

การพัฒนาคำนเทคโนโลยีกับการก่อสร้างตึกระฟ้า

อ. มาลินี ศรีสุวรรณ

ประเทศไทยโดยเฉพาะกรุงเทพ ฯ ปัจจุบันกำลังตื่นตัวในเรื่องการก่อสร้างอาคารสูงประเภทต่าง ๆ ทั้งอาคารธุรกิจและอาคารที่อยู่อาศัย การที่ต้องสร้างอาคารสูงก็ด้วยเหตุผลหลายประการ ที่สำคัญคือเรื่องราคาที่ดินและการกำหนดเขตของย่านต่าง ๆ ที่ดินราคาแพงเป็นผลบังคับทางเศรษฐกิจ ทำให้ผู้ลงทุนต้องเพิ่มขึ้นในอาคารให้ได้เนื้อที่ของอาคารมากที่สุดเป็นการชดเชยกับต้นทุนที่เพิ่มขึ้น การกำหนดเขตของย่านต่างๆ เช่น ย่านที่อยู่อาศัย ย่านธุรกิจ ย่านพาณิชย์ ฯลฯ เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของเมืองให้เป็นไปอย่างมีระเบียบและมีประสิทธิภาพ เมื่อเมืองเจริญเติบโตมากขึ้นการเติบโตจึงถูกบังคับให้เป็นไปในทางตั้งคืออาคารขึ้นในทางสูง ฉะนั้น เรื่องความเป็นมาของการพัฒนาทางเทคโนโลยีกับการก่อสร้างอาคารสูงจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจและน่าศึกษาเพื่อเป็นพื้นฐานและเป็นแนวทางที่จะนำไปใช้กับการก่อสร้างอาคารประเภทนี้ต่อไป

อาคารสูงที่กล่าวถึงนี้หมายถึงอาคารซึ่งประกอบด้วยห้องซึ่งใช้สอยได้และอยู่สูงกว่าระดับพื้นดินเกิน 72 ฟุต หรือ 22 เมตร (กำหนดจากความสูงทั่วไปของบันไดดับเพลิง) บนด้านใดด้านหนึ่งของอาคาร อาคารซึ่งสูงเกิน 22 เมตรขึ้นไปจัดว่าเป็นอาคารประเภทตึกระฟ้าหรือ Skyscraper¹

ใน The Penguin Dictionary of Architecture ได้ให้คำจำกัดความของคำว่า "Sky scraper" ไว้ดังนี้ "อาคารหลายชั้นสร้างบนโครงเหล็กประกอบด้วยลิฟท์ไฟฟ้า ซึ่งมีอัตราความเร็วสูงและอาคารมีความสูงผิดธรรมดา แต่ขนาดเนื้อที่ใช้สอยของห้องต่าง ๆ เหมือนกับขนาดที่ใช้ในอาคารเตี้ยทั่ว ๆ ไป"²

ตึกระฟ้าเริ่มขึ้นในสหรัฐอเมริกาประมาณปลาย ค.ศ. 1880 จากกลุ่มนักธุรกิจซึ่งต้องการสร้างอาคารให้สูงขึ้น เพื่อความสะดวกในการติดต่อธุรกิจโดยรวมอยู่ในที่เดียวกัน การที่จะสร้างอาคารให้สูงกว่าที่เป็นอยู่ คือสูงประมาณ 10-12 ชั้น จำเป็นต้องนำการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีมาใช้ การพัฒนาทางเทคโนโลยีซึ่งมีผลโดยตรงกับการก่อสร้างตึกระฟ้าได้แก่ การพัฒนาทางด้านโครงสร้างและอุปกรณ์อาคาร

การพัฒนาในเรื่องโครงสร้าง

ใน ค.ศ. 1870 ได้มีการเสริมเหล็กในการก่อสร้างแบบก่ออิฐถือปูนเพื่อให้โครงสร้างชั้นพื้นดินซึ่งเป็นฐานของอาคารสูงบางลงและสามารถเจาะบางส่วนเพื่อให้ได้รับแสงและอากาศภายนอก การก่อสร้างตึกระฟ้าในยุคแรก ๆ ใช้โครงสร้างแบบผสมคือใช้ทั้งอิฐถือปูน โครงเหล็กและกำแพงเป็นตัวรับน้ำหนักร่วมกัน ได้มีการพัฒนามาเป็น “Cage Construction” และ “Skeleton Construction” (วิธีการก่อสร้างซึ่งประกอบด้วยโครงอาคารเป็นตัวรับน้ำหนักกำแพงภายในและภายนอก)

ประมาณ ปี ค.ศ. 1885 ได้มีการนำ Steel Skeleton มาใช้ในการก่อสร้างตึกระฟ้า โดยใช้โครงสร้างเหล็กรับน้ำหนักของอาคารเป็นการลดความหนาของกำแพงซึ่งทำหน้าที่รับน้ำหนักในอาคาร กำแพงภายนอกของอาคารแบบนี้จะทำหน้าที่เป็นส่วนคลุมด้านนอกของอาคารเท่านั้น แต่ไม่ใช่น้ำหนักซึ่งการก่อสร้างแบบ Steel Skeleton นี้สามารถประหยัดค่าก่อสร้างได้ถึง 15 %³

