โครงงานวิจัย

การวิเคราะห์สะพานเครื่องหนุนมั่นแบบ MGB เพื่อความเหมาะสมกับกองทัพไทยในปัจจุบัน

The detail study and structural analysis of Main Girder Bridge for current Army deployment

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

ร.อ.ดร.ณัฐพร นุตยสกุล

สมาชิกโครงงาน

1.นนร.ปวิตร	ลิ้มจี้จง	เลขที่ 1
2.นนร.ภัทร	โพธิศาสตร์	เลขที่ 7
3.นนร.รชตะ	มัญชุสุนทรกุล	เลขที่ 11
4.นนร.กิตติภพ	เลี่ยวไพโรจน์เ	เลขที่ 15

บทคัดย่อ

เนื้อหาของโครงงานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสะพานเครื่องหนุนมั่ นแบบ MGB ที่มีใช้อยู่ในกองทัพบกไทย โดยเนื้อหาที่ทำการวิจัยเป็นการดำเนินการศึกษาวิธีการใช้งานและปัญหาของสะพานเครื่องหนุนมั่นแบบ MGB วิเคราะห์โครงสร้างของชิ้นส่วนต่างๆในการรับแรง อีกทั้งศึกษาความเป็นไปได้และออกแบบโครงสร้างของสะพานเครื่องหนุนมั่นแบบ MGB เพื่อยุทธวิธีข้ามลำน้ำโดยคำนึงถึงน้ำหนักบรรทุกและการใช้งานด้านกิจการพลเรือนในประเทศไทย ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้นั้นประกอบด้วยคู่มือการใช้สะพานโครงแผงขนาดกลางแบบ MGB และคู่มือการฝึกของกองร้อยทหารช่างสะพานผสม มีการสำรวจเก็บข้อมูลสะพานเครื่องหนุนมั่นแบบ MGB อย่างละเอียดจากนั้นนำมาวิเคราะห์การรับแรงด้วยโปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้าง เพื่อประเมินค่าการรับแรงเปรียบเทียบกับการใช้งานจริงทั้งในด้านการทหาร และเมื่อนำไปใช้ในกิจการอื่น

จากการศึกษาได้ทำการวิเคราะห์และตรวจสอบ พบว่าสะพานเครื่องหนุนมั่นแบบ MGB นั้น สามารถรับน้ำหนักได้มากกว่าที่ใช้งานทั่วไปในประเทศไทย และเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สะพานเครื่องหนุนมั่นแบบ MGBสามารถถูกออกแบบใหม่โดยลดวัสดุโครงสร้างสะพานลง และออกแบบปรับปรุงโครงสร้างให้เหมาะสมบนพื้นฐานการผลิตในประเทศไทยได้ในอนาคต

ABSTRACT

This research studied the Medium Girder Bridge (MGB) currently in service in the Royal Thai Army (RTA). By studying the operational and design concept, MGB can be investigated for loadings of military and civilian affair usage in Thailand. References include the MGB operation manual and the RTA training manual of MGB. The MGB detailed dimensions are measured and recorded. Detail analyses were performed to investigate the behavior of MGB under various loadings. The forces resulting from loadings of military and civilian usage were compared.

From the studies, the MGB can withstand loading more than typical loading resulting from vehicles in the RTA especially when used in civilian affair. Therefore, it is possible to reduce structural requirements of the MGB for various purposes and design the MGB to be manufactured in Thailand.

สารบัญ

คำนำ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาของโครงการ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 1

1.3 ขอบเขตของโครงการ 1

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 ข้อมูลสะพานที่ทำการวิจัย 3

2.1.1 ประวัติย่อ 3

2.1.2 ลักษณะ ขีดความสามารถ 3

2.1.3 ข้อดี 4

2.1.4 รูปแบบของสะพาน 5

2.1.5 ชิ้นส่วนประกอบที่สำคัญ 9

2.1.5 ความสามารถในการรับน้ำหนัก 25

2.2 คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย 26

2.2.1 คุณสมบัติทั่วไปของโลหะผสมอลูมินัม 26

2.2.2 คุณสมบัติทั่วไปของเหล็ก 26

2.2.3 ข้อดีของโลหะผสมอลูมินัมเมื่อเปรียบเทียบกับเหล็ก 26

2.2.4 ข้อเสียของโลหะผสมอลูมินัมเมื่อเปรียบเทียบกับเหล็ก 26

2.2.5 คุณลักษณะเฉพาะของโลหะผสมอลูมินัมที่ใช้ในงานวิจัยนี้ 27

2.2.6 คุณลักษณะเฉพาะของเหล็กที่ใช้ในงานวิจัยนี้ 28

บทที่ 3 ขั้นตอนการวิจัย 30

3.1 การเขียนแบบโครงสร้างของโครงแผงชั้นบน 30

3.2 การจำลองชิ้นส่วน 32

3.3การกำหนดน้ำหนักในการวิเคราะห์ 35

3.4 การวิเคราะห์สะพานโดยใช้ Staad Pro 37

3.5 การออกแบบชิ้นส่วน 43

บทที่ 4 ผลการวิจัย 44
4.1 การออกแบบโครงแผงชั้นบนใหม่ 44
4.2 การออกแบบโครงแผงชั้นบนใหม่โดยใช้ Aluminum alloy 7020 T6 45
4.3 การออกแบบโครงแผงชั้นบนใหม่โดยใช้ Steel SM520 49
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย 53

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

1. เนื่องจากกองทัพบกเคยสั่งซื้อสะพานเครื่องหนุนมั่น MGB ซึ่งเป็นอุปกรณ์ข้ามลำน้ำจากประเทศอังกฤษในสมัยของ พล.อ.ชวลิต ยงใจยุทธเป็นผู้บัญชาการทหารบก เข้ามาใช้ในยุทธวิธีข้ามลำน้ำของกองทัพบกแล้ว แต่ในปัจจุบันสะพานดังกล่าวได้เกิดความชำรุดและเสียหาย และราคาสะพานเครื่องหนุนมั่นในปัจจุบันราคาสูง ยากแก่การจัดหา ทางกลุ่มจึงทำการศึกษาปัญหาและความเป็นไปโดยการวิเคราะห์โครงสร้างสะพานที่กองทัพบกมีอยู่และออกแบบปรับปรุงให้เหมาะสมกับความสามารถในการผลิตในประเทศ รวมทั้งการคำนึงถึงภูมิประเทศของประเทศไทยและน้ำหนักที่เหมาะสมขององค์ประกอบของสะพานเพื่อการประกอบใช้สำหรับกองทัพบกไทย

2. ทหารช่างมีความจำเป็นต้องใช้สะพานที่สามารถประกอบได้รวดเร็วและรับน้ำหนักได้เหมาะสมกับยุทโธปกรณ์ที่ใช้ เพื่อยุทธวิธีข้ามลำน้ำรวมทั้งใช้ในการฝึกตามวงรอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาโครงสร้างวัสดุรวมถึงการออกแบบเพื่อให้เหมาะสมกับภูมิประเทศของประเทศไทยและทหารไทย จะสามารถพัฒนาเทคโนโลยีในการออกแบบสะพานในลักษณะนี้ได้

3. ทหารช่างจำเป็นต้องใช้สะพานเพื่อใช้ในยุทธวิธีข้ามลำน้ำ และในอนาคตกองทัพบกจำเป็นต้องจัดหายุทโธปกรณ์สะพานข้ามลำน้ำมาทดแทนสะพานเดิมที่ชำรุดเป็นจำนวนมาก หากสามารถปรับปรุงสะพานที่มีอยู่ให้สามารถใช้งานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดจะสามารถประหยัดงบประมาณได้อย่างมาก

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

ศึกษาแบบและแนวความคิดในการออกแบบเครื่องหนุนมั่น MGB โดยการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างสะพานเครื่องหนุนมั่น MGB เพื่อปรับปรุงสะพานยุทธวิธีข้ามลำน้ำของทหารช่างที่มีอยู่ให้ใช้ประโยชน์ได้สูงสุด

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. วิเคราะห์โครงสร้างของสะพานเครื่องหนุนมั่นเพื่อยุทธวิธีข้ามลำน้ำของทหารช่างที่มีอยู่

2. ทำการเขียนแบบสะพานเครื่องหนุนมั่นแบบ MGB จากนั้นดำเนินการศึกษาวิธีการใช้งานและแนวคิดในการออกแบบ

3. ศึกษาปัญหาและความเป็นไปได้และออกแบบโครงสร้างของสะพานหนุนมั่น เพื่อยุทธวิธีข้ามลำน้ำ โดยคำนึงถึงน้ำหนักบรรทุก ภูมิประเทศ ความสามารถในการเคลื่อนย้ายของทหารไทยและความสามารถในการผลิตของประเทศไทย

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1. ได้ทำการวิเคราะห์หลักการทำงาน และการรับแรงของสะพานเครื่องหนุนมั่นแบบ MGB
2. เข้าใจขีดความสามารถยุทโธปกรณ์ที่กองทัพไทยมีอยู่
3. สร้างจิตสำนึกในการเป็นนักพัฒนาเทคโนโลยีให้กับบุคคลากรในกองทัพบก
4. เป็นการช่วยประหยัดงบประมาณในการสั่งซื้อยุทโธปกรณ์ของกองทัพบกในอนาคต
5. ได้รับทราบถึงปัญหาในการบำรุงรักษายุทโธปกรณ์ เพื่อเสนอเป็นงานวิจัยในอนาคต

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลสะพานที่ทำการวิจัย

จากการศึกษาดูงานสะพานเครื่องหนุนมั่นชนิดต่างๆที่กองร้อยทหารช่างสะพานผสม(ช.ร้อย 18) ค่าย บุรฉัตร จ.ราชบุรี พบว่าสะพานเครื่องหนุนมั่นแบบโครงแผงขนาดกลางหรือสะพาน MGB (Medium Girder Bridge) เป็นสะพานที่มีน้ำหนักเบา รับน้ำหนักได้มากถึง 60 ตัน ประกอบและขนย้ายได้อย่างรวดเร็ว เหมาะสมในการใช้ประกอบยุทธวิธีข้ามลำน้ำของทหารช่าง อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ในงานด้านการช่วยเหลือประชาชนเมื่อเกิดเหตุภัยพิบัติต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดของสะพานดังนี้

2.1.1 ประวัติย่อ สะพานโครงแผงขนาดกลางออกแบบโดย " The British Military And-Engineering Establisment Christchurch " แห่งประเทศอังกฤษ ในขั้นต้นใช้แทนสะพานเบลี่ย์แบบช่วงเดียว (เอ็ม.2) ต่อมาได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ราชการทหารและการคมนาคมเร่งด่วนฉุกเฉินรวมทั้งงานบุกเบิกในการสร้างถนน เริ่มนำมาใช้ในกองทัพบกอังกฤษ เมื่อปี ค.ศ.1971 ปัจจุบันนี้มีประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกประมาณ 20 ประเทศได้ซื้อไปใช้ในราชการทหาร ได้แก่กลุ่มนาโต้ (NATO) คือประเทศสหรัฐอเมริกา,อังกฤษ,แคนาดา,เดนมาร์ก,เยอรมัน,ฮอลแลนด์และอิตาลี ในย่านตะวันออกไกลได้แก่ ประเทศฟิลิปปินส์,สิงคโปร์, ออสเตรเลีย,ปากีสถาน นอกจากนี้มีประเทศอื่น ๆ ได้แก่สวิสเซอร์แลนด์,มอร็อก-โค,จอร์แดน, เคนยา,เปรู ประเทศในตะวันออกกลางและอัฟริกา

2.1.2 ลักษณะ ขีดความสามารถ

สะพานโครงแผงขนาดกลางเป็นสะพานที่ใช้โครงแผง ซึ่งเป็นคานยาวทอดตามแนวนอนจากหัวไปจรดท้ายสะพาน มีน้ำหนักเบา ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนย่อย ๆ ซึ่งถอดแยกออกจากกันได้ง่ายและสามารถประกอบติดตั้งเป็นสะพานได้หลายแบบมีความกว้างประมาณ 4 เมตร การรับน้ำหนักมากน้อยเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับความยาวและแบบของสะพาน สามารถประกอบให้สั้นหรือยาวเป็นร้อยเมตรหรือมากกว่าก็ได้ รับน้ำหนักตามมาตรฐานทางทหารของนาโต้ได้ตั้งแต่ชั้น 16 ถึงชั้น 70 เป็นอย่างสูงน้ำหนักชั้น 70 เทียบได้กับน้ำหนัก รยบ.ประมาณ 70 ตัน ของยวดยานพาหนะล้อยางและรับภาระที่บรรทุก หรือเทียบได้กับชั้นน้ำหนักรวมประมาณต่ำกว่า 70 ตัน เล็กน้อยของรถถังสายพานและสัมภาระที่บรรทุก การออกแบบให้รับน้ำหนักได้ในระหว่างชั้น 16 ถึงชั้น 70 ก็เพราะว่ายานพาหนะขนาด 2 เพลา หรือ 3 เพลาทั่ว ๆ ไปที่ใช้ในการลำเลียงขนส่งนั้นจะมีน้ำหนักรวมประมาณไม่เกิน 16 ตัน และรถสายพานที่ใช้ในการสงครามทั่วไป เช่น T.44 , M.60 , LEOPARD , CHIEFTAIN, CENTURION ต่างก็มีน้ำหนักรวมไม่เกิน 40 – 60 ตัน

2.1.3 ข้อดี

1.ประกอบได้หลายแบบ สะพานโครงแผงขนาดกลางทุกแบบมีพื้นฐานแบบเดียวกันคือมีสะพานช่องเดียวเป็นสะพานชั้นพื้นฐานซึ่งสะพานอื่น ๆ ต่างก็ดัดแปลงไปจากสะพานช่องเดียวได้โดยใช้สะพานช่องเดียวเป็นหลักแล้วต่อเติมส่วนอื่น ๆ เข้าไปด้วยหลักเกณฑ์ดังกล่าวนี้ชิ้นส่วนของสะพานจึงใช้ร่วมกันได้ สะพานโครงแผงขนาดกลางจึงมีความคล่องตัวที่จะประกอบติดตั้งเป็นสะพานได้หลายแบบตามสภาพภูมิประเทศ และสถานการณ์ เช่นสามารถประกอบให้เป็นสะพานเครื่องหนุนลอย ที่มีขนาดความยาวมาก ๆ ได้

2.ถอดแยกเป็นชิ้นส่วนย่อยได้ สะพานประกอบด้วยชิ้นส่วนย่อยซึ่งถอดแยกออกจากกันประกอบติดตั้งด้วยมือได้โดยง่ายและรวดเร็วรวมทั้งประหยัดเวลาอีกมากกว่าสะพานชนิดอื่น

3.น้ำหนักเบา ชิ้นส่วนย่อยทำด้วยวัสดุที่พัฒนาขึ้นมาด้วยการนี้โดยเฉพาะเป็นโลหะผสมของอลูมิเนียม (Al), สังกะสี (Zn) และแมกนีเซียม (Mg) ซึ่งมีความแข็งแรงทนทานและมีคุณสมบัติในการเชื่อมที่ดี (WELABLE) ชิ้นส่วนย่อยนี้ส่วนใหญ่มีน้ำหนักน้อยกว่า 200 กิโลกรัมและสามารถยกได้ด้วยคนเพียง 4 คน แต่เฉพาะบางชิ้นส่วนเท่านั้นที่ต้องยกขนด้วยแรงงาน 8 คน การที่มีน้ำหนักเบาถือว่าเป็นคุณประโยชน์มากทำให้การประกอบติดตั้งใช้แรงงานน้อย และไม่ต้องใช้ปั้นจั่นหรือเครื่องมือทุ่นแรง ทำงานได้รวดเร็วและเป็นการประหยัดเวลาได้มาก

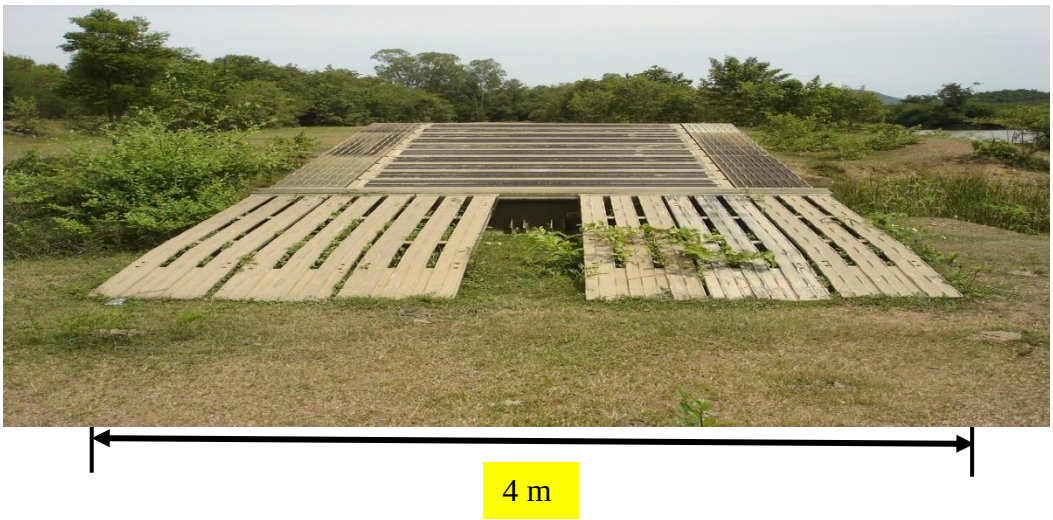
4.ขนส่งง่าย เนื่องจากสามารถถอดแยกออกเป็นชิ้นส่วนย่อยได้ และมีน้ำหนักเบา จึงสามารถขนส่งโดยใช้รถตั้งแต่ขนาด 4 ตัน ขึ้นไปก็ได้ หากใช้เพิ่มรถพ่วง (TAILER) ลาก จะทำให้ประหยัดยิ่งขึ้น อีกทั้งอาจลำเลียงสะพานที่ประกอบแล้วเสร็จทั้งตัวไป โดยแขวนโยงมาใต้ท้องเฮลิคอปเตอร์ก็ได้

