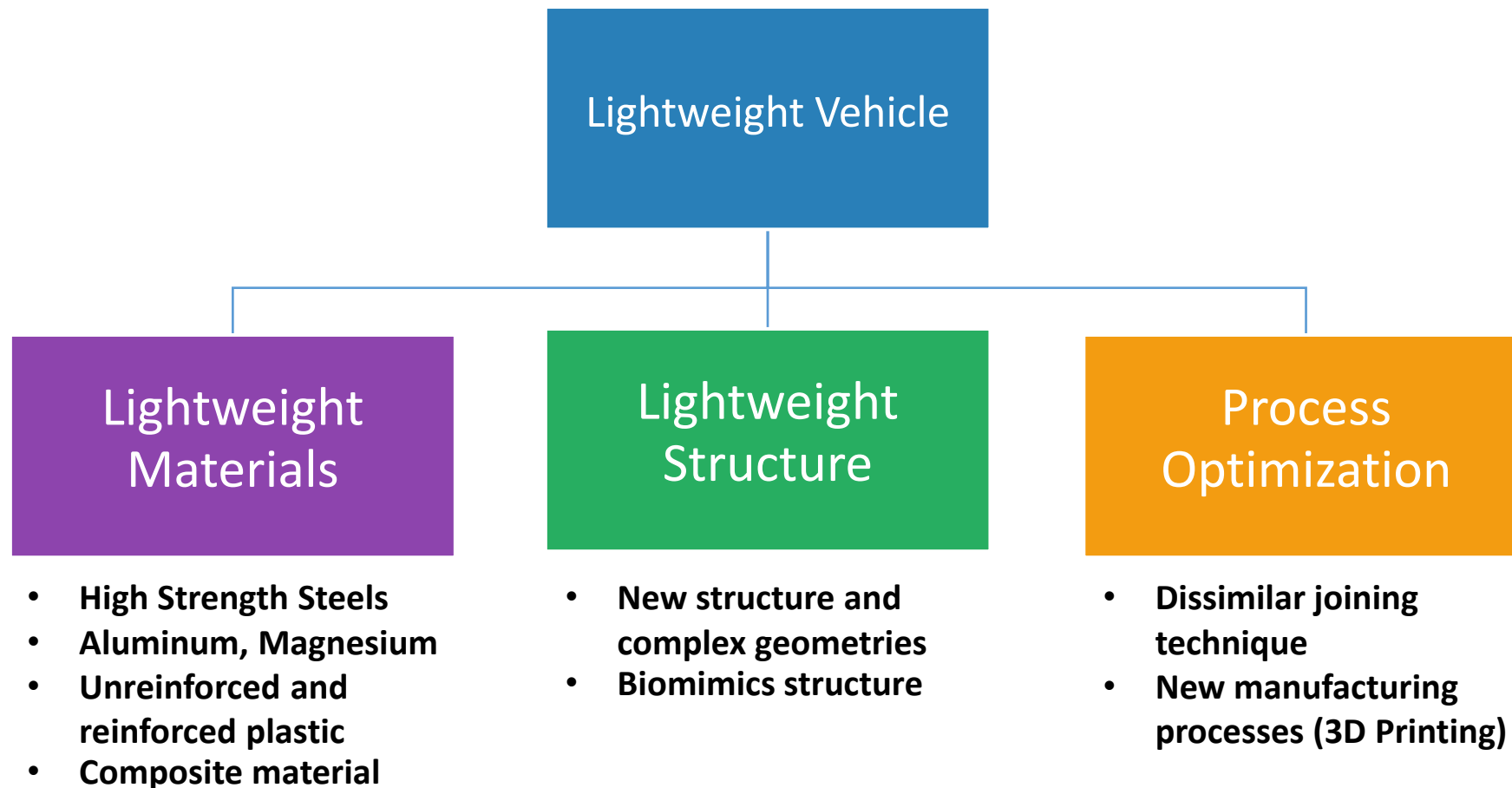


Advanced Engineering Workshop V

เทคโนโลยีการออกแบบโครงสร้างน้ำหนักเบาและการ ออกแบบยานยนต์ไฟฟ้า

Dr. Chi-na Benyajati
Head of Lightweight Engineering Research team
National Metal and Materials Technology Center (MTEC)
NSTDA

Opportunity and Trend in Lightweight Technology



Opportunity and Trend in Lightweight Technology

Light Weight Enabler(**)

1. **Lightweight Materials (72 %)**
2. **Engine Downsizing (65 %)**
3. **Design Optimization (45 %)**
4. **Vehicle Downsizing (38 %)**
5. **Vehicle Electrification (34 %)**
6. **Aerodynamics (19%)**
7. **Intelligent Electronics (18 %)**
8. **Others (5 %)**



(*) SAE Online Survey conducted for 3M and Automotive Engineering International 2011

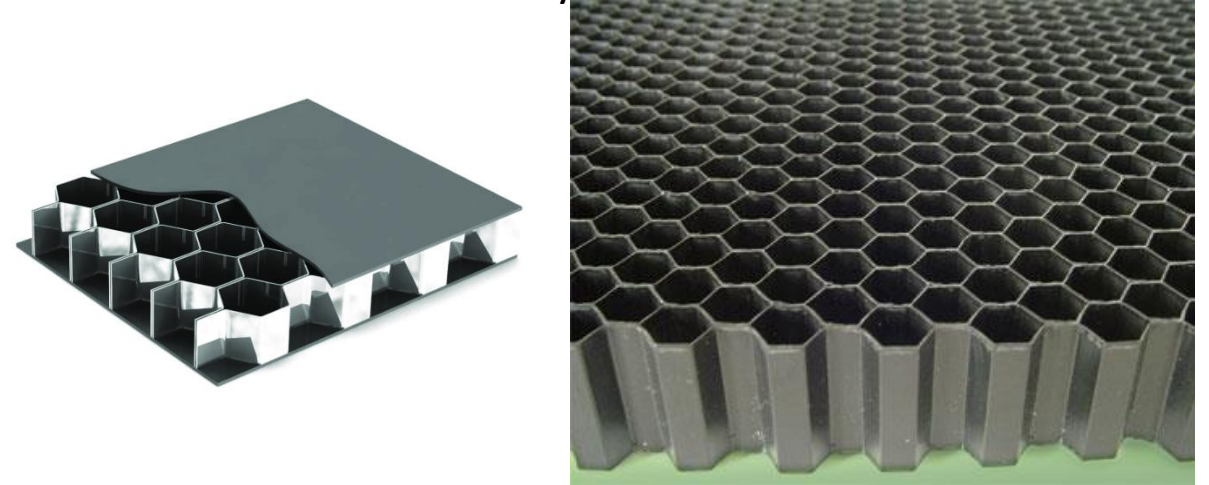
(**) et al. Bjelkengren, C. 2006 "The Impact of Mass Decomposing on Assessing the Value of Vehicle Lightweighting" Master of Science Thesis, MIT, USA.

Lightweight structures

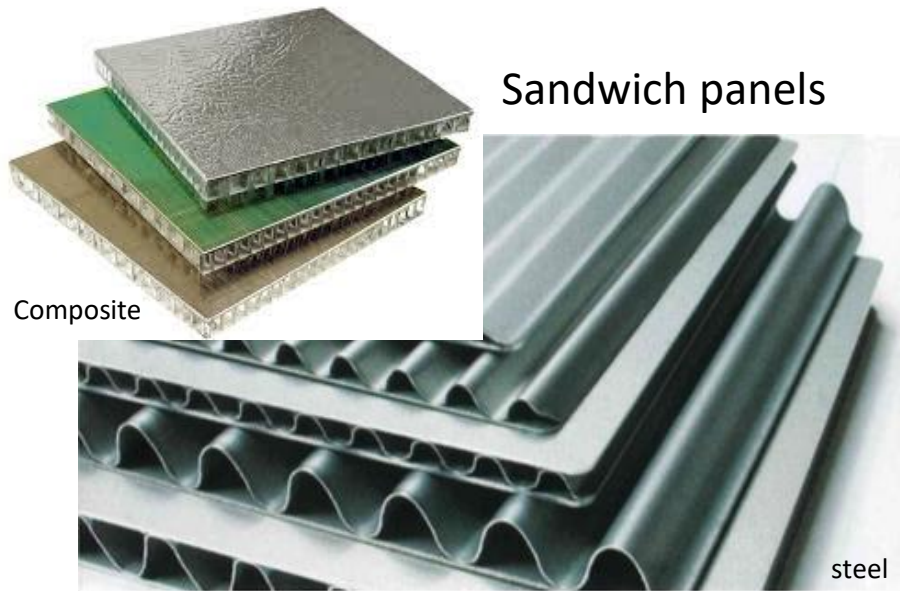
Porous materials



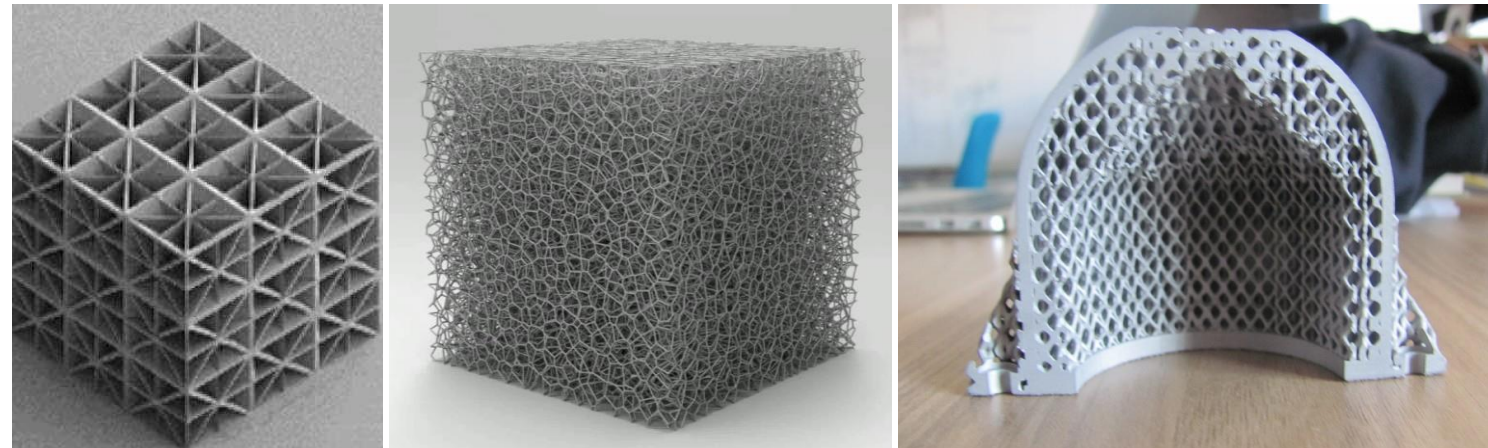
Honeycomb



Sandwich panels



Lattice structure

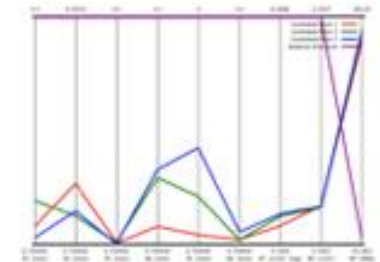
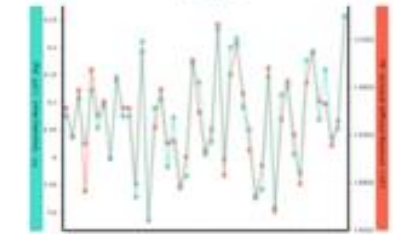
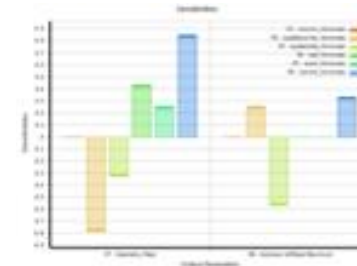


