บทที่1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในปัจจุบันให้ความสำคัญต่อการตรวจสอบวัสดุและผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อให้ได้มาตรฐานในการผลิต เป็นการรับรองคุณภาพของวัสดุและผลิตภัณฑ์ และเพื่อความปลอดภัย วิธีการตรวจสอบแบบไม่ทำลายในการหารอยบกพร่องภายในวัสดุที่นิยมใช้ในปัจจุบันมีด้วยกันหลายวิธี เช่น การถ่ายภาพด้วยรังสี การใช้คลื่นอัลตราโซนิก เป็นต้น ซึ่งแต่ละวิธีก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน การถ่ายภาพด้วยรังสี สามารถตรวจสอบรอยบกพร่องได้หลายประเภท บอกรูปร่าง ขนาดของรอยบกพร่องได้ แต่มีข้อจำกัดคือ ต้องจัดให้ต้นกำเนิดรังสีและฟิล์ม อยู่กันคนละด้านของชิ้นงานที่ต้องการตรวจสอบ การใช้คลื่นอัลตราโซนิก สามารถตรวจสอบได้จากผิวด้านเดียวกันของชิ้นวัสดุ แต่ถ้ารอยบกพร่องอยู่ลึกมากก็จะตรวจพบได้ยากและต้องให้คลื่นเสียงตกกระทบกับรอยบกพร่อง การตัดสินการตรวจสอบจะขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้ปฏิบัติการ

เทคนิคดิฟเฟอเรนเชียลแกมมาเรย์สแกตเทอริง (Differential Gamma ray Scattering Technique, DGST) เป็นวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลายวิธีหนึ่งที่มีหลักการทดสอบโดยอาศัยผลต่างของคอมป์ตันสแกตเทอริงที่ได้จากวัสดุตัวอย่างและวัสดุมาตรฐาน สเปกตรัมของดิฟเฟอเรนเชียลแกมมาเรย์สแกตเทอริงที่ได้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างภายในชิ้นงานวัสดุ ซึ่งผลรวมของค่าที่ได้ในช่วงพลังงานจะเปลี่ยนไปมากน้อยเป็นค่าบวกหรือค่าลบขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ขนาด รูปร่างและตำแหน่งของรอยบกพร่อง เป็นต้น จุดเด่นของเทคนิคนี้คือ ครอบคลุมพื้นที่ได้กว้าง มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลง เช่น ขนาดและตำแหน่งรอยบกพร่อง ชนิดของวัตถุแปลกปลอม ความหนาแน่น สภาพการเป็นสนิมของเหล็ก เป็นต้น

ในการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเครื่องต้นแบบชนิดเคลื่อนย้ายได้สำหรับการตรวจสอบด้วยเทคนิคดิฟเฟอเรนเชียลแกมมาเรย์สแกตเทอริงสำหรับตรวจสอบหาขนาดและตำแหน่งของเหล็กเส้นในพื้นคอนกรีตเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบการเกิดการกัดกร่อน (สภาพการเป็นสนิม) ของเหล็กเส้นในพื้นคอนกรีตซึ่งมีความสำคัญทางด้านวิศวกรรมโยธาต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อพัฒนาเครื่องต้นแบบชนิดเคลื่อนย้ายได้สำหรับการตรวจสอบวัสดุด้วยเทคนิคดิฟเฟอเรนเชียลแกมมาเรย์สแกตเทอริง

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 จัดทำเครื่องต้นแบบชนิดเคลื่อนย้ายได้สำหรับตรวจสอบวัสดุโดยใช้เทคนิคดิฟเฟอเรนเชียลแกมมาเรย์สแกตเทอริงโดยใช้หัววัดรังสีบิสมัทเจอร์มาเนต (BGO) และรังสีแกมมาจากต้นกำเนิดรังสี ^{137}Cs

1.3.2 ออกแบบและจัดทำระบบเก็บข้อมูลและแสดงข้อมูลการวัดรังสีที่ควบคุมโดยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

1.3.3 ทดสอบและประเมินผลที่ได้จากการตรวจสอบวัสดุบางชนิดโดยใช้เครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้น

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 ศึกษาและค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับตรวจสอบวัสดุโดยใช้เทคนิคดิฟเฟอเรนเชียลแกมมาเรย์สแกตเทอริงโดยใช้หัววัดรังสีบิสมัทเจอร์มาเนต (BGO) และรังสีแกมมาจากต้นกำเนิดรังสี ^{137}Cs

1.4.3 ออกแบบและสร้างระบบเก็บข้อมูลการวัดรังสีที่ควบคุมโดยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

1.4.4 ทดลองตรวจสอบชิ้นงานบางชนิดด้วยเครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้น

1.4.5 สรุปและประเมินผลที่ได้จาการทดลอง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

ได้เครื่องต้นแบบชนิดเคลื่อนย้ายได้ที่ใช้เทคนิคดิฟเฟอเรนเชียลแกมมาเรย์สแกตเทอริงซึ่งสามารถนำไปศึกษาวิจัยและใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบวัสดุบางชนิด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.6.1 สราพรรณ พจน์ชนะชัย [1] ได้ศึกษาและพัฒนาเทคนิคสำหรับการตรวจสอบเหล็กเส้นในเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยใช้เทคนิคดิฟเฟอเรนเชียลแกมมาเรย์สแกตเทอริงสเปกโทรสโคปี ระบบที่ใช้ศึกษาประกอบด้วยต้นกำเนิดรังสี ^{137}Cs ความแรง 5.5 มิลลิคูรี ซึ่งวางทำมุมฉากกับหัววัดรังสี BGO ลำรังสีตกกระทบถูกบังคับให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 มิลลิเมตร ส่วนหัววัดรังสีถูกกำบังรังสีเฉพาะด้านข้าง เพื่อให้รังสีแกมมากระเจิงจากชิ้นงานสามารถเข้าสู่ด้านหน้าของหัววัดรังสีจากมุมต่าง ๆ กัน ผลการวิจัยพบว่า ผลรวมของดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัมเปลี่ยนแปลงตามขนาดและตำแหน่งของเหล็กเส้นที่อยู่ใกล้ต้นกำเนิดรังสีและหัววัดรังสี นอกจากนี้ยังพบว่าผลรวมของดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัมเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักของเหล็กที่หายไป

