

**ผลกระทบของการดิสชาร์จไฟฟ้าบางส่วนบนสายเคเบิลอากาศอลูมิเนียมแรงดัน 25 กิโลโวลต์
ที่ติดตั้งในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวง**

**Effects of Electrical Partial Discharge on Spaced Aerial Cable Installed in
Distribution System of
Metropolitan Electricity Authority**

วุฒิชัย เล็งประชา และ เกียรติยุทธ กวีญาณ
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
E-mail: wuttichai.se@hotmail.com, fengkyk@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การเกิดดิสชาร์จไฟฟ้าบางส่วนบนผิวฉนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อฉนวน คือ การเกิดรอยไหม้ (Tracking) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลกระทบของดิสชาร์จไฟฟ้าบางส่วนโดยอ้างอิงจากการทดสอบตามมาตรฐาน ICEA S-66-524 Track Resistance Method B ซึ่งได้ทดสอบตัวอย่างวัสดุฉนวนของสายป้อนไฟฟ้าใหม่ สายป้อนไฟฟ้าที่มีอายุการใช้งานไม่เท่ากัน และตำแหน่งติดตั้งต่างกันในระบบของการไฟฟ้านครหลวง โดยนำชิ้นตัวอย่างฉนวนต่อระหว่างแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากับสารละลายปนเปื้อนแอมโมเนียมคลอไรด์ จุ่มฉนวนขึ้นลงตามที่มาตรฐานกำหนดไว้ จากนั้นจ่ายแรงดันทดสอบจนเกิดดิสชาร์จไฟฟ้าบางส่วนขึ้นบนผิวฉนวน และเกิดเป็นรอยไหม้ในที่สุด ผลการทดสอบที่ได้จัดเก็บเป็นข้อมูลเพื่อนำมาเปรียบเทียบความคงทนต่อการเกิดรอยไหม้พบว่าสายป้อนไฟฟ้าที่ติดตั้งบนลูกถ้วยมีค่าความคงทนต่ำที่สุดในทุกๆ อายุการใช้งาน

คำสำคัญ:

การทดสอบสายไฟฟ้า ดิสชาร์จไฟฟ้าบางส่วน ความทนทานต่อการเกิดรอยไหม้

Abstract

Partial discharge causes tracking on the insulating surface. This research was to conduct the effect of electric partial discharge on cable insulation. According to standard test ICEA-S-66-524 Track Resistance Method B, the new cable insulation, different age of cable insulation and position of installation of MEA were tested. Sample of insulation was connected between the voltage source and solution of ammonium chloride contamination, it was dipped up and down to the standard set



and then applied voltage until surface tracking occurred. The results showed that insulator installed on pinpost presented the lowest tracking resistance compared with all ages of cable.

Keywords:

cable test, electric partial discharge, tracking resistance

1. คำนำ

อุปกรณ์ทางไฟฟ้ากำลังต่างๆ ที่ใช้งานอยู่บริเวณนอกอาคาร (outdoor) ที่หุ้มด้วยวัสดุฉนวน เช่น สายป้อนไฟฟ้า ลูกถ้วย ตัวครอบลูกถ้วย เพื่อป้องกันสัตว์ต่างๆ เป็นต้น จะได้รับผลกระทบจากมลภาวะมากมายเป็นเวลานาน เช่น ความชื้น สิ่งสกปรกต่างๆ สัตว์ที่มามีทำรังบนอุปกรณ์ไฟฟ้า มูลสัตว์ แสงอัลตราไวโอเลต และอื่นๆ ซึ่งมลภาวะเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ฉนวนเกิดดิสชาร์จไฟฟ้าบางส่วน จนเกิดความเสียหาย ดิสชาร์จไฟฟ้าบางส่วน คือ ดิสชาร์จที่มีพลังงานน้อย สามารถเกิดขึ้นได้ภายในฉนวน หรือบนผิวฉนวน ดิสชาร์จไฟฟ้าบางส่วนนั้นเกิดขึ้นอย่างไม่สม่ำเสมอ และทำลายฉนวนในช่วงระยะเวลาหนึ่ง จนทำให้ฉนวนเสียหายในที่สุด ดิสชาร์จไฟฟ้าบางส่วนสามารถเกิดขึ้นได้หลายจุดบนฉนวน และจุดที่เกิดขึ้นต้องมีความเข้มของสนามไฟฟ้าสูงกว่าค่าความเข้มสนามไฟฟ้าของฉนวนที่จะทนได้ [1] จึงทำให้มีผลต่อประสิทธิภาพในการป้องกันของฉนวนลดลง จนเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร สร้างความเสียหายให้กับผู้ใช้ไฟฟ้า และทำให้ระบบไฟฟ้าเกิดความไม่เสถียรภาพในการส่งจ่ายกระแสไฟฟ้า สายป้อนไฟฟ้าถือว่าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำหน้าที่ส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟฟ้า ดังนั้นในทุกๆ จุดของการติดตั้งสายป้อนไฟฟ้าจึงไม่ควรเกิดการผิดพลาดไม่ว่าจะเป็นการติดตั้งบนลูกถ้วยรับสายป้อนไฟฟ้า การติดตั้งโดยใช้ลวดจับสาย การติดตั้งระหว่างเสาไฟฟ้า และยังไม่พบวิธีการศึกษาวิจัยสายเคเบิล

อากาศออลูมิเนียมแรงดัน 25 กิโลโวลต์ ที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว จึงทดสอบด้วยวิธีการตี-แพทริก ซึ่งเป็นวิธีการทดสอบในการตรวจรับสายเคเบิลอากาศออลูมิเนียมแรงดัน 25 กิโลโวลต์ของการไฟฟ้านครหลวง

2. สาเหตุการเกิดความเสียหาย

สายป้อนไฟฟ้าที่การไฟฟ้านครหลวงใช้มีหลายประเภท สายเคเบิลอากาศออลูมิเนียมแรงดัน 25 กิโลโวลต์เป็นสายป้อนไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีการไฟฟ้านครหลวงนิยมใช้ทำสายป้อนไฟฟ้าประเภทติดตั้งในอากาศ ฉนวนของสายป้อนไฟฟ้าต้องใช้อยู่ภายนอกอาคาร บริเวณผิวของฉนวนนั้นนับว่าเป็นแหล่งสะสมสิ่งสกปรกทั้งหลาย ซึ่งสิ่งสกปรกเหล่านี้ทำหน้าที่ดูดซับความชื้นจากอากาศโดยรอบ ทำให้เกิดเป็นชั้นบางๆ ที่เปียกและกลายเป็นคราบเกาะอยู่ตามพื้นผิวฉนวน คราบสิ่งสกปรกเหล่านี้เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดส่วนที่นำไฟฟ้าขึ้นบริเวณผิว ดังนั้นกระแสจึงสามารถวิ่งไหลผ่านไปตามผิวฉนวนระหว่างด้านแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากับด้านที่ต่อลงดินได้ หรือที่เรียกว่า กระแสรั่ว (leakage current) ค่าความต้านทานของผิวฉนวนจึงลดลงอย่างมาก เมื่อมีสิ่งสกปรกและความชื้น ความต้านทานที่ต่ำลงนั้นในทางกลับกันจะทำให้กระแสรั่วบนผิวยิ่งมีค่าสูงขึ้น มีการขยายตัวเร็วขึ้น และมีพลังงานมากพอที่จะทำให้ลายผิววัสดุ เนื่องจากการสูญเสียความชื้นของผิวฉนวน โดยความร้อนของกระแสรั่วที่ไหลผ่านนั้น จะไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ทำให้มีการสร้างพื้นที่แห้งเล็กๆ (u-dry band) ในหลายบริเวณ เมื่อพื้นที่แห้ง

