เนื่องจากระยะฟรีบอร์ดสัมพันธ์กับ การกำหนดแนวน้ำบรรทุกของเรือโดยตรง เพราะก่อนที่จะกำหนดตำแหน่งบอกเส้นแนวน้ำบรรทุกได้ จะต้องคำนวณหาระยะฟรีบอร์ดของเรือให้ได้เสียก่อน ดังนั้นสาระสำคัญประการหนึ่งของ Load Line Rules คือการหาระยะฟรีบอร์ดเรือ จากประสบการ์ณการสอนของผู้เขียน ทั้งที่โรงเรียนนายเรือ ศูนย์ฝึกพานิชย์นาวี กรมเจ้าท่า และการพบปะกับบุคคลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับเรือพบว่า ไม่ค่อยมีใครทราบรายละเอียดเกี่ยวการกำหนดระยะฟรีบอร์ดเรือเท่าใดนัก เพียงแต่ทราบคร่าวๆว่า ถ้าปัจจุบันเรือจมอยู่ในน้ำลึกเท่าใดระยะความสูงที่เหลือจนถึงกราบเรือก็คือระยะฟรีบอร์ดที่เรือเหลืออยู่ขณะนั้น

สาระส่วนใหญ่ของกฎการกำหนดระยะฟรีบอร์ดเรือในวารสารนี้ ผู้เขียนเรียบเรียงมาจากเอกสาร FINAL ACT OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON LOAD LINES,1966 ที่ได้รับความเอื้อเฟื้อจากเพื่อนนักเรียนนายเรือรุ่นเดียวกับผู้เขียน ซึ่งปัจจุบันท่านเป็นเจ้าพนักงานตรวจเรือของกรมเจ้าท่า จึงเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้มากที่สุด

ตามกฎการกำหนดแนวน้ำบรรทุก ที่มีผลบังคับใช้อยู่ในปัจจุบัน มีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้

๑. คำนิยามที่ใช้ในกฎข้อบังคับการกำหนดระยะฟรีบอร์ดเรือ

๑.๑ ความยาว (L)

คือระยะ ๙๖% ของความยาวแนวน้ำที่ระดับ ๘๕% ของความลึกที่น้อยที่สุดจากเส้นขอบ (Least Molded Depth) ถึงส่วนบนของกระดูกงู หรือความยาวของเรือตามเส้นแนวน้ำที่ระดับ ๘๕% ของความลึกน้อยที่สุดดังกล่าว โดยวัดจากจุดตัดของทวนหัวเรือ (Stem) กับแนวน้ำไปถึงแนวแกนของหางเสือ (Rudder Stock) จากทั้งสองวิธีให้ใช้ค่าที่มากกว่าเป็นความยาว (L) สำหรับคำนวณระยะฟรีบอร์ด

๑.๒ *เส้นฉาก (Perpendiculars)* คือเส้นในแนวดิ่งที่ตำแหน่งปลายทั้งสองด้านของความยาว L

๑.๓ *กึ่งกลางลำสมมุติ (Amidships)* หมายถึงตำแหน่งกึ่งกลางของความยาว L

๑.๔ *ความกว้าง (Breadtg ; B)*

ถ้าไม่ระบุเป็นอย่างอื่น หมายถึง ความกว้างสูงสุดของเรือที่ตำแหน่งกึ่งกลางลำสมมุติ (Amidships) เรือที่ตัวเรือเป็นเหล็กจะวัดระหว่างขอบด้านในของแผ่นเหล็กตัวเรือ ถ้าใช้วัสดุอื่นเป็นตัวเรือ ให้วัดความกว้างถึงผิวด้านนอกของกงเรือ (Frames)

๑.๕ *ความลึกถึงเส้นขอบ (Molded Depth)*

(ก) เป็นระยะในแนวดิ่งที่กึ่งกลางลำสมมุติ จากผิวบนของกระดูกงูถึงผิวบนของคานดาดฟ้าฟรีบอร์ดข้างเรือ (Freeboard Beam) (การวัดในระหว่างแนวทั้งสองจึงเป็นระยะถึงแนวเส้นขอบสมมุติที่ใช้สำหรับอ้างอิงเกี่ยวกับขนาดเรือ ซึ่งเรียกว่าเป็น "ระยะถึงแนวเส้นขอบ")

(ข) ในกรณีที่กราบเรือมีลักษณะโค้งมน (Rounded Gunwales) ให้ใช้จุดตัดระหว่างเส้นขอบด้านล่างของดาดฟ้าฟรีบอร์ดกับเส้นขอบด้านในข้างตัวเรือที่ตำแหน่งกึ่งกลางลำสมมุติ เป็นแนววัดความลึกถึงเส้นขอบ

(ค) ถ้าดาดฟ้าฟรีบอร์ดมีลักษณะเป็นขั้นและมีส่วนยกสูงเลยแนวที่ใช้วัดความลึกถึงแนวเส้นขอบตามปกติ ให้ใช้แนวล่างสุดของดาดฟ้าฟรีบอร์ดที่ขนานกับดาดฟ้ายกดังกล่าวเป็นแนววัดความลึกถึงแนวเส้นขอบ

๑.๖ *ความลึกดาดฟ้าฟรีบอร์ด (Depth for Freeboard)*

(ก) หมายถึงความลึกถึงแนวเส้นขอบตรงกลางลำสมมุติของเรือ ที่นำความหนาของแผ่นสตริงเกอร์มารวมด้วย (ถ้ามี) ในกรณีที่มีวัสดุอื่นปิดทับดาดฟ้าฟรีบอร์ดอีกที ให้บวกค่า T(L-S)/L เพิ่มเข้าไปอีก

โดยที่ T คือความหนาเฉลี่ยของวัสดุปูพื้นดาดฟ้า (เช่น แผ่นไม้)
L คือความยาวตามนิยามข้างบน
S คือความยาวทั้งหมดของซูปเปอร์สตรัคเจอร์

(ข) เรือที่ดาดฟ้าข้างเรือมีลักษณะโค้งเข้าหาแผ่นเหล็กข้างเรือ (Rounded Gunwales) โดยมีรัศมีความโค้งดังกล่าวมากกว่า ๔% ของความกว้าง (B) หรือเรือที่มีรูปร่างดาดฟ้าบนผิดปกติไปจากเรือทั่วไป ให้ใช้ค่าความลึกดาดฟ้าฟรีบอร์ดเท่ากับความลึกดาดฟ้าฟรีบอร์ดของเรือทั่วไปที่หน้าตัดกลางลำมีลักษณะด้านข้างเป็นผนังตั้งตรง คานดาดฟ้าโค้งและมีขนาดพื้นที่หน้าตัดเท่ากับเรือดังกล่าว

๑.๗ *สัมประสิทธิ์แท่งตัน (Block Coefficient ; C_B)*

หาได้จากสูตร $C_B = \dfrac{\nabla}{L \times B \times d_1}$

โดยที่ ∇ คือปริมาตรของเรือแบบ Molded Volume หมายถึงปริมาตรคำนวณจากขนาดที่วัดระหว่างแนวด้านในของเรือที่สร้างด้วยเหล็ก หรือขนาดวัดถึงแนวนอกสุดของเปลือกเรือที่สร้างจากวัสดุอื่น

d_1 มีขนาด ๘๕% ของความลึกถึงเส้นขอบ (Molded Depth) (ไม่ใช่ความสูงดาดฟ้าฟรีบอร์ด)

๑.๘ ฟรีบอร์ด (Freeboard)

หมายถึงระยะในแนวดิ่งที่ตำแหน่งกลางลำสมมุติ วัดจากขอบบนของเส้นบอกแนวดาดฟ้า (Deck Line) ถึงขอบบนของเส้นแนวน้ำบรรทุก (Loaded Line)

