

■ เอก ศิริพานิชกร ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

เมื่อวันก่อนไปนั่งรื้อการบ้านของนักเรียนสถาปัตยกรรมศาสตร์ที่พระจอมเกล้าธนบุรี มีนักเรียนกลุ่มหนึ่งนำเสนอแนวทางในการกำหนดแนวคิดทางโครงสร้างของโครงหลังคาอาคารหลังหนึ่ง เห็นว่ามีประโยชน์และน่าจะเป็นสื่อกลางในการทำความเข้าใจเพื่อให้งานออกแบบทางวิศวกรรมโครงสร้างสามารถที่จะดำเนินการไปได้ด้วยดี จึงจะขอนำมาเล่าสู่กันฟังในครั้งนี้

## แนวคิดในการกำหนดโครงสร้าง

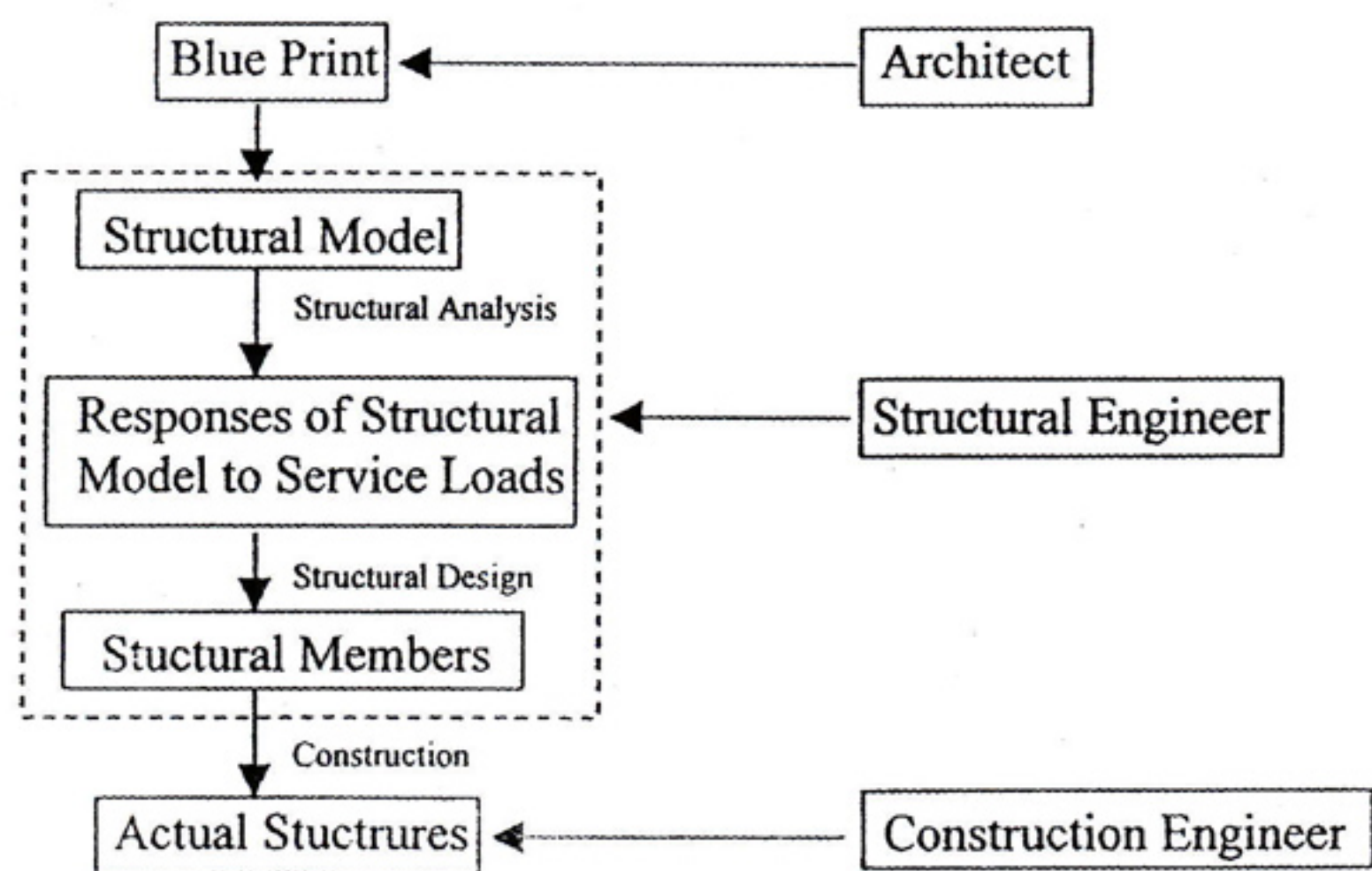
ในการทำงานออกแบบทางวิศวกรรมโครงสร้างในปัจจุบัน พบว่าวิศวกรรุ่นใหม่ที่มีพลังในการคำนวณออกแบบสูงด้วยเทคโนโลยีล้ำหน้าทางด้านคอมพิวเตอร์ที่พบเห็นในรูปของโปรแกรมในการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างที่สามารถสร้างความสะดวกสบายได้อย่างมากมาย กลับมีความเข้าใจในความจำเป็นของการกำหนดรูปแบบทางโครงสร้าง (Structural Form) ลดน้อยลง

