

บทที่ 2

ความราบ (Flatness)



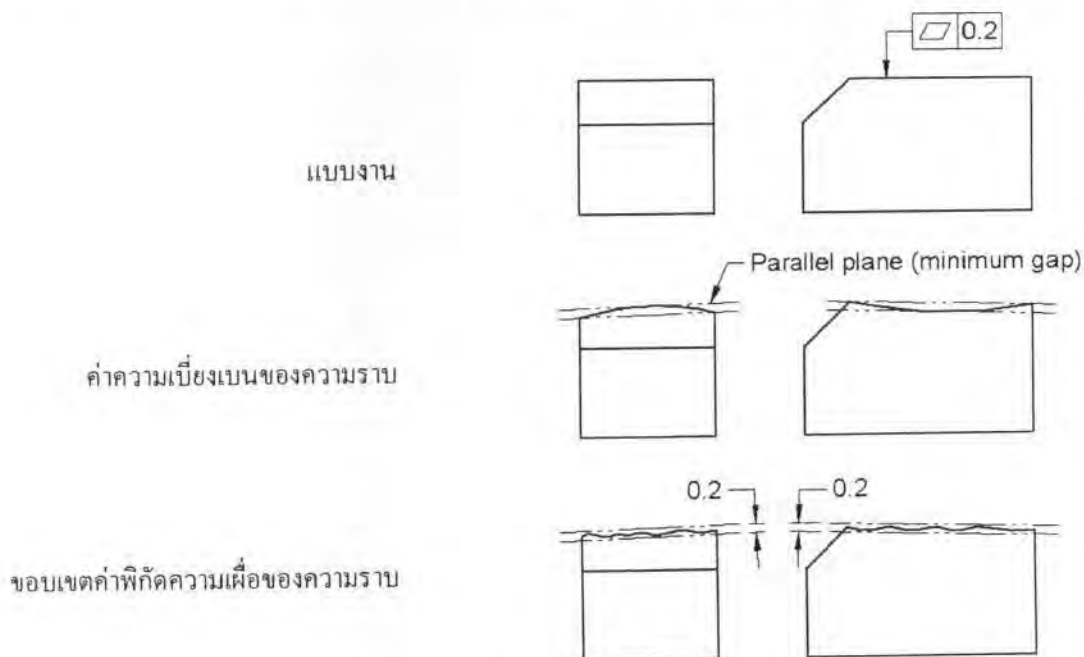
นิยาม

ความราบ (Flatness) คือ สภาวะที่จุดทุกจุดบนพื้นผิวอยู่บนระนาบเดียวกัน

ค่าความเบี่ยงเบนของความราบ (Flatness deviation) คือ ค่าความไม่ราบที่ตรวจวัดได้ของพื้นผิวที่ถูกควบคุม

ค่าพิสัยความเผื่อของความราบ (Flatness tolerance) คือ ค่าความเบี่ยงเบนของความราบมากที่สุดที่สามารถยอมรับได้

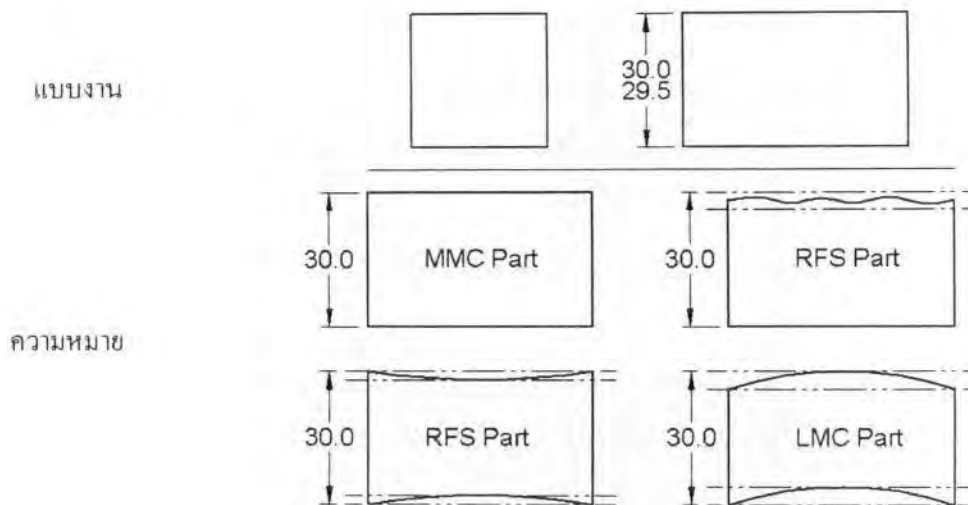
ขอบเขตค่าพิสัยความเผื่อของความราบ (Flatness tolerance zone) จะประกอบด้วยระนาบคู่ขนานที่มีระยะห่างเท่ากับค่าพิสัยความเผื่อของความราบที่ระบุไว้ในกรอบควบคุมรูปลักษณะ



