หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ ๗

สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาคุณสมบัติของลูกถ้วยฉนวนไฟฟ้า ภายใต้สภาพเปียกน้ำฝน ได้ศึกษาคุณลักษณะของน้ำฝนในสถานที่ต่าง ๆ กันระหว่างเดือนกรกฎาคม ๒๕๒๐ ถึงเดือนมกราคม ๒๕๒๒ และทำการทดสอบลูกถ้วยฉนวนไฟฟ้าในห้องทดลองในสภาพเปียกน้ำฝนที่มีคุณสมบัติต่าง ๆ ตามที่รวมรวมได้ ผลของการรวบรวมข้อมูลน้ำฝนและการทดลองลูกถ้วยได้ผลพอสรุปได้ดังนี้

น้ำฝน

๑. ความต้านทานจำเพาะของน้ำฝนเมื่อเริ่มตกจะมีค่าต่ำสุดในช่วงคาบที่ฝนตกแต่ละครั้ง และจะเพิ่มขึ้นตามเวลาที่ฝนตกต่อเนื่องกัน (ดังแสดงในกราฟรูปที่ ๓.๕ ถึง ๓.๒๓) ซึ่งจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ถ้าอัตราการตกของน้ำฝนมีค่าสูง

๒. ค่าความต้านทานจำเพาะของน้ำฝนขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ค่าความต้านทานจำเพาะต่ำสุดของน้ำฝน ในสถานที่แต่ละแห่งมีค่าดังนี้

ก.	บริเวณโรงงานอุตสาหกรรมเคมี วัดได้	๒.๗๑ กิโลโอห์ม – เซนติเมตร
ข.	บริเวณแถบชายทะเล วัดได้	๗.๓๐ กิโลโอห์ม – เซนติเมตร
ค.	บริเวณโรงงานปูนซิเมนต์ วัดได้	๔.๖๐ กิโลโอห์ม – เซนติเมตร
ง.	บริเวณย่านชุมชนที่อยู่อาศัย	๑๑.๐๖ กิโลโอห์ม – เซนติเมตร
จ.	บริเวณสวนผลไม้และทุ่งนาบางมด	๒๐.๘๗ กิโลโอห์ม – เซนติเมตร
ฉ.	บริเวณภูเขา	๓๗.๕๗ กิโลโอห์ม – เซนติเมตร

ในข้อ ก ข และ ค มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานสากล IEC ซึ่งกำหนดไว้ว่า ค่าความต้านทานจำเพาะมีค่า ๑๐ กิโลโอห์ม – เซนติเมตร ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ในบริเวณนี้เกิดการวาบไฟตามผิวบนลูกถ้วยได้ง่าย

๓. อัตราการตกของน้ำฝนที่วัดได้สูงสุดเท่ากับ ๒.๖ ม.ม. ต่อนาที ซึ่งวัดได้บริเวณแถบชายทะเล และจากสถิติของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ได้รวบรวมข้อมูลไว้ตั้งแต่ปี ๒๕๑๓ มีค่าสูงสุดถึง ๓.๖ ม.ม. ต่อนาทีเมื่อเดือนกรกฎาคม ๒๕๑๓ที่สถานีอุตุนิยมวิทยาอุทกวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์

ความคงทนของลูกถ้วยฉนวนต่อแรงดันไฟฟ้าในสภาพเปียก

การทดสอบในห้องทดลองไฟฟ้าแรงสูง ใช้ลูกถ้วยตัวอย่าง ๓ ประเภท คือ ลูกถ้วยชนิดก้านตรงแบบ ๕๖ – ๒ และ แบบ ๕๖ – ๓ ลูกถ้วยแขวนแบบ ๕๒ – ๒ และ ๕๒ – ๓ ลูกถ้วยท่อนยาว ซึ่งมีระยะรั่ว(Leakage distance)ต่างกัน ๓ ตัวอย่าง ภายใต้สภาพน้ำฝนที่มีค่าความต้านทานจำเพาะ และอัตราการตกของน้ำฝนต่างกัน พบว่า

๑. เมื่อค่าความต้านทานจำเพาะของน้ำฝนมีค่าสูงจะทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวลูกถ้วยมีค่าสูงตาม แสดงว่าลูกถ้วยจะทนแรงดันไฟฟ้าได้สูงขึ้นและที่ค่าความต้านทานจำเพาะของน้ำฝนมีค่าสูง ค่าแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวเปียกมีค่าเกือบเท่า ๆ กับแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวแห้ง ตัวอย่าง เช่น ลูกถ้วยท่อนยาวแบบ L- ๑ เมื่อค่าความต้านทานจำเพาะมีค่า ๔๐ กิโลโอห์ม – เซนติเมตรที่อัตราการตก ๕ มิลลิเมตรต่อนาที ค่าแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวแห้งมีค่า ๑๓๒.๔๖ กิโลโวลต์ และค่าแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวเปียกมีค่า ๑๒๕.๖๔ กิโลโวลต์

เมื่อค่าความต้านทานจำเพาะของน้ำฝนเพิ่มขึ้นตั้งแต่ ๑๗.๔ กิโลโอห์ม – เซนติเมตร ขึ้นไปจนถึง ๕๐ กิโลโอห์ม – เซนติเมตร ซึ่งค่า ρ เพิ่มขึ้น ๓๒ กิโลโอห์ม – เซนติเมตร ทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวของลูกถ้วยฉนวนไฟฟ้าทุกชนิดเพิ่มขึ้นน้อยมาก อยู่ระหว่าง ๖.๐๓ – ๑๓.๕ %

