



กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

มาตรฐานรายละเอียด และ คุณลักษณะทางวิศวกรรม งานเสาะเข็ม



ดำเนินการโดย

คณะทำงานจัดทำเอกสารมาตรฐานรายละเอียดและคุณลักษณะทางวิศวกรรม

ภายใต้

คณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐาน กรมชลประทาน

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2552

ISBN 978-974-403-702-2



กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

มาตรฐานรายละเอียดและคุณลักษณะทางวิศวกรรม งานเสาเข็ม

ดำเนินการโดย

คณะทำงานจัดทำเอกสารมาตรฐานรายละเอียดและคุณลักษณะทางวิศวกรรม
ภายใต้

คณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐาน กรมชลประทาน

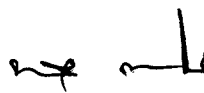
ปีงบประมาณ พ.ศ. 2552



เรียน ประธานคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐาน

ตามคำสั่งคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐาน ที่ 2/2551 ลงวันที่ 20 พฤศจิกายน 2551
เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานจัดทำมาตรฐานรายละเอียดและคุณลักษณะทางวิศวกรรม นั้น บัดนี้
คณะทำงานจัดทำมาตรฐานรายละเอียดและคุณลักษณะทางวิศวกรรมได้จัดทำเอกสารมาตรฐานงาน
เสาเข็มเสร็จเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาดำเนินการต่อไป



(นายบรรพต ทองใบ)

ประธานคณะทำงานจัดทำมาตรฐานรายละเอียด
และคุณลักษณะทางวิศวกรรม

เรียน อรช.

เพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ



(นายวิเชียร อนุตริต)

วิศวกรใหญ่ที่ปรึกษาวิชาชีพเฉพาะด้านวิศวกรรมโยธา
(ด้านสำรวจและหรือออกแบบ)

ปฏิบัติราชการแทน รองอธิบดีฝ่ายวิชาการ
ประธานคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐาน

อนุมัติ



(นายชลิต ดำรงค์ดี)

อธิบดีกรมชลประทาน





คำสั่งกรมชลประทาน

ที่ ข 996/2552

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐาน

อนุสนธิคำสั่งกรมชลประทานที่ ข 1219/2551 ลงวันที่ 27 ตุลาคม 2551 ได้แต่งตั้งคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐานไว้แล้ว นั้น

เพื่อให้การดำเนินงานพิจารณาแบบมาตรฐานของกรมชลประทานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเหมาะสม คล่องตัว และมีความต่อเนื่อง จึงให้ยกเลิกการแต่งตั้งคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐานตามคำสั่งกรมชลประทานดังกล่าว และเห็นสมควรให้มีการแต่งตั้งคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐานขึ้นใหม่ ตามรายละเอียดดังนี้

- | | |
|--|---------------------|
| 1. วิศวกรใหญ่ที่ปรึกษาด้านวิศวกรรมโยธา
(ด้านสำรวจและหรือออกแบบ) | ที่ปรึกษาคณะกรรมการ |
| 2. รองอธิบดีฝ่ายวิชาการ | ประธานคณะกรรมการ |
| 3. นายประวิทย์ ตูลาพันธุ์
ผู้อำนวยการสำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม | รองประธานคณะกรรมการ |
| 4. นายศุภชัย รุ่งศรี
ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนา | กรรมการ |
| 5. นายไพศาล แสงจินดา
ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมโยธา (ด้านออกแบบและคำนวณ)
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม | กรรมการ |
| 6. นายบุญสนอง สุชาติพงศ์
ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมโยธา (ด้านออกแบบและคำนวณ)
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม | กรรมการ |
| 7. นายสุรสิทธิ์ อินทรประชา
ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมโยธา (ด้านออกแบบและคำนวณ)
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม | กรรมการ |



8. นายพิเชษฐ์ ศุภฤกษ์ กรรมการ
ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมโยธา (ด้านออกแบบและคำนวณ)
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม
9. นายสมเกียรติ ตั้งจิตพร กรรมการ
ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมโยธา (ด้านออกแบบและคำนวณ)
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม
10. นายสุเทพ สมเจริญ กรรมการ
ผู้เชี่ยวชาญด้านวางผังและออกแบบ
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม
11. นายพิทักษ์ ศรีอเนกุล กรรมการ
ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมเครื่องกล (ด้านวางแผนและโครงการ)
กรมชลประทาน
12. นายจรัส เล้าโสภากิริมย์ กรรมการ
วิศวกรโยธาชำนานุการพิเศษ
กลุ่มวิศวกรรม
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม
13. นางสาวมนสิการ ปานิสวัสดิ์ กรรมการ
สถาปนิกชำนาญการพิเศษ
กลุ่มออกแบบสถาปัตยกรรม
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม
14. นายอภิชาติ ธาราเวชรักษ์ กรรมการ
วิศวกรโยธาชำนานุการพิเศษ
กลุ่มออกแบบโครงสร้างพิเศษ
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม
15. นายวิรัตน์ นาคเรือง กรรมการ
วิศวกรโยธาชำนานุการพิเศษ
กลุ่มออกแบบระบบชลประทาน
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม
16. นายรังสรรค์ จินจาคาม กรรมการ
วิศวกรโยธาชำนานุการพิเศษ
กลุ่มออกแบบระบบชลประทาน
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม



17. นายไกรฤกษ์ อินทร์ชนะนันท์ กรรมการ
วิศวกรโยธาชำนานุการพิเศษ
กลุ่มออกแบบเขียน
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม
18. นายมานพ บุญยประสิทธิ์ กรรมการ
วิศวกรโยธาชำนานุการพิเศษ
กลุ่มออกแบบเขียน
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม
19. นายสาธิต มณีผาย กรรมการและเลขานุการ
ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมโยธา (ด้านออกแบบและคำนวณ)
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม
20. นายธีระศักดิ์ ทองศิริ กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
วิศวกรโยธาชำนานุการพิเศษ
กลุ่มออกแบบระบบชลประทาน
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม
21. นางสาวอุไรรัตน์ จงก้องเกียรติ กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
วิศวกรโยธาชำนานุการพิเศษ
กลุ่มออกแบบระบบชลประทาน
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม

โดยให้คณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐานมีอำนาจและหน้าที่ดังนี้

1. พิจารณาแบบมาตรฐานในด้านต่างๆ ของกรมชลประทาน
2. พิจารณารายละเอียดหลักเกณฑ์การออกแบบ คู่มือการใช้แบบมาตรฐานและรายละเอียดคุณลักษณะทางวิศวกรรม
3. ปรับปรุงเอกสารมาตรฐานและแบบมาตรฐานที่ใช้ปฏิบัติงานให้สามารถนำไปใช้ได้
อย่างมีประสิทธิภาพ
4. แต่งตั้งคณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานด้านต่าง ๆ เพิ่มเติมตามสมควร

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป โดยให้งานดังกล่าวแล้วเสร็จภายในปีงบประมาณ 2553

สั่ง ณ วันที่ 18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2552



(นายชลิต ดำรงค์ศักดิ์)

อธิบดีกรมชลประทาน





คำสั่งคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐาน

ที่ 1 /2552

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการจัดทำแบบมาตรฐาน

ตามคำสั่งกรมชลประทาน ที่ ข 996/2552 ลงวันที่ 18 พฤศจิกายน 2552 ได้แต่งตั้งคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐานไว้แล้ว นั้น

เนื่องจากมีปริมาณงานในการดำเนินการจัดทำแบบมาตรฐาน เอกสารแนวทางหลักเกณฑ์การออกแบบ คู่มือการใช้แบบมาตรฐานของงานในด้านต่างๆ มีจำนวนมาก รวมทั้งงานติดตามประเมินผลการใช้แบบมาตรฐานที่ได้ดำเนินการเสร็จเรียบร้อยแล้ว ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2553 จึงแต่งตั้งคณะกรรมการจัดทำแบบมาตรฐานแบ่งตามลักษณะงาน จำนวน 10 คณะทำงาน ดังนี้

1. คณะกรรมการจัดทำมาตรฐานการออกแบบเขื่อนเก็บกักน้ำและอาคารประกอบ ประกอบด้วย

- | | | |
|------------------------------|-------------------------|------------------------|
| 1. รองอธิบดีฝ่ายวิชาการ | รทว. | ที่ปรึกษาคณะกรรมการ |
| 2. นายประวิทย์ ตูลาพันธุ์ | ผส.อบ. | ที่ปรึกษาคณะกรรมการ |
| 3. นายสมเกียรติ ตั้งจิตพร | ผชช.อบ.7 | ประธานคณะกรรมการ |
| 4. นายมานพ บุญยประสิทธิ์ | วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ | คณะกรรมการ |
| 5. นายจิรพงศ์ กริตประนาม | วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ | คณะกรรมการ |
| 6. นายไกรฤกษ์ อินทร์ชนะนันท์ | วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ | คณะกรรมการ |
| 7. นายประวิตร ปิาวัดมนพานิช | วิศวกรโยธาชำนาญการ | คณะกรรมการ |
| 8. นางสาวอัจฉรา ชุมวงศ์ | วิศวกรโยธาชำนาญการ | คณะกรรมการ |
| 9. นายพิเชษฐ รัตนปราสาทกุล | วิศวกรโยธาชำนาญการ | คณะกรรมการ |
| 10. นายทัตเทพ เยาวพัฒน์ | วิศวกรโยธาชำนาญการ | คณะกรรมการ |
| 11. นายยิ่งยง แพร่ภิญโญ | วิศวกรโยธาชำนาญการ | คณะกรรมการ |
| 12. นางอรุณวรรณ อ่ำสกุล | วิศวกรโยธาชำนาญการ | คณะกรรมการ |
| 13. นายณัฐ จันทนัญญ์ | วิศวกรโยธาชำนาญการ | คณะกรรมการ |
| 14. นายชุมพล นพรัตน์ | นายช่างโยธาอาวุโส | คณะกรรมการ |
| 15. นายวิกรม เปรมะสุต | วิศวกรโยธาชำนาญการ | คณะกรรมการและเลขานุการ |



16. นายคารม โชติกรกุล วิศวกรโยธาชำนาญการ คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ

เพื่อรับผิดชอบดำเนินการจัดทำมาตรฐานการออกแบบเขื่อนเก็บกักน้ำและอาคารประกอบ
ดังนี้

1. ปรับแก้เอกสารแนวทางและหลักเกณฑ์การออกแบบเขื่อนเก็บกักน้ำและอาคารประกอบ
ที่ได้รับการตรวจสอบจากคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐานกรมชลประทานในปีงบประมาณ
พ.ศ. 2552

2. ปรับแก้เอกสารตัวอย่างรายการคำนวณเกี่ยวกับเขื่อนดินและหรืออาคารประกอบที่ได้
รับการตรวจสอบจากคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐานกรมชลประทานในปีงบประมาณ พ.ศ. 2552

3. งานอื่น ๆ ที่ได้รับมอบหมาย

2. คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานเขื่อนทดน้ำ ฝาย และอาคารประกอบ ประกอบด้วย

- | | | |
|----------------------------------|--------------------------|----------------------|
| 1. รองอธิบดีฝ่ายวิชาการ | รทว. | ที่ปรึกษาคณะทำงาน |
| 2. นายประวิทย์ ตูลาพันธุ์ | ผส.อบ. | ที่ปรึกษาคณะทำงาน |
| 3. นายพิเชษฐ์ ศุภฤกษ์ | ผชช.อบ.8 | ที่ปรึกษาคณะทำงาน |
| 4. นายไพศาล แสงจินดา | ผชช.อบ.2 | ประธานคณะทำงาน |
| 5. นายสมพิตร พงศ์ชัยกร | วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ | คณะทำงาน |
| 6. นางสาวอุไรรัตน์ จงก้องเกียรติ | วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ | คณะทำงาน |
| 7. นายชัยณรงค์ คล่องวานิชย์ | นายช่างเครื่องกลชำนาญงาน | คณะทำงาน |
| 8. ว่าที่ ร.ต. สรรวย สันติปาตี | วิศวกรโยธาปฏิบัติการ | คณะทำงาน |
| 9. นายชัยพัชร ธรรมอาชีพ | นายช่างโยธาชำนาญงาน | คณะทำงาน |
| 10. นายธีระศักดิ์ ทองศิริ | วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ | คณะทำงานและเลขานุการ |

เพื่อรับผิดชอบดำเนินการจัดทำแบบมาตรฐานเขื่อนทดน้ำ ฝาย และอาคารประกอบดังนี้

1. แบบมาตรฐานสถานีสูบน้ำแบบแพสูบ (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)
2. แบบมาตรฐานเสริมสันฝาย Ogee กำแพงเอียงด้วยฝายยาง (ต่อเนื่องจาก
ปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)

3. เอกสารแนวทางและหลักเกณฑ์การออกแบบสถานีสูบน้ำแบบถาวร

4. งานอื่นๆ ที่ได้รับมอบหมาย



3. คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานระบบส่งน้ำและระบายน้ำ ประกอบด้วย

1. รองอธิบดีฝ่ายวิชาการ	รทว.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
2. นายประวิทย์ ตูลาพันธุ์	ผส.อบ.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
3. นายศุภชัย รุ่งศรี	ผส.วพ.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
4. นายวิรัตน์ นาคเรือง	ผชช.อบ.9	ประธานคณะทำงาน
5. นางสาวอุไรรัตน์ จงก้องเกียรติ	วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ	คณะทำงาน
6. นายจิรศักดิ์ หล้าสาคร	วิศวกรโยธาชำนาญการ	คณะทำงาน
7. นางสาวอัจฉรา ชุมวงศ์	วิศวกรโยธาชำนาญการ	คณะทำงาน
8. นายอิทธิ แม่นแมน	วิศวกรโยธาชำนาญการ	คณะทำงาน
9. นายธวัช ธวัชศิริโรจน์	วิศวกรโยธาชำนาญการ	คณะทำงานและเลขานุการ

เพื่อรับผิดชอบดำเนินการจัดทำแนวทางและหลักเกณฑ์การออกแบบระบบท่อส่งน้ำรับแรงดัน และงานอื่นๆ ที่ได้รับมอบหมาย

4. คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานอาคารในระบบส่งน้ำและระบายน้ำ ประกอบด้วย

1. รองอธิบดีฝ่ายวิชาการ	รทว.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
2. นายประวิทย์ ตูลาพันธุ์	ผส.อบ.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
3. นายพิเชษฐ์ ศุภฤกษ์	ผชช.อบ.8	ประธานคณะทำงาน
4. นายสมชัย สันติรุ่งฤทธิ์	วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ	คณะทำงาน
5. นายธีระศักดิ์ ทองศิริ	วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ	คณะทำงาน
6. นายธวัช ธวัชศิริโรจน์	วิศวกรโยธาชำนาญการ	คณะทำงาน
7. นายประวิณ จำภา	วิศวกรโยธาชำนาญการ	คณะทำงาน
8. นายสุทธิชัย พุทธิรัตน์	วิศวกรโยธาชำนาญการ	คณะทำงาน
9. นางสาวสมบูรณ์ ช้อนทอง	วิศวกรโยธาปฏิบัติการ	คณะทำงาน
10. นายไชยวัฒน์ ศิริรัตน์วรกุล	นายช่างโยธาชำนาญงาน	คณะทำงาน
11. นางลำจวน ชมประดิษฐ์	วิศวกรโยธาชำนาญการ	คณะทำงานและเลขานุการ

เพื่อรับผิดชอบดำเนินการจัดทำแบบมาตรฐานอาคารในระบบส่งน้ำและระบายน้ำดังนี้

1. อาคารท่อน้ำกลางคลอง (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)
2. อาคารท่อระบายน้ำปลายคลอง (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)



3. อาคารท่อดูดคลองส่งน้ำ (ท่อเหลี่ยม) (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)
4. อาคารท่อบำบัดน้ำเข้านา (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)
5. Waste way (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)
6. งานอื่นๆ ที่ได้รับมอบหมาย

5. คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานโครงการชลประทานขนาดเล็ก ประกอบด้วย

- | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|----------------------|
| 1. รองอธิบดีฝ่ายวิชาการ | รทว. | ที่ปรึกษาคณะทำงาน |
| 2. นายประวิทย์ ตูลาพันธ์ | ผส.อบ. | ที่ปรึกษาคณะทำงาน |
| 3. นายไพศาล แสงจินดา | ผชช.อบ.2 | ที่ปรึกษาคณะทำงาน |
| 4. นายบุญสนอง สุชาติพงศ์ | ผชช.อบ.6 | ประธานคณะทำงาน |
| 5. นายภาณุพันธ์ อาจสาธิต | วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ | คณะทำงาน |
| 6. นายไกรฤกษ์ อินทชัยนันท์ | วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ | คณะทำงาน |
| 7. นายพงศธร ศิริอ่อน | วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ | คณะทำงาน |
| 8. นางสาวพรทิพย์ ศรีสมญา | วิศวกรโยธาชำนาญการ | คณะทำงาน |
| 9. นายสุรพันธุ์ ไชยชนะ | วิศวกรโยธาชำนาญการ | คณะทำงาน |
| 10. นายเทอดทูล คล้ายขยาย | วิศวกรชลประทานชำนาญการ | คณะทำงาน |
| 11. นายธีรเนตร ดวงเนตร | นายช่างโยธาชำนาญงาน | คณะทำงาน |
| 12. นางสาวอุไรรัตน์ จงก้องเกียรติ | วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ | คณะทำงานและเลขานุการ |

เพื่อรับผิดชอบดำเนินการจัดทำเอกสารมาตรฐานโครงการชลประทานขนาดเล็กดังนี้

1. โครงการชลประทานขนาดเล็ก ประเภทอ่างเก็บน้ำ (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)
2. คู่มือการใช้แบบมาตรฐานโครงการชลประทานขนาดเล็กประเภท ประเภทอ่างเก็บน้ำ
3. งานอื่น ๆ ที่ได้รับมอบหมาย

6. คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานระบบชลประทานในแปลงนา ประกอบด้วย

- | | | |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------|
| 1. รองอธิบดีฝ่ายวิชาการ | | ที่ปรึกษาคณะทำงาน |
| 2. นายประวิทย์ ตูลาพันธ์ | ผส.อบ. | ที่ปรึกษาคณะทำงาน |
| 3. นายรังสรรค์ จินจาคาม | วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ | ประธานคณะทำงาน |
| 4. นายเศรษฐสุต กฤดากร ณ อยุธยา | วิศวกรโยธาชำนาญการ | คณะทำงาน |
| 5. นายวีระศักดิ์ ตันชูวงศ์ | วิศวกรโยธาชำนาญการ | คณะทำงาน |



6. นายสุธรรม ชุนเจริญ	วิศวกรโยธาชำนาญการ	คณะทำงาน
7. นายยุทธนา จิตวรานนท์	วิศวกรโยธาชำนาญการ	คณะทำงาน
8. นายรังสรรค์ ศรีสุขวงศ์	วิศวกรโยธาชำนาญการ	คณะทำงาน
9. นายภาณุกร ช่วยคำชู	วิศวกรโยธาปฏิบัติการ	คณะทำงาน
10. นายธรรณิศ ศรีนุ่น	วิศวกรโยธาปฏิบัติการ	คณะทำงาน
11. นายวัฒนาเกียรติ ชมสวน	วิศวกรโยธาปฏิบัติการ	คณะทำงาน
12. นายวัฒนา จันทรทอง	วิศวกรโยธาปฏิบัติการ	คณะทำงาน
13. นายทวีศักดิ์ เดชานูติ	นายช่างโยธาชำนาญงาน	คณะทำงาน
14. นายโสภณ ปานพฤษา	นายช่างโยธาชำนาญงาน	คณะทำงาน
15. นายสุทธิชัย พุทธิรัตน์	วิศวกรโยธาชำนาญการ	คณะทำงานและเลขานุการ

เพื่อรับผิดชอบดำเนินการปรับปรุงแบบมาตรฐานระบบชลประทานในแปลงนาที่ดำเนินการไว้ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2545 และจัดทำแบบมาตรฐานระบบชลประทานในแปลงนา ดังนี้

1. แบบมาตรฐานอาคารท่อปากคูซอย แบบที่ 5
2. แบบมาตรฐานอาคารทิ้งน้ำ
3. งานอื่นๆ ที่ได้รับมอบหมาย

7. คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานงานสถาปัตยกรรม ประกอบด้วย

1. รองอธิบดีฝ่ายวิชาการ	รทว.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
2. นายประวิทย์ ตูลาพันธุ์	ผส.อบ.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
3. นายสุเทพ สมเจริญ	ผชช.อบ.	ประธานคณะทำงาน
4. นางสาวมนสิการ ปานิสวัสดิ์	สถาปนิกชำนาญการพิเศษ	คณะทำงาน
5. นายสุรัชย์ วีระจิตรเสริมชัย	สถาปนิกชำนาญการพิเศษ	คณะทำงาน
6. นายทวีศักดิ์ เอื้อเพื่อ	สถาปนิกชำนาญการ	คณะทำงาน
7. นายโอภาส โภคากร	สถาปนิกชำนาญการ	คณะทำงาน
8. นายภักตพงศ์ อัครเศรณี	สถาปนิกชำนาญการ	คณะทำงาน
9. นายสิทธิศักดิ์ ประสานทอง	สถาปนิกชำนาญการ	คณะทำงาน
10. นายสุรัตน์ นมะหุต	สถาปนิกชำนาญการ	คณะทำงาน
11. นางสาวศศิโสภิต ลินะเสน	มัณฑนากรปฏิบัติการ	คณะทำงาน
12. นายลัญชัย บัวทรง	นายช่างศิลป์ชำนาญงาน	คณะทำงาน



13. นายอนิรุจน์ ไชยชมภู	นายช่างศิลป์ชำนาญงาน	คณะทำงาน
14. นางสาวกัญญ์ค จันทศิริเดชา	นายช่างศิลป์ชำนาญงาน	คณะทำงาน
15. นายสิปปภาส คำลธิธิบรรณ	นายช่างศิลป์ชำนาญงาน	คณะทำงาน
16. นายทิมายุ เพิ่มสิน	สถาปนิกปฏิบัติการ	คณะทำงานและเลขานุการ
17. นางสาวธัญญากร ชาลี	สถาปนิกปฏิบัติการ	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ

เพื่อรับผิดชอบดำเนินการปรับปรุงแบบมาตรฐานงานสถาปัตยกรรมที่ดำเนินการไว้ใน
ปีงบประมาณ พ.ศ. 2545 ดังนี้

1. แบบมาตรฐานบ้านพักคนงาน 8 ครอบครัว
2. แบบมาตรฐานบ้านพักข้าราชการ ระดับ 1-2
3. งานอื่นๆ ที่ได้รับมอบหมาย

8. คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานงานวิศวกรรมโครงสร้าง ประกอบด้วย

1. รองอธิบดีฝ่ายวิชาการ		ที่ปรึกษาคณะทำงาน
2. นายประวิทย์ ตูลาพันธ์	ผส.อบ.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
3. นายสาธิต มณีผาย	ผชช.อบ.3	ประธานคณะทำงาน
4. นายอภิชาติ ธาราเวชรักษ์	วิศวกรโยธาชำนานูการพิเศษ	คณะทำงาน
5. นายสมพิตร พงศ์ชัยกร	วิศวกรโยธาชำนานูการพิเศษ	คณะทำงาน
6. นายชุตินทร เพ็ชรไชย	วิศวกรโยธาชำนานูการ	คณะทำงาน
7. นายธีระชัย เนียมหลวง	วิศวกรโยธาชำนานูการ	คณะทำงาน
8. นายวรุฒ พจน์ศิลปชัย	วิศวกรโยธาปฏิบัติการ	คณะทำงาน
9. นายนฤพนธ์ ภาณุศรี	วิศวกรโยธาปฏิบัติการ	คณะทำงาน
10. นายกิตติศักดิ์ พิทักษ์วงศ์	วิศวกรโยธาปฏิบัติการ	คณะทำงานและเลขานุการ
11. นายกীরติ ปกีนกะ	วิศวกรโยธาชำนานูการ	คณะทำงาน

เพื่อรับผิดชอบดำเนินการจัดทำแบบมาตรฐานวิศวกรรมโครงสร้าง ดังนี้

1. กลุ่มอาคารสำนักงาน
 - 1.1 ที่ทำการองค์กรผู้ใช้น้ำชลประทาน
2. กลุ่มอาคารปฏิบัติการด้านวิศวกรรม
 - 2.1 อาคารทดลองด้านวิศวกรรม (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)
 - 2.2 อาคารที่ทำการสื่อสารขนาดใหญ่ (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)



- 2.3 อาคารที่ทำการสื่อสารขนาดเล็ก (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)
- 2.4 อาคารควบคุมบานระบายขนาดใหญ่
3. กลุ่มอาคารโรงงานซ่อมบำรุงและโรงเก็บพัสดุ
 - 3.1 อาคารโรงงานซ่อมบำรุงขนาดใหญ่ (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)
 - 3.2 อาคารโรงงานซ่อมบำรุงขนาดกลาง (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)
 - 3.3 อาคารโรงงานซ่อมบำรุงขนาดเล็ก (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)
 - 3.4 อาคารโรงเก็บพัสดุขนาดใหญ่ (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)
 - 3.5 อาคารโรงเก็บพัสดุขนาดกลาง (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)
 - 3.6 อาคารโรงเก็บพัสดุขนาดเล็ก (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)
4. กลุ่มอาคารประกอบและส่วนสนับสนุนอื่น
 - 4.1 อาคารอเนกประสงค์ขนาดใหญ่ (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)
 - 4.2 อาคารอเนกประสงค์ขนาดกลาง (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)
 - 4.3 อาคารอเนกประสงค์ขนาดเล็ก (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)
 - 4.4 อาคารรักษาความปลอดภัย
 - 4.5 อาคารจอดรถยนต์ (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)
 - 4.6 อาคารป้อมยามขนาดเล็ก (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)
 - 4.7 ป้ายโครงการขนาดใหญ่ (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)
 - 4.8 เสาธงขนาดใหญ่ (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)
 - 4.9 รั้วคอนกรีตบล็อก
 - 4.10 รั้วคอนกรีตบล็อกลดทอน
 - 4.11 รั้ว ประตู ป้าย
 - 4.12 รั้วเหล็กดัดและประตู
 - 4.13 รั้วตาข่ายและประตู
 - 4.14 รั้วลดทอน
5. งานอื่นๆ ที่ได้รับมอบหมาย

9. คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานบานระบายและเครื่องกลไก ประกอบด้วย

- | | | |
|---------------------------|--------|-------------------|
| 1. รองอธิบดีฝ่ายวิชาการ | รทว. | ที่ปรึกษาคณะทำงาน |
| 2. นายประวิทย์ ตูลาพันธุ์ | ผส.อบ. | ที่ปรึกษาคณะทำงาน |



3. นายจรัส เล้าโสภากิรมย์	วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ	ประธานคณะทำงาน
4. นายภาวัต นวลสกุลกฤป	วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ	คณะทำงาน
5. นายรังษี เฟื่องรอด	วิศวกรเครื่องกลชำนาญการ	คณะทำงาน
6. นายธีรพงศ์ พรหมนิมิต	วิศวกรเครื่องกลชำนาญการ	คณะทำงาน
7. นายธนิต คำมีอ้าย	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงาน
8. นายสัมฤทธิ์ พันธุ์ใหม่	นายช่างโยธาชำนาญงาน	คณะทำงาน
9. นายศิริวิทย์ นະະຍະສະ	วิศวกรโยธาปฏิบัติการ	คณะทำงาน
10. นายอรรถเดช ฤกษ์พิบูลย์	วิศวกรโยธาปฏิบัติการ	คณะทำงาน
11. นายธนนท์ ผูกพันธ์	วิศวกรโยธาชำนาญการ	คณะทำงานและเลขานุการ

เพื่อรับผิดชอบดำเนินการจัดทำแบบมาตรฐานบานระบายและเครื่องกลไก ดังนี้

1. บานระบายฝาท่อน้ำทางเดียว (ระดับน้ำสูงไม่เกิน 3.00 ม.) ขนาด 2.75x2.75 ม.

(ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)

2. เครื่องยก ขนาด 4 ตัน (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)
3. งานอื่นๆ ที่ได้รับมอบหมาย

10. คณะทำงานจัดทำมาตรฐานรายละเอียดและคุณลักษณะทางวิศวกรรม ประกอบด้วย

1. รองอธิบดีฝ่ายวิชาการ	รทว.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
2. นายประวิทย์ ตูลาพันธุ์	ผส.อบ.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
3. นายจรัส เล้าโสภากิรมย์	วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ	ประธานคณะทำงาน
4. นายสุรัชย์ ทิพย์น้อยสง่า	วิศวกรโยธาชำนาญการ	คณะทำงาน
5. นายเจษฎา อุษชิน	วิศวกรเครื่องกลชำนาญการ	คณะทำงาน
6. นายรังษี เฟื่องรอด	วิศวกรเครื่องกลชำนาญการ	คณะทำงาน
7. นายนภดล ปิยะธรรมธาดา	วิศวกรไฟฟ้าชำนาญการ	คณะทำงาน
8. นายเฉลิมศักดิ์ พุทธสเจริญ	นายช่างโยธาอาวุโส	คณะทำงาน
9. นายธนิต คำมีอ้าย	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงาน
10. นางมงคลทิพย์ วรรณา	นายช่างโยธาชำนาญงาน	คณะทำงาน
11. นางสาวศพร เตชะพีรพานิช	วิศวกรโยธาชำนาญการ	คณะทำงานและเลขานุการ



เพื่อรับพิชิตชอบดำเนินการจัดทำมาตรฐานรายละเอียดและคุณลักษณะทางวิศวกรรม ดังนี้

1. กำหนดคุณลักษณะทางวิศวกรรม (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552) ประกอบด้วย

1.1 งานดิน งาน Gabion และ Mattress งานเหล็กรูปพรรณ งานถนน และงานระบายน้ำ (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)

1.2 งานแผ่นใยสังเคราะห์ งานท่อในงานชลประทาน งานสะพานคอนกรีตเสริมเหล็ก และคอนกรีตอัดแรง (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)

2. จัดทำมาตรฐาน TOR (Term of Reference) ประกอบการจัดจ้างสำรวจ-ออกแบบ (ต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)

3. งานอื่นๆ ที่ได้รับมอบหมาย

โดยให้คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานทุกคณะมีหน้าที่ดังนี้

1. กำหนดหลักเกณฑ์เพื่อการออกแบบตามลักษณะงานที่รับผิดชอบของแต่ละคณะทำงาน

2. พิจารณาจัดทำแบบมาตรฐาน และคู่มือการใช้แบบมาตรฐานตามลักษณะงานที่รับผิดชอบของแต่ละคณะทำงาน

3. พิจารณาจัดทำมาตรฐานรายละเอียดและคุณลักษณะทางวิศวกรรม

4. ติดตามประเมินผลงานที่ได้ดำเนินการเสร็จเรียบร้อยแล้ว

ทั้งนี้ ให้เสร็จสิ้นภายในปีงบประมาณ พ.ศ. 2553

สั่ง ณ วันที่ 4 ธันวาคม พ.ศ. 2552



(นายประสงค์ เสี่ยงโชคอยู่)

รองอธิบดีฝ่ายวิชาการ

ประธานคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐาน





คำนำ

เอกสารมาตรฐานรายละเอียดและคุณลักษณะทางวิศวกรรม งานเสาเข็ม เป็นเอกสารทางวิชาการเรื่องหนึ่งที่ได้ทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับ วิศวกร และนายช่าง ที่ปฏิบัติงานในกรมชลประทานและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่จะได้ใช้เป็นเอกสารมาตรฐานสำหรับการศึกษา ค้นคว้าเพิ่มเติม และนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ และให้เป็นแนวทางเดียวกันตามวัตถุประสงค์ของกรมชลประทานที่ต้องการให้มีการกำหนดมาตรฐานในการปฏิบัติงานในด้านต่างๆ ขึ้น

คณะทำงานขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนทำให้เอกสารชุดนี้มีความสมบูรณ์

คณะทำงานจัดทำมาตรฐาน
รายละเอียดและคุณลักษณะทางวิศวกรรม





สารบัญ

หมวดที่ 1 งานเสาเข็มตอก	1
1.1 เสาเข็มไม้	1
1.2 เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ	1
1.3 เสาเข็มพืดเหล็ก	4
1.4 เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก	4
1.5 การตอกเสาเข็ม	6
หมวดที่ 2 งานเสาเข็มเจาะ	11
2.1 เสาเข็มเจาะแบบแห้ง	11
2.2 เสาเข็มเจาะแบบเปียก	14
หมวดที่ 3 การทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็ม	18
3.1 วิธี Seismic Integrity Test	18
3.2 วิธี Sonic Logging Test	19
หมวดที่ 4 การทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกทุกของเสาเข็ม	21
4.1 ข้อกำหนดการรับน้ำหนักของเสาเข็มต้นที่จะทดสอบ	21
4.2 การทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วยวิธีสถิตศาสตร์	22
4.3 การทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วยวิธีพลศาสตร์	24
4.4 การรายงาน	27
หนังสืออ้างอิง	28





หมวดที่ 1 งานเสาเข็มตอก

เสาเข็มตอก หมายถึง เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อบริเวณสถานที่ก่อสร้างหรือเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงที่หล่อสำเร็จจากโรงงาน หรือไม้ที่ตัดทำเป็นเสาเข็มแล้วตอกลงในตำแหน่งที่ต้องการ ด้วยแรงคนหรือเครื่องจักร ที่นิยมใช้กันทั่วไปมี 4 ชนิดคือ

1.1 เสาเข็มไม้ (Timber Pile)

เสาเข็มไม้ (Timber Pile) เป็นเสาเข็มที่ใช้ในงานก่อสร้างขนาดเล็กหรืออาคารชั่วคราว มีน้ำหนักเบาสะดวกในการขนส่ง ราคาไม่แพง ในท้องตลาดระบุขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็มไม้ที่กลางลำต้นมีหน่วยเป็นนิ้วและความยาวมีหน่วยเป็นเมตร มีขนาดตั้งแต่ 3 นิ้ว ยาว 3.00 เมตร ถึง 6 นิ้ว ยาว 6.00 เมตร หาซื้อง่ายมีอยู่ทั่วไปทั่วทุกภาคของประเทศ

1.1.1 ข้อกำหนดทั่วไปของวัสดุ (Material Specifications)

(1) ไม้ที่นำมาใช้ทำเป็นเสาเข็ม ต้องเป็นไม้เบญจพรรณหรือไม้สนที่ได้มาจากต้นที่แข็งแรง และขณะที่นำมาใช้ต้องไม่ผุหรือมีราขึ้น

(2) เสาเข็มไม้ต้องทุบหรือฉีกเปลือกออกให้หมด ตาไม้ต่างๆ ต้องตัดให้เรียบเสมอกันของต้น เสาเข็ม ปลายเสาเข็มไม้ต้องใช้เลื่อยตัดเรียบได้ฉากกับลำต้น ตาไม้ในเสาเข็มไม้ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของตาไม้ไม่เกินกว่า 1 ใน 3 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็มตรงตำแหน่งที่มีตานี้ แต่ต้องไม่เกิน 10 เซนติเมตร

(3) เสาเข็มไม้ต้องมีลำต้นตรง การนำเสาเข็มไม้ที่คดมาจะใช้จะยอมให้ใช้ได้ต้องผ่านการตรวจสอบก่อนโดยการซึ่งเชือกจากแนวศูนย์กลางปลายทั้งสองข้างของเสาเข็มไม้ถ้าเชือกไม่ล้าออกจากลำต้น จึงจะใช้ได้

(4) ขนาดโตของเสาเข็มไม้ตามที่ระบุไว้ในแบบหรือรายการประกอบแบบ ถือเป็นขนาดเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็มไม้ที่วัดตรงจุดกลางความยาวของเสาเข็มไม้ โดยใช้เทปหรือตลับเมตร พันรอบเสาเข็มไม้ให้ตึง ความยาวที่ได้ถือเป็นเส้นรอบวงซึ่งเท่ากับ 3.14 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย

(5) เสาเข็มไม้เมื่อนำไปใช้น้ำทะเลต้องอาบน้ำมันยารักษาเนื้อไม้ (Creosote Oil) เพื่อป้องกันเพรียงและแมลงมาเจาะไช

1.2 เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ (Precast Prestressed Concrete Pile)

เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ (Precast Prestressed Concrete Pile) เป็นเสาเข็มที่ผลิตจากโรงงาน เมื่อบ่มคอนกรีตได้อายุแล้ว จึงขนย้ายไปยังสถานที่ก่อสร้าง ผลิตโดยใช้

เทคนิคในการดึงลวดรับแรงดึงก่อนเทคอนกรีตลงในแบบหล่อ ในขณะที่แรงดึงในลวดยังค้างอยู่เมื่อคอนกรีตแข็งตัวดีแล้วจึงตัดลวดรับแรงดึงที่ปลายเสาเข็มออก ปัจจุบันมีหลายลักษณะที่ขายอยู่ในท้องตลาด เช่น รูปสี่เหลี่ยม รูปตัวไอ รูปตัววาย รูปหกเหลี่ยม และรูปกลม เป็นต้น

1.2.1 ข้อกำหนดทั่วไปของวัสดุ (Material Specifications)

(1) เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จจะต้องมีคุณภาพตามมาตรฐาน มอก.396-2549

(2) เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จที่นำมาใช้ต้องมีเนื้อที่หน้าตัดที่กดบนดินและรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการประกอบแบบ

(3) ลักษณะการหล่อเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จแต่ละต้นจะต้องหล่อให้ติดต่อกันตลอดในครั้งเดียว ห้ามมีรอยต่อ คอนกรีตมีแนวตรงสวยงาม ไม่มีรูโพรง ไม่คอง รูปร่างภายนอกของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จต้องเหมือนกันตลอดความยาว สำหรับส่วนปลายเสาเข็มในระยะซึ่งยาวไม่เกิน 1.5 เท่าของความกว้างของเสาเข็มยอมให้สอบปลายได้

(4) เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จต้องตรงแต่ถ้ามีการคอง อนุโลมให้มีระยะคองได้ไม่เกินความยาวของส่วนที่คองของเสาเข็มหารด้วย 360 โดยใช้วิธีลากเชือกกระหว่างปลายทั้ง 2 ข้าง ของส่วนที่คองแล้ววัดตั้งฉากกระหว่างเชือกกับผิวของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จส่วนที่คอง

(5) หากเป็นเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จกลวงหรือเว้าข้าง รูกกลวงหรือส่วนเว้าข้างต้องไม่ทำให้หน้าตัดเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จเสียศูนย์

(6) เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จต้องแข็งแรงทนทานต่อการตอกของตุ้มตอกเสาเข็มและการกระทบกระแทกระหว่างการขนส่งได้ ซึ่งมีความหนาของส่วนที่บางที่สุดไม่น้อยกว่า 6 เซนติเมตร

(7) เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จจะนำมาตอกใช้งานได้ต่อเมื่ออายุของคอนกรีตของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จนั้น

- มีอายุ 28 วัน สำหรับเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหรือคอนกรีตอัดแรงที่หล่อด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 หรือประเภท 5

- มีอายุ 7 วัน สำหรับเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหรือคอนกรีตอัดแรงที่หล่อด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 3

- ในกรณีที่ต้องการนำเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จมาใช้ก่อนกำหนดเวลา กำลังคอนกรีตของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จต้องมีค่าไม่น้อยกว่าค่ากำลังของคอนกรีตที่อายุ 28 วัน ทั้งนี้ ต้องส่งผลการทดสอบกำลังของคอนกรีตให้ผู้ควบคุมงานเห็นชอบก่อน



ในกรณีที่ใช้สารเคมีผสมเพิ่มเพื่อเร่งกำลังของคอนกรีต ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อนเพื่อกำหนดอายุของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จที่จะนำมาตอกใช้งาน

(8) เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จอนุญาตให้ต่อได้ แต่รวมแล้วต้องไม่เกิน 2 ท่อน โดยวิธีเชื่อมด้วยไฟฟ้าและทั้งสองท่อนเมื่อต่อกันแล้วต้องเป็นเส้นตรงเดียวกัน โดยที่ข้อต่อของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จทั้งสองท่อนต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

- ต้องเป็นเหล็กเหนียว
- ข้อต่อต้องมีลักษณะเป็นหมวกครอบปลายหัวเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จในส่วนที่จะต่อกันนั้นหรือมีลักษณะคล้ายคลึงกัน และสามารถกันมิให้คอนกรีตที่รองรับข้อต่อนั้นแตกในขณะรับแรงกระแทกจากการตอกเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ ข้อต่อนี้ให้หล่อยึดติดกับตัวเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ และต้องมีเนื้อที่หน้าตัดไม่น้อยกว่าเนื้อที่หน้าตัดของเสาเข็มที่จุดนั้น แต่จะโตเกินขนาดภายนอกของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จมิได้
- ต้องมีเหล็กยึดข้อตอดังกล่าวให้ติดแน่นกับท่อนคอนกรีตเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ จนสามารถรับแรงดัด (Bending Moment) ได้ดีไม่น้อยกว่าส่วนอื่นของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ
- ความหนาของแผ่นเหล็กข้อต่อของแต่ละแผ่น เฉพาะส่วนที่วางประกบกัน ต้องไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร
- พื้นที่ผิวของข้อต่อส่วนที่ประกบกันต้องเรียบทั้งสองด้านเพื่อให้ประกบกันแนบสนิท
- เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จในส่วนที่ต่อกัน ต้องได้รับการป้องกันการแตกด้วยการเสริมเหล็กปลอกเป็นพิเศษ

(9) กรณีที่ปรากฏในภายหลังว่าเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จมีคุณสมบัติด้อยลงไปกว่าที่กำหนดในรายการมาตรฐานนี้ ผู้รับจ้างต้องจัดการแก้ไข กรณีที่แก้ไขไม่ได้ เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จให้มีคุณสมบัติถูกต้องตามข้อกำหนดในมาตรฐานนี้ ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

(10) ในกรณีที่มีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงตลอดจนการพิจารณาคุณสมบัติของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จให้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหรือคณะกรรมการตรวจการจ้าง

(11) เมื่อทำการตอกเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องส่งแบบแสดงตำแหน่งของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ ทุกต้นที่ตอกจริงเทียบกับตำแหน่งเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จที่แสดงในแบบก่อสร้างให้กับผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างภายใน 5 วัน

1.3 เสาเข็มพืดเหล็ก (Steel Sheet Pile)

เสาเข็มพืดเหล็ก (Steel Sheet Pile) เป็นเสาเข็มที่ทำหน้าที่รับแรงดันด้านข้างเนื่องจากระดับดินสูงไม่เท่ากัน ส่วนมากจะใช้กับงานก่อสร้างอาคารใต้ดิน หรือการขุดบ่อก่อสร้างขนาดใหญ่และงานป้องกันการรั่วซึมของทางน้ำลอดใต้อาคาร

1.3.1 ข้อกำหนดทั่วไปของวัสดุ (Material Specifications)

(1) คุณสมบัติของเสาเข็มพืดเหล็กให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบหรือตามที่ระบุในเงื่อนไขรายการประกอบแบบ

(2) เหล็กที่จะใช้สำหรับทำเสาเข็มพืดจะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM DESIGNATION A 328-70 “STANDARD SPECIFICATION FOR STEEL SHEET PILING” Grade - A หรือมีคุณภาพสูงกว่าโดยจะต้องให้โรงงานผู้ผลิตออกใบรับรองคุณภาพ และผลการทดลองการยึดเกาะระหว่างแผ่นให้ด้วย

(3) ลักษณะ ขนาด รูปตัด ของเสาเข็มพืดเหล็กจะต้องเป็นไปตามแบบที่กำหนดความยาวต้องได้ขนาดหรือมากกว่าเพื่อหลีกเลี่ยงการเชื่อมต่อในภายหลัง

(4) ส่วนประกอบและอุปกรณ์ในการตอกเสาเข็มพืดเหล็กจะต้องมีคุณภาพดีและได้มาตรฐานตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

(5) เสาเข็มพืดเหล็ก ที่นำมาใช้งานต้องเป็นเสาเข็มพืดเหล็กที่ใหม่และไม่เคยใช้งานมาก่อน กรณีที่จะนำเข็มพืดเหล็กที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว มาใช้งานจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อน จึงจะนำไปใช้งานได้

(6) เสาเข็มพืดเหล็ก จะต้องได้รับการออกแบบให้มีการยึดเกาะระหว่างแผ่นอย่างแน่นหนา และต่อเนื่องตลอดความยาว การเจาะรูสำหรับเกี่ยวแผ่นเสาเข็มพืดเหล็กจะต้องห่างจากปลายประมาณ 10 เซนติเมตร

(7) ลวดเชื่อมไฟฟ้าสำหรับเชื่อมต่อเสาเข็มพืดเหล็กจะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. 49-2528 “ลวดเชื่อมชนิดเหล็กกล้าเหนียว ซึ่งมีเปลือกหุ้มสำหรับเชื่อมด้วยประกายไฟฟ้า” โดยจะต้องเลือกชนิดและขนาดของลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับงานตามที่กำหนด

1.4 เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced Concrete Pile)

เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced Concrete Pile) เป็นเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กที่หล่อบริเวณสถานที่ก่อสร้างและมีความยาวอยู่ระหว่าง 8.00-10.00 เมตร เนื่องจากไม่สามารถขนส่งเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงเข้าไปในสถานที่ก่อสร้างได้ หรือมีจุดประสงค์อื่นๆ เช่น ทำเสาเข็มสมอเพื่อยึดลวดสลิงในการทำกำแพงป้องกันตลิ่ง รูปร่างของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก ขึ้นอยู่กับการออกแบบเหล็กเสริมตามยาว ซึ่งต้องมีความสามารถเพียงพอในการรับโมเมนต์ดัด

1.4.1 ข้อกำหนดทั่วไปของวัสดุ (Material Specifications)

(1) เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced Concrete Pile) จะต้องมีคุณภาพตามมาตรฐาน มอก. 395-2524

(2) เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กต้องตรงไม่คดงอ และต้องมีเหล็กแกนความยาวอย่างน้อย 4 เส้น

(3) เหล็กปลอก ช่วงบริเวณปลายและโคนเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กยาว 1.5 เท่าของความกว้างของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กจะต้องใส่เหล็กปลอกให้ถี่ขึ้น เพื่อป้องกันการเสียหายเนื่องจากแรงกระแทกในขณะตอก ปริมาตรเหล็กปลอกจะใช้ไม่น้อยกว่า 0.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับปริมาตรคอนกรีต

(4) การหล่อคอนกรีตต้องหล่อให้ติดต่อกันตลอดในครั้งเดียว ห้ามมีรอยต่อและต้องไม่มีโพรง

(5) เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กจะนำมาตอกใช้งานได้ต่อเมื่ออายุของคอนกรีตของเสาเข็มนั้น

- มีอายุ 28 วัน สำหรับเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหรือคอนกรีตอัดแรงที่หล่อด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 หรือประเภท 5