Lightweight structure simulation – Parametric optimization



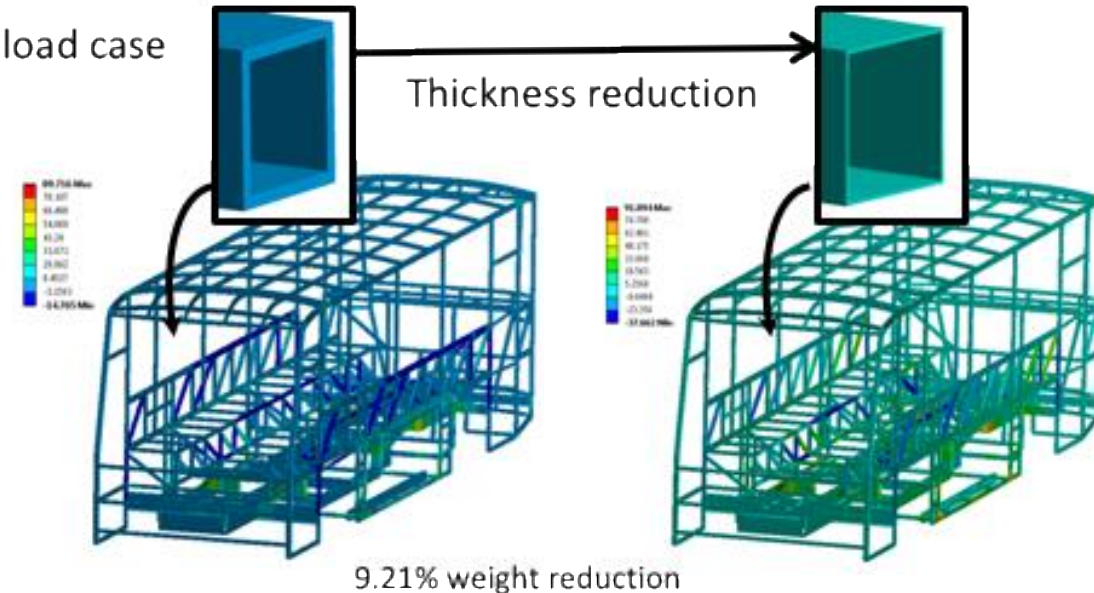
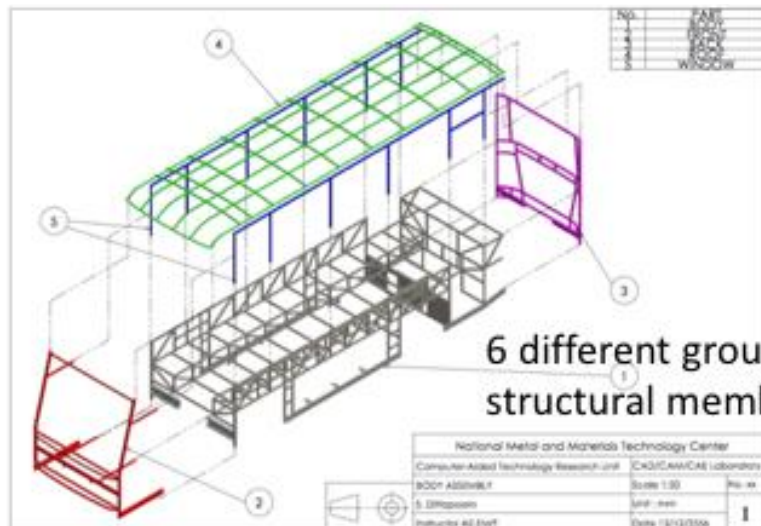
Objectives and Constraints

- Minimize Weight
- Minimize P8; $1.8E+07 \leq P8 \leq 4E+07$
- Maximize P9; $P9 \leq 225 \text{ MPa}$



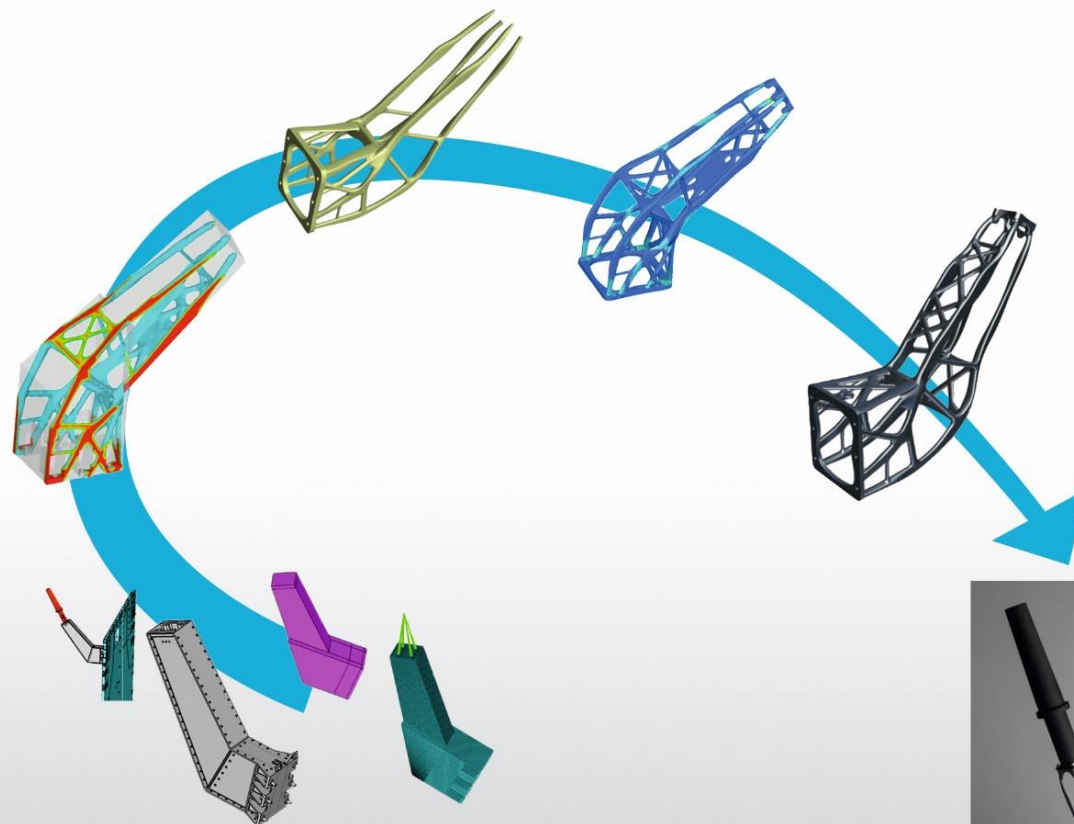
Multi Objective Genetic Algorithm (MOGA)

Torsional load case



Lightweight structure simulation – Topology optimization

- Using advanced optimization technologies (ex. Altair OptiStruct)
 - punch holes in the product
 - thin out the product's form
 - reshape the entire design
- Allows for removing material where it is not needed and ultimately saves on material costs.



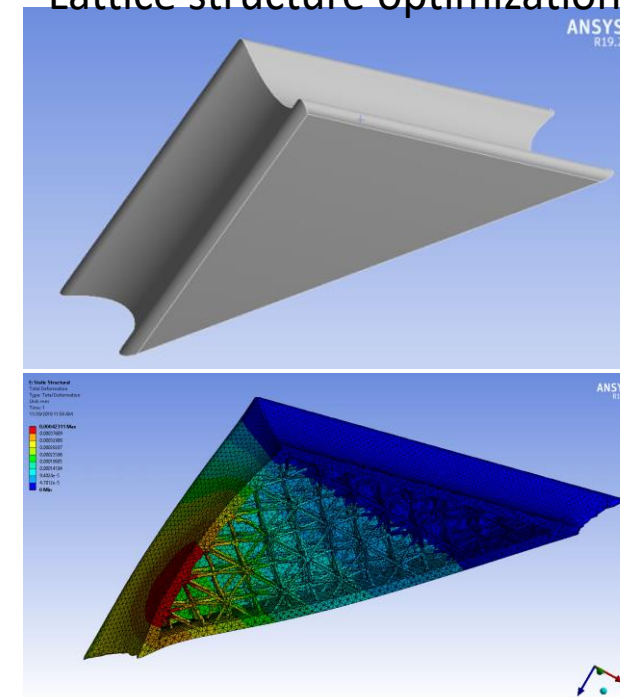
The technology symbiosis of topology optimization and additive manufacturing leads to:
half the weight - reduced stress - increased stiffness - minimum design lead time!



Lightweight structure simulation – Topology optimization



Lattice structure optimization



Cubic (default)		Crossed	
Midpoint		Octahedral 1	
Octet		Octahedral 2	
Diagonal			

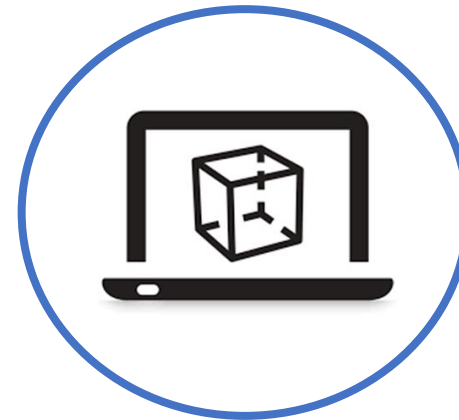
Lightweight Engineering Laboratory



Lightweight Structure



Electric Vehicle



CAE for Engineering App.



