บทที่ 6
การวิเคราะห์ผลการวัดและการทดลอง

ในบทนี้จะทำการวิเคราะห์ผลการวัดและการทดลองทั้งหมด ซึ่งจะนำไปสู่การสรุปและข้อเสนอแนะที่จะกล่าวในบทต่อไป โดยการวิเคราะห์จะแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

1) ผลการวัดสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

2) ผลกระทบของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่มีต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

3) ผลการชิลด์สนามแม่เหล็ก

6.1 ผลการวัดสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

6.1.1 ในบริเวณสถานีไฟฟ้า

จากผลการวัดทำให้ทราบว่าการกระจายของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กภายในสถานีไฟฟ้าเป็นไปในลักษณะที่ไม่มีหลักเกณฑ์ที่แน่นอน เนื่องจากในสถานีไฟฟ้ามีอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงติดตั้งอยู่มากมาย สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กแพร่มาจากทุกทิศทุกทางทำให้กำหนดไม่ได้ว่าบริเวณไหนสนามไฟฟ้าหรือสนามแม่เหล็กจะมีค่าสูงหรือต่ำ อย่างไรก็ตามการกระจายของสนามไฟฟ้าบนเส้นทางการวัดเดียวกันจะมีลักษณะเหมือนกันไม่ว่าจะวัดที่เวลาใดก็ตาม เพราะแรงดันค่อนข้างจะคงที่ ส่วนการกระจายของสนามแม่เหล็กจะแตกต่างกันไปตามปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลในระบบขณะเวลาที่ทำการวัด และเนื่องจากระดับแรงดันของระบบส่งมีค่าสูงกว่าของระบบจำหน่าย ทำให้ความเข้มสนามไฟฟ้าในระบบส่งมีค่าสูงกว่าในระบบจำหน่าย ในทางตรงกันข้ามความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็กในระบบจำหน่ายจะมีค่าสูงกว่าในระบบส่ง เพราะสถานีไฟฟ้าย่อยระบบจำหน่ายใช้ระบบแรงดันต่ำกว่า แต่กระแสไฟฟ้าสูง ทำให้ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็กมีค่าสูงตามไปด้วย

6.1.2 ใต้สายส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า

ค่าความเข้มสนามไฟฟ้าและความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็กใต้ตำแหน่งตกท้องช้างของสายจะมีค่าสูงกว่าที่ตำแหน่งเสาโลหะ เนื่องจากว่าที่ตำแหน่งตกท้องช้างเป็นตำแหน่งที่สายส่งหย่อนลงมาต่ำที่สุด คือสายส่งอยู่ใกล้กับเครื่องวัดมากกว่า โดยที่การกระจายของสนามไฟฟ้า จะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นจากตำแหน่งเฟสกลางของเสา (ระยะทาง 0 เมตร) จนมีค่าสูงสุดตรงตำแหน่งสายส่งเฟสนอกพอดี ที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องมาจากว่าที่ตำแหน่งเฟสกลางของเสาจะมีการหักล้างกันของสนามไฟฟ้ามากกว่าที่ตำแหน่งสายส่งเฟสนอกซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีการเสริมกันของสนามไฟฟ้ามากที่สุด และจะมีค่าลดลงไปเรื่อย ๆ ตามระยะทางที่ไกลมากขึ้น ส่วนการกระจายของสนามแม่เหล็ก จะมีค่าสูงสุดที่

ตำแหน่งเฟสกลางของเสา เพราะที่ตำแหน่งนี้จะมีการเสริมกันของสนามแม่เหล็กมากที่สุด และมีค่าลดลงตามระยะทางที่ไกลมากขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบผลการวัดกับผลการคำนวณ พบว่า ที่ตำแหน่งตกท้องช้างของสาย ทั้งผลการคำนวณและผลการวัดทั้งของความเข้มสนามไฟฟ้าและความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็กมีค่าแตกต่างกันสูงสุดไม่เกิน 10 % ส่วนตรงตำแหน่งเสาโลหะ ผลการคำนวณและผลการวัดเฉพาะค่าความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็กก็มีค่าแตกต่างกันสูงสุดไม่เกิน 10 % เช่นกัน แต่ในกรณีของสนามไฟฟ้าผลการคำนวณและผลการวัดค่าความเข้มสนามไฟฟ้าจะมีค่าแตกต่างกันมากที่ตำแหน่งใต้เสาโลหะซึ่งต่อลงกราวน์พอดี โดยค่าที่วัดได้จะมีค่าต่ำเนื่องจากว่าบริเวณใกล้ ๆ ส่วนที่ต่อลงกราวน์ การกระจายของแรงดันมีค่าต่ำ ทำให้การกระจายของสนามไฟฟ้ามีค่าต่ำตามไปด้วย นี่คือสาเหตุที่ทำให้ความเข้มสนามไฟฟ้าบริเวณที่ต่อลงกราวน์มีค่าต่ำ ส่วนระยะที่ห่างออกไปจากเสาโลหะมีความแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย

สาเหตุที่ทำให้ผลการวัดกับผลการคำนวณมีค่าแตกต่างกัน ก็คือ ในขณะที่ทำการวัด ค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่ไหลในสายส่งจะมีค่าขึ้นลงตลอดเวลา ซึ่งต่างจากการคำนวณที่จะกำหนดค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าเป็นค่าใดค่าหนึ่งตลอด นอกจากนี้ในการคำนวณยังไม่พิจารณาผลของเสาโลหะที่ต่อลงกราวน์ และยังสมมติว่าสายส่งมีแนวขนานกับพื้นดิน ในขณะที่จริงๆแล้วสายส่งจะมีการหย่อนเนื่องจากน้ำหนักและอุณหภูมิของสาย

6.2 ผลกระทบของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่มีต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

จากผลการวัดในบทที่ 3 ถึงแม้ว่าค่าความเข้มสนามไฟฟ้าและความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็กซึ่งได้ทำการสำรวจในสถานที่ต่างๆ เช่น ในสถานีไฟฟ้า ใต้สายส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า และอาคารที่อยู่ใกล้สายส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า ส่วนใหญ่จะมีค่าไม่เกินค่าจำกัดสูงสุดซึ่งทาง IRPA กำหนด แต่ก็สามารถมีผลรบกวนต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้หลอดภาพ ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง เช่น ในห้องควบคุมของสถานีไฟฟ้า หรือบ้านเรือนที่อยู่ใกล้ๆกับสายส่ง ทำให้ไม่สามารถทำงานได้เป็นปกติ ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาเพื่อหาว่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆเหล่านี้จะทำงานอย่างเป็นปกติในสิ่งแวดล้อมที่มีสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กไม่เกินเท่าไร

จากผลการทดลองกับจอคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีความไวต่อคลื่นรบกวน พบว่าจอคอมพิวเตอร์จะไม่ถูกรบกวนจากสนามไฟฟ้า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเครื่องและจอคอมพิวเตอร์จะมีโครงหรือกล่องที่เป็นโลหะต่อลงกราวน์ ซึ่งทำให้การกระจายสนามไฟฟ้าภายในต่ำหรือเป็นศูนย์ แต่จอคอมพิวเตอร์จะเริ่มมีปัญหาเมื่อทำงานอยู่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กเกิน 10 mG ส่วนเครื่องวัดอิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ เช่น ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ และออสซิลโลสโคป สามารถทำงานได้บริเวณที่มีความเข้มสนามไฟฟ้าและความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็กสูงๆได้ ซึ่งในการทดลองได้สร้างสนามไฟ

ฟ้าและสนามแม่เหล็กในปริมาณที่สูงเกินค่าที่วัดได้ในสถานีไฟฟ้าและได้สายส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากว่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้ ได้ออกแบบให้สามารถป้องกันสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กได้ในระดับหนึ่ง และได้รับมาตรฐาน IEC 1010

6.3 ผลการชีลด์สนามแม่เหล็ก

ผลการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่มีต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ บอกให้ทราบว่าสนามไฟฟ้าไม่มีผลต่อจอคอมพิวเตอร์ เนื่องจากได้รับการออกแบบให้สามารถป้องกันสนามไฟฟ้าได้ ดังนั้นในการทดลองศึกษาจึงให้ความสำคัญกับสนามแม่เหล็กมากกว่า จากการวัดสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กได้สายส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า ทำให้ทราบว่าสนามไฟฟ้าสามารถป้องกันได้ง่าย โดยใช้หลักการทำบริเวณที่ต้องการจะป้องกันสนามไฟฟ้าให้มีการกระจายแรงดันเป็นศูนย์ ซึ่งก็ทำได้โดยจะต้องมีระบบกราวน์ที่ดี อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่จะมีกล่องเป็นโลหะ และกล่องโลหะนี้ก็มีการต่อลงกราวน์ ทำให้ภายในกล่องมีการกระจายแรงดันเป็นศูนย์หรือใกล้ศูนย์ ทำให้ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ภายในกล่องไม่ถูกรบกวนโดยสนามไฟฟ้า ส่วนการป้องกันสนามแม่เหล็กหรือที่เรียกว่าการชีลด์สนามแม่เหล็กทำได้ยากกว่า โดยการชีลด์สนามแม่เหล็กมีแนวทางในการปฏิบัติอยู่ 2 วิธี ได้แก่ Flux Shunting และ/หรือ Eddy Current ซึ่งการชีลด์สนามแม่เหล็กโดยวิธี Flux Shunting จะเป็นวิธีที่นิยมและทำได้ง่ายกว่า โดยการใช้โลหะที่มีค่าเปอร์มีบิลิตี้สูงมาครอบคลุมอุปกรณ์ที่ต้องการจะป้องกันสนามแม่เหล็ก เมื่อได้ทำการทดลองพบว่า โลหะซิลิกอนเป็นโลหะที่มีค่าเปอร์มีบิลิตี้สูงที่สุดในบรรดาโลหะที่นำมาทดลอง ดังนั้นจึงได้สร้างกล่องชีลด์ขึ้นมาเพื่อป้องกันสนามแม่เหล็กให้กับอุปกรณ์ทดสอบ ในที่นี้ได้แก่จอคอมพิวเตอร์ พบว่าสามารถลดทอนสนามแม่เหล็กลงได้ประมาณ 20 เท่า หรือ 27 dB ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกล่องชีลด์ที่ผลิตโดยต่างประเทศ พบว่ามีประสิทธิภาพการชีลด์ใกล้เคียงกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย