หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

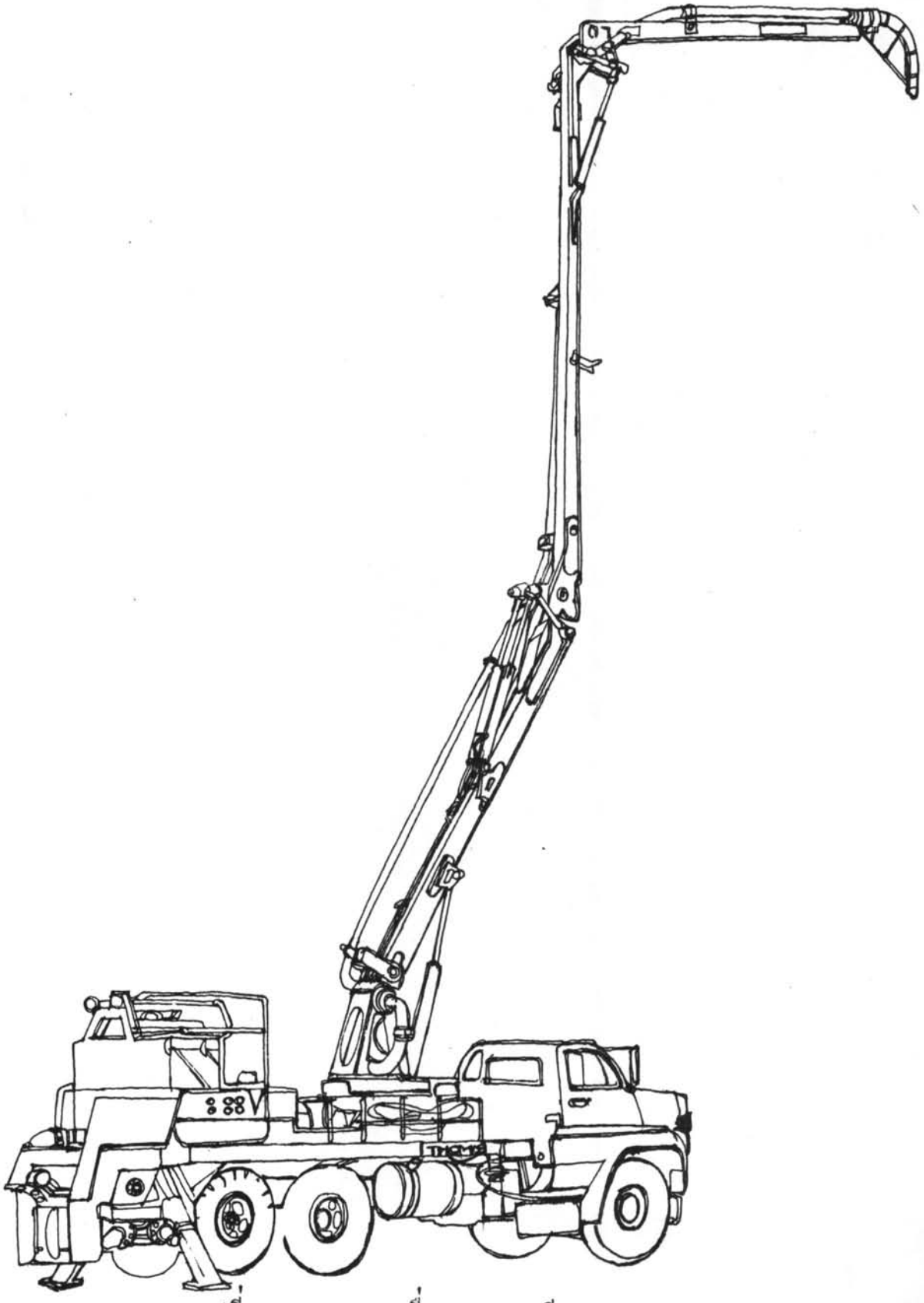
บทที่ 9

เครื่องสูบคอนกรีต (Concrete Pump)

9.1 วิวัฒนาการของเครื่องสูบคอนกรีต

เครื่องสูบคอนกรีตได้รับการออกแบบขึ้นเพื่อใช้งานครั้งแรกในสหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. 1913 แต่เครื่องมือไม่ได้พัฒนาไปมากนัก จนกระทั่งถึงปี ค.ศ. 1927 เมื่อจะมีการสร้างอนุสาวรีย์ War Memerial ซึ่งมีความสูง 50.00 เมตร การใช้เครนเพื่อลำเลียงคอนกรีตเพื่อนำไปเทลงในแบบมีปัญหา เนื่องจากภาวะลมแรง Fritz Hell วิศวกรโครงการ จึงได้ออกแบบเครื่องสูบคอนกรีตขึ้น ซึ่งนับว่าเป็นครั้งแรกที่ประสบความสำเร็จในการใช้เครื่องสูบคอนกรีต

จากผลสำเร็จในการคิดเครื่องสูบคอนกรีตนี้ ต่อมาในปี ค.ศ. 1930 ได้มีหลายบริษัทได้ทำการจดทะเบียนลิขสิทธิ์ เพื่อทำการผลิตเครื่องสูบคอนกรีตและภายหลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 ความต้องการใช้เครื่องสูบคอนกรีตมีมากขึ้นและได้มีการพัฒนามาจนถึงปัจจุบันนี้ ดูรูป 9.1



รูปที่ 9.1 แสดงเครื่องสูบคอนกรีต

9.2 การแบ่งชนิดของเครื่องสูบคอนกรีต

9.2.1 การแบ่งตามชนิดของท่อที่ใช้สูบคอนกรีต สามารถแบ่งได้ 2 ชนิดคือ

9.2.1.1 เครื่องสูบคอนกรีตท่อใหญ่ (Large bore Pump) มีทั้งท่อชนิดที่ติดตั้งอยู่กับที่และชนิดเคลื่อนที่ได้ มีขนาดท่อรัศมีภายใน 125 ม.ม. ถึง 100 ม.ม.

9.2.1.2 เครื่องสูบคอนกรีตท่อเล็ก (Small bore Pump) ปกติจะเป็นพวกที่ยกเคลื่อนที่ไปมาได้ มีขนาดท่อรัศมีภายใน 80 ม.ม. ถึง 100 ม.ม.

9.2.2 การแบ่งตามลักษณะของการทำงาน จะสามารถแบ่งแยกได้ 2 ชนิด คือ

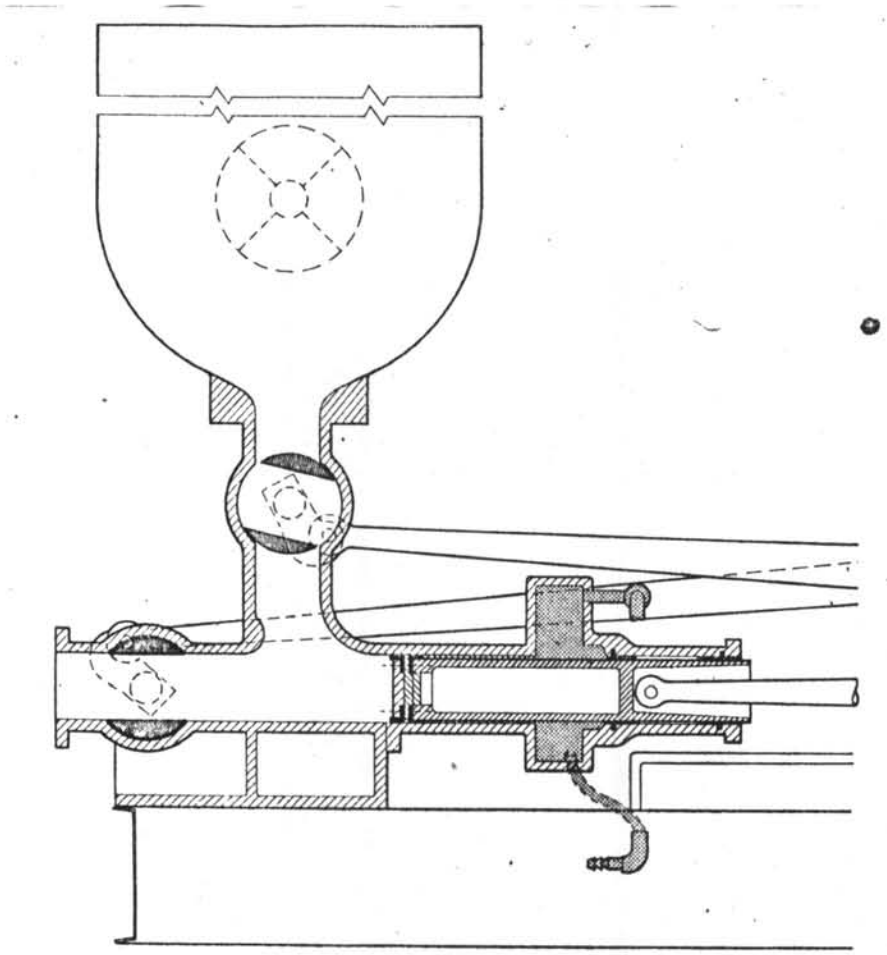
9.2.2.1 เครื่องสูบคอนกรีตโดยระบบเครื่องยนต์ (Mechanic Pump)

9.2.2.2 เครื่องสูบคอนกรีตทำงานโดยระบบไฮโดรลิก

9.3 เครื่องสูบคอนกรีตทำงานโดยระบบเครื่องยนต์

เครื่องสูบคอนกรีตทำงานโดยระบบเครื่องยนต์ เริ่มมีขึ้นในปี ค.ศ. 1936 ซึ่งต่อมามีชื่อทางธุรกิจว่า ปั๊มกรีต (Pump Crete) ดูรูป 9.2

ระบบการทำงานจะเริ่มจากการป้อนคอนกรีตที่ผสมเสร็จแล้ว เข้ายังตัวกะพ้อ (hopper) ซึ่งอยู่ในตัวเครื่องสูบคอนกรีต ข้างใต้จะเป็นวาล์วแบบลิ้นหมุน ซึ่งยึดติดกับแขนลูกเบี้ยว (Cam) เมื่อวาล์วเปิด คอนกรีตจะไหลเข้าไปในกระบอกสูบ ลูกสูบจะเริ่มทำงาน โดยลูกสูบจะดันไปข้างหน้าวาล์วที่ปล่อยให้คอนกรีตผ่านเข้ากระบอกสูบจากกะพ้อจะปิด ส่วนวาล์วที่ให้คอนกรีตออกจากกระบอกสูบเข้าไปยังท่อลำเลียงคอนกรีตเปิด ให้คอนกรีตไหลผ่านไปตามท่อลำเลียง ซึ่งถือเป็น 1 รอบของการทำงาน แล้วลูกสูบจะเริ่มทำงานใหม่ ทำให้คอนกรีตไหลผ่านไปตามท่อตลอดเวลา



รูปที่ 9.2 แสดงการทำงานของเครื่องปั๊มกรีส

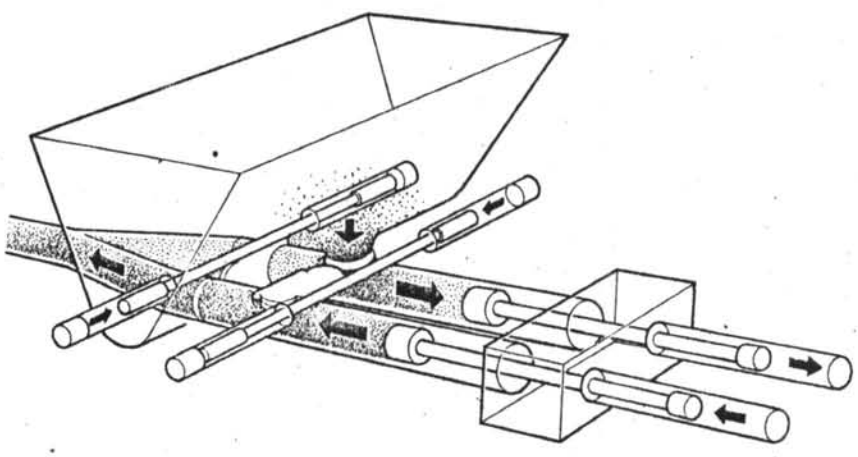
9.4 เครื่องสูบคอนกรีตทำงานโดยระบบไฮโดรลิก (Hydraulic Pumps)

เครื่องสูบคอนกรีตที่ทำงานโดยระบบไฮโดรลิกนี้ จะใช้ น้ำ หรือ น้ำมัน เป็นของเหลวที่ใช้ในการให้เกิดกำลัง สามารถทำงานได้โดยตัวของมันเองได้อย่างต่อเนื่อง เริ่มแรกจะเป็นชนิดกระบอกสูบเดียว ปัจจุบันได้มีการพัฒนาขึ้นเป็นชนิดกระบอกสูบคู่

เนื่องจากมีกะพ้อสำหรับรับคอนกรีตในตัวมันเอง จึงทำให้สามารถเคลื่อนย้ายไปมาได้สะดวก

เครื่องสูบชนิดนี้มีที่นิยมใช้ 2 ชนิด คือ

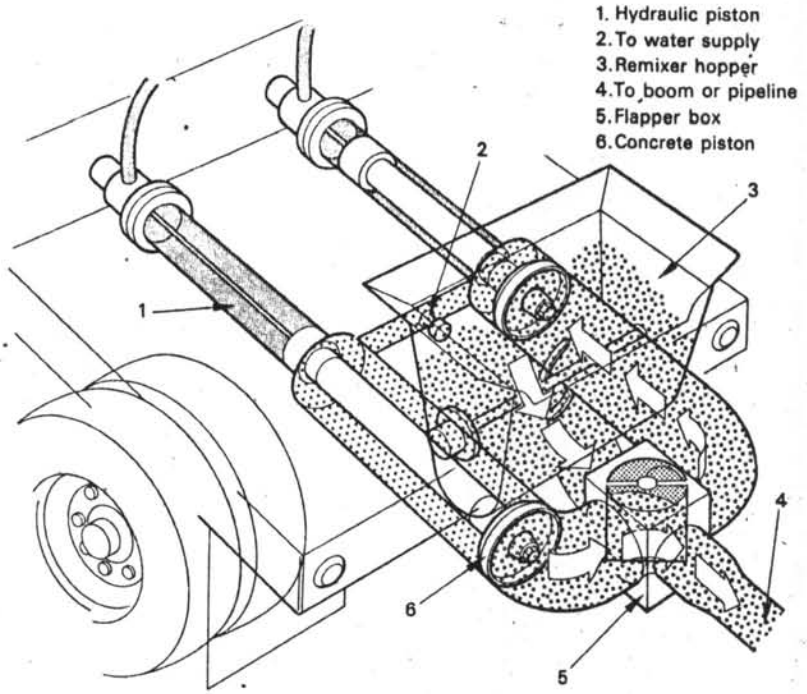
9.4.1 เครื่องสูบคอนกรีตแบบ Schwing ได้รับการพัฒนาในเยอรมัน ทำงานโดยระบบกระบอกสูบคู่ ใช้น้ำมันเป็นตัวกลางให้เกิดกำลัง ขณะที่ลูกสูบอันหนึ่งสูบคอนกรีตจากกะพ้อรับคอนกรีต ลูกสูบอีกอันหนึ่งจะใช้แรงส่งคอนกรีตไปยังกระบอกสูบ ดูรูป 9.3



รูปที่ 9.3 แสดงการทำงานของเครื่องสูบคอนกรีตแบบ Schwing

9.4.2 เครื่องสูบคอนกรีตแบบ Thomsen ดูรูป 9.4 ได้รับการพัฒนาขึ้นในอเมริกา จะมีวาล์วต่างจากแบบของ Schwing ซึ่งจะมีวาล์วเป็นแบบปีกปิดเปิด (flapper valve) แทนวาล์วชนิดปิดเปิดแบบประตู (Flat gate valve)

ใช้น้ำมันเป็นตัวทำให้เกิดกำลัง การทำงานเป็นแบบวงจรปิด กระบอกสูบอันหนึ่งจะทำการดูดคอนกรีตผ่านทางวาล์วแบบปีกปิดเปิด ในเวลาเดียวกัน ลูกสูบอันที่สองจะดันให้คอนกรีตเข้าไปยังท่อลำเลียง



1. ลูกสูบไฮโดรลิก
2. จัดส่งน้ำ
3. กะพ้อผสมคอนกรีตซ้ำ
4. ท่อลำเลียง
5. กล่องวาล์วปีกปิดเปิด
6. ลูกสูบคอนกรีต

รูปที่ 9.4 แสดงการทำงานของเครื่องสูบคอนกรีตแบบ Thomsen

9.5 ประสิทธิภาพของเครื่องสูบคอนกรีตแบบระบบไฮโดรลิก

9.5.1 ความสามารถในการสูบคอนกรีต เครื่องสูบคอนกรีตได้รับการพัฒนาขึ้น และมีขนาดของเครื่องที่สามารถสูบคอนกรีตตั้งแต่ 15 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง จนถึง 76.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ

9.5.1.1 ระยะทางที่จะทำการสูบคอนกรีต

9.5.1.2 ประสิทธิภาพของเครื่อง

9.5.1.3 ชนิดของมวล และการผสมคอนกรีต

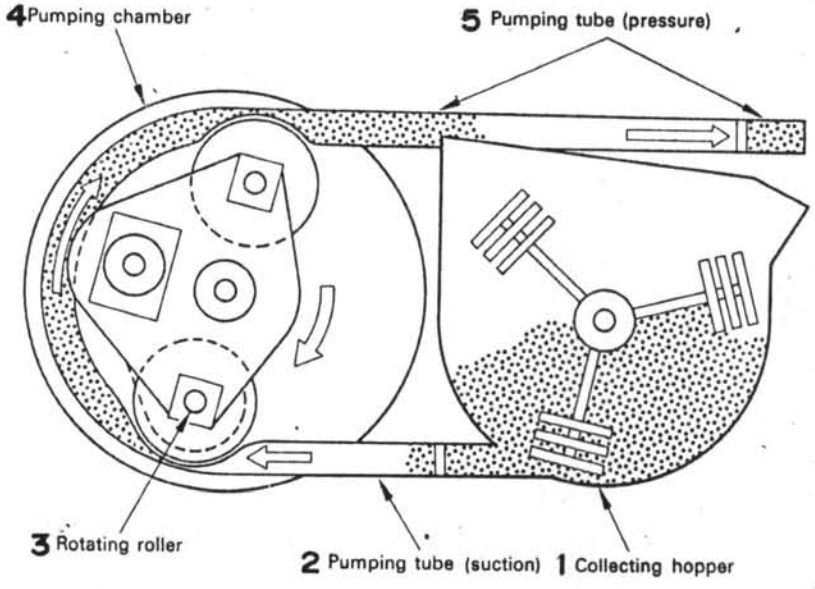
9.5.2 ระยะทางที่ทำการสูบคอนกรีต ขึ้นอยู่กับเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อลำเลียง และคุณสมบัติของคอนกรีตที่ผสม ระยะทางที่เครื่องสูบคอนกรีตสามารถทำงานได้ ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่อง ซึ่งสามารถสูบคอนกรีตในแนวราบได้ถึง 400 เมตร และในแนวดิ่งได้ถึง 80 เมตร

ในการเลือกขนาดของท่อลำเลียงคอนกรีตนั้น มีกฎทั่วไปให้ถือปฏิบัติว่า สำหรับการลำเลียงคอนกรีตในแนวดิ่งจะใช้ท่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็ก ทั้งนี้เพราะท่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ จะสามารถสูบคอนกรีตต่อพื้นที่หน้าตัดของท่อได้มาก ขณะที่ท่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กที่ใช้สำหรับสูบคอนกรีตขึ้นไปในแนวดิ่งเพื่อให้น้ำหนักของคอนกรีตต่อพื้นที่หน้าตัดของท่อน้อยลง

9.6 เครื่องสูบคอนกรีตแบบ Squeez-Crete ดูรูปที่ 9.5

เป็นเครื่องสูบคอนกรีตที่ได้พัฒนาขึ้นมาสำหรับการสูบคอนกรีตขึ้นไปในแนวดิ่ง การทำงานจะเริ่มจากการป้อนคอนกรีตเข้าไปยังถังรับคอนกรีตแล้วถูกส่งผ่านไปยังถังสูบคอนกรีต (Concrete Chamber) โดยผ่านทางท่อที่สามารถยืดหยุ่นได้ ท่อจะถูกบีบโดยระบบการหมุนของวงล้อ ด้วยเหตุผลอันนี้ทำให้เกิดแรงอัดให้คอนกรีตสามารถเคลื่อนที่ไปในท่อได้สม่ำเสมอ

ปริมาณคอนกรีตที่สามารถลำเลียงได้ จะขึ้นกับความเร็วของล้อที่หมุน สำหรับเครื่องสูบระบบไฮโดรลิกที่ทันสมัย สามารถสูบคอนกรีตได้ 69 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ระยะในแนวราบ 180 เมตร และในแนวดิ่ง 46 เมตร



1. ถังรับคอนกรีต
2. ท่อสูบคอนกรีต (ดูดเข้า)
3. ล้อหมุน
4. ห้องสูบ
5. ท่อสูบคอนกรีต (สูบออก)

รูปที่ 9.5 แสดงวิธีการทำงานของเครื่องสูบแบบ Squeez-Crete Pump

9.7 ท่อเครื่องสูบคอนกรีต (Pump pipe line)

ท่อสำหรับการสูบคอนกรีต จะต้องมีความทนทานต่อการกัดกร่อนของคอนกรีตที่เคลื่อนที่ผ่าน แต่จะต้องมีน้ำหนักเบาสำหรับสะดวกในการเคลื่อนย้าย การต่อท่อจะต้องมีความแข็งแรง ไม่มีรอยรั่ว

การวางแนวท่อสูบคอนกรีตจะต้องพยายามให้ตรงมากที่สุดระหว่างเครื่องสูบคอนกรีตกับไม้แบบ การหักมุมจะต้องให้มีน้อยที่สุด ปลายของท่อจะต้องวางให้สูงพอประมาณเหนือไม้แบบเพื่อให้คอนกรีตสามารถกระจายได้ง่ายแต่จะต้องไม่ให้สูงมากจนทำให้เกิดการแยกตัวของมวลผสม

จุดสำคัญที่ต้องพิจารณาในการวางแผน คือจะต้องมีการเตรียมไม้แบบให้เพียงพอที่จะเทคอนกรีต เพราะการใช้เครื่องสูบคอนกรีตจะสามารถลำเลียงคอนกรีตได้ปริมาณมากในเวลาอันรวดเร็ว

เมื่อทำการวางแนวท่อสำหรับการสูบผ่านของคอนกรีตจะต้องตรวจสอบทุกครั้งว่าแนวท่อลำเลียงมีสภาพดีที่จะใช้งาน

ท่อที่ใช้โดยมากจะเป็นท่อเหล็ก เพราะสามารถทนทานต่อสภาพการกัดกร่อนได้ดี ได้มีการพัฒนาขนาดของท่อที่ใช้สำหรับการสูบคอนกรีต ให้มีขนาดเล็กแต่สามารถสูบคอนกรีตได้ปริมาณมาก

ได้มีการคิดทำท่อจาก อลูมินัม แอลลอยด์ แต่เมื่อนำมาใช้ทำให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพของคอนกรีตโดยสรุปได้ดังนี้

ก. คอนกรีตที่สูบผ่านท่อจะมีปฏิกิริยาระหว่าง ซีเมนต์เพสท์กับอลูมินัม ซึ่งเป็นผลให้เกิดก๊าซไฮโดรเจน เป็นเหตุให้เกิด

- การขยายตัวทางพลาสติกของคอนกรีต
- ทำให้ลดกำลังของคอนกรีต
- ทำให้ลดการต้านทาน freezing และ Thawing
- ทำให้สารผสมเพิ่มที่ใช้เป็นตัวหน่วงทำปฏิกิริยากับน้ำไม่แน่นอน

ข. จะมีผลต่อคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของคอนกรีต

9.8 การดำเนินการใช้เครื่องสูบคอนกรีต

ก่อนที่จะทำการสูบคอนกรีตจะต้องทำการเคลือบท่อเสียก่อน เพื่อที่จะทำให้คอนกรีตสามารถไหลผ่านได้อย่างสม่ำเสมอ ตัวเคลือบหล่อลื่นจะประกอบด้วยทราย 2 ส่วน ต่อซีเมนต์ 1 ส่วน ผสมกัน ใช้ประมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร เมื่อทำการเคลือบท่อแล้ว จึงป้อนคอนกรีตที่ต้องการจะลำเลียงผ่านท่อเข้าไปได้

การลำเลียงคอนกรีตโดยเครื่องสูบคอนกรีตจะต้องพยายามสูบคอนกรีตให้สม่ำเสมอ ซึ่งก็ขึ้นกับคอนกรีตที่ป้อนเข้าเครื่องสูบคอนกรีต

อากาศจะมีผลต่อการใช้เครื่องสูบคอนกรีต ถ้าอากาศร้อนจะต้องใช้ของคลุมท่อไว้ การทำงานจะต้องทำอย่างต่อเนื่อง เพื่อหลีกเลี่ยงมิให้คอนกรีตแข็งตัวอยู่ในท่อ ในวันที่อากาศร้อนจะต้องไม่หยุดสูบคอนกรีตนานกว่า 10 นาที

การติดตั้งเครื่องสูบคอนกรีตจะต้องให้ใกล้กับโรงผสมคอนกรีตและสถานที่ที่จะทำการสูบคอนกรีตให้มากที่สุด เพื่อที่จะได้สามารถป้อนคอนกรีตได้อย่างสม่ำเสมอ

ในเมืองไทย ได้มีการใช้เครื่องสูบคอนกรีตในการทำงานการก่อสร้างหลายโครงการ เช่น การทำอุโมงค์ส่งน้ำประปา การสร้างทางด่วนพิเศษ เป็นต้น