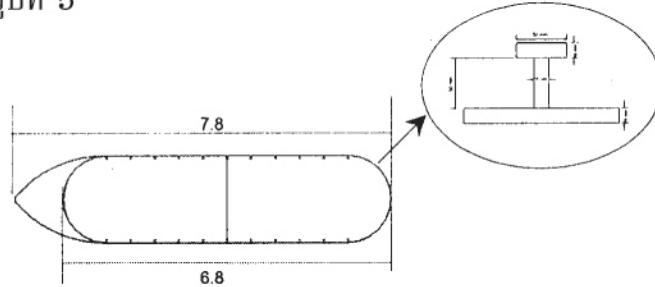


ประมาณ 40 KW

2.5 การคำนวณโครงสร้าง (Calculation of Structure)^[3]

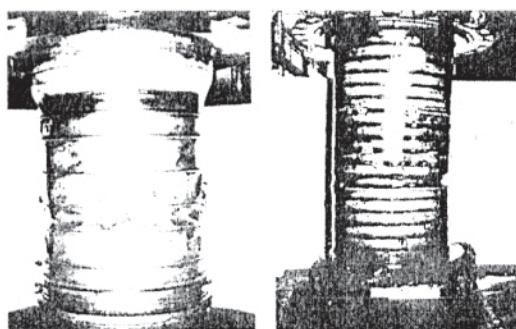
โครงสร้างของyanได้น้ำจะถูกออกแบบเพื่อให้ทนต่อแรงกดดันของน้ำตามความลึกที่กำหนดไว้ รูปแบบของyanได้น้ำจะเป็นลักษณะของทรงกระบอก (Cylindrical Type) ดังนั้นโครงสร้างจะประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือเปลือกเรือ (Shell) และ กงวงแหวน (Ring Frame) ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 เปลือกเรือและกงวงแหวน

การพังของ Pressure Hull (Collapse of Pressure Hull) สามารถจำแนกได้ดังนี้

2.5.1 ความเสียหายที่เกิดจากการบุบตัวของเปลือกเรือ (Failure by Bucking of Shell)



(ก)

(ข)

รูปที่ 6 (ก) การพังของ Pressure Hull แบบ bucking และ (ข) การพังของ Pressure Hull แบบ yielding

สาเหตุ เกิดจากกงวงแหวนมีความแข็งแรงแต่เปลือกเรือบางเกินไปทำให้ไม่สามารถที่จะรับแรงกดของน้ำได้ ดังแสดงในรูปที่ 6 (ก) ซึ่งความดันวิกฤตที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์นี้ได้จากสูตรสำเร็จดังแสดงในสมการที่ 9

$$P_c = \frac{2.42E \left(\frac{t}{D} \right)^{5/2}}{(1-\mu^2)^{3/4} \left[\frac{L}{D} - 0.45 \left(\frac{t}{D} \right)^{1/2} \right]} \quad (9)$$

P_c	=	Collapse pressure, psi
E	=	Young's modulus of material, psi
μ	=	Poisson's ratio
D	=	Diameter to midplane of shell, in
L	=	Unsupported length of shell plating, in

P_c ที่คำนวนได้ต้องมากกว่า Hydrostatic Pressure โครงสร้างของยานใต้น้ำจะปลอดภัย

2.5.2 ความเสียหายเกิดจากการล้าของเปลือกเรือ (Failure by Yielding of Shell)

สาเหตุ เนื่องจากเปลือกเรือถูกออกแบบมาให้มีความหนากว่าคงเรือ การล้าตัวมีแนวโน้มที่จะเกิดใน 2 ตำแหน่ง คือเปลือกเรือกึ่งกลางระหว่างกงวงแหวน และบริเวณด้านผิวในของกงวงแหวน ดังแสดงในรูปที่ 6 (ข) ความตันวิกฤติ คือ

บริเวณกงวงแหวน

$$P_{cy} = \frac{\frac{2\sigma_y t}{D}}{0.5 + 1.815K \left[\frac{0.85 - \beta}{1 - \beta} \right]} \quad (10)$$

เปลือกเรือกึ่งกลางระหว่างกงวงแหวน

$$P_{cy} = \frac{\frac{2\sigma_y t}{D}}{1 + H \left[\frac{0.85 - \beta}{1 - \beta} \right]} \quad (11)$$

$$B = \frac{bt}{A + bt} \quad (12)$$

โดยที่	σ_y	=	Yield stress of material, psi
	b	=	Width of faying flange, in
	t	=	Shell thickness, in
	A	=	Frame area, sq in
	β	=	$\frac{2N}{A+bt} \left[\frac{1}{3(1-\mu^2)} \right]^{1/4} (Rt^3)^{1/2}$ (13)

$$N = \frac{\cosh\theta - \cos\theta}{\sinh\theta - \sin\theta} \quad (14)$$

$$\theta = L \left[\frac{3(1-\mu^2)}{R^2 t^2} \right]^{\frac{1}{4}} \quad (15)$$

$$K = \frac{\sinh\theta - \sin\theta}{\sinh\theta + \sin\theta} \quad (16)$$

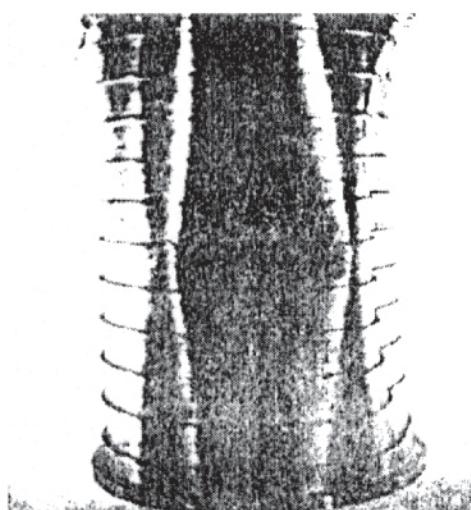
$$H = H_M + \mu H_E \quad (17)$$

$$H_M = -2 \left[\frac{\sinh \frac{\theta}{2} \cos \frac{\theta}{2} + \cosh \frac{\theta}{2} \sin \frac{\theta}{2}}{\sinh\theta + \sin\theta} \right] \quad (18)$$

$$H_E = -2 \left[\frac{3}{1-\mu^2} \right]^{\frac{1}{2}} \left[\frac{\sinh \frac{\theta}{2} \cos \frac{\theta}{2} - \cosh \frac{\theta}{2} \sin \frac{\theta}{2}}{\sinh\theta + \sin\theta} \right] \quad (19)$$

P_{cy} ที่คำนวณได้ต้องมากกว่า Hydrostatic Pressure

2.5.3 ความเสียหายเกิดจากการไวรเลสียรภาพทั่วไป (Failure by General Instability) สาเหตุ เกิดจากการยุบตัวของเปลือกเรือและงวงแหวน ทั้งนี้เนื่องมาจากโครงสร้างของyan ใต้น้ำ ไม่สามารถแรงกดดันของน้ำได้ในภาพรวม ดังแสดงในรูปที่ 7 ความดันวิกฤติหาได้จาก



รูปที่ 7 การพังของ Pressure Hull แบบ instability

$$P_{cr} = \frac{Et}{R} \left[\frac{m^4}{\frac{(n^2-1+m^2)(n^2+m^2)^2}{2}} \right] + \left[\frac{(n^2-1)EI}{R^3L} \right] \quad (20)$$

$$m = \frac{\pi R}{L_s}$$

L_s = Length between bulkhead

n = number of circumferential lobes

I = Inertia of frame including one frame spacing of shell plating

P_{cr} ที่คำนวณได้ต้องมากกว่า Hydrostatic Pressure

ขนาดที่ใช้ในการออกแบบ

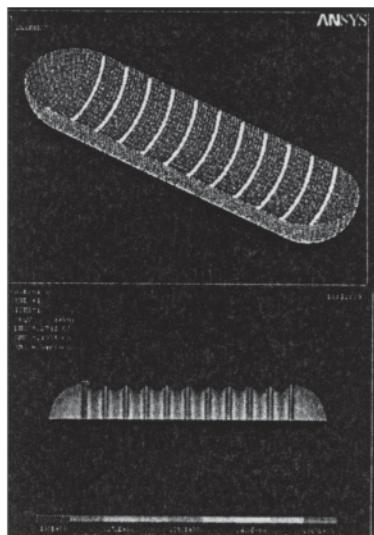
การคำนวณโดยใช้สูตรสำเร็จข้างต้นได้กำหนดค่าเปลือกเรือที่ 10, 12 มม. 15 มม. และ 20 มม. ตามลำดับ ขนาดของกงแหวน 50 x 15 x 50 x 15 โดยมีระยะห่างระหว่าง Frame ที่ 25 ซม. และ 50 ซม. ตามลำดับ จากนั้นเป็นการตรวจสอบผลอีกครั้งด้วย Finite Element Method โดยใช้ Program ANSYS ดังแสดงในรูปที่ 8 และตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 ผลการคำนวณโดยใช้สูตรสำเร็จที่ระยะห่างเพรม 50 cm

t(in)	n(mode)	Pyframe(psi)	Pymid(psi)	Pb(psi)	Pcr(psi)
0.393	2	364.8346	385.8764	707.9019	595.7139
0.47	2	450.3855	458.7413	1121.619	713.508
0.6	2	599.7727	584.4937	2106.84	913.4835
0.786	2	823.9391	771.7753	4245.634	1198.082
0.393	3	364.8346	385.8764	707.9019	147.8277
0.47	3	450.3855	458.7413	1121.619	179.6624
0.6	3	599.7727	584.4937	2106.84	236.3488
0.786	3	823.9391	771.7753	4245.634	313.3995
0.393	4	364.8346	385.8764	707.9019	198.3299
0.47	4	450.3855	458.7413	1121.619	242.5717
0.6	4	599.7727	584.4937	2106.84	322.777
0.786	4	823.9391	771.7753	4245.634	429.9301

ตารางที่ 3 ผลการคำนวณโดยใช้สูตรสำเร็จที่ระยะระหว่างเฟรม 25 cm

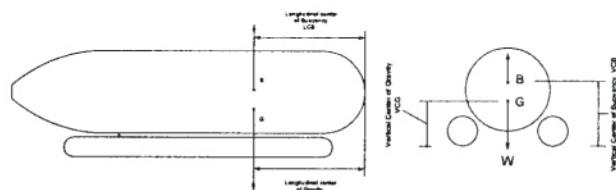
t(in)	n(mode)	Pyframe(psi)	Pymid(psi)	Pb(psi)	Pcr(psi)
0.393	2	367.6291	415.525	1640.786	595.7139
0.47	2	465.1722	512.6755	2645.016	713.508
0.6	2	647.2817	680.7208	5107.988	913.4835
0.786	2	937.7534	923.5161	10688.79	1198.082
0.393	3	367.6291	415.525	1640.786	147.8277
0.47	3	465.1722	512.6755	2645.016	179.6624
0.6	3	647.2817	680.7208	5107.988	236.3488
0.786	3	937.7534	923.5161	10688.79	313.3995
0.393	4	367.6291	415.525	1640.786	198.3299
0.47	4	465.1722	512.6755	2645.016	242.5717
0.6	4	647.2817	680.7208	5107.988	322.777
0.786	4	937.7534	923.5161	10688.79	430.3028



รูปที่ 8 การคำนวณด้วย Program Ansys

2.6 การจัดวางระบบต่างๆ (System Arrangement)

อุปกรณ์และระบบต่างๆ จะถูกจัดวางในตัวเรือที่ออกแบบโดยที่จะพยายามดึงให้จุด Center Gravity (CG) โดยรวมของyan ใต้น้ำลงต่ำที่สุด ในทางหน้าตัด (Transverse Plan) และพยายามให้เกิด Trim ของเรือน้อยที่สุดในทางตามยาว (Longitudinal Plan) ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 Stable Condition (Positive Stability)

อุปกรณ์และระบบที่สำคัญสามารถจำแนกได้ดังนี้

1. ระบบบลลัสหลัก (Main Ballast System)
2. ระบบขับเคลื่อน (Propulsion System)
3. ระบบการระบายอากาศและช่วยหายใจ (Ventilation and Breathing System)
4. ระบบการรักษาภาระคงด้น (Pressurized System)
5. ระบบไฟฟ้าและสื่อสาร (Electrical and Communication Systems)
6. ระบบเครื่องจักรช่วยอื่น ๆ (Auxiliary System)

การจัดวางระบบต่างๆ นี้ จะต้องทำให้จุด CG ต่ำที่สุดเท่าที่สามารถกระทำได้ และค่า $LCB \approx LCG$

2.7 การประมาณน้ำหนัก กำลังลอย และการทรงตัว (Weight, Buoyancy Estimation and Stability)

จากการจัดวางระบบสามารถนำไปสู่การหาค่าจุด Center of Gravity, CG อันเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะนำไปสู่การหาการทรงตัวของยานต์ไป การดำเนินการในการหาจุด CG เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ได้โดยการใช้ตารางช่วยและนำค่าที่ได้จากตารางไปดำเนินการหาค่าจุด CG ของยานต์ในทางขวา (VCG) และทางขวา (LCG) ดังสมการที่ 21 และ 22

$$VCG = \frac{\sum W_x V}{\sum W} \quad (21)$$

$$LCG = \frac{\sum W_x L}{\sum W} \quad (22)$$

โดยที่

$\sum W_x V$ = พลคูณระหว่างน้ำหนักและค่า VCG ของแต่ละวัสดุอุปกรณ์

$\sum W_x L$ = พลคูณระหว่างน้ำหนักและค่า LCG ของแต่ละวัสดุอุปกรณ์

$\sum W$ = ผลรวมของน้ำหนักของวัสดุอุปกรณ์

สำหรับยานต์น้ำที่ออกแบบในการออกแบบขึ้นต้น

ค่าผลรวมของน้ำหนัก 17.75 tons

ค่า $LCG = 423.73 \text{ cm}$. ค่า $LCB = 425 \text{ cm}$. วัดจากท้ายเรือ

ค่า $VCG = 78.33 \text{ cm}$. ค่า $VCB = 85 \text{ cm}$. วัดจาก Base Line

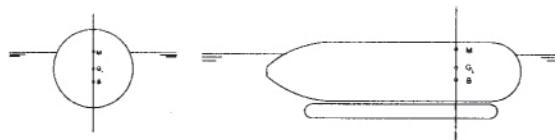
ระหว่างขันน้ำผิวน้ำ 17.75 tons

ระหว่างขันน้ำใต้น้ำ 20.8 tons

ค่า Buoyancy Force 19.4 tons

2.8 การทรงตัวของยานใต้น้ำ (Submersible Vessel Stability)^[5]

Surface Stability การทรงตัวเมื่อยานปฎิบัติการอยู่บนผิวน้ำ จะคล้ายคลึงและมีองค์ประกอบที่สำคัญโดยทั่วไปเหมือนเรือผิวน้ำเพียงแต่รูปร่างลักษณะของตัวเรือแตกต่างกันเท่านั้น ค่าสำคัญที่นำมาพิจารณาในการทรงตัวของยานใต้น้ำคือ



รูปที่ 10 Surface Stability

จุด M = จุดเมตาเซนติก (Metacentric) หรือจุดตัดเมื่อค่า G และ B เคลื่อนที่ไปเมื่อยานโคลงไปมา

จุด B = จุดศูนย์กลางกำลังลอย (Center of Buoyancy)

จุด G_v = จุดศูนย์ถ่วง (Center of Gravity) จุดจะมีการเปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีการถ่ายเทน้ำหนักโน้มเนนต์ที่จะทำให้ยานกลับคืนสู่สภาพปกติหลังจากเอียงไปเป็นมุม θ หาได้จากสมการที่ 23

$$\text{โมเมนต์คืนกลับ (Righting Moment)} = W \overline{G_v M} \sin \theta \quad (23)$$

โดยที่ W = น้ำหนักหรือแรงขับน้ำของยานใต้น้ำ

$$\overline{G_v M} = \text{ระยะทางระหว่างจุด } M \text{ และจุด } G$$

Transition Stability การทรงตัวเมื่อยานใต้น้ำเริ่มลงด้วยการเติมน้ำ Ballast จุด M จะค่อย ๆ ลดลง ขณะเดียวกันจุด B จะสูงขึ้น ในส่วนจุด G นั้นจะลดต่ำลงเนื่องจากมีน้ำหนักน้ำของถัง Ballast เพิ่มขึ้น

Submerged Stability เมื่อยานใต้น้ำลงใต้น้ำ จุด B กับจุด M จะคล้ายเป็นจุดเดียวกัน ค่าของ BG_v จะเป็นตัวกำหนดที่สำคัญของการทรงตัวใต้น้ำ และจุด G_v ต้องรักษาให้อยู่ใต้จุด M ค่าโน้มเนนต์ที่ทำให้ยานคืนกลับหาได้จากสมการที่ 24

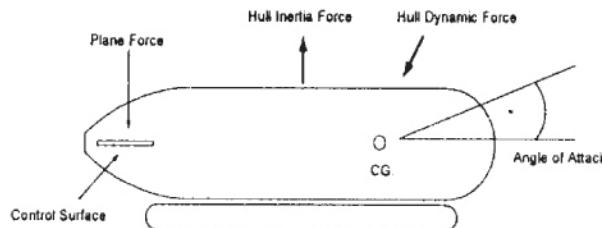
$$\text{โมเมนต์คืนกลับ (Righting Moment)} = W_s \overline{BG_v} \sin \theta \quad (24)$$

