บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การดูดซับ

1. ค่าพีเอชในช่วงที่ทำการศึกษามีผลกับการดูดซับตะกั่ว โดยจะพบว่าการดูดซับตะกั่วจากน้ำเสียสังเคราะห์ จะเกิดขึ้นมากที่สุดเมื่อพีเอชมีค่าอยู่ระหว่าง 4-6 โดยที่ประสิทธิภาพการกำจัดสูงขึ้นเมื่อค่าพีเอชเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพการกำจัดสูงสุดจะเท่ากับพีเอช 6 ซึ่งเป็นค่าพีเอชที่ไม่เกินมาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2539)

2. ความเข้มข้นของน้ำเสียเริ่มต้นมีผลกับค่าความสามารถในการกำจัดตะกั่วต่อปริมาณเถ้าลอยชานอ้อยคือ เมื่อความเข้มข้นเริ่มต้นเพิ่มขึ้น เถ้าลอยชานอ้อยจะมีค่าความสามารถในการดูดซับสูงขึ้น

3. ผลของเวลาสัมผัสที่มีต่อการดูดซับตะกั่ว พบว่าเมื่อเวลาสัมผัสเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการดูดซับตะกั่วจากน้ำเสียสังเคราะห์จะเพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึงเวลาสัมผัสค่าหนึ่ง ซึ่งเมื่อเวลาสัมผัสมากกว่าค่านี้ ประสิทธิภาพในการดูดซับตะกั่วจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

4. สภาวะที่เหมาะสมในการทำไอโซเทอมของการกำจัดตะกั่วด้วยเถ้าลอยชานอ้อย คือ ความเข้มข้นของน้ำเสียเริ่มต้นเท่ากับ 80 มก./ล. ซึ่งเป็นความเข้มข้นสูงสุดในงานวิจัยนี้ พีเอชของสารละลายเท่ากับ 6 และเวลาสัมผัสเท่ากับ 3 นาที ซึ่งสอดคล้องกับไอโซเทอมการดูดซับทั้งแบบแลงมัวร์และแบบฟรุนดลิช

5.1.2 การทำเป็นก้อนแข็ง

1. อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่เหมาะสมสำหรับการทำก้อนแข็งของเถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับตะกั่วแล้ว จะเท่ากับ 0.5

2. การเพิ่มปริมาณการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับตะกั่วแล้ว ทำให้ค่ากำลังรับแรงอัดที่ระยะเวลาบ่ม 7 วัน ของมอร์ตาผสมเถ้าลอยชานอ้อย มีค่าต่ำกว่ามอร์ตาธรรมดาทุกปริมาณการแทนที่ สำหรับมอร์ตาผสมเถ้าลอยชานอ้อยที่ปริมาณการแทนที่ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก จะให้ค่ากำลังรับแรงอัดสูงสุด โดยมีค่ากำลังรับแรงอัดที่ระยะเวลาบ่ม 7 วัน เท่ากับ 163 กก./ซม.^{2} และมีค่ากำลังรับแรงอัดเมื่อเทียบกับมอร์ตาธรรมดา คิดเป็นร้อยละ 60.87 ทั้งนี้ค่าความ

เข้มข้นของตะกั่วในน้ำสกัดมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานสารมีพิษของกรมโรงงานอุตสาหกรรมทุกปริมาณการแทนที่

3. ระยะเวลาบ่มเพิ่มขึ้นจะทำให้กำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้น แต่ทุกระยะเวลาบ่มของมอร์ตาผสมเถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับตะกั่วแล้ว มีค่ากำลังรับแรงอัดต่ำกว่ามอร์ตาธรรมดา โดยค่ากำลังรับแรงอัดเมื่อแทนที่ด้วยเถ้าลอยชานอ้อยร้อยละ 10 ที่อายุการบ่ม 28 วัน มีค่า 200 กก./ซม.^{2} ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งตามมาตรฐาน ASTM C109-95 ที่กำหนดไว้ที่ 245 กก./ซม.^{2}และมีค่ากำลังรับแรงอัดเมื่อเทียบกับมอร์ตาธรรมดา เพียงประมาณร้อยละ 67.10 ทั้งนี้ค่าความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำสกัดมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานในการสกัดสาร (Leachate extraction procedure) ของประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540)

4. เมื่อพิจารณาผลของกำลังรับแรงอัด พบว่าเถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับตะกั่วแล้วมีแนวโน้มที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น การนำมาใช้แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ในการผลิตคอนกรีตบล็อก หรืออาจใช้ในการแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ในการทำให้เป็นก้อนแข็ง และการปรับเสถียร

