รายงานสหกิจฉบับสมบูรณ์

การออกแบบรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำไหลรั่วซึม

The Design of a Waterproof Village Fence

นายธนาธิป มาลากาญจน์

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานสหกิจศึกษา การออกแบบรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำไหลรั่วซึม

นักศึกษา นายธนาธิป มาลากาญจน์ รหัสประจำตัว 59010612

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.ศลิษา ไชยพุทธ

ผู้นิเทศงาน นายรุ่งโรจน์ แก้วอ่อน

สถานประกอบการ บริษัท ศุภาลัย จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

งานวิจัยเล่มนี้มีวัตถุประสงค์หลัก คือ 1.) เพื่อออกแบบรั้วโครงการที่สามารถป้องกันน้ำไหลรั่วซึมผ่านไปยังพื้นที่ข้างเคียงบริเวณสวนส่วนกลาง 2.) ศึกษามูลค่างานก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นมาของงานก่อสร้างรั้วโครงการแบบที่ป้องกันน้ำไหลรั่วซึม 3.) เป็นแนวทางสำหรับการก่อสร้างรั้วโครงการที่มีแนวโน้มจะประสบปัญหาเดียวกันกับโครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนาภิเษก

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นรั้วโครงการบริเวณสวนสาธารณะส่วนกลางของหมู่บ้านศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนาภิเษก มีความยาวรวมทั้งหมดเท่ากับ 149.18 เมตร โดยแนวเขตรั้วบริเวณดังกล่าวนั้นได้ประสบกับปัญหาน้ำไหลรั่วซึมไปยังพื้นที่ข้างเคียงในเวลาที่มีฝนตกหรือการรดน้ำต้นไม้ภายในสวนส่วนกลาง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ทั้งข้อมูลจากหน้างานจริงและแบบการก่อสร้างรั้วโครงการของบริษัทอย่างละเอียด ทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่ทำให้น้ำไหลรั่วซึม จากนั้นจึงได้ศึกษาหาแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวและทำการออกแบบการก่อสร้างรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำไหลรั่วซึม โดยในการออกแบบนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1.) การออกแบบระบบป้องกันน้ำไหลรั่วซึม และ 2.) การออกแบบระบบระบายน้ำใต้ดิน เมื่อได้แบบการก่อสร้างที่เหมาะสมแล้วผู้วิจัยจึงได้ถอดปริมาณราคาการก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นมาจากการก่อสร้างรั้วโครงการแบบเดิมออกมา

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า 1.) การออกแบบรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำไหลรั่วซึมนั้นใช้วัสดุแผ่นพลาสติกทึบน้ำความหนา 1.00 มิลลิเมตร ในการป้องกันน้ำไหลรั่วซึม และ ท่อระบายน้ำใต้ดิน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 200 มิลลิเมตร เป็นวัสดุที่ใช้เป็นระบบระบายน้ำใต้ดินให้กับพื้นที่สวนส่วนกลาง 2.) มูลค่างานก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นมาของรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำไหลรั่วซึมนั้น เท่ากับ 219,471.17 บาท หรือถ้าคิดเป็นราคาต่อเมตรจะเท่ากับ 1,463.141 บาท

คำสำคัญ : แผ่นพลาสติกทึบน้ำ, ท่อระบายน้ำใต้ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research The Design of a Waterproof Village Fence

Student Mr.Thanathip Malakarn ID 59010612

Curriculum Bachelor of Engineering Program in Civil Engineering

Advisor Asst. Prof. Dr.Salisa Chaiyaput

Supervisor Mr.Rungrod Kaewon

Enterprise SUPALAI Public Company Limited

ABSTRACT

The purposes of this study were (1) to design of a waterproof village fence in the central park area; (2) to study the construction value of a waterproof village fence; and (3) to guide the village fence construction which tend to have the same problem as the SUPALAI Ville Ekkachai-Kanchanaphisek village.

A sample group used in this research was a fence at the public park area of Supalai Ville Ekkachai-Kanchanaphisek Village, which the total fence length is 149.18 meters. The boundary of the village fence in the mentioned area has caused water leakage to the neighboring areas. In which the researchers have compiled various information from the actual site and the construction of the fence of the company's project and analyzed the factors that cause water leakage. After that, the researchers studied for solutions to solve the problems and designed the construction of the village fence to prevent the water leakage.The design can be divided into 2 parts which are (1) design water leakage preventing system and (2) design ~~of~~ groundwater drainage systems. When the construction of the village fence was completed, the researcher estimated the construction cost which was increased from the construction of traditional village fence.

The results of this study were (1) the waterproofing fence design using 1.00-millimeter-thick geomembrane sheets to prevent water leakage, and used a 200-millimeter diameter Neodrain pipe as a groundwater drainage system for village parks. (2) The increased construction value of waterproof village fence is 219,471.17 baht or 1,463.141 baht per meter.

Keyword : Geomembrane sheet , Neodrain pipe

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

อันดับแรก ขอขอบคุณ ผศ.ดร.ศลิษา ไชยพุทธ ที่ได้อนุมัติให้ผู้วิจัยสามารถฝึกงานสหกิจศึกษา ณ บริษัทที่ผู้วิจัยสนใจ ท่านได้ให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีแก่ผู้วิจัยในส่วนต่างๆ ที่ผู้วิจัยสงสัยและบกพร่อง ท่านได้ตรวจสอบและให้คำแนะนำในงานวิจัยเล่มนี้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยอย่างมาก

การทำโครงงานสหกิจศึกษาฉบับนี้จะเกิดขึ้นไม่ได้ ถ้าหากบริษัท ศุภาลัย จำกัด (มหาชน) ไม่ให้โอกาสผู้วิจัยมาฝึกงานที่โครงการศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนาภิเษกแห่งนี้ และจะเกิดขึ้นไม่ได้อีกเช่นกันถ้าหากไม่มีวิศวกรโครงการผู้ดูแลอย่างคุณรุ่งโรจน์ แก้วอ่อน วิศวกรผู้คอยให้ความรู้ในเรื่องการก่อสร้างรั้วโครงการแบบเสียบแผ่นกันดินให้กับผู้วิจัยโดยละเอียดและชัดเจน โดยเป็นการศึกษาจากแบบมาตรฐานในการก่อสร้างประกอบกับการศึกษาจากหน้างานจริงซึ่งการศึกษาในลักษณะนี้ไม่มีสอนในมหาลัยทั่วไป ทำให้ผู้วิจัยสามารถเข้าใจการก่อสร้างรั้วโครงการแบบเสียบแผ่นกันดินได้ชัดเจนมากขึ้น ท่านเป็นผู้ที่ช่วยกำหนดปัญหาของงานวิจัย ซึ่งก่อให้เกิดงานวิจัยเล่มนี้ขึ้นมา และยังคอยเป็นผู้ให้คำปรึกษาตลอดมาในขณะที่ทำการวิจัยอยู่

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้สอนและมอบความรู้ให้แก่ผู้วิจัย ทำให้ผู้วิจัยสามารถคิดวิเคราะห์ในเรื่องต่างๆ ได้และนำวิชาความรู้จากทุกศาสตร์วิชามาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยและชีวิตประจำวันได้

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ที่อยู่เบื้องหลังที่ให้การสนับสนุนในการจัดทำวิจัยที่มิได้กล่าวนามมา ณ โอกาสนี้

สุดท้ายผู้วิจัยขอมอบคุณความดีและประโยชน์ที่พึงจะได้รับจากการวิจัยครั้งนี้ เป็นเครื่องบูชาพระคุณ บิดา มารดา บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ให้ความรัก ให้การอบรมสั่งสอนทั้งความรู้ คุณธรรม จริยธรรม และเป็นแรงผลักดันให้งานวิจัยฉบับนี้ประสบความสำเร็จ

ธนาธิป มาลากาญจน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์	
2.1 ข้อมูลของแผ่นพลาสติกความหนาแน่นสูง Geomembrane (HDPE Sheet)	4
2.1.1 HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) หรือ GEOMEMBRANE	4
2.1.2 การผลิตแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet)	5
2.1.3 ลักษณะของแผ่นพลาสติกความหนาแน่นสูง Geomembrane (HDPE Sheet)	6
2.1.4 คุณสมบัติของแผ่นพลาสติกความหนาแน่นสูง Geomembrane (HDPE Sheet)	6
2.1.5 หลักการในการเชื่อมแผ่นพลาสติก HDPE Geomembrane Sheet เข้าด้วยกัน	7
2.1.6 ประโยชน์ของแผ่นพลาสติกความหนาแน่นสูง Geomembrane (HDPE Sheet)	8
2.2 ข้อมูลของท่อ Neodrain	10
2.2.1 ท่อ Neodrain	10
2.2.2 คุณลักษณะสำคัญของท่อ Neodrain	11
2.2.3 ประโยชน์ของการใช้งานท่อ Neodrain	12
2.2.4 ประเภทของงานที่เหมาะสมกับการใช้งานท่อ Neodrain	12
2.3 ข้อมูลของแผ่นใยสังเคราะห์ (GEOTEXTILE)	12
2.3.1 แผ่นใยสังเคราะห์ GEOTEXTILE	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.3.2 คุณสมบัติของแผ่นใยสังเคราะห์ (GEOTEXTILE)	14
2.3.3 หน้าที่และการใช้งานของแผ่นใยสังเคราะห์ (GEOTEXTILE)	14
2.4 ระบบการการระบายน้ำและการกรอง (Drainage / Filtration)	18
2.4.1 ระบบกรอง	19
2.4.2 การป้องกันการกัดเซาะอย่างถาวร	19
2.4.3 ระบบระบายน้ำใต้ดินรูปแบบต่างๆ	19
2.5 ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ในการออกแบบทางระบายน้ำ	23
2.5.1 หลักการออกแบบทางระบายน้ำ	23
2.5.2 ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ออกแบบด้านอุทกวิทยา	24
2.5.3 ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์การออกแบบด้านชลศาสตร์	30
2.5.4 ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ทางด้านโครงสร้าง	31
2.6 การก่อสร้างรั้วรูปแบบต่างๆ	31
2.7 แรงดันดินด้านข้างและกำแพงกันดิน (Lateral Earth Pressure and Retaining Wall)	34
2.7.1 ทฤษฎีแรงดันน้ำและแรงดันดินด้านข้าง (Water Pressure and Lateral Earth Pressure)	36
2.7.2 ประเภทของกำแพงกันดิน (Type of Retaining Wall)	42
2.8 การไหลซึมของน้ำผ่านดิน	45
2.8.1 ทฤษฎีการไหล (Seepage theory)	45
2.8.2 Flow net (เส้นข่ายการไหล)	47
2.9 ค่าระดับระหว่างดินถมภายในโครงการกับระดับดินเดิมภายนอกโครงการ	51
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 ขอบเขตของงานวิจัยและข้อตกลงเบื้องต้น	54
3.1.1 ปัญหาการวิจัย	54
3.1.2 คำถามการวิจัย	54
3.1.3 สมมุติฐานเบื้องต้น	54
3.1.4 เงื่อนไขเบื้องต้นของการวิจัย	54
3.2 การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำรั่วซึม	55
3.3 การออกแบบการวิจัย	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	56
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	57
3.5.1 วิเคราะห์ปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาการรั่วซึมของน้ำบริเวณรั้วโครงการ	57
3.5.2. การออกแบบแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำรั่วซึมบริเวณริมรั้วโครงการ	60
3.6 กระบวนการก่อสร้างรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำรั่วซึม	76
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1.1 แบบการก่อสร้างรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำรั่วซึม	82
4.1.2 ราคางานก่อสร้างรั้วโครงการที่เพิ่มมากจากการก่อสร้างรั้วโครงการแบบปกติ	84
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	86
5.2 ข้อเสนอแนะ	88
เอกสารอ้างอิง	90
ภาคผนวก ก.	92
ข้อมูลของวัสดุที่นำมาใช้ออกแบบ	
ภาคผนวก ข.	100
ข้อมูลราคาของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง การถอดปริมาณและราคาในการก่อสร้าง	
ประวัติผู้เขียน	104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางค่า C หรือ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองของน้ำฝน	26
2.2 แสดงการเปรียบเทียบระบบกำแพงกันดินประเภทต่างๆ	43
3.1 ลักษณะของงานที่เหมาะสมกับความหนาของแผ่น Geomembrane	63
3.2 รายชื่อสถานีวัดน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษาของจังหวัดต่างๆในภาคกลาง	66
3.3 ข้อมูลของปริมาณน้ำฝนที่ได้จากสถานีวัดน้ำ R.I.D. Office Samsen(C.12)	67
3.4 ตารางค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองตามพื้นผิวหรือลักษณะพื้นที่ใช้สอย	70
3.5 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning ของพื้นผิวต่างๆ	72
3.6 ตารางแสดงขนาด ท่อ Neodrain ที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป	73
4.1 ตารางแสดงการประมาณราคาของมูลค่าการก่อสร้าง	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แผ่น Geomembrane (HDPE Sheet)	5
2.2 การผลิตแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet)	6
2.3 การเชื่อมแผ่นพลาสติก HDPE Geomembrane Sheet	7
2.4 การใช้แผ่น Geomembrane ในการกักเก็บน้ำ	8
2.5 การใช้แผ่น Geomembrane ในการคลุมปิดปากบ่อบำบัดน้ำเสีย หรือก๊าซชีวภาพ	9
2.6 การใช้แผ่น Geomembrane ในการปูรองบ่อบำบัดน้ำเสีย	9
2.7 การใช้แผ่น Geomembrane ในการปูรองบ่อฝังกลบขยะ	10
2.8 ท่อ Neodrain	11
2.9 คุณลักษณะสำคัญของท่อ Neodrain	11
2.10 ประโยชน์ของการใช้งานท่อ Neodrain	12
2.11 แผ่นใยสังเคราะห์ GEOTEXTILE	13
2.12 การปูแผ่นใยสังเคราะห์ GEOTEXTILE ในการปูบ่อและปูคลุม	16
2.13 การปูแผ่นใยสังเคราะห์ GEOTEXTILE ในการปูเพื่อวางท่อระบายน้ำใต้ดิน	17
2.14 การปูแผ่นใยสังเคราะห์ GEOTEXTILE ในการปูเพื่อป้องกันการกัดเซาะ	17
2.15 การปูแผ่นใยสังเคราะห์ GEOTEXTILE ในการปูเพื่อเสริมกำลังวัสดุ	18
2.16 ระบบการระบายน้ำแนวตั้งด้านหลังกำแพงกันน้ำ	19
2.17 ระบบการระบายน้ำแนวนอนด้านหลังกำแพงกันน้ำ	20
2.18 ระบบการระบายน้ำของสนามกีฬา	20
2.19 ระบบอุโมงค์ระบายน้ำ	21
2.20 รางระบายน้ำบนท้องถนน	21
2.21 คูระบายน้ำและรางระบายน้ำที่มาบรรจบกันบนพื้นที่เอียงลาดแบบขั้นบันได	22
2.22 คูคลองตาบอดที่มีน้ำขังตลอดเวลา	22
2.23 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการคำนวณอัตราการไหลนองสูงสุด (Q)	29
2.24 โครงสร้างรั้ว	32
2.25 การทำกำแพงดินด้วยแผ่นพื้นสำเร็จรูป	33
2.26 การปรับดินบริเวณรั้วให้สองฝั่งเท่ากัน	34
2.27 การขุดเปิดหน้าดิน	35
2.28 ระบบกำแพงกันดิน	36
2.29 หลักการคำนวณแรงดันของน้ำ (มณเฑียร,2533)	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.30 หลักการคำนวณแรงดันดินด้านข้าง	37
2.31 แรงดันดินด้านข้างกรณีต่าง ๆ ของ Rankine	38
2.32 ค่า Coefficient of earth pressure at rest	39
2.33 หลักการคำนวณแรงดันด้านข้างในดินที่สภาวะอยู่กับที่กรณีมีน้ำหนักบรรทุกภายนอก q แต่ไม่มีแรงดันน้ำใต้ดิน	39
2.34 หลักการคำนวณแรงดันด้านข้างในดินที่สภาวะอยู่กับที่ กรณีมีน้ำหนักบรรทุกภายนอก q และมีแรงดันน้ำใต้ดิน	39
2.35 หลักการ Mohr's circle ของ Active earth pressure	41
2.36 หลักการ Mohr's circle ของ Passive earth pressure	42
2.37 ประเภทกำแพงกันดินแบบต่างๆ โดย Gaba , Simpson et al. 2003	43
2.38 การไหลของน้ำในดินขึ้นอยู่กับขนาดของช่องว่างระหว่างเม็ดดิน	45
2.39 แนวการไหลของอากาศเมื่อรถเคลื่อนที่ผ่าน จากการทดสอบในอุโมงค์ลม	46
2.40 แนวการไหลของน้ำผ่านมวลดิน ในกรณีที่มีโครงสร้างทึบน้ำกั้นน้ำอยู่	46
2.41 เส้น equipotential เป็นเส้นซึ่งแสดงว่ามี Total head เท่ากัน ถ้าเรานำ piezometer ไปวางไว้บนเส้น equipotential เส้นเดียวกันระดับน้ำใน piezometer จะเท่ากัน	47
2.42 เส้นการไหล (flow line) เป็นเส้นแสดงถึงทิศทางการไหลของน้ำ และจะตั้งฉากกับเส้น equipotential	48
2.43 พื้นที่ซึ่งล้อมรอบด้วย flow line และ equipotential line	48
2.44 เส้น Equipotential line และเส้น Flow line ที่ตัดกันเป็นมุมฉาก	49
2.45 เส้นขอบเขตทึบน้ำ	49
2.46 เส้นสัมผัสกับ open water	49
2.47 การเขียนรูปตัดของปัญหาโดยใช้เสกลที่เหมาะสม	50
2.48 ระบุเส้นขอบเขตทึบน้ำ	50
2.49 การเสก็ตซ์เส้น flow line	50
2.50 ตารางที่เกิดจากการตัดกันของเส้น Equipotential กับ flow line	51
2.51 ตารางที่เกิดจากการตัดกันของเส้น Equipotential กับ flow line	51
2.52 ค่าระดับ Cross Section ของโครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนาภิเษก	52
3.1 ช่องว่างระหว่างร่องเสาเข็มกับแผ่นกันดินที่ทำให้น้ำไหลรั่วซึม	58
3.2 รูปตัดของแผ่นกันดินที่ใช้ในการก่อสร้างรั้วโครงการ	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.3 แบบแสดงค่าความต่างระดับของรั้วโครงการกับระดับของที่ดินข้างเคียง	59
3.4 พื้นที่ของโครงการที่ประสบปัญหาน้ำไหลรั่วซึม	59
3.5 แบบแสดงค่าระดับ Profile จากถนนหน้าโครงการถึงที่ดินข้างเคียง	61
3.6 รูปตัดด้านข้างของรั้วโครงการ	61
3.7 ลักษณะของแผ่นกันดินที่ใช้ในบริเวณที่ทำการวิจัย	62
3.8 รูปตัดการปูแผ่น Geomembrane	64
3.9 ผังแสดงขนาดพื้นที่ที่ทำการวิจัย	65
3.10 ผังแสดงความยาวริมรั้วโครงการของพื้นที่ที่ทำการวิจัย	65
3.11 กราฟปริมาณร้ำฝนที่ได้จากสถานีวัดน้ำ R.I.D. Office Samsen(C.12)	68
3.12 ผังบริเวณแสดงแนวรูปตัด Section 1 และ 2	74
3.13 รูปตัดด้านข้างของการวางท่อ Neodrain Section 1	75
3.14 รูปตัดด้านข้างของการวางท่อ Neodrain Section 2	75
3.15 รูปตัดด้านข้างการห่อหุ้มท่อ Neodrain	76
3.16 รูปการก่อสร้างขั้นตอนที่ 1	77
3.17 รูปการก่อสร้างขั้นตอนที่ 2	78
3.18 รูปการก่อสร้างขั้นตอนที่ 3	78
3.19 รูปการก่อสร้างขั้นตอนที่ 4	79
3.20 รูปการก่อสร้างขั้นตอนที่ 5	79
3.21 รูปการก่อสร้างขั้นตอนที่ 6	80
3.22 รูปการก่อสร้างขั้นตอนที่ 7	80
3.23 รูปการก่อสร้างขั้นตอนที่ 8	80
3.24 รูปการก่อสร้างขั้นตอนที่ 9	81
3.25 รูปการก่อสร้างขั้นตอนที่ 10	81
4.1 รูปตัด Section 1	82
4.2 รูปตัด Section 2	83
5.1 แบบ Section 1	86
5.2 แบบ Section 2	87
5.3 ผังการเดินท่อ Neodrain หลัก และ ก้างปลา	88
5.4 สกรูยึดคอนกรีต	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

ปัจจุบันเป็นที่ทราบกันเป็นอย่างดีว่า ความต้องการที่อยู่อาศัยได้เพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล หรือเมืองใหญ่อื่นๆ เช่น นครราชสีมา ภูเก็ต หรือเชียงใหม่ เป็นต้น จากความต้องการที่อยู่อาศัยที่เพิ่มขึ้นนี้เอง ทำให้เกิดกิจการเกี่ยวกับการจัดหาที่อยู่อาศัยในรูปของธุรกิจบ้านจัดสรรขึ้นและมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว บริษัทอสังหาริมทรัพย์จำเป็นต้องสรรหาพื้นที่เพื่อตอบสนองความต้องการของประชากรเมืองหลวงให้ได้มากที่สุด และจำเป็นต้องใช้พื้นที่เป็นจำนวนมาก เพื่อให้คุ้มค่าต่อการลงทุน

ด้วยเหตุนี้จึงทำให้หลีกเลี่ยงไม่ได้ที่โครงการหมู่บ้านจัดสรรจะประสบปัญหากับผู้อยู่อาศัยในพื้นที่ข้างเคียงที่อาศัยอยู่ตั้งแต่ดั้งเดิม โดยทางโครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนาภิเษก เป็นหนึ่งในโครงการหมู่บ้านจัดสรรที่ต้องเผชิญหน้ากับปัญหาในเรื่อง "น้ำไหลรั่วซึมบริเวณริมรั้วโครงการ" ซึ่งปัญหานี้เกิดขึ้นเนื่องจากระดับดินถมของโครงการสูงกว่าระดับดินเดิมของพื้นที่ข้างเคียงอยู่มาก เมื่อมีฝนตกลงมาจึงเป็นเรื่องธรรมดาที่น้ำจะไหลซึมจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ประกอบกับกำแพงกันดินตามแนวขอบเขตรั้วโครงการก่อสร้างใช้เข็มตัวไอร่วมกับการเสียบแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กกันดิน ทำให้มีช่องว่างที่น้ำจะไหลซึมผ่านระหว่างแผ่นบริเวณร่องเข็มที่เสียบแผ่นกันดินและตามบริเวณรูระบายน้ำของแผ่นกันดิน ส่งผลให้น้ำไหลลงไปบริเวณพื้นที่ข้างเคียง ปัญหาเหล่านี้อาจส่งผลกระทบกับโครงการทั้งระยะสั้นและระยะยาว เช่น การหยุดงานก่อสร้างบ้านจัดสรรภายในโครงการชั่วคราว,ปัญหาการถอนค้ำงานสาธารณูปโภค,การระงับการออกบ้านเลขที่ให้กับทางโครงการ เป็นต้น

ทางโครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนาภิเษก จึงได้เร่งดำเนินการแก้ไขปัญหาในขณะที่โครงการเปิดตัวโครงการไปแล้ว และเริ่มมีลูกค้าเข้าอยู่อาศัยแล้ว ทำให้เป็นทัศนียภาพที่ไม่สวยงามสำหรับลูกค้าที่เข้าอยู่อาศัย และ ลูกค้าที่เข้ามาเยี่ยมชมโครงการ ซึ่งสถานการณ์เหล่านี้อาจนำไปสู่ภาพลักษณ์ที่ไม่ดีของบริษัทได้

และในกระบวนการแก้ไขปัญหาที่ทางโครงการแก้ไขอยู่นั้นนอกจากจะส่งผลกระทบในเรื่องทัศนียภาพแล้วยังส่งผลให้ทางบริษัทต้องสูญเสียงบประมาณในการแก้ไขปัญหาที่ต้องทำงานซ้ำซ้อนอีกด้วย โดยทางโครงการจะต้องทำการรื้อต้นไม้ รื้อระบบไฟฟ้าใต้ดินของสวนส่วนกลาง บริเวณพื้นที่ที่ต้องทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก้ไข เมื่อทำการแก้ไขเสร็จสิ้นแล้ว ก็จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการคืนสภาพพื้นที่ให้อยู่ในสภาพเดิม ซึ่งเปรียบเสมือนการทำงานที่ซ้ำซ้อนทำให้เสียทั้งเวลา และเสียงบประมาณโดยไม่ใช่เหตุ

จากผลกระทบดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาจึงเล็งเห็นว่าควรที่จะมีแนวทางในการก่อสร้างรั้วโครงการที่สามารถป้องกันน้ำไหลรั่วซึมได้ในบริเวณที่คาดว่าจะประสบปัญหาจึงได้ทำการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลทั้งจากหน้างานจริงและเอกสารประกอบแบบการก่อสร้างรั้วโครงการของทางบริษัทแล้วทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา จากนั้นทำการออกแบบรั้วโครงการให้สามารถป้องกันน้ำไม่ให้ไหลรั่วซึมผ่านแนวเขตรั้วโครงการไปยังพื้นที่ข้างเคียงได้ ไม่ส่งผลเสียให้กับทางโครงการอีกด้วย และลดปัญหาที่จะตามมาในภายหลังก่อสร้างรั้วโครงการเสร็จสิ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบรั้วโครงการที่สามารถป้องกันน้ำไหลรั่วซึมผ่านไปยังพื้นที่ข้างเคียงบริเวณสวนส่วนกลาง

1.2.2 เพื่อศึกษามูลค่างานก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นมาของงานก่อสร้างรั้วโครงการแบบที่ป้องกันน้ำไหลรั่วซึม

1.2.3 เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการก่อสร้างรั้วโครงการที่มีแนวโน้มจะประสบปัญหาเดียวกันกับโครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนาภิเษก

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 การวิเคราะห์ปัญหาน้ำไหลรั่วซึมบริเวณริมรั้วโครงการในส่วนที่ต้องการรักษาทัศนียภาพทางภูมิสถาปัตย์เอาไว้เท่านั้น

1.3.2 การออกแบบรั้วโครงการแบบที่ป้องกันน้ำรั่วซึม จะวิเคราะห์จากพื้นที่ข้างเคียงที่มีระดับสูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลาง

1.3.3 วิเคราะห์พื้นที่ข้างเคียงที่เป็นพื้นดินเดิมเท่านั้น มิใช่ แอ่งน้ำ,บ่อน้ำ,บึง เป็นต้น

1.3.4 การออกแบบรั้วโครงการแบบที่ป้องกันน้ำไหลรั่วซึม จะวิเคราะห์เฉพาะพื้นที่ในกรุงเทพและปริมณฑลเท่านั้น

1.3.5 มูลค่างานก่อสร้างจะคิดราคาเฉพาะค่าแรงและค่าวัสดุเท่านั้น (ข้อมูลอ้างอิงในปี พ.ศ. 2562)

1.3.6 การปูแผ่น Geomembrane ในดินจะถือว่าแผ่น Geomembrane ไม่ได้รับรังสีอัลตราไวโอเลต (UV Radiation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.4.1 กำหนดหัวข้อของโครงงานที่สนใจจะศึกษาจากปัญหาที่พบในโครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอก ชัย-กาญจนาภิเษก

1.4.2 กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของการทำโครงงาน

1.4.3 ค้นคว้าข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.4 รวบรวมข้อมูลที่ค้นคว้าได้

1.4.5 ทำการออกแบบรั้วโครงการ เพื่อแก้ไขปัญหาที่ทางโครงการประสบอยู่

1.4.6 ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและแนะแนวทางการแก้ไข

1.4.7 ทำการแก้ไขแบบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.4.8 สรุปผลการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากการศึกษาวิเคราะห์งานวิจัยเรื่อง การออกแบบรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำไหลรั่วซึม ซึ่งผู้วิจัยคาดหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยฉบับนี้จะสามารถนำไปเป็นแนวทางเบื้องต้นในการก่อสร้างรั้วโครงการในบริเวณที่ไม่ต้องการให้น้ำไหลรั่วซึมไปยังพื้นที่ภายนอกโครงการ รวมไปถึงการก่อสร้างนี้จะต้องรักษาทัศนียภาพของภูมิสถาปัตย์ไว้ด้วย ตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานออกแบบรั้วโครงการบริเวณอื่นๆ และสามารถประมาณมูลค่างานก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นมาได้อย่างคราวๆจากงานวิจัยเล่มนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

วรรณกรรมปริทัศน์จะกล่าวถึงงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องโดยมีหัวข้อที่ได้รวบรวมข้อมูลไว้ดังนี้

2.1 ข้อมูลของแผ่นพลาสติกความหนาแน่นสูง Geomembrane (HDPE Sheet)

2.2 ข้อมูลของท่อ Neodrain

2.3 ข้อมูลของแผ่นใยสังเคราะห์ (GEOTEXTILE)

2.4 ระบบการการระบายน้ำและการกรอง (Drainage / Filtration)

2.5 ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ในการออกแบบทางระบายน้ำ

2.6 การก่อสร้างรั้วรูปแบบต่างๆ

2.7 แรงดันดินด้านข้างและกำแพงกันดิน (Lateral Earth Pressure and Retaining Wall)

2.8 การไหลซึมของน้ำผ่านดิน

2.9 ค่าระดับระหว่างดินถมภายในโครงการกับระดับดินเดิมภายนอกโครงการ

2.1 ข้อมูลของแผ่นพลาสติกความหนาแน่นสูง Geomembrane (HDPE Sheet)

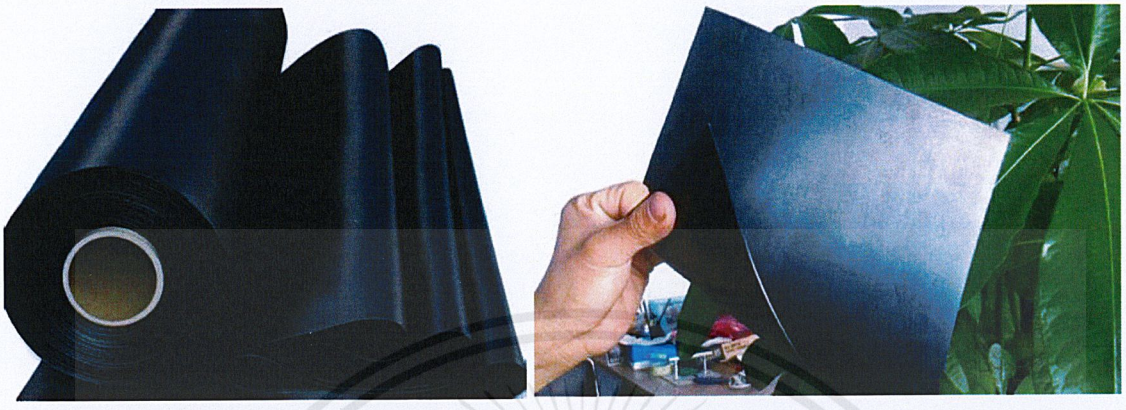
2.1.1 HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) หรือ GEOMEMBRANE

แผ่น HDPE หรือ geomembrane คือ การนำเม็ดพลาสติก HDPE ที่ผ่านการผลิตที่ใช้การรีดอัดแน่นของเม็ดพลาสติก HDPE ทำให้ได้ แผ่น HDPE ที่มีการซึมผ่านที่ต่ำมาก มักใช้กับงานที่ต้องใช้ในการป้องกันของเหลว (หรือก๊าซ) และขึ้นอยู่กับโครงการหรือระบบจะนำไปใช้ HDPE geomembranes จะผลิตเป็นแผ่นพอลิเมอร์ที่รีดยาวต่อเนื่องและเป็นเนื้อเดียวกันและยังสามารถนำไปเป็นวัสดุตั้งต้นในการผลิตโดย geotextiles ด้วยยาง หรือ การพ่นด้วย พอลิเมอร์ ทำให้เกิด geocomposites หลายๆชั้นได้ แผ่น geomembranes ที่รีดเป็นแนวยาวจะนิยมใช้มากที่สุด

ในระยะเวลาสิบปีที่ผ่านมา อุตสาหกรรม GEOMEMBRANE ได้มีการเปลี่ยนแปลงมากมายหลายประการ ซึ่งมีปัจจัยหลายอย่าง เช่น ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มมากขึ้น ผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ในท้องตลาด และ การผลักดันให้รัฐบาลควบคุมเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมให้เข้มงวดยิ่งขึ้น สิ่งต่างๆ ทั้งหมดนี้ล้วนมีบทบาทสำคัญในการปฏิบัติอุตสาหกรรม GEOSYNTHETIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบัน GEOMEMBRANE ที่ใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุดเพื่อการจัดการกับของเสีย คือ HDPE ซึ่งเป็นโพลีเอททีลีนที่มีความหนาแน่นสูง HDPE สามารถนำมาใช้งานได้ดีกว่าโดยคงมีมาตรฐานด้านความคงทน และ ปลอดภัยสูงสุดในจำนวน GEOMEMBRANE ทั้งหมด



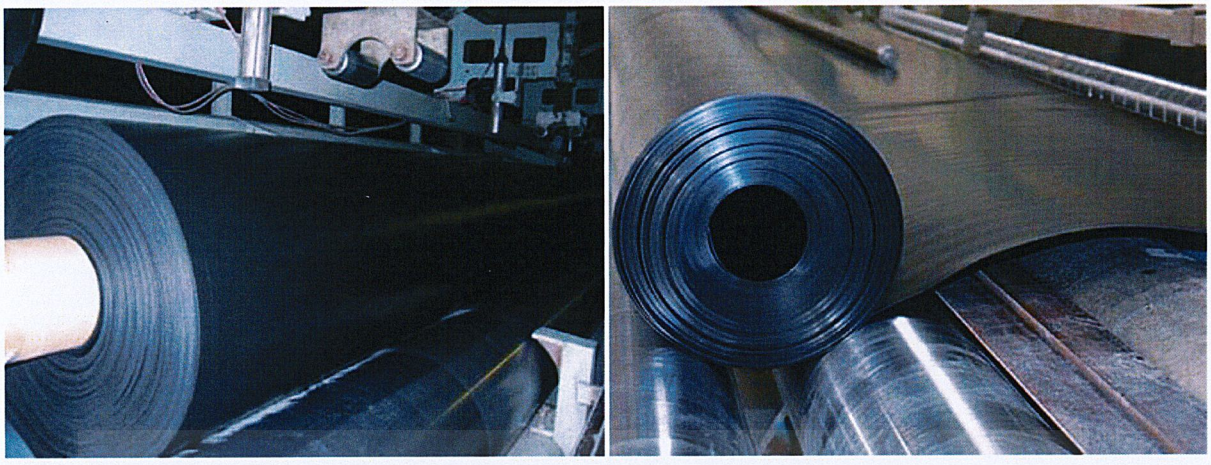
รูปที่ 2.1 แผ่น Geomembrane หรือ HDPE Sheet
(ที่มา : https://turkish.alibaba.com/ และ http://www.lbtgcl.net/)

GEOMEMBRANE แผ่นพลาสติกกันซึม HDPE Sheet เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการปูรองพื้น เช่น ในการฝังกลบขยะ, บ่อบำบัดน้ำเสีย, เหมืองแร่ และในงานกักเก็บของเหลวต่างๆ โดยเฉพาะในงานที่ไม่ต้องการให้มีการรั่วซึม งานเก็บสารเคมีพิเศษหรืองานที่ต้องการป้องกันจากรังสี อุตราไวโอเลต แผ่นโพลีเอททีลีนความหนาแน่นสูงสามารถทนทานต่อสภาพอากาศ รังสีอุตราไวโอเลตหรือรังสีอื่นๆ และสารเคมีทำให้เป็นตัวเลือกที่คุ้มค่าในการเลือกใช้ เช่น ในการสร้างเขื่อน อ่างเก็บน้ำ HDPE Sheet จะทนต่อแมลงที่มากัดเจาะ เชื้อราและสารเคมีต่างๆ ที่มักพบในดิน แผ่นพลาสติกกันซึมไม่เหมือนกับสินค้าประเภทอื่นๆ แผ่นโพลีเอททีลีนความหนาแน่นสูงไม่มีส่วนผสมของดินน้ำมัน ซึ่งทำให้เปลี่ยนรูปหรือหมดอายุเร็ว และไม่ทำให้เสียเนื่องจากผลิตภัณฑ์นี้ไม่มีปฏิกิริยากับรังสีอุลตราไวโอเลตหรือสารเคมีอื่นๆ ที่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อม ดังนั้นการใช้แผ่นโพลีเอททีลีนความหนาแน่นสูงนี้ไม่จำเป็นต้องกลบฝังเพื่อป้องกันอันตรายต่างๆที่อาจเกิดขึ้น

2.1.2 การผลิตแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet)

การผลิต geomembranes sheet เริ่มต้นด้วยการใช้วัตถุดิบซึ่งประกอบไปด้วย เรซิน, โพลิเมอร์ และสารต่างๆ เช่น สาร Antioxidants, พลาสติก, ฟิลเลอร์ , คาร์บอนสีดำ และสารหล่อลื่น (เป็นสารตัวช่วยในการผลิต) วัตถุดิบเหล่านี้ จะถูกรีดอัดเป็นแผ่นที่มีความกว้างและความหนาที่แตกต่างกัน ด้วยการ extrusion, calendering,และ spread coating

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 การผลิตแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet)
(ที่มา : https://www.geotextile-fabrics.com/)

2.1.3 ลักษณะของแผ่นพลาสติกความหนาแน่นสูง Geomembrane (HDPE Sheet)

GEOMEMBRANE ผลิตโดยใช้เครื่องรีดเป็นแผ่นเรียบควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ โดยใช้วัตถุดิบ คือ โพลีเอททีลีน บริสุทธิ์คุณภาพเยี่ยม มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ขบวนการผลิตนี้รับประกันความหนาคลาดเคลื่อนไม่เกิน +- 10% จากที่กำหนดไว้ ซึ่งถือว่าเป็นการควบคุมคุณภาพที่เข้มงวดที่สุดในอุตสาหกรรมนี้โดยเฉลี่ยความหนาของแผ่น HDPE จะกำหนดไว้ให้หนากว่า หรือ เท่ากับขนาด 40 mll (1.0 มม.), 50 mll (1.25 มม.), 60 mll (1.50 มม.), 80 mll (2.00 มม.) และ 100 mll (2.50 มม.) ขนาดความกว้างตั้งแต่ 7 เมตร และ 8 เมตร

2.1.4 คุณสมบัติของแผ่นพลาสติกความหนาแน่นสูง Geomembrane (HDPE Sheet)

1.) คุณสมบัติการต้านสารเคมี

- ความต้านทางสารเคมี (CHEMICAL RESISTANCE)
- ความต้านทางสารเคมีของ LINER เป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญที่สุดซึ่ง HDPE เป็นสารต้านทานสารเคมีได้ดีที่สุดในจำนวน GEOMEMBRANE ทั้งหมด

2.) การแทรกซึมต่ำ (LOW PERMEABILITY)

- HDPE มีคุณสมบัติการแทรกซึมต่ำ ดังนั้นน้ำใต้ดินจะไม่สามารถแทรกซึมผ่าน LINER ได้และแก๊สมีเทนก็จะไม่สามารถระเหยออกไปจากระบบระบายแก๊ส

3.) ความต้านทานรังสีอุลตราไวโอเลต (ULTRAVIOLET RESISTANCE)

- HDPE สามารถต้านทานความเสียหายอันเกิดจากรังสีอุลตราไวโอเลต โดยการเพิ่มคาร์บอนแบล็ค ซึ่งช่วยป้องกันรังสีอุลตราไวโอเลต และไม่มีการใช้ PLASTICIZER ใน GEOMEMBRANE ดังนั้นจึงมั่นใจได้ว่าจะไม่มีการระเหยของ PLASTICIZER อันเนื่องมาจากการได้รับรังสีอุลตราไวโอเลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.) ความต้านทานแรงดึงสูง (High Tensile Strength)

5.) ทนต่อการลอกและแรงเฉือนสูง (High Peel and Shear Resistance)

6.) ต้านทานการฉีกขาดและการเจาะทะลุ (High Tear Strength and Strong Puncture Resistance)

7.) อายุการใช้งานยาวนาน (Long Term Durability)

2.1.5 หลักการในการเชื่อมแผ่นพลาสติก Geomembrane Sheet เข้าด้วยกัน

ซึ่งอาศัยการเปลี่ยนโครงสร้างของพอลิเมอร์ โดยการหลอม หรือการทำให้เสียรูปร่างของสิ่งที่จะนำมาเชื่อมติดกัน และอาศัยแรงกดเพื่อให้วัสดุทั้งสองเชื่อมติดกัน โดยการเชื่อมนั้นต้องอาจจะอาศัยพลังงานความร้อนหรือใช้สารเคมีในการเชื่อม ซึ่งการเชื่อมนั้นต้องอาศัยเนื้อที่หรือสูญเสียเนื้อที่ในการเชื่อมนั้นไป

รูปที่ 2.3 การเชื่อมแผ่นพลาสติก HDPE Geomembrane Sheet

(ที่มา : https://www.geosynthetica.com/ และ https://www.geomembrane.com/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทางทฤษฎีการเชื่อมแผ่นพลาสติก Geomembrane Sheet เข้าด้วยกัน ส่งผลทำให้ค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength) ลดลงอย่างไรก็ตาม ค่าของความเครียดที่เพิ่มขึ้น (stress) ที่เกิดจากรูปร่างของรอยเชื่อม อาจส่งผลให้ความต้านทานแรงดึง และ การยืดตัว มีค่าลดลงกับแผ่น Geomembrane ที่เชื่อมต่อกัน นอกจากนั้นยังมีลักษณะของพื้นผิว, ชนิดของ geomembrane และเทคนิคที่ใช้ในการเชื่อม ก็มีผลด้วยทั้งสิ้น

2.1.6 ประโยชน์ของแผ่นพลาสติกความหนาแน่นสูง Geomembrane (HDPE Sheet)

1) สามารถกักเก็บน้ำจากแหล่งน้ำใต้ดินน้ำฝนหรือลำธาร

แผ่นพลาสติกกันซึมนี้ยังป้องกันการสูญเสียที่เกิดจากการรั่วซึมซึ่งช่วยอนุรักษ์น้ำได้หลายล้านแกลลอนต่อปี ที่ใช้ได้ในงานต่างๆ เช่น แหล่งน้ำเพื่อการเกษตร แหล่งน้ำอุตสาหกรรม ชุมชน และการประปา ฯลฯ

รูปที่ 2.4 การใช้แผ่น Geomembrane ในการกักเก็บน้ำ

(ที่มา : http://www.siplast-international.com และ https://www.archiexpo.cn/)

2) ปูคลุมปิดปากบ่อบำบัดน้ำเสีย หรือก๊าซชีวภาพ

เพื่อช่วยลดปัญหาด้านมลภาวะและผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากบ่อบัดน้ำเสียและบ่อเก็บมูลสัตว์ สามารถนำก๊าซที่เกิดขึ้นจากการคลุมปิดปากบ่อนำมาพัฒนาและใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆได้ เช่น นำก๊าซไปใช้ในการปั่นไฟ นำก๊าซไปเผาทำความร้อน (แผ่น Geomembrane มีความยืดหยุ่นดีมีความทนทานต่อแรงดันก๊าซและทนต่อแสง UV ได้เป็นอย่างดี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 การใช้แผ่น Geomembrane ในการคลุมปิดปากบ่อบำบัดน้ำเสีย หรือก๊าซชีวภาพ

(ที่มา : http://www.oasiscorp.co.th/ และ http://thairgroup.com/)

3) ปูรองบ่อบำบัดน้ำเสีย (Waste Water Pond Lining)

การปูแผ่น Geomembrane ในบ่อบำบัดน้ำเสียเพื่อป้องกันการรั่วซึมลงดินของน้ำเสียและสารเคมี การปูแผ่น Geomembrane จะมีประสิทธิภาพประหยัด และสามารถป้องกันการรั่วซึมได้ดีกว่าวิธีอื่น เช่น การปูดินเหนียว (Clay Lining) การเทคอนกรีตและง่ายต่อการควบคุมในการก่อสร้างเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆ

รูปที่ 2.6 การใช้แผ่น Geomembrane ในการปูรองบ่อบำบัดน้ำเสีย

(ที่มา : http://thairgroup.com/)

4) ปูรองคลองชลประทาน

เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำในการส่งน้ำตามลำคลองชลประทานต่างๆ การใช้แผ่น Geomembrane เป็นทางเลือกใหม่ในการรองพื้นคลองส่งน้ำแทนคอนกรีตหรือดินอัดแน่น สามารถลดการรั่วไหลของน้ำ โดยได้รับการยืนยันรับรองจากหน่วยงานของทางราชการแล้วและยังใช้ได้ดีในการซ่อมแซมพื้นคอนกรีตที่แตกร้าวหรือถูกกัดกร่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ปูรองบ่อฝังกลบขยะ

เพื่อป้องกันการรั่วซึมลงดินของน้ำเสียจากการฝังกลบขยะปัญหาสำคัญของการฝังกลบขยะคือการป้องกันการรั่วซึมของน้ำเสียในพื้นที่ที่ใช้กักเก็บสิ่งที่นำมาฝังกลบ การใช้แผ่น Geomembrane ในการรองพื้นด้านล่างและด้านข้างบ่อที่ถมจะสามารถกักเก็บและป้องกันสารเคมีต่างๆ ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของขยะและน้ำเสียที่ลงมาในบ่อฝังกลบ

รูปที่ 2.7 การใช้แผ่น Geomembrane ในการปูรองบ่อฝังกลบขยะ

(ที่มา : https://salmecpower.com/)

6.) งานกรุบ่อหมักปุ๋ยการเกษตร ซึ่งจะช่วยรักษาอุณหภูมิการหมักทำให้หมักได้เร็ว

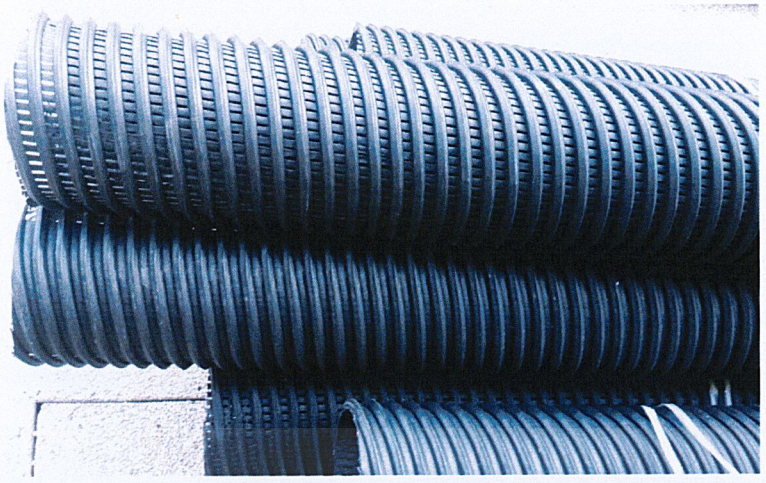
7.) งานกรุรองสำหรับบ่อบำบัดน้ำเสียสนามกอล์ฟ รีสอร์ท บ้านจัดสรร ฯลฯ

2.2 ข้อมูลของท่อ Neodrain

2.2.1 ท่อ Neodrain

ท่อนีโอเดรนเป็นท่อสำหรับระบายน้ำใต้ดิน ที่ผลิตจากโพลีเอทธลีน ความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene) ซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพสูงอีกทั้งยังสามารถทนทานต่อกรด-ด่าง หรือสารเคมีต่างๆได้ดี นอกจากนี้ยังออกแบบท่อให้มีรู จึงทำให้ช่วยระบายน้ำได้อย่างรวดเร็วและไม่เกิดการอุดตันง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

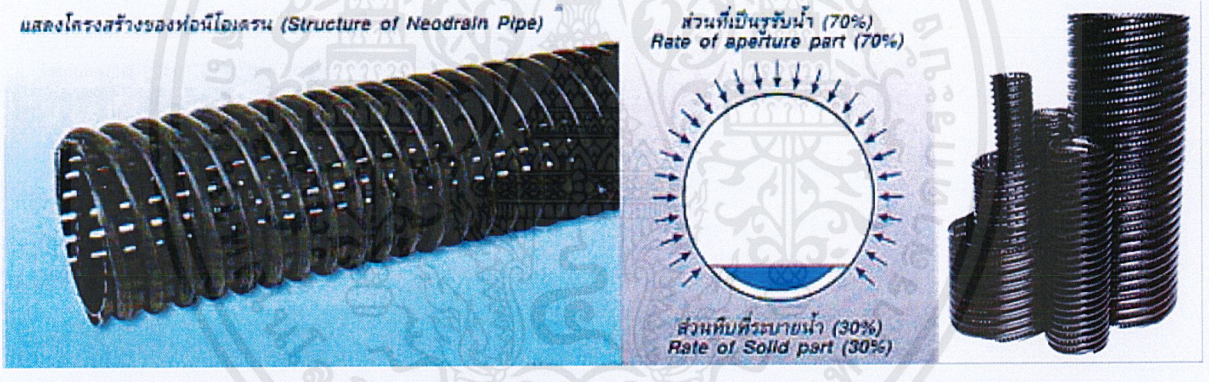


รูปที่ 2.8 ท่อ Neodrain

(ที่มา : https://www.kplworldtrading.com/)

2.2.2 คุณลักษณะสำคัญของท่อ Neodrain

1. ระบายน้ำได้รวดเร็ว (Fast Drainage) ท่อนีโอเดรนมีพื้นที่สามารถรับน้ำได้ถึง 70% และส่วนทึบ 30% จึงสามารถระบายน้ำได้มาก และรวดเร็ว



รูปที่ 2.9 คุณลักษณะสำคัญของท่อ Neodrain

(ที่มา : https://www.kplworldtrading.com/)

2. โครงสร้างท่อแข็งแรง (Robust Structure) ท่อนีโอเดรน สามารถรับแรงกดจากภายนอกได้สูง (External High Loading Resistance) เพราะออกแบบให้มีโครงสร้างที่เป็นเกลียวพันรอบท่ออีกชั้นหนึ่ง เพื่อเป็นตัวเสริมความแข็งแรง จึงสามารถรับน้ำหนักหรือแรงกดจากภายนอก (External Load) ได้มากกว่า 10 ตันต่อตารางเมตร โดยที่ท่อจะเปลี่ยนรูปไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์

3. น้ำหนักเบา (Light Weight) ท่อนีโอเดรน มีน้ำหนักเบาเมื่อเทียบกับท่อพลาสติกชนิดอื่น จึงสามารถขนย้ายได้สะดวก และรวดเร็ว

4. อายุการใช้งานยาวนาน (Long Service Life) ท่อนีโอเดรน สามารถทนทานต่อสภาวะแวดล้อมในดินเช่น กรด ด่าง ได้ดี และทนอุณหภูมิได้ 40 ถึง 60 °c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

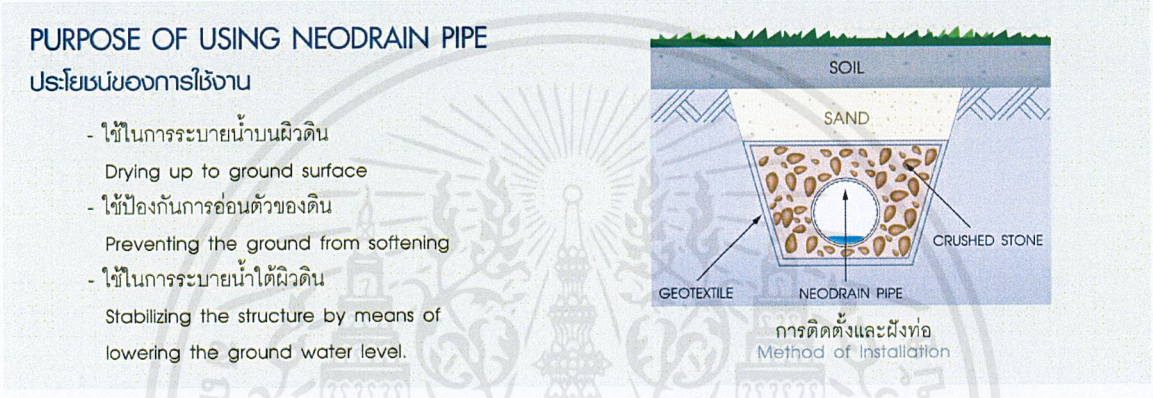
5. ติดตั้งง่าย (Easy Installation) ท่อนีโอเดรน สามารถติดตั้งด้วยวิธีการสวมอัดหรือหมุนเกลียวท่อกับข้อต่อเข้าด้วยกัน จึงสะดวกในการติดตั้งอีกทั้งยังประหยัดเวลา และค่าใช้จ่าย

2.2.3 ประโยชน์ของการใช้งานท่อ Neodrain

1.) ใช้ในการระบายน้ำบนผิวดิน Drying up to ground surface

2.) ใช้ป้องกันการอ่อนตัวของดิน Preventing the ground from softening

3.) ใช้ในการระบายน้ำใต้ผิวดิน Stabilizing the structure by means of lowering the ground water level.



รูปที่ 2.10 ประโยชน์ของการใช้งานท่อ Neodrain

(ที่มา : https://www.uhm.co.th/)

2.2.4 ประเภทของงานที่เหมาะสมกับการใช้งานท่อ Neodrain

1.) งานสนามบิน Airport

2.) งานสนามกีฬา Sporting ground

3.) งานถนน Pavement

4.) งานคันดิน Embankment

5.) งานจัดสวน Landscape

6.) งานสนามกอล์ฟ Golf course

7.) งานบำบัดน้ำเสีย waste water treatment

2.3 ข้อมูลของแผ่นใยสังเคราะห์ (GEOTEXTILE)

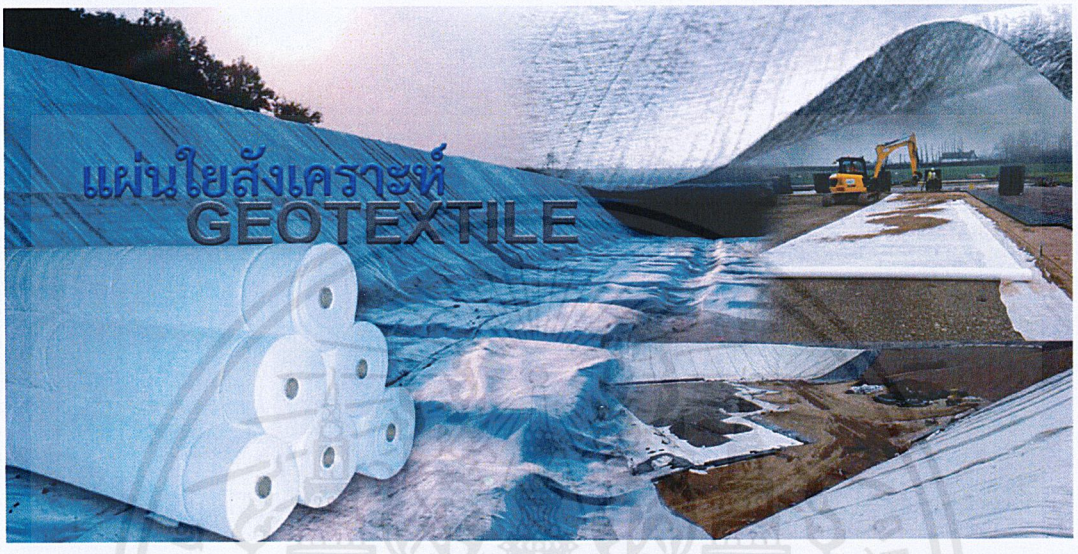
2.3.1 แผ่นใยสังเคราะห์ GEOTEXTILE

Geotextile จัดเป็นสิ่งทอสังเคราะห์(Nonwoven textile) มีลักษณะเป็นแผ่นใยสังเคราะห์ผืนใหญ่น้ำหนักเบา ทำให้เป็นผืนโดยการนำเส้นใยมาผลิตโดยตรง ไม่ต้องผ่านการทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นเส้นด้ายก่อน เส้นใยสามารถยึดติดกันและทำให้แข็งแรงด้วยกระบวนการเชิงกล กระบวนการทางเคมี หรือกระบวนการทางความร้อน เส้นใยที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นเส้นใยประดิษฐ์ เช่น พอลิเอสเตอร์ พอลิโพรพิลีน เป็นต้น

Geotextile เป็นสิ่งทอที่ผลิตขึ้นในงานของวิศวกรรมโยธาและอุตสาหกรรมการเกษตร เพื่อป้องกันการพังทลายของดิน ควบคุมอุณหภูมิของดินและปริมาณน้ำ



รูปที่ 2.11 แผ่นใยสังเคราะห์ GEOTEXTILE

(ที่มา : https://www.marineshine.co.th/)

เส้นใยสังเคราะห์ แบ่งเป็น 3 ประเภท

1. *เส้นใยพอลิเอสเตอร์* โพลิเอสเตอร์เป็นเส้นใยที่ผลิตจากปฏิกริยา Polymerization ของ Dihydric alcohol และ Dicarboxylic acid ดังตัวอย่างปฏิกริยาที่เกิดจากการใช้ Ethylene glycol และ Terephthatic acid Polymer repeat unit ประมาณ 80-100 หน่วย จึงจะได้ Polyester ที่ทำเป็นเส้นใยได้ โพลิเอสเตอร์ที่ได้จากการผลิตในขั้นต้นจะผ่านออกมาเป็นเส้น แล้วถูกตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ เมื่อต้องการทำเป็นเส้นใยก็จะต้องนำไปหลอมเหลว แล้วกดผ่านแว่น Spinneret เส้นใยที่กดออกมากระทบอากาศก็จะแข็งตัว จากนั้นก็นำไปดึงยืดเพื่อให้เส้นใยมีความเหนียวแข็งแรง

2. *เส้นใยพอลิเอไมด์* เช่น ไนลอน (Nylon) เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์มีหลายชนิด เช่น ไนลอน 6,6 ไนลอน 6,10 ไนลอน 6 ซึ่งตัวเลขที่เขียนกำกับหลังชื่อจะแสดงจำนวนคาร์บอนอะตอมในมอนอเมอร์ของเอมีนและกรดคาร์บอกซิลิก ไนลอนจัดเป็นพวกเทอร์มอพลาสติก มีความแข็งมากกว่าพอลิเมอร์แบบเติมชนิดอื่น (เพราะมีแรงดึงดูดที่แข็งแรงของพันธะเพปไทด์) เป็นสารที่ติดไฟยาก (เพราะไนลอนมีพันธะ C-H ในโมเลกุลน้อยกว่าพอลิเมอร์แบบเติมชนิดอื่น) ไนลอนสามารถทดสอบโดยผสมโซดาลาม (NaOH + Ca(OH) 2) หรือเผาจะให้ก๊าซแอมโมเนีย ประโยชน์ของไนลอน ใช้ในการทำเสื้อผ้า ถุงเท้า ถุงน่อง ขนแปรงต่างๆ สายกีต้าร์ สายเอ็น ไม้แร็กเก็ต เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. *เส้นใยอะคริลิก* ใยอคริลิค เป็นชื่อทั่วไปของเส้นใยสังเคราะห์ซึ่งบริษัทดูปองผลิตขึ้นมาได้เป็นชนิดที่สอง แต่ยังไม่สามารถนำมาทำเป็นเส้นใยได้ จนกระทั่งถึงระยะหลังเมื่อมีเส้นใยสังเคราะห์หลากหลายชนิดเกิดขึ้น จึงได้ผลิตเส้นใยอะคริลิคออกมาในสื่อการค้าว่า ออร์ลอน (Orlon) และบริษัทอื่น ๆ ได้ผลิตเส้นใยอะคริลิคออกมา เช่น อะคริแลน (Acrilan) ผลิตโดยบริษัทซีลานีส เวเรล (Verel) ผลิตโดยบริษัทอีสแมน ซึ่งเป็นเส้นใยที่มีส่วนประกอบเหมือนกัน แต่ขบวนการผลิตแตกต่างกัน อะคริลิคเป็นเส้นใยสังเคราะห์ซึ่งประกอบด้วยโพลิเมอร์ของ Acrylonitrille อย่างน้อย 85% โดยน้ำหนักและ Vinyl Cyanide เมื่อได้เป็นโพลิเมอร์ที่จะทำให้เป็นเส้นใยต้องนำไปละลายใน Di-methyl form-amide แล้วจึงอัดเป็นเส้นใย เมื่อตัวทำละลายระเหยไปก็จะได้เส้นใยอะคริลิค

2.3.2 คุณสมบัติของแผ่นใยสังเคราะห์ (GEOTEXTILE)

ผ้าใยสังเคราะห์ (Geotextile) เป็นวัสดุป้องกันที่ใช้ออกแบบในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สามารถผลิตให้มีน้ำหนักได้ตั้งแต่ 120 กรัม/ตร.ม. จนถึง 400 กรัม/ตร.ม. ซึ่งแต่ละน้ำหนักจะมีความสามารถในการรับน้ำหนักกดทับได้ต่างกัน ตั้งแต่ 500 กิโลกรัม/ตร.ม. เป็นต้นไป การเลือกใช้ก็จะขึ้นอยู่กับงานแต่ละชนิด

จำหน่ายแผ่นใยสังเคราะห์ Geotextile สีขาวและสีดำ มีน้ำหนักตั้งแต่ 100-200 g/sqm. หน้ากว้าง 2 ,3,4 เมตร ยาวต่อม้วน 50และ100 เมตร ขนส่งง่าย แผ่นใยสังเคราะห์ geotextile เพื่อ support ชั้นดินในงานเขื่อน,พนังกันดิน,บ่อขยะ, บ่อน้ำดีและน้ำเสีย,พันท่อเดรนเพื่อระบายน้ำ ฯลฯ

2.3.3 หน้าที่และการใช้งานของแผ่นใยสังเคราะห์ (GEOTEXTILE)

วัสดุสังเคราะห์ทางธรณี Geotextile ที่นำมาใช้ในโครงสร้างทางชลศาสตร์และโยธา จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของโครงสร้างดังกล่าวได้ดีขึ้น โดย Geotextile สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานต่างๆได้

หน้าที่หลักมีดังนี้

1. แยกชั้นวัสดุ (Separation)
2. ป้องกันดิน (Protection)
3. กรองวัสดุ (Filtration)
4. ควบคุมการกัดเซาะ (Erosion Control)
5. ป้องกันการกัดเซาะบริเวณชายตลิ่ง (Bank of river control)
6. เสริมกำลังวัสดุ (Reinforcement)

ลักษณะการใช้งานโดยทั่วไป

1. เพิ่มเสถียรภาพของงานโครงสร้างบนดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ป้องกันการกัดเซาะริมตลิ่ง
3. ชั้นกรองระบายน้ำ
4. ป้องกันการฉีดขาดของแผ่นพลาสติกกันซึม
5. เสริมกำลังดินในสันทาง ทางลาดชัน และกำแพงดิน

การแยกชั้นวัสดุ

ปัญหาที่มักจะเกิดคือปัญหาในการรับน้ำหนักของผิวดิน มักจะเกิดการแทรกตัวและปะปนของชิ้นวัสดุที่มีการทับถมเพื่อการบดอัดกับชั้นดินเดิมที่อ่อน ทำให้ชั้นดินไม่แน่น

วิธีแก้ไข

เพื่อป้องกันการปนกันของชั้นดิน เราจะแยกชั้นวัสดุโดยแผ่นใยสังเคราะห์ Geotextile จะถูกปูระหว่างชั้นวัสดุ พื้นทางและชั้นดินเดิม ซึ่งเป็นการแยกชั้นวัสดุ ทำให้ชั้นดินเดิมบดอัดได้แน่นขึ้น

การใช้งาน

- งานถนนและถนนชั่วคราว
- งานทางรถไฟ
- งานสนามบิน ลานจอดรถ
- งานเขื่อนดิน
- งานถมคันทางบนดินอ่อน

การป้องกันการฉีกขาดและทิ่มทะลุของ Geomembrane

ปัญหาที่มักจะเกิดคือ ปัญหาในการที่ตัวแผ่นพลาสติกกันซึมถูกของแหลมหรือวัสดุอื่นๆ เจาะทะลุฉีกขาดง่าย เมื่อแผ่นพลาสติกกันซึมรับน้ำหนักมากในระหว่างการติดตั้งหรือก่อสร้างในส่วนอื่นๆ ต่อไป

วิธีแก้ไข

เพื่อป้องกันแผ่นพลาสติกกันซึมถูกเจาะทะลุและฉีกขาด แผ่นใยสังเคราะห์ Geotextile จะปูเป็นชั้นรองป้องกันตัวแผ่นพลาสติกกันซึม จะทำให้แผ่นพลาสติกกันซึมไม่ถูกของแหลมหรือสิ่งวัสดุอื่นๆ เจาะทะลุและฉีกขาดง่าย

การใช้งาน

- งานบ่อฝังกลบขยะ, งานบ่อบำบัดน้ำเสีย
- งานบ่อน้ำทั่วไป บ่อสวยงาม บ่อการเกษตร
- งานอ่างเก็บน้ำ
- งานเขื่อนดินและคลองส่งน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.12 การปูแผ่นใยสังเคราะห์ GEOTEXTILE ในการปูบ่อและปูคลุม

(ที่มา : https://www.marineshine.co.th/)

การกรองวัสดุและการระบายน้ำ

ปัญหาที่มักเกิดขึ้นคือ ปัญหาในการอุดตันของระบบการกรองและการระบายน้ำ จะมีการอุดตันของชั้นพวกกรวด หิน เศษดิน และเศษวัสดุขนาดเล็กไปปะปนกับระบบกรองและระบายน้ำ จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพการระบายน้ำของระบบการกรองและการระบายน้ำไม่ดี

วิธีแก้ไข

เพื่อป้องกันการอุดตันของระบบการกรองและการระบายน้ำในชั้นพวกกรวด หิน และเศษดิน แผ่นใยสังเคราะห์ Geotextile จะถูกปูระหว่างชั้นกรวดที่ระบายน้ำและชั้นดิน เพื่อช่วยลดปัญหาการอุดตันของชั้นกรอง

การใช้งาน

- งานระบบระบายน้ำร่องถนน
- งานป้องกันการพังทลายของริมฝั่งแม่น้ำ คลอง ทะเล
- งานระบายน้ำในการเกษตร สนามกอล์ฟ สนามกีฬา สวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.13 การปูแผ่นใยสังเคราะห์ GEOTEXTILE ในการปูเพื่อวางท่อระบายน้ำใต้ดิน
(ที่มา : https://www.kontraststroy.ru/)

การป้องกันการกัดเซาะ

ปัญหาที่มักจะเกิดคือ ปัญหาที่เกิดการกัดเซาะของหน้าดินตามริมฝั่งแม่น้ำ ชายฝั่งทะเล เสาสะพาน ตอม่อสะพาน ข้างใต้ที่วางกล่องลวดตาข่าย เนื่องจากกระแสน้ำที่ซัดเข้าริมฝั่งนั้นทำให้เม็ดดินเกิดการเคลื่อนตัวจากแรงดันของน้ำ และน้ำขึ้นน้ำลง จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการกัดเซาะ

วิธีแก้ไข

เพื่อป้องกันการกัดเซาะ เราจึงต้องควบคุมแผ่นใยสังเคราะห์ Geotextile จะใช้ปูร่วมกับพวกหิน แผ่นคอนกรีต กล่องลวดตาข่าย ที่สามารถลดปัญหาการกัดเซาะได้ แผ่นใยสังเคราะห์ Geotextile จะช่วยกักเม็ดดินไว้ไม่ให้หลุดไปไหน

การใช้งาน

- งานป้องกันริมฝั่งแม่น้ำ ชายฝั่งทะเล
- งานรากฐานเสาสะพาน ตอม่อ
- งานกล่องลวดตาข่าย ที่ป้องกันหน้าดิน

รูปที่ 2.14 การปูแผ่นใยสังเคราะห์ GEOTEXTILE ในการปูเพื่อป้องกันการกัดเซาะ
(ที่มา : https://www.marineshine.co.th/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเสริมกำลังวัสดุ

ปัญหาที่มักจะเกิดคือ ปัญหาที่ทางลาดไม่มีการเสริมกำลัง ทำให้เกิดการพังทลายของผิวดินตามแนวขอบทางลาดได้

วิธีแก้ไข

เพื่อป้องกันการพังทลายของผิวดิน ต้องปูแผ่นใยสังเคราะห์ Geotech หลายๆ ชั้น ในระหว่างการก่อสร้างทางลาด จะช่วยเสริมกำลังให้ทางที่ลาดชันมั่นคง ปลอดภัย

การใช้งาน

- งานคันดินสร้างถนน
- งานเสริมกำลังของผนังกันดิน
- งานทางลาด ถนน สะพาน

รูปที่ 2.15 การปูแผ่นใยสังเคราะห์ GEOTEXTILE ในการปูเพื่อเสริมกำลังวัสดุ
(ที่มา : http://thai.industrialfeltfabric.com/)

2.4 ระบบการการระบายน้ำและการกรอง (Drainage / Filtration)

การระบายน้ำคือการเคลื่อนย้ายน้ำผิวดินและใต้ผิวดินออกจากพื้นที่ทั้งโดยวิธีทางธรรมชาติและทางประดิษฐ์ ระบบระบายน้ำที่มีแผ่นใยสังเคราะห์เป็นชั้นกรองจะรักษาและป้องกันไม่ให้เม็ดดินละเอียดผ่านเข้าไปและอาจทำให้เกิดการอุดตันภายในระบบระบายน้ำ

TenCate Geosynthetics นำเสนอแนวทางที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำและการกรองในระบบระบายน้ำใต้ผิวดินตามทางหลวง, คันดินถม, ใต้สนามบิน และ สนามกีฬา เพื่อให้โครงสร้างระบายน้ำเหล่านี้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีระบบกรองที่ออกแบบอย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 ระบบกรอง

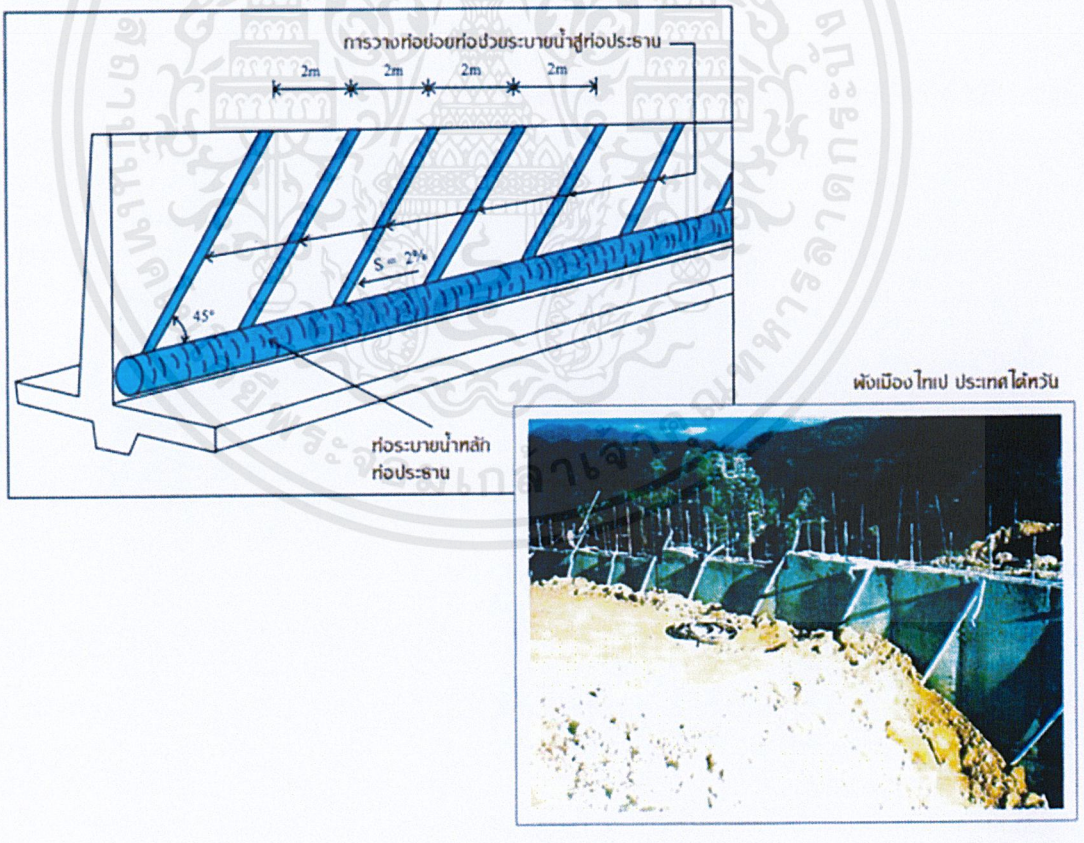
แผ่นใยสังเคราะห์ที่ใช้สำหรับกรองมักใช้ในการระบายน้ำดังต่อไปนี้ : ท่อระบายน้ำ, ราง ระบายน้ำ, ระบบระบายน้ำแบบผนัง, บ่อรวบรวมน้ำ และ บ่อบาดาล ในการใช้งานระบบเหล่านี้ แผ่นใยสังเคราะห์ควรได้รับการออกแบบเพื่อให้การก่อสร้างคงอยู่ได้ โดยอนุญาตให้น้ำซึมผ่านได้ใน อัตราที่สูงและกักดินเดิมไว้โดยไม่อุดตัน

2.4.2 การป้องกันการกัดเซาะอย่างถาวร

แผ่นใยสังเคราะห์ที่ใช้สำหรับกรองมักใช้ในการป้องกันการกัดเซาะดังต่อไปนี้ : การ ป้องกันคลื่นสำหรับการสร้างเขื่อนตามแนวชายฝั่ง, การป้องกันการกัดเซาะแบบวนของโครงสร้าง ระบายน้ำที่หลากหลาย, การป้องกันดินตัดและดินถมของโครงสร้างประเภทสะพานและตอม่อ เช่นเดียวกับการติดตั้งระบบระบายน้ำการใช้งานเหล่านี้จำเป็นต้องมีแผ่นใยสังเคราะห์ที่ได้รับการ ออกแบบให้สามารถติดตั้งได้อย่างเหมาะสมพร้อมกับช่วยให้สามารถระบายน้ำได้ในขณะที่สามารถ กักดินเดิมไว้ได้โดยไม่อุดตัน

2.4.3 ระบบระบายน้ำใต้ดินรูปแบบต่างๆ

2.4.3.1 ระบบการระบายน้ำแนวตั้งด้านหลังกำแพงกันน้ำ

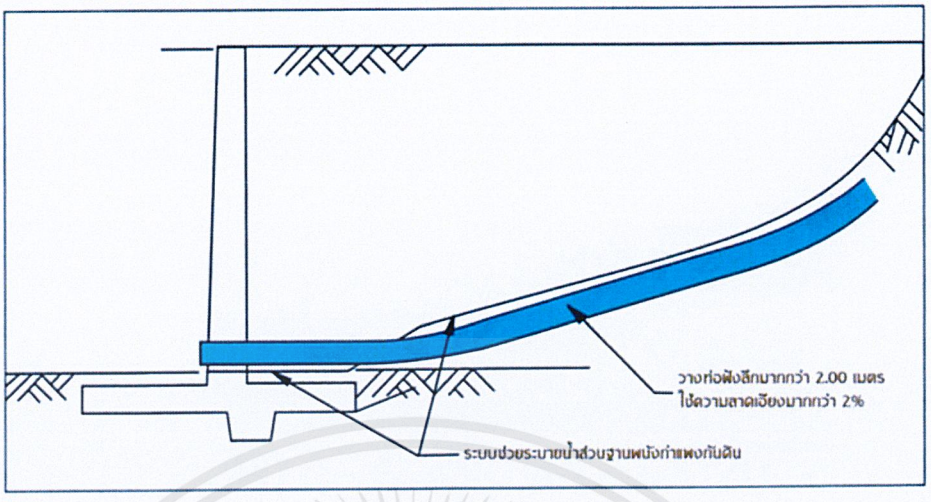


รูปที่ 2.16 ระบบการระบายน้ำแนวตั้งด้านหลังกำแพงกันน้ำ

(ที่มา : http://www.lj.co.th/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

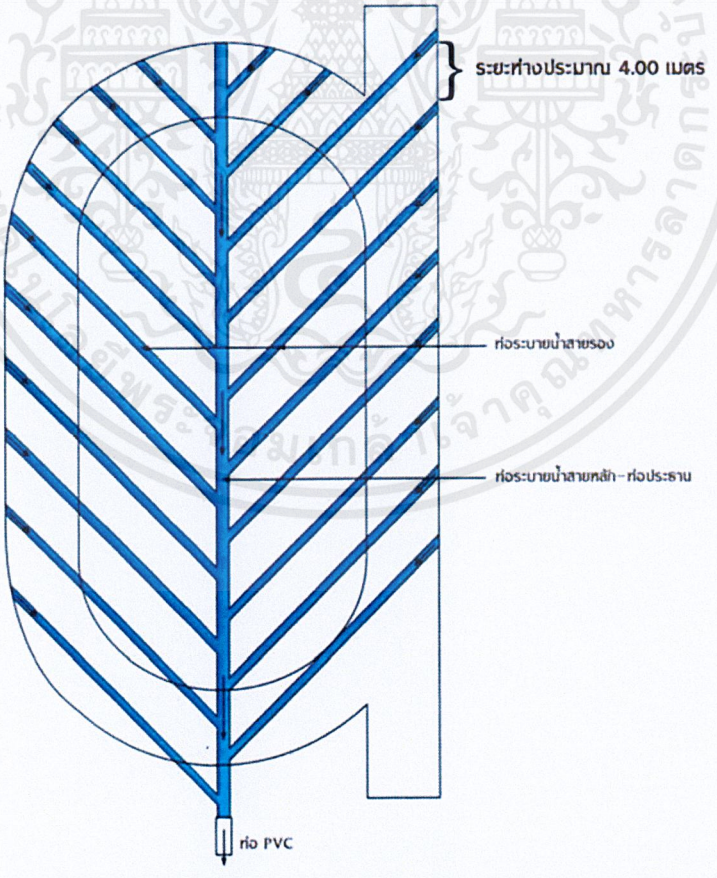
2.4.3.2 ระบบการระบายน้ำแนวนอนด้านหลังกำแพงกันน้ำ



รูปที่ 2.17 ระบบการระบายน้ำแนวนอนด้านหลังกำแพงกันน้ำ

(ที่มา : http://www.lj.co.th/)

2.4.3.3 ระบบการระบายน้ำของสนามกีฬา

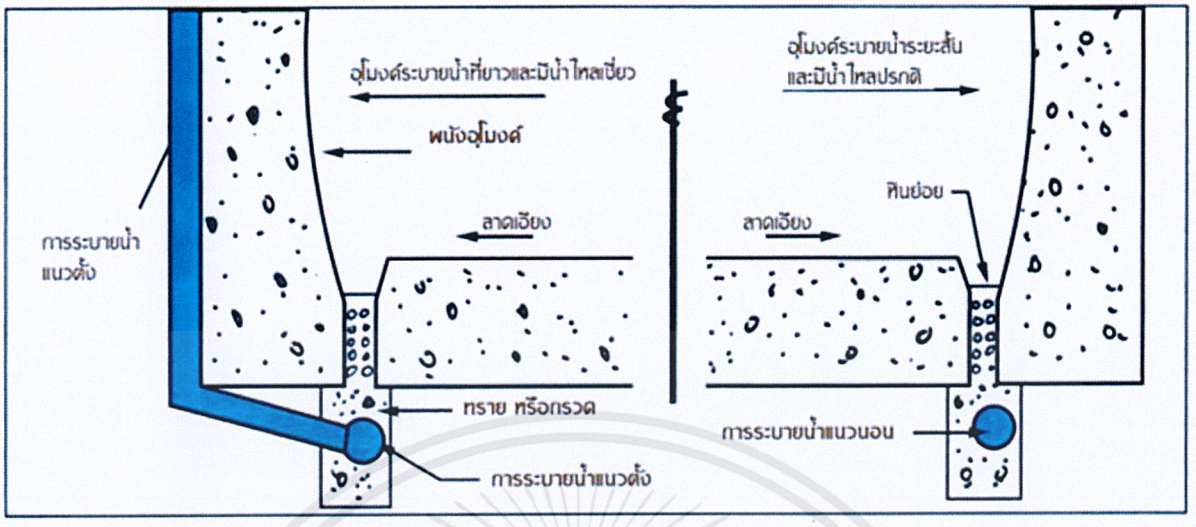


รูปที่ 2.18 ระบบการระบายน้ำของสนามกีฬา

(ที่มา : http://www.lj.co.th/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

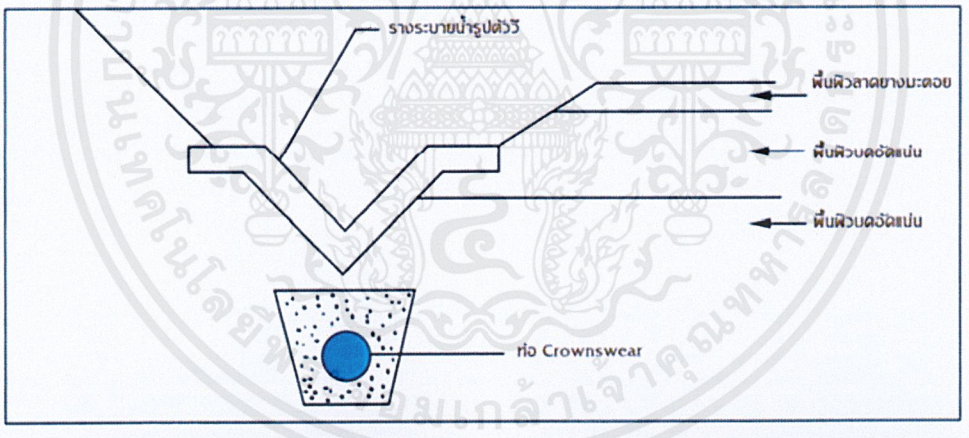
2.4.3.4 ระบบอุโมงค์ระบายน้ำ

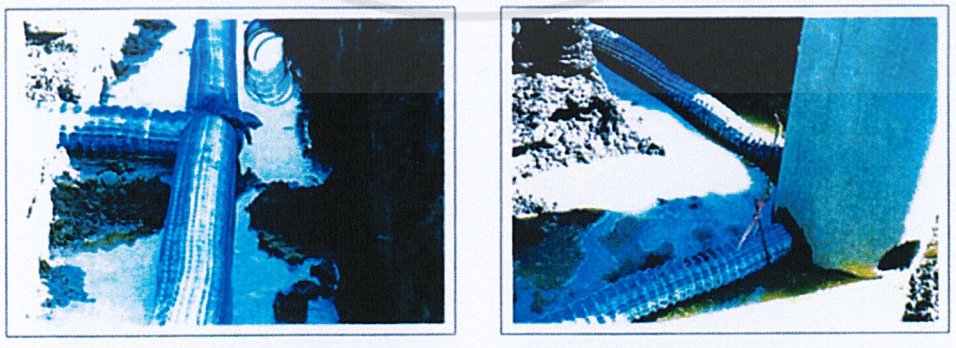


รูปที่ 2.19 ระบบอุโมงค์ระบายน้ำ

(ที่มา : http://www.lj.co.th/)

2.4.3.5 รางระบายน้ำบนท้องถนน



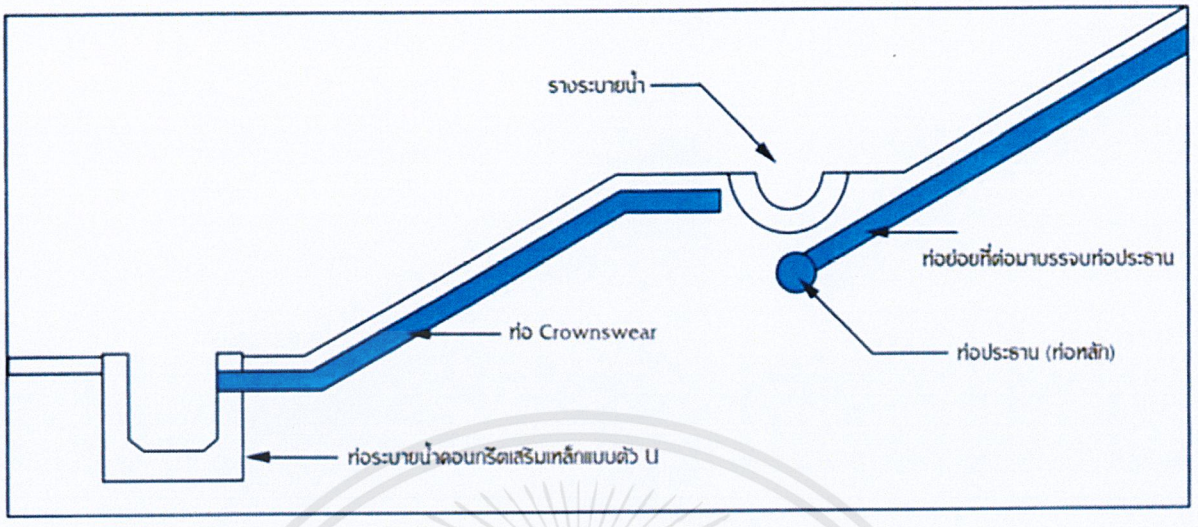


รูปที่ 2.20 รางระบายน้ำบนท้องถนน

(ที่มา : http://www.lj.co.th/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

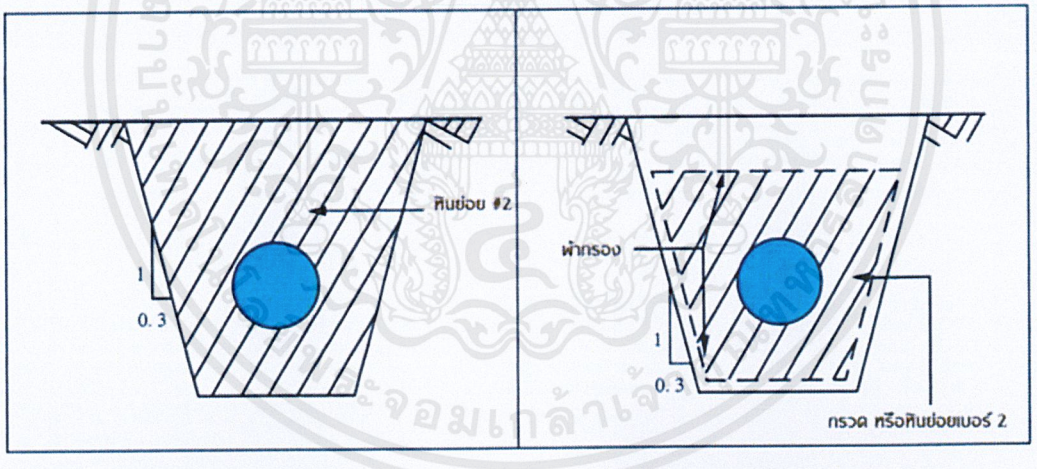
2.4.3.6 คูระบายน้ำและรางระบายน้ำที่มาบรรจบกันบนพื้นที่เอียงลาดแบบขั้นบันได



รูปที่ 2.21 คูระบายน้ำและรางระบายน้ำที่มาบรรจบกันบนพื้นที่เอียงลาดแบบขั้นบันได

(ที่มา : http://www.lj.co.th/)

2.4.3.7 คูคลองตาบอดที่มีน้ำขังตลอดเวลา



รูปที่ 2.22 คูคลองตาบอดที่มีน้ำขังตลอดเวลา

(ที่มา : http://www.lj.co.th/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ในการออกแบบทางระบายน้ำ

ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ในการออกแบบทางระบายน้ำ ทั้งแบบท่อปิดหรือแบบรางเปิด ประกอบด้วย หลักการออกแบบทางระบายน้ำ ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ออกแบบด้านอุทกวิทยา ด้านชลศาสตร์ และด้านโครงสร้างโดยมีรายละเอียดดังนี้

2.5.1 หลักการออกแบบทางระบายน้ำ

การออกแบบทางระบายน้ำที่ดีจะต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพการระบายน้ำ งบประมาณการก่อสร้าง และวิธีการบำรุงรักษา โดยจะต้องออกแบบให้น้ำไหลด้วยความเร็วที่สามารถล้างท่อด้วยตัวเองและสามารถระบายน้ำได้ตามภาวะอัตราระบายน้ำออกแบบ (Design Dithery) นอกจากนี้ในกรณีทางระบายน้ำแบบท่อปิดต้องมีการออกแบบการระบายอากาศไว้ด้วยเพื่อช่วยลดปัญหาการสึกกร่อนของท่อและวัสดุอื่น

2.5.1.1 ข้อพิจารณาในการออกแบบวางโครงข่ายทางระบายน้ำ

ประเด็นที่ควรพิจารณาเพื่อประกอบการตัดสินใจในการออกแบบวางโครงข่ายทางระบายน้ำ มีดังนี้

1) สถานที่และตำแหน่ง : ตำแหน่งและแนวเขตวางทางระบายน้ำเป็นส่วนสำคัญที่มีผลกระทบต่องบประมาณการก่อสร้างและประสิทธิภาพการระบายน้ำการกำหนดแนวเขตทางระบายน้ำที่ดีควรมีระยะสั้นและไม่ลึกมากแต่มีขีดความสามารถรับน้ำจากทุกแหล่งกำเนิดและระบายน้ำออกไปได้โดยเร็ว

2) ขนาดทางระบายน้ำ : ทางระบายน้ำขนาดใหญ่มีขีดความสามารถในการระบายได้มากกว่าทางระบายน้ำขนาดเล็ก แต่ราคาสูงกว่า ดังนั้น เพื่อความประหยัดและความคุ้มค่าจึง จำเป็นต้องคำนวณขนาดให้เหมาะสม โดยไม่เล็กเกินไปจนไม่สามารถระบายน้ำได้ หรือมีขนาด ใหญ่จนเกินความจำเป็น

3) ความลาดของทางระบายน้ำ : ทางระบายน้ำที่มีความลาดชันมากจะทำให้ความลึกของทางระบายน้ำมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้น เพื่อมิให้ทางระบายน้ำมีความลึกมาก ให้พิจารณา กำหนดบ่อสูบเป็นระยะๆ แทนการขุดดินให้ลึกเพื่อเป็นการยกระดับน้ำให้สูงขึ้น

2.5.1.2 ปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการออกแบบทางระบายน้ำ

การออกแบบทางระบายน้ำมีปัจจัยสำคัญประกอบการพิจาณา ดังนี้

1) การป้องกันการสึกกร่อน การออกแบบทางระบายน้ำแบบท่อปิดต้องป้องกันการสึกกร่อนภายในท่อเพื่อป้องกันท่อชำรุดเสียหายเร็วกว่ากำหนดอันจะส่งผลให้ต้องมีการขุดวางท่อใหม่แทนท่อเก่าที่ชำรุด ซึ่งจะเป็นการยุ่งยากและมีค่าใช้จ่ายสูงมากกว่าการวางท่อให้ได้มาตรฐานตั้งแต่เริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ความลึกของทางระบายน้ำ ในกรณีการขุดเปิดหน้าดินเพื่อวางทางระบายน้ำซึ่งมีความลึกมากกว่า 2-3 เมตร อาจทำให้อาคารข้างเคียงเกิดการทรุดตัวและแตกร้าวเนื่องจากการไหลตัวของดินนั้นได้ กรณีนี้สามารถแก้ไขโดยการขุดเจาะระบบอุโมงค์เพื่อไม่ต้องขุดเปิดหน้าดิน อย่างไรก็ดี ความลึกในส่วนต้นทางของท่อจะต้องมีระดับลึกพอที่ดันน้ำที่ระบายออกจากอาคารบ้านเรือนของประชาชนให้ไหลไปตามท่อหรือทางระบายน้ำได้

3) ความลาดของทางระบายน้ำ ทางระบายน้ำที่มีความลาดชันมากจะทำให้ทางระบายน้ำมีความลึกมากขึ้นตามไปด้วย กรณีนี้สามารถแก้ไขโดยการกำหนดให้มีบ่อสูบเป็นระยะๆ เพื่อเป็นการยกระดับน้ำให้สูงขึ้นแล้วปล่อยให้ไหลไปตามทางระบายน้ำแทนการขุดให้ลึกได้

4) ชนิดของท่อระบายน้ำ ท่อระบายน้ำมีจำนวนหลายชนิด เช่น ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก ท่อเหล็ก ท่อPVC ซึ่งมีความแตกต่างทั้งในเรื่องคุณสมบัติความคงทนและราคา ดังนั้น ควรศึกษา และ เลือกใช้ท่อให้เหมาะสมกับโครงสร้างของทางระบายน้ำ และสามารถรับน้ำหนักได้ทั้งน้ำหนักถาวรและน้ำหนักจร ซึ่งรวมถึงแรงกระแทกหรือการทรุดตัวที่อาจเกิดขึ้นได้

5) รอยต่อหรือรอยเชื่อม การออกแบบทางระบายน้ำต้องศึกษาวิธีการป้องกันและลดอัตราน้ำไหลรั่วเข้าทางระบายน้ำผ่านทางรอยต่อหรือรอยเชื่อม

6) การบำรุงรักษา ทางระบายน้ำที่ไม่มีการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่องจะทำให้เกิดการชำรุด หรือมีอายุการใช้งานที่สั้น ดังนั้นการออกแบบต้องคำนึงถึงความสะดวกและง่ายต่อการบำรุงรักษา รวมถึงการใช้จ่ายงบประมาณอย่างประหยัดด้วย

2.5.2 ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ออกแบบด้านอุทกวิทยา

2.5.2.1 ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ในการออกแบบ

ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ในการออกแบบด้านอุทกวิทยาจะเกี่ยวข้องกับการคำนวณอัตราการระบายน้ำหรืออัตราน้ำไหลนองสูงสุดที่เกิดจากฝนออกแบบได้ดังนี้

• อัตราน้ำไหลนองสูงสุดคำนวณจากปริมาณฝนออกแบบที่ตกในบริเวณพื้นที่ที่จะระบายน้ำในรอบ 2-10 ปี ปกติใช้เกณฑ์ปริมาณฝนออกแบบในรอบปีการเกิดหรือคาบพินิจ 5 ปี แต่สำหรับบริเวณชุมชนไม่หนาแน่นและมีปัญหาน้ำท่วมขังเพียงเล็กน้อยใช้รอบปีการเกิดของฝนออกแบบ 2 ปี ในทางตรงกันข้ามหากเป็นบริเวณที่มีชุมชนหนาแน่นย่านพาณิชย-กรรมและธุรกิจการค้า ซึ่งเมื่อเกิดน้ำท่วมจะมีความเสียหายค่อนข้างมากและเป็นอุปสรรคต่อการสัญจร ให้ใช้รอบปีการเกิดของฝนออกแบบ 10 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• กรณีปริมาณน้ำนองหรืออัตราน้ำไหลนองสูงสุดที่เกิดขึ้นเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จะต้องยอมให้เกิดน้ำท่วมขังเพียงชั่วคราว และเร่งระบายน้ำออกไปโดยเร็ว

• ปริมาณฝนออกแบบขึ้นอยู่กับรอบปีการเกิดและระยะเวลาที่ฝนตก โดยคำนวณได้จากกราฟความสัมพันธ์ของความเข้มฝน-ระยะเวลาที่ฝนตก-และความถี่ของฝนซึ่งจะแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่หรือภูมิภาคของประเทศโดยข้อมูลดังกล่าวได้จากสถานีฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดนั้นๆ

• ปริมาณน้ำนองทั้งหมดที่ใช้ในการออกแบบทางระบายน้ำ คือ ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากการใช้น้ำในพื้นที่

• ปริมาณน้ำเสียที่ไหลลงทางระบายน้ำ (กรณีระบบรวม) จะเป็นสัดส่วนกับปริมาณน้ำที่ประชากรในพื้นที่ใช้แต่ละวัน โดยมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำที่ประชากรใช้ทั้งหมด สำหรับอัตราการใช้น้ำของประชากรกำหนดให้อยู่ช่วงพิสัย 100-200 ลิตร/คน/วัน โดยกำหนดให้ชุมชนขนาดเล็ก หรือมีความหนาแน่นน้อยใช้น้ำ 100 ลิตร/คน/วัน และ ชุมชนขนาดใหญ่หรือมีความหนาแน่นมากใช้น้ำ 200 ลิตร/คน/วัน

2.5.2.2 วิธีการคำนวณอัตราน้ำไหลนองสูงสุด (Design Discharge)

การคำนวณปริมาณน้ำนองสูงสุดสำหรับพื้นที่รับน้ำฝนหรือพื้นที่ที่จะระบายน้ำมีขนาดเล็ก ไม่เกินกว่า 25 ตารางกิโลเมตร ใช้สูตร Rational Formula ดังนี้

$$Q = 0.278 \times 10^{-6} \ CIA$$

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำไหลนองสูงสุดหรือการออกแบบอัตราการระบายน้ำมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (m^3/sec)

C = สัมประสิทธิ์ไหลนอง (Coefficient of Runoff)

I = ความเข้มของฝน (Rainfall Intensity) มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อชั่วโมง (mm/hr)

A = พื้นที่รับน้ำฝน มีหน่วยเป็นตารางเมตร

2.5.2.3 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง (Coefficient of Runoff)

ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง (C) คือตัวแปรที่ถูกกำหนดให้เป็นค่าคงที่สำหรับภาวะการณ์หนึ่งๆ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองนี้สามารถแบ่งตามลักษณะพื้นที่ผิวหรือลักษณะพื้นที่ใช้สอย ตามตารางที่ 2.1 ค่า C หรือ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองของน้ำฝน อย่างไรก็ดีค่าสัมประสิทธิ์ในตารางดังกล่าวนี้ใช้ได้เฉพาะกับฝนความถี่ รอบ 2-10 ปี เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ลักษณะพื้นที่ไม่เข้ากลุ่มกัน สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองหรือน้ำท่าผิวดินเฉลี่ย (C) ได้จากความสัมพันธ์ลักษณะการใช้พื้นที่ย่อยและขนาดพื้นที่ย่อยดังนี้

$$C = \frac{C_1A_1+C_2A_2+\ldots+C_nA_n}{A_1+A_2+\ldots+A_n}$$

$C_1 \ldots C_n$ คือ สัมประสิทธิ์น้ำท่าผิวดินของพื้นที่ย่อยแต่ละส่วน

$A_1 \ldots A_n$ คือ ขนาดพื้นที่ย่อยแต่ละส่วน

ตารางที่ 2.1 ตารางค่า C หรือ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองของน้ำฝน (ASCE, 1969)

ลักษณะใช้สอยของพื้นที่	ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง (C)
1. เขตธุรกิจ	
- หนาแน่น	0.70-0.95
- รอบๆ บริเวณเขตธุรกิจ	0.70-0.85
2. เขตที่พักอาศัย	
- ครอบครัวเดียว	0.30-0.50
- หลายครอบครัว, แยกกัน	0.40-0.60
- หลายครอบครัว, ติดกัน	0.60-0.75
3. เขตที่พักอาศัย (ชานเมือง)	0.25- 0.40
4. เขตอพาร์ทเมนท์	0.50-0.70
5. เขตอุตสาหกรรม	
- เบา	0.50-0.80
- หนัก	0.60-0.90
6. สวนสาธารณะ/สนามหญ้า	0.10-0.25
7. สวนเด็กเล่น	0.20-0.35
8. สถานีรถไฟ ชุมทาง	0.20-0.35
9. ที่รกร้าง/ที่ดินว่างเปล่า	0.10-0.30
10. ที่จอดรถ คสล./สนามกีฬาผิวทึบฐ้า	0.85-0.95
11. ที่จอดรถลาดยาง/หินคลุก	0.70-0.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.4 การคำนวณความเข้มฝนออกแบบ (Design Rainfall)

เมื่อเกิดฝนตก ฝนจะไม่ตกลงบนพื้นที่ในปริมาณและระยะเวลาที่เท่ากัน บางท้องที่อาจมีฝนตกหนักและนานในขณะที่บางท้องที่จะมีฝนเบาบางและตกในช่วงสั้นๆ ทำให้ความเข้มฝนออกแบบในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน

ความเข้มของฝน (Rainfall Intensity) หมายถึง ความหนักเบาของฝนที่ตกลงมา คำนวณได้จาก ปริมาณฝนออกแบบหารด้วยระยะเวลาที่ฝนตก ดังนั้นความเข้มฝนออกแบบที่มีค่าสูง อัตราเสี่ยงต่ออันตรายที่จะเกิดน้ำท่วมขังก็จะน้อยลง แต่งบประมาณในการก่อสร้างจะยิ่งแพงขึ้น ดังนั้น การเลือกความเข้มฝนที่ใช้ออกแบบ จึงต้องพิจารณาสภาพพื้นที่และความคุ้มค่าในการป้องกันน้ำท่วมขังให้เป็นไปอย่างเหมาะสม

สำหรับความเข้มของฝนออกแบบที่ใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำไหลนองสูงสุด จาก สูตร Rational Formula นั้น จะขึ้นอยู่กับรอบปีหรือความถี่ออกแบบ และระยะเวลาที่ฝนตก ซึ่งนิยมอ่านจากกราฟความสัมพันธ์ของความเข้ม ระยะเวลาที่ฝนตก และรอบปีของฝน โดยรอบปีที่ออกแบบกำหนดไว้ในรอบ 2 ถึง 10 ปี ส่วนระยะเวลาที่ฝนตก จะกำหนดให้เท่ากับเวลาที่ฝนตกหรือเวลาน้ำไหลนอง (T_c) ซึ่งถือว่าเป็นเวลาที่น้ำไหลนองก่อตัวเป็นรูปร่างและไหลจากจุดไกลที่สุดของพื้นที่ระบายมายังจุดที่พิจารณา

2.5.2.5 เวลาน้ำไหลนอง

เวลาน้ำไหลนองหรือเวลาของการรวมจุด (Time of Concentration, T_c) หมายถึงเวลาที่น้ำจากทุกส่วนในพื้นที่ระบายน้ำไหลมาถึงจุดทางออก(Outlet) ประกอบด้วยเวลาทางเข้า (Inlet time, t_o) รวมกับเวลาที่น้ำเดินทางในท่อจากจุดทางเข้าถึงจุดทางออกที่พิจารณา

สูตรเวลาน้ำไหลนอง

$$T_c = t_o + t_{pipe}$$

สำหรับเวลาทางเข้า หมายถึง เวลาที่น้ำฝนใช้เดินทางหลังจากที่ตกลงมาจนถึงทางเข้าสู่ท่อหรือรางระบายน้ำหรือเป็นเวลาที่น้ำไหลนองบนผิวดินและพื้นผิวอื่นๆจากจุดไกลสุด จนถึงทางเข้าสู่ท่อหรือทางระบายน้ำ

สำหรับเวลาที่น้ำวิ่งในเส้นท่อหรือรางระบายน้ำ (t_{pipe}) คำนวณโดยใช้สูตรชลศาสตร์ และความเร็วการไหลในท่อเท่ากับ 0.75 เมตร/วินาที หรือเท่ากับ 45 เมตร/นาที ซึ่งเป็น ความเร็ว การไหลน้อยที่สุดที่จะไม่ทำให้เกิดการตกตะกอนในท่อ

เวลาน้ำไหลบนพื้นดินหรือพื้นที่ผิวต่างๆ (t_o) จนกว่าจะเข้ามายังจุดเข้าท่อหรือรางระบาย (Inlet) นั้นคำนวณหาได้ยาก เพราะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างอาทิเช่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น ความลาดชันของพื้นที่ผิว ลักษณะปกคลุมพื้นที่ผิวนั้นๆ ระยะทางที่น้ำวิ่งก่อนถึงจุดเข้าท่อ อย่างไรก็ดีในการออกแบบอาจเลือกใช้เวลาวิ่งเข้าท่อในช่วง 5 ถึง 30 นาที (นิยมใช้ 5-15 นาที) ในกรณีพื้นที่ที่อยู่ในเขตการพัฒนาและมีสิ่งก่อสร้างหนาแน่น พื้นที่ผิวส่วนใหญ่เป็นชนิดน้ำซึมลงดินได้ยาก และมีช่องให้น้ำเข้าระบบระบายจำนวนมาก อาจเลือกใช้เวลาเข้าท่อเพียง 5 นาที สำหรับพื้นที่ที่มีการพัฒนาและ ภูมิประเทศค่อนข้างราบเรียบกำหนดใช้เวลาเข้าท่อหรือรางระบายนาน 10 ถึง 15 นาที แต่ในบริเวณชุมชนที่พักอาศัยมีภูมิประเทศราบเรียบกำหนดใช้เวลาในช่วง 20-30 นาที เป็นเกณฑ์

หากกำหนดให้เวลาฝ้าไหลบนพื้นผิว (t_o) เท่ากับ 15 นาที ก็จะสามารถคำนวณเวลา น้ำไหลนอง (T_c) ได้ดังนี้

$$T_c = 15 + \frac{L}{45} \text{ (นาที)}$$

เมื่อ Tc = เวลาน้ำไหลนองหรือเวลาของการรวมจุด,นาที

L = ความยาวท่อ (เมตร)

2.5.2.6 สรุปขั้นตอนการคำนวณอัตราการไหลนองสูงสุดที่ออกแบบ (Design Discharge)

(1) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลลักษณะพื้นที่ระบายและลักษณะฝน

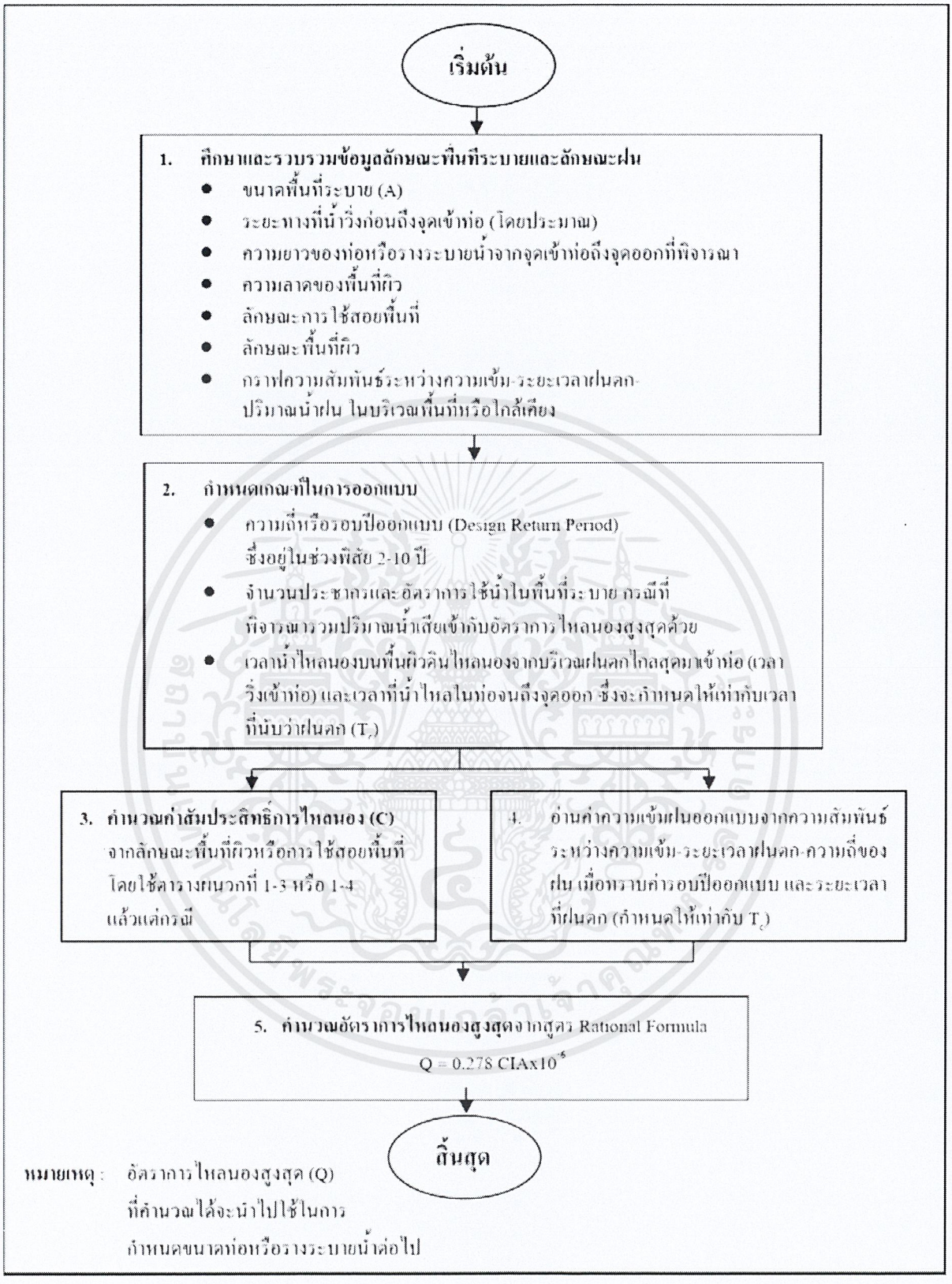
(2) กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบ

(3) คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง

(4) คำนวณหรืออ่านค่าความเข้มฝนจากความสัมพันธ์ความเข้มฝน-ระยะเวลาฝนตกความถี่ปริมาณน้ำฝน

(5) คำนวณอัตราการไหลนองสูงสุดด้วยการใช้สูตร Rational Formula โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนแสดงไว้ในรูปที่ 2.23 สำหรับอัตราการไหลนองสูงสุด (Q) ที่คำนวณได้ดังกล่าวจะนำไปประยุกต์ใช้ในการคำนวณขนาดของท่อหรือรางระบายน้ำที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการคำนวณอัตราการไหลนองสูงสุด (Q) (กระทรวงมหาดไทย , 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์การออกแบบด้านชลศาสตร์

ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ออกแบบด้านชลศาสตร์ เกี่ยวข้องกับการคำนวณขนาดของท่อหรือรางระบายน้ำที่จะสามารถระบายน้ำด้วยอัตราการไหลสูงสุดที่ออกแบบ (Q) การออกแบบขนาดท่อ จะถือว่าการไหลในท่อระบายน้ำหรือรางระบายน้ำเป็นแบบเสมอต้นเสมอปลาย (Uniform Flow) และจะใช้สมการแมนนิ่ง (Manning's Formula) เพื่อคำนวณหาความจุและขนาดท่อ ดังนี้

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

เมื่อ Q = อัตราปริมาณน้ำสูงสุดในท่อ (ลบ.ม./วินาที)

n = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของผิวท่อ

R = รัศมีชลศาสตร์ (เมตร)

S = ความลาดชันของท่อ (เมตร/เมตร)

A = พื้นที่หน้าตัดของท่อ (ตร.ม.)

D = เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ (เมตร)

สำหรับข้อกำหนดทางด้านชลศาสตร์ที่สำคัญ มีดังนี้

(1) ขนาดท่อระบายจะต้องสัมพันธ์กับอัตราการไหลออกแบบ (Q) และตรวจสอบความเร็วการไหลในท่อไม่ควรจะน้อยกว่า 0.75 เมตร/วินาที เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการตกตะกอนสะสมในเส้นท่อและขนาดท่อเล็กที่สุดเท่ากับ Ø 0.40 เมตร

(2) ความลาดชันของท่อระบายน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.40 เมตร ไม่ควรจะต่ำ กว่า 1: 500 และของท่อระบายน้ำที่มีขนาดใหญ่ต้องไม่เกินกว่า 1: 1,000

(3) เพื่อให้การบำรุงรักษาเป็นไปด้วยความสะดวก เช่น การทำความสะอาดและขุด ลอกตะกอน ทางระบายน้ำแบบท่อจะกำหนดให้มีบ่อพักน้ำเป็นระยะ โดยระยะห่างของแต่ละบ่อพักอยู่ระหว่าง 6-12 เมตร ตามตำแหน่งที่เป็นจุดเชื่อมต่อหรือท่อแยก

(4) ทางระบายน้ำในถนนซอยแคบ หรือความกว้างน้อยกว่า 5.00 เมตร ซึ่งไม่สามารถจัดทำทางเท้าได้ ให้จัดทำรางระบายน้ำตื้นรูปตัว V เพื่อรวบรวมน้ำและให้ไหลลงท่อระบายน้ำตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งของบ่อพักน้ำ แนวทางระบายน้ำอาจทำได้ทั้งสองข้างหรือข้างเดียวก็ได้ตามความเหมาะสม

2.5.4 ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ทางด้านโครงสร้าง

รูปแบบของทางระบายน้ำ แบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ คือแบบท่อปิดและแบบราง เปิด ดังนี้

2.5.4.1 แบบท่อปิด

ทางระบายน้ำแบบท่อปิดเป็นระบบระบายน้ำด้วยแรงโน้มถ่วงจะใช้ท่อ คสล. ตามมาตรฐาน มอก.128 แต่ถ้าเป็นระบบระบายน้ำที่ใช้แรงดันโดยใช้เครื่องสูบน้ำจะใช้ท่อเหล็กเคลือบสารป้องกันการกัดกร่อน (Epoxy) หรือท่อ PVC หรือ PE

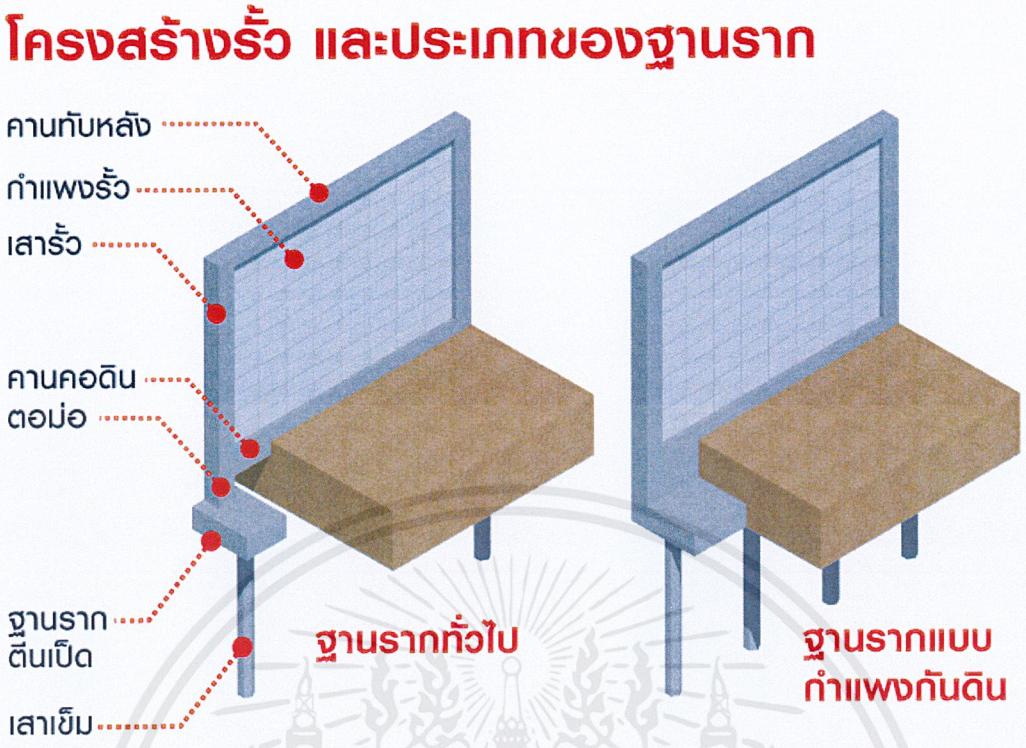
2.5.4.2 แบบรางเปิด

รางระบายน้ำทั่วไปเป็น คสล. อาจมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือสี่เหลี่ยม คางหมูหรือครึ่งวงกลม ซึ่งอาจดาดคอนกรีตหรือเป็นรางดินก็ได้

2.6 การก่อสร้างรั้วรูปแบบต่างๆ

การทำรั้วให้มีความมั่นคงแข็งแรง ไม่ล้มเอียง ต้องคำนึงถึงการออกแบบฐานรากที่จะต้องรับน้ำหนักรั้วและแรงดันด้านข้างจากดิน ระบบฐานรากของรั้วมีทั้งแบบฐานรากทั่วไป หรือฐานรากเดี่ยว คือ ฐานรากอยู่ตามตำแหน่งของเสารั้วเป็นจุดๆ เท่านั้น และฐานรากแบบกำแพงกันดินซึ่งจะเป็นฐานรากที่ยาวตลอดแนวของรั้ว ฐานรากแบบกำแพงกันดินนี้มีความแข็งแรงมากกว่าฐานรากเดี่ยว แต่ก็มีค่าก่อสร้างที่แพงกว่าเช่นกัน แล้วในการก่อสร้างรั้วทุกครั้งจำเป็นที่ต้องมีกำแพงกันดินหรือไม่ มีสิ่งที่ควรทำความเข้าใจและพิจารณาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 โครงสร้างรั้ว

(ที่มา : https://www.scgbuildingmaterials.com/)

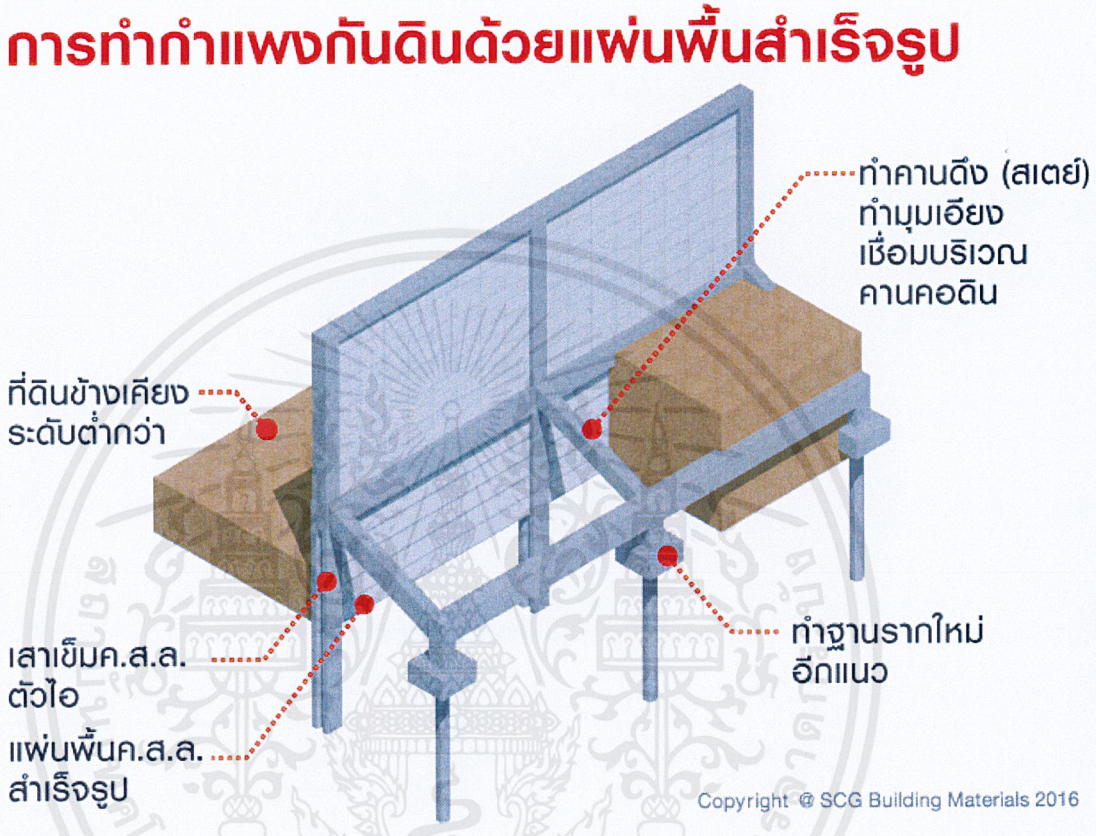
ก่อนจะเข้าสู่เรื่องกำแพงกันดิน จะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเคลื่อนตัวของดินเสียก่อน การเคลื่อนตัวของดินมักจะเกิดจากระดับดินที่แตกต่างกัน และมีความชันที่มาก โดยหากความชันมีมากเกินกว่าที่ดินจะยึดตัวกันได้ ดินจะเกิดการเคลื่อนตัวจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำตามแรงโน้มถ่วงของโลก นอกจากนี้หากดินได้รับน้ำ เช่น ฝนตก หรือน้ำท่วม หรือได้รับแรงกดจากผิวบน เช่น น้ำหนักยานพาหนะ ก็อาจทำให้ดินเคลื่อนตัวได้

กำแพงกันดิน หรือ Retaining Wall จึงถูกออกแบบมาเพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของดิน โดยกำแพงกันดินจะยาวต่อเนื่องตลอดแนวที่ระดับดินทั้งสองฝั่งสูงต่ำไม่เท่ากัน เช่น บริเวณรั้วรอบที่ดิน ที่มีการถมดินสูงกว่าระดับที่ดินข้างเคียงมาก รั้วด้านที่ติดริมตลิ่ง หรือบริเวณที่มีการขุดและถมเพื่อปรับระดับดินในที่ชัน เช่น เนิน หรือภูเขา และบริเวณที่มีการขุดดินเพื่อทำบ่อ เป็นต้น

ในการทำรั้วต้องมีกำแพงกันดินเสมอไปหรือไม่นั้น จึงขึ้นอยู่กับระดับของดินทั้งสองฝั่ง หากระดับของดินทั้งสองฝั่งใกล้เคียงกัน เช่นต่างกันไม่เกินครึ่งเมตรก็ไม่จำเป็นต้องทำกำแพงกันดิน แต่หากระดับดินต่างกันมาก เช่น ครึ่งเมตร หรือเกินเมตรขึ้นไป รวมถึงที่ดินริมน้ำ ควรทำกำแพงกันดินเพื่อป้องกันรั้วล้มจนสร้างความเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบของกำแพงกันดินมีหลากหลาย ขึ้นอยู่กับปริมาณการรับแรงดันจากดิน ความเหมาะสมของพื้นที่ และงบประมาณ กำแพงกันดินอย่างง่าย อาจจะทำได้โดยการตอกเสาเข็มตัว I แล้วใช้แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปเสียบในร่องของตัว I และอาจจะมีคานดึงหรือสเตย์ ช่วยดึงตามช่วงของเสารั้วจากด้านหลัง

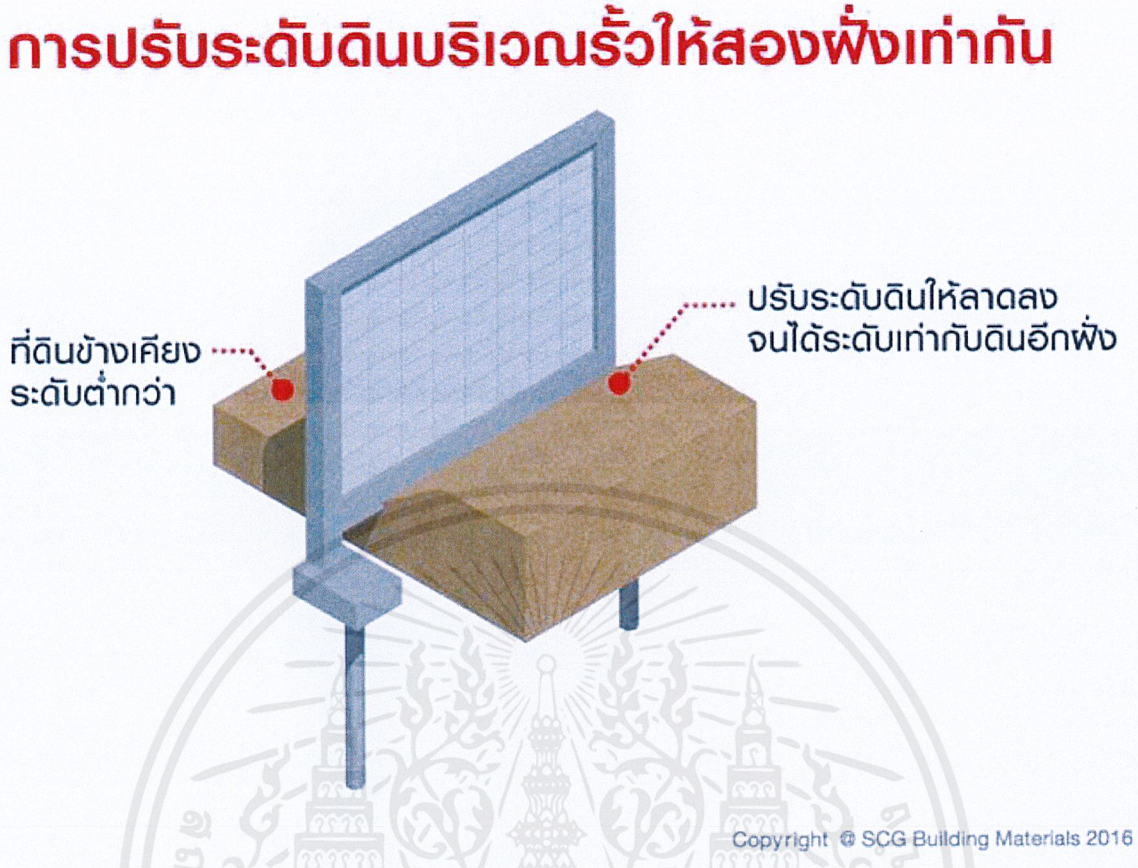


รูปที่ 2.25 การทำกำแพงดินด้วยแผ่นพื้นสำเร็จรูป

(ที่มา : https://www.scgbuildingmaterials.com/)

ในกรณีที่ที่ดินเราติดกับที่ดินเพื่อนบ้าน และไม่ต้องการทำกำแพงกันดินเนื่องจากงบประมาณที่เตรียมไว้ไม่เพียงพอ อาจใช้วิธีการปรับระดับให้ดินมีความลาดประมาณ 45 องศา หรือน้อยกว่า ให้ลงไปเท่ากับระดับดินของที่ดินข้างเคียง ในจุดที่ก่อนจะถึงรั้ว ก็จะช่วยป้องกันดินเคลื่อนตัวไปดันรั้วได้ วิธีการนี้จะเสียพื้นที่รอบรั้วซึ่งจะต้องทำเป็นทางลาดลงไป อย่างไรก็ตามหากในอนาคตที่ดินข้างเคียงมีถมดินสูงขึ้นมา เราก็สามารถถมทางลาดรอบๆ ให้ได้ระดับเท่าที่ดินข้างเคียงได้ โดยที่ไม่ต้องเสียเงินทำกำแพงกันดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 การปรับดินบริเวณรั้วให้สองฝั่งเท่ากัน
(ที่มา : https://www.scgbuildingmaterials.com/)

2.7 แรงดันดินด้านข้างและกำแพงกันดิน (Lateral Earth Pressure and Retaining Wall)

กำแพงกันดินเป็นโครงสร้างที่ใช้สำหรับกันดินที่มีลักษณะพื้นผิวอยู่ในแนวดิ่ง ในการก่อสร้างที่จะต้องมีการขุดหรือถมดินจนเกิดความต่างระดับของผิวดินมากกว่าความสูงที่มวลดินจะสมดุลอยู่ได้ด้วยตนเอง วิศวกรจำเป็นต้องมีการก่อสร้างโครงสร้างกันดินเพื่อช่วยพยุงป้องกันการพังทลายหรือการเคลื่อนตัวที่มากเกินไปของมวลดิน (ธนาดล คงสมบูรณ์ , 2547) ในกรณีที่ดินมีกำลังรับแรงเฉือนสูงมาก เช่น บ่อดินลูกรังบริเวณตำบลสุรนารีจังหวัดนครราชสีมาสามารถขุดดินตั้งเกือบฉากได้ลึกถึง 20 เมตรโดยที่ไม่เกิดการวิบัติและสามารถตั้งอยู่ได้เป็นระยะเวลานานหลายปี แต่ในกรณีที่ดินมีกำลังรับแรงเฉือนต่ำเช่นดินเหนียวอ่อนกรุงเทพเมื่อขุดดินลึกเพียง 3 เมตร โดยทิ้งลาดคันดินไว้ก็เกิดการเคลื่อนตัวของดินจนส่งผลกระทบต่อสิ่งปลูกสร้างข้างเคียง (พรพจน์ ตันเส็ง , 2554) ดังรูปที่ 2.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

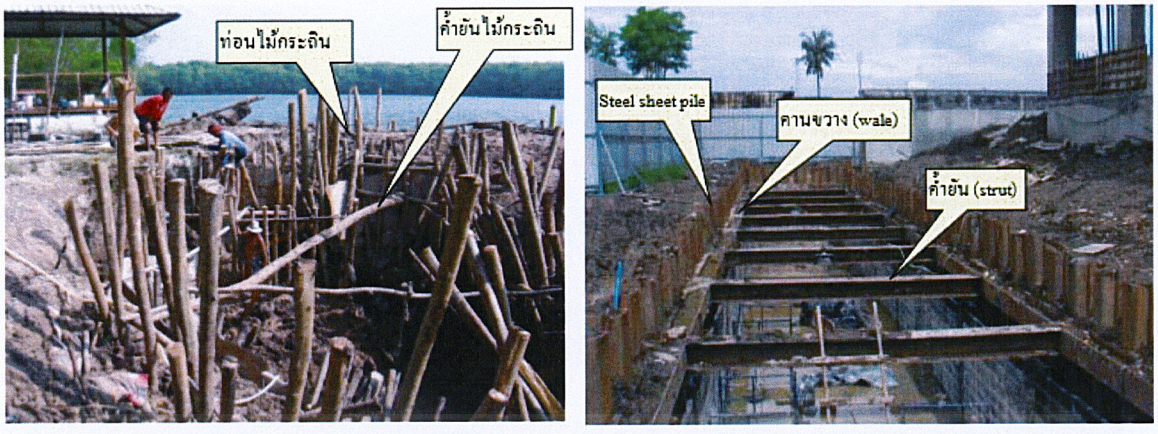
(a)

(b)

รูปที่ 2.27 การขุดเปิดหน้าดิน (a) ชั้นดินลูกรังขุดลึกประมาณ 20 เมตร (b) ชั้นดินเหนียวอ่อนกรุงเทพขุดลึก ประมาณ 3 เมตร (พรพจน์ ตันเส็ง,2554)

ในการออกแบบและก่อสร้างกำแพงกันดินนั้นจำเป็นจะต้องอาศัยทฤษฎีทางด้านกลศาสตร์ของดินและหลักการทางกลศาสตร์ในการคำนวณแรงดันและแรงต้านที่ดินกระทำต่อกำแพงในบางกรณีในพื้นที่กว้างมากผู้ก่อสร้างมักจะใช้ระบบกำแพงกันดินชนิดตามยถากรรมดังรูปที่ 2.28(a) ซึ่งเป็นกำแพงกันชั่วคราวเพื่อก่อสร้างประตูระบายน้ำที่ติดกับอ่างเก็บน้ำ กำแพงกันดินที่ใช้เป็นท่อนไม้กระถินสดที่ตัดจากในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างแล้วนำมากดลงในดินเพื่อใช้เป็นโครงสร้างกั้นดิน และได้ใช้ไม้กระถินเช่นกันในการทำค้ำยัน ปัญหาที่เกิดขึ้นคือการไหลของดินผ่านเสาเข็มไม้และการเคลื่อนตัวของดินโดยรอบจนเกิดการวิบัติการก่อสร้างในกรณีเช่นนี้ใช้ได้กับพื้นที่กว้างที่การขุดเปิดหน้าดิน ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งปลูกสร้างหรือระบบสาธารณูปโภคที่อยู่โดยรอบ แต่ในกรณีที่การขุดเปิดหน้าดินอยู่ติดกับโครงสร้างที่อาจเกิดความชำรุดเสียหายได้ถ้าเกิดการเคลื่อนตัวของดินเนื่องจากการขุดดินจำเป็นจะต้องใช้กำแพงกันดินที่มีกำลังต้านทานต่อแรงดันดินเพียงพอที่จะไม่ก่อให้เกิดการวิบัติของดินและโครงสร้าง (Ultimate limit state) หรือก่อให้เกิดการเคลื่อนตัวที่สูงจนสิ่งปลูกสร้างโดยรอบชำรุด (Serviceability limit state) รูปที่ 2.28(b) เป็นตัวอย่างของกำแพงกันดินชั่วคราวสำหรับก่อสร้างบ่อน้ำใต้ดินโดยใช้กำแพงเข็มพืดเหล็ก (steel sheet pile wall) และใช้ระบบค้ำยันโดยมีคานขวางและค้ำยัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a) (b)

รูปที่ 2.28 ระบบกำแพงกันดิน (a) ระบบกำแพงกันดินชั่วคราวเพื่อก่อสร้างประตูระบายน้ำลึก 6 เมตร; (b) ระบบกำแพงกันดินเข็มพืดเหล็กเพื่อก่อสร้างบ่อน้ำใต้ดิน (พรพจน์ ตันเส็ง,2554)

