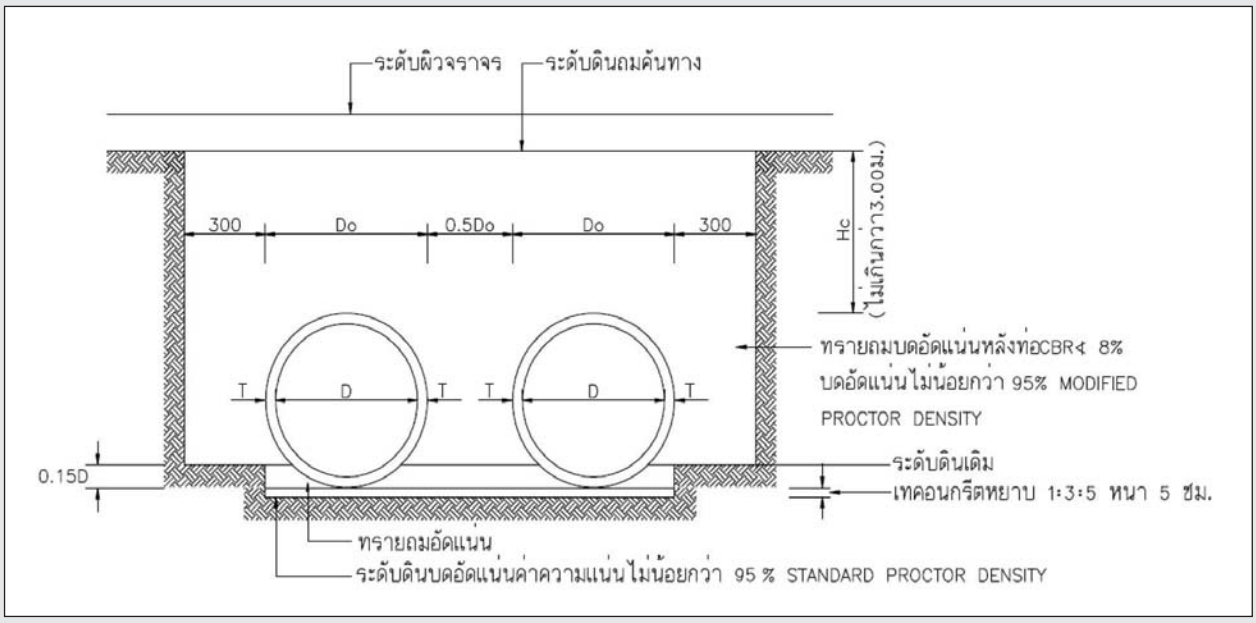
# บทที่ 5
# การก่อสร้างและควบคุมงานโครงสร้างระบายน้ำ

## 5.1 งานท่อกลม

ท่อกลม คสล. มีขนาดตั้งแต่ 0.40-1.50 ม. เหมาะสำหรับทางระบายน้ำที่มีความลึกไม่เกิน 1.50 เมตร และกว้างไม่เกิน 5.00 เมตร ซึ่งในแบบจะระบุรายละเอียดงานวางท่อและการก่อสร้างกำแพงปากท่อเพื่อป้องกันการกัดเซาะ (Head wall & End wall) แล้วแต่กรณีตามรูปที่ 5-1




รูปที่ 5-1 แบบมาตรฐานท่อระบายน้ำ คสล.ตั้งแต่ 2 แถวขึ้นไป (กรณีดินเดิม CBR $\geq$ 4%)

### 5.1.1 การเตรียมการก่อสร้าง

1) ทำการสำรวจ จำนวน ขนาด ตำแหน่ง ระดับของท่อระบายน้ำตามแบบก่อสร้าง เปรียบเทียบกับที่จะวางจริงว่าตรงกันหรือไม่ โดยนำมาเขียน Profile กำหนดระดับน้ำเข้า-น้ำออก ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ซึ่งจะทำให้ทราบความยาวที่แท้จริงของท่อแต่ละจุด บันทึกสรุปลงในแบบฟอร์มการตรวจสอบปริมาณท่อกลมตามตารางที่ 5-1 และ 5-2

# ตารางที่ 5-1 ตัวอย่างใบสรุปปริมาณท่อ (กรณีต่อความยาวท่อเดิม)

| | สำนักก่อสร้างทาง<br>กรมทางหลวงชนบท กระทรวงคมนาคม | แผนที่/จำนวนแผ่น<br>วันที่<br>สัญญาเลขที่ 89/2550 ลว.28พ.ค.2549 |
|---|---|---|
| โครงการ | ถนนสายแยก ทล.3138-บ.เจ็ดลูกเนิน อ.บ้านค่าย ระยอง | สรุปปริมาณ/เสนอ วิทยา วิศวกร/ตัวแทน บริษัท |
| ควบคุมงานโดย | กลุ่มงานทางหลวงชนบท สำนักก่อสร้างทาง | ตรวจสอบ สมาน นายช่างผู้ช่วยฯ |
| ผู้รับจ้าง | บริษัท บ้านค่ายผลิตภัณฑ์คอนกรีต จำกัด | เห็นชอบ อิสระชนม์ ผู้ควบคุมงาน |

