การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22
15-17 ตุลาคม 2551 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

เรือโดยสารลดคลื่นเพื่อประหยัดพลังงาน

Low Wash Waterbus

ดร. สัตยา จันทรประภา[1] และ ศราวุธ วงศ์เงินยวง[2]

[1]กองออกแบบต่อเรือ กรมแผนการช่าง กรมอู่ทหารเรือ เขตบางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700
โทร 0-2475-4254 โทรสาร 0-2412-0732 อีเมล์ sattaya88@hotmail.com

[2]กองออกแบบต่อเรือ กรมแผนการช่าง กรมอู่ทหารเรือ เขตบางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700
โทร 0-2475-4251 โทรสาร 0-2412-0732 อีเมล์ swny1976@yahoo.com

บทคัดย่อ

การเดินทางในแม่น้ำเจ้าพระยาและคลองเชื่อมต่อ เป็นที่นิยมเพิ่มขึ้น และเป็นเส้นทางคมนาคมทางน้ำที่สำคัญสำหรับคนเมืองหลวง การจัดหาเรือที่มีขนาดใหญ่ขึ้นสามารถตอบสนองความต้องการได้เป็นอย่างดี แต่การเพิ่มจำนวน การขยายขนาดของเรือ และเพิ่มความเร็วในการเดินเรือ ยังไม่คำนึงถึงสภาพแวดล้อมและผลกระทบที่เกิดขึ้น คลื่นที่เกิดจากเรือก่อให้เกิดการกัดเซาะแนวริมฝั่ง เป็นเหตุให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งปลูกสร้างริมน้ำ และอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สินของผู้สัญจรทางน้ำ ในปัจจุบันปัญหาสิ่งแวดล้อมทางน้ำได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก นอกจากเรื่องความสกปรกของแม่น้ำลำคลองแล้ว คลื่นที่เกิดจากเรือก็มีความสำคัญเช่นกัน การแก้ปัญหาเพื่อลดผลกระทบของคลื่นที่เกิดจากเรือ สามารถทำได้โดยการออกแบบตัวเรือเพื่อลดการเกิดคลื่น การจำกัดเส้นทางการเดินเรือ และความเร็วเรือ ณ บริเวณที่ต้องการ ผลดีที่ตามมากับการลดขนาดคลื่นที่เกิดจากเรือหรือพลังงานที่อยู่ในคลื่นก็คือ ความต้านทานเรือหรือกำลังที่เรือต้องใช้ในการขับเคลื่อนจะลดลงตามไปด้วย ฉะนั้นถ้าเราสามารถออกแบบตัวเรือเพื่อลดขนาดของคลื่นได้ จะหมายถึงการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงและลดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการใช้งาน หรืออีกนัยหนึ่งก็คือเรือสามารถแล่นได้เร็วขึ้นด้วยกำลังเท่าเดิม ดังนั้นรูปทรงตัวเรือและระบบขับเคลื่อนที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในแม่น้ำเจ้าพระยาและคลองเชื่อมต่อควรจะต้องก่อให้เกิดคลื่นน้อย รักษาสภาพสิ่งแวดล้อม และประหยัดพลังงาน

Abstract

Mass transportation in Chaopraya River and canals has become more popular for people living in Bangkok. As a result, the amount and size of the water buses have been increased in order to meet people's need. The speed of waterbuses has also been increased with regardless of the effects on the environment and safety. Wave wash generated by water buses can have significant effect such as erosion of the coastline, risk for people on river bank and for small boats, and changes in the local ecology. Furthermore, the power needed to propel the ship is proportioned to the size of the wave that the ship generates. Therefore, reducing the size of the ship-generated wash results in less effect on the environment and safety and less fuel consumption. This can be solved by careful design of the hull form that produces less wash and by optimization of the route and speed in specific areas. This has led to the need for research into the new water bus that generates less wash.

