

วิศวกรรมการระเบิดรื้อถอน Demolition Blasting Engineering



สมหวัง วิทยาปัญญาพันธ์
คณะอนุกรรมการฯ สาขาเหมืองแร่
3 สิงหาคม 2566

วิศวกรรมการระเบิดรื้อถอน

Storytelling of Demolition Blasting Engineering

1. Story : ที่มา เริ่มจากหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 อาคารตึกบ้าน เครื่องจักร สะพาน ถูกทำลาย ต้องรีบเร่งบูรณะ ระเบิดรื้อถอนพัฒนาโดย US Army ต่อมานำมาใช้ในการรื้อถอนตึกเก่าที่หมดอายุ หรือหมดความจำเป็นใช้งาน
2. Concept : แนวคิดการรื้อถอน มีหลายวิธี เช่น แรงงาน ทางกล และการระเบิด ต่างกันที่ความรวดเร็ว ต้นทุน ความปลอดภัย กฎหมาย และการยอมรับ
3. Requirement : ความจำเป็นเร่งด่วน ความเป็นมืออาชีพ มีกฎหมายรองรับ
4. Framework : ประเมิน ตรวจสอบ ทดสอบ แบบแปลนโครงสร้าง การจำลองการพัง การถอดรื้อสิ่งอันตรายและสาธารณูปโภค การตัดขาดจากสิ่งเกี่ยวพัน การออกแบบการพังหลาย พื้นที่รองรับการพังหลาย การเก็บกองเศษวัสดุ การป้องกันสาธารณะ ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม การรีไซเคิล การเคลียร์พื้นที่ และการขนย้าย
5. Level : ระดับการระเบิดรื้อถอน ที่ต้องใช้ทั้งงานโยธาและเหมืองแร่ แบ่งออกเป็น 5 ระดับ เพื่อการกำกับดูแล จากขนาดเล็ก กลาง ใหญ่ พิเศษ เชี่ยวชาญ
6. Guidance or Code of Practice : มาตรฐานการรื้อถอน ที่ต้องถอดรื้อก่อน ขั้นตอนต่างๆ ในการปฏิบัติกรรื้อถอน แล้วเคลียร์พื้นที่

วิศวกรรมการระเบิดรื้อถอน

- 7.Collapse Selection : การเลือกวิธีการพัง ที่เหมาะสมกับพื้นที่ และพื้นที่ใกล้เคียง
- 8.Collapse Design : การออกแบบการพัง โดยการศึกษาแบบแปลนโครงสร้าง ทดสอบสมบัติ โครงสร้าง การจำลองปัญหา การจัดลำดับการพังหลาย การระเบิดเพื่อควบคุมการพังให้ลงพื้นที่ที่กำหนด การใช้วิศวกรรมย้อนรอยจากคลิปรีดิโอ ความปลอดภัย สิ่งแวดล้อม การป้องกันสาธารณะ มาเรียนรู้ศาสตร์และศิลป์ในการรื้อถอน
- 9.Simulation : การจำลองปัญหาด้วยการสร้างโมเดลการทดลอง การใช้ซอฟต์แวร์จำลองการพังของ โครงสร้างทางด้านวิศวกรรมโยธา การทดสอบปริมาณการใช้วัตถุระเบิด การระดมสมองเพื่อค้นหาวิธี การทำให้พัง และการป้องกันความเสี่ยงต่างๆ รวมถึงมาตรการการปิดกั้นสาธารณะในวันจุดระเบิด
- 10.Demolition Blasting Design : การออกแบบการระเบิดที่คำนึงถึงวิธีการพังหลายที่เลือกที่มีอยู่ หลายวิธี จุดที่วางระเบิดบริเวณต่างๆ ที่เสา คาน พื้น ในเรื่องของปริมาณวัตถุระเบิด ชนิด จังหวะถ่วง แก๊ป Basting Pattern การประเมินผลกระทบแรงสั่นสะเทือน เสียงดัง ฝุ่น วัสดุปลิว อันตรายจากการ ระเบิดใกล้สายไฟ ท่อก๊าซ ท่อสารเคมี
- 11.Covering and Protection : การปิดคลุมที่จุดระเบิด ตัวอาคารที่ระเบิด อาคารติดกัน อาคารใกล้เคียง
- 12.Explosive Installation : การติดตั้งวัตถุระเบิด มีแบบเจาะรู แบบวางที่โคนเสา การวางบนพื้น การ แพะพื้นมัด

วิศวกรรมการระเบิดรื้อถอน

13.Public Protection : การป้องกันสาธารณะ ถนน คนสัญจร การปิดกั้นการจราจร

14.Blasting Day Caution : วันจุดระเบิด การปิดกั้นจราจร การให้สัญญาณการระเบิด สัญญาณปลอดภัย การเตรียมการณ์ในภาวะฉุกเฉินทั้งหน่วยกู้ภัย รถพยาบาล รถดับเพลิง การปิดกระแสไฟฟ้า ก่อนการจุดระเบิด การกำหนดเวลาจุดระเบิด การประกาศ การถ่ายทำวิดีโอ เพื่อการเรียนรู้ และเป็นหลักฐาน การถ่ายทำอาจใช้โดรนบินมองหลายมุม

15.Inspection : การตรวจสอบพื้นที่ภายหลังการระเบิด

16.Site Clearing : การเคลียร์พื้นที่หลังสิ้นสุดการระเบิด





ลักษณะงานและความจำเป็นในการรื้อถอนสิ่งปลูกสร้าง

ระดับขั้นความสามารถในการระเบิดรื้อถอน

- ปริมาณวัตถุระเบิดแต่ละครั้ง
- ลักษณะงานสิ่งปลูกสร้างที่รื้อถอน
- ความซับซ้อนทางวิศวกรรมมีความสูง ระยะห่างและความหนาแน่นอาคารรอบพื้นที่โครงการ

ระดับ 1 งานรื้อถอนเล็ก

- ปริมาณ < 100 กก.
- งานดอม่อเล็ก ฝายน้ำล้นเล็ก
- ความซับซ้อนน้อยมาก ความสูง < 10 เมตร

ระดับ 2 งานรื้อถอนกลาง

- ปริมาณ < 1,000 กก.
- งานทางบกยาว < 1 กม. ดอม่อใหญ่
- เชื้อขนาดกลาง
- ความซับซ้อนปานกลาง ความสูง < 25 เมตร
- ห่างไกลชุมชน

ระดับ 3 งานรื้อถอนใหญ่

- ปริมาณ < 10,000 กก.
- งานทางบกยาว > 1 กม. ทางด่วน สะพาน
- เชื้อขนาดกลาง
- ปล่องควัน
- ความซับซ้อนสูง ความสูง < 50 เมตร
- ใกล้ชุมชน

ระดับ 4 งานรื้อถอนพิเศษ

- ปริมาณ > 10,000 กก.
- เชื้อขนาดใหญ่
- ปล่องควัน
- งานทำลายดีดชายน้ำ
- ความซับซ้อนสูงมาก ความสูง < 100 เมตร
- ใกล้บ้านเรือนอาคาร

ระดับ 5 งานรื้อถอนเชี่ยวชาญพิเศษ

- ปริมาณ ไม่จำกัด
- งานทำลายได้นำ โรงงานนิวเคลียร์
- ที่เก็บสารเคมีอันตราย
- ปล่องควัน
- ความซับซ้อนสูงพิเศษ ความสูง > 100 เมตร
- ตัดบ้านเรือนอาคาร
- ใกล้พื้นที่หวงห้าม

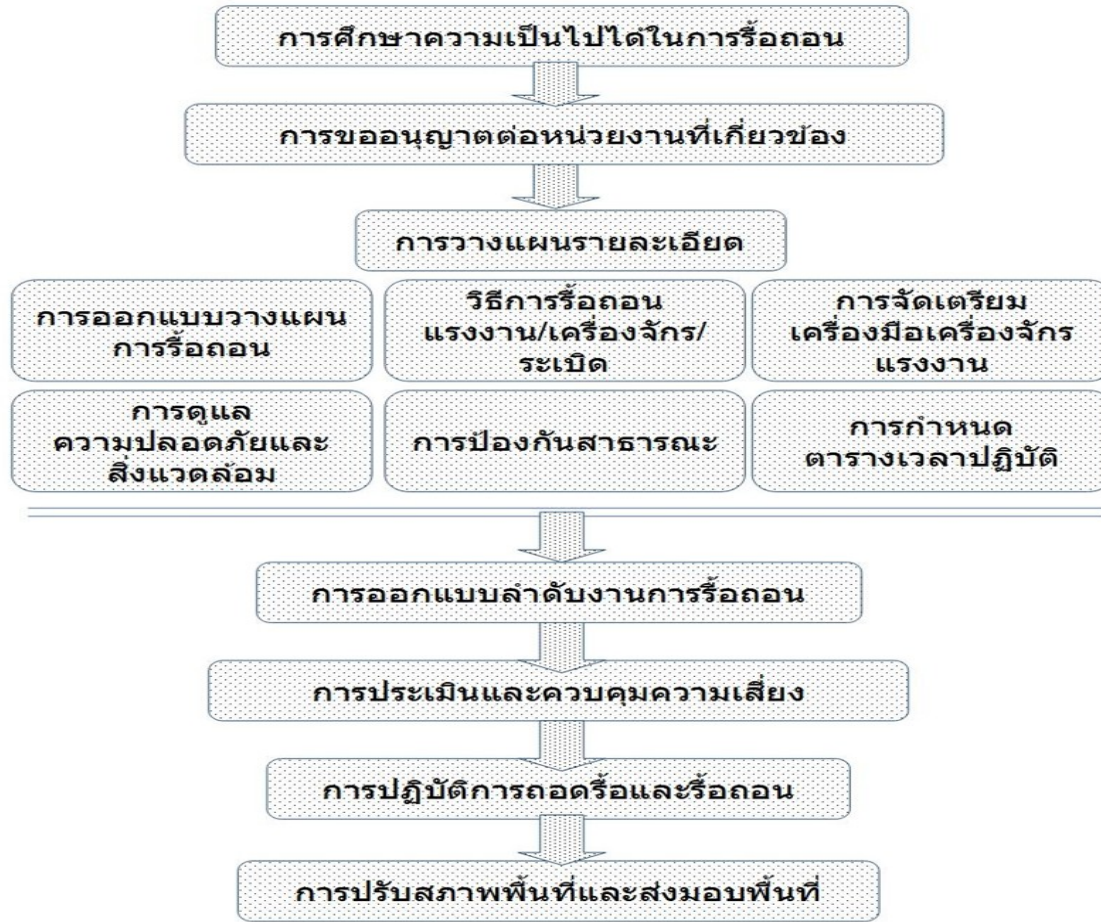
ยกระดับการเรียนรู้และความเชี่ยวชาญ

- ระดับความสามารถ
- ความซับซ้อนทางวิศวกรรม
- ความเข้มงวดระดับผลกระทบ
- ระดับการควบคุมกำกับดูแล

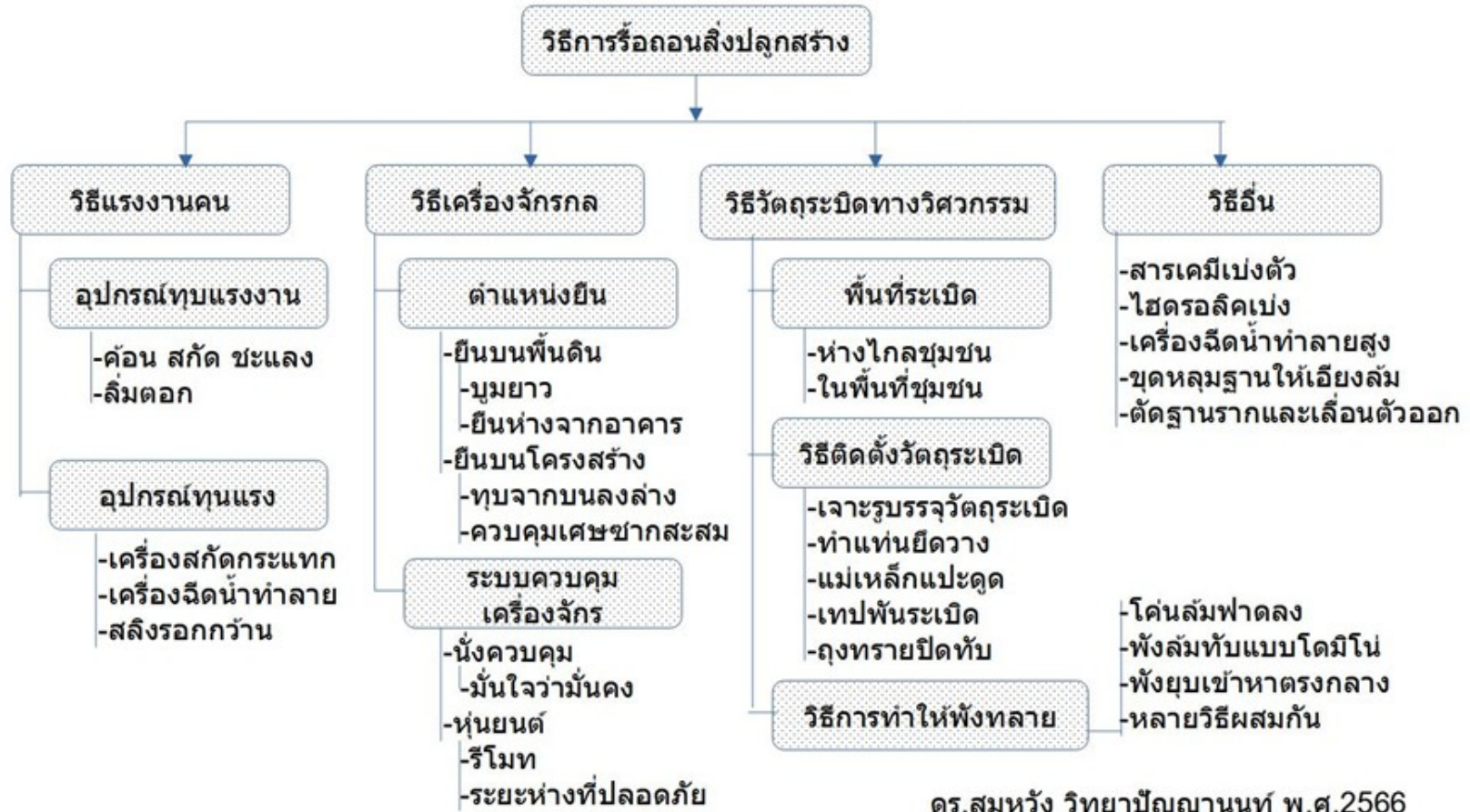
ระดับขั้นความสามารถในการระเบิดรื้อถอน

ระดับชั้นความสามารถในการระเบิดรื้อถอน

การระเบิดรื้อถอน มี 5 ระดับ ตามปริมาณการใช้วัตถุระเบิดหรือปริมาตรวัสดุที่ต้องระเบิด Quantity และแปรตามความซับซ้อนปัญหาทางวิศวกรรม Complexity จึงจะมั่นใจได้ว่า ยืนยันผลงานได้ ระดับ 1,2 ทำได้ก่อน หรืออาจจะถึง ระดับ 3 สำหรับบางท่าน ระดับที่สูงกว่า ระดับ 4,5 อาจต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศ มาให้เรียนรู้งานจนมีประสบการณ์เพียงพอ ขนาดผู้เชี่ยวชาญยังพลาดก็มี แค่หลงลืม ปิดช่องหน้าต่างหรือลืมใช้ผ้าพันคลุมระเบิด หินปลิวกระเด็นไกล หรือคำนวณความแข็งแรงปล่องลิฟต์ ขณะกำลังจะตกไปทิศทางที่กำหนด พอเจอปล่องแข็งแรงลิฟท์ เกิดการเปลี่ยนทิศเลย ที่ต้องเน้นความรอบคอบ ประเมินความเสี่ยงที่ดี ที่เป็นคุณสมบัติด้าน Soft Side ด้านความตระหนัก ในเรื่อง Competencies ด้าน Attributes ที่สำคัญของระดับ 4,5 คนตรวจก็ต้องทักท้วงเก่งด้วย การประชุมร่วม ระหว่าง วิศวกรโยธาโครงสร้างกับวิศวกรระเบิด จึงเป็นหัวใจของงานนี้ เมื่อทำงาน Complexity สูงๆ ถ้าไม่แน่ใจให้เตรียมแผนป้องกันแผนสอง Over Protection ยกระดับการป้องกันให้สูงขึ้น

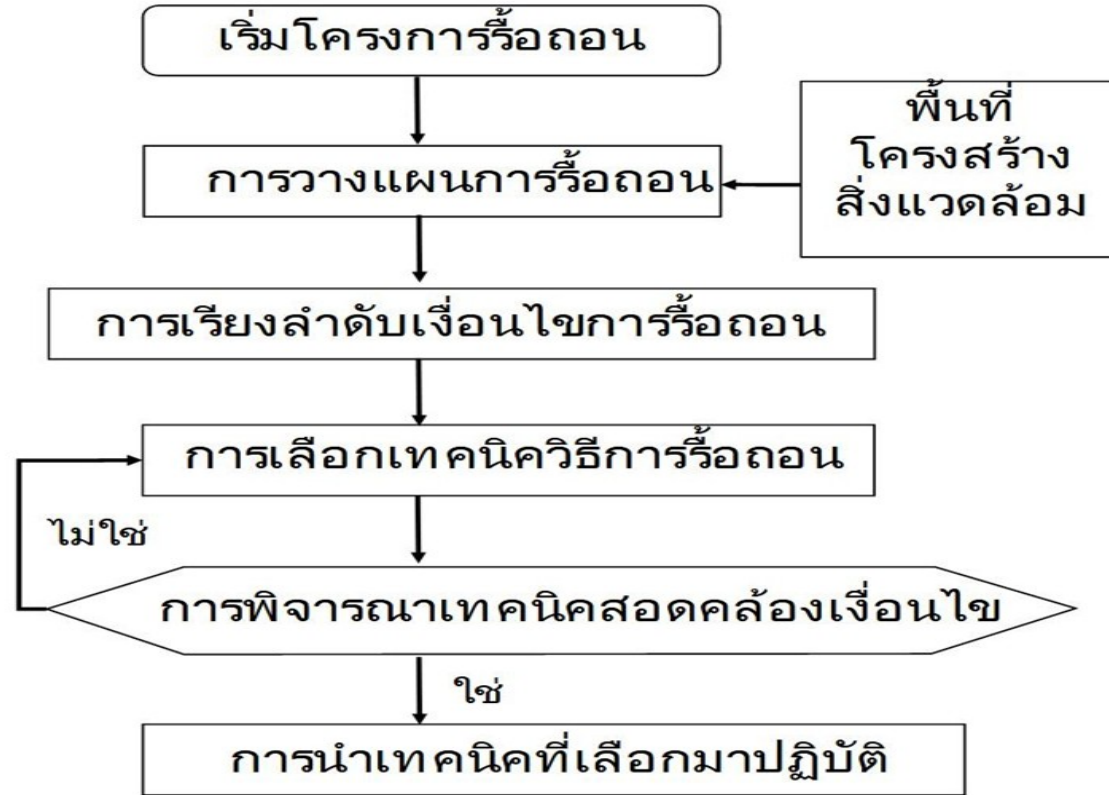


การจัดการกระบวนการงานรื้อถอนสิ่งปลูกสร้าง



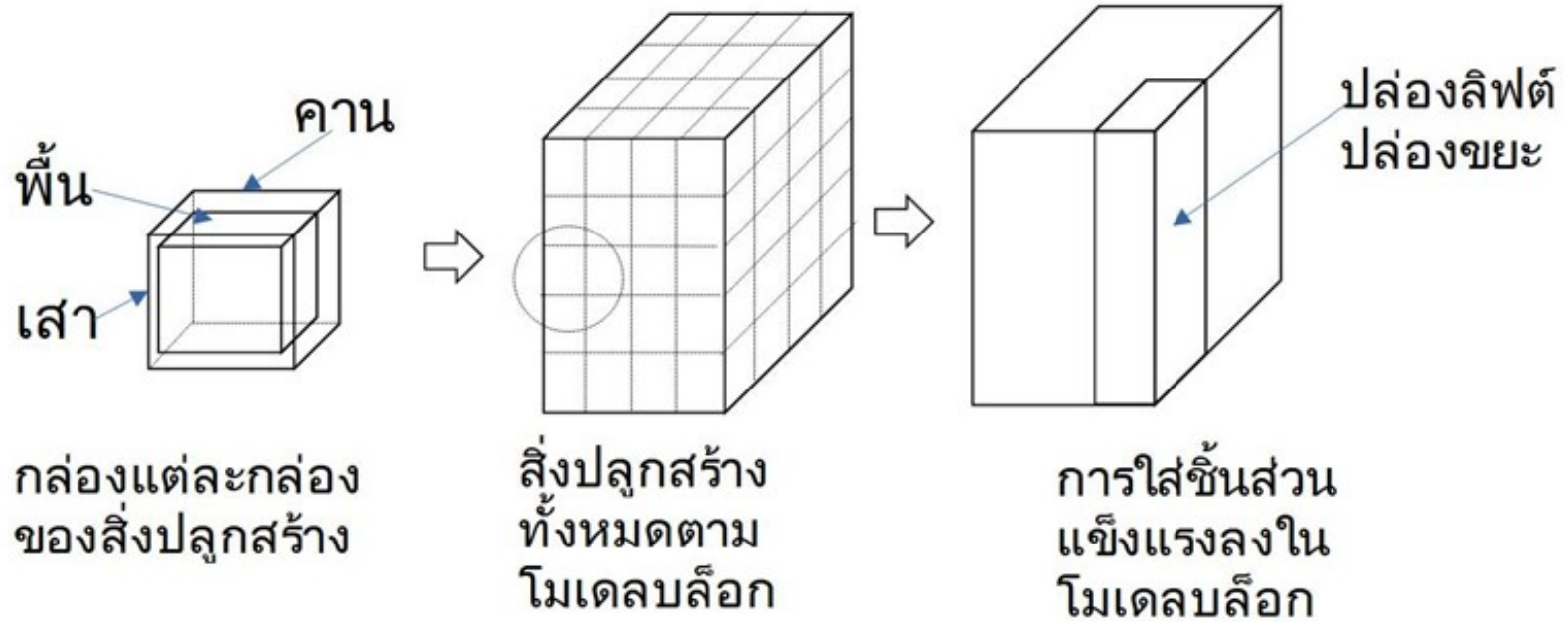
ดร.สมหวัง วิทยาปัญญา นพ.ศ.2566

วิธีการรื้อถอนสิ่งปลูกสร้าง



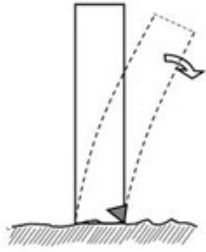
การพิจารณาเลือกวิธีการรถถนน

Block Model of Building Structure

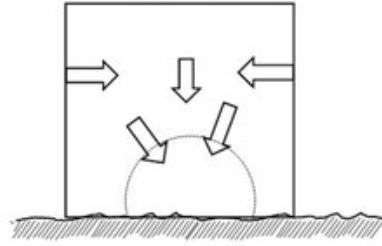


โมเดลบล็อกโครงสร้างอาคารหรือตึกสำหรับการระเบิดรื้อถอน

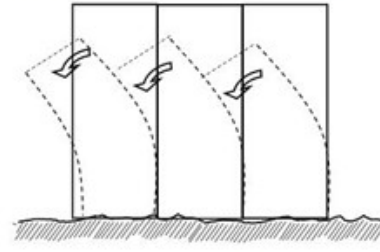
Building Collapsed Pattern by Blasting รูปแบบการพังจากการระเบิดรื้อถอน