**สรุปปริมาณงานท่อกลม ค.ส.ล.**

| ลำดับที่ | ตำแหน่ง(กม.+ม.) | ท่อเดิมคงไว้ (ม.) | | | | | | | | | ท่อตามรูปแบบในสัญญาจ้าง | | | | | | | | | ตำแหน่ง(กม.+ม.) | ท่อตามรูปแบบที่ก่อสร้างจริง (ม.) | | | | | | | | | ท่อเดิมที่ทางเพิ่ม | ตามยาวถนนรัศ (ม.) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ∅0.60 | | | ∅0.80 | | | ∅1.00 | | | ∅0.60 | | | ∅0.80 | | | ∅1.00 | | | | ∅0.60 | | | ∅0.80 | | | ∅1.00 | | | | | |
| | | ตรงทาง | ตรงและต่างทางปรับ | ต่างทางตรง | ตรงทาง | ตรงและต่างทางปรับ | ต่างทางตรง | ตรงทาง | ตรงและต่างทางปรับ | ต่างทางตรง | ตรงทาง | จำนวนที่ต่างทาง LT | จำนวนที่ต่างทาง RT | ตรงทาง | จำนวนที่ต่างทาง LT | จำนวนที่ต่างทาง RT | ตรงทาง | จำนวนที่ต่างทาง LT | จำนวนที่ต่างทาง RT | | ตรงทาง | จำนวนที่ต่างทาง LT | จำนวนที่ต่างทาง RT | ตรงทาง | จำนวนที่ต่างทาง LT | จำนวนที่ต่างทาง RT | ตรงทาง | จำนวนที่ต่างทาง LT | จำนวนที่ต่างทาง RT | | | |
| 1 | 0+505 | | | | 1 | 11 | 11 | | | | | | | | | | | | | 0+505 | | | | 1 | 1 | | | | | 12 | | วางใหม่ทางเชื่อม |
| 2 | 0+798 | 1 | 8 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | 0+798 | | | | | | | | | | 8 | | |
| 3 | 1+136 | 1 | 8 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | 1+136 | | | | | | | | | | 8 | | ท่อทางเชื่อม |
| 4 | 1+243 | 1 | 8 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | 1+243 | | | | | | | | | | 8 | | ท่อทางเชื่อม |
| 5 | 1+254 | 1 | 8 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | 1+254 | | | | | | | | | | 8 | | ท่อทางเชื่อม |
| 6 | 1+409 | | | | | | | 1 | 16 | 16 | | | | | | | 1 | 2 | 2 | 1+409 | | | | | | | 1 | 2 | 2 | 20 | | มี(Hw+Ew) |
| 7 | 1+477 | | | | | | | 1 | 16 | 16 | | | | | | | | | | 1+477 | | | | | | | 1 | 2 | 3 | 21 | | มี(Hw+Ew) |
| 8 | 1+893 | | | | | | | 2 | 16 | 32 | | | | | | | 2 | 4 | 4 | 1+893 | | | | | | | 2 | 4 | 4 | 40 | | มี(Hw+Ew) |
| 9 | 1+900 | 1 | 7 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | 1+900 | 1 | 1 | | | | | | | | 8 | | ท่อทางเชื่อม |
| 10 | 2+537 | 1 | 8 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | 2+537 | 1 | 1 | | | | | | | | 9 | | ท่อทางเชื่อม |
| 11 | 2+557 | 1 | 15 | 15 | | | | | | | 1 | 2 | 2 | | | | | | | 2+557 | 1 | 2 | 2 | | | | | | | 19 | | มี(Hw+Ew) |
| 12 | 2+775 | | | | 2 | 14 | 28 | | | | | | | | | | | | | 2+775 | | | | 2 | 6 | 4 | | | | 38 | | มี(Hw+Ew) |
| 13 | 3+284 | 1 | 15 | 16 | | | | | | | | | | | | | | | | 3+284 | 1 | 2 | 2 | | | | | | | 20 | | มี(Hw+Ew) |
| 14 | 3+529 | 1 | 13 | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | 3+529 | 1 | 4 | 2 | | | | | | | 19 | | มี(Hw+Ew) |
| 15 | 4+143 | | | | | | | 2 | 18 | 36 | | | | 2 | 4 | 4 | | | | 4+143 | | | | | | | 2 | 4 | 4 | 44 | | มี(Hw+Ew) |
| 16 | 4+571 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4+571 | 1 | 5 | 5 | | | | | | | 10 | | วางใหม่ทางเชื่อม |
| 17 | 4+581 | | | | | | | 1 | 18 | 18 | | | | | | | | | | 4+581 | | | | | | | 1 | 2 | | 20 | | มี(Hw+Ew) |
| 18 | 4+865 | | | | | | | 1 | 20 | 20 | | | | | | | | | | 4+865 | | | | | | | 1 | | 1 | 21 | | มี(Hw+Ew) |
| 19 | 5+624 | | | | | | | 1 | 16 | 16 | | | | | | | | | | 5+624 | | | | | | | 1 | 2 | 2 | 20 | | มี(Hw+Ew) |
| | รวม | | | 91 | | | 39 | | | 154 | | 2 | 2 | | 4 | 4 | | 6 | 6 | รวม | | 15 | 11 | | 7 | 4 | | 16 | 16 | 353 | | |

# ตารางที่ 5-2 ตัวอย่างใบสรุปปริมาณท่อ (กรณีวางท่อใหม่)

| | | |
|---|---|---|
| | **สำนักก่อสร้างทาง**<br>**กรมทางหลวงชนบท กระทรวงคมนาคม** | แผนที่/จำนวนแผ่น<br>วันที่<br>สัญญาเลขที่ 89/2550 ลว.28พ.ค.2549 |
| โครงการ | ถนนสายแยก ทล.3138-บ.เจ็ดลูกเนิน อ.บ้านค่าย ระ | สรุปปริมาณ/เสนอ วิทยา วิศวกร/ตัวแทน บริษัท |
| ควบคุมงานโด | กลุ่มงานทางหลวงชนบท สำนักก่อสร้างทาง | ตรวจสอบ สมาน นายช่างผู้ช่วยฯ |
| ผู้รับจ้าง | บริษัท บ้านค่ายผลิตภัณฑ์คอนกรีต จำกัด | เห็นชอบ อิสระชนม์ ผู้ควบคุมงาน |

**สรุปปริมาณงานท่อกลม ค.ส.ล.**

| ลำดับที่ | ตำแหน่ง(กม.)(ที่เริ่ม) | ท่อตามรูปแบบในสัญญาจ้าง | | | | | | | | | ตำแหน่ง(กม.)(ที่สิ้นสุด) | ท่อตามรูปแบบที่ก่อสร้างจริง (ม.) | | | | | | | | | ความยาวรวม (ม.) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ∅ 0.60 | | | ∅ 0.80 | | | ∅ 1.00 | | | | ∅ 0.60 | | | ∅ 0.80 | | | ∅ 1.00 | | | | |
| | | ความยาวท่อ | ความยาวคูหาท่อ | รวม | ความยาวท่อ | ความยาวคูหาท่อ | รวม | ความยาวท่อ | ความยาวคูหาท่อ | รวม | | ความยาวท่อ | ความยาวคูหาท่อ | รวม | ความยาวท่อ | ความยาวคูหาท่อ | รวม | ความยาวท่อ | ความยาวคูหาท่อ | รวม | | |
| 1 | 0+505 | | | | | | | | | | 0+505 | | | | 1 | 18 | 18 | | | | | วางใหม่ทางเชื่อม |
| 2 | 1+409 | | | | | | | 1 | 23 | 23 | 1+409 | | | | | | | 1 | 19 | 19 | | มี(Hw+Ew) |
| 3 | 1+477 | | | | | | | | | | 1+477 | | | | | | | 1 | 21 | 21 | | มี(Hw+Ew) |
| 4 | 1+893 | | | | | | | 2 | 18 | 36 | 1+893 | | | | | | | 2 | 18 | 36 | | มี(Hw+Ew) |
| 5 | 2+557 | 1 | 18 | 18 | | | | | | | 2+557 | 1 | 18 | 18 | | | | | | | | มี(Hw+Ew) |
| 6 | 2+775 | | | | | | | | | | 2+775 | | | | 2 | 16 | 32 | | | | | มี(Hw+Ew) |
| 7 | 4+143 | | | | 2 | 17 | 34 | | | | 4+143 | | | | | | | | | | | มี(Hw+Ew) |
| 8 | 5+967 | | | | 1 | 19 | 19 | | | | 5+967 | | | | 1 | 2 | 2 | | | | | มี(Hw+Ew) |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **รวม** | | | **18** | | | **53** | | | **59** | **รวม** | | | **18** | | | **52** | | | **76** | | |

2) ท่อทุกขนาดที่นำมาใช้งาน จะต้องผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.128 คุณภาพ ชั้น 3) หรือตามที่แบบกำหนด ผู้ควบคุมงานควรต้องตรวจสอบคุณภาพการผลิตท่อให้ถูกต้องตามมาตรฐาน ในวันที่โรงงานดำเนินการผลิตท่อสำหรับโครงการด้วย

รูปที่ 5-2 การตรวจสอบคุณสมบัติของท่อทั้งในระหว่างการผลิตและการนำส่ง

3) ท่อที่ส่งถึงหน้างานต้องตรวจสอบเอกสารการรับรองผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของโรงงานผู้ผลิตให้เป็นปัจจุบัน ประกอบด้วย ใบรับรอง มอก.รายการแสดงการเสริมเหล็ก กำลังอัดของคอนกรีต และชั้นคุณภาพตามที่ระบุในแบบแปลน พร้อมสุ่มวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน ความหนา ความยาว ทั้งนี้ลักษณะท่อที่ดีนั้น ท่อต้องกลมไม่บิดเบี้ยวเสียรูป ไม่แตกบิ่นหรือมีรอยร้าว ผิวเรียบ ไม่มีรูพรุน เนื้อคอนกรีตแข็งแกร่ง

