

Press-in Retaining Structures: A Handbook
Second Edition, 2021 (Thai Version)

โครงสร้างกันดินด้วยวิธีกด : คู่มือ

พิมพ์ครั้งที่ 2 ค.ศ.2021



International Press-in Association

Press-in Retaining Structures: A Handbook

Second Edition, 2021 (Thai Version)

โครงสร้างกันดินด้วยวิธีกด : คู่มือ

พิมพ์ครั้งที่ 2 ค.ศ.2021

International Press-in Association

เอกสารเผยแพร่นี้ออกแบบมาเพื่อให้ข้อมูลที่ต้องการและเชื่อถือได้ครอบคลุมในหัวข้อดังกล่าว การขายและ/หรือ แจกจ่ายนี้อยู่บนความเข้าใจว่าทั้งผู้เขียนและผู้จัดพิมพ์ไม่ได้มีส่วนร่วมในการกระทำด้านกฎหมายโดยเฉพาะหรือ บริการทางวิชาชีพอื่นใด ในขณะที่มีความพยายามทุกวิถีทางเพื่อให้แน่ใจถึงความถูกต้องและความสมบูรณ์ของเอกสาร นี้ แต่ไม่มีการรับประกันหรือความถูกต้องใดๆ โดยนัย ผู้เขียนและผู้จัดพิมพ์จะไม่มี ความรับผิดชอบหรือความรับผิดชอบต่อบุคคลหรือนิติบุคคลใดๆ ในส่วนที่เกี่ยวกับความสูญเสียหรือความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน

สงวนลิขสิทธิ์ รวมถึงการแปล ห้ามทำซ้ำส่วนหนึ่งส่วนใดของสิ่งพิมพ์นี้ จัดเก็บในระบบข้อมูล หรือส่งในรูปแบบใดๆ หรือโดยวิธีการใดๆ ทางอิเล็กทรอนิกส์ ทางกายภาพ ถ่ายเอกสารหรืออื่นๆ โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าจากสำนักพิมพ์ International Press-in Association (IPA) , 5F, Sanwa Konan Bldg, 2-4-3 Konan, Minato-ku, Tokyo 108-0075, Japan.

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ

1.1	ขอบเขต	1-1
1.2	โครงสร้างส่วนประกอบของกลุ่ม	1-2
1.3	งานเสาเข็มกดด้วยวิธี Press-In	1-3
1.3.1	ประเภทของงานเสาเข็ม Press-In	1-3
1.3.2	ลักษณะของเสาเข็ม Press-In ประเภทเดินบนเสาเข็ม Walk-on-pile	1-6
1.3.2.1	การพัฒนาของเสาเข็ม Press-in ประเภท Walk-on-pile	1-6
1.3.2.2	กลไกของเสาเข็ม Press-in ประเภท Walk-on-pile	1-7
1.3.2.3	การสั่นสะเทือนและเสียงของงานเสาเข็ม Press-in	1-9
1.3.2.4	ความสามารถในการเจาะชั้นดินแข็ง	1-12
1.3.2.5	การจัดการกับข้อจำกัดของพื้นที่ก่อสร้าง	1-15
1.3.2.6	ข้อได้เปรียบของโครงสร้างกำแพงกันดินแบบยื่นและเสาเข็ม Press-in ประเภท Walk-on-pile	1-16
1.3.2.7	การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	1-20
1.3.2.8	การรับและการใช้ข้อมูลกดเสาเข็ม โดยอัตโนมัติ	1-22
1.3.2.9	ลักษณะอื่น ๆ	1-23
1.3.2.10	สรุปลักษณะ	1-24
1.3.3	การเปรียบเทียบของเสาเข็มระบบเดิมและเสาเข็ม Press-in ประเภท Walk-on-pile	1-26
1.3.3.1	การติดตั้งระบบเสาเข็มพีคเหล็ก Sheet pile (ประเภท U Shape, Z Shape, Hat Shape และ Zero Steel Sheet pile)	1-26
1.3.3.2	วิธีการติดตั้งแผ่นกันดิน	1-27
1.3.3.3	วิธีการติดตั้งเสาเข็มท่อเหล็กที่มีการยึดกัน	1-28
1.3.3.4	วิธีการติดตั้งเสาเข็มท่อเหล็ก	1-28
1.3.3.5	วิธีการติดตั้งเสาเข็มคอนกรีต	1-29
1.3.3.6	วิธีการติดตั้งเสาเข็มอัดแรง	1-30
1.3.3.7	วิธีการติดตั้งผนัง	1-30
1.4	การประยุกต์ของเสาเข็ม Press-in ประเภท Walk-on-pile สำหรับโครงสร้างใต้ดิน (Embedded Structures)	1-30
1.4.1	โครงสร้างกันดิน (กำแพงกันดิน, กำแพงกันตลิ่ง, เขื่อน, โครงสร้างกำแพงกันดินชั่วคราว)	1-30
1.4.2	งานเสริมความแข็งแรงของเขื่อนกันตลิ่งและการป้องกันชายฝั่ง	1-33

