

คอนกรีตปัม

1.1 คอนกรีตปัมคืออะไร

1.2 วิวัฒนาการของคอนกรีตปัม

1.3 คอนกรีตปัมในประเทศไทย

คอนกรีตปั๊ม

1.1 คอนกรีตปั๊ม (CONCRETE PUMP) คืออะไร

คอนกรีตปั๊มคือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการลำเลียงคอนกรีตชนิดหนึ่ง ในปัจจุบัน คอนกรีตปั๊มได้เข้ามามีบทบาทในการใช้ลำเลียงคอนกรีต โดยเข้ามาทดแทน รถเข็น, ลิฟท์, ทาวเวอร์เครน, สายพานลำเลียงและวิธีการลำเลียงอื่น ๆ ทั้งนี้ เนื่องจากคอนกรีตปั๊มสามารถตอบสนองความต้องการในการเทคอนกรีตในที่ สูงหรือในที่ที่มีอุปสรรค ยากต่อการเทคอนกรีตโดยวิธีอื่น รวมทั้งยังให้ความ สะดวกรวดเร็วในการเทคอนกรีตเมื่อเทียบกับวิธีอื่นด้วย

1.2 วิวัฒนาการของคอนกรีตปั๊ม

แนวความคิดเกี่ยวกับการลำเลียงคอนกรีตผ่านท่อโดยอาศัยลูกสูบ ไปยัง สถานที่ที่ต้องการเทคอนกรีต เริ่มมีขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2473 และแนวความคิดนี้ ได้เกิดเป็นจริงขึ้นในปี พ.ศ. 2476 ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยได้มีการใช้ คอนกรีตปั๊มในการลำเลียงคอนกรีต สำหรับการสร้างเขื่อนกันแม่น้ำ มิสซิส- ซิปปี ที่เมืองมินิโซต้า

หลังจากปี พ.ศ. 2476 ถึงช่วงก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 (ปี พ.ศ. 2484) ได้ มีการใช้คอนกรีตปั๊มในการก่อสร้างบ้าง แต่ยังไม่เป็นที่นิยมเพราะท่อที่ใช้ มีขนาดใหญ่ คือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6-8 นิ้ว ทำให้มีน้ำหนักมาก ยากต่อ การเคลื่อนย้าย

หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 (ปี พ.ศ. 2488) ในยุโรป คอนกรีตปั๊มได้ถูกนำ มาใช้อย่างกว้างขวางในการบูรณะประเทศ แต่ในสหรัฐอเมริกา คอนกรีตปั๊ม กลับไม่ได้รับความนิยม เนื่องจากวิธีการและเทคนิคต่าง ๆ ในการปั๊ม คอนกรีตยังไม่แน่นอน และยังคงใช้วิธีลองผิดลองถูกอยู่

ในปี พ.ศ. 2500 ได้มีการนำคอนกรีตปั๊มแบบ 2 ลูกสูบ ซึ่งมีประสิทธิภาพ มากขึ้นมาใช้งาน หลังจากนั้นก็มีการพัฒนาคอนกรีตปั๊มมาเป็นลำดับ จนกระทั่ง ในปี พ.ศ. 2508 ได้มีคอนกรีตปั๊มแบบติดตั้งบนรถมาใช้งานเป็นครั้งแรก

ภายหลังปี พ.ศ. 2513 คอนกรีตปั๊มได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย เพราะ ท่อขนส่งคอนกรีตได้ถูกพัฒนาให้มีขนาดเล็กลง คือมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 4-5 นิ้ว ทำให้สะดวกในการเคลื่อนย้าย และยังมีการพัฒนาคอนกรีตปั๊มแบบติดตั้งบน รถให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทำให้ทำงานได้สะดวก ไม่ต้องติดตั้งท่อบ่อย ๆ อีกทั้งการเคลื่อนย้ายก็ทำได้ง่ายอีกด้วย

จนกระทั่งปี พ.ศ. 2525 ประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น ประเทศเยอรมัน ใช้คอนกรีตปั๊มสำหรับลำเลียงคอนกรีต ประมาณ 50% ของการใช้คอนกรีต ในงานก่อสร้างทั้งหมด

1.3 คอนกรีตปั๊มในประเทศไทย

คอนกรีตปั๊มเริ่มเข้ามามีบทบาทในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2522 โดยมีการนำคอนกรีตปั๊มเข้ามาใช้ในงานก่อสร้างขนาดใหญ่ เช่น งานสร้างเขื่อน แต่ในช่วงนั้นยังไม่ได้ได้รับความนิยมมากนัก ทั้งนี้เพราะราคาของคอนกรีตปั๊มและค่าใช้จ่ายในการปั๊มคอนกรีตสูง รวมทั้งขาดผู้ชำนาญในการใช้คอนกรีตปั๊มด้วย

ในปี พ.ศ. 2522 ประเทศไทยมีคอนกรีตปั๊มอยู่เพียง 16 เครื่อง เป็นแบบติดตั้งบนรถบรรทุก (TRUCK MOUNTED CONCRETE PUMP) 7 เครื่อง ที่เหลือเป็นแบบติดตั้งอยู่กับที่ (STATIONARY CONCRETE PUMP) ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นของผู้รับเหมารายใหญ่เท่านั้น

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 เป็นต้นมา คอนกรีตปั๊มได้ถูกใช้ในงานก่อสร้างมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในงานก่อสร้างอาคารสูง ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยหลายประการเช่น

1. ได้มีการพัฒนาส่วนผสมคอนกรีตให้เหมาะกับงานคอนกรีตปั๊มมากขึ้น
2. มีการนำน้ำยาผสมคอนกรีตที่ช่วยทำให้คอนกรีตลื่น และคอนกรีตแข็งตัวช้ามาใช้ ทำให้สะดวกมากขึ้นในการใช้ปั๊ม
3. มีผู้ชำนาญในการใช้คอนกรีตปั๊มมากขึ้น
4. ความต้องการให้การก่อสร้างเสร็จภายในระยะเวลาอันสั้น
5. อัตราค่าแรงงานสูงมากขึ้น รวมทั้งบุคลากรหายากขึ้น

ในปี พ.ศ. 2530 ประเทศไทยมีคอนกรีตปั๊มอยู่กว่า 60 เครื่อง ในจำนวนนี้ 40% เป็นแบบติดตั้งบนรถ ที่เหลือเป็นแบบติดตั้งอยู่กับที่ คอนกรีตปั๊มทั้งหมดส่วนใหญ่เป็นของผู้รับเหมา และของบริษัทที่ดำเนินการรับจ้างปั๊มคอนกรีต

จากข้อมูลปี พ.ศ. 2532 พบว่า 10-15% ของคอนกรีตผสมเสร็จที่ใช้ในเขตกรุงเทพมหานคร ถูกลำเลียงผ่านคอนกรีตปั๊ม

ประเภทต่าง ๆ ของคอนกรีตปัม

- 2.1 คอนกรีตปัมแบบรีด
- 2.2 คอนกรีตปัมแบบใช้ลูกสูบ
- 2.3 คอนกรีตปัมแบบใช้ลมดัน
- 2.4 คอนกรีตปัมแบบติดตั้งอยู่กับที่
- 2.5 คอนกรีตปัมแบบติดตั้งบนรถบรรทุก
- 2.6 คอนกรีตปัมแบบติดตั้งบนรถผสมคอนกรีต

ประเภทต่าง ๆ ของคอนกรีตปั๊ม

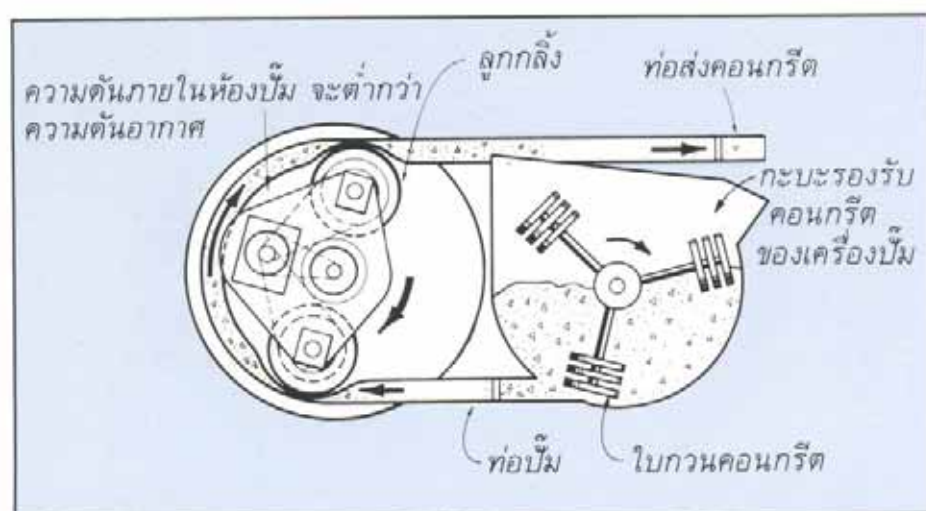
เราสามารถแบ่งคอนกรีตปั๊มตามลักษณะการขับเคลื่อนคอนกรีต ออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. คอนกรีตปั๊มแบบรีด (SQUEEZE PUMP)
2. คอนกรีตปั๊มแบบใช้ลูกสูบ (PISTON PUMP)
3. คอนกรีตปั๊มแบบใช้ลมดัน (PNEUMATIC PUMP)

2.1 คอนกรีตปั๊มแบบรีด

คอนกรีตปั๊มแบบนี้ประกอบด้วยท่ออย่างอ่อน และลูกกลิ้งที่หมุนอยู่ภายในห้องปั๊ม ลูกกลิ้งจะหมุนไปบีบท่อ และรีดคอนกรีตที่อยู่ในท่ออย่าง อออกไปตามท่อสู่บริเวณที่จะเทคอนกรีต โดยทั่วไปภายในห้องปั๊มจะมีความดันต่ำกว่าบรรยากาศ ทั้งนี้เพื่อให้ท่ออย่างอ่อนภายในห้องปั๊มที่ถูกบีบโดยลูกกลิ้งดันตัวกลับรูปเดิมอย่างรวดเร็ว เป็นผลให้สามารถส่งคอนกรีตออกจากปั๊มได้อย่างสม่ำเสมอ

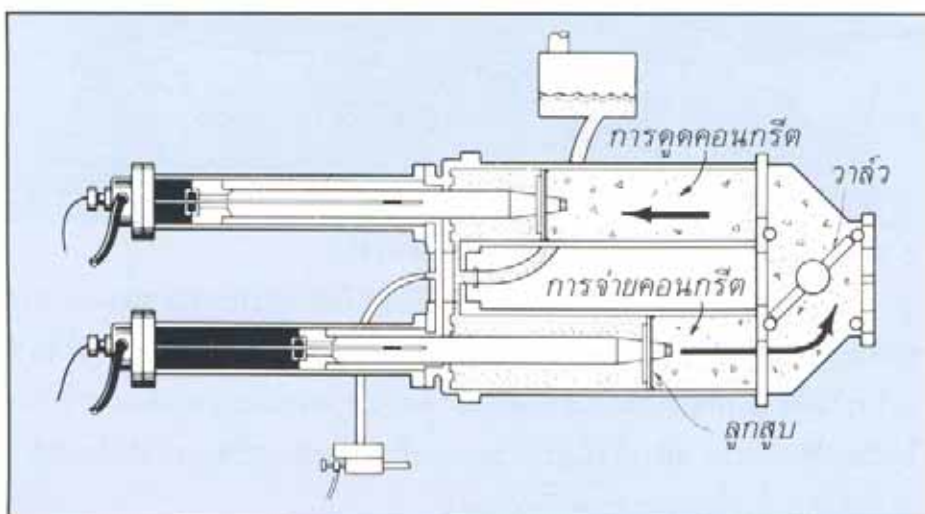
คอนกรีตปั๊มในลักษณะนี้ไม่มีประตูเปิดที่ทางเข้า-ออก จึงไม่มีการสึกหรอที่ประตูเปิด-เปิด และไม่มีการรั่วซึมของน้ำปูน แต่จะเกิดการสึกหรอของท่ออย่างทั้งภายในและภายนอก เพราะผิวด้านนอกจะถูกลูกกลิ้งบีบ สำหรับผิวด้านในก็จะถูกขูดขีดโดยส่วนผสมต่าง ๆ ของคอนกรีต โดยเฉพาะอย่างยิ่งหินที่มีเหลี่ยมคม นอกจากนี้คอนกรีตปั๊มลักษณะดังกล่าวยังมีข้อจำกัดในการส่งคอนกรีต คือ สามารถส่งคอนกรีตได้สูงประมาณ 40 เมตรเท่านั้น



2.2 คอนกรีตปั๊มแบบใช้ลูกสูบ

คอนกรีตปั๊มชนิดนี้ ประกอบด้วยลูกสูบและกระบอกสูบ การปั๊มจะกระทำโดยการเคลื่อนที่ของลูกสูบในกระบอกสูบ เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่เข้าก็จะดูดเอาคอนกรีตเข้ามาในกระบอกสูบ และเมื่อลูกสูบเคลื่อนออกก็จะดันคอนกรีตออกจากกระบอกสูบ นอกจากนี้ยังมีประตูเปิดปิดให้คอนกรีตเข้าและออกจากกระบอกสูบด้วย

คอนกรีตปั๊มแบบนี้จะประกอบด้วยลูกสูบ 2 ชุด ทำงานสลับกันคือ เมื่อลูกสูบชุดหนึ่งเคลื่อนเข้าจะดูดเอาคอนกรีตเข้ามาในกระบอกสูบ ลูกสูบอีกชุดหนึ่งก็จะเคลื่อนออกเพื่อดันคอนกรีตออกจากกระบอกสูบ ซึ่งจะทำให้คอนกรีตไหลออกจากท่ออย่างสม่ำเสมอ



2.3 คอนกรีตปั๊มแบบใช้ลมดัน (PNEUMATIC PUMP)

คอนกรีตปั๊มแบบนี้ประกอบด้วย ถังใส่คอนกรีตที่มีฝาปิดมิดชิด (PRESSURE VESSEL) และแหล่งกำเนิดลม (COMPRESSOR) คอนกรีตจะถูกกล้ำเลี้ยงใส่ถัง ปิดฝาให้แน่น ใช้แรงดันลม พาคอนกรีตในถังไปตามท่อส่งพร้อมกับลม

คอนกรีตปั๊มชนิดนี้ นิยมใช้กับคอนกรีตที่ใช้หินขนาดเล็กเป็นส่วนผสมหรือใช้ปั๊มอร์ต้าสำหรับงานฉาบ หรืองาน SHOTCRETE

นอกจากจะแบ่งคอนกรีตปั๊มตามลักษณะการขับเคลื่อนคอนกรีตดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังสามารถแบ่งตามลักษณะการติดตั้ง ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. คอนกรีตปั๊มแบบติดตั้งอยู่กับที่ (STATIONARY CONCRETE PUMP)
2. คอนกรีตปั๊มแบบติดตั้งบนรถบรรทุก (TRUCK MOUNTED CONCRETE PUMP)
3. คอนกรีตปั๊มแบบติดตั้งบนรถผสมคอนกรีต (TRUCK MIXER CONCRETE PUMP)

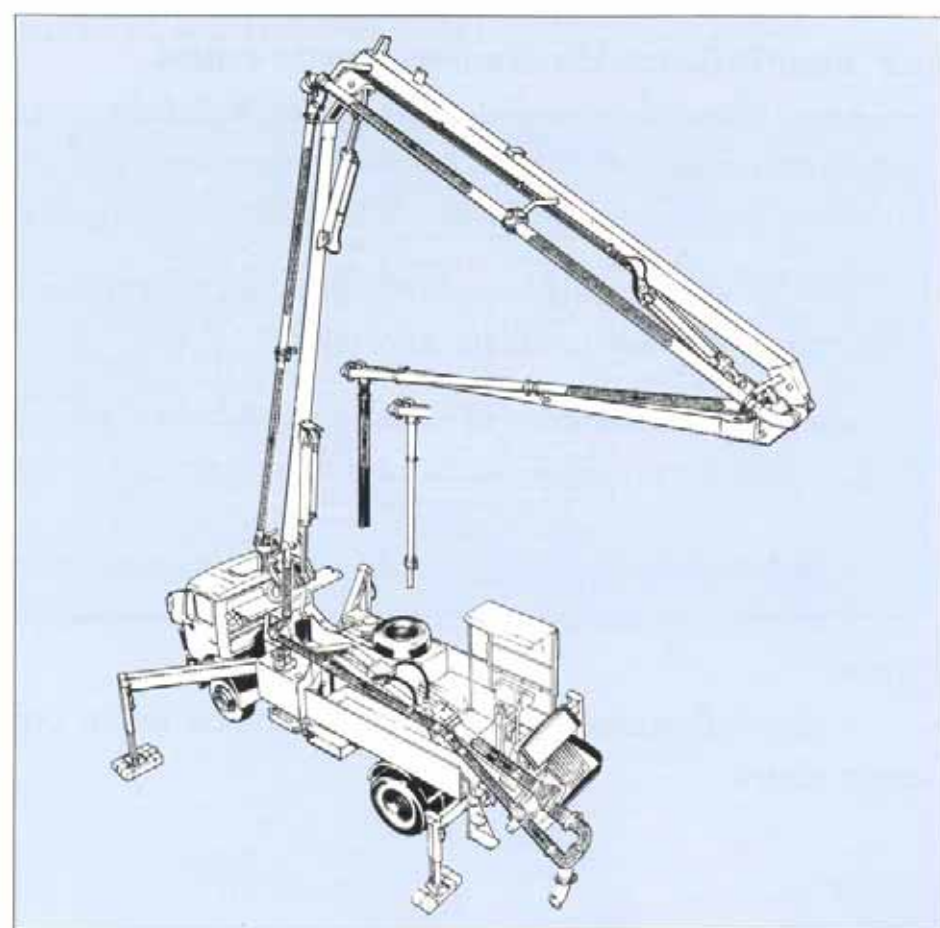
2.4 คอนกรีตปั๊มแบบติดตั้งอยู่กับที่

คอนกรีตปั๊มชนิดนี้ ตัวปั๊มและท่อส่งจะถูกแยกออกจากกัน ตัวปั๊มติดตั้งอยู่บนล้อเลื่อน เมื่อต้องการใช้งานจะติดตั้งตัวปั๊มไปกับรถบรรทุก สู่บริเวณก่อสร้าง หลังจากนั้นจะติดตั้งท่อและอุปกรณ์เข้ากับปั๊ม คอนกรีตปั๊มแบบนี้มีแรงดันสูงมาก สามารถปั๊มคอนกรีตไปยังที่สูงๆ ได้ รวมทั้งพื้นที่ในการติดตั้งน้อย แต่ต้องเสียเวลาในการติดตั้งท่อ และการเคลื่อนย้ายปั๊มทำได้ลำบาก