Francisco Mujica ได้ให้คำจำกัดความเกี่ยวกับคำว่า “แรก” ในเรื่องของการใช้โครงสร้างเหล็กในการก่อสร้างตึกระฟ้าไว้ดังนี้

William Le Baron Jenney และ George B. Post เป็นบุคคลแรกที่เป็นผู้คิดค้นและนำ Metal Frames มาใช้ในอาคาร First Equitable เมื่อ ค.ศ. 1871

William Le Baron Jenney เป็นผู้สร้าง Embryo Skyscraper หลังแรกใน ค.ศ. 1884-1885 โดยใช้โครงอาคารเป็นเหล็กทั้งหมดคือส่วนของเสา คาน คานทับหลัง และดง ในอาคาร Home Life Insurance Company ในนครชิคาโก ใช้หลังคาเรียบแทนหลังคา Mansard (ดูรูปที่ 1) มีความเสรีในการซ้อนชั้นและการจัดกลุ่มของชั้น ซึ่ง Hollabird และ Roche ได้นำไปพัฒนาในการก่อสร้างอาคาร Tacoma ในชิคาโก โดยการใช้การก่อสร้างแบบ Steel Skeleton เป็นหลังแรก

Buffington เป็นผู้ออกแบบอาคารหลังแรกที่ใช้โครงเหล็กทั้งหมดและนับเป็นตึกระฟ้าหลังแรกที่มีความสูงถึง 28 ชั้น ใน ค.ศ. 1888

Burnham และ Root เป็นผู้สร้างตึกระฟ้าหลังแรกที่ใช้โครงเหล็กทั้งหมด คือ อาคาร Rand McNally ในนครชิคาโก เมื่อ ค.ศ. 1889⁴

การนำโครงสร้างแบบ Steel Skeleton มาใช้ทำให้ลักษณะของตึกระฟ้าพัฒนาไปเป็นแบบ Skycages คือส่วนที่มากลุมอาคารเป็นม่านกระจก (Curtain Wall) ในลักษณะเป็นตาราง

มีเส้นในแนวดิ่งและแนวนอนเป็นกรอบ ซึ่งลักษณะของ Curtain Wall ในยุคแรก ๆ จะเห็นได้จากอาคาร Hallidie ในนครซานฟรานซิสโก (รูปที่ 2)

ได้มีการพัฒนาในเรื่องของ Curtain Wall ต่อมาจนถึงอาคาร Lever House และ Seagram ซึ่งการใช้วัสดุและการจัดสัดส่วนของ Curtain Wall สามารถทำได้เหมาะสม นับเป็นจุดเริ่มต้นให้กับลักษณะของ Curtain Wall สำหรับตึกระฟ้าต่อมาจนถึงปัจจุบันนี้ (รูปที่ 3, 4)

ได้มีการปรับปรุงและพัฒนาในเรื่องของ rolled steel section, riveting, welding และการคิดค้นฐานรากลอย เสาเข็มอัดแรง และฐานรากเกของประกอบกับการพัฒนาทางทฤษฎีโครงสร้าง ค.ศ. 1930-1960 ทำให้การใช้โครงสร้างเหล็กสำหรับตึกระฟ้าได้ผลอย่างเต็มที่ จากตารางโครงสร้างซึ่งจัดทำขึ้นในชิคาโก ใน ค.ศ. 1965 แสดงให้เห็นถึงระบบโครงสร้างเหล็กที่เหมาะสมกับตึกระฟ้า โดยพิจารณาจากความสูงของอาคารในระดับต่าง ๆ กัน (รูปที่ 5)

สิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาถึงในการออกแบบโครงสร้างตึกระฟ้าคือเรื่องการต้านทานแรง-ลม* ความเร็วของลม 100 ไมล์/ชม. สามารถทำให้อาคารโยกได้ถึง 1 ฟุต อาคารซึ่งสูงเกิน 70 ชั้นขึ้นไป การใช้ระบบโครงสร้างแบบ Tube จะเป็นการประหยัดที่สุดเพราะโครงสร้างส่วนใหญ่จะอยู่ด้านนอกของอาคาร ทำให้เกิด Moment of Inertia มากที่สุด ระหว่างส่วนรับน้ำหนักกำแพงด้านนอกนี้และแกนบริการภายในเป็นช่วงเสาอิสระ⁵ ตัวอย่างได้แก่