1.4.3 การป้องกันการเกิด Liquefaction	1-34
1.4.4 กำแพงกันน้ำ	1-34
1.4.5 กำแพง Stress Isolation	1-34
1.4.6 การเสริมความแข็งแรงของคันดิน การป้องกันการวิบัติของลาด การฟื้นฟูจํากัภัยพิบัติ	1-34
1.4.7 งานฐานราก	1-35
1.4.8 กำแพงกันดินรับแรงเบกทาน	1-36
1.5 มาตรฐานและข้อแนะนำที่เกี่ยวข้อง	1-37
เอกสารอ้างอิง บทที่ 1	1-39

บทที่ 2 การวางแผนและการสำรวจ

2.1 การวางแผนงาน	2-1
2.1.1 ทั่วไป	2-1
2.1.2 ข้อพิจารณาในการวางแผนงาน	2-1
2.1.2.1 ภูมิประเทศ ธรณีวิทยา ชั้นดิน น้ำใต้ดิน และสภาพอากาศของที่ตั้งโครงการ	2-2
2.1.2.2 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและโครงสร้างข้างเคียง และข้อจำกัดของการก่อสร้าง	2-3
2.1.2.3 สภาพที่อาจส่งผลต่อการก่อสร้าง	2-3
2.1.2.4 จุดประสงค์ของกำแพงกันดิน ขีดจำกัดสถานะ สถานะการออกแบบ ข้อกำหนดและเกณฑ์การปฏิบัติงาน	2-4
2.1.2.5 เงื่อนไขการออกแบบ	2-4
2.2 การสำรวจ	2-6
2.2.1 ทั่วไป	2-6
2.2.2 วัตถุประสงค์และเนื้อหาของการสำรวจ	2-6
2.2.2.1 การรวบรวมเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	2-6
2.2.2.2 การสำรวจสภาพที่ตั้งโครงการ	2-7
2.2.2.3 การสำรวจชั้นดิน	2-7
2.2.2.4 การสำรวจที่เกี่ยวข้องกับสภาพที่อาจส่งผลต่อการก่อสร้าง	2-12
2.2.2.5 การสำรวจที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	2-12
2.2.2.6 การใช้ข้อมูลที่ได้จากการก่อสร้างโดยใช้วิธีการก่อสร้างเสาเข็มแบบเสียบ	2-12
2.2.3 รายงานผลสำรวจ	2-13
เอกสารอ้างอิง บทที่ 2	2-13

