สะพานแขวน : กรณีสะพานแขวนข้ามแม่น้ำป่าสัก จังหวัดพระนครศรีอยุธยาพังถล่ม

ประดับ สว่างศรี*

จากข่าวครึกโครมตามสื่อทุกแขนงไม่ว่าสื่อทางวิทยุ โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ และสื่อทางโลกออนไลน์ ได้เสนอข่าวใหญ่เป็นเวลาติดต่อกันหลายวัน ในเหตุการณ์สะพานแขวนข้ามแม่น้ำป่าสักที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยาพังถล่ม มีผู้เสียชีวิต 5 ราย และบาดเจ็บ จำนวน 45 ราย

รูปที่ 1 สภาพปกติสะพานแขวนข้ามแม่น้ำโดยทั่วไป

รูปที่ 2 สะพานแขวนข้ามแม่น้ำป่าสักจังหวัดพระนครศรีอยุธยาพังถล่ม

เหตุเกิดเมื่อวันที่ 28 เมษายน 2556 เวลาประมาณ 18.00 น. สะพานแขวนข้ามแม่น้ำป่าสักที่ อำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ชื่อสะพานฉลองกรุงรัตนโกสินทร์ 200 ปี สร้างเมื่อปี พ.ศ. 2526 และมีการซ่อมใหญ่เมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2556 อยู่บริเวณข้างวัดสะตือ หมู่ที่ 6 ตำบลท่าหลวง อำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งเป็นสะพานแขวน มีขนาดความกว้างประมาณ 2-3 เมตร ความยาวประมาณ 120 เมตร มีระดับความสูงเหนือผิวน้ำ ประมาณ 20 เมตร ลักษณะพื้นของสะพานเป็นคอนกรีต แขวนอยู่กับสลิง 2 เส้น โดยมีเสาคอนกรีตเสริมเหล็กรับน้ำหนักสะพานสองฝั่งด้วยสลิง ซึ่งสะพานแขวนดังกล่าว ห้ามรถจักรยานยนต์ และรถยนต์วิ่งขึ้นบนสะพาน แต่ยังมีประชาชนลักลอบใช้รถจักรยานยนต์ และรถยนต์วิ่งขึ้นบนสะพานแขวน โดยเฉพาะรถจักรยานยนต์ลักลอบใช้อยู่เป็นประจำ

สาเหตุที่สะพานแขวนพังถล่ม

1. จากการตรวจสอบของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) ณ ที่เกิดเหตุพบว่า สลิงช่วงกลางสะพานแขวนขาด สาเหตุเนื่องจากสลิงรับน้ำหนักไม่ไหว

2. จากผู้นำชุมชนกล่าวว่า ภายหลังจากซ่อมใหญ่เมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2556 สะพานทรุดตัวทางด้านซ้าย สลิงแขวนสั่นคลอนเมื่อมีการสัญจรผ่านไป-มา ได้แจ้งให้เทศบาลตำบลท่าหลวงเร่งแก้ไข แต่ยังไม่ได้แก้ไขสลิงด้านซ้ายที่ทรุดตัวขาด

