หมวด 1 การขุด ถม บดอัด และแต่งระดับลาดเอียง

1. ทั่วไป

"กรณีทั่วไป และกรณีพิเศษ" ที่ระบุในภาคอื่น (ถ้ามี) ให้นำมาใช้ในหมวดนี้ด้วย

2. ขอบเขตของงาน

งานในหมวดนี้รวมถึงการขุด เจาะ ถม บดอัด เคลื่อนย้าย และดำเนินงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานดิน เพื่อให้การก่อสร้างเป็นไปตามระบุในแบบรูป และรายการ

3. ฝีมือการทำงาน

งานที่เกี่ยวข้องกับงานดินทั้งหมด จะต้องกระทำด้วยความประณีตเรียบร้อยพอสมควร ก่อนลงมือปฏิบัติงานจะต้องจัดเตรียมแนวและระดับต่างๆ ให้เรียบร้อย การใช้เครื่องมือในการขุดดินฐานรากจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง โดยการตรวจสอบที่ระดับหัวเสาเข็มที่เจาะหรือตอกไปแล้ว เพื่อตรวจสอบเสาเข็มหักหรือผิดศูนย์

4. การป้องกัน

4.1 อาคารข้างเคียง

ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันและระมัดระวังการเคลื่อนย้าย และการทรุดตัวของอาคารหรือสิ่งก่อสร้างข้างเคียง โดยจัดหาและติดตั้งค้ำยันหรือกรรมวิธีต่าง ๆ เพื่อป้องกันอันตรายซึ่งอาจจะเกิดขึ้นก่อนลงมือปฏิบัติการเกี่ยวกับงานดิน ผู้รับจ้างจะต้องเสนอกรรมวิธีในการป้องกันให้วิศวกรผู้ควบคุมงานตรวจอนุมัติก่อนจึงดำเนินการได้

4.2 ส่วนต่าง ๆ ของอาคารและระบบสาธารณูปโภคที่มีอยู่เดิม เมื่อค้นพบจากการขุดเจาะดิน ซึ่งแม้มิได้แสดงไว้ในแบบรูปและรายการ แต่เป็นอุปสรรคต่อการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องจัดการโยกย้าย โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

5. การขุดดิน

5.1 การขุดดินทั่วไป

ระยะและระดับในการขุดดินต้องตรงกับที่ระบุไว้ในรูปแบบ ระดับก้นหลุมของงานขุดดินต้องอยู่ในระดับที่ถูกต้องแน่นอน

5.1.1 งานขุดดินสำหรับการก่อสร้างอาคาร หมายรวมถึงการขุดมวลวัสดุที่ปะปนอยู่ในดินตามธรรมชาติของดินทั่วไป

5.1.2 มวลวัสดุที่ต้องการขุดทั้งหมดสำหรับการแต่งชั้นดินรอบอาคาร ต้องตรงตามข้อกำหนด

5.1.3 มวลวัสดุที่ขุดขึ้นมา ถ้าวิศวกรผู้ควบคุมงานพิจารณาแล้วเห็นว่าไม่เหมาะสมสำหรับการถมดิน ผู้รับจ้างต้องจัดการขนย้ายออกจากสถานที่ก่อสร้าง

5.2 การขุดดินฐานราก

5.2.1 ต้องจัดการหล่อฐานรากทันทีที่การขุดดินสำหรับฐานรากได้เสร็จเรียบร้อย เมื่อหล่อฐานรากเรียบร้อยแล้ว การถมดินกลับฐานรากเป็นหน้าที่โดยตรงของผู้รับจ้าง

5.2.2 ในกรณีที่ขุดพบโบราณวัตถุ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบทันที และโบราณวัตถุที่ขุดได้จะต้องตกเป็นสมบัติของผู้ว่าจ้างทั้งสิ้น

5.2.3 ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมสูบน้ำออกจากบริเวณก่อสร้างฐานรากตลอดเวลา และต้องไม่ทำให้คอนกรีตที่กำลังเทอยู่เสียหาย

5.3 การขุดร่องหรือคู

ในการขุดร่องหรือคูระบายน้ำในบริเวณอาคาร ต้องระมัดระวังมิให้มีผลกระทบต่อฐานรากจนเกิดความเสียหาย

5.4 พื้นคอนกรีตวางบนดิน

ชั้นดินที่รองรับพื้นคอนกรีตจะต้องเป็นดินแน่นตามที่ได้ระบุ และต้องอยู่ในระดับที่แสดงไว้ในรูปแบบ

6. การถมดิน และการกลบเกลี่ยดิน

การถมดินจะต้องได้ระดับที่เหมาะสม เพื่อการทรุดตัวและทรงตัวของมวลดิน ผู้รับจ้างต้องจัดการให้ได้ระดับสุดท้ายตรงตามรูปแบบ

6.1 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ถมและกลบเกลี่ยต้องประกอบด้วยดินที่มีคุณสมบัติเหมาะสม ในกรณีที่ใช้ดินที่ขุดจากบริเวณสถานที่ก่อสร้าง จะต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรก่อน และผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการนำดินจากที่อื่นมาถมแทน

6.2 การจัดปรับระดับ

ก่อนการถมดินและการกลบเกลี่ยดิน พื้นที่ในบริเวณนั้นต้องอยู่ในสภาพที่เรียบร้อยได้ระดับตามแนวนอน และใช้เครื่องมืออัดแน่นตามที่ได้ระบุไว้ แต่ต้องไม่เป็นอันตรายต่อโครงสร้างอื่น หรือส่วนของอาคารที่อยู่ใกล้เคียง

7. การถมด้วยหิน กรวด หรือทราย

7.1 การถมประกอบด้วยทราย กรวด และหินตามรายละเอียดในหมวดที่ว่าด้วยคอนกรีต

7.2 การถมด้วยหิน กรวด หรือทราย ต้องเตรียมและจัดทำตามขนาดและความหนาที่ได้ระบุไว้ในรูปแบบ

7.3 มวลวัสดุที่ใช้ถมดิน ต้องมีคุณสมบัติในการควบคุมความชื้นของฐานรากได้พอเหมาะด้วย ต้องมีกรรมวิธีตามคำแนะนำของบริษัทที่ปรึกษา โดยคำนึงถึงความหนา และรูปร่างของมวลที่ใช้ถม

8. การบด อัดแน่น

การถมดิน และกลบเกลี่ยดินทั้งหมด ต้องมีความชื้นที่พอเหมาะแล้วทำการอัดแน่นตามจำนวนเปอร์เซนต์ของความหนาแน่นมากที่สุดในสภาพความชื้นนั้น และต้องไม่น้อยกว่า 2% หรือไม่มากกว่า 5% ของความชื้นที่ดีที่สุดตามมาตรฐานของ AASHTO

Material	Percent of Max. Density
Fill	90%
Fill (Supporting Footing)	90%
Backfill	90%
Fill and Backfill (Top Inches Beneath Slab on Grade)	95%
Granular Fill	95%

9. การทดสอบ

การทดสอบเพื่อให้ได้ความหนาแน่นของการถมและกลบเกลี่ยดิน เพื่อให้อยู่ในสภาพที่ดี โดยวิศวกรผู้ควบคุมงานเป็นผู้เลือกสถานที่ปฏิบัติการทดสอบ

9.1 ความหนาแน่นสูงสุด

การทดสอบต้องใช้ตัวอย่าง 2 ส่วนที่แยกกัน เพื่อตัดสินความหนาแน่นสูงสุดในสภาพความชื้นที่เหมาะสม วิศวกรผู้ควบคุมงานเป็นผู้จัดเลือกเก็บจากสถานที่ที่ต้องการ

9.2 การทดสอบการอัดแน่น

ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการทดสอบการอัดแน่นทุก 200 ลูกบาศก์เมตร และทุกความลึก 0.30 เมตร ของการถมดิน

หมวด 2 งานแบบหล่อ และค้ำยัน

1. ทั่วไป

1.1 “กรณีทั่วไป และกรณีพิเศษ” ที่ระบุในภาคอื่น (ถ้ามี) ให้นำมาใช้กับหมวดนี้ด้วย

2. การคำนวณออกแบบ

2.1 การวิเคราะห์

ผู้รับจ้างจะต้องเป็นฝ่ายคำนวณออกแบบงานแบบหล่อ โดยต้องคำนึงถึงการโก่งตัวขององค์อาคารต่าง ๆ อย่างระมัดระวัง และต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อนจึงจะนำไปใช้ก่อสร้างได้

2.2 ค้ำยัน

2.2.1 เมื่อใช้ค้ำยัน การต่อ หรือวิธีการค้ำยัน ซึ่งมีการจดทะเบียนสิทธิบัตรไว้ จะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิต เกี่ยวกับความสามารถในการรับน้ำหนักอย่างเคร่งครัด และผู้คำนวณออกแบบก็จะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตในเรื่องการยึดโยง และน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยสำหรับช่วงความยาวต่าง ๆ ระหว่างที่ยึดของค้ำยัน

2.2.2 ห้ามใช้การต่อค้ำยันแบบทาบในสนามเกินกว่าอันสลับอัน สำหรับค้ำยันใต้แผ่นพื้น หรือไม่เกินทุก ๆ สามอันสำหรับค้ำยันใต้คาน และไม่ควรต่อค้ำยันเกินกว่าหนึ่งแห่ง นอกจากจะมีการยึดทะแยงที่จุดต่อทุก ๆ แห่ง การต่อค้ำยันดังกล่าวจะต้องกระจายให้สม่ำเสมอทั่วไปเท่าที่จะทำได้ รอยต่อจะต้องไม่อยู่ใกล้กับกึ่งกลางของตัวค้ำยันโดยไม่มีที่ยึดด้านข้าง หรือกึ่งกลางระหว่างจุดยึดด้านข้าง ทั้งนี้เพื่อป้องกันการโก่ง

2.2.3 จะต้องคำนวณออกแบบรอยต่อ ให้สามารถต้านทานการโก่งและการดัดเช่นเดียวกับองค์อาคารที่รับแรงอัดอื่น ๆ สำหรับค้ำยันที่ทำด้วยไม้ วัสดุที่ใช้ต่อค้ำยันจะต้องไม่สั้นกว่าหนึ่งเมตร

2.3 การยึดทะแยง

ระบบแบบหล่อ จะต้องคำนวณออกแบบให้ถ่ายแรงทางข้างลงสู่พื้นดินในลักษณะที่ปลอดภัย ตลอดเวลาจะต้องจัดให้มีการยึดทะแยงทั้งในระนาบดิ่ง และระนาบราบตามต้องการ เพื่อให้มีสติฟเนสสูง และเพื่อป้องกันการโก่งไม่ให้มากเกินไป

2.4 ฐานสำหรับงานแบบหล่อ

จะต้องคำนวณน้ำหนักบรรทุกจรจากแบบหล่อ ถ่ายผ่านนั่งร้านหรือค้ำยันลงสู่ฐานที่รองรับข้างล่างไม่ว่าจะเป็นดินหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของโครงสร้างอาคาร ให้สามารถรองรับน้ำหนักบรรทุกต่าง ๆ ได้อย่างปลอดภัย

2.5 การทรุดตัว

แบบหล่อจะต้องสร้างให้สามารถปรับระดับทางแนวดิ่งได้ เพื่อให้สามารถชดเชยกับการทรุดตัวที่อาจเกิดขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการทรุดตัวน้อยที่สุดเมื่อรับน้ำหนักเต็มที่ ในกรณีที่ใช้ไม้ต้องพยายามให้มีจำนวนรอยต่อทางแนวราบน้อยที่สุด โดยเฉพาะจำนวนรอยต่อซึ่งแนวเสี้ยนบรรจบบนแนวเสี้ยนด้านข้าง ซึ่งอาจใช้ลิ่มสอดที่ยอดหรือกันของค้ำยันแห่งใดแห่งหนึ่ง แต่จะใช้ทั้งสองปลายไม่ได้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถปรับแก้การทรุดตัวที่ไม่สม่ำเสมอทางแนวดิ่งได้ หรือเพื่อสะดวกในการถอดแบบ

3. รูปแบบ

3.1 การอนุมัติโดยวิศวกรผู้ควบคุมงาน

ในกรณีที่กำหนดไว้ก่อนที่จะลงมือสร้างแบบหล่อ ผู้รับจ้างจะต้องส่งรูปแบบแสดงรายละเอียดของงานแบบหล่อเพื่อให้วิศวกรผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อน หากผู้ควบคุมงานเห็นว่าแบบดังกล่าวยังไม่แข็งแรงพอ หรือยังมีข้อบกพร่อง ผู้รับจ้างจะต้องจัดการแก้ไขตามที่วิศวกรผู้ควบคุมงานแนะนำจนเสร็จก่อนที่จะเริ่มงาน และการที่วิศวกรผู้ควบคุมงานอนุมัติในแบบที่เสนอหรือที่แก้ไขมาแล้ว มิได้หมายความว่าผู้รับจ้างจะหมดความรับผิดชอบที่จะต้องทำการก่อสร้างให้ดี และดูแลรักษาให้แบบหล่ออยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีตลอดเวลา

3.2 สมมติฐานในการคำนวณออกแบบ

ในรูปแบบสำหรับแบบหล่อจะต้องแสดงค่าต่างๆ ที่สำคัญ ตลอดจนสภาพการบรรทุกน้ำหนัก รวมทั้งน้ำหนักบรรทุกจร อัตราการบรรทุก ความสูงของคอนกรีตที่จะปล่อยลงมา น้ำหนักอุปกรณ์เคลื่อนที่ซึ่งอาจต้องทำงานบนแบบหล่อ แรงดันฐาน หน่วยแรงต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณออกแบบและข้อมูลที่สำคัญอื่นๆ

3.3 รายการต่าง ๆ ที่ต้องปรากฏในรูปแบบ

รูปแบบสำหรับงานแบบหล่อจะต้องมีรายละเอียดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.3.1 สมอ ค้ำยัน และการยึดโยง

3.3.2 การปรับแบบหล่อในที่ระหว่างเทคอนกรีต

3.3.3 แผ่นกั้นน้ำ ร่องลิ้น และสิ่งที่จะต้องสอดไว้

3.3.4 นั่งร้าน

3.3.5 รูน้ำตา หรือรูเจาะไว้สำหรับเครื่องจี้

3.3.6 ช่องสำหรับทำความสะอาด

3.3.7 รอยต่อระหว่างการก่อสร้าง และรอยต่อเผื่อการขยายตัว ตามที่ระบุในแบบ

3.3.8 แถบมนสำหรับมุมที่ไม่ฉาบ (เปลือย)

3.3.9 การยกท้องคานและพื้นกันแอ่น

3.3.10 การเคลือบผิวแบบหล่อ

3.3.11 รายละเอียดในการค้ำยัน

4. การก่อสร้าง

4.1 ทั่วไป

4.1.1 แบบหล่อจะต้องได้รับการตรวจและอนุมัติก่อนจึงจะเรียงเหล็กเสริมได้

4.1.2 แบบหล่อ จะต้องแน่นเพียงพอที่จะป้องกันไม่ให้มอร์ต้าจากคอนกรีตไหลออกมา

4.1.3 แบบหล่อจะต้องสะอาดปราศจากฝุ่น มอร์ต้า และสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ ในกรณีที่ไม่สามารถเข้าถึงกันแบบจากภายในได้ จะต้องจัดช่องเปิดไว้เพื่อให้สามารถขจัดสิ่งที่ไม่ต้องการต่าง ๆ ออกก่อนเทคอนกรีต

4.1.4 ห้ามนำแบบหล่อที่ชำรุดจากการใช้งานครั้งหลังสุด จนถึงขั้นที่อาจทำลายผิวหน้า หรือคุณภาพคอนกรีตได้มาใช้อีก

4.1.5 ให้หลีกเลี่ยงการบรรทุกน้ำหนัก เช่น การกองวัสดุ ห้ามโยนของหนัก ๆ เช่น มวลรวมไม้กระดาน เหล็กเสริมหรืออื่นๆ ลงบนคอนกรีตที่เทใหม่ ๆ และยังไม่มีกำลังสูงพอ

4.1.6 ห้ามโยนหรือกองวัสดุก่อสร้างแบบหล่อ ในลักษณะที่จะทำให้แบบหล่อนั้นชำรุด หรือเป็นการเพิ่มน้ำหนักมากเกินไป

4.2 ฝีมือ

ให้ระมัดระวังเป็นพิเศษในข้อต่อไปนี้ เพื่อให้แน่ใจว่าจะได้งานที่ฝีมือดี

4.2.1 รอยต่อของค้ำยัน

4.2.2 การสลับรอยต่อในแผ่นไม้อัด และการยึดโยง

4.2.3 การรองรับค้ำยันที่ถูกต้อง

4.2.4 จำนวนเหล็กเส้นสำหรับยึด หรือที่จับและตำแหน่งที่เหมาะสม

4.2.5 การขันเหล็กเส้นสำหรับยึด หรือที่จับให้ตึงพอดี

4.2.6 ในกรณีที่วางค้ำยันบนดินอ่อน แรงแบกทานใต้ชั้นดินอ่อนนั้นจะต้องสูงพอ

4.2.7 การต่อค้ำยันกับจุดร่วมจะต้องแข็งแรงพอที่จะต้านแรงยกหรือแรงบิด ณ จุดร่วมนั้น ๆ ได้

4.2.8 การเคลือบผิวแบบหล่อจะต้องกระทำก่อนเรียงเหล็กเสริม และจะต้องไม่ใช้ในปริมาณมากเกินไปจนทำให้เหล็กเปรอะเปื้อน

4.2.9 รายละเอียดของรอยต่อสำหรับควบคุม และรอยต่อระหว่างก่อสร้าง

4.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

4.3.1 ความคลาดเคลื่อนจากแนวสายดิ่ง

ในแต่ละชั้น_____ 10 มม.

4.3.2 ความคลาดเคลื่อนจากระดับหรือจากความลาดที่ระบุในแบบ

ในช่วง 10 เมตร_____ 15 มม.

4.3.3 ความคลาดเคลื่อนของแนวอาคารจากแนวที่กำหนดในแบบ และตำแหน่งเสา ผนัง และฝาประจันที่เกี่ยวข้อง

ในช่วง 10 เมตร_____ 20 มม.

4.3.4 ความคลาดเคลื่อนของขนาดของหน้าตัดเสา และคาน และความหนาของแผ่นพื้น และผนัง

ลด_____ 5 มม.

เพิ่ม_____ 10 มม.

4.3.5 ฐานราก

(ก) ความคลาดเคลื่อนจากขนาดในแบบ

ลด_____ 20 มม.

เพิ่ม_____ 50 มม.

(ข) ตำแหน่งผิด หรือระยะเฉศูนย์_____ 50 มม.

(ค) ความคลาดเคลื่อนในความหนา

ลด_____ 25 มม.

เพิ่ม_____ 100 มม.

4.3.6 ความคลาดเคลื่อนของขั้นบันได

ลูกตั้ง _____ 2.5 มม.

ลูกนอน_____ 5 มม.

4.4 งานปรับแบบหล่อ

4.4.1 ก่อนเทคอนกรีต

(ก) จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ สำหรับใช้ในการปรับการเคลื่อนตัวของแบบหล่อขณะเทคอนกรีตไว้ที่แบบส่วนที่มีที่รองรับ

(ข) หลังจากตรวจสอบขั้นสุดท้ายก่อนเทคอนกรีต จะต้องยึดลิ่มที่ใช้ในการจัดแบบหล่อให้แน่นหนา

(ค) จะต้องยึดแบบหล่อกับค้ำยันข้างใต้ ให้แน่นหนาพอที่จะไม่เกิดการเคลื่อนตัวทั้งทางด้านข้าง และด้านขึ้นลงของส่วนหนึ่งส่วนใดของแบบหล่อทั้งหมดขณะเทคอนกรีต

(ง) จะต้องเผื่อระดับและมุมมนไว้สำหรับรอยต่อต่าง ๆ ของแบบหล่อ การทรุดตัว การหดตัวของไม้ การแอ่นเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงที่และการหดตัวทางอีลาสติคขององค์อาคารในแบบหล่อ ตลอดจนการยกท้องคานและพื้น ซึ่งกำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

(จ) จะต้องจัดเตรียมวิธีปรับระดับ หรือแนวของค้ำยันในกรณีที่เกิดการทรุดตัวมากเกินไป เช่น ใช้ลิ่มหรือแม่แรง

(ฉ) ควรจัดทำทางเดินสำหรับเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เคลื่อนที่ได้ โดยทำขารองรับตามแต่จะต้องการ และต้องวางบนแบบหล่อหรือองค์อาคารที่เป็นโครงสร้างโดยตรง ไม่ควรวางบนเหล็กเสริม นอกจากจะทำที่รองรับเหล็กนั้นเป็นพิเศษ แบบหล่อจะต้องแข็งแรงพอเหมาะกับที่รองรับของทางเดินดังกล่าว โดยยอมให้เกิดการแอ่น ความคลาดเคลื่อนหรือการเคลื่อนตัวทางข้างไม่เกินค่าที่ยอมให้

4.4.2 ระหว่างและหลังการเทคอนกรีต

(ก) ในระหว่างและภายหลังการเทคอนกรีต จะต้องตรวจสอบระดับการยกท้องคาน พื้น และการได้ดิ่งของระบบแบบหล่อ โดยใช้อุปกรณ์ตามข้อ (4.4.1) (ก) หากจำเป็นให้รีบดำเนินการแก้ไขทันที ในระหว่างการก่อสร้างหากปรากฏว่าแบบหล่อเริ่มไม่แข็งแรง และแสดงให้เห็นว่าเกิดการทรุดตัวมากเกินไป หรือเกิดการโก่งบิดเบี้ยวแล้วให้หยุดงานทันที หากเห็นว่าส่วนใดจะชำรุดตลอดไป ก็ให้รื้อออกและเสริมแบบหล่อให้แข็งแรงยิ่งขึ้น

(ข) จะต้องมีผู้คอยเฝ้าสังเกตแบบหล่ออยู่ตลอดเวลา เพื่อที่เมื่อเห็นว่าสมควรจะแก้ไขส่วนใดจะได้ดำเนินการได้ทันที ผู้ที่ทำหน้าที่นี้ต้องปฏิบัติงานโดยถือความปลอดภัยเป็นหลักสำคัญ

(ค) การถอดแบบหล่อและที่รองรับ จะต้องคงที่รองรับไว้กับที่เป็นเวลาไม่น้อยกว่าที่กำหนดข้างล่างนี้ โดยนับจากเวลาที่เทคอนกรีตแล้วเสร็จ ในกรณีที่ใช้ปูนซีเมนต์ชนิดให้กำลังสูงเร็ว หรือใช้วิธีบ่มพิเศษอาจลดระยะเวลาดังกล่าวลงได้ตามความเห็นชอบของวิศวกรผู้ออกแบบ

ค้ำยันใต้คาน	21	วัน
ค้ำยันใต้แผ่นพื้น	21	วัน
ผนัง	24	ชั่วโมง
เสา	24	ชั่วโมง
ข้างคานและส่วนอื่นๆ	24	ชั่วโมง

ในกรณีที่ผู้รับเหมาใช้คอนกรีตที่ให้กำลังสูงเร็ว (High – Early Strength Concrete) หรือโดยวิธีบ่มพิเศษหรืออย่างอื่น และต้องการที่จะถอดแบบก่อนที่กำหนดไว้ ให้ทำข้อเสนอต่อวิศวกรผู้ออกแบบเพื่ออนุมัติโดยการหล่อลูกปูนเพิ่มขึ้นจากเดิม และทดสอบหากำลังอัดก่อนที่จะถอดแบบ

อย่างไรก็ดี วิศวกรผู้ควบคุมงานอาจสั่งให้ยืดเวลาการถอดแบบออกไปอีกได้ หากเป็นการสมควร ถ้าปรากฏว่ามีส่วนหนึ่งส่วนใดของงานเกิดชำรุดอันเนื่องจากถอดแบบเร็วกว่ากำหนด ผู้รับเหมาอาจต้องทุบส่วนนั้นทิ้ง และสร้างขึ้นใหม่แทนทั้งหมด

5. วัสดุสำหรับงานแบบหล่อ

ผู้รับเหมาอาจเลือกใช้วัสดุใดก็ได้ที่เหมาะสมในการทำแบบหล่อ แต่ผิวคอนกรีตที่ได้จะต้องตรงตามข้อ 6 ว่าด้วยการแต่งผิวคอนกรีตทุกประการ

6. การแต่งผิวคอนกรีต

6.1 คอนกรีตสำหรับอาคาร

6.1.1 การสร้างแบบหล่อจะต้องมั่นคงพอที่เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้ว จะอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง และต้องมีขนาดและลักษณะผิวตรงตามที่ระบุ ทั้งในข้อกำหนดและรูปแบบทางวิศวกรรมและหรือสถาปัตยกรรม

