

บทที่ 1

การผลิตหิน สำหรับผสมคอนกรีต (Coarse Aggregate Production)

ชนิดและแหล่งหินที่นำมาใช้ผสมคอนกรีต

หินที่สามารถนำมาผสมคอนกรีต จะต้องไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับปูนซีเมนต์ ในประเทศไทยมีการนำหินชนิดต่างๆ มาใช้ผสมคอนกรีต ได้แก่

1. หินตะกอนหรือหินชั้น (Sedimentary Rock)

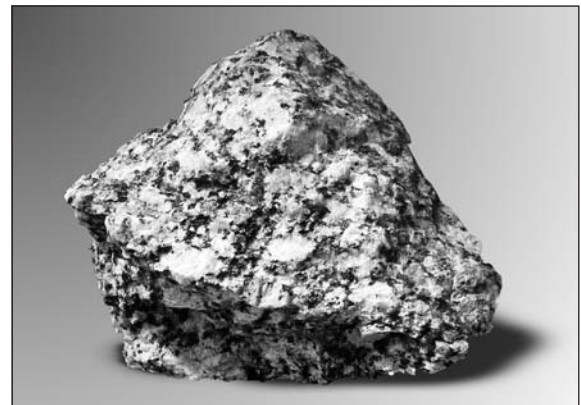
ที่นิยมใช้ได้แก่ หินปูน (Limestone) ซึ่งเกิดจากการทับถมตัวของซากสัตว์ทะเล เป็นหินที่นำมาใช้ผสมคอนกรีตมากที่สุดในประเทศ เนื่องจากมีแหล่งหินอยู่มากเกือบทั่วไปในประเทศ โดยมีแหล่งผลิตที่สำคัญอยู่แถบจังหวัดสระบุรี ราชบุรี ชลบุรี กำแพงเพชร ลำปาง เลย และนครศรีธรรมราช มีค่าความแข็งแรงประมาณ 55-105 กก./ลบ.ซม. และมีค่าต้านทานการสึกกร่อน (Abrasion Resistance) อยู่ระหว่าง 20%-37%



รูปที่ 1 หินปูน

2. หินอัคนี (Igneous Rock) มีความแข็งแรงสูงกว่าหินปูนแต่ไม่มีผู้ผลิตมากนัก เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตและค่าสึกหรอสูง มักจะผลิตในท้องที่ที่ไม่สามารถหาแหล่งหินปูนได้ หินอัคนีที่มีการผลิตในประเทศ ได้แก่ หินแกรนิต มีแหล่งผลิตอยู่ที่จังหวัดชลบุรี ระยอง ตาก ปราจีนบุรี สงขลา และสุราษฎร์ธานี หินแอนดีไซต์

มีแหล่งผลิตแถบจังหวัดสระบุรี เพชรบุรี และสระแก้ว หินบะซอลต์ มีแหล่งผลิตแถบจังหวัดสุรินทร์ บุรีรัมย์ และศรีสะเกษ โดยทั่วไปหินอัคนี มีความแข็งแรงประมาณ 60-190 กก./ลบ.ซม. และมีค่าต้านทานการสึกกร่อน (Abrasion Resistance) อยู่ระหว่าง 10%-30%



รูปที่ 2 หินแกรนิต



รูปที่ 3 หินแอนดีไซต์

3. กรวด (Gravel) เกิดจากการผุพังของหินอัคนีที่พบอยู่ทั่วไปตามแม่น้ำลำธาร สามารถนำมาผสมคอนกรีตได้ดีเท่าหินชนิดอื่น โดยนำมาร่อนให้มีขนาดและส่วนคละตามมาตรฐาน ในประเทศไทยยังไม่นิยมใช้กรวดในการผสมคอนกรีตมากนัก

ขั้นตอนการผลิตหิน

ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอนได้แก่

1. การผลิตหินใหญ่

ในปัจจุบันการผลิตหินใหญ่ จะต้องได้รับประทานบัตรเหมืองแร่ชนิดหินก่อสร้าง จากกรมทรัพยากรธรณี โดยทั่วไปการผลิตหินใหญ่มีรูปแบบการผลิต หรือแผนผังการทำเหมือง 4 วิธี คือ

