

การออกแบบสถาปัตยกรรมริมน้ำที่สามารถลดทอนความสูญเสียทางโครงสร้าง A Waterfront Architecture Designed to Diminish Structural Deterioration

ณรงค์ มณฑปใหญ่ รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ศรีสมพงษ์

อาจารย์ประจำสาขาวิชาสถาปัตยกรรมและการวางแผน

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

บทคัดย่อ

จังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นเมืองหลวงเก่า ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 1893 ตั้งอยู่ทางทิศเหนือของกรุงเทพมหานคร ถูกขึ้นทะเบียนเป็นมรดกโลกในปี พ.ศ. 2534 แต่ก็ประสบปัญหาน้ำท่วมเนื่องๆ และที่หนักที่สุดคือในเดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2554 ซึ่งส่วนหนึ่งของความสูญเสียนั้นมาจากการที่ไม่ได้มีมาตรการออกแบบอาคารและผังประธาณที่สามารถเลี่ยงหรือลดทอนการปะทะ และการท่วมขังของน้ำที่มาและไปอย่างรวดเร็ว อัตราความสูญเสียมีค่าเท่ากับ 20,000 ถึง 30,000 ล้านบาท (รายได้ประชาชาติ) ทั้งนี้ยังไม่รวมมูลค่าความเสียหายที่จะพื้งเกิดขึ้นเมื่อโครงสร้างของอาคารที่เป็ยกน้ำต้องชำรุดเสียหายในระยะยาว

บทความนี้นำเสนอวิธีการออกแบบทางสถาปัตยกรรมของอาคารศาลาประชาคมและห้องสมุดประชาชนขนาดปานกลาง เพื่อหลีกเลี่ยงความสูญเสียจากน้ำท่วมขัง และสามารถใช้เป็นต้นแบบสำหรับการออกแบบอาคารในน่านน้ำที่มีประสิทธิภาพต่อไป การออกแบบอาคารชนิดนี้ มีการประยุกต์เทคโนโลยีป้องกันความสูญเสียจากการกัดกร่อนเพื่อทำให้เกิด "สถาปัตยกรรมเหนือน่านน้ำ" หรือ "Architecture on the waterfront" ที่มีคุณสมบัติเปรียบพร้อมขึ้น

คำสำคัญ: สถาปัตยกรรมเหนือน่านน้ำ การกัดเซาะ การกัดกร่อน อายุใช้งานของโครงสร้าง การหุ้มด้วยวัสดุไฟเบอร์

Abstract

The deterioration of building structures due to floods and corrosion, especially in Bangkok and its sub-urban areas is considerably serious today. The problems require a huge expenditure of maintenance each year. The New Waterfront Architectural seems to answer the solution in a way that its Design Techniques and Manipulations carried on properly will help and serve better in this circumstance

Founded in 1350, Ayutthaya was the second Siamese capital. The ruins of Ayutthaya and its associated historic towns were listed by UNESCO as a World Heritage site in 1991. The former capital was hit hard by floods in October 2011. Although Ayutthaya's ancient structures have survived centuries of flooding, rain and tropical heat, the latest deluge may have delivered a fatal blow. Damage to the buildings was compounded by the floodwater whereas the land subsidence and weakening of the structures can be eased if the the buildings would be designed properly and most certainly situated in a very well-planned site.

This paper presents a research studies in terms of designing a waterfront structures which can survive and save maintenance cost, a waterfront architecture life-style which can serve well in this region, and the works are interpreted and analyzed to insure the usages as an architectural waterfront design, a simple yet sustainable architecture. Furthermore, we propose the most common ways to protect the submerged portions

of structure and to prolong its service life, making the building most appropriate and survive optimally in the "wet-land" .

Keywords: Architecture on the Waterfront Erosion Corrosion Service Life of Structure Fiber Reinforced Polymer Wrapping

1. บทนำ

การแก้ปัญหาโครงสร้างของอาคารในภาคกลางของประเทศ ที่มีสาเหตุมาจากน้ำที่แทรกซึมเข้าไปในเนื้อวัสดุก่อให้เกิดการกัดกร่อนโครงสร้างจนเกิดความเสียหาย ซึ่งจะลดรอนความแข็งแรงของโครงสร้าง จนอาจถึงแก่การวิบัติได้ และทำให้อายุการใช้งานของอาคารนั้นสั้นเกินกว่าที่ควร ทำให้ต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายมากในการที่จะซ่อมแซมหรือต้องปลูกสร้างขึ้นมาทดแทน การศึกษาค้นคว้านี้ได้ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2549

2. ธรณีสัณฐานและสภาพแวดล้อมของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

สภาพทางภูมิศาสตร์ ตำบลบ้านแพน อำเภอสiena จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

อาณาเขตตำบล :

ทิศเหนือ ติดกับ ต.หัวเวียง อ.เสนา จ.พระนครศรีอยุธยา

ทิศใต้ ติดกับ ต.เสนา อ.เสนา จ.พระนครศรีอยุธยา

ทิศตะวันออก ติดกับ ต.น้ำเต้า อ.บางบาล จ.พระนครศรีอยุธยา

ทิศตะวันตก ติดกับ ต.บ้านโพธิ์ อ.เสนา จ.พระนครศรีอยุธยา

จำนวนประชากรในเขต อบต. 2,829 คน และจำนวนหลังคาเรือน 580 หลังคาเรือน อาชีพหลัก ทำนา

พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดเป็นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง (ที่ราบดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยา) อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลเฉลี่ยประมาณ 3.5 เมตร ไม่มีภูเขา มีแม่น้ำสำคัญ 4 สายไหลผ่านคือ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำป่าสัก แม่น้ำลพบุรี และแม่น้ำน้อย รวมทั้งที่มีลำคลองใหญ่น้อยทั้งคลองขุดและคลองธรรมชาติหลายสายไหลผ่าน เมื่อถึงฤดูน้ำหลาก น้ำในแม่น้ำลำคลองจะมีระดับสูงและท่วมทั้งบริเวณพื้นที่ราบ ดังนั้นพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดจึงเป็นดินตะกอนที่แม่น้ำพัดพามาซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะสำหรับการทำการเกษตร

การกัดเซาะหน้าดินในที่ราบลุ่มภาคกลาง

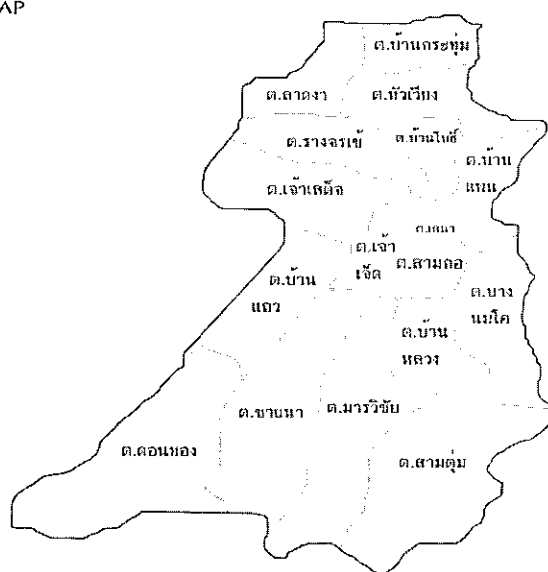
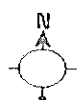
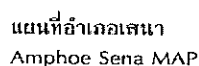
การกัดเซาะคือ "ปรากฏการณ์ธรรมชาติของน้ำที่ดึงดูดกันด้วยแรงดึงดูดเหนียว (Capillary Force) จะไหลลงตามทางลาด เมื่อไหลผ่านสารใดก็จะปะทะและพัดพาสารที่มีน้ำหนักเบากว่าให้ไหลตามไปด้วยจนเกิดที่ว่างแทนที่ (Vacant Space) ที่สามารถเอื้ออำนวยให้สารอื่นที่ใกล้เคียงเคลื่อนตัวเข้ามาบรรจุอยู่ทดแทน" จังหวัดพระนครศรีอยุธยาประสบปัญหาการกัดเซาะตลิ่งมากที่สุดในที่ราบลุ่มภาคกลางซึ่งล้วนมีสาเหตุมาจากการหลากของน้ำในฤดูกาลและจากน้ำมือมนุษย์ บริเวณพื้นที่ดินที่ได้ทำการออกแบบอาคารในเป้าหมายก็มีความเสี่ยงจากการกัดเซาะตลิ่งมากกว่าการกัดเซาะหน้าดิน

ปรากฏการณ์หลุมยุบในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาเกิดขึ้นเนื่องๆ ดังเหตุการณ์เมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2554 (มติชนออนไลน์ 20 กุมภาพันธ์, 2554)

เมื่อถนนเลียบคันคลองชลประทาน ในโครงการของทางหลวงชนบท สายบางเตื่อ-นครหลวง เชื่อมระหว่าง ต.บางปะหัน กับ ต.บางเตื่อ ช่วง กม. 6 หมู่ 2 ต.บางปะหัน อ.บางปะหัน จ.พระนครศรีอยุธยา เกิดการทรุดตัวกะทันหัน ทำให้มีคันขัปรด และจักรยานยนต์ตกลงไปในคลองกลางดึก มีถนนชำรุด ถนนลาดยางแอสฟัลต์ มีความกว้าง 6 เมตร ทรุดลึก 4 เมตร ยาวเกือบ 200 เมตรสาเหตุน่าจะเกิดจากดินใต้ผิวถนนทรุดตัว ทำให้รถกระเด้งพุ่งทะยานลงสู่ด้านล่างอย่างรวดเร็ว สาเหตุ อาจจะเกิดจากที่ชาวนาสบน้ำที่อยู่ตามบ่อใกล้กับถนนจนแห้ง

3. แนวคิดทางการออกแบบอาคารในเป้าหมาย

อาคารศูนย์ประชุมและห้องสมุดประชาชนตำบลบ้านแพน อำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา



แผนที่อำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

นับแต่ปี ค.ศ. 2002 เป็นต้นมาได้มีความคิดที่จะแก้ปัญหาความสูญเสียอันเกิดจากน้ำ ด้วยการใช้กลยุทธ์ในการออกแบบอาคารที่ลอยตัวโดยอิสระบนน้ำ ในปี ค.ศ. 2004 มีการวางผังและลงมือก่อสร้างเมืองถมทะเลขนาดใหญ่ ใช้ชื่อโปรเจกต์ว่า “Nakheel” และ ณ ปัจจุบันนี้ หลังจากโครงการดังกล่าวได้เดินหน้าดำเนินการอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลาประมาณกว่า 8 ปีแล้วนั้น แต่ก็ประสบปัญหาต่างๆ ซึ่งมักจะเกิดจากการที่สภาพแวดล้อม ซึ่งถูกแปรเปลี่ยนไปโดยกะทันหัน ก่อให้เกิดการกัดเซาะที่ดินที่ถมใหม่ ในอัตราที่น่าวิตกเป็นอย่างยิ่ง

