โครงงานวิศวกรรมชลประทาน

(02207499)

ที่ 16/2559

เรื่อง การออกแบบคูส่งน้ำ วิทยาเขตกำแพงแสน

Design of farm ditch at Kamphaeng Saen Campus

ดำเนินงานโดย

นาย วันชนก ศรีใจอินทร์

นาย สรัฏฐ์ ทองเพียง

นาย พิพากษ์ ปิยภัทร์

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา-ชลประทาน)

พุทธศักราช 2560

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อเรื่อง : **การออกแบบคูส่งน้ำ วิทยาเขตกำแพงแสน**

Design of farm ditch at Kamphaengsaen campus

นามผู้ทำโครงการ **นาย วันชนก** **ศรีใจอินทร์**

นาย สรัฎฐ์ **ทองเพียง**

นาย พิพากษ์ **ปิยภัทร์**

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ **.....……..**

(ผศ. นิมิตร เฉิดฉันท์พิพัฒน์)

…… /…….. /……..

กรรมการ **.....……..**

(อ.ดร.จุติเทพ วงษ์เพ็ชร์)

…… /…….. /……..

หัวหน้าภาควิชา ฯ **.....…….....……..**

(ผศ. นิมิตร เฉิดฉันท์พิพัฒน์)

…… /…….. /……..

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การออกแบบคูส่งน้ำ วิทยาเขตกำแพงแสน

Design of farm ditch at Kamphaengsaen campus

โดย : นาย วันชนก ศรีใจอินทร์

นาย สรัฏฐ์ ทองเพียง

นาย พิพากษ์ ปิยภัทร์

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ : ……..

(ผศ. นิมิตร เฉิดฉันท์พิพัฒน์)

……..…/……..…/……

ในปัจจุบันพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน บางพื้นที่พบว่ายังไม่มีระบบชลประทานไปถึง จึงต้องทำการสำรวจพื้นที่ที่เหมาะสมและสามารถส่งน้ำไปให้ได้

จากการวางแนวและสำรวจขั้นละเอียดและออกแบบคูส่งน้ำทำให้ได้คูส่งน้ำ ที่แยกออกจากคลองส่งน้ำสายหลัก 1L-1 ที่ กม. 1+556 คูส่งน้ำมีความยาวทั้งหมด 1,140 เมตร อัตราการไหลเท่ากับ 0.09 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ความกว้างก้นคูเท่ากับ 0.40 เมตร ความลึกของน้ำเท่ากับ 0.43 เมตร อาคารชลประทานของคูส่งน้ำสายนี้ประกอบด้วย อาคารท่อส่งน้ำเข้านา ตั้งอยู่ที่ กม. 0+000 ท่อมีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 0.50 เมตร อาคารท่อลอดถนน ตั้งอยู่ที่ กม. 0+494 ท่อมีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 0.40 เมตร อาคารท่อระบายปลายคูได้ ตั้งอยู่ที่ กม. 1+140 ท่อมีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 0.30 เมตร คูส่งน้ำสายนี้สามารถส่งน้ำให้พื้นที่ขนาด 328.972 ไร่ ในการออกแบบได้ใช้แบบมาตรฐานคูส่งน้ำและอาคารประกอบของกรมชลประทาน

Abstract

Title : Design of farm ditch at Kamphaengsaen Campus

By : Mr. Wanchanok Srijai-in

Mr. Sarad Thongpeang

Mr. Pipark Piyapat

Project Advisor : …….....

(Assist.Prof. Nimit Cherdchanpipat)

……..…/……..…/……

At present, some parts of agricultural area within Kasetsart University Kampheangsean Campus are not have an irrigation systems. To survey appropriate area and provide farm ditch are necessary.

By layout and design. The required ditch is separated at KM. 1+556 of 1L-1 main canal. The total length of this farm ditch is 1,140 meters, design discharge is 0.90 cubic meters per second with bed width of 0.40 meters, water depth 0.43 meters, All of irrigation structures, consists of farm turnout at KM. 0+000 with pipe diameter of 0.50 meters, road crossing at KM. 0+494 with pipe diameter of 0.40 meters, tail regulator at KM. 1+140 with pipe diameter of 0.30 meters. The irrigation area of this farm ditch are 328.972 rais. Typical drawing of The Royal Irrigation Department are used to design of this farm ditch and related structures.

คำนิยม

โครงงานวิศวกรรมฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีนั้นทางผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ผศ.นิมิตร เฉิดฉันท์พิพัฒน์ ที่ได้กรุณาให้แนวคิด ข้อเสนอแนะให้คำปรึกษาที่ดีต่างๆ การตรวจตราแก้ไขอันดีจาก อ.ดร.จุติเทพ วงษ์เพ็ชร์(กรรมการ)

สุดท้ายนี้ ขอกราบชอบพระคุณทุกท่าน ตลอดจนเพื่อนๆที่คอยช่วยเหลือจนทำให้โครงงานวิศวกรรมฉบับนี้ สำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี

นาย วันชนก ศรีใจอินทร์

นาย สรัฏฐ์ ทองเพียง

นาย พิพากษ์ ปิยภัทร์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูป	จ
บทที่ 1 คำนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
ขอบเขตของการศึกษา	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	3
การทำแผนที่	3
ออกแบบโค้ง	5
การออกแบบคลอง	7
การเลือกใช้ลาดผิวน้ำในคลองส่งน้ำ	7
การพิจารณารูปตัดขวางของคลองส่งน้ำ	8
เกณฑ์กำหนดขนาดคลองดาดคอนกรีตมาตรฐานกรมชลประทาน	11
ท่อลอดถนน	13
ท่อส่งน้ำเข้านา	15
ค่าชลภาระ	15

ประสิทธิภาพการชลประทาน 17

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ 18

อุปกรณ์ 18

วิธีการดำเนินการศึกษาออกแบบ 18

บทที่ 4 ผลคำนวณและออกแบบ 25

ผลการวางแนวคูส่งน้ำและสำรวจพื้นที่ 25

การออกแบบคู 26

การออกแบบอาคารท่อส่งน้ำเข้านา 29

การออกแบบท่อลอด 32

การออกแบบท่อปลายคลอง 35

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 38

ที่ตั้งคูส่งน้ำ 38

การออกแบบขนาดหน้าตัดคูส่งน้ำ 38

พื้นที่ที่ได้รับประโยชน์ 38

การออกแบบอาคารชลประทาน 38

ข้อเสนอแนะ 39

เอกสารอ้างอิง 40

ภาคผนวก 1 41

การคำนวณออกแบบคู 41

การคำนวณออกแบบอาคารท่อส่งน้ำเข้านา 43

การคำนวณท่อลอดถนน 46

การคำนวณท่อระบายปลายคู 52

ภาคผนวก 2 58

แสดงคุณสมบัติของคูส่งน้ำ 58

แสดงคุณสมบัติของอาคารท่อส่งน้ำเข้านา กม. 0+000 58

แสดงคุณสมบัติของท่อลอดถนน กม. 0+494 58

แสดงคุณสมบัติของท่อปลายคู กม. 1+140 59

ข้อมูลระดับดินธรรมชาติ 59

ภาคผนวก 3 62

แบบแปลนแนวคูส่งน้ำ 63

แบบรูปตัดตามยาวคูส่งน้ำ 64

แบบมาตรฐานคูส่งน้ำ 65

แบบมาตรฐานอาคารท่อส่งน้ำเข้านา กม.0+000 66

แบบมาตรฐานท่อลอดถนน กม.0+494 67

แบบมาตรฐานท่อปลายคู กม.1+140 68

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning (Manning's n) สำหรับชนิดของพื้นที่ผิวทางน้ำชนิดต่าง ๆ 9

ตารางที่ 2.2 ค่า Freeboard ของคลองส่งน้ำดาดคอนกรีต 12

ตารางที่ 2.3 ความหนาของคอนกรีตดาด และความยาวของแผ่นคอนกรีต 13

ตารางที่ 2.4 ความลึกและความหนาของ Cutoff ที่ความลึกของน้ำในคลองต่าง ๆ 15

ตารางที่ 2.5 แสดงค่า โดยประมาณสำหรับประสิทธิภาพการชลประทาน 17

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าระดับต่าง ๆของท่อส่งน้ำเข้านา 29

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าระดับต่าง ๆของท่อลอดถนน 32

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าระดับต่าง ๆของท่อปลายคูส่งน้ำ 35

ภาคผนวก 1

ตารางที่ 1.1 แสดงปริมาณน้ำของพื้นที่รับน้ำ 41

ตารางที่ 1.2 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า D และ B1,B2 44

ตารางที่ 1.3 แสดงความหนา Cutoff ของคอนกรีต 44

ภาคผนวก 2

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติของคูส่งน้ำ 58

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติของท่อลอดถนน กม.0+000 58

ตารางที่ 2.3 แสดงคุณสมบัติของท่อลอดถนน กม.0+494 58

ตารางที่ 2.4 แสดงคุณสมบัติของท่อปลายคู กม.1+140 59

ตารางที่ 2.5 แสดงค่าระดับดินธรรมชาติตั้งแต่ กม. 0+000 ถึง กม. 1+140 59

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของแส้นวงกลม 5

รูปที่ 2.2 รูปแสดงคุณสมบัติส่วนโค้ง 6

รูปที่ 2.3 การไหลแบบสม่ำเสมอ 7

รูปที่ 3.1 พื้นที่ที่ทำการศึกษา 19

รูปที่ 3.2 แนวคูส่งน้ำและพื้นที่รับน้ำ 20

รูปที่ 3.3 แนวคูส่งน้ำเบื้องต้นบนแผนที่เส้นชั้นความสูงของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน 21

รูปที่ 3.4 แผนผังแสดงขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน 24

รูปที่ 4.1 แสดงขนาดหน้าตัดคูส่งน้ำ 27

รูปที่ 4.2 แสดงรูปตัดตามยาวของคูส่งน้ำ 1R-1L-1 28

รูปที่ 4.3 แปลนของท่อส่งน้ำเข้านา 30

รูปที่ 4.4 รูปตัด ก-ก ของท่อส่งน้ำเข้านา 31

รูปที่ 4.5 แปลนของท่อลอดถนน 33

รูปที่ 4.6 รูปตัด ก-ก ของท่อลอดถนน 34

รูปที่ 4.7 แปลนของท่อปลายคูส่งน้ำ 36

รูปที่ 4.8 รูปตัด ก-ก ของท่อปลายคูส่งน้ำ 37

ภาคผนวก 1

รูปที่ 1.1 หน้าตัดคูส่งน้ำ 41

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน มีพื้นที่ทั้งหมด 7,951 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่สำหรับการเรียนการสอนและพื้นที่สำหรับเพาะปลูกพืชโดยพื้นที่เพาะปลูกประกอบไปด้วย นาข้าว ไร่อ้อย ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ และพื้นที่การเลี้ยงสัตว์ ปัจจุบันทางมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนใช้การแจกจ่ายน้ำจากบ่อกักเก็บน้ำ (บ่อ 1) เพื่อส่งให้ทั่วถึงทุกพื้นที่การใช้งาน ทางด้านการเกษตรและการอุปโภคบริโภค

เนื่องมาจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนมีระบบชลประทานในการส่งน้ำให้สู่พื้นที่ดังกล่าว ยังมีพื้นที่ที่เกิดปัญหาด้านทรัพยากรน้ำ ซึ่งระบบชลประทานสำหรับส่งน้ำไปสู่พื้นที่ยังไม่ครอบคลุมทั่วถึงจึงมีความจำเป็นที่ต้องออกแบบระบบชลประทานเพิ่มเข้าไปในพื้นที่ส่วนที่เกิดปัญหา

ปัญหาความเพียงพอของน้ำจากความต้องการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้น โดยพื้นที่เพาะปลูกบางส่วนต้องทำการสูบน้ำจากคลองสายหลักที่มีระยะทางห่างไกลออกไปทำให้ต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายจากการสูบน้ำขึ้น รวมถึงการใช้อุปโภคบริโภคของพื้นที่ส่วนนั้นด้วย

จากปัญหาดังกล่าวจึงมีความจำเป็นที่จะต้องแจกจ่ายน้ำเพื่อการเกษตรและการใช้น้ำอุปโภคบริโภคให้ใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ จึงต้องสร้างทางน้ำหรือคูส่งน้ำเพื่อส่งน้ำให้แก่พืชต่าง ๆ ภายในแปลงหรือพื้นที่ส่วนนั้น ระบบชลประทานทั่วไปจะประกอบด้วย แหล่งน้ำ ระบบส่งน้ำ ระบบแจกจ่ายน้ำ ระบบให้น้ำ และระบบระบายน้ำ ถนนและทางลำเลียง โดยต้องพิจารณาการใช้น้ำของพื้นที่เพื่อใช้ในการออกแบบระบบส่งน้ำและระบายน้ำ ในระบบส่งน้ำประกอบด้วยอาคารชลประทานต่าง ๆ เพื่อแก้ไขปริมาณน้ำให้ได้ปริมาณน้ำที่เพียงพอต่อการอุปโภค บริโภคและการเกษตรกรรม

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาวางแนวและสำรวจทำแผนที่เส้นทางคูส่งน้ำ
2. เพื่อออกแบบรายละเอียดคูส่งน้ำและอาคารในคูส่งน้ำ
3. เพื่อเขียนแบบคูส่งน้ำและอาคารชลประทานในคูส่งน้ำ
4. เพื่อให้พื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่อื่น ๆในบริเวณใกล้เคียงได้รับน้ำจากระบบชลประทานเพิ่มขึ้น

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ออกแบบคูส่งน้ำและอาคารประกอบเพื่อส่งน้ำให้กับพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถนำแบบการก่อสร้าง ที่ได้จากการออกแบบและศึกษาความเหมาะสมไปใช้ดำเนินการก่อสร้างคูส่งน้ำจนสามารถส่งน้ำไปยังพื้นที่ส่งน้ำให้พื้นที่และตำแหน่งเป้าหมาย

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 การทำแผนที่ (เอกสินธุ์ สินธุเดชะ และคณะ, มปป.)

งานสำรวจรายละเอียดภูมิประเทศ เพื่อทำแผนที่มาตราส่วน 1 : 4,000 หรือมาตราส่วน 1 : 5,000 เส้นชั้นความสูงชั้นละ 25 ซม. โดยใช้แผนที่ มาตราส่วน 1 : 4,000 หรือ 1 : 5,000 ประกอบการสำรวจจุดระดับภูมิประเทศ (Grid Survey) การสำรวจงานวงรอบและงานระดับ

1. การเตรียมงานเบื้องต้น

1.1 กำหนดขอบเขตบล็อกใหญ่ (Main Block) ลงในภาพขนาดพื้นที่ไม่เกิน 1,000 ไร่ ตามแนวทิศเหนือ –ใต้ และตะวันออก – ตก โดยประมาณ หรืออาศัยแนวถนนทางและแนวคลองส่งน้ำเป็นขอบเขตบล็อก

1.2 จัดหาค่าพิกัด ค่าระดับ และหมายพยานของหมุดหลักฐานในบริเวณที่จะทำการสำรวจหรือบริเวณใกล้เคียง เพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิง

1.3 พล็อตค่าพิกัด และค่าระดับของหมุดหลักฐานที่ทราบค่าแล้ว ลงในภาพดัดแก้และแผนที่สารบัญ

1.4 คำนวณปริมาณงานที่ต้องดำเนินการเพื่อตั้งงบประมาณและวางแผนงานสำรวจ

1.5 จัดหาเครื่องมือและอุปกรณ์การสำรวจที่จำเป็นและเหมาะสมกับงาน

2. การรังวัดระดับ

2.1 ฝังหมุดหลักฐาน ทุกระยะ 10 ม. ตามแนวเส้นคลองส่งน้ำ

2.2 โยงค่าระดับจากหมุดหลักฐานใกล้เคียงที่ทราบค่าแล้วไปยังหมุดหลักฐานที่สร้างไว้ทุกหมุดและหมุดไม้

2.3 รังวัดค่าระดับของจุดที่เห็นเด่นชัดภายในบล็อกเล็กให้มีจำนวนเพียงพอโดยถือเกณฑ์ระยะห่างของแต่ละจุดระดับประมาณ 60 – 80 ม. หรือขึ้นอยู่กับสภาพความลาดเทของภูมิประเทศ และค่าความสูงต่างกันของระดับแต่ละจุดไม่เกิน 25 ซม. ถ้าเกินจะต้องเพิ่มจุดระดับแทรก

2.4 การอ่านค่าระดับให้อ่านสามสายใยและอ่านค่ามุมราบประกอบ

3. การเก็บรายละเอียดภูมิประเทศ

จำแนกประเภทและนามศัพท์ของรายละเอียด ที่ปรากฏบนแผนที่ภาพถ่ายและเก็บรายละเอียดที่เกิดขึ้นใหม่หรือเปลี่ยนแปลงสภาพ ในภูมิประเทศ

4. การเก็บรายละเอียดภูมิประเทศ

4.1 จำแนกประเภทและนามศัพท์ของรายละเอียด ที่ปรากฏบนแผนที่ภาพถ่ายและเก็บรายละเอียดที่เกิดขึ้นใหม่หรือเปลี่ยนแปลงสภาพในภูมิประเทศ

4.2 โค้งวงกลม (CIRCULAR CURVE)

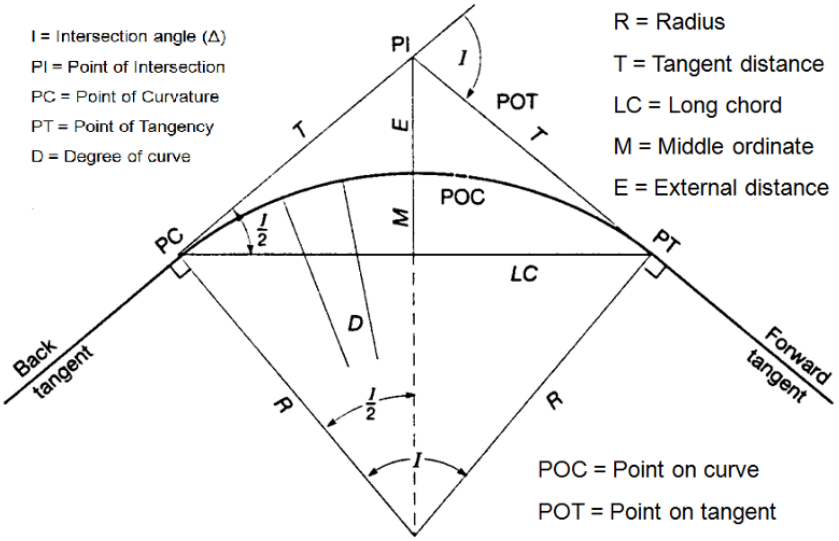
5. การเขียนแผนที่

5.1 การเขียนแผนที่แสดงรายละเอียดภูมิประเทศเส้นชั้นความสูงชั้นละ 100 ซม. เพื่อแสดงลักษณะความสูงต่ำของพื้นที่ภูมิประเทศ

5.2 เขียนค่าระดับของหมุดหลักฐานและอาคารชลประทานต่าง ๆที่ได้รังวัดไว้

2.2 ออกแบบโค้ง (สิริพร สาธิรัตน์, 2557)

ลักษณะส่วนประกอบของเส้นวงกลมดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของเส้นวงกลม

