



## บทที่ 6

## ผลการทดลอง

ผลการทดลองในบทนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ส่วนแรกเป็นผลการอัดขึ้นรูปเตาและวิธีการถอดแม่พิมพ์ ส่วนที่ 2 เป็นการศึกษาทดลองแท่งตัวอย่างซึ่งมีแท่งตัวอย่าง 2 แบบ การทดลองแท่งตัวอย่าง 3 ชุดแรกเป็นแท่งกลวง และ 3 ชุดหลังเป็นแท่งตัน เนื่องจาก 3 ชุดหลังอัดเป็นแท่งกลวงไม่ได้เพราะเนื้อดินผสมไม่เกิดการไหล (เนื้อดินผสมแบบนี้มีลักษณะร่วนซุยมีความเหนียวน้อย) ส่วนที่ 3 เป็นผลการทดลองหาความแข็งแรงของแท่งตัวอย่างทั้งหมดจากการอัดทำลาย

### 6.1 ผลการทดลองอัดขึ้นรูปเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงจากแม่พิมพ์ทดลอง

ในการอัดเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงนี้ ครั้งแรกเป็นการอัดดินผสมจากจังหวัดชลบุรี ซึ่งเนื้อของดินผสมค่อนข้างจะเหนียวมากและมีสีเทาเข้ม เมื่อเริ่มอัดความดันจะเพิ่มขึ้นช้าจนความดันถึง .55 เมกกะปาสคาล ความดันจะคงที่ขณะที่ดินผสมจะถูกอัดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งดินผสมแลบออกมาตามช่องว่างระหว่างแม่พิมพ์อัด และแม่พิมพ์ภายนอกความดันจะเพิ่มขึ้นเป็น 1.65 เมกกะปาสคาล ซึ่งแสดงว่าดินผสมได้ไหล เข้าไปเต็มช่องว่างหมดแล้วทำให้ดินผสมส่วนเกินถูกบีบให้แลบออกมาตามช่องว่างที่มีอยู่ และถ้าอัดต่อไปอีกความดันจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

สำหรับดินผสมจากจังหวัด ราชบุรี และร้อยเอ็ดนั้นในการอัดก็เหมือนกันกับดินผสมจากจังหวัดชลบุรี แต่ความเหนียวน้อยกว่าและอ่อนนุ่มเหลวกว่า เนื่องจากมีปริมาณน้ำมากกว่า จึงใช้ความดันในการอัดน้อยกว่าเล็กน้อย คือ ดินผสมจากราชบุรีจะเกิดการไหลที่ความดัน .34 เมกกะปาสคาล และดินผสมจะถูกบีบให้แลบออกมาที่ความดัน 1.52 เมกกะปาสคาล ดินผสมจากร้อยเอ็ดมีความดันการไหล .37 เมกกะปาสคาล และดินผสมจะถูกบีบให้แลบออกมาที่ความดัน 1.52 เมกกะปาสคาล เท่ากับดินผสมจากราชบุรี สรุปเป็นตาราง

ได้ดังตารางที่ 6.1

การถอดแม่พิมพ์อัดออกจากชิ้นงาน เนื่องจากดินผสมที่นำมาทดลองมีปริมาณน้ำค่อนข้างมาก (ประมาณ 28 - 40 เปอร์เซ็นต์) สภาพของเนื้อดินจึงค่อนข้างนิ่มและเหลวการถอดแม่พิมพ์ออกจึงค่อนข้างลำบาก เพราะว่าหน้าสัมผัสระหว่างชิ้นงานบริเวณด้านล่างและแม่พิมพ์จะเกิดสุญญากาศขึ้น เมื่อแม่พิมพ์ถูกยกขึ้นจะดูดกันของชิ้นงานซึ่งหนาเพียง 20 มิลลิเมตรขึ้นมาด้วย ทำให้ผนังด้านข้างของชิ้นงานยื่นเสียรูป ปัญหานี้สามารถแก้ได้โดยเจาะผนังกันเตา เพื่อให้อากาศสามารถไหลเข้าไปบริเวณหน้าสัมผัสได้ ขนาดของรูไม่ควรจะใหญ่มากนักเพราะจะทำให้ดินผสมถูกบีบให้ไหลออกที่รู เป็นส่วนมากแทนที่จะไหลขึ้นไปเต็มช่องว่างของแม่พิมพ์ด้านบนทำให้ชิ้นงานด้านบนไม่สมบูรณ์ จากการทดลองรูหลายขนาดพบว่ารูที่เหมาะสมควรมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง

กลาง 10 มิลลิเมตรบริเวณศูนย์กลางของกันเตา

6.1.1 การถอดแม่พิมพ์แบบขึ้นเดียว การถอดแม่พิมพ์แบบขึ้นเดียวไม่สามารถทำได้ เนื่องจากการดันกันเตาออกจากแม่พิมพ์ต้องใช้แรงค่อนข้างมาก เนื่องจากหน้าสัมผัสของผิวแม่พิมพ์กับชิ้นงานมากจึงเกิดแรงต้าน เมื่อเพิ่มแรงดันกันเตาให้มากขึ้นเนื้อของชิ้นงานในลักษณะ

แหล่งที่มาของดินผสม	แรงที่ใช้อัดเมื่อดินไหล นิวตัน	แรงอัดสุดท้าย นิวตัน
ชลบุรี	7565	24230
ราชบุรี	5045	22215
ร้อยเอ็ด	5549	22215

ตารางที่ 6.1 ตารางแสดงความดันที่ใช้ในการอัด

อ่อนนุ่มไม่สามารถทนแรงได้เกิดการยุบ (ผนังเตาหนาประมาณ 20 มิลลิเมตร) ทำให้ชิ้นงานเสียรูปไป

