

รายงานการศึกษาทดลองออกแบบการใช้วัตถุระเบิด ANFO ให้มีช่องว่างอากาศ
(Air Deck Blasting)
ในงานวิศวกรรมเหมืองหิน



โดย

นายยงยุทธ นพนิช

กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยี

สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3 (ภาคเหนือ)

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่

กระทรวงอุตสาหกรรม

ธันวาคม 2551

รายงานการศึกษาทดลองออกแบบการใช้วัตถุระเบิดANFO ให้มีช่องว่างอากาศ
(Air Deck Blasting)
ในงานวิศวกรรมเหมืองหิน

โดย
นายยงยุทธ นพนิช
กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยี
สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3 (ภาคเหนือ)
กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่
กระทรวงอุตสาหกรรม
ธันวาคม 2551

บทคัดย่อ

จากการศึกษาการออกแบบอัดวัตถุระเบิดANFO (Ammonium Nitrate And Fuel Oil) ในงานวิศวกรรมเหมืองหินชนิดหินปูนแบบเหมืองหอบให้มีช่องว่างอากาศ (Air Deck) ระหว่างดินที่ปิดปากกรูเจาะ (Stemming) กับวัตถุระเบิดที่ความยาวของช่องว่างอากาศต่างๆ กัน เปรียบเทียบกับการแตกของหิน (Fragmentation) ภายหลังจากการระเบิดหน้าเหมือง ซึ่งได้ทำการศึกษาดทดลอง 2 พื้นที่ คือที่เหมืองหินฯ ของบริษัท ทองขาว จำกัด และเหมืองหินฯ ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่มีรูเจาะระเบิดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว แต่พื้นที่ที่ทำการศึกษาดทดลองมีลักษณะทางธรณีที่แตกต่างกัน การออกแบบแผนผังการเจาะระเบิดก็ต่างกัน เมื่อมีการออกแบบการอัดวัตถุระเบิดโดยใช้แผนผังการเจาะระเบิดที่ใช้อยู่เดิมให้มีช่องว่างของอากาศพบว่าการแตกของหินบริเวณด้านบนกอง มีแนวโน้มที่โตขึ้นตามความยาวของช่องว่างอากาศที่ใช้ เพื่อให้การแตกของหินยังอยู่ในเกณฑ์ที่ดีเหมือนเดิม แนวทางในการออกแบบการอัดวัตถุระเบิดมีพารามิเตอร์ที่สำคัญคือต้องลดระยะดินปิดปากกรูลงประมาณ 20% จากเดิมที่ใช้อยู่และให้มีช่องว่างของอากาศประมาณ 20% - 30% เทียบกับความยาวของระยะที่ต้องอัดวัตถุระเบิดพบว่าการแตกของหินบริเวณด้านบนกองแทบไม่มีการเปลี่ยนแปลง ผลที่ได้ทำให้ต้นทุนการใช้วัตถุระเบิด ANFO ลดลงประมาณ 30% (ประมาณ 80 บาท/เมตร ของความยาวช่องว่างอากาศที่ราคา Ammonium Nitrate 22,000 บาท/ตัน) อีกทั้งหินปลิวและการสาดกองที่เกิดขึ้นบริเวณหน้าเหมืองลดลงอย่างเห็นได้ชัด ผลของการที่ใช้วัตถุระเบิดต่อจังหวะถ่วงเวลาที่ลดลงย่อมทำให้แรงสั่นสะเทือนและคลื่นแรงอัดอากาศที่เกิดจากการระเบิดลดลงด้วย

คำนำ

การทำเหมืองหินอุตสาหกรรมเพื่อการก่อสร้างจะได้จากการทำเหมืองหินซึ่งต้องใช้วิธีการระเบิดหน้าเหมืองเพื่อขอยหินก่อนที่จะตักขนเพื่อนำไป โม่ บด ข่อย และคัดขนาดต่อไป วิธีการขอยหินด้วยการระเบิดหน้าเหมืองนั้นมีค่าใช้จ่ายต่ำและยังไม่สามารถหาวิธีการอื่นมาแทนที่ ในงานวิศวกรรมเหมืองแร่และเหมืองหินแบบเหมืองหอบในประเทศไทยยังมีความจำเป็นต้องใช้วัตถุระเบิดซึ่งจะใช้ระเบิดชนิด ANFO (Ammonium Nitrate And Fuel Oil) การออกแบบแผนผังของการระเบิดหน้าเหมืองในแต่ละครั้งจะมีผลโดยตรงต่อปริมาณการใช้วัตถุระเบิดในแต่ละรูเจาะและแต่ละจังหวะถ่วงเวลากับผลที่ได้คือการแตกของหิน (Fragmentation)

ในการศึกษาครั้งนี้ในงานวิศวกรรมเหมืองหินแบบเหมืองหอบที่มีรูเจาะขนาด 3 นิ้ว ซึ่งเป็นขนาดรูเจาะที่ใช้กันอยู่ทั่วไปเพื่อที่จะได้มีการออกแบบการอัดวัตถุระเบิดให้มีช่องว่างของอากาศ (Air Deck) ในรูเจาะระเบิดที่ความยาวต่างๆ กันเปรียบเทียบกับ การแตกของหิน เพื่อเป็นแนวทางประยุกต์ใช้กับการออกแบบแผนผังการเจาะและการอัดระเบิดในงานวิศวกรรมเหมืองแร่และเหมืองหินเพื่อให้มีการใช้วัตถุระเบิดต่อปริมาณหิน (Power Factor) ลดลงโดยที่การแตกของหินยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ เป็นผลให้ต้นทุนในการระเบิดขอยหินต่ำลง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท ที.จี.วิศวกรรมเหมืองแร่ จำกัด โดย นายมนตรี ช่างพินิจ วิศวกรเหมืองแร่ หัวหน้าโครงการรับจ้างเจาะระเบิดที่เหมืองหินชนิดหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างของโรงโม่หิน บริษัท ทองขาว จำกัด ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการศึกษาทดลองเก็บข้อมูลในพื้นที่ดังกล่าว

ขอขอบคุณ นายเฉลิมพงษ์ เกตุแก้ว วิศวกรเหมืองแร่ หัวหน้าแผนกเจาะระเบิด การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เหมืองแม่เมาะ ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้ทำการศึกษาทดลองและเก็บข้อมูลที่เหมืองหินฯ ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ขอขอบคุณ บริษัท อิตาเลียนไทย (มหาชน) จำกัด ผู้รับจ้างการผลิตที่เหมืองหินฯ ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการศึกษาทดลองที่เหมืองหินฯ ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนงบประมาณในการศึกษาทดลอง ที่เหมืองหินฯ ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
คำนำ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	จ
สารบัญตาราง	ช
1. ทฤษฎีการระเบิดให้มีช่องว่างอากาศ (Theory of Air Deck Blasting)	1
2. แผนผังการเจาะระเบิด	1
3. พื้นที่ที่ทำการศึกษาทดลอง	3
4. ขั้นตอนในการศึกษาทดลอง	3
5. การวิเคราะห์การแตกของหิน	3
6. ผลการศึกษาทดลอง	4
6.1 ผลศึกษาทดลองพื้นที่เหมืองหินชนิดหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง บริษัท ทองขาว จำกัด	4
6.2 ผลการศึกษาทดลองเหมืองหินชนิดหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมเคมี การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	6
ภาคผนวกที่ 1 แสดงการวิเคราะห์ขนาด (Size Analysis) ที่เหมืองหินชนิด หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง ของ บริษัท ทองขาว จำกัด ตำบลท่าข้าม อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์	9
ภาคผนวกที่ 2 แสดงการวิเคราะห์ขนาด (Size Analysis) ที่เหมืองหินชนิดหินปูน เพื่ออุตสาหกรรมเคมีของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ตำบลแม่เมาะ อำเภอ แม่เมาะ จังหวัดลำปาง	31

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

1. แผนผังการเจาะรูระเบิดแสดงพารามิเตอร์ต่างๆ	2
2. แสดงการอัดวัตถุระเบิดให้มีช่องว่างของอากาศ	2
3. แสดงภาพภายในกองหินในการทดลองครั้งที่ 2	5
4. แสดงการแตกของหินภายในกอง	6
5. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวช่องว่างอากาศ และการแตกของ	7
6. หิน ที่เหมือนหินๆ การไฟฟ้าผลิตแห่งประเทศไทย	
7. แสดงรูปที่ Picture 001 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	11
8. แสดงรูปที่ Picture 002 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	12
9. แสดงรูปที่ Picture 003 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	13
10. แสดงรูปที่ Picture 004 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	14
11. แสดงรูปที่ Picture 005 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	15
12. แสดงรูปที่ Picture 010 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	16
13. แสดงรูปที่ Picture 011 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	17
14. แสดงรูปที่ Picture 012 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	18
15. แสดงรูปที่ Picture 021 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	19
16. แสดงรูปที่ Picture 022 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	20
17. แสดงรูปที่ Picture 023 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	21
18. แสดงรูปที่ Picture 150 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	22
19. แสดงรูปที่ Picture 151 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	23
20. แสดงรูปที่ Picture 155 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	24
21. แสดงรูปที่ Picture 171 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	25
22. แสดงรูปที่ Picture 161 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	26
23. แสดงรูปที่ Picture 162 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	27
24. แสดงรูปที่ Picture 190 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	28
25. แสดงรูปที่ Picture 192 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	29

รูปที่

55. แสดงรูปที่ Picture 001-2 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	63
56. แสดงรูปที่ Picture 007-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	64
57. แสดงรูปที่ Picture 009-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	65
58. แสดงรูปที่ Picture 173-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	66
59. แสดงรูปที่ Picture 175-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	67
60. แสดงรูปที่ Picture 112-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	68
61. แสดงรูปที่ Picture 112-3 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	69
62. แสดงรูปที่ Picture 114-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	70
63. แสดงรูปที่ Picture 115-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด	71

สารบัญตาราง

ตารางที่

1. แสดงการออกแบบการอัดวัดระเบิด และผลการแตกของหิน เหมืองหินฯ บริษัท ทองขาว จำกัด	4
2. แสดงแผนผังการเจาะระเบิดที่เหมืองหินฯ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	6
3. แสดงผลการแตกของหินที่เหมืองหินฯ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	7
4. แสดงรายละเอียดพารามิเตอร์ที่ใช้ในการศึกษาทดลอง และการวิเคราะห์ขนาด ของเหมืองหินฯ บริษัท ทองขาว จำกัด	10

1. ทฤษฎีการระเบิดให้มีช่องว่างอากาศ (Theory of Air Deck Blasting)

ทฤษฎีการระเบิดให้มีช่องว่างอากาศ (Air Deck Blasting) หรือการระเบิดแบบมีแท่งอากาศ (Air Column Blasting) โดยทั่วไปการระเบิดหน้าเหมืองที่ใช้ระเบิดชนิด ANFO ซึ่งปกติภายในรูเจาะจะบรรจุระเบิดไว้เต็มเมื่อมีการจุดชนวนระเบิดทำให้เกิดคลื่นความเค้น (Stress Wave) ที่มีช่วงความกว้าง (Amplitude) สูงเพียงหนึ่งครั้ง ซึ่งจะบีบอัดผนังของรูเจาะและจะสะท้อนไปยังบริเวณหินรอบๆ อีกทั้งยังจะสร้างกลไกของการแตกร้าวของหินขึ้น หากมีการอัดวัตถุระเบิดโดยให้มีช่องว่างอากาศ (Air Deck) ภายในรูเจาะคลื่นความเค้นที่เกิดจากก๊าซอุณหภูมิสูงจะช่วยขยายรูปแบบของการแตกร้าวให้เพิ่มขึ้น

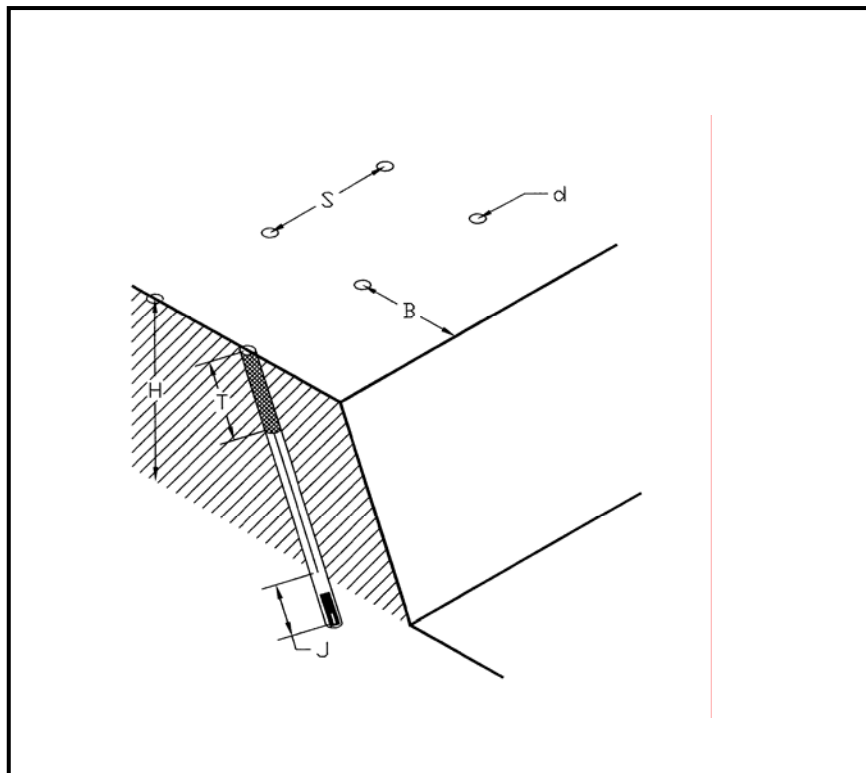
การอัดวัตถุระเบิดโดยให้มีช่องว่างอากาศในรูเจาะระเบิดด้านบนหรือภายในรูเจาะ เมื่อเกิดการระเบิดทำให้มีการสะท้อนของคลื่นอย่างรุนแรงภายในรูเจาะที่มีการอัดระเบิดให้มีช่องว่างอากาศก๊าซร้อนที่เกิดขึ้นภายในรูเจาะจะสร้างคลื่นความเค้นครั้งที่สองออกมา คลื่นดังกล่าวนี้จะทำให้การแตกร้าวของมวลหินเพิ่มขึ้นและช่วยให้มวลหินเคลื่อนตัวออกจากพื้นผิว

จากหลักการดังกล่าวเราสามารถออกแบบการอัดวัตถุระเบิด ให้มีช่องว่างอากาศภายในรูเจาะที่เหมาะสมเพื่อที่จะนำแรงอัดอากาศที่มีความดันสูงจากก๊าซร้อนมาใช้เพื่อเพิ่มรูปแบบการแตกร้าวของมวลหินก่อนที่คลื่นแรงเค้นจะลดลง

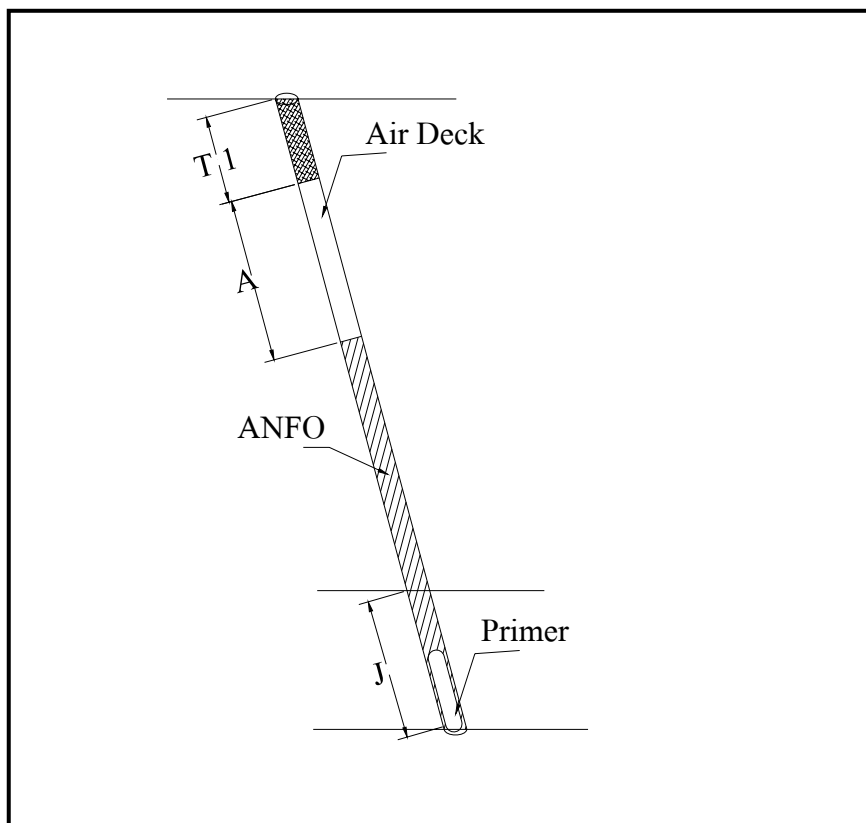
2. แผนผังการเจาะระเบิด

การออกแบบแผนผังระเบิดหน้าเหมืองที่ทำกันโดยทั่วไปจะมีพารามิเตอร์ที่สำคัญดังรูปที่ 1 และในการศึกษาทดลองการอัดวัตถุระเบิดให้มีช่องว่างอากาศ (Air Deck) ระหว่างดินที่ปิดปากรูเจาะกับวัตถุระเบิดดังรูปที่ 2

- 1) ความสูงของหน้าเหมือง Bench High (H) ซึ่งมีผลต่อความลึกของรูเจาะ
- 2) ระยะห่างระหว่างรูเจาะในแถวเดียวกัน Spacing(S)
- 3) ระยะห่างจากหน้าอิสระ Burden(B) หรือระหว่างแถวของรูเจาะ
- 4) ระยะเจาะต่ำกว่าพื้น Subdrilling (J)
- 5) ระยะอัดดินปิดปากรูเจาะ Stemming (T)
- 6) การออกแบบจังหวะช่วงเวลาในแต่ละรูเจาะ



รูปที่ 1 แผนผังการเจาะระเบิดแสดงพารามิเตอร์ต่างๆ



รูปที่ 2 แสดงการอัดวัตถุระเบิดให้มีช่องว่างของอากาศ

3. พื้นที่ที่ทำการศึกษาทดลอง

1. เหมืองหินชนิดหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง ของโรงโม่หิน บริษัท ทองขาว จำกัด ตั้งอยู่ที่ตำบลท่าข้าม อำเภอนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี
2. เหมืองหินชนิดหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมเคมี ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ตั้งอยู่ที่ด้านหลังโรงไฟฟ้าแม่เมาะ ตำบลแม่เมาะ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

4. ขั้นตอนในการศึกษาทดลอง

1. ทำการระเบิดหน้าเหมืองโดยใช้แผนผังการเจาะระเบิดเดิม ถ่ายรูปหน้าเหมืองภายหลังการระเบิดด้วยกล้องดิจิทัล เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์การแตกของหินเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐาน
2. ทำการทดลองอัดวัตถุระเบิดให้มีช่องว่างอากาศระหว่างหินที่ปิดปากรูเจาะกับวัตถุระเบิดที่มีความยาวต่างๆ กันถ่ายรูปหน้าเหมืองภายหลังการระเบิดทุกครั้ง
3. นำภาพถ่ายดิจิทัลหน้าเหมืองที่ได้ภายหลังจากการระเบิดมาวิเคราะห์ขนาด (Size Analysis) เพื่อหากราฟการกระจายตัวของขนาด (Size Cumulative Distribution)
4. นำค่าขนาดเฉลี่ยคือขนาดที่ 80% จากกราฟการกระจายตัวของขนาดเป็นเกณฑ์และเปอร์เซ็นต์ความยาวของช่องว่างอากาศเมื่อเทียบกับความยาวของรูเจาะที่ต้องอัดวัตถุระเบิด
5. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการแตกของหินกับความยาวช่องว่างอากาศจากข้อมูลที่ทำการศึกษาทดลองแต่ละพื้นที่
6. สรุปผลการศึกษาทดลอง เพื่อที่จะได้เป็นแนวทางในการส่งเสริมให้ผู้ประกอบการเหมืองหินฯ ประยุกต์ใช้ในการออกแบบการอัดวัตถุระเบิดให้มีช่องว่างของอากาศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้วัตถุระเบิด ANFO ต่อไป

5. การวิเคราะห์การแตกของหิน (Fragmentation)

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Split-Desktop 2.0 Demo ในการวิเคราะห์ขนาดจากภาพถ่ายดิจิทัลภายหลังการระเบิดหน้าเหมือง เพื่อแสดงการกระจายตัวของขนาด (Cumulative Size Distribution) โดยใช้ขนาดที่ 80% เป็นค่าเฉลี่ยของขนาด (Mean Size) การวิเคราะห์ขนาดจากภาพถ่ายที่ได้จากหน้าเหมืองที่ใช้เป็นตัวแทนเพื่อหาการแตกของหินภายหลังจากการระเบิดหน้าเหมืองนั้น เป็นภาพที่ถ่ายด้านบนของกองซึ่งจะมีขนาดที่โตกว่าภายในกอง เนื่องจากโปรแกรม Split-Desktop 2.0 Demo ที่ใช้ในการวิเคราะห์ขนาดในการศึกษานี้เป็นโปรแกรมตัวอย่างที่ให้ใช้ชั่วคราวมีข้อจำกัดบางประการอยู่บ้าง ในอนาคตหากมีงบประมาณในการจัดซื้อโปรแกรมดังกล่าวจะได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมต่อไป

6. ผลการศึกษาทดลอง

6.1 ผลศึกษาทดลองที่เหมืองหินชนิดหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง บริษัท ทองขาว จำกัด

ตำบลท่าข้าม อำเภอนาดูน จังหวัดขอนแก่น

6.1.1 แผนผังการเจาะระเบิด

- ความสูงของหน้าเหมือง (Bench High) 8 เมตร
- ความลึกรูเจาะ 8.5 เมตร เอียงประมาณ 70 องศา
- ระยะห่างระหว่างรูเจาะในแถวเดียวกัน (Spacing) 4.8 เมตร
- ระยะห่างจากหน้าอิสระ (Burden) 2 เมตร ระหว่างแถวของรูเจาะ 2.6 เมตร
- ระยะเจาะต่ำกว่าพื้น (Subdrilling) 0 เมตร
- ระยะอัดดินปิดปากรูเจาะ (Stemming) ตารางที่ 1
- น้ำหนักระเบิดแรงสูง(Primmer) 0.5 กิโลกรัมต่อรู
- การออกแบบจังหวะถ่วงเวลาแถวที่ 1, 2, 3 แก๊ปเบอร์ 1, 2, และ 3 ตามลำดับ ทุกๆ 25 mm.s

6.1.2 ผลการศึกษาทดลอง ได้มีการศึกษาทดลองที่เหมืองหินฯ ของ บริษัท ทองขาว จำกัด โดยได้มีการออกแบบการอัดวัตถุระเบิดทั้งหมด 6 กรณี และผลการแตกของหินแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการออกแบบการอัดวัตถุระเบิด และผลการแตกของหิน

เหมืองหินฯ บริษัท ทองขาว จำกัด

กรณีที่	Stemming (เมตร)	ความยาว Air Deck		ขนาด (นิ้ว)	
		(เมตร)	(%)	ขนาด เล็ก	ขนาด โตที่สุด
1	1.5	0.0	0.0	16.1	27.7
2	1.5	1.0	14.3	25.8	45.1
3	1.0	1.0	13.3	9.4	17.5
4	1.2	1.0	13.7	15.8	27.8
5	1.2	1.3	17.8	15.9	26.4
6	1.2	1.5	20.5	12.7	23.7

6.1.3 วิเคราะห์ผลการศึกษาทดลอง ของเหมืองหินฯ บริษัท ทองขาว จำกัด

- จากการทดลองโดยให้มีการให้มีช่องว่างอากาศ (Air Deck) ที่ 1 เมตร (กรณีที่ 2) พบว่า การแตกของหินบริเวณด้านบนของกองโตขึ้นจาก 16.1 นิ้ว (กรณีที่ 1) เป็น 25.8 นิ้ว และเมื่อได้ดูการแตกของหินภายในกองพบว่าขนาดที่โตขึ้นนั้นอยู่ด้านบนของกองคือบริเวณที่ดินอัดปากรูดังรูปที่ 3

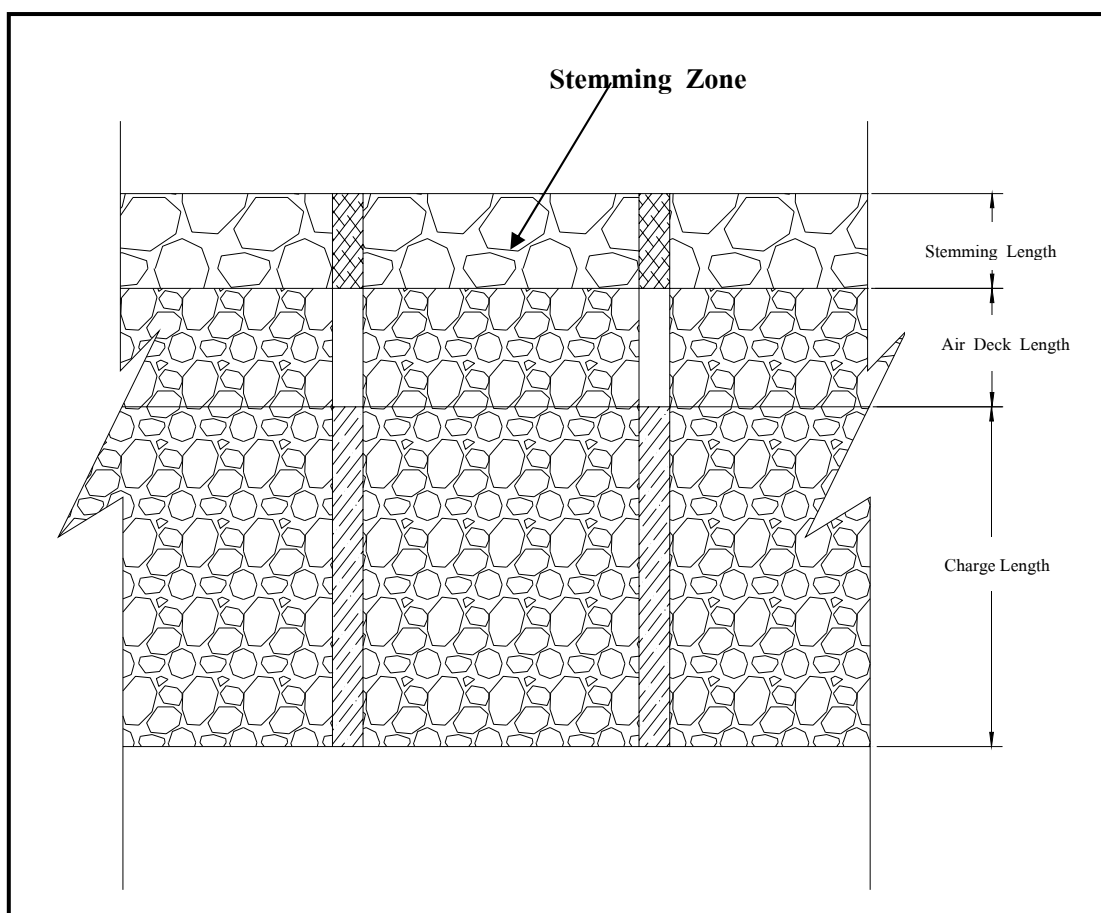


รูปที่ 3 แสดงภาพภายในกองหินในการทดลองกรณีที่ 2

- การทดลองในกรณีที่ 3 เพื่อให้การแตกของหินดีขึ้นในการอัดระเบิดได้มีการลดระยะดินปิดปากกรูลงจาก 1.5 เมตร เป็น 1.0 เมตร และให้มีช่องว่างอากาศ 1.0 เมตร ปรากฏว่าการแตกของหินลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับที่ไม่มีช่องว่างอากาศจาก 16.1 นิ้ว (กรณีที่ 1) เป็น 9.4 นิ้ว (กรณีที่ 3)
- จากนั้นได้ทำการทดลองโดยอัดดินปิดปากกรู 1.2 เมตร ในกรณีที่ 4 โดยให้มีช่องว่างอากาศ 1.0 เมตรเท่ากับกรณีที่ 3 ผลการแตกของหินดีขึ้นจาก 13.3 นิ้วเป็น 13.7 นิ้ว ซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกัน
- การทดลองในกรณีที่ 5 และ 6 จึงอัดดินปิดปากกรู 1.2 เมตร และอัดวัตถุระเบิดให้มีช่องว่างอากาศ 1.3 และ 1.5 เมตร ผลการแตกของหิน 15.9 นิ้ว และ 12.7 นิ้วตามลำดับ

6.1.4 สรุปผลการศึกษาทดลอง ของเหมืองหินฯ บริษัท ทองขาว จำกัด

จากการศึกษาทดลองการอัดวัตถุระเบิดที่เหมืองหินของ บริษัท ทองขาว จำกัด ที่ตำบลท่าข้าม อำเภอนนทบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้แผนผังการเจาะระเบิดเดิมทดลองอัดระเบิดให้มีช่องว่างอากาศเพื่อลดการใช้วัตถุระเบิด ANFO นั้น เพื่อให้การแตกของหินบริเวณด้านบน (Stemming Zone) ดังรูปที่ 4 ดีเหมือนเดิมพารามิเตอร์ที่สำคัญก็คือระยะดินที่ปิดปากกรูเจาะระเบิด จากการศึกษาดทดลองในครั้งนี้พบว่าเมื่อมีการออกแบบการอัดวัตถุระเบิดให้มีช่องว่างอากาศระหว่างดินที่ปิดปากกรูเจาะกับวัตถุระเบิดต้องมีการลดระยะดินที่ปิดปากกรูลงจากเดิมลงประมาณ 20 % ซึ่งจะได้เป็นแนวทางในการศึกษาทดลองในพื้นที่อื่นต่อไป



รูปที่ 4 แสดงการแตกของหินภายในกอง

6.2 ผลการศึกษาทดลองเหมืองหินชนิดหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมเคมี การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ตำบลแม่เมาะ อำเภอมะเขาะ จังหวัดลำปาง

6.2.1 แผนผังการเจาะระเบิด แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงแผนผังการเจาะระเบิดที่เหมืองหินฯ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

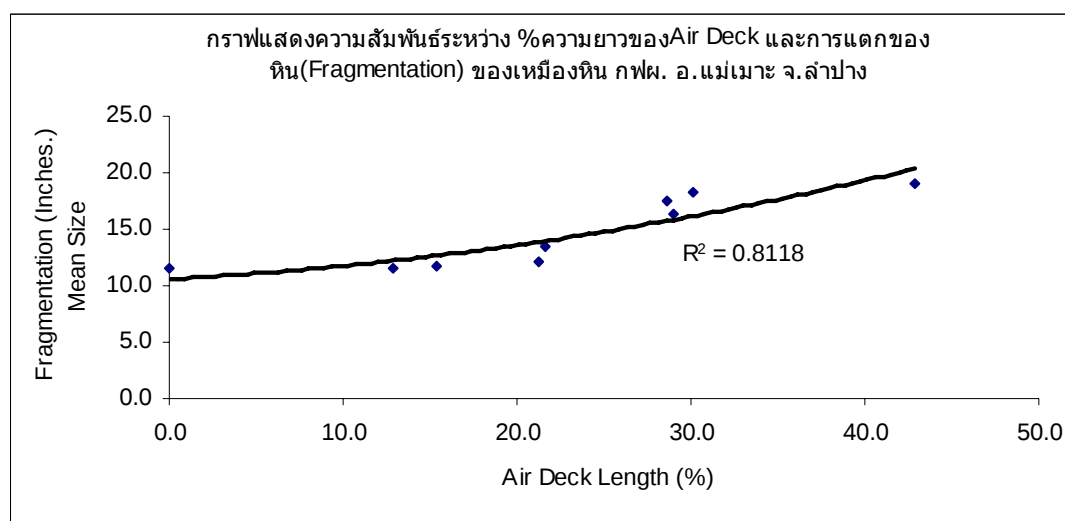
กรณีที่	Hole Depth (m.)	Burden (m.)	Spacing (m.)	Stemming (m.)	Subdrill (m.)	Charge (kg.)			Air Deck Length (m.)
						ANFO	Primer	Total	
1	11.0	3.0	3.5	2.5	1.0	32.3	1.25	33.6	0.0
2	9.0	3.0	3.5	2.0	1.0	23.6	1.25	24.8	0.8
3	11.0	3.0	3.5	2.0	1.0	29.6	1.25	30.9	1.2
4	10.0	3.0	3.5	2.0	1.0	25.1	1.25	26.3	1.4
5	11.0	3.0	3.5	2.0	1.0	28.1	1.25	29.4	1.6
6	10.0	3.0	3.5	2.0	1.0	23.6	1.25	24.8	1.8
7	11.0	3.0	3.5	2.0	1.0	26.6	1.25	27.9	2.0
8	11.5	3.0	3.5	2.0	1.0	27.7	1.25	29.0	2.2
9	10.0	3.0	3.5	2.0	1.0	21.3	1.25	22.5	2.4

6.2.2 ผลการศึกษาทดลอง จากการศึกษาทดลองที่เหมืองหินฯ ของ บริษัท ทองขาว จำกัด เพื่อให้การแตกของหินบริเวณด้านบนของกอง (Stemming Zone) ดีเหมือนเดิมในการออกแบบการอัดวัตถุระเบิดให้มีช่องว่างอากาศระหว่างหินที่ปิดปากภูเขา กับวัตถุระเบิด จึงได้มีการลดระยะหินที่ปิดปากกองลง 20% คือจากเดิม 2.5 เมตร (กรณี ที่ 1) เป็น 2.0 เมตร และทำการทดลองที่ระยะความยาวช่องว่างอากาศตามสภาพหน้างานในกรณีที่ 2 - 9 ผลการแตกของหินแสดงดังตารางที่ 3

นำข้อมูลจากตารางที่ 3 มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง เปอร์เซนต์ความยาวช่องว่างอากาศ เทียบกับระยะที่ต้องอัดวัตถุระเบิดกับขนาดเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ยของ 80% cumulative) แสดงดังรูปที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการแตกของหินที่เหมืองหินฯ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

กรณี	Air Deck Length		Size (Inches)		Power Factor (kg./m3)
	(m.)	(%)	Average	Max.	
1	0.0	0.0	11.5	23.0	0.320
2	0.8	12.9	11.5	19.1	0.295
3	1.2	15.4	11.7	19.4	0.294
4	1.4	21.2	12.1	21.9	0.279
5	1.6	21.6	13.5	24.3	0.280
6	1.8	29.0	16.4	28.1	0.263
7	2.0	28.6	17.5	29.1	0.265
8	2.2	30.1	18.2	34.8	0.263
9	2.4	42.9	19.1	35.5	0.238



รูปที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวช่องว่างอากาศ และการแตกของหินที่เหมืองหินฯ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

6.2.3 วิเคราะห์ผลการศึกษาทดลอง ของเหมืองหินฯ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

- จากการทดลองโดยใช้แผนผังการเจาะระเบิดเดิมเมื่อมีการออกแบบการอัดวัตถุระเบิดให้มีช่องว่างอากาศระหว่างดินปิดปากภูเขาเก็บวัตถุระเบิดโดยลดระยะดินที่ปิดปากภูเขาลง 20 % พบว่า ที่ระยะความยาวช่องว่างอากาศไม่เกิน 15 % (กรณี ที่ 2, 3) เทียบกับระยะที่ต้องอัดวัตถุระเบิดขนาดการแตกของหินแทบไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับการอัดวัตถุระเบิดเดิมที่ไม่มีช่องว่างอากาศ (กรณีที่ 1)
- เมื่อออกแบบการอัดวัตถุระเบิดให้มีระยะช่องว่างอากาศประมาณ 20% (กรณีที่ 4, 5) เทียบกับระยะที่ต้องอัดวัตถุระเบิดขนาดการแตกของหินโตขึ้นประมาณ 11% เมื่อเทียบกับการอัดวัตถุระเบิดเดิมที่ไม่มีช่องว่างอากาศ (กรณีที่ 1)
- เมื่อออกแบบการอัดวัตถุระเบิดให้มีระยะช่องว่างอากาศประมาณ 30% (กรณีที่ 6, 7, 8) เทียบกับระยะที่ต้องอัดวัตถุระเบิดขนาดการแตกของหินโตขึ้นประมาณ 51% เมื่อเทียบกับการอัดวัตถุระเบิดเดิมที่ไม่มีช่องว่างอากาศ (กรณีที่ 1)
- เมื่อออกแบบการอัดวัตถุระเบิดให้มีระยะช่องว่างอากาศประมาณ 40% (กรณีที่ 9) เทียบกับระยะที่ต้องอัดวัตถุระเบิดขนาดการแตกของหินโตขึ้นประมาณ 65% เมื่อเทียบกับการอัดวัตถุระเบิดเดิมที่ไม่มีช่องว่างอากาศ (กรณีที่ 1)
- จากการศึกษาดทดลองที่เหมืองหินฯ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตและนำข้อมูลที่ได้มาเขียนกราฟ (รูปที่ 5) จะเห็นว่าเปอร์เซ็นต์ความยาวช่องว่างอากาศเมื่อเทียบกับระยะที่ต้องอัดวัตถุระเบิดกับขนาดการแตกของหิน มีความสัมพันธ์แปรผันกันโดยมี $R^2 = 0.8118$

6.2.4 สรุปผลการศึกษาทดลอง ของเหมืองหินฯ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

จากการศึกษาดทดลองที่เหมืองหินฯ ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยในการออกแบบการอัดวัตถุระเบิดโดยใช้แผนผังการเจาะระเบิดเดิมที่มีขนาดรูเจาะเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว พบว่าพารามิเตอร์ที่สำคัญคือต้องลดระยะดินที่ปิดปากภูเขา (Stemming) ลงประมาณ 20% จากเดิม และอัดวัตถุระเบิดโดยให้มีช่องว่างอากาศ (Air Deck) ประมาณ 20% - 30% ผลการแตกของหินบริเวณด้านบนของกอง (Stemming Zone) โตขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับการอัดวัตถุระเบิดโดยที่ไม่มีช่องว่างอากาศ ทำให้การใช้วัตถุระเบิด ANFO ลดลง

ภาคผนวกที่ 1

แสดงการวิเคราะห์ขนาด (Size Analysis) ที่เหมืองหินชนิดหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมเพื่อการก่อสร้าง
ของ บริษัท ทองขาว จำกัด ตำบลท่าข้าม อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์

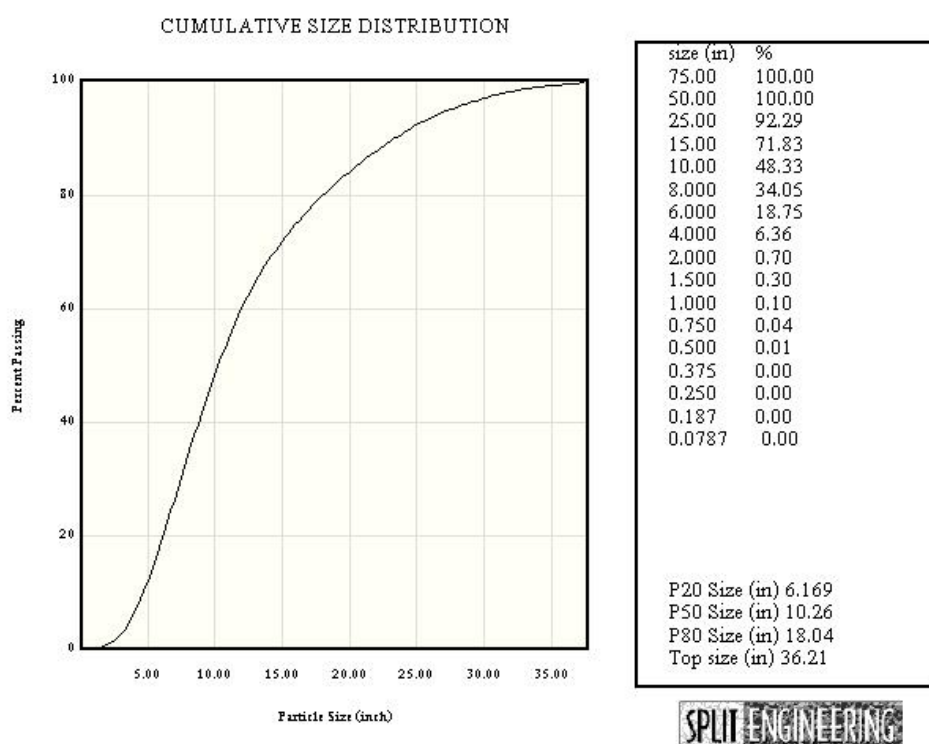
ตารางที่ 4 แสดงรายละเอียดพารามิเตอร์ที่ใช้ในการศึกษาทดลอง และการวิเคราะห์ขนาด ของเหมืองหินฯ บริษัท ทองขาว จำกัด

กรณีที	ความลึกภูเขา (เมตร)	Burden (เมตร)	Spacing (เมตร)	Stemming (เมตร)	Subdrill (เมตร)	วัตถุระเบิด(kg.)			Pow. Fac. (kg./m ³)	ความยาว Air Deck		วิเคราะห์ขนาดโดยรูปที่	ขนาด(นิ้ว)	
						ANFO	Primer	รวม		(เมตร)	(%)		เฉลี่ย	ที่สุด
1	8.5	2.6	4.8	1.5	0	26.6	0.5	27.1	0.271	0.0	0.0	Picture 001	18.0	36.2
												Picture 002	13.2	20.7
												Picture 003	15.5	25.1
												Picture 004	16.8	29.6
												Picture 005	16.8	27.4
	Average											16.1	27.8	
2	8.5	2.6	4.8	1.5	0	22.8	0.5	23.3	0.233	1.0	14.3	Picture 010	25.4	47.9
												Picture 011	20.7	36.3
												Picture 012	31.3	50.9
	Average											25.8	45.1	
3	8.5	2.6	4.8	1.0	0	24.7	0.5	25.2	0.252	1.0	13.3	Picture 021	8.4	17.9
												Picture 022	12.7	20.7
												Picture 023	7.2	13.9
	Average											9.4	17.5	
4	8.5	2.6	4.8	1.2	0	23.94	0.5	24.4	0.245	1.0	13.7	Picture 150	16.9	33.2
												Picture 151	17.8	29.9
												Picture 155	12.7	20.3
	Average											15.8	27.8	
5	8.5	2.6	4.8	1.2	0	22.8	0.5	23.3	0.233	1.3	17.8	Picture 171	13.7	23.4
												Picture 161	15.9	25.8
												Picture 162	18.2	30.0
	Average											15.9	26.4	
6	8.5	2.6	4.8	1.2	0	22.04	0.5	22.5	0.226	1.5	20.5	Picture 190	13.9	23.3
												Picture 192	11.6	22.8
												Picture 194	12.6	25.1
												Average		

เหมืองหินชนิดหินปูนเพื่ออุตสาหกรรม บริษัท ทองขาว จำกัด
 กรณีที่ 1 การวิเคราะห์ขนาดการแตกของหินในกรณีที่มีความยาว Air Deck 0.0 เมตร Stemming 1.5 เมตร



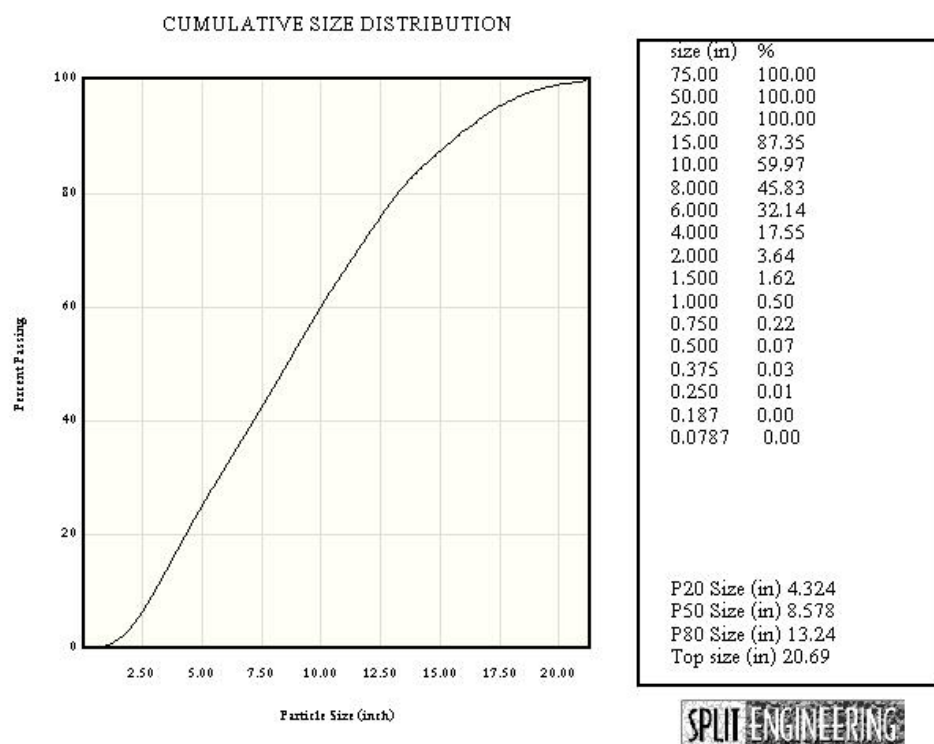
Picture 001



รูปที่ 6 แสดงรูปที่ Picture 001ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



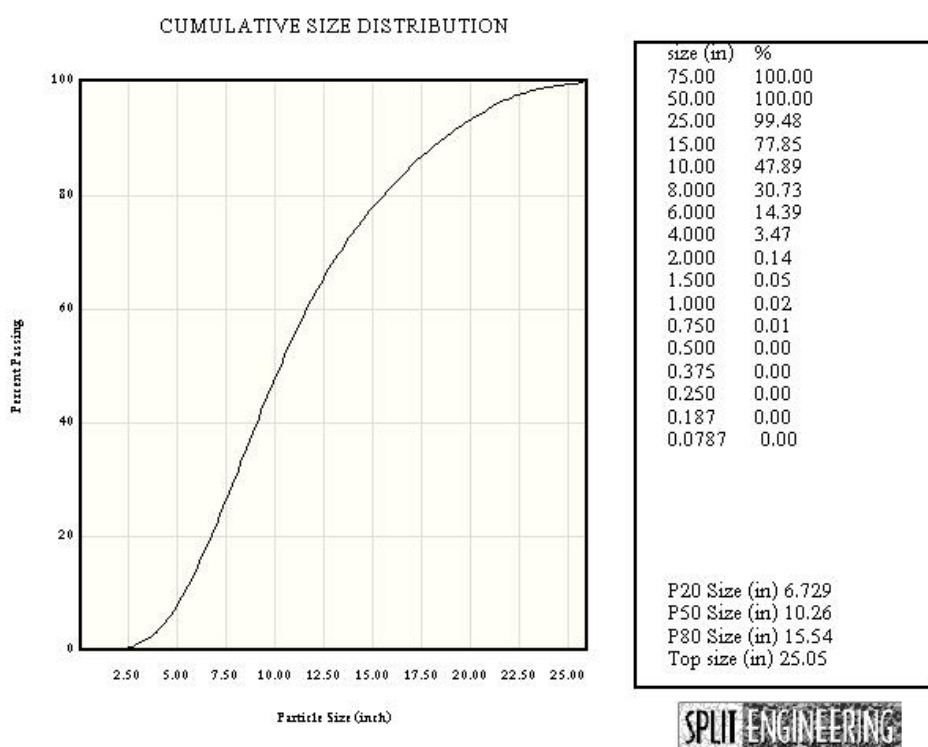
Picture 002



รูปที่ 7 แสดงรูปที่ Picture 002 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



