# หมวดที่ 2.2 รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมโครงสร้าง

โครงการก่อสร้างอาคารพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เพื่อสร้างเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน

ส่วนพัฒนากายภาพ สำนักงานอธิการบดี

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

**“เอกสารเล่มนี้ถือเป็นส่วนหนึ่งของสัญญาก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด”**

จัดทำโดย

บริษัท ไลฟ์ อิมเมจ จำกัด

***สารบัญ*** ***หน้า***


| | | |
|---|---|---|
| หมวดที่ 1 | งานรื้อถอนอาคาร | 3 |
| หมวดที่ 2 | งานดินและปรับปรุงบริเวณ | 4 |
| หมวดที่ 3 | งานเตรียมฐานราก | 9 |
| หมวดที่ 4 | งานแบบหล่อและค้ำยัน | 11 |
| หมวดที่ 5 | งานเหล็กเสริมคอนกรีต | 16 |
| หมวดที่ 6 | งานคอนกรีต | 22 |
| หมวดที่ 7 | งานโลหะและเหล็กรูปพรรณ | 31 |
| หมวดที่ 8 | งานคอนกรีตอัดแรง | 35 |
| หมวดที่ 9 | งานเสาเข็มเจาะ | 40 |

## หมวด 1 งานรื้อถอนอาคาร

1. **ขอบเขตของงาน**

ก. ผู้รับจ้างต้องศึกษารายละเอียดโครงสร้างของอาคารที่จะรื้อถอนรวมทั้งสภาพแวดล้อมด้วยความรอบคอบ และต้องควบคุมการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามขั้นตอน วิธีการ และมีความปลอดภัยในการรื้อถอนอาคารตามที่ได้รับอนุญาตถ้าปฏิบัติไม่ถูกต้องตามขั้นตอน วิธีการ หรืออาจก่อให้เกิดภยันตรายต่อสุขภาพ ชีวิต ร่างกาย หรือทรัพย์สิน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้องหรือให้มีความปลอดภัย

ข. ก่อนการรื้อถอนอาคารส่วนใดส่วนหนึ่ง ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบและหาวิธีการป้องกันสิ่งบริการสาธารณะ เช่น ไฟฟ้า โทรศัพท์ ประปาหรือท่อก๊าซ เป็นต้น และส่วนต่าง ๆ ของอาคารที่อาจตกหล่น เพื่อมิให้เกิดภยันตรายต่อสุขภาพ ชีวิต ร่างกาย หรือทรัพย์สินในขณะที่รื้อถอนอาคารส่วนนั้น

ค. ในระหว่างการรื้อถอนอาคาร ผู้รับจ้างต้องติดตั้งป้ายเตือนอันตราย และต้องแสดงขอบเขตการรื้อถอนอาคารพร้อมด้วยไฟสัญญาณสีแดงกระพริบเตือนอันตรายจำนวนพอสมควรไว้รอบบริเวณที่จะรื้อถอน เพื่อเตือนไม่ให้บุคคลซึ่งไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเข้าไปในบริเวณนั้น และต้องจัดให้มีพนักงานสำหรับห้ามบุคคลซึ่งไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเข้าไปในบริเวณดังกล่าว รวมทั้งดูแลความเรียบร้อยของป้ายเตือนอันตรายและไฟสัญญาณด้วย
การรื้อถอนอาคาร ผู้รับจ้างจะกระทำได้เฉพาะในเวลาระหว่างพระอาทิตย์ขึ้นถึงพระอาทิตย์ตก ถ้าจะกระทำในเวลาระหว่างพระอาทิตย์ตกถึงพระอาทิตย์ขึ้นต้องได้รับอนุญาตเป็นหนังสือจากเจ้าพนักงานท้องถิ่นและต้องจัดให้มีแสงสว่างเพียงพอด้วย

ง. การรื้อถอนอาคารที่ใกล้หรือติดต่อกับที่สาธารณะ อาคารอื่น หรือที่ดินต่างเจ้าของหรือผู้ครอบครองน้อยกว่า 2.00 เมตร ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการป้องกันฝุ่นละอองและเศษวัสดุร่วงหล่นที่อาจเป็นภยันตรายต่อสุขภาพ ชีวิต ร่างกายหรือทรัพย์สิน

จ. การรื้อถอนอาคารที่มีความสูงเกิน 15.00 เมตร และอยู่ห่างจากทางหรือที่สาธารณะตามแนวราบน้อยกว่า 4.50 เมตร ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีสิ่งป้องกันวัสดุที่อาจร่วงหล่นคลุมทางหรือที่สาธารณะนั้น ถ้ามีทางเดินเท้าตามแนวทางหรือที่สาธารณะ ผู้รับจ้างต้องสร้างหลังคาที่มั่นคงแข็งแรงและขนาดใหญ่เพียงพอที่จะป้องกันเศษวัสดุที่อาจร่วงหล่นเป็นภยันตรายต่อสุขภาพ ชีวิต ร่างกาย หรือทรัพย์สินตลอดแนวของอาคารที่จะรื้อถอนนั้นด้วย

ฉ. การรื้อถอนผนังอาคารด้านนอกที่สูงจากพื้นดินเกิน 8.00 เมตรและอยู่ห่างจากอาคารอื่น ทาง หรือที่สาธารณะตามแนวราบน้อยกว่าความสูงของอาคาร ผู้รับจ้างการจัดให้มีแผงรับวัสดุที่อาจร่วงหล่นจากการรื้อถอนตลอดแนวด้านนอกของผนังของอาคารด้านนั้น แผงรับวัสดุดังกล่าวต้องมีความมั่นคงแข็งแรงและขนาดใหญ่เพียงพอที่จะสามารถรองรับวัสดุที่ร่วงหล่นได้ และต้องติดตั้งให้เอียงลาดเพื่อป้องวัสดุที่ร่วงหล่นกระเด็นออกมานอกแผงหรือกองค้างอยู่ในแผงรับนั้น

ช. การขนถ่ายวัสดุที่รื้อถอนลงจากที่สูงมาสู่ที่ต่ำ ผู้รับจ้างต้องกระทำโดยใช้รางหรือสายพานเลื่อนที่มีความลาดเหมาะสมและปลอดภัยจากการตกหล่น สำหรับการขนถ่ายวัสดุโดยลิฟต์ส่งของ หรือปั้นจั่น หรือโยนหรือทิ้งเป็นต้น ผู้รับจ้างจะกระทำได้ต่อเมื่อได้จัดให้มีการป้องกันภยันตรายต่อสุขภาพ ชีวิต ร่างกาย หรือทรัพย์สินแล้ว ห้ามผู้รับจ้างกองวัสดุที่รื้อถอนไว้บนพื้นหรือส่วนของอาคารที่สูงกว่าพื้นดิน

ซ. ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกรโยธาที่เชี่ยวชาญการทำงานรื้อถอนอาคารมาประจำการ ณ ที่ทำการรื้อถอน และต้องแสดงขั้นตอน , วิธีการทำงานต่าง ๆ ให้ผู้ว่าจ้างและหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนดำเนินการ

## หมวด 2 งานดินและปรับปรุงบริเวณ

**1. ขอบเขตของงาน**

ก. ข้อกำหนดนี้ควบคุมงานดินและงานปรับปรุงบริเวณของโครงการ ซึ่งประกอบด้วย
   (1) งานปรับพื้นที่เดิมของสถานที่ก่อสร้าง
   (2) งานถมที่
   (3) งานขุดและงานถมสำหรับการก่อสร้าง
   (4) งานถนน
   (5) ทางเดินเท้า

ข. ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการตามกฎหมายและเงื่อนไขตามสัญญา เกี่ยวกับการป้องกันความเสียหาย ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นกับอสังหาริมทรัพย์ใกล้เคียงพื้นที่บริเวณที่ก่อสร้าง และต้องรับผิดชอบชดใช้ค่าเสียหาย ที่อาจเกิดขึ้นต่อระบบสาธารณูปโภค เช่น ถนน ทางระบายน้ำ สนามหญ้า ต้นไม้ใกล้เคียง อันเนื่องมาจากการดำเนินงานของผู้รับจ้าง

ค. ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการขนย้ายวัสดุที่ไม่มีประโยชน์ ออกนอกบริเวณก่อสร้าง รวมถึงสถานที่ ๆ จะทิ้งวัสดุกล่าว

**2. การปรับพื้นที่เดิมของสถานที่ก่อสร้าง**

งานปรับพื้นที่บริเวณพื้นที่ก่อสร้าง จะมีขอบเขตของพื้นที่ตามที่แสดงในแบบงานปรับพื้นที่ซึ่งรวมถึงการถางหญ้า ขุดตอ เก็บเศษหิน กากปูน ขยะ และวัชพืชอื่น ๆ ออกไปทิ้งนอกบริเวณก่อสร้าง นอกจากนั้นยังรวมถึงการรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ ๆ จะทำการก่อสร้าง เช่น อาคาร รั้ว ท่อคอนกรีต บ่อพัก ฯลฯ ซึ่งแสดงไว้ในแบบหรือไม่แสดงไว้แต่เป็นความประสงค์ของวิศวกรผู้ควบคุมงาน โดยไม่รวมงานรื้อถอนอาคาร และฐานรากเดิม

ก. การรื้อถอน
   (1) ผู้รับจ้างจะต้องทำการรื้อออก ถอน หรือย้ายออกสิ่งปลูกสร้างทุกอย่างที่อยู่เหนือดิน เช่น รั้ว และสิ่งที่อยู่ใต้ดิน เช่น ท่อระบายน้ำ และท่อพักเดิมรวมทั้งการตัดกิ่งไม้ภายในบริเวณพื้นที่ จะก่อสร้าง เว้นแต่วิศวกรผู้ควบคุมงานจะสั่งให้ปล่อยไว้ตามสภาพเดิม
   (2) หลุมหรือช่องว่างที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งที่อยู่ใต้ดินออกไป จะต้องทำการถม และบดอัดให้แน่นด้วยวัสดุถม และวิธีการที่กำหนดในข้อกำหนดนี้
   (3) ต้นไม้ยืนต้นที่อยู่บริเวณที่ ๆ จะก่อสร้างจะต้องรักษาให้คงอยู่ในสภาพเดิม นอกจากวิศวกรผู้ควบคุมงานสั่งให้ตัดทิ้ง

ข. วัสดุที่ได้จากการรื้อถอน
   (1) หากมีสิ่งก่อสร้างใด ๆ ซึ่งวิศวกรผู้ควบคุมงานพิจารณาแล้วเห็นสมควรนำไปใช้ที่อื่นได้ผู้รับจ้างจะต้องทำการรื้อถอนออกด้วยความระมัดระวัง พร้อมกับทำเครื่องหมายสำหรับนำไปประกอบหรือติดตั้งในที่ใหม่ได้โดยง่าย
   (2) สิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ซึ่งวิศวกรผู้ควบคุมงานพิจารณาแล้วว่าไม่มีประโยชน์ให้ผู้รับจ้างรื้อถอน และย้ายออกจากพื้นที่บริเวณก่อสร้างได้

**3. การถมที่**

ก. วัสดุถมที่ใช้จะต้องเป็นวัสดุที่เหมาะสม เช่น ดินหรือทรายถมที่อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือปนกันและเป็นวัสดุที่ได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน วัสดุถมที่จะต้องปราศจากวัชพืช เศษขยะ หิน อิฐ กรวด หรือสารเคมีเจือปน

ข. ในบริเวณที่ ๆ มีน้ำใต้ดินอยู่ตื้นมาก ผู้รับจ้างจะต้องทำการระบายน้ำออกเสียก่อนทำการถมที่การระบายน้ำออกอาจจะกระทำได้ โดยการขุดร่องระบายน้ำ หรือก่อสร้างบ่อพักน้ำให้น้ำไหลลงไปแล้วทำการสูบออก

ค. วิธีดำเนินการ

(1) ถ้าวัสดุถมที่เป็นดินทรายหรือดินปนทรายจะต้องทำการถมเป็นชั้น ๆ โดยแต่ละชั้นจะต้องมีความหนาไม่เกิน 30 ซม. บดอัดทุกชั้นด้วยเครื่องกระทุ้ง หรือลูกกลิ้งหรือรถบด

(2) ในการถมที่ ไม่ว่าจะถมส่วนล่างด้วยดินหรือทรายก็ตาม ผิวชั้นบนสุดจะต้องเป็นดิน ความหนาของเนื้อดินที่ผิวบนจะต้องไม่น้อยกว่า 30 ซม. และทำการปรับผิวด้วยการเกลี่ยดิน แล้วบดอัดให้แน่น (เมื่อแห้ง) ด้วยเครื่องกระทุ้ง ลูกกลิ้งหรือรถบดที่มีแรงกดไม่น้อยกว่า 3 ตัน ระดับดินเมื่อบดอัดเรียบร้อยแล้ว จะต้องสูงกว่าระดับดินที่กำหนดให้ประมาณ 5 ซม. ทุกจุด

(3) การถมที่ในบริเวณที่จะทำการก่อสร้างถนน จะต้องทำการบดอัดแน่นตามที่ระบุไว้ในหัวข้องานถนน

ง. การทดสอบ ให้ผู้รับจ้างจัดหาเครื่องมือ อุปกรณ์อื่น ๆ สำหรับทำการทดสอบความแน่นของดินของแต่ละชั้นที่ได้บดอัดเรียบร้อยแล้ว 1 จุดต่อพื้นที่ไม่เกิน 500 ตารางเมตร ตามมาตรฐานการทดสอบของ AASHTO TEST T - 147 หรือ ASTM D – 1556 เฉพาะงานถนนเท่านั้น

**4. <u>การขุดและการถมสำหรับการก่อสร้าง</u>**

ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมคนงานและเครื่องมือที่เหมาะสมกับงานขุด และงานถม สำหรับการก่อสร้างฐานรากของอาคารห้องใต้ดิน ฯลฯ ตลอดจนการสร้างค้ำยันผนังกันดิน การสูบน้ำออกจากหลุมที่ขุด การถมดินกลบหลังจากการก่อสร้างดังกล่าวแล้วเสร็จ และการนำวัสดุที่ขุดขึ้นมาซึ่งใช้ประโยชน์ต่อไปไม่ได้ออกไปทิ้งนอกสถานที่ก่อสร้าง

ก. การขุด

(1) ก่อนทำการขุด ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อนล่วงหน้าในเวลาพอสมควรเพื่อทำการตรวจสอบตำแหน่งที่จะทำการขุดให้ถูกต้อง

(2) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และจัดทำค้ำยัน นั่งร้าน ผนังกันดิน สำหรับการขุดทุกชนิดเพื่อป้องกันมิให้หลุมขุดเกิดการพังทลายขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบแสดงวิธีการค้ำยัน นั่งร้านผนังกันดิน ที่จะใช้งานให้วิศวกรผู้ควบคุมงานเห็นชอบก่อนดำเนินงาน อย่างไรก็ตามผู้รับจ้างจะยังคงรับผิดชอบในความมั่นคงแข็งแรงของค้ำยัน นั่งร้าน ผนังกันดินที่ได้ออกแบบ และเสนอมาหากมีอุบัติเหตุหรืออันตรายเกิดขึ้นกับบุคคลในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง

(3) พื้นดินบริเวณที่ติดกับโครงสร้าง ไม่ควรได้รับความกระทบกระเทือนให้เสียคุณสมบัติ ของดินเดิมนอกจากจะได้รับความยินยอมจากวิศวกรผู้ควบคุมงานเสียก่อน

(4) การสูบน้ำออกจากหลุมขุดสำหรับฐานรากหรือโครงสร้างใด ๆ จะต้องกระทำในลักษณะที่การไหลของน้ำ จะไม่เซาะขอบของคอนกรีตที่จะหล่อลงไปก่อนการเทคอนกรีตหรือในระหว่างการเทคอนกรีตก้นหลุมของโครงสร้าง จะต้องสูบน้ำออกให้แห้งมากที่สุดเท่าที่ทำได้

(5) หลังจากการขุดแต่ละงานเสร็จสิ้นลง ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งวิศวกรผู้ควบคุมงานเพื่อทำการตรวจสอบและอนุมัติ รูปร่าง ความลึกและลักษณะของดินที่ก้นหลุมเสียก่อน จึงจะดำเนินการอย่างอื่นต่อไปได้

(6) ในการขุดหลุมเพื่อการก่อสร้างฐานรากของอาคาร จะต้องระมัดระวังไม่ให้ดินก้นหลุมถูกกระทบกระเทือนมากนัก ถ้าพบว่าลักษณะดินก้นหลุมอ่อนเกินไป ให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรผู้ควบคุมงานที่สั่งให้ขุดดินอ่อนออกไป แล้วถมกลับด้วยวัสดุที่เหมาะสม จนถึงระดับที่จะก่อสร้างฐานราก โดยทำการบดอัดแน่นวัสดุที่ถมเป็นชั้น ๆ มีความหนาชั้นละ 15 ซม. ความแน่นของการบดอัดจะกำหนดโดยวิศวกรผู้ควบคุมงาน

(7) ถ้าวัสดุที่ขุดขึ้นมามีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ถมที่ หรือถมทำคันดินที่ถนนผู้รับจ้างจะต้องขนวัสดุนั้นไปกองไว้ในบริเวณที่จัดไว้ให้เรียบร้อย วัสดุที่ไม่มีประโยชน์จะต้องนำออกไปทิ้งนอกบริเวณก่อสร้าง

ข. การถม

(1) วัสดุที่ใช้ถมจะต้องเป็นดินเหนียว หรือดินร่วน หรือทราย ซึ่งสามารถทำการบดอัดแน่นได้ และจะต้องไม่มีเศษขยะ วัชพืช หรือสารเคมี

(2) ช่องว่างที่มีภายในหลุมขุด หลังจากทำการก่อสร้างฐานราก หรือโครงสร้างอื่น ๆ แล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องถมช่องว่างนั้นด้วยวัสดุตามที่กล่าวข้างต้น

(3) การถมซึ่งมิได้เป็นการถมทำฐานรับถนน ผู้รับจ้างจะต้องทำการถมด้วยวัสดุถมและบดอัดแน่นเป็นชั้น ๆ โดยแต่ละชั้นจะต้องมีความหนาไม่เกิน 25 ซม. (วัดเมื่อยังไม่ได้ทำการบดอัดแน่น) เมื่อทำการบดอัดแน่นแล้ว จะต้องมีความแน่นของดินเดิมที่อยู่ใกล้เคียง หรือที่กำหนดไว้ในแบบ

(4) การบดอัดแน่นของวัสดุถมในแต่ละชั้น จะต้องให้มีความชื้นโดยการรดน้ำให้สม่ำเสมอการบดอัดแน่นด้วยมือจะกระทำได้ ต่อเมื่อวิศวกรผู้ควบคุมงานอนุมัติให้ทำได้เท่านั้นห้ามใช้น้ำฉีดหรือวิธีการบดอัดอื่น ๆ ด้วยแรงดันของน้ำ การบดอัดใกล้ฐานรากหรือโครงสร้างต้องระวังไม่ได้แรงบดอัดมากเกินไป

(5) การถมดินรอบอาคาร จะต้องถมดินจากขอบทางเท้า หรือรางระบายน้ำรอบอาคารเอียงลาด 1 ต่อ 2 (แนวดิ่ง 1 ส่วนต่อแนวนอน 2 ส่วน) ลงสู่ระดับดินพร้อมตกแต่ง และบดอัดจนเรียบ

(6) การถมดินหลังท่อและการบดอัด

(I) สำหรับท่อที่อยู่ในผิวจราจร ให้ถมหลังท่อด้วยทรายถมที่สะอาด เป็นชั้น ๆ (ความหนาหลวมตัวก่อนบดอัด) ตามความยาวของท่อ และบดอัดด้วยเครื่องมือที่เหมาะสมให้มีความหนาแน่น (เมื่อแห้ง) จนถึงระดับที่จะทำพื้นฐาน

(II) สำหรับท่อที่อยู่ในทางเท้าหรือที่อื่น ๆ ให้ถมข้างท่อ และหลังท่อด้วยทรายถมตามมาตรฐานจนเหนือหลังท่อขึ้นมาไม่น้อยกว่า 30 ซม. หรือตามสภาพแล้วจึงถมด้วยทรายเป็นชั้น ๆ ตามความยาวของท่อบดอัดแน่นเป็นชั้น ๆ ด้วยเครื่องกระทุ้งหรือรถบด จนถึงระดับที่จะใส่พื้นฐานของทางเท้า

**5. <u>งานถนน</u>**

ก. การขุดดินเพื่อการสร้างถนน

ผู้รับจ้างจะต้องทำการขุดดินแต่งพื้นในเขตถนน เพื่อให้ได้แนวทางและระดับตามกำหนดในแบบและทำการเคลื่อนย้ายวัสดุต่าง ๆ ที่ไม่พึงประสงค์จากบริเวณก่อสร้างโดยจะต้องดำเนินการตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) วัสดุต่าง ๆ ที่ขุดออกและอยู่ในเกณฑ์ที่จะใช้งานต่อไปได้ให้นำไปกองไว้ ณ ที่ ๆ กำหนดให้หรือในบริเวณที่จะทำการถมดิน

(2) การขุดดินจะต้องให้ได้รูปร่างตามรูปตัด และได้แนวทางตามกำหนดในแบบ

(3) ในระหว่างการดำเนินการขุดดินพื้นชั้นล่าง (SUBGRADE) ของถนนต้องตกแต่งลาดให้อยู่ในลักษณะที่ระบายน้ำได้ตลอดเวลาหรืออาจขุดเป็นรางน้ำหรือร่องน้ำก็ได้

(4) การขุดดินถึงระดับที่กำหนดให้ในแบบ ห้ามขุดเกินกว่าที่กำหนด นอกจากจะได้รับอนุญาตจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน และการตกแต่งลาดต้องดำเนินการให้ได้รูปร่าง ตามรูปตัด

(5) เมื่อขุดดินถึงระดับที่กำหนดให้ในแบบแล้ว ปรากฏว่าดินชั้นนั้น ๆ ไม่เหมาะสมหรือไม่มีเสถียรภาพเพียงพอที่จะเป็นพื้นชั้นล่าง (SUBGRADE) ของถนนให้ขุดออกไม่น้อยกว่า 50 ซม. และนำวัสดุที่เหมาะสมมาใส่แทน

(6) เมื่อขุดดินถึงระดับที่กำหนดให้แล้ว จึงจะดำเนินการตกแต่ง และสร้างพื้นชั้นล่างของถนนต่อไปได้

ข. การถมดินเพื่อการก่อสร้างถนน

ผู้รับจ้างจะต้องทำการถมดินซึ่งใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติตามกำหนด บดอัดแน่นให้ได้ระดับแนวทางที่กำหนดไว้ในแบบโดยดำเนินการดังต่อไปนี้

(1) ในบริเวณที่ทำการถมดิน จะต้องได้รับการตรวจสอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงานเสียก่อนว่าได้ทำการตระเตรียมไว้อย่างเรียบร้อยแล้วหรือไม่ในเรื่องการปรับพื้น

(2) ในกรณีที่จะทำการถมบนถนนเดิม จะต้องขุดผิวถนนเดิมนั้น ออกย่อยเป็นก้อนเล็ก เพื่อให้มีการยึดเหนี่ยวระหว่างวัสดุเดิมและวัสดุใหม่

(3) วัสดุที่ใช้ถมจะต้องเป็นวัสดุที่เหมาะสมจากบริเวณที่ก่อสร้าง หรือจากบริเวณอื่นที่ได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน ตามหลักเกณฑ์เปอร์เซ็นต์มากที่สุดของวัสดุผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ได้ 20 เปอร์เซ็นต์ และวัสดุต้องปราศจากวัชพืช เศษขยะ หรือสารเคมีเจือปน

(4) การถมดินจะต้องเกลี่ยเป็นชั้น ๆ ให้กว้างเต็มบริเวณที่จะทำการถมแต่ละชั้นหนาไม่เกิน 15 ซม. (ความหนาหลวมตัวก่อนบดอัด) นอกจากในกรณีที่ถมในคลองเดิมให้ถมเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นหนาเพียงให้พยุง

เครื่องมือที่ใช้บดอัดได้ และบดอัดชั้นต่อ ๆ ไปได้ ทั้งนี้วิศวกรผู้ควบคุมงานอาจจะอนุญาตให้ทำการถมบดอัดดิน แต่ละชั้นหนากว่ากำหนดดังกล่าวได้ หากผู้รับจ้างใช้เครื่องบดอัดที่มี COMPACTIVE EFFORT สูงกว่าปกติโดยให้วินิจฉัยด้วยการทดสอบเป็นหลักการ

(5) การถมดินแต่ละชั้น จะต้องแต่งลาดให้อยู่ในลักษณะที่จะระบายน้ำได้ตลอดเวลา

(6) แต่ละชั้นของดินถมจะต้องบดอัดให้มีความแน่นและควบคุมความชุ่มชื้นให้สม่ำเสมอกันด้วย เครื่องมือกลที่วิศวกรผู้ควบคุมงานเห็นว่า เหมาะสมกับประเภทของดินนั้น ๆ ในระหว่างการบดอัดดินจะต้องมีความใกล้เคียงกับผลการทดลอง การบดอัดดินในห้องปฏิบัติการทดลองดินถมแต่ละชั้นต้องบดอัดให้แน่นได้ความแน่นของดินในสนามไม่น้อยกว่า 95% ตามมาตรฐานหรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

(7) ในบริเวณซึ่งรถบดไม่สามารถเข้าทำการบดอัดได้ ให้ถมดินบดด้วยเครื่องกระทุ้งเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นหนาไม่เกิน 10 ซม. (ความหนาหลวมตัวก่อนบดอัด) และจะต้องบดอัดให้ได้ความแน่นสัมพัทธ์ของดินในสนามไม่ต่ำกว่าที่กำหนดใน (6)

(8) ในการถมดินและบดอัด ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในข้อเสียหายต่าง ๆ อันเกิดจากการใช้เครื่องมือในการขนย้าย เกลี่ยวัตถุและเครื่องมือบดอัดต่อทรัพย์สินต่าง ๆ ในบริเวณที่ทำการก่อสร้างและบริเวณใกล้เคียง

(9) เมื่อถมดินพื้นชั้นล่างของถนน (SUBGRADE) จะต้องตกแต่งให้ได้รูปร่างลักษณะโค้งลาดตามที่กำหนดในแบบ ยอมให้มีการคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 1 ซม.

