



**การทดลองที่ ทล.-ท. 203/2515**

**วิธีการทดลองหา  
ค่า Sand Equivalent**

ปีที่จัดทำ พ.ศ. 2515



## **คลังความรู้**

มาตรฐาน ข้อกำหนด  
คู่มือกลาง

มาตรฐานวิธีการทดลอง (ทล.-ท.)



**สำนักมาตรฐานและประเมินผล**

กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม

**กรมทางหลวง**  
**กองวิเคราะห์และวิจัย**  
**วิธีการทดลองหาค่า Sand Equivalent**  
**(เทียบเท่า AASHTO T 176)**

\* \* \* \* \*

## 1. ขอบข่าย

วิธีการทดลองนี้ได้ปรับปรุงจาก AASHTO T 176-70 เป็นการทดลองเพื่อหาค่าสัดส่วนระหว่างฝุ่น หรือวัสดุประเภทเหมือนดินเหนียวกับวัสดุเม็ดหยาบพวกกรวดหรือทราย

## 2. วิธีทำ

### 2.1 เครื่องมือ

2.1.1 เครื่องมือทดลองประกอบด้วยกระบอกตวงพลาสติกซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 31.75 มิลลิเมตร (1 1/4 นิ้ว) สูง 431.80 มิลลิเมตร (17 นิ้ว) และมีขีดวัด 318 มิลลิเมตร (15 นิ้ว) แบ่งเป็น 15 ส่วน ส่วนละ 25.4 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) แต่ละส่วนแบ่งออกเป็น 10 ช่อง

2.1.2 Irrigator Tube (ดูรูปที่ 1)

2.1.3 Weighted Foot Assembly ซึ่งประกอบด้วย Sand Reading Indicator ติดอยู่กับแกนห่างจากตัว Foot 254 มิลลิเมตร (10 นิ้ว) ดูรูปที่ 1

2.1.4 Siphon Assembly ประกอบด้วยขวดกลมซึ่งบรรจุสารละลาย Calcium Chloride 3.80 ลิตร (1 แกลลอน) ให้ขวดกลมวางสูงจากโต๊ะที่ทำการทดลอง Sand Equivalent 914 ± 25 มิลลิเมตร (3 ฟุต ± 1 นิ้ว)

2.1.5 กระป๋องตวง (Measuring Can) ขนาด 85 ± 5 มิลลิลิตร (3 ออนซ์)

2.1.6 กรวยปากกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลางตรงปากกรวยขนาดประมาณ 100 มิลลิเมตร

2.1.7 นาฬิกาจับเวลา

2.1.8 เครื่องเขย่ากล (Mechanical Shaker) มีประสิทธิภาพเขย่าได้  $175 \pm 2$  รอบต่อนาที และระยะทางเขย่าเท่ากับ  $203 \pm 1$  มิลลิเมตร ( $8 \pm 0.004$  นิ้ว) หรืออาจใช้เครื่องเขย่ามือ (Manual Shaker) ก็ได้ ดังแสดงในรูปที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

## 2.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดลอง

2.2.1 Stock Solution สารละลาย Calcium Chloride เตรียมได้จาก Anhydrous Calcium Chloride 454 กรัม , USP Glycerine 2,050 กรัม และ Formaldehyde 47 กรัม ละลาย Calcium Chloride ในน้ำกลั่น 1,900 มิลลิลิตร ( $1/2$  แกลลอน) แล้วนำไปกรองผ่านกระดาษกรองแบบ Rapid Filtering Filter Paper หรือ Whatman No. 12 เติม Glycerine และ Formaldehyde ในสารละลาย ผสมกันจนเข้ากันดี เติมน้ำกลั่นลงไปอีกจนได้สารละลาย 3.80 ลิตร (1 แกลลอน)

2.2.2 Working Solution เตรียมได้จากการนำเอาสารละลายในข้อ 2.2.1 มาเติม กระจกป้องดวง ( $85 \pm 5$  มิลลิลิตร) เติมน้ำกลั่นให้ได้สารละลาย 3.80 ลิตร (1 แกลลอน)