ดังนั้นถ้าจุด G_v ต่ำลงมากเท่าใดจะทำให้มีโมเมนต์คืนกลับมากตามขึ้นไปด้วย

การทรงตัวในทางยาว (Longitudinal Stability) จะมีลักษณะเช่นเดียวกันกับในทางตามยาว ค่า BG_{vL} จะเป็นตัวกำหนดที่สำคัญของการทรงตัวใต้น้ำของยานใต้น้ำในทางยาวเช่นเดียวกัน

2.9 การควบคุมระดับ (Control Surface)

เมื่อยานใต้น้ำเดินทางในทิศทางเส้นตรงไม่มีแรงจากด้านข้าง จนกระทั่งยานใต้น้ำถูกกระแทกแรงภายนอก (Disturbed Force) อาทิเช่น แรงจากหางเลือ หรือกระแสน้ำทำให้เกิดมุมปะทะ (Angle of Attack) ขึ้นระหว่างตัวยานใต้น้ำกับการไหลของน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 11 Dynamic Stability

จะเกิดแรงและโมเมนต์ขึ้นเรียกว่า Hull Dynamic Force and Moment

ในกรณีที่ยานเดินทางในแนวราบ (Horizontal plane) แรงดังกล่าวจะเกิดบริเวณ 1/4 ของความยาวตัวยานและทำให้เกิดโมเมนต์ขึ้นซึ่งมีค่าเท่ากับแรงคุณภูมิระเบียงทางของ แรงงานถึงจุด CG ค่าแรงและโมเมนต์นี้จะทำให้ยานสร้างอัตราเร่งที่จะเปลี่ยนทิศทางจากเดิม นอกจานนี้ยังทำให้น้ำที่อยู่รอบตัวยานมีอัตราเร่งตามไปด้วย

ค่า Inertia ของตัวยานใต้น้ำและน้ำที่อยู่รอบ จะสร้างแรงและโมเมนต์ใหม่เพิ่มขึ้นมาต้านเรียกว่า Hull Inertia Force Moment หรือโมเมนต์คืนกลับ (Righting Moment) และถ้ามีค่ามากกว่า Hull Dynamic Force Moment ยานจะกลับมาอยู่ในทิศทางเดิม แต่ถ้ามีค่าน้อยกว่ายานจะเดินทางในทิศทางที่เป็นวงกลม (Circular Path) ยานใต้น้ำจะไม่มีเสถียรภาพ (Unstable)

ในกรณีที่ยานเดินทางในแนวตั้ง (Vertical Plane) ยานจะเดินทางในทิศทางที่เป็นไซนุซoidal (Sinusoidal Path) จำนวนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าโมเมนต์การคืนกลับ (Righting Moment) ของยานใต้น้ำ

องค์ประกอบที่สำคัญในการที่จะควบคุมให้ยานใต้น้ำเดินทางอย่างมีเสถียรภาพ คือ ขนาดและตำแหน่งติดตั้งของส่วนควบคุมระดับด้านท้าย (After Control Surface) ใน การออกแบบที่มีประสิทธิภาพ ส่วนควบคุมระดับด้านท้ายอันได้แก่ หางเลือด็ง (Rudder) และหางเลื่อนอน (Stern Plane) จะต้องมีค่า Aspect Ratio ค่อนข้างสูง^[3]

$$\text{Aspect Ratio} = \frac{\text{Chord Length (c)}}{\text{Span (\lambda)}} \quad (25)$$

เมื่อส่วนควบคุมระดับเปลี่ยนมุมปะทะ จะสร้างแรงขึ้นตามที่อธิบายแล้ว และทำให้ยานใต้น้ำถูกควบคุมไปในทิศทางตามต้องการ

การออกแบบของหางเลือด็งและหางเลื่อนอนจะดำเนินการด้วยคอมพิวเตอร์ โปรแกรมหรือเพื่อให้แน่นอนยิ่งขึ้นจะมีการทดลองด้วยยานจำลองในอุโมงค์น้ำหรือ อุโมงค์ลมต่อไป

2.10 การปรับปรุงการจัดวางทั่วไปและการประมาณราคา (Refinement of the General Arrangements and Budget Estimation)

ภายหลังจากที่การออกแบบขึ้นพื้นฐานดำเนินการเสร็จเรียบร้อย รูปแบบของ การจัดวางของผู้โดยสารและอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมถึงงานระบบหลักจะถูกนำมาปรับปรุง และนำมาเขียนเป็นแบบการจัดวางทั่วไป (General Arrangement) ของยานได้น้ำ ผลที่ตามมาทำให้ค่าตำแหน่งจุดศูนย์ล่วงของยานจะเปลี่ยนแปลงไป สิ่งที่สำคัญที่ ต้องคำนึงถึง คือ น้ำหนักและกำลังล้อบ จะต้องมีความสัมพันธ์กัน ค่า VCG จะ ต้องต่ำกว่าค่า VCB และค่า LCG จะต้องมีค่าเท่ากันกับ LCB ทั้งนั้นผิวน้ำและใต้น้ำ ความปลอดภัยของยานได้น้ำเมื่อมีผู้โดยสารเป็นสิ่งสำคัญต้องคำนึงถึง อาทิ เช่น การลอยตัวของเรือในกรณีฉุกเฉินนำไปสู่ตำแหน่งการวาง Solid Ballast การหนี ออกจากยานได้น้ำอันนำไปสู่ตำแหน่งการจัดวางฝา Hatch ของยานได้น้ำ เป็นต้น ลิง ดังกล่าวเหล่านี้จะดำเนินการในช่วงการออกแบบการจัดวางทั่วไป

รายการต่าง ๆ ของวัสดุอุปกรณ์และราคารวมถึงค่า Overhead ของอุตสาหกรรม ที่จะเป็นผู้สร้างยานจะถูกนำมาคำนวณกัน เพื่อประมาณเป็นค่าใช้จ่าย จากนั้นจะมี การเพิ่มค่า (Margin) ในส่วนที่เป็นรายละเอียดและอาจจะเกิดขึ้นได้โดยไม่ทราบ ก่อนประมาณ 15% ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด ตลอดจนอัตราการแลกเปลี่ยน เงินตรา ในกรณีที่ต้องสั่งของจากต่างประเทศ

3. สรุป (Conclusions)

การศึกษาความเป็นไปได้ของยานได้น้ำเป็นการดำเนินการเฟสแรกของงานวิจัย สร้างยานได้น้ำขนาดเล็กขึ้นในประเทศไทย โดยจะคำนวณและออกแบบมิติของยานได้น้ำ ความแข็งแรง ตลอดจนระบบหลักต่าง ๆ ที่จำเป็นในยานได้น้ำ โดยใช้ระยะเวลา ประมาณ 1 ปี ผลที่ได้รับคือ จำนวนรายการวัสดุอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นต้องใช้ในการสร้างยานได้น้ำ งบประมาณที่จะต้องใช้จ่ายค่อนข้างแน่นอน ทำให้สามารถ วิเคราะห์ถึงความคุ้มค่าและความเป็นไปได้ของการที่จะสร้างยานได้น้ำขึ้นเองโดย อุตสาหกรรมในประเทศไทยต่อไป

4. กิตติกรรมประกาศ

ทีมคณะผู้วิจัยจากการอุ่หหารเรือ สำนักงานวิจัยและพัฒนาการทางทหาร กองทัพเรือ คณะกรรมการศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน คณะ วิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา และบริษัท ยูนิไทยซิปาร์ด ขอขอบพระคุณในการให้ทุนสนับสนุนการวิจัย โดยสำนักงานวิจัย พัฒนาทางทหารกล้าโหม และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ โดยโครงการสมองใหม่กลับ ทำให้งานวิจัยดำเนินไปได้ด้วยดี สามารถบรรลุตาม จุดประสงค์ตามที่ได้ตั้งเป้าหมายไว้

เอกสารอ้างอิง

- (1) Clayton and Bishop, "Mechanics of Marine Vehicles", Gulf Publishing CO., 1982
- (2) Comstock,J.P., "Principles of Naval Architecture", Soc. of Naval Architecture & Marine Engineering, New York, 1967
- (3) Harry A. Jackson, "Fundamentals of Submarine Concept Design", SNAME Transactions, 1992, Vol.100, pp.419-448
- (4) E. Eugene Allmendinger, "Submarine Vehicle Systems Design" SNAME, 1992
- (5) Thomas. C. Gilmer, "Modern Ship Design", The United States Naval Institute, Annapolis, Maryland, July 1972
- (6) สำนักงานวิจัยและพัฒนาทางทหารกองทัพเรือ.“เอกสารคำขอโครงการวิจัยการสร้างยานใต้น้ำขนาดเล็ก”
เสนอสำนักงานวิจัยพัฒนาทางทหารกลาโหม, 2546

SUPERCAVITATION



น้าวโท กิตติพงษ์ พุ่มสร้าง
นายช่างแผนกออกแบบเครื่องด้านกำลังขับ
กองออกแบบกลจักร กรมแผนการซ่าง กรมอุทหการเรือ ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงคิริราช เขตบางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700

*Cdr. Kittipong Poomsang
Marine and Mechanical Design Division, Engineering Planning Department,
The Royal Thai Naval Dockyard Arun-Amarin Rd., Sirirach, Bangkok Noi, Bangkok 10700*

บทคัดย่อ

อุปสรรคสำคัญสำหรับอุปกรณ์ที่ทำงานหรือเคลื่อนที่ได้น้ำ อาทิเช่น ในจักรเรือตอร์บิน ฯลฯ คือ สภาวะการเกิดไพร่องอากาศ หรือที่เรียกว่า CAVITATION ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่มีผลมาจากการแตกต่างระหว่างความดัน และปัจจัยอื่น อันจะก่อให้เกิดสภาวะของการเดือดเย็น (COLD BOILING) ทำให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็กและใหญ่จำนวนมาก ที่มีผลมาจากการเปลี่ยนสถานะของน้ำ ที่ยากจะกำจัดให้หมดไป

การเกิดขึ้นและสลายตัวของโครงอากาศเหล่านี้จะนำมาซึ่งความเสียหายทำให้เกิดการสึกกร่อนต่อผิวน้ำวัตถุ และก่อให้เกิดเสียงอันไม่เพียงประสงค์ยิ่งกว่านั้นซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้การเคลื่อนที่ของวัตถุได้น้ำถูกจำกัดที่ความเร็วนั่น ๆ ทางออกประการหนึ่งที่จะชัดอุปสรรคเหล่านี้ให้หมดไปก็คือการสร้างสภาวะ SUPERCAVITATION หรืออาจเรียกว่าเป็นสภาพของ “การเกิดโครงอากาศอย่างยิ่งยวด” มากก็ปัญหาดังกล่าว ซึ่งหากจะว่าไปแล้ว ก็คือการประยุกต์ใช้หลักการของ การสร้างโครงอากาศจำนวนมาก หรืออาจจะพัฒนาให้เป็นโครงอากาศเดียวขนาดใหญ่ มาห่อหุ้มผิวน้ำวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ และโครงอากาศเหล่านี้จะสลายตัวเมื่อเคลื่อนที่พ้นพื้นผิวการทำงานไปแล้ว ซึ่งเปรียบเสมือนว่าเป็นการทำให้พื้นผิวของวัตถุนั้นไม่ต้องสัมผัสกับน้ำ ผลของปรากฏการณ์ SUPERCAVITATION คือ แม้ว่าจะยังคงมีเสียงเกิดขึ้นแต่ไม่สร้างความเสียหายแก่ผิวน้ำของวัตถุ และโดยที่ปรากฏการณ์ SUPERCAVITATION จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดการเคลื่อนที่ดังนั้นการเคลื่อนที่ของวัตถุได้น้ำจึงเสมือนกับถูกกั้นให้เคลื่อนที่อยู่ในโครงอากาศตลอดเวลา จึงทำให้แรงด้านหน้าต่อการเคลื่อนที่ลดน้อยลงจนคล้ายกับการเคลื่อนที่ในอากาศ ส่งผลให้ความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุได้น้ำจึงมิได้ถูกจำกัดอีกต่อไป

ความเป็นมา

ปรากฏการณ์ CAVITATION หรือการเกิดโครงอากาศบริเวณใต้น้ำได้เริ่มมีการค้นพบในคริสตศตวรรษที่ 18 โดย ออยเลอร์ (Euler) นักคณิตศาสตร์ชาวสวิส ท่านได้อ้างถึงอิทธิพลของโครงอากาศที่มีผลต่อวัตถุที่ทุบให้หักได้น้ำ ต่อมาประมาณกลางคริสตศตวรรษที่ 19 ออสบอร์น เรยโนล์ดส์ (OSBORNE REYNOLDS) ได้ค้นพบว่าหากมีการเกิดโครงอากาศจำนวนมากที่บริเวณเพลาในจักรของเรือในน้ำ จะส่งผลให้ความเร็วของเพลาในจักรเพิ่มขึ้นอย่างผิดปกติ ในขณะที่ความเร็วของเรือไม่เพิ่มตามไปด้วย (การเกิด OVERSPEED) ในปี ค.ศ.1894 อาการลักษณะเดียวกันนี้ ก็ถูกตรวจสอบขณะทำการทดลองเรือพิพาฒองอังกฤษ ชื่อ ร.ล.ดาร์ลิง (HMS DARLING) ในปีเดียวกันหลังจากนั้นอีกเพียงเล็กน้อย ท่านเซอร์ ชาร์ล พาร์สัน ได้ค้นหาวิธีแก้ปัญหาเดียวกันนี้ที่เกิดกับเรือเทอร์บินเนีย (TURBINIA) ซึ่งเป็นเรือชนิดใบจักรเดียว เพลาเดียว ที่ทำความเร็วได้ประมาณ 20 นอต การแก้ปัญหาของท่านคือ เพิ่มจำนวนเพลาในจักรจากเพลาเดียวเป็นสามเพลา พร้อมกับติดใบจักรที่เพลาเพิ่มเป็นเพลาละ 3 ในจักร รวมเป็น 9 ในจักร ทำให้เรือทำความเร็วได้ถึง 32.75 นอต อย่างไรก็ได้ เทคนิคในการแก้ปัญหาในระยะเริ่มต้น ยังคงเป็นการดำเนินการในลักษณะลองผิดลองถูก

ท่านเซอร์ ชาร์ล พาร์สัน ผู้นี้เองที่เป็นบุคคลแรกที่ประจักษ์ว่าปัญหาของ CAVITATION จำเป็นต้องมีการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาอย่างจริงจัง ต่อมาภายหลังท่านจึงได้สร้างอุโมงค์น้ำเพื่อทดสอบการเกิดโครงอากาศ (CAVITATION TUNNEL) ที่ใช้สำหรับตรวจสอบใบจักรโดยเฉพาะ แม้ว่าจะเป็นความคิดริเริ่มที่แปลกแหวกแนวในสมัยนั้น แต่ก็ถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้น

ของการสร้างอุโมงค์น้ำเพื่อทดสอบในจักร และต่อมาก็ถูกเปลี่ยนแบบใหม่ให้กับสถาบันต่าง ๆ นำไปประยุกต์ใช้จนแพร่หลายไปทั่วโลก

สำหรับในยุคหนึ่ง หากจะกล่าวไปแล้ว การเกิดโพรงอากาศบริเวณในจักรคือปรากฏการณ์สุดท้ายที่ยากจะฝ่าข้ามไปได้ จนถึงในปี ค.ศ. 1956 ท่านตูลิน (TULIN) ได้เริ่มนำเสนอผลงานสภาวะโพรงอากาศยิ่งยวด (SUPERCAVITATION) ออกมานเป็นชั้นแรก และได้ศึกษาวิเคราะห์ลึกซึ้งไปถึงการทำงานของไฮโดรฟอยล์ อย่างไรก็ได้ผลงานของท่านยังคงไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร แม้ว่าในระยะต่อมาได้มีผู้สนใจนำมาประยุกต์ใช้กับระบบในจักรเรือรบ นั่นคือการสร้างในจักรที่มีการนำอากาศอัดมาพ่นออกบริเวณรูขนาดเล็กที่เจาะไว้บริเวณปลายปีกในจักร แต่ในทางปฏิบัติ ก็ไม่ได้ผลที่เป็นรูปธรรมอย่างชัดเจน และเป็นที่น่าเสียดายว่า การอาจริงอาจจังในการแก้ปัญหาร่องโพรงอากาศนี้เริ่มลดความสำคัญลงเมื่อเริ่มมีในจักรแบบปรับพิทช์ได้ (CONTROLLABLE PITCH PROPELLER, CPP)

จนเมื่อก่อนหน้านี้ประมาณ 10 ปี ในแวดวงนักพัฒนาอาวุธได้นำก็ได้ค้นพบคักยกภาพที่ช่องอยู่ของสภาวะโพรงอากาศยิ่งยวด และความสำคัญของมันอาจจะใช้เป็นปัจจัยหลักที่สามารถกำหนดรูปแบบของสมรรถภาพเรือแบบใหม่ ดังนั้นการค้นคว้าอย่างจริงจังก็กลับมาได้รับความสำคัญอีกครั้งหนึ่ง โดยสามารถดำเนินเหตุการณ์ได้ดังนี้

