

การศึกษาค่าความต้านทานจำเพาะของดิน

Study of Soil Specific Resistance

น้อย โสมาลา¹ เอกชัย ศรีสุข² จาตุรนต์ เจริญรักษ์³ ธรรมสิงห์ เทพเลื่อน⁴ และสมหวัง ศุภพล⁵

Noi Somala¹ Ekkachai Srisuk² Jaturon Charoenrak³ Thammasing Thepluen⁴ and Somwang Supphol⁵

¹⁻⁵ สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000

Electrical Technology, Suratthani Technical College, Surat Thani 84000

¹ Corresponding Author: E-mail: nois4821@gmail.com

Received: 25 May 2022; Revised: 13 Jun. 2022; Accepted: 13 Jun. 2022

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาค่าความต้านทานจำเพาะดินร่วน ดินเหนียว ดินทรายดินดาน และดินปนทราย และ 2) เพื่อศึกษาผลด้วยวิธีการปักกราวด์แบบขนานและแบบเดลต้า สำหรับแนวทางในการออกแบบระบบหลักดิน และเลือกระบบกราวด์ที่เหมาะสม โดยใช้เครื่องวัดความต้านทานดิน รุ่น KYORITSU 4105 A ในการวัดใช้แท่งหลักดินที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.012 เมตร โดยแต่ละพื้นที่ดิน ใช้แท่งหลักกราวด์ที่มีความยาว 2.40 เมตร วัดความต้านทานดินของระบบกราวด์ของประเภทดินต่าง ๆ ตัวอย่างพื้นที่ ดินร่วน ดินเหนียว ดินทราย ดินดาน และปนทราย แล้วนำค่าความต้านทานดินของระบบกราวด์ที่วัดได้ ไปคำนวณหาค่าความต้านทานจำเพาะของดิน หลังจากนั้นนำค่าความต้านทานจำเพาะของดินนี้ ไปคำนวณหาค่าความต้านทานของดินเมื่อใช้หลักดินที่มีความยาว 2.40 เมตร

ผลการวิจัยพบว่าระบบกราวด์ที่เลือกมี 2 แบบ คือ กราวด์ขนาน และกราวด์เดลต้า ส่วนกราวด์ขนานใช้ข้อมูลในตาราง ตัวคูณลดค่าความต้านทานของหลักดินต่อขนานของสภาวิศวกร จะได้ว่าดินร่วนเลือกแบบกราวด์ขนานใช้หลักดินยาว 2.40 เมตร 2 แท่ง ดินเหนียวเลือกแบบกราวด์ขนานใช้หลักดินยาว 2.40 เมตร 2 แท่ง ดินทรายเลือกแบบกราวด์ขนานใช้หลักดินยาว 2.40 เมตร 2 แท่ง ดินดานเลือกแบบกราวด์ขนานใช้หลักดินยาว 2.40 เมตร 2 แท่ง และดินปนทรายไม่เลือกการปักกราวด์ทั้ง 2 แบบ เพราะค่าความต้านทานทั้ง 2 แบบมีค่ามากกว่าตามที่มาตรฐานการไฟฟ้ากำหนด

คำสำคัญ: ค่าความต้านทานดิน ค่าความจำเพาะดิน

Abstract

The purposes of this research were to: 1) investigate the soil resistivity of loam soil, clay soil, sand soil, shale soil and sandy soil and 2) identify the appropriate grounding system for the design of the earth core system by using parallel ground and delta ground. The measure tools consisted of a soil resistivity meter model KYORITSU 4105 A with a soil rod of a 0.012 m diameter. A grounding rod with a length of 2.40 m was used to measure the soil resistivity of the grounding system of various soil types such as loam, clay, sand, shale and sandy. Then, the soil resistivity of the measured

grounding system was calculated to find the specific resistivity of the soil. After that the specific resistivity of this soil was used to calculate the soil resistivity when using the grounding rod of 2.40 m.

The results revealed that there were two types of suitable grounding system namely parallel ground and delta ground. The calculation of parallel ground is based on data in the table of the Council of Engineers Parallel Ground Resistance Reduction Multiplier. It can be seen that the loam soil is selected with parallel ground using 2 soil stakes 2.40 meters long; the clay soil using parallel ground using 2 soil stakes 2.40 meters long; the sand soil using parallel ground using 2 soil stakes 2.40 meters long. Parallel ground uses 2 2.40 meters long soil rods. The two types of grounding system were not chosen for the sandy soil because the resistance values of both types are greater than the standards set by the Provincial Electricity Authority (PEA).

Keywords: Soil Resistivity, Soil Specificity

1. บทนำ

ในระบบกราวด์ (Ground) ในด้านวิศวกรรมไฟฟ้า หมายถึง จุด ๆ หนึ่งในวงจรไฟฟ้าที่ใช้เป็นจุดอ้างอิงในการวัดแรงดันไฟฟ้า หรือใช้เป็นเส้นทางกลับร่วมกันของกระแสไฟฟ้าจากหลาย ๆ ที่ หรือจุดเชื่อมต่อทางกายภาพโดยตรงกับพื้นดิน สายไฟที่ลงดิน จะต้องถูกกำหนดเป็นมาตรฐานให้ใช้สีที่แน่นอนเพื่อป้องกันการใช้ที่ไม่ถูกต้อง วงจรไฟฟ้าอาจจะถูกเชื่อมต่อกับพื้นดิน ด้วยเหตุผลหลายประการ ในอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟกระแสสลับขึ้นส่วนโลหะที่ใช้สัมผัสได้จะถูกเชื่อมต่อกับพื้นดินเพื่อป้องกันผู้ใช้ไม่ให้สัมผัสกับแรงดันไฟฟ้าที่เป็นอันตรายในกรณีที่มีฉนวนไฟฟ้าล้มเหลว การเชื่อมต่อกับพื้นดินจะจำกัดกระแสไฟฟ้าสถิตที่ถูกสร้างขึ้นในการรับมือกับผลิตภัณฑ์ที่ติดไฟง่าย หรืออุปกรณ์ที่มีความไวต่อไฟฟ้าสถิต [1]

การลงกราวด์ที่ไม่เหมาะสมนั้นมีส่วนทำให้เกิดการหยุดทำงานของกระแสไฟฟ้าโดยไม่จำเป็น และยังเป็นอันตราย และเพิ่มความเสี่ยงที่อุปกรณ์จะขัดข้อง หากไม่มีระบบกราวด์ที่มีประสิทธิภาพ อาจได้รับความเสี่ยงที่จะถูกไฟฟ้าช็อต อุปกรณ์ไฟฟ้าอาจมีข้อผิดพลาด เกิดปัญหาความผิดปกติของฮาร์ดแวร์ ปัญหาปัจจัยพลังงาน และปัญหาที่เกิดขึ้นแบบไม่สม่ำเสมออีกมากมาย ถ้ากระแสที่ผิดพลาดไม่มีเส้นทางลงกราวด์ผ่านระบบกราวด์ที่ออกแบบและดูแลเป็นอย่างดี กระแสไฟฟ้าจะหาเส้นทางไหลทางอื่น อาจจะทำให้เกิดปัญหาได้ [2] อย่างไรก็ตามการลงกราวด์ที่ดีไม่ใช่เพื่อให้เกิดความปลอดภัยเพียงอย่างเดียว แต่จะ

ช่วยป้องกันความเสียหายต่อบ้านต่อโรงงานและอุปกรณ์อุตสาหกรรมต่าง ๆ ระบบกราวด์ที่ดีจะช่วยเพิ่มความเชื่อถือได้ให้กับอุปกรณ์ และช่วยลดโอกาสที่จะทำให้เกิดความเสียหายเนื่องจากฟ้าผ่า หรือกระแสไฟฟ้าผิดพลาด ซึ่งในแต่ละปีจะมีผู้เสียชีวิตหลายรายและเกิดความสูญเสียในสถานที่ทำงานนับหลายล้านบาทเนื่องจากเพลิงไหม้ที่มีสาเหตุจากไฟฟ้า การปิกกราวด์จะมีลักษณะและวิธีการที่ต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับค่าความต้านทานจำเพาะของในแต่ละประเภท [3]

จากแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะศึกษาค่าความต้านทานจำเพาะ ดินร่วน ดินเหนียว ดินทราย ดินดาน และดินปนทราย เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนและปฏิบัติงานต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาหาค่าความต้านทานจำเพาะดินร่วน ดินเหนียว ดินทราย ดินดาน และดินเหนียวปนทราย