(10) ในการทดสอบ ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดเตรียมแรงงาน อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้และ อื่น ๆ ที่ใช้ในการทดสอบความแน่นสัมพัทธ์ 1 จุดต่อพื้นที่ไม่เกิน 500 ตารางเมตรหรือ 1 จุดต่อระยะไม่เกิน 50 เมตรตามความยาวของถนน โดยถือจำนวนจุดซึ่งจะต้องทดสอบที่ให้ค่ามากกว่าเป็นเกณฑ์ของการบดอัดแต่ละชั้น ถ้าผลการทดสอบไม่ได้ความแน่นสัมพัทธ์ตามที่กำหนดไว้ ผู้รับจ้างจะต้องทำการบดอัดจะกระทั่งได้ความแน่นสัมพัทธ์ ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบหรือตามข้อกำหนดนี้

ค. การสร้างชั้นพื้นฐานของถนน

ผู้รับจ้างจะต้องสร้างชั้นพื้นฐาน (BASE COURSE) ของถนนคอนกรีตและที่จอดรถ คันหินและอื่น ๆ ตามที่กำหนดในแบบบนพื้นชั้นล่างของถนน (SUBGRADE) ที่ได้เตรียมไว้แล้ว โดยดำเนินการดังต่อไปนี้

(1) ก่อนที่จะลงมือทำการสร้างชั้นพื้นฐานของถนน พื้นชั้นล่างที่ได้เตรียมไว้แล้วจะต้องได้รับการตรวจสอบว่าอยู่ในสภาพเรียบร้อยโดยได้บดอัดแน่นด้วยวัสดุที่กำหนดให้ได้ระดับแนวทางตามที่กำหนดในแบบและรายการมาตรฐานว่าด้วยงานดินและได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อน

(2) วัสดุที่ใช้เป็นชั้นพื้นฐานของถนนจะต้องมีคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ในแบบและมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

(I) ปราศจากอินทรีย์วัตถุ เช่น ใบไม้ รากไม้ หญ้า ขยะ และสิ่งปฏิกูล อื่น ๆ

(II) จะต้องเป็นวัสดุธรรมชาติ หรือวัสดุผสมที่ส่วนคละของขนาดเล็กดังนี้คือ

| ขนาดของตะแกรงร่อน | % ของขนาดเมล็ดที่ผ่านตะแกรงขนาดต่าง ๆ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D |
| 2” | 100 | 100 | - | - |
| 1” | - | - | 100 | 100 |
| 3/8” | 30 - 56 | 40 - 75 | 50 - 85 | 60 - 100 |
| 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 |

(III) จะต้องมีจุดความเหลวตัว (LIQUID LIMIT) ไม่เกิน 25% ดัชนีของความเหนียว (PLASTICITY INDEX) ไม่เกิน 6%

(IV) จะต้องมีค่าความต้านทานรับน้ำหนักโดยมีค่า CBR ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ

(3) วัสดุที่ได้รับอนุญาตให้ใช้เป็นชั้นพื้นฐาน จะต้องนำมาเทบนพื้นชั้นล่างซึ่งเตรียมไว้แล้วเกลี่ยเป็นชั้น ๆ ตามความหนาที่แสดงไว้ในแบบการเกลี่ยต้องเกลี่ยเป็นแนวและเป็นชั้นสม่ำเสมอกัน แต่ละชั้นต้องหนาไม่เกิน 15 ซม. และบดอัดให้แน่นตามกำหนดทีละชั้นให้เรียบร้อย

(4) ให้บดอัดชั้นพื้นฐานของถนน ซึ่งเกลี่ยใส่ไว้เรียบร้อยและแต่ละชั้นด้วยเครื่องมือกลที่เหมาะสมและได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน ถ้าใช้รถบดจะต้องวิ่งด้วยอัตราไม่เกิน 10 กม. ต่อชั่วโมง ในระหว่างการบดอัดจะต้องมีความชื้นถูกต้องตามที่กำหนดให้จากผลการทดลองการบดอัดดินด้วยวิธีการมาตรฐานในห้องปฏิบัติการทดลองดินชั้นพื้นฐานและรองพื้นฐานของถนนแต่ละชั้นต้องบดอัดแน่นให้มีความแน่นสัมพัทธ์ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบ

(5) ในบริเวณซึ่งรถบดไม่สามารถเข้าบดอัดได้ ให้เกลี่ยใส่วัสดุชั้นพื้นฐานถนนและบดอัดเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นหนาไม่เกิน 10 ซม. และจะต้องได้ความแน่นสัมพัทธ์ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ

(6) ในระหว่างการเกลี่ยใส่วัสดุและบดอัดชั้นพื้นฐานของถนนแต่ละชั้นดังกล่าวแล้ว อาจมีอุปสรรคเกิดขึ้นและทำให้งานชะงักเป็นการชั่วคราวผู้รับจ้างจะต้องแต่งดินเป็นแนวลาด เพื่อจัดเตรียมไว้ให้สะดวกต่อการระบายน้ำ อยู่ตลอดเวลา

(7) ผิวหน้าของพื้นฐานของถนน จะต้องได้รับการตกแต่งให้มีรูปลักษณะตามที่ปรากฏในแบบถนน ผิวหน้าจะต้องได้ระดับลาดโค้งตามที่กำหนดตลอด โดยอนุโลมให้ผิดได้ไม่เกิน 1 ซม.

(8) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมการสร้างชั้นพื้นฐานของถนนให้แล้วเสร็จเป็นการล่วงหน้า มีความยาวพอควรก่อนที่จะสร้างผิวถนน ซึ่งวิศวกรผู้ควบคุมงานอาจสั่งให้หยุดงานได้ถ้าเห็นผู้รับจ้างมิได้เตรียมการไว้ล่วงหน้าดังกล่าวแล้ว

(9) ในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดเตรียมแรงงาน อุปกรณ์เครื่องมือ เครื่องใช้และอื่น ๆ ที่ใช้ในการทดสอบที่วิศวกรผู้ควบคุมงานเห็นว่าจำเป็น และการทดสอบความแน่นสัมพัทธ์ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบ

## หมวด 3 งานเตรียมฐานราก

**1. <u>ขอบเขตของงาน</u>**

ก. ผู้รับจ้างก่อสร้างต้องเป็นผู้วางแนว และกำหนดระดับอ้างอิงของโครงการ แนวถนน อาคาร ประกอบที่เกี่ยวข้อง แนวรั้วรอบบริเวณและจัดทำแบบผังโครงอาคารข้างต้น เพื่อเสนอผู้แทนผู้ว่าจ้างพิจารณาและดำเนินการขั้นตอนต่อไป

ข. ในกรณีที่มีการแยกงานระหว่างส่วนโครงสร้างอาคาร และงานเสาเข็มอาคาร ผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องตรวจสอบแนว และระดับอ้างอิงต่าง ๆ ร่วมกับผู้รับจ้างตอกเสาเข็มอาคาร และสำรวจตำแหน่งเสาเข็มจากสภาพจริง โดยจัดทำเป็นแบบก่อสร้าง เสนอให้ผู้แทนผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาอนุมัติ พร้อมกับงานเปิดฐานรากอาคาร

ค. ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะงาน ตลอดจนแรงงานและสิ่งอื่นใดที่จำเป็นสำหรับงานเตรียมฐานราก รั้วชั่วคราว และป้ายปิดประกาศแสดงขอบ เขตพื้นที่สำหรับการทำงานก่อสร้าง

ง. ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องรับผิดชอบต่องานขุดดิน การป้องกันดิน ป้องกันน้ำ การถมปรับระดับพื้นที่

**2. <u>ทั่วไป</u>**

ก. ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องระมัดระวังในการทำงาน การทำ SHEET PILE ที่ติดกับอาคารข้างเคียง การขุดเปิดงานดินที่จะมีผลต่อตำแหน่งเสาเข็ม หรือฐานรากวางบนดิน ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากเหตุที่ผู้รับจ้างก่อสร้างขาดประสบการณ์ หรือใช้อุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสมทำงาน ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องทำการแก้ไขเพื่อให้ได้ความแข็งแรงตามที่ออกแบบ

ข. การเตรียมงานดินในระดับหัวเสาเข็ม หรือพื้นฐานราก การเทคอนกรีตหยาบ การทำงานคอนกรีตเสริมเหล็กต้องเสนอแผนงานให้ผู้แทนผู้ว่าจ้าง พิจารณาเห็นชอบก่อนดำเนินการจริง

***3. <u>การสกัดหัวเสาเข็ม</u>***

ก. ผู้รับจ้างจะต้องตัดคอนกรีตหัวเสาเข็ม และจัดเหล็กเสริมฝังในคอนกรีตฐานรากให้ได้ตามแบบที่แสดง

ข. กรณีที่หัวเสาเข็มอยู่ต่ำกว่าระดับที่กำหนด ผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องทำการหล่อเสาเข็มเพิ่มเติมตามรายละเอียดที่ผู้แทนผู้ว่าจ้างเห็นชอบ หรือสกัดหัวเสาเข็มของฐานรากเดียวกันให้ได้ระดับ

ค. ค่าใช้จ่ายในการตัด และขนย้ายเสาเข็มออกจากบริเวณก่อสร้าง ไปยังตำแหน่งที่ตัวแทนผู้ว่าจ้างเห็นชอบ เป็นของผู้รับจ้างก่อสร้าง

ง. หัวเสาเข็มที่ปรับแต่งจะต้องได้ระดับ และคอนกรีตมีคุณภาพที่ดี ซึ่งจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้แทนผู้ว่าจ้าง ก่อนดำเนินการก่อสร้างในขั้นตอนต่อไป

**4. <u>การเตรียมงานฐานราก</u>**

ก. การเททรายหยาบปรับพื้นที่ เพื่อเทคอนกรีตหยาบ จะต้องป้องกันน้ำ ให้พื้นที่บริเวณที่จะก่อสร้างเหมาะสมสำหรับการทำงาน

ข. การเทคอนกรีตหยาบ จะต้องป้องกันน้ำมิให้เข้ามาในฐานราก ความหนาของคอนกรีตหยาบต้องถูกต้องตามแบบ การเสริมเหล็กพิเศษ เพื่อป้องกันการแตกของแผ่นคอนกรีต เป็นภาระและหน้าที่ของผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องปฏิบัติ หากผู้แทนผู้ว่าจ้างเห็นสมควรให้ทำเมื่อพิจารณาจากแผนงานที่เสนอ

ค. การจัดเหล็กเสริมและไม้แบบ จะต้องมั่นคงแข็งแรงต่อแรงกระแทกของคอนกรีต ส่วนของเหล็กเสริมที่ติดกับพื้นคอนกรีตหยาบ หรือแบบจะต้องมีลูกปูนยึดเป็นระยะที่เหมาะสม หรือใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ตัวแทนผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

ง. การเทคอนกรีตฐานรากที่มีความหนามากกว่า 2.50 ม. จะต้องแบ่งการเทคอนกรีตฐานรากเป็น 2 ชั้น เป็นอย่างน้อย และมีการเสริมเหล็กพิเศษสำหรับรอยต่อคอนกรีตแต่ละชั้น ซึ่งผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องเสนอแบบ

วิธีการทำงานให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนก่อสร้าง กรณีที่พิเศษกว่าที่กำหนด ให้ผู้รับจ้างก่อสร้างเสนอวิธีการทำงานต่อผู้แทนผู้ว่าจ้างก่อนเริ่มงานดิน

จ. คุณสมบัติของคอนกรีต เหล็กเสริม และการทำไม้แบบ จะต้องสอดคล้องกับงานหมวดดังกล่าว

## หมวด 4 งานแบบหล่อและค้ำยัน

**1. ขอบเขตของงาน**

ก. ผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องเป็นผู้จัดหา วัสดุ อุปกรณ์ ผู้เชี่ยวชาญ ช่างฝีมือเฉพาะงานมาปฏิบัติงาน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของงานตามที่กำหนดไว้

ข. วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน จะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน มีคุณภาพดี ยกเว้นถ้าในกรณีที่จะนำวัสดุและอุปกรณ์เก่ามาใช้ วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาต้องไม่สึกหรอ ผุกร่อน บิด โค้ง โก่ง งอ หรือมีสิ่งที่ไม่ต้องการติดมา โดยผู้แทนผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้ว

ค. ไม้แบบหล่อคอนกรีตของงานโครงสร้าง สถาปัตยกรรม สุขาภิบาล ไฟฟ้า และปรับอากาศ ต้องปฏิบัติตามหมวดนี้

ง. ผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องปฏิบัติตามกฎหมายควบคุมที่ระบุถึง หรือเกี่ยวข้องกับแบบหล่อและค้ำยันสำหรับงานก่อสร้าง

จ. ระบบหรือวิธีการทำแบบหล่อ หรือค้ำยันที่นอกเหนือจากที่ระบุท้ายนี้ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งขออนุมัติจากผู้แทนผู้ว่าจ้างก่อนนำมาใช้งาน

**2. การคำนวณออกแบบ**

ก. การวิเคราะห์

ผู้รับจ้างจะต้องเป็นฝ่ายคำนวณออกแบบงานหล่อ โดยต้องคำนึงถึงการโก่งตัวขององค์อาคารต่าง ๆ อย่างระมัดระวังและต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อน จึงจะนำไปใช้ก่อสร้างได้

ข. ค้ำยัน

(1) เมื่อใช้ค้ำยัน การต่อหรือวิธีการค้ำยันซึ่งมีการจดทะเบียนสิทธิบัตรไว้ จะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตเกี่ยวกับความสามารถในการรับน้ำหนักอย่างเคร่งครัด และผู้คำนวณออกแบบก็จะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตในเรื่องการยึดโยง และน้ำหนักบรรทุกปลอดภัย สำหรับช่วงความยาวต่าง ๆ ระหว่างที่ยึดของค้ำยัน

(2) ห้ามใช้การต่อค้ำยันแบบทาบในสนามเกินกว่าอันสลับอันสำหรับค้ำยันใต้แผ่นพื้น หรือไม่เกินทุก ๆ สามอันสำหรับค้ำยันใต้คาน และไม่ควรต่อค้ำยันเกินกว่าหนึ่งแห่งนอกจากจะมีการยึดทแยงที่จุดต่อทุก ๆ แห่ง การต่อค้ำยันดังกล่าวจะต้องกระจายให้สม่ำเสมอทั่วไปเท่าที่จะทำได้ รอยต่อจะต้องไม่อยู่ใกล้กับกึ่งกลางของตัวค้ำยันโดยไม่มีที่ยึดด้านข้าง หรือกึ่งกลางระหว่างจุดยึดด้านข้างทั้งนี้เพื่อป้องกันการโก่ง

(3) จะต้องคำนวณออกแบบรอยต่อให้สามารถต้านทานการโก่งและการดัด เช่นเดียวกับองค์อาคารที่รับแรงอัดอื่น ๆ สำหรับค้ำยันที่ทำด้วยไม้ วัสดุที่ใช้ต่อค้ำยันจะต้องไม่สั้นกว่าหนึ่งเมตร

ค. การยึดทแยง

ระบบแบบหล่อจะต้องคำนวณออกแบบให้ถ่ายแรงทางข้างลงสู่พื้นดินในลักษณะที่ปลอดภัยตลอดเวลาจะต้องจัดให้มีการยึดทแยงทั้งในระนาบดิ่งและระนาบราบตามต้องการ เพื่อให้มีสติฟเนสสูง และเพื่อป้องกันการโก่งไม่ให้มากเกินไป

ง. ฐานสำหรับงานแบบหล่อ

จะต้องคำนวณออกแบบฐาน ซึ่งจะเป็นชนิดวางบนโครงสร้างบนดิน ฐานแผ่หรือมีเสาเข็มรองรับให้ถูกต้องและเหมาะสม

จ. การทรุดตัว

แบบหล่อจะต้องสร้างให้สามารถปรับระดับทางแนวดิ่งได้ เพื่อให้สามารถชดเชยกับการทรุดตัวที่อาจเกิดขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการทรุดตัวน้อยที่สุดเมื่อรับน้ำหนักเต็มที่ ในกรณีที่ใช้ไม้ต้องพยายามให้มีจำนวนรอยต่อทางแนวราบน้อยที่สุด โดยเฉพาะจำนวนรอยต่อซึ่งแนวเสี้ยนบรรจบบนแนวเสี้ยนด้านข้าง ซึ่งอาจใช้ลิ่มสอดที่

ยอดหรือปลายด้านล่างของค้ำยันแห่งใดแห่งหนึ่ง แต่จะใช้ทั้งสองปลายไม่ได้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถปรับแก้การทรุดตัวที่ไม่สม่ำเสมอทางแนวดิ่งได้ หรือเพื่อสะดวกในการถอดแบบ

**3. <u>รูปแบบ</u>**

ก. การอนุมัติโดยวิศวกรผู้ควบคุมงาน

ในกรณีที่กำหนดไว้ก่อนที่จะลงมือสร้างแบบหล่อผู้รับจ้างจะต้องส่งรูปแบบแสดงรายละเอียดของงานแบบหล่อเพื่อให้วิศวกรผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อน หากผู้ควบคุมงานเห็นว่าแบบดังกล่าวยังไม่แข็งแรงพอหรือยังมีข้อบกพร่อง ผู้รับจ้างจะต้องจัดการแก้ไขตามที่วิศวกรผู้ควบคุมงานแนะนำจนเสร็จก่อนที่จะเริ่มงาน และการที่วิศวกรผู้ควบคุมงานอนุมัติในแบบที่เสนอหรือที่แก้ไขมาแล้ว มิได้หมายความว่า ผู้รับจ้างจะหมดความรับผิดชอบที่จะต้องทำการก่อสร้างให้ดีและดูแลรักษาให้แบบหล่ออยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีตลอดเวลา

ข. สมมติฐานในการคำนวณออกแบบ

ในรูปแบบสำหรับแบบหล่อจะต้องแสดงค่าต่าง ๆ ที่สำคัญ ตลอดจนสภาพการบรรทุกน้ำหนักรวมทั้งน้ำหนักบรรทุกจร อัตราการบรรทุก ความสูงของคอนกรีตที่จะปล่อยลงมา น้ำหนักอุปกรณ์เคลื่อนที่ซึ่งอาจต้องทำงานบนแบบหล่อ แรงดันฐาน หน่วยแรงต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณออกแบบและข้อมูลที่สำคัญอื่น ๆ

ค. รายการต่าง ๆ ที่ต้องปรากฏในรูปแบบ

รูปแบบสำหรับงานแบบหล่อจะต้องมีรายละเอียดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

(1) สมอ ค้ำยันและการยึดโยง
(2) แผ่นกั้นน้ำ ร่องลิ้น และสิ่งที่จะต้องสอดไว้
(3) นั่งร้าน
(4) รอยต่อระหว่างก่อสร้าง และรอยต่อเผื่อการขยายตัว ตามที่ระบุในแบบ
(5) แถบมนสำหรับมุมที่ไม่ฉาบ (เปลือย)
(6) การยกท้องคานและพื้นกันแอ่น
(7) การเคลือบผิวแบบหล่อ
(8) รายละเอียดในการค้ำยัน

**4. <u>การก่อสร้าง</u>**

ก. ทั่วไป

(1) แบบหล่อจะต้องได้รับการตรวจและอนุมัติก่อนจึงจะเรียงเหล็กเสริมได้
(2) แบบหล่อจะต้องแน่นเพียงพอที่จะป้องกันไม่ให้มอร์ต้าจากคอนกรีตไหลออกมา
(3) แบบหล่อจะต้องสะอาดปราศจากฝุ่น มอร์ต้า และสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ ในกรณีที่ไม่สามารถเข้าถึงก้นแบบจากภายในได้จะต้องจัดช่องเปิดไว้เพื่อให้สามารถขจัดสิ่งที่ไม่ต้องการต่าง ๆ ออกก่อนเทคอนกรีต
(4) ห้ามนำแบบหล่อที่ชำรุดจากการใช้งานครั้งหลังสุด จนถึงขั้นที่อาจทำลายผิวหน้าหรือคุณภาพคอนกรีตได้มาใช้อีก
(5) ให้หลีกเลี่ยงการบรรทุกน้ำหนัก เช่น การกองวัสดุ ห้ามโยนของหนัก ๆ เช่น มวลรวม ไม้กระดาน เหล็กเสริม หรืออื่น ๆ ลงบนคอนกรีตที่เทใหม่ ๆ และยังไม่มีกำลังสูงพอ
(6) ห้ามโยนหรือกองวัสดุก่อสร้างแบบหล่อ ในลักษณะที่จะทำให้แบบหล่อนั้นชำรุดหรือเป็นการเพิ่มน้ำหนักมากเกินไป

ข. ฝีมือ

ให้ระมัดระวังเป็นพิเศษในข้อต่อไปนี้ เพื่อให้แน่ใจว่าจะได้งานที่ฝีมือดี

(1) รอยต่อของค้ำยัน
(2) การสลับรอยต่อในแผ่นไม้อัดและการยึดโยง
(3) การรองรับค้ำยันที่ถูกต้อง

(4) จำนวนเหล็กเส้นสำหรับยึด หรือที่จับและตำแหน่งที่เหมาะสม
(5) การขันเหล็กเส้นสำหรับยึด หรือที่จับให้ตึงพอดี
(6) ในกรณีที่วางค้ำยันบนดินอ่อน แรงแบกทานใต้ชั้นดินอ่อนนั้นจะต้องสูงพอ
(7) การต่อค้ำยันกับจุดร่วมจะต้องแข็งแรงพอที่จะต้านแรงยกหรือแรงบิด ณ จุดร่วมนั้น ๆ ได้
(8) การเคลือบผิวแบบหล่อจะต้องกระทำก่อนเรียงเหล็กเสริมและจะต้องไม่ใช้ในปริมาณมากเกินไปจนทำให้เหล็กเปรอะเปื้อน
(9) รายละเอียดของรอยต่อสำหรับควบคุม และรอยต่อระหว่างก่อสร้าง

ค. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้
(1) ความคลาดเคลื่อนจากแนวสายดิ่ง
ในแต่ละชั้น $\pm$ 10 มม.
(2) ความคลาดเคลื่อนจากระดับหรือจากความลาดที่ระบุในแบบ
ในช่วง 10 เมตร $\pm$ 15 มม.
(3) ความคลาดเคลื่อนของแนวอาคารจากแนวที่กำหนดในแบบและตำแหน่งเสาผนังและฝาประจันที่เกี่ยวข้อง
ในช่วง 10 เมตร $\pm$ 20 มม.
(4) ความคลาดเคลื่อนของขนาดของหน้าตัดเสา และคาน และความหนาของแผ่นพื้นและผนัง
ลด 5 มม.
เพิ่ม 10 มม.
(5) ฐานราก
(I) ความคลาดเคลื่อนจากขนาดในแบบ
ลด 20 มม.
เพิ่ม 50 มม.
(II) ตำแหน่งผิวหรือระยะเฉศูนย์ $\pm$ 50 มม.
(III) ความคลาดเคลื่อนในความหนา
ลด 25 มม.
เพิ่ม 100 มม.
(6) ความคลาดเคลื่อนของขั้นบันได
ลูกตั้ง 2.5 มม.
ลูกนอน 5 มม.