- มีอายุ 7 วัน สำหรับเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหรือคอนกรีตอัดแรงที่หล่อด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 3

- ในกรณีที่ต้องการนำเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กมาใช้ก่อนกำหนดเวลา กำลังคอนกรีตของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กต้องมีค่าไม่น้อยกว่าค่ากำลังของคอนกรีตที่อายุ 28 วัน ทั้งนี้ต้องส่งผลการทดสอบกำลังของคอนกรีตให้ผู้ควบคุมงานเห็นชอบก่อน

ในกรณีที่ใช้สารเคมีผสมเพิ่มเพื่อเร่งกำลังของคอนกรีต ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อนเพื่อกำหนดอายุของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กที่จะนำมาตอกใช้งาน

(6) ในกรณีที่มีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงตลอดจนการพิจารณาคุณสมบัติของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กให้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหรือคณะกรรมการตรวจการจ้าง

(7) เมื่อทำการตอกเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องส่งแบบแสดงตำแหน่งของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กทุกต้นที่ตอกจริงเทียบกับตำแหน่งเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กที่แสดงในแบบก่อสร้างให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างภายใน 5 วัน

(8) วัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการหล่อเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก วัสดุมวลรวมของคอนกรีต เหล็กเสริมคอนกรีต สารผสมเพิ่ม ตลอดจนวิธีการผลิตคอนกรีตต้องได้มาตรฐาน ค่าแรงอัดประลัยของคอนกรีตต้องเป็นไปตามที่รายการกำหนด

(9) คอนกรีตที่นำมาใช้จะต้องเป็นคอนกรีตที่สามารถสั่นไหลได้ดีมีค่าทดสอบการยุบตัว (Slump Test) อยู่ในช่วง 10.50 - 15.50 เซนติเมตร

1.5 การตอกเสาเข็ม

การตอกเสาเข็ม จะต้องวางแผนและปักหมุดแสดงตำแหน่งที่จะตอกเสาเข็มให้เสร็จเรียบร้อย จึงจะทำการตอกได้และผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอขั้นตอนและวิธีดำเนินงานให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นชอบก่อนเริ่มปฏิบัติงานและจะต้องระมัดระวังมิให้เกิดผลกระทบต่ออาคารใกล้เคียงทุกกรณี

1.5.1 การตอกเสาเข็มพืดเหล็ก

(1) การจัดวางตำแหน่ง จะต้องจัดวางตำแหน่งของเสาเข็มพืดเหล็กให้ถูกต้องตามที่แสดงไว้ในแบบและต้องตอกให้ได้แนวดิ่ง เสาเข็มพืดเหล็กจะต้องยึดเกาะกับแผ่นช้างเคียงตลอดความยาว ประกอบกันเป็นพืดตลอดแนว ในการทำงานจะต้องขุดร่องน้ำ หรือทำรางช่วยให้เสาเข็มพืดเหล็กอยู่ในแนวที่ถูกต้อง

(2) เสาเข็มพืดเหล็กทุกแผ่นจะต้องตอกลงไปจนถึงระดับที่กำหนด และส่วนบนของเสาเข็มพืดเหล็กจะต้องอยู่ในระดับตามที่แสดงไว้ในแบบด้วย

(3) เครื่องมือ ที่ใช้ในการตอกเสาเข็มพืดเหล็กขึ้นอยู่กับลักษณะงานและปริมาณงาน ประกอบด้วยเครื่องมือต่อไปนี้

- การกดด้วย Hydraulic Vibrator
- Diesel Hammer, Impact Hammer
- Vibratory Hammer
- Drop Hammer
- อื่น ๆ

ทั้งนี้ ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างที่จะใช้เครื่องมือแบบใด

(4) การตอกจะต้องใช้วิธีการตอกโดยไม่ก่อให้เกิดการเสียหายต่อเสาเข็มพืดเหล็ก และต้องให้เสาเข็มพืดเหล็กยึดเกาะกันตลอดทั้งแผ่นในการตอกเสาเข็มพืดเหล็กแต่ละแผ่นจะต้องตอกให้ต่อเนื่อง จนถึงระดับที่กำหนดโดยไม่มีการหยุด

(5) ก่อนทำการตอกเสาเข็มพืดเหล็ก ผู้รับจ้างต้องเสนอ วิธีการตอก รายละเอียดเครื่อง บังคับ และเครื่องป้องกันหัวเสาเข็มพืดเหล็ก เพื่อป้องกันการฉีกขาดหรือเสียหายต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหรือคณะกรรมการตรวจการจ้าง

(6) ในขณะตอกเสาเข็มพืดเหล็กเกิดมีการเสียหายหรือตอกไม่ถูกแนวหรือไม่ได้ดิ่ง จะต้องถอนออก และตอกใหม่ให้ถูกต้อง

(7) เสาเข็มพืดเหล็กที่ลอยตัวเคลื่อนกลับขึ้นมาจะต้องตอกกลับลงไปใหม่

1.5.2 การตอกเสาเข็มทั่วไป

(1) บันจันที่นำมาใช้ในการตอกเสาเข็มต้องมีความมั่นคงแข็งแรงและมีความกว้างของฐานบันจันพอที่จะมีการทรงตัวได้ดีเมื่อยกเสาเข็มขึ้นตั้ง ชั้นส่วนที่ประกอปกกันขึ้นเป็นตัวบันจันต้องไม่คดงอหรือแตกร้าว ตะเกียบคู่หน้าของบันจันต้องเป็นเส้นตรงและไม่หลวมคลอน

(2) เครื่องยนต์ที่ใช้บนบันจันต้องมีสภาพสมบูรณ์สามารถให้กำลังได้โดยสม่ำเสมอ ห้ามล้อและที่ห้ามการคลายตัวของลวดต้องอยู่ในสภาพที่ใช้การได้โดยปลอดภัย ลวดต้องมีคุณภาพตามมาตรฐาน มอก. 514-2531 และมีขนาดพอเหมาะกับขนาดของน้ำหนักเสาเข็มและดัมพ์ที่ยก และไม่สึกหรองจนส่งผลให้เห็นว่าจะเกิดอันตรายได้โดยง่าย

(3) พื้นที่รองรับบันจันต้องทำให้แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักบันจัน และอุปกรณ์ต่างๆ ได้ โดยขณะตอกบันจันต้องไม่โยกคลอนหรือทรุดตัวลงจนทำให้เสียศูนย์ในแนวดิ่งของตะเกียบบังคับเสาเข็มหรือเกิดแรงเบียดเสาเข็ม

(4) ถ้าใช้หมวกเหล็กครอบหัวเสาเข็มในการตอกเสาเข็ม หมวกต้องมีขนาดพอเหมาะกับหัวเสาเข็ม คือไม่โตกว่าหัวเสาเข็มเกิน 1 เซนติเมตร และภายในหมวกให้ใช้ไม้เนื้ออ่อนรองหัวเสาเข็มได้หนาไม่เกิน 3 เซนติเมตร และเมื่อไม่รองในหมวกแต่ยกยูนทำให้ประสิทธิภาพของการตอกลดลงต้องเปลี่ยนไม้รองใหม่ หมวกเหล็กจะต้องมีที่บังคับกับตะเกียบด้วย หรืออาจจะใช้วิธีการป้องกันหัวเสาเข็มวิธีอื่นก็ได้ โดยจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อนจึงจะดำเนินการต่อไปได้

(5) ดัมพ์ที่ใช้ตอกเสาเข็มต้องมีคุณสมบัติ

- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเสาเข็มเท่ากับ 8 นิ้ว (20 เซนติเมตร) หรือเล็กกว่าจะต้องมีกำลังขับที่ลูกดัมพ์ไม่น้อยกว่า 968 กิโลกรัม-เมตร

- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเสาเข็มระหว่าง 8-18 นิ้ว (20 – 45 เซนติเมตร) กำลังขับที่ลูกดัมพ์จะต้องไม่น้อยกว่า 2,074 กิโลกรัม-เมตร

- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเสาเข็มใหญ่กว่า 18 นิ้ว (45 เซนติเมตร) กำลังขับที่ลูกดัมพ์จะต้องไม่น้อยกว่า 3,042 กิโลกรัม-เมตร

- น้ำหนักของดัมพ์อยู่ระหว่าง 0.70 ถึง 2.50 เท่าของน้ำหนักของเสาเข็ม

(6) ก่อนตอกเสาเข็มต้องปักหมุดแสดงตำแหน่งของเสาเข็มที่จะตอกแต่ละต้นให้ชัดเจน และต้องได้รับการตรวจสอบแนวและระดับให้ถูกต้องจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน การตอกต้องมีเครื่องบังคับเสาเข็มที่แข็งแรงพอ เพื่อว่าเมื่อยกเสาเข็มขึ้นตั้งในที่บังคับเสาเข็ม ปลายเสาเข็มต้องอยู่ตรง ศูนย์เสาเข็มที่ทำเครื่องหมายไว้โดยเครื่องบังคับเสาเข็มต้องไม่เคลื่อนที่หรือหักพังไปจนกว่าปลายเสาเข็มจะจมลงไปในดินแล้วไม่น้อยกว่า 6.00 เมตร หรือจนกระทั่งผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นสมควร และอนุญาตให้ส่วนที่เหลือไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์บังคับแล้ว

(7) เสาเข็มแต่ละต้น จะต้องตอกลงไปโดยต่อเนื่องจนกว่าหัวเสาเข็มจะได้ระดับตามที่กำหนด ไม่อนุญาตให้ใช้หัวฉีบน้ำ หรือวิธีการอื่นใดนอกจากการตอกโดยปกติ



(8) การตอกเสาเข็มต้องพยายามจัดให้แรงกระทบของตุ้มที่มีต่อหัวเสาเข็มถ่ายกำลังไปตามแนวเส้นแกนของเสาเข็ม การกระทบของตุ้มตอกบนหัวเสาเข็มจะต้องลงเต็มหน้าและได้ฉากกับแกนของเสาเข็ม หากอุปกรณ์ในการตอกเสาเข็มหลวมคลอนก่อให้เกิดแรงกระทบเสาเข็มเบนออกนอกแนวเส้นแกนจนเสาเข็มสับัดคลอนไปในทางราบแล้วต้องหยุดการตอกเสาเข็มทันที จนกว่าจะมีการแก้ไขสาเหตุที่ทำให้เสาเข็มสับัดเสียก่อนหากแก้ไขไม่ได้ต้องเปลี่ยนปั้นจั่นทั้งชุด

(9) เมื่อเสาเข็มจมเสมอรระดับดินแล้วแต่ยังไม่ไ้ระดับ ให้ใช้เสาส่งหัวเสาเข็มได้ โดยที่เสาส่งต้องยาวไม่เกินกว่าระยะที่หัวเสาเข็มจมดินบวกด้วย 60 เซนติเมตร ในการใช้เสาส่งปลายเสาส่งส่วนที่วางอยู่บนหัวเสาเข็มต้องมีที่บังคับไม่ให้เคลื่อนหลุดออกนอกแนวหัวเสาเข็ม ในขณะที่ตอกให้ใช้วัสดุรองหัวเสาเข็มด้วยไม้เนื้ออ่อนหนาไม่เกิน 3 เซนติเมตร ที่บังคับเสาส่งต้องมั่นคงไม่โยกคลอนในขณะที่ตอก และในกรณีใช้หมวกครอบหัวเสาส่งต้องไม่มีวัสดุรองทั้งภายในและภายนอกหมวกครอบ สำหรับคุณสมบัติของเสาส่งอยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างทั้งนี้เสาส่งไม่ควรยาวเกินกว่า 3.00 เมตร

(10) การตอกเสาเข็มต้องตอกด้วยความระมัดระวัง รวมทั้งต้องจัดหาวิธีป้องกันมิให้เกิดอันตรายใดๆ ต่อบุคคลอื่น หรือทรัพย์สินของอาคารข้างเคียง ความเสียหายต่างๆ ที่เกิดขึ้นอันมีสาเหตุเนื่องมาจากการตอกเสาเข็ม ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชดเชยค่าเสียหายดังกล่าวนี้แต่ผู้เดียว

(11) ขณะตอกเสาเข็มถ้าปรากฏว่าเสาเข็มหักหรือเกิดรอยแตกร้าวด้วยเหตุประการใดๆ ให้ผู้รับจ้างรายงานพร้อมเสนอแผนการดำเนินงานแก้ไขให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างทราบเพื่อพิจารณาสั่งการต่อไป

(12) เสาเข็มคอนกรีตที่หัก ห้ามนำมาใช้ โดยเด็ดขาด

(13) การจัดตำแหน่งของเสาเข็มที่จะตอก ต้องให้อยู่ในตำแหน่งที่กำหนด เมื่อตอกจนไ้ระดับแล้วแกนของเสาเข็มเบนออกจากแนวตั้งได้ไม่เกิน 6 มิลลิเมตร ต่อความยาวเสาเข็ม 30 เซนติเมตร ในกรณีที่เป็นการตอกเสาเข็มเอียงแกนของเสาเข็มจะเบนออกจากแนวเอียงที่กำหนดให้ไม่เกิน 12.5 มิลลิเมตรต่อความยาวของเสาเข็ม 30 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามไม่ว่าในกรณีใด ๆ จุดศูนย์กลางของหัวเสาเข็มจะเบี่ยงเบนออกจากจุดที่กำหนดไว้ในแบบ ได้ไม่เกิน 10 เซนติเมตร ถ้าเป็นชนิดเข็มกลุ่มให้ตอกจากภายในมาสู่ภายนอก

(14) ต้องหยุดการตอกเสาเข็มทันที เมื่อมีปรากฏการณ์ในขณะที่ตอกเสาเข็มดังต่อไปนี้

- เสาเข็มมีอาการสั่นและสับัดไ้ระดับผิวดิน
- ลูกตุ้มตอกเด็นขึ้นโดยเสาเข็มไม่ทรุดจมเลย
- หัวเสาเข็มแตกทั้งที่ทำการตอกตามปกติ

(15) ผู้รับจ้างต้องทำรายงานผลการตอกเสาเข็มแต่ละต้นพร้อมทั้งแบบแปลนแสดงตำแหน่งเสาเข็มต้นที่ทำการตอกโดยให้ทำการบันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (ระเบียบ) ส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหรือคณะกรรมการตรวจการจ้าง เพื่อพิจารณาว่าเสาเข็มต้นนั้นๆ จะสามารถรับน้ำหนัก

บรรทุกได้ตามที่กำหนดหรือไม่ และบันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (ระเบียบ) จะต้องประกอบด้วยข้อมูลต่อไปนี้

- เสาเข็มสำหรับอาคารใด
- วันที่หล่อ วันที่ตอก
- หมายเลขของเสาเข็ม ชนิด และขนาด
- ตำแหน่ง ลำดับการตอก ในแต่ละกลุ่ม
- ความลึกที่ตอก ระดับหัวเสาเข็ม และระดับปลายเสาเข็มโดยประมาณ (ทันทีที่ตอกเสร็จและภายหลังการตอกเสร็จทั้งกลุ่ม)
- จำนวนครั้งที่ตอกสำหรับ 10 เซนติเมตร สามชุดสุดท้ายหรือระยะจมของเสาเข็มเมื่อตอก 10 ครั้ง สามชุดสุดท้าย
- ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องมือตอก (ชนิด น้ำหนักของตุ้มที่ใช้ตอก ระยะยกของตุ้ม หรือพลังงานที่ตอกของตุ้ม ความถี่ของการตอกหรือยกตุ้ม)
- ชนิดและสภาพของวัสดุที่ใช้รองหัวเสาเข็ม
- ความยาวที่ต้องต่อ หรือตัดออก
- ระยะเยื้องศูนย์ของเสาเข็ม
- รายละเอียดของอุปสรรคในการทำงาน และข้อมูลอื่นๆ (ถ้ามี)

(16) ในกรณีเมื่อตอกเสาเข็มไปจนสุดความยาวของเสาเข็มตามที่ได้ระบุไว้ในแบบรายละเอียดแต่เสาเข็มนั้นไม่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกโดยปลอดภัยตามที่ได้กำหนดแล้ว ผู้รับจ้างต้องเสนอแนวทางแก้ไขให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาตรวจสอบและให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินการต่อไปโดยค่าใช้จ่ายในการนี้เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

(17) ถ้าปรากฏว่าเสาเข็มตอกจมลงไม่ถึงระดับที่ระบุไว้ในแบบ หรือรายการรายละเอียดจะเนื่องจากชั้นดินแข็งหรือเหตุอื่นใดก็ตาม ผู้รับจ้างต้องรีบแจ้งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างทราบทันที ข้อวินิจฉัยของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างถือเป็นเด็ดขาด ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามโดยปราศจากเงื่อนไขใด ๆ

(18) ในกรณีที่ต้องการตอกเสาเข็มด้วยเครื่องตอกชนิดดีเซลแฮมเมอร์ (Diesel Powered Hammer) ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างเสียก่อน

1.5.3 ความผิดพลาดในการตอกเสาเข็ม

ความผิดพลาดในการตอกเสาเข็มของผู้รับจ้างเกิดขึ้นจากการตอกเสาเข็มต้นใดต้นหนึ่งไม่ต่อเนื่องกัน หรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นว่าการตอกเสาเข็มต้นใดไม่ถูกต้อง หรือเกิดความเสียหายใช้การไม่ได้ และผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งให้มีการตอกเสาเข็มเสริม ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแผนการตอกเสาเข็มเสริมเพื่อทดแทนต้นที่ชำรุดใช้การไม่ได้ให้สามารถรับน้ำหนักบรรทุก (Load) แทนต้นที่ชำรุดได้

เพื่อให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและคณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นชอบและอนุมัติก่อนการตอกเสาเข็ม และจะต้องตัดเสาเข็มที่ใช้ไม่ได้ให้อยู่ในระดับต่ำกว่าท้องฐานรากของอาคารนั้นๆ ไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

การตอกเสาเข็มบริเวณดินเหนียว หรือดินตะกอน (Silt) คือดินจำพวกที่น้ำในดินระบายออกได้ช้า เมื่อเสาเข็มแทงที่ดินทำให้แรงดันของน้ำในดิน (Pore Water Pressure) เพิ่มขึ้น ทำให้มีกำลังดันเสาเข็มให้ลอยขึ้นมา ถ้าภายหลังการตอกเสาเข็มเมื่อตรวจสอบระดับแล้วพบว่าเสาเข็มมีการลอยตัวให้ทำการตอกซ้ำลงจนถึงระดับเดิม ถ้าเสาเข็มตอกลึกเกินระดับที่กำหนดไว้ในแบบผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีแก้ไขให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและคณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อน ค่าใช้จ่ายในการแก้ไขเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น ในกรณีนี้การต่อเหล็กเสริมให้ใช้วิธีเชื่อมเพียงวิธีเดียวเท่านั้น คอนกรีตที่จะใช้หล่อเสาเข็มส่วนที่ตอขึ้นมาให้ใช้ปูนซีเมนต์ชนิดให้กำลังสูงโดยเร็ว (High Early Strength Cement) ซึ่งเป็นปูนซีเมนต์ประเภทที่ 3

หมวดที่ 2 งานเสาเข็มเจาะ (Bored Pile)

เสาเข็มเจาะ (Bored Pile) เป็นเสาเข็มที่ต้องเจาะเอาดินออกจนถึงระดับความลึกที่ต้องการ แล้วจึงใส่เหล็กเสริม ก่อนที่จะเทคอนกรีตลงไปในหลุมเจาะ ทำให้การแทนที่ปริมาตรดินน้อยกว่าเสาเข็มตอก เสาเข็มเจาะมี 2 แบบ ขึ้นอยู่กับสภาพของดินและระดับน้ำใต้ดิน คือ เสาเข็มเจาะแบบแห้ง (Dry Process) และเสาเข็มเจาะแบบเปียก (Wet Process)

2.1 เสาเข็มเจาะแบบแห้ง (Dry Process)

เสาเข็มเจาะแบบแห้ง (Dry Process) เป็นเสาเข็มที่เหมาะสมกับสภาพดินที่เจาะแล้วไม่พบน้ำใต้ดินหรือชั้นทรายอัดแน่นไม่เกิดการพังทลายของหลุมเจาะ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 0.35 – 0.60 เมตร ความลึกของหลุมเจาะไม่มากนักหลุมควรอยู่ในระดับชั้นดินเหนียวแข็ง หรือระดับชั้นทรายที่ไม่มีน้ำ

2.1.1 ข้อกำหนดทั่วไปของวัสดุ (Material Specifications)

(1) วัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการหล่อเสาเข็มเจาะแบบแห้ง วัสดุมวลรวมของคอนกรีต เหล็กเสริม คอนกรีต สารผสมเพิ่ม ตลอดจนวิธีการผลิตคอนกรีตต้องได้มาตรฐาน ค่าแรงอัดประลัยของคอนกรีตต้องเป็นไปตามที่รายการกำหนด

(2) คอนกรีตที่นำมาใช้จะต้องเป็นคอนกรีตที่สามารถสั่นไหลได้ดีมีค่าทดสอบการยุบตัว (Slump Test) อยู่ในช่วง 10.50 - 15.50 เซนติเมตร ทนทานต่อการแยกตัว (Segregation) และการเยิ้ม (Bleeding) ทั้งในขณะเทและหลังการเท

(3) คอนกรีตต้องมีระยะเวลาการเริ่มก่อตัวนานกว่าปกติทนทานต่อสภาวะผิปกติในชั้นดิน และทนทานต่อการชะล้างโดยน้ำใต้ดิน

(4) คอนกรีตต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำ (k) ไม่เกิน 10^{-10} เมตรต่อวินาที

(5) กรณีถ้าพบว่าเสาเข็มเจาะอยู่ในพื้นที่ที่มีชั้นดินฝุ่นแดงชนิดไม่คงรูป (Collapsible Soil) ต้องใช้คอนกรีตที่มีปริมาณปูนซีเมนต์สูงกว่า 400 - 500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และอัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์ไม่เกิน 0.45

(6) ผู้รับจ้างต้องควบคุมการผลิตไม่ให้คุณสมบัติของคอนกรีตมีการแปรผันในทุกขั้นตอนการทำงาน

(7) การลงปลอกเหล็กชั่วคราว (Temporary Casing) ต้องตรงตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ โดยปลอกเหล็กจะต้องมีพีดานในที่สะอาดปราศจากคราบปูนติด แต่ละท่อนจะต่อกันด้วยเกลียวให้มั่นคงแข็งแรง

(8) ให้ใช้กระเช้า (Boring Tackle) เจาะนำเป็นหลุมลึกประมาณ 1.00 เมตร เรียกว่า Pre-Bore ก่อน ขณะลงปลอกเหล็กจะทำการตรวจวัดค่าความเบี่ยงเบนทั้งแนวราบ และแนวตั้งโดยค่าความเบี่ยงเบนที่ยอมให้ต้องมีค่าไม่เกินกว่า

- ความเบี่ยงเบนแนวราบ 5 เซนติเมตร สำหรับเสาเข็มเดี่ยว
- ความเบี่ยงเบนแนวราบ 7 เซนติเมตร สำหรับเสาเข็มกลุ่ม
- ความเบี่ยงเบนแนวตั้ง 1 : 100

(9) ต้องทำการขุดเจาะดินด้วยกระเช้าเก็บดิน (Bucket) ชนิดมีลิ้นที่ปลายทำการขุดเจาะดิน ออกจนได้ระดับความลึกตามที่กำหนด และต้องขุดให้ได้ขนาดตามกำหนด ห้ามใช้กระเช้าเก็บดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดมาตรฐานมาใช้โดยเด็ดขาด

(10) ระหว่างเอาดินขึ้นต้องตรวจสอบว่า ผนังดินพัง หรือยุบเข้าหรือไม่ ควรสังเกตเสมอว่าการเจาะดินทุกครั้งควรจะได้ความลึกเพิ่มขึ้น และชนิดของดินควรจะเปลี่ยนไปตามความลึก โดยดูเปรียบเทียบกับ Boring Log หรือเข็มต้นแรกๆ ที่ทำแล้วหากพบว่าเมื่อเจาะดินแล้วความลึกไม่เพิ่มขึ้น หรือชนิดของดินไม่เปลี่ยนแปลงก็อาจแสดงว่าดินด้านข้างได้พังลงมา จะต้องรีบรายงานแก่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างทราบทันทีและแก้ไขโดยตอกปลอกเหล็กให้ลึกลงไปอีก ส่วนการวัดระยะต้องใช้เทปวัดระยะถ่วงด้วยน้ำหนักเท่านั้น

(11) ดินที่นำขึ้นมาจากหลุมเจาะต้องนำออกจากบริเวณก่อสร้างโดยเร็ว เพราะถ้าปล่อยทิ้งไว้จะเป็นการเพิ่ม Surcharge ต่อเสาเข็มเจาะต้นถัดไป

(12) อย่าทิ้งหลุมเจาะไว้นานเกินควมโดยไม่เทคอนกรีต เนื่องจากผิวดินที่กระทบอากาศนานเกินไปจะสูญเสียแรงเสียดที่ผิวเสาเข็ม (Skin Friction) และเมื่อทำการเจาะหลุมได้ระดับที่กำหนดแล้ว ต้องทำการกระทุ้งกันหลุมที่มีเศษดินเศษหินให้แน่นก่อน โดยใช้คอนกรีตผสมในอัตราส่วน น้ำ : ซีเมนต์ น้อย ๆ รองกันหลุมหนาประมาณ 0.25 เซนติเมตร แล้วกระทุ้งจนแน่น

(13) โครงเหล็กเสริมเสาเข็มต้องได้ขนาดและยาวตลอดต้น ผูกให้แน่นหนาได้รูปตามที่กำหนด เพื่อป้องกันการโค้งงอเมื่อคอนกรีตยุบตัว และก่อนการเทคอนกรีตต้องทำการขยับโครงเหล็กขึ้นลงดู ถ้าโครงเหล็กติด หรือขยับยาก แสดงว่าหลุมเจาะได้ปลอกเหล็กเกิดการบีบตัวเล็กลง ต้องทำการแก้ไขหลุมเจาะใหม่

(14) การเทคอนกรีตลงในหลุมเจาะ จะต้องเทคอนกรีตผ่านทางกรวยที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 15-20 เซนติเมตร มีความยาวประมาณ 1.50-2.00 เมตร ให้คอนกรีตไหลลงสู่ก้นหลุมตรง ๆ ไม่ปะทะกับผนังด้านข้างของหลุมเจาะจะช่วยลดการแยกตัวของคอนกรีตได้ และในการเทคอนกรีตให้เทจนเต็มหลุมเจาะต่อเนื่องกันโดยตลอดในคราวเดียวกัน เมื่อเทคอนกรีตจนได้ระดับที่ต้องการแล้วจึงถอนปลอกเหล็กออก

(15) ขณะทำการถอนปลอกเหล็กต้องอัดลมเข้าไปในหลุมเจาะด้วยเครื่องอัดลม (Air Compressor) เพื่อให้คอนกรีตแน่นตัวและดันคอนกรีตไม่ให้ติดปลอกเหล็กขึ้นมาในช่วงแรกของการถอน



ปลอกเหล็ก เมื่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นว่าแรงพีระหว่างคอนกรีตกับปลอกเหล็กน้อยลงแล้ว อนุญาตให้ผู้รับจ้างสามารถดำเนินการถอนปลอกเหล็กโดยไม่ใช้เครื่องอัดลมได้และหากพบข้อผิดพลาดเกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องหาทางแก้ไขและเสนอแผนการแก้ไขให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นชอบก่อนดำเนินการต่อไป

(16) ระดับคอนกรีตที่เทจะต้องเพื่อให้สูงกว่าหัวเสาเข็มที่ต้องการไม่น้อยกว่า 0.50 เมตร เมื่อถอนปลอกเหล็กแล้วหากคอนกรีตมีการยุบตัวจะต้องเติมคอนกรีตเพิ่มให้ได้ระดับดังกล่าวและทำการสกัดคอนกรีตที่มีเศษดินร่วงหล่นลงขณะถอนปลอกเหล็กจนถึงเนื้อคอนกรีตที่ดีและได้ระดับที่กำหนด หากปรากฏว่าเนื้อคอนกรีตดีอยู่ต่ำกว่าระดับที่กำหนด ผู้รับจ้างต้องทำการหล่อคอนกรีตใหม่เพิ่มจนได้ระดับ

(17) เมื่อถอนปลอกเหล็กออกแต่ละท่อน ต้องทำการล้างปลอกเหล็กให้สะอาดโดยทันที เพื่อไม่ให้มีคราบปูนเกาะติดผิวด้านในของปลอกเหล็ก

(18) ในการเจาะเสาเข็มต้นต่อไปต้องอยู่ห่างจากเสาเข็มที่เพิ่งทำแล้วเสร็จไม่น้อยกว่า 6 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางเสาเข็ม หรือเจาะเสาเข็มใกล้เคียงเสาเข็มต้นเดิมที่ทำแล้วเสร็จต้องมีระยะเวลาให้เสาเข็มต้นเดิมแข็งตัวไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง

(19) ความยาวของปลอกเหล็กให้ตอกจนถึงระดับชั้นดินแข็ง (Stiff to Hard Sandy/Silty Clay) ที่เป็นชั้นดินที่บดน้ำและฝังอยู่ในชั้นดินแข็งไม่น้อยกว่า 0.50 เมตร

(20) ห้ามวางปลายเสาเข็มเจาะในชั้นทรายหรือชั้นดินเหนียวที่มีทรายปนในปริมาณใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ เนื่องจากในระหว่างการขุดเจาะดินจะมีน้ำไหลเข้ามาในหลุมเจาะ ถึงแม้จะเป็นชั้นดินเหนียวปนทราย แต่ถ้ามีปริมาณทรายมากกว่าร้อยละ 40 แล้ว ปริมาณดินเหนียวจะมีไม่มากพอที่จะอุดช่องว่างของทราย ในกรณีที่มีแรงดันน้ำที่เกิดจากความต่างศักย์ของระดับน้ำใต้ดิน (Hydraulic Gradient) น้ำจะไหลเข้าสู่หลุมเจาะผ่านชั้นดินประเภทนี้ตลอดเวลาทำให้ดินพังตัวและฟูขึ้น เป็นเหตุให้ชั้นดินบริเวณปลายเสาเข็มสูญเสียสภาพความคงตัว จะทำให้เสาเข็มมีค่ากำลังรับน้ำหนักปลายเสาเข็มต่ำกว่าที่กำหนด

(21) ในกรณีที่พบชั้นดินเหนียวสลับชั้นทรายโดยที่ชั้นทรายมีความหนาไม่เกิน 2.00 เมตร จะต้องวางปลายเสาเข็มเจาะระบบแห้งในชั้นดินเหนียวแข็งถึงแข็งมาก โดยจะต้องลงปลอกเหล็ก (Casing) กันชั้นทราย และให้ปลายปลอกเหล็กจมลงในชั้นดินเหนียวแข็งไม่น้อยกว่า 0.50 เมตร เพื่อป้องกันน้ำไหลและดินในชั้นทรายพังเข้ามาในหลุมเจาะ เมื่อดำเนินการเจาะดินจนได้ความลึกแล้วต้องเทคอนกรีตให้อยู่ภายในปลอกเหล็กมากเพียงพอที่จะต้านแรงดันของน้ำที่ไหลดันจากชั้นทราย เมื่อทำการถอนปลอกเหล็กแรงดันน้ำจะต้องไม่ทำให้เกิดรอยคอด หรือเกิด Poor Zone ของคอนกรีต

