

เอกสารการศึกษาเรื่อง

ความลับของสะพานหิน

จัดทำสำหรับกระบวนการวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์กับอารยธรรม (201117)

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

ความลับของสะพานหิน

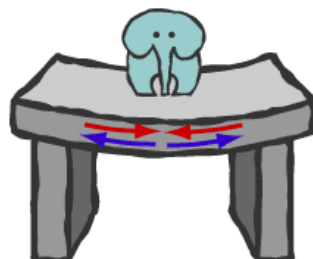
สะพาน คือ สิ่งที่เชื่อมต่อแผ่นดิน 2 ข้าง ซึ่งมีสิ่งกีดขวางต่างๆ เช่นแม่น้ำ ถนน หรือหุบเขา หลายคนอาจจะมองข้ามหรือละเลยประโยชน์ของสะพานไป สะพานนั้นไม่ได้มีไว้ให้คนข้ามเพียงอย่างเดียว แต่รวมไปถึง สัตว์ ยานพาหนะ และมีไว้ขนส่งสัมภาระ พาหนะ สินค้าอุปกรณ์ อาวุธ และอื่นๆอีกมากอีกด้วย ดังนั้น สะพานในโลกนี้จึงมีหลากหลายรูปแบบแตกต่างกันไป การรับน้ำหนักรวมถึงวิธีการสร้างสะพานจึงแตกต่างกันด้วย เพื่อที่จะตอบสนองต่อการใช้งานได้อย่างเต็มที่ ประเภทสะพานที่พบส่วนใหญ่ในชีวิตประจำวันประกอบด้วย

1. สะพานแบบคาน (beam bridges)

เป็นสะพานที่ทำได้โดยการนำคานมาพาดระหว่าง 2 สิ่ง ซึ่งสมัยก่อนนิยมใช้ต้นไม้ในการทำเป็นคาน สะพานแบบนี้ถือเป็นสะพานแบบที่ง่ายที่สุด สะดวกสบายที่สุด และสร้างได้รวดเร็วที่สุดอีกด้วย



เมื่อมีวัตถุอยู่บนสะพานการรับน้ำหนักของสะพานแบบนี้ก็คือ ส่วนบนของคานจะทำหน้าที่รับน้ำหนัก ส่วนด้านล่างของคานจะทำหน้าที่กระจายน้ำหนักไปทั่วคาน จะเห็นได้ว่าหากวัตถุอยู่ตรงกลางคาน คานจะมีลักษณะงอลง ดังนั้นคานที่ใช้จะต้องมีความแข็งแรงมากพอที่จะรับน้ำหนักวัตถุหรือสิ่งที่จะข้ามคานได้ เพราะหากแรงที่กระทำต่อคานมีมากเกินไปจนคานจะรับได้ก็จะส่งผลทำให้คานหักลงมาได้ จึงไม่นิยมสร้างสะพานรูปแบบนี้ยาวมากนัก

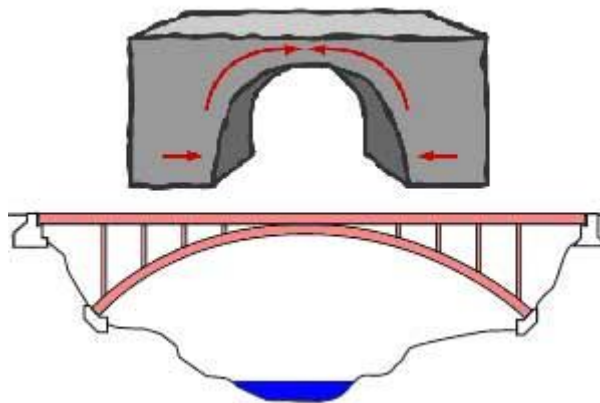


2. สะพานแบบโค้ง (arch bridge)

