มยธ. 106-2533
มาตรฐานงานเสาเข็ม

ขอบข่าย มาตรฐานนี้ใช้บังคับสำหรับงานเสาเข็มคอนกรีต (ยกเว้นเสาเข็มคอนกรีตหล่อในที่ CAST IN-SITU PILE) และเสาเข็มไม้ทุกประเภทที่ใช้ในงานก่อสร้างดังต่อไปนี้ อาคารทั่วไป สะพานและที่ขังน้ำ นอกจากรายการประกอบแบบเฉพาะงานที่ระบุเป็นอย่างอื่น ก็ให้ถือเฉพาะส่วนที่แตกต่างดังระบุไว้ในรายการประกอบแบบเฉพาะงานนั้นเป็นหลัก ส่วนข้อความอื่นใดไม่มีระบุไว้ในรายการประกอบแบบเฉพาะงาน ให้ถือปฏิบัติตามมาตรฐานฉบับนี้

1.ข้อกำหนดสำหรับวัสดุก่อสร้างและการทดสอบ (SPECIFICATION AND TESTS FOR MATERIALS)

1.1 เสาเข็มไม้

1.1.1 ไม้ที่นำมาใช้เป็นเสาเข็ม ต้องเป็นไม้เบญจพรรณหรือไม้สนที่ได้มาจากต้นที่แข็งแรง และยังสดอยู่ขณะที่นำมาใช้ ต้องไม่ผุหรือมีราขึ้น ไม้ที่ผุง่าย เช่นไม้ยางพารา ไม้ยูคาลิปตัส เป็นต้น ห้ามนำมาใช้

1.1.2 เสาเข็มต้องทุบหรือถากเปลือกออก อย่างน้อยร้อยละ 80 ตามไม้ต่าง ๆ ต้องตัดให้เรียบเสมอผิวของต้นเสาเข็ม ปลายเสาเข็มต้องใช้เลื่อยตัดเรียบได้ฉากกับลำต้น ตามไม้ในเสาเข็มต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของตาไม้ไม่เกินกว่า 1 ใน 3 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็มตรงตำแหน่งที่มีตานั้น แต่ต้องไม่เกิน 10 เซนติเมตร

1.1.3 เสาเข็มต้องตรงมากที่สุด เสาเข็มที่คดจะใช้ได้ก็ต่อเมื่อขึงเชือกจากแนวศูนย์กลางปลายทั้งสองข้างของเสาเข็มแล้วเชือกไม่ล้ำออกจากลำต้น

1.1.4 ขนาดโตของเสาเข็มตามที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียดนั้น ถือเป็นขนาดเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็มที่วัดตรงจุดกลางความยาวของเสาเข็ม โดยใช้เทปพันรอบให้ตึง ความยาวที่ได้ถือเป็นเส้นรอบวงซึ่งเท่ากับ 3.14 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย

1.2 เสาเข็มคอนกรีต

1.2.1 คุณสมบัติทั่วไปของเสาเข็มคอนกรีต

1.2.1.1 วัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการหล่อเสาเข็ม ส่วนผสมของคอนกรีตตลอดจนการปฏิบัติต้องเป็นไปตาม

มยธ. 101 : มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

มยธ. 102 : มาตรฐานงานคอนกรีตอัดแรง

มยธ. 103 : มาตรฐานงานเหล็กเสริมคอนกรีต

ค่าแรงอัดประลัยของคอนกรีตต้องเป็นไปตามที่รายการกำหนด แต่ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่ได้กำหนดไว้ใน มอก. เสาเข็มคอนกรีตประเภทนั้น ๆ

1.2.1.2 เสาเข็มที่นำมาใช้ต้องมีความยาว เนื้อที่หน้าตัดที่กดบนดิน (PROJECTED AREA) และรับน้ำหนักบรรทุกได้ตามที่ระบุในแบบหรือในรายการประกอบแบบเฉพาะงาน

1.2.1.3 รูปร่างภายนอกของเสาเข็มต้องเหมือนกันตลอดความยาวของเสาเข็ม ยกเว้นส่วนหัวเสาเข็มที่รับตุ้มตอกเสาเข็ม สำหรับส่วนปลายเสาเข็มในระยะซึ่งยาวไม่เกิน 1.5 เท่าของความกว้างของเสาเข็มยอมให้สอบปลายได้

1.2.1.4 เสาเข็มจะนำมาตอกใช้งานได้ต่อเมื่ออายุของคอนกรีตของเสาเข็มนั้นเป็นดังนี้

ก. 28 วัน สำหรับเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือเสริมเหล็กอัดแรงที่หล่อด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 หรือประเภท 5

ข. 7 วัน สำหรับเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือเสริมเหล็กอัดแรงที่หล่อด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 3

ค. ในกรณีที่ต้องการนำเสาเข็มคอนกรีตในข้อ (ก) มาใช้ก่อนกำหนดเวลา กำลังคอนกรีตของเสาเข็มต้องมีค่าไม่น้อยกว่า ค่ากำลังของคอนกรีตที่อายุ 28 วัน ทั้งนี้ต้องส่งผลการทดสอบกำลังของคอนกรีตมาให้วิศวกรของผู้ว่าจ้างเห็นชอบก่อน

ในกรณีที่ใช้สารเคมีผสมเพิ่มเพื่อเร่งกำลังของคอนกรีต ต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรของผู้ว่าจ้างก่อนเพื่อกำหนดอายุของเสาเข็มที่จะนำมาตอกใช้งาน

1.2.1.5 เสาเข็มต้องมีลำต้นตรง ระยะความงอที่ส่วนใด ๆ ของเสาเข็มนี้ ถ้าวัดระหว่างเส้นตรงที่ต่อปลายทั้งสองของส่วนงอกับผิวกับผิวด้านใด ๆ ก็ตาม ต้องไม่เกินความยาวส่วนที่งอหารด้วย 360