ในปี ค.ศ. 1977 กองทัพเรือรัสเซีย ได้ทดลองตอร์ปิโด ความเร็วสูงที่มีชื่อว่า SHAKVAL (SQUALL) ซึ่งใช้หลักการของ SUPERCAVITATION ที่สามารถวิ่งด้วยความเร็ว 100 เมตรต่อวินาที หรือ 230 เมลต่อชั่วโมง หรืออาจมากกว่านี้ ในปี ค.ศ. 1990 ประเทศต่าง ๆ ทางด้านตะวันตกได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับอาวุธ SUPERCAVITATION และเริ่มนิยรศึกษาและทดลองอย่างจริงจัง และล่าสุด ในปี ค.ศ. 2002 เดือนสิงหาคม เรือลำน้ำ KURSK (K-141) ของรัสเซียได้จมลงในทะเลบาร์ก พร้อมกับชีวิตลูกเรืออีก 118 ชีวิต มีคนกล่าวว่า การระเบิดของเรือน้ำอาจจะเกี่ยวข้องกับการทดลองตอร์ปิโดความเร็วสูง ซึ่งก่อนหน้าที่จะเกิดเหตุการณ์นี้ นักธุรกิจชาวอเมริกันได้ถูกจับในกรุงมอสโค ในข้อหาโจรมรัฐมนตรีโดยเขาถูกกล่าวหาว่าพยายามที่จะซื้อโครงการตอร์ปิโดความเร็วสูงที่กำลังทดลองอยู่อย่างไรก็ได้ เทคนิคของการเกิดโพรงอากาศอย่างยิ่งยวด ก็ยังจัดว่าเป็นความลับสุดยอดอยู่นั่นเอง

สำหรับกองทัพเรือ หากจะว่าไปแล้ว มีบุคลากรที่ให้ความสนใจศึกษาวิทยาการเฉพาะด้านในลักษณะนี้อยู่บ้าง เท่าที่สำรวจพบและมีการบันทึกอย่างเป็นหลักฐาน เริ่มต้นในปี พ.ศ. 2506 พลเรือตรี วิเชียร ปั่นกุลบุตร ได้เขียนคำบรรยายต่อเรือ ที่จัดว่าเป็นตำราระดับคลาสสิกจำนวนหลายเล่ม และสิ่งที่น่ายกย่องคือท่านได้อธิบายอย่างละเอียดถึงสภาวะการเกิดของ CAVITATION ไว้อย่างละเอียด แต่ก็ยังไม่ล่วงล้ำเข้าไปในเรื่องของ SUPERCAVITATION เนื่องจากในสภาพความเป็นจริงในขณะเรือเดิน ใบจักรประเภทนี้ ก็ไม่ได้สร้างความแตกต่างจากเรือ

ทั่วไปให้เห็นได้อย่างเด่นชัด ต่อมาในปี พ.ศ.2535 กองทัพเรือมีนโยบายที่จะร่วมทำงานด้านการวิจัยต่อเรือ ณ สาธารณรัฐประชาชนจีน และ ทร.ไทยได้ส่งนายทหารไปร่วมปฏิบัติงานกับนักวิจัยชาวจีน ณ เมือง อู่ซี (WUXI) และได้ศึกษาลึกซึ้งไปถึงขั้นการสร้างถังทดลองเรือ (TANK TEST) และอุโมงค์น้ำ เพื่อทดสอบใบจักรเพื่อศึกษาการเกิด CAVITATION อย่างละเอียด แต่ก็เป็นที่น่าเสียดายว่า โครงการนี้ไม่ได้รับการสนับสนุนต่ออย่างเป็นรูปธรรม

วีรัตน์ ฯ (พ.ศ.2537) ได้กล่าวถึง ปรากฏการณ์ของการไฟฟ้าอากาศยิ่งวดที่เกิดบริเวณใบจักรเรือบดังเนื้อความคัดลอก ลงมาดังนี้ “อย่างไรก็ตาม มีใบจักรบางชนิดที่ผู้ออกแบบตั้งใจให้เกิดไฟฟ้าอากาศเรียกว่า SUPERCAVITATING PROPELLER ในจักรประเภทนี้หมายความว่าความเร็วสูง และไฟฟ้าอากาศจะเกิดที่ระยะห่างไปทาง

ท้ายเรือมากที่จะไม่ทำอันตรายต่อใบจักร” แต่หลังจากนั้น ก็ไม่ปรากฏหลักฐานว่ามีผู้ได้ทำการศึกษาดูแลต่ออย่างเป็นรูปธรรม ในช่วงระยะเวลาสิบ กว่าปี ที่ผ่านมานี้การพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ได้เป็นไปอย่างรวดเร็ว

ดังนั้น จึงเริ่มมีการนำเทคนิคของคอมพิวเตอร์ที่สามารถจำลองรูปแบบปรากฏการณ์จริงมาทดลองใช้งาน (SIMULATION PROGRAM) กันมากขึ้น กิตติพงษ์ (พ.ศ. 2543-44) ได้จัดทำเอกสารวิจัยของโรงเรียนเสนาธิการทหารเรือ ที่เสนอแนวทางแก้ปัญหาการวิเคราะห์การไหลของ流体โดยการใช้ซอฟต์แวร์ในการคำนวณ คือ COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS, CFD โดยพิสูจน์ให้เห็นว่า สามารถใช้ซอฟต์แวร์ดังกล่าวในการตรวจสอบสภาพของของไหลได้ทุกประเภท ก่อนที่จะมีการทดลอง/ทำงานจริง เขาเมื่อเสนอแนะที่น่าสนใจว่า กองทัพเรือสามารถประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์เหล่านี้แทนการสร้างอุโมงค์น้ำ หรืออุปกรณ์ทำการทดลองอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพลศาสตร์ของไหลได้



เป็นอย่างดี ซ่อฉัตร(พ.ศ.2545) ได้กล่าวถึงตอร์ปิโดและชีปนาวุธที่ใช้เทคนิคของ SUPERCAVITATION ที่สามารถเดินทางได้เร็วถึง 200 นอต แต่วิธีการสร้างอาวุธจริงยังคงเป็นความลับ และสำหรับโลกภายนอกนั้น ยังไม่มีผู้ใดล่วงรู้ว่า เทคโนโลยีทางด้านนี้มีความก้าวหน้าเพียงใด

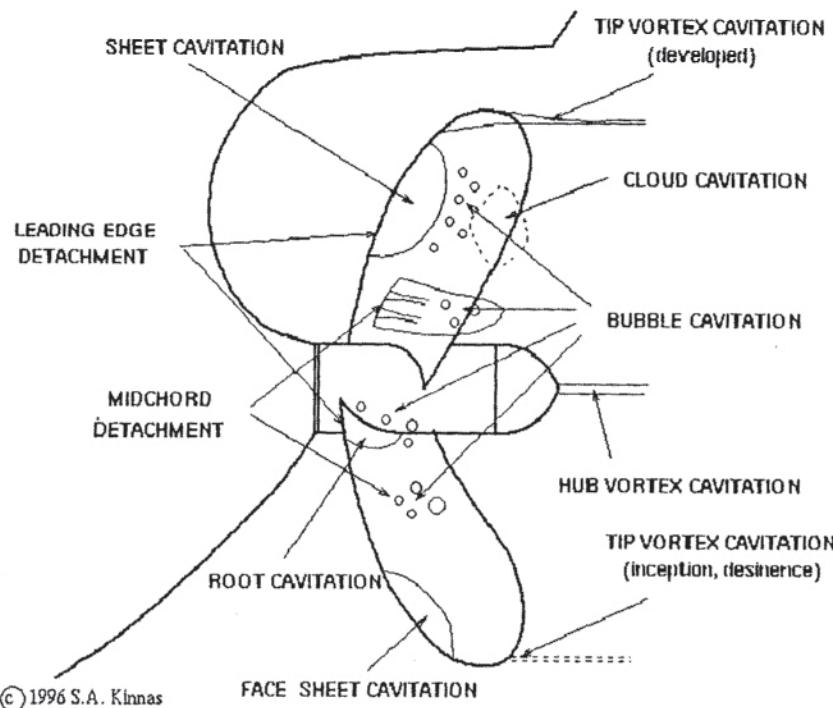
จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าเทคนิค SUPERCAVITATION มีแนวโน้มที่จะพัฒนาต่อจนไม่อาจคาดเดาได้ว่า จะไปหยุดที่จุดใด ดังนั้น การศึกษาถึงพัฒนาการของเทคโนโลยีดังกล่าวให้ลึกซึ้งยิ่งมีความจำเป็น

ปัจจัยที่ทำให้เกิด CAVITATION

CAVITATION คือ การเกิดฟองอากาศ หรือ ฟองอากาศ (Bubbles) ที่มีห้องขนาดเล็ก ๆ และใหญ่ ปกคลุมบางส่วนของวัตถุที่หมุนหรือเคลื่อนที่ใต้น้ำ เช่น บริเวณปลายใบของใบจักรหรือใบพัด ในขณะที่ใบจักรเรือ หรือใบพัดของอุปกรณ์ต่าง ๆ หมุนใต้น้ำ เมื่อความเร็วถึงระดับที่แผ่นอนอันหนึ่ง โดยที่ฟองอากาศเหล่านี้จะเป็นต้นเหตุในการทำให้ใบจักรทำงานได้ไม่เต็มกำลัง เนื่องจากมันเป็นตัวการที่จะทำให้การไหลของของเหลวผิดรูปแบบ เป็นเหตุให้ประสิทธิภาพของใบจักร ปีม ปีก กังหัน ๆ ลดลง นอกจากนี้ ยังก่อให้เกิดคลื่นระแทก (Shock wave) อย่างรุนแรง (Shock wave เกิดจากการเกิดขึ้นของฟองอากาศและสลายตัวไปอย่างรวดเร็ว) เป็นเหตุให้เกิดรูปรุนและมีการผุกร่อนตามผิวของวัสดุและส่งผลให้เกิดความเสียหาย บริเวณผิวน้ำของวัสดุติดตามมา และอาจเลวร้ายจนถึงขั้นทำลายชิ้นวัสดุได้อย่างง่ายดาย เราสามารถเรียกลำดับการเกิดขึ้นและสลายไปของมันได้ดังนี้

1. การก่อตัว (INCEPTION)
2. การเกิดอย่างเต็มที่ (FULLY DEVELOPED)
3. การสลายตัว (COLLAPSE)

การก่อตัวจะเกิดขึ้นได้ ก็ต้องมีปัจจัยที่พร้อมต่อการเกิด CAVITATION เมื่อมีปัจจัยพร้อมแล้วก็จะพัฒนาสภาพจากฟองอากาศขนาดเล็กเป็นฟองอากาศขนาดใหญ่ และสุดท้ายคือการสลายตัวของฟองอากาศ ซึ่งก่อให้เกิดเสียง และความเสียหายต่อผิวน้ำวัตถุติดตามมา(ในกรณีที่ฟองอากาศเหล่านั้นสลายตัวไปในขณะก่อนที่จะเคลื่อนที่พ้นผิวน้ำของวัตถุ)



ภาพแสดงการเกิดไฟฟ้าอากาศที่เกิดขึ้นตามตำแหน่งต่าง ๆ ของใบจักร โดยจะมีลักษณะไม่เหมือนกัน และสร้างความเสียหายต่อใบจักรในลักษณะแตกต่างกัน

ภาพจากเอกสารของ S.A. Kinnas (1996)

องค์ประกอบของ CAVITATION

การเกิดไฟฟ้าอากาศ จะต้องเกิดจากส่วนประกอบสามส่วนหลัก นั่นคือ การเกิดค่าความแตกต่างของความดัน ส่วนผสมของนิวเคลีย (Nuclei) ในน้ำ และระยะเวลาที่เกิด โดยเราสามารถแยกพิจารณาทีละปัจจัยได้ดังนี้

1. การเกิดค่าความต่างของความดัน

สามารถอธิบายได้โดยใช้หลักการเช่นเดียวกับประภากลศาสตร์การไหลของอากาศผ่านปีกของเครื่องบิน ในขณะที่ความเร็วของอากาศที่ผ่านปีกด้านบนมากกว่าปีกด้านล่าง กำลังดันด้านบนจะน้อยกว่ากำลังดันด้านล่าง ทำให้เกิดแรงยกขึ้นในปีกเครื่องบิน หรือทำให้เครื่องบินลอยตัวอยู่ได้ แต่สำหรับใบจักรของเรือน้ำ เมื่อกำลังดันรอบใบจักรลดลง ก็จะเปรียบเสมือนกับการที่เราไปต้มน้ำบนยอดเขาสูงซึ่งจะทำให้จุดเดือดของน้ำลดลงต่ำกว่าจุดเดือดปกติ (ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส) ดังนั้นจึงทำให้น้ำที่เคลื่อนผ่านปีกใบจักรเกิดการเดือดเย็น และมีการเปลี่ยนสถานะติดตามมา ดังนั้น ขณะใบจักรที่หมุนอยู่ในน้ำ เราจึงเห็นเป็นฟองอากาศขนาดเล็กและใหญ่จำนวนมาก

2. นิวเคลียล (Nuclei)

นิวเคลียล คืออนุภาคเล็ก ๆ ของสิ่งประปน / ของฟองอากาศขนาดจิ๋ว (Small impurities and /or microscopic bubbles that normally exist in a liquid) อนุภาคเหล่านี้เราไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่จะเป็นตัวก่อหัวดอ (INCEPTION) ในการทำให้เกิดโพรงอากาศขนาดใหญ่ เราสามารถสังเกตได้ว่าสำหรับอุโมงค์น้ำที่ได้มาตรฐาน มักจะนำน้ำที่ว่างผ่านในจักรที่ทำการทดลองแล้ว วนเวียนลงไประดับลึก ๆ ใต้ดิน ทั้งนี้เพื่ออาศัยความกดอากาศสูง ๆ ให้ระดับพื้นดินในการกำจัดอนุภาคขนาดเล็กเหล่านี้ให้สลายตัว ให้มากที่สุดเท่าที่จะกระทำได้

3. เวลา

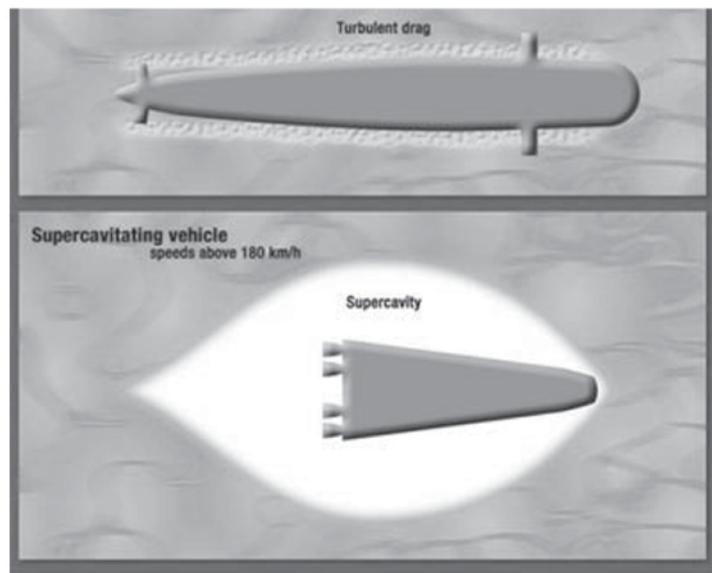
เป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้เกิดโพรงอากาศ นั่นคือแม้ว่าจะมีทั้งผลต่างระหว่างความดันและมีองค์ประกอบของนิวเคลียลอยู่ในเกณฑ์ ก็ต้องอาศัยระยะเวลาช่วงหนึ่ง จนกว่าจะเกิดสภาวะโพรงอากาศอย่างเต็มที่ (FULLY DEVELOPED) ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือหากไครมีประสบการณ์การใช้เรือหางยาว ก็จะพบว่าเมื่อมีการเปลี่ยนระดับของในจักรจากระดับความลึกหนึ่งไปที่อีกระดับความลึกหนึ่ง ก็ต้องรอให้ในจักรหมุนอีกสักอีกใจ ทั้งนี้เพื่อทดสอบว่าที่ระดับความลึกใหม่นั้นในจักรสามารถทำงานได้อย่างเต็มกำลัง

เมื่อตัวแปรทั้งสามครบถ้วน ไม่ว่าจะอยู่ที่ใดก็สามารถเกิดสภาพของโพรงอากาศ และพัฒนาเป็นฟองอากาศขนาดใหญ่ขึ้นได้ หากแต่การเกิดขึ้นและสลายตัวของโพรงอากาศเหล่านี้จะดำเนินไปในขณะเมื่อยังไม่พ้นจากพื้นผิวที่กำลังทำงาน ผลของมันคือความเสียหายที่เกิดขึ้นต่อผิวน้ำวัตถุนั้น ๆ นักวิจัยทั่วโลกพยายามหาวิธีการหลีกเลี่ยงสภาวะโพรงอากาศที่มีลักษณะดังนี้ ทั้งนี้ ในกรณีที่ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงสภาพนี้ได้ การนำสภาวะโพรงอากาศยิ่งพยายามประยุกต์ใช้ก็อาจจะเบริญดังคำภายใต้ภารณที่ว่า เป็นการใช้หนามยกเอานำบ่งนั้นเอง

อะไรคือ สภาวะโพรงอากาศยิ่งยะ SUPERCAVITATION

SUPERCAVITATION ก็คือการเกิดขึ้นของสภาวะโพรงอากาศขนาดเล็ก ๆ ปกคลุมพื้นผิววัตถุและพัฒนาจนโตอย่างเต็มที่จนกระทั่งได้บุบ/สลายตัวไป ขณะที่เคลื่อนที่พ้นไปจากพื้นผิวที่ทำงาน นั่นคือความพยายามของมนุษย์ในระยะเริ่มต้น แต่ในปัจจุบันนี้คือเทคนิคของการพยายามสร้างฟองอากาศเดี่ยวขนาดใหญ่ ปกคลุมที่พื้นผิวทำงานของวัตถุทั้งชิ้น หากแต่เท่าที่ผ่านมาหนึ่น ความพยายามที่จะสร้างฟองอากาศเดี่ยวเพื่อปกคลุมพื้นที่ผิวทั้งหมดของวัตถุ ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร รวมทั้งประสิทธิภาพที่ได้ ก็ยังไม่อยู่ในขั้นที่น่าพึงพอใจมากนัก