Crashworthiness



Lightweight Aluminium Bus Body Structure Using Finite Element Methods

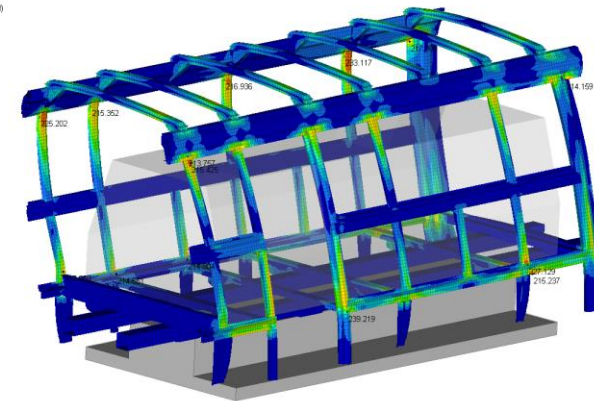


Lightweight Structure



Contour Plot
Von Mises(Scalar value, Mid)
Simple Average
-2.660E+02
-2.309E+02
-2.079E+02
-1.777E+02
-1.481E+02
-1.185E+02
-8.866E+01
-5.923E+01
-2.962E+01
0.000E+00

Max = 2.660E+02
Node 39775
Min = 0.000E+00
Node 48271



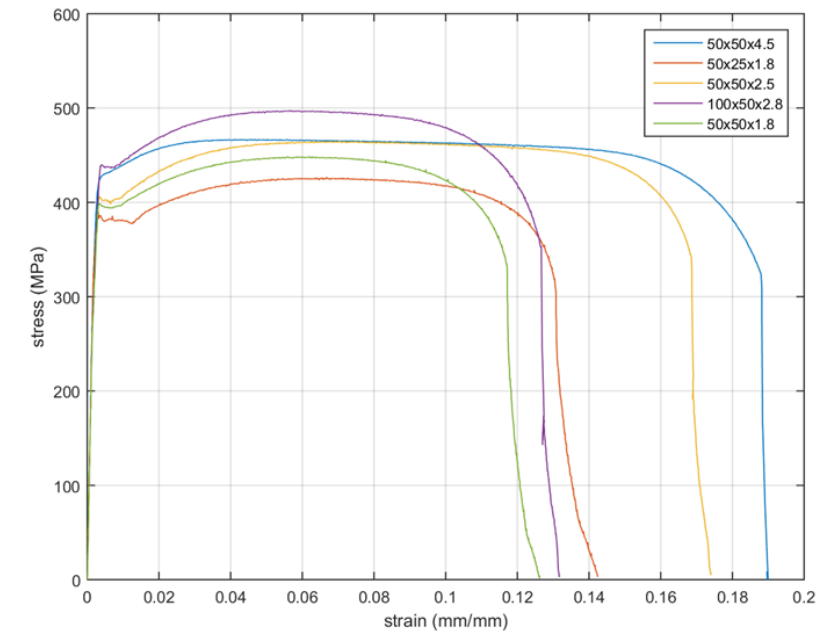
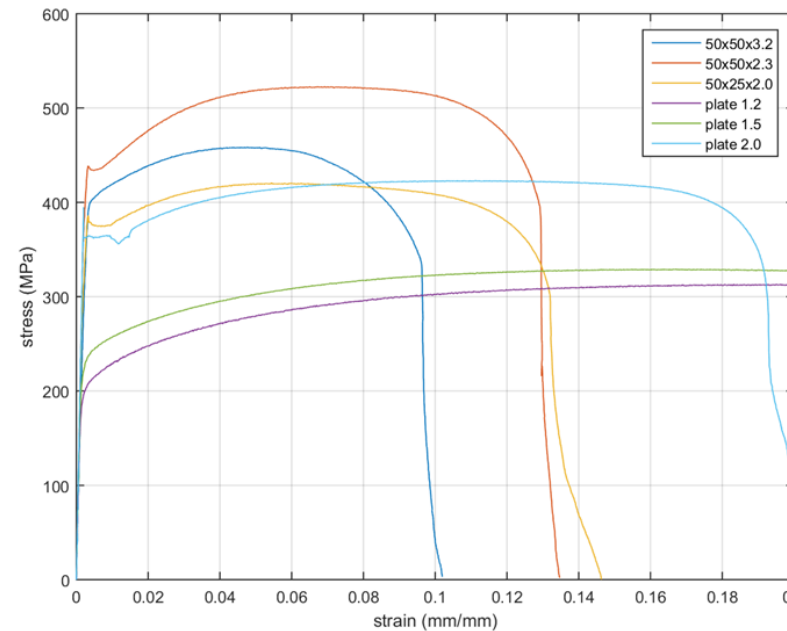
Bus Structure Design and Analysis (Rollover ECE R66)



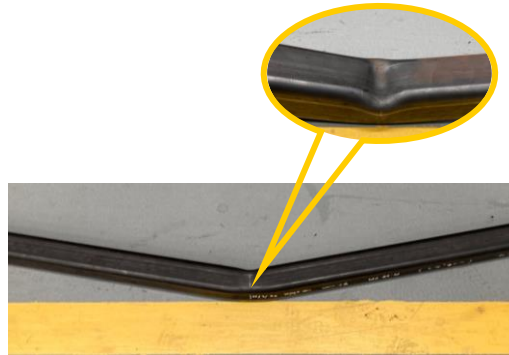
Crashworthiness



Material Property : Tensile Test



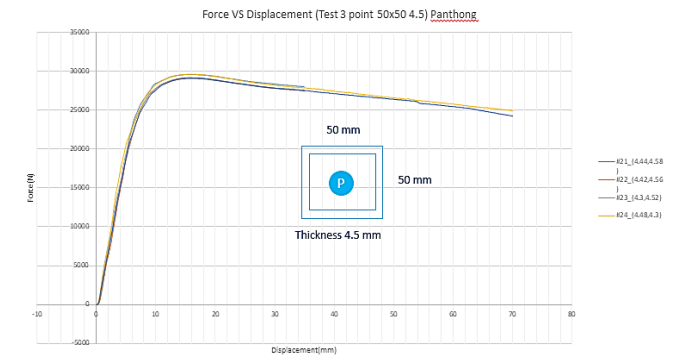
การทดสอบเหล็กโครงสร้างเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ด้วย ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์



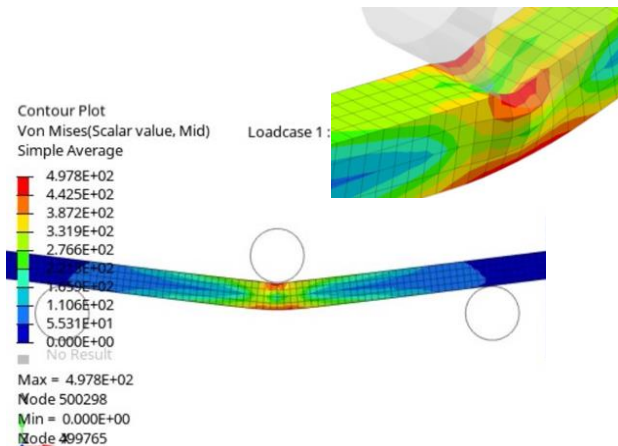
Local Buckling and
Deformation



Force vs. Displacement Result

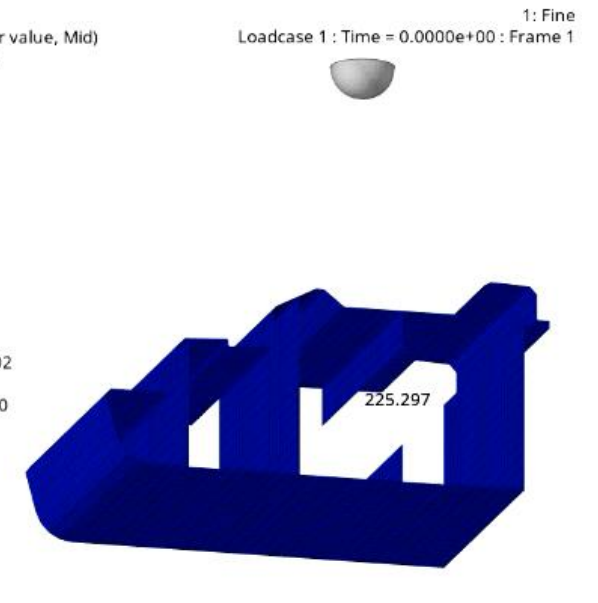
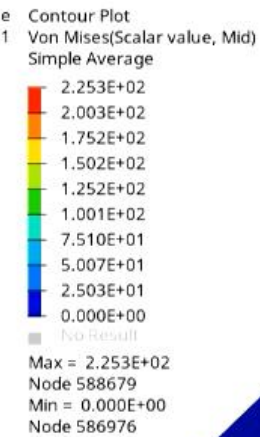
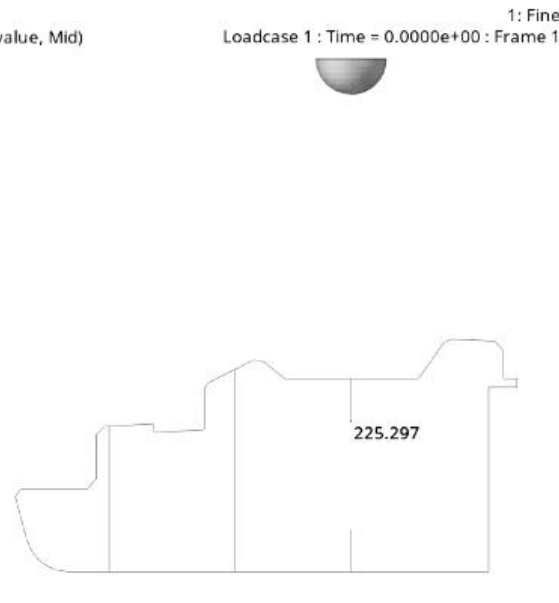
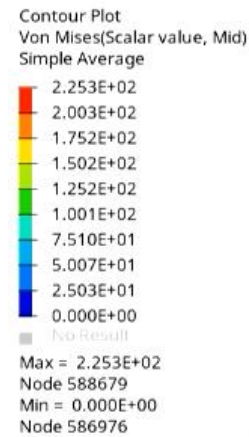


Strength of Tube data



Verified and Validated
FE Model for ECE R66
simulation

Drop Impact test



แถบสีความเค้นที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์



การเสียรูปก่อน(สีเขียว)และหลัง(สีแดง)การตกกระแทก
ผลได้จากการทดสอบจริงแล้วสแกน 3 มิติ