1. คำนำ

ในปัจจุบันปัญหาสิ่งแวดล้อมทางน้ำได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก นอกจากเรื่องความสกปรกของแม่น้ำลำคลองแล้ว คลื่นที่เกิดจากเรือที่สัญจรอยู่ในแม่น้ำลำคลองก็มีความสำคัญเช่นกัน เนื่องจากคลื่นที่เกิดจากเรือนี้ก่อให้เกิดการกัดเซาะบริเวณแนวชายฝั่งได้ อันจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อบ้านเรือนหรือสิ่งปลูกสร้างริมน้ำ (รูปที่1) และอาจมีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ตามแนวชายฝั่งด้วยเช่นกัน เช่น พืชที่อยู่ริมน้ำอาจถูกคลื่นกัดเซาะจนเสียหายและตายได้

รูปที่ 1 บ้านริมแม่น้ำเจ้าพระยา

นอกจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแล้ว คลื่นที่เกิดจากเรือก็ยังมีผลกระทบในด้านความปลอดภัยเช่นกัน ทั้งนี้เพราะคลื่นที่เกิดจากเรืออาจก่อให้เกิดอันตราย และความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของผู้สัญจรทางน้ำ หรือผู้ที่ทำกิจกรรมอยู่บริเวณแนวชายฝั่งได้ โดยคลื่นอาจซัดคนที่เดินอยู่ริมเขื่อนตกน้ำ หรืออาจทำให้เรือเล็กที่สัญจรไปมาพลิกคว่ำก่อให้เกิดอันตรายถึงแก่ชีวิตได้

สำหรับในประเทศไทย พบว่ายังไม่เคยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลความเสียหายที่เกิดจากผลกระทบของคลื่นที่เกิดจากเรือ ทั้งที่ประเทศไทยมีการสัญจรทางน้ำอย่างหนาแน่นทั้งในแม่น้ำและลำคลองต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรุงเทพมหานคร แต่อย่างไรก็ตามเป็นที่ทราบกันดีว่าคลื่นที่เกิดจากเรือโดยสารที่แล่นในแม่น้ำ/ลำคลองในประเทศไทยได้สร้างความเดือดร้อนต่อผู้สัญจรทางน้ำ และผู้ที่อยู่ริมฝั่ง รวมทั้งสิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่งอีกด้วย และอีกทั้งการออกแบบเรือในประเทศไทยยังไม่เคยมีการพิจารณาในด้านนี้มาก่อน จากข้างต้นที่กล่าวมาทั้งหมดได้แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องนำเอาผลกระทบของคลื่นที่เกิดจากเรือ มาพิจารณาในการออกแบบเรือในแม่น้ำ และในลำคลองต่าง ๆ ซึ่งผลดีที่ตามมากับการลดขนาดคลื่นที่เกิดจากเรือก็คือ เรือจะใช้กำลังในการขับเคลื่อนน้อยลง หมายถึงการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงและลดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการใช้งาน

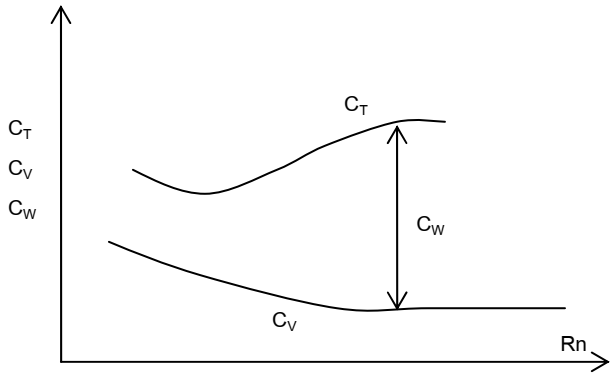
2. ทฤษฎีพื้นฐาน

การที่เรือแล่นไปในน้ำด้วยความเร็วหนึ่งนั้น เรือจะต้องใช้พลังงานปริมาณหนึ่งในการเอาชนะแรงต้านทานของน้ำ ถ้าพิจารณาในด้านการส่งถ่ายพลังงานจากเรือไปสู่ของเหลวหรือน้ำ เราสามารถแบ่งความต้านทานเรือออกได้เป็น 2 องค์ประกอบหลัก ๆ คือ ความต้านทานความหนืด (Viscous Resistance) และ ความต้านทานเชิงคลื่น (Wave Resistance) เขียนได้ดังสมการข้างล่าง