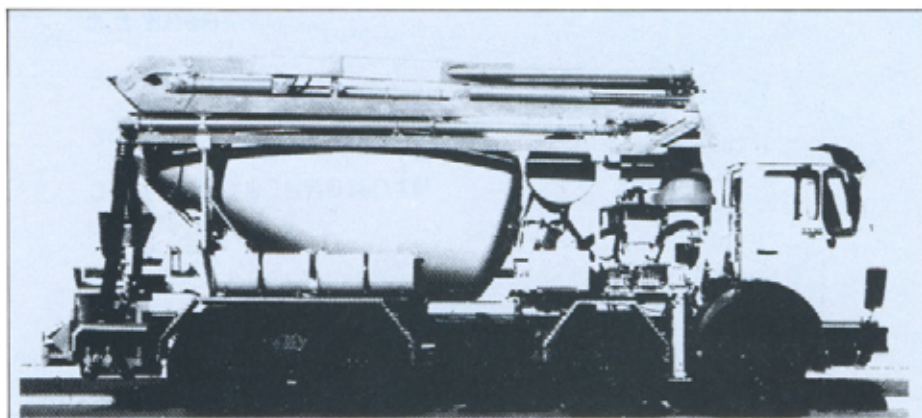
2.5 คอนกรีตปั๊มแบบติดตั้งบนรถบรรทุก

คอนกรีตปั๊มแบบนี้ทั้งตัวปั๊มและท่อส่งจะถูกติดตั้งอย่างถาวรบนรถบรรทุก ท่อส่งถูกออกแบบให้สามารถพับเก็บได้ ทำให้สะดวกรวดเร็วในการใช้งาน เพราะไม่ต้องต่อท่อ เคลื่อนย้ายได้สะดวกและทำความสะอาดหลังการใช้งานได้ง่ายและรวดเร็ว อย่างไรก็ตามระยะทางที่จะปั๊มคอนกรีตถูกจำกัดโดยความยาวของท่อ อีกทั้งการลงทุนครั้งแรกสูง



2.6 คอนกรีตปั๊มแบบติดตั้งบนรถผสมคอนกรีต

คอนกรีตปั๊มแบบนี้ ทั้งตัวปั๊มและท่อส่งจะถูกติดตั้งอย่างถาวรบนรถผสมคอนกรีต คอนกรีตปั๊มชนิดนี้ไม่เป็นที่นิยม เพราะรถมีน้ำหนักมาก การเข้าออกในหน่วยงานก่อสร้างทำได้ยาก ในกรณีที่ปั๊มคอนกรีตจากรถผสมคอนกรีตคันดังกล่าวหมดแล้ว และจำเป็นต้องปั๊มคอนกรีตเพิ่มเติม รถผสมคอนกรีตคันที่ติดตั้งปั๊มนี้จะต้องจอดว่างรออยู่จนเสร็จสิ้นการใช้คอนกรีตปั๊ม



ท่อนส่งและอุปกรณ์อื่น ๆ

3.1 ท่อเหล็ก

3.2 ท่อยาง

3.3 ข้องอ

3.4 ข้อต่อ

3.5 วาล์ว

3.6 ตัวกระจายคอนกรีต

ท่อส่งและอุปกรณ์อื่น ๆ

3.1 ท่อเหล็ก (STEEL PIPELINE)

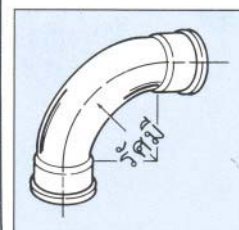
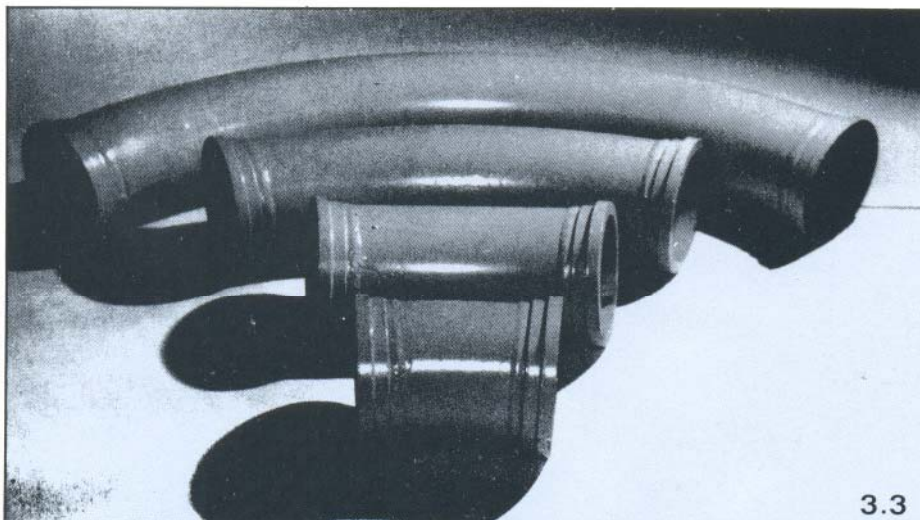
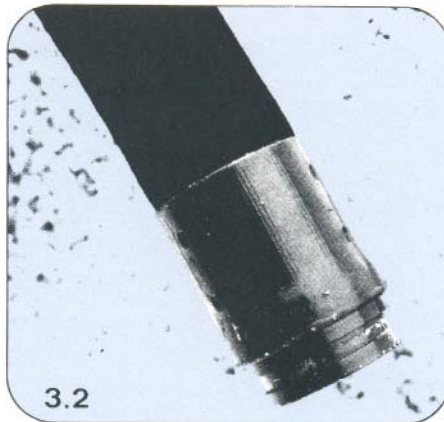
ใช้สำหรับส่งคอนกรีต มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4-6 นิ้ว และความยาว 0.5-6 เมตร แต่ที่นิยมใช้คือท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว และ 5 นิ้ว ยาวท่อนละ 3 เมตร ได้มีการพัฒนาเพื่อที่จะลดน้ำหนักของท่อส่งคอนกรีต โดยใช้ท่ออลูมิเนียมแทน แต่มีปัญหาตามมาคือ ท่ออลูมิเนียมจะทำปฏิกิริยากับอัลคาไลท์ในซีเมนต์ ก่อให้เกิดก๊าซไฮโดรเจน ก๊าซนี้จะแทรกอยู่ในเนื้อคอนกรีต มีผลให้กำลังอัดของคอนกรีตลดลง

3.2 ท่อยาง (FLEXIBLE HOSE)

ใช้สำหรับติดปลายท่อเหล็กข้างต้น เพื่อความคล่องตัวในการเคลื่อนย้ายท่อไปสู่บริเวณที่ต้องการเทคอนกรีต ท่อนี้มีความยาวตั้งแต่ 3-10 เมตร

3.3 ข้องอ (ELBOW)

ใช้สำหรับเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของคอนกรีต ข้องอหนึ่งอันเป็นมุม 15 องศา, 30 องศา, 45 องศา, 60 องศา และ 90 องศา โดยทั่วไปจะมีรัศมียาว 1 เมตร



3.4 ข้อต่อ (COUPLING)

ใช้สำหรับประกอบท่อเข้าด้วยกัน ข้อต่อที่ดีจะต้องประกอบด้วย ห่วงยางกันซึม (GASKET) เพื่อป้องกันมิให้น้ำปนไหลออกมาตามรอยต่อ

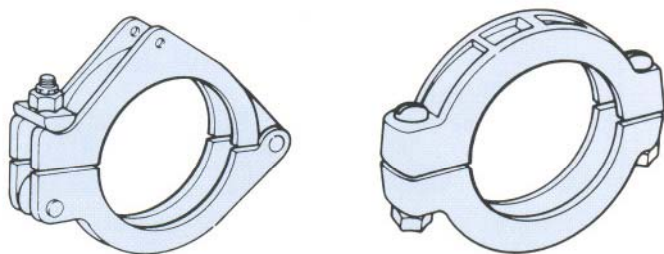


ข้อต่อที่นิยมใช้มี 2 ประเภทคือ

- ข้อต่อแบบบับ (SNAP-TYPE COUPLING) ข้อต่อแบบนี้สามารถประกอบและถอดได้สะดวกและรวดเร็ว นิยมใช้ประกอบท่อที่ต่อในแนวราบ



- **ข้อต่อแบบขัน (BOLT-TYPE COUPLING)** การติดตั้งและถอดทำได้ยาก แต่ได้เปรียบในแง่ราคาถูก ใช้ต่อท่อในบริเวณที่ต้องรับแรงดันสูง ส่วนมากนิยมใช้ต่อท่อในแนวดิ่ง



3.5 วาล์ว (VALVE)

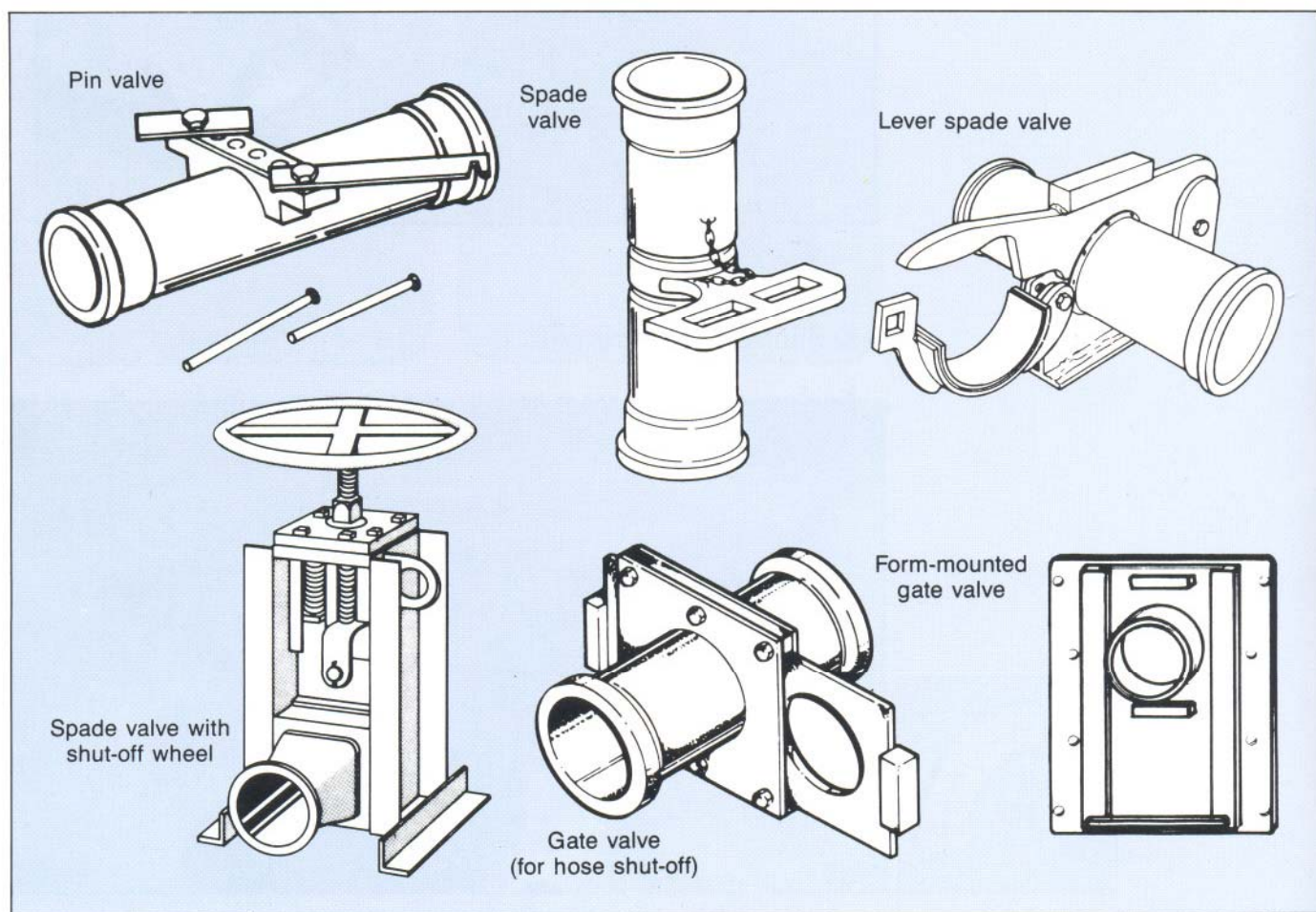
มีทั้งแบบที่เปิดปิดด้วยมือ และเปิดปิดด้วยระบบไฮดรอลิก สามารถแบ่งตามหน้าที่ออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. SHUT-OFF VALVE ทำหน้าที่หยุดการไหลของคอนกรีตในระบบการปั๊ม ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดคือ

1.1 **PIN VALVE** หยุดการไหลของคอนกรีต โดยการใส่หมุดขวางการเคลื่อนที่ของคอนกรีต วาล์วชนิดนี้ง่ายต่อการใช้งาน แต่โอกาสที่หินจะติดขัดในท่อมักมาก

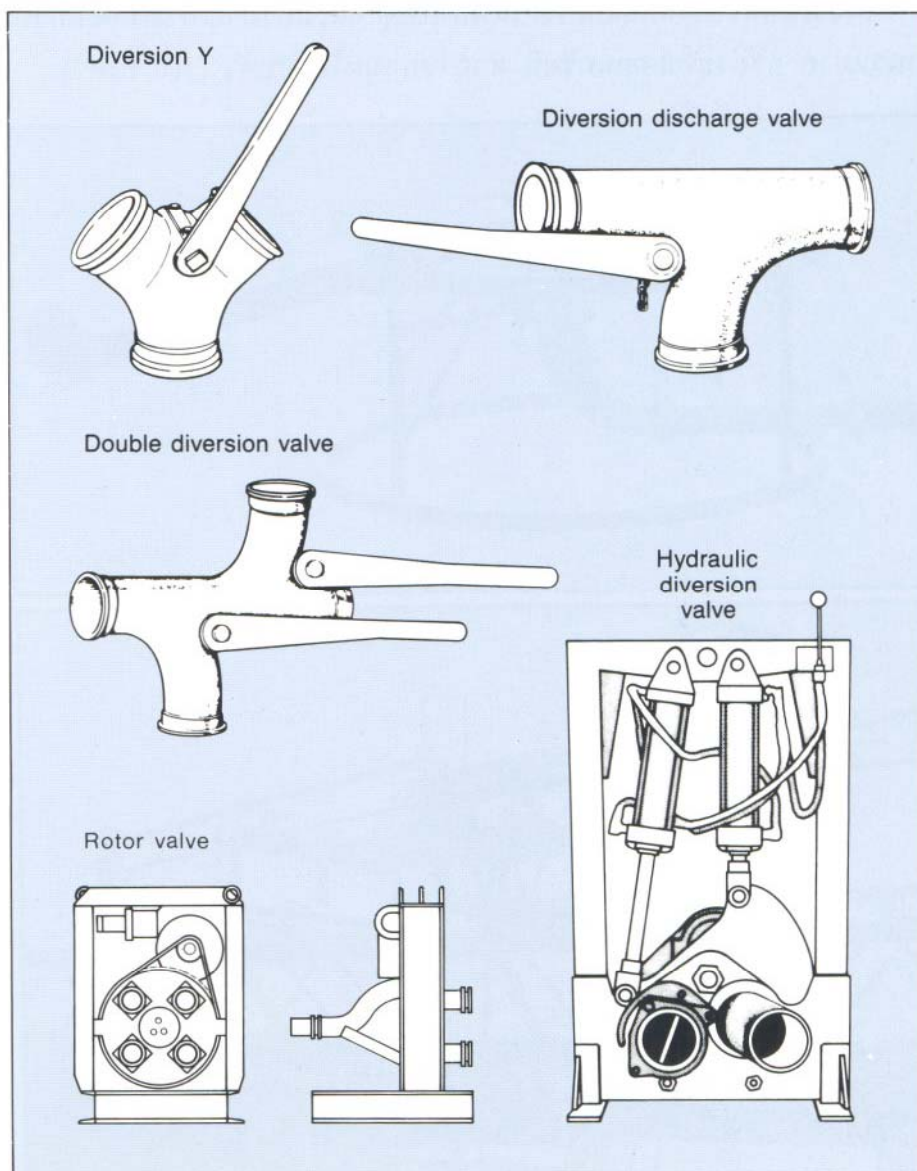
1.2 **SPADE VALVE** หยุดการเคลื่อนที่ของคอนกรีต โดยการสอดแผ่นโลหะผ่านช่องที่ตัววาล์ว

1.3 **GATE VALVE** ใช้การเลื่อนของประตูเพื่อกันการไหลของคอนกรีต

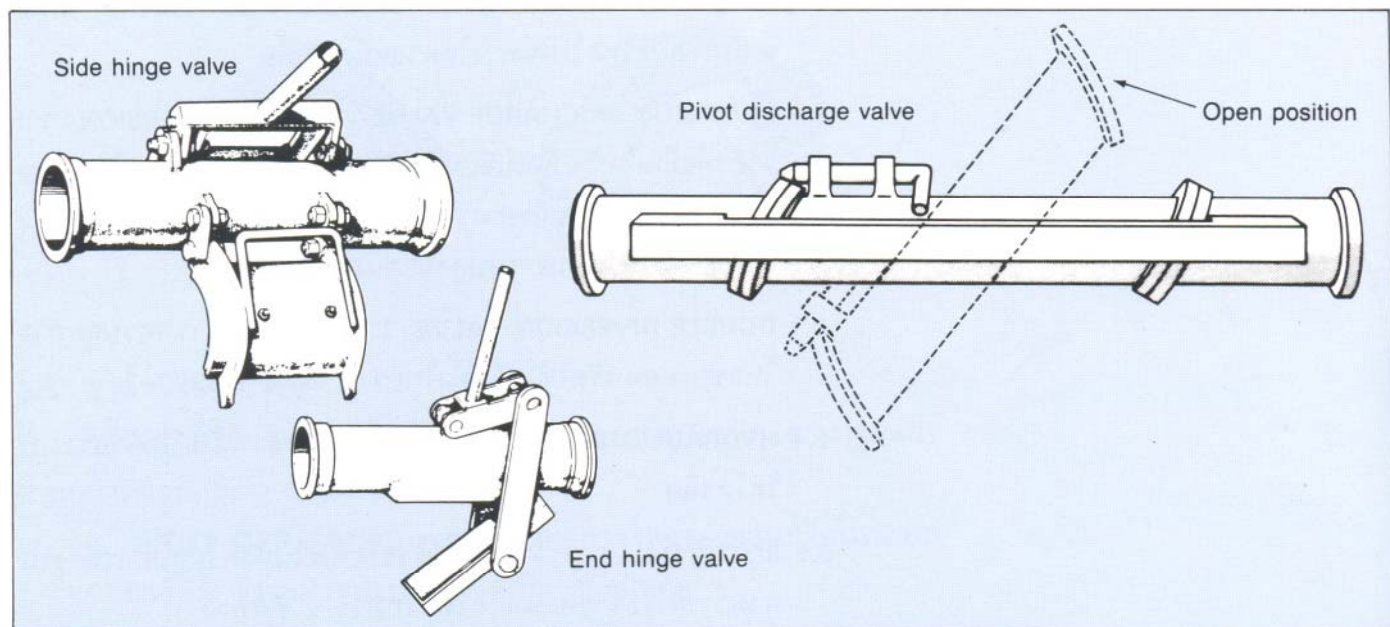


2. DIVERSION VALVE ทำหน้าที่แยกการไหลของคอนกรีตเป็น 2 ทาง หรือมากกว่าซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 5 ประเภท คือ