รูปที่ 2-1 แบบงาน ผิวชิ้นงานจริงที่เกิดขึ้นและขอบเขตค่าพิสัยความเผื่อของความราบ

การควบคุมความราบ

ความราบจะควบคุมได้เฉพาะพื้นผิวที่แบนราบ (Planar feature) เท่านั้น ดังนั้นจึงไม่สามารถใส่ Modifier \textcircled{M} \textcircled{L} หรือ \textcircled{S} ได้ และเมื่อพื้นผิวแบนราบ เป็นส่วนประกอบของ Feature-of-size พื้นผิวแบนราบ ทั้งสองจะถูกควบคุมความราบโดยอัตโนมัติ ซึ่งเป็นผลจากการควบคุมของขนาดชิ้นงาน (Size dimension) และกฎข้อที่ 1



รูปที่ 2-2 การควบคุมความราบด้วยกฎข้อที่ 1

WORST CASE BOUNDARY

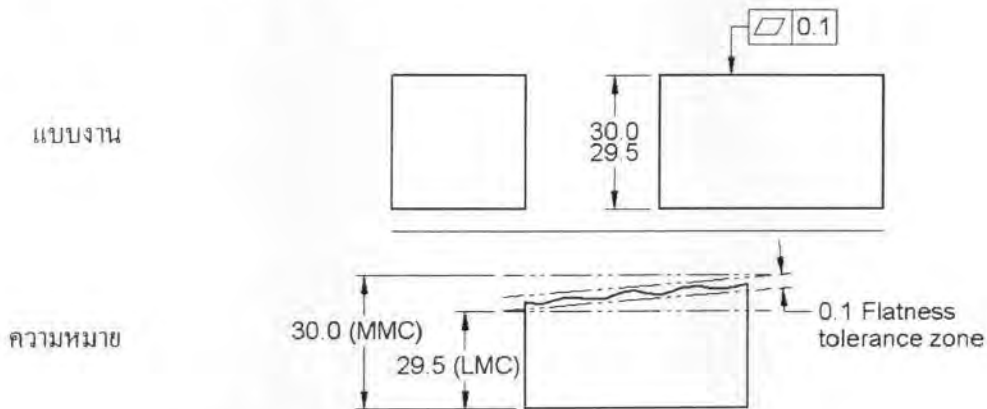
Worst case boundary เป็นขอบเขตผิวด้านนอกสุดตามทฤษฎีของ Feature of size ซึ่งถูกสร้างขึ้นจากหลักการ Envelope principle

ENVELOPE PRINCIPLE

Envelope principle เป็นหลักการสร้างขอบเขตตามทฤษฎี โดยที่ขอบเขตที่สร้างขึ้นจะเป็นรูปทรงเรขาคณิตที่สมบูรณ์ (Perfect form) ที่มีขนาดเล็กที่สุดที่สามารถห่อหุ้มพื้นผิวที่ถูกควบคุม (กรณีชิ้นงานเป็นเพลลา) หรือขอบเขตที่มีขนาดใหญ่ที่สุดที่สามารถบรรจุในพื้นผิวที่ถูกควบคุม (กรณีชิ้นงานเป็นรู)

