ISSUE 01 I JUNE 18

NOT FOR SALE

PAKORN TECHNICAL SERVICE

ENGINEERING MAGAZINE

JOURNAL

Inspection and Analysis

Failure Analysis

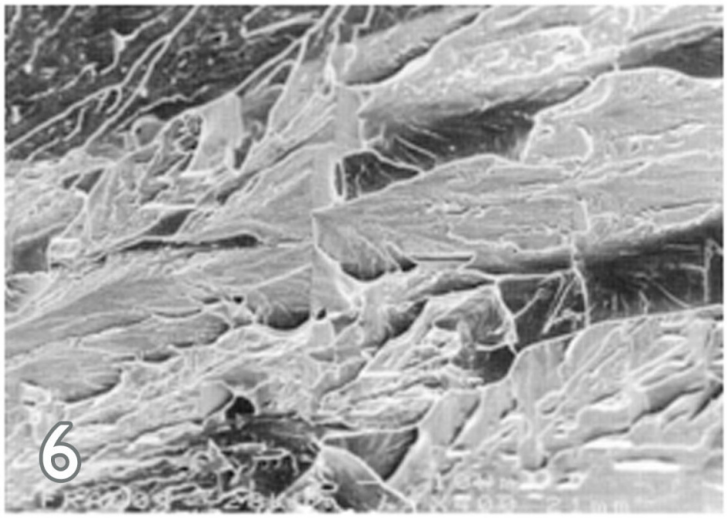
Reverse Engineering

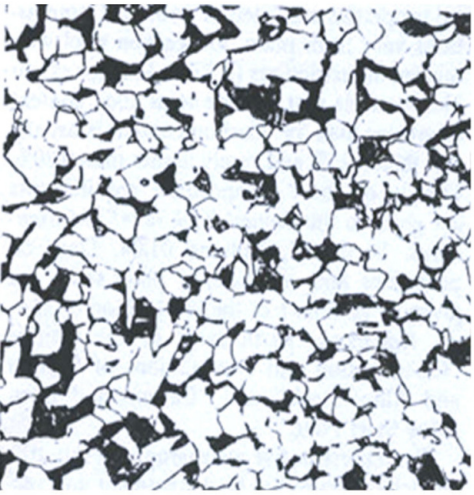
Material Engineering

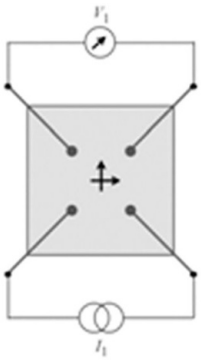
Innovative Engineering Technology

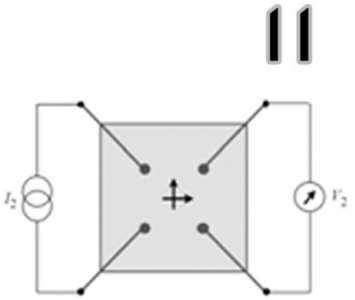
General Engineering talk

CONTENTS









page 1	Editor's talk	page 9-10	Material Engineering
page 2-5	Inspection and analysis	page 11	Innovative Engineering Technology
page 6	Failure Analysis		
page 7-8	Reverse Engineering	page 12-17	General Engineering Talk

EDITOR'S TALK

ในการทำงานทางด้านวิศวกรรมให้เกิดประสิทธิผลสูงสุดนั้นสิ่งที่จะขาดไม่ได้เลยคือความรู้ทางด้านวิชาการ ความรู้ทางด้านปฏิบัติและแนวความคิดในเชิงวิศวกรรมที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้จริงในอุตสาหกรรม ในหลายๆครั้งงานที่ออกมาไม่มีคุณภาพหรือใช้งานไม่ได้เป็นเพราะผู้ให้บริการขาดองค์ความรู้ในเชิงวิศวกรรมที่ดีทำให้ทำงานอยู่บนพื้นฐานของการลอกเลียนแบบไม่ใช่การแก้ไขหรือพัฒนาที่มีกระบวนการทางด้านวิศวกรรมรองรับ ในวารสารนี้ถูกจัดทำขึ้นเพื่อให้เห็นถึงภาพรวมของงานเน้นการประยุกต์ใช้วิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ การผลิต และ การบำรุงรักษาเครื่องจักร ประเด็นหลักได้แก่ การตรวจสอบ (Inspection) การวิเคราะห์ (Analysis) และการแก้ไขปัญหาจากทฤษฎีพื้นฐาน และ การออกแบบตามหลักการไปสู่การผลิต และ สร้างผลงานจริงให้มีประสิทธิภาพ รวมทั้งให้เห็นภาพข้างหน้าของแนวทาง ด้านวิศวกรรมว่าในอนาคตจะเดินไปทางไหนในวารสารนี้หัวข้อบทความจะถูกกำหนดตายตัวโดยการใช้วิศวกรรมย้อนรอย ชิ้นงานจริงจากลูกค้า ซึ่งแต่ละบทความจะมีประโยชน์ในการเสริมประสิทธิภาพงานโดยหัวข้อประกอบไปด้วย Inspection and Analysis, Failure Analysis, Reverse Engineering, Material Engineering, Innovative Engineering Technology และ Engineering General Talk โดยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวารสารนี้จะมีประโยชน์สำหรับผู้อ่านไม่มากก็น้อย

คณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษา สมศักดิ์ นิมิตยนต์
เรียบเรียงโดย สมศักดิ์ นิมิตยนต์
ภากร นิมิตยนต์
บรรณาธิการ ภากร นิมิตยนต์
ผู้จัดการศิลป์ สรชา นิมิตยนต์

Pakorn Nimityont

ภากร นิมิตยนต์
Managing Director

01 Inspection and Analysis

Pakorn Nimityont
PT level 2,MT level 2,UT level 2

"การตรวจสอบเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งในการประเมินสภาพของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรภายในโรงงานเพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพปราศจากความเสียหายระหว่างใช้งานโดยในบทความนี้จะนำอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการผลิตน้ำตาลมาเพื่อแสดงให้เห็นภาพและความสำคัญของการตรวจสอบในกระบวนการผลิตน้ำตาลนั้น การแยกน้ำตาลโดยเครื่องจักร Centrifugal Separation ถือว่ามีความสำคัญอย่างมากในกระบวนการผลิตดังนั้น การบำรุงรักษาและการดูแลเครื่องจักรชนิดนี้จึงเป็นสิ่งที่สำคัญที่ทางโรงงานไม่ควรละเลยเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะนำไปสู่ความสูญเสียและของประสิทธิภาพในการผลิตซึ่งการบำรุงรักษาเครื่องจักรนั้นควรมีการตรวจสอบอย่างถูกวิธีและเหมาะสมในแต่ละชนิดของอุปกรณ์เพื่อให้ได้ผลข้อมูลทางเทคนิคที่เป็นจริงและ**สามารถแก้**ไขความเสียหายได้อย่างตรงจุด ทางบริษัทจึงได้ออกแบบการตรวจสอบ Basket ชนิดต่างๆเพื่อให้ผลที่ได้สามารถนำไปวิเคราะห์และ แก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องแม่นยำ"

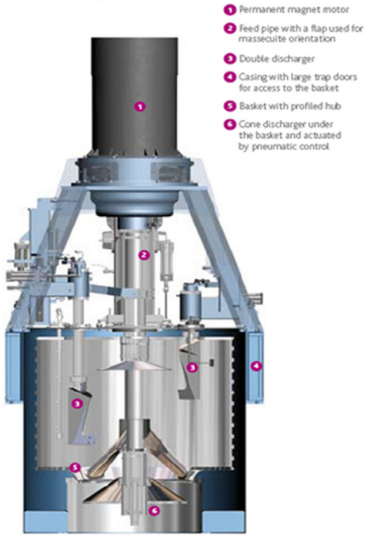
Sugar Basket Inspection(การตรวจสอบอุปกรณ์หม้อปั่นน้ำตาล

ชนิดของหม้อปั่น (Type of Centrifugal Separation Basket)

ในกระบวนการแยกน้ำตาลออกจาก Massecuite นั้นมีประเภทของอุปกรณ์ที่ใช้ในการแยก อยู่ 2 ชนิดคือ

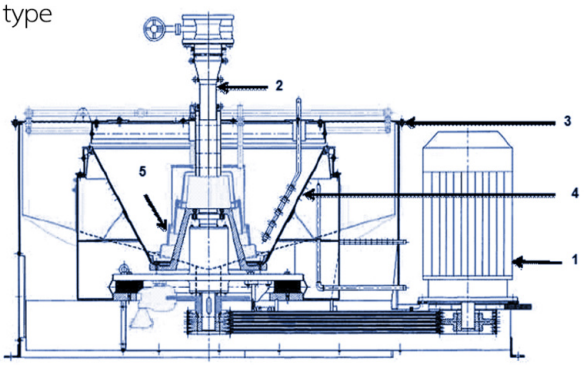
1.1 Discontinuous Centrifugal Basket

เป็นหม้อปั่นชนิดที่มีการทำงานเป็นช่วงๆตามลำดับขั้นตอนหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "Batch Type" โดยจะเป็นหม้อปั่นที่ใช้ปั่นน้ำตาลที่มีคุณภาพสูงสุด



2.2 Continuous Centrifugal Basket

เป็นหม้อปั่นชนิดที่มีการทำงานต่อเนื่องโดยจะปั่นแยกน้ำตาลที่มีคุณภาพต่ำกว่า แต่มีลักษณะความเร็วรอบที่สูงกว่าแบบ Discontinuous type



1 Permanent magnet motor I 2 Feeding pipe used for massecuite orientation
3 Casing I 4 Basket I 5 Booster Distribution.

ขั้นตอนการตรวจสอบสภาพ (Inspection Procedure)

การตรวจสอบหม้อปั่นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบตามลักษณะอุปกรณ์ ดังนี้

2.1 Discontinuous Type (Batch Type)

การตรวจสอบหม้อปั่นชนิด Discontinuous Type นั้นสามารถตรวจสอบได้โดยมี วิธีการตรวจสอบดังนี้

2.1.1 Centering Inspection

2.1.2 Nondestructive Testing (Magnetic Particle Testing, Penetrant Testing)เพื่อหารอยแตกร้าวตามจุดCritical Component

2.1.3 Thickness Measurement (วัดความหนาของ Shell) โดย Ultrasonic Thickness Measurement

2.1.4 HUB Inspection การตรวจสอบสภาพของ HUB ที่เป็นจุดถ่ายแรงสู้ตัว Basket

2.1.5 Metallographic replication (Additional) เพื่อหาชนิดของรอยแตกร้าว (Crack) หรือ สภาพของวัสดุที่มีการใช้งานมา

2.1.1 Centering Inspection

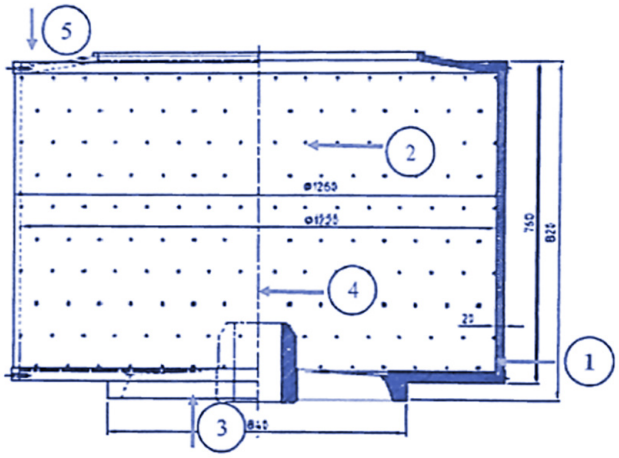
การตรวจสอบการบิดเบี้ยวจะต้องทำการเช็คศูนย์ (Center) และ Alignment ถ้ามีการเบี้ยวหรือไม่ได้ศูนย์จะต้องมีการแก้ไขเพื่อป้องกันไม่ให้เกิด unbalance ขึ้นที่ตัวหม้อปั่น (Basket) ป้องการความเสียหาย ที่จะส่งผลกระทบไปสู่ part อื่นๆ

