บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ขั้นตอนของการทดลอง

- สร้างแท่งรากสายดินโดยหล่อตัวลดความต้านทานในอัตราส่วนระหว่าง กากโลหะ: ซีเมนต์ : น้ำ : เกลือ (1 : 0.4 : 0.3 : 0.12) ห่อหุ้มตำแหน่ง บน กลาง ล่าง ของแท่งตัวนำ
- ทำการวัดค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินแต่ละแบบโดยใช้เครื่องวัดแบบ (EARTH TESTER TYPE 3235 INSTRUCTIONS)
- นำค่าความต้านทานที่วัดได้มาวิเคราะห์และคำนวณเพื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลอง

4.1.1 การสร้างแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ

การหล่อตัวลดความต้านทานห้อหุ้มบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ เพื่อที่จะดูว่าเมื่อทำการฝังแท่งรากสายดินลงไปในดินแล้ว จะมีผลกระทบจากความต้านทานของดินในแต่ละชั้นเป็นอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับแท่งรากสายดินปกติและจะมีผลอย่างไรเมื่อดินกลับสู่สภาพเดิมและเปลี่ยนสภาพไปตามฤมิอากาศ เพื่อที่จะได้ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินจากการวัดของเครื่องมือวัด

ภาพที่ 4.1 แสดงการหล่อตัวลดความต้านทานห่อหุ้มบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ

4.1.2 การสร้างแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ

การหล่อตัวลดความต้านทานห่อหุ้มบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ เพื่อที่จะดูว่าเมื่อทำการฝังแท่งรากสายดินลงไปในดินแล้ว จะมีผลกระทบจากความต้านทานของดินในแต่ละชั้นเป็นอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับแท่งรากสายดินปกติและจะมีผลอย่างไรเมื่อดินกลับสู่สภาพเดิมและเปลี่ยนสภาพไปตามภูมิอากาศ เพื่อที่จะได้ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินจากการวัดของเครื่องมือวัด

ภาพที่ 4.2 แสดงการหล่อตัวลดความต้านทานห่อหุ้มบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ

4.1.3 การสร้างแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ

การหล่อตัวลดความต้านทานห่อหุ้มบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ เพื่อที่จะดูว่าเมื่อทำการฝังแท่งรากสายดินลงไปในดินแล้ว จะมีผลกระทบจากความต้านทานของดินในแต่ละชั้นเป็นอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับแท่งรากสายดินปกติและจะมีผลอย่างไรเมื่อดินกลับสู่สภาพเดิมและเปลี่ยนสภาพไปตามภูมิอากาศ เพื่อที่จะได้ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินจากการวัดของเครื่องมือวัด

ภาพที่ 4.3 แสดงการหล่อตัวลดความต้านทานห่อหุ้มบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ

4.1.4 แท่งรากสายดินฝังดินปกติ

การฝังแบบนี้เป็นการฝังแท่งรากสายดินปกติแบบไม่มีตัวลดความต้านทานห่อหุ้มแท่งตัวนำ โดยเป็นการฝังแท่งตัวนำที่ใช้กันทั่วไป ซึ่งมีการต่ออยู่หลายแบบขึ้นอยู่กับสถานการณ์และความสะดวกในการใช้แต่ส่วนใหญ่เมื่อพูดถึงการต่อลงดิน มักนึกถึงการฝังแท่งรากสายดินในแนวดิ่งเพราะนิยมใช้กันมากจนแทบไม่ทราบเลยว่ามีการต่อลงดินของแท่งรากสายดินแบบอื่นๆอีก

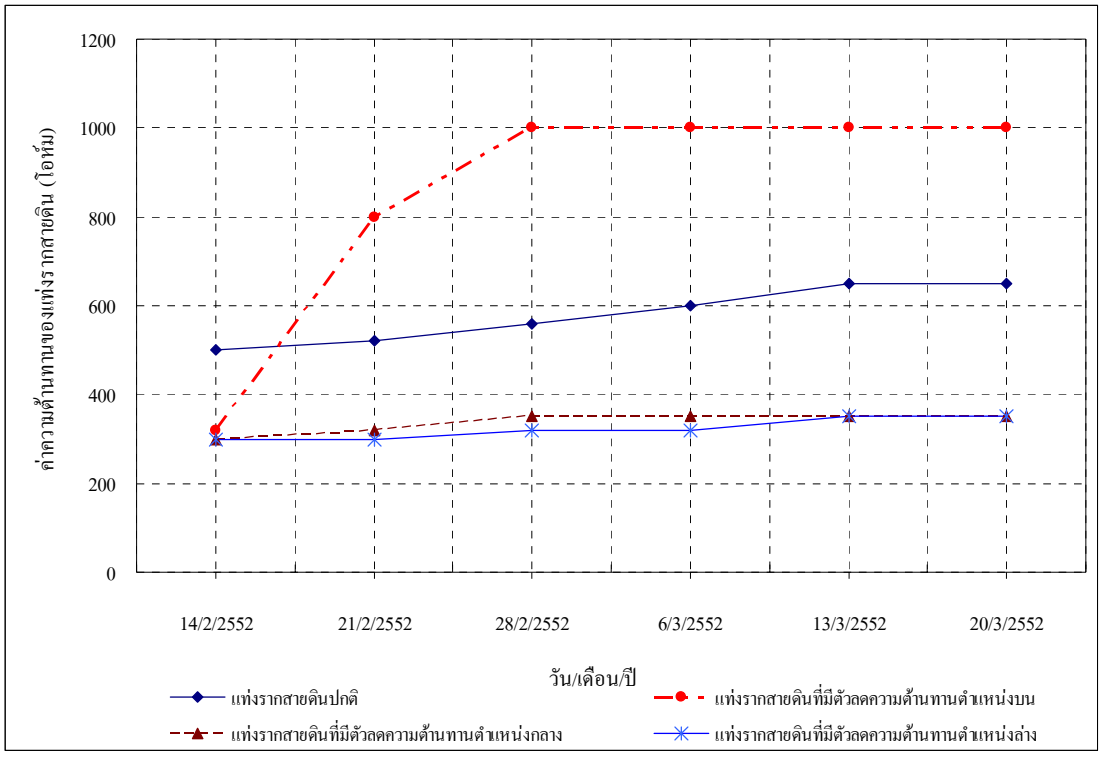
ภาพที่ 4.4 แท่งรากสายดินฝังดินปกติ

4.2 ผลการทดลอง

การวัดค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานห่อหุ้มแท่งตัวนำของแต่ละตำแหน่งเปรียบเทียบกับแท่งรากสายดินปกติ โดยใช้เครื่องวัดแบบ (EARTH TESTER TYPE 3235 INSTRUCTIONS) ค่าความต้านทานที่วัดได้แสดงในตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.5

ตารางที่ 4.1 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ได้จากการวัด

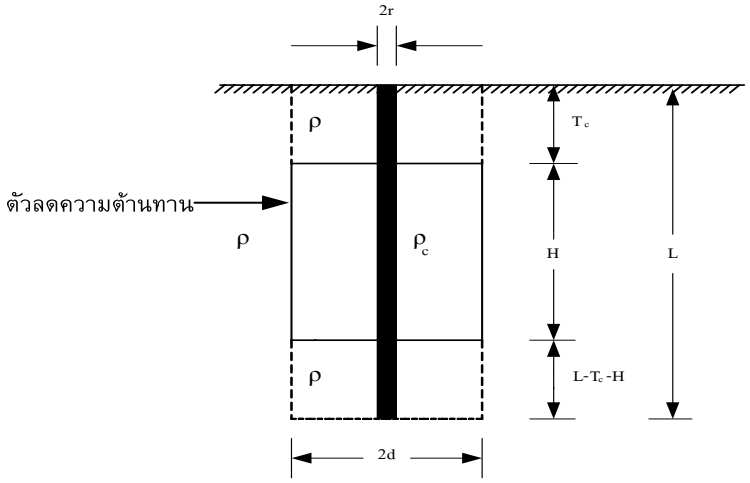
ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่วัดได้(โอห์ม)					
	14/2/2552	21/2/2552	28/2/2552	6/3/2552	13/3/2552	20/3/2552
แท่งรากสายดินปกติ	500	520	560	600	650	650
แท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งบน	320	800	1,000	1,000	1,000	1,000
แท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งกลาง	300	320	350	350	350	350
แท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งล่าง	300	300	320	320	350	350



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ได้จากการวัด

จากภาพที่ 4.5 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ได้จากการวัด จะเห็นว่าค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ มีค่ามากกว่าแท่งรากสายดินปกติ จึงต้องคำนวณหาค่าความต้านของแท่งรากสายดินเพื่อหาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

4.3 การคำนวณหาค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินแต่ละชั้นสม่ำเสมอ [1]



ภาพที่ 4.6 แท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานเพียงบางส่วนในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านจำเพาะของดินแต่ละชั้นสม่ำเสมอ

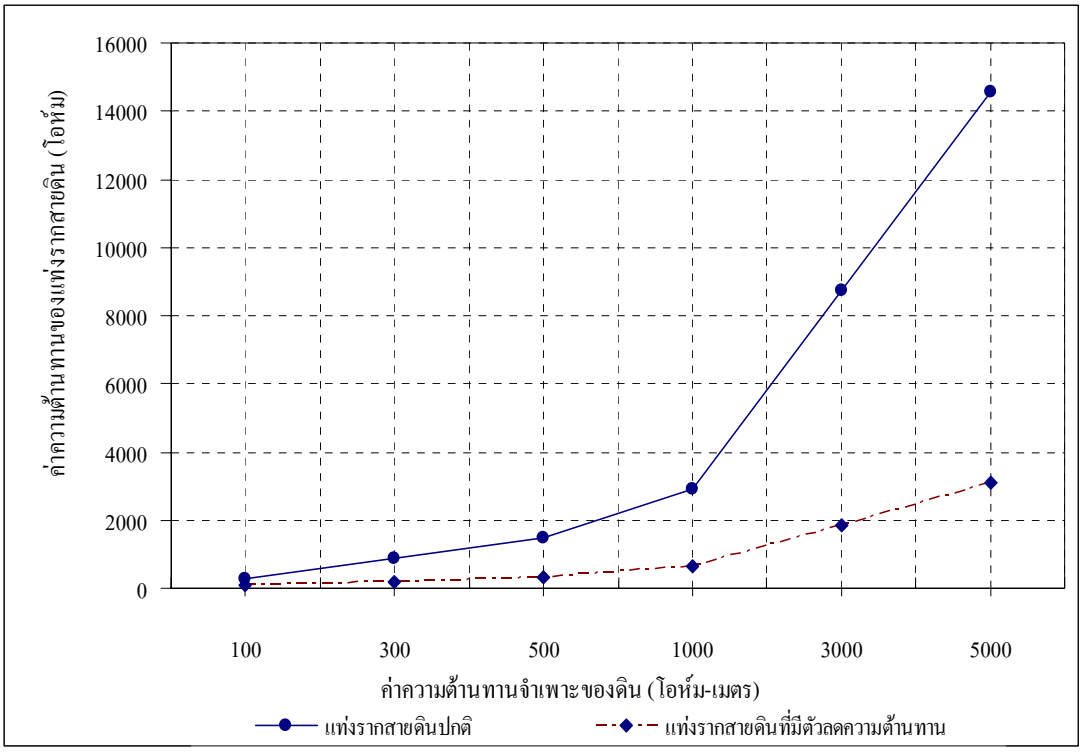
การคำนวณหาค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติสามารถหาได้จากสมการ (2.3)และค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานเพียงบางส่วนสามารถคำนวณได้จากสมการ (2.8)

จากสมการ(2.8)จะเห็นได้ว่าตำแหน่งของตัวลดความต้านทาน (T_C) ไม่ได้นำมาใช้ในการคำนวณ ดังนั้นค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานห่อหุ้มแท่งตัวนำแต่ละตำแหน่งจึงมีค่าเท่ากัน ผลการจากคำนวณแสดงในตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.7

ตารางที่ 4.2 ค่าความต้านทานที่ได้จากการคำนวณของแท่งรากสายดินปกติและแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานห่อหุ้มแท่งตัวนำ

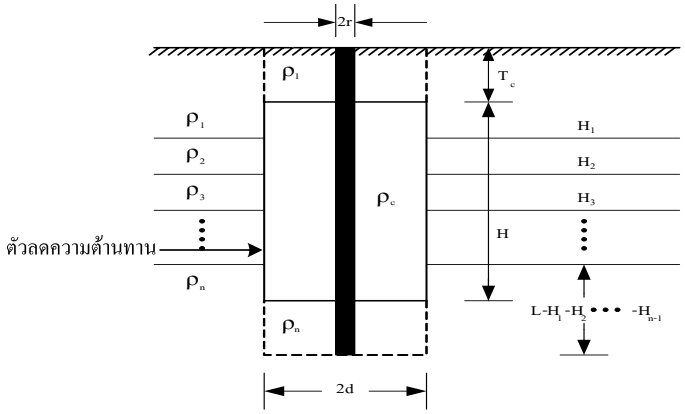
ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดิน (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1,000	3,000	5,000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	68	203	338	676	2,028	3,380
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทาน (โอห์ม)	17	37	58	109	314	519

โดยที่ $L = 3$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 4.6$ โอห์ม-เมตร



ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงค่าความต้านทานที่ได้จากการคำนวณของแท่งรากสายดินปกติและแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานห่อหุ้มแท่งตัวนำ

4.4 การคำนวณหาค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินแต่ละชั้นไม่สม่ำเสมอ [1]



ภาพที่ 4.8 แท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานเพียงบางส่วนในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านจำเพาะของดินแต่ละชั้นไม่สม่ำเสมอ

พื้นดินบริเวณนี้จะมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินแต่ละชั้นไม่เท่ากัน โดยทั่วไปจะมีอยู่ 2 กรณี คือค่าความต้านทานจำเพาะของบริเวณพื้นผิวดินมีค่ามากกว่าบริเวณใต้ดินและค่าความต้านทานจำเพาะของบริเวณพื้นผิวดินมีค่าน้อยกว่าบริเวณใต้ดิน ส่วนมากในประเทศไทยจะเป็นดินที่มีค่าความต้านทานจำเพาะของบริเวณพื้นผิวดินมากกว่าบริเวณใต้ดิน สามารถหาค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติได้จากสมการ (2.5) และสามารถหาค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานเพียงบางส่วนได้จากสมการ (2.9)

4.4.1 การคำนวณหาค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสองชั้นไม่สม่ำเสมอ

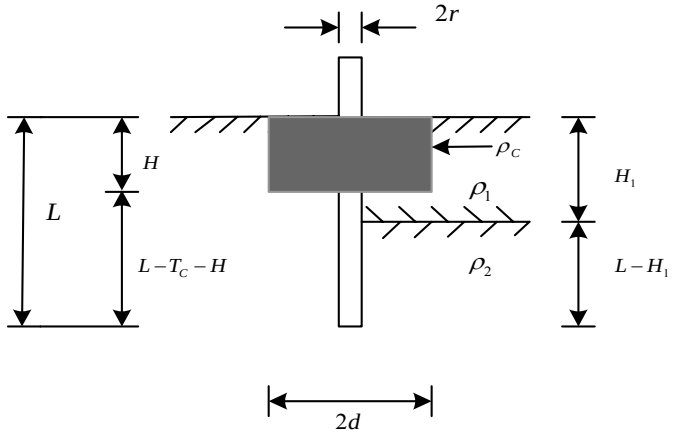
ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสองชั้นไม่สม่ำเสมอสามารถคำนวณหาค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติได้จากสมการ (2.5) และสามารถเขียนใหม่ได้ ดังสมการ (4.1)

$$R=\frac{\rho_1\rho_2}{2\pi\left[\left(H_1\rho_2\right)+\left(L-H_1\right)\rho_1\right]}\times\left\{\ln\frac{2L}{r}\left[1+\sqrt{1+\left(\frac{r}{2L}\right)^2}\right]+\frac{r}{2L}-\sqrt{1+\left(\frac{r}{2L}\right)^2}\right\} \qquad (4.1)$$

ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสองชั้นไม่สม่ำเสมอสามารถคำนวณหาค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานเพียงบางส่วนได้จากสมการ (2.9) และสามารถเขียนใหม่ได้ ดังสมการ (4.2)

$$
\begin{aligned}
R = {} & \frac{\rho_1 \rho_C \rho_2}{2\pi \left[T_C \rho_2 \rho_C + H \rho_1 \rho_2 + \left(L - T_C - H \right) \rho_1 \rho_C \right]} \\
& \times \left\{ \ln \frac{2L}{r} \left[1 + \sqrt{1 + \left(\frac{r}{2L} \right)^2} \right] + \frac{r}{2L} - \sqrt{1 + \left(\frac{r}{2L} \right)^2} \right\} \\
& + \frac{\rho_1 \rho_2}{2\pi \left[H_1 \rho_2 + (L - H_1) \rho_1 \right]} \\
& \times \left\{ \ln \frac{2L}{d} \left[1 + \sqrt{1 + \left(\frac{d}{2L} \right)^2} \right] + \frac{d}{2L} - \sqrt{1 + \left(\frac{d}{2L} \right)^2} \right\} \\
& - \frac{\rho_1 \rho_C \rho_2}{2\pi \left[T_C \rho_2 \rho_C + H \rho_1 \rho_2 + \left(L - T_C - H \right) \rho_1 \rho_C \right]} \\
& \times \left\{ \ln \frac{2L}{d} \left[1 + \sqrt{1 + \left(\frac{d}{2L} \right)^2} \right] + \frac{d}{2L} - \sqrt{1 + \left(\frac{d}{2L} \right)^2} \right\}
\end{aligned}
\tag{4.2}
$$

4.4.1.1 การคำนวณหาค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสองชั้นไม่สม่ำเสมอ



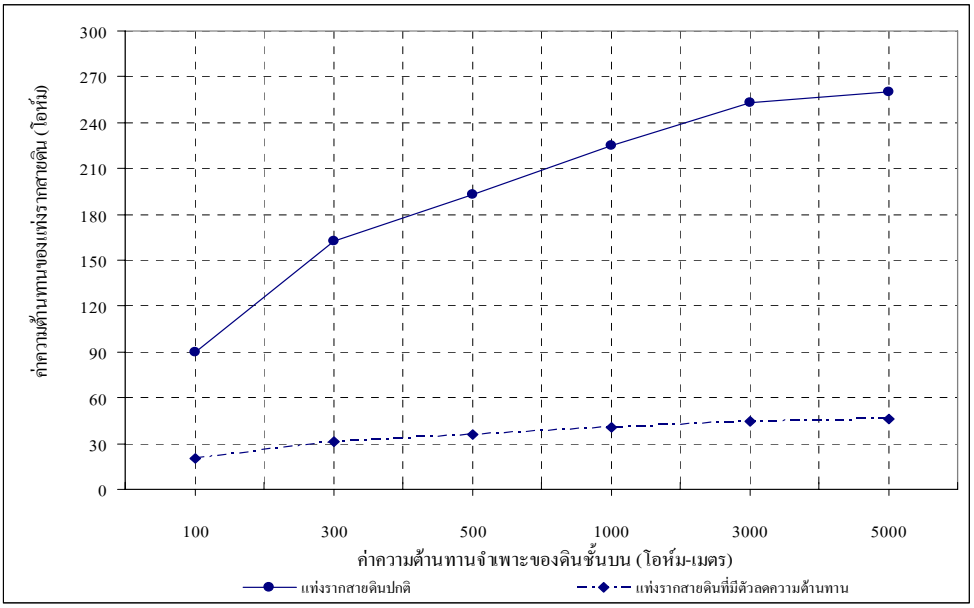
ภาพที่ 4.9 แท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสองชั้นไม่สม่ำเสมอ

4.4.1.1.1 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.10

ตารางที่ 4.3 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	90	162	193	225	253	259
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งบน (โอห์ม)	20	31	36	41	45	46

โดยที่ $\rho_2 = 200$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1.5$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 4.6$ โอห์ม-เมตร



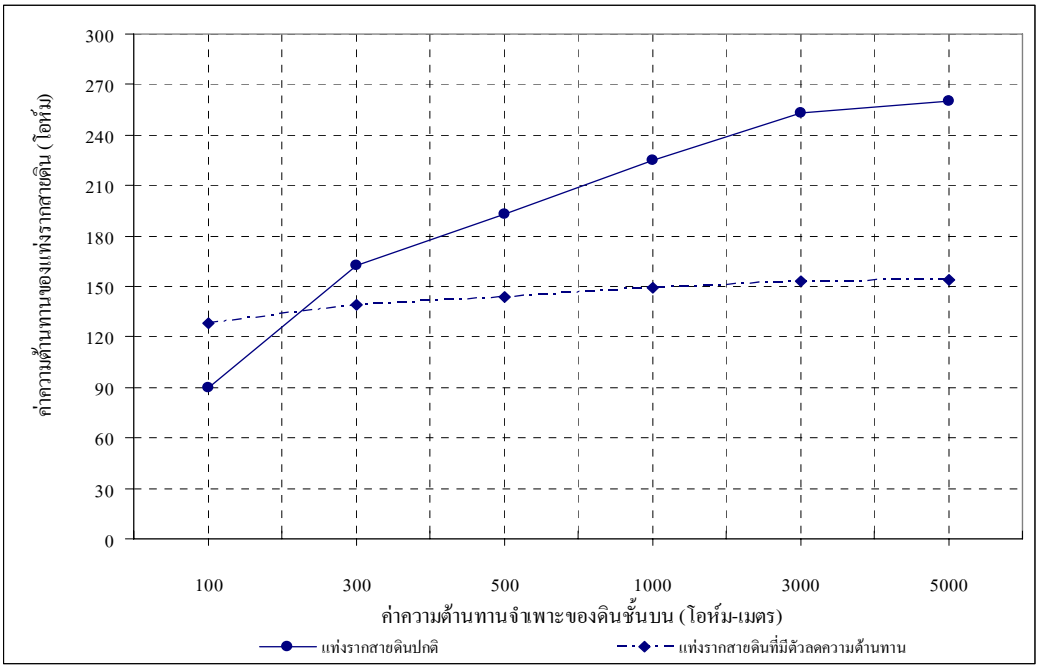
ภาพที่ 4.10 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน

4.4.1.1.2 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) และกำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทาน (ρ_C) เท่ากับ 200 โอห์ม-เมตร ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.11

ตารางที่ 4.4 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบนและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 200 โอห์ม-เมตร

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	90	162	193	225	253	260
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งบน (โอห์ม)	128	139	144	149	153	154

โดยที่ $\rho_2 = 200$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1.5$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 200$ โอห์ม-เมตร



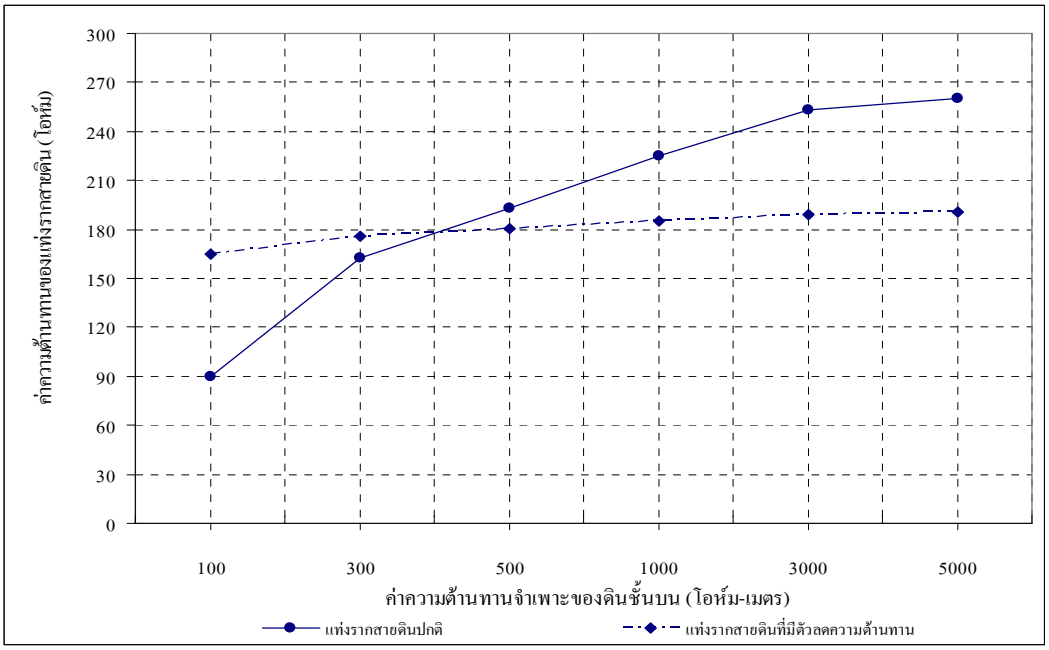
ภาพที่ 4.11 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบนและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 200 โอห์ม-เมตร

4.4.1.1.3 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) และกำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทาน (ρ_C) เท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.12

ตารางที่ 4.5 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบนและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	90	162	193	225	253	260
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งบน (โอห์ม)	165	176	180	185	183	190

โดยที่ $\rho_2 = 200$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1.5$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 500$ โอห์ม-เมตร



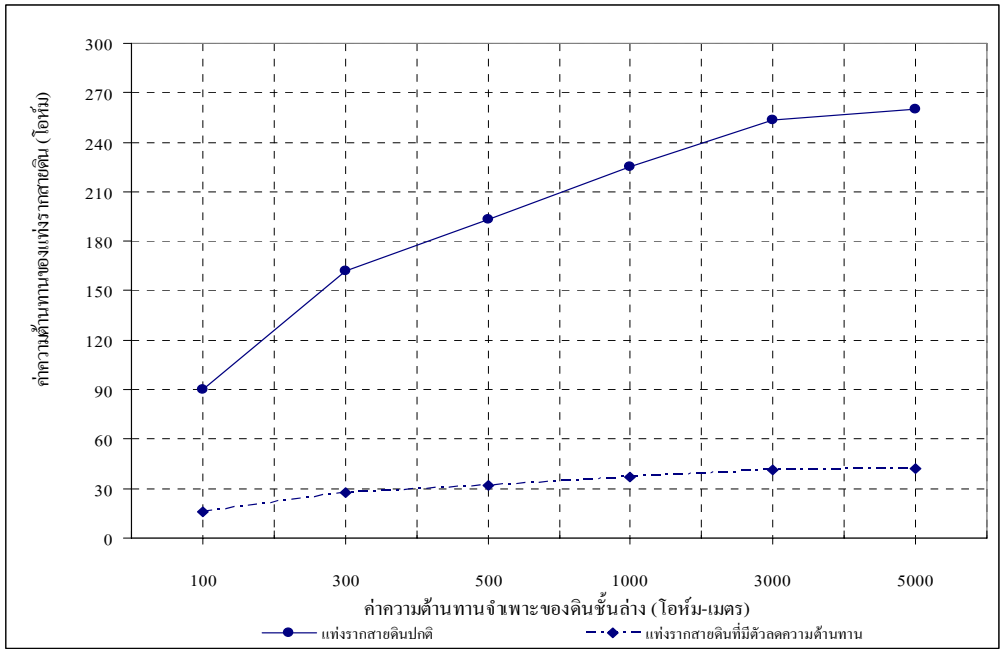
ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบนและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

4.4.1.1.4 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.13

ตารางที่ 4.6 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	90	162	193	225	253	260
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งบน (โอห์ม)	16	27	32	37	41	42

โดยที่ $\rho_1 = 200$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1.5$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 4.6$ โอห์ม-เมตร



ภาพที่ 4.13 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทาน

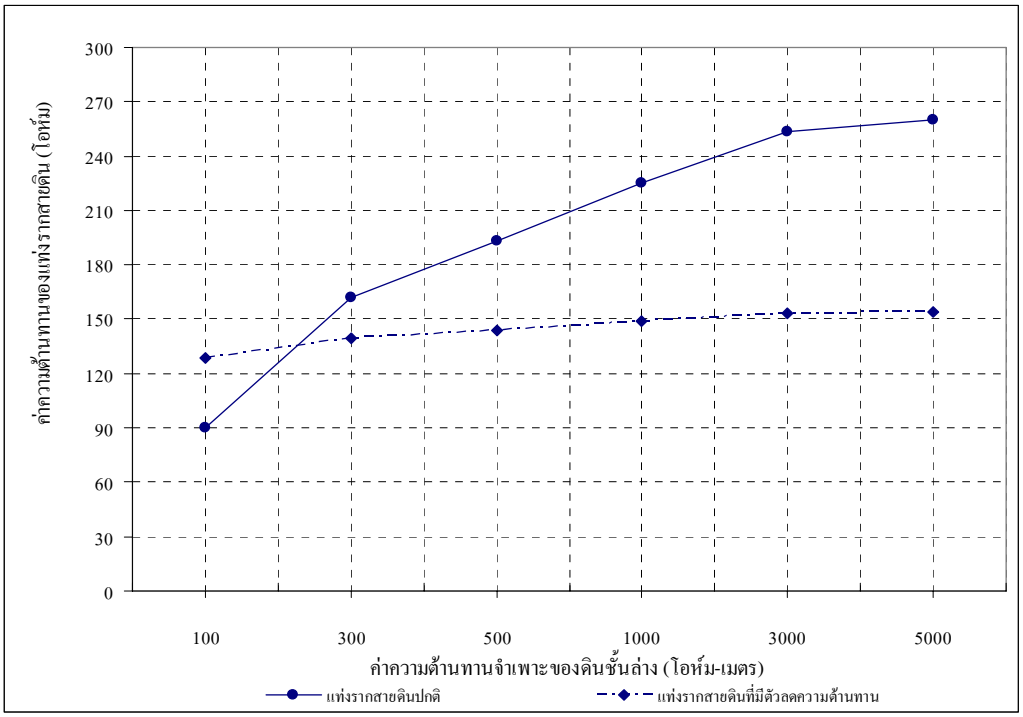
บริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง

4.4.1.1.5 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) และกำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทาน (ρ_C) เท่ากับ 200 โอห์ม-เมตร ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.14

ตารางที่ 4.7 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่างและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 200 โอห์ม-เมตร

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	90	162	193	225	253	260
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งบน (โอห์ม)	128	139	144	149	153	154

โดยที่ $\rho_1 = 200$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1.5$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 200$ โอห์ม-เมตร



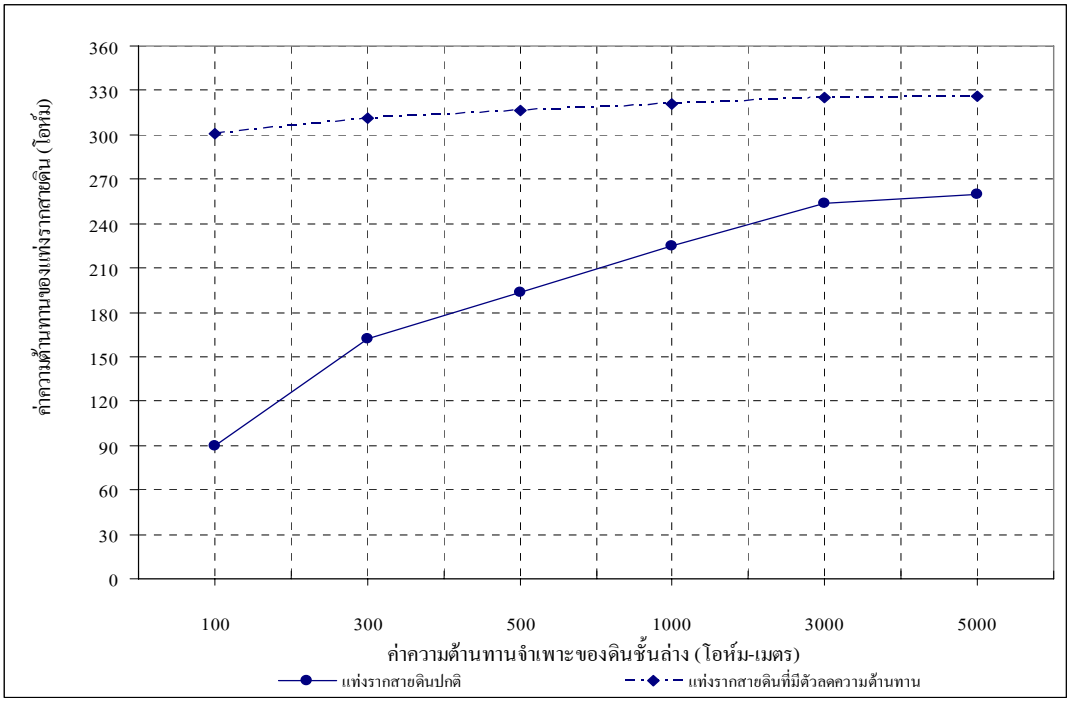
ภาพที่ 4.14 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่างและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 200 โอห์ม-เมตร