ง. งานปรับแบบหล่อ
(1) ก่อนเทคอนกรีต
(I) จะต้องติดตั้งอุปกรณ์สำหรับใช้ในการปรับการเคลื่อนตัวของแบบหล่อขณะเทคอนกรีตไว้ที่แบบส่วนที่มีที่รองรับ
(II) หลังจากตรวจสอบขั้นสุดท้ายก่อนเทคอนกรีต จะต้องยึดลิ่มที่ใช้ในการจัดแบบหล่อให้ได้ที่แน่นหนา
(III) จะต้องยึดแบบหล่อกับค้ำยันข้างใต้ให้แน่นหนาพอที่จะไม่เกิดการเคลื่อนตัวทั้งทางด้านข้าง และด้านขึ้นลงของส่วนหนึ่งส่วนใดของแบบหล่อทั้งหมดขณะเทคอนกรีต
(IV) จะต้องเผื่อระดับและมุมมนไว้สำหรับรอยต่อต่าง ๆ ของแบบหล่อ การทรุดตัว การหดตัวของไม้ การแอ่นเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงที่และการหดตัวทางอีลาสติดขององค์อาคารในแบบหล่อตลอดจนการยกท้องคานและพื้นซึ่งกำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง
(V) จะต้องจัดเตรียมวิธีปรับระดับ หรือแนวของค้ำยันในกรณีที่เกิดการทรุดตัวมากเกินไป เช่น ใช้ลิ่มหรือแม่แรง

(VI) ควรจัดทำทางเดินสำหรับเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เคลื่อนที่ได้ โดยทำขารองรับตามแต่จะต้องการ และต้องวางบนแบบหล่อหรือองค์อาคารที่เป็นโครงสร้างโดยตรง ไม่ควรวางบนเหล็กเสริม นอกจากจะทำที่รองรับเหล็กนั้นเป็นพิเศษ แบบหล่อจะต้องแข็งแรงพอเหมาะกับที่รองรับของทางเดินดังกล่าวโดยยอมให้เกิดการแอ่น ความคลาดเคลื่อนหรือการเคลื่อนตัวทางข้างไม่เกินค่าที่ยอมให้

(2) ระหว่างและหลังการเทคอนกรีต

(I) ในระหว่างและภายหลังการเทคอนกรีต จะต้องตรวจสอบระดับการยอกท้องคาน พื้น และการได้ดิ่งของระบบแบบหล่อ โดยใช้อุปกรณ์ตามข้อ (1) (I) หากจำเป็นให้รีบดำเนินการแก้ไขทันที ในระหว่างการก่อสร้างหากปรากฏว่าแบบหล่อเริ่มไม่แข็งแรง และแสดงให้เห็นว่าเกิดการทรุดตัวมากเกินไป หรือเกิดการโก่งบิดเบี้ยวแล้วให้หยุดงานทันทีหากเห็นว่าส่วนใดจะชำรุดตลอดไปก็ให้รื้อออกและเสริมแบบหล่อให้แข็งแรงยิ่งขึ้น

(II) จะต้องมีผู้คอยเฝ้าสังเกตแบบหล่ออยู่ตลอดเวลา เพื่อที่เมื่อเห็นว่าสมควรจะแก้ไขส่วนใดจะได้ดำเนินการได้ทันที ผู้ที่ทำหน้าที่นี้ต้องปฏิบัติงานโดยถือความปลอดภัยเป็นหลักสำคัญ

(III) การถอดแบบหล่อและที่รองรับจะต้องคงที่รองรับไว้กับที่เป็นเวลาไม่น้อยกว่าที่กำหนดข้างล่างนี้ โดยนับจากเวลาที่เทคอนกรีตแล้วเสร็จ ในกรณีที่ใช้ปูนซิเมนต์ชนิดให้กำลังสูงเร็วหรือใช้วิธีบ่มพิเศษอาจลดระยะเวลาดังกล่าวลงได้ตามความเห็นชอบของวิศวกรผู้ออกแบบ

| | | |
|---|---|---|
| ค้ำยันใต้คาน | 14 | วัน |
| ค้ำยันใต้แผ่นพื้น | 14 | วัน |
| ผนัง | 2 | วัน |
| เสา | 2 | วัน |
| ข้างคานและส่วนอื่น ๆ | 2 | วัน |

ในกรณีที่ผู้รับเหมาต้องการที่จะถอดแบบก่อนที่กำหนดไว้ ให้ทำข้อเสนอต่อวิศวกรผู้ออกแบบเพื่ออนุมัติโดยการหล่อลูกปูนเพิ่มขึ้นจากเดิมและ ทดสอบหากำลังอัดก่อนที่จะถอดแบบ อย่างไรก็ดี วิศวกรผู้ควบคุมงานอาจสั่งให้ยืดเวลาการถอดแบบออกไปอีกได้หากเห็นเป็นการสมควร

**5. <u>วัสดุสำหรับงานแบบหล่อ</u>**

ผู้รับเหมาอาจเลือกใช้วัสดุใดก็ได้ที่เหมาะสมในการทำแบบหล่อ แต่ผิวคอนกรีตที่ได้จะต้องตรงตามข้อ 6 ว่าด้วยการแต่งผิวคอนกรีตทุกประการ

**6. <u>การแต่งผิวคอนกรีต</u>**

ก. คอนกรีตสำหรับอาคาร

(1) การสร้างแบบหล่อ จะต้องมั่นคงพอที่เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้ว จะอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องมีขนาดและลักษณะผิวตรงตามที่ระบุ ทั้งในข้อกำหนดและรูปแบบทางวิศวกรรมและหรือสถาปัตยกรรม

(2) สำหรับแผ่นพื้นหลังคารวมทั้งกันสาดและดาดฟ้า ห้ามขัดมันผิวเป็นอันขาด นอกจากในแบบจะระบุไว้

ข. การแต่งผิวถนนในบริเวณอาคาร

การแต่งผิวถนนคอนกรีตอาจใช้เครื่องมือ หรือเครื่องจักรกลก็ได้ในทันทีที่แต่งผิวเสร็จ ให้ตรวจสอบระดับด้วยไม้ตรงยาวประมาณ 3 เมตร ส่วนที่เว้าให้เติมด้วยคอนกรีตที่มีส่วนผสมเดียวกัน สำหรับส่วนที่โค้งนูนให้ตัดออกแล้วแต่งผิวใหม่ในขณะที่คอนกรีตยังไม่แข็งตัว

**7. <u>การแก้ไขผิวที่ไม่เรียบร้อย</u>**

ก. ทันทีที่ถอดแบบหล่อจะต้องทำการตรวจแบบ หากพบว่าผิวคอนกรีตไม่เรียบร้อยจะต้องแจ้งให้วิศวกรผู้ควบคุมงานทราบทันที พร้อมทั้งเสนอวิธีแก้ไขเมื่อวิศวกรผู้ควบคุมงานให้ความเห็นชอบวิธีการแก้ไขแล้วผู้รับเหมาต้องดำเนินการซ่อมในทันที

ข. หากปรากฏว่ามีการซ่อมแซมผิวคอนกรีตก่อนได้รับการตรวจสอบโดยวิศวกรผู้ควบคุมงาน คอนกรีตส่วนนั้นอาจถือเป็นคอนกรีตเสียก็ได้

8. **<u>งานนั่งร้าน</u>**

เพื่อความปลอดภัยผู้รับเหมาควรปฏิบัติตาม “ข้อกำหนดนั่งร้านงานก่อสร้างอาคาร” ในมาตรฐานความปลอดภัยของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ และต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างโดยเคร่งครัด

## หมวด 5 เหล็กเสริมคอนกรีต

**1. <u>ขอบเขตของงาน</u>**

ก. ผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องเป็นผู้จัดหา วัสดุ อุปกรณ์ ช่างผู้ชำนาญงาน คนงาน โรงงาน และสิ่งที่จำเป็นสำหรับงานเหล็กเสริมคอนกรีต

ข. เหล็กเสริมคอนกรีตทั้งปวงที่ระบุ หมายถึง งานป้องกันสนิมด้วยวิธีการที่เหมาะสม และมีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้งานของผู้ว่าจ้าง

ค. ผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องจัดส่งตัวอย่างเหล็ก ข้อมูลทางเทคนิค ของผู้ผลิต ผลการทดสอบจากสถาบันที่รัฐรับรอง ให้ผู้แทนผู้ว่าจ้างเพื่อตรวจสอบ

ง. ผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องจัดทำแบบขยาย เพื่อแสดงรายละเอียด ตามที่ผู้แทนผู้ว่าจ้างแนะนำ เพื่อให้การทำงาน และควบคุมคุณภาพถูกต้อง และไม่ผิดพลาด

จ. ผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องจัดให้มีการตรวจสอบคุณภาพงาน การทดสอบ หากพบภายหลังว่าผลงานที่ก่อสร้างอาจไม่มั่นคง หรือมีข้อบกพร่อง อันเนื่องมาจากวัสดุที่ใช้หรือวิธีการปฏิบัติงานไม่เหมาะสม ผู้รับจ้างยังต้องรับผิดชอบแก้ไขงานส่วนนั้น ๆ ให้อยู่ในสภาพดี ปลอดภัย โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมแต่อย่างใด

ฉ. ข้อกำหนดในหมวดนี้คลุมถึงงานทั่วไปเกี่ยวกับการจัดหา การตัด การดัด และการเรียงเหล็กเสริม ตามชนิดและชั้นที่ระบุไว้ในแบบและในบทกำหนดนี้ งานที่ทำจะต้องตรงตาม แบบททกำหนดและตามคำแนะนำของวิศวกรผู้ควบคุมงานอย่างเคร่งครัด

ช. รายละเอียดเกี่ยวกับกับเหล็กเสริมคอนกรีต ซึ่งมิได้ระบุในแบบและบทกำหนดนี้ให้ถือปฏิบัติตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมคอนกรีต” ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ที่ 1007-34 ทุกประการ

**2. <u>วัสดุ</u>**

คุณภาพของเหล็กที่ใช้เสริมคอนกรีตจะต้องตรงตามเกณฑ์กำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไทยทั้ง ขนาด น้ำหนัก และคุณสมบัติอื่น ๆ สำหรับพื้นที่หน้าตัดของเหล็กเสริมโดยเฉลี่ยแล้วจะต้องเท่ากับที่คำนวณได้จากเส้นผ่าศูนย์กลางที่กำหนดในแบบจริง ๆ เช่น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม. จะต้องมีพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 113.1 ตร.มม. แต่เส้นผ่าศูนย์กลางยอมให้คลาดเคลื่อนได้ตามมาตรฐาน มอก. ฉะนั้นหากผู้รับจ้างประสงค์จะนำเหล็กที่มีพื้นที่หน้าตัดที่เล็กกว่าที่เป็นจริง จะต้องเพิ่มปริมาณจนได้พื้นที่หน้าตัดที่กำหนดโดยจะเรียกเงินเพิ่มเติมมิได้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างเหล็กเสริมไปทดสอบยังสถาบันที่เชื่อถือได้ และผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการทดสอบและอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง รายงานผลการทดสอบให้จัดส่งต้นฉบับพร้อมส่งสำเนารวม 3 ชุด ให้ทำการทดสอบทุก ๆ 200 ตัน ของเหล็กแต่ละขนาดเป็นอย่างน้อยหรือเมื่อผู้ควบคุมงานเห็นสมควร

**3. <u>การเก็บรักษาเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต</u>**

จะต้องเก็บเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตไว้เหนือพื้นดินและมีสิ่งปกคลุมเช่น ผ้าใบ และต้องเก็บไว้ในลักษณะที่เหล็กเส้นจะไม่ถูกดัดจนงอไปจากเดิม เมื่อจัดเรียงเหล็กเส้นเข้าที่พร้อมจะเทคอนกรีตแล้ว เหล็กนั้นจะต้องสะอาดปราศจากฝุ่น น้ำมัน สี สนิมขุม หรือสะเก็ด หรือสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ

**4. <u>วิธีการก่อสร้าง</u>**

ก. การดัดและประกอบ

(1) เหล็กเสริมจะต้องมีขนาดและรูปร่างตรงตามที่กำหนดในแบบ และในการดัดจะต้องไม่ทำให้เหล็กชำรุดเสียหาย

(2) ของอ

หากในแบบไม่ได้ระบุถึงรัศมีของการงอเหล็ก ให้งอตามเกณฑ์กำหนดต่อไปนี้

1. ส่วนที่งอเป็นครึ่งวงกลมให้มีส่วนที่ยื่นต่อออกไปอีกอย่างน้อย 4 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น แต่ระยะยื่นนี้ต้องไม่น้อยกว่า 6 ซม.

2. ส่วนที่งอเป็นมุมฉากให้มีส่วนยื่นต่อออกไปถึงปลายสุดของเหล็กอีกอย่างน้อย 12 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น
3. เหล็กลูกตั้งและเหล็กปลอก
   (I) เหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม. และเล็กกว่าให้งอ 90 องศา โดยมีส่วนที่ยื่นถึงปลายของออีกอย่างน้อย 5 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กแต่ต้องไม่น้อยกว่า 60 มม. หรือ
   (II) เหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มม. และ 25 มม. ให้งอ 90 องศา โดยมีส่วนที่ยื่นถึงปลายของออีกอย่างน้อย 6 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็ก หรือ
   (III) เหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. และใหญ่กว่าให้งอ 135 องศา โดยมีส่วนที่ยื่นถึงปลายของออีกอย่างน้อย 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็ก

(3) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เล็กที่สุดสำหรับของอ เส้นผ่าศูนย์กลางของการงอเหล็กให้วัดด้านในของเหล็กที่งอ สำหรับของอมาตรฐานขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใช้ต้องไม่เล็ก กว่าค่าที่ให้ไว้ในตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 1
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เล็กที่สุดสำหรับของอเหล็กข้ออ้อย

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

ข. การเรียงเหล็กเสริม

(1) ก่อนเรียงเข้าที่จะต้องทำความสะอาดเหล็กมิให้มีสนิมขุม สะเก็ดและวัสดุเคลือบต่าง ๆ ที่จะทำให้การยึดหน่วงเสียไป

(2) จะต้องเรียงเหล็กเสริมอย่างประณีตให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง และผูกยึดให้แน่นหนาระหว่างเทคอนกรีต หากจำเป็นก็อาจใช้เหล็กเสริมพิเศษช่วยในการติดตั้งได้

(3) ที่จุดตัดกันของเหล็กเส้นทุกแห่ง จะต้องผูกให้แน่นด้วยลวดเหล็กเบอร์ 20 S.W.G. (ANNEALED - IRON WIRE) โดยพันสองรอบและพับปลายลวดเข้าในส่วนที่จะเป็นเนื้อคอนกรีตภายใน

(4) ให้รักษาระยะห่างระหว่างแบบกับเหล็กเสริมให้ถูกต้องโดยใช้เหล็กแขวน ก้อนมอร์ต้า เหล็กยึด หรือวิธีอื่นใดซึ่งวิศวกรผู้ควบคุมงานให้ความเห็นชอบแล้ว ก้อนมอร์ต้าให้ใช้ส่วนผสมปูนซิเมนต์ 1 ส่วนต่อทรายที่ใช้ผสมคอนกรีต 1 ส่วน

(5) หลังจากผูกเหล็กแล้วจะต้องให้วิศวกรผู้ควบคุมงานตรวจก่อนเททุกครั้ง หากผูกทิ้งไว้นานเกินควรจะต้องทำความสะอาดและให้วิศวกรผู้ควบคุมงานตรวจอีกครั้งก่อนเทคอนกรีต

**5. <u>การต่อเหล็กเสริม</u>**

ก. ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องต่อเหล็กเสริมนอกจุดที่กำหนดในแบบ หรือที่ระบุในตาราง 2 ทั้งตำแหน่งและวิธีต่อจะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ออกแบบเสียก่อน

ข. การต่อเหล็กในเสา

(1) การต่อโดยวิธีทาบ ให้ระยะทาบไม่น้อยกว่า 48 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นในกรณีของเหล็กเส้นกลมธรรมดา และ 36 เท่าสำหรับเหล็กข้ออ้อย SD 40 และ 45 เท่า สำหรับเหล็กข้ออ้อย SD 50 แล้วให้ผูกมัดด้วยลวดผูกไม่เล็กกว่าเหล็กเบอร์ 20 S.W.G.

(2) การต่อโดยวิธีเชื่อม ให้เชื่อมด้วยวิธีเชื่อมข้าง และต่อเชื่อมด้วยไฟฟ้า (ELECTRIC ARC WELDING) หรือวิธี GAS PRESSURE WELDING ก็ได้

(3) เหล็ก SD 50 ห้ามต่อโดยวิธีเชื่อม

(4) ตำแหน่งของรอยต่อให้อยู่เหนือระดับพื้น 1 เมตรจนถึงระดับ 1 เมตร ใต้พื้นชั้นบน

(5) ณ หน้าตัดใด ๆ จะมีรอยต่อของเหล็กเสริมเกินร้อยละ 50 ของจำนวนเหล็กเสริมทั้งหมดไม่ได้

ค. การต่อเหล็กรับแรงดึง

(1) ห้ามต่อเหล็กเสริม ณ จุดที่เกิดแรงดึงสูงสุด

(2) ณ หน้าตัดใด ๆ จะมีรอยต่อของเหล็กเสริมเกินร้อยละ 50 ของจำนวนเหล็กเสริมทั้งหมดไม่ได้

(3) การต่อโดยวิธีทาบ ระยะทาบสำหรับเหล็กเส้นกลมต้องไม่น้อยกว่า 48 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นและ 36 เท่าสำหรับเหล็กข้ออ้อย SD 40 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 28 มม. ในการต่อทาบเหล็กทุกขนาดต้องผูกมัดด้วยลวดผูกไม่เล็กกว่าเบอร์ 20 S.W.G. ให้แน่นหนา

(4) การต่อโดยวิธีเชื่อมมี 2 วิธีคือ ต่อเชื่อมและทาบเชื่อม วิธีต่อเชื่อมนั้นให้เชื่อมด้วยวิธีเหลาปลายเหล็กชนปลายและต่อเชื่อมด้วยไฟฟ้า (ELECTRIC ARC WELDING) ส่วนวิธีทาบเชื่อมนั้นให้ทาบเป็นระยะ 36 เท่าเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กแล้วเชื่อมที่ช่วงปลาย 2 ข้างและตรงกลางของระยะทาบโดยรอยเชื่อมแต่ละตำแหน่งยาวไม่น้อยกว่า 100 มม.

ง. สำหรับเหล็กเสริมที่โผล่ทิ้งไว้เพื่อจะเชื่อมต่อกับเหล็กของส่วนที่จะต่อเติมภายหลัง จะต้องทำการป้องกันมิให้เสียหายและผุกร่อน

จ. การต่อเหล็กเสริมโดยวิธีเชื่อม จะต้องให้กำลังของรอยเชื่อมไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 ของกำลังของเหล็กเสริมนั้น ก่อนเริ่มงานเหล็กเสริมจะต้องทำการทดสอบกำลังของรอยต่อเชื่อมโดยสถาบันที่เชื่อถือได้และผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่าย ผู้รับจ้างจะต้องสำเนาผลการทดสอบอย่างน้อย 3 ชุดไปยังวิศวกรผู้ควบคุมงาน

ฉ. ณ หน้าตัดใด ๆ จะมีรอยต่อของเหล็กเสริมรับแรงดึงเกินร้อยละ 25 ของจำนวนเหล็กเสริมที่รับแรงดึงทั้งหมดไม่ได้

ช. รอยต่อทุกแห่งจะต้องได้รับการตรวจและอนุมัติโดยวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อนเทคอนกรีต รอยต่อซึ่งไม่ได้รับการอนุมัติให้ถือว่าเป็นรอยต่อเสียอาจถูกห้ามใช้ก็ได้

ซ.สามารถใช้วิธีการต่อด้วยระบบข้อต่อเหล็กแบบเชิงกล (MECHANICAL SPLICING SYSTEMS ) โดยใช้วิธี COUPLER ตามมาตรฐานสากล แทนการต่อด้วยวิธีทาบ หรือต่อด้วยวิธีเชื่อมได้ในกรณีต่อเหล็กยืนเสาเท่านั้น ตั้งแต่เหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มม.ขึ้นไป แต่ทั้งนี้ ณ หน้าตัดใดๆ จะมีรอยต่อของเหล็กเสริมเกินร้อยละ 50 ของจำนวนเหล็กเสริมทั้งหมดไม่ได้ โดยข้อต่อเหล็กเชิงกลที่สามารถใช้ต่อเหล็กเสริมแรงคอนกรีตให้เป็นไปตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

ซ.1) ข้อต่อเหล็กต้องผลิตจากวัสดุคุณภาพดี สามารถทนต่อการรับแรงดึง แรงกดได้มากกว่าเหล็กเส้นเสริมแรงคอนกรีตทุกชั้น คุณภาพ SD 30,40,50

ซ.2) ข้อต่อเหล็กทั้งระบบต้องได้รับการรับรอง มอก.(มาตรฐานอุตสาหกรรม) หากไม่มีกำหนดใน มอก. ให้คัดเลือกจากผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองคุณภาพสินค้าที่มีมาตรฐาน ACI หรือ BSI เป็นต้น

ซ.3) เกลียวที่ผลิตลงบนเหล็กเสริมแรงคอนกรีต ต้องผลิตโดยไม่ทำให้พื้นที่หน้าตัดของเหล็กเส้นเสริมแรงคอนกรีตลดลง และพื้นที่หน้าตัดของเกลียวที่รับแรงโดยรวม ต้องมากกว่าพื้นที่หน้าตัดรับแรงของเหล็กเส้นเสริมแรงคอนกรีตอย่างน้อย 2 เท่า และเป็นขบวนการรีดเกลียว ที่ไม่ตัดเนื้อเหล็กเส้นเสริมแรงออกไป ซึ่งการตัดเนื้อเหล็กเส้นออกไปเพื่อทำให้เกิดเกลียวนั้น เป็นการทำลายคุณสมบัติในการรับกำลังของเหล็กเส้นที่ผลิตโดยผ่านกรรมวิธีทางความร้อน ( HEAT TREATMENT / TEMPCORE ) อันเป็นการกระทำที่ขัดกับข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.24-2548 (เหล็กเส้นเสริมแรงคอนกรีต : เหล็กข้ออ้อย)

ซ.4) เกลียวทุกชนิดที่ใช้ ทั้งแบบความยาวเกลียวมาตรฐาน และแบบชนิดเกลียวยาวที่ใช้

สำหรับการต่อโดยการหมุนข้อต่อเหล็ก ในกรณีหมุนเหล็กเส้นไม่ได้ เกลียวทุกส่วนที่ผลิตบนเหล็กเส้นเสริมแรงคอนกรีต ต้องไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดมีขนาดเล็กกว่ากันเพื่อการรับแรงได้อย่างแท้จริง

ซ.5) กระบวนการผลิตข้อต่อเหล็กเส้นเสริมแรงคอนกรีต ทั้งตัวผู้และตัวเมีย ต้องไม่มีความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้องในกระบวนการเพื่อไม่ไปเปลี่ยนโครงสร้าง และคุณสมบัติของเหล็ก

ซ.6) เมื่อนำข้อต่อเหล็กเส้นเสริมแรงคอนกรีต ทั้งตัวผู้และตัวเมีย ขันเกลียวต่อกันเรียบร้อย นำไปทดสอบรับแรงดึงต้องรับแรงได้ไม่น้อยกว่าเหล็กเส้นเสริมแรงคอนกรีตเดิม และแม้ในกรณีที่ขันเกลียวต่อกันไม่สนิท แต่ละข้างต่อกันเพียง 75% ของเกลียวบนเหล็กเส้น ผลการทดสอบต้องขาดที่เหล็กเส้นเสริมแรงคอนกรีตนอกบริเวณจุดต่อ และกำลังต้องไม่น้อยกว่าความต้านแรงดึงของเหล็ก (Specific Ultimate Strength)

ซ.7) การเตรียมตัวอย่าง เพื่อทดสอบให้กระทำต่อหน้าตัวแทนของผู้ว่าจ้าง และนำไปทดสอบที่สถาบันกลางพร้อมตัวแทนของผู้ว่าจ้าง และเมื่อมีการผลิตเพื่อนำไปใช้งานจริง ให้สุ่มตัวอย่างที่เห็นว่ามีความเสี่ยงต่อการเสียหายมากที่สุดจากชิ้นงานจริงที่ส่งให้ผู้ว่าจ้างก่อนใช้งาน และระหว่างใช้งานเป็นระยะๆ ไปทดสอบ และควบคุมคุณภาพ

**6. <u>คุณสมบัติของเหล็กเสริม</u>**

6.1 เหล็กเส้นกลมธรรมดา ให้ใช้เหล็กที่มีมาตรฐาน SR 24 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และต้องมีคุณสมบัติต่อไปนี้

1) แรงเค้นที่จุดยืน (YIELD STRESS) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 2,400 กก./ตร.ซม.

2) ความยืด (ELONGATION) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 21% ในช่วงความยาว 5 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น

3) คุณสมบัติอื่นๆ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 20-2527 หรือ ASTM 15-625

6.2 เหล็กข้ออ้อยเหล็กเส้นข้ออ้อย ให้ใช้เหล็กที่มีมาตรฐาน SD 40 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ใช้สำหรับเหล็กเสริมในพื้น POST TENSION ต้องมีคุณสมบัติต่อไปนี้

1) แรงเค้นที่จุดยืน (YIELD STRESS) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 4,000 กก./ตร.ซม.

2) ความยืด (ELONGATION) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 15% ในช่วงความยาว 5 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น

3) คุณสมบัติอื่นๆ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 24-2536 ไม่ให้ใช้เหล็กมาตรฐาน SD50T

6.3 เหล็กเส้นข้ออ้อย ให้ใช้เหล็กที่มีมาตรฐาน SD 50 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สำหรับเหล็กเส้นข้ออ้อยที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 25.0 มม. ลงมา ต้องมีคุณสมบัติต่อไปนี้

4) แรงเค้นที่จุดยืน (YIELD STRESS) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 5,000 กก./ตร.ซม.

5) ความยืด (ELONGATION) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 13% ในช่วงความยาว 5 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น

6) คุณสมบัติอื่นๆ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 24-2536 ไม่ให้ใช้เหล็กมาตรฐาน SD50T

6.3 เหล็กเส้นข้ออ้อย ให้ใช้เหล็กที่มีมาตรฐาน SD 50 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สำหรับเหล็กเส้นข้ออ้อยที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 25.0 มม. ขึ้นไป ต้องมีคุณสมบัติต่อไปนี้

1) แรงเค้นที่จุดยืน (YIELD STRESS) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 5,000 กก./ตร.ซม.

2) ความยืด (ELONGATION) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 13% ในช่วงความยาว 5 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น

3) คุณสมบัติอื่นๆ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 24-2536 ไม่ให้ใช้เหล็กมาตรฐาน SD50T

6.4 ความคลาดเคลื่อนของเหล็กเสริมที่ยอมให้ ให้ยึดถือตามที่ระบุในตารางดังนี้

**ตารางที่ 2**
**ความคลาดเคลื่อนของเหล็กเสริมที่ยอมให้**

| ขนาดเหล็ก | มวลต่อเมตร (กิโลกรัม/เมตร) | เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนสำหรับมวลต่อเมตร | |
|---|---|---|---|
| | | เฉลี่ยร้อยละ | แต่ละเส้นร้อยละ |
| RB 6 | 0.222 | ± 7.0 | ± 8.0 |
| RB 9 | 0.499 | ± 7.0 | ± 8.0 |
| DB 12 | 0.888 | ± 5.0 | ± 6.0 |
| DB 16 | 1.578 | ± 5.0 | ± 6.0 |
| DB 20 | 2.466 | ± 4.0 | ± 5.0 |
| DB 25 | 3.853 | ± 4.0 | ± 5.0 |
| DB 28 | 4.834 | ± 4.0 | ± 5.0 |
| DB 32 | 6.313 | ± 3.5 | ± 4.0 |

หมายเหตุ RB - ROUND BAR
DB - DEFORMED BAR

**7 <u>การเก็บตัวอย่างเหล็กเส้นเพื่อการทดสอบ</u>**

7.1 ในการเก็บตัวอย่างผู้รับจ้างจะต้องตัดเหล็กเส้นทุกขนาด ขนาดหนึ่งไม่น้อยกว่า 3 ท่อน ยาวท่อนละไม่น้อยกว่า 1.20 ม.

