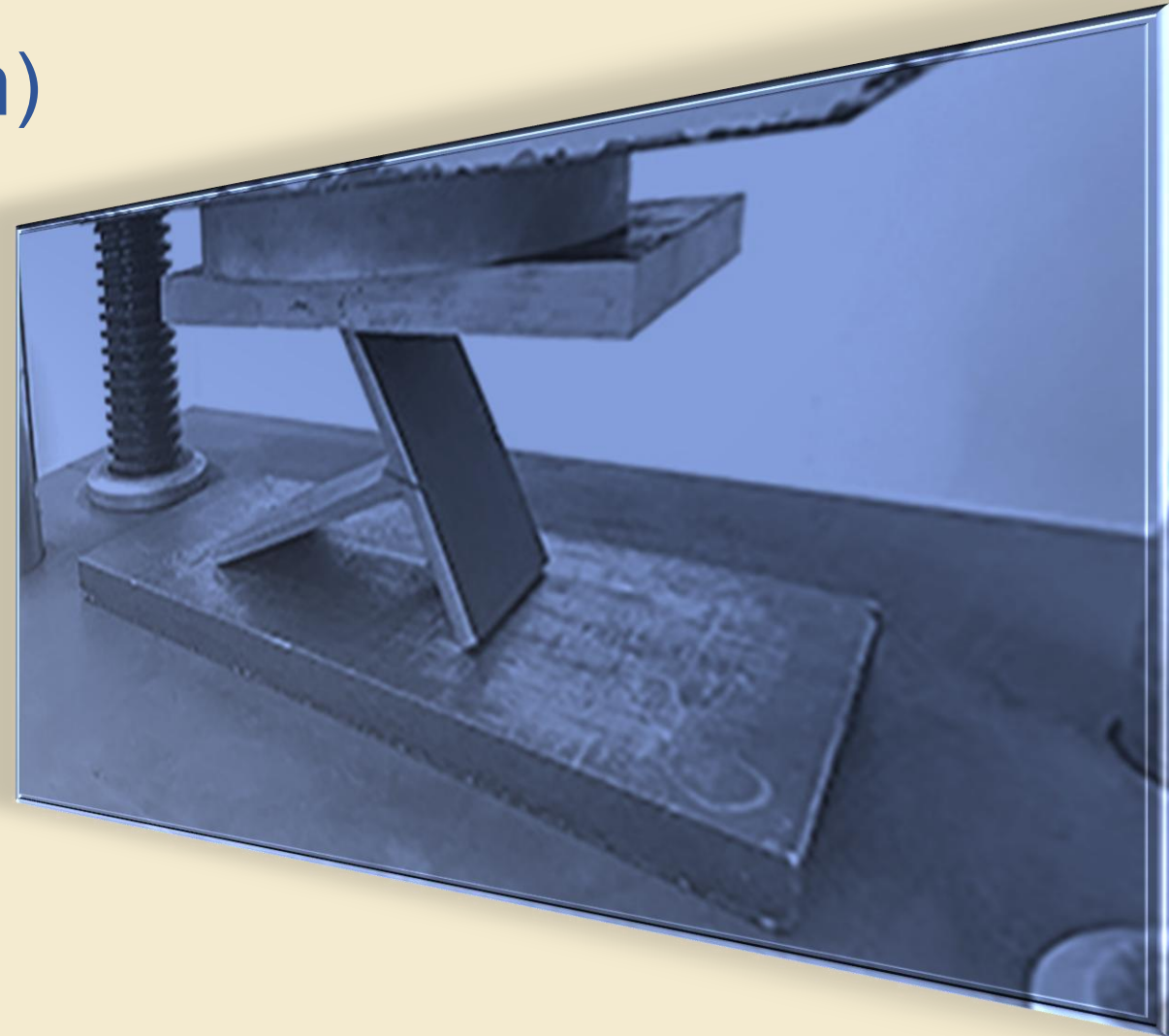


# หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

การทดสอบด้วยการตีหัก (กดหัก)



## สาระสำคัญ

การทดสอบด้วยการตีหักหรือกดหัก จะใช้ทดสอบหาความสมบูรณ์ของรอยเชื่อมในงานเชื่อมท่อและงานเชื่อมเหล็กแผ่นต่อชนและต่อฟิลเล็ต โดยได้กำหนดวิธีการเตรียมชิ้นงานทดสอบและกรรมวิธีทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบสมบัติเชิงกลของงานเชื่อม

## สาระการเรียนรู้

1. ลักษณะของการทดสอบด้วยการตีหัก
2. วัตถุประสงค์ของการทดสอบด้วยการตีหัก
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดสอบด้วยการตีหัก
4. การเตรียมชิ้นงานและวิธีการทดสอบ
5. ขอบเขตการยอมรับผลการทดสอบด้วยการตีหัก



## สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการทดสอบด้วยการตีเหล็ก
2. ปฏิบัติการทดสอบวัสดุและงานเชื่อมด้วยการตีเหล็กตามหลักการ



## จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายลักษณะของการทดสอบด้วยการตีเหล็กได้
2. บอกวัตถุประสงค์ของการทดสอบด้วยการตีเหล็กได้
3. อธิบายการใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดสอบด้วยการตีเหล็กได้
4. เตรียมชิ้นงานเพื่อทดสอบด้วยการตีเหล็กได้
5. อธิบายวิธีการทดสอบด้วยการตีเหล็กได้
6. อธิบายขอบเขตการยอมรับผลการทดสอบด้วยการตีเหล็กได้
7. ปฏิบัติการทดสอบด้วยการตีเหล็กได้

## 1. ลักษณะของการทดสอบด้วยการตีหัก

การทดสอบด้วยการตีหักหรือกดหักรอยเชื่อม (Nick-Break Test) จะใช้ทดสอบหาความสมบูรณ์ของเนื้อเชื่อม (Sound Weld Metal) ในงานเชื่อมท่อ และงานเชื่อมแผ่นต่อชนและต่อฟิลเล็ต โดยได้กำหนดไว้ในวิธีการเตรียมชิ้นงานทดสอบและกรรมวิธีทดสอบ (Procedure) ตามมาตรฐานการทดสอบสมบัติเชิงกลของงานเชื่อม ANSI/AWS B4.0 และมาตรฐานงานเชื่อมท่อน้ำมันและท่อแก๊ส API 1104

ส่วนการยอมรับผลการทดสอบ (Acceptance Criteria) มาตรฐาน ANSI/AWS B4.0 ไม่ได้กำหนดไว้ โดยต้องพิจารณาตามข้อกำหนดของขอบเขตการยอมรับตามมาตรฐาน API 1104

## 2. วัตถุประสงค์ของการทดสอบด้วยการตีหัก

การทดสอบด้วยการตีหัก มีวัตถุประสงค์ดังนี้

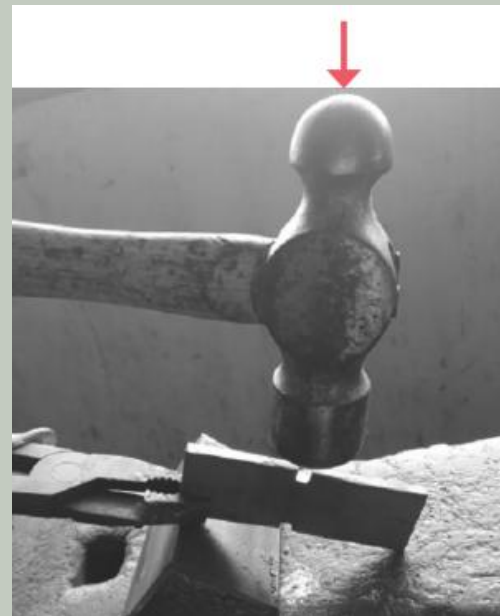
1. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเนื้อเชื่อม (Sound Weld Metal) เพื่อประเมินความถูกต้องของเทคนิคการเชื่อมและการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นในแต่ละกระบวนการเชื่อม สำหรับใช้เชื่อมต่อชนและเชื่อมต่อฟิลเล็ต งานเชื่อมแผ่นและงานเชื่อมท่อ งานเชื่อมเพลชต่อชน งานเชื่อมอัดด้วยแรงดัน และงานเชื่อมท่อด้วยแรงเสียดทาน
2. ทดสอบหาจุดบกพร่องภายในรอยเชื่อม เช่น สแลกฝังใน (Slag Inclusion) ฟองหรือโพรงอากาศ (Gas Pockets) การหลอมละลายรวมตัวของโลหะเชื่อมกับเนื้อโลหะงานไม่สมบูรณ์ (Poor Fusion) และการเกิดออกไซด์ในรอยเชื่อม
3. พิสูจน์ผลการตรวจสอบที่ได้รับจากการตรวจสอบแบบทำลายสภาพ