ถ้าค่าพิสัยความเผื่อของความราบที่เกิดขึ้น โดยอัตโนมัติตามกฎข้อที่ 1 ของพื้นผิวนั้นไม่เพียงพอต่อการใช้งาน จะต้องมีการเพิ่มเติมค่าพิสัยความเผื่อของความราบลงไปในงาน ซึ่งจะมีข้อสังเกตดังนี้

- การควบคุมความราบไม่สามารถยกเลิกกฎข้อที่ 1 ให้เป็นโมฆะได้
- การควบคุมความราบจะไม่ส่งผลกระทบต่อสถานะ Worst case boundary
- ค่าพิสัยความเผื่อของความราบควรจะมีค่าน้อยกว่าค่าพิสัยความเผื่อของขนาด (Size tolerance)



รูปที่ 2-3 การกำหนดค่าพิสัยความเผื่อของความราบลงในแบบงาน

การควบคุมความราบในแบบงาน

- การควบคุมความราบมีค่าตั้งหรือไม่
- การควบคุมความราบสามารถใช้ Modifier ϕ , (M) , (L) ได้หรือไม่
- พื้นผิวที่ต้องการควบคุมความราบมีลักษณะอย่างไร
- ค่าพิสัยความเผื่อของความราบช่วยทำให้การควบคุมรูปทรงทางเรขาคณิตส่วนอื่น (กฎข้อที่ 1 \perp // \angle \bowtie \ominus) มีลักษณะดีขึ้นหรือไม่

1. Introduction

2. Methodology

3. Results

4. Discussion

5. Conclusion

บทที่ 3

ความตรง (Straightness)

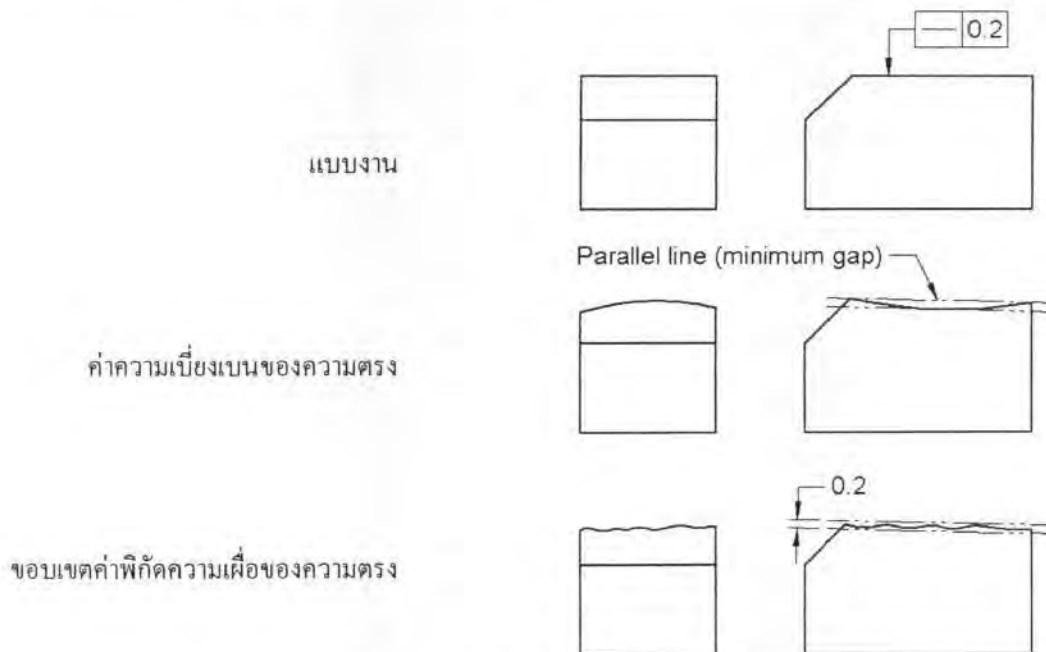
นิยาม

ความตรง (Straightness) คือ สภาวะที่จุดทุกจุดบนเส้นรูปลักษณะอยู่บนเส้นตรงเดียวกัน

ค่าความเบี่ยงเบนของความตรง (Straightness deviation) คือ ค่าความไม่ตรงที่ตรวจวัดได้ของเส้นรูปลักษณะที่ถูกควบคุม