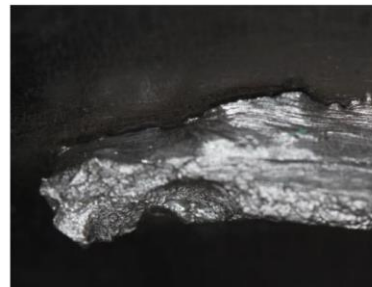
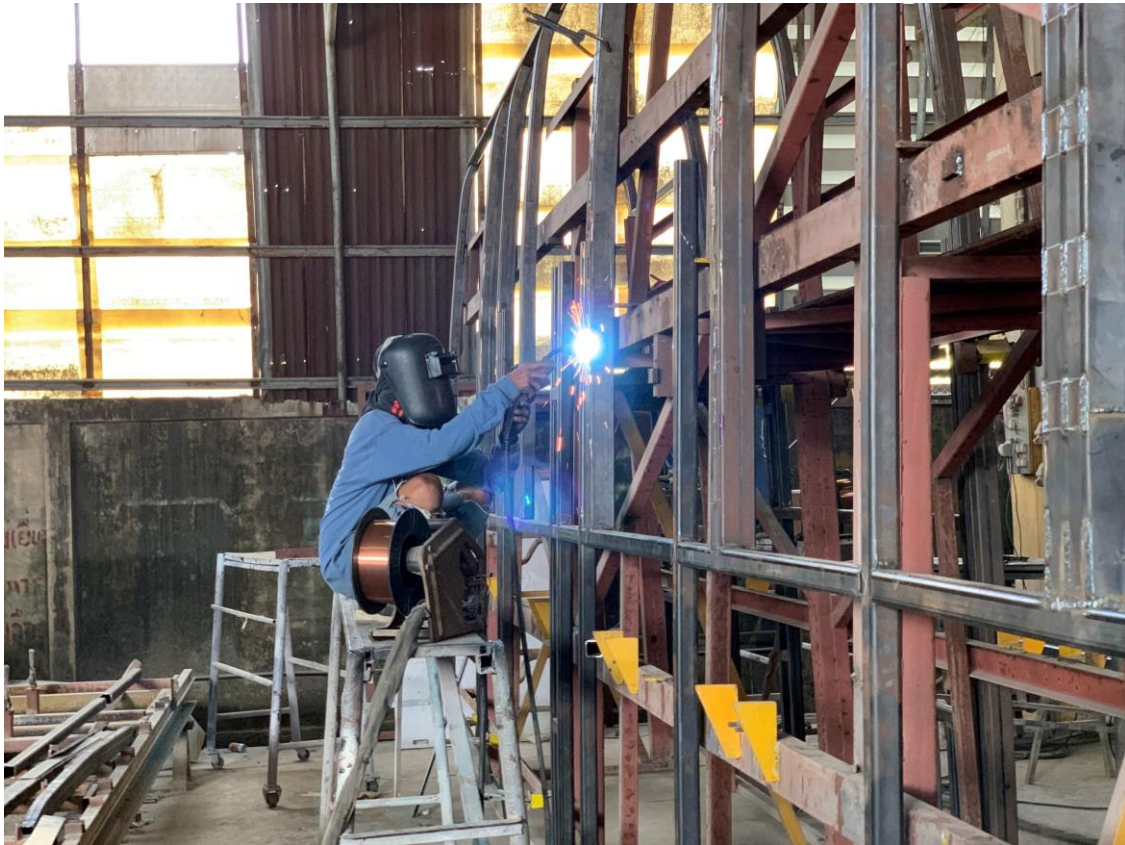
การพัฒนาโครงสร้างรถโดยสารขนาดใหญ่

การเชื่อมประกอบและคุณภาพงานเชื่อมโครงสร้างรถ (welding workmanship)

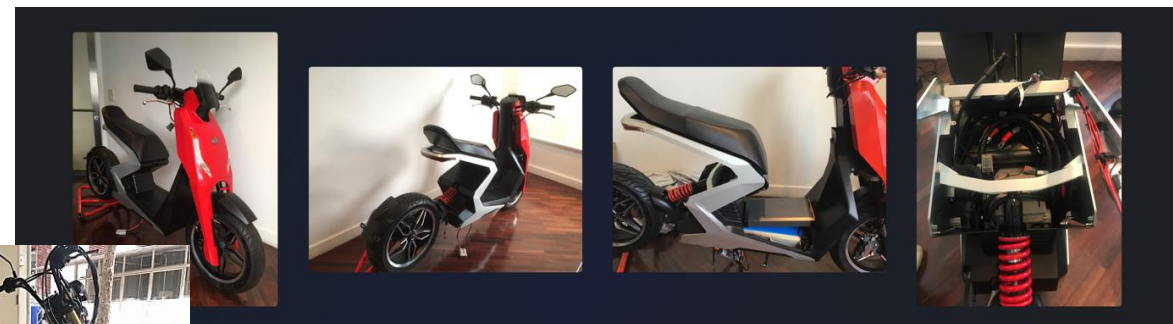
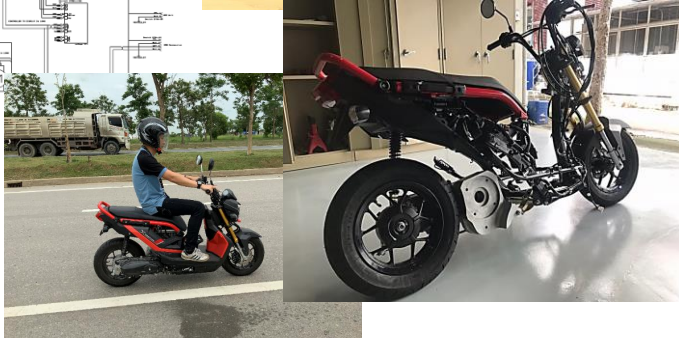
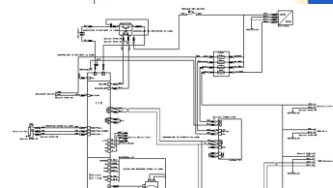
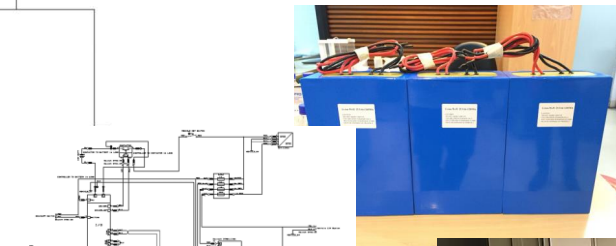
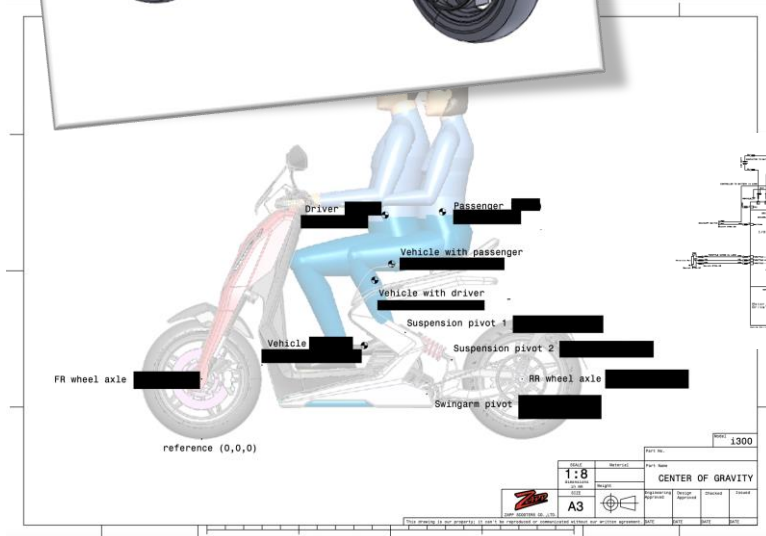
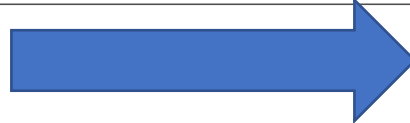
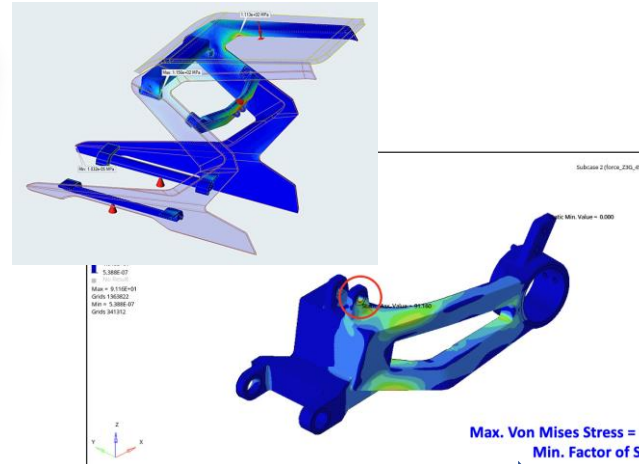


