บทที่ 2

ปัญหาและสาเหตุแห่งความสูญเสียของโครงสร้างอาคาร

2.1 ผลสำรวจความเสียหายของโครงสร้าง ในสภาวะจมในน้ำจืดและน้ำกร่อย (2552-2553)

(จากงานวิจัย โดย ดร.สมชาย ศรีสมพงษ์ ณรงค์ มณฑปใหญ่ และ อัครเดช ครุฑพุ่ม "ความสูญเสียในอาคารที่อยู่ในสภาวะของการทรุดและจม" 2552)

2.1.1 อาคารที่สร้างอยู่ในสระน้ำ

ผู้เขียนได้นำเสนอสาเหตุ ความสูญเสียเมื่ออาคารที่ปลูกสร้างต้องจมน้ำในบทความที่ลงพิมพ์ในวารสารวิชาการของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ส.จ.ล.ที่ผ่านมา เป็นแนวทางในการการค้นหาทางช่วยชะลอไม่ให้อาคารต้องประสบกับความเสียหายจนกระทั่งลิดรอนอายุใช้งานโดยทั่วไป ในบทนี้ผู้เขียนใคร่เสนอแนวทางและรูปแบบของอาคารที่มีคุณสมบัติที่สามารถต่อต้านการกัดกร่อนของคอนกรีตโครงสร้างได้อย่างยาวนานในสภาวะน้ำท่วมขัง เป็นแนวทางเลือกใหม่ในการออกแบบสถาปัตยกรรม

การเสื่อมสภาพของคอนกรีตในสภาพแวดล้อม

การเสื่อมสภาพของคอนกรีตในสภาพแวดล้อมสามารถจำแนกออกได้ดังต่อไปนี้

1. การเสื่อมสภาพเนื่องจากการหดตัวขณะแห้ง (drying shrinkage) การหดตัวแบบพลาสติก(plastic shrinkage) การทรุดตัวของดิน (subsidence) การทรุดตัวของดินใต้ฐานราก (settlement) และ การแข็งตัวและหลอมตัวของน้ำในคอนกรีต(freezing and thawing)

2. การเสื่อมสภาพโดยสาเหตุทางเคมี ได้แก่ คาร์บอเนชั่น(carbonation) การกัดกร่อนโดยกรด (acid attack) การกัดกร่อนโดยซัลเฟต(sulfate attack) และปฏิกิริยาระหว่างด่างกับมวลรวม (alkali-aggregate reaction)เป็นต้น

3. การเสื่อมสภาพโดยสาเหตุทางกลได้แก่การขัดสี (abrasion) การชะด้วยกระแสน้ำและกรวดทราย (erosion) และการแตกตัวของฟองอากาศในน้ำ(cavitations)

4. การเสื่อมสภาพโดยสาเหตุทางชีวภาพได้แก่การเสื่อมสภาพโดยตะไคร่ รา รากพืช หรือแบคทีเรีย

5. การเสื่อมสภาพโดยสาเหตุรวม (mixed process) ได้แก่ การก่อสนิมในเหล็กเสริม ซึ่งเป็นปัญหาใหญ่ที่ทำลายเศรษฐกิจทางด้านอาคารและสิงปลูกสร้างและอาจจะทำให้เกิดการวิบัติแก่โครงสร้าง

รูปที่ 2.1 สภาวะภายนอกที่ตรวจพบ 1 หลังจากการใช้งานมาแล้ว 45 ปี

(อาคารในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)

รูปที่ 2.2 สภาวะภายนอกที่ตรวจพบ 2 หลังจากการใช้งานมาแล้ว 45 ปี

รูปที่ 2.3 สภาวะภายนอกที่ตรวจพบ 3 หลังจากการใช้งานมาแล้ว 45 ปี

รูปที่ 2.4 สภาวะภายนอกที่ตรวจพบ 4 หลังจากการใช้งานมาแล้ว 45 ปี

รูปที่ 2.5 สะพานพันท้ายนรสิงห์ ก่อนการบูรณะ

รูปที่ 2.6 สะพานพันท้ายนรสิงห์ หลังจากการบูรณะ

2.1.2 สะพานบริษัทสากลการทอจำกัด

รูปที่ 2.7 สภาวะภายนอกที่ตรวจพบ 1 สะพานบริษัท สากลการทอ จำกัด

รูปที่ 2.8 สภาวะภายนอกที่ตรวจพบ 2 สะพานบริษัท สากลการทอ จำกัด

2.1.3 สะพานศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวี

รูปที่ 2.9 สภาวะภายนอกที่ตรวจพบ 1 สะพานศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวี

รูปที่ 2.10 สภาวะภายนอกที่ตรวจพบ 2 สะพานศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวี

2.1.4 สะพานโรงเรียนอุ่นอารีวิทยา

รูปที่ 2.11 สภาวะภายนอกที่ตรวจพบ 1 สะพานโรงเรียนอุ่นอารีวิทยา

รูปที่ 2.12 สภาวะภายนอกที่ตรวจพบ 2 สะพานโรงเรียนอุ่นอารีวิทยา

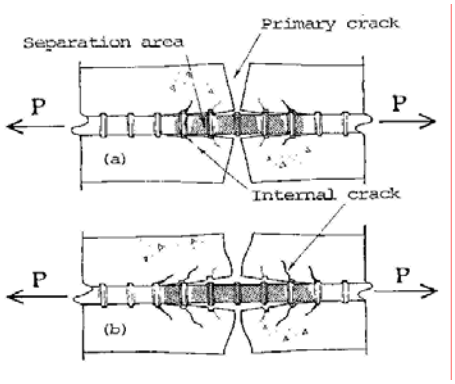
2.2 ความพรุนในเนื้อคอนกรีต (porosity & permeability of concrete)

คุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของคอนกรีตก็คือมีความพรุนในลักษณะของรูเล็กๆที่ต่อเชื่อมกันอย่างกว้างขวาง และมีความกว้างพอเพียงที่จะเอื้อให้น้ำซึมผ่านได้ในปริมาณหนึ่ง ในสภาวะปกตินำ้ที่ฝังตัวอยู่ในอณูของคอนกรีตจะมีคุณสมบัติความเป็นด่างอยู่ในระดับ PH 12- pH 13 ซึ่งนับเป็นเกณฑ์ที่สูงพอที่จะปกป้องเหล็กเสริมในคอนกรีตจาก (oxide film) ได้ แต่บางครั้งเราค้นพบว่าเหล็กนั้นได้ก่อสนิมในตัวเองมาก่อนหน้าที่จะถูกคอนกรีตมาห่อหุ้ม ซึ่งในกรณีนี้การยึดเหนี่ยวของวัสดุทั้งสองจะมีข้อบกพร่องอยู่ ในกรณีเช่นนี้เหล็กย่อยอยู่ในภาวะเสี่ยงต่อการกัดกร่อนอย่างต่อเนื่องต่อไป

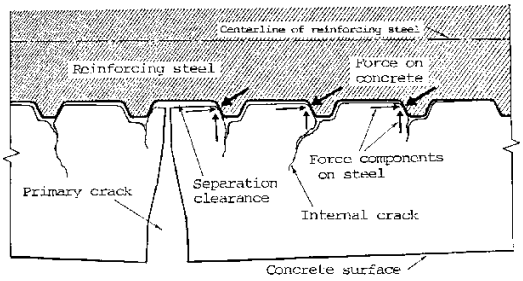
เมื่อปริมาณน้ำผ่านเข้าออกมีปริมาณมากและบ่อยขึ้น อีกทั้งยังมีสารแปลกปลอมชนิดอื่นเข้ามาปนเปื้อนอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารคลอไรด์ หรือเกลือโดยได้ออกซิเจนมาเป็นตัวเร่งอีก เหล็กในบริเวณนั้นจะถูกกัดกร่อนในอัตราและความเร็วที่สูงขึ้นตามกันไป การสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์นี้ไม่สามารถทำได้โดยตรง แต่สามารถใช้เครื่องจำลองการวัดความโน้มเอียงไปโดยวิธีการวัดทางไฟฟ้าเคมีชนิดหนึ่งที่เรียกว่า *'Mixed'* potential ของแท่งเหล็กในบริเวณนั้นๆโดยสังเกตค่าศักยะครึ่งเซลล์โดยไม่ต้องทำลายเนื้อคอนกรีตที่ห่อหุ้มไว้แต่อย่างใด วิธีการนี้ได้กลายมาเป็นวิธีการที่ใช้กันอยู่อย่างแพร่หลายเพื่อค้นหาร่องรอยและอัตราความสูญเสียอย่างใกล้เคียงที่สุดวิธีหนึ่ง

- **การแยกตัวระหว่างคอนกรีตและเหล็กและการเกิดสนิม**

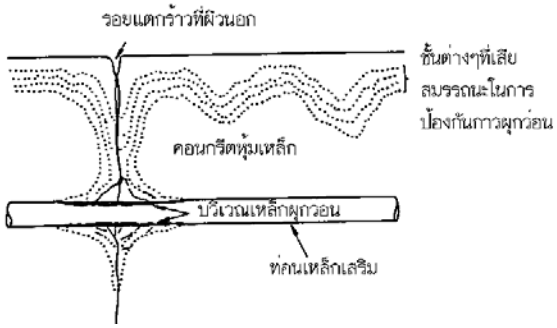
เมื่อโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเกิดการแตกร้าวจนถึงส่วนที่เหล็กเสริมจับตัวกับเนื้อคอนกรีตแน่นอยู่เดิม ความเปลี่ยนแปลงเบื้องแรกที่เกิดขึ้นก็คือเกิด การแยกตัวออกจากกันของวัสดุทั้งสองชนิดนั้นซึ่งแต่เดิมมีการยึดโยงกันแน่น (Bond) อยู่ การสูญเสียการยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตและเหล็กเสริมนี้เป็นปรากฏการณ์ของแตกร้าวที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน การแยกผิวกันระหว่างท่อนเหล็กและคอนกรีตเป็นระยะทางยาวประมาณ 10 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริมเป็นอย่างน้อย อาจกล่าวได้ว่าที่ใดมีการแตกร้าว การสูญเสียการยึดเหนี่ยว (Bond) ระหว่างเหล็กและคอนกรีตจะเกิดขึ้น ณ บริเวณนั้น ยิ่งจะเอื้ออำนวยต่อพฤติกรรมการเพิ่มปริมาณของสนิมเหล็กขึ้นตามเวลา



รูปที่ 2.13 ภาพขยายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการแตกร้าวภายในและรอยแตกร้าวภายนอก (Suzuki, Srisompong [22], [23])

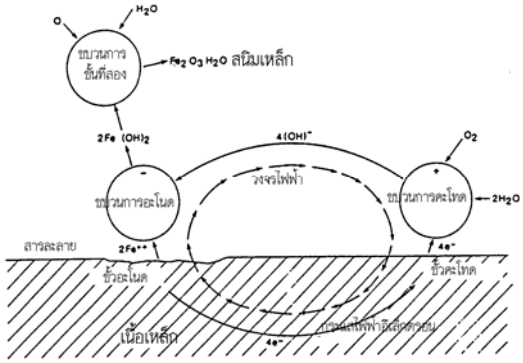


รูปที่ 2.14 ช่องว่างระหว่างการแยกผิวเหนี่ยวยึดระหว่างเหล็กและคอนกรีตใกล้บริเวณรอยแตกร้าวภายนอก



รูปที่ 2.15 ลักษณะของการเกิดสนิมบริเวณเหล็กเสริมในคอนกรีต

การเกิดสนิมของเหล็กเสริมในคอนกรีตสร้างเมื่อเหล็กรีด (Rolled steel) ถูกผลิตขึ้นในโรงงาน ผิวของเหล็กจะถูกเคลือบไว้ ด้วยผงของออกไซด์ขนาดใหญ่อยู่กระจัดกระจายทั่วไปปกคลุมผิวเหล็กที่รีดแล้วเอาไว้ชั้นหนึ่งก่อน แต่จากการตรวจสอบอย่างละเอียดจะพบว่ามีรอยแตก (Cracking) หรือการหลุดล่อนของสารที่เคลือบไว้ในระดับหนึ่ง ต่อมาเมื่อมีน้ำและออกซิเจนที่อยู่รอบๆ ผิวของเหล็กนั้นเซซึมเข้ามาสัมผัสก็จะทำปฏิกิริยากับอณูเล็กๆ ของเหล็กที่แตกตัวอยู่ในรูปของโมเลกุลหรือองค์ประกอบทางไฟฟ้าขนาดเล็กเรียกว่า “อิออนของเหล็ก” มีสัญลักษณ์ทางเคมีว่า “Fe++” ดังในรูปที่ 4.5 ปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นที่บริเวณที่อยู่ระหว่างชั้นบางๆ ของออกไซด์ที่เคลือบเอาไว้ และมีร่องรอยหลุดลอกไปก่อนในชั้นแรกจากนั้นจะลุกลามออกไปบริเวณกว้างในเวลาอันรวดเร็ว