6.1.2 สำหรับแผ่นพื้นหลังคา รวมทั้งกันสาดและดาดฟ้า ห้ามขัดมันผิวเป็นอันขาด นอกจากในแบบจะระบุไว้

6.2 การแต่งผิวถนนในบริเวณอาคาร

การแต่งผิวถนนคอนกรีตอาจใช้เครื่องมือ หรือเครื่องจักรกลก็ได้ ในทันทีที่แต่งผิวเสร็จให้ตรวจสอบระดับด้วยไม้ตรงยาวประมาณ 3 เมตร ส่วนที่เว้าให้เติมด้วยคอนกรีตที่มีส่วนผสมเดียวกัน สำหรับส่วนที่โค้งนูนให้ตัดออกแล้วแต่งผิวใหม่ในขณะที่คอนกรีตยังไม่แข็งตัว

7. การแก้ไขผิวที่ไม่เรียบร้อย

7.1 ทันทีที่ถอดแบบหล่อจะต้องทำการตรวจสอบ หากพบว่าผิวคอนกรีตไม่เรียบร้อยจะต้องแจ้งให้วิศวกรผู้ควบคุมงานทราบทันที พร้อมทั้งเสนอวิธีแก้ไขเมื่อวิศวกรผู้ควบคุมงานให้ความเห็นชอบวิธีการแก้ไขแล้วผู้รับเหมาต้องดำเนินการซ่อมในทันที

7.2 หากปรากฏว่ามีการซ่อมแซมผิวคอนกรีต ก่อนได้รับการตรวจสอบโดยวิศวกรผู้ควบคุมงาน คอนกรีตส่วนนั้นอาจถือเป็นคอนกรีตเสียก็ได้

8. งานนั่งร้าน

เพื่อความปลอดภัย ผู้รับเหมาควรปฏิบัติตาม “ข้อกำหนดนั่งร้านงานก่อสร้างอาคาร” ในมาตรฐานความปลอดภัยของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ และต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่อง “ความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้าง” โดยเคร่งครัด

หมวด 3 เหล็กเสริมคอนกรีต

1. ทั่วไป

1.2 “กรณีทั่วไป และกรณีพิเศษ” ที่ระบุในภาคอื่น (ถ้ามี) ให้นำมาใช้กับหมวดนี้ด้วย

1.3 ข้อกำหนดในหมวดนี้คลุมถึงงานทั่วไปเกี่ยวกับการจัดหา การตัด การดัด และการเรียงเหล็กเสริม ตามชนิดและชั้นที่ระบุไว้ในแบบ และในบทกำหนดนี้ งานที่ทำจะต้องตรงตามแบบ บทกำหนด และตามคำแนะนำของวิศวกรผู้ควบคุมงานอย่างเคร่งครัด

1.4 รายละเอียดเกี่ยวกับเหล็กเสริมคอนกรีต ซึ่งมิได้ระบุในแบบและบทกำหนดนี้ให้ถือปฏิบัติตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก” ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

2. วัสดุ

คุณภาพของเหล็กที่ใช้เสริมคอนกรีต จะต้องตรงตามเกณฑ์กำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไทยทั้งขนาด น้ำหนัก และคุณสมบัติอื่น ๆ สำหรับพื้นที่หน้าตัดของเหล็กเสริมโดยเฉลี่ยแล้วจะต้องเท่ากับที่คำนวณได้จากเส้นผ่าศูนย์กลางที่กำหนดในแบบจริง ๆ เช่น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม. จะต้องมีพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 113.1 ตร.มม. แต่เส้นผ่าศูนย์กลางยอมให้คลาดเคลื่อนได้ตามมาตรฐาน มอก. ฉะนั้น หากผู้รับจ้างประสงค์จะนำเหล็กที่มีพื้นที่หน้าตัดที่เล็กกว่าที่เป็นจริง จะต้องเพิ่มปริมาณจนได้พื้นที่หน้าตัดที่กำหนด โดยจะเรียกเงินเพิ่มเติมมิได้ ผู้รับจ้างจะต้องตัดส่งตัวอย่างเหล็กเสริมไปทดสอบยังสถาบันที่เชื่อถือได้ และผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการทดสอบและอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง รายงานผลทดสอบให้จัดส่งต้นฉบับพร้อมส่งสำเนารวม 3 ชุด ให้ทำการทดสอบทุก ๆ 200 ตันของเหล็กแต่ละขนาดเป็นอย่างน้อย หรือเมื่อผู้ควบคุมงานเห็นสมควร

3. การเก็บรักษาเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

จะต้องเก็บเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตไว้เหนือพื้นดิน และอยู่ในอาคารหรือทำหลังคาคลุม และต้องเก็บไว้ในลักษณะที่เหล็กเส้นจะไม่ถูกดัดจนงอไปจากเดิม เมื่อจัดเรียงเหล็กเส้นเข้าที่พร้อมจะเทคอนกรีตแล้ว เหล็กนั้นจะต้องสะอาดปราศจากฝุ่น น้ำมัน สี สนิมขุม หรือสะเก็ด หรือสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ

4. วิธีการก่อสร้าง

4.1 การดัดและประกอบ

4.1.1 เหล็กเสริมจะต้องมีขนาดและรูปร่างตรงตามที่กำหนดในแบบ และในการดัดจะต้องไม่ทำให้เหล็กชำรุดเสียหาย

4.1.2 ของอ

หากในแบบไม่ได้ระบุถึงรัศมีของการงอเหล็ก ให้งอตามเกณฑ์กำหนดต่อไปนี้

4.1.2.1 ส่วนที่งอเป็นครึ่งวงกลม ให้มีส่วนที่ยื่นต่อออกไปอีกอย่างน้อย 4 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น แต่ระยะยื่นนี้ต้องไม่น้อยกว่า 6 มม.

4.1.2.2 ส่วนที่งอเป็นมุมฉาก ให้มีส่วนยื่นต่อออกไปถึงปลายสุดของเหล็กอีกอย่างน้อย 12 เท่า ของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น

4.1.2.3 เหล็กลูกตั้ง และเหล็กปลอก

(ก) เหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม. และเล็กกว่าให้งอ 90 องศา โดยมีส่วนที่ยื่นถึงปลายของออีกอย่างน้อย 6 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็ก แต่ต้องไม่น้อยกว่า 60 มม. หรือ

(ข) เหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มม. และ 25 มม. ให้งอ 90 องศา โดยมีส่วนที่ยื่นถึงปลายของออีกอย่างน้อย 12 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็ก หรือ

(ค) เหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. และใหญ่กว่าให้งอ 135 องศา โดยมีส่วนที่ยื่นถึงปลายของออีกอย่างน้อย 6 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็ก

4.1.3 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เล็กที่สุดสำหรับของอ เส้นผ่าศูนย์กลางของการงอเหล็กให้วัดด้านในของเหล็กที่งอ สำหรับของอมาตรฐานขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใช้ต้องไม่เล็กกว่าค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เล็กที่สุดสำหรับของอเหล็กข้ออ้อย

ขนาดของเหล็ก	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เล็กที่สุด สำหรับของอเหล็กข้ออ้อย
9 ถึง 16 มม.	5 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น
20 ถึง 25 มม.	6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น
28 ถึง 36 มม.	8 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น

4.2 การเรียงเหล็กเสริม

4.2.1 ก่อนเรียงเข้าที่จะต้องทำความสะอาดเหล็กมิให้มีสนิมขุม สะเก็ดและวัสดุเคลือบต่าง ๆ ที่จะทำให้การยึดหน่วงเสียไป

4.2.2 จะต้องเรียงเหล็กเสริมอย่างประณีตให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องพอดี และผูกยึดให้แน่นหนาระหว่างเทคอนกรีต หากจำเป็นก็อาจใช้เหล็กเสริมพิเศษช่วยในการติดตั้งได้

4.2.3 ที่จุดตัดกันของเหล็กเส้นทุกแห่ง จะต้องผูกให้แน่นด้วยลวดเหล็กเบอร์ 18 S.W.G. (Annealed – Iron Wire) โดยพันสองรอบและพับปลายลวดเข้าในส่วนที่จะเป็นเนื้อคอนกรีตภายใน

4.2.4 ให้รักษาระยะห่างระหว่างแบบกับเหล็กเสริมให้ถูกต้องโดยใช้เหล็กแขวน ก้อนมอร์ต้า เหล็กยึด หรือวิธีอื่นใด ซึ่งวิศวกรผู้ควบคุมงานให้ความเห็นชอบแล้ว ก้อนมอร์ต้าให้ใช้ส่วนผสมปูนซีเมนต์ 1 ส่วนต่อทรายที่ใช้ผสมคอนกรีต 1 ส่วน

4.2.5 หลังจากผูกเหล็กแล้ว จะต้องให้วิศวกรผู้ควบคุมงานตรวจก่อนเททุกครั้ง หากผูกทิ้งไว้นานเกินควร จะต้องทำความสะอาดและให้วิศวกรผู้ควบคุมงานตรวจอีกครั้งก่อนเทคอนกรีต

5. การต่อเหล็กเสริม

5.1 ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องต่อเหล็กเสริมนอกจุดที่กำหนดในแบบ หรือที่ระบุในตาราง 3.2 ทั้งตำแหน่งและวิธีต่อจะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ออกแบบเสียก่อน

5.2 การต่อเหล็กในเสา

5.2.1 การต่อโดยวิธีทาบ ให้ระยะทาบไม่น้อยกว่า 48 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นในกรณีของเหล็กเส้นกลมธรรมดา และ 36 เท่าสำหรับเหล็กข้ออ้อย SD 40 และ 45 เท่าสำหรับเหล็กข้ออ้อย SD 50 แล้วให้ผูกมัดด้วยลวดผูกเหล็กเบอร์ 18 S.W.G.

5.2.2 การต่อโดยวิธีเชื่อม ให้เชื่อมด้วยวิธีเหลาปลายเหล็กท่อนบน แล้วต่อเชื่อมด้วยไฟฟ้า (Electric Arc Welding)

5.2.3 เหล็ก SD 50 ห้ามต่อโดยวิธีเชื่อม

5.2.4 ตำแหน่งของรอยต่อให้อยู่เหนือระดับพื้น 1 เมตร จนถึงระดับ 1 เมตร ใต้พื้นชั้นบน

5.2.5 ณ หน้าตัดใด ๆ จะมีรอยต่อของเหล็กเสริมเกินร้อยละ 50 ของจำนวนเหล็กเสริมทั้งหมดไม่ได้

5.3 การต่อเหล็กรับแรงดึง

5.3.1 ห้ามต่อเหล็กเสริม ณ จุดที่เกิดแรงดึงสูงสุด

5.3.2 ณ หน้าตัดใด ๆ จะมีรอยต่อของเหล็กเสริมเกินร้อยละ 50 ของจำนวนเหล็กเสริมทั้งหมดไม่ได้

5.3.3 การต่อโดยวิธีทาบ ระยะทาบสำหรับเหล็กเส้นกลมต้องไม่น้อยกว่า 48 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้น และ 40 เท่าสำหรับเหล็กข้ออ้อย SD 40 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 28 มม. ส่วนเหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 28, 32 มม. นั้น ให้ใช้ระยะทาบ 45 และ 50 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กตามลำดับ ในการต่อทาบเหล็กทุกขนาดต้องผูกมัดด้วยลวดผูกเหล็กเบอร์ 18 S.W.G. ให้แน่นหนา สำหรับเหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 32 มม. ห้ามต่อโดยวิธีทาบเฉย ๆ แต่ให้ใช้วิธีเชื่อม

5.3.4 การต่อโดยวิธีเชื่อมมี 2 วิธี คือ ต่อเชื่อมและทาบเชื่อม วิธีต่อเชื่อมนั้น ให้เชื่อมด้วยวิธีเหลาปลายเหล็กชนปลาย ส่วนวิธีทาบเชื่อมนั้นให้ทาบเป็นระยะ 36 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็ก แล้วเชื่อมที่ช่วงปลาย 2 ข้างและตรงกลางของระยะทาบโดยรอยเชื่อมแต่ละตำแหน่งยาวไม่น้อยกว่า 100 มม.

5.3.5 การทาบเหล็กในฐานรากแผ่ (Mat Foundation) เหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 32 มม. ให้ใช้ระยะทาบเหมือนข้อ 5.3.3 หรือใช้วิธีต่อโดยการเชื่อมเหมือนข้อ 5.3.4 ส่วนเหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 32 มม. ขึ้นไป เหล็กล่างให้ใช้ระยะทาบ 50 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลาง และเหล็กบนให้ใช้ระยะทาบ 65 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลาง หรือใช้วิธีต่อโดยการเชื่อมเหมือนข้อ 5.3.4

5.4 สำหรับเหล็กเสริม ที่โผล่ทิ้งไว้เพื่อจะเชื่อมต่อกับเหล็กของส่วนที่จะต่อเติมภายหลังจะต้องทำการป้องกันมิให้เสียหายและผุกร่อน

5.5 การต่อเหล็กเสริมโดยวิธีเชื่อม จะต้องให้กำลังของรอยเชื่อมไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 ของกำลังเหล็กเสริมนั้น ก่อนเริ่มงานเหล็กเสริม จะต้องทำการทดสอบกำลังของรอยต่อเชื่อมโดยสถาบันที่เชื่อถือได้ และผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่าย ผู้รับจ้างจะต้องสำเนาผลการทดสอบอย่างน้อย 3 ชุด ไปยังวิศวกรผู้ควบคุมงาน

5.6 ณ หน้าตัดใด ๆ จะมีรอยต่อของเหล็กเสริมรับแรงดึงเกินร้อยละ 50 ของจำนวนเหล็กเสริมที่รับแรงดึงทั้งหมดไม่ได้

5.7 รอยต่อทุกแห่ง จะต้องได้รับการตรวจและอนุมัติโดยวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อนเทคอนกรีต รอยต่อซึ่งไม่ได้รับการอนุมัติให้ถือว่าเป็นรอยต่อเสีย อาจถูกห้ามใช้ก็ได้

5.8 สามารถใช้วีการต่อด้วยระบบข้อต่อเหล็กแบบเชิงกล (Mechanical Splicing Systems) โดยใช้วิธี Coupler ตามมาตรฐาน ACI 318 และ BS 8110 แทนการต่อด้วยวิธีทาบหรือต่อด้วยวิธีเชื่อมได้ทุกกรณี แต่ทั้งนี้ ณ หน้าตัดใด ๆ จะมีรอยต่อของเหล็กเสริมเกินร้อยละ 50 ของจำนวนเหล็กเสริมทั้งหมดไม่ได้

6. คุณสมบัติของเหล็กเสริม

6.1 เหล็กเส้นกลมธรรมดา ให้ใช้เหล็กที่มีมาตรฐานตาม SR 24 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยมีจุดคลากไม่น้อยกว่า 24 เมกกาปาสกาล

6.2 เหล็กข้ออ้อยให้ใช้เหล็กที่มีมาตรฐานตาม SD 40 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยมีจุดคลากไม่น้อยกว่า 40 เมกกาปาสกาล สำหรับเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม. ถึง 32 มม.

6.3 เหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 32 มม. สำหรับเสาให้ใช้เหล็กที่มีมาตรฐานตาม SD 50 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยมีจุดคลากไม่น้อยกว่า 50 เมกกาปาสกาล

ตารางที่ 3.2 รอยต่อในเหล็กเสริม

ชนิดขององค์อาคาร	ชนิดของรอยต่อ	ตำแหน่งของรอยต่อ
คาน แผ่นพื้น	ต่อทาบ, ต่อเชื่อม (สำหรับเหล็กเส้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 32 มิลลิเมตร)	ตามที่ได้รับอนุมัติ สำหรับคานเหล็กบนให้ต่อที่บริเวณกลางคาน เหล็กล่างต่อที่หน้าเสาถึงระยะ L/5 จากศูนย์กลางเสา
เสา ผนัง	ต่อทาบ หรือต่อเชื่อม	เหนือระดับพื้น 1 เมตร จนถึงระดับ 1 เมตร ใต้พื้นชั้นบน
ฐานราก	สำหรับด้านที่สั้นกว่า ความยาวของเหล็กมาตรฐาน ห้ามต่อ	

หมวด 4 งานคอนกรีต

1. ทั่วไป

1.1 “กรณีทั่วไป และกรณีพิเศษ” ที่ระบุในภาคอื่น (ถ้ามี) ให้นำมาใช้ในหมวดนี้ด้วย

1.2 งานคอนกรีตในที่นี้หมายรวมถึงงานคอนกรีตสำหรับโครงสร้าง ซึ่งต้องเสร็จสมบูรณ์และเป็นไปตามแบบและบทกำหนดอย่างเคร่งครัด และเป็นไปตามข้อกำหนด และสภาวะต่าง ๆ ของสัญญา

1.3 หากมิได้ระบุในแบบ และ/หรือบทกำหนดนี้ รายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับองค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กและงานคอนกรีตทั้งหมดให้เป็นไปตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก” ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

2. วัสดุ

วัสดุต่าง ๆ ที่เป็นส่วนผสมของคอนกรีต หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่นจะต้องมีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์กำหนดของมาตรฐาน ASTM

2.1 ปูนซีเมนต์ จะต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 15 เล่ม 1 – 2532 ชนิดที่เหมาะสมกับงาน และต้องเป็นปูนซีเมนต์ที่แห้งสนิท ไม่จับตัวเป็นก้อน

2.2 น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตจะต้องสะอาด ใช้ดื่มได้ ในกรณีที่สงสัยจะต้องทำการทดสอบ

2.3 มวลรวม

2.3.1 มวลรวมที่ใช้สำหรับคอนกรีตจะต้องแข็งแกร่ง มีความคงตัว เฉื่อย ไม่ทำปฏิกิริยากับด่างในปูนซีเมนต์

2.3.2 มวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียด ให้ถือเป็นวัสดุคนละอย่าง มวลรวมหยาบแต่ละขนาดหรือหลายขนาดผสมกัน จะต้องมีส่วนขนาดคละตรงตามเกณฑ์กำหนดของข้อกำหนด ASTM ที่เหมาะสม

2.4 สารผสมเพิ่ม ผู้รับจ้างต้องเสนอใช้สารเพิ่มผสมกับคอนกรีตเพื่อใช้กับงานโครงสร้างอาคารส่วนต่าง ๆ เพื่อให้สามารถทำงานได้สะดวก ลดการแตกร้าวในโครงสร้างอาคารขนาดใหญ่ และสามารถป้องกันน้ำซึมสำหรับโครงสร้างใต้ดินได้ แต่ทั้งนี้จะต้องไม่มีผลทำให้กำลังอัดของคอนกรีตลดลง โดยจะต้องเสนอ Mixed Design เพื่อขออนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบเสียก่อน

2.5 การเก็บวัสดุ

2.5.1 ให้เก็บปูนซีเมนต์ไว้ในอาคาร ถังเก็บ หรือไซโลที่ป้องกันความชื้น และความสกปรกได้ และในการขนส่งให้ส่งในปริมาณเพียงพอที่จะไม่ทำให้งานคอนกรีต

ต้องชะงักหรือล่าช้า ไม่ว่ากรณีใดจะต้องแยกวัสดุที่ส่งมาแต่ละครั้งให้เป็นสัดส่วนไม่ปะปนกัน

2.5.2 การส่งมวลรวมหยาบให้ส่งแยกขนาดไปยังสถานที่ก่อสร้าง นอกจากจะได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานให้เป็นไปอย่างอื่น

2.5.3 การกองมวลรวม จะต้องกองในลักษณะที่จะป้องกันมิให้ปะปนกับมวลรวมกองอื่น ซึ่งมีขนาดต่างกัน เพื่อให้เป็นไปตามนี้ อาจจะต้องทำการทดสอบว่าส่วนขนาดคละ ตลอดจนความสะอาดของมวลรวมตรงตามเกณฑ์กำหนดหรือไม่ โดยเก็บตัวอย่าง ณ โรงผสมคอนกรีต

2.5.4 ในการเก็บสารผสมเพิ่ม ต้องระวังอย่าให้เกิดการแปดเปื้อน การระเหย หรือเสื่อมคุณภาพ สำหรับสารผสมเพิ่มชนิดที่อยู่ในรูปสารลอยตัว หรือสารละลายที่ไม่คงตัว จะต้องจัดหาอุปกรณ์สำหรับกวนเพื่อให้ตัวยากระจายโดยสม่ำเสมอ ถ้าเป็นสารผสมเพิ่มชนิดเหลว จะต้องป้องกันมิให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากนัก เพราะจะทำให้คุณสมบัติของสารนั้นเปลี่ยนแปลงได้

3. คุณสมบัติของคอนกรีต

3.1 องค์ประกอบคอนกรีตต้องประกอบด้วยปูนซีเมนต์ ทราย มวลรวมหยาบ น้ำ และสารผสมเพิ่มตามแต่จะกำหนด ผสมให้เข้ากันอย่างดี โดยมีความข้นเหลวที่พอเหมาะ

3.2 ความข้นเหลว คอนกรีตที่จะใช้กับทุกส่วนของงาน จะต้องผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน โดยมีความข้นเหลวที่พอเหมาะที่จะสามารถทำให้แน่นได้ ภายในแบบหล่อ และรอบเหล็กเสริมหลังจากอัดแน่น โดยการกระทุ้งด้วยมือหรือโดยวิธีสั่นที่ได้รับการเห็นชอบแล้ว จะต้องไม่มีน้ำที่ผิวคอนกรีตมากเกินไป และจะต้องมีผิวหน้าเรียบปราศจากโพรง การแยกแยะ รูพรุน เมื่อแข็งตัวแล้วจะต้องมีกำลังตามที่ต้องการ ตลอดจนความทนทานต่อการแตกสลาย ความคงทน ความทนต่อการขัดสี ความสามารถในการกันน้ำ รูปลักษณะและคุณสมบัติอื่น ๆ ตามที่กำหนด

3.3 กำลังอัดคอนกรีตสำหรับแต่ละส่วนของอาคาร จะต้องมีกำลังตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 นอกจากจะกำหนดในแบบโครงสร้างเป็นอย่างอื่น กำลังอัดสูงสุดให้คิดที่อายุ 28 วันเป็นหลัก สำหรับปูนซีเมนต์ชนิดที่ 1 ธรรมดา แต่ถ้าปูนซีเมนต์ชนิดที่ 3 ซึ่งทำให้กำลังสูงเร็วให้คิดที่อายุ 7 วัน ทั้งนี้ให้ใช้แท่งกระบอกคอนกรีตขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร และสูง 300 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4.1 การแบ่งประเภทคอนกรีตและเกณฑ์กำหนดเกี่ยวกับกำลังอัด

ชนิดของการก่อสร้าง	ประเภท	ค่าต่ำสุดของกำลังอัดของแท่งกระบอกคอนกรีตหลังเทแล้ว 28 วัน เมกกาปาสกาล (กก/ซม.^{2})
- ฐานราก และเสาคาน คานซอยผนังคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้รับน้ำหนัก หนาตั้งแต่ 100 มม. ขึ้นไป แผ่นพื้นและถังเก็บน้ำ	ก	45 (450) และ 28 (280) หรือระบุตามแบบ
- ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กที่บางกว่า 100 มม. ที่ไม่ได้รับน้ำหนัก และครีบ ค.ส.ล.	ข	18 (180)
- คอนกรีตหยาบ 1 : 3 : 5	ค	-

3.4 การยุบของคอนกรีตซึ่งมีน้ำหนักปกติ ซึ่งหาโดย “วิธีทดสอบค่าการยุบคอนกรีต” ซึ่งใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (ASTM C 143) จะต้องเป็นไปตามค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าการยุบสำหรับงานก่อสร้างชนิดต่าง ๆ

ชนิดของงานก่อสร้าง	ค่าการยุบ (มม.)	
	สูงสุด	ต่ำสุด
ฐานราก	125	75
แผ่นพื้น คาน ผนัง ค.ส.ล.	125	75
เสา	125	75
ครีบ ค.ส.ล. และผนังบาง ๆ	125	75

3.5 ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ ขนาดระบุใหญ่สุดของมวลรวมหยาบจะต้องเป็นไปตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบที่ใช้กับคอนกรีต

ชนิดของงานก่อสร้าง	ขนาดใหญ่สุด (มม.)
ฐานราก เสา และคาน	20
ผนัง ค.ส.ล. หนาตั้งแต่ 150 มม. ขึ้นไป	20
ผนัง ค.ส.ล. หนาตั้งแต่ 100 มม. ขึ้นไป	20
แผ่นพื้น ครีบ ค.ส.ล.	20

4. การคำนวณออกแบบส่วนผสม

4.1 ห้ามมิให้นำคอนกรีตมาเทส่วนที่เป็นโครงสร้างใด ๆ จนกว่าส่วนผสมของคอนกรีตที่จะนำมาใช้นั้น ได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ออกแบบแล้ว