1.2.1.6 หากเป็นเสาเข็มกลวงหรือเว้าข้าง รูกลวงหรือส่วนเว้าข้างต้องไม่ทำให้หน้าตัดเสาเข็มเสียศูนย์

1.2.1.7 เสาเข็มต้องแข็งแรงทนทานต่อการตอกของตุ้มตอกเสาเข็ม และการกระทบกระแทกระหว่างการขนส่งได้ แล ต้องมีรูปร่างหน้าตัดภายนอกเป็น สี่เหลี่ยม ห้าเหลี่ยม หกเหลี่ยม หรือมากกว่า หรือกลม หรือ I หรือที่คล้ายตัว I ซึ่งมีความหนาของส่วนที่บางที่สุด ไม่น้อยกว่า 6 เซนติเมตร

1.2.2 คุณสมบัติเฉพาะเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก

1.2.2.1 ต้องคุณสมบัติทั่วไป เป็นไปตามข้อ 1.2.1

1.2.2.2 แรงดัด (BENDING MOMENT) ที่เกิดจากการยกเสาเข็มต้องไม่ก่อให้เกิดแรงดึง (TENSILE STRESS) ในเหล็กเสริมเกิน 1,200 กิโลกรัม แรงต่อตารางเซนติเมตร เมื่อใช้เหล็กเส้นกลมหรือเกินกว่า 1,500 กิโลกรัม แรงต่อตารางเซนติเมตรเมื่อใช้เหล็กข้ออ้อย (COMPRESSIVE STRESS) ในคอนกรีตไม่เกินร้อยละ 37.5 ของแรงอัดประลัยของแท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอกมาตรฐานที่อายุ 28 วัน

1.2.3 คุณสมบัติเฉพาะเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรง

1.2.3.1 ต้องมีคุณสมบัติทั่วไปเป็นตามข้อ 1.2.1

1.2.3.2 เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรง แรงอัด (BENDING MOMENT) ซึ่งเกิดจากการยกเสาเข็มต้องไม่ก่อให้เกิดแรงดึง (TENSILE STTESS) ในคอนกรีตมากกว่า 1.59 คูณด้วยรากที่สองของแรงอัดประลัยของแท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอกมาตรฐาน ที่อายุ 28 วัน

1.2.3.3 ผู้รับจ้างต้องแสดงค่า F (EFFECTIVE PRESTRESSING FORCE) ในเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงไว้ด้วย ถ้าให้น้ำหนักบรรทุกที่เสาเข็มแต่ละต้นต้องรับเมื่อใช้งาน = Pตามระบุในแบบค่าของ P + F ต้องไม่เกินร้อยละ 40 ของ PU เมื่อ PU มีค่าเท่ากับร้อยละ 85 ของกำลังอัดของแท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอกมาตรฐานที่อายุ 28 วัน คูณกับพื้นที่หน้าตัดเนื้อคอนกรีตในส่วนที่เล็กที่สุดของเสาเข็ม

2. ข้อกำหนดในการก่อสร้าง (CONSTRUCTION REQUIREMENTS)

2.1 เสาเข็มไม้

2.1.1 เสาเข็มต้องตอกให้จมอยู่ในระดับน้ำใต้ดินถาวรทุกต้น

2.1.2 เสาเข็มเมื่อนำไปใช้ในน้ำทะเลต้องอาบน้ำยารักษาเนื้อไม้ (CREOSOTE OIL) ประมาณ 22 ปอนด์ ต่อเนื้อไม้หนึ่งลูกบาศก์ฟุต ทั้งนี้เพื่อป้องกันแมลงเจาะไช

2.2 เสาเข็มคอนกรีต

2.2.1 เสาเข็ม (ยกเว้นเสาเข็มรูปตัว I หรือที่คล้ายตัว I) อนุญาตให้ต่อได้ แต่รวมแล้วต้องไม่เกิน 2 ท่อน โดยวิธีเชื่อมด้วยไฟฟ้า และทั้งสองท่อนเมื่อต่อกันแล้วต้องเป็นเส้นตรงเดียวกัน โดยที่ข้อต่อของเสาเข็มทั้งสองท่อนต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

2.2.1.1 ต้องเป็นเหล็กเหนียว

2.2.1.2 ข้อต่อต้องมีลักษณะเป็นหมวกครอบปลายหัวเสาเข็มในส่วนที่จะต่อกันนั้น หรือมีลักษณะคล้ายคลึงกัน และสามารถกันมิให้คอนกรีตเนื้อเสาเข็มที่รองรับข้อต่อนั้นแตกในขณะรับแรงกระแทกจากการตอกเสาเข็มข้อต่อนี้ให้หล่อยึดติดกับตัวเสาเข็ม และต้องมีเนื้อที่หน้าตัดไม่น้อยกว่าเนื้อที่หน้าตัดของเสาเข็มที่จุดนั้น แต่จะโตเกินขนาดภายนอกของเสาเข็มมิได้

2.2.1.3 ต้องมีเหล็กยึดข้อต่อดังกล่าวให้ติดแน่นกับท่อนคอนกรีตเสาเข็ม จนสามารถรับแรงดัด (BENDING MOMENT) ได้ดีไม่น้อยกว่าส่วนอื่นของเสาเข็ม

2.2.1.4 ความหนาของแผ่นเหล็กข้อต่อของแต่ละแผ่น เฉพาะส่วนที่วางประกบกันต้องไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร

2.2.1.5 พื้นที่ผิวของข้อต่อส่วนที่ประกบกันต้องไส กลึง หรือ ฝาน ให้เรียบทั้งสองขึ้นเพื่อให้ประกอบกันแนบสนิท

2.2.1.6 เสาเข็มในส่วนที่ชิดกับข้อต่อ ต้องได้รับการป้องกันการแตกด้วยการเสริมเหล็กปลอกเป็นพิเศษ