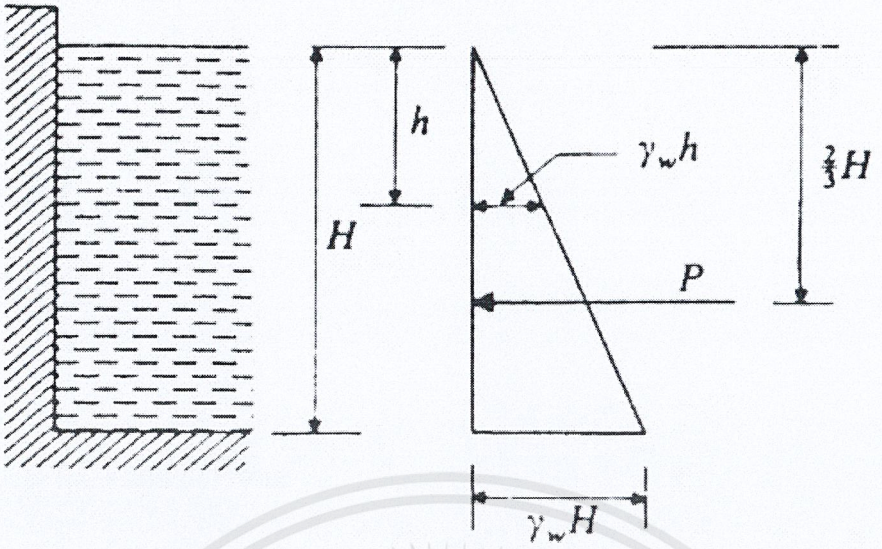
ดังนั้นการวิเคราะห์และออกแบบกำแพงกันดินให้สามารถต้านทานแรงดันดินได้เป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับงานวิศวกรรมฐานรากในปัจจุบัน สาเหตุหนึ่งอาจเกิดจากความจำกัดของพื้นที่ทำให้จำเป็นต้องใช้พื้นที่ใต้ดินให้เกิดประโยชน์มากที่สุดและด้วยความจำกัดของพื้นที่เองทำให้ไม่สามารถขุดเปิดหน้าดินโดยไม่ใช้ระบบกำแพงกันดินได้

2.7.1 ทฤษฎีแรงดันน้ำและแรงดันดินด้านข้าง (Water Pressure and Lateral Earth Pressure)

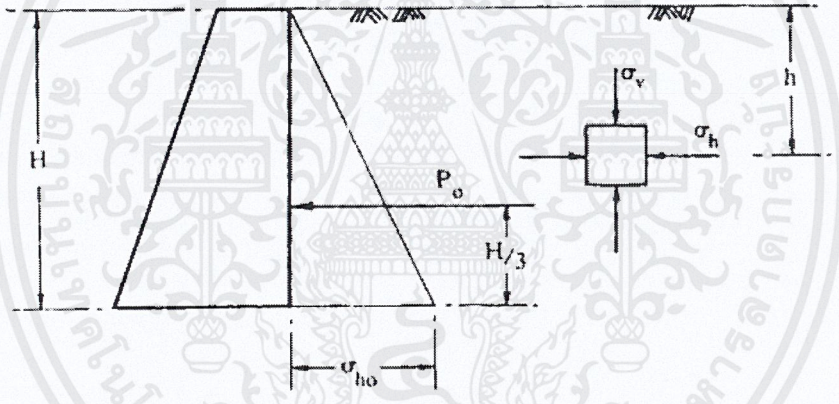
ทฤษฎีแรงดันของน้ำ (Pore Water Pressure)

ธนาดล คงสมบูรณ์ , 2547 ได้กล่าวในหนังสือของเขาว่าการทำความเข้าใจวิธีคำนวณแรงดันดินด้านข้างภายในมวลดินด้านข้างภายในมวลดินสามารถทำความเข้าใจได้อย่างง่ายจากการศึกษาแรงดันน้ำที่จุดใดๆ ในของเหลวแต่พึงระลึกไว้เสมอว่าแรงดันน้ำจะเท่ากันทุกทิศทาง (รูปที่ 2.29) แต่แรงดันดินจะไม่เท่ากันในแต่ละทิศทาง (รูปที่ 2.30) ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของดินและทิศทางการเคลื่อนตัวของมวลดินนั้นด้วย โดยแรงดันน้ำที่ก้นบ่อมีค่าเท่ากับ $\gamma_w h$ เมื่อ h คือความสูงของระดับน้ำเหนือจุดที่พิจารณา เพราะฉะนั้น แรงดันน้ำ P คำนวณได้จากพื้นที่สามเหลี่ยมความดัน เท่ากับ $\frac{1}{2}\gamma_w h^2$ กระทำกับผนังบ่อด้านข้างที่จุดศูนย์กลางของสามเหลี่ยมความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.29 หลักการคำนวณแรงดันของน้ำ (มณเฑียร,2533)

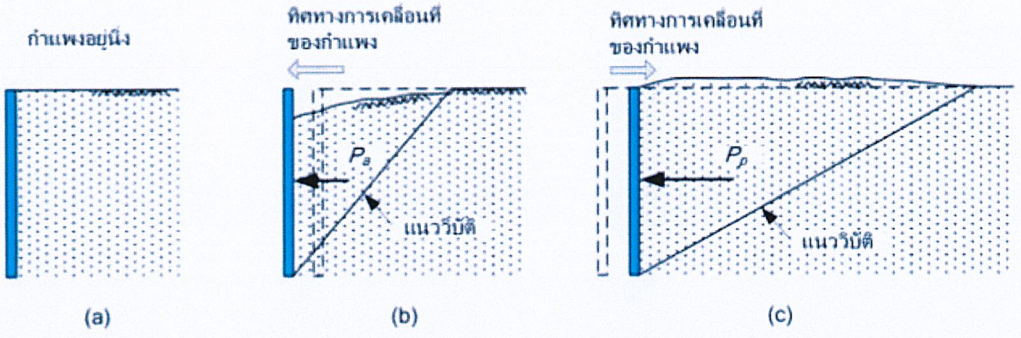


รูปที่ 2.30 หลักการคำนวณแรงดันดินด้านข้าง (มณเฑียร,2533)

ทฤษฎีแรงดันดินด้านข้าง (Lateral Earth Pressure)

แรงดันดินด้านข้างขึ้นอยู่กับการเคลื่อนตัวของกำแพง โดยสามารถแบ่งได้เป็น 3 กรณีตามทฤษฎีของ Rankine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.31 แรงดันดินด้านข้างกรณีต่าง ๆ ของ Rankine (a) At rest case , (b) Active case และ (c) Passive case (พรพจน์ ตันเส็ง,2554)

1. แรงดันดินด้านข้างในสภาพนิ่ง (At rest case) : แรงดันดินด้านข้างที่ไม่ทำให้มวลดินเคลื่อนที่ (มวลดินอยู่ในสภาพนิ่งไม่เคลื่อนที่) (ดูรูป 2.31a)

2. แรงดันดินด้านข้างเชิงรุก (Active case) : แรงดันดินด้านข้างที่ทำให้โครงสร้างกันดินเคลื่อนออกจากคันดินถม (ดูรูป 2.31b)

3. แรงดันดินด้านข้างเชิงรับ (Passive case) : แรงดันดินด้านข้างที่ทำให้โครงสร้างกันดินเคลื่อนที่เข้าหาคันดินถม (ดูรูป 2.31c)

มีรายละเอียดเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

2.7.1.1 แรงดันดินด้านข้างในสภาพนิ่ง (At rest case)

เมื่อมวลดินอยู่ในสภาพ Elastic equilibrium มีแรงดันดินในแนวดิ่งกระทำต่อมวลดินไม่ว่าจะเป็นน้ำหนักของมวลดินเองหรือจากแรงกระทำภายนอก พบว่ามวลดินนี้จะมีแรงดันดินด้านข้างที่เป็นสัดส่วนกับ k_0 กับแรงในแนวดิ่งนี้ซึ่งเราเรียก k_0 นี้ว่าสัมประสิทธิ์แรงดันดินด้านข้างที่สภาวะอยู่กับที่ (coefficient of at–rest earth pressure) จึงสามารถคำนวณแรงดันดินด้านข้างที่สภาวะไม่เคลื่อนที่ได้ค่า σ_h คำนวณได้จากสมการ

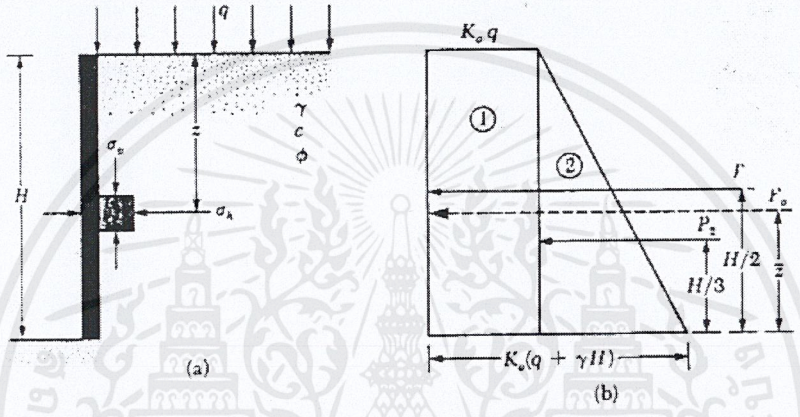
$$\sigma_h = k_0\sigma'_v + u$$

k_0 = Coefficient of at rest earth pressure ค่าสามารถประมาณได้โดยใช้วิธีเชิงประสบการณ์ ดังรูปที่ 2.32

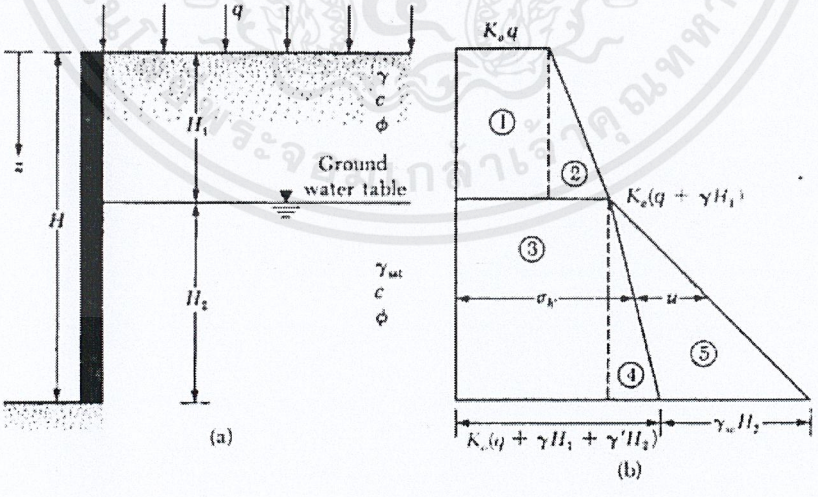
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของดิน	สมการ
Normally consolidated soil; Jaky (1944)	$K_o = 1 - \sin\phi$
Normally consolidated clay; Brooker และ Ireland's (1965)	$K_o = 0.04 + 0.007(PI)$ $PI = 0 - 40\%$ $K_o = 0.64 + 0.001(PI)$ $PI = 40 - 80\%$
Over consolidated clay; Alpan (1967)	$(K_o)_{OC} = (K_o)_{NC}(OCR)^n$ $PI < 40\%,\ n = 0.42$ $PI > 40\%,\ n = 0.32$

รูปที่ 2.32 ค่า Coefficient of earth pressure at rest (พรพจน์ ตันเส็ง , 2554)



รูปที่ 2.33 หลักการคำนวณแรงดันด้านข้างในดินที่สภาวะอยู่กับที่ กรณีมีน้ำหนักบรรทุกภายนอก q แต่ไม่มีแรงดันน้ำใต้ดิน (วรรณี , 2539)



รูปที่ 2.34 หลักการคำนวณแรงดันด้านข้างในดินที่สภาวะอยู่กับที่ กรณีมีน้ำหนักบรรทุกภายนอก q และมีแรงดันน้ำใต้ดิน (วรรณี , 2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีมีน้ำหนักบรรทุกภายนอก q แต่ไม่มีแรงดันน้ำใต้ดินสามารถคำนวณหาความดันดินด้านข้างที่ความลึก H (รูปที่ 2.33) ได้จากสมการ

$$\sigma'_v = q + \gamma Z$$

$$\sigma'_h = k_0\sigma'_v + k_0 q$$

ถ้ากรณีที่มีน้ำใต้ดินอยู่ในชั้นดินและน้ำหนักบรรทุกภายนอก q ก็สามารถคำนวณความดันน้ำผนวกเข้าไปได้ (รูปที่ 2.34) ตามสมการนี้

$$\sigma_h = k_0\sigma'_v + k_0 q + u$$

2.7.1.2 แรงดันดินด้านข้างเชิงรุก (Active case)

เมื่อผนังกันดินมีการแอ่นหรือขยับออกมาด้านหน้าโครงสร้างกันดิน(ด้านดินระดับต่ำ) แรงดันดินจะมีขนาดค่อยๆลดลงจากสภาพอยู่กับที่ (At rest) ค่า k จะค่อยๆ ลดลง แรงดันดินที่น้อยที่สุด ณ จุดพังทลาย เรียกว่า แรงดันดินแบบ Active และมีค่าสัมประสิทธิ์แรงดันดินด้านข้างที่จุดพิบัตินี้เรียกว่า k_a

โดยมี $k_a = \frac{1-\sin\emptyset}{1+\sin\emptyset}$ หรือ $k_a = \tan^2(45 - \frac{\emptyset}{2})$

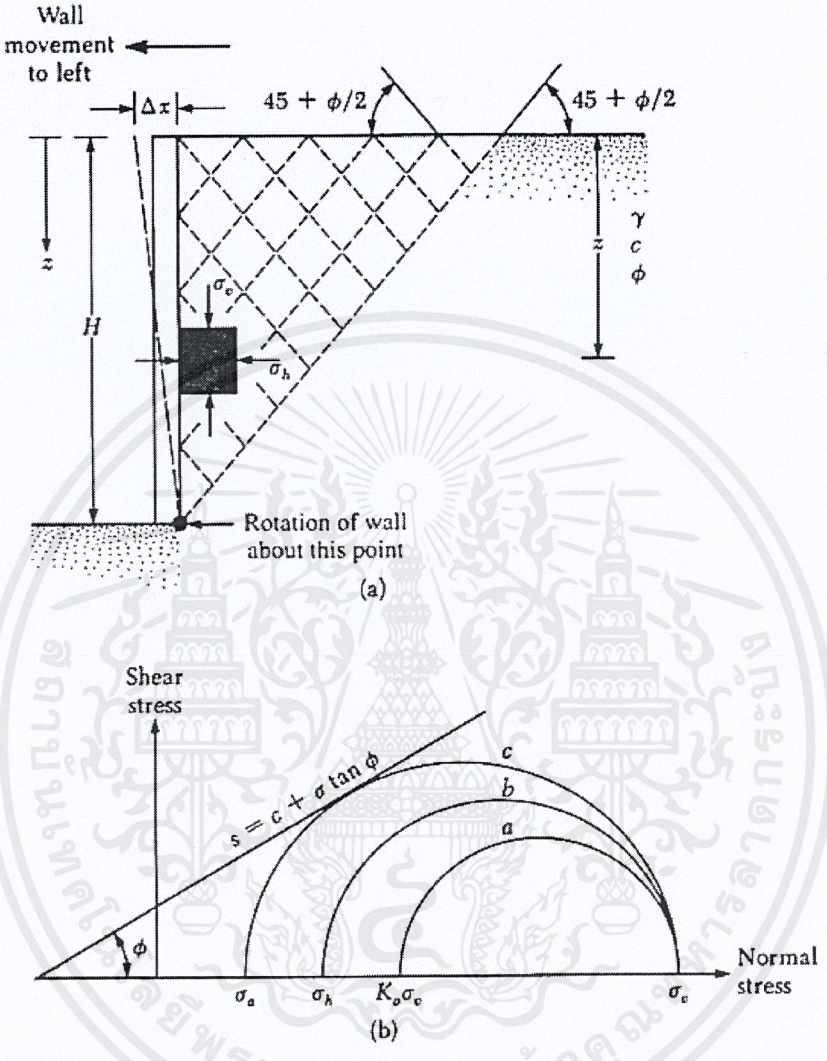
Rankine (1857) ได้เสนอหลักการคำนวณแรงดันดินบนผนังกันดินภายใต้สมมติฐาน ดังนี้

1. มวลดินเป็นเนื้อเดียวกัน และมีคุณสมบัติเหมือนกันในทุกทิศทาง
2. เป็นดินที่ไม่มีแรงยึดเหนียว (Cohesionless soil)
3. ผิวของผนังกันดินเรียบไม่มีความฝืด และอยู่ในแนวดิ่ง
4. มวลดินอยู่ในสภาพเคลื่อนตัวจนถึงพลาสติก หรือถึงจุดพิบัติแล้ว

ทฤษฎีแรงดันดินของ Rankine ได้ใช้หลักการ Mohr's circle อธิบายแรงดันดินแบบเชิงรุกนี้ได้ว่าเมื่อให้ความดันในแนวดิ่งคงที่เท่ากับ σ_v ดังในรูปที่ 2.35 ในสภาวะของ Elastic equilibrium จะมีแรงดันดินสภาวะอยู่กับที่เท่ากับ $k_0\sigma_v$ และเมื่อให้ความดันในแนวดิ่งนี้คงที่แล้วค่อยๆ ลดความดันในแนวราบลงทีละน้อย จะเห็นว่า Mohr's circle มีขนาดโตขึ้นมาทางด้านซ้ายจนถึงจุดๆหนึ่ง ซึ่งความดันในแนวราบไม่ลดลงกว่านี้แล้วเพราะเกิดการพิบัติขึ้นแล้วนั่นคือวงกลม C ของ Mohr สัมผัสเส้นการพิบัติหรือ Line of Rupture ความดันที่จุดนี้คือ σ_a เรียกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Active Earth Pressure หรือความดันดินเชิงรุก ซึ่งทำให้เกิดการยุบตัวในแนวดิ่ง โดยที่ Active failure plane ในมวลดินทำมุม $45+\frac{\emptyset}{2}$ กับแนวนอน



รูปที่ 2.35 หลักการ Mohr's circle ของ Active earth pressure (Das,B.J.1990)

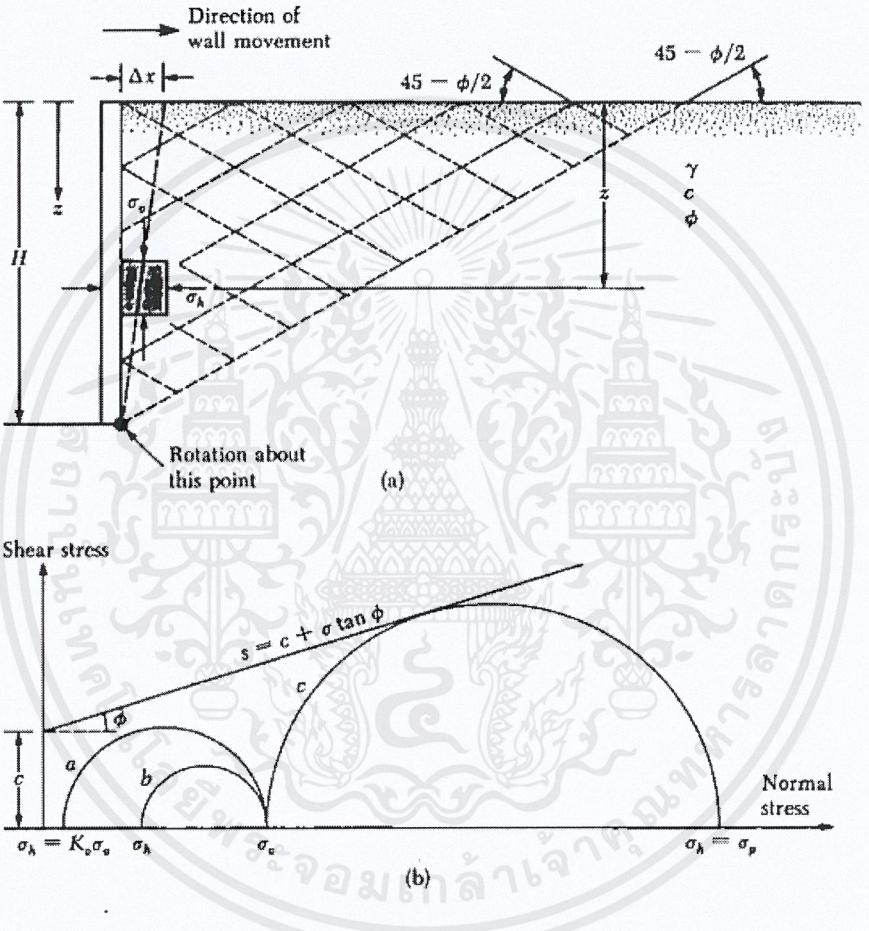
2.7.1.3 แรงดันดินด้านข้างเชิงรับ (Passive case)

เมื่อมีแรงมากระทำผนังกันดินให้เคลื่อนที่เข้าหามวลดินด้านหน้าโครงสร้างกันดิน (ด้านดินระดับสูง) ก็จะต้องใช้แรงดันเพิ่มมากขึ้น ค่า k จะค่อยๆ สูงขึ้นจนกระทั่งมวลดินด้านหน้ากำแพงเกิดการพิบัติ แรงดันดินที่มากที่สุด ณ จุดพังทลาย เรียกว่า แรงดันดินแบบ Passive และมีค่าสัมประสิทธิ์แรงดันดินด้านข้างในสภาวะเชิงรับที่จุดพิบัตินี้เรียกว่า k_p

โดยมี $k_p = \frac{1+\sin\emptyset}{1-\sin\emptyset}$ หรือ $k_p = \tan^2(45+\frac{\emptyset}{2})$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีแรงดันดินของ Rankine ได้ใช้หลักการ Mohr's circle ดังรูปที่ 2.36 โดยอธิบายแรงดันดินแบบเชิงรับนี้ได้ว่า เมื่อให้ความดันในแนวราบขณะที่ให้ความดันในแนวดิ่งคงที่ จะเพิ่มความดันได้จุดสูงสุดจุดหนึ่ง ซึ่งไม่สามารถเพิ่มได้มากกว่านี้เพราะดินถึงจุดพิบัติแล้วหรือวงกลมของ Mohr ได้สัมผัส Line of rupture แล้วความดันสูงสุดนี้คือ σ_p เรียกว่า Passive Earth Pressure หรือความดันดินเชิงรับ ซึ่งทำให้เกิดการขยายตัวในแนวดิ่ง โดยที่ Passive failure plane ในมวลดินทำมุม $45 - \frac{\emptyset}{2}$ กับแนวนอน



รูปที่ 2.36 หลักการ Mohr's circle ของ Passive earth pressure (Das,B.J.1990)

2.7.2 ประเภทของกำแพงกันดิน (Type of Retaining Wall)

ประเภทของกำแพงกันดินสามารถแบ่งได้โดยใช้หลายแบบแล้วแต่ผู้แบ่งว่าจะใช้เกณฑ์ใดในการจำแนกประเภท โดย Gaba , Simpson et al. (2003) ได้จำแนกกำแพงกันดินโดยใช้เกณฑ์การแบ่งตามลักษณะของโครงสร้างและการเกิดแรงดันดินเป็น 2 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่

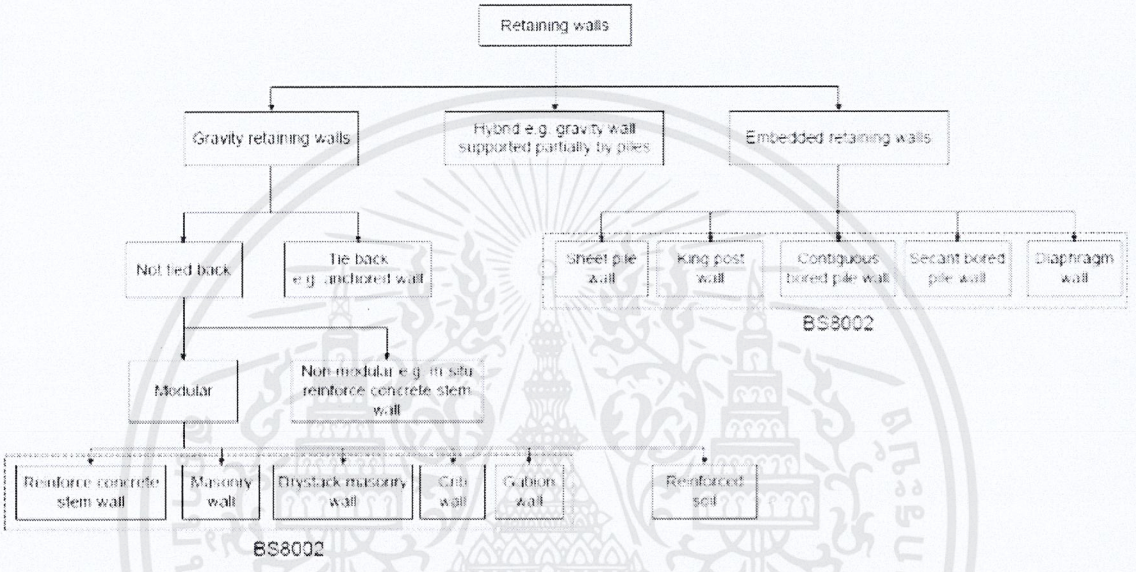
1. Gravity Retaining Wall

เป็นกำแพงกันดินที่ใช้สำหรับรับแรงที่เกิดขึ้นที่ผิวดินเป็นส่วนใหญ่หรือใกล้กับผิวดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Embedded Retaining Wall

เป็นกำแพงที่มีบางส่วนของกำแพงที่ฝังลงในดิน เพื่อที่จะใช้แรงต้านทานจากส่วนที่ฝังลึกลงไปในดินมาช่วยในการรับแรงดันดินด้านข้าง บางกรณีกำแพงอาจจะโครงสร้างมาช่วยรองรับแรงดันดินด้านข้าง ตัวอย่างเช่น Sheet Pile ที่จะมีคานขวาง สมอรั้ง และค้ำยัน เป็นต้น หรือบางกรณีกำแพงชนิดนี้อาจไม่ต้องใช้ค้ำยัน (Freestanding) ก็ได้ รูปที่ 2.37 จะแสดงถึงแผนภาพการ แบ่งประเภทกำแพงกันดินแบบต่างๆ ของ Gaba , Simpson et al. (2003)



รูปที่ 2.37 ประเภทกำแพงกันดินแบบต่างๆ โดย Gaba , Simpson et al. 2003 (พรพจน์ ตันเส็ง,2554)

ปัจจัยสำคัญที่จะเลือกวิธีการขุดดินว่าจะต้องมีกำแพงกันดินหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับความลึกของงานขุดดิน ระดับน้ำใต้ดิน ลักษณะของชั้นดิน และค่าการเคลื่อนตัวของดินที่ยอมให้ โดยชาญชัย ทรัพย์มณีวงศ์ ได้กล่าวในบทความวิชาการ “เทคนิคงานก่อสร้างอุโมงค์ลอดทางแยก” ถึงการเลือกประเภทของกำแพงกันดินที่จะใช้ในโครงการนั้นๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบระบบกำแพงกันดินประเภทต่างๆ (ชาญชัย ทรัพย์มณีวงศ์)

ระบบกำแพงกันดิน	ข้อดี	ข้อเสีย
1. งานขุดที่ไม่ใช้กำแพงกันดิน (Open cut)	1. มีราคาถูก 2. ใช้เวลาก่อสร้างไม่มาก 3. มีขั้นตอนและวิธีการก่อสร้างที่ง่าย	1. ใช้พื้นที่โดยรอบมาก 2. ไม่สามารถขุดดินให้มีความลึกมากได้ 3. ไม่สามารถกั้นน้ำใต้ดินได้ 4. เกิดการเคลื่อนตัวของดินในบริเวณรอบข้างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

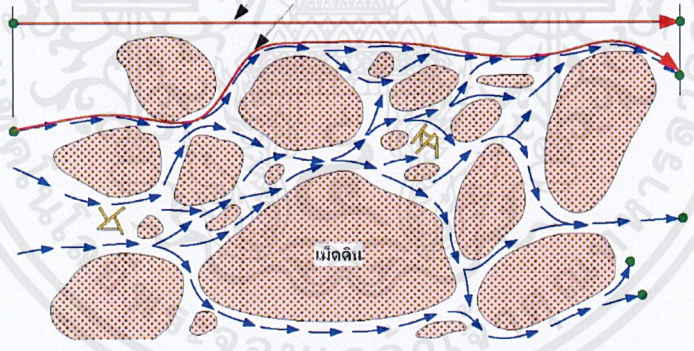
2. กำแพงเสาเข็มพืดเหล็ก (Sheet pile)	1. มีราคาไม่แพงมาก 2. สามารถกั้นน้ำใต้ดินได้ 3. สามารถใช้เป็นกำแพงถาวรได้ 4. ใช้เวลาก่อสร้างไม่มาก	1. ไม่สามารถกดปลายกำแพงได้ลึกมาก 2. ไม่สามารถกดลงได้ในดินเม็ดหยาบ 3. การกดด้วยหัวเขย่าจะทำให้เกิดแรงสั่นสะเทือนและเสียงที่ดัง
3. กำแพงเสาเข็มเจาะเรียงต่อเนื่องแบบไม่ขบกัน (Contiguous pile)	1. เป็นกำแพงคอนกรีตที่มีราคาถูกที่สุดเมื่อเทียบกับประเภทอื่น 2. สามารถเจาะลงได้ในดินทุกประเภท	1. ไม่สามารถกั้นน้ำได้เนื่องจากช่องว่างระหว่างเสาเข็ม นอกจากจะทำกำแพงกันน้ำอีกชั้น 2. ความลึกของเสาเข็มถูกจำกัดด้วยความดิ่งของเสาเข็ม
4. กำแพงเสาเข็มเจาะเรียงขบชิดกันต่อเนื่อง ชนิดเสาเข็มแข็งคู่เสาเข็มอ่อน (Hard / Soft Secant pile)	1. สามารถกันน้ำได้ในขณะทำการก่อสร้าง 2. สามารถใช้เครื่องเจาะเสาเข็มปกติได้ในการก่อสร้าง 3. สามารถเจาะลงในดินได้ทุกประเภท	1. ไม่สามารถกั้นน้ำได้ในระยะยาวเนื่องจากการซึมน้ำในเสาเข็ม อ่อนนอกจากจะก่อสร้างกำแพงกันน้ำอีกชั้น 2. ความลึกของระดับขุดดินถูกจำกัดด้วยความดิ่งของเสาเข็ม ซึ่ง ควบคุมได้ยาก
5. กำแพงเสาเข็มเจาะเรียงขบชิดกันต่อเนื่อง ชนิดเสาเข็มแข็งคู่เสาเข็มแข็ง (Hard / Hard Secant pile)	1. สามารถกันน้ำได้ในขณะทำการก่อสร้างและในระยะใช้งาน 2. สามารถใช้เป็นกำแพงถาวรได้ 3. สามารถเจาะลงได้ในดินทุกประเภท	1. ต้องใช้เครื่องเจาะเสาเข็มและเครื่องกดปลอกเหล็กที่มีแรงบิดสูง 2. ความลึกของระดับขุดดินถูกจำกัดด้วยความดิ่งของเสาเข็ม ซึ่ง ควบคุมได้ยาก
6. กำแพงกันดินแบบขุดและหล่อในที่ (Diaphragm wall)	1. สามารถกันผ้าได้ในขณะทำการก่อสร้างและในระยะใช้งาน 2. สามารถใช้เป็นกำแพงถาวรได้ 3. สามารถเจาะลงได้ในดินทุกประเภท 4. มีรอยต่อระหว่างกำแพงน้อยกว่ากำแพงแบบอื่น	1. การก่อสร้างมีความซับซ้อนต้องใช้ผู้ชำนาญการเฉพาะทาง 2. ใช้พื้นที่ก่อสร้างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การไหลซึมของน้ำผ่านดิน

ดินประกอบไปด้วยมวลรวมที่เป็นเม็ดดินที่มีขนาดคละกัน มวลรวมเหล่านี้ไม่ได้เชื่อมติดกันเป็นเนื้อเดียว ดังนั้นจึงเกิดช่องว่างระหว่างมวลรวมขึ้น ช่องว่างเหล่านี้หากมีน้ำบรรจุอยู่น้ำในช่องว่างจะมีความต่อเนื่องกัน ซึ่งน้ำในช่องว่างนี้สามารถไหลได้หากมีความแตกต่างของแรงดันน้ำ การไหลของน้ำในดินนั้นเป็นไปอย่างช้าๆ ซึ่งเรียกว่าการซึม ไม่เหมือนการไหลของน้ำทางชลศาสตร์ความเร็วของการไหลยังขึ้นกับชนิดของดินด้วย ยกตัวอย่างเช่นน้ำไหลซึมผ่านทรายได้เร็วกว่าดินเหนียว อัตราการไหลซึมของน้ำผ่านดินยังส่งผลต่อคุณสมบัติเชิงกลอีกด้วย ตัวอย่างเช่น เมื่อหน่วยแรงในดินเปลี่ยนเนื่องจากแรงกระทำจากภายนอก แรงดันน้ำจะเพิ่มขึ้น แรงดันน้ำที่เพิ่มขึ้นนี้จะระบายออกสู่จุดที่มีแรงดันน้ำต่ำกว่า หากเป็นดินทรายที่ระบายน้ำได้ดีแรงดันน้ำที่เพิ่มขึ้นไหลออกไปได้เร็วทำให้แรงดันน้ำที่เพิ่มขึ้นมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติเชิงกลในระยะสั้นๆ แต่หากเป็นดินเหนียวที่ระบายน้ำได้ไม่ดีแรงดันน้ำที่เพิ่มขึ้นนี้จะมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติเชิงกลในช่วงระยะเวลานานกว่ากรณีของดินทราย วิศวกรจำเป็นต้องทราบลักษณะการไหลและอัตราการไหลเพื่อใช้ในการบริหารจัดการน้ำที่ไหลเข้ามาในพื้นที่ทำงาน

การไหลของน้ำผ่านดินจะไม่ขึ้นกับปริมาณช่องว่างระหว่างเม็ดดิน แต่จะขึ้นอยู่กับขนาดช่องว่างระหว่าง เม็ดดินโดยดินเหนียวจะมีช่องว่างระหว่างเม็ดดินเล็กทำให้การไหลของน้ำเป็นไปได้ยากกว่าดินเม็ดใหญ่ เช่น ดินกรวดหรือทราย ทำให้เรารู้สึกว่าดินเหนียวนั้นน้ำซึมผ่านไม่ได้ และน้ำสามารถซึมผ่านทรายได้

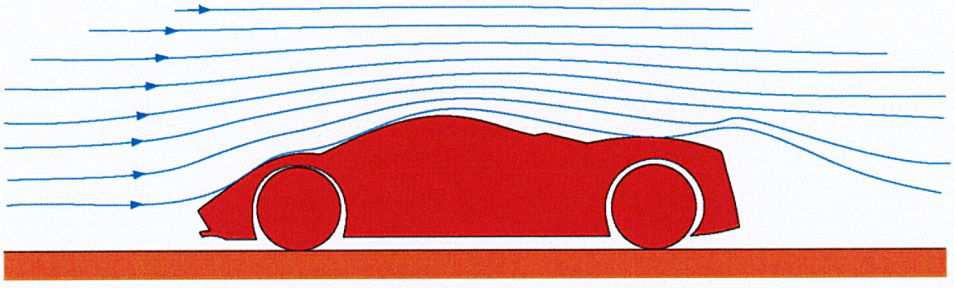


รูปที่ 2.38 การไหลของน้ำในดินขึ้นอยู่กับขนาดของช่องว่างระหว่างเม็ดดิน (McCarthy,1981)

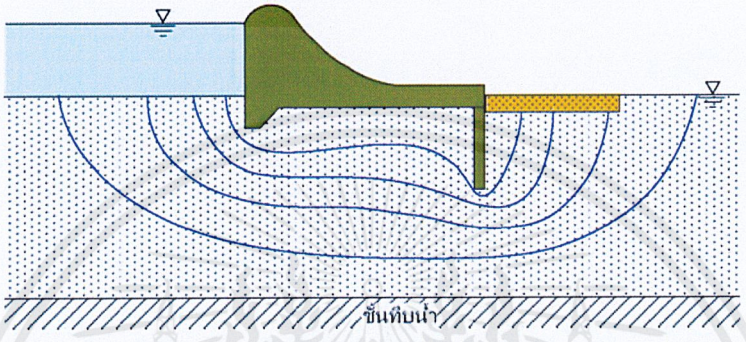
2.8.1 ทฤษฎีการไหล (Seepage theory)

น้ำเป็นของไหลประเภทหนึ่งซึ่งมีหลักการไหลคล้ายกับของไหลประเภทอื่นเช่น อากาศ ในการศึกษาการ ไหลของมวลอากาศในกรณีของการออกแบบรูปร่างยานยนต์ จะใช้วิธีการทดสอบในอุโมงค์ลม และทำการฉีดควันที่มีสีตามตำแหน่งต่างๆ เพื่อศึกษาแนวการไหลของกระแสอากาศดังรูปที่ 2.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.39 แนวการไหลของอากาศเมื่อรถเคลื่อนที่ผ่านจากการทดสอบในอุโมงค์ลม (พรพจน์ ตันเส็ง,2558)



รูปที่ 2.40 แนวการไหลของน้ำผ่านมวลดิน ในกรณีที่มีโครงสร้างทึบน้ำกั้นน้ำอยู่ (พรพจน์ ตันเส็ง,2558)

การไหลของน้ำผ่านดินก็สามารถทดสอบได้ในลักษณะเดียวกัน ซึ่งเราจะได้แนวการไหลของน้ำในดินดังตัวอย่างในรูปที่ 2.40

ในส่วนนี้จะอธิบายการไหลของน้ำในระนาบซึ่งมี 2 มิติคือแกนดิ่งและแกนราบ โดยจะสมมุติว่าแกนที่ตั้งฉากกับแกนทั้งสองนี้ไม่มีการไหลผ่าน การไหลของน้ำใน 2 มิตินี้อธิบายได้โดยใช้สมการของลาปลาซ (Laplace's equation)

สมการของลาปลาซอธิบายการไหลของน้ำว่า ถ้ามีการเปลี่ยนแปลง Hydraulic gradient ในทิศทางใด จะมีการระบบปรับเข้าสู่สมดุล โดย hydraulic gradient ในทิศทางอื่นจะมีการเปลี่ยนแปลง สมการของลาปลาซตั้งอยู่บนสมมุติฐานดังนี้

- ดินมีเนื้อเป็นเนื้อเดียวและอิ่มตัว (homogeneous and saturated)
- ดินและน้ำไม่มีการเปลี่ยนปริมาตรเมื่อมีแรงดันมากระทำ (incompressible)
- ไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรในระหว่างการไหล
- การไหลต้องเป็นไปตามกฎของ Darcy

มีการเสนอวิธีเพื่อใช้ในการแก้สมการนี้ วิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันคือวิธี ประมาณด้วยการเขียน flow net (เส้นข่ายการไหล)

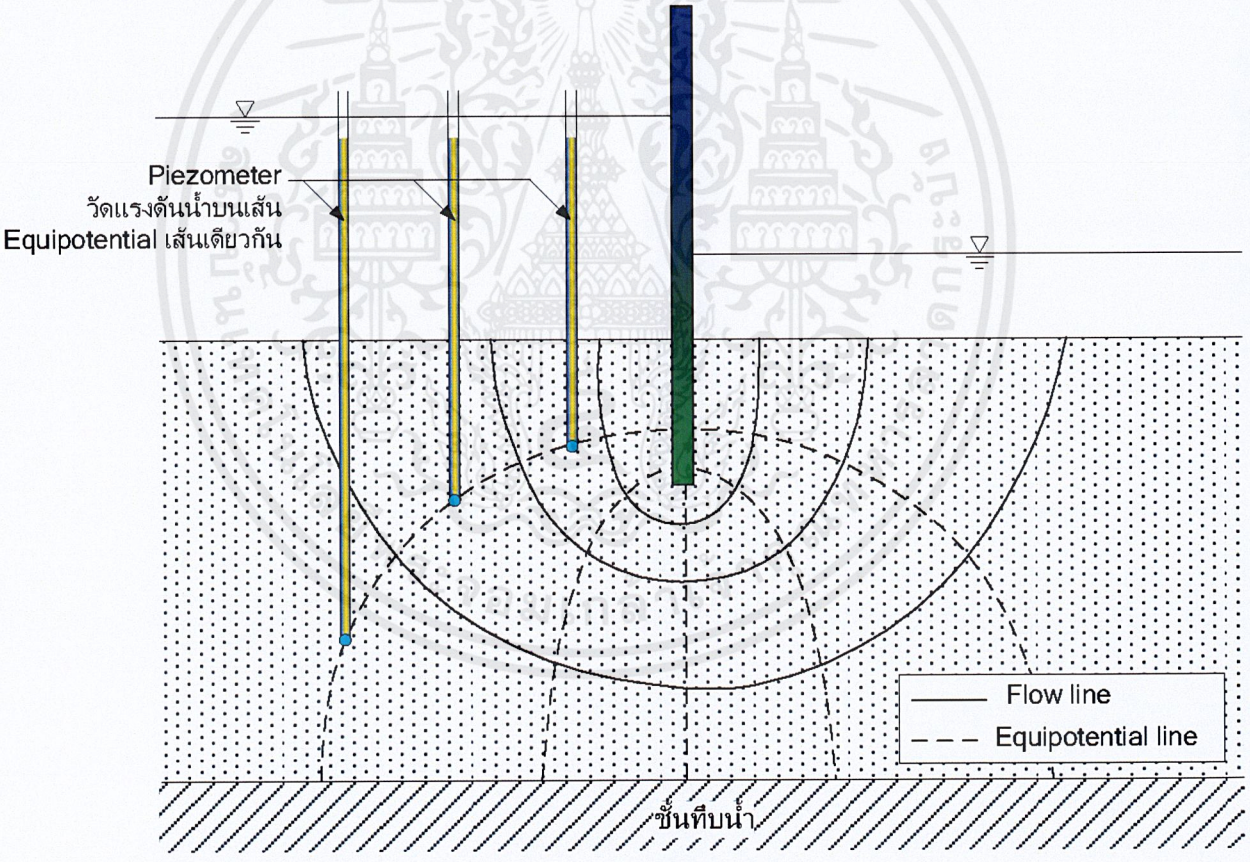
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 Flow net (เส้นข่ายการไหล)

วิธีเขียนเก้นข่ายการไหลเป็นวิธีที่ง่ายและเป็นการแก้สมการลาปลาซของการไหลที่ค่อนข้างสะดวก ก่อนที่จะเข้าไปในรายละเอียดเราควรจะต้องเข้าใจการไหลในสองมิติก่อน จากสมการของลาปลาซคำตอบของสมการจะขึ้นอยู่กับ total head ในบริเวณสนามการไหลในระนาบ XZ เท่านั้น ถ้าเราตั้งตัวแปรแทน velocity potential ซึ่งตัวแปรนี้จะแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของ total head ในมวลดิน