$$C_T = C_V + C_W \qquad (1)$$

C_T คือ สัมประสิทธิ์ความต้านทานรวมของเรือ ($=R_T/(0.5\rho SV^2)$)* C_V คือ สัมประสิทธิ์ความต้านทานความหนืด ($=R_V/(0.5\rho SV^2)$) ซึ่งเกี่ยวพันกับความหนืดของของไหล และความฝืดของผิวเรือ ส่วน C_W คือ สัมประสิทธิ์ความต้านทานเชิงคลื่น ($=R_W/(0.5\rho SV^2)$) ซึ่งเกี่ยวพันกับพลังงานที่เรือส่งถ่ายให้กับของไหลเมื่อเรือเคลื่อนที่ ซึ่งอยู่ในรูปของคลื่น หมายความว่าถ้าเรือใช้พลังงานมากในการเคลื่อนที่ พลังงานที่ถูกส่งถ่ายมายังคลื่นก็มีมากเช่นกัน ส่งผลให้ขนาดความสูงคลื่นและความยาวคลื่นมากขึ้น เป็นผลให้ความต้านทานรวมของเรือสูงขึ้น

สำหรับเรือโดยสารในแม่น้ำและลำคลองนั้น จัดว่าเป็นเรือที่มีความเร็วค่อนข้างสูง เมื่อพิจารณาจากกราฟ ดังรูปที่ 2 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานต่าง ๆ กับค่า Reynold Number ($Rn = VL/\nu$) จะเห็นได้ว่าที่ค่า Rn สูง หรือที่ความเร็วสูงหรือค่อนข้างสูง ค่าความต้านทานเชิงคลื่น (C_W) จะมีอิทธิพลต่อค่าความต้านทานรวมของเรือ (C_T) มากกว่าค่าความต้านทานความหนืด (C_V) ดังนั้นถ้าสามารถลดความต้านทานเชิงคลื่นได้ ความต้านทานรวมของเรือจะลดลง จะทำให้ประหยัดพลังงานหรือน้ำมันเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อน ในขณะเดียวกันพลังงานที่เรือส่งผ่านให้กับคลื่นก็จะลดลงเช่นกัน คลื่นที่เกิดจากเรือจะมีขนาดเล็กลง จะเกิดผลดีต่อสิ่งแวดล้อม และความปลอดภัยของผู้สัญจรทางน้ำ



รูปที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความต้านทานเรือ

ในการที่จะลดความต้านทานเชิงคลื่นและพลังงานที่ถูกส่งไปยังน้ำในรูปของคลื่นนั้น ปัจจัยหลักคือ รูปทรงตัวเรือใต้แนวน้ำ ทั้งนี้เพราะความต้านทานเชิงคลื่นเกี่ยวพันกับแรงที่มากระทำในทิศตั้งฉากกับตัวเรือ (Pressure Force) แรงนี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับรูปทรงและความเร็วเรือ ถ้าเรือมีรูปทรงที่ต้านน้ำมากแรงต้านทานก็จะมาก ฉะนั้นเรือก็จะต้องใช้พลังงานสูงในการเอาชนะแรงต้านทานนั้น ส่งผลให้พลังงานถูกส่งผ่านจากเรือไปยังน้ำมากขึ้น คลื่นจะมีขนาดสูงขึ้น นอกจากนี้แล้ว จะต้องพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ระวางขับน้ำของเรือ ความเร็วเรือ ความลึกของน้ำ และความกว้างของแม่น้ำหรือลำคลอง เป็นต้น ผู้เขียนได้ทำการศึกษาวิจัยอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ ที่มีต่อความต้านทานเชิงคลื่นและคลื่นที่เกิดจากเรือ โดยการทดลองด้วยเรือจำลอง และการใช้ทฤษฎี Thin Ship Theory ดังรายละเอียดในเอกสารอ้างอิง [1]

3. แนวทางการลดผลกระทบของคลื่นที่เกิดจากเรือ

ทางคณะกรรมการ ITTC (International Towing Tank Conference) [2] ได้แนะหนทางในการลดผลกระทบของคลื่นจากเรือที่น่าจะเป็นไปได้ 2 หนทางหลัก ๆ ได้แก่ การจำกัดเส้นทางการเดินเรือและความเร็วเรือ ณ บริเวณที่ต้องการ หรือการออกแบบตัวเรือเพื่อลดการเกิดคลื่น