สำหรับปัญหาในประเทศไทยนั้น ความสูญเสียโดยทั่วไปจะเกิดกับอาคารอยู่อาศัย อาคารสาธารณะขนาดกลางและเกษตรพืชผลต่างๆ ที่มีอยู่กระจุกกระจายในที่ลุ่มเป็นหย่อมๆ (Polders) ซึ่งมีระดับปริมอยู่ที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง (ร.ท.ก) หรือต่ำกว่านั้น ความสูญเสียจึงมักเกิดขึ้นกับภาคการเกษตรและกสิกรรม แต่ในปัจจุบันเมื่ออุตสาหกรรมขนาดกลางเกิดขึ้นและกำลังขยายตัว อย่างสม่ำเสมอในช่วงเวลาประมาณ 25 ปีที่ผ่านมา แต่หากจะนำการออกแบบอาคารให้ลอยเหนือน้ำมาใช้ในประเทศไทยก็ยังคงมีประเด็นปัญหาด้านเหมาะสมและกฎหมายควบคุมของกรมเจ้าท่าฯ อีกทั้งงบประมาณในการก่อสร้าง

กลุ่มผู้วิจัยมีความเห็นอาคารมีระดับของพื้นที่ใช้งานลอยตัวอยู่เหนือระดับน้ำท่วมถึงอย่างถาวร น่าจะเป็นวิธีการที่ดีที่สุด ทั้งไม่ต้องแบกรับค่าใช้จ่ายในการถมดินซึ่งมีต้นทุนสูงมาก

4. การลดความสูญเสียจากอุทกภัย

จากการวิเคราะห์แนวทางที่จะต้านทานกระแสน้ำด้วยการก่อสร้างเขื่อนกันหรือฝาย ในต่างประเทศ เช่น ประเทศเวียดนามและกัมพูชาพบว่าไม่สามารถต้านทานการไหลของน้ำได้โดยง่าย อีกทั้งการสร้างทำนบ ฝาย หรือเขื่อนกันน้ำยังส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อพืชไร่ ปศุสัตว์ และเส้นทางการคมนาคมเป็นอันมาก ไม่คุ้มค่าใช้จ่าย การยกโครงสร้างให้สูงพ้นระดับน้ำท่วมสูงสุดจึงมีแนวโน้มว่าจะแก้ปัญหาได้ดีที่สุด ดังจะเห็นได้จากตัวอย่าง เช่น ที่ราบลุ่มริมทะเลสาบ “Tonle Sap” ในกัมพูชา ที่ประสบปัญหาการมีระดับน้ำขึ้นลงในรอบปีสูงถึง 10-12 เมตรตลอดมา แต่ประชากรดูเหมือนว่าเคยชินกับปรากฏการณ์เช่นนี้ มีการปรับตัวและชีวิตความเป็นอยู่ โดยไม่ต้องอพยพหนีหรือทิ้งถิ่นฐานเท่าใดนัก การบันทึกมูลค่าความสูญเสียไม่มีเป็นทีแน่ชัด แต่หาในพื้นที่อื่นๆ โดยทั่วไปยังมีความพยายามที่จะหาวิธีป้องกันความเสียหายโดยการสกัดกั้นทางเดินของน้ำอยู่ ทั้งๆ ที่ไม่ได้ผล แต่การให้ความรู้เรื่องของอุทกศาสตร์ การเตือนภัยให้ทันกับเหตุการณ์ และการออกแบบอาคารที่มีคุณลักษณะที่เหมาะสมนับเป็นเรื่องที่สำคัญกว่า

มหานคร เช่น นิวยอร์ก ชิคาโก และฮ่องกง ก็ได้แผ่ขยายพื้นที่ดินลงไปใต้น้ำโดยไม่ต้องถมดิน ในขณะที่เมืองเก่าแก่เช่น เนเธอร์แลนด์นั้นก็ยังยึดนโยบายดั้งเดิม คือการใช้คันเขื่อนกันน้ำและลำรางระบายน้ำโดยใช้กังหันลมเป็นต้นตอของพลังงาน ส่วนในประเทศที่ขาดแคลนพื้นที่ดินมากๆ นั้น การที่จะเสาะแสวงหาพื้นที่ที่จะสร้างโปรเจกขนาดใหญ่ เช่น ท่าอากาศยานได้นั้น มักพบปัญหาอื่นที่ทำให้จำเป็นต้องการถมทะเล เช่นในประเทศญี่ปุ่น แม้จะสิ้นเปลืองงบประมาณก็ต้องยอม อีกทั้งยังซ่อมแซมอาคารเนื่องจากที่ดินถมใหม่นั้นเกิดการทรุดตัวอีกก็ตาม อาคารที่สร้างริมทะเลที่จะสามารถคงทนอยู่อย่างถาวรนั้นจะต้องสิ้นเปลืองงบประมาณมาก อีกทั้งยังมีค่าเสื่อมของวัสดุที่เสี่ยงจากการกัดกร่อนอีกด้วย

ระบบการไหลของน้ำที่จะผ่านเมือง

เส้นทางไหลของน้ำจะปรับตัวให้สมดุลตามปริมาณการไหลของน้ำ ปริมาณตะกอน และปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ และจะปรับเปลี่ยนไปสู่สมดุลใหม่เสมอตามเวลา เราจะสามารถบริหารจัดการการไหลของน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ก็จะต้องนำข้อมูลทางธรณีวิทยา ภูมิศาสตร์ อุทกวิทยา และข้อมูลทางวิศวกรรมชลประทานที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์ ทั้งนี้มีได้ทำเพื่อกำหนดต้านทานการไหลของน้ำแต่ละจุดต้องทำเพื่อการแจ้งเตือนถึงความผันแปรของการไหลของน้ำ และความสูญเสียอันอาจจะเกิดขึ้นในเวลาอันรวดเร็วจนบางครั้งไม่อาจจะทราบล่วงหน้าได้