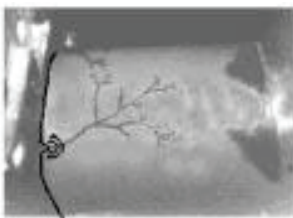


เล็กๆ เหล่านี้ได้ก่อตัวขึ้นการไหลของกระแสรั่วก็จะถูกขัดขวาง จึงเปรียบเสมือนเป็นความต้านทานที่มีค่าสูงมาก ส่งผลให้ความเครียดทางไฟฟ้าบริเวณพื้นที่แห่งดังกล่าวสูงตามไปด้วย เมื่อค่าความเครียดที่บริเวณนั้นเกิดการแตกตัวเป็นไอออนหรือปรากฏการณ์

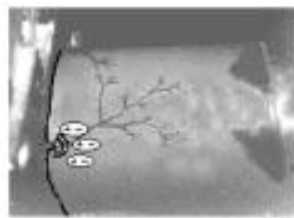
ไอออไนเซชัน (Ionization) ทำให้อากาศกลายเป็นตัวนำไฟฟ้า จนมีพลังงานมากพอที่จะทำให้เกิดเส้นประกายไฟขึ้นที่บริเวณพื้นที่แห่งที่กระจายอยู่ในบริเวณบนฉนวนนวน ซึ่งเรียกเหตุการณ์นี้ว่า การเกิดดิสชาร์จไฟฟ้าบางส่วน (partial discharge) ดังภาพที่ 1



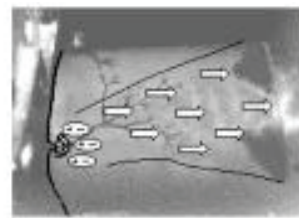
ภาพที่ 1 ลักษณะดิสชาร์จไฟฟ้าบนฉนวนนวน



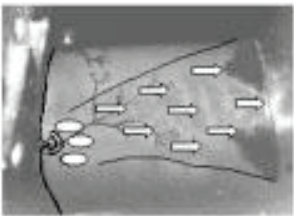
เมื่อฉนวนนวนเกิดความผิดปกติขึ้น จุดที่เกิดความผิดปกตินั้นจะสร้างสนามไฟฟ้าสูงขึ้น



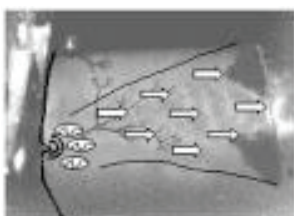
สนามไฟฟ้าสูงทำให้เกิดประกายไฟในอากาศ และอาจจะเกิดดิสชาร์จไฟฟ้าบางส่วนขึ้นในบริเวณนั้น



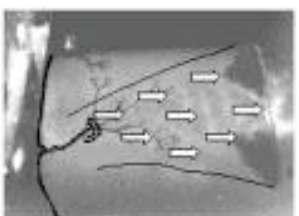
เมื่อฉนวนนวนมีสิ่งเจือปนจากมลภาวะและความชื้นทำให้เกิดกระแสรั่วไปยังกราวด์



อุณหภูมิที่สูงขึ้นเนื่องจากกระแสรั่วทำให้ความชื้นระเหย จึงทำให้เกิดเป็นพื้นที่แห้งเล็กๆ กระแสรั่วจึงไหลข้ามพื้นที่แห้งเล็กๆนั้น



จากเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นทำให้ฉนวนนวนกลายเป็นตัวนำและเกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมพื้นที่แห้งเล็กๆ ทำให้เกิดอาร์คข้ามพื้นที่แห้งนั้น และเกิดดิสชาร์จไฟฟ้าบางส่วนขึ้น



เมื่อเกิดดิสชาร์จไฟฟ้าบางส่วนอย่างต่อเนื่อง อาร์คจะไหม้ฉนวนและสร้างคาร์บอนถาวรขึ้น และสร้างจุดที่มีสนามไฟฟ้าสูงใหม่ กระบวนการนี้จะเกิดอย่างต่อเนื่องจนข้ามฉนวนจนจึงทำให้เกิดความล้มเหลวของฉนวน

