คำนำ

เครื่องมือเครื่องใช้ในการซ่อมบำรุงเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับช่าง ถึงแม้จะมีความรู้ความสามารถหรือประสบการณ์มากเพียงใด ถ้าขาดเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงานซ่อมบำรุง ก็จะไม่สามารถทำให้งานสำเร็จได้ การศึกษาถึงวิธีการใช้และการเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับงานเป็นสิ่งจำเป็น ที่จะต้องเรียนรู้หรือศึกษาด้วยตนเอง ทั้งนี้เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากเครื่องมือดังกล่าวได้ตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบ สามารถปฏิบัติงานได้สำเร็จ เกิดความปลอดภัยต่อตนเองและผู้อื่นด้วย เนื้อหาในเอกสารประกอบการบรรยายเล่มนี้ จะกล่าวถึงเครื่องมือพื้นฐานทั่วไปและเครื่องมือพิเศษบางส่วน ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงอากาศยาน ซึ่งสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการปฏิบัติงานหรือนำไปประยุกต์ใช้งานกับเครื่องมือชนิดอื่น ๆ ได้ต่อไป

เอกสารประกอบการบรรยายวิชาเครื่องมือเครื่องใช้ในการซ่อมบำรุง เล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการศึกษาของนักศึกษาวิชาทหาร หลักสูตรการฝึกอบรม นศท.ทอ. เหล่าช่างอากาศ ชั้นปีที่ ๒ เท่านั้น ขอสงวนสิทธิ์โดยไม่อนุญาตให้นำไปใช้เพื่อการใด ๆ นอกจากจะได้รับการอนุญาต

แผนกวิทยาการ กองวิทยาการ
กรมช่างอากาศ กองบัญชาการสนับสนุนทหารอากาศ

สารบัญ

เครื่องมือเครื่องใช้ในการซ่อมบำรุง.....๑
การเลือกเครื่องมือ.....๒
ชนิดของเครื่องมือ.....๒
GENERAL MAINTENANCE TOOLS.....๒
เครื่องมือพิเศษที่ใช้กับอากาศยานและเครื่องยนต์.....๑๑
เครื่องมือวัดระยะและเครื่องมือเขียนแบบ.....๑๕
เครื่องมือที่ใช้กับ FABRIC.....๒๘
POWER TOOLS.....๓๔

เครื่องมือเครื่องใช้ในการซ่อมบำรุง

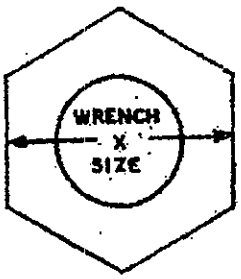
ปัจจุบันเครื่องมือ ได้เข้ามาเป็นบทบาทที่สำคัญต่อสังคมและการพัฒนาเศรษฐกิจ ของโลก ถ้าเราไม่มีเครื่องมือไว้ใช้แล้ว มนุษย์ก็ไม่อาจจะดำรงชีวิตอยู่ได้ นับแต่มนุษย์ยุคหินก็หาอาหารและทำเครื่องนุ่งห่มได้โดย ใช้ขวานหินและมีด ต่อมาเมื่อมนุษย์มีความเจริญขึ้นก็ได้ปรับปรุงเครื่องมือให้ดียิ่ง ๆ ขึ้นตามลำดับจากเครื่องมือแบบธรรมดาและง่าย ๆ มาเป็นเครื่องมือที่มีความละเอียดสลับซับซ้อนมากขึ้น มนุษย์ใช้เครื่องมือที่ทันสมัยเหล่านี้ ช่วยในการทำงานและเพิ่มความสะดวกสบาย เมื่อมนุษย์มีความรู้มากขึ้น ก็สามารถคิดประดิษฐ์เครื่องมือต่าง ๆ ให้ยุ่งยากซับซ้อนมากขึ้นด้วย ถ้าไม่มีผู้คิดค้นเครื่องมือแล้ว เครื่องมือใหม่ ๆ ที่ทันสมัยก็ไม่อาจจะมีขึ้นได้ ดังนั้น การที่มนุษย์มีอารยะธรรมสูงขึ้นก็ย่อมมีความจำเป็นที่จะต้องมีวิธีการใช้เครื่องมือให้ถูกต้องและทำการรักษาไว้ให้คงสภาพไว้ใช้ได้นาน ๆ ด้วย

เครื่องมือนับว่าเป็นมิตรที่สนิทและดีต่อช่างที่สุด ถ้ามนุษย์ไม่มีเครื่องมือใช้เสียแล้วก็เปรียบเสมือนว่าเป็นคนตาบอด มองอะไรไม่เห็น ความจริงแล้ว ถ้าช่างตาบอดแต่มีความชำนาญในการใช้เครื่องมือได้ดี นับว่ามีคุณประโยชน์กว่ามีช่างที่เชี่ยวชาญแต่ ไม่มีเครื่องมือใช้เลย ในปัจจุบันได้มีการใช้เครื่องจักรกลต่าง ๆ เป็นหลักในการทำงาน กองทัพอากาศ จึงจำเป็นต้องพิถีพิถันเกี่ยวกับเรื่องการใช้เครื่องมือต่าง ๆ นี้ให้มากขึ้น ถ้าช่างไม่มีเครื่องมือเครื่องใช้ หรือมีเครื่องมือแล้วแต่ไม่รู้วิธีการใช้ที่ถูกต้องแล้วก็ย่อมจะเสียเวลา หมดประสิทธิภาพในการทำงาน ตลอดจนอาจเป็นเหตุให้ช่างได้รับบาดเจ็บด้วย

ช่างเมื่อมีเครื่องมือไว้ใช้ จะต้องรู้ถึงวิธีการใช้เครื่องมือเป็นอย่างดีและรู้จักวิธีเก็บรักษาเครื่องมือให้คงสภาพดีตลอดเวลา นอกจากนั้นแล้วในขณะที่ช่างทำงานโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ อยู่ก็จะมีผู้อื่นคอยจ้องจับตามองอยู่ด้วย ว่าใช้เครื่องมือด้วยความระมัดระวังและละเอียดรอบคอบเพียงใด เมื่อนำเครื่องมือออกไปใช้แล้วจะต้องเก็บไว้ที่เดิมให้เรียบร้อย โดยต้องเช็ดเครื่องมือให้สะอาดและแห้งก่อนเก็บลงหีบเครื่องมือ ในบางครั้งต้องทาน้ำมันหล่อลื่นบนเครื่องมือ เพื่อป้องกันสนิมในเมื่อไม่ได้ใช้เครื่องมือนั้นเป็นเวลานานโดยทาไว้บาง ๆ ไม่ให้โชกเพราะจะทำให้เปรอะเลอะเทอะ สกปรกหรือลื่นได้ สำหรับเรื่องการใช้และรักษาเครื่องมือที่ถูกต้องนั้น เป็นสิ่งสำคัญมาก มิฉะนั้นแล้วอาจจะทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ การมีความรู้ในการใช้เครื่องมืออย่างถูกต้องนั้น นอกจากจะเป็นการป้องกันอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นแล้ว ยังป้องกันไม่ให้ช่างได้รับอันตรายหรือบาดเจ็บ ถึงแม้ว่าช่างจะมีความสะเพร่าเลินเล่อในการใช้เครื่องมือบ้างก็ตาม เครื่องมือนั้นจะไม่ชำรุดได้ง่าย ๆ การเก็บเครื่องมือให้เรียบร้อยจะต้องเก็บในหีบเครื่องมือหรือที่เก็บหรือที่แขวนตามเดิมทุกครั้งเพื่อสะดวกในการนำออกไปใช้งานในครั้งต่อไป ไม่เสียเวลาในการค้นหา ข้อห้ามที่ไม่สมควรปฏิบัติคือ หีบเครื่องมือมีไว้ใส่และเก็บเครื่องมือเท่านั้น มิใช่ไว้เป็นที่นั่งหรือรองเหยียบ ห้ามวางหีบเครื่องมือไว้บนปีกเพราะจะทำให้เกิดรอยครูดบนปีกได้ อย่าใช้หีบเครื่องมือเป็นอุปกรณ์ช่วยเหลือการทำงานของช่าง เช่น ม้ารอง เป็นต้น ทั้งนี้ให้วางหีบเครื่องมือบนพื้นเสมอ

<u>การเลือกเครื่องมือ</u>

ให้นำเครื่องมือไปใช้งานเท่าที่จำเป็นเท่านั้น ไม่ควรนำไปทั้งหีบ และควรทราบขนาดหัวสลักเกลียว ซึ่งสามารถวัดได้ทางด้านขนาน



รูปที่ ๑ MEASUREMENT OF NUTS AND BOLT HEADS.

การใช้ประแจให้ใช้กุญแจกระบอก (SOCKET) ก่อน ซึ่งมีด้ามต่อ แบบ SPEED, RATCHET หรือ " T " จากนั้นให้ใช้หูห่วง (BOX – END) และปากตาย (OPEN – END) ตามลำดับ ส่วนไขควงนั้น จะต้องเลือกให้มีขนาด พอดีกับหัวผ่าของสลักเกลียวเสมอ

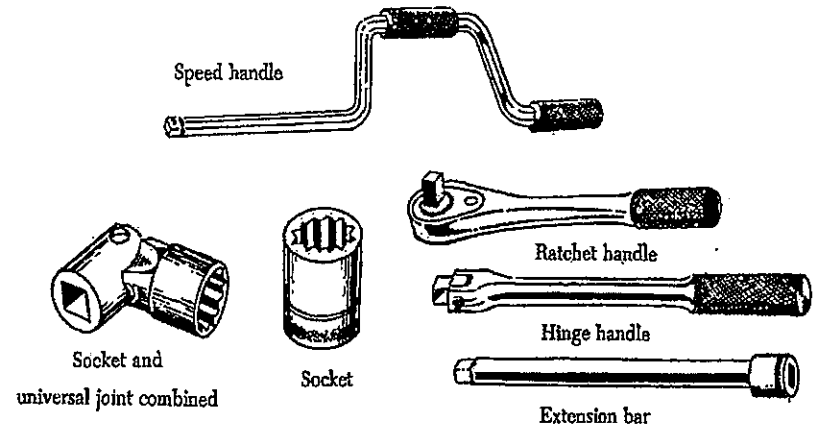
<u>ชนิดของเครื่องมือ</u> แบ่งเป็น ๕ ชนิด หรือ ๕ ประเภท ได้แก่

- GENERAL MAINTENANCE เป็นเครื่องมือที่ช่าง บ. และช่าง ย. ใช้ประจำ เช่น ไขควง ประแจต่าง ๆ เป็นต้น
- SPECIAL สำหรับงานพิเศษโดยเฉพาะ ซึ่งช่างมิได้ทำเป็นประจำ แต่จำเป็นที่จะต้องใช้ในการซ่อมบำรุงอากาศยาน เพื่อตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ให้ถูกต้องตามคู่มือซ่อมบำรุงของอากาศยานแบบนั้น ๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้หลังจากซ่อมบำรุงเสร็จเรียบร้อยแล้ว
- MEASURING AND LAYOUT ใช้ตรวจสอบหรือวัดผลงานที่ทำเสร็จแล้ว
- FABRICATING เป็นเครื่องมือเฉาะขึ้นรูปต่าง ๆ
- POWER ทำงานโดยไฟฟ้าและอากาศอัด

๑. GENERAL MAINTENANCE TOOLS

๑.๑ WRENCH ใช้ขันหรือ คลาย BOLTS และ NUTS ประแจที่ดีทำด้วย CHROME – MOLYB – DENUM STEEL

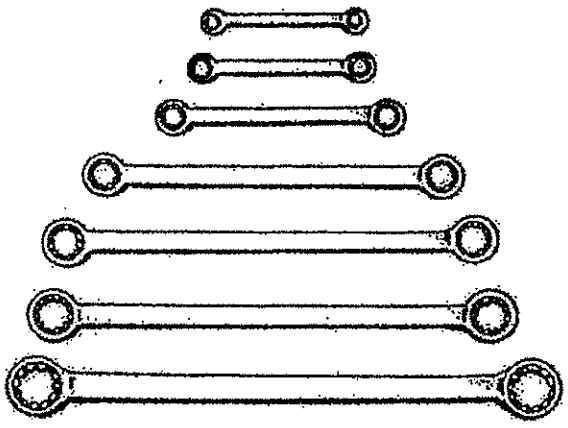
๑.๑.๑ SOCKET WRENCH ประกอบด้วย SOCKET และ HANDLE (ดูรูปที่ ๒)



SOCKET WRENCHES. SOCKET WRENCH HANDLES.

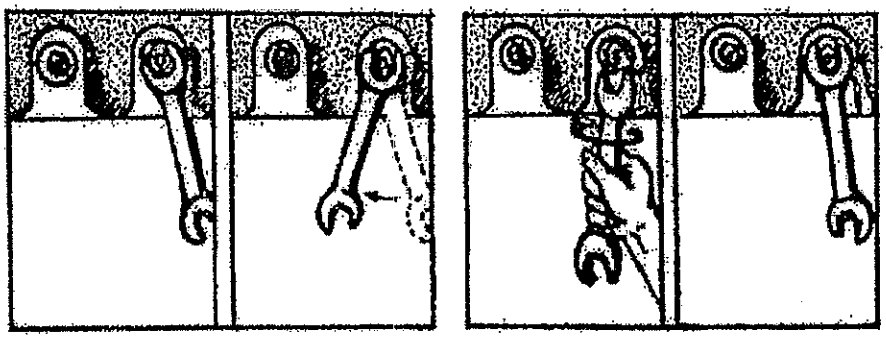
รูปที่ ๒ SOCKET WRENCH SET.

๑.๑.๒ BOX – END WRENCH ในหูห่วงจะมี ๑๒ มุม ซึ่งสะดวกในการใช้งานกับหัวสลักที่มี ๖ เหลี่ยม (ดูรูปที่ ๓)



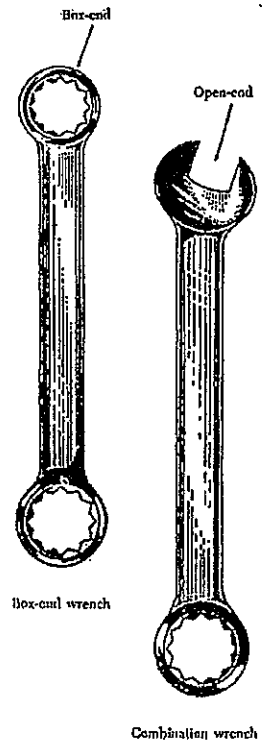
รูปที่ ๓ SET BOX-END WRENCHES.