6.1.2 การถอดแม่พิมพ์แบบสองชั้น การถอดแม่พิมพ์แบบสองชั้นสามารถถอดชิ้นงานออกได้แต่ชิ้นงานเปี้ยวไม่กลม เนื่องจากผิวของแม่พิมพ์ที่สัมผัสกับผิวของชิ้นงานยังมีอยู่มากคือเป็นมุม 180 องศา เมื่อถอดชิ้นงานออกจะเกิดแรงต้านไว้ เนื่องจากความเหนียวของดินผสมที่เกาะผนังของแม่พิมพ์ ทำให้ผนังเตาถูกดึงตามออกมาเกิดรอยแยกขึ้นเล็กน้อยและตัวเตาจะไม่กลมจะเปี้ยวเป็นวงรี การถอดแม่พิมพ์ วิธีนี้ถ้าเนื้อดินผสมไม่เหนียวนักก็สามารถทำได้ (ดินตัวอย่างจากแหล่งผลิตเตาทั้งสามไม่เหมาะที่จะถอดด้วยวิธีนี้ เนื่องจากส่วนผสมของนำมาเกินไป

6.1.3 การถอดแม่พิมพ์แบบสามชั้น การถอดแม่พิมพ์แบบสามชั้นสามารถถอดชิ้นงาน ออกได้สมบูรณ์ที่สุดในจำนวนการถอดแม่พิมพ์ทั้งสามวิธี ซึ่งน่าจะเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับดิน ที่อยู่ในสภาพอ่อนนุ่ม เนื่องจากหน้าสัมผัสของชิ้นงานกับแม่พิมพ์แต่ละชั้นน้อยกว่าแบบอื่นจึง เกิดแรง เนื่องจากความเหนียวต้านไวน้อยกว่าสองแบบแรก

สำหรับดินผสมจากจังหวัด ราชบุรี และ ร้อยเอ็ด นั้นมีความเหลวมากกว่าดินผสม จากจังหวัด ชลบุรี เนื่องจากมีปริมาณน้ำมากกว่า จากการทดลองได้ผลเช่นเดียวกันจะมีปัญหา กับดินผสมจากจังหวัดราชบุรีซึ่งมีปริมาณน้ำมากที่สุด ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้เพราะเนื้อดินอ่อน มาก การทดลองถอดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 6.2

ขั้นตอนในการอัด ในการอัดขึ้นรูปเตาการทดลองชุดแรกเป็นการอัดเพียงครั้งเดียว ซึ่งสามารถขึ้นรูปได้สมบูรณ์แต่เกิดปัญหาสุญญากาศดังได้เสนอไปแล้วข้างต้น หลังจากการเจาะ รูที่กันเตา เมื่ออัดดินผสมไหลออกทางกันเตาได้สะดวกขึ้นทำให้ปริมาณดินผสมไหลขึ้นไปเต็มช่องว่างของแม่พิมพ์ด้านบนน้อยลงทำให้ชิ้นงานแห้งไป ไม่สมบูรณ์ จึงต้องอัดเป็นสองจังหวะจึงจะ

แหล่งดิน	1 ชั้น	2 ชั้น	3 ชั้น
ชลบุรี	ไม่ได้	ได้ไม่ดี	ดี
ร้อยเอ็ด	ไม่ได้	ได้ไม่ดี	ดี
ราชบุรี	ไม่ได้	ไม่ได้	ได้ไม่ดี

ตารางที่ 6.2 ผลการทดลองถอดแม่พิมพ์

ได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์ โดยหลังจากการอัดครั้งแรกแล้วยกแม่พิมพ์อัดขึ้นเอาดินผสมใส่ไปบริเวณที่ดินผสมขาดหายไปแล้วอัดซ้ำอีกครั้งหนึ่ง มีวิธีที่จะอัดขึ้นรูปในการอัดจังหวะเดียวได้โดยการอัดช่วงแรกปิดรูให้ดินผสมไหลก่อน เมื่อดินเข้าเต็มแม่พิมพ์แล้วก่อนจะยกแม่พิมพ์อัดขึ้น เจาะรูให้ทะลุกันเตา ไปยังกันแม่พิมพ์อัดเพื่อให้อากาศไหลเข้าไประหว่างผิวแม่พิมพ์อัดกับผิวชิ้นงาน สุญญากาศก็จะไม่เกิดขึ้นทำให้ชิ้นงานไม่เสียหาย และถอดแม่พิมพ์อัดออกได้ง่าย

จากการทดลองอัดชิ้นงานโดยการจำลองสภาพจริงสรุปวิธีการที่เหมาะสมได้ดังนี้

- 1 การอัด โดยการอัดเพียงครั้งเดียวแต่ต้องมีการปิดและเปิดรูที่กั้นของแม่พิมพ์
- 2 การถอดแม่พิมพ์อัดออกต้องมีช่องให้อากาศไหลเข้าเพื่อไม่ให้เกิดสุญญากาศขณะถอด
- 3 การถอดแม่พิมพ์ภายนอกควรถอดแม่พิมพ์แบบสามชั้น
- 4 แรงที่ใช้ในการอัด 2.84 ตันหรือ 1.52 เมกกะปาสคาล

## 6.2 ผลการทดลองอัดแท่งตัวอย่าง

### 6.2.1 ผลการทดลองแท่งตัวอย่างที่ใช้ดินผสมจากชลบุรี

การทดลองอัดแท่งตัวอย่างนี้แสดงผลด้วยตารางดังนี้ ตารางที่ 6.3 แสดงตารางผลการทดลองแท่งตัวอย่างที่อัดจากดินผสมจากจังหวัดชลบุรี จะสังเกตเห็นได้ว่าดินผสมจากชลบุรีมีส่วนผสมของน้ำอยู่โดยเฉลี่ย 28.8 เปอร์เซ็นต์ ชิ้นงานหดตัวเฉลี่ย 7.69 เปอร์เซ็นต์ สำหรับความหนาแน่นของเนื้อดินผสมไม่ได้แปรตามตรงกับความดันที่กดขณะทำการอัด ความหนาแน่นจะอยู่ในช่วง 1.620 - 1.888 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เพราะว่าเนื่องจากเนื้อดินผสมมีปริมาณน้ำค่อนข้างสูงแทรกอยู่ระหว่างเม็ดดิน เมื่อถูกแรงกดจากการอัดน้ำจะถูกอัดและไม่มีเวลาพอสำหรับซึมออกมาจึงต้านการอัด ทำให้เม็ดดินไม่สามารถอัดตัวให้แน่นมากขึ้นตามความดันที่มากขึ้นได้ แรงอัดส่วนใหญ่ใช้ในการอัดน้ำเท่านั้น สังเกตได้จากเมื่อยกแกนอัดไฮดรอลิกขึ้นแม่พิมพ์อัดจะถอยตามระยะหนึ่งแล้วจึงหยุด สำหรับความหนาแน่นที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นเป็นเพราะเนื้อดินมีส่วนผสมที่ไม่สม่ำเสมอตลอดซึ่งเป็นผลมาจากการผสมและการवाद แท่งตัวอย่างที่ใช้ดินผสมจากชลบุรี ที่ผ่านการเผาแล้วผิวค่อนข้างเรียบแต่บางแท่งก็มีรอยตำหนิบ้างแต่ไม่มากนัก

### 6.2.2 ผลการทดลองแท่งตัวอย่างที่ใช้ดินผสมจากร้อยเอ็ด

ดินจากจังหวัดร้อยเอ็ดนั้นจากการทดลองโดยการเปลี่ยนแปลงความดันจากไปเดิมคือ .69 , 1.03 และ 1.38 เมกกะปาสคาล เพราะว่าผลจากการอัดดินผสมจากชลบุรีนั้นในช่วงความดันที่ก็ได้ผลการทดลองไม่เปลี่ยนแปลงมากจึงในช่วงความดันมากกว่า ผลการทดลองแสดงด้วยตารางที่ 6.4 จะเห็นได้ว่าดินผสมจากจังหวัดร้อยเอ็ดมีปริมาณน้ำมากกว่าชลบุรีโดยเฉลี่ย 33.31 เปอร์เซ็นต์และการหดตัวเฉลี่ย 9.72 เปอร์เซ็นต์ สำหรับความหนาแน่นนั้นใกล้เคียงกันกับดินผสมจากชลบุรีและมีแนวโน้มเช่นเดียวกันคือไม่แปรตรงกับความดันที่ใช้อัดและด้วยเหตุผลเดียวกัน

สำหรับดินจากร้อยเอ็ดได้ทำการทดลองการอัดโดยเจาะรูที่กั้นของแม่พิมพ์ขนาดรู

5.5 มิลลิเมตร เพื่อปล่อยให้ดินผสมบางส่วนไหลออกมา ปรากฏว่าความดันการอัดดินให้ไหลคือ 0.34 เมกกะปาสคาล และจะคงที่ตลอดการอัดเนื่องจากไหลของดินตลอด ผลการทดลอง ความหนาแน่นเฉลี่ย 1.6775 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ปริมาณน้ำ 33.3 เปอร์เซ็นต์และการหดตัว 9.96 เปอร์เซ็นต์ เมื่อผ่านการเผาแล้วแห้งตัวอย่างผิวไม่ค่อยเรียบนักและ ปรากฏมีรอยบั้งเล็กน้อย

#### 6.2.3 ผลการทดลองแห้งตัวอย่างที่ใช้ดินผสมจากราชบุรี

ดินผสมจากราชบุรี เป็นการอัดโดยปล่อยให้ดินไหลออกทางรูด้านล่างของแม่พิมพ์ เพราะว่าจากการทดลองดินผสมจากราชบุรีและร้อยเอ็ดการเปิดรูให้ดินไหลออกและแบบไม่ได้เจาะรูนั้นผลการทดลองไม่แตกต่างกันจึงไม่จำเป็นต้องอัดที่ความดันมาก ผลการทดลองดินผสม

ความดันอัด Mpa	ความหนาแน่น g/cm <sup>3</sup>	ปริมาณน้ำ % น.น.	การหดตัว %	ความแข็งแรง Mpa	S D
0.34	1.733	30.93	8.23	10.54	0.60
0.69	1.768	29.72	7.29	15.22	2.61
0.86	1.665	29.41	7.45	15.11	2.48
1.03	1.774	28.95	7.83	18.32	0.66
1.21	1.780	25.00	7.77	17.60	2.04
1.38	1.691	29.79	7.84	23.71	1.76

ตารางที่ 6.3 ค่าเฉลี่ยผลการทดลอง ความหนาแน่น , ปริมาณน้ำ , การหดตัว , ความแข็งแรง ที่ความดันอัดต่างๆ ของแห้งตัวอย่างดินผสมจากราชบุรี



ความดันอัด Mpa	ความหนาแน่น g/cm <sup>3</sup>	ปริมาณน้ำ % น.น.	การหดตัว %	ความแข็งแรง	
				Mpa	S D
0.34	1.756	33.33	9.96	11.94	1.87
0.69	1.695	30.88	10.48	13.61	3.07
1.03	1.617	34.08	8.77	17.88	5.19
1.38	1.687	34.95	9.68	13.93	1.66

ตารางที่ 6.4 ค่าเฉลี่ยผลการทดลอง ความหนาแน่น , ปริมาณน้ำ , การหดตัว , ความแข็งแรง ที่ความดันอัดต่างๆ ของแท่งตัวอย่างดินผสมจากร้อยเอ็ด

ความดันอัด Mpa	ความหนาแน่น g/cm <sup>3</sup>	ปริมาณน้ำ % น.น.	การหดตัว %	ความแข็งแรง	
				Mpa	S D
0.34	1.675	37.97	12.66	9.14	1.66
0.69	1.770	38.82	13.01	10.47	1.00
1.03	1.786	38.46	11.54	14.04	1.40
1.38	1.868	36.88	11.45	17.91	1.45

ตารางที่ 6.5 ค่าเฉลี่ยผลการทดลอง ความหนาแน่น , ปริมาณน้ำ , การหดตัว , ความแข็งแรง ที่ความดันอัดต่างๆ ของแท่งตัวอย่างดินผสมจากราชบุรี

จะเกิดการไหลที่ความดัน .34 เมกกะปาสคาล คงที่ตลอดความหนาแน่นเฉลี่ยใกล้เคียงกับดินผสมจากชลบุรีและร้อยเอ็ดคือความหนาแน่นเฉลี่ย 1.675 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรแต่ปริมาณน้ำมากกว่าคือเฉลี่ย 37.97 เปอร์เซ็นต์ ทำให้การหดตัวมากขึ้นเป็น 12.66 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองแท่งตัวอย่างที่ใช้ดินจากราชบุรีแสดงด้วยตารางที่ 6.5 หลังการเผาแท่งตัวอย่างไม่เรียบ เนื่องจากการหดตัวค่อนข้างมากและไม่สม่ำเสมอที่ผิวจะปรากฏรอยร้าวเล็ก ๆ มองเห็นด้วยตาในชิ้นงานบางชิ้น

#### 6.2.4 ผลการทดลองแท่งตัวอย่างที่ใช้ดินผสมแบบกึ่งแห้ง

สำหรับแท่งตัวอย่างที่อัดจากดินผสมแบบกึ่งแห้งที่ใส่น้ำผสมไป 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักนั้นผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 6.6 , 6.7 ดินผสมชุดแรกที่ผสมน้ำ 5 เปอร์เซ็นต์เพิ่มความดันอัดจาก .34 , .69 , 1.03 และ 1.38 เมกกะปาสคาล ความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามลำดับ ซึ่งความหนาแน่นอยู่ในช่วง 1.5084 - 2.0849 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ปริมาณน้ำเฉลี่ย 12.76 เปอร์เซ็นต์ การหดตัวเฉลี่ย 5.75 เปอร์เซ็นต์ หลังจากการเผาให้สุกแล้วผิวของแท่งตัวอย่างเรียบมากผิวเป็นมัน

แท่งตัวอย่างที่อัดจากดินผสมที่ผสมน้ำ 10 เปอร์เซ็นต์พบว่าความดันต่ำกว่า.34 เมกกะปาสคาล ไม่พอที่จะทำให้ดินอัดแน่นอยู่ได้ สำหรับความดัน .34 , .69 , 1.03 และ 1.38 เมกกะปาสคาล ความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามลำดับ ซึ่งความหนาแน่นอยู่ในช่วง 1.4558 - 1.9892 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ปริมาณน้ำเฉลี่ย 21.67 เปอร์เซ็นต์ การหดตัวเฉลี่ย 11.11 เปอร์เซ็นต์ หลังจากการเผาให้สุกแล้วผิวของแท่งตัวอย่างเรียบมากผิวเป็นมัน เหมือนกับดินผสมชุดแรก เมื่อเปรียบเทียบกับ การอัดแบบเปียกโดยใช้ส่วนผสมเดียวกันแล้วการอัดแบบกึ่งแห้งในขณะถูกอัดจะมีการไหลเพียงเล็กน้อย พร้อมทั้งการยุบตัวด้วยและจะให้ความดันอัดมากกว่า จากการสังเกตพบว่าความดันที่อัดแท่งตัวอย่างให้ได้สมบูรณ์ควรอยู่ในช่วง .69 - 1.03 เมกกะปาสคาล

#### 6.2.5 ผลการทดลองแท่งตัวอย่างที่ใช้ดินผสมแบบแห้ง

การอัดแท่งตัวอย่างโดยการใช้น้ำผสมแห้ง (Dry Pressing) ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 6.8 จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าการอัดแบบแห้งนี้ต้องใช้แรงมากกว่าการอัดดินผสมจากแหล่งผลิตเตา ในการอัดเริ่มด้วยความดัน .34 , .69 , 1.03 , 1.38 และ 2.07 เมกกะปาสคาล ปรากฏว่าแท่งตัวอย่างที่อัดด้วยความดัน .34 เมกกะปาสคาล นั้นดินผสมยังไม่เกาะตัวยังเป็นผงดิน ส่วนแท่งตัวอย่างที่อัดด้วยความดัน .69 , 1.03 , 1.38 และ 2.07 เมกกะปาสคาล ความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้นตามความดัน แต่ความหนาแน่นยังไม่มากนัก

ความดันอัด Mpa	ความหนาแน่น g/cm <sup>3</sup>	ปริมาณน้ำ % น.น.	การหดตัว %	ความแข็งแรง Mpa	S D
0.34	1.603	13.85	7.04	10.15	2.99
0.69	1.621	12.55	6.80	25.65	2.40
1.03	1.727	12.40	3.80	30.97	5.09
1.38	1.915	12.24	5.34	37.16	3.89

ตารางที่ 6.6 ค่าเฉลี่ยผลการทดลอง ความหนาแน่น , ปริมาณน้ำ , การหดตัว , ความแข็งแรง ที่ความดันอัดต่างๆ ของแท่งตัวอย่างดินผสมอัดแบบกึ่งแห้งชุดที่ 1

ความดันอัด Mpa	ความหนาแน่น g/cm <sup>3</sup>	ปริมาณน้ำ % น.น.	การหดตัว %	ความแข็งแรง Mpa	S D
0.34	1.534	19.65	11.44	6.30	0.55
0.69	1.774	21.55	10.70	19.81	0.64
1.03	1.965	24.55	11.06	22.62	0.80
1.38	1.967	20.89	11.22	32.52	0.16

ตารางที่ 6.7 ค่าเฉลี่ยผลการทดลอง ความหนาแน่น , ปริมาณน้ำ , การหดตัว , ความแข็งแรง ที่ความดันอัดต่างๆ ของแท่งตัวอย่างดินผสมอัดแบบกึ่งแห้งชุดที่ 2



ความดันอัด Mpa	ความหนาแน่น g/cm <sup>3</sup>	ปริมาณน้ำ % น.น.	การหดตัว %	ความแข็งแรง Mpa	S D
0.69	1.110	11.63	0.80	7.00	1.72
1.03	1.414	11.47	1.16	9.01	0.56
1.38	1.420	8.04	1.17	16.67	1.28
2.07	1.622	10.24	1.12	21.20	1.83

ตารางที่ 6.8 ค่าเฉลี่ยผลการทดลอง ความหนาแน่น , ปริมาณน้ำ , การหดตัว , ความแข็งแรง ที่ความดันอัดต่างๆ ของแท่งตัวอย่างดินผสมอัดแบบแห้ง

เมื่อเปรียบเทียบกับ การอัดดินผสมจากแหล่งผลิตเตาที่ความดันเดียวกัน ปริมาณน้ำเฉลี่ย 10.42 เปอร์เซ็นต์ การหดตัวเฉลี่ย 0.89 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยมากเมื่อเทียบกับการอัดแบบแห้ง เมื่อทดลองอัดขึ้นงานแบบกลวงปรากฏว่าแท่งตัวอย่างที่ได้ไม่สมบูรณ์คือด้านบนของชิ้นงานเกาะตัวยังไม่แน่นทำให้ชิ้นงานแหงนการเกาะตัวของดินไม่ติดส่วนด้านล่างเกาะตัวได้ดีและแข็งแรง ทั้งนี้เพราะว่าดินที่อัดด้วยการอัดแบบแห้งไม่มีการไหล เมื่อถูกอัดดินจะถูกอัดให้ยุบตัวลงแล้วอัดตัวแน่นที่ด้านล่างแต่ด้านบนยังอัดได้ไม่แน่นพอบางส่วนจึงยังไม่เกาะตัวทำให้แท่งตัวอย่างแหงนไปในส่วนที่ติดยังไม่เกาะตัว ดังนั้นดินผสมแห้งไม่เหมาะที่จะใช้อัดเป็นชิ้นงานรูปร่างซับซ้อนรวมทั้งเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงด้วย แท่งตัวอย่างที่อัดแบบนี้เมื่อเผาให้สุกแล้วเนื้อดินจะร่อนออกมาเป็นผงและมีรอยร้าว (ในการอัดแบบแห้งนี้แท่งตัวอย่างไม่สามารถอัดแบบกลวงได้จึงจำเป็นต้องอัดเป็นแท่งตัน เพื่อใช้เปรียบเทียบ)

จากรูปที่ 6.1 เป็นการเปรียบเทียบความหนาแน่นเฉลี่ยของแท่งตัวอย่างดินจากแหล่งต่างๆ เมื่อเพิ่มความดันอัดขึ้นรูปแล้ว จะเห็นได้ว่าแท่งตัวอย่างจากแหล่งดินผสม ชลบุรี, ร้อยเอ็ด และราชบุรีนั้น ความหนาแน่นไม่แน่นอน ไม่ขึ้นกับความดันอัด ทั้งนี้เนื่องจากดินผสม

จากทั้งสามแหล่งมีปริมาณน้ำมากความดันที่อัดจะถูกต้านด้วยน้ำที่อยู่ระหว่างเม็ดดิน ทำให้ระยะห่างระหว่างเม็ดดินไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก และความสม่ำเสมอของส่วนผสมเนื้อดินไม่แน่นอนจึงทำให้ความหนาแน่นของแท่งตัวอย่างไม่แน่นอนด้วย

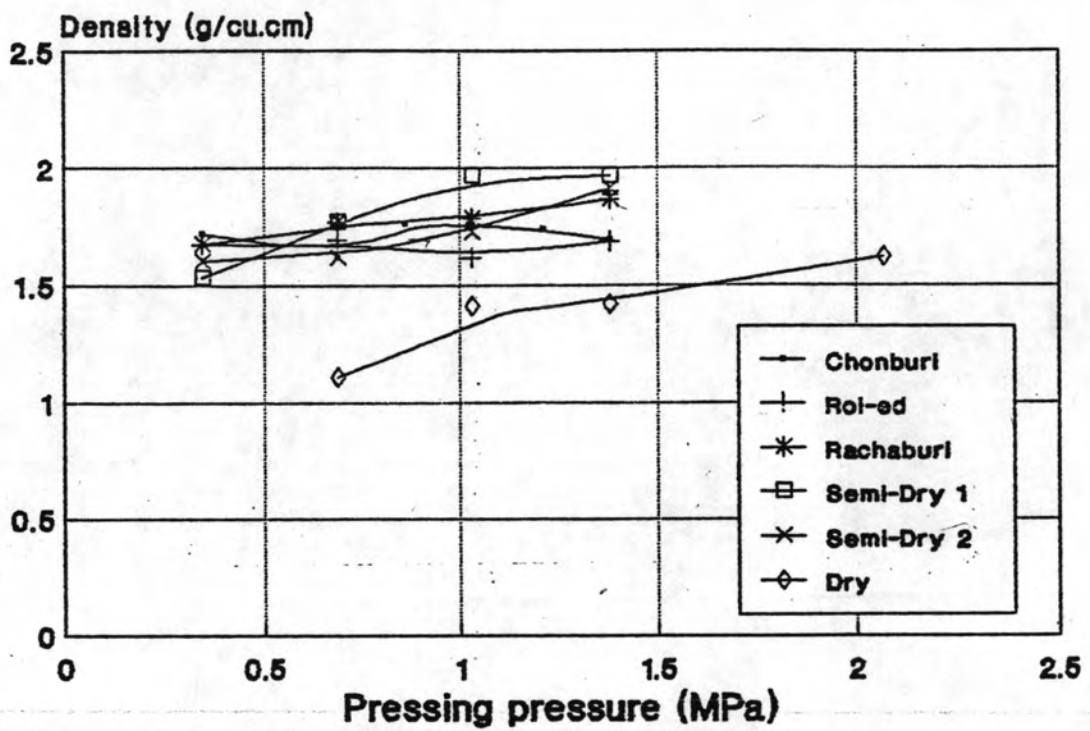
สำหรับแท่งตัวอย่างที่อัดจากดินผสมที่เตรียมขึ้นโดยควบคุมส่วนผสมและปริมาณน้ำให้เหมาะสมและสม่ำเสมอแล้วความหนาแน่นของแท่งตัวอย่างนี้จะเพิ่มขึ้นตามความดันอัดที่เพิ่มขึ้น และจะเห็นได้ว่าที่ความดันอัดต่ำดินผสมกึ่งแห้งชุดที่ 2 ซึ่งมีปริมาณน้ำมากกว่าจะมีความหนาแน่นมากกว่าแท่งตัวอย่างชุดที่ 1 แต่เมื่อความดันอัดเพิ่มขึ้นความหนาแน่นของแท่งตัวอย่างชุดที่ 2 จะมีแนวโน้มคงที่ ผิดกับแท่งตัวอย่างชุดที่ 1 ซึ่งความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้นไปอีก ทั้งนี้เนื่องจาก ที่ความดันอัดต่ำนั้นดินที่มีปริมาณน้ำมากกว่าจะอัดตัวได้ดีกว่า เนื่องจากน้ำช่วยประสานเม็ดดินให้เกาะตัวได้แน่นกว่าดินที่มีปริมาณน้ำน้อยกว่า แต่เมื่อเพิ่มความดันอัดเพิ่มสูงขึ้นปริมาณน้ำที่มากกว่าจะเริ่มต้านการอัดตัวของเม็ดดินทำให้ระยะห่างระหว่างเม็ดดินจะไม่ลดลงมากนักทำให้ความหนาแน่นมีแนวโน้มคงที่ แต่ดินที่มีปริมาณน้อยกว่าที่ความดันอัดต่ำการเกาะตัวของเม็ดดินยังไม่แน่นพอความหนาแน่นจึงต่ำกว่า แต่เมื่อเพิ่มความดันอัดให้มากขึ้นการอัดตัวของเม็ดดินอัดได้มากกว่าทำให้ความหนาแน่นเพิ่มขึ้นมากกว่า