รูปที่ 5-3 ลักษณะท่อที่ดี ผิวเรียบ ไม่พรุน ปากไม่บิ่น ไม่มีรอยแตกร้าว

กรณีท่อที่ตรวจสอบพบว่ามีรอยร้าวตามวงเหล็กเสริม หรือปากบิ่นค่อนข้างมาก ผิวหยาบมีรูพรุน หรือที่เรียกว่า ตามด กระจายอยู่ทั่วไปไม่ควรนำมาใช้งาน ให้ทำเครื่องหมายแสดงไว้เพื่อให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนท่อใหม่

รูปที่ 5-4 ท่อที่ไม่ได้คุณภาพให้ทำเครื่องหมายไว้ แล้วแจ้งผู้รับจ้างเปลี่ยนใหม่

รูปที่ 5-5 ทำเครื่องหมายบนท่อที่สุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบ

4) กรณีที่ในแบบระบุให้ต้องส่งท่อเพื่อทำการทดสอบ ก็ให้เก็บตัวอย่างท่อที่กองในสายทางทุก ๆ 200 ท่อน /1 ตัวอย่าง/ขนาด เศษของ 200 ท่อนให้เก็บเพิ่มอีก 1 ตัวอย่าง ส่งทดสอบคุณภาพตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ในแบบมาตรฐานงานท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก และท่อที่ทำการทดสอบโดยการบีบอัดจนแตกเพื่อตรวจสอบแรงกด ซึ่งจะต้องเป็นไปตามตารางที่ 5-3 พร้อมทั้งตรวจสอบเหล็กเสริมให้ถูกต้องตามแบบแปลน

รูปที่ 5-6 การทดสอบท่อโดยการบีบอัดด้วยเครื่อง และตรวจสอบการเสริมเหล็ก

ตารางที่ 5-3 แรงกดต่ำสุดที่ทำให้ท่อเกิดรอยแตก 0.03 ซม.

| ขนาดท่อ (ม.) (ชั้นคุณภาพ 3 มอก. 128) | แรงกด กก./ม. |
|---|---|
| ∅ 0.40 | 26,500 |
| ∅ 0.60 | 39,800 |
| ∅ 0.80 | 53,000 |
| ∅ 1.00 | 66,300 |
| ∅ 1.200 | 79,600 |

5) จุดที่จะวางท่อแต่ละแห่งให้ติดตั้งป้าย แสดงตำแหน่งพร้อมระบุขนาดท่อดังรูป เพื่อประโยชน์ในการก่อสร้างให้ถูกต้อง

รูปที่ 5-7 ปักป้าย บอกตำแหน่ง ขนาด และจำนวน

### 5.1.2 ขั้นตอนการก่อสร้าง

1) ตรวจสอบตำแหน่งจุดวางท่อ จำนวนแถว และระดับความลึกที่จะวางท่อตามที่กำหนดไว้ในแบบว่ามีความเหมะสมหรือไม่ ซึ่งโดยส่วนใหญ่ในแบบจะกำหนดให้เป็นดุลยพินิจของผู้ควบคุมงานที่จะสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามสภาพที่เป็นจริง แต่ทั้งนี้ผลรวมท่อทั้งหมดจะต้องไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ในแบบ

2) ก่อนวางท่อควรตรวจสอบการรับน้ำหนักของดินใต้ท่อ โดยพิจารณาจากข้อบ่งชี้ต่อไปนี้

- ดินเดิม (ในร่องท่อ) ที่มีค่า C.B.R. ตั้งแต่ 4 % ขึ้นไป และลักษณะไม่เป็นโคลนเลนให้บดอัดแน่นไม่น้อยกว่า 95% Standard Proctor Density แล้วเทคอนกรีตหยาบ 1:3:5 ความหนาตามระบุในแบบ โดยทั่วไปความหนา 5 ซม.
- ดินเดิมมีค่า C.B.R. น้อยกว่า 4 % และลักษณะไม่เป็นโคลน เลน ให้ปรับปรุงคุณภาพดิน บดอัดแน่นไม่น้อยกว่า 95 % Standard Proctor Density แล้วเทคอนกรีตหยาบ 1:3:5 ความหนา 0.25 D (เมื่อ D = เส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อ)
- กรณีดินเดิมมีค่า C.B.R. น้อยกว่า 4 % และมีลักษณะดินเป็นโคลนเลน จะต้องให้วิศวกรของผู้รับจ้างทำการออกแบบฐานรองรับท่อ โดยจะต้องเสนอให้ผู้ว่าจ้างให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินการ

รูปที่ 5-8 ขุดร่องท่อให้ได้แนวตรง ลึกได้ระดับ

รูปที่ 5-9 ลักษณะดินที่ต้องปรับปรุงก่อนวางท่อ

3) ขุดและปรับแต่งดินร่องท่อให้ได้แนว ขนาด ความลึก และความกว้างตามที่กำหนด โดยให้กว้างเพียงพอที่จะใช้เครื่องมือบดอัดบริเวณพื้นที่ข้างท่อแต่ละด้านได้โดยสะดวก

รูปที่ 5-10 การบดอัดดินให้แน่นก่อนเทคอนกรีตหยาบรองรับท่อ

4) บดอัดดินในร่องท่อให้แน่น 95 % Standard Proctor Density และเทคอนกรีตหยาบตามแบบ (ทิ้งไว้อย่างน้อย 2 วัน) จึงนำท่อมาวางพร้อมยาแนวรอบท่อก่อนถมกลบ

รูปที่ 5-11 เทคอนกรีตหยาบรองท่อ

วิธีการยาแนวท่อ เพื่อให้การยาแนวท่อได้ผลดี ขอแนะนำให้ใช้ปูนสอในขณะวางท่อ โดยพอกปูนสอบริเวณครึ่งล่างด้านในที่ปากรางของท่อท่อนแรกให้ได้ความหนาสม่ำเสมอกับผิวท่อด้านใน และจะต้องพอกปูนสอบริเวณครึ่งบนด้านนอกที่ลิ้นของท่อท่อนที่สองในลักษณะคล้ายกัน แล้วดันท่อท่อนที่สองให้เข้ารางลิ้นของท่อท่อนแรกให้สนิทมากที่สุดยาแนวรอยต่อที่เหลือด้วยปูนสอ ให้พอกปูนเพิ่มจนเป็นสันโดยรอบ ส่วนด้านในจะต้องแต่งปูนให้ราบเรียบ และเทคอนกรีตยึดข้างท่อหนาไม่น้อยกว่า 0.15 D ทิ้งไว้อย่างน้อยเป็นเวลา 2 วัน ก่อนถมกลบ

รูปที่ 5-12 การสอปูนภายในปากท่อในขณะวาง

รูปที่ 5-13 ลักษณะการวางท่อ และยาแนวท่อ

5) การถมกลบท่อ ให้เริ่มถมกลบข้างท่อด้วยทรายหยาบ C.B.R. ไม่น้อยกว่า 8 % บดอัดแน่นไม่น้อยกว่า 95 % Modified Proctor Density เป็นชั้นๆ หนาชั้นละไม่เกิน 15 ซม. จนเต็มถึงหลังท่อ จากนั้นทำการถมหลังท่อ เป็นชั้นๆ ละไม่เกิน 20 ซม. จนถึงระดับชั้นดินถมคันทาง

รูปที่ 5-14 ให้ทดสอบความแน่นข้างท่อทุกๆ ชั้น

6) ตรวจนับจำนวนท่อ จำนวนแถวแต่ละแห่ง วัดความยาว พร้อมถ่ายรูปเมื่อยาแนวแล้วเสร็จขณะที่ยังไม่ถมกลบ จดบันทึกรายละเอียดลงในแบบฟอร์มรายงานตามตารางที่ 5-1 และตารางที่ 5-2

### 5.1.3 ข้อควรระวัง

1) การถมกลบข้างท่อบริเวณที่พื้นที่จำกัด การบดอัดแน่นทำได้ยากวัสดุที่ใช้ถมต้องเป็นทรายหยาบ และควรใช้เครื่องมือบดอัดที่มีความเหมาะสม เช่น เครื่องตบดิน (Vibrating Plate) หรือ รถบดขนาดเล็ก ซึ่งการถมแต่ละชั้นไม่ควรหนาเกิน 15 ซม.