๑.๙ ดาดฟ้าฟรีบอร์ด (Freeboard Deck)

ตามปกติหมายถึงดาดฟ้าสมบูรณ์ชั้นบนสุดที่เปิดสู่อากาศ โดยที่ช่องเปิดต่าง ๆ บริเวณนั้นสามารถปิดได้สนิทมั่นคงและแข็งแรง บรรดาช่องเปิดข้างเรือใต้ดาดฟ้ามีฝาปิดผนึกน้ำที่มั่นคงแข็งแรง จนน้ำไม่สามารถรั่วเข้าเรือได้

กรณีที่ดาดฟ้าลักษณะข้างต้น ไม่ต่อเนื่องกันโดยตลอด ให้ใช้แนวต่ำสุดที่ขนานกับส่วนด้านบนอื่น ๆ เป็นแนวดาดฟ้าฟรีบอร์ด เจ้าของเรืออาจต้องการให้ดาดฟ้าชั้นล่าง ๆ ลงมาเป็นดาดฟ้าฟรีบอร์ดของตนได้ทั้งนี้จะต้องได้รับการตรวจสอบและเห็นชอบจากผู้มีอำนาจกำหนดฟรีบอร์ดก่อน แต่จะต้องเป็นไปตามข้อแม้คือ ดาดฟ้าชั้นนั้นจะต้องสมบูรณ์และต่อเนื่องครอบคลุมอย่างน้อยจากผนังกั้นน้ำหัวเรือสุด (Peak Bulkhead) จนถึงบริเวณส่วนขับเคลื่อนเรือ และจะต้องแผ่กว้างคลุมตลอดทั้งสองกราบของเรือด้วย ถ้าดาดฟ้าล่างนี้มีลักษณะเป็นขั้น ให้ใช้แนวล่างสุดที่ขนานกับส่วนบนอื่นที่เหลือเป็นแนวดาดฟ้าฟรีบอร์ด ซึ่งจะนับรวมพื้นที่เหนือแนวนี้เป็นซูปเปอร์สตรัคเจอร์ต่อไป

๑.๑๐ ซูปเปอร์สตรัคเจอร์ (Superstructure)

หมายถึงโครงสร้างบนดาดฟ้าฟรีบอร์ดที่มีผนังของโครงสร้างห่างจากแผ่นเหล็กตัวเรือด้านนอกด้านละไม่เกิน ๔% ของความกว้าง

๑.๑๑ ซูปเปอร์สตรัคเจอร์ที่ปิดมิดชิด (Enclosed Superstructure)

หมายถึงซูปเปอร์สตรัคเจอร์ที่มีฝากั้นน้ำทั้งด้านหน้าและด้านหลัง และช่องเปิดต่าง ๆ ของผนังทุกด้านสามารถปิดได้มิดชิดโดยไม่รั่วน้ำ

๒. เงื่อนไขก่อนการกำหนดฟรีบอร์ด สรุปได้ดังนี้

๒.๑ ข้อมูลที่จะต้องส่งให้ตรวจสอบ

๒.๑.๑.ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนและวิธีการบรรทุกสินค้าและการถ่วงน้ำอับเฉาในลักษณะต่างๆ พอเพียงให้ผู้มีอำนาจกำหนดระยะฟรีบอร์ด สามารถคำนวณความเค้นที่จะเกิดขึ้นตามส่วนต่าง ๆ ของเรือ

ได้ ข้อมูลเช่นนี้มิได้บังคับตามความยาวเรือ ลักษณะการออกแบบและกับเรือชั้นใดโดยเฉพาะ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้มีอำนาจกำหนดระยะฟรีบอร์ด จะเห็นว่าสมควรจะต้องส่งให้หรือไม่

๒.๒.๒. ถ้ายังไม่พร้อมส่งข้อมูลการทรงตัว (Stability Information) ตามที่ International Convention for the Safety of Life at Sea มีผลบังคับ จะต้องส่งข้อมูลให้อย่างพอเพียง (ตามแบบฟอร์มที่ได้รับการรับรอง) เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้มีอำนาจกำหนดระยะฟรีบอร์ดสามารพิจารณาการทรงตัวเรือในสถานะบรรทุกต่าง ๆได้ และจะต้องส่งข้อมูลตามข้อ ๒.๒.๑.เมื่อพร้อม

๒.๒ เงื่อนไขเกี่ยวกับผนังด้านหัวและผนังด้านท้าย ของซูปเปอร์สตรัคเจอร์ (Superstructure End Bulkheads)

ทั้งผนังด้านหัวและด้านท้ายของซูปเปอร์สตรัคเจอร์แบบปิดมิดชิด จะต้องสร้างให้มีความแข็งแรงอย่างพอเพียงและเป็นไปตามกฎข้อบังคับ

๒.๓ เงื่อนไขเกี่ยวกับประตู (Doors)

๒.๓.๑ ช่องทางผ่านเข้าออก (Access Openings) ต่าง ๆของผนังหัว-ท้ายของซูปเปอร์สตรัคเจอร์ แบบปิดมิดชิด ควรทำเป็นประตูที่แข็งแรงและติดกับผนังอย่างถาวร สามารถใช้งานได้ทั้งสองด้านของผนัง วัสดุที่ใช้ควรเป็นเหล็กหรือวัสดุอื่นที่มีความแข็งแรงทัดเทียมกัน โดยมีระบบกง (Frames) และการเสริมกำลัง (Stiffened) เพื่อให้เป็นโครงสร้างที่มีความแข็งแรงเสมือนกับฝากั้นนั้นไม่ได้ถูกเจาะเป็นช่อง และจะต้องผนึกน้ำได้เมื่อปิดประตู ระบบการผนึกประตูควรประกอบด้วยวัสดุช่วยผนึกตามขอบ (Gaskets) และอุปกรณ์อัดประตูให้ปิดแน่น (Clamping Devices) ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวควรติดตั้งไว้เป็นการถาวรบนผนังหรือบนบานประตู

๒.๓.๒ ถ้าไม่ระบุเป็นอย่างอื่น ขอบล่างของประตูตามผนังหัว-ท้ายของซูปเปอร์สตรัคเจอร์แบบปิดมิดชิด ควรมีความสูงไม่น้อยกว่า ๓๘๐ มิลลิเมตร (๑๕ นิ้ว) จากดาดฟ้า

๒.๔ ข้อกำหนดเกี่ยวกับ ปากระวาง ช่องประตูหน้าต่าง และช่องระบายอากาศ

ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่กำหนด ดังนี้

ตำแหน่ง ๑ หมายถึงบริเวณส่วนบนของดาดฟ้าฟรีบอร์ด ดาดฟ้ายก และซูปเปอร์สตรัคเจอร์แบบปิดมิดชิด จากแนวเส้นฉากที่หัวเรือ (F.P.) ไปทางท้ายเป็นระยะ $\frac{1}{4}$ ของความยาวเรือ

ตำแหน่ง ๒ หมายถึงบริเวณส่วนบนของดาดฟ้าซูปเปอร์สตรัคเจอร์ ตรงระยะนอกเหนือจากตำแหน่ง ๑

๒.๕ ข้อกำหนดเกี่ยวกับขนาดของช่องปากระวางสินค้า

ข้อกำหนดเกี่ยวกับขนาดของช่องปากระวางสินค้ามีรายละเอียดแตกต่างกันตามลักษณะของช่องปากระวางสินค้า และลักษณะของการปิดช่อง เช่นอาจปิดด้วยผ้าใบกันน้ำ หรือปิดด้วยฝาที่

ทำจากเหล็กหรือวัสดุอื่น ซึ่งแต่ละแบบมีลักษณะของโครงสร้างต่างกันจึงมีข้อกำหนดแตกต่างกัน ผู้เขียนขอสรุปกว้าง ๆ ดังนี้

๒.๕.๑ ความสูงของปากระวาง

ความสูงปากระวางที่ฝาปิดยกเข้าออกได้ ที่มีฝาผิดปากระวางทำด้วยไม้มีผ้าใบชุบน้ำมัน หุ้มผนึกน้ำได้ (Tarpaulins) ต้องมีอุปกรณ์การยึดที่มั่นคงแข็งแรง มีขอบปากระวางสูงจากดาดฟ้า ไม่น้อยกว่า

๖๐๐ มิลลิเมตร (๒๓.๕ นิ้ว) ที่ตำแหน่ง ๑

และ ๔๕๐ มิลลิเมตร (๑๗.๕ นิ้ว) ที่ตำแหน่ง ๒

ปากระวางบนชั้นดาดฟ้าฟรีบอร์ดที่มีที่ปิดปากระวาง (Covers) ทำด้วยเหล็กอ่อน (Mild Steel) จะต้องคำนวณความเค้นโดยสมมุติว่ามีแรงกระทำต่อปากระวางนั้นไม่น้อยกว่า ๑.๗๕ เมตริกตันต่อตารางเมตร (๓๕๘ ปอนด์ต่อตารางฟุต) ที่ตำแหน่ง ๑ และไม่น้อยกว่า ๑.๓๐ เมตริกตันต่อตารางเมตร (๒๖๖ ปอนด์ต่อตารางฟุต) ที่ตำแหน่ง ๒ และผลการคำนวณความเค้นสูงสุดที่ได้ผนวกกับค่าเผื่อความปลอดภัย (Safty Factor) อีก ๔.๒๕ เท่า จะต้องไม่เกินค่าต่ำสุดของ Ultimate Strength ของวัสดุที่ใช้ทำที่ปิดปากระวางนั้น นอกจากนั้นจะต้องออกแบบให้เกิดความโก่งภายใต้แรงกระทำดังกล่าวได้ไม่เกิน ๐.๐๐๒๘ เท่าของความยาวที่ปิดนั้น

เรือที่มีความยาว ๒๔ เมตร (๗๙ ฟุต) สามารถลดขนาดแรงสมมุติดังกล่าว ที่ตำแหน่ง ๑ ลงเหลือ ๑.๐ เมตริกตันต่อตารางเมตร (๒๐๕ ปอนด์ต่อตารางฟุต) และเรือที่มีความยาว ๑๐๐ เมตร (๓๒๘ ฟุต) จะใช้ขนาดแรงสมมุติ เท่ากับ ๑.๗๕ เมตริกตันต่อตารางเมตร (๓๕๘ ปอนด์ต่อตารางฟุต) ส่วนที่ตำแหน่ง ๒ จะใช้ค่า ๐.๗๕ เมตริกตันต่อตารางเมตร (๑๕๔ ปอนด์ต่อตารางฟุต) และ ๑.๓๐ เมตริกตันต่อตารางเมตร (๒๖๖ ปอนด์ต่อตารางฟุต) ตามลำดับ ส่วนเรือที่มีความยาวระหว่าง ๒๔ เมตรถึง ๑๐๐ เมตรให้คำนวณค่าแรงที่ต้องใช้ด้วยวิธีการเทียบตามส่วน (Interpolation)

ปากระวางบนชั้นดาดฟ้าฟรีบอร์ดที่มีที่ปิดปากระวางเป็นแบบผนึกน้ำได้ (Watertight Covers) ซึ่งทำจากเหล็กหรือวัสดุอื่นที่แข็งแรงเทียบเท่าและมีวัสดุช่วยผนึกตามขอบ (Gaskets) และอุปกรณ์อัดให้ปิดแน่น (Clamping Devices) จะสามารถลดความสูงของปากระวางที่กำหนดไว้ก่อนหน้านี้ได้ หรืออาจไม่ต้องมีปากระวางที่ยกสูงขึ้นดังกล่าวก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้มีอำนาจกำหนดระยะฟรีบอร์ดว่าเรือจะยังปลอดภัยภายใต้สภาวะทะเลแบบต่าง ๆ ได้ดีมากน้อยเพียงใด

ปากระวางบนชั้นดาดฟ้าฟรีบอร์ดชนิดผนึกน้ำได้ (Watertight Covers) และทำด้วยเหล็กอ่อน (Mild Steel) จะต้องคำนวณความเค้นโดยสมมุติว่ามีแรงกระทำต่อปากระวางชนิดผนึกน้ำได้นั้น ไม่น้อยกว่า ๑.๗๕ เมตริกตันต่อตารางเมตร (๓๕๘ ปอนด์ต่อตารางฟุต) ที่ตำแหน่ง ๑ และไม่น้อยกว่า ๑.๓๐ เมตริกตันต่อตารางเมตร (๒๖๖ ปอนด์ต่อตารางฟุต) ที่ตำแหน่ง ๒ และผลการคำนวณความเค้นสูงสุดที่ได้ผนวกกับค่าเผื่อความปลอดภัย (Safety Factor) อีก ๔.๒๕ เท่า จะต้องไม่เกินค่าต่ำสุดของ Ultimate Strength ของวัสดุที่ใช้ทำที่ปิดปากระวางนั้น นอกจากนั้นจะต้องออกแบบ

ให้เกิดความโก่งภายใต้แรงกระทำดังกล่าวได้ไม่เกิน ๐.๐๐๒๘ เท่าของความยาวที่ปิดนั้น แผ่นเหล็กอ่อนที่ใช้ทำฝาปิดจะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า ๑% ของระยะระหว่างตัวเสริมกำลัง (Stiffeners) หรือ ๖ มิลลิเมตร (๐.๒๔ นิ้ว) (ให้ใช้ค่าที่มากกว่า)

ความแข็งแรง (Strength) และความแกร่ง (Stiffness) ของฝาปิด (Covers) ที่ทำจากวัสดุอื่นนอกเหนือจากเหล็กอ่อน ต้องมีค่าเท่าเทียมกับเหล็กอ่อน

๒.๕.๒ ช่องเปิดบริเวณส่วนเครื่องจักรขับเคลื่อนเรือ

ปากทางเข้าออกของส่วนเครื่องจักรขับเคลื่อนเรือที่ตำแหน่ง ๑ และ ๒ จะต้องวางระบบกงอย่างดีและล้อมลอบด้วยโครงสร้างที่เป็นเรือนเหล็ก (Steel Casings) อย่างแข็งแรง ถ้าโครงสร้างดังกล่าวมิได้ถูกปกป้องจากโครงสร้างส่วนอื่นจะต้องคำนวณความเค้นบริเวณนั้นเป็นพิเศษ ทางผ่านเข้าออกของช่องเปิดดังกล่าวจะต้องเป็นประตู (Doors) ต้องมีขอบล่างสูงกว่าพื้นดาดฟ้า ๖๐๐ มิลลิเมตร (๒๓.๕ นิ้ว) ที่ตำแหน่ง ๑ และ ๓๘๐ มิลลิเมตร (๑๕ นิ้ว) ที่ตำแหน่ง ๒ ช่องเปิดอื่น ๆ บนโครงสร้างเรือนเหล็กนี้จะต้องมีฝาปิดได้อย่างถาวร

๒.๕.๓ ช่องเปิดอื่น ๆ บนดาดฟ้าฟรีบอร์ดและดาดฟ้าซูปเปอร์สตรัคเจอร์

๒.๕.๓.๑ ช่องระบายอากาศ

ปล่องระบายอากาศที่โผล่เหนือดาดฟ้าฟรีบอร์ด จะต้องสร้างด้วยเหล็กหรือวัสดุอื่นที่แข็งแรงเทียบเท่า และติดอยู่กับดาดฟ้าอย่างมั่นคง ถ้าปล่องเหล่านี้มีความสูงเกิน ๙๐๐ มิลลิเมตร (๓๕.๕ นิ้ว) จะต้องถูกค้ำยันเป็นพิเศษ