5.ความแข็งแรงและความปลอดภัย สามารถรับน้ำหนักได้สูงสุดถึงชั้น 70 ตัน และได้ออกแบบเผื่อไว้มาก เพื่อความปลอดภัยได้ค้นคว้าทดลองจากของจริงกันเป็นพิเศษเป็นเวลาหลายปีในเรื่องความปลอดภัยโดยใช้สถานที่และภูมิประเทศที่แตกต่างกันหลายแห่ง ทั้งในประเทศอังกฤษ,สหรัฐ,เยอรมัน,สวิสเซอแลนด์,ออสเตรเลีย และนิวกินี จนได้ผลเป็นที่ยอมรับเชื่อถือได้ตัวอย่างที่พอจะเห็นได้ง่ายในเรื่องนี้ได้แก่ ความปลอดภัยของโครงแผง โครงแผงแต่ละท่อนต่อเข้าด้วยกันโดยเขี้ยว(JAWS) 6 ตัวนั้นหากมีการชำรุดสึกหรอก็จะเกิดขึ้นกับเขี้ยวตัวริมนอกก่อน ซึ่งในชั้นต้นนั้นจะไม่เป็นเรื่องอันตรายที่ร้ายแรงแต่อย่างไร เนื่องจากเป็นเขี้ยวตัวริมนอกสุด จึงสังเกตเห็นรอยชำรุดได้ง่าย และสามารถปรับซ่อมได้ทันการก่อนที่เขี้ยวตัวที่สองซึ่งอยู่ถัดเข้าไปข้างในจะเริ่มชำรุด ซึ่งตามปกติจะกินเวลาอีกนานมาก

6.ไม่ต้องตระเตรียมพื้นที่ ในการติดตั้งสะพานไม่จำเป็นต้องปรับแต่งพื้นที่หรือตระเตรียมฐานรากคอสะพาน สามารถติดตั้งบนฝั่งซึ่งเป็นพื้นที่ขรุขระหรือพื้นดินอ่อนได้

7.ฝึกอบรมง่าย การประกอบติดตั้งไม่สลับซับซ้อน จึงฝึกสอนเจ้าหน้าที่ให้เข้าใจได้ง่าย

8.การบำรุงรักษา แต่ละชิ้นส่วนมีความแข็งแรงทนทานมาก งานซ่อมบำรุงรักษาจึงมีน้อย การชำรุดสึกหรอจะเกิดจากการประกอบผิดพลาดและความเลินเล่อเป็นส่วนใหญ่



รูปที่ 1 แสดงลักษณะของสะพาน MGB ด้านหน้า

2.1.4 รูปแบบของสะพาน สะพานโครงแผงขนาดกลาง ประกอบติดตั้งเป็นแบบต่าง ๆ ได้ดังนี้.-

- สะพานช่วงเดียว (Single Span Bridge)
- สะพานหลายช่วง (Multi Span Bridge)

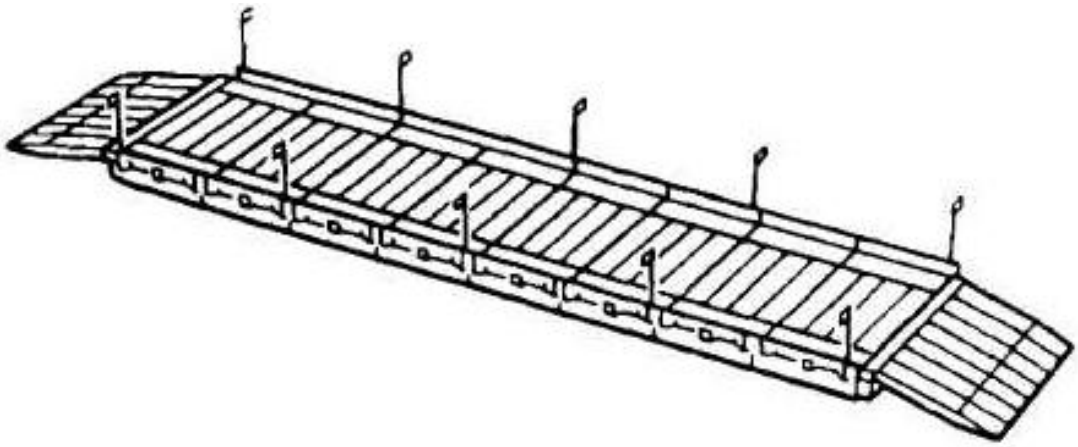
โดยสะพานที่ทำการศึกษาเป็นสะพานแบบสะพานช่วงเดียว

สะพานช่วงเดียว (SINGLE SPAN BRIDGE) สะพานช่วงเดียว เป็นสะพานขั้นพื้นฐานซึ่งดัดแปลงต่อเติมเป็นสะพานแบบอื่น ๆ ได้ สะพานช่วงเดียวมีความยาวไม่เกิน 50 เมตร ลักษณะเป็นช่วงเดียวกันตลอดและไม่มีตอม่อรองรับกลางแม่น้ำ นอกจากใช้เป็นสะพานขั้นพื้นฐานเพื่อการดัดแปลงเป็นสะพานแบบอื่นได้แล้วข้อเด่นชัดของสะพานช่วงเดียวก็คือ ประกอบติดตั้งได้ง่ายรวดเร็วมาก แต่ใช้แรงงานน้อย

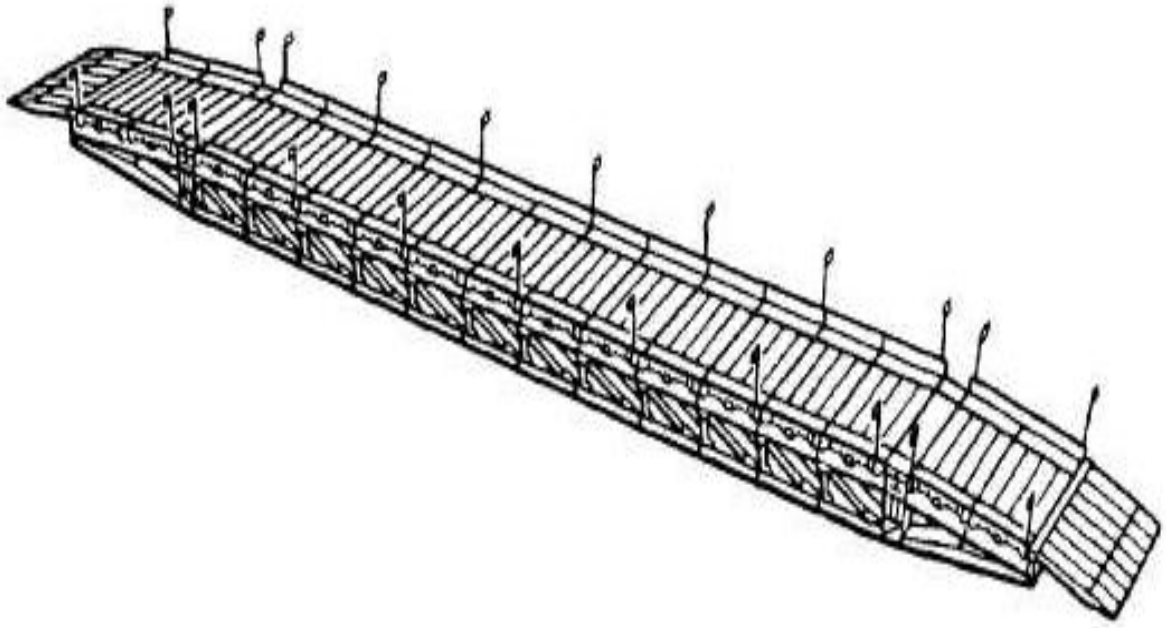
สะพานช่วงเดียวประกอบให้เป็นชั้นเดียว (SINGLE STOREY) หรือสองชั้น (DOUBLE STOREY) ก็ได้ สะพานชั้นเดียวประกอบให้ยาวที่สุดได้ 22 เมตร และรับน้ำหนักได้เพียงชั้น 16 แต่ถ้าประกอบให้สั้นเพียง 9 เมตร จะสามารถรับน้ำหนักได้ถึงชั้น 60 สะพานสองชั้นนั้นแข็งแรงกว่าสะพานชั้น

เดียว จึงประกอบให้ยาวที่สุดได้ถึง 49 เมตร เพื่อรับน้ำหนักชั้น 16 แต่ถ้าประกอบให้สั้นเพียง 20 เมตร จะสามารถรับน้ำหนักได้ถึงชั้น 60

ก.สะพานช่วงเดียวชั้นเดียว (SINGLE SPAN,SINGLE STOREY)



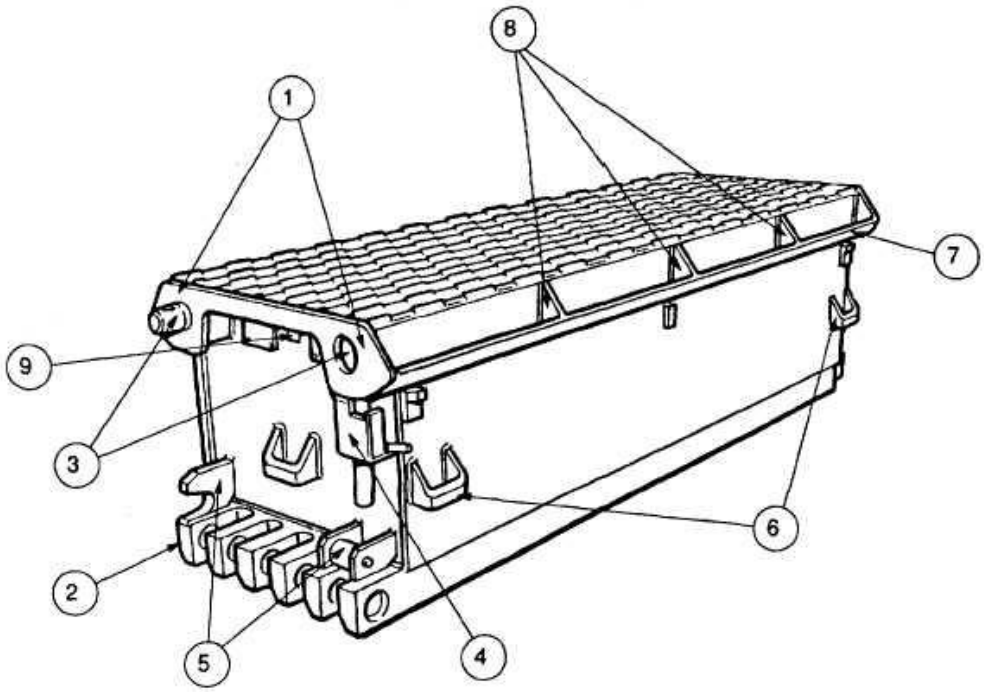
ข.สะพานช่วงเดียวสองชั้น (Single Span Double Storey) เป็นสะพานที่ดัดแปลงมาจากสะพานชั้นเดียว โดยต่อเติมโครงแผงชั้นล่าง (Bottom Panel) เข้าไปอีกชั้นหนึ่ง เป็นโครงแผงสองชั้น เพื่อให้แข็งแรงยิ่งขึ้น การประกอบติดตั้งใช้หลักเกณฑ์เหมือนกับสะพานชั้นเดียว แต่มีอุปกรณ์ช่วยเพิ่มขึ้นจากเดิม

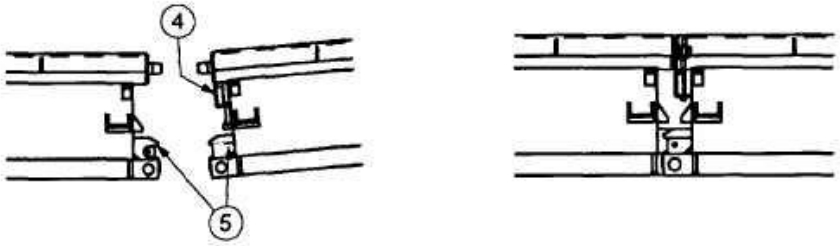


ค. **สะพานช่วงเดียวสองชั้นเสริมความแข็งแรง** (Single Span Double Storey With-Reinforcing Kit) เป็นแบบพิเศษช่วงเดียว โดยการดัดแปลงสะพานช่วงเดียวสองชั้น ซึ่งยาว 49.4 เมตร และรับน้ำหนักได้แค่เพียงชั้น 16 ให้สามารถรับน้ำหนักได้ถึงชั้น 60 จึงนับได้ว่าเป็นสะพานช่วงเดียวขนาดยาวที่รับน้ำหนักได้มากแต่ใช้ชิ้นส่วนน้อยทำให้ประหยัดทั้งในด้านการลำเลียงขนส่ง และระยะเวลาที่ใช้ในการประกอบติดตั้ง เหมาะสมกับภูมิประเทศที่มีฝั่งแม่น้ำสูง หรือระดับน้ำลึกมากจนไม่สามารถติดตั้งตอม่อสำหรับสะพานหลายช่วงได้ ส่วนสำคัญในการดัดแปลงหรือการเพิ่มชุดเสริมโครงร่างเข้าที่ใต้ท้องสะพาน

2.1.5 ชิ้นส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่

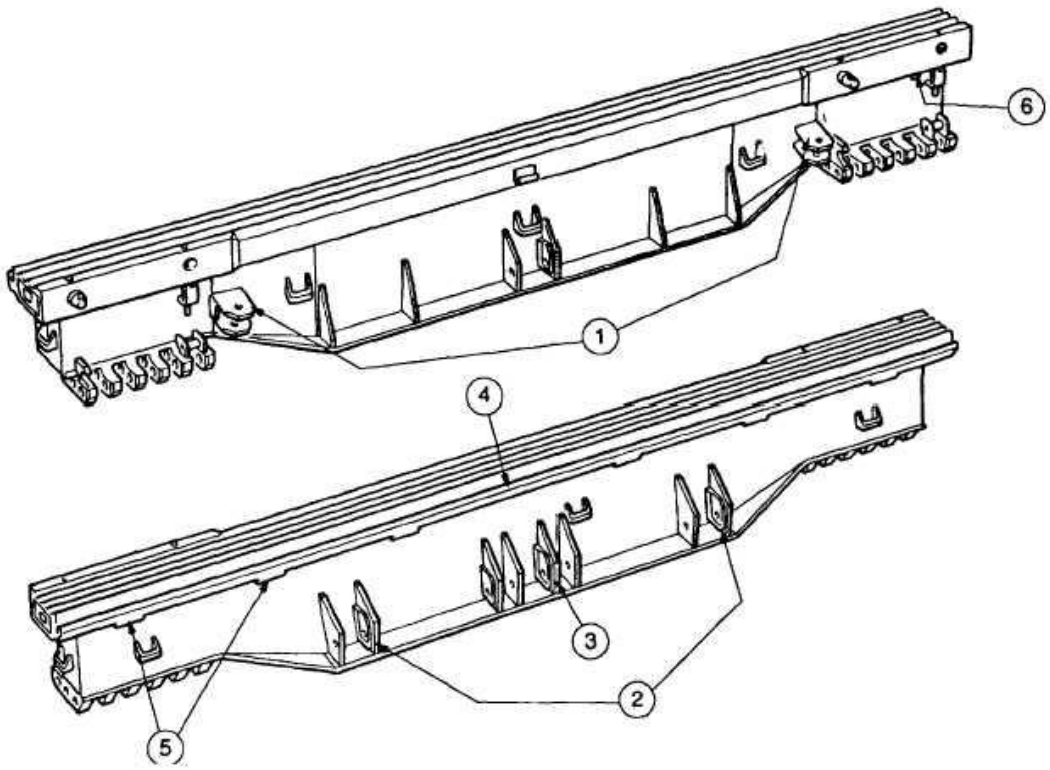
1.**โครงแผงชั้นบน** (TOP PANEL)





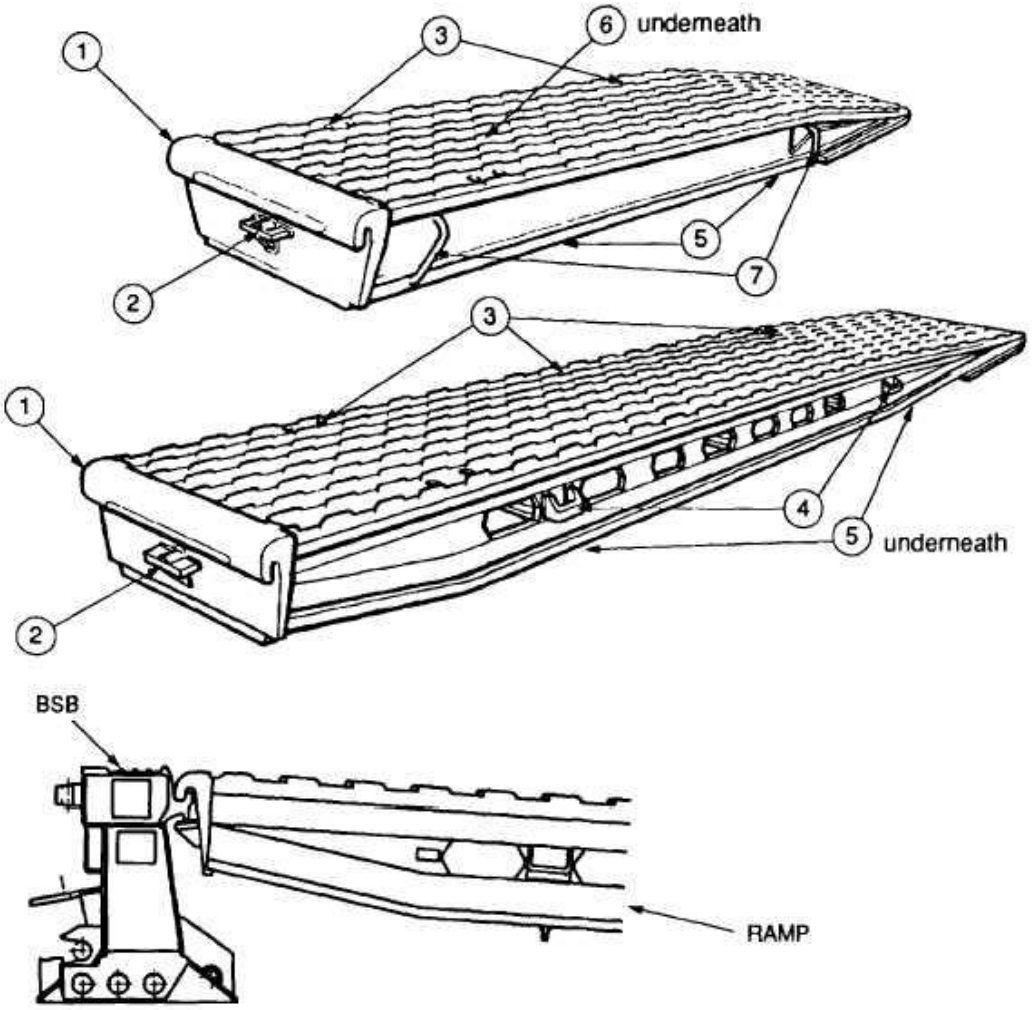
เป็นคานยาวสองตัวทอดคู่ขนานกันไปตามแนวของสะพานข้างละตัวจรดสองฝั่ง หน้าตัดของคานเป็นรูปสี่เหลี่ยม (BOX SHAPE) โครงบนเป็นชิ้นส่วนหลักของโครงร่างสะพาน และสามารถถอดแยกโครงบนออกเป็นท่อน ๆ ได้ยาวท่อนละประมาณ 1.83 เมตร