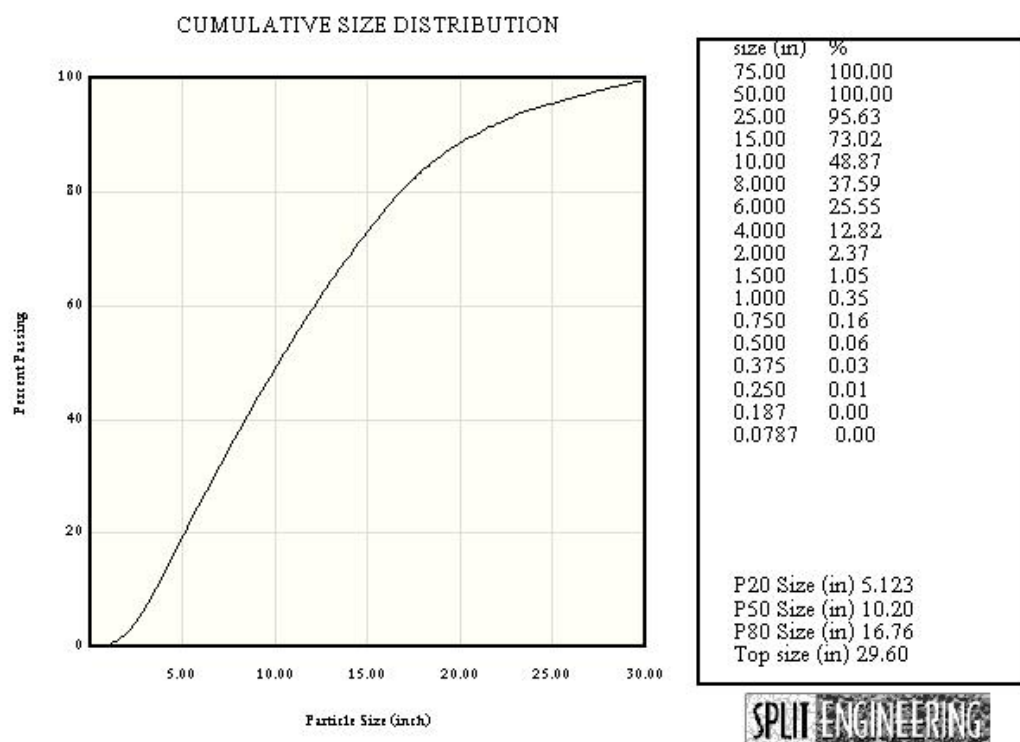
Picture 003



รูปที่ 8 แสดงรูปที่ Picture 003 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



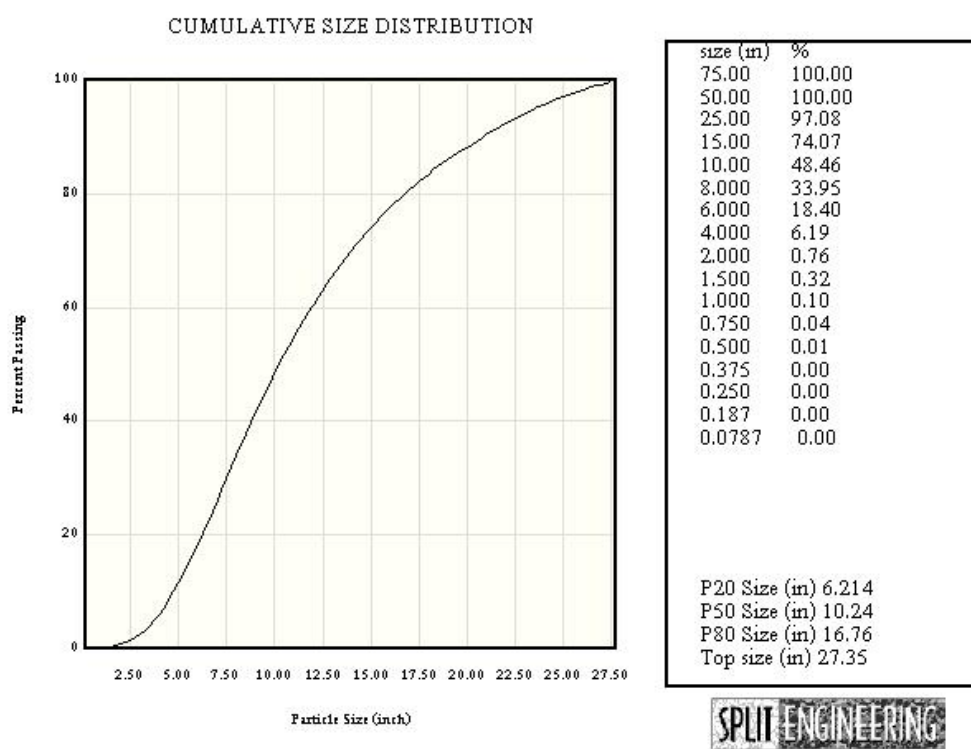
Picture 004



รูปที่ 9 แสดงรูปที่ Picture 004 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



Picture 005

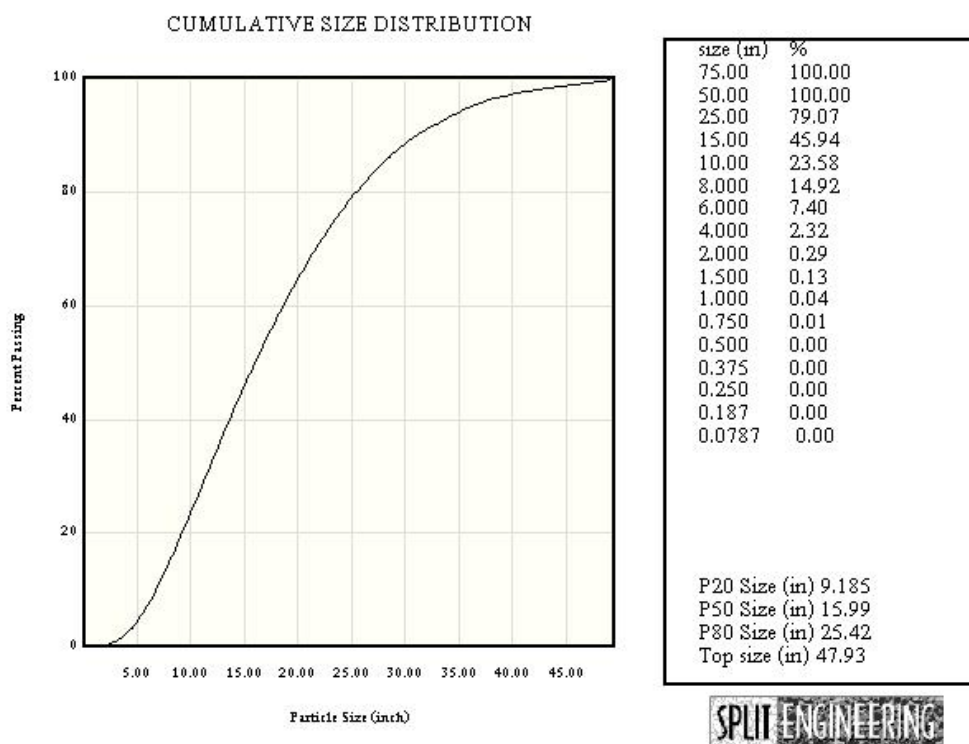


รูปที่ 10 แสดงรูปที่ Picture 005 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด

กรณีที่ 2 การวิเคราะห์ขนาดการแตกของหินในกรณีที่มีความยาว Air Deck 1.0 เมตร Stemming 1.5 เมตร



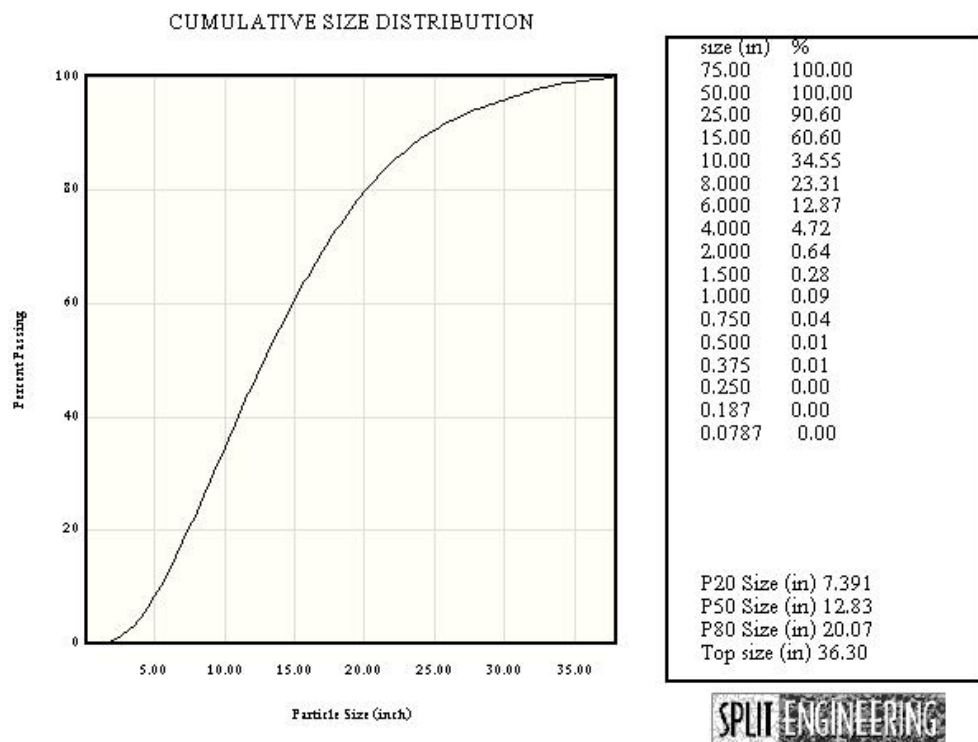
Picture 010



รูปที่ 11 แสดงรูปที่ Picture 010 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



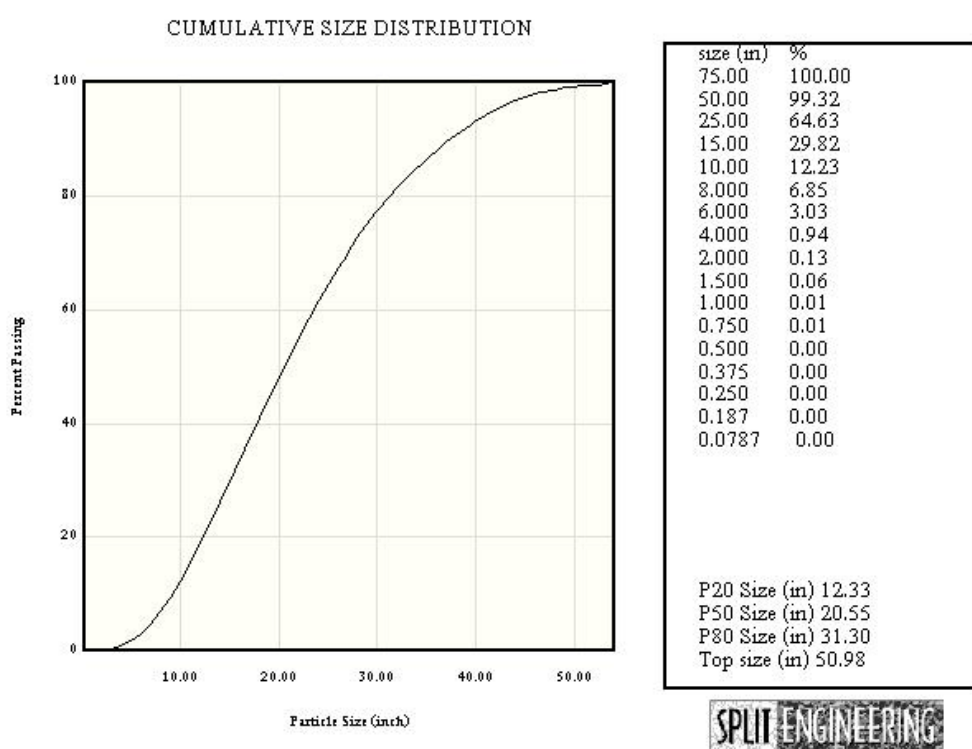
Picture 011



รูปที่ 12 แสดงรูปที่ Picture 011 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



Picture 012

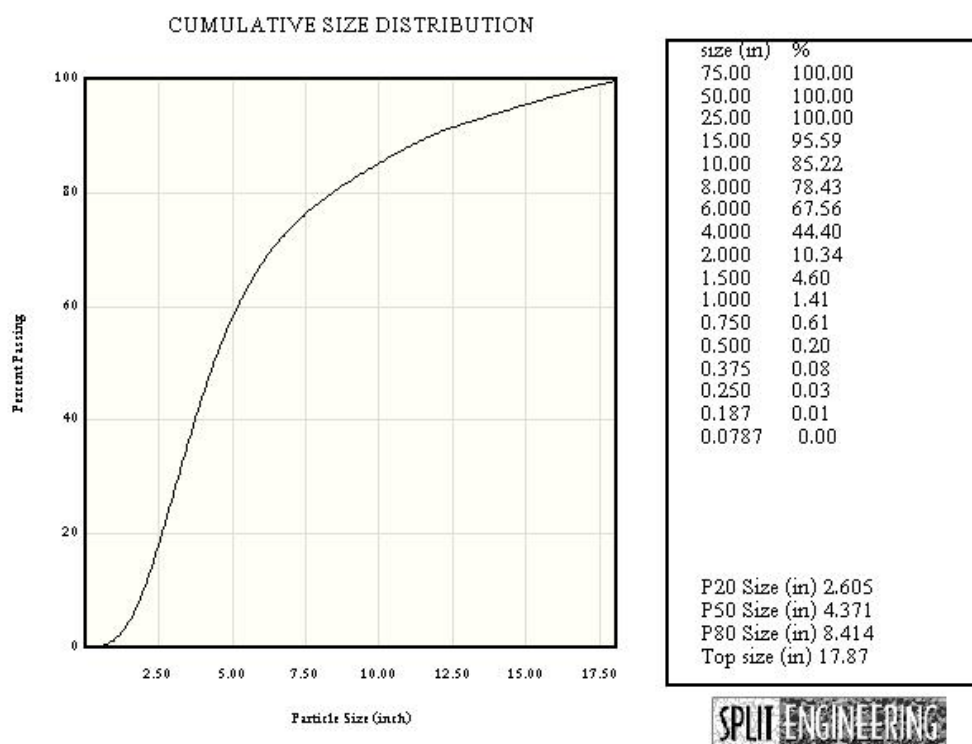


รูปที่ 13 แสดงรูปที่ Picture 012 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด

กรณีที่ 3 การวิเคราะห์ขนาดการแตกของหินในกรณีที่มีความยาว Air Deck 1.0 เมตร Stemming 1.0 เมตร



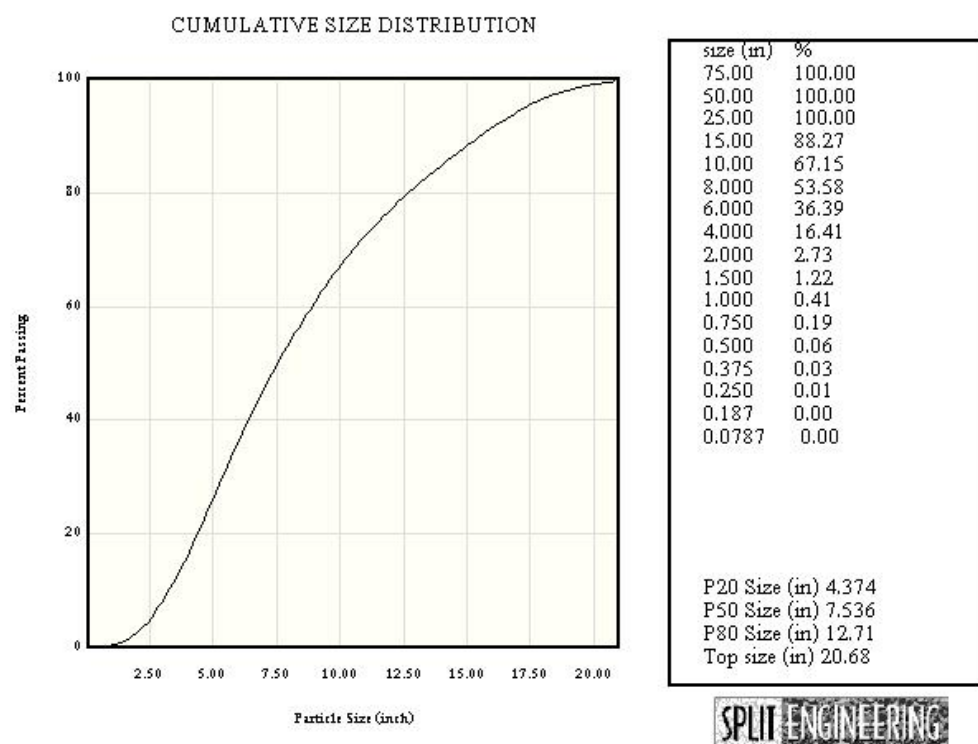
Picture 021



รูปที่ 14 แสดงรูปที่ Picture 021 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



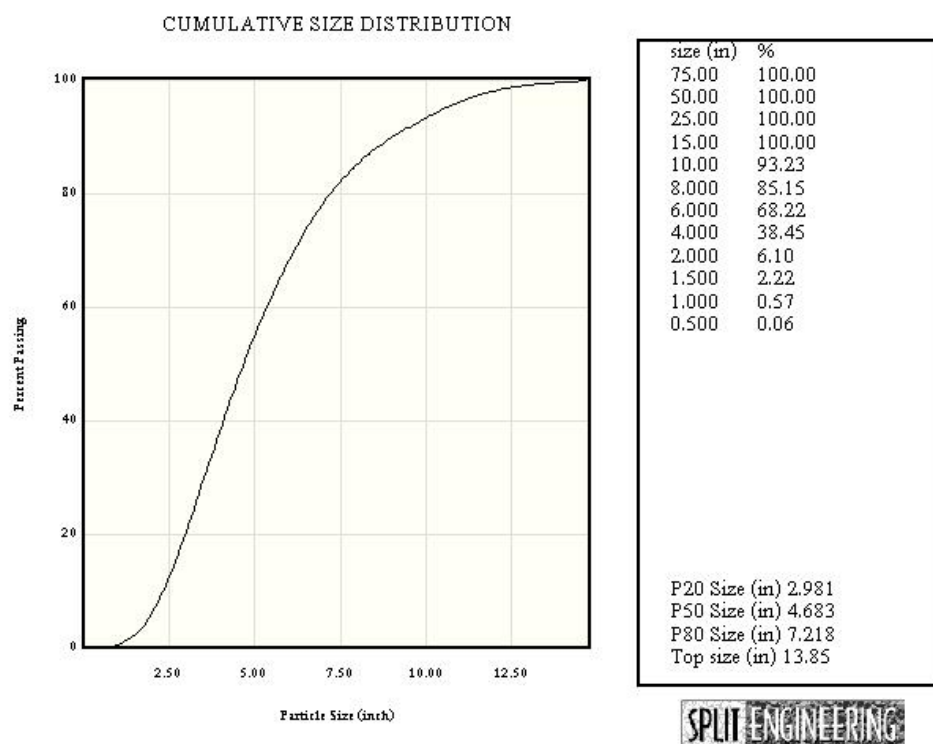
Picture 022



รูปที่ 15 แสดงรูปที่ Picture 022 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



Picture 023

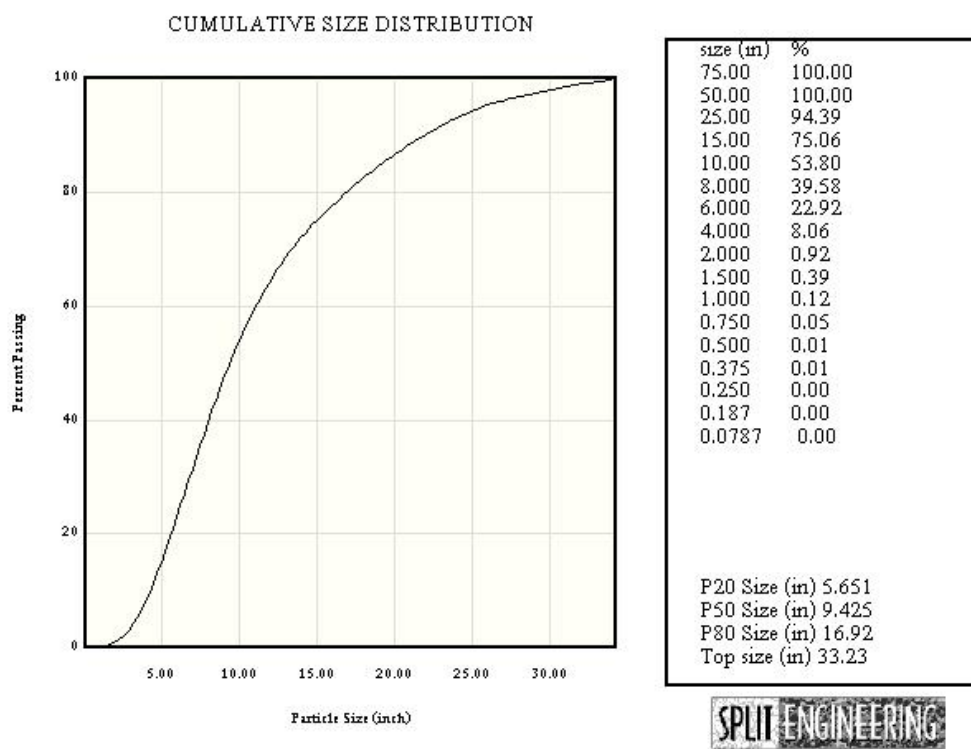


รูปที่ 16 แสดงรูปที่ Picture 023 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด

กรณีที่ 4 การวิเคราะห์ขนาดการแตกของหินในกรณีที่มีความยาว Air Deck 1.0 เมตร Stemming 1.2 เมตร



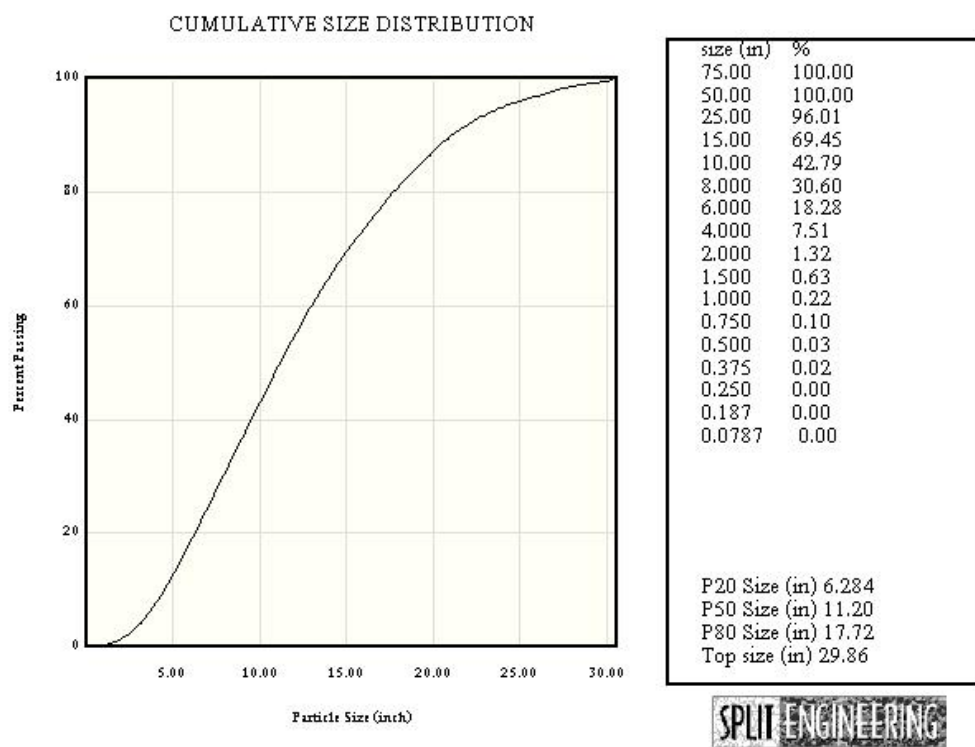
Picture 150



รูปที่ 17 แสดงรูปที่ Picture 150 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