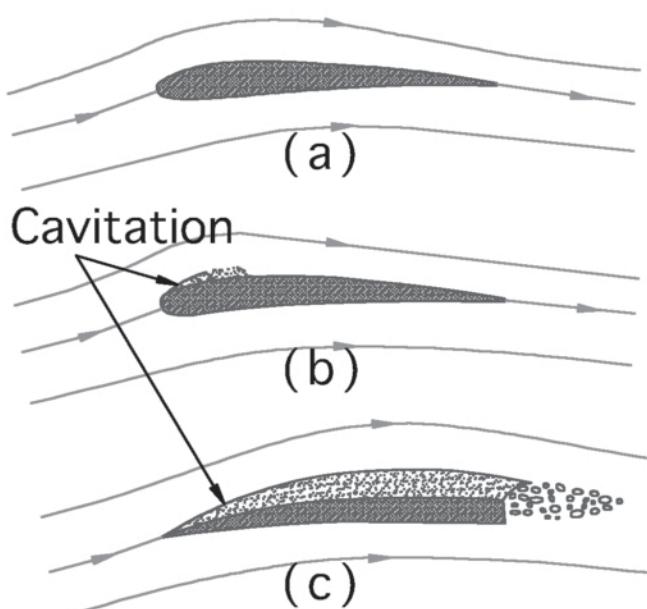
หากเราสามารถสร้างฟองอากาศเดี่ยวขนาดใหญ่ปกคลุมพื้นของวัตถุจะเคลื่อนที่อยู่ในน้ำ จะทำให้เบริญเลนเมื่อนกับวัตถุนั้นถูกปกคลุมด้วยอากาศไปตลอดเวลาของการเคลื่อนที่ ดังนั้นจะส่งผลให้ค่าความต้านทานที่เกิดขึ้นต่อผิวสัมผัสของตัววัตถุ มีค่าลดลงอย่างมาก ทำให้วัตถุที่เคลื่อนที่อยู่ในน้ำ สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วทัดเทียมกับการเคลื่อนที่ในอากาศหรือจะทำให้วัตถุที่เคลื่อนที่ได้น้ำมีความเร็วสูงสุดถึง 200 นอต หรืออาจมากกว่านั้น



ภาพแนวความคิดแสดงการเกิด SUPERCAVITATION ที่มีโครงอากาศขนาดใหญ่ ปกคลุมพื้นผิวทั้งหมดของวัตถุ ทำให้วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ไม่ต้องเผชิญกับแรงต้านทานของเหลว โดยการเปรียบเทียบกับการเคลื่อนที่ของเรือด้านน้ำที่มีแรงต้านของ TURBULENT DRAG

ความเป็นไปได้

แม้จะยังมีข้ออกเสียงถึงความเป็นไปได้ของสภาวะการเกิดโครงอากาศอย่างยิ่งยวด ว่ามีความเป็นได้หรือไม่ อย่างไร หากต้องทำการทดลองโดยสร้างของจริง แน่นอนว่าจะต้องมีค่าใช้จ่ายสูงมาก ส่วนจะประสบความสำเร็จหรือไม่ก็ไม่อาจรู้ได้ โชคดีที่ในปัจจุบัน ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เป็นไปอย่างรวดเร็ว การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์โดยการใช้เทคนิคคอมพิวเตอร์นั้นมีความเป็นไปได้และสามารถกระทำได้โดยง่าย ดังนั้นการทดลองสร้างรูปแบบจำลองเพื่อศึกษาความเป็นไปได้โดยการใช้ซอฟต์แวร์ ก็เป็นสิ่งที่อยู่ในวิสัยของนักศึกษาทดลอง เนื่องจากไม่ต้องใช้ทุนมากนัก และมีซอฟต์แวร์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย และเป็นที่ยอมรับในระดับสากล นั่นคือโปรแกรมประเภทของ COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS , CFD



ภาพแสดงการเกิด CAVITATION

ที่หน้าตัดของปีกใบจักร

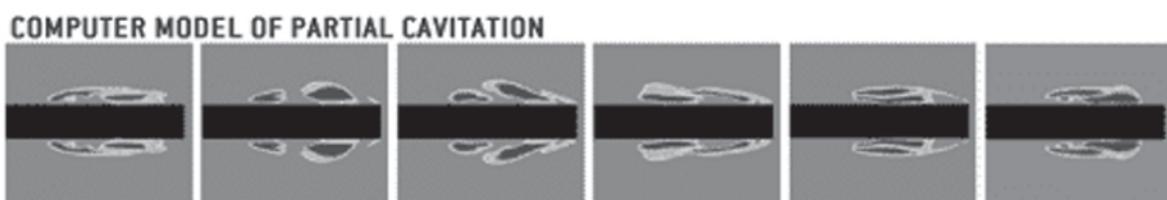
- สภาพปลอดจาก CAVITATION
- แสดงการเกิด CAVITATION บางส่วน (PARTIALLY CAVITATION)
- แสดงการเกิด SUPERCAVITATION

การทดลองโดยการใช้ซอฟต์แวร์ CFD

การทดสอบความเป็นไปได้ของโครงการโดยการใช้ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับพลศาสตร์ของไอล สามารถกระทำได้โดยการสร้างแบบจำลองขึ้นมา หลังจากนั้นจึงกำหนดขอบเขตการทำงาน และสภาวะแวดล้อมของของไอล ถัดจากนั้นจึงกำหนดความละเอียดของการคำนวนที่จะมีลักษณะของการคำนวนแบบกลับไปกลับมาจำนวนหนึ่งครั้งหรือมากกว่านั้น จนเมื่อโปรแกรมได้คำนวนจนเข้าสู่ค่าที่ไม่เปลี่ยนแปลงอีกต่อไปแล้ว (CONVERGENT) ก็จัดว่าสามารถแก้ปัญหาได้ หลังจากนั้นจึงสามารถเรียกคุณภาพการเปลี่ยนแปลง พร้อมทั้งแสดงสภาวะการไหลของของไอลที่โปรแกรมเอาไว้อย่างแม่นยำ

การทำงานโดยทั่วไปของซอฟต์แวร์ เราอาจกล่าวโดยสรุป ได้ดังนี้

1. ขั้นก่อนการทดลอง (Pre-Processing) เป็นการสร้างแบบจำลองอย่างละเอียด พร้อมกำหนดขอบเขตของการทดลอง
2. ขั้นดำเนินการทดลอง (Processing) ขั้นการทำการทดลอง คือขั้นการคำนวน พร้อมตรวจสอบความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้
3. ขั้นการประเมินผล (Post- Processing, Evaluation) เป็นขั้นการตรวจสอบผลที่ได้ทั้งรูปภาพและตัวเลข หรืออาจแสดงผลเป็นเว็บเตอร์แสดงการไหลของของไอล



HIGH-VELOCITY FLUID FLOW ภาพจำลองที่สร้างโดยโปรแกรม Computational Fluid Dynamics, CFD และการเกิด SUPERCAVITATION เพียงบางส่วนโดยแสดงการเคลื่อนที่ของน้ำด้วยความเร็วสูงผ่านวัตถุที่มีทรงคล้ายหัวกระสุน หรือทรงกระบอก (เรียกว่าการเกิดจากความซ้าย) ตั้งแต่ภาพแรกจนถึงภาพสุดท้ายเราจะสังเกตเห็นว่าลักษณะของฟองอากาศแทบทะปกคุณภาพเกือบทั่วลำตัวของวัตถุ รูปสุดท้ายแสดงให้เห็นว่า วัตถุแทบทะปกคุณภาพจะไม่ล้มผักกับน้ำเลยในขณะนั้น ๆ

แนวทางใหม่ อาวุธ SUPERCAVITATION

สำหรับใบจัดเรือนี้ การพัฒนาใบจัดแบบ SUPERCAVITATION อาจจะไม่ส่งผลเด่นชัดมากนัก เนื่องจากตัวใบจัดทำหน้าที่ขับเคลื่อนตัวเรือซึ่งบางส่วนไม่ได้อยู่ใต้ผิวน้ำ แต่สำหรับยานใต้น้ำ หรืออาวุธใต้น้ำ เช่น เรือดำน้ำ หรือ ตอร์ปิโด นั้น เนื่องจากลำตัวทั้งหมดของวัตถุจะอยู่ใต้ผิวน้ำ ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะสร้างอุปกรณ์เหล่านี้ให้สามารถทำงานภายใต้สภาวะไฟฟ้าอากาศยิ่งขึ้นอย่างสมบูรณ์ แต่หากจะกล่าวไปแล้ว ยุทธภัณฑ์เหล่านี้จะมีส่วนสำคัญที่สุดอยู่ที่บริเวณส่วนหัวเท่านั้น

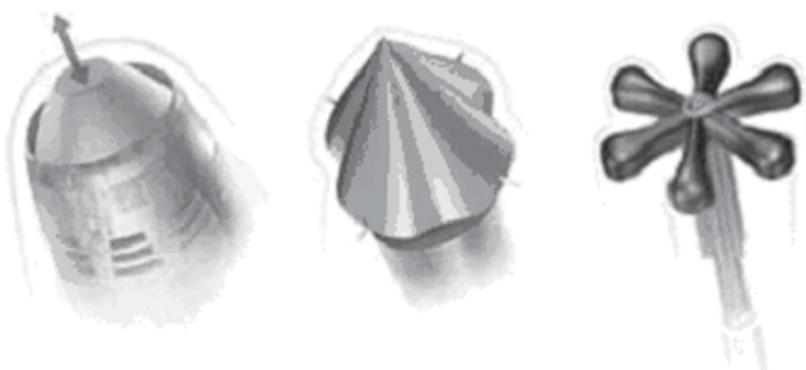
ตามทฤษฎีอย่างง่าย ๆ นั้น จะพบว่าส่วนหัวของอาวุธจะเป็นตัวสร้างโพรงอากาศ หรือเป็นตัวระเบิดน้ำออกมายกทุกทิศทุกทาง ผลที่ได้คือ เมื่อน้ำกระเจาจากออกโดยรอบด้วยไมemen ต้มของตัวอาวุธ แรงดันน้ำที่กระเจาจากออกก็จะถูกด้านกลับด้วยแรงอัดตัวของน้ำโดยรอบ

แต่หากระหว่างนั้นสมมุติว่า ตัวสร้างโพรงอากาศ สามารถสร้างทรงกลมที่มีลักษณะเกือบสมมาตร มันจะสร้างโพรงกลม ๆ ในน้ำนั้น ประกอบกับที่เจ้าอาวุธ SUPERCAVITATION มีความเร็วสูงเพียงพอ ที่จะสร้างโพรงอากาศในลักษณะของการ “ระเบิดน้ำ” และจากปฏิกิริยานี้จะทำให้น้ำในโพรงอากาศระเหยกลายเป็นไออย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังสามารถที่จะทำให้ร่มของภาระเบิดครอบคลุมพื้นผิวของวัตถุได้ จะส่งผลให้ตัววัตถุจะมีลักษณะลอยตัวอยู่ในโพรงอากาศแทน ที่จะเป็นน้ำ แม้ว่าในอีกเสี้ยววินาทีลัดมานั้นแรงอัดตัวกลับของน้ำโดยรอบจะพยายามทำให้ผลต่างของความดันภายในโพรงอากาศจะค่อย ๆ ลดลงเหลือศูนย์ในที่สุด หรืออยู่ในสภาวะญบตัวของฟองอากาศ และที่สำคัญคือ เมื่อโพรงอากาศญบตัวปิดลง (COLLAPSES) เจ้าตัวอาวุธ SUPERCAVITATION ก็เคลื่อนที่ไปไกลมากแล้ว ดังนั้น เราจะเห็นว่า จุดสำคัญในการออกแบบ จึงเน้นที่ส่วนหัวของระบบเท่านั้น

การออกแบบส่วนหัวของระบบ

การออกแบบส่วนหัวของระบบ หรือ ตัวสร้างโพรงอากาศ (CAVITATOR) นั้นมีอยู่หลายรูปแบบ ที่สามารถสร้างโพรงอากาศได้ดี ดังเช่น แบบจานแบน ๆ , แบบกรวย , แบบฟันเฟือง , แบบเหลี่ยมเว้า และแบบมีกรวยที่ปลายเจาะสามารถเคลื่อนที่เข้า-ออกได้ เหมือนปลายปากกาลูกลื่น เป็นต้น

แบบที่ง่ายที่สุดในการออกแบบ CAVITATOR ก็คือแบบจานแบน ๆ FLAT DISC สำหรับแบบนี้ จะเป็นแบบที่สร้างง่ายที่สุด ส่วนหัวของตัวสร้างโพรงอากาศ ต้องสร้างจากวัสดุที่มีความแข็งแรง และแกร่ง เพียงพอที่จะทนต่อกำลังดันสูง ๆ ที่เกิดขึ้นในขณะที่อุปกรณ์นั้นถูกยิงออก สำหรับลำตัวจะเป็นส่วนที่มีขนาดใหญ่ จะสร้างให้ทำมุ่นรับกับส่วนหัว



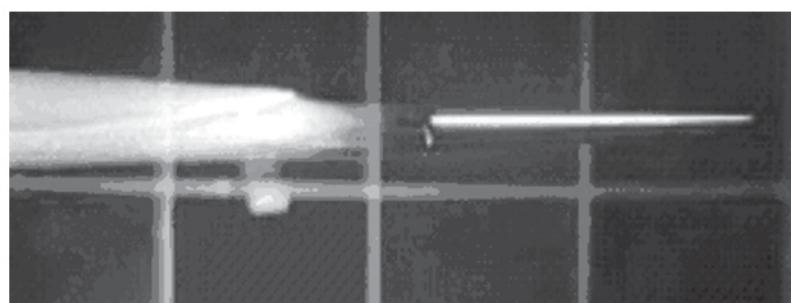
ภาพแสดงส่วนหัวของระบบ หรือตัวสร้างโพรงอากาศ (CAVITATOR) แบบต่าง ๆ

แบบ Gear-Shaped Cavitator จะมีรูสี่เหลี่ยม หรือสามเหลี่ยมอยู่รอบ ๆ เส้นรอบวงด้านนอกเพื่อใช้เป็นช่องที่ทำให้เกิดโพรงอากาศ โดยเริ่มแรกฟองอากาศจะเป็นรูปภาคบาน และจะค่อยๆ หมุดลงในส่วนท้ายน้ำ กิจจิที่ The Ukrainian Institute Of Hydromechanics (IHM) ใน Kiev ได้เสนอโครงสร้างของตัวสร้างโพรงอากาศ ซึ่งหนึ่งในนั้นเป็นแบบ มีผิวเป็นเหลี่ยมลาด และโถงเว้าเล็กน้อย อุปกรณ์นี้มีเสถียรภาพเพียงชั่วครู่ หลังจากนั้นจะทำให้เกิดการปั่นปวนที่ลำตัวแล้วย้อนกลับไปในตำแหน่งเริ่มต้น

แบบ Sigma-Shaped ที่มีรายสามารถเลื่อนเข้าออกได้และมีวงแหวนที่ล้อมรอบอยู่ เมื่อันกับการเคลื่อนที่ของปลายปากกาลูกกลิ้ง ตัวสร้างโพรงอากาศแบบ Sigma Shaped นี้ได้จากการทดลองเปลี่ยนแปลงรูปทรงและความต้านทาน โดยเริ่มจากทดลองกับรูปร่างที่คงที่ จนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ สามารถควบคุมความกว้าง- ยาวของโพรงอากาศได้ทำให้เกิดประสิทธิภาพที่ดี

การออกแบบตัวรองรับส่วนลำตัว Body and Body Support

ผลศาสตร์ของ SUPERCAVITATION นั้นแตกต่างจากผลศาสตร์ของน้ำ เพราะน้ำนี้เพียงแค่พยุงเรือเอาไว้ แต่ของ SUPERCAVITATION นั้นจะมีการเคลื่อนไหวภายในโพรงอากาศที่มีความดันต่ำในส่วนของวัตถุเล็ก ๆ เช่น ลูกกระสุนซึ่งโพรงอากาศด้านหลังกระสุนจะเป็นรูปกรวยเราะรังษ์จัดกันในรูปของปรากฏการณ์ Tail-Slap ซึ่งโดยปกติแล้วจะสังเกตได้จากการล่ามความเร็วสูงของกระสุน



ภาพล่ายแสดงการเคลื่อนที่ของหัวกระสุนที่เคลื่อนที่ได้น้ำ พร้อมกับการเกิดปฏิกิริยา “Tail-Slap” ซึ่งจะทำให้เกิดอาการลื้นด้านท้ายของอุปกรณ์ อันเกิดจากการเกิดขึ้นและสลายตัวของโพรงอากาศ (ภาพจาก NUWC)

SUPERCAVITATION

การเคลื่อนที่ของอาวุธ SUPERCAVITATION นั้นจะเคลื่อนที่ในแบบสองสถานะ (Two Layers) ในส่วนแรกคือ ส่วนที่เป็นน้ำ ในส่วนที่สองคือ ส่วนที่เป็น Gas ถูกจำทำคัญของการออกแบบลำตัวอาวุธ SUPERCAVITATION นั้นก็คือการออกแบบลำตัวให้มีขนาดใหญ่เพื่อรักษาจุดต่อของอาวุธ SUPERCAVITATION ให้ต่ำกว่าแนวเส้น Center Line

