

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุปผลการทดสอบแบบจำลอง

สำหรับผลการทดสอบแบบจำลองที่จัดทำขึ้น ดังแสดงไว้ในบทที่ผ่านมา สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5.1 โดยสรุปผลการทดลองด้วยการแสดงค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการนำพาตัวอย่างหินจากการทดลองแต่ละครั้งกับพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 5.1 ตารางสรุปผลการทดสอบแบบจำลองในทุกรูปแบบการทดสอบ

พารามิเตอร์ -->	ความเร็วรอบในการหมุน (รอบต่อนาที)		ความดันของปั๊มน้ำ โคลน (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)	ขนาดของตะกอน ตัวอย่าง	จำนวนของ Nozzle	ขนาดของ Nozzle (มิลลิเมตร)	เวลาในการนำพา ตัวอย่าง (วินาที)
ครั้งที่ 1	0	0	20	90 μm	3	2.5	64.4
ครั้งที่ 2	0	0	20	90 μm	3	5	55.1
ครั้งที่ 3	0	0	20	90 μm	3	10	48.6
ครั้งที่ 4	0	0	20	90 μm	5	2.5	91.0
ครั้งที่ 5	0	0	20	90 μm	5	5	80.2
ครั้งที่ 6	0	0	20	90 μm	5	10	68.5
ครั้งที่ 7	0	0	20	90 μm	9	2.5	124.4
ครั้งที่ 8	0	0	20	90 μm	9	5	105.1
ครั้งที่ 9	0	0	20	90 μm	9	10	88.1
ครั้งที่ 10	0	0	20	180 μm	3	2.5	81.0
ครั้งที่ 11	0	0	20	180 μm	3	5	73.3
ครั้งที่ 12	0	0	20	180 μm	3	10	64.0

ตารางที่ 5.1 ตารางสรุปผลการทดสอบแบบจำลองในทุกรูปแบบการทดสอบ (ต่อ)

163.3พารามิเตอร์ -->	ความเร็วรอบในการหมุน (รอบต่อนาที)		ความดันของปั๊มน้ำ โคลน (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)	ขนาดของตะกอน ตัวอย่าง	จำนวนของ Nozzle	ขนาดของ Nozzle (มิลลิเมตร)	เวลาในการนำพา ตัวอย่าง (วินาที)
ครั้งที่ 13	0		20	180 μ m	5	2.5	125.0
ครั้งที่ 14	0		20	180 μ m	5	5	110.5
ครั้งที่ 15	0		20	180 μ m	5	10	98.4
ครั้งที่ 16	0		20	180 μ m	9	2.5	163.3
ครั้งที่ 17	0		20	180 μ m	9	5	147.7
ครั้งที่ 18	0		20	180 μ m	9	10	121.1
ครั้งที่ 19	0		40	90 μ m	3	2.5	45.2
ครั้งที่ 20	0		40	90 μ m	3	5	40.0
ครั้งที่ 21	0		40	90 μ m	3	10	38.1
ครั้งที่ 22	0		40	90 μ m	5	2.5	52.5
ครั้งที่ 23	0		40	90 μ m	5	5	45.5
ครั้งที่ 24	0		40	90 μ m	5	10	39.1

ตารางที่ 5.1 ตารางสรุปผลการทดสอบแบบจำลองในทุกรูปแบบการทดสอบ (ต่อ)

พารามิเตอร์ --> ลำดับทำการทดสอบ	ความเร็วรอบในการหมุน (รอบต่อนาที)		ความดันของปั๊มน้ำโคลน (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)		ขนาดของตะกอนตัวอย่าง		จำนวนของ Nozzle		ขนาดของ Nozzle (มิลลิเมตร)		เวลาในการนำพาตัวอย่าง (วินาที)	
ครั้งที่ 25	0		40		90 μm		9		2.5		69.6	
ครั้งที่ 26	0		40		90 μm		9		5		58.2	
ครั้งที่ 27	0		40		90 μm		9		10		50.1	
ครั้งที่ 28	0		40		180 μm		3		2.5		61.1	
ครั้งที่ 29	0		40		180 μm		3		5		52.1	
ครั้งที่ 30	0		40		180 μm		3		10		45.2	
ครั้งที่ 31	0		40		180 μm		5		2.5		70.0	
ครั้งที่ 32	0		40		180 μm		5		5		59.6	
ครั้งที่ 33	0		40		180 μm		5		10		43.2	
ครั้งที่ 34	0		40		180 μm		9		2.5		92.7	
ครั้งที่ 35	0		40		180 μm		9		5		78.0	
ครั้งที่ 36	0		40		180 μm		9		10		68.2	