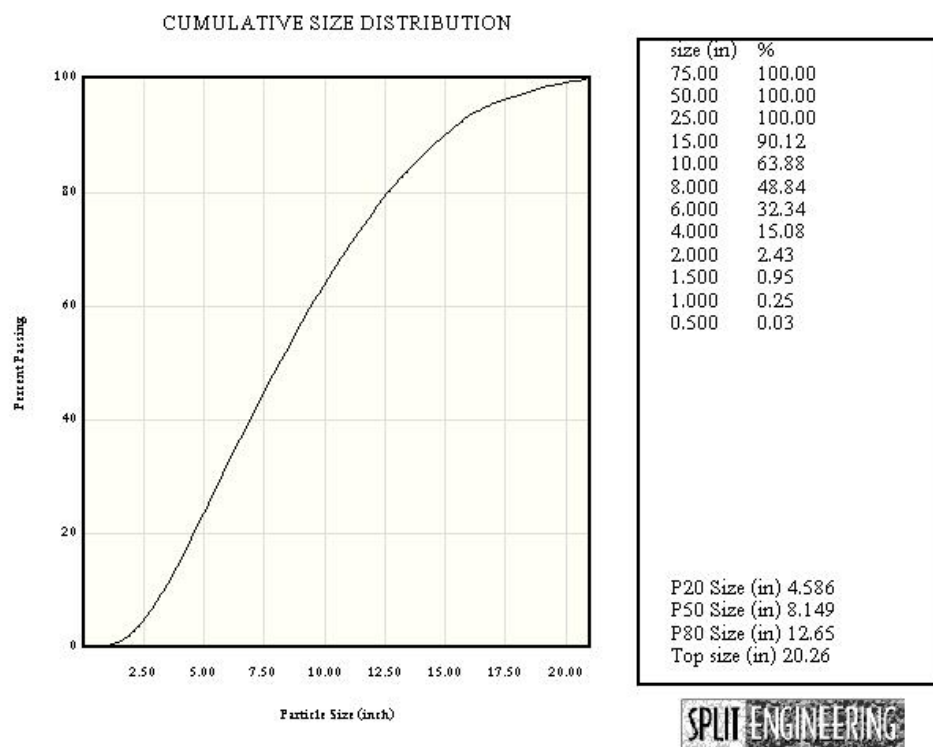
Picture 151



รูปที่ 18 แสดงรูปที่ Picture 151 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



Picture 155

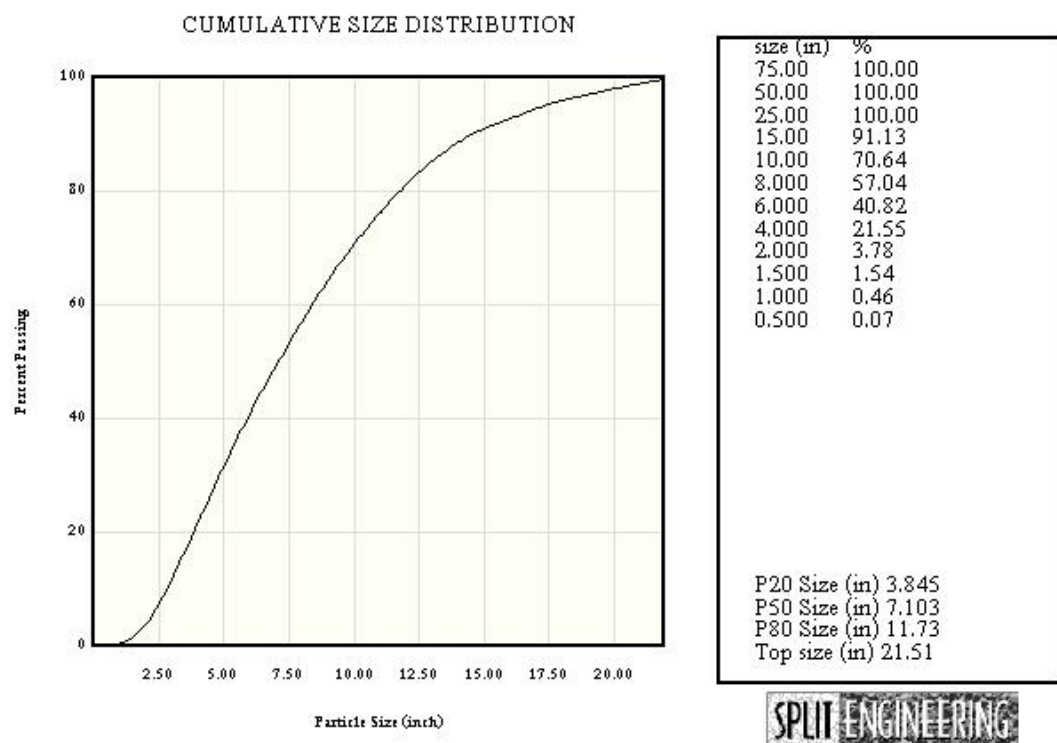


รูปที่ 19 แสดงรูปที่ Picture 155 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด

กรณีที่ 5 การวิเคราะห์ขนาดการแตกของหินในกรณีที่มีความยาว Air Deck 1.3 เมตร Stemming 1.2 เมตร



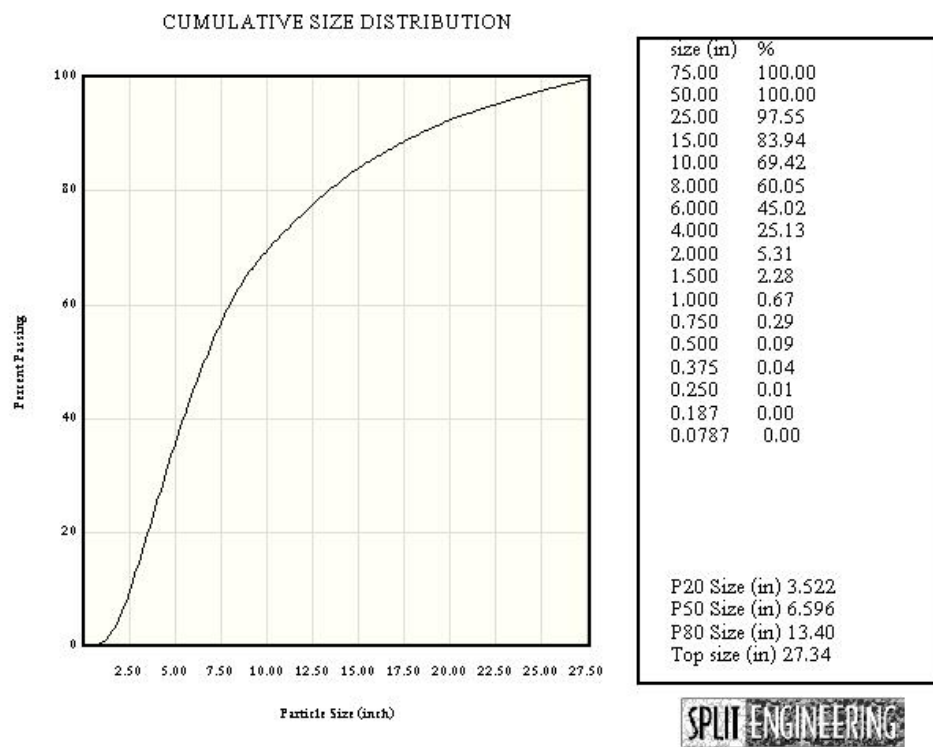
Picture 171



รูปที่ 20 แสดงรูปที่ Picture 171 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



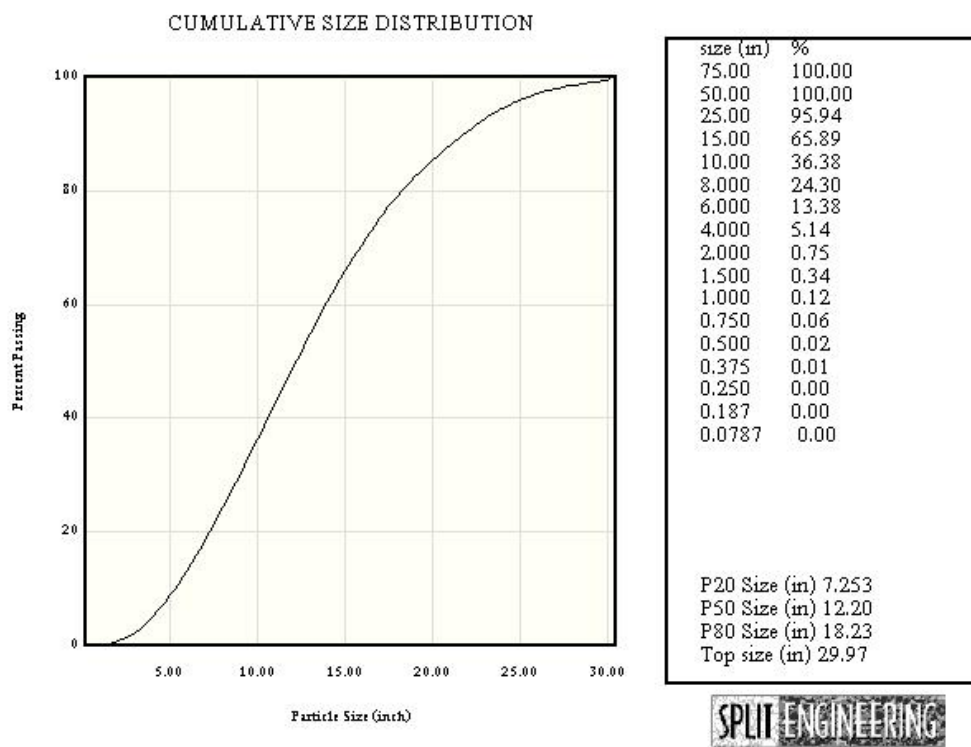
Picture 161



รูปที่ 21 แสดงรูปที่ Picture 161 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



Picture 162

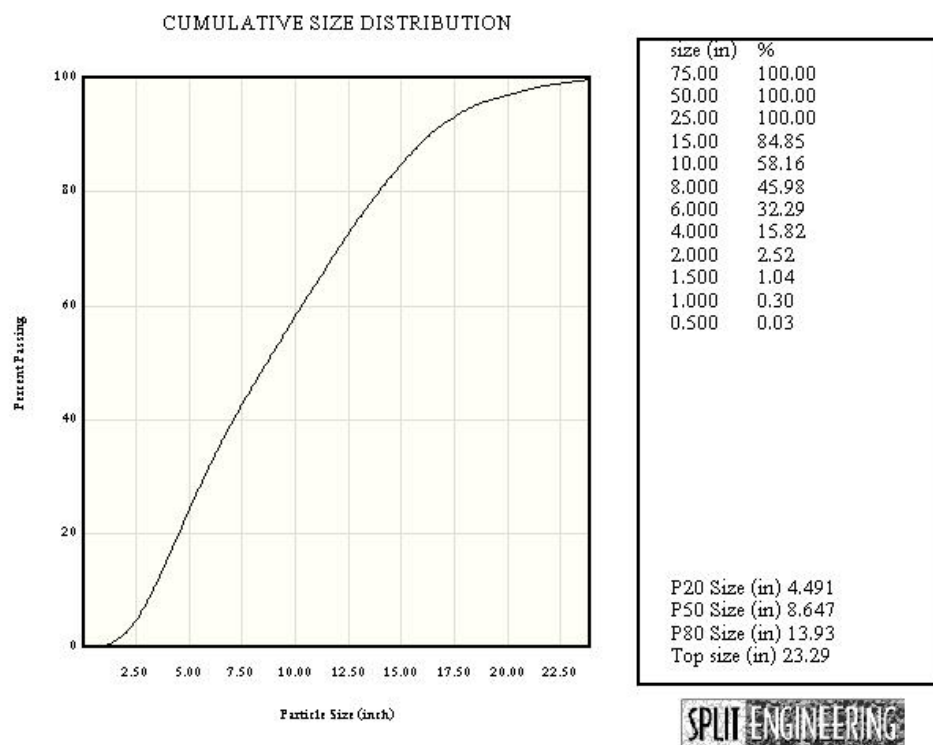


รูปที่ 22 แสดงรูปที่ Picture 162 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด

กรณีที่ 6 การวิเคราะห์ขนาดการแตกของหินในกรณีที่มีความยาว Air Deck 1.5 เมตร Stemming 1.2 เมตร



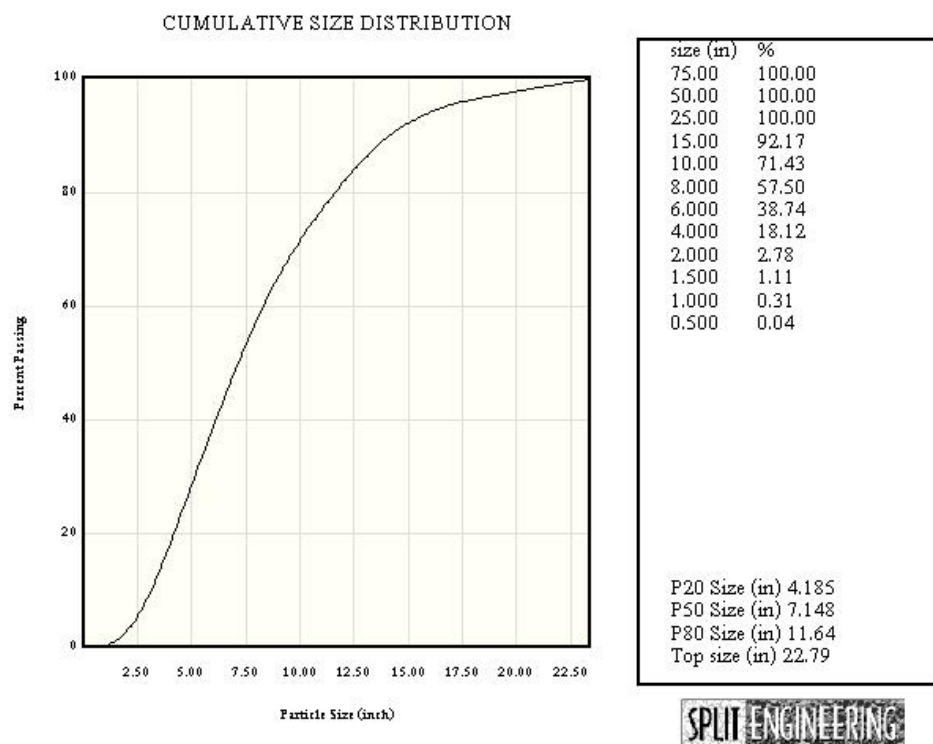
Picture 190



รูปที่ 23 แสดงรูปที่ Picture 190 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



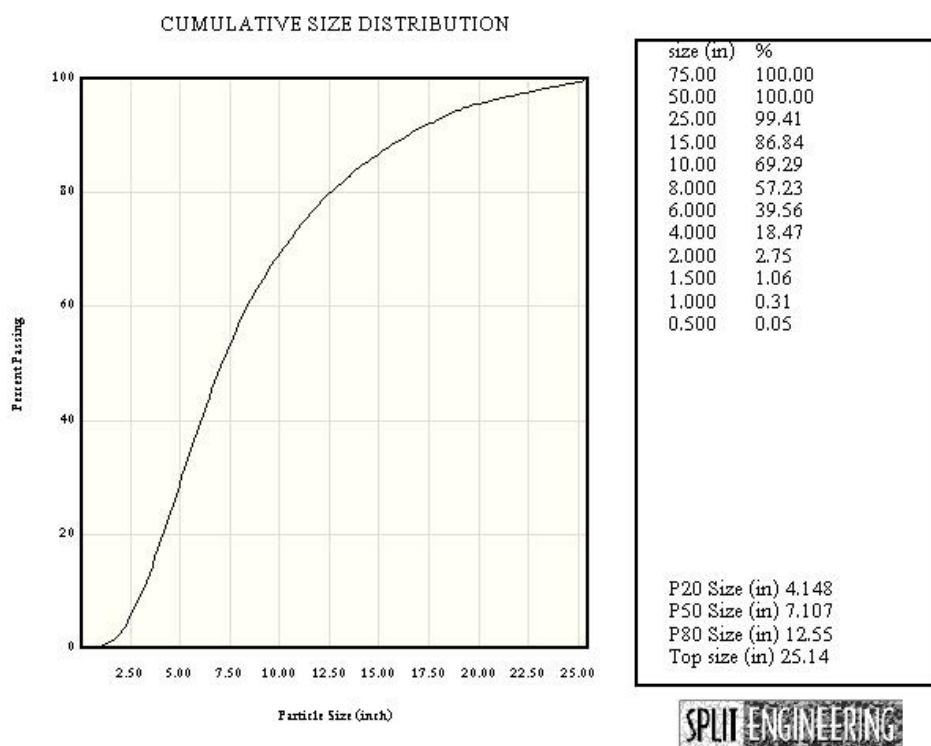
Picture 192



รูปที่ 24 แสดงรูปที่ Picture 192 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



Picture 194



รูปที่ 25 แสดงรูปที่ Picture 194 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด

ภาคผนวกที่ 2

แสดงการวิเคราะห์ขนาด(Size Analysis) ที่เหมืองหินชนิดหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมเคมี
ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ตำบลแม่เมาะ อำเภอมะเณร จังหวัดลำปาง

กรณีที่	ความลึกเจาะ (เมตร)	Burden (เมตร)	Spacing (เมตร)	Stemming (เมตร)	Subdrill (เมตร)	วัตถุระเบิด(kg.)			Pow. Fac. (kg./m ³)	ความยาว Air Deck		วิเคราะห์ขนาดโดยรูปที่	ขนาด(นิ้ว)	
						ANFO	Primer	รวม		(เมตร)	(%)		เฉลี่ย	โรที่สด
1	11.0	3.0	3.5	2.5	1.0	32.3	1.25	33.55	0.320	0.0	0.0	Picture 136-1	9.4	20,73
												Picture 136-2	9.9	21.4
												Picture 136-3	13.2	24.1
												Picture 137-1	9.9	20.3
												Picture 137-2	12.6	23.7
												Picture 139-1	13.9	25.3
												Average	11.5	23.0
2	9.0	3.0	3.5	2.0	2.0	23.6	1.25	24.81	0.338	0.8	12.9	Picture 013-1	10.9	18.7
												Picture 013-2	12.4	21.2
												Picture 014-1	11.2	17.3
												Average	11.5	19.1
3	11.0	3.0	3.5	2.0	1.0	29.6	1.25	30.89	0.294	1.2	15.4	Picture 029-1	12.8	22.4
												Picture 030-1	10.6	16.4
												Average	11.7	19.4
4	10.0	3.0	3.5	2.0	1.0	25.1	1.25	26.33	0.279	1.4	21.2	Picture 080-1	13.6	23.6
												Picture 080-2	10.0	19.8
												Picture 080-3	10.1	18.8
												Picture 081-1	12.4	27.1
												Picture 083-1	10.2	18.2
												Picture 084-1	12.2	20.5
												Average	11.5	21.9

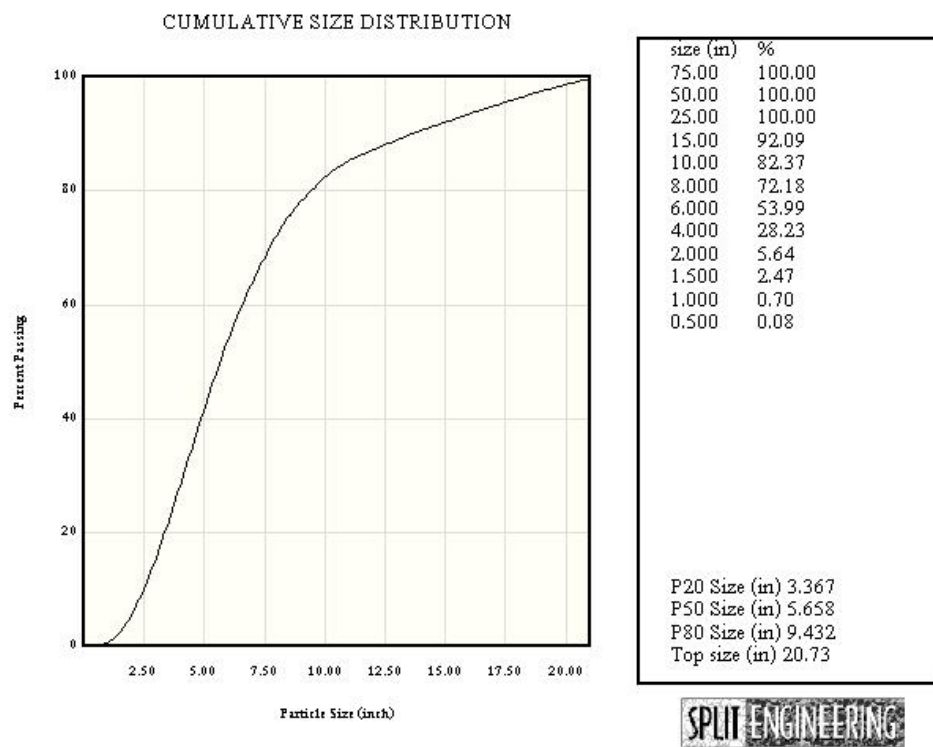
กรณีที่	ความลึกเจาะ (เมตร)	Burden (เมตร)	Spacing (เมตร)	Stemming (เมตร)	Subdrill (เมตร)	วัตถุระเบิด(kg.)			Pow. Fac. (kg./m ³)	ความยาว Air Deck		วิเคราะห์ขนาดโดยรูปที่	ขนาด(นิ้ว)	
						ANFO	Primer	รวม		(เมตร)	(%)		เฉลี่ย	โรที่ชุด
5	11.0	3.0	3.5	2.0	1.0	28.1	1.25	29.37	0.280	1.6	21.6	Picture 040-1	19.7	32.5
												Picture 041-2	8.8	14.1
												Picture 043-1	20.6	32.8
												Picture 043-2	10.2	19.5
												Picture 044-1	16.9	37.8
												Picture 044-2	9.9	19.0
												Picture 045-1	9.9	19.0
												Picture 045-2	15.2	26.6
												Picture 045-3	10.3	17.3
												Average	13.5	24.3
6	10.0	3.0	3.5	2.0	1.0	23.6	1.25	24.81	0.263	1.8	29.0	Picture 105-1	18.6	31.7
												Picture 107-1	14.3	24.6
												Average	16.4	28.1
7	11.0	3.0	3.5	2.0	1.0	26.6	1.25	27.85	0.265	2.0	28.6	Picture 001-1	18.1	29.1
												Picture 001-2	16.2	27.5
												Picture 007-1	14.6	25.8
												Picture 009-1	21.1	34.0
												Average	17.5	29.1
8	11.5	3.0	3.5	2.0	1.0	27.7	1.25	28.99	0.263	2.2	30.1	Picture 173-1	16.1	31.5
												Picture 175-1	20.4	38.0