๑.๑.๓ OPEN – END WRENCHES เหมาะสำหรับใช้ในที่แคบ ๆ มุมที่ปากประแจ ๑๕° ทำให้ระยะการเคลื่อนที่ของประแจได้มากขึ้น (ดูรูปที่ ๔)



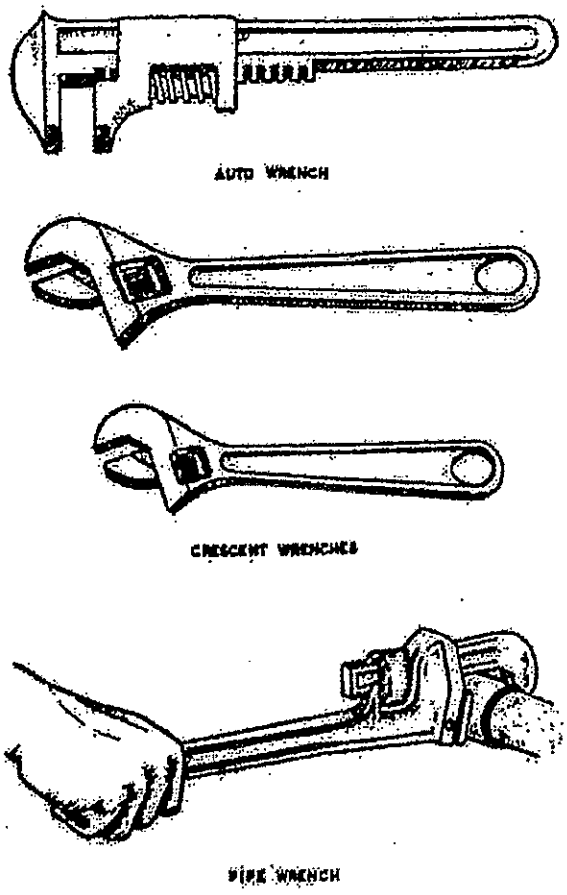
รูปที่ ๔ USING AN OPEN – END WRENCHES

๑.๑.๔ COMBINATION WRENCH เหมาะสำหรับใช้ในการขันสลักเกลียวให้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยจะใช้ก่อนการขันแน่น หรือหลังจากคลายสลักเกลียวแล้ว ด้วย BOX-END WRENCHES (ดูรูปที่ ๕)



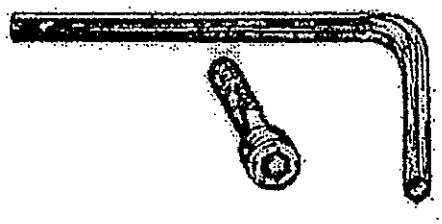
รูปที่ ๕ BOX-END AND COMBINATION WRENCHES.

๑.๑.๕ ADJUSTABLE – JAW WRENCHES มีแบบ CRESCENT, AUTO, และ PIPE WRENCH (ดูรูปที่ ๖)



รูปที่ ๖ ADJUSTABLE – JAW WRENCHES

๑.๑.๖ THE ALLEN WRENCH ใช้ขันเกลียวที่มีรู หรือมีเหลี่ยมในหัวสลัก (เหลี่ยมใน) ตามรูปที่ ๗



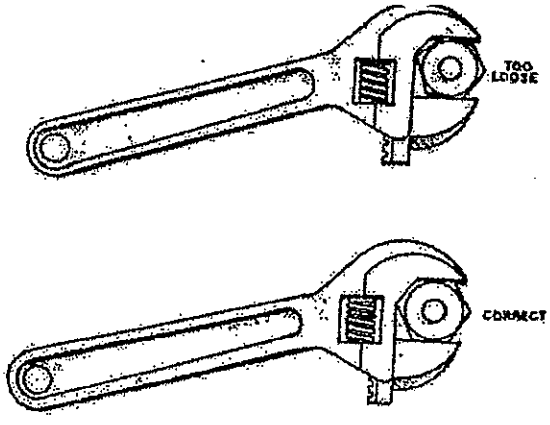
รูปที่ ๗ ALLEN WRENCH AND SCREW.

USE AND CARE OF WRENCH

๑. ขณะใช้ประแจ อย่าออกแรงหักโหมมากไป เพราะด้ามต่อนั้นก็ยาวพอที่ใช้ขันสลักได้แน่นพอแล้ว ไม่ควรใช้ RATCHET เพื่อคลายแป้นซึ่งต้องออกแรงมากให้ใช้ SOLID HANDLE หรือประแจหูห่วง

๒. การใช้ประแจหูห่วงขันสลักเกลียวให้แน่นตอนสุดท้ายนั้น จะไม่เกิดการขันแน่นเกินไป เพราะความยาวของด้ามของตัวประแจหูห่วงได้ ทำไว้อย่างพอดีและเหมาะกับขนาดของหัวสลักเกลียวและแป้นเกลียวแล้ว

๓. การใช้ประแจปากตายให้ใช้ได้เมื่อไม่สามารถใช้ SOCKET และหูห่วงได้ เช่น ขันแป้นเกลียวกับท่อ เป็นต้น



รูปที่ ๘ CORRECT AND INCORRECT ADJUSTMENT OF ADJUSTABLE-JAW WRENCH.

รูปที่ ๙ RIGHT AND WRONG WAY TO PULL AN ADJUSTABLE-JAW WRENCH.

๔. จะใช้ประแจเลื่อนได้ต่อเมื่อ ไม่สามารถจะใช้ประแจได้ ดูรูปที่ ๙ ว่าการใช้อย่างถูกต้องนั้นเป็นอย่างไร ประแจเลื่อนที่ใช้กับท่อน้ำมัน ห้ามนำมาใช้กับอากาศยานหรือเครื่องยนต์ ให้ใช้ประแจเลื่อนแบบนี้ กับของที่ชำรุดหักพัง และไม่สามารถจะใช้ประแจแบบอื่น ๆ ได้แล้ว

๕. การใช้ประแจไม่ถูกวิธี จะเกิดอันตรายขึ้นได้ เช่น เจ็บข้อนิ้ว, นิ้วบิดและปวดหลัง เป็นต้น ดังนั้น ถ้ามีความระมัดระวังในการใช้ประแจก็จะลดอันตรายลงได้

การใช้ประแจ

๑. ใช้ประแจที่มีฟันดีและไม่บุบ ไม่มีไขและน้ำมันเปรอะที่ตัวประแจ

๒. อย่าใช้แผ่นรองเสริมปากและขณะที่ใช้ประแจขันสลักที่มีหัวหลวมกับประแจ

๓. ห้ามใช้ประแจเป็นค้อนหรือ ขันโดยตั้งตัวประแจแบบ CROW BAR

๔. ใช้ประแจทำมุมคล้อยตามการขันสลัก โดยให้แขนและด้ามประแจทำมุมฉากกันกับตัวสลัก

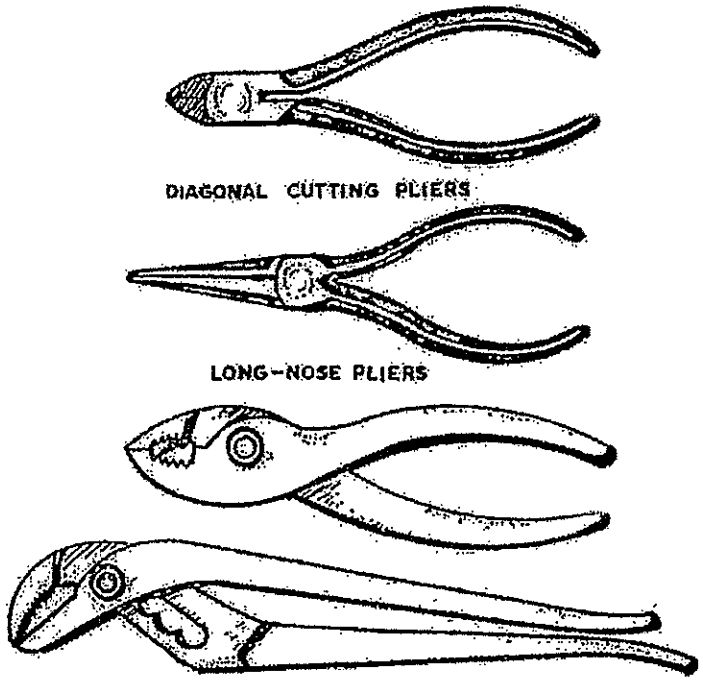
๕. คิดดูลู่ทางให้ดีก่อนใช้แรงขันประแจ ถ้าจะเกิดการเซล้มไม่ควรยืนทำงานแบบบนพื้น เปียกจะทำให้ลื่นล้ม ง่าย ถ้าจะใช้แรงถอดสลักแรง ๆ ควรใช้อุ้งมือดีด้ามประแจ

๖. หาทางป้องกันอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้น ถ้าสมมติว่ามีการเลื่อนหลุดขณะขันสลัก, สลักหัก,เกลียวหวาน หรือขณะยืนทำงานบนที่รองต่าง ๆ

๗. อย่าต่อด้าม ประแจเพื่อผ่อนแรง

๘. ตรวจดูเครื่องมือบ่อย ๆ เสมอ อย่าใช้ประแจที่ชำรุด, โค้งงอ อย่าโยนเครื่องมือลงหีบ

๑.๒ **คีม** คีมใช้เป็นเครื่องมือในการคีบ หรือใช้ตัดกับงานเบา ๆ



รูปที่ ๑๐ TYPES OF PLIERS.

๑.๒.๑ DIAGONAL – CUTTING PLIERS ใช้ตัดลวดห้ามและดึงสลักผ่า

๑.๒.๒ คีมปากจิ้งจก (LONG – NOSE PLIERS) ใช้ดัดชิ้นงานเล็ก ๆ ได้

๑.๒.๓ คีมปากแบน SLIP JOINT PLIERS

๑.๒.๔ WATER – PUMP PLIERS

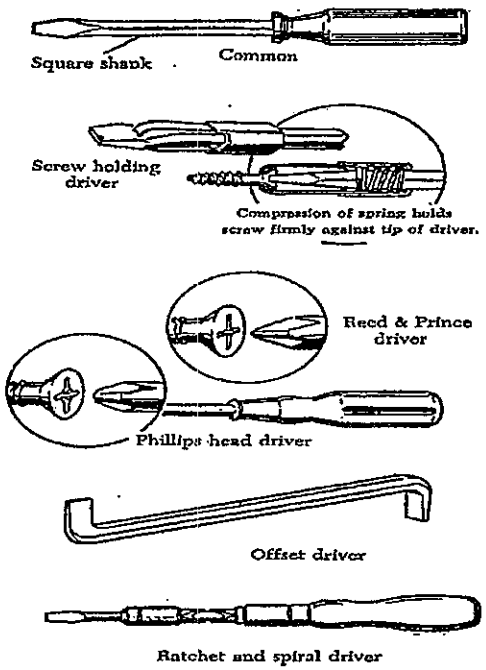
การใช้และรักษาคีม

๑. ใช้คีมขนาดเล็กหรือใหญ่ให้เหมาะกับงาน ไม่ใช้คีมเป็นประแจปากตาย

๒. ขณะใช้คีมตัดลวดสปริงต้องจับปลายลวดด้านหนึ่งไว้ เพื่อป้องกันหรือระวังปลายลวดอีกด้านมาถูกตัว

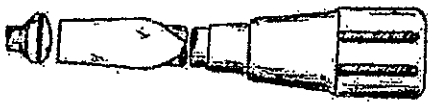
๓. ใช้คีม WATER PUMP ขันหรือคลายสลักเกลียวใหญ่ ๆ ได้

๑.๓ ไขควง ไขควงมี ๓ แบบ คือ ธรรมดา CROSS POINT และ OFF SET (ดูรูปที่ ๑๑)



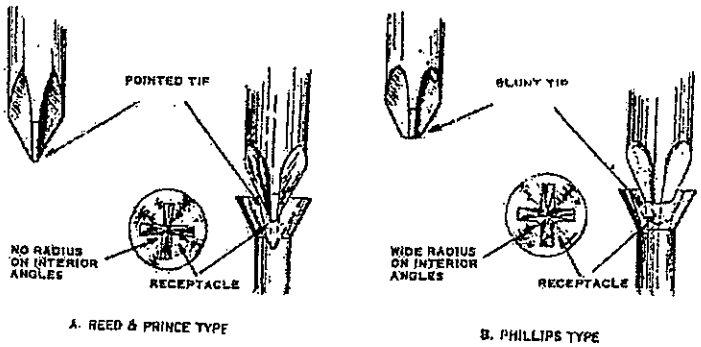
รูปที่ ๑๑ TYPICAL SCREWDRIVERS.

๑.๓.๑ ไขควงธรรมดา ปากแบน (ดูรูปที่ ๑๒) และแบบที่มี Ratchet ในตัว ซึ่งแบบนี้จะทำให้การขันรวดเร็ว โดยคุณสมบัติของมันสามารถขันตามเข็มนาฬิกา หรือทวนเข็มนาฬิกาได้ โดยกดตัวด้ามเข้าหรือดึงออก สามารถล็อคในตำแหน่งเป็นไขควงธรรมดาได้ สำหรับไขควงชนิดนี้จะใช้ในการขันที่ไม่ต้องใช้แรงมากๆ



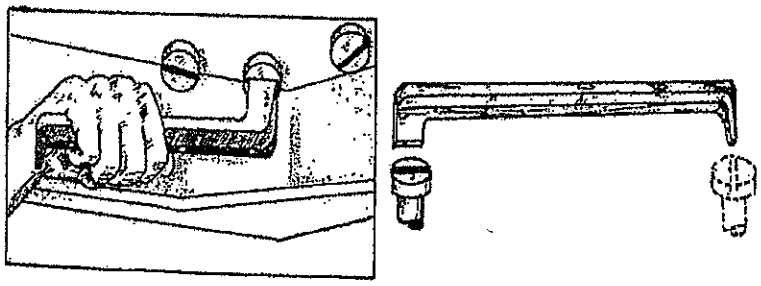
รูปที่ ๑๒ COMMON SCREWDRIVE.

๑.๓.๒ ไขควงแบบ CROS POINT มี ๒ แบบ คือ หัวแบบ REED& PRINCE จะมีปลายแหลมไม่มีรัศมี อีกแบบหนึ่ง คือ PHILLIPS มีลักษณะปลายตัดไม่แหลมแต่มีรัศมี (ดูรูปที่ ๑๓)



รูปที่ ๑๓ CROSSPOINT SCREWDRIVER.

๑.๓.๓ ไขควง OFF SET เหมือนไขควงธรรมดาแต่ที่ปลายทั้งสองจะขนานและทำมุมกับตัวไขควง (ดูรูปที่ ๑๔)



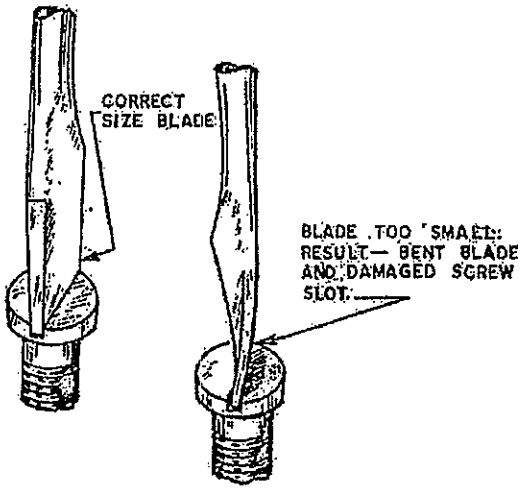
รูปที่ ๑๔ OFFSET SCREWDRIVER.