PI คือ จุดสกัด หรือจุดตัดระหว่างแนวเส้นตรงสองแนว ที่มีการเชื่อมโยงด้วยโค้งแนวราบ

Δ คือ มุมเบี่ยงเบนที่จุด PI

T คือ ระยะสัมผัสส่วนโค้ง

E คือ ระยะจากจุดสกัดถึงจุดกึ่งกลางของโค้งแนวราบ

M คือ ระยะจากกึ่งกลางของเส้นคอร์ดถึงจุดกึ่งกลางของ โค้งแนวราบ

L คือ ความยาวโค้ง

C คือ ความยาวของเส้นคอร์ด

R คือ รัศมีโค้ง

PC คือ จุดต้นโค้ง

PT คือ จุดปลายโค้ง

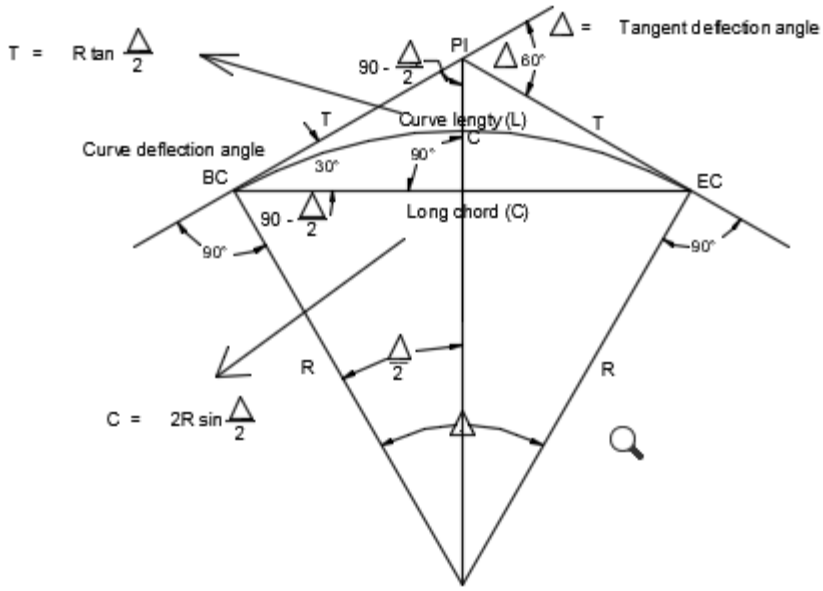
การคำนวณระยะสัมผัสส่วนโค้ง ;

$$T = R \tan \frac{\Delta}{2} \quad (1)$$

การคำนวณความยาวของเส้นคอร์ด ;

$$c = 2R \sin \frac{\Delta}{2} \quad (2)$$

คุณสมบัติของส่วนโค้งแสดงดังรูปที่ 2.2

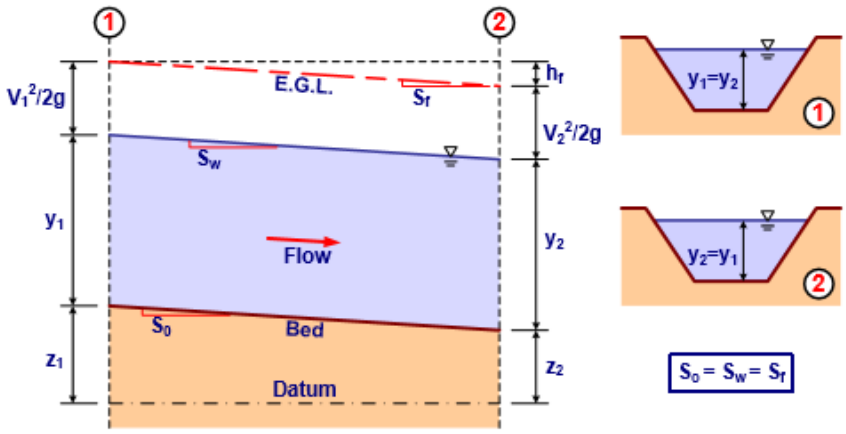


รูปที่ 2.2 รูปแสดงคุณสมบัติส่วนโค้ง

2.3 การออกแบบคลอง (ยุทธนา ตาละลักษณ์, 2556, น.21-29)

1. การเลือกใช้ลาดผิวน้ำในคลองส่งน้ำ

ในรูปแบบการออกแบบการส่งน้ำโดยทั่วไปจะกำหนดให้การไหลในคลองหรือคูส่งน้ำเป็นการไหลแบบสม่ำเสมอ ลาดผิวน้ำ ลาดก้นคลอง และลาดเส้นพลังงานมีค่าเท่ากัน หากในการออกแบบต้องการความเร็วการไหลมากควรที่จะออกแบบให้มีความลาดชันมาก และถ้าต้องการออกแบบให้ความเร็วให้ไหลช้าลงก็ควรจะออกแบบให้ความลาดชันมีค่าน้อยลง สำหรับลักษณะการไหลแบบสม่ำเสมอแสดงไว้ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การไหลแบบสม่ำเสมอ

(ที่มา: ธัญดร, 2551)

การคำนวณการไหลแบบสม่ำเสมอโดยสมการของ Manning Formula

(Uniform flow) นั่นคือ ลาดก้นคลอง (S_O) ขนานกับลาดผิวน้ำ (S_W) และขนานกับลาดเส้นพลังงาน (S_f) หรือ $S_O = S_W = S_f$

โดย มีรูปสมการดังนี้

$$V = 1/n\, R^{2/3}\, S_f^{1/2} \quad (3)$$

เมื่อ V = อัตราเร็วเฉลี่ยของน้ำในทางน้ำเปิด เป็น เมตร/วินาที

n = roughness coefficient ซึ่งเรียกทั่วไปว่า “The Manning’s n” ตารางที่ 1

R = hydraulic radius เป็น เมตร

= A/P

A = เนื้อที่รูปตัดขวางของทางน้ำเปิดที่น้ำไหลผ่านเป็น ตารางเมตร

P = wetted perimeter เป็น เมตร

S_f = slope of energy grade line

2. การพิจารณารูปตัดขวางของคลองส่งน้ำ

รูปตัดตามขวางของคลองส่งน้ำ ประกอบด้วย

- ความกว้างของก้นคลอง (b)

- ความลึกของน้ำในคลอง (d)

- ลาดตลิ่งคลอง (SS)

ในการออกแบบรูปตัดขวางของคลองส่งน้ำนั้นจะต้องคำนวณอัตราเร็วของน้ำในคลอง (V) ก่อน เมื่อเอาอัตราเร็วของน้ำคูณกับเนื้อที่รูปตัดขวางของคลองที่น้ำไหลผ่าน (A) ก็จะได้ปริมาณน้ำที่ไหลในคลอง (Q) นั่นคือ

$$Q = AV \quad (4)$$

ถ้า slope (S) = 10,000 (หรือ 0.0001) หรือมากกว่าและ R มีค่า 1 ถึง 30 ฟุต ค่าของ n สำหรับ Manning’s formula ให้ใช้ตามค่าในตารางที่ 2.1

เมื่อ A = พื้นที่หน้าตัดคลอง (m^2)

V = ความเร็วของน้ำในคลอง (m/s)

ตารางที่ 2.1 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning (Manning's n) สำหรับชนิดของพื้นที่ผิวทางน้ำชนิด ต่าง ๆ

ชนิดของผิวทางน้ำ	สภาพ			
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	เลว
คลองส่งน้ำและคูส่งน้ำ				
คลองดินที่มีแนวตรงและรูปตัดสม่ำเสมอ	0.017	0.020	0.0225*	0.025
คลองที่ลาดตลิ่งเป็นดินกรวดปนหิน	0.028	0.030	0.033	0.035
คลองดินที่ก้นคลองมีดินปนกรวด ตลิ่งมีหญ้าขึ้น	0.025	0.030	0.035	0.040
คลองที่ขุดผ่านหินขรุขระและตกแต่งผิวเรียบ	0.025	0.030	0.033*	0.035
คลองที่ขุดผ่านหินขรุขระและรูปตัดไม่สม่ำเสมอ	0.035	0.040	0.045	-
คลองดินที่คดเคี้ยวมาก	0.0225	0.025*	0.0275	0.030
คลองดาดคอนกรีต	0.012	0.014*	0.016	0.018
รางน้ำหรือสะพานน้ำ				
คอนกรีตผิวเรียบ	0.012	0.014*	0.016*	0.018
ไม้ขัดผิวเรียบ	0.010	0.012*	0.013	0.014
ไม้ผิวไม่เรียบ	0.011	0.013*	0.014	0.015
โลหะรูปครึ่งวงกลมผิวเรียบ	0.011	0.012	0.013	0.015
โลหะรูปครึ่งวงกลมผิวเป็นลอน	0.0225	0.025	0.0275	0.030
ท่อชนิดต่าง ๆ				
เหล็กหล่อไม่ฉาบผิว	0.012	0.013	0.014	0.015
เหล็กหล่อฉาบผิวเรียบ	0.011	0.012*	0.013*	-
เหล็กดำไม่ฉาบผิว	0.012	0.013	0.014	0.015
เหล็กดำอาบสังกะสี	0.013	0.014	0.015	0.017
ทองเหลืองผิวเรียบ หรือหลอดแก้ว	0.009	0.010	0.011	0.013
ดินเผาใช้ทำท่อนำโสโครก	0.011	0.012	0.014	0.017
อิฐก่อเป็นท่อน้ำโสโครก	0.012	0.013	0.0015	0.017
คอนกรีต	0.012	0.013	0.015*	0.016
ไม้	0.010	0.012	0.012	0.013

ที่มา: การวางแผนและออกแบบระบบส่งน้ำชลประทาน คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน, 2546.
หมายเหตุ: * เป็นค่าที่แนะนำให้ใช้ในการออกแบบทางน้ำ

ลาดตลิ่งคลอง (SS)

ลาดตลิ่งคลอง (side slopes of canal = SS) ลาดตลิ่งคลองนี้คำนวณไม่ได้ ต้องเลือกใช้ให้เหมาะ กับสภาพของดินที่จะขุดคลองหรือที่จะถมให้เป็นรูปคลอง

การเลือกใช้ลาดตลิ่งคลอง ให้เหมาะสมกับสภาพของดินกำหนดได้ดังต่อไปนี้

- สำหรับการขุดในพื้นดินดาน ใช้ลาด 1:1/4
- สำหรับการขุดในพื้นหินแตกร้าวและดินดานแข็ง ใช้ลาด 1:1/2
- สำหรับการขุดในพื้นกรวดแน่นและดินเหนียวที่เกือบเป็นดินดาน ใช้ลาด 1:3/4
- สำหรับการขุดในดินปนกรวดทรายแน่นและดินเหนียวธรรมดาค่อนข้างแห้ง ใช้ลาด 1:1
- สำหรับการขุดหรือถมในดินธรรมดาและในดินที่มีกรวดปนอยู่บ้างไม่แน่นนัก ใช้ลาด 1:3/2
- สำหรับการขุดหรือถมในดินธรรมดา ใช้ลาด 1:2 ค่อนข้างร่วน
- สำหรับการขุดหรือถมในดินปนทราย ใช้ลาด 1:3 ค่อนข้างร่วน
- สำหรับการขุดในดินชายทะเล ใช้ลาด 1:4 ถึง 1:5

คันคลอง (Embankments) คันคลอง คือ คันดินซึ่งตั้งอยู่บนสองฝั่งคลอง และมีแนวขนานไปกับแนวคลอง มีลักษณะและหน้าที่ดังต่อไปนี้

1) เป็นที่ทิ้งดินซึ่งขุดขึ้นมาในเวลาขุดคลอง
2) เป็นคันดินที่ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้น้ำในคลองไหลออกไปจากคลอง หรือไม่ให้น้ำภายนอกไหลเข้า มาในคลอง

คลองต้องกำหนดความสูงเผื่อล้นให้สูงพอที่น้ำจะไม่ล้นข้ามหลังคันคลองหรือความสูงจากระดับน้ำใช้การเต็มที่ในคลอง (F.S.L.) ถึงระดับหลังคันคลอง (T.B.) เรียกความ สูงเผื่อล้น (Freeboard, F) ของคลอง

- สำหรับคูน้ำขนาดเล็ก ใช้ F = 0.30 เมตร
- สำหรับคลองซอยขนาดเล็ก ใช้ F = 0.50 เมตร
- สำหรับคลองซอยขนาดกลาง ใช้ F = 0.30+0.25d เมตร (5)
- คลองของโครงการเจ้าพระยา ใช้ F = 0.20+0.20d เมตร (6)

  ในเมื่อ d = ความลึกของน้ำในคลองเป็นเมตร
- สำหรับคลองสายใหญ่ ใช้ F = 1.50 – 2.00 เมตร

3. เกณฑ์กำหนดขนาดคลองส่งน้ำดาดคอนกรีตตามมาตรฐานของกรมชลประทาน

กรมชลประทาน ซึ่งเป็นหน่วยราชการที่ปฏิบัติงานด้านการออกแบบ ได้ กำหนดมาตรฐานการออกแบบระบบส่งน้ำและระบายน้ำ โดยการรวบรวมจากเอกสารทางวิชาการต่าง ๆ และ จากประสบการณ์ที่ได้ดำเนินงานด้านการสำรวจ ออกแบบและใช้งานมาเป็นเวลานาน (กรมชลประทาน, 2547) ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

3.1 ลาดท้องคลอง (S)

โดยปกติจะกำหนดให้การไหลเป็นแบบ Uniform flow ดังนั้น ลาดท้องคลองส่งน้ำ (S) จะอยู่ระหว่าง 1:1,000 ถึง 1:10,000 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ

- ลาดแผ่นดินตามแนวคลองส่งน้ำ

- ลักษณะและปริมาณตะกอนที่ไหลมากับน้ำ

- ตามพินิจพิจารณาของผู้ออกแบบ

3.2 รูปตัดขวางของคลองส่งน้ำ

การออกแบบเลือกขนาดความกว้าง ความลึกของน้ำควรจะเลือกให้หน้าตัดเล็กที่สุดและสามารถรับน้ำได้มากที่สุด ซึ่งจะใช้อัตราส่วน B/D และค่า S.S. เป็นตัวกำหนด

โดยที่ B = ความกว้างท้องคลอง (Bed width of canal) ไม่น้อยกว่า 0.50 เมตร

D = ความลึกของน้ำในคลอง (Depth of water in canal)

S.S. = ลาดข้างคลอง (Side slope) จะอยู่ระหว่าง 1:1 ถึง 1:2

สำหรับคลองส่งน้ำที่เป็นคลองดาดคอนกรีต อัตราส่วน B/D ที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 2.0

3.3 คันคลองส่งน้ำ

ความกว้างคันคลอง ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการใช้และความจำเป็นด้านการจราจร โดยจะกำหนด ดังนี้

1) คันคลองที่ไม่ได้ใช้เป็นถนนจะมีความกว้าง 2.00 ม.
2) คันคลองที่ใช้เฉพาะการบำรุงรักษาจะมีความกว้าง 4.00 ม.
3) เป็นถนนลูกรังหรือราดยางชั้นเดียวจะใช้ 6.00 ม.
4) สำหรับคันคลองที่เป็นทางเชื่อมระหว่างถนนหลัก หรือมีผู้ใช้ถนนหนาแน่นจะกำหนดการราดยางตามมาตรฐานกรมทางหลวง และกำหนดความกว้างคันคลองไว้ 9.00 ม.

ความลาดคันคลองส่งน้ำ (Side Slope, S.S.) ถ้าคันคลองสูงกว่าดินเดิมไม่เกิน 2.00 ม. กำหนดให้ลาดด้านข้าง ตั้ง : ราบ = 1 : 1.5 แต่ถ้าเกิน 2.00 ม. กำหนดให้ลาดด้านข้าง = 1 : 2.0

3.4 ระยะเผื่อพ้นน้ำ (Freeboard)

สำหรับคลองดาดคอนกรีต จะมี 2 ค่า คือ 1. ค่าความสูงของคันคลอง 2. ค่าของขอบคอนกรีตดาด คือ ระยะที่วัดจากระดับน้ำสูงสุดจนถึงขอบคอนกรีตดาด กำหนดเกณฑ์ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ค่า Freeboard ของคลองส่งน้ำดาดคอนกรีต

ปริมาณน้ำ ($ม.^3$/วินาที)	Freeboard ของขอบคอนกรีตดาด (ม.)	Freeboard ของคันคลอง (ม.)
< 1.00	0.15	0.45
1.00-2.50	0.20	0.60
2.50-5.00	0.25	0.70
5.00-10.00	0.35	0.85
>10.00	0.50	1.00

ที่มา: (กรมชลประทาน, 2547)

3.5 รายละเอียดอื่น ๆ

ความหนาของคอนกรีตดาดคลองและความยาวของแผ่นคอนกรีต (Groove spacing) ได้ปรับมาจากมาตรฐานของกรมชลประทานสหรัฐดังตารางที่ 2.3 ดังนี้

ตารางที่ 2.3 ความหนาของคอนกรีตดาด และความยาวของแผ่นคอนกรีต

ปริมาณน้ำ ($ม.^3$/วินาที)	ความหนาของแผ่นคอนกรีต (ซ.ม.)	ความยาวของแผ่นคอนกรีต (ม.)	ปีกข้างคลอง (ซ.ม.)
<1.00	6	3.00	15
1.00-2.50	6	3.00	20
2.5-5.00	7	3.00	20
5.00-10.00	7	3.5	30
10.00-15.00	8	4.5	30

ที่มา: (กรมชลประทาน, 2547)

4. ท่อลอดถนน

ในการออกแบบท่อลอดถนน (Road Crossing) เป็นท่อกลม ดังรูปที่ 5 มีเกณฑ์ในการคำนวณออกแบบทางชลศาสตร์ดังต่อไปนี้

4.1 กำหนดให้การไหลของน้ำเป็นแบบไหลเต็มท่อ (Full Flow)

4.2 Convergence loss ที่ Inlet Transition,

$$H_I = 0.4\Delta H_V \quad (7)$$

เมื่อ ΔH_V = ผลต่างของพลังงานจลน์(Velocity Head)ระหว่างท่อและคลองส่งน้ำ

4.3 ความลาดสูงสุดของพื้น Inlet และ Outlet Transition

= 1:4 (max) (ตั้ง: ราบ), Inlet Transition

= 1:6 (max) (ตั้ง: ราบ), Outlet Transition

4.4 ความสูงของน้ำท่วมปากทางเข้าท่ออย่างน้อย

= $1.5\Delta H_V$ แต่ไม่น้อยกว่า 0.08 ม. (8)

4.5 ความเร็วสูงสุดในท่อไม่เกิน 1.5 ม./วินาที

4.6 Friction Loss ในท่อคำนวณจาก

$H_f = L \times S_f$ (9)

เมื่อ L = ความยาวท่อ, ม.

$S_f = (V^2 n^2)/R^{4/3}$ (10)

4.7 Divergence loss ที่ Outlet Transition,

$H_O = 0.7\Delta H_V$ ม. (11)

4.8 ความลึกของน้ำท่วมปากท่อ = $1.5\Delta HV \geq 0.08$ m. (12)

4.9 ระยะพ้นน้ำ (Freeboard) ของอาคารมีเกณฑ์ดังนี้

ระยะพ้นน้ำที่ Cutoff = ระยะพ้นน้ำของคลองที่ Cutoff

ระยะพ้นน้ำที่กำแพงปากท่อ (Headwall) = 1.20เท่าของระยะพ้นน้ำของคลองที่ Cutoff

4.10 ความลึกของน้ำท่วมเหนือปากท่อทางออก

$\leq$ 1/6 (Depth of outlet opening) ม. (outlet submergence)

4.11 ค่า Head loss ที่กำหนดให้ใช้มักไม่เกิน 0.20 ม.

4.12 ความลึกและความหนาของ Cutoff ใช้เกณฑ์ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ความลึกและความหนาของ Cutoff ที่ความลึกของน้ำในคลองต่าง ๆ

ความลึกของน้ำ (เมตร)	ความลึกของ Cutoff Walls (เมตร)	ความหนาของ Cutoff Wall (เมตร)
0 – 1.00	0.50	0.20
1.01 – 2.00	1.00	0.30
2.01 – 3.00	1.50	0.40
มากกว่า 3.00	อย่างน้อย 2.00	0.50

ที่มา: (กรมชลประทาน, 2547)

4.13 การตรวจสอบแรงลอยตัวของท่อ คิดกรณีที่ไม่มีน้ำในท่อ ไม่มีดินทับหลังท่อ และคิดน้ำหนัก คอนกรีตเสริมเหล็กที่จมน้ำ

4.14 ตรวจสอบ Percolation path ตามลักษณะชั้นดิน ในกรณีไม่มีข้อมูลดินมักใช้ $C_w = 5.0$

4.15 ความลึกของดินทับหลังท่อ จะต้องไม่น้อยกว่า 0.60 ม.