## 2.3 แบบฟอร์ม

ใช้แบบฟอร์มที่ ว.3-12

## 2.4 การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างตากแห้ง (Air-Dry Sample) ที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 ( $4.76$  มิลลิเมตร) มา 1 กระจกป้องดวง ( $85 \pm 5$  มิลลิลิตร) โดยวิธี Quartering หรือใช้ Riffle Splitter อย่างใดอย่างหนึ่ง ควรเคาะระบองกับพื้นแข็งๆ เพื่อให้ได้ตัวอย่างบรรจุในกระจกป้องดวงมากที่สุด ใช้ที่ปาดดินปาดวัสดุที่ขอบบนของกระจกป้องดวงให้ตัวอย่างเต็มกระจกป้องดวง

## 2.5 การทดลอง

2.5.1 เติมสารละลายที่เตรียมจากข้อ 2.2.2 ลงไปในกระบอกดวงพลาสติกให้สูง  $4 \pm 0.1$  ส่วน ( $4 \pm 0.1$  นิ้ว) โดยผ่าน Irrigator Tube วางกรวยปากกลมบนปากกระบอกดวง แล้วเทตัวอย่างจากกระจกป้องดวงลงไปในกระบอกดวง ใส่ฟองอากาศโดยใช้ก้นกระบอกดวงกระแทกกับฝ่ามือจนตัวอย่างเปียกโดยทั่วถึงกัน

2.5.2 ปลอ่ยให้วัสดุตัวอย่างแช่ทิ้งไว้โดยไม่ถูกรบกวนเป็นเวลา  $10 \pm 1$  นาที แล้วอุดกระบอกตวงด้วยจุกยาง พลิกกระบอกตวงคว่ำไปมาพร้อมทั้งเขย่า เพื่อป้องกันมิให้วัสดุตกค้างอยู่ที่ก้นกระบอกตวง

2.5.3 การเขย่ากระบอกตวงสามารถทำได้ 3 วิธี ด้วยกันคือ

(1) เขย่าด้วยเครื่องเขย่ากล โดยวางกระบอกตวงพลาสติกซึ่งอุดด้วยจุกยางอยู่ในแนวราบ และอยู่ในลักษณะติดแน่นกับเครื่องเขย่า ตั้งเวลาให้เครื่องเขย่ากลนี้เขย่าเป็นเวลา  $45 \pm 1$  วินาที

(2) เครื่องเขย่ามือ โดยยึดกระบอกตวงพลาสติกซึ่งอุดด้วยจุกยางเข้ากับเครื่องโดยใช้สปริงยึด 3 ตัว ตั้งเครื่องนับครั้งเขย่าให้เริ่มที่ศูนย์ ดันเหล็กโยกกระบอกตวงไปในแนวนอนด้านข้างจนกระทั่งปลายเข็มชี้ที่เครื่องหมายกำหนดระยะทางการเขย่าซึ่งติดอยู่บนกระดาดด้านหลังเครื่องโยก แล้วจึงปลอ่ยมือให้เหล็กโยกเขย่ากระบอกตวงโดยอิสระ และอาจใช้ปลายนิ้วมือโยกช่วย เพื่อให้การเขย่าเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ และเคลื่อนที่ในแนวด้านข้างตามระยะที่กำหนดไว้ การเขย่าที่ถูกต้องสมบูรณ์คือ การโยกที่เมื่อครบรอบครั้งหนึ่งๆ แล้ว ปลายเข็มชี้จะอยู่ภายในขีดความกว้างของเครื่องหมายกำหนดระยะทาง ดังแสดงในรูปที่ 3 ให้เขย่าเช่นนี้ 100 รอบ

(3) ใช้มือเขย่า โดยจับกระบอกตวงด้วยฝ่ามือทั้งสองข้างในแนวราบ ให้ระยะทางเขย่าในแนวราบนี้ยาว  $228 \pm 25$  มิลลิเมตร ( $9 \pm 1$  นิ้ว) และให้เขย่า 90 รอบ ในเวลาประมาณ 30 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 4 (การนับจำนวนรอบให้นับจากจุดเริ่มต้นเขย่าไปแล้วกลับมาที่จุดเริ่มต้นอีกเป็น 1 รอบ)