7.2 การเก็บเหล็กเส้นตัวอย่างจะต้องเก็บจากกองเหล็กที่อยู่ในสถานที่ก่อสร้าง และจะต้องเก็บเหล็กเส้นตัวอย่างต่อหน้าผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

7.3 ในการเก็บเหล็กเส้นตัวอย่างให้เก็บจากเหล็กเส้นหนึ่งเส้น ต่อจำนวนเหล็กทุกๆ 100 เส้น เศษของร้อยเส้นให้ถือเป็นร้อยเส้น

7.4 เมื่อเก็บตัวอย่างได้เรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องนำมาส่งยังวิศวกรของผู้ว่าจ้างเพื่อเตรียมการทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ซึ่งวิศวกรของผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้พิจารณาว่าจะให้ส่วนราชการ หรือบริษัทเอกชนใดเป็นผู้ทดสอบ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในขั้นตอนการทดสอบทั้งหมด สำหรับรายการงานผลการทดสอบให้จัดส่งสำเนารวม 3 ชุด

7.5 ค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการนำส่งและทดสอบคุณภาพของเหล็กเส้น ตัวอย่างตลอดจนค่าธรรมเนียมต่างๆ ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด

7.6 ถ้าปรากฏว่าเหล็กเส้นตัวอย่างที่นำไปทดสอบนั้น มีคุณภาพต่ำกว่าเหล็กเส้นที่ระบุไว้ในข้อ 6.1 และ 6.2 การที่จะนำเหล็กเส้นกองที่เก็บเหล็กเส้นตัวอย่างนั้นมาใช้งานได้หรือไม่อย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของวิศวกรผู้ว่าจ้างที่จะให้ผู้รับจ้างจัดหาเหล็กที่มีคุณภาพได้ตามข้อกำหนดมาเปลี่ยนให้ใหม่ หรือเพิ่มจำนวนเหล็กเสริมให้มากขึ้นโดยที่ผู้รับจ้างจะคิดเงินเพิ่มมิได้

ตารางที่ 3
รอยต่อในเหล็กเสริม

| ชนิดขององค์อาคาร | ชนิดของรอยต่อ | ตำแหน่งของรอยต่อ |
|---|---|---|
| คาน แผ่นพื้น<br><br><br><br>เสา ผนัง<br><br>ฐานราก | | ตามที่ได้รับอนุมัติ สำหรับคานเหล็กบนให้ต่อที่บริเวณกลางคาน เหล็กล่างต่อที่หน้าเสาถึงระยะ L/5 จากศูนย์กลางเสา เหนือระดับพื้น 1 เมตร จนถึงระดับ 1 เมตร ใต้พื้นชั้นบน |

## หมวด 6 งานคอนกรีต

**1. <u>ขอบเขตของงาน</u>**

ก. ผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องเป็นผู้จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะงาน แรงงาน และสิ่งจำเป็นสำหรับงานคอนกรีต

ข. ผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องตรวจสอบรายละเอียดของงานระบบ ขั้นตอนการก่อสร้าง แนวทางแก้ไขปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นจากแบบก่อสร้างที่ไม่ชัดเจน การใช้เทคโนโลยีและวัสดุชนิดพิเศษ หรือนำมาจากต่างประเทศ โดยยังไม่เคยมีหรือใช้มาก่อนภายในประเทศ และมีผลงานภายในประเทศมาก่อน จะต้องมีเอกสารจากสถาบันที่รัฐรับรองและเป็นที่ยอมรับคุณภาพ หรือวิธีการจากผู้ออกแบบ

ค. งานคอนกรีตที่เทในที่ทั้งสิ้น ที่ปรากฏในแบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง และสุขาภิบาล เป็นงานที่ควบคุมคุณภาพงานหมวดนี้

ง. งานคอนกรีตในที่นี้หมายรวมถึงงานคอนกรีตสำหรับโครงสร้าง ซึ่งต้องเสร็จสมบูรณ์และเป็นไปตามแบบและบทกำหนดอย่างเคร่งครัด และเป็นไปตามข้อกำหนดและสภาวะต่าง ๆ ของสัญญา

จ. หากมิได้ระบุในแบบและ/หรือบทกำหนดนี้ รายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับองค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กและงานคอนกรีตทั้งหมดให้เป็นไปตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก” ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ที่ 1007-34 ทุกประการ

**2. <u>วัสดุ</u>**

วัสดุต่าง ๆ ที่เป็นส่วนผสมของคอนกรีต หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่นจะต้องมีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์กำหนดของมาตรฐาน ASTM

ก. ปูนซิเมนต์จะต้องเป็นปูนซิเมนต์ปอร์ตแลนด์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 15 เล่ม 1-2532 ชนิดที่เหมาะสมกับงานและต้องเป็นปูนซิเมนต์ที่แห้งสนิทไม่จับตัวเป็นก้อน และเป็ฯผลิตภัณฑ์ของบริษัท ปูนซิเมนต์ไทย จำกัด, บริษัท ปูนซิเมนต์นครหลวง จำกัด หรือ บริษัท TPI จำกัด

ข. น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตจะต้องสะอาด ใช้ดื่มได้ ในกรณีที่สงสัยจะต้องทำการทดสอบ

ค. มวลรวม

(1) มวลรวมที่ใช้สำหรับคอนกรีตจะต้องแข็งแกร่ง มีความคงตัว เฉื่อย ไม่ทำปฏิกิริยากับด่างในปูนซีเมนต์

(2) มวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียด ให้ถือเป็นวัสดุคนละอย่าง มวลรวมหยาบแต่ละขนาดหรือหลายขนาดผสมกัน จะต้องมีส่วนขนาดคละตรงตามเกณฑ์กำหนดของข้อกำหนด ASTM ที่เหมาะสม

ง. สารผสมเพิ่ม สำหรับคอนกรีตส่วนที่มิใช่ฐานรากทั้งหมด ให้ใช้ WORKABILITY AGENT ส่วนที่เป็นโครงสร้างห้องใต้ดินทั้งหมด ให้ผสมตัวยากันน้ำซึมชนิดทนแรงและกันน้ำได้ โดยใช้ตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด สำหรับคอนกรีตที่มีมวลใหญ่มาก ๆ เช่นฐานรากหนาเกิน 1.00 ม. หากไม่กำหนดเป็นอย่างอื่นให้ใช้สารผสมเพิ่มประเภท SUPER PLASTICIZER เพื่อลดการแตกร้าวในคอนกรีต นอกจากที่กล่าวนี้ห้ามใช้สารผสมเพิ่มชนิดอื่น หรือปูนซีเมนต์ที่ผสมสารเหล่านั้น นอกจากจะได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อน

จ. การเก็บวัสดุ

(1) ให้เก็บปูนซีเมนต์ไว้ในอาคาร ถังเก็บหรือไซโลที่ป้องกันความชื้นและความสกปรกได้และในการขนส่งให้ส่งในปริมาณเพียงพอที่จะไม่ทำให้งานคอนกรีตต้องชะงักหรือล่าช้าไม่ว่ากรณีใดจะต้องแยกวัสดุที่ส่งมาแต่ละครั้งให้เป็นสัดส่วนไม่ปะปนกัน

(2) การส่งมวลรวมหยาบ ให้ส่งแยกขนาดไปยังสถานที่ก่อสร้าง นอกจากจะได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานให้เป็นไปอย่างอื่น

ตารางที่ 1

การแบ่งประเภทคอนกรีตและเกณฑ์กำหนดเกี่ยวกับกำลังอัด

| ชนิดของการก่อสร้าง | ประเภท | ค่าต่ำสุดของกำลังอัดของแท่งกระบอกคอนกรีตหลังเทแล้ว 28 วัน ,(กก./ซม$^2$) |
|---|---|---|
| - ฐานราก,เสา และ ผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก | 1 | 500 |
| - แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง | 1 | 320 |
| - คาน,พื้น และบันไดคอนกรีตเสริมเหล็ก | 1 | 280 |
| - งานถนนภายนอกอาคาร | 1 | 280 |
| - เสาเข็ม | 1 | 280 |
| - คอนกรีตหยาบ | 1 | - |

การยุบของคอนกรีตซึ่งมีน้ำหนักปกติ ซึ่งหาโดย วิธีทดสอบค่าการยุบคอนกรีตซึ่งใช้ปูนซิเมนต์ปอร์ตแลนด์ (ASTM C 143) จะต้องเป็นไปตามค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 2 ข้างล่างนี้

ตารางที่ 2
ค่าการยุบสำหรับงานก่อสร้างชนิดต่าง ๆ

| ชนิดของงานก่อสร้าง | ค่าการยุบ ซม. | |
|---|---|---|
| | สูงสุด | ต่ำสุด |
| ฐานราก , โครงสร้างที่สัมผัสดิน (ใต้ดิน) | 12.5 | 7.5 |
| แผ่นพื้น คาน ผนัง คสล. ทั่วไป | 12.5 | 7.5 |
| เสา (ที่ไม่สัมผัสดิน) | 12.5 | 7.5 |
| ครีบ คสล. และผนังบาง ๆ | 10 | 5 |
| เข็มเจาะ | 20 | 17.5 |

(3) การกองมวลรวม จะต้องกองในลักษณะที่จะป้องกันมิให้ปะปนกับมวลรวมกองอื่น ซึ่งมีขนาดต่างกัน เพื่อให้เป็นไปตามนี้อาจจะต้องทำการทดสอบว่าส่วนขนาดคละ ตลอดจนความสะอาดของมวลรวมตรงตามเกณฑ์กำหนดหรือไม่ โดยเก็บตัวอย่าง ณ โรงผสมคอนกรีต

(4) ในการเก็บสารผสมเพิ่ม ต้องระวังอย่าให้เกิดการแปดเปื้อน การระเหย หรือเสื่อมคุณภาพ สำหรับสารผสมเพิ่มชนิดที่อยู่ในรูปสารลอยตัวหรือสารละลายที่ไม่คงตัว จะต้องจัดหาอุปกรณ์สำหรับกวนเพื่อให้ตัวยากระจายโดยสม่ำเสมอ ถ้าเป็นสารผสมเพิ่มชนิดเหลว จะต้องป้องกันมิให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากนัก เพราะจะทำให้คุณสมบัติของสารนั้นเปลี่ยนแปลงได้

**3. <u>คุณสมบัติของคอนกรีต</u>**

ก. องค์ประกอบคอนกรีตต้องประกอบด้วยปูนซีเมนต์ ทราย มวลรวมหยาบ น้ำ และสารผสมเพิ่มตามแต่จะกำหนด ผสมให้เข้ากันอย่างดีโดยมีความข้นเหลวที่พอเหมาะ

ข. ความข้นเหลว คอนกรีตที่จะใช้กับทุกส่วนของงานจะต้องผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน โดยมีความข้นเหลวที่พอเหมาะที่จะสามารถทำให้แน่นได้ ภายในแบบหล่อและรอบเหล็กเสริมหลังจากอัดแน่นโดยการกระทุ้งด้วยมือ หรือโดยวิธีสั่นที่ได้รับการเห็นชอบแล้ว จะต้องไม่มีน้ำที่ผิวคอนกรีตมากเกินไป และจะต้องมีผิวหน้าเรียบปราศจากโพรง การแยกแยะ รูพรุน เมื่อแข็งตัวแล้วจะต้องมีกำลังตามที่ต้องการตลอดจนความทนทานต่อการแตกสลาย ความคงทน ความทนต่อการขัดสี ความสามารถในการกันน้ำรูปลักษณะและคุณสมบัติอื่น ๆ ตามที่กำหนด

ง. ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ ขนาดระบุใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ จะต้องเป็นไปตามตารางที่ 3 ข้างล่างนี้

ตารางที่ 3
ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบที่ใช้กับคอนกรีต

| ชนิดของงานก่อสร้าง | ขนาดใหญ่สุด มม. |
|---|---|
| ฐานราก เสา และคาน | 40 |
| ผนัง คสล. หนาตั้งแต่ 150 มม. ขึ้นไป | 40 |
| ผนัง คสล. หนาตั้งแต่ 100 มม. ลงมา | 20 |
| แผ่นพื้น ครีบ คสล. | 20 |

**4. <u>การคำนวณออกแบบส่วนผสม</u>**

ก. ห้ามมิให้นำคอนกรีตมาเทส่วนที่เป็นโครงสร้างใด ๆ จนกว่าส่วนผสมของคอนกรีตที่จะนำมาใช้นั้นได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ออกแบบแล้ว

ข. ก่อนเทคอนกรีตอย่างน้อย 30 วัน ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมส่วนผสมคอนกรีตต่าง ๆ และทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อให้วิศวกรผู้ออกแบบตรวจให้ความเห็นชอบก่อน

ค. การที่วิศวกรผู้ออกแบบให้ความเห็นชอบต่อส่วนผสมที่เสนอมาหรือแก้ไข (หากมี) นั้น มิได้หมายความว่า จะลดความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่มีต่อคุณสมบัติของคอนกรีตที่ได้จากส่วนผสมนั้น

ง. การจัดปฏิบัติภาคส่วนผสม

(1) จะต้องหาอัตราส่วน น้ำ : ปูนซีเมนต์ที่เหมาะสม โดยการทดลองขั้นตอนตามวิธีการต่อไปนี้

(I) จะต้องทดลองทำส่วนผสมคอนกรีต ที่มีอัตราส่วนและความข้นเหลวที่เหมาะสมกับงานโดยเปลี่ยนอัตราส่วนน้ำ : ปูนซีเมนต์อย่างน้อย 3 ค่าซึ่งจะให้กำลังต่าง ๆ กัน โดยอยู่ในขอบข่ายของค่าที่กำหนดสำหรับงานนี้และจะต้องคำนวณออกแบบสำหรับค่าการยุบสูงสุดเท่าที่ยอมให้

(II) จากนั้นให้หาปฏิภาคของวัสดุผสมแล้วทำการทดสอบตามหลักและวิธีการที่ให้ไว้ในเรื่อง “ข้อแนะนำวิธีการเลือกปฏิภาคส่วนผสมสำหรับคอนกรีต” (ACI 211)

(III) สำหรับอัตราส่วนผสม น้ำ : ปูนซีเมนต์แต่ละค่าให้หล่อชิ้นตัวอย่าง อย่างน้อย 3 ชิ้นสำหรับแต่ละอายุเพื่อนำไปทดสอบ โดยเตรียมและบ่มตัวอย่างตาม “วิธีทำและบ่มชิ้นตัวอย่างคอนกรีตสำหรับใช้ทดสอบแรงอัดและแรงดัด” (ASTM C 192) และทดสอบที่อายุ 7,14 และ 28 วัน การทดสอบให้ปฏิบัติตาม “วิธีทดสอบกำลังอัดของแท่งกระบอกคอนกรีต (ASTM C 39)

(IV) ให้นำผลที่ได้จากการทดสอบไปเขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง
อัตราส่วน น้ำ : ปูนซีเมนต์ กับค่ากำลังอัดของแท่งกระบอกคอนกรีต
อัตราส่วน น้ำ : ปูนซีเมนต์ สูงสุดที่ยอมให้ จะต้องได้มาจากค่าที่แสดงโดย กราฟที่ให้ค่ากำลังต่ำสุด ซึ่งมีค่าเกินร้อยละ 10 ของกำลังที่กำหนด

(V) สำหรับคอนกรีตโครงสร้างทั่วไป ปริมาณปูนซีเมนต์จะต้องไม่น้อยกว่า 350 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตรของคอนกรีต

(2) การใช้อัตราส่วน น้ำ : ปูนซีเมนต์ ค่าที่ต่ำสุดเท่าที่จะทำได้ ในกรณีที่ใช้มวลรวมหยาบชนิดเม็ดเล็กเช่นในผนังเบา ๆ หรือในที่ที่เหล็กแน่นมาก ๆ จะต้องพยายามรักษาค่าอัตราส่วน น้ำ : ปูนซีเมนต์ให้คงที่เมื่อเลือกอัตราส่วน น้ำ : ปูนซิเมนต์ที่เหมาะสมได้แล้วให้หาปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตตามวิธีในข้อ 4 ง. เรื่อง “การหาปฏิภาคของวัสดุผสม” ดังอธิบายข้างบน

**5. <u>การผสมคอนกรีต</u>**

ก. คอนกรีตผสมเสร็จ
การผสมและการขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จให้ปฏิบัติตาม“บทกำหนดสำหรับคอนกรีตผสมเสร็จ” (ASTM C 94)

ข. การผสมด้วยเครื่อง ณ สถานที่ก่อสร้าง

(1) การผสมคอนกรีตต้องใช้เครื่องผสมชนิดที่ได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงานแล้ว ที่เครื่องผสมจะต้องมีแผ่นป้ายแสดงความจุและจำนวนรอบต่อนาทีที่เหมาะสม และผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำเหล่านี้ทุกประการ เครื่องผสมจะต้องสามารถผสมมวลรวมปูนซิเมนต์และน้ำให้เข้ากันโดยทั่วถึงภายในเวลาที่กำหนด และต้องสามารถปล่อยคอนกรีตออกได้โดยไม่เกิดการแยกแยะ

(2) ในการบรรจุวัสดุผสมเข้าเครื่อง จะต้องบรรจุน้ำส่วนหนึ่งเข้าเครื่องก่อน ปูนซีเมนต์และมวลรวมแล้วค่อย ๆ เติมน้ำส่วนที่เหลือเมื่อผสมไปแล้วประมาณหนึ่งในสี่ของเวลาผสมกำหนด จะต้องมีที่ควบคุมมิให้ปล่อยคอนกรีตก่อนจะถึงเวลาที่กำหนด และจะต้องสามารถปล่อยคอนกรีตออกให้หมดก่อนที่จะบรรจุวัสดุใหม่

(3) เวลาที่ใช้ในการผสมคอนกรีตซึ่งมีปริมาณตั้งแต่ 1 ลูกบาศก์เมตรลงมา จะต้องไม่น้อยกว่า 2 นาที และให้เพิ่มอีก 20 วินาทีสำหรับทุก ๆ 1 ลูกบาศก์เมตรหรือส่วนของลูกบาศก์เมตรที่เพิ่มขึ้น

**6. <u>การผสมต่อ</u>**

ก. ให้ผสมคอนกรีตเฉพาะเท่าที่ต้องการใช้เท่านั้น ห้ามนำคอนกรีตที่ก่อตัวแล้วมาผสมต่อเป็นอันขาดแต่ให้ทิ้งไป

ข. ห้ามมิให้เติมน้ำเพื่อเพิ่มค่าการยุบเป็นอันขาด การเติมน้ำจะกระทำได้ ณ สถานที่ก่อสร้างหรือที่โรงผสมคอนกรีตกลาง โดยความเห็นชอบของวิศวกรผู้ควบคุมงานเท่านั้น แต่ไม่ว่าในกรณีใดจะเติมน้ำในระหว่างการขนส่งไม่ได้

**7. <u>การเตรียมการเทคอนกรีตในอากาศร้อน</u>**

ในกรณีที่จะเทคอนกรีตในอากาศร้อนจัด หรือจะเทองค์อาคารขนาดใหญ่ เช่นคานขนาดใหญ่ ฐานรากหนา ๆ จะต้องหาวิธีลดอุณหภูมิของคอนกรีตสดให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ อาทิ ทำหลังคาคลุมโม่ผสมคอนกรีต กองวัสดุ และถังเก็บน้ำ ในบางกรณีอาจจะต้องใช้น้ำแข็งหรือสารผสมเพิ่มช่วย ซึ่งหากไม่มีกำหนดเป็นอย่างอื่นวิศวกรผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้พิจารณา

**8. <u>การขนส่งและการเท</u>**

ก. การเตรียมการก่อนเท

(1) จะต้องขจัดคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วและวัสดุแปลกปลอมอื่น ๆ ออกจากด้านในของอุปกรณ์ที่ใช้ในการลำเลียงออกให้หมด

(2) แบบหล่อจะต้องเสร็จเรียบร้อย จะต้องขจัดน้ำส่วนที่เกินและวัสดุแปลกปลอมใด ๆ ออกให้หมดเหล็กเสริมผูกเข้าที่เสร็จเรียบร้อย วัสดุต่าง ๆ ที่จะฝังในคอนกรีตต้องเข้าที่เรียบร้อย และการเตรียมการต่าง ๆ ทั้งหมดได้รับความเห็นชอบแล้วจึงจะดำเนินการเทคอนกรีตได้

ข. การลำเลียง วิธีการขนส่งและการเทคอนกรีต จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อนในการขนส่งคอนกรีตจากเครื่องผสมจะต้องระมัดระวังมิให้เกิดการแยกแยะหรือการสูญเสียของวัสดุผสม และต้องกระทำในลักษณะที่จะทำให้ได้คอนกรีตที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนด

ค. การเท

(1) ผู้รับจ้างจะเทคอนกรีตส่วนหนึ่งส่วนใดของโครงสร้างยังมิได้จนกว่าจะได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานเรียบร้อยแล้ว และเมื่อได้รับอนุมัติแล้วหากผู้รับจ้างยังไม่เริ่มเทคอนกรีตภายใน 48 ชั่วโมงจะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานอีกครั้งจึงจะเทได้

(2) การเทคอนกรีตจะต้องกระทำต่อเนื่องกันตลอดทั้งพื้นที่รอยต่อระหว่างก่อสร้างจะต้องอยู่ที่ตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ หรือได้รับความเห็นชอบแล้ว การเทคอนกรีตต่อเนื่องกับคอนกรีตที่เทไปแล้วจะต้องยังคงสภาพเหลวพอที่จะเทต่อกันได้

(3) ห้ามมิให้นำคอนกรีตที่ก่อตัวบ้างแล้วบางส่วน หรือแข็งตัวทั้งหมด หรือที่มีวัสดุแปลกปลอมมาเทปะปนกันเป็นอันขาด

(4) เมื่อเทคอนกรีตลงในแบบหล่อแล้วจะต้องอัดคอนกรีตนั้นให้แน่นภายในเวลา 30 นาทีนับตั้งแต่ปล่อยคอนกรีตออกจากเครื่องผสม นอกจากจะมีเครื่องกวนพิเศษสำหรับการนี้โดยเฉาพะ หรือมีเครื่องผสมติดรถซึ่งจะกวนอยู่ตลอดเวลา ในกรณีเช่นนั้นให้เพิ่มเวลาได้เป็น 2 ชั่วโมงนับตั้งแต่บรรจุปูนซีเมนต์เข้าเครื่องผสม ยกเว้นในกรณีที่ใช้สารหน่วง (RETARDER) และต้องเทภายใน 30 นาที นับตั้งแต่ปล่อยคอนกรีตออกจากเครื่องกวน

(5) จะต้องเทคอนกรีตให้ใกล้ตำแหน่งสุดท้ายมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดการแยกแยะอันเนื่องจากการโยกย้ายและการไหลตัวของคอนกรีต ต้องระวังอย่าใช้วิธีการใด ๆ ที่จะทำให้คอนกรีตเกิดการแยกแยะ ห้ามปล่อยคอนกรีตเข้าที่จากระยะสูงเกินกว่า 2 เมตรนอกจากจะได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน

(6) ในกรณีที่ใช้คอนกรีตเปลือยโดยมีมอร์ต้าเป็นผิว จะต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสมดันหินให้ออกจากข้างแบบเพื่อให้มอร์ต้าออกมาอยู่ที่ผิวให้เต็มโดยไม่เป็นโพรงเมื่อถอดแบบ การทำให้คอนกรีตแน่นให้ใช้วิธีสั่นด้วยเครื่อง หรือกระทุ้งเพื่อให้คอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมและสิ่งที่ฝังจนทั่วและเข้าไปอัดตามมุมต่าง ๆ จนเต็มโดยขจัดกระเปาะอากาศและกระเปาะหิน อันจะทำให้คอนกรีตเป็นโพรงเป็นหลุมบ่อ หรือเกิดระนาบที่ไม่แข็งแรงออกให้หมดสิ้น เครื่องสั่นจะต้องมีความถี่อย่างน้อย 7000 รอบต่อนาที และผู้ใช้งานจะต้องมีความชำนาญเพียงพอ ห้ามมิให้ทำการสั่นคอนกรีตเกินขนาด หรือ ใช้เครื่องสั่นเป็นตัวเขยื้อนคอนกรีตให้เคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งภายในแบบหล่อเป็นอันขาด ให้จุ่มและถอนเครื่องสั่นขึ้นลงตรง ๆ ที่หลาย ๆ จุดห่างกันประมาณ 500 มิลลิเมตร ในการจุ่มแต่ละครั้งต้องใช้เวลาให้เพียงพอที่จะทำให้คอนกรีตแน่นตัวแต่ต้องไม่นานเกินไปจนเป็นเหตุให้เกิดการแยกแยะ โดยปกติจุดหนึ่ง ๆ ควรจุ่มอยู่ระหว่าง 5-15 วินาที ในกรณีที่หน้าตัดของคอนกรีตบางเกินไปจนไม่อาจแหย่เครื่องสั่นลงไปได้ก็ให้เครื่องสั่นนั้นแนบกับข้างแบบ หรือใช้วิธีอื่นที่ได้รับการเห็นชอบแล้ว สำหรับองค์อาคารสูง ๆ และหน้าตัดกว้าง เช่น เสาขนาดใหญ่ควรใช้เครื่องสั่นชนิดเกาะติดกับข้างแบบแต่ทั้งนี้แบบหล่อต้องแข็งแรงพอที่จะสามารถรับความสั่นได้โดยไม่ทำให้รูปร่างขององค์อาคารผิดไปจากที่กำหนด จะต้องมีเครื่องสั่นคอนกรีตสำรองอย่างน้อย 1 เครื่องประจำ ณ สถานที่ก่อสร้างเสมอในระหว่างเทคอนกรีต

(7) การเทคอนกรีตโดยใช้เครื่องสูบคอนกรีต จะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อน

(8) เมื่อกำลังอัดคอนกรีตที่ใช้ในเสาสูงกว่า 1.4 เท่าของกำลังอัดคอนกรีตที่ใช้ในระบบพื้น การถ่ายน้ำหนักเสาผ่านทางระบบพื้นนั้นจะต้องใช้วิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

(I) คอนกรีตในเสาซึ่งกำลังอัดสูงกว่า จะต้องเทบนพื้นตามตำแหน่งเสานั้น โดยที่ผิวของคอนกรีตในเสาจะต้องขยายออกไปในพื้นจากขอบเสาไม่น้อยกว่า 600 มม. และคอนกรีตในเสาที่เทนอกขอบเสาออกมานั้นจะต้องผสมเข้ากับคอนกรีตในพื้นอย่างทั่วถึง

(II) กำลังอัดคอนกรีตในเสาซึ่งถ่ายผ่านระบบพื้นนั้น สามารถใช้ตามค่ากำลังอัดของคอนกรีตในระบบพื้นซึ่งน้อยกว่านี้ได้ โดยเพิ่มเหล็กเสริมตามค่าน้ำหนักที่ต้องการ

(III) สำหรับเสาซึ่งมีที่รองรับด้านข้างทั้ง 4 ด้านโดยคานที่มีความลึกใกล้เคียงกันหรือโดยแผ่นพื้น กำลังอัดของคอนกรีตในเสาให้คิดเท่ากับ 75% ของกำลังอัดคอนกรีตในเสาบวกกับ 35% ของกำลังอัดคอนกรีตในแผ่นพื้นนั้น

**9. <u>รอยต่อและสิ่งที่ฝังในคอนกรีต</u>**

ก. รอยต่อระหว่างก่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINT) ของอาคาร

(1) ในกรณีมิได้ระบุตำแหน่งและรายละเอียดของรอยต่อนี้ในแบบ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำและวางรอยต่อในตำแหน่ง ซึ่งจะทำให้โครงสร้างเสียความแข็งแรงน้อยที่สุด และป้องกันมิให้เกิดรอยร้าวเนื่องจากการหดตัว และจะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อน

(2) ผิวบนของผนังและเสาคอนกรีตจะต้องอยู่ในแนวราบ คอนกรีตซึ่งเททับเหนือรอยต่อระหว่างก่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINT) ที่อยู่ในแนวราบจะต้องไม่ใช้คอนกรีตส่วนแรกที่ออกจากเครื่องผสมและจะต้องอัดแน่นให้ทั่วโดยอัดให้เข้ากับคอนกรีตที่เทไว้ก่อนแล้ว

(3) ในกรณีของผิวทางแนวตั้งให้ใช้ปูนทรายในอัตราส่วน 1 : 1 ผสมน้ำให้ข้น ไล้ที่ผิวให้ทั่วก่อนที่จะเทคอนกรีตใหม่ลงไป