5. ท่อส่งน้ำเข้านา (Farm Turnout)

เป็นอาคารที่สร้างขึ้นเพื่อที่จะนำน้ำจากคลองส่งน้ำเข้าสู่พื้นที่เพาะปลูก ท่อส่งน้ำเข้านาเป็นอาคารเพื่อส่งน้ำจากคลองเข้าไปยังแปลงเพาะปลูก ให้ได้ตามปริมาณพอดีกับความต้องการใช้น้ำของพืชหรือพอดีสำหรับเตรียมแปลงเพาะปลูกได้ทั่วถึง อาคารนี้จะประกอบด้วยท่อคอนกรีตกลมมีบานระบายแบบ Slide Gate อยู่ด้านหน้า และ อาจจะออกแบบอาคารวัดน้ำ (Broad-Crested Weir) เผื่อไว้ให้ทำการก่อสร้างเพิ่มเติมในภายหลัง โดยใช้วิธีการ คำนวณเช่นเดียวกันกับท่อระบายปากคลองส่งน้ำ

6. ค่าชลภาระ (เนาวรัตน์ ป้อมทอง, 2526)

6.1 การคำนวณหาปริมาณน้ำเพื่อการออกแบบ ควรจะคิดจากปริมาณการใช้น้ำสูงสุดของข้าวขณะเจริญเติบโตในช่วงแล้งที่สุด

6.2 ความต้องการใช้น้ำสูงสุดของข้าวในฤดูแล้งจะเป็นความลึกประมาณ 10 ซม. ซึ่งได้มาจาก Evapotranspiration รวมกับ Deep Percolation

6.3 เป้าหมายของการส่งน้ำ คือ การให้น้ำแต่ละแปลงครั้งละ 70 มม. เพื่อให้ข้าวใช้น้ำไปจนครบ 1 สัปดาห์

6.4 ถ้าต้องการ soaking เพื่อไถครั้งแรกและเตรียมแปลงกล้าอาจให้น้ำเข้าแปลงนาเพียง 1/3 ของพื้นที่นาทั้งหมดจะได้น้ำ 70 x 3 = 210 มม. ซึ่งเพียงพอสำหรับ Soaking และไถ 1/3 ของพื้นที่ทั้งหมดให้เสร็จในหนึ่งสัปดาห์ โดยสามารถไถครั้งแรกเสร็จใน3 สัปดาห์ ซึ่งกล้าจะโตพอที่ปักดำได้ใน สัปดาห์ที่ 4

6.5 การปักดำจะใช้วิธีการให้น้ำเหมือนให้น้ำเพื่อเตรียมไถ (Soaking) ไปจนเสร็จ

6.6 ต้องกำหนดรอบเวรในการส่งน้ำให้แน่นอนแต่ในกรณีที่มีฝนตกก็สามารถเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำที่จะส่งให้น้อยลงได้

จากแนวความคิดดังกล่าวสามารถคำนวณเป็นค่าชลภาระในแปลงไร่นาได้ดังนี้

1) ข้าวต้องการน้ำสูงสุด 10 มิลลิเมตร / วัน เท่ากับ 0.01 เมตร/วัน
2) พื้นที่ส่งน้ำ 1 ไร่ เท่ากับ 1,600 ตารางเมตร
3) พื้นที่ 1 ไร่ ต้องการน้ำเท่ากับ 1,600 x 0.01 เท่ากับ 16 ลูกบาศก์เมตร/วัน
4) ถ้า Conveyance efficiency เท่ากับ 0.80 ต้องการน้ำเท่ากับ 16/0.80 เท่ากับ 20 ลูกบาศก์เมตร/วัน
5) เป็นค่าชลภาระในแปลงไร่นา (Water Duty) $= \frac{20}{24\times60\times60}$ ลูกบาศก์เมตร/วินาที
   $= 0.00023$ ลูกบาศก์เมตร/วินาที
   $= 0.23$ ลิตร/วินาที/ไร่

จากแนวความคิดดังที่กล่าวมาแล้ว ส่วนออกแบบระบบชลประทานในแปลงนามีความเห็นว่าปริมาณน้ำสูงสุดที่จะมากำหนดขนาดคูส่งน้ำนั้นจะต้องพิจารณาทั้งความต้องการใช้น้ำสูงสุดในระยะที่พืชใช้น้ำเพื่อการเจริญเติบโตและความต้องการใช้น้ำเพื่อการเตรียมแปลง ซึ่งใช้ปริมาณน้ำมากกว่าแต่เป็นระยะสั้นๆ เพียง 20-30 วันเท่านั้น

จึงสรุปได้ว่า ค่าชลภาระ 0.23 ลิตร/วินาที/ไร่ เป็นค่าที่เหมาะสมในการนำมาใช้คำนวณออกแบบระบบชลประทานในแปลงไร่นา

7. ประสิทธิภาพการชลประทาน (Irrigation Efficiency) (กรมชลประทาน, 2547, น.3-4 ถึง 3-5)

หมายถึง อัตราส่วนที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ระหว่างปริมาณน้ำสุทธิที่พืชต้องการใช้ (Net Water Requirement) ต่อปริมาณน้ำชลแระทานที่ต้องจัดส่งให้ทั้งหมด (Gross Water Requirement) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ คูณด้วย 100 สำหรับค่าประสิทธิภาพการชลประทาน จะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

7.1 Application Efficiency หมายถึงประสิทธิภาพของการใช้น้ำพืชในแปลงนา ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น คุณสมบัติทางกายภาพของดิน และชนิดของพืช เป็นต้น

7.2 Operation Efficiency หมายถึง ประสิทธิภาพในการส่งน้ำ ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการส่งน้ำ ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

7.3 Conveyance Efficiency หมายถึง ประสิทธิภาพในระบบส่งน้ำ ขึ้นอยู่กับอัตราการรั่วซึมและการระเหย ในคลองส่งน้ำ โดยทั่วไปจะเป็นอัตราส่วนกับความยาวของคลองส่งน้ำ

7.4 Overall Efficiency หมายถึง ประสิทธิภาพทั้งหมดที่กล่าวข้างต้น หรือ ประสิทธิภาพของโครงการ

Overall Eff. = Application Eff. × Operation Eff. × Conveyance Eff.

ตารางที่ 2.5 แสดงค่า โดยประมาณสำหรับประสิทธิภาพการชลประทาน

ค่าโดยประมาณสำหรับ	ข้าว	พืชไร่
ประสิทธิภาพการชลประทาน	%	%
Application Efficiency	95	80
Operation Efficiency	80	80
Conveyance Efficiency	85	80
Overall Efficiency	65	51

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์

การศึกษาออกแบบในครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลและเครื่องมือที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ประกอบการดำเนินงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

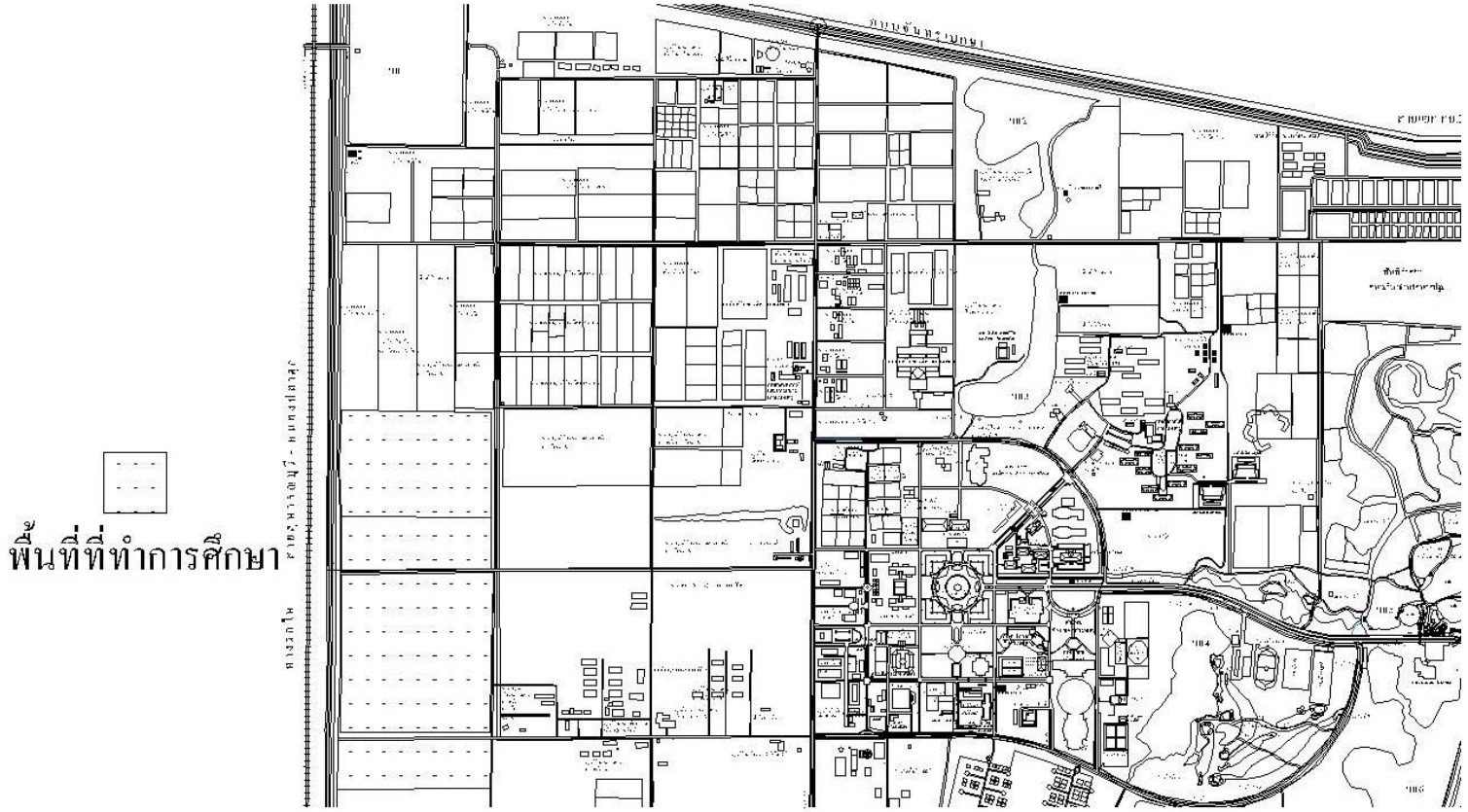
อุปกรณ์สำรวจ

- กล้อง Total Station
- กล้องระดับ
- ปริซึม
- ไม้สต๊าฟ (Staff)

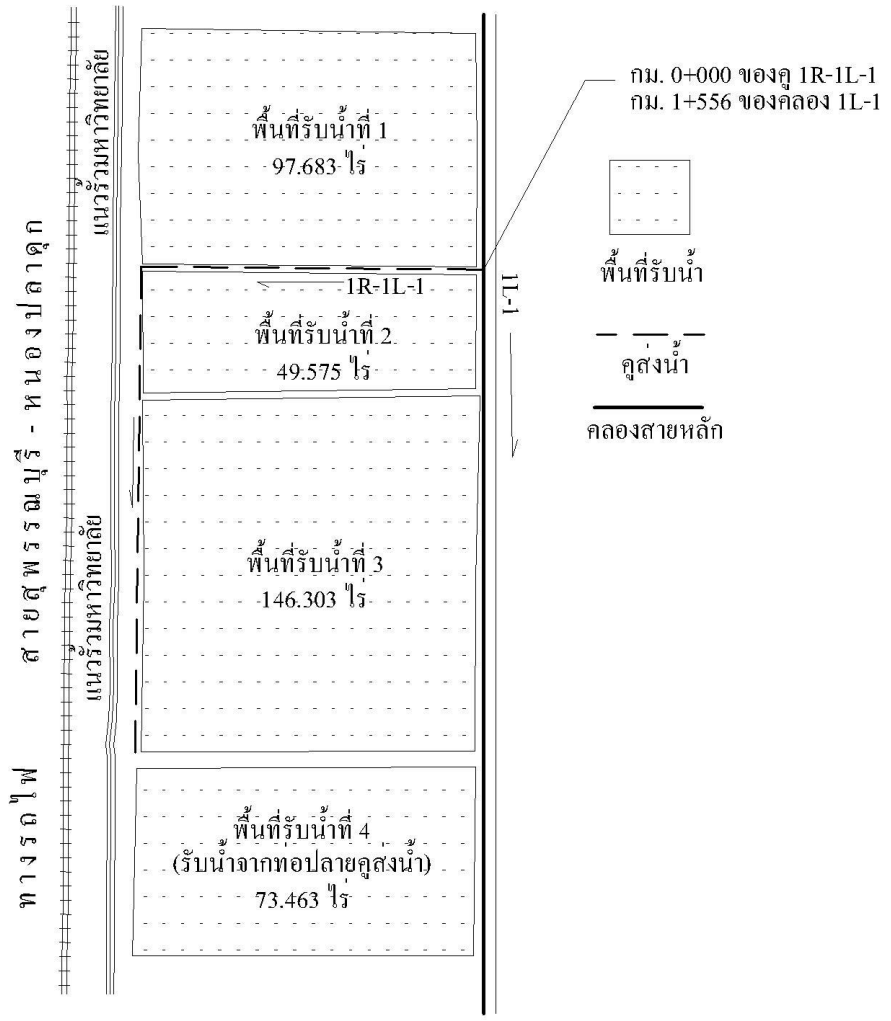
3.2 วิธีการดำเนินการศึกษาออกแบบ

1. สำรวจหาพื้นที่เพาะปลูก จากแผนที่ดาวเทียมโดย google map และลงสำรวจพื้นที่จริงเพื่อหาพื้นที่ที่ระบบชลประทานครอบคลุมไปไม่ทั่วถึง ภายในขอบเขตพื้นที่ของวิทยาเขตกำแพงแสนแสดงดังรูปที่ 3.1

2. กำหนดพื้นที่รับน้ำบนแผนที่ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน และทำการหาขนาดพื้นที่รับน้ำของการศึกษาโดยการวัดขนาดพื้นที่จาก google map ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 พื้นที่ที่ทำการศึกษา



รูปที่ 3.2 แนวคูส่งน้ำและพื้นที่รับน้ำ

3. วางแนวคูส่งน้ำเบื้องต้นลงในแผนที่เส้นชั้นความสูงของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ดังรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 แนวคูส่งน้ำเบื้องต้นบนแผนที่เส้นชั้นความสูงของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

4. สำรวจพื้นที่จริงภาคสนาม เพื่อดูความเหมาะสมของการวางแนวคูส่งน้ำเบื้องต้น โดยการส่องด้วยกล้อง Total แนวเส้นทางคูส่งน้ำ

5. สำรวจความสูงระดับดินเดิมของแนวคูส่งน้ำโดยใช้การปักหมุดทุก ๆระยะ 10 เมตร ตลอดความยาวเส้นคูส่งน้ำ

6. ปักหมุดแบบกริดหาระดับของพื้นที่บริเวณแนวข้างของแนวคูส่งน้ำ โดยปักหมุดออกจากแนวคูเป็นระยะ 20 เมตร และทุก ๆ ความยาว 20 เมตรของแนวคลองหรือคูส่งน้ำ

7. เขียนแบบเส้นชั้นความสูงหาระดับดินเดิมของพื้นที่ที่ต้องการส่งน้ำตามรูปแบบกริดและหาระดับดินเดิมของแนวคูส่งน้ำ

8. จัดทำรูปตัดความขวางของระดับแนวคูส่งน้ำ

9. คำนวณค่าชลภาระโดยอ้างอิงจากค่าชลภาระของข้าว สำหรับออกแบบขนาดของคูส่งน้ำ โดยคำนวณจาก ข้าวต้องการน้ำสูงสุด 10 มิลลิเมตร / วัน หรือเท่ากับ 0.01 เมตร/วัน ใช้พื้นที่ส่งน้ำ 1 ไร่ หรือเท่ากับ 1,600 ตารางเมตร ซึ่งพื้นที่ 1 ไร่ ต้องการน้ำเท่ากับ 1,600 x 0.01 เท่ากับ 16 ลูกบาศก์เมตร/วัน จากตารางที่ 2.5 คูส่งน้ำมี Operation Efficiency เท่ากับ 0.80 ต้องการน้ำเท่ากับ 16/0.80 เท่ากับ 20 ลูกบาศก์เมตร/วัน เป็นค่าชลภาระในแปลงไร่นา (Water Duty) $= \frac{20}{24\times60\times60}$ ลูกบาศก์เมตร/วินาที

= 0.00023 ลูกบาศก์เมตร/วินาที

= 0.23 ลิตร/วินาที/ไร่

10. คำนวณปริมาณน้ำที่ต้องการส่งให้พื้นที่รับน้ำโดยใช้ค่าชลภาระของข้าวและนำปริมาณน้ำที่ได้มาออกแบบขนาดหน้าตัดแล้วจึงกำหนดเป็นลักษณะของคูส่งน้ำ

11. กำหนดตำแหน่งอาคารชลประทานภายในแนวคูส่งน้ำให้เหมาะสมกับระดับพื้นที่ โดยกำหนดตำแหน่งอาคารชลประทาน 3 ตำแหน่ง ได้แก่ กม.0+000 ของคูส่งน้ำ กำหนดเป็นอาคารท่อส่งน้ำเข้านาเนื่องจากต้องการรับน้ำจากคลองสายหลักเข้าสู่คูส่งน้ำ เพื่อส่งให้พื้นที่รับน้ำ กม.0+494 กำหนดเป็นท่อลอดถนนเนื่องจากมีถนนตัดผ่านแนวคูส่งน้ำ กม.1+140 กำหนดเป็นท่อปลายคูเนื่องจากเป็นจุดสิ้นสุดคูส่ง

12. ออกแบบอาคารชลประทาน ประกอบด้วย ท่อส่งน้ำเข้านา ท่อลอดถนน ท่อปลายคู โดยปริมาณน้ำที่ใช้ในการออกแบบอาคารชลประทานหาได้จากสมการของแมนนิ่ง (Manning's formula) และสมการอัตราการไหล หาปริมาณการไหลของคูส่งน้ำ

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n} \qquad (8)$$

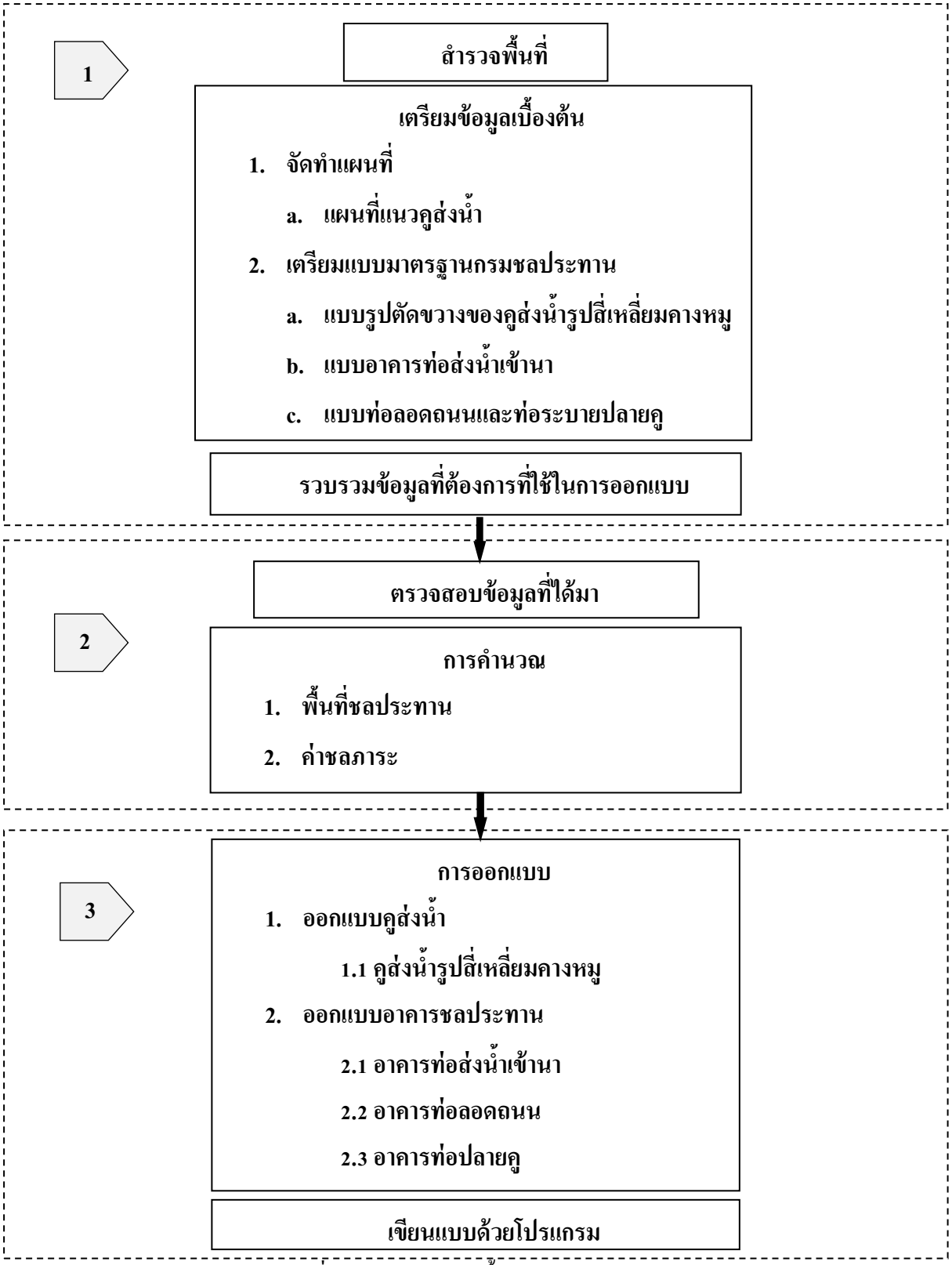
$$Q = AV \qquad (9)$$

เนื่องจากอาคารชลประทานทั้งหมดมีส่วนประกอบเป็นท่อจึงใช้ปริมาณการไหลของน้ำเพื่อหาค่าขนาดของท่อก่อนจะนำไปเลือกใช้ตามขนาดที่มีขายตามท้องตลาด และจะต้องตรวจสอบการสูญพลังงานภายในท่อ ณ ความเร็วใด ๆ ซึ่งมีพลังงานจลน์อยู่ พลังงานในส่วนนี้จะบอกอยู่ในรูปของเฮด (Head)

$$H_v = \frac{V^2}{2g} \qquad (10)$$

โดยในการออกแบบใช้แบบมาตรฐานของกรมชลประทานมาเป็นต้นแบบในการเขียนแบบของอาคารชลประทานต่าง ๆ

แผนผังวิธีดำเนินการ ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แผนผังแสดงขั้นตอนวิธีการดำเนินการ