บทที่ 3 การออกแบบ

3.1	บทนำ	3-1
3.2	เรื่องทั่วไปในการออกแบบ	3-2
3.2.1	หลักการพื้นฐานของการออกแบบ	3-2
3.2.1.1	ขอบเขต	3-2
3.2.1.2	ลำดับชั้นของข้อกำหนดด้านประสิทธิภาพ	3-2
3.2.1.3	สภาวะขีดจำกัด แรงกระทำ และสถานการณ์การออกแบบ	3-3
3.2.1.4	ข้อกำหนดด้านประสิทธิภาพ	3-5
3.2.1.5	เงื่อนไขด้านประสิทธิภาพ	3-5
3.2.1.6	กระบวนการตรวจสอบประสิทธิภาพ	3-6
3.2.1.7	คุณสมบัติของวิศวกรออกแบบ	3-7
3.2.1.8	เอกสาร	3-8
3.2.2	การทบทวน / แก้ไข งานออกแบบโดยใช้ข้อมูลจากการก่อสร้าง	3-8
3.2.3	แรงกระทำ และสถานการณ์การออกแบบ สำหรับกำแพงกันดินในงานถนน	3-8
3.2.3.1	ทั่วไป	3-8
3.2.3.2	น้ำหนักของโครงสร้าง	3-9
3.2.3.3	แรงดันดินและแรงดันน้ำ	3-9
3.2.3.4	แรงจากการเกิดแผ่นดินไหว	3-10
3.2.3.5	แรงกระทำบนผิวดิน	3-10
3.2.3.6	แรงหิมะ	3-10
3.2.3.7	แรงลม	3-10
3.2.3.8	แรงรถชน	3-11
3.2.3.9	แรงอื่นๆ	3-11
3.2.3.10	การรวมกันของแรงสำหรับการออกแบบในสถานการณ์ทั่วไป	3-11
3.2.4	วัสดุ	3-11
3.2.4.1	เสาเข็มสำเร็จรูป	3-12
3.2.4.2	คุณสมบัติของเหล็ก	3-12
3.2.4.3	การกัดกร่อนที่ขอมให้ และการป้องกันการกัดกร่อน	3-12
3.2.4.4	ประสิทธิภาพของการยึดต่อกันของเสาเข็ม	3-13
3.3	การออกแบบกำแพงกันดินแบบยื่น	3-13
3.3.1	ข้อพิจารณาในการออกแบบ	3-13
3.3.2	การออกแบบโครงสร้างกำแพง	3-14
3.3.2.1	การออกแบบโครงสร้างกำแพงสำหรับกำแพงกันดินในงานถนน	3-14

3.3.2.2 การออกแบบ โครงสร้างกำแพงสำหรับท่าเรือ	3-20
3.3.3 เสถียรภาพของด้านล่างของงานขุด	3-24
3.3.3.1 การพิจารณาการเกิด Boiling	3-25
3.3.3.2 การพิจารณาการเกิด Piping	3-26
3.3.3.3 การพิจารณาการเกิด Heaving	3-26
3.3.3.4 การพิจารณาการเกิด Bottom Heave	3-26
3.3.3.5 การเพิ่มเสถียรภาพของด้านล่างของงานขุด	3-26
3.3.4 เสถียรภาพโดยรวม	3-27
3.3.5 ผลกระทบต่อโครงสร้างโดยรวม	3-28
3.3.5.1 การเสถียรของพื้นดินจากการเคลื่อนตัวของกำแพงกันดิน	3-28
3.3.5.2 การทรุดตัวของพื้นดินจากการลดระดับน้ำใต้ดิน	3-28
3.3.5.3 การทรุดตัวของพื้นดินจากการถอนของกาแพงเสาเข็ม	3-29
3.3.5.4 การกินตัวของชั้นดินเนื่องจากการปลดปล่อยความเครียดในชั้นดิน	3-29
3.4 รายงานการออกแบบ	3-29
เอกสารอ้างอิง บทที่ 3	3-31