2.2.1.7 ผู้รับจ้างต้องนำตัวอย่างเหล็กข้อต่อมาให้ผู้ว่าจ้างตรวจสอบ และรับรองเป็นลายลักษณ์อักษรเสียก่อนจึงนำไปใช้ได้

2.2.2 ผู้รับจ้างต้องส่งรายการคำนวณทางวิศวกรรมของเสาเข็มมาให้ผู้ว่าจ้างตรวจสอบ และรับรองเป็นลายลักษณ์อักษรก่อนจึงนำไปใช้ได้

2.2.3 เสาเข็มที่ผ่านการรับรองให้ใช้ได้แล้ว หากปรากฏภายหลังว่ามีคุณสมบัติด้อยลงไปกว่าที่กำหนดในรายการมาตรฐานนี้ ผู้รับจ้างต้องจัดการแก้ไข หากแก้ไขไม่ได้เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนเสาเข็มให้มีคุณสมบัติถูกต้องตามข้อกำหนดในมาตรฐานนี้หากมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นให้เป็นภาระของผู้รับจ้าง

2.2.4 ในการตอกเสาเข็มถ้าขณะหนึ่งขณะใดปรากฏว่า จำนวนเสาเข็มที่ตอกมีการแตกหักเสียหายถึงจำนวนร้อยละ 10 ของจำนวนเสาเข็มที่ตอกไปได้ในขณะนั้นแล้วให้ตอกเข็มต่อไปอีก 10 ต้น หากปรากฏว่าใน 10 ต้นนั้น มีเข็มหักเพิ่มขึ้นอีกให้ถือว่าเข็มนั้นขาดคุณสมบัติตามมาตรฐานนี้และให้ถือปฏิบัติตาม ข้อ 2.2.2 ทั้งนี้ให้ยกเว้นกรณีที่มีเสาเข็มเหลือจะต้องตอกอีกไม่เกิน 10 ต้น ในงานนั้นให้คงใช้เสาเข็มนั้นต่อไป

2.2.5 ในกรณีที่มีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงตลอดจนการพิจารณาคุณสมบัติของเสาเข็มคอนกรีต ให้ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้ว่าจ้าง และเมื่อผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้วจึงอนุญาตให้ใช้ได้

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการตอกเสาเข็มคอนกรีตและวิธีการตอกเสาเข็มคอนกรีต

3.1 ปั้นจั่นที่นำมาใช้ในการตอกเสาเข็มต้องมีความมั่นคงแข็งแรง และมีความกว้างของฐานปั้นจั่นพอที่จะมีการทรงตัวได้ดีเมื่อยกเสาเข็มขึ้นตั้ง ชิ้นส่วนที่ประกอบกันขึ้นเป็นตัวปั้นจั่นต้องไม่คดงอหรือแตกร้าว ตะเกียบคู่หน้าของปั้นจั่นต้องเป็นเส้นตรงและไม่หลวมคลอน

3.2 เครื่องยนต์ที่ใช้บนปั้นจั่นต้องมีสภาพสมบูรณ์สามารถให้กำลังได้โดยสม่ำเสมอ ห้ามล้อครัทช์และที่ห้ามการคลายตัวของเชือกลวดต้องอยู่ในสภาพที่ใช้การได้โดยปลอดภัย เชือกลวดต้องมีขนาดพอเหมาะกับขนาดของน้ำหนักเสาเข็มและตุ้มที่ยก และไม่สึกหรอจนส่อให้เห็นว่าจะเกิดอันตรายได้โดยง่าย

3.3 พื้นที่ที่รองรับปั้นจั่นต้องเสริมให้แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักปั้นจั่น และอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ โดยขณะตอกปั้นจั่นต้องไม่โยกคลอนหรือทรุดตัวลงจนทำให้เสียแรงดิ่งของตะเกียบบังคับเสาเข็มหรือเกิดแรงเบียดเสาเข็ม

3.4 ถ้าใช้หมวกเหล็กครอบหัวเสาเข็มในการตอกเสาเข็มหมวกต้องมีขนาดพอเหมาะกับหัวเสาเข็ม คือไม่ได้โตกว่าหัวเสาเข็มเกิน 1 เซนติเมตร และภายในหมวกให้ใช้ไม้เนื้ออ่อนรองหัวเสาเข็มได้หนาไม่เกิน 3 เซนติเมตร และเมื่อไม้รองในหมวกแตกยุ่ยจนทำให้ประสิทธิภาพของการตอกลดลง ต้องเปลี่ยนไม้รองใหม่ หมวกเหล็กจะต้องมีที่บังคับกับตะเกียบด้วย

3.5 ตุ้มที่ใช้ตอกเสาเข็มต้องมีน้ำหนักไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของน้ำหนักเสาเข็ม แต่ต้องหนักไม่น้อยกว่า 3 เมตริกตัน

3.6 ก่อนตอกเสาเข็มต้องปักหมุดแสดงตำแหน่งของเสาเข็มที่จะตอกแต่ละต้นให้ชัดเจน และต้องมีเครื่องบังคับเสาเข็มที่แข็งแรงพอ เพื่อว่าเมื่อยกเสาเข็มขึ้นตั้งในที่บังคับเสาเข็ม ปลายเสาเข็มต้องอยู่ตรงศูนย์เสาเข็มที่ทำเครื่องหมายไว้ โดยเครื่องบังคับเสาเข็มต้องไม่เคลื่อนที่หรือหักพังไปจนกว่าปลายเสาเข็มจะจมลงไปในดินแล้วไม่น้อยกว่า 6 เมตร

3.7 การตอกเสาเข็มต้องพยายามจัดให้แรงกระทบของตุ้มที่มีต่อหัวเสาเข็ม ถ่ายกำลังไปตามแนวเส้นแกนของเสาเข็ม หากอุปกรณ์ในการตอกเสาเข็มหลวมคลอนก่อให้เกิดแรงกระทบเสาเข็มเบนออกนอกแนวเส้นแกนจนเสาเข็มสะบัดคลอนไปในทางราบแล้วต้องหนุนการตอกเสาเข็มทันที จนกว่าจะมีการแก้ไขสาเหตุที่ทำให้เสาเข็มสะบัดเสียก่อน หากแก้ไขไม่ได้ต้องเปลี่ยนปั้นจั่นทั้งชุด