บทที่ 4

ผลคำนวณและออกแบบ

จากการศึกษาการออกแบบคูส่งน้ำ ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ได้ผลการออกแบบเป็นดังนี้

4.1 ผลการวางแนวคูส่งน้ำและสำรวจพื้นที่

จากการวางแนวคูส่งน้ำจาก กม. 0+000 ที่พิกัด N 603798.189 E 1550798.773 จนถึง กม. 1+140 ที่พิกัด N 603297.5620 E 155015.4017 มีระยะทางทั้งหมดเท่ากับ 1,140 เมตร ดังแสดงในแบบแปลนแนวคูส่งน้ำ และแบบรูปตัดตามยาวคูส่งน้ำ ภาคผนวกที่ 3 หน้า 63 และ 64 จากการสำรวจพื้นที่พบว่าส่วนใหญ่พื้นที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่สำหรับการเลี้ยงสัตว์ ในการออกแบบวางแนวคูส่งน้ำ 1R-1L-1 ต้องมีการออกแบบอาคารชลประทาน ดังนี้

1 อาคารท่อส่งน้ำเข้านา	ตั้งอยู่ที่ กม. 0+000
2 อาคารท่อลอดถนน	ตั้งอยู่ที่ กม. 0+494
3 อาคารท่อปลายคู	ตั้งอยู่ที่ กม. 1+140

ในการคำนวณออกแบบคูส่งน้ำและอาคารชลประทาน จะใช้แบบมาตรฐานของกรมชลประทาน โดยมีหมายเลขแบบ ดังนี้

แบบมาตรฐานรูปตัดตามขวางคูส่งน้ำ	หมายเลขแบบ	มฐ 06-01-004
แบบมาตรฐานท่อส่งน้ำเข้านา	หมายเลขแบบ	จ. 09/2550-1-3-026
แบบมาตรฐานท่อลอดถนน	หมายเลขแบบ	จ. 09/2550-1-3-013
แบบมาตรฐานท่อปลายคูส่งน้ำ	หมายเลขแบบ	มฐ 04-24-001

แบบมาตรฐานดังกล่าวจะแสดงไว้ในภาคผนวกที่ 3 หน้า 65 ถึงหน้า 68

4.2 การออกแบบคูส่งน้ำ

1. ผลการคำนวณอัตราการไหลของคูส่งน้ำ

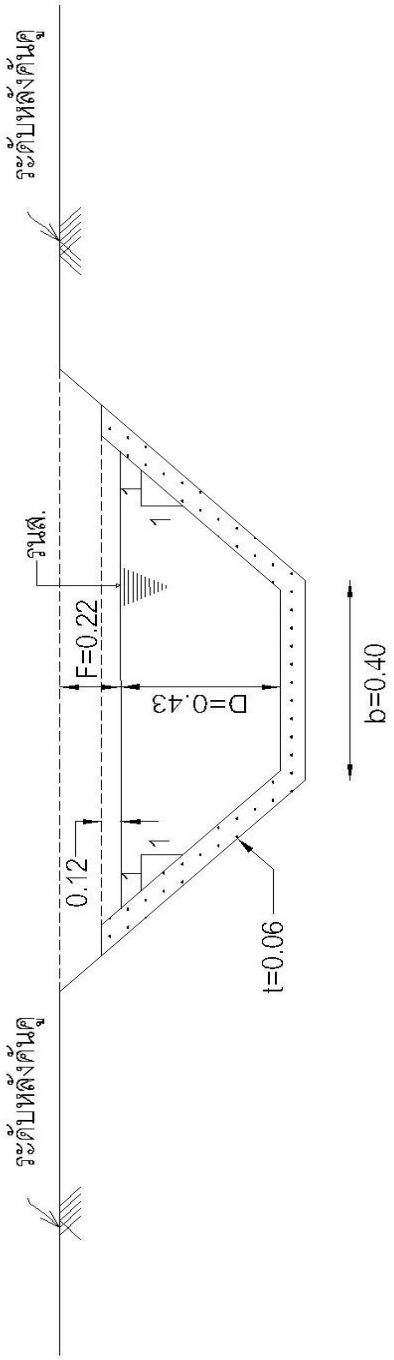
จากการคำนวณอัตราการไหลของคูส่งน้ำ (Q) เท่ากับ 0.090 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เนื่องจากคูส่งน้ำมีขนาดเล็กอัตราการไหลของคูส่งน้ำไม่มากจึงออกแบบให้มีหน้าตัดขนาดเดียวกันตลอดทั้งสาย ดังแสดงในตัวอย่างการคำนวณภาคผนวก 1 หน้า 1

2. ผลการคำนวณออกแบบรูปตัดคูส่งน้ำ

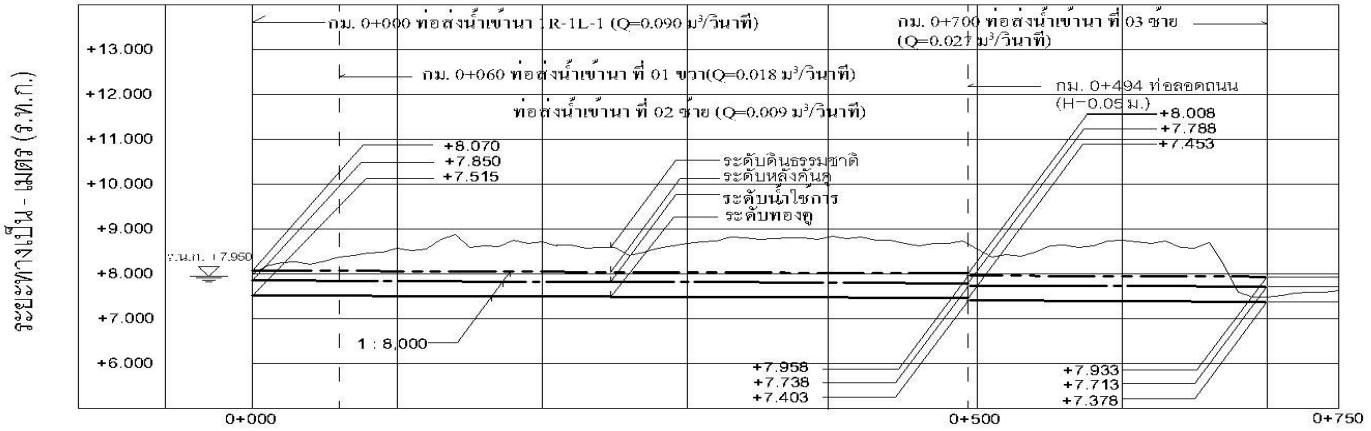
จากการคำนวณออกแบบรูปตัดคูส่งน้ำรูปสี่เหลี่ยมคางหมู มีความกว้างก้นคู (b) เท่ากับ 0.400 เมตร ความลึกน้ำมีค่า (d) เท่ากับ 0.430 เมตร ระยะเผื่อพ้นน้ำ (Freeboard) เท่ากับ 0.220 เมตร อัตราส่วนลาดด้านข้าง (ss) เท่ากับ 1:1 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของคอนกรีต (n) เท่ากับ 0.016 ความหนาของคอนกรีต (t) เท่ากับ 0.06 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.1

3 ผลการออกแบบคูส่งน้ำตามยาว

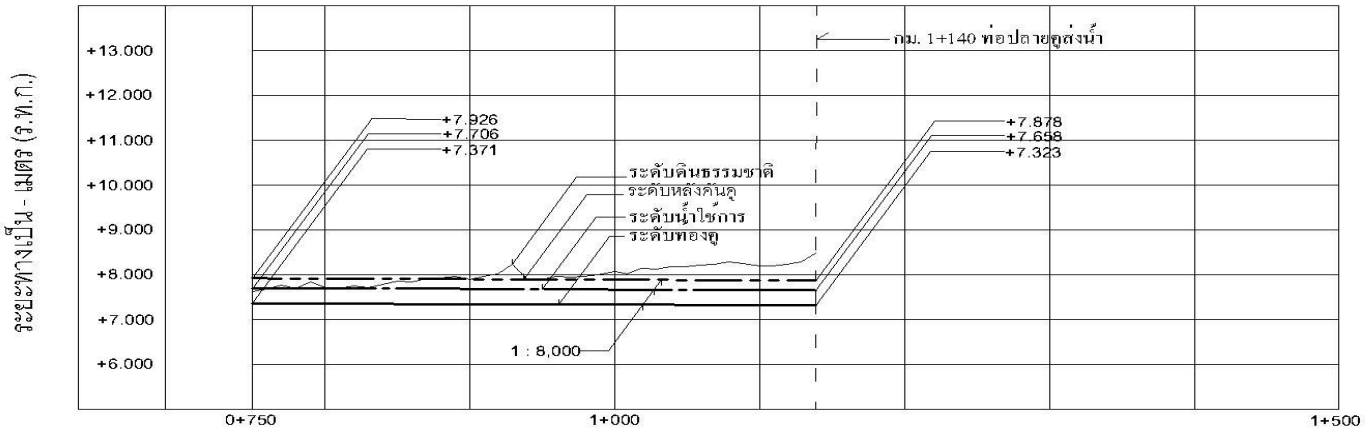
จากการออกแบบคูส่งน้ำตามยาว ได้อัตราส่วนความลาดของคูส่งน้ำตามยาว (S) เท่ากับ 1 : 8000 ในการออกแบบ กม. 0+494 มีท่อลอดถนน ดังนั้นได้ลดระดับ (Drop) ของท้องคลองลง 0.05 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 แสดงขนาดหน้าตัดคูส่งน้ำ



ระยะทางเป็น - กิโลเมตร



ระยะทางเป็น - กิโลเมตร

รูปตัดตามขวาง

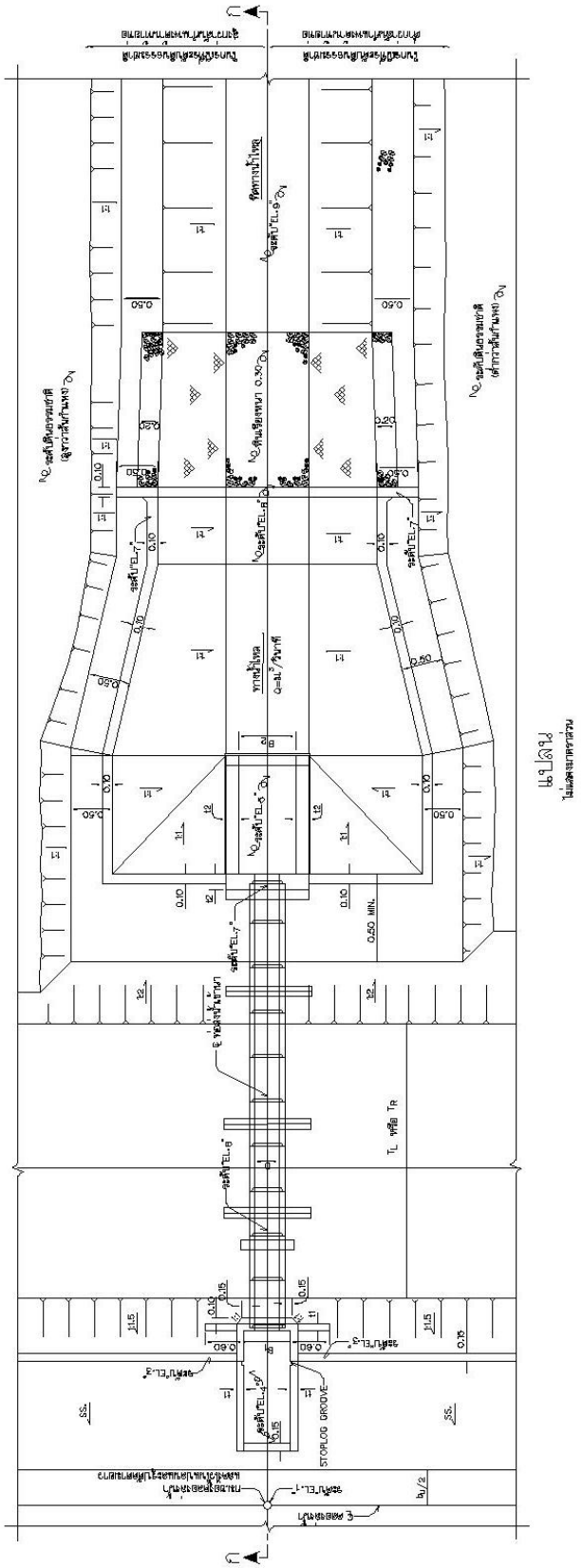
รูปที่ 4.2 แสดงรูปตัดตามยาวของคูส่งน้ำ 1R-1L-1

4.3 การออกแบบอาคารท่อส่งน้ำเข้านา

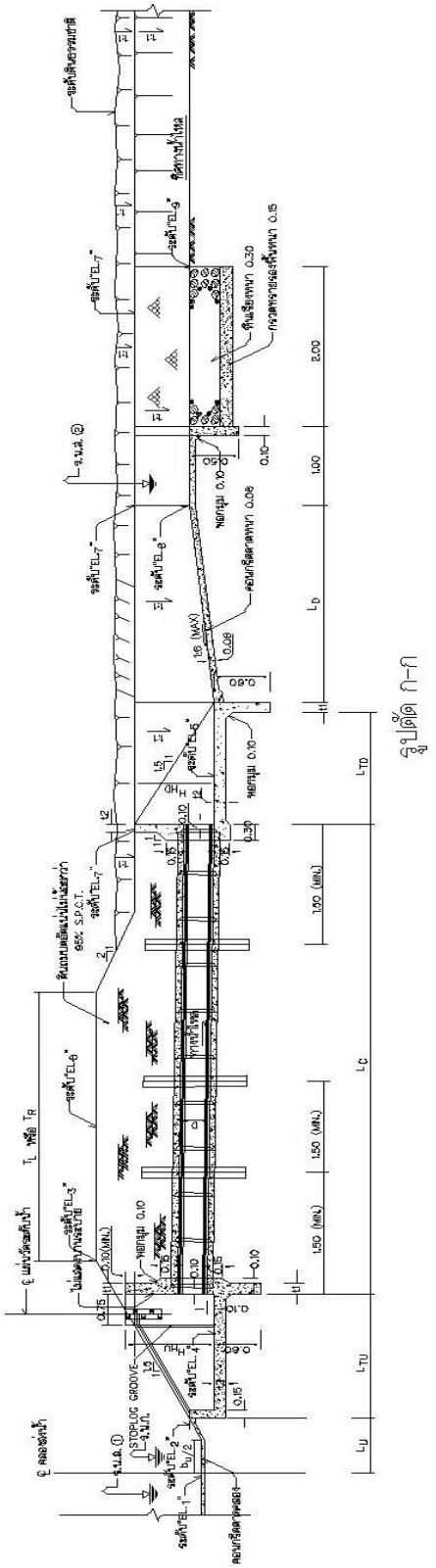
จากการออกแบบท่อส่งน้ำเข้านา ผลการคำนวณ ค่าระดับต่าง ๆของท่อส่งน้ำเข้านา แสดงในตารางที่ 4.1 และแสดงรายละเอียดในรูปที่ 4.3 และในรูปที่ 4.4

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าผลการคำนวนและค่าระดับต่าง ๆของท่อส่งน้ำเข้านา

รายการ	หน่วย
อัตราการไหล (Q)	0.090 ลบ.ม./วินาที
เส้นผ่าศูนย์กลาง (D)	0.500 เมตร
ความกว้างของช่วงต่อเชื่อมด้านปากท่อ (B_1)	0.800 เมตร
ความกว้างของช่วงต่อเชื่อมด้านหลัง (B_2)	0.700 เมตร
ความสูงกำแพงปากท่อ (H_{HU})	1.75 เมตร
ความสูงกำแพงหลังท่อ (H_{HD})	1.4 เมตร
ความยาวจากกึ่งกลางคลองสายหลักถึงจุดเริ่มต้นช่วงต่อเชื่อม (L_U)	0.517 เมตร
ความยาวท่อ (L_C)	11 เมตร
ความยาวช่วงต่อเชื่อมด้านท้ายท่อส่งน้ำเข้านา (L_{TD})	2.100 เมตร
ความยาวจากช่วงต่อเชื่อมด้านท้ายถึงปลายท่อส่งน้ำเข้านา (L_D)	3.120 เมตร
ร.น.ส.1	+8.070 ม.รทก.
ร.น.ก.	+7.950 ม.รทก.
ร.น.ส.2	+7.771 ม.รทก.
ระดับ “EL.1”	+7.515 ม.รทก.
ระดับ “EL.2”	+7.750 ม.รทก.
ระดับ “EL.3”	+8.395 ม.รทก.
ระดับ “EL.4”	+6.745 ม.รทก.
ระดับ “EL.5”	+6.821 ม.รทก.
ระดับ “EL.6”	+8.395 ม.รทก.
ระดับ “EL.7”	+8.221 ม.รทก.
ระดับ “EL.8”	+7.341 ม.รทก.
ระดับ “EL.9”	+7.341 ม.รทก.



รูปที่ 4.3 แปลนของท่อส่งน้ำเข้านา



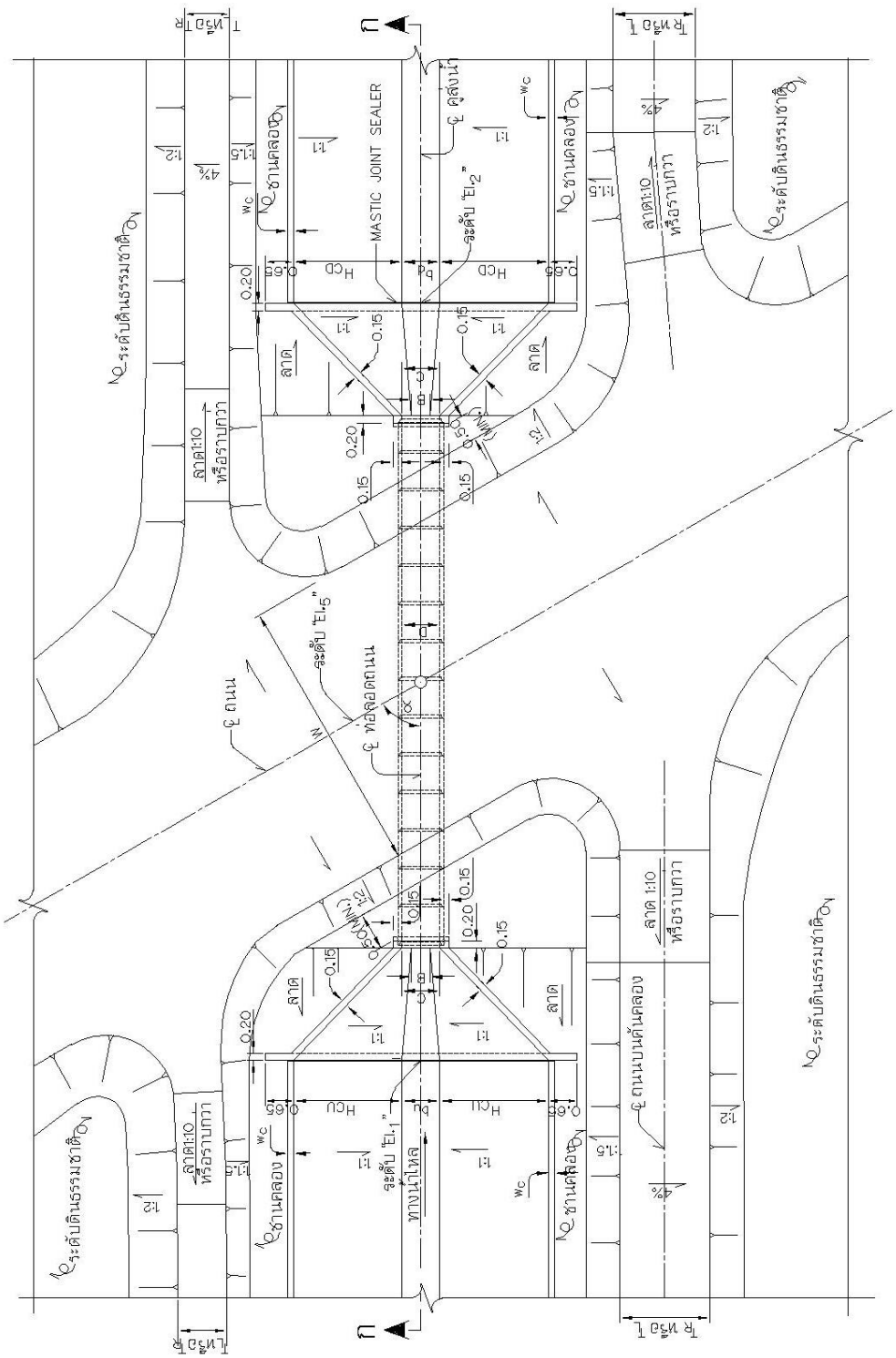
รูปที่ 4.4 รูปตัด ก-ก ของท่อส่งน้ำเข้านา