2.5.4 หลังจากเขย่าโดยวิธีการตามข้อ 2.5.3 แล้ว นำกระบอกตวงพลาสติกตั้งบนโต๊ะ เอาจุกออก หย่อนปลาย Irrigator Tube ลงไปในกระบอกตวง เปิดให้สารละลายในขวดผ่านออกไปล้างวัสดุที่ติดอยู่ข้างๆ กระบอกตวงนั้น จากขอบบนลงไปค่อยๆ หมุนและดัน Irrigator Tube ผ่านชั้นวัสดุเม็ดหยาบลงไปจนถึงก้นกระบอก วัสดุเม็ดละเอียดจะลอยตัวขึ้นมาเป็นของผสมอยู่เหนือพวกเม็ดหยาบ เมื่อของผสมมีระดับอยู่ที่ขีด 15 ส่วน (15 นิ้ว) ค่อยๆ ยก Irrigator Tube ขึ้น แต่ยังไม่ปลอ่ยให้สารละลายไหลออกเรื่อยๆ จนเมื่อยก Irrigator Tube ออกจากกระบอกตวง ระดับของผสมในกระบอกตวงต้องอยู่ที่ระดับขีดที่ 15 ส่วน (15 นิ้ว)

2.5.5 ปลอ่ยกระบอกตวงทิ้งไว้โดยไม่ให้ถูกรบกวนอีก 20 นาที นับเวลาหลังจากเอา Irrigator Tube ออก จะเห็นดินเหนียวลอยอยู่โดยแยกเป็นชั้นอย่างชัดเจน อ่านค่าระดับชั้นบนสุดของ

ดินเหนียวบนกระบอกตวงเป็นค่า “Clay Reading” ถ้าในระยะเวลา 20 นาที ดินเหนียวยังคงตกตะกอนไม่หมด โดยยังไม่เห็นเป็นชั้นแยกกันอย่างชัดเจนให้ยืดเวลาออกไปแต่ไม่ควรเกิน 30 นาที ถ้าเวลามากกว่า 30 นาที ยังไม่มีการแยกเห็นได้ชัดเจนให้ทำการทดลองใหม่ โดยใช้อีก 3 ตัวอย่าง และใช้ค่า “Clay Reading” ของตัวอย่างที่ใช้ระยะเวลาตกตะกอนที่สั้นที่สุด

2.5.6 หาค่า “Sand Reading” ได้จากการนำเอา Weighted Foot Assembly ค่อยๆ หย่อนลงในกระบอกตวง ไปวางบนวัสดุหยาบหรือทราย อ่านค่าบนกระบอกตวงระดับบนสุดของ Indicator แล้วลบด้วย 10 จะได้ค่า “Sand Reading”

2.5.7 ค่าของ “Clay Reading” และ “Sand Reading” ให้ใช้ทศนิยมเพียง 1 ตำแหน่งเท่านั้น ในกรณีที่อ่านทศนิยมได้มากกว่า 1 ตำแหน่ง ให้ปัดไปในด้านมากจนเหลือทศนิยม 1 ตำแหน่ง เช่น อ่านได้ 3.22 ให้ใช้ 3.3 เป็นต้น

### 3. การคำนวณ

ค่า Sand Equivalent (SE) หาได้จากสูตร

$$SE = \frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100$$

ถ้าค่า SE ไม่เป็นเลขจำนวนเต็มให้ปัดเป็นเลขจำนวนเต็มทั้งหมด เช่น ค่า SE ได้เท่ากับ 41.25 ให้ใช้ค่า SE เป็น 42 เป็นต้น

### 4. การรายงาน

ให้รายงานผลในแบบฟอร์มที่ ว.3-12

### 5. ข้อควรระวัง

5.1 สถานที่ใช้ในการทดลองต้องเป็นที่ซึ่งปราศจากการสั่นสะเทือน ซึ่งจะก่อให้เกิดการตกตะกอนผิดไป