<u>ข้อควรปฏิบัติและควรระวังในการใช้ไขควง มีดังนี้</u>

๑. อย่าใช้ไขควงเป็นสิ่ว, เหล็กส่ง, ค้อน, และอย่าลับปลายไขควงให้แหลมเพื่อไว้ตัดลวด

๒. ใช้ประแจประกอบการใช้ไขควงไขได้

๓. ใช้ไขควงที่มีขนาดเท่ากับรอยผ่าของหัวสลักเกลียว ถ้าไม่พอดีขนาดจะทำให้ ไขควงชำรุดหรือบิดงอได้ (ตามรูปที่ ๑๕)



รูปที่ ๑๕ USE A SCREWDRIVER WITH CORRECT BLADE THICKNESS.

๔. อย่าใช้ไขควงที่เปรอะ น้ำมันหรือไข

๕. อย่าใช้ไขควงที่มีด้ามชำรุด หรือปลายบิ่น

๖. อย่าใช้ไขควงในการงัดแงะ

๗. อย่าใช้ค้อนตีด้ามไขควง

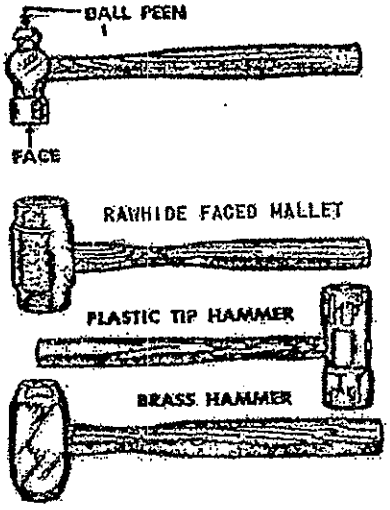
๘. อย่าใช้มือจับสลัก เวลาขันไขควงเพราะอาจจะพลาด ทิ่มมือได้ ให้ใช้ปากกาจับขึ้นงาน

๙. ขณะขันอย่าให้สลักปีนเกลียว

๑๐. อย่าใช้ไขควงที่มีปลายแหลมเหมือนสิ่ว

๑๑. ขณะใช้ไขควงแบบ CROSSPOINT ต้องไม่มีขี้ผึ้งอุดที่รอยผ่าหัวสลักและที่ปลายไขควง

๑.๔ ค้อน ค้อนมีไว้ใช้ในงานต่าง ๆ เช่น การตี, เคาะขึ้นรูป, ทุบ และบด เป็นต้น



รูปที่ ๑๖ TYPES OF HAMMERS.

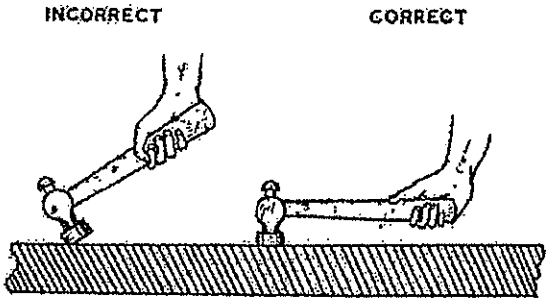
๑.๔.๑ ค้อน BALL – PEEN มีขนาดน้ำหนัก ๖,๑๒,๑๖ ออนซ์ มีด้าน FACE (โค้งออก) และ BALL PEEN ไว้ย้ำ RIVET หรือเคาะขึ้นรูป

๑.๔.๒ ค้อนทองเหลือง มีไว้เคาะสลักฝา, ทำงานเบา ๆ

๑.๔.๓ ค้อน MALLET ทำด้วยตะกั่ว, ยางและพลาสติก

<u>การใช้และรักษาค้อน</u>

๑. จับค้อนให้ถูกวิธี (ตามรูปที่ ๑๗) หัวนิ้วแม่มือวางบนด้ามค้อนและค้อนขนานกับพื้นเวลาตี



รูปที่ ๑๗ CORRECT AND INCORRECT USE OF HAMMER.

๒. อย่าใช้ค้อนที่ชำรุด, แตก บิ่น, ด้ามพัง

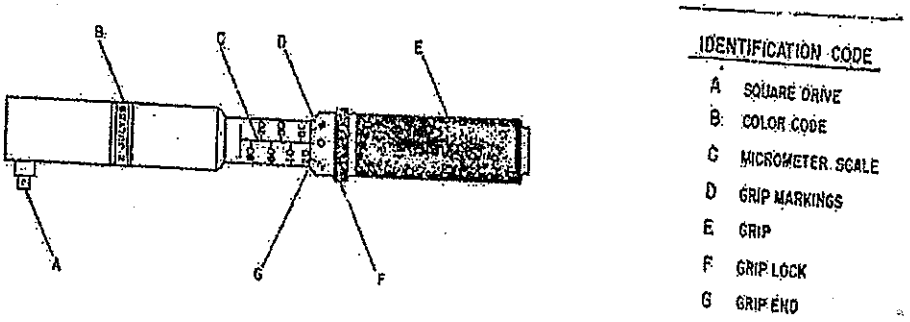
๓. ระวังอย่าให้หัวค้อนหลุดขณะใช้ค้อน

๒. เครื่องมือพิเศษที่ใช้กับอากาศยานและเครื่องยนต์

ใช้เครื่องมือพิเศษกับชิ้นงานนั้นมีรูปร่างแตกต่างไป หรือในที่ ที่ติดตั้งคับแคบ ซึ่งใช้เครื่องมือแบบธรรมดา ไม่สะดวกหรือใช้ไม่ได้เลย โดยมีชนิดต่าง ๆ ดังนี้

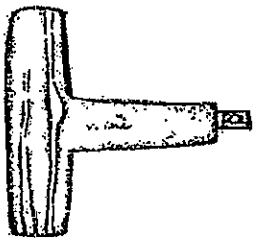
๒.๑ ประแจรู้แรงบิด มีด้าม ๒ แบบ คือ AUTOMATIC RELEASE หรือ BREAKAWAY กับแบบ RAT CHET " T " HANDLE

๒.๑.๑ AUTOMATIC RELEASE OR BREAK AWAY เมื่อขันถึงแรงที่ตั้งไว้จะ" BREAK " โดยอัตโนมัติ



รูปที่ ๑๘ AUTOMATIC RELEASE OR BREAKAWAY TORQUE HANDLE.

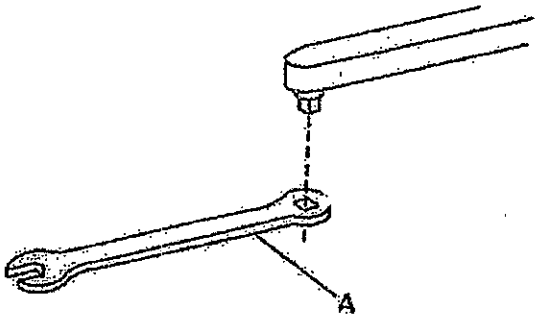
๒.๑.๒ "T" HANDLE แบบนี้ปรับแรงบิดไม่ได้ แต่ได้ PRESET TORQUE ไว้แล้วก่อนแล้ว เมื่อขันถึง PRESET แล้ว ด้ามก็จะเป็น RATCHET คือ หมุนฟรี ไม่อาจขันแน่นต่อไปได้



รูปที่ ๑๙ "T" HANDLE TORQUE WRENCH.

<u>การเปลี่ยนหน่วยวัดขนาด</u> นิ้ว – ปอนด์ เป็น ฟุต – ปอนด์ ก็หารด้วย ๑๒

<u>การต่อด้ามต่อ</u> ต้องต่อด้ามให้ขนานกัน มิฉะนั้นจะทำให้แรงบิดที่เกิดขึ้นนั้นไม่ถูกต้อง การต่อด้ามต้องปฏิบัติตาม T.O. เสมอ (ดูรูปที่ ๒๐)



รูปที่ ๒๐ การต่อด้ามต่อ

<u>การใช้และระวังรักษาประแจรู้แรงบิด</u>

๑. ถ้าขัน NUT มากไป เมื่อถอน BOLT, จะทำให้เกลียวเสียหรือเกิดแรงเค้นกับชิ้นงานมาก เพราะออกแรงขันมากเกินไป STRUCTURAL FAILURE และ RAPID WEAR เกิดจาก IMPROPER TIGHTENING

๒. ช่างขันประแจตามความรู้สึกว่าแน่น แต่ TORQUE WRENCH จะบอกแรงที่ใช้อย่างแน่นอน

๓. ขณะขันนั้นต้องให้เกลียวหมุนและกินลึก หรือเข้าอย่างสม่ำเสมอ STEADY SWEEP จนถึงใช้แรงบิดตามเกณฑ์ที่ต้องการ

๔. ถ้าใช้ TORQUE ขันแรงสลักอีกครั้งหนึ่งต้องดูตัวเลขที่ TORQUE INDICATION ให้ดี โดยตัวเลขนี้จะหายไปเมื่อ NUT หรือ SCREW เคลื่อนที่ ดังนั้นก่อนอ่านค่าตัวเลข TORQUE จึงต้องให้ NUT หรือ SCREW เคลื่อนก่อน

๕. ค่า TORQUE ที่ใช้ให้ดูจาก T.O เสมอ

๖. ต้องมีการตรวจสอบด้าม TORQUE อย่างละเอียดเดือนละครั้ง หรือ บ่อยกว่านี้ก็ได้ CODE สีที่ใช้ติดประแจหลังการตรวจ มีดังนี้ (CODE สีนี้ใช้เฉพาะสหรัฐ ไทยไม่มี)

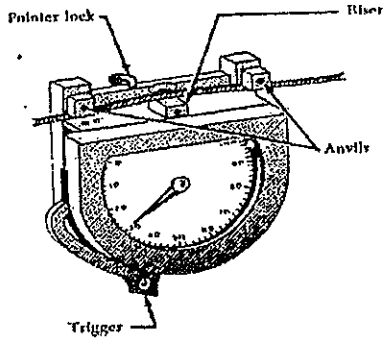
สี	เดือน
ฟ้า	ม.ค. – พ.ค. – ก.ย.
แดง	ก.พ. – มิ.ย. – ต.ค.
ดำ	มี.ค. – ก.ค. – พ.ย.
เหลือง	เม.ย. – ส.ค. – ธ.ค.

ถ้ามาจาก ดม. นำมาตรวจที่ ผวต.กวก.ชอ.บนอ. เดือนละครั้งทุกเดือน ต่าง จว. ตาม T.O. หรือคู่มือโดยปกติ ๓ เดือน/ครั้ง เสร็จแล้วผูกป้ายเหลืองและแจ้งวันที่ตรวจ – วันหมดอายุ

๗. ต้องเก็บรักษา TORQUE ด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากหากกระทบกระเทือน จะมีผลทำให้การวัดคลาดเคลื่อนได้ หรือหล่นจะต้องมีการปรับตั้งใหม่ (CALIBRATED) ก่อนนำไปใช้งาน ควรเก็บรักษาหรือวาง TORQUE แยกไว้ต่างหากจากเครื่องมืออื่น ๆ

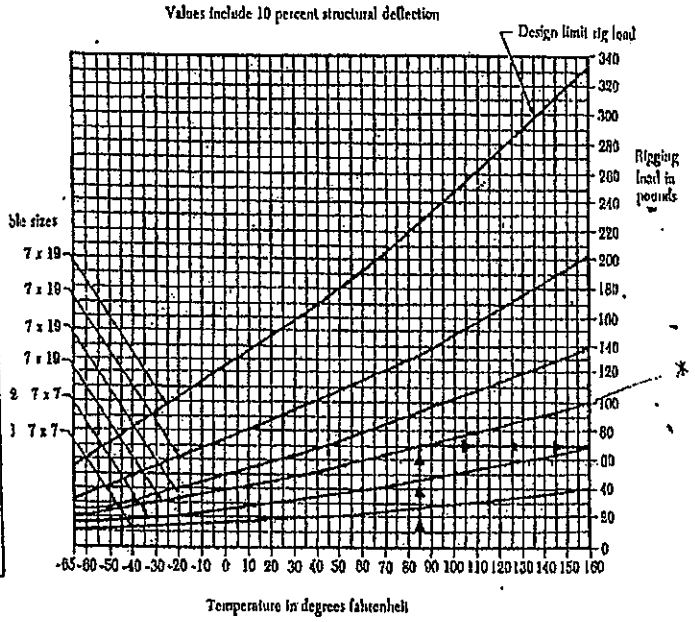
๒.๒ เครื่องวัดความตึงลวด (TENSIONMETER) ใช้ในการวัดความตึงของลวดพื้นบังคับอากาศยานหรืออุปกรณ์ต่างๆ เมื่อทำการ RIGGING โดยมีวิธีการวัด จะต้องสอดลวดเข้าไปใต้ ANVILS ทั้งสองข้างของเครื่องมือ ดังแสดงในรูปที่ ๒๑ จากนั้นให้ยก TRIGGER ขึ้น ตัว RISER จะดันกดลวดขึ้น แรงที่เกิดขึ้นจะแสดงค่าให้เห็นบน DIALGAUGE การนำเครื่องวัดไปใช้ในการวัดจะต้องเลือกขนาดของ RISER ให้เหมาะสมกับขนาดของลวด ซึ่งช่างสามารถเปลี่ยนขนาดได้ง่าย ในรูปแสดงตัวอย่างการวัดความตึงลวดขนาด 5 /32 โดยใช้ RISER NO.2 จะเห็นได้ว่า ค่าที่วัดจากตารางตามรูปที่ ๒๑ ได้เท่ากับ "30" เมื่อเปรียบเทียบแล้วจะได้ค่าความตึงของลวดเท่ากับ 70 LBS. ในกรณีไม่สามารถอ่านค่าได้สะดวกอันเนื่องมาจากพื้นที่จำกัด ให้ใช้ตัว ล็อค (POINTER LOG) กดล็อค แล้วจึงดึงเครื่องวัดออกมาอ่าน เมื่ออ่านเรียบร้อยแล้วให้ปลดล็อคออก เข็มเครื่องวัดจะกลับไปชี้ที่ศูนย์เช่นเดิม ในการปฏิบัติวัดความตึงลวดที่ถูกต้อง ช่างจะต้องทราบก่อนว่าความตึงลวดของพื้นบังคับเท่ากับเท่าไร เพื่อ RIGGING (ตัวอย่างตามรูปที่ ๒๒) โดยศึกษาได้จากคู่มือซ่อมบำรุงของอากาศยานแบบนั้น ๆ (ปัจจุบันเครื่องวัดความตึงลวดสามารถตั้งขนาดของลวดที่จะวัดและแสดงขนาดของความตึงลวดได้เลย)

<u>การเก็บรักษา</u> จะต้องเก็บรักษา TENSIONMETER ด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากหากกระทบกระเทือน จะมีผลทำให้การวัดคลาดเคลื่อนได้ หรือหล่นจะต้องมีการปรับตั้งใหม่ (CALIBRATED) ก่อนนำไปใช้งาน ควรเก็บรักษาหรือวาง แยกไว้ต่างหากจากเครื่องมืออื่น ๆ