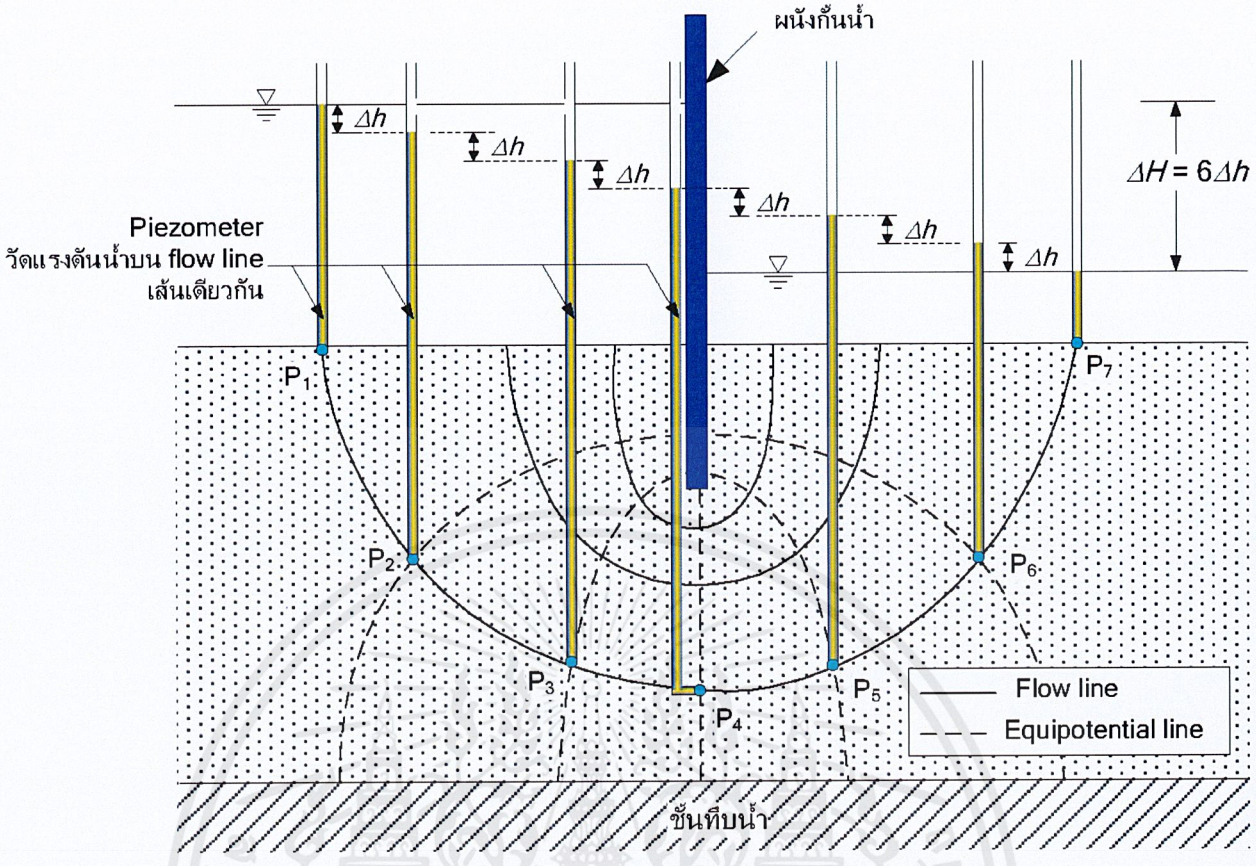
การแก้สมการนี้จะต้องรู้ขอบเขตของปัญหา ซึ่งในกรณีที่ขอบเขตของปัญหาไม่สามารถอธิบายด้วย คณิตศาสตร์ง่ายๆได้จึงมักจะนิยมใช้วิธีอื่นแทนการแก้สมการตรงๆ ซึ่งวิธีเหล่านั้นได้แก่

- วิธีกราฟิก เป็นการเขียน flow net
- วิธีเชิงตัวเลข เช่น Finite element หรอ Finite difference



รูปที่ 2.41 เส้น equipotential เป็นเส้นซึ่งแสดงว่ามี Total head เท่ากัน ถ้าเรานำ piezometer ไปวางไว้บนเส้น equipotential เส้นเดียวกันระดับน้ำใน piezometer จะเท่ากัน (พรพจน์ ตันเส็ง,2558)

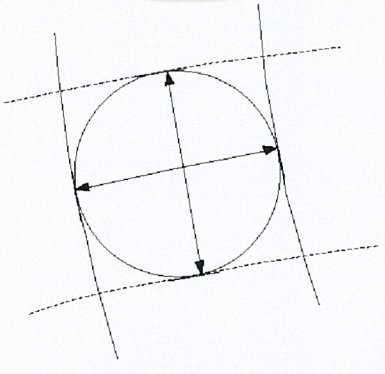
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.42 เส้นการไหล (flow line) เป็นเส้นแสดงถึงทิศทางการไหลของน้ำ และจะตั้งฉากกับเส้น equipotential (พรพจน์ ตันเส็ง,2558)

ชุดของเส้น Equipotential line กับ Flow line จะเรียกว่า Flow net ซึ่งจะใช้ในการคำนวณหาการไหลของน้ำ และแรงดันน้ำที่จุดใดๆ ในขอบเขตของ Flow net ซึ่งในการเขียนจะมีกฎในการเขียนดังนี้

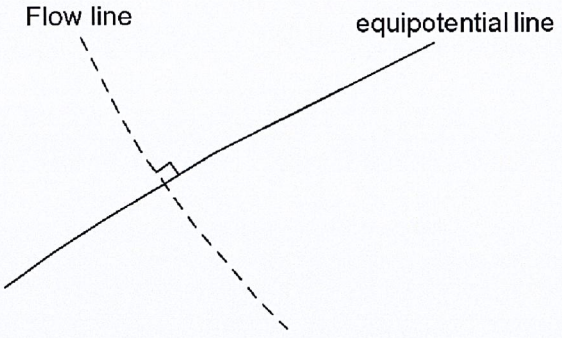
1. พื้นที่ซึ่งล้อมรอบด้วย flow line และ equipotential line จะต้องมีทุกด้านเท่ากัน ซึ่งเราสามารถที่จะเขียนวงกลมลงไปได้โดยวงกลมจะสัมผัสกับเส้นพอดี



รูปที่ 2.43 พื้นที่ซึ่งล้อมรอบด้วย flow line และ equipotential line (พรพจน์ ตันเส็ง,2558)

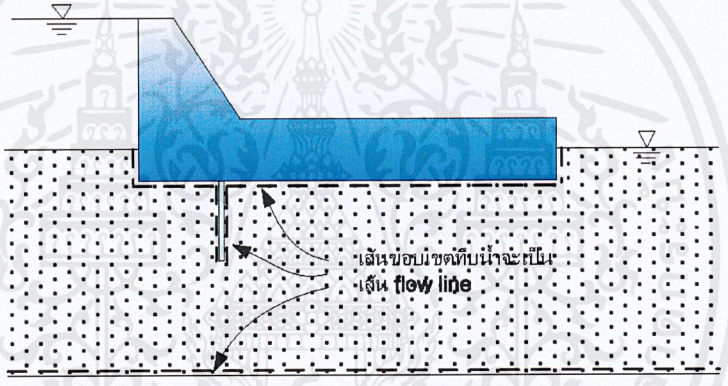
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เส้น Equipotential line และเส้น Flow line จะต้องตัดกันเป็นมุมฉาก



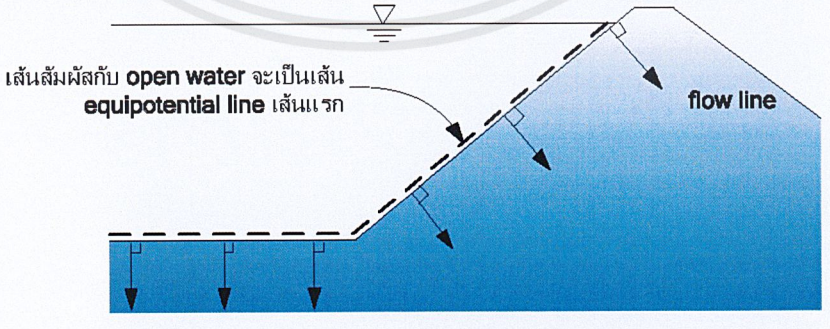
รูปที่ 2.44 เส้น Equipotential line และเส้น Flow line ที่ตัดกันเป็นมุมฉาก (พรพจน์ ตันเส็ง,2558)

3. เนื่องจากขอบเขตที่ทึบน้ำจะไม่มีการไหลของน้ำผ่าน ดังนั้นเส้นขอบเขตทึบน้ำจะเป็นเส้นการไหล 1 เส้น



รูปที่ 2.45 เส้นขอบเขตทึบน้ำ (พรพจน์ ตันเส็ง,2558)

4. กรณีที่ขอบเขตของชั้นดินที่น้ำซึมผ่านได้สัมผัสกับ open water จะเป็นเส้น Equipotential line

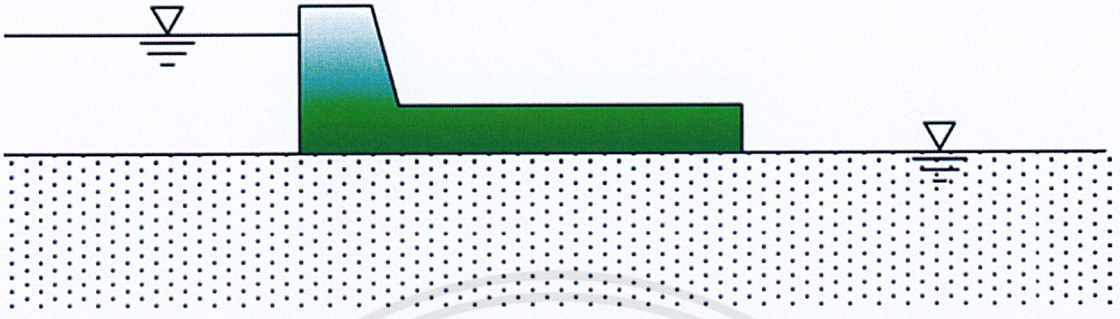


รูปที่ 2.46 เส้นสัมผัสกับ open water (พรพจน์ ตันเส็ง,2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกฎเกณฑ์ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น นำมาเขียน Flow net โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เขียนรูปตัดของปัญหาโดยใช้เสกลที่เหมาะสม ซึ่งจะต้องระบุขอบเขตของชั้นดินและโครงสร้างต่างๆ ลงในรูปด้วย

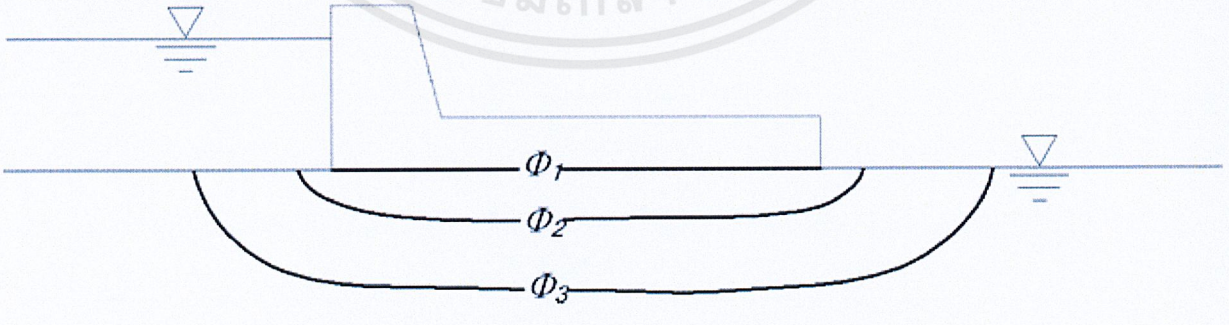


รูปที่ 2.47 การเขียนรูปตัดของปัญหาโดยใช้เสกลที่เหมาะสม (พรพจน์ ตันเส็ง,2558)

2. ระบุเส้นขอบเขตทึบน้ำ โดยขอบเขตทึบน้ำจะเป็น flow line 1 เส้น เนื่องจากน้ำจะไม่สามารถไหลผ่าน เส้นขอบเขตทึบน้ำนี้ได้ จากนั้นระบุ Equipotential line ซึ่งเป็นเส้นที่เราทราบว่ามี Total head เท่ากัน นั่นคือ เส้นที่ชั้นดินสัมผัสกับน้ำนั่นเอง

รูปที่ 2.48 ระบุเส้นขอบเขตทึบน้ำ (พรพจน์ ตันเส็ง,2558)

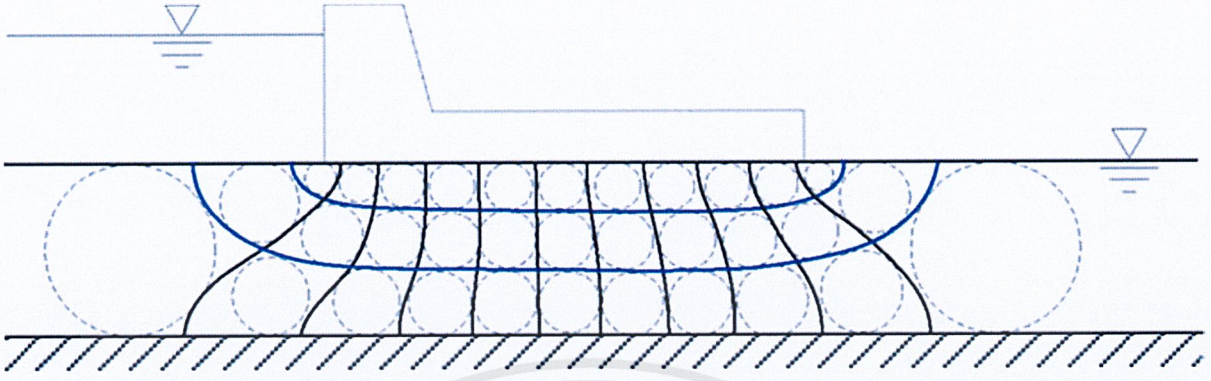
3. เสก็ตซ์เส้น flow line



รูปที่ 2.49 การเสก็ตซ์เส้น flow line (พรพจน์ ตันเส็ง,2558)

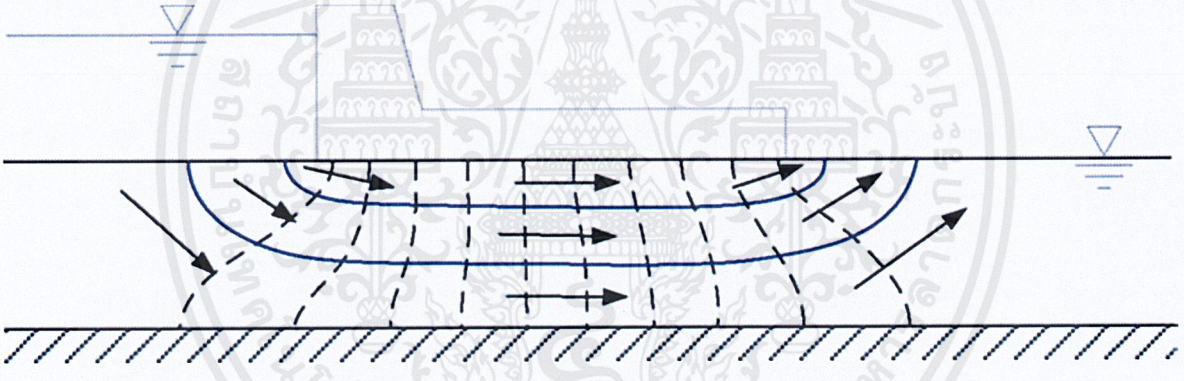
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ลากเส้น Equipotential โดยที่ตารางที่เกิดจากการตัดกันของเส้น Equipotential กับ flow line จะมีลักษณะเป็นเส้นโค้งจัตุรัส (curvilinear square)



รูปที่ 2.50 ตารางที่เกิดจากการตัดกันของเส้น Equipotential กับ flow line (พรพจน์ ตันเส็ง,2558)

5. จากนั้นปรับแก้จนกระทั่งทุกๆ เส้นตัดกันเป็นตารางจัตุรัสทั้งหมด จากนั้นลบเส้นที่ไม่ต้องการทิ้งไป

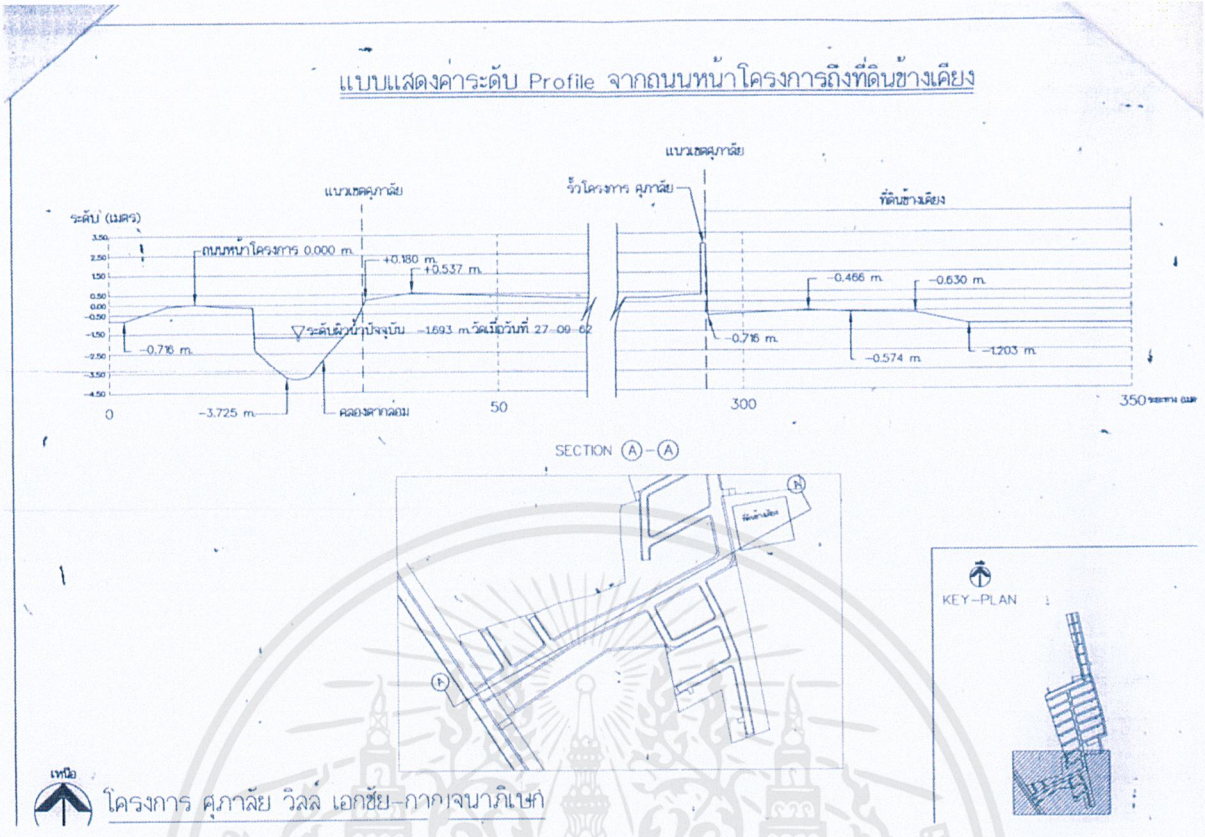


รูปที่ 2.51 ตารางที่เกิดจากการตัดกันของเส้น Equipotential กับ flow line (พรพจน์ ตันเส็ง,2558)

2.9 ค่าระดับระหว่างดินถมภายในโครงการกับระดับดินเดิมภายนอกโครงการ

ข้อมูลนี้ได้จากการสำรวจเก็บค่าระดับ Cross Section ตั้งแต่ถนนหน้าโครงการจนถึงระดับดินของพื้นที่ข้างเคียง โดยข้อมูลที่ได้นั้นเป็นไปตามนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.52 ค่าระดับ Cross Section ของโครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนาภิเษก

จากข้อมูลข้างต้นนี้จะเห็นได้ชัดว่าระดับดินถมภายในโครงการอยู่สูงกว่าระดับดินเดิมภายนอกโครงการอยู่ประมาณ 1.60 เมตร

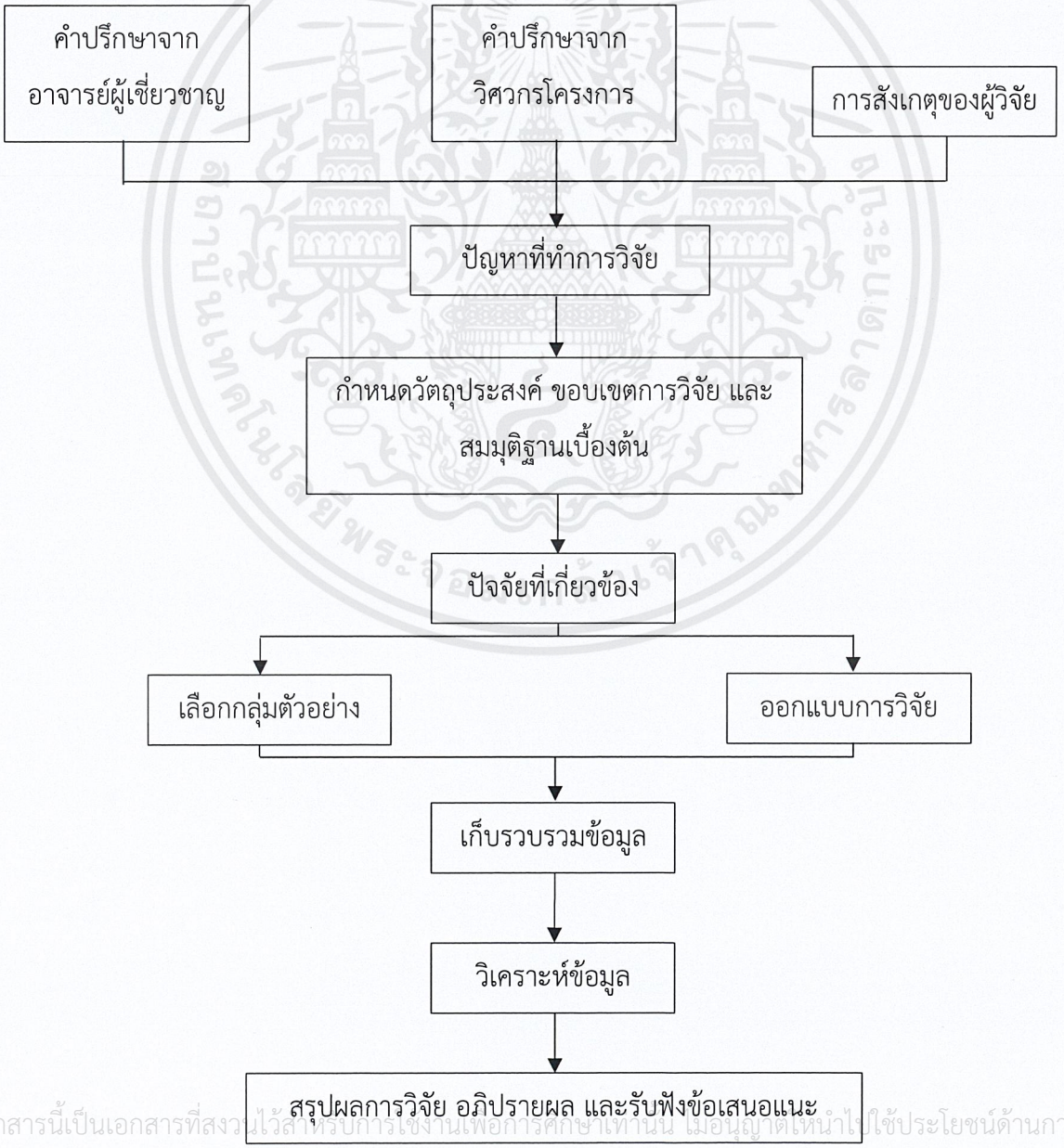
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินงานวิจัยเป็นส่วนที่แสดงรายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับการดำเนินงานวิจัย เช่น การเลือกกลุ่มตัวอย่างของผู้วิจัย เครื่องมือในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดในการวิจัย การศึกษาหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา เนื้อหาของงานวิจัยจะมุ่งเน้นการออกแบบรั้วโครงการที่สามารถแก้ไขปัญหาน้ำรั่วซึมได้และคำนวณมูลค่าของกระบวนการก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นมาจากการก่อสร้างรั้วโครงการแบบปกติเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาน้ำรั่วซึมบริเวณริมรั้วโครงการ

การศึกษาข้อมูลของวัสดุและหลักการออกแบบทางวิศวกรรมสำหรับการออกแบบรั้วโครงการที่กันน้ำรั่วซึมนั้น มีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ขอบเขตของงานวิจัยและข้อตกลงเบื้องต้น

3.1.1 ปัญหาการวิจัย

การก่อสร้างรั้วหมู่บ้านจัดสรรของโครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนาภิเษก มีในบางส่วนของโครงการที่ระดับดินถม(ภายในโครงการ)และระดับดินเดิม(ภายนอกโครงการ)แตกต่างกันมากจึงจำเป็นต้องก่อสร้างรั้วโครงการแบบมีแผ่นเสียบกันดิน เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ดินที่ถมสไลด์ออกไปภายนอกโครงการ แต่การก่อสร้างรั้วโครงการลักษณะนี้ไม่สามารถที่จะป้องกันการรั่วซึมของน้ำในสวนส่วนกลางในช่วงเวลาที่มีฝนตกลงมา หรือมีการรดน้ำสนามหญ้าบริเวณสวนส่วนกลางได้

3.1.2 คำถามการวิจัย

1. <u>คำถามหลัก</u> : การรั่วซึมของน้ำบริเวณรั้วโครงการเกิดขึ้นจากอะไร?

2. <u>คำถามรอง1</u> : จะใช้วัสดุอะไรมากแก้ไขปัญหาน้ำรั่วซึมบริเวณรั้วโครงการ

   <u>คำถามรอง2</u> : เมื่อน้ำถูกกักไว้แล้วจะระบายน้ำออกมาได้อย่างไร

   <u>คำถามรอง3</u> : ในการก่อสร้างรั้วโครงการแบบนี้ต้องใช้งบประมาณเพิ่มมาจากการก่อสรางรั้วแบบเดิมเท่าไหร่

3.1.3 สมมุติฐานเบื้องต้น

การที่น้ำจะรั่วซึมผ่านรั้วโครงการออกไปได้นั้นแสดงว่าระหว่างแผ่นกันดินและเข็มของรั้วโครงการนั้นต้องมีช่องว่างมากพอที่น้ำสามารถไหลซึมผ่านไปได้และมีช่องว่างเหล่านั้นเป็นจำนวนมากด้วย เนื่องจากมีการเสียบแผ่นกันดินทุกๆ 1.50 เมตร โดยสมมุติฐานนี้พิจารณาจากแบบการก่อสร้างรั้วโครงการบริเวณสวนส่วนกลาง

3.1.4 เงื่อนไขเบื้องต้นของการวิจัย

ข้อมูลที่ผู้วิจัยทำการศึกษาและรวบรวมนั้น จะประกอบไปด้วยข้อมูลปฐมภูมิ และ ข้อมูลทุติยภมิ โดยข้อมูลปฐมภูมิเป็นข้อมูลที่ได้จากหมู่บ้าน โครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนาภิเษกเท่านั้น และในส่วนของข้อมูลทุติยภูมินั้นผู้วิจัยได้ทำการสืบค้นมาจากข้อมูลเชิงสถิติของหน่วยงานทางราชการต่างๆ ตามความเหมาะสมของพื้นที่ที่ทำการวิจัยอยู่ แต่อย่างไรก็ตามแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ได้จากงานวิจัยนั้น สามารถนำไปใช้ในโครงการอื่นได้ถ้าหากโครงการนั้นมีสภาพปัญหาที่มีความคล้ายคลึงกันกับโครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนาภิเษก โดยมีเงื่อนไขเบื้องต้นของการวิจัยดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ทำการก่อสร้างในกรุงเทพและปริมณฑลเท่านั้น
2. พื้นที่ก่อสร้างต้องไม่เป็นพื้นที่ชายฝั่งทะเล
3. ต้องเป็นพื้นที่ไม่อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเลกลาง(รทก.)
4. ดินที่นำมาถมต้องเป็นดินเหนียว

3.2 การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำรั่วซึม

3.2.1 ระดับของดินที่แตกต่างกันระหว่างดินถมภายในโครงการกับระดับดินเดิมภายนอกโครงการ

3.2.2 ช่องว่างระหว่างร่องเข็มกับแผ่นเสียบกันดิน และรูของแผ่นเสียบกันดิน

3.2.3 ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่กลุ่มตัวอย่างบริเวณสวนส่วนกลาง

3.3 การออกแบบการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยในที่นี้ คือ แนวรั้วเพียงบางส่วนในบริเวณสวนส่วนกลางของโครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนาภิเษก ซึ่งพื้นที่บริเวณดังกล่าวนั้นอยู่ติดกับพื้นที่ข้างเคียงที่มีระดับดินที่แตกต่างกันมาก โดยดินถมในโครงการนั้นมีค่าระดับของดินสูงกว่าระดับดินเดิมของพื้นที่ข้างเคียงเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 1.60 เมตร ซึ่งแนวรั้วโครงการส่วนนี้ที่นำมาเป็นกลุ่มตัวอย่างของสิ่งที่สนใจในการวิจัย เนื่องจากรั้วโครงการส่วนนี้เป็นส่วนที่ประสบกับปัญหาน้ำรั่วซึมไปยังพื้นที่ข้างเคียงอยู่เป็นประจำเมื่อมีฝนตกลงมา หรือมีการรดน้ำต้นไม้ในสวนส่วนกลาง สร้างความเสียหายให้แก่โครงการทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยความเสียหายทางตรงที่ได้รับคือทางหมู่บ้านอาจถูกร้องเรียนจากทางชาวบ้าน ซึ่งส่งผลกระทบไปถึงชื่อเสียงของบริษัท และความเสียหายทางอ้อม คือ อาจถูกระงับการก่อสร้าง ซึ่งเป็นสิ่งที่ส่งผลไปถึงความล่าช้าในงานก่อสร้างนำไปสู่การขายบ้านได้ล่าช้าลง

เกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง รั้วโครงการ ของงานวิจัยมีดังนี้

1. ตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย
2. ผู้วิจัยได้มีส่วนร่วมในการศึกษางานก่อสร้างเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวของทางโครงการอย่างใกล้ชิด
3. การแก้ไขปัญหาของทางโครงการอยู่ในช่วงเวลาระหว่างเดือนสิงหาคม 2562 ถึงเดือนตุลาคม 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การจะทำการวิเคราะห์เพื่อออกแบบรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำรั่วซึมได้นั้น จำเป็นต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาก่อนโดยการได้มาของข้อมูลนั้นแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) และข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ในส่วนของงานวิจัยฉบับนี้ข้อมูลที่คณะผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมนั้นมีทั้งข้อมูลปฐมภูมิ และข้อมูลทุติยภูมิ

โดยข้อมูลปฐมภูมิได้จากการสังเกตุการของผู้วิจัยในกระบวนการแก้ไขปัญหาของทางโครงการอย่างใกล้ชิด การศึกษาสภาพปัญหาจากสถานที่จริง การได้เรียนรู้และรับทราบถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาน้ำรั่วซึมจากสถานที่ก่อสร้างจริง และได้มีการศึกษาข้อมูลที่ได้จากสำรวจของบริษัท ได้แก่ ข้อมูลค่าระดับ Cross Section จากบริเวณถนนหน้าโครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนภิเษก จนถึง บริเวณพื้นที่ข้างเคียง , แบบการก่อสร้างรั้วโครงการ , ความยาวของแนวรั้วโครงการบริเวณที่ทำการวิจัย

และการได้มาของข้อมูลทุติยภูมิมีดังนี้

1 การได้มาซึ่งข้อมูลเพื่อประกอบการวิจัย มีแหล่งข้อมูลดังนี้

1) หน่วยงานเอกชน คือ บริษัท ศุภาลัย จำกัด(มหาชน)

2) หนังสือหรือตำราที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับการวิจัย

3) ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

4.) อาจารย์ผู้นิเทศน์นักศึกษา

2 การได้มาซึ่งข้อมูลเพื่อประกอบการวิจัย มีแนวทางในการหาข้อมูลดังนี้

1) ขอคำปรึกษาเกี่ยวกับหัวข้องานวิจัยที่จะทำกับวิศวกรที่โครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนาภิเษก และทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ ไม่ว่าจะเป็นแบบการก่อสร้างรั้วโครงการแบบเดิม , กระบวนการแก้ไขปัญหาของโครงการ , มูลค่างานก่อสร้างเพื่อทำการแก้ไขของโครงการ , ข้อมูลค่าระดับ Cross Section จากบริเวณถนนหน้าโครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนภิเษก จนถึง บริเวณพื้นที่ข้างเคียง , ความยาวของแนวรั้วโครงการบริเวณที่ทำการวิจัย

2) สืบค้นข้อมูลจากหนังสือหรือตำราที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับการวิจัย เช่น หนังสือเรียน Foundation Engineering ของ ผศ.ดร.ธนาดล คงสมบูรณ์ , หนังสือ วิศวกรรมฐานราก ของ อ.พรพจน์ ตันเส็ง , ปฐพีกลศาสตร์ ของ อ.พรพจน์ ตันเส็ง , หนังสือ ชลศาสตร์ ของ ผศ.ดร.อนุรักษ์ ศรีอริยวัฒน์ , หนังสืออุทกวิทยา ของ รศ.กีรติ ลีวัจนกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) สืบค้นข้อมูลจากเว็บไซต์ของบริษัทจำหน่ายแผ่นGeomembrane , เว็บไซต์ของบริษัทจำหน่ายแผ่นGeotextile , เว็บไซต์ของบริษัทจำหน่ายท่อNeodrain

4.) ขอคำปรึกษาจากอาจารย์นิเทศน์ถึงความเป็นไปได้ของงานวิจัย และแนวทางในการออกแบบแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำรั่วซึมบริเวณริมรั้วโครงการ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตามที่ผู้วิจัยได้กล่าวไปแล้ว จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยสามารถแบ่งได้เป็นขั้นตอนดังนี้

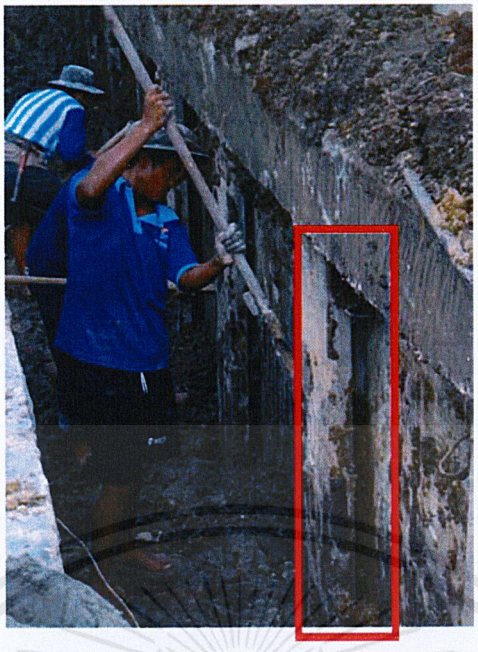
1. วิเคราะห์ปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาการรั่วซึมของน้ำบริเวณริมรั้วโครงการ
2. ออกแบบแนวทางการแก้ไขปัญหา รวมทั้งศึกษาในเรื่องของวัสดุที่จะนำมาใช้แก้ไขปัญหาการรั่วซึมของน้ำบริเวณรั้วโครงการ
3. ถอดปริมาณราคาที่เพิ่มขึ้นมาของการก่อสร้างรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำรั่วซึม
4. เปรียบเทียบราคาที่เพิ่มขึ้นมาของการก่อสร้างรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำรั่วซึม กับ ราคางานแก้ไขน้ำรั่วซึมของโครงการ

3.5.1 วิเคราะห์ปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาการรั่วซึมของน้ำบริเวณรั้วโครงการ

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจากสภาพหน้างานจริงอย่างใกล้ชิด จึงได้ข้อสรุปว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปัญหาการรั่วซึมของน้ำบริเวณรั้วโครงการ มีดังนี้

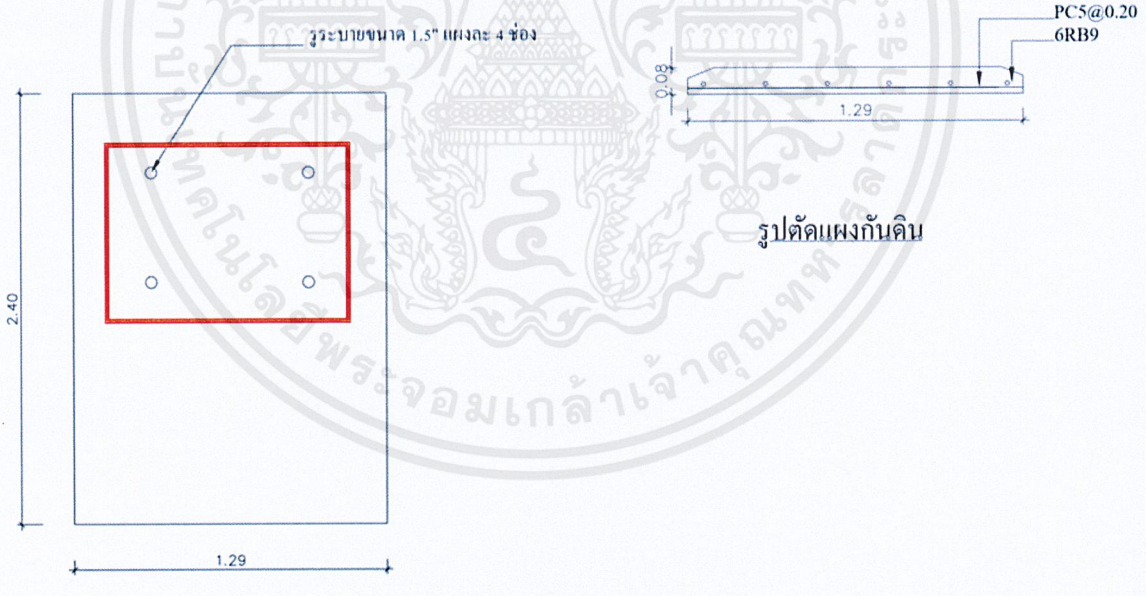
1. ช่องว่างระหว่างร่องเข็มกับแผ่นเสียบกันดินมีขนาดมากพอที่จะทำให้น้ำไหลรั่วซึมไปภายนอกโครงการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ช่องว่างระหว่างร่องเสาเข็มกับแผ่นกันดินที่ทำให้น้ำไหลรั่วซึม

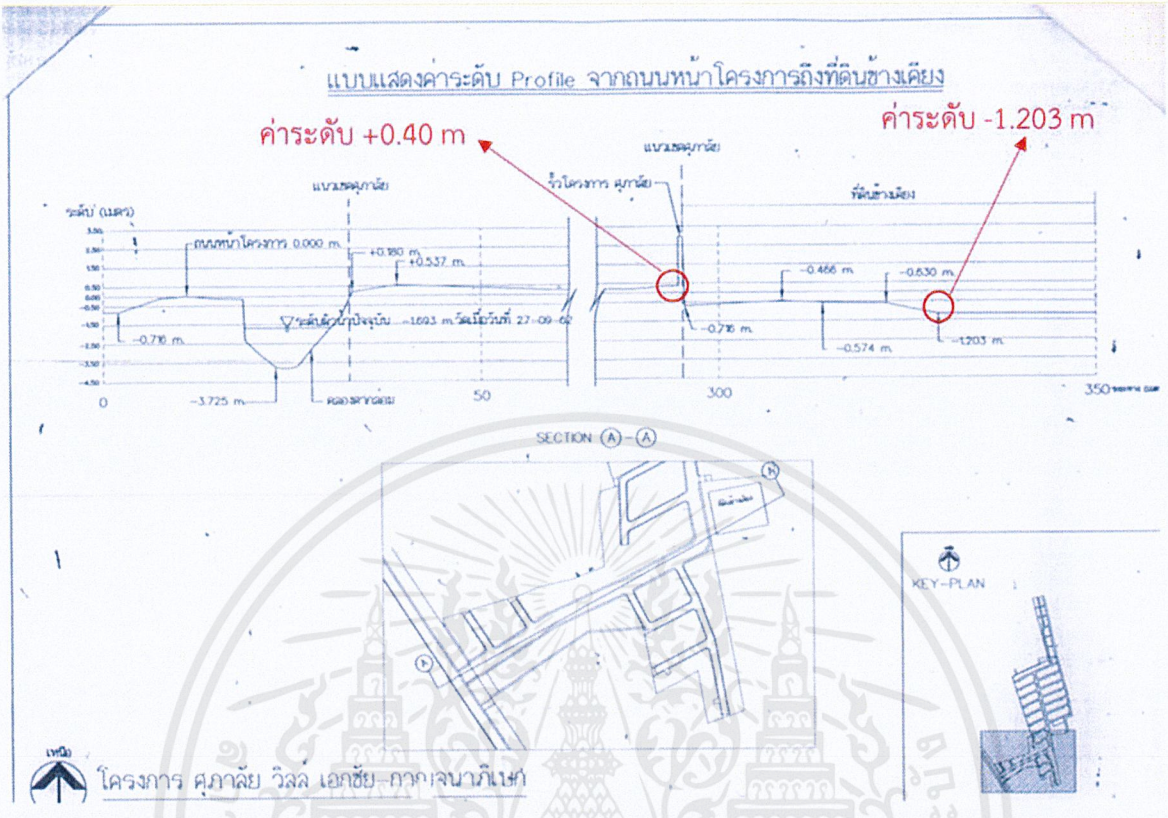
2. รูของแผ่นกันดินมีขนาดใหญ่มากพอที่จะทำให้น้ำรั่วซึมไปยังนอกโครงการได้



รูปที่ 3.2 รูปตัดของแผ่นกันดินที่ใช้ในการก่อสร้างรั้วโครงการ

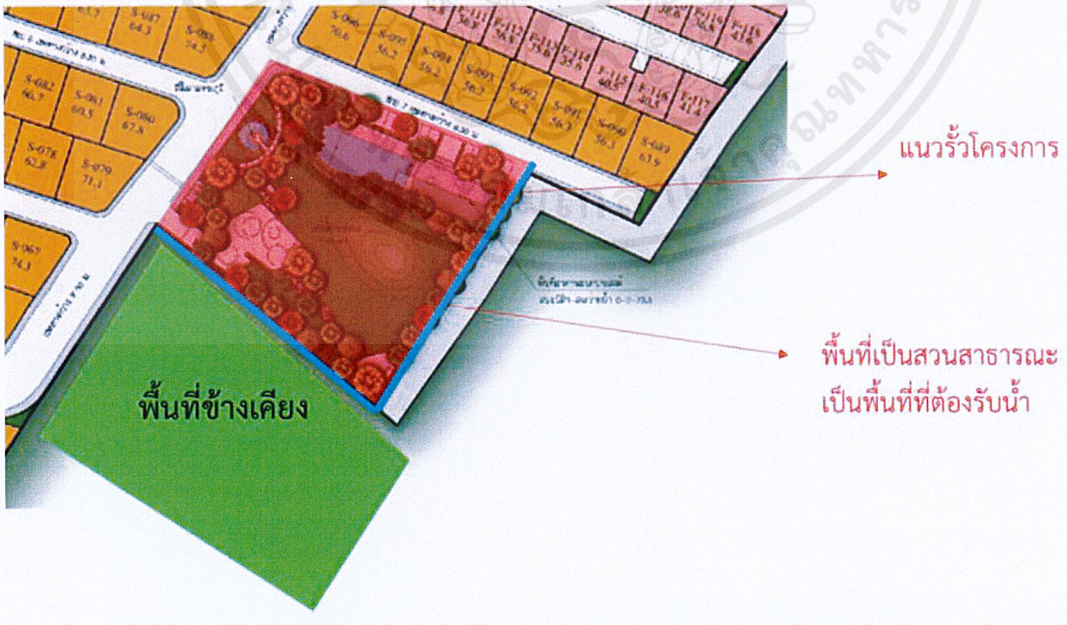
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ระดับดินถมภายในโครงการมีค่าระดับที่แตกต่างจากระดับดินเดิมของพื้นที่ข้างเคียงอยู่มาก



รูปที่ 3.3 แบบแสดงค่าความต่างระดับของรั้วโครงการกับระดับของที่ดินข้างเคียง

4. พื้นภายในโครงการที่ติดกับรั้วโครงการดังกล่าวนั้นเป็นส่วนของพื้นที่ที่ต้องรับน้ำ



รูปที่ 3.4 พื้นที่ของโครงการที่ประสบปัญหาน้ำไหลรั่วซึม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2. การออกแบบแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำรั่วซึมบริเวณริมรั้วโครงการ