### 3. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดสอบด้วยการตีหัก

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบด้วยการตีหักที่สามารถจับยึดปลายชิ้นงานทดสอบด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้านได้อย่างมั่นคง คือ ปากกาจับยึดชิ้นงานด้วยโต๊ะ ซึ่งใช้ในกรณีที่ทำการหักด้วยค้อน

การทดสอบตีหักอาจทำการทดสอบโดยการใช้แรงดึง (Tension) หรือการหักขึ้นทดสอบด้วยการดัดด้วยแรง 3 จุด (Three Point Bending)

ลักษณะปากกา  
จับยึดชิ้นงาน



ลักษณะการตีหักด้วยค้อน  
โดยวางชิ้นงานบนแท่นรองเคาะ

## 4. การเตรียมชิ้นงานและวิธีการทดสอบ

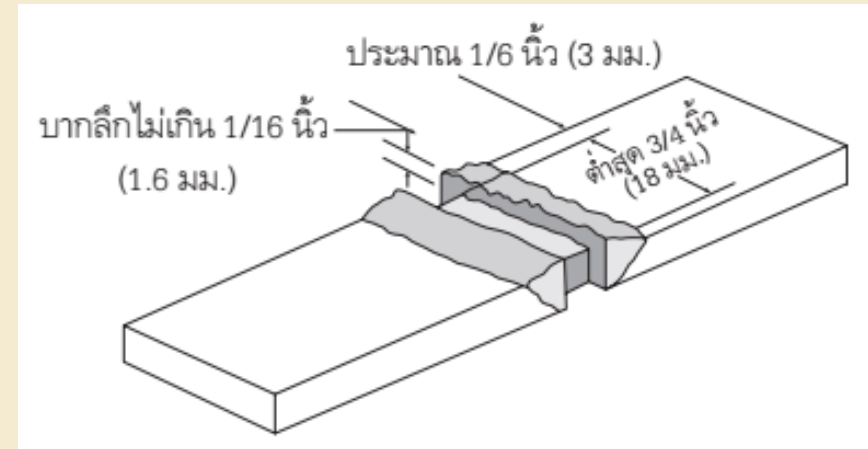
### 4.1 การเตรียมชิ้นงานในการทดสอบ

**4.1.1 ชิ้นงานทดสอบงานเชื่อมต่อน (Specimens from Butt Weld)** การเตรียมชิ้นงานทดสอบต้องตัดจากรอยต่อเชื่อมและโลหะงานเป็นรูปหน้าตัดสี่เหลี่ยมมุมฉาก ใช้ตัดด้วยวิธีกลหรือตัดด้วยเปลวไฟ บริเวณขอบของชิ้นงานต้องตกแต่งให้เรียบและขนานกัน และตรงกลางรอยเชื่อมด้านข้างจะต้องทำร่องบากด้านข้างด้วยเลื่อยมือ เลื่อยกล หรือใช้หินเจียรระไน และบากกึ่งกลางรอยเชื่อมตัดขวางกับความกว้างของส่วนเสริมความแข็งแรงด้านหน้าของรอยเชื่อม ระยะความลึกของร่องบากไม่เกิน  $1/16$  นิ้ว (1.6 มิลลิเมตร) โดยไม่ต้องเจียรระไนส่วนนูนผิวหน้าและรอยนูนด้านหลอมเหลวลึกด้านหลังของรอยเชื่อมออก