*นักวิทยาศาสตร์เชี่ยวชาญ โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม

สะพานพังทับประชาชนที่ใช้สัญจรข้ามไป-มา เสียชีวิตและบาดเจ็บจำนวนมาก

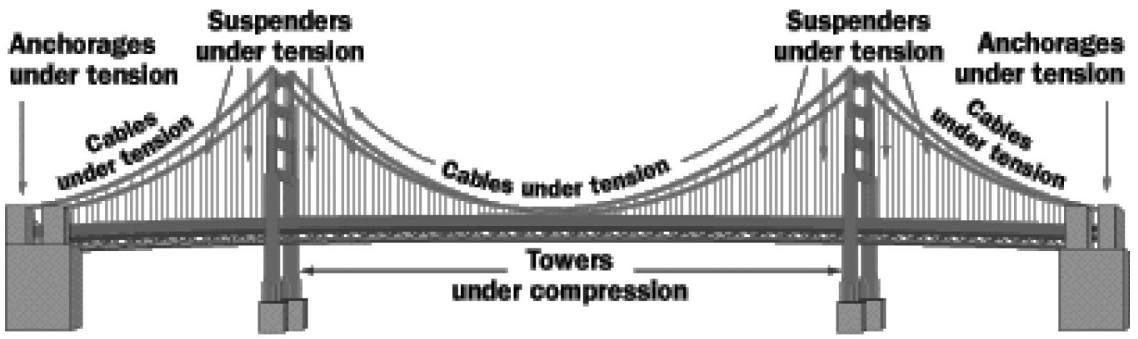
จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับสะพานแขวนฉลองกรุงรัตนโกสินทร์ 200 ปี เป็นการบ่งชี้ถึงความแข็งแรงของสะพานแขวนไม่ได้คุณภาพ อาจจะเนื่องจากใช้วัสดุที่ไม่มีคุณภาพได้มาตรฐาน หรือการเลือกใช้วัสดุผิดประเภท และอาจจะเนื่องจากการออกแบบโครงสร้างที่ไม่ถูกต้องกับการรับน้ำหนัก และลักษณะการใช้งานก็เป็นได้

ความแข็งแรงของสะพานแขวน

สะพานแขวน ตามหลักวิศวกรรมจะมีส่วนที่เป็นหัวใจหลักอยู่ 2 ส่วน ซึ่งทำหน้าที่รับน้ำหนักตัวสะพาน ถ้าสองส่วนนี้เกิดสภาวะวิกฤต จะทำให้สะพานเกิดการพังถล่มสร้างความเสียหายได้

ส่วนที่ 1 เคเบิล : เชือกลวดเหล็กกล้า (สลิง)

ส่วนที่ 2 เสารองรับเชือกลวดเหล็กกล้า (สลิง)



รูปที่ 3 รูปแบบโครงสร้างสะพานแขวน

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะส่วนที่ 1 เคเบิล : เชือกลวดเหล็กกล้า (สลิง) เท่านั้น ซึ่งเป็นสาเหตุที่สะพานแขวนข้ามแม่น้ำป่าสักจังหวัดพระนครศรีอยุธยาพังถล่ม

เคเบิล : เชือกลวดเหล็กกล้า (สลิง)

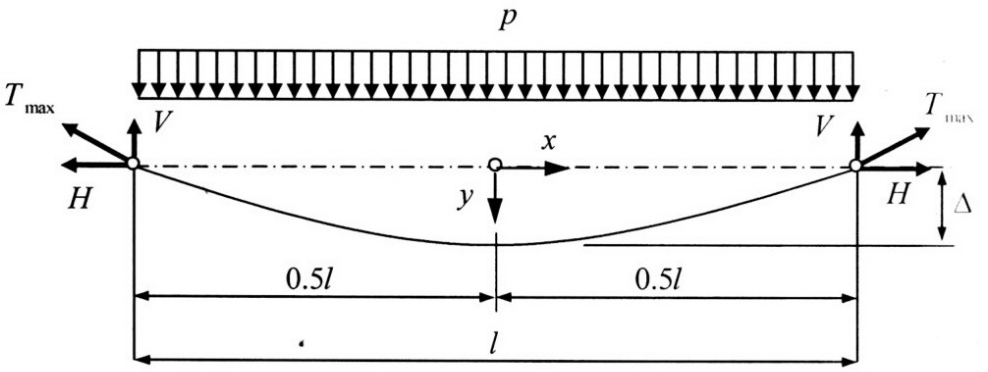
สะพานแขวนโครงสร้างจะเป็นเคเบิล และเคเบิลที่ใช้จะเป็นเชือกลวดเหล็กกล้า (Steel Wire Ropes) ซึ่งเป็นชิ้นส่วนโครงสร้างที่มีความสำคัญในการรับแรงดึง ภาษาโดยทั่วไปจะเรียกเชือกลวดเหล็กกล้า ว่าลวดสลิง (Wire Ropes) แต่ตามมาตรฐานเรียกว่า เชือกลวดเหล็กกล้า