รูปที่ 2.16 กระบวนการณ์ของการกัดกร่อนโลหะเหล็ก

- **การกัดกร่อนของโครงสร้างที่จมปริ่มระดับน้ำ (Submerged structures)**

การกัดกร่อนในคอนกรีตเป็นปัญหาใหญ่ประการหนึ่งในการรักษาสภาพของโครงสร้างพื้นฐานและอาคารสถาปัตยกรรม ปรากฏการณ์นี้พบได้ทั่วไปในโครงสร้างอาคารที่ตั้งอยู่ในสภาวะที่มีความชื้นจากน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม

ความเสียหายต่อพื้นผิวทางวิ่งแอสฟัลติคคอนกรีต (asphaltic concrete) ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

ทางวิ่งและทางขับของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิประสบปัญหาจากการขึ้น-ลงของน้ำใต้ดินจนเกิดการหลุดร่อน เนื่องจากดินในเขตนั้นต้องรับน้ำหนักของอากาศยาน และมีการขึ้น-ลงของน้ำใต้ดินปริ่มอยู่ใกล้ระดับทางวิ่งและทางขับ สภาวะการทรุดตัวของดินที่เกิดจากการสูบน้ำบาดาลอย่างต่อเนื่องก็

เป็นการซ้ำเติมอยู่แม้ว่าจะได้มีมาตรการควบคุมในเรื่องนี้อยู่แล้วก็ตาม นับเป็นความสูญเสียที่เกินความคาดหมาย ผู้เขียนได้เสนอแนวทางแก้ปัญหา โดยปิดกั้นการซึมผ่านของน้ำ(Water penetration) ที่ผ่านชั้นดินขึ้นมาจนถึงผิวบนของโครงสร้างพื้นทางวิ่งในวารสารทางวิชาการฯ 2551[1]

- **ปัญหาการเกิดสนิมเหล็กในสภาวะน้ำกร่อย (Brackish water)**

ปัญหาการเกิดสนิมเหล็กในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นปัญหาซึ่งมีผลกระทบต่อความแข็งแรงของโครงสร้างอาคารนับตั้งแต่เสาเข็ม ฐานราก เสา คาน พื้น และหลังคาเหล็กเสริมในคอนกรีตจะถูกกัดกร่อนในในลักษณะดังต่อไปนี้คือ

1.) ขนาดหน้าตัดเหล็กเล็กลง เนื่องจากเหล็กบางส่วนกลายเป็นสารละลายอิสระ (Fe2+) และอิเลคตรอน ทำให้สามารถรับแรงได้น้อยลง

2.) องค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กเกิดการแตกร้าวตามแนวเหล็กเสริม เนื่องจากสนิมเหล็กจะมีปริมาตรมากกว่าเหล็กเดิมและเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจึง เกิดแรงดันต่อคอนกรีตบริเวณรอบๆ ผิวเหล็กทำให้เนื้อคอนกรีตหลุดล่อนออก ความสามารถในการรับกำลังของโครงสร้างจึงลดลง

องค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก มีลักษณะปรากฏการณ์ที่คล้ายคลึงกับที่เกิดกับโครงสร้างคอนกรีตอัดแรง แต่ที่แตกต่างกันอยู่และเห็นได้เด่นชัดก็คือลักษณะการหุ้มผิวของเส้นเหล็กเสริมกำลังของโครงสร้างคอนกรีตทั่วไปกับอย่างหลังก็คือ อย่างแรกนั้นมีแผ่นฟิล์มบางๆเท่านั้นที่หุ้มเคลือบผิวแท่งเหล็กไว้ก่อน ส่วนในอย่างหลังนั้นมีการห่อหุ้มด้วยวัสดุที่แน่นหนาถาวรกว่ามาก

คอนกรีตและเหล็กเสริมมีการยึดโยงกันแน่น (Bond) อยู่แต่เดิม การแยกตัวออกจากกันของวัสดุทั้งสองชนิดจะเกิดขึ้นเมื่อสนิมเริ่มก่อตัว หากโครงสร้างในบริเวณนั้นเกิดการแตกร้าวจนถึงผิวคอนกรีตภายนอกด้วยแล้วความรุนแรงของการแยกตัวก็จะเพิ่มตามกัน อาจจะเป็นระยะยาวประมาณ 10 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริมเป็นอย่างน้อย การสูญเสียการยึดเหนี่ยวระหว่างเหล็กและคอนกรีตจะเกิดขึ้น ณ บริเวณนั้น ยิ่งจะเอื้ออำนวยต่อพฤติกรรมการเพิ่มปริมาณของสนิมเหล็กในอัตราเร่งที่สูงมาก

- **แนวทางการทดลองเพื่อประเมินลักษณะและอัตราความสูญเสีย**

เพื่อที่จะทราบพฤติกรรมและสามารถประเมินลักษณะและอัตราความสูญเสียของโครงสร้างคอนกรีตในส่วนที่จุ่มจมอยู่ในน้ำ ผู้เขียนได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยเริ่มต้นเมื่อปี พ.ศ. 2552 เป็นต้นมา และปัจจุบันนี้อยู่ระหว่างการบันทึกข้อมูลและเริ่มทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มา

---

[1] สาเหตุและการแก้ไขความเสียหายของทางวิ่งและทางขับสนามบินสุวรรณภูมิ,วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล.ฉบับที่ 6/2551

อย่างต่อเนื่อง โดยมีรายละเอียดเบื้องต้นดังนี้คือ

คอนกรีตที่ใช้มีกำลังรับแรงอัดประลัย :240 กก./ตร.ซม. ทำการเร่งให้ท่อนทดลองเกิดสนิม โดย : ระยะเวลาการเร่งให้เกิดสนิม 240 วัน โดยที่ แช่แท่งคอนกรีตเสริมเหล็ก ในสารละลาย โซเดียม คลอไรด์ (NaCl) 3 เปอร์เซนต์ที่ระดับความลึก 30 cm

วัสดุอุปกรณ์และการวัดผลในการทดลอง

การวัดผลและค่าความเปลี่ยนแปลงต่อการก่อสนิมอยู่ระหว่างดำเนินการ มีการบันทึกน้ำหนักของแท่งทดลองเป็นระยะๆเพื่อทราบความเปลี่ยนแปลง มีการใช้แว่นขยายและอุปกรณ์วัดระยะและปริมาณของการก่อสนิมในเหล็กเสริม ในอนาคตมีความดำริจะใช้วิธีประเมินค่าการก่อสนิมด้วยกรรมวิธีทางไฟฟ้าที่เรียกว่า “ศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์” โดยระบุตำแหน่งต่าง ๆ บนท่อนทดลองที่ต้องการทำการวัดต่อไป

