บทที่ 5
ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นของถ่านหินลิกไนต์ กับปริมาณความชื้นของถ่านหินลิกไนต์ โดยการเติมน้ำเข้าไปในเนื้อถ่านหินเพื่อลดฝุ่นให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด และมีค่าตามมาตรฐานกำหนดคือ ไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง ที่หน้างานที่มีวิธีการขุดแตกต่างกัน ได้แก่ หน้างานถ่านซึ่งขุดโดยรถขุดไฟฟ้า, หน้างานถ่านรวมกองที่ใช้รถแทรกเตอร์รวมกองให้กับรถตัก และหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองที่ทำงานโดยรถตัก โดยหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองจะจำแนกย่อยตามชนิดการกองออกเป็น 4 ประเภท คือ ถ่านกองในบ่อเหมืองที่มีคุณภาพสูง, ถ่านกองในบ่อเหมืองที่มีคุณภาพต่ำ, ถ่านกองในบ่อเหมืองที่มีอายุการกองนาน และถ่านกองในบ่อเหมืองที่มีอายุการกองสั้น มีผลการศึกษาดังนี้

5.1 ค่าความชื้นที่ผิวถ่าน และค่าความทึบแสงก่อนเติมน้ำให้กับถ่านหินลิกไนต์

5.1.1 ผลการทดสอบ

ในการศึกษาได้เก็บตัวอย่างของถ่านหินลิกไนต์แต่ละหน้างาน เพื่อนำไปหาค่าความชื้นที่ผิวของถ่านหิน (Surface Moisture) และหาขนาดของถ่านหิน ก่อนที่จะมีการเพิ่มความชื้นให้กับถ่านหินแต่ละหน้างาน โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 จุดที่แตกต่างกันทั่วบริเวณหน้างานที่ทำการศึกษา และยังได้ทำการวัดปริมาณฝุ่นขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานบริเวณหน้างาน และเครื่องโม่ถ่านหิน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของการศึกษาก่อนทำการเพิ่มปริมาณความชื้นให้กับถ่านหิน ซึ่งผลการทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นที่ผิวถ่านหิน และค่าเปอร์เซ็นต์ความทึบแสงวัดที่หน้างานการทำงาน และเครื่องโม่ถ่านหิน ได้ผลการทดสอบดังตาราง 5.1 และผลการทดสอบหาค่าขนาดของอนุภาคถ่านหินได้ผลการทดสอบดังตาราง 5.2 โดยมีรายละเอียดในภาคผนวก ก.

ตาราง 5.1 ผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่านและค่าความทึบแสงก่อนการเติมน้ำให้กับถ่านหินลิกไนต์

หน้างาน	การทดลอง	ค่า Average Surface Moisture (%)	ค่า % ความทึบแสง	
			วัดที่หน้างาน	วัดที่เครื่องโม่
รถขุดไฟฟ้า	ครั้งที่ 1	17.51	19.20	31.88
	ครั้งที่ 2	17.23	21.20	36.88
	ครั้งที่ 3	18.85	20.23	28.76
	ค่าเฉลี่ย	17.86	20.21	32.51
ถ่านรวมกองโดย	ครั้งที่ 1	21.08	18.96	55.50
รถแทรกเตอร์ให้กับรถตัก	ครั้งที่ 2	20.98	20.00	58.35
	ครั้งที่ 3	22.25	17.51	57.19
	ค่าเฉลี่ย	21.44	18.82	57.01
ถ่านกองในบ่อเหมือง	ครั้งที่ 1	12.51	14.45	17.75
คุณภาพสูง	ครั้งที่ 2	12.93	14.69	19.52
	ครั้งที่ 3	13.18	13.03	19.10
	ค่าเฉลี่ย	12.87	14.06	18.79
ถ่านกองในบ่อเหมือง	ครั้งที่ 1	10.62	16.80	18.75
คุณภาพต่ำ	ครั้งที่ 2	10.90	18.52	18.79
	ครั้งที่ 3	11.04	18.89	20.08
	ค่าเฉลี่ย	10.85	18.07	19.21
ถ่านกองในบ่อเหมือง	ครั้งที่ 1	9.40	19.34	22.48
อายุการกองนาน	ครั้งที่ 2	9.46	19.43	21.91
	ครั้งที่ 3	10.51	20.28	22.08
	ค่าเฉลี่ย	9.79	19.68	22.16
ถ่านกองในบ่อเหมือง	ครั้งที่ 1	13.19	15.10	17.28
อายุการกองสั้น	ครั้งที่ 2	14.07	14.67	17.77
	ครั้งที่ 3	13.38	15.74	17.27
	ค่าเฉลี่ย	13.55	15.17	17.44

จากตาราง 5.1 จะพบว่า ค่าความชื้นที่ผิวถ่านหินหน้างานรถขุดไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.86 เปอร์เซ็นต์ โดยที่หน้างานถ่านรวมกองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.44 เปอร์เซ็นต์ หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.87 เปอร์เซ็นต์ หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.85 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองที่มีอายุการกองนานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.79 เปอร์เซ็นต์ และหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองที่มีอายุการกองสั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.55 เปอร์เซ็นต์

ตาราง 5.2 ผลการทดสอบหาค่าขนาดของอนุภาคถ่านหินในหน้างานแต่ละประเภท

หน้างาน	SIEVE ANALYSIS (% by weight) ASTM D4749-87			
	+ 25 mm.	2.00 mm.	+212 μm.	-212 μm.
<u>ถ่านที่ขุดจากหน้างาน</u>				
• รถขุดไฟฟ้า	49.3	38.8	10.8	1.4
• ถ่านรวมกองโดยรถแทรกเตอร์ให้กับรถตัก	10.8	45.0	36.0	12.8
<u>ถ่านกองในบ่อเหมือง</u>				
• ถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูง	4.8	40.8	49.0	8.3
• ถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำ	2.7	37.0	46.5	13.0
• ถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนาน	5.0	32.5	41.5	21.5
• ถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น	8.8	52.3	33.8	5.2

5.1.2 วิเคราะห์ผล

จากผลการทดสอบค่าความชื้นที่ผิวถ่าน และค่าความทึบแสงก่อนเติมน้ำในแต่ละหน้างานพบว่า หน้างานถ่านที่ขุดโดยรถขุดไฟฟ้า และถ่านรวมกองโดยรถแทรกเตอร์ จะมีค่าความชื้นที่ผิวถ่านโดยเฉลี่ยสูงกว่า หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองทั้ง 4 ประเภท เนื่องจากถ่านหินที่ถูกกองทิ้งไว้ จะมีการสูญเสียความชื้นไปในบรรยากาศ ทำให้ค่าความชื้นที่ผิวถ่านมีค่าลดลง และมีค่าน้อยกว่าถ่านหินที่ถูกขุดโดยเครื่องจักรโดยตรง

เมื่อพิจารณาลักษณะของถ่านหินที่เกิดจากลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันในแต่ละหน้างานจะพบว่ามีลักษณะดังนี้ หน้างานถ่านรวมกองมีลักษณะการทำงานที่ต้องใช้รถแทรกเตอร์ในการรวมกองถ่านหินให้กับรถตัก ขณะที่รวมกอง ถ่านหินจะถูกเหยียบโดยรถแทรกเตอร์ในระหว่างกระบวนการรวมกอง ทำให้ถ่านหินแตก และมีขนาดเล็กลง พร้อมเกิดเป็นฝุ่นถ่านสะสมอยู่ในกอง

ถ่าน ซึ่งเล็กกว่าถ่านหน้างานรถขุดไฟฟ้า และเนื่องจากขนาดที่เล็กดังกล่าว ทำให้พื้นผิวสัมผัสของเม็ดถ่านมีมากกว่า ดังนั้นการสัมผัสกับความชื้นในบรรยากาศของเม็ดถ่านจึงมากกว่า ประกอบกับก่อนการดันรวมกอง เนื้อถ่านหินจะถูกเปิดผิวถ่าน และฉีกด้วยฟันของรถแทรกเตอร์ และถูกรถแทรกเตอร์ดันเพื่อรวมกองในทันที ผิวถ่านที่สัมผัสกับความชื้นในบรรยากาศบางส่วนจะไม่ถูกผึ่งไว้ ค่าความชื้นที่ผิวถ่านโดยธรรมชาติจึงไม่สูญเสียไป ซึ่งแตกต่างจากหน้างานรถขุดไฟฟ้า ถ่านหินที่ถูกขุดโดยบุ้งกี๋รถขุดไฟฟ้าจะเป็นลักษณะการเปิดผิวถ่าน และผึ่งไว้ระยะเวลาหนึ่งก่อนเข้าสู่กระบวนการขุด ตักต่อไป จึงเป็นผลให้ค่าความชื้นที่ผิวถ่านหน้างานถ่านรวมกองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.44 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าหน้างานรถขุดไฟฟ้าที่มีค่าความชื้นที่ผิวถ่านเฉลี่ยเท่ากับ 17.86 เปอร์เซ็นต์

จากลักษณะการทำงานบริเวณหน้างานถ่านรวมกองที่ทำให้เกิดฝุ่นถ่านสะสมปริมาณมากในกองถ่าน ค่าความทึบแสงที่วัดได้ที่เครื่องโม่ถ่านหิน จึงมีค่าเฉลี่ยถึง 57.01 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง ซึ่งมากกว่าหน้างานรถขุดไฟฟ้า ที่มีค่าความทึบแสงเฉลี่ย 32.51 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง แต่ในทางกลับกัน ค่าความทึบแสงที่วัดได้ที่หน้างานการทำงานของหน้างานรถขุดไฟฟ้าจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.21 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง ซึ่งสูงกว่าหน้างานถ่านรวมกองที่มีค่าเฉลี่ยกับ 18.82 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง นั่นเป็นเพราะว่าหน้างานรถขุดไฟฟ้าจะใช้เครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่กว่าและสูงกว่าในการตักถ่านหิน ขณะที่เทถ่านให้กับรถบรรทุกเทท้าย จะมีการฟุ้งกระจายของถ่านหินจำนวนมาก ทำให้ค่าความทึบแสงวัดที่บริเวณหน้างานมีค่าที่สูงกว่าหน้างานถ่านรวมกอง

หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำ จะมีค่าความชื้นที่ผิวถ่านต่ำกว่าหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูง เนื่องจากถ่านหินที่มีคุณภาพต่ำ จะมีองค์ประกอบทางเคมีที่ประกอบด้วยดินปะปนอยู่ในเนื้อถ่านคละเคล้ากันในลักษณะของผสม ทำให้ถ่านที่คุณภาพต่ำจะมีความสามารถในการสูญเสียความชื้นได้ง่ายกว่าถ่านที่มีคุณภาพสูง และการสูญเสียความชื้นที่ง่ายกว่านั้น ยังทำให้ถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำมีการแตกตัว และเกิดเป็นฝุ่นถ่านได้ง่ายกว่า เป็นผลให้ค่าความทึบแสงที่วัดบริเวณหน้างานการทำงาน และบริเวณเครื่องโม่ถ่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.07 และ 19.21 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสงตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูงที่มีค่าความทึบแสง วัดบริเวณหน้างานการทำงานและบริเวณเครื่องโม่เฉลี่ยเท่ากับ 14.06 และ 18.79 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสงตามลำดับ

หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนานจะมีค่าความชื้นที่ผิวถ่านต่ำกว่าถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น เนื่องจากระยะเวลาที่กองถ่านนานกว่าจะทำให้ถ่านหินสูญเสียความชื้นที่ผิวถ่านไปในบรรยากาศมากกว่า จึงทำให้เนื้อถ่านแห้งและแตกตัวเกิดปริมาณฝุ่นถ่านมากกว่า เป็นผลทำให้ค่าความทึบแสงวัดที่หน้างานการทำงาน และวัดที่เครื่องโม่ถ่านของหน้างาน

ถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.68 และ 22.16 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสงตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้นที่มีค่าความทึบแสงเฉลี่ยโดยวัดที่หน้างานการทำงาน และที่เครื่องโม่ถ่านหินเท่ากับ 15.17 และ 17.44 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสงตามลำดับ

จากตาราง 5.2 จะพบว่า ถ่านหินหน้างานรถขุดไฟฟ้า จะมีขนาดเม็ดถ่านโดยส่วนใหญ่มากกว่า 25 มิลลิเมตรขึ้นไป และหน้างานถ่านรวมกองจะมีขนาดเม็ดถ่านโดยส่วนใหญ่ในช่วง 2-24.9 มิลลิเมตร ส่วนหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองจะมีขนาดเม็ดถ่านที่ใกล้เคียงกันคือ อยู่ในช่วง 1.9 มิลลิเมตร - 212 ไมโครเมตร และการที่ผลทดสอบถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้นมีขนาดเม็ดถ่านใหญ่กว่าถ่านกองในบ่อเหมืองอีก 3 ประเภท เนื่องจากตัวอย่างถ่านหินที่เก็บมาทดสอบเพื่อหาขนาดอนุภาค ใช้ตัวอย่างที่เก็บจากหน้างานโดยตรง ไม่ผ่านการอบไล่ความชื้นที่ผิวถ่าน (Air dry) เพื่อต้องการให้ได้ขนาดอนุภาคที่ตรงกับหน้างานการทำงานจริง จึงทำให้ถ่านหินมีการเกาะตัวจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น แรงบดอัดขณะตัดยอดชั้นกอง, ความชื้นจากเนื้อถ่าน หรือความชื้นจากบรรยากาศ และน้ำจากธรรมชาติ