(4) สำหรับรอยต่อในผนังทั้งหมดและระหว่างผนังกับแผ่นพื้นหรือฐานราก หากมิได้ระบุในแบบเป็นอย่างอื่นให้เดินเหล็กเสริมต่อเนื่องผ่านรอยต่อไปและจะต้องใส่สลักและเดือย ตามแต่วิศวกรผู้ควบคุมงานจะเห็นสมควร โดยจะต้องมีสลักตามยาวลึกอย่างน้อย 50 มิลิเมตร

(5) ในกรณีที่เทคอนกรีตเป็นชั้น ๆ จะต้องยึดเหล็กที่โผล่เหนือแต่ละชั้นให้แน่นหนา เพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของเหล็กเสริมขณะเทคอนกรีต และในขณะคอนกรีตกำลังก่อตัว

(6) ในขณะคอนกรีตยังไม่ก่อตัวให้ขจัดฝ้าน้ำปูนและวัสดุที่หลุดร่วงออกให้หมด โดยไม่จำเป็นต้องทำให้ผิวหยาบอีก แต่หากไม่สามารถปฏิบัติตามนี้ได้ก็ให้ขจัดออกโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมหลังจากเทคอนกรีตแล้ว 24 ชั่วโมง แล้วให้ล้างผิวที่แข็งตัวแล้วด้วยน้ำสะอาดทันทีก่อนที่จะเทคอนกรีตใหม่ให้พรมน้ำผิวคอนกรีตที่รอยต่อทุกแห่งให้ชื้นแต่ไม่ให้เปียกโชก

(7) หากได้รับความเห็นชอบอาจเพิ่มความยึดหน่วงได้ตามวิธีต่อไปนี้

(I) ใช้สารผสมเพิ่มที่ได้รับความเห็นชอบแล้ว

(II) ใช้สารหน่วงซึ่งได้รับความเห็นชอบแล้ว เพื่อทำให้การก่อตัวของมอร์ต้าที่ผิวช้าลงแต่ห้ามใส่มากจนไม่ก่อตัวเลย

(III) ทำผิวคอนกรีตให้หยาบตามวิธีที่ได้รับการเห็นชอบแล้ว โดยวิธีนี้จะทำให้มวลรวมโผล่โดยสม่ำเสมอปราศจากฝ้าน้ำปูน หรือเม็ดมวลรวมที่หลุดร่วงหรือผิวคอนกรีตที่ชำรุด

ข. วัสดุฝังในคอนกรีต

(1) ก่อนเทคอนกรีตจะต้องฝังปลอก ไส้ สมอ และวัสดุฝังอื่น ๆ ที่จะต้องทำงานต่อในภายหลังให้เรียบร้อย

(2) ผู้รับจ้างที่ทำงานเกี่ยวข้องกับงานคอนกรีตจะต้องได้รับแจ้งล่วงหน้า เพื่อให้มีโอกาสที่จะจัดวางและยึดสิ่งที่จะฝังได้ทันก่อนเทคอนกรีต

(3) จะต้องติดตั้งแผ่นกันน้ำ ท่อร้อยสายไฟและสิ่งที่จะฝังอื่น ๆ เข้าที่ให้ถูกตำแหน่งอย่างแน่นอนและยึดให้แน่นเพื่อมิให้เกิดการเคลื่อนตัว สำหรับช่องว่างในปลอก ไส้ ร่อง สมอ จะต้องอุดด้วยวัสดุที่จะเอาออกได้ง่ายเป็นการชั่วคราวเพื่อป้องกันมิให้คอนกรีตไหลเข้าไปในช่องว่างนั้น

ค. รอยต่อสำหรับพื้นถนน

รอยต่อทางยาวตลอดจนรอยต่อสำหรับการยืดหดตัว จะต้องอยู่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ ในกรณีที่ไม่สามารถเทคอนกรีตได้เต็มช่วงจะต้องทำรอยต่อระหว่างก่อสร้างขึ้น ในช่วงหนึ่ง ๆ จะมีรอยต่อระหว่างก่อสร้างเกินหนึ่งรอยไม่ได้ และรอยต่อดังกล่าวจะต้องอยู่ภายในช่วงกลางแบ่งสามส่วนของช่วง

**10. <u>ระบบกันซึมที่ใช้ในคอนกรีต</u>**

รายละเอียดและคุณสมบัติ

สำหรับโครงสร้างส่วนที่สัมผัสกับดิน หรือความชื้น หรือคอนกรีตทับหน้า จะต้องผสมน้ำยากันซึมในคอนกรีตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์และ ตำแหน่งที่จะทำระบบกันซึมได้ระบุอยู่ในตารางดังต่อไปนี้

| ส่วนของอาคารที่ต้องทำระบบกันซึม | รุ่นและยี่ห้อ |
|---|---|
| • ผนังกันดิน D-WALL | BRUSHBOND TGP CL ของ FOSROC,<br>CONCENTRATE ของ XYPEX, PENETRONของULTECH<br>DURASEAL CSL ของ DURACRETE หรือเทียบเท่า |
| • พื้นชั้นใต้ดิน | BRUSHBOND ของ FOSROC ,<br>SIKATOPSEAL 107 ของ SIKA,<br>HYDROSEAL ของ DURACRETE หรือเทียบเท่า |
| • CONSTRUCTION JOINT ทั่วไป | SUPERCAST ของ FOSROC,<br>SIKA SWELL P PROFILES ของ SIKA,<br>ADCOR 500 S ของ GRACE หรือเทียบเท่า |
| • CONSTRUCTION JOINT รางน้ำ บ่อน้ำ | THIOFLEX 600 ของ FOSROC,<br>EXSEL S ของ DURACRETE,<br>PARASEAL ของ GRACE หรือเทียบเท่า |
| • EXPANSION JOINT | EXPOBAND H45 ของ FOSROC,<br>COMBIFLEX ของ SIKA,<br>MASTERFLEX 3000 ของ BASF หรือเทียบเท่า |
| • KING POST FILL | CJ 2025 ของ RAWELL + PATCH'N PLUG + CONCENTRATE ของ XYPEX,<br>PENETRON+PENEBAR SW-45 ของ ULTECH,<br>VIBOND EVERCRETE + VIBOND W.P.EXTRA 3 COAT ของ VISPACK หรือเทียบเท่า |
| • WATER STOP สำหรับ EXPANSION JOINT | FOSBAR PVC ของ FOSROC,<br>UA WATER STOP ของ UNION ASSOCIATES,<br>DUMBELT ของ DURACRETE หรือเทียบเท่า |
| • WATER STOP สำหรับ CONSTRUCTION JOINT | SUPERCAST ของ FOSROC,<br>EXSEL S ของ DURACRETE,<br>ADCOR 500 S ของ GRACE หรือเทียบเท่า |
| • ถังเก็บน้ำใต้ดิน | CONCENTRATE ของ XYPEX,<br>BRUSHBOND ของ FOSROC,<br>HYDROSEAL ของ DURACRETE หรือเทียบเท่า |
| • บ่อลิฟท์ | CONCENTRATE ของ XYPEX,<br>BRUSHBOND ของ FOSROC<br>DURASEAL CSL ของ DURACRETE หรือเทียบเท่า |
| • บ่อสูบน้ำ | CONCENTRATE ของ XYPEX,<br>BRUSHBOND ของ FOSROC<br>DURASEAL CSL ของ DURACRETE หรือเทียบเท่า |

**<u>หมายเหตุ</u>**

1. ให้ส่งขั้นตอนการติดตั้ง ผลการทดสอบและการรับรองมาให้ผู้ออกแบบพิจารณาก่อนนำมาใช้

2. เงื่อนไขการรับประกันทั้งวัสดุและการติดตั้ง ให้รับประกันทั้งค่าของและแรงในกรณีที่เกิดการรั่วซึมอันเกิดจากการเสื่อมของวัสดุกันซึม หรือจากข้อบกพร่องในการติดตั้ง โดยต้องมีหนังสือรับประกันผลงานมอบไว้ให้ผู้ว่าจ้างเป็นหลักฐานหลังจากงานแล้วเสร็จโดยมีระยะเวลารับประกันไม่น้อยกว่า 15 ปี

**11. <u>การซ่อมผิวที่ชำรุด</u>**

ก. ห้ามปะซ่อมรูร้อยเหล็กยึดและเนื้อที่ชำรุดทั้งหมดก่อนที่วิศวกรผู้ควบคุมงานจะได้ตรวจสอบแล้ว

ข. สำหรับคอนกรีตที่เป็นรูพรุนเล็ก ๆ และชำรุดเล็กน้อย หากวิศวกรผู้ควบคุมงานลงความเห็นว่า พอที่จะซ่อมแซมให้ดีได้ จะต้องสกัดคอนกรีตที่ชำรุดออกให้หมดจนถึงคอนกรีตดี เพื่อป้องกันมิให้น้ำในมอร์ต้าที่จะปะซ่อมนั้นถูกดูดซึมไป จะต้องทำความสะอาดคอนกรีตบริเวณที่จะปะซ่อมและเนื้อที่บริเวณโดยรอบเป็นระยะออกไปอย่างน้อย 150 มิลลิเมตร มอร์ต้าที่ใช้เป็นตัวประสานจะต้องประกอบด้วย ส่วนผสมของปูนซีเมนต์ 1 ส่วนต่อทรายละเอียดซึ่งผ่านตะแกรงเบอร์ 30 แล้ว 1 ส่วนให้ละเลงมอร์ต้านี้ให้ทั่วพื้นที่ผิว

ค. ส่วนผสมสำหรับใช้อุดให้ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ 1 ส่วนต่อทรายที่ใช้ผสมคอนกรีต 2.5 ส่วนโดยปริมาตรชื้นและหลวม สำหรับคอนกรีตเปลือยภายนอกให้ผสมปูนซิเมนต์ขาวเข้ากับปูนซิเมนต์ธรรมดา 2 ส่วนเพื่อให้ส่วนผสมที่ปะซ่อมมีสีกลมกลืนกับสีของคอนกรีตข้างเคียง ทั้งนี้โดยใช้วิธีทดลองหาส่วนผสมเอาเอง

ง. ให้จำกัดปริมาณของน้ำให้พอดีเท่าที่จำเป็นในการยกย้ายและการปะซ่อมเท่านั้น

จ. หลังจากที่น้ำซึ่งค้างบนผิวได้ระเหยออกจากพื้นที่ที่จะปะซ่อมหมดแล้ว ให้ละเลงชั้นยึดหน่วงลงบนผิวนั้นให้ทั่ว เมื่อชั้นยึดหน่วงนี้เริ่มเสียน้ำให้ฉาบมอร์ต้าที่ใช้ปะซ่อมทันที ให้อัดมอร์ต้าให้แน่นโดยทั่วถึงและปาดออกให้เนื้อนูนกว่าคอนกรีตโดยรอบเล็กน้อย และจะต้องทิ้งไว้เฉย ๆ อย่างน้อย 1 ชั่วโมงเพื่อให้เกิดการหดตัวขั้นต้นก่อนที่จะตกแต่งขั้นสุดท้ายบริเวณที่ปะซ่อมแล้วให้รักษาให้ชื้นอย่างน้อย 7 วันสำหรับคอนกรีตเปลือยที่ต้องการรักษาลายไม้แบบห้ามใช้เครื่องมือที่เป็นโลหะฉาบเป็นอันขาด

ฉ. ในกรณีที่รูพรุนนั้นกว้างมากหรือลึกจนมองเห็นเหล็ก และหากวิศวกรผู้ควบคุมงานลงความเห็นว่า อยู่ในวิสัยที่จะซ่อมแซมได้ก็ให้ปะซ่อมได้ โดยใช้มอร์ต้าชนิดที่ผสมตัวยากันการหดตัว (NON-SHRINK MORTAR) เป็นวัสดุแทนปูนทรายธรรมดา หากคอนกรีตที่เหลือเป็นคอนกรีตดีแต่มีรูพรุนมากให้ใช้ PRESSURIZED EPOXY GROUTING ชั้นหนึ่งก่อนที่จะปะซ่อม ทั้งนี้ให้ปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด

ช. ในกรณีที่โพรงใหญ่และลึกมากหรือเกิดข้อเสียหายใด ๆ เช่น คอนกรีตมีกำลังต่ำกว่ากำหนดและวิศวกรผู้ควบคุมงานมีความเห็นว่า อาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้อาคารได้ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้นตามวิธีที่วิศวกรผู้ควบคุมงานได้เห็นชอบด้วยแล้วหรือหากวิศวกรผู้ควบคุมงานเห็นว่าการชำรุดมากจนไม่อาจแก้ไขให้ได้ดี อาจสั่งทุบทิ้งแล้วสร้างขึ้นใหม่โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

**12. <u>การบ่มและการป้องกัน</u>**

หลังจากได้เทคอนกรีตแล้วและอยู่ในระยะกำลังก่อตัว จะต้องป้องกันคอนกรีตนั้นจากอันตรายที่อาจเกิดจากแสงแดด ลม แห้ง ฝน น้ำไหล การเสียดสีและจากการบรรทุกน้ำหนักเกินสมควร สำหรับคอนกรีตซึ่งใช้ปูนซีเมนต์ชนิดที่ 1 จะต้องรักษาให้ชื้นต่อเนื่องกันเป็นเวลาอย่างน้อย 7 วัน โดยวิธีคลุมด้วยกระสอบหรือผ้าใบเปียก หรือขัง หรือพ่นน้ำ หรือโดยวิธีที่เหมาะสมอื่น ๆ ตามที่วิศวกรผู้ควบคุมงานเห็นชอบสำหรับผิวคอนกรีตในแนวตั้ง เช่น เสา ผนัง และด้านข้างของคานให้หุ้มกระสอบหรือผ้าใบให้เหลื่อมซ้อนกันและรักษาให้ชื้นโดยให้สิ่งที่คลุมนี้แนบติดกับคอนกรีต ในกรณีที่ใช้ปูนซีเมนต์ชนิดให้กำลังสูงเร็ว ระยะเวลาการบ่มชื้นให้อยู่ในวินิจฉัยของวิศวกรผู้ควบคุมงาน

**13. <u>การทดสอบ</u>**

ก. การทดสอบแท่งกระบอกคอนกรีต

ชิ้นตัวอย่างสำหรับการทดสอบอาจนำมาจากทุก ๆ รถ หรือตามที่วิศวกรผู้ควบคุมงานจะกำหนด ทุกวันจะต้องเก็บชิ้นตัวอย่างไม่น้อยกว่า 6 ชิ้น สำหรับทดสอบ 7 วัน 3 ก้อน , 24 วัน 3 ก้อน และ 28 วัน 3 ก้อน สำหรับระยะเวลาผู้ควบคุมงานอาจกำหนดเป็นอย่างอื่นตามความเหมาะสม วิธีเก็บ เตรียม บ่ม และทดสอบชิ้นตัวอย่างให้เป็นไปตาม “วิธีทดสอบสำหรับกำลังอัดของแท่งกระบอกคอนกรีต (ASTM C 39) ตามลำดับ

ข. รายงาน

ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานผลการทดสอบกำลังอัดคอนกรีตรวม 3 ชุด สำหรับผู้แทนผู้ว่าจ้าง 1 ชุด และสำนักงานวิศวกรผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบ 2 ชุด

รายงานจะต้องรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

(1) วันที่หล่อ
(2) วันที่ทดสอบ
(3) ประเภทของคอนกรีต
(4) ค่าการยุบ
(5) ส่วนผสม
(6) หน่วยน้ำหนัก
(7) กำลังอัดสูงสุด

ค. การทดสอบแนว ระดับ ความลาดและความไม่สม่ำเสมอของพื้นถนนคอนกรีตในบริเวณอาคาร เมื่อคอนกรีตพื้นถนนแข็งตัวแล้วจะต้องทำการตรวจสอบแนว ความลาด ตลอดจนความไม่สม่ำเสมอต่าง ๆ อีกครั้งหนึ่ง

ง. การทดสอบความหนาของพื้นถนนคอนกรีตในบริเวณอาคาร
วิศวกรผู้ควบคุมงานอาจกำหนดให้มีการทดสอบความหนาของพื้นถนนคอนกรีต โดยวิธีเจาะเอาแก่นไปตรวจตามวิธีของ ASTM C 174 ก็ได้ หากปรากฏว่าความหนาเฉลี่ยน้อยกว่าที่กำหนดเกิน 5 มิลลิเมตร วิศวกรผู้ออกแบบจะเป็นผู้ตัดสินว่าถนนนั้นมีกำลังพอจะรับน้ำหนักบรรทุกตามที่คำนวณออกแบบไว้ได้หรือไม่ หากวิศวกรผู้ออกแบบลงความเห็นว่า พื้นถนนนั้นไม่แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักบรรทุกที่คำนวณออกแบบไว้ได้ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีแก้ไขเพื่อให้วิศวกรควบคุมงานเห็นชอบ

**14. <u>การประเมินผลการทดสอบกำลังอัด</u>**

ก. ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบชิ้นตัวอย่างคอนกรีตที่ 28 วัน สามชิ้นหรือมากกว่า ซึ่งบ่มในห้องปฏิบัติการจะต้องไม่ต่ำกว่าค่าที่กำหนด และจะต้องไม่มีค่าใดต่ำกว่าร้อยละ 80 ของค่ากำลังอัดที่กำหนด

ข. หากกำลังอัดมีค่าต่ำกว่าที่กำหนด ก็อาจจำเป็นต้องเจาะเอาแก่นคอนกรีตไปทำการทดสอบ

ค. การทดสอบแก่นคอนกรีตจะต้องปฏิบัติตาม วิธีเจาะและทดสอบแก่นคอนกรีตที่เจาะและคานคอนกรีตที่เลื่อยตัดมา (ASTM C 24) การทดสอบแก่นคอนกรีตต้องกระทำในสภาพผึ่งแห้งในอากาศ

ง. องค์อาคารหรือพื้นที่คอนกรีตส่วนใดที่วิศวกรผู้ควบคุมงานพิจารณาเห็นว่าไม่แข็งแรงพอ ให้เจาะแก่นอย่างน้อยสองก้อนจากแต่ละองค์อาคารหรือพื้นที่นั้น ๆ ตำแหน่งที่จะเจาะแก่นให้วิศวกรผู้ควบคุมงานเป็นผู้กำหนด

จ. กำลังของแก่นที่ได้จากแต่ละองค์อาคารหรือพื้นที่ จะต้องมีค่าเฉลี่ยเท่ากับหรือสูงกว่าร้อยละ 90 ของกำลังที่กำหนดจึงจะถือว่าใช้ได้ และจะต้องไม่มีค่าใดต่ำกว่าร้อยละ 80 ของค่ากำลังอัดที่กำหนด

ฉ. จะต้องอุดรูซึ่งเจาะเอาแก่นออกมาตามวิธีในข้อ 10 ให้เรียบร้อยด้วย NON-SHRINK MORTAR

ช. หากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า คอนกรีตมีความแข็งแรงไม่พอ จะต้องทุบคอนกรีตนั้นทิ้งแล้วหล่อใหม่โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

ซ. ชิ้นตัวอย่างแท่งกระบอกคอนกรีตอาจใช้ลูกบาศก์ขนาด 150 มม. x 150 มม. x 150 มม. แทนได้ โดยให้เปรียบเทียบค่ากำลังอัดตามมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กของ ว.ส.ท.

## หมวด 7 งานโลหะ และเหล็กรูปพรรณ

**1. ขอบเขตของงาน**

ก. ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องเป็นผู้จัดหา วัสดุ อุปกรณ์ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะงาน ตลอดจนแรงงาน โรงงาน การติดตั้ง เคลื่อนย้าย และสิ่งที่จำเป็นสำหรับงานโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ

ข. เหล็กรูปพรรณทั้งปวงที่ระบุในแบบรวมหมายถึง งานป้องกันสนิม ด้วยกรรมวิธีที่เหมาะสม

ค. ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างเหล็ก และวัสดุประกอบงานเหล็กอื่น ๆ ที่ใช้งาน พร้อมทั้งข้อมูลทางเทคนิคของผู้ผลิต พร้อมผลการทดสอบจากสถาบันที่รัฐรับรองให้ผู้แทนผู้ว่าจ้าง เพื่อตรวจสอบ และควบคุมคุณภาพ

ง. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบขยาย เพื่อแสดงรายละเอียดและวิธีการทำงานตามที่ผู้แทนผู้ว่าจ้างแนะนำ เพื่อให้การทำงานและควบคุมงานถูกต้อง

จ. ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องจัดให้มีการตรวจสอบ คุณภาพงาน และทดสอบ หากพบภายหลังว่าผลงานก่อสร้างไม่มั่นคง หรือมีข้อบกพร่อง

ฉ. บทกำหนดหมวดนี้คลุมถึงเหล็กรูปพรรณ ท่อกลม ท่อเหลี่ยม (STEEL TUBING) ทุกชนิด

ช. รายละเอียดเกี่ยวกับเหล็กรูปพรรณ ซึ่งมิได้ระบุในแบบและบทกำหนดนี้ ให้ถือปฏิบัติตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารเหล็กรูปพรรณ” ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ทุกประการ

**2. วัสดุ**

เหล็กรูปพรรณทั้งหมดจะต้องมีคุณสมบัติสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก.1227-2561 สำหรับเหล็กรูปพรรณรีดร้อน อละ มอก. 1228-2561 สำหรับเหล้กรูปพรรณรีดเย็น หรือ ASTM หรือ JIS ที่เหมาะสม ในกรณีที่มิได้ระบุในแบบให้ถือว่าเป็นเหล็กชนิดเทียบเท่า A 36 หรือ SS 41

**3. การกองเก็บวัสดุ**

เหล็กรูปพรรณทั้งที่ประกอบแล้วและยังไม่ได้ประกอบจะต้องเก็บไว้บนยกพื้นเหนือพื้นดิน จะต้องรักษาเหล็กให้ปราศจาก ไขมัน หรือสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ และต้องระวังรักษาอย่าให้เหล็กเป็นสนิม ในกรณีที่ใช้เหล็กที่มีคุณสมบัติต่างกันหลายชนิดต้องแยกเก็บและทำเครื่องหมาย เช่นโดยการทาสีแบ่งแยกให้เห็นอย่างชัดเจน

**4. การจัดทำ SHOP DRAWING**

ก่อนที่จะทำการประกอบเหล็กรูปพรรณทุกชิ้น ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWING ส่งต่อวิศวกรผู้ควบคุมงานเพื่อรับความเห็นชอบ โดย SHOP DRAWING นั้น จะต้องประกอบด้วย

ก. แบบที่สมบูรณ์แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการตัดต่อ การประกอบ และการติดตั้ง รูสลักเกลียว รอยเชื่อม และรอยต่อที่กระทำในโรงงาน

ข. สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากล

ค. จะต้องมีสำเนาเอกสารแสดงบัญชีวัสดุ และวิธีการยกติดตั้ง ตลอดจนการยึดโดยชั่วคราว

**5. การดัด**

การดัดต้องทำด้วยความระมัดระวังเพื่อมิให้เกิดการบิดเบี้ยว หรือเกิดเป็นริ้วลูกคลื่น การดัดแผ่นเหล็กที่อุณหภูมิปกติจะต้องใช้รัศมีของการดัดไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความหนาของแผ่นเหล็กนั้น ในกรณีที่ทำการดัดที่อุณหภูมิสูงห้ามทำให้เย็นตัวลงโดยเร็ว สำหรับเหล็กกำลังสูง (HIGH-STRENGTH STEEL) ให้ทำการดัดที่อุณหภูมิสูงเท่านั้น

**6. รูและช่องเปิด**

การเจาะ หรือตัด หรือกดทะลุให้เป็นรู ต้องกระทำตั้งฉากกับผิวของเหล็กนอกจากจะระบุเป็นอย่างอื่น ห้ามใช้วิธีเจาะรูด้วยไฟ หากรูที่เจาะไว้ไม่ถูกต้องจะต้องอุดให้เต็มด้วยวิธีเชื่อมและเจาะรูใหม่ให้ถูกตำแหน่ง ในเสาที่เป็นเหล็กรูปพรรณซึ่งต่อกับคาน คสล. จะต้องเจาะรูไว้เพื่อให้เหล็กเสริมในคานคอนกรีตสามารถลอดได้ รูจะต้องเรียบร้อยปราศจากรอยขาดหรือแหว่ง ขอบรูซึ่งคมและยื่นเล็กน้อยอันเกิดจากการเจาะด้วยสว่านให้ขจัดออกให้หมดด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม โดยลบมุม 2 มิลลิเมตร ช่องเปิดอื่น ๆ นอกเหนือจากรูสลักเกลียวจะต้องเสริมแหวนเหล็กซึ่งมีความหนาไม่น้อยกว่าความหนาขององค์อาคารที่เสริม รูหรือช่องเปิดภายในของแหวนจะต้องเท่ากับช่องเปิดขององค์อาคารที่เสริมนั้น

**7. <u>การประกอบและยกติดตั้ง</u>**

ก. ให้พยายามประกอบที่โรงงานให้มากที่สุดเท่าที่จะได้

ข. การตัดเฉือน ตัดด้วยไฟ สกัด และกดทะลุ ต้องกระทำอย่างละเอียดประณีต

ค. องค์อาคารที่วางทาบกันจะต้องวางให้แนบสนิทเต็มหน้า

ง. การติดตัวเสริมกำลังและองค์อาคารยึดโยงให้กระทำอย่างประณีต สำหรับตัวเสริมกำลังที่ติดแบบอัดแน่นต้องอัดให้สนิทจริง ๆ

จ. รายละเอียดให้เป็นไปตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารเหล็กรูปพรรณ” ของวิศวกรรมสถานที่แห่งประเทศไทยฯ ที่ 1003-18 ทุกประการ

ฉ. ไฟที่ใช้ตัดควรมีเครื่องมือกลเป็นตัวนำ

**8. <u>การเชื่อม</u>**

ก. ให้เป็นไปตามมาตรฐาน AWS สำหรับการเชื่อมในงานก่อสร้างอาคาร

ข. ผิวหน้าที่จะทำการเชื่อมจะต้องสะอาดปราศจากสะเก็ด ตะกรัน สนิม ไขมัน สีและวัสดุแปลกปลอมอื่น ๆ ที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อการเชื่อมได้

ค. ในระหว่างการเชื่อมจะต้องยึดชิ้นส่วนที่จะเชื่อมติดกันให้แน่น เพื่อให้ผิวแนบสนิทสามารถทาสีอุดได้โดยง่าย

ง. หากสามารถปฏิบัติได้ ให้พยายามเชื่อมในตำแหน่งราบ

จ. ให้วางลำดับการเชื่อมให้ดี เพื่อหลีกเลี่ยงการบิดเบี้ยวและหน่วยแรงตกค้างในระหว่างกระบวนการเชื่อม