3.8 เมื่อเสาเข็มจมเสมอระดับดินแล้วแต่ยังไม่ได้ระดับ ให้ใช้เสาส่งวางบนหัวเสาเข็มได้ โดยที่เสาส่งต้องยาวไม่เกินกว่าระยะที่หัวเสาเข็มจมดินบวกด้วย 60 เซนติเมตร ในการใช้เสาส่งปลายเสาส่วนที่วางอยู่บนหัวเสาเข็มต้องมีที่บังคับไม่ให้เคลื่อนหลุดออกนอกแนวหัวเสาเข็ม ในขณะตอกให้ใช้วัสดุรองหัวเสาเข็มด้วยไม้เนื้ออ่อนหน้าไม่เกิน 3 เซนติเมตร ที่บังคับเสาส่งต้องมั่นคงจนไม่โยกคลอนในขณะตอก และในกรณีใช้หมวกครอบหัวเสาส่งต้องไม่มีวัสดุรองทั้งภายในและภายนอกหมวกครอบ สำหรับคุณสมบัติของเสาส่งอยู่ในดุลพินิจของวิศวกรของผู้ว่าจ้าง

3.9 การตอกเสาเข็มต้องตอกด้วยความระมัดระวัง รวมทั้งต้องจัดทำหาวิธีป้องกันมิให้เกิดอันตรายใด ๆ ต่อบุคคลอื่นหรือทรัพย์สินของอาคารข้างเคียง ความเสียหายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอันมีสาเหตุเนื่องมาจากการตอกเสาเข็มแล้ว ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชดใช้ความเสียหายดังกล่าวนั้นแต่ผู้เดียว

3.10 ขณะตอกเสาเข็มถ้าปรากฏว่าเสาเข็มหักหรือเกิดรอยแตกร้าวด้วยเหตุประการใด ๆ ซึ่งสามารถมองเห็นได้ ให้สกัดส่วนที่แตกร้าวหรือหักออกแล้วหล่อคอนกรีตใหม่ เมื่อคอนกรีตได้กำลังตามที่รายการกำหนดแล้วจึงจะทำการตอกต่อไปได้ หรืออนุญาตให้ถอนเสาเข็มต้นที่ชำรุดขึ้นแล้วใช้เสาเข็มต้นใหม่ที่ดีตอกลงแทนที่ได้ ในกรณีที่ไม่สามารถปฏิบัติได้ทั้งสองประการ ให้ผู้รับจ้างรายงานให้ผู้ว่าจ้างทราบเพื่อพิจารณาสั่งการต่อไป

3.11 เสาเข็มคอนกรีตที่หัก ห้ามนำมาใช้ เสาเข็มที่มีรอยร้าวต่อเนื่องกันไม่เกินครึ่งของเส้นรอบรูปและทำมุมระหว่าง 80 ถึง 90 องศากับแนวแกนสะเทิน รอยร้าวแต่ละรอยห่างกันเกิน 1 เมตร และกว้างไม่เกิน 0.2 มิลลิเมตร แล้วยอมให้ใช้ได้แต่ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อน

3.12 ผู้รับจ้างต้องทำรายงานผลการตอกเสาเข็มแต่ละต้นพร้อมทั้งแบบแปลนแสดงตำแหน่งเสาเข็มต้นที่ทำการตอก โดยให้ปฏิบัติเป็นไปตาม ผนวก ข. มยธ. 106 : การบันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม ส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง เพื่อพิจารณาว่าเสาเข็มต้นนั้น ๆ จะสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ตามที่กำหนดหรือไม่

3.13 ในกรณีเมื่อตอกเสาเข็มไปจนสุดความยาวของเสาเข็มตามที่ได้ระบุไว้ในแบบรายละเอียดแต่เสาเข็มนั้นไม่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกโดยปลอดภัยตามที่ได้กำหนดแล้ว ผู้รับจ้างต้องแก้ไขตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้าง โดยค่าใช้จ่ายในการนี้เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

3.14 ถ้าปรากฏว่าเสาเข็มตอกจมลงไม่ถึงระดับที่ระบุไว้ในแบบ หรือรายการรายละเอียด จะเนื่องจากชั้นดินแข็งหรือเหตุอื่นใด ๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องรีบแจ้งผู้ว่าจ้างทราบทันที ข้อวินิจฉัยของผู้ว่าจ้างถือเป็นเด็ดขาด ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามโดยปราศจากเงื่อนไขใด ๆ

3.15 ในกรณีที่ต้องการตอกเสาเข็มด้วยเครื่องตอกชนิดดีเซล แฮมเมอร์ (DIESEL HAMMER) ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างเสียก่อน

4. การทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็ม

4.1 การทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็ม ต้องเป็นไปตามภาคผนวก ก. มยธ. 106 : มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็ม

4.2 การบันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม ต้องเป็นไปตามภาคผนวก ข. มยธ. 106 : การบันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม

****

ผนวก ก.มยธ. 106
มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักเสาเข็ม

ขอบข่าย มาตรฐานนี้ใช้บังคับสำหรับการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักเสาเข็มในแนวดิ่งด้วยแรงกด (STATIC COMPRESSIVE LOAD)ตามแกนของเสาเข็ม เมื่อรายการก่อสร้างไม่ได้ระบุรายละเอียดวิธีการทดสอบการรับน้ำหนักไว้แล้ว ให้ดำเนินการทดสอบตามข้อ 4 ของผนวก ก. มยธ. 106 : มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักเสาเข็ม