1.6.2 อภิชาติ ศิริวิทย์ปรีชา [2] ได้ศึกษาและพัฒนาวิธีการตรวจรอยบกพร่องในชิ้นงานอะลูมิเนียมโดยใช้เทคนิคดิฟเฟอเรนเชียลสแกมมาเรย์สแกตเทอริงสเปกโตรสโคปี รอยบกพร่องภายในชิ้นงานสามารถวิเคราะห์ได้จากดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัมซึ่งได้จากคอมป์ตันสแกตเทอริงที่กระเจิงจากชิ้นงานอะลูมิเนียมตัวอย่างที่ต้องการทดสอบลบออกจากคอมป์ตันสแกตเทอริงสเปกตรัมที่กระเจิงจากชิ้นงานอะลูมิเนียมอ้างอิงที่ไม่มีรอยบกพร่อง ในการทดสอบได้ใช้ชิ้นงานอะลูมิเนียมตันรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ยาว 9 เซนติเมตรโดยใช้ต้นกำเนิดรังสี ^{137}Cs ความแรงรังสี 5.5 มิลลิคูรี จัดระบบวัดรังสีให้หัววัดรังสีทำมุม 90 องศากับแนวรังสี แล้ววัดรังสีที่กระเจิงจากชิ้นงานอะลูมิเนียมเข้าสู่หัววัดรังสี HPGe ขนาดของรอยบกพร่องที่เล็กที่สุด ที่สามารถวิเคราะห์ได้จากการวิจัยนี้มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.4 เซนติเมตร

1.6.3 S.K. Mullin และ E.M.A. Hussein [3] ได้นำเทคนิควิเคราะห์สเปกตรัมที่ได้จากการกระเจิงคอมป์ตันสำหรับตรวจสอบความบกพร่องในชิ้นงาน ระบบวัดที่ใช้จะจำกัดลำรังสีเฉพาะต้นกำเนิดรังสีไม่จำกัดลำรังสีที่จะเข้าสู่หัววัด โดยจัดให้ต้นกำเนิดรังสีทำมุม 90 องศากับหัววัดรังสี ต้นกำเนิดรังสีที่ใช้ในการทดลองนี้คือ ^{60}Co ได้ทำการตรวจสอบแท่งอะลูมิเนียมที่มีรอยบกพร่องเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 5 มิลลิเมตร ใช้เวลาวัด 2 ชั่วโมง สามารถเห็นความแตกต่างระหว่างแท่งอะลูมิเนียมที่มีรอยบกพร่องและไม่มีรอยบกพร่องได้

1.6.4 Samin Anghate, Larry Humphries และ Nils J. Diaz [4] ได้นำเทคนิคดิฟเฟอเรนเชียลแกมมมาเรย์สแกตเทอริงสแปกโตรสโคปีมาตรวจหารอยบกพร่องในชิ้นงานตัวอย่าง ซึ่งนำหลักการกระเจิงคอมป์ตันมาประยุกต์ ในชิ้นงานตัวอย่างในการตรวจสอบแบบไม่

ทำลาย ตัวอย่างที่ต้องการตรวจสอบจะถูกฉายรังสีจากต้นกำเนิดรังสีแกมมาแคบ และใช้หัววัดรังสี high-purity germanium (HPGe) มาวัดรังสีที่กระเจิงจากชิ้นงานที่ต้องการตรวจสอบ หัววัดรังสี HPGe ซึ่งมีความสามารถในการแยกแยะพลังงานสูง ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นรายละเอียดของพลังงานที่สเปกตรัมต่าง ๆ ได้ สเปกตรัมที่ได้นี้จะนำไปลบกับสเปกตรัมอ้างอิงซึ่งวัดจากชิ้นงานที่ไม่มีรอยบกพร่อง จะได้ดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัม ดิฟเฟอเรนเชียลสเปกตรัมนี้จะแสดงถึงรอยบกพร่องในชิ้นงาน ซึ่งเทคนิคการกระเจิงคอมป์ตันสามารถตรวจรอยบกพร่องได้ทั้งที่อยู่และไม่อยู่ในแนวรังสีได้

1.6.5 Shiro Tuzi และ Otomura Sato [5] ได้ทำการหาตำแหน่ง ขนาด ความลึกและระยะห่างของเหล็กเส้นในคอนกรีตเสริมเหล็กโดยใช้เทคนิคการกระเจิงกลับของรังสีแกมมาโดยใช้ต้นกำเนิดรังสี ^{133}Ba และ ^{137}Cs ระบบที่ใช้เป็นลำรังสีแคบและจำกัดลำรังสีที่เข้าสู่หัววัดรังสี โดยระบบวัดรังสีแกมมาจะบรรทุกบนรถเลื่อนเล็กแล้วสแกนไปบนผิวของคอนกรีตเสริมเหล็กแล้ววัดอัตราการนับรังสีที่กระเจิงจากคอนกรีตเสริมเหล็ก เมื่อระบบวัดเคลื่อนที่ผ่านบริเวณคอนกรีตที่มีเหล็กเสริมอัตรานับที่ได้จะตกลง จึงสามารถหาตำแหน่ง ขนาด ความลึกและระยะห่างของเหล็กเส้นในคอนกรีตเสริมเหล็กได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย