บทที่ 5

สรุป วิจารณ์ผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเทคนิคการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนและทดลองใช้เทคนิคนี้ ในการถ่ายภาพชิ้นส่วนอากาศยานบางชนิด ถึงแม้ว่าคุณภาพของภาพที่ได้จากการถ่ายภาพชิ้นส่วนอากาศยานยังไม่ดีนักก็ตาม แต่ก็เป็นจุดเริ่มต้นของการทดสอบการใช้งาน อันจะเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัย เพื่อปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นต่อไป การวิจัยที่ผ่านมา แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ การถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ และการถ่ายภาพด้วยรังสีนิวตรอน ซึ่งใช้ต้นกำเนิดรังสีนิวตรอน 2 ชนิดคือ เครื่องผลิตนิวตรอน (neutron generator) และต้นกำเนิดแบบไอโซโทปรังสี พลูโทเนียม 238/เบริลเลียม ความแรง 5 คูรี

การใช้เครื่องผลิตนิวตรอน สามารถถ่ายภาพชิ้นงานแต่ละชิ้นได้ ในระยะเวลาสั้นเพียง 10 นาที เมื่อใช้ฉากเปลี่ยนนิวตรอน NE 426 กับฟิล์ม ASA 400 แต่คุณภาพของภาพยังไม่ดีพอ เนื่องจากยังต้องมีการปรับปรุงท่อบังคับลำนิวตรอน การกำบังรังสีเอกซ์และการกำบังรังสีแกมมา ประกอบกับฉาก NE 426 ที่เสื่อมคุณภาพไปตามอายุการใช้งาน แต่ในระหว่างการปรับปรุงท่อบังคับลำนิวตรอน และการกำบังรังสีเอกซ์/รังสีแกมมานั้น เครื่องผลิตนิวตรอนเกิดชำรุด ไม่สามารถเดินเครื่องเพื่อผลิตนิวตรอนได้ ด้วยมีขีดจำกัดของระยะเวลาในการวิจัย จึงไม่สามารถทดสอบอุปกรณ์ที่ปรับปรุงใหม่ได้ทันเวลา ซึ่งหากการปรับปรุงถูกต้องเหมาะสมจะทำให้ภาพถ่ายด้วยนิวตรอนมีคุณภาพดี โดยใช้ระยะเวลาในการถ่ายภาพสั้น จะมีประโยชน์ในทางปฏิบัติมาก

ในการใช้ต้นกำเนิดรังสีพลูโทเนียม 238/เบริลเลียม ภาพที่ได้มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี แต่ความเข้มของนิวตรอนต่ำ (ประมาณ 10^2 นิวตรอน/ตร.ซม.-วินาที) ทำให้ต้องใช้เวลาในการถ่ายภาพนานมาก กล่าวคือ เมื่อใช้ฉาก NE 426 กับฟิล์ม ASA 400 ต้องใช้เวลาถ่ายภาพนานกว่า 20 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามหากสามารถจัดหาต้นกำเนิดนิวตรอนแบบไอโซโทปรังสีที่มี

ความแรงสูงมาใช้ ก็จะทำให้สามารถใช้งานได้อย่างสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น

ผลการทดลองใช้ฉากเปลี่ยนนิวตรอน ชนิดคือ NE 426, แผ่นโลหะแกโดลิเนียม, $Gd_2O_2S(Tb)$ และ BE-10 พบว่าเมื่อใช้เครื่องผลิตนิวตรอนในขณะที่ใช้ฉาก NE 426 กับฟิล์ม ASA 400 ถ่ายภาพชิ้นงานทดสอบเป็นเวลา 10 นาที ต้องใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ในการถ่ายภาพโดยใช้แผ่นโลหะแกโดลิเนียมและ $Gd_2O_2S(Tb)$ เนื้อฟิล์มชนิดเดียวกัน และพบว่ามีการรบกวนจากรังสีเอกซ์/รังสีแกมมามาก ถึงแม้ภาพที่ได้จะมีความคมชัด (starpness) ดีกว่า NE 426 แต่ความเปรียบต่าง (contrast) ต่ำ เมื่อทดลองใช้ฉาก BE-10 ลบฟิล์มแทรก-เอชท์ CN 85 ถ่ายภาพชิ้นงานที่มีแผ่นแคดเมียมอยู่ด้วย โดยใช้เวลา 2 ชั่วโมง พบว่าสามารถเห็นแผ่นแคดเมียม และรูที่เจาะไว้บนแผ่นแคดเมียม ชัดเจนพอสมควร แต่ภาพของชิ้นงานเห็นได้ไม่ชัดเจน และมีความเปรียบต่างต่ำมาก ซึ่งจำเป็นต้องปรับปรุงท่อบังคับลำนิวตรอนเพื่อให้ได้ภาพที่คมชัดกว่านี้