Sample only — Example

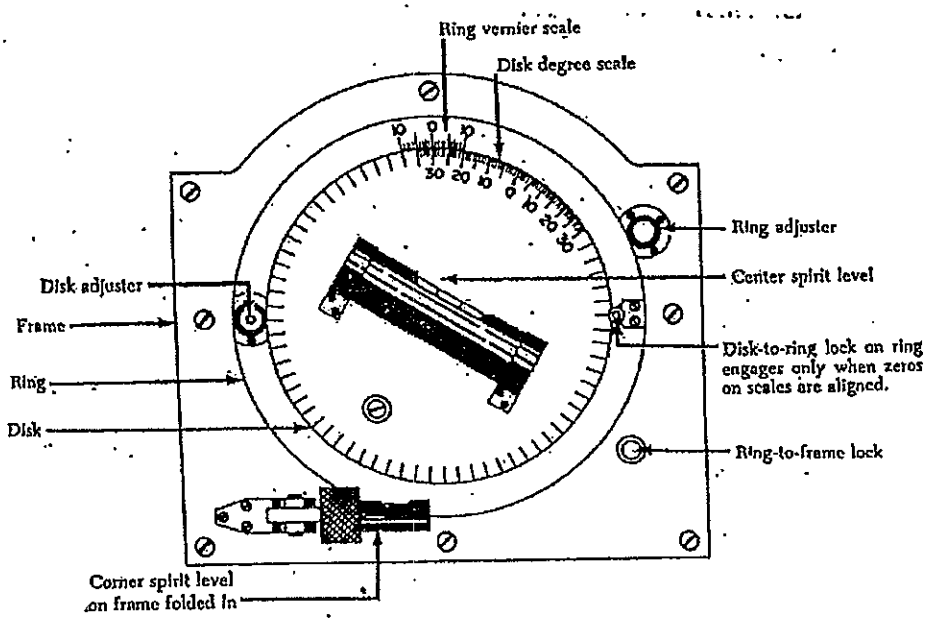
No. 1			Riser	No. 2		No. 3	
Dia. 1/16	3/32	1/8	Tension Lb.	5/32	3/16	7/32	1/4
12	16	21	30	12	20		
19	23	29	40	17	26		
25	30	36	50	22	32		
31	36	43	60	26	37		
36	42	50	70	30	42		
41	48	57	80	34	47		
46	54	63	90	38	52		
51	60	69	100	42	56		
			110	46	60		
			120	50	64		



รูปที่ ๒๑ TENSIONMETER

รูปที่ ๒๒ TYPICAL CABLE RIGGING CHART.

๒.๓ PROTRACTOR เป็นเครื่องมือพิเศษที่ใช้การ RIGGING พื้นบังคับอากาศยานให้มีองศาในการใช้งานได้ถูกต้อง ตามที่กำหนดในคู่มือของอากาศยานแบบนั้น ๆ (ดูรูปที่ ๒๓)



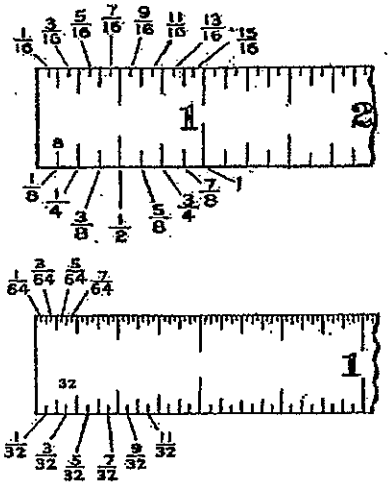
รูปที่ ๒๓ USING THE UNIVERSAL PROPELLER PROTRACTOR TO MEASURE CONTROL SURFACE TRAVEL.

๓. เครื่องมือวัดระยะและเครื่องมือเขียนแบบ

เครื่องมือแต่ละชนิดนั้นเหมาะสำหรับงานแต่ละชนิดแตกต่างกันไป ซึ่งเครื่องมือที่จะกล่าวต่อไปนี้ได้แก่ เทปวัดระยะ , วัดความหนา , GO – NO – GO วัดขนาดเกลียว CALIPER และ MICROMETER

๓.๑ บรรทัดและเทป (RULER AND TAPES) ตลับเทปสามารถวัดได้ละเอียดถึง 1/64"

๓.๑.๑ RULER บรรทัดเหล็ก มีขยาดยาว ๔ , ๖ , ๑๒ นิ้วแบ่งทศนิยมได้ถึง ๑/๖๔"



รูปที่ ๒๔ GRADUATIONS ON A SCALE.

๓.๑.๒ ตลับเทป วัดขนาดได้ ๑/๑๖ หรือ ๑/๓๒ นิ้ว ยาว ๖ ฟุต

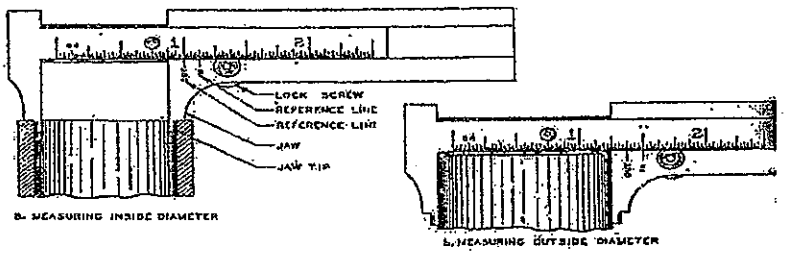
<u>การใช้และดูแลรักษา</u>

๑. ถ้าชิ้นงานไม่ยาวเกินไป ควรใช้บรรทัด

๒. อย่าทำบรรทัดเป็น ไขควง เหล็กสอดงัด, เหล็กขูดครีบ

๓. เก็บรักษาตลับเทปให้สะอาดและควรชโลมน้ำมันบาง ๆ

๔. อย่าดัดบรรทัดให้งอ มิฉะนั้นจะหัก

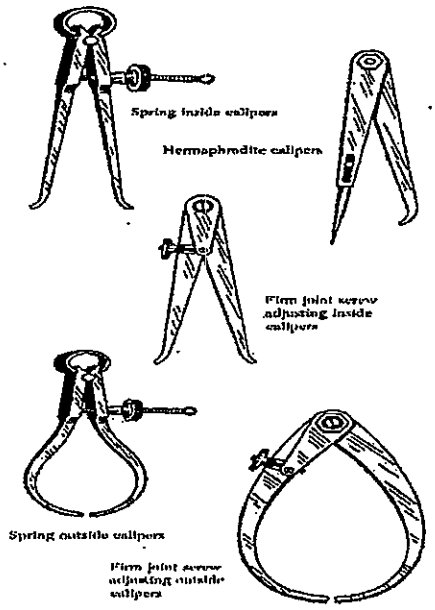


รูปที่ ๒๕ POCKET SLIDE CALIPERS.

๓.๒ CALIPER คาลิปเปอร์ใช้วัดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางทั้งภายในและภายนอกรูปทรงกระบอก สามารถอ่านค่าได้ถึง ๑/๑๐๐๐ นิ้ว (ดูรูปที่ ๒๖)

๓.๒.๑ THE POCKET SLIDE CALIPER ไม่มี SCALE แต่ใช้วัดความยาวทั้งภายในและนอกทรงกระบอกแล้วไปทาบกันบรรทัด

๓.๒.๒ SPRING CALIPER ไม่มี SCALE แต่ใช้วัดความยาวทั้งภายในและภายนอกทรงกระบอก แล้วไปทาบกับบรรทัด

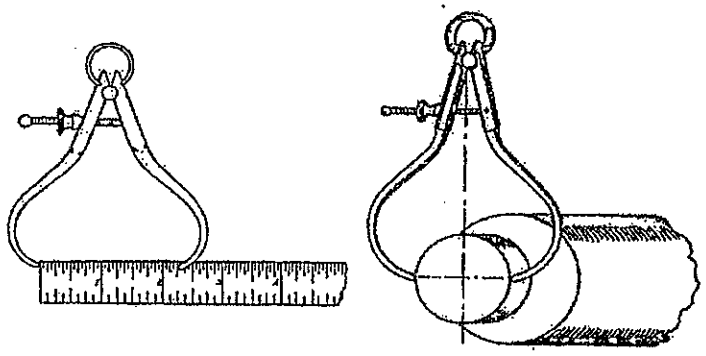


รูปที่ ๒๖ CALIPER

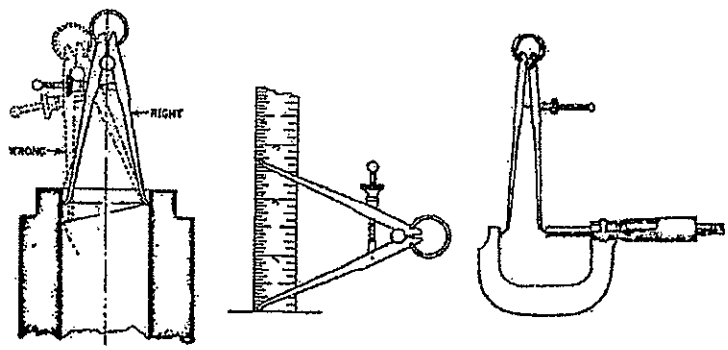
<u>การใช้และดูแลรักษา CALIPERS</u>

๑. ต้องเช็ดให้สะอาดและทาน้ำมันไว้หลังจากใช้แล้ว

๒. ห้ามใช้ SPRING CALIPER วัดชิ้นงานที่เคลื่อนไหว ซึ่งจะทำให้ CALIPER ชำรุดและวัดได้ไม่ละเอียด

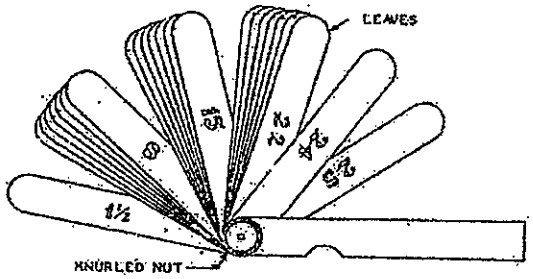


รูปที่ ๒๗ USE OF OUTSIED CALIPER.



รูปที่ ๒๘ USE OF INSIDE CALIPER.

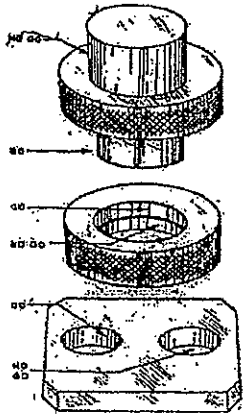
๓.๓ **เครื่องมือวัดความหนา** (แผ่นแหย่) ในหนึ่งชุดมี แผ่นวัด ๒๖ แผ่น เริ่มความหนาตั้งแต่ ๐.๐๐๑๕ – ๐.๐๒๕ นิ้ว เครื่องมือชนิดนี้ใช้วัด CLEARANCE โดยใช้แผ่นแหย่ครั้งละ ๑ ใบ ถ้าไม่เหมาะอาจใช้ ๒ ใบ รวมกันก็ได้ (ดูรูปที่ ๒๙)



รูปที่ ๒๙ THICKNESS GAGE.

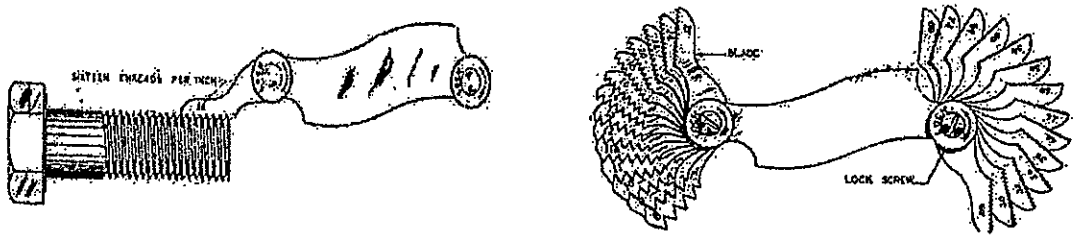
<u>การใช้และดูแลรักษาเครื่องมือวัดความหนา</u> ต้องระมัดระวังไม่ให้แผ่นแย่ชำรุด เป็นรอยหรือบุบ เพราะจะทำให้การวัดคลาดเคลื่อนได้

๓.๔ **เครื่องมือ** GO – NO – GO มีด้านหนึ่ง GO, อีกด้านจะเป็น NO, GO ด้าน GO นั้น ชิ้นงานผ่านไปได้ ส่วน NO, GO ชิ้นงานจะติดอยู่ (ดูรูปที่ ๓๐)



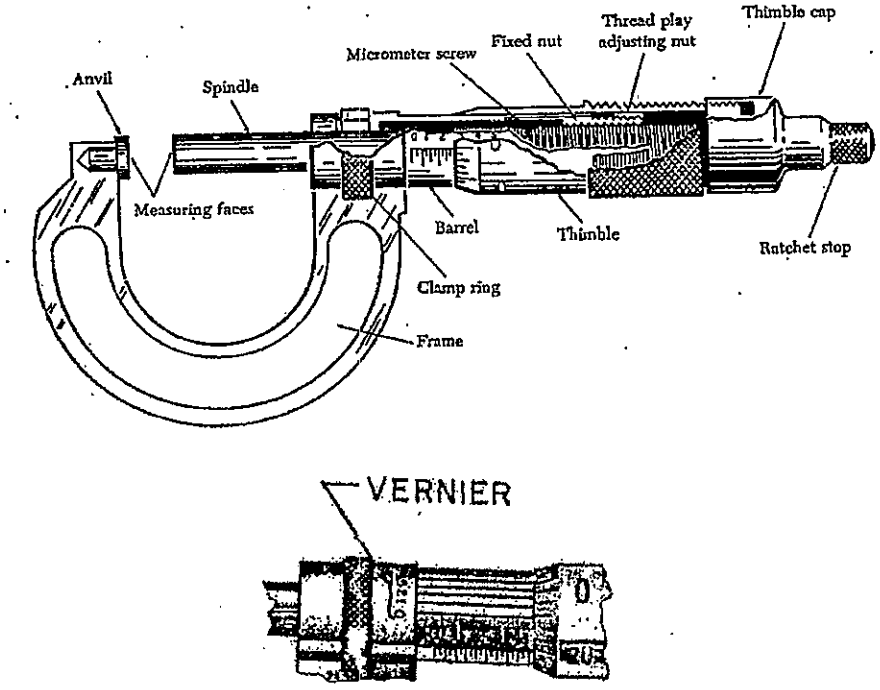
รูปที่ ๓๐ GO-NO-GO-GAGE.

๓.๕ **เครื่องมือวัดจำนวนเกลียว** ลักษณะคล้ายแผ่นแหย่แต่มีฟันไว้วัดจำนวนเกลียว ว่ามีจำนวนกี่ฟันต่อ ๑ นิ้ว เวลาใช้ให้ทดลองทาบกับเกลียวดูหลาย ๆ ครั้ง จนเห็นว่าเกลียวของเครื่องวัดกับเกลียวของชิ้นงานพอดีกัน แล้วจึงอ่านค่าที่ได้จากตัวเลขบนแผ่น (ดูรูปที่ ๓๑)



รูปที่ ๓๑ SCREW PITCH GAGE

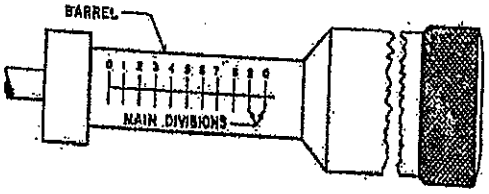
๓.๖ MICROMETER เป็นเครื่องวัดอ่านค่าได้ละเอียดมากที่สุด คือ สามารถอ่านค่าได้ถึง ๑ ใน ๑,๐๐๐ ของนิ้ว ถ้ามี SCALE VERNIER ด้วยจะอ่านได้ถึง ๑ ใน ๑๐,๐๐๐ นิ้ว (ดูรูปที่ ๓๒) และมีแบบที่สามารถอ่านค่าได้ ๑ ใน ๑๐๐ มม. (๐.๐๑ มม.) ซึ่งจะได้กล่าวในตอนท้าย

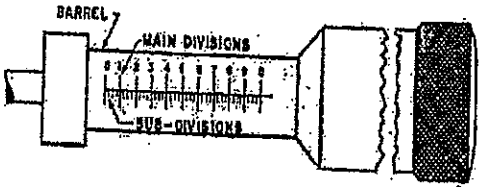


รูปที่ ๓๒ MICROMETER.

- SCREW มี ๔๐ ฟัน – นิ้ว (ระยะ PITCH) ดังนั้นเมื่อ SPINDLE หมุนไป ๑ รอบ ก็จะเป็นระยะ ๑/๔๐" หรือ .๐๒๕" ใน ๑ นิ้ว BARREL เคลื่อนได้ ๔๐ รอบ (หรือ ๔๐ ช่อง)

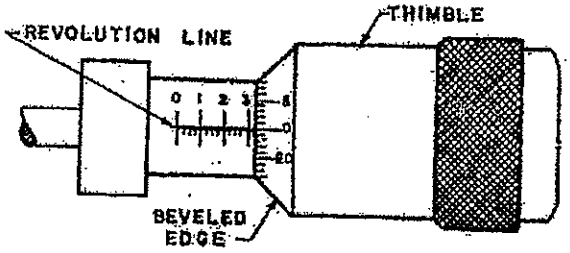
- BARREL OF MICROMETER ใน ๑ นิ้ว มี ๔๐ ช่อง ๆ ละ .๐๒๕" มีตัวเลข ๑,๒,๓,๔,๕,๖,๗,๘,๙,๑๐





รูปที่ ๓๓ MAIN DIVISIONS ON THE BARREL. รูปที่ ๓๔ MAIN AND SUBDIVISIONS ON THE BARREL.

- THIMBLE แบ่ง SCALE ได้ ๒๕ ช่อง ดังนั้น THIMBLE หมุนไป ๑ รอบ = ๑/๔๐ หรือ .๐๒๕ และถ้าหมุนไป ๑ ขีดของ THIMBLE มีค่า ๑/๒๕ X ๑/๔๐ = ๑/๑๐๐๐ = .๐๐๑ ดูรูปที่ ๓๕ สำหรับ



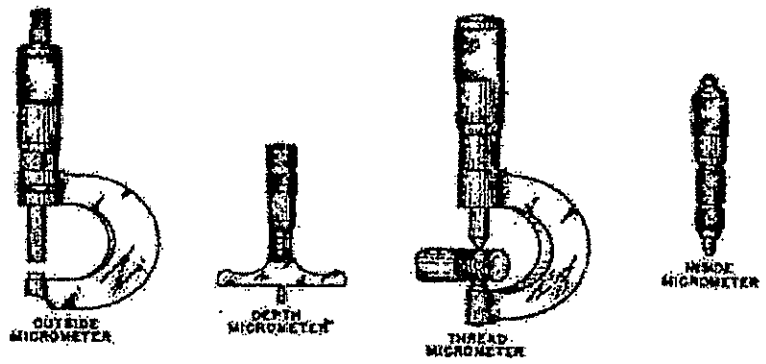
รูปที่ ๓๕ DIVISIONS ON THE THIMBLE.

- ANVIL คือ หน้า MICROMETER ที่สัมผัสกับชิ้นงานที่จะวัดชิ้นล่าง (ไม่หมุน) ซึ่งสร้างโดยการเจียรนัยมิใช่การกลึง

- SPINDLE เป็นหน้าสัมผัสตัวบนที่หมุนเข้า – ออกให้สัมผัสกับชิ้นงาน

- FRAME สำหรับยึด ANVIL และเครื่องวัดทั้งหมด

MICROMETER แบบต่าง ๆ จะต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่ว่าจะนำไปใช้ ในการวัดอะไรโดยมี HOUSING และ FRAME ที่แตกต่างกัน ซึ่งทุกแบบก็จะมีหลักการใช้งานเช่นเดียวกัน ดังนี้



รูปที่ ๓๖ FOUR KINDS OF MICROMETERS.

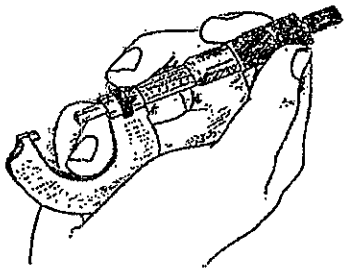
- MICROMETER แบบวัดภายนอก ใช้วัดตัวนอกของเพลาใช้ SET CALIPER แบบวัดภายใน ในการกำหนด DIMENSION

- MICROMETER แบบวัดภายใน ใช้วัด DIA ใน CYL.

- MICROMETER แบบวัดเกลียว ใช้วัด DIA ของท้องเกลียว

- MICROMETER แบบวัดความลึก ใช้วัดความลึกของร่อง, รูต่าง ๆ ตามปกติ MICROMETER ใช้วัดขนาดได้ไม่เกิน ๑ นิ้ว และถ้ามากกว่า ๑ นิ้ว ก็จะมีต่อให้ เช่น ๒๐ – นิ้ว MICROMETER จะวัดขนาดได้ตั้งแต่ ๑๙ – ๒๐ นิ้ว

๓.๖.๑ USE & CARE MICROMETERS.



รูปที่ ๓๗ CORRECT WAY TO HOLD A SMALL MICROMETER.

- จับให้ถูกวิธี ใช้หัวนิ้วแม่มือกับนิ้วชี้หมุน THIMBLE

- ตรงปลาย THIMBLE มี RATCHET (หมุนฟรี) ใช้สำหรับการหมุนเพื่อให้ SPINDLE สัมผัสชิ้นงานด้วยแรงที่พอดี ทั้งนี้เพื่อป้องกันการออกแรงหมุนมากเกินไป

- SPINDLE ต้องตั้งฉากกับชิ้นงานเสมอมิฉะนั้นจะอ่านค่าผิดพลาด

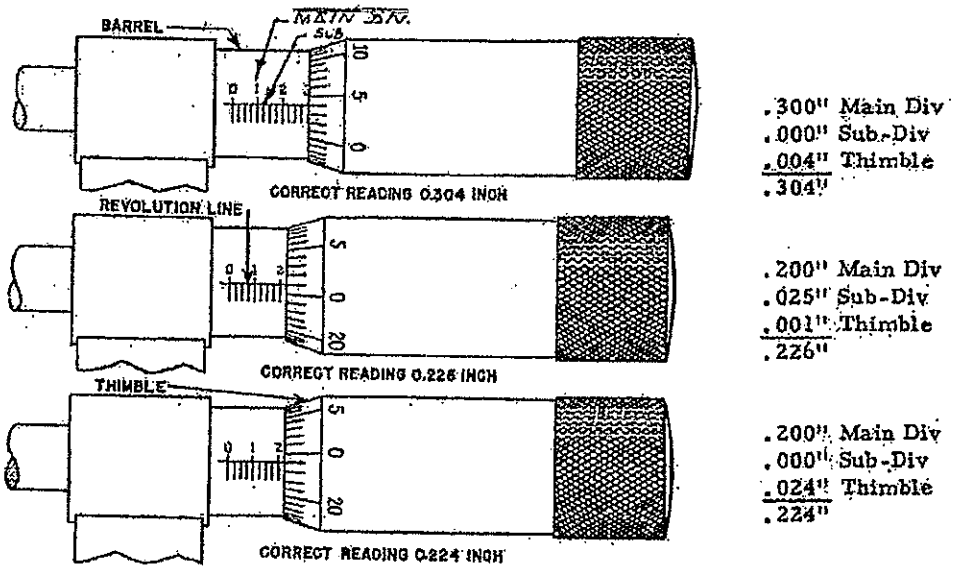
- MICROMETER เป็นเครื่องวัดที่ละเอียด และคลาดเคลื่อนได้ง่าย ๆ จึงต้องจับและวางอย่างนิ่มนวล – ห้ามทำหล่น, ทำความสะอาดด้วย CLEAN OIL

- ห้ามหมุนแน่นกับชิ้นงานด้วย THIMBLE มากเกินไป เพราะ จะทำให้การวัดเกิดความคลาดเคลื่อน เนื่องจากเกลียวภายในหลวม

- หน้าสัมผัสที่ใช้วัดงาน (ANVIL และ SPINDLE) จะต้องเรียบ ฉะนั้นจะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ

๓.๖.๒ การอ่าน MICROMETER

อ่านจากตัวเลขสุดท้าย บน BARREL (๑/๑๐) (MAIN DIV) รวมกับ ๑/๔๐ (SUB DIVISIONS) และรวมกับ ๑/๑๐๐๐ (THIMBLE)



รูปที่ ๓๘ SAMPLE MICROMETER READINGS.

<u>การอ่าน VERNIER SCALE</u>

(ดูรูปที่ ๓๙)

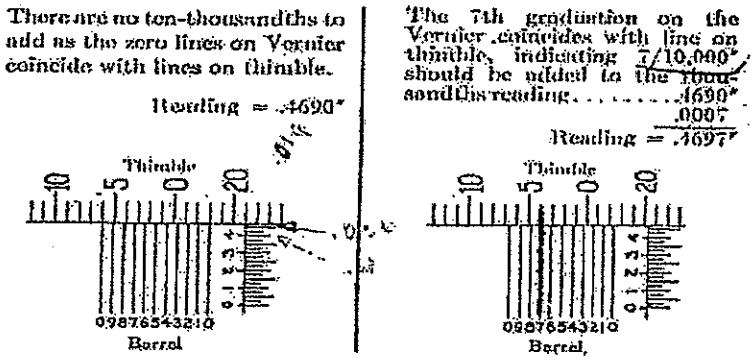
MAIN DIV = .400

SUB " = .050

THIMBLE = .019

VERNIER = <u>.0007</u>

รวม = .4697



รูปที่ ๓๙ SAMPLE READINGS

๓.๖.๓ การตรวจเครื่องวัด กระทำได้โดยสอดกระดาษนุ่ม ๆ ระหว่าง ANVIL และ SPINDLE แล้วหมุนเบา ๆ ให้สัมผัสกัน จากนั้นดึงกระดาษออกช้า ๆ ห้ามใช้กระดาษแข็ง และปฏิบัติดังนี้

- CHECK "0" READING
- วัด STANDARD BLOCK เพื่อตรวจระยะให้ถูกต้อง

<u>หลักการของ MICROMETER ชนิดแบ่งละเอียดได้ ๑/๑๐๐ (๐.๐๑ มม.)</u>

หลักการของไมโครมิเตอร์ชนิดนี้ มีเกลียวที่มีแกนเกลียวขนาด ๒๐ เกลียวต่อ ซม. แกนวัด (SPINDLE) กับปลอกหมุนวัด (THINBLE) ประสานติดกันแน่นมีกรอบรูปกรวยยึดให้ติดกันไว้ เมื่อหมุนปลอกหมุนวัด แกนเกลียว (SPINDLE SCREW) ของแกนวัด (SPINDLE) ก็จะหมุนตามไปได้ด้วย เช่นเดียวกับไมโครมิเตอร์ชนิดแบ่งละเอียด ๑/๑๐๐๐ นิ้ว และชนิดอื่น ๆ ขนาดเกลียวที่แกนเกลียวของแกนวัด เป็นเกลียวขนาด ๐.๕ มม. หมายถึงระยะ PITCH ๐.๕ มม. เมื่อหมุนปลอกหมุนวัดไป ๑ รอบ (แกนเกลียวหมุน ๑ รอบ) แกนวัดจะเคลื่อนที่ได้ ๐.๕ มม.

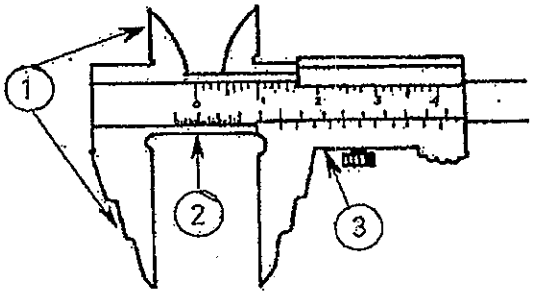
ที่ BARREL หรือ SLEEVE แบ่งสเกลออกเป็น มม. ๑ ช่องมีค่าเท่ากับ ๐.๕ มม. ที่ปลอกหมุนวัดแบ่งสเกลออกเป็น ๕๐ ช่องเท่า ๆ กัน โดยรอบปลอกหมุนวัด (THIMBLE)

ถ้าหมุนปลอกหมุนวัดไป ๕๐ ช่อง หรือ ๑ รอบ แกนวัดเคลื่อนที่ได้เท่ากับ ๐.๕ มม.

ถ้าหมุนปลอกหมุนวัดไป ๑ ช่อง แกนวัด (SPINDLE) จะเคลื่อนที่ไปได้เท่ากับ ๐.๕/๕๐ มม. ๑/๑๐๐ มม. (๐.๐๑ มม.)