เมื่อพิจารณาขนาดอนุภาคถ่านหินที่มีขนาดเล็กกว่า 100 ไมโครเมตรลงมา ซึ่งมีขนาดเทียบเท่าฝุ่นละอองรวมตามกำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นละอองรวม (TSP) (กรมควบคุมมลพิษ, 2550) พบว่า ถ่านหินหน้างานรถขุดไฟฟ้ามีปริมาณอนุภาคขนาดเล็กกว่า 100 ไมโครเมตรโดยเฉลี่ยเท่ากับ 12.2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งมีค่าน้อยกว่าหน้างานถ่านรวมกองที่มีปริมาณโดยเฉลี่ยเท่ากับ 48.8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งจากผลการวัดค่าความทึบแสงวัดที่เครื่องโม่ถ่านพบว่า หน้างานรถขุดไฟฟ้ามีค่าความทึบแสงเฉลี่ยเท่ากับ 32.51 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสงซึ่งน้อยกว่าหน้างานถ่านรวมกองที่มีค่าความทึบแสงเฉลี่ยเท่ากับ 57.01 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง

หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำมีปริมาณอนุภาคขนาดเล็กกว่า 100 ไมโครเมตรโดยเฉลี่ยเท่ากับ 59.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งมีค่ามากกว่าหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูงที่มีปริมาณโดยเฉลี่ยเท่ากับ 57.3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งจากผลการวัดค่าความทึบแสงวัดที่เครื่องโม่ถ่าน โดยถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำมีค่าความทึบแสงเฉลี่ยเท่ากับ 19.21 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง ซึ่งมากกว่าถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูงที่มีค่าความทึบแสงเฉลี่ยเท่ากับ 18.79 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง

หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนานมีปริมาณอนุภาคขนาดเล็กกว่า 100 ไมโครเมตรโดยเฉลี่ยเท่ากับ 63.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งมีค่ามากกว่าหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้นที่มีปริมาณโดยเฉลี่ยเท่ากับ 39.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งจากผลการวัดค่าความทึบแสงวัดที่เครื่องโม่ถ่าน โดยถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนานมีค่าความทึบแสงเฉลี่ย

เท่ากับ 22.16 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง ซึ่งมากกว่าถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้นที่มีค่าความทึบแสงเฉลี่ยเท่ากับ 17.44 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง

จากผลการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคของตัวอย่างถ่านหินในแต่ละหน้างาน และผลการวัดค่าความทึบแสงสรุปได้ว่า ปริมาณการเกิดฝุ่นละอองโดยปกติจากหน้างาน ขึ้นอยู่กับปริมาณอนุภาคขนาดเล็กกว่า 100 ไมโครเมตรของถ่านหินที่หน้างานนั้น โดยแปรผันโดยตรงกับปริมาณอนุภาคขนาดเล็กกว่า 100 ไมโครเมตรนั้น

5.2 ถ่านหินหน้างานรถขุดไฟฟ้า

5.2.1 ผลการทดสอบค่าความชื้นที่ผิวถ่าน และค่าความทึบแสงก่อนและหลังการเติมน้ำ

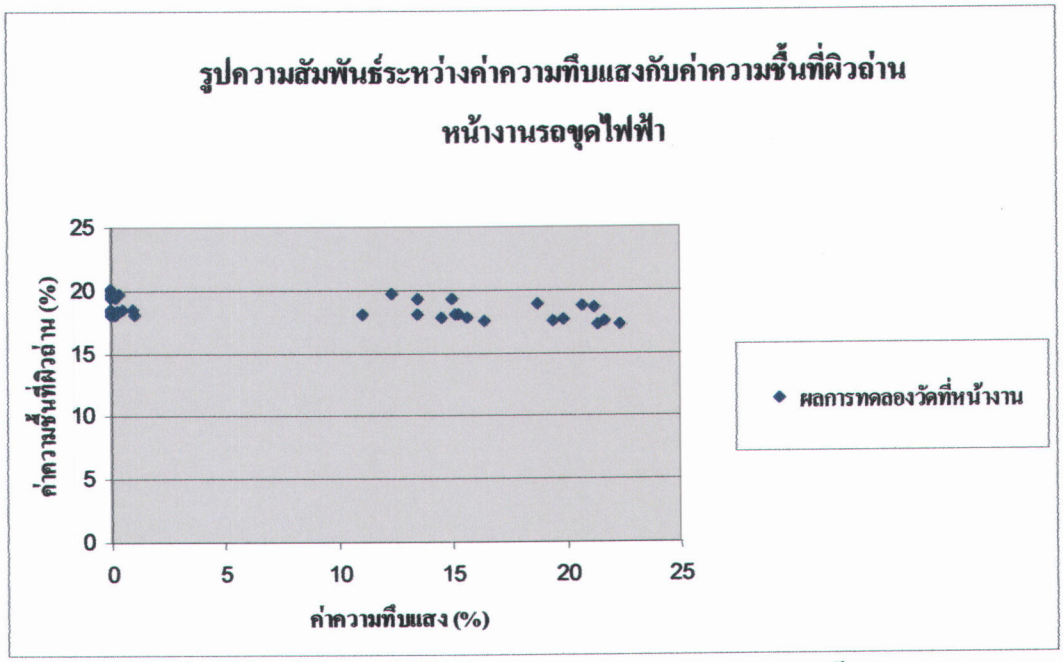
จากการศึกษาที่หน้างานรถขุดไฟฟ้า ได้ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง โดยแต่ละครั้งได้เก็บตัวอย่างถ่านหินทั้งก่อน และหลังการเติมน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน ซึ่งกำหนดด้วยช่วงเวลาในการเติมน้ำ 5 นาที, 7 นาที และ 10 นาทีที่ผิวถ่านหน้างาน หลังจากการเติมน้ำแต่ละครั้งได้เก็บตัวอย่างถ่านหินทั้งหมด 3 จุดที่แตกต่างกันทั่วบริเวณหน้างาน เพื่อนำมาหาค่าความชื้นที่ผิวถ่านที่เปลี่ยนแปลงไป และในการเติมน้ำแต่ละครั้งได้ทำการวัดฝุ่นที่ 2 บริเวณ คือ หน้างานการทำงานขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงาน และที่เครื่องโม่ถ่านขณะที่รถบรรทุกกำลังเทถ่านหินลงเครื่องโม่ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นที่ผิวถ่านที่เหมาะสม ทำให้ค่าความทึบแสงทั้งที่หน้างานการทำงาน และที่เครื่องโม่ถ่านหินมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตาราง 5.3 ,รูป 5.1 และรูป 5.2

ตาราง 5.3 ผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่าน และค่าความทึบแสงหน้างานรถขุดไฟฟ้า

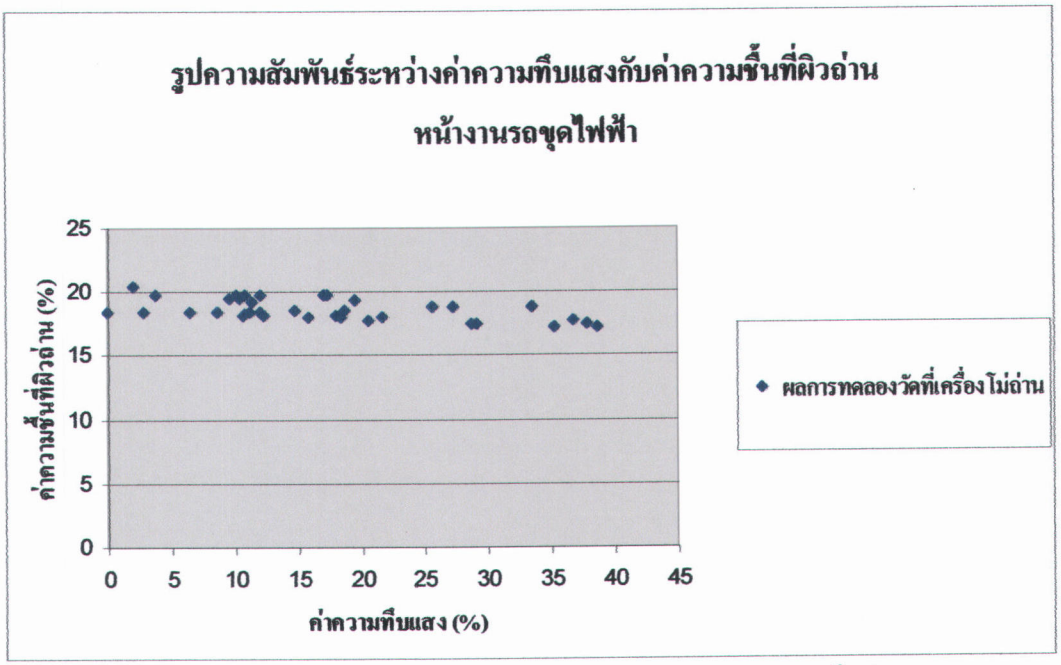
ช่วงเวลาพรมน้ำ	การทดลอง	ค่า Average Surface Moisture (%)	ค่า % ความทึบแสง	
			วัดที่หน้างาน	วัดที่เครื่องโม่
ไม่พรมน้ำ	ครั้งที่ 1	17.51	19.20	31.88
	ครั้งที่ 2	17.23	21.20	36.88
	ครั้งที่ 3	18.85	20.23	28.76
	ค่าเฉลี่ย	17.86	20.21	32.51
5 นาที	ครั้งที่ 1	17.62	13.85	18.7
	ครั้งที่ 2	17.76	13.68	18.01
	ครั้งที่ 3	19.55	13.59	17.97
	ค่าเฉลี่ย	18.31	13.71	18.23

ช่วงเวลาพรมน้ำ	การทดลอง	ค่า Average Surface Moisture (%)	ค่า % ความทึบแสง	
			วัดที่หน้างาน	วัดที่เครื่องโม่
7 นาที	ครั้งที่ 1	18.13	1.25	12.7
	ครั้งที่ 2	18.08	0.39	11.31
	ครั้งที่ 3	19.73	0.12	11.43
	ค่าเฉลี่ย	18.65	0.59	11.81
10 นาที	ครั้งที่ 1	18.43	0.51	4.93
	ครั้งที่ 2	18.39	0.09	8.76
	ครั้งที่ 3	20.10	0.00	5.33
	ค่าเฉลี่ย	18.97	0.20	6.34

หมายเหตุ : การทดทองครั้งที่ 1 วันที่ 6-7 มีนาคม 2553, ครั้งที่ 2 วันที่ 20 มีนาคม 2553, ครั้งที่ 3 วันที่ 5 มิถุนายน 2553



รูป 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่านหน้างานรถขุดไฟฟ้า (วัดที่หน้างาน)



รูป 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่าน หน้างานรถขุดไฟฟ้า (วัดที่เครื่องโม่ถ่าน)

5.2.2 วิเคราะห์ผล

จากตาราง 5.3 ผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่าน และค่าความทึบแสง ก่อนการเติมน้ำให้กับถ่านหินพบว่า ค่าความชื้นที่ผิวถ่านหน้างานรถขุดไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.86 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความทึบแสงวัดที่หน้างาน และเครื่องโม่ถ่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.21 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง และ 32.51 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสงตามลำดับ เมื่อทำการเติมน้ำให้กับถ่านหินหน้างานรถขุดไฟฟ้า โดยการฉีดพรมน้ำเป็นเวลา 5 นาที, 7 นาที และ 10 นาทีตามลำดับ พบว่า ค่าความชื้นที่ผิวถ่านจะเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับถ่านหินที่ไม่ถูกเติมน้ำประมาณ 2.5-6 เปอร์เซ็นต์ นั่นเป็นเพราะว่า ชิ้นถ่านที่หน้างานรถขุดไฟฟ้าจะมีขนาดที่ใหญ่ เป็นผลจากลักษณะการทำงานที่ใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ในการขุด ตักถ่านหิน ทำให้ช่องว่างหรือรอยแตกของถ่านหิน มีขนาด และความยาวต่อเนื่องตามขนาดของถ่านหิน เมื่อทำการเติมน้ำ ขนาดเม็ดถ่านหินที่ใหญ่จะทำให้น้ำไหลผ่านช่องว่างของเม็ดถ่านหินค่อนข้างเร็ว แรงคาพิวลารีในการดูดซับน้ำเข้าไปในเนื้อถ่านหินจึงมีค่าน้อย ค่าความชื้นที่ผิวถ่านจึงมีค่าเพิ่มขึ้นไม่มาก เมื่อพิจารณาจากผลการทดสอบหาค่าขนาดอนุภาคถ่านหินตามตาราง 5.2 พบว่า ขนาดเม็ดถ่านที่หน้างานรถขุดไฟฟ้าประมาณ 49.3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักจะมีขนาดเม็ดถ่านโดยส่วนใหญ่มากกว่า 25 มิลลิเมตรขึ้นไป ทำให้ค่าความชื้นที่ผิวถ่านโดยเฉลี่ยเกิดจากเม็ดถ่านหินขนาดใหญ่ดังกล่าว และในกระบวนการเตรียมตัวอย่าง ก่อนนำไปหาค่าความชื้นที่ผิวถ่าน ถ่านหินจะถูกบดให้มีขนาดเล็กลง ถ่านหินที่เกิดจากการแตกตัวของถ่านหินขนาดใหญ่จึง

เสมือนว่าผิวถ่านบางส่วนไม่ได้ผ่านการเติมน้ำ ค่าความชื้นที่ผิวถ่านจึงมีค่าเพิ่มขึ้นไม่มากเมื่อเทียบกับถ่านหินที่ไม่ถูกเติมน้ำ และในระหว่างการเคลื่อนที่ของโมเลกุลน้ำผ่านอนุภาคถ่านหิน จะเกิดแรงตึงผิวระหว่างโมเลกุลน้ำ และโมเลกุลถ่านหิน น้ำจึงมีลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ ห่อหุ้มอนุภาคถ่านหิน ช่วยลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นถ่านที่เกิดขึ้น

เมื่อพิจารณาที่ค่าความทึบแสงในช่วงเวลาการเติมน้ำ 5 นาทีพบว่า ค่าความทึบแสงที่หน้างานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.71 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง และค่าความทึบแสงที่เครื่องโม่ถ่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.23 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง จะเห็นว่าค่าความทึบแสงที่เครื่องโม่ถ่านมีค่าเกินค่ามาตรฐานกำหนด คือ 15 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง และเมื่อพิจารณาที่ค่าความทึบแสงในช่วงเวลาการเติมน้ำที่ 7 นาที และ 10 นาทีพบว่า ค่าความทึบแสงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.59 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสงตามลำดับ ส่วนค่าความทึบแสงที่เครื่องโม่ถ่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.81 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง และ 6.34 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสงตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด ดังนั้นการเติมน้ำที่ช่วงเวลา 7 นาทีจึงเป็นค่าที่เหมาะสม

จากการสังเกตลักษณะการทำงานที่หน้างานพบว่า ลักษณะการขุด ตักของรถขุดไฟฟ้าที่ต้องสวิงบุ้งกี๋ให้เริ่มขุดบริเวณพื้นก่อนที่จะถึงหน้างาน ทำให้ขณะขุดจะตักฝุ่นถ่านที่เกิดขึ้นอยู่แล้วบริเวณหน้างานเข้าไปด้วย การเติมน้ำปริมาณที่น้อยจะไม่ช่วยลดฝุ่นที่บริเวณพื้นของหน้างาน เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำโดยการเพิ่มช่วงเวลาในการเติมน้ำพบว่า น้ำบางส่วนที่ไหลลงด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกจะไหลมาบริเวณพื้น และหน้างานที่รถขุดไฟฟ้าเริ่มขุด ทำให้ช่วยลดการฟุ้งกระจายขณะที่ทำการขุด และขณะที่รถบรรทุกเททำการเทถ่านหินลงเครื่องโม่ถ่าน ค่าความทึบแสงจึงมีค่าลดลงเมื่อเติมน้ำในช่วงเวลาที่เพิ่มขึ้น

จากรูป 5.1 และรูป 5.2 แสดงความสัมพันธ์ซึ่งเป็นแนวโน้มระหว่างค่าความทึบแสง กับค่าความชื้นที่ผิวถ่าน วัดที่หน้างานและเครื่องโม่ถ่านหิน จะเห็นว่าไม่มีนัยยะความสัมพันธ์ที่ชัดเจน โดยจะพบว่า เมื่อเติมน้ำให้กับถ่านหินในช่วงเวลาที่เพิ่มขึ้น ค่าความชื้นที่ผิวถ่านหินจะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนค่าความทึบแสงวัดที่หน้างานและที่เครื่องโม่ถ่านค่อย ๆ ลดลง จากเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น อย่างไรก็ตามจากผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่า การเติมน้ำให้กับถ่านหินที่บริเวณหน้างานในช่วงเวลา 7 นาทีทำให้ได้ค่าความชื้นที่ผิวถ่านเฉลี่ยที่เหมาะสมคือ 18.65 เปอร์เซ็นต์ ที่ทำให้ค่าความทึบแสงวัดที่หน้างาน และที่เครื่องโม่มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด

5.3 ถ่านหินหน้างานถ่านรวมกอง

5.3.1 ผลการทดสอบค่าความชื้นที่ผิวถ่าน และค่าความทึบแสงก่อนและหลังการเติมน้ำ

จากการศึกษาที่หน้างานถ่านรวมกองโดยรถแทรกเตอร์ให้กับรถตัก ได้ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง โดยแต่ละครั้งได้เก็บตัวอย่างถ่านหินทั้งก่อน และหลังการเติมน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน ซึ่งกำหนดด้วยช่วงเวลาในการเติมน้ำ 5 นาที, 7 นาที, 10 นาทีและต่อเนื่องที่ผิวถ่านหน้างาน หลังจากการเติมน้ำแต่ละครั้งได้เก็บตัวอย่างถ่านหินทั้งหมด 3 จุดที่แตกต่างกันทั่วบริเวณหน้างาน เพื่อนำมาหาค่าความชื้นที่ผิวถ่านที่เปลี่ยนแปลงไป และในการเติมน้ำแต่ละครั้งได้ทำการวัดฝุ่นที่ 2 บริเวณ คือ หน้างานการทำงานขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงาน และที่เครื่องโม่ถ่านขณะที่รถบรรทุกกำลังเทถ่านหินลงเครื่องโม่ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นที่ผิวถ่านที่เหมาะสมทำให้ค่าความทึบแสงทั้งที่หน้างานการทำงาน และที่เครื่องโม่ถ่านหินมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตาราง 5.4 ,รูป 5.3 และรูป 5.4

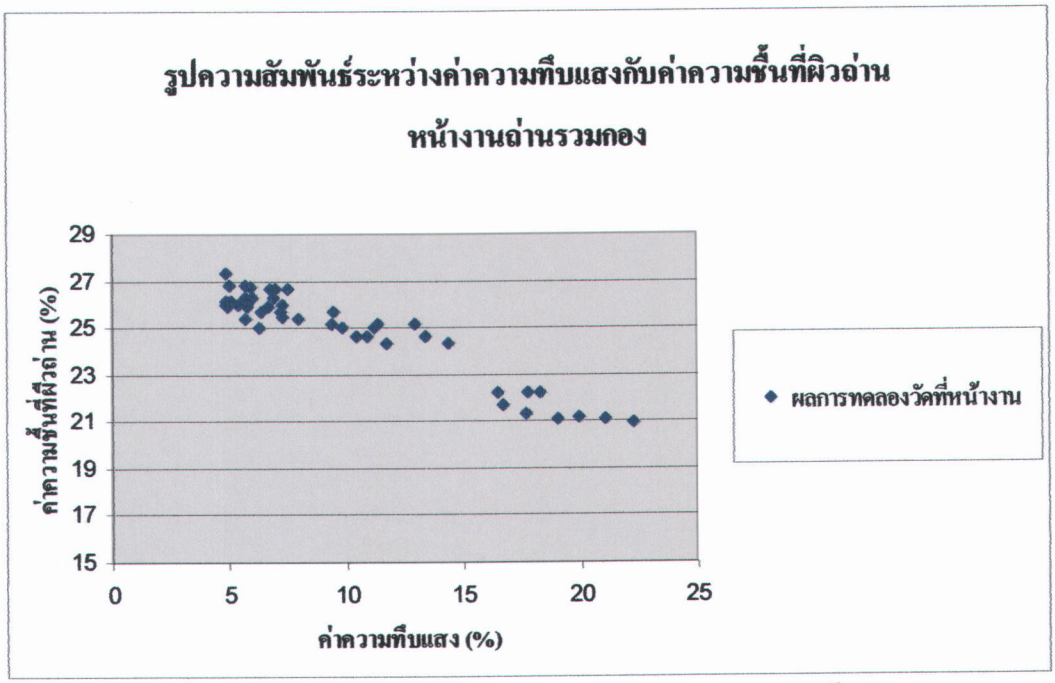
ตาราง 5.4 ผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่าน และค่าความทึบแสงหน้างานถ่านรวมกองโดยรถแทรกเตอร์ให้กับรถตัก

ช่วงเวลาพรมน้ำ	การทดลอง	ค่า Average Surface Moisture (%)	ค่า % ความทึบแสง	
			วัดที่หน้างาน	วัดที่เครื่องโม่
ไม่พรมน้ำ	ครั้งที่ 1	21.08	18.96	55.50
	ครั้งที่ 2	20.98	20.00	58.35
	ครั้งที่ 3	22.25	17.51	57.19
	ค่าเฉลี่ย	21.44	18.82	57.01
5 นาที	ครั้งที่ 1	24.60	7.18	28.47
	ครั้งที่ 2	25.04	9.13	30.73
	ครั้งที่ 3	25.67	7.69	29.13
	ค่าเฉลี่ย	25.10	8.00	29.44
7 นาที	ครั้งที่ 1	25.90	5.83	25.75
	ครั้งที่ 2	26.32	6.23	23.70
	ครั้งที่ 3	26.13	5.14	27.60
	ค่าเฉลี่ย	26.12	5.73	25.68

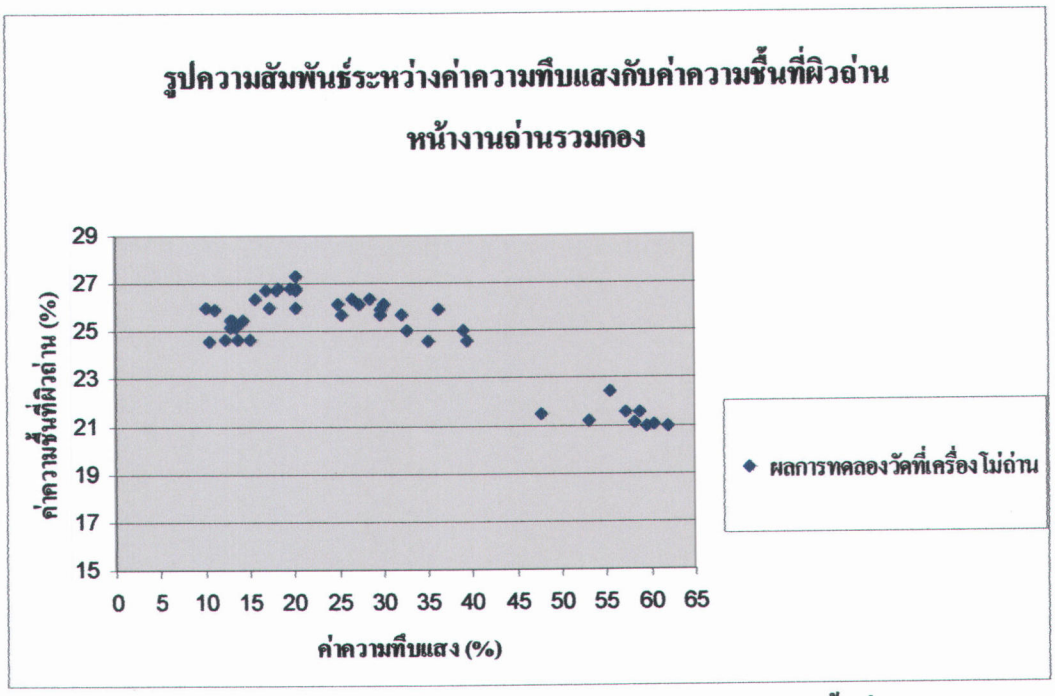
ตาราง 5.4 (ต่อ) ผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่าน และค่าความทึบแสงหน้างานถ่านรวมกอง โดยรถแทรกเตอร์ให้กับรถตัก

ช่วงเวลาพรมน้ำ	การทดลอง	ค่า Average Surface Moisture (%)	ค่า % ความทึบแสง	
			วัดที่หน้างาน	วัดที่เครื่องโม่
10 นาที	ครั้งที่ 1	26.01	6.01	15.99
	ครั้งที่ 2	26.78	5.57	19.49
	ครั้งที่ 3	26.70	4.97	18.57
	ค่าเฉลี่ย	26.50	5.52	18.02
พรมน้ำต่อเนื่อง	ครั้งที่ 1	24.65	10.63	13.83
	ครั้งที่ 2	25.46	11.14	13.55
	ครั้งที่ 3	25.14	11.25	13.20
	ค่าเฉลี่ย	25.08	11.01	13.53

หมายเหตุ : การทดลองครั้งที่ 1 วันที่ 10 เมษายน 2553, ครั้งที่ 2 วันที่ 11 เมษายน 2553, ครั้งที่ 3 วันที่ 23 พฤษภาคม 2553



รูป 5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่าน หน้างานถ่านรวมกอง (วัดที่หน้างาน)



รูป 5.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่าน หน้างานถ่านรวมกอง (วัดที่เครื่องโม่ถ่าน)

