



การศึกษาและออกแบบการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะสำหรับเหมืองหินปูน ในเชิง
ของการแตกหักแรงสั่นสะเทือนจากการระเบิดและค่าใช้จ่ายเชิงเปรียบเทียบ
**A Study and Design on Air - Deck Blasting Applied for Limestone Quarries
Based on Fragmentation, Blasting Vibration and Cost Comparison**

สมชาย แนวบรรทัด

Somchai Neawbenthud

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเหมืองแร่
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Engineering in Mining Engineering
Prince of Songkla University**

2554

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การศึกษาและออกแบบการระเบิดแบบเว้าช่องลมในรูเจาะ สำหรับเหมืองหินปูน
ในเชิงของการแตกหัก แรงสั่นสะเทือนจากการระเบิด และค่าใช้จ่ายเชิง
เปรียบเทียบ

ผู้เขียน นายสมชาย แนวบรรทัด

สาขาวิชา วิศวกรรมเหมืองแร่

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

คณะกรรมการสอบ

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์ บุญนวล)

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนูญ มาศนิยม)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์ บุญนวล)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพรัช จรุงพัฒนพงศ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเหมืองแร่

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ พงศ์ดารา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	การศึกษาและออกแบบการระเบิดแบบเว้าช่องลมในรูเจาะสำหรับเหมืองหินปูนในเชิงของการแตกหักแรงสั่นสะเทือนจากการระเบิดและค่าใช้จ่ายเชิงเปรียบเทียบ
ผู้เขียน	นายสมชาย แนวบรรทัด
สาขาวิชา	วิศวกรรมเหมืองแร่
ปีการศึกษา	2554

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงเปรียบเทียบ ระหว่างการระเบิดแบบทั่วไปในเหมืองหินปูนกับการระเบิดแบบเว้าช่องลมในรูเจาะ (Air-deck Blasting) การทำช่องว่างนั้นทำโดยการใช้ลูกบอลยางอัดลมอุดรูเจาะ โดยทำการศึกษาที่เหมืองหินของ บริษัทผาทองทุ่งสงจำกัด อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการศึกษาพบว่า การระเบิดแบบเว้าช่องลมในรูเจาะช่วยลดระดับแรงสั่นสะเทือนจากการระเบิดลงได้ประมาณ 10-65% ลดปริมาณหินก้อนโตจาก 41% ลงมาที่ประมาณ 23-40% และยังคงต้นทุนด้านวัตถุระเบิดลงได้อีก

Thesis Title A Study and Design on Air - Deck Blasting Applied for Limestone Quarries Based on Fragmentation, Blasting Vibration and Cost Comparison

Author Mr.Somchai Neawbenthud

Major Program Mining Engineering

Academic Year 2011

Abstract

The objective of this research was the comparative study between conventional blasting and air-deck blasting technique. Air deck was created using an air-compressed rubber ball locking in the drill hole. The results showed that blasting vibration could be reduced by 10-65% when using air-deck blasting technique. A number of large boulder size could be reduced from 41% to 23-40%. Explosive cost was also reduced.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(8)
รายการภาพประกอบ	(9)
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	3
1.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2 การดำเนินการวิจัย	
2.1 วิธีดำเนินการวิจัย	7
2.2 วัสดุอุปกรณ์	8
2.3 แบบการระเบิด	10
2.4 เทคนิคการประเมินผลการระเบิด	12
2.4.1 การวัดขนาดหิน	12
2.4.2 การวัดแรงสั่นสะเทือน	13
2.4.3 การตรวจวัดหินก้อนโตเกินขนาดและการกระจายตัวของหิน ที่ได้จากการระเบิด	13
2.4.4 การตรวจวัด โขดที่เกิดจากการระเบิด	14
2.4.5 การตรวจการสาดกองของหินที่ได้จากการระเบิด	14
2.4.6 การวิเคราะห์ต้นทุนในการระเบิดด้านวัสดุระเบิด	15
3 ผลการวิจัย	
3.1 ข้อมูลการระเบิดแบบทั่วไปที่ หสน.ผาทองทุ่งสง อำหุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช	16

สารบัญ (ต่อ)

3.2 ข้อมูลการระเบิดแบบเว้าช่องลมที่ หสน.ผาทองทุ่งสง อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช	16
3.3 ผลการศึกษาเรื่องแรงสั่นสะเทือนจากการระเบิด	17
3.4 ผลการวิเคราะห์หิ้งก่อนโตเกินขนาดและการกระจายตัวของหิ้ง ที่ได้จากการระเบิด	20
3.4.1 วิเคราะห์ประมาณหิ้งก่อนโต	21
3.4.2 วิเคราะห์การกระจายตัวของหิ้ง	22
3.5 การวิเคราะห์โหนดที่เกิดขึ้นจากการระเบิด	26
3.6 การวิเคราะห์การสาดกองจากการระเบิด	28
3.7 การวิเคราะห์ต้นทุนด้านวัตถุระเบิด	31
4 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
4.1 สรุปผลการทดลอง	33
4.1.1 สรุปแรงสั่นสะเทือน	33
4.1.2 สรุปหิ้งก่อนโตเกินขนาดและการกระจายตัวของหิ้งที่ได้จากการระเบิด	33
4.1.2.1 การวิเคราะห์หิ้งก่อนโตเกินขนาด	33
4.1.2.2 การวิเคราะห์การกระจายตัวของหิ้ง	33
4.1.3 การวิเคราะห์โหนดที่เกิดขึ้นจากการระเบิด	34
4.1.4 การวิเคราะห์การสาดกองจากการระเบิด	34
4.1.5 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการระเบิด	34
4.1.6 สรุปผลโดยภาพรวม	34
4.2 ข้อเสนอแนะ	35
บรรณานุกรม	36
ภาคผนวก	37
ประวัติผู้เขียน	110

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	แสดงข้อมูลการออกแบบพื้นฐานการระเบิดแบบทั่วไป	16
3.2	แสดงข้อมูลการออกแบบพื้นฐานการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบน	17
3.3	แสดงข้อมูลการออกแบบพื้นฐานการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านล่าง	17
3.4	แสดงค่าแรงสั่นสะเทือนจากการระเบิดแบบทั่วไป	18
3.5	แสดงค่าแรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบน	19
3.6	แสดงค่าแรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านล่าง	19
3.7	แสดงขนาดของหินจากการระเบิดแบบทั่วไปที่ เปอร์เซ็นต์ต่างๆ	22
3.8	แสดงขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบน ที่เปอร์เซ็นต์ต่างๆ	23
3.9	แสดง ค่า Sharpness Index	25
3.10	แสดง โขดที่เกิดจากการระเบิดแบบทั่วไป	26
3.11	แสดง โขดที่เกิดจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบน	27
3.12	แสดง โขดที่เกิดจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านล่าง	27
3.13	การสาดกองจากการระเบิดแบบทั่วไป	28
3.14	การสาดกองจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบน	29
3.15	การสาดกองจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านล่าง	29
3.16	แสดงสัดส่วนของระยะสาดไกลสุด/ความสูง Bench จากการระเบิดแบบ ทั่วไปและการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านล่าง ในครั้งที่ 6-10	30
3.17	เปรียบเทียบต้นทุนด้านวัตถุระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านล่าง กับการระเบิดแบบทั่วไป	30
3.18	เปรียบเทียบต้นทุนต่อหน่วยด้านวัตถุระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะ ด้านล่างกับการระเบิดแบบทั่วไป	32

รายการรูป

รูปที่		หน้า
1.1	ไม้ที่ใช้ในการทำช่องลมเรียกว่า Dumbel-shaped wooden	5
1.2	แสดงส่วนประกอบต่างๆ ในการสร้างช่องลม	6
2.1	แสดงอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในงานวิจัย	9
2.2	ภาพตัดขวางการระเบิดกรณีต่างๆ	11
2.3	แสดงตัวอย่างภาพถ่ายและการวิเคราะห์ขนาดด้วยโปรแกรม Split Desktop 2.0 Demo	12
2.4	แสดงระยะการตรวจวัดแรงสั่นสะเทือนและการวัดค่าแรงสั่นสะเทือน	13
2.5	(ก) แสดงชั้นคอนกรีตหินบริเวณดินหน้าผา (ข) แสดงชั้นคอนกรีตหินระดับดินผาแสดงดินระเบิด TNT	14
2.6	(ก) แสดงชั้นคอนกรีตหินตำแหน่งทุกๆ ระยะ 2.00 เมตร (ข) แสดงชั้นคอนกรีตหินระดับแสดง AN-FO	15
3.1	แสดงค่าแรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมด้านบน	18
3.2	(ก) ตัวอย่างการภาพถ่ายที่มีบอลสเกลวางอยู่บนกองหินหลังจากการระเบิด (ข) ผลที่ได้จากการใช้ภาพถ่ายวิเคราะห์ขนาดด้วยโปรแกรม Split Desktop 2.0	21
3.3	แสดงเปอร์เซ็นต์ตักข้างที่ขนาด 24 นิ้ว	23
3.4	(ก) การระเบิดแบบทั่วไปกับการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนไม่มีบูตเตอร์ (ข) การระเบิดแบบทั่วไปกับการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนมีบูตเตอร์แสดงการกระจายตัวของขนาดหินที่เปอร์เซ็นต์ผ่าน P20, P50, P80	24
3.5	แสดงการกระจายตัวของหินที่เปอร์เซ็นต์ช่องว่างต่างๆ	25
3.6	เปรียบเทียบสัดส่วน L: H การระเบิดแบบทั่วไปกับการระเบิดแบบเว้นช่องลมด้านบน	30
3.7	เปรียบเทียบสัดส่วน (L: H) การระเบิดแบบทั่วไปกับการระเบิดแบบเว้นช่องลมด้านล่าง	31

รายการรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.8	ต้นทุน/หน่วย เปรียบเทียบต้นทุนการระเบิดระหว่างการระเบิดแบบทั่วไปกับการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบน ที่ความสูง Bench ที่ 12.6 เมตร	32

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

เหมืองหินนับเป็นแหล่งวัตถุดิบที่สำคัญสำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างของประเทศไทยที่มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง อนึ่งในภาวะที่ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้นและมีแนวโน้มจะสูงขึ้นไปอีกในอนาคตส่งผลให้ต้นทุนการผลิตหินก่อสร้างเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ผู้ประกอบการต้องพยายามหาทางลดต้นทุนโดยการปรับเทคโนโลยีและวิธีการผลิตที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ

การระเบิดหิน นอกจากจะมีค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในส่วนของระเบิดเองแล้ว ผลของการแตกหักของหินจากการระเบิดยังมีส่วนสำคัญต่อต้นทุนของงานที่ต่อเนื่องไป เช่น การขย่หินก้อนโตเกินขนาด ค่าซ่อมและบำรุงรักษา และค่าน้ำมันเชื้อเพลิงของรถตักและรถบรรทุก ตลอดจนค่าไม้บดและขย่หินที่ขึ้นกับขนาดหินที่ป้อนโรงโม่ ดังนั้นการพัฒนาและปรับปรุงเทคนิคการระเบิดจึงนับเป็นช่องทางที่น่าที่จะเข้าไปจัดการเป็นอันดับต้น ๆ ของแผนการดำเนินงานเพื่อลดต้นทุนการผลิตหินก่อสร้างของเหมือง เพราะถ้าผลการระเบิดดี จะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในส่วนของงานที่ต่อเนื่องไปลดลงได้อีกด้วย

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา มีผู้นำเสนอเทคนิคการระเบิดแบบเว้นช่องลมหรือช่องว่างในรูระเบิด (Air – deck blasting) โดยรายงานว่าสามารถลดสัดส่วนของหินโตเกินขนาด การช่วยให้การแตกหักของหินดีขึ้น การลดปริมาณวัตถุระเบิดที่ต้องใช้ และในที่สุดคือการลดต้นทุนการระเบิด อย่างไรก็ตาม การศึกษาวิจัยในต่างประเทศที่ผ่านมาเป็นการระเบิดในหินทรายเป็งในเหมืองถ่านหิน หินชิสต์ และหินไนส์ในเหมืองแร่แมงกานีส และเหมืองหินก่อสร้างชนิดหินบะซอลท์ โดยใช้ไม้รูปคัมเบล หรือท่อและภาชนะพลาสติกกั้นในรูให้เป็นช่องว่าง นอกจากนี้ขนาดของรูระเบิดยังค่อนข้างโต (4 – 8 นิ้ว) และความยาวรูเจาะส่วนใหญ่ 15 เมตรขึ้นไป ในขณะที่การทำเหมืองหินก่อสร้างในประเทศไทยส่วนใหญ่ รวมทั้งที่ หสน . ผาทองทุ่งสง เป็นการระเบิดหินปูน และ ใช้ขนาดรูระเบิด 3 – 3.5 นิ้ว ความยาวรูเจาะประมาณ 6 - 10 เมตร เท่านั้น

ธรรมชาติของหินปูนจะมีความแข็งแรงค่อนข้างสูง แต่มีรอยแตกร้าว และมีดินแทรกตามรอยแตกมาก ทำให้ธรรมชาติของการตอบ สนองต่อการระเบิดจะแตกต่างจากหินชนิดที่มีการศึกษามาก่อนในต่างประเทศ ที่กล่าวมาข้างต้น ดังนั้นการศึกษาวิจัยการระเบิดแบบเว็่นช่องลมในรูระเบิดสำหรับการระเบิดในหินปูน ด้วยขนาดรู 3 – 3.5 นิ้ว จึงมีความจำเป็น สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบการระเบิดที่ หสน . ผาทองทุ่งสง โดยจะมีการแตกหักของหินที่ดีกว่า และต้นทุนต่ำกว่า นอกจากนี้ยังจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเหมืองหินก่อสร้างชนิดหินปูนทั่วประเทศไทย จำนวนมากได้อีกด้วย

อนึ่ง ในการศึกษาครั้งนี้ จะมีความต่างจากที่การศึกษาในต่างประเทศคือ จะใช้ลูกบอลยางหย่อนลงไป ในรูระเบิด แล้วอัดลมให้บอลขยายตัวและอัดแน่นในรูระเบิด แล้วดึงสายอัดลมออก ทำให้เกิดช่องว่างหรือช่องลม ในขณะที่การศึกษาที่ผ่านมาจะใช้ไม้หรือแท่งพลาสติก

ผลประโยชน์จากการศึกษานอกจากจะได้แนวทางการลดต้นทุนการระเบิดแล้ว การใช้ลูกบอลยางอัดลมอุดช่องในรูระเบิดซึ่งทำจากยางพารา นั้น จะเป็นการสนับสนุนการใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์ยางพาราของไทยอีกทางหนึ่งด้วย โดยที่หากเทคโนโลยีนี้ได้รับการเผยแพร่อย่างกว้างขวางคาดว่าจะมีเหมืองหินทั่วประเทศนำไปประยุกต์ใช้ ทำให้เกิดการจ้างงานบอลยางพาราในปริมาณมากอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาและออกแบบการระเบิดเหมืองหินแบบเว็่นช่องลม หรือช่องว่างในรูเจาะ (Air-deck Blasting) ที่ให้ผลการแตกหักของหินที่ดีกว่า แรงสั่นสะเทือนที่ต่ำกว่า และ ต้นทุนต่ำกว่า การระเบิดแบบเดิม สำหรับเหมืองหินปูน ของ บริษัทผาทองทุ่งสงจำกัด

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้เทคนิคหรือรูปแบบการระเบิดแบบเว็่นช่องลมในรูเจาะ ที่ได้ผลการระเบิดที่ดีกว่า การระเบิดแบบทั่วไป ในด้านแรงสั่นสะเทือน จำนวนและเปอร์เซ็นต์หินก้อนโตเกินขนาด การกระจายของขนาดหินที่ได้จากการระเบิด ลักษณะการสา คการกองของหินหลังจากการระเบิด ลักษณะของตีนผา (Toe) หลังการระเบิด และต้นทุนด้านวัตถุระเบิดที่ต่ำกว่า

1.3.2 ได้องค์ความรู้ที่สามารถนำไปเผยแพร่ให้ผู้ประกอบการเหมืองหินก่อสร้างชนิดหินปูน ทั่วประเทศได้ประยุกต์ใช้

1.4 ของเขตการวิจัย

จำกัดขอบเขตการศึกษาทางด้านของแรงสั่นสะเทือน จำนวนและเปอร์เซ็นต์หินก้อนโตเกินขนาด การกระจายตัวของขนาดหินที่ได้จากการระเบิด ลักษณะการสาดการกอง ของหินหลังจากการระเบิด ลักษณะของดินผา (Toe) หลังการระเบิด และต้นทุนเชิงเปรียบเทียบ ด้านวัตุระเบิด โดยเปรียบเทียบจากการระเบิดแบบทั่วไปกับเว้นช่องลมด้านบน

ดำเนินการศึกษาที่เหมืองหินปูนที่ บริษัทผาทองทุ่งสงจำกัด อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

1.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

David และ Botha ในปี 1994 ทดสอบการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะ สำหรับการระเบิดชั้นหินทรายแข็งที่แทรกตัวอยู่ระหว่างชั้นถ่านหิน ในเหมืองถ่านหินที่ประเทศอัฟริกาใต้ โดยเว้นช่องลมบริเวณช่วงกลางของรูระเบิด Jhanwar และคณะ 1999 และปี 2000 ศึกษาการระเบิดในเหมืองแร่ manganese ที่ประเทศอินเดีย โดยทำการระเบิดหินซิสท์ และหินไนท์ ซึ่งมีการแตกเป็นชั้น โดยทำการศึกษาการระเบิดแบบเว้นช่องลมเพียง 6 ครั้งในรายงานปี 1999 และ 11 ครั้งในรายงานปี 2000 สำหรับความยาวของช่องลมต่าง ๆ กัน โดยใช้รูระเบิดขนาด 4 นิ้ว (105 มม.) ใช้แท่งไม้รูปดัมเบลก้นในรูเจาะให้เป็นช่องลมอยู่ช่วงกลางของรูระเบิด และรายงานว่าความยาวของช่องลมมีผลต่อการแตกของหิน ลักษณะการกองของหินหลังระเบิดและแรงสั่นสะเทือนจากการระเบิด Jhanwar และ Jethwa ในปี 2000 ได้ศึกษาการระเบิดในเหมืองถ่านหินโดยใช้ไม้รูปดัมเบลก้นในรูเจาะเพื่อสร้างเป็นช่องลม ใช้ขนาดรูเจาะ 6 และ 10 นิ้ว ความสูงของหน้าเหมือง 8-6 เมตร ทำการระเบิดรวม 10 ครั้ง และรายงานผลว่าการระเบิดในเนื้อหินที่มีความสม่ำเสมอ และไม่แข็งมากนัก ความยาวของช่องลมในรูเจาะควรจะอยู่

ในช่วง 0.10-0.35 เท่าของความยาวรูเจาะที่อัดระเบิดที่อัดเต็มโดยไม่เว้นช่องลม และสามารถลดหินก้อนโตได้ถึง 80%

Jhanwar and Reddy (1998) ในการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะ จะเกิดการสั่นสะเทือนของคลื่นกระแทกขึ้นในช่องอากาศ ซึ่งจะ มีผลต่อมวลหินโดยรอบ จากการทดลองการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะในเหมือง manganese แบบเหมืองเปิด พบว่าสามารถเพิ่มการแตกและสามารถลดต้นทุนในการระเบิด ในเรื่องของ การแตกตัวสามารถพิจารณาได้จากการประสิทธิภาพในการตัดของรตต์ที่เพิ่มขึ้นถึง 50-60% และสามารถลดการระเบิดย่อยได้จนถึงไม่มีการระเบิดย่อยเลย ในการใช้ AN-FO กับการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะสามารถลดต้นทุนได้ถึง 31.6% นอกจากนี้ยังสามารถลดการแตกเป็นหินก้อนโตได้ถึง 60-70% ลดระยะเลื่อนของแนวหินได้ถึง 60-70% และลดแรงสั่นสะเทือนได้ถึง 44% จากการทดสอบดังกล่าวซึ่งดำเนินการทดสอบในเหมือง manganese เป็นเหมืองแบบเปิด เมื่อนำข้อมูลต่างๆมาวิเคราะห์และประเมินราคาพบว่า การระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะจะใช้ต้นทุนในการดำเนินการต่ำกว่าการระเบิดแบบทั่วไป

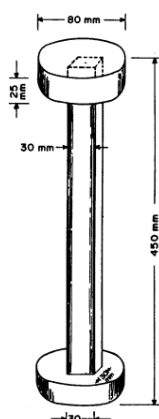
Jhanwar and Reddy (1999) อิทธิพลของการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะ (Air-Deck Blasting) ต่อการแตกในรอยแตกมวลหินของเหมือง manganese แบบเหมืองเปิด แสดงให้เห็นว่าระดับการแตกของหินดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ การระเบิดแบบทั่วไป ขนาดการแตกของหิน (Mean Fragmentation Size) เมื่อใช้การระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะ เฉลี่ยอยู่ที่ 0.27-0.51 m. ส่วนการระเบิดแบบทั่วไปอยู่ที่ 0.36-1.0 m. ครรชนิการแตก (Fragmentation Index) เพิ่มขึ้นจาก 1.38 เป็น 4.34 อิทธิพลของระเบิดต่อการแตกเพิ่มขึ้นจาก 37-65% เป็น 66-100% การประมาณค่า ขนาดการแตกของหิน และค่าครรชนิการแตก ของการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะ กับการระเบิดแบบทั่วไปมีความสัมพันธ์กับ Bieniaki's rock mass rating, Powder factor และอัตราส่วนของ Spacing ถึง Burden ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะจะมีประสิทธิภาพสูงเมื่อใช้ในสภาพหินที่มีรอยแตกต่ำมากจนถึงต่ำ

Chiappetta (2004) เทคนิคการระเบิดแบบ Power-Deck Blasting ซึ่งพัฒนาโดย International Technology,LLC สามารถขจัดระยะ Sub drill ลดแรงสั่นสะเทือน เพิ่มประสิทธิภาพในการแตกให้ดียิ่งขึ้น และสามารถลดปริมาณการใช้วัตถุระเบิด เทคนิคนี้มีประโยชน์ในการออกแบบรู เจาะระเบิดแบบใช้ที่กั้นรูเจาะ โดยส่วนล่างของที่กั้นจะเป็นส่วนที่เว้นช่องว่างอากาศ ในส่วนบนจะเป็นส่วนที่ถูกกำหนดให้รองรับส่วนปัดรูอื่นๆ การทดสอบในรูเจาะที่ดำเนินการทดสอบโดย Blasting Analysis International,Inc(BAI) เมื่อประสบความสำเร็จในการออกแบบกลไกและตัวแปรต่างๆที่มีความ

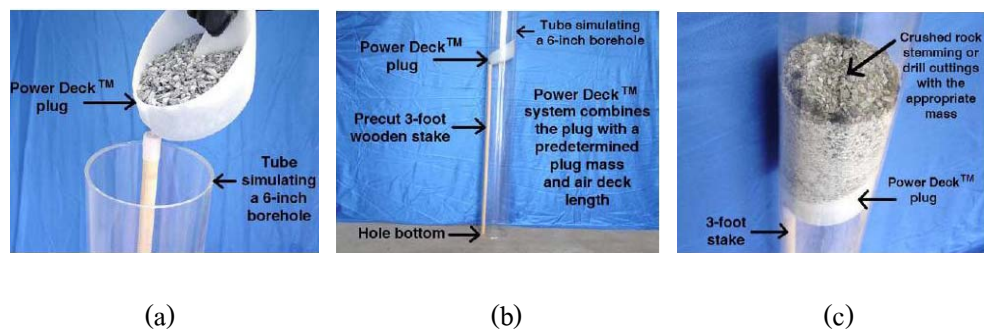
เหมาะสมกับสภาพหินต่างๆ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าสามารถตัดระยะ Sub drill ลดแรงสั่นสะเทือนได้ถึง 35% ลดปริมาณวัตถุระเบิดลงถึง 10-25% และเพิ่มประสิทธิภาพในการแตกตัวของหินได้ถึง 25% กล่าวโดยสรุปผลงานการวิจัยนี้กล่าวถึงหลักการปฏิบัติและการเตรียมการทดสอบในภาคสนาม ซึ่งได้ทดลองที่ Pennsylvania, USA

Sang-Wook Kim ในปี 2005 ได้ศึกษาวิธีการระเบิดแบบเว้นช่องลม โดยใช้หลอดอากาศ (Air-tubes) เป็นตัวสร้างช่องลมในรูเจาะมีรูปทรงกระบอก ได้ทำการศึกษา ณ เหมืองหินปูน Sung-Shin Cement Co., ในประเทศเกาหลีใต้ ทำการทดสอบโดยใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูเจาะ 102 มิลลิเมตร, ความลึกของรูเจาะ 15 เมตร ขนาดความลึกของหลอดอากาศ (Air-tubes) 3-6 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ 76 มิลลิเมตร จากผลของการระเบิดพบว่าประหยัดวัตถุระเบิด ลดความสั่นสะเทือน ลดเสียงที่เกิดจากการระเบิด โดยการเปรียบเทียบกับระเบิดแบบทั่วไป

ล่าสุดมีรายงานการทดสอบการระเบิดของบริษัท SEKO Drill Europe ในปี 2007 ใช้รูปแบบ Power Point ประชาสัมพันธ์ โดยทำการระเบิดที่เหมือง Melatamine เมือง Fritziar ประเทศเยอรมัน โดยระเบิดหินบะซอลท์ ขนาดรูเจาะ 92 มิลลิเมตร, ความยาวรูเจาะ 7-15 เมตร ทดสอบการระเบิดโดยเทียบกับระเบิดแบบทั่วไป ในบริเวณที่ต่อเนื่องกัน โดยทดสอบที่ความยาวรูเจาะหนึ่งครั้งเท่านั้น ได้ผลสรุปว่านอกจากจะประหยัดวัตถุระเบิดแล้วยังสามารถลดแรงสั่นสะเทือนได้อีกด้วย



รูปที่ 1.1 ไม้ที่ใช้ในการทำช่องลมเรียกว่า Dumbel-shaped wooden
(ที่มา: <http://www.springerlink.com/content/j89176107k8t0xkm/fulltext.pdf>)



รูปที่ 1.2 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ในการสร้างช่องลม
 (ที่มา: <http://www.isee.org/journal/powerdeck.pdf>)

บทที่ 2

การดำเนินการวิจัย

2.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนตามกิจกรรมดังต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1 เก็บข้อมูลฐาน (Baseline) ของการระเบิดที่ทำอยู่ในปัจจุบัน ดังนี้

- ก. วัดแรงสั่นสะเทือนจากการระเบิด
- ข. ประเมินจำนวน และ % หินก้อนโตเกินขนาด
- ค. ประเมินการกระจายของขนาดหินที่ได้จากการระเบิด
- ง. ประเมินลักษณะการสาด และ กองหินหลังการระเบิด
- จ. ประเมินลักษณะของดินผา (Toe) หลังการระเบิด
- ฉ. ค่าใช้จ่ายในการระเบิด

กิจกรรมที่ 2 ศึกษาการระเบิดแบบเว้าช่องลม หรือช่องว่างในรูเจาะ โดยการตรวจวัดผลในลักษณะเดียวกันกับกิจกรรมที่ 1

กิจกรรมที่ 3 ประเมินผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบ แล้วสรุป และ เลือกรูปแบบการระเบิดที่เหมาะสมที่ บริษัทผาทองทุ่งสงจำกัด จะใช้ปฏิบัติต่อไป

2.2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้มีดังต่อไปนี้

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้มีดังนี้

- 1.) วัสดุระเบิดและอุปกรณ์
 - ก. ดินระเบิดแบบอิมัลชัน
 - ข. Ammonium nitrate – Fuel oil (AN-FO)
 - ค. แก๊ปจิงหะถ่วง
 - ง. สายไฟฟ้า
 - จ. เครื่องตรวจสอบวงจรและเครื่องจุดระเบิด
- 2.) ถังอัดลมและลูกบอลลอย
- 3.) ทุบลอย
- 4.) อุปกรณ์รั้งวัด
- 5.) เครื่อง Seismograph รุ่น Blast Mate Series III ของ Instantel



ดินระเบิด (อีมัลชัน)



Ammonium nitrate – Fuel oil (AN-FO)



เก็บไฟฟ้าจิ้งหะถ่วง



สายไฟฟ้า



เครื่องตรวจสอบวงจรและเครื่องจุดระเบิด



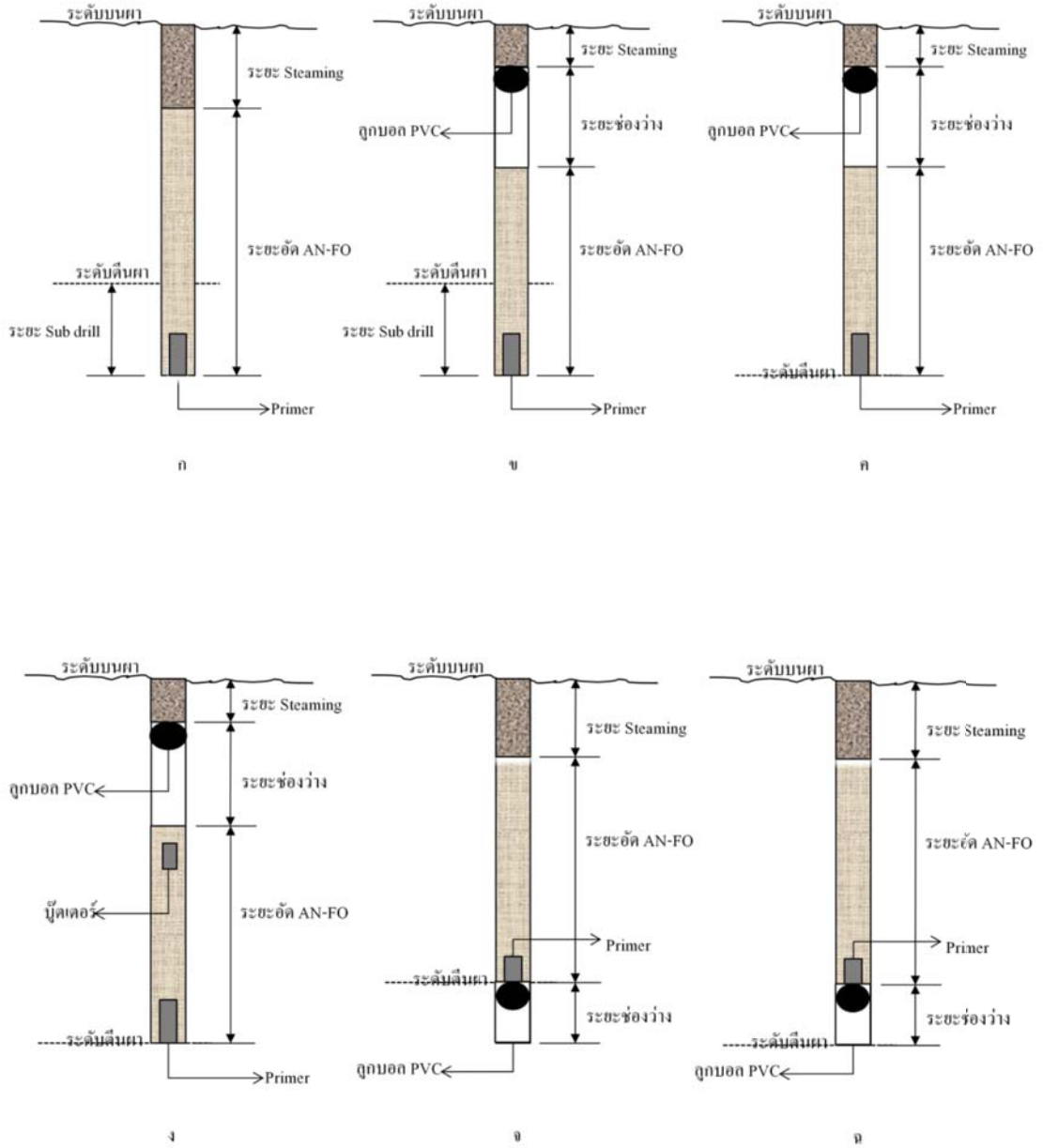
ลูกบอลยาง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว



รูปที่ 2.1 แสดงอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆที่ใช้ในงานวิจัย

2.3 แบบการระเบิด

แบบการระเบิดที่ออกแบบไว้โดยประมาณสำหรับการทดลองการระเบิดแบบทั่วไปและการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะต่างๆ จะเป็นไปตามรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ภาพตัดขวางการระเบิดกรณีต่างๆ

2.4 เทคนิคการประเมินผลการระเบิด

2.4.1 การวัดขนาดหิน

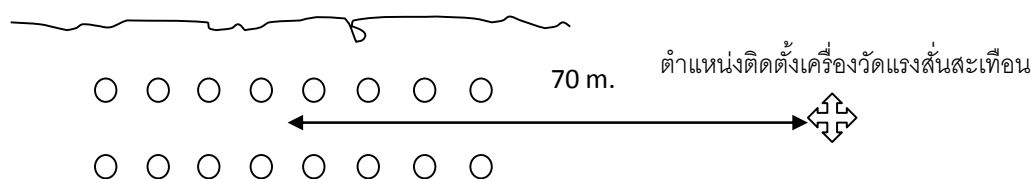
ใช้โปรแกรม Split Desktop 2.0 Demo ในการประเมินขนาดหินที่ได้จากการระเบิดโดยประเมินจากภาพถ่ายที่มีลูกบอลกลมที่ทราบขนาดวางไว้ทั้ง 2 ลูกเป็นสเกล



รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างภาพถ่ายและการวิเคราะห์ขนาดด้วยโปรแกรม Split Desktop 2.0 Demo

2.4.2 การวัดแรงสั่นสะเทือน

การวัดแรงสั่นสะเทือนจะทำการวัดที่ระยะห่างจากตำแหน่งระเบิด 70 เมตร (ออกไปทางด้านข้างซ้ายหรือขวา) โดยใช้เครื่องวัดแรงสั่นสะเทือนยี่ห้อ Instangel รุ่น Minimate Plus



รูปที่ 2.4 แสดงระยะการตรวจวัดแรงสั่นสะเทือนและการวัดค่าแรงสั่นสะเทือน

2.4.3 การตรวจวัดหินก้อนโตเกินขนาดและการกระจายตัวของหินที่ได้จากการระเบิด

1. ออกแบบผังการเจาะระเบิดตามทฤษฎีพื้นฐานของการเจาะระเบิด และออกแบบผังการจุดระเบิดแบบทั่วไป ตามรูปที่ 2.2 (ก) และออกแบบผังการจุดระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบน ตามรูปที่ 2.2 (ข และ ค) โดยปรับเปลี่ยนในส่วนของระยะที่เว้นช่องลมในรูเจาะ ในแต่ละครั้งของการทำการทดลอง และออกแบบผังการจุดระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนแบบมีบูตเตอร์ ตามรูปที่ 2.2 (ง) ส่วนการออกแบบผังการจุดระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านล่างจะเป็นไปตามรูปที่ 2.2 (จ และ ฉ)

2. ทำการอัดระเบิดและจุดระเบิด

3. หลังการระเบิด ทำการวาง scale แล้วถ่ายภาพเพื่อนำไปวิเคราะห์การกระจายตัวของขนาด และหาปริมาตรหินก้อนโต ด้วยโปรแกรม Split – Desktop Demo 2.0

2.4.4 การตรวจวัดโขดที่เกิดจากการระเบิด

1. ดำเนินการเคลียหินของเดิมที่มีอยู่ตรงบริเวณตีนหน้าผาออก
2. หาจุดศูนย์กลางของแผนผังการระเบิดบนหน้าผา แล้วถ่ายระยะลงมาที่ตีนหน้าผาอาศัยหลักการสำรวจ (การวัดมุม)
3. อาศัยหลักการสำรวจ (งานระดับ) หาค่าระดับที่ตีนหน้าผาก่อนการระเบิด
4. หลังจากทำการจุดระเบิดและขนถ่ายหินที่กองไปเรียบร้อยแล้ว
5. ใช้หลักการเดิมในข้อที่ 2 และ 3 ตามลำดับ
6. เปรียบเทียบผลต่างของระดับที่เกิดขึ้น



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.5 (ก) แสดงขั้นตอนเคลียหินบริเวณตีนหน้าผา, (ข) แสดงขั้นตอนหาระดับตีนผา

2.4.5 การตรวจการสาดกองของหินที่ได้จากการระเบิด

เป็นขั้นตอนต่อเนื่องกับหัวข้อที่ 2.4.4

1. ดำเนินการเคลียหินของเดิมที่มีอยู่ตรงบริเวณตีนหน้าผาออก
2. หาจุดศูนย์กลางของแผนผังการระเบิดบนหน้าผา แล้วถ่ายระยะลงมาที่ตีนหน้าผา โดยอาศัยหลักการงานสำรวจ (การวัดมุม)
3. วัดระยะทุก 2 เมตร จนถึงระยะ 50 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.6

4. อาศัยหลักการสำรวจ (งานระดับ) หาค่าระดับที่ทุกๆระยะ 2 เมตร ที่กำหนดไว้ไปจนถึงระยะ 50 เมตร
5. หลังจากทำการจุดระเบิดแล้วเสร็จ ใช้หลักการของงานสำรวจ (การวัดมุม) ดังแสดงในรูปที่ 2.10 แล้ววัดระยะทุกๆ 2 เมตร ดังข้อที่ 4 แล้วหาค่าระดับอาศัยหลักการสำรวจ (งานระดับ)
6. นำค่าระดับที่ได้มาเขียนขึ้นรูปแสดงระยะการสาด และลักษณะการกองของหิน ด้วยโปรแกรม AUTO-CAD 2008



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.6 (ก) แสดงขั้นตอนหาตำแหน่งทุกๆระยะ 2.00 เมตร, (ข) แสดงขั้นตอนการอ่านค่าระดับ

2.4.6 การวิเคราะห์ต้นทุนในการระเบิดด้านวัตถุระเบิด

ทำการเก็บข้อมูลเฉพาะส่วนของต้นทุนด้านวัตถุระเบิดเพื่อการคำนวณค่าใช้จ่ายต่างๆดังนี้

- ดินระเบิด; บาทต่อแท่ง
- ปุ๋ยยูเรีย; บาทต่อกิโลกรัม
- น้ำมันดีเซล; บาทต่อลิตร
- แก๊ปเบอร์ต่างๆ; บาทต่อดอก
- สายไฟฟ้า; บาทต่อเมตร
- ลูกบอลยาง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว; บาทต่อลูก

บทที่ 3 ผลการวิจัย

3.1. ข้อมูลการระเบิดแบบทั่วไปที่ บริษัทผาทองทุ่งสงจำกัด อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบการระเบิดทั้งการระเบิดแบบทั่วไปดังตารางที่ 3.1(ดูแบบการระเบิดในรูปที่ 2.1(ก) ในบทที่ 2)

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลการออกแบบพื้นฐานการระเบิดแบบทั่วไป

ลำดับที่	ข้อมูลการออกแบบพื้นฐานการระเบิดแบบทั่วไป										
	ความสูง	stemming	burden	spacing	Sub drill	จำนวนรู	AN-FO		Power gel		volume/round
							ต่อรู	ทั้งหมด	ต่อรู	ทั้งหมด	
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(m ³)	
1	11.00	3.40	3.40	3.40	1.00	16	43.00	688.00	3.44	55.04	2,034.56
2	12.70	3.70	3.70	3.70	1.10	16	52.00	832.00	4.16	66.56	2,781.81
3	11.64	3.50	3.50	3.50	1.05	16	46.45	743.20	3.72	59.46	2,281.44
4	14.10	3.80	3.80	3.80	1.14	16	59.20	947.20	4.74	75.78	3,257.66

3.2. ข้อมูลการระเบิดแบบเว้นช่องลม ที่ บริษัทผาทองทุ่งสงจำกัด อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

3.2.1 ข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบน ดังตารางที่ 3.2 การระเบิดในครั้งที่ 1, 3 และ 5 เป็นการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนแบบมีระยะ Sub Drill (ดูแบบการระเบิดในรูปที่ 2.1 (ข) ในบทที่ 2) สำหรับการระเบิดในครั้งที่ 2 และ 4 เป็นการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนแบบไม่มีระยะ Sub Drill (ดูแบบการระเบิดในรูปที่ 2.1 (ค) ในบทที่ 2) และการระเบิดในครั้งที่ 6-10 เป็นการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนแบบไม่มีระยะ Sub Drill แต่มีการใช้บูตเตอร์ (ดูแบบการระเบิดในรูปที่ 2.1 (ง) ในบทที่ 2)

3.2.2 ข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านล่าง ดังตารางที่ 3.3 การระเบิดในครั้งที่ 1 เป็นการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านล่างแบบมีระยะ Sub Drill (ดูแบบการ

ระเบิดในรูปที่ 2.2 (จ) ในบทที่ 2) และการระเบิดในครั้งที่ 2 และ 3 นั้นเป็นการระเบิดแบบเวินช่องลมในรูเจาะด้านล่างแบบไม่มีระยะ Sub Drill (ดูแบบการระเบิดในรูปที่ 2.1 (ฉ) ในบทที่ 2)

ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลการออกแบบพื้นฐานการระเบิดแบบเวินช่องลมในรูเจาะด้านบน

ลำดับ ที่	ข้อมูลการออกแบบพื้นฐานการระเบิดแบบเวินช่องลมในรูเจาะด้านบน												
	ความ สูง	air-deck		stemming	burden	spacing	Sub drill	จำนวน รู	AN-FO		Power gel		volume/ round
		Air-deck Length	เปอร์เซ็นต์						ค้่อรู	ทั้งหมด	ค้่อรู	ทั้งหมด	
	(m)	(m)		(m)	(m)	(m)	(m)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(m ³)	
1	9.60	2.00	20.83	1.50	3.20	3.20	0.90	16	35.0	560	2.80	44.80	1,572.86
2	8.00	1.95	24.38	1.45	2.90	2.90	0.00	16	23.0	368	1.84	29.44	1,076.48
3	7.10	2.35	33.10	1.35	2.70	2.70	0.80	16	21.0	336	1.68	26.88	828.14
4	12.80	2.75	21.48	1.75	3.70	3.70	0.00	16	41.5	664	3.32	53.12	2,803.71
5	7.40	2.35	31.76	1.35	2.80	2.80	0.84	16	22.7	363	1.82	29.06	928.26
6	12.60	3.25	25.80	1.75	3.60	3.60	0.00	16	38.0	608	3.40	48.64	2,612.74
7	12.60	3.75	29.76	1.75	3.60	3.60	0.00	16	35.5	568	2.84	45.44	2,612.74
8	12.60	4.25	33.73	1.75	3.60	3.60	0.00	16	33.0	528	2.64	42.24	2,612.74
9	12.60	4.75	37.70	1.75	3.60	3.60	0.00	16	30.5	488	2.44	39.04	2,612.74
10	12.60	5.25	41.67	1.75	3.60	3.60	0.00	16	28.0	448	2.24	35.84	2,612.74

ตารางที่ 3.3 แสดงข้อมูลการออกแบบพื้นฐานการระเบิดแบบเวินช่องลมในรูเจาะด้านล่าง

ลำดับ ที่	ข้อมูลการออกแบบพื้นฐานการระเบิดแบบเวินช่องลมในรูเจาะด้านล่าง												
	ความ สูง	air-deck		stemming	burden	spacing	Sub drill	จำนวน รู	AN-FO		Power gel		volume/ round
		Air-deck Length	เปอร์เซ็นต์						ค้่อรู	ทั้งหมด	ค้่อรู	ทั้งหมด	
	(m)	(m)		(m)	(m)	(m)	(m)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(m ³)	
1	11.60	1.05	9.05	3.50	3.50	3.50	1.05	16	40.50	648.00	3.24	51.84	2,273.60
2	17.00	1.00	5.88	4.20	4.20	4.20	0.00	16	59.00	944.00	4.72	75.52	4,798.08
3	16.24	1.50	9.24	4.10	4.10	4.10	0.00	16	53.20	851.20	4.25	68.10	4,367.91

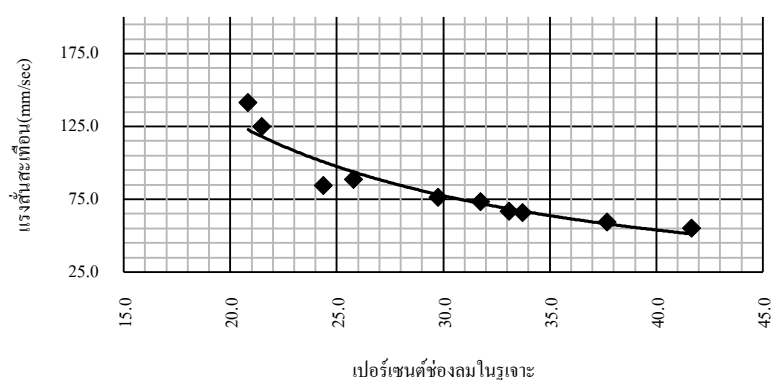
3.3. ผลการศึกษาเรื่องแรงสั่นสะเทือนจากการระเบิด

จากการศึกษาพบว่า ค่าแรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากการระเบิดแบบเวินช่อง ลมในรูเจาะด้านบน นั้น จะลดลงตามเปอร์เซ็นต์ช่อง ลมในรูเจาะ ซึ่งค่าแรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากการระเบิดแบบทั่วไปนั้นมี

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 156.7 mm./sec. และค่า Explosive factor มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.34 kg./m³ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะของทั้งสองกรณีจะพบว่า ค่าแรงสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะของทั้งสองกรณีจะมีค่าน้อยกว่าการระเบิดแบบทั่วไป ดังตารางที่ 3.4-3.6 ตามลำดับ และจากการศึกษายังพบอีกว่าหากเปอร์เซ็นต์ช่องลมยิ่งมากขึ้น แรงสั่นสะเทือนจะลดลงตามลำดับ ดังแสดงรูปที่ 3.1

ตารางที่ 3.4 แสดงค่าแรงสั่นสะเทือนจากการระเบิดแบบทั่วไป

แสดงแรงสั่นสะเทือนจากการระเบิดแบบทั่วไป			
ลำดับที่	Explosive factor	เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง	แรงสั่นสะเทือน
	(kg/m ³)		(mm/sce)
1	0.30	0.00	149.40
2	0.34	0.00	156.40
3	0.35	0.00	160.20
4	0.37	0.00	160.70
ค่าเฉลี่ย	0.34	0.00	156.68



รูปที่ 3.1 แสดงค่าแรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมด้านบน

ตารางที่ 3.5 แสดงค่าแรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากการระเบิดแบบเว้าช่องลมในรูเจาะด้านบน

ลำดับที่	explosive factor	เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง	แรงสั่นสะเทือน
	(kg/m ³)		(mm/s)
1	0.385	20.83	141.300
2	0.369	24.38	84.300
3	0.438	33.10	66.600
4	0.256	21.48	124.800
5	0.423	31.76	73.200
6	0.251	25.80	88.500
7	0.235	29.76	76.200
8	0.218	33.73	65.700
9	0.202	37.70	59.200
10	0.185	41.67	55.000

ตารางที่ 3.6 แสดงค่าแรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากการระเบิดแบบเว้าช่องลมในรูเจาะด้านล่าง

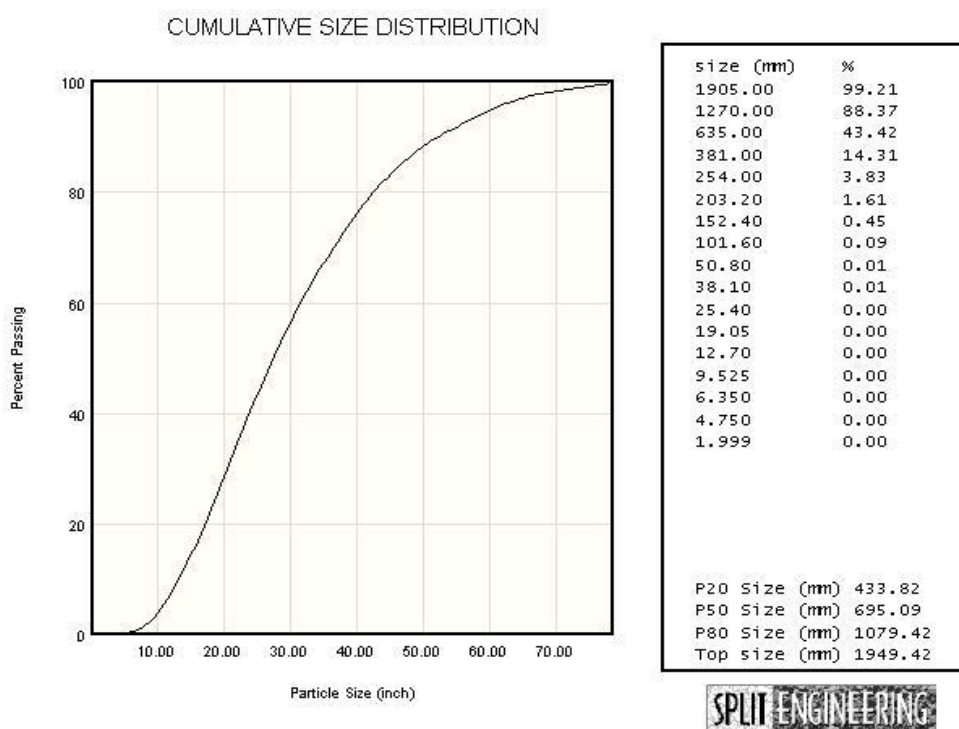
ลำดับที่	Explosive factor	เปอร์เซ็นต์ช่องลม	แรงสั่นสะเทือน
	(kg/m ³)		(mm /sec)
1	0.308	9.24	68.60
2	0.212	5.88	39.40
3	0.210	9.05	48.30

3.4 ผลการวิเคราะห์หินก้อนโตเกินขนาดและการกระจายตัวของหินที่ได้จากการระเบิด

จากการศึกษาการกระจายของขนาดจากภาพถ่ายด้วยโปรแกรม Split Desktop 2.0 Demo ตามตัวอย่างในรูปที่ 3.2 (ดูข้อมูลในภาคผนวกที่ 1) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ขนาดจากภาพถ่าย โดยหลังจากทำการระเบิดแล้วนำ บอลสเกลไปวางบนกองหินแล้วถ่ายภาพ จากนั้นจึงนำรูปภาพมาทำการวิเคราะห์ขนาด ซึ่งในการประเมินปริมาณหินก้อนโตเกินขนาดซึ่งใช้ค่าที่ 80% ของความกว้างเครื่องบดแบบจอร์ ชูดแรก (30X42 นิ้ว) ที่ บริษัทผาทองทุ่งสงจำกัด ใช้อยู่ในปัจจุบัน



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.2 (ก) ตัวอย่างการภาพถ่ายที่มีบอลสเกลวางอยู่บนกองหินหลังจากการระเบิด

(ข) ผลที่ได้จากการใช้ภาพถ่ายวิเคราะห์ขนาดด้วยโปรแกรม Split Desktop 2.0

3.4.1 วิเคราะห์ปริมาณหินก้อนโตเกินขนาด

จากการศึกษาปริมาณหินตกค้างที่ขนาด 24 นิ้ว (เป็นขนาดที่ 80 % ของการประเมินจากปากไม้แรกของ หสน.ผาทองทุ่งสง (30X42 นิ้ว) พบว่า การระเบิดแบบทั่วไปมีค่าเปอร์เซ็นต์ตกค้างที่ขนาด 24 นิ้ว อยู่ที่ 41.00 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 3.7 สำหรับการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบน การระเบิดในครั้งที่ 1-4 เปอร์เซ็นต์ตกค้างที่ขนาด 24 นิ้ว มีค่าน้อยกว่าการระเบิดแบบทั่วไปอยู่ในช่วง 0.70-36.50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในการระเบิดครั้งที่ 5 ค่าเปอร์เซ็นต์ตกค้างที่ 24 นิ้ว มีค่าสูงกว่าการระเบิดแบบทั่วไปที่ 78.30 % ดังแสดงในตารางที่ 3.8 สำหรับการระเบิดในครั้งที่ 6-10 เป็นการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะแบบเว้นช่องลมในรูเจาะแบบมีบูตเตอร์ ใน ครั้งที่ 6-8 เปอร์เซ็นต์ตกค้างที่ขนาด 24 นิ้ว

มีค่าต่ำกว่าการระเบิดแบบทั่วไปอยู่ในช่วง 23.00-39.60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในการระเบิดครั้งที่ 9 และ 10 นั้น เปอร์เซ็นต์ตกค้างที่ขนาด 24 นิ้ว มีค่ามากกว่าการระเบิดแบบทั่วไปที่ 59.00 และ 54.00 ตามลำดับ ในรูปที่ 3.3 แสดงแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ตกค้างที่ 24 นิ้ว จะเห็นว่าหากช่องลมในรูเจาะมากเปอร์เซ็นต์ตกค้างที่ 24 นิ้วก็จะยิ่งสูงขึ้น

3.4.2 วิเคราะห์การกระจายตัวของหิน

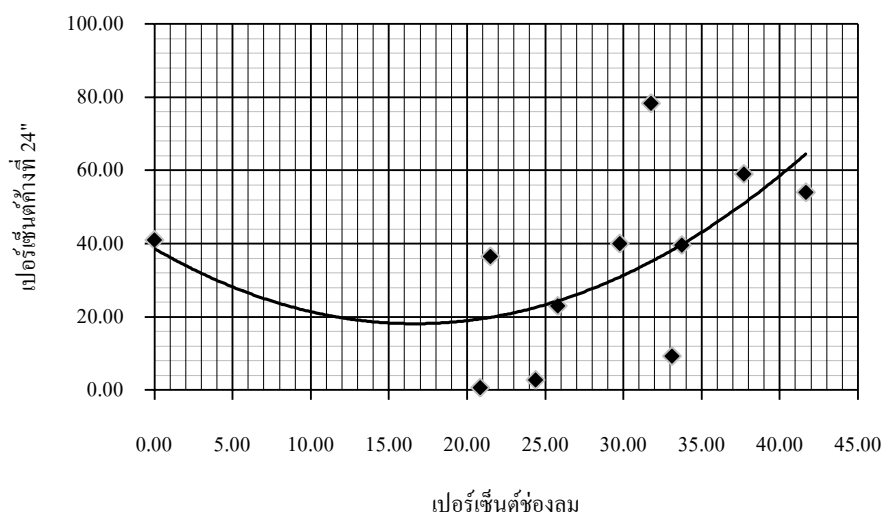
จากการศึกษาการวิเคราะห์การกระจายตัวของขนาดหินที่เกิดจากการระเบิดแบบทั่วไปกับการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนนั้นพบว่า การกระจายตัวของหินที่ได้จากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะจะมีการกระจายตัวที่ดีกว่าการระเบิดแบบทั่วไป ดังตารางที่ 3.9 และรูปที่ 3.5 จากการระเบิดแบบทั่วไปค่าเฉลี่ยของ Sharpness Index อยู่ที่ 0.24 แต่การระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะ ค่าของ Sharpness Index จะมีค่ามากกว่าการระเบิดแบบทั่วไปในทุกๆค่า ของการระเบิด

ตารางที่ 3.7 แสดงขนาดของหินจากการระเบิดแบบทั่วไปที่ เปอร์เซ็นต์ต่างๆ

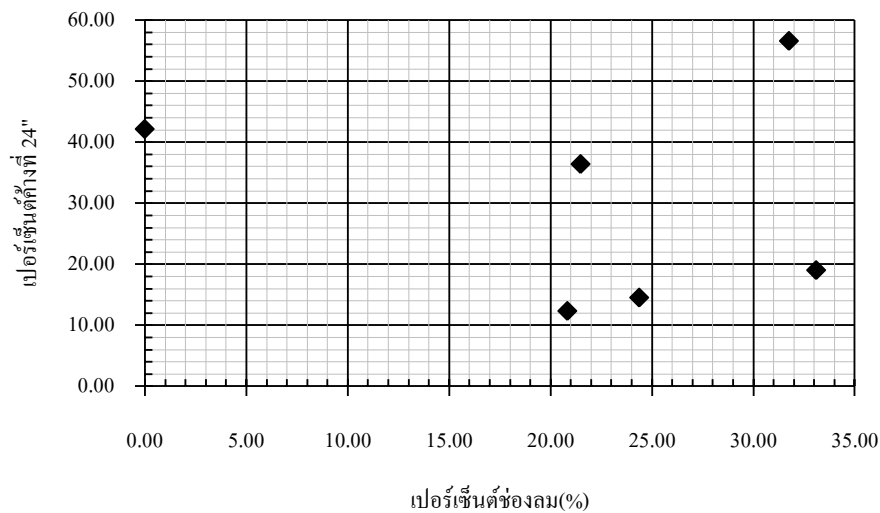
วิเคราะห์ขนาดหินก่อนใดจากการระเบิดแบบทั่วไป									
ลำดับ ที่	เปอร์เซ็นต์ ช่องลม (%)	Explosive factor kg./m ³	ปริมาตร หิน m ³	ขนาดเฉลี่ยที่ เปอร์เซ็นต์ ผ่าน P20 (inch)	ขนาดเฉลี่ยที่ เปอร์เซ็นต์ ผ่าน P50 (inch)	ขนาดเฉลี่ย ที่เปอร์เซ็นต์ ผ่าน P80 (inch)	เปอร์เซ็นต์ค้ำ ที่ 24" (%)	ขนาดหิน โตสุดเฉลี่ย (inch)	หมายเหตุ
1	0.00	0.37	2034.56	11.30	18.80	33.80	35.00	56.10	รูปที่ ๗1-1 ถึง ๗1-4
2	0.00	0.32	2781.81	12.00	20.00	34.20	39.00	48.34	รูปที่ ๗1-5 ถึง ๗1-7
3	0.00	0.35	2281.44	8.70	17.30	33.10	34.00	41.25	รูปที่ ๗1-8 ถึง ๗1-10
4	0.00	0.31	3257.66	8.00	26.20	67.50	56.00	71.56	รูปที่ ๗1-11 ถึง ๗1-13
ค่าเฉลี่ย		0.34	2588.87	10.00	20.58	42.15	41.00	54.32	

