

การออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<sup>1</sup>รศ.ดร.สุทธิศักดิ์ ศรีล้มพ์, <sup>2</sup>รศ.ชัยวัฒน์ ชัยนการนาวิ และ <sup>3</sup>อาจารย์ กฤษดา ประเสริฐสิทธิ์

<sup>1</sup>ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานรากและภาควิชาวิศวกรรมโยธา <sup>2</sup>ภาควิชาทรัพยากรน้ำ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ <sup>3</sup>คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



### สถานการณ์น้ำท่วมที่ผ่านมา

เหตุน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ.2554 หากมองในภาพรวมของเหตุการณ์แล้วจะพบว่าปริมาณน้ำจากทางด้านกรุงเทพฯ ตอนเหนือ มีปริมาณมากทำให้ไม่สามารถระบายออกไปด้านตะวันตกและตะวันออกได้ทัน โดยทางด้านตะวันตกปริมาณน้ำควรจะต้องถูกระบายออกสู่อ่าวเจ้าพระยาส่วนทางด้านตะวันออกควรจะต้องถูกระบายออกทางพื้นที่กรุงเทพฯ ตะวันออกและแม่น้ำบางปะกง จากเหตุที่ปริมาณน้ำมีปริมาณมาก และไม่สามารถระบายออกได้ดังกล่าวทำให้ระดับน้ำยกตัวขึ้นสูงกว่าแนวคันกั้นน้ำในพระราชดำริ และไหลเข้าพื้นที่กรุงเทพฯ ตอนเหนือลงมาถึงมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ตามลำดับ ในช่วงหนึ่งของเหตุการณ์ ก่อนที่น้ำจะไหลเข้ามหาวิทยาลัยพบว่าปริมาณน้ำไปไหลมาหยุดที่บริเวณแนวคลองบางเขน เนื่องจากคลองบางเขนเป็นคลองที่อยู่ในแนวตะวันตก-ตะวันออก ซึ่งขวางการไหลของน้ำ น้ำจึงไหลระบายลงไปตามคลองบางเขนและไหลลงคลองเปรมประชากรออกสู่อ่าวเจ้าพระยาตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อมีปริมาณน้ำไหลเข้ามาเพิ่มเติมจึงระบายน้ำไม่ทันทำให้น้ำไหลเข้ามหาวิทยาลัย

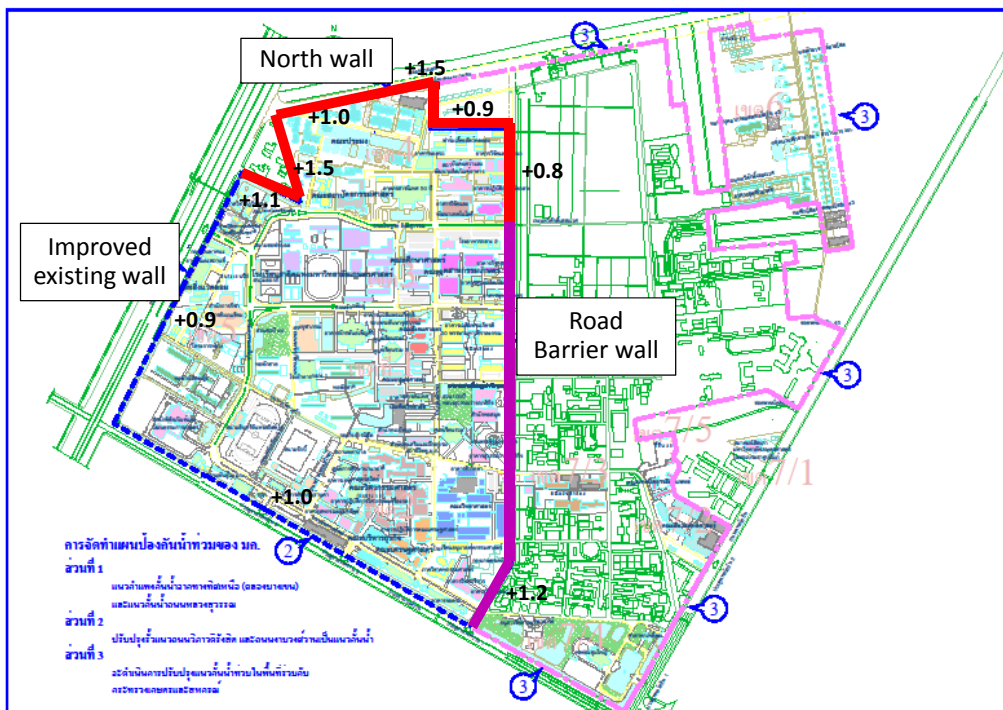
ทั้งนี้ในปัจจุบันการระบายน้ำนอกพื้นที่มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานครฯ ได้ดำเนินการปรับปรุงระบบระบายน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการสูบน้ำลงคลองบางเขนทางสถานีสูบน้ำที่อยู่ด้านเหนือของมหาวิทยาลัย และระบบการระบายน้ำด้านทิศใต้ติดกับถนนงามวงศ์วานที่จะสูบน้ำลอดถนนวิภาวดีไปลงคลองเปรมประชากรอีกทอดหนึ่ง

### การออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากเหตุการณ์มหาอุทกภัยในช่วงปลายปี พ.ศ.2554 ส่งผลให้พื้นที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขนเกิดน้ำหลากเข้าท่วม โดยน้ำได้ไหลเข้ามาทางด้านเหนือของมหาวิทยาลัยและไหลเข้ามาเติมพื้นที่ในเวลาต่อมา สาเหตุหลักที่เกิดน้ำท่วมดังกล่าวเพราะแนวเขตพื้นที่ทางด้านเหนือไม่มีแนวกำแพงถาวร และแนวกำแพงด้านอื่นไม่ได้ออกแบบมาให้สามารถป้องกันน้ำท่วมได้ คณะทำงานออกแบบรั้วป้องกันน้ำท่วมของมหาวิทยาลัยฯ จึงได้นำประสบการณ์จากเหตุดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบระบบรั้วป้องกันน้ำท่วมถาวร

### สภาพพื้นที่ปัจจุบัน

สภาพพื้นที่พื้นที่ปัจจุบันประกอบด้วยส่วนการเรียนการสอนหลักทางฝั่งตะวันตกของถนนหลวงสุวรรณวาจกสิริกิจ ส่วนทางฝั่งตะวันออกนั้นพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ การออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมในขั้นนี้จะเน้นพื้นที่ทางฝั่งตะวันตกเป็นอันดับแรก โดยพื้นที่ดังกล่าวทั้งสี่ด้านประกอบด้วย (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 ขอบเขตแนวป้องกันน้ำท่วมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. ทิศเหนือติดกับคลองบางเขนและชุมชนโรงสูบน้ำพัฒนา ไม่มีรั้วกั้นถาวร มีเพียงคันดินขนาดเล็กเพียงช่วงเท่านั้นทำน้ำไหลเข้าได้โดยง่าย (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 แนวคันดินปัจจุบันทางด้านทิศเหนือ

2. ทิศตะวันตกและทิศใต้ติดถนนวิภาวดีรังสิตและถนนงามวงศ์วานตามลำดับ มีรั้วถาวรวางอยู่บนคันดินเดิมด้านหลังเป็นคูน้ำตลอดแนว รั้วดังกล่าวไม่ได้ออกแบบมาเพื่อป้องกันน้ำท่วมเนื่องจากเป็นรั้วโปร่ง (รูปที่ 3)





รูปที่ 3 รั้วปัจจุบันด้านทิศตะวันตกและทิศใต้

3. ทิศตะวันออกคือแนวของถนนหลวงสุวรรณวาทกสิกิจ โดยแบ่งพื้นที่การดูแลระหว่างมหาวิทยาลัยฯและกระทรวงฯตรงบริเวณกลางถนน เกาะกลางถนนมีระดับความสูงไม่มากและมีช่องเปิดการจราจรทำให้ยากที่จะกันน้ำท่วมได้ (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 สภาพเกาะกลางถนนหลวงสุวรรณวาทกสิกิจ

จากการสำรวจระดับตามแนวเขตของพื้นที่พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่มีค่าระดับเฉลี่ยประมาณ +1.00 ม.รทก. โดยบางพื้นที่อาจมีระดับต่ำหรือสูงกว่านี้แต่ไม่ต่างกันมากนัก

### แนวคิดในการออกแบบ

แนวคิดในการออกแบบอันเป็นที่มาของรายละเอียดทางสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมประกอบด้วย

1. แนวกำแพงถาวรกันน้ำต้องสามารถกันน้ำส่วนใหญ่ได้ ส่วนช่องเปิดต่างๆเช่นประตูทางเข้าออก จะใช้โครงสร้างชั่วคราว ปริมาณน้ำที่ไหลลอดเข้ามาได้จะไม่มากเกินไปจนกระทบประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำภายในมหาวิทยาลัย
2. ระบบท่อที่ต่อเชื่อมกับภายนอกโดยไม่จำเป็นจะถูกปิดถาวร ส่วนที่จำเป็นจะใช้การควบคุมโดยประตูระบายน้ำ
3. รั้วกันน้ำจะต้องไม่ดูทึบตาและยังคงต้องรักษาเอกลักษณ์ของรั้วมหาวิทยาลัยเดิมไว้ได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือต้องเป็นรั้วที่ดูทั่วไปเหมือนรั้วปกติทั่วไป แต่มีประสิทธิภาพในการกันน้ำได้ดี
4. รั้วกันน้ำต้องสามารถเสริมความสูงได้หากจำเป็น
5. รักษาต้นไม้ที่อยู่ริมรั้วมหาวิทยาลัยให้ได้มากที่สุด

### ระดับความสูงของกำแพงกันน้ำ

จากข้อมูลน้ำท่วมในปี พ.ศ. 2554 พบว่าระดับน้ำสูงสุดอยู่บริเวณด้านเหนือของพื้นที่มหาวิทยาลัยโดยมีค่าระดับน้ำสูงสุดเท่ากับ +1.76 ม.รทก. ดังนั้นส่วนที่บ้น้ำของกำแพงที่ออกแบบใหม่จะต้องมีระดับไม่ต่ำกว่าระดับน้ำสูงสุดดังกล่าว การออกแบบได้กำหนดให้ระดับกำแพงกันน้ำทางด้านเหนือของพื้นที่มีค่าเท่ากับ +2.50 ม.รทก. หรือประมาณ 1.5 ม.จากผิวดินปัจจุบัน ทั้งนี้ความสูงดังกล่าวได้เผื่อถึงการยกตัวของระดับน้ำที่จะไหลมาจากทางด้านเหนือและเมื่อไหลเข้าปะทะกำแพงกันน้ำจะเกิดการเอ่อตัวสูงขึ้น สำหรับระดับกำแพงกันน้ำด้านอื่นๆกำหนดให้มีค่าระดับเท่ากับ +2.00 ม.รทก. หรือประมาณ 1.00 ม.จากระดับปัจจุบัน