5.3.2 วิเคราะห์ผล

จากตาราง 5.4 ผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่าน และค่าความทึบแสงก่อน และหลังการเติมน้ำให้กับถ่านหินหน้างานถ่านรวมกองพบว่า ค่าความชื้นที่ผิวถ่านหน้างานถ่านรวมกองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.44 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความทึบแสงวัดที่หน้างาน และเครื่องโม่ถ่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.82 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง และ 57.01 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสงตามลำดับ ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูงที่บริเวณเครื่องโม่ เมื่อทำการเติมน้ำให้กับถ่านหินหน้างานถ่านรวมกอง โดยการฉีดพรมน้ำเป็นเวลา 5 นาที, 7 นาที และ 10 นาทีพบว่า ค่าความชื้นที่ผิวถ่านจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับถ่านหินที่ไม่ถูกเติมน้ำประมาณ 17-23 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะการทำงานที่ต้องใช้รถแทรกเตอร์ในการรวมกองถ่านให้กับรถตัก ถ่านที่ถูกรวมกองจะถูกเหยียบโดยรถแทรกเตอร์ ในระหว่างกระบวนการรวมกองทำให้ถ่านหินแตก และมีขนาดชิ้นถ่านที่เล็กลง พร้อมกับเกิดฝุ่นถ่านสะสมอยู่ในกองถ่าน จากลักษณะการทำงานดังกล่าวข้างต้น ทำให้เกิดฝุ่นถ่านสะสมในกองถ่านเป็นปริมาณมาก พิจารณาจากผลการทดสอบหาค่าขนาดอนุภาคถ่านหินตามตาราง 5.2 พบว่า ถ่านหินหน้างานถ่านรวมกองมีขนาดอนุภาคถ่านหินที่ขนาดเล็กกว่า 100 ไมโครเมตร ประมาณ 48.8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ดังนั้นเมื่อทำการเติมน้ำเข้าไปในกองถ่านจะพบว่า น้ำที่เติมเข้าไปในกองถ่านบางส่วน จะทำให้ฝุ่นถ่านหินเกาะรวมตัวกันด้วยแรงตึงผิวของโมเลกุลน้ำ ซึ่งถ้ามี

ปริมาณน้ำจำนวนที่มากจนเกินความสามารถในการดูดซับน้ำของถ่านหิน ฝุ่นถ่านหินจะเกาะตัวกันจนมีลักษณะเป็นโคลนเหนียว พอกบริเวณผนังเครื่องโม่ถ่าน

จากการทดสอบเมื่อเติมน้ำให้กับถ่านหินจนถึงช่วงเวลา 10 นาที ฝุ่นถ่านหินบางส่วนที่สะสมอยู่ในกองถ่านจะเกาะตัวกันเป็นโคลนเหนียว และเมื่อรถบรรทุกเทถ่านดังกล่าวลงเครื่องโม่ถ่าน จะทำให้โคลนเหนียวพอกบริเวณผนังเครื่องโม่ถ่าน เกิดผลกระทบต่อระบบการโม่ ลำเลียง เมื่อพิจารณาที่ค่าความทึบแสงที่วัดได้ที่หน้างานการทำงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.52 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง ส่วนค่าความทึบแสงที่เครื่องโม่ถ่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.02 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง ซึ่งยังมีค่าที่เกินค่ามาตรฐานกำหนดคือ 15 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง จึงได้ทำการเปลี่ยนวิธีในการเติมน้ำ โดยเติมน้ำอย่างต่อเนื่องระหว่างที่รถแทรกเตอร์ทำการรวมกอง

จากการทดสอบโดยเปลี่ยนวิธีการเติมน้ำ คือเติมน้ำระหว่างที่รถแทรกเตอร์ทำการรวมกองให้กับรถตักพบว่า ค่าความชื้นที่ผิวถ่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.08 เปอร์เซ็นต์ ค่าความทึบแสงวัดที่หน้างานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.01 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง และค่าความทึบแสงที่เครื่องโม่ถ่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.53 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง ซึ่งเห็นว่ามีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนดทั้งที่หน้างาน และที่เครื่องโม่ถ่านหิน ดังนั้นการเติมน้ำที่หน้างานอย่างต่อเนื่อง ขณะที่รถแทรกเตอร์ทำการรวมกองจึงเป็นวิธีที่เหมาะสม

จากรูป 5.3 และรูป 5.4 แสดงความสัมพันธ์ซึ่งเป็นแนวโน้มระหว่างค่าความทึบแสง กับค่าความชื้นที่ผิวถ่าน วัดที่หน้างานและที่เครื่องโม่ถ่านหิน จะเห็นว่าได้มีนัยยะความสัมพันธ์ที่ชัดเจน โดยจะพบว่า การเติมน้ำอย่างต่อเนื่องขณะรถแทรกเตอร์ทำการรวมกองถ่าน น้ำบางส่วนจะค่อย ๆ ถูกดูดซึมเข้าไปในเนื้อถ่านเป็นการเพิ่มความชื้นให้กับผิวถ่าน และในขณะเดียวกันน้ำจะทำให้ฝุ่นถ่านเกาะตัวกันด้วยแรงตึงผิวระหว่างโมเลกุลน้ำกับฝุ่นถ่าน ช่วยลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นถ่านในปริมาณครั้งละไม่มาก ฝุ่นถ่านที่เริ่มสะสมในกองถ่านจึงไม่เกาะตัวกันเป็นลักษณะโคลนเหนียว และไม่ทำให้เกิดการพอกบริเวณผนังเครื่องโม่ อีกทั้งค่าความทึบแสงวัดที่เครื่องโม่ถ่านยังมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด และจากผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่า การเติมน้ำอย่างต่อเนื่องขณะที่รถแทรกเตอร์ทำการรวมกองถ่าน จะทำให้ได้ค่าความชื้นที่ผิวถ่านเฉลี่ยที่เหมาะสมคือ 25.08 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ค่าความทึบแสงวัดที่หน้างาน และที่เครื่องโม่มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด

5.4 ถ่านหินหน้างานถ่านกองในบ่อเหมือง

จากการศึกษาการทำงานที่หน้างานถ่านกองในบ่อเหมือง โดยจำแนกเป็น 4 ประเภท คือ ถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูง, ถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำ, ถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น และถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนานพบว่า ถ่านหินทุกกองจะถูกรถแทรกเตอร์เหยียบอัด ทำให้มีขนาดที่เล็ก และมีลักษณะเป็นฝุ่นผง ประกอบกับถ่านหินที่ถูกกองทิ้งไว้จะสูญเสียความชื้นไปในบรรยากาศ ซึ่งการสูญเสียความชื้นดังกล่าวจะทำให้ผิวถ่านหินแห้ง และแตกเป็นฝุ่นผงด้วยเช่นกัน โดยพิจารณาจากผลการทดสอบหาค่าขนาดอนุภาคถ่านหินตามตาราง 5.2 จะพบว่า ถ่านหินหน้างานถ่านกองในบ่อเหมือง มีขนาดอนุภาคถ่านหินที่ขนาดเล็กกว่า 100 ไมโครเมตรประมาณ 39-63 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และเมื่อทำการเติมน้ำเข้าไปในปริมาณที่สูงกว่าความสามารถในการดูดซับน้ำของอนุภาคถ่านหิน น้ำบางส่วนที่ไม่ถูกดูดซับ จะทำให้อนุภาคถ่านหินเกาะรวมตัวกันด้วยแรงตึงผิวของโมเลกุลน้ำ ทำให้มีลักษณะเป็นโคลนเหนียวพอกสะสมบริเวณผนังเครื่องโม่ถ่าน และฟันโม่

การทดสอบที่หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองทั้ง 4 ประเภท เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นที่ผิวถ่านที่เหมาะสม ทำให้ค่าความทึบแสงที่หน้างาน และที่เครื่องโม่ถ่านหินมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด โดยการเติมน้ำเข้าไปในเนื้อถ่านหินในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยกำหนดเป็นช่วงเวลาในการฉีดพรมน้ำ 5 นาที, 7 นาที และ 10 นาทีตามลำดับ จากการทดสอบพบว่าในการเติมน้ำให้กับถ่านหินทั้ง 4 ประเภท เมื่อเติมน้ำเข้าไปในช่วงเวลาที่ 10 นาที ถ่านหินที่มีลักษณะเป็นฝุ่นผงตามที่อธิบายข้างต้น จะเกาะรวมตัวกันมีลักษณะเป็นโคลนเหนียวพอกที่ผนังเครื่องโม่ ดังนั้นเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อระบบโม่ และลำเลียง ในการทดสอบจึงได้ทำการทดสอบการเติมน้ำถึงช่วงเวลาที่ 7 นาทีเท่านั้น

5.5 ถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูง และคุณภาพต่ำ

5.5.1 ผลการทดสอบค่าความชื้นที่ผิวถ่าน และค่าความทึบแสงก่อนและหลังการเติมน้ำ

จากการศึกษาที่หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูง และคุณภาพต่ำ ได้ทำการทดสอบทั้งหมดหน้างานละ 3 ครั้ง โดยแต่ละครั้งได้เก็บตัวอย่างถ่านหินทั้งก่อน และหลังเติมน้ำ ในปริมาณที่แตกต่างกัน ซึ่งกำหนดด้วยช่วงเวลาในการเติมน้ำ 5 นาที และ 7 นาทีที่ผิวถ่านหน้างานหลังจากการเติมน้ำแต่ละครั้งได้เก็บตัวอย่างหน้างานที่ทำการทดสอบหน้างานละ 3 จุดที่แตกต่างกันทั่วบริเวณหน้างาน เพื่อนำมาหาค่าความชื้นที่ผิวถ่านที่เปลี่ยนแปลงไป และในการเติมน้ำแต่ละครั้งได้ทำการวัดฝุ่นที่ 2 บริเวณ คือบริเวณหน้างานการทำงานขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงาน และบริเวณเครื่องโม่ถ่านขณะที่รถบรรทุกถ่านกำลังเทถ่านลงเครื่องโม่ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า

ความชื้นที่ผิวถ่านที่เหมาะสม ทำให้ค่าความทึบแสงทั้งที่หน้างานการทำงาน และที่เครื่องโม่ถ่านหินมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตาราง 5.5 และตาราง 5.6

ตาราง 5.5 ผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่าน และค่าความทึบแสงหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูง

ช่วงเวลาพรมน้ำ	การทดลอง	ค่า Average Surface Moisture (%)	ค่า % ความทึบแสง	
			วัดที่หน้างาน	วัดที่เครื่องโม่
ไม่พรมน้ำ	ครั้งที่ 1	12.51	14.45	17.75
	ครั้งที่ 2	12.93	14.69	19.52
	ครั้งที่ 3	13.18	13.03	19.10
	ค่าเฉลี่ย	12.87	14.06	18.79
5 นาที	ครั้งที่ 1	12.79	13.97	17.40
	ครั้งที่ 2	13.43	14.37	16.95
	ครั้งที่ 3	13.66	13.62	17.33
	ค่าเฉลี่ย	13.29	13.99	17.23
7 นาที	ครั้งที่ 1	16.03	2.87	7.58
	ครั้งที่ 2	16.75	3.02	6.66
	ครั้งที่ 3	17.51	3.02	6.77
	ค่าเฉลี่ย	16.76	2.97	7.00

หมายเหตุ : การทดลองครั้งที่ 1 วันที่ 3 เมษายน 2553, ครั้งที่ 2 วันที่ 4 เมษายน 2553, ครั้งที่ 3 วันที่ 13 มิถุนายน 2553

จากตาราง 5.5 ผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่าน และค่าความทึบแสงก่อนการเติมน้ำให้กับถ่านหินหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูงพบว่า ค่าความชื้นที่ผิวถ่านหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.87 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความทึบแสงวัดที่หน้างานและที่เครื่องโม่ถ่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.06 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง และ 18.79 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสงตามลำดับ

เมื่อทำการเติมน้ำให้กับถ่านหินโดยการฉีดพรมน้ำเป็นเวลา 5 นาที ค่าความชื้นที่ผิวถ่านจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับถ่านหินที่ไม่ถูกเติมน้ำประมาณ 3.26 เปอร์เซ็นต์ ค่าความทึบแสงวัดที่หน้างาน และเครื่องโม่ถ่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.99 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง และ 17.23

เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง จะเห็นว่าที่เครื่องโม่ถ่านยังมีค่าความทึบแสงเกินค่ามาตรฐานกำหนด เมื่อพิจารณาที่การเติมน้ำให้กับถ่านหินเป็นเวลา 7 นาทีพบว่า ค่าความชื้นที่ผิวถ่านมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับถ่านหินที่ไม่ถูกเติมน้ำประมาณ 30.21 เปอร์เซ็นต์ ค่าความทึบแสงวัดที่หน้างาน และที่เครื่องโม่ถ่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.97 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง และ 7.00 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง ซึ่งมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด ดังนั้นช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเติมน้ำให้กับถ่านหินหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูงคือ 7 นาที

ตาราง 5.6 ผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่าน และค่าความทึบแสงหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำ

ช่วงเวลาพรมน้ำ	การทดลอง	ค่า Average Surface Moisture (%)	ค่า % ความทึบแสง	
			วัดที่หน้างาน	วัดที่เครื่องโม่
ไม่พรมน้ำ	ครั้งที่ 1	10.62	16.80	18.75
	ครั้งที่ 2	10.90	18.52	18.79
	ครั้งที่ 3	11.04	18.89	20.08
	ค่าเฉลี่ย	10.85	18.07	19.21
5 นาที	ครั้งที่ 1	16.28	6.32	16.22
	ครั้งที่ 2	17.72	10.80	17.43
	ครั้งที่ 3	16.88	10.35	17.35
	ค่าเฉลี่ย	16.96	9.16	17.00
7 นาที	ครั้งที่ 1	16.65	3.67	8.28
	ครั้งที่ 2	17.99	2.23	7.80
	ครั้งที่ 3	18.83	3.16	8.35
	ค่าเฉลี่ย	17.82	3.02	8.14

หมายเหตุ : การทดลองครั้งที่ 1 วันที่ 13 มีนาคม 2553, ครั้งที่ 2 วันที่ 14 มีนาคม 2553, ครั้งที่ 3 วันที่ 12 มิถุนายน 2553