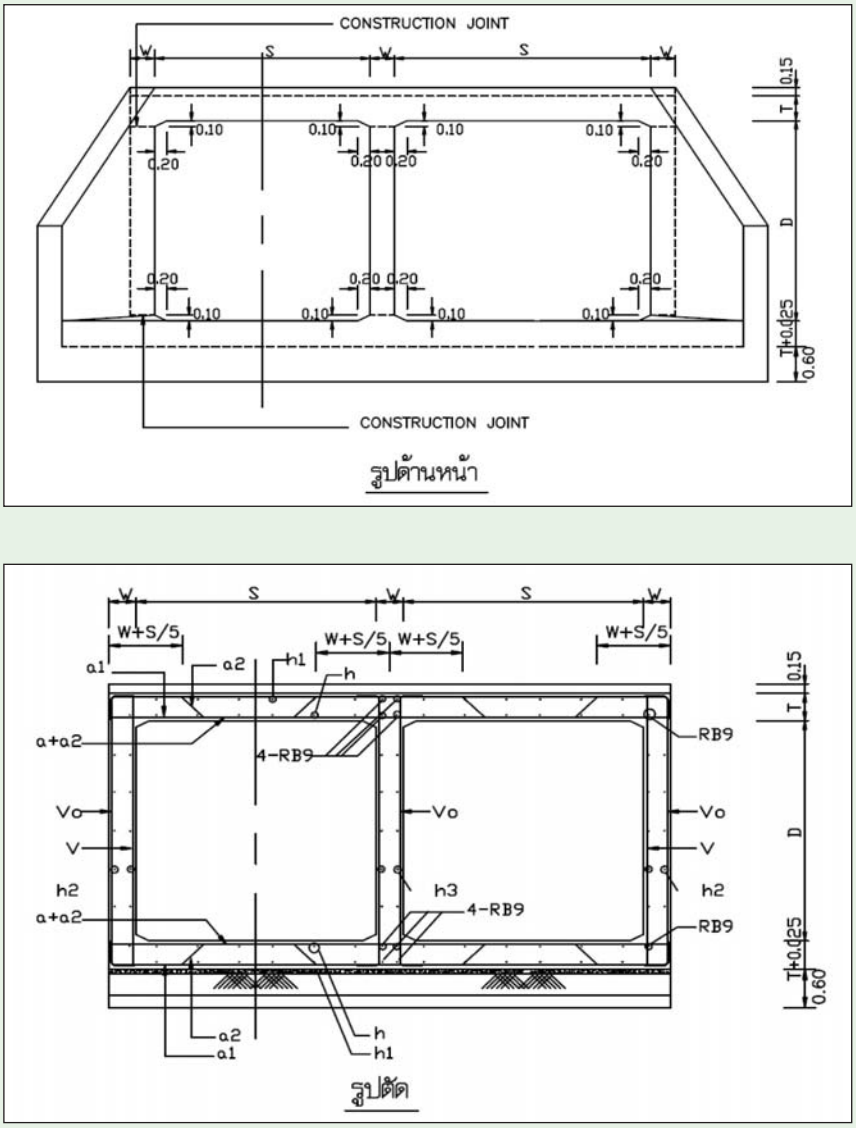
2) ไม่ควรวางท่อให้ระดับปากท่อด้านล่างที่เป็นน้ำออกต่ำกว่าระดับดินเดิมของร่องน้ำ เพราะจะเกิดการสะสมของตะกอนภายในท่อทำให้เกิดการอุดตันในภายหลัง ในขณะเดียวกันไม่ควรวางท่อให้ระดับขอบปากท่อด้านล่างที่เป็นทางน้ำออกสูงกว่าระดับดินเดิมเพราะจะเกิดการกัดเซาะของน้ำบริเวณใต้ท่อ

กรณีที่วางท่อในบริเวณที่มีน้ำใต้ดินสูง หรือบริเวณที่มีน้ำซับซึมออกมาตลอดเวลา ควรขุดบ่อรวมน้ำเพื่อสูบน้ำทิ้งไว้นอกแนวท่อที่จะวาง จะทำให้สามารถปฏิบัติงานได้โดยสะดวกยิ่งขึ้น

รูปที่ 5-15 การขุดบ่อรวมน้ำ เพื่อระบายน้ำออกจากแนวการวางท่อ

## 5.2 งานท่อเหลี่ยม

มีขนาดความกว้างของช่องภายใน ตั้งแต่ 1.50-3.60 เมตร เหมาะสำหรับทางระบายน้ำที่มีความลึกไม่เกิน 3.00 เมตร และกว้างไม่เกิน 10.00 เมตร ซึ่งในแบบก่อสร้างจะระบุขนาด และจำนวนแถวรวมถึงรายละเอียดประกอบดังรูปที่ 5-16




รูปที่ 5-16 มาตรฐานท่อเหลี่ยม กรณี 2 ช่อง

รูปที่ 5-17 ลักษณะท่อเหลี่ยมที่ก่อสร้างแล้วเสร็จ

### 5.2.1 การเตรียมการก่อสร้าง

1) ตรวจสอบแบบก่อสร้าง ขนาด ตำแหน่ง ระดับดินเดิม รายละเอียดที่เกี่ยวข้อง สรุปรายการเป็นข้อ ๆ เพื่อง่ายต่อการจดจำ

2) ตรวจสอบแนวถนนกับแนวท่อเหลี่ยม ที่จะก่อสร้างจริง ว่าสอดคล้องกันหรือไม่ พร้อมทั้งตรวจสอบค่าระดับก่อสร้างถ้าหากหมุดหลักฐาน (B.M.) อยู่ห่างจากจุดก่อสร้างให้สร้าง T.B.M. ขึ้นในบริเวณใกล้เคียง เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน

3) เก็บตัวอย่างวัสดุที่จะต้องใช้ในการก่อสร้าง เช่น หิน ทรายผสมคอนกรีต ส่งทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติตามข้อกำหนด และนำค่าไปใช้ในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต และเก็บตัวอย่างเหล็กเสริมทุกขนาด ทุก ๆ 100 เส้น เก็บ 5 ท่อน (ท่อนละ 1 เมตร) เพื่อทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐานกำหนด

รูปที่ 5-18 การเก็บตัวอย่างวัสดุเพื่อทำการทดสอบ

### 5.2.2 ขั้นตอนการก่อสร้าง

1) ติดตั้งป้ายและสัญญาณไฟจราจรชั่วคราวเตือนล่วงหน้าก่อนถึงจุดก่อสร้างให้ผู้ขับขี่เห็นได้ชัดเจนเป็นระยะ ๆ

รูปที่ 5-19 แสดงการติดป้ายเตือนและไฟฟ้าแสงสว่างที่บริเวณก่อสร้าง

2) ทำการก่อสร้างทางเบี่ยงหรือสะพานเบี่ยงชั่วคราวโดยติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่าง สัญญาณไฟ และป้ายลูกศรทางเบี่ยง