4.2 ก่อนเทคอนกรีตอย่างน้อย 30 วัน ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมส่วนผสมคอนกรีตต่าง ๆ และทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อให้วิศวกรผู้ออกแบบตรวจให้ความเห็นชอบก่อน

4.3 การที่วิศวกรผู้ออกแบบให้ความเห็นชอบต่อส่วนผสมที่เสนอมาหรือแก้ไข (หากมี) นั้น มิได้หมายความว่าจะลดความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ที่มีต่อคุณสมบัติของคอนกรีตที่ได้จากส่วนผสมนั้น

4.4 การจัดปฏิภาคส่วนผสม

4.4.1 จะต้องหาอัตราส่วน น้ำ : ปูนซีเมนต์ที่เหมาะสม โดยการทดลองขั้นตอนตามวิธีการต่อไปนี้

(ก) จะต้องทดลองทำส่วนผสมคอนกรีต ที่มีอัตราส่วนและความข้นเหลวที่เหมาะสมกับงาน โดยเปลี่ยนอัตราส่วนน้ำ : ปูนซีเมนต์อย่างน้อย 3 ค่า ซึ่งจะให้กำลังต่าง ๆ กัน โดยอยู่ในขอบข่ายของค่าที่กำหนดสำหรับงานนี้ และจะต้องคำนวณออกแบบสำหรับค่าการยุบสูงสุดเท่าที่ยอมให้

(ข) จากนั้นให้หาปฏิภาคของวัสดุผสม แล้วทำการทดสอบตามหลักและวิธีการที่ให้ไว้ในเรื่อง “ข้อแนะนำวิธีการเลือกปฏิภาคส่วนผสมสำหรับคอนกรีต” (ACI 211)

(ค) สำหรับอัตราส่วนผสม น้ำ : ปูนซีเมนต์แต่ละค่าให้หล่อชิ้นตัวอย่างอย่างน้อย 3 ชิ้น สำหรับแต่ละอายุ เพื่อนำไปทดสอบ โดยเตรียมและบ่มตัวอย่างตาม “วิธีทำและบ่มชิ้นตัวอย่างคอนกรีตสำหรับใช้ทดสอบแรงอัดและแรงดัด” (ASTM C 192) และทดสอบที่อายุ 7 และ 28 วัน การทดสอบให้ปฏิบัติตาม “วิธีทดสอบกำลังอัดของแท่งกระบอกคอนกรีต” (ASTM C 39)

(ง) ให้นำผลที่ได้จากการทดสอบ ไปเขียนเป็นกร๊าฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วน น้ำ : ปูนซีเมนต์ กับค่ากำลังอัดของแท่งกระบอกคอนกรีต อัตราส่วน น้ำ : ปูนซีเมนต์ สูงสุดที่ยอมให้จะต้องได้มาจากค่าที่แสดงโดยกร๊าฟที่ให้ค่ากำลังต่ำสุด ซึ่งมีค่าเกินร้อยละ 10 ของกำลังที่กำหนด

(จ) สำหรับคอนกรีตโครงสร้างทั่วไป ปริมาณปูนซีเมนต์จะต้องไม่น้อยกว่า 300 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ของคอนกรีต

4.4.2 การใช้อัตราส่วน น้ำ : ปูนซีเมนต์ ค่าที่ต่ำสุดเท่าที่จะทำได้ ในกรณีที่ใช้มวลรวมหยาบชนิดเม็ดเล็ก เช่น ในผนังเบา ๆ หรือในที่ที่เหล็กแน่นมาก ๆ จะต้องพยายามรักษาค่าอัตราส่วน น้ำ : ปูนซีเมนต์ให้คงที่ เมื่อเลือกอัตราส่วน น้ำ : ปูนซีเมนต์ที่เหมาะสมได้แล้ว ให้หาปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตตามวิธีในข้อ 4.4 เรื่อง “การหาปฏิภาคของวัสดุผสม” ดังอธิบายข้างต้น

5. การผสมคอนกรีต

5.1 คอนกรีตผสมเสร็จ

การผสม และการขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จให้ปฏิบัติตาม “บทกำหนดสำหรับคอนกรีตผสมเสร็จ” (ASTM C 94)

5.2 การผสมด้วยเครื่อง ณ สถานที่ก่อสร้าง

5.2.1 คอนกรีต ต้องใช้เครื่องผสมชนิดที่ได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงานแล้ว ที่เครื่องผสมจะต้องมีแผ่นป้ายแสดงความจุ และจำนวนรอบต่อนาทีที่เหมาะสม และผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำเหล่านี้ทุกประการ เครื่องผสมจะต้องสามารถผสมมวลรวมปูนซีเมนต์ และน้ำให้เข้ากัน โดยทั่วถึงภายในเวลาที่กำหนด และต้องสามารถปล่อยคอนกรีตออกได้โดยไม่เกิดการแยกแยะ

5.2.2 ในการบรรจุวัสดุผสมเข้าเครื่อง จะต้องบรรจุน้ำส่วนหนึ่งเข้าเครื่องก่อนปูนซีเมนต์และมวลรวม แล้วค่อย ๆ เติมน้ำส่วนที่เหลือเมื่อผสมไปแล้วประมาณหนึ่งในสี่ของเวลาผสมกำหนด จะต้องมีที่ควบคุมมิให้ปล่อยคอนกรีตก่อนจะถึงเวลาที่กำหนด และจะต้องสามารถปล่อยคอนกรีตออกให้หมดก่อนที่จะบรรจุวัสดุใหม่

5.2.3 เวลาที่ใช้ในการผสมคอนกรีตซึ่งมีปริมาณตั้งแต่ 1 ลูกบาศก์เมตรลงมา จะต้องไม่น้อยกว่า 2 นาที และให้เพิ่มอีก 20 วินาทีสำหรับทุก ๆ 1 ลูกบาศก์เมตร หรือส่วนของลูกบาศก์เมตรที่เพิ่มขึ้น

6. การผสมต่อ

6.1 ให้ผสมคอนกรีตเฉพาะเท่าที่ต้องการใช้เท่านั้น ห้ามนำคอนกรีตที่ก่อตัวแล้วมาผสมต่อเป็นอันขาด แต่ให้ทิ้งไป

6.2 ห้ามมิให้เติมน้ำเพื่อเพิ่มค่าการยุบเป็นอันขาด การเติมน้ำจะกระทำได้ ณ สถานที่ก่อสร้าง หรือที่โรงผสมคอนกรีตกลาง โดยความเห็นชอบของวิศวกรผู้ควบคุมงานเท่านั้น แต่ไม่ว่ากรณีใดจะเติมน้ำในระหว่างการขนส่งไม่ได้

7. การเตรียมการเทคอนกรีตในอากาศร้อน

ในกรณีที่จะเทคอนกรีตในอากาศร้อนจัด หรือจะเทองค์อาคารขนาดใหญ่ เช่น คานขนาดใหญ่ ฐานรากหนา ๆ จะต้องหาวิธีลดอุณหภูมิของคอนกรีตสดให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ อาทิ ทำหลังคาคลุมโม่ผสมคอนกรีต กองวัสดุ และถังเก็บน้ำ ในบางกรณีอาจจะต้องใช้น้ำแข็งหรือสารผสมเพิ่มช่วย ซึ่งหากไม่มีกำหนดเป็นอย่างอื่น วิศวกรผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้พิจารณา

8. การขนส่ง และการเท

8.1 การเตรียมการก่อนเท

8.1.1 จะต้องขจัดคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว และวัสดุแปลกปลอมอื่น ๆ ออกจากด้านในของอุปกรณ์ที่ใช้ในการลำเลียงออกให้หมด

8.1.2 แบบหล่อจะต้องเสร็จเรียบร้อย จะต้องขจัดน้ำส่วนที่เกิน และวัสดุแปลกปลอมใด ๆ ออกให้หมด เหล็กเสริมผูกเข้าที่เสร็จเรียบร้อย วัสดุต่าง ๆ ที่จะฝังในคอนกรีตต้องเข้าที่เรียบร้อย และการเตรียมการต่าง ๆ ทั้งหมดได้รับความเห็นชอบแล้ว จึงจะดำเนินการเทคอนกรีตได้

8.2 การลำเลียง วิธีการขนส่งและเทคอนกรีต จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อน ในการขนส่งคอนกรีตจากเครื่องผสม จะต้องระมัดระวังมิให้เกิดการแยกแยะหรือการสูญเสียของวัสดุผสม และต้องกระทำในลักษณะที่จะทำให้ได้คอนกรีตที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนด

8.3 การเท

8.3.1 ผู้รับจ้างจะเทคอนกรีตส่วนหนึ่งส่วนใดของโครงสร้างยังมิได้ จนกว่าจะได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานเรียบร้อยแล้ว และเมื่อได้รับอนุมัติแล้ว หากผู้รับจ้างยังไม่เริ่มเทคอนกรีตภายใน 48 ชั่วโมง จะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานอีกครั้งจึงจะเทได้

8.3.2 การเทคอนกรีต จะต้องกระทำต่อเนื่องกันตลอดทั้งพื้นที่ รอยต่อระหว่างก่อสร้างจะต้องอยู่ที่ตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ หรือได้รับความเห็นชอบแล้ว การเทคอนกรีตต่อเนื่องกับคอนกรีตที่เทไปแล้ว จะต้องยังคงสภาพเหลว

พอที่จะเทต่อกันได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ห้ามมิให้เทคอนกรีตต่อกับคอนกรีตซึ่งเทไว้แล้วเกิน 30 นาที มิฉะนั้นต้องทิ้งไว้ประมาณ 20 ชั่วโมง จึงจะเทต่อได้

8.3.3 ห้ามมิให้นำคอนกรีตที่ก่อตัวบ้างแล้วบางส่วน หรือแข็งตัวทั้งหมด หรือที่มีวัสดุแปลกปลอมมาเทปะปนกันเป็นอันขาด

8.3.4 เมื่อเทคอนกรีตลงในแบบหล่อแล้ว จะต้องอัดคอนกรีตนั้นให้แน่นภายในเวลา 30 นาที นับตั้งแต่ปล่อยคอนกรีตออกจากเครื่องผสม นอกจากจะมีเครื่องกวนพิเศษสำหรับการนี้โดยเฉพาะ หรือมีเครื่องผสมติดรถ ซึ่งจะกวนอยู่ตลอดเวลา ในกรณีเช่นนั้นให้เพิ่มเวลาได้เป็น 2 ชั่วโมง นับตั้งแต่บรรจุปูนซีเมนต์เข้าเครื่องผสม ยกเว้นในกรณีที่ใช้สารหน่วง (Retarder) และต้องทำภายใน 30 นาที นับตั้งแต่ปล่อยคอนกรีตออกจากเครื่องกวน

8.3.5 จะต้องเทคอนกรีต ให้ใกล้ตำแหน่งสุดท้ายมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดการแยกแยะอันเนื่องจากการโยกย้าย และการไหลตัวของคอนกรีต ต้องระวังอย่าใช้วิธีการใด ๆ ที่จะทำให้คอนกรีตเกิดการแยกแยะ ห้ามปล่อยคอนกรีตเข้าที่จากระยะสูงเกินกว่า 2 เมตร นอกจากจะได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน

8.3.6 ในกรณีที่ใช้คอนกรีตเปลือยโดยมีมอร์ต้าเป็นผิว จะต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสมดันหินให้ออกจากข้างแบบ เพื่อให้มอร์ต้าออกมาอยู่ที่ผิวให้เต็มโดยไม่เป็นโพรงเมื่อถอดแบบ การทำให้คอนกรีตแน่นให้ใช้วิธีสั่นด้วยเครื่อง หรือกระทุ้งเพื่อให้คอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมและสิ่งที่ฝังจนทั่ว และเข้าไปอัดตามมุมต่าง ๆ จนเต็ม โดยขจัดกระเปาะอากาศและกระเปาะหิน อันจะทำให้คอนกรีตเป็นโพรง เป็นหลุมบ่อ หรือเกิดระนาบที่ไม่แข็งแรงออกให้หมดสิ้น เครื่องสั่นจะต้องมีความถี่อย่างน้อย 7000 รอบต่อนาที และผู้ใช้งานจะต้องมีความชำนาญเพียงพอ ห้ามมิให้ทำการสั่นคอนกรีตเกินขนาด หรือใช้เครื่องสั่นเป็นตัวเขยื่อนคอนกรีต ให้เคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งภายในแบบหล่อเป็นอันขาด ให้จุ่มและถอดเครื่องสั่นขึ้นลงตรง ๆ ที่หลาย ๆ จุดห่างกันประมาณ 500 มิลลิเมตร ในการจุ่มแต่ละครั้งจะต้องใช้เวลาให้เพียงพอที่จะทำให้คอนกรีตแน่นตัว แต่ต้องไม่นานเกินไปจนเป็นเหตุให้เกิดการแยกแยะ โดยปกติจุดหนึ่ง ๆ ควรจุ่มอยู่ระหว่าง 5 – 15 วินาที ในกรณีที่หน้าตัดของคอนกรีตบางเกินไป จนไม่อาจแหย่เครื่องสั่นลงไปได้ ก็ให้เครื่องสั่นนั้นแนบกับข้างแบบ หรือใช้วิธีอื่นที่ได้รับการเห็นชอบแล้ว สำหรับองค์อาคารสูง ๆ และหน้าตัดกว้าง เช่น เสาขนาดใหญ่ควรใช้เครื่องสั่นชนิดติดกับข้างแบบ แต่ทั้งนี้แบบหล่อต้องแข็งแรงพอที่จะสามารถรับความสั่นได้ โดยไม่ทำให้รูปร่างขององค์อาคารผิดไปจากที่กำหนด จะต้องมีเครื่องสั่นคอนกรีตสำรองอย่างน้อย 1 เครื่องประจำ ณ สถานที่ก่อสร้างเสมอในระหว่างเทคอนกรีต

8.3.7 การเทคอนกรีตโดยใช้เครื่องสูบคอนกรีต จะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อน

8.3.8 เมื่อกำลังอัดคอนกรีตที่ใช้ในเสาสูงกว่า 1.4 เท่า ของกำลังอัดคอนกรีตที่ใช้ในระบบพื้น การถ่ายน้ำหนักเสาผ่านทางระบบพื้นนั้น จะต้องใช้วิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

(ก) คอนกรีตในเสาซึ่งกำลังอัดสูงกว่า จะต้องเทบนพื้นตามตำแหน่งเสานั้น โดยที่ผิวของคอนกรีตในเสา จะต้องขยายออกไปในพื้นจากขอบเสาไม่น้อยกว่า 600 มม. และคอนกรีตในเสาที่เทนอกขอบเสาออกมานั้น จะต้องผสมเข้ากับคอนกรีตในพื้นอย่างทั่วถึง

(ข) กำลังอัดคอนกรีตในเสาซึ่งถ่ายผ่านระบบพื้นนั้น สามารถใช้ตามค่ากำลังอัดของคอนกรีตในระบบพื้น ซึ่งน้อยกว่านี้ได้ โดยเพิ่มเหล็กเสริมตามค่าน้ำหนักที่ต้องการ

(ค) สำหรับเสาซึ่งมีที่รองรับด้านข้างทั้ง 4 ด้าน โดยคานที่มีความลึกใกล้เคียงกันหรือโดยแผ่นพื้น กำลังอัดของคอนกรีตในเสาให้คิดเท่ากับ 75% ของกำลังอัดคอนกรีตในเสาบวกกับ 35% ของกำลังอัดคอนกรีตในแผ่นพื้นนั้น

9. รอยต่อและสิ่งที่ฝังในคอนกรีต

9.1 รอยต่อระหว่างการก่อสร้าง (Construction Joint) ของอาคาร

9.1.1 ในกรณีมิได้ระบุตำแหน่งและรายละเอียดของรอยต่อนี้ในแบบ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำและวางรอยต่อในตำแหน่ง ซึ่งจะทำให้โครงสร้างเสียความแข็งแรงน้อยที่สุด และป้องกันมิให้เกิดรอยร้าวเนื่องจากการหดตัว และจะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อน

9.1.2 ผิวบนของผนังและเสาคอนกรีตจะต้องอยู่ในแนวราบ คอนกรีตซึ่งเททับเหนือรอยต่อระหว่างก่อสร้าง (Construction Joint) ที่อยู่ในแนวราบจะต้องไม่ใช้คอนกรีตส่วนแรกที่ออกจากเครื่องผสม และจะต้องอัดแน่นให้ทั่ว โดยอัดให้เข้ากับคอนกรีตที่เทไว้ก่อนแล้ว

9.1.3 ในกรณีของผิวทางแนวตั้ง ให้ใช้ปูนทรายในอัตราส่วน 1 : 1 ผสมน้ำให้ข้น ไล้ที่ผิวให้ทั่วก่อนที่จะเทคอนกรีตใหม่ลงไป

9.1.4 สำหรับรอยต่อในผนังทั้งหมด และระหว่างผนังกับแผ่นพื้นหรือฐานราก หากมิได้ระบุในแบบเป็นอย่างอื่น ให้เดินเหล็กเสริมต่อเนื่องผ่านรอยต่อไป และจะต้องใส่สลักและเดือยเอียง ตามแต่วิศวกรผู้ควบคุมงานจะเห็นสมควร โดยจะต้องมีสลักตามยาวลึกอย่างน้อย 50 มิลลิเมตร

9.1.5 ในกรณีที่เทคอนกรีตเป็นชั้น ๆ จะต้องยึดเหล็กที่โผล่เหนือแต่ละชั้นให้แน่นหนา เพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของเหล็กเสริมขณะเทคอนกรีต และในขณะคอนกรีตกำลังก่อตัว

9.1.6 ในขณะคอนกรีตยังไม่ก่อตัว ให้ขจัดฝ้าน้ำปูน และวัสดุที่หลุดร่วงออกให้หมด โดยไม่จำเป็นต้องทำให้ผิวหยาบอีก แต่หากไม่สามารถปฏิบัติตามนี้ได้ ก็ให้ขจัดออกโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมหลังจากเทคอนกรีตแล้ว 24 ชั่วโมง และให้ล้างผิวที่แข็งตัวแล้วด้วยน้ำสะอาดทันที ก่อนที่จะเทคอนกรีตใหม่ ให้พรมน้ำผิวคอนกรีตที่รอยต่อทุกแห่งให้ชื้นแต่ไม่เปียกโชก

9.1.7 หากได้รับความเห็นชอบอาจเพิ่มความยึดหน่วงได้ตามวิธีต่อไปนี้

(ก) ใช้สารผสมเพิ่มที่ได้รับความเห็นชอบแล้ว

(ข) ใช้สารหน่วงซึ่งได้รับความเห็นชอบแล้ว เพื่อทำให้การก่อตัวของมอร์ต้าที่ผิวช้าลง แต่ห้ามใส่มากจนไม่ก่อตัวเลย

(ค) ทำผิวคอนกรีตให้หยาบตามวิธีที่ได้รับการเห็นชอบแล้ว โดยวิธีนี้จะทำให้มวลรวมโผล่โดยสม่ำเสมอปราศจากฝ้าน้ำปูน หรือเม็ดมวลรวมที่หลุดร่วงหรือผิวคอนกรีตที่ชำรุด

9.2 วัสดุฝังในคอนกรีต

9.2.1 ก่อนเทคอนกรีตจะต้องฝังปลอก ไส้ สมอ และวัสดุฝังอื่น ๆ ที่จะต้องทำงานต่อในภายหลังให้เรียบร้อย

9.2.2 ผู้รับจ้างที่ทำงานเกี่ยวข้องกับงานคอนกรีต จะต้องได้รับแจ้งล่วงหน้าเพื่อให้มีโอกาสที่จะจัดวาง และยึดสิ่งที่จะฝังได้ทันก่อนเทคอนกรีต

9.2.3 จะต้องติดตั้งแผ่นกันน้ำ ท่อร้อยสายไฟ และสิ่งที่จะฝังอื่น ๆ เข้าที่ให้ถูกตำแหน่งอย่างแน่นอน และยึดให้แน่นเพื่อมิให้เกิดการเคลื่อนตัว สำหรับช่องว่างในปลอก ไส้ รองสมอ จะต้องอุดด้วยวัสดุที่จะเอาออกได้ง่ายเป็นการชั่วคราว เพื่อป้องกันมิให้คอนกรีตไหลเข้าไปในช่องว่างนั้น

9.3 รอยต่อสำหรับพื้นถนน

รอยต่อทางยาวตลอดจนรอยต่อสำหรับการยืดหดตัว จะต้องอยู่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ ในกรณีที่ไม่สามารถเทคอนกรีตได้เต็มช่วง จะต้องทำรอยต่อระหว่างก่อสร้างขึ้น ในช่วงหนึ่ง ๆ จะมีรอยต่อระหว่างก่อสร้างเกินหนึ่งรอยไม่ได้ และรอยต่อดังกล่าวจะต้องอยู่ภายในช่วงกลางแบ่งสามส่วนของช่วง

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับรอยต่อต่างๆ จะยอมให้มีความผิดพลาดมากที่สุดได้ไม่เกินค่าต่อไปนี้

ระยะทางแนวราบ	6	มิลลิเมตร
ระยะทางแนวดิ่ง	3	มิลลิเมตร

10. การซ่อมผิวที่ชำรุด

10.1 ห้ามปะซ่อมรูร้อยเหล็กยึดและเนื้อที่ชำรุดทั้งหมด ก่อนที่วิศวกรผู้ควบคุมงานจะได้ตรวจสอบแล้ว

10.2 สำหรับคอนกรีตที่เป็นรูพรุนเล็ก ๆ และชำรุดเล็กน้อย หากวิศวกรผู้ควบคุมงานลงความเห็นว่า พอที่จะซ่อมแซมให้ดีได้ จะต้องสกัดคอนกรีตที่ชำรุดออกให้หมดจนถึงคอนกรีตดี เพื่อป้องกันมิให้น้ำในมอร์ต้าที่จะปะซ่อมนั้นถูกดูดซึมไป จะต้องทำความสะอาดคอนกรีตบริเวณที่จะปะซ่อม และเนื้อที่บริเวณโดยรอบเป็นระยะออกไปอย่างน้อย 150 มิลลิเมตร มอร์ต้าที่ใช้เป็นตัวประสานจะต้องประกอบด้วย ส่วนผสมของปูนซีเมนต์ 1 ส่วนต่อทรายละเอียด ซึ่งผ่านตะแกรงเบอร์ 30 แล้ว 1 ส่วน ให้ละเลงมอร์ต้านี้ให้ทั่วพื้นที่ผิว

10.3 ส่วนผสมสำหรับใช้อุดให้ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ 1 ส่วนต่อทรายที่ใช้ผสมคอนกรีต 2.5 ส่วน โดยปริมาตรชื้นและหลวม สำหรับคอนกรีตเปลือยภายนอกให้ผสมปูนซีเมนต์ขาวเข้ากับปูนซีเมนต์ธรรมดา 2 ส่วน เพื่อให้ส่วนผสมที่ปะซ่อมมีสีกลมกลืนกับสีของคอนกรีตข้างเคียง ทั้งนี้โดยใช้วิธีทดลองหาส่วนผสมเอาเอง

10.4 ให้จำกัดปริมาณของน้ำให้พอดีเท่าที่จำเป็นในการยกย้าย และการปะซ่อมเท่านั้น

10.5 หลังจากที่น้ำซึ่งค้างบนผิวได้ระเหยออกจากพื้นที่ที่จะปะซ่อมหมดแล้ว ให้ละเลงชั้นยึดหน่วงลงบนผิวนั้นให้ทั่ว เมื่อชั้นยึดหน่วงนี้เริ่มเสียน้ำ ให้ฉาบมอร์ต้าที่ใช้ปะซ่อมทันที ให้อัดมอร์ต้าให้แน่นโดยทั่วถึง และปาดออกให้เนื้อนูนกว่าคอนกรีตโดยรอบเล็กน้อย และจะต้องทิ้งไว้เฉย ๆ อย่างน้อย 1 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดการหดตัวขั้นต้นก่อนที่จะตกแต่งขั้นสุดท้าย บริเวณที่ปะซ่อมแล้วให้รักษาให้ชื้นอย่างน้อย 7 วัน สำหรับคอนกรีตเปลือยที่ต้องการรักษาลายไม้แบบ ห้ามใช้เครื่องมือที่เป็นโลหะฉาบเป็นอันขาด

10.6 ในกรณีที่รูพรุนนั้นกว้างมากหรือลึกจนมองเห็นเหล็ก และหากวิศวกรผู้ควบคุมงานลงความเห็นว่าอยู่ในวิสัยที่จะซ่อมแซมได้ก็ให้ปะซ่อมได้ โดยใช้มอร์ต้าชนิดที่ผสมตัวยากันการหดตัว (Non – Shrink Mortar) เป็นวัสดุแทนปูนทรายธรรมดา หากคอนกรีตที่เหลือเป็นคอนกรีตดีและมีรูพรุนมาก ให้ใช้ Pressurized Epoxy Grouting ชั้นหนึ่งก่อนที่จะปะซ่อม ทั้งนี้ให้ปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด

10.7 ในกรณีที่โพรงใหญ่และลึกมากหรือเกิดข้อเสียหายใด ๆ เช่น คอนกรีตมีกำลังต่ำกว่ากำหนดและวิศวกรผู้ควบคุมงานมีความเห็นว่า อาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้อาคารได้ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้น ตามวิธีที่วิศวกรผู้ควบคุมงานได้เห็นชอบด้วยแล้ว หรือหากวิศวกรผู้ควบคุมงานเห็นว่า การชำรุดมากจนไม่อาจแก้ไขให้ได้ดี อาจสั่งทุบทิ้งแล้วสร้างขึ้นใหม่ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

11. การบ่มและการป้องกัน

หลังจากได้เทคอนกรีตแล้ว และอยู่ในระยะกำลังก่อตัว จะต้องป้องกันคอนกรีตนั้นจากอันตรายที่อาจเกิดจากแสงแดด ลมแห้ง ฝน การเสียดสี และจากการบรรทุกน้ำหนักเกินสมควร สำหรับคอนกรีตซึ่งใช้ปูนซีเมนต์ชนิดที่ 1 จะต้องรักษาให้ชื้นต่อเนื่องกันเป็นเวลาอย่างน้อย 7 วัน โดยวิธีคลุมด้วยกระสอบหรือผ้าใบเปียก หรือขังหรือพ่นน้ำหรือโดยวิธีที่เหมาะสมอื่น ๆ ตามที่วิศวกรผู้ควบคุมงานเห็นชอบ สำหรับผิวคอนกรีตในแนวตั้ง เช่น เสา ผนัง และด้านข้างของคาน ให้หุ้มกระสอบหรือผ้าใบให้เหลื่อมซ้อนกัน และรักษาให้ชื้นโดยให้สิ่งที่คลุมนี้แนบติดกับคอนกรีต ในกรณีที่ใช้ปูนซีเมนต์ให้กำลังสูงเร็ว ระยะเวลาการบ่มชื้นให้อยู่ในวินิจฉัยของวิศวกรผู้ควบคุมงาน

12. การทดสอบ

12.1 การดทสอบแท่งกระบอกคอนกรีต

ชิ้นตัวอย่างสำหรับการทดสอบอาจนำมาจากทุก ๆ รถ หรือตามที่วิศวกรผู้ควบคุมงานจะกำหนด ทุกวันจะต้องเก็บชิ้นตัวอย่างไม่น้อยกว่า 6 ชิ้น สำหรับทดสอบ 7 วัน 3 ก้อน และ 28 วัน 3 ก้อน สำหรับระยะเวลาผู้ควบคุมงานอาจกำหนดเป็นอย่างอื่นตามความเหมาะสม วิธีเก็บ เตรียม บ่ม และทดสอบชิ้นตัวอย่างให้เป็นไปตาม “วิธีทดสอบสำหรับกำลังอัดของแท่งกระบอกคอนกรีต (ASTM C39)” ตามลำดับ

12.2 รายงาน

ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานผลการทดสอบกำลังอัดคอนกรีตรวม 3 ชุด สำหรับผู้แทนผู้ว่าจ้าง 1 ชุด และสำนักงานวิศวกรผู้ควบคุมงาน และผู้ออกแบบ 2 ชุด

รายงานจะต้องรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

(1) วันที่หล่อ

(2) วันที่ทดสอบ

(3) ประเภทของคอนกรีต

(4) ค่าการยุบ

(5) ส่วนผสม

(6) หน่วยน้ำหนัก

(7) กำลังอัดสูงสุด

12.3 การทดสอบแนว ระดับ ความลาด และความไม่สม่ำเสมอของพื้นถนนคอนกรีตในบริเวณอาคาร เมื่อคอนกรีตพื้นถนนแข็งตัวแล้ว จะต้องทำการตรวจสอบแนว ความลาด ตลอดจนความไม่สม่ำเสมอต่าง ๆ อีกครั้งหนึ่ง หาก ณ จุดใดผิวถนนสูงกว่าบริเวณข้างเคียงเกิน 3 มิลลิเมตรจะต้องขัดออก แต่ถ้าสูงมากกว่านั้นผู้รับจ้างจะต้องทุบพื้นช่วงนั้นออกแล้วหล่อใหม่ โดยต้องออกค่าใช้จ่ายเองทั้งหมด

12.4 การทดสอบความหนาของพื้นถนนคอนกรีตในบริเวณอาคาร
วิศวกรผู้ควบคุมงานอาจกำหนดให้มีการทดสอบความหนาของพื้นถนนคอนกรีต โดยวิธีเจาะเอาแก่นไปตรวจตามวิธีของ ASTM C174 ก็ได้ หากปรากฏว่าความหนาเฉลี่ยน้อยกว่าที่กำหนดเกิน 3 มิลลิเมตร วิศวกรผู้ออกแบบจะเป็นผู้ตัดสินว่าถนนนั้นมีกำลังพอจะรับน้ำหนักบรรทุกตามที่คำนวณออกแบบไว้ได้หรือไม่ หากวิศวกรผู้ออกแบบลงความเห็นว่า พื้นถนนนั้นไม่แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักบรรทุกที่คำนวณออกแบบไว้ได้ ผู้รับจ้างจะต้องทุบออกแล้วเทคอนกรีตใหม่ โดยจะเรียกเงินเพิ่มจากผู้ว่าจ้างมิได้

13. การประเมินผลการทดสอบกำลังอัด

13.1 ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบชิ้นตัวอย่างสามชิ้นหรือมากกว่า ซึ่งบ่มในห้องปฏิบัติการจะต้องไม่ต่ำกว่าค่าที่กำหนด และจะต้องไม่มีค่าใดต่ำกว่าร้อยละ 80 ของค่ากำลังอัดที่กำหนด

13.2 หากกำลังอัดมีค่าต่ำกว่าที่กำหนด ก็อาจจำเป็นต้องเจาะเอาแก่นคอนกรีตไปทำการทดสอบ

13.3 การทดสอบแก่นคอนกรีตจะต้องปฏิบัติตาม “วิธีเจาะและทดสอบแก่นคอนกรีตที่เจาะและคานคอนกรีตที่เลื่อยตัดมา” (ASTM C 24) การทดสอบแก่นคอนกรีตต้องกระทำในสภาพผึ่งแห้งในอากาศ

13.4 องค์อาคารหรือพื้นที่คอนกรีตส่วนใด ที่วิศวกรผู้ควบคุมงานพิจารณาเห็นว่าไม่แข็งแรงพอ ให้เจาะแก่นอย่างน้อยสองก้อนจากแต่ละองค์อาคาร หรือพื้นที่นั้น ๆ ตำแหน่งที่จะเจาะแก่นให้วิศวกรผู้ควบคุมงานเป็นผู้กำหนด

13.5 กำลังของแก่นที่ได้จากแต่ละองค์อาคารหรือพื้นที่ จะต้องมีค่าเฉลี่ยเท่ากับหรือสูงกว่าร้อยละ 90 ของกำลังที่กำหนด จึงจะถือว่าใช้ได้และจะต้องไม่มีค่าใดต่ำกว่าร้อยละ 80 ของค่ากำลังอัดที่กำหนด

13.6 จะต้องอุดรูซึ่งเจาะเอาแก่นคอนกรีตออกมาตามวิธีในข้อ 10 ให้เรียบร้อยด้วย Non – Shrink Mortar

13.7 หากผลทดสอบแสดงให้เห็นว่า คอนกรีตมีความแข็งแรงไม่พอจะต้องทุบคอนกรีตนั้นทิ้งแล้วหล่อใหม่ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

13.8 ชิ้นตัวอย่างแท่นกระบอกคอนกรีตอาจใช้ลูกบาศก์ขนาด 150 มม. X 150 มม. X 150 มม. แทนได้ โดยให้เปรียบเทียบค่ากำลังอัดตามมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กของ ว.ส.ท.

หมวด 5 งานเหล็กรูปพรรณ

1. ทั่วไป

1.1 “กรณีทั่วไป และกรณีพิเศษ” ที่ระบุในภาคอื่น (ถ้ามี) ให้นำมาใช้ในหมวดนี้ด้วย

1.2 บทกำหนดหมวดนี้คลุมถึงเหล็กรูปพรรณ ท่อกลม ท่อเหลี่ยม (Steel Tubing) ทุกชนิด

1.3 รายละเอียดเกี่ยวกับเหล็กรูปพรรณ ซึ่งมิได้ระบุในแบบและกำหนดนี้ตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารเหล็กรูปพรรณ” ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ทุกประการ

2. วัสดุ

เหล็กรูปพรรณทั้งหมด จะต้องมีคุณสมบัติสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 1227 – 2539 หรือ ASTM หรือ JIS ที่เหมาะสม ในกรณีที่มิได้ระบุในแบบให้ถือว่าเป็นเหล็กชนิดเทียบเท่า A 36 หรือ SS 400

3. การกองเก็บวัสดุ

เหล็กรูปพรรณทั้งที่ประกอบแล้วและยังไม่ได้ประกอบ อาจต้องเก็บไว้บนยกพื้นเหนือพื้นดิน จะต้องรักษาเหล็กให้ปราศจากฝุ่น ไขมัน หรือสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ และต้องระวังรักษาอย่าให้เหล็กเป็นสนิม ในกรณีที่ใช้เหล็กที่มีคุณสมบัติต่างกันหลายชนิด ต้องแยกเก็บและทำเครื่องหมาย เช่น โดยการทาสีแบ่งแยกให้เห็นอย่างชัดเจน

4. การจัดทำ Shop Drawing

ก่อนที่จะทำการประกอบเหล็กรูปพรรณทุกชิ้น ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawing ส่งต่อวิศวกรผู้ควบคุมงานเพื่อรับความเห็นชอบ โดย Shop Drawing นั้นจะต้องประกอบด้วย

4.1 แบบที่สมบูรณ์แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการตัดต่อ การประกอบ และการติดตั้งรูสลักเกลียว รอยเชื่อม และรอยต่อที่กระทำในโรงงาน

4.2 สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากล

4.3 จะต้องมีสำเนาเอกสารแสดงบัญชีวัสดุ และวิธีการยกติดตั้ง ตลอดจนการยึดโยงชั่วคราว

5. การตัด

การตัดต้องทำด้วยความระมัดระวังเพื่อมิให้เกิดการบิดเบี้ยว หรือเกิดเป็นริ้วลูกคลื่น การตัดแผ่นเหล็กที่อุณหภูมิปกติ จะต้องใช้รัศมีของการตัดไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความหนาของแผ่นเหล็กนั้น ในกรณีที่ทำการตัดที่อุณหภูมิสูง ห้ามทำให้เย็นตัวลงโดยเร็ว สำหรับเหล็กกำลังสูง (High – Strength Steel) ให้ทำการตัดที่อุณหภูมิสูงเท่านั้น

6. รูและช่องเปิด

การเจาะ หรือตัด หรือกดทะลุให้เป็นรู ต้องกระทำตั้งฉากกับผิวของเหล็ก นอกจากจะระบุเป็นอย่างอื่น ห้ามใช้วิธีเจาะรูด้วยไฟ หากรูที่เจาะไว้ไม่ถูกต้องจะต้องอุดให้เต็มด้วยวิธีเชื่อม และเจาะรูใหม่ให้ถูกตำแหน่ง ในเสาที่เป็นเหล็กรูปพรรณ ซึ่งต่อกับคาน ค.ส.ล. จะต้องเจาะรูไว้เพื่อให้เหล็กเสริมในคานคอนกรีตสามารถลอดได้ รูจะต้องเรียบร้อยปราศจากรอยขาดหรือแหว่ง ขอบรูซึ่งคมและยื่นเล็กน้อยอันเกิดจากการเจาะด้วยสว่าน ให้ขจัดออกให้หมดด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม โดยลบมุม 2 มิลลิเมตร ช่องเปิดอื่น ๆ นอกเหนือจากรูสลักเกลียวจะต้องเสริมแหวนเหล็ก ซึ่งมีความหนาไม่น้อยกว่าความหนาขององค์อาคารที่เสริม รูหรือช่องเปิดภายในของแหวนจะต้องเท่ากับช่องเปิดขององค์อาคารที่เสริมนั้น

7. การประกอบ และยกติดตั้ง

7.1 ให้พยายามประกอบที่โรงงานให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

7.2 การตัดเฉือน ตัดด้วยไฟ สกัด และกดทะลุ ต้องกระทำอย่างละเอียดประณีต

7.3 องค์อาคารที่วางทาบกัน จะต้องวางให้แนบสนิทเต็มหน้า

7.4 การติดตัวเสริมกำลังและองค์อาคารยึดโยง ให้กระทำอย่างประณีต สำหรับตัวเสริมกำลังที่ติดแบบอัดแน่นต้องอัดให้สนิทจริง ๆ

7.5 รายละเอียดให้เป็นไปตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารเหล็กรูปพรรณ” ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ที่ 1003 – 18 ทุกประการ”

7.6 ไฟที่ใช้ตัดควรมีเครื่องมือกลเป็นตัวนำ

8. การเชื่อม

8.1 ให้เป็นไปตามมาตรฐาน AISC/AWS สำหรับการเชื่อมในงานก่อสร้างอาคาร

8.2 ผิวหน้าที่จะทำการเชื่อมจะต้องสะอาดปราศจากสะเก็ดร่อน ตะกรัน สนิม ไขมัน สี และวัสดุแปลกปลอมอื่น ๆ ที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อการเชื่อมได้

8.3 ในระหว่างการเชื่อมจะต้องยึดชิ้นส่วนที่จะเชื่อมติดกันให้แน่น เพื่อให้ผิวแนบสนิทสามารถทาสีอุดได้โดยง่าย

8.4 หากสามารถปฏิบัติได้ ให้พยายามเชื่อมในตำแหน่งราบ

8.5 ให้วางลำดับการเชื่อมให้ดีเพื่อหลีกเลี่ยงการบิดเบี้ยว และหน่วยแรงตกค้างในระหว่างกระบวนการเชื่อม

8.6 ในการเชื่อมแบบชนจะต้องเชื่อมในลักษณะที่จะให้ได้ Penetration โดยสมบูรณ์ โดยมิให้กระเปาะตะกรันขังอยู่ ในกรณีนี้อาจใช้วิธีลบมุมตามขอบหรือ Backing Plates ก็ได้

8.7 ชิ้นส่วนที่จะต้องเชื่อมแบบทาบจะต้องวางให้ชิดกันที่สุดเท่าที่จะมากได้ และไม่ว่ากรณีใดจะต้องห่างกันไม่เกิน 6 มิลลิเมตร

8.8 ช่างเชื่อมจะต้องมีความชำนาญในเรื่องการเชื่อมเป็นอย่างดี โดยช่างเชื่อมทุกคนจะต้องมีหนังสือรับรองว่าผ่านการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้ เช่น กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน เป็นต้น

8.9 สำหรับเหล็กหนาตั้งแต่ 25 มม. ขึ้นไป ต้อง Preheat ก่อนเชื่อมโดยให้ผู้รับจ้างเสนอวิธีการต่อวิศวกรผู้ควบคุมงานเพื่อรับความเห็นชอบ

8.10 สำหรับเหล็กหนา 50 มม. ขึ้นไป ให้เชื่อมแบบ Submerged Arc Welding

9. การตรวจสอบรอยเชื่อม

ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของรอยเชื่อม ในตำแหน่งที่วิศวกรผู้ออกแบบหรือวิศวกรผู้ควบคุมงานเป็นผู้กำหนด ลักษณะของรอยเชื่อมที่ยอมรับได้ จะต้องมีพื้นผิวที่เรียบ ไม่มีมุมแหลมคมได้ขนาดตามที่กำหนดในแบบ และจะต้องไม่มีรอยแตกร้าว โดยใช้วิธีการตรวจสอบดังต่อไปนี้

9.1 ในกรณีการเชื่อมแบบทาบ (Fillet Weld)

ให้ทดสอบโดยการใช้ Dye Penetrate ซึ่งรายละเอียดการทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E 165 หรือทดสอบโดยใช้ Magnetic Particle ซึ่งรายละเอียดการทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E 709

9.2 ในกรณีการเชื่อมแบบต่อชน (Butt Weld)

9.2.1 เมื่อแผ่นเหล็กที่นำมาต่อเชื่อมมีความหนาไม่เกิน 40 มม. ให้ทำการตรวจสอบรอยเชื่อมโดยใช้วิธีเอ็กซเรย์ (X – ray) รายละเอียดการทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E 94 และ ASTM E 142

9.2.2 เมื่อแผ่นเหล็กที่นำมาต่อเชื่อมมีความหนาเกิน 40 มม. ให้ทำการตรวจสอบรอยเชื่อมโดยวิธีรังสีแกมม่า (Gamma – ray) หรือทดสอบโดยใช้อุลตราโซนิค (Ultrasonic)

ทั้งนี้ ผลการทดสอบจะต้องได้รับการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันที่เชื่อถือได้ รายละเอียดเกี่ยวกับการตรวจสอบรอยเชื่อมนอกเหนือจากที่กำหนดในข้อกำหนดนี้ให้เป็นไปตามมาตรฐาน AWS

10. การซ่อมแซมรอยเชื่อม

10.1 บริเวณที่ได้รับการตรวจสอบรอยเชื่อมแล้วพบว่ามีปัญหา จะต้องทำการขจัดทิ้ง และทำการเชื่อมแล้วตรวจสอบใหม่

10.2 ในบริเวณโลหะเชื่อมที่มีรอยแตก จะต้องขจัดรอยเชื่อมออก วัดจากปลายรอยแตกไม่น้อยกว่า 50 มม. และทำการเชื่อมใหม่

10.3 หากองค์อาคารเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างขึ้นจากการเชื่อม จะต้องทำการแก้ไขให้ได้รูปทรงที่ถูกต้องหรือเสริมความแข็งแรงให้มากว่า หรือเทียบเท่ากับรูปทรงที่เกิดจากการเชื่อมที่ถูกต้อง

11. งานสลักเกลียว

11.1 การตอกสลักเกลียวจะต้องกระทำด้วยความประณีต โดยไม่ทำให้เกลียวเสียหาย

11.2 ต้องแน่ใจว่าผิวรอยต่อเรียบ และผิวที่รองรับจะต้องสัมผัสกันเต็มหน้าก่อนจะทำการขันเกลียว

11.3 ขันรอยต่อด้วยสลักเกลียวทุกแห่งให้แน่นโดยใช้กุญแจปากตายที่ถูกขนาด

11.4 ให้ขันสลักเกลียวให้แน่น โดยมีเกลียวโผล่จากสลักเกลียวไม่น้อยกว่า 3 เกลียว หลังจากนั้นให้ทุบปลายเกลียวเพื่อป้องกันมิให้สลักเกลียวคลายตัว

12. การต่อและประกอบในสนาม

12.1 ให้ปฏิบัติตามที่ระบุในแบบขยายและคำแนะนำในการยกติดตั้งโดยเคร่งครัด

12.2 ค่าผิดพลาดที่ยอมให้ ให้ถือปฏิบัติตามมาตรฐานสากล

12.3 จะต้องทำนั่งร้าน ค้ำยัน ยึดโยง ฯลฯ ให้พอเพียง เพื่อยึดโครงสร้างให้แน่นหนาอยู่ในแนว และตำแหน่งที่ต้องการเพื่อความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน จนกว่างานประกอบจะเสร็จเรียบร้อยและแข็งแรงดีแล้ว

12.4 หมุด (Rivet) ให้ใช้สำหรับยึดชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าหากันโดยไม่ใช้เหล็ก (โลหะ) เกิดการบิดเบี้ยวชำรุดเท่านั้น

12.5 ห้ามใช้วิธีตัดด้วยแก๊สเป็นอันขาด นอกจากจะได้รับอนุมัติจากวิศวกร

12.6 สลักเกลียวยึด และสมอให้ติดตั้งโดยใช้แบบนำเท่านั้น

12.7 แผ่นรอง (Base Plate)

12.7.1 ให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบขยาย

12.7.2 ให้รองรับ และปรับแนวด้วยลิ่มเหล็ก

12.7.3 หลังจากได้ยกติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วให้อัดมอร์ต้าชนิดไม่หดตัว (Non – Shrink Mortar) ใต้แผ่นรองให้แน่นแล้วตัดขอบลิ่มให้เสมอกับขอบแผ่นรอง โดยทิ้งส่วนที่เหลือไว้ในที่

12.7.4 ในกรณีที่ใช้ Anchor Bolt จะต้องฝัง Anchor Bolt ให้ได้ตำแหน่งและความสูงที่ถูกต้องและระวังไม่ให้หัวเกลียวบิด งอ เสียรูป หรือขึ้นสนิม และถ้าไม่มีการระบุในแบบให้ยึดขันกับแผ่นรองโดยใช้ Double Nuts

13. การป้องกันเหล็กมิให้ผุกร่อน

13.1 เกณฑ์กำหนดทั่วไป

งานนี้หมายรวมถึงการทาสี และการป้องกันการผุกร่อนของงานเหล็กให้ตรงตามบทกำหนดและแบบ และให้เป็นไปตามข้อกำหนดของสัญญานี้ทุกประการ

13.2 ผิวที่จะทาสี

13.2.1 การทำความสะอาด

(ก) ก่อนจะทาสีบนผิวใด ๆ ยกเว้นผิวที่อาบโลหะจะต้องขัดผิวให้สะอาด โดยใช้เครื่องมือขัดที่เหมาะสม ตามมาตรฐานการเตรียมพื้นผิวของสีทารองพื้นนั้น ๆ หรือเครื่องพ่นทราย

(ข) สำหรับรอยเชื่อมและผิวเหล็กที่ได้รับความกระทบกระเทือนจากการเชื่อมจะต้องเตรียมผิวสำหรับทาสีใหม่ เช่นเดียวกับผิวทั่วไปตามวิธีในข้อ (ก)

(ค) ทันทีก่อนที่จะทาสีครั้งต่อไปให้ทำความสะอาดผิวซึ่งทาสีไว้ก่อน หรือผิวที่ฉาบไว้จะต้องขจัดสีที่ร่อนหลุดและสนิมออกให้หมด และจะต้องทำความสะอาดพื้นที่ส่วนที่ถูกน้ำมัน และไขมันต่างๆ แล้วปล่อยให้แห้งสนิทก่อนจะทาสีทับ

13.3 สีรองพื้น

หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่น งานเหล็กรูปพรรณทั้งหมดให้ทาสีรองพื้นด้วยสีกันสนิมระบบแอลคิดชนิดไร้สารตะกั่วและไร้สารโครเมต โดยมีสารประกอบซิงค์ฟอสเฟตเป็นสารป้องกันสนิม 2 ชั้น ชั้นละ 40 ไมครอน ในกรณีที่เหล็กรูปพรรณฝังในคอนกรีตไม่ต้องการทาสีทั้งหมด แต่จะต้องขัดผิวให้สะอาดก่อนเทคอนกรีตหุ้ม

14. การป้องกันไฟ

ชิ้นส่วนเหล็กรูปพรรณ ซึ่งถูกกำหนดให้มีการป้องกันไฟตามแบบนั้น ให้ถือปฏิบัติตาม “พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 และกฎกระทรวงฉบับที่ 48 (พ.ศ. 2540)”

หมวด 6 เสาเข็มเจาะ

1. รายละเอียดทั่วไป

1.1 งานเสาเข็มเจาะที่จะต้องสามารถรับน้ำหนักปลอดภัยได้ตามที่ระบุในแบบโดยการทดสอบ ระดับปลายเสาเข็มอยู่ต่ำกว่าระดับดินปัจจุบันระบุตามในแบบ

1.2 วัสดุที่ใช้เป็นไปตามรายละเอียดในข้อ 2

1.3 วิธีการเจาะ ส่วนบนจากระดับ 0.00 ถึง ระดับน้ำใต้ดิน โดยประมาณและก่อนถึงชั้นทราย การเจาะอาจใช้ Dry Process โดยใช้ปลอกเหล็กชั่วคราว (Temporary Casing) เพื่อกันการพังของดินในหลุมหรือปากหลุมขณะเจาะ ส่วนล่างจากระดับน้ำใต้ดินลงไปจนถึงระดับที่ต้องการให้ใช้วิธี Wet Process โดยใช้ Bentonite Slurry เป็นตัวป้องกันหลุมเจาะพังทลาย ตัวเสาเข็มเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กตามแบบซึ่งหล่อในที่ก่อสร้าง