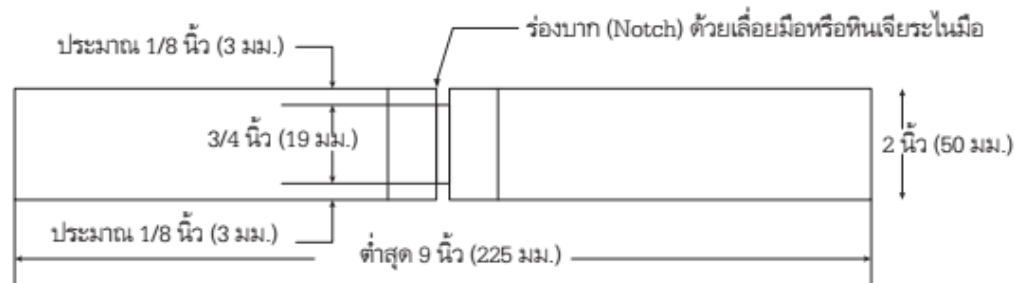
ลักษณะการเตรียมชิ้นงานทดสอบ  
งานเชื่อมต่อน

**4.1.2 ชิ้นงานทดสอบงานเชื่อมเต็มขนาด (Full-Size Specimens)** การเตรียมชิ้นงานทดสอบงานเชื่อมขนาดเล็ก อาจใช้ชิ้นงานทดสอบเท่าขนาดงานจริง และทำร่องบากที่ขอบ รอยเชื่อมด้วยเลื่อยมือเลื่อยกล หรือใช้หินเจียรระโนแผ่นบางลึก 1/8 นิ้ว (3 มิลลิเมตร) และบากกึ่งกลางรอยเชื่อมตัดขวางกับ ความกว้างของส่วนเสริมความแข็งแรงด้านหน้าของรอยเชื่อม ที่เรียกว่า “Weld Reinforcement” ระยะความลึกของร่องบาก ไม่เกิน 1/16 นิ้ว (1.6 มิลลิเมตร) โดยในการเตรียมชิ้นงาน ทดสอบอาจปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม และต้องบันทึก รูปร่างลักษณะของชิ้นงานทดสอบไว้ในรายงานผลการทดสอบ ด้วย



ลักษณะการเตรียมชิ้นงานทดสอบ  
งานเชื่อมเต็มขนาด

**4.1.3 ชิ้นงานทดสอบตีหักสองชิ้นงานเชื่อมแฟลชต่อชน (Two-inch Specimens from Flash Butt Weld)** การเตรียมชิ้นงานทดสอบตีหักจะต้องตัดชิ้นงานทดสอบจากรอยต่อและโลหะงานเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก (Rectangular Cross Section) โดยใช้การตัดด้วยวิธีกล หรือตัดด้วยเปลวไฟ หรือตัดด้วยวิธีอื่นๆ ที่เหมาะสม ด้านข้างของรอยเชื่อมของชิ้นงานทดสอบควรตรวจสอบด้วยโครงสร้างมหภาค เพื่อจะได้เห็นรอยต่อรอยเชื่อมได้ชัดเจน และทำการบากร่องด้านข้างตามแนวรอยต่อชิ้นงานทดสอบด้วยเลื่อยมือ เลื่อยกล หรือใช้หินเจียรระโนแผ่นบางลึก 1/8 นิ้ว (3 มิลลิเมตร) ระยะความลึกของร่องบากไม่เกิน 10% ของความหนาของรอยเชื่อม



ร่องบาก (Notch) ตัดขวางกับความกว้างของชิ้นงานทดสอบ ลึกไม่เกิน 10% ของความหนารอยเชื่อม