รูปที่ 5-20 การติดตั้งป้ายลูกศรบอกทิศทางการเบี่ยง

3) กั้นขอบเขต พร้อมรื้อถอนโครงสร้างระบายน้ำเดิมและปรับเปลี่ยนทางน้ำชั่วคราวเพื่อความสะดวกในการก่อสร้าง

รูปที่ 5-21 การกั้นขอบเขต เพื่อทำการรื้อถอนโครงสร้างเดิม

4) กำหนดตำแหน่งจุดเริ่มต้น จุดสิ้นสุด และระดับก่อสร้างให้เป็นไปตามรูปแบบ หากตำแหน่งไม่สอดคล้องกับลำน้ำสามารถปรับเปลี่ยนตำแหน่งให้ตรงกับทางน้ำปัจจุบันได้ ทำการขุดปรับพื้นที่ก่อสร้าง พร้อมจัดทำแผงกั้นกันตก เพื่อป้องกันอันตราย

5) หลังการขุดปรับพื้นที่ได้ระดับ ความลึกที่จะก่อสร้างแล้ว ควรตรวจดูว่าสภาพพื้นดินมีลักษณะอย่างไร จะสามารถรับน้ำหนักแบกทาน สอดคล้องกับที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่ โดยปกติออกแบบให้ดินแบกทานน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 20 ตัน/ตารางเมตร หากไม่มั่นใจ หรือเห็นว่าดินใต้ฐานท่อเหลี่ยมมีลักษณะเป็นโคลนเลน ควรทำการทดสอบหาค่าการแบกทานน้ำหนักของดินก่อน

6) การวางผังหรือการกั้นแบบพื้นล่างของตัวท่อเหลี่ยมถือว่ามีความสำคัญ ซึ่งจะต้องตรวจสอบให้ตำแหน่งกึ่งกลางความยาวของท่อเหลี่ยมตรงกับแนวศูนย์กลางทาง ไม่เยื้องออกไปข้างใดข้างหนึ่ง และวางให้อยู่ในแนวของลำน้ำ และตรวจสอบมุม Skew (ถ้ามี) ให้ถูกต้อง

### 5.2.3 งานไม้แบบ

1) เนื่องจากงานโครงสร้างท่อเหลี่ยมทุกชิ้นส่วนเป็นคอนกรีตเปลือย งานไม้แบบจึงต้องมีความประณีต โดยต้องตรวจตั้งแต่ขั้นตอนการทำแบบ ก่อนประกอบติดตั้ง และติดตั้งแล้วเสร็จ

2) ก่อนเทคอนกรีตทุกครั้ง ให้ตรวจสอบขนาด กว้าง ยาว ลึก ระยะต่างๆ ของชิ้นส่วนที่หล่อให้ถูกต้องตามรูปแบบ ตรวจสอบการหนุนเหล็กไม่ให้ติดไม้แบบ การทาน้ำมันที่ไม้แบบ ตรวจสอบความแข็งแรงของค้ำยัน แนวดิ่งของผนังแบบ และการยึดรั้งแบบครั้งสุดท้ายก่อนเทคอนกรีต

รูปที่ 5-22 การเข้าแบบหล่อและการเสริมเหล็กพื้นล่างท่อเหลี่ยม

รูปที่ 5-23 การประกอบติดตั้งแบบหล่อ

### 5.2.4 งานเหล็กเสริม

1) เหล็กเสริมคอนกรีต ต้องมีคุณสมบัติได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.20 สำหรับเหล็กเส้นกลม และมอก.24 สำหรับเหล็กข้ออ้อย และให้เป็นไปตามมาตรฐานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

2) เหล็กเสริมที่ใช้งานต้องเป็นชนิดเดียวกับที่ส่งทดสอบ คือแหล่งผลิตเดียวกัน ขนาดและชนิดเดียวกัน และในขณะก่อสร้างต้องส่งทดสอบ Control Test ทุกๆ 100 เส้น ต่อ 1 ชุด ต่อขนาด (1 ชุด มี 5 ท่อน ยาวท่อนละ 1 เมตร)

รูปที่ 5-24 ตัวอย่างเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

3) ลวดผูกเหล็กจะต้องเป็นลวดเหล็กกล้า อ่อน เหนียวอย่างดี มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.25 มิลลิเมตร เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.138 การผูกมัดเหล็กต้องแน่นแข็งแรงไม่บิดเบี้ยวเสียรูปในขณะเทคอนกรีต การดัดและการต่อเหล็กเสริมให้เป็นไปตามข้อกำหนด โดยทั่วไปเหล็กเส้นกลมจะมีระยะทาบ 40 D (เมื่อ D= เส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กเสริม) และเหล็กข้ออ้อยจะมีระยะทาบ 30 D แนวทาบควรคละกันไม่ให้อยู่ในแนวเดียวกัน และควรทาบเหล็กในตำแหน่งที่โครงสร้างรับแรงดึงน้อยที่สุด

4) เมื่อผูกเหล็กเสริมแล้วเสร็จก่อนประกอบแบบข้างและก่อนเทคอนกรีตให้ตรวจสอบอีกครั้ง พร้อมถ่ายรูป บันทึกผลการตรวจสอบไว้เป็นหลักฐาน

รูปที่ 5-25 รูปแสดงการเสริมเหล็ก

5) ควรตรวจสอบขนาด ตำแหน่ง ระยะ และจำนวนเหล็กเสริม ตั้งแต่ขั้นตอนการปฏิบัติงาน หากมีข้อผิดพลาดจะแก้ไขได้ง่าย ตรวจสอบการหนุนเหล็กเสริมไม่ให้แนบติดกับแบบหล่อ ควรหนุนให้เนื้อคอนกรีตหุ้มเหล็กตามข้อกำหนดในแบบหรือรายการก่อสร้าง หากไม่ได้กำหนดไว้ให้ใช้ตามตารางที่ 5-4

**ตารางที่ 5-4 ระยะหุ้มของคอนกรีตตามชิ้นส่วนโครงสร้าง**

| ชิ้นส่วนโครงสร้าง | ระยะหุ้มของคอนกรีต (ซม.) |
|---|---|
| พื้น | 1.5 |
| เสา คาน ผนัง | 2.5 |
| ฐานราก | 5.0 |

### 5.2.5 งานคอนกรีต

1) คุณสมบัติวัสดุส่วนประกอบของคอนกรีตเสริมเหล็กต้องเป็นไปตามมาตรฐานงานคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือ มาตรฐานงานคอนกรีตอัดแรงแล้วแต่กรณีดังนี้

- ปูนซีเมนต์ (Cement) ให้ตรวจสอบว่าใช้ปูนถูกประเภทหรือไม่ โดยปกติใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.15 ตามมาตรฐานข้อกำหนดของ AASHTO M85 หรือตามที่ระบุในแบบก่อสร้าง
- หินหรือกรวด ต้องแข็งแกร่ง ไม่ผุ สะอาดไม่มีสิ่งเจือปน มีขนาดคละผ่านการทดลองตามมาตรฐานข้อกำหนดของ AASHTO M80

- ทราย ใช้ทรายบกต้องเป็นทรายล้างน้ำจืด เม็ดหยาบ มีเหลี่ยมคม สะอาด ไม่มีสิ่งเจือปนต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานข้อกำหนดของ AASHTO M6
- น้ำต้องสะอาด ปราศจากเกลือ น้ำมัน กรด พืช ตะกอน หรือสารที่เป็นอันตรายต่อคอนกรีต ควรใช้น้ำประปา หากใช้น้ำที่มาจากแหล่งอื่น ต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐานตามข้อกำหนดของ AASHTO Test Method T26

2) ก่อนเทคอนกรีตพื้นล่างและผนังข้างให้ตรวจสอบว่ามีการวางแผนเหล็กเดือย (Dowel Bar) ในตำแหน่ง Fix หรือ Free ที่ถูกต้องและก่อนเทคอนกรีตทุกครั้งต้องแน่ใจว่าได้มีการตรวจวัด เหล็กเสริมแบบหล่อ ถูกต้องครบถ้วนแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะต้องระมัดระวัง กรณีท่อลอดเหลี่ยมที่มีมุม Skew จะต้องตรวจสอบความยาวของท่อลอด และกำแพงกันดินก่อนเทคอนกรีต

รูปที่ 5-26 เสริมเหล็ก Dowel ให้ตรงตามตำแหน่ง

3) ตรวจสอบเครื่องมือ อุปกรณ์ แรงงาน ปริมาณวัสดุ ที่ต้องใช้งานให้มีเพียงพอกับปริมาณงานโครงสร้างหรือชิ้นส่วนที่จะเทคอนกรีตแต่ละครั้ง กรณีที่ผสมคอนกรีตที่หน้างานให้ควบคุมอัตราส่วนผสมให้ถูกต้องทุกครั้ง โดยเฉพาะอัตราส่วนน้ำต่อซิเมนต์ w/c และไม่ว่าจะใช้คอนกรีตผสมเสร็จ(Ready Mixed Concrete) หรือคอนกรีตผสมที่หน้างาน ให้ตรวจสอบความข้นเหลวของคอนกรีตสดก่อนเทลงแบบทุกครั้ง โดยใช้ Slump Test หากแบบไม่ได้กำหนดค่ายุบตัว ให้ใช้ค่าการยุบตัวของคอนกรีตตามเกณฑ์ในตารางที่ 5-5

รูปที่ 5-27 การตรวจสอบความข้นเหลวของคอนกรีต

ตารางที่ 5-5 ค่าการยุบตัวของคอนกรีตสำหรับชิ้นส่วนโครงสร้างต่าง ๆ

| ชิ้นส่วนโครงสร้าง | ค่าการยุบตัวสูงสุด (ซม.) | ค่าการยุบตัวต่ำสุด (ซม.) |
|---|---|---|
| ฐานราก | 7.5 | 5 |
| แผ่นพื้น | 10 | 5 |
| ผนัง | 12.5 | 5 |
| ครีบ คสล. ผนังบาง ๆ | 15 | 5 |

4) ตรวจแบบให้แน่ใจว่าใช้คอนกรีตประเภทไหน กำลังคอนกรีตที่กำหนดเท่าไหร่และก่อนที่จะเทคอนกรีตทุกครั้งต้องแน่ใจว่าได้มีการตรวจสอบเหล็กเสริม ขนาดแบบหล่อได้ถูกต้องครบถ้วนแล้ว และอัตราส่วนการผสมคอนกรีตต้องเป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้

5) การจี้คอนกรีต เพื่อให้คอนกรีตไหลเข้าทุกจุดในแบบมีข้อควรระวังดังนี้

- ห้ามจี้คอนกรีตแช่ทิ้งไว้จุดเดียวนานเกิน 15 วินาทีจะทำให้ไหลเยิ้มบนผิวหน้ามากเกินไป
- ห้ามเอาหัวจี้คอนกรีตจี้ไว้กับเหล็กเสริมจะทำให้เนื้อคอนกรีตไม่ยึดกับเหล็ก ซึ่งจะทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยว (Bond Stress) ระหว่างเหล็กกับเนื้อคอนกรีตน้อย

รูปที่ 5-28 (ก) การจี้คอนกรีตขณะเทคอนกรีต

รูปที่ 5-28 (ข) การจี้คอนกรีตขณะเทคอนกรีต

6) เก็บตัวอย่างคอนกรีตอย่างน้อย 3 ก้อน เพื่อนำไปทดสอบกำลังอัด ดังนี้

- เก็บเมื่อหล่อคอนกรีตแต่ละส่วนของโครงสร้าง
- เช่น ฐานราก ผนัง และพื้น
- เก็บตัวอย่างทุกครั้งที่มีการเทคอนกรีตทุก ๆ 50 ลูกบาศก์เมตร และเศษของ 50 ลูกบาศก์เมตร
- เก็บตัวอย่างทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแหล่งวัสดุ เช่นทราย หรือ หิน-กรวดสำหรับคอนกรีตผสมเสร็จ (Ready Mixed Concrete) ให้เก็บตัวอย่างในบริเวณที่ปาก กลาง และก้นโม่ตามจำนวนที่ได้กล่าวมาแล้ว

รูปที่ 5-29 การเก็บตัวอย่าง
แท่งคอนกรีตลูกบาศก์

รูปที่ 5-30 เก็บตัวอย่างคอนกรีต
เพื่อทดสอบกำลังอัด

7) การเทคอนกรีตใหม่กับคอนกรีตเดิมให้ราดรอยต่อด้วยซีเมนต์เพสต์ (อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 1 : 1) การปาดผิวหน้าคอนกรีต การปัดลายบนผิวหน้า ให้เป็นไปตามแบบกำหนด และเมื่อคอนกรีตเซ็ตตัว หรือผ่านพ้น 24 ชั่วโมงไปแล้วต้องทำการบ่มคอนกรีตอย่างน้อยเป็นเวลา 7 วันติดต่อกัน และต้องไม่ให้โครงสร้างที่เทคอนกรีตถูกกระทบกระเทือน ซึ่งการบ่มอาจทำโดยการป้องกันการสูญเสียน้ำจากคอนกรีตที่เร็วเกินไปด้วยการหุ้มด้วยพลาสติก หรือให้ความชื้นกับคอนกรีต โดยใช้กระสอบป่านคลุมแล้วฉีดน้ำให้ชุ่ม หรือวิธีการอื่น ๆ ตามลักษณะของโครงสร้างและสภาพพื้นที่การก่อสร้าง

รูปที่ 5-31 บ่มคอนกรีตด้วยกระสอบป่านชุ่มน้ำ

8) การถอดแบบหล่อคอนกรีตต้องเป็นไปตามเกณฑ์ดังนี้

- แบบกำแพง ปากท่อ ผนัง ฐานราก 2 วัน
- แบบล่างรองรับพื้น 14 วันและเมื่อถอดแบบแล้วให้ค้ำตามจุดต่าง ๆ ที่เหมาะสมอีก 14 วัน

9) การถมข้างท่อเหลี่ยมต้องระมัดระวังในการบดอัด ควรใช้เครื่องบดอัดขนาดเล็ก หากใช้รถบดไม่ควรใช้ระบบสั่นสะเทือน และควรถมข้างท่อด้วยทรายหยาบ และปล่อยให้ทรุดตัวตามธรรมชาติสักระยะหนึ่งก่อนจึงบดอัดด้วยเครื่องมือขนาดเล็ก ให้ได้ความแน่นตามข้อกำหนด

