SLIDE 1 : สวัสดีครับ..... ผม (ยศ ชื่อ นามสกุล ตำแหน่ง) จะมานำเสนอการอธิบายและเฉลยแบบทดสอบความรู้ เรื่อง “การคำนวณการชำรุดแบบสุ่ม (Random Failure) โดยใช้ Weibull’s Distribution ตามแจ้งความวิทยาการ ตามแจ้งความวิทยาการ 67/55” ในวันนี้ครับ

SLIDE 2-3 : แบบทดสอบความรู้ เรื่อง RANDOM FAILURES โดยใช้ WEIBULL’S DISTRIBUTION ประกอบด้วยคำถามจำนวน 15 ข้อ ดังแสดง

SLIDE 4 : แบบทดสอบข้อที่ 1 โจทย์ต้องการทราบว่า ข้อความในข้อใด ที่กล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับ ความเชื่อถือได้ทางวิศวกรรม :
ตัวเลือก a) กล่าวว่า การวิเคราะห์ทาง Weibull เป็นการวิเคราะห์บนสมมุติฐานที่ว่า สิ่งที่จะเกิดในอนาคต กับที่สิ่งที่ผ่านมา จะเหมือนกัน
ตัวเลือก b) กล่าวว่า เมื่อใดก็ตาม ที่การออกแบบ, นโยบายในการซ่อมบำรุง การใช้งาน หรือ วิธีปฏิบัติเปลี่ยนไป ข้อมูลหรือค่าชำรุดก่อนหน้าการเปลี่ยนแปลงนั้นไม่สามารถเป็นตัวแทนของข้อมูลในอนาคตได้
ตัวเลือก c) กล่าวว่า การวิเคราะห์ของ Weibull ต้องการข้อมูลการชำรุดที่ครบถ้วนและ ละเอียด
จากความรู้ เรื่องแนวความคิดของ Weibull ใน SLIDE ที่ 7 ของ VEDIO CLIP 001 : WEIBULL&RANDOM FAILURES ดังแสดงในภาพขวามือ กล่าวไว้ว่า การวิเคราะห์ แบบ Weibull นั้น เป็นการวิเคราะห์บนสมมุติฐานที่ว่า สิ่งที่จะเกิดในอนาคต กับที่สิ่งที่ผ่านมา จะเหมือนกัน/ แต่หากเมื่อใดก็ตาม ที่การออกแบบ, นโยบายในการซ่อมบำรุง การใช้งาน หรือ วิธีปฏิบัติเปลี่ยนไป ข้อมูลหรือค่าชำรุดก่อนหน้าการเปลี่ยนแปลงนั้นไม่สามารถเป็นตัวแทนของข้อมูลในอนาคตได้/ หากมี

การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นตามที่กล่าวมา การวิเคราะห์โดยการใช้ข้อมูลในอดีตจะทำให้เกิดการตัดสินใจที่ไม่สมบูรณ์/ การวิเคราะห์ของ Weibull จึงต้องการข้อมูลการชำรุดที่ครบถ้วนและละเอียดในช่วงระยะเวลาที่การปฏิบัติหรือโยบายไม่เปลี่ยนแปลง /ดังนั้นการวิเคราะห์จะต้องดำเนินการร่วมกับนักวิเคราะห์ที่เข้าใจผลกระทบจากนโยบายและการปฏิบัติการซ่อมบำรุง ในอดีตและปัจจุบัน

ซึ่งตรงกับตัวเลือก a), b) และ c) ทั้ง 3 ข้อ ดังนั้นคำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ D ครับ

SLIDE 5 : แบบทดสอบข้อที่ 2 โจทย์ต้องการทราบเกี่ยวกับ การแบ่งประเภทข้อมูล ของ Weibull ว่าข้อใด กล่าวไม่ถูกต้อง