ด้วยสาเหตุข้างต้นทำให้งานออกแบบทางโครงสร้างซึ่งควรจะมีสมรรถนะสูงตามเทคโนโลยี ไม่ได้ก้าวหน้าตามไปในแนวทางที่ควรจะเป็น วิศวกรที่ควรจะเป็นผู้ออกแบบที่มีความคิดสร้างสรรค์กลับนั่งลงทำงานผลิตผลงานออกแบบเหมือนกับเป็นบุคลากรอื่นที่ทำงานประจำ (Routine Work) และทำราวกับว่างานออกแบบโครงสร้างมีสภาพไม่แตกต่างจากการจัดทำสำเนาจากเครื่องถ่ายเอกสาร

กลับมา นั่งไล่เรียงงานวิศวกรรมโครงสร้างกันก่อน จะพบว่ามีจุดเริ่มต้นมาจากการพิจารณาถึงความต้องการและข้อกำหนดที่ผ่านทางแบบสถาปัตยกรรม หรือที่เรียกกันติดปากว่า “แบบพิมพ์เขียว-Blue Print” วิศวกรโครงสร้างจะได้นำเอาความรู้คณิตศาสตร์ กลศาสตร์วิศวกรรมและกลศาสตร์วัสดุ แปลงแนวคิดของสถาปนิกมาจัดทำเป็นหุ่นจำลองทางโครงสร้าง (Structural Model) ที่ประกอบไปด้วยองค์อาคาร (Members) และจุดต่อ (Joints) และที่รองรับ (Supports) ซึ่งการกำหนด Model นับเป็นองค์ประกอบ