๒. เมื่อค่าความต้านทานจำเพาะของน้ำฝนมีค่าต่ำ (ρ = ๑ ถึง ๑๗.๔ kΩ-cm) จะทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวของลูกถ้วยลดต่ำลงมาก ซึ่งลูกถ้วยจะทนแรงดันไฟฟ้าได้ลดลง ทำให้เกิดวาบไฟตามผิวบนลูกถ้วยได้ง่าย ซึ่ง

- ค่าความต้านทานจำเพาะ อยู่ระหว่าง ๓๗.๔ ถึง ๑ กิโลโอห์ม – เซนติเมตร ค่าแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวเปียกลดลงถึง ๓๕.๗ – ๔๐ % สำหรับลูกถ้วยก้านตรง
- ค่าความต้านทานจำเพาะอยู่ระหว่าง ๑๐ ถึง ๑ กิโลโอห์ม – เซนติเมตร ค่าแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวเปียกลดลงถึง ๓๓.๔ % – ๒๖.๔ % สำหรับลูกถ้วยชนิดแขวนหนึ่งลูก
- ค่าความต้านทานจำเพาะอยู่ระหว่าง ๓๗.๔ ถึง ๒ กิโลโอห์ม – เซนติเมตร ค่าแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวเปียกลดลงประมาณ ๔๐ % สำหรับลูกถ้วยพวงตั้งแต่ ๓ ลูกขึ้นไปในพวง
- ค่าความต้านทานจำเพาะอยู่ระหว่าง ๓๗.๔ ถึง ๒ กิโลโอห์ม – เซนติเมตร ค่าแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวเปียกลดลงถึง ๔๔.๒๔ – ๕๕.๓๐ % สำหรับลูกถ้วยท่อนยาว

๓. ค่าอัตราการตกของน้ำฝนจะ มีผลต่อค่าแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวเปียกของลูกถ้วย ที่ความต้านทานจำเพาะของน้ำฝนมีค่าคงที่ค่าหนึ่ง (ดังแสดงในกราฟรูปที่ ๖.๔ ถึง ๖.๑๒) และแสดงให้เห็นเด่นชัดว่า

เมื่ออัตราการตกเพิ่มขึ้นจาก ๑ ถึง ๕ มิลลิเมตรต่อนาที แรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวเปียกจะลดลงอย่างรวดเร็ว แต่เมื่ออัตราการตกเพิ่มจาก ๕ ถึง ๑๕ มิลลิเมตรต่อนาที ค่าแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวเปียกจะลดลงเพียงเล็กน้อย เช่น ลูกถ้วยก้านตรงลดลง ๑๕ % (ที่ ρ = ๒ kΩ -cm) ลูกถ้วยแขวนลดลง ๖ % (ที่ ρ = ๑ kΩ-cm)

ระหว่างอัตราการตก ๓ มิลลิเมตรต่อนาที ถึง ๕ มิลลิเมตรต่อนาที ค่าแรงดันไฟฟ้าวาบไฟเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

๔. ค่าอัตราการตกของน้ำฝนจะมีผลต่อค่าแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวน้อย เมื่อความต้านทานจำเพาะของน้ำฝนมีค่าต่ำ เช่น เมื่อความต้านทานจำเพาะมีค่าต่ำและเปลี่ยนค่าในช่วง ๑ – ๑๐ กิโลโอห์ม – เซนติเมตรที่อัตราการตกของน้ำฝนมีค่าคงที่ ๑๕ ม.ม.

ต่อนาที กับที่อัตราการตกลงที่ ๑ มิลลิเมตรต่อนาที ค่าแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวเปียก มีค่าใกล้เคียงกัน (แสดงในตารางที่ ๖.๒)

๕. ในการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าวาบไฟตามผิวเปียก ตามมาตรฐานสากล IEC (ค่าอัตราการตก ๓ มิลลิเมตรต่อนาที ความต้านทานจำเพาะ ๑๐ kΩ - cm) กับมาตรฐาน ANSI (ค่าอัตราการตก ๕ มิลลิเมตรต่อนาที ความต้านทานจำเพาะ ๑๗.๔ kΩ - cm) ปรากฏว่าค่าแรงดันไฟฟ้าวาบไฟทดสอบตาม ANSI มีค่ามากกว่า IEC โดยเฉลี่ยประมาณ ๕ %

จากการศึกษาค้นคว้าและผลจากการวิจัยนี้เชื่อว่าจะเป็นประโยชน์สำหรับวิศวกรไฟฟ้า ในการเลือกใช้ลูกถ้วยฉนวนไฟฟ้าให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ซึ่งจะทำให้ระบบส่งจ่ายไฟฟ้ามีเสถียรภาพดีขึ้น

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้มีความเข้าใจดีขึ้นถึงคุณลักษณะของลูกถ้วยฉนวนในสภาพเปียกหรือสภาพสกปรก ควรจะได้ทำการวิจัยต่อไปคือ

๑. วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำฝนที่มีความต้านทานจำเพาะต่ำเพื่อหาส่วนผสมว่ามีสารชนิดใดเจือปนอยู่บ้างและมีปริมาณมากเท่าใด

๒. ศึกษาวิจัยคุณสมบัติทางไฟฟ้าของลูกถ้วยฉนวนในสภาพสกปรกโดยเอาลูกถ้วยไปติดตั้งในสถานที่ที่มีสภาวะแวดล้อมสกปรกต่าง ๆ กัน

๓. ศึกษาเกี่ยวกับการกระจายแรงดันไฟฟ้าและความเข้มสนามไฟฟ้าบนผิวลูกถ้วยสกปรก

๔. ทำการถ่ายภาพในขณะเกิดวาบไฟตามผิวเพื่อหาเส้นทางที่เกิดอาร์ค