4.4 การออกแบบท่อลอดถนน

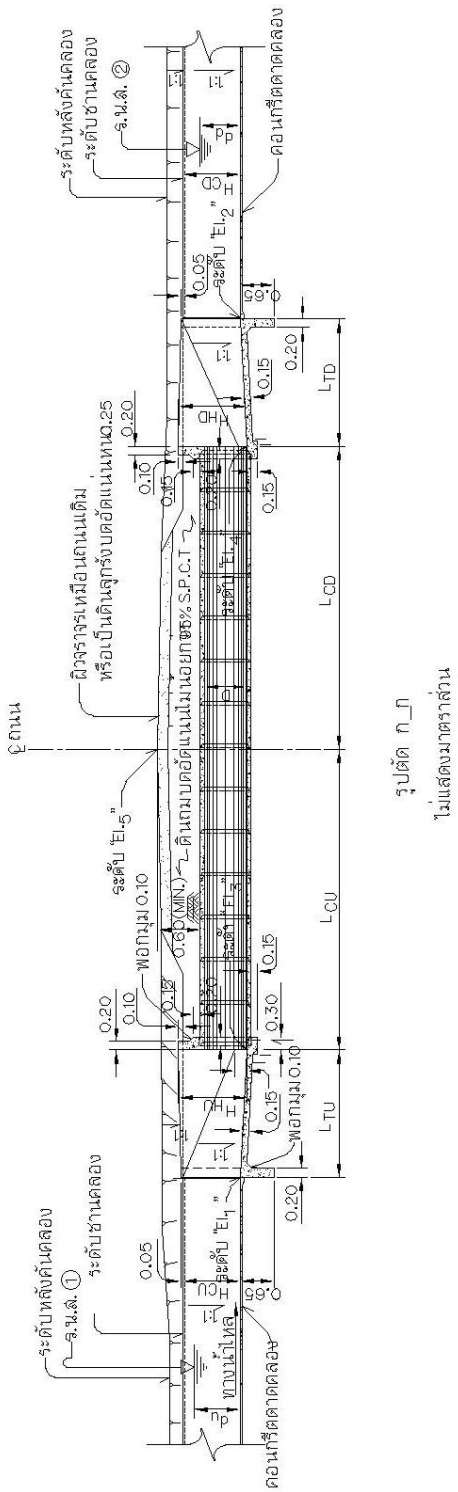
จากการออกแบบท่อลอดถนนโดยผลการคำนวณและค่าระดับต่าง ๆของท่อลอดถนนแสดงในตารางที่ 4.2 และแสดงรายละเอียดในรูปที่ 4.5 และในรูปที่ 4.6

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าระดับต่าง ๆของท่อลอดถนน

รายการ	หน่วย
อัตราการไหล (Q)	0.090 ลบ.ม./วินาที
เส้นผ่าศูนย์กลาง (D)	0.400 เมตร
ความกว้างของก้นคู (B)	0.400 เมตร
ความยาวท่อด้านเหนือน้ำ (L_{CU})	3.000 เมตร
ความยาวท่อด้านท้ายน้ำ (L_{CD})	3.000 เมตร
ความยาวของช่วงต่อเชื่อมด้านหน้าท่อส่งน้ำ (L_{TU})	1.000 เมตร
ความยาวช่วงต่อเชื่อมด้านท้ายท่อส่งน้ำ (L_{TD})	2.000 เมตร
ร.น.ส.1	+7.788 ม.รทก.
ร.น.ส.2	+7.738 ม.รทก.
ระดับ “EL.1”	+7.358 ม.รทก.
ระดับ “EL.2”	+7.308 ม.รทก.
ระดับ “EL.3”	+7.308 ม.รทก.
ระดับ “EL.4”	+7.278 ม.รทก.
ระดับ “EL.5”	+8.841 ม.รทก.



รูปที่ 4.5 แปลนของท่อลอดถนน



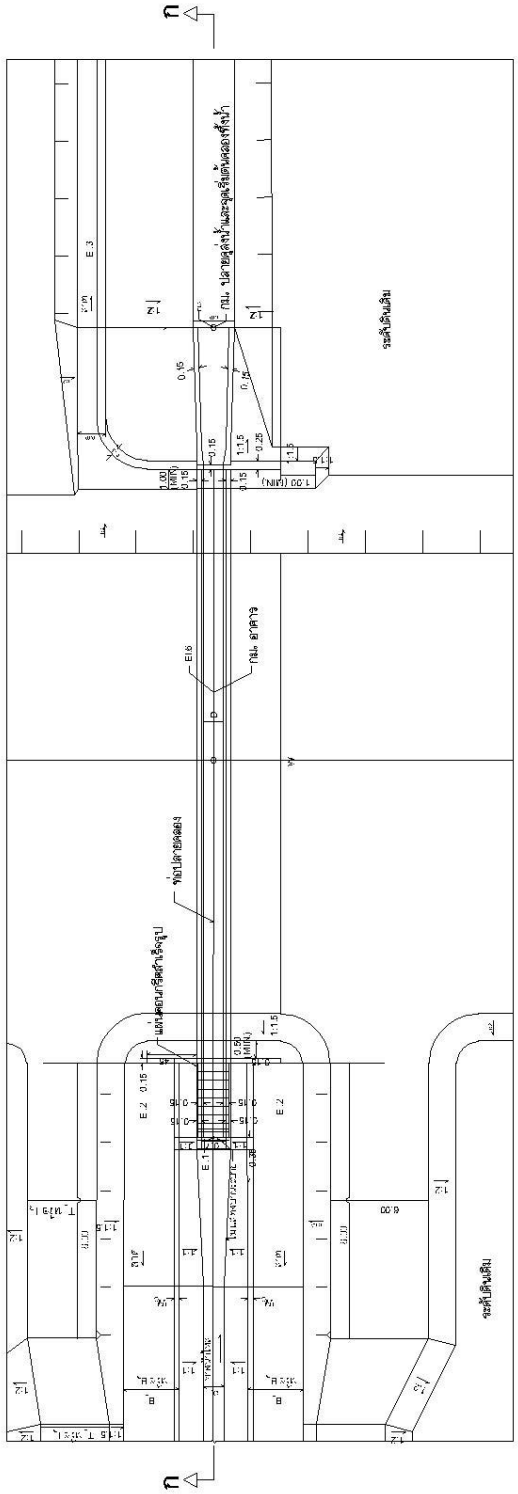
รูปที่ 4.6 รูปตัด ก-ก ของท่อลอดถนน

4.5 การออกแบบท่อปลายคูส่งน้ำ

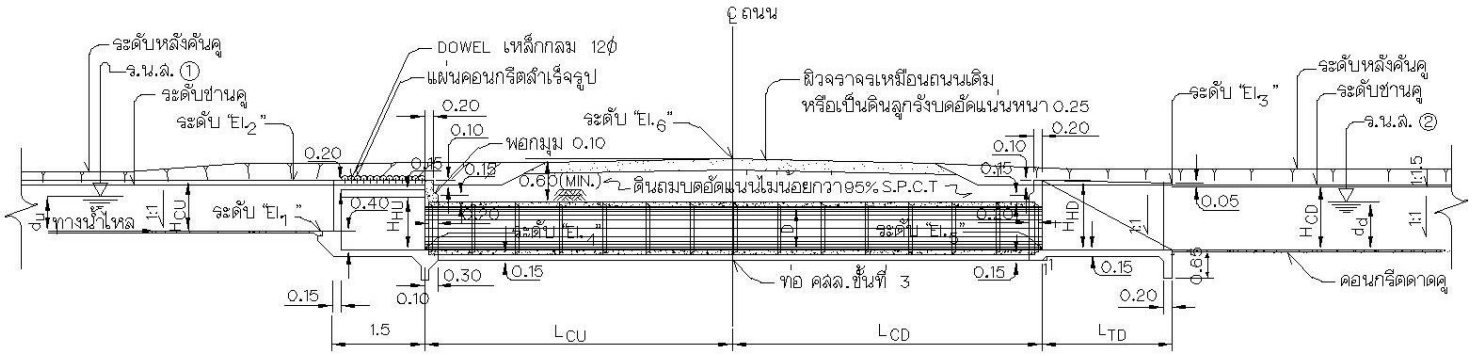
จากการออกแบบท่อปลายคูส่งน้ำโดยผลการคำนวณและค่าระดับต่าง ๆของท่อปลายคูส่งน้ำแสดงในตารางที่ 4.3 และแสดงรายละเอียดในรูปที่ 4.7 และในรูปที่ 4.8

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าระดับต่าง ๆของท่อปลายคูส่งน้ำ

รายการ	หน่วย
อัตราการไหล (Q)	0.030 ลบ.ม./วินาที
เส้นผ่าศูนย์กลาง (D)	0.300 เมตร
ความกว้างของก้นคู (B)	0.400 เมตร
ความลึกของน้ำ (d)	0.260 เมตร
ความสูงระยะพ้นน้ำ (Freeboard)	0.220 เมตร
ความยาวท่อจากปลายลาดถนนด้านเหนือน้ำถึงด้านท้ายน้ำ	12 เมตร
ความยาวท่อด้านเหนือน้ำ (L_{CU})	6.000 เมตร
ความยาวท่อด้านท้ายน้ำ (L_{CD})	6.000 เมตร
ความยาวของช่วงต่อเชื่อมด้านหน้าท่อส่งน้ำ (L_{TU})	1.500 เมตร
ความยาวช่วงต่อเชื่อมด้านท้ายท่อส่งน้ำ (L_{TD})	3.500 เมตร
ร.น.ส.1	+7.658 ม.รทก.
ร.น.ส.2	+6.638 ม.รทก.
ระดับ “EL.1”	+7.228 ม.รทก.
ระดับ “EL.2”	+8.058 ม.รทก.
ระดับ “EL.3”	+6.828 ม.รทก.
ระดับ “EL.4”	+6.828 ม.รทก.
ระดับ “EL.5”	+6.378 ม.รทก.
ระดับ “EL.6”	+8.550 ม.รทก.



รูปที่ 4.7 แปลนของท่อปลายคูส่งน้ำ



รูปตัด ก-ก

ไม่แสดงมาตราส่วน

รูปที่ 4.8 รูปตัด ก-ก ของท่อปลายคูส่งน้ำ

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการออกแบบคูส่งน้ำ ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ได้ทำการสำรวจและออกแบบได้ผลเป็นดังนี้

5.1 ที่ตั้งคูส่งน้ำ

จากการสำรวจพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบคูส่งน้ำภายใน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยใช้วิธีการลงพื้นที่สำรวจและการสำรวจจากแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งคูส่งน้ำ 1R-1L-1 มีที่ตั้งของปากคูส่งน้ำอยู่ที่พิกัด (ละติจูด 14° 01’ 33.1” เหนือ ลองจิจูด 99° 57’ 40.5” ตะวันออก) มีความยาวทั้งหมด 1,140 เมตร รับน้ำจากคลองสายหลัก 1L-1 โดยน้ำที่รับเข้าคลองสายหลักมาจากแหล่งกักเก็บน้ำ (บ่อ 1) ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

5.2 การออกแบบขนาดหน้าตัดคูส่งน้ำ

จากการออกแบบขนาดหน้าตัดคูส่งน้ำได้รูปร่างหน้าตัดของคูส่งน้ำเป็นแบบสี่เหลี่ยมคางหมู เนื่องจากอัตราการไหลของน้ำภายในคูส่งน้ำมีอัตราการไหลที่ไม่มาก ดังนั้นจึงออกแบบให้ขนาดหน้าตัดคูส่งน้ำขนาดเท่ากันตลอดความยาวทั้งหมดของคูส่งน้ำ

5.3 พื้นที่ที่ได้รับประโยชน์

เมื่อทำแบบการก่อสร้างแล้วเสร็จจะสามารถส่งน้ำให้กับพื้นที่ที่ได้รับประโยชน์ 328.972 ไร่

5.4 การออกแบบอาคารชลประทาน

จากการออกแบบอาคารชลประทานสำหรับการส่งน้ำให้แก่พื้นที่เพาะปลูกอย่างมีประสิทธิภาพ จึงออกแบบอาคารชลประทานทั้งหมด 3 อาคาร ดังนี้

1. อาคารท่อส่งน้ำเข้านา ตั้งอยู่ที่ กม. 0+000 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ เท่ากับ 0.500 เมตร ซึ่งท่อระบายปากคลองทำหน้าที่รับน้ำจากคลองสายหลักเข้ามายังคูส่งน้ำ

2. ท่อลอดถนน ตั้งอยู่ที่ กม. 0+494 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ เท่ากับ 0.400 เมตร

3. ท่อปลายคูส่งน้ำ ตั้งอยู่ที่ กม. 1+140 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ เท่ากับ 0.300 เมตร ออกแบบเพื่อระบายน้ำจากคูส่งน้ำออกไปยังคลองธรรมชาติและส่งน้ำให้แก่พื้นที่รับน้ำได้

5.5 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการสำรวจพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ยังไม่มีระบบส่งน้ำไปถึง

2. ควรมีการคำนวณปริมาณงานดินขุด ดินถม เนื่องจากระดับดินไม่มีความสม่ำเสมอตลอดทั้งแนวคลองจึงควรปรับระดับดินเพื่อทำให้การก่อสร้างสะดวกมากขึ้น

3. บางพื้นที่มีระดับสูงกว่าคูส่งน้ำที่ออกแบบทำให้ไม่สามารถส่งน้ำแบบแรงโน้มถ่วงไม่ได้ เพราะฉะนั้นจึงควรใช้วิธีการส่งน้ำแบบอื่นแทน

เอกสารอ้างอิง

กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2538**. วิธีการพิจารณาการออกแบบทั่วไป**. มาตรฐานและคู่มือการออกแบบอาคารชลประทานในระบบส่งน้ำและระบายน้ำ

กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2545. **เกณฑ์ในการออกแบบ (Design Criteria) ระบบชลประทานในแปลงไร่นาประเภทงานคันคูน้ำ.** คู่มือการออกแบบระบบชลประทานในแปลงนากรมชลประทาน

กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. มปป. **งานสำรวจรายละเอียดภูมิประเทศ**. คู่มือปฏิบัติงานกระบวนการหลักการสำรวจทำแผนที่ทางพื้นดิน กรมชลประทาน

กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2547. **การคำนวณค่าชลภาระในการออกแบบระบบน้ำ.** มาตรฐานการคำนวณออกแบบระบบส่งน้ำและระบายน้ำ

ยุทธนา ตาละลักษณ์. 2556. **การออกแบบคลองส่งน้ำ**. เอกสารประกอบการสอนการออกแบบคลองและอาคารในคลองส่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สันติ ทองพำนัก. 2555. **การออกแบบและใช้แบบมาตรฐานท่อส่งน้ำเข้านา**. ตัวอย่างการออกแบบอาคารในคลองส่งน้ำ เอกสารประกอบการสอนการออกแบบคลองและอาคารส่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สันติ ทองพำนัก. 2555. **ท่อส่งน้ำเข้านา**. เกณฑ์การออกแบบอาคารในคลองส่งน้ำ เอกสารประกอบการสอนการออกแบบคลองและอาคารส่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Aisenbrey, Hayes, Warren, Winsett, Yong. 1978. DESIGN OF SMALL CANAL STRUCTURES

United States Deparment Of The Interior. 1967. Canal And Related Structures , Office Of Chief Engineer Denver Colorado.

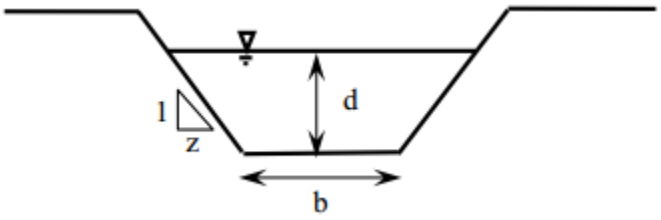
ภาคผนวกที่ 1

1.1 การคำนวณออกแบบคู

ตารางที่ 1.1 แสดงปริมาณน้ำของพื้นที่รับน้ำ

ระยะทาง (กม.)		พื้นที่ส่งน้ำเลขที่		เนื้อที่รับน้ำ (ไร่)		ปริมาณน้ำประจำพื้นที่รับน้ำ	ปริมาณน้ำที่ต้องส่ง
จาก	ถึง	R	L	ทั้งหมด	ชป.	(ลูกบาศก์เมตร/วินาที)	(ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
0+000	0+060						0.068
0+060	0+494	1		97.683	78.146	0.018	0.051
			2	49.575	39.660	0.009	0.050
0+700	1+140	3		146.303	117.042	0.027	0.014
1+140		5		73.463	58.770	0.014	0.000
รวม				367.024	293.619	0.068	

จาก ก.ม. 0+000 ถึง ก.ม. 1+140 ปริมาณน้ำที่จะต้องส่ง = 0.068 ม.^{3}/วินาที ออกแบบให้มีหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมคางหมูดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1.1 หน้าตัดคูส่งน้ำ

สมมติให้

b = 0.4 เมตร

d = 0.43 เมตร

A = (b + z(d)) d

= [0.4 + 1(0.43)] 0.43

= 0.357 ม.^{2}

P = $b+2d\sqrt{1+z^2}$

= $0.4+2\times0.43\sqrt{1+1^2}$

= 1.616 เมตร

R = A / P

= 0.357 / 1.616

= 0.221 เมตร

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

= $\frac{1}{0.016}\times0.221^{2/3}\times\frac{1}{8000}^{1/2}$

= 0.255 เมตร/วินาที

Q = A V

= 0.357 x 0.255

= 0.091 ม.^{3}/วินาที > $Q_{required}$

b/d = 0.4 / 0.43

= 0.930 อยู่ระหว่าง 0.5 – 2.0

1.2 การคำนวณออกแบบอาคารท่อส่งน้ำเข้านา

อัตราการไหลในคูส่งน้ำ	Q	=	0.090	ม.^{3}/วินาที
ระดับน้ำสูงสุดในคูส่งน้ำ	ร.น.ส.1	=	+8.070	ม.รทก.
ระดับน้ำเก็บกักในคูส่งน้ำ	ร.น.ก.	=	+7.950	ม.รทก.
ระดับก้นคู	ระดับ"El.1"	=	+7.515	ม.รทก.
ระดับชานคู	ระดับ" El.3"	=	+8.395	ม.รทก.
ระดับหลังคันคู	ระดับ" El.6"	=	+8.395	ม.รทก.
ระดับดินธรรมชาติ	ระดับดินเดิม	=	+7.471	ม.รทก.
ความกว้างก้นคู	b_u	=	0.400	ม.
ความลึกของน้ำในคู	d_u	=	0.430	ม.
ความสูงของคันคู	H_u	=	0.880	ม.
ความกว้างของชานคูฝั่งซ้ายหรือขวา	B_L หรือ B_R	=	0.000	ม.
ความกว้างของหลังคันคูฝั่งซ้ายหรือขวา	T_L หรือ T_R	=	10 หรือ 4	ม.

Q = 0.090 ม.^{3}/วินาที

D = 0.500 ม.

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} = 0.196 \text{ ม.}^2$$

$$V_P = \frac{Q}{A} = 0.460 \text{ ม. / วินาที} < 1.5 \text{ ม. / วินาที}$$ **OK**

$$H_{VP} = \frac{V^2}{2*g} = 0.011 \text{ ม.}$$

n = 0.014

$$S_f = \frac{n^2 * Vp^2}{0.1575 * D^{\frac{4}{3}}} = 0.001$$

กำหนดใช้ D = 0.500 ม. จะได้ค่า B_1 และ B_2 ดังตารางที่

ตารางที่ 1.2 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า D และB1,B2

D(m)	**0.3**	**0.4**	**0.5**	**0.6**
B_1 (m)	**0.75**	**0.75**	**0.8**	**0.9**
B_2 (m)	**0.5**	**0.6**	**0.7**	**0.8**

กำหนดขนาดของ t_1 และ t_2 จาก $H_{HD} - H_{HU}$ โดยจะเท่ากับ 1.40 – 1.75

ตารางที่ 1.3 แสดงความหนา Cutoff ของคอนกรีต

H_{HD} - H_{HU}	t_1	t_2
<1.50 – 1.50	**0.15**	**0.15**
1.51 – 2.00	**0.15**	**0.20**
20.1 – 2.50	**0.20**	**0.20**

H_A = $\frac{Q}{(1.71*B1)^{\frac{2}{3}}}$ = 0.163 m

เลือก H_A = 0.2 ม.

คำนวณระดับ" El.4" จากน้ำท่วมปากท่อ

ระดับ" El.4" = ร.น.ก. – ($1.78H_{VP}$+0.08) – D – 0.10 = +7.251 ม.รทก.

คำนวณระดับ" EL.4" จากดินทับหลังท่อไม่น้อยกว่า 0.90 ม.

ระดับ" El.4" = ระดับ" El.6" – 0.90 – ความหนาท่อ – D -0.10 = +6.745 ม. รทก.

เลือกใช้ระดับ" El.4"ที่ต่ำสุด = +6.745 ม.รทก.