จากตาราง 5.6 ผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่าน และค่าความทึบแสงก่อนการเติมน้ำให้กับถ่านหินหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำพบว่า ค่าความชื้นที่ผิวถ่านหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.85 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความทึบแสงวัดที่หน้างาน

และที่เครื่องโม่ถ่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.07 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง และ 19.21 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสงตามลำดับ

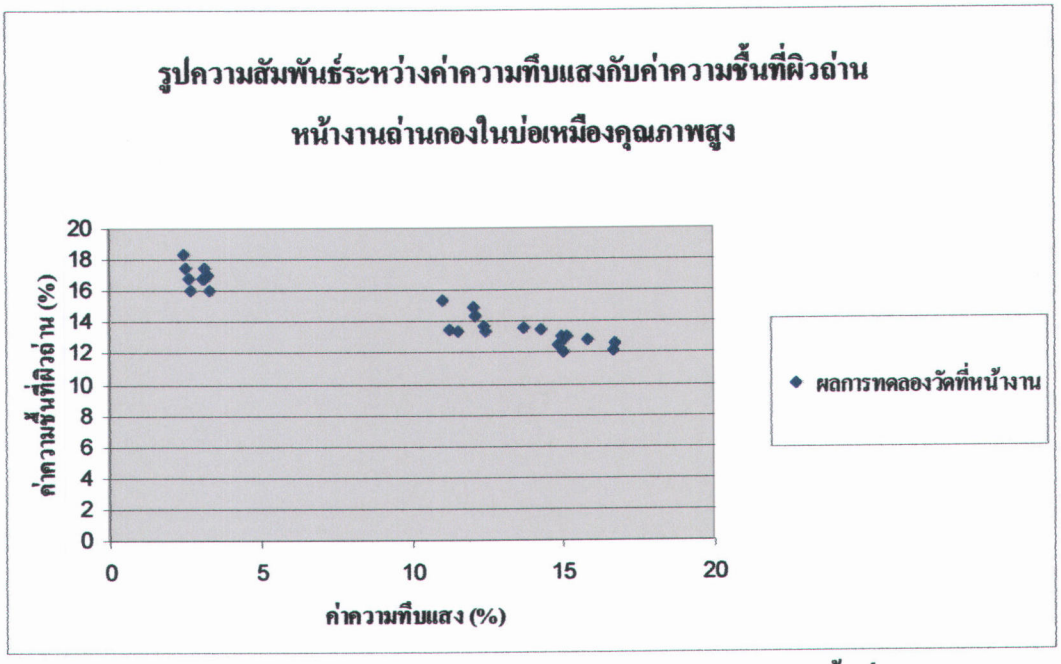
เมื่อทำการเติมน้ำให้กับถ่านหินโดยการฉีดพรมน้ำเป็นเวลา 5 นาที ค่าความชื้นที่ผิวถ่านจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับถ่านหินที่ไม่ถูกเติมน้ำประมาณ 56.26 เปอร์เซ็นต์ ค่าความทึบแสงวัดที่หน้างาน และเครื่องโม่ถ่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.16 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง และ 17.00 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง จะเห็นว่าที่เครื่องโม่ถ่านยังมีค่าความทึบแสงเกินค่ามาตรฐานกำหนด เมื่อพิจารณาที่การเติมน้ำให้กับถ่านหินเป็นเวลา 7 นาทีพบว่า ค่าความชื้นที่ผิวถ่านมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับถ่านหินที่ไม่ถูกเติมน้ำประมาณ 64.21 เปอร์เซ็นต์ ค่าความทึบแสงวัดที่หน้างาน และที่เครื่องโม่ถ่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.02 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง และ 8.14 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง ซึ่งมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด ดังนั้นช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเติมน้ำให้กับถ่านหินหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำคือ 7 นาที

5.5.2 วิเคราะห์ผล

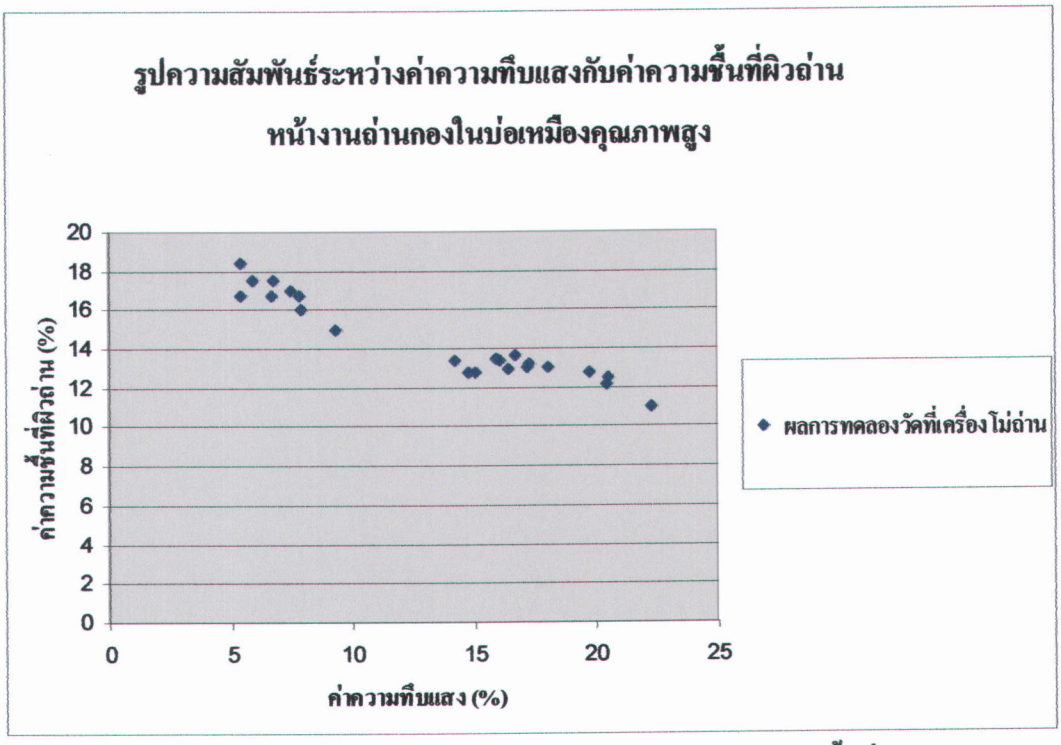
จากผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่าน และค่าความทึบแสงก่อนการเติมน้ำให้กับถ่านหินหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูงและคุณภาพต่ำ โดยเปรียบเทียบระหว่างตาราง 5.5 และตาราง 5.6 พบว่าค่าความชื้นที่ผิวถ่านก่อนการเติมน้ำให้กับหน้างาน ถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำมีค่าน้อยกว่าถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูง เนื่องจากถ่านที่มีคุณภาพต่ำจะมีส่วนประกอบของดินมากกว่าถ่านคุณภาพสูง ทำให้ถ่านที่คุณภาพต่ำจะมีความสามารถในการสูญเสียความชื้นสู่บรรยากาศได้ง่ายกว่าถ่านที่มีคุณภาพสูง ค่าความชื้นที่ผิวถ่านก่อนการเติมน้ำจึงมีค่าน้อยกว่า และจากความสามารถในการสูญเสียความชื้นที่ง่ายกว่า จะทำให้ถ่านหินมีการแตกตัวและเกิดเป็นฝุ่นถ่านได้ง่ายกว่าเช่นกัน จึงทำให้ค่าความทึบแสงก่อนการเติมน้ำ วัดที่หน้างานและที่เครื่องโม่มีค่าสูงกว่าด้วยเช่นกัน

เมื่อพิจารณาที่ค่าความชื้นที่ผิวถ่านหลังการเติมน้ำ พบว่าในการเติมน้ำที่ช่วงเวลาเท่ากันค่าความชื้นที่ผิวถ่านหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำจะมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูง เนื่องจากถ่านกองคุณภาพต่ำมีส่วนประกอบของดินปนอยู่มากกว่า ทำให้ความสามารถในการดูดซับน้ำจึงมีมากกว่า เป็นผลให้ค่าความชื้นที่ผิวถ่านเมื่อเติมน้ำในปริมาณเท่ากันจึงมีค่าสูงกว่า

จากผลการทดสอบหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูง และคุณภาพต่ำ สามารถแสดงความสัมพันธ์ของค่าความทึบแสง กับค่าความชื้นที่ผิวถ่านได้ดังรูป 5.5, รูป 5.6, รูป 5.7 และรูป 5.8

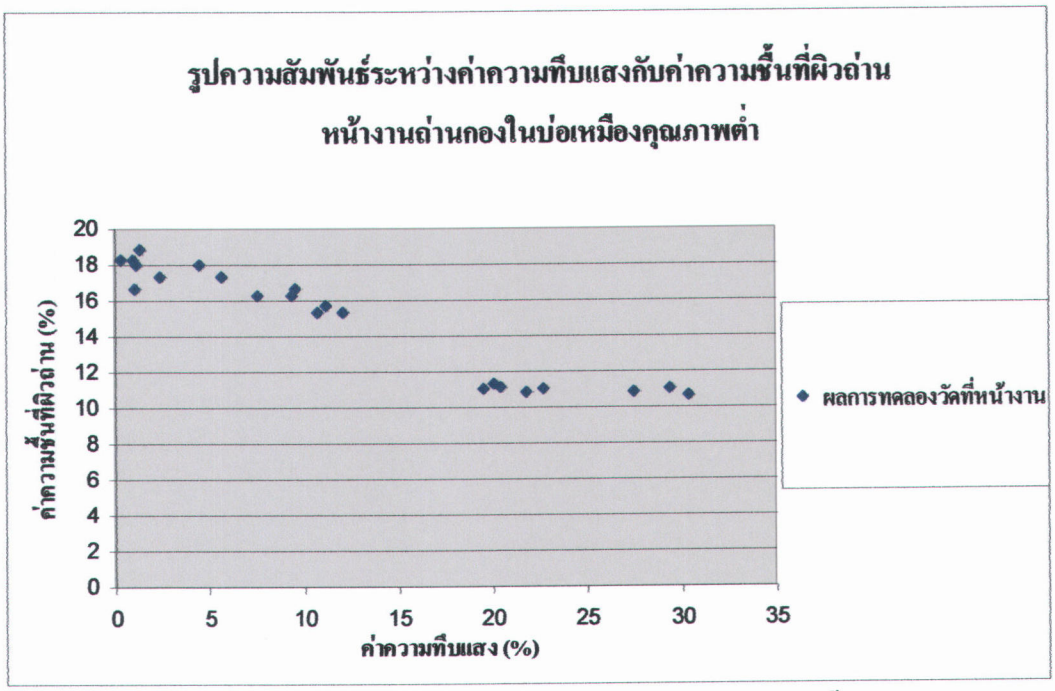


รูป 5.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่าน หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูง (วัดที่หน้างาน)

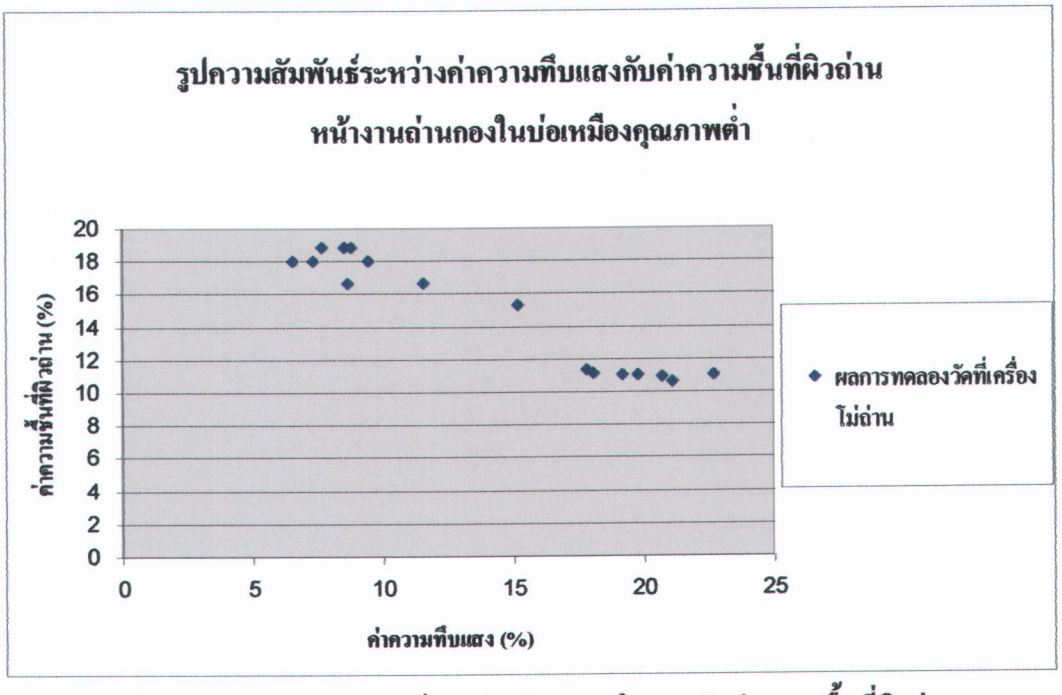


รูป 5.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่าน หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูง (วัดที่เครื่องโม่ถ่าน)