3.5.2.1 การเลือกวัสดุที่ใช้ในการปูเพื่อป้องกันน้ำรั่วซึม

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์จากปัจจัยที่ทำให้น้ำรั่วซึมนั้นซึ่งพบว่า เกิดจากช่องว่างระหว่างร่องเสาเข็มกับแผ่นเสียบกันดินและรูระบายน้ำของแผ่นเสียบกันดิน โดยผู้วิจัยได้ทำการพิจารณาแล้วว่าปัจจัยดังกล่าวนี้สามารถที่จะแก้ไขได้ด้วยการใช้วัสดุในการปูปกคลุมไว้เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้น้ำไหลซึมผ่านไปยังพื้นที่ข้างเคียงของโครงการหมู่บ้าน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้ในการปูสำหรับกักเก็บน้ำ จึงได้พบว่าวัสดุที่เหมาะสมกับการแก้ไขปัญหาในครั้งนี้ คือ แผ่น Geomembrane หรือ แผ่น HDPE โดยวัสดุชนิดนี้มีลักษณะดังนี้

แผ่น HDPE Geomembrane ผลิตจากเทอร์โมพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง ทำให้มีคุณสมบัติแข็งแรงทนทาน อายุการใช้งานยาวนาน ทนต่อการลอกและแรงเฉือนสูง มีความยืดหยุ่นสูง คงทนต่อสารเคมี กรด ด่าง คงทนต่อความร้อน ความเย็นและแสง Ultra Violet คงทนต่อเชื้อรา มอด ปลวก แมลง และสารอินทรีย์วัตถุ ด้วยคุณสมบัติเหล่านี้ทำให้ปัจจุบันได้มีการนำ แผ่น HDPE Geomembrane มาประยุกต์ในการใช้งานมากขึ้นในงานวางระบบต่างๆ อาทิเช่น ระบบการกันซึมใต้หลุมฝังกลบ , ระบบปิดคลุมบนหลุมฝังกลบ , งานเหมือง , งานจัดการของเสียอันตราย , งานบำบัดน้ำเสีย , บ่อเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ , คลองระบายน้ำ , งานบริหารจัดการแหล่งน้ำ , งานดาดผนังอุโมงค์ , งานบุซับคอนกรีต , งานบุซับถัง

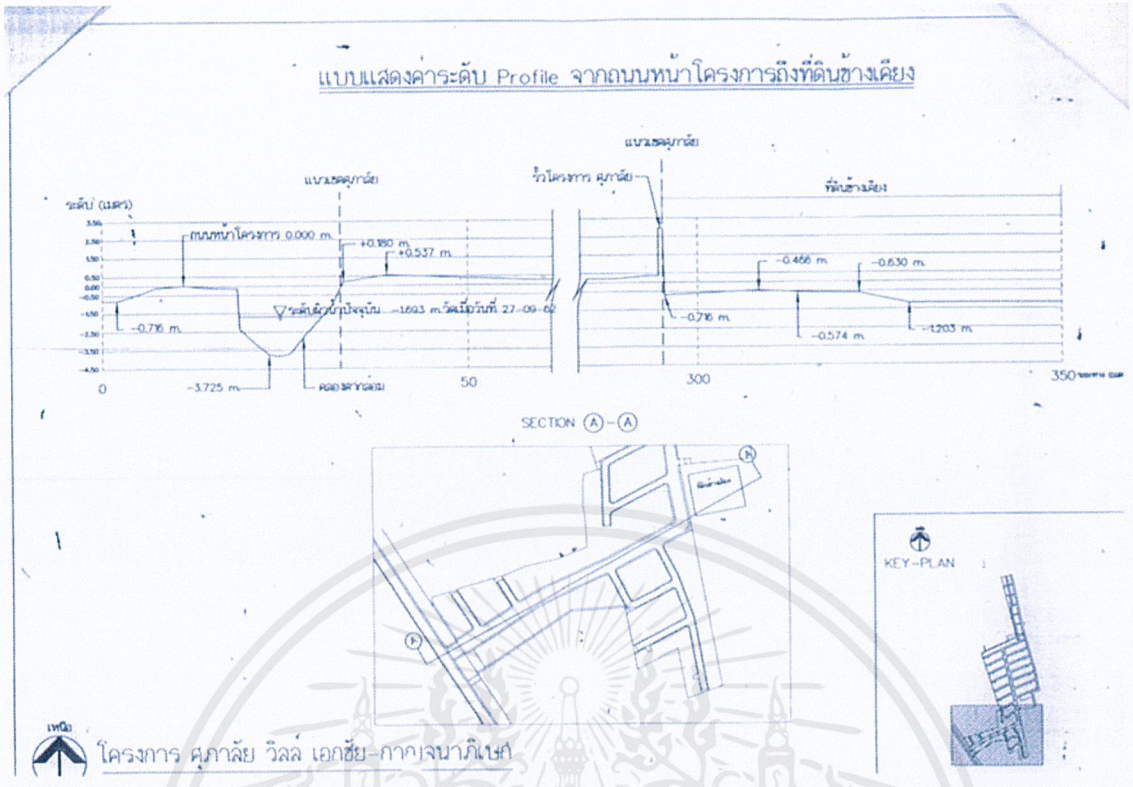
ด้วยคุณสมบัติดังกล่าวของวัสดุชนิดGeomembraneจึงมีความเหมาะสมกับกระบวนการในการแก้ไขปัญหาจึงทำให้ผู้วิจัยเลือกที่ใช้วัสดุนี้ในการออกแบบรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำรั่วซึม

3.5.2.2 การออกแบบลักษณะการปูแผ่นGeomembrane (HDPE Sheet)

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน้างานจริงและการศึกษาข้อมูลจากการสำรวจของทางบริษัท จากนั้นได้นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อทำการออกแบบให้เหมาะสมกับสภาพปัญหาที่ประสบอยู่ โดยข้อมูลทางกายภาพที่ได้มามีดังนี้

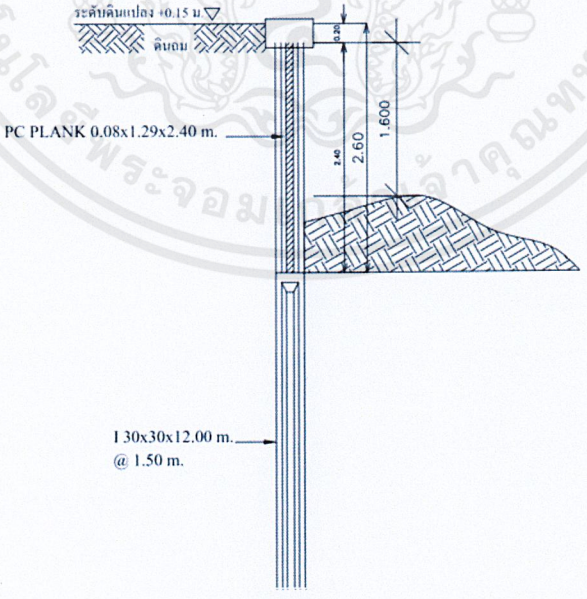
1. ระดับดินถมภายในโครงการอยู่สูงกว่าระดับดินเดิมของพื้นที่ข้างเคียงอยู่ประมาณ 1.60 เมตร ซึ่งได้มาจากข้อมูลการสำรวจค่าระดับของโครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนาภิเษก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แบบแสดงค่าระดับ Profile จากถนนหน้าโครงการถึงที่ดินข้างเคียง

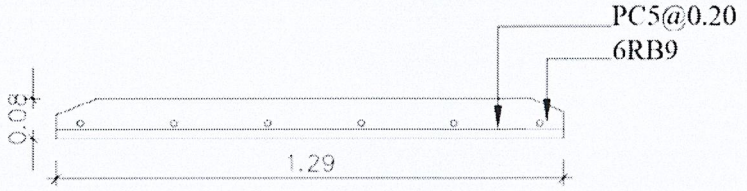
2. แบบการก่อสร้างรั้วของทางโครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนาภิเษก บริเวณสวนส่วนกลาง



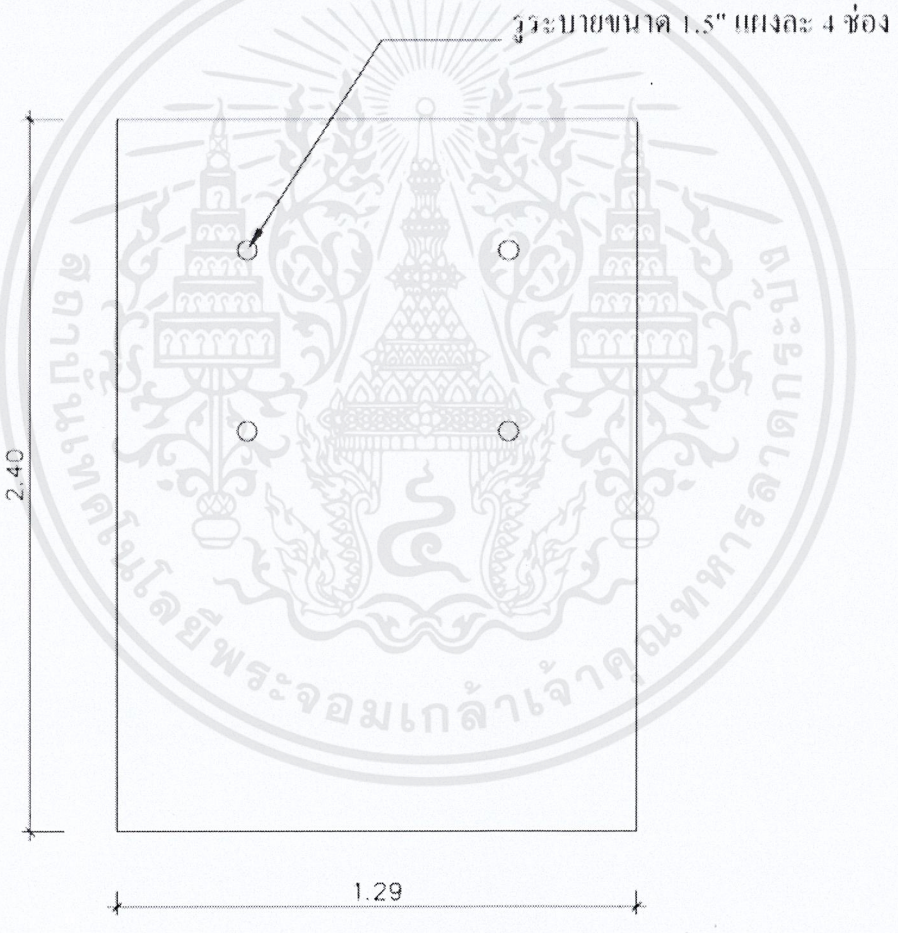
รูปที่ 3.6 รูปตัดด้านข้างของรั้วโครงการ

3. แผ่นเสียบกันดินเป็นแผ่นคอนกรีต มีขนาด PC PLANK 0.08x1.29x2.40 m.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปตัดแผงกันดิน



รูปที่ 3.7 ลักษณะของแผ่นกันดินที่ใช้ในบริเวณที่ทำการวิจัย

ในส่วนของการออกแบบการปูแผ่นGeomembrane (HDPE Sheet) นั้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลเพื่อเลือกใช้ความหนาของแผ่น HDPE Sheet ให้เหมาะสมกับสภาพสถานที่หน้างานจริง โดยสถานที่หน้างานจริงของโครงการนั้นลักษณะดินที่ใช้ถมบริเวณสวนส่วนกลางนั้นเป็นดินเหนียว และ ผู้ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการปูแผ่น HDPE Sheet เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำรั่วซึมออกนอกโครงการ และแผ่นที่ใช้ปูนั้นจะฝังอยู่ในดินที่มีความลึกโดยแผ่นไม่ต้องสัมผัสกับรังสี UV โดยตรง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสืบค้นข้อมูลของขนาดความหนาของแผ่น HDPE Sheet กับ ลักษณะงานที่ทำมีดังนี้

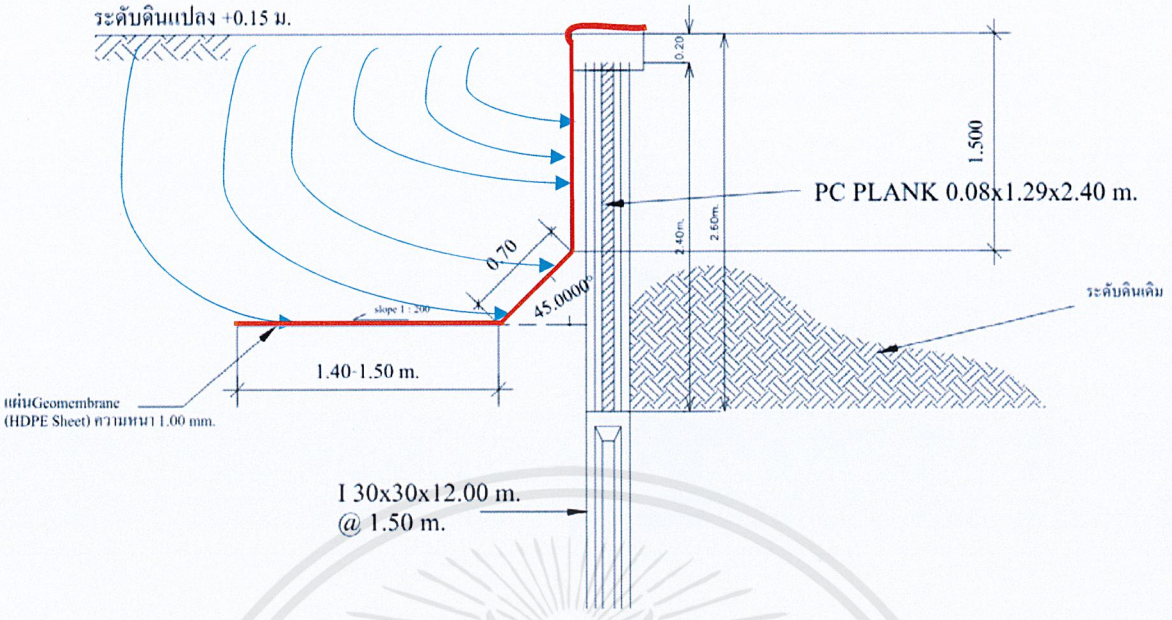
ตารางที่ 3.1 ลักษณะของงานที่เหมาะสมกับความหนาของแผ่น Geomembrane

ความหนา(mm.)	ลักษณะงานที่เหมาะสม
1.00	ใช้ปูบ่อกักเก็บน้ำทั่วไป และพื้นดินเป็นดินเหนียว
1.50	ใช้ปูคลุมบ่อไบโอแก๊สและปูบ่อเก็บน้ำเสียในโรงงาน
2.00	ใช้ปูเป็นบ่อขยะ

จากข้อมูลลักษณะการใช้งานที่เหมาะสมของแผ่นGeomembrane ที่ความหนาต่างๆ ลักษณะการใช้งานนั้นจะขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่นGeomembrane ซึ่งจะเห็นได้จากตารางข้างต้น ผู้วิจัยได้พิจารณาที่จะเลือกใช้แผ่น Geomembrane ที่มีความหนา 1.00 มิลลิเมตร เนื่องจากมีความสอดคล้องกับลักษณะดังตารางคือ แผ่น Geomembrane ที่มีความหนา 1.00 มิลลิเมตร เหมาะกับงานปูบ่อกักเก็บน้ำทั่วไป และพื้นดินเป็นดินเหนียว ซึ่งมีความคล้ายเคียงกับหน้างานจริงมากที่สุด

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบลักษณะการปูแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet) ดังนี้ โดยทำการปูแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet) ขนานกับแนวรั้วโครงการลึกจากระดับดินถมที่ความลึก 1.50 เมตร จากนั้นทำการปูแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet) เปลี่ยนเป็น Slope 1:1 ปูเป็นความยาว 0.70 เมตร จากนั้นปูนแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet) ขนานกับดินเป็นความยาว 1.70-1.80 เมตร ซึ่งมีรูปตัดด้านข้างดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 รูปตัดการปูแผ่น Geomembrane

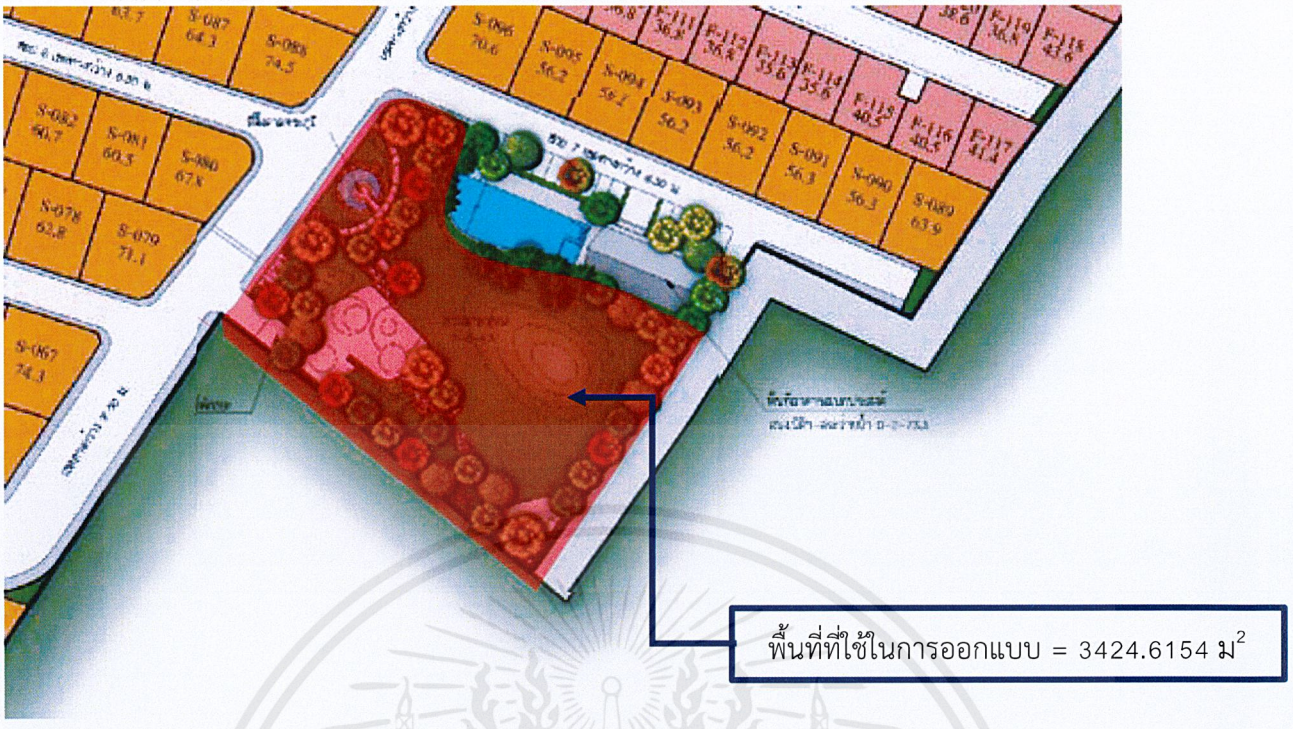
3.5.2.2 การออกแบบขนาดของท่อ Neodrain และ ลักษณะการวางท่อ Neodrain

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลจากหน้างานจริงในพื้นที่สวนส่วนกลางของโครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนาภิเษก และ ทำการสืบค้นข้อมูลทางสถิติต่างๆจากการรวบรวมสถิติของหน่วยงานราชการ ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนของกรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อทำการออกแบบให้เหมาะสม

โดยข้อมูลทางกายภาพที่รวบรวมมาได้นั้นมีดังนี้

1. บริเวณพื้นที่ที่ทำการวิเคราะห์เพื่อออกแบบทำการว่างท่อ Neodrain นั้น เป็นพื้นที่ของสวนส่วนกลาง ซึ่งเป็นพื้นที่รับน้ำฝนโดยตรง โดยพื้นที่สวนส่วนกลาง มีพื้นที่ทั้งหมด 4,517.7647 ตารางเมตร และพื้นที่ที่หักบริเวณสระว่ายน้ำและสโมสรออก มีพื้นที่เท่ากับ 3424.6154 ตารางเมตร โดยพื้นที่ใช้คำนวณในการออกแบบขนาดท่อ Neodrain นั้นผู้วิจัยจะไม่ได้ใช้พื้นที่ทั้งหมดในการคำนวณแต่จะใช้ พื้นที่ที่หักบริเวณสระว่ายน้ำและสโมสรออก หารด้วย 4 เนื่องจากโดยรอบของพื้นที่รับน้ำนี้จะมีท่อระบายน้ำอยู่โดยรอบ ซึ่งแนวท่อโดยรอบที่ติดกับถนนโครงการจะเป็นท่อระบายน้ำที่ทางโครงการออกแบบมาอยู่เดิมแล้ว แต่โดยรอบแนวท่อที่ติดกับแนวรั้วโครงการผู้วิจัยจะทำการออกแบบรูปแบบการวางท่อ ซึ่งพื้นที่ที่ใช้ในการคำนวณจะเท่ากับ 856.1538 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 ผังแสดงขนาดพื้นที่ที่ทำการวิจัย

4. ความยาวของรั้วโครงการด้านทิศตะวันตกไปทิศตะวันออกเท่ากับ 75.13 เมตร และมีความยาวด้านทิศใต้ไปทิศเหนือเท่ากับ 74.05 เมตร

รูปที่ 3.10 ผังแสดงความยาวริมรั้วโครงการของพื้นที่ที่ทำการวิจัย

โดยข้อมูลทางสถิติของกรมชลประทานที่รวบรวมมาได้นั้นมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลของปริมาณน้ำฝนของกรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ที่รวบรวมได้นั้น เป็นข้อมูลที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝน R.I.D. Office Samsen(C.12) ซึ่งเป็นสถานีวัดน้ำฝนที่มีความใกล้เคียงกับโครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนาภิเษกมากที่สุดเมื่อเทียบกับอีก 5 สถานีที่เหลือ ได้แก่ สถานีอำเภอเมืองจังหวัดลพบุรี , สถานี CPK.13 จังหวัดลพบุรี(บ้านหมี่) , สถานีอำเภอเมืองจังหวัดนครสวรรค์ , สถานี C.30 จังหวัดอุทัยธานี(บ้านไร่) และ สถานีอำเภอเมืองจังหวัดสุพรรณบุรี

ตารางที่ 3.2 รายชื่อสถานีวัดน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษาของจังหวัดต่างๆในภาคกลาง (กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ , 2544)

รหัสสถานี	ชื่อสถานี	อำเภอ	จังหวัด	ละติจูด	ลองติจูด	ช่วงเวลาข้อมูล	หน่วยงาน
19013	อ.เมือง	เมือง	ลพบุรี	14°47'45"	100°39'20"	1958-1983,1986-1998	กรมอุตุนิยมวิทยา
19150	CPK.13	บ้านหมี่	ลพบุรี	15°00'05"	100°34'26"	1973-1987	กลชลประทาน
26013	อ.เมือง	เมือง	นครสวรรค์	15°42'11"	100°08'27"	1965-1982,1986-1998	กรมอุตุนิยมวิทยา
69150	C.30	บ้านไร่	อุทัยธานี	15°21'04"	99°32'22"	1984-1994	กลชลประทาน
41111	C.12	ดุสิต	กรุงเทพฯ	13°47'14"	100°30'56"	1950-1994	กลชลประทาน
60013	อ.เมือง	เมือง	สุพรรณบุรี	14°24'10"	100°07'14"	1986-1998	กลชลประทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลของปริมาณน้ำฝนที่ได้จากสถานีวัดน้ำ R.I.D. Office Samsen(C.12)

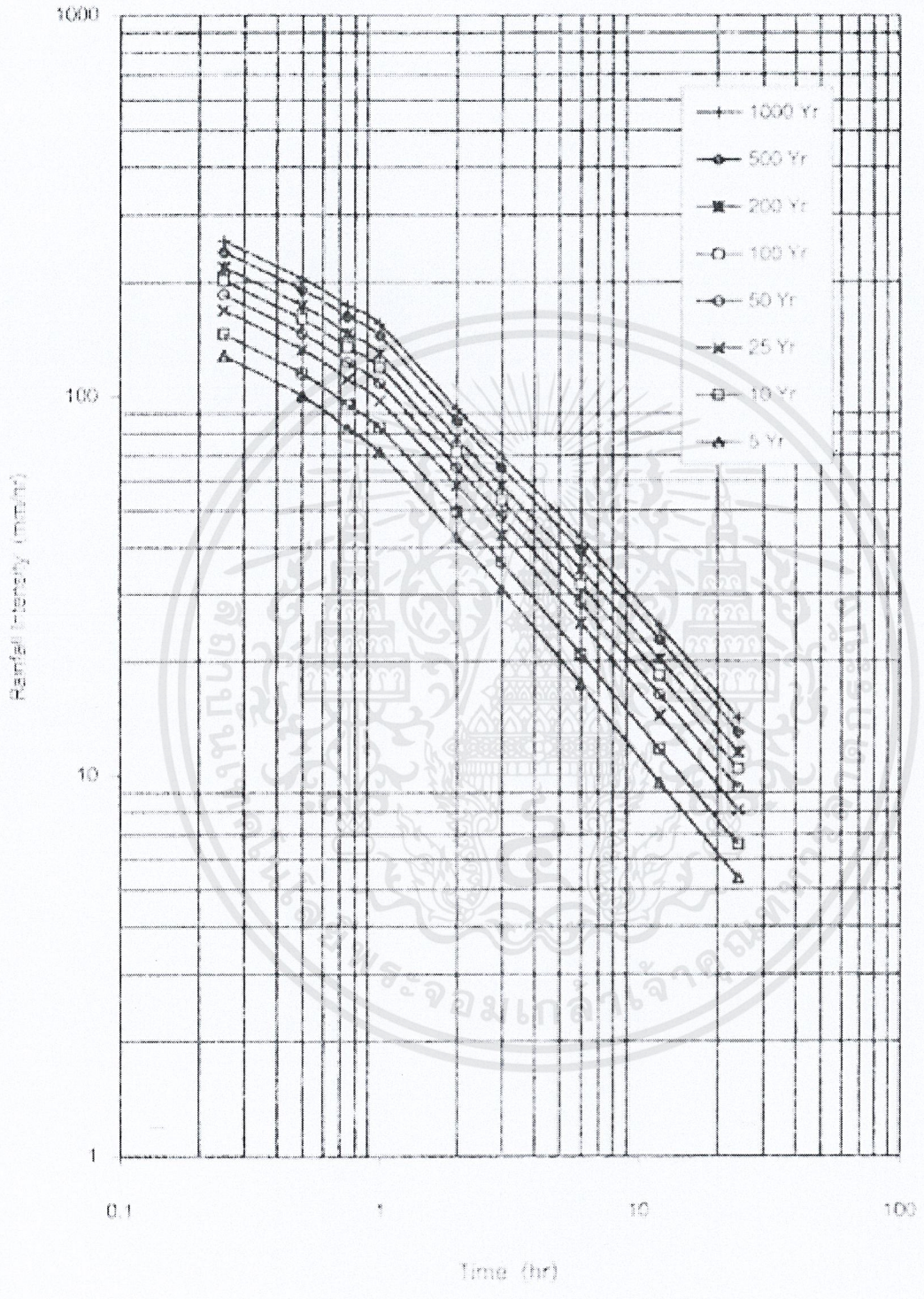
Frequency Analysis of Maximum Rainfall for Each Period at R.I.D Office Samsen(C.12)

(1950-1994)

Time	Rainfall Amount (mm)								
(hr)	2 yr	5 yr	10 yr	25 yr	50 yr	100 yr	200 yr	500 yr	1000 yr
0.25	25.4	32.1	36.5	42.1	46.3	50.5	54.6	60.0	64.1
0.5	39.4	50.3	57.5	66.6	73.3	80.0	86.7	95.5	102.1
0.75	47.4	61.8	71.3	83.3	92.3	101.1	110.0	121.6	130.4
1	53.7	71.3	82.9	97.7	108.6	119.4	130.2	144.5	155.2
2	64.1	85.2	99.2	116.8	129.9	142.9	155.8	172.9	185.8
3	69.0	93.3	109.5	129.8	154.0	160.0	174.9	194.7	209.6
6	72.7	104.4	125.3	151.9	171.5	191.0	210.5	236.2	255.5
12	76.5	114.8	140.1	172.2	195.9	219.5	243.0	274.0	297.5
24	85.1	129.0	158.1	194.7	222.0	249.1	276.0	311.6	338.4

Time	Rainfall Intensity (mm/hr)								
(hr)	2 yr	5 yr	10 yr	25 yr	50 yr	100 yr	200 yr	500 yr	1000 yr
0.25	101.4	128.3	146.1	168.6	185.2	201.8	218.3	240.1	256.5
0.5	78.7	100.5	114.9	133.1	146.6	160.0	173.3	191.0	204.3
0.75	63.2	82.4	95.1	111.1	123.0	134.8	146.6	162.1	173.9
1	53.7	71.3	82.9	97.7	108.6	119.4	130.2	144.5	155.2
2	32.1	42.6	49.6	58.4	65.0	71.4	77.9	86.5	92.9
3	23.0	31.1	36.5	43.3	48.3	53.3	58.3	64.9	69.9
6	12.1	17.4	20.9	25.3	28.6	31.8	35.1	39.4	42.6
12	6.4	9.6	11.7	14.3	16.3	18.3	20.3	22.8	24.8
24	3.5	5.4	6.6	8.1	9.3	10.4	11.5	13.0	14.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 กราฟปริมาณร้ำฝนที่ได้จากสถานีวัดน้ำ R.I.D. Office Samsen(C.12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการหาขนาดของท่อ Neodrain ที่เหมาะสม

สำหรับเกณฑ์การคำนวณและออกแบบระบบระบายน้ำฝนที่จะใช้พิจารณานั้นเป็นไปตามเกณฑ์ของสำนักระบายน้ำกรุงเทพมหานคร โดยอัตราการไหลสำหรับท่อระบายน้ำที่ใช้ออกแบบเป็นอัตราการไหลนองสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำ (Return Period) 5 ปี ส่วนสำหรับการคำนวณออกแบบขนาดท่อระบายน้ำ และ รอบปีการเกิดซ้ำ (Return Period) 50 ปี สำหรับการคำนวณอัตราการระบายน้ำเพื่อป้องกันน้ำท่วม ซึ่งสามารถคำนวณจากสมการ Rational Method ได้ดังนี้

$$Q = 0.278 \times CIA \times 10^{-6}$$

เมื่อ Q = อัตราการไหลนองของน้ำฝน (ลบ.ม./วินาที)

I = อัตราความเข้มฝน (มม./ชั่วโมง)

C = ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองของน้ำฝน

A = พื้นที่ระบายน้ำ (ตร.ม.)

จากตารางข้อมูลของกรมชลประทานผู้วิจัยได้ทำการเลือกข้อมูลที่มีความเข้มฝนสูงสุดในรอบ 5 ปี และเลือกระยะเวลาในการตกของฝนที่ 1 ชั่วโมง เนื่องจากในการออกแบบครั้งนี้เป็นการออกแบบเพื่อระบายน้ำบางส่วนที่ฝนตกลงมาหรือการรดน้ำต้นไม้ในบริเวณสวนส่วนกลาง โดยไม่ได้เป็นการระบายน้ำทั้งหมด ซึ่งเป็นเพียงระบบระบายน้ำที่ช่วยส่งเสริมการระบายน้ำให้กับระบายน้ำหลักของโครงการ ดังนั้นจึงใช้ค่าความเข้มฝนสูงสุดที่ตกเป็นเวลา 1 ชั่วโมงในการออกแบบ ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าจะทำให้ได้ค่าที่เหมาะสมที่สุดในการออกแบบขนาดท่อNeodrain เพื่อรองรับน้ำฝนที่ตกลงมาได้เพียงพอ และไม่มากจนเกินความจำเป็น โดยค่าที่ได้จากตารางนั้นมีค่าดังนี้

$I_{5ปี}$ = 71.3 (มม./ชั่วโมง) สำหรับความเข้มฝนสูงสุดที่ตกเป็นเวลานาน ประมาณ 1 ชั่วโมง ในคาบ 5 ปี

$I_{5ปี}$ = 108.6 (มม./ชั่วโมง) สำหรับความเข้มฝนสูงสุดที่ตกเป็นเวลานาน ประมาณ 1 ชั่วโมง ในคาบ 50 ปี

โดยค่า C หรือ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองของน้ำฝน จะหาได้จากตารางดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 ตารางค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองตามพื้นผิวหรือลักษณะพื้นที่ใช้สอย (ASCE, 1969)

ลักษณะใช้สอยของพื้นที่	ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง (C)
1. เขตธุรกิจ	
- หนาแน่น	0.70-0.95
- รอบๆ บริเวณเขตธุรกิจ	0.70-0.85
2. เขตที่พักอาศัย	
- ครอบครัวเดียว	0.30-0.50
- หลายครอบครัว, แยกกัน	0.40-0.60
- หลายครอบครัว, ติดกัน	0.60-0.75
3. เขตที่พักอาศัย (ชานเมือง)	0.25- 0.40
4. เขตอพาร์ทเมนท์	0.50-0.70
5. เขตอุตสาหกรรม	
- เบา	0.50-0.80
- หนัก	0.60-0.90
6. สวนสาธารณะ/สนามหญ้า	0.10-0.25
7. สวนเด็กเล่น	0.20-0.35
8. สถานีรถไฟ ชุมทาง	0.20-0.35
9. ที่รกร้าง/ที่ดินว่างเปล่า	0.10-0.30
10. ที่จอดรถ คสล./สนามกีฬาผิวทึบน้ำ	0.85-0.95
11. ที่จอดรถลาดยาง/หินคลุก	0.70-0.85

โดยผู้วิจัยได้ทำการเลือกเขตการใช้พื้นที่เป็น “เขตสวนสาธารณะ” เนื่องจากมีความใกล้เคียงกันกับพื้นที่ที่ทำการวิจัยอยู่ และ ผู้วิจัยเลือกใช้ค่า C หรือ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองของน้ำฝน ที่มากที่สุดของเขตพื้นที่ เพื่อที่จะออกแบบขนาดของท่อระบายน้ำ Neodrain ได้อย่างครอบคลุม ซึ่งค่า C ที่ใช้เท่ากับ 0.25

จากสมการ Rational Method

$$Q = 0.278 \times CIA \times 10^{-6}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้ อัตราการไหลนองสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำ (Return Period) 5 ปี เท่ากับ

$$Q = 0.278 \times 0.25 \times 71.3 \text{ (mm/hour)} \times 856.1538 \text{ (m}^2\text{)} \times 10^{-6}$$

$$Q = 0.00424 \text{ m}^3\text{/sec}$$

และ จะได้ อัตราการไหลนองสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำ (Return Period) 50 ปี เท่ากับ

$$Q = 0.278 \times 0.25 \times 108.6 \text{ (mm/hour)} \times 856.1538 \text{ (m}^2\text{)} \times 10^{-6}$$

$$Q = 0.00646 \text{ m}^3\text{/sec}$$

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการหาค่าอัตราการไหลนองสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำ (Return Period) 5 ปี และ 50 ปีออกมาแล้วนั้นจึงได้นำค่าดังกล่าวไปวิเคราะห์หาขนาดของท่อระบายน้ำที่ต้องใช้ โดยใช้สมการของ Manning Formula ในการคำนวณหาค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อดังนี้

$$Q = (A \times R^{(2/3)} \times S^{(1/2)})/n$$

เมื่อ Q = อัตราปริมาณน้ำสูงสุดในท่อ (ลบ.ม./วินาที)

n = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของผิวท่อ

R = รัศมีชลศาสตร์ (เมตร)

S = ความลาดชันของท่อ (เมตร/เมตร)

A = พื้นที่หน้าตัดของท่อ (ตร.ม.)

D = เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ (เมตร)

โดย ค่า n หรือ สัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning นั้นผู้วิจัยเลือกใช้ค่า n ของท่อพลาสติกในการวิเคราะห์เนื่องจากมีคุณสมบัติใกล้เคียงกันกับท่อ Neodrain เป็นพลาสติกเช่นกัน โดยค่า n ที่ใช้ในการวิเคราะห์เท่ากับ 0.010

ค่า Slope ในการว่างท่อ Neodrain นั้นต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 1:200 เพื่อทำให้เกิดประสิทธิ์ภาพสูงสุดในการทำงานของท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning ของพื้นผิวต่างๆ (Henderson, 1966)

พื้นผิว	Manning'n
Glass, Plastic, machined metal	0.010
Dressed timber, joints flush	0.011
Sawn timber, joints uneven	0.014
Cement Plaster	0.011
Concrete, steel troweled	0.012
Concrete timber form, unfinished	0.014
Untreated gunite	0.015-0.017
Brickwork or dressed masonry	0.014
Rubble set in cement	0.017
Earth, some stones, no weeds	0.020
Earth, some stones and weeds	0.025

เมื่อทำการแทนค่าในสมการ Manning Formula จะได้

$$Q = [\frac{\pi D^2}{4} . (\frac{\frac{\pi D^2}{4}}{0.3\pi D})^{\frac{2}{3}} . S^{\frac{1}{2}}]/0.01$$

$$0.01Q = \frac{\pi D^{\frac{8}{3}}}{\frac{16}{0.3}} . S^{\frac{1}{2}}$$

$$D^{\frac{8}{3}} = 0.1698 Q S^{\frac{-1}{2}}$$

จะได้ สมการในการหาค่าขนาดของท่อเฉพาะของท่อ Neodrain ดังนี้

$$D = 0.5143 Q^{3/8} S^{-3/16}$$

ดังนั้น ขนาดของท่อ Neodrain ที่ออกแบบสำหรับท่อระบายน้ำที่ใช้ออกแบบเป็นอัตราการไหลนองสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำ (Return Period) 5 ปี) ได้จะเท่ากับ

$$D = 0.5143 \times 0.00424^{3/8} \, (m^3/s) \times 0.005^{-3/16}$$

$$D = 0.1790 \text{ m}$$

หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D = 17.90 เซนติเมตรขึ้นไป (สำหรับท่อระบายน้ำที่ใช้ออกแบบเป็น อัตราการไหลนองสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำ (Return Period) 5 ปี)

และ ขนาดของท่อ Neodrain ที่ออกแบบสำหรับการคำนวณอัตราการระบายน้ำเพื่อป้องกันน้ำท่วม

$$D = 0.5143 \times 0.0814^{3/8} (m^3/s) \times 0.005^{-3/16}$$

$$D = 0.2096 \ m$$

หรือ

D = 20.96 เซนติเมตรขึ้นไป (สำหรับท่อระบายน้ำที่ใช้ออกแบบเป็น อัตราการไหลนองสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำ (Return Period) 50 ปี)

ค่าขนาดของท่อที่ได้จากการออกแบบที่ต้องใช้นั้นคือ ท่อ Neodrain ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร หรือ 200 มิลลิเมตร เพื่อที่จะรองรับการระบายน้ำในสภาวะปกติได้อย่างเหมาะสม และ จะเห็นได้ว่า ท่อระบายน้ำขนาด 20 เซนติเมตร ยังพอที่จะสามารถระบายน้ำในสภาวะน้ำท่วมได้อีกด้วย ซึ่งเห็นได้ว่าในการคำนวณขนาดท่อจากสมการของ Manning Formula จะต้องในขนาดท่อระบายประมาณ 20 เซนติเมตรขึ้นไป

ตารางที่ 3.6 ตารางแสดงขนาดท่อ Neodrain ที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป
(ที่มา : https://www.uhm.co.th/)

ขนาดท่อรุ่น SD		เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน Inner Diameter(mm.)	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก Outer Diameter(mm.)	น้ำหนัก Weight (g/m)	ความยาว Length (m.)
มิลลิเมตร (mm.)	นิ้ว (inch.)				
65	2.5	66.0 ± 0.5	78.0 ± 0.5	300.0 ± 12	6 ± 0.02
75	3.0	76.0 ± 0.5	90.0 ± 0.5	430.0 ± 15	6 ± 0.02
100	4.0	101.0 ± 0.5	118.0 ± 1.0	690.0 ± 22	6 ± 0.02
125	5.0	126.0 ± 0.5	146.0 ± 1.0	950.0 ± 33	6 ± 0.02
150	6.0	151.0 ± 0.5	170.0 ±1.0	1170.0 ± 41	6 ± 0.02
200	8.0	202.0 ± 1.0	222.0 ± 1.0	1630.0 ± 57	6 ± 0.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการหาค่าความต่างระดับกันของการวางแนวท่อ

เมื่อทำการวิเคราะห์หาขนาดของท่อ Neodrain ที่เหมาะสมกับหน้างานจริงแล้วนั้น ผู้วิจัยจำเป็นต้องออกแบบระดับที่ใช้ในการว่าง ท่อ Neodrain ให้ได้ Slope 1:200 ขึ้นไป เพื่อทำให้การไหลของน้ำในท่อเกิดประสิทธิ์ภาพมากที่สุด ตามคุณสมบัติของท่อ ซึ่งการคำนวณค่าความต่างระดับคำนวณได้จากการเอาระยะทางของแนวรั้วโครงการด้านที่ยาวกว่า(รั้วโครงการด้านทิศตะวันตกไปทิศตะวันออกเท่ากับ 75.13 เมตร) มาคำนวณ ดังนี้

ความยาวแนวรั้ว = 75.13 เมตร

Slope = 1.200 หรือ 0.005 เมตร/เมตร

ดังนั้น ระดับปลายท่อทั้งสองด้านจะต้องต่างกัน = 75.13(m.) x 0.005 (m/m)

= 0.376 เมตร

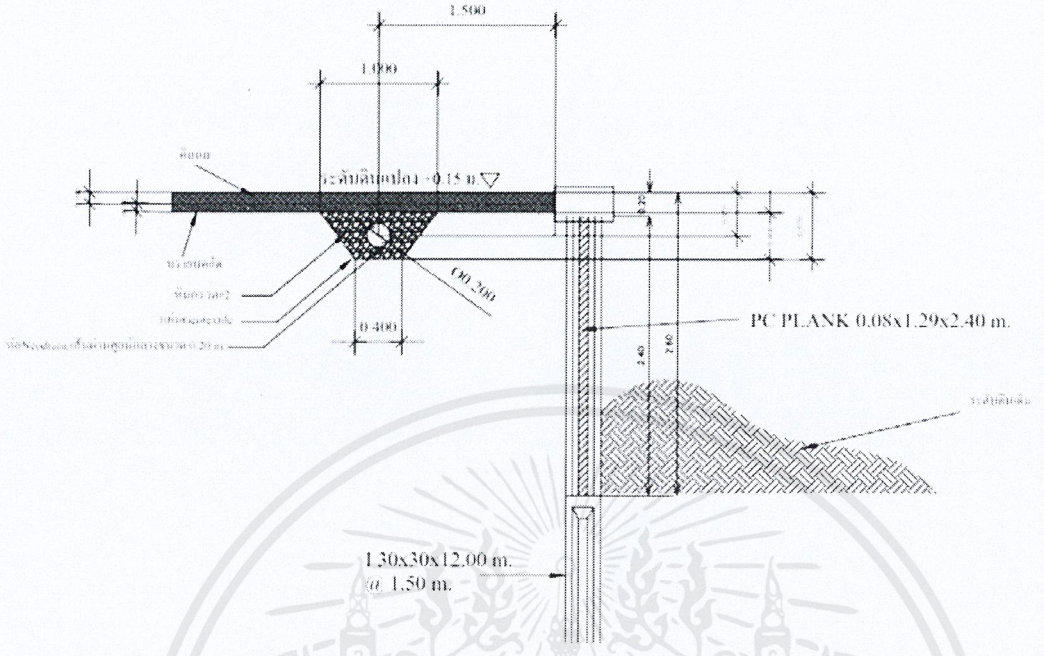
โดย ทางผู้วิจัยจึงให้ระดับปลายท่อทั้งสองด้านจะต้องต่างกัน 0.380 เมตร เพื่อความสะดวกในการก่อสร้าง

ซึ่งจะได้รูปตัดในการออกแบบการวางท่อ Neodrain ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร ดังนี้

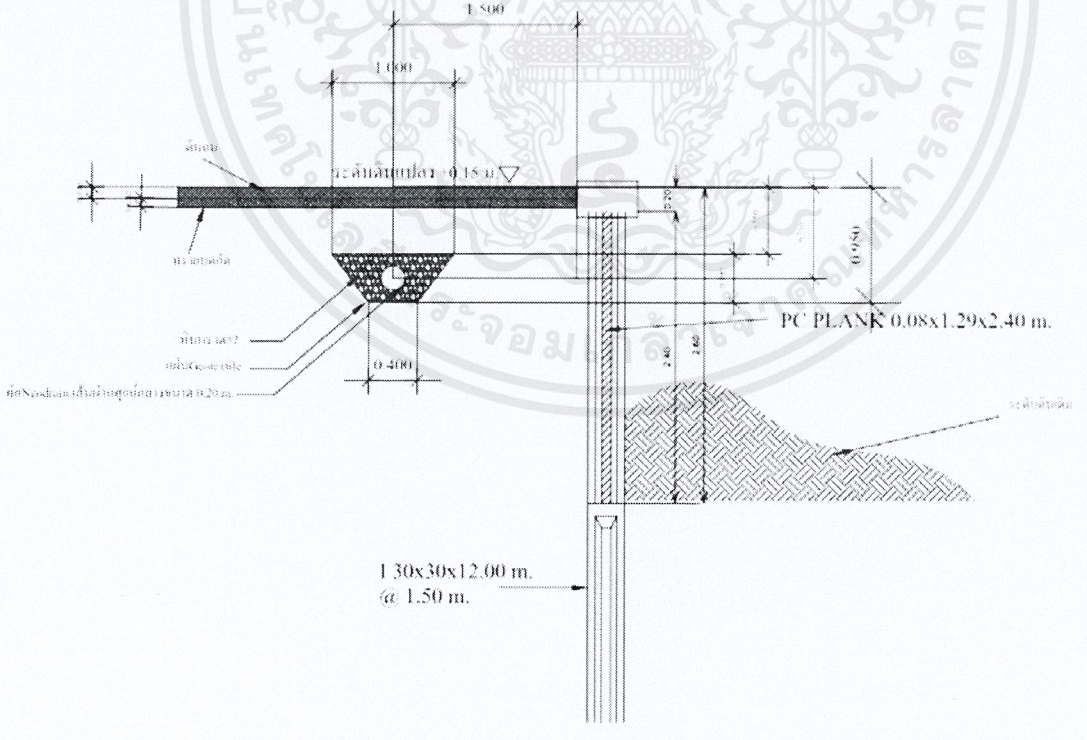
รูปที่ 3.12 ผังบริเวณแสดงแนวรูปตัด Section 1 และ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปตัดด้านข้างของการวางท่อ Neodrain Section 1 และ 2



รูปที่ 3.13 รูปตัดด้านข้างของการวางท่อ Neodrain Section 1

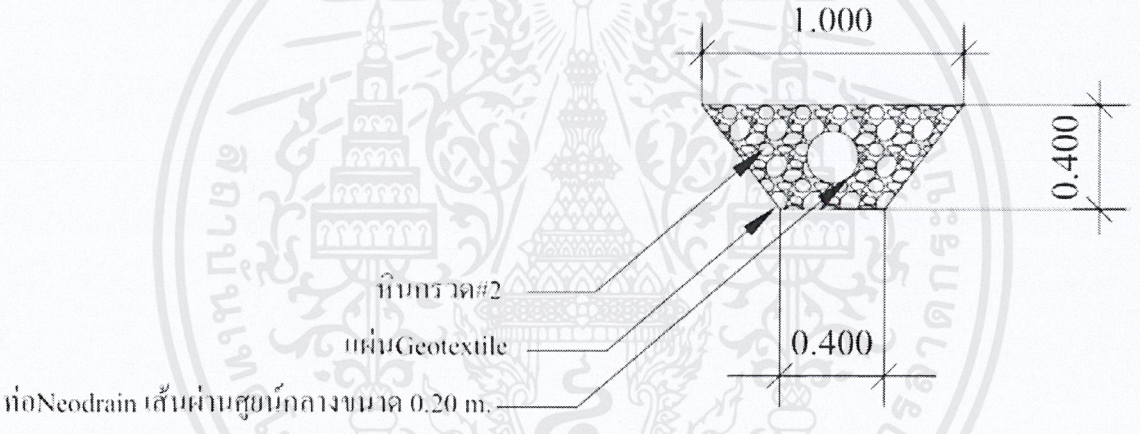


รูปที่ 3.14 รูปตัดด้านข้างของการวางท่อ Neodrain Section 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการห่อหุ้มท่อ Neodrain

การห่อหุ้มท่อ Neodrain มีความสำคัญเป็นอย่างมากเนื่องจากท่อ Neodrain แตกต่างจากท่อระบายน้ำชนิดอื่นคือ บริเวณผิวของท่อ Neodrain จะมีความเป็นรูพรุนถึง 70% ของความยาวรอบวงของท่อ และ มีเส้นขอบเปียกหรือเส้นรอบวงที่มีความทึบเพียง 30% ของความยาวรอบวงของท่อ ทำให้ผู้วิจัยตระหนักถึงปัญหาที่ดินจะไปอุดตันบริเวณพื้นที่ผิวพรุน จึงได้ออกแบบให้มีการห่อหุ้มท่อ Neodrain ด้วยแผ่น Geotextile และระหว่างแผ่น Geotextile กับท่อ Neodrain จะใช้หินเบอร์2 ในการช่วยกรองเศษดินที่อาจผ่านแผ่น Geotextile มาได้ และเป็นการทำให้น้ำไหลเข้าท่อNeodrain สะดวกมากยิ่งขึ้นอีกด้วย โดยมีลักษณะดังนี้



รูปที่ 3.15 รูปตัดด้านข้างการห่อหุ้มท่อ Neodrain

3.6 กระบวนการก่อสร้างรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำรั่วซึม

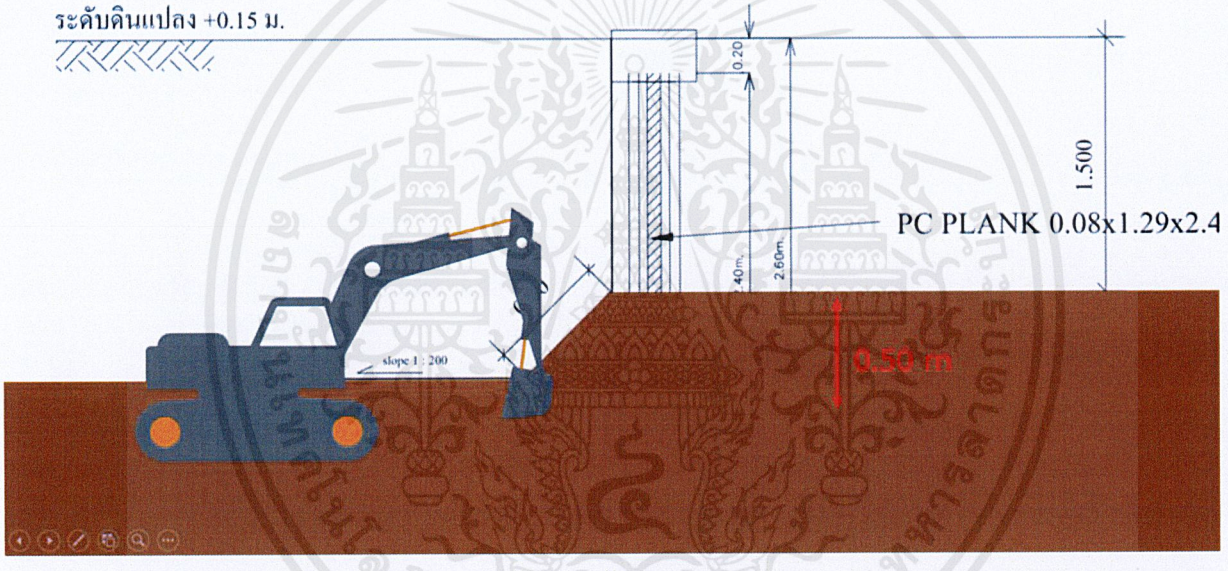
ในส่วนของกระบวนการก่อสร้างนั้นผู้วิจัยจะเริ่มต้นตั้งแต่โครงการเริ่มมีการสร้างแนวรั้วโครงการและเริ่มทำการถมดิน โดยจะแบ่งส่วนของการปฏิบัติงานเป็น 2 ส่วนหลักคือ

1. ส่วนการติดตั้งแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet)
2. ส่วนการวางงานท่อระบายน้ำ Neodrain

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการก่อสร้างในส่วนนี้มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันน้ำไม่ให้รั่วซึมผ่านแผ่นร่องเข็มและแผ่นกันดิน โดยมีกระบวนการก่อสร้างดังนี้

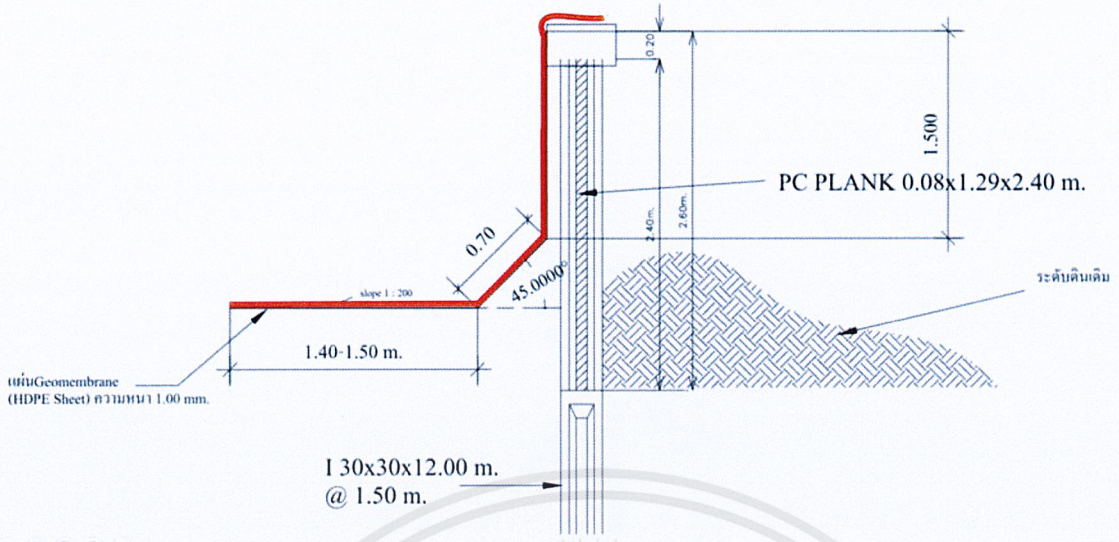
1. ทำการปรับดินในมีระดับลึกกว่าระดับดินเดิม ซึ่งกรณีของโครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนาภิเษกนั้นควรที่จะขุดดินให้มีความลึกกว่าดินเดิมประมาณ 0.40 เมตรและทำการปรับ Slope ของดินให้ได้ 1 : 200 และปรับดินบริเวณริมรั้วให้มีมุมประมาณ 45 องศา เพื่อที่จะสามารถปูแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet) ได้ง่ายในการปูมุมหักของแผ่น Geomembrane และทำการบดอัดดินให้แน่น



รูปที่ 3.16 รูปการก่อสร้างขั้นตอนที่ 1

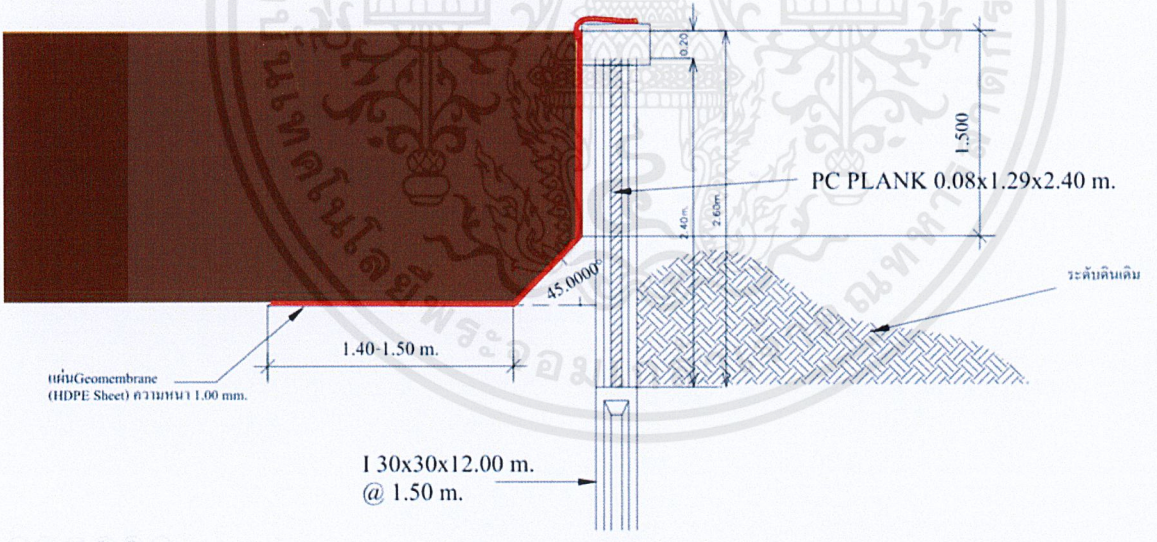
2. ทำการปูแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet) ที่มีความหนา 1.00 มิลลิเมตร โดยทำการปูแผ่น HDPE Sheet ในแนวดิ่งลึก 1.50 เมตร และปูแผ่น HDPE Sheet ในแนว Slope ยาว 0.707 เมตร และปูแผ่น HDPE Sheet ในแนวราบ ยาว 1.793 เมตร จากนั้นทำการเผื่อแผ่น Geomembrane ไว้ประมาณ 50 เซนติเมตรเพื่อที่จะเผื่อการยุบตัวของดินและเผื่อความยาวให้กับกระบวนการยึดรั้งแผ่น Geomembrane

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 รูปการก่อสร้างขั้นตอนที่ 2

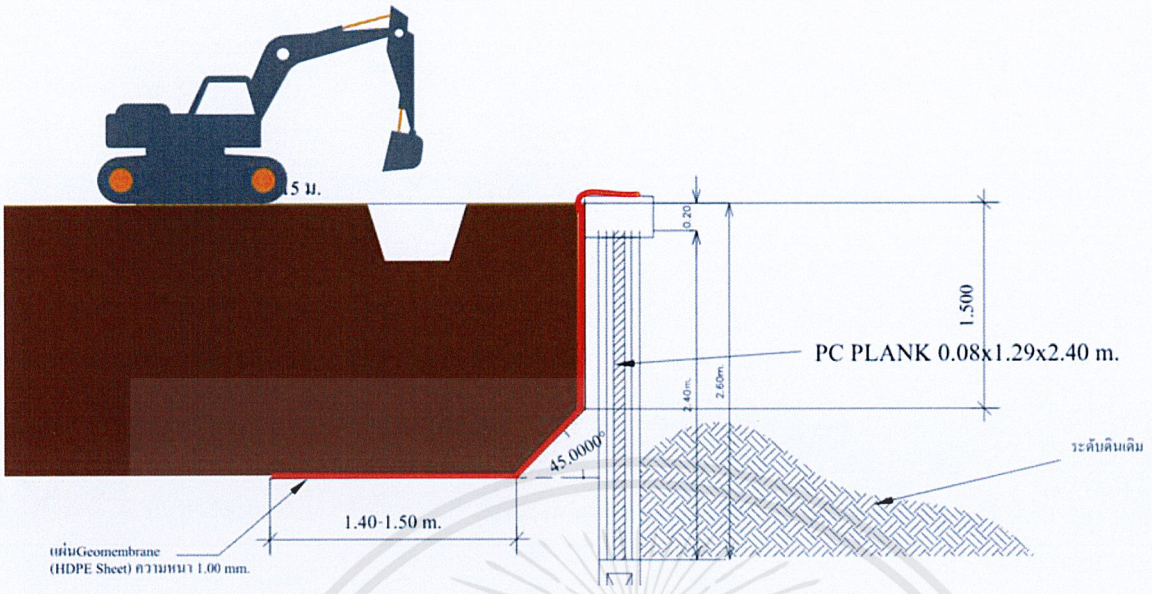
3. ทำการถมดินในบริเวณที่ปูแผ่น Geomembrane โดยทำการถมดินให้ได้ระดับเกือบเสมอหลังคานรั้วแล้วทำการบดอัดดินให้แน่นเพื่อทำให้ดินเกิดการยุบตัวได้น้อยที่สุด



รูปที่ 3.18 รูปการก่อสร้างขั้นตอนที่ 3

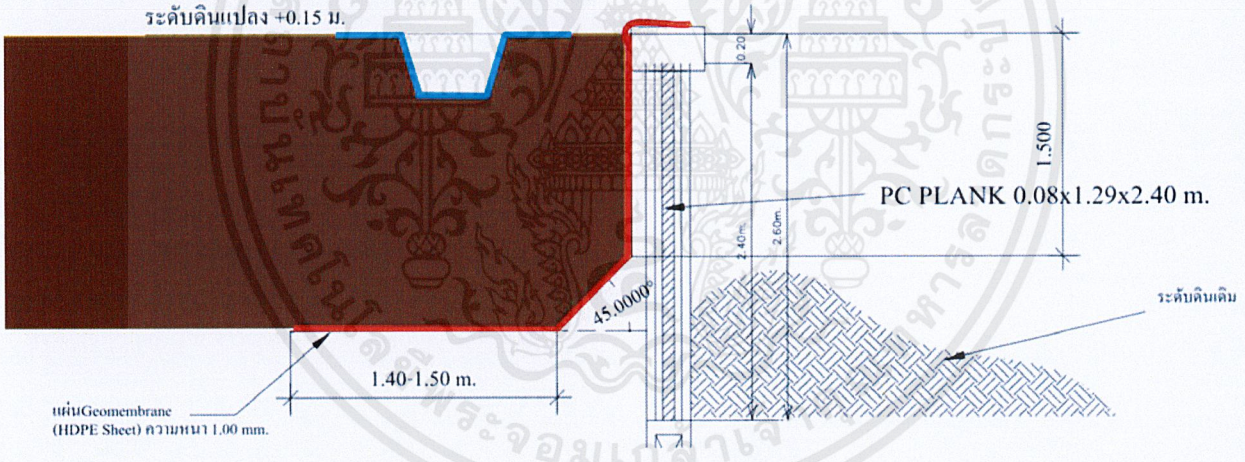
4. ทำการขุดร่องรูปสีเหลี่ยมคางหมูโดยขอบล่างกว้าง 0.40 เมตร ขอบบนกว้าง 1.00 เมตร และทำการปรับ Slope ให้ได้ตามแบบการวางท่อ Neodrain คือ 1 : 200 (อ้างอิงจากรูปตัดการวางท่อ Section 1 และ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 รูปการก่อสร้างขั้นตอนที่ 4

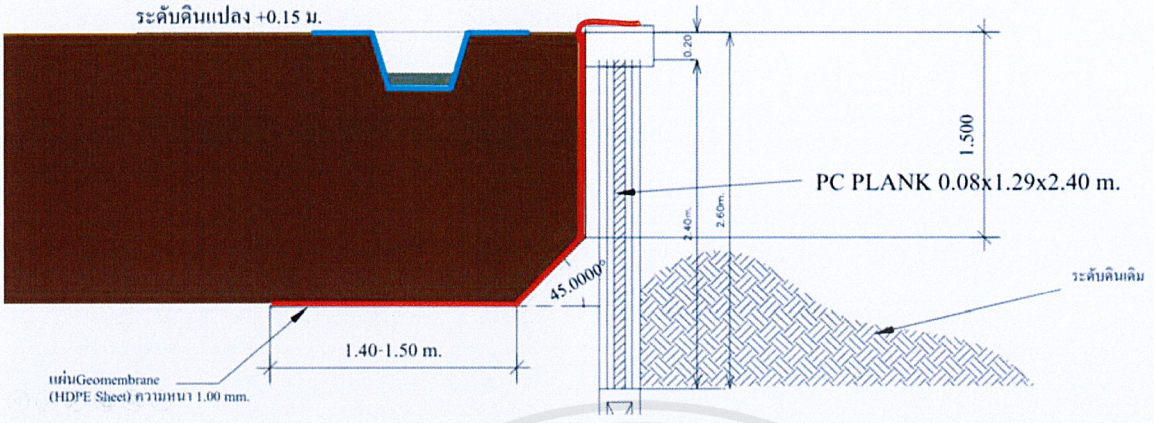
5. ทำการปูผ้า Geotextile ตามแบบรูปตัดการวางท่อ Section 1 และ 2



รูปที่ 3.20 รูปการก่อสร้างขั้นตอนที่ 5

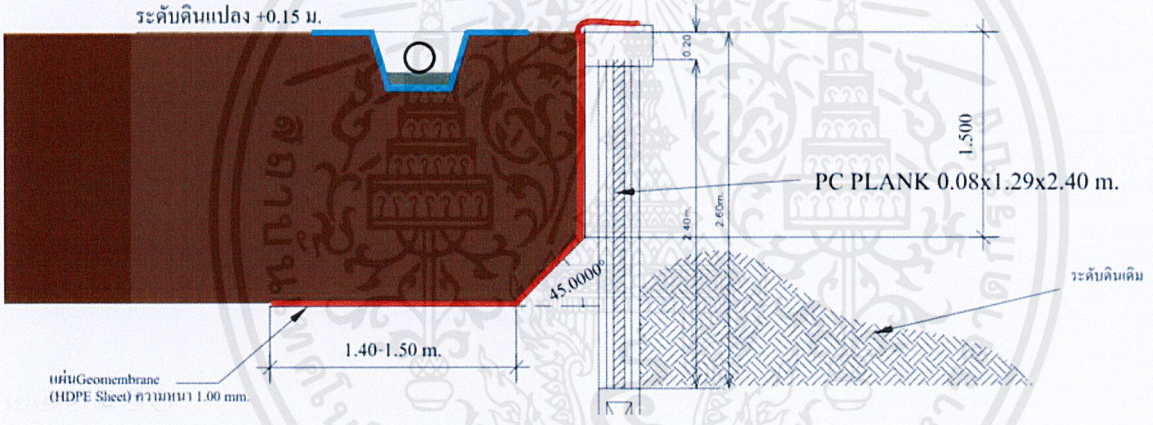
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ทำการลงหินเบอร์ 2 หนา 10 เซนติเมตร



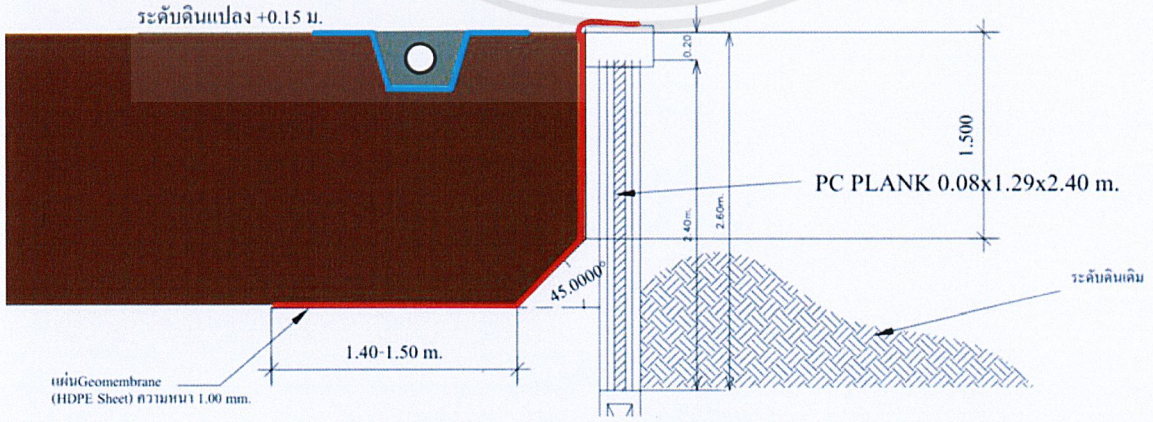
รูปที่ 3.21 รูปการก่อสร้างขั้นตอนที่ 6

7. ทำการวางท่อ Neodrain ให้ได้ Slope 1 : 200



รูปที่ 3.22 รูปการก่อสร้างขั้นตอนที่ 7

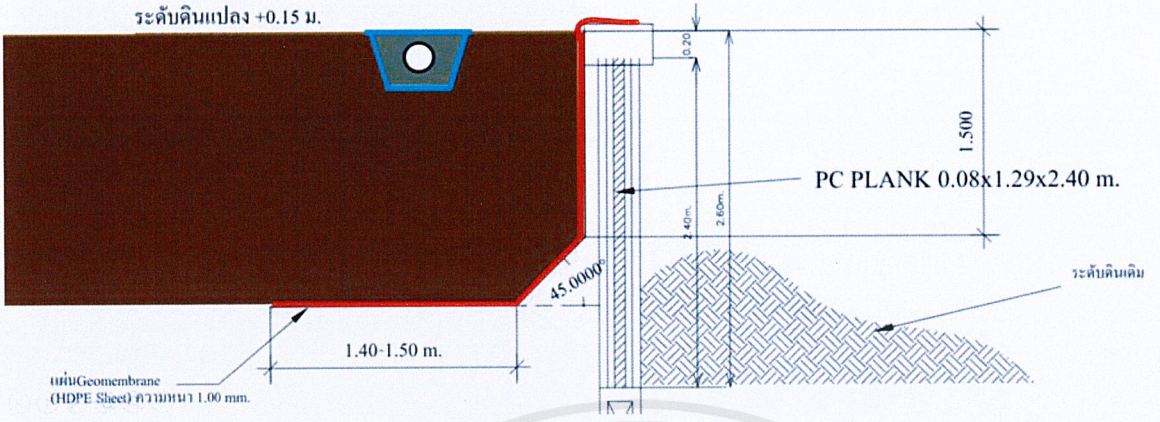
8. การลงหินเบอร์ 2 ทับท่ออีกครั้ง โดยหินจะถมหนาขึ้นมาจากหลังท่อ 10 เซนติเมตร



รูปที่ 3.23 รูปการก่อสร้างขั้นตอนที่ 8

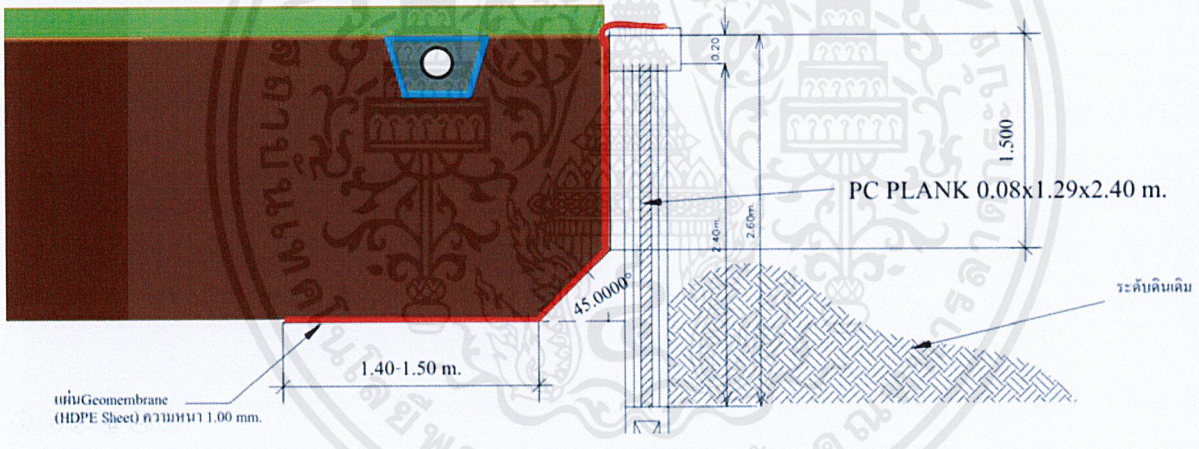
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ทำการคลุมด้วยแผ่น Geotextile โดยต้องปูให้แผ่นทับซ้อนกันประมาณ 20 เซนติเมตร



รูปที่ 3.24 รูปการก่อสร้างขั้นตอนที่ 9

10. ถมด้วยทรายและปรับให้เรียบโดยห้ามนำเครื่องบดอัดทำการบดอัดเนื่องจากอาจทำให้ Slope ของท่อเปลี่ยนไป



รูปที่ 3.25 รูปการก่อสร้างขั้นตอนที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

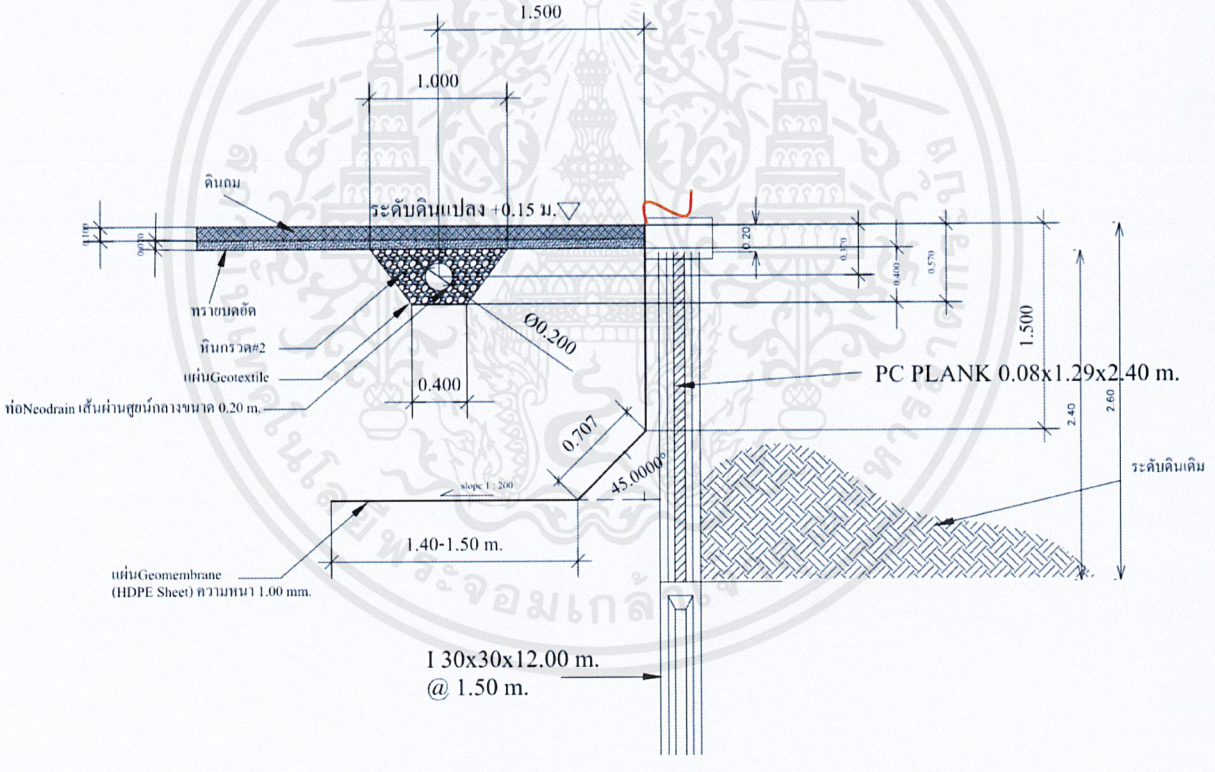
ผลการวิจัย

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำรั่วซึมนั้นได้ผลการวิจัยออกมา 2 ส่วน คือ

1. แบบการก่อสร้างรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำรั่วซึม
2. ราคางานก่อสร้างรั้วโครงการที่เพิ่มมาจากการก่อสร้างรั้วโครงการแบบปกติ

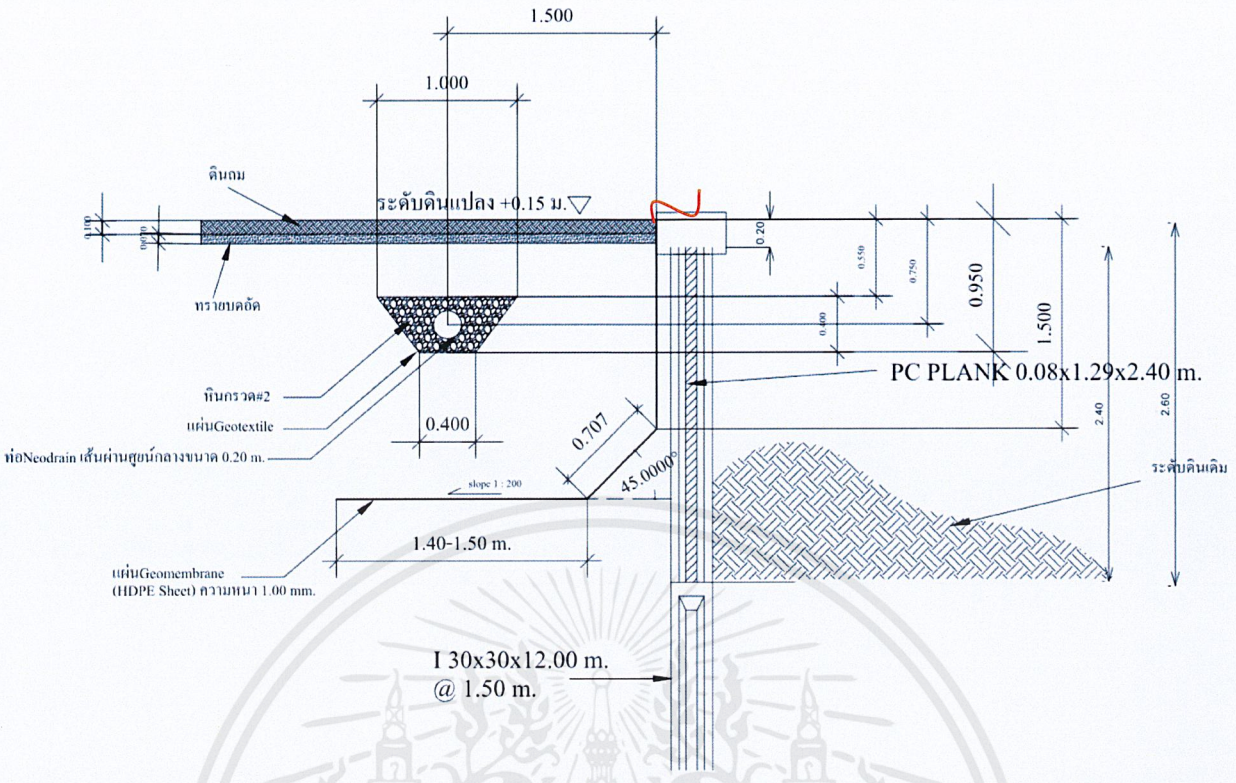
4.1.1 แบบการก่อสร้างรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำรั่วซึม

โดยแบบการก่อสร้างที่ผู้ออกแบบนั้นได้ออกแบบไว้จะมีรูปตัดด้านข้าง ดังนี้



รูปที่ 4.1 รูปตัด Section 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 รูปตัด Section 2

จากแบบที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบนั้นเป็นการออกแบบเพื่อใช้กับ โครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนาภิเษก ในส่วนของสวนสาธารณะส่วนกลางที่มีพื้นที่ 4,517.7647 ตารางเมตร และมีความยาวของรั้วโครงการในบริเวณที่ติดกับพื้นที่ข้างเคียง เท่ากับ 75.13 เมตร และ 74.05 เมตร ความยาวรวมเท่ากับ 149.18 เมตร

โดยการในการออกแบบนั้นได้กำหนดมาตรฐานของวัสดุและมาตราฐานการก่อสร้าง ดังนี้

มาตราฐานวัสดุ

1. ใช้แผ่น Geomembrane (HDPE Sheet) ที่มีความหนา 1.00 มิลลิเมตร
2. ใช้ท่อ Neodrain ขนาดเส้นผ่านศูนย์การเท่ากับ 200 มิลลิเมตร
3. ใช้หินปูนเบอร์ 2 (สำหรับกรองน้ำที่ซึมผ่าน)
4. ใช้แผ่น Geotextile ชนิด Nonwoven
5. ใช้ทรายถม(สำหรับปรับผิวก่อนถมดินปูหญ้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตราฐานการก่อสร้าง

1. ในการเชื่อมแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet) นั้นต้องเชื่อมด้วยวิธีการเชื่อมร้อนเท่านั้น โดยอาศัยการเปลี่ยนโครงสร้างของพอลิเมอร์ โดยการหลอม หรือการทำให้เสียรูปร่าง ของสิ่งที่จะนำมาเชื่อมติดกัน และอาศัยแรงกดเพื่อให้วัสดุทั้งสองเชื่อมติดกัน.โดยการเชื่อมนั้นต้องอาจจะอาศัยพลังงานความร้อนหรือใช้สารเคมีในการเชื่อม
2. การปูแผ่น Geotextile นั้นในส่วนที่ต้องปูทับกันนั้นควรมีระยะในการทับซ้อนอย่างน้อย 20 เซนติเมตร
3. การวางท่อ Neodrain นั้นต้องวางให้ได้ Slope 1 : 200 ขึ้นไป
4. ในการต่อเชื่อมท่อ Neodrain นั้นต้องต่อเชื่อมด้วยข้อต่อ Neodrain เท่านั้น
5. ในการติดตั้งแผ่น Geomembrane นั้นควรที่จะเผื่อความยาวของแผ่นที่โผล่พ้นดินมาประมาณ 0.50 เมตร เพื่อเผื่อการยุบตัวของดินที่ถมไปใหม่ๆ และการยุบตัวของชั้นดินเดิมเนื่องจากการได้รับน้ำหนักมากขึ้นกว่าที่เคยรับมาก่อน

4.1.2 ราคางานก่อสร้างรั้วโครงการที่เพิ่มมากจากการก่อสร้างรั้วโครงการแบบปกติ

โดยราคาในการออกแบบนั้นผู้วิจัยได้ทำการถอดปริมาณจากแบบก่อสร้างรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำรั่วซึม และทำการการประมาณราคาจากข้อมูลราคาที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ซึ่งในการประมาณราคานั้นผู้วิจัยได้ทำการเฉลี่ยราคาจากผู้จำหน่าย 3 ราย เพื่อให้ได้ราคาที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

มูลค่างานก่อสร้างรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำรั่วซึม จะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน

1. หมวดการเตรียมการก่อนการติดตั้งแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet)
2. หมวดงานติดตั้งแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet)
3. หมวดงานติดตั้งท่อ Neodrain

ซึ่งราคางานก่อสร้างที่ประมาณราคาออกมาได้นั้นเป็นไปตามตาราง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงการประมาณราคาของมูลค่าการก่อสร้าง

รายการคำนวณค่าก่อสร้างรั้วโครงการที่ป้องกันน้ำรั่วซึม

NO	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย		รวมราคา		รวมวัสดุ
				ค่าวัสดุ	ค่าแรง	ค่าวัสดุ	ค่าแรง	และค่าแรง
1	หมวดการเตรียมการก่อนการติดตั้งแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet)							
	- ค่าปูนอุดร่องเข็มและรูของแผ่นกันดิน (ปูนTPI M402)	170.00	ถุง	64.63		10,987.67		10,987.67
	- ค่าแรงอุดปูนตามร่องเข็ม,รูแผ่นกันดิน และ บดอัดดินให้แน่น	5.00	เหมา		325.00		1,625.00	1,625.00
	- ค่าแมคโครปรับดินให้ได้ Slope และปรับระดับดินตามความลึกที่ต้องการ	1.00	เหมา		3,000.00		3,000.00	3,000.00
	รวม							15,612.67
2	หมวดงานติดตั้งแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet)							
	- ค่าแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet) ขนาดความหนา 1 mm.	675.00	ตร.ม.	85.00		57,375.00		57,375.00
	- ค่าแรงในการปูแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet)	675.00	ตร.ม.		30.00		20,250.00	20,250.00
	รวม							77,625.00
3	หมวดงานติดตั้งท่อ Neodrain							
	- ค่าแมคโครขุดดินร่องที่จะวางท่อ Neodrain	1.00	เหมา		3,000.00		3,000.00	3,000.00
	- ค่าท่อ Neodrain ขนาด 8 inch. (200 mm.)	150.00	เมตร	595.00		89,250.00		89,250.00
	- ค่าข้อต่อตรงท่อ Neodrain ขนาด 8 inch. (200 mm.)	24.00	ตัว	200.00		4,800.00		4,800.00
	- ค่าแรงติดตั้งท่อ Neodrain	6.00	เหมา		325.00		1,950.00	1,950.00
	- ค่าแผ่น Geotextile	390.00	ตร.ม.	26.58		10,367.50		10,367.50
	- ค่าแรงปูแผ่น Geotextile	2.00	เหมา		325.00		650.00	650.00
	- ค่าหินเบอร์2	37.29	ลบ.ม.	400.00		14,916.00		14,916.00
	- ค่าแรงขนลำเลียงหิน	4.00	เหมา		325.00		1300	1300
	รวม							126,233.50
	รวมราคาทั้งหมด							219,471.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

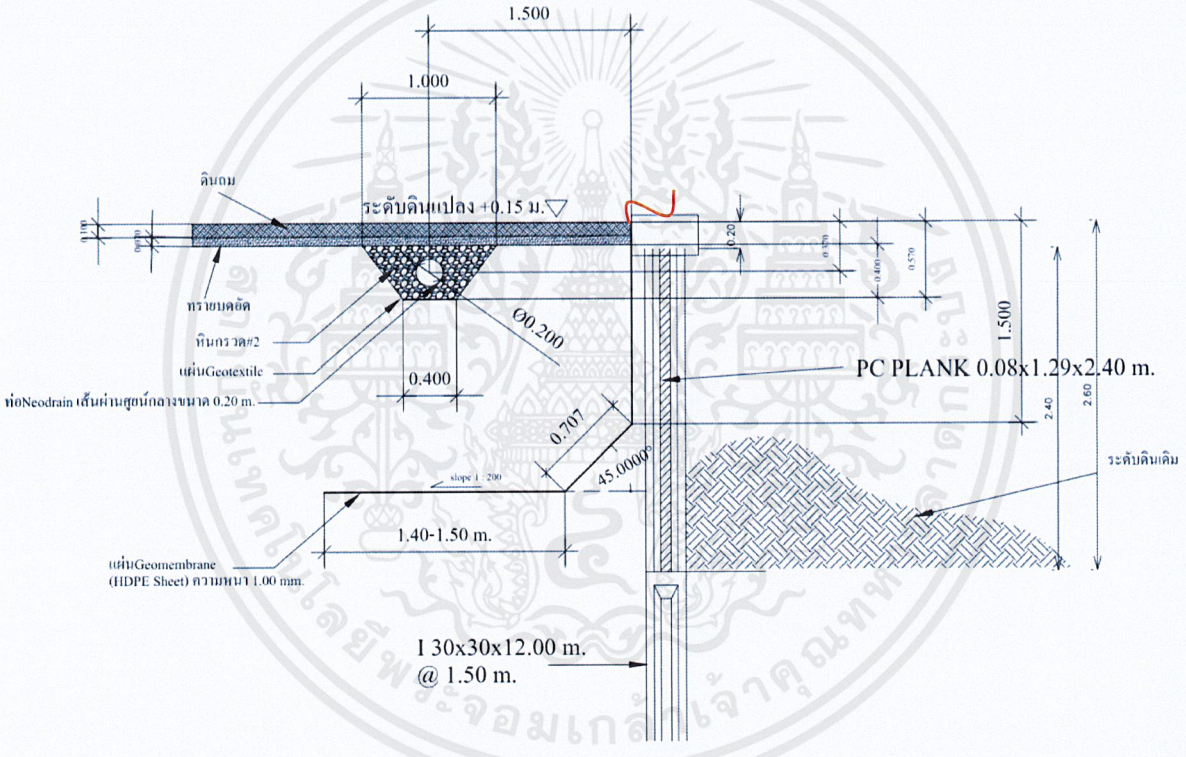
บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

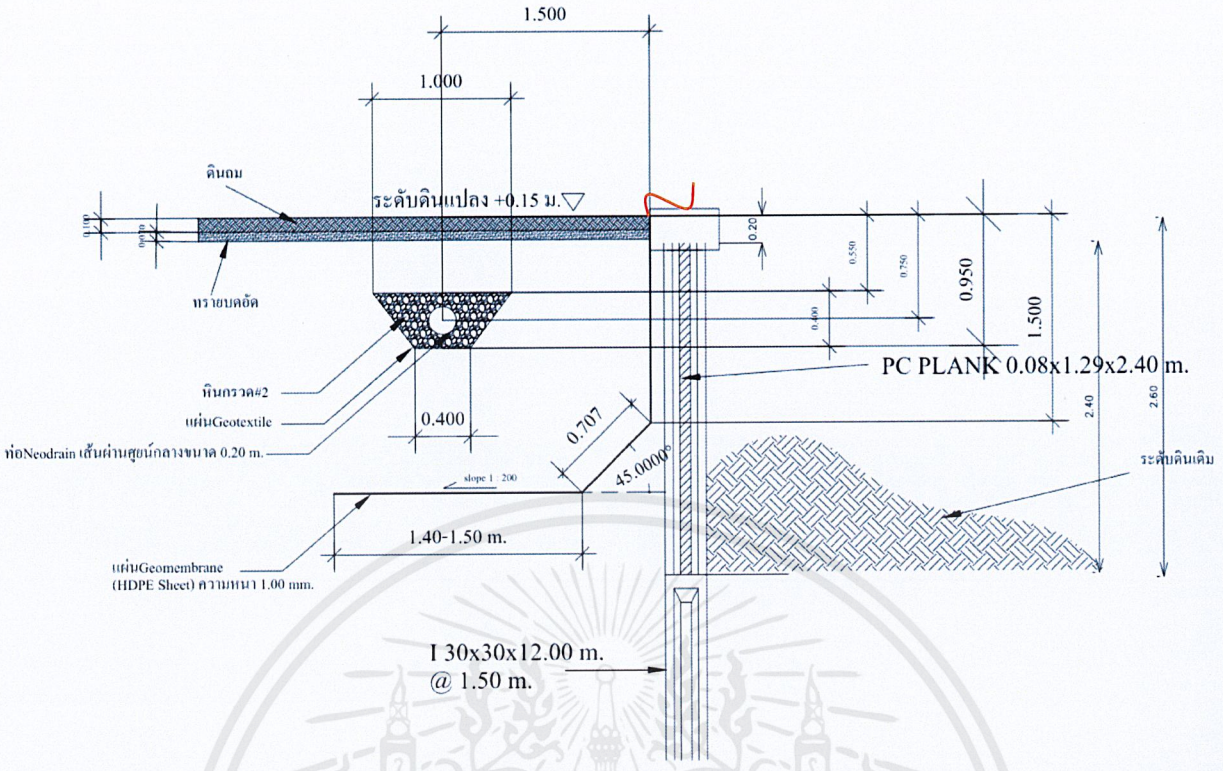
งานวิจัยเล่มนี้มีวัตถุประสงค์หลัก คือ เพื่อออกแบบรั้วโครงการที่ป้องกันน้ำรั่วซึมผ่านไปยังพื้นที่ข้างเคียงบริเวณสวนส่วนกลาง และ ศึกษามูลค่าที่เพิ่มขึ้นมาของงานก่อสร้างรั้วโครงการแบบที่ป้องกันน้ำรั่วซึม โดยสามารถสรุปแบบในการก่อสร้างได้ ดังนี้

1. สรุปแบบการก่อสร้างรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำซึม



รูปที่ 5.1 แบบ Section 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 แบบ Section 2

จากการออกแบบรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำไหลรั่วซึมนั้นจะได้แบบในการก่อสร้างตามแบบรูปตัดที่ 1 และรูปตัดที่ 2 โดยจะใช้แผ่นGeomembrane ในการปูคลุมเพื่อป้องกันน้ำไหลรั่วซึมเป็นความลึกประมาณ 2 เมตร และใช้ท่อNeodrainในการระบายน้ำใต้ดินเพื่อเป็นการช่วยลำเลียงน้ำให้ระบายสู่ระบบระบายน้ำหลักของโครงการ โดยทำการการวางท่อให้มีความลาดชันอย่างน้อย 1:200 และมีความลึกจากผิวดินตั้งแต่ 0.37 เมตร ถึง 0.76 เมตร ประกอบกับการใช้แผ่นGeotextile ในการห่อหุ้มท่อไว้เพื่อป้องกันไม่ให้เศษดินเข้าไปอุดตันรูของท่อNeodrain

2. สรุปราคาที่เพิ่มขึ้นมาของการก่อสร้างรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำรั่วซึม

ราคาที่ต้องเพิ่มขึ้นมาของการก่อสร้างรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำรั่วซึมนั้น แบ่งออกเป็น 3 หมวดงานหลักๆคือ

1. หมวดการเตรียมการก่อนการติดตั้งแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet)
   เป็นมูลค่า 15,612.67 บาท
2. หมวดงานติดตั้งแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet)
   เป็นมูลค่า 77,625.00 บาท
3. หมวดงานติดตั้งท่อ Neodrain
   เป็นมูลค่า 126,233.50 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมูลค่าทั้งหมดในการก่อสร้างรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำรั่วซึมนั้น จะมีมูลค่าเท่ากับ 219,471.17 บาท หรือ ถ้าคิดเป็นราคาต่อเมตร จะเท่ากับ 1,463.141 บาท

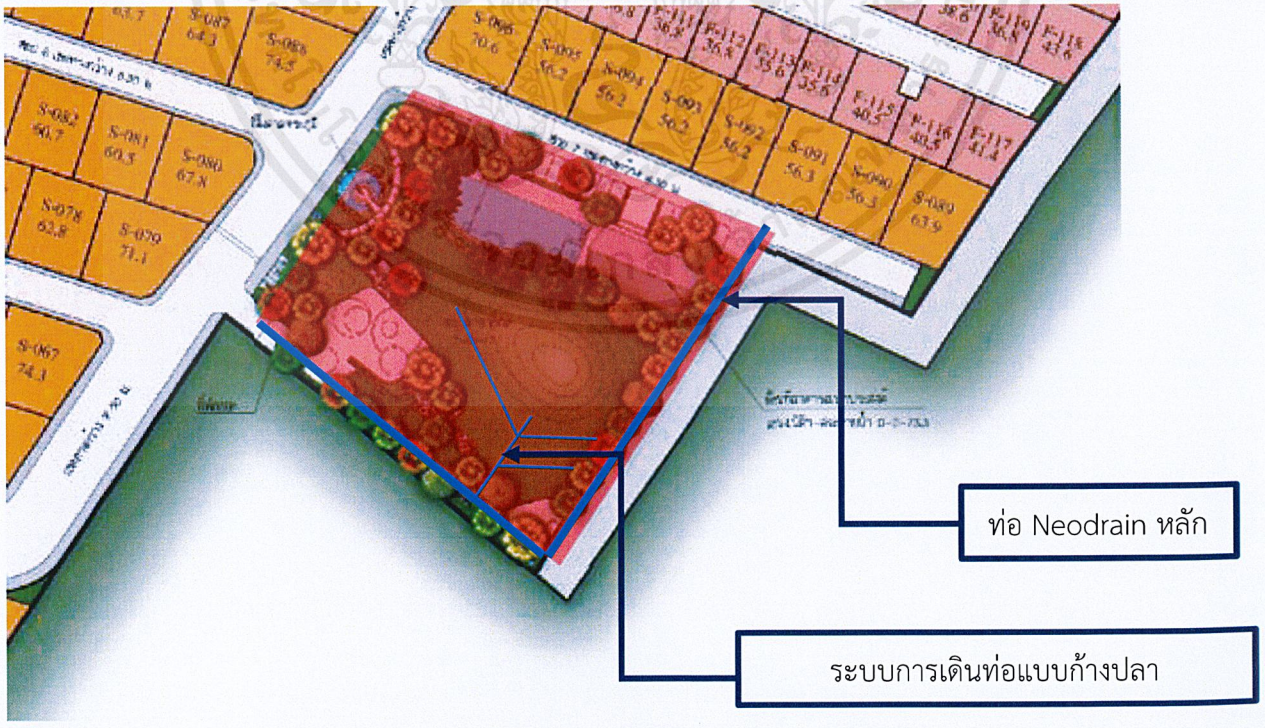
3. เปรียบเทียบงานก่อสร้างรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำรั่วซึมกับการแก้ปัญหาน้ำรั่วซึมบริเวณริมรั้วโครงการของโครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนาภิเษก

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบนั้นในเรื่องของราคาการก่อสร้างรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำรั่วซึมนั้นมีมูลค่าถูกกว่าการแก้ไขปัญหาในภายหลังการก่อสร้างไปแล้วอย่างเห็นได้ชัด โดยมูลค่างานซ่อมนั้นแพงกว่าการก่อสร้างรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำรั่วซึมถึง 2.75-3.00 เท่าโดยประมาณ

ส่วนในเรื่องของความยุ่งยากในการก่อสร้าง การแก้ไขปัญหานั้นมีความยุ่งยากในการก่อสร้างมากกว่าอย่างเห็นได้ชัดเจน และเป็นการสร้างความเสียหายในกับบริษัทอีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การวางท่อ Neodrain นั้นอาจจะเป็นสิ่งที่นำไปสู่ระบบการระบายน้ำภายในสวนที่สมบูรณ์แบบมากยิ่งขึ้นโดยอาจจะเดินท่อ Neodrain ขนาดเล็กในลักษณะของก้างปลาเพื่อระบายน้ำในที่ลุ่มของสนามหญ้า เป็นการลดปัญหาน้ำเป็นแอ่งภายในสนามหญ้า เนื่องจากจะเห็นได้ชัดว่าในสวนนั้นพื้นที่มีความต่างระดับกันอยู่มาก



รูปที่ 5.3 ผังการเดินท่อ Neodrain หลัก และ ก้างปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การออกแบบการก่อสร้างรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำรั่วซึมในครั้งนี้นั้นเหมาะสมกับระดับดินที่มีความแตกต่างกันประมาณ 1.50-2.00 ไม่เหมาะกับรั้วโครงการที่มีระดับดินแตกต่างกันมากๆ หรือบริเวณพื้นที่ข้างเคียงเป็นห้วย หนอง คลอง บึง บ่อ

3. ในการยึดแผ่น Geomembrane กับคานรั้วคอนกรีตเสริมเหล็กนั้นอาจจะยึดด้วยสกรูยึดคอนกรีตที่เอาไว้ใช้ในงานยึดเหล็กฉากกับแผ่นคอนกรีตก็ได้เนื่องจากเป็นวัสดุที่สามารถเจาะยึดได้กับคอนกรีตได้อย่างแน่นหนา ราคาย่อมเยา ติดตั้งได้ง่าย และทนทานต่อสภาพอากาศ

รูปที่ 5.4 สกรูยึดคอนกรีต

4. การออกแบบการก่อสร้างรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำรั่วซึมในครั้งนี้นั้นอาจจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับรั้วโครงการบริเวณอื่นได้ เช่น รั้วโครงการที่อยู่ติดกับพื้นที่บ้าน แต่อาจจะตัดหมวดงานวางท่อ Neodrain เพื่อเป็นการลดมูลค่างานก่อสร้างลงอันเนื่องมาจากภายในแปลงแต่ละหลังนั้นมีระบบระบายน้ำและบ่อพักอยู่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ธนาดล คงสมบูรณ์. (2548). *เอกสารประกอบการสอนวิชา วศย.334 วิศวกรรมฐานราก (ปรับปรุงครั้งที่ 2).* มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพมหานคร

พรพจน์ ตันเส็ง. (2554). *วิศวกรรมฐานราก.* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. กรุงเทพมหานคร

มณเฑียร กังศศิเทียม. (2533). *กลศาสตร์ของดินด้านวิศวกรรม.* สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทานในพระราชูปถัมภ์

วรรณี สุขศาตร. (2539). *วิศวกรรมฐานราก.* สำนักพิมพ์โฟร์เพส. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา. มหาวิทยาลัยรังสิต. กรุงเทพมหานคร

พรพจน์ ตันเส็ง. (2558). *ปฐพีกลศาสตร์.* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. กรุงเทพมหานคร

อนุรักษ์ ศรีอริยวัฒน์, บุศวรรณ บิดร, เสรี จันทรโยธา. (2559). *ชลศาสตร์.* สำนักพิมพ์โรงพิมพ์กรุงเทพ. กรุงเทพมหานคร

รศ.กีรติ ลีวัจนกุล. (2552). *อุทกวิทยา.* ภาควิชาวิศวกรรมโยธา. วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยรังสิต. กรุงเทพมหานคร

กระทรวงมหาดไทย. (2555). *มาตรฐานทางระบายน้ำ.* กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น. กระทรวงมหาดไทย

พิสิษฐ บำเพ็ญกิจ, จิรา สุขกล่ำ. (2544). *ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ฝน และเปอร์เซ็นต์การแผ่กระจายของปริมาณฝนสูงสุดในชั่วเวลา 24 ชั่วโมง ภาคกลาง.* กรมชลประทาน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

กรมทรัพยากรธรณี.(2559). *การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีจังหวัดสมุทรสาคร.* กรมทรัพยากรธรณี. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ชาญชัย ทรัพย์มณีวงศ์. (2551). เทคนิคงานก่อสร้างอุโมงค์ลอดทางแยก. เอกสารประกอบการอบรม สำนักงานโยธา. กรุงเทพมหานคร

บริษัท ยูเอชเอ็ม จำกัด.(2554). *NEODRAIN*. บริษัท ยูเอชเอ็ม จำกัด(ประเทศไทย)

Comité Français des Géosynthétiques.(2017). *General recommendations for the use of geomembranes in barrier systems*. France.

Geosynthetic Materials Association.(2010). *Geomembranes and Geosynthetic Clay Liners (GCLs).* USA.

Jorge G. Zornberg, Nathan Thompson.(2012). *Application Guide and Specifications for Geotextiles in Roadway Applications.* Center for Transportation Research at The University of Texas at Austin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Prosecurenet co.,ltd.(2015). *HDPE Smooth Geomembrane*. Prosecurenet co.,ltd, Thailand.

Greenlnspired.(2017). *GEOTEXTILE NON WOVEN GEOTEXTILE FABRIC*.Greeninspired.co.,ltd., Bangkok.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลของวัสดุที่นำมาใช้ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRODUCT DATA SHEET

HDPE Smooth Geomembrane

HD is a smooth high density polyethylene (HDPE) geomembrane manufactured with the highest quality resin specifically formulated for flexible geomembranes. This product is used in applications that require excellent chemical resistance and endurance properties.

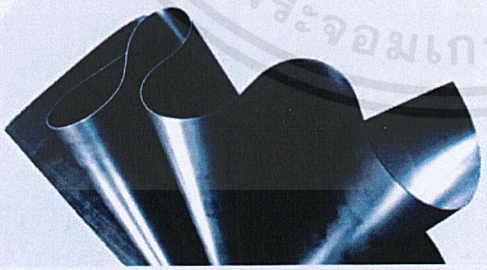
AT THE CORE:
An HDPE geomembrane suitable for applications that require excellent chemical resistance and endurance properties.

Product Specifications

These product specifications meet or exceed GRI GM13.

Tested Property	Test Method	Frequency	Minimum Average Value					
			0.75 mm	1.0 mm	1.5 mm	2.0 mm	2.5 mm	3.0 mm
Thickness, (minimum average) mm	ASTM D 5199	every roll						
Density, g/cm³	ASTM D 1505	every 5th roll	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
Tensile Properties (each direction)	ASTM D 6693, Type IV Dumbell, 2 ipm	every 5th roll						
Strength at Break, N/mm-width (lb/in)			21 (120)	28 (160)	43 (246)	57 (325)	71 (405)	85 (485)
Strength at Yield, N/mm-width (lb/in)			11 (63)	15 (86)	23 (131)	30 (171)	38 (217)	45 (257)
Elongation at Break, %	G.L. 51 mm (2.0 in)		700	700	700	700	700	700
Elongation at Yield, %	G.L. 33 mm (1.3 in)		13	13	13	13	13	13
Tear Resistance, N (lb)	ASTM D 1004	every 5th roll	93 (21)	125 (28)	187 (42)	249 (56)	311 (70)	373 (84)
Puncture Resistance, N (lb)	ASTM D 4833	every 5th roll	263(59)	352(79)	530(119)	703(158)	881(198)	1,059 (238)
Carbon Black Content, %	ASTM D 1603 / D 4218	every 5th roll	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0
Carbon Black Dispersion	ASTM D 5596	every 5th roll	Note (1)	Note (1)	Note (1)	Note (1)	Note (1)	Note (1)
Notched Constant Tensile Load, hrs	ASTM D 5397, Appendix	90,000 kg	500	500	500	500	500	500
Oxidative Induction Time, minutes	ASTM D 3895, 200° C; O2, 1 atm	90,000 kg	>100	>100	>100	>100	>100	>100
TYPICAL ROLL DIMENSIONS								
Roll Length(2), m (ft)			280 (918)	210 (689)	140 (459)	105 (344)	85 (279)	70 (230)
Roll Width (2), m (ft)			7.0 (23)	7.0 (23)	7.0 (23)	7.0 (23)	7.0 (23)	7.0 (23)
Roll Area, m² (ft²)			1,960 (21,114)	1,470 (15,847)	980 (10,557)	735 (7,912)	595 (6,417)	490 (5,290)
40' Standard Container, roll			16	16	16	16	16	16

NOTES:
- (1) Dispersion only applies to mear spherical agglomerates. 9 of 10 views shall be Category 1 or 2. No more than 1 view from Category 3.
- (2) Roll lengths and widths have a tolerance of ±1%.
- HD provided in thicknesses of 0.75 mm to 3.0 mm has an approximate weight of 1,440 kg.
- All geomembranes have dimensional stability of ±2% when tested according to ASTM D 1204 and LTB of <-77°C when tested according to ASTM D 746.



Prosecurenet co.,ltd is a leading of geosynthetic lining products and services.
We've built a reputation of reliability through our dedication to providing consistency of product, price and protection to our global customers.

Our commitment to innovation, our focus on quality and our industry expertise allow us the flexibility to collaborate with our clients to develop a custom, purpose-fit solution.

prosecure.net

[DURABILITY RUNS DEEP]

For more information on this product and others, please visit us at
www.hdpe-sheet.net tel : 095-525-1941 (Sathit) , 086-415-3582 (Veeraphat)

Copyright 2015 by Prosecurenet co.,ltd (Thailand) http://www.hdpe-sheet.net tel : 095-525-1941 (Sathit) , 086-415-3582 (Veeraphat)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NEODRAIN

ท่อนีโอเดรน เป็นท่อสำหรับระบายน้ำใต้ดิน ที่ผลิตจากโพลีเอทธีลีน ความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene) ซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพสูงอีกทั้งยังสามารถทนทานต่อกรด-ด่าง หรือสารเคมีต่างๆ ได้ดี นอกจากนี้ยังออกแบบท่อให้มีรูเป็นส่วนที่รับน้ำได้มากเป็นพิเศษ ทำให้ช่วยระบายน้ำได้อย่างรวดเร็ว และไม่เกิดการอุดตันง่าย

Neodrain Pipe is an underground drainage pipe made from high density polyethylene which is well know as a very stable and durable polymer and highly resists to acid-alkali and other chemical attacks. In addition, Neondrain pipe is particularly designed to make it have a high rate of aperture, that leads to fast drainage and prevention of blockage.

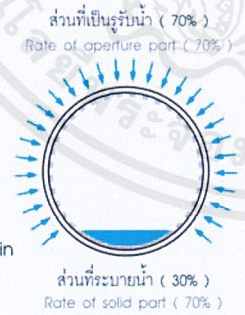
SPECIAL FEATURES

คุณลักษณะสำคัญ

1. ระบายน้ำได้รวดเร็ว (Fast Drainage)

ท่อนีโอเดรนมีพื้นที่ ที่มีรูรับน้ำได้ถึง 70% และส่วนทึบ 30% จึงสามารถระบายน้ำได้มากและรวดเร็ว

Neodrain pipe has a rate of aperture part and a rate of solid part of 70% and 30% respectively, that makes it drain effectively.



2. โครงสร้างท่อแข็งแรง (Robust Structure)

ท่อนีโอเดรน สามารถรับแรงกดจากภายนอกได้สูง (External High Loading Resistance) เพราะออกแบบให้มีโครงสร้างที่เป็นเกลียว พันรอบท่ออีกชั้นหนึ่งเพื่อเป็นตัวเสริมความแข็งแรง จึงสามารถรับน้ำหนักหรือแรงกดจากภายนอก (External Load) ได้มากกว่า 10 ตันต่อตารางเมตร โดยที่ท่อจะเปลี่ยนรูปไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์

Neodrain pipe is reinforced with hollow strand ribs. Therefore, it higly resists to external load-over 10 ton/m^2 with the strain less than 8%

3. น้ำหนักเบา (Light Weight)

ท่อนีโอเดรน มีน้ำหนักเบาเมื่อเทียบกับท่อพลาสติกชนิดอื่น จึงสามารถขนย้ายได้สะดวกและรวดเร็ว

Neodrain pipe is lighter than various plastic pipes. This brings about fast and convenient transportation.

4. อายุการใช้งานยาวนาน (Long Service Life)

ท่อนีโอเดรน สามารถทนทานต่อสภาวะแวดล้อมในดินเช่น กรด ด่าง ได้ดี และทนอุณหภูมิได้ -40 ถึง 60 °C

Neodrain pipe has excellent resistance against acid, and alkali. No degradation takes place by chemical substances or soil bacteria.

5. ติดตั้งง่าย (Easy Installation)

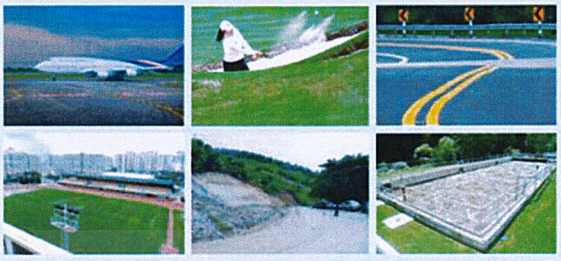
ท่อนีโอเดรน สามารถติดตั้งด้วยวิธีการสวมอัดหรือหมุนเกลียวท่อกับข้อต่อเข้าด้วยกัน จึงสะดวกในการติดตั้งอีกทั้งยังประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายอีกด้วย

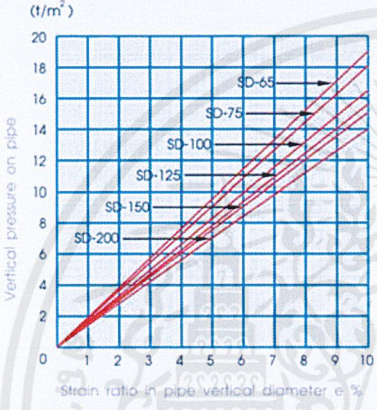
The method of joining Neodrain pipe is very simple-just do pressing and turning to join, thus resulting in the convenient and low cost installation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAIN APPLICATIONS
ประเภทของงาน

- งานสนามบิน Airport
- งานสนามกีฬา Sporting ground
- งานถนน Pavement
- งานคันดิน Embankment
- งานจัดสวน Landscape
- งานสนามกอล์ฟ Golf course
- งานบำบัดน้ำเสีย Waste water treatment





รูปที่ 1 กราฟแสดงความแข็งแรงของท่อ
Figure 1 Results of Pressure Resistance Tests in Soil

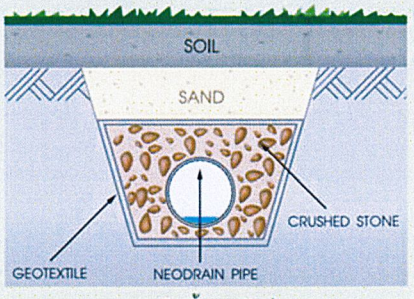
ขนาดท่อรุ่น SD (มม.) Inside Diameter (mm.)	แรงที่กระทำต่อท่อ (ตัน/ตารางเมตร) Pressure Resistance (Ton-m²)	
	ท่อเสียรูปไม่เกิน 5% Load at 5% Strain	ท่อเสียรูปไม่เกิน 10% Load at 10% Strain
65	9.7	19.0
75	9.2	18.0
100	8.2	16.4
125	8.0	15.8
150	7.8	15.2
200	7.2	14.2

จากกราฟที่ 1 แสดงค่าได้ดังนี้
Data taken from figure 1

ขนาดท่อ รุ่น SD (มม.) (mm.)	อัตราการเสียรูปไม่เกิน 10% Minimum Top Layer Thickness Required for Heavy Vehicles Run with less than 10% Strain			
	น้ำหนักรถวิ่งผ่าน (ตัน) Weight of Load (Ton)	ความลึก (เมตร) Depth of Laying (m.)	น้ำหนักรถวิ่งผ่าน (ตัน) Weight of Load (Ton)	ความลึก (เมตร) Depth of Laying (m.)
65	14	0.30	20	0.40
75	14	0.30	20	0.40
100	14	0.30	20	0.50
125	14	0.40	20	0.50
150	14	0.40	20	0.50
200	14	0.40	20	0.50

PURPOSE OF USING NEODRAIN PIPE
ประโยชน์ของการใช้งาน

- ใช้ในการระบายน้ำบนผิวดิน
  Drying up to ground surface
- ใช้ป้องกันการอ่อนตัวของดิน
  Preventing the ground from softening
- ใช้ในการระบายน้ำใต้ผิวดิน
  Stabilizing the structure by means of lowering the ground water level.



การติดตั้งและฝังท่อ
Method of Installation

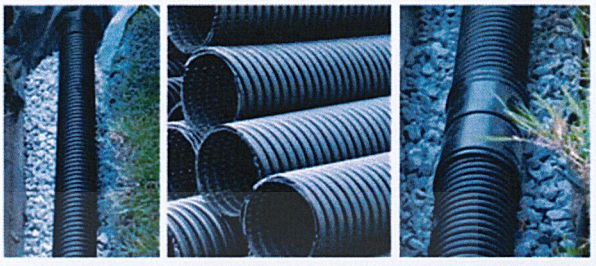
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FITTING AND JOINING SYSTEM

ข้อต่อและระบบการต่อท่อ

การต่อท่อนีโอเดรน ต่อได้ง่าย รวดเร็วประหยัดค่าใช้จ่าย และเวลา สามารถต่อได้โดย วิธีสวมอัดหรือหมุนเกลียวท่อเข้าไปในข้อต่อ ตัวเกลียวภายในข้อต่อจะล็อคท่อกับข้อต่อไม่ให้หลุดออกจากกัน

Joining Neodrain pipe is very simple, fast-just do pressing and turning to join. The thread of fittings will prevent Neodrain pipe and fitting from loosing out.



Size, Dimensions and Unit Weight

ขนาดท่อรุ่น SD		เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน Inner Diameter (mm.)	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก Outer Diameter (mm.)	น้ำหนัก Weight (g/m)	ความยาว Length (m.)
มิลลิเมตร (mm.)	นิ้ว (inch)				
65	2.5	66.0 ± 0.5	78.0 ± 0.5	300.0 ± 12	6 ± 0.02
75	3.0	76.0 ± 0.5	90.0 ± 0.5	430.0 ± 15	6 ± 0.02
100	4.0	101.0 ± 0.5	118.0 ± 1.0	690.0 ± 22	6 ± 0.02
125	5.0	126.0 ± 0.5	146.0 ± 1.0	950.0 ± 33	6 ± 0.02
150	6.0	151.0 ± 0.5	170.0 ± 1.0	1170.0 ± 41	6 ± 0.02
200	8.0	202.0 ± 1.0	222.0 ± 1.0	1630.0 ± 57	6 ± 0.02

จัดจำหน่ายโดย : Distributor
บริษัท ยูเอชเอ็ม จำกัด
UHM CO., LTD.
185/3 ถนนราชดำริ แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
185/3 Rachdamri Rd., Lumphini, Patumwan, Bangkok 10330, Thailand
Tel: (662) 651-9111 (20 Lines) Fax: (662) 255-4357-9
www.uhm.co.th e-mail : info@uhm.co.th

ผู้แทนจำหน่าย / Dealer :

11/2011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NON WOVEN GEOTEXTILE FABRIC by GreenInspired

EFFICIENCY OF GEOTEXTILES

- Separation: Entirely separation between upper and lower layer of materials after installing Geotextiles.
- Drainage: Excellent drainage of water in both horizontal and vertical direction, due to the unique characteristics of Geotextiles fabric.
- Filtration: Water permeability (more than 10^{-2}) equivalent to sand in both horizontal and vertical direction clogging under the normal conditions.
- Reinforcement: Stabilize geotechnical structure and increasing soil shear capacity due to its flexibility and a high abrasion coefficient.

BENEFITS:

1. Filtration and Drainage: Great ltration rate to drain water from random lament. It can effectively drain the water in both horizontal and vertical direction.

รูปภาพของผ้าใยสังเคราะห์ ผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

2. High durability against weather and temperature variations. And good stability under the various circumstances both in the water and in the ground.

3. Creep Resistance: High creep resistance under a load period, compared with other materials.

4. Stabilization of Soft Ground: Due to high strength and high elongation, can take the load of embankment, and makes soft ground well-stabilizes.

5. Improves traffic ability of heavy building machinery.

6. Soil layer separation between soft ground and embankment.

7. Wide width is economical and effective in installation.

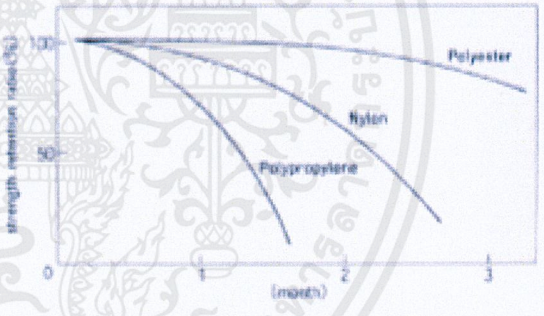
แผ่นใยสังเคราะห์แบบไม่ถักทอ

ประสิทธิภาพของแผ่นใยสังเคราะห์

- การแบ่งแยกชั้น : แผ่นใยสังเคราะห์จะทำแบ่งแยกชั้นระหว่างวัสดุชั้นบนกับชั้นล่าง ป้องกันการปะปนของวัสดุคนละประเภท
- การระบายน้ำ : สามารถระบายน้ำได้อย่างยอดเยี่ยมทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง อันเนื่องมาจากคุณสมบัติพิเศษของแผ่นใยสังเคราะห์
- การซึมผ่านของน้ำ : อัตราการซึมผ่านของน้ำ (มากกว่า 10^{-2}) เทียบเท่ากับทรายทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง ปราศจากการอุดตันภายใต้สภาวะการใช้งานปกติ
- การเสริมความแข็งแรงให้กับดิน : จัดโครงสร้างชั้นดินให้มั่นคง และเพิ่มกำลังรับแรงเฉือนของดิน เนื่องจากมีความยืดหยุ่นและค่าสัมประสิทธิ์ป้องกันการสึกกร่อนสูง

ประโยชน์ใช้สอย

1. มีคุณลักษณะที่เหมาะสมสำหรับกรองน้ำและให้น้ำซึมผ่านได้ในทุกทิศทาง จากกระจายตัวออกของเส้นใยแบบพิเศษ สามารถระบายน้ำได้ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง



2. ทนทานสูงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศ และอุณหภูมิ รวมทั้งมีความคงทนภายใต้สภาวะการใช้งานทั้งในน้ำ และในดิน

3. ความต้านทานการคืบสูงภายใต้น้ำหนักบรรทุก ณ ช่วงเวลาหนึ่ง เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุประเภทอื่น

4. เสริมความแข็งแรงให้กับชั้นดินอ่อน จากความแข็งแรงและยืดตัวได้ดีของแผ่นใยสังเคราะห์ ทำให้รับน้ำหนักจากเชื่อนดินได้อย่างมั่นคง และเพิ่มความแข็งแรงให้พื้นที่ที่มีดินอ่อน

5. ช่วยปรับปรุงพื้นที่ให้รองรับการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรหนัก

6. แยกชั้นดินระหว่างชั้นดินอ่อนกับเชื่อนหรือทำนบดินถม

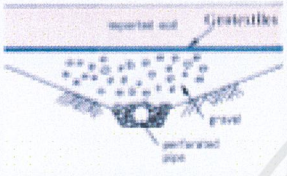
7. มีหน้ากว้าง ทำให้คุ้มค่าและติดตั้งสะดวกรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATIONS

Low and High Embankment:

- Prompt drainage of surface water and can flow in horizontal direction. And not allow the water flow into high embankment.
- Stabilization of imported soil from separated soil layers. Improvement of stress distribution and reinforcement of slope as a result of installation of geotextiles.

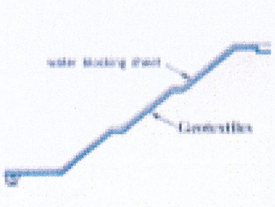


Drainage Filter around Perforated Drain pipes

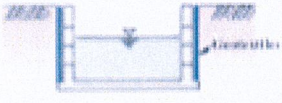
- Geotextiles effectively resists clogging, and has water permeability equivalent to sand as well as good drainng effect for a long time.

Erosion Control and Surface Protection: Geotextiles can drain only the water without allowing the soil particles flow away from its place.

- Use at the back of port embankment.
- River banks underneath of joint blocks.

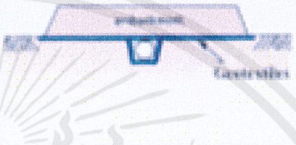


- Erosion control of assembling conduit for agricultural irrigation canal.



การประยุกต์ใช้งาน

- สามารถระบายน้ำที่ไหลผ่านช่องว่างของดิน และน้ำที่ซึมผ่านเชื่อน ทำนบ หรือผนังกันดินได้อย่างรวดเร็ว สามารถระบายน้ำในแนวนอนได้ และยังระบายน้ำในบริเวณพื้นเดิมที่อ่อนนุ่มลงในดินด้านล่างโดยไม่ให้ไหลผ่านทำนบดินถมใหม่
- เสริมความแข็งแรงให้กับชั้นดินที่แยกกัน เนื่องจากดินถมที่ถมลงไปใหม่ ช่วยกระจายหน่วยแรงที่กระทำในดิน และเสริมความแข็งแรงให้กับเนินดินลาดชัน



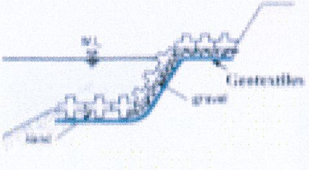
แผ่นรองและคลุมท่อระบายน้ำ

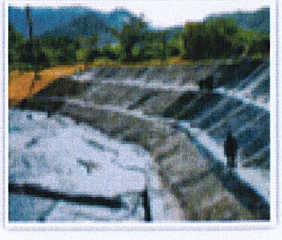
- แผ่นใยสังเคราะห์สามารถป้องกันการอุดตันได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีอัตราการซึมผ่านของน้ำเทียบเท่ากับชั้นทราย รวมทั้งมีประสิทธิภาพในการระบายน้ำได้นานโดยไม่อุดตัน

การป้องกันการกัดเซาะและการพังทลายของตลิ่ง: สามารถระบายน้ำ และป้องกันไม่ให้ทรายและดินไหลออกไป เนื่องจากน้ำไหล จึงป้องกันการพังทลายของลาดดิน

- ใช้สำหรับคลุมการถมดินหลังท่าเรือ
- ป้องกันการกัดเซาะของตลิ่งริมฝั่งแม่น้ำ ใต้บล็อกคอนกรีต

- ป้องกันการพังทลายของรางน้ำคลองชลประทานเพื่อการเกษตร





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPECIFICATIONS : คุณสมบัติ

Material (ชนิดของวัสดุ) : 100 % Polyester (Non-woven Geotextile)
Dimensions (ขนาด) : 2x100 m. , 3x100 m.
Color (สี) : White

Property		Unit	Test Method	Specification					
				Dimensions:					
wide-width Tensile Strengh				120 g/m²	150 g/m²	200 g/m²	250 g/m²	300 g/m²	400 g/m²
Machine Direction	Strength	kN/m	ASTM D4595	≥ 5.0	≥ 8.0	≥ 10	≥ 13.0	≥ 16.0	≥ 18.0
	Elongation	%		40-60	40-60	40-60	40-60	40-60	40-60
Cross Machine Direction	Strength	kN/m	ASTM D4595	≥ 5.0	≥ 8.0	≥ 10	≥ 13.0	≥ 16.0	≥ 18.0
	Elongation	%		40-60	40-60	40-60	40-60	40-60	40-60
Trapezoid tearing strengh		N	ISO 14293	≥ 100	≥ 150	≥ 225	≥ 270	≥ 350	≥ 400
Thickness		mm	Dial Guage	0.8±0.2	1.0±0.2	1.3±0.2	1.4±0.2	1.7±0.2	2.0±0.2
Mass Per Unit Area		g/m²	ISO 9864	≥ 120	≥ 150	≥ 200	≥ 250	≥ 300	≥ 400

SPECIFICATIONS : คุณสมบัติ

Material (ชนิดของวัสดุ) : 100 % Polyester (Non-woven Geotextile)
Dimensions (ขนาด) : 2x100 m. , 4x100 m.
Color (สี) : Black

TEST METHOD		UNIT		AN100	AN150	AN200	AN300	AN350	AN400	AN500
WEIGHT	ASTM D3776	g/m²		100	150	200	300	350	400	500
THICKNESS (2kN/m²)	ASTM D1777	mm		1.00	1.94	2.10	2.80	3.10	3.60	4.30
TENSILE STRENGTH	ASTM D4595	kN/m	MD	9.8	16	20.5	30	35	41	48
			CD	7.1	12.5	17.4	26.6	30	33.4	44
GRAB STRENGTH	ASTM D4632	N	MD	450	850	1050	1740	1890	2320	3090
			CD	380	710	1030	1600	1700	2210	2860
ELONGATION	ASTM D4632	%	MD	75	76	68	75	75	80	80
			CD	79	74	80	80	80	90	90
TEAR STRENGTH	ASTM D4533	N	MD	290	450	520	750	890	1070	1170
			CD	220	370	470	650	780	920	1150
C B R PUNCTURE	BS6906 (PART 4)	N		1210	2160	2700	4250	4600	5550	6490

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ข้อมูลราคาของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง

การถอดปริมาณและราคาในการก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการราคาของวัสดุต่างๆ

ราคาทรายถม	หน่วย	บาท/คิว

รายชื่อร้านค้า

ท่าทราย แซนด์สยาม	ท่าทราย OK	OneStockHome	ราคาเฉลี่ย
130	170	280.38	193.46

ราคาแผ่นGeomembrane(HDPE Sheet) 1 mm.	หน่วย	บาท/ตร.ม.

รายชื่อร้านค้า

บริษัท มารีน ไซน์ จำกัด	บริษัท พี อี ไทย เซลส์ แอนด์ เซอร์วิส	KSB Product Plus	ราคาเฉลี่ย
85	85	85	85.00

ราคาติดตั้งแผ่นGeomembrane(HDPE Sheet)	หน่วย	บาท/ตร.ม.

รายชื่อร้านค้า

บริษัท มารีน ไซน์ จำกัด	บริษัท พี อี ไทย เซลส์ แอนด์ เซอร์วิส	KSB Product Plus (Thailand)	ราคาเฉลี่ย
30	30	30	30.00

ราคาท่อ Neodrain D=200 mm.	หน่วย	บาท/ตร.ม.

รายชื่อร้านค้า

บริษัท ยูเอชเอ็ม จำกัด	onestockhome	บริษัท มารีน ไซน์ จำกัด	ราคาเฉลี่ย
595	595	595	595.00

ราคาปูน TPI M402	หน่วย	บาท/ถุง

รายชื่อร้านค้า

shop-tpi	บริษัท บิลค์ เอเชีย จำกัด	bcghome	ราคาเฉลี่ย
63.9	65	65	64.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราคาแผ่นGeotextile		หน่วย	บาท/ตร.ม.

รายชื่อร้านค้า

บริษัท มารีน ไซน์ จำกัด	Greeninspired	conexstore	ราคาเฉลี่ย
29	29	21.75	26.58

ราคาหินเบอร์ 2		หน่วย	บาท/คิว

รายชื่อร้านค้า

OK D Plus	ท่าทราย ญาณโสภณ		ราคาเฉลี่ย
300	540	360	400

ราคาข้อต่อตรงท่อ Neodrain D=200 mm.		หน่วย	บาท/ตร.ม.

รายชื่อร้านค้า

บริษัท ยูเอชเอ็ม จำกัด	บริษัท เอเชีย วอเตอร์ สตอป โปรดักส์ จำกัด	บริษัท มารีน ไซน์ จำกัด	ราคาเฉลี่ย
200	200	200	200.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการคำนวณค่าก่อสร้างรั้วโครงการที่ป้องกันน้ำรั่วซึม

NO	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย		รวมราคา		รวมวัสดุ
				ค่าวัสดุ	ค่าแรง	ค่าวัสดุ	ค่าแรง	และค่าแรง
1	หมวดการเตรียมการก่อนการติดตั้งแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet)							
	- ค่าปูนอุดร่องเข็มและรูของแผ่นกันดิน (ปูนTPI M402)	170.00	ถุง	64.63		10,987.67		10,987.67
	- ค่าแรงอุดปูนตามร่องเข็ม,รูแผ่นกันดิน และ บดอัดดินให้แน่น	5.00	เหมา		325.00		1,625.00	1,625.00
	- ค่าแมคโครปรับดินให้ได้ Slope และปรับระดับดินตามความลึกที่ต้องการ	1.00	เหมา		3,000.00		3,000.00	3,000.00
	รวม							15,612.67
2	หมวดงานติดตั้งแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet)							
	- ค่าแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet) ขนาดความหนา 1 mm.	675.00	ตร.ม.	85.00		57,375.00		57,375.00
	- ค่าแรงในการปูแผ่น Geomembrane (HDPE Sheet)	675.00	ตร.ม.		30.00		20,250.00	20,250.00
	รวม							77,625.00
3	หมวดงานติดตั้งท่อ Neodrain							
	- ค่าแมคโครขุดดินร่องที่จะวางท่อ Neodrain	1.00	เหมา		3,000.00		3,000.00	3,000.00
	- ค่าท่อ Neodrain ขนาด 8 inch. (200 mm.)	150.00	เมตร	595.00		89,250.00		89,250.00
	- ค่าข้อต่อตรงท่อ Neodrain ขนาด 8 inch. (200 mm.)	24.00	ตัว	200.00		4,800.00		4,800.00
	- ค่าแรงติดตั้งท่อ Neodrain	6.00	เหมา		325.00		1,950.00	1,950.00
	- ค่าแผ่น Geotextile	390.00	ตร.ม.	26.58		10,367.50		10,367.50
	- ค่าแรงปูแผ่น Geotextile	2.00	เหมา		325.00		650.00	650.00
	- ค่าหินเบอร์2	37.29	ลบ.ม.	400.00		14,916.00		14,916.00
	- ค่าแรงขนลำเลียงหิน	4.00	เหมา		325.00		1300	1300
	รวม							126,233.50
	รวมราคาทั้งหมด							219,471.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ข้าพเจ้า นายธนาธิป มาลากาญจน์ รหัสนักศึกษา 59010612 ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้ร่วมเข้าฝึกงานสหกิจศึกษา ปีการศึกษา 2562 กับบริษัท ศุภาลัย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายก่อสร้างแนวราบ โครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนาภิเษก ซึ่งเป็นบริษัทชั้นนำในวงการการก่อสร้างอสังหาริมทรัพย์ในประเทศไทย โดยทางโครงการ ศุภาลัย วิลล์ เอกชัย-กาญจนาภิเษก ที่มีพื้นที่โครงการร่วม 65 ไร่ นั้นได้ประสบกับปัญหาในเรื่อง “น้ำไหลรั่วซึมบริเวณริมรั้วโครงการ” ซึ่งผู้วิจัยได้มีโอกาสในการทำโครงงานสหกิจศึกษาเพื่อที่จะใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ไม่ให้เกิดขึ้นกับโครงการอื่นๆ ที่จะก่อสร้างในอนาคต ทางบริษัทได้มอบหมายงานในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกร ที่มีหน้าที่ควบคุมงานก่อสร้างหมู่บ้านจัดสรร ซึ่งประกอบไปด้วย งานก่อสร้างถนนภายในหมู่บ้าน งานระบบท่อระบายน้ำและบ่อพักภายในโครงการ งานระบบน้ำประปาภายในโครงการ งานระบบไฟฟ้าภายในโครงการ งานควบคุมงานก่อสร้างบ้านที่เริ่มตั้งแต่กระบวนการวางหมุดตอกเสาเข็ม ไปจนถึงก่อสร้างบ้านเสร็จสิ้นพร้อมที่จะรับการตรวจรับมอบบ้านจากลูกค้า ทั้งหมดที่ข้าพเจ้าได้กล่าวมานั้นนับได้ว่าเป็นประการณ์การทำงานที่ดีมากๆครั้งหนึ่งในชีวิตของข้าพเจ้า

ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัย การออกแบบรั้วโครงการแบบป้องกันน้ำไหลรั่วซึมบริเวณริมรั้วโครงการ (The design of a waterproof village fence) ฉบับนี้จะมีประโยชน์ต่อผู้สนใจ ไม่ว่าจะเป็นนักศึกษา ผู้ประกอบการ หรือผู้ที่ต้องการนำไปศึกษาต่อ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ไม่มากก็น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้