2.3 การออกแบบ-ก่อสร้างคันเขื่อนโลหะ

เพื่อป้องกันน้ำท่วมของวัดไชยวัฒนาราม 2551-2552

รูปที่ 2.17 พนังกั้นน้ำโครงสร้างแผ่นโลหะสเตนเลส

วันนี้ 9 มิถุนายน พ.ศ.2552 บ.ไทยวัฒน์วิศวการทาง จำกัด ได้ทำการสาธิตการติดตั้งแนวกำแพงป้องกันน้ำท่วมถาวรหน้าโบราณสถานวัดไชยวัฒนาราม อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา โดยการออกแบบต้นแบบของกรมโยธาธิการและผังเมือง กำแพงป้องกันน้ำท่วมดังกล่าว ทำจากแผ่นสเตนเลส กว้าง 1.20 เมตร ยาว 2.10 เมตร ติดตั้งตลอดแนวริมแม่น้ำเจ้าพระยาหน้าวัดไชยวัฒนาราม รวมระยะทางเกือบ 400 เมตร ซึ่งกำแพงป้องกันน้ำท่วมที่จัดสร้างขึ้น จะเป็นแบบพับเก็บได้ โดยมีแผ่นปูนกว้าง 50 ซม. ยาว 1 เมตร ปิดทับอีกชั้นหนึ่ง เพื่อความสวยงาม

รูปที่ 2.18 การก่อสร้างกำแพงกันดินริมตลิ่งในเบื้องต้น

นายสมยศ สุนทรีวงศ์ วิศวกรโยธาชำนาญการ กรมโยธาธิการและผังเมือง เปิดเผยว่า โครงการซ่อมแซมและปรับปรุงคันกั้นน้ำท่วมพื้นที่โบราณสถานวัดไชยวัฒนาราม ใช้งบประมาณทั้งสิ้นทั้งสิ้น 49.5 ล้านบาท เริ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 28 กรกฎาคม 2550 แล้วเสร็จในวันที่ 20 กันยายน 2552 โดยจนถึงขณะนี้การก่อสร้างมีความคืบหน้าไปกว่าร้อยละ 80 เหลือเพียงการตกแต่ง และเก็บรายละเอียดเล็กน้อยก็จะสมบูรณ์

รูปที่ 2.19 การทำงานของพนังกั้นน้ำเมื่อระดับน้ำขึ้นสูง

รูปที่ 2.20 แนวหลังพนังกั้นน้ำ

กำแพงดังกล่าวถูกออกแบบโดยวิศวกรของกรมโยธาธิการและผังเมือง ได้ทำการทดสอบจนได้ผลว่า สามารถต้านทานการไหลท่วมเข้ามาในเขตวัดได้ในระดับสูงจากพื้นดินมาตรฐานของวัดได้ประมาณ 2.0 เมตร หรืออยู่ที่ระดับสูงกว่าน้ำทะเลปานกลางประมาณ 5.4 เมตร. ทั้งนี้ในการออกแบบได้นำค่าระดับน้ำสูงสุดเมื่อปี 2539 มาเป็นเกณฑ์ในการคำนวณการรับน้ำของแผ่นสเตนเลสดังกล่าว หลักการการออกแบบก็คือทำให้แผงโลหะดังกล่าวนั้นปรับยกขึ้นได้ด้วยการใช้บานพับตรึง

ปลายข้างหนึ่งไว้ ในการนี้ทำได้โดยใช้ท่อเหล็กค้ำยันทำหน้าที่ประคองแผงกั้นน้ำเหล่านั้นไว้ หลังจากนั้นก็จะใช้ผ้ายางปิดทับอีกชั้นหนึ่ง ระบบนี้ได้พัฒนาขึ้นจากระบบเดิมแต่ที่ดีกว่า กล่าวคืออุปกรณ์ทั้งหมดสามารถเก็บไว้ในที่เดิมด้วยการนอนราบลง เมื่อถึงเวลาน้ำท่วมก็จะใช้คนงานเพียง 2 – 3 คนในการยกปลายข้างหนึ่งตั้งชันขึ้น ใช้เวลาเพียง 2 วัน ก็แล้วเสร็จ นายเมธาดล วิจักขณะผู้อำนวยการอุทยานประวัติศาสตร์พระนครศรีอยุธยา กล่าวว่าในปีนี้กรมโยธาธิการและผังเมืองร่วมกับจังหวัดพระนครศรีอยุธยา และกรมศิลปากร จะทดสอบกำแพงป้องกันน้ำท่วมในปีนี้เป็นปีแรกเพื่อดูว่ามีจุดบกพร่องใดที่ต้องปรับปรุงแก้ไข กำแพงป้องกันน้ำท่วมในครั้งนี้ได้ผลดีกว่าของเดิม เนื่องจากประหยัดเวลา และแรงงาน อีกทั้งไม่ต้องยุ่งยากในการตั้งนั่งร้านเพื่อค้ำยันแผ่นปูน (ในแบบที่ใช้อยู่แต่เดิม) และไม่ต้องเสียงงบประมาณในการจัดซื้อกระสอบทรายเหมือนทุกปีที่ผ่านมา ใช้เวลาในการติดตั้งสั้นกว่าของเดิม สิ่งที่ได้ผลดีอีกประการหนึ่งที่สำคัญในการออกแบบสถาปัตยกรรมก็คือ กำแพงป้องกันน้ำท่วมนี้ไม่บดบังทัศนียภาพของการท่องเที่ยวทางน้ำ

2.4 ปรากฏการณ์ที่ซ้ำเติมปัญหาน้ำท่วม

การพัฒนาด้านอุตสาหกรรมและการขยายตัวของชุมชนอย่างรวดเร็วในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งกิจกรรมต่าง ๆ ดังกล่าวมีความจำเป็นต้องใช้น้ำเป็นพื้นฐานและจากการที่การบริการประปาไม่สามารถบริการได้อย่างทั่วถึงและเพียงพอ จึงมีความจำเป็นต้องใช้น้ำบาดาลเพื่อกิจกรรมดังกล่าวและเพิ่มมากขึ้น จนทำให้เกิดการทรุดตัวของแผ่นดินส่งผลกระทบ ด้านสิ่งแวดล้อมและอื่น ๆ