### หลักการออกแบบกำแพงกันน้ำ

1. ต้องสามารถป้องกันน้ำไหลลอดผ่านใต้กำแพง (รูปที่ 5)
2. ป้องกันการไหลผ่านรอยต่อระหว่างกำแพง

3. โครงสร้างกำแพงต้องสามารถป้องกันการล้มคว่ำเนื่องจากแรงดันน้ำได้ (รูปที่ 6)
4. มีระบบดักและกรองการไหลของน้ำลอดใต้กำแพง
5. อายุการใช้งานของระบบป้องกันน้ำใต้ดินต้องมากกว่า 30ปี
6. ประหยัด
7. เทคนิคการก่อสร้างต้องไม่ซับซ้อนเกินกว่าผู้ก่อสร้างโดยทั่วไปจะสามารถทำได้



รูปที่ 5 ตัวอย่างการไหลลอดใต้กำแพง

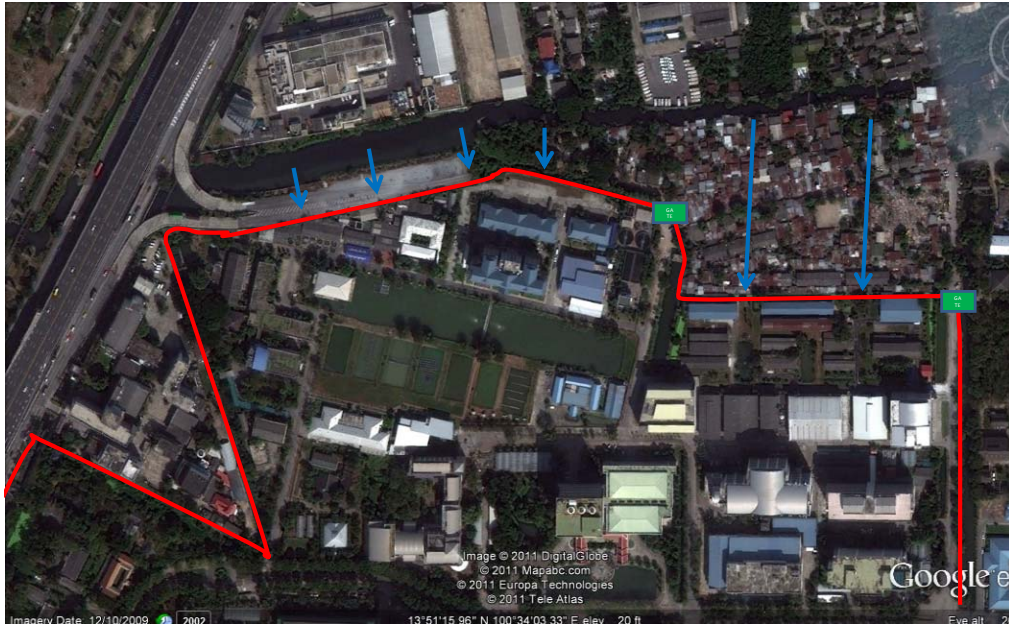


รูปที่ 6 ตัวอย่างการล้าของกำแพงเนื่องจากแรงดันน้ำ

#### กำแพงทางด้านทิศเหนือ

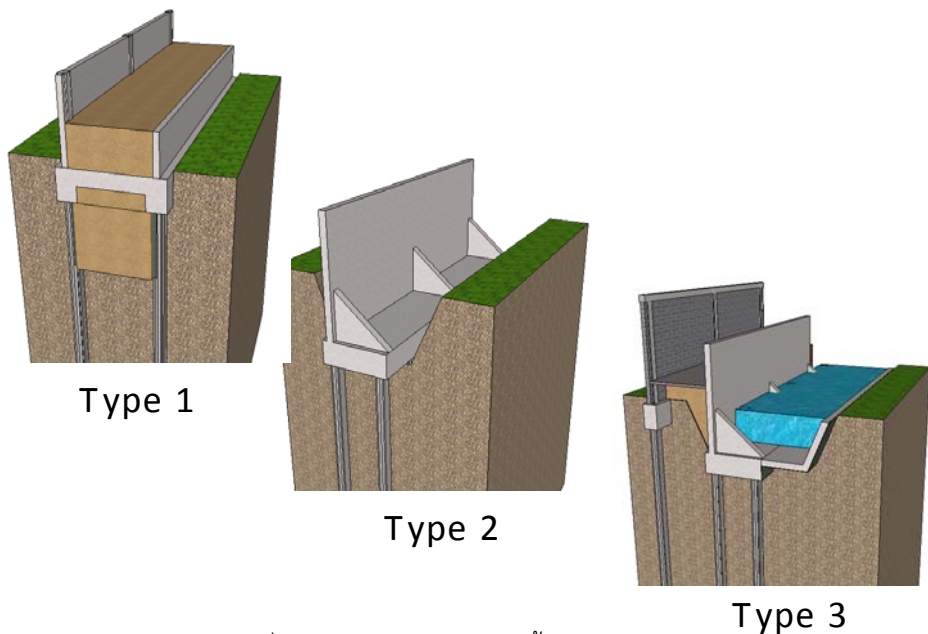
ขอบเขตของกำแพงทางด้านทิศเหนือแสดงดังรูปที่ 7 โดยเริ่มจากด้านหลังของสำนักงาน  
ประมาณเพื่อสันติด้านติดถนนวิภาวดีรังสิตเลียบไปทางถนนตัดใหม่ริมคลองบางเขนแล้วโอบหลัง  
ชุมชนฯเข้าไปกำแพงทางทิศเหนือของฟาร์มไก่หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจเพื่อมาต่อเชื่อมกับถนนด้าน  
นอก





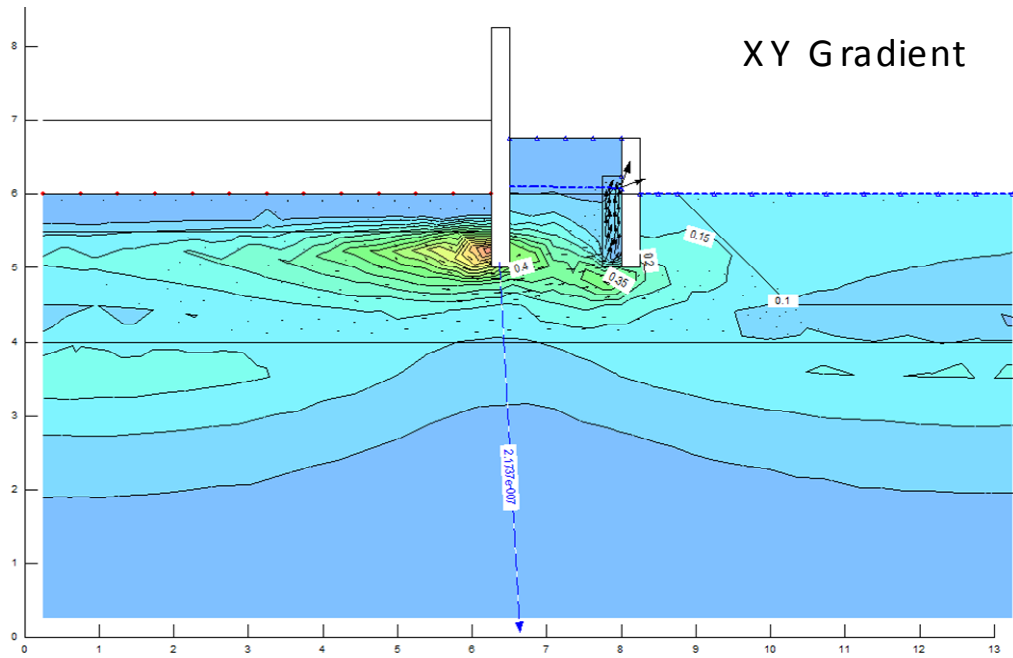
รูปที่ 7 แนวการป้องกันน้ำท่วมด้านทิศเหนือ

รูปแบบกำแพงกันน้ำได้ออกแบบปรับให้เข้ากับพื้นที่และประโยชน์การใช้งานโดยมีรูปแบบของกำแพงด้วยกัน 3 ประเภทดังแสดงในรูปที่ 8 ทั้งนี้หลักการในการออกแบบประกอบด้วย