การขยายผลการใช้ประโยชน์ขีดความสามารถทางเทคโนโลยี

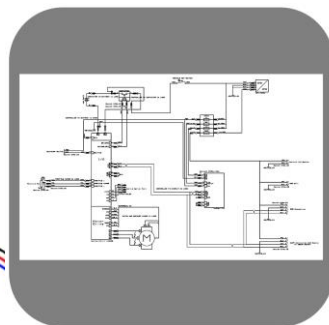
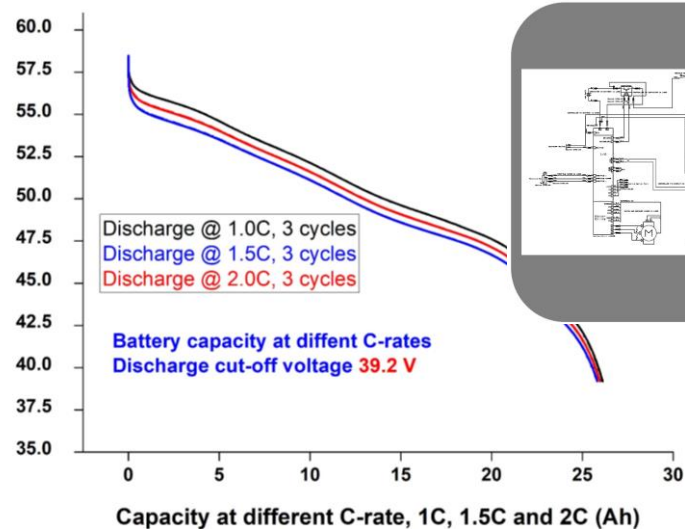
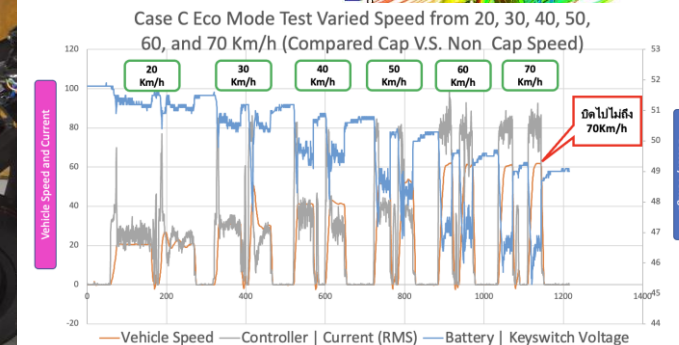
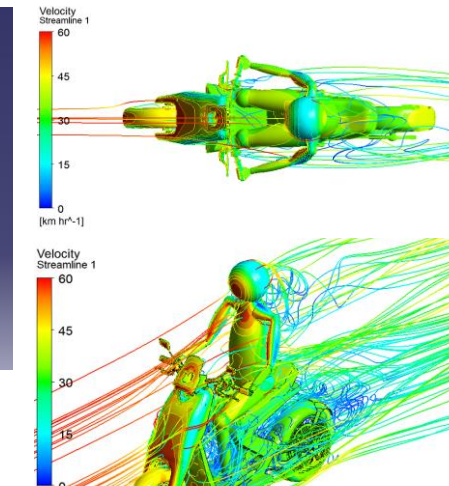
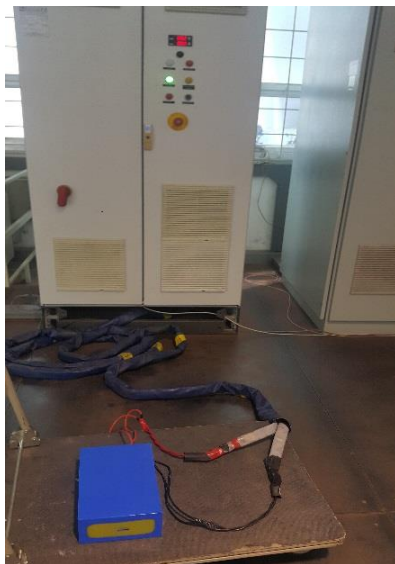
ยกระดับขีดความสามารถให้กับผู้ผลิตขนาดใหญ่ ด้วยการพัฒนาบุคลากร สร้างความเข้าใจให้กับผู้ประกอบการ ถ่ายทอดความรู้และเพิ่มทักษะสำหรับวิศวกรและช่างเทคนิค



EV prototype development – EV scooter

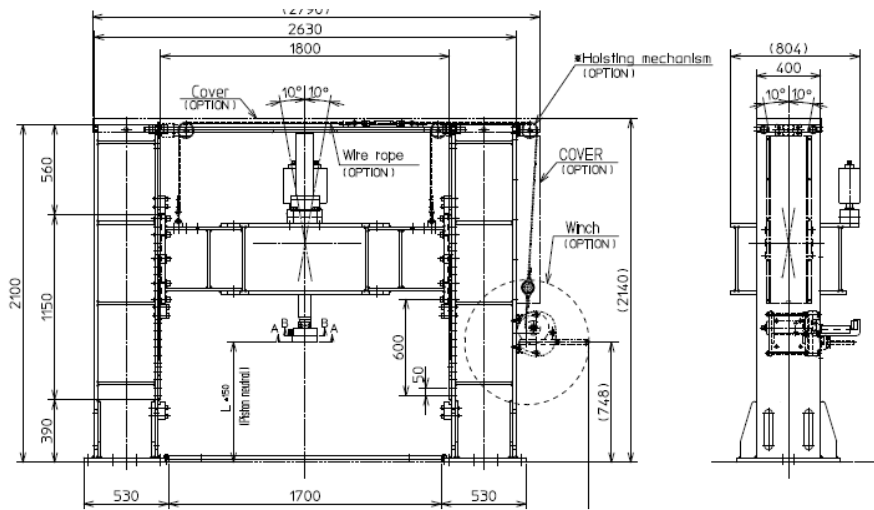


EV scooter - Other related ground work



เครื่องทดสอบความล้า

- Actuator แนวตั้งขนาด 100 kN
- Actuator แนวราบขนาด 50 kN
 - ระยะชัก 300 mm (+150/-150 mm) และค่าความแม่นยำ 1%
 - ความถี่ 0.01-20 Hz
 - Load cell มีความแม่นยำ 0.2%
- แท่นทดสอบทำจากเหล็กหล่อขนาดกว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร หนา 250 mm



คุณสมบัติของเครื่อง ทดสอบความล้า

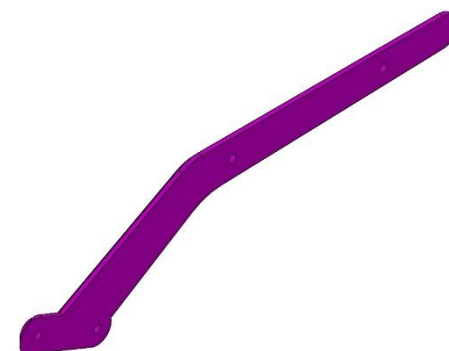
- Actuator ทั้งสองกระบอกสามารถควบคุมการทำงานได้พร้อมกันทั้งสองกระบอก แยกเป็นอิสระต่อกันได้ ทั้งแบบ displacement control และ load control
- Actuator สามารถสั่งการให้เคลื่อนที่ได้ตามรูปมาตรฐาน 4 รูปแบบคือ sine wave, triangle wave, square wave และ ramp wave
- มีโปรแกรม RFC เพื่อรองรับการควบคุม actuator ในรูปแบบพิเศษให้รองรับการเคลื่อนที่ตามชุดข้อมูลการเคลื่อนที่ที่ได้จากเก็บตัวอย่างการทดลองจาก data logger สามารถรองรับไฟล์นามสกุล .CSV, .KS1, .KS2



ชิ้นงานทดสอบ



Click o



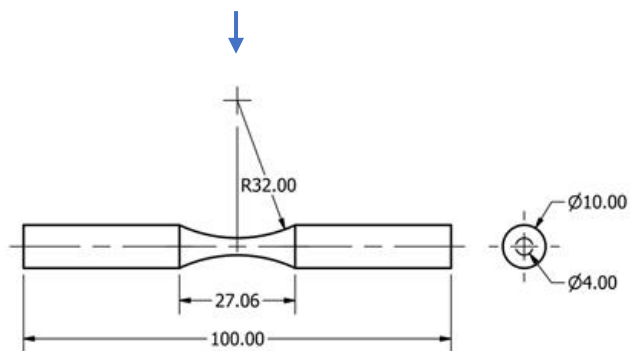
Fatigue of Aluminum

Al 6061

ตัดตามยาว 6 ชิ้น

ตัดตามขวาง 6 ชิ้น

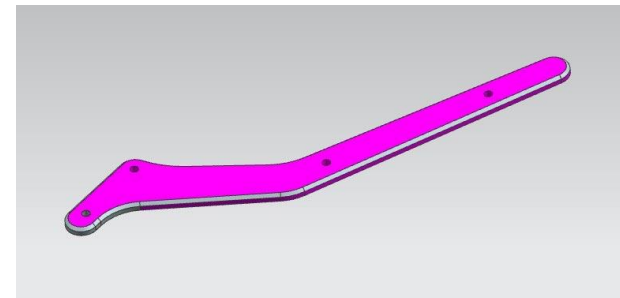
ชิ้นงานทดสอบ fatigue
(10 × 2 = 20 ชิ้น)