การออกแบบอาวุธ SUPERCAVITATION ให้มีความเร็วถึง 70 เมตร / นาทีนั้น ต้องคำนึงถึงการเรียงตัวของฟองอากาศบางส่วนที่ติดมากับอาวุธ SUPERCAVITATION ขณะเคลื่อนที่ ฟองอากาศนี้จะเคลื่อนจากด้านหน้าไปด้านหลัง และไปรวมตัวกับฟองอากาศที่ปลายทาง ซึ่งรวมแล้วเรียกว่า Base Cavitation ซึ่งจะเป็นตัวช่วยทำให้อาวุธ SUPERCAVITATION มีเสถียรภาพมากขึ้น

ข้อสำคัญก็คือ ต้องพยายามมิให้ฟองอากาศที่เกิดขึ้นนั้นไปสัมผัสกับผิวลำตัวอาวุธ

SUPERCAVITATION ก่อนถึงจุดศูนย์กลางมวลยกเว้นที่ตัวสร้างไฟฟ้าอากาศ สำหรับอาวุธ SUPERCAVITATION ที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 50 - 200 เมตร / วินาที หากต้องการให้การเคลื่อนที่ของตัวอาวุธมีเสถียรภาพนั้น ส่วนท้ายควรวิ่งไปตามพื้นผิวส่วนล่างภายในไฟฟ้าอากาศที่เรียกว่า Impact Interaction จะดีที่สุด

มีการคาดการณ์กันไว้ว่า สำหรับอาวุธ SUPERCAVITATION ที่เคลื่อนที่ ด้วยความเร็ว 300 - 400 เมตร / วินาที ตัวอาวุธ SUPERCAVITATION จะไม่เกิดการสั่นหรืออาจจะสั่นเพียงเล็กน้อยติดตามมา โดยเป็นผลมาจากการกระแทกเป็นจังหวะตามการเกิดขึ้นและสลายตัวของไฟฟ้าอากาศ ในลักษณะคลื่นรูปไซน์ (SINE WAVE) นั้นคือ ส่วนทางของอาวุธ SUPERCAVITATION จะกระแทกกับส่วนบน และส่วนล่างของไฟฟ้าอากาศสลับไปสลับมา แต่ถ้าอาวุธ SUPERCAVITATION ที่มีความเร็ว ตั้งแต่ 1,000 เมตร / วินาที ขึ้นไป การรักษาการทรงตัวจะทำได้ง่าย โดยเราจะใช้ประโยชน์จาก ปฏิกิริยาระเบิดทางอากาศพลศาสตร์ (Aerodynamic) กับไอของของเหลวขนาดกลาง ที่เกิดใกล้ ๆ กับย่านของการเกิดไฟฟ้าอากาศ

การออกแบบระบบ SENSOR

การติดตั้งระบบโซนาร์ ที่มีประสิทธิภาพดีในส่วนหัวของอาวุธ SUPERCAVITATION นั้นจะทำได้ยากเนื่องจากตัวอาวุธ SUPERCAVITATION มีความเร็วสูง และมีแก๊สห่อหุ้มไว้ โดยรอบจะทำให้เสียงสะท้อนของโซนาร์ ไม่ชัดเจน ดังนั้นจึงต้องให้บังส่วนของอาวุธ SUPERCAVITATION สัมผัสกับน้ำเพื่อใช้ในการติดตั้งระบบโซนาร์ แต่พื้นที่ที่ใช้จะเป็นเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่จะสัมผัสน้ำ

นักวิจัยของกองทัพเรืออเมริกาได้พยายามใส่ Piezocomposite โซนาร์ลงในตัวสร้างไฟฟ้าอากาศรูปกรวย หรือแบบอื่น ๆ ของตันแบบตอร์ปีโดความเร็วสูง เพื่อต้องการจะแก้ปัญหาที่เกิดจากเสียงสะท้อนที่กลับมาอย่าง Sensor ของตัวตอร์ปีโด เมื่อวิ่งผ่านน้ำด้วยความเร็วสูง

การพัฒนา SUPERCAVITATION ของประเทศต่าง ๆ

RUSSIA ประเทศรัสเซียเป็นประเทศผู้นำในเทคโนโลยีด้านนี้ รัสเซียได้มีการสร้าง Supercavitation Weapons การทดลองและพัฒนาซึ่งได้นำไปทดลองในทางปฏิบัติงานจริง เช่น Torpedo Shkval (Squall) เป็นต้น ปัจจุบันยังไม่มีรายงานที่แน่ชัดถึงความก้าวหน้าของการพัฒนาดังกล่าว แต่ก็มีการรายงานอย่างต่อเนื่องที่ TsAGI และสถาบัน Central Aerohydrodynamic Institutue ใน Zhukovsky ซึ่งนักวิศวกรจำนวนมากได้ทำการทดลอง Torpedo Shkval (Squall) ผู้เชี่ยวชาญทางฝั่งตะวันตกเชื่อว่าประเทศรัสเซียเป็นประเทศแรกที่ประสบความสำเร็จในการทดลอง Submerged Supersonic Speed และมีความเป็นไปได้ที่วิศวกรของ TsAGI จะพัฒนาเรือดำน้ำ Supercavitation ได้ในไม่ช้า

U.S.A. ในปัจจุบันเรื่อง SUPERCAVITATION นั้น กำลังได้รับการวิจัยโดย Office of Naval Research (ONR) ใน Arlington โดย ONR ได้วิจัยการนำเทคโนโลยี Supercavitation ไปใช้ในระบบอาวุธ ซึ่งแบ่งออก เป็น 2 Class คือ

1. Projectiles
2. Torpedoes

ในส่วนแรกเป็นการพัฒนากระสุน SUPERCAVITATION เพื่อสร้างปืนที่ใช้ในการต่อต้านทุนระเบิด (Antimine Projectile) ซึ่งจะนำไปติดตั้งบนเอลิคอปเตอร์ โดย

กระสุนจะมีขนาด 20 mm หรืออาจจะเพิ่มขนาดเป็น 30 mm และยังรวมไปถึงระบบปืนใต้น้ำ (Subsea Guns) ที่ใช้ระบบ Adaptable High-Speed Undersea Munition(AHSUM)โดยจะยิงกระสุน Supercavitation ที่เรียกว่า “Kinetic-Kill” จากป้อมปืนที่ติดตั้งบริเวณใต้แนวน้ำของเรือผิวน้ำและเรือคันน้ำ ระบบโซนาร์ตัวนำ AHSUM ถูกคาดหวังว่าจะมีความสามารถเท่าเทียมกับระบบของ Phalanx ของ U.S.Navy ซึ่ง Phalanx จะป้องกันเรือผิวน้ำจากภัยคุกคามทางอากาศต่าง ๆ แต่ระบบ



ภาพแนวความคิดแสดงการติดตั้งปืนใต้น้ำ (SUBSEA GUNS) ของ ทร.อ.ม. โดยจะใช้ยิงทำลายเรือและอาวุธข้าศึก ทำลายทุนระเบิด ยิ่งกว่านั้นคือ มีความสามารถยิงเครื่องบินและ เฮลิคอปเตอร์ที่บินในระดับต่ำ

AHSUM จะป้องกันเรือจากภัยคุกคามใต้น้ำ เช่น ตอร์ปิโด และ ทุนระเบิด เป็นต้น ในส่วนที่สอง เป็นการพัฒนาเทคโนโลยี Supercavitation ในด้าน ตอร์ปิโด ซึ่งคาด หวังว่าจะมีความเร็วประมาณ 200 นอต

UKRAINE ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีของ Shkval Torpedo จำนวนมากได้ รับการเผยแพร่มาจาก Ukrainian Institute of Hydromechanics ใน Kiev โดยมี นักวิจัยซึ่งเป็นหนึ่งในผู้ริเริ่มทฤษฎี Supercavitation เป็นผู้พัฒนาและเผยแพร่ ได้มี การทดลองใน water-tank โดยใช้แบบจำลองซึ่งประสบความสำเร็จในการคำนวณ เพื่อที่จะนำไปทดสอบต่อไป นอกจากนี้ยังมีการขยายข้อมูลเกี่ยวกับ Supercavitating Technology บางส่วนให้แก่อเมริกา ตั้งแต่การตกต่ำของสหภาพโซเวียต

FRANCE เมื่อ 10 ปีที่แล้ว ภายใต้การติดตามของ The Directorate of Research, Studies and Technique (DRET) ประเทศฝรั่งเศสได้สนับสนุนโครงการ Action Concrete Cavitation แหล่งที่มาของรายงานที่น่าเชื่อถือได้แจ้งว่าฝรั่งเศส

ได้ໄล์ตามเรื่องอาวุธ Supercavitaion อย่างลับ ๆ โดยได้ชื่อ Shkval torpedo บางส่วนจากชาวรัสเซีย เพื่อหาข้อมูลและมีการทดสอบขีปนาวุธ Supercavitation ต้นแบบต่อต้านทุ่นระเบิด ณ Frence - German Research Institute of Saint - Louis

GERMANY The German Federal Office of Defense Technology and Procurement ใน Koblenz ได้ร่วมมือกับ U.S Navy ทีมนักวิจัยได้ร่วมกันพัฒนาโครงการออกแบบ Cavitator แบบใหม่ และแบบทดลองระบบ homing สำหรับ torpedo นอกเหนือนี้ยังประสบความสำเร็จในการสร้าง Supercavitation torpedo ต้นแบบ และคาดว่าจะเริ่มการทดลองในอเมริกา

บทสรุป

แม้ว่าในปัจจุบันเราจะยังไม่สามารถสรุปได้ว่าการพัฒนาการของ SUPERCAVITATION นั้น ไปหยุดอยู่ที่ใด แต่ความเคลื่อนไหวที่สามารถติดตามได้อย่างเป็นรูปธรรมคือ การติดตามความก้าวหน้าทางวิชาการของประเทศต่าง ๆ ในระดับสากล ดังจะเห็นได้ว่า การรวมรวมความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ในปัจจุบันนั้น ไม่จำเป็นจะต้องนำมาจากห้องเรียน หรือสถาบันการศึกษา เพียงอย่างเดียว แต่อาจจะได้มาจากการแหล่งความรู้อื่น ๆ ที่สามารถเข้าถึงได้โดยง่าย และมีความหลากหลาย จนในที่สุดก็อาจจะนำไปประเมินได้ถึง ขีดความสามารถในการรับของประเทศต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กิตติพงษ์ พุ่มสร้าง, นava tr, “พลศาสตร์ของ流体เชิงคำนวณ (COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS,CFD)” เอกสารวิจัย โรงเรียนเสนาธิการทหารเรือรุ่น 61 สถาบันการศึกษาทหารเรือ ชั้นสูง กองทัพเรือ กรุงเทพมหานคร

ช่อฉัตร กระเทศ , นavaเอก, “นวัตกรรม” ฉบับประจำเดือน พ.ย., กองทัพเรือ, 2545

วิเชียร ปั่นกุลบุตร , พลเรือตรี, “ความต้านทาน และแรงม้าของเรือ ในจักรเรือ และการออกแบบ”

กรมอุ่ทหหารเรือ, 2506

วีรวัฒน์ กลัดอ้ำ, นavaเอก, “ระบบเพลาใบจักร” เอกสารวิชาการ กรมพัฒนาการช่าง กรมอุ่ทหหารเรือ, กรุงเทพฯ พ.ศ. ๒๕๓๗

ภาษาอังกฤษ

Breslin , J.P. & Anderson, P. , (1994) Hydrodynamics of Ship Propellers London Cambridge University Press

www.scientificamerican.com

www.ut-cavitation.edu.us

การออกแบบเรือตรวจการณ์ใกล้ฝั่ง



นราวนอก ศรรารุษ วงศ์เงินยวงศ์
ผู้อำนวยการกองออกแบบต่อเรือ

กองออกแบบต่อเรือ กรมแผนการช่าง กรมอุทavarere ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงคีริราช เขตบางกอกน้อย กรุงเทพฯ ๑๐๗๐๐

Capt. Saravut Wongngernyuang

Naval Architect Design Division, Engineering Planning Department,

The Royal Thai Naval Dockyard Arun-Amarin Rd., Sirirach, Bangkok Noi, Bangkok ๑๐๗๐๐

บทคัดย่อ

เรือตรวจการณ์ใกล้ฝั่งชุดเรือ ๑.๑ จำนวน ๖ ลำ ซึ่งได้ทำหน้าที่รับใช้ กองทัพเรือมาเป็นระยะเวลานาน และกำลังจะต้องทยอยถูกปลดประจำวัน ประจำการตามวาระอายุของเรือในระหว่างปี ๒๕๔๕-๒๕๔๙ ทำให้กองทัพเรือ จะต้องจัดหาเรือเพื่อทดแทน โดยในปี ๒๕๔๗ นี้ กองทัพเรือได้รับการจัดสรรงบประมาณในการจัดทำโครงการสร้างเรือตรวจการณ์ใกล้ฝั่ง และได้มอบหมายให้กรมอุทavarere ซึ่งมีประสบการณ์จากการออกแบบ การสร้างตลอดจนการ พัฒนาปรับปรุงรูปแบบและสมรรถนะของเรือตรวจการณ์ใกล้ฝั่งชุดเรือ ๑.๙๑

อนถึง เรือ ต.99 มาเป็นลำดับรวม 9 ลำ ในระหว่างปี 2510 - 2530 จนสามารถใช้ราชการได้เป็นอย่างดีมาจนถึงปัจจุบัน เรือตรวจการณ์ใกล้ฝั่ง ต้นแบบลำใหม่ที่จะกล่าวถึงรายละเอียดในการออกแบบต่อไปในบทความนี้ ผู้เขียนขอใช้ชื่อเรียกอย่างไม่เป็นทางการว่า เรือ ต.991 ซึ่งผู้เขียนและคณะทำงานได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจากเรือประเภทเดียวกัน ที่มีใช้อยู่ในประเทศไทยต่าง ๆ เพื่อพัฒนาปรับปรุงให้มีคุณลักษณะที่ดีขึ้นในทุกด้าน และสามารถตอบสนองต่อความต้องการทางยุทธการและผู้ใช้ โดยมุ่งเน้น การเลือกใช้วัสดุคุณภาพที่สามารถผลิตได้ภายในประเทศ และที่สำคัญที่สุดคือ เป็นการสอดคล้องกับพระราชบัญญัติและรับสั่งของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ที่ทรงมีกับผู้บังคับการหมู่เรือถวายอธิษฐานให้พระราชวังไกลกังวล เกี่ยวกับ การใช้เรือตรวจการณ์ใกล้ฝั่ง ซึ่งเป็นเรือที่มีขนาดเหมาะสมสำหรับการใช้งาน ตามภารกิจของเรือประเภทนี้ ว่า “น่าจะขยายแบบเรือให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและ ต่อเพิ่มขึ้นอีก” บทความนี้จะแนะนำให้ผู้อ่านได้ทราบถึงความเป็นมาของ ขั้นตอนและวิธีออกแบบเรือตรวจการณ์ใกล้ฝั่งชุดใหม่ของกองทัพเรือ

ความเป็นมา

สืบเนื่องจากการรายงานของผู้บังคับหมู่เรือถวาย อธิษฐาน และผู้แทนผู้บัญชาการทหารเรือ เรื่อง พระราชบัญญัติและรับสั่งเรื่องเรือ ของกองทัพเรือในคราวฝ่าวิกฤตที่พระราชวังไกลกังวล ประกอบกับอายุเรือตรวจการณ์ใกล้ฝั่ง ชุดเรือ ต.11 ที่มีแผนปลดระวางประจำการ จำนวน 6 ลำ ระหว่างปีพุทธศักราช 2545 ถึง 2549 ทำให้กองทัพเรือจำเป็นต้องจัดหาเรือประเภทนี้ ทดแทน การเลือกแบบเรือประเภทนี้เพื่อทดแทนนั้น จะต้องคำนึงถึงคุณภาพและปัจจัยลิ่งแวดล้อม ด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจัดความสามารถ ของเรือจะต้องตอบสนองต่อภารกิจได้เป็นอย่างดี ในกรณีเกิดการเผชิญหน้ากับฝ่ายตรงข้ามที่ใช้ เรือขนาดใหญ่เดียงกัน จะต้องมีเขี้ยวเล็บที่มี ประสิทธิภาพเหนือกว่า เพื่อให้ผู้ใช้เรือมีความมั่นใจ ในการดำเนินกิจกรรม จึงต้องออกแบบความเป็นอยู่ ภายในเรือนั้นจำเป็นที่จะต้องพัฒนาปรับปรุงให้ดีขึ้น เมื่อเทียบกับเรือที่มีประจำการอยู่ในปัจจุบัน