2.2 เพื่อศึกษาผลด้วยวิธีการปิกกราวด์แบบขนานและแบบเดลต้า

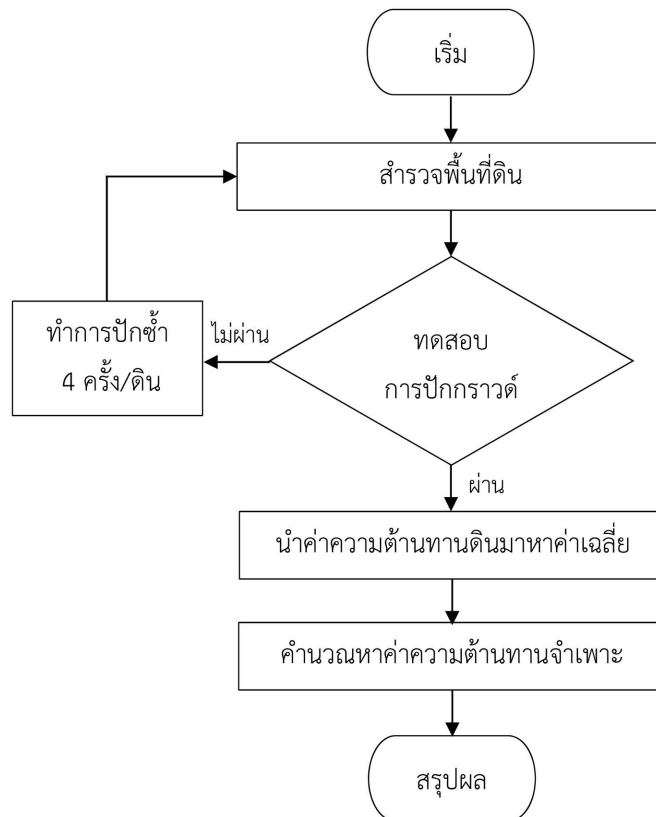
3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาลักษณะของระบบกราวด์ในดินประเภทต่าง ๆ โดยอาศัยได้กำหนดวัดค่าความต้านดินโดยใช้เครื่องวัดความต้านดินรุ่น KYORITSU 4105 A ทำการวัดความต้านดินในประเภทดินต่าง ๆ โดยใช้หลักดินที่มี

ความยาว 2.40 เมตร ทำการปักกราวด์แบบขนาน และแบบ เดลต้า เพื่อหาค่าความต้านจำเพาะของดินแล้ว นำไป เปรียบเทียบค่าความต้านทานจำเพาะดินที่ได้กำหนดมา

มีขั้นตอน ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล โดยกิจกรรม แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

3.1 กำหนดแผนการทดลอง



ภาพที่ 1 แผนภาพการทดลอง

3.2 สำรวจพื้นที่ดิน



ก. ดินร่วน



ข. ดินเหนียว



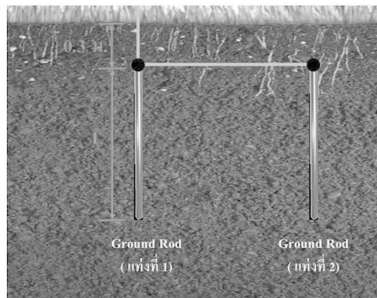
ค. ดินปนทราย



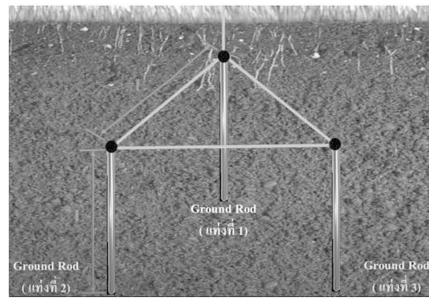
ง. ดินทราย

ภาพที่ 2 สำรวจพื้นที่ดิน

3.3 ขั้นตอนการปักกราวด์แบบขนานและแบบเดลต้า



การปักกราวด์แบบขนาน



การปักกราวด์แบบเดลต้า

ภาพที่ 3 การปักกราวด์แบบขนานและแบบเดลต้า

3.4 วิธีการทดลอง

1) ใช้เครื่องวัดความต้านทานดิน วัดหาค่าความต้านทานดินแบบขนาน และแบบเดลต้า ในแต่ละพื้นที่ดิน ได้แก่ ดินร่วน ดินเหนียว ดินทราย ดินดาน ดินปนทราย และนำมาเฉลี่ย บันทึกค่า

2) เขียนกราฟแท่งแสดงค่าความต้านทานดินแบบขนาน แบบเดลต้า แต่ละพื้นที่ดิน

3) คำนวณหาค่าความต้านทานจำเพาะของดิน ในแต่ละพื้นที่ดินแบบขนาน แบบเดลต้า โดยใช้สมการความสัมพันธ์ ดังสมการที่ 1 [4]

$$\rho = \frac{2\pi LR}{\ln\left(\frac{8 \times L}{d}\right) - 1} \quad \dots\dots 1$$