ช่องระบายอากาศที่ตำแหน่ง ๑ ต้องมีความสูงไม่น้อยกว่า ๙๐๐ มิลลิเมตร (๓๕.๕ นิ้ว) และที่ตำแหน่ง ๒ ต้องมีความสูงไม่น้อยกว่า ๗๖๐ มิลลิเมตร (๓๐ นิ้ว)

ช่องระบายอากาศที่ตำแหน่ง ๑ ซึ่งมีความสูงเกินกว่า ๔.๕ เมตร (๑๔.๘ ฟุต) และสูงเกินกว่า ๒.๓ เมตร (๗.๕ ฟุต) ที่ตำแหน่ง ๒ ไม่จำเป็นต้องมีวัสดุปิดตรงปลาย นอกเหนือจากนี้จะต้องสร้างให้มีอุปกรณ์ปิดตรงปลายที่สามารถผนึกน้ำได้ ถ้าเรือยาวกว่า ๑๐๐ เมตรจะต้องสร้างอุปกรณ์ผนึกน้ำดังกล่าวอย่างถาวร

๒.๕.๓.๒ ท่อหายใจ

ท่อหายใจของถังน้ำอับเฉาหรือถังอื่น ๆ ที่โผล่เหนือดาดฟ้าฟรีบอร์ด หรือดาดฟ้าซูปเปอร์สตรัคเจอร์ต้องสูงไม่น้อยกว่า ๗๖๐ มิลลิเมตร (๓๐ นิ้ว) บนดาดฟ้าฟรีบอร์ด และสูงไม่น้อยกว่า ๔๕๐ มิลลิเมตร (๑๗.๕ นิ้ว) บนดาดฟ้าซูปเปอร์สตรัคเจอร์

๒.๕.๓.๓ อื่น ๆ

ช่องทางต่าง ๆ ต้องมีฝาปิดผนึกน้ำมั่นคงแข็งแรงเทียบเท่ากับผนังที่ไม่ถูกเปิดเป็นช่องทางน้ำไหล หรือท่อทางใด ๆ ที่อยู่ต่ำกว่าดาดฟ้าฟรีบอร์ด ทั้งในระดับ ๔๕๐ มิลลิเมตร จากดาดฟ้าฟรีบอร์ด หรือ ๖๐๐ มิลลิเมตรเหนือแนวน้ำฤดูร้อนขึ้นมา ที่น้ำอาจเข้าเรือได้ ต้องมีระบบลิ้นกันกลับ

ช่องทางปล่อยอุปกรณ์ชูชีพ มีการกำหนดตำแหน่งและรูปแบบของช่องทางปล่อย อุปกรณ์ชูชีพในกรณีที่อยู่ต่ำกว่าดาดฟ้าฟรีบอร์ด (จะไม่นำมากล่าวในที่นี้)

ช่องทางระบายน้ำบนดาดฟ้าฟรีบอร์ด ได้กำหนดสูตรเพื่อใช้คำนวณหาขนาดของช่องทางระบายน้ำตามที่ต่าง ๆ (จะไม่นำมากล่าวในที่นี้)

ควรติดตั้งราวข้างกราบเรือหรือแผ่นกั้นข้างกราบเรือ (Bulwarks) ตลอดทั้งแนวดาดฟ้าเปิด และมีความสูงจากดาดฟ้าไม่น้อยกว่า ๑ เมตร (๓๙.๕ นิ้ว) ถ้าเป็นราวข้างกราบเรือความห่างของแถวล่างสุดต้องมีขนาดไม่เกิน ๒๓๐ มิลลิเมตร (๙ นิ้ว) ส่วนแถวถัดๆไปต้องห่างกันไม่เกิน ๓๘๐ มิลลิเมตร (๑๕ นิ้ว)

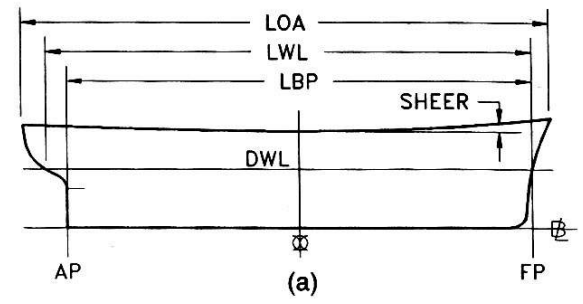
๓. การกำหนดฟรีบอร์ดเรือ

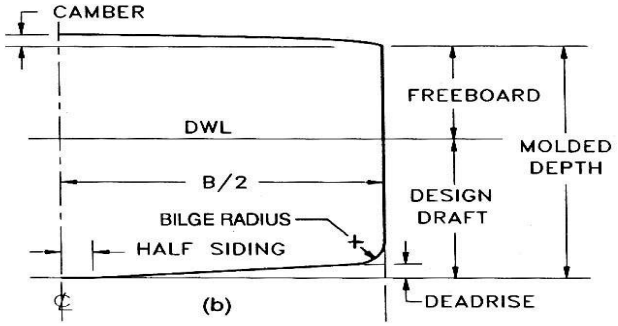
เมื่อกำหนดมาตรฐานของเรือไว้ที่ระดับหนึ่งตามเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว การกำหนดระยะฟรีบอร์ดจะแบ่งเรือออกเป็น ๒ แบบใหญ่ ๆ คือ

แบบ A หมายถึงบรรดาเรือบรรทุกสินค้าที่เป็นของเหลวโดยที่ช่องเข้าสู่ระวางสินค้าของเรือประเภทนี้จะมีขนาดเล็กและปิดผนึกน้ำด้วยวัสดุช่วยผนึก (Gaskets) และฝาปิดที่เป็นเหล็กหรือวัสดุที่แข็งแรงเทียบเท่ากัน ลักษณะเด่นของเรือแบบนี้คือ ดาดฟ้าเปิดมีความแข็งแรงสูงและมีระดับการป้องกันน้ำท่วมเรือสูงกว่าเรือทั่วไป เพราะระวางสินค้าที่เป็นของเหลวมีความสามารถบรรจุน้ำที่เข้าท่วม (Flooding) ได้มาก (มี Permeability สูง) จึงมักถูกกำหนดให้แบ่งเป็นส่วน (Subdivision) จำนวนมาก ผลดีที่ได้คือเรือแบบนี้จะมีห้องกั้นน้ำมาก แต่ผลเสียคือไดรับอิทธิพลจากผิวหน้าอิสระในเรือสูง

แบบ B หมายถึงเรืออื่นนอกเหนือจากเรือแบบ A รวมทั้งเรือแบบ A ที่มีคุณสมบัติไม่ครบถ้วน

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการกำหนดระยะฟรีบอร์ดของเรือแบบ B เพราะเป็นเรือที่มีใช้อยู่มากที่สุดและมีลักษณะไม่แตกต่างไปจากเรือรบที่นักเรียนนายเรือและหลายท่านคุ้นเคยดี นอกจากนั้นยังจะทำให้ผู้อ่านทราบรายละเอียดเกี่ยวกับเรือได้มากขึ้น ระยะฟรีบอร์ดต่ำสุดที่เรือแบบ B ควรมี ขึ้นอยู่กับความยาวของเรือดังในตารางที่ ๑ ดังนี้





ตารางที่ ๑ ระยะฟรีบอร์ดของเรือแบบ B (ตัดทอนมาบางส่วนจาก ๑๙๖๖ Load Line Rules)