การเตรียมข้อมูล

ก่อนจะดำเนินการออกแบบต้องทำการศึกษา ข้อมูลเรือตรวจการณ์ใกล้ฝั่งที่มีใช้อยู่ในประเทศไทย และประเทศเพื่อนบ้าน ตลอดจนในต่างประเทศ ขั้นตอนแรกของการออกแบบเรือทดสอบเรือ ตรวจการณ์ใกล้ฝั่ง ชุดเรือ ต.11 คือทำการรวบรวม ข้อมูลที่เกี่ยวกับขนาดเรือ เครื่องจักร สมรรถนะ และอาวุธประจำเรือ เพื่อพิจารณากำหนดความ ต้องการด้านการออกแบบที่เหมาะสม และจะต้อง สอดคล้องกับงบประมาณที่ได้รับจัดสรร ซึ่งเป็น ปัจจัยสำคัญของการดำเนินโครงการ ด้วยขีดความสามารถ สามารถของการพัฒนาออกแบบเรือมาเป็นลำดับ ของกรมชีทหารเรือ จากเรือ ต.91 ถึง ต.99 ในอัตรา รวม 9 ลำ ในระหว่างปีพุทธศักราช 2510 ถึง 2530 คณะทำงาน ฯ จึงได้นำข้อมูลที่รวบรวมไว้แล้วมา ศึกษาบทวนรูปแบบและการจัดพื้นที่ห้องต่าง ๆ ภายในเรือ หรือจะเรียกว่าแบบเรียนเรียงทั่วไป (General Arrangement) รวมถึงรูปแบบของเรือ ต.11 ก็ได้นำมาเปรียบเทียบด้วยเช่นกัน เนื่องจาก

มีข้อได้เปรียบในด้านการทรงตัวของเรือที่ดี เมื่อเทียบกับเรือ ต.99 และยิ่งเห็นได้ชัด หากเทียบกับเรือชุด ต.81 ซึ่งมีอาการโคลงค่อนข้างมาก จากผลการใช้งาน และการสัมภาษณ์สอบถามจากผู้ที่มีประสบการณ์กับเรือประเภทนี้ พบความนี้จะอธิบายให้ทราบถึงหลักการออกแบบเรือ ตรวจการณ์ไกลัฟฟ์ลำใหม่

การออกแบบเรือ

หลักการออกแบบเรือเบื้องต้น (Basic Design) หรือจะใช้คำว่า Concept Design ก็จะน่าจะเหมาะสมกว่า ได้ทำการเลือกเรือต้นแบบ (Parent Ship) ที่เป็นเรือประเภทเดียวกัน โดยเรือตรวจการณ์ไกลัฟฟ์ ชุด ต.99 ได้ถูกเลือก หลังจาก การพิจารณาเบริญเทียนคุณสมบัติต้นต่าง ๆ มาแล้ว และประกอบกับเป็นเรือชุดที่มีข้อมูลการออกแบบ และมีประวัติการใช้งานที่ดี เหมาะสม ที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ ที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับเรือต้นแบบควรจะต้องมีข้อมูลเหล่านี้ General Arrangement, Detail Weight Calculation, Hull Form, Model Test แบบเรียบเรียงทั่วไป (General Arrangement) แสดงการจัดแบบส่วนต่าง ๆ และชั้นดาดฟ้าภายในเรือ โดยจะต้องกำหนดคุณลักษณะการจัดวางระบบโครงสร้างตัวเรือ เครื่องจักรใหญ่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องจักรช่วย อุปกรณ์ประกอบตัวเรือ เครื่องมือสื่อสาร ระบบอาวุธ และสรรพาภรณ์ ตลอดจนสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ สำหรับกำลังพลประจำเรือ ที่สามารถใช้ทำการคำนวณน้ำหนักอย่างละเอียด (Detail Weight Calculation) และข้อมูลรายละเอียดของน้ำหนักและตำแหน่งของจุดศูนย์กลางน้ำหนักของวัสดุตัวเรือ และส่วนประกอบ

เครื่องจักร อุปกรณ์ และอาวุธ ซึ่งจะเป็นค่าการคำนวณให้ทราบถึงน้ำหนักของเรือทั้งลำที่จะนำไปใช้ในการกำหนดตำแหน่งของแนวน้ำออกแบบ (Design Waterline) ที่จะนำมาประกอบกับการคำนวณคุณสมบัติทาง Hydrostatic ของรูปทรงตัวเรือ (Hull Form) เช่น ตำแหน่งจุดศูนย์กลางการลอยพื้นที่เปลือกเรือ พื้นที่แนวน้ำ และระวางขับน้ำ เป็นต้น ค่าต่าง ๆ เหล่านี้จะถูกนำมาใช้ในการคำนวณหาความต้านทาน (Ship Resistance) ที่เพิ่มมากขึ้น เมื่อความเร็วเรือสูงขึ้น แต่จะเปลี่ยนแปลงมาก หรือน้อยอย่างไรขึ้นอยู่กับรูปทรงตัวเรือที่เลือกใช้โดยการประยุกต์หลักทฤษฎีที่ให้ผลใกล้เคียงความเป็นจริง กับผลการทดลองแบบจำลองเรือ (Model Test) เพื่อกำหนดขนาดของเครื่องยนต์ขับเคลื่อนที่เหมาะสมทำการคำนวณความต้องการพลังขับเคลื่อน



Power Prediction วิศวกรผู้ออกแบบเรือ จะต้องตรวจสอบค่าการคำนวณต่าง ๆ ให้สัมพันธ์สอดคล้อง และจะต้องพยายามให้ใกล้เคียงความเป็นจริงให้มากที่สุด โดยในขั้นตอนต้น ๆ ของการออกแบบ จะใช้การเพิ่มค่าการออกแบบ (Design Margin) ของการคำนวณ ซึ่งมักจะเพิ่มเป็นค่าร้อยละ 10-15 ในขั้นแรกและลดลงเป็นลำดับ เมื่อสามารถทำการตรวจสอบผลการคำนวณในขั้นตอนต่าง ๆ เพราะหากคลาดเคลื่อนมาก ผลลัพธ์จะแสดงให้ปรากฏเมื่อเรือสร้างเสร็จ เช่น น้ำหนักเกิน ความเร็วไม่ได้

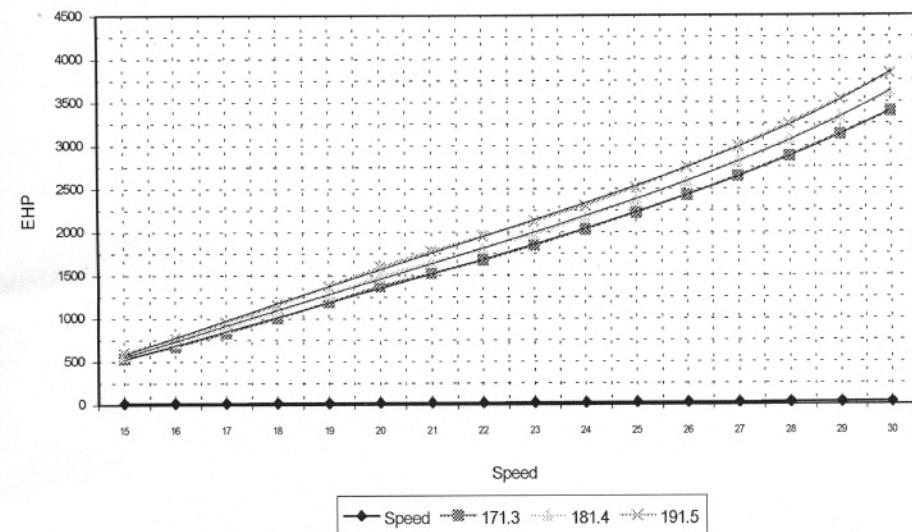
ตามเกณฑ์ หัวเรือหรือท้ายเรือจนน้ำมากเกินไป เรือโคลงมากเกินไป ใช้อาฐไม่ได้ เครื่องจักรเสียสมดุล อีกทั้งจะต้องตรวจสอบขีดความสามารถด้านการทรงตัว (Stability Calculation) ที่สภาพการบรรทุกต่าง ๆ ดังนั้น ในช่วงต้นของการออกแบบ ผู้ออกแบบ จะต้องทำการคำนวณรอบกันทยอย (Design Spiral) เนื่องจากเรือเป็นวัสดุโดยน้ำ การเพิ่มลดน้ำหนักใด ๆ ก็จะมีผลกระทบต่อปัจจัยการคำนวณที่กล่าวมา ทั้งหมด ต่อไปนี้ จะเป็นการกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับตัวเรือเพิ่มเติม เช่นการจัดซั้นดาดฟ้า เช่นเดียวกับ เรือ ต.81 เพิ่มขีดความสามารถด้านความทนทาน โดยกำหนดให้มีผนังกั้นน้ำ 5 ผนัง และขยายตัวเรือด้านข้างให้พวยออกเป็นมุมเอียงอย่างน้อย 6 องศา ตลอดความยาวเรือ ตามหลักการลดการสะท้อนของคลื่นเรดาร์ อีกทั้งจะช่วยเพิ่มความสามารถในการทรงตัว ของเรือเมื่อเรือเอียง เนื่องจากตัวเรือกว้างขึ้นจุดศูนย์กลางการลอยตัวสามารถเคลื่อนที่ไปทางข้างขวาได้มากขึ้น การจัดส่วนพื้นที่ใช้สอยและห้องพักเป็นสัดส่วน ความสูงของ ชั้นดาดฟ้าประมาณ 2.2 เมตร ให้ความโปร่งและสะดวกสบายแก่กำลังพลประจำเรือเก่ง เรือกำหนดให้ผนังด้านหน้าและด้านข้างมีมุมเอียงเช่นกัน ด้วยเหตุผล ข้างต้น โดยคำนึงถึง รูปทรงที่สวยงาม และไม่เสียพื้นที่ใช้สอยภายใน มีปีกสะพานเดินเรือทั้ง 2 ข้าง เพื่อความ สะดวกในการนำเรือและสามารถเดินได้รอบกราบตลอดลำ กับได้พิจารณา ถึงพื้นที่ การซ่อมบำรุงเครื่องจักร และช่องทางผ่านของเครื่องจักร (Removable Route) บนดาดฟ้าหลัก ระบบขับเคลื่อนเรือใช้เครื่องยนต์ดีเซล 2 เครื่องขับ 2 ชุดเพลาใบจักรแบบพิทซ์คงที่

การรวบรวมข้อมูลการออกแบบเรือ ต.991 ได้เริ่มตั้งแต่ผู้เขียน ได้รับหน้าที่ผู้อำนวยการกองออกแบบต่อเรือ ซึ่งเดิมคาดว่ากองทัพเรือ มีนโยบายต่อเรือประเภทนี้เพิ่ม แต่จากการประสานงานร่วมกับ ฝ่ายอำนวยการของกองทัพเรือ ได้รับทราบว่าเรือตรวจการณ์ใกล้ฝั่ง ชุดใหม่จะต้องมีขนาดและสมรรถนะที่สูงขึ้นดังนั้นจึงได้เริ่มการออกแบบ เมื่อต้นเดือน เม.ย.46 ก่อนที่จะมีการแจ้งให้ดำเนินการอย่างเป็น ทางการ โดยเรือ ต.991 เป็นเรือที่ได้รับการขยายแบบจากตัวเรือ เรือ ต.99 เดิม เพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ กับมุ่งเน้นให้การออกแบบ สามารถใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ผลิตได้ในประเทศไทยเป็นสำคัญ มีขนาดเรือ เปรียบเทียบตามตารางที่ 1

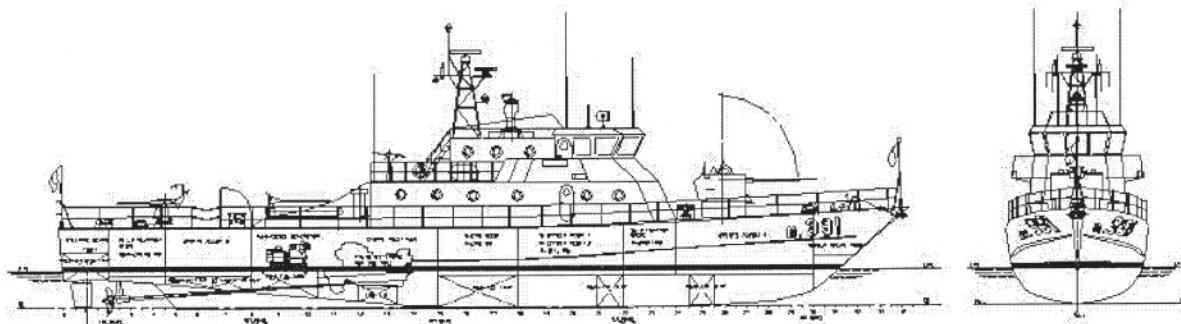
ตารางที่ ๑ การเปรียบเทียบขนาดเรือ ระหว่างขับน้ำ ความเร็วเรือ ฝากัน และจำนวนกำลังพล

เรือ	L_{OA}	L_{WL}	B	D	Δ_L	Δ_F	Speed	WTB	Crew
ต.99	34.0	32.0	5.7	3.5	120	150	25	5	29
ต.991	38.7	35.1	6.46	3.8	145	185	> 27	5	29

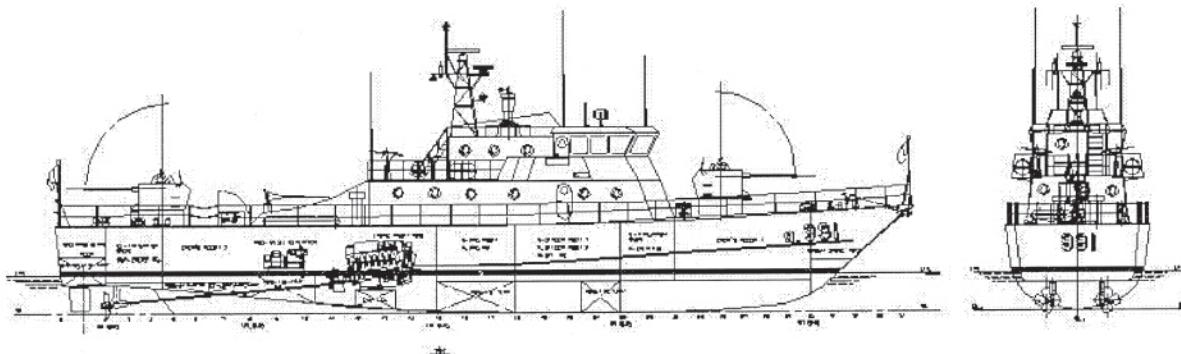
Compare Power Prediction with Appendage and Wind for T 991 (Displacements)



ภาพประกอบที่ 1 ความล้มพันธ์ของกำลังขับเคลื่อนที่ความเร็วต่าง ๆ
เมื่อระวางขับน้ำของเรือเปลี่ยน



ภาพประกอบที่ 2 General Arrangement (Outboard Profile)



ภาพประกอบที่ 3 General Arrangement (Outboard Profile)

(Fixed Pitch) ที่สามารถทำความเร็วของเรือได้มากกว่า 27 นอต ขึ้นอยู่กับระวางขับน้ำ ซึ่งเกิดจากการกำหนดความต้องการเรือ เช่น ระยะปฏิบัติการ หากไปไกลก็ต้องบรรทุกน้ำมันมาก หรืออาวุธปืนมีขนาดใหญ่ กระสุนมาก สิ่งเหล่านี้ที่ทำให้ความเร็วสูงสุดของเรือเปลี่ยนแปลง จำเป็นต้องมีความสมดุลกันอย่างพอดีระหว่างการเลือกใบจักรและเครื่องยนต์ (Engine and Propeller Matching) ที่ระหว่างขับน้ำออกแนว สำหรับเรือลำนี้กำหนดความเร็วสูงสุดที่ระหว่างขับเต็มที่ (Full Load) ภาพประกอบที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของกำลังขับเคลื่อนที่ความเร็วต่าง ๆ เมื่อระวางขับน้ำของเรือเปลี่ยนแปลงซึ่งการออกแบบระบบต่าง ๆ ตลอดจนการจัดห้องและรูปทรงนี้ได้มีการดำเนินการแก้ไข

เคลื่อนย้าย และเปลี่ยนแปลงหลายครั้งกว่าจะเป็นรูปแบบตามภาพประกอบที่ 2 และ 3 โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลือกอาวุธปืนประจำเรือซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อน้ำหนักและสมรรถนะของเรือ เช่น หากพิจารณาติดตั้งปืน 40 / L70 รุ่นใหม่ จะต้องเพิ่มเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและปรับลดระยะปฏิบัติการ เพื่อให้อาวุธสามารถใช้งานได้

อย่างมีประสิทธิภาพ โดยระหว่างขับน้ำของเรือไม่เปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตามปืนที่มีขนาดเล็กกว่า และมีสมรรถนะการยิงใกล้เคียงกันก็อาจจะทำให้เรือมีสมรรถนะที่ดีขึ้นอีก

การออกแบบเบื้องต้น เรือ ต.991 ผู้เขียนได้ใช้วิชาความรู้ที่ได้รับมาด้วยทุนของกองทัพเรือ ในสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ประยุกต์กับได้มีโอกาสเพิ่มเติมประสบการณ์ การออกแบบ โดยเป็นนายทหารฝึกงานการออกแบบเบื้องต้น ในโครงการสร้าง ร.ล.จ.ก.รี. นฤเบศร มีความมั่นใจในการออกแบบเรือตรวจการณ์ใกล้ฝั่งชุดใหม่ของกองทัพเรือจะมีสมรรถนะที่ดี และมีประสิทธิภาพในการใช้งาน ในท้ายที่สุดนี้ต้องขอขอบคุณทีมงานนายช่าง และช่างเขียนแบบ ของกองออกแบบต่อเรือ กรมแผนการช่าง กรมอุตสาหกรรมเรือ ที่ให้ความร่วมมือ ทำให้ขั้นตอนแรกของการออกแบบสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี รวมถึงการให้คำปรึกษาหารือในส่วนของ กองออกแบบกลัจจาร์ กองออกแบบไฟฟ้า กองแผนงานฝ่ายเรือ และกองโรงงานเรือเหล็ก และอดีตผู้บังคับบัญชาที่มีประสบการณ์งานออกแบบ ได้ให้การสนับสนุนข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง



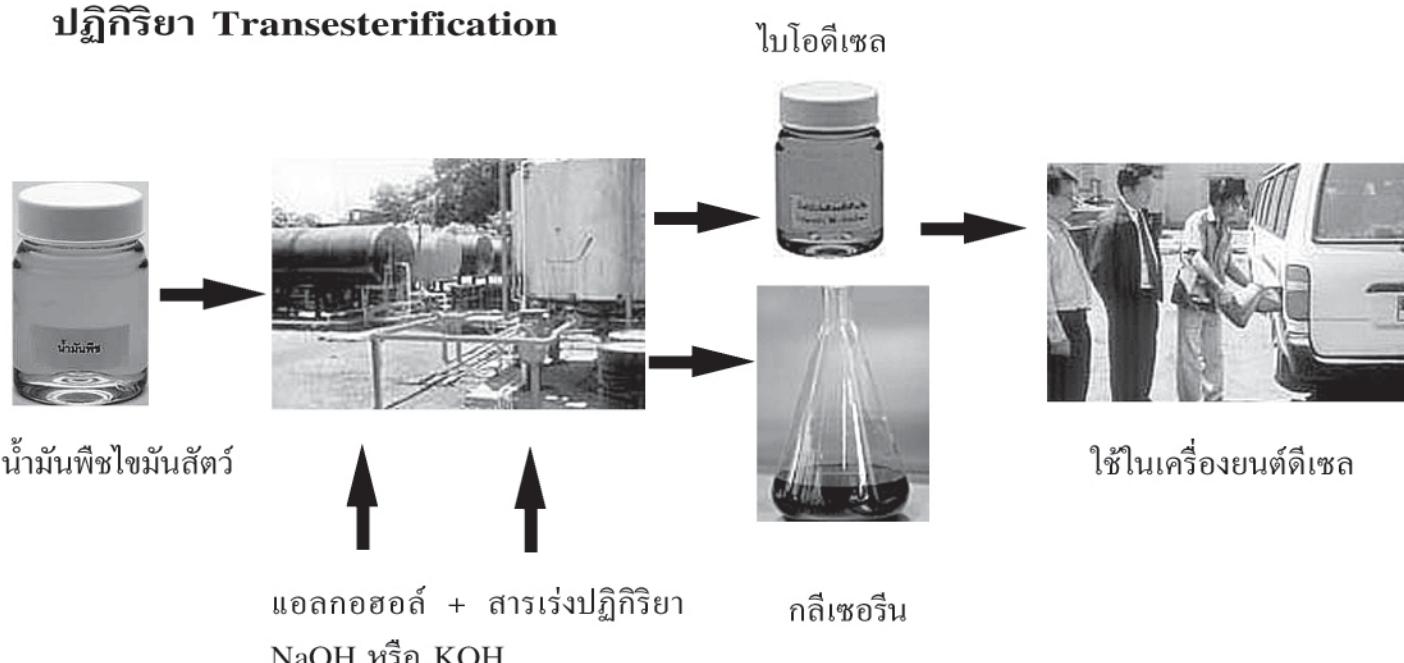
BIODIESEL

เชื้อเพลิงจากพืช..พลังงานเพื่ออนาคต

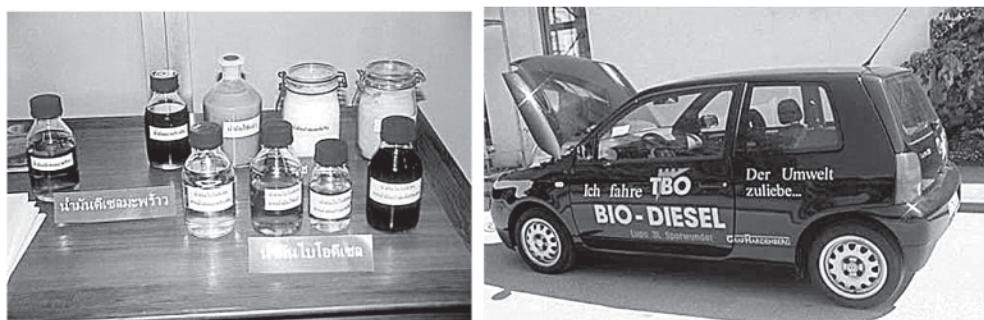


ไบโอดีเซล คือ น้ำมันเชื้อเพลิงที่
ผลิตมาจากการน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์โดย
ผ่านกระบวนการทางเคมีที่ทำให้ขนาด
ไม่เล็กไปกว่า เรียกว่า กระบวนการ
Transesterification

ปฏิกิริยา Transesterification



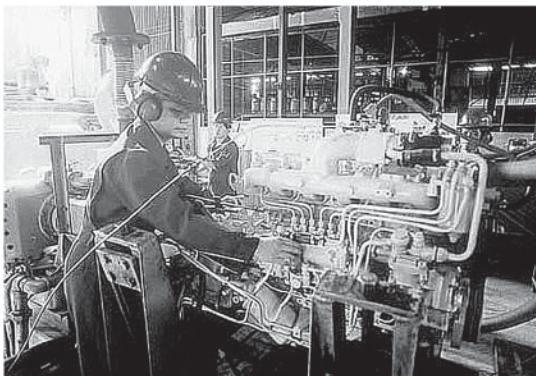
ปฏิกิริยา Transesterification ระหว่างน้ำมันพืชกับเมทานอล สามารถเกิดขึ้นที่อุณหภูมิห้อง หรือสูงกว่า ช่วงอยู่ระหว่าง $40-80^\circ C$ ปริมาณน้ำมันพืชต่อเมทานอลอยู่ระหว่าง 6:1 ถึง 20:1



ไบโอดีเซลมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลจากปิโตรเลียม แต่ค่าความร้อนของไบโอดีเซลจะต่ำกว่าของน้ำมันดีเซล ประมาณ 15% อย่างไรก็ได้ ด้วยความใกล้เคียงของคุณสมบัติอื่น ๆ จึงทำให้สามารถใช้ไบโอดีเซล กับเครื่องยนต์โดยไม่เกิดปัญหา



ไบโอดีเซลช่วยลดมลพิษทางอากาศ ลดควันดำในเครื่องยนต์ดีเซลได้มากกว่าร้อยละ 40 ลดการปล่อยแก๊สร้อนกระจก และ ยังช่วยลดการนำน้ำมันใช้แล้วไปประกอบอาหารช้ำ



การเติมใบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วในอัตรา้อยละ 0.5 สามารถเพิ่มดัชนีการหล่อลื่นได้ถึง 2 เท่า ประสิทธิภาพการเผาไหม้ดีขึ้น เนื่องจากมีออกซิเจนผสมอยู่ประมาณร้อยละ 10

โครงการวิจัยและพัฒนา การใช้ก้าวหน้าดี-ใบโอดีเซล ของกองทัพเรือ



โครงการนี้เป็นการดัดแปลงเครื่องยนต์ดีเซลธรรมด้า ให้สามารถใช้เชื้อเพลิงร่วมสองชนิด คือ ก้าวหน้าดีและใบโอดีเซล มีความมุ่งหมายหลักให้สามารถนำก้าวหน้าดี ซึ่งเป็นพลังงานที่สะอาด ราคาถูก และมีแหล่งที่มาจากการผลิตในประเทศไทย มาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ในยานยนต์ทั่วไปได้ / พลเรือเอก ทวีศักดิ์ โสมากา เป็นผู้แถลงข่าวการเปิดตัวของโครงการ เมื่อวันที่ 11 พ.ย. 2545



ในการณ์ที่ก้าวหน้าดีเกิดหมุดลง ไม่สามารถหาสถานีบริการเพื่อเติมก้าวหน้าดี ก็ยังคงสามารถใช้ใบโอดีเซลหรือน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดเดียวได้



เครื่องยนต์ดีเซลทดลองการใช้ก๊าซธรรมชาติ-ไบโอดีเซล



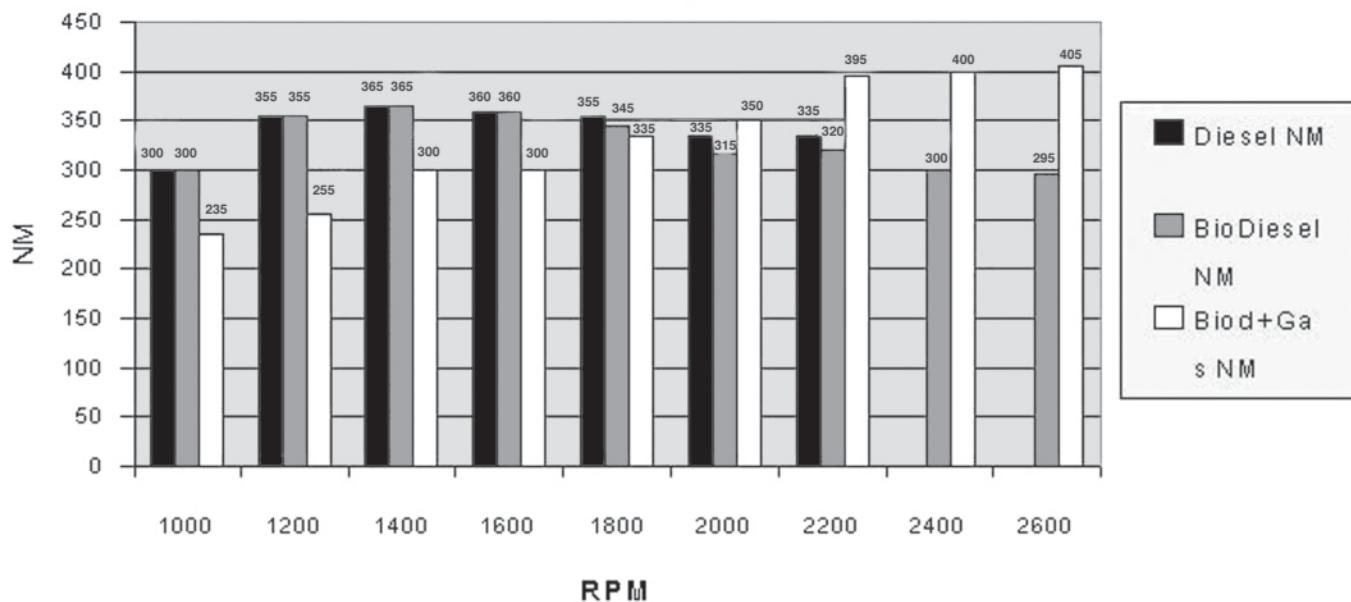
ผู้จัดเลือกใช้ไบโอดีเซลในรูป Ester มาทดแทนน้ำมันดีเซลจากปีโตรเลียม เพราะไบโอดีเซลมีองค์ประกอบของสารออกซิเจนเนต (Oxygenate) ปริมาณสูง ช่วยให้การเผาไหม้ในระบบออกสูบมีความสมบูรณ์มัดจุดยิ่งขึ้น



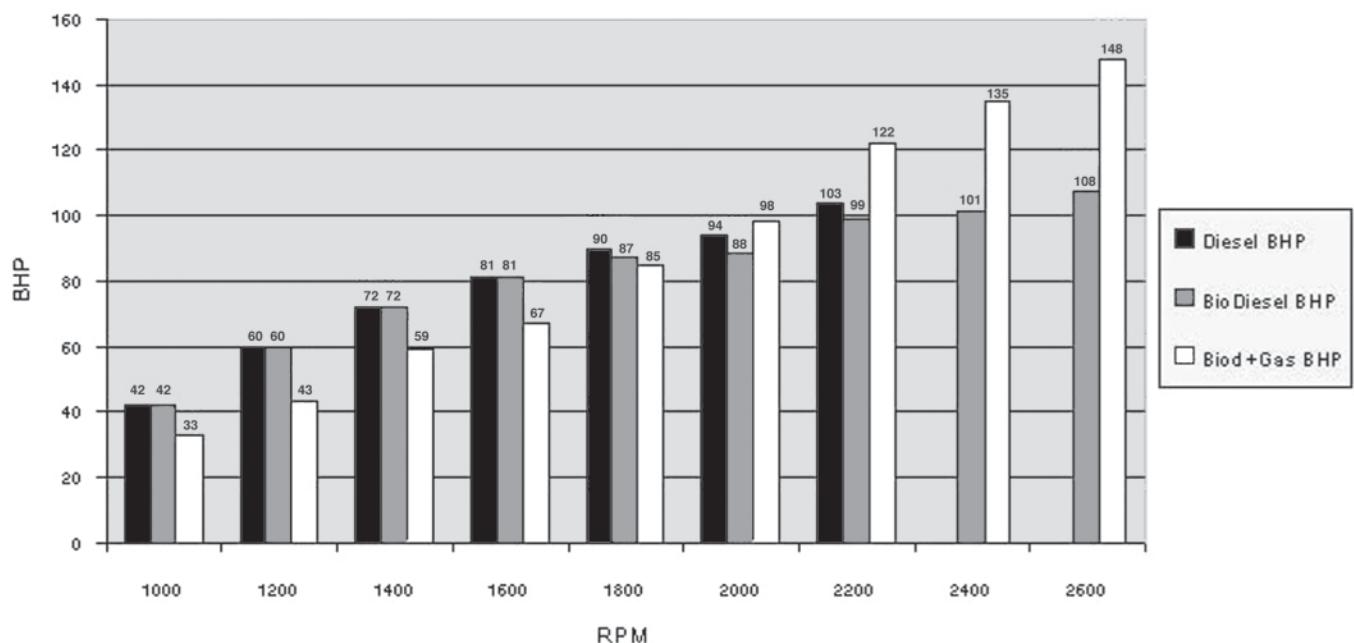
การใช้ก๊าซธรรมชาติร่วมกับไบโอดีเซลในเครื่องยนต์ดีเซล ยังช่วยในการลดมลภาวะที่เกิดจาก เครื่องยนต์ดีเซล โดยเฉพาะคันด้านเป็นที่น่ารำคาญ และส่งผลกระทบต่อสุขภาพประชาชน เครื่องยนต์ ดีเซลที่ก่อให้เพิ่ดด้วยในโครงการนี้สามารถลดคันด้านลงร้อยละ 40 เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน ดีเซลจากปีโตรเลียม