เชือกลวดเหล็กกล้า ตามมาตรฐานได้แบ่งตามประเภทการใช้งาน ได้แก่

1. เชือกลวดเหล็กกล้าสำหรับใช้ในงานเป็นชิ้นส่วนโครงสร้างรองรับและยึดโยง
2. เชือกลวดเหล็กกล้าสำหรับใช้ในงานคอนกรีตอัดแรง
3. เชือกลวดเหล็กกล้าสำหรับใช้ในงานลิฟต์
4. เชือกลวดเหล็กกล้าสำหรับใช้ในงานบังคับกลไกเครื่องบิน
5. เชือกลวดเหล็กกล้าสำหรับใช้ในงานขุดเจาะ
6. เชือกลวดเหล็กกล้าสำหรับใช้ในงานกระเช้าลอยฟ้า
7. เชือกลวดเหล็กกล้าสำหรับใช้ในงานเหมืองแร่

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะเชือกลวดเหล็กกล้าที่ใช้กับสะพานแขวนเท่านั้น กล่าวคือเชือกลวดเหล็กกล้าที่ใช้จะเป็นเชือกลวดเหล็กกล้าสำหรับใช้ในงานเป็นชิ้นส่วนโครงสร้างรองรับและยึดโยง

เชือกลวดเหล็กกล้าสำหรับใช้ในงานเป็นชิ้นส่วนโครงสร้างรองรับและยึดโยง



รูปที่ 4 การรับน้ำหนักของเชือกลวดเหล็กกล้าที่ใช้เป็นโครงสร้างสะพานแขวน

น้ำหนักกระจายสม่ำเสมอกระทำในแนวดิ่ง

การวิเคราะห์โครงสร้าง (Structural Analysis)

ในการวิเคราะห์โครงสร้างที่ใช้เชือกลวดเหล็กกล้า ต้องใช้ข้อพิจารณาดังต่อไปนี้

1. ข้อพิจารณาทั่วไป

1.1 ต้องพิจารณาเชือกลวดเหล็กกล้าเป็นวัตถุยืดหยุ่น รูปร่างเป็นเส้น และรับแรงดึง เท่านั้น

1.2 ต้องพิจารณาผลของการยืดแบบอีลาสติก (Elastic Stretch) ของเชือกลวดเหล็กกล้า และการเสียรูป (Deformation) ของโครงสร้างที่รองรับเชือกลวดเหล็กกล้าในการวิเคราะห์โครงสร้าง

1.3 ต้องวิเคราะห์โครงสร้างแบบไม่เชิงเส้น (Nonlinear Analysis) ในกรณีที่การเคลื่อนตัวของเชือกลวดเหล็กกล้าซึ่งมีผลกระทบต่อแรงภายในโครงสร้างที่เคลื่อนตัว

2. แรงดึงภายในเชือกลวดเหล็กกล้า เมื่อเริ่มทำการติดตั้ง

แรงดึงภายในเชือกลวดเหล็กกล้า เมื่อเริ่มทำการติดตั้งเชือกลวดเหล็กกล้าในโครงสร้างที่ใช้เชือกลวดเหล็กกล้าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากส่งผลทำให้โครงสร้างที่ใช้เชือกลวดเหล็กกล้ามีสติฟเนสที่พอเพียงต่อเสถียรภาพของโครงสร้าง และเพื่อประโยชน์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 เป็นการเพิ่มเสถียรภาพของเชือกลวดเหล็กกล้าต่อการเพิ่มน้ำหนักบรรทุก ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงแรงดึงอันเกิดจากแรงภายนอก และการเคลื่อนตัวของฐานรองรับ

2.2 เป็นการเสริมกำลังต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง โดยไม่มีการยืดที่เกิดขึ้นจากสาเหตุ ต่าง ๆ เช่น เมื่อเชือกลวดเหล็กกล้ารับน้ำหนักบรรทุกแบบปฏิสมมาตร เป็นต้น

3. การสั่นสะเทือน (Vibration)