- ตัวอย่างปัญหาดินยุบตัวที่จังหวัดปทุมธานี
  ดินทรุดทั้งซอย (17 มกราคม 2553)

บ้านจัดสรรในปทุมธานีเกือบ 50 หลัง เกิดปรากฏการณ์ดินทรุดตัวหายไปจากใต้พื้นบ้านเป็นโพรงลึกกว่า 1 เมตร มองเห็นตัวบ้านอยู่บนเสาเข็มชัดเจน เผยตั้งแต่ซื้อมาก็ประสบปัญหาดินทรุดเรื่อย ๆ แถมฐานรากก็ไม่เกาะอยู่บนหัวเสาเข็ม ต้องซื้อดินมาถมกันเอง ด้านนายกเทศมนตรีเผยต้องเสียงบประมาณยกถนนไปแล้วกว่า 50 ล้านบาท แต่บางซอยต้องรองบประมาณ

เมื่อวันที่ 17 ม.ค. 2553 อดีตนายทหารอากาศนายหนึ่งได้ร้องเรียนว่าได้ซื้อบ้านทาวน์เฮาส์ขนาด 17 ตารางวา ในราคา 580,000 บาท เพื่อพักอาศัยเมื่อปี 2538 ชื่อหมู่บ้านรินทร์ทอง ลำลูกกา ม.2

ต.คูคต อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี จากโครงการบ้านจัดสรรที่มีชื่อเสียงแห่งหนึ่ง ประสบปัญหาดินทรุดมาอย่างต่อเนื่อง ส่วนหนึ่งของสาเหตุสันนิฐานว่ามาจากสาเหตุที่มีการขุดหน้าดินไปขาย ทำให้ใต้ถุนบ้านทาวน์เฮาส์จะเป็นโพรงทุกหลังเหมือนกันหมด เป็นเช่นที่กล่าวนี้คล้ายกันหมดแทบทุกซอย แต่หลังจากนั้นทางเทศบาลเมืองลำสามแก้ว ได้มาทำถนนให้อยู่ในระดับเดียวกับพื้นบ้านไปแล้วในส่วนใหญ่ ส่วนซอยที่ 6 นั้นยังไม่ได้ทำเนื่องจากงบประมาณไม่พอ บ้านของตนก็ต้องถมขึ้นมาให้เท่ากับพื้นบ้านประมาณ 1 เมตร เฉพาะซอย 6 มีทั้งหมด 48 หลังคาเรือน เวลาถึงหน้าน้ำต้องใช้เรือหรือแพออกจากบ้านทุกวัน

รูปที่ 2.21 สภาพดินยุบตัวใต้พื้นบ้านทาวน์เฮาส์

เขากล่าวต่ออีกว่า มีทาวน์เฮาส์บางหลังที่ฐานรากของตัวบ้านไม่ได้อยู่บนหัวเสาเข็มที่ตอกลงไป ซึ่งก็เป็นเรื่องที่แปลกมาก เพราะตามปกติโครงสร้างของการก่อสร้างระบบฟุตตั้งบนหัวเสาเข็มจะต้องติดกัน มีการผูกเหล็กเทปูนให้เป็น ฐานเดียวกัน แต่ที่นี่ไม่เป็นอย่างนั้น โดยเฉพาะดินที่ถม อยู่ใต้พื้นบ้านไม่มีเหลืออยู่ จึงเป็นโพรงและมีน้ำขัง ไม่ทราบเหมือนกันว่ามันจะเกิดผลกระทบอะไรตามมาในอนาคตหรือไม่

ขณะที่ผู้ครอบครองที่อยู่อาศัยอีกคนหนึ่ง อายุ 73 ปี เปิดเผยเพิ่มเติมว่า "มาซื้อบ้านที่นี่ประมาณ 15 ปี ต่อมาประมาณ 3 ปี ถนนเริ่มทรุด แต่ก็ไม่มากเท่าถึงปัจจุบัน ตอนนั้นก็ถามเจ้าของโครงการว่าทำไมเป็นอย่างนี้ ก็ได้รับคำตอบว่าเป็นธรรมชาติ จึงตีเข็มยกพื้นที่หน้าขึ้นเนื่อง จากเริ่มทรุดไปตามถนน แต่ตัวบ้านไม่ได้รับผลกระทบ แต่ก็ยังมีการทรุดมาอย่างต่อเนื่อง อย่างที่เห็นน่าจะถึงเมตร จึงตีเสาเข็มใหม่อีกครั้งลึกลงไปถึง 19 เมตรให้ถึงก้นของมันจนถึงดินแดงพื้นล่าง ตอนแรกที่มาซื้อทั้งพื้นถนนและ

พื้นบ้านก็จะเท่ากัน มาตอนหลังไม่รู้ว่าดินยุบไปไหนหมด บ้านไหนที่พอจะมีเงินก็ถมพื้นหน้าบ้านให้เสมอกับพื้นบ้านเดิมก็ประมาณ 1 เมตร เจ้าของบ้านหลังไหนที่เขามีที่ไปก็ย้ายไปอยู่ที่อื่น มีทั้งปล่อยร้างและประกาศขาย"

นายกเทศมนตรีเทศบาลเมืองลำสามแก้ว ต.คูคต อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี เปิดเผยว่า หมู่บ้านรินทร์ทอง ซึ่งอยู่ในพื้นที่รับผิดชอบ ได้ก่อสร้างมากว่าสิบปีแล้ว โดยได้ปลูกสร้างบนพื้นที่บ่อดินเก่าที่มีการนำดินมาถมใหม่ จึงเป็นเหตุให้ดินยุบตัวลงมาจำนวนมาก ซึ่งเดิมทางโครง การหมู่บ้านได้ก่อสร้างในพื้นที่เสมอกันหมด เมื่อมีการอยู่ไปสักสามสี่ปีพื้นดินได้ยุบตัวลงมาเรื่อย ๆ แต่ตัวอาคารได้ลงเสาเข็มลึกถึงพื้นดินจึงไม่ทรุดตัวมาก เขากล่าวเพิ่มเติมว่า ที่ผ่านมาทางเทศบาลได้ตั้งงบประมาณยกพื้นถนนไปจำนวน 4 ซอย หมดงบประมาณไปกว่า 40 ล้านบาท ขณะนี้ได้ตั้งงบประมาณอีก 8 ล้านบาท เพื่อยกถนนด้านท้ายหมู่บ้าน ซึ่งจะต้องตั้งงบประมาณอีกเกือบร้อยล้านถ้าจะยกถนนทางเข้าทั้งหมด ซึ่งเทศบาลได้ทยอยทำให้ครบทุกซอย แต่ก็บางซอยต้องช้าลงบ้าง เพราะงบประมาณมีไม่เพียงพอ และเจ้าของโครงการก็ขายไปหมดแล้ว จึงเป็นหน้าที่ของผู้ซื้อต้องซ่อมกันเอง แต่เทศบาลได้ยื่นมือเข้ามาช่วยเหลือ และเมื่อตรวจสอบโครงการก่อสร้างของหมู่บ้านพบว่า มีการลงเสาเข็มลึกถึง 20 เมตรลงสุดใต้ดิน แต่บางจุดที่ดินไม่แน่น ก็จะทรุดตัวลงจนฐานรากลอยตัวห่างจากหัวเสาเข็ม ซึ่งเมื่อพบเห็นทุกคนกลัวอันตรายจะเกิดขึ้นมา ชาวบ้านที่ได้รับความเดือดร้อนต่างได้ร้องเรียนไปที่ สคบ. แต่ยังไม่มีการลงมาตรวจสอบภายในหมู่บ้านที่ได้รับความเดือดร้อนแต่อย่างใด