1.4 ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดวิธีการทำเสาเข็มเจาะ ประกอบด้วยระยะเวลาการใส่โครงเหล็กหลังจากเจาะถึงปลายเสาเข็ม ระยะเวลาและวิธีการกำจัดตะกอนก้นหลุม (Bucket หรือ Airlift) ระยะเวลาในการเทคอนกรีต วิธีการตรวจสอบตะกอนก้นหลุม รายละเอียดวัสดุ Shop Drawing และอื่น ๆ เพื่อให้วิศวกรผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบอนุมัติ 14 วัน ก่อนการทำเสาเข็มต้นแรก อย่างไรก็ตามผู้รับจ้างและวิศวกรผู้ควบคุมงานอาจจะร่วมกันพิจารณาทบทวนวิธีการดังกล่าว เพื่อปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพจริงเพื่อให้คุณภาพเสาเข็มดีขึ้นและขออนุมัติต่อวิศวกรผู้ออกแบบ หลังจากดำเนินการทำเสาเข็มต้นแรกแล้วผู้รับจ้างจะต้องระบุเหตุผลในการเสนอเปลี่ยนแปลงนี้

2. วัสดุที่ใช้ในงาน

2.1 ปลอกเหล็กเพื่อกันดินอ่อนข้างหลุมเจาะพังทลาย

2.1.1 เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน (เฉลี่ยจากการวัดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เส้น ซึ่งทำมุมระหว่างกันประมาณ 120 องศา) ของปลอกเหล็กต้องไม่น้อยกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็มที่กำหนด

2.1.2 ถ้าไม่กำหนดเป็นอย่างอื่น ความยาวของปลอกเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 12 เมตร ความยาวอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม แต่ต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานเสียก่อน

2.1.3 การต่อปลอกเหล็กจะต้องเรียบร้อยและแน่นหนา ปลอกเหล็กเมื่อต่อเรียบร้อยจะต้องได้แนวตรง (ไม่น้อยกว่า 1 : 500) ตลอดความยาวของปลอก

2.1.4 ความหนาของปลอกเหล็ก จะต้องเพียงพอสำหรับการขนส่งและการทำงาน ฯลฯ โดยผู้รับจ้างต้องเสนอคุณสมบัติ เช่น ความหนาของปลอกเหล็กให้วิศวกรผู้ควบคุมงานพิจารณาและอนุมัติก่อน จึงจะนำมาใช้ได้

2.1.5 ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบสภาพต่าง ๆ ของปลอกเหล็ก เช่น ความตรงแนว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ความหนา รอยเชื่อมอย่างสม่ำเสมออย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง ในกรณีที่เกิดการชำรุด ผู้รับจ้างจะต้องซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่ก่อนที่จะนำมาใช้ในเสาเข็มเจาะต้นต่อไป

2.1.6 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อการป้องกันการพังทลายของดินส่วนที่ขุด ก่อนที่จะเทคอนกรีตและก่อนที่คอนกรีตจะแข็งตัว และไม่มีการชดเชยเงินให้สำหรับค่าใช้จ่ายใด ๆ เพื่อการนี้ เช่น ในกรณีที่ต้องทิ้งปลอกเหล็กไว้ในดินเป็นการถาวร หรือการที่ต้องใช้ปลอกเหล็ก 2 ชั้น (Double Casing)

2.1.7 ไม่ว่าจากเหตุผลใดก็ตาม หากปรากฏว่ามีความจำเป็นที่จะต้องใช้ปลอกเหล็กชั่วคราว ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าที่กำหนดไว้ จะต้องเทคอนกรีตในปล่องนั้นจนเต็มพื้นที่หน้าตัดของปลอกเหล็กชั่วคราวนั้น แต่การจ่ายเงินจะคำนวณจากขนาดเดิมเป็นเกณฑ์

2.1.8 ในกรณีที่ดินบริเวณข้างในปล่องเกิดพังทลายบางส่วนหรือทั้งหมด ในระหว่างการขุดหรือเมื่อขุดเสร็จแล้ว ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้วิศวกรผู้ควบคุมงานทราบทันที และต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำหรือคำสั่งของวิศวกรผู้ควบคุมงานในการซ่อมแซมแก้ไข ค่าใช้จ่ายใด ๆ ที่เป็นผลมาจากการพังทลายดังกล่าว ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบเพียงผู้เดียว นอกจากนี้ผู้รับจ้างจะต้องบันทึกรายละเอียดของการพังทลายและวิธีการแก้ไขส่งถึงวิศวกรผู้ออกแบบด้วย

2.2 คอนกรีตที่ใช้ในงานเสาเข็มเจาะ

2.2.1 ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ตามมาตรฐาน มอก.

2.2.2 กำลังอัดของแท่งทรงกระบอกคอนกรีตขนาด 150 × 300 มม. จะต้องไม่น้อยกว่า 28 เมกกาปาสกาล (280 กก./ซม.^{2}) เมื่ออายุ 28 วันตามมาตรฐาน ASTM C 39

2.2.3 ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ในคอนกรีต 1 ลูกบาศก์เมตร ต้องไม่น้อยกว่า 375 กิโลกรัม

2.2.4 ค่ายุบตัวของคอนกรีตไม่น้อยกว่า 150 มม.

2.2.5 ขนาดหินใหญ่สุดไม่เกิน 25 มม.

2.2.6 สารผสมคอนกรีตเพื่อให้คอนกรีตแข็งตัวช้าจะต้องเสนอชนิด ปริมาณ เวลาแข็งตัวและผลการทดลองต่าง ๆ ที่จำเป็นเพื่อพิจารณาอนุมัติภายในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 14 วันก่อนใช้งาน และหากเป็นวัสดุที่ไม่เคยใช้ และไม่มีข้อมูลที่เพียงพอ จะต้องทดลองผสมและทดสอบกำลังอัดอย่างน้อย 3 ชุด และจะต้องเสนอผลทดสอบชุดละ 3 แท่งไม่น้อยกว่า 14 วันก่อนใช้งาน

2.2.7 คอนกรีตที่ใช้ในงานเสาเข็มเจาะ จะต้องมีเวลาก่อตัวขั้นแรก (Initial Setting Time) ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง และต้องเหมาะสมกับระยะเวลาการเทคอนกรีต

2.2.8 ผู้รับจ้างงานเสาเข็มเจาะต้องเสนอ Mix Design ของคอนกรีตให้วิศวกรผู้ควบคุมงานพิจารณาและอนุมัติอย่างน้อย 14 วันก่อนทำงาน อาจมีการแก้ไข Mix Design ให้เหมาะสมได้ในระหว่างก่อสร้าง แต่ความรับผิดชอบในเรื่องคุณภาพและคุณสมบัติ ยังคงอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างงานเสาเข็มเจาะ

2.2.9 การเก็บตัวอย่างแท่งกระบอกคอนกรีตขนาด 150 × 300 มม. เสาเข็ม 1 ต้น เก็บตัวอย่างไม่น้อยกว่า 3 ชุด ๆ ละ 3 แท่ง และวิศวกรผู้ควบคุมงานมีสิทธิสั่งให้เก็บตัวอย่างเกิน 3 ชุด ได้เมื่อเห็นสมควร โดยผู้รับจ้างงานเสาเข็มเจาะเป็นผู้เก็บตัวอย่างตามคำสั่งของวิศวกรผู้ควบคุมงาน และส่งให้ห้องปฏิบัติการที่เชื่อถือได้เพื่อทำการทดสอบ สำหรับค่าใช้จ่ายในการทดสอบ และการเก็บตัวอย่างผู้รับจ้างงานเสาเข็มเจาะเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมด

2.2.10 การเทคอนกรีตเสาเข็มแต่ละต้น ต้องเทต่อเนื่องกัน โดยจะหยุดชะงักนานเกินควรไม่ได้ ในกรณีที่การเทคอนกรีตได้หยุดชะงักนานเกินควร วิศวกรผู้ควบคุมงานอาจลงความเห็นว่าเสาเข็มต้นนั้นเป็นเสาเข็มชำรุด ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีการแก้ไขและรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายทั้งหมด

2.3 เหล็กเสริมรับแรง

2.3.1 เหล็กข้ออ้อยทุกขนาด ใช้ SD 40 ตามมาตรฐาน มอก. 24 – 2527

2.3.2 เหล็กกลมทุกขนาด ใช้ SR 24 ตามมาตรฐาน มอก. 20 – 2527

2.3.3 รอยเชื่อมเหล็กและวิธีการต่อเหล็ก ต้องเสนอให้วิศวกรผู้ควบคุมงานตรวจพิจารณาและอนุมัติ

2.3.4 ข้อกำหนดต่าง ๆ ให้ถือตามมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กฉบับ 1007 – 34 ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

2.3.5 ในขณะหล่อคอนกรีต ผู้รับจ้างต้องระวังอย่าให้เหล็กเสริมเคลื่อนตัวผิดตำแหน่ง

2.3.6 ระยะหุ้มของผิวนอกสุดของเหล็ก (Concrete Cover) จะต้องไม่น้อยกว่า 100 มม.

2.3.7 ระยะเรียงผิวถึงผิวของเหล็กยืน จะต้องไม่น้อยกว่า 3 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กหรือ 3 เท่าของขนาดหินใหญ่สุด

2.3.8 เหล็กเสริมยืนจะต้องมีปริมาณเท่ากับ 0.44% ที่ระดับ Cut – Off และ 0.2% ที่ระดับปลายเสาเข็ม (Pile Tip) โดยให้ปริมาณเหล็กเสริมลดลงตามสัดส่วนความลึกของเสาเข็ม

2.3.9 เหล็กปลอกจะต้องเสริมดังนี้

(ก) จากระดับ Pile Cut – Off จนถึง 3 เมตร ใต้ระดับความลึกสุดของดินเหนียวอ่อน (Soft Clay) และไม่น้อยกว่าระดับ -17 เมตร ให้เสริมเหล็กปลอกเกลียวกลมผิวเรียบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม. ระยะห่าง 200 มม.

(ข) สำหรับระดับต่ำจากที่ระบุในข้อ (ก) ให้เสริมเหล็กปลอกเกลียวเส้นกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม. ระยะห่าง 300 มม.

2.3.10 การเสริมเหล็กยืน จะต้องให้ปลายเหล็กเสริมอยู่ที่ระดับสูงกว่า Pile Cut – Off เท่ากับ 40 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กเสริม

2.3.11 ระยะต่อทาบเหล็กจะต้องไม่น้อยกว่า 40 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กเสริม และจะต้องผูกยึดให้แน่นติดกัน

2.3.12 ผู้รับจ้างจะต้องทำ Shop Drawing แสดงรายละเอียดการเสริมเหล็กเสนอแก่วิศวกรผู้ออกแบบก่อนลงมือทำงาน เพื่อวิศวกรผู้ออกแบบพิจารณาและอนุมัติอย่างน้อย 14 วันก่อนทำงาน

2.4 สารละลายเบนโทไนท์ (Bentonite Slurry)

2.4.1 ต้องเสนอรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับ Bentonite ที่จะใช้ให้วิศวกรผู้ควบคุมงานเป็นผู้พิจารณาและอนุมัติก่อนใช้

2.4.2 Bentonite Slurry ที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติก่อนการเทคอนกรีต ดังนี้

คุณสมบัติ	ค่าที่ยอมรับได้	วิธีทดสอบ
ความแน่น (Density)	1.02 – 1.15 ตัน/ม^3	ASTM D 4380
ความหนืด (Viscosity)	26 – 50 Sec/qt	Marsh Funnel and Cup
ปริมาณทราย (Sand Content)	ไม่เกิน 4%	ASTM D 4381 by volume
PH	8 – 12	Paper Test Strips หรือ Glass - Electrode PH Meter

ค่าเหล่านี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ ถ้าได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน ในกรณีที่ผลทดสอบแสดงว่า Bentonite Slurry มีค่า PH ไม่ต่ำกว่า 8 แต่วิศวกรผู้ควบคุมงานเห็นว่า Bentonite Slurry นั้นสกปรก หรือคุณสมบัติต่าง ๆ ไม่เหมาะสมที่จะใช้งานต่อไปแล้ว วิศวกรผู้ควบคุมงานมีสิทธิที่จะห้ามใช้ Bentonite Slurry นั้นได้ แต่ถ้า PH ต่ำกว่า 7 Bentonite Slurry นั้นห้ามใช้อย่างเด็ดขาด

2.4.3 ระดับของ Bentonite Slurry ในขณะเจาะต้องไม่ต่ำกว่า 2.00 เมตร จากระดับปากปลอกเหล็ก และในขณะทำการเจาะผู้รับจ้างต้องเติม Bentonite Slurry อยู่เสมอเพื่อให้ระดับ Bentonite Slurry ในหลุมคงที่

2.5 ท่อเท (Tremie – Pipe)

2.5.1 Tremie Pipe ที่ใช้ในงานต้องส่งรายละเอียดต่าง ๆ เช่น ขนาดของท่อ วิธีต่อท่อ วิธีป้องกันไม่ให้น้ำเข้าไปในท่อ ตลอดจนความยาวของท่อ Tremie แต่ละช่วงมาให้วิศวกรผู้ควบคุมงานเป็นผู้พิจารณาและอนุมัติก่อนจึงจะใช้ได้

2.5.2 Tremie Pipe ทุกท่อนจะต้องมีหมายเลขกำกับ เพื่อสะดวกในการตรวจสอบความยาวของท่อ และสะดวกในการตัดต่อท่อ หรือการชักท่อขึ้นจากเนื้อคอนกรีต

2.5.3 Tremie Pipe ทุกท่อต้องแข็งแรงป้องกันน้ำได้ และรอยต่อของท่อแต่ละช่วงต้องอยู่ในสภาพดี เรียบร้อย สามารถต่อหรือถอดได้สะดวกในขณะเทคอนกรีต

2.5.4 วิศวกรผู้ควบคุมงานมีสิทธิให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนท่อ Tremie ที่เห็นว่าใช้การไม่ได้ ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เป็นของผู้รับจ้างแต่ผู้เดียว

2.5.5 ผู้รับจ้างต้องจัดให้มี Tremie Pipe สำรองอยู่เสมอ และพร้อมที่จะใช้ได้เมื่อจำเป็น

2.5.6 ในขณะเทคอนกรีต Tremie Pipe ต้องจมอยู่ในเนื้อคอนกรีตไม่น้อยกว่า 2 เมตร และต้องคอยขยับ Tremie Pipe ขึ้นลง เพื่อไม่ให้คอนกรีตจับท่อ ปลายท่อต้องจมอยู่ในคอนกรีตมากพอที่ Bentonite Slurry จะไม่เข้าไปแทนที่เนื้อคอนกรีต

2.5.7 ในขณะตัด Tremie Pipe ให้สั้นลง ต้องให้ท่อ Tremie Pipe จมอยู่ในเนื้อคอนกรีต 3 – 5 เมตร

2.5.8 การใช้ Plug เพื่อกั้นคอนกรีตขณะไล่น้ำออกจาก Tremie Pipe ต้องเสนอวัสดุและวิธีการให้วิศวกรผู้ควบคุมงานพิจารณาและอนุมัติก่อนจึงจะใช้ได้

3. ค่าผิดพลาดที่ยอมให้ของเสาเข็มเจาะ

3.1 ค่าผิดพลาดในแนวดิ่งจะต้องไม่เกิน 1 ต่อ 100 ของความยาวของเสาเข็ม

3.2 ระยะมากที่สุดที่ยอมให้เสาเข็มลงผิดตำแหน่งจากที่กำหนดไว้ ต้องไม่เกิน 70 มม. โดยวัดขนานกับแกน Coordinate ทั้งสองแกนที่ระดับตัดหัวเสาเข็ม (Pile Cut – Off Level) ถ้าเสาเข็มเจาะมีค่าเกินที่กำหนดนี้ ผู้รับจ้างต้องทำการแก้ไข ซ่อมแซม หรือทำใหม่ตามคำสั่งของวิศวกรผู้ออกแบบ และค่าใช้จ่ายทั้งหมดในงานนี้ ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบแต่ผู้เดียว

4. เสาเข็มชำรุด

เสาเข็มเจาะจะถือว่าชำรุดเมื่อ

4.1 กำลังอัดของแท่งกระบอกมาตรฐานคอนกรีตที่เก็บไว้ก่อนเท มีกำลังอัดต่ำกว่าที่ระบุไว้ในแบบ หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ให้ถือ 24 เมกกาปาสกาล (240 กก./ซม^2) เมื่อ 28 วันเป็นเกณฑ์ หรือ

4.2 ค่าผิดพลาดเกินกว่าค่าที่ยอมให้ในข้อ 3 หรือ

4.3 เมื่อกำลังอัดของแท่งคอนกรีตที่เจาะเอาขึ้นมาจากเสาเข็มต่ำกว่าที่กำหนด (ดูข้อ 4.1) และวิศวกรผู้ออกแบบเห็นว่าเป็นอันตรายต่อโครงสร้าง หรือ

4.4 ความยาวของเสาเข็มเจาะไม่ได้ตามที่ระบุในแบบ หรือตามที่วิศวกรผู้ออกแบบกำหนด หรือ

4.5 จากการทดสอบในข้อ 5 หรือการสังเกต ชี้ให้เห็นว่าเสาเข็มเจาะอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถจะรับน้ำหนักได้ตามที่กำหนด หรือวิศวกรผู้ออกแบบลงความเห็นว่าเป็นเสาเข็มชำรุดเนื่องจากการเจาะ การเทคอนกรีตไม่ถูกต้อง หรือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่าที่ระบุในแบบ หรือมีสิ่งสกปรก เช่น มี Bentonite Slurry หรือดินพังเข้ามาแทรกอยู่ในเนื้อคอนกรีต หรือกำลังอัดของคอนกรีตในเสาเข็มในช่วงต่าง ๆ ของความลึกมีค่าไม่แน่นอนหรือคอนกรีตมีการแยกแยะ

4.6 เสาเข็มเจาะ ไม่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ตามที่กำหนดในแบบจากการทดสอบเสาเข็มโดย Static Pile Load Test หรือ Dynamic Load Test หากวิศวกรผู้ออกแบบลงความเห็นในทุกกรณีข้างต้น ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการแก้ไข ซ่อมแซมหรือทำใหม่ เพื่อให้ได้เสาเข็มที่สมบูรณ์ตามต้องการ และยังต้องชดใช้ค่าเสียหายให้แก่ผู้ว่าจ้าง อันเกิดขึ้นเนื่องจากความเสียหายของเสาเข็มเจาะ รวมทั้งค่าใช้จ่ายต่าง ๆ จากการที่ต้องเพิ่ม Tied Beams หรือเสริมเสาเข็มไมโคร (Micro Pile) หรือเสาเข็มชนิดอื่น การขยายขนาดของฐานรากหรือการแก้ไขวิธีอื่นใดนอกเหนือจากนี้ในกรณี 4.1 หากวิศวกรผู้ควบคุมงานเห็นสมควร ผู้รับจ้างจะต้องเจาะเสาเข็มเพื่อนำแท่งคอนกรีตจากเสาเข็มขึ้นมาทดสอบ สำหรับค่าเจาะ ค่าทดสอบแท่งคอนกรีต ค่าอุดรูเจาะ และค่าซ่อมแซมต่าง ๆ ตกเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

5. การเก็บตัวอย่างแท่งคอนกรีตจากเสาเข็มที่เทเสร็จแล้ว และการทำ Seismic Test

ผู้รับจ้างจะต้องทำ Seismic Test กับเสาเข็มจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ของเสาเข็มทั้งหมด โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเอง

ในกรณีที่วิศวกรผู้ควบคุมงานสงสัยว่าเสาเข็มเจาะจะอยู่ในสภาพที่ไม่เรียบร้อย ไม่สามารถรับน้ำหนักได้ตามต้องการ หรือจากรายงานการทำงานประจำวันแสดงข้อบกพร่องเนื่องจากการเจาะหรือการเทคอนกรีตหรือการผิดขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งในการทำงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผล

ของ Seismic Test ไม่ปรากฏเป็นที่น่าพอใจ วิศรผู้ออกแบบหรือวิศวกรผู้ควบคุมงานมีสิทธิสั่งให้ทำการเจาะนำแท่งคอนกรีตจากเสาเข็มขึ้นมาทดสอบได้ และผลควรปรากฏดังนี้

5.1 แท่งคอนกรีตที่อายุไม่น้อยกว่า 28 วัน ที่ได้จากการเจาะเก็บขึ้นมาทุก ๆ 3 เมตร ตลอดความลึกจากผิวดิน ให้ได้ตัวอย่างต้องมีค่ากำลังอัดโดยเฉลี่ยแล้วไม่ต่ำกว่ากำหนดในข้อ 2 และตัวอย่างใดตัวอย่างหนึ่งดังกล่าว ต้องมีค่ากำลังอัดไม่ต่ำกว่า 80% ของกำลังอัดสูงสุดที่กำหนด

5.2 เนื้อคอนกรีตที่เจาะขึ้นมาต้องไม่มีสิ่งอื่นเจือปนอยู่มาก เช่น ดิน ซึ่งแสดงว่าหลุมเจาะมีการพังทลายหรือ Bentonite Slurry แทรก หรือ

5.3 ความยาวของเสาเข็มเจาะต้องได้ตามที่กำหนด ในกรณีที่แท่งคอนกรีตที่เจาะขึ้นมาไม่เป็นไปตามข้อ 5.1 ถึง 5.3 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการเจาะนำแท่งคอนกรีตขึ้นมา และค่าทดสอบพร้อมทั้งค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม แก้ไข หรือทำใหม่ทั้งหมด แต่หากผู้รับจ้างได้ทำการก่อสร้างเสาเข็มเจาะถูกต้องตามขั้นตอนเรียบร้อยตามหลักวิชา รวมทั้งปรากฏผล Seismic Test เป็นที่น่าพอใจ และยังปรากฏว่ามีข้อสงสัยหรือไม่แน่ใจในการรับน้ำหนักของเสาเข็มเจาะอยู่ หรือต้องการสุ่มตัวอย่างเพื่อทดสอบสภาพ และความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มเจาะ ในกรณีนี้วิศวกรผู้ควบคุมงานหรือวิศวกรผู้ออกแบบ มีสิทธิที่จะสั่งให้ทำการเจาะนำแท่งคอนกรีตจากเสาเข็มมาทดสอบได้เช่นกัน หากผลออกมาดี ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้รับผิดชอบในค่าใช้จ่ายทั้งหมด แต่หากผลปรากฏออกมาไม่ดี ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมด รวมทั้งการทดสอบตรวจสอบวิธีการและผลการทดสอบของเสาเข็มเจาะต่าง ๆ ที่ทำขึ้นมาแล้วทั้งหมด

6. การแก้ไข ซ่อมแซมเสาเข็มชำรุด

วิธีการแก้ไข หรือซ่อมแซมเสาเข็มเจาะชำรุด วิศวกรผู้ออกแบบจะเป็นผู้กำหนดหลักเกณฑ์ให้โดยผู้รับจ้างซึ่งรับผิดชอบต่อความเสียหายของเสาเข็มเจาะ จะต้องเป็นผู้คำนวณและเขียน Shop Drawing หรือหากผู้รับจ้างจะเสนอวิธีแก้ไขซ่อมแซม มาให้วิศวกรผู้ออกแบบเป็นผู้พิจารณาอนุมัติก็ได้ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมดทุกกรณี

7. รายงานสำหรับเสาเข็มเจาะ

ผู้รับจ้างต้องทำรายงานเกี่ยวกับเสาเข็มเจาะส่งให้วิศวกรผู้ควบคุมงานภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากหล่อคอนกรีตเสร็จเรียบร้อย ข้อมูลที่ต้องเสนอในรายงานมี

7.1 วันที่ทำการเจาะ หล่อคอนกรีต

7.2 หมายเลขกำกับของเสาเข็ม

7.3 ระดับดินเดิม

7.4 ระดับหัวเสาเข็มและระดับตัดเสาเข็ม

7.5 ระดับปลายเสาเข็ม

7.6 ระดับชั้นดินทรายแน่น

7.7 เส้นผ่าศูนย์กลางของรูเจาะ (ดู 2 (2.1), (2.1.1))

7.8 ความเอียงจากแนวดิ่งของเสาเข็มเจาะโดยประมาณ

7.9 ตำแหน่งและความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งที่กำหนด

7.10 ความยาวของปลอกเหล็ก

7.11 รายละเอียดของชั้นดินที่เจาะลงไป

7.12 ปริมาณคอนกรีตที่ใช้เทเป็นระยะ ๆ จากล่างสุดจนถึงบนสุด

7.13 เวลาเริ่มและเวลาแล้วเสร็จของการเจาะ การทำ Air Lift การใส่โครงเหล็กและเทคอนกรีต

7.14 รายละเอียดของอุปสรรค และความล่าช้าที่เกิดในงาน

7.15 รายละเอียดของปรากฏการณ์ใด ๆ ที่ผิดปกติในระหว่างงานเสาเข็ม

7.16 ข้อมูลอื่น ๆ ซึ่งวิศวกรผู้ควบคุมงานหรือวิศวกรผู้ออกแบบต้องการ

รายงานนี้ต้องมีตัวแทนผู้รับจ้างและผู้ควบคุมงานลงนามรับรองทั้งสองฝ่าย

8. ระยะช่วงเวลาห่างในการเจาะเสาเข็มต้นที่ถัดไปหรือใกล้เคียง

ระยะช่วงเวลาในการทำการเจาะเสาเข็มต้นที่ถัดไปหรือใกล้เคียง ต้องไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง โดยอาศัยผลจากการทดสอบกำลังอัดของแท่งคอนกรีตประกอบการพิจารณา หรือมิฉะนั้น ระยะห่างระหว่างเสาเข็มที่เจาะกับเสาเข็มข้างเคียงทุกต้น จะต้องไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็มหรือมากกว่านั้น หรือตามคำสั่งของวิศวกรผู้ควบคุมงาน

9. หลุมเจาะของงานเสาเข็มเจาะ

9.1 ก้นหลุมเจาะต้องสะอาด แน่นและปราศจากวัสดุที่ร่วน หรือตะกอนในปริมาณมากเกินสมควร หรือวัสดุที่ทำให้อ่อนตัวจนมีกำลังต่ำกว่าค่าของตัวอย่างซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในการคำนวณหาความลึกของก้นหลุมที่เจาะ ก้นหลุมจะต้องได้ระดับ

9.2 ต้องทำความสะอาดก้นหลุมเจาะด้วยวิธีใด ๆ ที่วิศวกรผู้ควบคุมงานแนะนำ หรือสั่ง หรือที่ผู้รับจ้างเสนอมา ซึ่งวิศวกรผู้ควบคุมงานได้อนุมัติแล้ว และต้องได้รับการตรวจและเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงานเสียก่อน จึงจะได้รับอนุมัติให้เทคอนกรีตได้

9.3 ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์เกี่ยวกับความปลอดภัย ตลอดจนอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่าง ๆ เพื่อให้ตัวแทนผู้ว่าจ้าง วิศวกรผู้ออกแบบและวิศวกรผู้ควบคุมงานสามารถเข้าไปตรวจงานด้วยความปลอดภัย

9.4 หลังจากเจาะจนถึงระดับที่ต้องการแล้ว ผู้ควบคุมงานและผู้รับจ้างจะร่วมกันวัดความลึกตามแนวดิ่งของหลุมเจาะ และสภาพของหลุมเจาะ โดยใช้ Tremie Pipe หรือลูกดิ่ง หรือวิธีการใด ๆ ที่วิศวกรผู้ควบคุมงานสั่ง และค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเครื่องมือในการทดสอบนี้ ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกทั้งสิ้น

9.5 ขณะเทคอนกรีต ผู้รับจ้างร่วมกับวิศวกรผู้ควบคุมงานหรือผู้แทน ตรวจสอบเส้นผ่าศูนย์กลางของหลุมเจาะ โดยใช้วิธีคำนวณจากปริมาตรคอนกรีตที่เทลงไป กับความลึกของคอนกรีตที่สูงขึ้น หรือโดยวิธีการอย่างอื่นที่วิศวกรผู้ควบคุมงานเห็นว่าเหมาะสม

9.6 หลังจากเจาะหลุมจนถึงความลึกที่ต้องการ เวลาที่ใช้ในการทำงานความสะอาดก้นหลุมบวกเวลาที่ใช้ในการใส่เหล็กเสริม ต้องไม่เกิน 2 ชั่วโมง หากมีปัญหาที่ทำให้ล่าช้าออกไป ผู้รับจ้างจะต้องปรึกษาวิศวกรผู้ควบคุมงานทันที

10. วิธีการก่อสร้าง

ในกรณีที่ผู้รับจ้างเป็นผู้เสนอวิธีการทำเสาเข็มเจาะ วิธีที่ผู้รับจ้างเสนอมาบางขั้นตอน วิศวกรผู้ออกแบบหรือวิศวกรผู้ควบคุมงานมีสิทธิสั่งให้แก้ไขหรือเพิ่มเติม เพื่อให้ได้งานที่สมบูรณ์เรียบร้อยและถูกต้อง โดยผู้รับจ้างไม่มีสิทธิเรียกร้องค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากการแก้ไขนี้ หลักเกณฑ์ในการพิจารณาและอนุมัติวิธีการก่อสร้างเสาเข็มเจาะ คือวิธีการก่อสร้างต้องไม่ทำให้เสาเข็มเสียกำลัง เนื่องจากคอนกรีตสกปรกหรือจากการลดหน้าตัดของเสาเข็ม หรือปูนซีเมนต์ถูกล้างออกไป หรือจากการชำรุดเสียหายขณะถอนปลอกเหล็กออก หรือเหตุการณ์อื่น ๆ รวมทั้งผลกระทบจากการก่อสร้างเสาเข็มข้างเคียงด้วย

ถึงแม้ว่าผู้รับจ้างจะทำงานตามขั้นตอนที่เสนอมา หรือตามขั้นตอนที่ได้รับการแก้ไขจากวิศวกรผู้ออกแบบ หรือวิศวกรผู้ควบคุมงาน และผู้รับจ้างเห็นชอบด้วยแล้วก็ตาม ความรับผิดชอบและค่าเสียหายต่าง ๆ ในงานเสาเข็มยังคงเป็นของผู้รับจ้างเพียงผู้เดียว และค่าเสียหายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างเป็นผู้จ่ายเพียงผู้เดียว

ในกรณีที่ผลทดสอบในข้อ 13 ให้ค่าต่ำกว่ากำหนด ผู้รับจ้างจะต้องหามาตรการที่สามารถประกันได้ว่าเสาเข็มที่ทำไปจะสามารถรับน้ำหนักปลอดภัยได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนด โดยมีส่วนปลอดภัยไม่น้อยกว่า 2.5 เช่นทำ Grouting ที่ปลายเสาเข็ม หรือยึดความยาวของเสาเข็มหรือวิธีอื่นใดที่เหมาะสม

11. วิธีการทำเสาเข็มเจาะทั่วไป

ในกรณีที่มิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ให้ถือปฏิบัติตามนี้

11.1 การลงปลอกเหล็ก ผู้รับจ้างจะต้องลงปลอกเหล็กตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ และระหว่างลงปลอกเหล็กจะต้องตรวจสอบความดิ่ง โดยใช้กล้อง Theodolite หรือระดับน้ำ โดยให้ถือค่าผิดพลาดที่ยอมให้ในข้อ 3 เป็นเกณฑ์

11.2 หลังจากกดปลอกเหล็กอยู่ในตำแหน่งเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการเจาะดินภายในปลอกเหล็กออก โดยใช้เครื่องเจาะซึ่งติดตั้งบนรถเครน หัวเจาะอาจใช้ Fight Auger หรือ Bucket Type ตามสภาพความเหมาะสม ในช่วงบนของเสาเข็มผู้รับจ้างอาจทำการเจาะแบบ Dry Process ก็ได้ แต่การเจาะโดยวิธี Dry Process นี้สำหรับบริเวณภาคกลางไม่ควรเจาะเกินระดับ 20.00 เมตร หรือพ้นชั้น Stiff Clay เพราะจะมีน้ำทะลักเข้ามาเมื่อเจาะถึงขึ้นนี้แล้ว จะต้องทำการเติม Bentonite Slurry ให้อยู่ไม่ต่ำกว่า 2 เมตรจากปากหลุม และใช้หัวเจาะแบบ Bucket Type และเมื่อเจาะได้ความลึกเพิ่มขึ้นให้เติม Slurry เพิ่มขึ้นตามความลึก จนได้ระดับที่กำหนดตามแบบ ก่อนที่จะชักก้านเจาะ (Kelly Bar) ขึ้น จากนั้นให้ทำความสะอาดก้นหลุม (Cleaning) ด้วย Cleanout Bucket อีกครั้งหนึ่ง ทั้งนี้ Bucket จะต้องเป็นแบบ One – way Flap Gate เพื่อไม่ให้ดินใน Bucket ร่วงลงไปในรูเจาะเสาเข็มได้

11.3 หลังจากชัก Kelly Bar ขึ้นมาแล้ว ให้ผู้รับจ้างทำการตรวจสอบรูเจาะ ซึ่งมี Bentonite Slurry อยู่เต็มอีกครั้งหนึ่งด้วยลูกดิ่ง เพื่อหาความลึกที่แน่นอน และตรวจสอบการพังทลายของรูเจาะโดยใช้เครื่องมือ หรือวิธีการใด ๆ ที่เหมาะสม การตรวจสอบให้ตรวจสอบไม่น้อยกว่า 4 จุด หากผลการตรวจสอบพบว่ามีการพังทลายของรูเจาะ ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดอีกครั้งหนึ่งด้วย Bucket จนแน่ใจว่ากันหลุมได้ระดับและสะอาด ในกรณีที่มีตะกอนมากเกินว่าที่จะยอมให้ได้ ผู้รับจ้างจะต้องขจัดตะกอนด้วยวิธีที่เหมาะสม เช่นใช้วิธี Air Lift ความหนาของตะกอนที่ยอมให้มีได้ วิศวกรผู้ออกแบบหรือวิศวกรผู้ควบคุมงานจะกำหนดให้เป็นกรณี ๆ ไป ขึ้นอยู่กับชนิดของตะกอน

11.4 หลังจากตรวจสอบรูเจาะเรียบร้อยแล้ว จึงให้ทำการหย่อนโครงเหล็กเสริมตัวเสาเข็มตามแบบ และลง Tremie Pipe สำหรับเทคอนกรีต ระหว่างลง Tremie Pipe ให้วัดความยาวของ Tremic Pipe ด้วยว่ายาวเท่าใด เพื่อเป็นการตรวจสอบความลึกของรูเจาะอีกครั้งหนึ่ง เมื่อลง Tremic Pipe เสร็จแล้วให้ตรวจข้างรูเจาะด้วย โดยอาจใช้ลูกดิ่งวัดอย่างน้อย 4 จุด หรืออาจจะใช้วิธีการเลื่อน Tremic Pipe ไปรอบ ๆ รูเจาะก็ได้ ส่วนจะใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับสภาพความเหมาะสมในระหว่างปฏิบัติงาน หากผลการตรวจสอบพบว่ามีการพังทลายเกิดขึ้นจะต้องชักโครงเหล็กขึ้น และทำความสะอาด และลงโครงเหล็กใหม่แล้วจึงตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง

11.5 เมื่อตรวจสอบก้นรูเจาะเรียบร้อยแล้ว จึงทำการเทคอนกรีตผ่าน Tremie Pipe ซึ่งมี Plug อยู่ในท่อลอยอยู่เหนือ Slurry (Plug อาจใช้ลูกบอลยาง โฟมหรือสารชนิดอื่น ๆ ที่วิศวกรผู้ควบคุมงานเห็นชอบ) คอนกรีตเมื่อเทเข้าไปใน Tremie Pipe จะดัน Plug และ Bentonite Slurry ออกทางปลายท่อ ซึ่งจะดันตะกอนที่อาจตกอยู่ก้นหลุมให้ลอยตัวขึ้นมา และคอนกรีตจะตกลงก้นหลุมแทนที่ และปลาย Tremie Pipe ก็จะฝังอยู่ในคอนกรีตตลอดเวลา เมื่อเทคอนกรีตเพิ่มขึ้น ผู้รับจ้างจะทำการตัด Tremie Pipe ให้สั้นลง ให้สัมพันธ์กับปริมาณคอนกรีตที่เพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ดี ปลาย Tremie Pipe จะต้องฝังอยู่ในคอนกรีตอย่างน้อย 2 เมตร ตลอดเวลาจนกว่าการเทเสาเข็มแต่ละต้นจะเสร็จสิ้น แต่ในขณะตัดต่อ Tremie Pipe ปลายท่อจะต้องจมอยู่ในเนื้อคอนกรีตประมาณ 3 – 5 เมตร และการเทคอนกรีตแต่ละต้นจะต้องเทต่อเนื่องกันจะหยุดไม่ได้

11.6 ก่อนลงมือเทคอนกรีตเสาเข็มแต่ละต้น ผู้รับจ้างต้องทำการคำนวณปริมาณของคอนกรีตสำหรับเสาเข็มแต่ละขนาด และเขียนออกมาเป็นกร๊าฟ หรือตารางเปรียบเทียบความสูงของคอนกรีตที่เทลงไปในรูเจาะกับปริมาณที่คำนวณได้ เสนอวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อน และในระหว่างการเทคอนกรีตจะต้องตรวจสอบปริมาตรคอนกรีตที่เทลงไปจริง และวัดความสูงของคอนกรีตในรูเจาะเป็นระยะ ๆ เพื่อนำมาเขียนกร๊าฟ หรือตารางเปรียบเทียบที่คำนวณไว้ และจากการตรวจสอบนี้ จะทำให้สามารถคำนวณเส้นผ่าศูนย์กลางจริงของเสาเข็มได้เป็นระยะ ๆ การวัดตรวจสอบดังกล่าวนี้จะวัดตรวจสอบดังกล่าวนี้ จะวัดตรวจสอบกี่ครั้งในเสาเข็มแต่ละต้น แต่ละขนาด ให้ผู้รับจ้างหารือกับวิศวกรผู้ควบคุมงานในระหว่างทำงานตามสภาพความเหมาะสม

11.7 ในระหว่างที่เทคอนกรีตลงไปในรูเจาะ Bentonite Slurry ในรูจะล้นออกมา ผู้รับจ้างจะต้องทำการสูบน้ำไปทำความสะอาดตามกรรมวิธีที่เหมาะสมถูกต้องตามหลักวิชาการ ซึ่งวิศวกรผู้ควบคุมงานเห็นชอบ แล้วจึงนำไปเก็บไว้ในที่เก็บ เพื่อทำการตรวจสอบคุณสมบัติก่อนที่จะนำไปใช้กับเสาเข็มต้นอื่น ๆ

11.8 เมื่อเทคอนกรีตจนได้ระดับที่ต้องการแล้ว จึงทำการถอนปลอกเหล็กขึ้น เสาเข็มที่เจาะใหม่จะต้องห่างจากต้นที่เพิ่งทำเสร็จแล้วอย่างน้อย 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็มต้นที่ใหญ่กว่า หากเว้นระยะน้อยกว่านั้นจะต้องทิ้งระยะเวลาให้ห่างกันไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง

11.9 ในระหว่างการทำงาน หากผู้รับจ้างเห็นว่าควรจะมีการเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มเติมวิธีการใด ๆ เพื่อให้งานมีคุณภาพดีขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องเสนอต่อวิศวกรผู้ออกแบบ หรือวิศวกรผู้ควบคุมงานเพื่อเห็นชอบก่อนทุกครั้ง

11.10 ในกรณีที่ผู้รับจ้างเจาะเสาเข็มจนถึงระดับที่ต้องการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องเทคอนกรีตเสาเข็มต้นนั้น ๆ ให้เสร็จสิ้นภายในวันนั้น จะทิ้งไว้ข้ามวันไม่ได้เป็นอันขาด ผู้รับจ้างจะ

สามารถทิ้งเสาเข็มที่เจาะไว้ข้ามวันไว้ได้ในกรณีเดียวคือ ยังเจาะไม่ถึงระดับและสามารถพิสูจน์ได้ว่ารูเจาะที่ค้างไว้ไม่เกิดการพังทลาย

11.11 สิ่งกีดขวางในการทำเสาเข็มเจาะ

ถ้าพบสิ่งกีดขวางในขณะทำเสาเข็มเจาะ เช่น ฐานรากเดิม หรือเสาเข็มเดิม ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้วิศวกรผู้ควบคุมงานทราบทันที และร่วมปรึกษาหาวิธีแก้ไขปัญหาต่าง ๆ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการแก้ไขทั้งสิ้นแต่ผู้เดียว

11.12 การทดสอบการบรรทุกน้ำหนักของเสาเข็ม

ผู้รับจ้างทำเสาเข็มต้องดำเนินการทดสอบเสาเข็มขนาด 1.50 เมตร ยาวประมาณ 60.00 เมตร จำนวน 1 ต้น ณ สถานที่ก่อสร้างตามตำแหน่งที่ได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบ พร้อมทั้งส่งรายงานผลการทดสอบเสาเข็มนั้นจำนวน 5 ชุด ต่อผู้ว่าจ้าง

12. วิธีการทดสอบการบรรทุกน้ำหนักของเสาเข็ม

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดการทดสอบเสาเข็มเพื่อให้วิศวกรผู้ออกแบบอนุมัติ 14 วันก่อนการเจาะทำเสาเข็มและเสาเข็มสมอ (Anchor Piles) รายละเอียดต้องประกอบด้วย Shop Drawing ของเสาเข็มทดสอบและเสาเข็มสมอ รายละเอียด Test Beams และ Cross Beams วิธีการ Jack วิธีการวัดค่าการทรุดตัวและอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เสาเข็มทดสอบจะต้องใช้คอนกรีตที่มีกำลังอัดของแท่งทรงกระบอกมาตรฐานไม่น้อยกว่า 25 เมกกาปาสกาล (280 กก./ซม.^{2}) เสาเข็มสมอจะต้องมีจำนวนและเหล็กเสริมเพียงพอที่จะรับแรงสูงสุดที่ใช้ในการทดสอบ โดยที่ผู้รับจ้างจะต้องทำรายการคำนวณ เสนอต่อวิศวกรผู้ออกแบบและได้รับการอนุมัติก่อนทำการทดสอบ

การทดสอบให้กระทำเป็น 3 ชุด

<u>ชุดแรก</u> ให้บรรทุกน้ำหนักถึงค่าน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยที่คำนวณไว้แล้ว ลดลงเหลือศูนย์

<u>ชุดที่สอง</u> ให้บรรทุกน้ำหนักใหม่จากศูนย์จนถึง 2 เท่าของน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยแล้วลดลงเหลือศูนย์

<u>ชุดที่สาม</u> ให้บรรทุกน้ำหนักจากศูนย์จนถึง 3 เท่าของน้ำหนักบรรทุกปลอดภัย แล้วลดลงเหลือศูนย์หรือประลัยก่อนแล้วแต่กรณี

ขั้นตอนการทดสอบให้ปฏิบัติดังนี้

12.1 <u>ชุดแรก</u>

(1) ให้เพิ่มน้ำหนักทดสอบเท่ากับค่าน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยที่คำนวณออกแบบไว้ โดยให้เพิ่มน้ำหนักเป็นขั้น ๆ ดังนี้ 25%, 50%, 75%, 100%

(2) ในการเพิ่มน้ำหนักแต่ละขั้น กระทำได้ต่อเมื่ออัตราการทรุดตัวน้อยกว่า 0.25 มม. ต่อชั่วโมง แต่ไม่มากกว่า 2 ชั่วโมง

(3) บันทึกค่าการทรุดตัวหลังจากเพิ่มน้ำหนักแล้วทันที และเมื่อเวลาผ่านไป 1, 2, 4, 8, 15, 30, 60, 90, 120 และทุก ๆ 120 นาที ให้ละเอียดถึง 0.01 มม.

(4) ที่น้ำหนัก 100% ต้องรักษาน้ำหนักทดสอบไว้ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง กรณีที่อัตราการทรุดตัวน้อยกว่า 0.25 มม. ต่อชั่วโมง ให้รักษาน้ำหนักทดสอบไว้ไม่น้อยกว่า 12 ชม.

(5) ให้ลดน้ำหนักทดสอบทุก ๆ ชั่วโมงและเป็นขั้น ๆ ดังนี้ 75%, 50%, 25%, 0%

(6) บันทึกค่าการคืนตัว (Rebound) ของเสาเข็มในข้อ (5) ที่ 1, 2, 4, 8, 15, 30, 45 และ 60 นาที ที่น้ำหนัก 0% ให้บันทึกต่อไปทุก ๆ ชั่วโมงจนกระทั่งค่าของการคืนตัวคงที่

12.2 <u>ชุดที่สอง</u>

(1) ให้เพิ่มน้ำหนักทดสอบให้เป็นจำนวน 2 เท่า ของค่าน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยที่ออกแบบไว้โดยให้เพิ่มน้ำหนักเป็นขั้น ๆ ดังนี้ 25%, 50%, 75%, 100%, 125%, 150%, 175%, 200%

(2) การเพิ่มน้ำหนักแต่ละขั้นกระทำได้ต่อเมื่ออัตราการทรุดตัวน้อยกว่า 0.25 มม. ต่อชั่วโมง แต่ไม่มากกว่า 2 ชั่วโมง

(3) บันทึกค่าการทรุดตัวหลังจากเพิ่มน้ำหนักแล้วทันที และเมื่อเวลาผ่านไป 1, 2, 4, 8, 15, 30, 60, 90, 120 นาที และทุก ๆ 120 นาที ให้ละเอียด 0.01 มม.

(4) ที่น้ำหนัก 200% ต้องรักษาน้ำหนักทดสอบไว้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง กรณีที่อัตราการทรุดตัวน้อยกว่า 0.25 มม. ต่อชั่วโมง ให้รักษาน้ำหนักทดสอบไว้ไม่น้อยกว่า 12 ชม.

(5) ให้ลดน้ำหนักทดสอบทุก ๆ ชั่วโมง และเป็นขั้น ๆ ดังนี้ 175%, 150%, 125%, 100%, 75%, 50%, 25% และ 0%

(6) บันทึกค่าคืนตัว (Rebound) ของเสาเข็มในข้อ (5) ที่ 1, 2, 4, 8, 15, 30, 45 และ 60 นาที ที่น้ำหนัก 0% ให้บันทึกต่อไปทุก ๆ ชั่วโมง จนกระทั่งค่าของการคืนตัวคงที่

12.3 <u>ชุดที่สาม</u>

(1) ให้เพิ่มน้ำหนักทดสอบให้เป็นจำนวน 3 เท่าของค่าน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยที่ออกแบบไว้โดยให้เพิ่มน้ำหนักเป็นขั้น ๆ ดังนี้ 25%, 50%, 75%, 100%, 125%, 150%, 175%, 200%, 225%, 250%, 275%, 300% ในข้อ (1) นี้ วิศวกรผู้ออกแบบหรือวิศวกรผู้ควบคุมงานอาจสั่งให้ลดน้ำหนักทดสอบ เมื่อเห็นว่าใกล้จุดประลัยแล้วก็ได้ โดยให้ลดเป็นขั้น ๆ ตามข้อ (5)

(2) การเพิ่มน้ำหนักแต่ละขั้นกระทำได้ต่อเมื่ออัตราการทรุดตัวน้อยกว่า 0.25 มม. ต่อชั่วโมง แต่ไม่มากกว่า 2 ชั่วโมง

(3) บันทึกค่าการทรุดตัวหลังจากเพิ่มน้ำหนักแล้วทันที และเมื่อเวลาผ่านไป 1, 2, 4, 8, 15, 30, 60, 90, 120 นาที และทุก ๆ 120 นาที ให้ละเอียดถึง 0.01 มม.

(4) ที่น้ำหนัก 300% ต้องรักษาน้ำหนักทดสอบไว้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง กรณีที่อัตราการทรุดตัวน้อยกว่า 0.25 มม. ต่อชั่วโมง ให้รักษาน้ำหนักทดสอบไว้ไม่น้อยกว่า 12 ชม.

(5) ให้ลดน้ำหนักทดสอบทุก ๆ ชั่วโมง และเป็นขั้น ๆ ดังนี้ 250%, 200%, 150%, 100%, 50%, 0%

(6) บันทึกค่าคืนตัว (Rebound) ของเสาเข็มในข้อ (5) ที่ 1, 2, 4, 8, 15, 30, 45 และ 60 นาที ที่น้ำหนัก 0% ให้บันทึกต่อไปทุก ๆ ชั่วโมง จนกระทั่งค่าของการคืนตัวคงที่

(7) การทดสอบซ้ำ ถ้าหากว่าผลการทดสอบไม่เป็นที่พอใจ และผู้ว่าจ้างต้องการให้ทำซ้ำ (โดยใช้เสาเข็ม Test และ Anchor Pile ชุดเดิม) ทางผู้รับจ้างจะต้องทำให้โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่ม

12.4 ในกรณีเกิดการ Fail ของเสาเข็ม โดยสังเกตจากค่าการทรุดตัว อัตราการทรุดตัวหรืออื่น ๆ โดยที่ไม่ได้เกิดจากสาเหตุในข้อ 15 ผู้ทดสอบจะต้องทำการกดเสาเข็มต่อไปจนกระทั่งค่าการทรุดตัวเท่ากับ 15% ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็ม (ยกเว้นกรณีที่มีเหตุผลสนับสนุนว่าจะทำให้เกิดอันตรายได้) โดยที่ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมการไว้ล่วงหน้าในกรณีนี้

12.5 ในกรณีที่เกิดความผิดพลาดตามข้อ 13.4 และ 15 หรืออื่น ๆ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้วิศวกรผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบทราบโดยทันที

12.6 หลังจากสิ้นสุดการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอกร๊าฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุก และการทรุดตัวต่อวิศวกรผู้ออกแบบโดยทันที เพื่อขออนุมัติก่อนการรื้อถอนอุปกรณ์การทดสอบ

13. การรายงาน

หลังจากที่การทดสอบการบรรทุกน้ำหนักได้เสร็จสิ้นแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานผลการทดสอบเสาเข็มนั้นต่อผู้ว่าจ้าง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

13.1 รายละเอียดของเสาเข็ม

13.2 ตารางแสดงค่าน้ำหนักบรรทุก และการทรุดตัวที่อ่านได้ในระหว่างการบรรทุกและการลดน้ำหนักที่กระทำบนเสาเข็ม

13.3 กร๊าฟแสดงผลการทดลองในรูปของเวลา – น้ำหนักบรรทุก – การทรุดตัว

13.4 รายงานผลการทดสอบเสาเข็มจะต้องได้รับการลงนามรับรองโดยวิศวกรของผู้รับจ้าง

13.5 การคำนวณค่า Ultimate Load Capacity โดยวิธี Chin's Method

13.6 การคำนวณค่า Friction และ End Bearing Load จากผลทดสอบโดยวิธีที่เป็นที่ยอมรับได้

14. การยกเลิกการทดสอบเสาเข็ม

ในกรณีที่การทดสอบเสาเข็มจำเป็นต้องหยุดชะงักด้วยเหตุผลดังนี้

14.1 แม่แรงหรือมาตรวัดชำรุด หรือ

14.2 การยึดกับเสาเข็มสมอไม่เพียงพอ หรือไม่มั่นคงพอ หรือเหล็กเสริมในเสาเข็มสมอถึงจุดคลากก่อนที่ควรจะเป็น หรือ

14.3 หัวเสาเข็มร้าว หรือชำรุด หรือ

14.4 การตั้งระดับพื้นฐานไม่ถูกต้อง หรือมีการกระทบกระเทือนต่อระดับและมาตรวัด หรือ

14.5 คานโก่งตัวมากเกินไป หรือเสาเข็มสมอลอยตัว

ให้ยกเลิกการทดสอบและผลการทดสอบนั้น ๆ เสีย และดำเนินการทดสอบการบรรทุกน้ำหนักอีกชุดหนึ่งตามคำแนะนำของวิศวกรผู้ควบคุมงาน โดยผู้รับจ้างจะต้องออกค่าใช้จ่ายในการนี้เองทั้งสิ้น

15. ความประลัยของเสาเข็ม

เสาเข็มจะถือว่าประลัยเมื่อเกิดกรณีใดกรณีหนึ่งดังต่อไปนี้

15.1 ส่วนหนึ่งส่วนใดของเสาเข็มโก่ง แตก หรือบิดเบี้ยวจากรูปเดิม หรือแนว หรือตำแหน่งเดิม

15.2 ระยะทรุดตัวสูงสุดที่เสาเข็มเกิน 12 มม. เมื่อรับน้ำหนัก 2 เท่าของน้ำหนักบรรทุกใช้งานเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือระยะทรุดตัวหลังจากการคืนตัว (Permanent Settlement) เมื่อลดน้ำหนักบรรทุกออกหมดแล้วมีค่าเกิน 6 มม.

16. ความสามารถในการรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม

หากไม่ระบุเป็นอย่างอื่น ให้คิดค่าน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยที่ยอมให้ของเสาเข็มทดสอบ ตามเกณฑ์ต่อไปนี้

16.1 ร้อยละ 40 ของน้ำหนักบรรทุกที่ทำให้เกิดการทรุดตัวเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยที่น้ำหนักบรรทุกไม่เปลี่ยนแปลง หรือ ณ จุดที่น้ำหนักบรรทุกทดสอบค่อย ๆ ลดลง หรืออยู่คงที่ในขณะที่เสาเข็มทรุดตัวในอัตราสม่ำเสมอ

16.2 ร้อยละ 40 ของน้ำหนักบรรทุก ณ จุดที่การทรุดตัวทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.25 มม. ต่อตัน (1000 กิโลกรัม) ของน้ำหนักบรรทุกที่กระทำอยู่

16.3 ร้อยละ 40 ของน้ำหนักบรรทุกที่จุดตัดกันระหว่างเส้นสัมผัสสองเส้น ซึ่งลากจากส่วนที่เป็นเส้นตรงของกร๊าฟระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะทรุดตัว ทั้งนี้แล้วแต่ว่าค่าไหนละน้อยกว่ากัน

17. AS BUILT DRAWING

เมื่องานเสาเข็มแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ As Built Drawing แสดงตำแหน่งจริงของเสาเข็ม พร้อมทั้งรายละเอียดอื่นที่จำเป็น ส่งให้แก่ผู้ว่าจ้างก่อนการส่งงานงวดสุดท้าย

18. ความปลอดภัย

หลังจากเทคอนกรีตเสาเข็มเสร็จแต่ละต้น หรือในกรณีที่เจาะดินทิ้งไว้โดยไม่มีผู้ดูแล ผู้รับจ้างจะต้องใช้แผ่นเหล็กปิดรูเจาะทุกรู หรือใช้กรงเหล็กครอบไว้ หรือวิธีอื่นใดที่เหมาะสมเพื่อป้องกันมิให้คนตกลงไปได้ นอกจากนั้นจะต้องมีอุปกรณ์ให้ความปลอดภัย เช่น กระเช้า กว้าน และอื่น ๆ เพื่อป้องกันอันตรายและช่วยเหลือคนงานในกรณีฉุกเฉินหรือเกิดอุบัติเหตุ

19. เอกสารอ้างอิง

19.1 ACI 336.1 – 89, “Standard Specification for the Construction of Drilled Piers”, American Concrete Institute.

19.2 ACI 336.3R – 72 “Suggested Design and Construction Procedures for Pier Foundations”, American Concrete Institute.

19.3 ASTM – D 1143, “Standard Test Method for Piles Under Static Axial Compression Load”, American Society for Testing and Materials : Standards in Building Codes.

หมวด 7 งานถนน

1. การขุดดินเพื่อการสร้างถนน

ผู้รับจ้างจะต้องทำการขุดดินแต่งพื้นในเขตถนน เพื่อให้ได้แนวทางและระดับตามกำหนดในแบบ และทำการเคลื่อนย้ายวัสดุต่าง ๆ ที่ไม่พึงประสงค์จากบริเวณก่อสร้าง โดยจะต้องดำเนินการตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 วัสดุต่าง ๆ ที่ขุดออกและอยู่ในเกณฑ์ที่จะใช้ในงานต่อไปได้ ให้นำไปกองไว้ ณ ที่ ๆ กำหนดให้หรือบริเวณที่จะทำการถมดิน

1.2 การขุดดินจะต้องให้ได้รูปร่างตามรูปตัดและได้แนวทางตามกำหนดในแบบถนน

1.3 ในระหว่างการดำเนินงานการขุดดินพื้นชั้นล่าง (Sub grade) ของถนน ต้องตกแต่งลาดให้อยู่ในลักษณะที่ระบายน้ำได้ตลอดเวลา หรืออาจขุดเป็นรางน้ำหรือร่องน้ำก็ได้

1.4 การขุดดินจะต้องอยู่ในเขตซึ่งกำหนดในแบบ ห้ามขุดเกินกว่าที่กำหนด นอกจากจะได้รับอนุญาตจากวิศวกรและการตกแต่งลาดต้องดำเนินการให้ได้รูปร่างตามรูปตัด

1.5 เมื่อขุดดินถึงระดับที่กำหนดให้ในแบบแล้ว ปรากฏว่าดินชั้น ๆ ไม่เหมาะสมหรือไม่มีเสถียรภาพเพียงพอที่จะเป็นพื้นชั้นล่าง (Sub grade) ของถนน ให้ขุดออกไม่น้อยกว่า 50 ซม. แล้วนำวัสดุที่เหมาะสมมาใส่แทน

1.6 เมื่อขุดดินถึงระดับที่กำหนดให้แล้ว จึงจะดำเนินการตกแต่งและสร้างพื้นชั้นล่างของถนนต่อไปได้

2. การถมดินเพื่อสร้างถนน

ผู้รับจ้างจะต้องทำการถมดิน ซึ่งใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติตามกำหนด บดอัดแน่นให้ได้ระดับแนวทางที่กำหนดไว้ในแบบ โดยดำเนินการดังต่อไปนี้

2.1 ในบริเวณที่ทำการถมดิน จะต้องได้รับการตรวจสอบจากวิศวกรเสียก่อนว่าได้ทำการตระเตรียมไว้อย่างเรียบร้อยแล้วหรือไม่ในเรื่องการปรับพื้น

2.2 ในกรณีที่จะทำการถมบนถนนเดิม จะต้องขุดผิวถนนเดิมนั้นออกย่อยเป็นก้อนเล็กเพื่อให้มีการยึดเหนี่ยวระหว่างวัสดุเดิมและวัสดุใหม่

2.3 วัสดุที่ใช้ถมจะต้องเป็นวัสดุที่เหมาะสมจากบริเวณที่ก่อสร้าง หรือจากบริเวณอื่นที่ได้รับการอนุมัติจากวิศวกร ตามหลักเกณฑ์เปอร์เซ็นต์มากที่สุดของวัสดุผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ได้ 20 เปอร์เซ็นต์ และวัสดุต้องปราศจากวัชพืช เศษขยะ หิน อิฐ กรวด หรือสารเคมีเจือปน

2.4 การถมดินจะต้องเกลี่ยเป็นชั้น ๆ ให้กว้างเต็มบริเวณที่จะทำการถม และชั้นหนาไม่เกิน 15 ซม. (ความหนาหลวมตัวก่อนบดอัด) นอกจากในกรณีที่ถมในคลองเดิมให้ถมเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นหนาเพียงให้พยุงเครื่องมือที่ใช้บดอัดได้ และบดอัดแน่นตามเกณฑ์ที่

กำกหนดทีละชั้น แล้วจึงเกลี่ยใส่วัสดุและบดอัดชั้นต่อ ๆ ไปได้ ทั้งนี้วิศวกรอาจจะอนุญาตให้ทำการถมบดอัดดินแต่ละชั้นหนากว่ากำหนดดังกล่าวได้ หากผู้รับจ้างใช้เครื่องบดอัดที่มี Compactive Effort สูงกว่าปกติ โดยให้วินิจฉัยด้วยการทดสอบเป็นหลักการ

2.5 การถมดินแต่ละชั้น จะต้องแต่งลาดให้อยู่ในลักษณะที่จะระบายน้ำได้ตลอดเวลา

2.6 แต่ละชั้นของดินถมจะต้องบดอัดให้มีความแน่น และควบคุมความชุ่มชื้นให้สม่ำเสมอกันด้วยเครื่องมือกลที่วิศวกรเห็นว่าเหมาะสมกับประเภทของดินนั้น ๆ ในระหว่างการบดอัดดิน จะต้องมีความชื้นใกล้เคียงกับผลทดลองการบดอัดดินในห้องปฏิบัติการทดลอง ดินถมแต่ละชั้นต้องบดอัดให้แน่นได้ความแน่นของดินในสนามไม่น้อยกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ตามมาตรฐานหรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

2.7 ในบริเวณซึ่งรถบดไม่สามารถเข้าทำการบดอัดได้ ให้ถมดินบดอัดด้วยเครื่องกระทุ้งเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นหนาไม่เกิน 10 ซม. (ความหนาหลวมตัวก่อนบดอัด) และจะต้องบดอัดให้ได้ความแน่นสัมพัทธ์ของดินในสนามไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในข้อ 2.6

2.8 ในการถมดิน และบดอัด ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในข้อเสียหายต่าง ๆ อันเกิดจากการใช้เครื่องมือในการขนย้าย เกลี่ยใส่วัตถุและเครื่องมือบดอัด ต่อทรัพย์สินต่าง ๆ ในบริเวณที่ทำการกอสร้าง และบริเวณใกล้เคียง

2.9 เมื่อถมดินพื้นชั้นล่างของถนน (Sub grade) จะต้องตกแต่งให้ได้รูปร่างลักษณะโค้งลาดตามที่กำหนดในแบบ ยอมให้มีการคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 1 ซม.

2.10 ในการทดสอบ ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดเตรียมแรงงาน อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ และอื่น ๆ ที่ใช้ในการทดสอบความแน่นสัมพัทธ์ 1 จุดต่อพื้นที่ 300 ตารางเมตร หรือ 1 จุดต่อระยะ 50 เมตร ตามความยาวของถนน โดยถือจำนวนจุดซึ่งจะต้องทดสอบที่ให้ค่ามากกว่าเป็นเกณฑ์การบดอัดแต่ละชั้น ถ้าผลการทดสอบไม่ได้ความแน่นสัมพัทธ์ตามที่กำหนดไว้ ผู้รับจ้างจะต้องทำการบดอัดจนกระทั่งได้ความแน่นสัมพัทธ์ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบ หรือตามข้อกำหนดนี้

3. การสร้างชั้นพื้นฐานของถนน

ผู้รับจ้างจะต้องสร้างชั้นพื้นฐาน (Base Course) และชั้นรองพื้นฐาน (Sub base Course) ของถนนคอนกรีต ที่จอดรถ ถนนแอสฟัลต์ผสมร้อน คันหิน และอื่น ๆ ตามที่กำหนดในแบบบนพื้นชั้นล่างของถนน (Sub grade) ที่ได้เตรียมไว้แล้ว โดยดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1 ก่อนที่จะลงมือทำการสร้างชั้นรองพื้นฐานของถนนพื้นชั้นล่างที่ได้เตรียมไว้แล้ว จะต้องได้รับการตรวจว่าอยู่ในสภาพเรียบร้อย โดยได้บดอัดแน่นด้วยวัสดุที่กำหนดให้ได้ระดับแนวทางตามกำหนดในแบบ และรายการมาตรฐานว่าด้วยงานดิน และได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรก่อน

3.2 วัสดุที่ใช้เป็นชั้นพื้นฐานและรองพื้นฐานของถนน จะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ คือ

3.2.1 ปราศจากอินทรีย์วัตถุ เช่น ใบไม้ รากไม้ หญ้า ขยะ และสิ่งปฏิกูลอื่น

3.2.2 จะต้องเป็นวัสดุธรรมชาติ หรือวัสดุผสมที่ส่วนคละของขนาดเมล็ดดังนี้ คือ

ขนาดตะแกรงร่อน	% ของขนาดเมล็ดที่ผ่านตะแกรงขนาดต่าง ๆ			
	A	B	C	D
2”	100	100	-	-
1”	-	75 – 95	100	100
3/8”	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
No. 4	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
No. 10	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
No. 40	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 40
No. 200	2 - 8	5 - 20	5 - 15	5 – 20

3.2.3 จะต้องมีจุดเหลวตัว (Liquid Limit) ไม่เกิน 25% ดัชนีของความเหนียว (Plasticity Index) ไม่เกิน 6%

3.2.4 จะต้องมีค่าความต้านทานรับน้ำหนัก โดยมีค่า CBR ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ

3.3 วัสดุที่ได้รับอนุญาตให้ใช้เป็นชั้นพื้นฐาน และรองพื้นฐานของถนนจะต้องนำมาเทบนพื้นชั้นล่าง ซึ่งเตรียมไว้แล้วเกลี่ยเป็นชั้น ๆ ตามความหนาที่แสดงไว้ในแบบ การเกลี่ยต้องเกลี่ยเป็นแนวและเป็นชั้นสม่ำเสมอกัน แต่ละชั้นต้องหนาไม่เกิน 15 ซม. และบดอัดให้แน่นตามกำหนดทีละชั้นให้เรียบร้อยก่อน จึงเกลี่ยวัสดุและบดอัดชั้นต่อ ๆ ไปตามลำดับ

3.4 ให้บดอัดชั้นพื้นฐาน และรองพื้นฐานของถนนซึ่งเกลี่ยใส่ไว้เรียบร้อย และบดอัดแต่ละชั้นด้วยเครื่องมือกลที่เหมาะสม และได้รับความเห็นชอบจากวิศวกร ถ้าใช้รถบดจะต้องวิ่งด้วยอัตราไม่เกิน 10 ก.ม. ต่อชั่วโมง ในระหว่างการบดอัดจะต้องมีความชื้นถูกต้องตามที่กำหนดให้จากผลการทดลองการบดอัดดิน ด้วยวิธีการมาตรฐานในห้องปฏิบัติการทดลอง ดินชั้นพื้นฐานและรองพื้นฐานของถนนแต่ละชั้นต้องบดอัดแน่นให้มีความแน่นสัมพัทธ์ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ

3.5 ในบริเวณซึ่งรถบดไม่สามารถเข้าบดอัดได้ ให้เกลี่ยใส่วัสดุชั้นพื้นฐาน และรองพื้นของถนนและบดอัดเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นหนาไม่เกิน 10 ซม. และจะต้องได้ความแน่นสัมพัทธ์ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ

3.6 ในระหว่างการเกลี่ยใส่วัสดุ และบดอัดชั้นรองพื้นฐานของถนนแต่ละชั้นดังกล่าวแล้ว อาจมีอุปสรรคเกิดขึ้นและทำให้งานชะงักเป็นการชั่วคราว ผู้รับจ้างจะต้องแต่งดินเป็นลาด เพื่อจัดเตรียมไว้ให้สะดวกต่อการระบายน้ำอยู่ตลอดเวลา

3.7 ผิวหน้าของพื้นฐานของถนน จะต้องได้รับการตกแต่งให้มีรูปลักษณะตามที่ปรากฏในแบบ ด้วยรถบดล้อเรียบ (Smooth – Steel Roller) ขนาด 8 – 10 ตัน ในแนวยาวของถนน ผิวหน้าต้องได้ระดับลาดโค้งตามที่กำหนดตลอด โดยอนุโลมให้ผิดได้ไม่เกิน 1 ซม.

3.8 ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมการสร้างชั้นพื้นฐานของถนนให้แล้วเสร็จเป็นการล่วงหน้า มีความยาวพอควรก่อนที่จะสร้างผิวถนน ซึ่งวิศวกรอาจสั่งให้หยุดงานได้ถ้าเห็นว่าผู้รับจ้างมิได้เตรียมการไว้เป็นการล่วงหน้าดังกล่าวแล้ว

3.9 ในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดเตรียมแรงงาน อุปกรณ์เครื่องใช้และอื่น ๆ ที่ใช้ในการทดสอบที่วิศวกรเห็นว่าจำเป็น และการทดสอบความแน่นสัมพัทธ์ 1 จุด ต่อ 300 ตารางเมตร หรือ 1 จุดต่อระยะ 50 เมตร ของความยาวถนน โดยถือจำนวนจุดซึ่งจะต้องทดสอบที่ให้ค่ามากกว่าเป็นเกณฑ์ของการบดอัดแต่ละชั้น ถ้าผลการทดสอบไม่ได้ความแน่นสัมพัทธ์ตามที่กำหนดไว้ ผู้รับจ้างจะต้องทำการบดอัดจนกระทั่งได้ความแน่นสัมพัทธ์ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบ

3.10 Prime Coat สำหรับพื้นฐานถนนแอสฟัลต์ เมื่อทำการบดอัดและตรวจสอบความแน่น ความเรียบร้อย ความสม่ำเสมอ และระดับลาดโค้ง ได้ตามแบบแล้วต้องทำความสะอาดโดยการกวาด หรือวิธีอื่นที่เหมาะสม ถ้าหากวิศวกรเห็นเป็นความจำเป็นอาจจะให้พรมน้ำบาง ๆ บนผิวหน้าก่อนที่จะทำการพ่นยางได้ การพ่นยางให้ใช้ Medium Curing Cut Back Asphalt Type MC – 1 อัตราระหว่าง 0.50 ถึง 1.5 ลิตรต่อตารางเมตร และที่อุณหภูมิระหว่าง 135 $^{\circ}$F ถึง 160 $^{\circ}$F (57 $^{\circ}$C ถึง 71°C) หรือวิศวกรอาจเปลี่ยนแปลงเกรดของยางตามความหยาบของผิวพื้นบนพื้นฐานที่สะอาด ด้วยเครื่องพ่นที่เหมาะสม โดยสม่ำเสมอ ภายใต้ความดันที่ต้องการ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือที่จำเป็นในการวัดอุณหภูมิของยางทั้งในเตาและในรถต้มยาง การหาอัตราของยางที่ใช้เครื่องพ่นจะต้องผ่านการเห็นชอบของวิศวกรเสียก่อน หลังจากการพ่นยางครั้งแรกแล้วหากปรากฏว่าปริมาณยางที่พ่นมายังมีข้อผิดพลาด จะต้องแก้ไขเครื่องพ่นยางให้เรียบร้อยเสียก่อน จึงดำเนินการต่อไปได้ ถ้าไม่มีทางสำรองสำหรับการจราจรให้ลาดยางทีละครึ่งของความกว้างของถนนตามที่วิศวกรกำหนดให้ เมื่อพ่นยางแล้วจะต้องทิ้งไว้ให้ยางบ่มตัวไม่น้อยกว่ากำหนดของประเภทยางนั้น หรือจนกว่าจะแห้ง และในระหว่างบ่มต้องคอยระวังรักษาตลอดแนวที่พ่นยางไว้ห้ามรถผ่านด้วย ในกรณีที่จำเป็นให้รถผ่านให้ใช้ทรายสะอาดลาดทับหน้าก่อน

4. การสร้างผิวถนนคอนกรีต และลานจอดรถ

ผิวถนน หมายถึง ส่วนที่ถัดจากชั้นรองพื้นฐานขึ้นมาของถนนคอนกรีต ลานจอดรถ และคันหิน

4.1 วัสดุ

คอนกรีตและเหล็กเสริมจะต้องเป็นไปตามหมวดงานคอนกรีต และหมวดเหล็กเสริม การก่อสร้างงานคอนกรีตเสริมเหล็ก กำลังต้านทานแรงอัดคอนกรีตจะต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ

4.2 การก่อสร้าง

4.2.1 ชั้นรองพื้นฐานซึ่งมีความหนา การบดอัด และคุณภาพวัสดุถูกต้องตามแบบและข้อกำหนดนี้ โดยมีความลาด ความโค้ง ระดับถูกต้องตามแบบ ถ้าทิ้งไว้นานหรือฝนตก หรือเปิดให้รถวิ่งผ่านจะต้องแต่งและบดอัดก่อนเทคอนกรีตให้เรียบได้ระดับตามแบบอีกครั้ง

4.2.2 Formwork ให้ใช้ Formwork ทำด้วยเหล็กหรือ แบบไม้ที่หนาไม่น้อยกว่า 1/4" และได้รับการเสริมให้แข็งแรง ไม่คดงอ ก่อนนำเข้าที่จะต้องขูดผิวหน้าแบบให้สะอาดทาน้ำมันแล้วยึดตรึงเข้าที่ มิให้ขยับเขยื่อนได้ง่าย ระดับผิวบนของแบบจะผิดได้ไม่เกิน 0.5 ซม. ในระยะ 10 เมตร ส่วนแนวด้านข้างจะคดงอได้ไม่เกิน 1 ซม. ใน 6 เมตร

4.2.3 การเสริมเหล็ก เหล็กเสริมจะต้องได้ขนาดและระยะตามปรากฏในแบบ แผงเหล็กเสริมจะต้องผูกแน่น มีเหล็กหรือก้อนคอนกรีตหนุนไว้ให้ถูกระดับที่กำหนดไว้ในแบบ เหล็กเส้นริมสุดจะห่างจากขอบคอนกรีตหรือรอยต่อได้ไม่เกิน 7.5 ซม. และปลายทั้งสองข้างจากขอบคอนกรีตหรือรอยต่อได้ไม่เกิน 5 ซม.