2.**คานตลิ่งหรือคานคอสะพาน** (Bank Seat Beam)



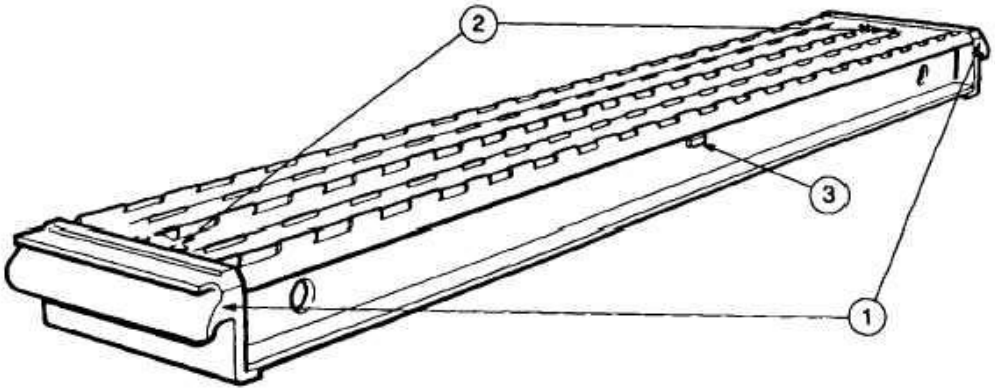
เป็นคานชิ้นเดียวตลอด ยาวประมาณ 4 เมตรเศษ ซึ่งประมาณเท่ากับความกว้างของสะพานคาน คอสะพานวางขวางเชื่อมปลายทั้งคู่ของโครงบนเข้าด้วยกันบนฝั่งข้างละตัว

3. **ลาดขึ้นลงสะพาน** (Ramp Unit)



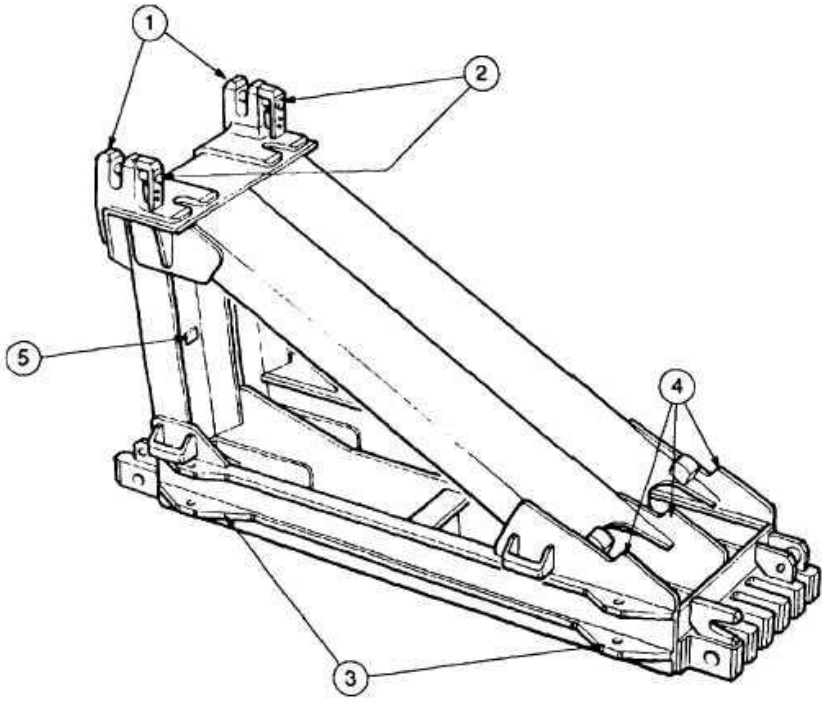
เป็นส่วนที่ ต่อกับคานคอสะพานเป็นทางลาดลงสู่พื้นดินเพื่อใช้เป็นทางขึ้นลง ของยวดยานพาหนะ

4.**พื้นสะพาน** (Deck)



ประกอบด้วยแผงเป็นแผ่น ๆ วางอยู่ระหว่างโครงแผงทั้งคู่ โดยขวางตัวอยู่ในลักษณะคล้ายกับไม้หมอนรถไฟที่วางต่อชิดกันตลอดแผงจะเรียงกันเป็นพื้นสะพานจากคานคอสะพานหนึ่งไปถึงคานคอสะพานฝั่งตรงข้าม

5. **โครงแผงชั้นล่าง** (Bottom Panel)

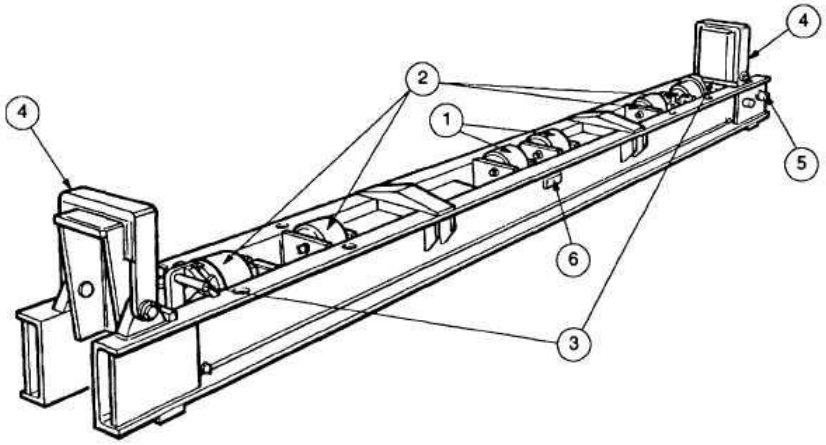


มีลักษณะรูปร่างเป็นโครงสามเหลี่ยมวางประกบกัน ต่อเข้ากับด้านล่างของโครงบนเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับสะพาน สามารถถอดแยกออกเป็นท่อน ๆ ได้ เหมือนกับโครงแผงชั้นบน

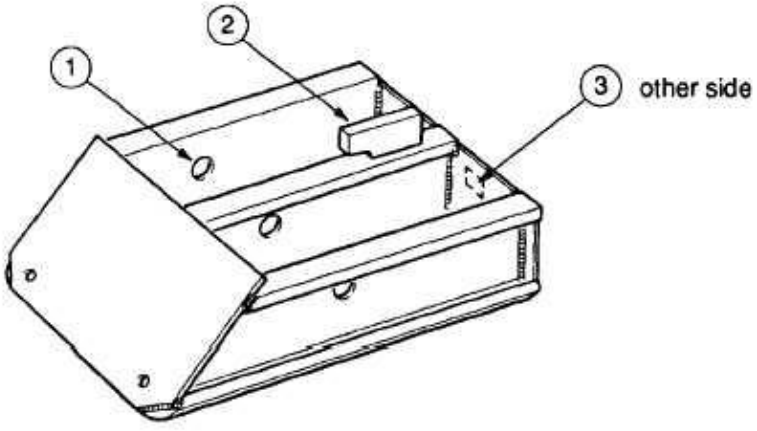
6.**อุปกรณ์ช่วย** อุปกรณ์สำคัญที่ใช้ช่วยในระหว่างการประกอบติดตั้ง ได้แก่

6.1 ชุดรางส่ง (Roller Beam & Baseplate)

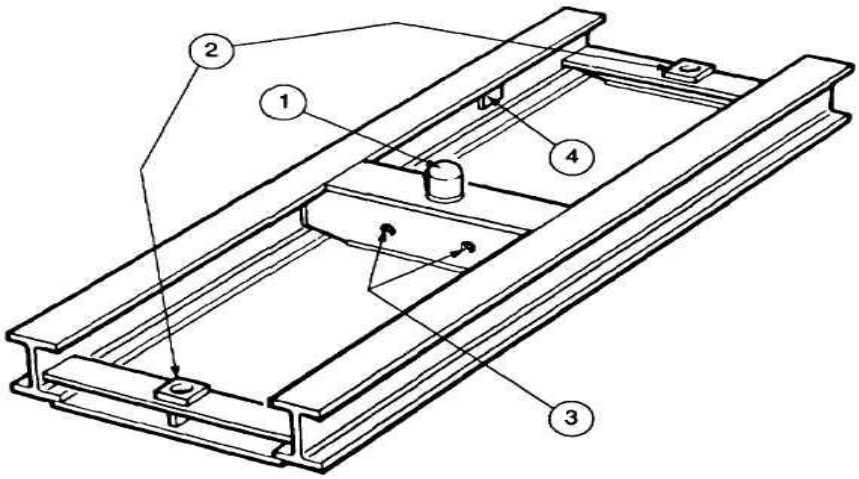
-Roller Beam



-Single Story Baseplate



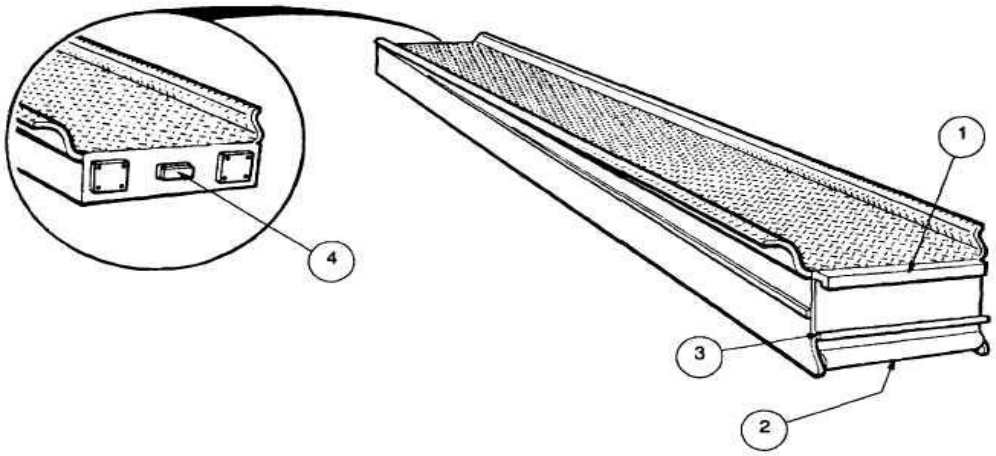
-Double Story Baseplate



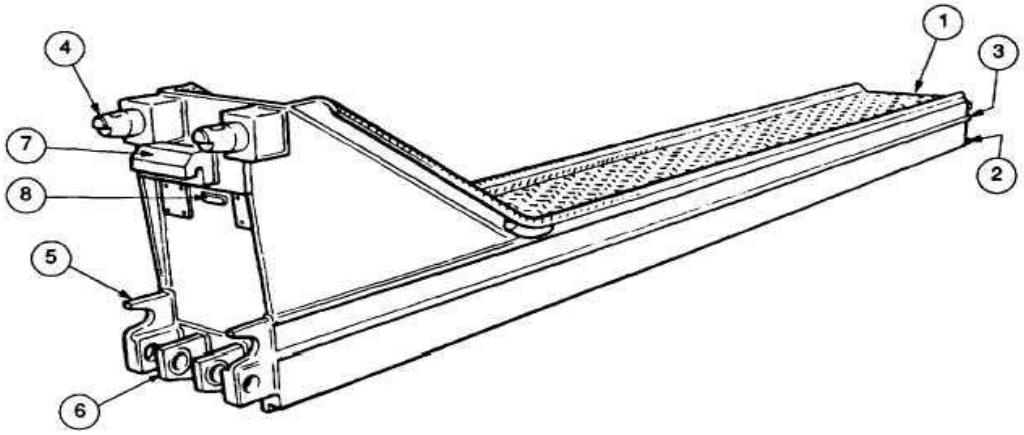
6.2 จมูกสะพาน (Launching Nose)

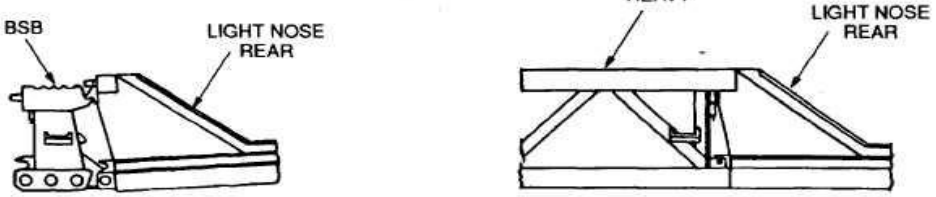
- **Light Launching Nose**

  Front Section

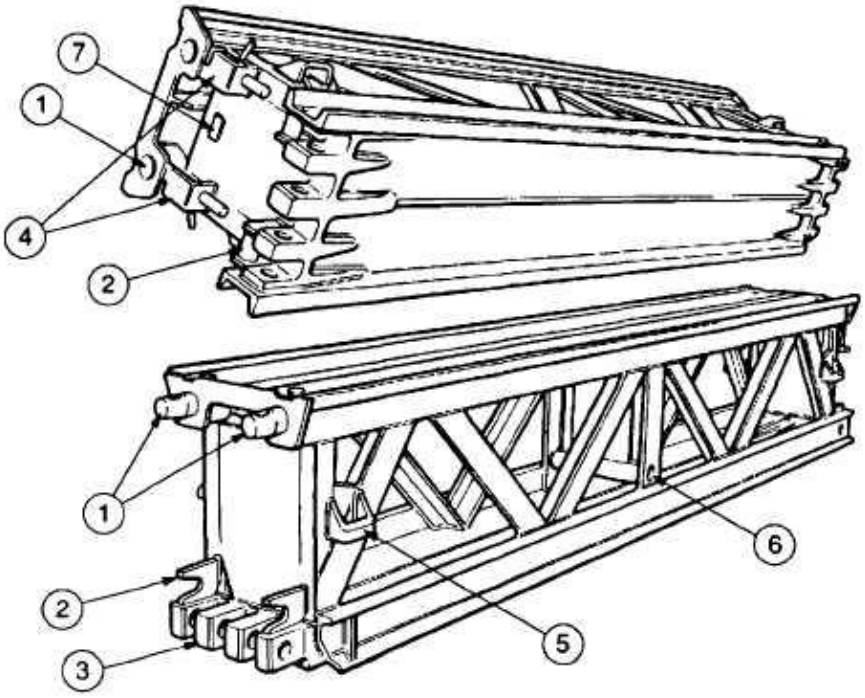


Rear Section

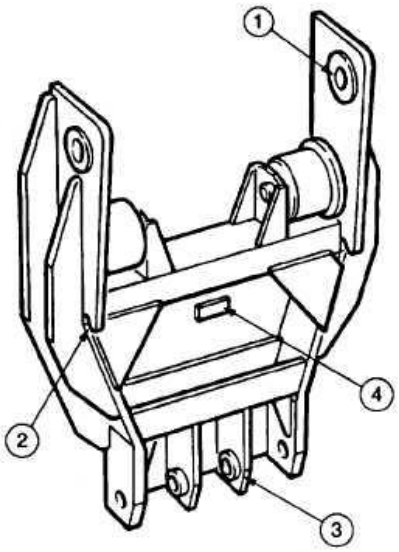


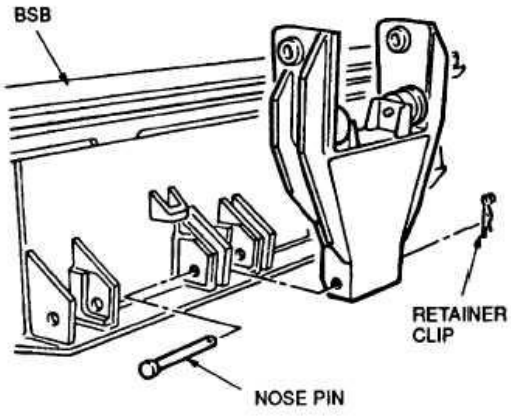


- **Launching Nose Heavy (LNH)**

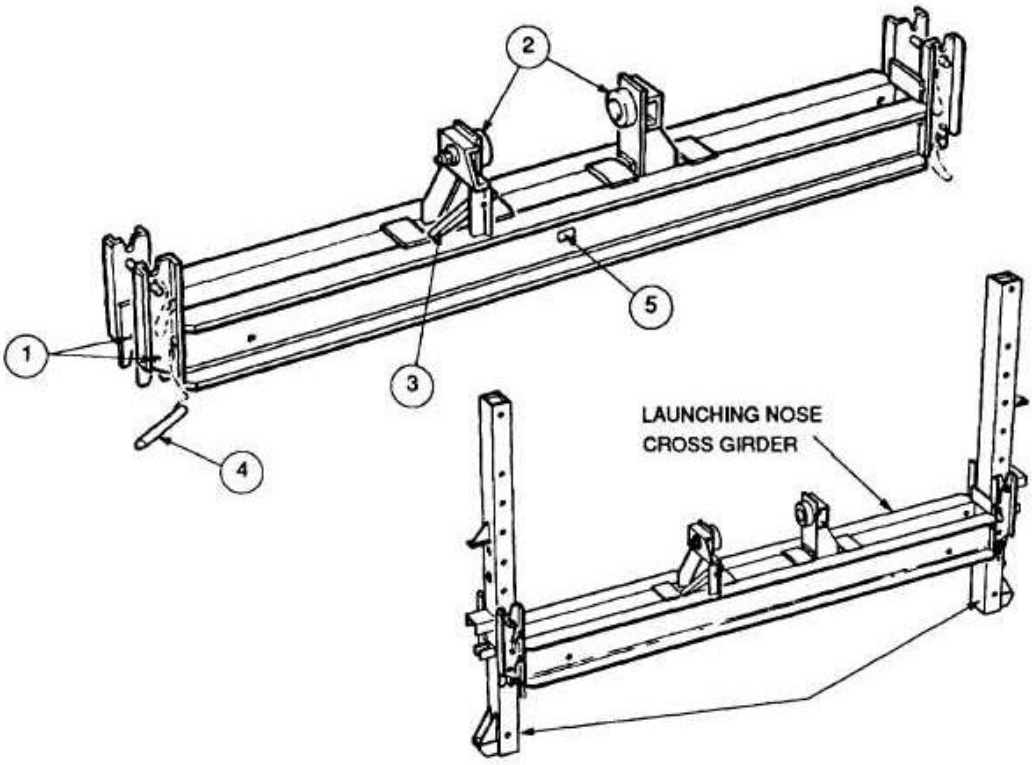


- **Launching Nose Roller (LNR)**

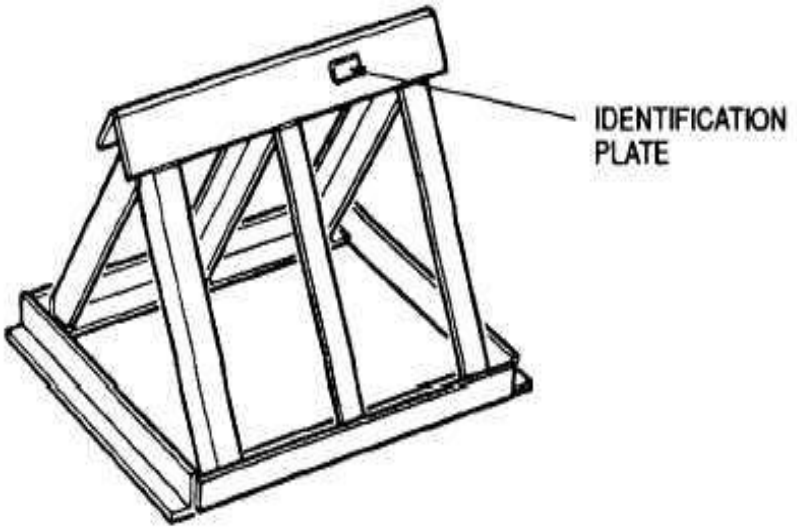




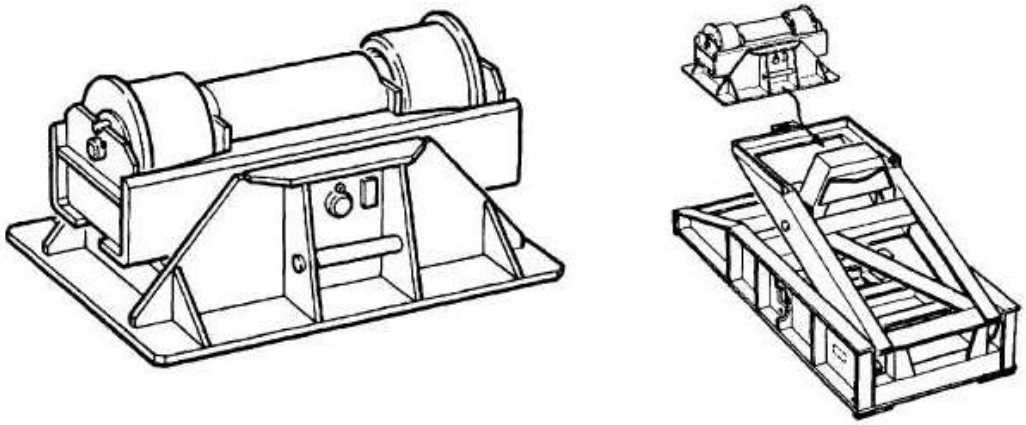
-Launching Nose Cross Girder (LNCG)