- 2.1 **DIVERSION "Y" VALVE** วาล์วชนิดนี้มีประตูเปิด ปิด เพื่อควบคุมคอนกรีตให้ไหลไปในทางใดทางหนึ่งเท่านั้น
- 2.2 **DIVERSION DISCHARGE VALVE** เหมือนกับ DIVERSION "Y" วาล์วคือมีแผ่นกันเพื่อเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่อยู่ภายใน โดยวาล์วชนิดนี้ นอกจากจะทำหน้าที่เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของคอนกรีตแล้วยังสามารถปล่อยคอนกรีตได้ด้วย
- 2.3 **DOUBLE DIVERSION VALVE** วาล์วชนิดนี้สามารถควบคุมการไหลของคอนกรีตให้ไปได้ทั้งในทางซ้ายและทางขวา
- 2.4 **HYDRAULIC DIVERSION VALVE** วาล์วที่เปิดปิดด้วยระบบไฮดรอลิก
- 2.5 **ROTOR VALVE** วาล์วชนิดนี้ใช้ระบบอัตโนมัติควบคุมการทำงานสามารถกระจายคอนกรีตได้มากกว่า 2 ทิศทาง

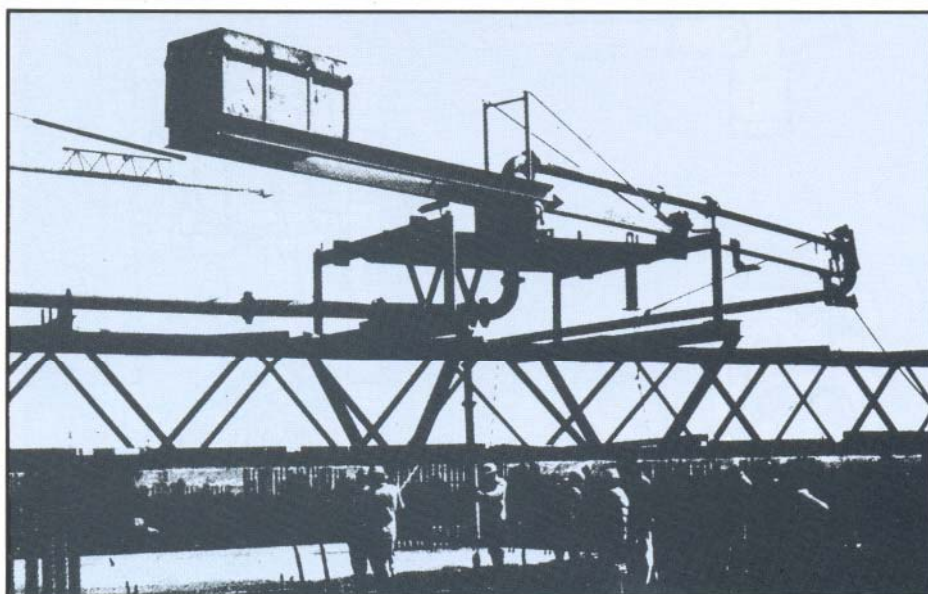
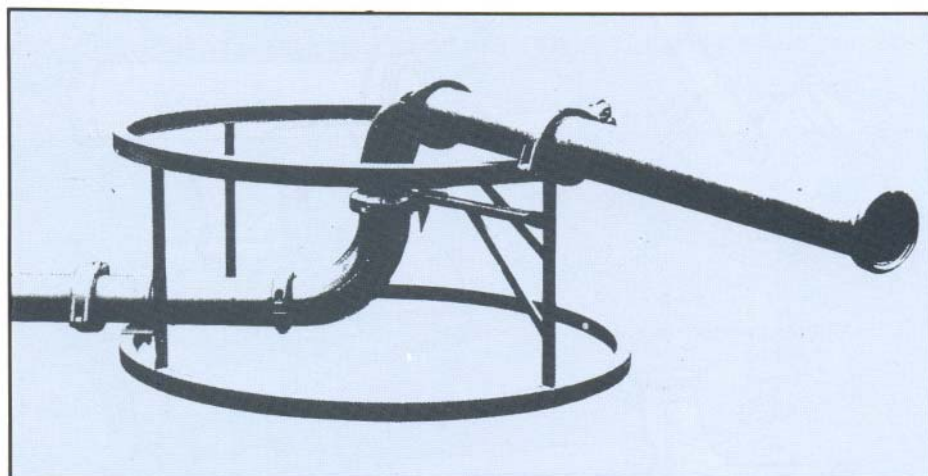


3. DISCHARGE VALVE ใช้ติดตั้งตามจุดต่าง ๆ ของท่อส่ง เพื่อปล่อยคอนกรีตตามจุดต่าง ๆ โดยมากใช้กับการเทคอนกรีตโครงสร้างที่เทคอนกรีตเป็นชั้น ๆ



3.6 ตัวกระจายคอนกรีต (CIRCULAR DISTRIBUTOR)

เหมาะสำหรับงานเทคอนกรีตในพื้นที่ใหญ่ และมีปริมาณการเทคอนกรีตจำนวนมาก ตัวกระจายคอนกรีตนี้ สามารถหมุนได้รอบตัว (360 องศา)



คอนกรีตสำหรับงานคอนกรีตปั๊ม

- 4.1 การเคลื่อนที่ของคอนกรีตในท่อ
- 4.2 คุณสมบัติของคอนกรีตที่สามารถปั๊มได้
- 4.3 อิทธิพลของมวลรวมต่อความสามารถในการปั๊ม
- 4.4 น้ำยาผสมคอนกรีตสำหรับงานคอนกรีตปั๊ม
- 4.5 ส่วนผสมคอนกรีตที่ทำให้ปั๊มได้ง่าย
- 4.6 ตัวอย่างการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต
- 4.7 การอุดตันของคอนกรีตในท่อ

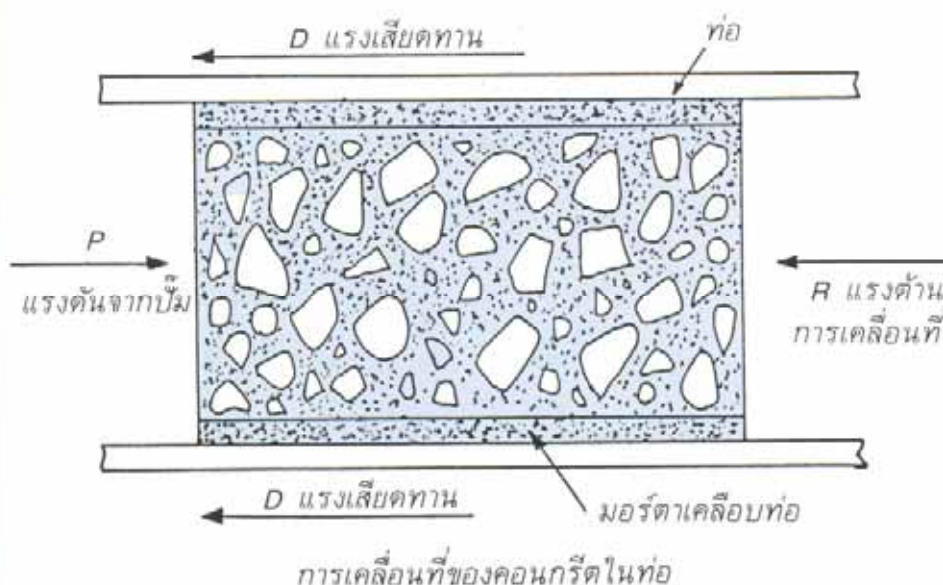
คอนกรีตสำหรับงานคอนกรีตปั๊ม

ส่วนผสมของคอนกรีตเป็นองค์ประกอบสำคัญ ในการลำเลียงคอนกรีต โดยใช้คอนกรีตปั๊ม ในบทนี้เราจะมาพิจารณาส่วนผสมของคอนกรีตที่เหมาะสม สำหรับงานคอนกรีตปั๊ม

ส่วนผสมของคอนกรีตแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นของแข็ง ได้แก่ หิน, ทราย, ซีเมนต์ และส่วนที่เป็นของเหลวคือ น้ำ ซึ่งในส่วนผสมที่กล่าวนี้ น้ำเป็นส่วนผสมเดียวที่สามารถปั๊มได้ แต่เมื่อนำส่วนผสมทั้งหมดมาผสมเป็นคอนกรีต เนื้อคอนกรีตจะสามารถปั๊มได้เมื่อส่วนผสมทั้งหมดถูกนำมาผสมกัน ด้วยอัตราส่วนที่พอเหมาะ โดยที่น้ำเป็นตัวส่งผ่านแรงดันไปยังส่วนผสมอื่น ๆ

4.1 การเคลื่อนที่ของคอนกรีตในท่อ

การเคลื่อนที่ของคอนกรีตในท่อนั้น จะเคลื่อนที่ไปในลักษณะทรงกระบอก หรือที่เรียกว่า PLUG FLOW โดยมีมอร์ตาเป็นตัวหล่อลื่น



จากรูปคอนกรีตที่เคลื่อนที่ในท่อจะมีแรงอยู่ 3 ส่วนที่มาเกี่ยวข้องคือ แรง P, D, R

P คือ แรงดันจากปั๊ม

R คือ แรงต้านทานการเคลื่อนที่ของคอนกรีตในท่อ ทั้งในแนวราบ, แนวตั้ง รวมทั้งตามข้อต่อ ข้องอ และส่วนคอดต่าง ๆ (HEAD OF MATERIAL)

D คือ แรงเสียดทาน (FRICTION) ซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

- ความเร็ว แรงเสียดทานจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วของคอนกรีตที่เคลื่อนที่ในท่อ
- ขนาดของท่อ แรงเสียดทานในท่อเล็กจะมากกว่าแรงเสียดทานในท่อใหญ่
- ชนิดของท่อ ท่ออย่างทำให้เกิดแรงเสียดทานมากกว่าท่อเหล็ก

จากแรงทั้ง 3 นี้ คอนกรีตจะเคลื่อนที่ไปได้ต่อเมื่อ

แรง P มากกว่าแรง R รวมกับแรง D ($P > R + D$)

4.2 คุณสมบัติของคอนกรีตที่จะสามารถปั๊มได้

1. ต้องมีความเหลวที่เหมาะสม

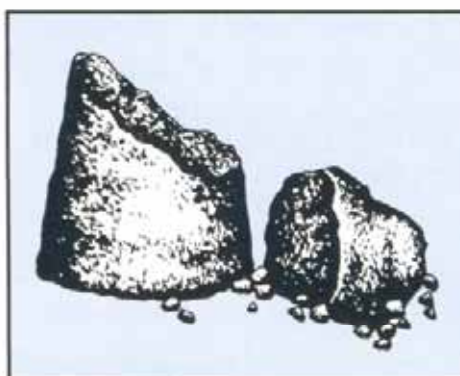
คอนกรีตที่เหมาะสมสำหรับนำไปปั๊ม ควรจะมีค่ายุบตัวอยู่ระหว่าง 7.5-12.5 ซม. หรือ 3-5 นิ้ว

ถ้าค่ายุบตัวน้อยเกินไปคอนกรีตจะปั๊มยาก และต้องใช้แรงดันสูงมาก ซึ่งจะเกิดผลเสียคือท่อสึกหรอเร็ว และปั๊มเสียได้ง่าย

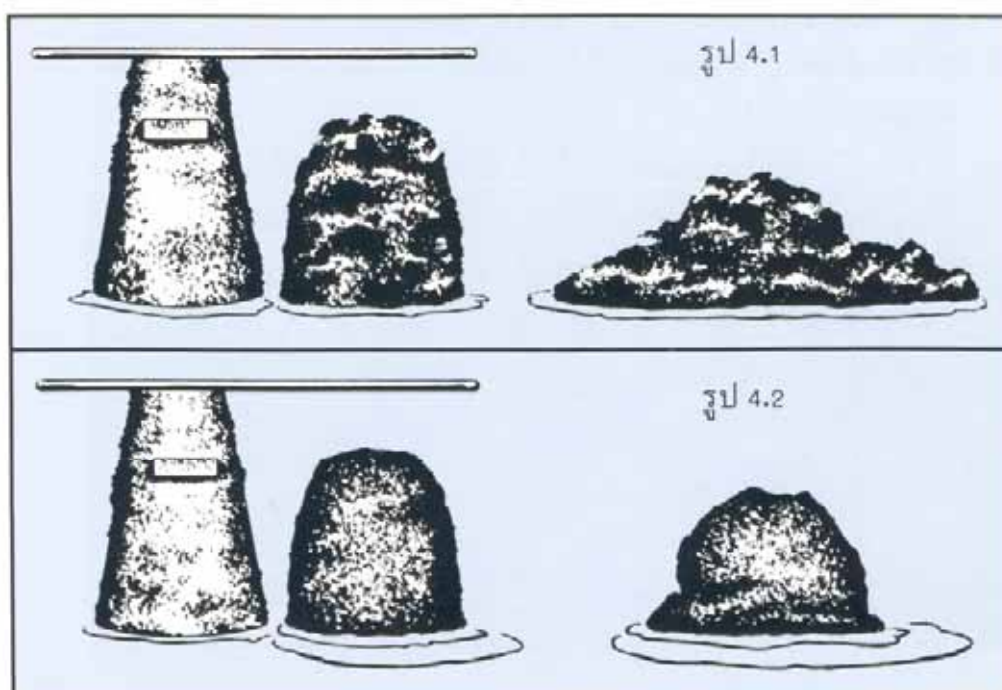
ถ้าค่ายุบตัวมากเกินไป คอนกรีตมีแนวโน้มที่จะเกิดการแยกตัว

ค่ายุบตัวนอกจากจะเป็นตัวชี้ชัดขึ้นต้นอย่างง่ายว่า คอนกรีตมีความเหลวพอที่จะปั๊มได้หรือไม่แล้ว ยังเป็นตัวบ่งชี้ได้ด้วยว่า คอนกรีตเหมาะที่จะนำไปปั๊มหรือไม่ด้วย กล่าวคือ

- เมื่อวัดค่ายุบตัวของคอนกรีตแล้ว คอนกรีตล้นแบบเนียน สรุปได้ว่า คอนกรีตนี้ส่วนผสมยังไม่เหมาะสม ส่วนละเอียดน้อยเกินไป ควรปรับปรุงส่วนผสมใหม่

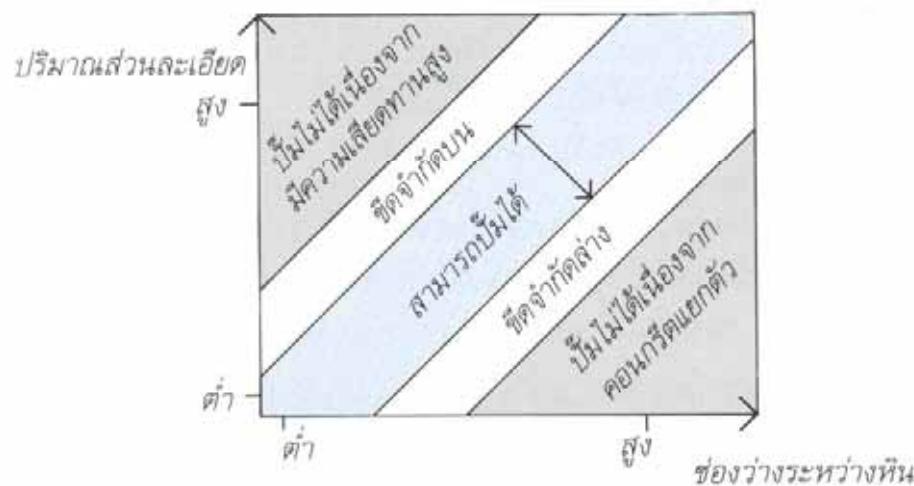


หรือเมื่อหาค่ายุบตัวแล้ว ใช้เหล็กด้า กระทุ้งบริเวณแผ่นเหล็กรองดู ถ้าคอนกรีตไม่จับตัวกัน รูป 4.1 แสดงว่าส่วนผสมไม่เหมาะสมที่จะนำมาปั๊ม ส่วนผสมที่ดีจะต้องยึดเหนี่ยวกัน รูป 4.2



2. ต้องมีปริมาณส่วนละเอียดเพียงพอ

ส่วนละเอียดในที่นี้หมายถึง ทรายและปูนซีเมนต์ จะต้องมีความพอที่จะไปอุดช่องว่างระหว่างหิน เพื่อให้เนื้อคอนกรีตมีแรงต้านภายในพอที่จะไม่ก่อให้เกิดการแยกตัว



คอนกรีตที่สามารถบ่มได้อยู่ในขอบเขตจำกัดเท่านั้น ถ้ามีส่วนละเอียดมากเกินไป จะทำให้ไม่สามารถบ่มได้ เนื่องจากแรงเสียดทานมาก (ขีดจำกัดบน) และถ้ามีปริมาณช่องว่างมากเกินไป ก็จะทำให้ไม่สามารถบ่มได้เช่นกัน เนื่องจากจะเกิดการแยกตัว (ขีดจำกัดล่าง) โดยสรุปคือ

คอนกรีตที่อยู่ในช่วงขีดจำกัดบน มีลักษณะดังนี้

1. คอนกรีตมีส่วนละเอียดมาก
2. ความสามารถที่จะบ่มได้ขึ้นอยู่กับความยาวของท่อ ถ้าท่อยาวมาก จะก่อให้เกิดการอุดตันได้ง่าย
3. จะสามารถบ่มได้ถ้าเพิ่มค่ายุบตัว

คอนกรีตที่อยู่ในช่วงขีดจำกัดล่าง มีลักษณะดังนี้

1. คอนกรีตมีส่วนละเอียดน้อย
2. เมื่อนำคอนกรีตนี้ไปบ่ม มีแนวโน้มที่เกิดการแยกตัว
3. การอุดตันในท่อตัวบ่มเกิดได้ง่าย
4. ความสามารถบ่มได้ ไม่ขึ้นอยู่กับความยาวท่อ
5. การเพิ่มค่ายุบตัวไม่ช่วยให้สามารถบ่มได้ แต่กลับจะก่อให้เกิดการอุดตันง่ายขึ้นด้วย