ปัญหาดังกล่าวข้างต้นนี้เห็นกันอยู่ทั่วไปทั้งในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล แต่ในช่วง 5 ปีที่แล้วมาทางกรุงเทพมหานครได้บังคับใช้มาตรการควบคุมการขุดเจาะและสูบน้ำบาดาลอย่างต่อเนื่อง ทำให้ปัญหาดังกล่าวได้คลี่คลายไปในอัตราหนึ่งแม้ว่ายังไม่หมดไปอย่างเบ็ดเสร็จ แต่ในปริมณฑลนั้นยังประสบปัญหาอย่างต่อเนื่อง และมีแนวโน้มว่าจะวิกฤตลงไม่มีแนวโน้มว่าจะคลี่คลายลงแต่อย่างใด

- **กรณีแผ่นดินทรุดเป็นปัญหาที่ซ้ำเติมความสูญเสีย**

การทรุดตัวอย่างต่อเนื่องของดิน(Soil subsidence) จากรายงานการสำรวจพบว่ายังมีการทรุดตัวอยู่อย่างต่อเนื่องประมาณปีละ 40 มิลลิเมตร โดยทั่วไปในกรุงเทพมหานคร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตลาดกระบังและหนองจอก

การขึ้นลงของน้ำใต้ดินเป็นอีกปัญหาหนึ่ง ระดับน้ำใต้ดินและการขึ้น-ลงตามฤดูกาลของน้ำใต้ดินนั้นมักจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้างอาคารต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตกรุงเทพมหานครซึ่งตั้งอยู่ในเขตที่มีชั้นดินที่อ่อนและมีน้ำท่วมขังมายาวนาน ตามปกติจะมีแรงดันยก (up-lift force) ของน้ำใต้ดินที่กระทำต่อโครงสร้างชั้นที่อยู่ติดดินสามารถก่อความเสียหายต่อโครงสร้างคอนกรีตในอาณาบริเวณนั้นหรือต่ออาคารางเคียงได้ อาคารที่มีการระบายน้ำฝนจากหลังคาลงมายังชั้นดินใต้อาคารก็มักเกิดปัญหาเช่นเดียวกัน กล่าวคือเมื่อระบบการระบายน้ำสาธารณะเกิดติดขัดหรือมีน้ำท่วม ปริมาณน้ำทั้งหมดจะท่วมท้นก่อปัญหาอย่างใหญ่หลวง ดินใต้ฐานรากก็จะเสียกำลังแบกทานน้ำหนักลง และเมื่อฝนตกชุกน้ำก็จะท่วมขังในปริมาณที่เพิ่มขึ้นทุกปี ปรากฏการณ์ดังกล่าวถือเป็นการซ้ำเติมปัญหาเดิมคือปัญหาน้ำท่วมที่มีอยู่แล้วให้รุนแรงมากขึ้น ก่อให้เกิดความสูญเสียแก่อาคารอย่างไม่สิ้นสุด

- **การติดตามตรวจสอบและแก้ไขปัญหาการใช้ ทรัพยากรน้ำบาดาลและการทรุดตัวของแผ่นดินในเขต กรุงเทพมหานครและปริมณฑล**

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อมได้รับมอบหมายให้ดำเนินการศึกษาและรวบรวมข้อมูล ในโครงการป้องกันและแก้ไขวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและแผ่นดินทรุดในเขตกรุงเทพมหานครเมื่อปี พ.ศ. 2521-2524 ครอบคลุมพื้นที่ 4 จังหวัด คือ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ เพื่อกำหนดมาตรการป้องกันและแก้ไข วิกฤตการณ์น้ำบาดาลและแผ่นดินทรุด ซึ่งมาตรการดังกล่าวได้รับความเห็นชอบจากคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 15 มีนาคม 2526 ให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องถือแนวทางปฏิบัติและได้มอบหมายให้สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม ประสานการดำเนินงานกับกรมทรัพยากรธรณี และกรมแผนที่ทหาร ในการติดตามสถานการณ์น้ำบาดาลและแผ่นดินทรุด เพื่อประเมินผลการนำมาตรการไปใช้ในทางปฏิบัติและให้รายงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ดังนั้น สำนักงานฯ จึงได้กำหนดให้มีการดำเนินงานในโครงการติดตามตรวจสอบและแก้ไขปัญหาการใช้ทรัพยากรน้ำบาดาลและการทรุดตัวของแผ่นดิน ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เพื่อให้มีการดำเนินการตามมาตรการซึ่งจะช่วยให้การแก้ไขปัญหาวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและแผ่นดินทรุดสัมฤทธิ์ผล และจากการติดตามตรวจสอบพบว่าอัตราการทรุดตัวของแผ่นดินบริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีอัตราการทรุดตัวลดลง แต่ในเขตจังหวัดนครปฐมและสมุทรสาครระดับน้ำบาดาลลดลงอย่างรวดเร็ว และอัตราการทรุดตัวของ แผ่นดินเพิ่มมากขึ้น สำนักงานฯ จึงได้เสนอเรื่องการขยายเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและแผ่นดินทรุดให้ครอบคลุม จังหวัดนครปฐมและ