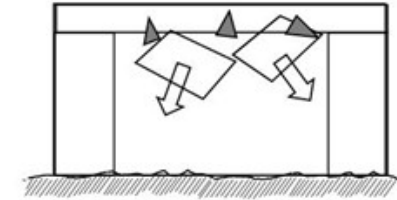
1. การล้มพังหักโค่น



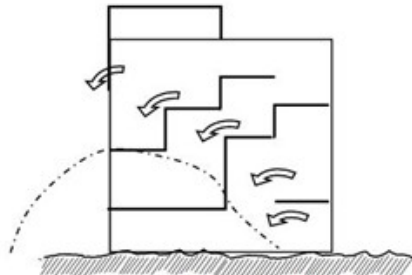
2. การยุบลงกลาง



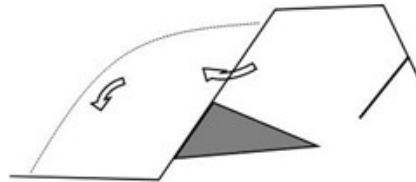
3. การพังลากทับซ้อน



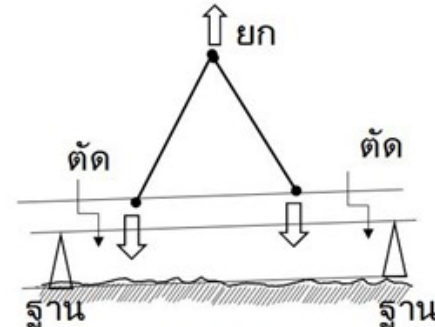
4. การหักหมุนตก



5. การพังไล่ชั้นบันได



6. การพังตัดฐาน



7. การพังตัดขาด

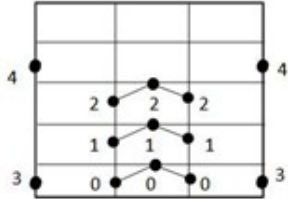
แบบการพังหลายในการระเบิดรื้อถอนสิ่งปลูกสร้าง

แบบการพังทลายในการระเบิดรื้อถอนสิ่งปลูกสร้าง

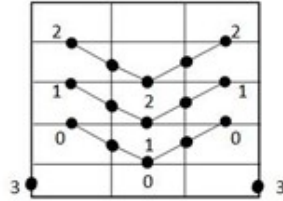
สิ่งที่ควรพิจารณาลึกลงไป ระหว่างวิศวกรโยธาโครงสร้างกับวิศวกรระเบิด ที่ต้องคุยกันเยอะๆ คือ Failure Collapse Model รูปแบบการพังทะลาย จุดพื้นที่ที่กองพังลงมาของ ขนาดการแตกหัก สิ่งที่ต้องทบทวนต่อ การป้องกันสาธารณะ การคำนวณแรงสั่นสะเทือน ฝุ่นขณะวัสดุตกกระแทก หินปลิว การป้องกันสิ่งปลูกสร้างข้างเคียง การทำ Pre-weakening การขนย้ายวัสดุอันตรายออกจากสิ่งปลูกสร้างที่จะระเบิด จะทำการระเบิดพร้อมกันหรือแยกกัน การทำ Failure Collapse Model and Simulation การทดสอบการระเบิดขึ้นงานเพื่อคำนวณการใช้วัตถุระเบิด การประเมินความเสี่ยงจากการระเบิดร่วมกัน การแก้ปัญหาหากระเบิดไม่เป็นไปตามแผนที่กำหนด การนำเศษซากไปทำ Recycling งานระเบิดรื้อถอน วิศวกรโยธาและเหมืองแร่ ห้ามแยกกันทำ Separate Work ต้องทำร่วมกันเป็นหนึ่งเดียว Co-working จึงจะประสบความสำเร็จ อนึ่งงานรื้อถอนทั้งโครงการนั้น วิศวกรโยธาจะเป็นเจ้าภาพ วิศวกรระเบิดเป็นลูกทีม การตัดสินใจภาพรวม ต้องให้วิศวกรโยธาเป็นใหญ่ ในการกำกับทิศทางการทำงาน

Blasting Cut of Building

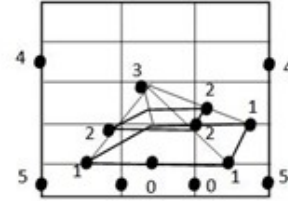
การตัดระเบิดรื้อถอนสิ่งปลูกสร้าง



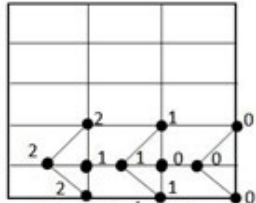
1. การตัดเปิดช่อง
กลางยุบลงกลาง



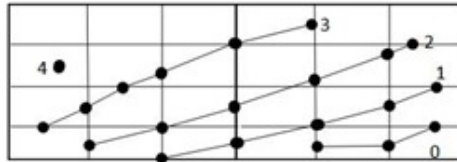
2. การตัดตัววิยุบลงกลาง



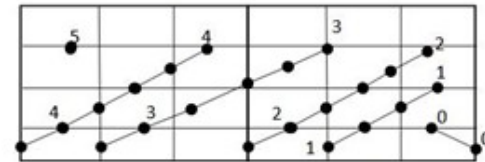
3. การตัดรูปปริมาตร
(รูป 3 มิติ) ยุบลงกลาง



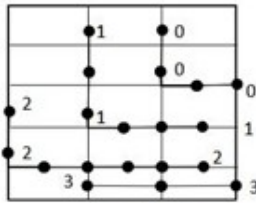
4. การตัดรูปลิ้มล้อมออกข้าง



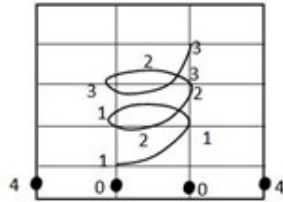
5. การตัดรูปพัด



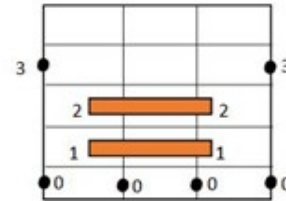
6. การตบตามหรือทับซ้อนกัน



7. การตัดขั้นบันได

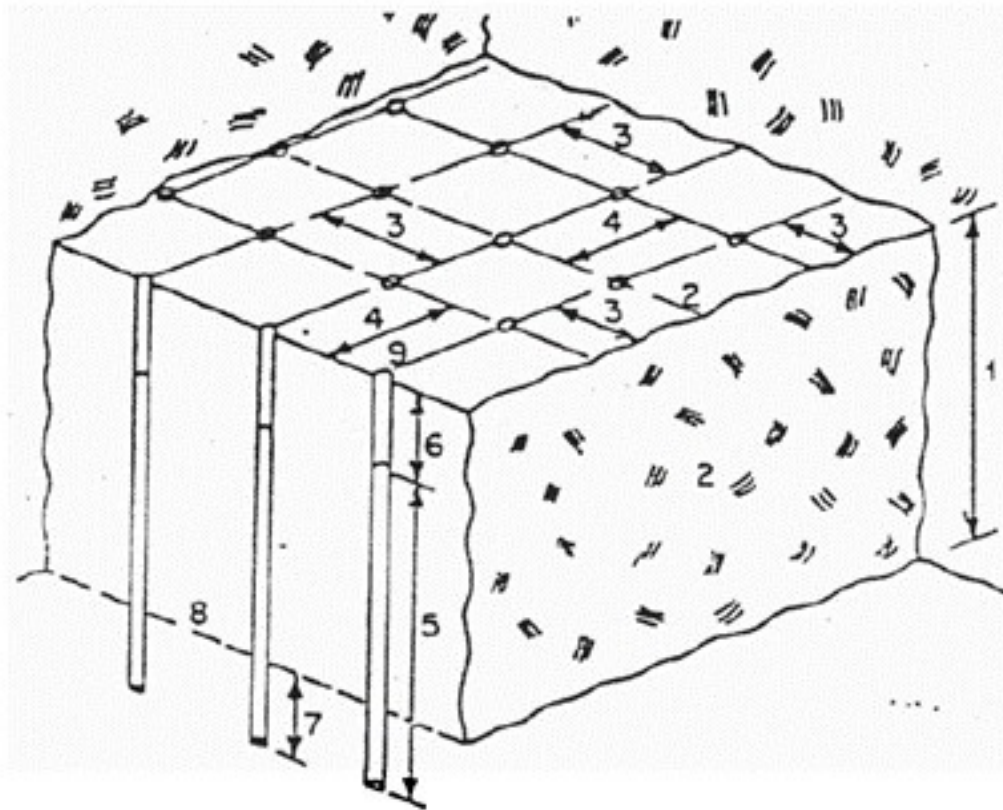


8. การตัดเกลียววน



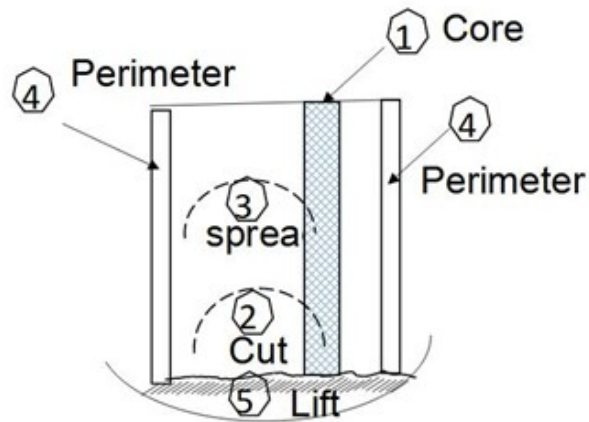
9. การตัดเปิดช่องตกระแหก

แบบวิธีการตัดระเบิดรื้อถอนสิ่งปลูกสร้าง

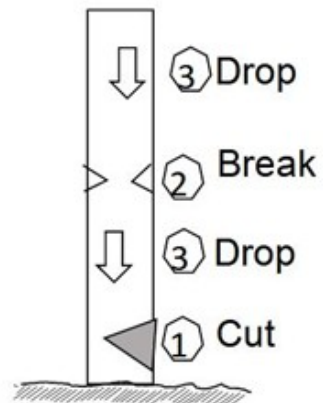


- (1) Bench height
- (2) Free face
- (3) Burden
- (4) Spacing
- (5) Powder column
- (6) Stemming
- (7) Subdrilling
- (8) Working floor of cut
- (9) Collar

ลักษณะการรื้อถอนคอนกรีตขนาดใหญ่โดยวิธีการระเบิดแบบชั้นเหมือง

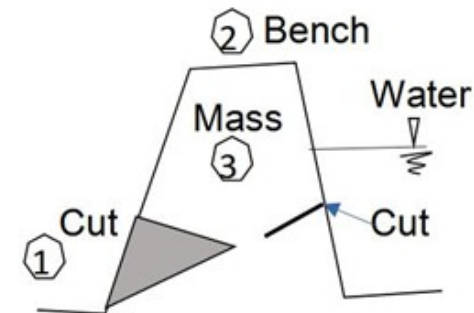


1.Centering

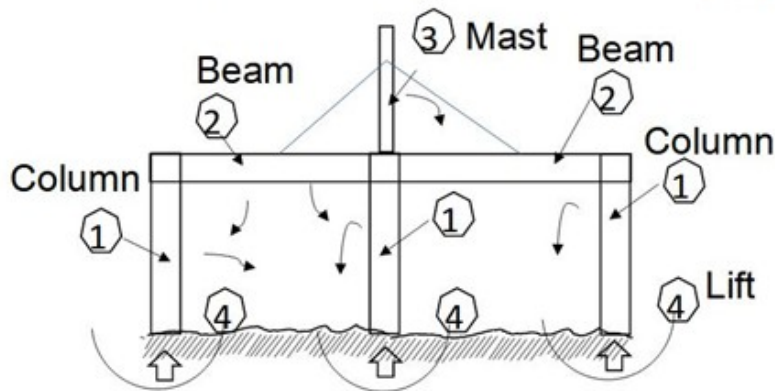


2.Toppling

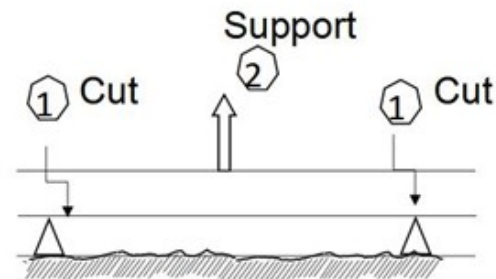
Building Blasting Zones



4.Undercutting

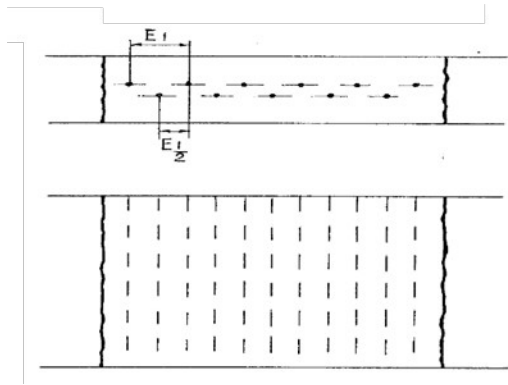


3.Rotating

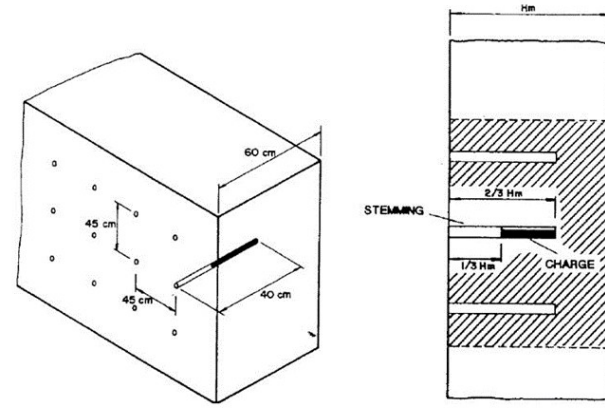


5.Separating

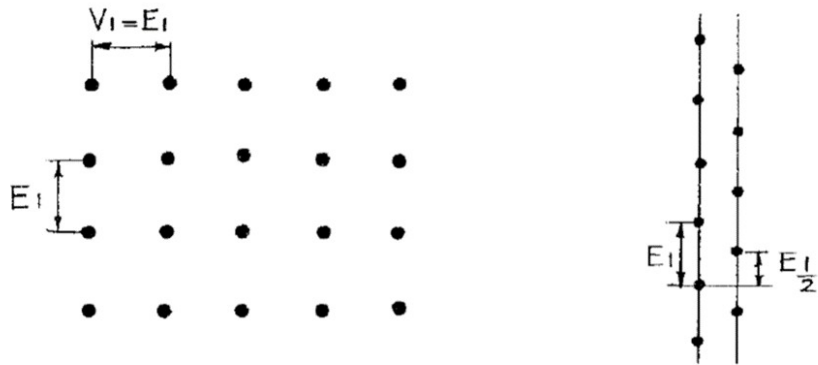
การจำแนกเขตสิ่งปลูกสร้างตามวิธีการรื้อถอน



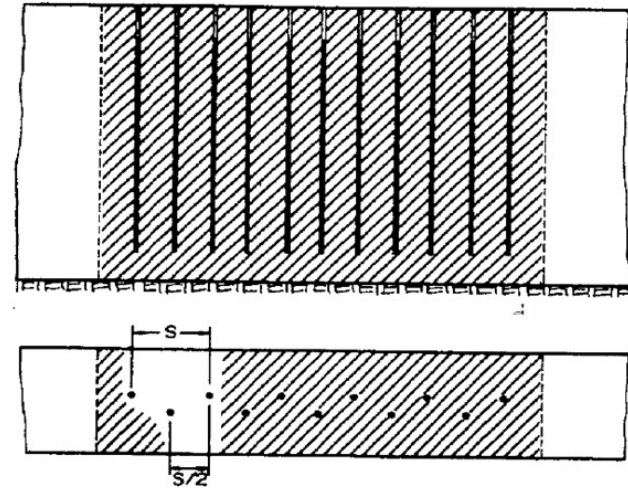
แบบแปลนการระเบิดฐานราก



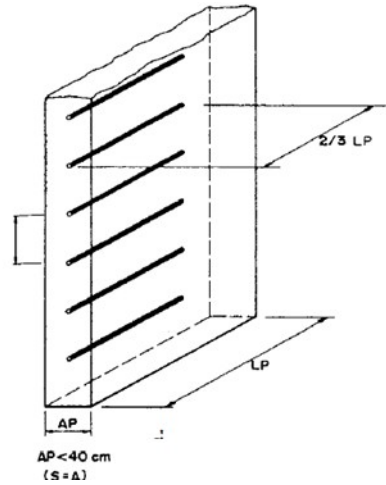
วิธีการเจาะและฝังระเบิดเข้ากำแพงอิฐ



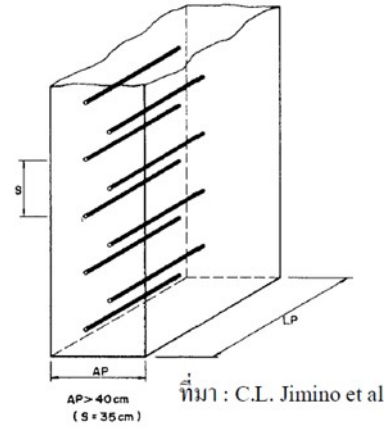
แบบแปลนการระเบิดกำแพงคอนกรีต



แบบแปลนการระเบิดกำแพงคอนกรีตมีบางส่วนฝังในดิน

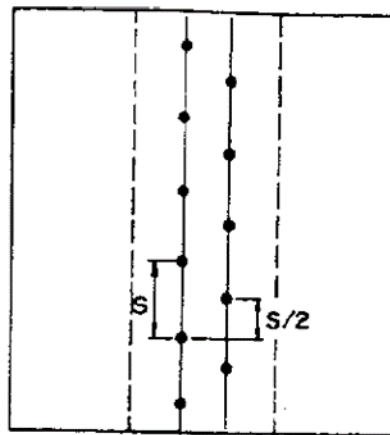
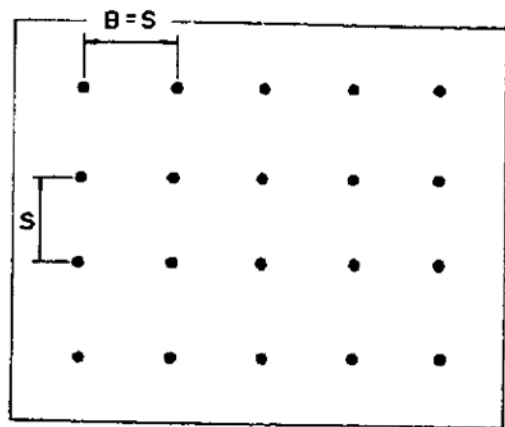


หนาน้อยกว่า 40 เซนติเมตร

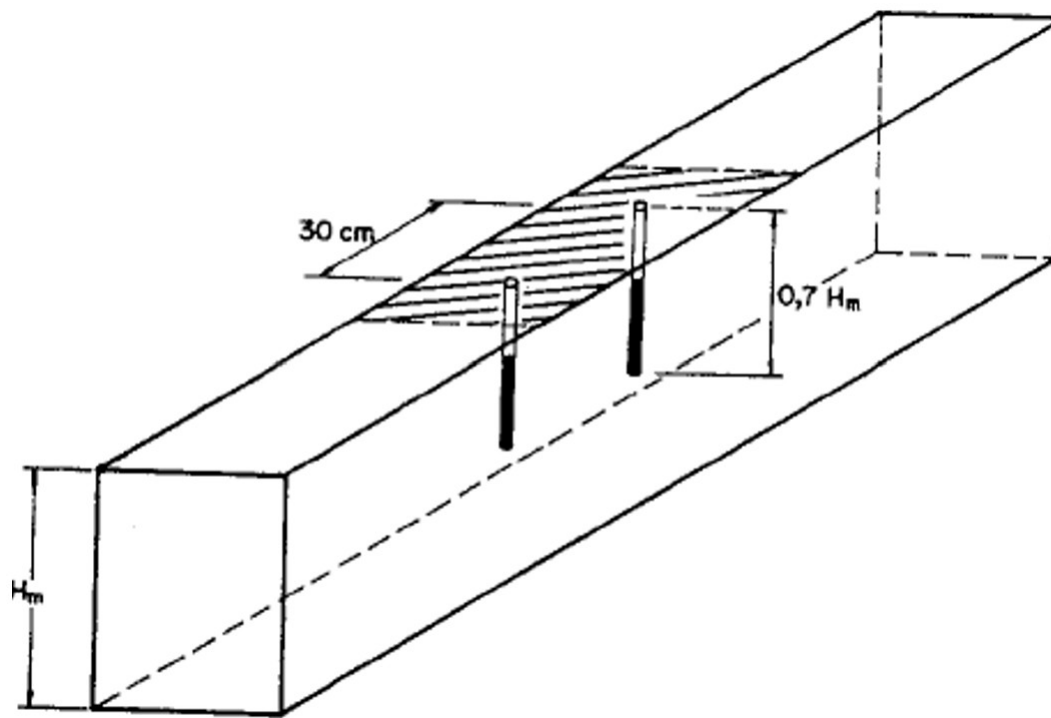


หนามากกว่า 40 เซนติเมตร

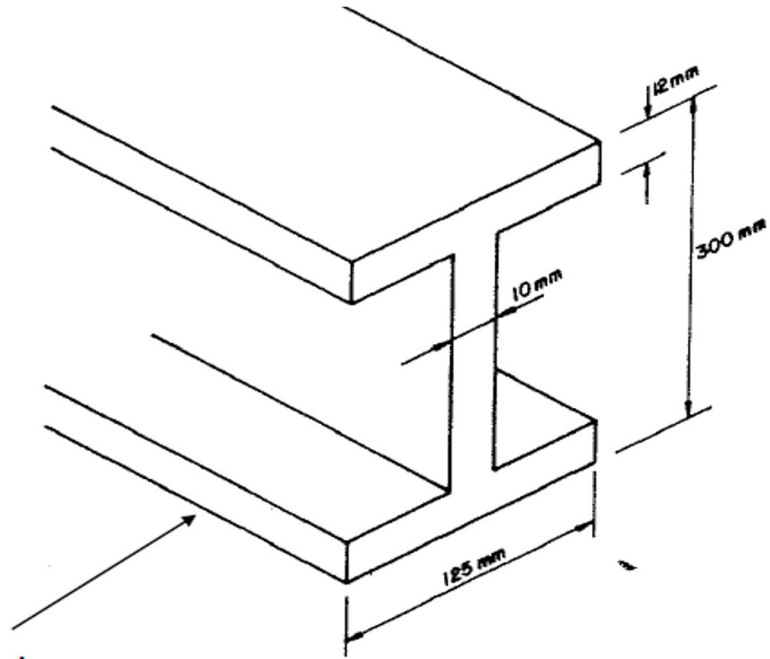
แบบแปลนการระเบิดเสาคอนกรีตเสริมแรง



แบบแปลนการระเบิดแผ่นพื้นวางรูเจาะแบบสี่เหลี่ยมและแบบสลับพื้นปลา



แบบแปลนการระเบิดคานคอนกรีตเสริมแรง



$q = 1958 \text{ g} \sim 2 \text{ kg}$

แบบแปลนและการคำนวณวัสดุระเบิดตัดโครงสร้างเหล็กกล้า

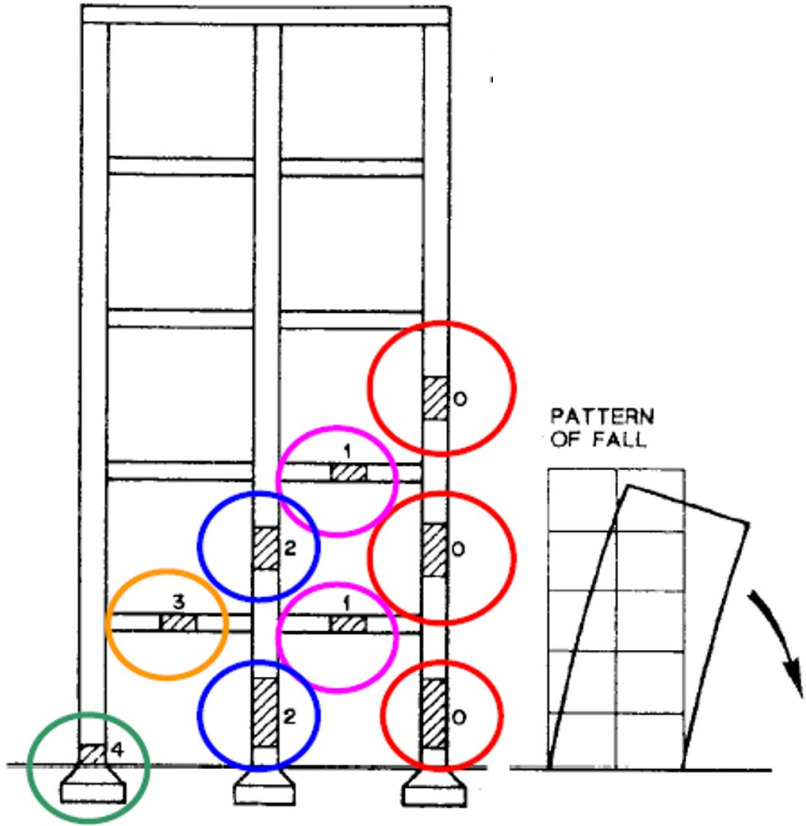


แก้ปถ่วงเวลา

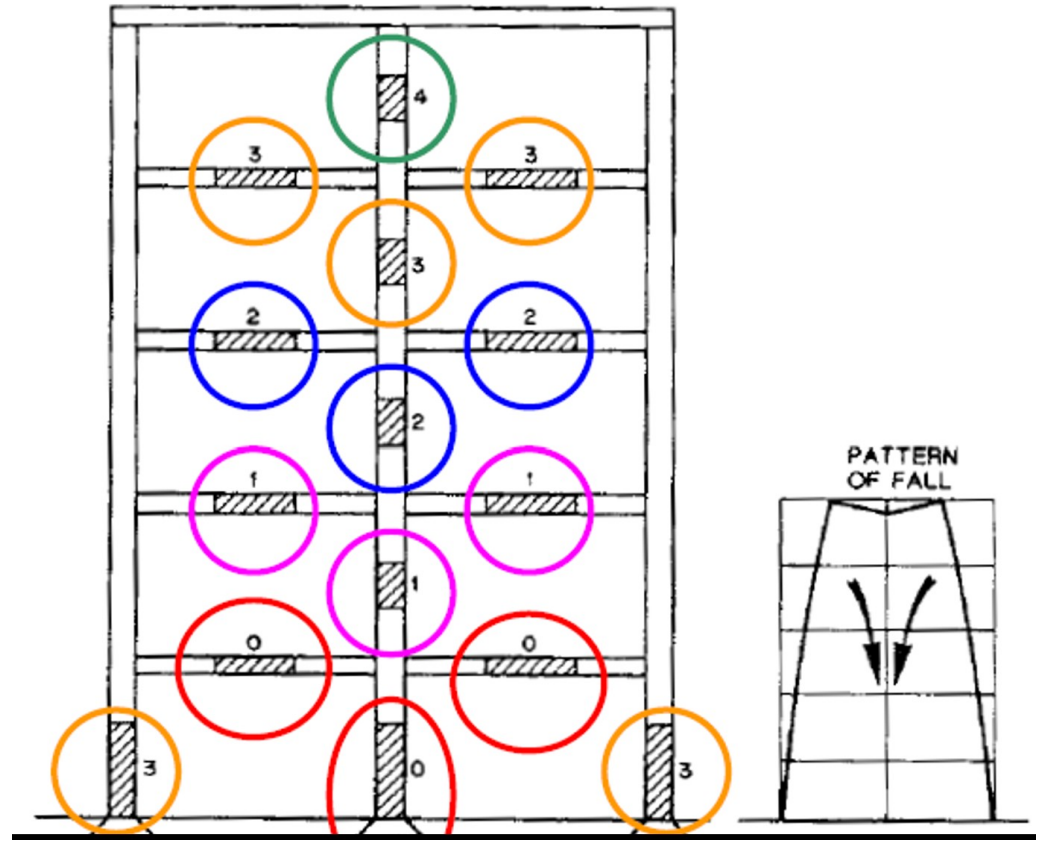


เครื่องจุดวางจระเบิด