ภาพที่ 2 ภาพความสัมพันธ์และการพัฒนาของดิสชาร์จไฟฟ้าบางส่วน [2]



การเกิดดิสชาร์จไฟฟ้าบางส่วนส่งผลให้พื้นที่นั้นมีความร้อนสูงขึ้นเรื่อยๆ ตามระดับความรุนแรงของดิสชาร์จไฟฟ้า จนกระทั่งทำให้ฉนวนไม่สามารถทนได้ จึงเกิดเป็นรอยไหม้ขึ้นที่ผิว ซึ่งรอยไหม้มีส่วนประกอบของคาร์บอนนับว่าเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้เกิดการขยายตัวของรอยไหม้ เพราะสารคาร์บอนที่เกิดขึ้นมีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้า จึงเป็นจุดเริ่มต้นของความเสียหาย การเกิดเบรกดาวน์อย่างสมบูรณ์ของฉนวนโดยทั่วไปแล้วจะเกิดขึ้นเมื่อส่วนตัวนำคาร์บอนได้ขยายตัวจนกระทั่งฉนวนไม่สามารถทนต่อระบบแรงดันนั้นได้อีกต่อไป ดูภาพอธิบายภาพที่ 2

ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นจึงมีการคิดวิธีทดสอบความคงทนต่อการเกิดรอยไหม้ของฉนวนของสายป้อนไฟฟ้า วิธีทดสอบที่การไฟฟ้านครหลวงยอมรับ และเป็นมาตรฐานในการตรวจรับสายเคเบิลอากาศอลูมิเนียมแรงดัน 25 กิโลโวลต์จากผู้ผลิตคือ การทดสอบแบบ ดิป-แตรัก

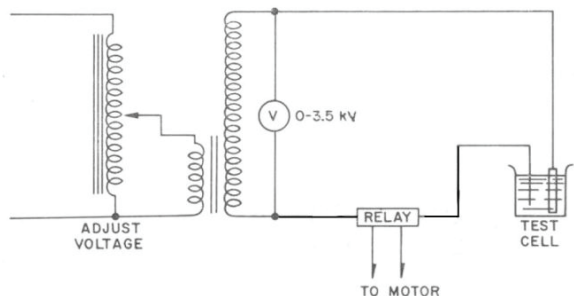
3. การทดสอบแบบ ดิป-แตรัก

การทดสอบกระทำโดยการจุ่มตัวอย่างขึ้น-ลงในสารละลายปนเปื้อนแอมโมเนียมคลอไรด์ซึ่งเป็นการทดสอบความคงทนต่อการเกิดรอยไหม้ของสายเคเบิลอากาศอลูมิเนียมแรงดัน 25 กิโลโวลต์ ตามมาตรฐาน Insulated Cable Engineers Associate (ICEA) Publication No. S-66-524, 1988(R1992) : Cross-linked Thermosetting Polyethylene Insulated wire and Cable for the Transmission and Distribution of Electric Energy [3]