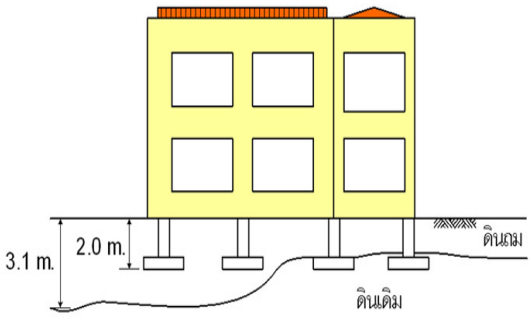
สมุทรสาครต่อคณะรัฐมนตรี ซึ่งคณะรัฐมนตรีได้มีมติเห็นชอบเมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม 2538 ให้ขยายเขตควบคุมวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและแผ่นดินทรุดเพิ่มจาก 4 จังหวัด เป็น 6 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี สมุทรปราการ นครปฐม และสมุทรสาคร

2.5 ความเสียหายต่อฐานรากของอาคารเมื่อดินยุบตัว

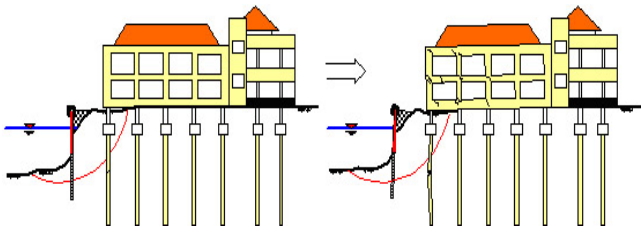
การขึ้นลงของน้ำใต้ดินตามปกติจะมีแรงดันยก (Up-lift force) ของน้ำใต้ดินที่กระทำต่อสระว่ายน้ำหรือรางระบายน้ำจนสามารถก่อความเสียหายต่อโครงสร้างคอนกรีตในอาณาบริเวณนั้นหรือต่ออาคารข้างเคียงได้เช่นกัน อาคารที่มีการออกแบบให้มีการระบายน้ำฝนจากหลังคาหรือดาดฟ้าลงมายังชั้นดินใต้อาคารก็มักเกิดปัญหาเช่นเดียวกันนี้ กล่าวคือเมื่อระบบการระบายน้ำสาธารณะเกิดติดขัดหรือมีน้ำท่วม ปริมาณน้ำทั้งหมดจะท่วมท้นก่อปัญหาอย่างใหญ่หลวง ดินใต้ฐานรากก็จะเสียกำลังแบกทานน้ำหนักลงไปอย่างมาก

การเคลื่อนตัวของดินตามความลาดชัน

อาคารที่สร้างอยู่ใกล้ตลิ่ง หรือ คู คลอง โดยไม่มีการก่อสร้างโครงสร้างป้องกันดินพัง เมื่อเวลาผ่านไป ดินบริเวณตลิ่งจะถูกน้ำกัดเซาะออกไป ทำให้มีความลาดชันของตลิ่งสูงมากขึ้นตามเมื่อระดับน้ำมีการลดลงอย่างรวดเร็วก็จะทำให้ไหล่ลาดของดินเกิดการพังทลาย มวลดินที่พังทลายนี้ หากอยู่ภายในขอบเขตของฐานราก ก็จะส่งผลทำให้เกิดแรงดันดินปริมาณมหาศาลต่อเสาเข็มของอาคารข้างเคียง และทำให้เสาเข็มหักในที่สุด



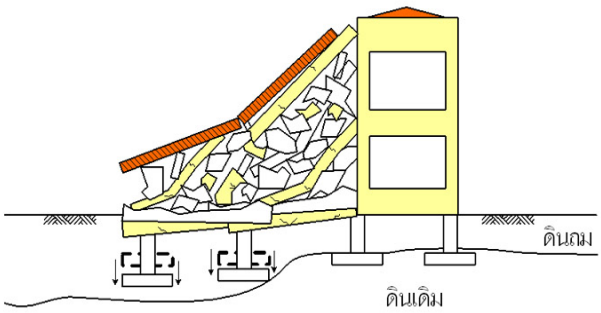
รูปที่ 2.22 อาคารที่มีฐานรากอยู่บนชั้นดินที่แตกต่างกัน



รูปที่ 2.23 การเคลื่อนตัวด้านข้างของดินเสาเข็มหัก

ดินยุบตัวเมื่อถมไม่แน่น (Collapsible soil)

การวิบัติของฐานรากแผ่ที่วางตัวอยู่บนดินนั้นพบมากในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งดินมีลักษณะของการยึดเกาะของเม็ดดินแบบหลวมๆ คล้ายโครงสร้างรวงผึ้ง (Honey comb structure) มีออกไซด์ของเหล็กเป็นตัวเชื่อมประสานระหว่างเม็ดดิน ดินชนิดนี้เมื่ออยู่ในสภาวะแห้งจะมีความแข็งแรงมาก สามารถรับน้ำหนักได้มากกว่า 100 ตัน ต่อตารางเมตร แต่เมื่อสัมผัสน้ำออกไซด์เหล็กที่ยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินจะถูกทำลายลง ความสามารถในการรับน้ำหนักของดิน จนอาจจะลดลงเหลือเพียง 5 ตันต่อตารางเมตร ซึ่งก็จะทำให้เกิดการทรุดตัวอย่างฉับพลัน



รูปที่ 2.24 การพังทลายของอาคารอันเนื่องมาจากฐานรากแผ่ที่วางอยู่บนดินยุบตัว

- **การทรุดตัวของดินที่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างอาคาร**

  สาเหตุแห่งการทรุดตัวของอาคาร

การล้มเหลวในการรับน้ำหนักบรรทุกของโครงสร้างอาคารที่เป็นผลอันเนื่องมาจากความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกอย่างปลอดภัยของฐานรากนับว่าเป็นเรื่องสำคัญประการที่หนึ่ง นอกจากนี้การเปลี่ยนรูปไปจากเดิมของโครงสร้างอาคารเหนือฐานรากขึ้นมาก็นับได้ว่าเป็นเรื่องสำคัญ

ประการที่สอง ส่วนสำคัญทั้งสองของโครงสร้างอาคารทุกหลังนั้นสามารถรองรับน้ำหนักทุกชนิดได้ในเงื่อนไขที่กฎหมายกำหนดและได้ผ่านการรับรองจากทางการจนได้รับอนุญาตให้ปลูกสร้างได้นั้น นับว่าถูกต้องที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่หากว่าในข้อเท็จจริงนั้นมีอุบัติการณ์เกิดขึ้นนอกเหนือจากการควบคุมตามปกติได้เสมอและตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มก่อสร้างจนกระทั่งถึงจดสิ้นสุดอายุการใช้งานของอาคารนั้น ๆ