ASTM E466



1



เดิม

2



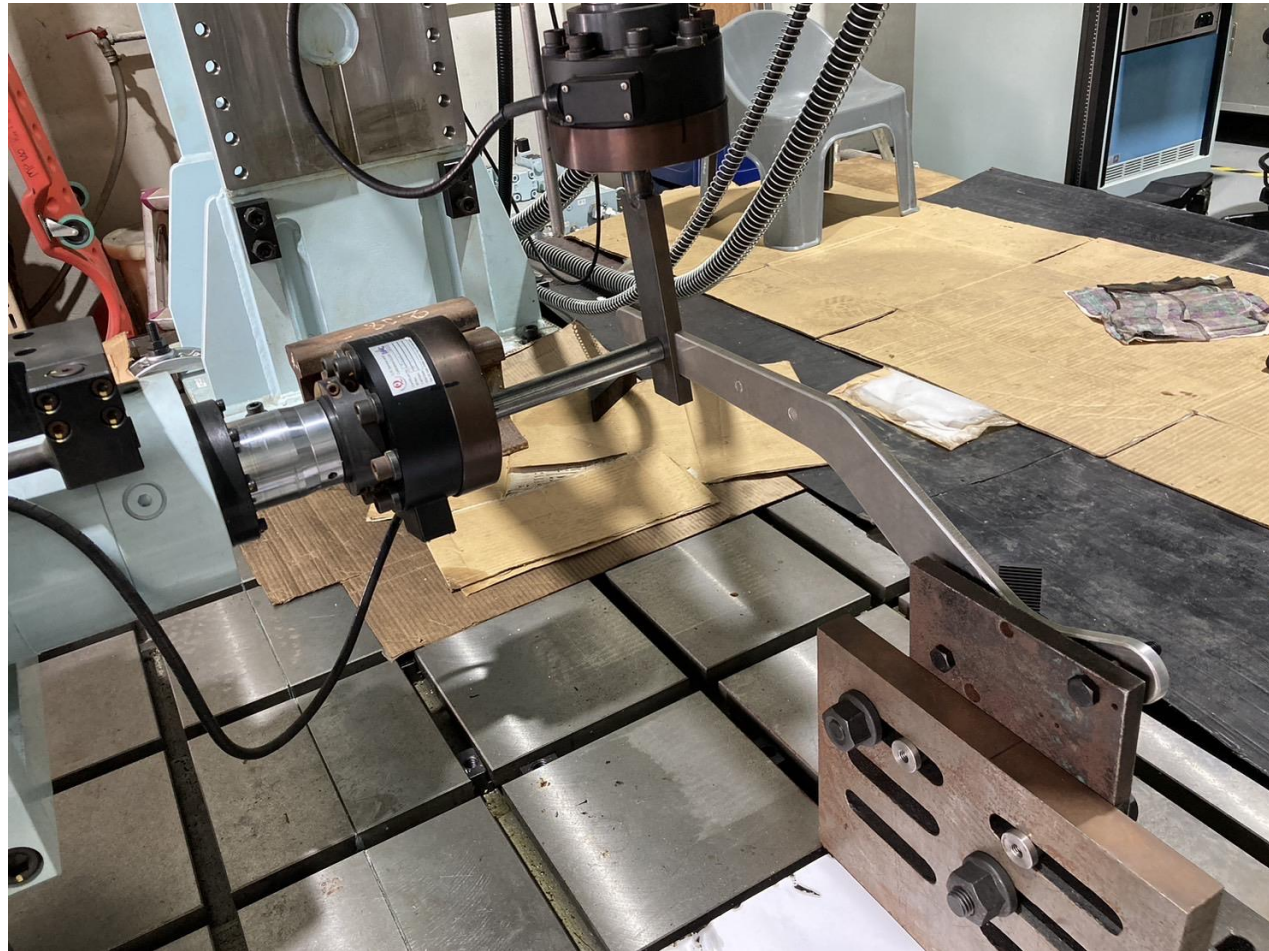
เชื่อม

3



หล่อ

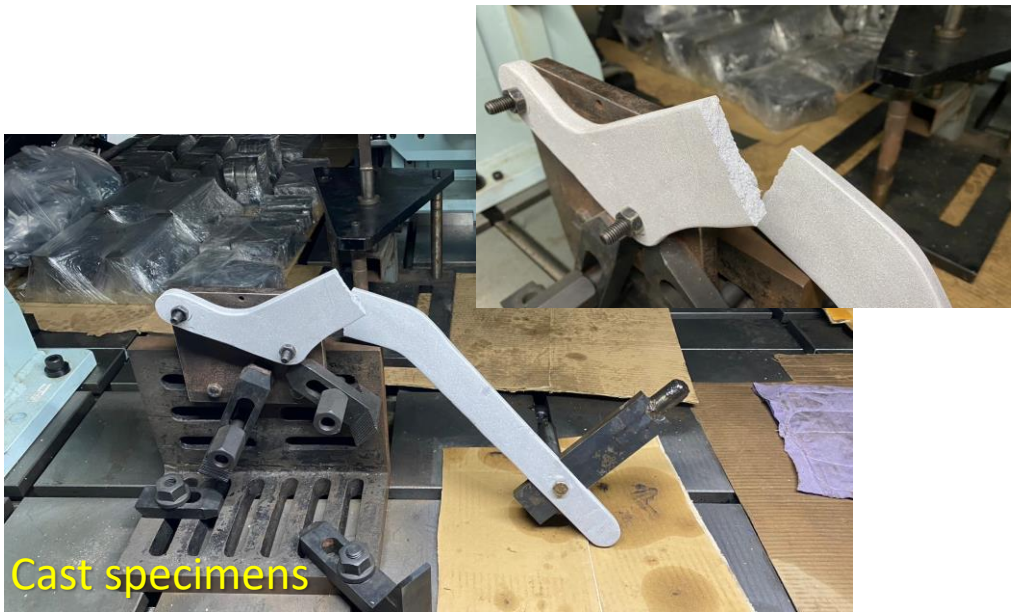
Test configurations



Test configurations: in full flow

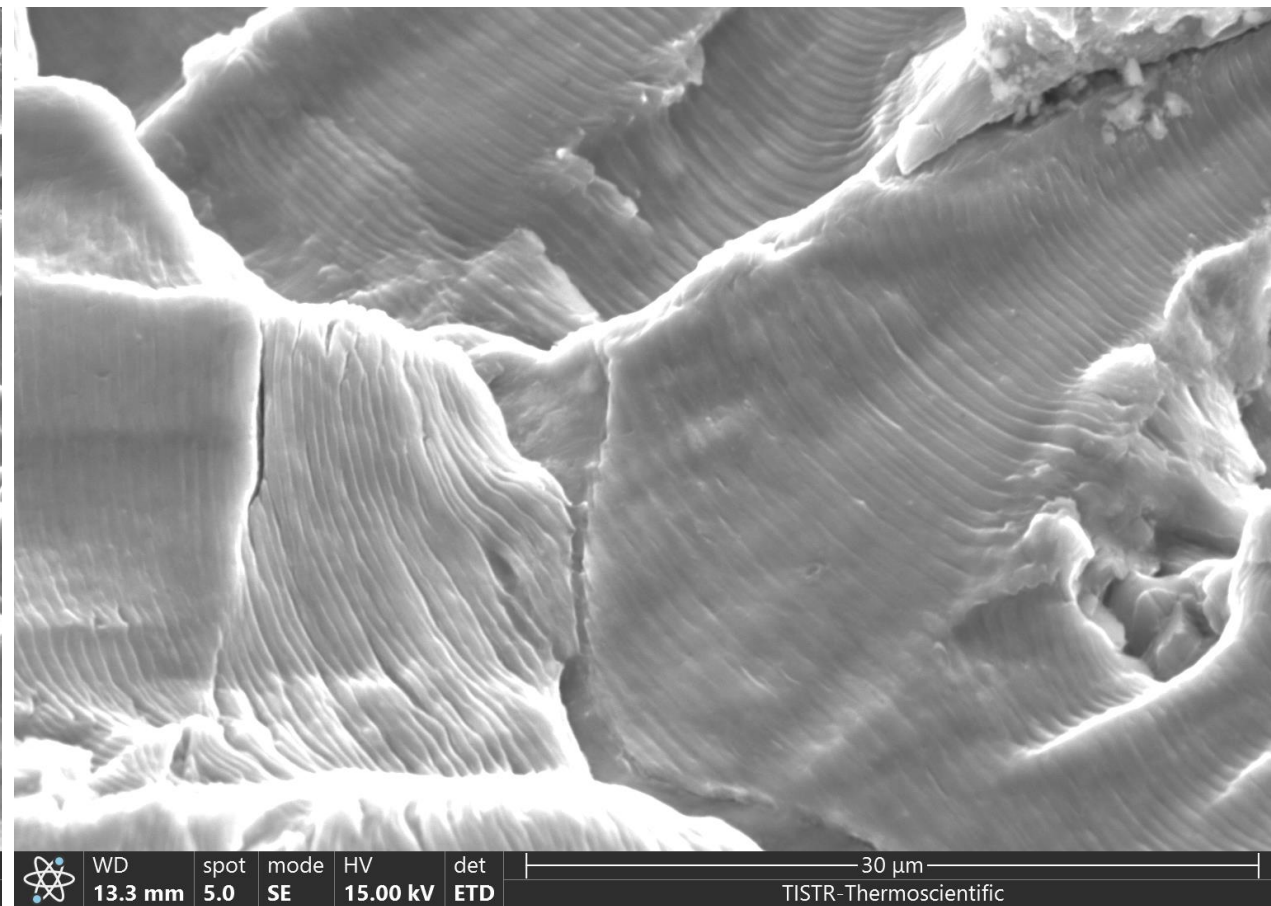
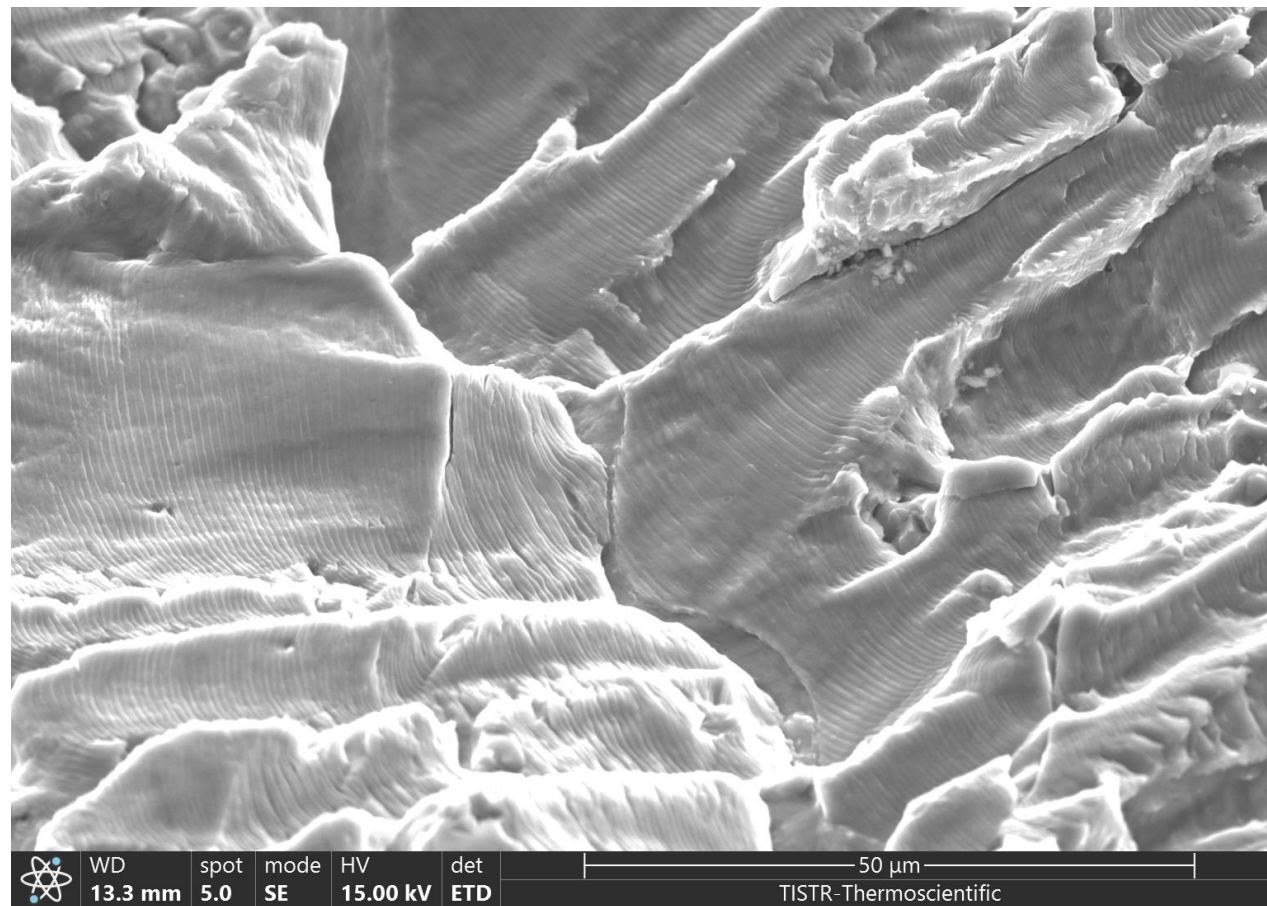
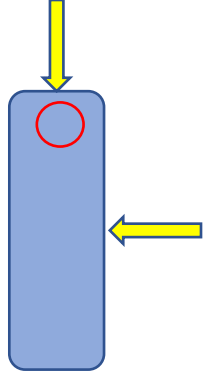


Fatigue test: Specimens failures



Fatigue test: 2 axle, Specimen – Longitudinal (L)