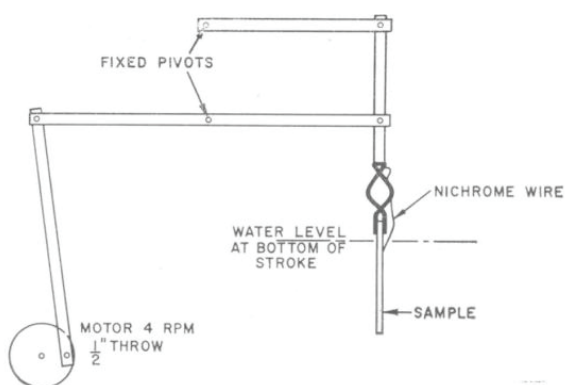
ในงานวิจัยนี้ได้ทดสอบกับฉนวนชั้นนอกของสายเคเบิลอากาศอลูมิเนียมแรงดัน 25 กิโลโวลต์ ดังนี้ สายป้อนไฟฟ้าใหม่ สายป้อนไฟฟ้าที่ผ่านการใช้งานในระบบของการไฟฟ้านครหลวง โดยมีอายุการใช้งาน 3.37 ปี 11.97 ปี 16.12 ปี และ 24.6 ปี ซึ่งสายป้อนไฟฟ้าที่ผ่านการใช้งานจำแนกประเภทตามการติดตั้งได้ดังนี้ ติดตั้งบนลูกถ้วยรับสายป้อนไฟฟ้า ติดตั้งระหว่างเสาไฟฟ้า และติดตั้งโดยใช้ลวดจับสาย โดยใช้ตัวอย่างจำนวน 10 ชิ้น ทุกประเภทการติดตั้ง และทุกอายุการใช้งาน

การทดสอบกระทำโดยการจุ่มฉนวนชั้นนอกของสายเคเบิลอากาศอลูมิเนียมแรงดัน 25 กิโลโวลต์ที่มีความหนาอย่างน้อย 1.52 มิลลิเมตร ความยาว 60 มิลลิเมตร กว้าง 10 มิลลิเมตร ขึ้น-ลงในสารละลายสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ซึ่งมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากับดิน และต่อวงจรไฟฟ้าตามภาพที่ 3 โดยปรับความเร็วในการจุ่มให้เท่ากับ 4 รอบ/นาที โดยปรับแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสม แล้วพิจารณาการเกิดอาร์คระหว่างอิเล็กโตรดกับสารละลาย หากการอาร์คเกิดขึ้นที่จำนวนรอบอยู่ระหว่าง 10 ถึง 50 รอบ ให้บันทึกจำนวนรอบที่เกิดการอาร์ค และแรงดันไฟฟ้าซึ่งคือ แตรักกิ้งโวลต์เตจ ในการทดลองนี้จึงกำหนดแรงดันระหว่าง 1.4-3 kV ทดสอบที่แต่ละแรงดันจำนวน 3 ครั้งจึงปรับขึ้นครั้งละ 100 V จะได้จำนวนทดสอบทั้งหมด 51 ครั้ง

ผลกระทบของการดิสชาร์จไฟฟ้าบางส่วนบนสายเคเบิลอากาศออลูมิเนียม
แรงดัน 25 กิโลโวลต์ ที่ติดตั้งในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวง



ภาพที่ 3ก แผนผังวงจรไฟฟ้า [4]



ภาพที่ 3ข แผนผังกลไกขึ้น-ลง [4]

4. ผลการทดสอบ

4.1 ผลการทดสอบสายป้อนไฟฟ้าใหม่

การทดสอบสายป้อนไฟฟ้าใหม่ตามมาตรฐานผ่านเกณฑ์ที่แรงดัน 2 kV และผลการทดสอบสายใหม่เป็นดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลทดสอบสายป้อนไฟฟ้าใหม่

ตัวอย่าง ที่	สายป้อนไฟฟ้าใหม่	
	จำนวนครั้งที่ ผ่าน (ครั้ง)	แรงดันที่ฉนวน สามารถทนได้ (kV)
1	50	3
2	35	2.5
3	35	2.5
4	49	3
5	40	2.7
6	50	3
7	47	2.9
8	50	3
9	30	2.3
10	43	2.8
AVG	42.9	2.77

จากตารางที่ 1 จะทราบได้ว่าสายป้อนไฟฟ้าใหม่มีผลการทดสอบสูงกว่าค่ามาตรฐาน และมีค่าแตร็กกิ้งโวลต์เตจที่อยู่ระหว่าง 10 ถึง 50 รอบ ทั้ง 10 ชิ้นงาน ค่าเฉลี่ย แตร็กกิ้งโวลต์เตจ เท่ากับ 2.77 kV ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้