1.1. การผลิตข้างเขา (Side Hill Quarry)

เป็นรูปแบบการผลิตที่พบเห็นได้ทั่วไป นิยมใช้ในสมัยก่อน โดยเริ่มจากการระเบิดหินที่บริเวณเชิงเขาไล่ขึ้นไปจนเป็นหน้าผาสูง จากนั้นต้องใช้แรงงานคนปีนป่ายขึ้นไประเบิดหินบนหน้าผาให้ทะลายลงมา รูปแบบนี้ในปัจจุบันไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากต้องเสี่ยงอันตรายมาก ไม่สามารถควบคุมคุณภาพของหินได้ตามต้องการและไม่สามารถผลิตหินได้ในปริมาณมาก นอกจากนี้ยังเป็นการทำลายทัศนียภาพแวดล้อมอีกด้วย



รูปที่ 4 การผลิตจากข้างเขา (Side Hill Quarry)

1.2. การผลิตจากยอดเขา (Top Down Quarry)

เริ่มจากการตัดถนนเพื่อลำเลียงเครื่องจักรกลหนักขึ้นสู่ยอดเขา แล้วระเบิดหินจากยอดเขาลงมาเป็นชั้นบันได (Bench) วิธีการผลิตรูปแบบนี้สามารถขยายกำลังผลิตในปริมาณมาก และคัดเลือกคุณภาพหินได้ตามต้องการ ขึ้นอยู่กับความกว้างและความยาวของชั้นบันได



รูปที่ 5 การผลิตจากยอดเขา (Top Down Quarry)

1.3. การผลิตจากบ่อ (Open Pit Quarry)

เป็นรูปแบบบ่อ สำหรับผลิตหินที่อยู่ลึกจากพื้นดินลงไป เริ่มจากการเปิดหน้าดินแล้วระเบิดหินลึกลงไปใต้ดินเป็นชั้นๆ แบบขั้นบันได เพื่อความสะดวกในการลำเลียงหิน และป้องกันการพังทลายของผนังบ่อ



รูปที่ 6 การผลิตจากบ่อ (Open Pit Quarry)

1.4. การผลิตจากบ่อนหยอดเขา (Semi Open Pit Quarry)

เป็นการผลิตจากยอดเขาเหมือนรูปแบบที่สอง แต่จะระเบิดหินตรงกลางเขาเป็นรูปบ่อลงไป โดยไม่มีการทำลายบริเวณข้างเขา เพื่อช่วยอนุรักษ์ทัศนียภาพแวดล้อมและป้องกันมลภาวะ รูปแบบนี้บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย เป็นผู้ริเริ่มนำมาใช้ในประเทศไทย ผู้ผลิตหินรายย่อยไม่สามารถนำมาใช้ได้เนื่องจากมีต้นทุนสูงและต้องมีพื้นที่ประทานบัตรมากพอ



รูปที่ 7 การผลิตจากบ่อนหยอดเขา (Semi Open Pit Quarry)

การระเบิดหิน เป็นขั้นตอนที่สำคัญของการผลิตหินใหญ่ที่ทำโดยใช้เครื่องเจาะ เจาะรูเข้าไปในเนื้อหิน โดยมีขนาดรูตั้งแต่ 1 1/2" - 12" แล้วแต่ขนาดเครื่องเจาะ จากนั้นก็จะบรรจุวัตถุระเบิดได้แก่ เชื้อปะทุ ดินระเบิดแรงสูง และปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรท ซึ่งเป็นสารช่วยขยายกำลังระเบิดลงไปเพื่อระเบิดหินออกมา การเลือกขนาด จำนวน และระยะห่างของรูเจาะ มีความสัมพันธ์กันกับปริมาณหินที่ต้องการระเบิด และขนาดของก้อนหินใหญ่ที่ต้องการ และจะต้องเป็นสัดส่วนกับน้ำหนักของวัตถุระเบิดที่ใช้แต่ละครั้ง