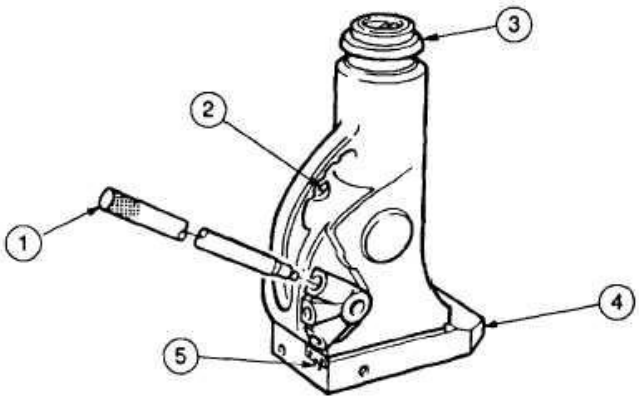
แท่นรองโครงสะพาน (Building Pedestal)



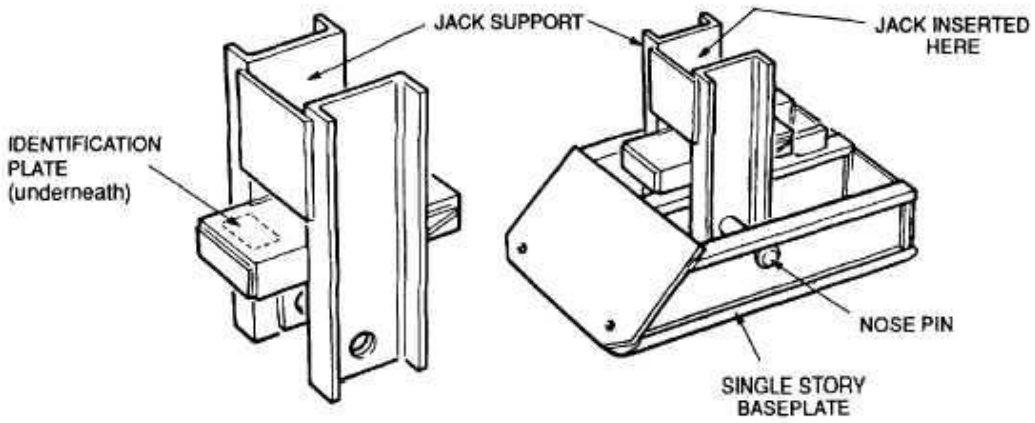
รางรับ (Landing Roller)



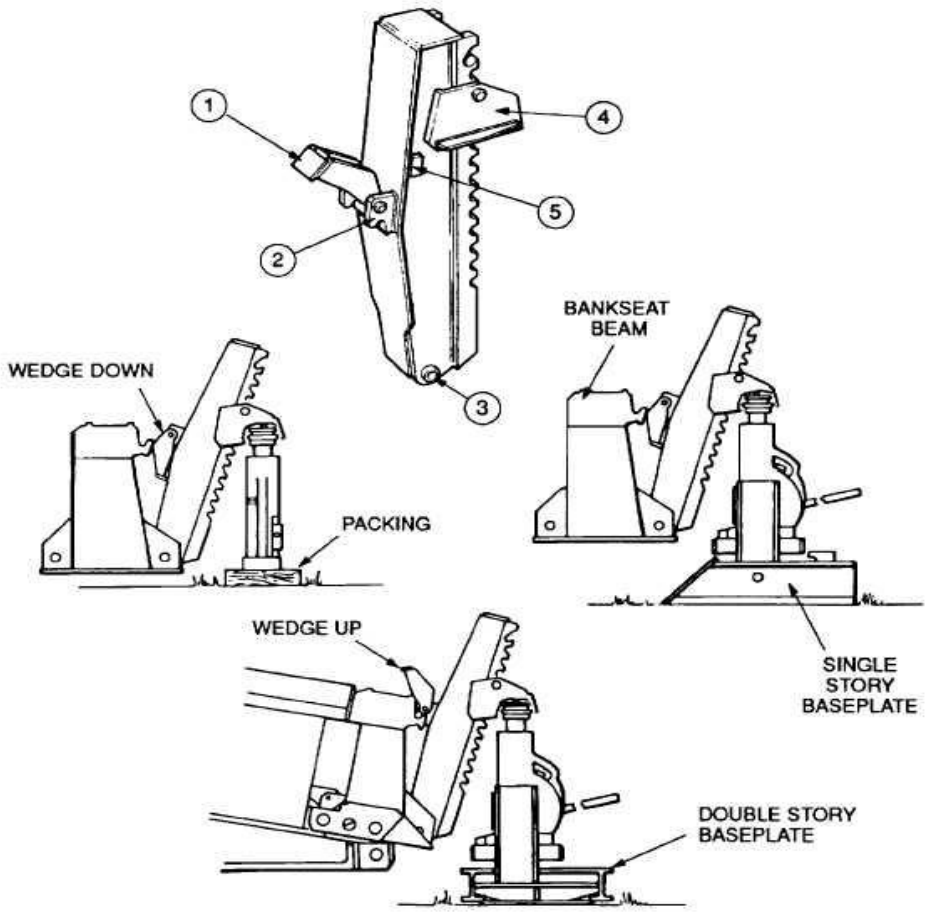
แม่แรง (Jack)



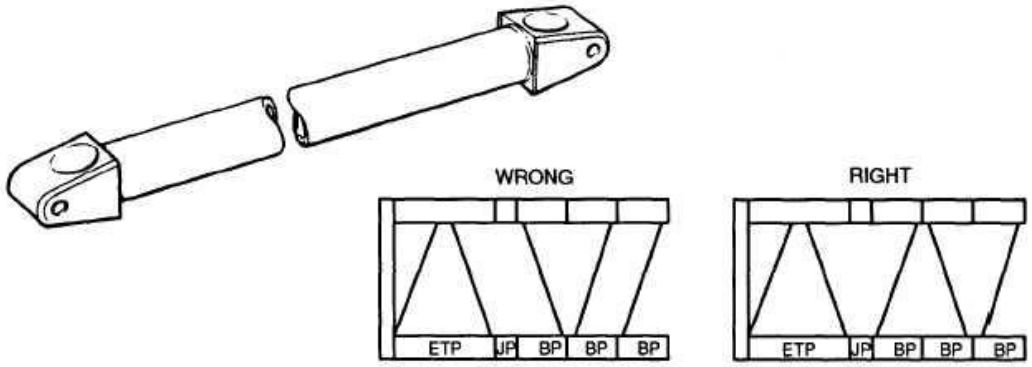
Jack Support



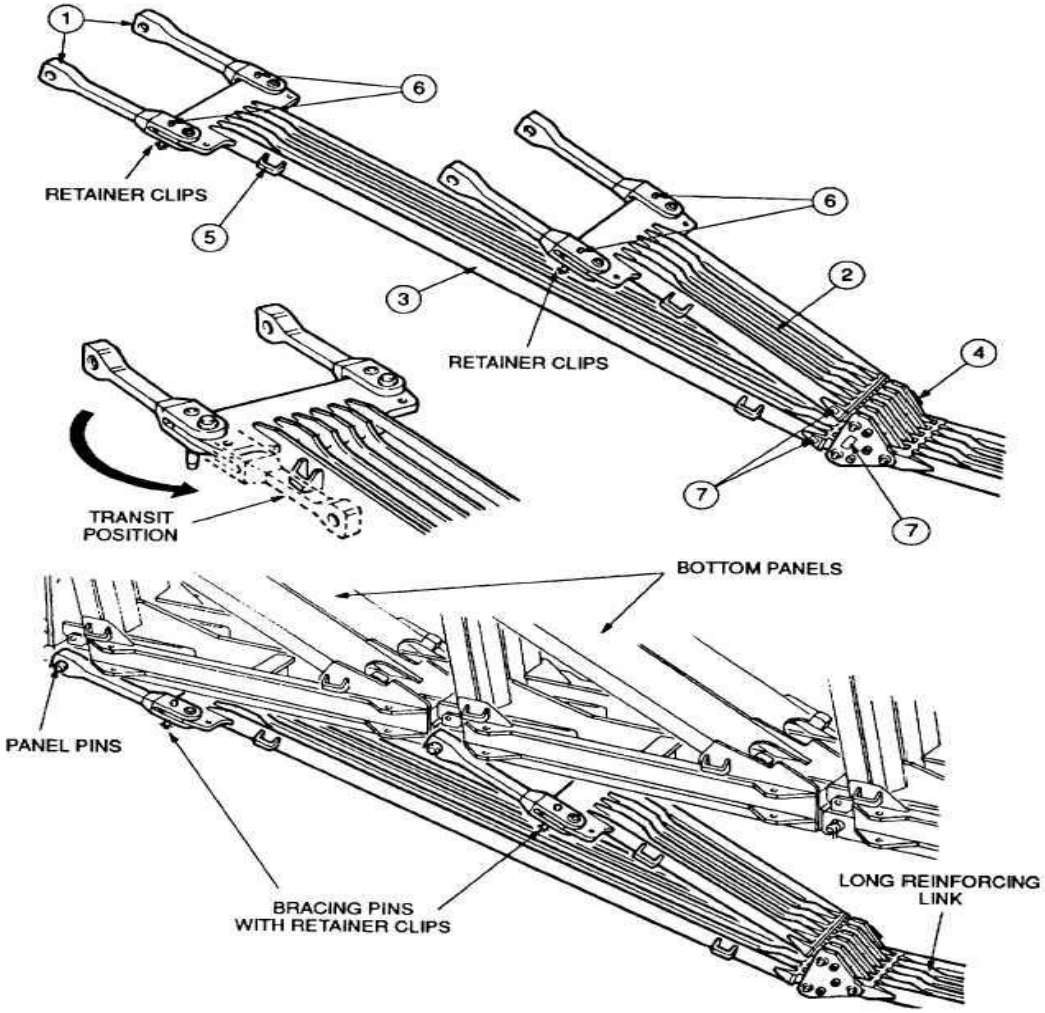
JACK POST



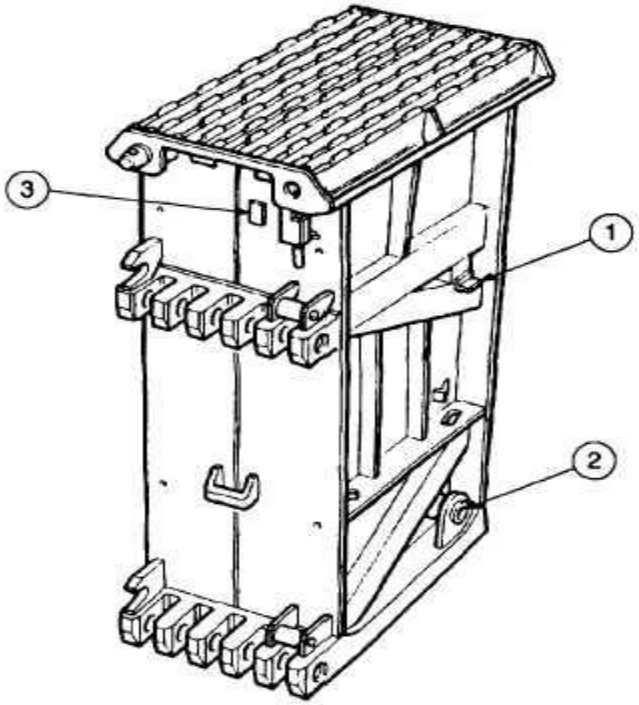
ก้านยึดกันโครงหรือแกงแนง (Sway Brace)



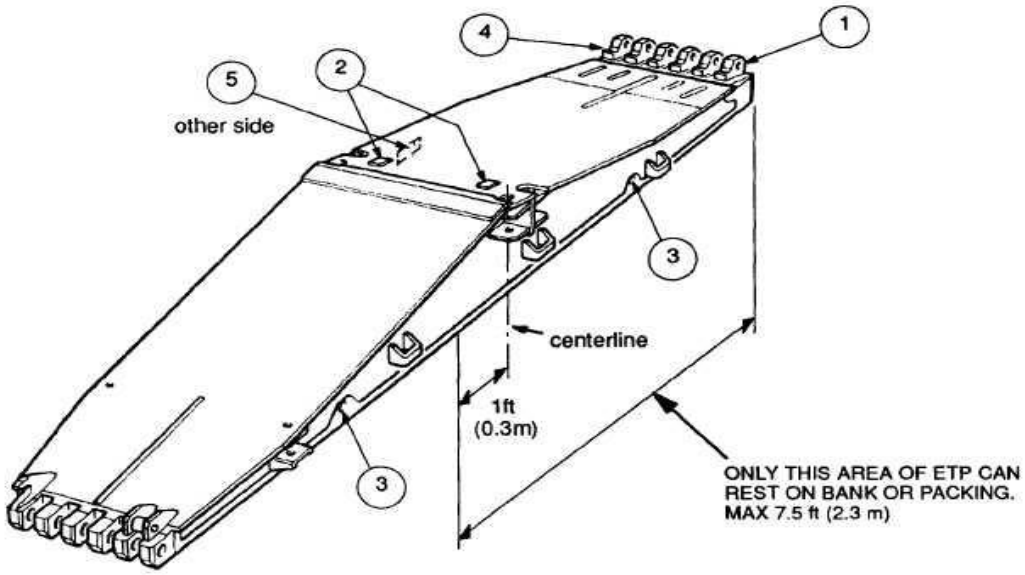
ชุดเสริมโครงร่าง

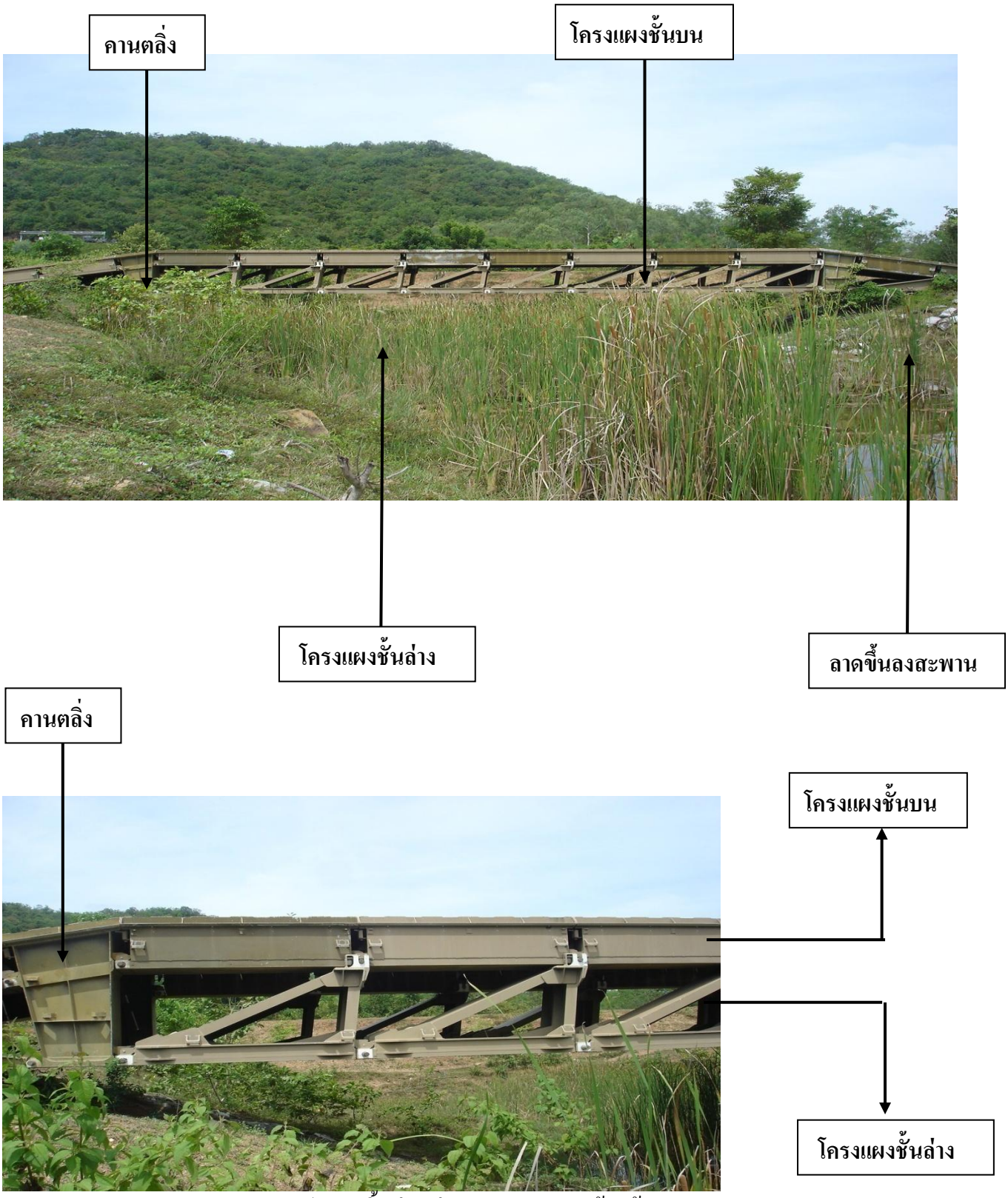


คอต่อ (Junction Panel)