ตารางที่ 5.1 ตารางสรุปผลการทดสอบแบบจำลองในทุกรูปแบบการทดสอบ (ต่อ)

พารามิเตอร์ -->		ความเร็วรอบในการหมุน (รอบต่อนาที)	ความดันของปั๊มน้ำโคลน (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)	ขนาดของตะกอนตัวอย่าง	จำนวนของ Nozzle	ขนาดของ Nozzle (มิลลิเมตร)	เวลาในการฆ่าฟางตัวอย่าง (วินาที)
ลำดับทำการทดสอบ							
ครั้งที่ 37		50	20	90 μm	3	2.5	51.1
ครั้งที่ 38		50	20	90 μm	3	5	45.7
ครั้งที่ 39		50	20	90 μm	3	10	40.1
ครั้งที่ 40		50	20	90 μm	5	2.5	69.8
ครั้งที่ 41		50	20	90 μm	5	5	57.4
ครั้งที่ 42		50	20	90 μm	5	10	50.2
ครั้งที่ 43		50	20	90 μm	9	2.5	98.3
ครั้งที่ 44		50	20	90 μm	9	5	85.5
ครั้งที่ 45		50	20	90 μm	9	10	76.1
ครั้งที่ 46		50	20	180 μm	3	2.5	78.1
ครั้งที่ 47		50	20	180 μm	3	5	68.2
ครั้งที่ 48		50	20	180 μm	3	10	59.1

ตารางที่ 5.1 ตารางสรุปผลการทดสอบแบบจำลองในทุกรูปแบบการทดสอบ (ต่อ)

พารามิเตอร์ --> ลำดับทำการทดสอบ	ความเร็วรอบในการหมุน (รอบต่อนาที)		ความดันของปั๊มน้ำ โคลน (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)	ขนาดของตะกอน ตัวอย่าง	จำนวนของ Nozzle	ขนาดของ Nozzle (มิลลิเมตร)	เวลาในการนำพา ตัวอย่าง (วินาที)
ครั้งที่ 49	50		20	180 μm	5	2.5	95.3
ครั้งที่ 50	50		20	180 μm	5	5	83.0
ครั้งที่ 51	50		20	180 μm	5	10	75.7
ครั้งที่ 52	50		20	180 μm	9	2.5	134.3
ครั้งที่ 53	50		20	180 μm	9	5	111.2
ครั้งที่ 54	50		20	180 μm	9	10	102.4
ครั้งที่ 55	50		40	90 μm	3	2.5	35.7
ครั้งที่ 56	50		40	90 μm	3	5	33.3
ครั้งที่ 57	50		40	90 μm	3	10	30.7
ครั้งที่ 58	50		40	90 μm	5	2.5	41.2
ครั้งที่ 59	50		40	90 μm	5	5	35.0
ครั้งที่ 60	50		40	90 μm	5	10	32.4

ตารางที่ 5.1 ตารางสรุปผลการทดสอบแบบจำลองในทุกรูปแบบการทดสอบ (ต่อ)

พารามิเตอร์ -->	ความเร็วรอบในการหมุน (รอบต่อวินาที)		ความดันของปั๊มน้ำโคลน (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)	ขนาดของตะกอนตัวอย่าง	จำนวนของ Nozzle	ขนาดของ Nozzle (มิลลิเมตร)	เวลาในการนำพาตัวอย่าง (วินาที)
ลำดับทำการทดสอบ							
ครั้งที่ 61	50		40	90 μm	9	2.5	57.3
ครั้งที่ 62	50		40	90 μm	9	5	44.4
ครั้งที่ 63	50		40	90 μm	9	10	39.0
ครั้งที่ 64	50		40	180 μm	3	2.5	49.4
ครั้งที่ 65	50		40	180 μm	3	5	41.1
ครั้งที่ 66	50		40	180 μm	3	10	37.1
ครั้งที่ 67	50		40	180 μm	5	2.5	62.3
ครั้งที่ 68	50		40	180 μm	5	5	54.4
ครั้งที่ 69	50		40	180 μm	5	10	49.1
ครั้งที่ 70	50		40	180 μm	9	2.5	73.1
ครั้งที่ 71	50		40	180 μm	9	5	61.0
ครั้งที่ 72	50		40	180 μm	9	10	54.2

ตารางที่ 5.1 ตารางสรุปผลการทดสอบแบบจำลองในทุกรูปแบบการทดสอบ (ต่อ)

พารามิเตอร์ -->	ความเร็วรอบในการหมุน (รอบต่อนาที)		ความดันของปั๊มน้ำโคลน (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)	ขนาดของตะกอนตัวอย่าง	จำนวนของ Nozzle	ขนาดของ Nozzle (มิลลิเมตร)	เวลาในการนำพาตัวอย่าง (วินาที)
ลำดับทำการทดสอบ							
ครั้งที่ 73	100		20	90 μm	3	2.5	39.2
ครั้งที่ 74	100		20	90 μm	3	5	32.2
ครั้งที่ 75	100		20	90 μm	3	10	29.6
ครั้งที่ 76	100		20	90 μm	5	2.5	55.1
ครั้งที่ 77	100		20	90 μm	5	5	49.3
ครั้งที่ 78	100		20	90 μm	5	10	45.6
ครั้งที่ 79	100		20	90 μm	9	2.5	69.0
ครั้งที่ 80	100		20	90 μm	9	5	60.4
ครั้งที่ 81	100		20	90 μm	9	10	51.5
ครั้งที่ 82	100		20	180 μm	3	2.5	55.3
ครั้งที่ 83	100		20	180 μm	3	5	49.2
ครั้งที่ 84	100		20	180 μm	3	10	44.2

ตารางที่ 5.1 ตารางสรุปผลการทดสอบแบบจำลองในทุกรูปแบบการทดสอบ (ต่อ)

พารามิเตอร์ -->	ความเร็วรอบในการหมุน (รอบต่อนาที)	ความดันของปั้มน้ำโคลน (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)	ขนาดของตะกอน ตัวอย่าง	จำนวนของ Nozzle	ขนาดของ Nozzle (มิลลิเมตร)	เวลาในการนำพา ตัวอย่าง (วินาที)
ลำดับทำการทดสอบ						
ครั้งที่ 85	100	20	180 μ m	5	2.5	72.3
ครั้งที่ 86	100	20	180 μ m	5	5	62.2
ครั้งที่ 87	100	20	180 μ m	5	10	53.2
ครั้งที่ 88	100	20	180 μ m	9	2.5	93.2
ครั้งที่ 89	100	20	180 μ m	9	5	83.2
ครั้งที่ 90	100	20	180 μ m	9	10	75.4
ครั้งที่ 91	100	40	90 μ m	3	2.5	28.3
ครั้งที่ 92	100	40	90 μ m	3	5	25.5
ครั้งที่ 93	100	40	90 μ m	3	10	23.4
ครั้งที่ 94	100	40	90 μ m	5	2.5	39.3
ครั้งที่ 95	100	40	90 μ m	5	5	30.6
ครั้งที่ 96	100	40	90 μ m	5	10	27.7

ตารางที่ 5.1 ตารางสรุปผลการทดสอบแบบจำลองในทุกรูปแบบการทดสอบ (ต่อ)

พารามิเตอร์ -->	ความเร็วรอบในการหมุน (รอบต่อนาที)	ความดันของปั๊มน้ำโคลน (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)	ขนาดของตะกอนตัวอย่าง	จำนวนของ Nozzle	ขนาดของ Nozzle (มิลลิเมตร)	เวลาในการนำพาตัวอย่าง (วินาที)
ครั้งที่ 97	100	40	90 μm	9	2.5	47.4
ครั้งที่ 98	100	40	90 μm	9	5	38.2
ครั้งที่ 99	100	40	90 μm	9	10	32.3
ครั้งที่ 100	100	40	180 μm	3	2.5	44.4
ครั้งที่ 101	100	40	180 μm	3	5	39.3
ครั้งที่ 102	100	40	180 μm	3	10	31.4
ครั้งที่ 103	100	40	180 μm	5	2.5	57.6
ครั้งที่ 104	100	40	180 μm	5	5	50.7
ครั้งที่ 105	100	40	180 μm	5	10	42.4
ครั้งที่ 106	100	40	180 μm	9	2.5	69.4
ครั้งที่ 107	100	40	180 μm	9	5	58.3
ครั้งที่ 108	100	40	180 μm	9	10	49.4

จากตารางที่ 5-1 จะเห็นว่าการนำพาตัวอย่างตะกอนในการทดสอบแบบจำลองที่จัดทำขึ้น มีปัจจัยที่เข้ามาควบคุมเวลาในการเคลื่อนที่ของตัวอย่างตะกอนหลายปัจจัยด้วยกัน โดยสามารถแยกแยะรายละเอียดได้ดังนี้