ตารางที่ 2 แสดงผลทดสอบสายป้อนไฟฟ้า

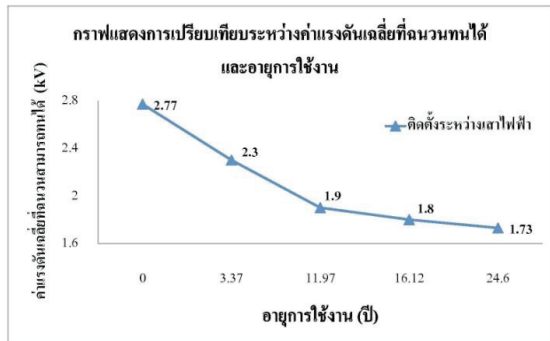
อายุการใช้งาน		ติดตั้งระหว่างเสาไฟฟ้า										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
3.37 ปี	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (ครั้ง)	40	34	31	17	27	35	20	19	30	36	-
	แรงดันที่ฉนวนสามารถทนได้ (kV)	2.7	2.5	2.4	1.9	2.2	2.5	2	2	2.3	2.5	2.3
11.97 ปี	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (ครั้ง)	19	19	22	15	19	18	13	13	13	14	-
	แรงดันที่ฉนวนสามารถทนได้ (kV)	2	2	2.1	1.8	2	1.9	2	2	1.8	1.8	1.9
16.12 ปี	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (ครั้ง)	19	7	6	16	13	18	14	15	14	17	-
	แรงดันที่ฉนวนสามารถทนได้ (kV)	2	1.6	1.5	1.9	1.8	1.9	2	2	1.8	1.9	1.8
24.6 ปี	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (ครั้ง)	7	10	9	13	9	9	18	13	15	16	-
	แรงดันที่ฉนวนสามารถทนได้ (kV)	1.6	1.7	1.6	1.8	1.6	1.6	2	2	1.8	1.9	1.73

อายุการใช้งาน		ติดตั้งบนลูกถ้วยรับสายป้อนไฟฟ้า										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
3.37 ปี	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (ครั้ง)	16	24	15	20	30	19	15	22	30	21	-
	แรงดันที่ฉนวนสามารถทนได้ (kV)	1.9	2.1	1.8	2	2.3	2	2	2	2.3	2	2.03
11.97 ปี	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (ครั้ง)	15	10	15	3	13	11	9	7	15	15	-
	แรงดันที่ฉนวนสามารถทนได้ (kV)	1.8	1.7	1.8	1.4	1.8	1.7	2	2	1.8	1.8	1.7
16.12 ปี	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (ครั้ง)	12	9	4	7	16	8	15	11	14	14	-
	แรงดันที่ฉนวนสามารถทนได้ (kV)	1.7	1.6	1.5	1.6	1.9	1.6	2	2	1.8	1.8	1.7
24.6 ปี	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (ครั้ง)	6	5	14	10	9	9	5	8	18	11	-
	แรงดันที่ฉนวนสามารถทนได้ (kV)	1.5	1.5	1.8	1.7	1.6	1.6	2	2	1.9	1.7	1.64