ความยาวเรือ (เมตร)	ระยะฟรีบอร์ด (มิลลิเมตร)	ความยาวเรือ (เมตร)	ระยะฟรีบอร์ด (มิลลิเมตร)
๑๒๐	๑๖๙๐	๑๒๙	๑๘๘๑
๑๒๑	๑๗๐๙	๑๓๐	๑๙๐๑
๑๒๒	๑๗๒๙	๑๓๑	๑๙๒๑
๑๒๓	๑๗๕๐	๑๓๒	๑๙๔๐
๑๒๔	๑๗๗๑	๑๓๓	๑๙๕๙
๑๒๕	๑๗๙๓	๑๓๔	๑๙๗๙
๑๒๖	๑๘๑๕	๑๓๕	๒๐๐๐
๑๒๗	๑๘๓๗	๑๓๖	๒๐๒๑
๑๒๘	๑๘๕๙	๑๓๗	๒๐๔๓

ตารางระยะฟรีบอร์ดเรือที่สมบูรณ์จะครอบคลุมเรือที่มีความยาวตั้งแต่ ๒๔ ถึง ๓๖๕ เมตร (๘๐ ถึง ๑๒๐๐ ฟุต) เรือที่มีความยาวเกินกว่า ๓๖๕ เมตร จะต้องถูกควบคุมเป็นพิเศษจากหน่วยงานผู้มีอำนาจกำหนดฟรีบอร์ดของเรือนั้นๆ เรือต่าง ๆ ที่มีรูปแบบและคุณสมบัติแตกต่างไปจากมาตรฐานที่กำหนด (ซึ่งจะกล่าวต่อไป) จะต้องมีการปรับแต่งระยะฟรีบอร์ดตามกฎข้อบังคับต่างๆ ดังต่อไปนี้

๓.๑ การปรับแต่งสำหรับเรือที่มีความยาวน้อยกว่า ๑๐๐ เมตร

เรือที่มีความยาวระหว่าง ๒๔ เมตร ถึง ๑๐๐ เมตร และซูปเปอร์สตรัคเจอร์แบบปิดมิดชิดมีความยาวประสิทธิผลไม่เกิน ๓๕% ของความยาวเรือ จะต้องเพิ่มระยะฟรีบอร์ดที่ได้จากตารางที่ ๑ อีกเท่ากับ

$$7.5(100 - L)\left(0.35 - \frac{E}{L}\right) \quad \text{มิลลิเมตร}$$

หรือ

$$0.09(328 - L)\left(0.35 - \frac{E}{L}\right) \quad \text{นิ้ว}$$

เมื่อ L คือความยาวของเรือ เป็นเมตรหรือฟุตแล้วแต่กรณี

E คือความยาวประสิทธิผลของซูปเปอร์สตรัคเจอร์ เป็นเมตรหรือฟุตแล้วแต่กรณี

๓.๒. การปรับแต่งเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์แท่งตัน (Block Coefficient)

เรือที่มีค่าสัมประสิทธิ์แท่งตันเกินกว่า ๐.๖๘ ให้นำแฟกเตอร์ $\frac{C_B + 0.68}{1.36}$ (เมื่อ C_B คือค่าสัมประสิทธิ์แท่งตันของเรือ) คูณกับค่าที่ได้จากตารางที่ ๑

๓.๓. การปรับแต่งเกี่ยวกับความลึก D

เมื่อความลึก D ของเรือตามนิยามความลึกที่ได้กล่าวไว้ตอนต้น มีค่ามากกว่า $\frac{L}{15}$ ต้อง

เพิ่มระยะฟรีบอร์ดจากตารางที่ ๑ ขึ้นอีกเท่ากับ $\left(D-\frac{L}{15}\right)\times R$ มิลลิเมตร โดยที่ R จะมีค่าเท่ากับ $\frac{L}{0.48}$ เมื่อเรือยาวน้อยกว่า ๑๒๐ เมตร และมีค่าเท่ากับ ๒๕๐ เมื่อเรือยาวตั้งแต่ ๑๒๐ เมตรขึ้นไปหรือในกรณีของความยาวเป็นฟุต จะต้องเพิ่มค่าในตารางระยะฟรีบอร์ดที่สอดคล้องกับหน่วยความยาวฟุตอีก $\left(D-\frac{L}{15}\right)\times R$ นิ้ว โดยที่ R จะมีค่าเท่ากับ $\frac{L}{131.2}$ เมื่อเรือยาวน้อยกว่า ๓๙๓.๖ ฟุต และมีค่าเท่ากับ ๓.๐ เมื่อความยาวตั้งแต่ ๓๙๓.๖ ฟุตขึ้นไป ถ้าความสูงเรือน้อยกว่าหนึ่งส่วนสิบห้าเท่าความยาว ($D<\frac{L}{15}$) ไม่ต้องปรับแก้ค่าในลักษณะนี้ ยกเว้นเรือที่มีความสูงของซูปเปอร์สตรัคเจอร์ต่ำกว่ามาตรฐานที่จะกล่าวต่อไป โดยการปรับแก้จะคำนวณตามสัดส่วนของความสูงมาตรฐานที่ขาดไป

๓.๔ การปรับแต่งเกี่ยวกับตำแหน่งของเส้นแนวดาดฟ้า (Deck Line)

ถ้าระยะความลึกถึงขอบบนของเส้นแนวดาดฟ้า มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าความลึก D จะต้องนำผลต่างที่เกิดขึ้นไปแก้กับระยะฟรีบอร์ดจากตารางที่ ๑ และที่คำนวณได้ก่อนหน้านี้

๓.๕ การปรับแต่งเกี่ยวกับความสูงของซูปเปอร์สตรัคเจอร์

ความสูงมาตรฐานของซูปเปอร์สตรัคเจอร์ หาได้จากตารางที่ ๒ และ ๓ ตามลำดับ

ตารางที่ ๒ ความสูงมาตรฐานของซูปเปอร์สตรัคเจอร์เป็นเมตร

ความยาวเรือ, L (เมตร)	ความสูงของดาดฟ้ายก (เมตร)	ความสูงของซูปเปอร์สตรัคเจอร์ อื่น (เมตร)
๓๐ หรือน้อยกว่า	๐.๙๐	๑.๘๐
๗๕	๑.๒๐	๑.๘๐
๑๒๕ หรือมากกว่า	๑.๘๐	๒.๓๐

ตารางที่ ๓ ความสูงมาตรฐานของซูปเปอร์สตรัคเจอร์เป็นฟุต

ความยาวเรือ, L (ฟุต)	ความสูงของดาดฟ้ายก (ฟุต)	ความสูงของซูปเปอร์สตรัคเจอร์ อื่น (ฟุต)
๙๘.๕ หรือน้อยกว่า	๓.๐	๕.๙
๒๔๖	๓.๙	๕.๙
๔๑๐ หรือมากกว่า	๕.๙	๗.๕

ค่าความสูงที่อยู่ระหว่าตัวเลขในตารางข้างต้น ให้หาได้โดยการเทียบตามส่วน

๓.๖ การกำหนดความยาวของซูปเปอร์สตรัคเจอร์

ความยาวของซูปเปอร์สตรัคเจอร์จะใช้ค่าความยาวเฉลี่ย ในกรณีที่ผนังด้านหน้าและ/หรือด้านหลัง มีลักษณะโค้งจะวัดความยาวของซูปเปอร์สตรัคเจอร์ส่วนนั้นจากจุดที่อยู่ลึกเข้าไป ๒/๓ ของความลึกส่วนโค้งนั้น