สำหรับหนทางแรกนั้น ในบางประเทศ เช่น เดนมาร์ค [3] ได้ออกกฎว่า ตั้งแต่วันที่ 17 พ.ค. 2540 บริษัทที่เป็นเจ้าของเรือความเร็วสูงจะต้องรายงานต่อรัฐว่า เรือของตนก่อให้เกิดคลื่นที่สูงที่สุดไม่เกินจากที่กฎหมายกำหนดตามสมการต่อไปนี้

$$H_h \leq 0.5\sqrt{(4.5/T_h)} \qquad (2)$$

โดยที่ T_h คือ คาบของคลื่น

* R_T = แรงต้านทานรวม (N), R_V = แรงต้านทานความหนืด (N), R_W = แรงต้านทานเชิงคลื่น (N), ρ = ความหนาแน่นของน้ำ (kg/m^3), S = พื้นที่ผิวเปียกของตัวเรือ (m^2), V = ความเร็วเรือ (m/s)

หรือในบริเวณที่น้ำลึกไม่เกิน 3 m คลื่นสูงสุดที่เกิดจากเรือต้องสูงไม่เกิน 0.35 m

ที่เมืองเวนิส ประเทศอิตาลี [4] ได้มีการกำหนดความสูงของคลื่นในบริเวณสถานที่สำคัญทางประวัติศาสตร์ว่า ความสูงของคลื่นที่เกิดจากเรือต้องไม่เกิน 100 mm โดยการจำกัดความเร็วเรือที่สัญจรผ่านบริเวณนั้นตามประเภทของเรือ เช่น เรือขนส่งมวลชนขนาดบรรทุก 100-200 คน อนุญาตให้ใช้ความเร็วได้ไม่เกิน 11 km/hr เรือแท็กซี่ขนาดบรรทุก 10-20 คน ใช้ความเร็วได้ไม่เกิน 7 km/hr เรือบรรทุกสินค้า เรือนำเที่ยว ฯลฯ ใช้ความเร็วได้ไม่เกิน 5 km/hr เป็นต้น โดยมีการใช้อุปกรณ์จับความเร็ว ได้แก่ เครื่องวัดความเร็วแบบอยู่กับที่ กล้องโทรทัศน์ เรดาร์ และ DGPS

สำหรับหนทางที่ 2 นั้น ที่เมืองเวนิส มีโครงการที่ชื่อ LIUTO (Low Impact Urban Transport Water Omnibus) [4], [5] ได้พัฒนาเรือขนส่งมวลชนรุ่นใหม่ (รูปที่ 3) ซึ่งสามารถลดการเกิดคลื่นได้ถึง 30% ณ ความเร็วเรือเฉลี่ย และในขณะเดียวกันก็ได้ปรับปรุงสมรรถนะของเรือและความคล่องตัวให้ดีขึ้น โดยได้มีการนำ CFD code ชื่อ RAPID มาใช้ในการปรับปรุงรูปทรงเรือ เรือรุ่นใหม่นี้ขับเคลื่อนด้วยใบจักรแบบ Podded Drive Twin Propellers 1 ชุด[ζ] (รูปที่ 4) เรือรุ่นใหม่นี้ขับเคลื่อนด้วยใบจักร 1คู่ ซึ่งขับด้วยระบบต้นกำลังขับผสมไฟฟ้า – ดีเซล (Hybrid) เมื่อเรือแล่นในน่านน้ำเปิด (Open Water) เช่น ทะเลสาบ จะขับด้วยเครื่องยนต์ดีเซล และจะเปลี่ยนเป็นระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า เมื่อเรือแล่นในแม่น้ำ หรือ คลอง ภายในระยะเวลา 8 –10 ปี เรือขนส่งมวลชนรุ่นเก่าทั้งหมดจะถูกแทนที่ด้วยเรือรุ่นใหม่นี้

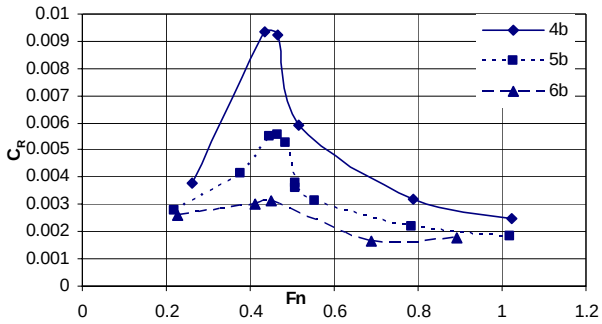
รูปที่ 3 เรือขนส่งมวลชนคลื่นน้อยรุ่นใหม่ของเมืองเวนิส (LIUTO)