ในด้านของตัวอย่างที่นำมาทดลองถ่ายภาพด้วยนิวตรอนเทียบกับการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์นั้น ตัวอย่างชิ้นส่วนอากาศยานบางชนิดไม่สามารถนำมาทดลองถ่ายภาพที่ห้องปฏิบัติการของภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยีได้ จึงได้เลือกตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก ที่สามารถถอดมาได้เท่านั้น และบางชิ้นงานที่ใช้เป็นการจำลองตัวอย่างขึ้นมาเพื่อให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงเท่านั้น ซึ่งได้แก่ไปเทอร์กลาสกับแผ่นอลูมิเนียมที่อยู่ปนกัน

ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงลักษณะเฉพาะของเทคนิคการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์และนิวตรอนว่าสามารถให้รายละเอียดของภาพในบางกรณีได้คล้ายคลึงกัน เช่นในกรณีของแผ่นโลหะแคดเมียม แต่ในบางกรณีมีความแตกต่างกันเช่นในกรณีของธาตุเบาบางชนิด เช่น พลาสติก โบรอน สามารถเห็นรายละเอียดได้ดีในการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน ในขณะที่ในการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ไม่สามารถเห็นภาพได้ ในทางกลับกันคือในกรณีของตะกั่ว ไม่สามารถเห็นภาพได้เมื่อใช้นิวตรอน แต่สามารถเห็นได้ชัดเจนเมื่อใช้รังสีเอกซ์ การนำเทคนิคทั้งสองไปใช้งานในการถ่ายภาพชิ้นส่วนของอากาศยาน หรืองานอื่น ๆ หากสามารถนำไปใช้งานควบคู่กันได้ก็จะให้ภาพถ่ายที่สมบูรณ์ เพราะเทคนิคนิวตรอนสามารถให้รายละเอียดในบางส่วนที่รังสีเอกซ์ไม่สามารถให้รายละเอียดได้

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงและใช้ประโยชน์เทคนิคการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนดังนี้

1. การใช้เครื่องผลิตนิวตรอน มีรังสีแกมมาและรังสีเอกซ์รบกวนสูงมาก จึงต้องมีการกำบังรังสีทั้งสองอย่างเหมาะสม จึงจะให้ภาพที่มีคุณภาพดี นอกจากนี้ควรเปลี่ยนจากการใช้น้ำเป็นตัวหน่วงนิวตรอน (neertron moderator) ไปเป็นพาราฟิน หรือโพลีเอทธีลีน เพื่อหลีกเลี่ยงออกซิเจนจากน้ำ เพราะนิวตรอนเร็วสามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจน-16 เกิดเป็นไนโตรเจน-16 ซึ่งมีคลื่นชีวิต 7 นาที และสามารถทำให้รังสีแกมมาพลังงานสูง

2. การศึกษาและออกแบบท่อบังคับลำนิวตรอนตลอดจนตำแหน่งการวางท่อบังคับลำนิวตรอนที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ภาพที่มีความคมชัด (L/D ratio สูง) และมีความเปรียบต่างสูง (Cd ratio สูง)

3. ควรมีการศึกษาทดลองถ่ายภาพด้วยนิวตรอนเปรียบเทียบกับรังสีเอกซ์และรังสีแกมมา โดยใช้ชิ้นงานอื่น ๆ อย่างกว้างขวางเช่น พลาสติก บาง โพลีเมอร์ ฯลฯ เพื่อเป็นตัวอย่าง และแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์อย่างจริงจังในประเทศ

4. ควรมีการออกแบบระบบถ่ายภาพด้วยรังสีนิวตรอนที่สามารถนำไปใช้งาน ในอุตสาหกรรม และการตรวจอากาศยานได้สะดวก เช่นระบบที่ใช้ต้นกำเนิดรังสีนิวตรอนแบบไอโซโทปรังสีที่มีความแรงสูง เช่น คาลิฟอร์เนียน-252 อเมริเซียม-241/เบริลเลียม