ตัวเลือก a) ข้อมูลที่เป็น Complete Data ในส่วนนี้ผู้ปฏิบัติต้องระวังและคำนึงถึงเวลาที่แท้จริงของการชำรุดของพัสดุอะไหล่ที่ใช้เป็นตัวอย่างข้อมูล

ตัวเลือก b) ข้อมูลที่เป็น Right Censored Data คือข้อมูลของพัสดุที่ใช้งานแล้วมีการชำรุด ทั้งหมด ในเวลาที่ถูกต้องแน่นอน

ตัวเลือก c) ข้อมูลที่เป็น Left Censored Data คือข้อมูลของพัสดุ ที่มีการชำรุดในช่วงระยะเวลา 0-50 ชั่วโมง

จากความรู้ เรื่องชนิดของข้อมูล ทั้ง 3 ชนิด ของ Weibull ใน SLIDE ที่ 9 ของ VEDIO CLIP 001 : WEIBULL&RANDOM FAILURES ดังแสดงในภาพขวามือ กล่าวไว้ว่า

Complete Data หรือ NON-CENSORED DATA : คือข้อมูลของพัสดุที่ใช้งานแล้วมีการชำรุดทั้งหมด ในส่วนนี้ผู้ปฏิบัติต้องระวังและคำนึงถึง เวลาที่แท้จริงของการชำรุดของพัสดุอะไหล่ที่ใช้เป็นตัวอย่างข้อมูล ซึ่งอาจต้องใช้ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลนาน

Right Censored Data : คือข้อมูลของพัสดุที่ใช้งานในช่วงเวลานั้นๆแล้วยังไม่ชำรุดและอาจสามารถใช้งานต่อไปได้ ภายใต้ตัวแปร หรือปัจจัยที่ยอมรับได้ โดยไม่ทราบระยะเวลาในการใช้งานต่อไป

Interval Data and Left Censored Data : เป็นข้อมูลที่มีการชำรุด แต่ไม่ทราบเวลาที่แท้จริงของการชำรุด แต่ทราบช่วงเวลาของการชำรุด /ตัวอย่างถ้าข้อมูลการชำรุดของพัสดุอยู่ในช่วง 10-50 ชม.จะพิจารณาเป็น Interval Data แต่ถ้าพัสดุชำรุดระหว่าง 0-50 ชม. จะพิจารณาเป็น Left Censored Data

ดังนั้นข้อความในข้อ b) “ข้อมูลของพัสดุที่ใช้งานแล้วมีการชำรุด ทั้งหมด ในเวลาที่ถูกต้องแน่นอน” จึงเป็นการกล่าวที่ผิด

SLIDE 6 : แบบทดสอบข้อที่ 3 จาก Bathtub Curve โจทย์ต้องการทราบ ว่าในช่วง Infant Mortality Zone หรือ ช่วงการชำรุดของพัสดุซึ่งเกิดขึ้นเมื่อเริ่มต้นใช้งาน หรือเป็นช่วงที่ shape parameter (BETA) น้อยกว่า 1.0 นั้น มีอะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการชำรุดของพัสดุดังกล่าว

จากความรู้ ใน SLIDE ที่ 12 ของ VEDIO CLIP 001 : WEIBULL&RANDOM FAILURE และ SLIDE ที่ 35 ของ VEDIO CLIP 002 : Weibull Censored VS

Non-Censored ตามลำดับ ดังแสดงในภาพขวามือ แสดงให้เห็นว่า เมื่อ BETA น้อยกว่า 1.0 การชำรุดของพัสดุ ในช่วงนี้ จะมีสาเหตุ มาจาก 1. เวลาที่ใช้การ RUN-IN เพื่อทดสอบ Stress ไม่เพียงพอ หรือ Inadequate burn-in (run-in) time to stress test / 2. ปัญหาจากการผลิต หรือ production problems/ 3. การประกอบที่ไม่ถูกต้อง หรือ misassemble / 4. การควบคุมคุณภาพที่ไม่ประสิทธิภาพ หรือ poor QC/ 5. ปัญหาในการซ่อมใหญ่ หรือ overhaul problems, และ 6. การชำรุดอุปกรณ์ประเภทไฟฟ้า หรือ solid state electronic failed

ดังนั้น คำตอบที่ถูกต้องในข้อนี้ คือ ข้อ d) คือ ถูกทั้ง a, b และ c

SLIDE 7 : แบบทดสอบข้อที่ 4 : จาก Bathtub Curve โจทย์ต้องการทราบ ว่าในช่วง ที่เป็น Useful life หรือ Design Life ซึ่งเป็นช่วงที่ Shape parameter หรือ BETA เท่ากับ 1.0 นั้น เป็นช่วงที่เราเรียกว่า “ Random failures หรือการชำรุดแบบสุ่ม นั้น อะไรเป็นสาเหตุของการชำรุดของพัสดุ ในช่วง Random Failures นี้

จากความรู้ ใน SLIDE ที่ 35 ของ VEDIO CLIP 002 : Weibull Censored VS Non-Censored ดังแสดงในภาพขวามือ แสดงให้เห็นว่า เมื่อ BETA = 1.0 การชำรุดของพัสดุ ในช่วงนี้ จะมีสาเหตุ มาจาก

1. ความผิดพลาดจากการซ่อมบำรุง หรือ Maintenance Errors / 2. ความผิดพลาดจาก มนุษย์ หรือ Human Errors / 3. เหตุการณ์ ที่เป็นอันตราย หรือ

Abusive Events, FOD, ฟ้าผ่า Lightening Strike ซึ่งเป็นการชำรุดที่เกิดจากธรรมชาติ (Failures due to nature)

ดังนั้น คำตอบที่ถูกต้องในข้อนี้ คือ ข้อ d) คือ ถูกทั้ง a, b และ c

SLIDE 8 : แบบทดสอบข้อที่ 5 : จาก Bathtub Curve โจทย์ต้องการทราบ ว่าในช่วง ที่เป็น Early wear-Out หรือ ซึ่งเป็นช่วงที่ Shape parameter หรือ BETA มากกว่า 1.0 แต่น้อยกว่า 4.0 นั้น อะไรเป็นสาเหตุของการชำรุดของพัสดุ ในช่วงดังกล่าวนี้

จากความรู้ ใน SLIDE ที่ 35 ของ VEDIO CLIP 002 : Weibull Censored VS Non-Censored ดังแสดงในภาพขวามือ แสดงให้เห็นว่า เมื่อ BETA มากกว่า 1.0 แต่น้อยกว่า 4.0 การชำรุดของพัสดุ จะเป็นการชำรุดของ

Mechanical failure modes การชำรุดเชิงกล
Roller / Ball Bearing Failure การชำรุดของตลับลูกปืน
Corrosion or Erosion สนิม / การกัดกร่อน และสึกกร่อน
V –Belt Failure การชำรุดของสายพาน
LCF (Low Cycle Fatigue)

ดังนั้น คำตอบที่ถูกต้องในข้อนี้ คือ ข้อ d) คือ ถูกทั้ง a, b และ c

SLIDE 9 : แบบทดสอบข้อที่ 6 : จาก Bathtub Curve โจทย์ต้องการทราบ ว่าในช่วง ที่เป็น Old Age หรือ Rapid wear-out ซึ่งเป็นช่วงที่ Shape parameter หรือ BETA มากกว่า 4.0 นั้น อะไรเป็นสาเหตุของการชำรุดของพัสดุ ในช่วงดังกล่าวนี้

จากความรู้ ใน SLIDE ที่ 17 ของ VEDIO CLIP 001 : WEIBULL&RANDOM FAILURE และ SLIDE ที่ 35 ของ VEDIO CLIP 002 : Weibull Censored VS Non-Censored ดังแสดงในภาพขวามือ แสดงให้เห็นว่า เมื่อ BETA มากกว่า 4.0 การชำรุดของพัสดุ จะมีสาเหตุมาจาก

Stress Corrosion การผุกร่อน ที่เกิดจากความเค้น
Material Properties คุณสมบัติของวัสดุ
Brittle materials like ceramics การแตกหัก / เปราะ
Erosion การสึกกร่อน
Creep/ High cycle fatigue(HC F) ความล้า
ดังนั้น คำตอบที่ถูกต้องในข้อนี้ คือ ข้อ d) คือ ถูกทั้ง a, b และ c

SLIDE 10 : แบบทดสอบข้อที่ 7 : จากการแบ่งประเภทของการซ่อมบำรุง ตามรูป การซ่อมบำรุงที่เป็น Worst Maintenance นั้น โจทย์ต้องการทราบว่า อะไร เป็นสาเหตุของ Infant Mortality (BETA น้อยกว่า 1.0)

จากความรู้ ใน SLIDE ที่ 13 ของ VEDIO CLIP 001 : WEIBULL&RANDOM FAILURE / การชำรุดในช่วง Infant Mortality (BETA น้อยกว่า 1.0) มีสาเหตุมาจาก

Bad Maintenance การซ่อมบำรุงที่ไม่ดี

Hidden Faults ความผิดพลาดที่ปกปิดหรือซ่อนเล้นไว้

Human Errors ความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์

Faulty Parts การใช้ชิ้นส่วนที่ผิด

ดังนั้น คำตอบที่ถูกต้องในข้อนี้ คือ ข้อ d) คือ ถูกทั้ง a, b และ c

SLIDE 11 : แบบทดสอบข้อที่ 8 จากโจทย์ เมื่อ BETA = 1 ซึ่งแสดงถึงการการชำรุด แบบสุ่ม การซ่อมบำรุงแบบ ซ่อมใหญ่ หรือ Overhaul นั้นจะไม่เหมาะสมสำหรับการชำรุดแบบสุ่มนี้ ซึ่งการชำรุดในช่วงนี้จะไม่ขึ้นกับระยะเวลา โจทย์ต้องการทราบว่า ชนิดหรือประเภทของการซ่อมบำรุง ที่เหมาะสมและได้ผลดี กับชิ้นส่วนอะไหล่ที่ชำรุดในช่วงนี้ คือ การซ่อมบำรุงแบบไหน

จากความรู้ ใน SLIDE ที่ 15 ของ VEDIO CLIP 001 : WEIBULL & RANDOM FAILURE ในช่วง Random Failure ซึ่ง BETA = 1 นั้น พัสดุที่ผ่าน Overhaul มามีสภาพเป็น As Good As New การชำรุดของพัสดุเหล่านี้จะไม่ขึ้นอยู่กับระยะเวลาการใช้งาน /ในช่วง Random Failure วิธีการซ่อมบำรุงแบบการซ่อมใหญ่จะไม่เหมาะสมไม่น่านำมาใช้ การใช้ CM และการตรวจ เป็นวิธีการที่จะสามารถตรวจพบพบการชำรุด

ดังนั้น คำตอบที่ถูกต้องในข้อนี้ คือ ข้อ b

SLIDE 12 : แบบทดสอบข้อที่ 9 จากโจทย์ อุปกรณ์ที่เป็น TCI จะมี Failure Rate หรือ อัตราการชำรุด คือ 1/TBO หาก อุปกรณ์ TCI “A” มี TBO = 2500 ชม. จะมีอัตราการชำรุด เท่าไร

ดังนั้นแทนค่า TBO = 2500 ชม. ในสูตร RAMDA = 1/TBO = 1/2500 = 0.0004

ดังนั้น คำตอบที่ถูกต้องในข้อนี้ คือ ข้อ c

SLIDE 13 : แบบทดสอบข้อที่ 10 : จากโจทย์ อุปกรณ์ที่เป็น TCI ใดๆ จะมี Failure Rate หรือ อัตราการชำรุด คือ 1/TBO และมีค่าความเชื่อถือได้ตามที่ออกแบบมา หรือ Design reliability = R(t) = $e^{-(\lambda * t)}$ เมื่อ t = เวลา ค่าความเชื่อถือได้ของ TCI ณ เวลาที่ Expired Date (t = TBO) จะมีค่า $e^{-(1/TBO*TBO)} = e^{-1}$ เมื่อ e = 2.718281828 คำถาม : TCI ใดๆ เมื่อมีอายุใช้งานถึง expired date (TBO) จะมีค่าความเชื่อได้เท่าไร

จาก สูตร ความเชื่อถือได้ R(t) = $e^{-(\lambda * t)}$ และเมื่อ t = TBO , R(t) จะมีค่า = e^{-1} จากความรู้ทางคณิตศาสตร์ e^{-1} =1/e = 1/2.718281828 = 0.37

ดังนั้น คำตอบที่ถูกต้องในข้อนี้ คือ ข้อ a

SLIDE 14 : แบบทดสอบข้อที่ 11 : จากโจทย์ ภาพ Spreadsheet ของการกระจายแบบ Weibull จะได้ค่า BETA หรือ Shape Parameter = 1.2148 และค่า Characteristic Life หรือ ALPHA = 2,456 FH โจทย์ต้องการทราบว่าข้อความใดถูกต้อง

จากโจทย์ ค่า BETA = 1.2148 ซึ่งมีค่า มากว่า 1.0 แต่น้อยกว่า 4.0 จากความรู้ ใน SLIDE ที่ 16 และ 38 ของ VEDIO CLIP 001 : WEIBULL & RANDOM FAILURE จะพบว่า ค่า BETA ที่ค่ามากกว่า 1 แต่น้อยกว่า 4 นั้นจะเป็นการชำรุดแบบ Early wear-out

จากโจทย์ ค่า ALPHA = 2,456 FH จากความรู้ ใน SLIDE ที่ 16 และ 38 ของ VEDIO CLIP 001 : WEIBULL & RANDOM FAILURE ค่า ALPHA คือตัวเลขที่บอกถึงอายุใช้งานที่พัสดุจะมีการชำรุด (Failed) = 63.2 % และจะยังมีสภาพใช้งานได้ (Serviceable) = 36.8 % หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ALPHA ก็คือ “อายุใช้งานของพัสดุหลังจากผ่าน Burn-In Period ไปแล้ว จะชำรุดที่อายุเท่าใดนั่นเอง

ดังนั้น คำตอบที่ถูกต้องในข้อนี้ คือ ข้อ a

SLIDE 15 : แบบทดสอบข้อที่ 12 : จากโจทย์ เป็นกราฟ ความเชื่อถือของอุปกรณ์ที่เป็น TCI โดยเปรียบเทียบระหว่างค่า ความเชื่อถือได้ที่ได้จากการออกแบบ เส้นสีส้ม และ การใช้งานจริง เส้นสีน้ำเงิน อายุของการส่งซ่อมใหญ่ของอุปกรณ์ ชิ้นนี้ อยู่ที่ 5,000 FH โจทย์ต้องการทราบว่า ความเชื่อถือได้ของอุปกรณ์ชิ้นนี้ เมื่อใช้งานครบ 5,000 FH

จากความรู้ ใน SLIDE ที่ 42 ของ VEDIO CLIP 001 : WEIBULL & RANDOM FAILURE และ สูตร ความเชื่อถือได้ $R(t) = e^{-(\lambda * t)}$ และเมื่อ t = TBO = 5000 FH , R(t) จะมีค่า = e^{-1} จากความรู้ทางคณิตศาสตร์ $e^{-1} = 1/e = 1/2.718281828 = 0.37$

ดังนั้น คำตอบที่ถูกต้องในข้อนี้ คือ ข้อ b

SLIDE 16 : แบบทดสอบข้อที่ 13 : จากโจทย์ เป็นกราฟ PDF และ เวลา FH ของอุปกรณ์ ชิ้นหนึ่ง ซึ่งจะมีค่า PDF สูงสุด คือ 0.000304 ที่ 500 FH : โจทย์ต้องการทราบว่าข้อความใดถูกต้อง

จากความรู้ ใน SLIDE ที่ 44 ของ VEDIO CLIP 001 : WEIBULL & RANDOM FAILURE และความรู้เรื่องกราฟ PDF ซึ่งจะเป็นการชำรุดของอุปกรณ์ ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง ดังนั้นจาก จุดสูงสุดของกราฟ คือ ค่า PDF ที่มีค่าสูงสุด = 0.000304 นั้น จะบอกได้ว่า อุปกรณ์ชิ้นนี้ จะชำรุดมากที่สุด ที่ 500 FH

ดังนั้น คำตอบที่ถูกต้องในข้อนี้ คือ ข้อ a

SLIDE 17 : แบบทดสอบข้อที่ 14 : จากโจทย์ ต้องการทราบว่า จะต้องดำเนินการหรือ ทำอะไร อย่างไร หาก พบว่า พัสดุที่ใช้งานเป็น Infant Mortality หรือ BETA น้อยกว่า 1

จากความรู้ ใน SLIDE ที่ 49 ของ VEDIO CLIP 001 : WEIBULL & RANDOM FAILURE หากตรวจพบว่า พัสดุอะไหล่ เป็น Infant Mortality จะต้องสืบหาสาเหตุที่เป็น Root Cause เช่น คุณภาพของแหล่งซ่อม, คุณภาพของวัสดุที่ใช้ในการซ่อม ซึ่งต้องจดบันทึกข้อมูลไว้ และแจ้งกับ MRO ของแหล่งซ่อม หรือ แหล่งซื้อ และต้องควบคุมกำกับ สถานภาพของพัสดุ นั้นๆ

ดังนั้น คำตอบที่ถูกต้องในข้อนี้ คือ ข้อ d

SLIDE 18 : แบบทดสอบข้อที่ 15 : จากโจทย์ ในการใช้ Weibull Distribution เพื่อวิเคราะห์ การชำรุดต่างๆนั้น ในอุดมคติ จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์อย่างน้อยต้องมี ข้อมูลกี่ข้อมูล

จากความรู้ ใน SLIDE ที่ 8 ของ VEDIO CLIP 001 : WEIBULL & RANDOM FAILURE ข้อมูลการชำรุดที่จะใช้ในการวิเคราะห์ ต้องมีอย่างน้อย 10 ข้อมูล ทั้งนี้ หากข้อมูลการชำรุดมีน้อยมากจะทำให้ค่าที่ได้ไม่มีเสถียรภาพ และจะทำให้ การแปลความหมายจากกราฟเชื่อถือไม่ได้

ดังนั้น คำตอบที่ถูกต้องในข้อนี้ คือ ข้อ c

SLIDE 19 ครับ ..... ตามที่ผมอธิบายและเฉลยแบบการทดสอบความรู้ เรื่อง “การคำนวณการชำรุดแบบสุ่ม (Random Failure) โดยใช้ Weibull’s Distribution ตามแจ้งความวิทยาการ ตามแจ้งความวิทยาการ 67/55” มาแล้วนั้น หากมีท่านใดมีข้อสงสัย ขอเรียนเชิญซักถามครับผม...

หากไม่มีผู้ใดซักถาม ผมขอจบการบรรยายไว้เพียงเท่านี้ครับ ..... ขอให้ทุกคนมีความสุขและมีสุขภาพแข็งแรง..... สวัสดีครับ.