อาคาร Sear Tower ในนครชิคาโก ค.ศ. 1974 สูง 114 ชั้น ตัวโครงสร้างไม่ได้ประกอบด้วยเสาและคาน แต่ใช้ท่อเหล็กสี่เหลี่ยมขนาดพื้นที่หน้าตัด 23 ตารางเมตรที่มีความสูงต่างกัน 9 ท่อนยึดติดกันเป็นแถว 3 แถว โดยมีผนังร่วมกันตรงกลางทำให้อาคารแต่ละส่วนมีความสูงต่างกัน การออกแบบใช้ระบบ “เปลือกและแกน” คือใช้แกนบริการอยู่ที่ใจกลางของอาคารโดยมีโครงสร้างที่ใช้เป็นที่บรรจุลิฟท์และสิ่งบริการต่างๆ ซึ่งออกแบบให้มีความแข็งแรงมากเป็นแกนหลักของอาคาร โดยมีพื้นที่ว่างชั้นและโครงสร้างรอบนอกเป็นเปลือกของอาคาร (รูปที่ 6)

อาคาร John Hancock Center ในนครชิคาโก ค.ศ. 1969 ออกแบบโดย Bruce Graham และ SOM ใช้โครงสร้างแบบผสมคือใช้ Tube Wall และ diagonal truss bracing ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ประหยัดค่าก่อสร้างที่สุด⁶

* ศ. เรืองศักดิ์ กันตะบุตร การต้านทานแรงลมสำหรับอาคารสูง, วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ปี 2524

อาคาร World Trade Center ในนครนิวยอร์ก ค.ศ. 1973 ออกแบบโดย Minoru Yamasaki สูง 110 ชั้น เป็นอาคารคู่ ตัวอาคารแบ่งเป็นสองส่วนยึดติดกันด้วย Vierendeel Truss ซึ่งเป็นโครงสร้างรับน้ำหนักของตัวอาคารสามารถต้านทานแรงลมได้ทุกทิศทางและมีเสารอบ ๆ แกนบริการของตัวอาคารช่วยในการรับน้ำหนัก การออกแบบใช้ระบบ “เปลือกและแกน” วัสดุที่ใช้เป็น Stainless Steel ใช้ลักษณะ Psuedo-Gothic arches (ดูรูปที่ 7)

ตึกระฟ้าส่วนใหญ่จะใช้โครงสร้างเหล็กเพราะมีน้ำหนักเบาและก่อสร้างได้เร็วทำให้ประหยัดค่าก่อสร้างได้มากกว่าโครงสร้างอย่างอื่น ทั้งยังสามารถสร้างอาคารได้สูงผิดธรรมดา ได้มีการก่อสร้างตึกระฟ้าด้วยโครงสร้างคอนกรีตหลังจากที่มีการใช้คอนกรีตเสริมเหล็กในวงการก่อสร้างซึ่งได้พัฒนาต่อมาเป็นคอนกรีตที่มีน้ำหนักเบา

ตึกระฟ้าแห่งแรกที่ก่อสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กคืออาคาร Ingalls ในนครซินซินนาติ สหรัฐอเมริกา สร้างเสร็จเมื่อ ค.ศ. 1903 เป็นอาคารขนาด 16 ชั้น

Marina City Tower ในนครชิคาโกออกแบบโดย Bertrand Goldberg Associates เป็นอาคารคอนกรีตที่สูงที่สุดในโลกเมื่อก่อสร้างเสร็จใน ค.ศ. 1963 เป็นอาคารขนาด 65 ชั้น สูง 182 เมตร เป็น 2 ตึกคู่ ตอนบนเป็นที่อยู่อาศัย 18 ชั้นล่างเป็นที่จอดรถ

อาคาร One Shell Plaza ในนครฮุสตัน สหรัฐอเมริกาเป็นอาคารซึ่งสร้างด้วยคอนกรีตน้ำหนักเบาซึ่งรับแรงได้สูงถึง 6500 ปอนด์/ตารางนิ้ว เมื่อคอนกรีตมีอายุครบ 28 วัน มีน้ำหนักเป็น 3/4 ของคอนกรีตธรรมดา โดยมีน้ำหนัก 1850 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตรสร้างเมื่อ ค.ศ. 1969 เป็นอาคารขนาด 68 ชั้น สูง 218 เมตร

อาคารคอนกรีตที่สูงที่สุดได้แก่ Emley Moor T.V. Tower ประเทศอังกฤษ สร้าง ค.ศ. 1971 เป็นอาคารสูง 329 เมตร สร้างแทนอาคารเดิมที่ใช้โครงสร้างเหล็กและพังทลายลง ใน ค.ศ. 1969 เนื่องจากรับแรงกดของหิมะไม่ไหว⁷

นอกเหนือจากการพัฒนานำโครงสร้างเหล็กและโครงสร้างคอนกรีตมาใช้ในการก่อสร้างตึกระฟ้าแล้วก็มีการใช้โครงสร้างอิฐเสริมแรงแต่ขนาดของอาคารสูงได้ไม่เกิน 20 ชั้น ได้แก่อาคาร Park Lane Tower ในนครเดนเวอร์ สหรัฐอเมริกา

การพัฒนาด้านโครงสร้างมีผลกับการก่อสร้างตึกระฟ้าดังกล่าวมาแล้ว การจะเลือกใช้โครงสร้างชนิดใดควรพิจารณาถึงการใช้พื้นที่ใช้สอยในอาคารนั้นด้วย การใช้โครงสร้างคอนกรีตทำให้ Dead Load มากต้องเพิ่มขนาดพื้นที่หน้าตัดของโครงสร้าง ทำให้พื้นที่ใช้สอยในอาคารน้อย