4.2.4 เหล็กเดือยระหว่างแผ่น (Dowel Bars หรือ Tie Bars) จะต้องยึดให้มั่นคงมิให้เคลื่อนที่ได้ ในขณะเทคอนกรีตมีระดับแนวและตำแหน่งถูกต้องตามกำหนดในแบบ ถ้าหากว่าในแบบระบุให้ทาแอสฟัลต์หรือวัสดุอย่างอื่นที่ป้องกันมิให้คอนกรีตจับผิวเหล็ก ก็ต้องทาให้ทั่วอย่างบางที่สุด เหล็ก Tie Bars ที่เชื่อมระหว่างแผง เมื่อเทคอนกรีตแล้วห้ามถอดออกโดยเด็ดขาด

4.2.5 ก่อนการเทคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้วิศวกรทราบล่วงหน้าเสียก่อน เพื่อที่จะได้ตรวจ Formwork เหล็กเสริมและเครื่องอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการเทคอนกรีต ว่าอยู่ในสภาพเรียบร้อยและสามารถใช้งานได้ดี การเทคอนกรีตควรเทให้เสร็จแผงหนึ่ง ๆ ภายใน 15 นาที การเกลี่ยการกระทุ้งแต่งผิวหน้าคอนกรีต ให้กระทำด้วยเครื่องมือกลและวิศวกรอาจจะให้ใช้บรรทัดไม้หรือเหล็กซึ่งมีเครื่องสั่นสะเทือนจังหวะไม่น้อยกว่า 3,000 ครั้งต่อนาที ในการปาดหน้าคอนกรีตก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของงาน

4.2.6 การแต่งผิวหน้าคอนกรีต เมื่อเทคอนกรีตได้ระดับแล้ว จะต้องแต่งให้เรียบร้อยอีกครั้ง เพื่อปาดเอาปูนทรายที่ติดผิวหน้าคอนกรีตออก และลบรอยคลื่นที่เกิดจากการเทคอนกรีตด้วย และเมื่อคอนกรีตเริ่มแข็งตัวแล้ว จะต้องใช้ไม้กวาด (Broom) กวาดผิวคอนกรีต ไม้กวาดนี้ต้องเป็นที่วิศวกรเห็นชอบให้ใช้ แล้วการกวาดให้กวาดจากริมหนึ่งไปยังอีกริมหนึ่ง ในแนวตั้งฉากกับศูนย์กลางของถนน การกวาดแต่ละครั้งให้กวาดทับแนวรอยกวาดครั้งก่อนส่วนหนึ่งด้วย และจะต้องระมัดระวังมิให้รอยกวาดลึกกว่า 1/4 ซม. เพียงแต่ให้ผิวหยาบเท่านั้น ผิวคอนกรีตเมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องไม่มีรูหรือโพรงขรุขระเป็นหลุมหรือเป็นก้อน หรือมีกรวดหินหยาบโผล่อยู่ที่ผิว

4.2.7 การบ่มคอนกรีต คอนกรีตเมื่อได้รับการแต่งผิวหน้าเรียบร้อยแล้ว 24 ชม. จะต้องได้รับการบ่มเพื่อให้มีความแข็งแรงเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 7 วัน ด้วยวิธีการอย่างหนึ่งอย่างใดต่อไปนี้

- ใช้กระสอบคลุมสลับกันเป็นสองชั้น โดยให้เหลื่อมกันอย่างน้อย 15 ซม. แล้วรดน้ำให้ชุ่มอยู่ตลอดเวลา
- ใช้ดินเหนียวกั้นเป็นขอบโดยรอบ แล้วใช้น้ำแช่งขังให้เต็มผิวหน้าคอนกรีต
- ใช้ทรายเทคลุมผิวหน้าคอนกรีต แล้วรดน้ำให้ชุ่มอยู่ตลอดเวลา
- ใช้น้ำยาบ่มคอนกรีตตามกรรมวิธีที่ผู้ผลิตกำหนดไว้ แต่จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรเสียก่อน

4.2.8 การถอดแบบ แบบจะถอดได้เมื่อเทคอนกรีตเรียบร้อยแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชม. และได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรเสียก่อน การถอดแบบจะต้องทำด้วยความระมัดระวังมิให้ส่วนหนึ่งส่วนใดของคอนกรีตชำรุดเสียหาย ถ้าหากว่าการถอดแบบทำให้เกิดการเสียหายขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขให้ดีเหมือนเดิม ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกร

4.2.9 รอยต่อต่าง ๆ ต้องสร้างให้ได้รูปลักษณะ การเสริมเหล็ก Dowel Bars และ Tie Bars ถูกต้องตามแบบ การยาแนวต้องทำด้วยความประณีต ใช้วัสดุตามที่กำหนดไว้ในแบบ โดยจะต้องดำเนินการ

- รอยต่อจะต้องทำให้แห้ง ปราศจากฝุ่นละออง สิ่งสกปรกและน้ำมันเสียก่อน
- ในการยาแนว อาจจะต้องทารองพื้นด้วย โดยใช้วัสดุที่เหมาะสมกับวัสดุที่ใช้ยาแล้ว ตามกำหนดในแบบ และดำเนินการตามกรรมวิธีของผู้ผลิต
- วัสดุที่ใช้ยาแนวจะต้องต้มด้วยเครื่องต้มที่เหมาะสม สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตามกรรมวิธีที่ผู้ผลิตกำหนดไว้
- อุณหภูมิของวัสดุยาแนวที่เทรอยต่อจะต้องอยู่ในระหว่าง 338 – 374 $^{\circ}$F หรือตามวิธีการใช้วัสดุนั้น ๆ

- การตัดแนวรอยต่อด้วยเครื่องตัด (Joint Cutter) ให้ตัดเมื่อคอนกรีตมีอายุไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง

5. คาวมต้องการอื่น ๆ

5.1 ความหนาของพื้นถนนคอนกรีตที่หล่อเรียบร้อยแล้ว จะมีความหนาน้อยกว่าในแบบได้ไม่เกิน 0.5 ซม. แต่เมื่อถัวเฉลี่ยกันแล้วจาก 10 จุด จะต้องหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ

5.2 การเปิดการจราจร การเปิดการจราจรของถนนคอนกรีต จะต้องเปิดหลังจากหล่อพื้นถนนเสร็จแล้วเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 21 วัน ยกเว้นในกรณีพิเศษ ซึ่งจะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรเสียก่อน

5.3 ในกรณีที่ถนนคอนกรีตถูกสร้างอยู่ในที่แคบ หรือในบริเวณที่ไม่มีทางเหลือให้เดินได้ ผู้รับจ้างจะต้องปูแผ่นไม้เป็นทางเดินชั่วคราวให้บุคคลเดินได้สะดวก เพื่อป้องกันมิให้คอนกรีตที่ยังไม่ได้อายุได้รับความกระทบกระเทือน

5.4 การเชื่อมต่อกับถนนเดิม เมื่อผู้รับจ้างสร้างพื้นถนนคอนกรีตเสร็จแล้วจะต้องดำเนินการปรับพื้นถนนใหม่กับถนนเดิม ให้กลมกลืนกันโดยให้แอสฟัลต์ผสมรวมเสริมบนถนนเดิมบริเวณต่อเชื่อม ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกร

6. การสร้างผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ผสมร้อน

6.1 วัสดุที่ใช้ในการสร้างผิวจราจรประกอบด้วย หินย่อย (Crushed Stone) และวัสดุแอสฟัลต์ (Bituminous Material) มีลักษณะขนาดและคุณภาพกำหนดไว้ดังนี้

6.1.1 หินย่อย ประกอบด้วยส่วนหยาบที่ค้างตะแกรงเบอร์ 4 และส่วนละเอียดที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 คละกันอยู่ในสัดส่วนที่พอเหมาะ

6.1.2 หินย่อยส่วนหยาบจะต้องสะอาด เหนียว ผิวหน้าขรุขระ ทนทาน และไม่มีชิ้นส่วนที่แบนยาว และผุมากเกินควร และเปอร์เซ็นต์ความสึกหรอ (Percentage of wear) เมื่อทดลองด้วยวิธี Los Angeles Abrasion Test แล้วจะต้องไม่เกิน 40

6.1.3 หินย่อยส่วนหยาบจะต้องเป็นหินที่ได้จากการย่อยหินใหญ่ (Crushed Stone) หากจะใช้กรวดจะต้องเป็นกรวดย่อย (Crushed Gravel) หรืออื่นใดที่ทำการทดลองให้ใช้ได้แล้ว

6.1.4 หินย่อยส่วนที่ละเอียดต้องเป็นหินฝุ่น (Lime Stone Dust) หรือปูนซีเมนต์หรือปูนขาว (Hydrated Lime) ในกรณีที่ไม่สามารถหาหินส่วนละเอียดได้ จะใช้ทรายก็ได้ แต่ต้องทำการทดลองให้ใช้ได้แล้ว

6.1.5 วัสดุแอสฟัลต์ (Bituminous Material) ให้ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ (AC) 80 – 100 Penetration และแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่จะใช้ จะต้องได้มาจากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม มีเนื้อสม่ำเสมอไม่มีน้ำเจือปน และไม่เป็นฟอง เมื่อได้รับความร้อนถึง 350 °F และต้องมีคุณสมบัติดังนี้

	Min	Max
Penetration	80	100
Flash Point Cleave land Open Cut, °F	450	-
Ductility at 77 °F 5 cm		
Per minute, cm	100	-
Loss on heating, 325 °F, 5 hrs, %	-	1.0
Solubility in Carbon Tetrachloride %	99.5	-

6.2 ส่วนผสมผิวทางนี้ประกอบด้วยหินย่อยตามขนาด และชนิดของผิวและอัตราส่วนผสมของแอสฟัลต์ ดังต่อไปนี้

ขนาดตะแกรงร่อน	% ผ่านตะแกรง	
	Dense Grade	Coarse Grade
3/4"	100	100
1/2"	80 – 100	75 - 100
3/8”	70 – 90	60 – 85
4	50 – 70	35 – 55
8	35 – 50	20 – 35
30	18 – 29	10 – 22
50	13 – 23	6 – 16
100	8 – 16	4 – 12
200	4 – 10	2 – 8
จำนวนแอสฟัลต์เป็น % โดยน้ำหนัก	3.5 – 7.0	3.0 – 6.5

โดยชั้น Leveling Course ให้ใช้ Coarse Grade และชั้น Wearing Course ให้ใช้ Dense Grade.

6.3 วิธีการผสม การผสม Bitumen Macadam นี้ ใช้วิธีผสมแอสฟัลต์กับหินแล้ว จึงนำไปลาดบนพื้นทางที่ Prime ไว้แล้ว การผสมให้ใช้ Hot – Mixed Plant.

6.4 อุณหภูมิของวัสดุในการผสม

อุณหภูมิของวัสดุที่ใช้ในการผสมให้เป็นดังนี้ คือ

แอสฟัลต์ซีเมนต์ 300 $^{\circ}$F $\pm$ 15 $^{\circ}$F

อุณหภูมิของหินย่อย 325 $^{\circ}$F $\pm$ 15 $^{\circ}$F

6.5 คุณสมบัติของแอสฟัลต์ ผสมหลังจากผสมเสร็จแล้ว ต้องมีคุณสมบัติดังนี้ คือ เมื่อทดสอบด้วยวิธีการของมาแชลล์ที่อุณหภูมิ 140°F และอัดด้วย Rammer มาตรฐานข้างละ 75 ครั้ง จะต้องมีค่า Stability ไม่ต่ำกว่า 750 ปอนด์ ค่า Flow อยู่ระหว่าง (8 – 16) $\times$ 10^{-2} นิ้ว Void in Total Mixer 3 – 5% มีค่า Aggregate void Filled 75 – 85%

6.6 การทดสอบเพื่อให้ส่วนผสมมีคุณภาพดี และใช้ปริมาณแอสฟัลต์ได้ถูกต้อง วิศวกรจะให้ผู้รับจ้างส่งวัสดุต่าง ๆ ไปทำการทดสอบเสียก่อนที่จะอนุญาตให้ใช้งานได้

6.7 การก่อสร้าง

6.7.1 สภาพอากาศ การจะลาดแอสฟัลต์ผสมร้อน จะต้องลาดในขณะที่ผิวพื้นฐานที่ทำ Prime Coat ไว้แล้ว และอยู่ในสภาพเรียบร้อย แห้งสนิท อากาศจะต้องแจ่มใสไม่มีฝนตก หรือมีหมอก

6.7.2 รถบรรทุก รถสำหรับบรรทุกแอสฟัลต์ผสมร้อน จะต้องมั่นคง สะอาด และผิวภายในกะบะเป็นโลหะเรียบ และผิวภายในกะบะต้องพ่นบาง ๆ ด้วยน้ำสบู่หรือน้ำมันโซล่า เพื่อป้องกันแอสฟัลต์ผสมร้อนติดกับพื้นรถกะบะแต่ละคัน เมื่อบรรทุกแอสฟัลต์ผสมร้อนต้องคลุมด้วยผ้าใบกันการสูญเสียความร้อน หรือถูกน้ำฝน รถทุกคันจะต้องสามารถรักษาอุณหภูมิของแอสฟัลต์ผสมตามที่ต้องการขณะใช้งานได้

6.7.3 เครื่องปูและเครื่องแต่ง เครื่องมือสำหรับปูลาด และแต่งจะต้องขับเคลื่อนด้วยตัวเองได้ สามารถปูลาดและแต่งให้ได้ระดับความหนา ความลาด ความโค้ง และความกว้างตามที่ต้องการได้ และต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรก่อน

6.7.4 การปูลาดและการแต่ง เมื่อได้ขนแอสฟัลต์ผสมร้อนมาถึงสถานที่ก่อสร้าง แล้วให้ปูลาดด้วยเครื่อง Spreader และ Finisher ปรับให้ได้ระดับ ความหนา ความลาด ความโค้ง ตามรูปตัดในแบบในสถานที่ที่ไม่สามารถใช้เครื่อง Spreader and Finisher ได้ ให้ใช้คนสาดเกลี่ยปรับแต่งระดับความหนา ความลาด ความโค้ง ตามรูปตัดในแบบ

6.7.5 การบดอัด ให้กระทำเป็น 2 ชั้น คือ Leveling Course และ Wearing Course หลังจากเครื่องปูได้ลงวัสดุเป็นผิวทางแล้ว ให้ทำการบดอัดครั้งแรกด้วยรถบดล้อเรียบที่มีน้ำหนัก 8 – 10 ตัน อุณหภูมิของแอสฟัลต์ผสมร้อนขณะที่เริ่มทำการบดอัดนี้ จะต้องไม่ต่ำกว่า 250 $^{\circ}$F หลังจากนั้นให้บดอัดตามด้วยรถบดอัด

ยางขนาด 10 – 12 ตัน อุณหภูมิขณะบดอัดด้วยรถบดล้อยางนี้ต้องอยู่ระหว่าง 170 °F ± 15 °F เมื่อรถบดล้อยางได้บดอัดจนได้ที่แล้ว ให้ใช้รถบดล้อเรียบบดอัดเป็นครั้งสุดท้าย เพื่อลบรอยล้อของรถบดล้อยางอีกครั้งหนึ่ง อุณหภูมิขณะทำการบดอัดครั้งสุดท้ายควรอยู่ระหว่าง 140 °F ± 15 °F การบดอัดทุกขั้นตอนให้กระทำจากริม เลื่อนเข้าหาศูนย์กลางและให้รถบดวิ่งทับแนวเดิมประมาณครึ่งหนึ่ง

6.7.6 ความแน่นของแอสฟัลต์ผสมร้อน หลังจากการบดอัดแล้วจะต้องไม่น้อยกว่า 98% ของ Marshall Density ของตัวอย่างที่ได้จาก Plant

6.7.7 การตรวจสอบการบดอัด เมื่อบดอัดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการทดสอบความแน่นของแอสฟัลต์ผสมร้อนให้ได้ตามที่กำหนด ถ้าหากความแน่นไม่ได้ตามที่กำหนด ให้แก้ไขจนกว่าจะได้ตามกำหนด ถ้าหากไม่สามารถจะทำให้แน่นตามกำหนดได้ ให้รื้อออกทำใหม่

งานทางเท้า

7. วัสดุ

7.1 วัสดุรองพื้นทางเท้าจะต้องเป็นทราย หรือหินฝุ่น หรือ Porous Materials อื่น ๆ โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใหญ่ที่สุด ไม่เกิน 1 ซม. และได้รับการอนุมัติจากวิศวกร

7.2 คอนกรีต จะต้องมีกำลังต้านทานแรงอัดคอนกรีตตามที่ระบุในแบบ วัสดุส่วนผสมคอนกรีตและการก่อสร้างจะต้องเป็นไปตาม หมวดที่ 4 คอนกรีต

7.3 เหล็กเสริม จะต้องเป็นไปตาม หมวดที่ 3 เหล็กเสริมคอนกรีต

7.4 วัสดุแผ่นปูทางเท้า จะต้องเป็นไปตามที่ระบุในแบบสถาปัตยกรรม

8. การก่อสร้าง

8.1 ผู้รับจ้างจะต้องขุดดิน ถมดิน และปรับแต่งพื้นในเขตทางเท้าให้ได้ระดับ ทางลาดรูปตัดและความแน่น ตามที่กำหนดในแบบ และในข้อกำหนด งานขุดและงานถม วัสดุที่ไม่เหมาะสมหรือไม่มีเสถียรภาพเพียงพอที่จะใช้เป็นพื้นชั้นล่าง (Sub grade) ของทางเท้าจะต้องขุดออกและนำวัสดุที่เหมาะสมมาใส่แทน

8.2 วัสดุรองพื้นทางเท้า จะต้องมีความหนาและได้รับการบดอัดให้ได้ความแน่นตามที่ระบุในแบบ

8.3 ผู้รับจ้างจะต้องทำการหล่อแผ่นพื้นคอนกรีต โดยการหล่อกับที่บนชั้นรองพื้นทางเท้าพร้อมด้วยรอยต่อ และรอยต่อแยกระหว่างแผ่นพื้นตามที่กำหนดในแบบ

8.4 ในกรณีที่แบบสถาปัตยกรรมระบุไว้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุปูพื้นเหนือแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามที่ระบุ

งานท่อระบายน้ำและบ่อพัก ค.ส.ล.

9. ขอบเขต

งานท่อระบายน้ำและบ่อพัก ประกอบด้วย วัสดุใช้งาน การขุดดิน การวางท่อ ต่อท่อบ่อพัก ตลอดจนการทำความสะอาดท่อและบ่อพัก

ท่อระบายน้ำ หมายถึง ท่อระบายน้ำคอนกรีตข้างถนน และท่อระบายน้ำคอนกรีตตลอดผ่านถนน

บ่อพัก หมายถึง บ่อพัก ค.ส.ล. ของท่อระบายน้ำข้างถนน

10. วัสดุ

10.1 ท่อคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีมาตรฐานตามกำหนดไว้ในแบบ แบบปากลิ้นราง ซึ่งผลิตจากโรงงานที่มีมาตรฐานการผลิต ท่อทุกชนิดต้องผลิตโดยเครื่องจักร ซึ่งทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งชื่อผู้ผลิตให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติ ท่อคอนกรีตจะต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายในตามที่กำหนดไว้ มีความยาวท่อนละ 1.0 ม. ความหนาและปริมาณเหล็กเสริมในท่อให้เป็นไปตามมาตรฐานของ มอก. และต้องเป็นท่อที่สามารถต้านแรงกดโดยวิธี Three Edge Bearing Test ได้ตามเกณฑ์กำหนด ดังต่อไปนี้

ท่อระบายน้ำคอนกรีตข้างถนน

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน (เมตร)	แรงกดต่ำสุด (กก./ม.) ที่ทำให้เกิดรอยแตกร้าว 0.025 ซม.
0.30	3,000
0.40	4,000
0.50	5,000
0.60	6,000
0.80	8,000
1.00	10,000
1.20	12,000

ในกรณีที่วิศวกรไม่แน่ใจว่า ท่อที่นำมาใช้นั้น มีคุณสมบัติตามเกณฑ์กำหนดหรือไม่ วิศวกรมีสิทธิที่จะเลือกท่อท่อนใดก็ได้ในสนาม โดยวิธีสุ่มตัวอย่าง 1 ท่อน ในจำนวน 100 ท่อน เพื่อนำไปทำการทดสอบ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

10.2 บ่อพัก ค.ส.ล. (MANHOLE) หล่อกับที่หรือหล่อสำเร็จตามแบบก่อสร้าง

11. การขุดดิน/วางท่อ/บ่อพัก

ให้ผู้รับจ้างขุดดินตรงที่จะวางท่อให้มีความลึก และความกว้างตามที่ระบุไว้ในแบบ หรือตามที่วิศวกรกำหนดให้ ห้ามผู้รับจ้างขุดร่องดินเป็นระยะยาวทิ้งไว้ไม่เกิน 7 วัน โดยมิได้ทำการก่อสร้างแต่อย่างใด หากกรณีขุดร่องดินลึกเกิน 2 ม. ผู้รับจ้างต้องทำการค้ำยันร่องดินให้มั่นคงเพื่อป้องกันดินพัง ทั้งนี้ให้ผู้รับจ้างเสนอแบบแสดงวิธีการค้ำยันมาให้วิศวกรตรวจสอบ และอนุมัติก่อนและผู้รับจ้างจะลงมือขุดร่องดินก็ต่อเมื่อวิศวกรได้อนุมัติแล้ว และถ้าเกิดการเสียหาย เช่น ค้ำยันไม่แข็งแรงพอ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบเอง การเตรียมพื้นฐานรองรับท่อ ให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ เมื่อขุดถึงระดับตามแบบแล้ว ให้ทำการกระทุ้งบดอัดพื้นให้แน่น แต่ถ้าพื้นเป็นดินเลนหรือโคลน จะต้องขุดทิ้งแล้วใส่ทรายรองพื้นท่อให้ได้ระดับตามแบบ

<u>การยาแนวให้ใช้ปูนทรายยาแนวภายนอก ตามขนาดดังนี้</u>

ท่อเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 ถึง 0.50 ให้ยาแนวขนาด 0.10 × 0.05 ม.

ท่อเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.60 ถึง 0.80 ให้ยาแนวขนาด 0.15 × 0.10 ม.

ท่อเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.00 ถึง 1.20 ให้ยาแนวขนาด 0.20 × 0.10 ม.

สำหรับท่อเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.80 ถึง 1.20 ม. ต้องยาแนวด้านในและปาดให้เรียบร้อยด้วย

เมื่อแต่งพื้นฐานและวางท่อลงไปตามที่กำหนดไว้ในแบบแล้ว ให้ถมทรายเป็นชั้น ๆ ฉีดน้ำและกระทุ้งให้แน่น สูงกว่าผิวท่อด้านบนไม่น้อยกว่า 20 ซม. จากนั้นให้ถมดินหรือทรายแล้วแต่กรณีตามที่กำหนดในแบบเป็นชั้น ๆ ชั้นหนึ่งไม่เกิน 20 ซม. แต่ละชั้นให้บดทับด้วย MECHANICAL TAMPERS หรือ VIBRATOR COMPACTORS ให้ทำการก่อสร้างบ่อพัก ค.ส.ล. ตามที่กำหนดในแบบ เหล็ก และคอนกรีตที่ทำนมาใช้ให้เป็นไปตามข้อกำหนดงานเทหล่อคอนกรีตโครงสร้าง การก่อสร้างทำเช่นเดียวกับการก่อสร้างท่อระบายน้ำ ตรงด้านหน้าให้สร้างช่องรับน้ำจากถนนลงบ่อพักตามแบบ ในกรณีที่มีท่อน้ำทิ้งจากอาคารมาลงบ่อพักด้านหลัง ผู้รับจ้างจะต้องเจาะช่องให้มีขนาดพอเหมาะกับท่อที่มาต่อเชื่อมงานบ่อพัก ค.ส.ล. นี้ ผู้รับจ้างอาจหล่อกับที่หรือหล่อสำเร็จมาใช้ก็ได้ ผิวของบ่อพักทั้งภายในและภายนอกไม่ต้องฉาบปูน

12. การทำความสะอาดท่อระบายน้ำและบ่อพัก

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการอุดตันของท่อระบายน้ำและบ่อพัก ถ้ามีการอุดตันให้ทำการแก้ไขและทำความสะอาดภายในท่อระบายน้ำและบ่อพัก ให้การระบายน้ำเป็นไปโดยสะดวกในขณะทำการก่อสร้างจนกระทั่งตรวจรับงาน

ข้อกำหนดทั่วไป

เนื่องจากบริเวณที่ทำการก่อสร้างมีระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ เช่น สายโทรศัพท์ใต้ดิน, ท่อประปา เป็นต้น ฝังอยู่ใต้ดิน ดังนั้น ผู้รับจ้างจะต้องติดต่อกับส่วนราชการที่เกี่ยวข้องในการขออนุญาตเคลื่อนย้ายระบบต่าง ๆ ชั่วคราว หรือถาวรถ้าจำเป็น และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขออนุญาตการเคลื่อนย้าย การดำเนินการให้ระบบต่าง ๆ ใช้ได้ดีเช่นเดิม เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นต่อประชาชน และความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นต่อวัตถุต่าง ๆ เช่น รถยนต์ที่สัญจรไปมา ฯลฯ ในระหว่างการก่อสร้างค่าเสียหายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น