ค่าพิสัยความเผื่อของความตรง (Straightness tolerance) คือ ค่าความเบี่ยงเบนของความตรงมากที่สุดที่สามารถยอมรับได้

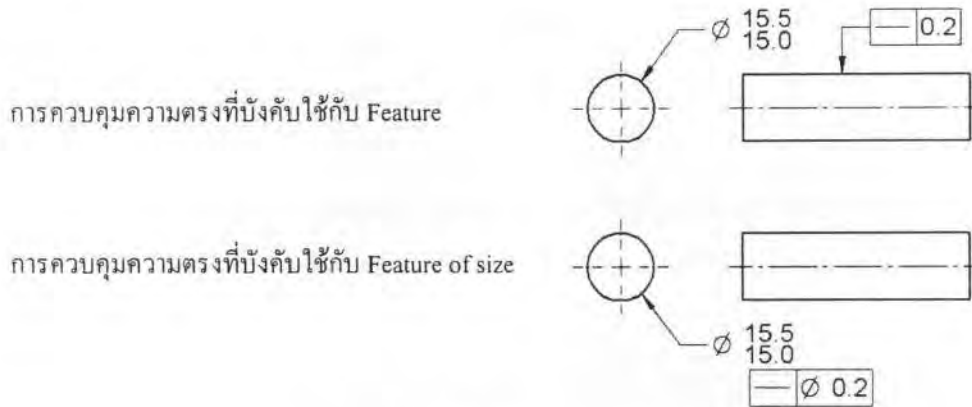
ขอบเขตค่าพิสัยความเผื่อของความตรง (Straightness tolerance zone) จะประกอบด้วยเส้นตรงคู่ขนานที่มีระยะห่างเท่ากับค่าพิสัยความเผื่อของความตรงที่ระบุไว้ในกรอบควบคุมรูปลักษณะ



รูปที่ 3-1 แบบงาน ผิวชิ้นงานจริงที่เกิดขึ้นและขอบเขตค่าพิสัยความเผื่อของความตรง

การควบคุมความตรง

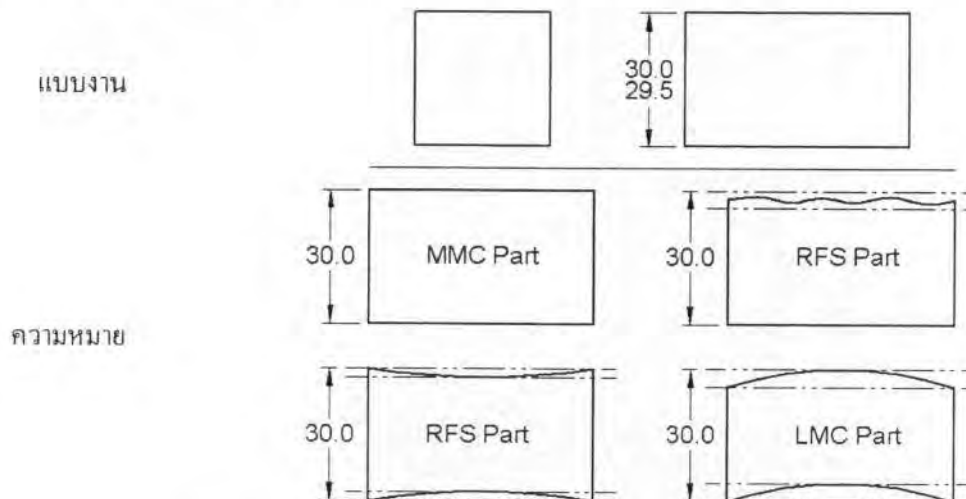
ความตรงจะควบคุมได้ทั้งพื้นผิว Feature และ Feature of size ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการใช้งานของชิ้นส่วนนั้นๆ