1. ข้อกำหนดของเสาเข็มต้นที่จะทดสอบ

1.1 ลักษณะ ขนาดและความยาวของเสาเข็มต้องเหมือนกับเสาเข็มที่ใช้ตอกจริงทุกอย่าง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ตอกต้องเหมือนกับที่ใช้จริงด้วย

1.2 ถ้าตำแหน่งของเสาเข็มต้นที่จะทดสอบอยู่นอกผัง การตอกควรอยู่ใกล้กับตำแหน่งของหลุมเจาะสำรวจดิน ซึ่งทราบคุณสมบัติของดินแล้วหรือต้องเป็นตำแหน่งที่คาดว่าชั้นดินตรงจุดนั้นจะเลวที่สุด

1.3 ถ้าจะทำการทดสอบเสาเข็มต้นที่ตอกไปแล้วในผังต้องทดสอบต้นที่

1.3.1 อยู่ในบริเวณที่คาดว่ามีชั้นดินเลวที่สุด หรือ

1.3.2 เสาเข็มหนีศูนย์มากที่สุด หรือ

1.3.3 มีค่า BLOW COUNT ต่ำหรือน่าสงสัย

1.4 เสาเข็มต้นทดสอบที่ตอกใน CLAY หรือ SILT ต้องรออย่างน้อย 7 วัน จึงจะเริ่มการทดสอบน้ำหนัก แต่ถ้าตอกในทรายให้รออย่างน้อย 3 วัน

1.5 บันทึกการตอกเสาเข็มตาม ภาคผนวก ข. มยธ. 106 : การบันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม พร้อมทั้งค่าทรุดตัว และคืนตัวสำหรับการตอก 10 ครั้งสุดท้าย กราฟแสดงการทรุดตัวและคืนตัวของเสาเข็ม ถ้าใช้เสาเข็มสมอก็ให้บันทึกค่าการทรุดตัวสำหรับการตอก 10 ครั้งสุดท้าย ของการตอกเสาเข็มสมอทั้งหมดด้วย

2. อุปกรณ์และเครื่องมือในการเพิ่มน้ำหนัก

2.1 ชุดเพิ่มน้ำหนัก (HYDRAULIC JACK WTTH PRESSURE GAUGE) ต้องมีใบรับรองแสดงผลทดสอบการเพิ่มหรือการลดน้ำหนัก (CALIBRATED AND TESTED REPORT) มาแสดงก่อนใช้เครื่องมือชุดนี้ในการปฏิบัติงานใบรับรองต้องมีอายุไม่เกิน 3 เดือน และจากสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ ต้องสามารถควบคุมการเพิ่มน้ำหนักเมื่อทำการทดสอบได้ โดยยอมให้ผิดพลาดได้ไม่เกินร้อยละ 5 ของน้ำหนักที่กระทำต่อเสาเข็ม

เมื่อใช้แม่แรงน้ำมัน (HYDRAULIC JACK) มากกว่าหนึ่งตัว ต้องเพิ่มน้ำหนักจาก ปั๊มไฮดรอลิค (HYDRAULIC PUMP) ตัวเดียวกัน และใช้ท่อจ่ายร่วม (COMMON MANIFOLD) และมาตรวัดความดันอันเดียวให้ใช้ระบบอัตโนมัติ (AUTOMATIC REGULATOR) ในการควบคุมน้ำหนักให้คงที่เมื่อมีการทรุดตัวเกิดขึ้น

2.2 การเพิ่มน้ำหนัก โดยใช้แม่แรงน้ำมันตัวเดียวหรือหลายตัวดันโครงสร้างเหล็กที่ติดตายไว้กับเสาเข็มสมอ จำนวนเสาเข็มสมอต้องมากพอที่จะไม่ถอนเมื่อรับแรงดึงตลอดการทดสอบและต้องมีระยะช่องห่าง(CLEAR DISTANCE) จากเสาเข็มทดสอบไม่น้อยกว่า 5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่ที่สุดของเสาเข็มสมอแต่ต้องไม่น้อยกว่า 2 เมตร

การยึดระหว่างโครงสร้างเหล็กกับเสาเข็มสมอต้องแข็งแรงไม่มีการเคลื่อนที่ใด ๆ เกิดขึ้นและต้องติดตั้งแม่แรงน้ำมันให้ได้กึ่งกลางที่สุดเพื่อถ่ายน้ำหนักไปยังเสาสมอได้เท่ากันทุกจุด

2.3 การเพิ่มน้ำหนักโดยใช้แม่แรงน้ำมันตัวเดียวหรือหลายตัวดันโครงสร้างเหล็กที่บรรทุกน้ำหนักนั้น น้ำหนักบรรทุกทั้งหมดบนโครงเหล็กต้องมากกว่าน้ำหนักที่จะใช้ในการทดสอบไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 จุดที่รองรับน้ำหนักต้องมีระยะช่องห่างจากเสาเข็มทดสอบไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร

2.4 การเพิ่มน้ำหนักของแม่แรงน้ำมันต้องกระทำได้อย่างสม่ำเสมอ

3. การวัดการทรุดตัวของเสาเข็ม

3.1 ทั่วไป

3.1.1 มาตรวัดการทรุดตัว (DIAL GAUGE) ที่ใช้ในการทดสอบต้องมีระบบ และความละเอียดในการวัดค่า (DIVISION) เหมือนกันหมดเพื่อป้องกันความผิดพลาด และเพื่อความสะดวกในการอ่านค่า ต้องสามารถวัดค่าการทรุดตัวได้ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร และอ่านได้ละเอียดถึง 0.25 มิลลิเมตร หรือ 0.01 นิ้ว