ผลการทดสอบการใช้ก๊าซธรรมชาติร่วมน้ำมันในโอดีเซล ในเครื่องยนต์ ISUZU รุ่น 6BD1

Maximum Torque Curve

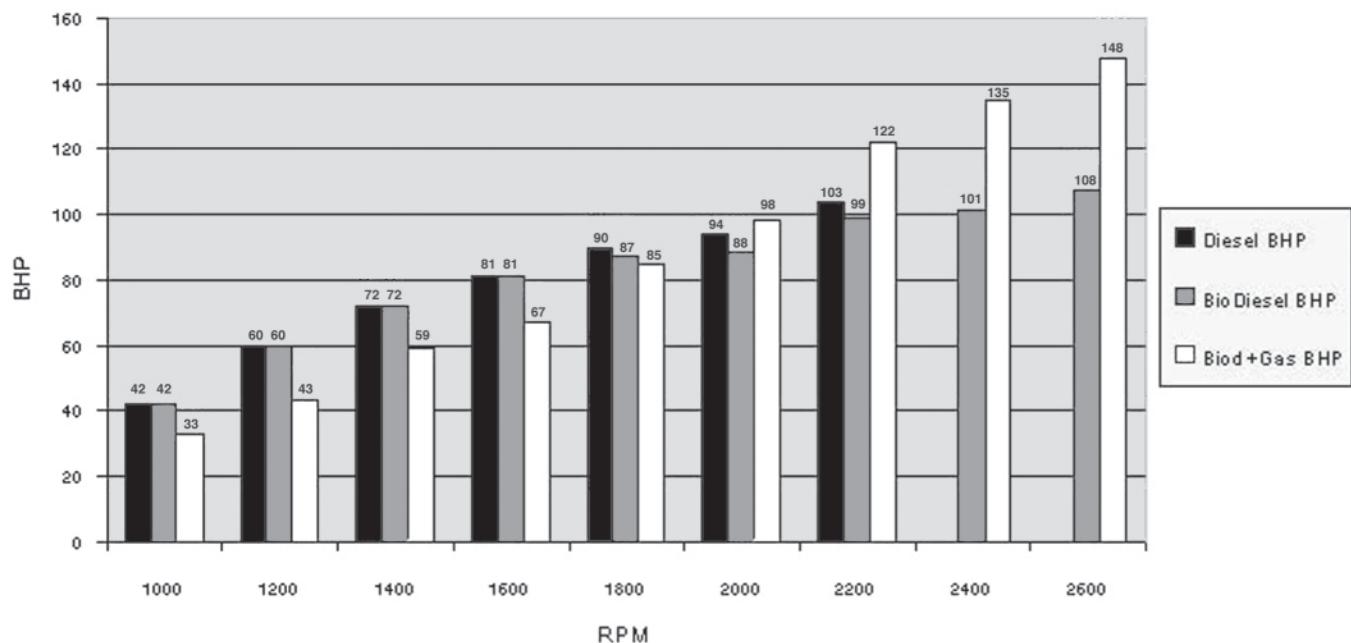


แรงม้าเครื่องยนต์ ดีเซล, ในโอดีเซล และ ในโอดีเซลผสมก๊าซ CNG

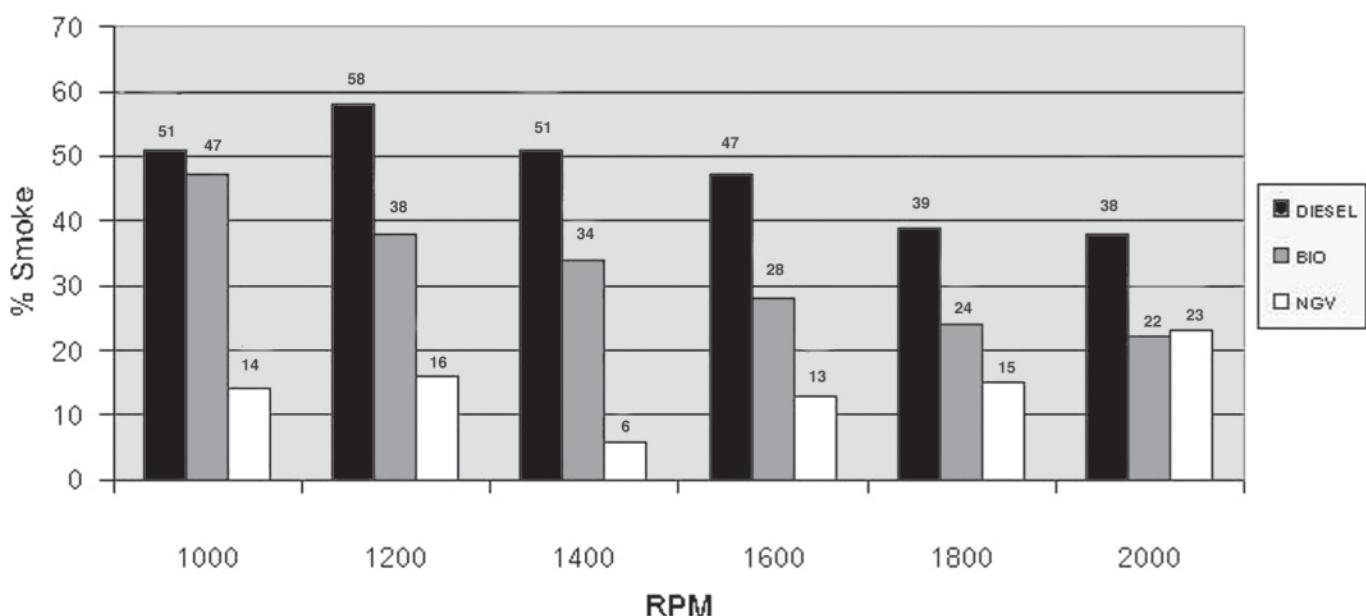


เมื่อใช้น้ำมันในโอดีเซลร่วมกับก๊าซธรรมชาติ ได้แรงบิดสูงสุด 405 NM และ กำลังสูงสุด 108 BHP ที่ 2,600 RPM แรงบิดและกำลังเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้น้ำมันดีเซล ธรรมดากถึง 70 NM และ 45 BHP ตามลำดับ

แรงม้าเครื่องยนต์ ดีเซล, ไบโอดีเซล และ ไบโอดีเซลผสมก๊าซ CNG

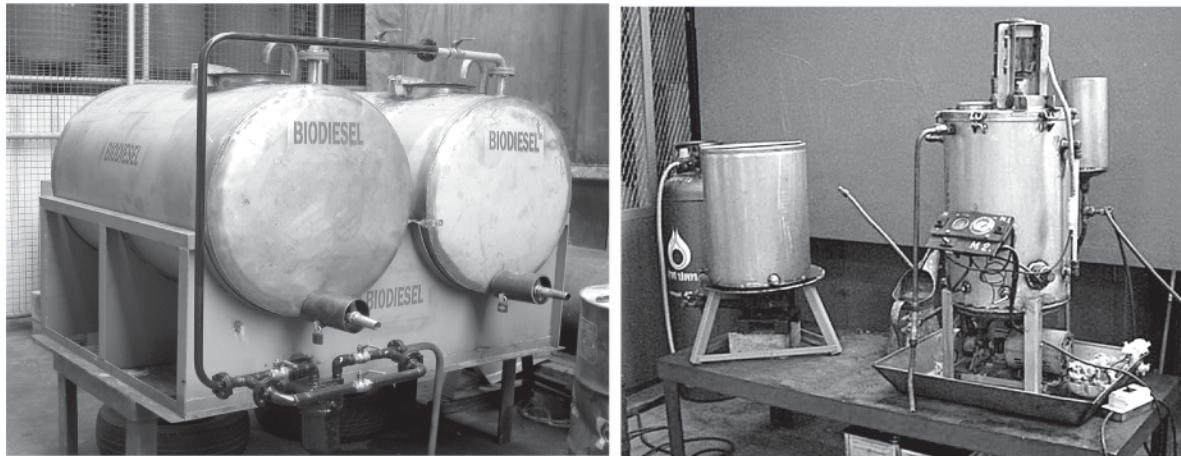


Black Smoke at Maximum Curve



ควันดำ ณ จุดสูงสุด ที่ 2,000 RPM น้ำมันดีเซลร้อยละ 38 ไบโอดีเซล ร้อยละ 22 และก๊าซธรรมชาติ ร้อยละ 23 การลดควันดำ (Black Smoke Reduction) ที่ 2,000 รอบ น้ำมันดีเซลไม่เปลี่ยนแปลง ดีเซลชีวภาพลดได้ร้อยละ 58 ในขณะที่ไบโอดีเซลร่วมกับก๊าซธรรมชาติลดได้สูงสุดถึงร้อยละ 61

โครงการวิจัยและพัฒนาน้ำมันเชื้อเพลิงใบโอดีเซลของกองทัพเรือ

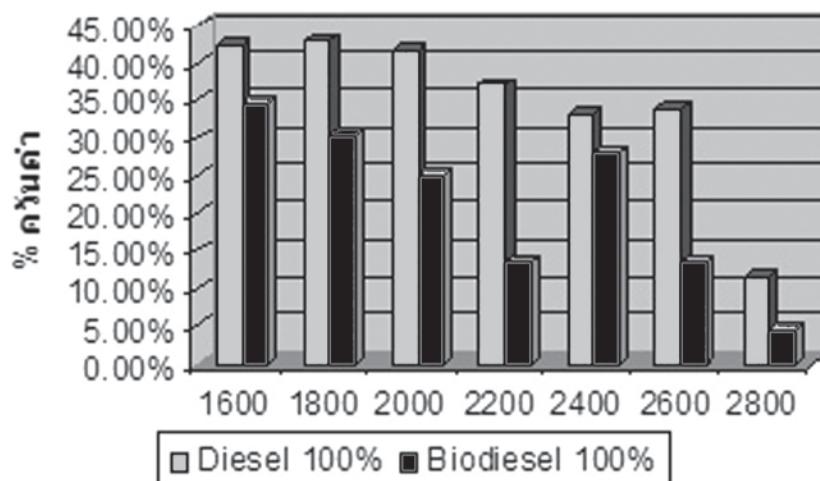


ระบบผลิตใบโอดีเซลแบบ Batch (ตันแบบ) ของกรมอุ่นหหารเรือสามารถผลิตน้ำมันใบโอดีเซลได้ 200 ลิตรต่อวัน



ระบบผลิตใบโอดีเซลแบบ Semi-Continuous Batch Process ในปัจจุบันมีกำลังการผลิตน้ำมันใบโอดีเซลได้ถึง 2,000 ลิตรต่อวัน

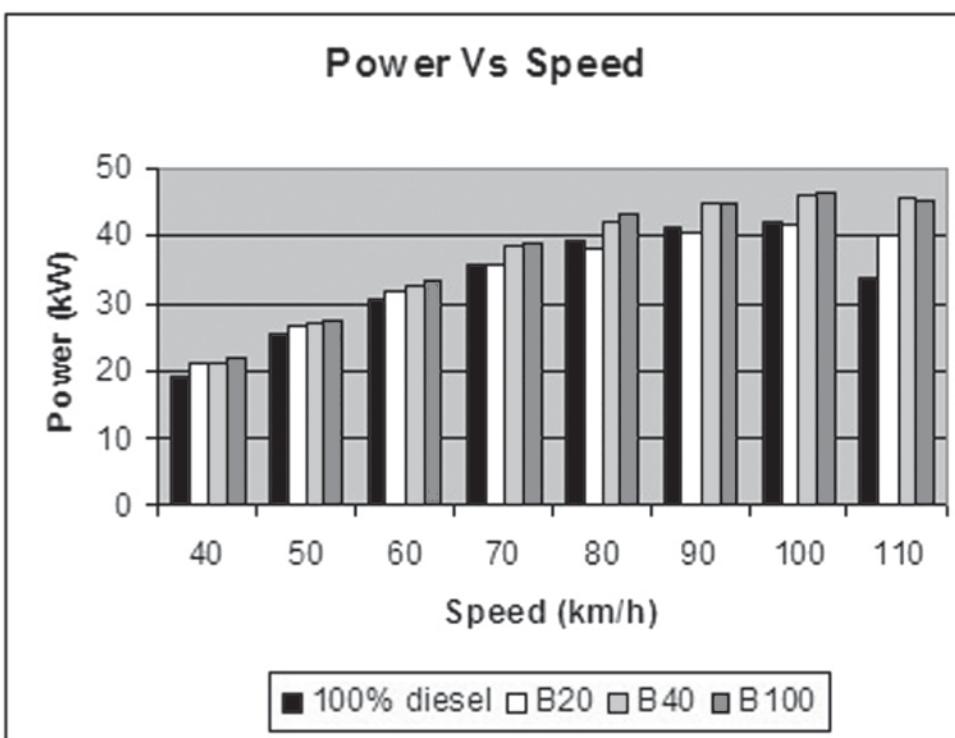
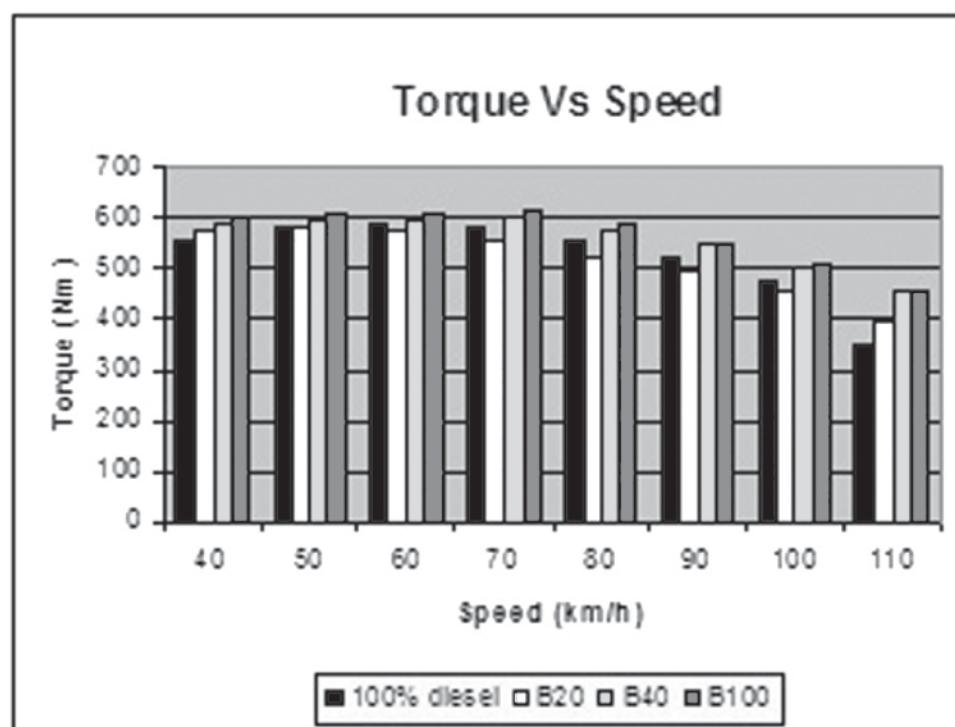
**ตารางการเปรียบเทียบคุณค่า
(ทดสอบกับเครื่องยนต์ Detroit 6V-53)**



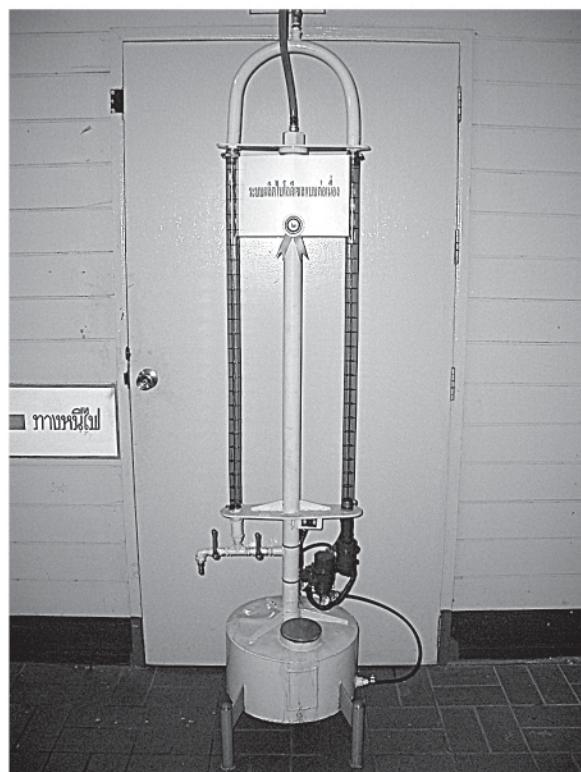
**ตารางเปรียบเทียบผลการทดสอบคุณค่าจากการถ่ายน้ำที่ใช้น้ำมันดีเซล
และน้ำมันใบโอดีเซล 100%**



กรมอุตสาหกรรมเรือร่วมมือกับกรมพัฒนา
พลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกระทรวง
พลังงาน ในการประเมินสมรรถนะของรถยนต์
ดีเซล และผลกระแทบท่อเครื่องยนต์ที่ใช้ใบโอดี
เซลเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งรถยนต์แต่ละคันใช้น้ำมัน
ดีเซล 100% ในโอดีเซลสูตร B100 B40
และ B20 ตามลำดับ



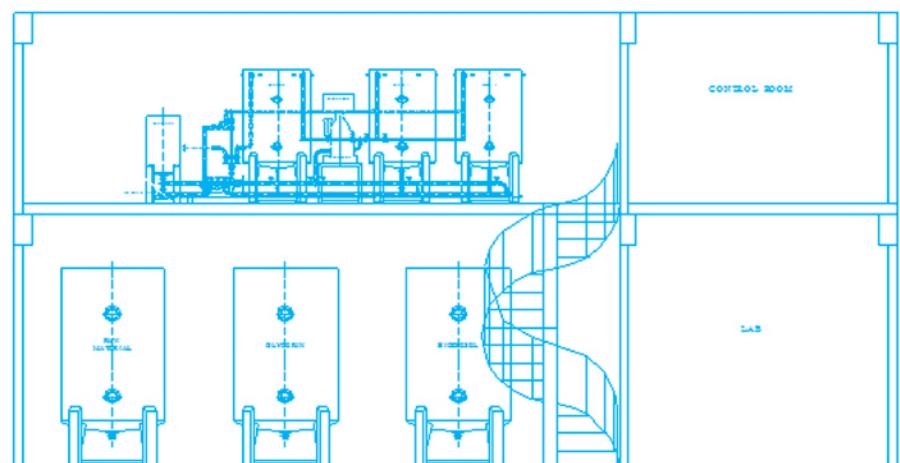
ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 100% ในโอดีเซลสูตร B100 B40 และ B20 ปรากฏว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมันในโอดีเซลสูตร B100 ให้ค่าแรงบิดและกำลังสูงที่สุดทุกความเร็ว�อน โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับที่ใช้น้ำมันดีเซล 100% ซึ่งเมื่อคิดโดยรวมจะให้กำลังเพิ่มขึ้นประมาณ 12% และให้แรงบิดเพิ่มประมาณ 7.5%



ระบบผลิตใบโอดีเซลแบบต่อเนื่อง เป็นระบบผลิตใบโอดีเซลที่ใช้หลักการ การผสมแบบปั่นป่วน (Oscillatory mixing) ทำให้การดำเนินการดำเนินไปอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ทำให้มีคักษะภาพในการผลิตน้ำมันได้ สูงกว่า ระบบ Batch ที่ใช้ในปัจจุบัน ระบบนี้ยังอยู่ในขั้นตอนการวิจัยและได้รับงบประมาณจากสำนักงานวิจัยและพัฒนาการทหารก้าวใหม่แล้ว



การปลูกเมล็ดสูงดำ ในเขตพื้นที่ของหน่วยนัญชาการนาวิกโยธิน
สูงดำเป็นพืชนำมันอีกชนิดหนึ่ง ที่สามารถนำมาผลิตเป็นใบโอดีเซลได้



เครื่องต้นแบบสำหรับใช้ใน
โครงการเอทธิลเออสเทอโรฟิเคน
นำมันพืชในการส่วนพระองค์
ส่วนจิตรลดา



รถยนต์ที่ผ่านการดัดแปลงใช้ก๊าซธรรมชาติร่วมกับใบโอดีเซลยังสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการเติมเชื้อเพลิงลงร้อยละ 30-40 เมื่อจากอัตราส่วนการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ : ใบโอดีเซลอยู่ที่ประมาณ 7 : 3 ถึง 4 : 1