รูปที่ 3-2 จุดที่ต้องการควบคุมความตรง

การควบคุมความตรงที่บังคับใช้กับ Feature

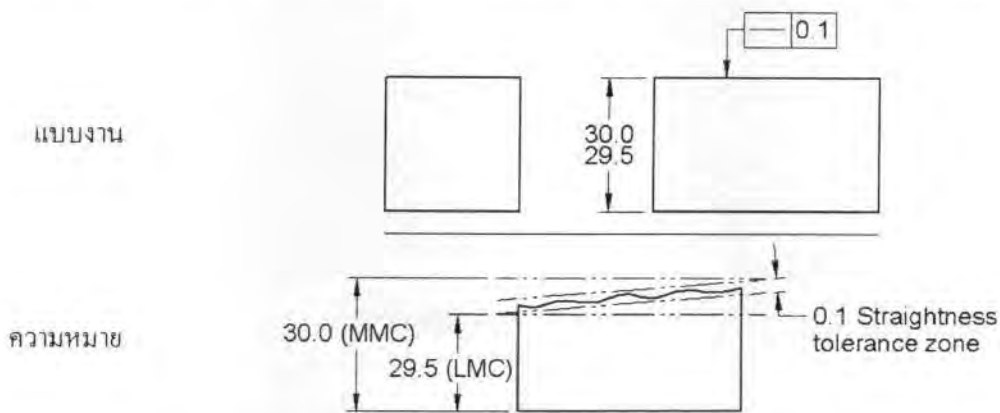
การควบคุมความตรงที่บังคับใช้กับ Feature จะไม่สามารถใส่ Modifier (M) (L) หรือ (S) ได้ และเมื่อพื้นผิวที่ถูกควบคุม เป็นส่วนประกอบของ Feature-of-size พื้นผิวทั้งสองจะถูกควบคุมความตรงโดยอัตโนมัติ ซึ่งเป็นผลจากการควบคุมของขนาดชิ้นงาน (Size dimension) และกฎข้อที่ 1



รูปที่ 3-3 การควบคุมความตรงที่บังคับใช้กับ Feature ร่วมกับกฎข้อที่ 1

ถ้าค่าพิสัยของความเผื่อของความตรงที่เกิดขึ้นโดยอัตโนมัติตามกฎข้อที่ 1 ของเส้นรูปลักษณะนั้นไม่เพียงพอต่อการใช้งาน จะต้องมีการเพิ่มเติมค่าพิสัยของความเผื่อของความตรงลงไปในงาน ซึ่งจะมีข้อสังเกตดังนี้

- การควบคุมความตรงจะบังคับใช้กับมุมมองที่เห็นพื้นผิวนั้นเป็นเส้นตรงในงาน
- การควบคุมความตรงที่บังคับใช้กับ Feature ไม่สามารถยกเลิกกฎข้อที่ 1 ให้เป็นโมฆะได้
- การควบคุมความตรงที่บังคับใช้กับ Feature จะไม่มีสถานะ MMC หรือ LMC
- ค่าพิสัยของความเผื่อของความตรงควรจะมีค่าน้อยกว่าค่าพิสัยของความเผื่อของขนาด (Size tolerance)