ในการออกแบบ ต้องมีการพิจารณาผลของน้ำหนักบรรทุกพลศาสตร์ (Dynamic Loading) ที่มีต่อหน่วยแรงของเชือกลวดเหล็กกล้า (Steel Wire Ropes Stress) ความล้า และการแอ่นตัว (Deflection) ของเชือกลวดเหล็กกล้าเส้นหนึ่งเส้นใด และของโครงสร้างโดยรวม

4. การแอ่นตัว (Deflection)

เชือกลวดเหล็กกล้าที่ใช้รองรับพื้นของสะพาน ต้องมีสัดส่วนเพียงพอที่จะทำให้ ค่าการแอ่นตัวสูงสุดที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุกต่าง ๆ และการยืดตัวของเชือกลวดเหล็กกล้า จะไม่ทำความเสียหายต่อโครงสร้างที่รองรับ หรือโครงสร้างข้างเคียง

5. การวิเคราะห์โครงสร้างตามขั้นตอนการติดตั้ง (Erection Analysis)

โครงสร้างที่ใช้เชือกลวดเหล็กกล้า ต้องคำนวณและออกแบบ โดยคำนึงถึงวิธีการและลำดับในการก่อสร้าง เพราะวิธีการและลำดับในการก่อสร้าง มีความสำคัญ อย่างมากต่อความแข็งแรงและความปลอดภัยของโครงสร้าง ขณะที่ดำเนินการก่อสร้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับวิธีการและลำดับในการดึงเชือกลวดเหล็กกล้า ดังนั้นผู้ออกแบบต้องมีการวิเคราะห์โครงสร้างตามขั้นตอนการติดตั้งเชือกลวดเหล็กกล้า ซึ่งขั้นตอนการติดตั้งจะบังคับเทอร์มิเนชั่น (Termination) หรือตัวยึดติดที่ปลายเชือกลวดเหล็กกล้า (End Fitting) ต้องมีกำลังประลัย (Ultimate Strength) ไม่น้อยกว่า 1.1 เท่า (หรือร้อยละ 110) ของกำลังระบุของเชือกลวดเหล็กกล้า

วัสดุเชือกลวดเหล็กกล้า (Steel Wire Ropes Material)

คุณลักษณะเฉพาะของเชือกลวดเหล็กกล้า

เชือกลวดเหล็กกล้าที่จะนำมาใช้เป็นโครงสร้างของสะพานแขวน ต้องมีสมบัติเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเชือกลวดเหล็กกล้า มอก. 514-2531 ซึ่ง มอก. 514-2531 ได้แบ่งเชือกลวดเหล็กกล้าออกเป็นชนิดแบบต่าง ๆ และชั้นคุณภาพ ดังนี้

ชนิดและแบบ

1. เชือกลวดเหล็กกล้า ชนิด 6 เกลียว แบ่งเป็น 11 แบบ ได้แก่
   - 1.1 แบบ 6 (6 + 1) สัญลักษณ์ 6 x 7
   - 1.2 แบบ 6 (12 + เส้นใย) สัญลักษณ์ 6 x 12
   - 1.3 แบบ 6 (12+6 + 1) สัญลักษณ์ 6 x 19
   - 1.4 แบบ 6 (15+9 + เส้นใย) สัญลักษณ์ 6 x 24
   - 1.5 แบบ 6 (18+12+6 + 1) สัญลักษณ์ 6 x 37
   - 1.6 แบบ 6 (9 + 9 + 1) สัญลักษณ์ 6 x 19S
   - 1.7 แบบ 6 (12 + 6F + 6 + 1) สัญลักษณ์ 6 x 19F หรือ 6 x 25
   - 1.8 แบบ 6 (10 + 5/5 + 5 + 1) สัญลักษณ์ 6 x 26WS
   - 1.9 แบบ 6 (12 + 6/6 + 6 + 1) สัญลักษณ์ 6 x 31WS
   - 1.10 แบบ 6 (14 + 7/7 + 7 + 1) สัญลักษณ์ 6 x 36WS
   - 1.11 แบบ 6 (16 + 8/8 + 8 + 1) สัญลักษณ์ 6 x 41WS
2. เชือกลวดเหล็กกล้า ชนิด 8 เกลียว แบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่
   - 1.1 แบบ 8 (9 + 9 + 1) สัญลักษณ์ 8 x 19S
   - 1.2 แบบ 8 (12 + 6F + 6 + 1) สัญลักษณ์ 8 x 19F หรือ 8 x 25
3. เชือกลวดเหล็กกล้าหลายชั้น แบ่งเป็น 4 แบบ ได้แก่
   - 1.1 แบบ 11 (6 + 1) + 6 (6 + 1) สัญลักษณ์ 17 x 7
   - 1.2 แบบ 12 (6 + 1) + 6 (6 + 1) สัญลักษณ์ 18 x 7
   - 1.3 แบบ 17 (6 + 1) + 11 (6 + 1) + 6 (6 + 1) สัญลักษณ์ 34 x 7
   - 1.4 แบบ 18 (6 + 1) + 12 (6 + 1) + 6 (6 + 1) สัญลักษณ์ 36 x 7