	Average											18.2	34.8	
กรณีที่	ความลึกกรูเจาะ (เมตร)	Burden (เมตร)	Spacing (เมตร)	Stemming (เมตร)	Subdrill (เมตร)	วัตถุระเบิด(kg.)			Pow. Fac. (kg./m³)	ความยาว Air Deck		วิเคราะห์ขนาดโดยรูปที่	ขนาด(นิ้ว)	
						ANFO	Primer	รวม		(เมตร)	(%)		เฉลี่ย	โรที่สูด
9	10.0	3.0	3.5	2.0	1.0	21.3	1.25	22.53	0.238	2.4	42.9	Picture 112-1	18.1	33.1
												Picture 112-3	17.7	36.7
												Picture 114-1	21.1	39.1
												Picture 115-1	19.2	33.2
												Average		

กรณีที่ 1 การวิเคราะห์ขนาดการแตกของหินในกรณีที่มีความยาว Air Deck 0.0 เมตร



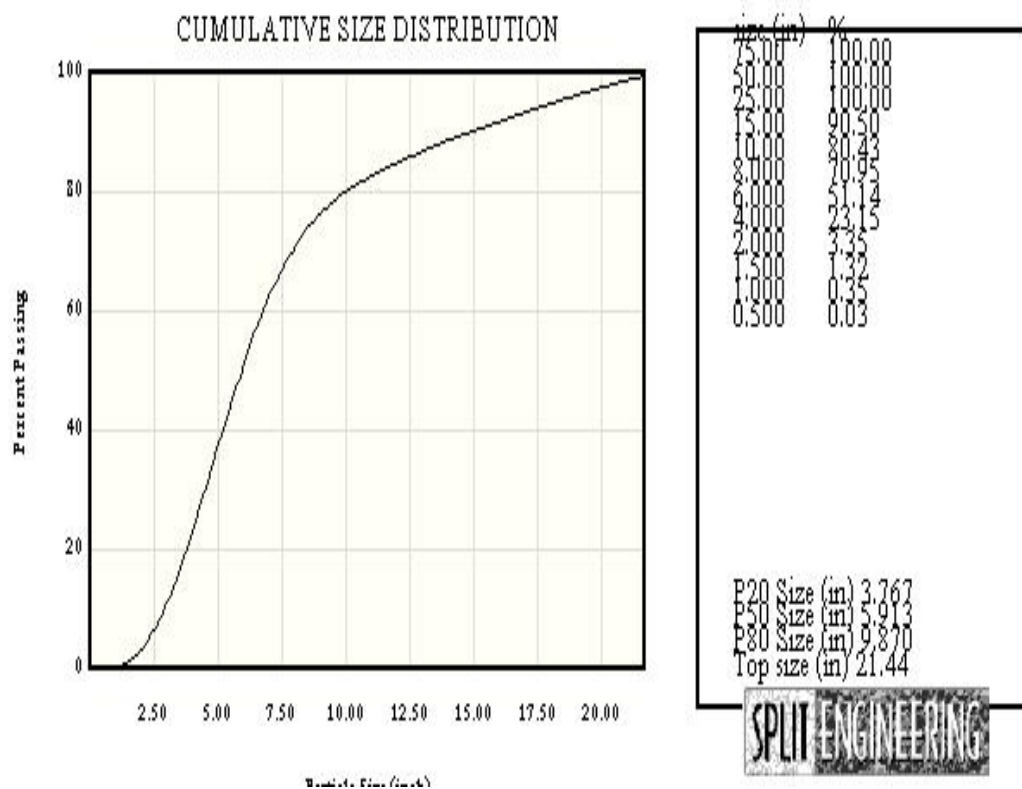
Picture 136-1



รูปที่ 26 แสดงรูปที่ Picture 136-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



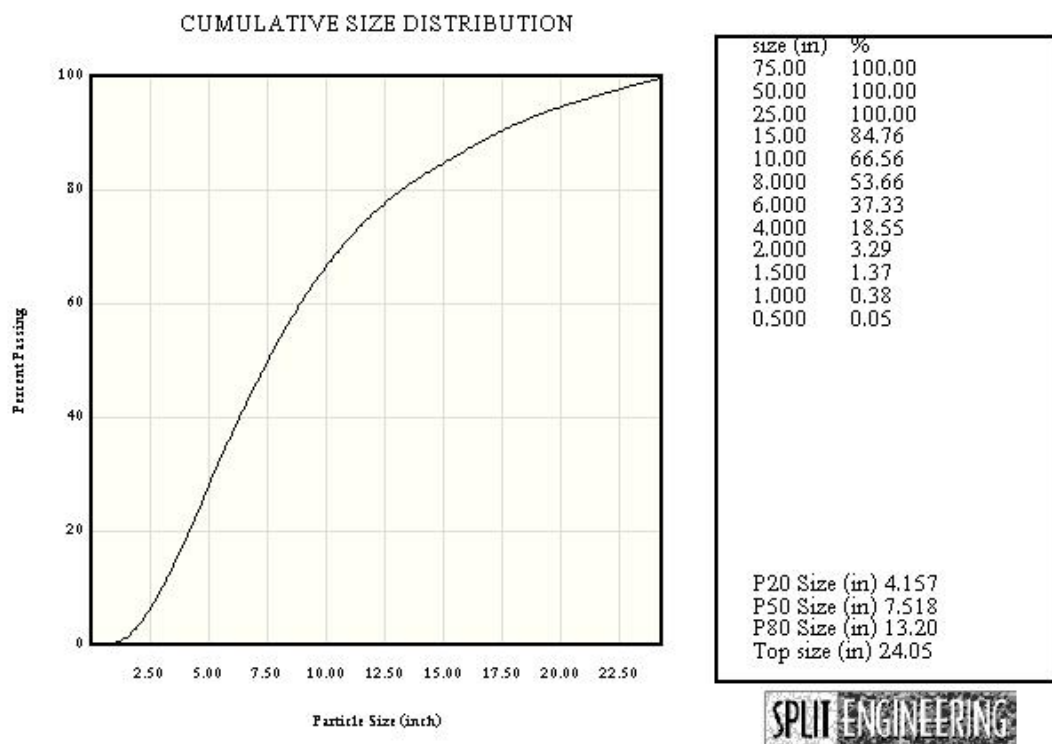
Picture 136-2



รูปที่ 27 แสดงรูปที่ Picture 136-2 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



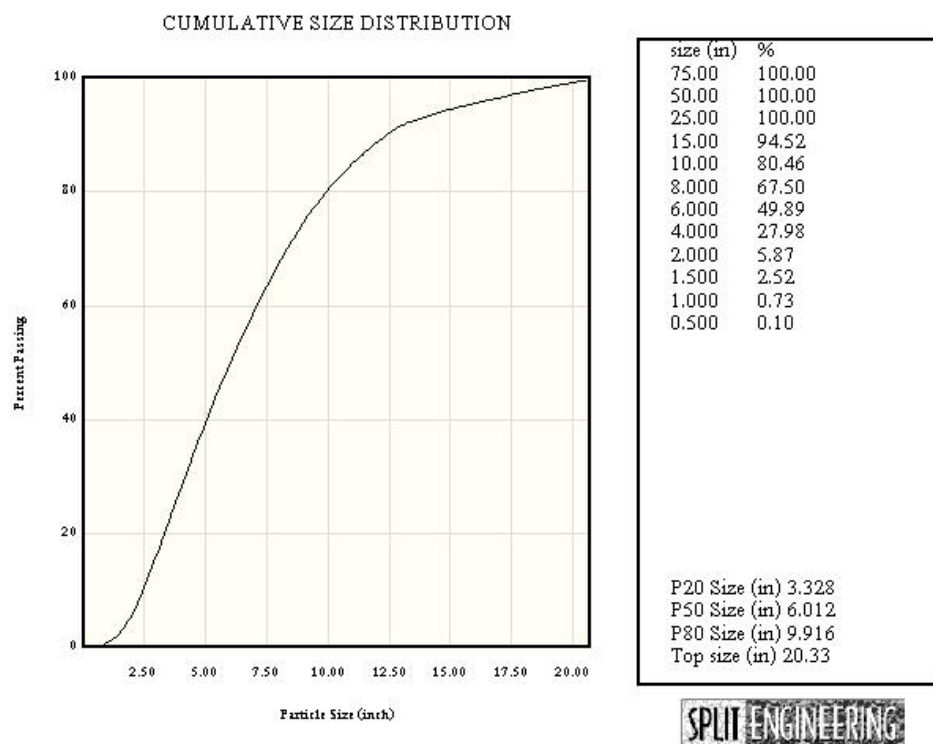
Picture 136-3



รูปที่ 28 แสดงรูปที่ Picture 136-3 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



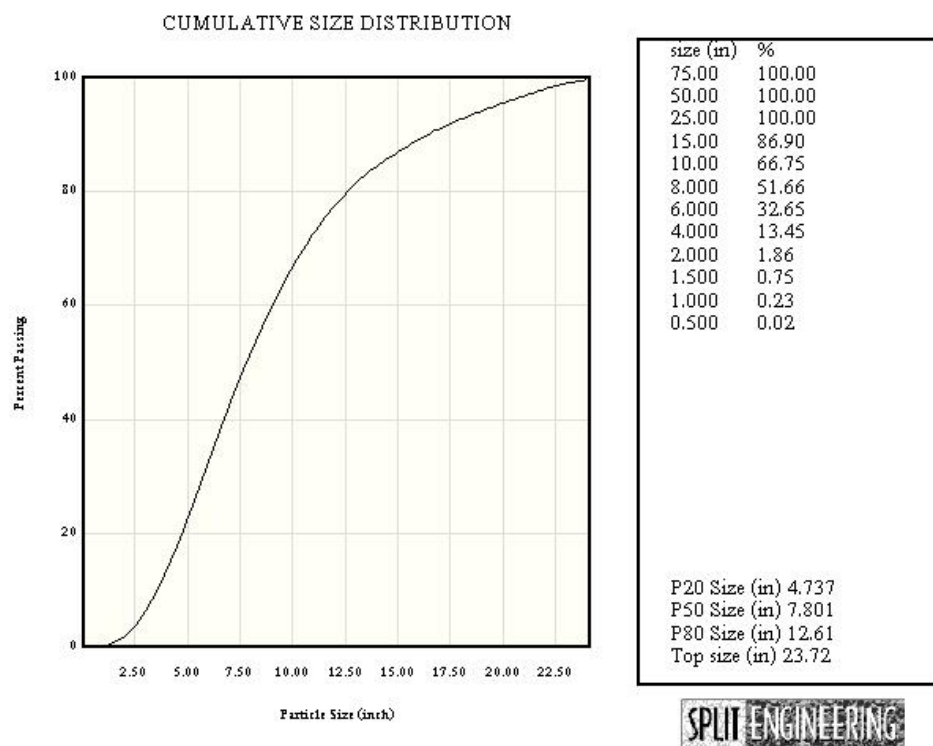
Picture 137-1



รูปที่ 29 แสดงรูปที่ Picture 137-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



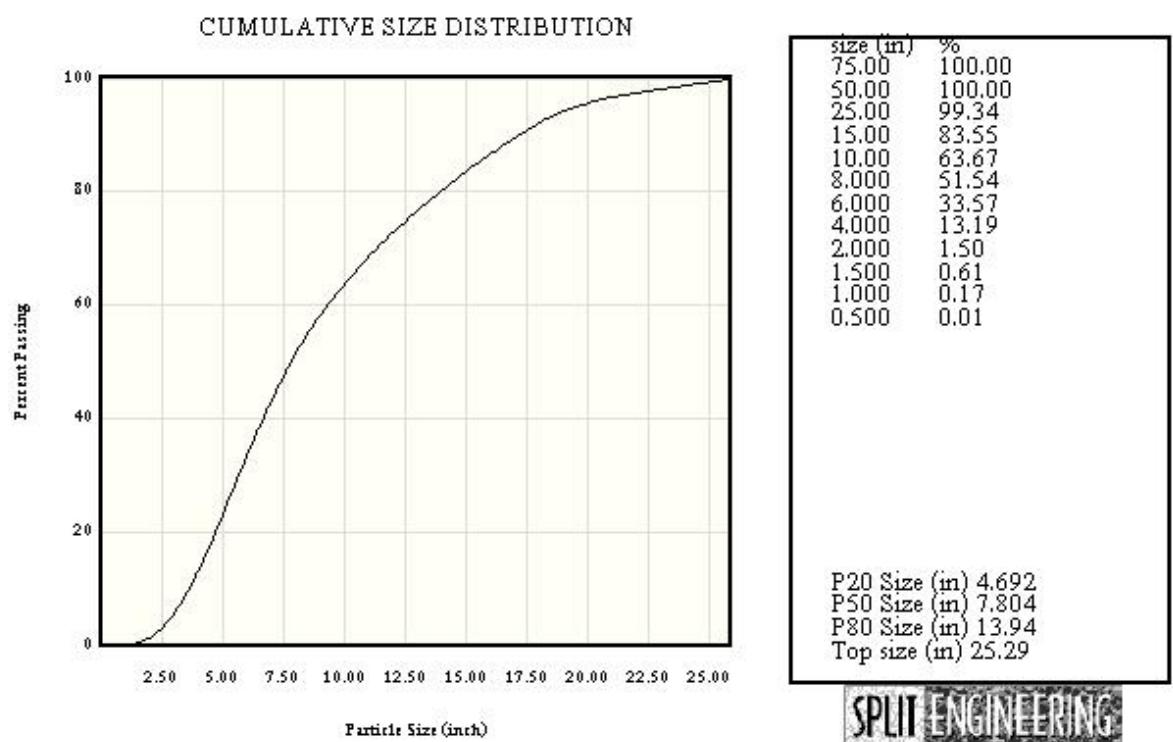
Picture 137-2



รูปที่ 30 แสดงรูปที่ Picture 137-2 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



Picture 139-1

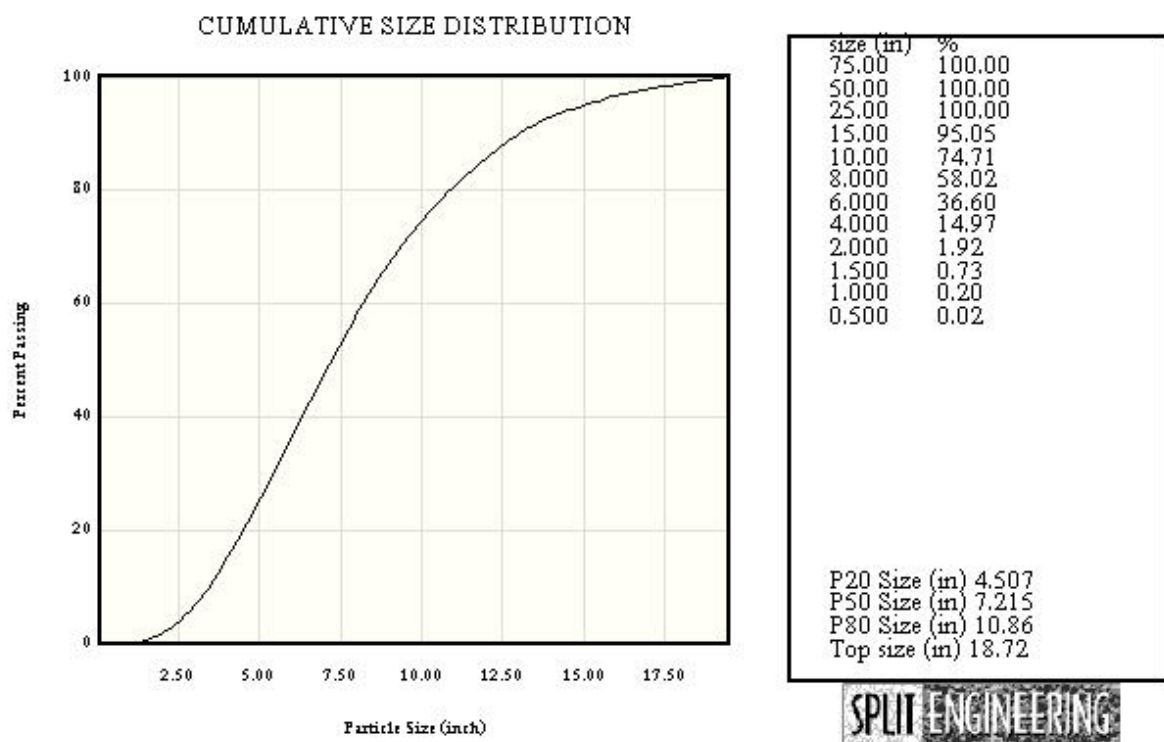


รูปที่ 31 แสดงรูปที่ Picture 139-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด

กรณีที่ 2 การวิเคราะห์ขนาดการแตกของหินในกรณีที่มีความยาว Air Deck 0.8 เมตร



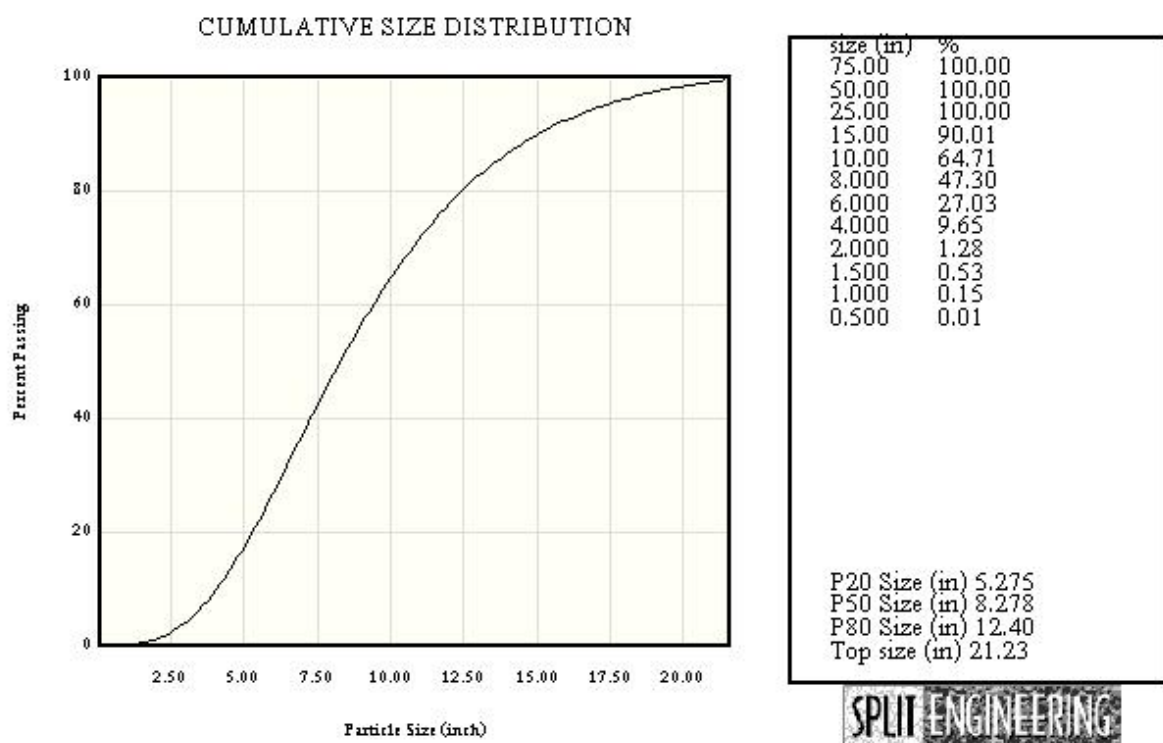
Picture 013-1



รูปที่ 32 แสดงรูปที่ Picture 013-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



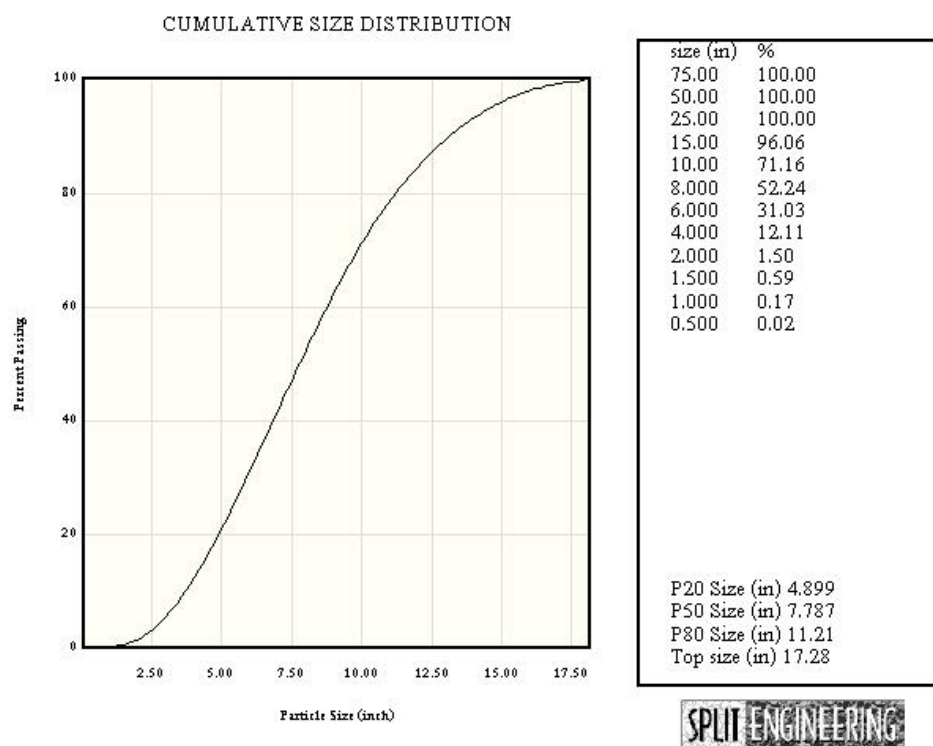
Picture 013-2



รูปที่ 33 แสดงรูปที่ Picture 013-2ที่ใช้วัดขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



Picture 014-1

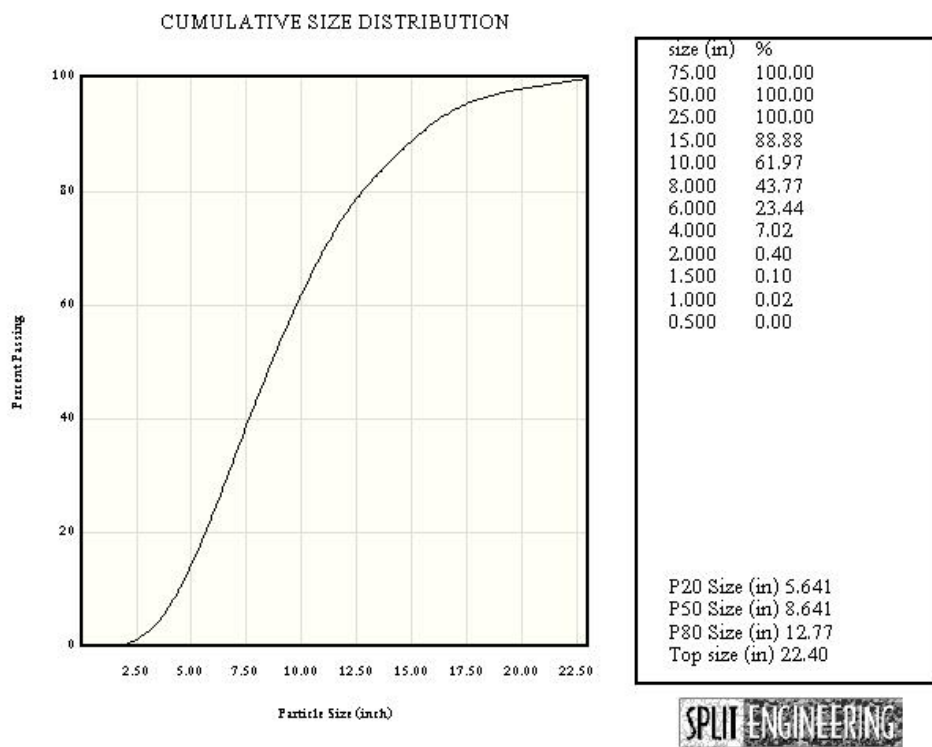


รูปที่ 34 แสดงรูปที่ Picture 014-1 ที่ใช้วัดขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด

กรณีที่ 3 การวิเคราะห์ขนาดการแตกของหินในกรณีที่มีความยาว Air Deck 1.2 เมตร



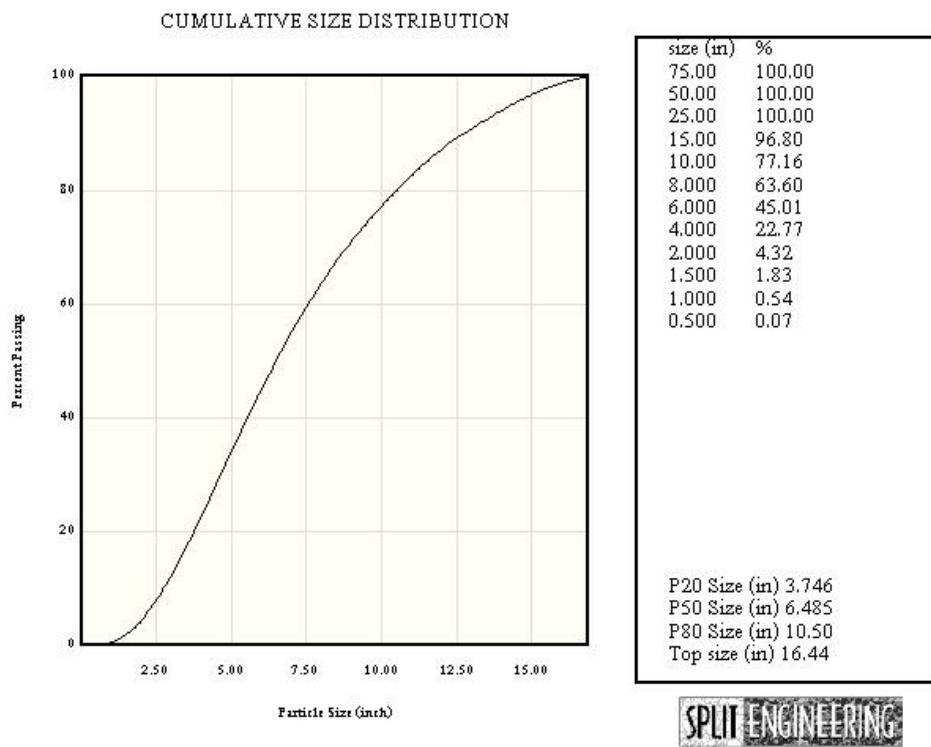
Picture 029-1



รูปที่ 35 แสดงรูปที่ Picture 029-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



Picture 030-1

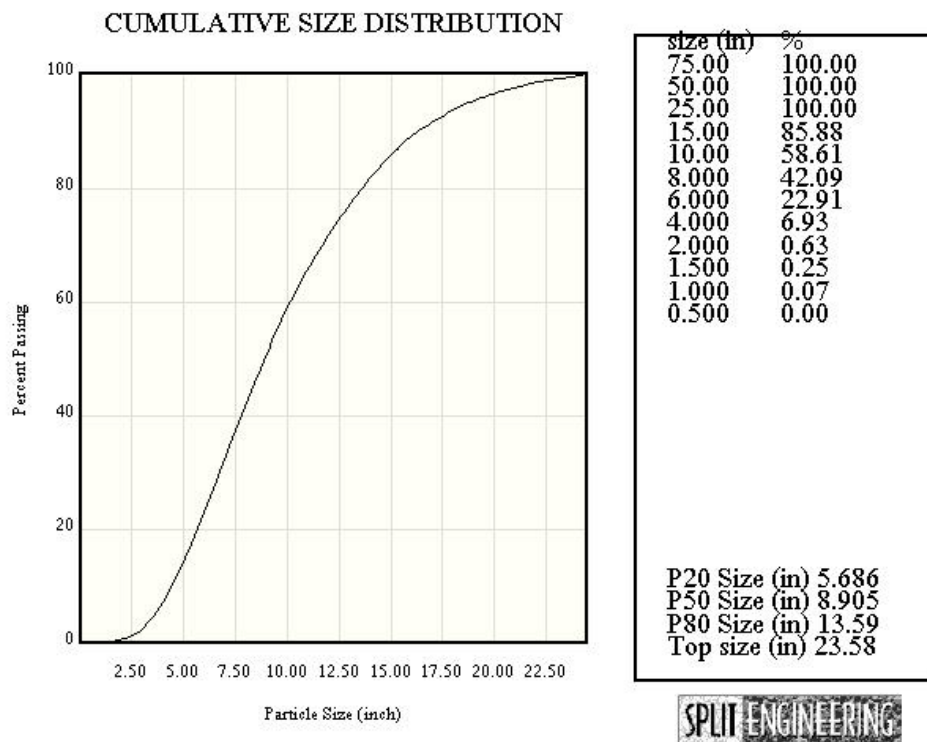


รูปที่ 36 แสดงรูปที่ Picture 030-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด

กรณีที่ 4 การวิเคราะห์ขนาดการแตกของหินในกรณีที่มีความยาว Air Deck 1.4 เมตร



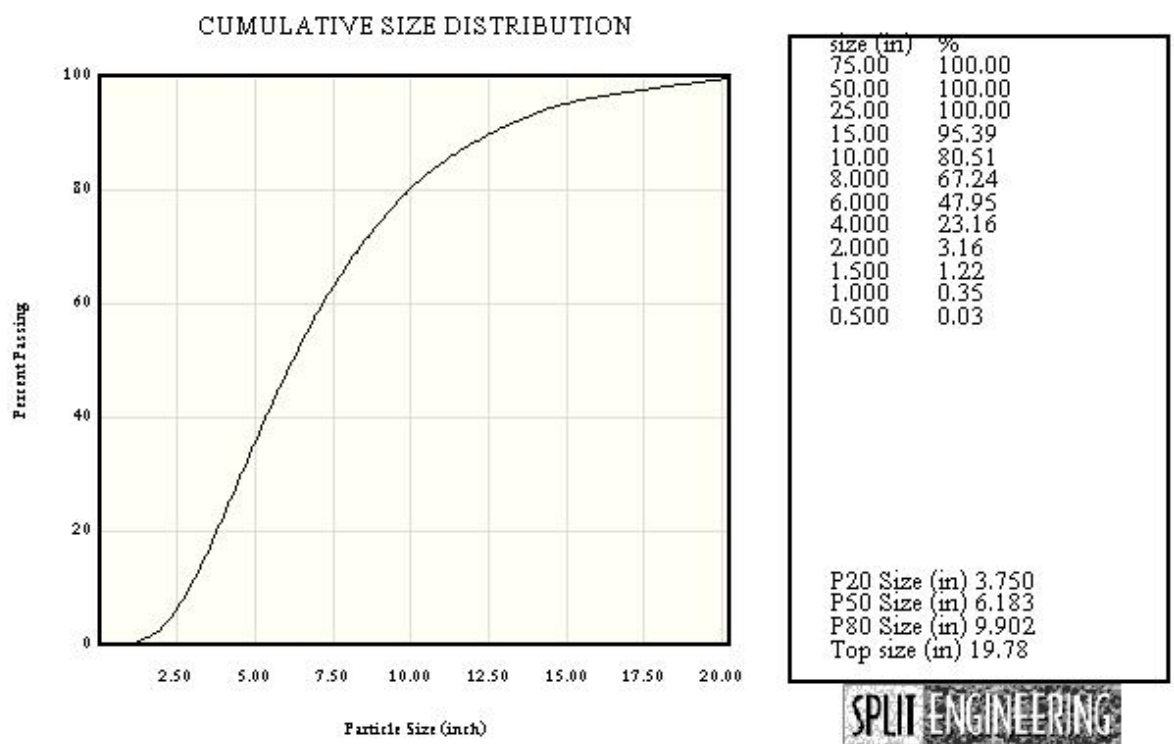
Picture 080-1



รูปที่ 37 แสดงรูปที่ Picture 080-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



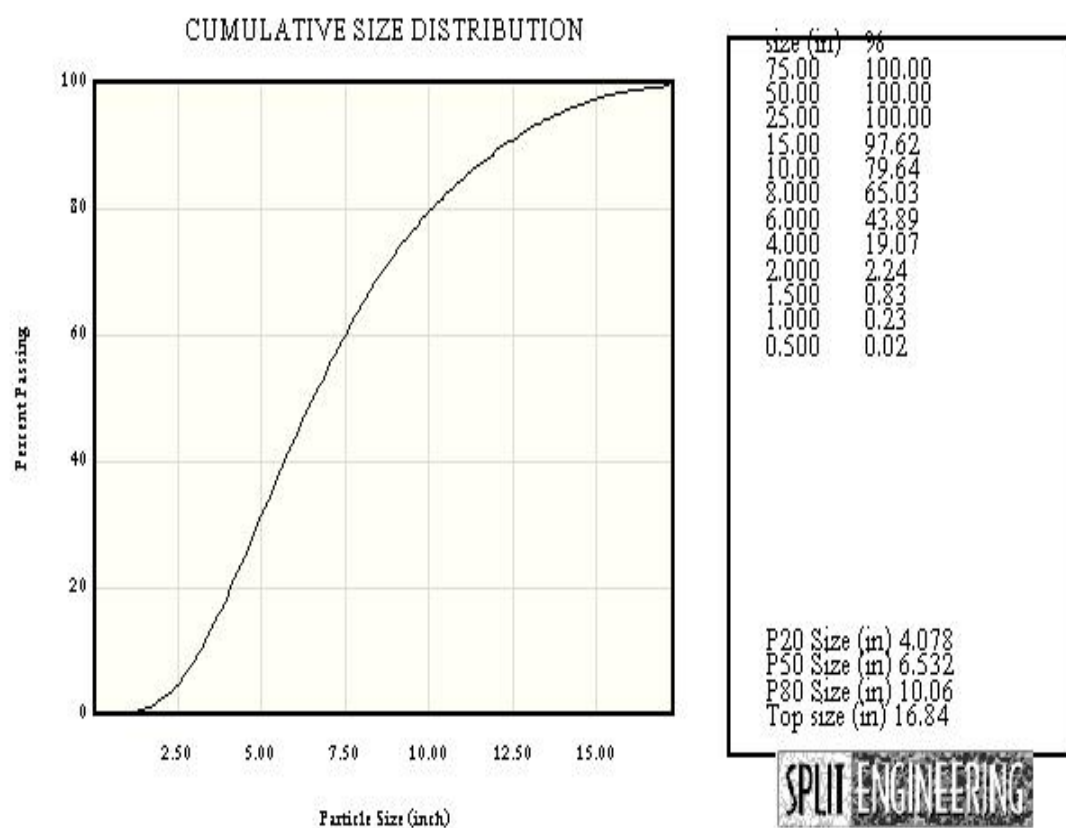
Picture 080-2



รูปที่ 38 แสดงรูปที่ Picture 080-2 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



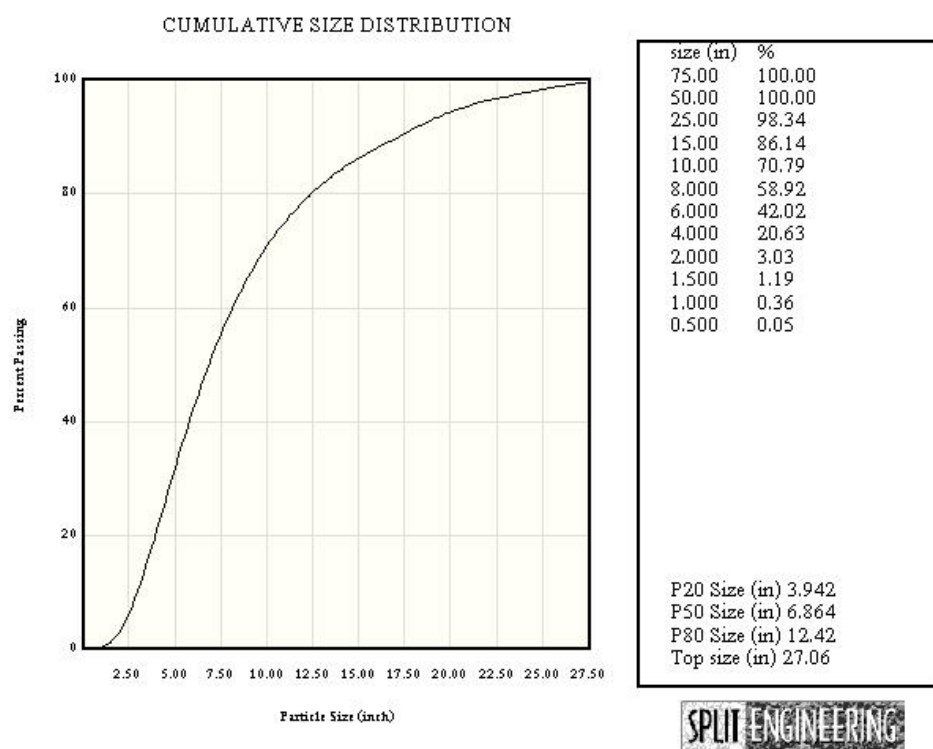
Picture 080-3



รูปที่ 39 แสดงรูปที่ Picture 080-3 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



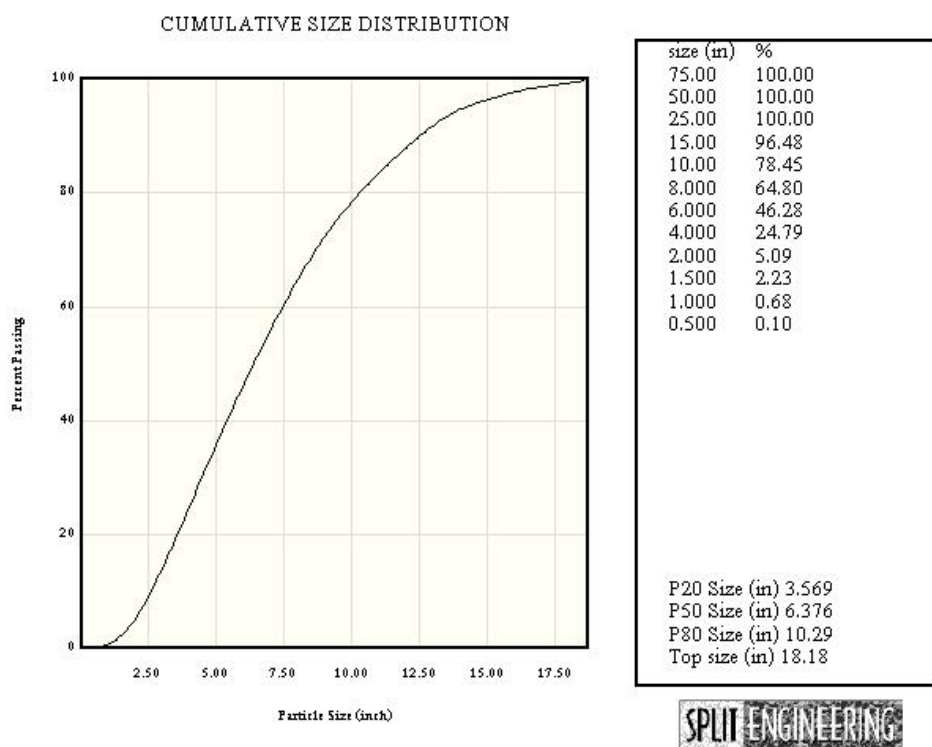
Picture 081-1



รูปที่ 40 แสดงรูปที่ Picture 081-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



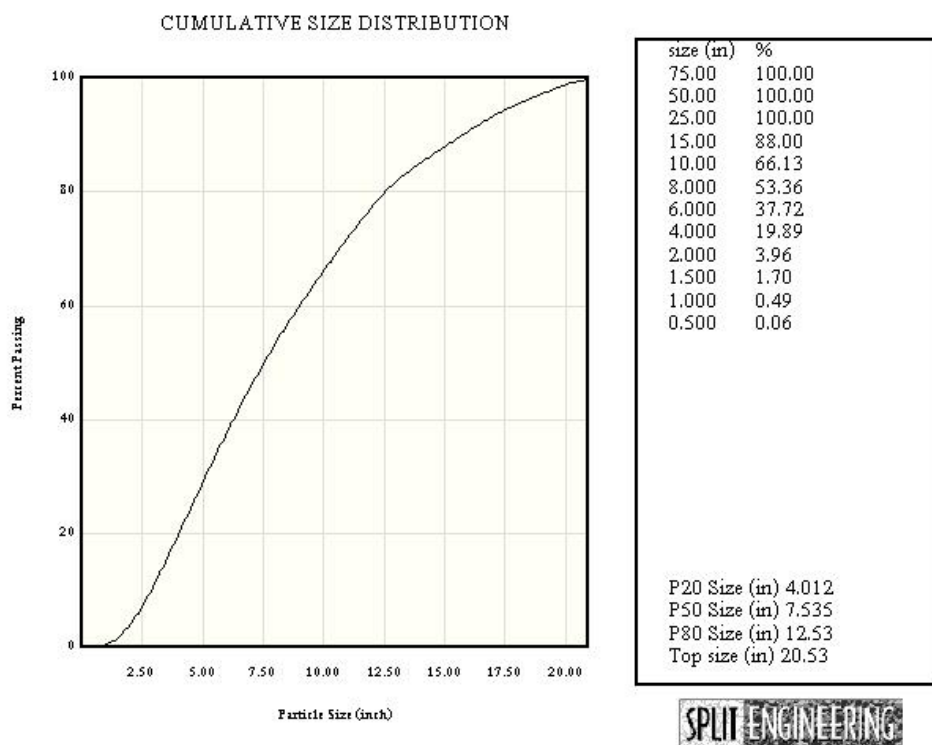
Picture 083-1



รูปที่ 41 แสดงรูปที่ Picture 083-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



Picture 084-1

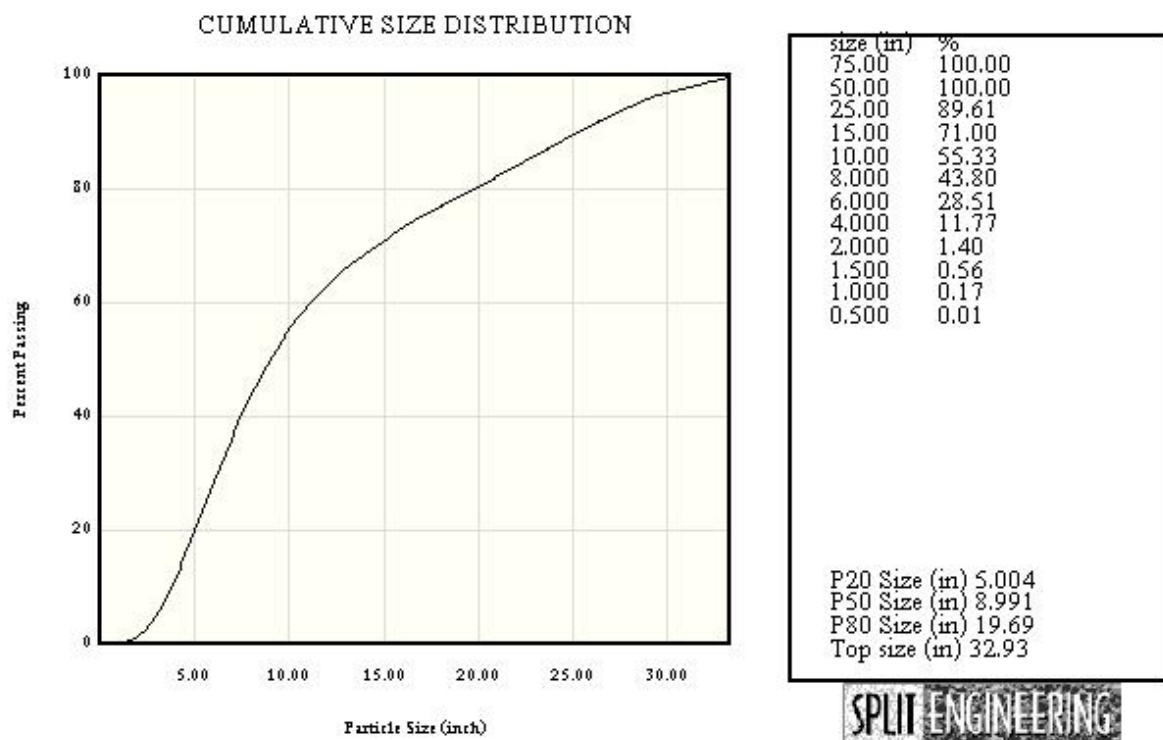


รูปที่ 42 แสดงรูปที่ Picture 084-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด

กรณีที่ 5 การวิเคราะห์ขนาดการแตกของหินในกรณีที่มีความยาว Air Deck 1.6 เมตร



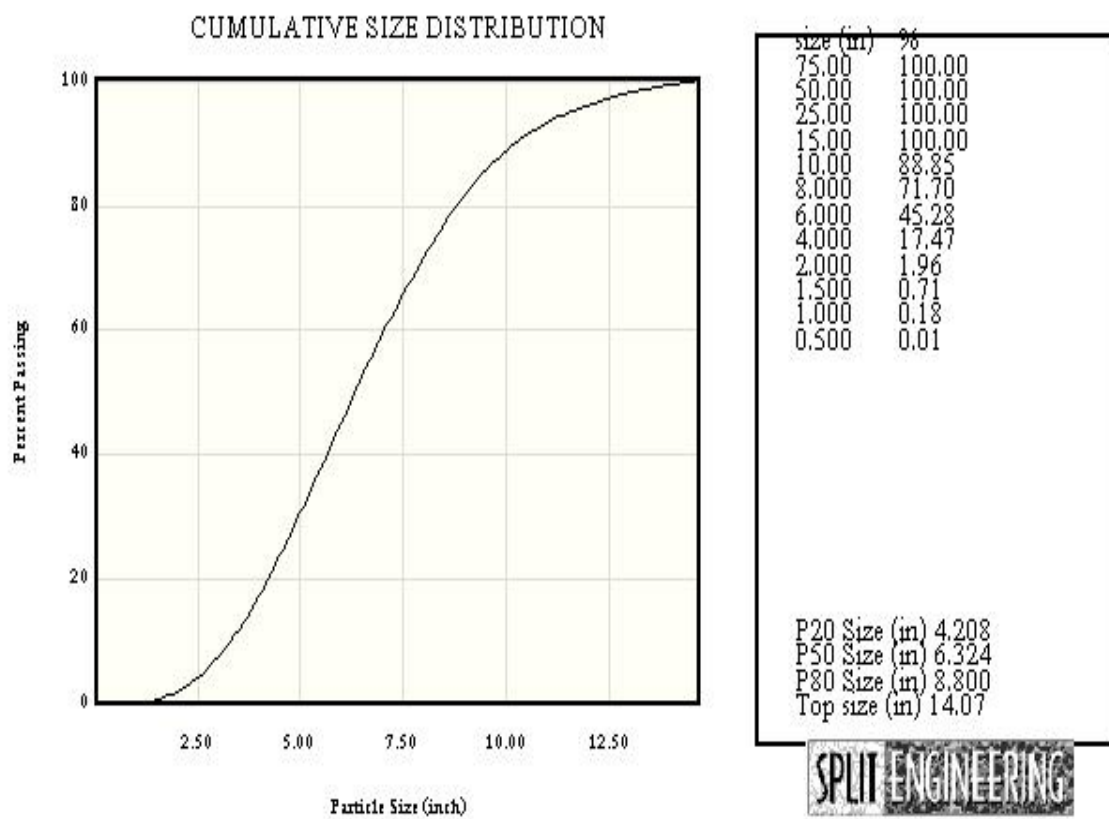
Picture 040-1



รูปที่ 43 แสดงรูปที่ Picture 040-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