ตารางที่ 3.8 แสดงขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนที่เปอร์เซ็นต์ต่างๆ

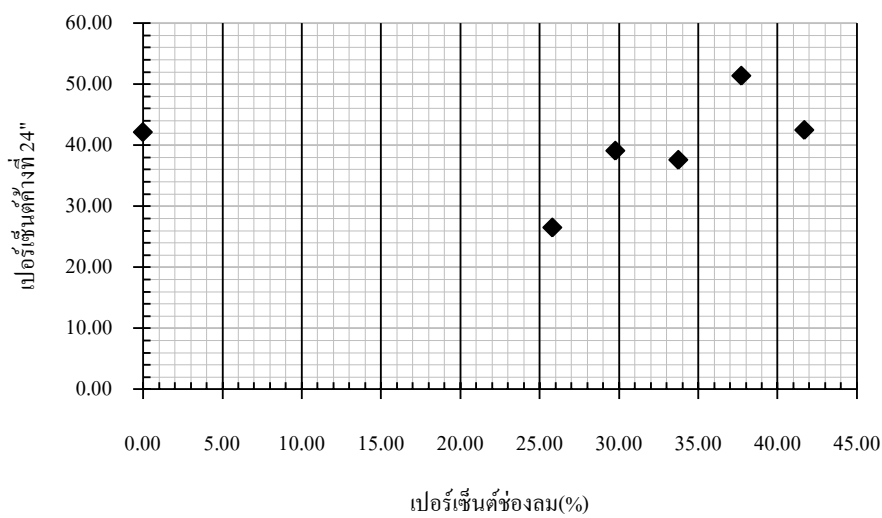
วิเคราะห์ขนาดหินก่อนโตจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมด้านบน									
ลำดับที่	เปอร์เซ็นต์ช่องลม (%)	Explosive factor kg./m ³	ปริมาตรหิน m ³	ขนาดเฉลี่ยที่เปอร์เซ็นต์ผ่าน P20 (inch)	ขนาดเฉลี่ยที่เปอร์เซ็นต์ผ่าน P50 (inch)	ขนาดเฉลี่ยที่เปอร์เซ็นต์ผ่าน P80 (inch)	เปอร์เซ็นต์ค้ำที่ 24"	ขนาดหินโตสุดเฉลี่ย (inch)	หมายเหตุ
1	20.83	0.38	1572.86	3.30	6.90	12.30	0.70	17.34	รูปที่ ๓1-14 ถึง ๓1-18
2	24.38	0.37	1076.48	6.00	9.60	14.50	2.80	25.54	รูปที่ ๓1-19 ถึง ๓1-22
3	33.10	0.44	828.14	7.10	12.00	19.00	9.30	36.31	รูปที่ ๓1-23 ถึง ๓1-25
4	21.48	0.26	2803.71	12.80	21.10	36.40	36.50	52.90	รูปที่ ๓1-26 ถึง ๓1-29
5	31.76	0.42	928.26	23.20	36.20	56.60	78.30	85.22	รูปที่ ๓1-30 ถึง ๓1-32
6	25.79	0.25	2612.74	8.30	14.10	26.50	23.00	47.07	รูปที่ ๓1-33 ถึง ๓1-35
7	29.76	0.23	2612.74	10.70	19.50	39.10	40.00	52.63	รูปที่ ๓1-36 ถึง ๓1-39
8	33.73	0.22	2612.74	12.10	20.00	37.60	39.60	55.71	รูปที่ ๓1-40 ถึง ๓1-43
9	37.70	0.20	2612.74	16.20	29.10	51.40	59.00	76.13	รูปที่ ๓1-44 ถึง ๓1-47
10	41.67	0.19	2612.74	14.50	26.10	42.50	54.00	67.13	รูปที่ ๓1-48 ถึง ๓1-50



รูปที่ 3.3 แสดงเปอร์เซ็นต์ค้ำที่ขนาด 24"



(ก)

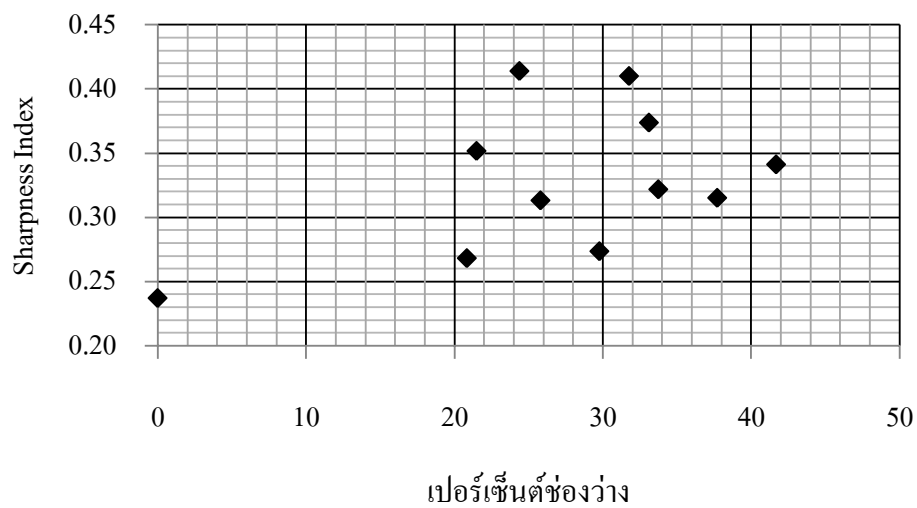


(ข)

รูปที่ 3.4 (ก) การระเบิดแบบทั่วไปกับการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนไม่มีผู้เตอร์
 (ข) การระเบิดแบบทั่วไปกับการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนมีผู้เตอร์

ตารางที่ 3.9 แสดง ค่า Sharpness Index

ลำดับที่	เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง	Sharpness Index
ค่าเฉลี่ยจากการระเบิดแบบทั่วไป	0	0.24
1	20.83	0.27
2	24.38	0.41
3	33.10	0.37
4	21.48	0.35
5	31.76	0.41
6	25.79	0.31
7	29.76	0.27
8	33.73	0.32
9	37.70	0.32
10	41.67	0.34



รูปที่ 3.5 แสดงการกระจายตัวของหินที่เปอร์เซ็นต์ช่องว่างต่างๆ

3.5 การวิเคราะห์โหนดที่เกิดขึ้นจากการระเบิด

จากการศึกษาพบว่า การระเบิดแบบทั่วไป มีค่าเฉลี่ยของโหนดอยู่ที่ 0.32 เมตร สำหรับการระเบิดแบบการเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนและด้านล่าง การระเบิดทุกครั้งมีค่าใกล้เคียงกันกับการระเบิดแบบทั่วไป แต่สำหรับการระเบิดแบบเว้นช่อง ลมด้านล่างครั้งที่ 1 นั้น เกิดเองขึ้นเนื่องจากเป็นการเจาะรูระเบิดแบบมี Sub drill โดยจะเห็นได้จากตารางที่ 3.10 และ 3.11

ตารางที่ 3.10 แสดงโหนดที่เกิดจากการระเบิดแบบทั่วไป

ลำดับที่	เปอร์เซ็นต์ ช่องลม (%)	ระดับโหนด ก่อนระเบิด (m.)	ระดับโหนด หลังระเบิด (m.)	หมายเหตุ
1	0.00	-0.87	0.32	
2	0.00	0.31	0.22	
3	0.00	-0.74	0.22	
4	0.00	0.68	0.53	
ค่าเฉลี่ย	0.00	-0.16	0.32	

ตารางที่ 3.11 แสดง โขดที่เกิดจากการระเบิดแบบเว้าช่องลมในรูเจาะด้านบน

ลำดับที่	เปอร์เซ็นต์ ช่องลม (%)	ระดับ โขด ก่อนระเบิด (m.)	ระดับ โขด หลังระเบิด (m.)	หมายเหตุ
1	20.83	-0.16	0.05	
2	24.38	-0.21	0.11	
3	33.10	-0.44	-0.33	
4	21.48	0.00	-0.10	
5	31.76	-0.20	-0.13	
6	25.79	0.55	0.15	
7	29.76	-0.87	0.21	
8	33.73	-0.15	-0.07	
9	37.70	0.21	-0.05	
10	41.67	-0.07	0.09	

สำหรับการระเบิดแบบเว้าช่องลมในรูเจาะด้านล่างของรูเจาะนั้น เมื่อไม่มี Sub drill ก็ไม่เกิดโขด ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่า สามารถใช้ การระเบิดแบบเว้าช่องลมที่รูเจาะด้านล่างโดยไม่ต้องมีการเจาะรูต่ำกว่าพื้น ดังข้อมูลตามตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 แสดง โขดที่เกิดจากการระเบิดแบบเว้าช่องลมในรูเจาะด้านล่าง

ลำดับที่	เปอร์เซ็นต์ ช่องลม (%)	ระดับ โขด ก่อนระเบิด (m.)	ระดับ โขด หลังระเบิด (m.)	หมายเหตุ
1	9.05	0.88	-0.50	
2	5.88	0.53	0.13	

3	9.24	0.13	-0.07	
---	------	------	-------	--

3.6 การวิเคราะห์การสาดการกองจากการระเบิด

การวิเคราะห์การสาดการกองจากการระเบิดโดยอาศัยการเขียนภาพ Profile ด้วยโปรแกรม Auto-CAD R 2008 (ดูภาคผนวกที่ 2) แสดงไว้ในตารางที่ 3.13-3.15 และสรุปออกมาเป็นตารางที่ 3.16-3.17

จากตารางที่ 3.16 และ 3.17 ค่าสัดส่วนของระยะการสาดไกล/ความสูง Bench (L: H) มีค่าสูงกว่า การระเบิดแบบทั่วไป และสัดส่วนดังกล่าว และจะมีแนวโน้มลดลงทุกๆ ช่วงเปอร์เซ็นต์ของช่องลมในเจาะที่เพิ่มขึ้น แต่ เมื่อเปรียบเทียบกับการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านล่าง พบว่า สัดส่วนดังกล่าวมีค่าที่ไม่ต่างกับการระเบิดแบบทั่วไป และมีแนวโน้มที่สัดส่วนดังกล่าวจะลดลงตามเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นของช่องลมในรูเจาะที่เพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 3.6 และ 3.7

ตารางที่ 3.13 การสาดการกองจากการระเบิดแบบทั่วไป

ลำดับที่	การสาดการกองจากการระเบิดแบบทั่วไป								หมายเหตุ
	หน้าผาระยะจากขอบ (m)	centroid		ร่องคิ้วหน้าผา		โหนก		ระยะสาด (m)	
		จากหน้าผา	ความสูง	จากหน้าผา	ความสูง	จากหน้าผา	ความสูง		
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		
1	6.80	8.780	3.410	0.000	7.320	4.800	9.446	21.400	รูปที่ ผ2-1
2	7.40	11.520	3.430	0.000	7.610	2.290	9.860	23.700	รูปที่ ผ2-2
3	7.00	8.790	2.620	0.000	6.670	3.000	7.673	23.500	รูปที่ ผ2-3
4	7.60	12.910	3.970	0.000	7.330	6.920	11.060	33.800	รูปที่ ผ2-4

ตารางที่ 3.14 การสกัดกั้นจากการระเบิดแบบเว้าช่องว่างในรูเจาะด้านบน

ลำดับที่	การสกัดกั้นจากการระเบิดแบบเว้าช่องว่างในรูเจาะด้านบน								หมายเหตุ
	หน้าผาระยะจากขอบ	centroid		ร่องคิหน้าผา		โหนด		ระยะสกัด	
		จากหน้าผา	ความสูง	จากหน้าผา	ความสูง	จากหน้าผา	ความสูง		
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		
1	6.40	12.587	1.996	0.000	6.570	2.400	7.860	29.200	รูปที่ ผ2-5
2	5.80	11.120	1.550	0.000	5.950	3.260	6.610	20.900	รูปที่ ผ2-6
3	5.40	7.150	1.970	0.000	4.660	1.690	5.470	16.700	รูปที่ ผ2-7
4	7.40	13.188	3.930	0.000	7.040	3.400	10.800	35.700	รูปที่ ผ2-8
5	5.40	6.155	2.159	1.600	4.210	4.890	6.190	14.800	รูปที่ ผ2-9
6	7.40	9.206	3.235	0.000	7.890	1.900	8.640	21.600	รูปที่ ผ2-10
7	7.40	14.899	2.129	1.400	6.440	5.950	7.670	35.500	รูปที่ ผ2-11
8	7.40	11.497	3.081	0.000	7.960	3.400	9.220	29.700	รูปที่ ผ2-12
9	7.40	11.508	3.766	0.000	9.533	2.200	10.630	27.700	รูปที่ ผ2-13
10	7.40	10.731	3.635	9.400	6.600	7.400	9.117	27.500	รูปที่ ผ2-14

ตารางที่ 3.15 การสกัดกั้นจากการระเบิดแบบเว้าช่องว่างในรูเจาะด้านล่าง

ลำดับที่	การสกัดกั้นจากการระเบิดแบบเว้าช่องว่างในรูเจาะด้านล่าง								หมายเหตุ
	หน้าผาระยะจากขอบ	centroid		ร่องคิหน้าผา		โหนด		ระยะสกัด	
		จากหน้าผา	ความสูง	จากหน้าผา	ความสูง	จากหน้าผา	ความสูง		
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		
1	7.00	14.620	2.770	0.000	9.198	3.000	9.198	29.500	รูปที่ ผ2-15
2	8.40	4.703	4.660	0.000	8.850	7.090	13.620	40.200	รูปที่ ผ2-16
3	8.20	3.342	2.420	0.000	6.500	7.640	9.220	30.100	รูปที่ ผ2-17

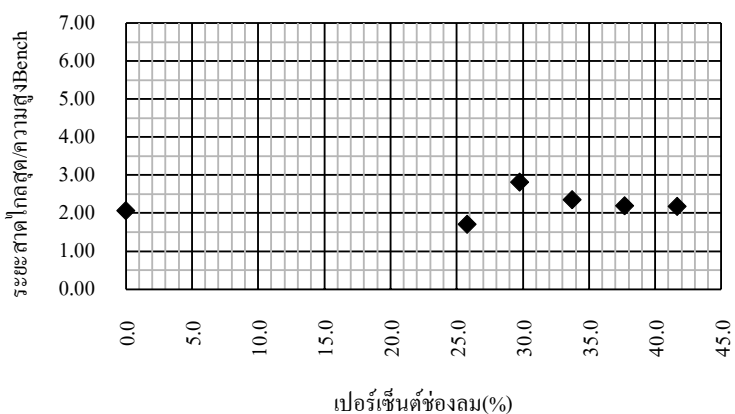
ตารางที่ 3.16 แสดงสัดส่วนของระยะเสาไกลสุด/ความสูง Bench จากการระเบิดแบบทั่วไปและการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านล่าง ในครั้งที่ 6-10

ลำดับที่	%ช่องว่าง	ความสูงBench	ระยะเสาไกลสุด	L:H
	(%)	(m.)	(m.)	
การระเบิดทั่วไป	0	12.36	25.60	2.07
6	25.794	12.6	21.600	1.71
7	29.762	12.6	35.500	2.82
8	33.730	12.6	29.700	2.36
9	37.698	12.6	27.700	2.20
10	41.667	12.6	27.500	2.18

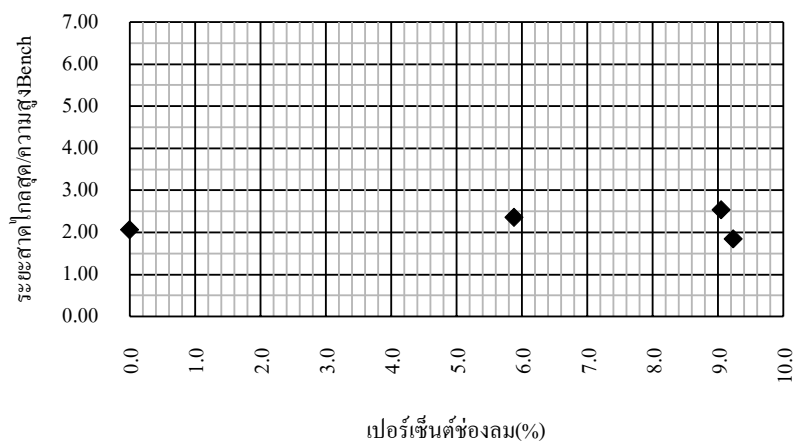
หมายเหตุ ค่าความสูง Bench และระยะเสาไกลสุดที่การระเบิดแบบทั่วไปเป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองทั้งสิ้นครั้ง โดยที่ L=ระยะเสาไกลสุด, H=ความสูง Bench

ตารางที่ 3.17 แสดงสัดส่วนของระยะเสาไกลสุด/ความสูง Bench จากการระเบิดแบบทั่วไปและการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านล่าง

ลำดับที่	%ช่องว่าง	ความสูงBench	ระยะเสาไกลสุด	L:H
	(%)	(m.)	(m.)	
การระเบิดทั่วไป	0	12.36	25.60	2.07
1	9.052	11.60	29.50	2.54
2	5.88	17.00	40.20	2.36
3	9.236	16.24	30.10	1.85



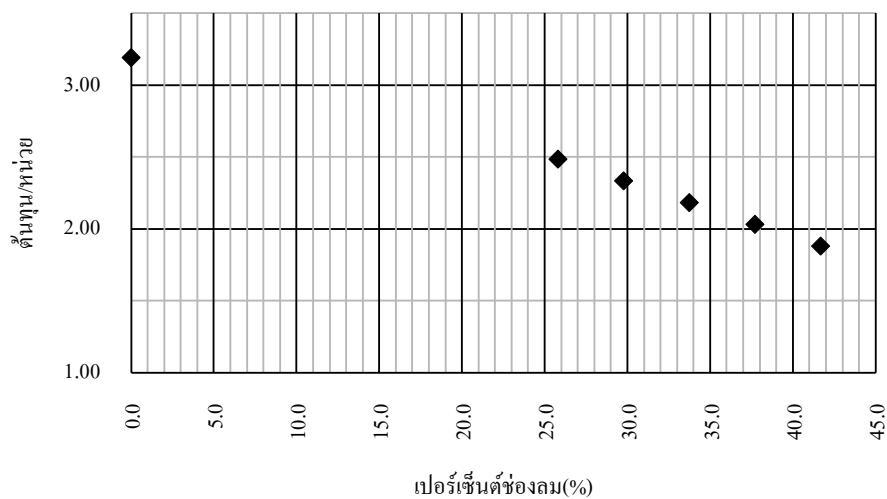
รูปที่ 3.6 เปรียบเทียบสัดส่วน L: H การระเบิดแบบทั่วไปกับการระเบิดแบบเว้นช่องลมด้านบน



รูปที่ 3.7 เปรียบเทียบสัดส่วน (L: H) การระเบิดแบบทั่วไปกับการระเบิดแบบเว้นช่องลมด้านล่าง

3.7 การวิเคราะห์ต้นทุนด้านวัตถุระเบิด

การระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะของทั้งสองกรณี ต้นทุนด้านวัตถุระเบิดจะลดลงตามเปอร์เซ็นต์ของช่องลมที่เพิ่มขึ้น เพราะเปอร์เซ็นต์ช่อง ลมเข้าไปเท่าที่วัตถุระเบิดในรูเจาะ ดังรูปที่ 3.8 เป็นการแสดงต้นทุนด้านวัตถุระเบิดโดยใช้การระเบิดครั้งที่ 6-10 (คุณภาพผนวกที่ 3) เนื่องจากการระเบิดครั้งดังกล่าวนี้มีค่า แฟลคเตอร์ต่างๆที่ ใกล้เคียงกัน คือที่ค่าความสูงเท่ากันแต่เปอร์เซ็นต์ช่องลมที่เพิ่มขึ้น ต้นทุนด้านวัตถุระเบิดจะลดลง และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับ การระเบิดแบบทั่วไปจะเห็นว่า ต้นทุนด้านวัตถุระเบิดจะลดลง ดังตารางที่ 3.18



รูปที่ 3.8 ต้นทุน/หน่วย เปรียบเทียบต้นทุนการระเบิดระหว่างการระเบิดแบบทั่วไปกับการระเบิดแบบ
เว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนที่ความสูง Bench ที่ 12.6 เมตร

ตารางที่ 3.18 เปรียบเทียบต้นทุนต่อหน่วยด้านวัสดุระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านล่างกับการ
ระเบิดแบบทั่วไป

ลำดับที่	เปอร์เซ็นต์ช่อง ลม	ปริมาตร หิน (m^3)	ต้นทุน		ต้นทุนต่อหน่วย		หมายเหตุ
			แบบ ทั่วไป (Baht)	แบบเว้นช่องลมใน รูเจาะด้านล่าง (Baht)	แบบ ทั่วไป (Baht/ m^3)	แบบเว้นช่องลมใน รูเจาะด้านล่าง (Baht/ m^3)	
1	9.05	2273.60	20166.04	18371.05	3.32	3.03	
2	5.88	4798.08	30979.34	26753.35	2.42	2.09	
3	9.24	4367.91	29355.85	24015.68	2.52	2.06	

บทที่ 4

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการศึกษา

4.1.1 สรุปแรงสั่นสะเทือน

ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การใช้วิธีการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะทั้งด้านบนและด้านล่างสามารถลดค่าแรงสั่นสะเทือนได้ ซึ่งการระเบิด แบบทั่วไปมีค่าแรงสั่นสะเทือนอยู่ที่ 156. mm./sec แต่เมื่อเปรียบเทียบกับแรงสั่นสะเทือนจากการระเบิดแบบทั่วไปพบว่าแรงสั่นสะเทือนจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะทั้งด้านบนค่าแรงสั่นสะเทือนลดลงประมาณ 9.82-64.90% และสำหรับการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านล่างค่าแรงสั่นจะลดลงประมาณ 48.30-68.60%

4.1.2 สรุปหินก้อนโตเกินขนาดและการกระจายตัวของหินที่ได้จากการระเบิด

4.1.2.1 การวิเคราะห์หินก้อนโตเกินขนาด

จากการวิเคราะห์หินก้อนโตเกินขนาดที่ผ่าน 80 เปอร์เซนต์ ของปากโม้แรก (30X42 นิ้ว) ณ ห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคลผาทองทุ่งสง อยู่ที่ 24 นิ้ว การระเบิดแบบทั่วไปขนาดหินก้อนโตเกินขนาด อยู่ที่ 41.00 เปอร์เซนต์ และเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนในการระเบิด ครั้งที่ 1-4 ถือว่าผ่านเกณฑ์ เนื่องจากมีจำนวนเปอร์เซนต์ต่ำกว่าการระเบิดแบบทั่วไป ที่ห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคลผาทองทุ่งสง ใช้อยู่ แต่ในการระเบิดครั้งที่ 5 ไม่ผ่านเกณฑ์เนื่องจากมีเปอร์เซนต์หินก้อนโตเกินขนาดมากกว่าที่เป็นอยู่ที่ 56.60 เปอร์เซนต์ ดังนั้นจึงได้ออกแบบให้มีการใช้ทุตเตอร์เข้าช่วยในการระเบิด ซึ่งการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนในครั้งที่ 6-8 นั้น ถือว่าผ่านเกณฑ์ ส่วนในการระเบิดครั้งที่ 9 และ 10 นั้นไม่ผ่านเกณฑ์ เนื่องจากมีค่าเปอร์เซนต์หินก้อนโตสูงกว่าที่เป็นอยู่ที่ 59.00 และ 54.00 ตามลำดับ

4.1.2.2 การวิเคราะห์การกระจายตัวของหิน

การวิเคราะห์ค่าการกระจายตัวของขนาด จากการวิเคราะห์ค่าการกระจายตัวของขนาด จากการระเบิดแบบทั่วไปและการกระจายตัวของขนาดจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะพบว่า การกระจายตัวของขนาดจากการระเบิดแบบทั่วไป ขนาดเฉลี่ยที่ผ่าน 80 เปอร์เซนต์ อยู่ที่ 42.15 นิ้ว ส่วน

ในการระเบิดแบบเว้าช่องลมด้านบนในครั้งที่ 1 – 4 ขนาดเฉลี่ยที่ผ่าน 80 เปอร์เซนต์อยู่ในช่วง 12.30-36.40 นิ้ว ในครั้งที่ 5 ของการทดลองขนาดเฉลี่ยที่ผ่าน 80 อยู่ที่ 56.60 นิ้ว ซึ่งไม่อยู่ในช่วงการกระจายตัวของขนาดการระเบิดแบบทั่วไป และไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ในการออกแบบการวิจัย จึงได้มีการออกแบบผังการระเบิดให้มี booster ในรูเจาะ ผลการวิเคราะห์การกระจายตัวของขนาดการระเบิดครั้งที่ 6 – 8 เฉลี่ยที่ผ่าน 80 เปอร์เซนต์อยู่ที่ 26.50 -37.60 และในการระเบิดครั้งที่ 9 และ 10 ขนาดเฉลี่ยที่ผ่าน 80 เปอร์เซนต์ อยู่ที่ 51.40-42.50 นิ้ว ซึ่งไม่อยู่ในช่วงการกระจายตัวของขนาดการระเบิดแบบทั่วไป และไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

4.1.3 การวิเคราะห์โศกที่เกิดขึ้นจากการระเบิด

จากการวิเคราะห์ผลตารางที่ 3.10, 3.11 และ 3.12 แสดงว่าการใช้ Air-Deck ช่วยในการปรับปรุงโศกหลังจากการระเบิดที่เกิดขึ้นได้ ทุ้มๆ ที่ไม่มีระยะ Sub drill เช่นกรณีของการระเบิดแบบเว้าช่องลมด้านล่าง

4.1.4 การวิเคราะห์การสาดการกองจากการระเบิด

จากการวิเคราะห์พบว่า ระยะสาดกองมีแนวโน้มลดลงตามความยาวของเปอร์เซนต์ช่องลมที่เพิ่มขึ้น

4.1.5 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการระเบิด

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายใน ในส่วนของต้นทุนด้านวัตถุระเบิดพบว่า การระเบิดเว้าช่องลมในรูเจาะทั้งสองกรณีสามารถลดต้นทุนด้านวัตถุระเบิดได้ เนื่องจากวัตถุระเบิดถูกแทนที่ด้วยเปอร์เซนต์ช่องลม

4.1.6 สรุปผลโดยภาพรวม

ระยะ Air-Deck ที่เหมาะสมกับโรงโม่หิน บริษัทผาทองทุ่งสงจำกัด อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช คือระยะที่ 30% ของความลึกรูเจาะ ซึ่งการระเบิดแบบเว้าช่องลมในรูเจาะนั้นสามารถลดแรงสั่นสะเทือน หินก้อนโต ต้นทุนด้านวัตถุระเบิดได้ดีกว่าการระเบิดแบบทั่วไป

4.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการศึกษาต้องสอดคล้องกับแผนการทำงานของเหมือง ทำให้มีข้อจำกัด โดยในการศึกษานี้ความสูงหน้าเหมืองเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทำให้ต้องอาศัยการใช้ค่าตัวแปรที่เป็นเปอร์เซ็นต์ ของความยาวช่องว่างต่อความสูงของหน้าเหมือง หากสามารถทำการศึกษาที่ความสูงหน้าเหมืองใกล้เคียงกันตลอดช่วงการวิจัยน่าจะได้ผลที่ชัดเจน และไม่มีปัญหาความแปรปรวนจากค่าความสูงของหน้าเหมืองที่ไม่เท่ากัน

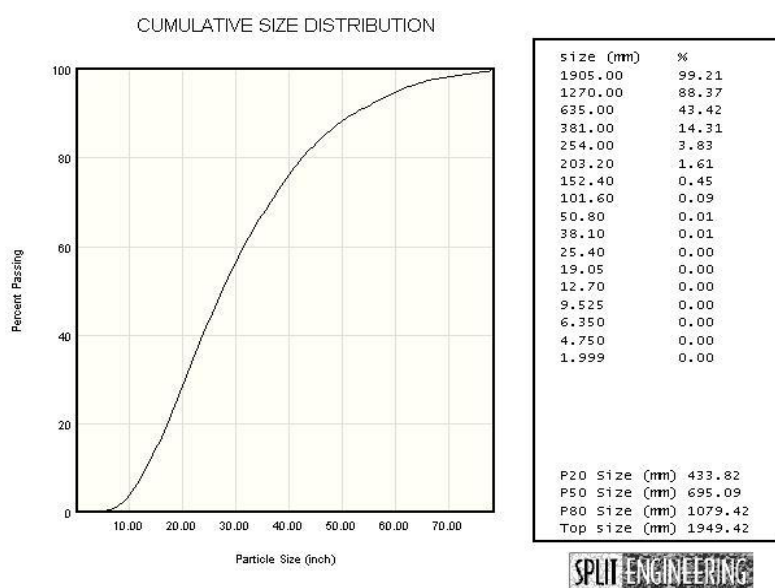
บรรณานุกรม

- J.C. Jhanwar, A.K. Cakraborty, H.R. Anireddu and J.L. Jethwa. (1998). “Application of Air decks in Production Blasting to Improve Fragmentation and Economics of an Open pit mine”. Geotechnical and Geological Engineering 17, 37–57.
- J.C. Jhanwar, J.L. Jethwa, and A.H. Reddy. (1999). “Influence of Air-deck blasting on Fragmentation in Jointed Rocks in an Open-pit Manganese Mine”. Engineering Geology 57, 13-29.
- R.Frank chiappeta. (2004). “New Blasting Technique to Eliminate Sub grade Drilling, Improve Fragmentation; Reduce Explosive Consumption and Lower Ground Vibrations”. Special advanced copy reprinted with permission from the International Society of Explosives Engineers (ISEE) and Journal of Explosives Engineering.
- Sang-Wook Kim, Shin Lee and Dae-Woo Kang. (2005).“ Method of blasting using air tubes changed in a blast hoe”. International Society of Explosives .abstract
- SEKO Drilling Europe.(2007). Site test report: Air deck blasting technology using air tube. Power Point presentation of SEKO Drill Europe. Industriestr.17, 61449 Steibach/Ts
- T.Davids and B.J.Botha.(1994). “Mid-column air decks boost production blasting” Coal 10, 38

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1

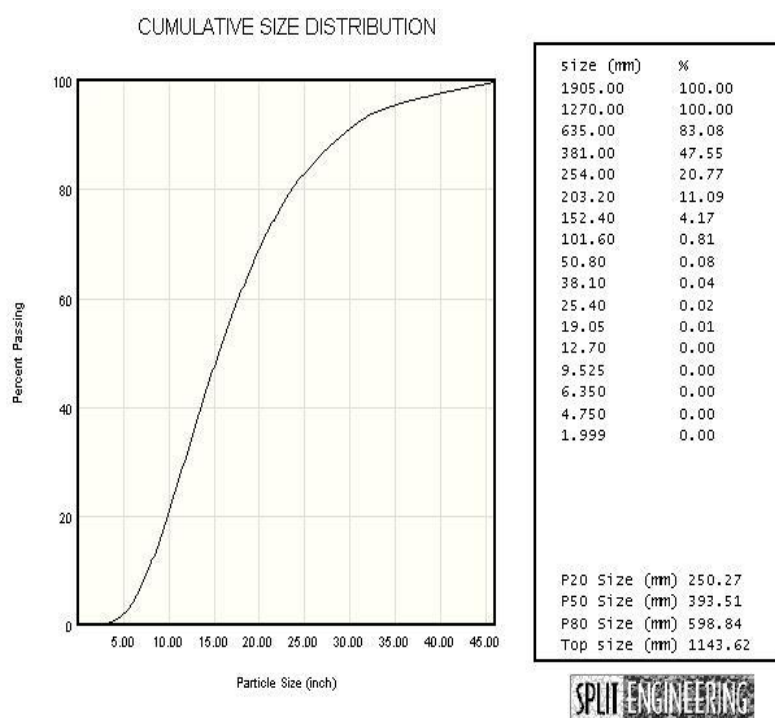
ผลการวิเคราะห์ขนาดด้วยโปรแกรม Split Desktop 2.00 Demo



รูปที่ ผ1-1 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบทั่วไปด้วยโปรแกรม

Split Desktop

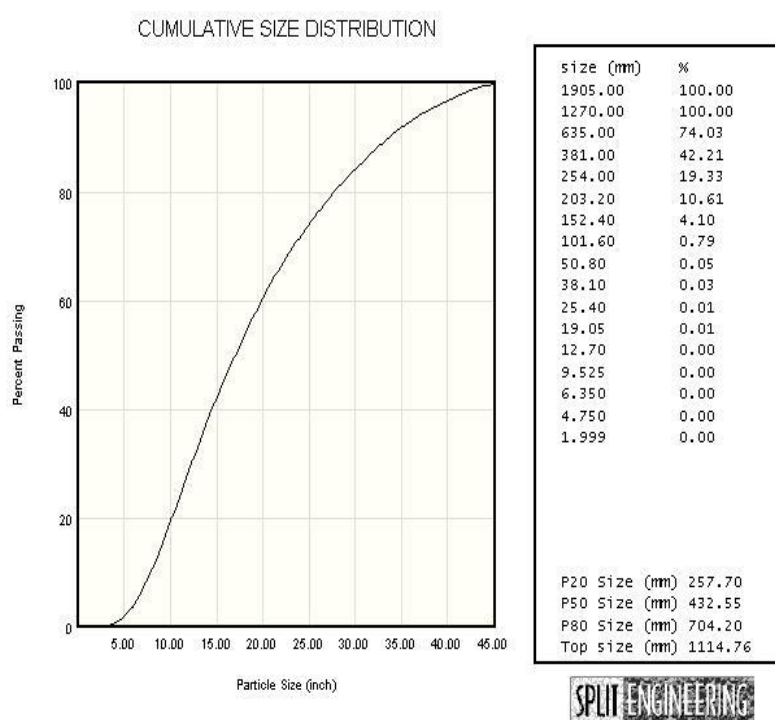
ลำดับที่ 1 รูปที่ 1 (ความสูง Bench 11.00 เมตร, Stemming 3.40 เมตร, Burden 3.40 เมตร, Spacing 3.40 เมตร, Sub Drill 1.00 เมตร)



รูปที่ ๗1-2 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบทั่วไปด้วยโปรแกรม

Split Desktop

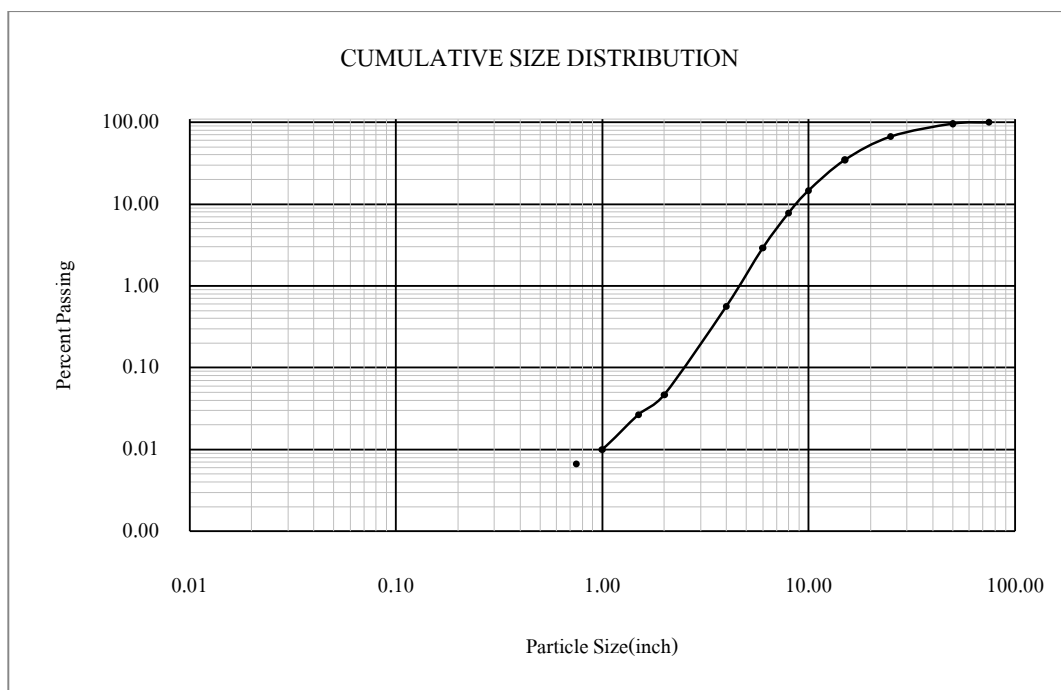
ลำดับที่ 1 รูปที่ 2 (ความสูง Bench 11.00 เมตร, Stemming 3.40 เมตร, Burden 3.40 เมตร, Spacing 3.40 เมตร, Sub Drill 1.00 เมตร)



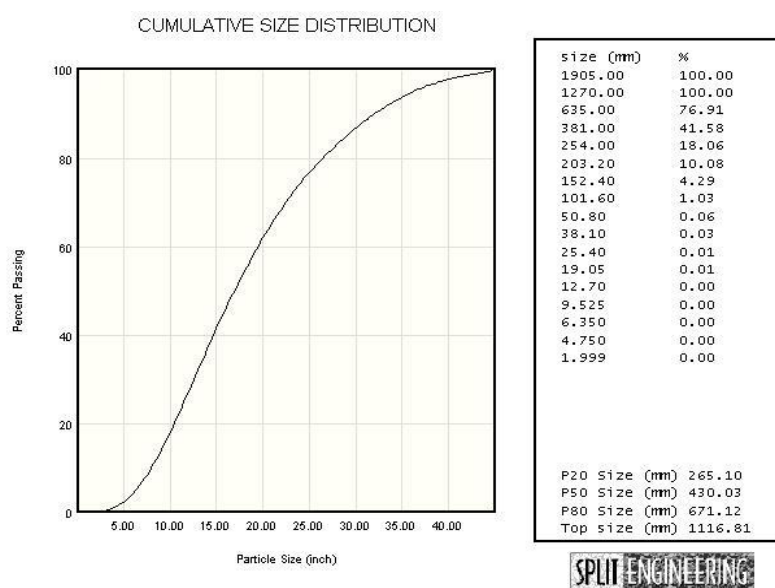
รูปที่ ๗1-3 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบทั่วไปด้วยโปรแกรม

Split Desktop

ลำดับที่ 1 รูปที่ 3 (ความสูง Bench 11.00 เมตร, Stemming 3.40 เมตร, Burden 3.40 เมตร, Spacing 3.40 เมตร, Sub Drill 1.00 เมตร)



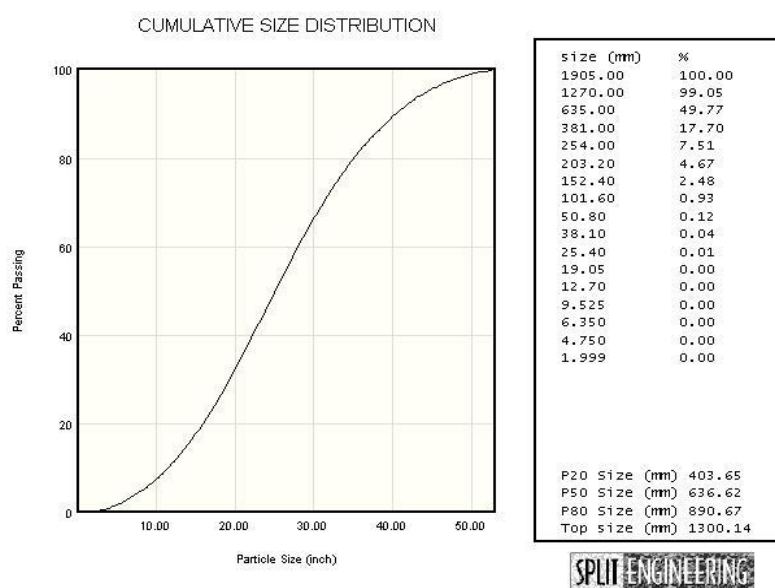
รูปที่ ผ1-4 ผลการเฉลี่ยการกระจายขนาดของหิน จากรูปที่ ผ1-1 ถึง ผ1-3 โดยการระเบิดแบบทั่วไป
 ลำดับที่ 1 (ความสูง Bench 11.00 เมตร, Stemming 3.40 เมตร, Burden 3.40 เมตร, Spacing 3.40 เมตร, Sub Drill 1.00 เมตร)



รูปที่ ผ1-5 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบทั่วไปด้วยโปรแกรม

Split Desktop

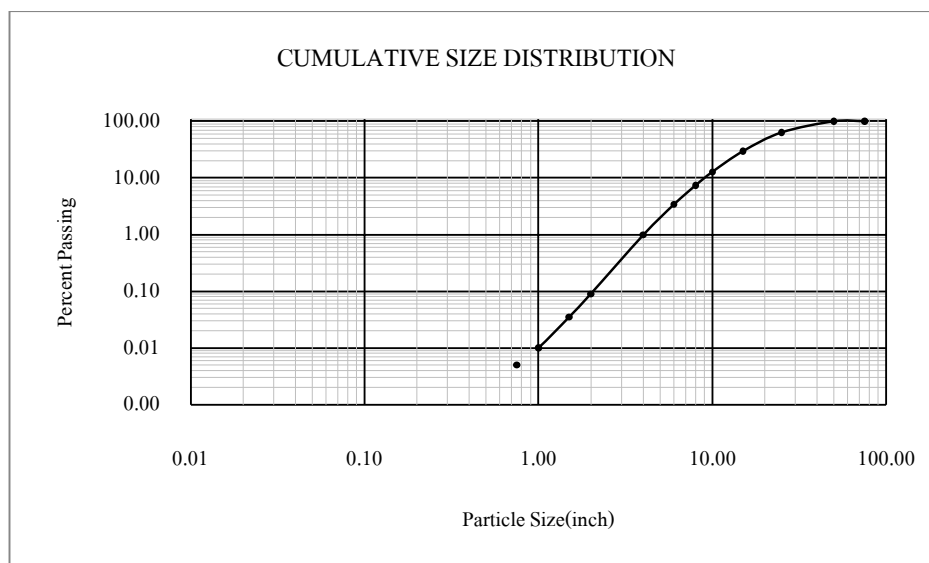
ลำดับที่ 2 รูปที่ 1 (ความสูง Bench 12.70 เมตร, Stemming 3.70 เมตร, Burden 3.70 เมตร, Spacing 3.70 เมตร, Sub Drill 1.10 เมตร)



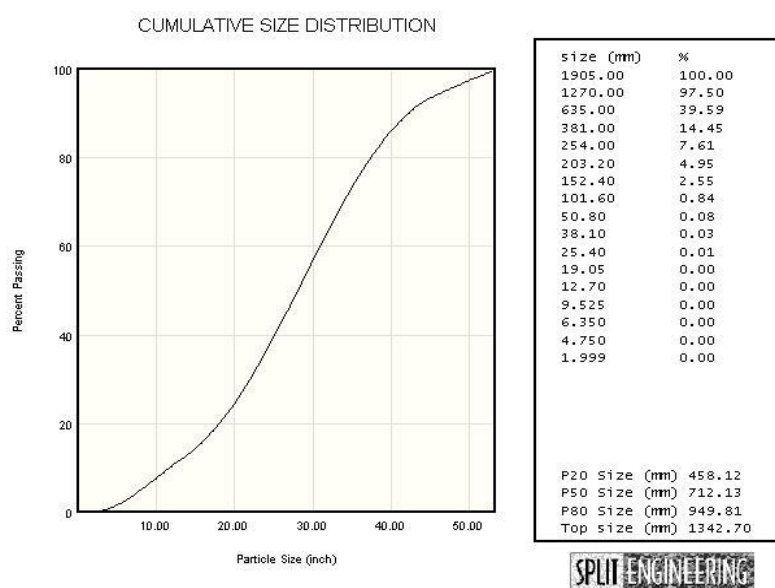
รูปที่ ผ1-6 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบทั่วไปด้วยโปรแกรม

Split Desktop

ลำดับที่ 2 รูปที่ 2 (ความสูง Bench 12.70 เมตร, Stemming 3.70 เมตร, Burden 3.70 เมตร, Spacing 3.70 เมตร, Sub Drill 1.10 เมตร)



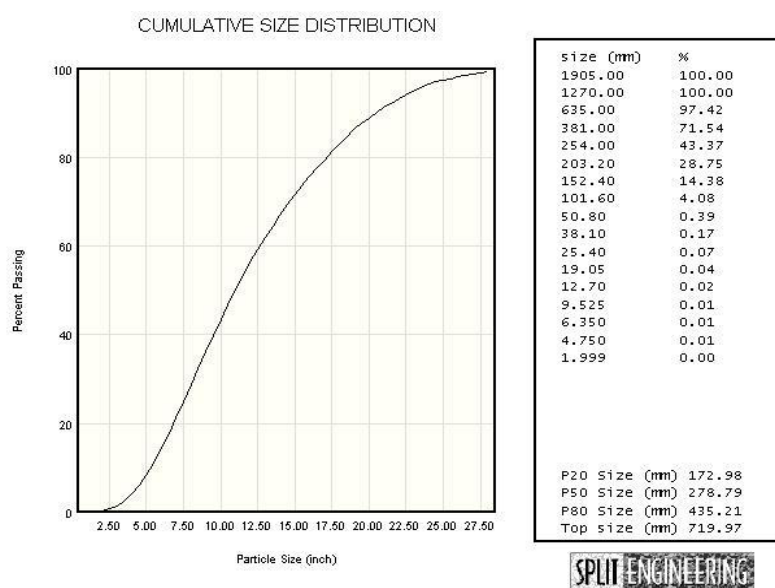
รูปที่ ผ1-7 ผลการเฉลี่ยการกระจายขนาดของหิน จากรูปที่ ผ1-5 ถึง ผ1-6 โดยการระเบิดแบบทั่วไป
 ลำดับที่ 2 (ความสูง Bench 12.70 เมตร, Stemming 3.70 เมตร, Burden 3.70 เมตร, Spacing 3.70 เมตร, Sub Drill 1.10 เมตร)



รูปที่ ผ1-8 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบทั่วไปด้วยโปรแกรม

Split Desktop

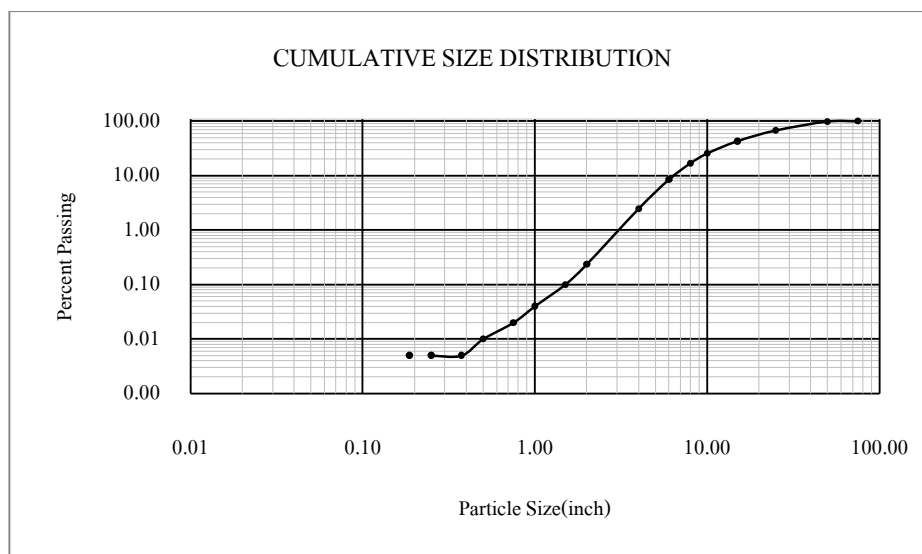
ลำดับที่ 3 รูปที่ 1 (ความสูง Bench 11.46 เมตร, Stemming 3.50 เมตร, Burden 3.50 เมตร, Spacing 3.50 เมตร, Sub Drill 1.05 เมตร)



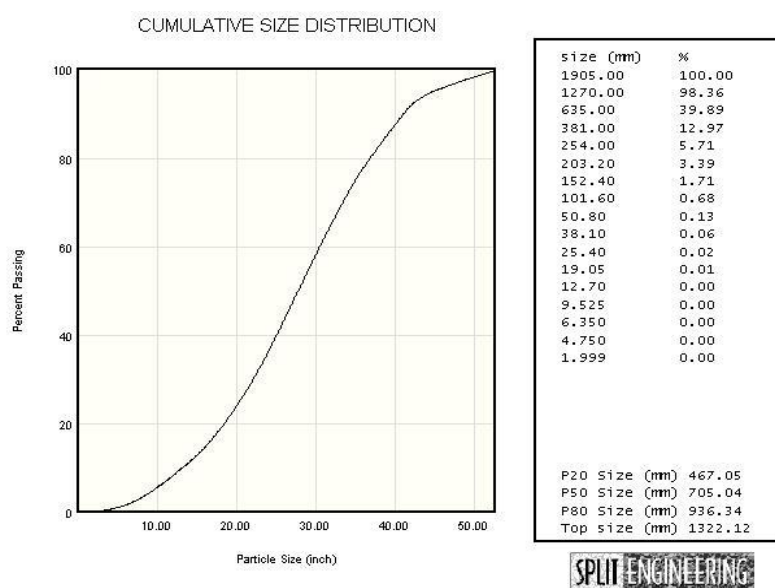
รูปที่ ผ1-9 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบทั่วไปด้วยโปรแกรม

Split Desktop

ลำดับที่ 3 รูปที่ 2 (ความสูง Bench 11.46 เมตร, Stemming 3.50 เมตร, Burden 3.50 เมตร, Spacing 3.50 เมตร, Sub Drill 1.05 เมตร)



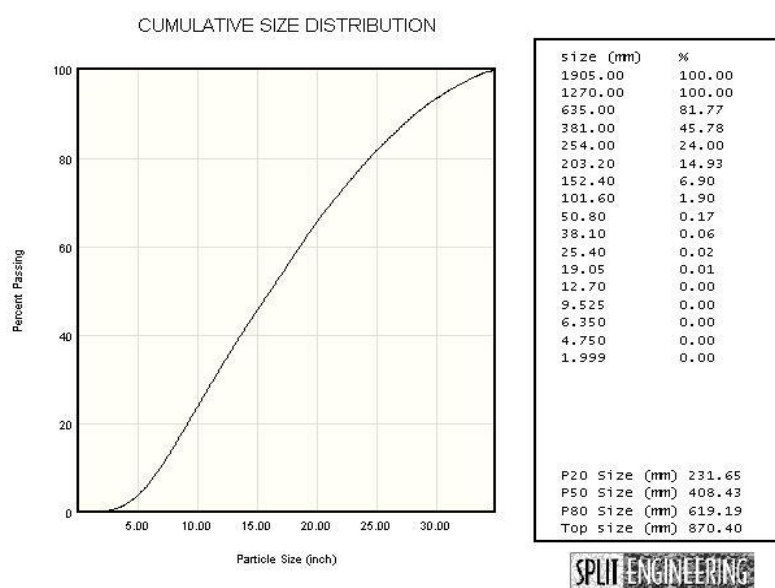
รูปที่ ผ1-10 ผลการเฉลี่ยการกระจายขนาดของหิน จากรูปที่ ผ1-8 ถึง ผ1-9 โดยการระเบิดแบบทั่วไป
 ลำดับที่ 3 (ความสูง Bench 11.46 เมตร, Stemming 3.50 เมตร, Burden 3.50 เมตร, Spacing 3.50 เมตร, Sub Drill 1.05 เมตร)



รูปที่ ผ1-11 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบทั่วไปด้วยโปรแกรม

Split Desktop

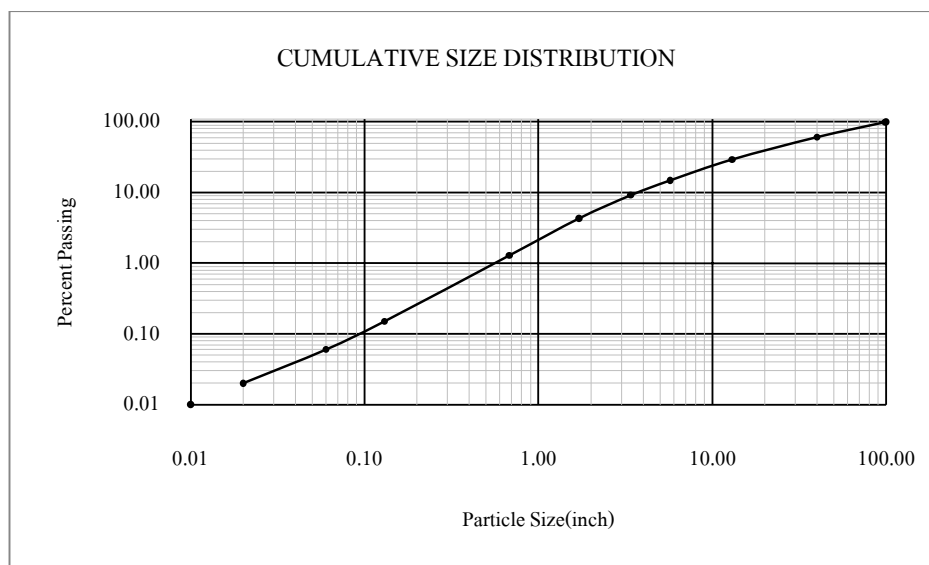
ลำดับที่ 4 รูปที่ 1 (ความสูง Bench 14.10 เมตร, Stemming 3.80 เมตร, Burden 3.80 เมตร, Spacing 3.80 เมตร, Sub Drill 1.14 เมตร)



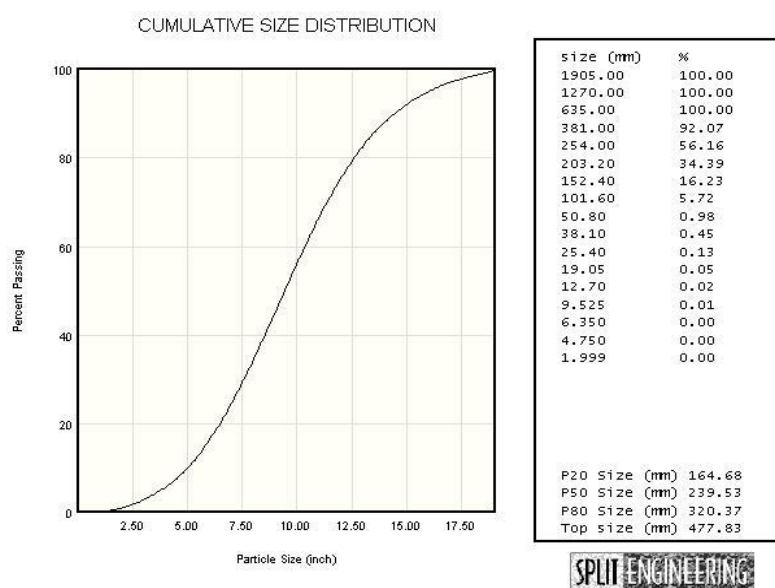
รูปที่ ผ1-12 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบทั่วไปด้วยโปรแกรม

Split Desktop

ลำดับที่ 4 รูปที่ 2 (ความสูง Bench 14.10 เมตร, Stemming 3.80 เมตร, Burden 3.80 เมตร, Spacing 3.80 เมตร, Sub Drill 1.14 เมตร)



รูปที่ ผ1-13 ผลการเฉลี่ยการกระจายขนาดของหิน จากรูปที่ ผ1-11 ถึง ผ1-12 โดยการระเบิดแบบทั่วไป
ลำดับที่ 4 (ความสูง Bench 14.10 เมตร, Stemming 3.80 เมตร, Burden 3.80 เมตร, Spacing 3.80 เมตร, Sub Drill 1.14 เมตร)



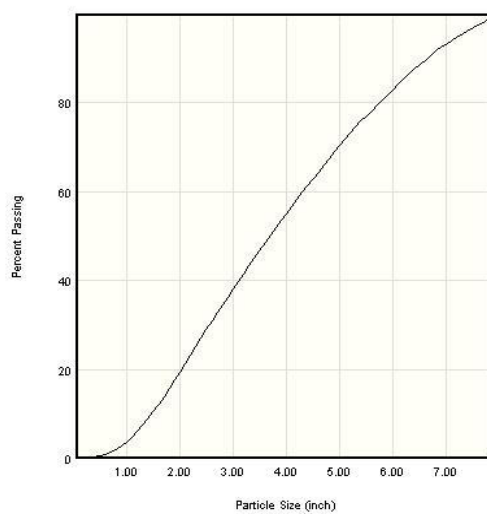
รูปที่ ผ1-14 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

ลำดับที่ 1 รูปที่ 1 (ความสูง Bench 9.60 เมตร, Stemming 1.50 เมตร, Burden 3.20 เมตร, Spacing 3.20 เมตร, Sub Drill 0.90 เมตร
เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 20.83%)



CUMULATIVE SIZE DISTRIBUTION



size (mm)	%
1905.00	100.00
1270.00	100.00
635.00	100.00
381.00	100.00
254.00	100.00
203.20	99.37
152.40	82.94
101.60	55.05
50.80	19.44
38.10	10.41
25.40	3.73
19.05	1.74
12.70	0.61
9.525	0.32
6.350	0.14
4.750	0.08
1.999	0.02

P20 Size (mm)	51.52
P50 Size (mm)	93.57
P80 Size (mm)	145.99
Top size (mm)	201.70

SPLIT ENGINEERING

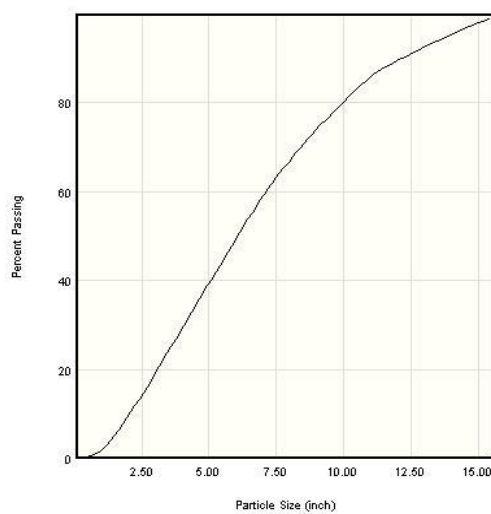
รูปที่ ผ1-15 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

ลำดับที่ 1 รูปที่ 2 (ความสูง Bench 9.60 เมตร, Stemming 1.50 เมตร, Burden 3.20 เมตร, Spacing 3.20 เมตร, Sub Drill 0.90 เมตร
เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 20.83%)



CUMULATIVE SIZE DISTRIBUTION



size (mm)	%
1905.00	100.00
1270.00	100.00
635.00	100.00
381.00	97.90
254.00	80.11
203.20	66.99
152.40	49.24
101.60	29.29
50.80	9.45
38.10	5.14
25.40	1.98
19.05	0.93
12.70	0.32
9.525	0.14
6.350	0.05
4.750	0.02
1.999	0.01

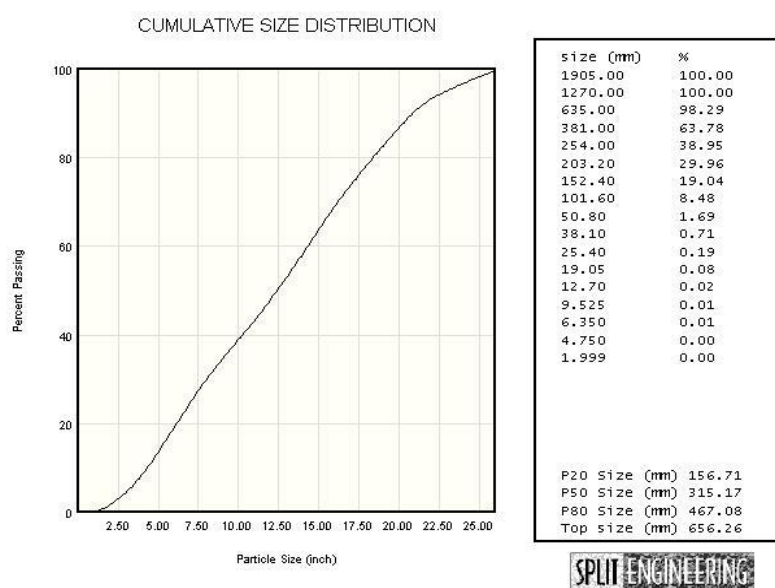
P20 Size (mm)	78.57
P50 Size (mm)	154.37
P80 Size (mm)	253.52
Top size (mm)	398.19

SPLIT ENGINEERING

รูปที่ ผ1-16 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

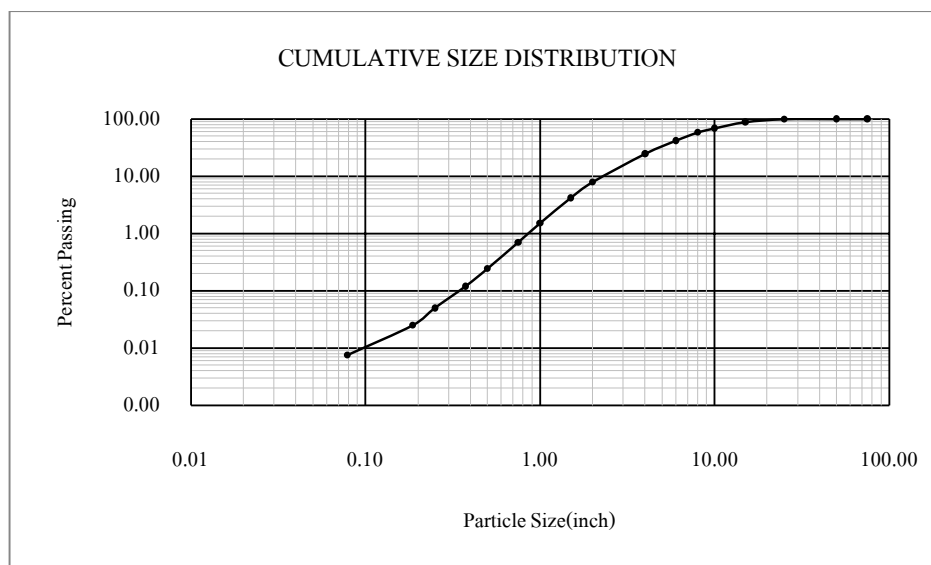
ลำดับที่ 1 รูปที่ 3 (ความสูง Bench 9.60 เมตร, Stemming 1.50 เมตร, Burden 3.20 เมตร, Spacing 3.20 เมตร, Sub Drill 0.90 เมตร
เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 20.83%)



รูปที่ ผ1-17 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

ลำดับที่ 1 รูปที่ 4 (ความสูง Bench 9.60 เมตร, Stemming 1.50 เมตร, Burden 3.20 เมตร, Spacing 3.20 เมตร, Sub Drill 0.90 เมตร
เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 20.83%)

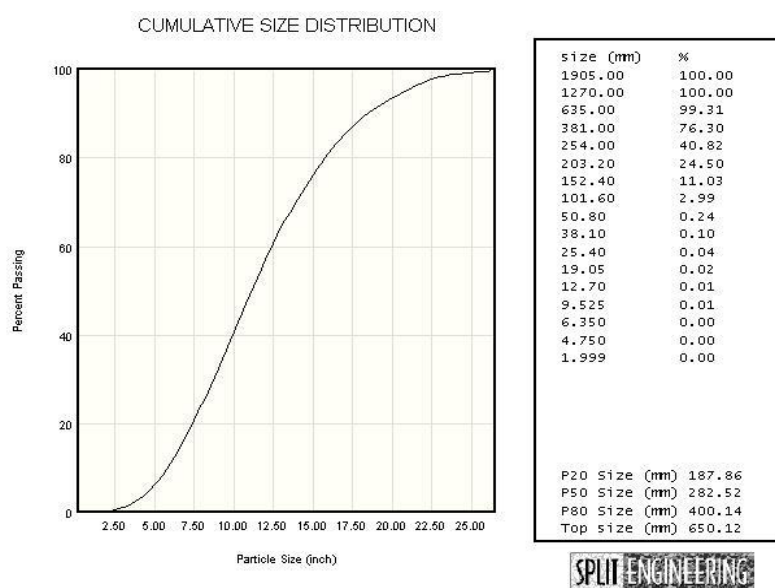


รูปที่ ผ1-18 ผลการเฉลี่ยการกระจายขนาดของหิน จากรูปที่ ผ1-14 ถึง ผ1-17 โดยการระเบิดแบบเว้น

ช่องลมในรูเจาะด้านบน

ลำดับที่ 1 (ความสูง Bench 9.60 เมตร, Stemming 1.50 เมตร, Burden 3.20 เมตร, Spacing 3.20 เมตร, Sub Drill 0.90 เมตร

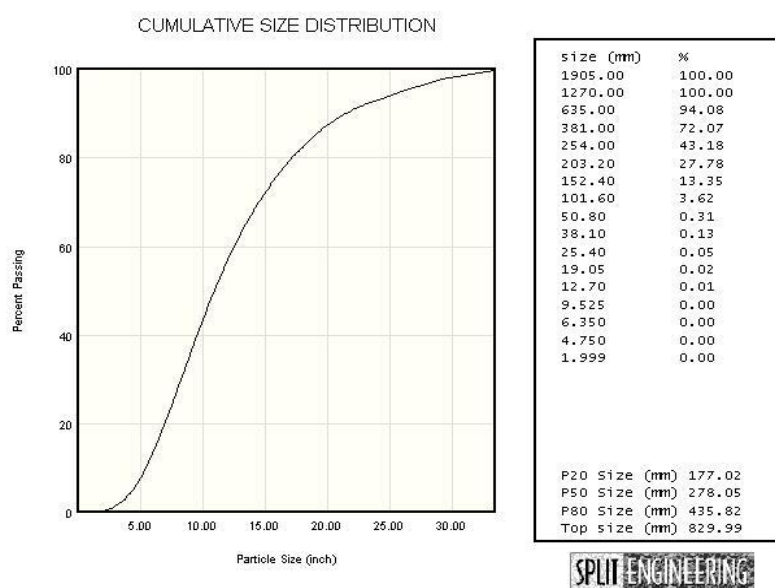
เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 20.83%)



รูปที่ ผ1-19 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

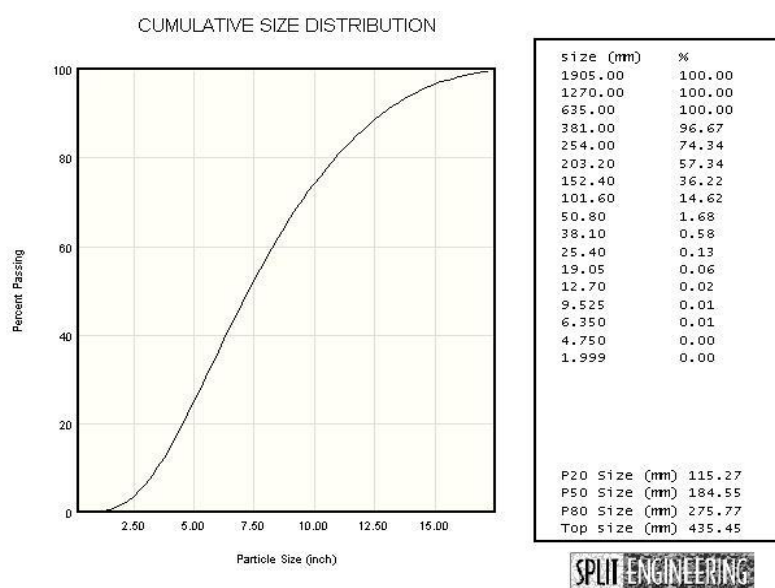
ลำดับที่ 2 รูปที่ 1 (ความสูง Bench 8.00 เมตร, Stemming 1.45 เมตร, Burden 2.90 เมตร, Spacing 2.90 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร
เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 24.38%)



รูปที่ ผ1-20 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

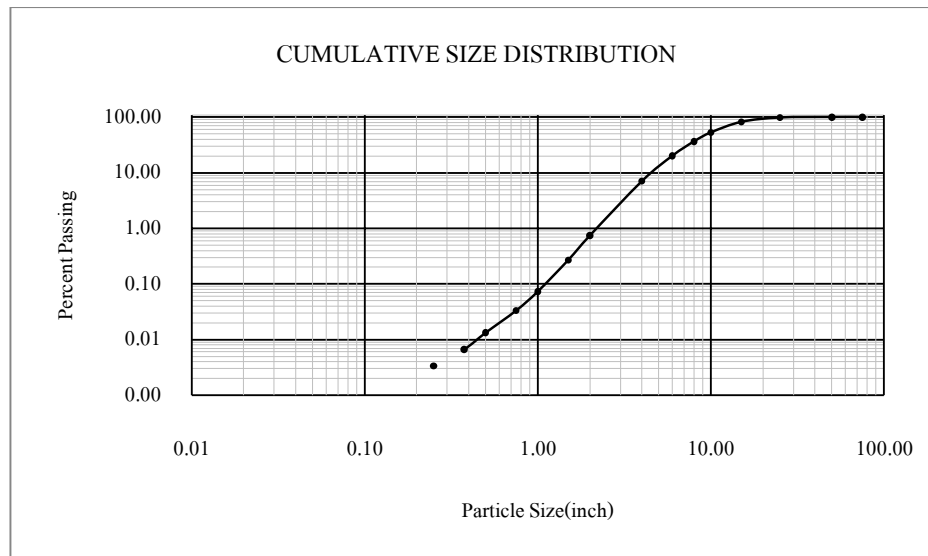
ลำดับที่ 2 รูปที่ 2 (ความสูง Bench 8.00 เมตร, Stemming 1.45 เมตร, Burden 2.90 เมตร, Spacing 2.90 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร
เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 24.38%)



รูปที่ ผ1-21 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

ลำดับที่ 2 รูปที่ 3 (ความสูง Bench 8.00 เมตร, Stemming 1.45 เมตร, Burden 2.90 เมตร, Spacing 2.90 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร
เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 24.38%)

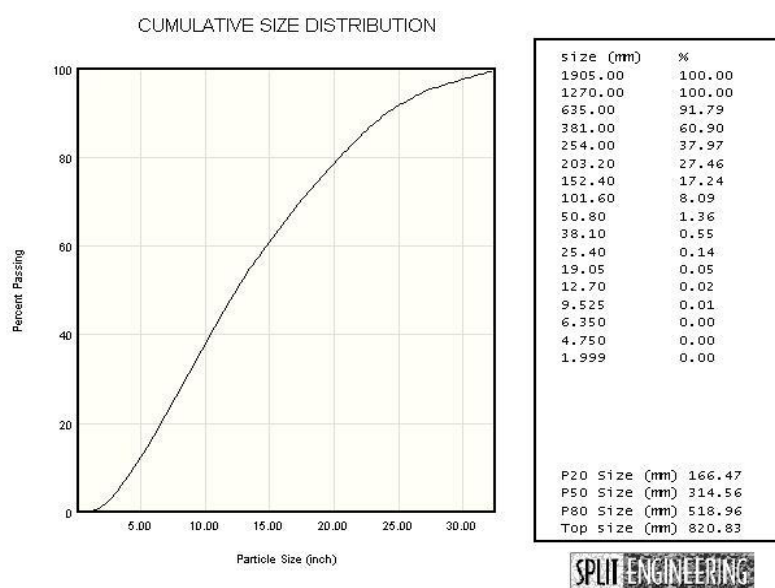


รูปที่ ผ1-22 ผลการเฉลี่ยการกระจายขนาดของหิน จากรูปที่ ผ1-19 ถึง ผ1-21 โดยการระเบิดแบบเว้น

ช่องลมในรูเจาะด้านบน

ลำดับที่ 2 (ความสูง Bench 8.00 เมตร, Stemming 1.45 เมตร, Burden 2.90 เมตร, Spacing 2.90 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร

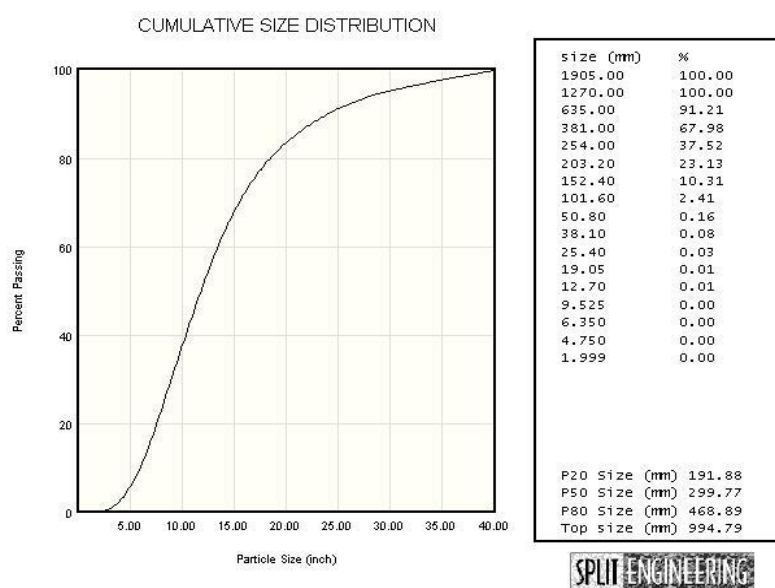
เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 24.38%)



รูปที่ ผ1-23 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

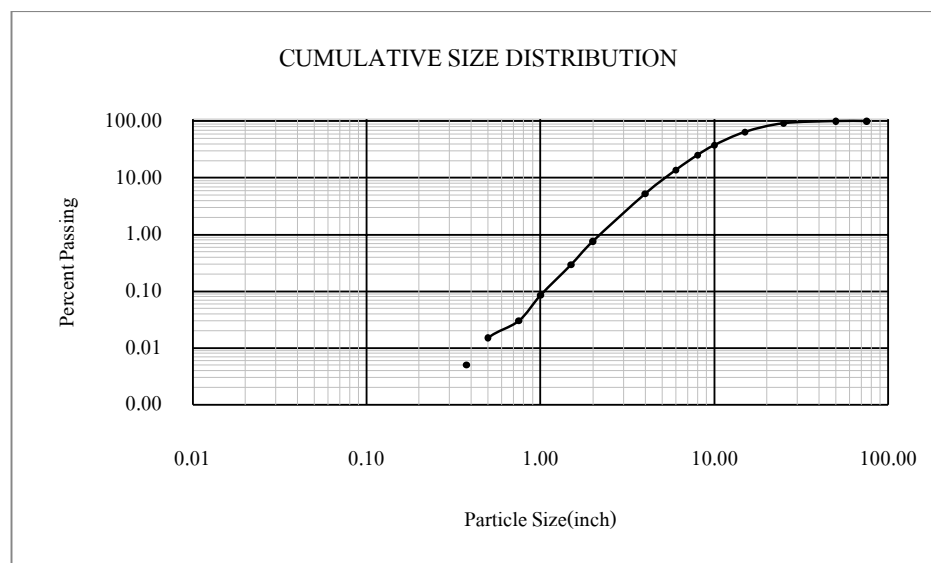
ลำดับที่ 3 รูปที่ 1 (ความสูง Bench 7.10 เมตร, Stemming 1.35 เมตร, Burden 2.70 เมตร, Spacing 2.70 เมตร, Sub Drill 0.80 เมตร
เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 33.10%)



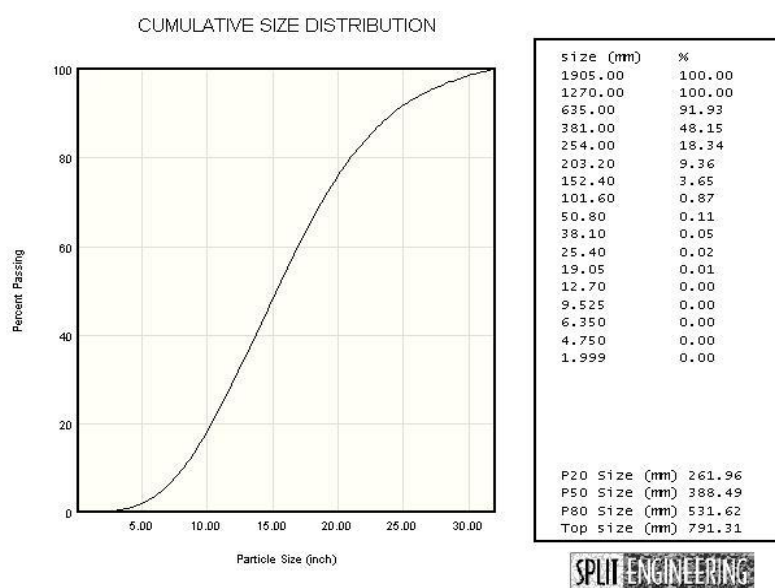
รูปที่ ผ1-24 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

ลำดับที่ 3 รูปที่ 2(ความสูง Bench 7.10 เมตร, Stemming 1.35 เมตร, Burden 2.70 เมตร, Spacing 2.70 เมตร, Sub Drill 0.80 เมตร
เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 33.10%)



รูปที่ ผ1-25 ผลการเฉลี่ยการกระจายขนาดของหิน จากรูปที่ ผ1-23 ถึง ผ1-24 โดยการระเบิดแบบเว้น
 ช่องลมในรูเจาะด้านบน
 ลำดับที่ 3 (ความสูง Bench 7.10 เมตร, Stemming 1.35 เมตร, Burden 2.70 เมตร, Spacing 2.70 เมตร, Sub Drill 0.80 เมตร
 เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 33.10%)

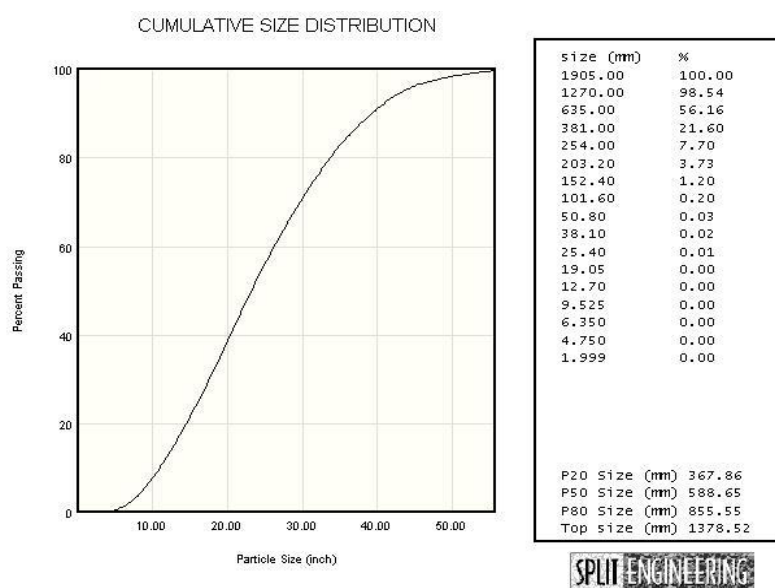


รูปที่ ผ1-26 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

ลำดับที่ 4 รูปที่ 1 (ความสูง Bench 12.80 เมตร, Stemming 1.75 เมตร, Burden 3.70 เมตร, Spacing 3.70 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร

เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 21.48%)

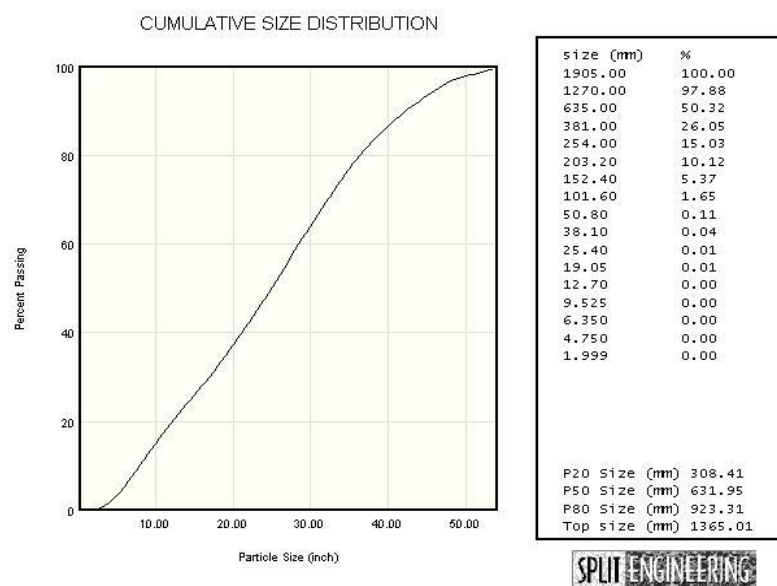


รูปที่ ผ1-27 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

ลำดับที่ 4 รูปที่ 2 (ความสูง Bench 12.80 เมตร, Stemming 1.75 เมตร, Burden 3.70 เมตร, Spacing 3.70 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร

เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 21.48%)

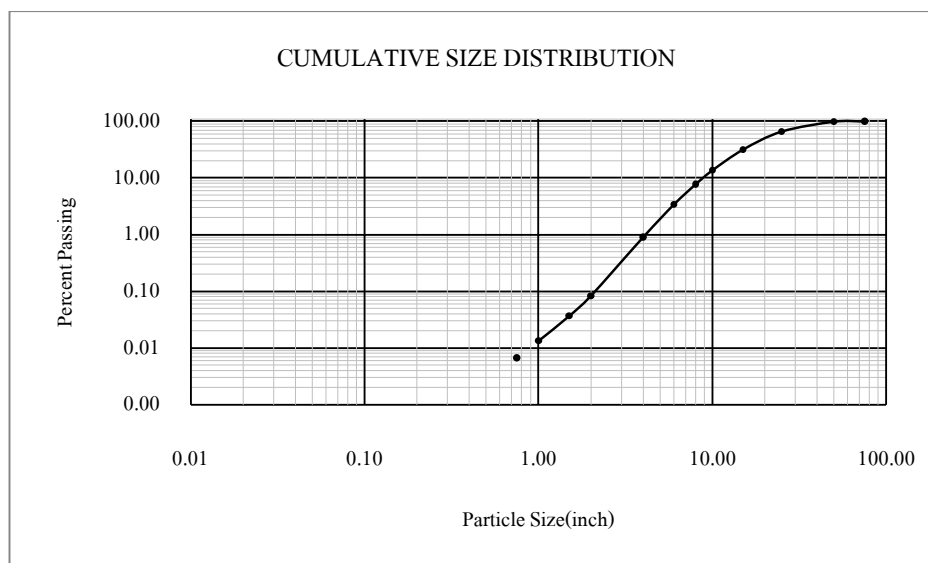


รูปที่ ผ1-28 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

ลำดับที่ 4 รูปที่ 3 (ความสูง Bench 12.80 เมตร, Stemming 1.75 เมตร, Burden 3.70 เมตร, Spacing 3.70 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร

เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 21.48%)

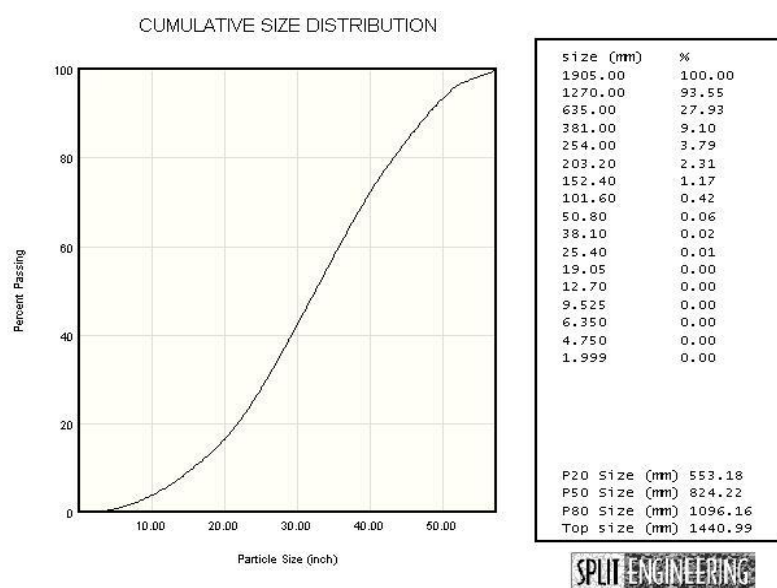


รูปที่ ผ1-29 ผลการเฉลี่ยการกระจายขนาดของหิน จากรูปที่ ผ1-26 ถึง ผ1-28 โดยการระเบิดแบบเว้น

ช่องลมในรูเจาะด้านบน

ลำดับที่ 4 (ความสูง Bench 12.80 เมตร, Stemming 1.75 เมตร, Burden 3.70 เมตร, Spacing 3.70 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร

เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 21.48%)

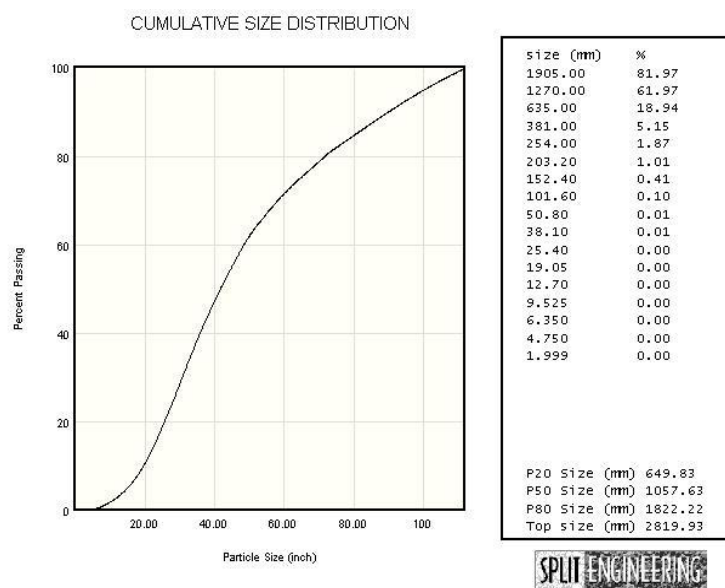


รูปที่ ผ1-30 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

ลำดับที่ 5 รูปที่ 1 (ความสูง Bench 7.40 เมตร, Stemming 1.35 เมตร, Burden 2.80 เมตร, Spacing 2.80 เมตร, Sub Drill 0.84 เมตร

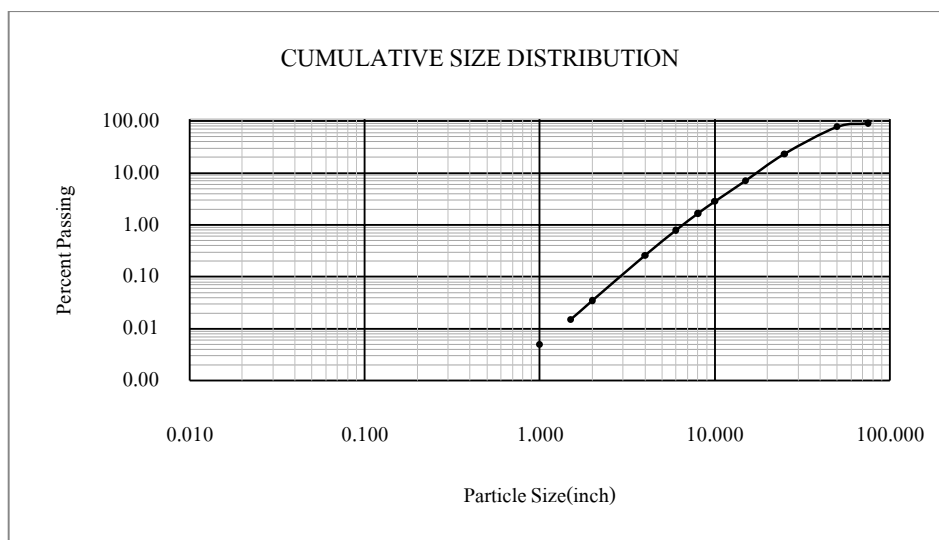
เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 31.76%)



รูปที่ ผ1-31 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

ลำดับที่ 5 รูปที่ 2 (ความสูง Bench 7.40 เมตร, Stemming 1.35 เมตร, Burden 2.80 เมตร, Spacing 2.80 เมตร, Sub Drill 0.84 เมตร
เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 31.76%)

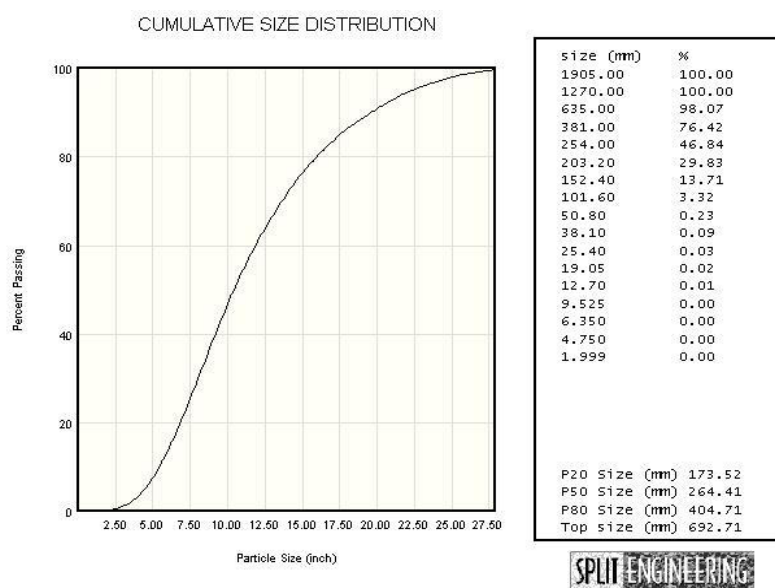


รูปที่ ผ1-32 ผลการเฉลี่ยการกระจายขนาดของหิน จากรูปที่ ผ1-26ถึง ผ1-28 โดยการระเบิดแบบเว้น

ช่องลมในรูเจาะด้านบน

ลำดับที่ 5 (ความสูง Bench 7.40 เมตร, Stemming 1.35 เมตร, Burden 2.80 เมตร, Spacing 2.80 เมตร, Sub Drill 0.84 เมตร

เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 31.76%)

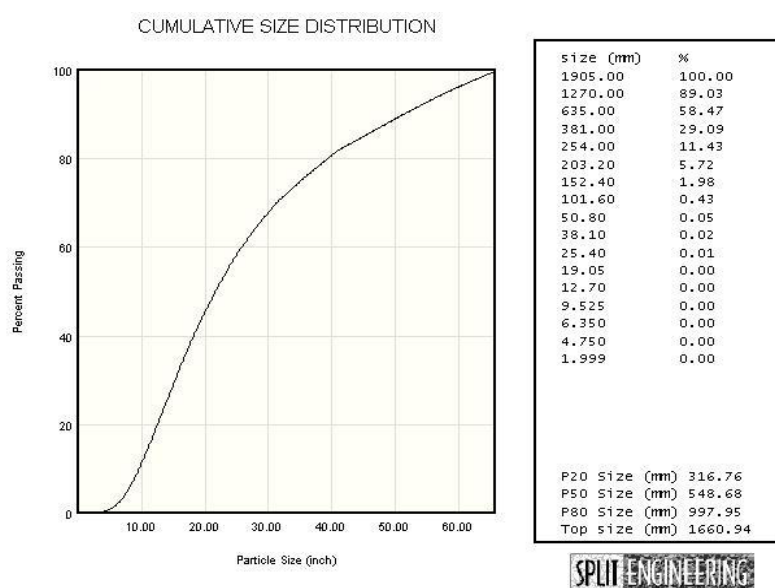


รูปที่ ผ1-33 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

ลำดับที่ 6 รูปที่ 1 (ความสูง Bench 12.60 เมตร, Stemming 1.75 เมตร, Burden 3.60 เมตร, Spacing 3.60 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร

เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 25.80%)

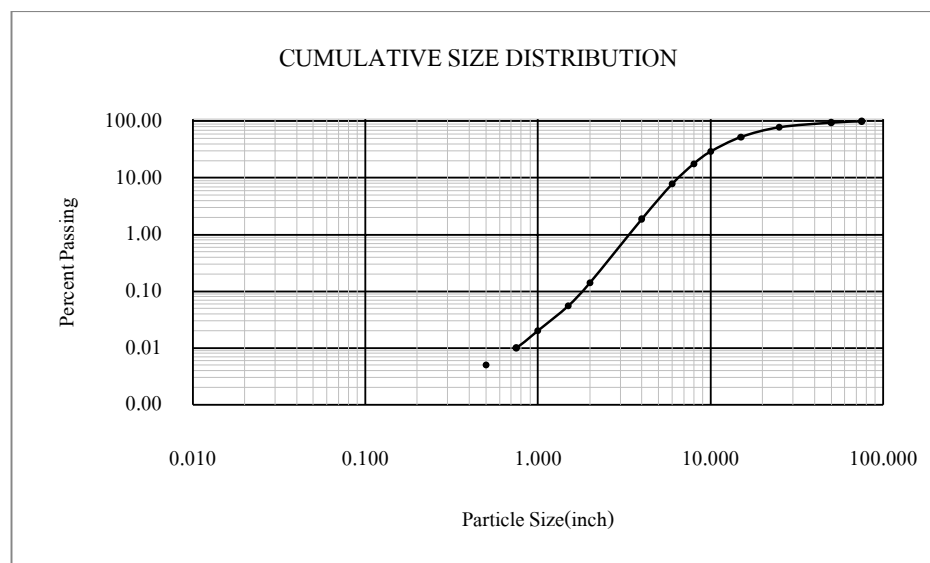


รูปที่ ผ1-34 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

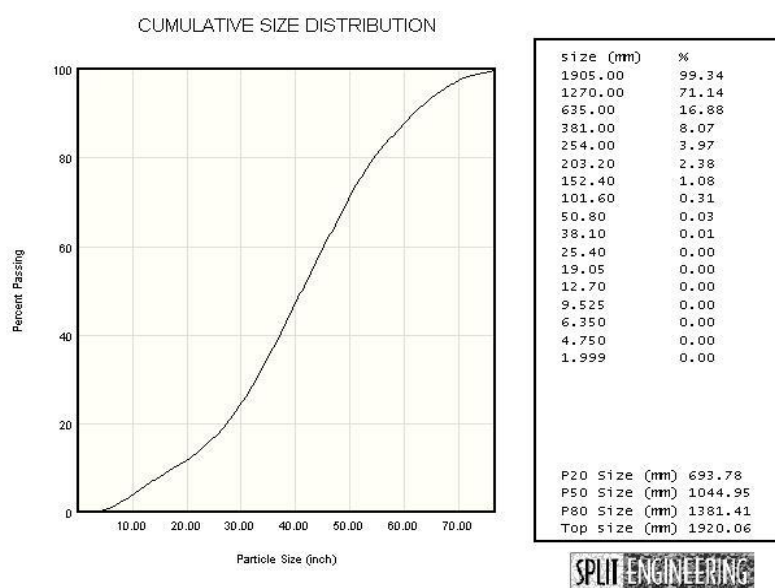
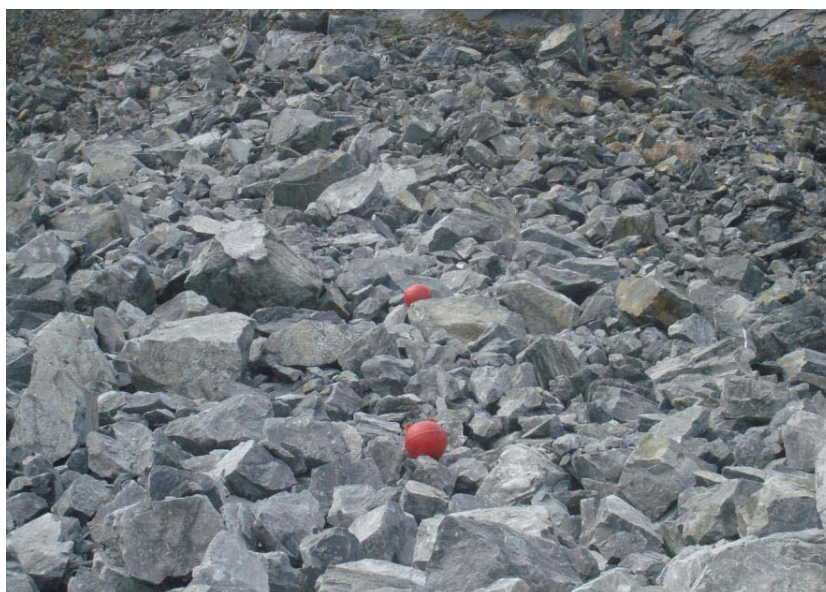
โปรแกรม Split Desktop

ลำดับที่ 6 รูปที่ 2 (ความสูง Bench 12.60 เมตร, Stemming 1.75 เมตร, Burden 3.60 เมตร, Spacing 3.60 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร

เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 25.80%)



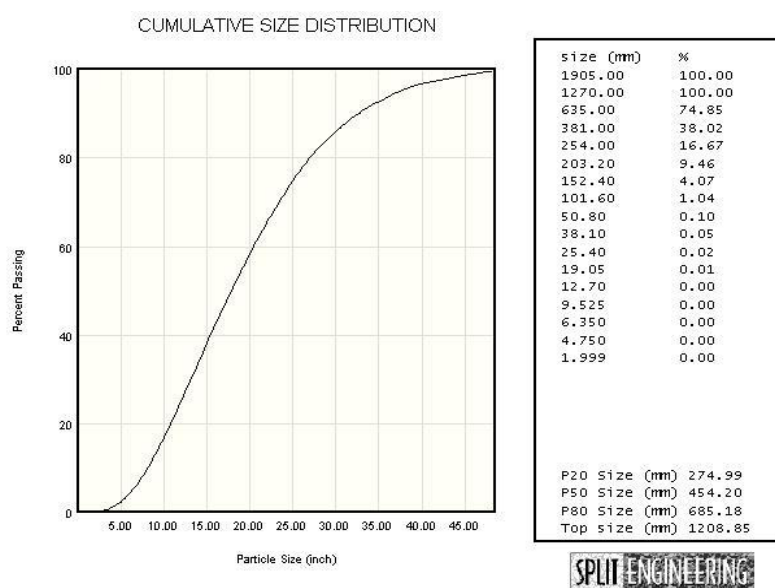
รูปที่ ผ1-35 ผลการเฉลี่ยการกระจายขนาดของหิน จากรูปที่ ผ1-32 ถึง ผ1-34 โดยการระเบิดแบบเว้น
 ช่องลมในรูเจาะด้านบน
 ลำดับที่ 6 (ความสูง Bench 12.60 เมตร, Stemming 1.75 เมตร, Burden 3.60 เมตร, Spacing 3.60 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร
 เพลอร์เซ็นต์ช่องว่าง 25.80%)



รูปที่ ผ1-36 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

ลำดับที่ 7 รูปที่ 1 (ความสูง Bench 12.60 เมตร, Stemming 1.75 เมตร, Burden 3.60 เมตร, Spacing 3.60 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร
เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 29.76%)

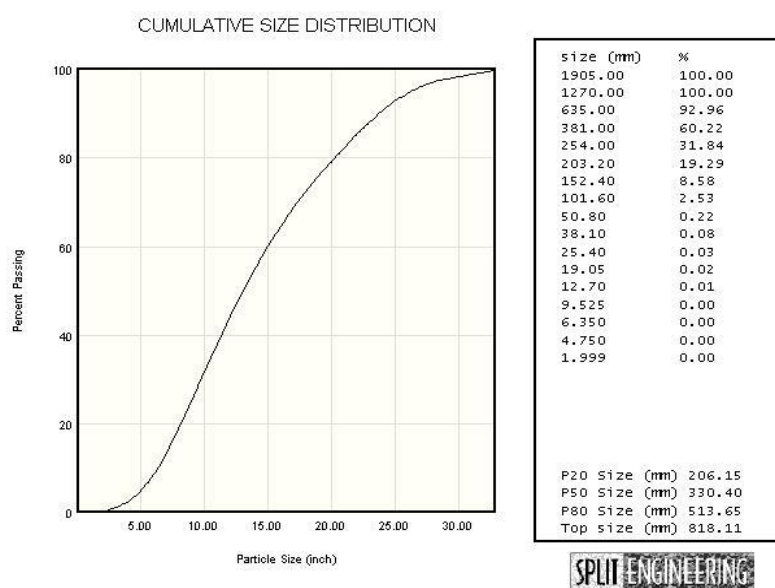


รูปที่ ผ1-37 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

ลำดับที่ 7 รูปที่ 2 (ความสูง Bench 12.60 เมตร, Stemming 1.75 เมตร, Burden 3.60 เมตร, Spacing 3.60 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร

เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 29.76%)

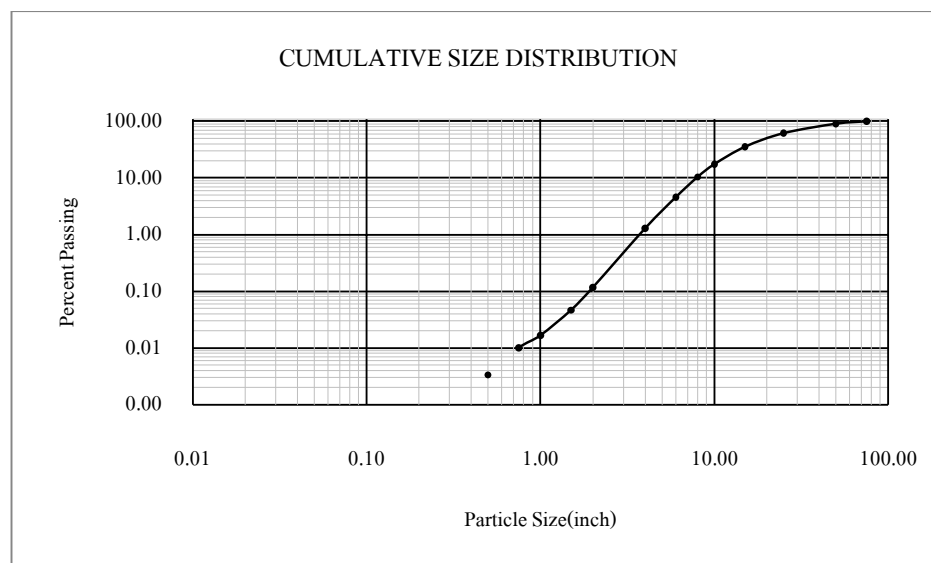


รูปที่ ผ1-38 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

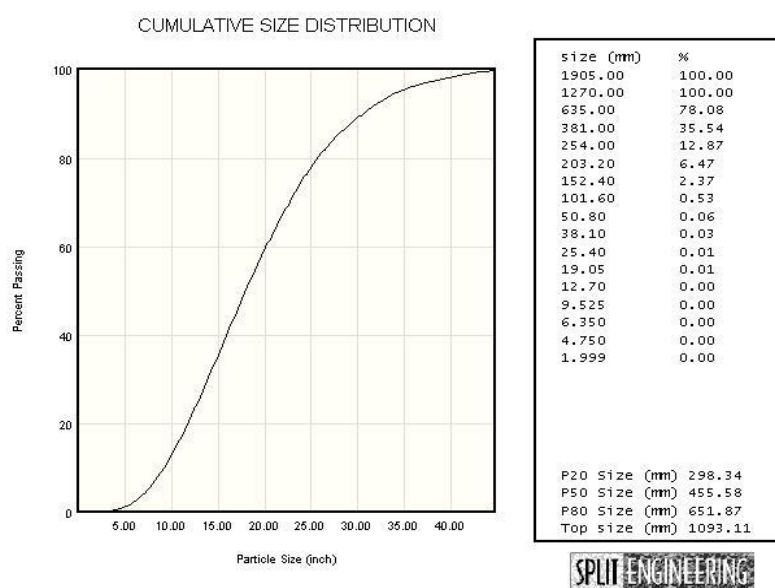
โปรแกรม Split Desktop

ลำดับที่ 7 รูปที่ 3 (ความสูง Bench 12.60 เมตร, Stemming 1.75 เมตร, Burden 3.60 เมตร, Spacing 3.60 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร

เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 29.76%)



รูปที่ ผ1-39 ผลการเฉลี่ยการกระจายขนาดของหิน จากรูปที่ ผ1-36ถึง ผ1-38 โดยการระเบิดแบบเว้น
ช่องลมในรูเจาะด้านบน
ลำดับที่ 7 (ความสูง Bench 12.60 เมตร, Stemming 1.75 เมตร, Burden 3.60 เมตร, Spacing 3.60 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร
เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 29.76%)



รูปที่ ผ1-40 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

ลำดับที่ 8 รูปที่ 1 (ความสูง Bench 12.60 เมตร, Stemming 1.75 เมตร, Burden 3.60 เมตร, Spacing 3.60 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร

เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 33.73%)



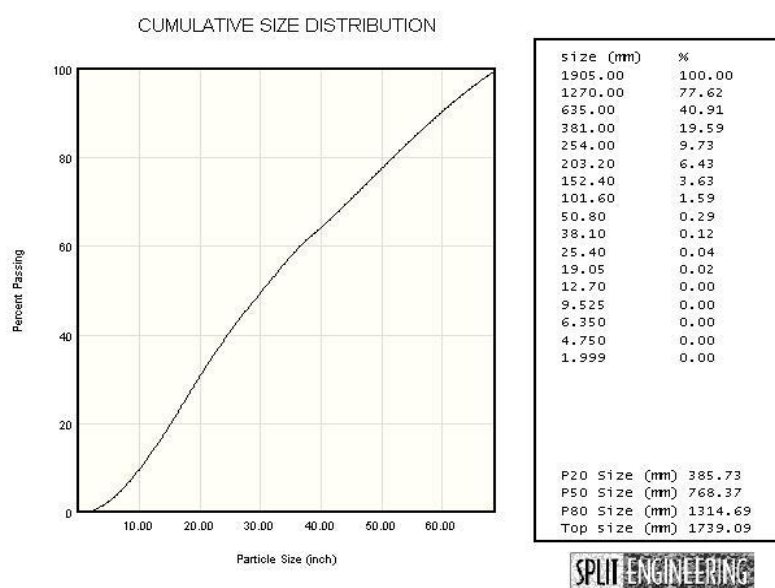
CUMULATIVE SIZE DISTRIBUTION



รูปที่ ผ1-41 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

ลำดับที่ 8 รูปที่ 2 (ความสูง Bench 12.60 เมตร, Stemming 1.75 เมตร, Burden 3.60 เมตร, Spacing 3.60 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร
เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 33.73%)

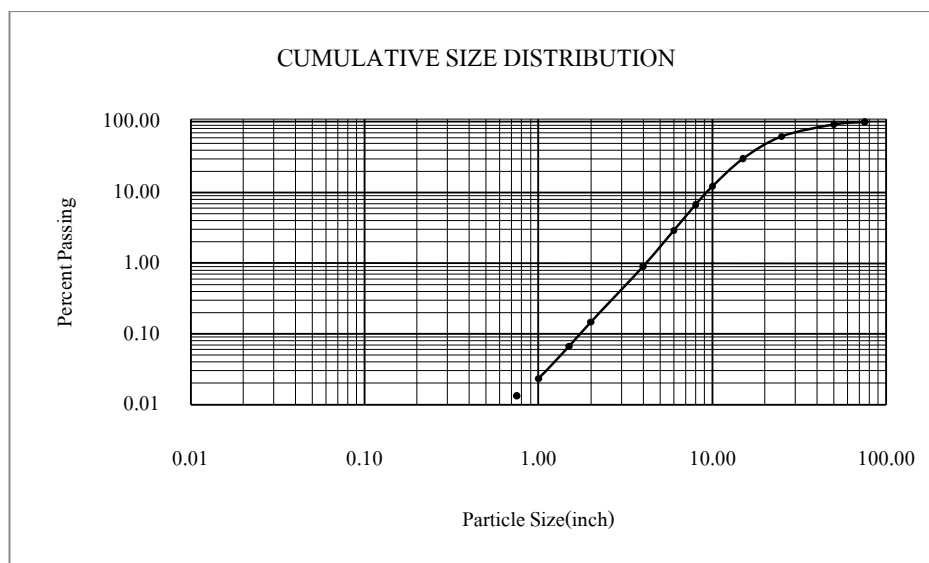


รูปที่ ผ1-42 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

ลำดับที่ 8 รูปที่ 2 (ความสูง Bench 12.60 เมตร, Stemming 1.75 เมตร, Burden 3.60 เมตร, Spacing 3.60 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร

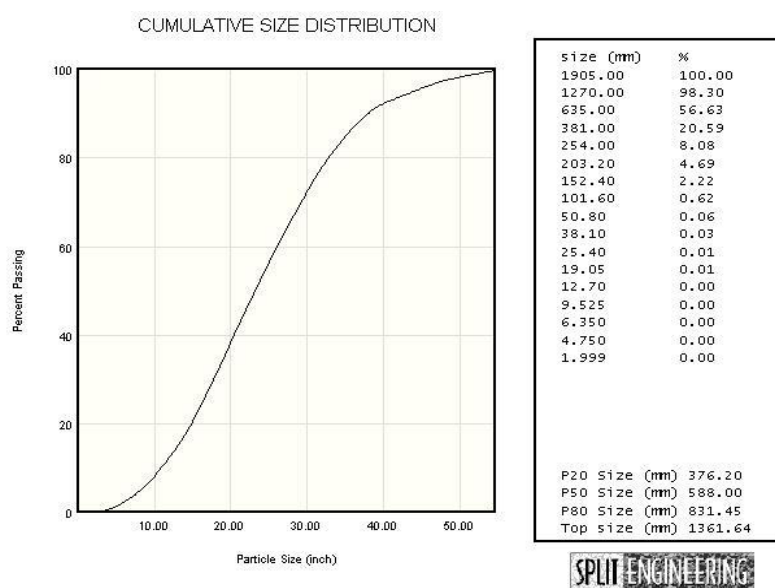
เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 33.73%)



รูปที่ ผ1-43 ผลการเฉลี่ยการกระจายขนาดของหิน จากรูปที่ ผ1-40ถึง ผ1-42 โดยการระเบิดแบบเว้น

ช่องลมในรูเจาะด้านบน

ลำดับที่ 8 (ความสูง Bench 12.60 เมตร, Stemming 1.75 เมตร, Burden 3.60 เมตร, Spacing 3.60 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร
เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 33.73%)

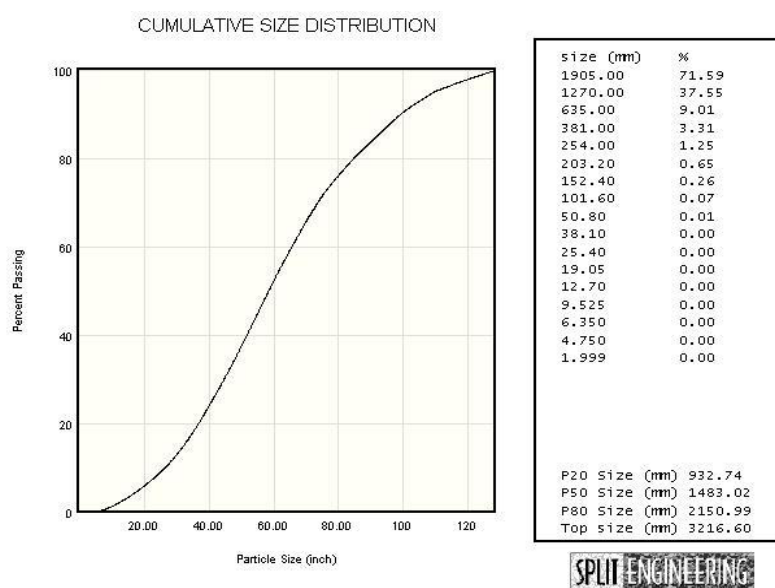


รูปที่ ผ1-44 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

ลำดับที่ 9 รูปที่ 1 (ความสูง Bench 12.60 เมตร, Stemming 1.75 เมตร, Burden 3.60 เมตร, Spacing 3.60 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร

เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 37.70%)