รูปที่ 3-4 การกำหนดค่าพิสัยของความเผื่อของความตรงลงในแบบงาน

การควบคุมความตรงที่บังคับใช้กับ Feature ในแบบงาน

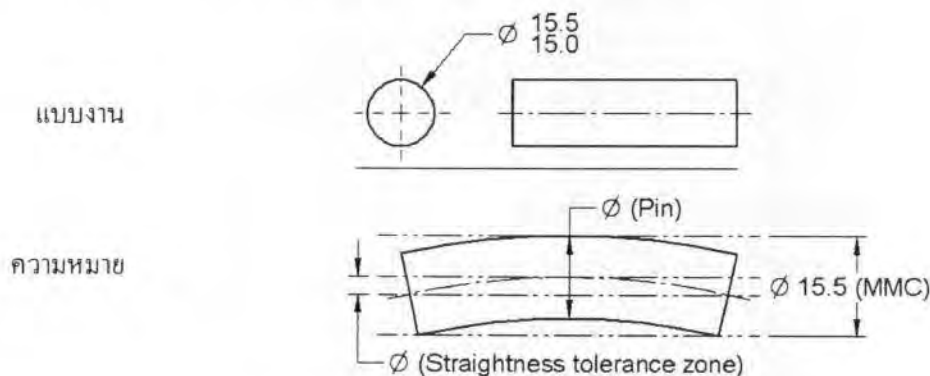
- การควบคุมความตรงที่บังคับใช้กับ Feature มีค่าเต็มหรือไม่
- การควบคุมความตรงที่บังคับใช้กับ Feature สามารถใช้ Modifier \varnothing , \textcircled{M} , \textcircled{L} ได้หรือไม่
- พื้นผิวที่ต้องการควบคุมมีลักษณะอย่างไร
- ค่าพิสัยของความเผื่อของความตรงช่วยทำให้การควบคุมรูปทรงทางเรขาคณิตส่วนอื่น (\perp \parallel \angle \square ∇ \circ \ominus) มีลักษณะดีขึ้นหรือไม่

การควบคุมความตรงที่บังคับใช้กับ Feature of size

- การควบคุมความตรงที่บังคับใช้กับ Feature of size ในแบบงานจะมีข้อสังเกตดังนี้
- จุดที่ควบคุมความตรงจะเป็นแกนกลางหรือระนาบกลางของ Feature of size
 - สามารถทำให้กฎข้อที่ 1 เป็น โหมดได้
 - ส่งผลกระทบต่อสภาวะ Mating envelope at MMC
 - ค่าพิสัยความเผื่อของความตรงอาจจะมีค่ามากกว่าค่าพิสัยความเผื่อของขนาด (Size tolerance) ได้

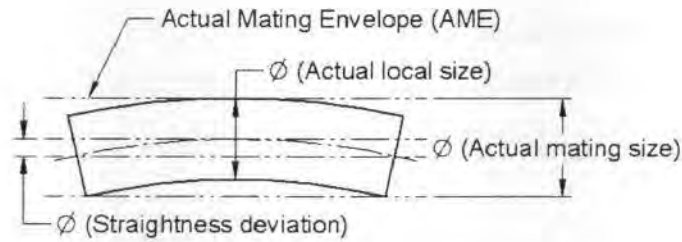
การควบคุมความตรงที่บังคับใช้กับ Feature of size ร่วมกับกฎข้อที่ 1

โดยปกติการกำหนดขนาดจากแบบงาน แกนกลางของ Feature of size จะถูกควบคุมค่าความตรงโดยอัตโนมัติตามกฎข้อที่ 1 ซึ่งการควบคุมโดยอัตโนมัตินี้มีความสัมพันธ์กับขนาดของชิ้นงาน ยกตัวอย่างเช่น ถ้าชิ้นงานอยู่ในสภาวะ MMC เส้นแกนกลางของชิ้นงานจะต้องมีความตรงสมบูรณ์ตามทฤษฎี แต่ถ้าชิ้นงานไม่ได้อยู่ในสภาวะ MMC แกนกลางของชิ้นงานจะยอมให้เกิดความเบี่ยงเบนจากแกนกลางตามทฤษฎีได้เท่าผลต่างระหว่างขนาดของชิ้นงานจริงกับขนาดชิ้นงานในสภาวะ MMC



รูปที่ 3-5 ความตรงของแกนกลางที่ถูกควบคุมจากกฎข้อที่ 1

ขนาด \varnothing Pin	ขนาดของแกนกลางชิ้นงานที่ยอมให้สูงได้มากที่สุด
15.5	
15.4	
15.3	
15.2	
15.1	
15.0	



รูปที่ 3-6 สภาวะ Actual Mating Envelope ของ Pin

Actual local size (\varnothing Pin)	Straightness deviation	Actual mating size
15.50	0	
15.35	0.05	
15.20	0.05	
15.05	0.05	
15.45	0.05	
15.30	0.15	
15.15	0.25	
15.00	0.35	