๓.๗ เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ (VERNIER CALIPER)

เวอร์เนียร์เป็นเครื่องมือวัดที่สำคัญมากในงานช่าง อุตสาหกรรม มีขนาดตั้งแต่ ๖ นิ้วขึ้นไป จนถึง ๑ เมตร แต่ที่ใช้ทั่วไปคือขนาด ๖ นิ้ว แบ่งส่วนละเอียดได้ ๑/๒๐ มม. ๑/๕๐ มม. ๑/๑๒๘ นิ้ว และ ๑/๑๐๐๐ นิ้ว เวอร์เนียร์ที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้มีอยู่หลายชนิดและหลายแบบ คำว่าเวอร์เนียร์นั้นเป็นหลักการของการใช้สเกล ๒ สเกลรวมกัน คือ MAIN SCALE กับ VERNIER SCALE ซึ่งนำไปใช้เป็นหลักในการสร้างเครื่องมือวัดชนิดต่าง ๆ ได้ นายตรวจเทคนิคจะรู้จักใช้เวอร์เนียร์ชนิดต่าง ๆ ได้ถูกต้องและสามารถอ่านค่าจากเวอร์เนียร์ได้ทุกแบบทุกระบบวัด ถ้าได้เข้าใจถึงหลักการของการแบ่งขีดและการเทียบสเกลระหว่าง MAIN SCALE กับ VERNIER SCALE นายตรวจเทคนิคควรทำความเข้าใจหลักการนี้ให้ดีแล้วจะสามารถใช้เวอร์เนียร์ได้ทุกชนิด



รูปที่ ๔๐ ส่วนประกอบของเวอร์เนียร์

จากรูป จะเห็นได้ว่าเวอร์เนียร์ประกอบด้วยส่วนใหญ่ ๆ ที่สำคัญ ๓ ส่วน คือ

๑. ฉากสำหรับวัด

๒. สเกลบรรทัด (MAIN SCALE)

๓. สเกลเวอร์เนียร์ (VERNIER SCALE)

เวอร์เนียร์อันเดียวกันเราสามารถใช้วัดได้ทั้งวัดความโตใน วัดความลึกวัดโตนอก ระบบอังกฤษ วัดได้ละเอียดถึง ๑/๑๒๘ นิ้ว และ ๑/๑๐๐๐ นิ้ว สำหรับระบบเมตริกวัดได้ละเอียดถึง ๑/๒๐ มม. และ ๑/๕๐ มม. ในงานที่ต้องการความละเอียดมาก นอกจากจะใช้ไมโครมิเตอร์ วัดแล้วยังใช้เวอร์เนียร์วัดได้ละเอียดเหมือนกัน

<u>หลักในการวัดใน</u>

๑. ตั้งขาเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ให้เล็กกว่าขนาดที่จะวัด

๒. วางปากที่ตายตัวทาบกับชิ้นงาน

๓. ดันปากเลื่อนให้เข้าชนกับชิ้นงาน

การวัดในให้สอดปากวัดเข้าในแนวตรงขนานกับแนวเส้นศูนย์ของรูที่จะวัดทุกครั้ง

<u>หลักในการวัดนอก</u>

๑. ตั้งขาเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ให้ใหญ่กว่าขนาดที่จะวัด

๒. วางปากด้านที่ตายตัวทาบกับชิ้นงาน

๓. ดันปากเลื่อนให้เข้าชนกับชิ้นงาน

<u>หลักในการวัดลึก</u>

๑. ดันปากเลื่อนให้ก้านสำหรับวัดลึกเข้าไปในรูที่จะวัด

๒. ให้ก้านสำหรับวัดลึกอยู่ในขนาดให้สัมผัสกับวัสดุภายในรู

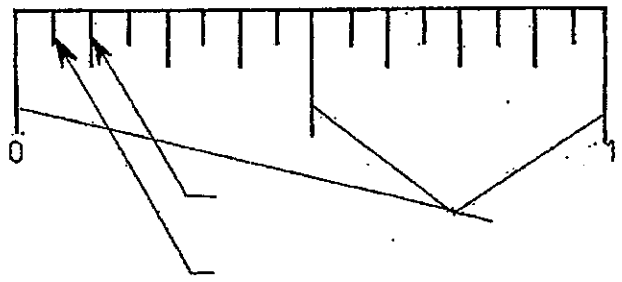
๓. ให้ส่วนปลายสุดของ MAIN SCALE ตั้งฉากกับปากรู

๓.๗.๑ <u>เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ ชนิดแบ่ง ๑/๑๒๘ นิ้ว</u> สเกลที่ใช้ในการแบ่ง แบ่งออกเป็น ๒ ส่วน คือ MAIN SCALE หรือสเกลบรรทัด และ VERNIER SCALE หรือสเกลเวอร์เนียร์ตัวที่เลื่อนได้

ดังนั้นการอ่านค่าต้องเอาค่าที่อ่านได้บน MAIN SCALE รวมกับค่าบน VERNIER SCALE ทั้งหมดจึงจะเป็นค่าที่วัดได้จากชิ้นงานจริง ๆ

<u>การอ่านค่าของเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ชนิดแบ่ง ๑/๑๒๘ นิ้ว</u>

จงสังเกตดูที่ MAIN SCALE จะมีขีดแบ่งไว้ ๓ ขนาด ยาวไม่เท่ากันตามรูปที่ ๔๑ ขีดที่แสดงค่าเป็นนิ้วและครึ่งนิ้วจะยาวเท่ากันแต่เส้น ๑ แสดงว่าเป็นนิ้วจะไม่มีตัวเลขแสดงกำกับอยู่ ขีดทั้ง ๓ ขนาดมีค่าต่างกัน



แสดงค่าเท่ากับ ๑/๑๖ นิ้ว

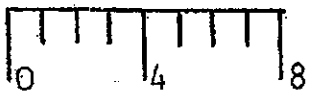
รูปที่ ๔๑ การแบ่งสเกลบน MAIN SCALE

<u>ขีดยาว</u> เป็นระยะทุก ๆ ขีด ดูรูปที่ ๔๑ จะเป็นขีดยาวจากช่องหนึ่งถึงช่องหนึ่งเรียกว่าช่องใหญ่มีค่าเท่ากับ ๑/๒ นิ้ว

<u>ขีดรอง</u> ลักษณะขีดสั้นกว่าขีดยาวในทุก ๆ ๑ นิ้ว จะมีขีดรองอยู่ ๖ ขีด แบ่งระยะ ๑ นิ้ว ออกเป็น ๘ ช่องรอง แต่ละช่องรองจะมีค่าเท่ากับ ๑/๘ นิ้ว หรือ ขีด ๐ ของ VERNIER SCALE ตรงกับขีดที่ ๑ ของ VERNIER SCALE จะอ่านค่าเป็น ๑/๑๖ นิ้ว

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าระยะ ๑/๑๖ นิ้ว จะถูกแบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ อีก ๘ ส่วน เพราะเราสามารถเลื่อนได้ ๘ ครั้ง แต่ละขีดจะต้องมีค่าเท่ากับ ๑/๑๒๘ นิ้ว นั่นเอง

<u>ขีดสั้น</u> เป็นขีดสั้นที่สุดบน MAIN SCALE เป็นขีดแบ่งจากช่องรองออกเป็น ๒ ส่วนเท่า ๆ กัน แบ่งทุก ๆ ระยะ ๑ นิ้ว ออกเป็น ๑๖ ช่องเล็กเท่ากันแต่ละช่องเล็กมีค่าเท่ากับ ๑/๑๖ นิ้ว ที่ VERNIER SCALE จะมีช่องอยู่ ๘ ช่อง (ดูรูปที่ ๔๒) มีตัวเลข ๐,๔ และ ๘ กำกับไว้



รูปที่ ๔๒ การแบ่ง VERNIER SCALE

ถ้าเราเลื่อนขีดที่ ๑ ของ VERNEIR SCALE ไปทางขวาให้ตรงกับขีดที่ ๑ MAIN SCALE จะอ่านค่าเป็น ๑/๑๒๘ นิ้ว

ถ้าเราเลื่อนขีดที่ ๒ ของ VERNEIR SCALE ไปทางขวาให้ตรงกับขีดที่ ๒ ของ MAIN SCALE จะอ่านค่าเป็น ๑/๖๔ นิ้ว

ถ้าเราเลื่อนขีดที่ ๓ ของ VERNEIR SCALE ไปทางขวาให้ตรงกับขีดที่ ๓ ของ MAIN SCALE จะอ่านค่าเป็น ๓/๑๒๘ นิ้ว

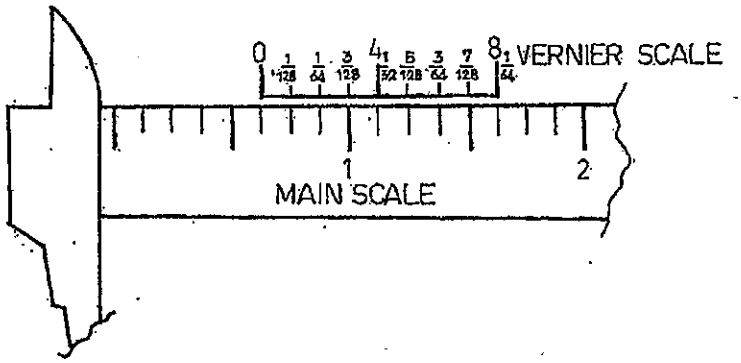
ถ้าเราเลื่อนขีดที่ ๔ ของ VERNEIR SCALE ไปทางขวาให้ตรงกับขีดที่ ๔ ของ MAIN SCALE จะอ่านค่าเป็น ๑/๓๒ นิ้ว

ถ้าเราเลื่อนขีดที่ ๕ ของ VERNEIR SCALE ไปทางขวาให้ตรงกับขีดที่ ๕ ของ MAIN SCALE จะอ่านค่าเป็น ๕/๑๒๘ นิ้ว

ถ้าเราเลื่อนขดที่ ๖ ของ VERNEIR SCALE ไปทางขวาให้ตรงกับขีดที่ ๖ ของ MAIN SCALE จะอ่านค่าเป็น ๓/๖๔ นิ้ว

ถ้าเราเลื่อนขีดที่ ๗ ของ VERNEIR SCALE ไปทางขวาให้ตรงกับขีดที่ ๗ ของ MAIN SCALE จะอ่านค่าเป็น ๗/๑๒๘ นิ้ว

ถ้าเราเลื่อนขีดที่ ๘ ของ VERNEIR SCALE ไปทางขวาให้ตรงกับขีดที่ ๘ ของ MAIN SCALE จะอ่านค่าเป็น ๑/๑๖ นิ้ว

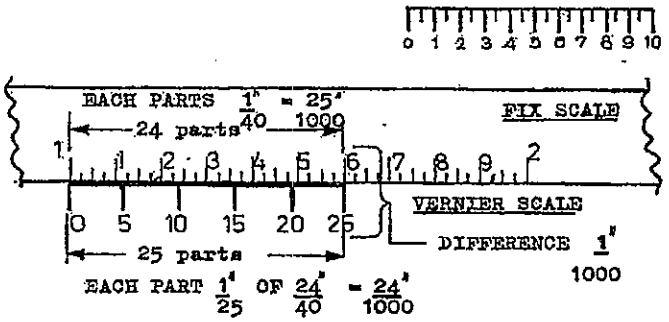


รูปที่ ๔๓ การแบ่ง VERNIER SCALE และ MAIN SCALE

การคิดคำนวณของเส้น VERNIER SCALE ให้เอาเลขตัวท้ายของส่วนไปคูณช่องที่ผ่านมาแล้วบวกกับเศษ ก็จะเป็นค่าที่อ่านได้ เช่นในรูปที่ ๔๓ ขีดที่ ๓ ของ VERNIER SCALE มีค่าเท่ากับ ๓/๑๒๘ นิ้ว ตรงกับขีดบน MAIN SCALE ก็เอา ๘ ไปคูณช่องที่ผ่านมา ๔ ช่องได้ ๓๒ แล้ว บวกกับเศษ ๓ ค่าที่อ่านได้จะเท่ากับ ๓๕/๑๒๘ นิ้ว ส่วน ๓๒ ก็เอา ๒ ไปคูณช่องที่ผ่านมาแล้วบวกกับเศษ ส่วน ๖๔ ก็เอา ๔ ไปคูณช่องที่ผ่านมาแล้วบวกกับเศษ ก็จะอ่านค่าออกมาได้เลย

<u>การอ่านเป็นเซ็นติเมตร</u> (ดูรูปที่ ๔๔)

- ขีดแต่ละขีดบน VERNIER SCALE จะมีค่าเท่ากับ .๐๕
- ตัวเลขที่กำกับบน VERNIER SCALE จะมีค่าเท่ากับ .๑, .๒ ถึง .๙ พอเลข ๑๐ ตรงก็จะมีค่าเท่ากับ ๑ มม.



รูปที่ ๔๔ การแบ่ง VERNIER SCALE และ MAIN SCALE เป็นเซ็นติเมตร

๓.๗.๒ <u>เวอร์เนียร์ชนิด ๑/๑๐๐๐ นิ้ว</u>

สำหรับเวอร์เนียร์ที่สเกลแบ่งหน่วยเป็นนิ้ว มีหลายบริษัทที่ผลิตแบ่งละเอียดถึง ๑/๑๐๐๐ นิ้ว แต่ในการนำไปใช้จะอ่านยากมาก ในการวัดที่ต้องการความละเอียดถึง ๑/๑๐๐๐ นิ้ว นิยมวัดด้วยไมโครมิเตอร์มากกว่าเพราะอ่านได้ง่ายกว่า

<u>หลักการแบ่งสเกลของเวอร์เนียร์ชนิดวัดได้ละเอียด ๑/๑๐๐๐ นิ้ว</u>

๑. ๑ นิ้วบน MAIN SCALE แบ่งออกเป็น ๑๐ ช่องใหญ่ และแต่ละช่องใหญ่จะมีค่าเท่ากับ ๑/๑๐ นิ้ว หรือ ๑ นิ้ว

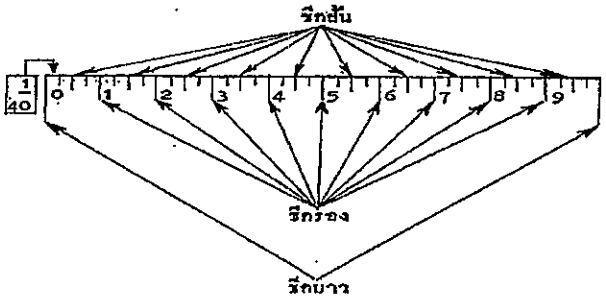
๒. แต่ละช่องใหญ่แบ่งออกเป็น ๔ ช่องเล็ก ช่องเล็กแต่ละช่องจะมีค่าเท่ากับ ๑/๔๐ นิ้ว ๒๕/๑๐๐๐ หรือเท่ากับ ๐.๐๒๕ นิ้ว

๓. แบ่ง ๒๔ ช่องเล็กของ MAIN SCALE ออกเป็น ๒๕ ช่องบน VERNIER SCALE แต่ละช่องจะมีค่าเท่ากับ ๑/๒๕ ๒๔/๔๐ ๒๔/๑๐๐๐ นิ้ว

๔. ความแตกต่างของ MAIN SCALE กับ VERNIER SCALE เท่ากับ ๒๕/๑๐๐๐ , ๒๔/๑๐๐๐ , ๑/๐๐๐๐ นิ้ว

<u>การอ่านค่าของเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ ชนิดแบ่ง ๑/๑๐๐๐ นิ้ว</u>

ให้ดูที่ MAIN SCALE จะมีขีดแบ่งไว้ ๓ ขนาด ยาวไม่เท่ากันตามรูปที่ ๔๕



รูปที่ ๔๕ การแบ่ง VERNIER SCALE และ MAIN SCALE

ขีดยาว เป็นระยะทุก ๆ หนึ่งนิ้ว

ขีดรอง ลักษณะขีดสั้นกว่าขีดยาวในทุก ๆ ๑ นิ้ว จะมีขีดรองอยู่ ๙ ขีด แบ่งระยะ ๑ นิ้ว เป็น ๑๐ ช่องรอง แต่ละช่องรองจะมีค่าเท่ากับ ๑/๑๐ นิ้ว หรือเท่ากับ ๐.๑ นิ้ว