สำหรับการอัดดินผสมแบบแห้งปริมาณน้ำน้อยมากจนไม่สามารถผสมเม็ดดินได้ที่มีความดันต่ำการเกาะตัวของเม็ดดินน้อยทำให้ความหนาแน่นของแท่งตัวอย่างจึงต่ำกว่าแท่งตัวอย่างแบบกึ่งแห้งทั้ง 2 แต่ถ้าเพิ่มความดันอัดให้มากพอความหนาแน่นของแท่งตัวอย่างแบบนี้จะมีความหนาแน่นสูงกว่าแท่งตัวอย่างทั้งหมดที่ความดันอัดเดียวกัน

จากรูปที่ 6.2, 6.3 แสดงพารามิเตอร์ต่างๆจากการทดลอง รูปที่ 6.2 แสดงถึงความสัมพันธ์ เปอร์เซ็นต์การหดตัวของแท่งตัวอย่างที่ใช้ดินผสมจากแหล่งต่างๆ กับความดันอัด รูปที่ 6.3 แสดงถึง เปอร์เซ็นต์น้ำของแท่งตัวอย่างที่ใช้ดินผสมจากแหล่งต่างๆ

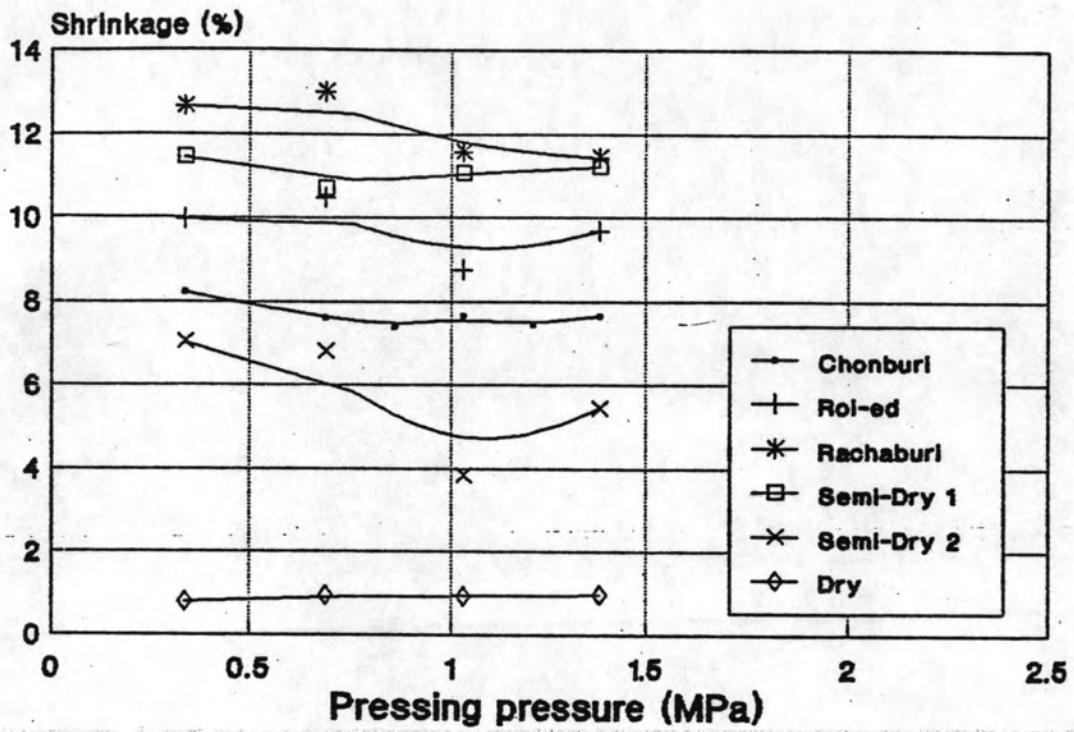
### 6.3 ผลการทดลองความแข็งแรงของแท่งตัวอย่าง

จากผลการทดสอบความแข็งแรงของแท่งตัวอย่างโดยการอัดทำลายด้วยเครื่องทดสอบความเค้นอัด เมื่อพิจารณาการแตกของแท่งตัวอย่างพบว่ารอยแตกจะเริ่มจากด้านบนของแท่งตัวอย่างก่อนแล้วจึงต่อลงมาที่ฐานด้านล่างของแท่งตัวอย่าง และจะมีลักษณะการแตกแบบนี้เหมือนกันทุกชุด จะต่างกันเฉพาะแรงที่ใช้ ซึ่งเป็นเพราะว่าในแท่งตัวอย่างนั้นความแข็งแรงไม่เท่ากันทั้งแท่ง โดยความแข็งแรงที่ด้านบนจะต่ำกว่าด้านฐานเนื่องจากการอัดตัวของเนื้อดินด้านบนไม่แน่นเท่าด้านล่าง จึงทำให้ความแข็งแรงน้อยกว่าและเป็นอีกเหตุผลหนึ่ง ที่ทำให้ความหนาแน่นไม่แน่นอน



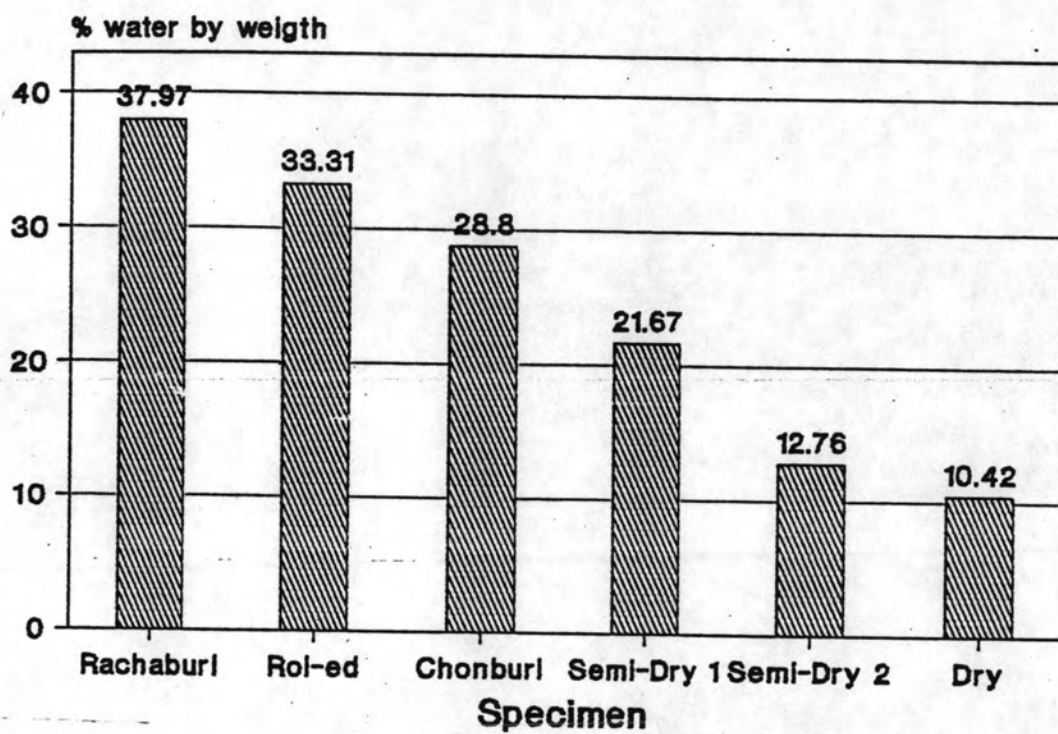
หมายเหตุ: การอัดแบบแห้งแต่งตัวอย่างเป็นแบบแต่งต้น

รูปที่ 6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแท่งตัวอย่างที่ใช้ดินผสม จากแหล่งต่างๆกับความดันอัด



หมายเหตุ: การอัดแบบแห้งแก่ตัวอย่าง เป็นแบบแห้งตัน

รูปที่ 6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การหดตัวของแห้งตัวอย่างที่ใช้ดินผสม จากแหล่งต่างๆกับความดันอัด



หมายเหตุ: การอัดแบบแห้งแห้งตัวอย่างเป็นแบบแห้งต้น

รูปที่ 6.3 เปอร์เซ็นต์น้ำของแห้งตัวอย่างที่ใช้ดินผสมจากแหล่งต่างๆ



จากตารางที่ 6.9 แสดงถึงผลการทดสอบความแข็งแรงของแท่งตัวอย่างโดยการอัดทำลาย จะเห็นได้ว่าแท่งตัวอย่างที่ใช้ดินผสมจากจังหวัดชลบุรีมีความแข็งแรงที่สุด ถัดมาคือดินผสมจากจังหวัดร้อยเอ็ดและราชบุรีตามลำดับ เนื่องจากดินผสมจากราชบุรีมีส่วนผสมของน้ำมากที่สุด เมื่อนำแท่งตัวอย่างไปตากและเผาให้สูญน้ำในเนื้อดินระเหยไปหมดทำให้เนื้อของแท่งตัวอย่างเกิดเป็นรูพรุนมาก ความแข็งแรงจึงลดน้อยลงไปในทำนองเดียวกันกับดินผสมจากชลบุรีและร้อยเอ็ด แต่ปริมาณน้ำในเนื้อดินผสมสองแหล่งหลังมีน้อยกว่าทำให้รูพรุนน้อยกว่าจึงแข็งแรงกว่า จะสังเกตุดูเห็นได้ว่าความแข็งแรงของแท่งตัวอย่างจากทั้ง 3 แหล่งผลิตจะเพิ่มขึ้นตามความดันอัด ในขณะที่ความหนาแน่นของแท่งตัวอย่างเหล่านี้ไม่เปลี่ยนแปลงตามความดัน ซึ่งขัดแย้งกัน แต่จากการสังเกตลักษณะผิวของแท่งตัวอย่างพบว่าที่ความดันต่ำๆ เนื้อดินแท่งตัวอย่างยังไม่ประสานกันดีบางแห่งยังแยกเป็นชั้น และไม่สม่ำเสมอทั้งแท่งทำให้ความแข็งแรงน้อยกว่าแท่งตัวอย่างที่ถูกอัดด้วยความดันสูง เนื่องจากเนื้อดินผสมที่แยกเป็นชั้นจะถูกบีบด้วยแรงอัดให้รวมเป็นเนื้อเดียวกันทำให้แท่งตัวอย่างนี้แข็งแรงมากกว่า อีกทั้งส่วนผสมของดินผสมยังไม่สม่ำเสมอทั้งแท่งและยังมีสิ่งแปลกปลอมปนอยู่ด้วย มีผลทำให้ความแข็งแรงของแท่งตัวอย่างเหล่านี้ไม่ขึ้นกับความหนาแน่น