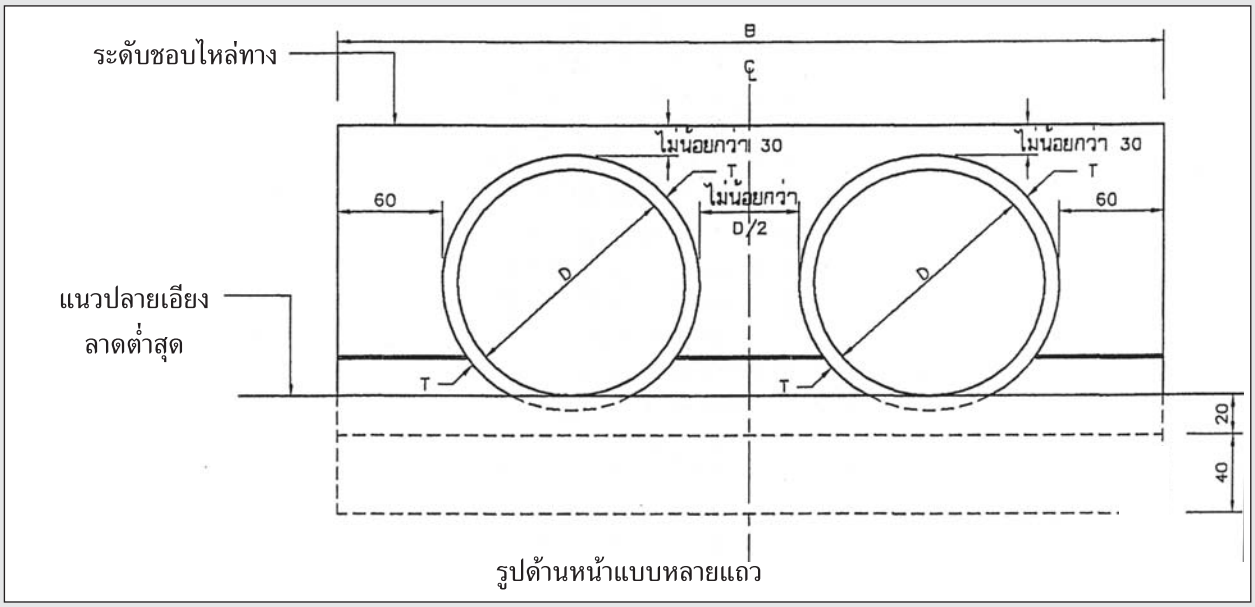
รูปที่ 5-32 การบดอัดข้างท่อเหลี่ยม

10) ถ่ายรูปขั้นตอนต่าง ๆ ของการปฏิบัติงานทุกครั้ง

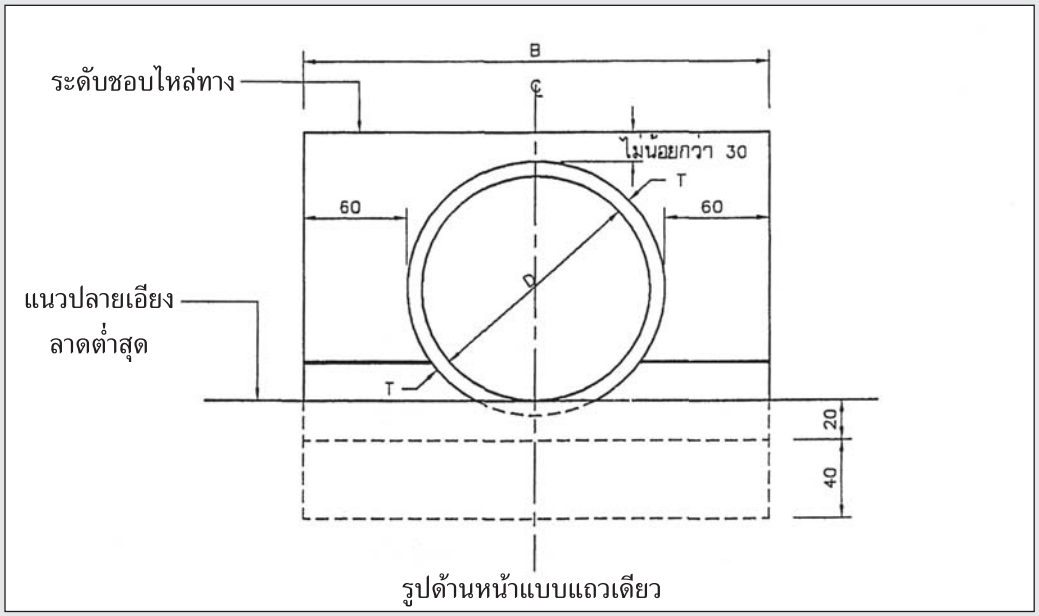
รูปที่ 5-33 รูปแสดงการทดสอบความแน่นข้างท่อเหลี่ยม

## 5.3 งานป้องกันการกัดเซาะปากท่อกลม (Head Wall & End Wall)

งานป้องกันการกัดเซาะปากท่อกลม (Head Wall & End Wall) หรือเรียกกันทั่วไปว่ากำแพงปากท่อ เป็นการป้องกันการกัดเซาะของน้ำบริเวณปากท่อทั้ง 2 ข้างทาง ทั้งด้านน้ำเข้าและด้านน้ำออกโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูน้ำหลากน้ำที่ไหลผ่านท่อจะมีความรุนแรงจนเกิดการกัดเซาะที่บริเวณปากท่อลุกลามทำความเสียหายต่อโครงสร้างทางได้ ฉะนั้นจึงมีความจำเป็นต้องออกแบบกำแพงปากท่อเพื่อป้องกันการกัดเซาะ




รูปที่ 5-34 (ก) ตัวอย่างรูปแบบกำแพงปากท่อ




รูปที่ 5-34 (ข) ตัวอย่างรูปแบบกำแพงปากท่อ

## วิธีการก่อสร้าง

1) หลังจากได้วางท่อและก่อสร้างชั้นพื้นทางเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ให้ทำการปรับดินบริเวณปากท่อทั้ง 2 ด้าน ให้ได้รูปร่างขนาดตามแบบพร้อมบดอัดดินที่หลวมให้แน่นทั้งบริเวณส่วนที่ลาดเอียงและด้านหน้าท่อ

2) ให้ขุดร่องคานหน้าท่อ แล้วตั้งแบบผูกเหล็กและเทคอนกรีตคานหน้าท่อ

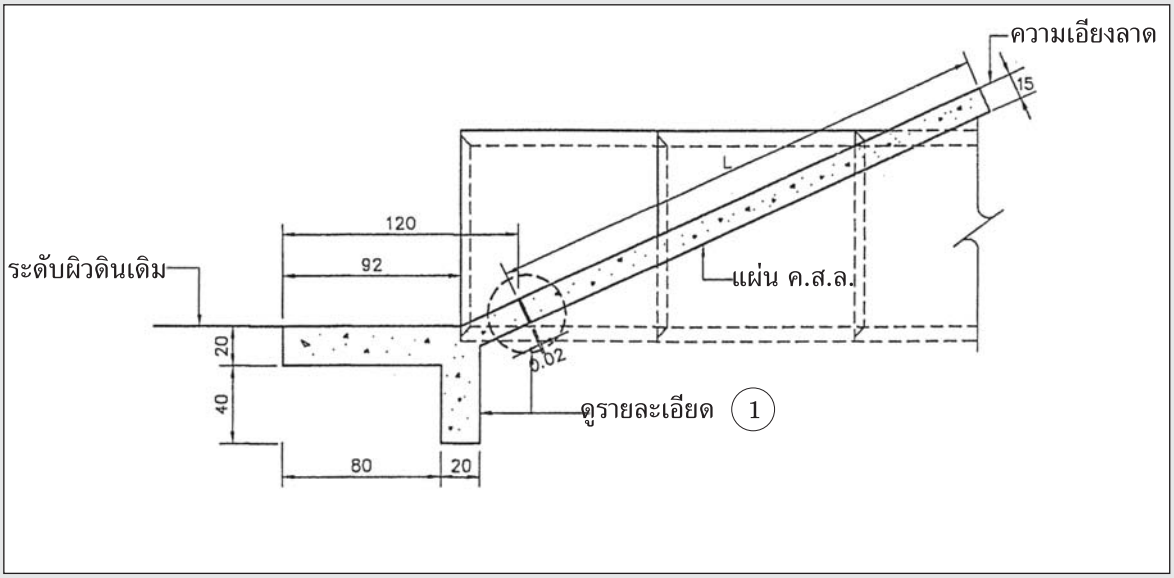
3) ถมกลบร่องคานหน้าท่อปรับดินให้เรียบ บดอัดแน่น ตั้งแบบข้างโดยรอบ แบบที่ใช้ควรตรงและมีความสูงเท่ากับความหนาของคอนกรีตที่จะเท ตามมาตรฐานทั่วไป หนา 15 ซม. ตรวจสอบความกว้าง ความยาว ระดับและความลาดเอียดให้ถูกต้อง