ชั้นคุณภาพ

เชือกลวดเหล็กกล้า แบ่งออกเป็น 3 ชั้นคุณภาพ ตามความต้านแรงดึงของลวด คือ

1. ชั้นคุณภาพ 1420
2. ชั้นคุณภาพ 1570

3. ชั้นคุณภาพ 1770

ตามมาตรฐาน มอก. 514-2531 ได้กำหนดค่าแรงดึงขาดต่ำสุดของเชือกลวดเหล็กกล้า น้อยสุด เท่ากับ 2.36 กิโลนิวตัน มากสุด เท่ากับ 2,270 กิโลนิวตัน ฉะนั้นวิศวกรผู้ออกแบบจะต้องเลือกใช้เชือกลวดเหล็กกล้าสำหรับใช้ในงานเป็นชิ้นส่วนโครงสร้างรองรับและยึดโยง และได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเชือกลวดเหล็กกล้า มอก. 514-2531 โดยต้องเลือกเชือกลวดเหล็กกล้าที่มีค่าแรงดึงขาดต่ำสุด มากกว่าน้ำหนักของตัวสะพานที่คำนวณได้ และเป็นไปตามหลักการคำนวณ และออกแบบทางวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ทุกประการ

สรุป

สะพานแขวนจะมีความแข็งแรงไม่พังถล่มอยู่ที่ปัจจัยหลัก ดังนี้

1. การคำนวณและออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์
2. การเลือกใช้วัสดุที่ดีมีคุณภาพ และได้มาตรฐาน
3. การก่อสร้างถูกต้องตามหลักการทางวิศวกรรม

จะเห็นว่าวัสดุที่นำมาใช้สร้างสะพานแขวนเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญ โดยเฉพาะเชือกลวดเหล็กกล้า ซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้างหลักของสะพานแขวน ถ้าเลือกใช้เชือกลวดเหล็กกล้าที่ไม่มีคุณภาพ และไม่ได้มาตรฐานจะทำให้อายุการใช้งานของสะพานแขวน ไม่ยาวนานเกิดพังถล่มได้ ทำให้ไม่ปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน กรมวิทยาศาสตร์บริการเป็นห้องปฏิบัติการกลางของรัฐเพียงแห่งเดียวที่สามารถให้บริการวิเคราะห์ ทดสอบ เชือกลวดเหล็กกล้าตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนด โดยเฉพาะการทดสอบแรงดึงขาดของเชือกลวดเหล็กกล้า และเป็นห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพตามมาตรฐานสากล ISO / IEC 17025 : 2005 ผู้สนใจสามารถติดต่อสอบถามและขอรับบริการได้ที่ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงมหาดไทย. กรมโยธาธิการและผังเมือง. มาตรฐานประกอบการออกแบบโครงสร้างที่ใช้เคเบิล. มาตรฐานประกอบการออกแบบโครงสร้างลักษณะพิเศษ มยผ. 1342-54, หน้า 33 – 52.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเชือกลวดเหล็กกล้า. มอก. 514 – 2531, 48 หน้า.