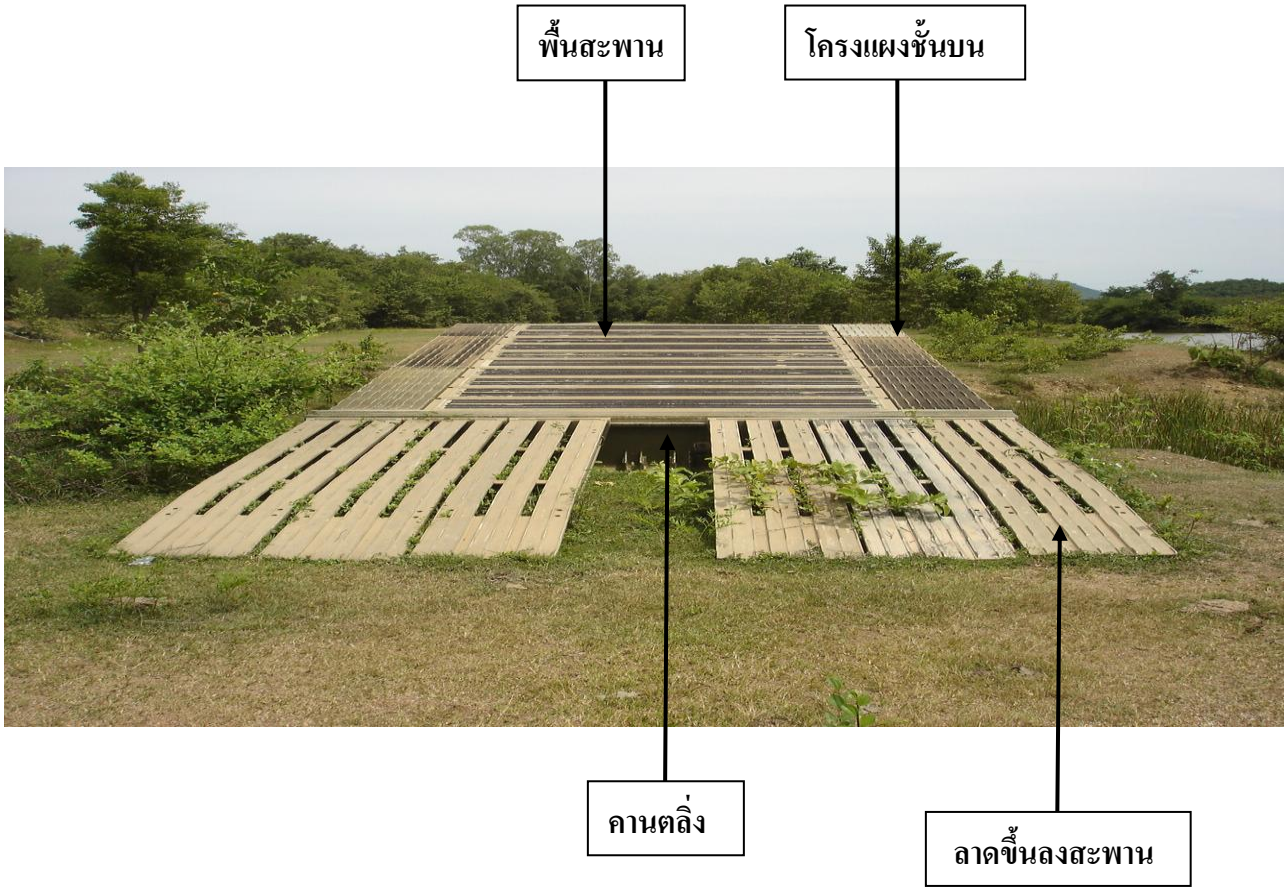


ฐานรองคอสะพาน (End Taper Panel)

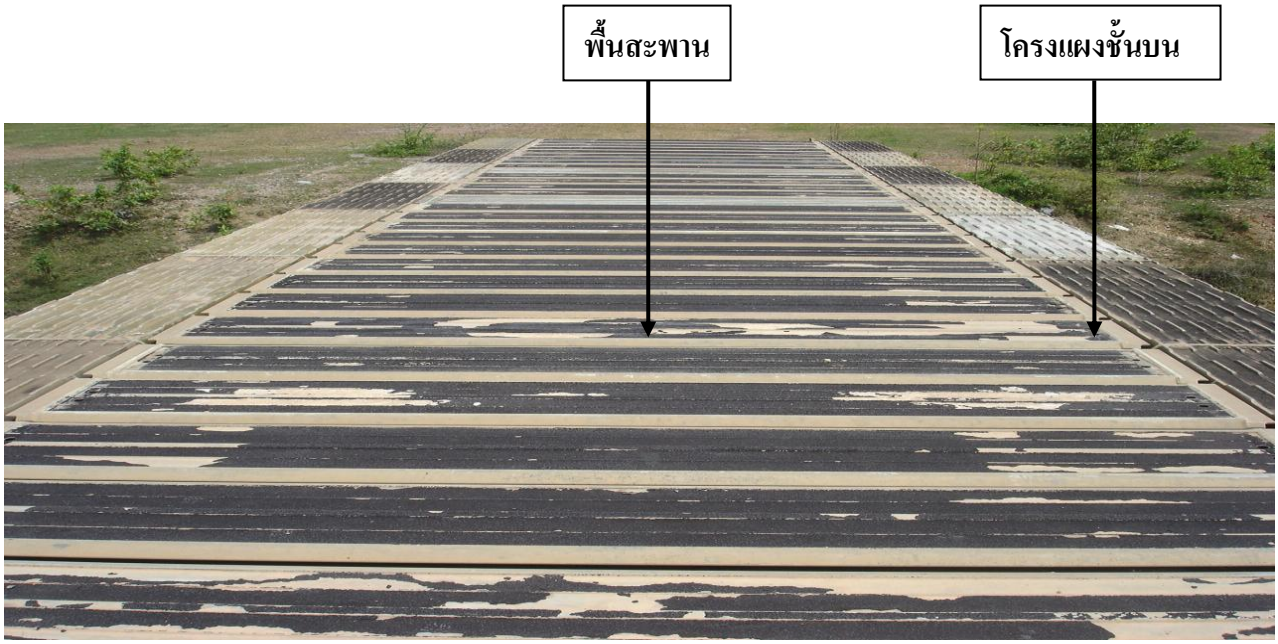




รูปแสดงชิ้นส่วนต่าง ๆ ของสะพาน ด้านข้าง



รูปแสดงชิ้นส่วนต่าง ๆ ของสะพาน ด้านหน้า



รูปแสดงชิ้นส่วนต่าง ๆ ของสะพาน ด้านบน

ก้านยึดกันโครงหรือแกงแนง

รูปแสดงชิ้นส่วนต่าง ๆ ของสะพาน ด้านล่าง

รูปแสดง ชุดเสริมโครงสร้างของสะพานช่วงเดียวสองชั้นเสริมความแข็งแรง

ชุดเสริมโครงสร้าง

รูปแสดง อุปกรณ์ช่วยในการประกอบสะพาน

2.1.5 ความสามารถในการรับน้ำหนัก

ความยาว	แบบ	ชั้นน้ำหนัก	แรงงาน	ระยะเวลาที่ใช้ในการประกอบติดตั้ง
8 เมตร	ชั้นเดียว	60	8 คน	20 นาที
11.6 เมตร	ชั้นเดียว	40	8 คน	23 นาที
22.6 เมตร	ชั้นเดียว	16	10 คน	30 นาที
31.1 เมตร	สองชั้น	60	24 คน	60 นาที
38.6 เมตร	สองชั้น	40	28 คน	65 นาที
44 เมตร	สองชั้น	16	24 คน	75 นาที
49.4 เมตร	สองชั้นเสริมความแข็งแรง	60	31 คน	100 นาที

2.2 คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

2.2.1 คุณสมบัติทั่วไปของโลหะผสมอลูมินัม

1.ค่าความหนาแน่น (ρ)	2.67-2.80	g/cm^3 (มักใช้ค่า 2.7)
2.ค่าโมดูลัสของยังก์ (Young's Modulus, E)	69	kN/mm^2
British Standard, BS 8118	70	kN/mm^2
3.อัตราส่วนโพซอง (Poisson's ratio)	0.33	

2.2.2 คุณสมบัติทั่วไปของเหล็ก

1.ค่าความหนาแน่น (ρ)	7.9	g/cm^3
2.ค่าโมดูลัสของยังก์ (Young's Modulus, E)	205	kN/mm^2
3.อัตราส่วนโพซอง (Poisson's ratio)	0.3	

2.2.3 ข้อดีของโลหะผสมอลูมินัมเมื่อเปรียบเทียบกับเหล็ก

- น้ำหนักเบา หนักเพียง 1 ใน 3 ของน้ำหนักเหล็ก
- ไม่ขึ้นสนิมจึงไม่ต้องการการทาสียกเว้นโลหะผสมอลูมินัมกำลังสูงอาจจะสึกกร่อนในสภาวะการใช้งานที่เจอสภาวะแวดล้อมที่รุนแรงและอาจต้องการการป้องกัน
- การผลิตนั้นหลากหลายกว่าการผลิตเหล็ก
- สามารถเชื่อมได้และเร็วกว่าการเชื่อมเหล็ก
- ใช้งานได้ดีกว่าเหล็กในช่วงอุณหภูมิที่ต่ำคือไม่เสี่ยงต่อปรากฏการณ์ที่เรียกว่า "brittle fracture"
- ราคาโลหะผสมอลูมินัมที่ใช้แล้วจะขายได้ราคาคงเหลือ (scrap value) ดีกว่า

2.2.4 ข้อเสียของโลหะผสมอลูมินัมเมื่อเปรียบเทียบกับเหล็ก

- ราคาสูงกว่าเหล็กประมาณ 1.5 เท่าเมื่อเทียบปริมาตรต่อปริมาตร
- ค่าการรับน้ำหนักเนื่องจากการโก่งเดาะต่ำกว่าของเหล็กเนื่องจากค่าโมดูลัสของยังก์ที่ต่ำกว่า
- ความแข็งแรงลดลงอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิสูง อย่างเช่น100 องศาเซลเซียสขึ้นไป
- ความแข็งแรงลดลงอย่างมากที่บริเวณรอบจุดเชื่อม (Hear-Affected Zone, HAZ)
- มีความเป็นไปได้ในการวิบัติจากความล้า (Fatigue) มากกว่าเหล็ก
- มีค่าระยะแอ่นมากกาว่าของเหล็กเนื่องจากโมดูลัสของยังก์ที่ต่ำกว่าโดยเฉพาะเมื่อออกแบบคาน

2.2.5 คุณลักษณะเฉพาะของโลหะผสมอลูมินัมที่ใช้ในงานวิจัยนี้

จากกรณีการใช้งานสะพานทางทหารทางยุทธวิธี ซึ่งต้องการสร้างและส่งยุทโธปกรณ์ข้ามภูมิประเทศอย่างรวดเร็วที่สุดในยามสงคราม จึงทำให้สะพานทางทหารจะใช้ 7xxx-serires aluminum alloy เป็นมาตรฐานและข้อกำหนด

Aluminum alloy 7020 T6

- จุดคราก (yield stress) 290 MPa
- หน่วยแรงดึงประลัย (ultimate tensile stress) 350 MPa
- จัดเป็นอลูมิเนียมในซีรี่ย์ 7000 ส่วนผสมหลักคือ Zn 4.5% และ Mg 1% เมื่อมาทำheat treat ด้วยกรรมวิธี T6 จะให้ความแข็งแรงได้เหนือกว่า 6061T6 ถึง20% และพอจะจัดได้ว่าเป็น weldable aluminum alloy ที่แข็งที่สุดในขณะนี้ก็ว่าได้ อย่างไรก็ตามก็ยังเห็นใช้กับเฟรมที่ไม่ได้มีการดัดโค้งงอ คล้ายๆกับ 7005 เช่นกัน
- Heat treat T6

  T6 เป็นรหัสของการทำ Heat treat ซึ่งจะแตกต่างกันไปในแต่ละซีรี่ย์ และแต่ละยี่ห้อ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นความลับทางการค้า ยกเว้นบางค่ายที่ยอมเปิดเผย เช่น 6061 T6 ของ ค่าย Easton จะใช้วิธีการอบเฟรมทันทีหลังจากที่เชื่อมเรียบร้อยแล้ว โดยจะทำ 2 ขั้นตอนคือ

  1) Solution Heat Treatment ใช้อุณหภูมิ 980องศาฟาเรนท์ไฮต์ เป็นเวลา 30 นาที แล้วจะถูกทำให้เย็นโดยการจุ่มลงไปในน้ำ หรือ สารละลายน้ำ+glycol โดยจะต้องรักษาอุณหภูมิของน้ำที่จุ่มไม่ให้เกิน 100 องศาฟาเรนท์ไฮต์ (step นี้เรียกว่า T4 บางครั้งเรียกว่า bath) หลังจากนั้นจะต้องรีบทำการ minor alignment เฟรม เช่น แก้ไขการโก่ง ดัดแก้การงอเล็กๆน้อย ทำเกลียวที่BB shell ซึ่งจะต้องทำให้เสร็จภายใน 8 ชม.หลังจากขึ้นจากน้ำ หลังจากนั้นจะทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 72 ชม. จึงจะนำมาอบต่ออีกครั้ง หรือ artificial aging
  2) artificial aging โดยใช้อุณหภูมิ 350 องศา บวกลบไม่เกิน 10 องศาฟาเรนท์ไฮต์ เป็นเวลา 8 ชม. จากนั้นก็จะทิ้งไว้ให้เย็นลงเองที่อุณหภูมิห้อง

  ในขณะที่ 7005 ของEaston ไม่ต้องใช้วิธี Solution Heat Treatment แต่จะต้องรีบทำ minor alignment เฟรมทันทีหลังจากที่เชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้วไม่เกิน 6 ชม. จากนั้นก็จะนำทำ artificial aging โดยการนำเฟรมมาอบที่อุณหภูมิ 200 บวกลบไม่เกิน 10 องศาฟาเรนท์ไฮต์ เป็นเวลา 6 ชม. แล้วอบต่อที่อุณหภูมิ 320 บวกลบไม่เกิน 10 องศาฟาเรนท์ไฮต์ เป็นเวลาอีก 4 ชม จึงจะเห็นว่ากระบวนการHeat treat ของ 6000 series ยุ่งยากและสิ้นเปลืองแรงงานมากกว่า 7000 series (ใน

7005 ของบางยี่ห้อ อาจจะเพิ่ม T4 ขึ้นมาเหมือนกับ T6 เพื่อเพิ่มความแข็งแรงขึ้นไปอีก) ทั้งๆที่ค่า Strength ของ 6000 series เป็นรอง 7000 series (เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดที่เท่ากัน) แต่เนื่องจาก 7000 series ไม่เหมาะสำหรับเฟรมที่ต้องดัดงอ หรือ มีรอยเชื่อมมากนัก เนื่องจากความแข็งแรงบริเวณรอยเชื่อมและบริเวณรอยดัด ด้อยกว่า 6000 series เราจึงพบเห็น เฟรมFS ดีๆ แพงๆ ที่ทำมาจาก 6000 Series เสมอ

2.2.6 คุณลักษณะเฉพาะของเหล็กที่ใช้ในงานวิจัยนี้

เหล็ก (Steel) SM520

- จุดคราก (yield stress) 365 MPa
- หน่วยแรงดึงประลัย (ultimate tensile stress) 520 MPa
- เป็นเหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน (Hot Rolled Structural Steel Sections)

มีหน้าตัดเป็นรูปลักษณะต่างๆ ใช้ในงานโครงสร้าง การรีดร้อนและแปรรูปที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิวิกฤตให้เป็นเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ มี 7 ชั้นคุณภาพ ตามส่วนประกอบทางเคมีและสมบัติทางกล คือ

1) SM 400, SM 4490, SM520, SM 570 (เป็นชั้นคุณภาพที่เหมาะสำหรับการเชื่อม) และ SS 400, SS 490, SS 540

Classifications		Chemical Compositions				
		C(max.)	Si (max.)	Mn	P (max.)	S (max.)
TIS 1227	SM400	0.20	0.35	0.60-1.40	0.035	0.035
	SM490	0.18	0.55	1.6 max.	0.035	0.035
	SM520	0.20	0.55	1.6 max.	0.035	0.035
	SS400	-	-	-	0.050	0.050
	SS490	-	-	-	0.050	0.050

2) แบ่งตามรูปภาคตัดออกเป็น 5 แบบ คือ เหล็กฉาก angle steel (ขาเท่ากัน equal angle และขาไม่เท่ากัน unequal angle), เหล็กรูปรางน้ำ channel steel, เหล็กรูปตัวเอช H-section steel, เหล็กรูปตัวไอ I-section steel, เหล็กรูปตัวที T-section steel ความยาวมาตรฐาน 6 เมตร

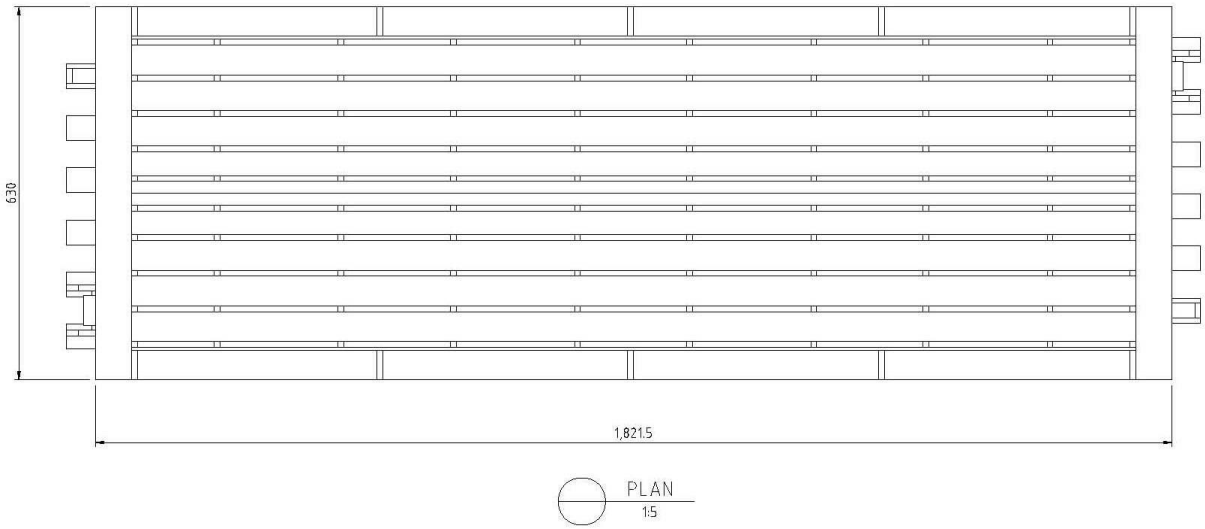
บทที่ 3

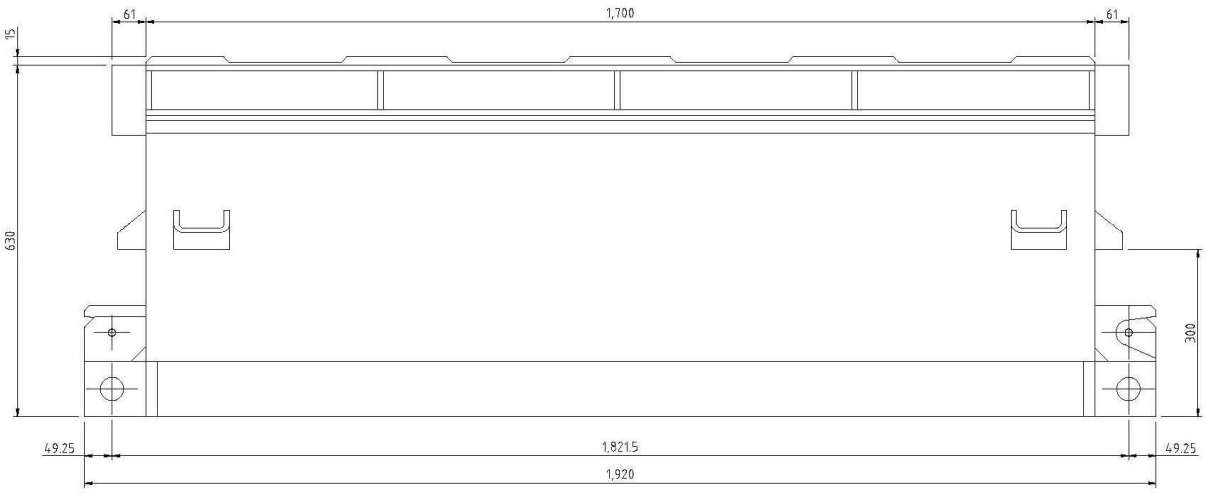
ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการวิจัยเฉพาะสะพานสะพานช่วงเดียวชั้นเดียว (SINGLE SPAN,SINGLE STOREY) ซึ่งมีชิ้นส่วนหลักคือ โครงแผงชั้นบน (Top Panel)

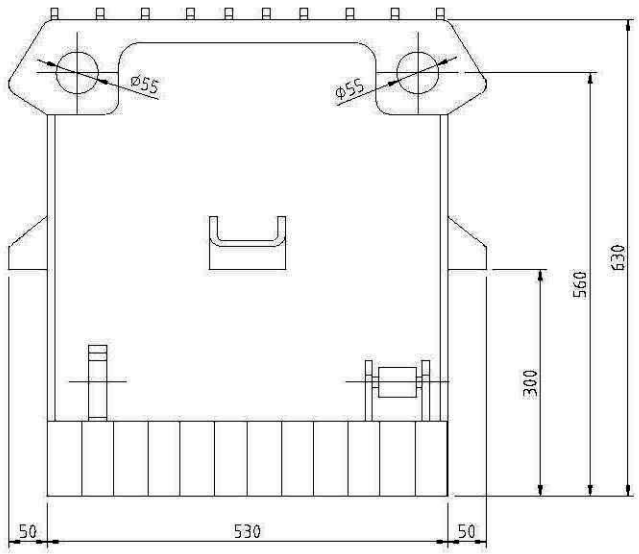
3.1 การเขียนแบบโครงสร้างของโครงแผงชั้นบน

กลุ่มผู้วิจัยได้ไปทำการวัดขนาดของชิ้นส่วนโครงแผงชั้นบนของสะพาน MGB ที่ ช.ร้อย 18 ค่ายบุรฉัตร อ.เมือง จ.ราชบุรี และนำมาเขียนแบบโดยใช้โปรแกรม AutoCad

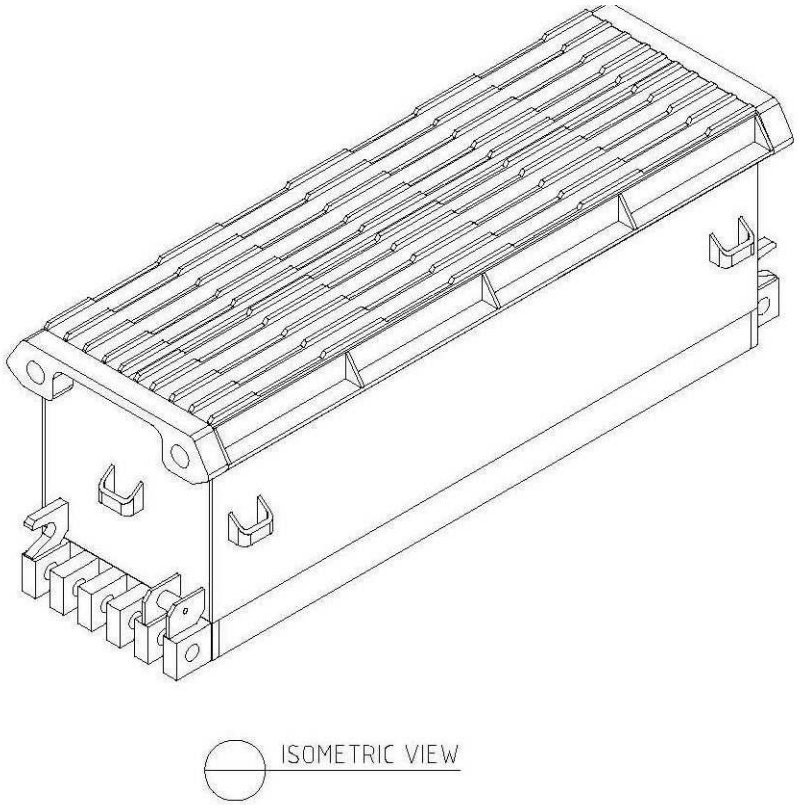




ELEVATION
1:5



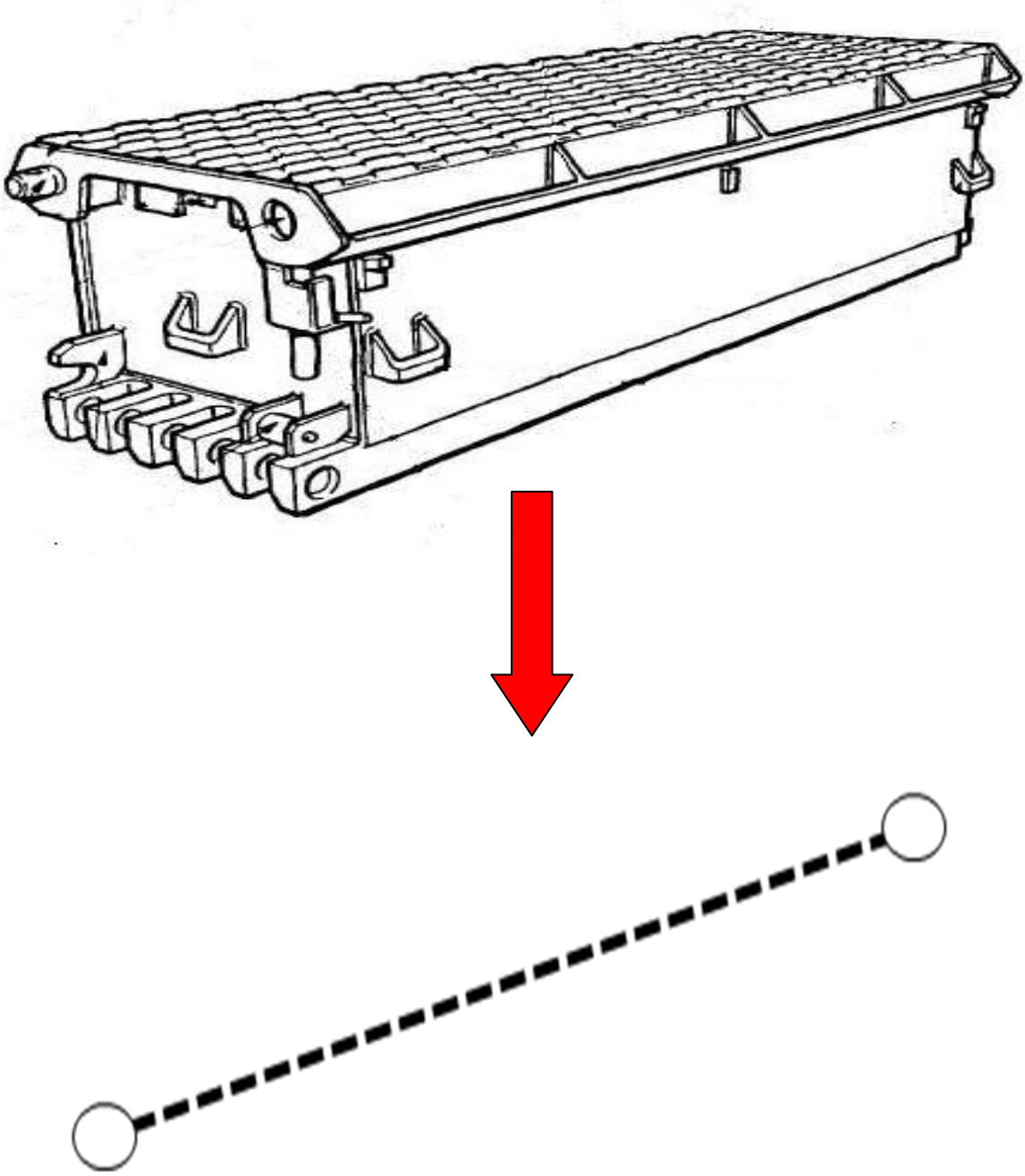
SIDE VIEW



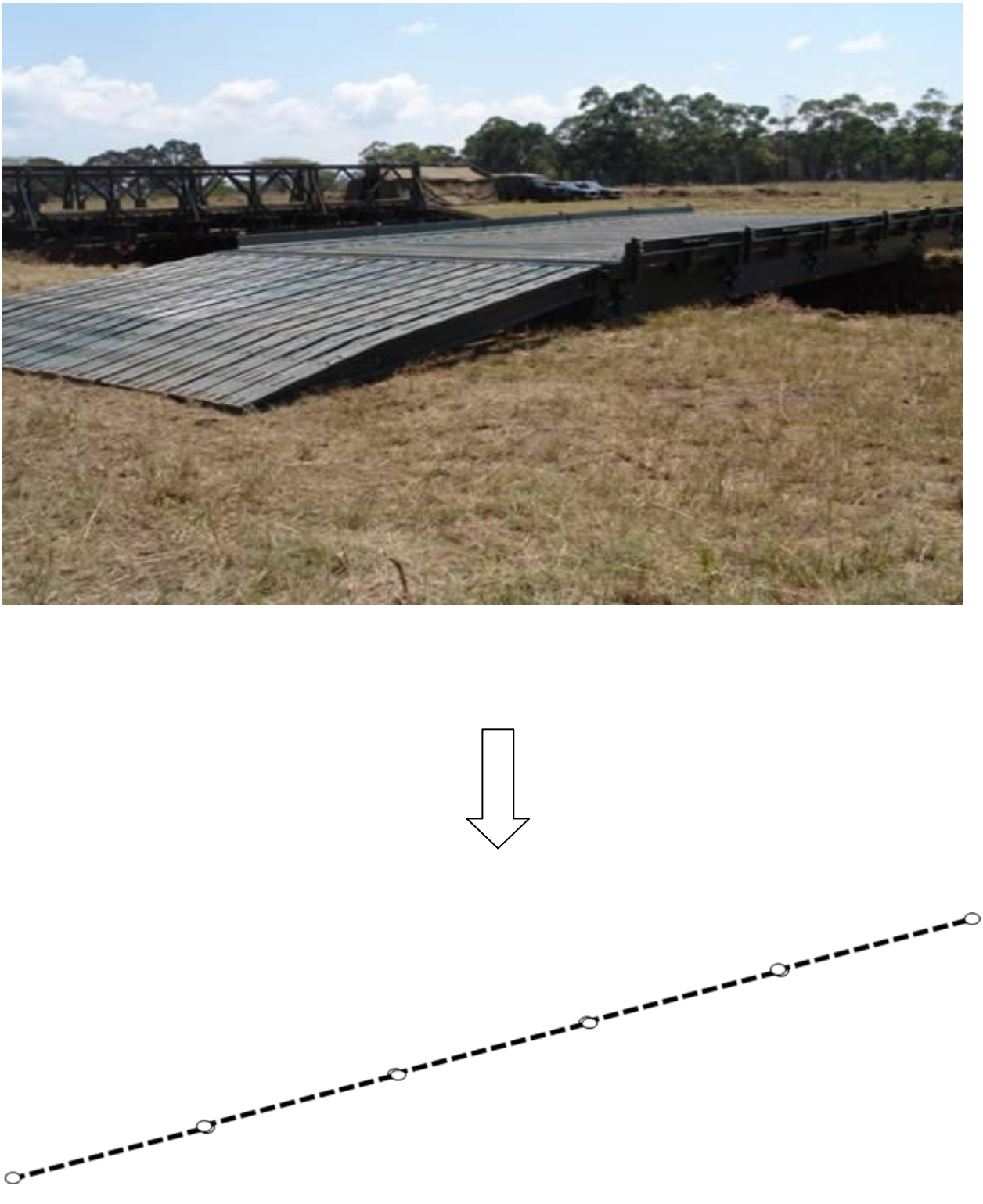
รูปที่ 3.1 การเขียนแบบโครงสร้างของโครงแผงชั้นบน

3.2 การจำลองชิ้นส่วน

เนื่องจากโครงแผงชั้นบนมีลักษณะคล้ายกล่องที่ปิดทึบทุกด้าน ไม่สามารถที่จะทำการวัดความหนาของชิ้นส่วนได้ การวิเคราะห์โครงสร้างโดยใช้โปรแกรม Staad Pro นั้น จึงจำเป็นต้องจำลองโครงแผงชั้นบนออกมาในลักษณะของ Beam Element ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นตรง มีจุดบริเวณหัวท้ายแสดงขอบของแต่ละชิ้นส่วน



รูปที่ 3.2-1 การจำลองแบบโครงแผงชั้นบนแต่ละชิ้นส่วน



รูปที่ 3.2-2 การจำลองแบบโครงแผงชั้นบนเมื่อต่อเป็นสะพาน

3.3การกำหนดน้ำหนักในการวิเคราะห์

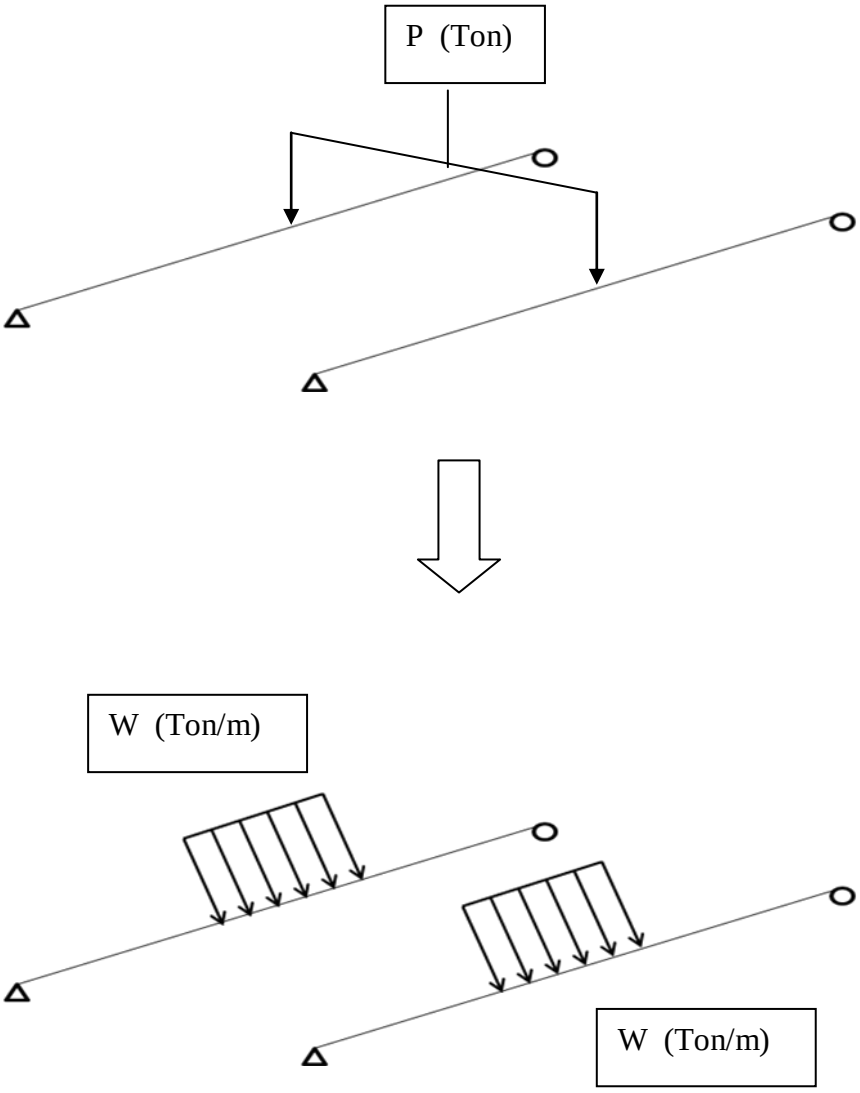
จะกำหนดน้ำหนัก ตามขีดความสามารถในการรับน้ำหนักของสะพานแต่ละช่วงความยาวดังนี้

ความยาวสะพาน 8 เมตร รับน้ำหนักได้มากสุด 60 ตัน

ความยาวสะพาน 11.6 เมตร รับน้ำหนักได้มากสุด 40 ตัน

ความยาวสะพาน 22.6 เมตร รับน้ำหนักได้มากสุด 16 ตัน

จากนั้นจะทำการคำนวนเพื่อปลี่ยนค่าน้ำหนักสูงสุดที่ที่เป็นน้ำหนักแบบจุดให้เป็นน้ำหนักแบบแผ่ โดยกำหนดให้ความยาวของน้ำหนักแบบแผ่ = 5 เมตร ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของความยาวของตีนตะขาบถังที่มีใช้อยู่ในกองทัพบกไทย และกำหนดให้น้ำหนักดังกล่าวอยู่บริเวณกึ่งกลางคาน ซึ่งจะเป็นจุดที่มีค่าโมเมนต์ดัดสูงสุด



การคำนวนน้ำหนัก

1. ความยาวสะพาน 8 เมตร รับน้ำหนักได้มากสุด 60 ตัน

$$W = (P/2)/5$$
$$= (60/2)/5 = 6 \text{ t/m} = 60 \text{ kN/m}$$

2. ความยาวสะพาน 11.6 เมตร รับน้ำหนักได้มากสุด 40 ตัน

$$W = (P/2)/5$$
$$= (40/2)/5 = 4 \text{ t/m} = 40 \text{ kN/m}$$

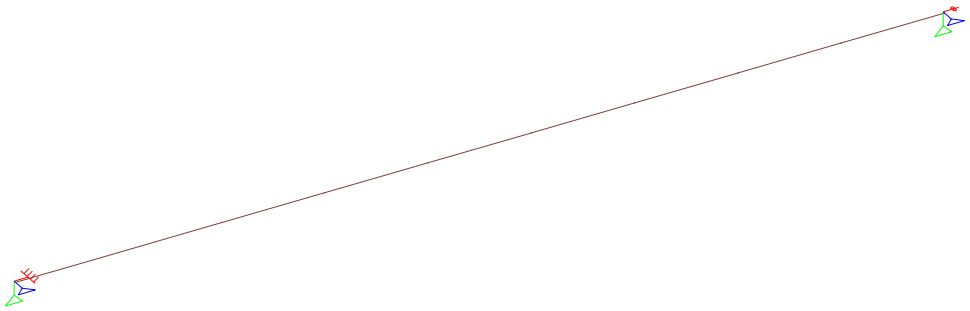
3. ความยาวสะพาน 22.6 เมตร รับน้ำหนักได้มากสุด 16 ตัน

$$W = (P/2)/5$$
$$= (16/2)/5 = 1.6 \text{ t/m} = 16 \text{ kN/m}$$

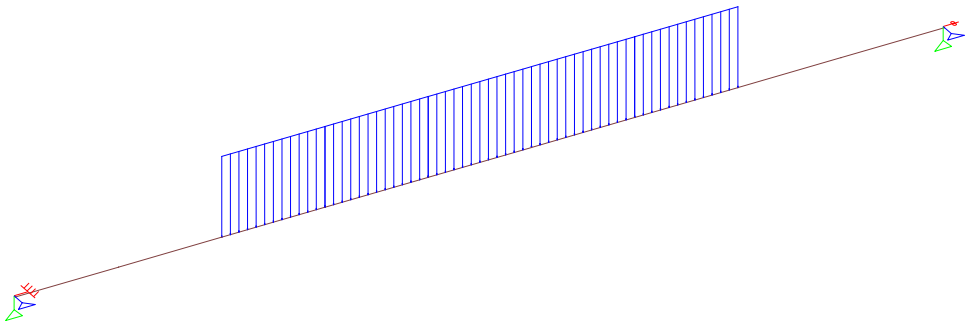
3.4 การวิเคราะห์สะพานโดยใช้ Staad Pro

1.สะพาน 8 เมตร รับน้ำหนักได้มากสุด 60 ตัน

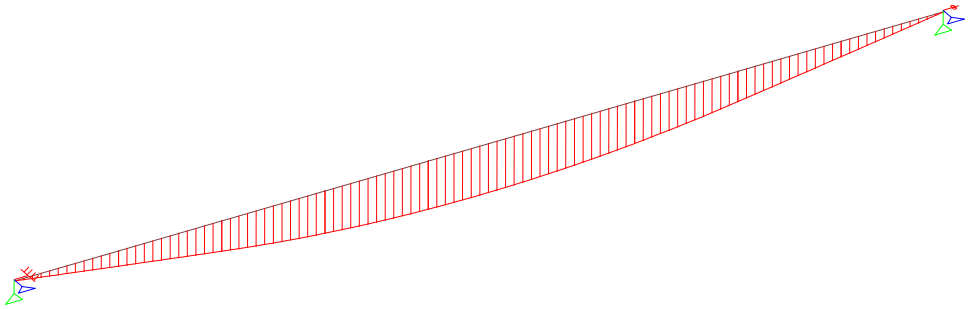
Model geometry



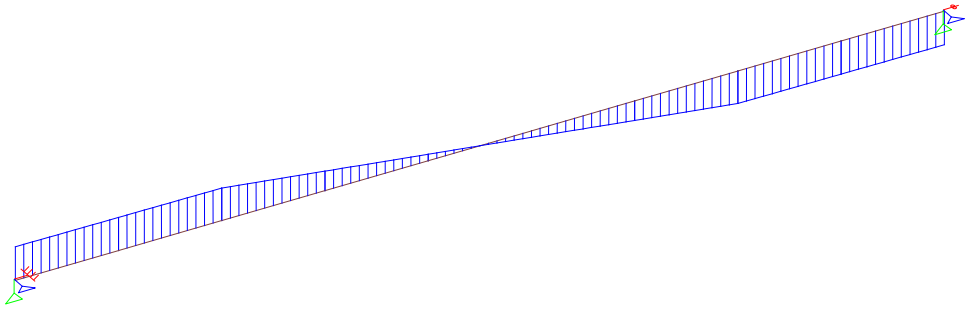
Load configuration



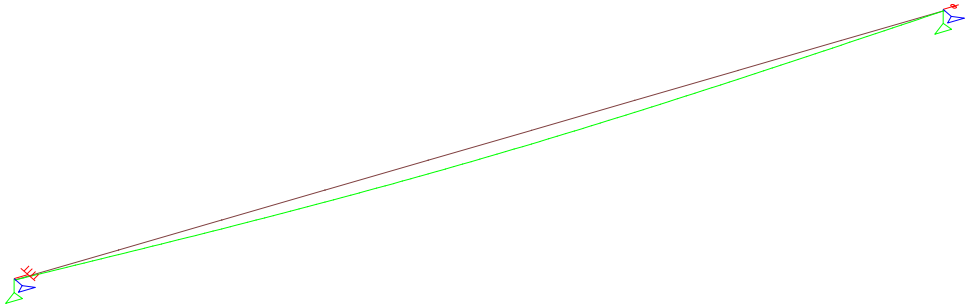
Bending Moment Diagram



Shear Force Diagram

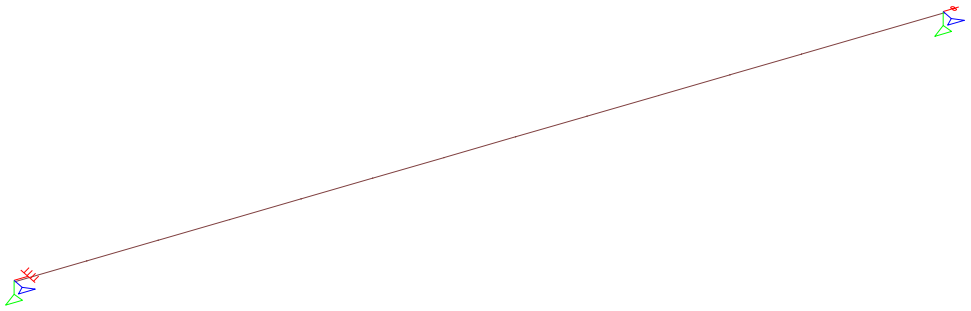


Deflection

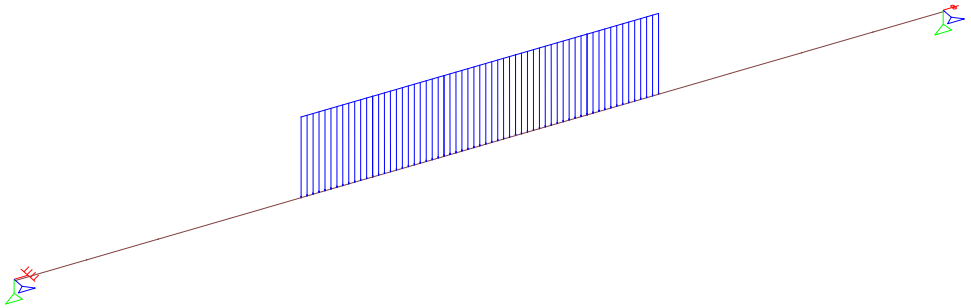


2.สะพาน 11.6 เมตร รับน้ำหนักได้มากสุด 40 ตัน

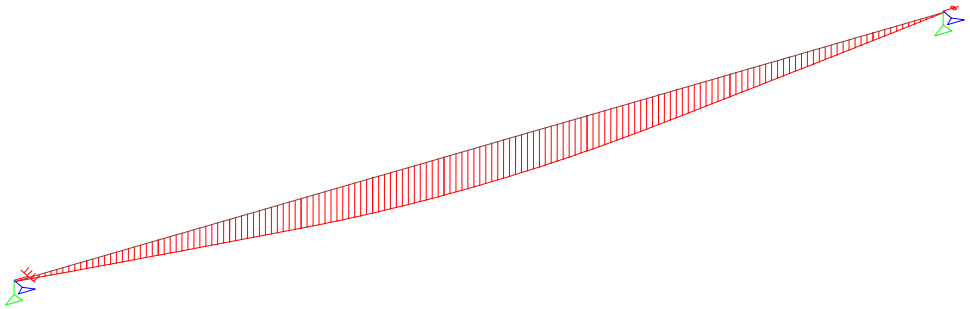
Model geometry



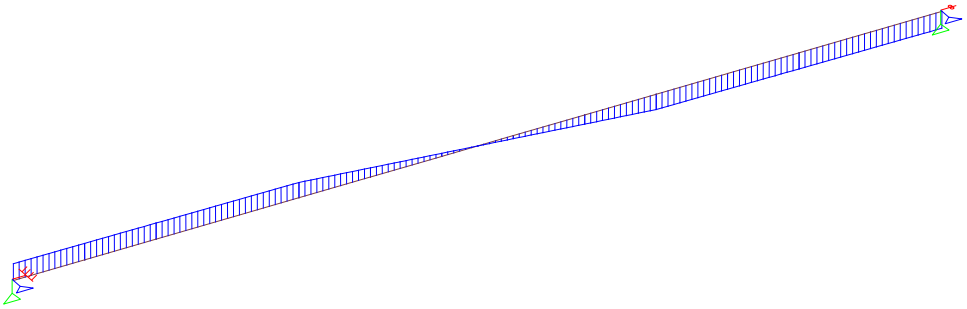
Load configuration



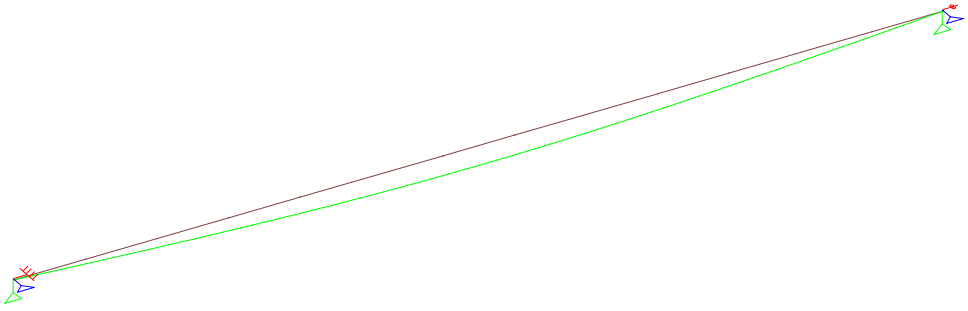
Bending Moment Diagram



Shear Force Diagram

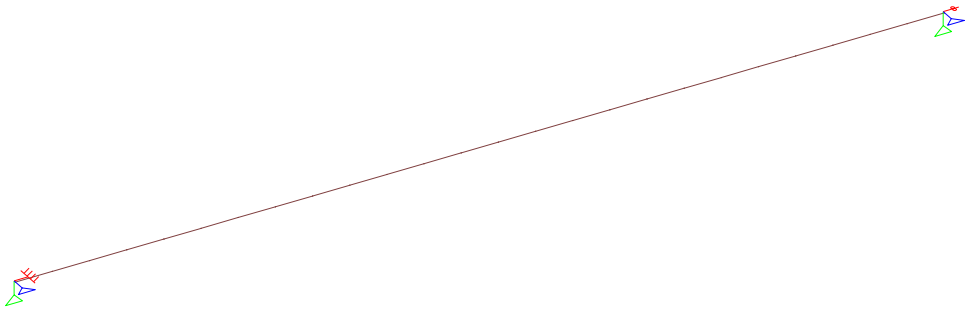


Deflection

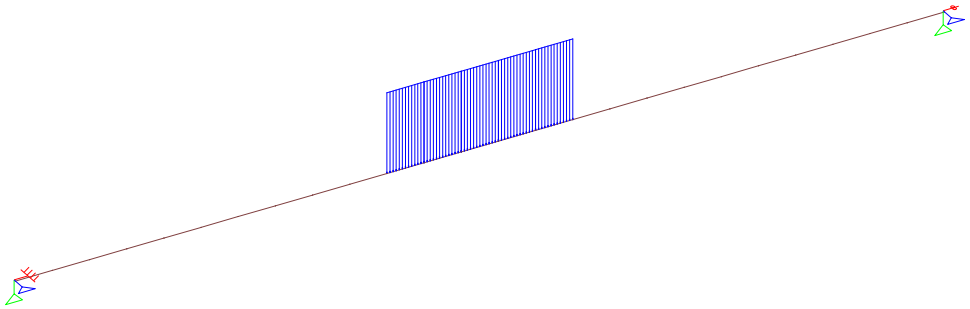


3.สะพาน 22.6 เมตร รับน้ำหนักได้มากสุด 16 ตัน

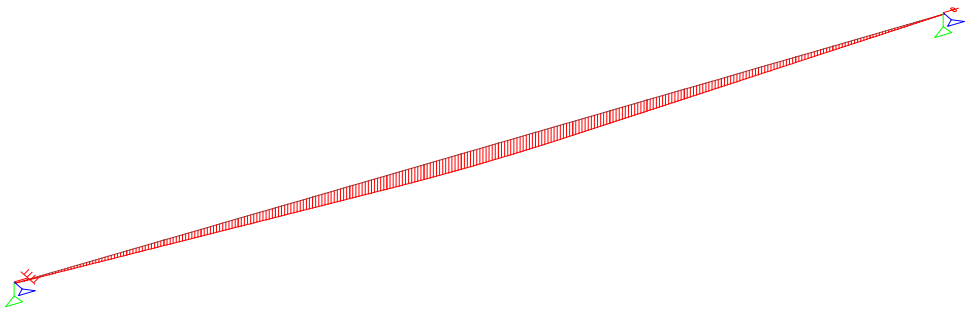
Model geometry



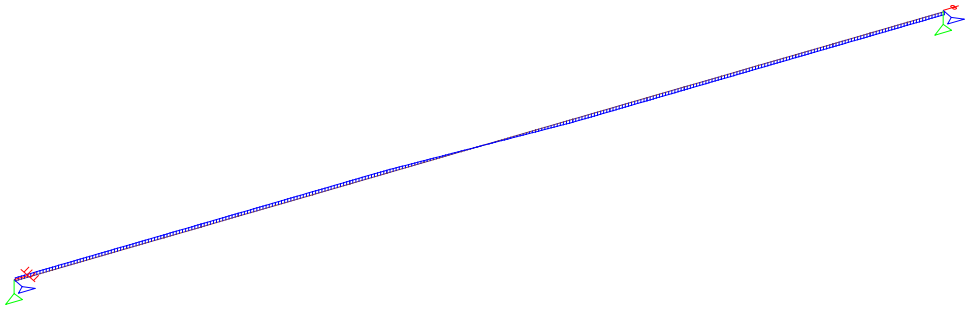
Load configuration



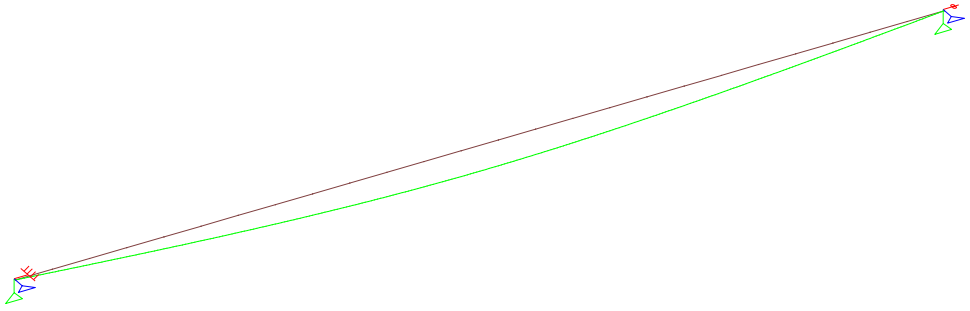
Bending Moment Diagram



Shear Force Diagram



Deflection



ตารางสรุปค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ชิ้นส่วนด้วยโปรแกรม Staad Pro

Span / Parameter	8 m	11.6 m	22.6 m	หน่วย
น้ำหนัก	60	40	16	kN/m
โมเมนต์ดัด	431	488	555	kN m
แรงเฉือน	148	108	68	kN
การโก่ง	1.19	2.46	8.86	mm

3.5 การออกแบบชิ้นส่วน

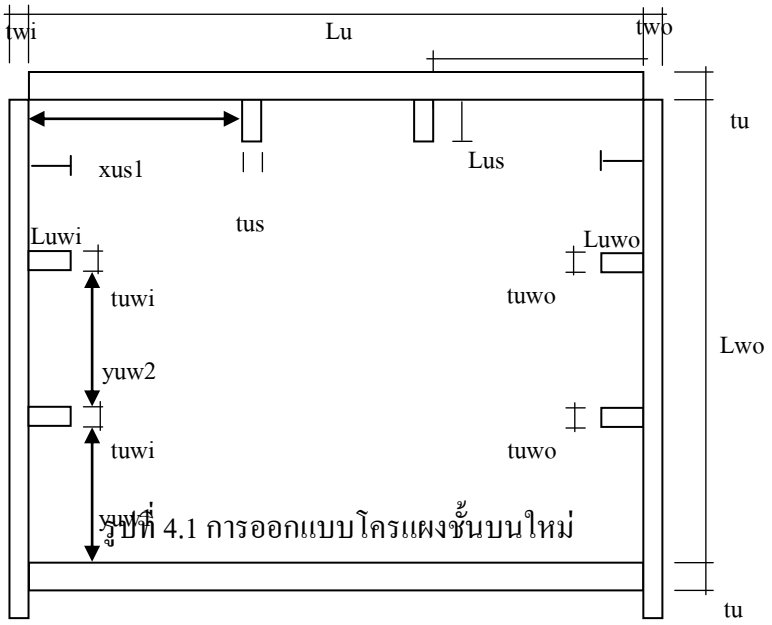
ทำการออกแบบชิ้นส่วนโครงแผงชั้นบนใหม่โดยนำค่าโมเมนต์ดัดสูงสุดที่ได้จากโปรแกรม Staad Pro ไปใช้เพื่อคำนวนความหนาของชิ้นส่วน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