ขีดสั้น เป็นขีดสั้นที่สุดบน MAIN SCALE เป็นขีดแบ่งจากช่องรองออกเป็นสี่ช่องเท่า ๆ กัน แบ่งทุก ๆ ระยะหนึ่งนิ้วออกเป็น ๔๐ ช่องเล็กเท่า ๆ กัน แต่ละช่องเล็กจะมีค่าเท่ากับ ๑/๔๐ นิ้ว หรือมีค่าเท่ากับ ๐.๐๒๕ นิ้ว

ที่ VERNIER SCALE จะมีช่องอยู่ ๒๕ ช่อง มีตัวเลข ๐, ๕, ๑๐, ๑๕, ๒๐, ๒๕ กำกับไว้

ถ้าเลื่อนให้ขีดที่ ๑ ของ VERNIER SCALE ไปทางขวาให้ตรงขีดบน MAIN SCALE จะมีค่าเท่ากับ .๐๐๑ นิ้ว

ถ้าเลื่อนให้ขีดที่ ๒ ของ VERNIER SCALE ไปทางขวาให้ตรงขีดบน MAIN SCALE จะมีค่าเท่ากับ .๐๐๒ นิ้ว

ฯลฯ

ถ้าเลื่อนให้ขีดที่ ๕ ของ VERNIER SCALE ไปทางขวาให้ตรงขีดบน MAIN SCALE จะมีค่าเทากับ .๐๐๕

ถ้าเลื่อนให้ขีดที่ ๑๐ ของ VERNIER SCALE ไปทางขวาให้ตรงขีดบน MAIN SCALE จะมีค่าเท่ากับ .๐๑๐ นิ้ว

ถ้าเลื่อนให้ขีดที่ ๑๕ ของ VERNIER SCALE ไปทางขวาให้ตรงขีดบน MAIN SCALE จะมีค่าเท่ากับ .๐๑๕ นิ้ว

ถ้าเลื่อนให้ขีดที่ ๒๐ ของ VERNIER SCALE ไปทางขวาให้ตรงขีดบน MAIN SCALE จะมีค่าเท่ากับ .๐๒๐ นิ้ว

ถ้าเลื่อนให้ขีดที่ ๒๕ ของ VERNIER SCALE ไปทางขวาให้ตรงขีดบน MAIN SCALE จะมีค่าเท่ากับ .๐๒๕ นิ้ว

ขีด ๐ ของ VERNIER SCALE ตรงกับขีดสั้นขีดที่ ๑ ของ MAIN SCALE จะมีค่าเท่ากับ ๐.๐๒๕ นิ้ว ดังนั้นจะเห็นได้ว่าทุก ๆ หนึ่งช่องของ MAIN SCALE จะมีค่าเท่ากับ ๐.๐๒๕ นิ้ว และ ทุก ๆ ๔ ช่อง จะมีตัวเลขกำกับไว้จะมีค่าเท่ากับ ๐.๑ นิ้ว

การอ่านเป็นเซ็นติเมตร

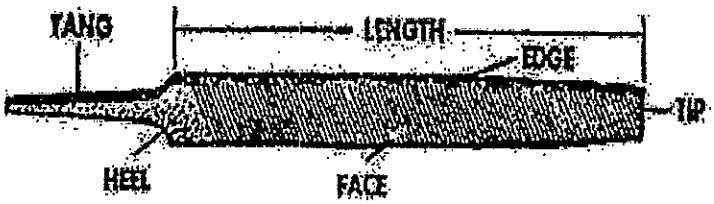
ถ้าเลื่อนให้ขีดของ VERNIER SCALE ไปทางขวามือแต่ละช่องจะมีค่าเท่ากับ .๐๕ มม.

- ตัวเลขที่กำกับบน VERNIER SCALE จะมีค่าเป็นจุด เช่น .๒, .๔, .๖, .๘, และ ๑ มม.
- ขีดยาวที่ไม่มีตัวเลขมีค่าเป็น .๑ , .๓, .๕ .๙

๔. เครื่องมือที่ใช้กับ FABRIC

- HOLDING DEVICE
- WOOD WORKING TOOL
- METAL WORKING TOOL
- FABRIC WORKING TOOL

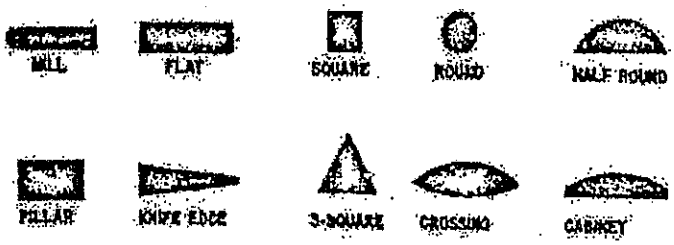
๔.๑ FILE ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะ ตะไบ , เลื่อยมือ , ตัดท่อ , ดัดและผายปากท่อ สามารถ ตะไบชิ้นงานให้มีระยะเว้น .๐๐๑"



รูปที่ ๔๖ FILE NOMENCLATURE.

๔.๑.๑ CLASSIFICATION มี NAME, GRADE, CUT

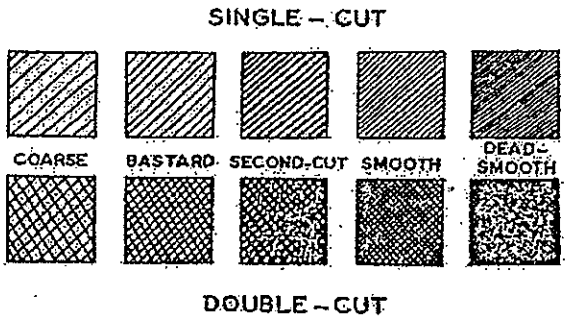
- <u>NAME</u> คือ ลักษณะ CROSS SECTION เช่น กลม , เหลี่ยม เป็นต้น



รูปที่ ๔๗ SHAPES OF FILE

- <u>GRADE</u> คือ หยาบ , ละเอียด ของฟัน (มี ๕ GRADE)
- <u>CUT</u> คือ SINGLE CUT มีฟันแถวเดียว

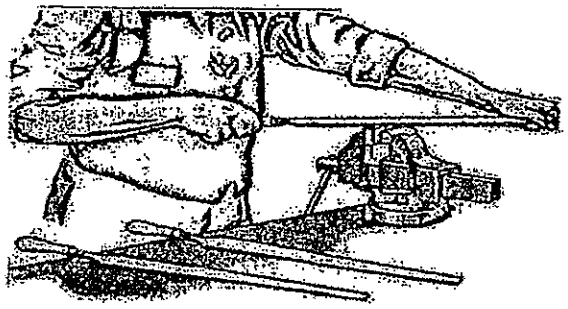
DOUBLE CUT มีฟัน ๒ แถวตัดกันเป็นรูป DIAMOND SHARPED



รูปที่ ๔๘ FILE CUTS.

๔.๑.๒ การเลือกใช้ตะไบ เลือกใช้ให้ถูกกับโลหะ เช่นโลหะอ่อน – ฟัน – หยาบ และ โลหะแข็ง ใช้ฟันละเอียด

๔.๑.๓ การใช้และเก็บรักษาตะไบ เช่น ควรจับด้าม และปลายให้ถูกวิธี เป็นต้น



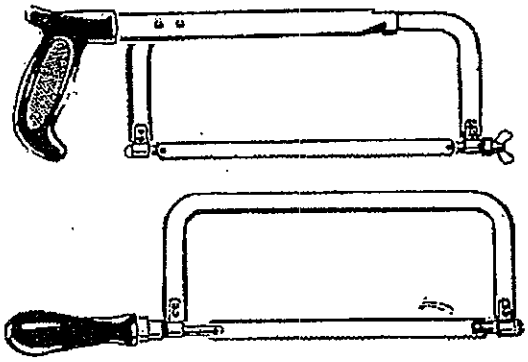
รูปที่ ๔๙ CORRECT WAY TO HOLD A FILE

- ไม่เกิน 60 STROKE / MIN.
- ตะไบ อล. ตอนดึงเข้าให้เบามือ
- อย่าตะไบบนเหล็กที่แข็งกว่าตะไบ
- อย่าเหวี่ยงหรือโยนตะไบ ลงในลิ้นชัก วิธีที่ดีที่สุดคือวางตั้งและเสียบกั่นลงในช่อง
- ชโลมน้ำมันไว้กันสนิม ขณะเก็บในที่เก็บ
- อย่าใช้ตะไบที่ไม่ใส่ด้าม
- อย่าใช้ตะไบเป็นเหล็กเจาะหรือมีด
- อย่าใช้ตะไบเป็นค้อน

๔.๒ เลื่อยมือ

๔.๒.๑ มี SOLID และ ADJ.FRAMES

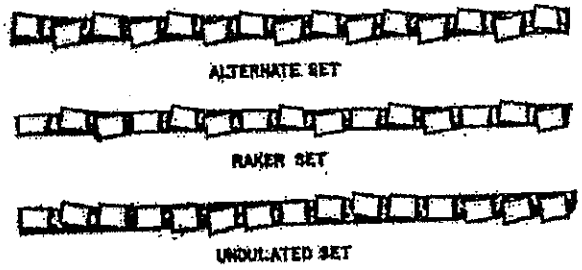
- ADJ.FRAME ใส่ใบเลื่อย ๘ – ๑๖"



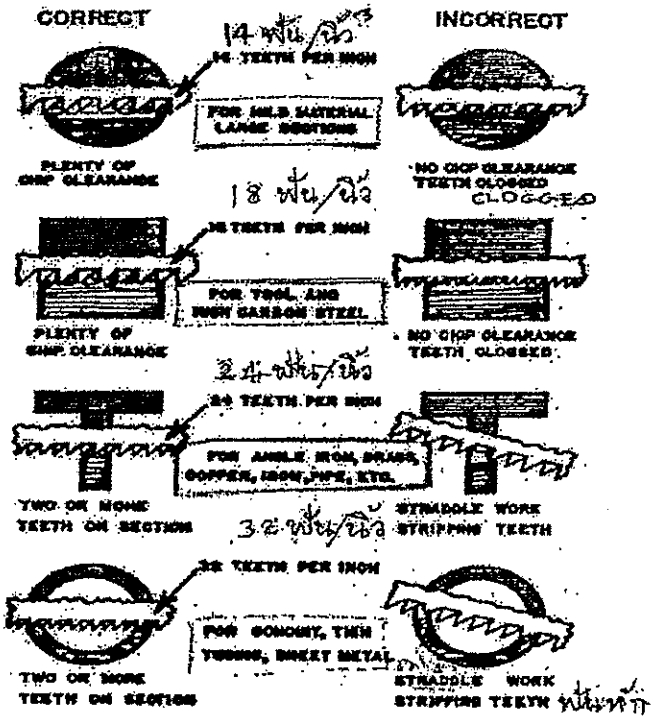
รูปที่ ๕๐ HACKSAWS.

๔.๒.๒ "ALL - HARD" BLADE อบชุบทั้งใบ

- FLEXIBLE BLADE อบชุบ เฉพาะฟัน
- ใบเลื่อยกว้าง ๗/๑๖ – ๙/๑๖" และ ๑๔ – ๓๒ ฟัน/นิ้ว



รูปที่ ๕๑ SET OF HACKSAW BLADE TEETH



รูปที่ ๕๒ TYPE OF HACKSAW BLADE TO USE.

<u>การใช้และรักษาเลื่อยมือ</u>

๑. ชนิด ALL – HARD ใช้ตัด HEAVY STOCK

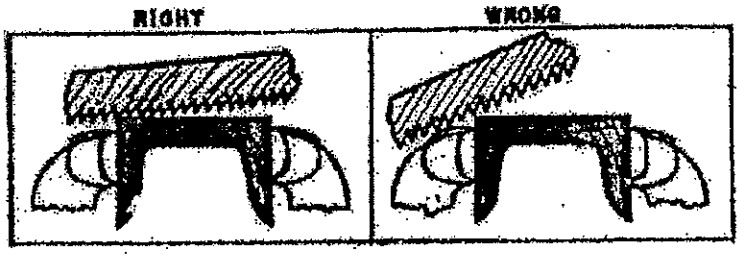
๒. ๑๔ POINT (ฟัน/นิ้ว)ใช้กับ SOFT METAL

- ๓๒ POINT (ฟัน/นิ้ว) ใช้กับ SOFT METAL
- THIN – WALLED ใช้ FINER BLADE

๓. การใช้เลื่อย ควรใช้ในลักษณะคล้ายกับตะไบ คือ PRESSURE ใน FORWARD STROKE

๔. เมื่อเลื่อยแผ่นบาง ๆ ควรมีไม้ประกับ ๒ ด้ามแล้วเลื่อยให้ขาดพร้อมกันไปเลย

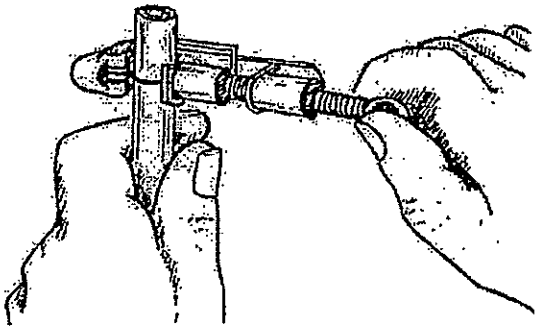
๕. ระวังอันตรายจากใบเลื่อยหัก,ขี้เลื่อย ถ้าไม่ใช้ปากกาจับชิ้นงานขณะเลื่อย



รูปที่ ๕๓ STARTING HACKSAW CUTS.

๔.๓ เครื่องมือ, ตัดท่อ, ตัด ผายปากท่อ ท่อ SEAMLESS อลูมินั่ม, ทองแดง, เหล็ก

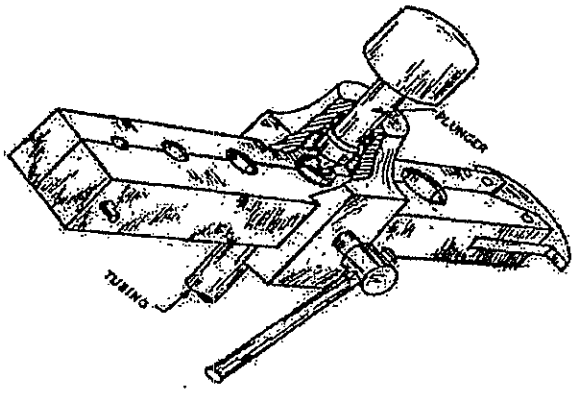
๔.๓.๑ <u>เครื่องมือตัดท่อ</u> มี CUTTING WHEEL, 2 ROLLERS (ดูรูปที่ ๕๔)



รูปที่ ๕๔ CUTTING TUBE WITH A TUBE-CUTTING TOOL.