๓.๗ ความยาวประสิทธิผลของซูปเปอร์สตรัคเจอร์

นอกเหนือจากข้อ ๓.๖ ความยาวประสิทธิผลของซูปเปอร์สตรัคเจอร์ (E) จะเท่ากับความยาวของซูปเปอร์สตรัคเจอร์ที่ปิดมิดชิด และมีความสูงเท่ากับหรือสูงกว่ามาตรฐาน ถ้าความสูงต่ำกว่ามาตรฐานความยาวประสิทธิผล จะลดลงตามอัตราส่วนของความสูงจริงกับความสูงมาตรฐาน แต่จะไม่ได้สิทธิ์เพิ่ม ในกรณีที่มีความสูงเกินมาตรฐาน

ถ้ามีการดัดแปลงส่วนของซูปเปอร์สตรัคเจอร์ให้ได้ตามเกณฑ์ ให้นำเฉพาะส่วนดัดแปลงนั้นมาพิจารณาเกี่ยวกับความยาวประสิทธิผล

ถ้าซูปเปอร์สตรัคเจอร์ไม่ปิดมิดชิด จะไม่ถูกนำมาพิจารณาเรื่องความยาวประสิทธิผล

ดาดฟ้ายก (Raised Quarter Deck) ที่มีผนังด้านหน้าแน่นหนา จะนำมาพิจาณาเกี่ยวกับความยาวประสิทธิผลได้สูงสุด ๐.๖L เท่านั้น มิฉะนั้นจะถูกพิจารณาในลักษณะเดียวกับเก๋งท้ายเรือ (Poop Deck) ที่มีความสูงน้อยกว่ามาตรฐาน

๓.๘ ห้องเหนือดาดฟ้า (Trunk)

ห้องเหนือดาดฟ้าหรือโครงสร้างที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน ซึ่งไม่ครอบคลุมพื้นที่ถึงด้านข้างเรือ จะนำมาพิจารณาเกี่ยวกับความยาวประสิทธิผล ก็ต่อเมื่อ

ห้องเหนือดาดฟ้านั้นแข็งแรงราวกับซูปเปอร์สตรัคเจอร์

มีทางผ่านเข้าทางด้านบนของห้องเหนือดาดฟ้านั้น ซึ่งความสูงของช่อง (Coaming) ทางเข้าและลักษณะของฝาปิดเป็นไปตามเกณฑ์ที่อธิบายก่อนหน้านี้ และความกว้างของทางเดินบนดาดฟ้าห้องนี้มีขนาดเหมาะสมและมีความแข็งแรงตามทางขวางเรือเป็นอย่างดี

ความกว้างของห้องเหนือดาดฟ้านั้นไม่น้อยกว่า ๖๐% ของความกว้าง B

ถ้าไม่มีซูปเปอร์สตรัคเจอร์ ความยาวของห้องเหนือดาดฟ้านั้นต้องไม่น้อยกว่า ๐.๖L

ความสูงของห้องเหนือดาดฟ้า จะต้องเป็นมาตรฐานเช่นเดียวกับซูปเปอร์สตรัคเจอร์ ถ้าความสูงของห้องและความสูงของช่องทางเข้าไม่ได้มาตรฐาน จะลดการนำไปพิจารณาเกี่ยวกับความยาวประสิทธิผลลงตามส่วนที่ไม่ได้มาตรฐาน

๓.๙ การปรับแต่งเกี่ยวกับซูปเปอร์สตรัคเจอร์และห้องเหนือดาดฟ้า

เรือที่มีความยาวประสิทธิผลของซูปเปอร์สตรัคเจอร์และห้องเหนือดาดฟ้าเท่ากับ ๑.๐ L สามารถลดระยะฟรีบอร์ดจากตารางที่ ๑ ได้อีกดังนี้

ลดได้ ๓๕๐ มิลลิเมตร สำหรับเรือยาว ๒๔ เมตร
ลดได้ ๘๖๐ มิลลิเมตร สำหรับเรือยาว ๘๕ เมตร
ลดได้ ๑๐๗๐ มิลลิเมตร สำหรับเรือยาวตั้งแต่ ๑๒๒ เมตรขึ้นไป

เรือที่มีความยาวอยู่ในระหว่างระยะที่กำหนด ให้หาค่าส่วนลดด้วยวิธีเทียบตามส่วน

ส่วนเรือที่มีความยาวประสิทธิผลของซูปเปอร์สตรัคเจอร์ น้อยกว่า ๑.๐L ส่วนลดของระยะฟรีบอร์ดหาได้โดยนำค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ ๔ ไปคูณกับตัวเลขส่วนลดของเรือที่มีความยาวประสิทธิผลของซูปเปอร์สตรัคเจอร์ เท่ากับ ๑.๐L

ตารางที่ ๔ ค่าสัมประสิทธิ์ของซูปเปอร์สตรัคเจอร์

E	๐	๐.๑L	๐.๒L	๐.๓L	๐.๔L	๐.๕L	๐.๖L	๐.๗L	๐.๘L	๐.๙L	๑.๐L
(ก)	๐	๐.๐๕	๐.๑๐	๐.๑๕	๐.๒๓๕	๐.๓๒	๐.๔๖	๐.๖๓	๐.๗๕๓	๐.๘๗๗	๑.๐๐
(ข)	๐	๐.๐๖๓	๐.๑๒๗	๐.๑๙	๐.๒๗๕	๐.๓๖	๐.๔๖	๐.๖๓	๐.๗๕๓	๐.๘๗๗	๑.๐๐

เมื่อ E คือความยาวประสิทธิผลของซูปเปอร์สตรัคเจอร์

(ก) ใช้กับเรือที่มีเก๋งหัวเรือ (Forecastle Deck) เก๋งกลางลำ (Bridge) ถอดเข้าออกไม่ได้

(ข) ใช้กับเรือที่มีเก๋งหัวเรือและเก๋งกลางลำถอดเข้าออกได้

ถ้าความยาวประสิทธิผลอยู่ระหว่างค่าที่ระบุในตารางที่ ๔ ให้หาค่าสัมประสิทธิ์ของซูปเปอร์สตรัคเจอร์ โดยการเทียบตามส่วน

ถ้าความยาวประสิทธิผลของเก๋งกลางลำน้อยกว่า ๐.๒L ให้หาค่าสัมประสิทธิ์โดยการเทียบส่วนจากค่าในแถว (ก) และ (ข)

ถ้าความยาวประสิทธิผลของเก๋งหัวเรือมากกว่า ๐.๔L ให้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ในแถว (ข)

ถ้าความยาวประสิทธิผลของเก๋งหัวเรือน้อยกว่า ๐.๐๗L ให้ลดค่าสัมประสิทธิ์ในตารางที่ ๔ ลงอีกเป็นจำนวนเท่ากับ $5\times\left(\frac{0.07L-f}{0.07L}\right)$ เมื่อ f คือความยาวประสิทธิผลของเก๋งหัวเรือ

๓.๑๐ การปรับแต่งเกี่ยวกับลักษณะของ Sheer

การปรับแต่งเกี่ยวกับ Sheer คือการพิจารณาความสูงของขอบ Sheer ดาดฟ้าเรือโดยวัดระยะในแนวดิ่งจากขอบ Sheer ถึงระนาบที่ขนานกับกระดูกงู ซึ่งระนาบนี้อยู่ระดับเดียวกับขอบดาดฟ้าฟรีบอร์ดที่ตำแหน่งกึ่งกลางลำสมมุติ

ถ้าความยาวประสิทธิผลของซูปเปอร์สตรัคเจอร์เท่ากับความยาวเรือ ($E = L$) ให้ใช้ค่าความสูงขอบ Sheer ถึงดาดฟ้าของซูปเปอร์สตรัคเจอร์แทน