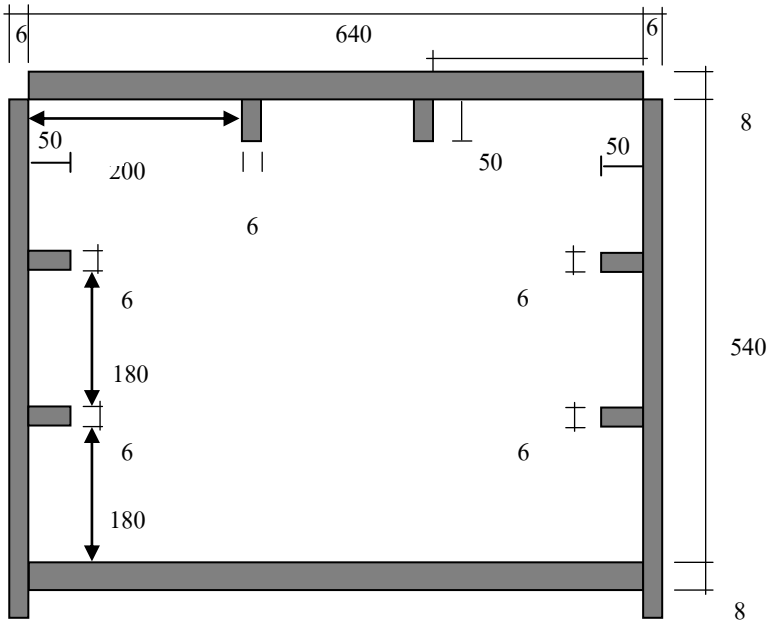
4.1 การออกแบบโครงแผงชั้นบนใหม่

จากการวิเคราะห์การรับน้ำหนักของสะพาน MGB แบบชั้นเดียว และนำค่าโมเมนต์ดัดสูงสุดที่ได้คือ 555 kN m และบวกด้วยค่าโมนเมนต์จากน้ำหนักของตัวชิ้นส่วนเองประมาณ 15 kN m จะทำให้ได้ค่าโมเมนต์สูงสุดในการออกแบบเท่ากับ 570 kN m โดยจะออกแบบให้มีขนาดภายนอกเท่าเดิม



รูปที่ 4.1 การออกแบบโครแผงชั้นบนใหม่

4.2 การออกแบบโครงแผงชั้นบนใหม่โดยใช้ Aluminum alloy 7020 T6



การออกแบบโครงแผงชั้นบนโดยใช้Aluminum alloy 7020 T6

Section Properties

Girder Geometry and Sectional Properties G-1001

Main Plate

Upper Plate				Web Plate inner			
tu	=	8	mm	twi	=	6	mm
Lu	=	640	mm	Lwi	=	540	mm
Au	=	5120	mm^2	Awi	=	3240	mm^2
Iyu	=	027.3E+3	mm^4	Iywi	=	078.7E+6	mm^4
Izu	=	174.8E+6	mm^4	Izwi	=	009.7E+3	mm^4
Lower Plate				**Web Plate outter**			
tl	=	8	mm	two	=	6	mm
Ll	=	640	mm	Lwo	=	540	mm
Al	=	5120	mm^2	Awo	=	3240	mm^2
Iyl	=	027.3E+3	mm^4	Iywo	=	078.7E+6	mm^4
Izl	=	174.8E+6	mm^4	Izwo	=	009.7E+3	mm^4

Stiffeners

Upper stiffener				Web stiffener inner			
tus	=	6	mm	tuwi	=	6	mm
Lus	=	50	mm	Luwi	=	50	mm
Aus	=	300	mm^2	Auwi	=	300	mm^2
Iyus	=	062.5E+3	mm^4	Iyuwi	=	900.0E+0	mm^4
Izus	=	900.0E+0	mm^4	Izuwi	=	062.5E+3	mm^4
				Web Stiffener outter			
				tuwo	=	6	mm
				Luwo	=	50	mm
				Auwo	=	300	mm^2
				Iyuwo	=	900.0E+0	mm^4
				Izuwo	=	062.5E+3	mm^4

Location of Stiffeners

yuw0	=	0	mm
yuw1	=	180	mm
yuw2	=	180	mm
xus1	=	200	mm
xus2	=	200	mm

Total Depth = 0.548 m

Total Width = 0.652 m

Cross Sectional Constant G-1001

Plate No.	Description	Area, A (mm^2)	dz (mm)	dy (mm)	Izi (mm^4)	Iyi (mm^4)
1	Upper plate	5120	544	326	1.75E+08	2.73E+04
2	Lower Plate	5120	4	326	1.75E+08	2.73E+04
3	Inner Web Plate	3240	270	3	9.72E+03	7.87E+07
4	Outter Web Plate	3240	270	649	9.72E+03	7.87E+07
5	Upper Stiffener	300	515	209	9.00E+02	6.25E+04
6	Upper Stiffener	300	515	443	9.00E+02	6.25E+04
7	Inner Web Stiffener	300	377	31	6.25E+04	9.00E+02
8	Outter Web Stiffener	300	377	621	6.25E+04	9.00E+02
9	Inner Web Stiffener	300	191	31	6.25E+04	9.00E+02
10	Outter Web Stiffener	300	191	621	6.25E+04	9.00E+02

Cross Sectional Area	A	=	0.019 m^2	
Center of Gravity	zb	=	0.281 m	from bottom of web plate
	yl	=	0.326 m	from left edge of inner web
Moment of Inertia	Iz	=	0.001 m^4	about vertical axis
	Iy	=	0.001 m^4	about horizontal axis
Section Modulus	Sz	=	0.000 m^3	about vertical axis
	Sy	=	0.000 m^3	about horizontal axis
Plastic Modulus	Zz	=	0.003 m^3	about vertical axis
	Zy	=	0.003 m^3	about horizontal axis
Torsional Constant	J	=	0.001 m^4	

ค่าที่ได้จากการออกแบบ

Max Moment = 570 kN m

MC/I (for top fiber) = 160 Mpa

MC/I (for bottom fiber) =169 Mpa

Limiting Stress for Steel SM520 = 210 Mpa

MC/I max < Limiting Stress for Steel ปลอดภัย

ปริมาตรที่ได้จากการออกแบบ

V = {[2(640 x 8) + 2(540 x 6) + 6(50 x 6)] x 1830} + {[2(540 x 6) + 4(50 x 6)] x 640}

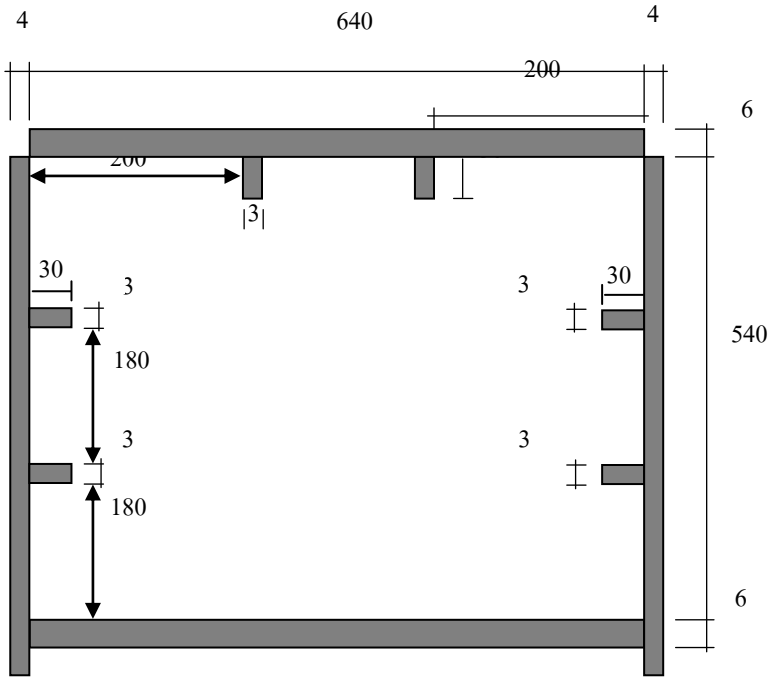
= 38,806,800 mm^3

= 0.0388068 m^3

น้ำหนักของชิ้นส่วน

W = 0.0388068 x 2700 =104.78 kg

4.3 การออกแบบโครงแผงชั้นบนใหม่โดยใช้ Steel SM520



การออกแบบโครงแผงชั้นบนโดยใช้ Steel SM520

Section Properties

Girder Geometry and Sectional Properties G-1001

Main Plate

Upper Plate				Web Plate inner			
tu	=	6	mm	twi	=	4	mm
Lu	=	640	mm	Lwi	=	540	mm
Au	=	3840	mm^2	Awi	=	2160	mm^2
Iyu	=	011.5E+3	mm^4	Iywi	=	052.5E+6	mm^4
Izu	=	131.1E+6	mm^4	Izwi	=	002.9E+3	mm^4
Lower Plate				**Web Plate outter**			
tl	=	6	mm	two	=	4	mm
Ll	=	640	mm	Lwo	=	540	mm
Al	=	3840	mm^2	Awo	=	2160	mm^2
Iyl	=	011.5E+3	mm^4	Iywo	=	052.5E+6	mm^4
Izl	=	131.1E+6	mm^4	Izwo	=	002.9E+3	mm^4

Stiffeners

Upper stiffener				Web stiffener inner			
tus	=	3	mm	tuwi	=	3	mm
Lus	=	30	mm	Luwi	=	30	mm
Aus	=	90	mm^2	Auwi	=	90	mm^2
Iyus	=	006.8E+3	mm^4	Iyuwi	=	067.5E+0	mm^4
Izus	=	067.5E+0	mm^4	Izuwi	=	006.8E+3	mm^4
				Web Stiffener outter			
				tuwo	=	3	mm
				Luwo	=	30	mm
				Auwo	=	90	mm^2
				Iyuwo	=	067.5E+0	mm^4
				Izuwo	=	006.8E+3	mm^4

Location of Stiffeners

yuw0	=	0	mm
yuw1	=	180	mm
yuw2	=	180	mm
xus1	=	200	mm
xus2	=	200	mm

Total Depth = 0.546 m

Total Width = 0.648 m

Cross Sectional Constant G-1001

Plate No.	Description	Area, A (mm^2)	dz (mm)	dy (mm)	Izi (mm^4)	Iyi (mm^4)
1	Upper plate	3840	543	324	1.31E+08	1.15E+04
2	Lower Plate	3840	3	324	1.31E+08	1.15E+04
3	Inner Web Plate	2160	270	2	2.88E+03	5.25E+07
4	Outter Web Plate	2160	270	646	2.88E+03	5.25E+07
5	Upper Stiffener	90	525	206	6.75E+01	6.75E+03
6	Upper Stiffener	90	525	443	6.75E+01	6.75E+03
7	Inner Web Stiffener	90	371	19	6.75E+03	6.75E+01
8	Outter Web Stiffener	90	371	629	6.75E+03	6.75E+01
9	Inner Web Stiffener	90	188	19	6.75E+03	6.75E+01
10	Outter Web Stiffener	90	188	629	6.75E+03	6.75E+01

Cross Sectional Area	A =	0.013 m^2		
Center of Gravity	zb =	0.276 m		from bottom of web plate
	yl =	0.324 m		from left edge of inner web
Moment of Inertia	Iz =	0.001 m^4		about vertical axis
	Iy =	0.001 m^4		about horizontal axis
Section Modulus	Sz =	0.000 m^3		about vertical axis
	Sy =	0.000 m^3		about horizontal axis
Plastic Modulus	Zz =	0.002 m^3		about vertical axis
	Zy =	0.002 m^3		about horizontal axis
Torsional Constant	J =	0.001 m^4		

ค่าที่ได้จากการออกแบบ

Max Moment = 570 kN m

MC/I (for top fiber) = 227 Mpa

MC/I (for bottom fiber) = 231 Mpa

Limiting Stress for Steel SM520 = 250 Mpa

MC/I_{max} < Limiting Stress for Steel ปลอดภัย

ปริมาตรที่ได้จากการออกแบบ

V = {[2(640 x 6) + 2(540 x 4) + 6(30 x 3)] x 1830} + {[2(540 x 4) + 4(30 x 3)] x 640}

= 25,943,400 mm^3

= 0.0259434 m^3

น้ำหนักของชิ้นส่วน

W = 0.0259434 x 7900 =204.95 kg

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและ การวิจัยของ นักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ ๔ กองวิชาวิศวกรรมโยธา ในเรื่อง การวิเคราะห์สะพานเครื่องหนุนมั่นแบบ MGB เพื่อความเหมาะสมกับกองทัพไทยในปัจจุบัน โดยจะเห็นได้ว่าในตอนนี้เกิดเหตุภัยพิบัติต่างๆมากมายเกิดขึ้นในประเทศไทยจึงได้ทำให้ถนน และเส้นทางหลาย ๆแห่งได้เกิดความชำรุดและสียหายเป็นอย่างมาก ซึ่งจากเหตุการณ์ดังกล่าวทำให้ทางกองทัพบกไทยได้นำสะพานเครื่องหนุนมั่นแบบ MGB มาช่วยเหลือในเหตุการณ์ดังกล่าว แต่ตอนนี้สะพานได้เกิดความชำรุดและเสียหายทางกลุ่มจึงได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องของขีดความสามารถในการรับแรงของสะพานเครื่องหนุนมั่นแบบ MGB และ ศึกษาเกี่ยวกับวัสดุที่จะสามารถนำมาแทนวัสดุเดิมซึ่งชำรุดและ หาซื้อได้ยากในปัจจุบัน เพื่อที่จะนำมาใช้พัฒนาสะพานดังกล่าวให้สามารถนำมาใช้ได้เช่นเดิม

ทางกลุ่มได้ทำการศึกษาวิจัยแล้วพบว่า สะพานเครื่องหนุนมั่นแบบ MGB ที่ได้มีอยู่ในปัจจุบันนั้นมีการชำรุดเสียหายเป็นอย่างมากโดยวัสดุที่จะนำมาซ่อมแซมชิ้นส่วนของสะพานนั้นหาได้ยาก และมีราคาแพง ดังนั้นทางกลุ่มจึงได้ศึกษาความสามารถในการรับน้ำหนักของสะพาน และพบว่าสะพานเครื่องหนุนมั่นแบบ MGB ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนั้นสามารถรับน้ำหนักได้เกินความจำเป็นที่จะนำมาใช้กับยานพาหนะหรือยุทโธปกรณ์ในประเทศไทย โดยสะพานเครื่องหนุนมั่นแบบ MGB สามารถประกอบให้สั้นหรือยาวเป็นร้อยเมตรหรือมากกว่าก็ได้ รับน้ำหนักตามมาตรฐานทางทหารของนาโต้ได้ตั้งแต่ชั้น 16 ถึงชั้น 70 เป็นอย่างสูงซึ่งน้ำหนักชั้น 70 เทียบได้กับน้ำหนัก รยบ.ประมาณ 70 ตัน ของยวดยานพาหนะล้อยางและรับภาระที่บรรทุก หรือเทียบได้กับชั้นน้ำหนักรวมประมาณต่ำกว่า 70 ตัน และจากการศึกษาเราจะพบว่า ยานพาหนะหรือยุทโปกรณ์ในประเทศไทยนั้นมีน้ำหนักที่มากที่สุดประมาณ 60 ตันเท่านั้น

ดังนั้นทางกลุ่มจึงได้ทำการศึกษาวัสดุที่จะนำมาใช้แทนวัสดุชนิดเดิม(อลูมินัมอัลลอย) แต่มีคุณภาพใกล้เคียงกัน คือเหล็ก ซึ่งจะพบว่า คุณสมบัติของเหล็กไม่ต่างจากอลูมินัมอัลลอยมากนัก และถ้าพิจารณาในหลายๆด้านจะพบข้อดีและข้อเสียของวัสดุทั้งสองคือ

ข้อดีของโลหะผสมอลูมินัมเมื่อเปรียบเทียบกับเหล็ก

๑. น้ำหนักเบา หนักเพียง 1 ใน 3 ของน้ำหนักเหล็ก

๒. ไม่ขึ้นสนิมจึงไม่ต้องการการทาสียกเว้นโลหะผสมอลูมินัมกำลังสูงอาจจะสึกกร่อนในสภาวะการใช้งานที่เจอสภาวะแวดล้อมที่รุนแรงและอาจต้องการการป้องกัน

๓. การผลิตนั้นหลากหลายกว่าการผลิตเหล็ก

๔. สามารถเชื่อมได้และเร็วกว่าการเชื่อมเหล็ก

๕. ใช้งานได้ดีกว่าเหล็กในช่วงอุณหภูมิที่ต่ำคือไม่เสี่ยงต่อปรากฏการณ์ที่เรียกว่า “brittle fracture”

๖. ราคาโลหะผสมอลูมินัมที่ใช้แล้วจะขายได้ราคาคงเหลือ (scrap value) ดีกว่า

ข้อเสียของโลหะผสมอลูมินัมเมื่อเปรียบเทียบกับเหล็ก

- ราคาสูงกว่าเหล็กประมาณ 1.5 เท่าเมื่อเทียบปริมาตรต่อปริมาตร
- ค่าการรับน้ำหนักเนื่องจากการโก่งเดาะต่ำกว่าของเหล็กเนื่องจากค่าโมดูลัสของยังก์ที่ต่ำกว่า
- ความแข็งแรงลดลงอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิสูง อย่างเช่น100 องศาเซลเซียสขึ้นไป
- ความแข็งแรงลดลงอย่างมากที่บริเวณรอบจุดเชื่อม (Hear-Affected Zone, HAZ)
- มีความเป็นไปได้ในการวิบัติจากความล้า (Fatigue) มากกว่าเหล็ก
- มีค่าระยะแอ่นมากกาว่าของเหล็กเนื่องจากโมดูลัสของยังก์ที่ต่ำกว่าโดยเฉพาะเมื่อออกแบบคาน

และจากข้อสรุปดังกล่าวทำให้เหล็กเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่นำมาเปลี่ยนแปลงแทน โลหะผสมอลูมินัม อันเนื่องมาจาก ข้อดี และเสีย ที่ได้ศึกษามาข้างต้น