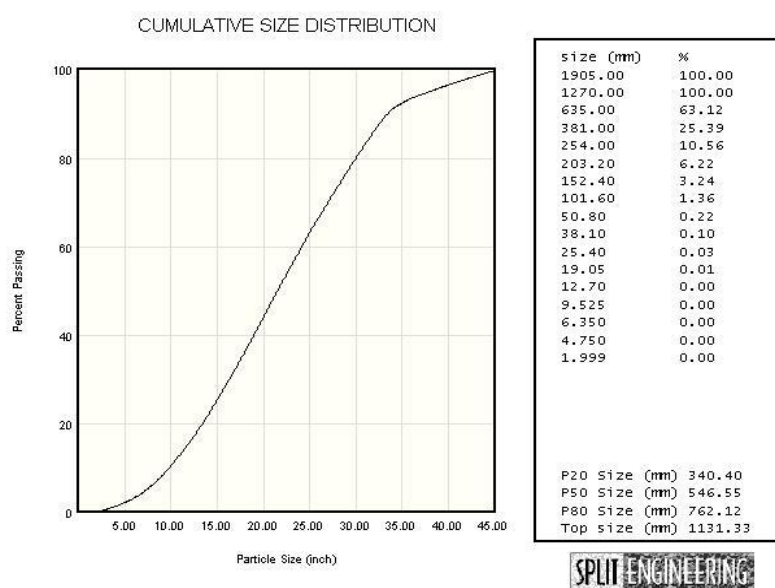


รูปที่ ผ1-45 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

ลำดับที่ 9 รูปที่ 2 (ความสูง Bench 12.60 เมตร, Stemming 1.75 เมตร, Burden 3.60 เมตร, Spacing 3.60 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร

เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 37.70%)

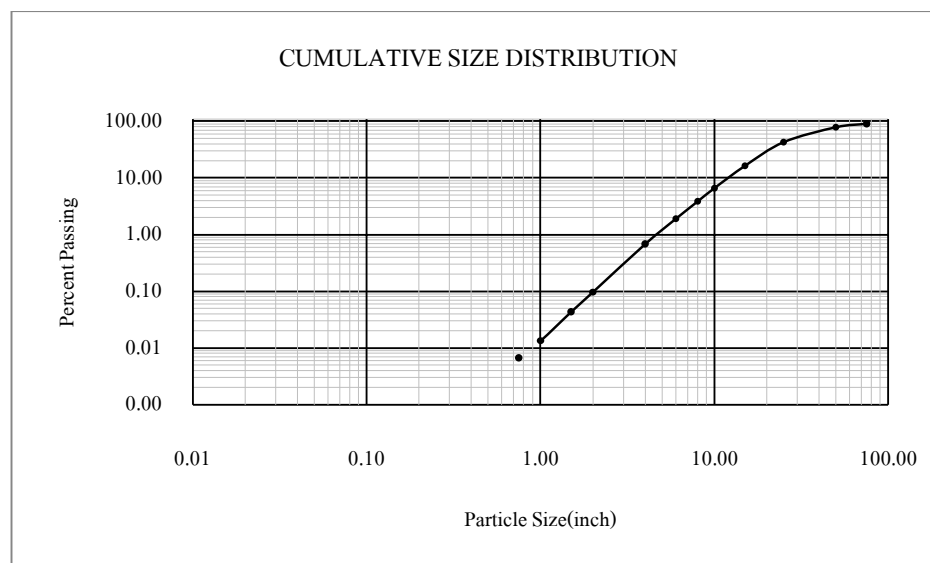


รูปที่ ผ1-46 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

ลำดับที่ 9 รูปที่ 3 (ความสูง Bench 12.60 เมตร, Stemming 1.75 เมตร, Burden 3.60 เมตร, Spacing 3.60 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร

เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 37.70%)

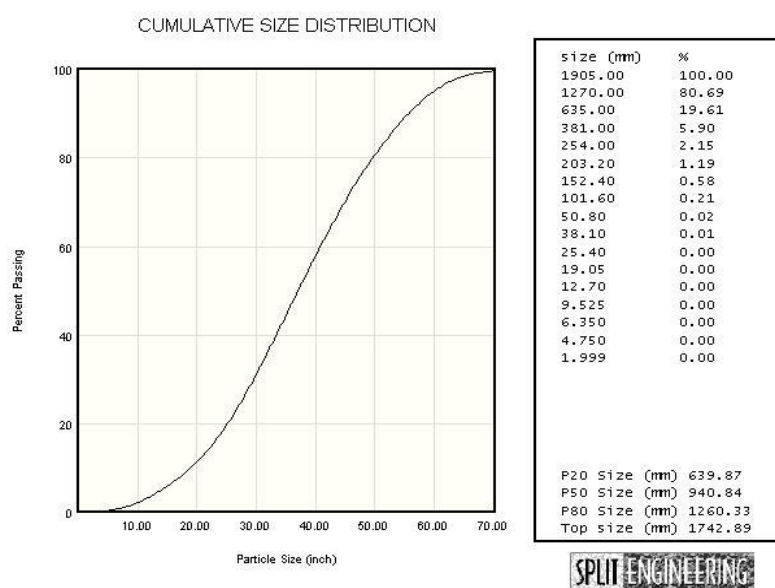


รูปที่ ผ1-47 ผลการเฉลี่ยการกระจายขนาดของหิน จากรูปที่ ผ1-44 ถึง ผ1-46 โดยการระเบิดแบบเว้น

ช่องลมในรูเจาะด้านบน

ลำดับที่ 9 (ความสูง Bench 12.60 เมตร, Stemming 1.75 เมตร, Burden 3.60 เมตร, Spacing 3.60 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร

เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 37.70%)



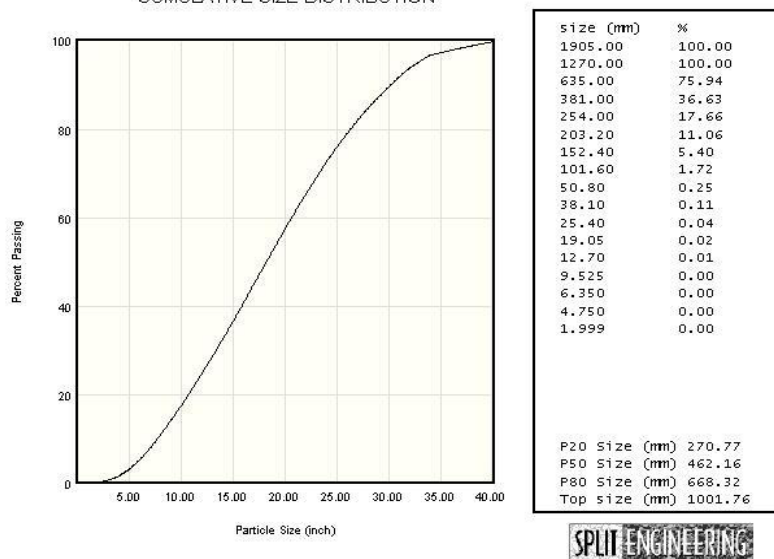
รูปที่ ผ1-48 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

ลำดับที่ 10 รูปที่ 1 (ความสูง Bench 12.60 เมตร, Stemming 1.75 เมตร, Burden 3.60 เมตร, Spacing 3.60 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร
เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 41.67%)



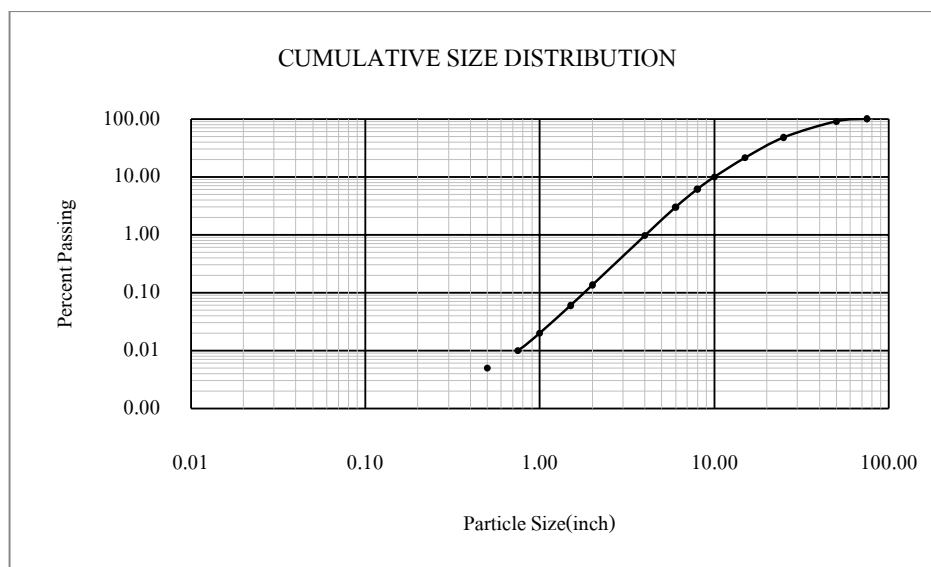
CUMULATIVE SIZE DISTRIBUTION



รูปที่ ผ1-49 ภาพถ่ายและผลวิเคราะห์ขนาดของหินจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนด้วย

โปรแกรม Split Desktop

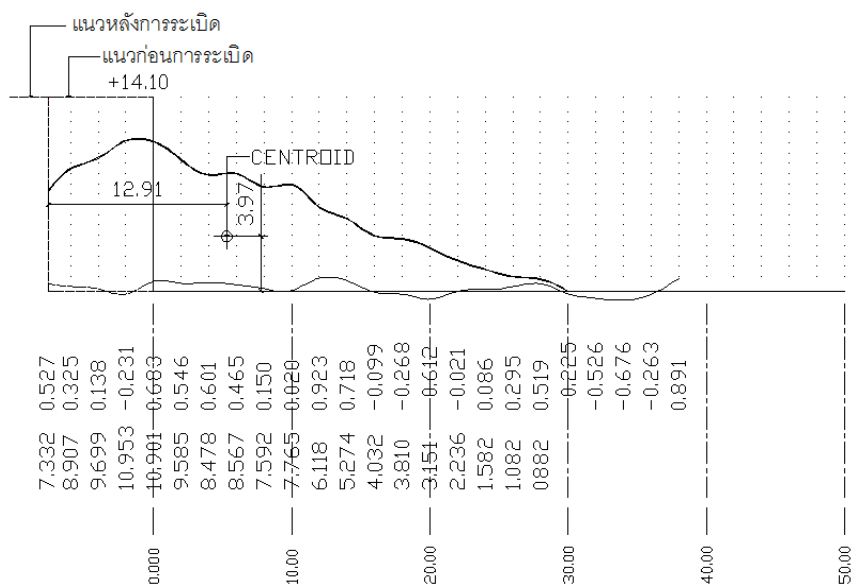
ลำดับที่ 10 รูปที่ 2 (ความสูง Bench 12.60 เมตร, Stemming 1.75 เมตร, Burden 3.60 เมตร, Spacing 3.60 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร
เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 41.67%)



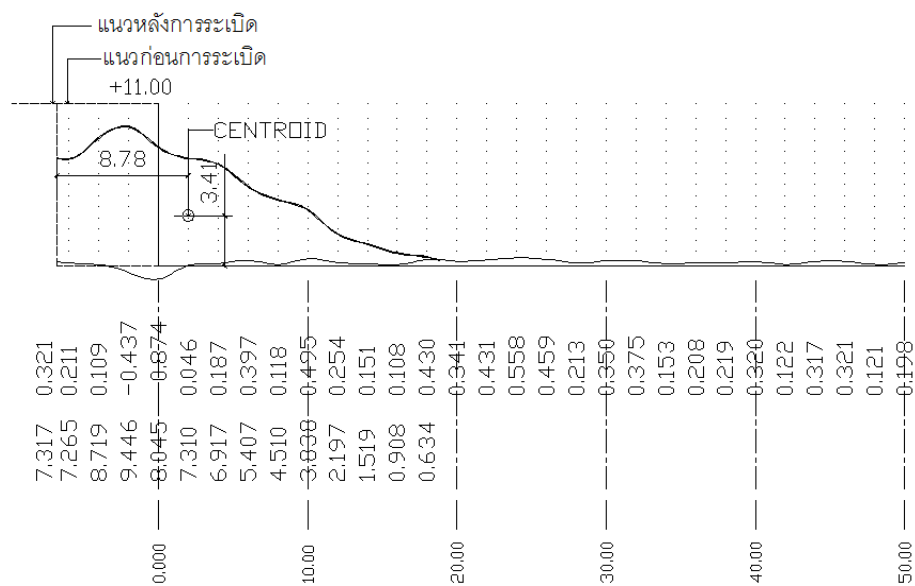
รูปที่ ผ1-50 ผลการเฉลี่ยการกระจายขนาดของหิน จากรูปที่ ผ1-48ถึง ผ1-50 โดยการระเบิดแบบเว้น
ช่องลมในรูเจาะด้านบน
ลำดับที่ 10 (ความสูง Bench 12.60 เมตร, Stemming 1.75 เมตร, Burden 3.60 เมตร, Spacing 3.60 เมตร, Sub Drill 0.00 เมตร
เปอร์เซ็นต์ช่องว่าง 41.67%)

ภาคผนวกที่ 2

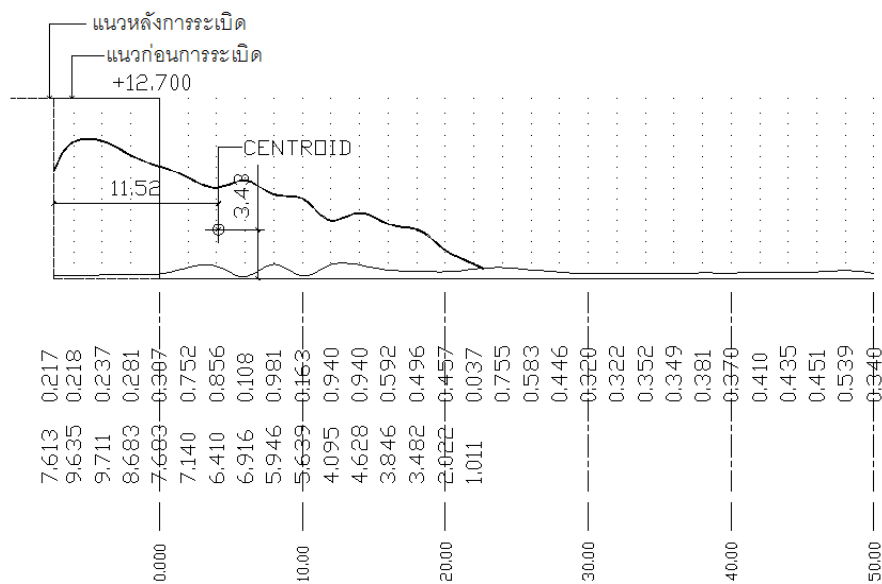
ภาพแสดงผลวิเคราะห์การسادกอง



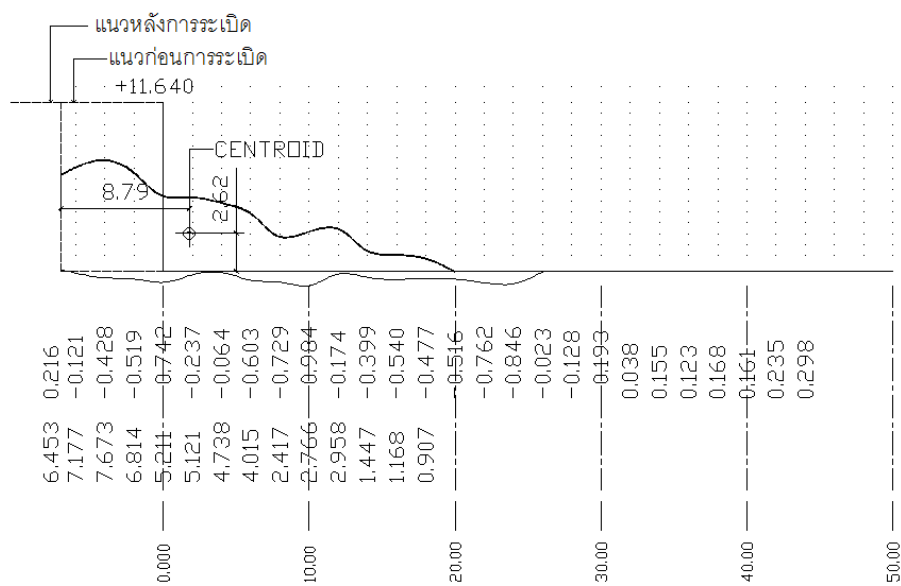
รูปที่ ผ2-1 ภาพตัดขวางแสดงการสาดกองของหินจากการระเบิดโดยการระเบิดแบบทั่วไป ลำดับที่ 1



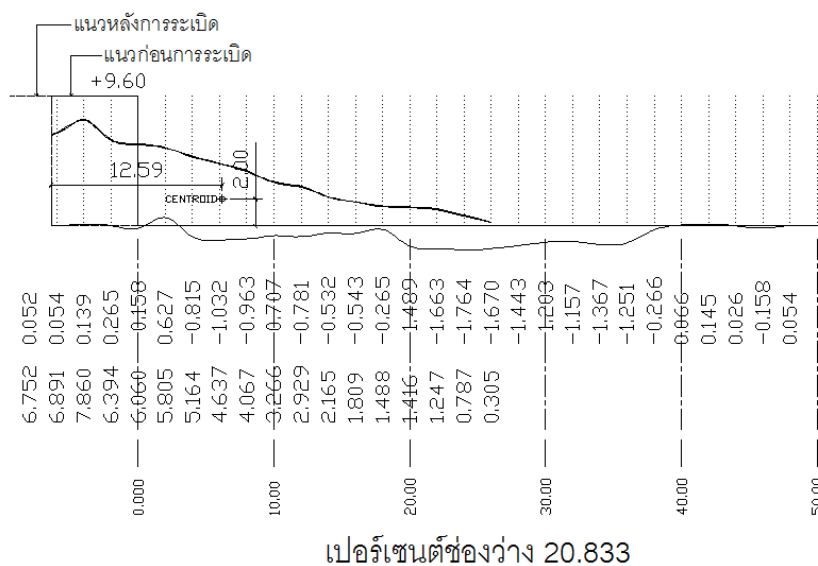
รูปที่ ผ2-2 ภาพตัดขวางแสดงการสาดกองของหินจากการระเบิดโดยการระเบิดแบบทั่วไป ลำดับที่ 2



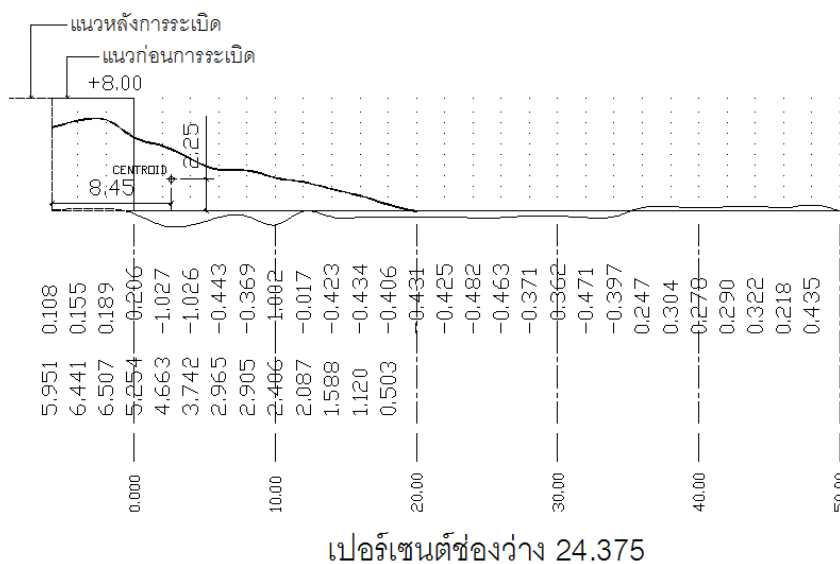
รูปที่ ฃ2-3 ภาพตัดขวางแสดงการสาดกองของหินจากการระเบิดโดยการระเบิดแบบทั่วไป ลำดับที่3



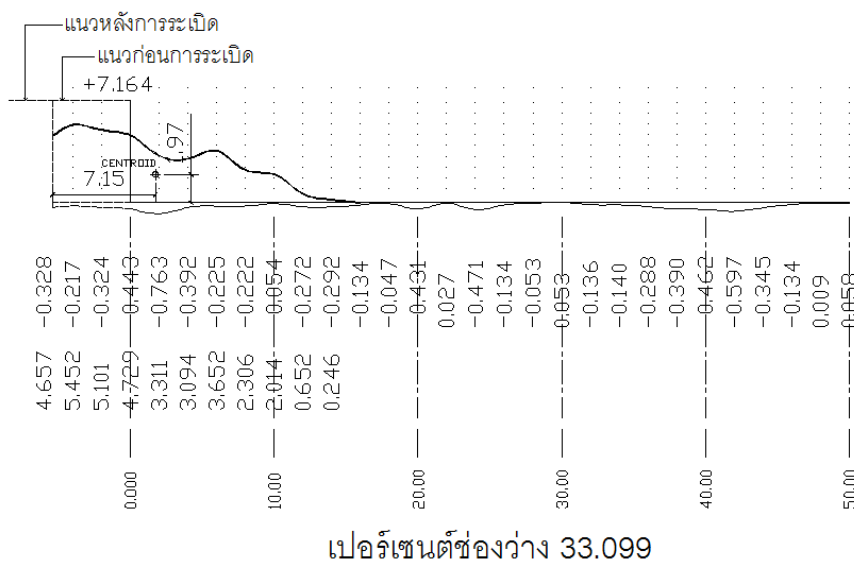
รูปที่ ฃ2-4 ภาพตัดขวางแสดงการสาดกองของหินจากการระเบิดโดยการระเบิดแบบทั่วไป ลำดับที่4



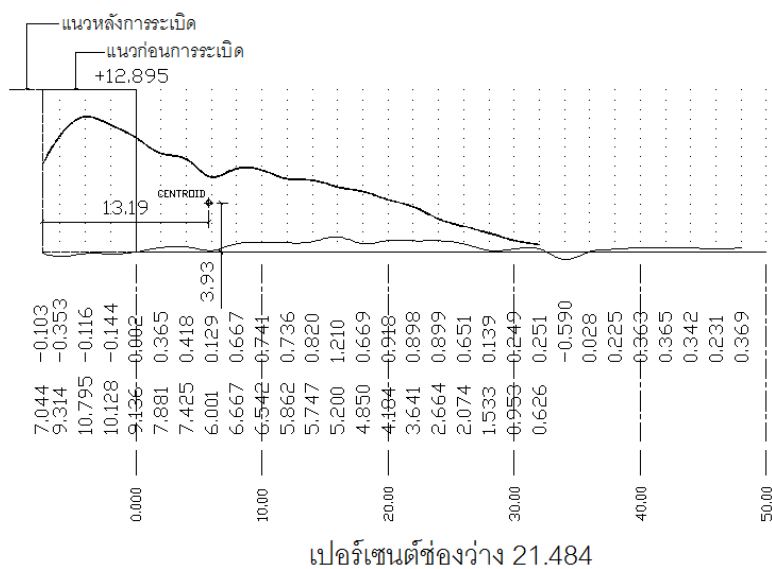
รูปที่ ผ2-5 ภาพตัดขวางแสดงการสาดกองของหินจากการระเบิดโดยการระเบิดแบบเวินช่องลมใน
รูเจาะด้านบน ลำดับที่ 1



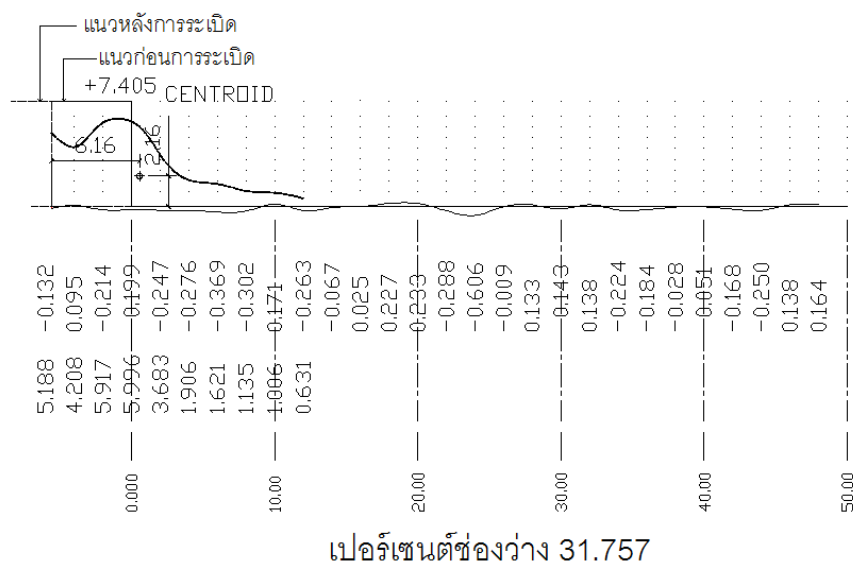
รูปที่ ผ2-6 ภาพตัดขวางแสดงการสาดกองของหินจากการระเบิดโดยการระเบิดแบบเวินช่องลมใน
รูเจาะด้านบน ลำดับที่ 2



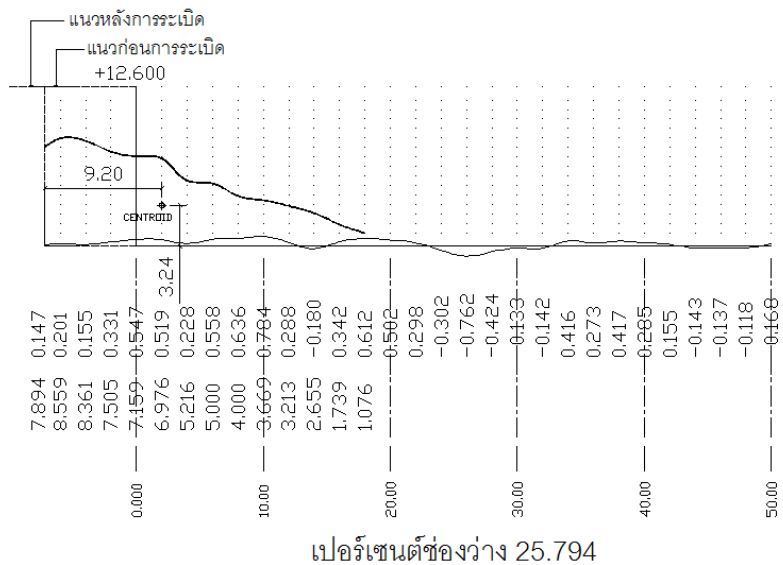
รูปที่ ๗2-7 ภาพตัดขวางแสดงการสาดกองของหินจากการระเบิดโดยการระเบิดแบบเว้นช่องลมใน
รูเจาะด้านบน ลำดับที่ 3



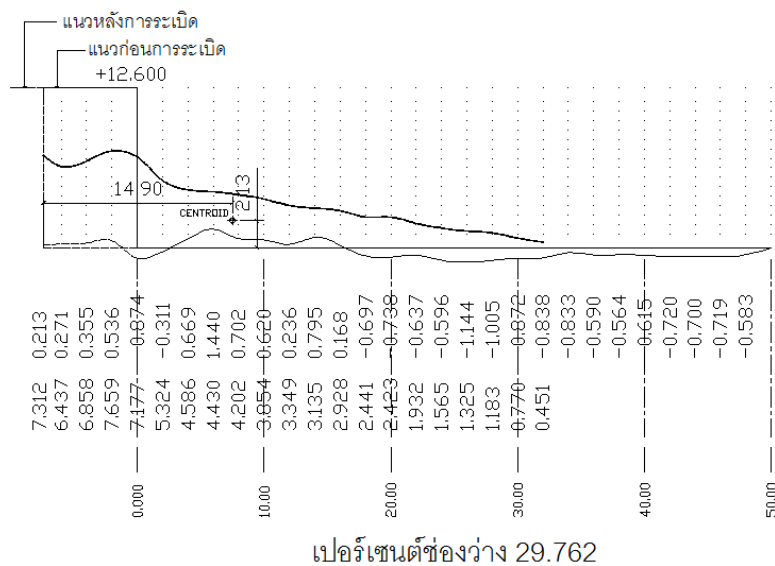
รูปที่ ๗2-8 ภาพตัดขวางแสดงการสาดกองของหินจากการระเบิดโดยการระเบิดแบบเว้นช่องลมใน
รูเจาะด้านบน ลำดับที่ 4