ลักษณะการเตรียมชิ้นงานทดสอบ  
ตีหักสองชิ้นเชื่อมแฟลชต่อชน

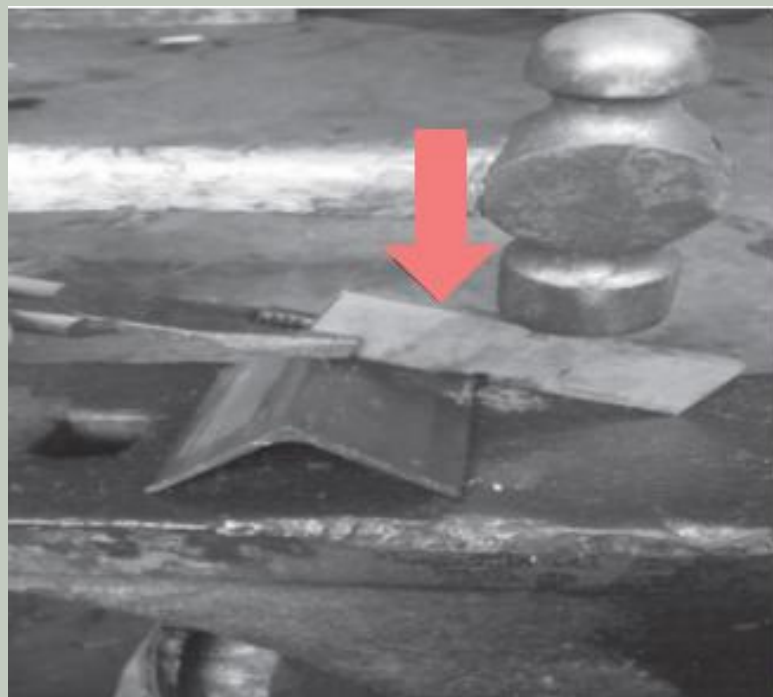
## 4.2 วิธีการทดสอบ

ในการทดสอบด้วยการตีหักรอยเชื่อม สามารถทำการทดสอบการตีหักกลางรอยเชื่อม ซึ่งมีวิธีการดำเนินการโดยการจับยึดปลายชิ้นงานทดสอบด้านหนึ่งให้แน่น แล้วใช้ค้อนตีหักกลางรอยเชื่อมด้านตรงข้ามด้วยค้อน หรือรองชิ้นงานทดสอบที่ปลายด้านหนึ่ง หรือจับปลายชิ้นงานทดสอบข้างใดข้างหนึ่งด้วยปากกาจับชิ้นงาน และใช้ค้อนตีหักปลายอีกด้านหนึ่งกลับไปกลับมาเป็นมุม 180 องศา จนกระทั่งชิ้นงานทดสอบแตกหัก

ลักษณะ  
การเตรียม  
ชิ้นงานทดสอบ  
โดยยึดกับปากกา  
จับยึดชิ้นงาน



ลักษณะการทดสอบ  
ตีหักรอยเชื่อมด้วย  
ค้อนโดยการรอง  
ปลายชิ้นงาน  
บนแท่นรองเคาะ



ลักษณะการทดสอบตีหักรอยเชื่อมด้วยค้อน  
โดยวิธีการรองปลายชิ้นงานบนแท่นรองเคาะ

## 5. ขอบเขตการยอมรับผลการทดสอบด้วยการตีหัก

ในการทดสอบเพื่อรับรองคุณสมบัติของช่างเชื่อมโดยกำหนดไว้ว่าชิ้นงานเชื่อมจะต้องผ่านการเชื่อมจากช่างเชื่อมชำนาญงาน ก่อนทำการทดสอบด้วยการตีหักจะต้องตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยการพินิจเพื่อค้นหาจุดบกพร่องของรอยเชื่อม เช่น การหลอมเหลวรอยต่อเชื่อมไม่สมบูรณ์ การหลอมทะลุ รอยแตกร้าว

กรณีที่พบจุดบกพร่อง การพิจารณาว่าผ่านเกณฑ์การยอมรับหรือไม่ คือ การเกิดการกัดขอบรอยแหว่งที่ขอบรอยเชื่อมด้านนอกของรอยเชื่อมปกคลุม จะต้องมียะยะความลึกไม่เกิน 1/32 นิ้ว (0.8 มิลลิเมตร) หรือลึกไม่เกิน 12.5% ของความหนาผนังท่อ แล้วแต่ค่าใดต่ำ ให้ใช้ค่านั้นเป็นเกณฑ์

กรณีที่เกิดการกัดขอบเป็นแนวยาวต่อเนื่อง ความยาวรวมกันแล้วจะต้องไม่เกิน 2 นิ้ว (50 มิลลิเมตร) ต่อช่วงความยาวรอยเชื่อมทั้งหมด 12 นิ้ว (300 มิลลิเมตร)

เมื่อผ่านการยอมรับการตรวจสอบด้วยวิธีการพินิจ จึงนำไปทดสอบด้วยการตีหักตามกรรมวิธีต่างๆ จนกระทั่งชิ้นงานทดสอบแตกหักออกจากกัน แล้วประเมินผลการทดสอบโดยพิจารณาผิวรอยแตกหัก ตามข้อกำหนดขอบเขตการยอมรับมาตรฐาน API 1104 (2005, P.9)