5.2 ไม่ควรวางกระบอกตวงพลาสติกในแสงแดด

5.3 ระวังมิให้ทรายหรือดินไปอุดตันที่ปลายของ Irrigator Tube

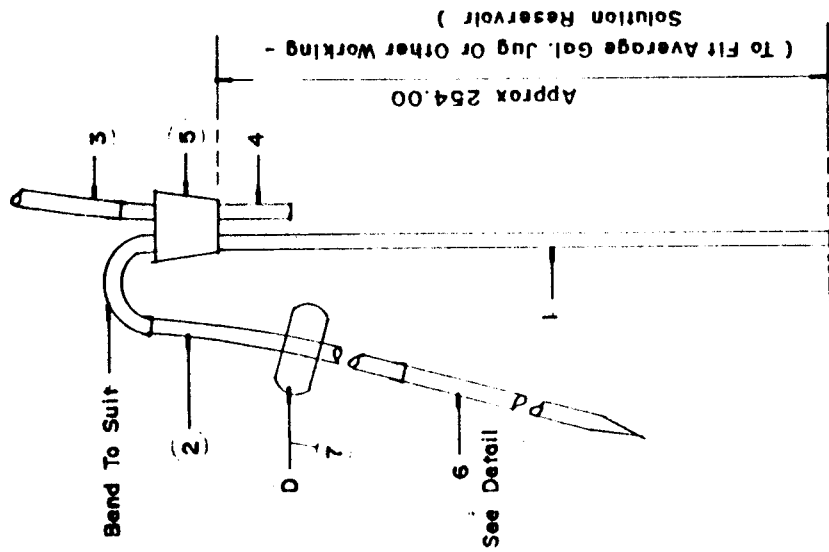
## 6. หนังสืออ้างอิง

6.1 The American Association of State Highway Official. Standard Specifications for Highway Materials and Methods of Sampling and Testing, Part II, AASHO Designation : T 176-70

6.2 State of California, Department of Public Works, Division of Highways. Materials Manual of Testing and Control Procedures, Vol. I, Test Method No. Calif. 217-B.

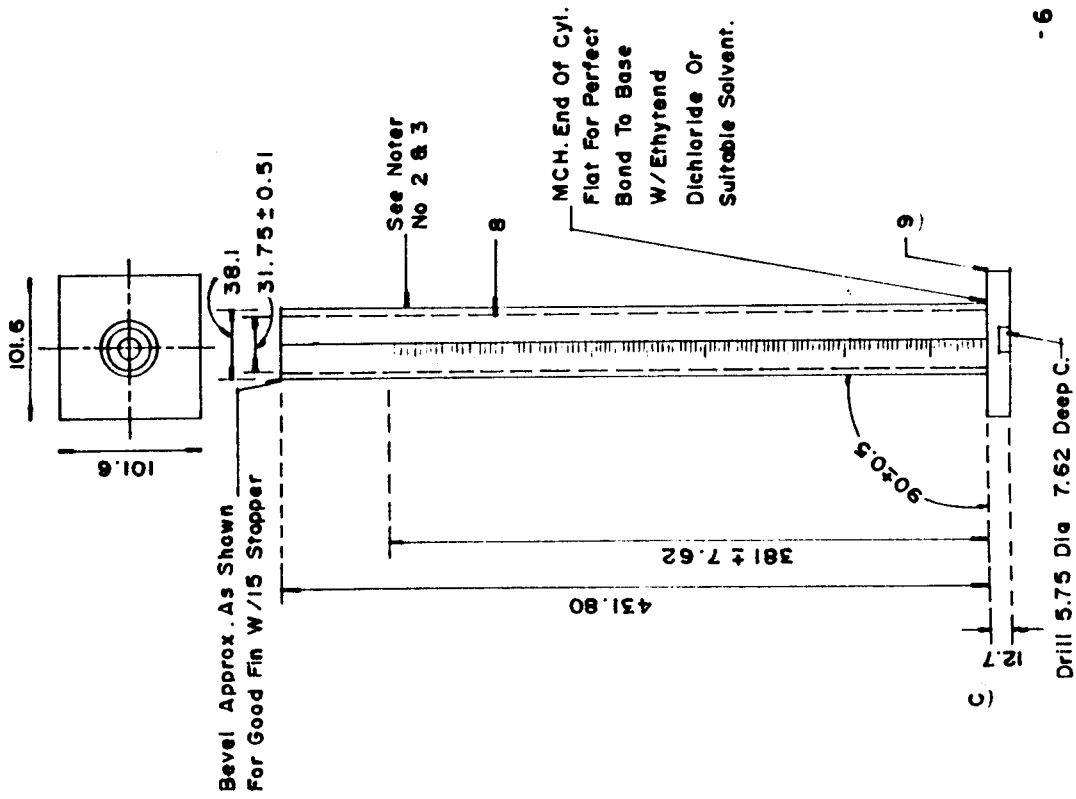
6.3 American Society for Testing and Materials (1971). Annual Book of ASTM Standard, Part II, ASTM Designation : D 2419-71.