ρ ค่าความต้านทานดินจำเพาะ (โอห์ม-เมตร)

R ค่าความต้านทานจากเครื่องมือวัด (เมตร)

L ความลึกของแท่งหลักดิน (เมตร)

d เส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งหลักดิน (เมตร)

4) นำค่าเฉลี่ยที่วัดได้แบบขนาน แบบเดลต้า มาคำนวณหาค่าความต้านทานในดินแต่ละประเภท โดยใช้สมการความสัมพันธ์ ดังสมการที่ 2 [4]

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left[\ln\left(\frac{8L}{d}\right) - 1 \right] \quad \dots\dots 2$$

4. ผลการวิจัย

การทดลองโดยใช้แท่งกราวด์ ความยาว 2.40 เมตร ขนาด 12 มิลลิเมตร เพื่อปักแบบขนาน และแบบเดลต้าดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการปฏิบัติจริงของการปักกราวด์แบบขนานของดินร่วน ดินเหนียว ดินทราย ดินดาน และดินเหนียวปนทราย

ชนิดดิน	ใช้สูตรคำนวณ (โอห์ม)	ใช้ 0.58 หารลด (โอห์ม)	ปฏิบัติจริง (โอห์ม)
1. ดินร่วน	12.65	43.37	10.66
2. ดินเหนียว	5.81	23.67	5.78
3. ดินทราย	0.58	2.36	0.60
4. ดินดาน	7.91	31.56	7.90
5. ดินปนทราย	114.52	466.45	87.85

จากการปักกราวด์แบบขนาน ซึ่งพบว่าผลของการปฏิบัติจริงของ ดินร่วน ดินเหนียว ดินทราย ดินดาน จะมีค่าที่ใกล้เคียงกับการใช้สูตรในการคำนวณ และดินปนทราย

จะหาค่าปฏิบัติจริงต่างจากการคำนวณเนื่องจากสภาพของดินและระยะเวลาในการทดลองจะมีผลต่อการวัดค่าความต้านทานจำเพาะ

ตารางที่ 2 ผลการปฏิบัติจริงของการปักกราวด์แบบเดลต้าของดินร่วน ดินเหนียว ดินทราย ดินดาน และดินเหนียวปนทราย

ชนิดดิน	ใช้สูตรคำนวณ (โอห์ม)	ใช้ 0.42 ทหารลด (โอห์ม)	ปฏิบัติจริง (โอห์ม)
1. ดินร่วน	7.72	43.26	7.69
2. ดินเหนียว	3.96	22.16	3.94
3. ดินทราย	0.45	2.48	0.44
4. ดินดาน	6.95	39.26	6.98
5. ดินปนทราย	56.14	315.66	56.12

จากการปักกราวด์แบบเดลต้า ซึ่งพบว่าผลของการปฏิบัติจริงของ ดินร่วน ดินเหนียว ดินทราย ดินดาน

และดินปนทราย จะมีค่าที่ใกล้เคียงกับการใช้สูตรในการคำนวณเพื่อหาค่าความต้านทานจำเพาะ

ตารางที่ 3 สรุปและระบบกราวด์ที่เลือกใช้

ชนิดดิน	ความต้านทานดินของระบบกราวด์ (โอห์ม)		ระบบกราวด์ ที่เลือก
	แบบขนาน	แบบเดลต้า	
1. ดินร่วน	10.66	7.69	แบบขนาน
2. ดินเหนียว	5.78	3.94	แบบขนาน
3. ดินทราย	0.60	0.44	แบบขนาน
4. ดินดาน	7.90	6.98	แบบขนาน
5. ดินปนทราย	87.85	56.12	-

ผลการใช้สูตรคำนวณกับการปฏิบัติวัดค่าจริงจะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานมีความใกล้เคียงกัน ดังนั้น เราไม่จำเป็นต้องใช้ค่าแฟกเตอร์ (ตัวหารลด) ในการหาค่า ดินร่วน ดินเหนียว ดินดาน ดินทราย เลือกใช้แบบขนาน เพราะค่าความต้านทานแบบขนานมีค่าเป็นไปตามที่มาตรฐานการไฟฟ้ากำหนด เหตุที่ไม่เลือกแบบเดลต้า เพราะค่าความต้านทานแบบขนานและเดลต้า มีความใกล้เคียงกัน ดังนั้น ที่เลือกแบบขนาน เพราะได้ลดค่าใช้จ่ายในการปักกราวด์ทั้ง 2 แบบเป็นเพราะค่าความต้านทานทั้ง 2 แบบมีค่ามากกว่าตามมาตรฐานการไฟฟ้ากำหนด

5. สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลและอภิปรายผล

จากผลการวิจัยในการทดลองโดยใช้แท่งกราวด์ ความยาว 2.40 เมตร ขนาด 12 มิลลิเมตร เพื่อปักแบบขนานและแบบเดลต้าเพื่อหาค่าความต้านทานจำเพาะของ ดินร่วน ดินเหนียว ดินทราย ดินดาน และดินเหนียวปนทราย การปักกราวด์แบบขนาน ซึ่งพบว่าผลของการปฏิบัติจริงของ ดินร่วน ดินเหนียว ดินทราย ดินดาน จะมีค่าที่ใกล้เคียงกับการใช้สูตรในการคำนวณ และดินปนทราย จะค่าปฏิบัติจริงต่างจากการคำนวณเนื่องจากสภาพของดินและระยะเวลาในการทดลองจะมีผลต่อการวัดค่า

ความต้านทานจำเพาะ การปักกราวด์แบบเดลต้า ซึ่งพบว่า ผลของการปฏิบัติจริงของ ดินร่วน ดินเหนียว ดินทราย ดินดาน และดินปนทราย จะมีค่าที่ใกล้เคียงกับการใช้สูตร ในการคำนวณเพื่อหาค่าความต้านทานจำเพาะ

ดังนั้น ดินร่วน ดินเหนียว ดินดาน ดินทราย เลือกใช้ แบบขนานเพราะค่าความต้านทานแบบขนานมีค่าเป็นไปตามที่มาตรฐานการไฟฟ้ากำหนด เหตุที่ไม่เลือกแบบเดลต้า เพราะค่าความต้านทานแบบขนานและเดลต้า มีความใกล้เคียงกัน ดังนั้น ที่เลือกแบบขนาน เพราะได้ลดค่าใช้จ่ายในการปักกราวด์ ดินปนทราย เหตุที่ไม่เลือกการปักกราวด์ทั้ง 2 แบบ เป็นเพราะค่าความต้านทานทั้ง 2 แบบมีค่ามากกว่าตามที่มาตรฐานการไฟฟ้ากำหนด [1] ซึ่งสอดคล้องกับสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ได้กำหนดมาตรฐานการต่อลงดินไว้ใน มาตรฐานการติดตั้งสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545 เพื่อความสะดวกทางปฏิบัติ

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) จากการได้ปฏิบัติการปักกราวด์แบบขนาน และแบบเดลต้า จึงได้พบปัญหาของดินปนทรายที่ได้ทำการปักทั้งสองแบบ มีค่าความต้านทานเกิน 25 โอห์ม ที่ไฟฟ้าได้กำหนดไว้ จึงแนะนำให้เพิ่มขนาดของแท่งกราวด์ และปักกราวด์แบบสี่เหลี่ยม เพื่อให้มีค่าความต้านทานที่ต่ำลง

2) ดินทราย ได้ปฏิบัติทดลองการปักกราวด์จริง แบบขนาน และแบบเดลต้า จึงได้พบปัญหาเกี่ยวกับสภาพ อุณหภูมิต่ำ อากาศเย็น จึงทำให้ดินทรายมีค่าความต้านทานที่ต่ำกว่าปกติ

3) ถ้าต้องการปักกราวด์ในพื้นที่ดินปนทราย ควรจะเปลี่ยนขนาดของหลักดินให้ใหญ่ขึ้น หรือทำการปักแบบ 4 เหลี่ยม หรือเพิ่มจำนวนแท่งกราวด์

เอกสารอ้างอิง

- [1] สภาวิศวกร. (2554). [ออนไลน์]. ประมวลหลักปฏิบัติวิชาชีพ ด้านออกแบบ ติดตั้ง ตรวจสอบและการต่อลงดิน. [สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2564]. จาก <https://shorturl.asia/6bqF0>.
- [2] ชำนาญ ห่อเกียรติ และเทพกัญญา ชติแสง. (2552). การต่อลงดิน (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: จรัสสินทวงศ์.
- [3] ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์. (2564). [ออนไลน์]. คู่มือการออกแบบและติดตั้งไฟฟ้า. [สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2564]. จาก <https://shorturl.asia/3gGRH>.
- [4] ทรงศิริ แต่สมบัติ. (2548). การวิเคราะห์การถดถอย (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.