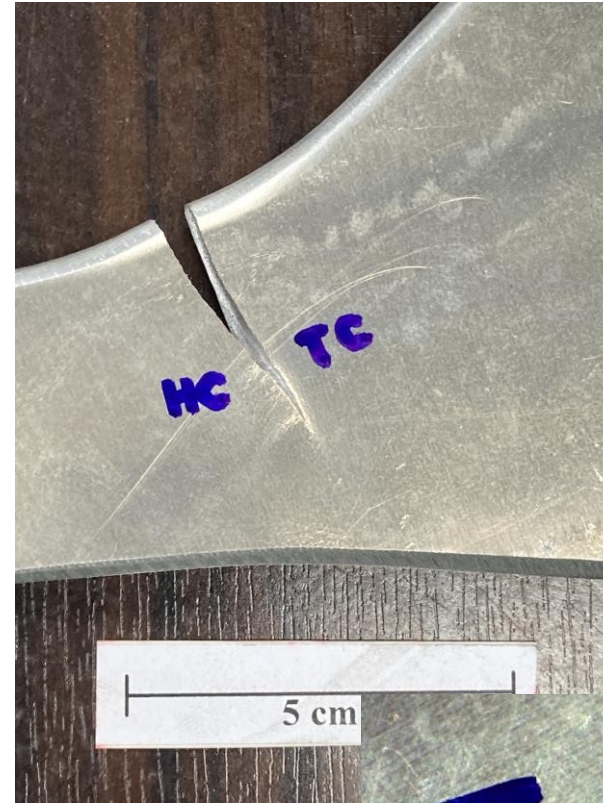
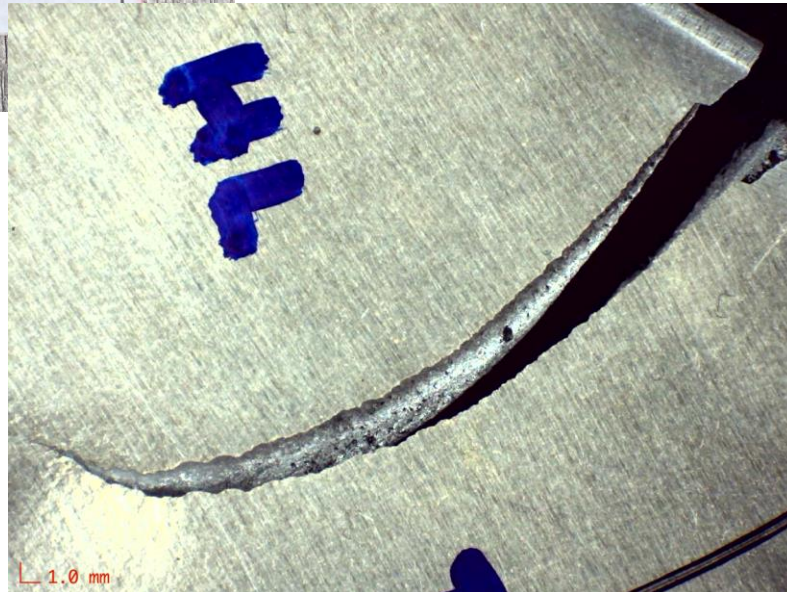
- Failure – Crack surface morphology via SEM



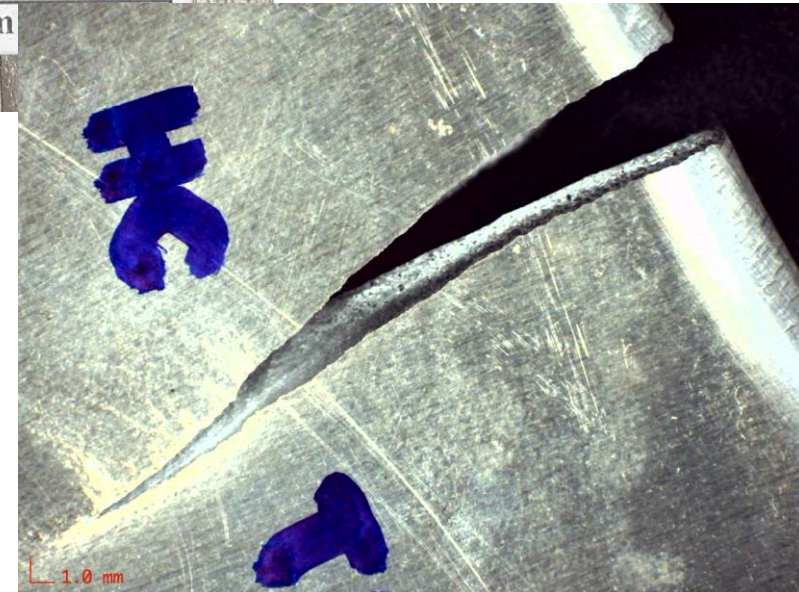
Fatigue test: 2 axle, Specimen – L & C



specimen L

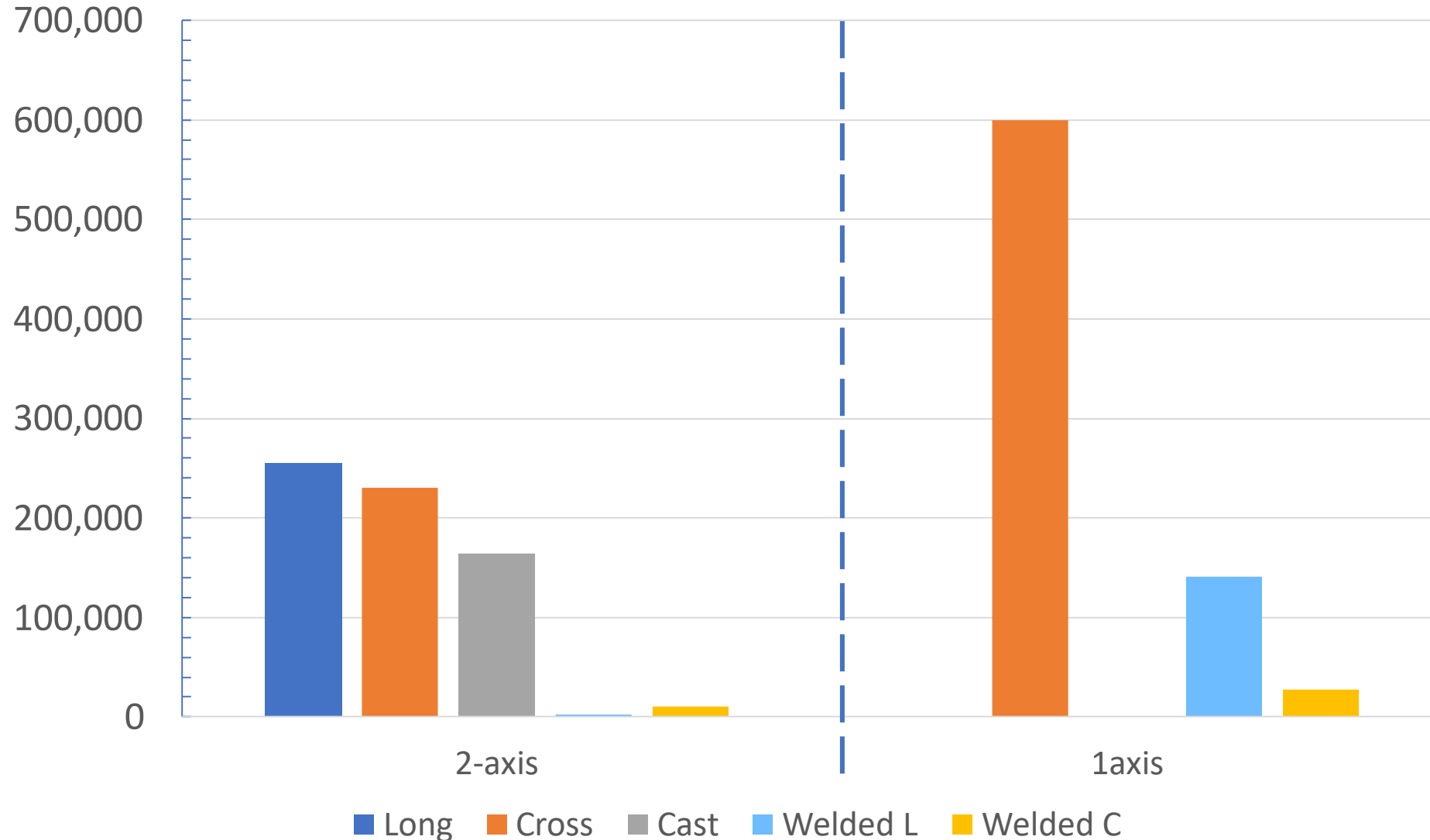


specimen C



Discussions: Overall summary

Summary of fatigue test results



การพัฒนาโครงสร้างตัวถัง นำหนักเบาสำหรับรถ โดยสารไฟฟ้า

Material
Replacement



เหล็กความแข็งแรงสูง HSS



Welding

Riveting



Self-piercing

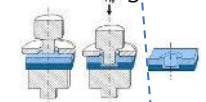


Mechanical Joining techniques

Adhesion



Clinching



Structural Steel

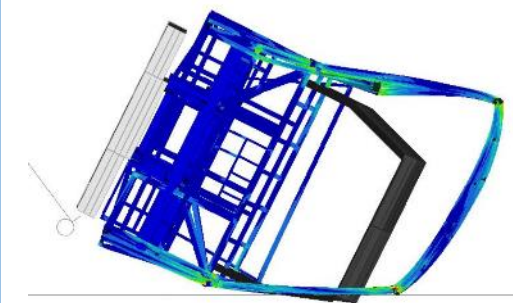
Material
replacement



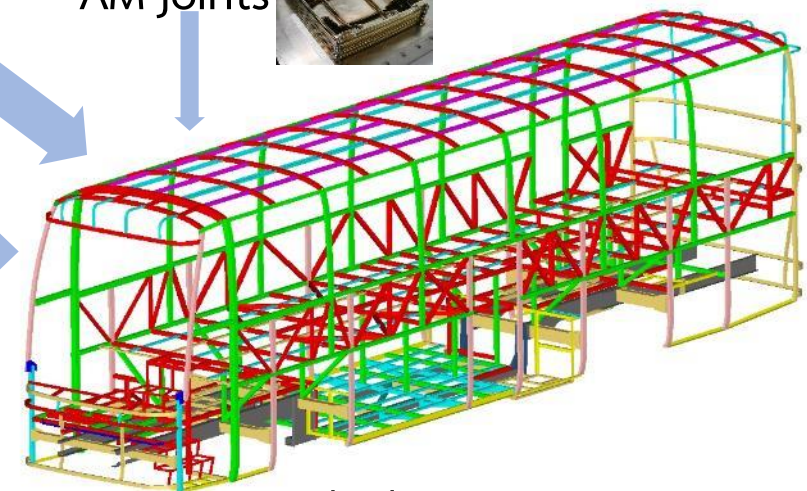
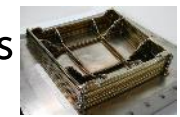
Aluminum Alloy



Criteria: Rollover Test (ECE R66)