## 5.1 การทดสอบงานเชื่อมต่อชน

### 5.1.1 ตรวจสอบด้วยการพินิจแล้วจะต้องปรากฏผิวรอยห้กมีการหลอมเหลวลึก (Penetration)

ตลอดด้านล่างของรอยต่อ และมีการหลอมเหลวรอยต่อระหว่างรอยเชื่อมกับเนื้อโลหะงานเข้าด้วยกันอย่างสมบูรณ์

### 5.1.2 ขนาดฟองอากาศหรือโพรงอากาศ (Gas Pocked) จะต้องมีความใหญ่สุดไม่เกิน 1/16 นิ้ว

(1.6 มิลลิเมตร) และผลรวมของฟองอากาศที่พบทั้งหมดรวมกันแล้วจะต้องมีขนาดพื้นที่ไม่เกิน 2% ของพื้นที่หน้าตัดของชิ้นงานทดสอบ

### 5.1.3 ขนาดของสแลกหรือสารฝังใน (Slag Inclusion) จะต้องมีความลึกไม่เกิน 1/32 นิ้ว (0.8

มิลลิเมตร) ยาวไม่เกิน 1/8 นิ้ว (3 มิลลิเมตร) หรือมีความยาวไม่เกินครึ่งหนึ่งของความหนาของผนังท่อ แล้วแต่ค่าใดต่ำกว่า ให้ถือค่านั้นเป็นเกณฑ์

### 5.1.4 บริเวณถัดจากแนวที่เกิดสแลกหรือสารฝังใน (Slag Inclusion) จะต้องมีความสมบูรณ์ของ

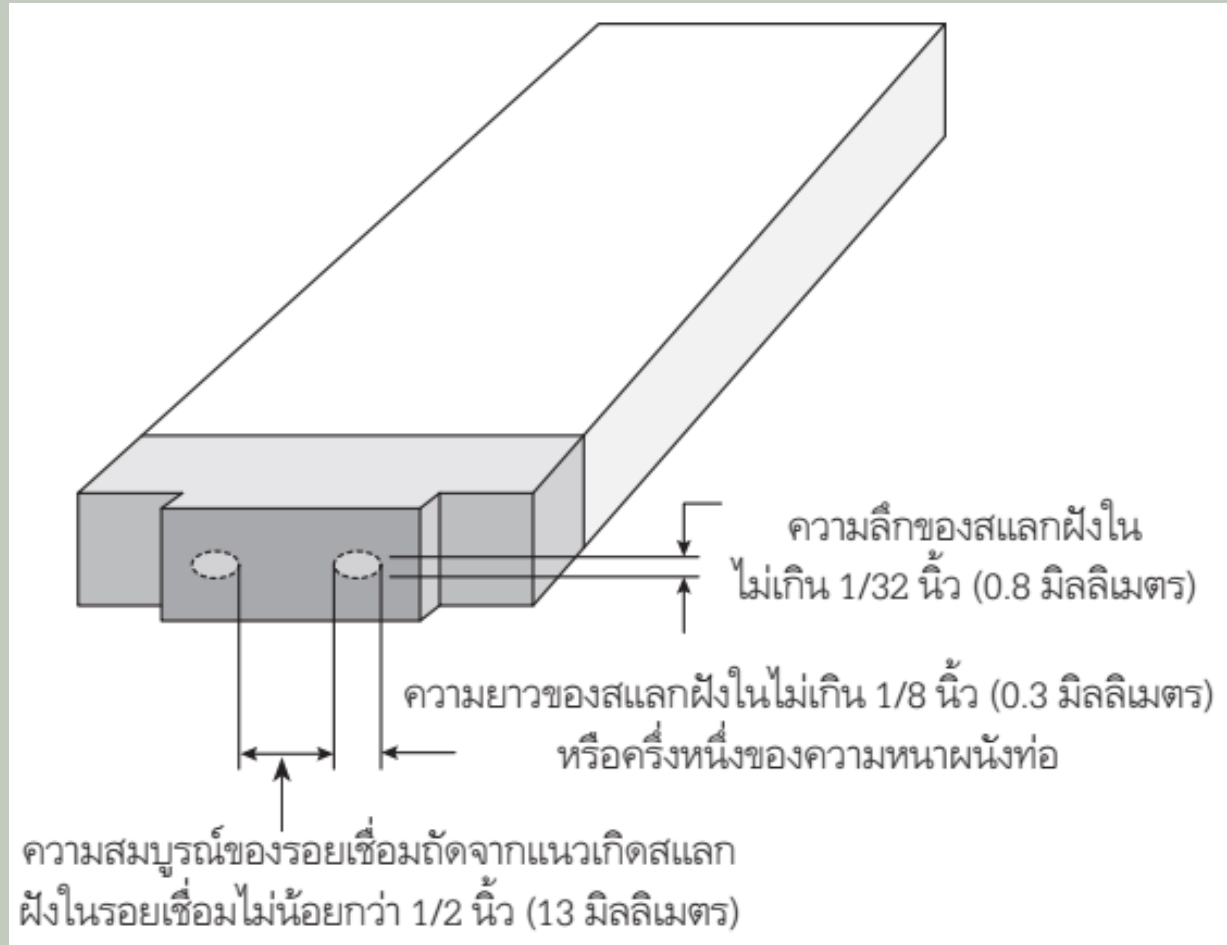
รอยเชื่อมถัดออกมาไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว (13 มิลลิเมตร)