ฉ. ในการเชื่อมแบบชนจะต้องเชื่อมในลักษณะที่จะให้ได้ PENETRATION โดยสมบูรณ์ โดยมิให้กระเปาะตะกรันขังอยู่ ในกรณีนี้อาจใช้วิธีลบมุมตามขอบหรือ BACKING PLATES ก็ได้

ช. ชิ้นส่วนที่จะต้องเชื่อมแบบทาบจะต้องวางให้ชิดกันที่สุดเท่าที่จะมากได้ และไม่ว่ากรณีใดจะต้องห่างกันไม่เกิน 6 มิลลิเมตร

ฎ. ช่างเชื่อมจะต้องมีความชำนาญในเรื่องการเชื่อมเป็นอย่างดี โดยช่างเชื่อมทุกคนจะต้องมีหนังสือรับรองว่าผ่านการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้ เช่นกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน เป็นต้น

ฏ. สำหรับเหล็กหนาตั้งแต่ 25 มม. ขึ้นไปต้อง PREHEAT ก่อนเชื่อมโดยให้ผู้รับจ้างเสนอวิธีการต่อวิศวกรผู้ควบคุมงานเพื่อรับความเห็นชอบ

ฐ. สำหรับเหล็กหนา 50 มม. ขึ้นไป ให้เชื่อมแบบ SUBMERGED ARC WELDING

**9. <u>การตรวจสอบรอยเชื่อม</u>**

ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของรอยเชื่อมในตำแหน่งที่วิศวกรผู้ออกแบบ หรือ วิศวกรผู้ควบคุมงานเป็นผู้กำหนด ลักษณะของรอยเชื่อมที่ยอมรับได้จะต้องมีพื้นผิวที่เรียบ ไม่มีมุมแหลมคมได้ขนาดตามที่กำหนดในแบบและจะต้องไม่มีรอยแตกร้าว โดยใช้วิธีการตรวจสอบดังต่อไปนี้

ก. ในกรณีการเชื่อมแบบผอก (FILLET WELD)

ให้ทดสอบโดยการใช้ DYE PENETRANT ซึ่งรายละเอียดการทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E 165 หรือทดสอบโดยการใช้ MAGNETIC PARTICLE ซึ่งรายละเอียดการทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E 709

ข. ในกรณีการเชื่อมแบบต่อชน (BUTT JOINT WITH FILLEY WELD)

(1) เมื่อแผ่นเหล็กที่นำมาต่อเชื่อมมีความหนาไม่เกิน 40 มม. ให้ทำการตรวจสอบรอยเชื่อมโดยใช้วิธีเอกซเรย์ (X-RAY) รายละเอียดการทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E 94 และ ASTM E 142

(2) เมื่อแผ่นเหล็กที่นำมาต่อเชื่อมความหนาเกิน 40 มม. ให้ทำการตรวจสอบรอยเชื่อมโดยใช้วิธีรังสีแกมม่า (GAMMA-RAY) หรือทดสอบโดยใช้อุลตราโซนิค (ULTRASONIC)

ทั้งนี้ผลการทดสอบจะต้องได้รับการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันที่เชื่อถือได้ รายละเอียดเกี่ยวกับการตรวจสอบรอยเชื่อมนอกเหนือจากที่กำหนดในข้อกำหนดนี้ให้เป็นไปตามมาตรฐาน AWS

**10. <u>การซ่อมแซมรอยเชื่อม</u>**

ก. บริเวณที่ได้รับการตรวจสอบรอยเชื่อมแล้วพบว่ามีปัญหา จะต้องทำการขจัดทิ้งและทำการเชื่อมแล้วตรวจสอบใหม่

ข. ในบริเวณโลหะเชื่อมที่มีรอยแตกจะต้องขจัดรอยเชื่อมออกวัดจากปลายรอยแตกไม่น้อยกว่า 50 มม. และทำการเชื่อมใหม่

ค. หากองค์อาคารเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างขึ้นจากการเชื่อมจะต้องทำการแก้ไขให้ได้รูปทรงที่ถูกต้องหรือเสริมความแข็งแรงให้มากกว่าหรือเทียบเท่ากับรูปทรงที่เกิดจากการเชื่อมที่ถูกต้อง

**11. <u>งานสลักเกลียว</u>**

**<u>สลักเกลียวที่ใช้ ใช้สลักเกลียวชนิด</u>**

ก. การตอกสลักเกลียวจะต้องกระทำด้วยความประณีตโดยไม่ทำให้เกลียวเสียหาย

ข. ต้องแน่ใจว่าผิวรอยต่อเรียบและผิวที่รองรับจะต้องสัมผัสกันเต็มหน้าก่อนจะทำการขันเกลียว

ค. ขันรอยต่อด้วยสลักเกลียวทุกแห่งให้แน่นโดยใช้กุญแจปากตายที่ถูกขนาด

ง. ให้ขันสลักเกลียวให้แน่นโดยมีเกลียวโผล่จากสลักเกลียวไม่น้อยกว่า 3 เกลียว หลังจากนั้นให้ทุบปลายเกลียวเพื่อป้องกันมิให้สลักเกลียวคลายตัว

**12. <u>การต่อและประกอบในสนาม</u>**

ก. ให้ปฏิบัติตามที่ระบุในแบบขยายและคำแนะนำในการยกติดตั้งโดยเคร่งครัด

ข. ค่าผิดพลาดที่ยอมให้ ให้ถือปฏิบัติตามมาตรฐานสากล

ค. จะต้องทำนั่งร้าน ค้ำยัน ยึดโยง ฯลฯ ให้พอเพียง เพื่อยึดโครงสร้างให้แน่นอยู่ในแนวและตำแหน่งที่ต้องการเพื่อความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานจนกว่างานประกอบจะเสร็จเรียบร้อยและแข็งแรงดีแล้ว

ง. หมุด (RIVET) ให้ใช้สำหรับยึดชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าหากันโดยไม่ให้เหล็ก (โลหะ) เกิดการบิดเบี้ยวชำรุดเท่านั้น

จ. ห้ามใช้วิธีตัดด้วยแก๊สเป็นอันขาด นอกจากจะได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน

ฉ. สลักเกลียวยึดและสมอให้ติดตั้งโดยใช้แบบนำเท่านั้น

ช. แผ่นรอง (BASE PLATE)

(1) ใช้ตามที่กำหนดในแบบขยาย

(2) ให้รองรับและปรับแนวด้วยลิ่มเหล็ก

(3) หลังจากได้ยกติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้อัดมอร์ต้าชนิดที่ไม่หดตัว (NON-SHRINK MORTAR) ใต้แผ่นรองให้แน่นแล้วตัดขอบลิ่มให้เสมอกับขอบแผ่นรองโดยทิ้งส่วนที่เหลือไว้ในที่

(4) ในกรณีที่ใช้ ANCHOR BOLT จะต้องฝัง ANCHOR BOLT ให้ได้ตำแหน่งและความสูงที่ถูกต้องและระวังไม่ให้หัวเกลียวบิด งอ เสียรูปหรือขึ้นสนิม และถ้าไม่มีการระบุในแบบให้ยึดขันกับแผ่นรองโดยใช้ DOUBLE NUTS

**13. <u>การป้องกันเหล็กมิให้ผุกร่อน</u>**

ก. เกณฑ์กำหนดทั่วไป

งานนี้หมายรวมถึง การทาสีและการป้องกันการผุกร่อนของงานเหล็กให้ตรงตามบทกำหนดและแบบและให้เป็นไปตามข้อกำหนดของสัญญานี้ทุกประการ

ข. ผิวที่จะทาสี

(1) การทำความสะอาด

(I) ก่อนจะทาสีบนผิวใด ๆ ยกเว้นผิวที่อาบโลหะจะต้องขัดผิวให้สะอาดโดยใช้เครื่องมือชนิดที่เหมาะสม จากนั้นให้ขัดด้วยแปรงลวดเหล็กและกระดาษทรายเพื่อขจัดเศษโลหะที่หลุดร่อนออกให้หมด แต่ต้องพยายามหลีกเลี่ยงการใช้เครื่องขัดด้วยลวดเป็นระยะเวลานานเพราะอาจทำให้เนื้อโลหะไหม้ได้

(II) สำหรับรอยเชื่อมและผิวเหล็กที่ได้รับความกระทบกระเทือนจากการเชื่อมจะต้องเตรียมผิวสำหรับทาสีใหม่เช่นเดียวกับผิวทั่วไปตามวิธีในข้อ (I)

(III) ทันทีก่อนที่จะทาสีครั้งต่อไปให้ทำความสะอาดผิวซึ่งทาสีไว้ก่อน หรือผิวที่ฉาบไว้จะต้องขจัดสีที่ร่อนหลุดและสนิมออกให้หมดและจะต้องทำความสะอาดพื้นที่ส่วนถูกน้ำมันและไขมันต่าง ๆ แล้วปล่อยให้แห้งสนิทก่อนจะทาสีทับ

(2) สีรองพื้น

หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่น งานเหล็กรูปพรรณทั้งหมดให้ทาสีชนิด EPOXY PAINTED กรรมวิธีการทาให้ยึดถือตามผู้ผลิตวัสดุสี ซึ่งจะต้องส่งขออนุมัติจากวิศวกรผู้คุมงานก่อน ในกรณีที่เหล็กรูปพรรณฝังในคอนกรีตไม่ต้องการทาสีทั้งหมดแต่จะต้องขัดผิวให้สะอาดก่อนเทคอนกรีตหุ้ม

**14. <u>การป้องกันไฟ</u>**

ชิ้นส่วนเหล็กรูปพรรณส่วนที่เป็นโครงสร้าง จะต้องให้มีการป้องกันไฟโดยให้ถือปฏิบัติตาม “มาตรฐานป้องกันอัคคีภัย” ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ที่ 0001-26 และ ASTM E 119 ทุกประการ ส่วนวิธีการที่ใช้ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีการดังกล่าวให้แก่ผู้ออกแบบพิจารณาอีกครั้ง

## หมวด 8 งานคอนกรีตอัดแรง

***ข้อกำหนดของงานคอนกรีตอัดแรง***

**1. บทกำหนด**

งานคอนกรีตอัดแรงคือ การก่อสร้างโครงสร้าง หรือส่วนของโครงสร้างซึ่งเป็นคอนกรีตชนิดปอร์ตแลนด์ซีเมนต์อัดแรงด้วยเหล็กแรงดึงสูง และเสริมด้วยเหล็กเสริมคอนกรีตเฉพาะแห่ง ตามรายละเอียด และข้อกำหนดในแบบ และตามข้อกำหนดที่เพิ่มเติมโดยวิศวกรผู้ออกแบบคอนกรีตชนิดปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ประกอบไปด้วยส่วนผสมของปอร์ตแลนด์ซีเมนต์น้ำ, มวลหยาบ และมวลละเอียด โดยจะมีส่วนผสมของน้ำยาผสมคอนกรีตด้วยก็ได้ แล้วแต่ความจำเป็นของการทำงาน

**2. วัสดุการก่อสร้าง**

**2.1 ข้อกำหนดคุณภาพคอนกรีต**

2.1.1 ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ ปูนซีเมนต์จะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไทย มอก.15-2514 ประเภทที่หนึ่ง (ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา) หรือประเภทที่ 3 (ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทเกิดแรงสูงเร็ว)

2.1.2 น้ำน้ำที่ใช้ในการผสมคอนกรีต จะต้องเป็นน้ำสะอาด ปราศจากสาร ประเภทเกลือ, กรดหรือ น้ำมัน, วัชพืด หรือสารใดๆ ก็ตาม ที่ยังผลเสียหายต่อคอนกรีต

2.1.3 น้ำยาผสมคอนกรีต น้ำยาผสมคอนกรีต จะใช้ต่อเมื่อได้รับอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจาก วิศวกรผู้ออกแบบเท่านั้น น้ำยาผสมคอนกรีตที่จะใช้ผสมคอนกรีตได้นั้น ต้องมีคุณสมบัติตรง ตามข้อกำหนดของ AASHTO STANDARD SPECIFICATION M 194.

2.1.4 มวลหยาบ มวลหยาบที่ใช้ในการผสมคอนกรีตจะต้องประกอบมีความแข็งแรง และทนทาน และเป็นไปตามข้อกำหนดของ AASHTO STANDARD SPECIFICATION M 80 ส่วนคละ ของมวลหยาบจะต้องเป็นไปตาม ตารางที่ 1 ใน AASHTO M 80

2.1.5 มวลละเอียด มวลละเอียดจะต้องเป็นทรายธรรมชาติ และเป็นไปตามข้อ กำหนดของ AASHTO STANDARD SPECIFICATION M 6 ส่วนคละของมวลละเอียดจะต้องเป็นไปตามข้อ 6.1 AASHTO M6

2.1.6 ส่วนผสมของคอนกรีต

2.1.6.1 ชนิดของคอนกรีต คอนกรีตสำหรับงานแผ่นพื้นจะมีรายละเอียดเบื้องต้นดังนี้

| | |
|---|---|
| กำลังอัดคอนกรีตที่ 28 วัน = | 320 กก./ซม.2 (cylinder) |
| ปริมาณขั้นต่ำของปูนซีเมนต์ | 350 กก./ลบ.ม. |
| ประเภทของปูนซีเมนต์ | 1 หรือ 3 |
| ช่วงขนาดของมวลหยาบ | 4-25 มม. |

2.1.6.2 ส่วนผสมของคอนกรีต จะต้องได้รับการอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากวิศวกรผู้ออกแบบ จึงจะนำไปใช้งานได้

2.1.7 การควบคุมคุณภาพคอนกรีต

2.1.7.1 เรื่องทั่วไป ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อคุณภาพของคอนกรีตให้เป็นไปตามข้อกำหนดและความรับผิดชอบนี้ จะไม่สิ้นสุดลงแม้ว่าผลจากการทดลองตัวอย่างคอนกรีตจะออกมาในรูปใดก็ตาม ผู้รับเหมาก่อสร้างต้องเป็นผู้จัดเตรียมขบวนการ และ แผนการทดลองสุ่มตัวอย่างคอนกรีตเพื่อเสนอต่อวิศวกรผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

2.1.7.2 คอนกรีตเปียก การทดสอบการยุบตัว (SLUMP) ควรจะมีการทำอย่างสม่ำเสมอตามกำหนดของวิศวกร โดยจะต้องทดสอบทุกๆ 50 ลบ.ม.ของคอนกรีตที่เท และทุกครั้งของการเก็บตัวอย่างทรงกระบอกเพื่อการทดสอบกำลังอัด

2.1.7.3 การควบคุมกำลังอัดคอนกรีต

ก. การสุ่มตัวอย่างและการทดสอบผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการเก็บตัวอย่าง คอนกรีตเพื่อการทดสอบกำลังอัดจำนวนตัวอย่าง,ความถี่,และบริเวณที่ต้องการเก็บตัวอย่างคอนกรีตจะต้องถูกกำหนดโดยความเห็นชอบของวิศวกรผู้ว่าจ้าง

ข. กำลังอัดคอนกรีตผลการทดลองต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของBUILDING CODE REQUIREMENTS FOR REINFORCED CONCRETE(ACI318-77) ในกรณีที่ผลการทดลองตัวอย่างคอนกรีตไม่ผ่านข้อกำหนดดังที่กล่าวไว้เบื้องต้นแล้วให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรผู้ว่าจ้างในการยอมรับคอนกรีต ส่วนนั้นซึ่งมีข้อบกพร่องในเรื่องกำลังอัดเพียงเล็กน้อยหรือปฏิเสธการยอมรับ คอนกรีตที่มีความบกพร่องมากและสั่งให้ทุบส่วนนั้นทิ้งไปวิศวกรผู้ออกแบบสามารถที่จะให้ผู้รับจ้างเจาะคอนกรีตในโครงสร้างที่เทคอนกรีตไปแล้วเพื่อนำคอนกรีตนั้นไปทำการทดสอบกำลังอัดตามวิธีการ ที่วิศวกรผู้ว่าจ้างเห็นชอบ ซึ่งทั้งหมดให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

**2.2 ข้อกำหนดคุณภาพของเหล็กแรงดึงสูงและอุปกรณ์การอัดแรง**

2.2.1 ลวดเหล็กแรงดึงสูง (HIGH TENSILE STRENGTH STEEL STRANDS)

ลวดเหล็กแรงดึงสูงต้องเป็นชนิด SEVEN-WIRE STRESS-RELIEVED STRAND มีคุณสมบัติตามข้อกำหนดของมาตรฐาน มอก. 420-2534

ประเภท LOW RELAXATION ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระบุ 12.7 ม. (ครึ่งนิ้ว)

GRADE 270 มีแรงดึงประลัยไม่ต่ำกว่าเส้นละ 18.73 ตัน

2.2.2 ระบบการอัดแรง ต้องเป็นระบบ BONDED SYSTEM

2.2.3 สมอยึดเหล็กเสริมอัดแรง สมอยึดเหล็กเสริมอัดแรง เป็นชนิด BONDED SYSTEM ANCHORAGE ซึ่งจะต้องมีคุณสมบัติคือ

-มีความสามารถรับแรงได้ไม่น้อยกว่า 90% ของแรงดึงประลัย ระบุของเหล็ก

เสริมอัดแรง โดยมีระยะรูดกลับไม่เกินกำหนด เมื่อทดสอบในภาวะ ไม่ยึด

หน่วง (UNBONDED STATE)

2.2.4 ท่อร้อยเหล็กเสริมอัดแรง ท่อร้อยเหล็กเสริมอัดแรงแบบ CORRUGATE จะต้องทำจากโลหะซึ่งไม่มีปฏิกิริยากับคอนกรีต (GALVANIZED STEEL) และมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะรักษารูปทรงและทนทานต่อการใช้งานในระหว่างการทำงานโดยไม่เสียหายสามารถป้องกันการไหลเข้าของน้ำปูนได้เป็นอย่างดี และจะต้องมีพื้นที่หน้าตัดมากกว่าสองเท่า ของพื้นที่หน้าตัดสุทธิของเหล็กเสริมอัดแรง

2.2.5 น้ำปูนอัด น้ำปูนอัดจะต้องเป็นส่วนผสมของน้ำ ปูนซิเมนต์ปอร์ตแลนด์ และ น้ำยาผสมคอนกรีต อัตราส่วนของน้ำต่อปูนซีเมนต์โดยน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 0.35 และไม่มากกว่า0.45น้ำยาผสมคอนกรีตจะต้องเป็นชนิดที่ไม่มีส่วนผสมของ CALCIUM CHLORIDE โดยเด็ดขาด และจะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ว่าจ้างก่อนการใช้งาน

2.3 ข้อกำหนดคุณภาพของเหล็กเสริมคอนกรีต

ให้เป็นไปตามข้อกำหนดที่ใช้กับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กชนิดอื่นๆ ในโครงการนี้

**3. วิธีการก่อสร้าง**

**3.1 งานคอนกรีต**

*3.1.1 งานคอนกรีตโดยทั่วๆ ไป*ผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอวิธีก่อสร้างและแผนการก่อสร้างต่อ ผู้ควบคุมงานผู้ว่าจ้าง ในระยะเวลาที่กำหนดไว้วิธีและแผนก่อสร้างจะต้องได้รับความเห็นชอบจาก ผู้ควบคุมงานผู้ว่าจ้างก่อนการทำงานจริง ผู้รับจ้างจะต้องมีผู้ควบคุมงาน และหัวหน้าคนงานที่มีความรู้และประสบการณ์ในงานคอนกรีตอย่างเพียงพอต่อการควบคุมการทำงาน

*3.1.2 ค้ำยันและแบบหล่อคอนกรีต*

*3.1.2.1 ค้ำยัน* แบบรายละเอียดและรายการคำนวณ แสดงความแข็งแรงของโครงสร้างของค้ำยันจะต้องเสนอเพื่อขออนุมัติต่อวิศวกรผู้ว่าจ้างก่อนใช้งานได้เท่านั้นส่วนความรับผิดชอบในเรื่องนี้ยังคงเป็นของผู้รับจ้างทั้งหมด ค้ำยันจะต้องออกแบบให้แข็งแรงเพียงพอต่อการน้ำหนักที่เกิดจากขบวนการ ก่อสร้างทั้งหมดโดยไม่ก่อให้เกิดการแอ่นตัวในโครงสร้างเกินค่าที่ยอมให้ ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมอุปกรณ์บางอย่างเพื่อการแก้ไขหากมีการทรุดตัวหรือแอ่นตัว เนื่องจากค้ำยัน เช่น แม่แรงหรือลิ่มเพื่อการแก้ไขหากมีสิ่ง ดังกล่าวเกิดขึ้นใน ระหว่างเทคอนกรีตค้ำยันที่ตั้งอยู่บนแผ่นพื้นที่หล่อคอนกรีตเรียบร้อยแล้ว เป็นกรณีที่ผู้รับจ้างจะต้องแสดงรายการคำนวณของน้ำหนักที่จะถ่ายลงสู่แผ่น พื้นแต่ละชั้น เพื่อขออนุมัติจากวิศวกร วิศวกรจะเป็นผู้พิจารณาถึงความ เหมาะสมของการจัดรูปแบบค้ำยันที่เกิดขึ้น และจะอนุมัติให้ดำเนินการได้ด้วยลายลักษณ์อักษรการถอดค้ำยันออกจะทำได้ต่อเมื่อการอัดแรงคอนกรีตใน แผ่นพื้นได้กระทำไปเรียบร้อยแล้วและไม่ว่ากรณีใดๆก็ตามจะมีน้ำหนักบรรทุกบนแผ่นพื้นมากกว่าน้ำหนักบรรทุกจรที่ออกแบบไว้ไม่ได้ในกรณีที่คอนกรีตยังมีอายุไม่ถึง 28 วัน การถอดค้ำยันออกจะยินยอมให้ก็เพื่อการถอดไม้แบบออกเท่านั้นและจะต้องใส่ค้ำยันกลับตามเดิมโดยเร็วที่สุดเว้นแต่จะแสดงให้เห็นว่าคอนกรีตในแผ่นพื้นมีกำลังอัดสูงกว่าค่ากำลังที่กำหนดไว้ที่ 28 วัน

*3.1.2.2 แบบหล่อคอนกรีตแบบหล่อ* จะต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่ให้คอนกรีตคงสภาพอยู่ได้ในขณะทำงานทุกขั้นตอนตั้งแต่การเท, การเขย่า และการแข็งตัว แบบหล่อจะต้องมีรอยต่อที่แนบสนิท และป้องกันการรั่วซึมของน้ำปูนได้เป็นอย่างดีแบบหล่อจะเป็นไม้หรือเหล็กก็ได้แต่จะต้องมีผิวที่เรียบ และ ไม่มีการโก่งตัวใดๆ ทั้งสิ้น หากเป็นแบบเหล็ก ผิวจะต้องปราศจากสนิม หรือ สิ่งอื่นใดที่อาจจะทำให้ผิวคอนกรีตที่ออกมามีลักษณะไม่สวยงามแบบหล่อจะต้องติดตั้งอย่างมั่นคงตลอดระยะเวลาการทำงานตั้งแต่เริ่มการเทคอนกรีตไป จนกระทั่งคอนกรีตแข็งตัว การถอดแบบหล่อ ออกจากด้านล่างของแผ่นพื้น จะกระทำได้ต่อเมื่อการอัดแรงคอนกรีตในแผ่นพื้นได้กระทำไปเรียบร้อยแล้วก่อนการเทคอนกรีตทุกครั้ง แบบหล่อจะต้องได้รับการทำความสะอาดกระทั่ง ไม่มีสิ่งสกปรกติดค้างอยู่แบบหล่อ และจะต้องทำให้แบบหล่อเปียกชุ่มด้วยน้ำ เสียก่อน หรือจะใช้น้ำมันทาแบบแทนวิธีการใช้น้ำก็ได้ แต่ชนิดน้ำมันทาแบบ จะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ว่าจ้างก่อนการใช้งาน

*3.1.3 การเทคอนกรีต*

คอนกรีตจะต้องขนส่งมาและเทลงแบบหล่อในลักษณะที่ปราศจากการแยกตัว ของ มวลคละ (SEGREGATION) และจะต้องไม่ทำให้เหล็กเสริมทุกชนิดเกิดการเคลื่อนตัวไปจากตำแหน่งที่วางไว้โดยเด็ดขาด วิธีการลำเลียงคอนกรีต และวิธีการเทคอนกรีตจะ ต้องได้รับการเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อนการเทคอนกรีต คอนกรีตที่ เท

ลงแบบหล่อแล้วจะต้องได้รับการเขย่าเพื่อทำให้เนื้อคอนกรีตแน่นด้วยเครื่องเขย่า ซึ่งมีประสิทธิภาพ และจำนวนที่พอเหมาะต่อการทำงาน การเขย่าคอนกรีตจะต้องทำอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ หัวเขย่าจะ ต้องแหย่เข้าไปในบริเวณคอนกรีตที่เทใหม่ๆ และดึงออกอย่างช้าๆ การเขย่าจะต้องเป็นไปทั่วทุกบริเวณและมีระยะเวลาที่เพียงพอ แต่ต้องไม่ยาวนานจนเกิดการแยกตัวของมวลคละ (SEGREGATION) การเทคอนกรีตจะต้องเทให้เสร็จเรียบร้อยตามแผนที่กำหนดไว้ในการเทแต่ละครั้ง CONSTRUCTION JOINT จะมีเฉพาะเท่าที่กำหนดไว้ในแบบเท่านั้น หากมีการติดขัดในระหว่างการเทคอนกรีตกระทั่งไม่อาจจะเทคอนกรีตได้ครบบริเวณตามที่กำหนดไว้ได้ ลักษณะและบริเวณที่จะหยุดการเทคอนกรีตจะต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ได้ลักษณะ และบริเวณที่จะหยุดการเทคอนกรีตจะ ต้องเป็นไปตามที่มีการตกลงกันล่วงหน้ากับผู้ควบคุมงานผู้ว่าจ้างเท่านั้น

**3.2 การอัดแรงคอนกรีต**

*3.2.1 งานอัดแรงคอนกรีตทั่วไป*

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือ และอุปกรณ์ประกอบการอัดแรงคอนกรีตโดยพร้อมมูลการอัดแรงจะต้องทำโดยแม่แรงที่ได้รับการอนุมัติแล้วจากวิศวกรผู้ออกแบบ หากเป็นแม่ แรงชนิด HYDRAULIC จะต้องมีส่วนประกอบของ PRESSURE GUAGE ที่อ่านได้ละเอียดและถูกต้องความสัมพันธ์ของแม่แรงกับ PRESSURE GUAGE จะต้องแสดงได้ด้วย CALIBRATION CHART ซึ่งได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ว่าจ้างแล้ว

*3.2.2 การกองเก็บวัสดุ*

ลวดแรงดึงสูงชนิดไร้แรงยึดเหนี่ยว (UNBONDED TENDON) จะต้องกองเก็บในลักษณะของการม้วนเป็นขด และวางราบกับพื้นที่ยกสูงกว่าระดับพื้นดิน เพื่อป้องกันการเปียกชื้นและความสกปรกอื่นๆ

*3.2.3 การวาง TENDONS*

การวาง TENDONS ต้องวางในลักษณะที่แสดงไว้ในแบบทั้งตำแหน่งและระยะโดยยอมให้มีความคลาดเคลื่อนไปจากตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบไม่เกินดังนี้

แนวราบ : + 20 มม.