คำนวณระดับ" El.2" สูงสุด = ร.น.ก. - H_A = +7.750 ม.รทก.

คำนวณระดับ" El.2" ต่ำสุด = ระดับ" El.1" = +7.515 ม.รทก.

เลือกใช้ ระดับ" El.2"ที่สูงสุด = +7.750 ม.

L_U = 0.5 b_u + 1.5(ระดับ" El.2" - ระดับ" El.1") = 0.603 ม.

L_{TU} = 1.5(ระดับ" El.3" - ระดับ" El.2") = 0.517 ม.

L_C = B_M + 3(ระดับ" EL.6") – 1.5(ระดับ" El.3") + T_LหรือT_R – 1.5(ระดับ" El.7")
+ 0.5(MIN)

L_C	=	10.761 ม.	เลือกใช้ L_C	=	11 ม.	
H_{HU}	=	ระดับ" El.3" - ระดับ" El.4" + 0.10		=	1.750	ม.
H_L	=	$0.78H_{VP} + S_fL_C + 1.0H_{VP}$		=	0.031	ม.
ร.น.ส.2	=	ร.น.ก. – H_L		=	+7.919	ม.รทก.
ร.น.ส.2	=	ระดับดินเดิม + 0.30		=	+7.771	ม.รทก.

เลือกใช้ ร.น.ส.2ที่ต่ำสุด = +7.771 ม.รทก.

คำนวณระดับ" El.5" จากความลึกน้ำท่วมปากท่อ

ระดับ" El.5"	=	ร.น.ส.2 – D – 0.05	=	+7.221	ม.รทก.

คำนวณระดับ" El.5" จากระดับ" EL.4"

ระดับ" El.5"	=	ระดับ" El.4" – 0.10	=	+6.845	ม.รทก.

คำนวณระดับ" El.5" จากค่า H_{HD} ต่ำสุด

ระดับ" El.5"	=	ร.น.ส.2 + 0.20 – 0.65 – D	=	+6.821	ม.รทก.

เลือกใช้ ระดับ" El.5"ที่ต่ำสุด = +6.821 ม.รทก.

ระดับ" El.7"	=	ร.น.ส.2 + Freeboard	=	+8.221	ม.รทก.
H_{HD}	=	ระดับ" El.7" - ระดับ" El.5"	=	+1.400	ม.รทก.
L_{TD}	=	$1.5H_{HD}$	=	+2.100	ม.รทก.
ระดับ" El.9"	=	ร.น.ส.2 - d_u	=	+7.341	ม.รทก.
ระดับ" El.9"	=	ระดับ" El.8"	=	+7.341	ม.รทก.
L_D	=	6 (ระดับ" El.8" - ระดับ" El.5")	=	+3.120	ม.รทก.

1.3 การคำนวณท่อลอดถนน

ข้อมูลคู	**U/S canal**	**D/S canal**
ปริมาณน้ำ (ม^3./วินาที)	0.09	0.09
ความเร็ว (ม./วินาที)	0.277	0.277
ลาดตลิ่ง	1:1	1:1
ความกว้างก้นคู (ม.)	0.40	0.40
ความลึกของน้ำ (ม.)	0.43	0.43
Freeboard (ม.)	0.22	0.22
ระดับหลังคันฝั่งซ้าย (ม.รทก.)	+8.008	+7.958
ระดับหลังคันฝั่งขวา (ม.รทก.)	+8.008	+7.958
ระดับน้ำสูงสุด (ม.รทก.)	+7.788	+7.738
ระดับก้นคู(ม.รทก.) El.1, El.2	+7.358	+7.308
รนส.1	+7.788	
รนส.2		+7.738
ระดับหลังถนน El.5	+8.841	

ความเร็วสูงสุดที่ยอมให้ใช้ในท่อ			1.2	ม./วินาที
พื้นที่หน้าตัดท่อที่ต้องการ	A	=	$\frac{Q}{V}$	
		=	$\frac{0.09}{1.2}$	
		=	0.075	ม.^{2}
	D	=	$\left(\frac{4A}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}}$	
		=	$\left(\frac{4\times0.075}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}}$	
		=	0.309	ม.
เลือกใช้ขนาดท่อϕ			0.4	ม.
พื้นที่หน้าตัดท่อ			0.126	ม.^{2}
ความเร็วของน้ำในท่อ	Vp	=	$\frac{0.09}{0.126}$	
		=	0.72	ม./วินาที
	h_{vp}	=	$\frac{0.72^2}{2\times9.81}$	
		=	0.026	ม.
	h_{vc}	=	$\frac{0.227^2}{2\times9.81}$	
		=	0.0026	ม.
	Δh_v	=	0.026-0.0026	
		=	0.023	ม.

$1.5\Delta h_v$ = 1.5×0.023

= 0.035 < 0.08 ม.

เมื่อระยะ Seal ที่คำนวณได้น้อยกว่า 0.08 จึงเลือกใช้ระยะ 0.08 ม. ในการก่อสร้าง

ดังนั้น ระดับ El.3 = 7.788-0.08-0.4

= +7.308 ม.รทก.

Freeboard ที่ cutoff wall 0.30 ม.

Freeboard ที่ head wall = 1.2×0.3

= 0.36 ม.

เลือกใช้ 0.4 ม.

Inlet transition ระดับกำแพง Cutoff = 7.788+0.3

= +8.088 ม.รทก.

ระดับกำแพง Head wall = 7.788+0.4

= +8.188 ม.รทก.

Outlet transition ระดับกำแพง Cutoff = 7.738+0.3

= +8.038 ม.รทก.

ระดับกำแพง Head wall = 7.738+0.4

= +8.138 ม.รทก.

ความยาวท่อจากปลายลาดถนนด้านเหนือน้ำถึงด้านท้ายน้ำ

= $\left(1\times\left(8.841\text{-}8.188\right)\right)+4+\left(1\times\left(8.841\text{-}8.138\right)\right)$

= 5.356 ม.

เผื่อระยะห่างจากปลายลาดท่อถึง Head wall พอสมควร จึงใช้ท่อยาวทั้งหมด จึงใช้ท่อยาวทั้งหมด 6 ม.

ดังนัน L_{CU} 3 ม.

L_{CD} 3 ม.

ถ้าหนดให้ความลาดท่อต้องไม่น้อยกว่า 0.005 ม.

ดังนั้น ระดับ El.4 ต่ำกว่า El.3 = 0.005×6

= 0.03 ม.

เพื่อความสะดวกในการก่อสร้างจึงใช้ค่า 0.03 ม.

ระดับ El.4 = 7.308-0.03

= +7.278 ม.รทก.

ความสูงของน้ำท่วมปลายท่อ = $7.738-(7.278+0.4)$

= $+0.06 \leq \frac{1}{6} \times 0.4$ ม.รทก.

การออกแบบ Transition ;ต้องการให้มุมผิวน้ำของ Inlet และ Outlet Transition เป็น 27.5 และ 22.5 ตามลำดับ

ความยาว Inlet Transition = $\left(\frac{\frac{0.4}{2} + 0.43 \times 1 - \frac{0.4}{2}}{\tan(27.5)}\right)$

= 0.826 ม.

เลือกใช้ L_{TU} 1 ม.

ลาดพื้น Inlet Transition = $\frac{7.358-7.308}{1}$

= $0.05 < \frac{1}{4}$

ความยาว Outlet Transition = $\left(\frac{\frac{0.4}{2}+0.43\times 1-\frac{0.4}{2}}{\tan(22.5)}\right)$

= 1.038 ม.

เลือกใช้ L_{TD} 2 ม.

ลาดพื้น Outlet Transition = $\frac{7.308-7.258}{2}$

= $0.025 < \frac{1}{6}$

การตรวจสอบ Head Loss ทั้งหมดประกอบด้วย Inlet Loss, Pipe Friction Loss และ Outlet Loss

Inlet Loss = 0.023×0.4

= 0.0092 ม.

Outlet Loss = 0.023×0.7

= 0.016 ม.

sf = $\left(\frac{0.72\times 0.018}{\left(\frac{0.4}{4}\right)^{\frac{2}{3}}}\right)^{2}$

= 0.0036

Pipe Friction Loss = 0.0036×6

= 0.022 ม.

Total head Loss = 0.0092+0.016+0.022

= 0.047 ม.

คูมี Head อยู่	=	7.788-7.738
	=	0.05 ม.
ความสูงของดินทับหลังท่อ	=	8.841-(7.308+0.4+0.06)
	=	1.073 > 0.6

1.4 ท่อปลายคูส่งน้ำ

ข้อมูลคูส่งน้ำ	**U/S canal**
ปริมาณน้ำ (ม3./วินาที)	0.03
ความเร็ว (ม./วินาที)	0.176
ลาดตลิ่ง	1:1
ความกว้างก้นคู (ม.)	0.40
ความลึกของน้ำ (ม.)	0.26
Freeboard (ม.)	0.22
ระดับหลังคันฝั่งซ้าย (ม.รทก.)	+8.484
ระดับหลังคันฝั่งขวา (ม.รทก.)	+8.484
ระดับน้ำสูงสุด (ม.รทก.)	+7.658
ระดับก้นคู (ม.รทก.)	+7.228
รนส.1	+7.658
ระดับหลังถนน El.6	+8.550

ความเร็วสูงสุดที่ยอมให้ใช้ในท่อ			1.2	ม./วินาที
พื้นที่หน้าตัดท่อที่ต้องการ	A	=	$\frac{Q}{V}$	
		=	$\frac{0.03}{1.2}$	
		=	0.025	ม.^{2}
	D	=	$\left(\frac{4A}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}}$	
		=	$\left(\frac{4\times0.025}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}}$	
		=	0.178	ม.
เลือกใช้ขนาดท่อϕ			0.3	ม.
พื้นที่หน้าตัดท่อ			0.071	ม.^{2}
ความเร็วของน้ำในท่อ	Vp	=	$\frac{0.03}{0.071}$	
		=	0.423	ม./วินาที
	h_{vp}	=	$\frac{0.423^2}{2\times9.81}$	
		=	0.0092	ม.
	h_{vc}	=	$\frac{0.176^2}{2\times9.81}$	
		=	0.00158 ม.	

Δh_v = 0.0092-0.00158

= 0.0076 ม.

$1.5\Delta h_v$ = 1.5×0.0076

= 0.011 < 0.08 ม.

เมื่อระยะ Seal ที่คำนวณได้น้อยกว่า 0.08 จึงเลือกใช้ระยะ 0.08 ม. ในการก่อสร้าง

ดังนัน ระดับ El.1 = +7.228 ม.รทก.

Freeboard ที่ cutoff wall 0.30 ม.

Freeboard ที่ head wall = 1.2×0.3

= 0.36 ม.

ใช้ 0.4 ม.

Inlet transition ระดับกำแพง Cutoff = 7.658+0.3

= +7.958 ม.รทก.

ระดับกำแพง Head wall = 7.658+0.4

= +8.058 ม.รทก.

Outlet transition ระดับกำแพง Cutoff = 6.688+0.3

= +6.988 ม.รทก.

ระดับกำแพง Head wall = 6.688+0.4

= +7.088 ม.รทก.

ระดับ El.2 = +8.058 ม.รทก.

ระดับ El.4 = 7.228-0.4

= +6.828 ม.รทก.

ความยาวท่อจากปลายลาดถนนด้านเหนือน้ำถึงด้านท้ายน้ำ

$= \left(1\times\left(8.550\text{-}8.058\right)\right)+10+\left(1\times\left(8.550\text{-}7.088\right)\right)$

= 11.954 ม.

เผื่อระยะห่างจากปลายลาดท่อถึง Head wall พอสมควร จึงใช้ท่อยาวทั้งหมด จึงใช้ท่อยาวทั้งหมด 12 ม.

ดังนัน L_{CU} 6 ม.

L_{CD} 6 ม.

กำหนดให้ความลาดท่อต้องไม่น้อยกว่า 0.005 ม.

ดังนั้น ระดับ El.4 ต่ำกว่า El.5 = 0.005×12

= 0.06 ม.

เพื่อความสะดวกในการก่อสร้างจึงใช้ค่า 0.45 ม.

ระดับ El.5 = 6.828-0.45

= +6.378 ม.รทก.

ระดับ El.3 = 6.378+0.45

= +6.828 ม.รทก.

รนส.2 = 6.378+0.26

= +6.638 ม.รทก.

ความสูงของน้ำท่วมปลายท่อ = $6.688\text{-}\left(6.378+0.3\right)$

= $+0.01 \leq \frac{1}{6}\times 0.3$ ม.รทก.

การออกแบบ Transition ต้องการให้มุมผิวน้ำ Outlet Transition เป็น 22.5 ตามลำดับ

ความยาว Inlet Transition 1.5 ม.

ความยาว Outlet Transition $= \left(\frac{\frac{0.4}{2} + 0.26 \times 1 - \frac{0.3}{2}}{\tan(22.5)} \right)$

$= 0.7484$ ม.

เลือกใช้ L_{TD} 3.5 ม.

ลาดพื้น Outlet Transition $= \frac{6.828-6.278}{3.5}$

$= 0.157 < \frac{1}{6}$

การตรวจสอบ Head Loss ทั้งหมดประกอบด้วย Inlet Loss, Pipe Friction Loss และ Outlet Loss

Inlet Loss $= 0.0076 \times 0.4$

$= 0.00304$ ม.

Outlet Loss $= 0.0076 \times 0.7$

$= 0.005$ ม.

sf $= \left(\frac{0.42 \times 0.018}{\left(\frac{0.3}{4}\right)^{\frac{2}{3}}} \right)^2$

$= 0.0018$

Pipe Friction Loss $= 0.0018 \times 12$

$= 0.022$ ม.

Total head Loss	=	0.000304+0.005+0.022
	=	0.031 ม.
คลองมี Head อยู่	=	7.658-6.688
	=	0.970 ม.
ความสูงของดินทับหลังท่อ	=	8.550-(7.228+0.3+0.06)
	=	0.962 > 0.6

ภาคผนวก 2

2.1 คุณสมบัติของคูส่งน้ำ

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติของคูส่งน้ำ

Q	A	V	R	n	S	ss	b	d	t	F	TL	TR
0.091	0.357	0.255	0.221	0.016	1:8000	1:1	0.4	0.43	0.06	0.12	4	10

2.2 คุณสมบัติของท่อส่งน้ำเข้านา กม.0+000

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติของท่อส่งน้ำเข้านา กม.0+000

Type	D	b_u	B_1	B_2	t_1	t_2	T_L	T_R	L_U	L_{TU}	L_C	L_{TD}	L_D	H_{HU}	H_{HD}
ก	0.5	0.5	0.8	0.7	0.06	0.2	10	4	0.603	0.517	10.761	2.1	3.12	1.75	1.4

2.3 คุณสมบัติของทท่อลอดถนน กม.0+494

ตารางที่ 2.3 แสดงคุณสมบัติของท่อลอดถนน กม.0+494

Type	D	B	C	H_{HU},H_{HD}	tc	bu	H_{CU},H_{CD}	W	du,dd	L_{TU}	L_{TD}	L_{CU}	L_{CD}
ก	0.4	0.16	0.4	0.65	0.06	0.4	0.55	4	0.43	1	2	3	3

2.4 คุณสมบัติของทท่อปลายคู กม.1+140

ตารางที่ 2.4 แสดงคุณสมบัติของท่อปลายคู กม.1+140

Type	D	H_{HU},H_{HD}	BL,BR	bu	tc	H_{CU},H_{CD}	W	du,dd	L_{TU}	L_{TD}	L_{CU}	L_{CD}
ก	0.3	1.23	0.88	0.4	0.06	0.48	10	0.26	1.5	3.5	6	6

2.5 ข้อมูลระดับดินธรรมชาติ

ตารางที่ 2.5 แสดงค่าระดับดินธรรมชาติตั้งแต่ กม. 0+000 ถึง กม. 1+140

กม.	ม.รทก.	กม.	ม.รทก.
0+000	+8.000	0+290	+8.620
0+010	+8.178	0+300	+8.684
0+020	+8.247	0+310	+8.719
0+030	+8.261	0+320	+8.729
0+040	+8.215	0+330	+8.821
0+050	+8.292	0+340	+8.794
0+060	+8.370	0+350	+8.758
0+070	+8.415	0+360	+8.777
0+080	+8.465	0+370	+8.794
0+090	+8.475	0+380	+8.809
0+100	+8.567	0+390	+8.767
0+110	+8.517	0+400	+8.831
0+120	+8.559	0+410	+8.782
0+130	+8.769	0+420	+8.822
0+140	+8.879	0+430	+8.750
0+150	+8.584	0+440	+8.755
0+160	+8.620	0+450	+8.684

กม.	ม.รทก.	กม.	ม.รทก.
0+170	+8.613	0+460	+8.628
0+180	+8.742	0+470	+8.669
0+190	+8.681	0+480	+8.675
0+200	+8.709	0+490	+8.729
0+210	+8.629	0+500	+8.550
0+220	+8.634	0+510	+8.372
0+230	+8.566	0+520	+8.422
0+240	+8.587	0+530	+8.391
0+250	+8.581	0+540	+8.484
0+270	+8.486	0+560	+8.639
0+280	+8.560	0+570	+8.589
0+580	+8.630	0+880	+7.933
0+590	+8.721	0+890	+7.969
0+600	+8.744	0+900	+7.900
0+610	+8.714	0+910	+7.977
0+620	+8.678	0+920	+8.030
0+630	+8.731	0+930	+8.236
0+640	+8.588	0+940	+7.910
0+650	+8.563	0+950	+7.903
0+660	+8.701	0+960	+7.963
0+670	+8.188	0+970	+7.944
0+680	+7.587	0+980	+7.963
0+690	+7.473	0+990	+8.007
0+700	+7.471	1+000	+8.081
0+710	+7.518	1+010	+8.027
0+720	+7.575	1+020	+8.148
0+730	+7.586	1+030	+8.134
0+740	+7.579	1+040	+8.184

กม.	ม.รทก.	กม.	ม.รทก.
0+750	+7.624	1+050	+8.184
0+760	+7.684	1+060	+8.214
0+770	+7.771	1+070	+8.236
0+780	+7.697	1+080	+8.288
0+790	+7.840	1+090	+8.256
0+800	+7.714	1+100	+8.205
0+810	+7.710	1+110	+8.199
0+820	+7.751	1+120	+8.234
0+830	+7.717	1+130	+8.284
0+840	+7.787	1+140	+8.484
0+850	+7.859		
0+860	+7.839		
0+870	+7.916		