5. แนวโน้มในรูปแบบใหม่ของสถาปัตยกรรมริมน้ำ

การออกแบบให้เข้าถึงความรู้สึกที่เชื่อมโยงกับ “น้ำ” เป็นเป้าหมายที่สำคัญ การออกแบบภูมิสถาปัตยกรรม และที่ว่างริมน้ำที่เชื่อมโยงและเป็นมิตรกับบริบทพื้นที่ริมน้ำ โดยยึดหลักการต่อไปนี้ คือ

- การเชื่อมโยงและการเชื่อมต่อสู่น้ำ
- กำหนดให้มีพื้นที่ริมน้ำและส่งเสริมให้เกิดกิจกรรมทางน้ำ
- ให้อาคารมีโครงสร้างที่มีความเชื่อมโยง สัมผัสและทนทานต่อความชื้นได้ในระยะเวลายาวนาน
- มีการออกแบบอาคารสถาปัตยกรรม (Universal Architecture) เข้ามาผนวก

6. ทรัพยากรและพลังงานที่สามารถจัดหาได้

6.1 พลังงานแสงอาทิตย์ กรอบอาคารโดยรอบจะทำการติดตั้งแผงพลังงานไฟฟ้าใช้แสงอาทิตย์ (Solar-cell system) มากถึงร้อยละ 40 ของพื้นที่กรอบอาคาร เพื่อช่วยผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งในยามปกติและเมื่อเกิดน้ำท่วม

6.2 แหล่งน้ำสะอาด มีการจัดการกักเก็บน้ำดื่มจากน้ำฝนเพื่อเก็บไว้ในยามวิกฤติ จัดให้มีปริมาณที่พอเพียงต่อการบริโภคทำให้สามารถเป็นอิสระจากระบบประปาของเมืองได้เมื่อเกิดน้ำท่วมขังขึ้นเป็นเวลายาวนาน ส่วนน้ำที่ใช้ในการทำความสะอาดหรืออุปโภคทั่วไปนั้น เป็นน้ำที่ได้จากแม่น้ำลำคลองเองโดยการแกว่งสารส้มและ/หรือต้ม

7. การบำบัดของเสียที่ไม่ก่อมลภาวะต่อสภาพแวดล้อม

การบำบัดน้ำเสีย การกำจัดกากอาหารและสิ่งปฏิกูล ควรจะหลีกเลี่ยงการถ่ายเทสิ่งปฏิกูลจากการขับถ่ายของเสียลงแม่น้ำลำคลองอย่างเคร่งครัด โดยการติดตั้งอุปกรณ์ที่ทันสมัยที่สามารถทำการบำบัดสิ่งปฏิกูลให้หมดสิ้นด้วยการใช้อากาศและพลังงานไฟฟ้าช่วย

8. การสร้างเขื่อนหรือพังกั้นน้ำ

ไม่ว่าจะมีมาตรฐานความทนทานเท่าใดการสร้างเขื่อนหรือพังกั้นน้ำนั้นมีโอกาสจะหยุดยั้งน้ำหลากและการแทรกซึมของน้ำได้ เขื่อนกั้นน้ำจึงทำได้เพียงแต่การชะลอไม่ไห้ระดับน้ำเอ่อล้นเข้ามาในฝั่งปรธานเท่านั้น ปัจจุบันนี้ได้มีการสร้างกำแพงกั้นน้ำที่ใช้โลหะเป็นวัสดุหลักและมีน้ำหนักเบากว่าโครงสร้างคอนกรีต เพื่อให้สามารถติดตั้งและเคลื่อนย้ายได้อย่างสะดวกขึ้น เช่นที่วัดไชยวัฒนาราม จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นต้น แต่ก็ไม่สามารถแก้ปัญหาให้หมดสิ้นได้เนื่องจากการรั่วซึมเกิดขึ้นในจุดที่เป็นรอยตะเข็บของโครงสร้าง

9. การออกแบบผังพื้น

แนวคิดในการออกแบบผังพื้นโครงการ เป็นการจัดวางอาคาร 3 หลัง และสระแก้มลิง ลงบนพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำน้อย ให้มีความสง่างามและเหมาะสมในการใช้งานแม้ที่ดินจะมีจำกัด อาคารหลักของโครงการเป็นอาคารทรงพีรามิด มีลานภายนอกเพื่อสามารถรองรับการปรับเปลี่ยนในยามเกิดอุทกภัยร้ายแรง ให้สามารถเป็นศูนย์ช่วยเหลือประชาชนที่มีความพร้อม และปลอดภัยที่สุด กรอบอาคารประกอบด้วยแผ่นผืนกระจกขนาดใหญ่ อาจทำให้มีความร้อนเข้าสู่อาคารได้จากทิศตะวันตก จะแก้ปัญหาการนำความร้อนเข้าสู่อาคารด้วยการใช้วัสดุกระจกตัดแสง ผงของส่วนทางสัญจรแนวตั้งที่อยู่ด้านข้างของอาคารก็ทำหน้าที่เป็นแผงบังแดดขนาดใหญ่ช่วยป้องกันความร้อนทางทิศใต้ บริเวณโถงกลางของอาคารเปิดโล่งขึ้นไปจนถึงชั้น 5 ทำให้ภายในอาคารไม่รู้สึกอึดอัด ในพื้นที่ภายในอาคารโดยทั่วไปยังได้ถูกออกแบบให้สามารถมองเห็นวิวทิวทัศน์ภายนอกได้ อาทิ ห้องสมุด ห้องทำงาน หรือห้องประชุมใหญ่ที่ชั้นบนสุดของอาคาร