คอนกรีตที่อยู่ในขอบเขตที่บ่มได้นี้ ต้องมีส่วนละเอียดที่เหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดใหญสุดของหินที่จะใช้ในส่วนผสม ดังข้อมูลในตาราง

ขนาดใหญสุดของหิน (มิลลิเมตร)	ปริมาตรส่วนละเอียด (ลิตร) (ซีเมนต์ + ทราย)
20	380
25	400

ส่วนละเอียดที่กล่าวมานี้เมื่อผสมกับน้ำ ก็คือ มอร์ตานั่นเอง คอนกรีตที่อยู่ในขอบเขตที่ปั๊มได้อย่างเหมาะสมนี้จะต้องมีมอร์ตามากพอ หินแต่ละก้อนต้องถูกแยกออกจากกันโดยมีมอร์ตาคือเคลือบอยู่ระหว่างเนื้อหิน รวมทั้งมอร์ตาก็ต้องมากพอที่จะหล่อลื่นท่อด้วย



คอนกรีตที่เหมาะสมสำหรับปั๊ม เนื้อหินกระจายและมีมอร์ตาคือเคลือบระหว่างเนื้อหินแต่ละก้อน



คอนกรีตที่ไม่เหมาะสมสำหรับปั๊ม เนื้อหินอยู่ติดกันเพราะมีมอร์ตาน้อยไป

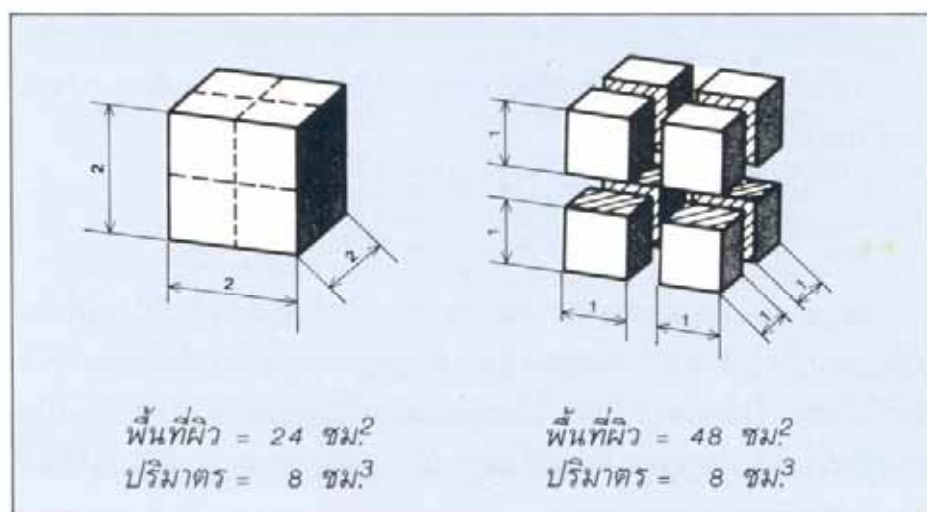
4.3 อิทธิพลของ มวลรวม ต่อความสามารถในการปั๊ม

1. ขนาด (SIZE)

ขนาดของมวลรวมมีผลต่อความสามารถในการปั๊มได้ สมมติว่าหินมีรูปร่างเป็นรูปทรงลูกบาศก์ ขนาด $2 \times 2 \times 2$ เซนติเมตร จะมีปริมาตร 8 ลูกบาศก์เซนติเมตร และพื้นที่ผิว 6×2 เซนติเมตร $\times 2$ เซนติเมตร = 24 ตารางเซนติเมตร

แต่ถ้าหินก้อนนี้ถูกแบ่งออกเป็น 8 ก้อนเท่า ๆ กัน ปริมาตรยังเท่าเดิมคือ 8 ลูกบาศก์เซนติเมตร แต่พื้นที่ผิวเพิ่มเป็น $8 \times 6 \times 1$ เซนติเมตร $\times 1$ เซนติเมตร = 48 ตารางเซนติเมตร

จากตัวอย่างพบว่า พื้นที่ผิวจะขึ้นอยู่กับขนาดของมวลรวมแต่ละก้อน และเมื่อพื้นที่ผิวเพิ่มขึ้นจำเป็นต้องเพิ่มมอร์ต้า เพื่อให้คอนกรีตสามารถปั๊มผ่านท่อไปได้

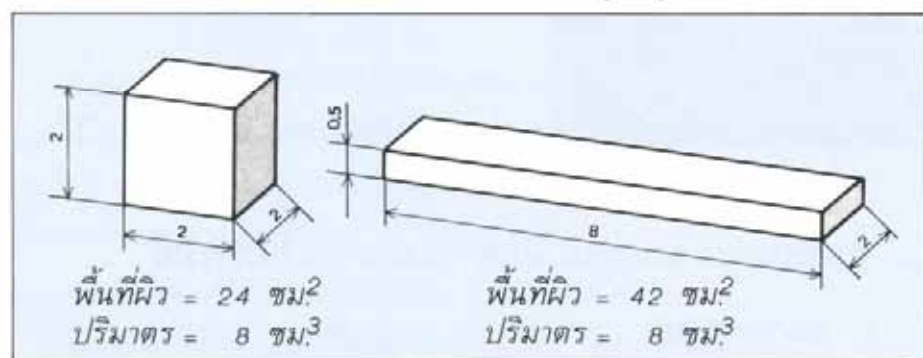


2. รูปร่าง (SHAPE)

การผลิตคอนกรีตในประเทศไทย ส่วนใหญ่ใช้หินย่อย (CRUSHED ROCK) เป็นมวลรวมหยาบ หินย่อยในแต่ละแหล่งจะมีรูปร่างแตกต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำเรื่องนี้มาพิจารณาในการออกแบบส่วนผสมของคอนกรีตด้วย

สมมุติว่าหินมีรูปร่างเป็นทรงลูกบาศก์ ขนาด $2 \times 2 \times 2$ เซนติเมตร จะได้ปริมาตร 8 ลูกบาศก์เซนติเมตร และพื้นที่ผิว 24 ตารางเซนติเมตร แต่ถ้าหินนี้มีรูปร่างยาว (FLAKY, LONGITUDINAL GRAIN) ขนาด 0.5 เซนติเมตร $\times$ 2 เซนติเมตร $\times$ 8 เซนติเมตร ปริมาตร 8 ลูกบาศก์เซนติเมตร พื้นที่ผิว = $2 \times (0.5 \text{ เซนติเมตร} \times 2 \text{ เซนติเมตร}) + 2 \times (0.5 \text{ เซนติเมตร} \times 8 \text{ เซนติเมตร}) + 2 \times (2 \text{ เซนติเมตร} \times 8 \text{ เซนติเมตร}) = 42$ ตารางเซนติเมตร

จากตัวอย่างนี้แสดงให้เห็นว่า พื้นที่ผิว จะขึ้นอยู่กับรูปร่างของหินอย่างมาก



มวลรวมที่มีพื้นผิวหยาบ เป็นเหลี่ยมมุม เช่น หินย่อย จะต้องปรับส่วนผสมให้มีส่วนละเอียดเพิ่มขึ้น เพื่อป้องกันการขัดกันระหว่างมวลรวม

มวลรวมที่มีความพรุน จะดูดซึมน้ำได้เร็ว อาจทำให้บ่มติดขัดได้ แนวทางแก้ไขคือ พยายามทำให้มวลรวมเปียกชื้นอยู่เสมอ

4.4 น้ำยาผสมคอนกรีตสำหรับงานคอนกรีตบ่ม

น้ำยาผสมคอนกรีตใช้สำหรับงานคอนกรีตบ่มนี้จะแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย น้ำยาผสมคอนกรีตที่เหมาะสมสำหรับงานคอนกรีตบ่มคือ น้ำยาประเภทลดน้ำและยืดเวลาการแข็งตัว ซึ่งน้ำยาประเภทนี้มีประโยชน์คือ

1. ยืดเวลาการแข็งตัวของคอนกรีต ทำให้สามารถทำงานได้นานกว่าคอนกรีตไม่ใส่น้ำยา และในกรณีที่มีปัญหา ก็มีเวลาแก้ไขก่อนที่คอนกรีตจะแข็งตัวในบ่มหรือในท่อ
2. ทำให้คอนกรีตลื่น สามารถเคลื่อนที่ไปในท่อได้สะดวก
3. ทำให้คอนกรีตเหลวอยู่เป็นเวลานาน สะดวกในการบ่ม

นอกจากน้ำยาประเภทลดน้ำ และยืดเวลาการแข็งตัวแล้ว ยังมีน้ำยาที่ช่วยให้บ่มคอนกรีตได้ง่าย (PUMPING AIDS) น้ำยาประเภทนี้เมื่อใส่ไปในคอนกรีตจะทำให้คอนกรีตลื่นไหลไปในท่อได้สะดวก ทำให้บ่มคอนกรีตได้ง่าย ถึงแม้ว่าคอนกรีตนี้จะใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ไม่มากนัก แต่น้ำยาประเภทนี้ยังไม่เป็นที่นิยมในปัจจุบันเพราะราคาแพง

4.5 ส่วนผสมคอนกรีตที่ทำให้บ่มได้ง่าย

ในการออกแบบส่วนผสมของคอนกรีตทั่ว ๆ ไป เราจะพิจารณาเพียงให้ได้ค่ากำลังอัด ค่ายุบตัวตามต้องการ และสามารถทำงานได้เท่านั้น แต่การออกแบบส่วนผสมของคอนกรีตในงานคอนกรีตบ่มนั้น ต้องออกแบบให้สามารถเคลื่อนที่ผ่านท่อบ่มได้ง่าย โดยมีองค์ประกอบสำคัญที่จะต้องพิจารณาถึงดังนี้คือ

1. หินและทราย จะต้องมีส่วนคละที่ดี ถูกต้องตามมาตรฐาน ASTM C 33

ส่วนคละของหิน

ขนาดตะแกรง	หิน 1½" - # 4	หิน 1" - # 4	หิน ¾" - # 4
	เปอร์เซ็นต์ผ่าน (PERCENT PASSING)		
2 นิ้ว	100	100	100
1½ นิ้ว	95-100	100	100
1 นิ้ว	-	95-100	100
¾ นิ้ว	35-70	-	90-100
½ นิ้ว	-	25-60	-
3/8 นิ้ว	10-30	-	20-55
NO. 4	0-5	0-10	0-10
NO. 8	-	0-5	0-5

ส่วนคละของทราย

ขนาดตะแกรง	เปอร์เซ็นต์ผ่าน (PERCENT PASSING)
3/8 นิ้ว	100
NO. 4	95 - 100
NO. 8	80 - 100
NO. 16	50 - 85
NO. 30	25 - 60
NO. 50	10 - 30
NO. 100	2 - 10

2. ค่ายุบตัวควรอยู่ระหว่าง 3"-5" หรือ 7.5 - 12.5 เซนติเมตร
3. ควรมีส่วนละเอียด ซึ่งได้แก่ปูนซีเมนต์ และทรายเพียงพอที่จะอุดช่องว่าง โดยปริมาณปูนซีเมนต์ ต้องไม่น้อยกว่า 300 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร
4. ควรมีทรายที่ผ่านตะแกรงมาตรฐาน # 50 (300 μ) 10-30 %
5. ขนาดโตสุดของหินไม่ควรเกิน 1/5 ของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ
6. ต้องใช้มอร์ตาร์อัตราส่วน ซีเมนต์ : ทราย = 1 : 2 บ่ม เพื่อไปเคลือบท่อนก่อนการบ่มคอนกรีตทุกครั้ง
7. ต้องใส่น้ำยาผสมคอนกรีตประเภทยืดเวลาการแข็งตัวทุกครั้งที่ใช้คอนกรีตบ่ม

4.6 ตัวอย่างการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต

จงออกแบบส่วนผสมคอนกรีต โดยมีข้อกำหนดดังนี้

1. กำลังอัดรูปทรงลูกบาศก์ที่ 28 วัน 240 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
2. เทโดยใช้คอนกรีตปั๊ม

วิธีทำ

1. อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C) ที่จะได้กำลังอัด 240 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร คือ 0.58
2. หาปริมาณน้ำที่ใช้
 - ค่ายุบตัวสำหรับการเทคอนกรีต ด้วยคอนกรีตปั๊ม คือ 10.0 ± 2.5 เซนติเมตร
 - ขนาดใหญ่สุดของหิน $3/4"$ หรือ 20 มิลลิเมตร
 - ใช้น้ำยาผสมคอนกรีตประเภทลดน้ำและยืดเวลาการแข็งตัวของคอนกรีต ปริมาณน้ำที่ต้องใช้คือ 190 ลิตร

3. หาปริมาณซีเมนต์

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักซีเมนต์} &= 190 / 0.58 \\ &= 325 \text{ กิโลกรัม} \\ \text{ปริมาตรซีเมนต์} &= \text{น้ำหนักซีเมนต์} / \text{ความถ่วงจำเพาะ} \\ &= 325 / 3.15 \\ &= 103 \text{ ลิตร} \end{aligned}$$

4. หาปริมาณทราย

จากตารางในหน้า 20 ใช้หินขนาดใหญ่สุด $3/4"$ หรือ 20 มิลลิเมตร

ปริมาตรส่วนละเอียด (ปูนซีเมนต์ + ทราย) 400 ลิตร

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรทราย} &= 400 - 103 \text{ ลิตร} \\ &= 297 \text{ ลิตร} \\ \text{น้ำหนักทราย} &= \text{ปริมาตรทราย} \times \text{ความถ่วงจำเพาะของทราย} \\ \text{น้ำหนักทราย} &= 297 \times 2.65 \text{ กิโลกรัม} \\ &= 787 \text{ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

5. หาปริมาณหิน

ส่วนผสมคอนกรีตใน 1 ลูกบาศก์เมตร = 1000 ลิตร

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรหิน} &= 1000 - \text{ปริมาตรน้ำ} - \text{ปริมาตรส่วนละเอียด} \\ &= 1000 - 190 - 400 \\ &= 410 \text{ ลิตร} \\ \text{น้ำหนักหิน} &= \text{ปริมาตรหิน} \times \text{ความถ่วงจำเพาะของหิน} \\ \text{น้ำหนักหิน} &= 410 \times 2.70 \\ &= 1107 \text{ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

สรุปส่วนผสมคอนกรีตใน 1 ลูกบาศก์เมตร

ปูนซีเมนต์	325	กิโลกรัม
น้ำ	190	ลิตร
ทราย	787	กิโลกรัม
หิน(3/4" - #4)	1107	กิโลกรัม

นํ้ายาผสมคอนกรีตประเภทลดนํ้าและยืดยืดเวลาการแข็งตัวของคอนกรีต

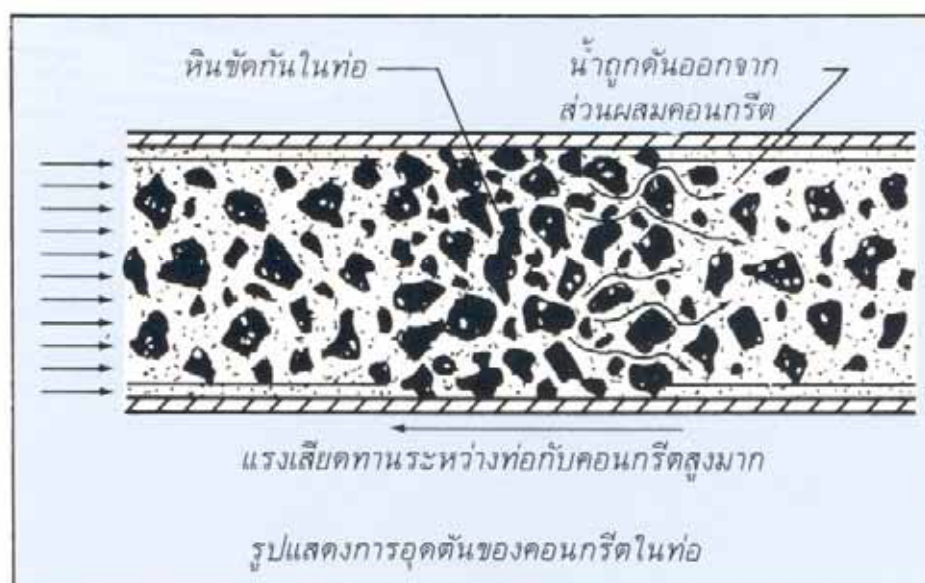
ค่ายุบตัว 10.0 + 2.5 เซนติเมตร

* นํ้าหนักหิน-ทราย ในสภาพ SATURATED SURFACE DRY (SSD)

4.7 การอุดตันของคอนกรีตในท่อ

การอุดตันอาจเนื่องมาจากสาเหตุหลัก 2 ประการคือ

1. การอุดตันเนื่องจากส่วนผสมคอนกรีต เช่น
 - เกิดการแยกตัวของคอนกรีต
 - เกิดแรงเสียดทานระหว่างคอนกรีตกับผิวท่อมากเกินไป
 - ส่วนผสมมีค่าการยุบตัวน้อยเกินไป
2. การอุดตันเนื่องจากตัวปั๊มและท่อส่งคอนกรีต เช่น
 - การต่อท่อไม่ดีพอ ทำให้มอร์ตาร์รั่วออกตามข้อต่อ
 - คอนกรีตแข็งตัวในท่อ
 - ท่อสกปรก
 - เกิด AIR LOCK ในท่อ
 - ระบบไฮดรอลิค หรือระบบขับเคลื่อนคอนกรีตไม่ทำงาน หรือทำงานไม่สมบูรณ์
 - ระบบไฟฟ้าของเครื่องทำงานไม่สมบูรณ์



การนำคอนกรีตปั๊มไปใช้งาน

- 5.1 เมื่อไรควรใช้คอนกรีตปั๊ม
- 5.2 เปรียบเทียบการใช้คอนกรีตปั๊มกับการใช้คนงาน
- 5.3 เปรียบเทียบการใช้คอนกรีตปั๊มกับการใช้ลิฟท์
- 5.4 เปรียบเทียบคอนกรีตปั๊มกับทาวเวอร์เครน
- 5.5 สรุปประโยชน์ที่ได้จากการใช้คอนกรีตปั๊ม
- 5.6 การปั๊มคอนกรีตในที่ที่มีอุณหภูมิสูง

การนำคอนกรีตป้มาใช้งาน

5.1 เมื่อไรควรใช้คอนกรีตป้

- ควรใช้คอนกรีตป้กับสถานการณ์ดังต่อไปนี้
1. การขาดแคลนแรงงาน
 2. เวลาก่อสร้างมีจำกัด
 3. การเทคอนกรีตจำนวนมาก
 4. สถานที่เทคอนกรีต ยากต่อการลำเลียงคอนกรีตโดยวิธีอื่น
 5. มีการจัดส่งคอนกรีตอย่างเพียงพอและสม่ำเสมอ
 6. คนงานมีความรู้ ประสบการณ์และมีการวางแผนงานที่ดี

5.2 เปรียบเทียบการใช้คอนกรีตป้กับการใช้คนงาน

ได้เปรียบ	คอนกรีตป้	คนงาน
1. ความสะดวก รวดเร็ว 2. แรงงาน	เทได้รวดเร็ว ประหยัด เวลา และปริมาณมากกว่า ประหยัดแรงงาน	เทได้ช้าและปริมาณน้อย เปลืองคนงานมาก ในการ เทคอนกรีตจำนวนมาก ๆ และควบคุมยาก
3. การสิ้นเปลือง คอนกรีต โดย เปล่าประโยชน์	สิ้นเปลืองคอนกรีตน้อยกว่า เพราะไม่มีการหกหล่น ระหว่างการขนส่ง แม้จะมี บางส่วนเหลือค้างบ้าง	สิ้นเปลืองคอนกรีตมากกว่า เวลาขนส่งมีการหกหล่น เสมอ
4. ความสามารถ ในการเท คอนกรีต	เทได้ทุกจุดของโครงสร้าง	บางจุดของโครงสร้างเท ลำบาก เช่น เสาสูง ๆ
เสียเปรียบ	คอนกรีตป้	คนงาน
1. ความเหมาะสม สำหรับงาน 2. ความสิ้นเปลือง ซีเมนต์ 3. การเตรียมงาน	ไม่เหมาะสมสำหรับงาน เล็ก ๆ ต้องใช้ส่วนผสมซีเมนต์ มากกว่าปกติ ต้องเตรียมแบบไว้ล่วงหน้า มาก ๆ	เหมาะสำหรับงานเล็ก ๆ ทั่ว ๆ ไป เช่น บ้าน ห้องแถว ฯลฯ ไม่ต้องผสมซีเมนต์เพิ่มจาก ปกติ ไม่ต้องเตรียมแบบไว้ ล่วงหน้าที่ละมาก ๆ

5.3 เปรียบเทียบการใช้คอนกรีตบ่มกับการใช้ลิฟท์

ได้เปรียบ	คอนกรีตบ่ม	ลิฟท์
1. ความสะดวกรวดเร็ว 2. แรงงาน 3. การสิ้นเปลืองคอนกรีตโดยเปล่าประโยชน์	เทได้รวดเร็ว สะดวก ไม่ต้องใช้คนคอยขนถ่าย อีกที เทได้ที่จุดต้องการ ประหยัดแรงงาน สิ้นเปลืองน้อย	ต้องมีคนมาคอยรับที่ ลิฟท์ อีกทีหนึ่ง แล้วค่อยนำไป จุดที่ต้องการ ต้องใช้คนงานคอยขนถ่าย คอนกรีตเพิ่มอีก สิ้นเปลืองมาก
เสียเปรียบ	คอนกรีตบ่ม	ลิฟท์
1. ความสามารถเครื่องมือ 2. ความสิ้นเปลืองซีเมนต์	ใช้เทคอนกรีตอย่างเดียว ต้องใช้ส่วนผสมซีเมนต์ มากกว่าปกติ	สามารถขนส่งวัสดุอื่น ๆ เช่น ไม้แบบ เครื่องมือ ต่าง ๆ ได้อีก ไม่ต้องเพิ่มซีเมนต์ จากปกติ

5.4 เปรียบเทียบการใช้คอนกรีตบ่มกับการใช้ ทาวเวอร์เครน

ได้เปรียบ	คอนกรีตบ่ม	ทาวเวอร์เครน
1. ความรวดเร็ว 2. ความสามารถในการเท 3. พื้นที่ติดตั้ง	เทได้รวดเร็วและจำนวนมาก เทได้บริเวณกว้าง ใช้พื้นที่น้อยในการติดตั้ง เครื่องมือ	เทได้ช้ากว่า เทได้บริเวณจำกัดเท่ากับ รัศมีของ CRANE ใช้พื้นที่มาก สำหรับตั้ง เครื่องมือ
เสียเปรียบ	คอนกรีตบ่ม	ทาวเวอร์เครน
1. ความสามารถของเครื่องมือ 2. ความสิ้นเปลืองซีเมนต์ 3. การเตรียมการ 4. อัตราความต้องการคอนกรีต	ใช้ได้แต่เทคอนกรีตอย่างเดียว ต้องใช้ส่วนผสมซีเมนต์มากกว่าปกติ ต้องใช้เวลาเตรียมการมาก และเสียเวลาในการตั้งบ่ม และเดินท่อ ต้องจัดส่งคอนกรีตให้ต่อเนื่อง	ใช้งานอย่างอื่นได้อีก เช่น ยกวัสดุก่อสร้างอื่น ๆ และใช้ได้ในความสูงมากกว่า ไม่ต้องผสมซีเมนต์เพิ่มจากปกติ ใช้เวลาเตรียมการน้อย ไม่ต้องการคอนกรีตแบบต่อเนื่อง

5.5 สรุปประโยชน์ที่จะได้รับจากการใช้คอนกรีตปั๊ม

1. ความรวดเร็วในการเทคอนกรีต ผู้รับเหมาสามารถเลือกขนาดและจำนวนปั๊มให้เหมาะสมกับลักษณะงานได้ ในขณะที่ถ้าใช้วิธีการอื่น เช่น การใช้ทาวเวอร์เครนหรือลิฟท์ อัตราการเทคอนกรีตจะถูกจำกัดด้วยทาวเวอร์เครนหรือลิฟท์

2. ความสะดวกในการเท สามารถวางตัวปั๊มไว้บริเวณที่รถคอนกรีตผสมเสร็จเข้าได้สะดวกและต่อท่อไปยังบริเวณที่จะเทคอนกรีต ทำให้สามารถทำงานได้สะดวก

3. การตกแต่งผิวคอนกรีตจะสิ้นเปลืองน้อย เนื่องจากคอนกรีตที่สามารถใช้ได้กับคอนกรีตปั๊มนั้น จะต้องมีส่วนผสมของทรายละเอียดอยู่จำนวนหนึ่ง จึงทำให้ผิวของคอนกรีตที่เทโดยคอนกรีตปั๊มนั้นค่อนข้างเรียบ และไม่สิ้นเปลืองในการฉาบผิวหลังจากการถอดแบบแล้ว

4. ค่าแรงงานในการเทจะน้อยลง ทั้งนี้เนื่องจากการเทคอนกรีตโดยใช้คอนกรีตปั๊ม จะใช้คนน้อยกว่าการเทคอนกรีตโดยวิธีอื่น ๆ และยังสามารถเทได้ในเวลาที่รวดเร็วกว่าอีกด้วย เป็นผลให้ค่าแรงงานในการเทน้อยลง

5. ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างทั้งหมดจะลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากการทำงานที่รวดเร็วของคอนกรีตปั๊ม ทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างทั้งหมดลดลง ผู้รับเหมาก่อสร้างจะได้รับค่าจ้างเร็วขึ้น ลดดอกเบี้ยและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่จะต้องเสียลง สามารถรับงานได้มากขึ้นในระยะเวลาเดียวกัน

6. คุณภาพของคอนกรีตในโครงสร้างดี ซึ่งเป็นผลมาจากคอนกรีตที่เทในแบบมีความต่อเนื่องสม่ำเสมอและรวดเร็ว

5.6 การปั๊มคอนกรีตในที่ที่อุณหภูมิสูงมาก

ในการปั๊มคอนกรีตผ่านท่อนั้นจะเกิดการเสียดสีระหว่างคอนกรีตกับท่อทำให้เกิดความร้อน นอกจากความร้อนนี้แล้วยังมีความร้อนจากแสงแดด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตอนกลางวันอุณหภูมิอยู่สูงกว่า 35 องศาเซลเซียส ดังนั้นการปั๊มคอนกรีต จำเป็นต้องมีการระมัดระวังมากเนื่องจากเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น คอนกรีตจะแข็งตัวเร็วขึ้น มอร์ตาร์ที่เคลือบท่อไว้จะเหนียวและแข็งตัวติดท่อทำให้ปั๊มยากมากและบางที่อาจจะติดกันได้

วิธีการแก้ไข ทำโดยการปั๊มคอนกรีตในช่วงเวลาที่อากาศไม่ร้อนจัดคือในช่วงตอนเช้าหรือตอนเย็น ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ควรใช้กระสอบชุบน้ำคลุมท่อปั๊มเมื่อปั๊มขัดข้องต้องแก้ไขโดยเร็วควรใช้กระสอบชุบน้ำปิดคอนกรีตที่อยู่ใน HOPPER ไว้ป้องกันคอนกรีต แห้งและแข็งตัวเนื่องจากแสงอาทิตย์

การเลือกขนาดคอนกรีตปั๊ม

6.1 ข้อมูลที่นำมาพิจารณาเลือกขนาดปั๊ม

6.2 ตัวอย่างการเลือกขนาดปั๊ม

การเลือกขนาดคอนกรีตปั๊ม

การใช้คอนกรีตปั๊ม ลำเลียงคอนกรีตอย่างมีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเลือกขนาดปั๊มให้เหมาะสม กล่าวคือ ต้องเลือกขนาดปั๊มที่มีแรงดันคอนกรีตมากพอที่จะดันคอนกรีตในปริมาณที่ต้องการ ผ่านท่อไปสู่บริเวณที่จะเทคอนกรีตได้ ดังนั้นจำเป็นที่จะต้องทราบปัจจัยต่าง ๆ เพื่อนำมาประกอบการพิจารณาเลือกขนาดปั๊ม

6.1 ปัจจัยที่นำมาพิจารณาเลือกขนาดปั๊ม

1. อัตราการเทคอนกรีตที่ต้องการ อัตราการเทคอนกรีตนี้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ ประการเช่น จำนวนคนงานการเตรียมงานและสิ่งที่สำคัญคือ อัตราการจัดส่งคอนกรีตผสมเสร็จ ตัวอย่างเช่น หน่วยงานก่อสร้างต้องการเทคอนกรีต 30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ถ้าเลือกคอนกรีตปั๊มที่มีขนาดปั๊มได้สูงสุด 30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงนั้น หมายความว่า จะต้องปั๊มตลอด 60 นาที แต่การทำงานจะต้องเสียเวลาในการติดต่อท่อ เวลาพักและอื่น ๆ เวลาที่ปั๊มคอนกรีตจริง ๆ ปกติ (WORK FACTOR) 75% เท่านั้น ดังนั้น ควรใช้คอนกรีตปั๊มสามารถเทได้ $30/0.75 = 40$ ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

- 2. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ
- 3. ความยาวท่อทั้งหมด
- 4. ความยาวท่อในแนวตั้ง

การปั๊มคอนกรีตในแนวตั้งจำเป็นต้องใช้แรงดัน เพื่อเอาชนะน้ำหนักของคอนกรีตในท่อ จึงจำเป็นที่ต้องเพิ่มความดัน โดยทุก ๆ ความสูง 1 เมตร จะต้องเพิ่มความดันของปั๊ม 0.25 บาร์

- 5. ข้อต่อต่าง ๆ

การเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของคอนกรีตในท่อ โดยการใช้ข้อต่อ จำเป็นต้องใช้แรงดันของปั๊มเพิ่มขึ้น ข้อต่อรัศมี 1 เมตร งอ 30 องศา มีแรงเสียดทานเทียบเท่ากับท่อเหล็กตรงยาว 1 เมตร

- 6. ท่อยาง

ท่อยางยาว 1 เมตร มีแรงเสียดทานเท่ากับ ท่อเหล็กยาว 3 เมตร

- 7. ค่าอุปตัวของคอนกรีต

เมื่อได้ข้อมูลต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว ก็จะพิจารณาเลือกขนาดคอนกรีตปั๊ม
แผนภาพ NOMOGRAPH

6.2 ตัวอย่างการเลือกขนาดคอนกรีตปั๊ม

จงเลือกขนาดปั๊มให้เหมาะสมกับงาน ซึ่งมีข้อมูลดังต่อไปนี้ หน่วยงานก่อสร้างต้องการเทคอนกรีตเฉลี่ยชั่วโมงละ 30 ลูกบาศก์เมตร WORK FACTOR 75%

2. ใช้ท่อขนาด 5 นิ้ว
3. ความยาวของท่อทั้งหมด 100 เมตร
4. ความยาวท่อในแนวดิ่ง 60 เมตร
5. มีข้องอ 90 องศา 4 จุด 30 องศา 2 จุด
6. ท่อยาว 3 เมตร
7. คอนกรีตค่ายุบตัว 10.0 ± 2.5 เซนติเมตร

วิธีการคำนวณ

1. คำนวณหาอัตราการเทคอนกรีต $= 30 / 0.75 = 40$ ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

2. คำนวณหาความยาวทั้งหมด (TOTAL LINE LENGTH)

- ความยาวของท่อทั้งหมด รวมทั้งความสูงของอาคาร 100 เมตร
- ข้องอ $4 \times 90 = 360$ องศา
- ข้องอ $2 \times 30 = 60$ องศา
- รวม $= 420$ องศา

เทียบเท่ากับความยาวท่อเหล็กในแนวนราบ $\frac{420 \text{ องศา}}{30 \text{ องศา}} = 14$ เมตร

ท่อยาว 3 เมตร มีแรงเสียดทานเทียบเท่ากับความยาวของท่อเหล็ก

$= 3 \times 3 = 9$ เมตร

รวมความยาวทั้งสิ้น $100 + 14 + 9 = 123$ เมตร

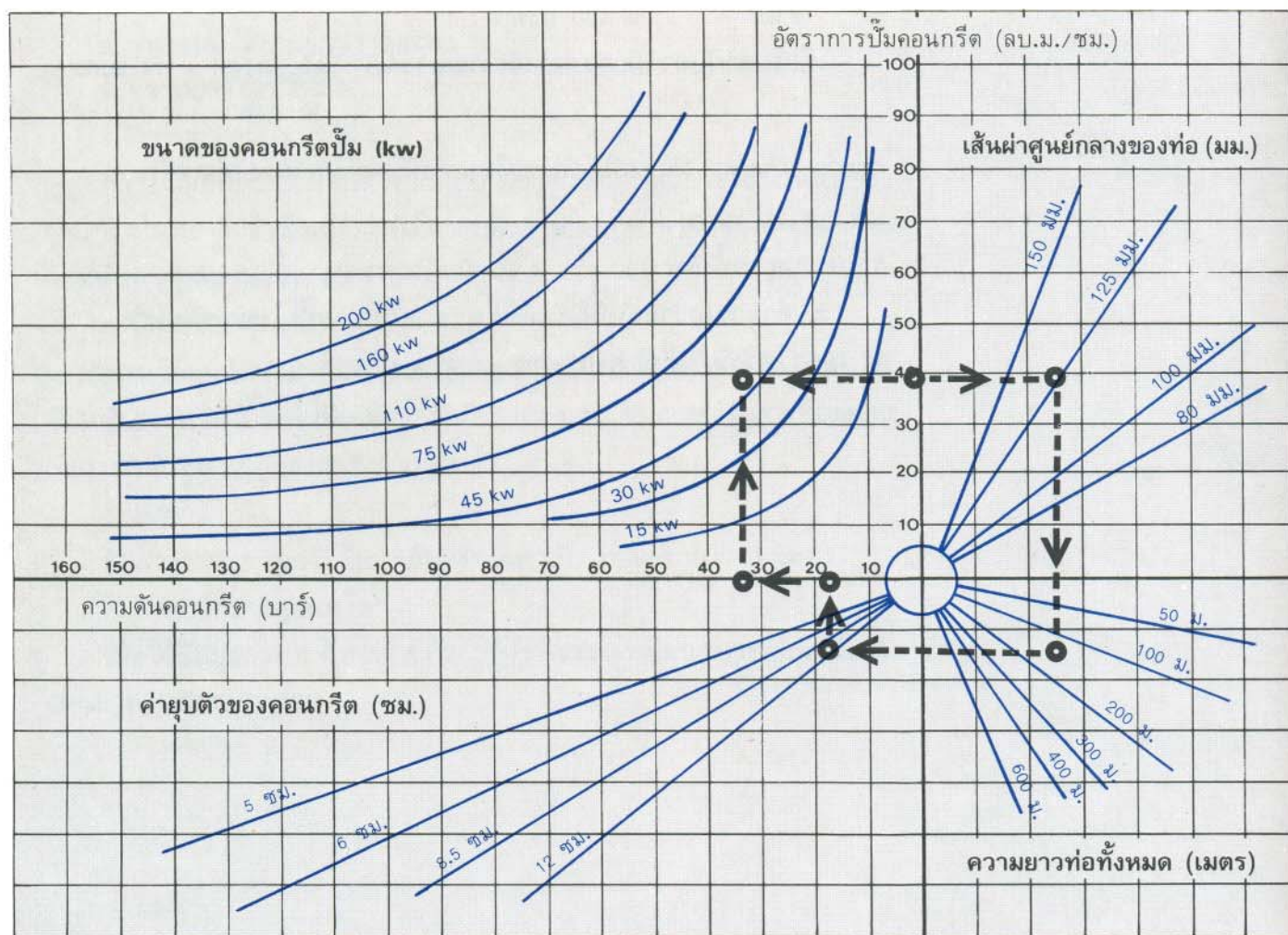
3. คำนวณความดันที่ต้องเพิ่มขึ้น สำหรับการปั๊มในแนวดิ่งท่อในแนวดิ่ง 60 เมตร ความดันที่ต้องเพิ่ม $= 60 \times 0.25 = 15$ บาร์

การหาขนาดคอนกรีตปั๊มจาก NOMOGRAPH

เมื่อคำนวณข้อมูลทั้งหมดแล้ว กลับมาเพื่อหาขนาดของปั๊มที่ต้องการ โดยใช้ NOMOGRAPH ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. เริ่มจากอัตราการเทในที่นี้ คือ 40 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
2. ลากเส้นขนานแกนนอนไปทางขวามือไปยังเส้นขนาดท่อ 5 นิ้ว หรือ 125 มิลลิเมตร
3. ลากเส้นลงมาที่ความยาวท่อ 123 เมตร
4. ลากเส้นกลับลงมาทางซ้ายมือไปยังเส้นค่ายุบตัว 4 นิ้ว หรือ 10 เซนติเมตร
5. ลากเส้นตรงไปยังเส้นความดัน ซึ่งได้ค่า 18 บาร์
6. ความดันที่ได้ในข้อ 5 ต้องนำมาบวกกับความดันที่เพิ่มจากการปั๊มในแนวดิ่ง ในข้อที่ 3 ซึ่งเพิ่มอีก 15 บาร์ รวม = 33 บาร์
7. ลากเส้นขึ้นไปยังเส้นตรงที่ลากขนานแกนนอนจากอัตราที่ต้องการคือ 40 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
8. จุดตัดคือขนาดเครื่องปั๊มที่ต้องการ 50 กิโลวัตต์ (KW)

สรุป ต้องใช้คอนกรีตปั๊มขนาด 50 กิโลวัตต์ (KW)



แผนภาพ NOMOGRAPH

การวางท่อ

7.1 การจัดวางแนวท่อส่งคอนกรีต

7.2 การค้ำยันท่อส่งคอนกรีต

7.3 การยึดท่อส่ง

7.4 หลักทั่วไปในการติดตั้งท่อส่งคอนกรีตสำหรับ
งานอาคารสูง

7.5 เทคนิคบางประการในการวางท่อ

การวางท่อ

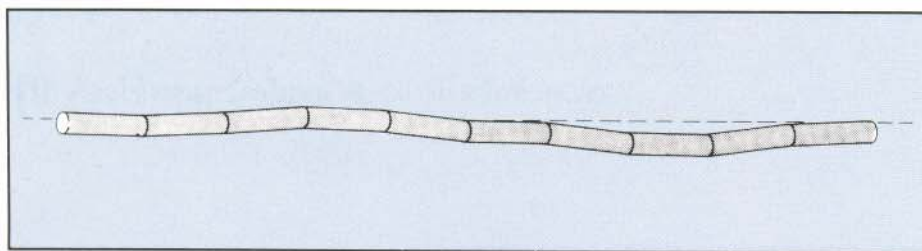
การวางท่ออย่างระมัดระวัง เป็นการขจัดปัญหาการใช้คอนกรีตบ่มรวมทั้งลดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้

7.1 การจัดวางแนวท่อส่งคอนกรีต

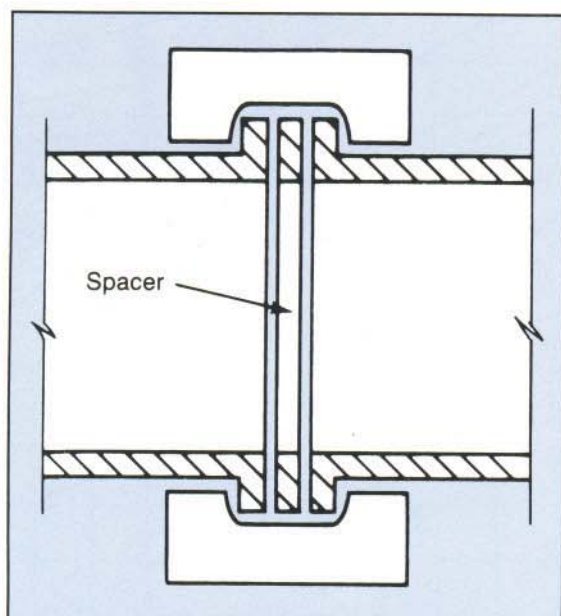
การวางแนวท่อส่งคอนกรีตควรจะพยายามวางให้ท่ออยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน เพื่อคอนกรีตจะได้บ่มผ่านท่อ ไปได้อย่างสะดวก

ในรูปด้านล่าง แสดงถึงการวางแนวท่อที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งก่อให้เกิดผลเสียดังต่อไปนี้

1. เกิดความไม่สม่ำเสมอของการเคลื่อนที่ของคอนกรีตในท่อ ทำให้ต้องเพิ่มความดันของบ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น
2. เพิ่มความสึกหรอของท่อ



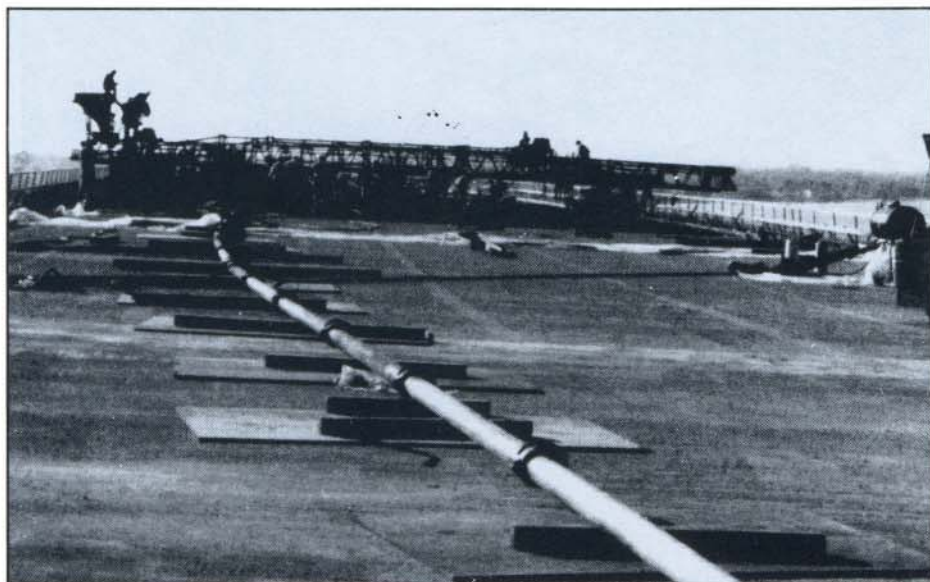
นอกจากการวางท่อให้อยู่ในแนวเส้นตรงแล้ว ยังควรตรวจสอบตามข้อต่อว่ามีห่วงยางกันซึม ถูกต้องหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำปูน และป้องกันการรั่วของอากาศ หรือความดันน้ำในขณะทำความสะอาดท่อ โดยทั่วไประยะห่างของท่อบริเวณข้อต่อประมาณ 5 มิลลิเมตร เพื่อให้ท่อส่งขยับได้ 2-3 องศา ในกรณีที่ต้องการจะยึดท่อส่งให้แน่น โดยเฉพาะการส่งคอนกรีตในแนวตั้ง ควรใส่ SPACER ซึ่งเป็นวงแหวนทำให้ระยะห่างระหว่างท่อส่งลดลง



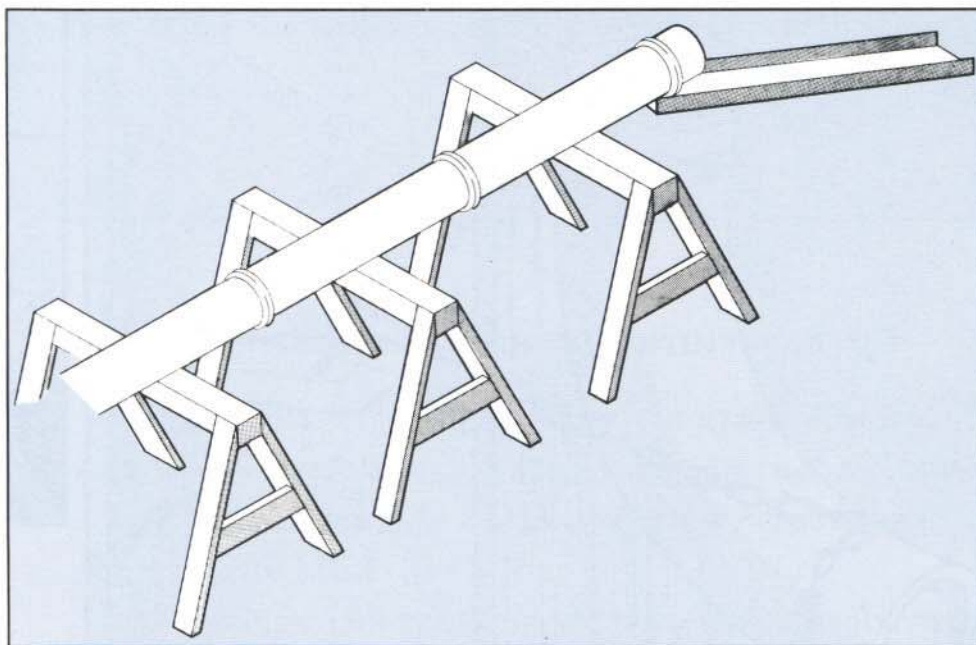
7.2 การค้ำยันท่อส่งคอนกรีต

การค้ำยันท่อส่งคอนกรีตให้มั่นคง จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของระบบการส่งคอนกรีต ตัวอย่างการค้ำยันที่นิยมใช้ในงานก่อสร้างทั่ว ๆ ไป มีดังนี้

1. ใช้ท่อนไม้หนุนท่อไว้ทุกระยะประมาณ 2.5 เมตร



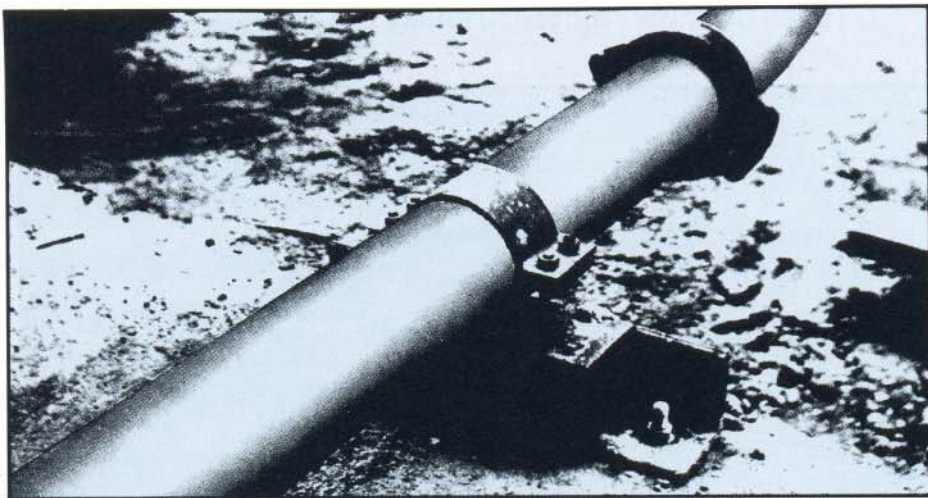
2. ทำไม้รองรับ



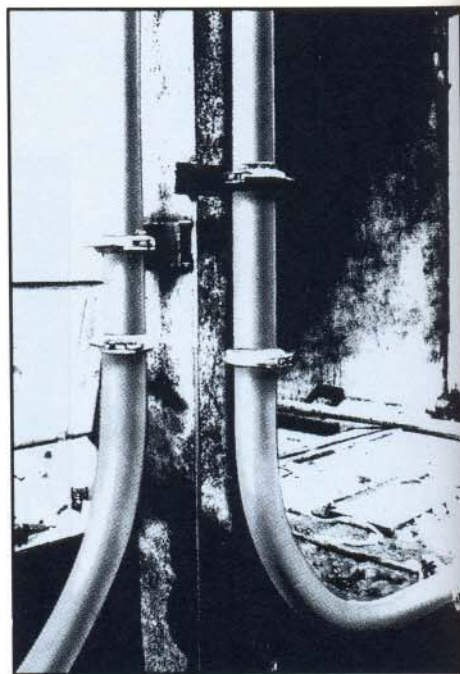
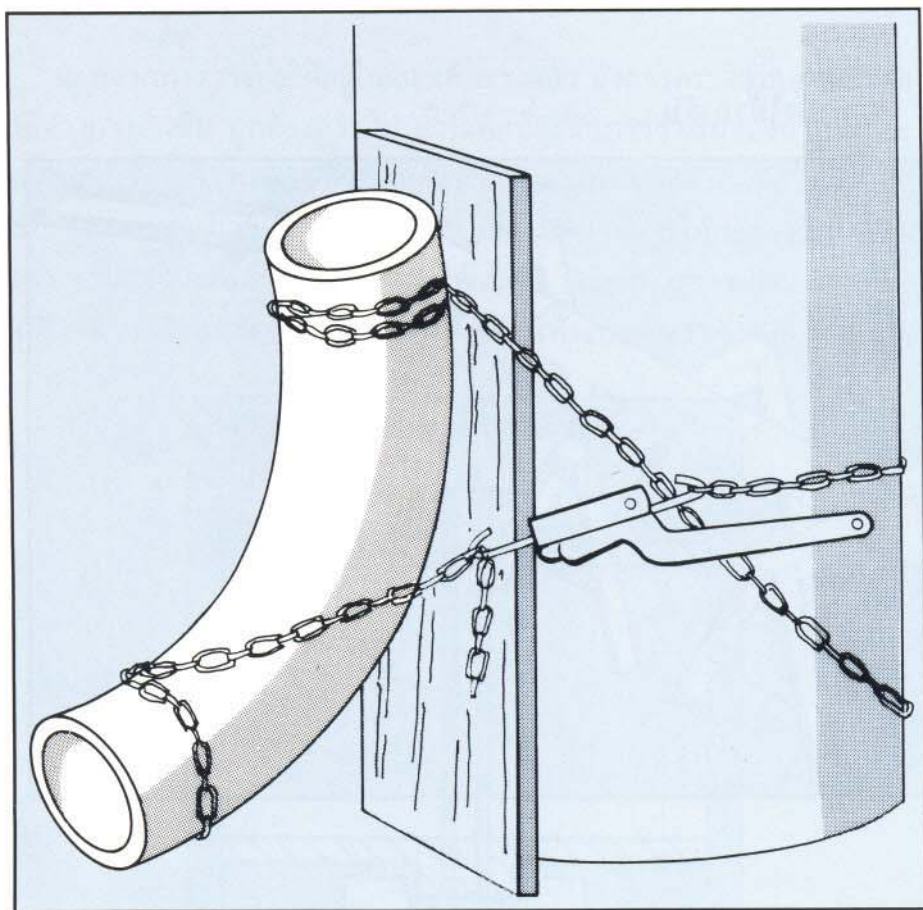
7.3 การยึดท่อส่ง

ท่อส่งคอนกรีต โดยเฉพาะอย่างยิ่งท่อส่งในแนวตั้งต้องยึดอย่างถูกต้องตามบริเวณข้อต่อต่าง ๆ เพราะแรงดันจะมากกว่าบริเวณอื่น ตัวอย่างการยึดท่อดังนี้

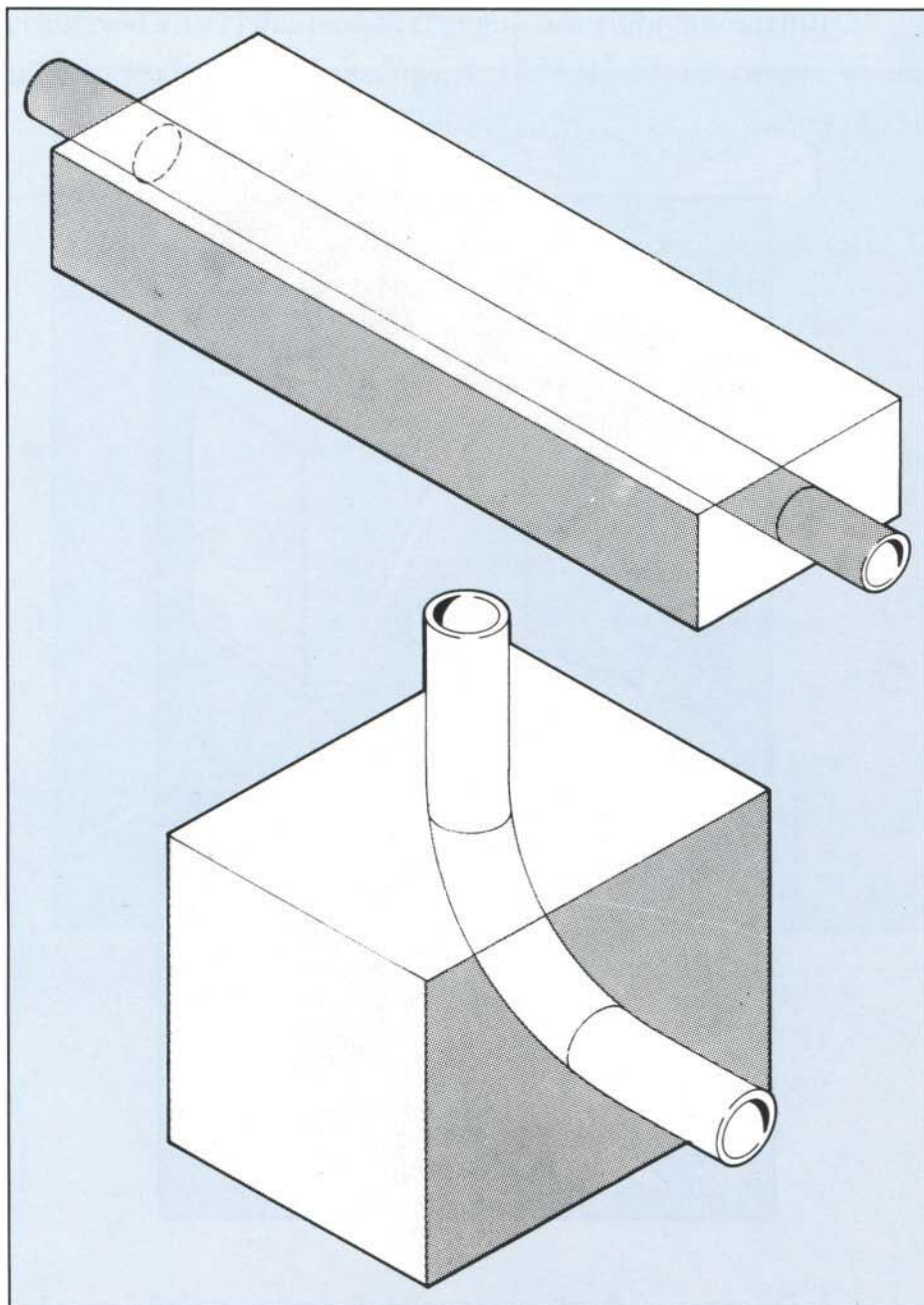
1. ยึดท่อกับพื้นหรือผนังของอาคารเพื่อถ่ายแรงสู่โครงสร้างของอาคาร



2. ยึดกับเสา โดยอาจจะยึดชั่วคราว โดยใช้โซ่พันไว้ หรือยึดถาวรโดยการเชื่อมก็แล้วแต่สภาพงาน