ถือว่าเป็นแบบที่มีความแข็งแรงมาก ทำได้โดยการสลักก้อนหินออกเป็นแท่งๆ ให้ได้รูปร่างพอดีที่จะมาต่อกันเป็นส่วนโค้ง เสร็จแล้วจึงนำมาเรียงต่อกัน เป็นส่วนโค้งด้านใต้สะพาน ส่วนด้านข้างของส่วนโค้ง ก็จะวางก้อนหินมาวางเพิ่ม เพื่ออุดช่องว่างไม่ให้ส่วนโค้งนั้นเสียรูป

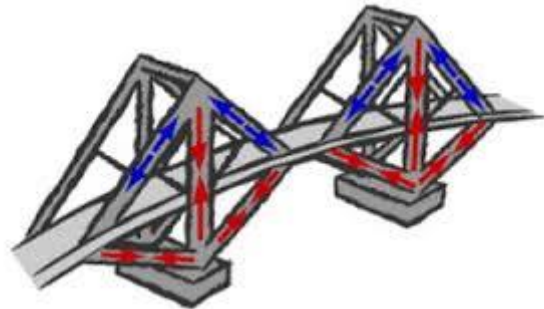


เมื่อมีน้ำหนักกดจากทางด้านบน แรงก็จะถ่ายทอดให้ส่วนโค้งนั้นรับแรงกด ข้อดีของสะพานแบบนี้ คือ เมื่อสะพานได้รับแรงกดไปนานเข้า ก็จะดันให้ก้อนหินบีบเข้าใกล้กันแน่นขึ้นๆ ทำให้สะพานมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น



3. สะพานแบบโครง (truss bridge)

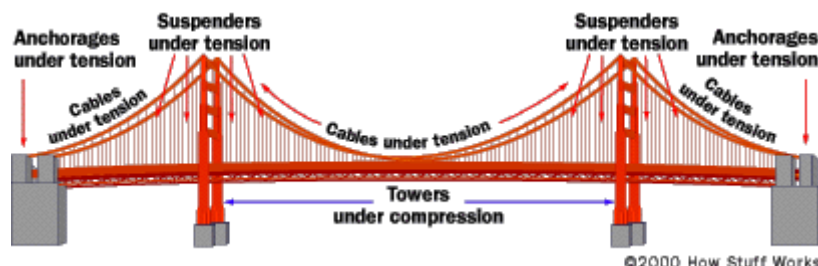
สะพานแบบโครง จะประกอบไปด้วยคานที่พาด 2 ฝั่ง และโครง ซึ่งโครงจะต่อกันเป็นรูปสามเหลี่ยมอยู่ระหว่างคาน และเมื่อนำโครงที่เป็นรูปสามเหลี่ยมหลายๆชุดมารวมกันเป็นโครงร่างสะพาน ก็จะส่งผลทำให้สะพานแข็งแรงขึ้น บิด หรือแอ่นได้ยาก



เมื่อมีวัตถุอยู่บนสะพาน ตัวโครงจะทำหน้าที่แบ่งเบาภาระของคาน โดยการรับ และช่วยกระจายแรงระหว่างซึ่งโครงแต่ละซี่ เพื่อให้เกิดความสมดุล เนื่องจากสะพานนี้บิด หรือแอ่นยาก ทำให้สามารถสร้างสะพานที่มีความยาวมากกว่าสะพานแบบคานธรรมดาได้

4. สะพานแขวน (suspension bridge)

สะพานแบบแขวนนั้น จะประกอบไปด้วยคาน และสายเคเบิลที่โยงข้ามจากฝั่งหนึ่งไปฝั่งหนึ่ง ซึ่งในแต่ละฝั่งก็จะยึดสายนี้ไว้อย่างแน่นหนา และพาดไว้ที่เสาระหว่างฝั่ง โดยส่วนมากจะมี 2 เสา



สำหรับในการทำงานนั้น เมื่อน้ำหนักกระทำบนสะพาน ก็จะทำให้เกิดแรงดึงขึ้นที่สายเคเบิล และจะถูกถ่ายทอดส่งต่อไปยังฐานยึดของสายเคเบิลที่อยู่บนฝั่งทั้งสองข้าง ส่วนเสาตรงกลางทั้งสอง จะเป็นตัวรับน้ำหนักของสะพานนั่นเอง ด้วยการใส่สายเคเบิลในช่วยถ่าน้ำหนัก ถือว่าเป็นแบบที่มีช่วงข้ามยาวที่สุด เมื่อเทียบกับสะพานแบบอื่นๆ