จากรูป 5.5 และรูป 5.6 แสดงความสัมพันธ์ซึ่งเป็นแนวโน้มระหว่างค่าความทึบแสง กับค่าความชื้นที่ผิวถ่าน วัดที่หน้างานและที่เครื่องโม่ถ่านหินหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูง จะเห็นว่าได้มีนัยยะความสัมพันธ์ที่ชัดเจนโดยจะพบว่า การเติมน้ำให้กับถ่านหิน เป็นการเพิ่มความชื้นให้กับถ่านหิน และช่วยลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นถ่านหินทั้งบริเวณหน้างานและเครื่องโม่ถ่านหินพิจารณาจากค่าความทึบแสงที่วัดได้ และจากผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่า การเติมน้ำให้กับถ่านหินที่บริเวณหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูงในช่วงเวลา 7 นาที จะทำให้ได้ค่าความชื้นที่ผิวถ่านเฉลี่ยที่เหมาะสมคือ 16.76 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ค่าความทึบแสงวัดที่หน้างาน และที่เครื่องโม่มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด



รูป 5.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่านหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำ (วัดที่หน้างาน)



รูป 5.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่านหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำ (วัดที่เครื่องโม่ถ่าน)

จากรูป 5.7 และรูป 5.8 แสดงความสัมพันธ์ซึ่งเป็นแนวโน้มระหว่างค่าความทึบแสง กับค่าความชื้นที่ผิวถ่าน วัดที่หน้างานและที่เครื่องโม่ถ่านหินหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำ จะเห็นว่าได้มีนัยยะความสัมพันธ์ที่ชัดเจนโดยจะพบว่า การเติมน้ำให้กับถ่านหิน เป็นการเพิ่มความชื้นให้กับถ่านหิน และช่วยลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นถ่านหินทั้งบริเวณหน้างานและเครื่องโม่ถ่านหินพิจารณาจากค่าความทึบแสง และจากผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่า การเติมน้ำให้กับถ่านหินที่บริเวณหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำในช่วงเวลา 7 นาที จะทำให้ได้ค่าความชื้นที่ผิวถ่านเฉลี่ยที่เหมาะสมคือ 17.82 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ค่าความทึบแสงวัดที่หน้างาน และที่เครื่องโม่มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด

5.6 ถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น และอายุการกองนาน

5.6.1 ผลการทดสอบค่าความชื้นที่ผิวถ่าน และค่าความทึบแสงก่อนและหลังการเติมน้ำ

จากการศึกษาที่หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น และอายุการกองนาน ได้ทำการทดสอบทั้งหมดหน้างานละ 3 ครั้ง โดยแต่ละครั้งได้เก็บตัวอย่างถ่านหินทั้งก่อน และหลังเติมน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน ซึ่งกำหนดด้วยช่วงเวลาในการเติมน้ำ 5 นาที และ 7 นาทีที่ผิวถ่านหน้างาน หลังจากการเติมน้ำแต่ละครั้งได้เก็บตัวอย่างหน้างานที่ทำการทดสอบหน้างานละ 3 จุด ที่

แตกต่างกันทั่วบริเวณหน้างาน เพื่อนำมาหาค่าความชื้นที่ผิวถ่านที่เปลี่ยนแปลงไปหลังจากการเติมน้ำ และในการเติมน้ำแต่ละครั้งได้ทำการวัดฝุ่นที่ 2 บริเวณ คือ บริเวณหน้างานการทำงานขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงาน และบริเวณเครื่องโม่ถ่านขณะที่รถบรรทุกถ่านกำลังเทถ่านลงเครื่องโม่ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นที่ผิวถ่านที่เหมาะสม ทำให้ค่าความทึบแสงทั้งที่หน้างานการทำงาน และที่เครื่องโม่ถ่านหินมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตาราง 5.7 และตาราง 5.8

ตาราง 5.7 ผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่าน และค่าความทึบแสงหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น

ช่วงเวลาพรมน้ำ	การทดลอง	ค่า Average Surface Moisture (%)	ค่า % ความทึบแสง	
			วัดที่หน้างาน	วัดที่เครื่องโม่
ไม่พรมน้ำ	ครั้งที่ 1	13.19	15.10	17.28
	ครั้งที่ 2	14.07	14.67	17.77
	ครั้งที่ 3	13.38	15.74	17.27
	ค่าเฉลี่ย	13.55	15.17	17.44
5 นาที	ครั้งที่ 1	13.39	13.89	17.03
	ครั้งที่ 2	14.35	13.84	17.18
	ครั้งที่ 3	14.39	14.33	17.04
	ค่าเฉลี่ย	14.04	14.02	17.08
7 นาที	ครั้งที่ 1	14.98	3.22	7.65
	ครั้งที่ 2	16.85	3.18	6.70
	ครั้งที่ 3	16.61	3.11	7.35
	ค่าเฉลี่ย	16.15	3.17	7.23

หมายเหตุ : การทดลองครั้งที่ 1 วันที่ 18 เมษายน 2553, ครั้งที่ 2 วันที่ 24 เมษายน 2553, ครั้งที่ 3 วันที่ 13 มิถุนายน 2553

จากตาราง 5.7 ผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่าน และค่าความทึบแสงก่อนการเติมน้ำให้กับถ่านหินหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้นพบว่า ค่าความชื้นที่ผิวถ่านหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.55 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความทึบแสงวัดที่

หน้างาน และที่เครื่องโม่ถ่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.17 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง และ 17.44 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสงตามลำดับ

เมื่อทำการเติมน้ำให้กับถ่านหิน โดยการฉีดพรมน้ำเป็นเวลา 5 นาที ค่าความชื้นที่ผิวถ่านจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับถ่านหินที่ไม่ถูกเติมน้ำประมาณ 3.67 เปอร์เซ็นต์ ค่าความทึบแสงวัดที่หน้างาน และเครื่องโม่ถ่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.02 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง และ 17.08 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง จะเห็นว่าที่เครื่องโม่ถ่านยังมีค่าความทึบแสงเกินค่ามาตรฐานกำหนด และเมื่อพิจารณาที่การเติมน้ำให้กับถ่านหินเป็นเวลา 7 นาทีพบว่า ค่าความชื้นที่ผิวถ่านมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับถ่านหินที่ไม่ถูกเติมน้ำประมาณ 19.19 เปอร์เซ็นต์ ค่าความทึบแสงวัดที่หน้างาน และที่เครื่องโม่ถ่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.17 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง และ 7.23 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง ซึ่งมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด ดังนั้นช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเติมน้ำให้กับถ่านหินหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้นคือ 7 นาที

ตาราง 5.8 ผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่าน และค่าความทึบแสงหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนาน

ช่วงเวลาพรมน้ำ	การทดลอง	ค่า Average Surface Moisture (%)	ค่า % ความทึบแสง	
			วัดที่หน้างาน	วัดที่เครื่องโม่
ไม่พรมน้ำ	ครั้งที่ 1	9.40	19.34	22.48
	ครั้งที่ 2	9.46	19.43	21.91
	ครั้งที่ 3	10.51	20.28	22.08
	ค่าเฉลี่ย	9.79	19.68	22.16
5 นาที	ครั้งที่ 1	17.04	6.84	22.15
	ครั้งที่ 2	18.73	6.72	17.20
	ครั้งที่ 3	20.50	9.01	18.02
	ค่าเฉลี่ย	18.76	7.52	19.12
7 นาที	ครั้งที่ 1	19.02	4.08	8.12
	ครั้งที่ 2	19.35	2.81	8.60
	ครั้งที่ 3	21.17	3.93	7.74
	ค่าเฉลี่ย	19.85	3.61	8.15

หมายเหตุ : การทดลองครั้งที่ 1 วันที่ 21 มีนาคม 2553, ครั้งที่ 2 วันที่ 27 มีนาคม 2553, ครั้งที่ 3 วันที่ 12 มิถุนายน 2553

จากตาราง 5.8 ผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่าน และค่าความทึบแสงก่อนการเติมน้ำให้กับถ่านหินหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนานพบว่า ค่าความชื้นที่ผิวถ่านหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.79 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความทึบแสงวัดที่หน้างาน และที่เครื่องโม่ถ่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.68 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง และ 22.16 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสงตามลำดับ

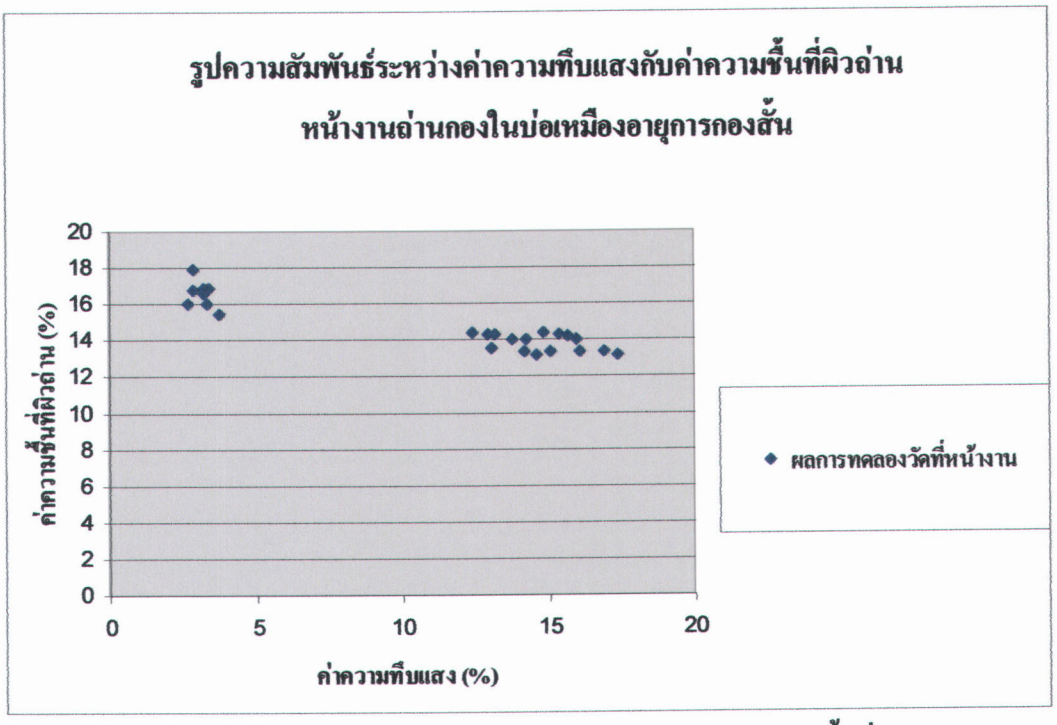
เมื่อทำการเติมน้ำให้กับถ่านหินโดยการฉีดพรมน้ำเป็นเวลา 5 นาที ค่าความชื้นที่ผิวถ่านจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับถ่านหินที่ไม่ถูกเติมน้ำประมาณ 91.59 เปอร์เซ็นต์ ค่าความทึบแสงวัดที่หน้างาน และเครื่องโม่ถ่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.52 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง และ 19.12 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง จะเห็นว่าที่เครื่องโม่ถ่านยังมีค่าความทึบแสงเกินค่ามาตรฐานกำหนด และเมื่อพิจารณาที่การเติมน้ำให้กับถ่านหินเป็นเวลา 7 นาทีพบว่า ค่าความชื้นที่ผิวถ่านมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับถ่านหินที่ไม่ถูกเติมน้ำประมาณ 102.72 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความทึบแสงวัดที่หน้างาน และที่เครื่องโม่ถ่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.61 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง และ 8.15 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง ซึ่งมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด ดังนั้นช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเติมน้ำให้กับถ่านหินหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนานคือ 7 นาที

5.6.2 วิเคราะห์ผล

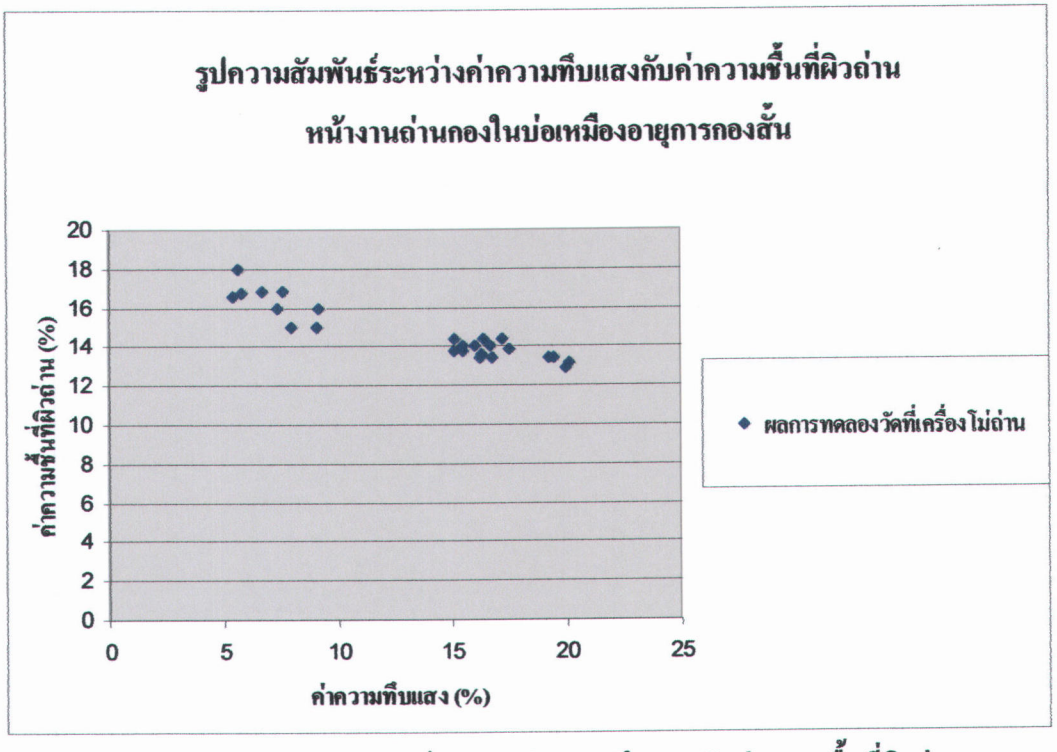
จากผลการทดสอบหาค่าความชื้นที่ผิวถ่าน และค่าความทึบแสงก่อนการเติมน้ำให้กับถ่านหินหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้นและอายุการกองนาน โดยเปรียบเทียบระหว่างตาราง 5.7 และตาราง 5.8 พบว่า ค่าความชื้นที่ผิวถ่านก่อนการเติมน้ำให้กับหน้างาน ถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนาน มีค่าน้อยกว่าถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น เนื่องจากถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนานจะมีการสูญเสียความชื้นที่ผิวถ่านมากกว่าถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น ค่าความชื้นที่ผิวถ่านจึงน้อยกว่า และจากการสูญเสียความชื้น ทำให้มีการแตกหักในเนื้อถ่านเพิ่มมากขึ้น และมีถ่านขนาดเล็ก ๆ มากขึ้น มีการเกิดฝุ่นสูงกว่า ค่าความทึบแสงวัดที่หน้างาน และที่เครื่องโม่ถ่านจึงมีค่าสูงกว่าด้วยเช่นกัน