บทที่ 4 การก่อสร้าง

4.1 บทนำ	4-1
4.2 ภาพรวมของการกวดเสาเข็ม	4-2
4.2.1 เครื่องจักรแรงกวดเสาเข็มชนิด Walk-On-Pile	4-2
4.2.1.1 รูปแบบพื้นฐานของเครื่องจักรแรงกวดเสาเข็ม	4-2
4.2.1.2 ส่วนประกอบของเครื่องจักรแรงกวดเสาเข็ม	4-3
4.2.1.3 หลักการทำงานของเครื่องจักรแรงกวดเสาเข็ม (การดึงขึ้นและกวดลงช้าๆ)	4-5
4.2.1.4 หลักการทำงานของเครื่องจักรแรงกวดเสาเข็ม (การเดินด้วยตัวเอง)	4-7
4.2.2 การเลือกเครื่องจักร เทคนิคการกวด และ ระบบแรงกวดที่เหมาะสม	4-8
4.2.3 เสาเข็มสำเร็จรูป	4-11
4.2.3.1 Sheet Pile เหล็ก	4-12
4.2.3.2 เสาเข็มท่อเหล็ก	4-16
4.2.3.3 กำแพงร่วม	4-18
4.2.3.4 Sheet Pile คอนกรีต	4-19
4.2.3.5 ท่อนขึ้นส่วนกำแพงคอนกรีตสำเร็จรูป (ต่อไปจะเรียกว่า PC Pile)	4-19
4.3 แผนงานการก่อสร้าง	4-20
4.3.1 แผนงานการก่อสร้างโดยทั่วไป	4-21

4.3.2	การพิจารณาแผนงานสำหรับเสาเข็มแบบแรงกด	4-21
4.3.2.1	การเลือกเทคนิคการกด และเสาเข็มที่เหมาะสมสำหรับสภาพชั้นดิน	4-21
4.3.2.2	สำหรับ Sheet Pile เหล็ก	4-23
4.3.2.3	สำหรับเสาเข็มท่อเหล็ก ที่มีและไม่มี Interlock	4-29
4.3.2.4	ระบบแรงกดที่ทำได้ในพื้นที่จำกัด	4-35
4.3.2.5	ขั้นตอนการกดเสาเข็มเพื่อให้มีระยะห่างระหว่างเสาเข็ม (ระยะ 2.5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง จากจุดศูนย์กลางถึงจุดศูนย์กลาง)	4-47
4.3.3	การเตรียมเอกสารแผนงานก่อสร้างสำหรับงานกดเสาเข็ม	4-49
4.3.3.1	เครื่องจักรแรงกดเสาเข็ม เทคนิคการกด และระบบแรงกด	4-49
4.3.3.2	แผนการขนส่ง เครื่องจักร เครื่องมือ และวัสดุ	4-49
4.3.3.3	แผนผังเครื่องจักรและวัสดุ	4-51
4.3.3.4	กำหนดการงานก่อสร้างเสาเข็ม	4-56
4.3.3.5	แผนการจัดการงานก่อสร้าง	4-57
4.3.3.6	แผนอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	4-57
4.3.3.7	แผนการจัดการด้านสุขภาพและความปลอดภัย	4-59
4.3.3.8	การวางแผนองค์กรในสถานที่ก่อสร้าง	4-63
4.4	การดำเนินงานกดเสาเข็ม	4-64
4.4.1	การเตรียมงาน	4-65
4.4.2	ขั้นตอนการติดตั้งเสาเข็ม	4-65
4.4.2.1	เทคนิคทั่วไปในการกดเสาเข็ม	4-65
4.4.2.2	ขั้นตอนการก่อสร้างเสาเข็มสำหรับการกดเริ่มต้น	4-75
4.4.2.3	ขั้นตอนการกดเสาเข็ม สำหรับการกดแบบมาตรฐาน (Standard Press-In) ..	4-78
4.4.2.4	ขั้นตอนการกดเสาเข็ม สำหรับการกดร่วมกับการฉีดพ่นน้ำ	4-82
4.4.2.5	ขั้นตอนการกดเสาเข็ม สำหรับการกดร่วมกับการเจาะ	4-86
4.4.2.6	ขั้นตอนการกดเสาเข็ม สำหรับการกดเสาเข็มแบบหมุน	4-88
4.4.2.7	ขั้นตอนการก่อสร้าง สำหรับกาแ่งร่วม	4-94
4.4.2.8	การติดตั้งแนวโค้ง	4-96
4.4.2.9	การติดตั้งที่มุม	4-97
4.4.2.10	การเดินถอยหลังด้วยตัวเอง	4-98
4.4.3	ระบบแรงกดที่ก้าวข้ามข้อจำกัดในงานก่อสร้าง	4-99
4.4.3.1	การพิจารณางานก่อสร้างเสาเข็มภายใต้ข้อจำกัดการก่อสร้างที่หลากหลาย ..	4-99
4.4.3.2	ขั้นตอนการก่อสร้างเสาเข็ม สำหรับระบบ Non-Staging	4-101
4.4.3.3	ขั้นตอนการก่อสร้างเสาเข็ม สำหรับระบบ Low Headroom Piling	4-105