รูปร่างลักษณะของขอบ Sheer ที่ใช้เป็นมาตรฐานอ้างอิง คือมีรูปหน้าตัดด้านข้างเป็นเส้นโค้งพาราโบลาที่มีความสูงจากดาดฟ้าฟรีบอร์ดเป็นศูนย์ที่ตำแหน่งกึ่งกลางสมมุติ เท่ากับ

$25\left(\frac{L}{3}+10\right)$ ที่ตำแหน่งเส้นฉากท้าย และเท่ากับ $50\left(\frac{L}{3}+10\right)$ ที่ตำแหน่งเส้นฉากหัว (L มีความยาวเป็นเมตร)

วิธีการปรับแต่งเกี่ยวกับรูปร่างของขอบ Sheer จะนำผลรวมฟังก์ชั่นของพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งขอบ Sheer ด้านข้างของเรือจริง มาเปรียบเทียบกับผลรวมฟังก์ชั่นพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งมาตรฐาน ซึ่งมีความสูงแต่ละตำแหน่ง ดังในตารางที่ ๕

ตารางที่ ๕ ฟังก์ชั่นของพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งของขอบ Sheer

	ตำแหน่งรอยตัด	ความสูงเป็น มิลลิเมตร	ตัวคูณ
Sheer ส่วนหลัง	เส้นฉากท้าย (A.P.)	25(L/3+10)	1
	L/6 จาก A.P.	11.1(L/3+10)	3
	L/3 จาก A.P.	2.8(L/3+10)	3
	กลางลำสมมุติของเรือ	0	1
Sheer ส่วนหน้า	กลางลำสมมุติของเรือ	0	1
	L/3 จาก F.P.	5.6(L/3+10)	3
	L/6 จาก F.P.	22.2(L/3+10)	3
	เส้นฉากหัว (F.P.)	50(L/3+10)	1

ผลรวมฟังก์ชั่นของพื้นที่มาตรฐานกระทำได้โดยนำความสูงของขอบ Sheer แต่ละตำแหน่งในตารางที่ ๕ คูณกับตัวคูณ แล้วนำมารวมกัน ทั้งจากขอบ Sheer ส่วนหน้าและขอบ Sheer ส่วนหลัง ส่วนผลรวมฟังก์ชั่นของพื้นที่ขอบ Sheer จริงคำนวณได้โดยนำความสูงของขอบ Sheer จริงตรงตำแหน่งที่สอดคล้องกันมาคูณกับตัวคูณในตารางที่ ๕ แล้วนำผลการคำนวณของขอบ Sheer ส่วนหน้าและขอบ Sheer ส่วนหลัง มารวมเช่นเดียวกัน หลังจากนั้นให้นำผลการคำนวณจากระยะมาตรฐานกับระยะวัดจากขอบ Sheer จริงมาหักกลบกันแล้วหารด้วย ๘ ก็จะได้ค่า *ส่วนเกินหรือส่วนขาด* เพื่อนำไปปรับแต่งฟรีบอร์ดเรือต่อไป โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

$$\text{ค่าปรับแต่ง} = \text{ค่าส่วนเกินหรือส่วนขาด} \times \left(0.75-\frac{S}{2L}\right)$$

เมื่อ S คือค่าความยาวของซูปเปอร์สตรัคเจอร์

เมื่อพบว่าเป็นค่า *ส่วนขาด* ให้นำค่าปรับแต่งที่คำนวณได้ไป *บวก* กับระยะฟรีบอร์ดมาตรฐาน

เมื่อพบว่าเป็นค่า *ส่วนเกิน* สามารถนำค่าปรับแต่งที่คำนวณได้ไป *ลบ* กับระยะฟรีบอร์ดมาตรฐาน

ถ้า Sheer ส่วนท้ายมีขนาดใหญ่กว่ามาตรฐาน ในขณะที่ส่วนหน้ามีขนาดเล็กกว่ามาตรฐาน จะไม่ได้รับประโยชน์จากส่วนที่ใหญ่กว่าดังกล่าว แต่ในทางกลับกันถ้า Sheer ส่วนหน้าใหญ่กว่ามาตรฐาน จะสามารถนำส่วนที่เกินกว่าไปชดเชยส่วนท้ายที่เล็กกว่ามาตรฐานได้ ทั้งนี้ถ้า Sheer ส่วนท้ายขาดไม่น้อยกว่า ๗๕% ของมาตรฐานจะชดเชยส่วนเกินที่ได้ประโยชน์จากส่วนหน้าได้ทั้งหมด

แต่ถ้าส่วนท้ายขาดอยู่ระหว่าง ๕๐% ถึง ๗๕% ให้ชดเชยได้ตามส่วน และจะชดเชยไม่ได้ถ้า Sheer ส่วนท้ายน้อยกว่ามาตรฐานเกินกว่า ๕๐%

๓.๑๑ การนำค่าปรับแต่งไปลบกับฟรีบอดร์ดมาตรฐานมีเงื่อนไข ดังนี้

๓.๑๑.๑ เรือที่มีซูปเปอร์สตรัคเจอร์แบบปิดมิชิดยาวครอบคลุมในช่วง ๐.๑L ไปทางท้ายของกลางลำสมมุติ และ ๐.๑L ไปทางหัวของกลางลำสมมุติ ให้นำค่าปรับแต่งที่คำนวณได้ข้างต้นไปหักได้ ๑๐๐%

๓.๑๑.๒ ถ้าซูปเปอร์สตรัคเจอร์มีลักษณะแตกต่างจากข้อ ๓.๑๑.๒ จะไม่สามารถนำผลการคำนวณไปหักได้

๓.๑๑.๓ ถ้าซูปเปอร์สตรัคเจอร์มีลักษณะดังในข้อ ๓.๑๑.๑ แต่ความยาวน้อยกว่าค่าที่ระบุไว้ ให้หาค่าที่จะนำไปหักโดยการเทียบตามส่วน

๓.๑๑.๔ ค่าปรับแต่งสูงสุดที่จะนำไปหักได้ จะมีอัตราไม่เกิน ๑๒๕ มิลลิเมตรต่อความยาว ๑๐๐ เมตรของเรือ

๔.ความสูงต่ำสุดของหัวเรือ (Minimum Bow Height)

ความสูงหัวเรือคือระยะทางดิ่งวัดที่แนวเส้นฉากหัวเรือ (F.P.) จากแนวน้ำฤดูร้อน (Summer Load Line) ที่เป็นตัวกำหนดฟรีบอร์ดเรือถึงส่วนบนของดาดฟ้าเปิด ซึ่งจะต้องมีความสูง ดังนี้

เรือที่ยาวน้อยกว่า ๒๕๐ เมตร ต้องมีความสูงไม่น้อยกว่า $56L\,(1-\frac{L}{500})(\frac{1.36}{C_B+0.68})$ มิลลิเมตร

เรือที่ยาวมากกว่า ๒๕๐ เมตร ต้องมีความสูงไม่น้อยกว่า $7000\,(\frac{1.36}{C_B+0.68})$ มิลลิเมตร

โดย L = ความยาวเรือเป็น เมตร

C_B = สัมประสิทธิ์แท่งตันของเรือ ซึ่งจะต้องใช้ค่าไม่น้อยกว่า ๐.๖๘

ถ้าเป็นความสูงหัวเรือวัดถึงแนวขอบ Sheer ขอบ Sheer นั้นจะต้องมีความยาวนับจากแนวเส้นฉากหัวไปไม่น้อยกว่า ๑๕% ของความยาวเรือ (L) แต่ถ้าเป็นการวัดความสูงถึงขอบบนโครงสร้างใดๆที่หัวเรือ โครงสร้างนั้นจะต้องมีความยาวต่อเนื่องจากทวนหัวเรือ(Stem) เลยแนวเส้นฉากหัวไปทางท้ายอีกไม่น้อยกว่า ๐.๐๗L และโครงสร้างดังกล่าวจะต้องมีลักษณะดังนี้