ขนาดของตะกอนตัวอย่าง

สำหรับขนาดของตะกอนที่นำมาใช้ในการทดสอบแบบจำลอง จะมีทั้งสิ้น 2 ขนาดได้แก่ เม็ดตะกอนขนาดใหญ่ (เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 180 ไมครอน) และเม็ดตะกอนขนาดเล็ก (เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 90 ไมครอน) โดยเวลาที่วัดได้จากการทดลอง จะเห็นว่าเม็ดตะกอนที่มีขนาดใหญ่ จะใช้เวลาในการเคลื่อนที่มากกว่าเม็ดตะกอนที่มีขนาดเล็ก

ความดันในการทดสอบแบบจำลอง

สำหรับความดันในการทดสอบแบบจำลอง จะมีการตั้งค่าระดับของความดันไว้ 2 ระดับ คือ ระดับความดันที่ 1 ประมาณ 20 psi และระดับความดันที่ 2 ประมาณ 40 psi โดยจากผลการทดสอบแบบจำลองจะเห็นว่า เวลาที่ใช้ในการนำพาตัวอย่างตะกอน ในกรณีที่ใช้ความดันต่ำจะใช้เวลามากกว่ากรณีที่มีการใช้ความดันสูง โดยเวลาที่แสดงออกมาจะเห็นผลของความแตกต่างค่อนข้างชัดเจน

ขนาดของรูบนหัวเจาะจำลอง (Bit nozzle)

สำหรับในกรณีที่พิจารณาถึงขนาดของรูบนหัวเจาะ หรือ Bit Nozzle size จากผลการทดสอบแบบจำลองจะเห็นว่า ถ้าขนาดของรูบนหัวเจาะมีขนาดเล็ก จะทำให้เวลาที่ใช้ในการนำพาตัวอย่างตะกอนจากด้านล่างสู่ด้านบนมีค่าน้อยกว่ากรณีที่รูบนหัวเจาะมีขนาดใหญ่ ซึ่งสาเหตุน่าจะมาจากลักษณะของความเร็วที่ออกจากรูขนาดเล็กบนหัวเจาะ จะมีค่าความแรงของน้ำหรือความเร็วของน้ำในขณะพุ่งออกจากหัวเจาะสูงกว่าความเร็วที่ออกจากรูขนาดใหญ่บนหัวเจาะ หรือที่เรียกว่า Jet velocity ซึ่งทำให้สามารถช่วยในการนำพาตัวอย่างตะกอนได้ดีขึ้น

จำนวนของรูบนหัวเจาะ

สำหรับในกรณีที่พิจารณาถึงจำนวนของรูบนหัวเจาะ จากผลการทดสอบแบบจำลองจะเห็นว่า ถ้าจำนวนของรูบนหัวเจาะมีจำนวนมาก จะทำให้เวลาที่ใช้ในการนำพาตัวอย่างตะกอนจากด้านล่างสู่ด้านบนมีค่ามากกว่ากรณีที่จำนวนของรูบนหัวเจาะมีจำนวนน้อย ซึ่งสาเหตุน่าจะมาจากความเร็วของไหลที่ออกก็จะไหลหัวเจาะ โดยหัวเจาะที่มีจำนวนรูบนหัวเจ้าน้อยกว่าจะสามารถเพิ่มความเร็วของน้ำได้ดีกว่าหัวเจาะที่มีจำนวนของรูบนหัวเจาะที่มากกว่า ทำให้เวลาที่ใช้ในการนำพาตัวอย่างตะกอนจะลดลงตามไปด้วย หรือทำให้สามารถช่วยในการนำพาตัวอย่างตะกอนได้ดีขึ้น

ความเร็วรอบในการหมุน

สำหรับในกรณีที่พิจารณาถึงความเร็วรอบในการหมุนต่อความสามารถในการนำพาตัวอย่างตะกอน จากการทดสอบแบบจำลอง จะไม่เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน แต่สามารถเทียบเคียงข้อมูลที่ได้จากการทดลอง โดยพิจารณาจากแนวโน้มของผลการทดสอบแบบจำลอง ซึ่งจะเห็นว่า ในกรณีที่