MATING ENVELOPE AT MMC

Mating envelope at MMC เป็นสภาวะของขอบเขตที่สร้างขึ้นจะเป็นรูปทรงเรขาคณิตที่สมบูรณ์ (Perfect form) ของ Feature of size ที่ถูกสร้างขึ้นจากหลักการ Envelope principle โดยที่จะรวมผลกระทบของสภาวะ MMC และค่าความเผื่อของรูปทรง (Form) เข้าด้วยกัน

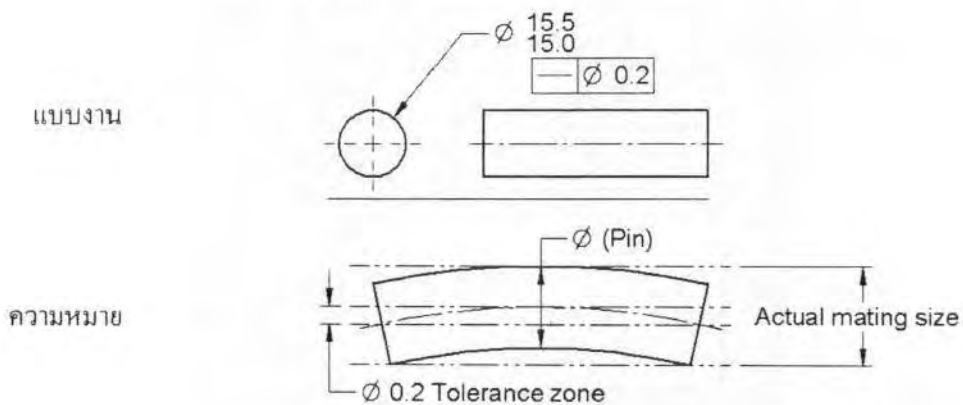
ACTUAL MATING SIZE

Actual mating size เป็นสภาวะของขอบเขตที่สร้างขึ้นจะเป็นรูปทรงเรขาคณิตที่สมบูรณ์ (Perfect form) ของ Feature of size ที่ถูกสร้างขึ้นจากหลักการ Envelope principle โดยที่จะรวมผลกระทบของขนาดที่แท้จริงของ Feature of size และค่าความเบี่ยงเบนของรูปทรง (Form deviation) เข้าด้วยกัน

การควบคุมความตรงที่บังคับใช้กับ Feature of size ในสภาวะ RFS

การควบคุมความตรงที่บังคับใช้กับ Feature of size ในสภาวะ RFS จะมีข้อสังเกตดังนี้

- จุดที่ถูกควบคุมจะเป็นเส้นแกนกลางหรือระนาบกลางของ Feature of size
- กฎข้อที่ 1 จะถูกยกเลิก
- สภาวะ Mating envelope จะมีขนาดเปลี่ยนแปลงไป (เรียกว่าขนาด Actual mating size)
- ขนาดของชิ้นงานจะต้องอยู่ภายใต้ค่าพิสัยความเผื่อของขนาด (Size tolerance)