ลงทำให้มีผลไปถึงการลงทุน ฉะนั้นในการก่อสร้างตึกระฟ้า การพิจารณาเลือกประเภทและชนิดของโครงสร้างจึงเป็นเรื่องที่สำคัญที่จะพิจารณาควบคู่ไปกับราคาค่าก่อสร้างและการลงทุน

นอกจากการพัฒนาเรื่องโครงสร้างเพื่อใช้ในการก่อสร้างตึกระฟ้าแล้ว ก็มีการพัฒนาในเรื่องของระบบอุปกรณ์อาคารต่าง ๆ ซึ่งในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะบางเรื่องซึ่งมีผลกระทบโดยตรงไปถึงรูปร่างหน้าตาของอาคาร คือในเรื่องของลิฟท์ การป้องกันไฟ การให้แสงสว่าง และการระบายอากาศ

การพัฒนาในเรื่องอุปกรณ์อาคาร

การพัฒนาในเรื่องลิฟท์

ค.ศ. 1850 Henry Waterman ได้ประดิษฐ์ Platform Freight Elevator

ค.ศ. 1854 Elisha Graves Otis สามารถสร้าง Hydraulic Elevator ได้อย่างสมบูรณ์แบบ โดยมีเครื่องป้องกันซึ่งทำให้ผู้โดยสารรู้สึกปลอดภัย

ค.ศ. 1871 ได้มีการใช้ลิฟท์โดยสารในอาคารสำนักงาน

ค.ศ. 1887 ได้มีการใช้ลิฟท์ไฟฟ้าเป็นครั้งแรก และได้พัฒนาต่อมาจนถึงปี ค.ศ. 1924 ซึ่งลิฟท์สามารถแล่นด้วยอัตราความเร็วถึง 1100 ฟุต/นาที โดยไม่มีการกระตุกให้เป็นที่สังเกตในระหว่างการเปลี่ยนเกียร์⁸

ความสำเร็จในการสร้างลิฟท์เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการก่อสร้างตึกระฟ้า ทำให้การติดต่อระหว่างชั้นเป็นไปได้ด้วยความสะดวกและรวดเร็ว ได้มีการตระหนักถึงความสำคัญและความสะดวกในการใช้ลิฟท์เป็นครั้งแรกในอาคาร Equitable Life Assurance Company (รูปที่ 8) ในนครนิวยอร์ก ค.ศ. 1870 ซึ่ง Winston Wiseman ให้ความเห็นว่ายาคารนี้เป็นต้นกำเนิดของตึกระฟ้าเพราะเป็นอาคารธุรกิจแห่งแรกซึ่งตระหนักให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการนำลิฟท์มาใช้ในอาคารสูง⁹ ซึ่ง Carl Condit ได้เขียนไว้ในหนังสือเรื่อง "American Building Art" เห็นด้วยกับ Winston Wiseman ว่าอาคาร Equitable Life Assurance Company ควรเป็นตึกระฟ้าหลังแรกเพราะเป็นจุดเริ่มต้นให้กับอาคารชนิดนี้

ฉะนั้นการพัฒนาทางเทคโนโลยีในเรื่องลิฟท์จึงเป็นส่วนสำคัญและมีผลไปถึงการพัฒนาทางด้านโครงสร้างเพราะทำให้ตึกระฟ้าสามารถเพิ่มขนาดและความสูงได้อย่างรวดเร็วลิฟท์ในปัจจุบันนับเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับอาคารสูงซึ่งนอกจากจะอำนวยความสะดวกในการติดต่อแล้วยังใช้เป็นส่วนตกแต่งของอาคารด้วย เช่น ลิฟท์กระจก เป็นต้น

การพัฒนาในเรื่องการป้องกันไฟ การให้แสงสว่างและการระบายอากาศ

จากไฟไหม้ครั้งใหญ่ในนครชิคาโก เมื่อ ค.ศ. 1871 ทำให้เกิดการคิดหาวิธีป้องกันการลุกลามของไฟ โดยเริ่มจากนครชิคาโก มีการป้องกันโดยการใช้พื้นกระเบื้องกลวง ใน ค.ศ. 1872 การใช้กระเบื้องซึ่งทนความร้อนหรือยับยั้งบอร์ดีปิดทับเสาและคาน การฉีดย่นโครงสร้างด้วย Asbestos และได้พัฒนามาจนถึงการฉาบผิวเหล็กด้วย Instumescent และคอนกรีต/ผสมน้ำ เพื่อป้องกันเหล็กมิให้บิดโค้งภายใต้ความร้อนจัด¹⁰

การให้แสงธรรมชาติในอาคารนั้น ระยะห่างจากหน้าต่างไปถึงแกนบริการไม่ควรเกิน 27 ฟุต ถ้าระยะไกลเกินกว่านี้ต้องใช้แสงสว่างจากภายในอาคารช่วย