01 Inspection and Analysis

2.1.2 NonDestructive Testing by Magnetic Particle Testing or Penetrant Testing เพื่อหารอยแตกร้าว

ในการตรวจสอบรอยแตกร้าวนั้นจะใช้กระบวนการ Magnetic Particle Testing เพื่อหารอยแตก บนเนื้อวัสดุที่เป็น Carbon Steel และ Penetrant Testing ในวัสดุที่เป็น Stainless Steel โดยทั้งสองการทดสอบจะใช้ Fluorescent Type เพื่อเพิ่ม Sensitivity ของการตรวจสอบโดยหม้อปั่น Batch Type จะมีจุด critical ที่ต้องทำการตรวจสอบดังนี้

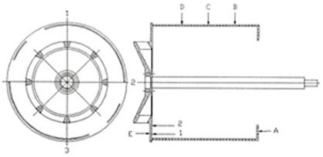
2.1.2.1 Welding between Shell and bottom
2.1.2.2 Shell of basket between holes
2.1.2.3 Bottom Plate
2.1.2.4 Welding line of the shell joint
2.1.2.5 Welding between top plate and shell



2.1.3 Thickness Measurement (วัดความหนาของ Shell)

ในการตรวจสอบความหนาของหม้อปั่น (Basket Batch Type) จะมีการวัดเป็นช่วงเพื่อประเมินความหนาของ Shell หม้อปั่นเนื่องจากหม้อปั่นที่มีการใช้งานในส่วน Shell จะเกิดการสึกทำให้ ความหนาของ shell ลดลง โดยความหนาที่ลดลงอย่างมากอาจส่งผล ให้ shell เกิดการฉีกขาดได้

Name	Point	1	2	3	4
Basket Batch Type	A	5.26	5.34	4.99	5.29
	B	5.31	5.30	5.30	5.34
	C	5.25	5.36	5.24	5.31



2.1.4 HUB Inspection

การตรวจสอบสภาพของ HUB ที่เป็นจุดถ่ายแรงจากเพลาสู่ Basket นั้นเป็นสิ่งที่ สำคัญอย่างยิ่ง ในกรณีนี้การตรวจสอบ ความหนาของแกน Hub และ รอยร้าวด้วย NDT (PT/MT) จะเป็นสิ่งที่สามารถป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นได้

HUB Inspection

2.2 Continuous Type (Type C)

การตรวจสอบหม้อปั่นชนิด Continuous Type นั้นสามารถตรวจสอบได้โดยมี วิธีการตรวจสอบดังนี้

2.2.1 Centering Inspection
2.2.2 Nondestructive Testing (Magnetic Particle Testing, PenetrantTesting) เพื่อหารอยแตกร้าวตามจุดCritical Component
2.2.3 Thickness Measurement (วัดความหนาของ Shell) โดย Ultrasonic Thickness Measurement
2.2.4 Metallographic replication (Additional) เพื่อหาชนิดของรอยแตกร้าว (Crack) หรือ สภาพของวัสดุที่มีการใช้งานมา

2.2.1 Centering Inspection

การตรวจสอบการบิดเบี้ยวจะต้องทำการเช็คศูนย์ (Center) และ Alignment ถ้ามีการเบี้ยวหรือไม่ได้ศูนย์จะต้องมีการแก้ไข เพื่อป้องกันไม่ให้เกิด unbalance ขึ้นที่ตัวหม้อปั่น (Basket) ป้องกันความเสียหายที่จะส่งผลกระทบไปสู่ part อื่นๆ โดยในหม้อปั่นชนิด Continuous Type นั้นจะมี ความเร็วรอบในการทำงานสูงกว่า ชนิด Discontinuous Type ดังนั้นการบิดเบี้ยวอาจนำไปสู่ความเสียหายที่รุนแรงกว่าได้

NAME	POINT	1	2	3	4
หม้อปั่นตัวที่ 1	A				
	B				
หม้อปั่นตัวที่ 2	A	-0.5	0.0	0.0	1.0
	B	-0.8	0.0	0.0	-0.1
หม้อปั่นตัวที่ 3	A	0.4	0.2	-1.0	0.5
	B	0.5	0.1	0.0	0.8
หม้อปั่นตัวที่ 4	A	0.1	0.1	0.0	0.0
	B	0.2	0.2	0.0	0.0
หม้อปั่นตัวที่ 5	A	-0.4	-0.2	0.0	0.1
	B	-1.2	-0.4	0.0	0.4
หม้อปั่นตัวที่ 6	A	0.0	-0.3	0.0	0.0
	B	0.2	-0.4	0.0	0.2
หม้อปั่นตัวที่ 7	A	0.3	0.1	0.0	0.3
	B	0.3	0.2	0.0	0.3

01 Inspection and Analysis

2.2.2 Non-Destructive Testing by Magnetic Particle Testing or Penetrant Testing เพื่อหารอยแตกร้าว

ในการตรวจสอบรอยแตกร้าวนั้นจะใช้กระบวนการMagnetic Particle Testing เพื่อหารอยแตก บนเนื้อวัสดุที่เป็น Carbon Steel และ Penetrant Testing ในวัสดุที่เป็น Stainless Steel โดยทั้งสองการทดสอบ จะใช้ Fluorescent Type เพื่อเพิ่ม Sensitivity ของการตรวจสอบโดยหม้อปั่น Continuous Type จะมีจุด critical ที่ต้องทำการตรวจสอบดังนี้

2.2.2.1 Welding between Shell and bottom

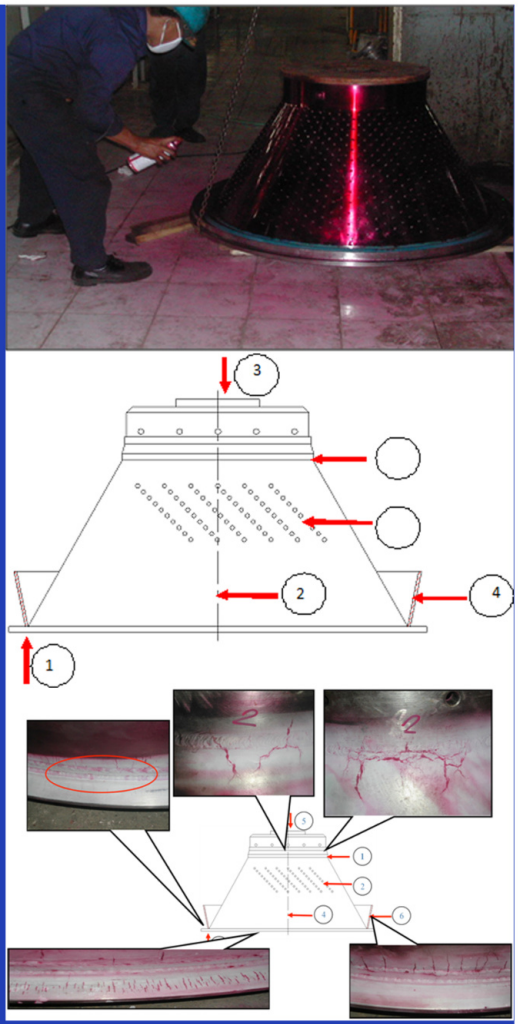
2.2.2.2 Shell of basket between holes

2.2.2.3ตรวจหาCrackบริเวณแนวเชื่อมด้านบนและด้านหลังรอบแหวนหม้อปั่น

2.2.2.4 ตรวจหา Crack บริเวณแนวเชื่อมต่อของ Shell

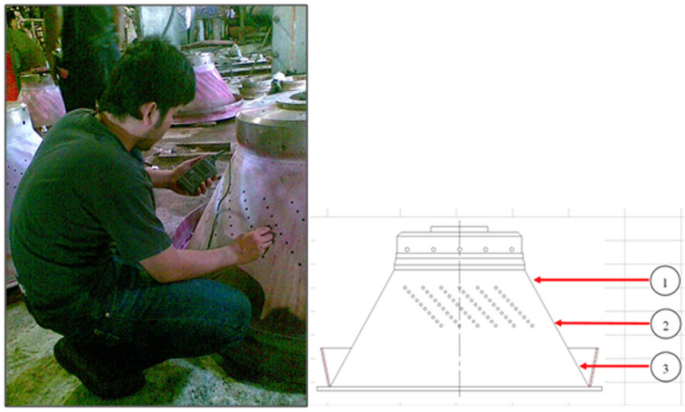
2.2.2.5 ตรวจหา Crack บริเวณดุมกลาง รูยึดสกรูกับเพลา

2.2.2.6 ตรวจหารอย Crack รอบตัวใบครีบ



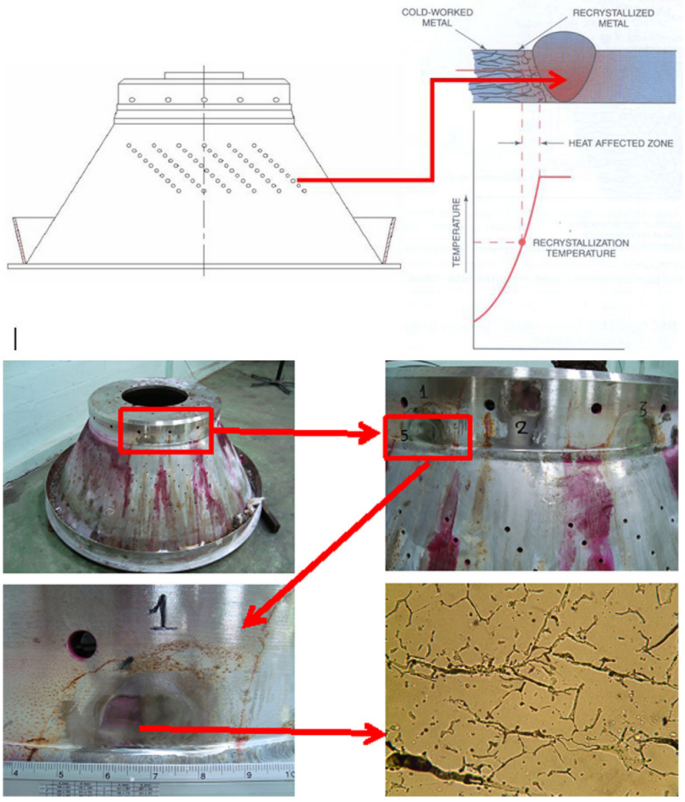
2.2.3 Thickness Measurement (วัดความหนาของ Shell)

ในการตรวจสอบความหนาของหม้อปั่น (Basket Batch Type) จะมีการวัดเป็นช่วงเพื่อประเมินความหนาของ Shell หม้อปั่นเนื่องจากหม้อปั่นที่มีการใช้งานในส่วน Shell จะเกิดการสึกทำให้ ความหนาของ shell ลดลง โดยความหนาที่ลดลง อย่างมากอาจส่งผล ให้ shell เกิดการฉีกขาดได้



2.2.4 Metallographic replication (Additional)

เพื่อหาชนิดของ รอยแตกร้าว (Crack) หรือ สภาพของวัสดุที่มีการใช้งานมาโดยวิธีการทดสอบนั้นจะทำการเตรียมผิวชิ้นงานโดยการขัดละเอียด และใช้สารเคมีกัด เพื่อดูโครงสร้าง โดยจะใช้ Film ลอกลายโครงสร้างทางจุลภาคมาทำการวิเคราะห์



01 Inspection and Analysis

Case Study

ในกรณีตัวอย่างนี้ได้แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของการตรวจสอบหม้อปั่น (Basket Inspection) เพื่อป้องกันความเสียหายระหว่างใช้งานหม้อปั่น (Batch Type) ใบนี้ได้ถูกตรวจสอบตามกระบวนการตรวจสอบหม้อปั่นที่ทาง บริษัทฯ กำหนดในจุด Critical ต่างๆดังแสดงในภาพ 1

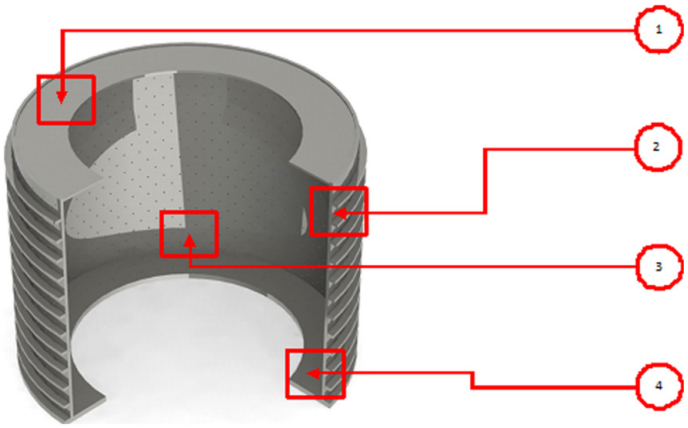


Figure 1 Basket Inspection position

โดยผลลัพท์ของการตรวจสอบนั้น พบความเสียหายที่บริเวณแหวน (Hoop) ของหม้อปั่นโดยพบรอยร้าว (Crack) (ภาพที่ 2) กระจาย โดยรอบแหวนในทุกๆเส้นซึ่งความเสียหายนี้เป็นความเสียหายที่อันตรายมากเนื่องจาก รอยร้าว (Crack) มี โอกาส ที่จะ Propagate จนในที่สุดทำให้แหวนเกิดการแตกร้าวหลุดออกที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างใช้งานและทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ใกล้เคียงหรืออันตรายต่อผู้ใช้งานได้

Figure 2: Indication shown on the hoop by Penetrant Testing

ซึ่งทางบริษัทฯได้ทำการวิเคราะห์อย่างละเอียดโดยใช้กระบวนการ Microstructure Analysis เพื่อที่จะดูลักษณะรอยร้าวที่เกิดขึ้นโดยได้ทำการขัดเตรียมผิว (ภาพที่ 3), Etching และ ส่องด้วยกล้อง Microscope (ภาพที่ 4) เพื่อวิเคราะห์ลักษณะ โครงสร้างทางจุลภาคและลักษณะรอยแตกร้าวในระดับจุลภาค (Micro)

Figure3:Grinding process in MicrostructureAnalysis technique
Figure4:Using portable microscope to analyse micrograph

จากขั้นตอนการทำ Microstructure Analysis ผลลัพท์ที่ได้คือ Micrograph (ภาพที่ 5) ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์ในเชิงลึกได้จากภาพแสดงให้เห็นถึงรอยแตกร้าวมีความรุนแรงที่จะนำไปสู่ความเสียหายที่มากขึ้นหากไม่ได้รับการแก้ไข

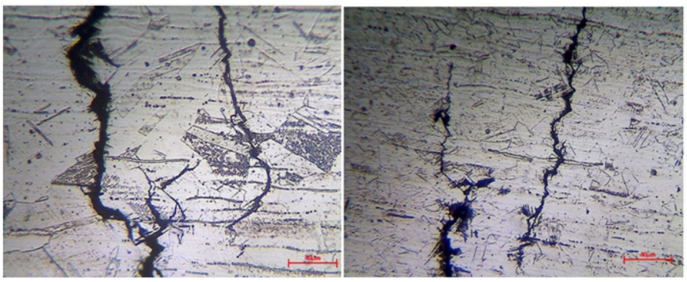


Figure 5: Micrograph at defect area

ในเชิงโลหวิทยานั้น Micrograph เหล่านี้สามารถสรุปได้ว่า
“ Micrograph show structure of Austenite with twin bands. Cracks propagate through grain boundaries (trans-granular mode)”ซึ่งผลนี้สามารถนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของรอยแตกร้าวนี้ได้โดยจากผลลัพท์นี้ได้แนะนำให้ทำการเปลี่ยนแหวน (Hoop) ของหม้อปั่น (ในส่วนอื่นไม่พบความเสียหาย) เพื่อให้ความแข็งแรงของแหวนกลับไปสู่เกณฑ์ปกติไม่เกิดการแตกระหว่างใช้งานเพื่อให้หม้อปั่น (Basket) มี Reliability ที่สูงขึ้นเป็นแนวทางนำไปสู่ Zero Breakdown (สามารถอ่านเพิ่มเติมได้ใน หัวข้อ Engineering Talk) ได้จากกรณีนี้ทำให้เห็นได้อย่างชัดเจนถึงความเสียหายที่เกิดขึ้นจริงในอุตสาหกรรมและประโยชน์อันมหาศาลของการตรวจสอบเพื่อป้องกันความเสียหายในระหว่างใช้งานที่จะทำให้สูญเสียทั้งรายได้ ทรัพย์สิน และอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน

TO BE CONTINUED

02 Failure Analysis

"การวิเคราะห์ความเสียหายของชิ้นงานอุปกรณ์หรือเครื่องจักรมีความสำคัญมากในด้านวิศวกรรม เพราะในปัจจุบันเครื่องจักรที่เกิดความเสียหายซ้ำๆโดยปราศจากการแก้ไขสาเหตุที่แท้จริงทำให้สูญเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมากรวมทั้งส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตและผู้ใช้งานศาสตร์ ทางด้านการวิเคราะห์นี้จะทำให้ทราบถึงสาเหตุที่แท้จริงของความเสียหายด้านวิศวกรรมซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลในการป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายซ้ำขึ้นอีกในอนาคต ในบทความนี้จะยกถึงความเสียหายหนึ่งในตัวอย่างของศาสตร์ของ Fracture mechanic"

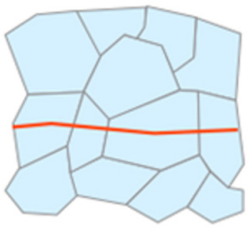
Pakorn Nimityont
Managing Director,Pakorn Technical Service

Brittle and ductile fracture

การแตกหักของวัสดุที่เป็นโครงร่างผลึกสามารถจำแนกได้เป็นสองชนิด คือ

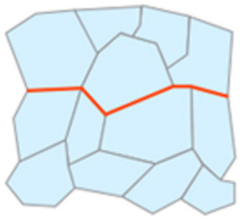
1.Transgranular fracture

รอยแยกจะเกิดขึ้นภายในเกรนซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ในการแตกแบบเหนียว(ductile)และการแตกแบบเปราะ(brittle)โดยส่วนมากการแตกหักลักษณนี้จะเกิดจาก fatique load หรือ stress corrosion craking



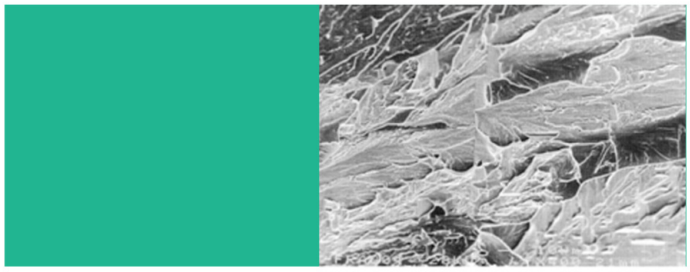
2. Intergranular fracture

รอยแยกจะเกิดขึ้นตามขอบเกรนโดยส่วนมากการแตกลักษณะนี้จะเกิดขึ้นจาก creep หรือ stress corrosion craking



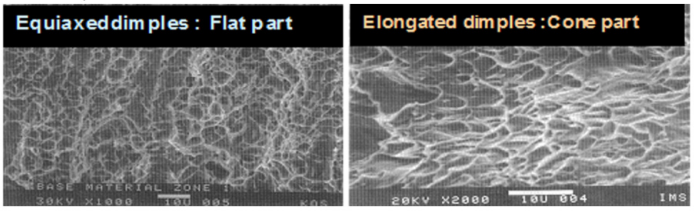
Brittle fracture

การแตกหักแบบนี้จะมีลักษณะการแตกแบบผ่าเกรน (transgranular) ซึ่งบางครั้ง เรียกว่า cleavage วัสดุที่เกิดความเสียหายในลักษณะนี้จะไม่เกิด plastic deformation หรือสังเกตง่ายๆคือจะไม่ค่อยเกิดการเปลี่ยนรูปก่อนการแตกหักรวมทั้งการเสียหายลักษณะนี้จะเกิดแบบเฉียบพลัน นอกจากนั้น Brittle fracture ยังสามารถเกิดได้ในลักษณะของการแตกตามขอบเกรน (Intergranular) ซึ่ง ลักษณะ การแตกหักนี้ส่วนมากจะเกิดขึ้นจากสิ่งเจือปน เช่น ฟอสฟอรัส หรือ ซัลเฟอร์ ที่จะไปเกาะตามขอบเกรนทำให้แรงยึดระหว่างเกรนลดลง



Ductile fracture

การแตกหักลักษณแบบนี้จะเกิด plastic deformation (necking) หรือการเปลี่ยนรูปของวัสดุก่อนการเสียหายโดยส่วนมากวัสดุที่มีtoughness สูงจะเกิดการแตกหักลักษณะนี้โดยเนื้อวัสดุจะค่อยๆแยกจากกันทำให้เกิดช่องว่าง (void) หลักจากนั้น void จะค่อยๆรวมตัวเกิดเป็นรอยร้าว (crack) และเกิดการเสียหายตามมาการแตกหักแบบนี้จะทำให้เกิดผิวหยาบขรุขระ

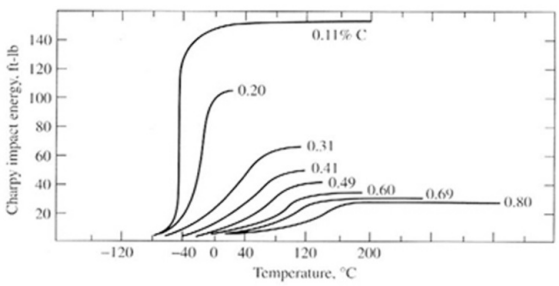


Ductile – brittle Behavior

วัสดุสามารถเปลี่ยนคุณสมบัติจาก ductile ไปเป็น brittle ได้ในช่วงอุณหภูมิหนึ่ง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้สามารถศึกษาได้โดยใช้ The charpy V-notch (CVN) impact test ขั้นตอนการทดสอบ Charpy impact test

1. ถอดแท่งวัสดุออกจากตัวกลางที่ให้ความเย็น หรือความร้อน
2. นำแท่งวัสดุวางในแท่นภายในเครื่อง impact test ในลักษณะแนวนอน
3. หลังจากทิ้งไว้ 5 วินาที ปล่อย striker ลงบนแท่งวัสดุ
4. อ่านค่าพลังงานที่แท่งวัสดุสามารถดูดซับได้

หมายเหตุ striker นั้นสามารถติดตั้ง strain gauges เพื่อใช้ในการอ่านค่า แรงในช่วงของเวลาได้นอกจากนั้นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ ductile – brittle transition สำหรับ steel นั้นคือปริมาณ คาร์บอน ฟอสฟอรัส และ อาร์เซนิก ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้อุณหภูมิการเปลี่ยนแปลง (transition temperature) เพิ่มขึ้นซึ่งเป็นผลเสียต่อวัสดุอย่างไรก็ตามปริมาณ นิเกิล ซิลิคอน แมงกานีส และ ทองแดง ที่เพิ่มขึ้นจะไปลดอุณหภูมิการเปลี่ยนแปลงทำให้วัสดุเปลี่ยนคุณสมบัติการ brittle ไปเป็น ductile ได้ที่อุณหภูมิที่ต่ำลง เป็นผลดีต่อวัสดุที่สามารถรับ impact load ได้ดีขึ้น



TO BE CONTINUED
PAGE I 6

03 Reverse Engineering

Somsak Nimityont
Consultant, Pakorn Technical Service

"วิศวกรรมย้อนรอย (Reverse Engineering) เป็นกระบวนการผลิตชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์และหรืออุปกรณ์ต่างๆขึ้นเองโดยอาศัยการตรวจสอบข้อมูลทางเทคนิคและข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์และหรืออุปกรณ์ต้นแบบ ดังนั้นการทำวิศวกรรมย้อนรอยอย่างเต็มรูปแบบจึงเกี่ยวข้องกับการสืบค้นข้อมูลทางเทคนิค การย้อนรอยขนาดและรูปร่างของต้นแบบวัสดุและกรรมวิธีการผลิตชิ้นส่วนแต่ละชิ้นการประกอบชิ้นส่วนต่างๆเป็นอุปกรณ์หรือระบบรวมทั้งการตรวจสอบคุณสมบัติและสมรรถนะของผลิตภัณฑ์ทั้งในและระหว่างการผลิตและระหว่างการใช้งาน"

Reverse Engineering System

วัตถุประสงค์

ในปัจจุบันผู้ประกอบการในภาคธุรกิจอุตสาหกรรมได้ให้ความสนใจกับการทำวิศวกรรมย้อนรอยเนื่องจากเหตุผลตามสภาพธุรกิจและความจำเป็นต่างๆกันเช่น

-ต้องการ “ถอดแบบ” ผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากที่อื่นเช่นจากบริษัทคู่แข่งหรือจากบริษัทต่างประเทศเพื่อศึกษาว่าผลิตภัณฑ์นั้นได้รับการออกแบบและผลิตมาอย่างไร
-ต้องการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ของตนเองที่มีอยู่เนื่องจากไม่มีแบบวาดและมี รายละเอียดข้อกำหนดทางเทคนิคไม่ครบถ้วน
-ต้องการผลิตชิ้นส่วนอะไหล่ใช้แทนชิ้นส่วนเดิมซึ่งเกิดความเสียหายเนื่องจากผู้ผลิตไม่ได้ทำการผลิตชิ้นส่วนดังกล่าวอีกต่อไปหรือเนื่องชิ้นส่วนของแท้จากต่างประเทศมีราคาแพงรวมทั้งอาจจัดส่งด้วยความล่าช้าทำให้ไม่ทันต่อความจำเป็นในการ ใช้งาน

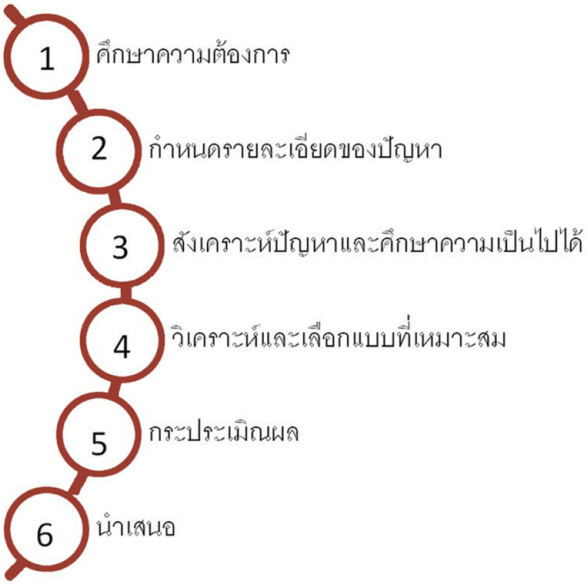
ความรู้พื้นฐานของงานวิศวกรรมย้อนรอย

ความรู้พื้นฐานของวิศวกรรมย้อนรอยนั้นแบ่งออกเป็น 5 อย่างคือ

1. ความรู้ด้านการออกแบบ(Design and Drawing)
2. ความรู้ด้านวัสดุ(Material Selection)
3. ความรู้ด้านการตรวจสอบ(Inspection)
4. ความรู้ด้านการผลิตและการขึ้นรูป(Process)
5. ความรู้ด้านการวิเคราะห์ความเสียหาย(Failure Analysis)

1.ความรู้ด้านการออกแบบ(Design and Drawing)

การออกแบบที่มีประสิทธิภาพควรจะทำตาม flow chart ดังต่อไปนี้



2. ความรู้พื้นฐานด้านวัสดุ (Material Selection)

การศึกษาทางด้านMaterial นั้นสามารถแบ่งออกเป็น2 กลุ่มคือ

2.1 Material science (วัสดุศาสตร์) คือศาสตร์ที่เกี่ยวกับการค้นคว้าหาความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับลักษณะของโครงสร้างภายในสมบัติต่างๆและกระบวนการผลิตเหล่านั้น

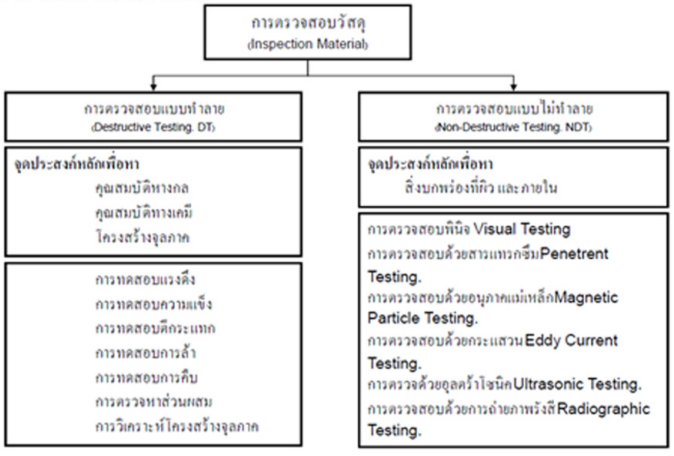
2.2 Material Engineering (วัสดุวิศวกรรม) คือศาสตร์ที่เกี่ยวกับหลักการ ขั้นพื้นฐานและการประยุกต์ความรู้

3 ความรู้พื้นฐานด้านการตรวจสอบ (Inspection)

การตรวจสอบสามารถแบ่งออกเป็น2 ประเภทคือ

3.1 การตรวจสอบแบบทำลาย(Destructive test [DT]) เป็นการตรวจสอบโดยที่ต้องทำลายชิ้นงานและชิ้นงานที่นำมาตรวจสอบจะไม่สามารถนำมาใช้งานได้อีก

3.2 การตรวจสอบแบบไม่ทำลาย(Non-Destructive test [NDT]) เป็นการตรวจสอบโดยที่ไม่ต้องทำลายชิ้นงานสามารถตรวจสอบชิ้นงานขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานอยู่ได้แล้วชิ้นงานที่นำมาตรวจสอบสามารถนำไปใช้งานได้



4. ความรู้พื้นฐานด้านการผลิตและการขึ้นรูป(Process)

ในขบวนการผลิตที่เกี่ยวของกับงานวิศวกรรมย้อนรอยมีความหลากหลายจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญในการเลือกใช้เพื่อให้ผลิตชิ้นส่วนต่างๆได้อย่างเหมาะสมด้วยความรู้ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการผลิตจะทำให้การทำวิศวกรรมย้อนรอยเป็นไปได้อย่างสมบูรณ์กระบวนการผลิตทั่วไปในปัจจุบันมีดังนี้

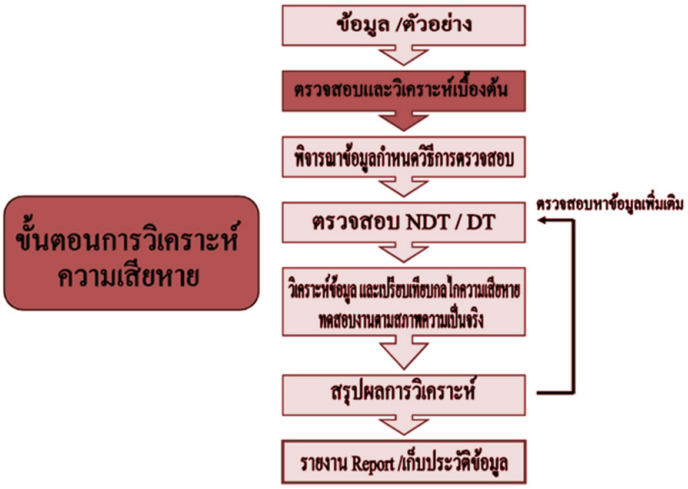
- การหล่อ (Casting / Foundry Process)
- การทุบขึ้นรูป (Forging)
- การรีด (Rolling)
- การรีดอัดขึ้นรูป (Extrusion)
- การกดอัดขึ้นรูป (Press Working)
- การกลึงแต่งขึ้นรูป (Machining)

03 Reverse Engineering

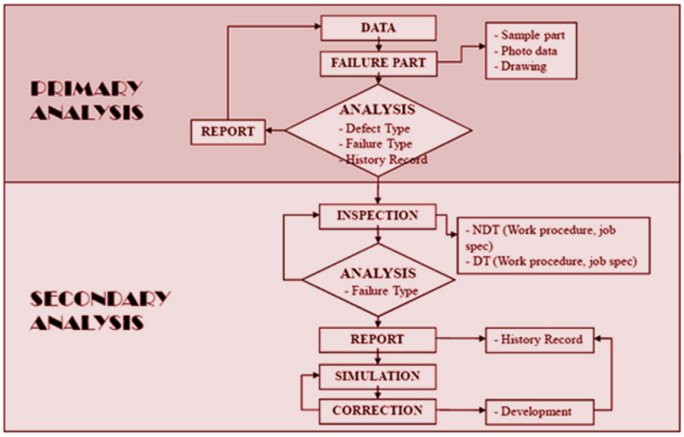
5. ความรู้ด้านการวิเคราะห์ความเสียหาย(Failure Analysis)

การวิเคราะห์ความเสียหายนั้นมีความสำคัญยิ่งในกระบวนการทำ Reverse Engineering หรือ วิศวกรรมย้อนรอย เนื่องจากการที่จะทำการซ่อมแซมหรือผลิตอะไหล่ทดแทนที่มีประสิทธิภาพนั้นต้องคำนึงถึงสาเหตุที่ส่งผลให้เกิดความเสียหายก่อนเพื่อที่ในการผลิตทดแทนนั้นจะได้ชิ้นงานที่มีการออกแบบ หรือ การพัฒนา ให้ปราศจากความเสียหายจากสาเหตุเดิมหรือลดความเสี่ยงในการที่จะเกิดปัญหาเดิมซ้ำอีกในอนาคต

ขั้นตอนการวิเคราะห์ความเสียหาย

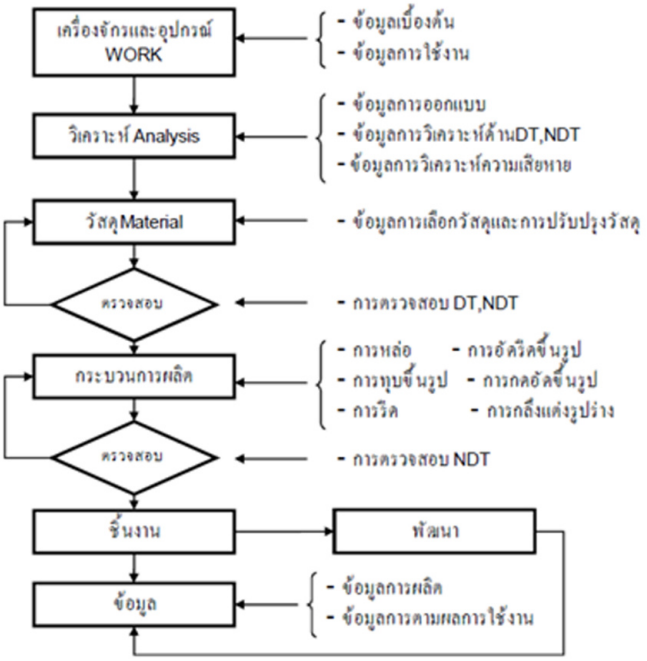


แผนภาพแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ความเสียหาย



แผนภาพแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ความเสียหาย

โดยความรู้พื้นฐานของการทำวิศวกรรมย้อนรอยนั้นมีผลอย่างยิ่งเพื่อให้ชิ้นงานที่ทำขึ้นทดแทนนั้นมีประสิทธิภาพใกล้เคียงเดิมหรือดีกว่าเดิม สามารถสรุปขั้นตอน การทำวิศวกรรมย้อนรอยได้ดังนี้



TO BE CONTINUED

04 Material Engineering

Somsak Nimityont
Consultant, Pakorn Technical Service

"วัสดุ: คือ สิ่งที่ประกอบด้วยสารต่างๆ หรือสารประกอบที่ทำขึ้นเพื่อใช้งานตามที่เราต้องการ การพิจารณาวัสดุ: สิ่งที่เกี่ยวข้องกับสาขา "วัสดุศาสตร์" จะมุ่งเน้นในเชิงวิทยาศาสตร์ นั้นหมายถึง การศึกษาค้นคว้าความรู้ขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับโครงสร้างภายในสมบัติ และกระบวนการผลิตวัสดุเป็นหลัก ส่วนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสาขา "วัสดุวิศวกรรม" จะมุ่งเน้นในเชิงวิศวกรรมนั้น หมายถึงการประยุกต์ใช้ความรู้ขั้นพื้นฐานอันเกี่ยวข้องกับวัสดุศาสตร์บางส่วนร่วมกับการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับวัสดุเพื่อเปลี่ยนให้เป็นผลิตผล อย่างเหมาะสมตามที่สังคมต้องการ"

Material Selection

วัสดุศาสตร์

โครงสร้างอะตอมของวัสดุ
พันธะอะตอมของวัสดุ
โครงสร้างผลึกของวัสดุ
ความไม่สมบูรณ์ของผลึกภายในเนื้อวัสดุ
อื่นๆ

วัสดุวิศวกรรม

-คุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิด
-การออกแบบเพื่อนำมาใช้งานให้เหมาะสมเลือกวัสดุใช้งานตามมาตรฐาน
-การเลือกวัสดุใช้งานตามสภาวะให้เหมาะสม
-อื่นๆ

การจำแนกของวัสดุ:การแบ่งวัสดุในทางวิศวกรรมจะใช้โลหะเป็นตัวจำแนกเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งจะสามารถแบ่งออกได้เป็น

1. ประเภทโลหะ (Metallic) ซึ่งแบ่งย่อยเป็น 2 ชนิด คือ

1.1 โลหะที่เป็นเหล็ก (Ferrous Metal) ได้แก่ เหล็กกล้า (Steel) เหล็กหล่อ (Cast Iron) เหล็กบริสุทธิ์ (wrought Iron) หรือโลหะอื่นที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบหลัก (Iron Base Metal) เช่น เหล็กกล้าผสม (Alloy Steel) เหล็กไร้สนิม (Stainless Steel) หรือเหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon Steel) เป็นต้น

1.2 โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก (Non Ferrous Metal) คือ โลหะที่ไม่มีธาตุเหล็กเป็น องค์ประกอบ เช่น ตะกั่ว (Lead) ทองแดง (Copper) สังกะสี (Zinc) ดีบุก (Tin) อลูมิเนียม (Aluminium) แมกนีเซียม (Magnesium) และโลหะผสมของโลหะ เหล่านี้ เช่น ทองเหลือง (Brass) บรอนซ์ (Bronze)

2. ประเภทอโลหะ (Non-Metallic) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 วัสดุธรรมชาติเช่น ยางธรรมชาติ ไม้ หิน ทราย

2.2 วัสดุสังเคราะห์เช่นซีเมนต์ เซรามิก ยางสังเคราะห์ พลาสติก อิฐทนไฟ

ตัวอย่างกลุ่มเหล็กและลักษณการใช้งาน

1. เหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon steels)

เหล็กกล้าคาร์บอนคือเหล็กที่มีส่วนผสมระหว่างธาตุเหล็กกับธาตุคาร์บอนผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสมซึ่งสามารถนำมาใช้งานได้โดยธาตุคาร์บอนจะแสดงคุณสมบัติด้านความแข็งแรงให้แก่เนื้อเหล็กเป็นหลัก และแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. เหล็กคาร์บอนต่ำ: คาร์บอนต่ำกว่า 0.20% (โดยน้ำหนัก)
2. เหล็กคาร์บอนปานกลาง: คาร์บอนอยู่ระหว่าง 0.20-0.50% (โดยน้ำหนัก)
3. เหล็กคาร์บอนสูง: คาร์บอนมากกว่า 0.5% (โดยน้ำหนัก)

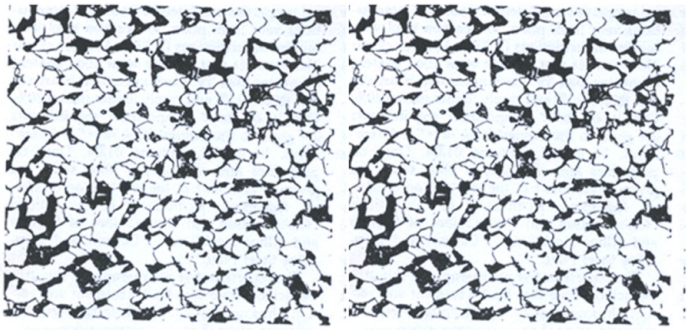


Fig. 1 ASTM A36 steel plate, 9.5 mm (3/8 in.) thick, as-rolled. Structure consists of equiaxed ferrite (white areas) and pearlite (black areas). 1% nital. 250×

Fig. 1 ASTM A36 steel plate, 9.5 mm (3/8 in.) thick, as-rolled. Structure consists of equiaxed ferrite (white areas) and pearlite (black areas). 1% nital. 250×

การนำไปใช้งาน

เหล็กกล้าคาร์บอน เป็นกลุ่มที่มีการใช้งานอย่างกว้างขวางมาก เช่น อุตสาหกรรมผลิตรถยนต์จะใช้ทำชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กแผ่นบางต่างๆ กระป๋องบรรจุอาหารหรือเหล็กแผ่นขนาดใหญ่ที่ใช้งานในอุตสาหกรรมทั่วไป เหล็กกล้าชนิดนี้มีความแข็งน้อย เหนียว และแปรรูปได้ง่ายใช้กับงานที่ไม่ต้องการความแข็งแรงสูง

หลักการอ่าน carbon steel grade

carbon steelจะถูกระบุด้วยเลขจำนวน 4 หลัก โดยตำแหน่งแรกจะเป็นตัวบอก สารประกอบหลัก(1xxx) และในตำแหน่งที่สองจะเป็นตัวบอกสารประกอบรองส่วน 2 ตำแหน่งท้ายนั้นจะเป็นตัวบอกปริมาณคาร์บอนในหนึ่งร้อยส่วนของเปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เช่น 1060 steel จะเป็น plain-carbon steel ซึ่งประกอบด้วย คาร์บอนในปริมาณ 0.60 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

ชนิดของ carbon steel grade

10xx Plain carbon (Mn 1.00% max)
11xx Resulfurized
12xx Resulfurized and rephosphorized
15xx Plain carbon (Mn 1.00% to 1.65%)

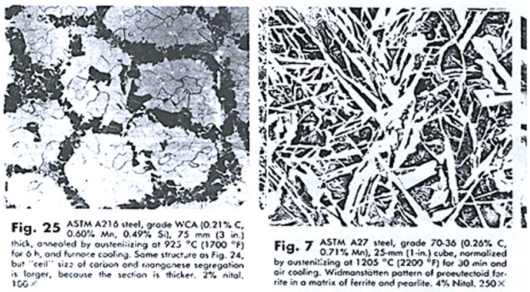


Fig. 25 ASTM A216 steel, grade WCA (0.21% C, 0.60% Mn, 0.49% Si), 75 mm (3 in.) thick, annealed by austenitizing at 925 °C (1700 °F) for 6 h, and furnace cooling. Some structure as Fig. 24, but "cell" size of carbon and manganese segregation is larger, because the section is thicker. 2% nital. 100×

Fig. 7 ASTM A27 steel, grade 70-36 (0.26% C, 0.71% Mn), 25-mm (1-in.) cube, normalized by austenitizing at 1205 °C (2200 °F) for 30 min and air cooling. Widmanstätten pattern of proeutectoid ferrite in a matrix of ferrite and pearlite. 4% Nital. 250×

04 Material Engineering

2. เหล็กกล้าผสม (Alloy steel)

เหล็กกล้าผสม คือ เหล็กกล้าที่มีส่วนผสมของธาตุอื่นๆซึ่งนอกเหนือจากธาตุคาร์บอน เช่น นิกเกิล(Ni), โครเมียม(Cr), โมลิบดีนัม(Mo), แมงกานีส(Mn), ซิลิคอน(Si), และวาเนเดียม(V) เป็นต้น ผสมลงไปในเนื้อเหล็กเพื่อเพิ่มคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. เพิ่มความแข็งแรง
2. ปรับปรุงคุณสมบัติทางกลทั้งที่อุณหภูมิสูงและต่ำ
3. ปรับปรุงความเหนียวขณะวัสดุมีความแข็งสูงสุด
4. เพิ่มความต้านทานการสึกหรอ
5. เพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน
6. เพิ่มคุณสมบัติทางแม่เหล็ก
7. อื่นๆ

เหล็กกล้าผสมสามารถแบ่งออกได้เป็น

2.1 เหล็กกล้าผสมต่ำ (Low alloy steel) คือ เหล็กกล้าที่มีปริมาณของธาตุอื่นๆ นอกจากคาร์บอน ผสมไม่เกิน < ~ 10% โดยน้ำหนัก

2.2 เหล็กกล้าผสมสูง (High alloy steel) หรือ เหล็กเครื่องมือ (Tool Steel) คือ เหล็กกล้าที่มีปริมาณธาตุอื่นๆ นอกจากคาร์บอน ผสมเกิน > ~ 10% โดยน้ำหนัก

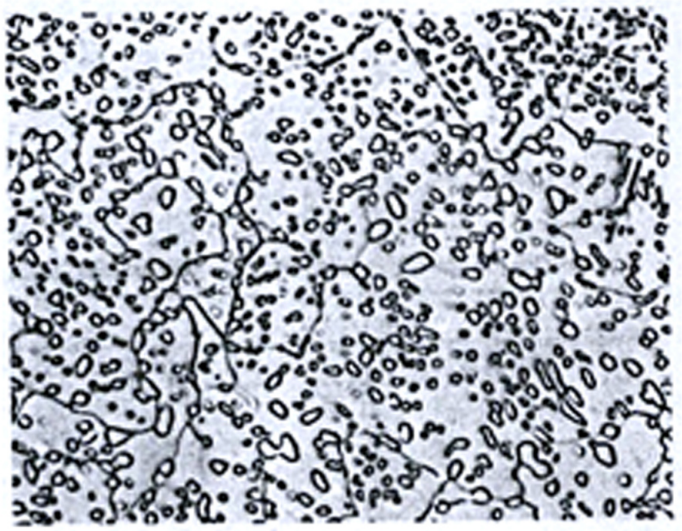


Fig. 17 W4 water-hardening tool steel (0.96C-0.66Mn-0.23Cr), as-received (full annealed). 170 HB. Structure consists of spheroidal cementite in a ferrite matrix; no lamellar constituent is present. Compare with Fig. 16. 4% picral. 1000×

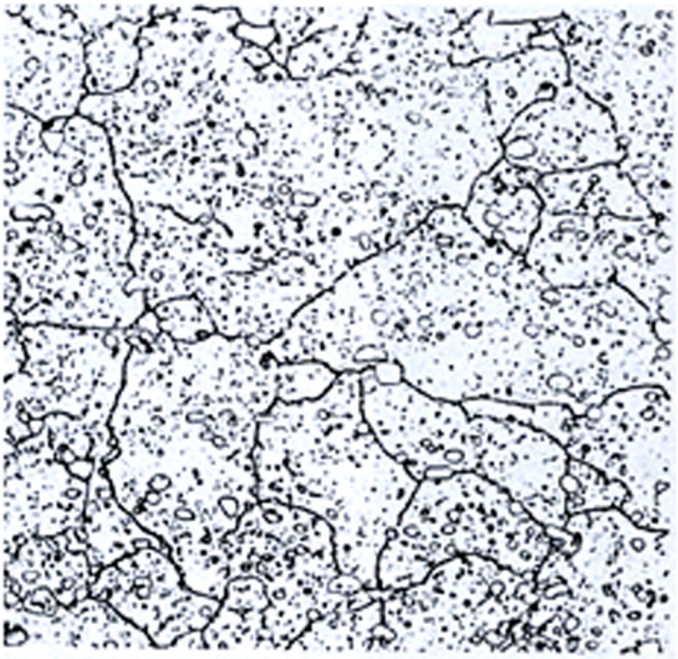


Fig. 67 AISI M2. Heat treated at 1220 °C (2225 °F) for 5 min in salt, oil quench, 1175 °C (2150 °F) for 5 min in salt, oil quench. 64 HRC. Grain growth due to rehardening without annealing between heat treatments. 10% nital. 400×

อ้างอิง Material Handbook, American Society for Metals

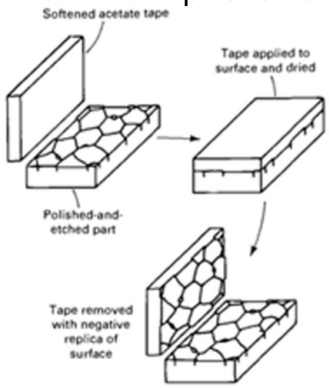
TO BE CONTINUED

05 Innovative Engineering Technology

"DEVELOPMENT OF CREEP DEFORMATION AND DAMAGE MONITORING TECHNIQUE FOR POWER APPLICATION
By PakornNimityont
MscAdvenced Mechanical Engineering, Imperial College London"

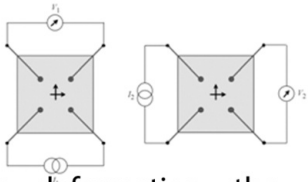
Pakorn Nimityont
MSc Advanced Mechanical Engineering, Imperial College London

Today, creep failure is a limiting factor in the design of high pressure vessels in power stations.To assess the creep damage ,metallographic replication on-site technique is currently used to evaluate the microstructure of the material, which can be performed during scheduled outage. This technique also requires inspector's skill, metallurgist's experience and long time period to assess the creep condition for power units.



From this drawback, this technique is considered unsuitable for providing real-time condition of creep degradation necessary in planning maintenance procedures.Therefore, the Alternating Current Potential Drop (ACPD) is developed and used to monitor the variation in strain rate to assess creep damage conditions. By installing electrode arrays on the surface of tested components, the electric resistances are measured and converted to strain results, which is possibly being used to predict the creep remnant lifetime.

To implement the ACPD technique to assess creep condition of the pressure vessels, small electrodes are permanently installed on the surface of the components and the known current is injected through two electrodes forming the potential difference.The voltage is measure across the remaining two, and consequently the resistance is obtained. Then this process is repeated at the perpendicular arrangement and the second resistance is measured.By knowing two resistance values in perpendicular direction, the ratio between two results is obtained, known as 'Normalised Resistance Ratio' (NRR).



During creep deformation, the component is changing in shape (extend according to loading directions), which lead to the change in resistance across the electrodes. ACPD is therefore considered as a strain gauge with high accuracy to convert the change in resistance to strain results. From the known normalised Resistance Ratio, it can be converted to strain and strain rate results by equations as illustrated below.

$$\epsilon \approx \frac{\gamma - 1}{\kappa}$$

$$\dot{\epsilon} \approx \frac{1}{\kappa}\frac{\partial \gamma}{\partial t} \qquad \text{Where } \boldsymbol{\gamma = NRR^{1/s}} \text{ and } \frac{d\gamma}{dt} = \frac{N\dot{R}R}{s\,NRR^{\frac{s-1}{s}}}$$

From the results of stain and strain rate, the creep lifetime prediction is accomplished by the equation below

$$(t_f - t) = \frac{1}{\dot{\gamma}\frac{\Omega}{\kappa}}$$

Where t_f represents the creep lifetime, Ω describes the total damage, γ is the differentiation of aspect ratio and k is a constant denotes the ratio of the strain in two directions, -0.5.

Where Ω/κ can be found by the slope of the Equation below

$$\ln\left(\frac{\dot{\gamma}}{\dot{\gamma}_{min}}\right) = \frac{\Omega}{\kappa}(\gamma - 1)$$

In conclusion, by implementing the Alternating Current Potential Drop (ACPD) technique to assess the creep damage condition of pressure vessel components in power units, the online monitoring can be accomplished, which can provide valuable data to plan the maintenance process and optimize the efficiency of power generation. The power plant can be operated without the shutdown period for inspection as done by the conventional inspection technique today.

reference

-J. Corcoran, C.M. Davies, P. Nagy & P. Cawley, 2014. Potential Drop Strain Sensor for Creep Monitoring.California, USA, ASME.

-Corcoran, J., 2015. Creep Monitoring Using Permanently Installed Potential Drop Sensors, London: Imperial College London.

-P. Nimityont. Development of creep deformation and damage monitoring technique for power application, London: Imperial College London.

TO BE CONTINUED
PAGE I II

06 General Engineering talk

Somsak Nimityont
Consultant, Pakorn Technical Service

"ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาการเก็บข้อมูลด้านการบำรุงรักษา (Maintenance) และนำผลมาวิเคราะห์เบื้องต้น เพื่อใช้ในการวางแผน แต่เมื่อนำมาใช้จริงยังมีปัญหาเรื่องข้อมูลที่ไม่ครบถ้วนไม่สามารถแก้ปัญหาได้หมดเพราะขาดข้อมูลการตรวจและวิเคราะห์จากงานจริงมาช่วยสนับสนุนการวิเคราะห์ ฉะนั้นบทความนี้จึงเป็นการเสนอแนวความคิดในการนำข้อมูลที่มีการเก็บตามแผนร่วมกับข้อมูลการตรวจสอบและวิเคราะห์งานจริงมาใช้งานซึ่งคิดว่าน่าจะเป็นประโยชน์ในปัจจุบัน."

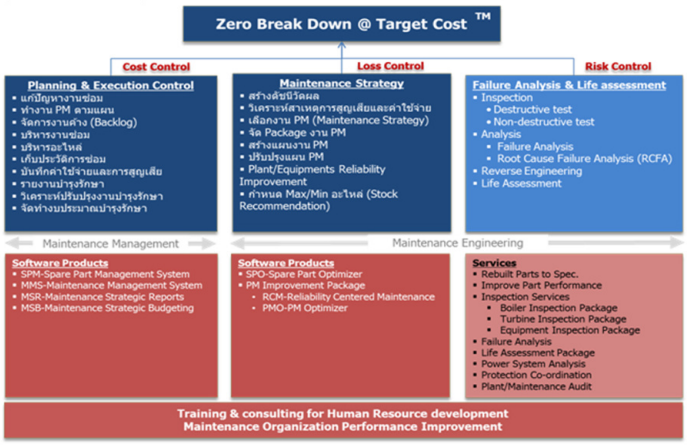
Zero Breakdown System (Z.B.S)

ในความหมายของคำนี้หมายถึงการนำข้อมูลที่เกิดจากการเก็บที่ถูกต้องในระหว่างงานซ่อมรวมกับข้อมูลที่ได้มีการตรวจสอบและวิเคราะห์จากงานจริงมาใช้ในการ แก้ไขปัญหาของการ Shutdown ที่ไม่ได้อยู่ในแผนของโรงงานให้ลดลงจนเป็นศูนย์(สำหรับงาน Emergency Shut-down)เพราะว่าปัจจุบันในการหยุดโรงงาน (Plant) นั้นมี 2 รูปแบบคือ

1.Scheduled Shutdown เป็นการกำหนดหยุดตามแผนงานปกติ ซึ่งเป็นไปตามแผนงาน

2.Emergency Shutdown เป็นการหยุดโรงงาน (Plant) โดยสาเหตุผิดปกติของเครื่องจักรอุปกรณ์ซึ่งเป็นสิ่งที่โรงงาน (Plant) ไม่ต้องการและทำให้เกิดการสูญเสียค่าใช้จ่ายทั้งงานซ่อมและรายได้

ในแนวความคิดการทำ Z.B.S. ได้พิจารณาแบ่งงานออกเป็น 3 กลุ่ม (จากตารางที่1)



(อ้างอิงข้อมูลจาก Productivity Associates Co., Ltd.)

หมายเหตุ:Cost Control ดำเนินการโดย Productivity Associates Co., Ltd
Loss Control ดำเนินการโดย Productivity Associates Co., Ltd
Risk Control ดำเนินการโดย Pakorn Technical Service Co., Ltd

กลุ่มที่ 1: การควบคุมค่าใช้จ่าย (Cost Control)

เป็นการวางแผนงานด้านบำรุงรักษาโดยอาศัยข้อมูลที่มีการเก็บต่อเนื่องจากบุคคล หรือระบบ Program software มาประมวลผลเป็นงานและค่าใช้จ่าย และเก็บเป็นข้อมูลประวัติ ในปัจจุบันมีบริษัทต่างๆ ได้จัดทำเป็น Software ใช้งานแต่ต้องมีการปรับปรุงให้เหมาะกับลักษณะงานในแต่ละอุตสาหกรรม

กลุ่มที่ 2: การควบคุมการสูญเสีย (Loss Control)

เป็นการนำข้อมูลที่มีการเก็บมาแล้วมาเปรียบเทียบประมวลผลว่ามีการสูญเสียอย่างไรบ้างจากที่วางแผนไปและเป็นข้อมูลเพื่อแก้ไขแต่ข้อมูลที่ได้ยังเป็นข้อมูลที่มีการ วิเคราะห์ เบื้องต้น

กลุ่มที่ 3 การควบคุมความเสี่ยง (Risk Control)

ในการทำงานจริงข้อมูลที่เก็บจากการทำงานโดยปกติแล้วนำมาวิเคราะห์นำไปสู่การแก้ไขปัญหา บางครั้งไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ครบถ้วนเพราะขาดข้อมูลจากการตรวจสอบและวิเคราะห์จากงานจริงที่มีปัญหาทำให้เสี่ยงต่อการที่จะเกิดความ เสียหายอย่างรุนแรง ข้อมูลจากงานจริงต้องมีการวิเคราะห์โดยผู้มีความรู้ในงานจริงและต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญในงานวิศวกรรมแต่ละสาขา ในการจัดทำ Zero Breakdown System สำหรับงานที่ไม่ค่อยให้ความสนใจคือ Risk Control เพราะต้องอาศัยการวิเคราะห์โดยเครื่องมือหลายแบบและต้องใช้นักวิชาการหลายสาขาการทำงานจึงเป็นไปได้ยาก จากประสบการณ์ที่ได้ทำงานในลักษณะนี้มานานคิดว่าการทำ Cost Control และ Loss Control มีการทำอยู่แล้วและมีการนำข้อมูลเบื้องต้นมาใช้แก้ไขแล้วในโรงงานอุตสาหกรรมแต่สำหรับงานทางด้าน Risk Control คิดว่าอาจจะไม่ได้ทำอย่างจริงจังจึงขอนำเสนอแนวความคิดในการทำโดยแบ่งเป็นหัวข้อนำเสนอดังนี้

3.1 Inspection
3.2 Failure Analysis
3.3 Reverse Engineering

โดยในแต่ละหัวข้อมีความเกี่ยวข้องกันและเมื่อประกอบกันสามารถนำไปใช้แก้ ปัญหาในระยะยาวได้

3.1 Inspection

การตรวจสอบควรจะเน้นที่ระบบเครื่องจักรและอุปกรณ์โดยพิจารณาว่าสิ่งต่างๆเหล่านี้ควรจะต้องตรวจสอบอะไรและกำหนดวิธีการตรวจสอบการตรวจสอบแต่ละครั้งต้องมีการเก็บข้อมูลชัดเจนและสามารถนำไปเปรียบเทียบในครั้งต่อไปได้

3.2 Failure analysis

การวิเคราะห์ปัญหาของงานเป็นหัวใจสำคัญจำเป็นต้องได้ข้อมูลและผลการทดสอบอย่างถูกต้องเพื่อทำให้การวิเคราะห์ถูกต้องข้อมูลที่ได้จะมาจากการเก็บของหน่วยงานการตรวจสอบและทดสอบจากของจริงการวิเคราะห์ความเสียหายที่ถูกต้องจะนำไปสู่การแก้ไขที่ถูกต้องเช่นเดียวกัน

3.3 Reverse Engineering

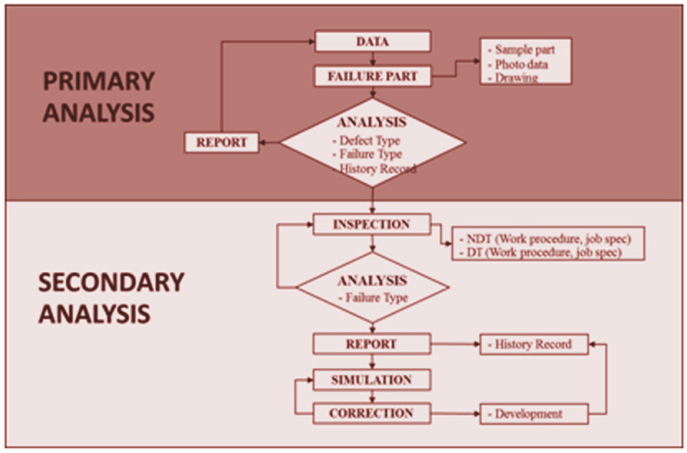
เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นทางด้านวิศวกรรมความเข้าใจในปัญหาความเข้าใจถึงสาเหตุเป็นสิ่งสำคัญเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสรุปแนวทางการแก้ไข

06 General Engineering talk

สำหรับบทความนี้ขอนำเสนอเรื่องการทำ Failure Analysis เพราะน่าจะเป็นสิ่งจำเป็นในปัจจุบันเพราะโรงงานในอุตสาหกรรมต่างๆมีอายุการ ใช้งานยาวนานโดยประมาณ 5-10 ปี สภาพของอุปกรณ์ที่ขาดการดูแลและตรวจสอบที่ถูกต้องมีการเสื่อมสภาพเร็วกว่าปกติโดยในการแก้ไขปัญหาจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์สาเหตุอย่างครบถ้วนจึงขอนำเสนอแนวคิดการทำ Failure Analysis System ดังนี้

Failure Analysis System

ระบบการวิเคราะห์ปัญหาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ



ตาราง 1: Failure Analysis System

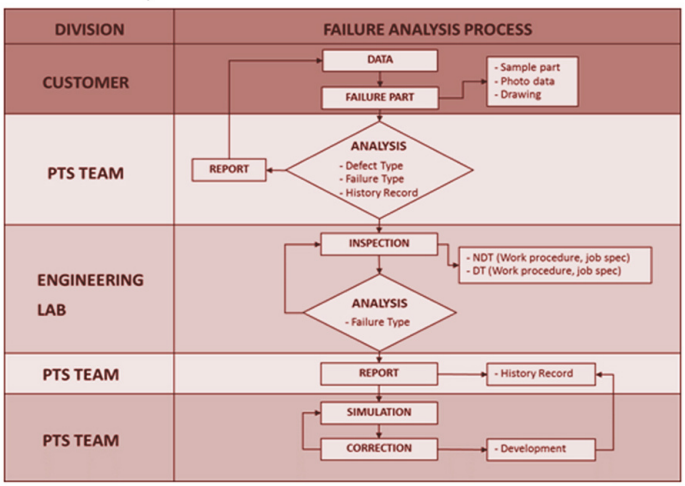
Primary Analysis

เป็นการวิเคราะห์โดยอาศัยข้อมูลเบื้องต้นจากเอกสารวิชาการประกอบและจากประสบการณ์งานมาประกอบซึ่งจะมี ความถูกต้องไม่มากนัก

Secondary Analysis

เป็นการวิเคราะห์อย่างละเอียดโดยอาศัยเครื่องมืออุปกรณ์ในการตรวจสอบและทดสอบพร้อมทั้งข้อมูลจากนักวิชาการแต่ละสาขาที่มีประสบการณ์มาสรุปผล ซึ่งสามารถนำข้อมูลไปใช้ได้จริง ถูกต้องแม่นยำ

ในการจัดทำ Failure Analysis นอกจากเข้าใจระบบการทำงานวิเคราะห์แล้วความจะมีการแบ่งหน้าที่การทำงานในแต่ละสายงานออกเป็น ส่วนๆ ตามตารางดังนี้

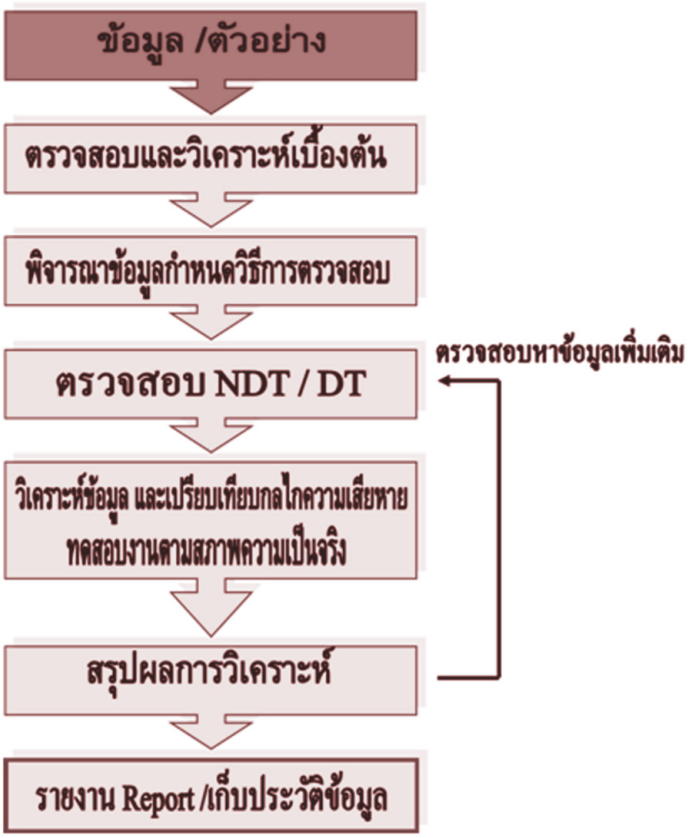


ตาราง 2: Failure Analysis Division

ในแต่ละส่วนจะมีการทำงานที่เชื่อมต่อกันทั้งทางด้านข้อมูลและการวิเคราะห์ปัญหาในแต่ละกลุ่มงานจะต้องมีความเข้าใจในหน้าที่และสรุปงานส่งต่อได้ สามารถทำงานเป็นกลุ่มได้

Failure Analysis (Procedure)

ขั้นตอนวิเคราะห์ความเสียหายดังต่อไปนี้



1. ข้อมูลและตัวอย่าง

การรวบรวมข้อมูลต่างๆของชิ้นงานที่เสียหาย มีดังนี้

1.1 ข้อมูลในการออกแบบ
- 1.1.1 Drawing
- 1.1.2 ข้อมูลในการคำนวณ
  - load
  - สภาพแวดล้อม
  - สภาพการใช้งาน
  - ชนิดของวัสดุ
- 1.1.3 คุณสมบัติเดิมของชิ้นงาน

1.2 ข้อมูลการใช้งาน
- 1.2.1 ระยะเวลาการใช้งาน
- 1.2.2 สภาพแวดล้อม
- 1.2.3 ลักษณะการใช้งาน

06 General Engineering talk

1. ตัวอย่างชิ้นงาน

1.1 การเลือกชิ้นงานที่เสียหาย
ต้องเป็นตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของสภาพความเสียหายจริงเป็นตัวที่มีข้อมูลมากที่สุด

1.2 วิธีการเก็บตัวอย่าง
ชิ้นงานที่เสียหายต้องคงสภาพความเสียหายให้เหมือนเดิมมากที่สุด

2. ตรวจสอบและวิเคราะห์เบื้องต้น

เป็นการตรวจสอบและวิเคราะห์สภาพความเสียหายของอุปกรณ์และชิ้นงานโดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้กับตัวอย่างงานที่เสียหายมาประกอบในการพิจารณาซึ่งบางครั้งสามารถจะวิเคราะห์หาสาเหตุได้(เมื่อมีประวัติความเสียหายเดิมอยู่แล้วในสภาพที่เหมือนกัน)

3. พิจารณาข้อมูล กำหนดวิธีการตรวจสอบ

วิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่และกำหนดวิธีการตรวจสอบให้ได้ข้อมูลเพื่อประกอบในการวิเคราะห์ โดยแบ่งวิธีการตรวจสอบออกเป็น 2 ขบวนการคือ

3.1 NDT (Non-Destructive Testing)
3.2 DT (Destructive Testing)

4. การตรวจสอบ

4.1 การตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (NDT)

การตรวจสอบแบบไม่ทำลายเป็นการตรวจสอบชิ้นงานโดยไม่ต้องทำลายชิ้นงานนั้นชิ้นงานที่ถูกตรวจสอบสามารถใช้งานได้ต่อไปมีวิธีการตรวจสอบดังนี้

Penetrent Testing
Magnetic Particle Testing
Ultrasonic Testing
Replication Testing

4.2 การตรวจสอบแบบทำลาย (DT)

การตรวจสอบแบบทำลาย เป็นการตรวจสอบชิ้นงานที่ต้องทำลายหรือต้องตัดออกมา ชิ้นงานที่ถูกตรวจสอบไม่สามารถใช้งานได้ต่อไปมีวิธีการตรวจสอบดังนี้

Chemical Composition
Tensile Testing
Hardness Testing
Microstructure
Scanning Electron Microscope

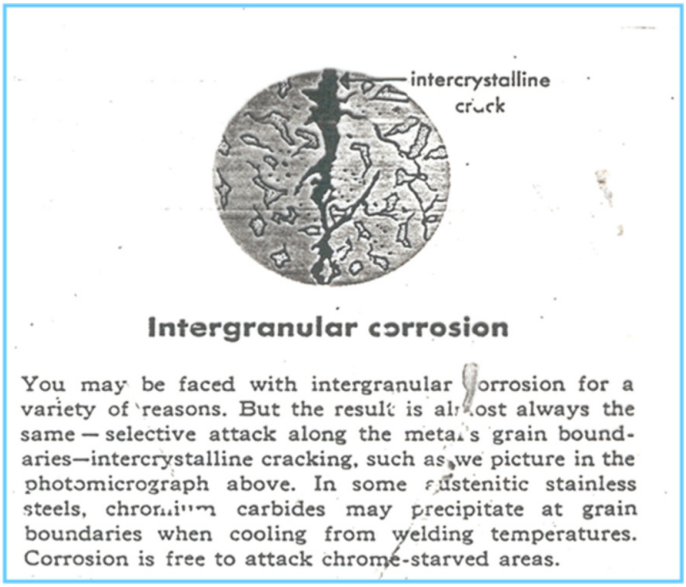
5.วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบกลไกความเสียหายทดสอบงานตามสภาพความเป็นจริง

รูปแบบของการเกิดความเสียหายที่เกิดขึ้นกับชิ้นงาน

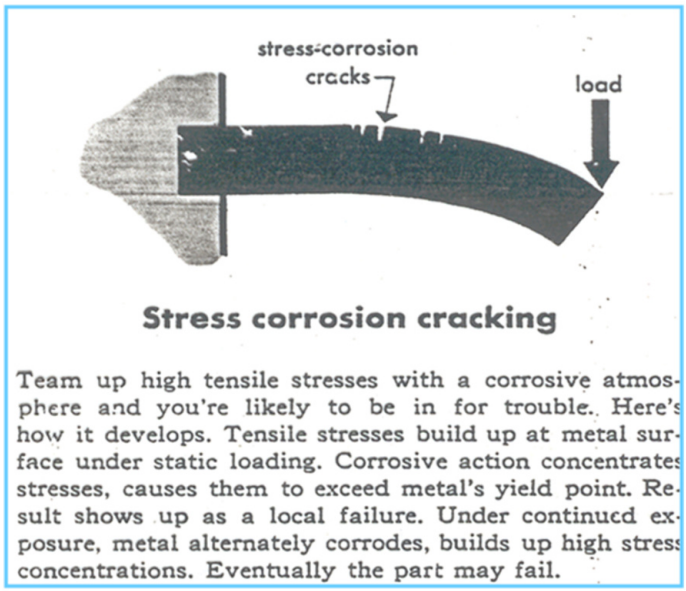
5.1 Design/Processing – Related Failures
5.2 Service – Related Failures
5.3 Material – Related Failures
5.4 Environment – Related Failures

ตัวอย่างความเสียหาย

Intergranular Corrosion

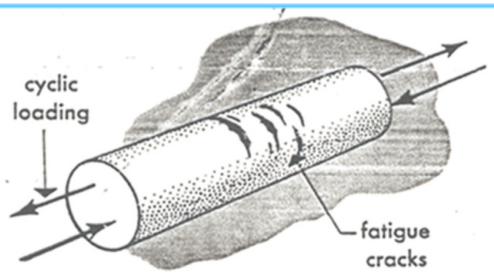


Stress corrosion cracking



06 General Engineering talk

Corrosion fatigue

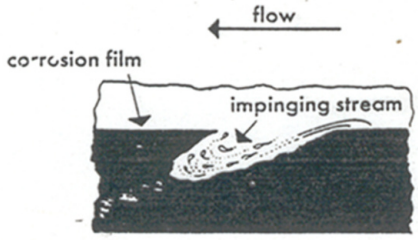


Corrosion fatigue

In much the same way that static stresses link up with corrosion to produce stress-corrosion cracking, cyclic loads work hand-in-hand with corrosion to cause corrosion fatigue. Metal failure takes place substantially below the fatigue limit for non-corrosive conditions.

Surprisingly enough, the combined deteriorating effect of these two bed brothers — corrosion and fatigue — is greater than the sum of their individual damages. So it pays to apply best possible corrosion protection when dealing with metals under alternating stresses.

Impingement attack



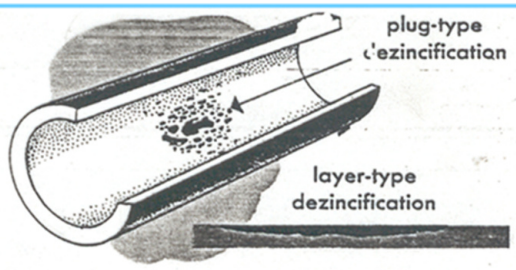
Impingement attack

Similar in their method of attack and net effects are impingement corrosion and cavitation corrosion. Here's how they do their damage:

An impinging water stream breaks through corrosion scale, dissolving the metal. Effect depends mainly on liquid speed.

Cavitation, a common form of corrosion in pumps, depends on the hammer-like effect produced by collapsing air bubbles. Bubbles break down when they pass from a low-pressure to a high-pressure area.

Selective attack



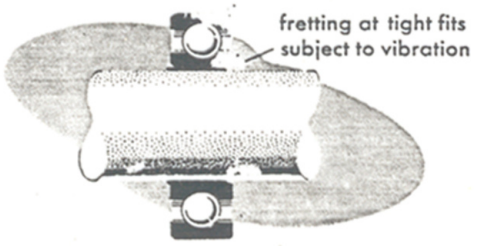
Selective attack

Basically, one element of a metal or alloy is singled out for corrosive attack. Common types are dezincification and graphitic corrosion.

When we expose copper-zinc alloys (brasses) containing less than 85% copper to wet conditions for prolonged periods, zinc may be lost from brass. Resulting porous zinc-free mass of copper has little mechanical strength.

Common cast iron can act this way too. In some corrosives, iron corrodes out, leaving nothing more than a porous graphite residue that virtually crumbles.

Fretting corrosion



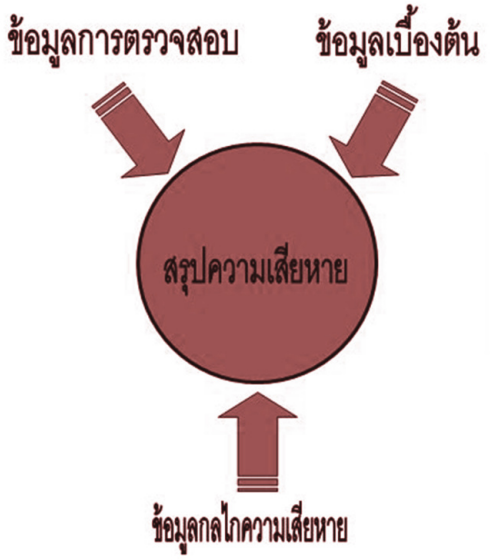
Fretting corrosion

Picture the ball bearing above supporting a heavily loaded high-speed shaft. Its inner race is press fit on the shaft. If high-frequency vibrations produce even minute slippage between these surfaces, local attack may start fatigue cracks, especially where stresses concentrate. Take shaft and bearing apart. You'll find their mating areas pitted.

Likely explanation for fretting: Slippage shears away surface-protective films, laying bare the undersurface to galvanic attack and concentration-cell corrosion.

06 General Engineering talk

การวิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบกลไกความเสียหาย



เป็นการวิเคราะห์โดยนำผลมาจาก
- ข้อมูลเบื้องต้น
- ข้อมูลจากการตรวจสอบ
- ข้อมูลกลไกความเสียหาย

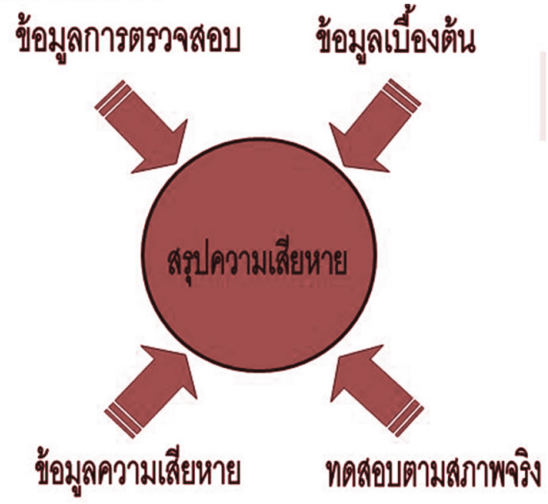
มาร่วมพิจารณาเพื่อสรุปความเสียหาย

ทดสอบตามสภาพความเป็นจริง
- การตรวจสอบด้วยเครื่องมือ

เป็นการทดสอบโดยใช้เครื่องมือที่สามารถปรับสภาพการใช้งานให้เหมือนสภาพที่เป็นจริง
- การตรวจสอบโดยการสร้างชิ้นงาน

การตรวจสอบโดยการสร้างชิ้นงานหรืออุปกรณ์และนำไปทดสอบในสภาพที่เป็นจริง

6. สรุปผลการวิเคราะห์



จากการรวบรวมข้อมูลและการทดสอบทั้งหมดสามารถนำมาวิเคราะห์และสรุปหาคำตอบได้

7. จัดทำรายงานและเก็บประวัติข้อมูล

นำรายงานมาจัดทำเป็น Case History เพื่อที่จะจัดเก็บได้ง่ายสามารถนำมาใช้ได้ต่อไป

ตัวอย่าง REPORT

CASE HISTORY

NAME FIRE HEATER TUBE No. 3 (ท่อแตก) ด้านซ้าย

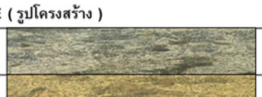
DATA	Operating Temperature	507°C	Material	A 335 P5
	Operating Pressure	4.27 kg/cm²gar	Dimension	OD 88.9 mm
	อายุการใช้งานจนถึงปัจจุบัน	7 ปี		

FIG. OF WORK (รูปงาน)

TEST RESULT (ผลการตรวจสอบ)

Dimension check	Tensile strength	Hardness test	Scale (SEM,EDS)	Chemical composition
OD 88.79 mm x T 5.103 mm	586.364 Mpa	160	C	SA 335 P5

FIG. MICROSTRUCTURE (รูปโครงสร้าง)

A		Outside
B		Middle
C		Inside

จากตารางสรุปได้ดังนี้

RESULT A : Spheroid กับ ferritic - pearlitic ที่มี intergranular carbide net work รอบ ๆ เกรน
B : เหมือนกับ A
C : เหมือนกับ A

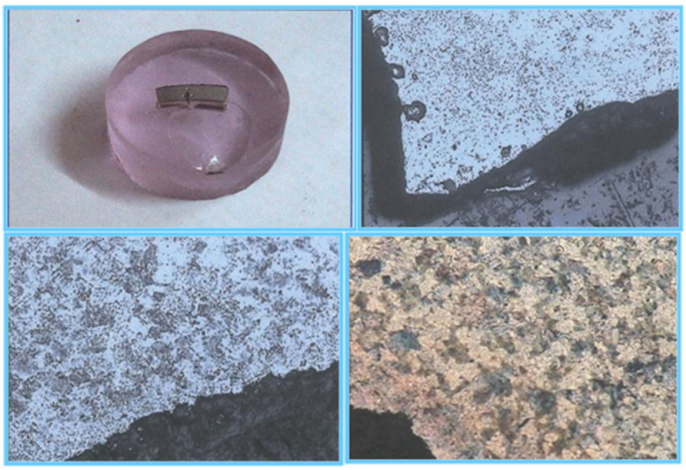
COMMENT :
ท่อที่แตกมีการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างจุลภาคไปจากเดิมที่อุณหภูมิสูง(Overheating) จนเกิดการรวมตัวของโครเมียมคาร์ไบด์ที่ตกผลึกที่ขอบของเกรนและภายในเกรน(Spheroid) ทำให้เหล็กเปราะที่อุณหภูมิต่ำๆไม่มีความเหนียว(Ductility) ซึ่งความแข็งที่ผิวมากกว่าผิวปกติ จากการวัดด้วย Micro hardness ลักษณะการแตกน่าจะเป็นการแตกทางกล และ Thermal fatigue เพราะรอยแตกทั้งสองแนวประกอบกัน

ตัวอย่างการวิเคราะห์

ตัวอย่างบริเวณที่ตัดชิ้นงาน
ตำแหน่งของท่อ Fire Heater ที่ตัดสำหรับตรวจสอบ และวิเคราะห์

06 General Engineering talk

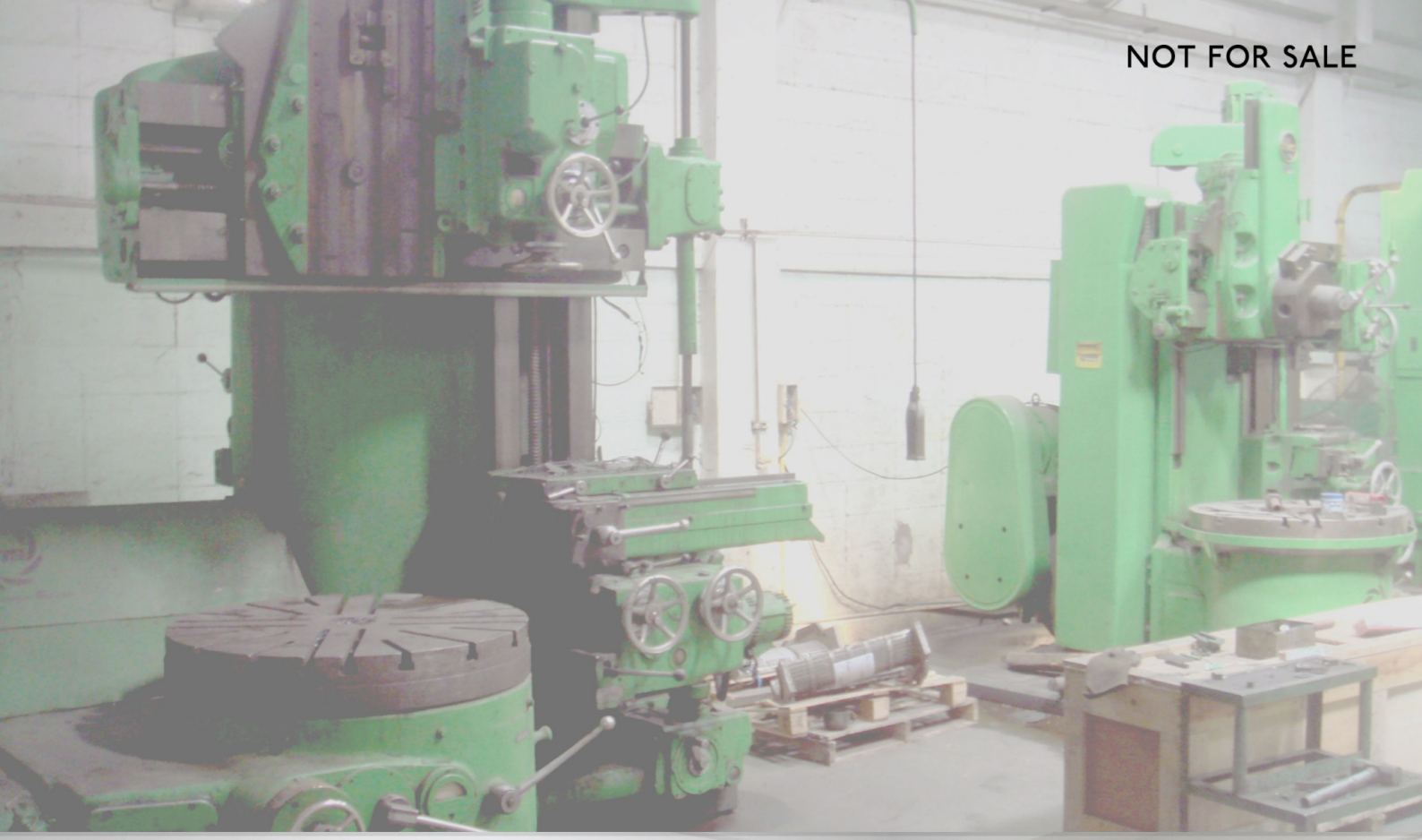
ตัวอย่างการวิเคราะห์



ตัวอย่างบริเวณที่ตัดชิ้นงาน
ชิ้นงานของท่อ Fire Heater ที่ตัดสำหรับตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคและความแข็ง

TO BE CONTINUED

NOT FOR SALE



ISSUE 01 I JUNE 18

PAKORN TECHNICAL SERVICE CO.,LTD.

ENGINEERING MAGAZINE

333/32 MOO3, BANGKRUAE-SAINOI RD.,
BANGRUKPATTANA, BANGBUATHONG,
NONTHABURI 11110

TEL : 02 920 7581-2 / FAX : 02 920 7023
EMAIL : PAKORNTHAILAND@HOTMAIL.COM
WEBSITE : WWW.PAKORNTECH.CO.TH