อาคารจอดรถทั้งสองอาคารเชื่อมต่อกับลานภายนอกของอาคารหลัก ทางลาดและถนนภายในอาคารเป็นแบบวิ่งสวนทางเพื่อความสะดวก และเข้าใจง่ายในการขับขึ้น ซึ่งจะค่อยๆ วนขึ้นไปจนถึงชั้นดาดฟ้า ซึ่งเป็นพื้นที่เอนกประสงค์ที่สามารถใช้ได้ตั้งแต่จอดรถ รองรับผู้ประสบภัย หรือแม้แต่ที่จอดรถเฮลิคอปเตอร์ ทั้งสองอาคารสามารถจอดรถได้เกินจำนวนปกติที่คำนวณไว้ เพื่อให้เป็นที่รองรับรถ และคนที่จะหลั่งไหลเข้ามายามเกิดภัยพิบัติ ซึ่งทั้งสองอาคารก็ได้รับการออกแบบให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐานเอาไว้อย่างพอเพียง ทั้งทางลาดสำหรับผู้พิการ ลิฟต์ และห้องน้ำ ภายนอกประดับเอาไว้ด้วยแผงไม้ ทำหน้าที่ป้องกันแสงแดดที่จะเข้าสู่อาคารจอดรถ โดยที่ลมยังสามารถพัดผ่านได้ เพื่อการระบายอากาศที่ดี

10. คุณสมบัติ ทางวิศวกรรมของชั้นดินและระบบโครงสร้างอาคาร

คุณสมบัติ ทางวิศวกรรมของชั้นดินที่ทำการสำรวจและทดสอบพบว่าปริมาณน้ำในมวลดินตาม ธรรมชาติมีค่าคงที่พบที่ระดับ 0.40 เมตร จากผิวดิน ส่วนค่าการรับกำลังของดิน (Shear Strength) พบว่าตั้งแต่ระดับผิวดินจนถึงระดับ 12 เมตร เป็นดินเหนียวอ่อนถึงอ่อนมาก รับกำลังได้น้อย และที่ระดับความลึกเพิ่มมากขึ้น คุณสมบัติของดินในการรับกำลังจะเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ สำหรับการออกแบบฐานรากของสิ่งปลูกสร้างภายในโครงการเพื่อป้องกันความเสียหายอันเกิดจากการทรุดตัวเมื่อน้ำหนักของชั้นดินเหนียวอ่อน ดังนั้นจึงควรใช้ฐานรากแบบลึก (Pile Foundation) โดยความลึกของปลายเสาเข็มควรอยู่ในระดับต่ำกว่า 12 เมตร ขึ้นอยู่กับขนาดน้ำหนักที่แบกทาน อนึ่งในการพิจารณาระดับความลึกของปลายเสาเข็มควรพิจารณาในเรื่องของการทรุดตัวของโครงสร้างด้วย

ตารางที่ 1 การประมาณกำลังการรับน้ำหนักแบบกานพลอดภัย ของเสาเข็มเจาะ ณ โรงพยาบาลเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ชนิดของเสาเข็ม	ระดับความลึกของปลาย เสาเข็ม (เมตร)	ตารางการรับน้ำหนักแบบกาน พลอดภัย (ตัน)	อัตราส่วน พลอดภัย
เข็มเจาะกลมขนาดเส้นผ่า ศูนย์กลาง 600 มม.	-14	65	2.5
	-15	74	
	-16	87	
	-17	99	

โครงสร้างชั้นฐานราก ตอม่อและพื้นชั้นที่ 1 เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ส่วนชั้นที่สูงขึ้นไปเป็นโครงสร้างเหล็กรูปพรรณเกือบทั้งหมด แนวความคิดหลักของการออกแบบโครงสร้าง คือ ให้โครงสร้างชั้นฐานราก ตอม่อและพื้นชั้นที่ 1 มีความทนทานที่สุดโดยนอกจากจะออกแบบให้มีการหุ้มเหล็กเสริมให้หนาเป็นพิเศษแล้ว ยังออกแบบให้มีการหุ้มเคลือบผิวนอกด้วยสารอีพ็อกซีเรซินหนาถึง 3 มิลลิเมตร เพื่อดำเนินการการสึกกร่อนในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยทั่วไป ซึ่งพบว่าจะก่อสนิมในเนื้อเหล็กทันทีหลังจากการเทหล่อคอนกรีตเสร็จสิ้นลง

ความแข็งแรงและสมมาตรของโครงสร้าง

กลยุทธ์ในการออกแบบนั้นคำนึงถึงการใช้พื้นที่ได้คุ้มค่าที่สุด และองค์ประกอบของโครงสร้างจะอยู่ในตำแหน่งของการถ่ายน้ำหนักลงไปยังฐานรากโดยตรง หลีกเลี่ยงการใช้คานยื่นออกจากเสาที่ปลายปล่อยเนื่องจากพิจารณาว่าคานชนิดนี้จะหย่อนตัวตกลงมา (Deflect) เมื่อเวลาผ่านไป อนึ่งการหย่อนตัวตกนี้จะก่อให้เกิดการยึดและหดตัวในองค์ประกอบของโครงสร้างที่ปลายยึดของคานซึ่งเป็นจุดที่รับน้ำหนักของคานไว้ทั้งหมด หากเกิดแตกร้าวหรือยึดหดเพียงเล็กน้อยก็จะเป็นทางนำไปสู่ความเสียหายอันเกิดจากการก่อสนิมของเหล็กเสริมหรือเหล็ก

11. ระบบน้ำใช้

ในปีงบประมาณ 2543 การให้บริการทางด้านการประปา มีการนำน้ำจากแหล่งน้ำใต้ดิน ผลิตน้ำประปาให้ประชาชนในอำเภอ พระนครศรีอยุธยา ท่าเรือ บางปะอิน ผักไห่ ภาชี วังน้อย และเสนา มีกำลังผลิตรวม 29,919,000 ลูกบาศก์เมตร ให้บริการแก่ผู้ใช้น้ำทั้งสิ้น 32,616 ราย

ในภาวะปกติ จัดให้มีระบบการกรองน้ำจืดในท้องที่ของสถานที่ตั้งของอาคารโดยสามารถจะเป็นอิสระได้เมื่อเกิดอุทกภัย มีระบบการบำบัดน้ำเสียทั้งชนิด "Aerobic waste Treatment System" "Anaerobic Waste Treatment System" ที่สมบูรณ์แบบ

12. ระบบไฟฟ้ากำลังและการผลิตพลังงานไฟฟ้า

ในภาวะปกตินั้น มีการให้บริการทางด้านการไฟฟ้าในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีไฟฟ้าใช้ครบ ทุกหมู่บ้าน โดยที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดพระนครศรีอยุธยาให้บริการแก่บ้านพักอาศัย โรงงานอุตสาหกรรม และไฟฟ้าสาธารณะ มีสถานีไฟฟ้า 11 สถานี ครอบคลุมพื้นที่ทั้งจังหวัด

จัดให้มีระบบการผลิตไฟฟ้าสำรองจากแหล่งน้ำมันเชื้อเพลิงและพลังแสงอาทิตย์ในขณะเกิดอุทกภัยและถูกตัดขาดจากแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าของเมืองตามปกติ

13. ระบบถ่ายเทและการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร

มีระบบการถ่ายเทอากาศตามปกติโดยใช้ระบบ "Through Ventilation" ร่วมกับระบบการอนุรักษ์พลังงานปรับอากาศ โดยการออกแบบกรอบอาคารเป็นผนังกระจกตัดแสงซ้อนกันสองชั้น เป็นกระจกกันความร้อน ประกอบด้วย

1) กระจกชั้นนอก เป็นกระจก Clear Color Silver Low – E หน้า 12 mm.

2) ช่องอากาศเป็นช่องเปิดระหว่างกระจกทั้งสองชั้น หน้า 20 ซม.

3) กระจกชั้นในเป็นกระจกชนิด "Ocean Green" หน้า 12 mm. ซึ่งจะสะท้อนของความร้อนออกไปส่วนหนึ่งก่อน ด้วยสารเคลือบที่มีคุณสมบัติการแผ่รังสีความร้อนต่ำ (Low – e) แต่ยังคงเอื้อปริมาณแสงสว่างผ่านได้มากพอสมควร กระจกแผ่นที่สองจะเป็นกระจกสีเขียวที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนได้มากกว่ากระจกชนิดอื่นๆ และแสงสว่างสามารถผ่านได้มากเช่นกัน

ส่วนของความร้อนภายในช่องว่างระหว่างกระจกสองชั้นนั้น จะถูกถ่ายเทออกไปโดยอากาศที่เคลื่อนที่เข้าและระบายออกสู่ภายนอกด้านบนของอาคาร

ข้อมูล

ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อน (U-Value) โดยทั่วไป¹

กระจกชั้นเดียว $U = 5-6 \text{ W.M}^2.\text{K}^{-1}$

กระจกสองชั้น $U = 2.5-3.5 \text{ W.M}^2.\text{K}^{-1}$

กระจกอาคารนี้ $U < 1.9 \text{ W.M}^2.\text{K}^{-1}$

14. อายุการใช้งานของโครงสร้างอาคาร

ผลจากการติดตามวัดอัตราการกัดกร่อนของท่อนเหล็กเสริมคอนกรีตที่ได้ผ่านการทดลองจุ่มจมอยู่ในสภาวะน้ำท่วมขังทั้งกรณี น้ำเค็ม น้ำกร่อยและน้ำจืด เป็นระยะเวลานานประมาณ 36 เดือน โดยการคำนวณ หน้าตัดเหล็กที่เหลืออยู่เปรียบเทียบกับหน้าตัดเดิม เฉลี่ยรวมได้ ร้อยละ 8.50 - 12.00 เท่าเทียมกัน

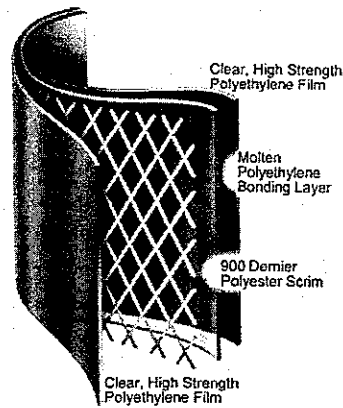
การประเมินอายุการใช้งานที่เหลืออยู่ของเหล็กเสริมชุดดังกล่าวพบว่า สามารถใช้งานต่อไปได้เพียงประมาณ 22 ปีก่อนจะถูกกัดกร่อนจนหมดสิ้น หรือสามารถคาดคะเนได้ว่าภายในเวลาอีกเพียง 17-18 ปีเท่านั้น หน้าตัดของเหล็กเสริมจะเหลือน้อยกว่าร้อยละ 50 และอาคารก็จะถูกห้ามใช้สอยต่อไปเนื่องจากเริ่มมีความเสี่ยงต่อการวิบัติในระหว่างนั้นจนถึงอีก 4-5 ปีข้างหน้า กระบวนการหยุดยั้งการรื้อซึมโดยการหุ้มเคลือบป้องกันและลดทอนการกัดกร่อนของโครงสร้างการห่อหุ้มเสา ค.ส.ล. ด้วยวัสดุแผ่น "Aqua wraps 22-77"

อาควาแรพพ์ (AquaWrap 22-77) เป็นชื่อทางพาณิชย์ของสารกันชื้นที่เก็บในรูปของการม้วน เป็นงานที่ใช้อย่างแพร่หลายในงานก่อสร้างทางวิศวกรรมโยธา เช่น เสาตอม่อสะพาน มีคุณสมบัติที่จะปกปิดเพื่อกันมิให้ความชื้นเข้าไปสัมผัสผิวโครงสร้างคอนกรีตได้ เนื้อวัสดุเป็นจำพวก ไฟเบอร์-รีนฟอร์ส-โพลีเอสเตอร์ (FRP) ส่วนใหญ่มักจะนำมาใช้เพื่อซ่อมแซมการกัดกร่อนในเนื้อของโครงสร้างเสา ซึ่งสามารถดำเนินการได้ง่ายเนื่องจากสามารถใช้กรรมวิธีการพันหุ้มโคนเสาไว้ได้ทันทีเมื่อมีวัสดุติดยึดคล้ายกาวยาหน้าที่เป็นตัวยึดไว้ไม่ให้หลุดล่อนก่อนเวลาอันสมควร นอกจากนี้ยังสามารถใช้หุ้มผิวที่ทำด้วยไม้หรือพลาสติกได้อีกด้วยอาควาแรพพ์ ใช้วัสดุส่วนหนึ่งที่มาจากใยแก้ว (Woven Glass Fiber) หรือ แผ่นคาร์บอนไฟเบอร์ (Carbon Fiber Sheets) ที่ป่นแล้วในโพลียูเรเทนเรซิน (Polyurethane Resin)

"Aqua-Wrap" - เป็นวัสดุที่ประหยัดและเป็นทางเลือกใหม่เพื่อการปกป้ององค์ประกอบโครงสร้างให้หลุดขาดจากอันตรายจากความชื้น ทำจากโพลีเอทเธลีนที่โปร่งแสงซ้อนกันประมาณ 4 ชั้น หนารวมกันประมาณ 6 มิลลิเมตร มีความเหนียว

¹ เอกสารการฝึกอบรมมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2553.

และทนต่อแรงดึงได้ดีมาก สามารถทนได้ประมาณ 32 psi ไฮโดรสแตติก (32 psi hydrostatic resistance). "Aqua-Wrap" ช่วยปกป้องฐานรากและส่วนของอาคารหรืองานทางวิศวกรรมโยชานานาชนิดที่ฝังจมอยู่ในน้ำ มาในรูปแบบของม้วนที่มีความกว้างยาวเท่ากับ หก คูณหนึ่งร้อยฟุต (6' x 100')



รูปที่ 1 องค์ประกอบทางกายภาพของวัสดุ อะควอแรพ

การติดตั้ง "Aqua Wrap" มีขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ

- ลอกทำลายชั้นของคอนกรีตที่ล่อนลอกบริเวณผิวนอกของเสา
- ทำความสะอาดผิว
- ซ่อมส่วนหลุดลอกของคอนกรีตด้วยวัสดุ HD-25
- หุ้มห่อด้วยแผ่น "Aqua wrap 22-77 Cloth" และ "22-77 Veil Prepreg Cloth" ตามลำดับ
- ทำการบ่มตามระบบ และ ทาสีทับตามต้องการ

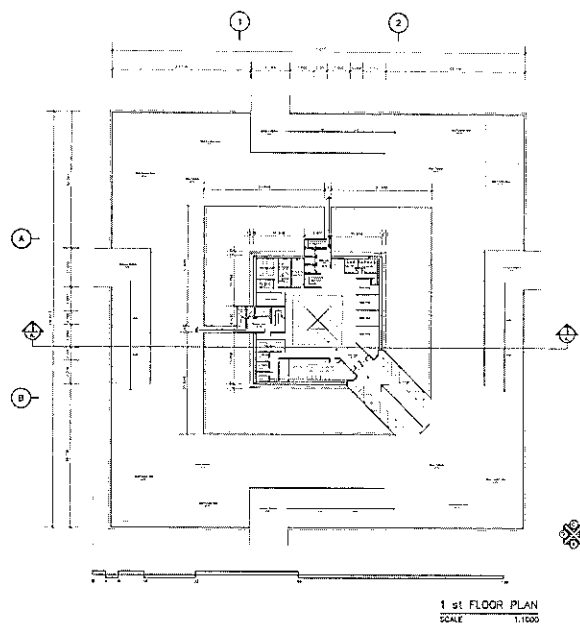


รูปที่ 2 ลักษณะการดำเนินการหุ้มผิวของเสาตอม่อของอาคารขนาดใหญ่ 2
(Aqua Wraps 22-77 operation 2)

15. ประมวลรูปแบบของอาคารที่ออกแบบ



รูปที่ 3 หุ่นจำลองแสดงทัศนียภาพด้านที่ประชิดกับสระแก้มลิงและแม่น้ำน้อย



รูปที่ 4 ผังของแพลตฟอร์ม ชั้นที่ 1 แสดงพื้นที่ที่สามารถใช้ตามวัตถุประสงค์ยามเกิดอุทกภัยร้ายแรง

16. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

16.1 สภาพแวดล้อม ลักษณะทางกายภาพ

ลักษณะ “ทรงปี่รามิดแก้ว” ให้ความรู้สึกเบาและโปร่ง อีกทั้งยังอยู่ในระดับสูงประมาณ 12.00 เมตร เป็นชั้นที่ใช้งานชั้นแรก (สถิติระดับน้ำที่ท่วมถึง -ไม่เกิน 4.00 เมตรจาก ร.ท.ก.) มีลักษณะโดดเด่นกว่าอาคารในอาณาบริเวณเดียวกัน

16.2 การใช้สอยทางสถาปัตยกรรม

สามารถรองรับการใช้สอยได้ไม่มากกว่า 500 คน เป็นการรองรับการใช้งานและกิจกรรมงานสาธารณะ ขนาดกลางเป็นมาตรฐานที่อยู่ในเกณฑ์พอดีเหมาะสมกับจำนวนประชากร สถาปัตยกรรมนี้ถูกออกแบบให้ไม่สามารถทำการต่อเติมหรือดัดแปลงในส่วนใดๆ

16.3 การใช้วัสดุ โครงสร้าง และการลดทอนความสูญเสีย

แม้ว่าการยกอาคารขึ้นในระดับสูงมีผลดีทางด้านการต้านทานการแทรกซึมของน้ำและสารเคมีเข้าสู่โครงสร้างทั่วไป แต่ในส่วนของฐานรากอาคารที่ฝังจมอยู่ในดินนั้น อาจจะมีน้ำใต้ดินบ้างและมีโอกาสที่เหล็กเสริมจะถูกกัดกร่อน การเคลือบหุ้มผิวของเสาตอม่อทุกต้นด้วยวัสดุ “F.R.P.” ชนิดแผ่นที่โค้งตามรูปทรงของเสาตอม่อจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น และมีการประเมินว่าสามารถต้านทานความเสียหายอันเกิดจากการกัดกร่อนได้ไม่น้อยกว่า 80 ปี โดยจะต้องสำรวจดูว่าไม่ชำรุดหรือฉีกขาดไปก่อนด้วยสาเหตุอื่น

อาคารส่วนบนเหนือจากชั้นล๊อบบี้ขึ้นไปเป็นโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ ไม่มีความเสี่ยงจากการถูกน้ำท่วมและไม่ถูกกัดกร่อน จึงสามารถให้อายุการใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 80 ปี ทั้งนี้ต้องทำการตรวจสอบความเสียหายอันอาจเกิดขึ้นจากการหลุดล่อนของวัสดุเคลือบผิว (เช่นเดียวกับกรณีของวัสดุ“F.R.P.”) อยู่อย่างต่อเนื่อง

เอกสารอ้างอิง

- ดร.สุเมธ ชุมสาย ณ อยุธยา. เจาะลึกภัยพิบัติ, เอกสารบันทึกการสัมมนา 26 ก.พ. 2554 <http://www.neuroscience.mahidol.ac.th/thaispiritual/Paper/paper1.pdf>
- สมชาย ศรีสมพงษ์, “ความสูญเสียในอาคารเมื่อดินทรุดตัว”, วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล.ฉบับที่ 1/2549
- สมชาย ศรีสมพงษ์, อัมเรศ เทพมา, “สถาปัตยกรรมเหนือหน้าน้ำ”, การประชุมวิชาการ พะเยาวิจัย ครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยพะเยา 2554
- Suzuki K., Srisompong S., “Experimental Study on Internal Cracking of Partially Prestressed Concrete Flexural Members, Part 2: Internal Cracking Characteristics” Proc.AIJ 1985-1986
- Arata Isozaki, Clusters in the Air project, 1962, The work of Akis Pattihi in AA Intermediate Unit 3 2006/7
- Tilev Architects, Design on Restoration of Seuthopolis, Bulgaria Project, Bulgaria, 2007
- Srisompong, Mondhobpyai, Krootpume 2008, KMITL, “The Medium Public Float Building Project 2008”
- Srisompong S, “Cracking Control and Durability of Reinforced Concrete Structures” (in Thai), Journal of Architectural Studies. King Mongkut's Institute of Technology, Latkrabang 2006
- Srisompong S, “Building Renovations for the Re-use ,Part I (in Thai), Journal of Architectural Studies. King Mongkut's Institute of Technology, Latkrabang 2008
- Srisompong S, “Damages in Building due to Ground Subsidence (in Thai), Journal of Architectural Studies. King Mongkut's Institute of Technology, Latkrabang 2008

- Srisompong S, **"Building Renovations for the Re-use, Part I (in Thai), Journal of Architectural Studies.** King Mongkut's Institute of Technology, Latkrabang 2004
- Srisompong S, **"Damages in Building due to Ground Subsidence (in Thai), Journal of Architectural Studies.** King Mongkut's Institute of Technology, Latkrabang 2006
- Srisompong S, **"The Damages of Suvarnabhumi Airport Runway" (in Thai), Journal of Architectural Studies.** King Mongkut's Institute of Technology, Latkrabang 2008
- Srisompong S, **"Building Renovations for the Re-use, Part II (in Thai), Journal of Architectural Studies.**
- Srisompong S, **"Building Structures Which can Survive in a Hazard Environment" (in Thai), Journal of Architectural Studies.** King Mongkut's Institute of Technology, Latkrabang 2010
- Koen Olthuis & David Keuning, **"Float", Frame Publishers, Amsterdam, 2010**