ใน ค.ศ. 1948 ได้มีการใช้ระบบ HVAC (Heating Ventilation and Air Conditioning) ประกอบการให้แสงสว่างภายในอาคาร Equitable Saving and Loan ทำให้ไม่ต้องอาศัยสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ ฉะนั้นระยะห่างจากหน้าต่างถึงแกนบริการจึงไม่จำเป็นต้องเป็น 27 ฟุตและสามารถปิดอาคารได้หมด

จากการพัฒนาทางด้านระบบอุปกรณ์อาคารต่าง ๆ เหล่านี้ ทำให้ต้องมีการลดระดับฝ้าเพดานเพื่อใช้ในการเดินท่อต่าง ๆ ซึ่งในการออกแบบตึกกระฟ้าสามารถนำความจำเป็นในส่วนนี้มาเน้นที่ Facade จะเห็นได้จากอาคาร Lever House หรือ Post Oak Central (รูปที่ 9) ซึ่งการจัดจังหวะของเส้นทางแถบนอนมีความลึกเท่ากับระดับที่ลดฝ้าเพดานในอาคารการเน้นในส่วนของ Mechanical Plants ในชั้นต่าง ๆ โดยการจัดส่วนของชั้นเหล่านี้ให้เป็นส่วนแบ่งตัวอาคารในแนวราบกับแนวตั้ง ซึ่งการกำหนดตำแหน่งของชั้นเหล่านี้เป็นการกำหนดร่วมของผู้ออกแบบ บางครั้งอาจอยู่บนสุด บางครั้งอาจอยู่ล่างสุด หรือระหว่างชั้นของอาคารหรือผสมกัน เช่น ในการออกแบบอาคาร United Nation

บางครั้งการจัด Mechanical Plants อาจเป็นการรวมชั้น 2 ชั้นเข้าด้วยกันเช่นในอาคาร I.D.S Center โดยการใช้ Internal Cross - Bracing (ดูรูปที่ 10)

การพัฒนาในเรื่องการป้องกันไฟช่วยให้ความปลอดภัยในการใช้อาคารโดยเฉพาะการก่อสร้างตึกกระฟ้าของนครนิวยอร์กได้มีกฎหมายคุ้มครองในเรื่องการป้องกันไฟในทุกด้านทั้งวัสดุที่ใช้ ระยะห่างของทางเข้าออก การกำหนดขนาดความหนาและความสามารถของวัสดุที่ใช้ในการต้านทานการลุกลามของไฟ ขนาดและจำนวนของบันไดที่ใช้สำหรับหนีไฟ การระบายอากาศ ฯลฯ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้เป็นผลมาจากการพัฒนาในเรื่องการป้องกันไฟซึ่งมีความสำคัญต่อความปลอดภัยของผู้ใช้อาคารประเภทนี้เป็นอย่างยิ่ง

การพัฒนาในเรื่องของการให้แสงสว่างและการระบายอากาศ ทำให้สามารถเพิ่มขนาดของอาคารเพื่อใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่และมีประสิทธิภาพ ทั้งยังมีผลไปถึงการกำหนดรูปร่างหน้าตาของอาคาร

การพัฒนาทางเทคโนโลยีดังกล่าวมาแล้ว เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการก่อสร้างตึกระฟ้า โดยเฉพาะในเรื่องของลิฟท์และโครงสร้างเป็นเรื่องสำคัญที่สุด เพราะทำให้การก่อสร้างตึกระฟ้าเป็นไปได้ ถ้าไม่มีการพัฒนาในเรื่องลิฟท์การติดต่อขนส่งในแนวตั้งของอาคารหลายชั้นย่อมไม่สะดวกอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในอาคารธุรกิจและพาณิชย์ซึ่งต้องการความสะดวกและรวดเร็ว ถ้าไม่มีการพัฒนาในเรื่องโครงสร้าง การจะก่อสร้างอาคารให้สูงมากจากการใช้วัสดุคืออิฐถือปูนและการใช้กำแพงรับน้ำหนักย่อมเป็นไปได้ยาก การพัฒนาในเรื่องการป้องกันไฟ แสงสว่าง และการระบายอากาศรวมทั้งระบบอุปกรณ์อาคารทางด้านอื่น ๆ มีผลโดยตรงในเรื่องความปลอดภัยและความมีประสิทธิภาพของอาคาร ฉะนั้นการพัฒนาดังกล่าวมาแล้วนี้ จึงมีความสำคัญกับการก่อสร้างตึกระฟ้าอย่างยิ่งทั้งเป็นส่วนสำคัญในการพิจารณากำหนดขนาด รูปร่างและหน้าตา นอกเหนือไปจากประโยชน์หน้าที่ใช้สอยให้กับอาคารประเภทนี้

บทความนี้เป็นเรื่องโดยสังเขปของการพัฒนาทางเทคโนโลยีกับการก่อสร้างตึกระฟ้าจุดประสงค์เพื่อเป็นความรู้ทั่วไปและเป็นพื้นฐานให้กับผู้ที่สนใจและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารประเภทนี้ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาโดยละเอียดต่อไป เพื่อให้อาคารที่จะเกิดขึ้นได้ผลดีที่สุดทั้งในด้านการเลือกใช้โครงสร้าง ความปลอดภัยและประสิทธิภาพ ให้เป็นที่ยอมรับของผู้ใช้อาคารและอยู่ในความนิยมตลอดไป