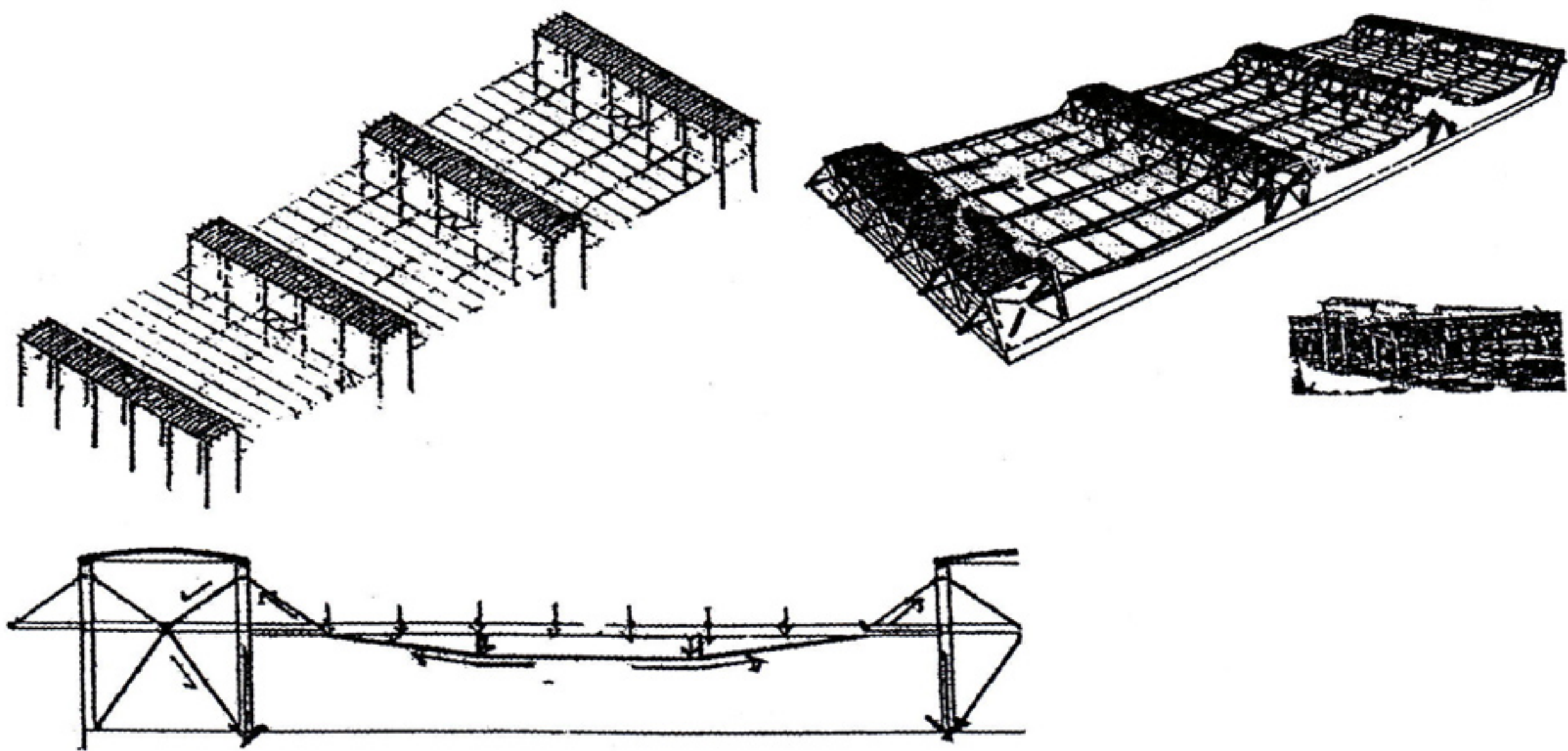
ที่สำคัญของการกำหนดแนวคิดทางโครงสร้าง เพื่อให้งานออกแบบดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูงใช้งานได้ดี ประหยัด ถูกต้องตามความจำเป็นของงานนั้น

วิศวกรโครงสร้างจะนำเอา Models ไปวิเคราะห์โครงสร้าง (Structural Analysis) และตรวจสอบผลของการวิเคราะห์โครงสร้างนั้นกับเกณฑ์ในการออกแบบ หากผลการวิเคราะห์สอดคล้องได้ตามเกณฑ์ ก็จะนำไปทำการออกแบบโครงสร้าง (Structural Design) ต่อไป ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์ต้องย้อนกลับไปปรับปรุงหุ่นจำลองโครงสร้างใหม่ ซึ่งอาจหมายถึงแค่เพิ่มขนาดของโครงสร้าง หรือปรับเปลี่ยน Models ไปเลย