ความเร็วรอบของการหมุนของก้านเจาะจำลองสูงขึ้น จะส่งผลให้น้ำอย่างตะกอนเคลื่อนที่ขึ้นสู่ด้านบนได้เร็วขึ้นกว่ากรณีที่ความเร็วรอบของการหมุนของก้านเจาะจำลองต่ำหรือไม่มีการหมุนเลย

5.2 ปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากการทดสอบแบบจำลอง ปัญหาที่พบจะมีค่อนข้างหลากหลาย แต่สามารถสรุปปัญหาที่สำคัญได้ดังนี้

1. เนื่องจากช่องเหลวที่ใช้ในการทดสอบเป็นน้ำ ซึ่งมีความแตกต่างจากน้ำโคลนที่มีการใช้ในการเจาะทั่วไปเป็นอย่างมาก เพราะในการเจาะปกติ จะมีสารเคมีที่ผสมเข้าไปเพื่อควบคุมค่าความหนืดของน้ำโคลน แต่ผู้ทำการทดลองไม่สามารถนำมาผสมกับการทดสอบแบบจำลองได้ เนื่องจากจะเกิดปัญหากับเครื่องมือที่ทำขึ้น รวมถึงเป็นการยากในการสังเกตว่าตัวอย่างเศษหินที่ใช้ในการทดลอง จะตกถึงตะแกรงกรองเมื่อใด อาจจะทำให้เกิดการผิดพลาดในการจับเวลาได้ง่าย

2. ในการทดสอบแบบจำลอง ใช้การจับเวลาและสังเกตการนำพาตัวอย่างตะกอนจากด้านล่างของแบบจำลองสู่ด้านบนของแบบจำลอง ซึ่งอาจจะมีการผิดพลาดของเวลาที่ทำการวัดออกมาได้ค่อนข้างง่าย ทำให้ผลการทดสอบแบบจำลองมีความผิดพลาด จึงต้องทำการทดสอบหลายครั้ง แล้วนำค่าที่ได้มาเฉลี่ย เพื่อหาค่าที่ควรจะเป็น และจากการที่ต้องทำการทดสอบหลายครั้ง ส่งผลให้แบบจำลองที่จัดทำขึ้นมีปัญหาระหว่างการทดสอบอยู่บ่อยครั้ง

3. เนื่องจากแบบจำลองที่จัดทำขึ้นมีขนาดค่อนข้างสูงและใหญ่ และในการบรรจุตัวอย่างเศษหินจำเป็นต้องนำเข้าไปจากด้านบนของแบบจำลอง จึงส่งผลให้ในการทดสอบแบบจำลองจึงต้องทำอย่างระมัดระวัง เพราะแบบจำลองอาจจะล้มและเกิดการเสียหาย ทำให้ไม่สามารถทดสอบต่อไปได้ ซึ่งจากเหตุผลดังกล่าวทำให้ในการทดสอบแบบจำลองจึงต้องใช้เวลามากกว่าที่วางแผนไว้

สำหรับข้อเสนอแนะของผู้วิจัยต่อการวิจัยชิ้นนี้ ผู้ทำการวิจัยเห็นความผิดพลาดหลายประการจากการออกแบบ จัดสร้างแบบจำลองและการทดสอบ โดยในส่วนของการออกแบบ มีความผิดพลาดที่ขนาดของแบบจำลองมีขนาดใหญ่และสูงมากเกินไป ทำให้เป็นอุปสรรคในการ ประกอบ ขนย้ายรวมถึงการทดสอบแบบจำลอง ซึ่งต้องใช้ความระมัดระวังอย่างสูงในการทำการทดสอบ เนื่องจาก ท่ออคลิกไลที่ทำหน้าที่เป็นหลุมเจาะจำลองมีความเปราะบาง สามารถแตกหักได้ง่าย ดังนั้นในการออกแบบควรที่จะออกแบบให้เหมาะสมมากกว่านี้ ในการทดสอบแบบจำลองมีปัญหาอย่างยิ่งในการจับเวลาที่น้ำได้นำพาตัวอย่างลงสู่ตะแกรงร่อน ซึ่งทำให้เกิดความผิดพลาดค่อนข้างสูง ดังนั้นในกรณีที่จะมีการพัฒนาต่อไป ควรที่จะออกแบบระบบตรวจตัวอย่างเพิ่มเติมเข้าไปด้วย และถ้าเป็นไปได้ ควรจะมีการนำอากาศเข้ามาใช้ในการทดสอบแบบจำลอง เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพของการนำพาตัวอย่างเศษหิน ในกระบวนการเจาะแบบ Air drilling ต่อไป