4.4.4	การถอนเสาเข็ม	4-110
4.4.4.1	อิทธิพลจากการถอนเสาเข็ม และการจัดการการถอนเสาเข็ม	4-110
4.4.4.2	ขั้นตอนการถอนเสาเข็ม	4-111
4.4.5	การต่อ และตัดเสาเข็ม	4-113
4.4.5.1	การเชื่อมเสาเข็มพีคเหล็ก	4-113
4.4.5.2	การเชื่อมเสาเข็มท่อเหล็ก	4-115
4.4.5.3	ข้อต่อเกลียว	4-116
4.4.5.4	ข้อต่อเชิงกล	4-116
4.4.5.5	การตัดเสาเข็ม	4-118
4.4.6	การบำบัดน้ำเสีย และตะกอน	4-118
4.5	การกำกับดูแลการก่อสร้าง, การจัดการการก่อสร้าง, การติดตามตรวจสอบ	4-118
4.5.1	ทั่วไป	4-118
4.5.2	แผนการการกำกับดูแลการก่อสร้าง, การจัดการการก่อสร้าง และการติดตาม ตรวจสอบ	4-119
4.5.3	การเตรียมสถานที่ก่อสร้าง	4-119
4.5.4	การจัดการการก่อสร้าง	4-120
4.5.5	การจัดการการก่อสร้าง	4-121
4.5.5.1	การควบคุมเครื่องกวดเสาเข็ม	4-121
4.5.5.2	การตั้งค่าตัวแปรต่างๆในการตอกเสาเข็มให้เหมาะสม	4-122
4.5.5.3	ข้อมูลที่ได้รับ ระหว่างการกวดเสาเข็ม	4-126
4.5.5.4	การรักษาระดับแนวตั้งของเสาเข็ม ในการติดตั้งด้วยการเคลื่อนที่ขึ้น และลงซ้ำๆ	4-129
4.5.5.5	การประเมินกระบวนการตอกเสาเข็มโดยใช้ข้อมูลการตอก	4-130
4.5.5.6	การทำงานอัตโนมัติของเครื่องกวดเสาเข็ม	4-130
4.5.5.7	การประมาณข้อมูลดิน โดยใช้ข้อมูลการตอกเสาเข็ม	4-131
4.5.6	กำหนดการควบคุมการกวดเสาเข็ม	4-132
4.5.7	ความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งเสาเข็ม, ระดับหัวและปลายเสาเข็ม และระดับใน แนวตั้งของเสาเข็ม หลังการติดตั้ง	4-133
4.5.8	การจัดการด้านสุขภาพและความปลอดภัย	4-134
4.5.9	การตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องกวดเสาเข็ม	4-134
4.5.10	การติดตามตรวจสอบ	4-135
4.5.11	รายงานการก่อสร้าง	4-136
	เอกสารอ้างอิง บทที่ 4	4-139