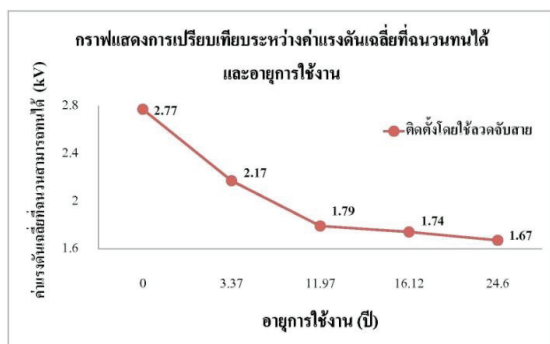
อายุการใช้งาน		ติดตั้งโดยใช้ลวดจับสาย										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
3.37 ปี	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (ครั้ง)	15	16	25	33	29	32	23	19	33	27	-
	แรงดันที่ฉนวนสามารถทนได้ (kV)	1.8	1.9	2.2	2.4	2.3	2.4	2	2	2.4	2.2	2.17
11.97 ปี	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (ครั้ง)	10	21	14	14	13	5	16	9	10	22	-
	แรงดันที่ฉนวนสามารถทนได้ (kV)	1.7	2	1.8	1.8	1.8	1.5	2	2	1.7	2.1	1.79
16.12 ปี	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (ครั้ง)	13	6	6	7	13	14	7	18	14	22	-
	แรงดันที่ฉนวนสามารถทนได้ (kV)	1.8	1.5	1.5	1.6	1.8	1.8	2	2	1.8	2.1	1.74
24.6 ปี	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (ครั้ง)	12	8	13	6	6	8	18	3	15	18	-
	แรงดันที่ฉนวนสามารถทนได้ (kV)	1.7	1.6	1.8	1.5	1.5	1.6	2	1	1.8	1.9	1.67



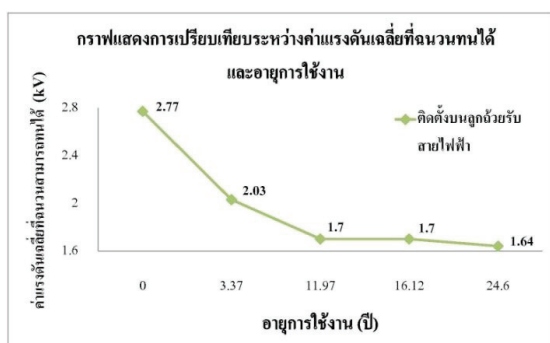
4.2 ผลการทดสอบสายป้อนไฟฟ้าที่ผ่านการ ใช้งานในระบบของการไฟฟ้านครหลวง



ภาพที่ 5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการทดสอบ
สายป้อนไฟฟ้า (ติดตั้งระหว่างเสาไฟฟ้า)



ภาพที่ 6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการทดสอบ
สายป้อนไฟฟ้า (ติดตั้งโดยใช้ลวดจับสาย)



ภาพที่ 7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการทดสอบ
สายป้อนไฟฟ้า (ติดตั้งบนลูกถ้วยรับสายป้อนไฟฟ้า)

1. ผลการทดสอบสายป้อนไฟฟ้าที่ผ่านการ
ใช้งาน และติดตั้งระหว่างเสาไฟฟ้าที่เกิดแตรกั๊กโวลต์เตจ
น้อยครั้งที่สุด และมีค่าแรงดันเฉลี่ยที่ฉนวนทนได้
น้อยที่สุด คือสายป้อนไฟฟ้าที่มีอายุการใช้งาน 24.6
ปี เท่ากับ 1.73kV ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 5

2. ผลการทดสอบสายป้อนไฟฟ้าที่ผ่านการ
ใช้งาน และติดตั้งโดยใช้ลวดจับสายที่เกิดแตรกั๊กโวลต์เตจ
น้อยครั้งที่สุด และมีค่าแรงดันเฉลี่ยที่ฉนวนทนได้
น้อยที่สุด คือสายป้อนไฟฟ้าที่มีอายุการใช้งาน 24.6
ปี เท่ากับ 1.67kV ดังตารางที่ 3 และภาพที่ 6

3. ผลการทดสอบสายป้อนไฟฟ้าที่ผ่านการ
ใช้งาน และติดตั้งบนลูกถ้วยรับสายป้อนไฟฟ้าที่เกิด
แตรกั๊กโวลต์เตจน้อยครั้งที่สุด และมีค่าแรงดันเฉลี่ย
ที่ฉนวนทนได้น้อยที่สุด คือสายป้อนไฟฟ้าที่มีอายุการ
ใช้งาน 24.6 ปี เท่ากับ 1.64kV ดังตารางที่ 4 และภาพ
ที่ 7