3.1.2 คานที่ใช้รับมาตรวัดต้องเป็นคานเหล็กและติดตั้งแยกอิสระโดยให้ยึดกับเสาเหล็กหรือเสาคอนกรีตที่ตอกลึกลงในดินไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร โดยมีระยะช่องห่างจากเสาเข็มทดสอบไม่น้อยกว่า 2.50 เมตร และต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่เกิดการโก่งตัว และขยับไปทางด้านข้างได้ปลายด้านหนึ่งของคานต้องขยับได้เมื่อมีการยืดหดตัวได้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

3.1.3 ต้องมีการป้องกันการกระทบกระแทกเครื่องมือทั้งหมดที่ติดตั้งไว้ รวมทั้งมีการป้องกันแสงแดด และฝนที่มากระทบต่ออุปกรณ์และเครื่องมือที่ติดตั้งไว้

3.1.4 จุดที่รับขามาตรวัดการทรุดตัวทุกจุดต้องมีผิวหน้าเรียบ อาทิ แผ่นกระจก

3.1.5 หัวเสาเข็มทดสอบหรือคอนกรีตที่หล่อหุ้มเสาเข็มทดสอบต้องมีผิวหน้าเรียบได้ฉากกับแนวดิ่ง

3.2 การติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือในการวัดการทรุดตัวของเสาเข็มทดสอบ

3.2.1 ติดตั้งมาตรวัดการทรุดตัวอย่างน้อย 2 ตัว ไว้บนคานรับมาตรวัดโดยอยู่คนละด้านของหัวเสาเข็มทดสอบหรือแท่นหัวเข็ม (PILE CAP) มาตรวัดเหล่านี้ต้องให้ห่างจากจุดศูนย์กลางของหัวเสาเข็มทดสอบเท่ากันทั้งสองด้านและอยู่ตรงกันข้ามในแนวเดียวกันด้วย ต้องปรับให้ขาของมาตรวัดทุกตัวขนานกับทิศทางของน้ำหนักที่กระทำต่อหัวเสาเข็ม

3.2.2 ขึงเชือกเอ็นให้ตึง (โดยถ่วงด้วยน้ำหนัก) ไว้ข้างหัวเสาเข็มทดสอบด้านละเส้นอยู่ในแนวที่ตั้งได้ฉากกับแนวดิ่งและให้ผ่านไม้บรรทัดเหล็ก (SCALE) ที่แนบไว้บนกระจกเงาซึ่งติดแน่นไว้กับหัวเสาเข็มทดสอบ

3.2.3 ติดตั้งเครื่องมือหรืออุปกรณ์เพื่อวัดการเคลื่อนที่ของเสาเข็มสมอทุกจุดตลอดเวลาที่ทำการทดสอบ ถ้าเสาเข็มสมอขยับตัวให้เลิกการทดสอบพร้อมทั้งบันทึกการคืนตัวคงที่ไว้ด้วย แล้วให้ทำการทดสอบใหม่ตามคำแนะนำของผู้ว่าจ้าง

4. **การทดสอบแบบมาตรฐาน** (STANDARD LOADING)

4.1 น้ำหนักที่กระทำลงบนหน้าตัดของเสาเข็มทดสอบต้องตั้งฉากและอยู่ในแนวดิ่ง

4.2 น้ำหนักทดสอบสูงสุดเป็น 2 เท่า ของน้ำหนักที่ออกแบบเสาเข็มแต่ละต้น (DESIGN LOAD)

4.3 เพิ่มน้ำหนักทดสอบเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 และ 200 ของน้ำหนักที่ออกแบบ

4.4 ในแต่ละขั้นตอนให้รักษาน้ำหนักไว้จนครบ 1 ชั่วโมง อ่านและบันทึกค่าการทรุดตัวที่ 1, 5, 10, 15, 20, 30, 40 และ 60 นาที ตรวจสอบอัตราการทรุดตัวของเสาเข็ม ซึ่งต้องไม่เกิน 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง จึงจะเพิ่มน้ำหนักขั้นตอนต่อไป ในกรณีที่รักษาน้ำหนักไว้ครบ 1 ชั่วโมงแล้ว อัตราการทรุดตัวของเสาเข็มยังสูงกว่า 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ให้รักษาน้ำหนักนั้นไว้อีก 1 ชั่วโมง อ่านและบันทึกค่าการทรุดตัวของเสาเข็มทุก ๆ 20 นาที เมื่อครบชั่วโมงที่ 2 แล้ว อัตราการทรุดตัวของเสาเข็มไม่เกิน 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ก็ให้เพิ่มน้ำหนักขั้นตอนต่อไปได้ หากอัตราการทรุดตัวของเสาเข็มยังสูงกว่า 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมงอีก ให้ถือว่าการทดสอบนั้นล้มเหลว หรือถึงจุดวิบัติแล้ว

4.5 เมื่อเพิ่มน้ำหนักถึง 2 เท่าของน้ำหนักที่ออกแบบแล้ว และเสาเข็มทดสอบไม่ถึงจุดวิบัติให้คงน้ำหนักไว้ 24 ชั่วโมง อ่านและบันทึกค่าการทรุดตัวตามช่วงเวลาที่กำหนด หากอัตราการทรุดตัวไม่เกิน 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ให้ดำเนินการตามข้อ 4.6 แต่ถ้าอัตราการทรุดตัวยังสูงกว่า 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ก็ให้รักษาน้ำหนักนั้นไว้อีก 24 ชั่วโมง อ่านและบันทึกค่าการทรุดตัวตามช่วงเวลาที่กำหนดต่อไปอีก ถ้าอัตราทรุดตัวไม่เกิน 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ให้ดำเนินการตามข้อ 4.6 หากอัตราการทรุดตัวในช่วง 24 ชั่วโมงหลัง ยังสูงกว่า 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ให้ถือว่าการทดสอบนั้นล้มเหลว หรือถึงจุดวิบัติแล้ว