เมื่อพิจารณาที่ค่าความชื้นที่ผิวถ่านหลังการเติมน้ำพบว่า ในการเติมน้ำที่ช่วงเวลาเท่ากัน ค่าความชื้นที่ผิวถ่านหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนานจะมีค่าเพิ่มขึ้นในปริมาณค่อนข้างสูงกว่าถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น เนื่องจากถ่านที่สูญเสียความชื้นจากการกองทิ้งไว้เป็นเวลานาน จนเนื้อถ่านมีลักษณะแห้ง จะสามารถดูดซึมน้ำเข้าไปในผิวถ่านได้ในปริมาณที่มากกว่า ทำให้ค่าความชื้นที่ผิวถ่านเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์จากค่าความชื้นที่ผิวถ่านก่อนการเติมน้ำจึงมีค่าที่สูงกว่ามาก

จากผลการทดสอบหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น และอายุการกองนาน สามารถแสดงความสัมพันธ์ของค่าความทึบแสง กับค่าความชื้นที่ผิวถ่านได้ดังรูป 5.9, รูป 5.10, รูป 5.11 และรูป 5.12

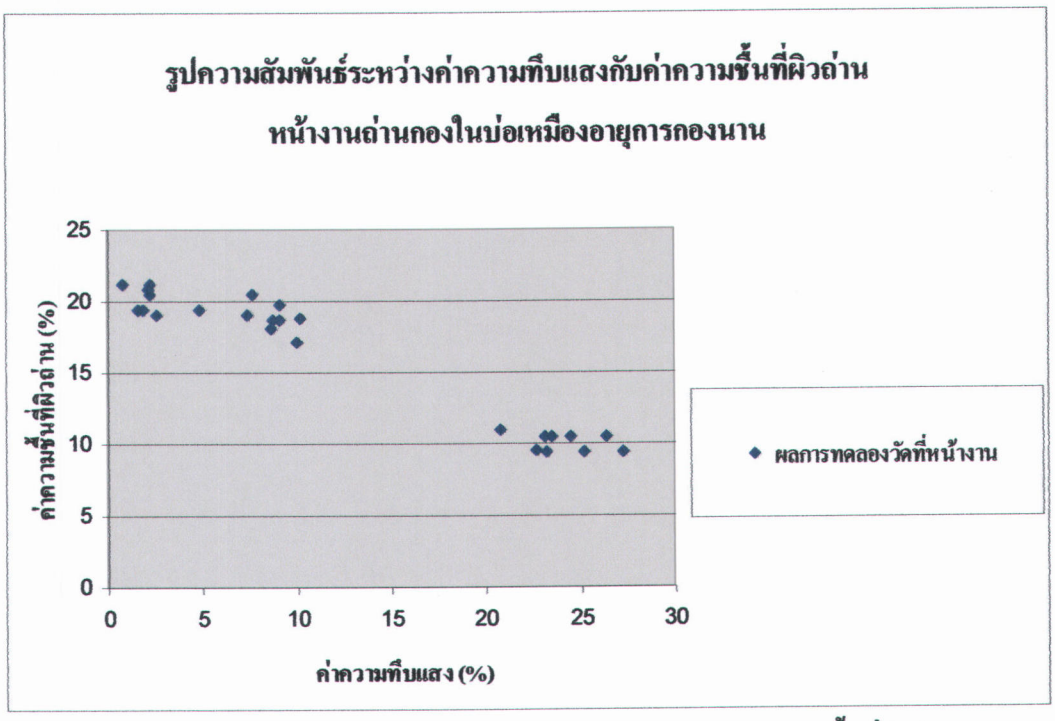


รูป 5.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่าน หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น (วัดที่หน้างาน)

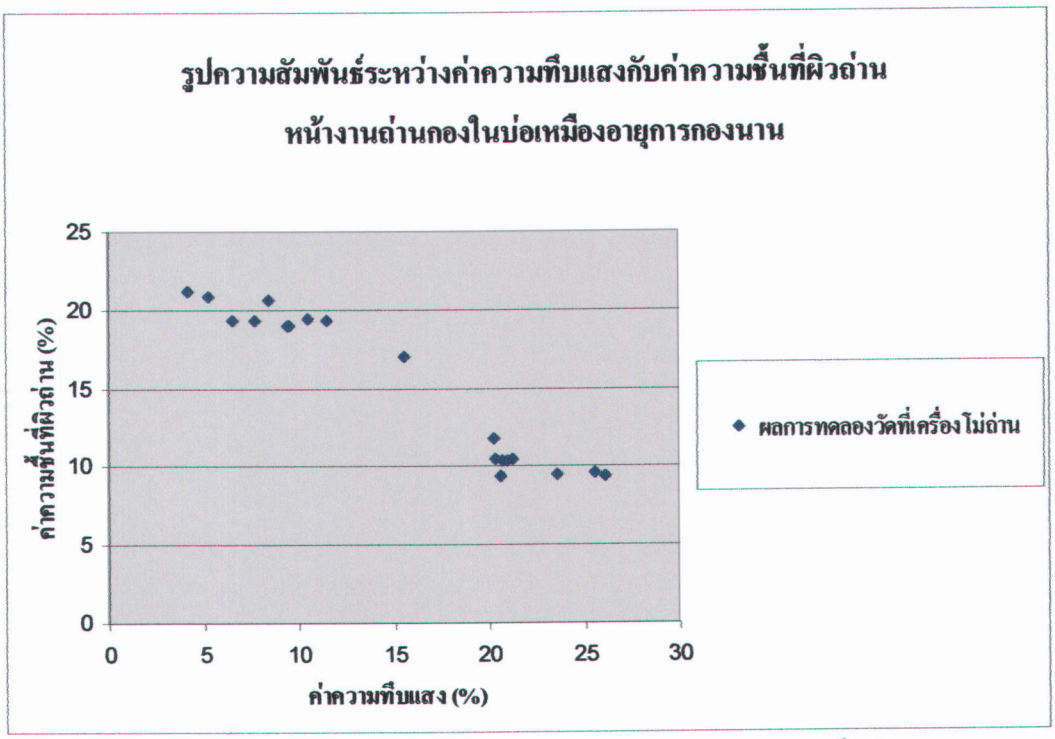


รูป 5.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่าน หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น (วัดที่เครื่องโม่ถ่านหิน)

จากรูป 5.9 และรูป 5.10 แสดงความสัมพันธ์ซึ่งเป็นแนวโน้มระหว่างค่าความทึบแสง กับค่าความชื้นที่ผิวถ่าน วัดที่หน้างานและที่เครื่องโม่ถ่านหินหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น จะเห็นว่าได้มีนัยยะความสัมพันธ์ที่ชัดเจนโดยจะพบว่า การเติมน้ำให้กับถ่านหินเป็นการเพิ่มความชื้นให้กับถ่านหิน และช่วยลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นถ่านหินทั้งบริเวณหน้างานและเครื่องโม่ถ่านหินพิจารณาจากค่าความทึบแสง และจากผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่า การเติมน้ำให้กับถ่านหินที่บริเวณหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้นในช่วงเวลา 7 นาที จะทำให้ได้ค่าความชื้นที่ผิวถ่านเฉลี่ยที่เหมาะสมคือ 16.15 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ค่าความทึบแสงวัดที่หน้างาน และที่เครื่องโม่มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด



รูป 5.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่าน หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนาน (วัดที่หน้างาน)



รูป 5.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่าน หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนาน (วัดที่เครื่องโม่ถ่านหิน)

จากรูป 5.11 และรูป 5.12 แสดงความสัมพันธ์ซึ่งเป็นแนวโน้มระหว่างค่าความทึบแสงกับค่าความชื้นที่ผิวถ่าน วัดที่หน้างานและที่เครื่องโม่ถ่านหินหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนาน จะเห็นว่าได้มีนัยยะความสัมพันธ์ที่ชัดเจนโดยจะพบว่า การเติมน้ำให้กับถ่านหินเป็นการเพิ่มความชื้นให้กับถ่านหิน และช่วยลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นถ่านหินทั้งบริเวณหน้างานและเครื่องโม่ถ่านหินพิจารณาจากค่าความทึบแสง และจากผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่า การเติมน้ำให้กับถ่านหินที่บริเวณหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนานในช่วงเวลา 7 นาที จะทำให้ได้ค่าความชื้นที่ผิวถ่านเฉลี่ยที่เหมาะสมคือ 19.85 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ค่าความทึบแสงวัดที่หน้างาน และที่เครื่องโม่มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด

5.7 สรุปผลการวิเคราะห์

จากการศึกษาที่หน้างานทั้ง 6 ประเภทคือ ถ่านหินหน้างานรถขุดไฟฟ้า, ถ่านรวมกองโดยรถแทรกเตอร์ให้กับรถตัก, ถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูง, ถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำ, ถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น และถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนานพบว่า เมื่อเติมน้ำให้กับถ่านหิน จะทำให้ปริมาณฝุ่นที่พิจารณาจากค่าความทึบแสงมีค่าลดลง ช่วงเวลาในการเติมน้ำเข้าไปในเนื้อถ่านหินที่เหมาะสมที่สุดคือ 7 นาทีเหมือนกันทุกหน้างาน ยกเว้นที่หน้างานถ่านรวมกองโดยรถแทรกเตอร์ให้กับรถตัก จะใช้วิธีการพรมน้ำแบบต่อเนื่องเข้าไปที่หน้างานระหว่างที่รถแทรกเตอร์ทำการรวมกองถ่าน โดยช่วงเวลาในการเติมน้ำดังกล่าวจะทำให้ค่าความชื้นที่ผิวถ่านของถ่านหินแต่ละประเภทมีค่าเหมาะสมที่สุด และทำให้ปริมาณฝุ่นวัดได้ที่หน้างานการทำงานและที่เครื่องโม่ถ่านหินมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด ผลการทดสอบเป็นไปดังตาราง 5.9

ตาราง 5.9 ค่าความชื้นที่ผิวถ่านหินก่อนการเติมน้ำและค่าความชื้นที่ผิวถ่านหินที่เหมาะสมสำหรับแต่ละหน้างานที่ทำให้ค่าความทึบแสงมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด

หน้างาน	ค่า Average Surface Moisture (%) (ก่อนเติมน้ำ)	ค่า Average Surface Moisture (%) ที่เหมาะสม
• รถขุดไฟฟ้า	17.86	18.65
• ถ่านรวมกองโดยรถแทรกเตอร์ให้รถตัก	21.44	25.08
• ถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูง	12.87	16.76
• ถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำ	10.85	17.82
• ถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนาน	9.79	19.85
• ถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น	13.55	16.15

จากตาราง 5.9 พบว่า ก่อนการเติมน้ำเข้าไปในเนื้อถ่านหิน ค่าความชื้นที่ผิวถ่านตามธรรมชาติในแต่ละหน้างานจะมีค่าที่แตกต่างกันโดยที่หน้างานถ่านรวมกองโดยรถแทรกเตอร์ให้กับรถตักจะมีค่าสูงที่สุดคือ 21.44 เปอร์เซ็นต์ และถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนานจะมีค่าความชื้นตามธรรมชาติที่ผิวถ่านต่ำสุดคือ 9.79 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเติมน้ำเข้าไปในเนื้อถ่านหินจนปริมาณฝุ่นที่วัดได้ที่หน้างาน และที่เครื่องโม่ถ่านมีค่าไม่เกินมาตรฐานกำหนดพบว่า ค่าเฉลี่ยความชื้นที่ผิวถ่านหน้างานรถขุดไฟฟ้ามีค่าประมาณ 18.65 เปอร์เซ็นต์ หน้างานถ่านรวมกองมีค่าประมาณ 25.08 เปอร์เซ็นต์ หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูงมีค่าประมาณ 16.76 เปอร์เซ็นต์ หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำมีค่าประมาณ 17.82 เปอร์เซ็นต์ หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้นมีค่าประมาณ 19.85 เปอร์เซ็นต์ และหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนานมีค่าประมาณ 16.15 เปอร์เซ็นต์