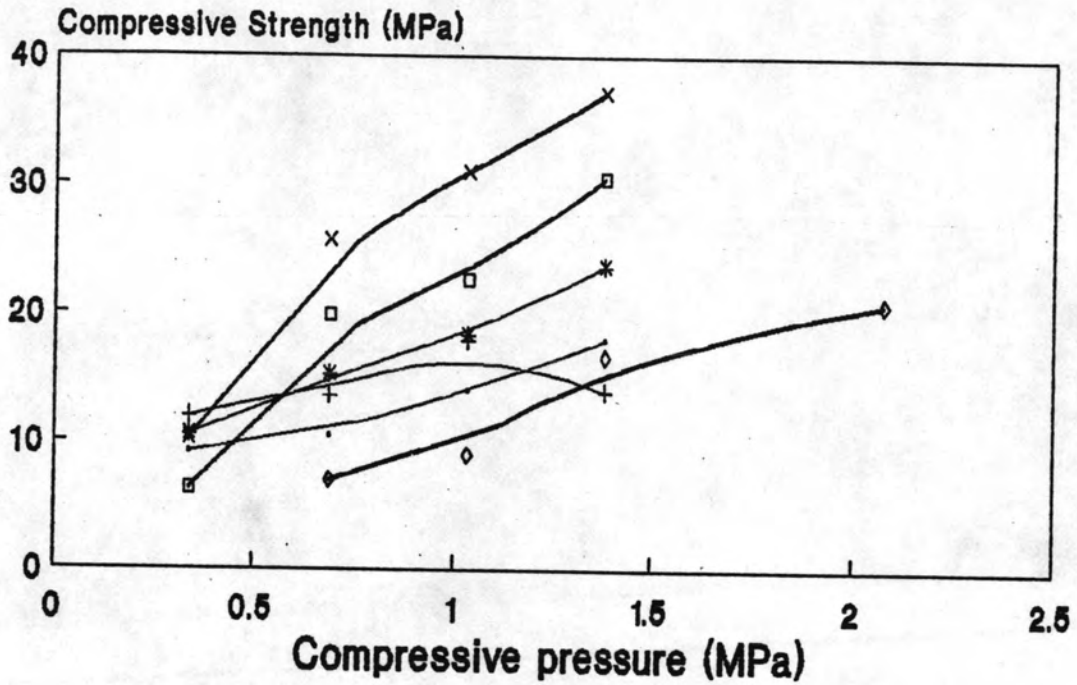
เมื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงของแท่งตัวอย่างที่ใช้ดินผสมจากทั้งสามแหล่งผลิตกับแท่งตัวอย่างที่ขึ้นรูปโดยการอัดแบบแห้ง และกึ่งแห้งที่ได้รับการควบคุมปริมาณน้ำให้มีปริมาณที่เหมาะสมที่ความดันอัดขึ้นรูปเดียวกันจะเห็นได้ว่าความหนาแน่นและความแข็งแรงเพิ่มขึ้น เมื่อความดันอัดเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกันและจากการทดลองขณะที่แท่งตัวอย่างจากการอัดแบบแห้งมีความแข็งแรงน้อยกว่าแต่ความแข็งแรงของแท่งตัวอย่างจากการขึ้นรูปแบบกึ่งแห้งมีความแข็งแรงมากกว่า จะเห็นได้ว่าการลดปริมาณน้ำในเนื้อดินผสมนั้นทำให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้นได้จำกัด ถาลดให้น้อยลงไปอีกความแข็งแรงจะลดลง พิจารณาได้ว่าน้ำในเนื้อดินผสมทำให้เม็ดดินเกาะกันได้ดีในขณะอัด แต่ถ้ามากเกินไปทำให้เนื้อดินผสมพรุนมากเมื่อน้ำระเหยไปหมดและเมื่ออัดขึ้นรูปน้ำที่มากเกินไป จะออกแรงต้านไม่ให้เม็ดดินเข้ามาเกาะใกล้กันจนกว่าน้ำจะถูกบีบให้ออกจากเนื้อดินทำให้ชิ้นงานไม่แข็งแรง แต่ถ้ามีปริมาณน้ำในเนื้อดินผสมน้อยเกินไปทำให้เม็ดดินเกาะตัวยากเนื่องจากไม่มีความเหนียวต้องใช้ความดันมากในการอัดขึ้นรูปและยังทำให้งานมีความแข็งแรงน้อย

จากตารางที่ 6.9 ที่ความดันอัดขึ้นรูป .69 , 1.03 , 1.38 เมกกะปาสคาล จะเห็นว่าแท่งตัวอย่างจากการอัดแบบกึ่งแห้งที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำ 12.76 % แข็งแรงที่สุด ถัดมาคือ 21.67 % , 28.8 % , 33.31 % , 37.97 % และ 10.42 % ซึ่งเป็นการอัดแบบแห้งโดยใช้ดินผสมเป็นผงแห้ง ส่วนที่ความดันต่ำคือตั้งแต่ .34 เมกกะปาสคาลลงการอัดขึ้นรูปแบบกึ่งแห้งมีความแข็งแรงน้อยกว่าดินผสมจากทั้งสามแหล่งผลิต เพราะว่ที่ความดันอัดต่ำดินผสมที่มี

ปริมาณน้ำน้อยยิ่งเกาะตัวไม่แน่นความแข็งแรงจึงน้อย จากรูปที่ 6.4 แสดงถึงความแข็งแรงของแท่งตัวอย่างที่ความดันอัดและปริมาณน้ำต่างๆ

ความดันอัด Mpa	Compressive Strength (Mpa)					
	ราชบุรี 37.97 %	ร้อยเอ็ด 33.31 %	ชลบุรี 28.80 %	กิ่งแห่ง 1 21.67 %	กิ่งแห่ง 2 12.76 %	แห่ง 10.42 %
0.34	9.14	11.94	10.54	6.30	10.15	—
0.69	10.47	13.61	15.22	19.81	25.65	7.00
1.03	14.04	17.88	18.32	22.62	30.97	9.01
1.38	17.97	13.93	23.71	30.52	37.16	16.67
2.07	—	—	—	—	—	20.81

ตารางที่ 6.9 ความแข็งแรงของแท่งตัวอย่างที่ความดันอัดและปริมาณน้ำต่างๆ



— Rachaburi(37.97%)    + Rol-ed(33.31%)    \* chonbri(28.80%)  
 — Semi 2(21.67%)    \* Semi 1(12.76%)    ◆ Dry(10.42%)

หมายเหตุ: การอัดแบบแห้งแก่ตัวอย่างเป็นแบบแห้งตัน

รูปที่ 6.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของแท่งตัวอย่างที่ใช้ดินผสม  
 จากแหล่งต่างๆกับความดันอัด