(22) เมื่อทำการหล่อเสาเข็มเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องส่งแบบแสดงตำแหน่งของเสาเข็มทุกต้นที่หล่อจริงเทียบกับตำแหน่งเสาเข็มที่แสดงในแบบก่อสร้างให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างภายใน 5 วัน

(23) ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มตามจำนวนที่วิศวกรผู้ออกแบบกำหนดไว้ในแบบและรายการประกอบแบบ โดยให้เสนอวิธีการทดสอบและแผนการดำเนินงานให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาตรวจสอบก่อน



2.2 เสาค้ำเข็มเจาะแบบเปียก (Wet Process)

เสาค้ำเข็มเจาะแบบเปียก (Wet Process) เป็นเสาค้ำเข็มที่เหมาะสมกับสภาพดินที่มีชั้นทรายหรือน้ำใต้ดิน จำเป็นต้องใช้ของเหลวช่วยเพิ่มแรงกดดันในหลุมเจาะเพื่อป้องกันไม่ให้หลุมเจาะพัง เส้นผ่านศูนย์กลางของเสาค้ำมีขนาดตั้งแต่ 0.50 เมตร ขึ้นไป ไม่จำกัดความลึกของหลุมเจาะ

2.2.1 ข้อกำหนดทั่วไปของวัสดุ (Material Specifications)

(1) สารละลายเบนโทไนท์อาจจะใช้ประเภท Sodium Form หรือ Calcium Form ก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสม ผู้รับจ้างสามารถใช้สารละลายโพลีเมอร์แทนได้หากมีผลการทดสอบที่เชื่อถือได้เสนอต่อผู้ว่าจ้าง และผู้ว่าจ้างเห็นชอบอนุมัติให้ดำเนินการได้

(2) การผสมสารละลายเบนโทไนท์ ให้นำเอาผงเบนโทไนท์ผสมกับน้ำสะอาดในถังกวน (Mixer) ที่มีอัตราการหมุนของใบกวนประมาณ 2,000 - 3,000 รอบต่อนาที อัตราส่วนผสมระหว่างผงเบนโทไนท์กับน้ำขึ้นอยู่กับความต้องการ ค่า Density ของสารละลายที่ต้องการใช้กับดินแต่ละชนิด ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดหาค่า Density ที่เหมาะสม

(3) เมื่อนำสารละลายเบนโทไนท์ไปใช้แล้ว ก่อนที่จะหมุนเวียนกลับสู่ถังเก็บต้องทำความสะอาดก่อนเพื่อแยกตะกอนดินทรายออก โดยวิธีการ

- ปลอ่ยให้สิ่งเจือปน เช่น ดินทราย ตกตะกอนเอง
- ทำความสะอาดโดยให้สารละลายผ่าน Desander Unit ซึ่งประกอบด้วย Sieve สำหรับแยกตะกอนหยาบ และ Hydro Cyclone (การนำสารละลายมาใช้หมุนเวียนหลายๆ ครั้ง จะทำให้ค่า Density เพิ่มขึ้นแต่จะต้องไม่สูงกว่า 1.1 กรัมต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร หากสูงเกินกว่านี้จะต้องทำการแก้ไขคุณสมบัติใหม่ หรือทิ้งสารละลายชุดนี้ไป)

(4) ก่อนนำสารละลายเบนโทไนท์ไปใช้งานทุกครั้ง ต้องทำการตรวจสอบคุณลักษณะของสารละลายเบนโทไนท์ให้เป็นไปตาม

- ค่า Density มีค่าอยู่ระหว่าง 1.02 - 1.04 กรัมต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร
- ค่า Apparent Viscosity มีค่าอยู่ระหว่าง 30-90 วินาที
- ค่า pH มีค่าอยู่ระหว่าง 9.5 - 12
- ค่า Sand Content ต้องมีค่าไม่มากกว่า 6%

(5) วัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการหล่อเสาค้ำเข็มเจาะแบบเปียก วัสดุมวลรวมของคอนกรีต เหล็กเสริมคอนกรีต สารผสมเพิ่ม ตลอดจนวิธีการผลิตคอนกรีตต้องได้มาตรฐาน ค่าแรงอัดประลัยของคอนกรีตต้องเป็นไปตามที่รายการกำหนด

(6) คอนกรีตที่นำมาใช้จะต้องเป็นคอนกรีตที่สามารถลื่นไหลได้ดีมีค่าทดสอบความยุบตัว (Slump Test) อยู่ในช่วง 10.50 - 15.50 เซนติเมตร ทนทานต่อการแยกตัว (Segregation) และการเยิ้ม (Bleeding) ทั้งในขณะเทและหลังการเทคอนกรีตต้องมีระยะเวลาการเริ่มก่อตัวนานกว่าปกติทนทานต่อสภาวะผิวดินในชั้นดิน และทนทานต่อการชะล้าง โดยน้ำใต้ดิน

- (7) คอนกรีตต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำ (K) ไม่เกิน 10^{-10} เมตรต่อวินาที
- (8) กรณีถ้าพบว่าเสาเข็มเจาะอยู่ในพื้นที่ที่มีชั้นดินฝุ่นแดงชนิดไม่คงรูป (Collapsible Soil) ต้องใช้คอนกรีตที่มีปริมาณปูนซีเมนต์สูงกว่า 400 - 500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และอัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์ไม่เกิน 0.45
- (9) ผู้รับจ้างต้องควบคุมการผลิตไม่ให้คุณสมบัติของคอนกรีตมีการแปรผันในทุกขั้นตอนการทำงาน
- (10) การลงปลอกเหล็กชั่วคราว (Temporary Casing) ต้องตรงตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ โดยปลอกเหล็กจะต้องมีพิวตันในที่สะอาดปราศจากคราบปูนติด แต่ละท่อนจะต่อกันด้วยเกลียวให้มั่นคงแข็งแรง
- (11) ให้ใช้กระเช้า (Boring Tackle) เจาะนำเป็นหลุมลึกประมาณ 1.00 เมตร เรียกว่า Pre-Bore ก่อนขณะลงปลอกเหล็กจะทำการตรวจวัดค่าความเบี่ยงเบนทั้งแนวราบ และแนวตั้งโดยค่าความเบี่ยงเบนที่ยอมให้ต้องมีค่าไม่เกินกว่า
- ความเบี่ยงเบนแนวราบ 5 เซนติเมตร สำหรับเสาเข็มเดี่ยว
 - ความเบี่ยงเบนแนวราบ 7 เซนติเมตร สำหรับเสาเข็มกลุ่ม
 - ความเบี่ยงเบนแนวตั้ง 1 : 100
- (12) ต้องทำการขุดเจาะดินด้วยกระเช้าเก็บดิน (Bucket) ชนิดมีลิ้นที่ปลายทำการขุดเจาะดินออกจนได้ระดับความลึกตามที่กำหนด และต้องขุดให้ได้ขนาดตามกำหนด ห้ามใช้กระเช้าเก็บดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดมาตรฐานมาใช้โดยเด็ดขาด
- (13) ระหว่างเอาดินขึ้นต้องตรวจสอบว่า ผนังดินพังหรือยุบเข้าหรือไม่ ควรสังเกตเสมอว่าการเจาะดินทุกครั้งควรจะได้ความลึกเพิ่มขึ้น และชนิดของดินควรจะเปลี่ยนไปตามความลึก โดยดูเปรียบเทียบกับภาพลักษณะหลุมเจาะ (Boring Log) หรือเข็มต้นแรกๆ ที่ทำแล้ว หากพบว่าเมื่อเจาะดินแล้วความลึกไม่เพิ่มขึ้น หรือชนิดของดินไม่เปลี่ยนก็อาจแสดงว่าดินด้านข้างได้พังลงมา จะต้องรีบรายงานแก่ผู้ควบคุมงานทราบทันทีและแก้ไขโดยตอกปลอกเหล็กให้ลึกลงไปอีก ส่วนการวัดระยะต้องใช้เทปวัดระยะถ่วงด้วยน้ำหนักเท่านั้น
- (14) ดินที่นำขึ้นมาจากหลุมเจาะต้องนำออกจากบริเวณก่อสร้างโดยเร็ว เพราะถ้าปล่อยทิ้งไว้จะเป็นการเพิ่ม Surcharge ต่อเสาเข็มเจาะต้นถัดไป
- (15) อย่าทิ้งหลุมเจาะไว้นานเกินควรโดยไม่เทคอนกรีต เนื่องจากผิวดินที่กระทบอากาศนานเกินไปจะสูญเสียแรงเสียดที่ผิวเสาเข็ม (Skin Friction)
- (16) เมื่อเจาะผ่านระดับดินเหนียวแข็ง (Stiff Clay) ไปแล้ว จะต้องใช้การเจาะแบบเปียก โดยเติมสารละลายเบนโทไนท์ ลงไปในหลุมเจาะให้สูงถึงระดับ 2.00 เมตร จากปากหลุม สารละลายนี้ จะซึมผ่านเข้าไปในผนังดิน เคลือบผนังหลุมเจาะ ช่วยสร้างแรงดันภายในหลุมเจาะและปรับเสถียรภาพ



ผนังดินให้ทรงตัวไม่พังง่าย เมื่อเจาะดินถึงระดับความลึกที่ต้องการแล้ว หากพบว่ามีการพังทลายของหลุมเจาะให้ใช้กระเช้าเก็บดินออกจนแน่ใจว่าหลุมเจาะลึกได้ระดับตามที่กำหนด

(17) โครงเหล็กเสริมเสาเข็มต้องได้ขนาดและยาวตลอดต้น ผู้กให้แน่นหนาได้รูปตามที่กำหนด เพื่อป้องกันการโก่งงอเมื่อคอนกรีตยุบตัว และก่อนการเทคอนกรีตต้องทำการขยับโครงเหล็กขึ้นลงดู ถ้าเกิดว่าโครงเหล็กติด หรือขยับยาก แสดงว่าหลุมเจาะได้ปลอกเหล็กเกิดการบีบตัวเล็กลง ต้องทำการแก้ไขหลุมเจาะใหม่

(18) การเทคอนกรีตลงในหลุมเจาะ จะต้องเทคอนกรีตผ่านทางกรวยที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 15-20 เซนติเมตร มีความยาวประมาณ 1.50-2.00 เมตร นำมาต่อเรียงกัน และปลายท่อควรจมอยู่ในเนื้อคอนกรีตอย่างน้อย 2.00 เมตร ขณะเทคอนกรีต สารละลายเบนโทไนท์ จะถูกดันให้ลอยขึ้นมาตลอดเวลาต้องสูบลายเบนโทไนท์ที่ล้นออกมาจากหลุมเก็บไว้เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ ในการเทคอนกรีตให้เทจนเต็มหลุมเจาะต่อเนื่องกันโดยตลอดในคราวเดียวกัน เมื่อเทคอนกรีตจนได้ระดับที่ต้องการแล้วจึงถอนปลอกเหล็กออก

(19) ขณะทำการถอนปลอกเหล็กต้องอัดลมเข้าไปในหลุมเจาะด้วยเครื่องอัดลม (Air Compressor) เพื่อให้คอนกรีตแน่นตัวและดันคอนกรีตไม่ให้ติดปลอกเหล็กขึ้นมาในช่วงแรกของการถอนปลอกเหล็ก เมื่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นว่าแรงฟัดระหว่างคอนกรีตกับปลอกเหล็กน้อยลงแล้ว อนุญาตให้ผู้รับจ้างสามารถดำเนินการถอนปลอกเหล็กโดยไม่ใช้เครื่องอัดลมได้และหากพบข้อผิดพลาดเกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องหาทางแก้ไขและเสนอแผนการแก้ไขให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นชอบก่อนดำเนินการต่อไป

(20) ระดับคอนกรีตที่เทจะต้องเพื่อให้สูงกว่าหัวเสาเข็มที่ต้องการไม่น้อยกว่า 0.50 เมตร เมื่อถอนปลอกเหล็กแล้ว หากคอนกรีตมีการยุบตัวจะต้องเติมคอนกรีตเพิ่มให้ได้ระดับดังกล่าวและทำการสกัดคอนกรีตที่มีเศษดินร่วงหล่นลงขณะถอนปลอกเหล็กจนถึงเนื้อคอนกรีตที่ดีและได้ระดับที่กำหนด หากปรากฏว่าเนื้อคอนกรีตดีอยู่ต่ำกว่าระดับที่กำหนด ผู้รับจ้างต้องทำการหล่อคอนกรีตใหม่เพิ่มจนได้ระดับ

(21) เมื่อถอนปลอกเหล็กออกแต่ละท่อน ต้องทำการล้างปลอกเหล็กให้สะอาดโดยทันที เพื่อไม่ให้มีคราบปูนเกาะติดผิวด้านในของปลอกเหล็ก

(22) ในการทำเสาเข็มต้นต่อไปต้องอยู่ห่างจากเสาเข็มที่เพิ่งทำแล้วเสร็จไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเสาเข็ม หรือใกล้เคียงเสาเข็มต้นเดิมที่ทำแล้วเสร็จไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง ความยาวของปลอกเหล็กให้ทอดจนถึงระดับดินแข็ง (Stiff to Hard Sandy/Silty Clay) ที่เป็นชั้นดินตึบน้ำ และฝังอยู่ในชั้นดินแข็งไม่น้อยกว่า 0.50 เมตร

(23) เมื่อทำการหล่อเสาเข็มเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องส่งแบบแสดงตำแหน่งของเสาเข็มทุกต้นที่หล่อจริงเทียบกับตำแหน่งเสาเข็มที่แสดงในแบบก่อสร้างให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างภายใน 5 วัน

(24) ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มตามวิธีและจำนวนเสาเข็มที่จะทดสอบที่วิศวกรผู้ออกแบบกำหนดไว้ในแบบและรายการประกอบแบบ โดยให้เสนอวิธีการทดสอบและแผนการดำเนินงานให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาตรวจสอบก่อนที่จะดำเนินการทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็ม

หมวดที่ 3 การทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็ม

การทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มก็เพื่อจะตรวจสอบดูว่าในการหล่อคอนกรีตในเสาเข็มเจาะเมื่อหล่อเสร็จแล้ว อาจเกิดความบกพร่องได้ คือ

- Honey Combing เนื่องมาจากการสั่นสะเทือนคอนกรีตที่ไม่มากพอ
- การแยกออกกันเนื่องมาจากการสั่นสะเทือนคอนกรีตที่มากเกินไปและเลือกใช้วิธีการที่บรรจุคอนกรีตที่ไม่เหมาะสม
- ส่วนที่กัดเซาะซีเมนต์เนื่องจากการกัดเซาะของน้ำใต้ดิน
- รอยร้าวในเสาเข็ม เนื่องจากการหดตัวของคอนกรีต
- การรวมตัวของวัตถุต่างๆ ก่อให้เกิดเป็นสิ่งสกปรกขึ้นในคอนกรีต
- เกิดส่วนโค้งของเสาเข็มเนื่องจากการทรุดตัวของผนังระหว่างการถอนปลอกที่ห่อหุ้มคอนกรีต ชั่วคราว

ดังนั้นผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มเจาะก่อนที่จะให้เสาเข็มรับน้ำหนัก ในปัจจุบันมีการทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มเจาะที่นิยมใช้อยู่ 2 วิธี

3.1 วิธี Seismic Integrity Test

วิธี Seismic Integrity Test เป็นวิธีการส่งคลื่นความเค้น (Stress Wave) ผ่านลงไปในเสาเข็มแล้วนำสัญญาณสะท้อนกลับมามีวิเคราะห์แปลผล โดยทั่วไปเรียกว่า Seismic Integrity Testing หรือ Low-Strain Testing การทดสอบด้วยวิธีนี้เป็นที่นิยมกันมากเนื่องจากสะดวกและรวดเร็วเสียค่าใช้จ่ายต่ำกว่าวิธีการอื่น ๆ

3.1.1 เครื่องมือทดสอบ

เครื่องมือทดสอบที่นำมาใช้งานเป็นเครื่องทดสอบที่เรียกว่า “ PIT Collector “ ในปัจจุบันได้รับการออกแบบให้มีขนาดเล็กเพียง 65x150x200 มม.และมีน้ำหนักเบาเพื่อความสะดวกในการทดสอบอย่างต่อเนื่องในหน่วยงานก่อสร้าง

เครื่องมือทดสอบดังกล่าวมีส่วนประกอบที่สำคัญต่างๆ ดังนี้

- Hand Held Hammer : ค้อนขนาด 1-2 กก. ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์กำเนิดคลื่นความเค้น (Impact Device)
- PIT Collector : เป็นอุปกรณ์บันทึกสัญญาณทดสอบ ควบคุมการทำงานด้วย Microprocessor
- Triaxial-Accelerometer : หัววัดสัญญาณคลื่นความเค้นที่มีความไวสูง



3.1.2 การเตรียมเสาเข็มเพื่อการทดสอบ

ผลการทดสอบจะมีประสิทธิภาพดีมากน้อยเพียงใด ส่วนหนึ่งมาจากสภาพของหัวเสาเข็มทดสอบเอง การเตรียมเสาเข็มนี้นี้ จะมีส่วนช่วยอย่างยิ่งที่จะทำให้สัญญาณทดสอบมีคุณภาพดี

- หัวเสาเข็มต้องสะอาดและแห้งปราศจากตะกอนดินฝุ่นผงจากการสกัดแต่งหัวเสาเข็ม และพื้นผิวควรเรียบเพียงพอที่จะติดตั้งหัววัดสัญญาณได้แนบสนิท
- คอนกรีตต้องมีคุณภาพดีเพียงพอและมีอายุไม่น้อยกว่า 5 วัน โดยประมาณก่อนทดสอบ
- ควรกำหนดตำแหน่งเสาเข็มทดสอบให้ชัดเจนเพื่อสามารถอ้างอิงได้อย่างสะดวกในการรายงานผล
- ไม่มีสิ่งกีดขวางบนหัวเสาเข็ม ที่อาจเป็นอุปสรรคในการทดสอบ

3.1.3 ขั้นตอนการทดสอบ

หัววัดสัญญาณ (Accelerometer) จะได้รับการติดตั้งบนหัวเสาเข็ม ซึ่งได้รับการเตรียมพื้นผิวให้เรียบแห้งและคอนกรีตมีคุณภาพดีเพียงพอ

เสาเข็มทดสอบจะถูกตอกด้วยค้อนทดสอบ แรงกระแทกที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดคลื่นความเค้นอัด (Compression Wave) วิ่งผ่านลงไปในตัวเสาเข็มหากเกิดความไม่ต่อเนื่องขึ้นในหน้าตัดของเสาเข็ม เกิดรอยร้าวหรือคอนกรีตสภาพไม่ดีหรือพบปลายเสาเข็ม คลื่นสัญญาณดังกล่าวจะเกิดการสะท้อนกลับจากนั้นจะถูกบันทึกและแปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปความเร็ว (Velocity) กับเวลา (Time) ด้วยเครื่องมือ PIT Collector เพื่อนำมาแปลผลต่อไป

3.2 วิธี Sonic Logging Test

วิธี Sonic Logging Test เป็นวิธีการทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน ใช้หลักการคล้ายกับ Dynamic Load Test หรือ Seismic Test โดยอาศัยคุณลักษณะต่างๆของคลื่น Sonic coming Logging เป็นเทคนิคใช้เพื่อหารอยร้าวในเสาเข็มเจาะ หารอยร้าวผนังห้องกันน้ำและใช้ในการทำงานใต้น้ำ และกำแพงใต้ดิน (Diaphragm Wall)

3.2.1 เครื่องมือทดสอบ

เครื่องมือ-อุปกรณ์ โดยทั่วไปประกอบด้วย

- ตัวทดสอบคลื่น Sonic ประกอบด้วยตัวแปรค่า คีย์บอร์ด Printer มาตรฐานความเร่งสัมผัส (AC Accelerometer) และมาตรฐานความเร่งสมบูรณ์ (DC Accelerometer) โดยอุปกรณ์ชุดนี้จะบันทึกเก็บข้อมูลความถี่เสียงไว้ และสามารถแปลผลเป็นตัวเลขได้โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตัวส่งสัญญาณและตัวรับสัญญาณใช้ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็ม ประกอบด้วยสายเคเบิลยาว 100.00 เมตร
- Meter-Wheel สำหรับใช้บันทึกความลึก

3.2.2 ขั้นตอนการทดสอบ

ในการทดสอบ ต้องมีการติดตั้งท่อทดสอบลงไปก่อนเพื่อกอนกรีตท่อที่ใช้เป็นท่อ PVC ธรรมดาหรือท่อเหล็กซึ่งติดตั้งให้ชิดกับขอบด้านในของเสาเข็ม โดยทั้ง 2 ท่ออยู่ตรงข้ามกัน CSL (Cross Hole Sonic Logging) เป็นการวัดเวลาที่คลื่น Ultrasonic เคลื่อนที่ระหว่างเครื่องรับและเครื่องส่งที่อยู่ในท่อ ทั้ง 2 โดยเติมน้ำให้เต็มท่อเพื่อเป็นตัวเชื่อมระหว่างเครื่องวัดกับผนังท่อ ซึ่งเครื่องรับและเครื่องส่งจะถูกหย่อนลงไปในห้องทั้ง 2 ให้มีระยะความสูงเท่ากันโดยเริ่มทดลองที่ส่วนล่างของท่อก่อน เมื่อเริ่มทดสอบ เครื่องวัดจะถูกดึงขึ้นพร้อมกับเครื่องส่งโดยใช้เครื่องก๊วที่มีมาตรวัดระยะความลึกให้เท่ากันตลอด ข้อมูลที่ได้จากการวัดความลึกและเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของคลื่นจะถูกบันทึกไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์

เครื่องจะประมวลผลความสมบูรณ์ของคอนกรีตจากเวลาที่ใช้ระหว่างเครื่องรับและเครื่องส่ง และคำนวณเป็นความเร็วของคลื่น เวลาที่ใช้ในการเดินทางของคลื่นและความเร็วของคลื่นทำให้รู้จุดที่คอนกรีตแตกร้าวหรือมีวัสดุอื่นผสมอยู่

อนึ่ง สำหรับวิธีการทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มและจำนวนเสาเข็มที่จะต้องใช้ในการทดสอบวิศวกรผู้ออกแบบจะเป็นผู้กำหนดและพิจารณาเลือกวิธีการทดสอบและกำหนดจำนวนเสาเข็มที่จะใช้ในการทดสอบ

หมวดที่ 4 การทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม (Pile Load Test)

การทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม (Pile Load Test) ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเสาเข็มเพื่อกำลักรับน้ำหนักบรรทุกจริงในสนามของเสาเข็ม โดย ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเสาเข็มทดสอบตามข้อกำหนดในรายการนี้ทุกประการ ยกเว้นแต่ได้รับคำสั่งเป็นลายลักษณ์อักษรให้เปลี่ยนแปลงวิธีการทดสอบจากผู้ควบคุมงาน ก่อนทำการทดสอบผู้รับจ้างต้องทำรายงานให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างทราบถึงเครื่องมือ อุปกรณ์ และวิธีการทดสอบเพื่อพิจารณาตรวจอนุมัติก่อนทุกครั้ง และค่าใช้จ่ายในการทดสอบเสาเข็มในแต่ละครั้งนั้นเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

4.1 ข้อกำหนดการรับน้ำหนักของเสาเข็มต้นที่จะทดสอบ

4.1.1 คุณภาพของเสาเข็มที่จะทดสอบ

เสาเข็มทดสอบจะต้องมีคุณภาพและคุณสมบัติครบถ้วนตามแบบรายการและข้อกำหนดของเสาเข็มทุกประการ เสาเข็มทดสอบต้องมีแนวตรงและควรติดตั้งแผ่นเหล็ก (Bearing Plate) เป็นที่นั่งของแม่แรงทดสอบและมีลักษณะ ดังนี้

(1) ลักษณะ ขนาด และความยาวของเสาเข็มต้องเหมือนกับเสาเข็มที่ใช้ตอกจริงทุกประการ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ตอกต้องเหมือนกับที่ใช้จริงด้วย

(2) ตำแหน่งของเสาเข็มต้นที่จะทดสอบต้องอยู่นอกผัง การตอกควรอยู่ใกล้กับตำแหน่งของหลุมเจาะสำรวจดิน ซึ่งทราบคุณสมบัติของดินแล้วว่าชั้นดินตรงจุดนั้นจะแย่ที่สุดหรือต้องเป็นตำแหน่งที่คาดว่าชั้นดินตรงจุดนั้นจะแย่ที่สุด

(3) ถ้าจะทำการทดสอบเสาเข็มต้นที่ตอกไปแล้วในผังต้องทดสอบต้นที่

- อยู่ในบริเวณที่คาดว่าชั้นดินแย่ที่สุด หรือ
- เสาเข็มหนึ่ศูนย์มากที่สุด หรือ
- มีค่า Blow Count ต่ำหรือน่าสงสัย

(4) เสาเข็มต้นทดสอบที่ตอกใน Clay หรือ Silt ต้องรอรอยอย่างน้อย 7 วัน จึงจะเริ่มการทดสอบน้ำหนัก แต่ถ้าตอกในทรายให้รอรอยอย่างน้อย 3 วัน

(5) บันทึกการตอกเสาเข็มพร้อมทั้งค่าทุตตัว และคืนตัวสำหรับการตอก 10 ครั้งสุดท้าย กราฟแสดงการทุตตัวและคืนตัวของเสาเข็ม ถ้าใช้เสาเข็มสมอกให้บันทึกค่าการทุตตัวสำหรับการตอก 10 ครั้งสุดท้าย ของการตอกเสาเข็มสมอกทั้งหมดด้วย

4.2 การทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วยวิธีสถิตศาสตร์ (Static Load Test)

4.2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดสอบการรับน้ำหนัก

(1) กระเช้าหรือหีบบรรจุน้ำหนัก (Weighted Platform or Box) ต้องมีขีดความสามารถบรรจุน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 3 เท่า ของน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของเสาเข็มทดสอบ

(2) เสาเข็มสมอ (Anchored Reaction Member) เป็นเสาเข็มเดี่ยวหรือเสาเข็มหมู่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ไม่น้อยกว่า 3 เท่าของน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของเสาเข็มทดสอบ ระยะระหว่างศูนย์เสาเข็มทดสอบและเสาเข็มสมอต้องไม่น้อยกว่า 5 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็มทดสอบ

(3) คานขวาง (Reaction Beam) ต้องแข็งแรงพอที่จะรับแรงดัด (Bending Moment) ที่เกิดจากการทดสอบเสาเข็มทดสอบได้

(4) ชุดเพิ่มน้ำหนัก (Hydraulic Jack With Pressure Gauge) ต้องมีหน้าปัดบอกความดัน (Pressure Gauge) และแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันและน้ำหนักบรรทุกจากหน่วยงานที่เชื่อถือได้ มี Ball Bearing สำหรับให้แกนแม่แรงยันกับกระเช้าหรือหีบ หรือคานรับน้ำหนักบรรทุก มีใบรับรองแสดงผลทดสอบการเพิ่มหรือการลดน้ำหนัก (Calibrated and Tested Report) มาแสดงก่อนใช้เครื่องมือชุดนี้ในการปฏิบัติงานใบรับรองต้องมีอายุไม่เกิน 3 เดือน และจากสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ ต้องสามารถควบคุมการเพิ่มน้ำหนักเมื่อทำการทดสอบได้ โดยยอมให้ผิดพลาดได้ไม่เกินร้อยละ 5 ของน้ำหนักที่กระทำต่อเสาเข็ม

(5) แม่แรง (Hydraulic Jack) ที่ใช้ในการทดสอบเสาเข็มทดสอบต้องมีสมรรถภาพสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ไม่น้อยกว่า 3 เท่า ของน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของเสาเข็มทดสอบ เมื่อใช้แม่แรงน้ำมัน (Hydraulic Jack) มากกว่าหนึ่งตัว ต้องเพิ่มน้ำหนักจากปั๊มไฮดรอลิค (Hydraulic Pump) ตัวเดียวกัน และใช้ท่อจ่ายร่วม (Common Manifold) และมาตรวัดความดันอันเดียวให้ใช้ระบบอัตโนมัติ (Automatic Regulator) ในการควบคุมน้ำหนักให้คงที่เมื่อมีการหลุดตัวเกิดขึ้น

(6) การเพิ่มน้ำหนัก โดยใช้แม่แรงน้ำมันตัวเดียวหรือหลายตัวดันโครงสร้างที่ติดตายไว้กับเสาเข็มสมอ จำนวนเสาเข็มสมอต้องมากพอที่จะไม่ถอนเมื่อรับแรงดึงตลอดการทดสอบและต้องมีระยะช่องว่าง (Clear Distance) จากเสาเข็มทดสอบไม่น้อยกว่า 5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่ที่สุดของเสาเข็มสมอแต่ต้องไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร การยึดระหว่างโครงสร้างกับเสาเข็มสมอต้องแข็งแรงไม่มีการเคลื่อนที่ใดๆ เกิดขึ้นและต้องติดตั้งแม่แรงให้ได้กึ่งกลางที่สุดเพื่อถ่วงน้ำหนักไปยังเสาสมอได้เท่ากันทุกจุด

(7) การเพิ่มน้ำหนักของแม่แรงต้องกระทำได้อย่างสม่ำเสมอ

4.2.2 การติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือในการวัดการหลุดตัวของเสาเข็มทดสอบ

(1) ติดตั้งมาตรวัดการหลุดตัวอย่างน้อย 2 ตัว ไว้บนคานรับมาตรวัดโดยอยู่คนละด้านของหัวเสาเข็มทดสอบหรือแท่นหัวเสาเข็ม (Pile Cap) มาตรวัดเหล่านี้ต้องให้ห่างจากจุดศูนย์กลางของหัว

เสาเข็มทดสอบเท่ากันทั้งสองด้านและอยู่ตรงกันข้ามในแนวเดียวกันด้วย ต้องปรับให้ขาของมาตรวัดทุกตัวขนานกับทิศทางของน้ำหนักที่กระทำต่อหัวเสาเข็ม

(2) ซึ่งเชือกเอ็นให้ตึง (โดยถ่วงด้วยน้ำหนัก) ไว้ข้างหัวเสาเข็มทดสอบด้านละเส้นอยู่ในแนวที่ตั้งฉากกับแนวตั้งและให้ผ่านไม้บรรทัดเหล็ก (Scale) ที่แนบไว้บนกระจกเงาซึ่งติดแน่นไว้กับหัวเสาเข็มทดสอบ

(3) ติดตั้งเครื่องมือหรืออุปกรณ์เพื่อวัดการเคลื่อนที่ของเสาเข็มสมอบทุกจุดตลอดเวลาที่ทำการทดสอบ ถ้าเสาเข็มสมอบขยับตัวให้เลิกการทดสอบพร้อมทั้งบันทึกการเคลื่อนตัวคงที่ไว้ด้วย แล้วให้ทำการทดสอบใหม่ตามคำแนะนำของผู้ว่าจ้าง

4.2.3 การวัดการทรุดตัวของเสาเข็ม

(1) เครื่องมือและอุปกรณ์การตรวจสอบการทรุดตัวของเสาเข็มทดสอบ ต้องเป็นมาตรวัด (Dial Gauge) ที่มีระบบและความละเอียดในการวัดค่า (Division) เหมือนกันหมดเพื่อป้องกันความผิดพลาด และเพื่อความสะดวกในการอ่านค่า มาตรวัดต้องมีความละเอียดถึง 0.10 มิลลิเมตร