แต่ความยากลำบากของการสร้างสะพานแบบนี้อยู่ที่การสร้างเสาที่อยู่กลางน้ำ เพราะเสานี้จะต้องทั้งสูงและแข็งแรง และยังต้องต้านกับแรงลมได้ด้วย

สำหรับรายงานนี้เราจะเน้นในเรื่องของสะพานรูปโค้งที่ทำจากหิน สะพานแบบนี้ถูกสร้างขึ้นตั้งแต่สมัยโรมัน โดยชาวโรมันได้ใช้เทคนิคหินโค้งกับสิ่งต่างๆ ตัวอย่างเช่น ชุมประตู่ กำแพง รวมไปถึงสะพาน สำหรับใช้ในการเดินทาง คน-ม้า-อาวุธ-เสบียง ออกจากเมืองไปรบกับเมืองอื่น ซึ่งที่น่าแปลกก็คือ แม้เวลาจะผ่านไปสองพันกว่าปี แต่สภาพของสะพานนั้นก็ยังคงดีอยู่ ยังสามารถใช้งานได้จนถึงปัจจุบัน



สะพานหินในยุคโบราณคือ สะพานที่นำหินที่ผ่านการกระเทาะหินให้เป็นทรงเหลี่ยมขนาดใกล้เคียงกัน แล้วนำมาเรียงต่อกันจากขอบด้านข้างขึ้นมาอย่างปราณีต และมั่นคง โดยที่ไม่ได้ใช้ปูน หรืออะไรเป็นตัวเชื่อมเลย ส่วนด้านข้างก็จะนำหินมาวางซ้อนๆกัน เพื่อไม่ให้เกิดช่องว่าง ยิ่งวางหินได้ตรงลึกลงและมีช่องว่างน้อยเท่าไร สะพานก็จะยิ่งแข็งแรงขึ้นเท่านั้น

สะพานหินจำลอง

ทางคณะผู้จัดทำรู้สึกสนใจสะพานหินในยุคโบราณนี้ขึ้นมา จึงได้ทำโมเดลสะพานหินจำลองนี้ขึ้น โดยที่ใช้ปูนปาสเตอร์แทนหินของจริง เนื่องจากว่าหินที่รูปร่างลักษณะตรงตามต้องการนั้นหาได้ยาก

วัสดุอุปกรณ์

-ลวด	-ปูนปาสเตอร์
-หินก้อนเล็ก	-ดินน้ำมัน
-ฟิวเจอร์บอร์ด	-กรรไกร คัตเตอร์
-กาวตราช่าง	-อุปกรณ์ตกแต่ง

วิธีทำหินจากปูนปาสเตอร์

1. ทำบล็อกหินจากดินน้ำมัน
2. ผสมปูนปาสเตอร์กับน้ำ ในอัตราส่วน ปูน2 : น้ำ1 ในปริมาณที่พอดี เนื่องจากปูนปาสเตอร์แห้งเร็ว จากนั้นเทปูนที่ผสมเสร็จแล้วลงในบล็อกที่เตรียมไว้ และรอแห้งประมาณ 10 นาที
3. แกะปูนปาสเตอร์ออกจากบล็อก แล้วใช้คัตเตอร์จัดรูปทรงให้ได้ตามที่ต้องการ

วิธีทำสะพานหินจำลอง

1. ยึดหินที่ทำเป็นฐานทั้งสองข้างไว้กับฟิวเจอร์บอร์ด ด้วยกาวตราช่าง
2. นำลวดขนาดพอดีกับสะพานที่เราต้องการ มาวางเป็นโครงสองเส้น โดยใช้ดินน้ำมันช่วยยึด
3. เมื่อทุกอย่างแน่นเข้าที่แล้วก็เริ่มวางหิน โดยเริ่มจากวางที่ฐานทั้งสองข้างแล้วเรียงขึ้นไปจนถึงยอดตรงกลาง วางเรียงหินให้แน่น
4. เมื่อเรียงหินเสร็จแล้วก็นำลวดออก ขั้นตอนนี้อาจเรียงหินไม่แน่นพอเมื่อนำลวดออกหินก็จะร่วง แต่หากเรียงดีหินก็จะเรียงเป็นสะพานสวยงาม