<u>การใช้เครื่องมือตัดท่อ</u> ใส่ท่อแล้วบิด SCREW ให้แน่น จน CUTTING WHEEL และ ROLLER สัมผัสท่อ ตัว CUTTING ต้องตรงเส้นที่ต้องการตัด แล้วจึงบิด SCREW ให้แน่นลงไป จากนั้นให้หมุนเครื่องมือไปรอบท่อ เพิ่มแรงบิด SCREW ลงไปเป็นระยะ ๆ สลับกับการหมุน ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะขาด

๔.๓.๒ <u>เครื่องมือผายปาก</u> การผายปากเพื่อให้ปากท่อต่อกับ FITTING BULKHEAD CONECTIONS และ UNITS สามารถผายปากได้ ๑/๘ – ๑/๒ O.D. (ดูรูปที่ ๕๕)



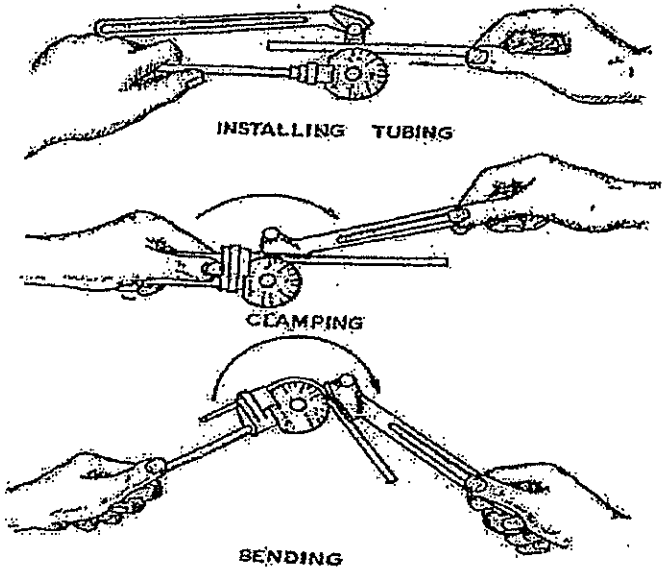
รูปที่ ๕๕ COMBINATION FLARING TOOL IN USE.

การใช้และรักษา

- วางท่อในที่กำหนด และโผล่ปลายอีก ๑/๓๒" – ๑/๑๖" (ตามขนาดท่อ) และยึดท่อให้แน่น แล้วกด PLUNGER เพื่อตรวจว่าหนาสัมผัสเรียบร้อย แล้วใช้ค้อนตีด้วยแรงหนักปานกลาง ๑๐ – ๑๒ ที แล้วหมุน PLUNGER ทุกครั้งที่ตี

- ก่อนผายปาก ต้องใส่ SLEEVE และ NUT ก่อนเสมอ ใช้เครื่องมือ GO – NO – GO GAGE วัด DIA. ของปาก โดย O.D. ของปาก มากกว่า SLEEVE และน้อยกว่า I.D. ------ ของเกลียวของ NUT, DIA, ของปากจะโตมากน้อยขึ้นกับปลายท่อที่โผล่ขึ้นมากน้อยแต่ไหนจาก เครื่องมือผายปาก

๔.๓.๓ เครื่องมือ, ตัดท่อ เครื่องมือชนิดนี้มีด้าม ๒ ด้าม ๆ หนึ่งมี CIRCULAR ไว้ให้ท่องอ รัศมีน้อยพอที่จะให้งอท่อได้ดีไม่หัก , ส่วนด้ามอีกอันนั้นไว้ยึดท่อ ขณะงอ (ดูรูปที่ ๕๖)



รูปที่ ๕๖ METHOD OF USING A TUBE-BENDING TOOL.

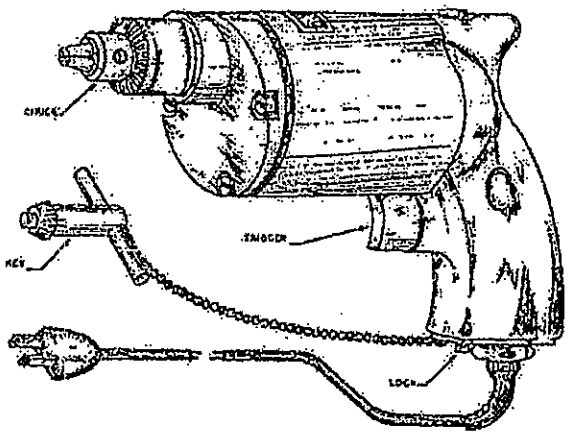
การใช้และรักษาเครื่องมือตัดท่อ

๑. เครื่องมือส่วนมากใช้ตัดท่อทองแดง อล.ถ้าจะตัด STAINLESS ต้องระวังเป็นพิเศษมิฉะนั้น คม.จะพังได้

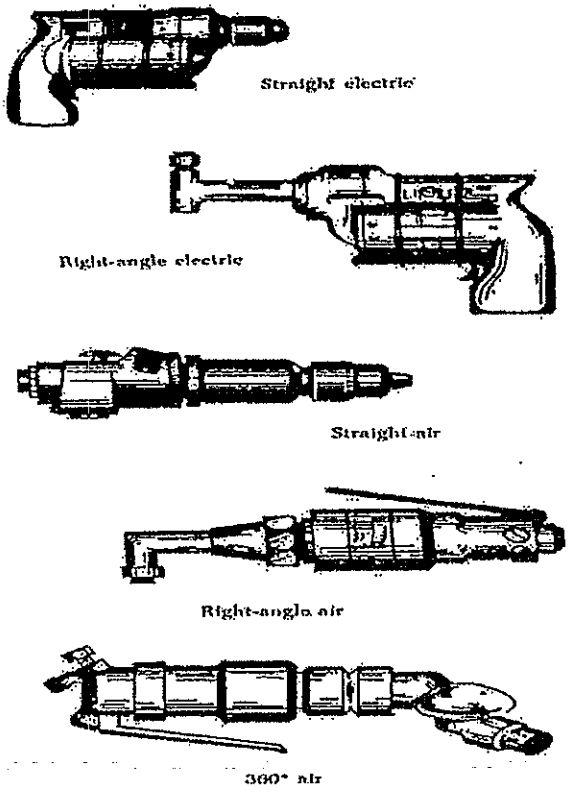
๒. ก่อนตัดต้องพิจารณาทิศทางและมุมท่อที่ตัดให้แน่นอน

๕. POWER TOOLS

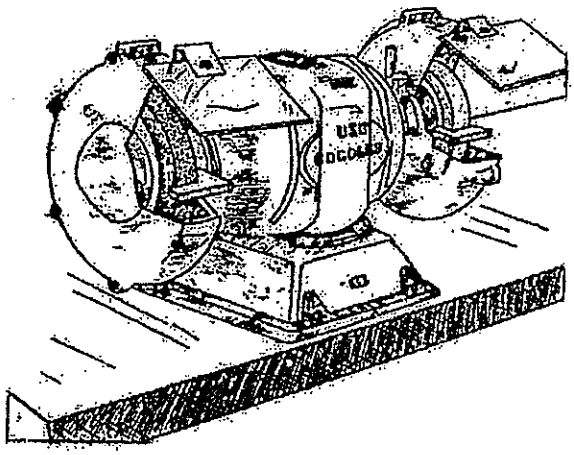
๕.๑ ELECTRIC DRILL.



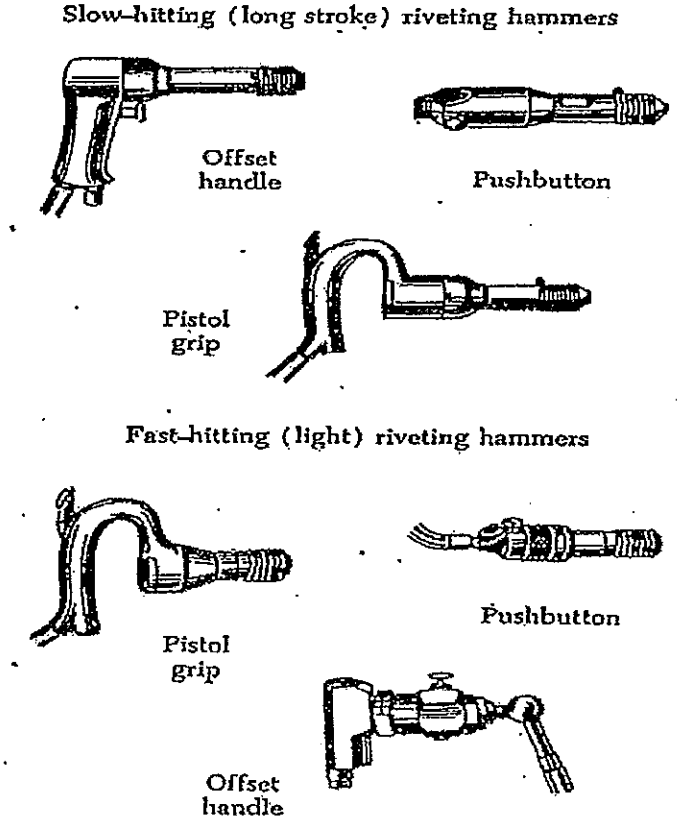
๕.๒ PNEUMATIC DRILL. ส่วนใหญ่ใช้ในการเจาะซ่อมบำรุงโครงสร้างอากาศยาน โดยออกแบบให้มีรูปร่างและขนาดที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อให้มีความเหมาะสมกับบริเวณพื้นที่ในการเจาะ



๕.๓ ELECTRIC BENCH GRINDER

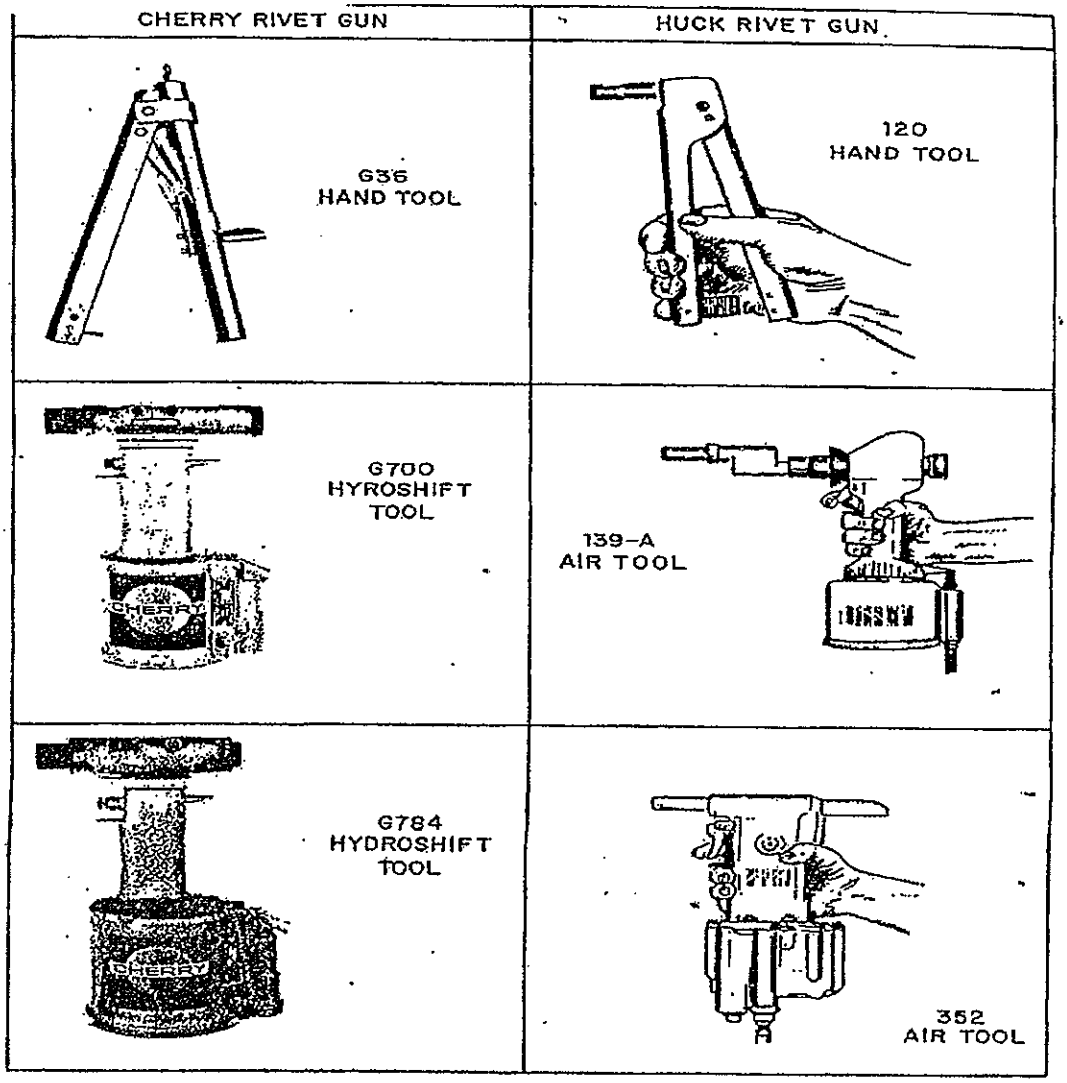


๕.๔ RIVET GUNS ส่วนใหญ่ใช้ในการซ่อมโครงสร้างอากาศยาน โดยออกแบบให้มีรูปร่างของตัวค้อนแตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อให้มีความเหมาะสมกับบริเวณพื้นที่ในการย้ำ (ดูรูปที่ ๕๗)



รูปที่ ๕๗ TYPES OF RIVET GUNS.

๕.๕ เครื่องดึงหมุดชนิดพิเศษ ใช้สำหรับงานซ่อมโครงสร้างอากาศยาน ที่ต้องการความแข็งแรงและมีพื้นที่จำกัดในการย้ำหมุดด้วยฆ้อนลม โดยจะมีชนิดต่างดังรูปที่ ๕๘



รูปที่ ๕๘ SELF-PLUGGING (friction lock) rivet guns.

ข้อควรจำ

๑. มีราคาแพงกว่า HAND TOOL และมีประสิทธิภาพสูงจึงจะต้องมีความระมัดระวังในการใช้มิฉะนั้นจะเป็นอันตรายต่อผู้ใช้หรือเครื่องมือเกิดการเสียหายขึ้นมาก

๒. คม. ที่ใช้กันมากคือสว่านไฟฟ้า, สว่านลม, เครื่องเจียรนัยก่อนใช้ต้องอ่านคู่มือให้เข้าใจก่อนเสมอ

๓. ช่างต้องสังเกต กฎความปลอดภัย การใช้ คม.ไว้ทุกครั้ง

๔. จำไว้ว่า POWER TOOL หรือ คม.อันตราย

บรรณานุกรม

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION,FAA., AIRFRAME AND POWER PLANT MECHANICS. GENERAL HANDBOOK , AVIATION MAINTENANCE PUBLISHERS. WY.1976

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION,FAA., AIRFRAME AND POWER PLANT MECHANICS. AIRFRAME HANDBOOK, AVIATION MAINTENANCE PUBLISHERS. WY.1976