Day และ Doctors [6] ได้ออกแบบรูปทรงตัวเรือเพื่อลดคลื่น โดยแบ่งเป็นเรือสำหรับแล่นในน้ำลึก และเรือสำหรับแล่นในน้ำตื้น ในขณะที่ Khattab [7] ได้เสนอแนะแนวทางการออกแบบเรือสำหรับแล่นในแม่น้ำลำคลองที่สร้างคลื่นต่ำ และความสามารถในการควบคุมสูง

รูปที่ 4 Podded Drive Twin Propellers
(ที่มา: www.yachtforums.com)

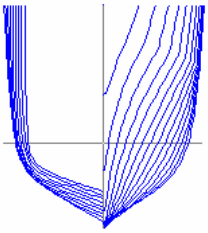
4. แนวทางการออกแบบเรือลดคลื่นและประหยัดพลังงาน

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 2 ปัจจัยหลักที่ต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบเรือโดยสารในแม่น้ำเพื่อลดคลื่นคือ รูปทรงตัวเรือที่แนวน้ำและใต้แนวน้ำ จากการศึกษาวิจัย [1] พบว่า อัตราส่วนความยาวต่อระวางขับน้ำ ($L/\nabla^{1/3}$) มีผลต่อค่าความต้านทานเชิงคลื่นและขนาดของคลื่นมาก ค่า $L/\nabla^{1/3}$ ยิ่งสูงค่าความต้านทานเชิงคลื่นและพลังงานที่อยู่ในคลื่นจะยิ่งต่ำ ดังตัวอย่างผลการทดลองในรูปที่ 5 โดยแบบจำลองเรือ 4b 5b และ 6b เป็นเรือที่มีรูปทรงเดียวกัน (รูปที่6 และตารางที่ 1) แต่ค่า $L/\nabla^{1/3}$ เพิ่มขึ้นจาก 7.4 8.5 และ 9.5 ตามลำดับ ดังนั้นเรือควรจะมีค่าอัตราส่วนความยาวต่อระวางขับน้ำ ($L/\nabla^{1/3}$) มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ คือเรือควรจะเพรียวที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ อย่างไรก็ตามความเพรียวนั้นมีข้อจำกัดในด้านการทรงตัวของเรือ ถ้าเพรียวเกินไปการทรงตัวไม่ดี และควรต้องคำนึงถึงความสามารถในการควบคุมและความคล่องตัวเช่นเดียวกัน



รูปที่ 5 เปรียบเทียบค่าความต้านทานเรือที่ $L/\nabla^{1/3}$ ต่างกัน
โดยที่ Fn = $V/(gL)^{1/2}$, V = ความเร็วเรือ (m/s), g = 9.81 m/s^2, L = ความยาวของเรือ (m) C_R = Residuary Resistance Coefficient

[ζ] สัมภาษณ์ ศราวุธ วงศ์เงินยวง 15 ส.ค. 2549



รูปที่ 6 รูปตัดเรือจำลอง

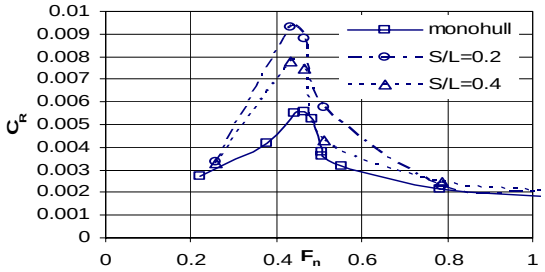
ตารางที่ 1 มิติของเรือจำลอง

Model	4b	5b	6b
L [m]	1.6	1.6	2.1
$L/\nabla^{1/3}$	7.4	8.5	9.5
L/B	9.0	11.0	13.1
B/T	2.0	2.0	2.0
C_B	0.397	0.397	0.397
C_P	0.693	0.693	0.693
C_M	0.565	0.565	0.565
A [m^2]	0.338	0.276	0.401
LCB [%]	-6.4	-6.4	-6.4