## 5.2 การทดสอบงานเชื่อมต่อฟิลเล็ต

5.2.1 ผิวรอยหักของชิ้นงานทดสอบจะต้องมีการหลอมเหลวลึก (Penetration) รวมทั้งการหลอมเหลวเข้าด้วยกัน (Fusion) อย่างสมบูรณ์

5.2.2 ฟองอากาศหรือโพรงอากาศ (Gas Pocket) ให้พิจารณาดังนี้

- 1) ฟองอากาศขนาดใหญ่สุดไม่เกิน  $1/16$  นิ้ว (1.6 มิลลิเมตร)
- 2) ฟองอากาศทั้งหมดรวมตัวกันต้องมีพื้นที่ไม่เกิน 2% ของพื้นที่รอยหักชิ้นงานทดสอบ
- 3) ขนาดของสแลกหรือสารฝังใน (Slag Inclusion) จะต้องมีความยาวไม่เกิน  $1/32$  นิ้ว (0.8 มิลลิเมตร) ยาวไม่เกิน  $1/8$  นิ้ว (3 มิลลิเมตร) หรือมีความยาวไม่เกินครึ่งหนึ่งของความหนาผนังท่อแล้วแต่ค่าใดต่ำกว่า ให้ถือค่านั้นเป็นเกณฑ์
- 4) บริเวณถัดจากแนวที่เกิดสแลกหรือสารฝังใน (Slag Inclusion) จะต้องมีความสมบูรณ์ของรอยเชื่อมถัดออกมาไม่น้อยกว่า  $1/2$  นิ้ว (13 มิลลิเมตร)



ลักษณะของเกณฑ์การยอมรับจุดบกพร่องของผิวรอยหัก  
สำหรับชิ้นงานทดสอบการตีหัก

## สรุป

การทดสอบด้วยการตีหักรอยเชื่อมจะใช้ทดสอบหาความสมบูรณ์ของเนื้อเชื่อมในงานเชื่อมท่อ และงานเชื่อมแผ่นต่อชนและต่อฟิลเล็ต โดยได้กำหนดวิธีการเตรียมชิ้นทดสอบและกรรมวิธีทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบสมบัติเชิงกลของงานเชื่อม

ในการทดสอบเพื่อรับรองคุณสมบัติของช่างเชื่อม โดยกำหนดไว้ว่าชิ้นงานเชื่อมจะต้องผ่านการเชื่อมจากช่างเชื่อมชำนาญงาน ก่อนทำการทดสอบด้วยการตีหักจะต้องทำการตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยการพินิจเพื่อค้นหาจุดบกพร่องของรอยเชื่อม เช่น การหลอมเหลวรอยต่อเชื่อม ไม่สมบูรณ์ การหลอมทะลุ และรอยแตกร้าว

การยอมรับผลการทดสอบ มาตรฐาน ANSI/AWS B4.0 ไม่ได้กำหนดไว้ โดยต้องพิจารณาตามข้อกำหนดของขอบเขตการยอมรับตามมาตรฐาน API 1104