(2) คานตรวจสอบการทรุดตัวของเสาเข็มทดสอบ (Settlement Reference Beam) ต้องเป็นคานเหล็กติดตั้งกับเสาเข็มที่มีขนาดเดียวกับเสาเข็มทดสอบอย่างมั่นคง ในกรณีที่ไม่สามารถติดตั้งกับเสาเข็มที่มีขนาดเดียวกับเสาเข็มทดสอบได้ให้ใช้เสาเข็มที่มีขนาดเล็กกว่าต่อกันให้ได้ความยาวใกล้เคียงกับเสาเข็มทดสอบแทนได้ โดยมีระยะช่องห่างจากเสาเข็มทดสอบไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร และต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่เกิดการโก่งตัว และขยับไปทางด้านข้างได้ ปลายด้านหนึ่งของคานเหล็กต้องขยับตัวได้เมื่อมีการยึดหดตัว เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

(3) ต้องมีการป้องกันการกระแทกกระทึกเครื่องมือทั้งหมดที่ติดตั้งไว้ รวมทั้งมีการป้องกันแสงแดด และฝนที่มากกระทบต่ออุปกรณ์และเครื่องมือที่ติดตั้งไว้

(4) จุดที่รับขามาตรวัดการทรุดตัวทุกจุดต้องมีผิวหน้าเรียบ อาทิ แผ่นกระจก

(5) หัวเสาเข็มทดสอบหรือคอนกรีตที่หล่อหุ้มเสาเข็มทดสอบต้องมีผิวหน้าเรียบได้ฉากกับแนวตั้ง

4.2.4 ขั้นตอนการทดสอบ

ในการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักเสาเข็ม หลังจากได้ตอกไปแล้ว 7 ถึง 15 วัน การทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มทำเป็น 2 ครั้ง โดยมีขั้นตอนดังนี้ คือ

ครั้งที่ 1

(1) น้ำหนักที่กระทำลงบนหน้าตัดของเสาเข็มทดสอบต้องตั้งฉากและอยู่ในแนวตั้ง

(2) ให้บรรทุกน้ำหนักทดสอบเท่ากับที่ออกแบบไว้ โดยเพิ่มน้ำหนักเป็นขั้นดังนี้ 25%, 50%, 75% และ 100%

(3) ในแต่ละขั้นของน้ำหนักที่เพิ่มให้ใช้อัตราการจมน้ำเพิ่มประมาณ 1 มิลลิเมตรต่อนาที บันทึกค่าจมน้ำของเสาเข็มที่ 1, 2, 8, 15, 30, 60, 90, 120, 180, 240 นาที และทุก ๆ 2 ชั่วโมง

- (4) การเพิ่มน้ำหนักแต่ละชั้น กระทำได้ต่อเมื่ออัตราการจมตัวลดลงถึง 0.30 มิลลิเมตรต่อ ชั่วโมง แต่ต้องมีเวลาของการบรรทุกน้ำหนักในชั้นนั้น ๆ ไม่น้อยกว่า 60 นาที
- (5) ที่น้ำหนัก 100% ต้องรักษาน้ำหนักทดสอบไว้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง
- (6) ให้ลดน้ำหนักทดสอบทุก ๆ ชั่วโมง และเป็นชั้น ๆ ดังนี้ 75%, 50%, 25% และ 0%
- (7) บันทึกค่าคืนตัว (Rebound) ของเสาเข็มในข้อ ฉ. ที่ 1, 2, 4, 8, 15, 30, 45 และ 60 นาที แต่ที่น้ำหนัก 0% ให้บันทึกต่อไปทุก ๆ ชั่วโมง จนกระทั่งค่าของการคืนตัวคงที่

ครั้งที่ 2

- (1) ให้เพิ่มน้ำหนักทดสอบให้เป็นจำนวน 2-3 เท่าของน้ำหนักบรรทุกความปลอดภัยที่ ออกแบบไว้ (ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดใช้อัตราส่วนความปลอดภัย) โดยให้เพิ่มน้ำหนักเป็นชั้น ๆ ดังนี้ 25%, 50%, 75%, 100%, 125%, 150%, 175% และ 200%
- (2) บันทึกค่าจมตัวของเสาเข็มที่ 1, 2, 4, 8, 15, 30, 60, 90, 120, 180, 240 นาที และ ทุก ๆ 2 ชั่วโมง
- (3) การเพิ่มน้ำหนักแต่ละชั้น กระทำได้ต่อเมื่ออัตราการจมตัวลดลงถึง 0.30 มิลลิเมตรต่อ ชั่วโมง แต่ต้องมีเวลาของการบรรทุกน้ำหนักในชั้นนั้น ๆ ไม่น้อยกว่า 60 นาที
- (4) ที่น้ำหนัก 2-3 เท่าของน้ำหนักบรรทุกความปลอดภัย (ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดใช้อัตราส่วนความปลอดภัย) ต้องรักษาน้ำหนักทดสอบไว้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง
- (5) ลดน้ำหนักทดสอบทุก ๆ ชั่วโมง และเป็นชั้น ๆ ดังนี้ 150%, 100%, 50% และ 0%
- (6) บันทึกค่าคืนตัว (Rebound) ของเสาเข็มในข้อ จ. ที่ 1, 2, 4, 8, 15, 30, 45 และ 60 นาที แต่ที่น้ำหนัก 0% ให้บันทึกต่อไปทุก ๆ ชั่วโมง จนกระทั่งค่าของการคืนตัวคงที่

4.2.5 ผลการทดสอบที่แสดงออกมาในรูปของกราฟ

หลังการทดสอบให้นำผลการทดสอบมาแสดงให้เข้าใจได้ง่าย โดยแสดงในรูปของกราฟ

- กราฟความสัมพันธ์ของการทรุดตัว – เวลา
- กราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนัก – เวลา
- กราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนัก – การทรุดตัว
- กราฟความสัมพันธ์ของการคืนตัว – เวลา
- กราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนัก – การคืนตัว

4.3 การทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วยวิธีพลศาสตร์ (Dynamic Load Test)

การทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วยวิธีพลศาสตร์ (Dynamic Load Test) เป็นที่ยอมรับทั่วไปและมีมาตรฐานรองรับ ได้แก่ ASTM D4945-96 นอกจากนั้น การทดสอบดังกล่าวมีข้อดีหลายประการ ดังเช่น



(1) สามารถทำการทดสอบได้ภายในระยะเวลาสั้น ๆ เสาค้ำหลายต้นสามารถทำการทดสอบได้ในวันเดียว

(2) ต้องการพื้นที่รอบ ๆ เสาค้ำไม่มากนักในการเตรียมการทดสอบ

(3) ผลการทดสอบให้ข้อมูลที่เพียงพอเกี่ยวกับเสาค้ำในเรื่องของกำลังรับน้ำหนักและความสมบูรณ์ของเสาค้ำ

(4) เป็นการทดสอบที่ประหยัดค่าใช้จ่าย

4.3.1 การเตรียมการก่อนการทดสอบ

ในการทดสอบแบบพลศาสตร์กับเสาค้ำตอก หัวเสาค้ำจะต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะรับแรงกระแทกได้ ถ้าหัวเสาค้ำมีความบกพร่องเล็กน้อยอยู่ก่อนแล้ว การทดสอบโดยปล่อยตุ้มน้ำหนักกระแทกหัวเสาค้ำ อาจจะทำให้เกิดความเสียหายกับหัวเสาค้ำได้ จึงต้องมีการตรวจสอบสภาพหัวเสาค้ำก่อน บางกรณีสำหรับเสาค้ำตอกขนาดใหญ่ อาจจะใช้ตุ้มน้ำหนักขนาดใหญ่ การป้องกันมิให้เสาค้ำเกิดความเสียหายในระหว่างการทดสอบ อาจทำได้โดยจัดเตรียม Pile Cap ที่ได้รับการออกแบบเป็นพิเศษ สามารถที่จะต้านทานความเค้นสูงได้ ผิวบนของหัวเข็มหรือ Pile Cap ควรจะเรียบและได้ระดับอยู่ในแนวราบ เพื่อให้หน่วยแรงที่เกิดจากการกระแทกของตุ้มน้ำหนักกระจายอย่างสม่ำเสมอ

4.3.2 วิธีการทดสอบ

(1) การติดตั้ง Strain Transducer และ Accelerometer

Strain Transducer และ Accelerometer อย่างละ 2 ชุด จะถูกติดตั้งตำแหน่งบริเวณหัวเสาค้ำบนด้านตรงข้ามซึ่งกันและกัน ตำแหน่งที่ติดตั้งจะต่ำกว่าหัวเสาค้ำประมาณ 1.5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาค้ำ บางครั้งขั้นตอนการติดตั้งอาจมีความจำเป็นต้องขุดดินบริเวณรอบเสาค้ำ ซึ่งจุดดังกล่าวจะต้องสะอาดและปราศจากน้ำท่วมขัง

(2) ตุ้มน้ำหนักและระยะยก

ตุ้มน้ำหนักควรมีน้ำหนักอย่างน้อย 1% ของน้ำหนักออกแบบบรรทุกประลัยของเสาค้ำ หรือมากกว่านั้น ตุ้มน้ำหนักที่นิยมใช้ในการทดสอบ จะมีขนาด 4, 8 และ 20 ตัน ตามความเหมาะสมของขนาดเสาค้ำและกำลังรับน้ำหนัก

ระยะยกเพื่อปล่อยตุ้ม จะถูกกำหนดตามประสบการณ์ของวิศวกรผู้ชำนาญการในงานทดสอบหรืออาจจะคำนวณได้โดยใช้โปรแกรม WEAP (Wave Equation Analysis Program) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องที่จะใช้ในการพิจารณาจะประกอบไปด้วย

- หน่วยแรงเค้นสูงสุดที่ยอมให้เกิดขึ้นในเสาค้ำ
- น้ำหนักตุ้ม
- ประสิทธิภาพของระบบปล่อยตุ้มน้ำหนัก
- น้ำหนักออกแบบของเสาค้ำ

ก่อนการทดสอบควรจะมีการทดสอบปล่อยตุ้มกระแทกหัวเข็มด้วยระยะยกสั้น ๆ เพื่อตรวจสอบสัญญาณและให้ไม้รองหัวเสาเข็ม (Wooden Cushion) เข้าที่ แผ่นไม้ดังกล่าวติดตั้งไว้บนหัวเสาเข็ม เพื่อช่วยให้หน่วยแรงเค้นที่เกิดจากการกระแทกตุ้มน้ำหนักกระจายสม่ำเสมอลงบนหัวเสาเข็ม และป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับหัวเสาเข็ม

(3) การบันทึกสัญญาณ

หลังการทดลองปล่อยตุ้มด้วยระยะยกสั้น ๆ พร้อมตรวจสอบสัญญาณเสร็จก็เริ่มทำการทดสอบได้ โดยปล่อยตุ้มด้วยระยะยกที่เหมาะสมให้เสาเข็มเกิดการทรุดตัวถาวรประมาณ 3 มิลลิเมตร ค่าการทรุดตัวถาวรที่เกิดขึ้นแต่ละครั้งในการปล่อยตุ้มกระแทกสามารถวัดได้โดยใช้กล้อง Theodolite

4.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

(1) การวิเคราะห์ด้วยผลการทดสอบ อาศัยหลักการเคลื่อนที่ของคลื่นในทันทีหลังการทดสอบ Pile Driving Analysis (PDA) จะคำนวณค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มด้วย Case-Method

(2) การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม CAPWAP (Case Pile Wave Analysis Program) เป็นขั้นตอนในการหาค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม จากผลการทดสอบแบบพลศาสตร์ที่ถูกต้องและแม่นยำกว่าวิธีอื่น จากสัญญาณของแรงและความเร็ว สามารถคำนวณคลื่นความเค้นหรือแรงที่วิ่งลงวิ่งขึ้นได้ เมื่อสิ้นสุดการวิเคราะห์ก็จะทราบถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม ดังเช่น

- แรงเสียดทานผิว
- แรงต้านทานที่ปลายเข็ม
- ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและการทรุดตัว
- หน่วยแรงเค้นที่เกิดขึ้นระหว่างการตอกเสาเข็ม

ในการวิเคราะห์ด้วย CAPWAP (Case Pile Wave Analysis Program) สามารถที่จะวิเคราะห์ถึงการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่หน้าตัดหรือความไม่ต่อเนื่องได้ เช่น ในเสาเข็มตอกที่บางครั้งเสาเข็มมีความบกพร่อง เนื่องจากการตอกเสาเข็มด้วยระยะยกที่สูงเกินไป

4.3.4 ผลการทดสอบ (Dynamic Load Test)

จากการทดสอบจะให้ข้อมูลและผลการทดสอบของเสาเข็ม ดังนี้

- ข้อมูลเสาเข็ม
- ข้อมูลการทดสอบ
- กำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม
- การกระจายหน่วยแรงเสียดทานผิว
- แรงต้านทานที่ปลายเข็ม
- ความสมบูรณ์ของเสาเข็ม



- ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและการทรุดตัว
- บทสรุป

4.4 การรายงาน

ผลการทดสอบต้องส่งให้ผู้ว่าจ้างภายใน 7 วัน หลังจากทดสอบน้ำหนักแล้วเสร็จโดยวิศวกรผู้ควบคุมงานตามพระราชบัญญัติวิศวกร 2542 ของผู้รับจ้าง ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

- บันทึกการตอกเสาเข็มทดสอบและเสาเข็มสมอ
- ใบรับรองแสดงผลการทดสอบการเพิ่มหรือลดน้ำหนักของชุดเพิ่มน้ำหนัก
- แบบแปลนรายละเอียดการติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์การทดสอบที่ใช้
- บันทึกแสดงค่าการทรุดตัวและการคืนตัว
- กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและค่าการทรุดตัว
- กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและระยะเวลาการทดสอบ
- กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการทรุดตัวและระยะเวลาการทดสอบ
- กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการคืนตัวและระยะเวลาการทดสอบ
- กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและการคืนตัว

อนึ่งสำหรับวิธีการทดสอบการรับน้ำหนักและจำนวนเสาเข็มที่จะต้องใช้ในการทดสอบ วิศวกรผู้ออกแบบจะเป็นผู้กำหนดและพิจารณาเลือกวิธีการทดสอบและกำหนดจำนวนเสาเข็มที่จะใช้ในการทดสอบ



หนังสืออ้างอิง

1. วิทวัส ลิทธิกุล เทคนิคก่อสร้าง Construction Technic แผนกวิชาเทคนิคก่อสร้าง คณะวิชาช่างโยธา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตอุเทนถวาย พิมพ์ครั้งที่ 1 พฤษภาคม 2544
2. สนิท พิพิธสมบัติ วิศวกรรมฐานราก Foundation Engineering คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พิมพ์ครั้งที่ 2 มกราคม 2550
3. ดร.วรากร ไ้ม่เรียง วิศวกรรมฐานราก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. บริษัท เอส ที เอส อินสตรูเมนต์ จำกัด การทดสอบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มด้วยวิธีสถิตศาสตร์
5. บริษัท ซีพีแอนด์ จำกัด ประสิทธิภาพในการตรวจสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็ม เมษายน 2549
6. กรมโยธาธิการและผังเมือง กลุ่มงานวิเคราะห์วิจัยและพัฒนา สำนักควบคุมการก่อสร้างเสาเข็มและการคำนวณการรับน้ำหนักของเสาเข็ม พฤศจิกายน 2547



วิสัยทัศน์ กรมชลประทาน

น้ำสมบูรณ์ สันติสุขการผลิต เสริมสร้างคุณภาพชีวิต เศรษฐกิจมั่นคง



เลขที่ 811 ถนนสามเสน แขวงถนนนครไชยศรี
เขตดุสิต กทม. 10300
สายด่วน 1460 ชลประทาน บริการประชาชน
www.rid.go.th และ www.kromchol.com