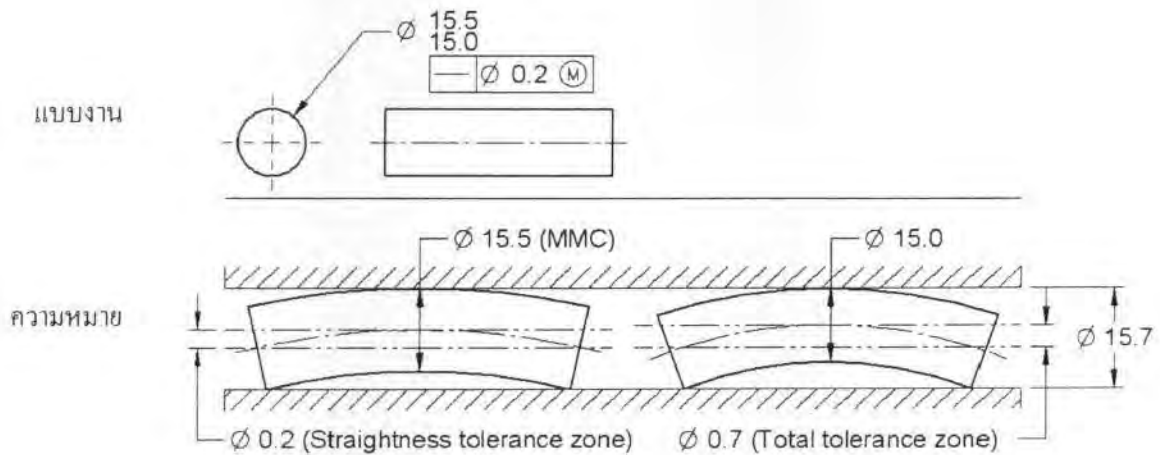


รูปที่ 3-7 ความตรงของแกนกลางในสภาวะ RFS

Pin diameter	Straightness deviation	Actual mating size
15.5	0.2	
15.4	0.2	
15.3	0.2	
15.2	0.2	
15.1	0.2	
15.0	0.2	

การควบคุมความตรงที่บังคับใช้กับ Feature of size ในสถานะ MMC

เมื่อใดก็ตามที่มีการระบุสัญลักษณ์ปรับปรุง \textcircled{M} ลงในช่อง Tolerance value ของกรอบควบคุมรูปลักษณะที่บังคับใช้กับ Feature of size จะหมายความว่า ค่าพิถกความเผื่อที่กำหนดไว้นั้น จะเป็นค่าพิถกความเผื่อในสถานะ MMC เท่านั้น ถ้าชิ้นงานไม่ได้อยู่ในสถานะ MMC ค่าความพิถกความเผื่อนั้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นได้เท่ากับผลต่างระหว่างขนาดของชิ้นงานที่แท้จริงกับขนาดในสถานะ MMC ซึ่งค่าพิถกความเผื่อที่เพิ่มขึ้นจากค่าพิถกความเผื่อที่เขียนไว้นั้น จะเรียกว่า Bonus tolerance



รูปที่ 3-8 ความตรงของแกนกลางในสถานะ MMC

Pin diameter	Straightness tolerance	Bonus tolerance	Total tolerance
15.5	0.2		
15.4	0.2		
15.3	0.2		
15.2	0.2		
15.1	0.2		
15.0	0.2		
Mating envelope at MMC =			

เมื่อมีการระบุสัญลักษณ์ปรับปรุง \textcircled{M} ลงในแบบงาน จะมีข้อดีอยู่ 2 ประการ คือ เมื่อผลิตชิ้นงานจะเกิด Bonus tolerance ขึ้น ทำให้ค่าพิถกความเผื่อของชิ้นงานในกรรมวิธีการผลิตไม่จำเป็นต้องเข้มงวดมากจนเกินไป และการตรวจสอบชิ้นงานจะทำได้ง่ายขึ้นโดยการใช้ Fixed gage ตรวจสอบ

การควบคุมความตรงที่บังคับใช้กับ Feature of size ในแบบงาน

- การควบคุมความตรงที่บังคับใช้กับ Feature of size มีค่าตัมหรือไม่
- สามารถใช้ Modifier \varnothing ในจุดควบคุมที่เป็นผิวราบได้หรือไม่
- สามารถใช้ Modifier \varnothing ในจุดควบคุมที่เป็นทรงกระบอกได้หรือไม่
- สามารถใช้ Modifier \textcircled{M} , \textcircled{C} ได้หรือไม่
- ค่าพิถีความเผื่อของความตรงช่วยทำให้การควบคุมรูปทรงทางเรขาคณิตส่วนอื่น (\textcircled{R} \textcircled{P} \textcircled{A} \textcircled{D}) มีลักษณะดีขึ้นหรือไม่

BONUS TOLERANCE

Bonus tolerance เป็นค่า tolerance รวมเพิ่มกับค่า tolerance ที่กำหนดในแบบงาน โดยที่ค่า bonus tolerance จะมีค่าเท่ากับ ผลต่างระหว่างขนาดของชิ้นงานที่แท้จริงกับขนาดของชิ้นงานในสภาวะ MMC

TOTAL TOLERANCE

Total tolerance เป็นค่า tolerance ใช้งานโดยจะเป็นค่าที่รวมระหว่างค่า tolerance ที่กำหนดลงไปแบบงานกับ bonus tolerance