การอ่านและบันทึกค่าการทรุดตัวช่วง 24 ชั่วโมงแรก และ 24 ชั่วโมงหลัง ดังนี้

ทุก ๆ 20 นาที สำหรับช่วงเวลา 2 ชั่วโมงแรก

ทุก ๆ 1 ชั่วโมง สำหรับช่วงเวลา 10 ชั่วโมงต่อมา

ทุก ๆ 2 ชั่วโมง สำหรับช่วงเวลาที่เหลือ

4.6 ทำการลดน้ำหนักทุก ๆ ชั่วโมงให้เหลือเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 150, 100, 50 และ 0 บันทึกการคืนตัวทุก ๆ 10 นาที และเมื่อลดน้ำหนักหมดแล้ว ให้อ่านต่อไปทุก ๆ ชั่วโมง จนครบ 24 ชั่วโมง หรือการคืนตัวคงที่

4.7 ต้องอ่านค่าจากมาตรวัดการทรุดตัวทุกตัวและทุกครั้งก่อนและหลังที่มีการเปลี่ยนน้ำหนัก

5. **การทดสอบถึงจุดวิบัติ** (LOADING TO FAILURE)

5.1 ชุดทดสอบต้องมีสมรรถนะใช้งานได้อย่างน้อย 3 เท่า ของค่าน้ำหนักที่ออกแบบ

5.2 ก่อนดำเนินการทดสอบถึงจุดวิบัติ ให้ทำการทดสอบตามข้อ 4 ก่อน

5.3 การทดสอบถึงจุดวิบัติให้เพิ่มน้ำหนักเป็นขั้นตอน ดังนี้

5.3.1 เพิ่มน้ำหนักร้อยละ 50 ของน้ำหนักที่ออกแบบ และรักษาน้ำหนักไว้ 20 นาที

5.3.2 เพิ่มน้ำหนักอีกร้อยละ 10 ของน้ำหนักที่ออกแบบทุก ๆ 20 นาที จนกว่าจะเกิดการวิบัติของเสาเข็มทดสอบ หรือชุดทดสอบ

5.4 ดำเนินการบันทึกผลการทดสอบตามข้อ 4.7 และต้องอ่านค่าการทรุดตัวที่ 1, 5, 10, 15 และ 20 นาที

6. **การทดสอบเป็นวงจร** (CYCLIC LOADING)

6.1 วงจรที่หนึ่งให้เพิ่มน้ำหนักเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 25 และ 50 ของน้ำหนักที่ออกแบบไว้แต่ละขั้นตอนการเพิ่มน้ำหนักให้ดำเนินการตามข้อ 4.4 และเมื่อครบ 2 ชั่วโมงแล้ว จึงลดน้ำหนักลงทุก ๆ ชั่วโมง เป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 50 และ 0

6.2 วงจรที่สอง ให้เพิ่มน้ำหนักเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 ของน้ำหนักที่ออกแบบไว้แต่ละขั้นตอนการเพิ่มน้ำหนักให้ดำเนินการตามข้อ 4.4 และเมื่อรักษาน้ำหนักไว้ครบ 24 ชั่วโมงแล้ว ให้ทำการลดน้ำหนักทุก ๆ ชั่วโมงเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 50, 25 และ 0

6.3 วงจรที่สาม ให้เพิ่มน้ำหนักเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 25, 50, 75, 100, 125, 175 และ 200 ของน้ำหนักที่ออกแบบแต่ละขั้นตอนของการเพิ่มน้ำหนักให้ดำเนินการตาม ข้อ 4.4 และเมื่อรักษาน้ำหนักไว้ครบ 24 ชั่วโมงแล้วให้ทำการลดน้ำหนักทุก ๆ ชั่วโมงเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 150, 100, 50 และ 0

6.4 การเพิ่มน้ำหนักแต่ละขั้นตอนให้รักษาน้ำหนักไว้จนครบ 2 ชั่วโมง หรือในชั่วโมงแรก อัตราการทรุดตัวไม่เกิน 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง แล้วแต่กรณีใดจะเกิดขึ้นก่อนจึงจะเพิ่มน้ำหนักขั้นต่อไป

6.5 บันทึกค่าการทรุดตัวทุกครั้งก่อนหรือหลังการเปลี่ยนน้ำหนักให้อ่านค่าที่ 1, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 60 นาที และทุก ๆ 20 นาที

6.6 เมื่อเพิ่มน้ำหนักตามข้อ 6.2 หรือ 6.3 จนถึงร้อยละ 100 หรือ 200 แล้ว เสาเข็มไม่ถึงจุดวิบัติในขณะรักษาน้ำหนักไว้ให้บันทึกค่าการทรุดตัวของเสาเข็ม

ทุก ๆ 20 นาที สำหรับช่วงเวลา 2 ชั่วโมงแรก
ทุก ๆ 1 ชั่วโมง สำหรับช่วงเวลา 10 ชั่วโมงต่อมา
ทุก ๆ 2 ชั่วโมง สำหรับช่วงเวลาที่เหลือ

7. **การรายงาน**

ผลการทดสอบต้องมาให้ผู้ว่าจ้างภายใน 7 วัน หลังจากทดสอบน้ำหนักแล้วเสร็จ ซึ่งประกอบด้วย

7.1 บันทึกการตอกเสาเข็มทดสอบและเสาเข็มสมอ (ถ้าใช้) ตามภาคผนวก ข. มยธ. 106 : การบันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม

7.2 ใบรับรองแสดงผลการทดสอบการเพิ่มหรือลดน้ำหนักของชุดเพิ่มน้ำหนัก

7.3 แบบแปลนรายละเอียดการติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์การทดสอบที่ใช้

7.4 บันทึกแสดงค่าการทรุดตัวและการคืนตัว

7.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง

7.5.1 การทรุดตัวและเวลา

7.5.2 น้ำหนักและเวลา

7.5.3 น้ำหนักและการทรุดตัว

7.5.4 การคืนตัวและเวลา

7.5.5 น้ำหนักและการคืนตัว

8. เกณฑ์การตัดสิน

8.1 ในระหว่างการทดสอบถ้าปรากฏว่าการทรุดตัวต่าง ๆ เกิดขึ้นเร็วหรือเกินกว่าที่กำหนด หรือไม่สิ้นสุดลงภายในเวลาที่กำหนดไว้ ให้ถือว่าการทดสอบล้มเหลวหรือถึงจุดวิบัติแล้ว