รูปที่ 8 รูปแบบกำแพงป้องกันน้ำท่วมด้านเหนือ

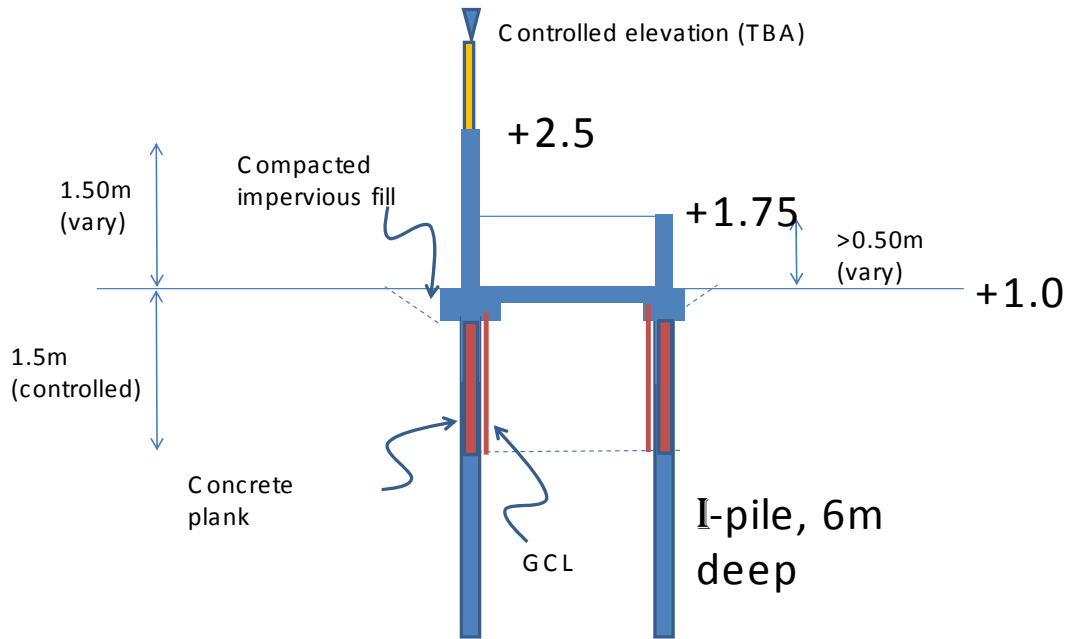
1. ส่วนกำแพงที่บ้น้ำใต้ดินลึกไม่น้อยกว่า 1.5 ม. ความลึกของส่วนที่บ้น้ำดังกล่าวได้จากการวิเคราะห์การไหลซึมโดยวิธี Finite Element โดยทำการวิเคราะห์หลายกรณีเพื่อออกแบบไม่ให้เกิดแรงดันและความเร็วน้ำใต้ดินที่มากเกินไปที่จะทำให้เกิดการกัดเซาะดินฐานรากจนเป็นโพรง (รูปที่ 9) ส่วนที่บ้น้ำใต้ดินมีสองแบบคือใช้การขุดเพื่อสร้างกำแพงที่บ้น้ำ คสล และการใช้เข็มเสียบแผ่นคอนกรีต ทั้งสองกรณีจะต้องทำการปิดรอยต่อของโครงสร้างด้วยแผ่นที่บ้น้ำ ในกรณีนี้ใช้แผ่น Geosynthetic clay liner (GCL) ซึ่งเป็นแผ่นวัสดุผ้าใยสังเคราะห์ (Geotextile) ประกบเข้าด้วยกันโดยมีผง Bentonite อยู่ตรงกลาง (รูปที่ 10) ทั้งนี้ Bentonite เป็นแร่ดินเหนียวที่มีการบวมตัวและที่บ้น้ำสูง แผ่น GCL นิยมใช้ในการปูรองบ่อฝังกลบขยะเพื่อป้องกันน้ำชะมูลฝอยไหลซึมเข้าไปปนเปื้อนน้ำใต้ดิน แผ่น GCL นั้นหากไม่ถูกแสงอาทิตย์จะมีอายุการใช้งานอย่างต่ำ 30 ปี
2. ส่วนรับแรงด้านข้างจากแรงดันน้ำ มีการออกแบบเป็นสองรูปแบบคือประเภทค้ำรับแรง (Buttress) และประเภทคานถ่ายแรง (Strap beam) โดยประเภทหลังจะมีการถมดินด้านหลังเพื่อช่วยลดโอกาสการไหลซึมผ่านรอยต่อในระดับตื้น (รูปที่ 11)
3. ในกรณีที่แนวที่จะทำการก่อสร้างกำแพงกันน้ำนั้นมีกำแพงอิฐบล็อกอยู่ก่อนแล้ว จะไม่ทำการรื้อกำแพงเดิมออกเพราะจะเสียค่าใช้จ่ายและเวลาเพิ่มเติมอีกมาก ดังนั้นจึงได้ออกแบบกำแพงใหม่ให้อยู่หลังกำแพงเก่าโดยมีระยะห่างพอที่จะบดอัดดินสูง 0.5 ม. เข้าไประหว่างกำแพงทั้งสอง ทั้งนี้เพื่อเป็นการยันกำแพงเก่าไม่ให้ล้มเมื่อถูกน้ำท่วมและเพื่อลดการไหลซึมลอดใต้กำแพง (รูปที่ 12)



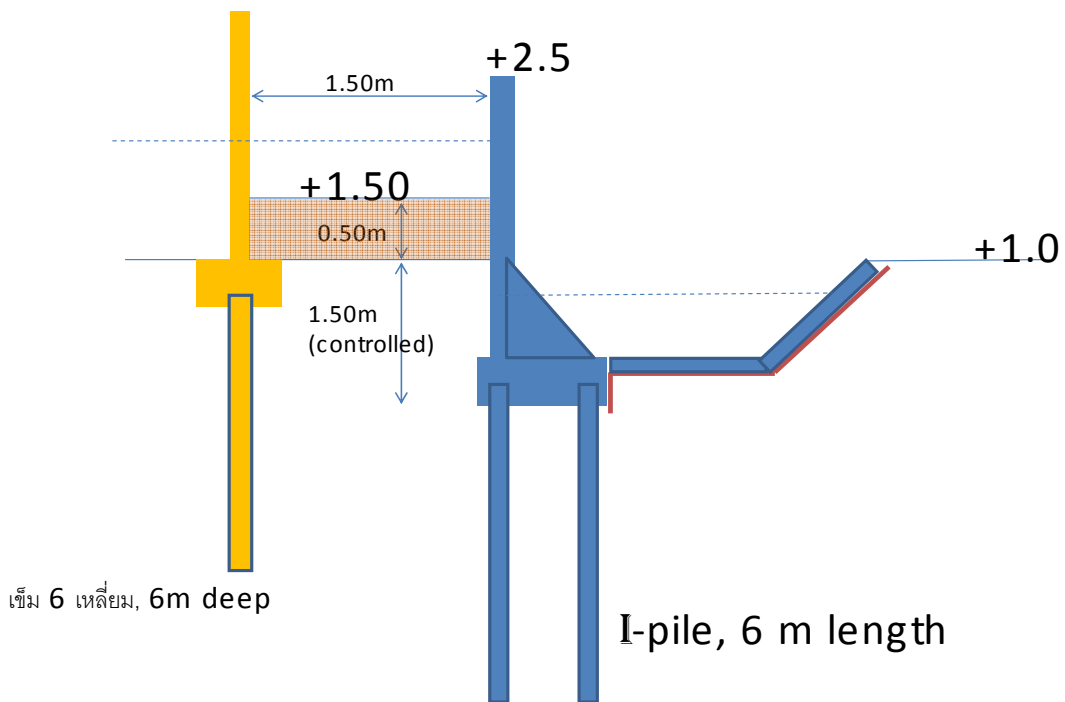
รูปที่ 9 การวิเคราะห์การไหลซึมโดยวิธี Finite Element