รูปที่ 1 ผังแสดงกิจกรรมของงานออกแบบและการก่อสร้างอาคาร

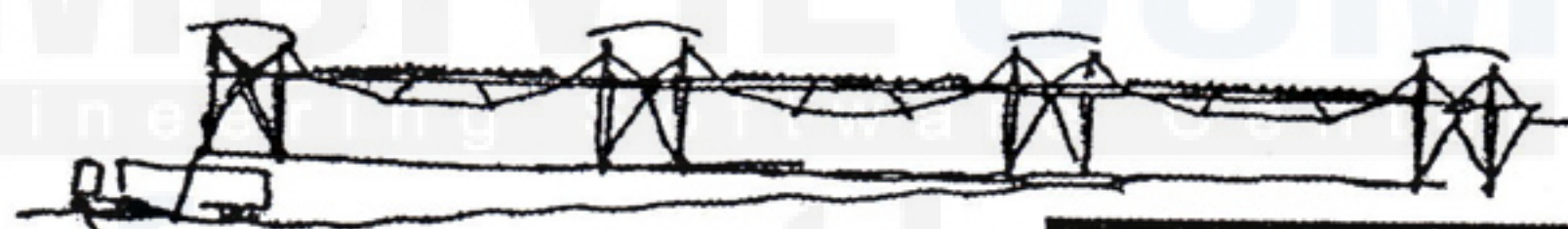




รูปที่ 2 โครงหลังคาที่ออกแบบโดยใช้เชือกดึงติดกับโครงไม้



Sketch of Concept



Preliminary Scheme

รูปที่ 3 แนวคิดในการกำหนดโครงสร้างโครงหลังคาในรูปที่ 2

ผลของการออกแบบโครงสร้างจะนำไปสู่การก่อสร้างซึ่งรับผิดชอบโดยวิศวกรก่อสร้างที่อยู่หน้างานทำให้ได้อาคารจริง (Actual Structures) ต่อไป

จากผังความสัมพันธ์ในแต่ละกิจกรรมตั้งแต่งานออกแบบสถาปัตยกรรมจนถึงการก่อสร้างแล้วเสร็จของอาคาร (รูปที่ 1) จะเห็นว่าทุกกิจกรรมล้วนแต่มีความสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกำหนดรูปแบบของโครงสร้างที่ผ่านการสร้างหุ่นจำลอง

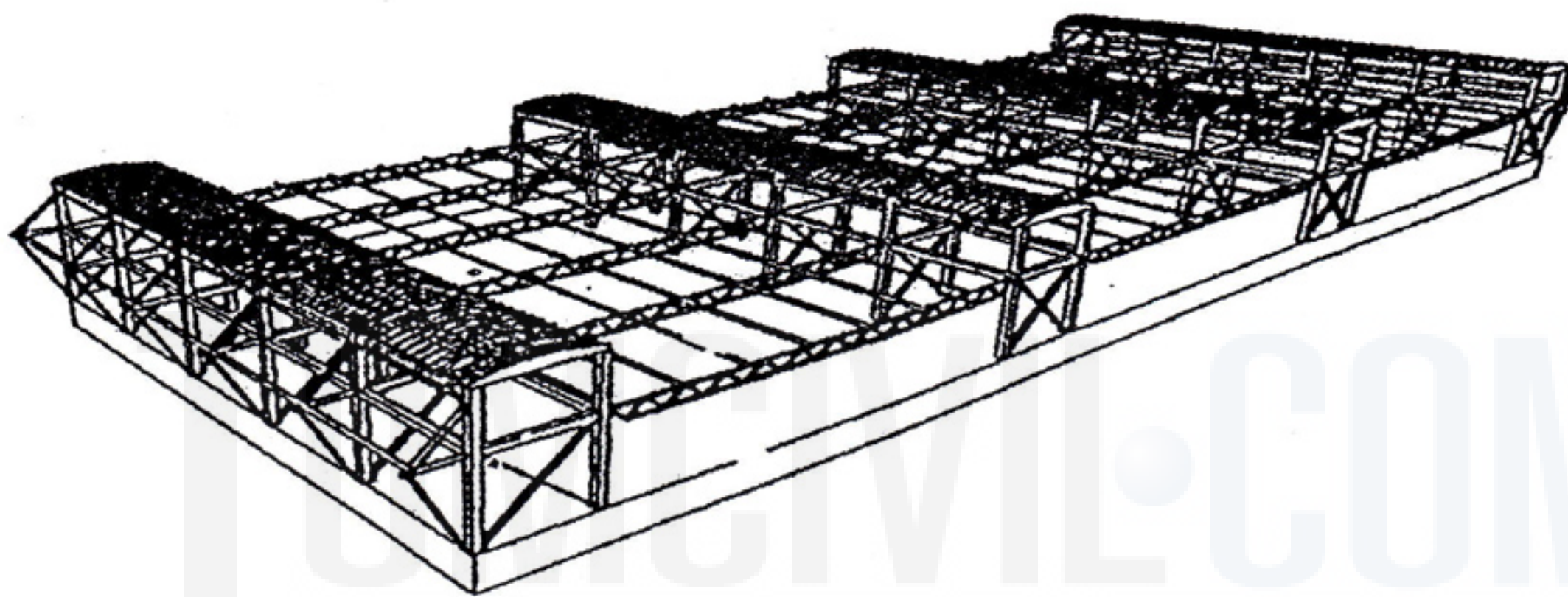
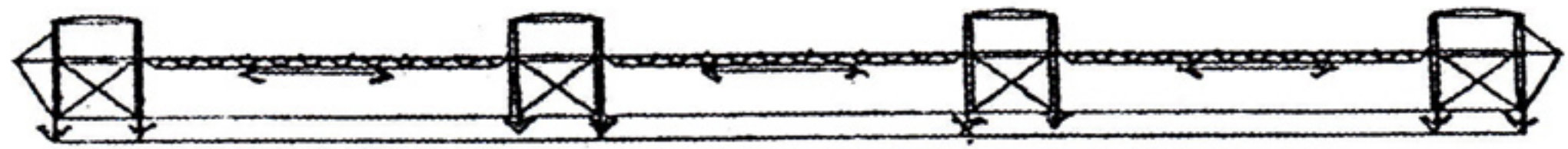
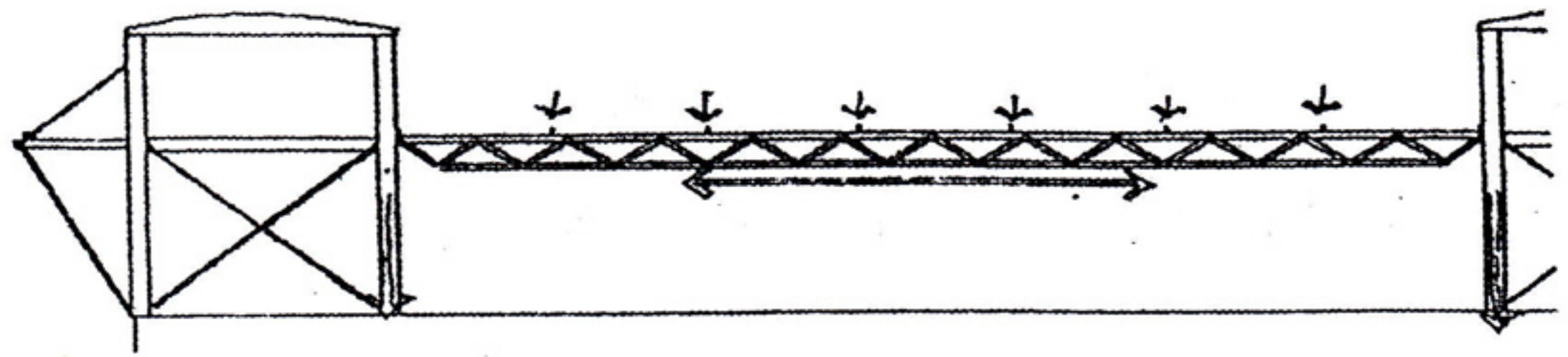
การวิเคราะห์หุ่นจำลองหนึ่งจะมีผลทำให้ได้องค์อาคารที่มีขนาดและคุณภาพอย่างหนึ่ง ดังนั้นในอาคารหลังหนึ่งๆ วิศวกรแต่ละคนอาจดำเนินการจำลองหุ่นโครงสร้างที่แตกต่างกัน

ผลของการจำลองอย่างหนึ่งอาจมีผลทำให้การก่อสร้างประหยัดขึ้น ลดความยุ่งยากในการก่อสร้าง ใช้งานได้มากขึ้น กว้างขวางขึ้น หุ่นจำลองโครงสร้างที่ต้องมีองค์ประกอบขององค์อาคาร และจุดต่อที่รองรับของอาคารหนึ่งๆ จึงสามารถที่จะมีได้หลายแบบ ขึ้นอยู่กับแนวคิดในการกำหนดโครงสร้างผ่านหุ่นจำลองที่เป็นไปตามความเข้าใจ ประสบการณ์ของผู้ออกแบบ และความร่วมมือระหว่างสถาปนิกและวิศวกรในระหว่างการออกแบบเบื้องต้น

ลองมาพิจารณาโครงหลังคาของโรงนาเก่าแก่หลังหนึ่งอายุมากกว่า 150 ปี (รูปที่ 2) มีการก่อสร้างโดยใช้ไม้เพื่อรับแรงดัดโดยผ่านการดึงตึง (Intensioned) ของเชือกเพื่อตึงไม้ให้โค้งขึ้นก่อนการรับแรง หรือตามความเข้าใจในความรู้ปัจจุบันคือการอัดแรง (Prestressing) นั้นเอง

หากถามว่าแนวคิดโครงสร้างนี้พัฒนามาอย่างไร??





รูปที่ 4 โครงหลังคาที่มีแนวคิดทางโครงสร้างแบบอื่น โดยใช้เป็นโครงข้อหมุน

ไม่น่าเชื่อ!! พบหลักฐานระบุว่าผู้ออกแบบคิดถึงบุคคลในครอบครัวรวม 4 คน ที่ต่างคนก็มีความมั่นคงแข็งแรง (ดูแกนแนง (Bracing) ต่างๆ ในโครง) กางแขนออกและจับมือกันเพื่อรองรับน้ำหนัก แต่เมื่ออยู่ห่างกันมากเกินไป (Long Span) ต่างคนจึงต้องจับเชือกและเมื่อดึงเชือกให้ตึงก็จะสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ แนวคิดดังกล่าวแสดงไว้ในรูปที่ 3

เมื่อพิจารณาในด้านวิศวกรรมโครงสร้างจะพบว่าหลังคาอาคารดังกล่าวมีการใช้ Bracing เพื่อให้ไปสมดุลกับแรงดึงในเส้นเชือก และนำไปโยงในจุดต่อต่างๆ มีผลให้เกิดเฉพาะแรงตามแนวแกน (Axial Force) เท่านั้น ทำให้ขนาดขององค์อาคารไม่โตเกินไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งเสา

ในปัจจุบันด้วยเทคโนโลยีทั้งการคำนวณออกแบบและวัสดุ วิศวกรอาจเลือกใช้แนวคิดทางโครงสร้างแบบอื่น ซึ่งก็สามารถที่จะตอบสนองความต้องการของผู้ออกแบบงานสถาปัตยกรรมได้ ดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งเป็นตัวอย่างอีกหนึ่งแบบ จะสังเกตเห็นว่าการกำหนดรูปแบบใหม่โดยใช้

โครงข้อหมุน (Truss) เหล็ก มีผลทำให้องค์อาคารในโครง (Frame) เปลี่ยนแปลงไป และมีเฉพาะเท่าที่จำเป็นเท่านั้นเอง

จะเห็นว่าการกำหนดโครงสร้างต้องมีแนวคิด (Concept) และทำงานร่วมกันระหว่างสถาปนิกและวิศวกรโครงสร้าง และไม่ปรากฏว่ามีอาคารที่มีชื่อเสียงใดๆ ในโลกนี้ที่ขาดการร่วมกำหนดระบบโครงสร้างจากวิศวกรโครงสร้าง ยกเว้นที่เดียวคือประเทศไทย บ้านเมืองของเรานั้นเอง..... ถึงตอนนี้ใครอยากออกแบบโครงสร้างที่มีชื่อเสียงบ้าง? ยกมือขึ้น