ข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ว่า
สายป้อนไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ระหว่างเสาไฟฟ้าทน
แตรกั๊กโวลต์เตจได้สูงกว่าสายป้อนไฟฟ้าที่ติดตั้งโดย
ใช้ลวดจับสาย และสายป้อนไฟฟ้าที่ติดตั้งบนลูกถ้วย
รับสายป้อนไฟฟ้า ดังภาพที่ 5-7 ซึ่งสอดคล้องกับความเป็น
จริง เพราะสายป้อนไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ระหว่างเสาไฟฟ้า
มิได้สัมผัสกับสิ่งใด จึงเกิดการดิสชาร์จได้ยาก ยกเว้น
จะสัมผัสกับต้นไม้หรือสิ่งก่อสร้างใดๆ อายุการใช้งาน
สายป้อนไฟฟ้าเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้แตรกั๊กโวลต์เตจ
ลดลงแบบไม่เป็นเชิงเส้น ดังภาพที่ 5-7 และอาจมี
ปัจจัยอื่นๆ อีกที่ทำให้แตรกั๊กโวลต์เตจลดลง ซึ่งไม่
ได้นำมาวิเคราะห์ในที่นี้ เช่น สถานที่ สิ่งแวดล้อม
มลพิษ อุณหภูมิ และการติดตั้ง



5. สรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดสอบที่กล่าวมาแล้วในข้างต้นแสดงให้เห็นว่าสายบ่อนไฟฟ้าที่ติดตั้งบนลูกถ้วยรับสายบ่อนไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยแตรีกกิ่งโวลท์เตจต่ำที่สุดในทุกๆ อายุการใช้งาน ซึ่งเป็นสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดความผิดปกติของสายบ่อนไฟฟ้าขาด เนื่องจากดิสชาร์จไฟฟ้าบางส่วน และสายบ่อนไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ระหว่างเสาไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยแตรีกกิ่งโวลท์เตจสูงสุดในทุกๆ อายุการใช้งาน ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ไขการเกิดความผิดปกติจากสายบ่อนไฟฟ้าขาด และลดต้นทุนในการเปลี่ยนสายบ่อนไฟฟ้าใหม่จึงควรสลับตำแหน่งระหว่างสายบ่อนไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ระหว่างเสาไฟฟ้ากับสายบ่อนไฟฟ้าที่ติดตั้งบนลูกถ้วยรับสายบ่อนไฟฟ้าโดยต่อสายบ่อนไฟฟ้าใหม่ยาวประมาณ 10-20 เมตรจาก ต้นสาย เพื่อให้สายบ่อนไฟฟ้าเลื่อนตำแหน่ง และแก้ไขสายบ่อนไฟฟ้าที่เกิดดิสชาร์จบางส่วนที่ตำแหน่งติดตั้งบนลูกถ้วยรับสายบ่อนไฟฟ้า เพื่อยืดอายุการใช้งานของสายบ่อนไฟฟ้าให้ได้มากที่สุด

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Rozenkrons J. and Sults V. 2010. Quenching of Partial Discharges in Medium Voltage Networks by Traditional Arc Suppression Coil. 978-1-4244-6981-9/10/\$26.00 2010 IEEE

[2] Paoletti G J and Golubev A. 2001. Partial Discharge Theory and Technologies Related to Medium-Voltage Electrical Equipment. IEEE Transactions on Industry Application, Vol. 37, no. 1, January/February 2001.

[3] NEMA Standards Publication No. WC 7/ ICEA Publication No. S-66-524, 1992. Cross-Linked-Thermosetting-Polyethylene-Insulated Wire and Cable for Transmission and Distribution of Electrical Energy. National Electrical Manufacturers Association 2101 L Street, N.W., Suite 300 Washington, DC 20037-1526, July 1992.

[4] Wallace C.F. and Bailey C.A.1967. Dip-Track Test. IEEE Transactions on Electrical Insulation, Vol. ei-2, no. 3, December 1967