2. การย่อยหิน

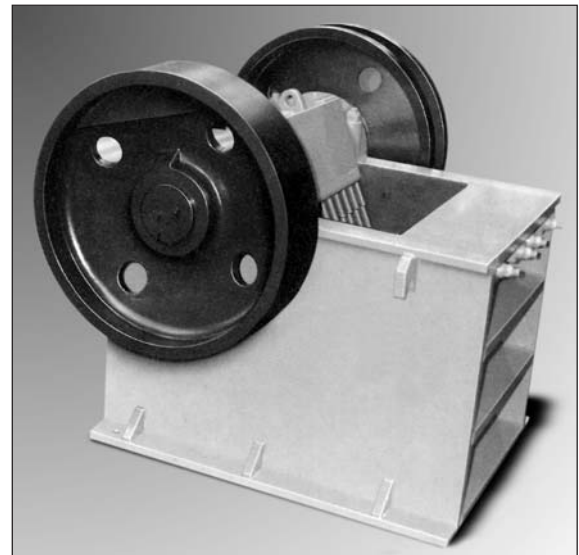
การย่อยหิน หรือ การม่หิน มีวัตถุประสงค์เพื่อย่อยและคัดขนาดให้มีขนาดและส่วนคละตามมาตรฐานที่กำหนด ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

2.1. การคัดหิน หินใหญ่ที่ลำเลียงมาจากเหมืองหิน ปกติจะมีเศษดินปะปนมาค่อนข้างมาก จะต้องนำร่อนผ่านตะแกรงคัดหิน (Grizzly Bar) เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกออก ก่อนที่จะนำเข้าเครื่องย่อยตะแกรงคัดหินนี้จะมีช่องเปิดกว้างประมาณ 4"-6" เพื่อให้เศษดินหลุดลอดออกไป



รูปที่ 8 ตะแกรงคัดหิน (Grizzly Bar)

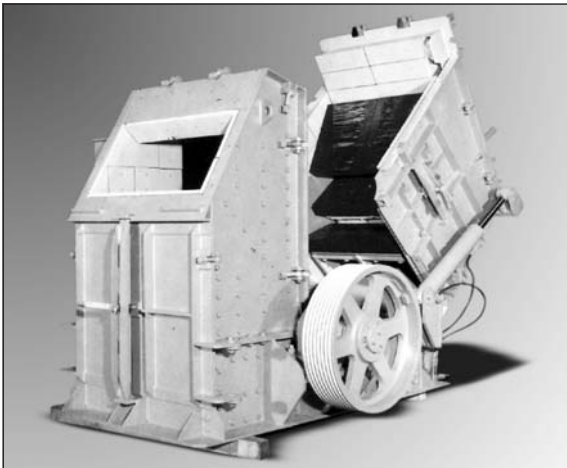
2.2. การย่อยหินขั้นที่ 1 (Primary Stage)
เป็นการย่อยหินก้อนใหญ่ ให้เหลือขนาดประมาณ 600-900 มม. เพื่อความสะดวกในการย่อยขั้นต่อไป เครื่องย่อยหินขั้นที่ 1 (Primary Crusher) โดยทั่วไปจะใช้เครื่องแบบ Jaw Crusher หรือ Impact Crusher แต่ Impact Crusher ไม่เป็นที่นิยมใช้กัน เนื่องจากทำให้เกิดฝุ่นจากการย่อยหินค่อนข้างมาก



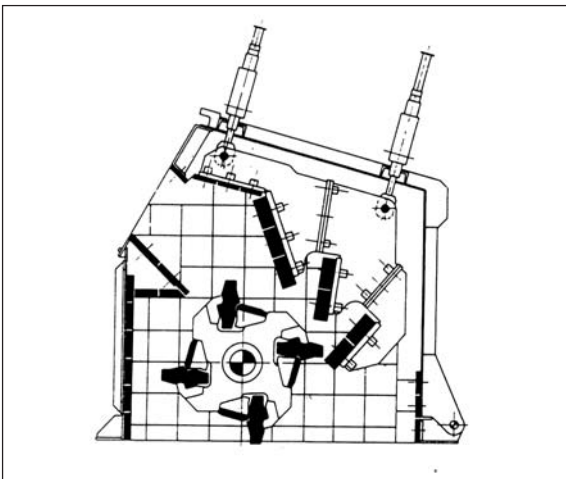
รูปที่ 9 Jaw Crusher



รูปที่ 10 ภาพตัดภายใน Jaw Crusher



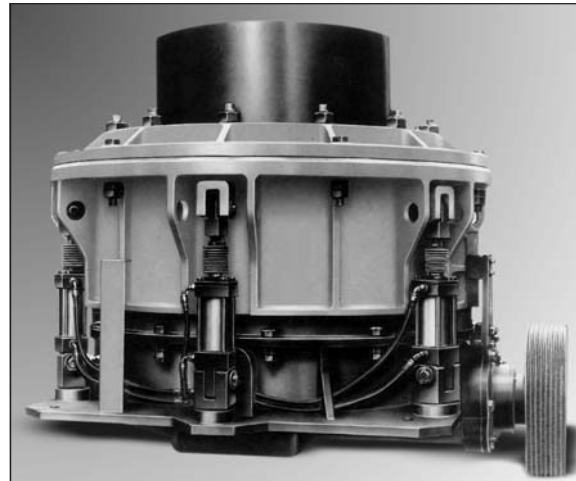
รูปที่ 11 Impact Crusher



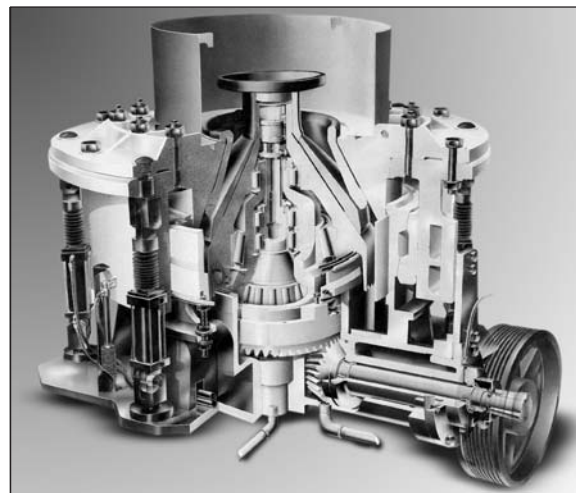
รูปที่ 12 ภาพตัดภายใน Impact Crusher

2.3. การย่อยหินขั้นที่ 2 (Secondary Stage)

เป็นการย่อยหินในลำดับถัดไป โดยย่อยหินจากการโม่ขั้นที่ 1 ให้มีขนาดเล็กลง โดยให้มีขนาดใหญ่ได้ไม่เกินขนาดใหญ่สุดที่ต้องการ โดยปกติหินที่ได้จากการโม่ขั้นนี้ จะมีขนาดลดหลั่นไป จาก 50 มม. จนถึง หินฝุ่น เครื่องย่อยหินขั้นที่ 2 (Secondary Crusher) มีใช้กันอยู่หลายแบบ เช่น Jaw Crusher, Impact Crusher หรือ Cone Crusher โดยที่ Cone Crusher จะเป็นแบบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการผลิตดีกว่าแบบอื่น



รูปที่ 13 Cone Crusher



รูปที่ 14 ภาพตัดภายใน Cone Crusher

2.4. การย่อยหินขั้นที่ 3 (Tertiary Stage)

โดยปกติการย่อยหินในขั้นที่ 2 จะสามารถลดขนาดหินลงได้ตามความต้องการ แต่สำหรับโรงโม่ที่ต้องการกำลังผลิตมากจำเป็นต้องมีการย่อยในขั้นที่ 3 อีกส่วนหนึ่ง

เนื่องจากการย่อยในชั้นที่ 2 จะมีหินที่มีขนาดใหญ่เกินความต้องการ อยู่ประมาณ 20%-30% หากไม่มีการย่อยในชั้นที่ 3 จะต้องนำหินส่วนที่เกินกลับเข้าเครื่องย่อยชั้นที่ 2 ซ้ำอีกครั้ง ซึ่งจะทำให้กำลังผลิตลดลง เครื่องย่อยหินชั้นที่ 3 (Tertiary Crusher) มีแบบที่ใช้กันอยู่เหมือนกับชั้นที่ 2 แต่มีขนาดเล็กกว่า สำหรับชั้นตอนนี้หากใช้ Impact Crusher จะได้หินรูปร่างเหลี่ยมกลมกว่าเครื่องย่อยชนิดอื่น

2.5. การคัดแยกหิน (Screening) เป็นหัวใจของการย่อยหิน เนื่องจากหินจากเครื่องย่อยจะมีขนาดก้อนต่างๆ ปะปนกันอยู่ ต้องทำการคัดแยกออกจากกันด้วยตะแกรงร่อนหิน (Vibrating Screen) ซึ่งจะเป็นชุดตะแกรงวางเรียงซ้อนกันอยู่ 3-4 ชั้น โดยทั่วไปจะวางตะแกรงที่มีขนาดช่องเปิด 1" 3/4" 1/2" 3/8" และ 3/16" เรียงกันตามลำดับจากบนมาล่าง

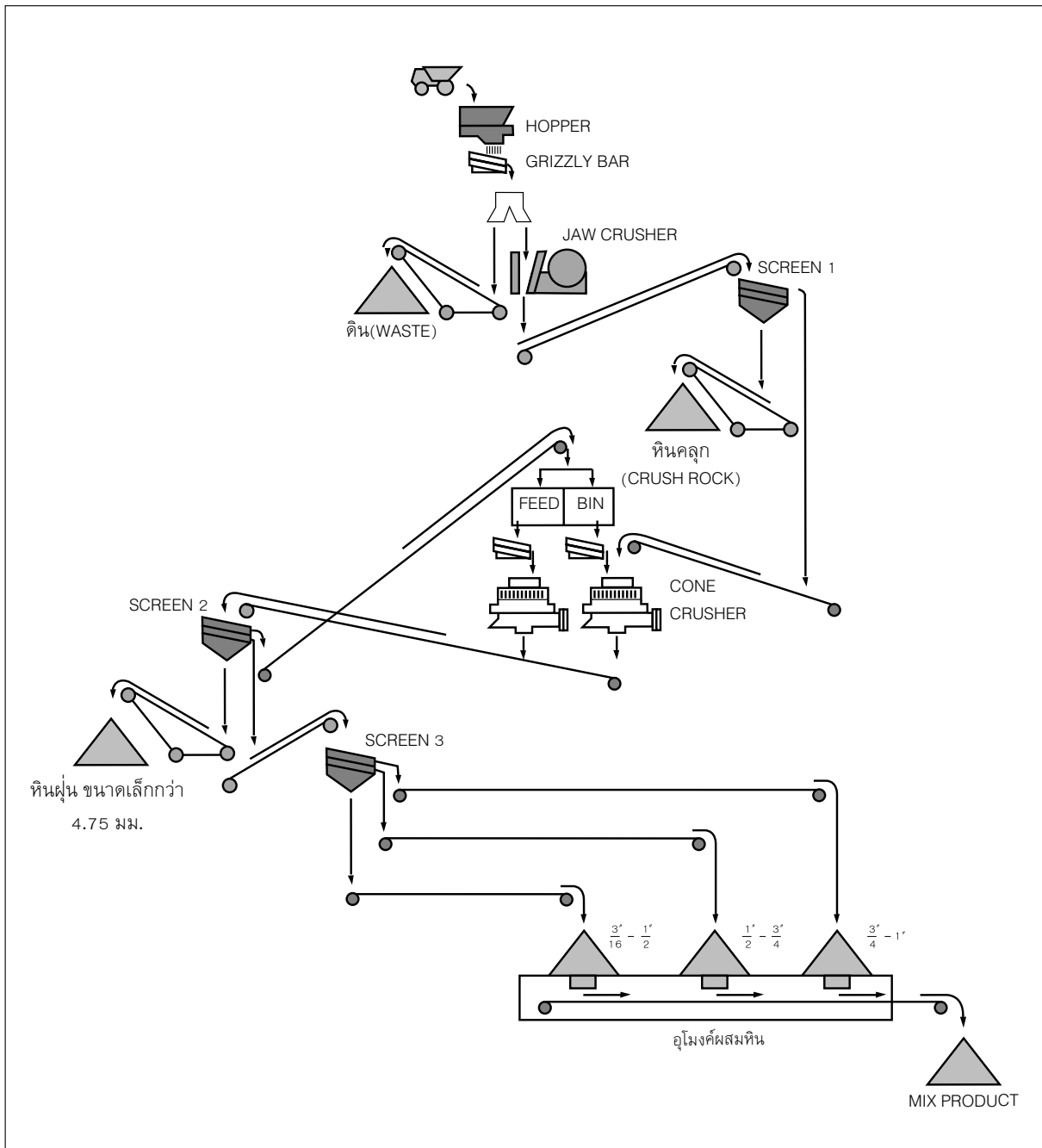
2.6. การผสมหิน (Blending) โรงโม่ส่วนใหญ่เมื่อคัดแยกหินออกจากตะแกรง จะใช้สายพานลำเลียงหินออกมากองแยกเป็นกองๆ ตามขนาดตะแกรงชั้นต่างๆ แล้วขายลูกค้ำเป็นหิน ที่เรียกว่า Single Size เนื่องจากหินแต่ละกองจะมีขนาดตายตัวไม่มีขนาดอื่นปนในการนำหินมาผสมคอนกรีตจำเป็นต้องนำหินขนาดต่างๆ เหล่านี้มาผสมกัน ให้ได้ส่วนคละตามมาตรฐาน ASTM C 33 ด้วยวิธีการต่างๆ กัน ได้แก่