การพัฒนาในเรื่องโครงสร้างเหล็กและอุปกรณ์อาคารแปลและเรียบเรียงมาจากหนังสือ Skyscraper — Skycities โดย Charles Jenks จัดพิมพ์โดย Rizzori International Publications Inc., New York, 1980

เชิงอรรถ

1. Hans Aregger and Otto Glaus, *Highrise Building and Urban Design*, p. 31
2. John Fleming, Hugh Honour & Nikolous Pevsner, *The Penquin Ditionary of Architecture*, Harmondsworth 1977, p.226
3. Charles Jenks and Maggie Keswick, *Skyscrapers – Skyscities*, Rizzoli International Publication Inc. 1980 p.8
4. Francisco Mujica, *History of the Skyscraper*, Archaeology and Architecture Press, New York, 1930 p.28
5. Charles Jenks and Maggie Keswick, *Op. Cit.*, p. 8
6. *Ibid* p.9
7. *Architect + Engineering + Construction*
ฉบับตุลาคม – พฤศจิกายน/1978 ในเรื่องจากบันทึกในวงการก่อสร้างตอนที่ 3 หน้า 54
8. Charles Jenks and Maggie Keswick, *Op. Cit.*, p. 8
9. Winston Wiseman, *The Rise of and American Architecture*, Pall Mall Press, 1970 p.125
10. Mark Mucasey “*Morphology of the Skyscraper Office Building*” เอกสารประกอบการบรรยายเรื่อง “Modern Movements” at the Architectural Association, 1977 p.30

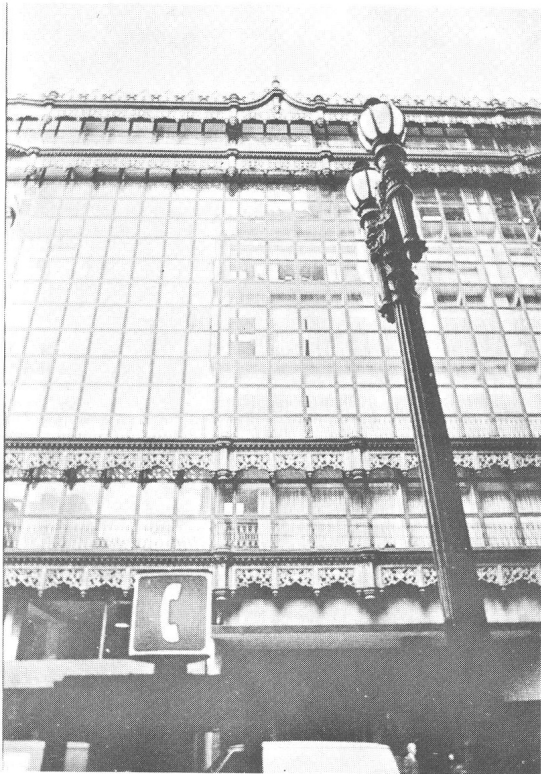
บรรณานุกรม

- | | |
|--|---|
| Fleming, John | <i>The Penquin Dictionary of Architecture</i> |
| Honour, Hugh | |
| Pevsner, Nikolous | |
| Jenks, Charles | <i>Skyscrapers – Skyscities</i> |
| Keswick, Maggie | |
| Jaedicke, Jurgen | <i>A History of Modern Architecture</i> |
| Mujica, Francisco | <i>History of the Skyscraper</i> |
| Scully, Vincent | <i>Modern Architecture</i> |
| Wiseman, Winston | <i>The Rise of an American Architecture</i> |
| Architect + Engineering + Construction | ฉบับตุลาคม-พฤศจิกายน 1978 |

รูปที่ 1



อาคาร *Home Life Insurance Company* ในนครชิคาโก ค.ศ. 1884-85 โดย *William Le Baron Jenney* เป็นตึกระฟ้าซึ่งใช้โครงอาคารเป็นเหล็กทั้งหมดครั้งแรก