5. เมื่อมีการนำเถ้าลอยชานอ้อยไปใช้บำบัดตะกั่วจากน้ำเสียจริง อาจไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายทางด้านสารเคมี แต่จะได้ปริมาณกากตะกอนของเถ้าลอยชานอ้อยค่อนข้างมาก ดังนั้นจึงควรนำกากตะกอนที่ได้ไปใช้แทนที่ปูนซีเมนต์ในการผลิตบล็อกคอนกรีตซึ่งจะลดค่าใช้จ่ายของปูนซีเมนต์เมื่อมีการใช้เถ้าลอยแทนที่ปูนซีเมนต์ในปริมาณที่มากขึ้น แต่เนื่องจากเถ้าลอยยังไม่จัดเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจึงยังคงมีความไม่แน่นอนในการควบคุมคุณภาพและการขนส่ง อาจทำให้มีค่าใช้จ่ายสูงเกินกว่าที่จะนำมาใช้ทดแทนปูนซีเมนต์ ดังนั้นควรทำการวิจัยในการทำผลิตภัณฑ์นั้นๆ ก่อนที่จะนำมาใช้จริง เพราะค่ากำลังรับแรงอัดที่ได้จากการหล่อก้อนมอร์ตาในงานวิจัยนี้ย่อมต่างจากผลิตภัณฑ์ที่จะทำขึ้นโดยต้องพิจารณาถึงสมบัติในการใช้งานในด้านต่างๆที่เกิดจากการใช้เถ้าลอยแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์โดยเฉพาะค่ากำลังรับแรงอัด เปรียบเทียบกับราคาค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนการผลิตให้เหมาะสมคุ้มค่าที่สุด

5.2 ความสำคัญทางงานวิศวกรรม

1. เถ้าลอยชานอ้อยเป็นตัวดูดซับที่มีขนาดเล็กและมีพื้นที่ผิวมากจึงทำให้มีประสิทธิภาพค่อนข้างสูงในการกำจัดโลหะหนัก ซึ่งสำหรับงานวิจัยนี้โลหะหนักคือตะกั่ว ดังนั้นจึงสามารถที่จะนำเถ้าลอยชานอ้อยไปกำจัดโลหะหนักชนิดอื่นๆได้ นอกจากนี้พบว่าเถ้าลอยชานอ้อยมีค่าน้ำหนักที่สูญเสียเนื่องจากการเผา (LOI) หรือคาร์บอนที่มีในวัสดุที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงน่าจะเป็นไปได้ที่จะนำเถ้าลอยชานอ้อยมาใช้ในงานกำจัดสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสีย

2. คุณสมบัติในการใช้งานด้านคอนกรีตของเถ้าลอยชานอ้อยอาจด้อยกว่าเถ้าลอยลิกไนต์เนื่องจากมีความเป็นวัสดุปอซโซลานน้อยกว่า รวมถึงลักษณะรูปร่างของเถ้าลอยชานอ้อยที่ไม่กลม

เท่ากับเถ้าลอยลิกไนต์ แต่ก็ยังสามารถใช้ในงานคอนกรีตได้บ้างเนื่องจากขนาดอนุภาคที่เล็กกว่าเถ้าลอยลิกไนต์ เนื่องจากในการผสมคอนกรีตจะมีช่องว่างเกิดขึ้นระหว่างมวลรวมหยาบ มวลรวมละเอียด และปูนซีเมนต์ ดังนั้นการเติมช่องว่างด้วยอนุภาคที่มีความละเอียด จะมีผลในการลดช่องว่างลง ทำให้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของคอนกรีต

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

1. ควรมีการศึกษาการกำจัดตะกั่วด้วยเถ้าลอยชานอ้อยโดยทำการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง เพื่อหาค่าพลังงานที่ใช้ในการดูดซับซึ่งจะสามารถบอกได้ว่าเป็นกลไกการดูดซับทางเคมีหรือการดูดซับทางกายภาพ

2. ควรนำเถ้าลอยชานอ้อยไปปรับสภาพก่อนนำไปใช้งานจริง เนื่องจากเถ้าลอยชานอ้อยมีค่าความเป็นด่างค่อนข้างสูงเมื่อนำไปใช้งานจริงอาจทำให้น้ำที่ผ่านการบำบัดด้วยวิธีนี้ มีค่าพีเอชสูงกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งของกรมโรงงานอุตสาหกรรมได้

3. ควรนำผลการทดลองที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับการทดลองในระดับที่ใหญ่ขึ้น เพื่อที่จะนำไปใช้กับการบำบัดน้ำเสียในระบบจริง

4. ควรมีการนำเถ้าลอยชานอ้อยไปบำบัดน้ำเสียที่มีโลหะหนักหลายชนิดปนกัน เนื่องจากโลหะหนักแต่ละชนิดจะมีความสามารถที่จะถูกดูดซับด้วยสารดูดซับต่างกัน เพื่อเป็นการทดสอบดูว่าโลหะหนักชนิดใดมีประสิทธิภาพการกำจัดสูงสุด

5. ควรศึกษาผลที่เกิดขึ้นต่อคุณสมบัติต่างๆ ของคอนกรีตเมื่อใช้เถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับโลหะหนักผสมลงไป เช่น ความสามารถในการทำงานได้ ความทนทาน ความสามารถในการซึมน้ำได้ ความต้านทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมี ความต้านทานในการรับแรงอัดและรับแรงดึงของคอนกรีต เป็นต้น ซึ่งอาจจะให้ผลที่ต่างจากงานวิจัยนี้

6. ควรเสริมคุณสมบัติของเถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับโลหะหนัก เพื่อให้เหมาะกับงานคอนกรีต เช่น บดเถ้าลอยให้ละเอียดขึ้น หรือเติมสารใดๆ ที่ทำให้เกิดการเชื่อมประสานที่ดีขึ้น