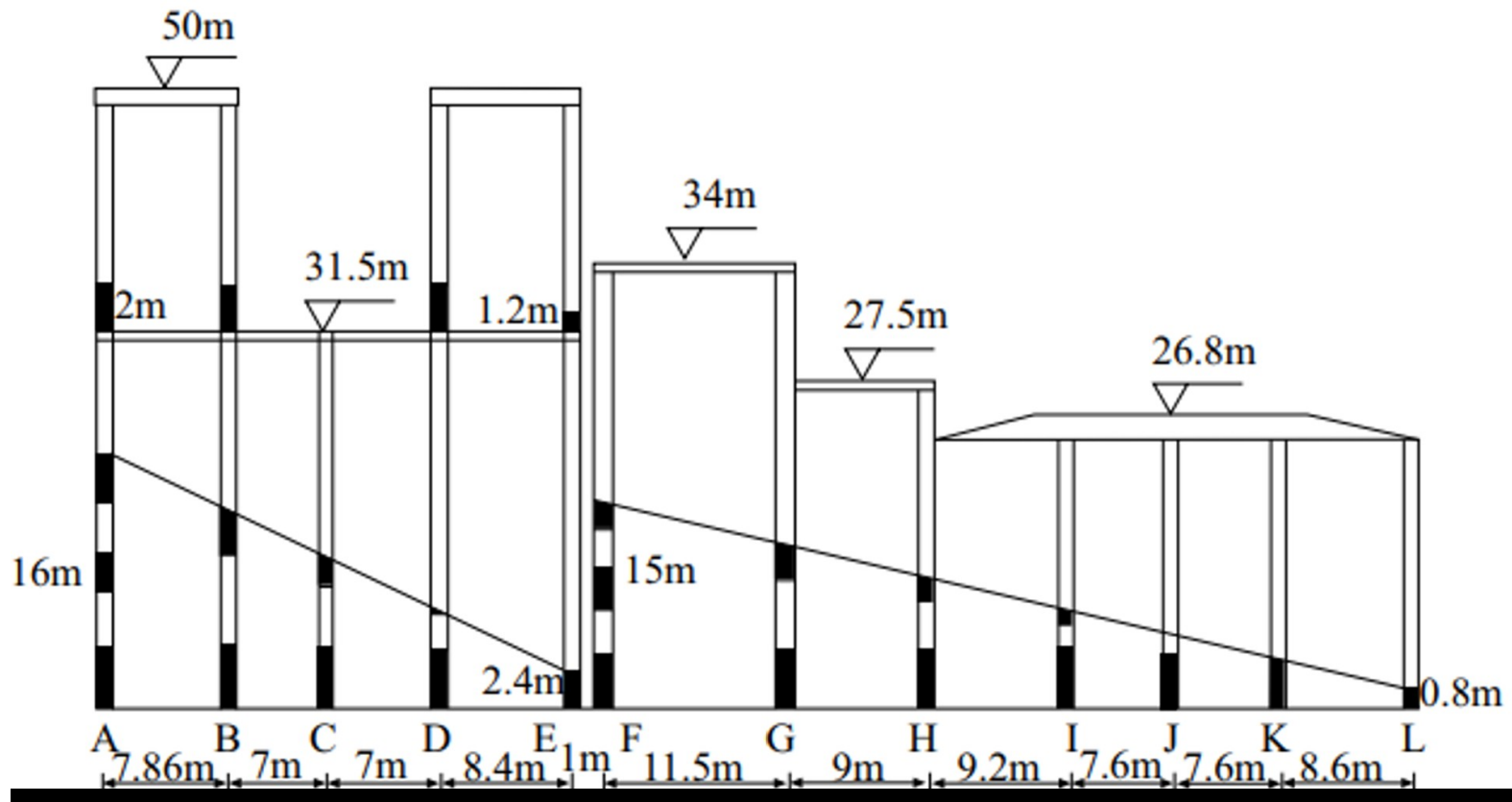
แก้ปถ่วงเวลาและเครื่องจุดวางจระเบิด



การจัดจ้งหวะถ่วงในการระเบิดอาคาร
ล้้มลงทิศทางเดียว



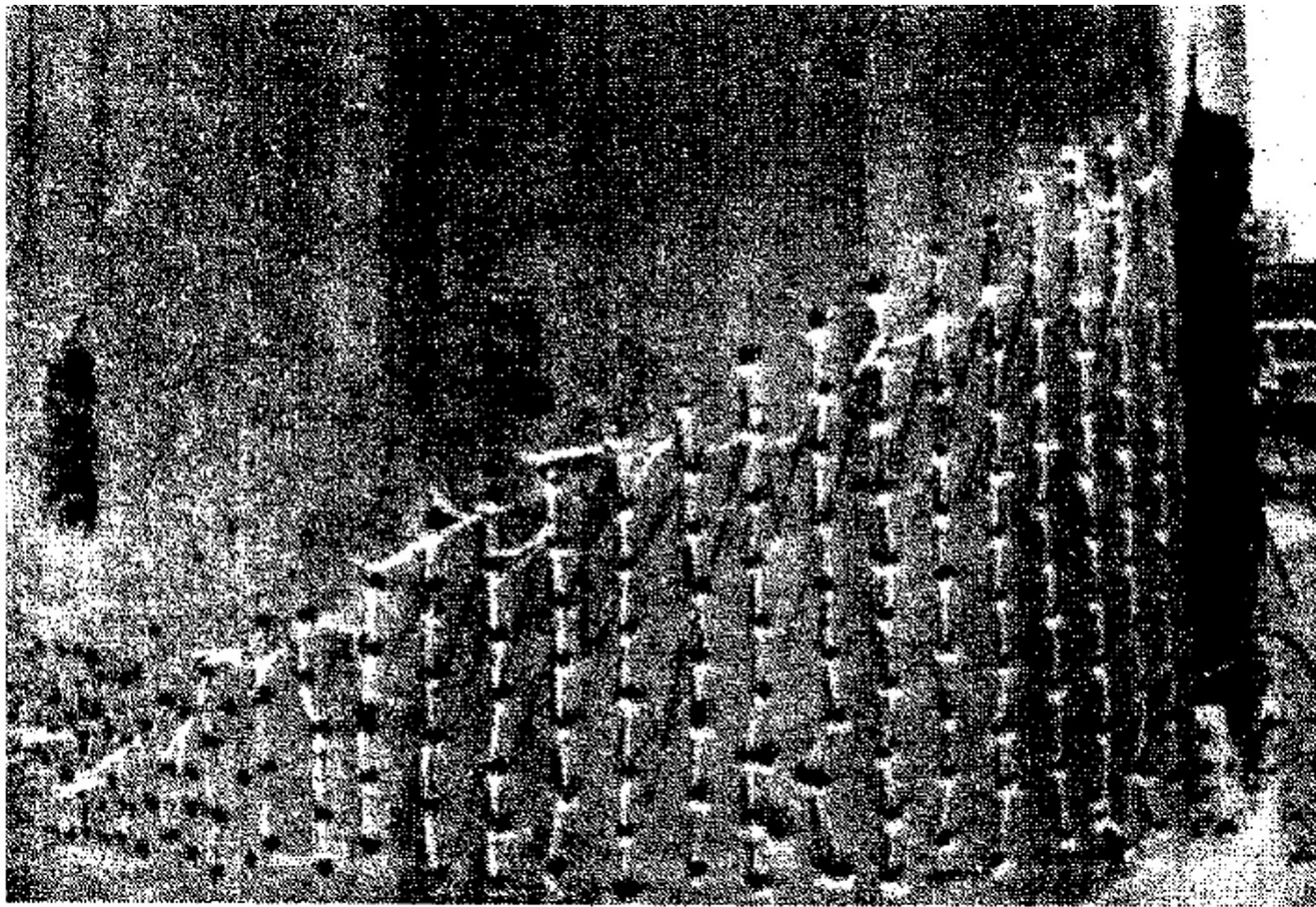
การจัดจ้งหวะถ่วงในการระเบิดอาคาร
ยุบลงตรงกลาง



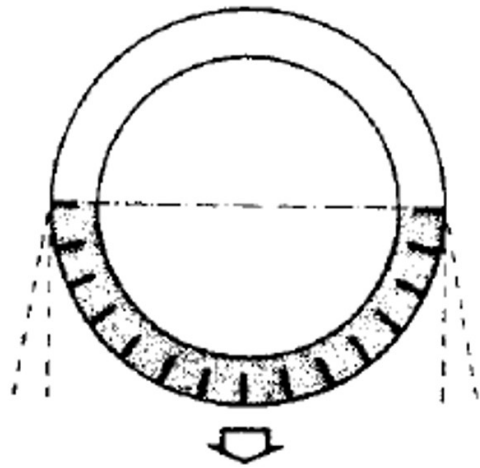
แบบแปลนการระเบิดรื้อถอนอาคารโรงซ่อมบำรุงที่ความสูงต่างแบบตบตาม



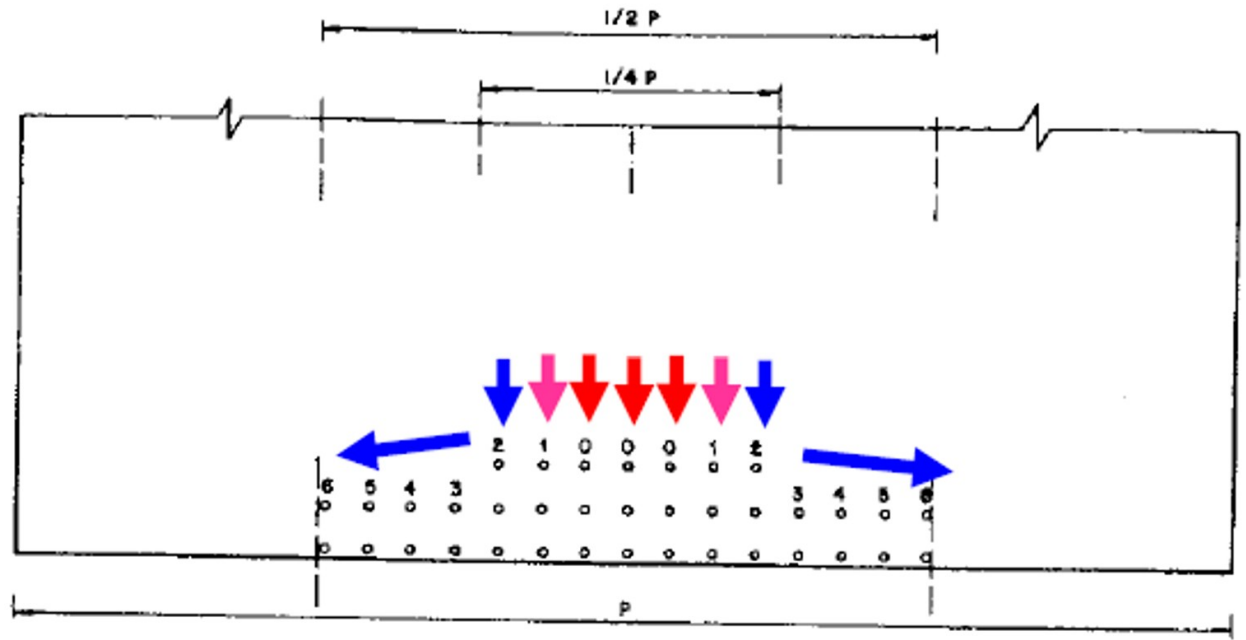
การระเบิดรื้อถอนตึกหลายชั้นให้ยุบลงพื้นที่ตรงกลางที่เป็นที่ว่าง



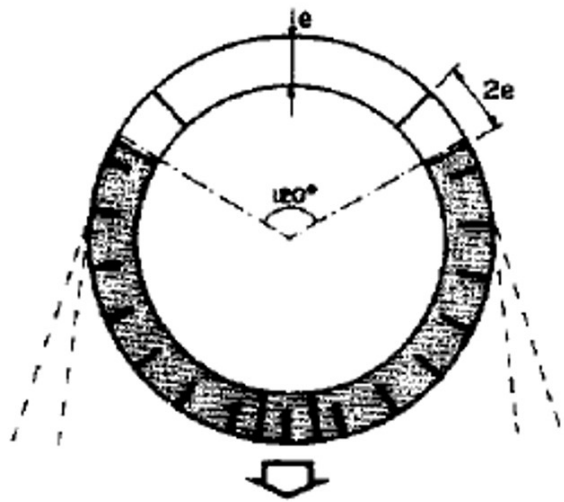
แบบแปลนการเจาะระเบิดปล่องควันทิศทางเดียว