คำนำ

การตอกเสาเข็มด้วยวิธี Press-in เกิดขึ้นจากความต้องการในการติดตั้งเสาเข็มพีคอย่างปลอดภัยและมีเสียงรบกวนต่ำ ในทางปฏิบัติเมื่อครั้งศตวรรษที่แล้ว กลุ่มมือโครงสร้างกันดินด้วยวิธี Press-in ฉบับพิมพ์ครั้งแรก (2016) พยายามแปลประสบการณ์ภาคสนามที่สะสมไว้มากมายให้เป็นกรอบของวิศวกรรมฐานรากและรวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและการก่อสร้างโครงสร้างกันดินด้วยวิธี Press-in พร้อมกับกรณีศึกษาทั่วโลก

การตีพิมพ์คู่มือโครงสร้างกันดินด้วยวิธี Press-in ฉบับพิมพ์ครั้งที่สองนี้ในปี 2021 เป็นฉบับแก้ไขของฉบับพิมพ์ครั้งแรก ปี 2016 ความตั้งใจในการแก้ไขนี้รวมถึง (ก) เพื่อให้เนื้อหาสอดคล้องกับ "คู่มือการออกแบบและการก่อสร้างของวิธี Press-in" ฉบับปรับปรุง (ภาษาญี่ปุ่นเผยแพร่ในปี 2020) (ข) เพื่อสะท้อนความก้าวหน้าในเครื่องตอกเสาเข็มและงานวิจัยในช่วงห้าปีที่ผ่านมา (ค) เพื่อปรับปรุงคำอธิบายเพื่อความสะดวกในการอ่านและการใช้งานของคู่มือและ (ง) ปรับปรุงให้มีความกระชับโดยการปรับหัวข้อบางรายการในฉบับ ปี 2016

สำหรับผู้สนใจในกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการตอกเสาเข็มด้วยวิธี Press-in สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากหนังสือ "New Horizons in Piling – Developemtn and Application of Press-in Piling" โดย Malcolm Bolton และคณะ เผยแพร่โดยสำนักพิมพ์ CRC Press ในปี 2020 และหนังสือ "Press-in Piling Case History Volume 1" โดย International Press-in Association (IPA) Research Committee เผยแพร่โดย IPA ในปี 2019

ในฐานะประธานคณะกรรมการบรรณาธิการเกี่ยวกับคู่มือเล่มนี้ ขอแสดงความขอบคุณอย่างจริงใจสำหรับสมาชิกคณะกรรมการทุกคนที่มีรายชื่ออยู่ในหน้าถัดไป

Osamu Kusakabe

ประธาน

คณะกรรมการบรรณาธิการ การตีพิมพ์ครั้งที่ 2

คณะกรรมการบรรณาธิการ

Yoshiaki Kikuchi, Professor, Tokyo University of Science

Osamu Kusakabe, Emeritus Professor, Tokyo Institute of Technology

Tsunenobu Nozaki, International Press-in Association Secretariat

Mitsuhiro Okada, GIKEN LTD.

Takefumi Takuma, Giken America Corporation

Masaaki Terashi, International Press-in Association

Masafumi Yamaguchi, International Press-in Association Secretariat

(Alphabetical order)

สมาชิกที่ปรึกษานานาชาติ

Stuart Haigh, Reader, The University of Cambridge

Chun Fai Leung, Professor, National University of Singapore

Goh Teik Lim, AtsuNEW GIKEN Pte. Ltd.

Ramin Motamed, Associate Professor, University of Nevada Reno

(Alphabetical order)

ผู้ดำเนินงานแปลฉบับภาษาไทย

Pastsakorn Kitiyodom, Deputy Managing Director, Geotechnical & Foundation Engineering Co., Ltd.