3. หล่อเป็นแท่งคอนกรีตยึดท่อไว้ ในกรณีที่แรงดันบริเวณนั้นสูงมาก

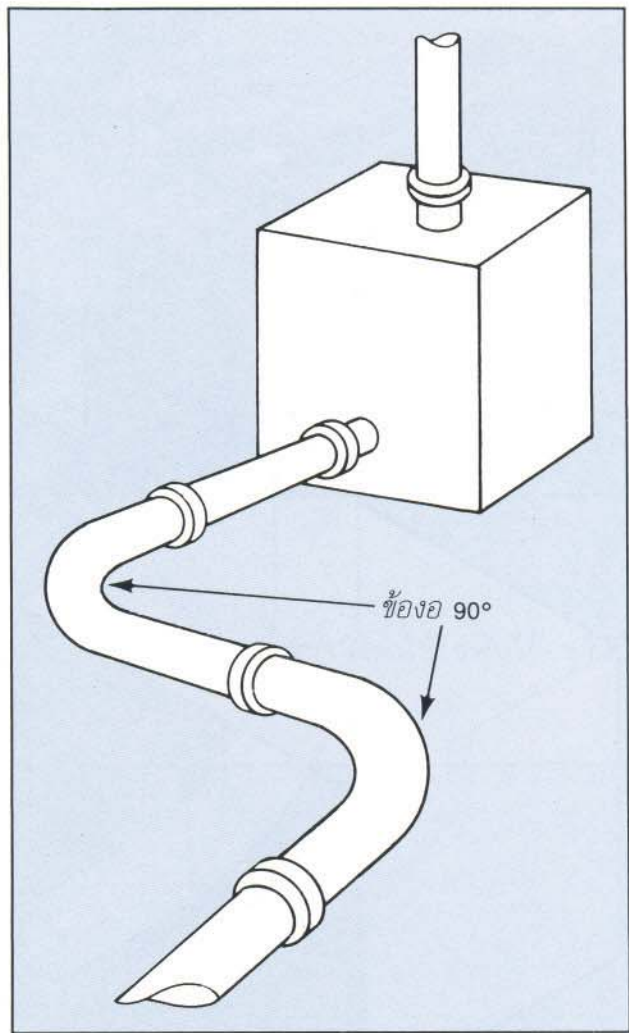


7.4 หลักในการติดตั้งท่อส่งคอนกรีตสำหรับงานอาคารสูง

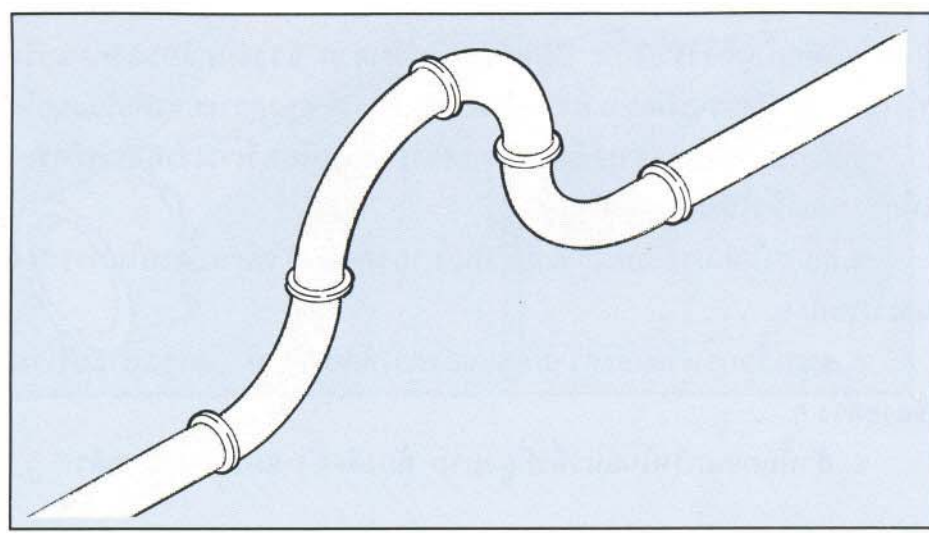
1. เพื่อเป็นการป้องกัน ปัญหาอันเนื่องมาจาก แรงดันกลับของคอนกรีต ท่อในแนวราบควรจะมีควมยาวประมาณ 10-15% ของความยาวท่อในแนวตั้ง
2. ถ้าท่อส่งในแนวราบ กีดขวางการจราจรภายในบริเวณงาน ควรทำร่องเพื่อวางท่อแล้วใช้แผ่นเหล็กปิด
3. ท่อส่งในแนวราบควรมีค้ำยัน ตามจุดต่าง ๆ เพื่อสะดวกในการถอดและประกอบ
4. ควรเลือกขนาดและความหนาของท่อให้เหมาะสม โดยเฉพาะบริเวณข้อต่อต่าง ๆ
5. ถ้าปั๊มคอนกรีตในแนวตั้งที่สูงมาก ต้องติดตั้ง SHUT OFF วาล์ว

7.5 เทคนิคบางประการในการวางท่อ

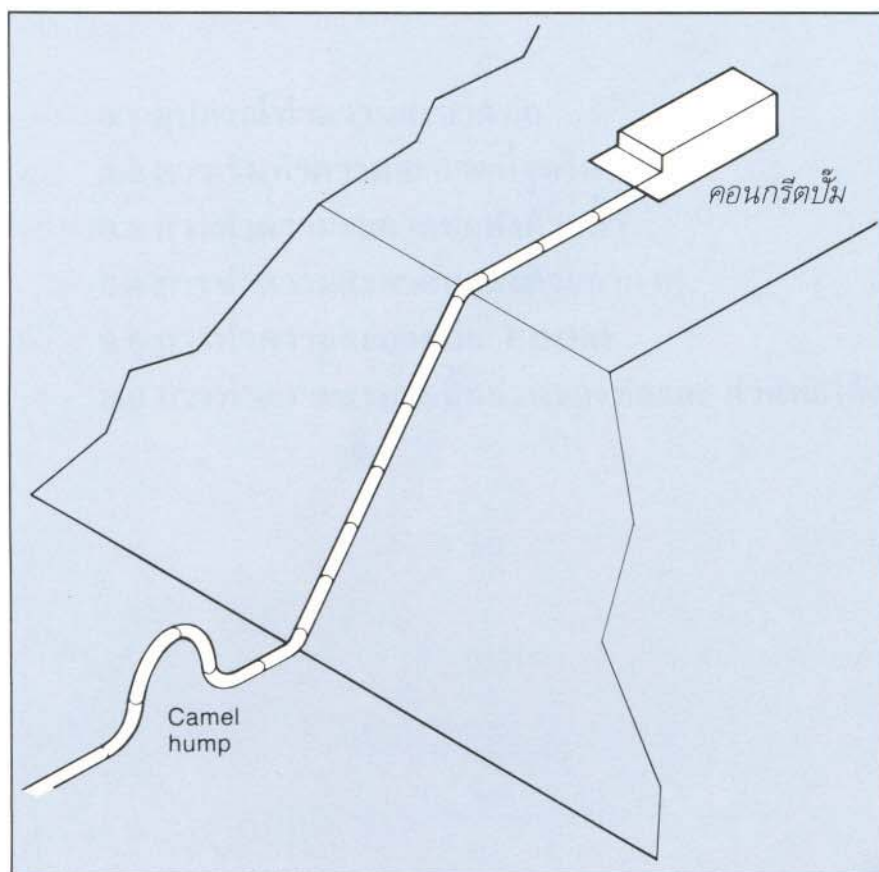
1. ในกรณีที่สถานที่ที่มีจำกัด ไม่สามารถต่อท่อในแนวราบให้ได้ความยาว 10-15% ของความยาวท่อในแนวตั้ง ทางแก้ไขทำได้โดยการต่อข้องอ เพื่อเพิ่มแรงเสียดทาน



2. ถ้าต้องการลดแรงดันกลับของคอนกรีตบริเวณฐานของท่อส่งในแนวตั้ง อาจทำได้โดยการต่อท่องอ ให้เป็นลักษณะครึ่งวงกลม ดังรูปซึ่งเรียกว่า FRIC-TION LOOP หรือ PULSATION LOOP หรือ CAMEL HUMP



3. ถ้าต้องการลดความเร็วของคอนกรีตในท่อ ในกรณีที่ปั๊มจากที่สูงลงด้านล่างทำได้โดยการติดตั้ง FRICTION LOOP เช่นกัน



การทำความสะอาดท่อส่งคอนกรีต

- 8.1 อุปกรณ์ทำความสะอาดท่อ
- 8.2 ควรเริ่มทำความสะอาดที่จุดใด
- 8.3 การทำความสะอาดท่อส่งด้วยน้ำ
- 8.4 การทำความสะอาดท่อส่งด้วยอากาศ
- 8.5 การทำความสะอาดท่อ **BOOM**
- 8.6 การทำความสะอาดชิ้นส่วนของท่อและ ส่วนท่อโค้ง

วิธีการทำความสะอาดท่อส่ง

ทุก ๆ ครั้งหลังจากที่ใช้ปั๊มเสร็จ หรือช่วงในการรอกอนกรีตเกิน 30 นาที ควรทำความสะอาดท่อส่งโดยทันที ซึ่งช่วงการรอกอนกรีตนี้ พนักงานควบคุมปั๊มจะต้องตัดสินใจว่าจะให้ช่วงการรอนั้นเป็นเท่าไร ซึ่งขึ้นกับปัจจัยต่อไปนี้

- สภาพอากาศ ในสภาพอากาศร้อนคอนกรีตจะแข็งตัวเร็วกว่าในสภาพอากาศเย็น ดังนั้นในสภาพอากาศร้อน ช่วงรอกอนกรีตควรน้อยกว่า 30 นาที

- ส่วนผสมคอนกรีต คอนกรีตที่มีสภาพหยาบ ๆ, คอนกรีตที่ใส่น้ำยาประเภทเร่งการก่อตัว, คอนกรีตที่มีหินทรายแห้งมาก และคอนกรีตที่ใส่น้ำยาประเภท SUPERPLASTICIZER ซึ่งการสูญเสียค่ายุบตัว (SLUMP LOSS) เร็วมาก ช่วงรอกอนกรีตนั้นควรจะสั้นกว่าปกติ

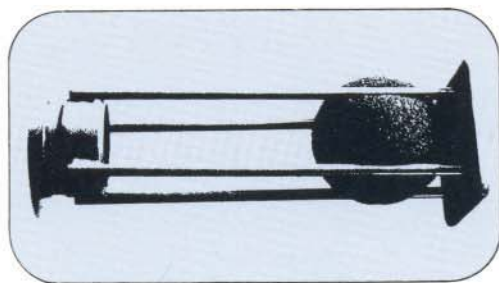
- ขนาดของปั๊ม ปั๊มที่มีแรงดันสูง มีช่วงรอกอนกรีตนานกว่าปั๊มที่มีแรงดันต่ำ เพราะปั๊มนั้นมีแรงดันพอที่จะส่งคอนกรีตได้

- การทำความสะอาดท่อส่ง สามารถใช้ได้ทั้งน้ำและอากาศ ซึ่งขึ้นกับความเหมาะสม

8.1 อุปกรณ์สำหรับทำความสะอาดท่อ (CLEANOUT ACCESSORIES)



GO - DEVIL หรือ CLEANING PLUG จะทำจากยางแข็ง ซึ่งเหมาะสำหรับท่อส่งที่มีความยาวมาก ๆ แต่จะเกิดปัญหามากถ้าท่อส่งมีรัศมีความโค้งน้อย



GO - DEVIL CATCHER หรือ CATCHING BASKET จะถูกนำไปใช้บริเวณปลายท่อส่งเพื่อจับ GO - DEVIL หรือ WASH OUT BALL แต่คอนกรีตสามารถไหลออกได้ ซึ่งทำให้การทำงานมีความปลอดภัยมากขึ้น



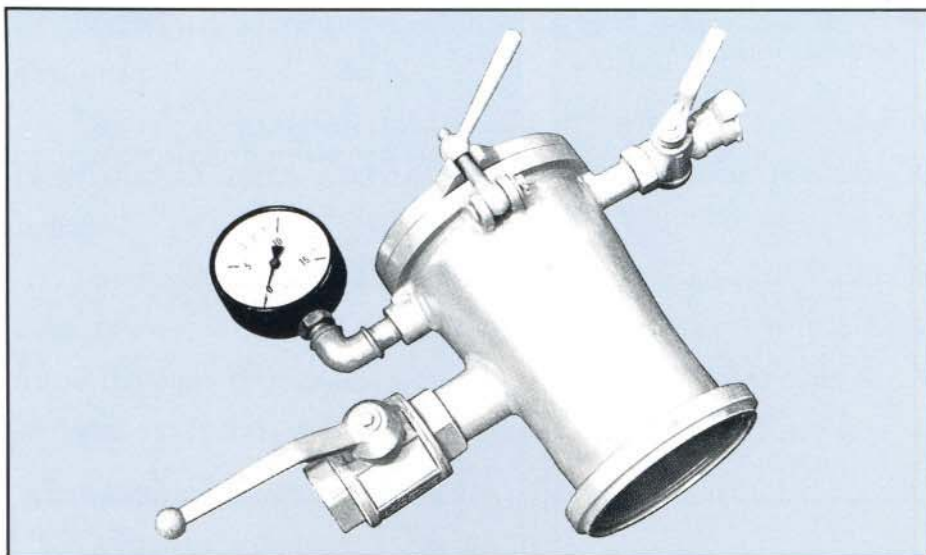
- WASH-OUT BALL หรือ SPONGE BALL

แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

ก. ลูกยางชนิดแข็ง ใช้กับทำความสะอาดโดยอากาศ

ข. ลูกยางชนิดอ่อน ใช้กับทำความสะอาดโดยน้ำ

- WASH-OUT CUBE หรือ SPONGE CUBE
- BLOW-OUT CAPS หรือ PIPE CLEANING HEAD จะเป็นตัวที่ส่งน้ำหรืออากาศเข้าไปในท่อ และจะต้องมีวาล์ว สำหรับปล่อยความดันในท่อในกรณีเกิดการติดขัดของคอนกรีต



8.2 ควรเริ่มทำความสะอาดท่อที่จุดใด

ท่อส่งในแนวนอน จะเริ่มที่ปลายไหนก็ได้ แล้วแต่กรณีไปคือ การทำความสะอาดโดยการดันคอนกรีตกลับไปที่ย่อยท่อที่ต่อกับปั๊ม จะทำให้คอนกรีตที่ค้างในท่อไม่ไปทำให้งานที่เสร็จเรียบร้อยแล้วเสียหาย

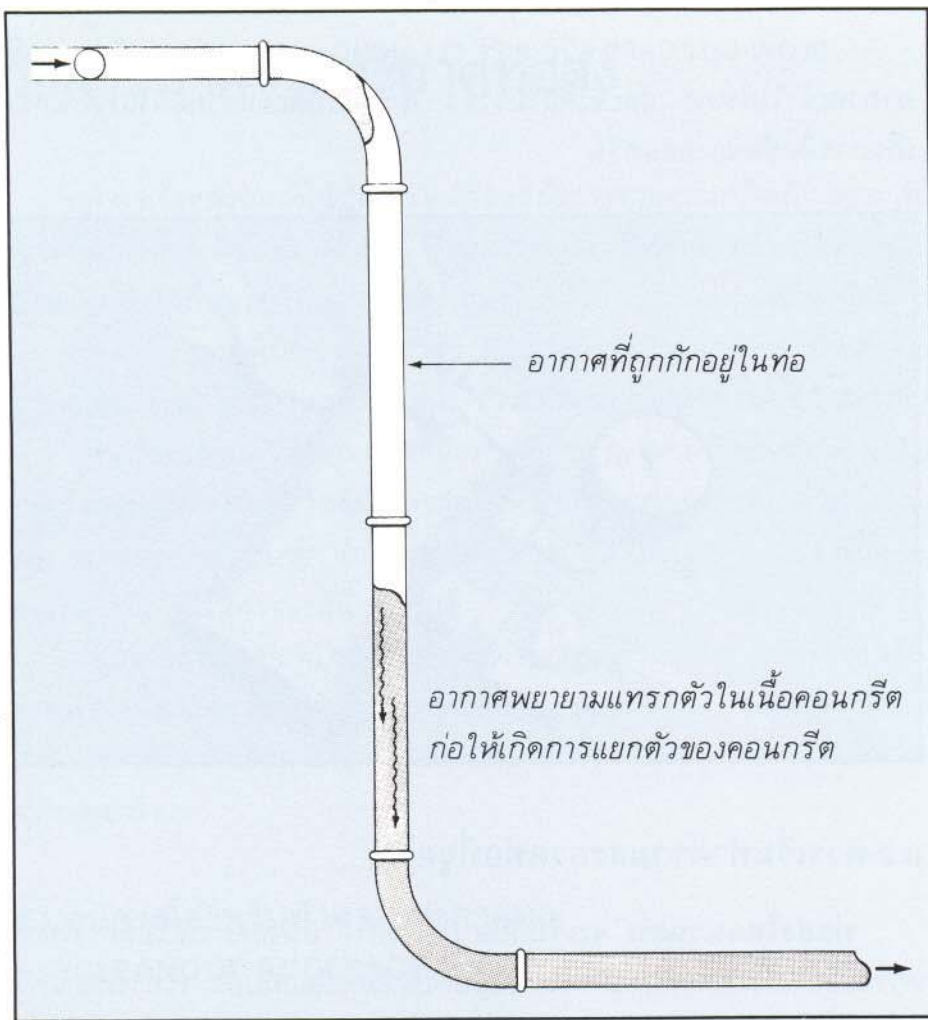
- ถ้างานยังต้องการคอนกรีตที่ค้างในท่อเพื่อใช้ในงานให้เสร็จ ก็ทำการดันคอนกรีตไปยังปลายท่อส่ง

ท่อส่งในแนวตั้ง มักจะทำความสะอาดโดยดันคอนกรีตกลับไปที่ย่อยท่อที่ต่อกับ PUMP ซึ่งคอนกรีตจะถูกดันลงมาข้างล่าง