รูปที่ 10 Geosynthetic Clay Liner (GCL)



รูปที่ 11 รูปแบบการปิดกั้นการไหลซึม



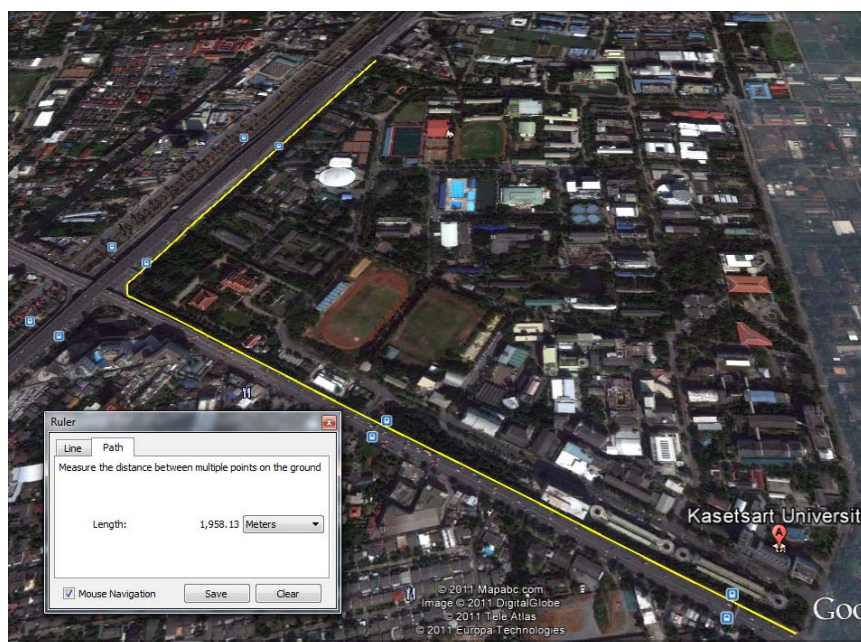
รูปที่ 12 รูปแบบการถมดินค้ำยันกำแพงเก่า



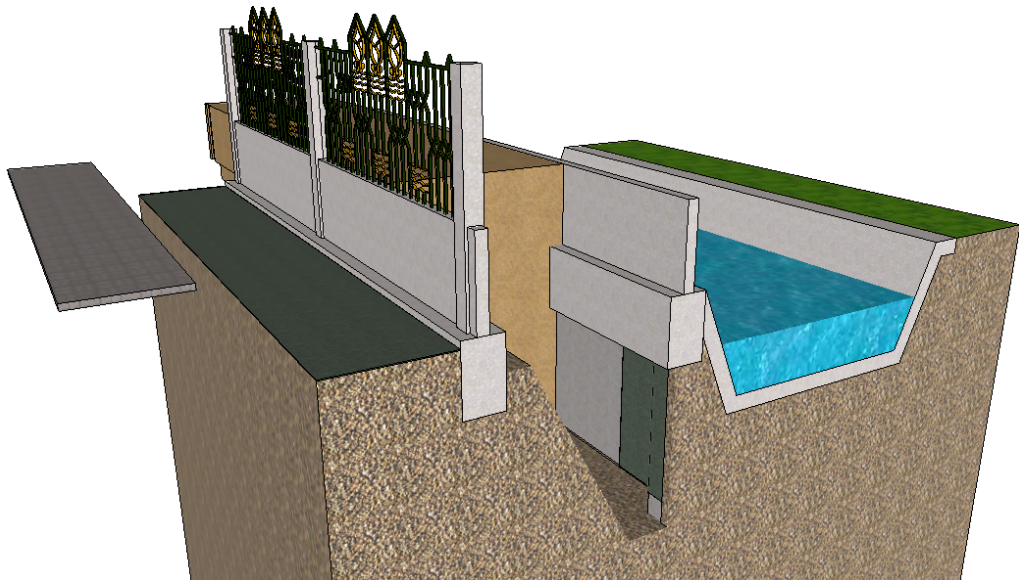
### กำแพงทางด้านทิศตะวันตกและทิศใต้

กำแพงด้านนี้ติดถนนวิภาวดีรังสิตเริ่มตั้งแต่ด้านที่ติดสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติไปทางถนนงามวงศ์วานจนไปสิ้นสุดที่ประตู 1 (รูปที่ 13) การออกแบบกำแพงส่วนนี้จะเน้นการปรับปรุงกำแพงเดิมแทนที่จะรื้อสร้างใหม่(รูปที่ 14)โดยหลักในการออกแบบมีดังนี้

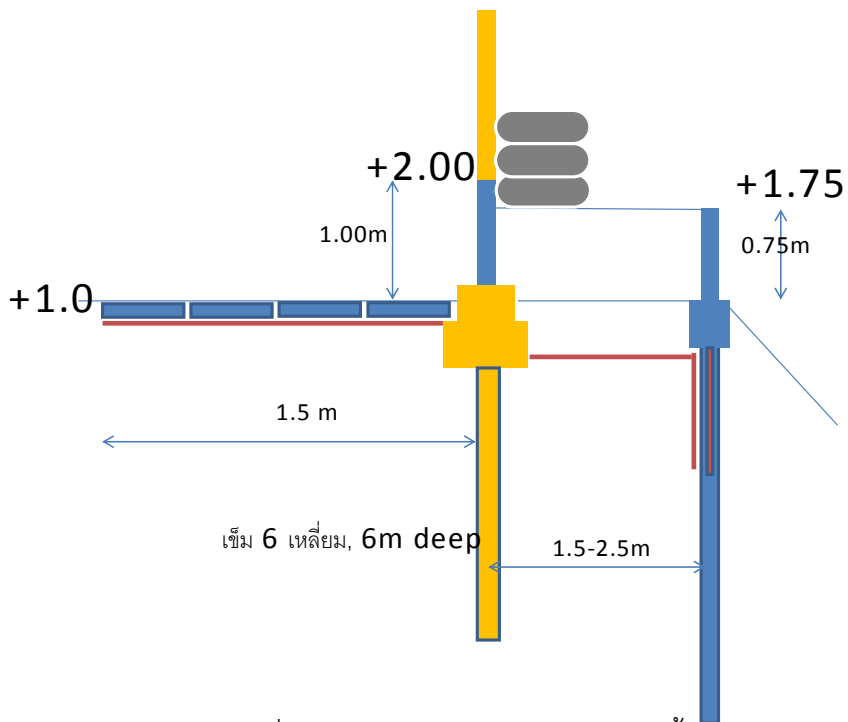
1. การปิดทับพื้นที่ทางเดินเท้าด้านนอกของรั้วให้ที่บ้น้ำโดยการปูแผ่น GCL ตั้งแต่กำแพงรั้วมหาวิทยาลัยไปชนกับขอบถนนหรือขอบกำแพงกันดิน เพื่อปิดหรือยึดระยะทางการไหลของน้ำที่จะลอดผ่านใต้กำแพง
2. ยกโครงเหล็กของรั้วปัจจุบันเพื่อทำกำแพงที่บ้น้ำด้านล่างสูงขึ้น 1 ม.
3. ใช้เข็มเสียบแผ่นคอนกรีตและปิดรอยต่อด้วยแผ่น GCL ทำเป็นกำแพงที่บ้น้ำทางด้านหลังกำแพงรั้วปัจจุบัน ระหว่างกำแพงทั้งสองจะเว้นที่ให้ต้นไม้ที่อยู่ริมรั้วและถมดินให้สูงขึ้นเพื่อป้องกันการรั่วลอดระดับต้นและสามารถใช้เป็นลู่วิ่งออกกำลังกายได้ นอกจากนั้นในกรณีที่มีระดับสูงขึ้นกว่าที่คาดการณ์ยังสามารถเสริมกระสอบทรายเพื่อยกระดับป้องกันน้ำท่วมได้เพิ่มเติม(รูปที่ 15)