ถ้าต้องการออกแบบเรือแบบตัวเรือเดียว (Monohull) ให้มีความเพรียวมากจะต้องออกแบบให้จุดศูนย์กลางมวล (CG) ค่อนข้างต่ำมาก ผู้โดยสารอาจต้องนั่งอยู่ในระดับที่ใกล้กับแนวน้ำและระดับเดียวกับเครื่องยนต์ ซึ่งจะส่งผลต่อความสะดวกสบายของผู้โดยสาร คือพื้นที่โดยสารจะแคบ ผู้โดยสารมีโอกาสเปียกน้ำสูง และประสบกับมลภาวะทางเสียงอันเนื่องมาจากเครื่องยนต์ และถ้าต้องการออกแบบให้ท้องเรือมีความมนเพื่อให้ลู่น้ำ เรือจะมีอาการโคลงง่าย โดยเฉพาะในกรณีแม่น้ำเจ้าพระยานั้น คลื่นที่เกิดจากเรือโดยทั่วไปมีขนาดค่อนข้างสูง

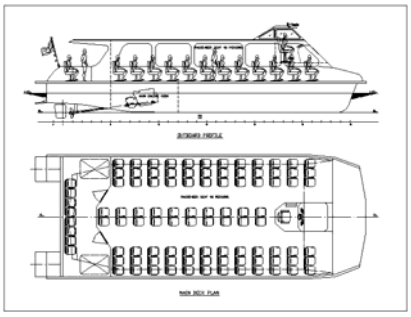
ฉะนั้นเรือประเภทตัวเรือคู่ (Catamaran) จึงน่าจะมีความเหมาะสมกว่า เพราะตัวเรือมีความเพรียวได้มาก หรือค่า L/b ไม่ต่ำกว่า 10 (L คือความยาวเรือที่แนวน้ำ b คือความกว้างของตัวเรือข้างเดียว Demihull) ในขณะที่เรือประเภทนี้มีความสามารถในการทรงตัวที่ดีมาก นอกจากนี้ยังมีข้อดีคือ พื้นที่ดาดฟ้ากว้างเหมาะกับการเป็นเรือโดยสาร ผู้โดยสารอยู่บนดาดฟ้าหลัก (Main Deck) ซึ่งตำแหน่งของผู้โดยสารจะอยู่สูงกว่าแนวน้ำมากกว่าเรือแบบตัวเรือเดียว ผู้โดยสารมีความสะดวกสบายกว่า เพราะนั่งอยู่สูงกว่าระดับน้ำค่อนข้างมากและนั่งอยู่คนละระดับกับเครื่องยนต์ มลภาวะทางเสียงจะน้อยกว่า เมื่อเทียบระวางขับน้ำกับความสามารถในการบรรทุกเท่ากันระหว่างเรือแบบตัวเรือคู่กับเรือตัวเรือเดียว เรือแบบตัวเรือคู่มีความต้านทานเรือเชิงคลื่นและขนาดของคลื่นน้อยกว่า และสามารถออกแบบให้มีความยาวเรือที่สั้นกว่า ทำให้สะดวกในการควบคุมและการเทียบท่าอีกด้วย

ในการออกแบบเรือแบบตัวเรือคู่นั้น ระยะห่างระหว่างตัวเรือคู่ก็มีผลต่อความต้านทานเรือเชิงคลื่นและขนาดของคลื่นเช่นกัน เนื่องมาจากการรบกวนกันของคลื่นที่เกิดจากตัวเรือคู่ จากการศึกษาวิจัย [1] พบว่า ถ้าอัตราส่วนระยะห่างระหว่างตัวเรือคู่กับความยาวเรือ (S/L) ยิ่งมาก ค่าความต้านทานเรือเชิงคลื่นและขนาดของคลื่นยิ่งต่ำ ดังตัวอย่างผลการทดลองในรูปที่ 7 อย่างไรก็ตามต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของคาน (Beam) ด้วย ค่า S/L ประมาณ 0.3 นั้นยอมรับได้และส่งผลต่อค่าความต้านทานเรือเชิงคลื่นและขนาดของคลื่นไม่ต่างจาก ค่า S/L = 0.4 และ 0.5 มากนัก แต่ให้ค่าความต้านทานเรือเชิงคลื่นและขนาดของคลื่นที่ต่ำกว่า S/L = 0.2 ค่อนข้างมาก



รูปที่ 7 เปรียบเทียบค่าความต้านทานเรือที่ S/L ต่างกัน

รูปที่ 8 แสดงตัวอย่างเรือโดยสารลดคลื่นและประหยัดพลังงานสำหรับในแม่น้ำแบบตัวเรือคู่สามารถบรรทุกผู้โดยสารได้ถึง 170 คน (นั่ง 100 คน ยืน 70 คน) คนขับเรือ 1 คน และลูกเรือ 3 คน มีความยาวแนวน้ำ 16 m กว้างสูงสุด 6.5 m ความกว้างของ Demihull 1.3 m และระยะห่างระหว่างตัวเรือคู่นับจากเส้นผ่าศูนย์กลางของ Demihull 5 m

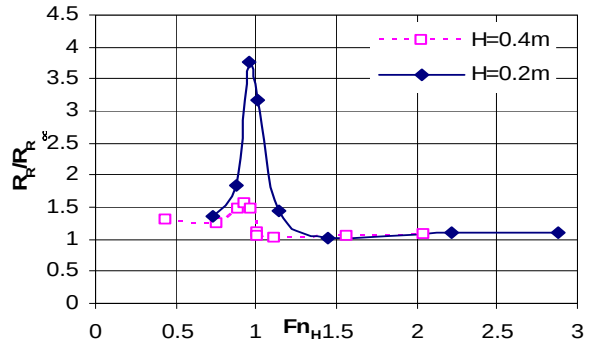


รูปที่ 8 ตัวอย่างเรือโดยสารลดคลื่นและประหยัดพลังงานสำหรับในแม่น้ำแบบตัวเรือคู่

ในการออกแบบเรือโดยสารลดคลื่นและประหยัดพลังงานสำหรับในคลองนั้นมีความแตกต่างกัน เนื่องจากรูปแบบและมิติของเรือถูกจำกัดด้วยความกว้างของคลองและความเร็วเรือ นอกจากนั้น ความกว้างและความลึกของคลองยังมีผลต่อค่าความต้านทานเรือเชิงคลื่นและขนาดของคลื่นเป็นอย่างมาก จากการศึกษาวิจัย [1] พบว่า เรือควรจะแล่นที่ความเร็วต่ำกว่าวิกฤต คือที่ Depth Froude Number♣ (Fn_H) ต่ำกว่า 0.8 เนื่องจากในช่วงความเร็ววิกฤต ($0.8 < Fn_H < 1.2$) ค่าความ

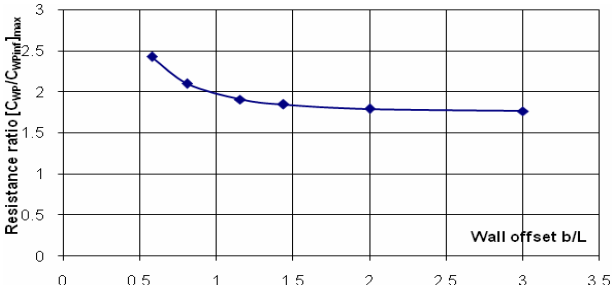
♣ $Fn_H = V/(gH)^{1/2}$, V = ความเร็วเรือ (m/s), g = 9.81 m/s^2, H = ความลึกของน้ำ (m)

ต้านทานเรือเชิงคลื่นจะมีค่าสูงมาก และอาจสูงถึง 4 เท่าของค่าความต้านทานเรือเชิงคลื่นในช่วงความเร็วต่ำกว่าวิกฤต (รูปที่ 9) เช่นเดียวกันขนาดความสูงของคลื่นจะสูงมากกว่าปกติมากเช่นกัน เรียกคลื่นประเภทนี้ว่า Solitons ซึ่งเป็นคลื่นที่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมากเพราะมีพลังงานอยู่ในคลื่นสูง บางกรณีความสูงของคลื่นนี้สูงกว่าคลื่นในช่วงต่ำกว่าวิกฤตถึง 3 เท่า เมื่อเทียบกับในน้ำลึกที่ความเร็วเรือเท่ากัน ลักษณะความแคบของคลองยังช่วยส่งเสริมให้เกิดปรากฏการณ์ Solitons นี้ด้วย



รูปที่ 9 ผลกระทบของน้ำตื้นที่มีต่อความต้านทานเรือ

นอกจากนี้ ยังพบว่าถ้าระยะระหว่างตัวเรือวัดจากเส้นผ่าศูนย์กลางลำเรือไปยังขอบฝั่ง (b) น้อยกว่าประมาณ 1.5 เท่าของความยาวตัวเรือที่แนวน้ำ (L) ค่าความต้านทานเรือเชิงคลื่นและขนาดความสูงของคลื่นจะสูงกว่าปกติ (ดูรูปที่ 10) โดยเฉพาะในช่วงความเร็ววิกฤต ($0.8 < Fn_H < 1.2$) ดังนั้นในการออกแบบเรือลดคลื่นและประหยัดพลังงานสำหรับในลำคลอง จะต้องนำปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้มาพิจารณาด้วย



รูปที่ 9 ผลกระทบของความกว้างของแม่น้ำหรือคลองต่อความต้านทาน

6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากเรือลดคลื่นเพื่อประหยัดพลังงานคือช่วยลดผลกระทบของคลื่นที่เกิดจากเรือโดยสารที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ลดการกัดเซาะของชายฝั่งและสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ริมน้ำ และช่วยลดความเสียหายและอันตรายที่อาจมีต่อผู้คนและทรัพย์สิน และยังจะช่วยประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงได้เช่นกัน นอกจากนี้สามารถเป็นเรือต้นแบบสำหรับเรือโดยสารในแม่น้ำ และลำคลองในอนาคตได้

ในการออกแบบเรือลดคลื่นและประหยัดพลังงานนั้น จะต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายประการ ได้แก่ รูปทรงตัวเรือที่แนวน้ำและใต้แนวน้ำ ระวางขับน้ำของเรือ ความเร็วเรือ ความลึกของน้ำ และความกว้างของแม่น้ำหรือลำคลอง เป็นต้น เมื่อสภาวะหรือปัจจัยเปลี่ยน ผลที่ได้ก็จะเปลี่ยนตาม ดังนั้นจึงควรที่จะต้องทำการศึกษาวิจัยในแต่ละกรณีเพื่อให้ได้รูปแบบเรือลดคลื่นและประหยัดพลังงานที่เหมาะสม

นอกจากการออกแบบเรือดังกล่าวแล้ว ข้อบังคับการใช้ความเร็วก็เป็นสิ่งสำคัญ อีกทั้งผู้ใช้เรือก็ควรที่จะวางแผนเส้นทางการเดินเรือและความเร็วที่เหมาะสมด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นาวาตรี ณัฐกร สุพัฒนะกรกิจ และพันจ่าเอก บุญรุ่ง อมรสันต์ ข้าราชการกองออกแบบต่อเรือ กรมแผนการช่าง กรมอู่ทหารเรือ สำหรับความเอื้อเฟื้อภาพถ่ายและภาพแปลนเรือ

เอกสารอ้างอิง

[1] Chandraprabha, S., *An Investigation into the Wave Wash and Wave Resistance of High Speed Displacement Ships*, Ph.D. Thesis, School of Engineering Science, Faculty of Engineering and Applied Sciences, University of Southampton, March 2003

[2] The Specialist Committee on Safety of High Speed Marine Vehicles, *Final Report and Recommendations to the 22nd ITTC*, ITTC 1999

[3] Kofoed-Hansen, H., Jensen, T., Sorensen, O.T. and Fuchs, J., *Wake Wash Risk Assessment of High-Speed Ferry Routes – A Case Study and Suggestions for Model Improvements*, Proc. International Conference on Hydrodynamics of High Speed Craft, London, November 2000

[4] Canestrelli, P., Vazzoler, S. and Zotti, I., *Experimental Research and Measures to Reduce the Wash Generated by High Speed Motorboats in Venice*, Proc. International Conference on Hydrodynamics of High Speed Craft, London, November 2000

[5] http://europa.eu.int

[6] Day, A. and Doctors, L.J., *Concept Evaluation for High-Speed Low-Wash Vessels*, Proc. of Sixth International Conference on Fast Sea Transportation, Fast'2001, Southampton, September 2001

[7] Khattab, O., *Design Aspects of Low Wash, High Controllability Hull Forms for Inland Waterways*, Proc. International Conference on Coastal Ship and Inland Waterways, RINA, London, 1999