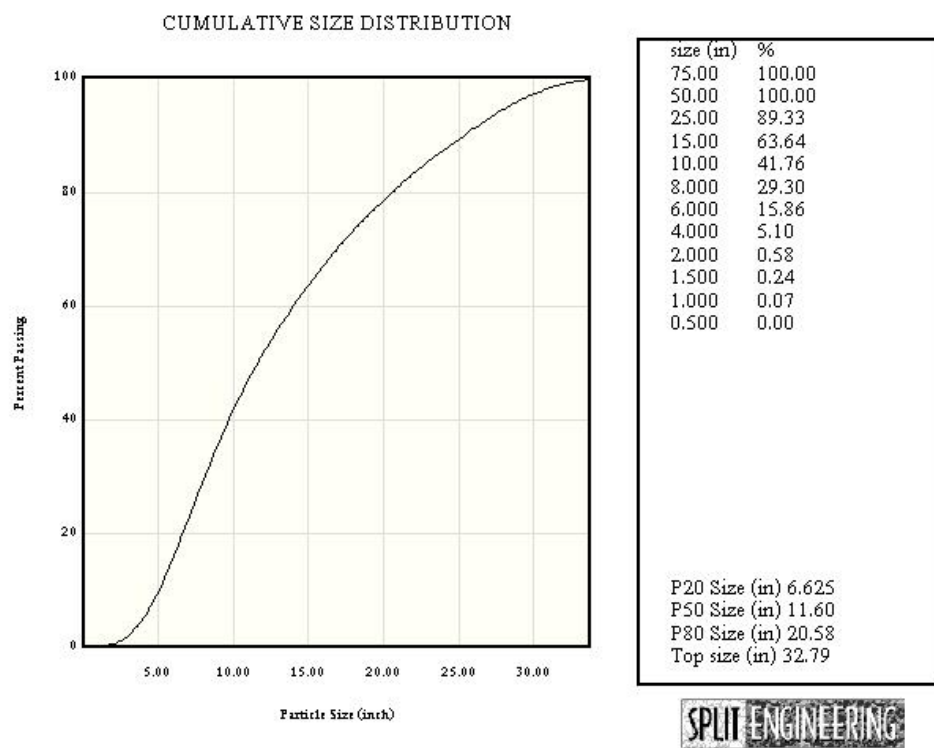
Picture 041-2



รูปที่ 44 แสดงรูปที่ Picture 041-2 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



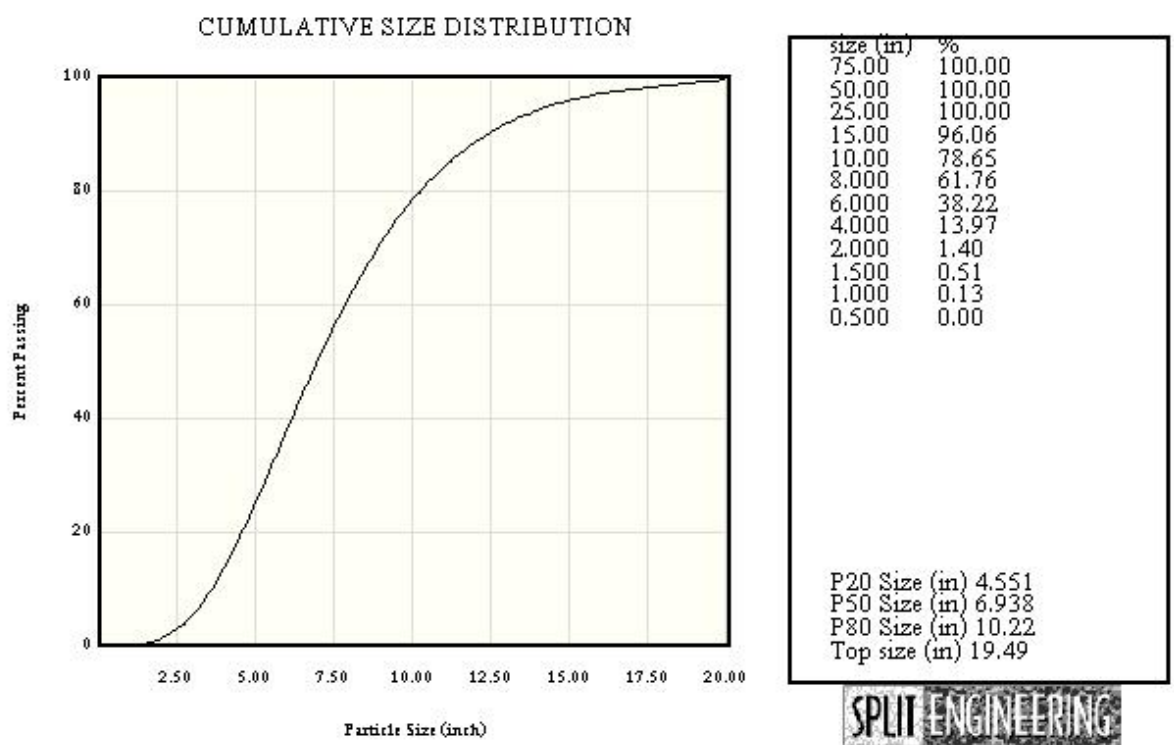
Picture 043-1



รูปที่ 45 แสดงรูปที่ Picture 043-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



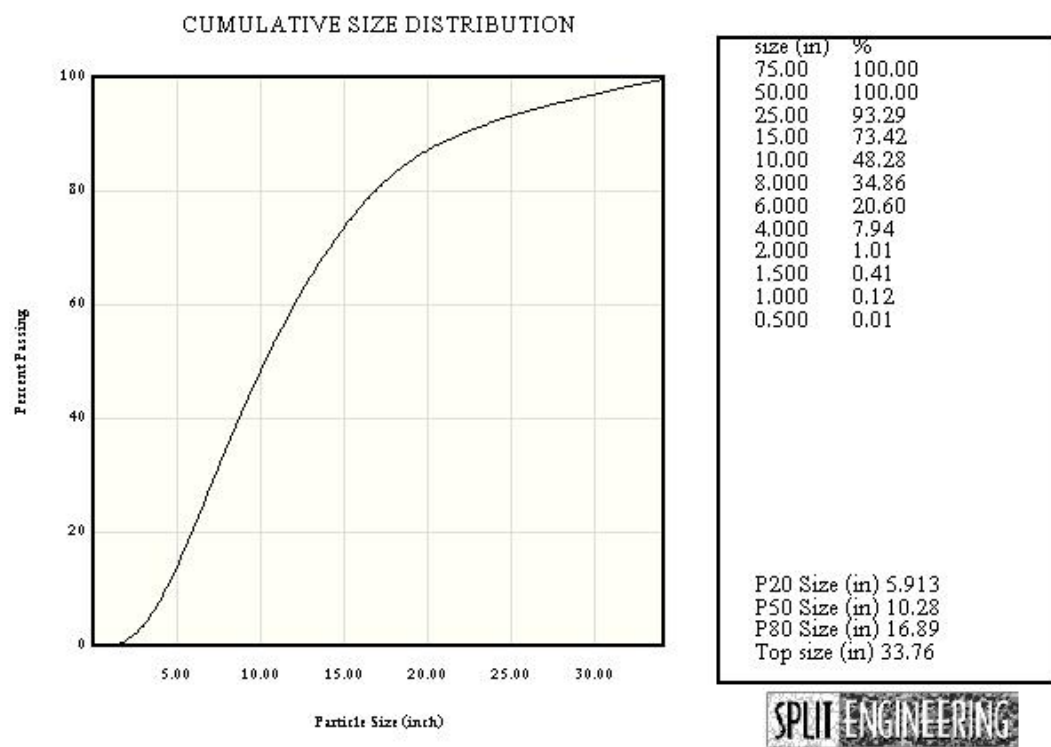
Picture 043-2



รูปที่ 46 แสดงรูปที่ Picture 043-2 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



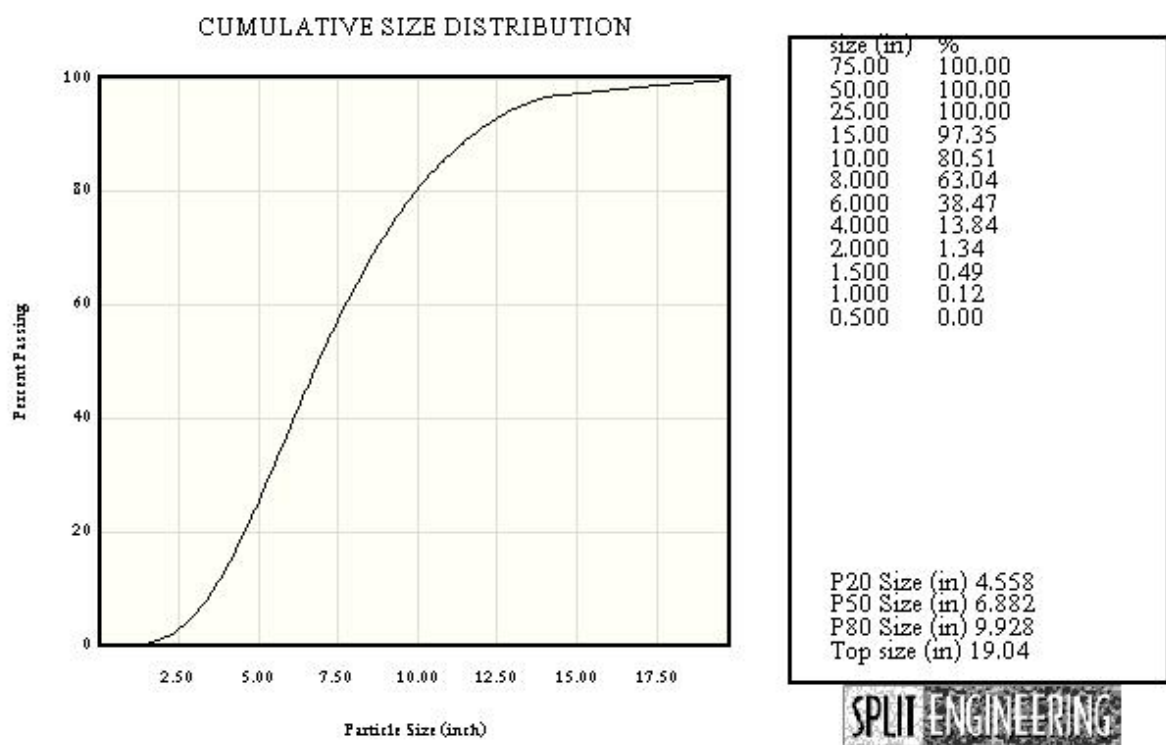
Picture 044-1



รูปที่ 47 แสดงรูปที่ Picture 044-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



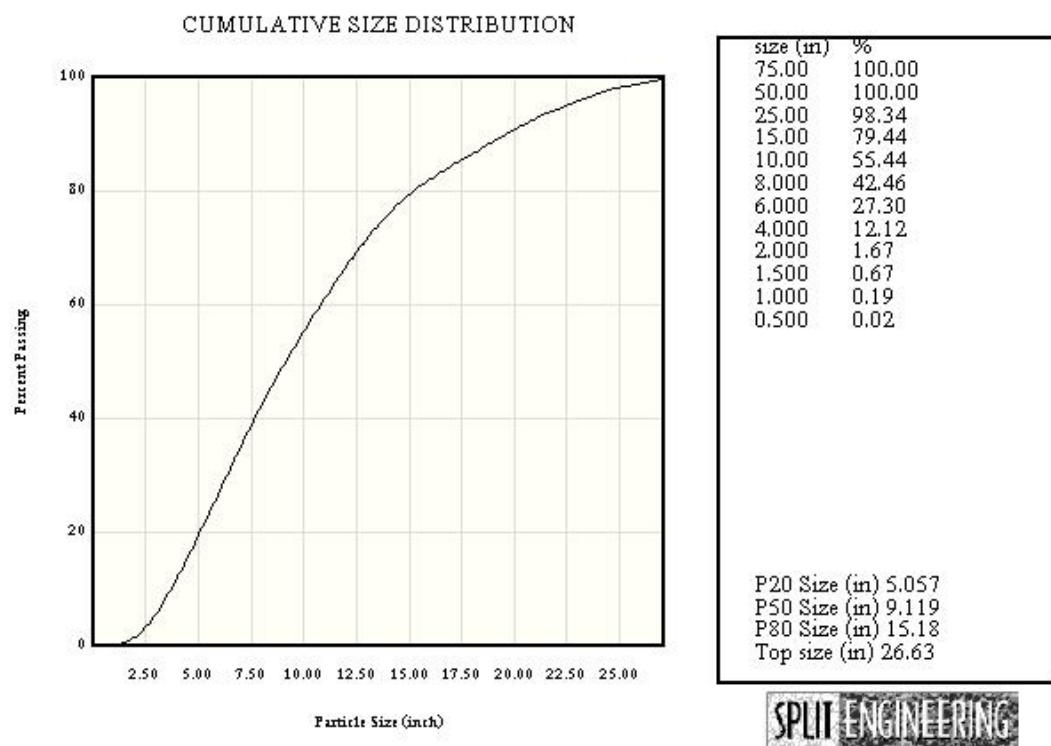
Picture 044-2



รูปที่ 48 แสดงรูปที่ Picture 044-2 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



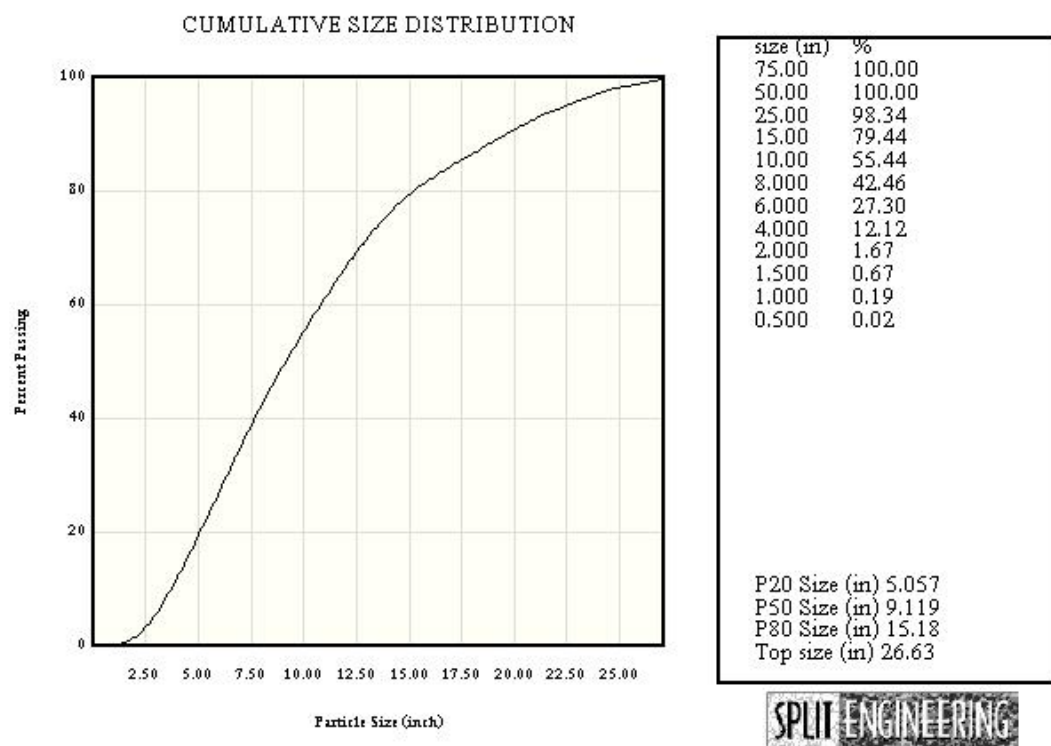
Picture 045-1



รูปที่ 49 แสดงรูปที่ Picture 045-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



Picture 045-2

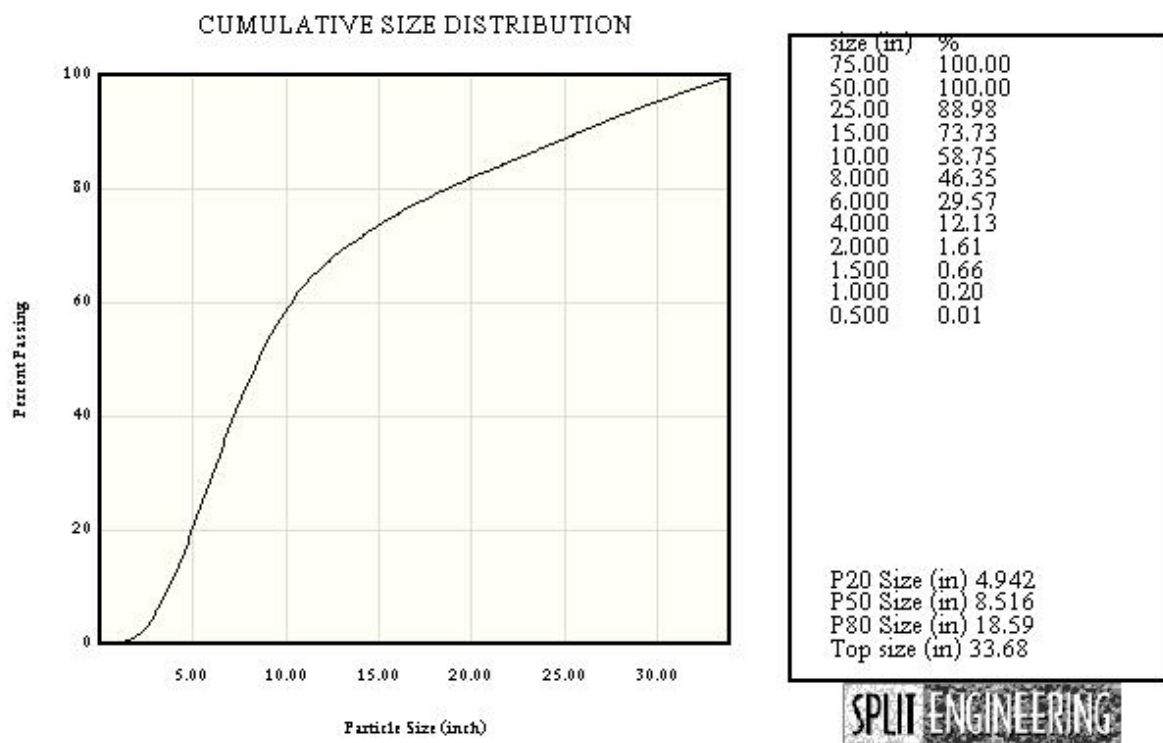


รูปที่ 50 แสดงรูปที่ Picture 045-2 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด

กรณีที่ 6 การวิเคราะห์ขนาดการแตกของหินในกรณีที่มีความยาว Air Deck 1.8 เมตร



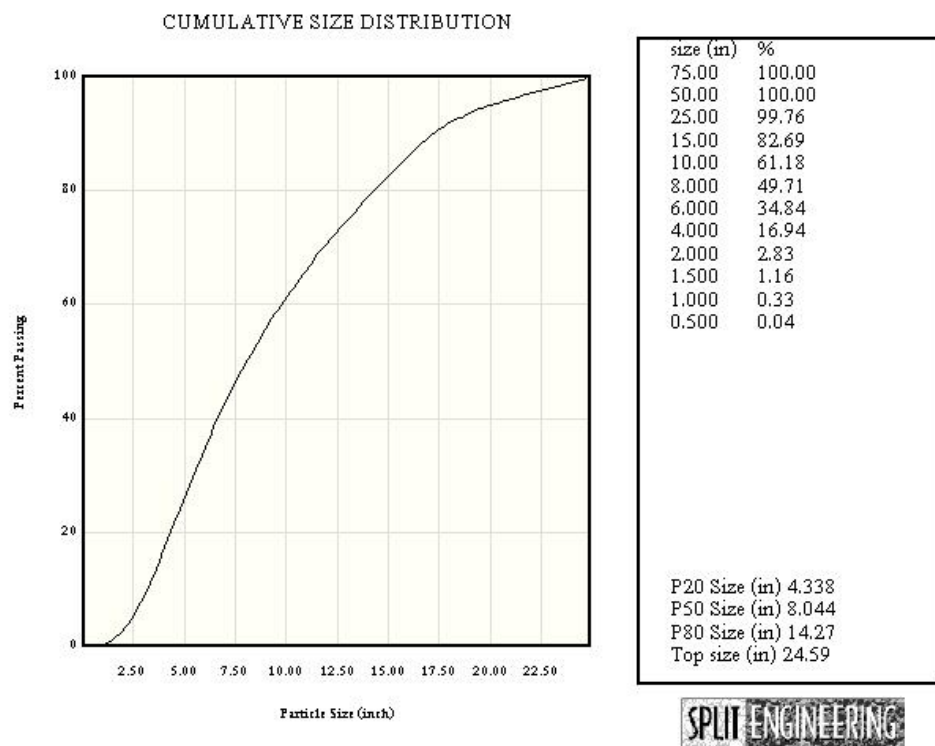
Picture 105-1



รูปที่ 51 แสดงรูปที่ Picture 105-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



Picture107-1

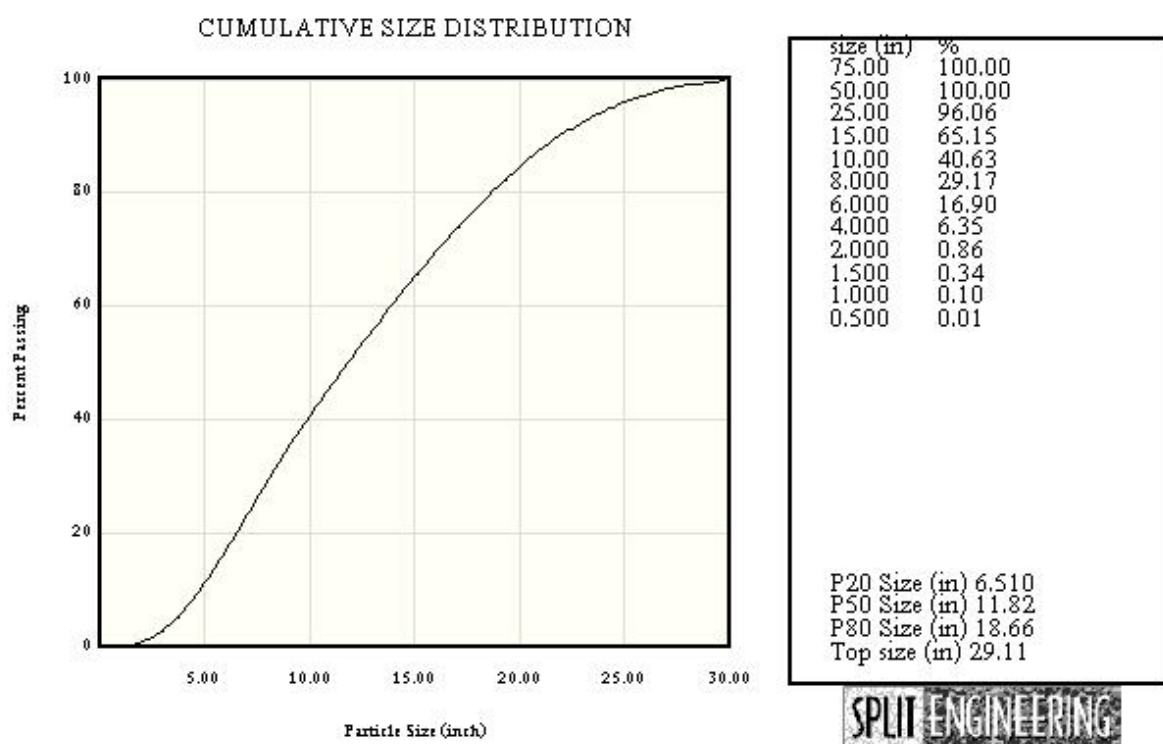


รูปที่ 52 แสดงรูปที่ Picture 107-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด

กรณีที่ 7 การวิเคราะห์ขนาดการแตกของหินในกรณีที่มีความยาว Air Deck 2.0 เมตร



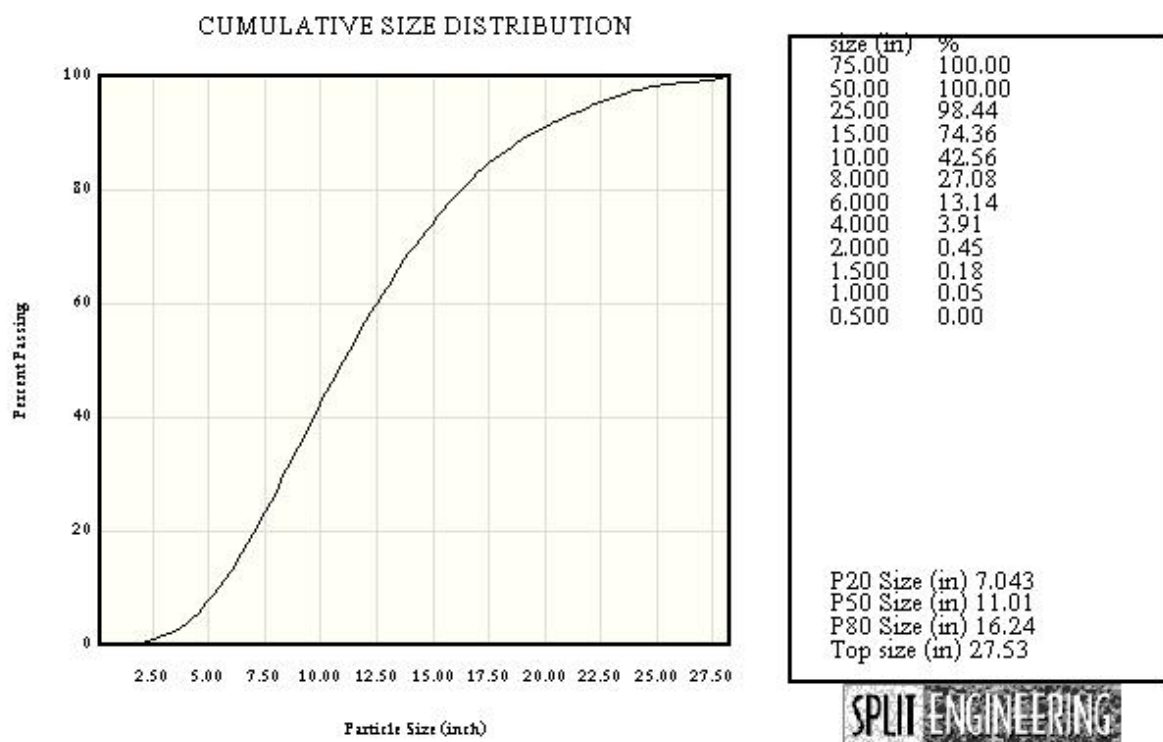
Picture001-1



รูปที่ 53 แสดงรูปที่ Picture 001-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



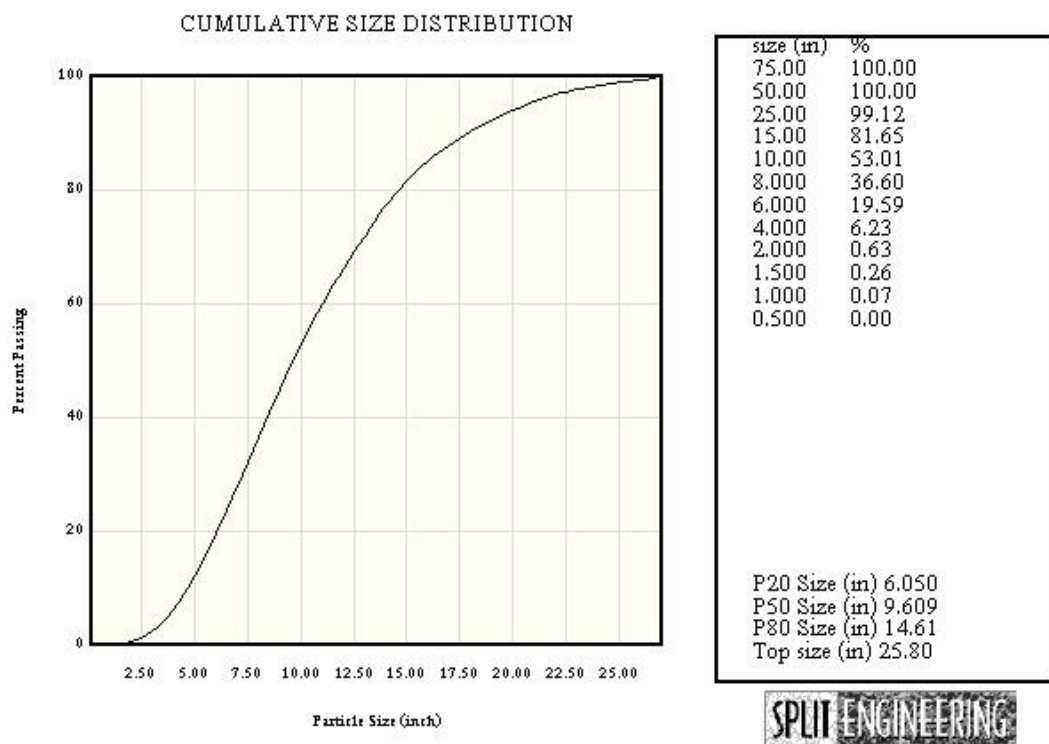
Picture001-2



รูปที่ 54 แสดงรูปที่ Picture 001-2 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



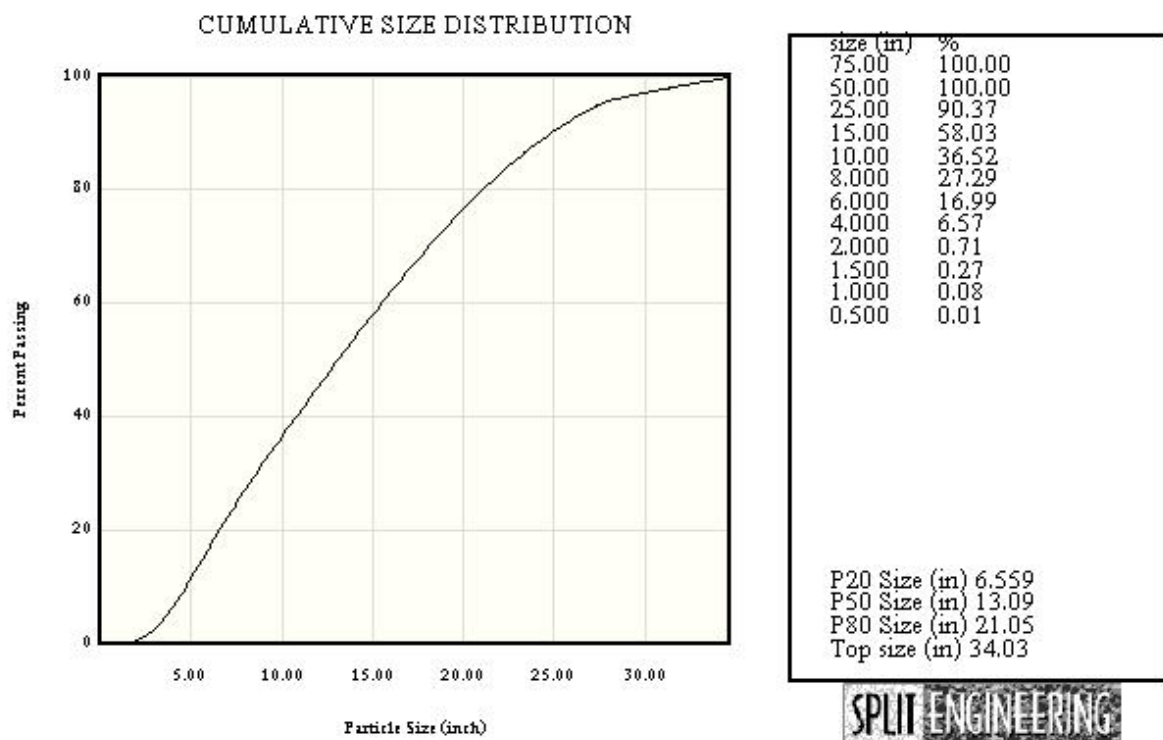
Picture007-1



รูปที่ 55 แสดงรูปที่ Picture 007-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



Picture009-1

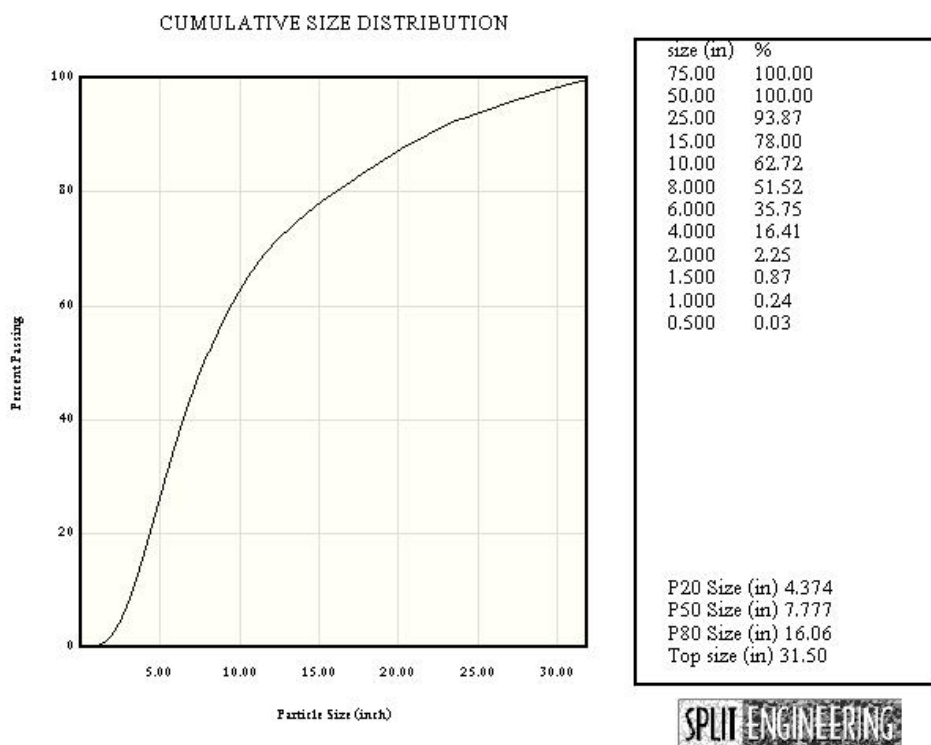


รูปที่ 56 แสดงรูปที่ Picture 009-1 ที่ใช้วัดคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด

กรณีที่ 8 การวิเคราะห์ขนาดการแตกของหินในกรณีที่มีความยาว Air Deck 2.2 เมตร



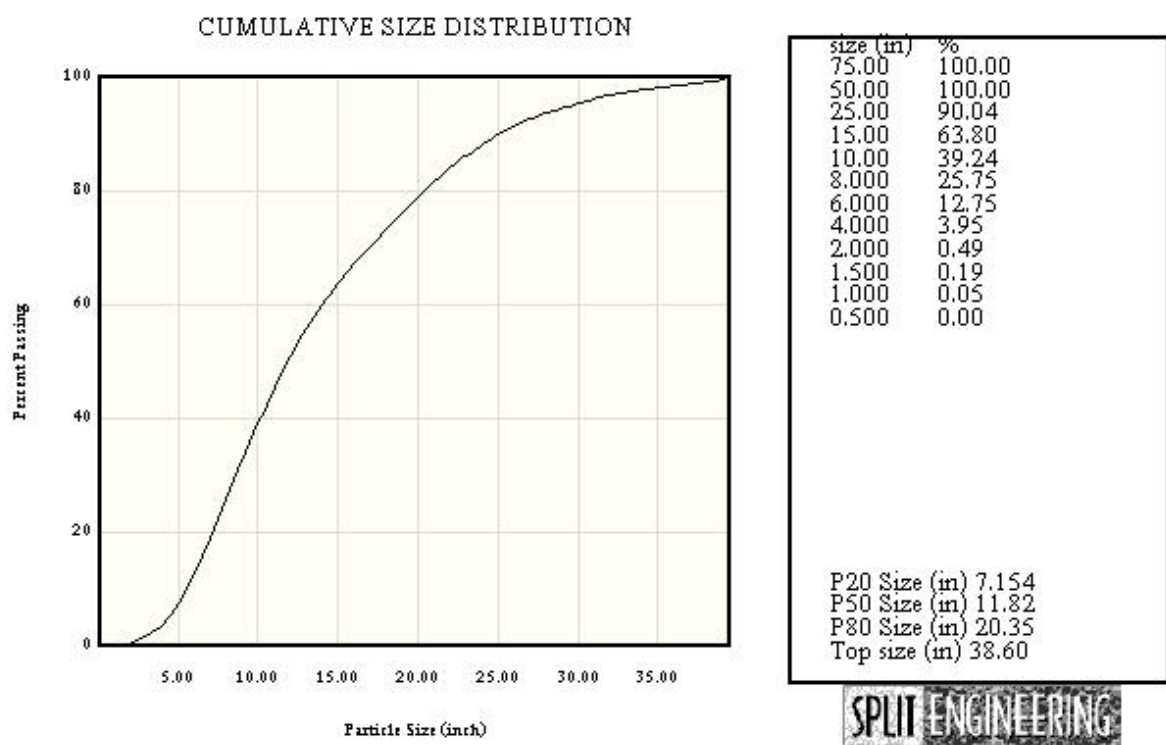
Picture173-1



รูปที่ 57 แสดงรูปที่ Picture 173-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



Picture175-1

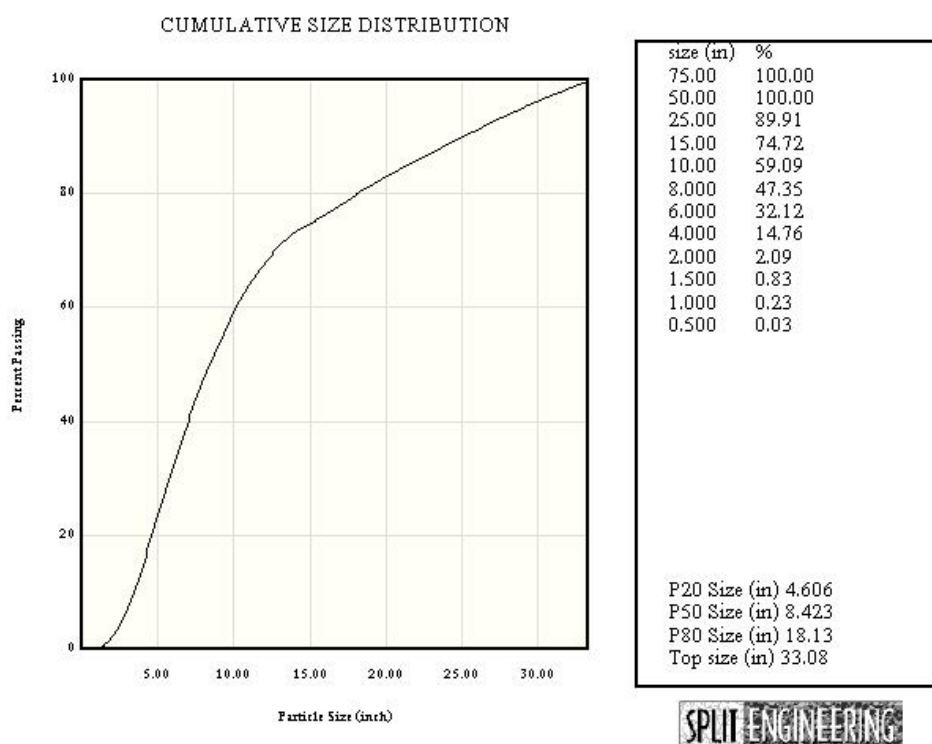


รูปที่ 58 แสดงรูปที่ Picture 175-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด

กรณีที่ 9 การวิเคราะห์ขนาดการแตกของหินในกรณีที่มีความยาว Air Deck 2.4 เมตร



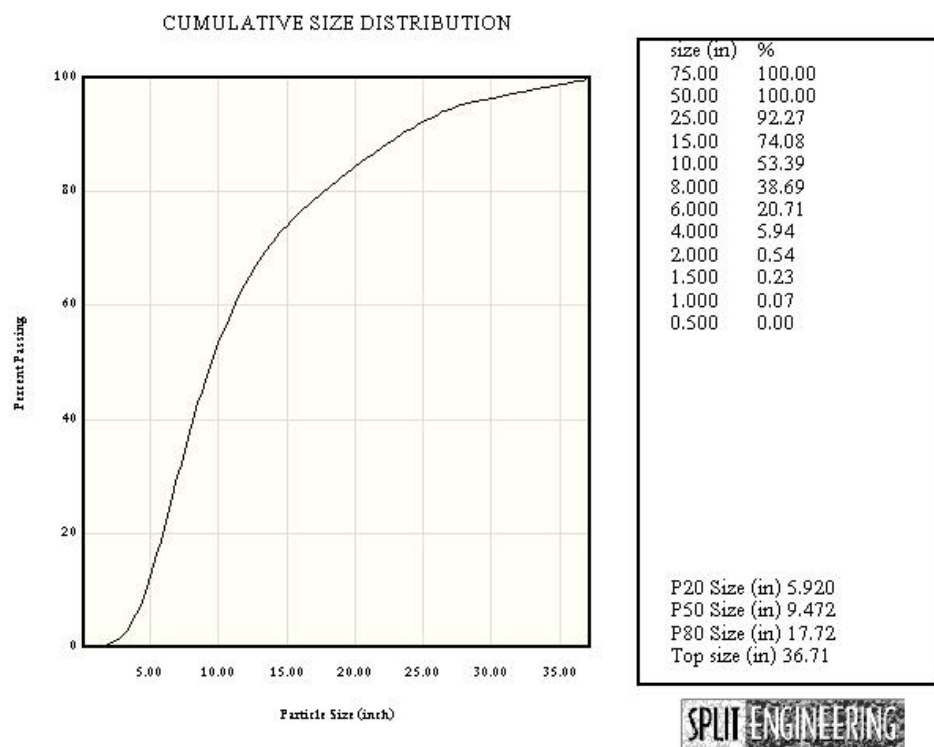
Picture112-1



รูปที่ 59 แสดงรูปที่ Picture 112-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



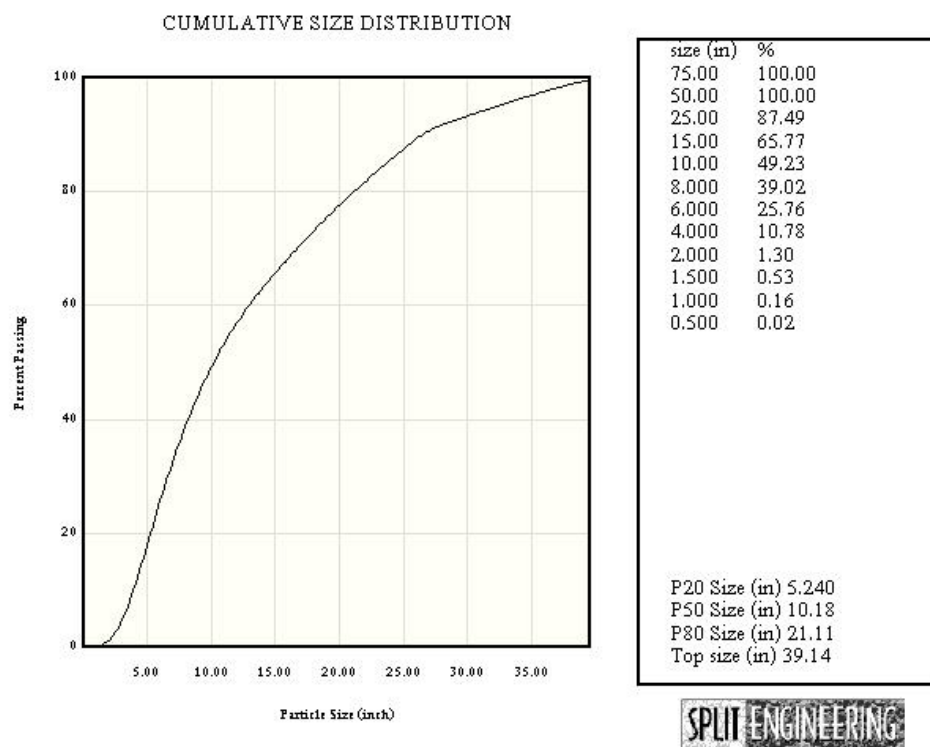
Picture112-3



รูปที่ 60 แสดงรูปที่ Picture 112-3 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



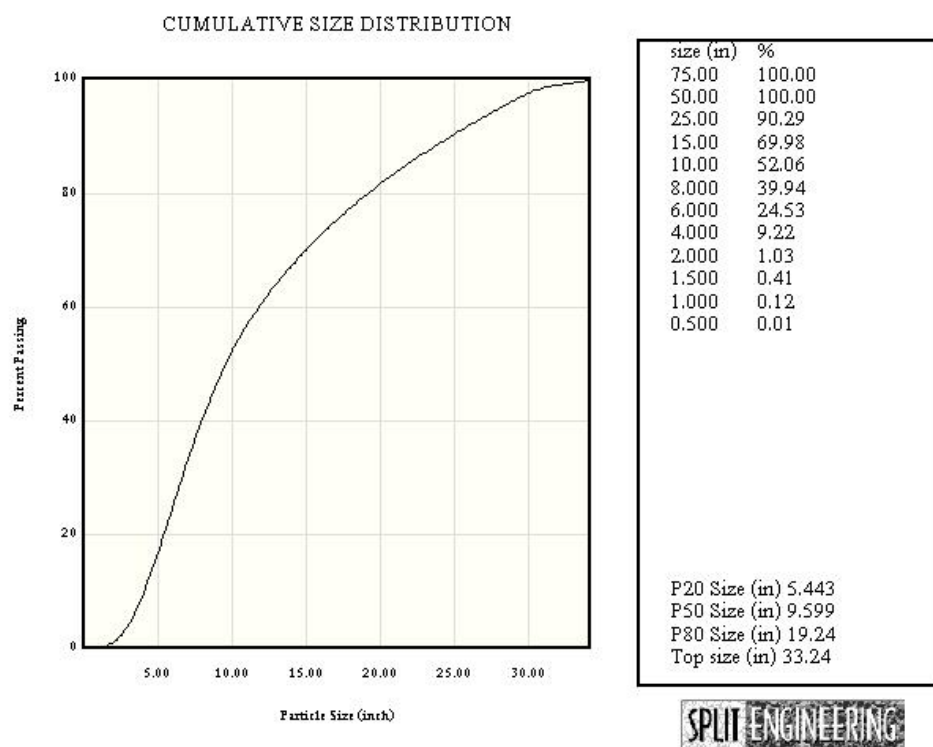
Picture114-1



รูปที่ 61 แสดงรูปที่ Picture 114-1 ที่ใช้วิเคราะห์ขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด



Picture115-1



รูปที่ 62 แสดงรูปที่ Picture 115-1 ที่ใช้วัดขนาดและกราฟการกระจายตัวของขนาด