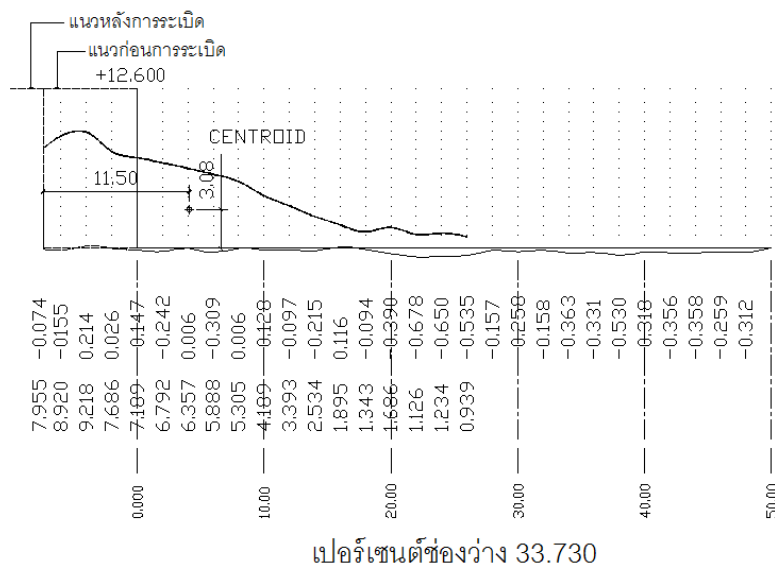
รูปที่ ผ2-9 ภาพตัดขวางแสดงการสาดกองของหินจากการระเบิดโดยการระเบิดแบบเว้นช่องลมใน
รูเจาะด้านบน ลำดับที่ 5



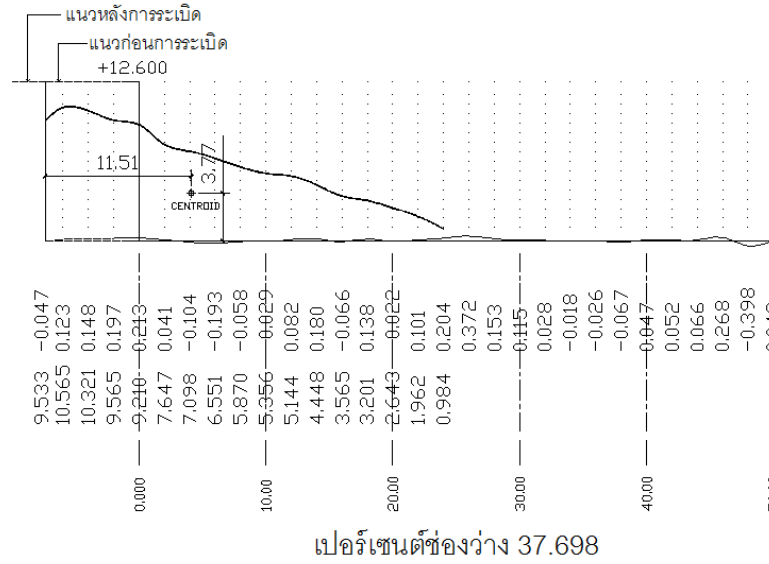
รูปที่ ผ2-10 ภาพตัดขวางแสดงการสาดกองของหินจากการระเบิดโดยการระเบิดแบบเว้นช่องลมใน
รูเจาะด้านบน ลำดับที่ 6



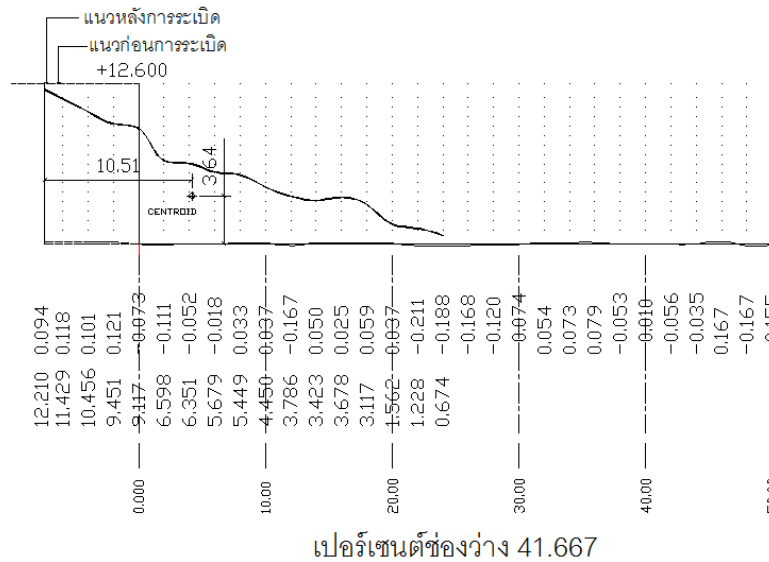
รูปที่ ผ2-11 ภาพตัดขวางแสดงการสาดกองของหินจากการระเบิดโดยการระเบิดแบบเว้นช่องลมใน
รูเจาะด้านบน ลำดับที่ 7



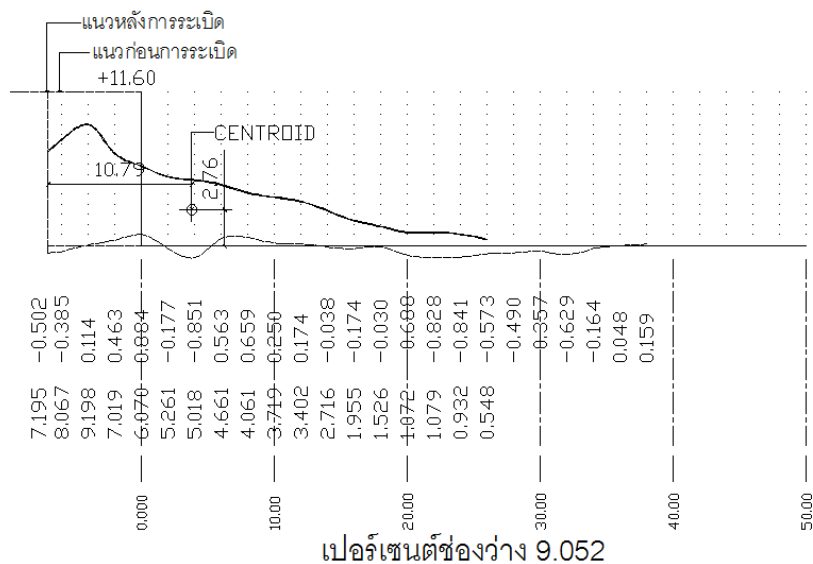
รูปที่ ผ2-12 ภาพตัดขวางแสดงการสาดกองของหินจากการระเบิดโดยการระเบิดแบบเว้นช่องลมใน
รูเจาะด้านบน ลำดับที่ 8



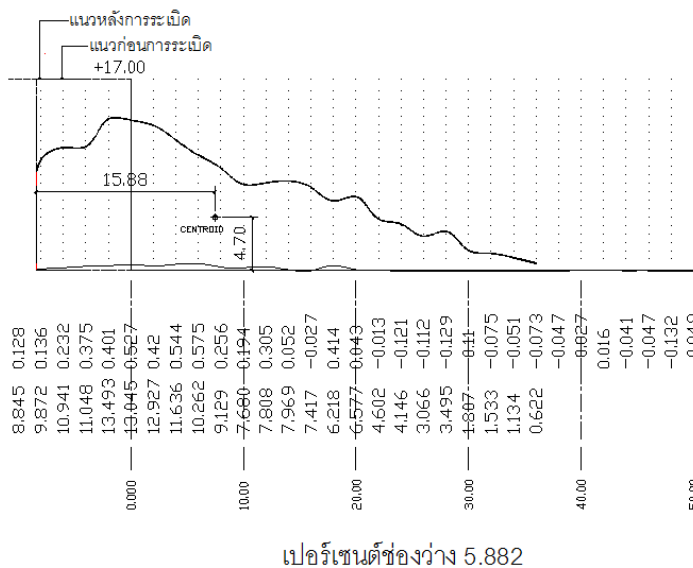
รูปที่ ๒2-13 ภาพตัดขวางแสดงการสาดกองของหินจากการระเบิดโดยการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบน ลำดับที่ 9



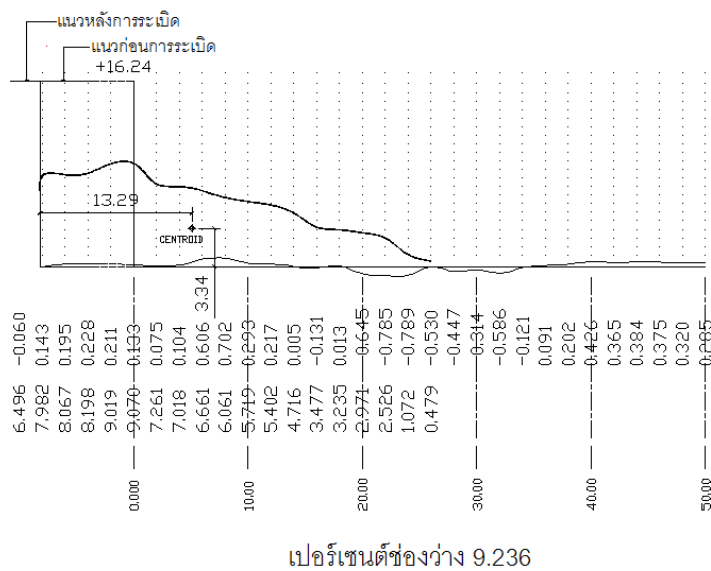
รูปที่ ๒2-14 ภาพตัดขวางแสดงการสาดกองของหินจากการระเบิดโดยการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบน ลำดับที่ 10



รูปที่ ผ2-15 ภาพตัดขวางแสดงการสาดกองของหินจากการระเบิดโดยการระเบิดแบบเว้นช่องลมใน รูเจาะด้านล่างลำดับที่ 1



รูปที่ ผ2-16 ภาพตัดขวางแสดงการสาดกองของหินจากการระเบิดโดยการระเบิดแบบเว้นช่องลมใน รูเจาะด้านล่างลำดับที่ 2



รูปที่ ผ2-17 ภาพตัดขวางแสดงการสาดกองของหินจากการระเบิดโดยการระเบิดแบบเว้นช่องลมใน
รูเจาะด้านล่างลำดับที่ 3

ภาคผนวกที่ 3

ข้อมูลประกอบการประเมินต้นทุนด้านวัตุระเบิด

ตารางที่ 1 แสดงต้นทุนด้านวัสดุระเบิดจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะที่เปอร์เซ็นต์ช่องลมในรูเจาะ 25.79%

ต้นทุนด้านวัสดุระเบิด การระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนเปอร์เซ็นต์ช่องลม 25.79% ไม่มีระยะ Sub drill									
ครั้งที่ระเบิด	รายการ	หน่วย	ราคา/หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวมทั้งสิ้น	หมายเหตุ
				จำนวน	รวม	จำนวน	รวม		
6	ต้นทุนด้านวัสดุระเบิด								
	1.1.1. ดินระเบิด(TNT)	แท่ง	120.00	48.64	5,836.80		0.00	5,836.80	
	1.1.2. ปุ๋ยยูเรีย	Kg	15.20	608.00	9,241.60		0.00	9,241.60	
	1.1.3. น้ำมันดีเซล	ลิตร	24.80	38.79	962.00		0.00	962.00	
	1.1.4. แก๊ป								
	1.1.4.1. เบอร์1	บาท	30.00	2.00	60.00		0.00	60.00	
	1.1.4.2. เบอร์2	บาท	30.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.3. เบอร์3	บาท	30.00	4.00	120.00		0.00	120.00	
	1.1.4.4. เบอร์4	บาท	30.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.5. เบอร์5	บาท	30.00	4.00	120.00		0.00	120.00	
	1.1.4.6. เบอร์6	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.7. เบอร์7	บาท	32.00	4.00	128.00		0.00	128.00	
	1.1.4.8. เบอร์8	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.9. เบอร์9	บาท	32.00	2.00	64.00		0.00	64.00	
	1.1.4.10. เบอร์10	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.6. สายไฟฟ้า	เมตร	0.80	429	343.04		0.00	343.04	
	1.1.7.ลูกบอล Air-Deck	ลูก	28.00	16	448.00		0.00	448.00	
	รวมค่าใช้จ่าย							17,323.44	

ต้นทุนด้านวัตถุระเบิด การระเบิดแบบเดิม									
กรณีแบบทั่วไป	รายการ	หน่วย	ราคา/หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวมทั้งสิ้น	หมายเหตุ
				จำนวน	รวม	จำนวน	รวม		
6	ต้นทุนด้านวัตถุระเบิด								
	1.1.1. ดินระเบิด(TNT)	แท่ง	120.00	64.96	7,795.20		0.00	7,795.20	
	1.1.2. ปุ๋ยยูเรีย	Kg	15.20	812.00	12,342.40		0.00	12,342.40	
	1.1.3. น้ำมันดีเซล	ลิตร	24.80	51.81	1,284.78		0.00	1,284.78	
	1.1.4. แก๊ป								
	1.1.4.1. เมอร์1	บาท	30.00	2.00	60.00		0.00	60.00	
	1.1.4.2. เมอร์2	บาท	30.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.3. เมอร์3	บาท	30.00	4.00	120.00		0.00	120.00	
	1.1.4.4. เมอร์4	บาท	30.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.5. เมอร์5	บาท	30.00	4.00	120.00		0.00	120.00	
	1.1.4.6. เมอร์6	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.7. เมอร์7	บาท	32.00	4.00	128.00		0.00	128.00	
	1.1.4.8. เมอร์8	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.9. เมอร์9	บาท	32.00	2.00	64.00		0.00	64.00	
	1.1.4.10. เมอร์10	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.6. สายไฟฟ้า	เมตร	0.80	462	369.92		0.00	369.92	
	รวมค่าใช้จ่าย							22,284.30	

ตารางที่ 2 แสดงต้นทุนด้านวัสดุระเบิดจากการระเบิดแบบเว็่นช่องลมในรูเจาะที่เปอร์เซ็นต์ช่องลมในรูเจาะ 29.76%

ต้นทุนด้านวัสดุระเบิด การระเบิดแบบเว็่นช่องลมในรูเจาะด้านบนเปอร์เซ็นต์ช่องลม 29.76% ไม่มีระยะ Sub drill									
ครั้งที่ระเบิด	รายการ	หน่วย	ราคา/หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวมทั้งสิ้น	หมายเหตุ
				จำนวน	รวม	จำนวน	รวม		
7	ต้นทุนด้านวัสดุระเบิด								
	1.1.1. ดินระเบิด(TNT)	แท่ง	120.00	45.44	5,452.80		0.00	5,452.80	
	1.1.2. ปุ๋ยยูเรีย	Kg	15.20	568.00	8,633.60		0.00	8,633.60	
	1.1.3. น้ำมันดีเซล	ลิตร	24.80	36.24	898.71		0.00	898.71	
	1.1.4. แก๊ป								
	1.1.4.1. เมอร์1	บาท	30.00	2.00	60.00		0.00	60.00	
	1.1.4.2. เมอร์2	บาท	30.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.3. เมอร์3	บาท	30.00	4.00	120.00		0.00	120.00	
	1.1.4.4. เมอร์4	บาท	30.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.5. เมอร์5	บาท	30.00	4.00	120.00		0.00	120.00	
	1.1.4.6. เมอร์6	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.7. เมอร์7	บาท	32.00	4.00	128.00		0.00	128.00	
	1.1.4.8. เมอร์8	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.9. เมอร์9	บาท	32.00	2.00	64.00		0.00	64.00	
	1.1.4.10. เมอร์10	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.6. สายไฟฟ้า	เมตร	0.80	429	343.04		0.00	343.04	
	1.1.7. ลูกบอล Air-Deck	ลูก	28.00	16	448.00		0.00	448.00	
	รวมค่าใช้จ่าย							16,268.15	

ต้นทุนด้านวัสดุระเบิดการระเบิดแบบเดิม									
กรณีแบบทั่วไป	รายการ	หน่วย	ราคา/หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวมทั้งสิ้น	หมายเหตุ
				จำนวน	รวม	จำนวน	รวม		
7	ต้นทุนด้านวัสดุระเบิด								
	1.1.1. ดินระเบิด(TNT)	แท่ง	120.00	64.96	7,795.20		0.00	7,795.20	
	1.1.2. ปุ๋ยยูเรีย	Kg	15.20	812.00	12,342.40		0.00	12,342.40	
	1.1.3. น้ำมันดีเซล	ลิตร	24.80	51.81	1,284.78		0.00	1,284.78	
	1.1.4. แก๊ป								
	1.1.4.1. เมอร์1	บาท	30.00	2.00	60.00		0.00	60.00	
	1.1.4.2. เมอร์2	บาท	30.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.3. เมอร์3	บาท	30.00	4.00	120.00		0.00	120.00	
	1.1.4.4. เมอร์4	บาท	30.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.5. เมอร์5	บาท	30.00	4.00	120.00		0.00	120.00	
	1.1.4.6. เมอร์6	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.7. เมอร์7	บาท	32.00	4.00	128.00		0.00	128.00	
	1.1.4.8. เมอร์8	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.9. เมอร์9	บาท	32.00	2.00	64.00		0.00	64.00	
	1.1.4.10. เมอร์10	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.6. สายไฟฟ้า	เมตร	0.80	462	369.92		0.00	369.92	
	รวมค่าใช้จ่าย							22,284.30	

ตารางที่ 3 แสดงต้นทุนด้านวัสดุระเบิดจากการระเบิดแบบเวินช่องลมในรูเจาะที่เปอร์เซ็นต์ช่องลมในรูเจาะ 33.73%

ต้นทุนด้านวัสดุระเบิด ระเบิดการระเบิดแบบเวินช่องลมในรูเจาะด้านบนเปอร์เซ็นต์ช่องลม 33.73% ไม่ มีระยะ Sub drill									
ครั้งที่ระเบิด	รายการ	หน่วย	ราคา/หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวมทั้งสิ้น	หมายเหตุ
				จำนวน	รวม	จำนวน	รวม		
8	ต้นทุนด้านวัสดุระเบิด								
	1.1.1. ดินระเบิด(TNT)	แท่ง	120.00	42.24	5,068.80		0.00	5,068.80	
	1.1.2. ปุ๋ยยูเรีย	Kg	15.20	528.00	8,025.60		0.00	8,025.60	
	1.1.3. น้ำมันดีเซล	ลิตร	24.80	33.69	835.42		0.00	835.42	
	1.1.4. แก๊ป								
	1.1.4.1. เบอร์1	บาท	30.00	2.00	60.00		0.00	60.00	
	1.1.4.2. เบอร์2	บาท	30.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.3. เบอร์3	บาท	30.00	4.00	120.00		0.00	120.00	
	1.1.4.4. เบอร์4	บาท	30.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.5. เบอร์5	บาท	30.00	4.00	120.00		0.00	120.00	
	1.1.4.6. เบอร์6	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.7. เบอร์7	บาท	32.00	4.00	128.00		0.00	128.00	
	1.1.4.8. เบอร์8	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.9. เบอร์9	บาท	32.00	2.00	64.00		0.00	64.00	
	1.1.4.10. เบอร์10	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.6. สายไฟฟ้า	เมตร	0.80	429	343.04		0.00	343.04	
	1.1.7.ลูกบอล Air-Deck	ลูก	28.00	16	448.00		0.00	448.00	
	รวมค่าใช้จ่าย							15,212.86	

ต้นทุนด้านวัตถุระเบิด การระเบิดแบบเดิม									
กรณีแบบทั่วไป	รายการ	หน่วย	ราคา/หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวมทั้งสิ้น	หมายเหตุ
				จำนวน	รวม	จำนวน	รวม		
8	ต้นทุนด้านวัตถุระเบิด								
	1.1.1. ดินระเบิด(TNT)	แท่ง	120.00	64.96	7,795.20		0.00	7,795.20	
	1.1.2. ปุ๋ยยูเรีย	Kg	15.20	812.00	12,342.40		0.00	12,342.40	
	1.1.3. น้ำมันดีเซล	ลิตร	24.80	51.81	1,284.78		0.00	1,284.78	
	1.1.4. แก๊ป								
	1.1.4.1. เมอร์1	บาท	30.00	2.00	60.00		0.00	60.00	
	1.1.4.2. เมอร์2	บาท	30.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.3. เมอร์3	บาท	30.00	4.00	120.00		0.00	120.00	
	1.1.4.4. เมอร์4	บาท	30.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.5. เมอร์5	บาท	30.00	4.00	120.00		0.00	120.00	
	1.1.4.6. เมอร์6	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.7. เมอร์7	บาท	32.00	4.00	128.00		0.00	128.00	
	1.1.4.8. เมอร์8	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.9. เมอร์9	บาท	32.00	2.00	64.00		0.00	64.00	
	1.1.4.10. เมอร์10	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.6. สายไฟฟ้า	เมตร	0.80	462	369.92		0.00	369.92	
	รวมค่าใช้จ่าย							22,284.30	

ตารางที่ 4 แสดงต้นทุนด้านวัสดุระเบิดจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะที่เปอร์เซ็นต์ช่องลมในรูเจาะ 37.70%

ต้นทุนด้านวัสดุระเบิด ระเบิด การระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนเปอร์เซ็นต์ช่องลม 37.70% ไม่ มีระยะ Sub drill									
ครั้งที่ระเบิด	รายการ	หน่วย	ราคา/หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวมทั้งสิ้น	หมายเหตุ
				จำนวน	รวม	จำนวน	รวม		
9	ต้นทุนด้านวัสดุระเบิด								
	1.1.1. ดินระเบิด(TNT)	แท่ง	120.00	39.04	4,684.80		0.00	4,684.80	
	1.1.2. ปุ๋ยยูเรีย	Kg	15.20	488.00	7,417.60		0.00	7,417.60	
	1.1.3. น้ำมันดีเซล	ลิตร	24.80	31.13	772.13		0.00	772.13	
	1.1.4. แก๊ป				0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.1. เบอร์1	บาท	30.00	2.00	60.00		0.00	60.00	
	1.1.4.2. เบอร์2	บาท	30.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.3. เบอร์3	บาท	30.00	4.00	120.00		0.00	120.00	
	1.1.4.4. เบอร์4	บาท	30.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.5. เบอร์5	บาท	30.00	4.00	120.00		0.00	120.00	
	1.1.4.6. เบอร์6	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.7. เบอร์7	บาท	32.00	4.00	128.00		0.00	128.00	
	1.1.4.8. เบอร์8	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.9. เบอร์9	บาท	32.00	2.00	64.00		0.00	64.00	
	1.1.4.10. เบอร์10	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.6. สายไฟฟ้า	เมตร	0.80	429	343.04		0.00	343.04	
	1.1.7.ลูกบอล Air-Deck	ลูก	28.00	16	448.00		0.00	448.00	
	รวมค่าใช้จ่าย							14,157.57	

ต้นทุนด้านวัตถุระเบิด การระเบิดแบบเดิม									
กรณีแบบทั่วไป	รายการ	หน่วย	ราคา/หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวมทั้งสิ้น	หมายเหตุ
				จำนวน	รวม	จำนวน	รวม		
9	ต้นทุนด้านวัตถุระเบิด								
	1.1.1. ดินระเบิด(TNT)	แท่ง	120.00	64.96	7,795.20		0.00	7,795.20	
	1.1.2. ปุ๋ยยูเรีย	Kg	15.20	812.00	12,342.40		0.00	12,342.40	
	1.1.3. น้ำมันดีเซล	ลิตร	24.80	51.81	1,284.78		0.00	1,284.78	
	1.1.4. แก๊ป				0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.1. เมอร์1	บาท	30.00	2.00	60.00		0.00	60.00	
	1.1.4.2. เมอร์2	บาท	30.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.3. เมอร์3	บาท	30.00	4.00	120.00		0.00	120.00	
	1.1.4.4. เมอร์4	บาท	30.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.5. เมอร์5	บาท	30.00	4.00	120.00		0.00	120.00	
	1.1.4.6. เมอร์6	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.7. เมอร์7	บาท	32.00	4.00	128.00		0.00	128.00	
	1.1.4.8. เมอร์8	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.9. เมอร์9	บาท	32.00	2.00	64.00		0.00	64.00	
	1.1.4.10. เมอร์10	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.6. สายไฟฟ้า	เมตร	0.80	462	369.92		0.00	369.92	
	รวมค่าใช้จ่าย							22,284.30	

ตารางที่ 5 แสดงต้นทุนด้านวัสดุระเบิดจากการระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะที่เปอร์เซ็นต์ช่องลมในรูเจาะ 41.67%

ต้นทุนด้านวัสดุระเบิด การระเบิดแบบเว้นช่องลมในรูเจาะด้านบนระยะ 3.50 m. ไม่มีระยะ Sub drill									
ครั้งที่ระเบิด	รายการ	หน่วย	ราคา/หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวมทั้งสิ้น	หมายเหตุ
				จำนวน	รวม	จำนวน	รวม		
10	ต้นทุนด้านวัสดุระเบิด								
	1.1.1. ดินระเบิด(TNT)	แท่ง	120.00	35.84	4,300.80		0.00	4,300.80	
	1.1.2. ปุ๋ยยูเรีย	Kg	15.20	448.00	6,809.60		0.00	6,809.60	
	1.1.3. น้ำมันดีเซล	ลิตร	24.80	28.58	708.84		0.00	708.84	
	1.1.4. แก๊ป				0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.1. เมอร์1	บาท	30.00	2.00	60.00		0.00	60.00	
	1.1.4.2. เมอร์2	บาท	30.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.3. เมอร์3	บาท	30.00	4.00	120.00		0.00	120.00	
	1.1.4.4. เมอร์4	บาท	30.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.5. เมอร์5	บาท	30.00	4.00	120.00		0.00	120.00	
	1.1.4.6. เมอร์6	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.7. เมอร์7	บาท	32.00	4.00	128.00		0.00	128.00	
	1.1.4.8. เมอร์8	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.9. เมอร์9	บาท	32.00	2.00	64.00		0.00	64.00	
	1.1.4.10. เมอร์10	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.6. สายไฟฟ้า	เมตร	0.80	429	343.04		0.00	343.04	
	1.1.7. ลูกบอล Air-Deck	ลูก	28.00	16	448.00		0.00	448.00	
	รวมค่าใช้จ่าย							13,102.28	

ต้นทุนด้านวัตถุระเบิด การระเบิดแบบเดิม									
กรณีแบบทั่วไป	รายการ	หน่วย	ราคา/หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวมทั้งสิ้น	หมายเหตุ
				จำนวน	รวม	จำนวน	รวม		
10	ต้นทุนด้านวัตถุระเบิด								
	1.1.1. ดินระเบิด(TNT)	แท่ง	120.00	64.96	7,795.20		0.00	7,795.20	
	1.1.2. ปุ๋ยยูเรีย	Kg	15.20	812.00	12,342.40		0.00	12,342.40	
	1.1.3. น้ำมันดีเซล	ลิตร	24.80	51.81	1,284.78		0.00	1,284.78	
	1.1.4. แก๊ป				0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.1. เมอร์1	บาท	30.00	2.00	60.00		0.00	60.00	
	1.1.4.2. เมอร์2	บาท	30.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.3. เมอร์3	บาท	30.00	4.00	120.00		0.00	120.00	
	1.1.4.4. เมอร์4	บาท	30.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.5. เมอร์5	บาท	30.00	4.00	120.00		0.00	120.00	
	1.1.4.6. เมอร์6	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.7. เมอร์7	บาท	32.00	4.00	128.00		0.00	128.00	
	1.1.4.8. เมอร์8	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.4.9. เมอร์9	บาท	32.00	2.00	64.00		0.00	64.00	
	1.1.4.10. เมอร์10	บาท	32.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
	1.1.6. สายไฟฟ้า	เมตร	0.80	462	369.92		0.00	369.92	
	รวมค่าใช้จ่าย							22,284.30	

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล	นายสมชาย แนวบรรทัด	
รหัสประจำตัวนักศึกษา	4910120104	
วุฒิการศึกษา		
วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล	2537

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
- ทุนบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

Pitsanu Bunnaul and Somchai Naewbunthud. (2554) “A Study and Design on Air-Deck Blasting Applied for Limestone Quarries Based on Fragmentation, Blasting Vibration and Cost Comparision” การประชุมวิชาการ โครงการทุนวิจัยมหบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 5, โรงแรมจอมเทียน ปาล์ม บีช รีสอร์ท เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี. หน้า 333