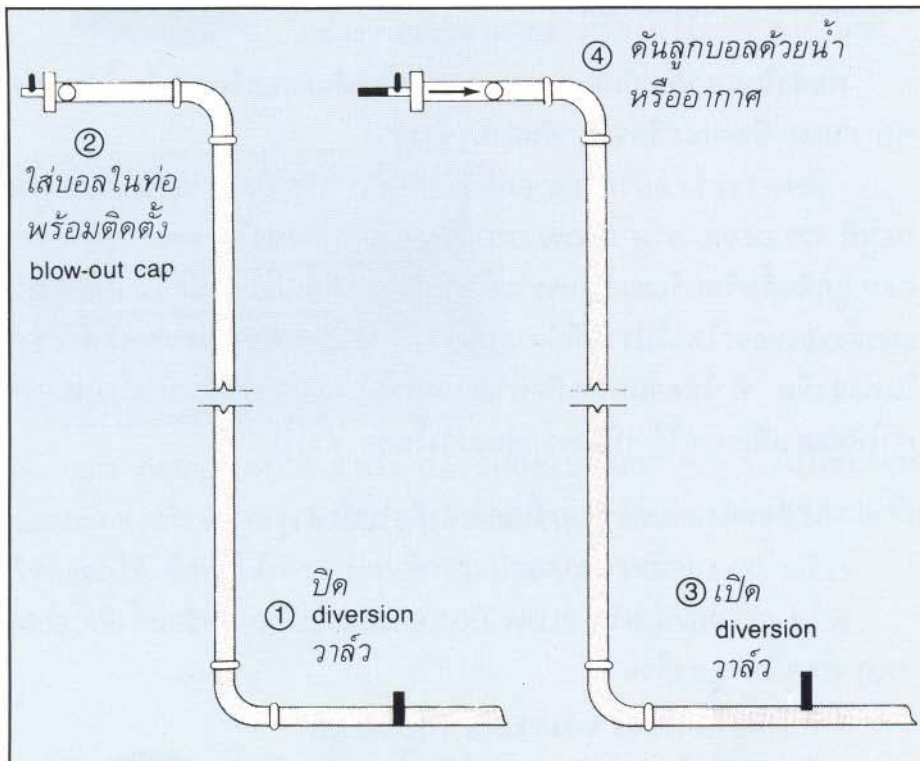
- ข้อควรระวัง อย่าตัดปลายท่อที่ต่อกับปั๊ม หรือเปิด DIVERSION VALVE ก่อนที่ GO-DEVIL หรือ BLOW-OUT BALL จะถูกใส่ลงไป และ BLOW-OUT CAP ถูกติดตั้งเรียบร้อยแล้ว เพราะถ้าทำ ผลที่เกิดขึ้นคือ คอนกรีตบริเวณส่วนแนวตั้งของท่อจะไหลไปรวมที่ปลายท่อที่วางตัวแนวนอนข้างล่าง จะเกิดช่องว่างในท่อส่งขึ้น ทำให้คอนกรีตเกิดการแยกตัวได้ และแรงดันจากอากาศ อาจทำให้ท่อส่งเสียหายได้ เนื่องจากช่องว่างในท่อ ดังรูป

- วิธีที่ถูกต้องควรทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ ดังรูป

1. ปิด DIVERSION VALVE
2. ใส่ GO-DEVIL หรือ BLOW-OUT BALL ลงไปในท่อพร้อมทั้งติด BLOW-OUT CAP ในท่อส่งด้วย
3. เปิด DIVERSION VALVE
4. ดันลูกบอลด้วยแรงดันอากาศหรือน้ำ



การล้างท่อในแนวตั้งที่ผิดวิธี



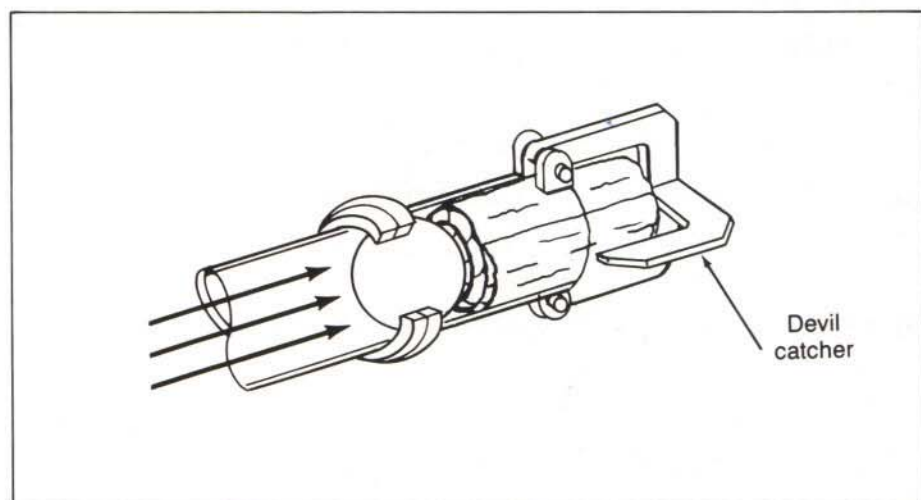
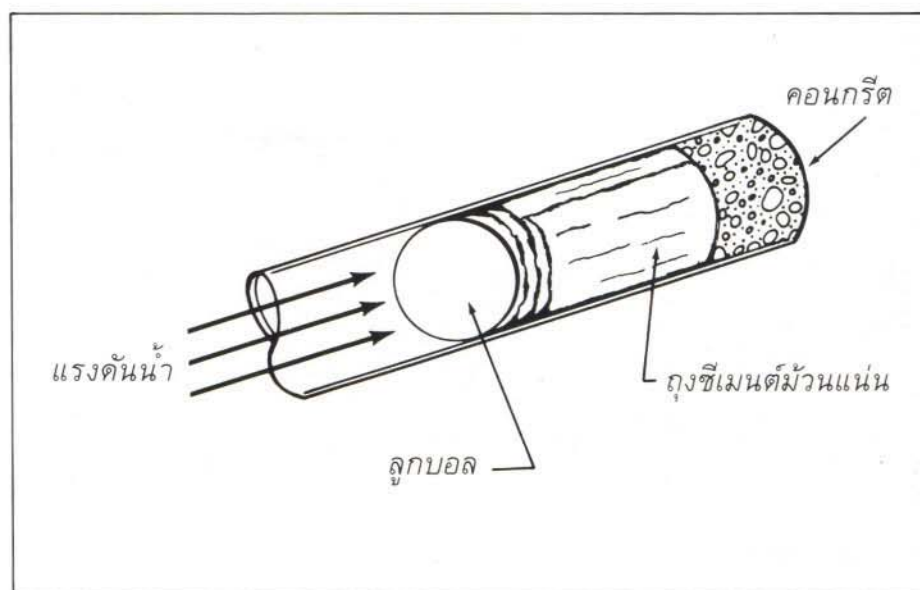
การล้างท่อในแนวตั้งที่ถูกต้อง

8.3 การทำความสะอาดท่อส่งด้วยน้ำ

เราสามารถทำความสะอาดท่อส่ง โดยใช้แรงดันจากปั้มน้ำ ซึ่งอาจจะ เป็น CENTIFUGUL ปั้ม หรือ PISTON ปั้ม ซึ่งถ้าปั้มน้ำยังมีความดันสูงเท่าไร การทำความสะอาดก็ทำได้ง่ายและเร็วมากขึ้นเท่านั้น ในการทำงานจะต้อง มีตัวกันระหว่างน้ำและคอนกรีต เพื่อป้องกันน้ำเข้าไปผสมทำให้คอนกรีตเกิด การแยกตัว

วิธีการใช้ถุงซีเมนต์ที่เปียกม้วนให้แน่น ยาวประมาณ 50 เซนติเมตร ใส่เข้าไปในท่อส่งและใส่ WASH-OUT BALL ตามลงไป พร้อมทั้งส่งน้ำดันตาม ไปดังรูป

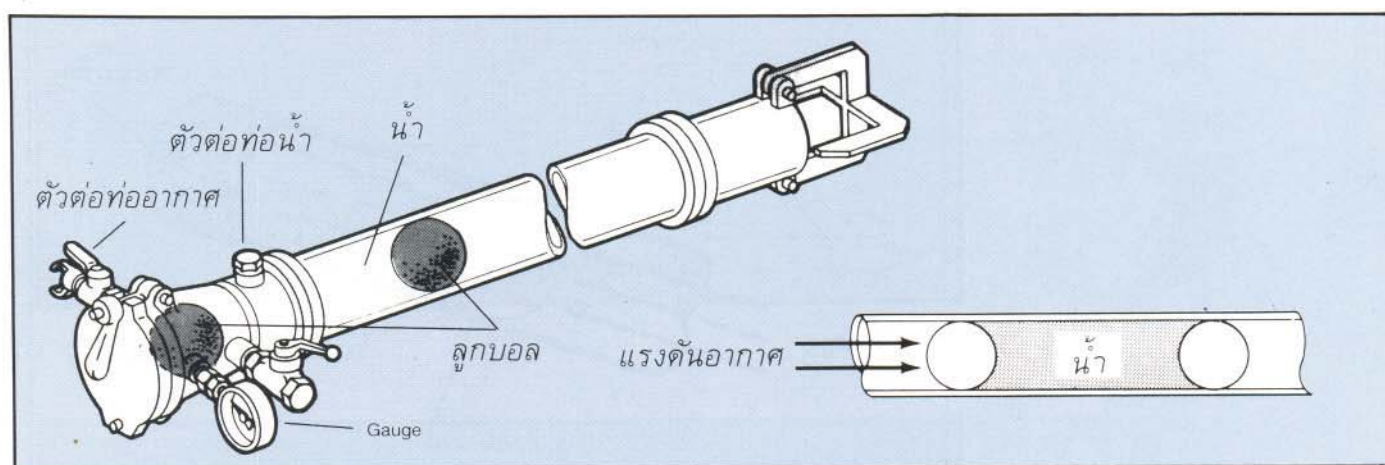
และเพื่อป้องกันน้ำที่ใช้ล้างท่อและพ่นออกไปทำให้งานคอนกรีตเสียหาย ให้ใส่ DEVIL CATCHER ที่ปลายท่อ เพื่อจับถุงซีเมนต์ม้วนที่ใส่ไว้ และเคลื่อน ย้ายท่อไปปล่อยน้ำที่บริเวณอื่น นอกจากจะใช้ถุงซีเมนต์ม้วนใส่ท่อแล้ว ยังอาจ ใช้ WASH-OUT BALL หรือ GO-DEVIL แทนได้



8.4 การทำความสะอาดท่อส่งด้วยอากาศ

ข้อควรปฏิบัติในการทำความสะอาดท่อส่งด้วยอากาศมีดังต่อไปนี้

- ท่อส่งจะต้องมี BLOW-OUT CAP ที่มี BLEEDER VALVE เพื่อใช้ในการปล่อยความดันในท่อในบางกรณี เพื่อให้ท่อมีสภาพปลอดภัยขึ้น
- ต้องถอดท่อปล่อยคอนกรีต (DISCHARGE HOSE) เพื่อป้องกันการเหวี่ยงของท่อ ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อคนงาน
- ปลายท่อส่งคอนกรีตจะต้องมี DEVIL CATCHER เพื่อใช้จับ BALL หรือ GO-DEVIL ที่จะถูกดันออกมาเพื่อความปลอดภัยของคนงาน
- อย่าให้คนงานอยู่ใกล้ปลายท่อส่งคอนกรีตที่กำลังทำงานอยู่
- บริเวณท่อส่งจะต้องมีการยึดให้แน่น อย่าให้ท่อส่งเคลื่อนที่ได้ขณะที่กำลังทำงานอยู่ เพราะจะเป็นอันตรายต่อคนงาน และท่อส่งอาจเสียหายได้
- มีการทำความสะอาดท่อส่งอีกวิธีหนึ่งคือใส่ BALL เข้าไปก่อน ใส่น้ำตามลงไปและใส่ลูกบอลตามไปอีกลูกหนึ่ง พร้อมอัดอากาศดัน BALL ให้ไปตามท่อ เพื่อทำความสะอาดดังรูป



8.5 การทำความสะอาดท่อ BOOM

สามารถทำได้ 2 วิธีดังนี้

- ติดตั้ง COMPRESSOR บนรถและอัดอากาศดันบอลไปตามท่อส่งคอนกรีต
- ใส่มาลไปทางปลายท่อปล่อยคอนกรีต (HOSE) และทำการปั๊มกลับ บอลจะเคลื่อนกลับไปตามท่อ และจะดันคอนกรีตที่ค้างในท่อออกมาทาง HOPPER แล้วทำการกำจัดคอนกรีตดังกล่าวออกไป

8.6 การทำความสะอาดชิ้นส่วนของท่อและส่วนท่อโค้ง

ใช้น้ำฉีดพ่นภายในท่อ พร้อมทั้งขัดให้สะอาด และต้องทำความสะอาดในส่วนของ COUPLING และ GASKET ด้วย และใช้น้ำมันเคลือบไว้กันฝุ่น อย่าใช้ฉ้อนเคาะคอนกรีตที่จับบริเวณ COUPLING หรือ GASKET เพราะอาจทำให้เสียหายได้ ให้ใช้น้ำฉีดและขัดออกเท่านั้น

ข้อควรปฏิบัติของผู้ที่เกี่ยวข้องกับ งานคอนกรีตปัม

- 9.1 ผู้จัดส่งคอนกรีต
- 9.2 ผู้ควบคุมเครื่องชั่ง
- 9.3 พนักงานขับรถโม
- 9.4 คนควบคุมคอนกรีตปัม

ข้อควรปฏิบัติของผู้ที่เกี่ยวข้องกับงาน คอนกรีตปั๊ม

9.1 ผู้จัดส่ง

1. เมื่อต้องใช้ปั๊มต้องระบุและสั่งคอนกรีตสำหรับใช้กับปั๊ม
2. ต้องกำชับผู้ควบคุมเครื่องชั่งว่า คอนกรีตนั้นใช้สำหรับปั๊มและรู้ส่วนผสมที่ถูกต้อง
3. ก่อนจะเริ่มจัดส่งคอนกรีตต้องตรวจสอบกับหน่วยงานก่อสร้างว่า ติดตั้งปั๊ม และท่อเรียบร้อยและพร้อมที่จะเทหรือยัง
4. ต้องรู้จำนวนที่จะเทล่วงหน้า เพื่อการตระเตรียมวัสดุดิบ
5. ต้องรู้ว่าจะมีชั่วโมงละกี่ลบ.เมตร เพื่อจัดตารางสับหลักกับงานลูกค้ารายอื่น ๆ
6. จัดจำนวนรถไม่ให้เพียงพอ เพื่อการจัดส่งจะได้ต่อเนื่อง
7. ต้องรู้ว่าในกรณีเกิดปัญหาจะต้องติดต่อกับตัวแทนของลูกค้าคนไหน
8. ต้องแจ้งให้ลูกค้าที่หน่วยงานก่อสร้างทราบทันทีที่เกิดปัญหา

9.2 ผู้ควบคุมเครื่องชั่ง

1. ต้องรู้ส่วนผสมสำหรับงานปั๊ม ซึ่งมักจะใช้ซีเมนต์และทรายมากกว่า ปกติ
2. ต้องมีวัสดุดิบพอเพียง
3. เพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีค่ายุบตัวและคุณภาพสม่ำเสมอ ต้องคอยสังเกตความชื้นของทรายเปลี่ยนไปหรือไม่ โดยต้องปรับอัตราส่วนผสมให้ถูกต้องตามสถานการณ์
4. จำเป็นอย่างยิ่งที่อัตราส่วนของทรายในคอนกรีตต้องถูกต้องอยู่เสมอ
5. ต้องคอยบันทึกปริมาณน้ำที่ใส่ในคอนกรีตอยู่เสมอ เพื่อสังเกตความเปลี่ยนแปลงของสภาพหิน-ทราย
6. ต้องสังเกตคอนกรีตทุกครั้ง หลังจากผสมเสร็จแล้วว่ามีค่ายุบตัว และความชื้นเหลือถูกต้อง

9.3 พนักงานขับรถโม้

1. ควรผสมคอนกรีตให้เข้ากันทุกครั้งก่อนออกจากโรงงาน
2. ต้องคอยสังเกตค่ายุบตัวของคอนกรีตก่อนคายออกจากโม้
3. ต้องสำรวจทางเข้าเทคอนกรีตก่อนเข้าเทจริง ๆ และควรตรวจสอบว่ามีพื้นที่ให้รถโม้ 2 คันเข้าเทพร้อมกันได้หรือไม่
4. ควรหมุนโม้ผสมคอนกรีตซ้ำก่อนคายออกจากโม้ และระหว่างรอเทให้หมุนโม้ช้า ๆ อยู่ตลอดเวลา
5. พนักงานจัดส่งต้องแจ้งให้โรงงานทราบถึงปัญหาที่หน้างาน รวมทั้งเรื่องคุณภาพคอนกรีตและอัตราการเทที่แท้จริง
6. พนักงานจัดส่งต้องอยู่ที่รถโม้ตลอดเวลา
7. เมื่อเทคอนกรีตเสร็จแล้ว ต้องเคลื่อนรถออกจากบิ๊มโดยเร็ว เพื่อให้รถคันต่อไปเข้าเท
8. ถ้าหากลูกค้าให้เติมน้ำที่หน่วยงาน ต้องให้ลูกค้าเซ็นรับผิดชอบในใบส่งสินค้า

9.4 คนควบคุมคอนกรีตบิ๊ม

1. มาถึงหน่วยงานก่อสร้างตารางตามเวลา หากจะมาไม่ทันต้องรีบแจ้งโรงงานคอนกรีตและหน่วยงานก่อสร้าง
2. ตั้งบิ๊มให้ใกล้จุดที่จะเทมากที่สุด โดยคำนึงถึงความเอื้ออำนวยของสถานที่และความสะดวกของรถโม้ที่จะเข้าเท ควรมีที่พื่อให้รถโม้ 2 คัน เข้าเทได้พร้อมกัน
3. หากใช้บิ๊มแบบติดตั้งอยู่กับที่ ต้องติดตั้งบนพื้นที่ที่มีความมั่นคง โดยคำนึงถึงความปลอดภัยของคนงานและผู้ที่ผ่านมา
4. ในการใช้คอนกรีตบิ๊มแบบติดกับรถต้องระวังสิ่งกีดขวางข้างบน, นั่งร้านโดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องระวังสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์
5. ต้องแน่ใจว่า ได้ติดตั้งท่ออย่างถูกต้องและมั่นคง โดยคำนึงถึงแรงสั่นและแรงกระแทกของท่อขณะบิ๊ม
6. เมื่อรถโม้มาถึง ควรช่วยโบกให้รถถอยเข้า และต้องปิดตะแกรงเหนือ HOPPER ทุกครั้ง
7. ก่อนรับคอนกรีต ต้องตรวจสอบว่า คอนกรีตผสมเข้ากันดีแล้ว หากต้องมีการแก้ไขต้องแจ้งให้ตัวแทนที่หน่วยงานทราบ
8. ต้องแน่ใจว่า คนงานที่ถือปลายท่ออย่าง รู้วิธีการทำงานอย่างถูกต้อง
9. หากมีปัญหาหรือการล่าช้าต้องรีบแจ้งให้หน่วยงานทราบ
10. ก่อนเคลื่อนรถบิ๊มต้องเอา BOOM ลง
11. เมื่อเสร็จงานต้องล้างทำความสะอาดบิ๊มและท่อ

1. ACI Committee 304, "Placing Concrete by Pumping Methods"
2. AM Neville, "Properties of Concrete"
3. British Concrete Pumping Association, "The Manual of Pumped Concrete Practice", England, 1979
4. Ditto, "The Advisory Code for Safety in Concrete Pumping"
5. ELBA Company, "Quality Concrete the Most Important Factor for Pumping, Instructions for the Use of Concrete Pumps"
6. Putzmeister Company, "Concrete for Pumping"
7. Robert Allen Crepas, "Pumping Concrete, Techniques and Applications"
8. Schwing Company, "Pumping Concrete and Concrete Pumps, A Concrete Placing Manual"
9. Schwing Company, "Technology of Truck - Mounted Concrete Pump."