\* \* \* \* \*

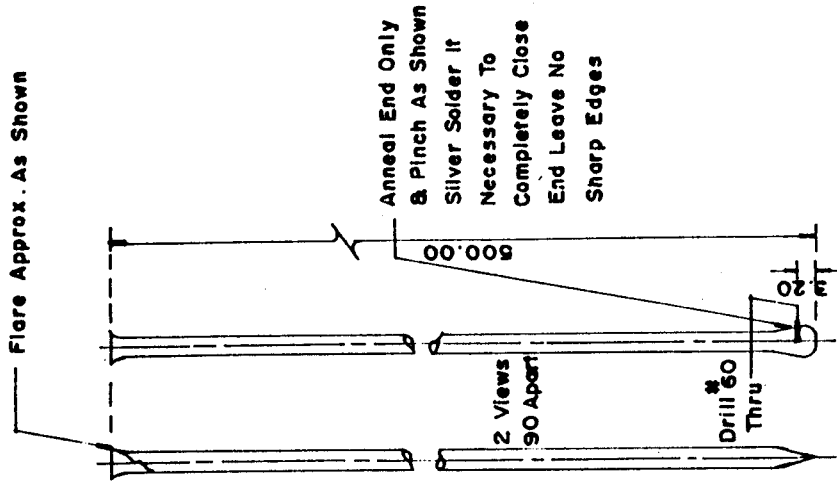


มิติทั้งหมดเป็น มม.

ASSEMBLY A.



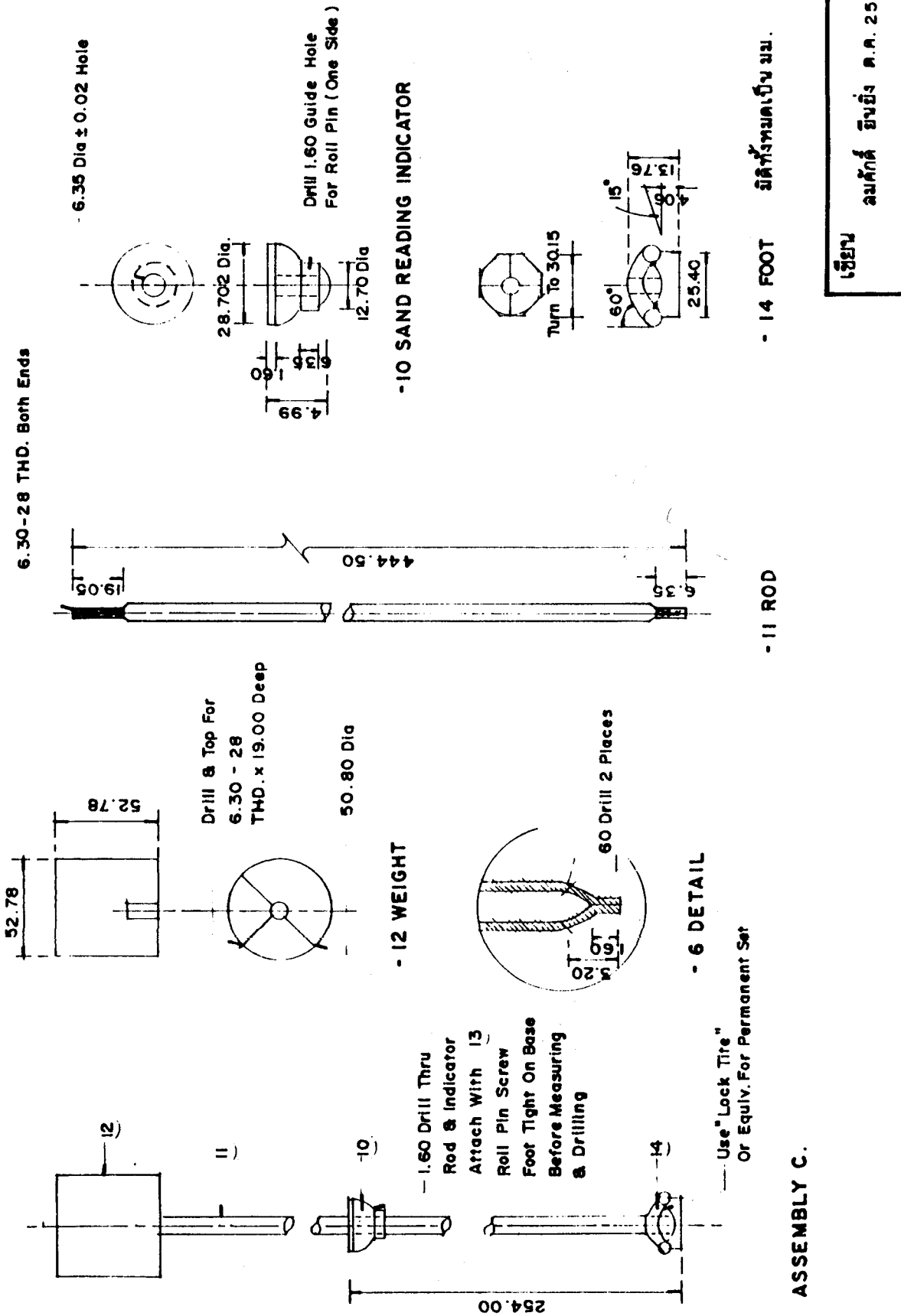
ASSEMBLY B.



- 6 IRRIGATOR TUBE DETAIL.

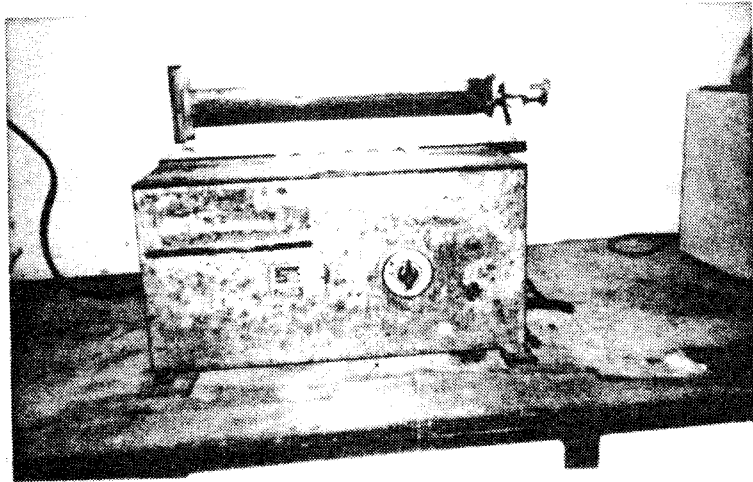
เขียน	อภิลักษณ์ ชัยยิ่ง	ค.ค. 2542
ตรวจ		

รูปที่ 1 ชุดเครื่องมือทดลองทำค่า SAND EQUIVALENT. (1)



เขียน	ฉะฉาน ชัยมิ่ง ค.ค. 2542
ตรวจ	

รูปที่ 1 ชุดเครื่องมือทดสอบหาค่า SAND EQUIVALENT. (2)



รูปที่ 2 Mechanical Shaker



รูปที่ 3 Manual Shaker

กองวิเคราะห์และวิจัย

อันดับทดลองที่ AC-25/1/43  
 เจ้าของตัวอย่าง หจก. อึ้งทงกี  
 หนังสือที่ AA 0616/ท.5/15/159 วว. 14 พ.ค. 43 วันที่รับหนังสือ 26 พ.ค. 43  
 ทางสาย ข. น้ำกระจาย-บรรจบทางหลวง # 43 ตอน 1. วันที่รับตัวอย่าง 26 พ.ค. 43  
 เจ้าหน้าที่ทดลอง วิฑูรย์ วันที่ทดลอง 29 พ.ค. 43

Plastic Fines in Graded Aggregates

Sand Equivalent Test

AASHO Designation : T 176-56

Cold Bin หินฝุ่น

Sample No.	Source	Sand Reading	Clay Reading	Sand Reading S.E. = ..... X 100 Clay Reading	Remarks
1.	โรงโม่หิน อิศรพันธ์ อ.เมือง จ.ยะลา	3.9	5.9	$\frac{3.9}{5.9} \times 100 = 66.1\%$  = 67%	
2.		3.9	5.8	$\frac{3.9}{5.8} \times 100 = 67.2\%$  = 68%	
				Average = 68%	

ค่าธรรมเนียมการทดลองเป็นเงิน..... บาท  
 ผลการทดลองนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่กองวิเคราะห์และวิจัยได้รับเท่านั้น