ภาคนวก 3

3.1 แบบแปลนคูส่งน้ำ **63**

3.2 แบบรูปตัดตามยาวคูส่งน้ำ **64**

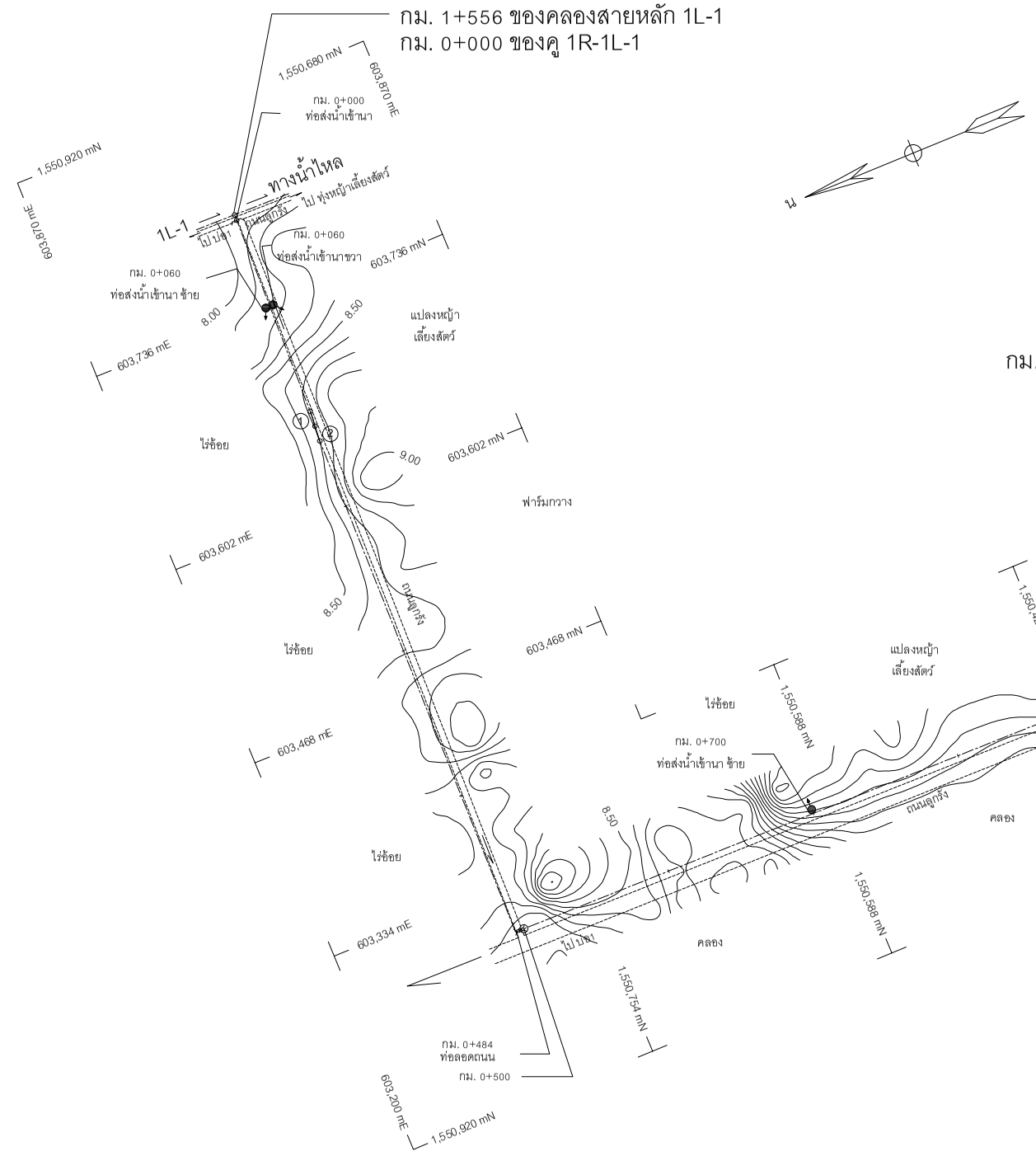
3.3 แบบมาตรฐานคูส่งน้ำ **65**

3.4 แบบมาตรฐานอาคารท่อส่งน้ำเข้านา **66**

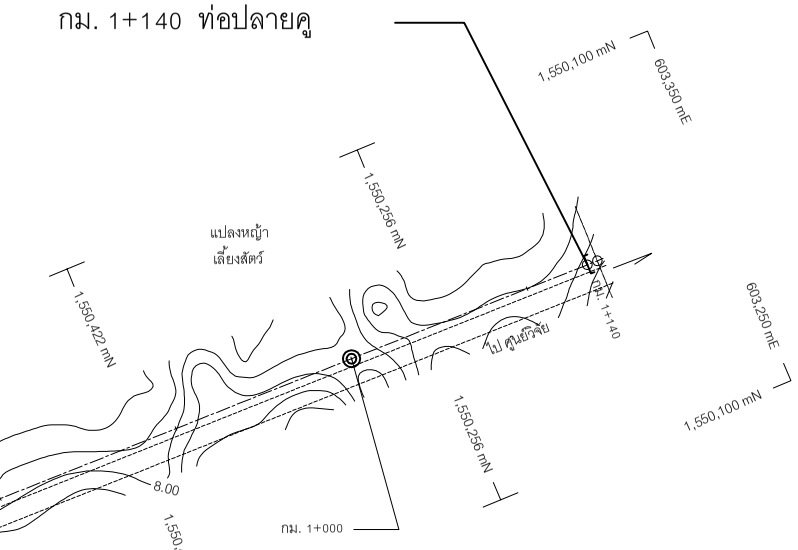
3.5 แบบมาตรฐานอาคารท่อลอดถนน **67**

3.6 แบบมาตรฐานอาคารท่อระบายปลายคู **68**

กม. 1+556 ของคลองสายหลัก 1L-1
กม. 0+000 ของคู 1R-1L-1



กม. 1+140 ท่อปลายคู



หมายเหตุ

1. ระดับ(ร.ท.ก.) และมิติต่างๆกำหนดไว้เป็นเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. ความกว้างของถนนแสดงไว้ในตารางของแบบรูปตัดตามยาวคูส่งน้ำ

ตารางแสดงรายละเอียดโค้ง

โค้งที่	จุดเริ่มต้นคลองส่งน้ำ	①	②
มุม I.	-	6 °32' 52.8''	7°14' 9.6''
T ม.	-	5.0000	5.0000
R ม.	-	87.416	79.076
L ม.	-	9.967	9.987
BC. กม.	0+000	0+135.00	0+145.00
EC. กม.	-	0+145.00	0+155.00
พิกัด	1550798.773 mN	1,550,801.789 mN	1550803.143 mN
	603,798.189 mE	603,658.221 mE	603,648.313 mE

แปลน

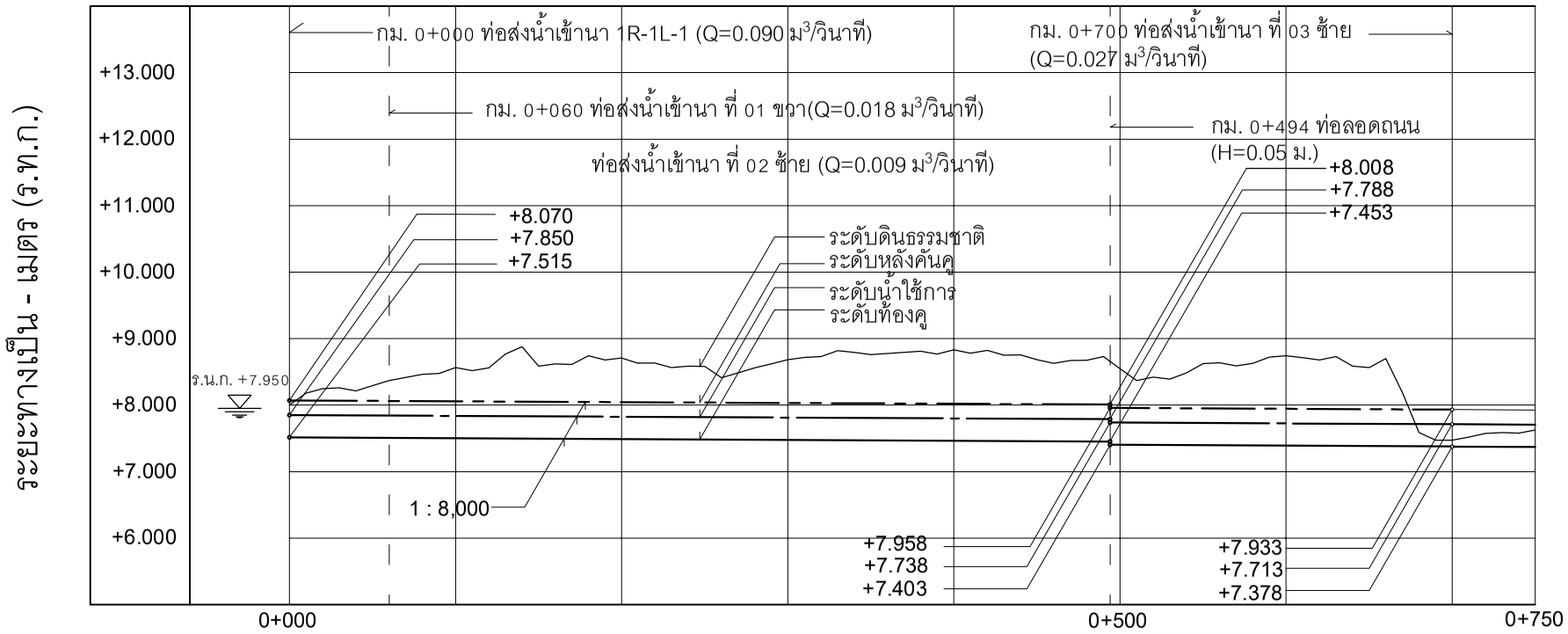
0 50 100 200 300

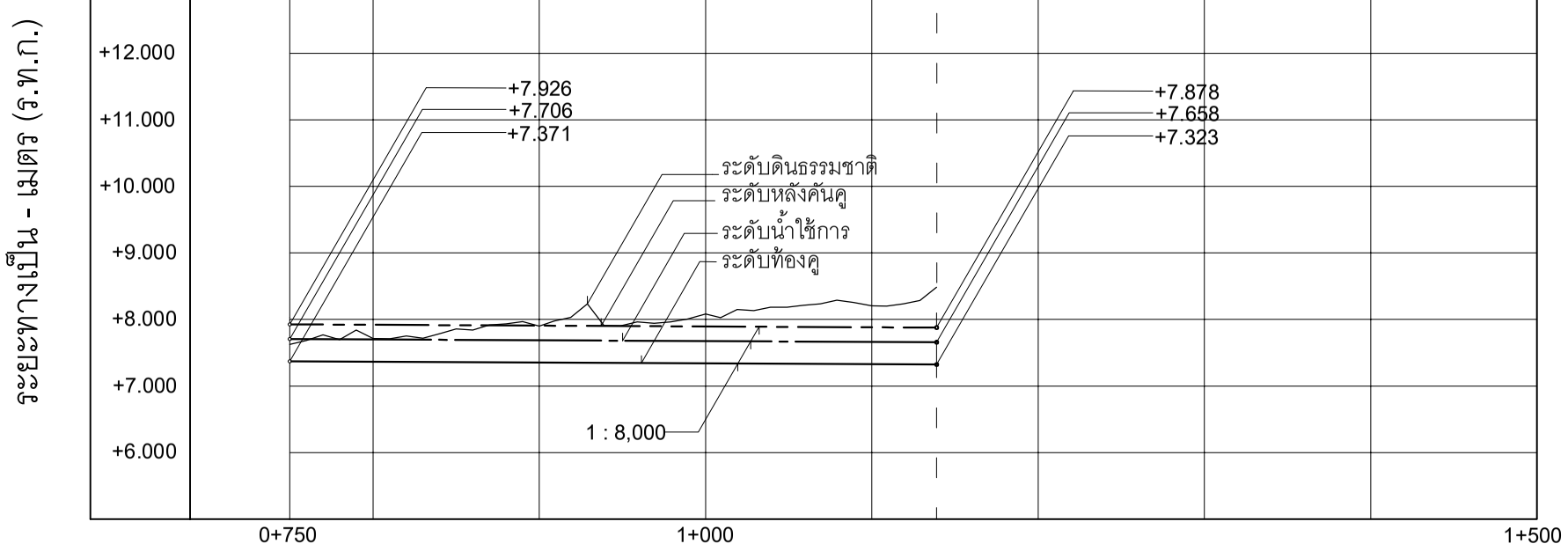
มาตราส่วน 1 : 4000

แปลนแนวคูส่งน้ำ
คูส่งน้ำ 1R-1L-1
กม. 0+000 ถึง กม. 1+140
แปลน

ครั้งที่	ตำแหน่งแก้ไข	รายการแก้ไข	ตรวจ	อนุมัติ	อนุมัติ	วันที่
			ผ่าน	วันที่		
สัญญาเลขที่						

ออกแบบ _____ ผ่าน_____
เขียน _____ อนุมัติ _____
ตรวจ _____ REC.,ASIA.,P&C. วันที่ __/__/___
ออกแบบ _____
สำนักออกแบบวิศวกรรมฯ วันที่ __/__/___





รูปตัดตามขวาง

มาตราส่วน { แนวตั้ง 1 : 100 / แนวนอน 1 : 4000

ตารางแสดงคุณสมบัติทางชลศาสตร์และมิติต่างๆของคลองส่งน้ำ

ครั้งที่ กม.	ถึง กม.	ปริมาณน้ำ(ม.3/วินาที) Q_R	Q_D	B (ม.)	D (ม.)	A ($ม.^2$)	V (ม./วินาที)	S	n	S_s	t_c (ม.)	F (ม.)	คันคลอง(ม.) T_L	T_R	หมายเหตุ
0+000	0+140	0.06	0.09	0.4	0.43	0.3569	0.227	1:8000	0.016	1:1	0.15	0.12	4	10	

ครั้งที่	ตำแหน่งแก้ไข	รายการแก้ไข	ตรวจ / ผ่าน	อนุมัติ / วันที่	อนุมัติ	วันที่
สัญญาเลขที่						

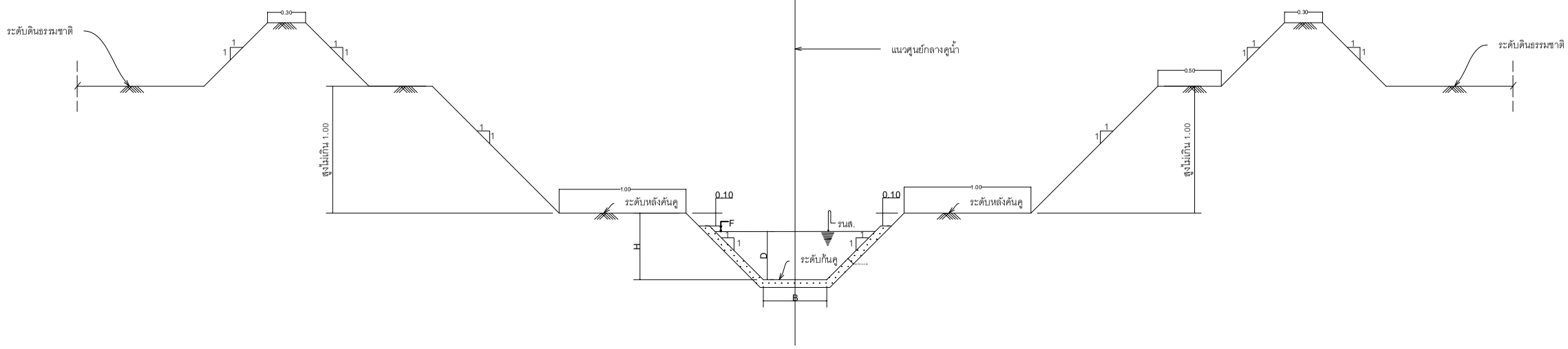
รูปตัดตามยาวคูส่งน้ำ

คูส่งน้ำ 1R-1L-1

กม. 0+000 ถึง กม. 1+140

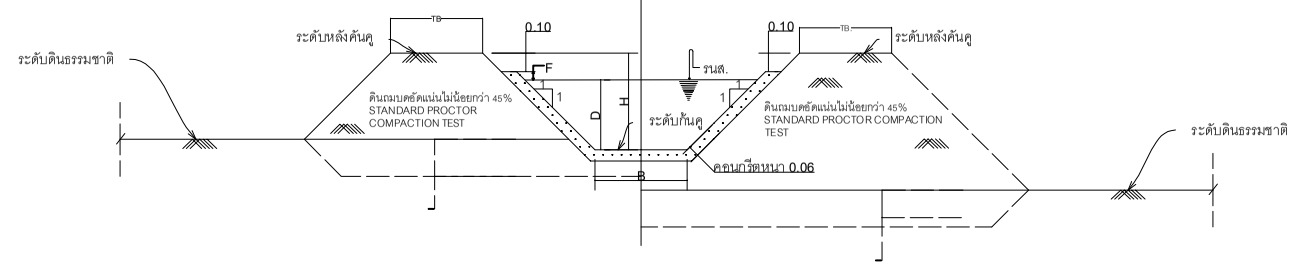
รูปตัดตามยาว

ออกแบบ		ผ่าน	
เขียน		อนุมัติ	
ตรวจ		REC.,ASIA.,P&C.	วันที่ _ _ / _ / _ _
ออกแบบ			
สำนักออกแบบวิศวกรรมฯ	วันที่ _ _ / _ / _ _ _		



รูปตัดตามขวาง กรณีเป็นดินขุด

ไม่แสดงมาตรส่วน



รูปตัดตามขวาง กรณีเป็นดินถม

ไม่แสดงมาตรส่วน

ลาด	TYPE "L1"					TYPE "L2"					TYPE "L3"					TYPE "L4"					TYPE "L5"				
	TB.=0.50-2.20					TB.=0.50-2.10					TB.=0.50-1.80					TB.=0.50-1.60					TB.=0.50-1.40				
	Q=0.030 (ม.3/วินาที)		Q=0.060 (ม.3/วินาที)		H	Q=0.030 (ม.3/วินาที)		Q=0.060 (ม.3/วินาที)		H	Q=0.030 (ม.3/วินาที)		Q=0.060 (ม.3/วินาที)		H	Q=0.030 (ม.3/วินาที)		Q=0.060 (ม.3/วินาที)		H	Q=0.030 (ม.3/วินาที)		Q=0.060 (ม.3/วินาที)		H
	B (ม.)	D (ม.)	B (ม.)	D (ม.)	(ม.)	B (ม.)	D (ม.)	B (ม.)	D (ม.)	(ม.)	B (ม.)	D (ม.)	B (ม.)	D (ม.)	(ม.)	B (ม.)	D (ม.)	B (ม.)	D (ม.)	(ม.)	B (ม.)	D (ม.)	B (ม.)	D (ม.)	(ม.)
1:1000	0.20	0.32	-	-	0.55	0.30	0.40	-	-	0.60	0.40	0.45	-	-	0.65	0.50	0.49	-	-	0.70	0.60	0.51	0.60	0.58	0.70
1:800	0.20	0.31	-	-	0.55	0.30	0.38	-	-	0.60	0.40	0.43	-	-	0.65	0.50	0.46	-	-	0.70	-	-	0.60	0.53	0.70
1:500	0.20	0.28	-	-	0.55	0.30	0.34	-	-	0.60	0.40	0.38	0.40	0.44	0.65	-	-	0.50	0.50	0.70	-	-	-	-	0.70
1:400	0.20	0.26	-	-	0.55	0.30	0.32	0.30	0.40	0.60	-	-	0.40	0.42	0.65	-	-	0.50	0.47	0.70	-	-	-	-	0.70
1:350	0.20	0.25	-	-	0.55	0.30	0.31	0.30	0.38	0.60	-	-	0.40	0.40	0.65	-	-	0.50	0.46	0.70	-	-	-	-	0.70
1:300	0.20	0.24	-	-	0.55	0.30	0.30	0.30	0.37	0.60	-	-	0.40	0.38	0.65	-	-	0.50	0.44	0.70	-	-	-	-	0.70
1:250	0.20	0.23	0.20	0.32	0.55	-	-	0.30	0.35	0.60	-	-	0.40	0.37	0.65	-	-	0.50	0.42	0.70	-	-	-	-	0.70
1:200	0.20	0.22	0.20	0.31	0.55	-	-	0.30	0.33	0.60	-	-	0.40	0.35	0.65	-	-	0.50	0.40	0.70	-	-	-	-	0.70
1:150	0.20	0.21	0.20	0.29	0.55	-	-	0.30	0.31	0.60	-	-	0.40	0.32	0.65	-	-	0.50	0.37	0.70	-	-	-	-	0.70
1:100	0.20	0.19	0.20	0.26	0.55	-	-	0.30	0.28	0.60	-	-	0.40	0.29	0.65	-	-	0.50	0.33	0.70	-	-	-	-	0.70
1:500	0.20	0.16	0.20	0.22	0.55	-	-	0.30	0.23	0.60	-	-	0.40	0.24	0.65	-	-	0.50	0.28	0.70	-	-	-	-	0.70

หมายเหตุ

1. **ระดับ(ร.ท.ก.) และมิติต่างๆกำหนดไว้เป็นเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น**
2. **ความกว้าง"TB." แสดงไว้ในรูปตัดตามยาวคูส่งน้ำ**

แบบประกอบ

1. **สัญลักษณ์ และอักษรย่อ** _____ **แบบหมายเลขมฐ06-01-001**
2. **หมายเหตุทั่วไป** _____ **แบบหมายเลขมฐ06-01-002**

ครั้งที่	ตำแหน่งแก้ไข	รายการแก้ไข	ตรวจ / ผ่าน	อนุมัติ / วันที่	อนุมัติ	วันที่
สัญญาเลขที่						

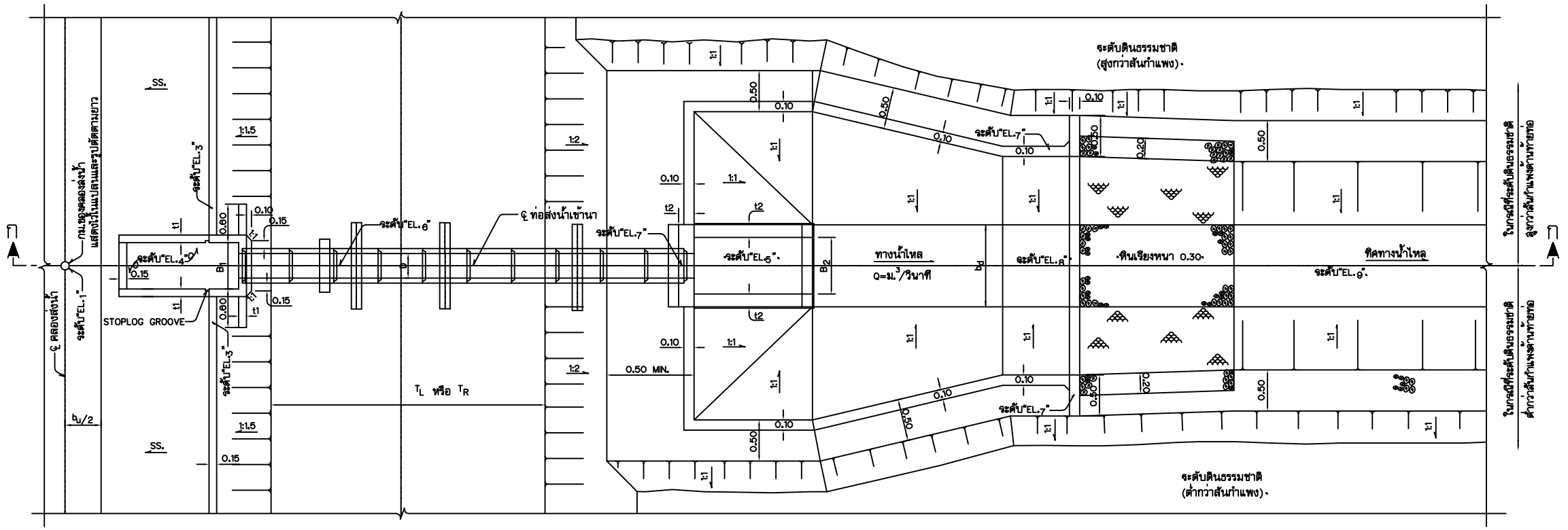
แบบมาตรฐาน

ระบบชลประทานในแปลงนา

คูส่งน้ำ (คูดาดคอนกรีต)