อุบัติภัยอันเกิดโดยธรรมชาติเป็นต้นเหตุที่มิอาจคาดการได้อย่างแม่นยำด้วยประการทั้งปวง แต่หากเกิดขึ้นมาคราใดก็มักจะก่อให้เกิดความเสียหายที่มักจะเกินความสามารถที่โครงสร้างที่ถูกออกแบบมาอย่างถูกต้องดังกล่าวแล้วนั้นจะเอื้ออำนวยได้ อุบัติภัยอันได้แก่แผ่นดินทรุด ดินถล่มและเคลื่อนตัวในทิศทางต่าง ๆ น้ำท่วม แผ่นดินไหว และการสั่นสะเทือน รวมทั้งน้ำหนักทับถมที่ไม่คาดฝัน หรือแม้แต่อัคคีภัย ล้วนแล้วแต่เป็นสิ่งที่ลิดรอนความสามารถในการพยุงน้ำหนักบรรทุกที่โครงสร้างอาคารแบกรับอยู่ทั้งสิ้น

ในที่นี้ใคร่จะกล่าวถึงต้นเหตุที่มาจากการทรุดของดินที่รองรับและห้อมล้อมโครงสร้างอาคารไว้เท่านั้น เพื่อหามาตรการป้องกันหรือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นให้ทันท่วงทีก่อนที่จะถึงการวิบัติของโครงสร้างโดยรวม

ตัวอย่างอาคารทรุดเอียงเฉียบพลัน

ในช่วงประมาณกลางเดือนสิงหาคมของปีที่แล้ว (พ.ศ.2546) มีอาคารพักอาศัย 5 ชั้นหลังหนึ่งในเขตบางแคกรุงเทพมหานคร เกิดการทรุดตัวอย่างเฉียบพลัน ฐานรากบริเวณด้านหนึ่งของอาคารทรุดจมลงไปในดินลึกต่างระดับจากฐานรากอีกด้านหนึ่งประมาณ1.50 ม.ทำให้อาคารอยู่ในลักษณะล้มเอียงจากแนวดิ่งส่วนบนสุดของอาคารแยกออกจากอาคารข้างเคียงซึ่งเดิมเคยอยู่ชิดกัน วัดระยะห่างตามแนวราบได้ประมาณ 3.00 ม.ตอนที่เกิดเหตุนั้นเป็นช่วงเวลาลางคืนเจ้าหน้าที่และผู้ที่เกี่ยวข้องมาทราบเหตุการณ์ในตอนเช้า โชคยังดีที่ไม่มีผู้ใดได้รับอันตรายแต่ปัญหาก็คืออาคารยังทรุดตัวอย่างต่อเนื่องมีแนวโน้มที่จะล้มทับบ้านพักอาศัย 2 ชั้นที่อยู่ข้างเคียง ประกอบกับวันนั้นตรงกับวันอาทิตย์ซึ่งร้านค้าวัสดุก่อสร้างส่วนใหญ่ปิดดำเนินการทำให้ยากต่อการจัดหาเหล็กรูปพรรณและอุปกรณ์ ที่จะใช้ในการค้ำยันการทรุดตัวของอาคารก็ค่อนข้างเร็ว มีอัตราการทรุดตัวประมาณ 8 มม.ต่อชม.ซึ่งถือได้ว่าเป็นอันตรายมากในสภาพเช่นนั้นจำเป็นต้องแก้ไข ปัญหาเฉพาะหน้าไปพรางๆเพื่อรอคอยเหล็กที่กำลังจัดหาอยู่การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าในครั้งนั้นได้เลือกใช้ ”ทราย” ซึ่งเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายที่สุดจาก

บริเวณใกล้เคียงมาใส่ถุงแล้วนำมาวางอัดแน่นบริเวณด้านข้างของอาคารส่วนที่กำลังทรุดตัวลงเพื่อดันไม่ให้อาคารเลื่อนไถลในแนวเอียงซึ่งจะส่งผลให้อาคารทรุดตัวช้าลงกว่าเดิม ผลของการทำเช่นนั้นได้ผลเป็นที่น่าพอใจอย่างมากเพราะภายหลังจากอัดถุงทรายไปประมาณ 700 ถุงในเวลาหนึ่งชั่วโมงถัดมาอัตราการทรุดตัวของอาคารลดลงเหลือประมาณ 3-4 มม. เมื่อเห็นได้ผลเช่นนั้นแล้วและประกอบกับยังไม่ทราบว่าจะหาเหล็กค้ำยันจากที่ใดได้จึงได้ตัดสินใจที่จะใช้ทรายมาค้ำยันให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ท้ายที่สุดได้อัดถุงทรายไปประมาณ 2000 ถุงค่าการทรุดตัวของอาคารลดลงเหลือประมาณ1-2 มม. ต่อ ชม. ต่อจากนั้นได้หยุดรอจนถึง 3 โมงเย็นจึงได้เหล็กหน้าตัดรูปตัว H ขนาด175 x 175 มม. มา 5 ท่อน ใช้ทำค้ำยันเพิ่มเข้าไปอีกอาคารจึงหยุดการทรุดตัวและพร้อมที่จะทำการรื้อถอนได้ต่อไปผู้เขียนมานึกถึงเหตุการณ์ในครั้งนั้นแล้วรู้สึกเป็นความโชคดีที่การอัดถุงทรายสามารถช่วยให้อาคารชะลอการทรุดตัวได้ เพราะหากอาคารไม่ชะลอการทรุดตัวแล้ว การเข้าไปติดตั้งค้ำยันเหล็กจะเป็นความเสี่ยงมากเพราะไม่มีใครทราบได้ว่าอาคารจะล้มลงมาเมื่อไรท้ายที่สุดอาจไม่มีใครกล้าเข้าไปทำเพราะแม้แต่ตอนนำถุงทรายไปอัดข้างอาคารยังไม่ค่อยจะมีใครกล้าเข้าไปทำเลยหากไม่มีใครกล้าเข้าไปทำค้ำยันจริงๆก็คงต้องปล่อยให้อาคารค่อยๆล้มลงไปเองซึ่งผลที่ตามมาคงมีผลกระทบอย่างมากต่อบ้านเรือนและชีวิตคนที่อยู่ใกล้เคียงดังนั้นต้องถือว่าทรายที่อัดใส่ถุงเหล่านั้นช่วยได้มากทีเดียว