รูปที่ 13 แนวการป้องกันน้ำท่วมด้านติดถนนวิภาวดีรังสิตและถนนงามวงศ์วาน



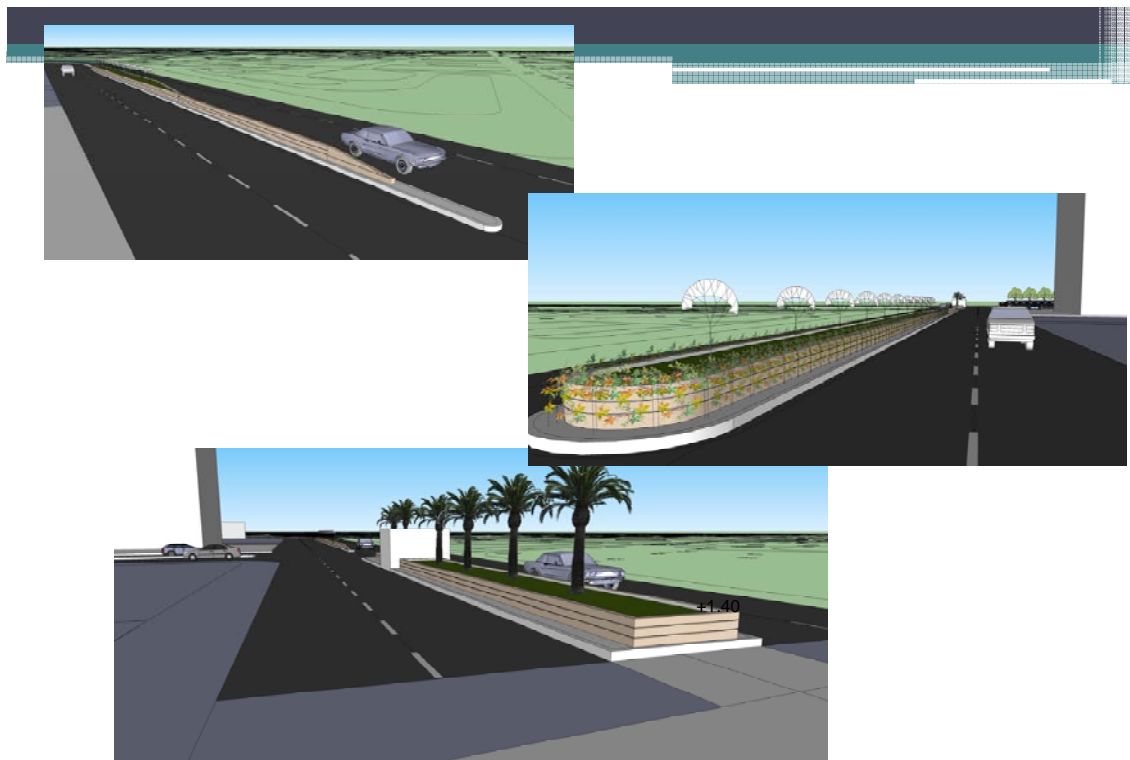
รูปที่ 14 รูปแบบการปรับปรุงรั้วปัจจุบัน



รูปที่ 15 การเสริมความสูงของส่วนที่บ้น้ำในกรณีฉุกเฉิน

### แนวป้องกันน้ำท่วมทางด้านทิศตะวันออก

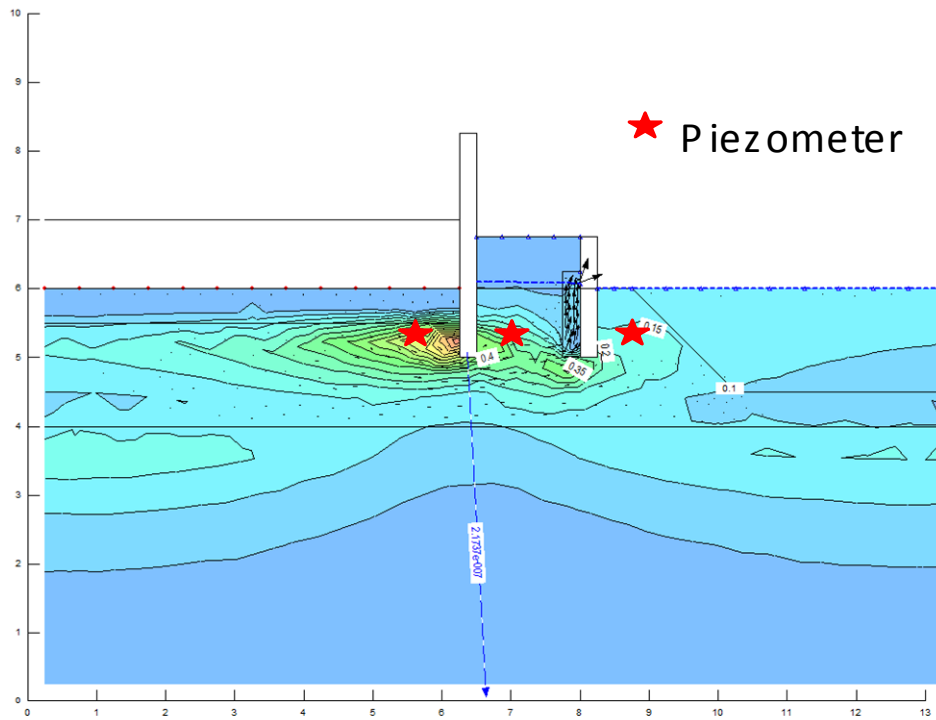
ส่วนป้องกันน้ำท่วมส่วนนี้อยู่กลางถนนหลวงสุวรรณวาทกสิกิจ โดยจะไม่ได้สร้างเป็นกำแพงแต่จะใช้การยกเกาะกลางถนนขึ้นมาและควบคุมช่องทางกลับรถให้มีจำนวนน้อยลง (รูปที่ 16) เพื่อให้สามารถเปิดได้เมื่อจำเป็น แนวป้องกันนี้จะเป็นส่วนที่ต่อจากประตู 1 ถนนงามวงศ์วานวางแนวตามถนนหลวงสุวรรณฯ จนไปชนกับกำแพงป้องกันน้ำท่วมทิศเหนือ การออกแบบจะเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของการจราจรและคนข้ามถนน เนื่องจากแนวป้องกันต้องยกสูงขึ้นทำให้การมองเห็นทางการจราจรลดลง



รูปที่ 16 การเสริมเกาะกลางถนนเป็นแนวป้องกันน้ำท่วม

### การทดสอบระบบ

เพื่อให้เกิดความมั่นใจถึงประสิทธิภาพของการป้องกันน้ำท่วมและเพื่อส่งเสริมการวิจัยเชิงลึกเพื่อประโยชน์สาธารณะ จึงได้วางแผนในการทดสอบความสามารถในการกันน้ำจริงโดยการติดตั้งเครื่องมือวัดแรงดันน้ำในมวลดิน(Piezometer)จากการไหลซึมเพื่อศึกษาพฤติกรรมการไหลซึมและใช้ข้อมูลเป็นส่วนหนึ่งในงานวิจัยของนิสิตปริญญาโทสาขาวิศวกรรมปฐพี (รูปที่ 17)



รูปที่ 17 การตรวจสอบประสิทธิภาพของกำแพงป้องกันน้ำท่วม