๔.๑ เรือที่ยาวน้อยกว่า ๑๐๐ เมตร โครงสร้างหัวเรือนั้นจะต้องปิดมิดชิด ตามนิยามข้อ ๑.๑๑ ของบทความนี้

๔.๒ เรือที่ยาวว่า ๑๐๐ เมตร นอกจากจะต้องมีลักษณะดังข้อ ๔.๑ แล้ว ยังจะต้องมีอุปกรณ์ปิดทับ (Closing Appliances) ตามที่ผู้มีอำนาจกำหนดฟรีบอร์ดเรือจะเห็นสมควร

เรือชนิดพิเศษที่มีภาระกิจเฉพาะแตกต่างไปจากเรือทั่วไป ผู้มีอำนาจกำหนดฟรีบอร์ดเรือสามารถออกข้อกำหนดความสูงต่ำสุดของหัวเรือได้เป็นกรณีพิเศษ

๕. สรุป

จากบทความของผู้เขียนคงพอทำให้ผู้อ่านทราบว่า ระยะฟรีบอร์ดเรือมิได้กำหนดง่าย ๆ จากระยะความสูงที่เหลือนับจากแนวน้ำถึงกราบของเรือ แต่จำต้องทราบรูปร่างลักษณะและรายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างต่าง ๆโดยเฉพาะบนดาดฟ้าเรือ การพิจารณาเริ่มจากหาระยะฟรีบอร์ดที่เรือตามมาตรฐานควรมีเป็นอย่างน้อย หลังจากนั้นตรวจสอบประเด็นที่เอื้ออำนวยให้เรือสามารถลดระยะฟรีบอร์ดลงได้หรือข้อด้อยที่ทำให้เรือจะต้องเพิ่มระยะฟรีบอร์ดขึ้นอีก ระยะฟรีบอร์ดเกี่ยวข้องโดยตรงกับความปลอดภัยของเรือ เป็นบรรทัดฐานสำหรับการบรรทุก และดัชนีบ่งสมรรถนะของเรือ ผู้ทำงานในเรือและผู้เกี่ยวข้องควรทราบวิธีการกำหนดระยะฟรีบอร์ดของเรือเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่ง เช่นกฎของ IMO เพราะเป็นองค์ความรู้หนึ่งของวิชาเกี่ยวกับวิศวกรรมทางเรือ แต่สิ่งหนึ่งที่ผู้เขียนอยากทำความเข้าใจกับผู้อ่านทั้งหลายคือ มาตรฐานของ IMO นั้นจัดว่าเป็นมาตรฐานที่ใช้เกณฑ์ต่ำสุด ข้อความนี้มีความหมายอยู่ในตัวเองแล้ว และ IMO เองก็ยอมรับว่ามาตรฐานของตนในเกือบทุกประเด็นห่างจากมาตรฐานของทางทหารมาก สาเหตุสำคัญคือโดยเนื้อแท้แล้ว IMO ออกมาตรฐานมาเพื่อมุ่งเน้นที่จะรักษาชิวิต ทรัพย์สินและสิ่งแวดล้อม เป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่เรือทางทหารเรือให้ความสำคัญเกี่ยวกับสมรรถนะสูงสุด การดำรงสมรรถนะและภารกิจไว้ให้จงได้ ดังนั้นการยึดถือมาตรฐาน IMO เท่ากับถอยไปยอมรับเกณฑ์ต่ำสุดอีกทั้งไม่สอดคล้องกับภารกิจทางทหาร ในส่วนของหลักสูตร เช่นกัน IMO ต้องการปรับพื้นความรู้ให้กับลูกเรือทั่วโลกที่มาจากพื้นฐานต่างกัน บางคนมาจากอาชีพประมงหรือผู้ไม่มีความรู้เกี่ยวกับเรือเลย ซึ่งส่วนใหญ่มีพื้นฐานระดับมัธยมปลายและมีความรู้ภาษาอังกฤษน้อย แต่ปัญหาสำคัญคือหากออกมาตรการเข็มงวดจะไม่ได้รับความร่วมมือจากเจ้าของกิจการพานิชย์นาวีทั่วไป เพราะต้องแบกรับค่าใช้จ่ายและขาดคนทำงาน จึงออกแบบคอร์สการอบรม สั้น ๆ จำนวนมากมาย โดยแต่ละคอร์สการอบรมใช้เวลารวมแล้วเพียงไม่กี่ชั่วโมง และพยายามเปิดการอบรมทั่วโลกตลอดทั้งปี วิธีการหนึ่งที่ได้ผลคือรณรงค์ให้หน่วยงานที่มีอำนาจควบคุมของแต่ละประเทศดูแลจัดเปิดการบรมหัวข้อต่าง ๆ เพื่อให้เป็นผู้รับผิดชอบด้านค่าใช้จ่ายและอุปกรณ์ โดยให้ผู้ประกอบการแต่ละรายสามารถหมุนเวียนส่งคนมาอบรมโดยไม่กระทบกับธุรกิจของตน และใช้ช่องทางนี้กำหนดชนิดและจำนวนหัวข้อที่ผู้ปฏิบัติงานในเรือควรมีโอกาสแวะเวียนมาอบรม โดยผูกข้อแม้ไว้ว่าหากอบรม ไม่ครบถ้วนต่อไปผู้นั้นอาจทำงานเกี่ยวกับพานิชย์นาวีไม่ได้เต็มที่ สิ่งที่ผู้เขียนกังวลคือหากเราไม่ศึกษาวัตถุประสงค์ของ IMO และของตัวเราเองอย่างถ่องแท้ ไปมองที่ชื่อหัวข้อการอบรมซึ่งอาจเลิศหรูดูดี แล้วคิดว่าเป็นการบังคับในระดับนานาชาติ มัวแต่กังวลว่าต่อไปเราจะไม่ได้มาตรฐานตามที่ IMO กำหนด (ไว้ที่ไหน...เมื่อไหร่) คิดอย่างนี้ถูกต้องเหมาะสมแล้วหรือไม่ หรือจะถอยไปเลือกใช้เกณฑ์ต่ำสุดซึ่งออกแบบไว้คนละวัตถุประสงค์ของเราโปรดอย่าลืมว่าผลที่ได้คือเกณฑ์ต่ำสุดที่ยอมรับได้

ถ้าเปรียบกับนักเรียนที่ทำข้อสอบคะแนนเต็ม ๑๐๐ ผู้ที่เรียกร้องใช้เกณฑ์ลักษณะนี้เป็นหลักน่าที่จะเป็นผู้ที่สอบได้คะแนนระหว่าง ๔๙ ถึง ๕๑ คะแนน แต่ต้องการสอบผ่านวิชานั้น ความรอบรู้อย่างแท้จริงเท่านั้นที่จะบอกเราได้ว่าเราควรจะเลือกใช้เกณฑ์ใด ผู้เขียนอยากให้ดูที่วัตถุประสงค์ของตัวเราเป็นหลัก ก่อนที่จะตื่นตระหนกกับคำว่า ***"International"*** และ ***"Standard"*** จนเกินไป

เอกสารอ้างอิง

Lewis, E.V. (Ed.) (1988), ***Principle of Naval Architecture***, Volume 1, SNAME, New York.

International Maritime Organization, ***International Convention on Load Lines, 1966***, London

เอกสารประกอบการสอนวิชาการคำนวณการทรงตัวเรือ โดย น.อ.ผศ.สมศักดิ์ แจ่มแจ้ง, กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ, โรงเรียนนายเรือ