- **ใช้รถตักผสม** โดยผสมตามสัดส่วนที่คำนวณไว้ วิธีนี้หินที่ผสมได้จะมีส่วนคละไม่ค่อยสม่ำเสมอ

- **ผสมที่รางชู้ต (Chute)** โดยการปรับปรุงบริเวณชู้ตหินที่ออกมาจากตะแกรงร่อน ให้หินขนาดต่างๆ มารวมตัวกันก่อนขึ้นสายพานลำเลียงไปลงกอง วิธีนี้จะผสมหินได้สม่ำเสมอกว่าวิธีแรก แต่ไม่สามารถปรับส่วนคละได้เที่ยงตรงเท่าที่ควร

- **ใช้อูโมงค์ผสมหิน** เป็นวิธีผสมหินที่ดีที่สุด โดยการนำหินที่ได้จากตะแกรงร่อน มากองแยกแบบ Single Size บนอูโมงค์ที่มีสายพานลำเลียงอยู่ข้างใต้ แล้วใช้คอมพิวเตอรืคำนวณการเปิดประตูระบายหินได้ กองแต่ละกองลงสู่สายพานด้านล่าง ตามสัดส่วนที่เหมาะสมแล้วลำเลียงไปโรยผสมกันในถังเก็บหินก่อนจำหน่าย

2.7. การควบคุมคุณภาพ โรงโม่หินส่วนมากจะไม่มีระบบควบคุมคุณภาพนอกจากจะแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นวันต่อวัน โดยทั่วไปการควบคุมความสกปรกของหินทำได้โดยการคัดเลือกหินใหญ่ให้สะอาดมีดินปนน้อยที่สุด และเปิดตะแกรงคัดดินให้เหมาะสม การควบคุมปริมาณฝุ่นหินทำได้โดยปรับเปลี่ยนขนาดของตะแกรงคัดฝุ่นให้เหมาะสมกับฤดูกาล การควบคุมส่วนคละทำได้โดยหมั่นตรวจสอบความลึกหรือของตะแกรง และพื้นโม่ (Liner) รวมถึงการปรับระยะห่างของปากโม่ให้เหมาะสมอย่างสม่ำเสมอ การควบคุมรูปร่างของก้อนหินค่อนข้างทำได้ยาก หากแหล่งหินและเครื่องจักรไม่เหมาะสม แต่อาจทำได้โดยเลือกบริเวณที่จะผลิตหินใหญ่ที่มีลักษณะเป็นเนื้อเดียว (Homogeneous) ไม่วางเรียงกันเป็นชั้น (Laminated) จนเห็นได้ชัด นอกจากนี้ยังต้องควบคุมการบ้อนหินเข้าให้เต็มไม่อยู่ตลอดเวลา



รูปที่ 15 กระบวนการย่อย และการผสมหิน