5.8 การประมาณค่าแฟคเตอร์การปล่อยฝุ่น (Emission Factor) จากกิจกรรมที่หน้างานถ่านหิน

ในกิจกรรมการทำเหมืองแร่ มักก่อให้เกิดฝุ่นละออง และมลพิษทางอากาศ โดยสามารถแยกฝุ่นละอองที่เกิดจากการทำเหมืองได้เป็น ฝุ่นละอองรวม (Total Suspended Particulate) และฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM 10, PM 2.5) ที่อาจจะเกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การเจาะ การระเบิด การขุดตัก การโม่บด และการขนส่งลำเลียงแร่ออกจากบ่อเหมือง การศึกษาได้พิจารณาค่าการเกิดฝุ่นละอองจากกระบวนการขุด และตักถ่านหิน ที่ทำให้เกิดฝุ่นถ่านหินประเภทฝุ่นละอองรวม (TSP) ซึ่งในการประเมินปริมาณการเกิดฝุ่นละอองที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากกิจกรรมหน้างานถ่านหินการทำ

เหมืองแม่เมาะนั้น จะกระทำได้โดยการใช้สมการ Emission Factor หรือใช้ค่าที่กำหนดมาให้ (default) ดังตาราง 5.10 ซึ่งจากผลการวิจัยในครั้งนี้ทำให้ได้ค่าปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในถ่านหินในกิจกรรมที่ได้กำหนด จึงสามารถที่จะใช้ค่า Emission Factor สำหรับประเมินปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) ได้โดยไม่ต้องใช้ค่าที่กำหนด (default) ในตารางทั้งกรณีไม่เติมน้ำ และเติมน้ำในกระบวนการ โดยใช้สมการในการประเมินดังนี้คือ

ตาราง 5.10 Emission Factor Equations and Default Emission Factors for Various Operations at Coal Mines

Operation/Activity	TSP Equation	PM_{10} Equation	TSP Default Emission Factor	PM_{10} Default Emission Factor	PM_{10}/TSP Ratio based on Emission Factors	Units	Emission Factor Rating
Draglines	$EF = 0.0046 * d^{1.1} * M^{-0.3}$	$EF = 0.0022 * d^{0.7} * M^{-0.3}$	0.06	0.026	0.43	kg/bcm	B
Excavators/Shovels/Front-end loaders (on overburden)	$EF = k * 0.0016 * (U/2.2)^{1.3} * (M/2)^{-1.4}$, k=0.74	As for TSP, using k=0.35	0.025	0.012	0.47	kg/t	C
Excavators/Shovels/Front-end loaders (on coal)	$EF = k * 0.0596 * M^{-0.9}$ using k = 1.56	As for TSP, using k=0.75	0.029	0.014	0.48	kg/t	C
Bulldozers on coal	$EF = 35.6 * s^{1.2} * M^{-1.4}$	$EF = 6.33 * s^{1.5} * M^{-1.4}$	102	32.5	0.29	kg/h	B
Bulldozer on material other than coal	$EF = 2.6 * s^{1.2} * M^{-1.3}$	$EF = 0.34 * s^{1.5} * M^{-1.4}$	17	4	0.24	kg/h	B
Trucks (dumping overburden)	–	–	0.012	0.0043	0.35	kg/t	
Trucks (dumping coal)	–	–	0.010	0.0042	0.42	kg/t	
Drilling	–	–	0.59	0.31	0.52	kg/hole	B
Blasting[4]	$EF = 344 * A^{0.8} * M^{-1.5} * D^{-1.8}$	As for TSP, Multiplying by 0.52	–	–	0.52	kg/blast	C
Wheel and bucket	–[2]	–[2]	–[2]	–[2]			
Wheel Generated Dust from Unpaved Roads	$EF = k * (s/12)^{A} * (W/3)^{B} / (M/0.2)^{C}$, where k = 2.82	As for TSP, using k= 0.733	3.88	0.96	0.25	kg/VKT	
Scrapers	$EF = 7.6 * 10^{-5} * s^{1.3} * W^{2.4}$	$EF = 1.32 * 10^{-6} * s^{1.4} * W^{2.5}$	1.64	0.53	0.32	kg/VKT	A
Graders	$EF = 0.0034 * S^{2.5}$	$EF = 0.0034 * S^{2.0}$				kg/VKT	B
Loading stockpiles	–	–	0.004	0.0017	0.42	kg/t	
Unloading from stockpiles	–	–	0.03	0.013	0.42	kg/t	
Loading to trains	–	–	0.0004	0.00017	0.42	kg/t	
Miscellaneous transfer points	$EF = k * 0.0016 (U/2.2)^{1.3} * (M/2)^{-1.4}$, where k = 0.74	As for TSP, using k = 0.35	0.00032	0.00015	0.47	kg/t	
Wind erosion	–	–	0.4	0.2	0.50	kg/ha/h	

[1] See Appendix A for details of the sources of these emission factors and emission estimation equations

[2] A significant proportion of open cut coal mining for softer brown coals is carried out using bucket wheel excavators. The moisture content of these coals is generally very high and dust emissions are generally minor. For coals with a moisture content of less than 10%, use the equation for miscellaneous transfer and conveying. (Appendix A1.1.18 and A.1.1.14)

[3] d = drop distance in metres; M = moisture content in %;
U = mean wind speed in m/s; A = area blasted in m^2;
D = depth of blast holes in metres; VKT = vehicle kilometres travelled;
s = silt content in %; W = vehicle gross mass in tonnes;
S = mean vehicle speed in km/h; L= road surface silt loading in g/m^2;
bcm = bank cubic metres; t = tonne;
– = negligible
Exponents for "Wheel Generated Dust from Unpaved Roads"
A = 0.8 (for PM_{10}) & 0.8 (for TSP) B = 0.4 (for PM_{10}) & 0.5 (for TSP)
C = 0.3 (for PM_{10}) & 0.4 (for TSP)

[4] Additional guidance on the characterisation of emissions of PM_{10} and other substances is provided in the *Emission Estimation Technique Manual for Explosives Detonation.*

ที่มา : Mining version 2.3 -05 Dec 2001

เมื่อพิจารณาจากกิจกรรมการขุด หรือตักวัสดุประเภทถ่านหินของเหมืองแม่เมาะที่ทำการศึกษาจะพบว่า สมการที่เหมาะสมในการใช้คำนวณหาค่าแฟคเตอร์การปล่อยฝุ่นละออง (Emission Factor) คือ

$$EF = k*0.0596*M^{-0.9} \text{ (using k = 1.56)} \qquad (5.1)$$

M = Moisture Content (%)

จากสมการ 5.1 เมื่อแทนค่า M ด้วยเปอร์เซ็นต์ความชื้นของถ่านหินในกิจกรรมต่าง ๆ ที่เป็นผลจากการศึกษา (ตาราง 5.9) ในกรณีก่อนเติมน้ำ และในกรณีเติมน้ำจนมีความชื้นที่ไม่เกินค่าความทึบแสงตามมาตรฐาน จะได้ค่า Emission Factor ดังแสดงในตาราง 5.11

ตาราง 5.11 ค่าแฟคเตอร์การปล่อยฝุ่นละอองรวม (TSP Emission Factor) ของถ่านหินก่อนและหลังการเติมน้ำให้กับหน้างานถ่านแต่ละประเภท

กิจกรรม	TSP emission factor (EF)		
	ก่อนเติมน้ำ	หลังเติมน้ำ	เปลี่ยนแปลง (%)
• ขุดถ่านหน้างานรถขุดไฟฟ้า	0.0069	0.0067	-3.82
• ตักถ่านหน้างานถ่านรวมกอง	0.0059	0.0051	-13.16
• ตักถ่านหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูง	0.0093	0.0074	-21.16
• ตักถ่านหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำ	0.0109	0.0070	-36.02
• ตักถ่านหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น	0.0089	0.0076	-14.61
• ตักถ่านหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนาน	0.0119	0.0063	-47.07

จากตาราง 5.11 จะเห็นได้ว่าหน้างานถ่านหินแต่ละประเภทจะมีอัตราการปล่อยฝุ่นละอองที่แตกต่างกัน ในกรณีก่อนเติมน้ำจะพบว่า ที่หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนานจะมีค่าสูงสุดคือ 0.0119 และที่หน้างานถ่านรวมกองโดยรถแทรกเตอร์จะมีค่าต่ำสุดคือ 0.0059 ส่วนเมื่อเติมน้ำในปริมาณที่เหมาะสมพบว่า อัตราการปล่อยฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมีค่าลดลงเหมือนกันทุกหน้างาน

เมื่อพิจารณาจากลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันโดยแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ หน้างานถ่านหินที่ใช้เครื่องจักรขุดจากหน้างานโดยตรง และหน้างานถ่านหินที่ขุดหรือตักจากถ่านกองในบ่อเหมือง คือ หน้างานถ่านหินที่ใช้เครื่องจักรขุด และตักจากหน้างานโดยตรงพบว่า หน้างานการทำงานโดยรถขุดไฟฟ้า จะมีค่าแฟคแตอร์การปล่อยฝุ่นละอองเท่ากับ 0.0069 ซึ่งมีค่ามากกว่าหน้างานถ่านรวมกองโดยรถแทรกเตอร์ให้กับรถตัก ที่มีค่าแฟคเตอร์การปล่อยฝุ่นละอองเท่ากับ 0.0059 ซึ่งสอดคล้องกับค่าความทึบแสงวัดที่หน้างาน พิจารณาจากตาราง 5.3 และตาราง 5.4 ค่าความทึบแสงวัดที่หน้างานการทำงานโดยรถขุดไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.21 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง มีค่ามากกว่าหน้างานถ่านรวมกองที่มีค่าความทึบแสงวัดที่หน้างานเฉลี่ยเท่ากับ 18.82 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง และเมื่อทำการเติมน้ำเข้าไปในเนื้อถ่านด้วยปริมาณที่เหมาะสมพบว่า แฟคเตอร์การปล่อย

ฝุ่นละอองที่หน้างานทั้ง 2 ประเภทจะมีค่าลดลง คือ แฟคแตอร์การปล่อยฝุ่นละอองที่หน้างานการทำงานโดยรถขุดไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 0.0067 และที่หน้างานถ่านรวมกองโดยรถแทรกเตอร์ให้กับมีค่าเท่ากับ 0.0051

เมื่อพิจารณาการทำงานหน้างานที่ใช้เครื่องจักรตักจากถ่านกองในบ่อเหมืองทั้ง 4 ประเภท คือ ถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูง, ถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำ, ถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น และถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนานเมื่อยังไม่มีการเติมน้ำพบว่า ถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูงมีค่าแฟคเตอร์การปล่อยฝุ่นละอองเท่ากับ 0.0093 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำที่มีค่าแฟคเตอร์การปล่อยฝุ่นละอองเท่ากับ 0.0109 สอดคล้องกับค่าความทึบแสงวัดที่หน้างาน พิจารณาจากตาราง 5.5 และตาราง 5.6 ค่าความทึบแสงวัดที่หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.06 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง ซึ่งมีค่าน้อยกว่าหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.07 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง และเมื่อพิจารณาที่หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้น และอายุการกองนานพบว่า ถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้นมีค่าแฟคเตอร์การปล่อยฝุ่นละอองเท่ากับ 0.0089 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนานที่มีค่าแฟคเตอร์การปล่อยฝุ่นละอองเท่ากับ 0.0119 ซึ่งสอดคล้องกับค่าความทึบแสงวัดที่หน้างาน พิจารณาจากตาราง 5.7 และตาราง 5.8 ค่าความทึบแสงวัดที่หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.17 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง มีค่าน้อยกว่าหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนานที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.68 เปอร์เซ็นต์ความทึบแสง จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า เมื่อเติมน้ำเข้าไปในเนื้อถ่านด้วยปริมาณที่เหมาะสม แฟคเตอร์การปล่อยฝุ่นละอองหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองทั้ง 4 ประเภทจะมีค่าลดลง คือ หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพสูงมีค่าแฟคเตอร์การปล่อยฝุ่นละอองเท่ากับ 0.0074, หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองคุณภาพต่ำมีค่าแฟคเตอร์การปล่อยฝุ่นละอองเท่ากับ 0.0070, หน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองสั้นมีค่าแฟคเตอร์การปล่อยฝุ่นละอองเท่ากับ 0.0076 และหน้างานถ่านกองในบ่อเหมืองอายุการกองนานมีค่าแฟคเตอร์การปล่อยฝุ่นละอองเท่ากับ 0.0063

จากผลการคำนวณค่าแฟคเตอร์การปล่อยฝุ่นละออง (EF) ตามตารางดังกล่าว เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันจะเห็นได้ว่าค่า (EF) มีการเปลี่ยนแปลง โดยในกรณีที่เติมน้ำจะมีค่าแฟคเตอร์การปล่อยฝุ่นละออง (EF) ลดลง (-) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าตั้งแต่ 3.82 ถึง 47.07 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าเมื่อเติมน้ำในกระบวนการผลิตถ่านหินแล้วจะทำให้ ค่าแฟคเตอร์ของการปล่อยฝุ่นในกระบวนการนั้น ๆ ลดลง ซึ่งหมายถึงว่าปริมารฝุ่นที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ทำงานลดลงเช่นกัน