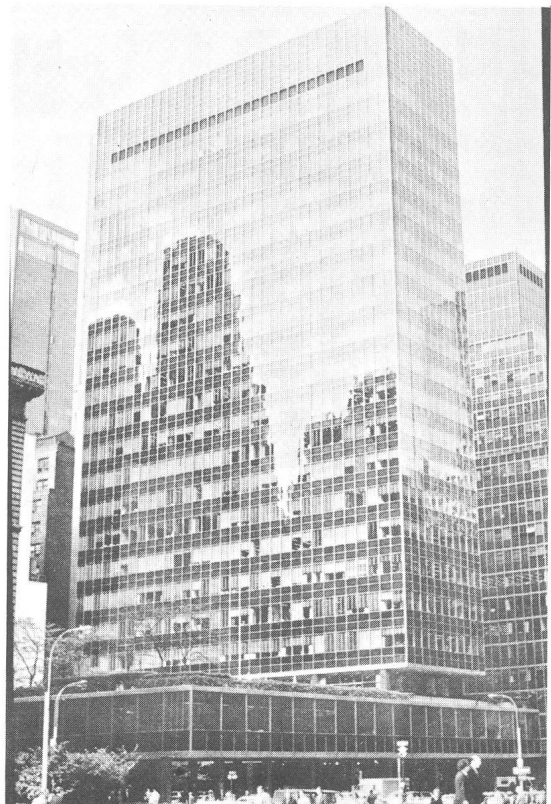


รูปที่ 2

อาคาร *Hallidie* ในนครซานฟรานซิสโก
ค.ศ. 1918 ออกแบบโดย *William
Jefferson*

รูปที่ 3

อาคาร *Lever House* ในนครนิวยอร์ก
ค.ศ. 1952 ออกแบบโดย *Skidmore
Owings & Merrill*

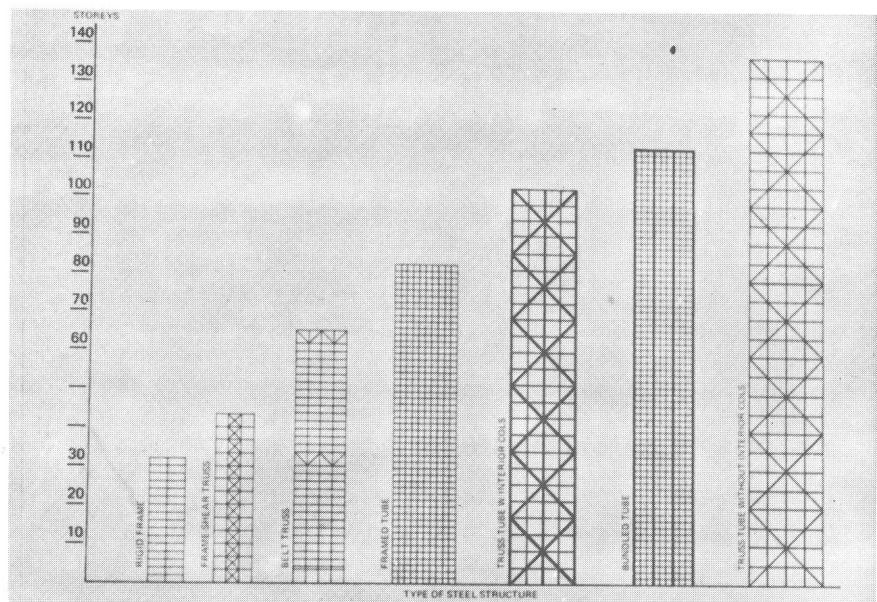




รูปที่ 4

อาคาร *Seagram* ในนครนิวยอร์ก ค.ศ.
1958 ออกแบบโดย *Mies Van der*
Rohe และ *Philip Johnson*

รูปที่ 5 ตารางโครงสร้างแสดงระบบโครงสร้างหลักซึ่งเหมาะสมสำหรับ
ตึกระฟ้าในระดับความสูงต่างๆ