4) ผูกเหล็กและหนุนเหล็กให้อยู่ในตำแหน่ง

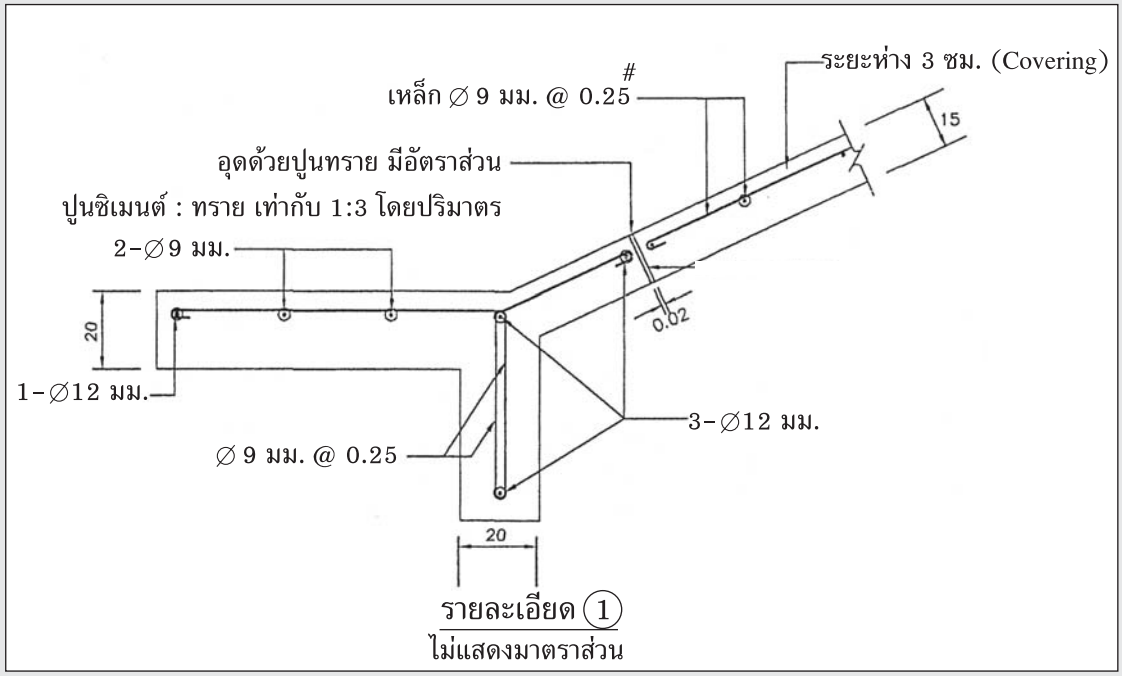
5) เทคอนกรีต ให้ใช้คอนกรีตที่มีความข้นเหลวพอเหมาะ เพื่อที่จะไม่ให้เกิดการไหลเมื่อเทตามแนวลาดเอียง การเทคอนกรีตตามแนวลาดเอียงให้เทจากด้านต่ำสุดก่อนแล้วค่อย ๆเทคอนกรีตสูงขึ้นไปตามแนวลาดเอียงจนเต็ม แต่งผิวหน้าให้เรียบ

6) เมื่อคอนกรีตแห้งพอหมาด ๆ ให้ปั่นแต่งผิวหน้าคอนกรีตให้เรียบ

7) การทำรอยต่อของแผ่นคอนกรีต ควรดำเนินการในขณะที่คอนกรีตยังไม่แข็งตัวเต็มที่หรือในขณะเทคอนกรีต




รูปที่ 5-35 รูปตั้งด้านข้างทั่ว ๆ ไป




รูปที่ 5-36 ตัวอย่างแสดงการเสริมเหล็กกำแพงปากท่อ

## ตารางที่ 5-6 ตารางแสดงขนาดต่าง ๆ ของกำแพง คสล.กันน้ำเซาะที่ปลายท่อระบายน้ำ

### ตารางแสดงขนาดต่าง ๆ ของกำแพง คสล. กับน้ำเซาะที่ปลายท่อระบายน้ำ

| ลักษณะท่อ | ขนาดท่อ | | ท่อแถวเดียว | | | ท่อหลายแถว | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | D (ซม.) | T (ซม.) | θ | B | L | θ | X2 | | X3 | | |
| | | | | | | | B | L | B | L | |
| | 30 | 5.0 | 30 | 160 | 130 | 30 | 215 | 130 | 270 | 130 | |
| | 40 | 6.0 | 30 | 172 | 152 | 30 | 244 | 152 | 316 | 152 | |
| | 50 | 7.0 | 30 | 184 | 174 | 30 | 258 | 174 | 362 | 174 | |
| | 60 | 7.5 | 30 | 195 | 195 | 30 | 300 | 195 | 405 | 195 | |
| | 80 | 9.5 | 30 | 219 | 239 | 30 | 358 | 239 | 497 | 239 | |
| | 100 | 11.0 | 30 | 242 | 282 | 30 | 414 | 282 | 586 | 282 | |
| | 120 | 12.5 | 30 | 265 | 325 | 30 | 470 | 325 | 675 | 325 | |
| | 135 | 14.0 | 30 | 283 | 358 | 30 | 513.5 | 358 | 744 | 358 | |
| | 150 | 15.0 | 30 | 300 | 390 | 30 | 555 | 390 | 810 | 390 | |

หมายเหตุ กำหนดให้ $\theta = 30^{\circ}$ เป็นมุมที่กำแพง คสล. กันน้ำเซาะเอียงกับแนวราบ และ $X_2$,$X_3$, เป็นจำนวนการเรียงท่อ

รูปที่ 5-37 การเทคานหน้าท่ออาจทำในขั้นตอนการเทคอนกรีตหยาบร่องท่อก็ได้

รูปที่ 5-38 การเสริมเหล็ก และการเทคอนกรีตกำแพงปากท่อ

รูปที่ 5-39 การแต่งผิวหน้าคอนกรีตให้เรียบ

รูปที่ 5-40 กรณีแบบหล่อ (ด้านข้าง) สูงกว่าความหนาคอนกรีตที่เทอาจจะเป็นปัญหาในการปาดแต่งผิวหน้าคอนกรีต

รูปที่ 5-41 หลังจากถอดแบบข้างแล้วให้ปรับดินโดยรอบให้เสมอผิวคอนกรีต

รูปที่ 5-42 หลังจากถอดแบบและปรับระดับดินรอบแผ่นคอนกรีตเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีการกัดเซาะของน้ำรอบบริเวณแผ่นคอนกรีต