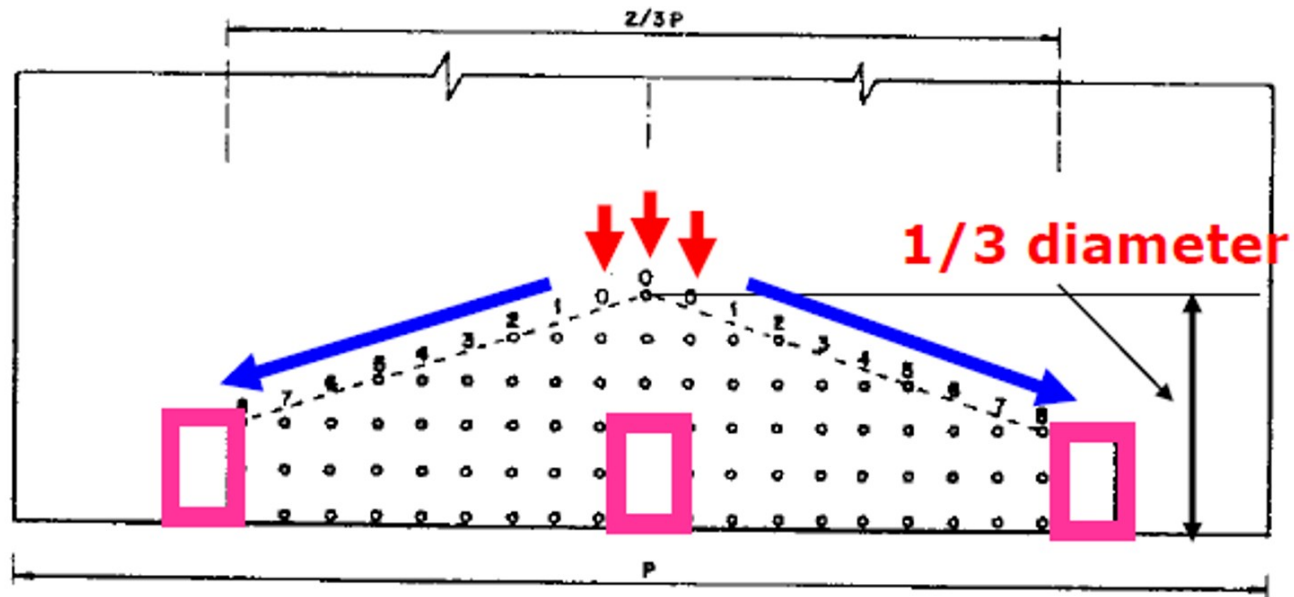
ทิศการลัด



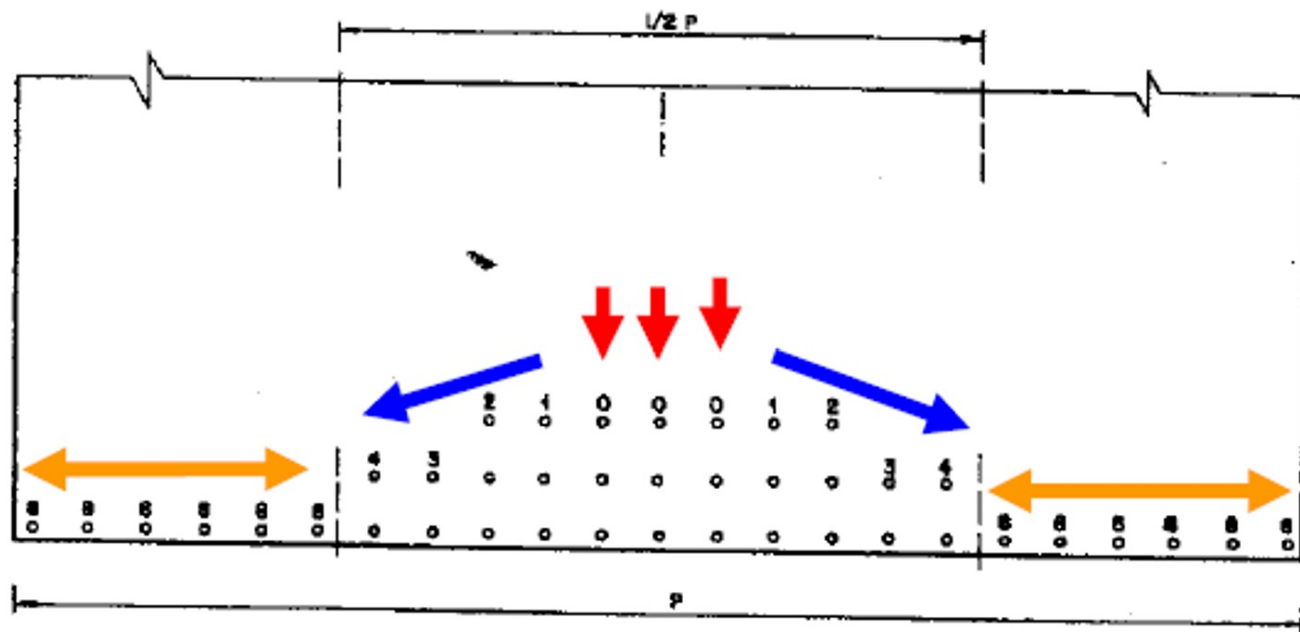
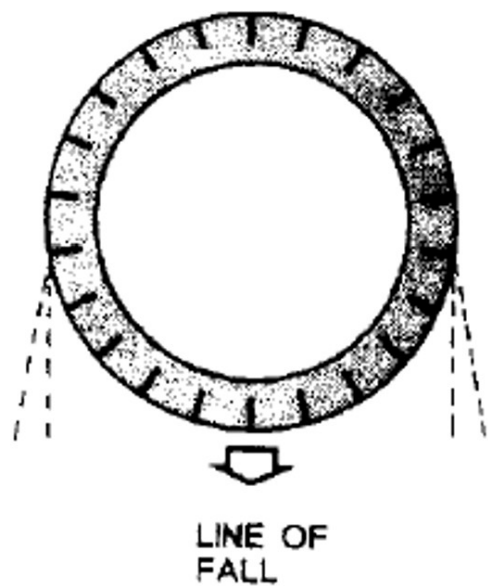
แบบแปลนการเจาะระเบิดปล่องคว้นให้อิฐก่อพังลงมาทั้งหมด



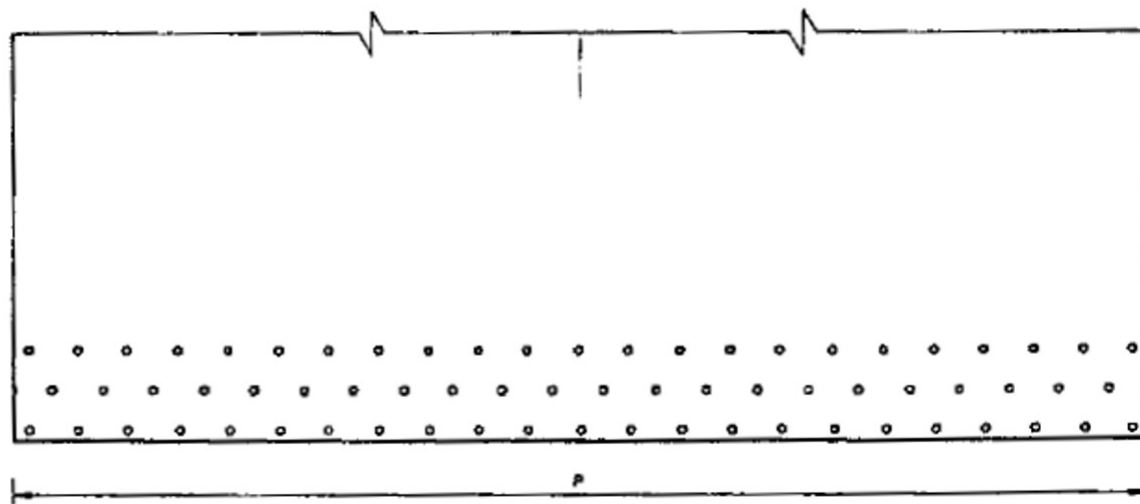
ทิศการล้ม



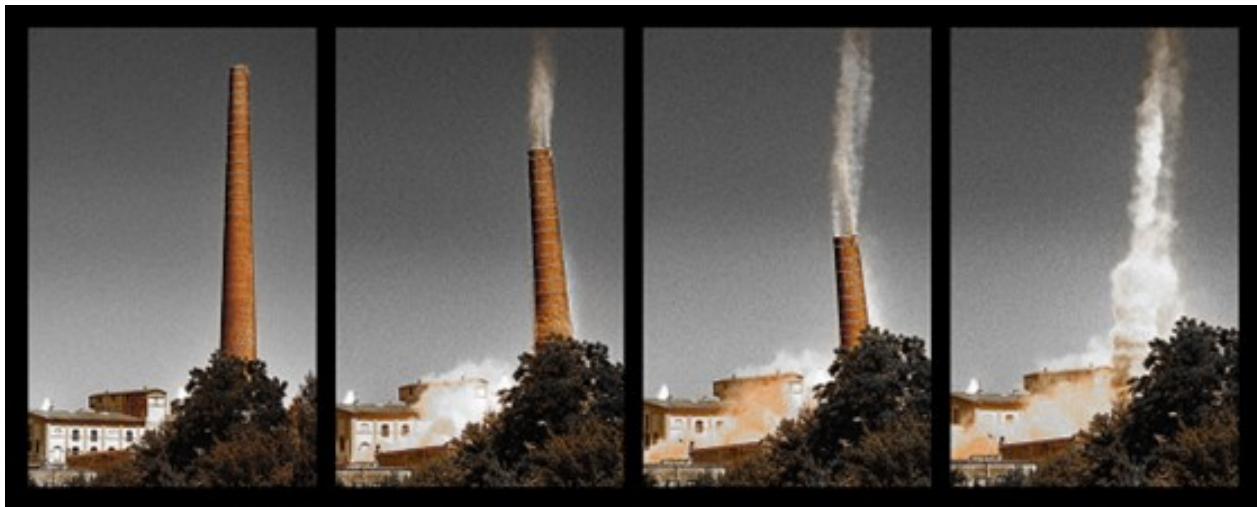
แบบแปลนการเจาะระเบิดปล่องควันคอนกรีตพังลงมาทั้งหมด



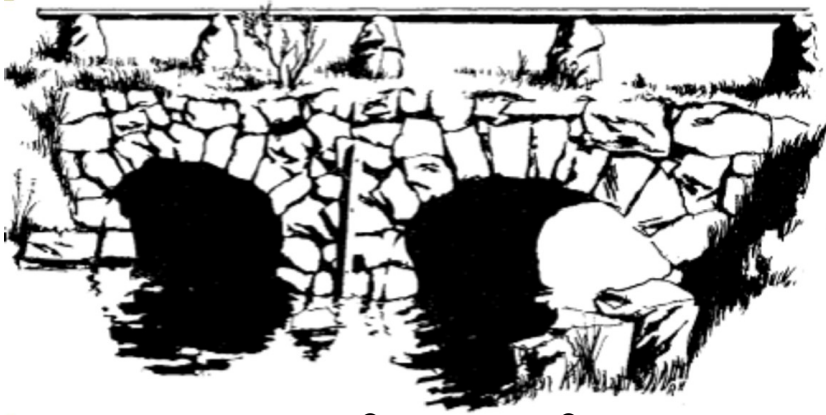
แบบแปลนการเจาะระเบิดปล่องควันทึลดความยาวพื้นดินรองรับการพัง



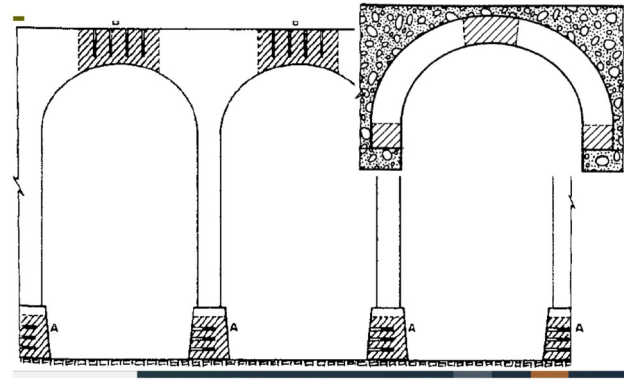
แบบแปลนการเจาะระเบิดปล่องควันแบบไม่มีการถ่วงจั้งหะ



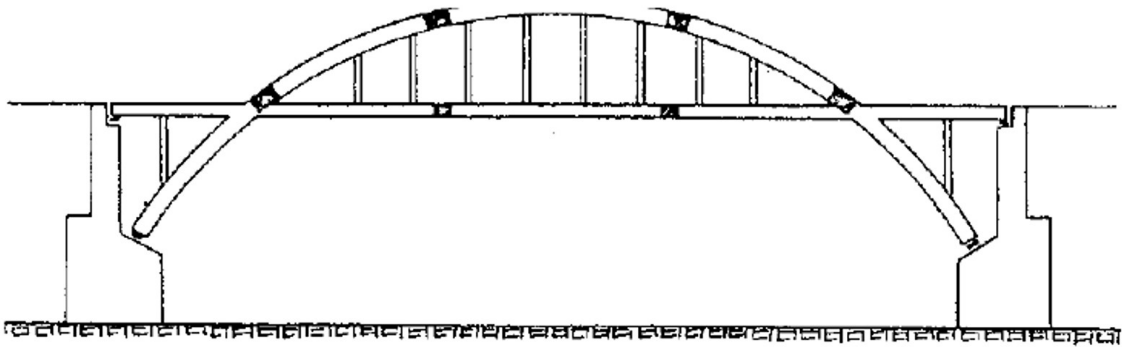
การเจาะระเบิดปล่องควันแบบหักท่อนปล่องจากบนลงล่าง