แนวดิ่ง : + 4 มม.

TENDONS ต้องวางบน SUPPORTING CHAIR มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะคงอยู่ในตำแหน่งเดิมตลอดระยะเวลาการทำงาน

*3.2.4 การวางและติดตั้ง ANCHORAGE*

ANCHORAGE ต้องวางตรงตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียด โดยยึดติดแน่นอยู่กับที่ไม่เคลื่อนที่ไปทางใดในระหว่างการเทและการเขย่าคอนกรีตสำหรับ STRESSING END ANCHORAGE จะต้องมี END RECESS ในเนื้อคอนกรีตสำหรับให้เป็นช่องว่างให้แม่แรงยื่นเข้าไปจับ TENDON และ ยันกับ ANCHORAGE ได้ END RECESS นี้ จะต้องเกิดจากการผัง PLASTIC FORMER ไว้ก่อนการเทคอนกรีต และถอดออกเมื่อคอนกรีตแข็งตัวเพียงพอต่อการทำการอัดแรง

*3.2.5 การอัดแรงคอนกรีต*

การอัดแรงคอนกรีตจะกระทำได้ต่อเมื่อคอนกรีตกำลังอัดประลัยไม่ต่ำกว่า 240 กก./ ซม2เมื่อทดสอบด้วยก้อนตัวอย่างรูปทรงกระบอก และผู้ที่จะทำการอัดแรงจะต้อง เป็นผู้ที่มี ความรู้และประสบการณ์มาอย่างเพียงพอ

ก่อนการทำการอัดแรงผู้รับเหมาจะต้องเสนอแผนการอัดแรง ลำดับของการทำงาน แรงดึงของแม่แรงที่ต้องการ และระยะยืดของลวดเหล็กแรงดึงสูง ให้วิศวกรผู้ว่าจ้างเพื่อการตรวจสอบอนุมัติในระหว่างการอัดแรง ผู้รับเหมาจะต้องบันทึกข้อมูลของการอัดแรงต่างๆ เช่น แรงดึงในแม่แรง ระยะยืดของลวดเหล็กแรงดึงสูง เป็นต้น เพื่อเสนอให้วิศวกรผู้ว่าจ้างดำเนินการตรวจสอบความถูกต้อง หลังการอัดแรงที่ได้รับการตรวจสอบความถูกต้องจากวิศวกรแล้วปลายลวดเหล็กแรงดึงสูงจะต้องตัดออกด้วยใบตัด ห้ามใช้ความร้อนสูงในการตัดเด็ดขาด

*3.2.6 การอุดปิด END RECESS*

การอุดปิดนี้ให้ทำด้วยปูนทรายที่มีส่วนผสมที่ได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานแล้ว

ก่อนการอุดปิด END RECESS ต้องทาหรือพ่น ANCHORAGE ในส่วนที่ยังไม่ได้หุ้ม ด้วยคอนกรีตด้วยสีกันสนิมก่อน

## หมวด 9 งานเสาเข็มเจาะ

### 1. ทั่วไป

"กรณีทั่วไปและกรณีพิเศษ" ที่ระบุไว้ในภาคอื่น ให้นำมาใช้กับหมวดนี้ด้วย

### 2. ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องเจาะเสาเข็มระบบเจาะเปียกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตามรายละเอียดที่ปรากฏในแบบ และจะต้องเป็นผู้จัดหาวัสดุ และอุปกรณ์ทุกชนิดตลอดจนแรงงาน โรงงาน และ สิ่งอื่นใดที่จำเป็นสำหรับการเจาะเสาเข็มในตำแหน่งที่ระบุในแบบ รวมทั้งการทดสอบเสาเข็มด้วย

### 3. งานเกี่ยวกับเสาเข็ม

#### *3.1 สภาพของสถานที่ก่อสร้าง*

ก. ผู้เข้าประกวดราคาจะจัดหาเอกสารแสดงผลการเจาะสำรวจดินที่ก่อสร้างเพื่อใช้ประกอบในการออกแบบได้ที่สำนักงานผู้แทนผู้ว่าจ้าง ผู้เข้าประกวดราคาอาจจัดให้มีการสำรวจสถานที่ก่อสร้างเพิ่มเติมเองอีกก็ได้ เพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มขึ้น แต่ทั้งนี้ต้องได้รับอนุญาตจากผู้แทนผู้ว่าจ้างเสียก่อน ก่อนยื่นซองประกวดราคา ผู้เข้าประกวดราคาจะต้องไปดูสถานที่เสียก่อนจนเป็นที่แน่ใจว่ารู้ตำแหน่งแน่นอนของสถานที่ก่อสร้างตลอดจนขนาดและลักษณะของงานแล้ว และจะเรียกร้องให้จ่ายเงินเพิ่มโดยอ้างว่าได้รับข้อมูลไม่เพียงพอหรือไม่ละเอียดพอไม่ได้

ข. การรื้อถอนสิ่งกีดขวางต่างๆ ที่อยู่ใต้ดินซึ่งเกิดขึ้นในระหว่างปฏิบัติงาน อันเป็นเหตุให้เจาะเสาเข็มไม่ได้ หรือเป็นอุปสรรคต่อการวางแนวเสาเข็ม งานไม้ งานดินถม การกลบดินรอบเสาเข็ม และงานอื่นๆ ซึ่งจำเป็นต้องทำเพื่อให้งานเสร็จสมบูรณ์ ต้องเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่จะต้องทำโดยเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น โดยก่อนการเจาะเสาเข็ม ผู้ว่าจ้างจะต้องส่งข้อมูลให้ผู้รับจ้างทราบถึงอุปสรรคต่างๆ

ที่เกิดขึ้นในการเจาะเสาเข็ม สำหรับการรื้อถอนสิ่งกีดขวางทางธรรมชาติซึ่งอยู่ใต้ดิน ผู้รับจ้างจะได้รับค่าชดเชยก็ต่อเมื่อผู้แทนผู้ว่าจ้างเห็นว่าผู้รับจ้างได้ใช้ความพยายามอย่างเต็มที่เพื่อขจัดสิ่งกีดขวางดังกล่าวนั้น

***3.2 ในกรณีที่ไม่ได้กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับขนาด และรูปร่างของเสาเข็มไว้ในแบบ*** ผู้รับจ้างอาจเลือกเสาเข็มชนิดใดก็ได้ที่สามารถรับน้ำหนักปลอดภัยได้เท่าที่กำหนด แต่จะต้องสอดคล้องกับ Criteria ดังต่อไปนี้และต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อน

ก. น้ำหนักบรรทุกใช้งานของเสาเข็มหนึ่งต้น (ไม่รวมน้ำหนักเสาเข็ม) เมื่อคิดความสามารถรับน้ำหนักทั้งหมดของกลุ่มเสาเข็มแต่ละกลุ่มแล้วจะต้องมีค่าเกินกว่าน้ำหนักบรรทุกใช้งานที่คำนวณไว้รองรับด้วยแป้นหัวเสาเข็มตามที่ปรากฏในแบบ

ข. Load Factor ของเสาเข็มแต่ละต้นหมายถึง น้ำหนักบรรทุกสูงสุดตามที่หาได้ด้วยวิธีทดสอบหารด้วยน้ำหนักบรรทุกใช้งาน และจะต้องไม่น้อยกว่า 2.5 หากปรากฏจากผลการทดสอบว่า Load Factor มีค่าไม่ถึง 2.5 ผู้รับจ้างจะคิดน้ำหนักบรรทุกใช้งานได้เพียง 1/2.5 ของน้ำหนักบรรทุกสูงสุดเท่านั้น และจะต้องจัดหาและตอกเสาเข็มเพิ่มเติมเพื่อให้เป็นไปตามกำหนดนี้ โดยให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

ค. หน่วยแรงอัดโดยตรงของคอนกรีตในเสาเข็มเมื่อรับน้ำหนักบรรทุกใช้งาน จะต้องไม่เกินร้อยละ 25 ของกำลังอัดของแท่งกระบอกคอนกรีต

ง. ระยะทรุดตัวสูงสุดของเสาเข็มเมื่อรับน้ำหนักสองเท่าของน้ำหนักบรรทุกใช้งานเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน 12 มิลลิเมตร

จ. ระยะห่างระหว่างเสาเข็มให้เป็นไปตามที่ปรากฏในแบบ

ฉ. ในกรณีที่ใช้เสาเข็มเดี่ยวรองรับใต้เสาโดยตรง ผู้รับจ้างจะต้องแสดงโดยการคำนวณให้ผู้แทนผู้ว่าจ้างเป็นที่พอใจว่าเมื่อเกิดการเฉศูนย์สูงสุดของเสาเข็มดังกล่าวเท่าที่ยอมให้ในบทกำหนดหน่วยแรงสูงสุดในเสาเข็มที่ตอกแล้วนั้น จะต้องมีค่าไม่เกินหน่วยแรงสูงสุดที่จะยอมให้ในบทกำหนดนี้ ในกรณีที่หน่วยแรงในเสาเข็มมีค่าเกินค่าที่ยอมให้ดังกล่าว ผู้รับจ้างจะต้องตอกเสาเข็มเพิ่มเติมให้เท่าที่จำเป็น เพื่อให้เป็นไปตามกำหนดนี้ โดยจะเรียกร้องเงินเพิ่มมิได้

### *3.3 ระบบเสาเข็ม*

ก. ในการคำนวณออกแบบเสาเข็มที่ใช้ในงานนี้ ได้กำหนดให้เสาเข็มสามารถรับน้ำหนักปลอดภัยได้ตามที่ปรากฏในแบบ ถ้าไม่มีการกำหนดรายละเอียดอย่างอื่นเกี่ยวกับเสาเข็มไว้ในแบบแล้ว ผู้ยื่นซองประกวดราคาอาจเสนอให้ใช้เสาเข็มระบบใดก็ได้ที่สามารถรับน้ำหนักปลอดภัยได้เท่าที่กำหนด

ข. ในซองประกวดราคาที่ยื่นนี้ จะต้องมีบทกำหนดรายละเอียดพร้อมทั้งกำหนดวิธีการ และแบบซึ่งแสดงรายละเอียดของระบบที่ตนเสนอตลอดจนข้อมูลอย่างอื่นให้เพียงพอที่ผู้แทนผู้ว่าจ้างจะสามารถพิจารณาระบบที่เสนอได้ถูกต้อง ทั้งนี้จะต้องไม่มีสิ่งใดที่ขัดแย้งกับบทกำหนดนี้

ค. ระบบเสาเข็มซึ่งเคยใช้ได้ผลดีเป็นเวลานานแล้วเท่านั้นที่จะได้รับการพิจารณา การตัดสินของฝ่ายผู้ว่าจ้างเกี่ยวกับความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มแต่ละระบบให้ถือเป็นเด็ดขาด

ง. ในกรณีที่ผู้รับจ้างนำเสาเข็มซึ่งมีความสามารถรับน้ำหนักได้สูงกว่าที่กำหนดมาใช้ผู้รับจ้างจะเรียกร้องเงินเพิ่มมิได้

จ. ข้อกำหนด ฯลฯ ซึ่งเสนอมาจะต้องรวมรายละเอียดต่างๆ ตามข้อข้างล่างนี้ ใบเสนอใดที่ไม่มีรายละเอียดต่างๆ ดังกล่าวจะไม่ได้รับการพิจารณา

1. ชนิด ขนาด และระยะความยาวสูงสุดของเสาเข็ม
2. ข้อกำหนดเกี่ยวกับวัสดุทุกชนิดที่จะนำมาใช้เกี่ยวกับสัญญานี้
3. แบบใช้งานแสดงรายละเอียดต่างๆของเหล็กเสริมและองค์ประกอบต่างๆของเสาเข็มที่เสนอขอใช้
4. วิธีการเจาะเสาเข็มตลอดจนการทดสอบด้วยวิธีบรรทุกน้ำหนัก
5. วิธีการป้องกันการไหลเข้าของดินและ/หรือน้ำ ในระยะก่อนหรือขณะเทคอนกรีต และขณะถอนปลอก ในกรณีที่ใช้เสาเข็มชนิดเจาะหล่อกับที่
6. วิธีเทคอนกรีต และวิธีป้องกันการแยกแยะ
7. ระยะลึกของปลายเสาเข็ม
8. การทดสอบในที่ เพื่อหาระยะจมลึกที่ต้องการของเสาเข็ม
9. สูตรหรือวิธีประมาณค่าความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มในเรื่องที่เกี่ยวกับระยะตั้ง ระยะจมลึก และคุณสมบัติเกี่ยวกับกำลังของดิน โดยระบุค่าหน่วยแรงใช้งานต่างๆ ตลอดจนความสามารถในการรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็ม

## 4. เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก

### *4.1 ทั่วไป*

คอนกรีต เหล็กเสริม และไม้แบบสำหรับทำเสาเข็มคอนกรีตจะต้องเป็นไปตามแบบ และตามบทกำหนดนี้เกี่ยวกับคอนกรีต โดยมีข้อเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

***4.2 การหล่อ***

ก. เสาเข็มแต่ละต้น จะต้องหล่อครั้งเดียวต่อเนื่องกัน จะมีรอยต่อไม่ได้

ข. จะต้องหล่อเสาเข็มบนพื้นราบในแบบหล่อ ซึ่งต้องออกแบบแล้วเสนอต่อ วิศวกร และ/หรือ ผู้แทนผู้ว่าจ้างก่อนที่จะลงมือสร้างแบบหล่อนั้นๆ เมื่อได้รับความเห็นชอบแล้วจึงจะสร้างได้

***4.3 เหล็กรองปลายเสาเข็ม***

ก. เหล็กรองปลายเสาเข็มจะต้องทำด้วยเหล็กหล่อชนิดแข็งเย็น ซึ่งเป็นโลหะที่สะอาดสีเทา เหนียว ปราศจากทราย รู พรุน โพรง หรือการชำรุด (ตำหนิ) อื่นๆ โดยมีแถบเหล็กกล้าละมุนยึดปลายแหลมนั้นกับเหล็กเสริมคอนกรีตตามที่กำหนดในแบบ จะต้องยึดเหล็กรองปลายเสาเข็ม ให้อยู่ ณ จุดซึ่งอยู่ในแนวแกนของเสาเข็มพอดี

***4.4 การจับยึดโยกย้าย***

ก. สำหรับเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก หลังจากที่เสาเข็มมีกำลัง 2/3 ของกำลังแท่งกระบอกคอนกรีตที่อายุ 28 วันแล้ว ก็อาจยกย้ายนำไปกองได้และหลังจากที่เสาเข็มมีกำลังเท่ากับกำลังแท่งกระบอกคอนกรีตที่อายุ 28 วัน แล้ว จึงจะนำไปตอกได้ ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังอย่างมากในการยก และโยกย้ายเสาเข็มโดยจะต้องใช้ลวดสลิงจับที่รูซึ่งจัดไว้สำหรับการยกโดยเฉพาะ

ข. เสาเข็มแต่ละต้นจะต้องทำเครื่องหมายแสดงวันที่ที่หล่อคอนกรีตให้ชัดเจนและต้องจัดกองเสาเข็มให้สามารถหยิบขนเอาเสาเข็มที่ได้อายุเพื่อนำไปตอกโดยไล่เรียงกันอย่างสะดวก การกองเสาเข็มจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้แทนผู้ว่าจ้างเสียก่อน

***4.5 การยืดความยาวของหัวเสาเข็ม***

ในกรณีที่จำเป็นต้องเพิ่มความยาวของเสาเข็ม จะต้องขจัดฝ้ากากปูนของหัวเสาเข็มที่ตอกลงไปแล้วออกให้หมด และทำผิวให้หยาบ จากนั้นให้เชื่อมคอนกรีตเก่าและใหม่เข้าด้วยกันโดยใช้แท่งเหล็กเดือยและ Epoxy Compound หรือ Bonding Compound อื่นๆ ซึ่งได้รับความเห็นชอบแล้ว ทั้งนี้กำลังของรอยต่อจะต้องไม่น้อยกว่ากำลังส่วนอื่นๆ ของเสาเข็ม การต่อและเพิ่มความยาวเสาเข็มด้วยวิธีอื่น จะต้องอยู่ในความดูแลอย่างใกล้ชิดของวิศวกร หรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

***4.6 การตัดและสกัดหัวเสาเข็ม***

หลังจากได้ตอกเสาเข็มจนถึงระยะที่ตั้งไว้ หรือปลายเสาเข็มถึงระดับที่ต้องการจนเป็นที่พอใจของผู้แทนผู้ว่าจ้างแล้ว แต่ปรากฏว่าหัวเสาเข็มยังโผล่อยู่เหนือระดับซึ่งจำเป็นต้องตัดออกและลากไปทิ้ง จะต้องสกัดคอนกรีตรอบเหล็กเสริมที่หัวเสาเข็มออกที่ระดับเหนือระดับที่ฉาบผิวคอนกรีต 3 เซ็นติเมตร

***4.7 เสาเข็มหล่อเหล็กสำเร็จ***

ผู้รับจ้างอาจใช้เสาเข็มชนิดหล่อสำเร็จ เช่นเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงได้ในกรณีนี้ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งต่อผู้แทนผู้ว่าจ้างให้ทราบถึงชื่อผู้ผลิต พร้อมด้วยรายละเอียดของเสาเข็มที่เสนอขอใช้ ตลอดจนหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่า การผลิตเสาเข็มได้สอดคล้องกับบทกำหนดนี้อย่างเคร่งครัด สำหรับการจับยึดโยกย้ายการยึดตามยาว การตัดและสกัดเสาเข็มให้เป็นไปตาม ข้อ 4.4, 4.5 และ 4.6

**5. การลอยตัว**

ทันทีที่ตอกเสาเข็มต้นหนึ่งเสร็จเรียบร้อย จะต้องทำระเบียนเกี่ยวกับระดับหัวเสาเข็มที่ตอกลงไปนั้น และหลังจากตอกต้นข้างเคียงเสร็จหมดแล้ว จะต้องทำการตรวจสอบระดับหัวเสาเข็มอีกครั้งหนึ่ง หากปรากฏว่าเสาเข็มต้นใดลอยตัวขึ้นมาจะต้องตอกกลับลงสู่ระดับเดิม หรือจนกระทั่งถึงระยะที่ตั้งไว้อีกครั้งหนึ่ง ทั้งนี้แล้วแต่ผู้แทนผู้ว่าจ้างจะกำหนดโดยทางฝ่ายผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมดแต่ฝ่ายเดียว

**6. การรับรองตำแหน่งเสาเข็ม**

ผู้แทนผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ตรวจสอบตำแหน่งเสาเข็มในระหว่างที่งานดำเนินไป และจะเป็นผู้รับรองขั้นสุดท้าย

**7. เสาเข็มทดสอบ**

ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเสาเข็มจำนวน 2 ต้น (ซึ่งจะกำหนดตำแหน่งให้ก่อนการทดสอบ) และทำการทดสอบตามที่ระบุในหัวข้อ "การทดสอบบรรทุกน้ำหนัก" วิธีการทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 8 หรือตามที่วิศวกรจะเป็นผู้กำหนด

**8. การทดสอบบรรทุกน้ำหนัก**

หลังจากที่ได้เจาะเสาเข็มทดสอบเสร็จแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำการทดสอบการบรรทุกน้ำหนักตามที่ปรากฏในบทนี้ หลังจากการทดสอบความต่อเนื่องของคอนกรีตเสาเข็มโดยวิธี SEISMIC TEST เสาเข็มเจาะแล้วทุกต้น โดยทำการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกโดยวิธี STATIC PILE LOAD TEST(ASTM D1143-81) สำหรับเสาเข็มเจาะเปียกจำนวน 2 ต้น และจะต้องเสนอรายละเอียดของเครื่องมือที่จะใช้ในการทดสอบ เครื่องมือที่ใช้จะต้องสามารถเพิ่มน้ำหนักบรรทุกได้ โดยไม่ทำให้เกิดความสั่นสะเทือนต่อเสาเข็มทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับใช้อ่านค่าน้ำหนักบรรทุกที่กดลงบนเสาเข็ม และการอ่านค่าทรุดตัวของเสาเข็มเมื่อเพิ่มน้ำหนักบรรทุกแต่ละครั้งได้อย่างละเอียด ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบเสียก่อน เครื่องมือที่ใช้จะต้องมีสมรรถนะใช้งานอย่างน้อยสามเท่า ของค่าน้ำหนักบรรทุกที่ออกแบบไว้สำหรับเสาเข็มที่จะทดสอบที่ระบุในแบบ จุดที่ใช้เทียบในการวัด การทรุดตัวของเสาเข็มจะต้องอยู่ห่างจากเสาเข็มทดสอบให้เพียงพอที่จะไม่มีโอกาสเกิดการกระทบกระเทือนใดๆได้ และตรวจสอบระดับโดยผู้แทนผู้ว่าจ้าง จะต้องทำหัวเสาเข็มทดสอบให้ได้ระดับหรือหล่อคอนกรีตครอบเพื่อให้พื้นที่ที่จะรองรับน้ำหนักกดอยู่ในระนาบราบ จากนั้นจะต้องวางแผ่นเหล็กบนหัวเสาเข็มอีกทีหนึ่ง จะต้องทดสอบการบรรทุกน้ำหนักของเสาเข็มทดสอบหลังจากได้เจาะไปแล้วระหว่าง 3 ถึง 15 วัน

ก. เมื่อการทดสอบสิ้นสุดลงให้นำน้ำหนักที่บรรทุกออกให้หมด และหากวิศวกรเห็นว่าเสาเข็มทดสอบรวมทั้งเสาเข็มสมอ อยู่ในสภาพดี ก็อาจอนุญาตให้ใช้เป็นเสาเข็มรับน้ำหนักอาคารได้หากปรากฏว่าเสาเข็มทดสอบหรือเสาเข็มสมออยู่ในสภาพที่ไม่ดีพอวิศวกรอาจสั่งให้ถอนออกหรือให้ตัดจนระดับหัวเสาเข็มอยู่ต่ำกว่าระดับดินและฐานรากแล้วแต่กรณี

ข. หากปรากฏจากผลการทดสอบว่า เสาเข็มที่ทดสอบรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้น้อยกว่าที่คำนวณออกแบบไว้ ผู้รับจ้างจะต้องใช้เสาเข็มที่ยาวกว่านั้นตามคำสั่งเป็นลายลักษณ์อักษรจากวิศวกร โดยจะเรียกร้องเงินเพิ่มจากผู้ว่าจ้างไม่ได้

***8.1 รายงาน***

หลังจากที่การทดสอบการบรรทุกน้ำหนักได้เสร็จสิ้นแล้วผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานผลการทดสอบ เสาเข็มนั้นจำนวน 5 ชุดต่อวิศวกร โดยลงรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก. รายละเอียดของเสาเข็ม และระเบียนการตอก ซึ่งรวมถึงจำนวนครั้งที่ตุ้มตอกต่อเมตร ตลอดจนความยาวเสาเข็มและระยะที่เสาเข็มจมลงในการตอก 10 ครั้ง สามชุดสุดท้าย

ข. รายละเอียดเกี่ยวกับตุ้มและอัตราการปฏิบัติงานจริงๆ ในระหว่างการตอก เสาเข็มทดสอบนี้

ค. ตารางแสดงค่าน้ำหนักบรรทุกและการทรุดตัวที่อ่านได้ในระหว่างการบรรทุก และการลดน้ำหนักที่กระทำบนเสาเข็ม

ง. กราฟและผลการทดลองในรูปของเวลา-น้ำหนักบรรทุก-การทรุดตัว

จ. หมายเหตุเกี่ยวกับสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นในระหว่างการตอกหรือการบรรทุกน้ำหนักของเสาเข็ม

ฉ. รายงานผลการทดสอบเสาเข็ม จะต้องได้รับการลงนามโดยวิศวกร

### *8.2 การยกเลิกการทดสอบเสาเข็ม*

ในกรณีที่การทดสอบเสาเข็มจำเป็นต้องหยุดชะงักด้วยเหตุผลดังนี้

ก. แม่แรงหรือมาตรวัดชำรุด

ข. การยึดกับเสาเข็มสมอไม่เพียงพอหรือไม่มั่นคงพอ

ค. หัวเสาเข็มร้าวหรือชำรุด หรือ

ง. การตั้งระดับพื้นฐานไม่ถูกต้อง

จ. ให้ยกเลิกการทดสอบ และผลการสอบนั้นๆ เสียและดำเนินการทดสอบการบรรทุกน้ำหนักอีกชุดหนึ่ง ตามคำแนะนำของวิศวกรหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องออกค่าใช้จ่ายในการนี้เองทั้งสิ้น

### *8.3 ความประลัยของเสาเข็ม*

8.3.1 เสาเข็มจะถือว่าประลัยเมื่อเกิดกรณีใดกรณีหนึ่งดังต่อไปนี้

ก. ส่วนหนึ่งส่วนใดของเสาเข็มโก่ง แตก หรือบิดเบี้ยวจากรูปเดิม หรือแนว หรือตำแหน่งเดิม

ข. ระยะทรุดตัวสูงสุดที่หัวเสาเข็มเกิน 12 มิลลิเมตร เมื่อรับน้ำหนัก 2 เท่าของน้ำหนักบรรทุกใช้งานเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือระยะทรุดคงตัวหลังจากการคืนตัว เมื่อลดน้ำหนักบรรทุกออกหมดแล้วมีค่าเกิน 6 มิลลิเมตร

ค. เมื่อมีการกระทบกระเทือนต่อระดับ มาตรวัด หรือระดับพื้นฐาน

8.3.2 เสาเข็มทดสอบที่นำไปใช้งานจริงๆ ต้นใดที่ประลัยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องตอกเพิ่มให้สองต้น ที่มีความสามารถรับน้ำหนักเท่ากับต้นที่ประลัยตามข้อแนะนำของผู้แทนผู้ว่าจ้าง โดยผู้รับจ้างต้องออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น และจะต้องจัดการทดสอบเสาเข็มเพิ่มเติมอีก 1 ต้น โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้าง ทั้งนี้ให้เป็นไปตามข้อแนะนำของผู้แทนผู้ว่าจ้าง นอกจากนั้นผู้รับจ้างจะต้องจัดการตอกเสาเข็มเพิ่มเติม หรือแก้ไขเปลี่ยนแปลงเสาเข็มและงานฐานรากที่ต้องเพิ่มขึ้นเนื่องจากการที่เสาเข็มประลัย ทั้งนี้ให้เป็นไปตามข้อแนะนำของผู้แทนผู้ว่าจ้าง โดยจะเรียกร้องเงินเพิ่มมิได้

### *8.4 ความสามารถในการรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม*

ค่าน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยที่ยอมให้ของเสาเข็มทดสอบให้คิดตามเกณฑ์ต่อไปนี้

ก. ร้อยละ 40 ของน้ำหนักบรรทุกซึ่งทำให้เกิดการทรุดตัวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยที่น้ำหนักบรรทุกไม่เปลี่ยนแปลง หรือ ณ จุดที่น้ำหนักบรรทุกทดสอบค่อยๆ ลดลง หรืออยู่คงที่ในขณะที่เสาเข็มทรุดตัวในอัตราสม่ำเสมอ

ข. ร้อยละ 40 ของน้ำหนักบรรทุก ณ จุดที่การทรุดตัวทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.25 มิลลิเมตรต่อตัน (1,000 กิโลกรัม) ของน้ำหนักบรรทุกที่กระทำอยู่

ค. ร้อยละ 40 ของน้ำหนักบรรทุก ที่จุดตัดกันระหว่างเส้นสัมผัสสองเส้น ซึ่งลากจากส่วนที่เป็นเส้นตรงของกราฟระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะทรุดตัวทั้งนี้แล้วแต่ว่าค่าไหนจะน้อยกว่ากัน

**9. เสาเข็มเจาะหล่อในที่ระบบแห้ง**

***9.1 รูเจาะ***

ก. ผนังภายในของรูเจาะจะต้องผนึกแน่น จะปล่อยให้วัสดุร่วงหลุดลงไปก้นรูไม่ได้

ข. ก้นรูเจาะจะต้องแห้ง สะอาด แน่น และปราศจากวัสดุที่ร่วน หรือวัสดุที่ทำให้อ่อนตัวจนมีกำลังเฉือนต่ำกว่าค่าของตัวอย่างซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในการคำนวณหาความลึกของรูที่เจาะ ก้นรูจะต้องได้ระดับพอสมควร

ค. จะต้องความสะอาดก้นรูเจาะด้วยวิธีใดๆ ก็ตามที่ได้รับอนุมัติแล้ว และต้องได้รับการตรวจและเห็นชอบจากผู้แทนผู้ว่าจ้างเสียก่อน จึงจะได้รับอนุญาตให้เทคอนกรีตได้

ง. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์เกี่ยวกับความปลอดภัยทุกชนิด ตลอดจนอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ เพื่อให้ผู้แทนผู้ว่าจ้าง หรือผู้แทน สามารถเข้าไปตรวจงานด้วยความปลอดภัย

***9.2 คอนกรีตในเสาเข็ม***

9.2.1 คอนกรีตที่ใช้ในเสาเข็มจะต้องมีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนดว่าด้วยคอนกรีต และนอกเหนือจากเกณฑ์กำหนดต่างๆ สำหรับคอนกรีตธรรมดาแล้ว คอนกรีตในเสาเข็มจะต้องสอดคล้องตามข้อต่างๆ ต่อไปนี้ด้วยคือ

ก. ก้นรูจะต้องแห้งสนิทเมื่อจะเทคอนกรีต

ข. หลังจากที่รูเจาะได้รับการตรวจสอบและอนุมัติแล้ว และทันทีที่จะเทคอนกรีต จะต้องเทมอร์ต้าปูนทรายในอัตราส่วน 1 : 1.5 โดยน้ำหนักลงในรูเจาะจนได้ความลึกไม่น้อยกว่า 30 เซ็นติเมตร

ค. การเทคอนกรีตในรูเจาะ ให้กระทำโดยวิธีใช้กรวยที่มีท่อปล่อยที่ขนาดพอเหมาะ และยาวไม่น้อยกว่า 2 เมตร หรือใช้ปล่อง หรือวิธีอื่น โดยต้องระวัง อย่างยิ่งที่จะไม่ให้เกิดการแยกแยะขึ้น ห้ามมิให้ปล่อย คอนกรีตจากปากรูเจาะโดยตรงเป็นอันขาด

ง. ขณะเทคอนกรีตเสาเข็มหรือขณะถอนปลอก ห้ามมิให้น้ำผิวดินหรือเศษสิ่งของใดๆหล่นเข้าไปในรูเจาะได้ต้องระวังน้ำใต้ดินมิให้ไหลเข้าไปในรูเจาะด้วย

จ. เมื่อรูเจาะได้รับการตรวจและอนุมัติแล้วให้ดำเนินการเทคอนกรีตทันที และไม่ว่ากรณีใดต้องเทภายใน 2 ชั่วโมง หากปรากฏว่าเกิดการล่าช้าจนเป็นเหตุให้รูเจาะอ่อนตัวหรือเสียหาย ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในงานต่างๆที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากการล่าช้านี้ตามแต่ผู้แทนผู้ว่าจ้างจะเห็นสมควรให้แก้ไข

ฉ. การเทคอนกรีตเสาเข็มนี้ แต่ละต้นจะต้องเทต่อเนื่องกันจะหยุดชะงักไม่ได้

ช. คอนกรีตเสาเข็มจะต้องใช้ส่วนผสมที่ถูกต้อง โดยมีค่าการยุบระหว่าง 10 + 2.5 เซนติเมตร

ซ. จะต้องเสริมกรงเหล็กในคอนกรีตตามแบบที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้แทน

ผู้ว่าจ้างก่อน

ฌ. จะต้องยึดกรงเหล็กดังกล่าวให้อยู่ตรงกลางรูเจาะ และยึดให้แน่นหนา เพื่อที่ขณะเทคอนกรีต กรงเหล็กจะได้ไม่ขยับเขยื้อน

ญ. จะต้องอัดคอนกรีตเสาเข็มช่วงที่เสริมเหล็กให้แน่นโดยใช้เครื่องเขย่า ชนิดจุ่มที่มีขนาดใหญ่เพียงพอ

ฎ. ในระหว่างการทำเสาเข็มหรือเมื่อเสาเข็มเสร็จแล้ว ผู้แทนผู้ว่าจ้างอาจจะเลือกเสาเข็มใช้งาน 1 ต้น หรือมากกว่านั้น หากปรากฏจากระเบียนว่าเสาเข็มมีประวัติที่แสดงว่าเสาเข็มนั้นๆ อาจมีความสามารถในการรับน้ำหนักต่ำกว่าที่กำหนด ซึ่งวิศวกรผู้ออกแบบจะเป็นผู้ชี้ขาดให้ผู้รับจ้างเจาะเอาแก่นคอนกรีตขนาดผ่าศูนย์กลาง 3.8 เซนติเมตร (1.5 นิ้ว) เพื่อนำไปทดสอบ โดยเริ่มที่ระดับหัวเสาเข็มเจาะลงไปจนสุดความลึกของแก่น จากนั้นผู้รับจ้างจะต้องอุดรูที่เจาะนั้นด้วยน้ำซีเมนต์อัด (Grout) หรือวัสดุอื่นที่มีคุณภาพเทียบเท่าโดยใช้แรงดันช่วย ผู้แทนผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้เลือกชิ้นตัวอย่างขนาดยาว 7.62 ซม. (3 นิ้ว) 2 ชิ้น จากเสาเข็มแต่ละต้นเพื่อนำไปทดสอบ Unconfined Compressive Strength ณ. ห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองแล้ว และชิ้นตัวอย่างแต่ละชิ้น จะต้องมีกำลังอัดเสรีไม่น้อยกว่า 210 กก. /ซม.2 เสาเข็มต้นใดที่มีค่า Recovery ของแก่นน้อยกว่าร้อยละ 100 หรือแก่นที่มี Unconfined Compressive Strength น้อย กว่า 210 กก./ซม.2 จะถือว่าเสาเข็มนั้นได้ทำขึ้นโดยไม่ถูกต้อง และจะต้องทิ้งไปหรือซ่อมแซมตามข้อแนะนำของผู้ว่าจ้าง ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมด ยิ่งกว่านั้นผู้รับจ้างจะต้องเจาะเอาแก่นจากเสาเข็มอีก 2 ต้น แล้วนำไปทดสอบตามที่กำหนดข้างต้นโดยคำแนะนำของผู้แทนผู้ว่าจ้าง ค่าใช้จ่ายทั้งหมดตกเป็นของผู้รับจ้างแต่ฝ่ายเดียวสำหรับขนาดแก่นอาจใช้ขนาดใหญ่กว่านี้ก็ได้ แต่จะต้องได้รับอนุมัติจากผู้แทนผู้ว่าจ้างก่อน

### *9.3 ปลอก*

ก. เสาเข็มซึ่งหล่อในชั้นดินที่มีน้ำมากพอที่จะกระทบกระเทือนต่อการเจาะรูหรือต่อความมั่นคงของรูที่เจาะ หรือเจาะในชั้นดินที่เป็นเม็ดโตๆ หรือดินเหนียวที่ไม่คงตัว จะต้องใช้ปลอก (Casing) ชั่วคราว ตอกให้ลึกพอที่จะป้องกันน้ำในดินหรือเพื่อให้เป็นที่รองรับด้านข้างป้องกันการทะลายของผนังรูเจาะ และเพื่อให้การเจาะดำเนินไปด้วยความสะดวก

ข. ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการป้องกันการพังทลายของดินส่วนที่ขุดก่อนที่จะเทคอนกรีต และก่อนที่คอนกรีตจะก่อตัว และไม่มีการชดเชยเงินให้ในกรณีที่ต้องว่าจ้างการตอกปลอกชั่วคราว และ/หรือถาวร ที่จำเป็นในการนี้ หรือการอื่นใดหรือปลอกเหล็กที่ต้องทิ้งไว้ในดิน ไม่ว่าด้วยเหตุใดก็ตาม

ค. ไม่ว่าจะเหตุผลใดก็ตาม หากปรากฏว่ามีความจำเป็นที่จะต้องใช้ปลอกชั่วคราว ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าที่กำหนดไว้ จะต้องเทคอนกรีตในปลอกนั้น จนเต็มพื้นที่หน้าตัดของปลอกชั่วคราวนั้น แต่การจ่ายเงินจะถือจากขนาดที่กำหนดเดิมเป็นเกณฑ์

ง. ในกรณีที่ดินข้างใต้เกิดพังทลายลงบางส่วนหรือทั้งหมดในรูเจาะ ส่วนที่ไม่ได้ใช้ปลอกเหล็กในระหว่างการขุด หรือเมื่อขุดเสร็จแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้แทนผู้ว่าจ้างทันที และจะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้แทนผู้ว่าจ้างในการซ่อมแซมแก้ไขค่าใช้จ่ายใดๆที่เกิดจากการพังทลาย ดังกล่าวจะตกอยู่กับผู้รับจ้างแต่ผู้เดียว

### *9.4 ระเบียนสำหรับเสาเข็มหล่อในที่ระบบแห้ง*

ผู้รับจ้างจะต้องทำระเบียนของเสาเข็มทุกต้น และจะต้องจัดทำให้ผู้แทนผู้ว่าจ้าง 2 ชุด ภายหลังงานเสาเข็มนั้นเสร็จไม่เกิน 48 ชั่วโมง ในการทำระเบียนจะต้องใช้แบบฟอร์มที่ได้รับอนุมัติให้ใช้ได้เท่านั้น และจะต้องบันทึกข้อมูลต่างๆ ของเสาเข็มแต่ละต้นดังต่อไปนี้

ก. วันเดือนปี

ข. หมายเลขกำกับเสาเข็ม

ค. ระดับดิน

ง. ระดับตัดเสาเข็ม

จ. ระดับของดินทรายแน่น

ฉ. ระดับปลายของรูเจาะหรือส่วนล่างสุดที่ผายออก

ช. เส้นผ่าศูนย์กลางของรูเจาะ

ซ. ความเบี่ยงเบนที่ระดับตัดเสาเข็ม และระดับก้นของฐานรากของศูนย์กลางเสาเข็มจากตำแหน่งที่ถูกต้อง

ฌ. ความยาวของปลอก

ญ. ระดับดินข้างเคียงก่อนและหลังการถอนปลอก

ฎ. ปูมแสดงระดับน้ำใต้ดินและรายละเอียดของชั้นดินที่เจาะลงไป

ฏ. รายละเอียดของอุปสรรคและความล่าช้า

ฐ. ผลการทดสอบใดๆ ของดินในรูเจาะ (ถ้ามี)

ฑ. รายละเอียดของปรากฏการณ์ใดๆ ที่ผิดปกติในระหว่างงานทำเสาเข็ม

ฒ. ข้อมูลอื่นๆ ซึ่งทางผู้แทนผู้ว่าจ้างต้องการ

**10. เสาเข็มเจาะหล่อในที่ระบบเปียก**

***10.1 รูเจาะ***

ก. ผนังภายในของรูเจาะจะต้องผนึกแน่น จะปล่อยให้วัสดุเช่นดินข้างผนังพังทลายหรือหลุดร่วงลงไปก้นรูเจาะไม่ได้ ในส่วนที่อยู่ในดินชั้นอ่อนมากจะต้องใช้ปลอกเหล็กชั่วคราวกันดินพังและขุดดินโดยไม่ต้องใช้น้ำช่วย เมื่อขุดถึงชั้นดินแข็งไม่จำเป็นต้องใช้ปลอกเหล็กแล้วก็อาจใช้น้ำหรือน้ำผสมสารเช่น Bentonite เพื่อป้องกันดินผนังรูเจาะพัง

ข. ก้นรูเจาะจะต้องปราศจากตะกอนที่มีปริมาณมากจนทำให้คอนกรีตส่วนที่จะเป็นปลายเสาเข็มมีกำลังต่ำกว่าที่กำหนด

ค. ก่อนที่จะได้รับอนุญาตให้เทคอนกรีตรูเจาะจะต้องได้รับการตรวจสอบ ตำแหน่งความเฉศูนย์ ความดิ่ง ความลึกตลอดจนความสะอาดของก้น รูเจาะเสียก่อน

ง. คุณสมบัติของน้ำผสมสารป้องกันผนังรูเจาะพังทลายชนิด Polymer ปริมาณ 2-6% โดยน้ำหนัก ความแน่น 1.05 - 1.2 ตัน/ม3 ค่า Viscosity 30-90 วินาที (March's Cone Test) ปริมาณทรายในน้ำผสมสารต้องไม่เกิน 5% เป็นต้น

จ. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์เกี่ยวกับความปลอดภัยทุกชนิดตลอดจน อุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ เพื่อให้ผู้แทนผู้ว่าจ้างสามารถเข้าไป ตรวจงานด้วยความปลอดภัย

***10.2 งานคอนกรีตเสริมเหล็กเสาเข็ม***

คอนกรีตที่ใช้ในเสาเข็มจะต้องมีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนดว่า ด้วยคอนกรีต ยกเว้นค่าการยุบ และนอกเหนือจากเกณฑ์กำหนดต่างๆ สำหรับคอนกรีตธรรมดาแล้ว คอนกรีตในเสาเข็มจะต้องสอดคล้องตามข้อต่างๆดังนี้ คือ

ก. การเทคอนกรีตในรูเจาะ ให้กระทำโดยวิธีใช้กรวยต่อกับท่อเท (Tremie pipe) ที่มีขนาดพอเหมาะ ขณะจะเทคอนกรีตครั้งแรก ปลายของท่อจะต้องอยู่ชิดกับก้นรูเจาะให้มากที่สุดเท่าที่คอนกรีตจะไหลออกได้สะดวก เมื่อเทคอนกรีตไปจำนวนหนึ่งแล้วปลายท่อจะต้องจมลึกอยู่ในคอนกรีตมากพอที่จะทำให้คอนกรีตที่เทตามลงไปใหม่ไม่ขึ้นไปอยู่บนผิวบน ท่อเทแต่ละท่อนจะต้องต่อกันสนิทแน่นไม่ให้น้ำไหลผ่านทางข้างรอยต่อได้

ข. ก่อนเทคอนกรีต จะต้องใช้วัสดุเช่น ลูกยาง โฟม หรือวัสดุอื่นที่เหมาะ สมปิดปากท่อ เพื่อป้องกันไม่ให้คอนกรีตผสมกับน้ำในรูเจาะ แต่คอนกรีตในท่อจะค่อยๆ ดันวัสดุที่ปิดนั้นลงไปออกที่ปลายท่อ แล้วกลับมาอยู่ที่ผิวบนของคอนกรีต

ค. เมื่อรูเจาะได้รับการตรวจและอนุมัติแล้ว ให้รีบนำกรงเหล็กลงเข้าที่และดำเนินการเทคอนกรีตทันที หากปรากฏว่าเกิดการล่าช้าจนเป็น เหตุให้ผนังรูเจาะเสียหาย หรือเกิดการตกตะกอนมากเกินไป ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในงานต่างๆที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากการล่าช้านี้ ตามแต่ผู้แทนผู้ว่าจ้างจะเห็นสมควรให้แก้ไข

ง. การเทคอนกรีตเสาเข็มแต่ละต้นจะต้องเทต่อเนื่องกันจนหยุดชะงักไม่ได้

จ. คอนกรีตเสาเข็มจะต้องใช้ส่วนผสมที่ถูกต้องและใช้สารผสมเพิ่มที่เหมาะสม โดยมีค่าการยุบประมาณ 20 + 2.5 เซนติเมตร

ฉ. จะต้องเสริมกรงเหล็กในคอนกรีตตามแบบที่กำหนดโดยผู้รับจ้างจะ ต้องเสนอแบบแสดงรายละเอียด (Shop Drawing) เช่น การต่อ การเชื่อม และคั่น (Starter) ให้วิศวกรผู้ออกแบบพิจารณาอนุมัติก่อน

ช. จะต้องยึดกรงเหล็กดังกล่าวให้อยู่ตรงกลางรูเจาะ และยึดให้แน่นหนา เพื่อที่ขณะเทคอนกรีตงกรงเหล็กจะไม่ขยับเขยื้อน

ซ. ในการทำเสาเข็มแต่ละต้นจะต้องห่างเสาเข็มที่เพิ่งทำเสร็จอย่างน้อย 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็มต้นที่ใหญ่กว่า หรือทิ้งระยะเวลาห่างกันไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง

ฌ. น้ำผสมสาร หลังจากใช้งานแล้ว อาจนำมาใช้อีกได้โดยการนำไปทำความสะอาดตามกรรมวิธีที่วิศวกรอนุมัติแล้ว และ /หรือ เพิ่มปริมาณสารเพื่อให้ได้คุณสมบัติตามที่กำหนด

ญ. ในระหว่างการทำเสาเข็ม หรือเมื่อทำเสาเข็มเสร็จแล้ว ผู้แทนผู้ว่าจ้างอาจจะเลือกเสาเข็มงาน 1 ต้น หรือมากกว่านั้น หากปรากฏจากระเบียนว่าเสาเข็มมีประวัติที่แสดงว่าเสาเข็มนั้นๆ อาจมีความสามารถในการรับน้ำหนักต่ำกว่าที่กำหนด ซึ่งวิศวกรผู้ออกแบบจะเป็นผู้ชี้ขาดให้ผู้รับเหมาเจาะเอาแก่นคอนกรีตขนาดผ่าศูนย์กลาง 3.8 เซนติเมตร (1.5 นิ้ว) เพื่อนำไปทดสอบ โดยเริ่มที่ระดับหัวเสาเข็มเจาะลงไปจนสุดความลึกของแก่น จากนั้นผู้รับจ้างจะต้องอุดรูที่เจาะนั้นด้วยน้ำซีเมนต์อัด (Grout) หรือวัสดุอื่นที่มีคุณภาพเทียบเท่าโดยใช้แรงดันช่วย ผู้แทนผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้เลือกชิ้นตัวอย่างขนาดยาว 7.62 ซม. (3 นิ้ว) 2 ชิ้น จากเสาเข็มแต่ละต้น เพื่อนำไปทดสอบ Unconfined Compressive Strength ณ ห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองแล้ว และ ชิ้นตัวอย่างแต่ละชิ้นจะต้องมีกำลังอัดเสรีไม่น้อยกว่า 240 กก./ ซม.2 เสาเข็มต้นใดที่มีค่า Recovery ของแก่นน้อยกว่าร้อยละ 100 หรือแก่นที่มี Unconfined Compressive Strength น้อยกว่า 240 กก./ซม.2 จะถือว่าเสาเข็มนั้นได้ทำขึ้นโดยไม่ถูกต้อง และจะต้องทิ้งไปหรือ ซ่อมแซมตามข้อแนะนำของผู้ว่าจ้าง ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมด ยิ่งกว่านั้นผู้รับจ้างจะต้องเจาะเอาแก่นจากเสาเข็มอีก 2 ต้น แล้วนำไปทดสอบตามที่กำหนดข้างต้นโดยคำแนะนำของผู้แทนผู้ว่าจ้าง ค่าใช้จ่ายทั้งหมดตกเป็นของผู้รับจ้างแต่ฝ่ายเดียว สำหรับขนาดแก่นอาจใช้ขนาดใหญ่กว่านี้ก็ได้ แต่จะต้องได้รับอนุมัติจากผู้แทนผู้ว่าจ้างก่อน นอกจากนั้นผู้ว่าจ้างอาจทำการทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มทุกต้นโดยวิธี Seismic Test หากพบว่าเสาเข็มต้นใดมีข้อบกพร่อง เช่นมีชั้นทรายคั่นส่วนหนึ่งส่วนใดเป็นโพรง มีรอยร้าว มีความยาวน้อยกว่ากำหนด หรือบางส่วนเป็นคอคอด เป็นต้น ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขตามที่วิศวกรผู้ออกแบบพิจารณาเห็นสมควร โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการนี้เองทั้งสิ้น

### *10.3 ปลอกเหล็ก*

ก. เสาเข็มซึ่งเจาะในชั้นดินอ่อนมากๆ หรือในชั้นดินซึ่งเป็นเม็ดโตๆ หรือ ดินเหนียว ที่ไม่คงตัวอาจจะต้องใช้ปลอกเหล็ก (Casing) ชั่วคราว ตอกให้ลึกพอที่จะป้องกันการพังทลายของผนังรูเจาะ และเพื่อให้การเจาะดำเนินไปด้วยความสะดวก

ข. ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการป้องกันการพังทลายของดินส่วนที่ขุดก่อนที่จะเทคอนกรีต และก่อนที่คอนกรีตจะก่อตัว และไม่มีการชดเชยเงินให้ในกรณีที่ต้องว่าจ้างการตอกปลอกชั่วคราว และ/หรือถาวร ที่จำเป็นในการนี้ หรือการอื่นใด หรือปลอกเหล็กที่ต้องทิ้งไว้ในดิน ไม่ว่าด้วยเหตุใดก็ตาม

ค. ไม่ว่าจะเหตุผลใดก็ตาม หากปรากฏว่ามีความจำเป็นที่จะต้องใช้ปลอกชั่วคราวซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าที่กำหนดไว้ จะต้องเทคอนกรีตในปลอกนั้น จนเต็มพื้นที่หน้าตัดของปลอกชั่วคราวนั้น แต่การจ่ายเงินจะถือจากขนาด ที่กำหนดเดิมเป็นเกณฑ์

ง. ในกรณีที่ดินข้างใต้เกิดพังทลายลงบางส่วนหรือทั้งหมดในรูเจาะ ส่วน ที่ไม่ได้ใช้ปลอกเหล็กในระหว่างการขุด หรือเมื่อขุดเสร็จแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้แทนผู้ว่าจ้างทันที และจะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้แทนผู้ว่าจ้างในการซ่อมแซมแก้ไข ค่าใช้จ่ายใดๆ ที่เกิดจาก การพังทลายดังกล่าวจะตกอยู่กับผู้รับจ้างแต่ผู้เดียว

### *10.4 ระเบียนสำหรับเสาเข็มหล่อในที่ระบบเปียก*

ก. วันเดือนปี

ข. ระยะเริ่มต้น ระยะเวลาฝังปลอกเหล็ก ทำรูเจาะ เสริมกรงเหล็ก เทคอนกรีตและอื่นๆ

ค. หมายเลขกำกับเสาเข็ม

ง. ระดับดิน

จ. ระดับตัดเสาเข็ม

ฉ. ชนิดและระยะลึกของดินชั้นต่างๆ และระดับของชั้นดินหรือทรายแน่น

ช. ระดับปลายเสาเข็ม

ซ. เส้นผ่าศูนย์กลางของรูเจาะ

ฌ. ความเบี่ยงเบนที่ระดับตัดเสาเข็ม และระดับก้นของฐานรากของศูนย์กลางเสาเข็มจากตำแหน่งที่ถูกต้อง

ญ. ความยาวของปลอกเหล็ก

ฎ. ระดับดินข้างเคียงก่อนและหลังการถอนปลอกเหล็ก

ฏ. รายละเอียดของอุปสรรคและความล่าช้า

ฐ. ปริมาตรคอนกรีตที่ใช้จริง และที่ได้จากการคำนวณเป็นระยะๆ และ ปริมาตรทั้งหมด

ฑ. จำนวนตัวอย่างคอนกรีต และตำแหน่งที่เก็บในเสาเข็ม

ฒ. คุณสมบัติต่างๆของน้ำผสมสารที่ใช้ในการป้องกันการพังทลายของผนังรูเจาะที่ใช้กับเสาเข็มแต่ละต้น

ณ. รายละเอียดของปรากฏการณ์ใดๆ ที่ผิดปกติในระหว่างงานทำเสาเข็ม

ด. ข้อมูลอื่นๆ ซึ่งทางผู้แทนผู้ว่าจ้างต้องการ

## 11. ความปลอดภัย

เพื่อความปลอดภัยในขณะปฏิบัติงาน ผู้รับเหมาควรปฏิบัติตาม "ข้อกำหนดการตอกเสาเข็มในมาตรฐานความปลอดภัยในงานก่อสร้างอาคาร" ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

**12. ความรับผิดชอบ**

ผู้รับจ้างจะต้องหามาตรการป้องกันการเสียหายอันอาจเกิดขึ้นจากการตอกหรือทำเสาเข็มต่ออาคารข้างเคียงทุกชนิดและจะต้องส่งมาตรการเหล่านั้น พร้อมทั้งลำดับการตอกเสาเข็มให้วิศวกรผู้ออกแบบพิจารณาก่อน หากปรากฏว่าเกิดการเสียหายดังกล่าวขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น