4.4.1.1.6 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) และกำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทาน (ρ_C) เท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.8 และภาพที่ 4.15

ตารางที่ 4.8 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่างและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

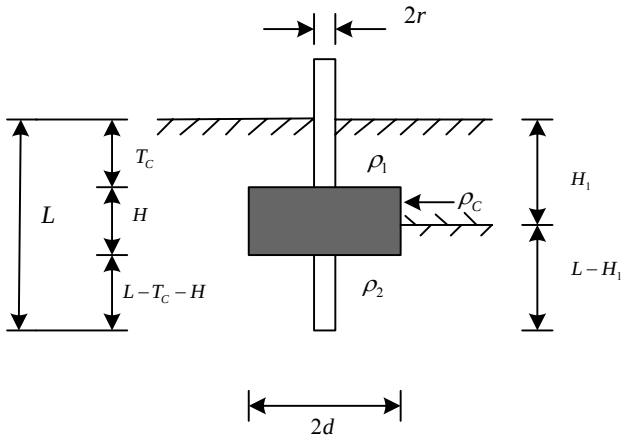
ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	90	162	193	225	253	260
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งบน (โอห์ม)	300	311	316	321	325	326

โดยที่ $\rho_1 = 200$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1.5$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 500$ โอห์ม-เมตร



ภาพที่ 4.15 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่างและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

4.4.1.2 การคำนวณหาค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสองชั้นไม่สม่ำเสมอ



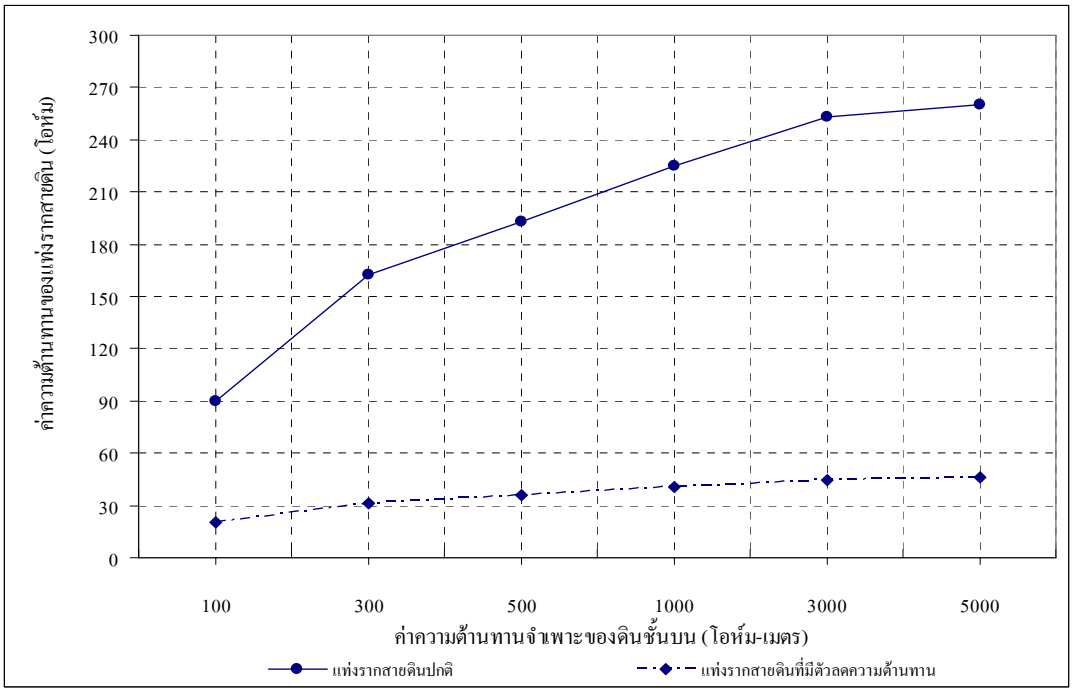
ภาพที่ 4.16 แท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสองชั้นไม่สม่ำเสมอ

4.4.1.2.1 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.17

ตารางที่ 4.9 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	90	162	193	225	253	259
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งกลาง (โอห์ม)	20	31	36	41	45	46

โดยที่ $\rho_2 = 200$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0.9$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1.5$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 4.6$ โอห์ม-เมตร



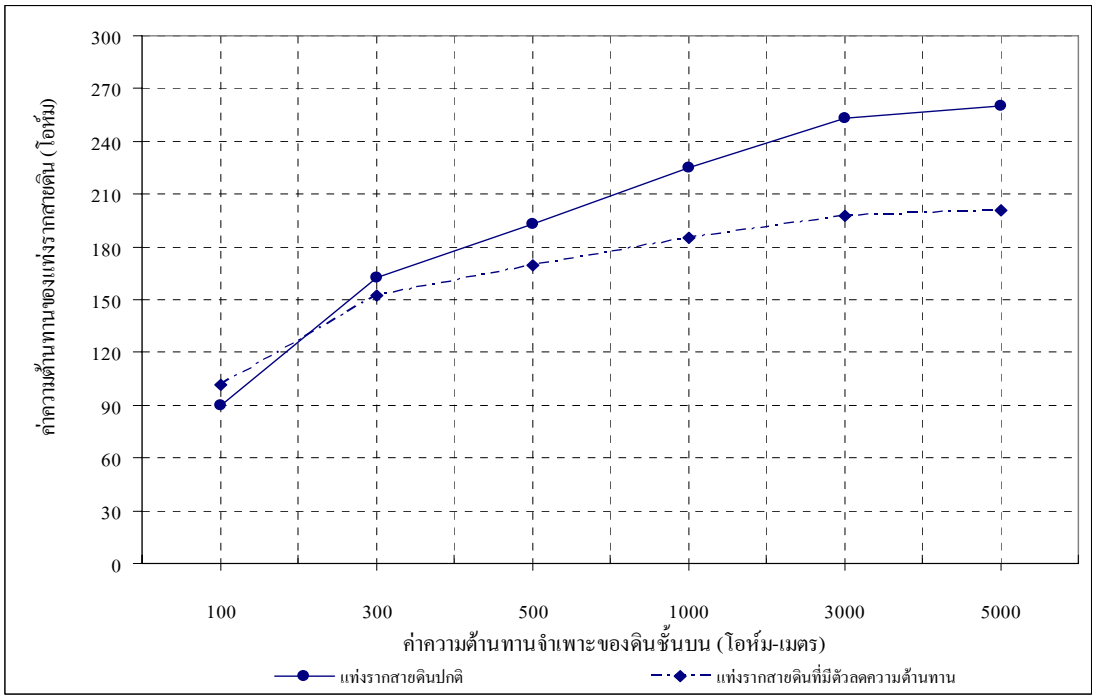
ภาพที่ 4.17 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน

4.4.1.2.2 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) และกำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทาน (ρ_C) เท่ากับ 200 โอห์ม-เมตร ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.10 และภาพที่ 4.18

ตารางที่ 4.10 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบนและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 200 โอห์ม-เมตร

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	90	162	193	225	253	260
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งกลาง (โอห์ม)	102	152	169	185	198	201

โดยที่ $\rho_2 = 200$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0.9$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1.5$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 200$ โอห์ม-เมตร



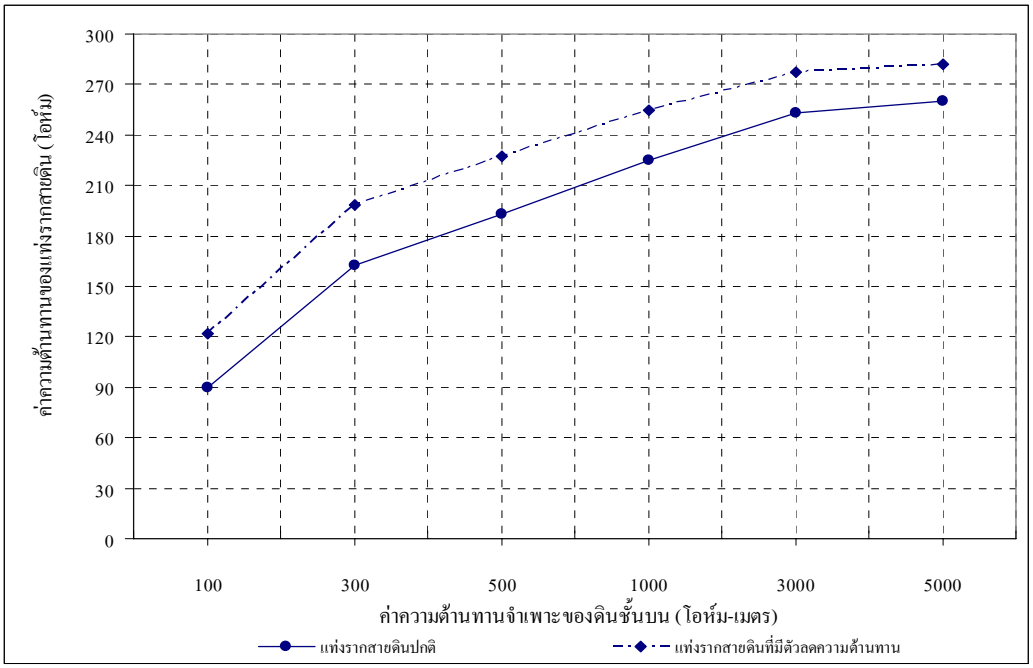
ภาพที่ 4.18 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบนและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 200 โอห์ม-เมตร

4.4.1.2.3 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) และกำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทาน (ρ_C) เท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.11 และภาพที่ 4.19

ตารางที่ 4.11 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบนและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	90	162	193	225	253	260
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งกลาง (โอห์ม)	122	198	227	255	277	282

โดยที่ $\rho_2 = 200$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0.9$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1.5$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 500$ โอห์ม-เมตร



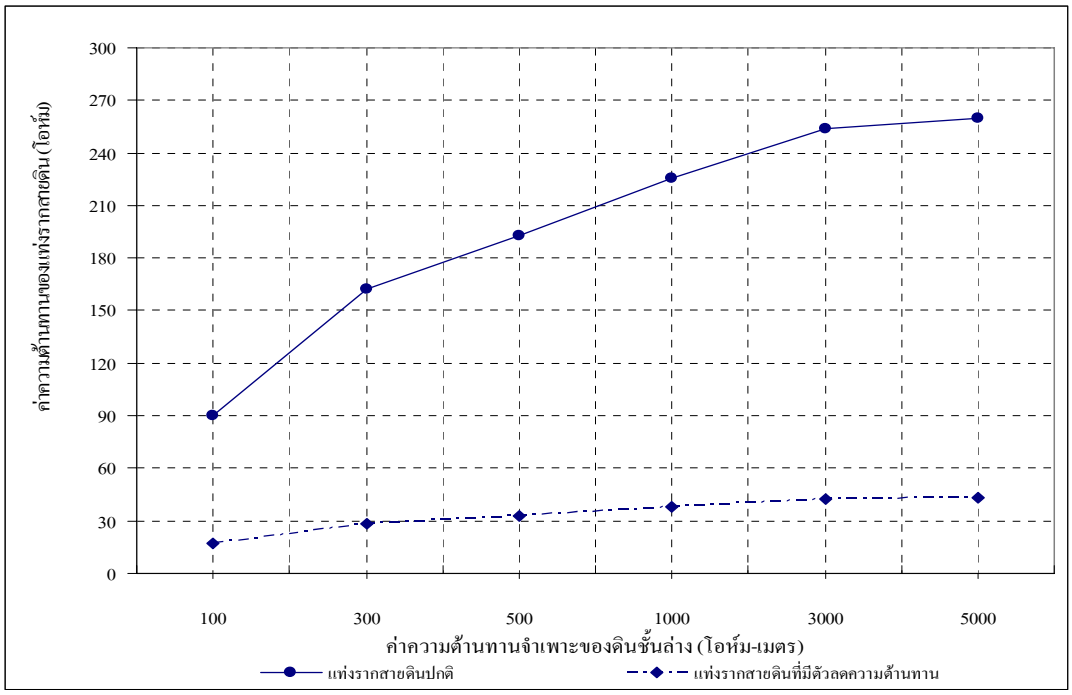
ภาพที่ 4.19 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบนและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

4.4.1.2.4 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.12 และภาพที่ 4.20

ตารางที่ 4.12 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	90	162	193	225	253	260
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งกลาง (โอห์ม)	17	28	33	38	42	43

โดยที่ $\rho_1 = 200$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0.9$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1.5$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 4.6$ โอห์ม-เมตร



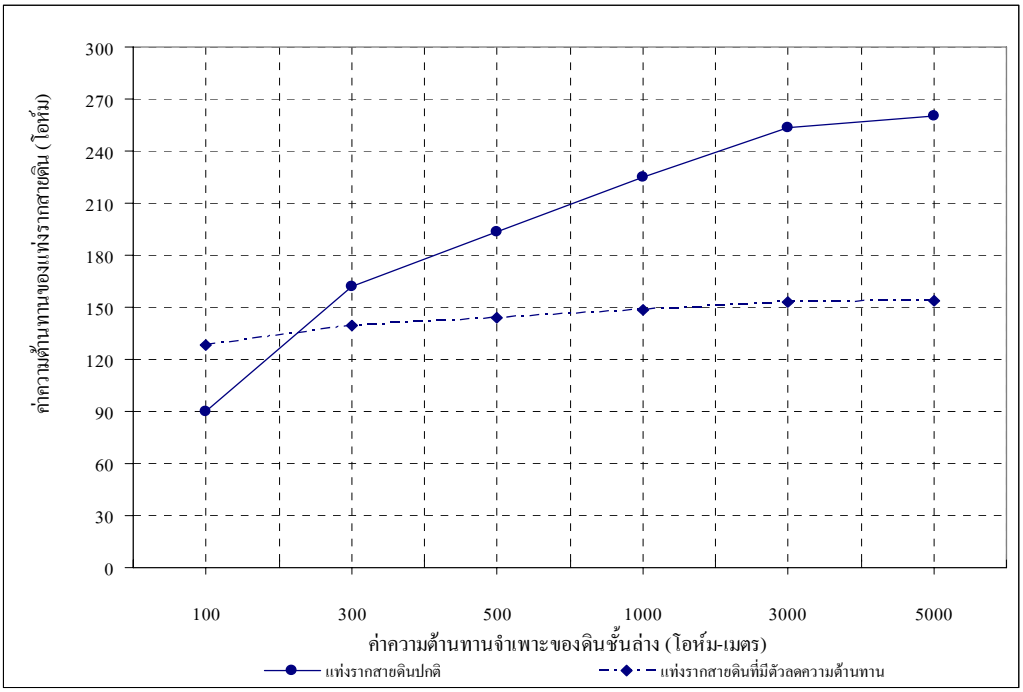
ภาพที่ 4.20 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง

4.4.1.2.5 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) และกำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทาน (ρ_C) เท่ากับ 200 โอห์ม-เมตร ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.13 และภาพที่ 4.21

ตารางที่ 4.13 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่างและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 200 โอห์ม-เมตร

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	90	162	193	225	253	260
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งกลาง (โอห์ม)	128	139	144	149	153	154

โดยที่ $\rho_1 = 200$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0.9$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1.5$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 200$ โอห์ม-เมตร



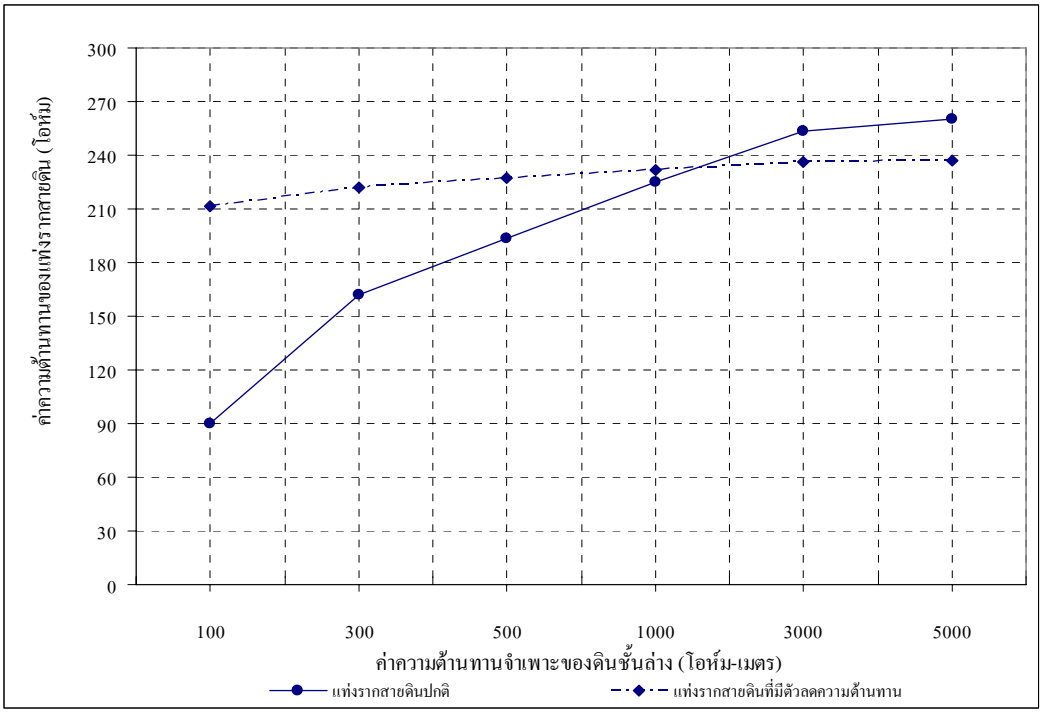
ภาพที่ 4.21 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่างและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 200 โอห์ม-เมตร

4.4.1.2.6 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) และกำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทาน (ρ_C) เท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.14 และภาพที่ 4.22

ตารางที่ 4.14 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่างและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

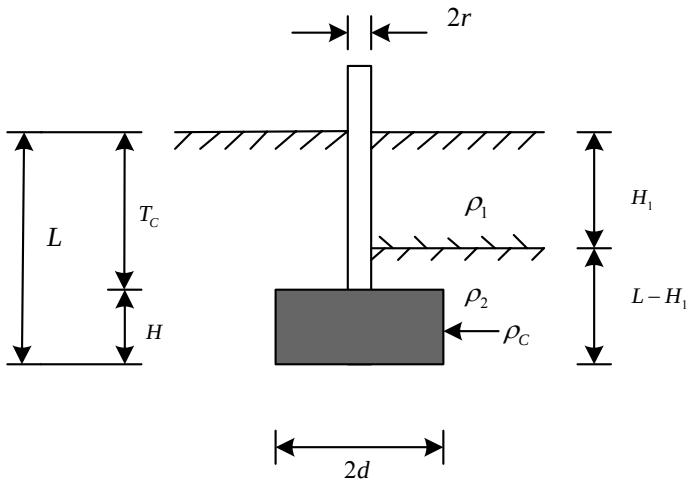
ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	90	162	193	225	253	260
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งกลาง(โอห์ม)	211	222	227	232	236	237

โดยที่ $\rho_1 = 200$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0.9$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1.5$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 500$ โอห์ม-เมตร



ภาพที่ 4.22 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่างและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

4.4.1.3 การคำนวณหาค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสองชั้นไม่สม่ำเสมอ



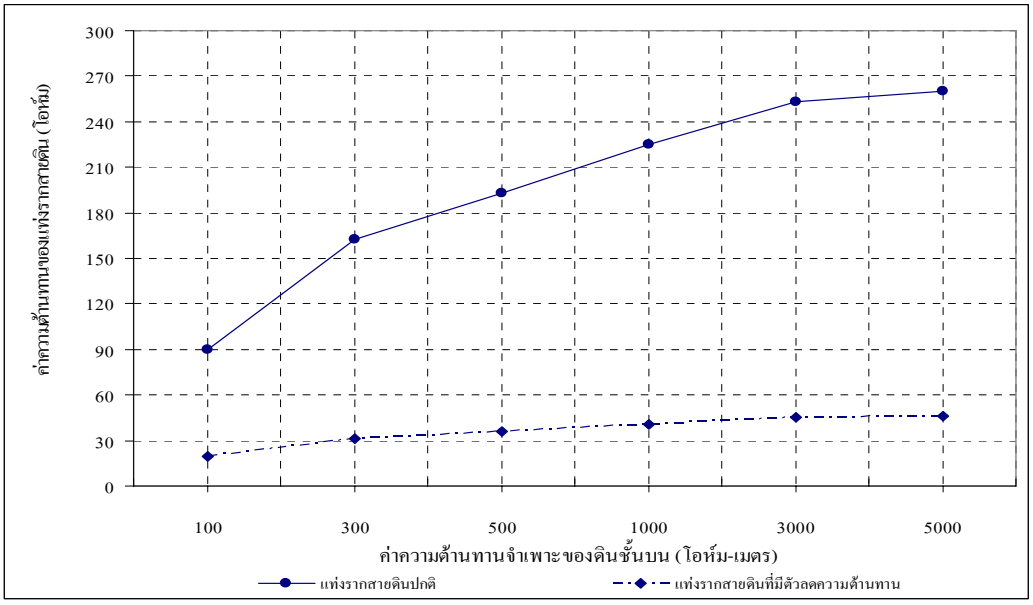
ภาพที่ 4.23 แท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสองชั้นไม่สม่ำเสมอ

4.4.1.3.1 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.15 และภาพที่ 4.24

ตารางที่ 4.15 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	90	162	193	225	253	259
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งล่าง (โอห์ม)	20	31	36	41	45	46

โดยที่ $\rho_2 = 200$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 1.8$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1.5$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 4.6$ โอห์ม-เมตร



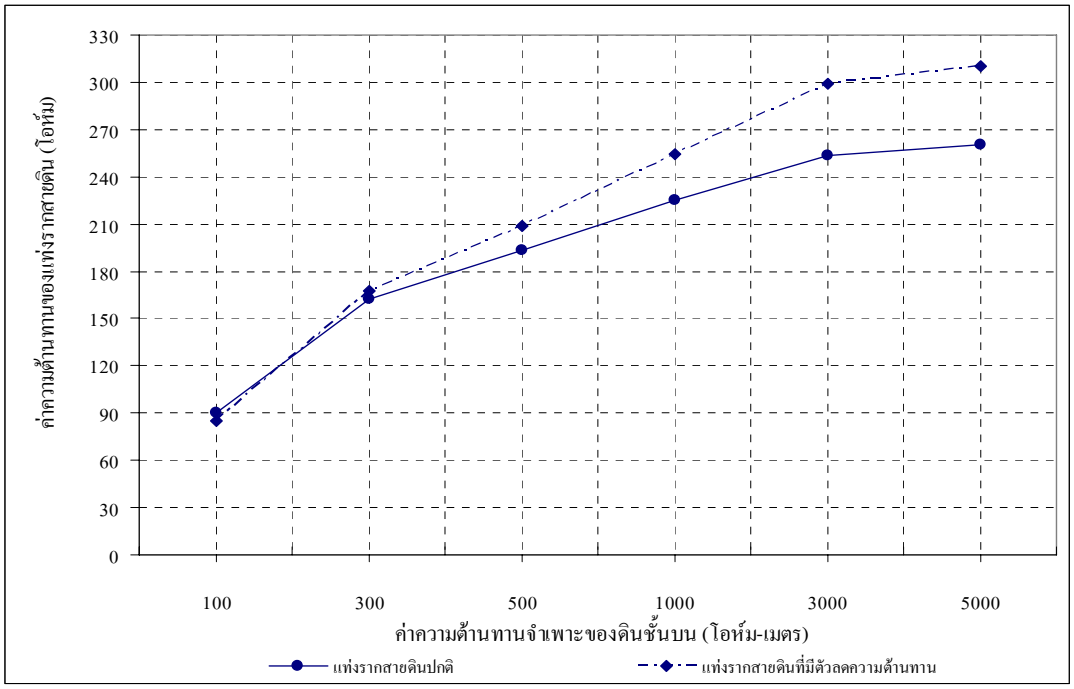
ภาพที่ 4.24 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน

4.4.1.3.2 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) และกำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทาน (ρ_C) เท่ากับ 200 โอห์ม-เมตร ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.16 และภาพที่ 4.25

ตารางที่ 4.16 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบนและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 200 โอห์ม-เมตร

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	90	162	193	225	253	260
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งล่าง (โอห์ม)	85	168	208	255	299	310

โดยที่ $\rho_2 = 200$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 1.8$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1.5$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 200$ โอห์ม-เมตร



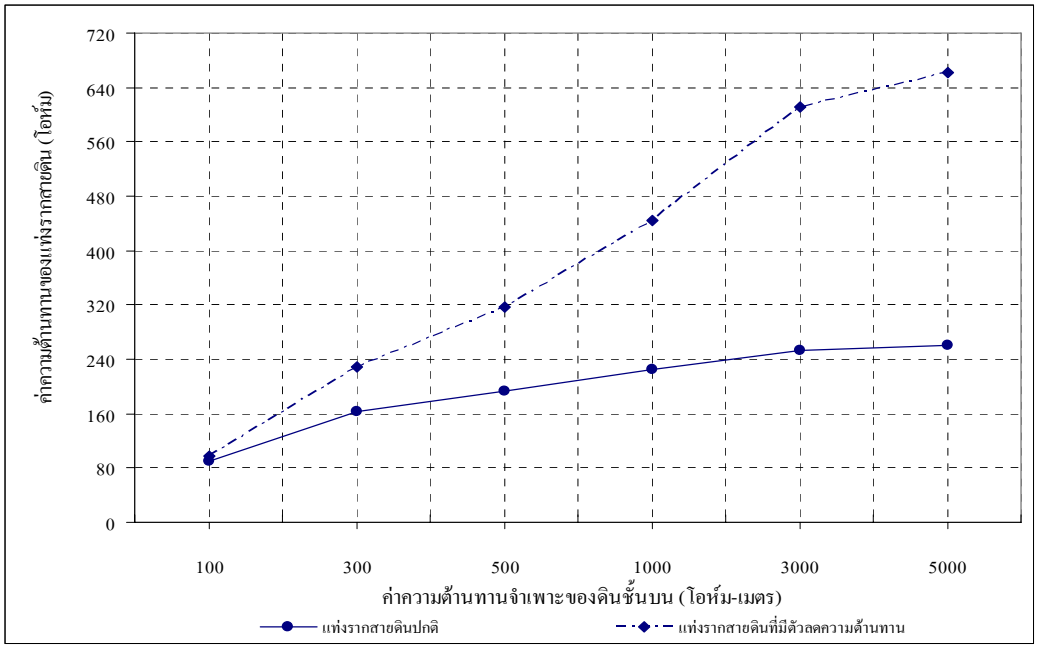
ภาพที่ 4.25 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบนและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 200 โอห์ม-เมตร

4.4.1.3.3 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) และกำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทาน (ρ_C) เท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.17 และภาพที่ 4.26

ตารางที่ 4.17 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบนและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	90	162	193	225	253	260
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งล่าง (โอห์ม)	98	229	316	444	612	663

โดยที่ $\rho_2 = 200$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 1.8$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1.5$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 500$ โอห์ม-เมตร



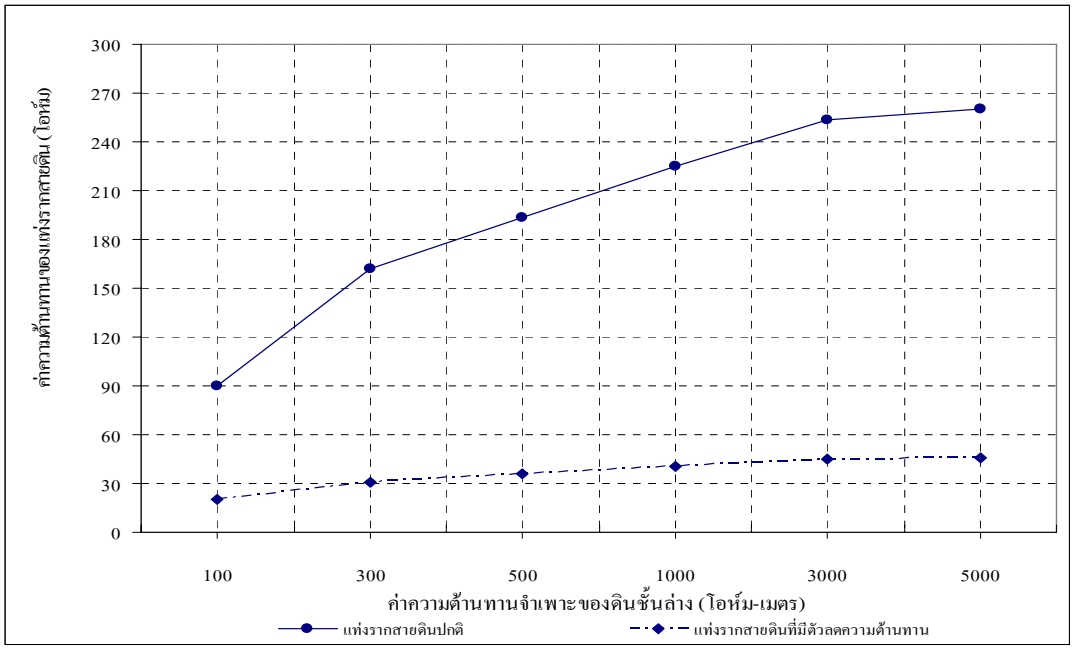
ภาพที่ 4.26 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบนและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

4.4.1.3.4 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.18 และภาพที่ 4.27

ตารางที่ 4.18 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2)

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	90	162	193	225	253	260
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งล่าง (โอห์ม)	20	31	36	41	45	46

โดยที่ $\rho_1 = 200$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 1.8$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1.5$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 4.6$ โอห์ม-เมตร



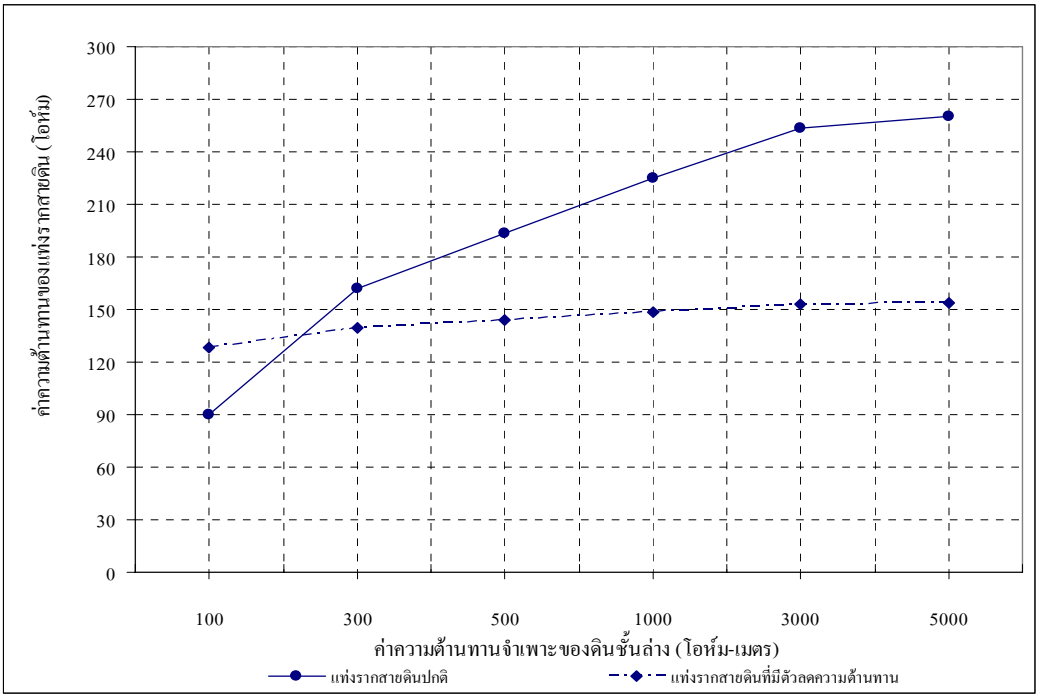
ภาพที่ 4.27 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง

4.4.1.3.5 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) และกำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทาน (ρ_C) เท่ากับ 200 โอห์ม-เมตร ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.19 และภาพที่ 4.28

ตารางที่ 4.19 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่างและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 200 โอห์ม-เมตร

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	90	162	193	225	253	260
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งล่าง (โอห์ม)	128	139	144	149	153	154

โดยที่ $\rho_1 = 200$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 1.8$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1.5$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 200$ โอห์ม-เมตร



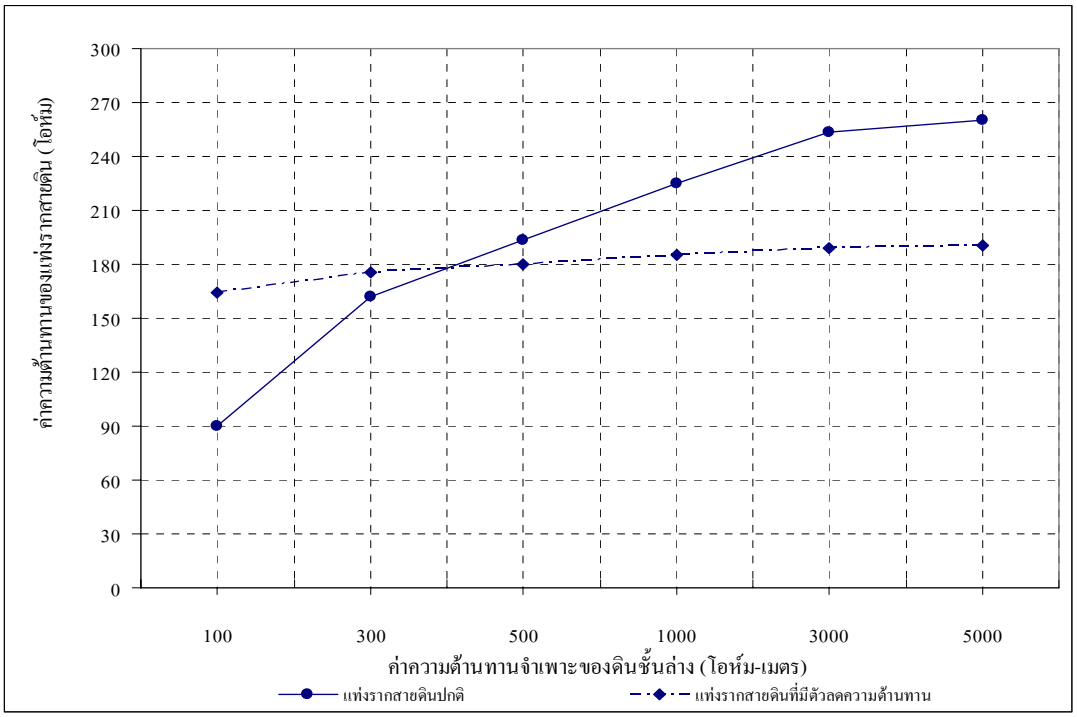
ภาพที่ 4.28 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่างและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 200 โอห์ม-เมตร

4.4.1.3.6 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) และกำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทาน (ρ_C) เท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.20 และภาพที่ 4.29

ตารางที่ 4.20 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่างและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_2) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	90	162	193	225	253	260
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งล่าง (โอห์ม)	165	176	180	185	189	190

โดยที่ $\rho_1 = 200$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 1.8$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1.5$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 500$ โอห์ม-เมตร



ภาพที่ 4.29 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่างและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

4.4.2 การคำนวณหาค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ

ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอสามารถคำนวณหาค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติได้จากสมการ (2.5) และสามารถเขียนใหม่ได้ ดังสมการ (4.3)

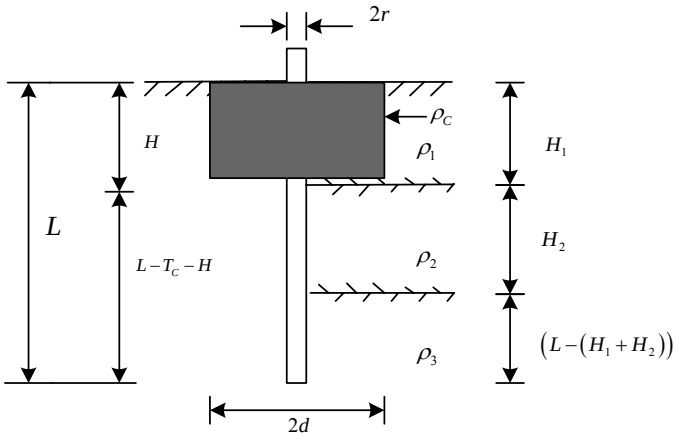
$$R = \frac{\rho_1\rho_2\rho_3}{2\pi\left[\left(H_1\rho_2\rho_3\right)+\left(H_2\rho_1\rho_3\right)+\left(L-\left(H_1+H_2\right)\right)\rho_1\rho_2\right]}$$

$$\times\left\{\ln\frac{2L}{r}\left[1+\sqrt{1+\left(\frac{r}{2L}\right)^2}\right]+\frac{r}{2L}-\sqrt{1+\left(\frac{r}{2L}\right)^2}\right\} \qquad (4.3)$$

ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอสามารถคำนวณหาค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานเพียงบางส่วนได้จากสมการ (2.9) และสามารถเขียนใหม่ได้ ดังสมการ (4.4)

$$
\begin{aligned}
R = {} & \frac{\rho_1\rho_C\rho_3}{2\pi\left[T_C\rho_3\rho_C + H\rho_1\rho_3 + \left(L - T_C - H\right)\rho_1\rho_C\right]} \\
& \times\left\{\ln\frac{2L}{r}\left[1+\sqrt{1+\left(\frac{r}{2L}\right)^2}\right] + \frac{r}{2L} - \sqrt{1+\left(\frac{r}{2L}\right)^2}\right\} \\
& + \frac{\rho_1\rho_2\rho_3}{2\pi\left[\left(H_1\rho_2\rho_3\right) + \left(H_2\rho_1\rho_3\right) + \left(L - \left(H_1 + H_2\right)\right)\rho_1\rho_2\right]} \\
& \times\left\{\ln\frac{2L}{d}\left[1+\sqrt{1+\left(\frac{d}{2L}\right)^2}\right] + \frac{d}{2L} - \sqrt{1+\left(\frac{d}{2L}\right)^2}\right\} \\
& - \frac{\rho_1\rho_C\rho_3}{2\pi\left[T_C\rho_3\rho_C + H\rho_1\rho_3 + \left(L - T_C - H\right)\rho_1\rho_C\right]} \\
& \times\left\{\ln\frac{2L}{d}\left[1+\sqrt{1+\left(\frac{d}{2L}\right)^2}\right] + \frac{d}{2L} - \sqrt{1+\left(\frac{d}{2L}\right)^2}\right\}
\end{aligned}
\tag{4.4}
$$

4.4.2.1 การคำนวณหาค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ



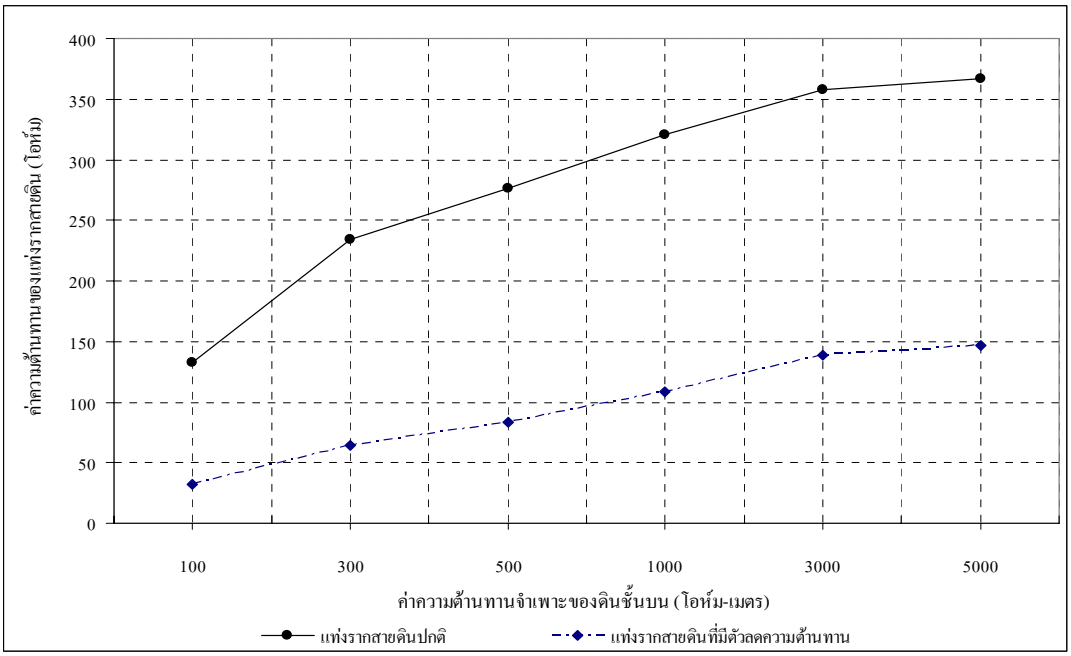
ภาพที่ 4.30 แท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ

4.4.2.1.1 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) และค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.21 และภาพที่ 4.31

ตารางที่ 4.21 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	132	234	277	320	358	366
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งบน (โอห์ม)	32	64	83	109	138	146

โดยที่ $\rho_2 = 500$ โอห์ม-เมตร $\rho_3 = 300$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1$ เมตร $H_2 = 1$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 4.6$ โอห์ม-เมตร



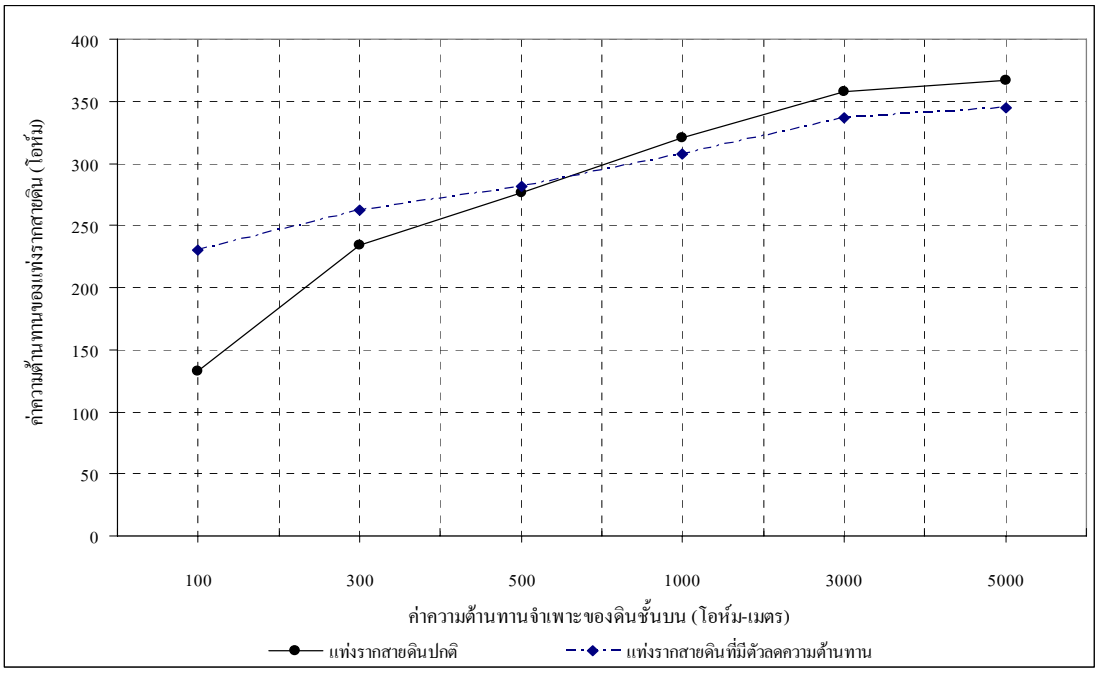
ภาพที่ 4.31 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน

4.4.2.1.2 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) และค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) และกำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทาน (ρ_C) เท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.22 และภาพที่ 4.32

ตารางที่ 4.22 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบนและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_1) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	132	234	277	320	358	366
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งบน (โอห์ม)	230	262	282	307	337	345

โดยที่ $\rho_2 = 500$ โอห์ม-เมตร $\rho_3 = 300$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1$ เมตร $H_2 = 1$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 500$ โอห์ม-เมตร



ภาพที่ 4.32 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ

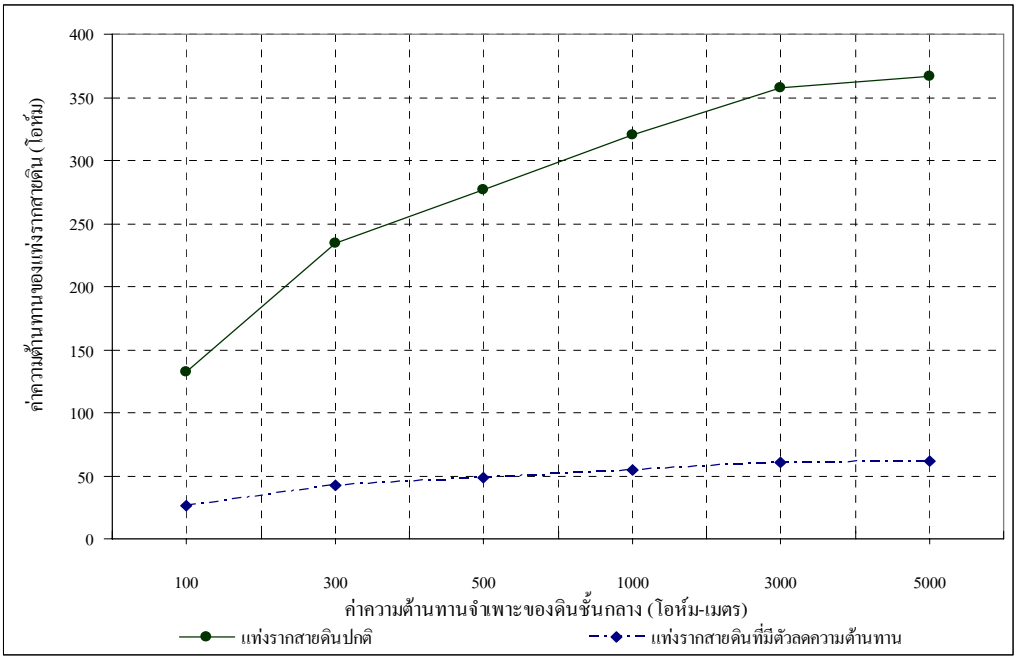
โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบนและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

4.4.2.1.3 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) และค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.23 และภาพที่ 4.33

ตารางที่ 4.23 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	132	234	277	320	358	366
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งบน (โอห์ม)	27	42	48	55	61	62

โดยที่ $\rho_1 = 500$ โอห์ม-เมตร $\rho_3 = 300$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1$ เมตร $H_2 = 1$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 4.6$ โอห์ม-เมตร



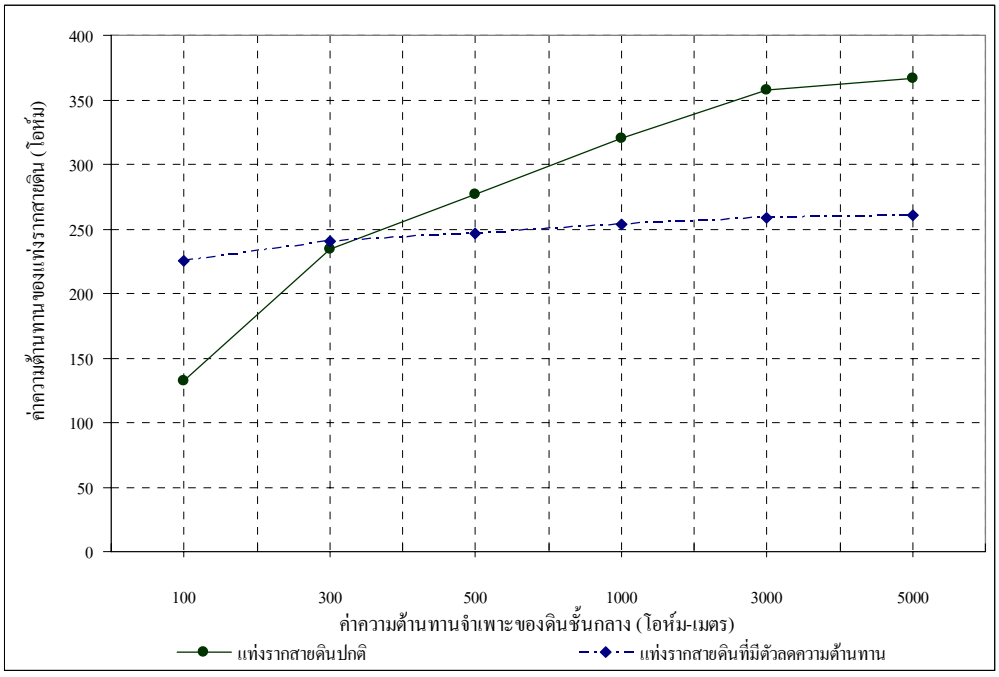
ภาพที่ 4.33 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง

4.4.2.1.4 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) และค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) และกำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทาน (ρ_C) เท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.24 และภาพที่ 4.34

ตารางที่ 4.24 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลางและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	132	234	277	320	358	366
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งบน (โอห์ม)	225	240	247	253	259	260

โดยที่ $\rho_1 = 500$ โอห์ม-เมตร $\rho_3 = 300$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1$ เมตร $H_2 = 1$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 500$ โอห์ม-เมตร



ภาพที่ 4.34 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่

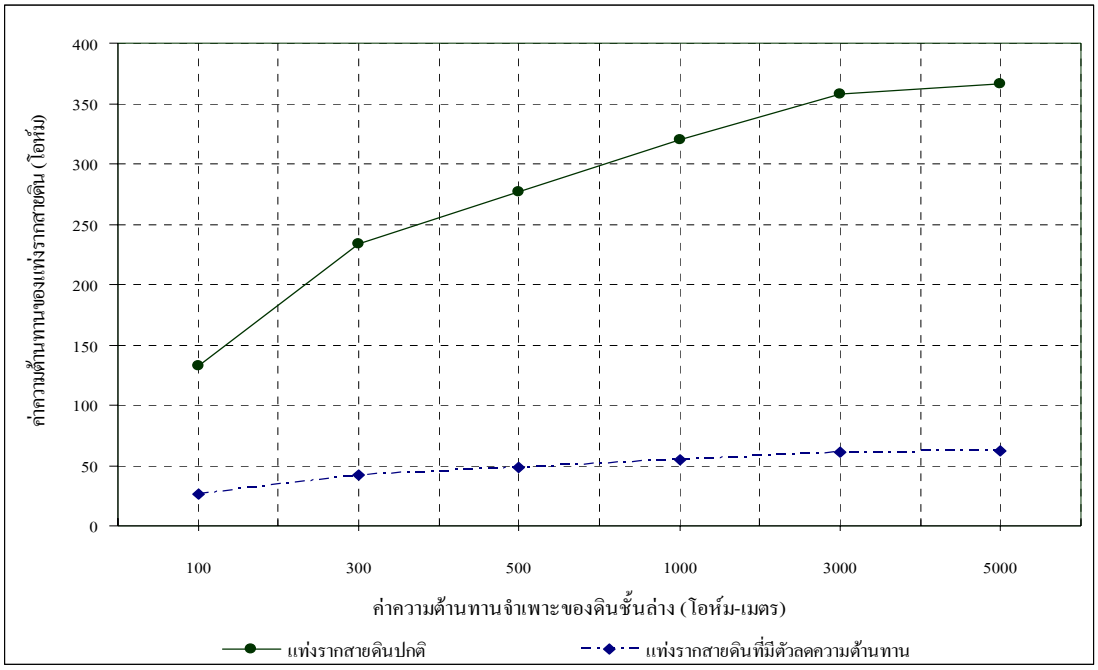
สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลางและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

4.4.2.1.5 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) และค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.25 และภาพที่ 4.35

ตารางที่ 4.25 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	132	234	277	320	358	366
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งบน (โอห์ม)	26	42	48	55	61	62

โดยที่ $\rho_1 = 500$ โอห์ม-เมตร $\rho_2 = 300$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1$ เมตร $H_2 = 1$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 4.6$ โอห์ม-เมตร



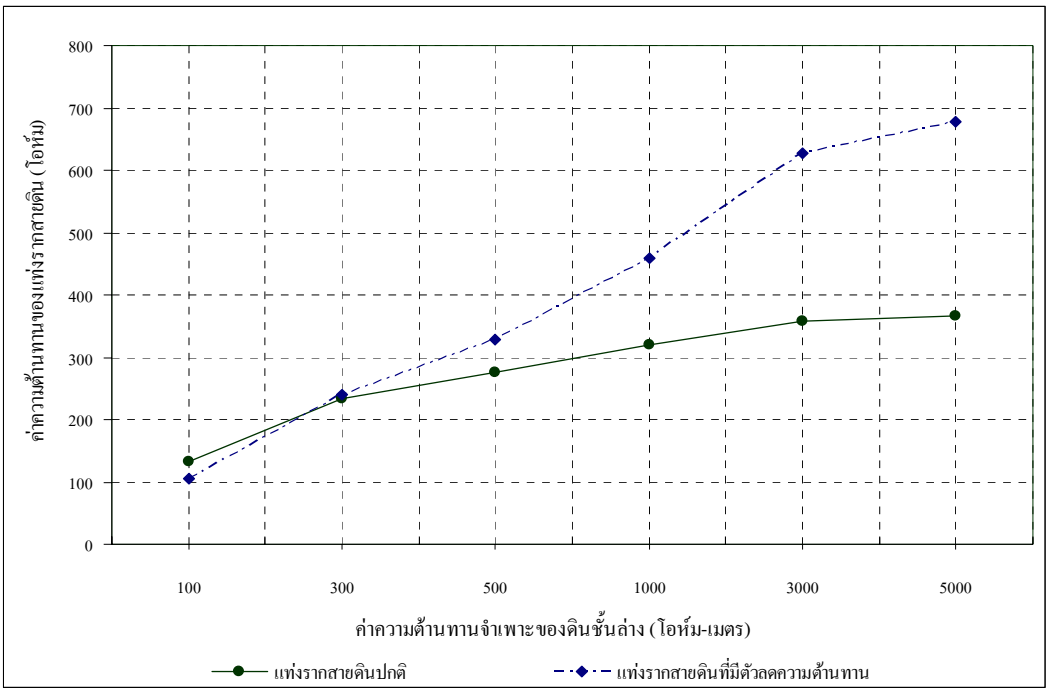
ภาพที่ 4.35 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง

4.4.2.1.6 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) และค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) และกำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทาน (ρ_C) เท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.26 และภาพที่ 4.36

ตารางที่ 4.26 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่างและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	132	234	277	320	358	366
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งบน (โอห์ม)	104	240	329	458	628	679

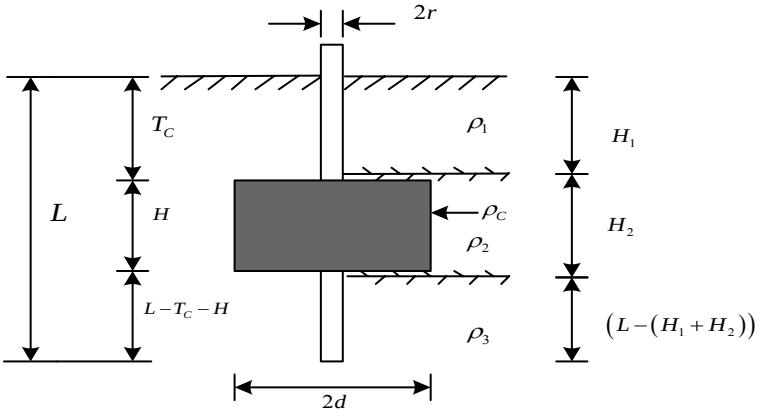
โดยที่ $\rho_1 = 500$ โอห์ม-เมตร $\rho_2 = 300$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1$ เมตร $H_2 = 1$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 500$ โอห์ม-เมตร



ภาพที่ 4.36 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่

สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่างและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

4.4.2.2 การคำนวณหาค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ



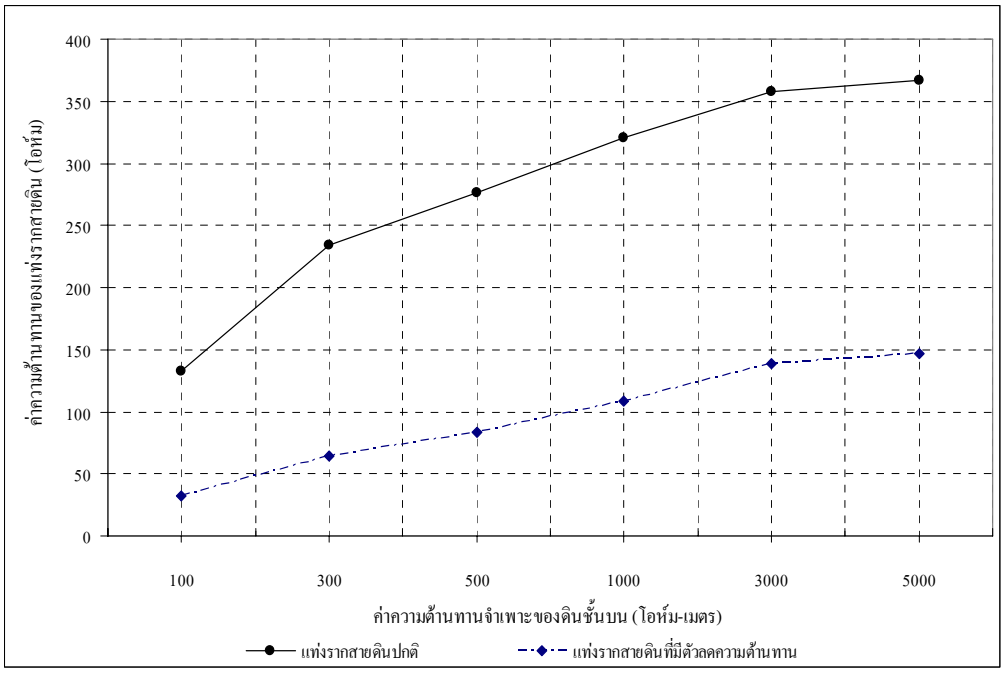
ภาพที่ 4.37 แท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ

4.4.2.2.1 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) และค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.27 และภาพที่ 4.38

ตารางที่ 4.27 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	132	234	277	320	358	366
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งกลาง (โอห์ม)	32	64	83	109	138	146

โดยที่ $\rho_2 = 500$ โอห์ม-เมตร $\rho_3 = 300$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0.9$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1$ เมตร $H_2 = 1$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 4.6$ โอห์ม-เมตร



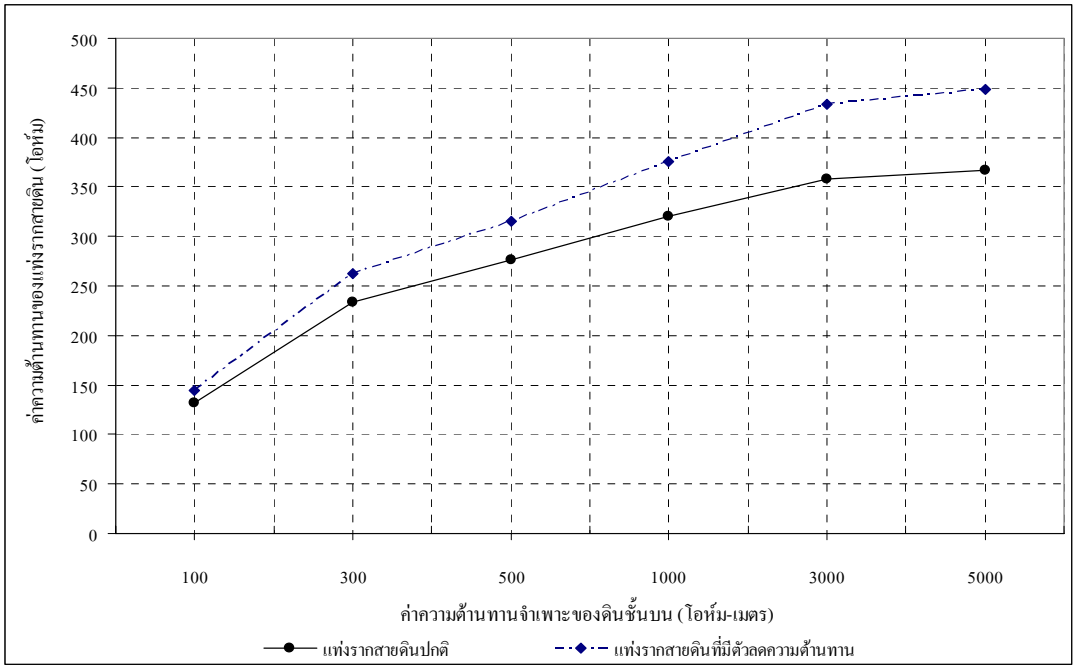
ภาพที่ 4.38 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน

4.4.2.2.2 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) และค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) และกำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทาน (ρ_C) เท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.28 และภาพที่ 4.39

ตารางที่ 4.28 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบนและเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	132	234	277	320	358	366
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งกลาง (โอห์ม)	145	262	316	376	434	448

โดยที่ $\rho_2 = 500$ โอห์ม-เมตร $\rho_3 = 300$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0.9$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1$ เมตร $H_2 = 1$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 500$ โอห์ม-เมตร



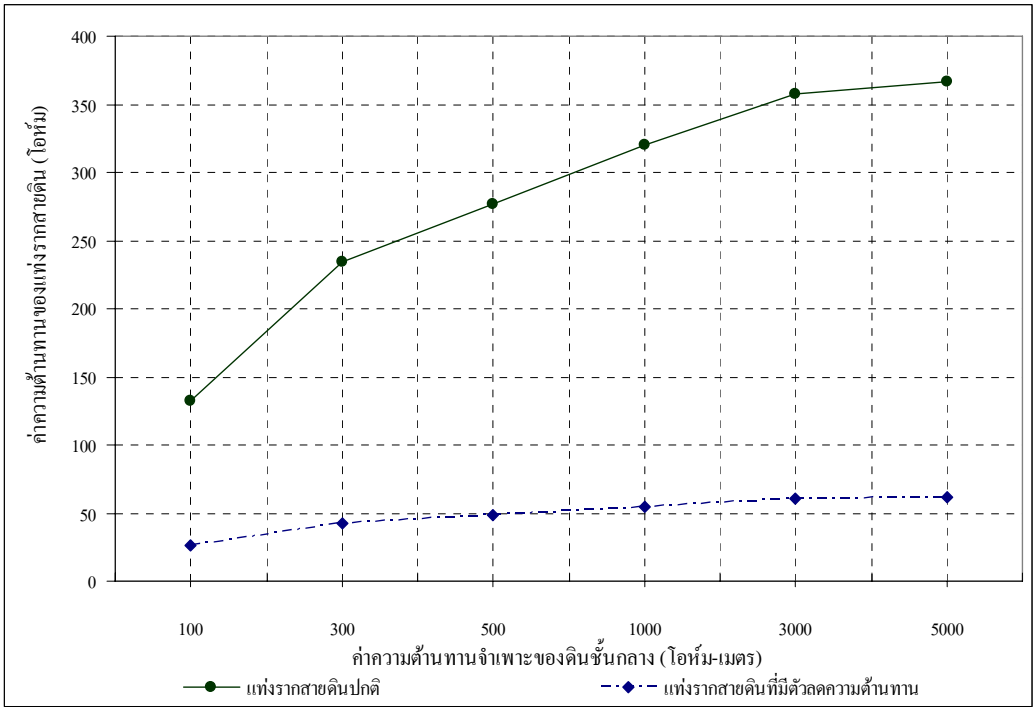
ภาพที่ 4.39 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน และเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

4.4.2.2.3 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) และค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.29 และภาพที่ 4.40

ตารางที่ 4.29 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	132	234	277	320	358	366
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งกลาง (โอห์ม)	27	42	48	55	61	62

โดยที่ $\rho_1 = 500$ โอห์ม-เมตร $\rho_3 = 300$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0.9$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1$ เมตร $H_2 = 1$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 4.6$ โอห์ม-เมตร



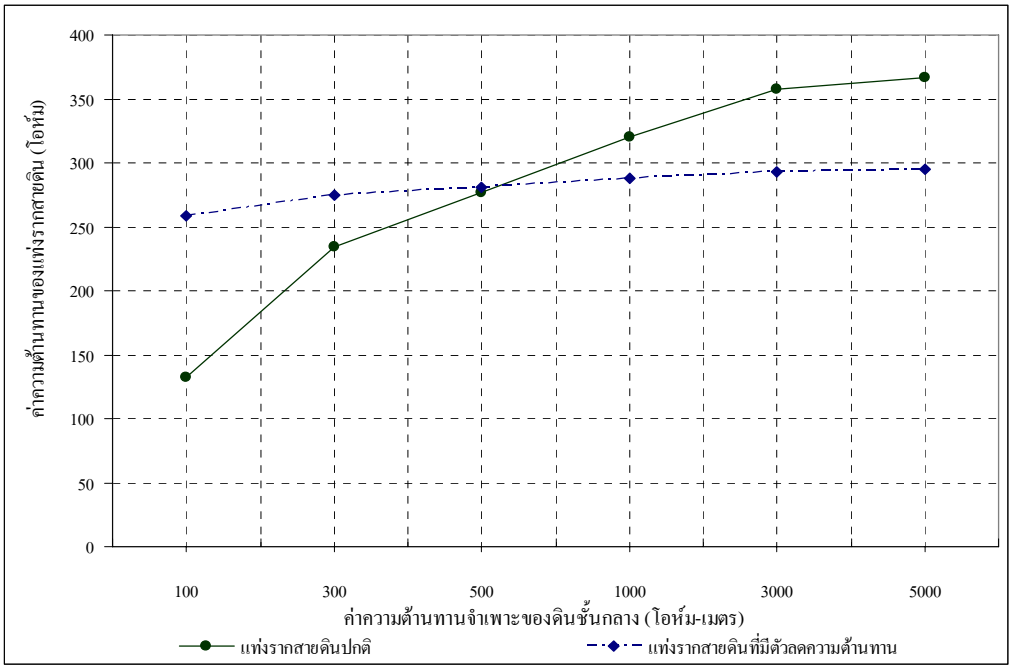
ภาพที่ 4.40 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง

4.4.2.2.4 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) และค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) และกำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทาน (ρ_C) เท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.30 และภาพที่ 4.41

ตารางที่ 4.30 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง และเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	132	234	277	320	358	366
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งกลาง (โอห์ม)	259	274	281	287	293	295

โดยที่ $\rho_1 = 500$ โอห์ม-เมตร $\rho_3 = 300$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0.9$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1$ เมตร $H_2 = 1$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 500$ โอห์ม-เมตร



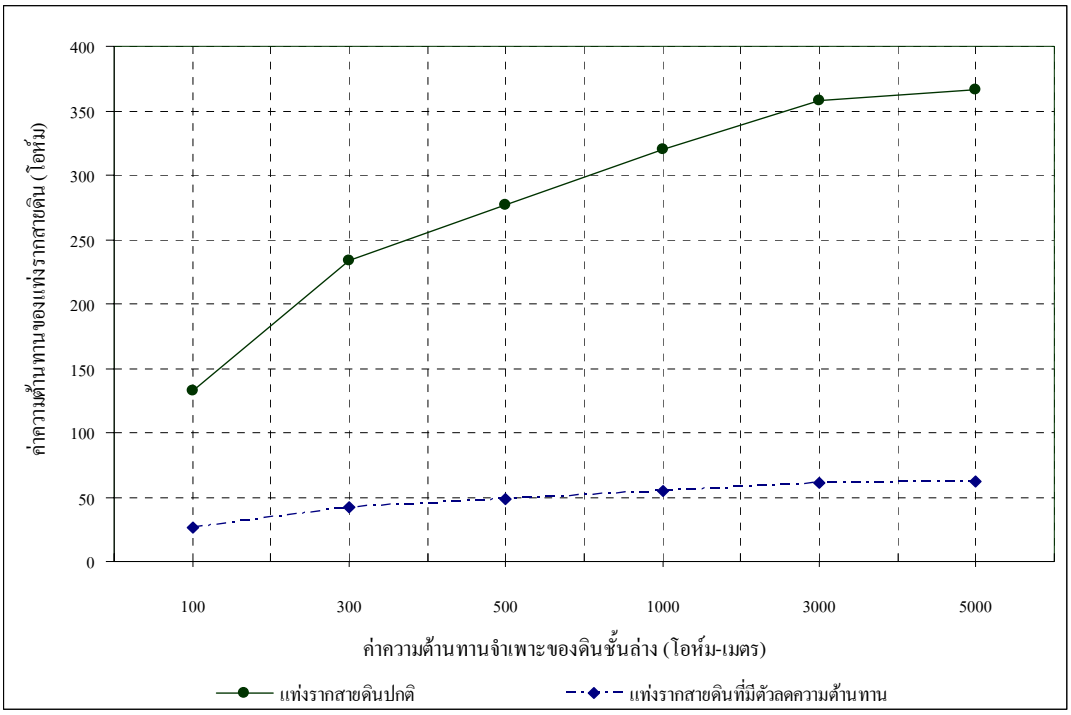
ภาพที่ 4.41 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง และเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

4.4.2.2.5 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) และค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.31 และภาพที่ 4.42

ตารางที่ 4.31 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	132	234	277	320	358	366
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งกลาง (โอห์ม)	26	42	48	55	61	62

โดยที่ $\rho_1 = 500$ โอห์ม-เมตร $\rho_2 = 300$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0.9$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1$ เมตร $H_2 = 1$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 4.6$ โอห์ม-เมตร



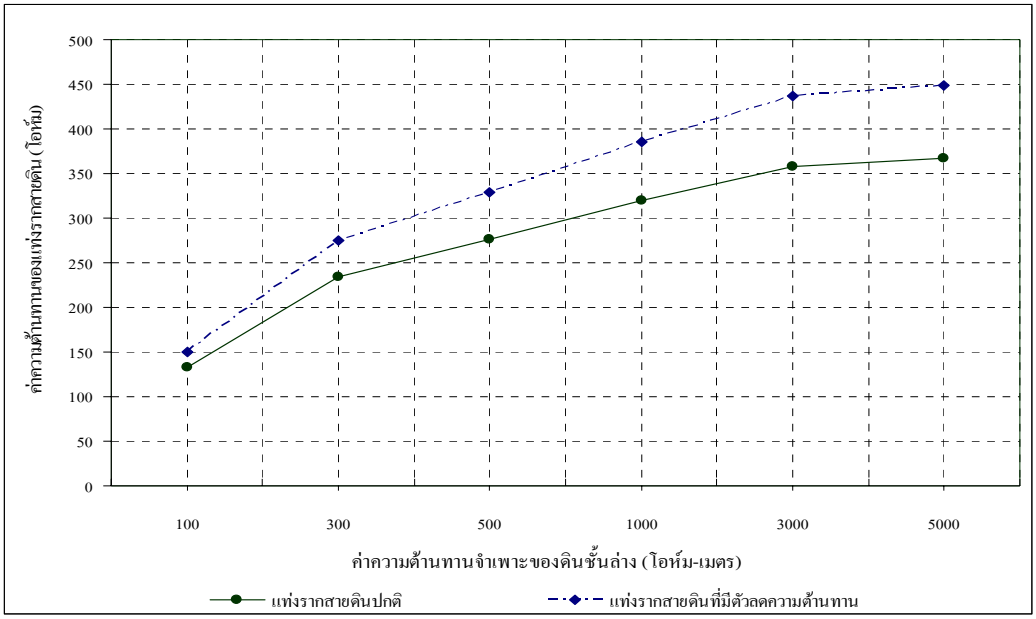
ภาพที่ 4.42 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง

4.4.2.2.6 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) และค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) และกำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทาน (ρ_C) เท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.32 และภาพที่ 4.43

ตารางที่ 4.32 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง และเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

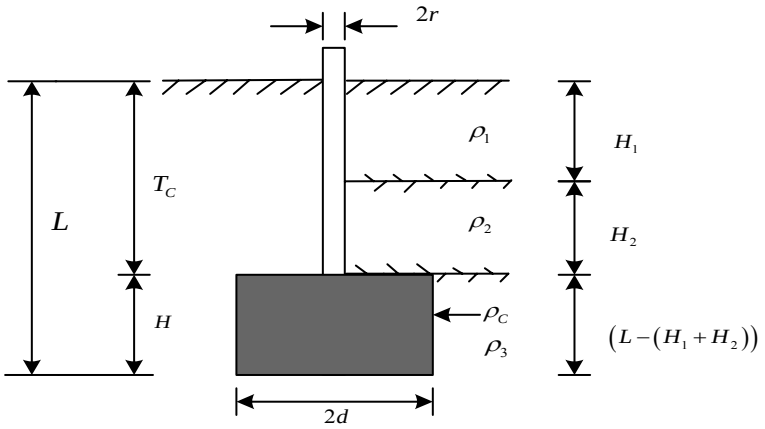
ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	132	234	277	320	358	366
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งกลาง (โอห์ม)	150	274	329	386	437	448

โดยที่ $\rho_1 = 500$ โอห์ม-เมตร $\rho_2 = 300$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 0.9$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1$ เมตร $H_2 = 1$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 500$ โอห์ม-เมตร



ภาพที่ 4.43 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณตรงกลางของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง และเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

4.4.2.3 การคำนวณหาค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ



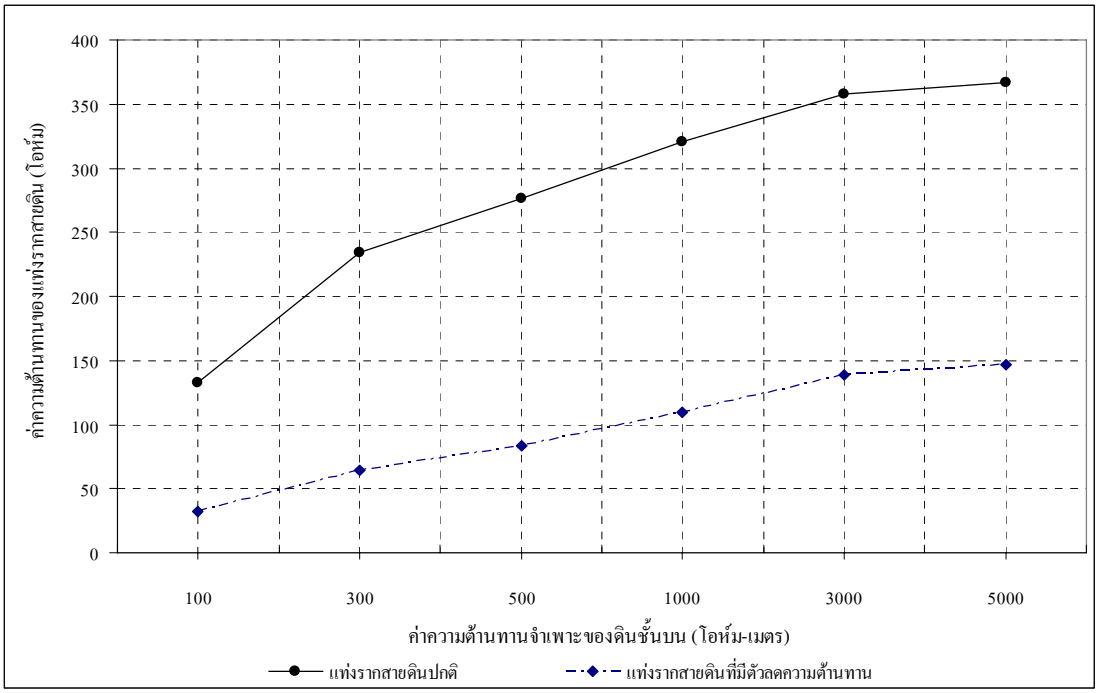
ภาพที่ 4.44 แท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ

4.4.2.3.1 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) และค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.33 และภาพที่ 4.45

ตารางที่ 4.33 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	132	234	277	320	358	366
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งล่าง (โอห์ม)	32	64	83	109	138	146

โดยที่ $\rho_2 = 500$ โอห์ม-เมตร $\rho_3 = 300$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 1.8$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1$ เมตร $H_2 = 1$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 4.6$ โอห์ม-เมตร



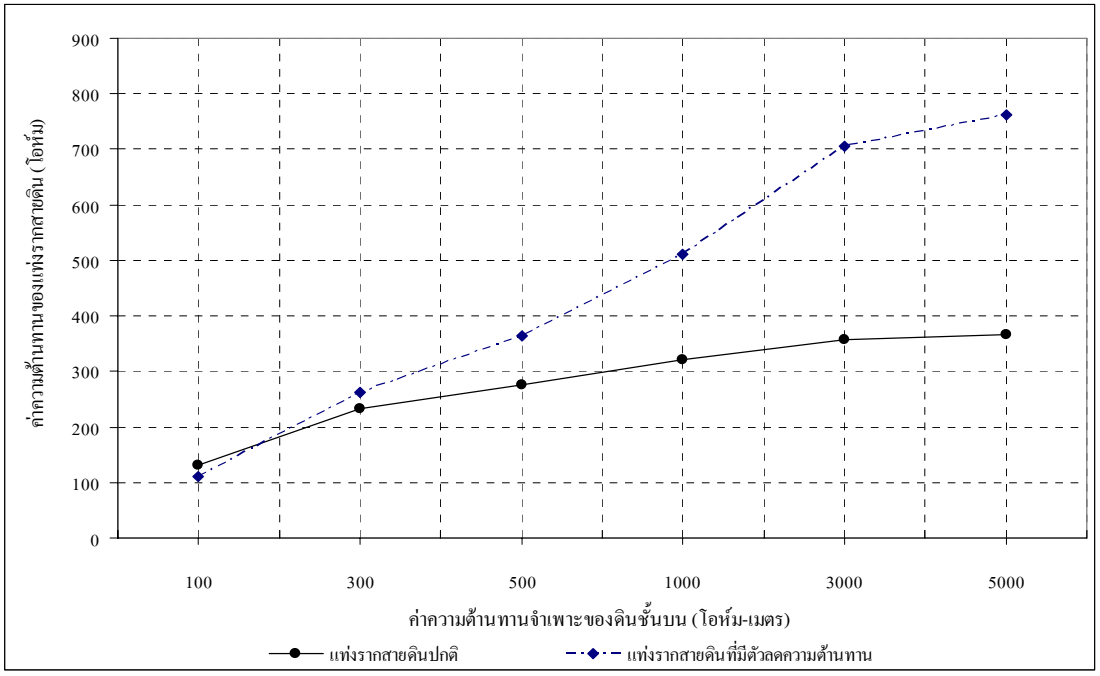
ภาพที่ 4.45 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน

4.4.2.3.2 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) และค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) และกำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทาน (ρ_C) เท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.34 และภาพที่ 4.46

ตารางที่ 4.34 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน และเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	132	234	277	320	358	366
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งล่าง (โอห์ม)	110	262	364	512	705	763

โดยที่ $\rho_2 = 500$ โอห์ม-เมตร $\rho_3 = 300$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 1.8$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1$ เมตร $H_2 = 1$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 500$ โอห์ม-เมตร



ภาพที่ 4.46 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่

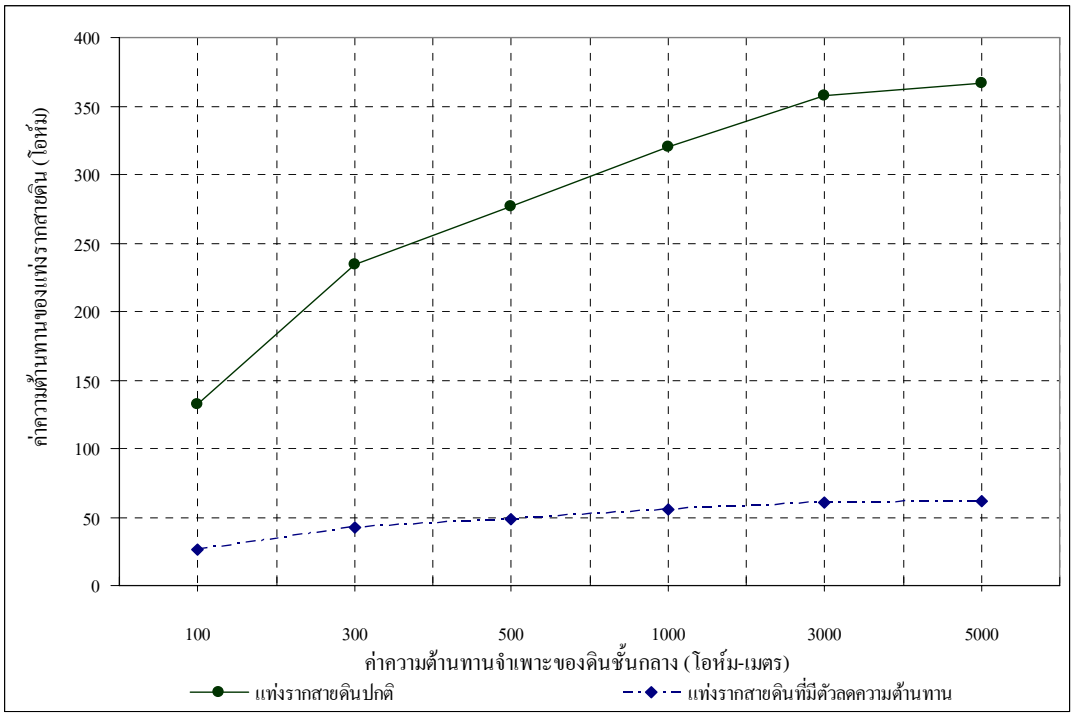
สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน และเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

4.4.2.3.3 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) และค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.35 และภาพที่ 4.47

ตารางที่ 4.35 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	132	234	277	320	358	366
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งล่าง (โอห์ม)	27	42	48	55	61	62

โดยที่ $\rho_1 = 500$ โอห์ม-เมตร $\rho_3 = 300$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 1.8$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1$ เมตร $H_2 = 1$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 4.6$ โอห์ม-เมตร



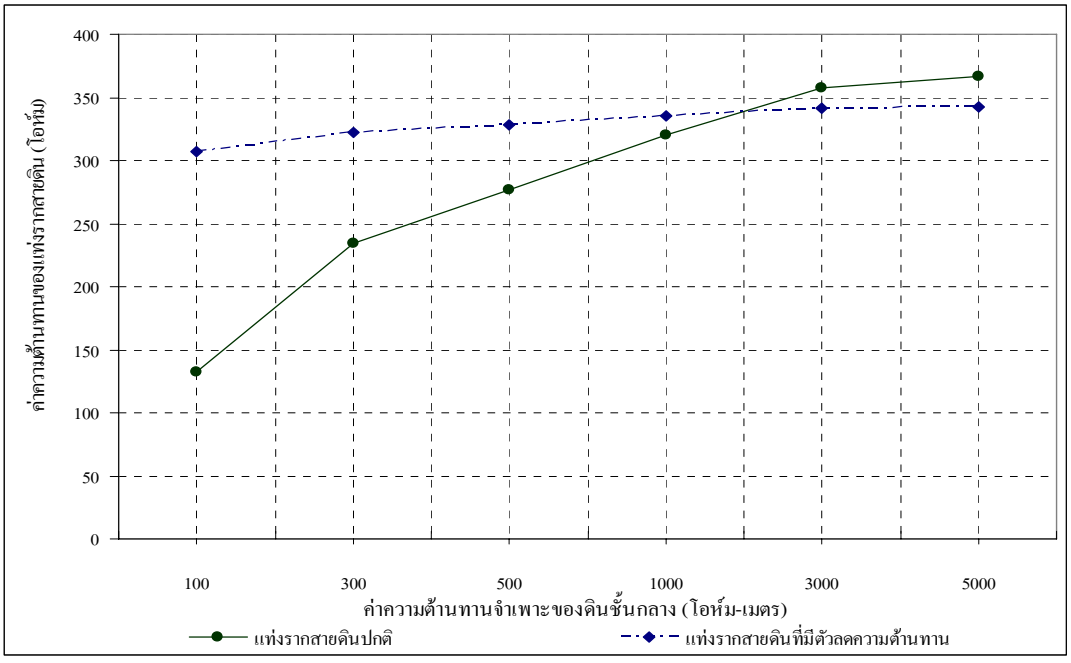
ภาพที่ 4.47 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง

4.4.2.3.4 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) และค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) และกำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทาน (ρ_C) เท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.36 และภาพที่ 4.48

ตารางที่ 4.36 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน และเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	132	234	277	320	358	366
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งล่าง (โอห์ม)	307	322	329	335	341	342

โดยที่ $\rho_1 = 500$ โอห์ม-เมตร $\rho_3 = 300$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 1.8$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1$ เมตร $H_2 = 1$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 500$ โอห์ม-เมตร



ภาพที่ 4.48 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่

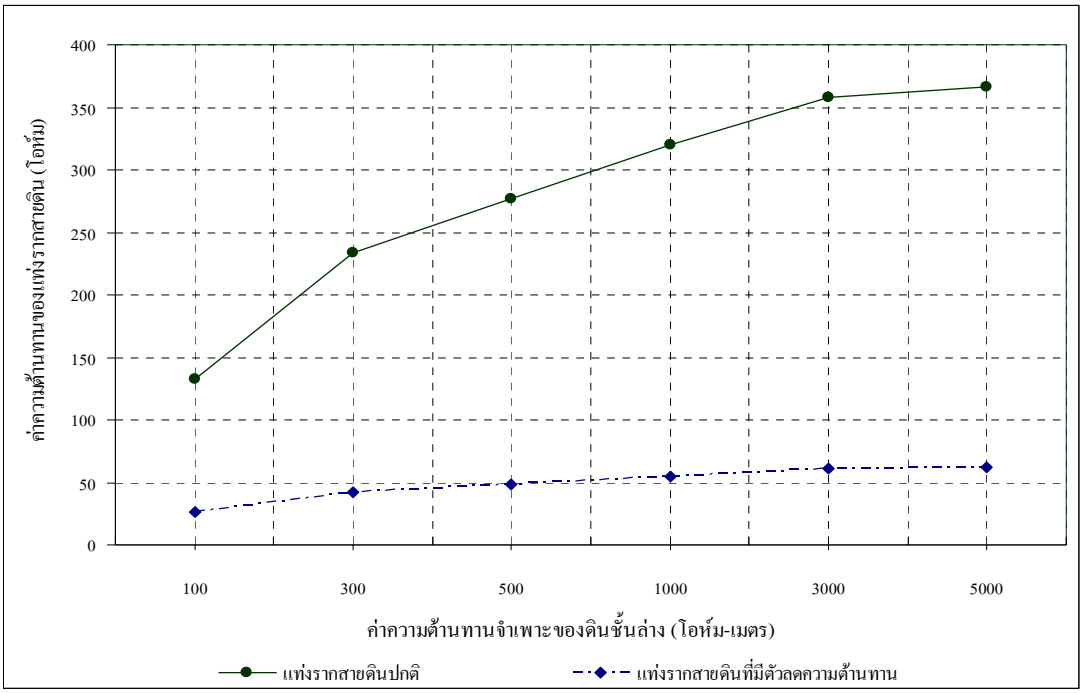
สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน และเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

4.4.2.3.5 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) และค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.37 และภาพที่ 4.49

ตารางที่ 4.37 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	132	234	277	320	358	366
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งล่าง (โอห์ม)	27	42	48	55	61	62

โดยที่ $\rho_1 = 500$ โอห์ม-เมตร $\rho_2 = 300$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 1.8$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1$ เมตร $H_2 = 1$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 4.6$ โอห์ม-เมตร



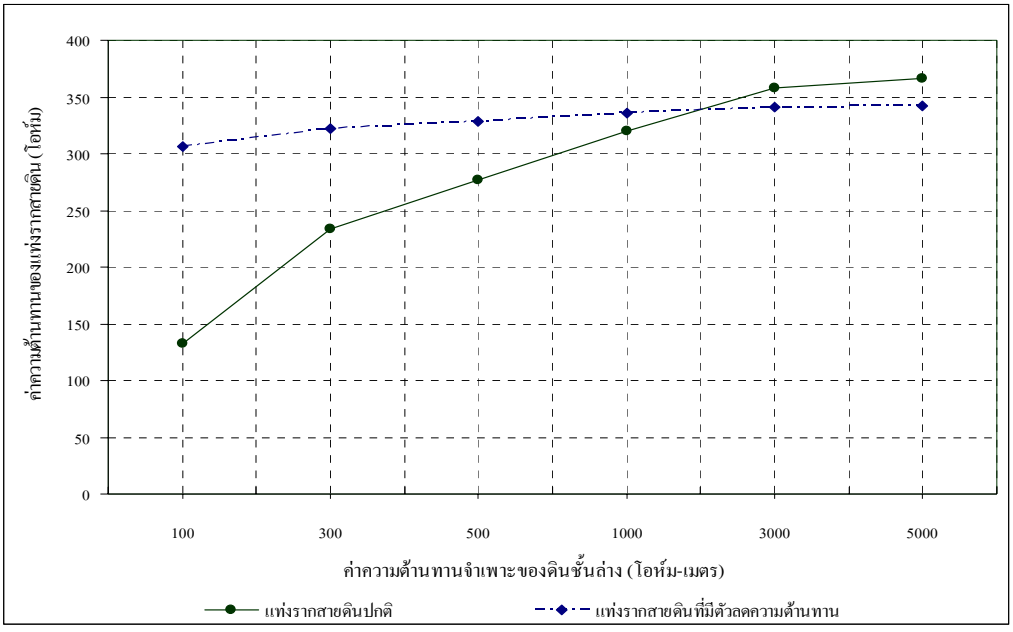
ภาพที่ 4.49 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง

4.4.2.3.6 กำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน (ρ_1) และค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นกลาง (ρ_2) คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) และกำหนดให้ค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทาน (ρ_C) เท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 4.38 และภาพที่ 4.50

ตารางที่ 4.38 ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน และเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

ลักษณะของแท่งรากสายดิน	ค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง (ρ_3) (โอห์ม-เมตร)					
	100	300	500	1000	3000	5000
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ (โอห์ม)	132	234	277	320	358	366
ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานตำแหน่งล่าง (โอห์ม)	307	322	329	335	341	342

โดยที่ $\rho_1 = 500$ โอห์ม-เมตร $\rho_2 = 300$ โอห์ม-เมตร $L = 3$ เมตร $T_C = 1.8$ เมตร $d = 1.2$ เมตร $H = 1.2$ เมตร $H_1 = 1$ เมตร $H_2 = 1$ เมตร $r = 0.00625$ เมตร $\rho_C = 500$ โอห์ม-เมตร



ภาพที่ 4.50 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านล่างของแท่งตัวนำ ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินสามชั้นไม่สม่ำเสมอ โดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นล่าง และเพิ่มค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานเท่ากับ 500 โอห์ม-เมตร

4.5 การวิเคราะห์ผลจากการคำนวณหาค่าความต้านทานของแท่งรากสายดิน

ผลจากการคำนวณหาค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินแต่ละชั้นสม่ำเสมอ ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงให้เห็นว่าจากทฤษฎีการลดความต้านทานของแท่งรากสายดินโดยใช้ตัวลดความต้านทานสามารถลดความต้านทานได้จริงเพราะว่าค่าความต้านทานที่คำนวณได้ของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานห่อหุ้มแท่งตัวนำ มีค่าต่ำกว่าค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ แต่ในสภาพที่พื้นดินที่มีค่าความต้านทานจำเพาะของดินแต่ละชั้นสม่ำเสมอ ไม่สามารถคำนวณหาตำแหน่งของตัวลดความต้านทานที่ให้ค่าความต้านทานต่ำที่สุดได้ เนื่องจากพื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินแต่ละชั้นสม่ำเสมอ ตำแหน่งของตัวลดความต้านทานจึงไม่มีผลกับค่าความต้านทานของแท่งรากสายดิน

ผลจากการคำนวณหาค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินแต่ละชั้นไม่สม่ำเสมอ ค่าความต้านทานที่คำนวณได้แสดงให้เห็นว่า เมื่อค่าความต้านทานจำเพาะของชั้นดินมีค่ามากถูกแทนที่ด้วยค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานที่มีค่าน้อยกว่า จะส่งผลทำให้ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานห่อหุ้มแท่งตัวนำ มีค่าน้อยกว่าค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินปกติ และเมื่อค่าความต้านทานจำเพาะของชั้นดินมีค่าน้อยถูกแทนที่ด้วยค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานที่มากกว่า จะส่งผลทำให้ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่มีตัวลดความต้านทานห่อหุ้มแท่งตัวนำมีค่ามากกว่าแท่งรากสายดินปกติ หรืออาจบอกได้ว่าเมื่อค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดลดความต้านทานมีค่ามากๆ ตัวลดความต้านทานก็จะกลับกลายเป็นตัวเพิ่มความต้านทานให้กับแท่งรากสายดิน ในสภาพที่พื้นดินมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินแต่ละชั้นไม่สม่ำเสมอ ตำแหน่งของตัวลดความต้านทานมีผลกับค่าความต้านทานของแท่งรากสายดิน ตำแหน่งของตัวลดความต้านทานควรจะอยู่ที่บริเวณชั้นดินที่มีค่าความต้านทานจำเพาะมากๆ

ดังนั้นจาก ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ได้จากการวัดสามารถอธิบายได้ว่า ค่าความต้านทานของแท่งรากสายดินที่ห่อหุ้มด้วยตัวลดความต้านทานบริเวณด้านบนของแท่งตัวนำมีค่าสูงกว่าแท่งรากสายดินปกติ มีสาเหตุมาจากค่าความต้านทานจำเพาะของตัวลดความต้านทานมีค่ามากกว่าค่าความต้านทานจำเพาะของดินชั้นบน จึงทำให้ตัวลดความต้านทานกลับกลายเป็นตัวเพิ่มความต้านทาน ส่งผลทำให้ค่าความต้านทานมีค่ามากกว่าแท่งรากสายดินปกติ