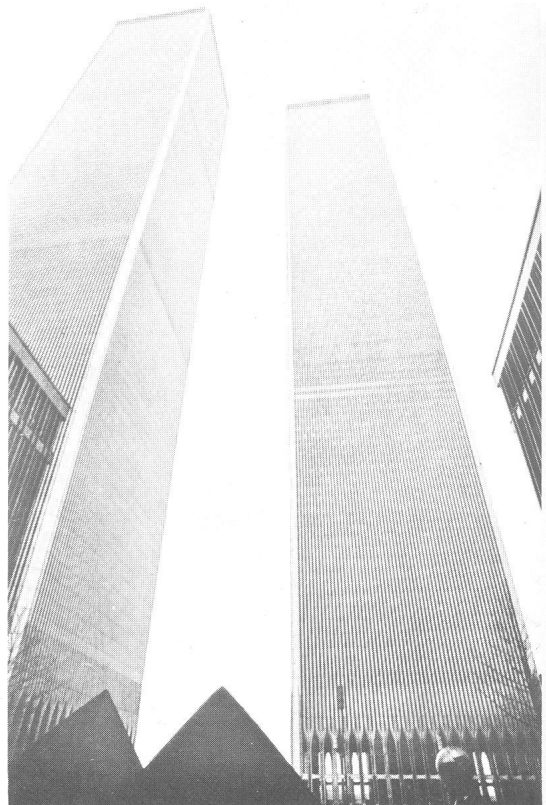


รูปที่ 6

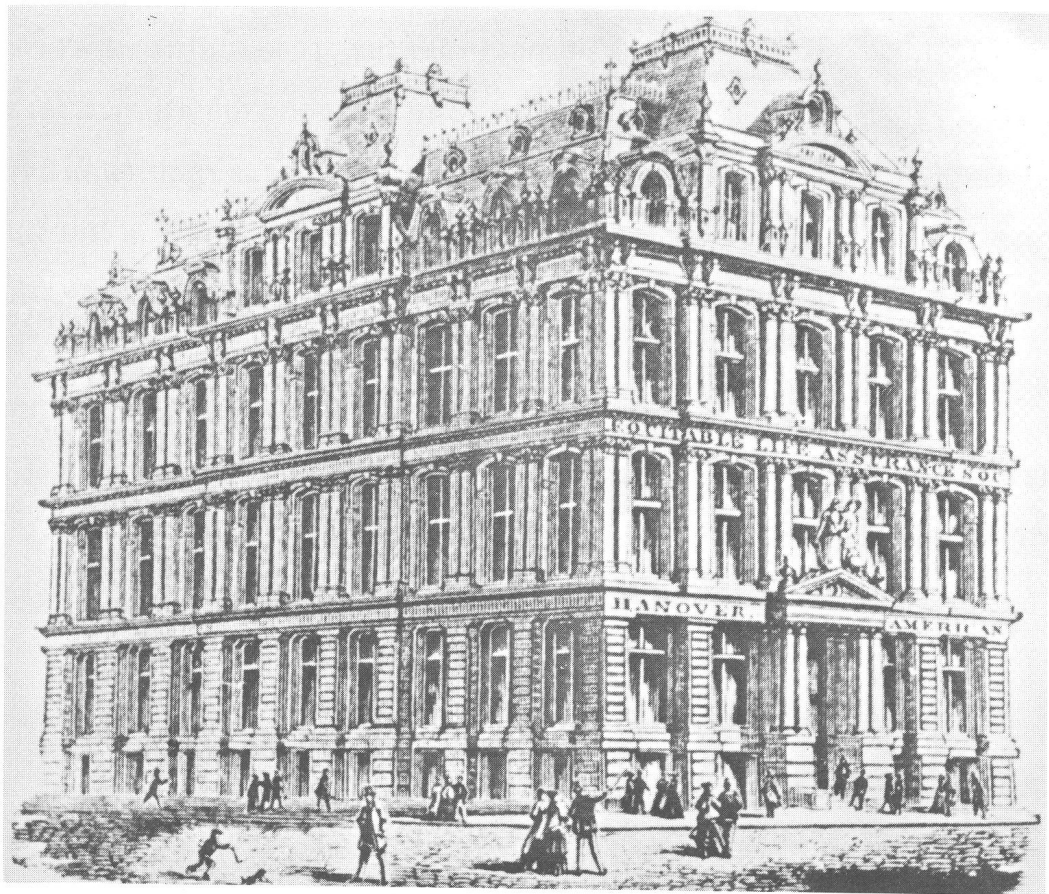
Sear Tower ในนครชิคาโก ค.ศ. 1968
—70 ออกแบบโดย *Bruce Graham* และ
Skidmore Owing & Merrill

รูปที่ 7

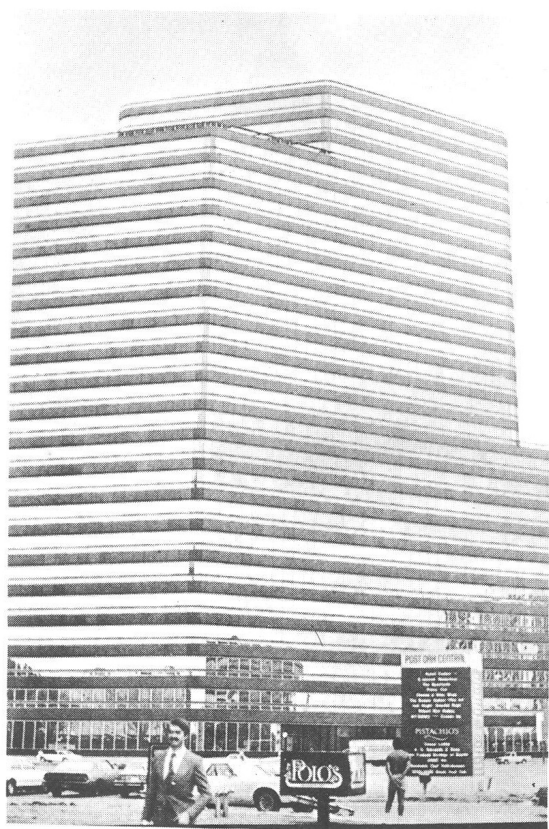
World Trade Center ในนครนิวยอร์ก
ค.ศ. 1962-77 ออกแบบโดย *Minoru*
Yamasaki Associates และ *Emery*
Roth & sons



รูปที่ 8



อาคาร *Equitable Life Assurance Company* ในนครนิวยอร์ก ค.ศ. 1868-70
โดย *Gilman & Kendall and George B. Post*



รูปที่ 9

อาคาร *Post Oak Central* ในนคร
ฮุสตัน ค.ศ. 1974-1976 ออกแบบโดย
Philip Johnson & John Burgee

รูปที่ 10

รูปทศอาคาร *I.D.S. Center* ใน
นครมินนิอาโพลิซ ค.ศ. 1972-1975
ออกแบบโดย *Philip Johnson*
และ *John Burgee*