เทคนิค

- พยายามสกัดหินให้เรียบและมีรูปร่างพอเหมาะ เพราะถ้าหากบางเกินไปปูนปาสเตอร์จะหักได้ และหากหนาเกินไปสะพานจะเสียรูปทรงได้

- หินที่อยู่ตรงกลางที่ใส่เป็นชั้นสุดท้ายจะต้อง สกัดให้เป็นรูปกลม หรือสี่เหลี่ยมคางหมูเพื่อจะได้เข้ากับช่องที่เหลื่ออยู่ได้พอดี
- เรียงหินให้แน่น ไม่หลวม เพื่อหินจะได้ทรงตัวอยู่ได้โดยไม่มีลาว

ผลที่ได้รับ

สะพานหินจำลองที่ได้ สามารถเรียงตัวได้โดยไม่อาศัยลวดเป็นโครง แต่จะไม่แน่นและแข็งแรงเท่าสะพานหินของจริงเนื่องจากว่า หินของจริงจะมีขนาดใหญ่และหนักกว่า แรงยึดเหนี่ยวระหว่างหินจึงมากกว่า ส่งผลให้เรียงตัวแน่นและแข็งแรงกว่า

ความเกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์

จากกฎของนิวตันข้อที่ว่าแรงกิริยา เท่ากับแรงปฏิกิริยา ระหว่างหินแต่ละก้อน โดยหินแต่ละก้อนจะออกแรงดันกันเพื่อไม่ให้หล่นลงมา และเมื่อมีน้ำหนักมากกระทำบนสะพาน แรงก็จะส่งไปยังส่วนโค้ง ทำให้เกิดแรงดันมากขึ้น ทำให้สะพานมีความแข็งแรงมากขึ้น

ที่มา

คลิปวิดีโอ

คลิปการสร้างสะพานหิน : Arco della Pace (domestica)

จาก <https://www.youtube.com/watch?v=kC2S6CSzaKQ>

เพลงประกอบวิดีโอ : (Depapepe) Start - Sungha Jung

จาก <https://www.youtube.com/watch?v=SgutKYiY0HQ>

รูปภาพประกอบคลิปวิดีโอ

<http://www.steel.org/~media/Images/SSSBA/Press%20Kit/Rolled%20Beam%20Sevier%20River%20Axtell%20UT%20Wheeler%20Bridge.jpg>

<http://media-cache-ec0.pinimg.com/736x/5a/ea/43/5aea432e3515d4944d9bb68d54c6d2ce.jpg>

<http://www.jetour.com.hk/cms/facebook.image/xtctpvxy.jpg>

<http://www.kansastravel.org/06ricestonebridge1.JPG>

<http://www2.kanazawa-it.ac.jp/honda/image1002.jpg>

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/4e/Stone_Arch_Bridge,_Kenoza_Lake_NY.JPG/640px-Stone_Arch_Bridge,_Kenoza_Lake_NY.JPG

รายงาน

รูปภาพ

<http://picpost.postjung.com/m/250103.html>

http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%AA%E0%B8%B0%E0%B8%9E%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8%9A%E0%B9%82%E0%B8%84%E0%B9%89%E0%B8%87#mediaviewer/File:Gardon_au_pont_du_Gard.jpg

<http://www.johnweeks.com/bestbridges/index.html>

http://kwan-riamfloatingmarket.com/v2/story_around_detail.php?news_id=00251

เนื้อหา

http://www.neutron.rmutphysics.com/science-news/index.php?option=com_content&task=view&id=455&Itemid=4

<http://pantip.com/topic/32397039>

<http://www.technologystudent.com/struct1/roman2.htm>

http://www.rmutphysics.com/charud/scibook/material1/index_bridge.html