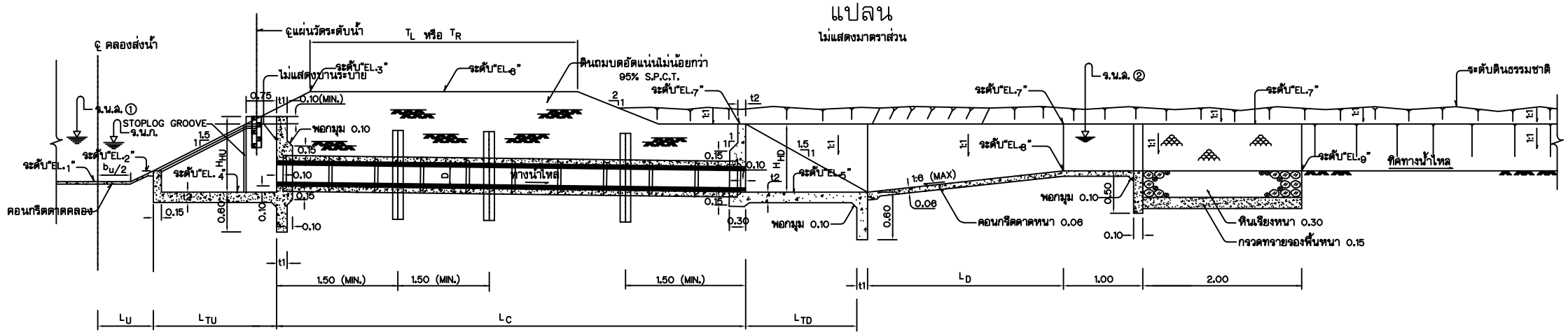
รูปตัดตามขวางและรายละเอียด

ออกแบบ _____	ผ่าน_____
เขียน _____	อนุมัติ _____
ตรวจ _____	REC.,ASIA.,P&C. วันที่ __/__/__
ออกแบบ _____	
สำนักออกแบบวิศวกรรมฯ วันที่ __/__/___	



แปลน

ไม่แสดงมาตราส่วน



รูปตัด ก_ก

หมายเหตุ

1. มิติต่างๆ กำหนดไว้เป็นเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. ดินฐานรากของอาคารต้องรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ไม่น้อยกว่า 5 ตัน/ม.^{2}
3. ท่อคอนกรีตเสริมเหล็กใช้ชนิด TONGUE AND GROOVE ชั้นที่ 3 ตามมาตรฐาน มอก. 128-2549
4. ค่าระดับและตัวแปร เช่น B_1,D,H_{HU},L_C ฯลฯ จะกำหนดให้ในตารางแสดงตำแหน่ง มิติ และระดับอาคาร
5. การวางท่อให้วางบนฐานรากคอนกรีต (CONCRETE CRADLE)
   แบบหมายเลข จ.09/2550-1-3-059
   อาคารแบบท่อตรง : ใช้การต่อท่อชนิด "ก"
   อาคารแบบท่อเอียง : ใช้การต่อท่อชนิด "ข"
6. จำนวน COLLAR จะกำหนดให้ในตารางแสดงรายละเอียดอาคารและระยะห่างระหว่าง COLLAR ไม่น้อยกว่า 1.50 ม.

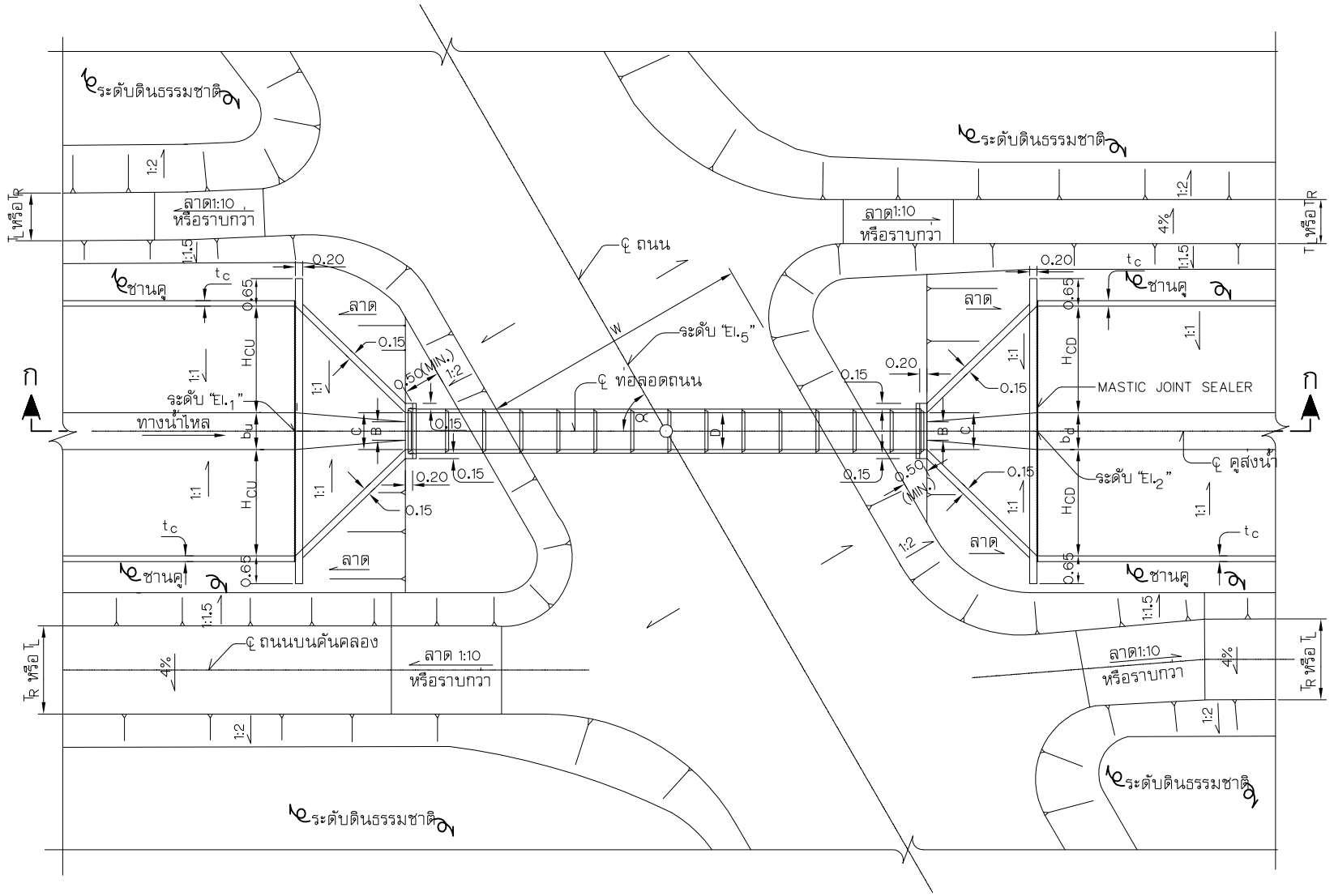
แบบประกอบ

1. สัญลักษณ์ อักษรย่อ และหมายเหตุทั่วไป _____ แบบหมายเลข จ.09/2550-1-3-002
2. มาตรฐาน ท่อส่งน้ำเข้านา แสดงรูปตัดและรูปขยาย _____ แบบหมายเลข จ.09/2550-1-3-027
3. มาตรฐาน ท่อส่งน้ำเข้านา แสดงรายละเอียดการเสริมเหล็ก _____ แบบหมายเลข จ.09/2550-1-3-028
4. แบบมาตรฐาน รายละเอียดประกอบท่อคอนกรีต _____ แบบหมายเลข จ.09/2550-1-3-059
5. มาตรฐาน ฝาท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 ม.
   ระดับน้ำลึงไม่เกิน 3.00 ม. _____ แบบหมายเลข จ.09/2550-1-3-103
6. มาตรฐาน ฝาท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.40 ม.
   ระดับน้ำลึงไม่เกิน 3.00 ม. _____ แบบหมายเลข จ.09/2550-1-3-104
7. มาตรฐาน ฝาท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.50 ม.
   ระดับน้ำลึงไม่เกิน 3.00 ม. _____ แบบหมายเลข จ.09/2550-1-3-105
8. มาตรฐาน ฝาท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.60 ม.
   ระดับน้ำลึงไม่เกิน 3.00 ม. _____ แบบหมายเลข จ.09/2550-1-3-106

ครั้งที่	ตำแหน่งแก้ไข	รายการแก้ไข	ตรวจ / ผ่าน	อนุมัติ / วันที่	อนุมัติ	วันที่
สัญญาเลขที่						

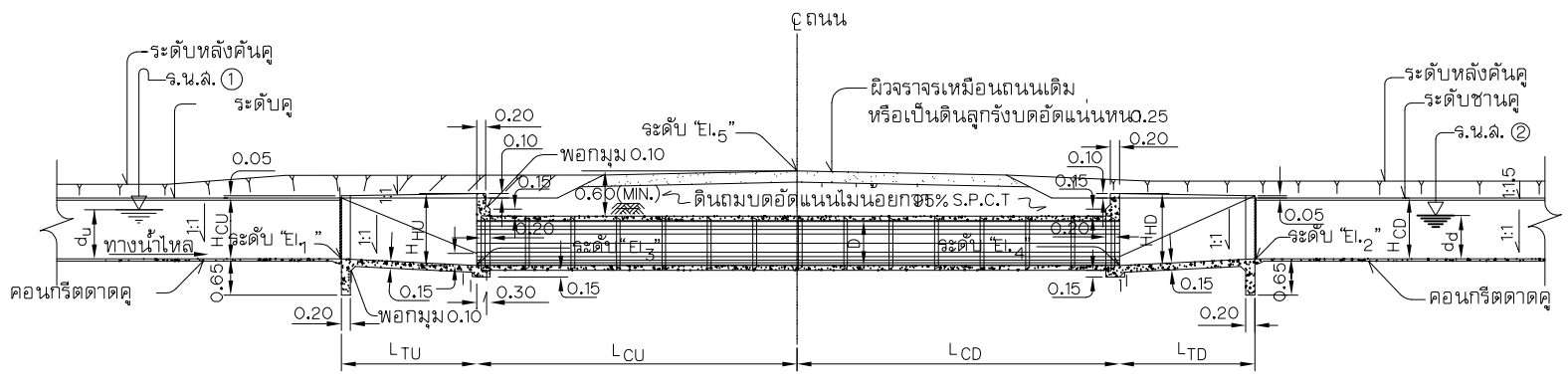
แบบมาตรฐาน
อาคารในระบบส่งน้ำและระบายน้ำ
ท่อส่งน้ำเข้านา ชนิด ก
กม. 0+000
แปลนและรูปตัดตามยาว

ออกแบบ _____	ผ่าน _____
เขียน _____	อนุมัติ _____
ตรวจ _____	REC.,ASIA.,P&C. วันที่ __/__/___
ออกแบบ _____	
สำนักออกแบบวิศวกรรมฯ วันที่ __/__/___	



แปลน

ไม่แสดงมาตราส่วน



รูปตัด ก_ก

ไม่แสดงมาตราส่วน

หมายเหตุ

1. มิติต่างๆกำหนดไว้เป็นเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. ดินฐานรากของอาคารต้องรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ไม่น้อยกว่า 5 ตัน/ม.²
3. ท่อคอนกรีตเสริมเหล็กใช้ข้อนิด TONGUE AND GROOVE ชั้นที่ 3 ตามมาตรฐาน มอก.128-2549
4. การวางท่อให้วางบนฐานคอนกรีต (CONCRETE CRADLE) การต่อท่อใช้การต่อข้อนิด" ก"
5. การแต่งดินให้เข้ากับอาคาร ให้นายช่างผู้ควบคุมโครงการพิจารณาความเหมาะสมในสนาม
6. ค่ามุม ∝อยู่ระหว่าง 45° ถึง 135°

แบบประกอบ

1. สัญลักษณ์ อักษรย่อและหมายเหตุทั่วไป แบบหมายเลข จ.09/2550-1-3-002
2. แบบแสดงการเสริมเหล็ก BROKEN BACK TRANSITION สำหรับท่อกลมเดี่ยว แบบหมายเลข จ.09/2550-1-3-015
3. แบบรายละเอียดประกอบท่อคอนกรีต แบบหมายเลข จ.09/2550-1-3-059

แบบมาตรฐาน

อาคารในระบบส่งน้ำและระบายน้ำ

ท่อลอดถนน

กม. 0+484

แปลนและรูปตัดตามยาว

ครั้งที่	ตำแหน่งแก้ไข	รายการแก้ไข	ตรวจ / ผ่าน	อนุมัติ / วันที่	อนุมัติ	วันที่
สัญญาเลขที่						

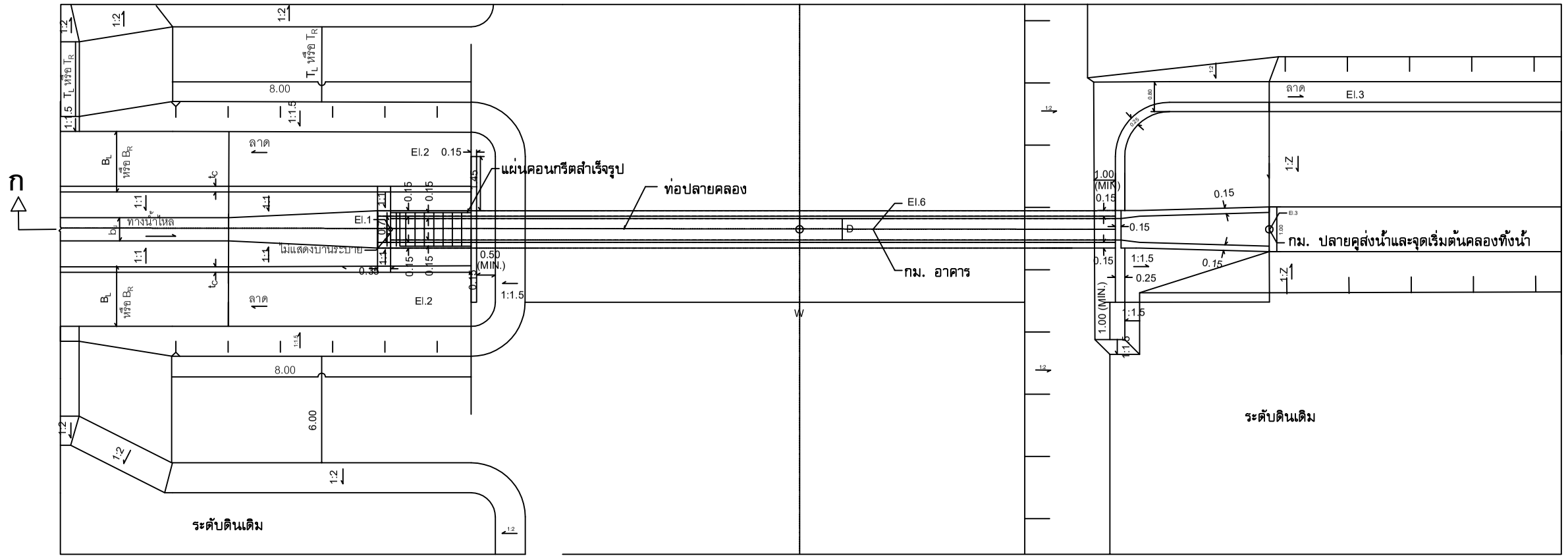
ออกแบบ _____ ผ่าน _____

เขียน _____ อนุมัติ _____

ตรวจ _____ REC.,ASIA.,P&C. วันที่ __/__/__

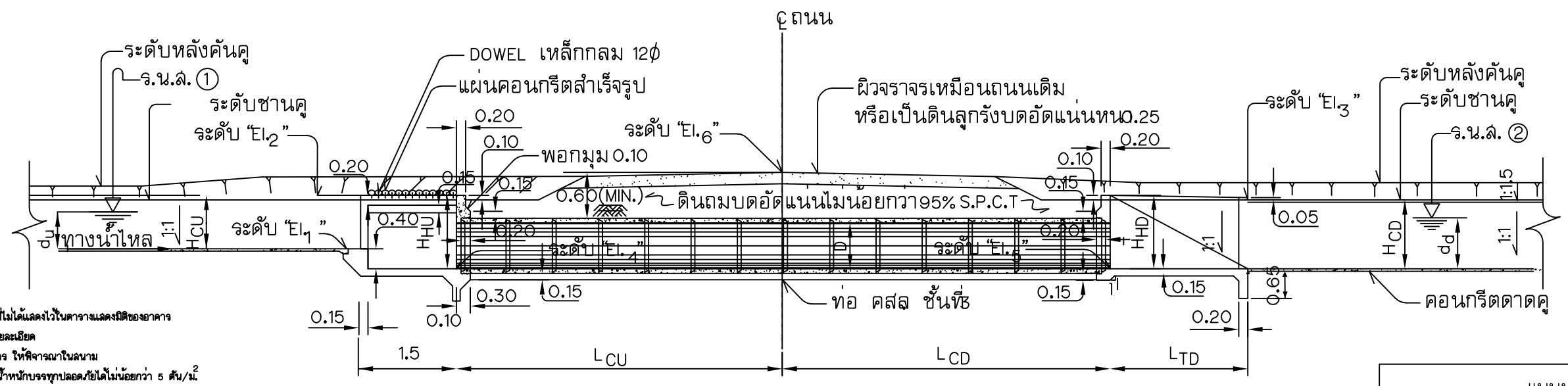
ออกแบบ _____

สำนักออกแบบวิศวกรรมฯ วันที่ __/__/__



แปลน

ไม่แสดงมาตราส่วน



รูปตัด ก-ก

ไม่แสดงมาตราส่วน

หมายเหตุ

1. ระดับ(ร.ท.ก.) และมิติต่างๆ ที่ไม่ได้แสดงไว้ในตารางแสดงมิติของอาคาร จะแสดงไว้ในตารางกำหนดรายละเอียด
2. การแต่งแนวดินให้เข้ากับอาคาร ให้พิจารณาในลนาม
3. ดินฐานรากของอาคารต้องรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ไม่น้อยกว่า 5 ตัน/ม.^{2}
4. ท่อคอนกรีตเสริมเหล็กใช้ชนิดปากลิ้นรางตามมาตรฐาน มอก.128-2528
5. การวางท่อให้วางบนฐานคอนกรีต (CONCRETE CRADLE) และการต่อท่อชนิด "ช"
6. ในกรณีที่ไม่มีถนนผ่านหลัง ท่อปากคลองให้ใช้ มุม CC = 90° และที่คันดินหลังท่อให้ทำลาด 1:10 จากระดับ "7" ไปหาระดับดินเดิมทั้ง 2 ด้าน

แบบประกอบ	แบบหมายเลข
1. สัญลักษณ์ อักษรย่อ และหมายเหตุทั่วไป	สชป.9-ฐ.03/2549-3-104
2. มาตรฐานทางน้ำเข้า ชนิด A รายละเอียดการเสริมเหล็ก	สชป.9-ฐ.03/2549-3-529
3. รายละเอียดการเสริมเหล็กทางน้ำออก	สชป.9-ฐ.03/2549-3-532
4. มาตรฐานท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก	สชป.9-ฐ.03/2549-3-506
5. มาตรฐานรายละเอียดประกอบท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก	สชป.9-ฐ.03/2549-3-507
6. มาตรฐาน OVERFLOW GATES	สชป.9-ฐ.03/2549-3-549

แบบมาตรฐาน

อาคารในระบบส่งน้ำและระบายน้ำ

ท่อปลายคู ชนิด ก

กม. 1+140

แปลนและรูปตัดตามยาว

ออกแบบ		ผ่าน	
เขียน		อนุมัติ	
ตรวจ		REC.,ASIA.,P&C.	วันที่ _ _ /_ /_ _
ออกแบบ			
สำนักออกแบบวิศวกรรมฯ	วันที่ _ _ /_ /_ _		