8.2 เมื่อดำเนินการทดสอบแล้ว ปรากฏว่าค่าการทรุดตัวสุทธิทั้งหมด (TOTAL NET SETTLE-MENT) หน่วยเป็นมิลลิเมตร ไม่เกินกว่า 0.25 คูณด้วย น้ำหนักที่ออกแบบ หน่วยเป็นเมตริกตันแต่ทั้งนี้ต้องไม่เกินกว่า 25 มิลลิเมตร และกราฟของความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับการทรุดตัวไม่แสดงถึงจุดวิบัติก็ให้ถือว่าผลการทดสอบนี้พอกับความต้องการแล้ว

****

ผนวก ข.มยธ. 106-2533

การบันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม

---

1. **สำหรับการตอกเสาเข็มที่จมถึงระดับได้โดยไม่ต้องใช้เสาส่ง ให้ปฏิบัติดังนี้**
   - 1.1 ให้ขีดเครื่องหมายทุกระยะ 30 เซนติเมตร ในช่วง 3 เมตรสุดท้ายของโคนเสาเข็ม
   - 1.2 เมื่อยกเสาเข็มตั้งเข้าที่เรียบร้อยแล้ว ให้บันทึกระยะที่เสาเข็มจมลงไปในดินด้วยน้ำหนักของตัวเอง
   - 1.3 ให้บันทึกระยะที่เสาเข็มจมลงไปในดินเมื่อวางตุ้มน้ำหนักลงบนเสาเข็ม
   - 1.4 เมื่อตอกเสาเข็มจมเหลือระยะ 3 เมตรสุดท้าย ก่อนที่จะถึงระดับที่กำหนด ให้เริ่มบันทึกจำนวนครั้งที่ตอกต่อการจมตัวของเสาเข็มทุกระยะ 3 เซนติเมตร โดยให้ระยะยกตุ้มน้ำหนักเป็นไปตามที่วิศวกรของผู้ว่าจ้างกำหนดให้

2. **สำหรับการตอกเสาเข็มที่จมถึงระดับโดยต้องใช้เสาส่งให้ปฏิบัติ ดังนี้**
   - 2.1 ให้ขีดเครื่องหมายทุกระยะ 30 เซนติเมตร ในช่วง 1.5 เมตรสุดท้ายของโคนเสาเข็ม หรือสุดแท้แต่ระยะที่ต้องใช้เสาส่ง
   - 2.2 ให้ขีดเครื่องหมายทุกระยะ 30 เซนติเมตร ที่ส่วนล่างของตะเกียบปั้นจั่น เป็นระยะเท่ากับระยะที่ต้องส่งเสาเข็มลงไปในชั้นดินจนถึงระดับที่กำหนด
   - 2.3 ในบันทึกการจมตัวของเสาเข็มเช่นเดียวกับที่ปฏิบัติในข้อ 1.2, 1.3 และ 1.4 ของผนวก ข. มยธ. 106 : การบันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม

3. **แบบสำหรับบันทึกการตอกเสาเข็มให้ใช้ตามแบบที่แนบท้ายนี้**

บันทึกการตอกเสาเข็ม

วันที่ _____

โครงการ _____ แผ่นที่ _____

สถานที่ก่อสร้าง _____ จังหวัด _____ จำนวน _____ แผ่น

เจ้าของโครงการ _____ เจ้าของแบบ _____ แฟ้มหมายเลข _____

ผู้รับจ้าง _____ ผู้ควบคุมการตอก _____

เสาเข็ม _____ รูป _____ จำนวนเสาเข็มทั้งสิ้น _____ ต้น ปั้นจั่นหมายเลข _____

ขนาด _____ ความยาว _____ กำหนดให้ตอกถึงระดับ _____ เมตร ความสูง _____ เมตร

☐ เหล็ก

พื้นที่หน้าตัด _____ ตารางเซนติเมตร ○ เสาส่ง ยาว _____ ลูกตุ้มหนัก _____ ตัน

☐ ไม้

ผลิตภัณฑ์ของ _____ ○ เจาะนำ ∅ _____ ซ.ม. ลึก ___ เมตร ยกสูง _____ ซ.ม.

วันที่หล่อ _____ ○ หมอนรองหัวเข็มหนา _____ ซ.ม. _____

										หมายเหตุ
การตอกลำดับที่										
ตำแหน่งฐานราก										
ต้นที่										
เวลาที่ตอก	เริ่ม									
	เสร็จ									
ระยะเสาเข็มจม	ด้วยตัวเอง									
	เมื่อวางตุ้ม									
จำนวนครั้งที่ตอกนับต่อ 30 ซ.ม.	ความลึกเสาส่งจากพื้นดิน ความยาวเสาเข็มเหนือระดับพื้นดิน (จากถึง) 3.00 / 2.70									
	2.70 / 2.40									
	2.40 / 2.10									
	2.10 / 1.80									
	1.80 / 1.50									
	1.50 / 1.20									
	1.20 / 0.90									
	0.90 / 0.60									
	0.60 / 0.30									
	0.30 / 0.00									ระดับดิน
	0.00 / −0.30									
	−0.30 / −0.60									
	−0.60 / −0.90									
	−0.90 / −1.20									
	−1.20 / −1.50									
	−1.50 / −1.80									
	−1.80 / −2.10									
	−2.40 / −2.70									
ตอกนับ10ครั้งสุดท้าย เสาเข็มจม ซ.ม.										
รวมความยาว	ตอกได้									
	ต้องตัด									
ศูนย์เสาเข็มเมื่อตอกเสร็จ	X									
	Y									