AM joints



Hybrid Structure

(Structural Steel + HSS + Aluminum Alloy)

Composite Parts



การสร้างขีดความสามารถทางเทคโนโลยีด้านโครงสร้างวิศวกรรมน้ำหนักเบา

Potential Additive Manufacturing in Bus Structure



Additive Manufacturing Joint for Space Frame.
Photo via <https://autotechreview.com/>



Additive Manufacturing Joint for Space Frame.
Photo courtesy of EDAG Engineering GmbH

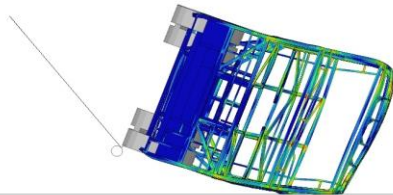
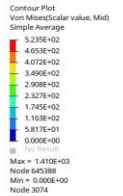


Aluminium bolted gusseted joint
Photo courtesy of <http://volgren.com.au>

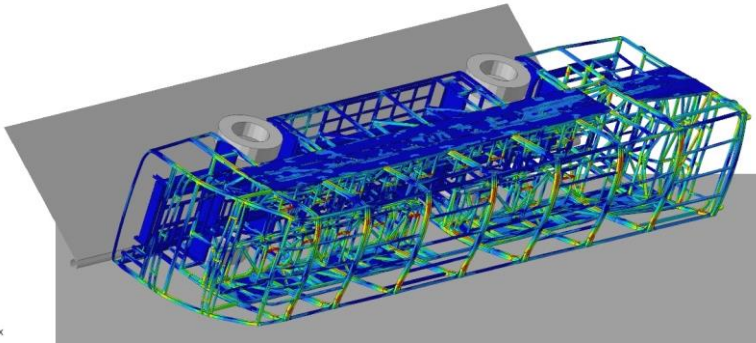
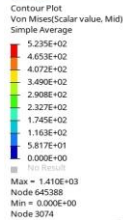


Parts can be made lighter, stronger and more effective using metal 3D printing compared to parts created using more traditional methods that employ molds, molten metal and equipment to precisely cut and shape the part.

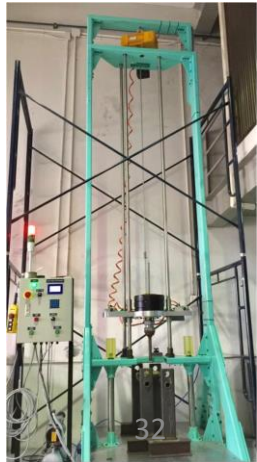
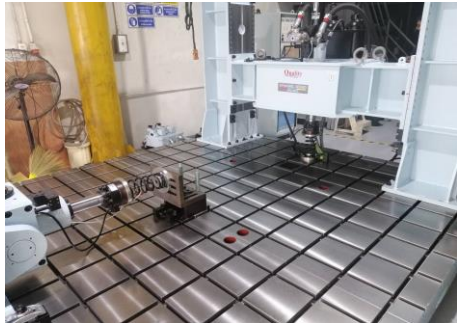
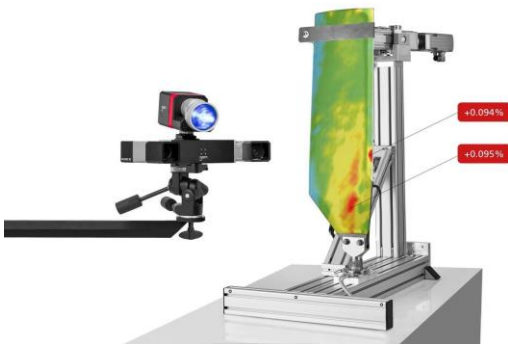
เทคโนโลยีการออกแบบทางวิศวกรรมสำหรับโครงสร้างรถโดยสารขนาดใหญ่



1: bp39p16500_NT3_FT
Loadcase 1: Time = 4.4800e+00 : Frame 80

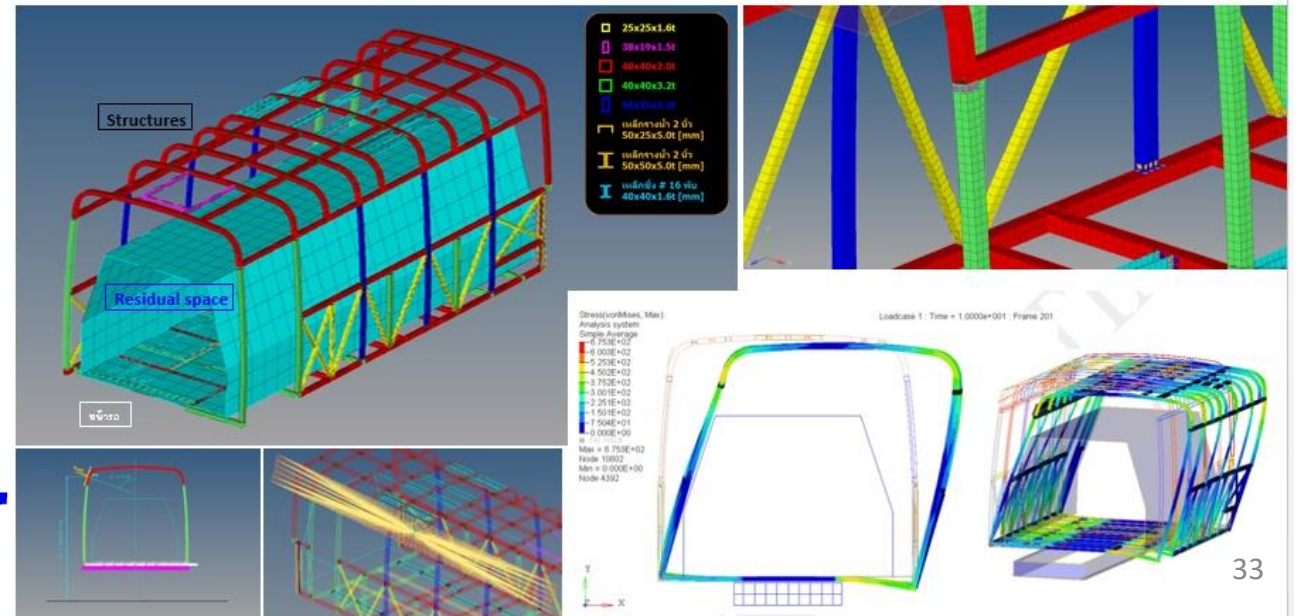
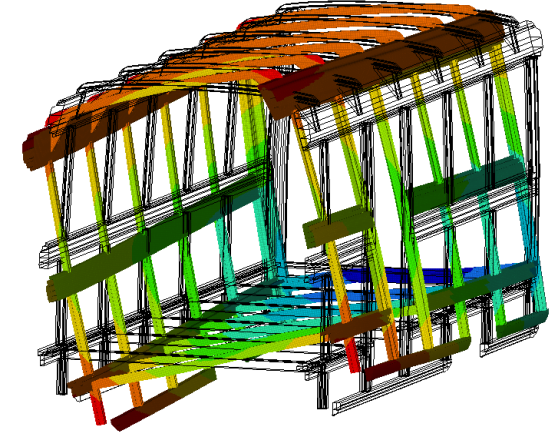
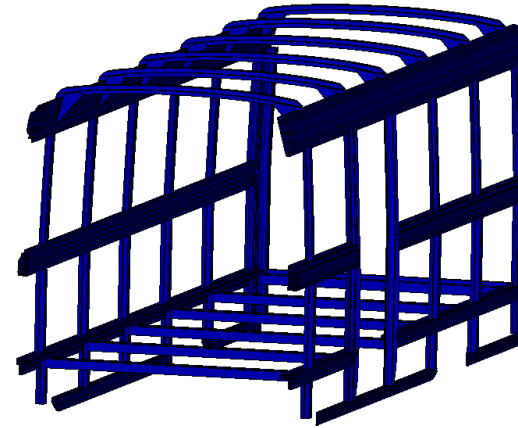
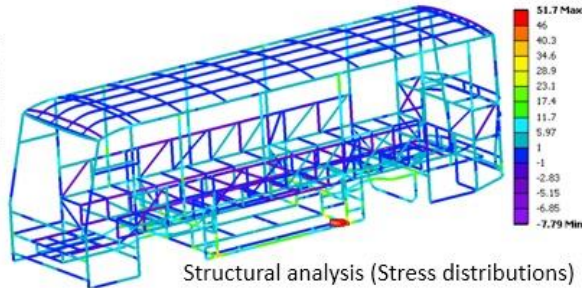
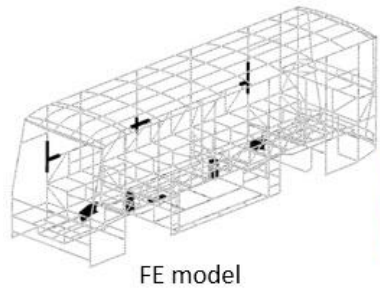


1: bp39p16500_NT3_FT
Loadcase 1: Time = 4.4800e+00 : Frame 80



ขีดความสามารถและศักยภาพทางเทคโนโลยี

การจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ (computer simulation)



การขยายผลการใช้ประโยชน์ขีดความสามารถทางเทคโนโลยี

ยกระดับขีดความสามารถให้กับผู้ผลิตรถโดยสารขนาดใหญ่ ด้วยการพัฒนาบุคลากร สร้างความเข้าใจให้กับผู้ประกอบการ ถ่ายทอดความรู้และเพิ่มทักษะสำหรับวิศวกรและช่างเทคนิค

MTEC Bus Structure Testing Package

Drop Impact Test



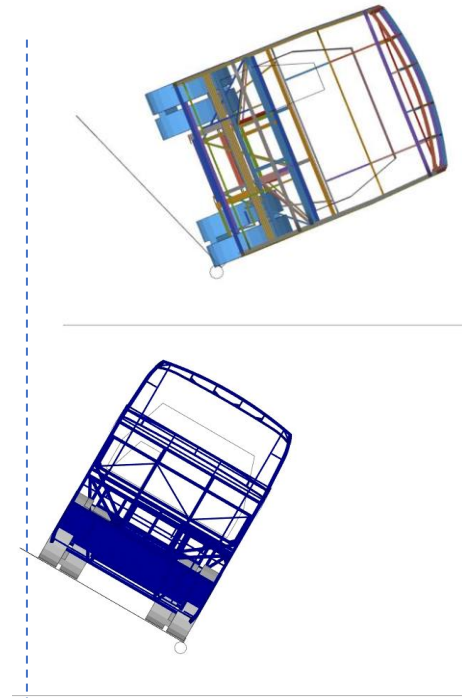
Joint Test



3 and 4 Point Bending Test



Substructure Test



R66 Simulations

Thank you