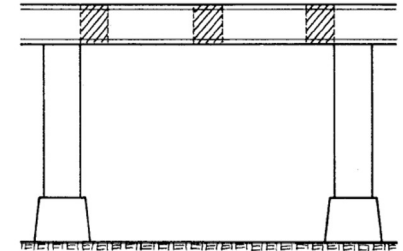
การระเบิดสะพานหิน



การเจาะระเบิดสะพานหิน



การเจาะระเบิดสะพานคอนกรีตแบบโค้ง



การเจาะระเบิดสะพานคอนกรีตแบบแผ่นสำเร็จรูป

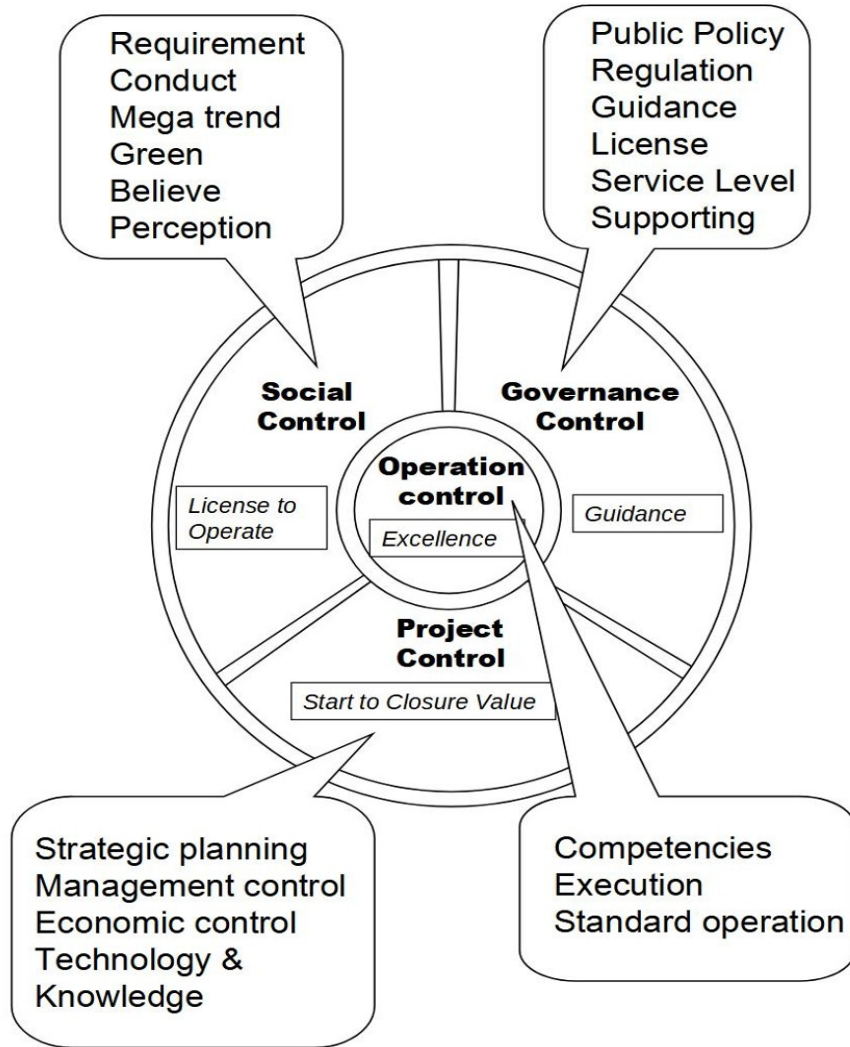
การเจาะระเบิดร่องถนนสะพาน

ขั้นตอนความปลอดภัยก่อนการรื้อถอน Safety Steps before Demolition



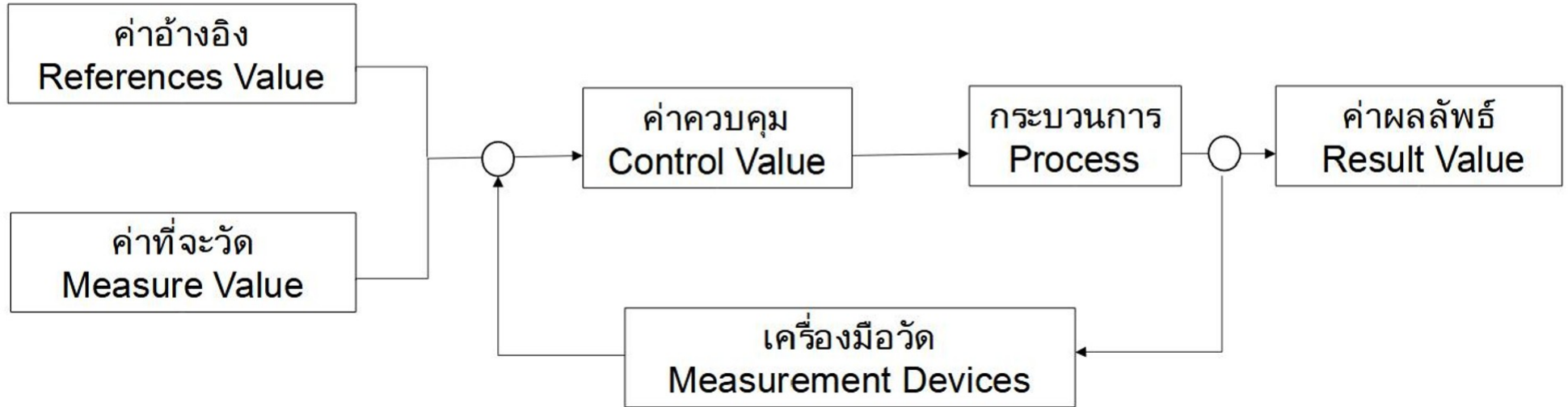
การเตรียมเพื่อความปลอดภัยสำหรับการปฏิบัติงานก่อนการระเบิดรื้อถอน

Operation Control System

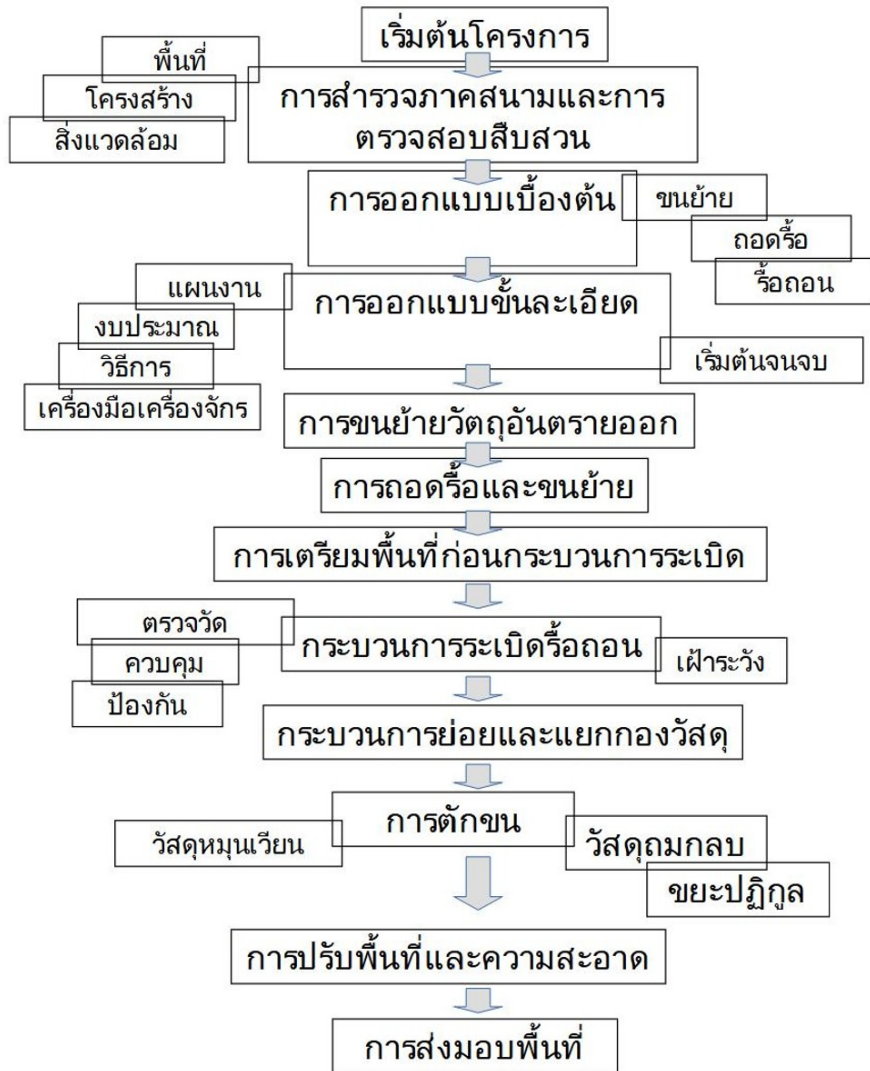


แนวคิดระบบการควบคุมปฏิบัติการ

Operation Monitoring and control

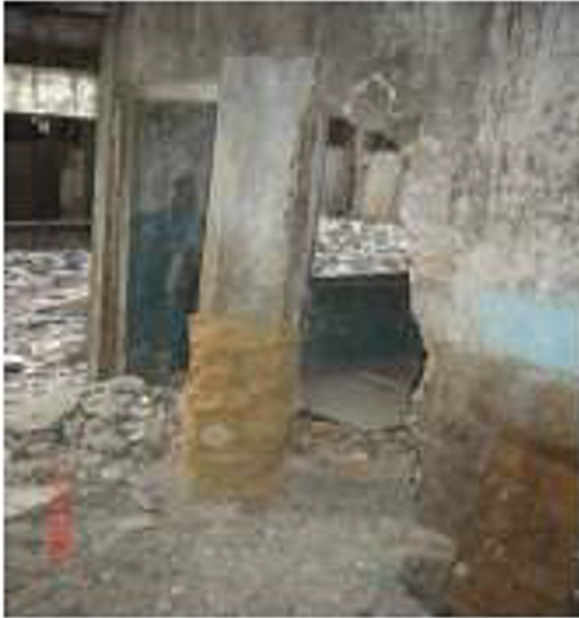


การเฝ้าระวังและควบคุมปฏิบัติการ



กระบวนการควบคุมการปฏิบัติการระเบิดรื้อถอน

BEFORE

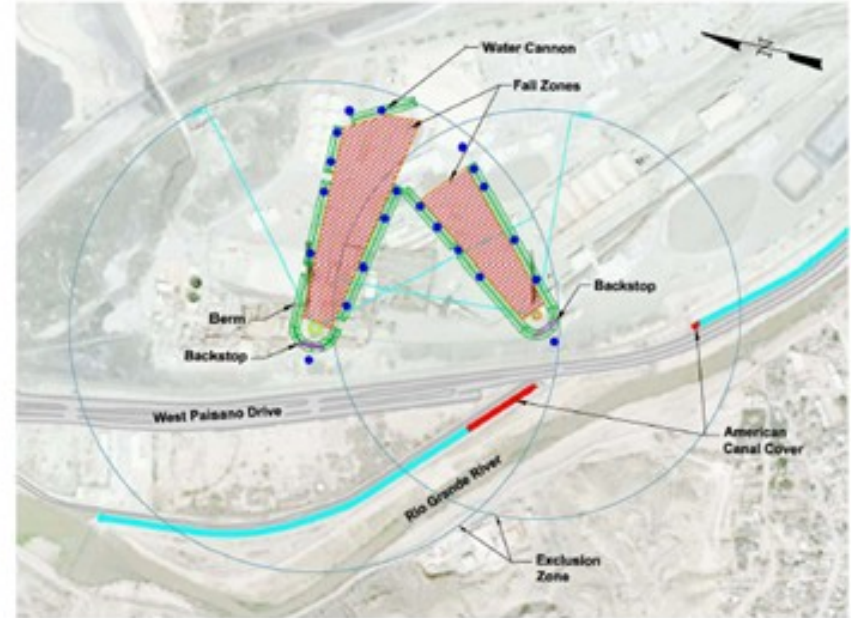
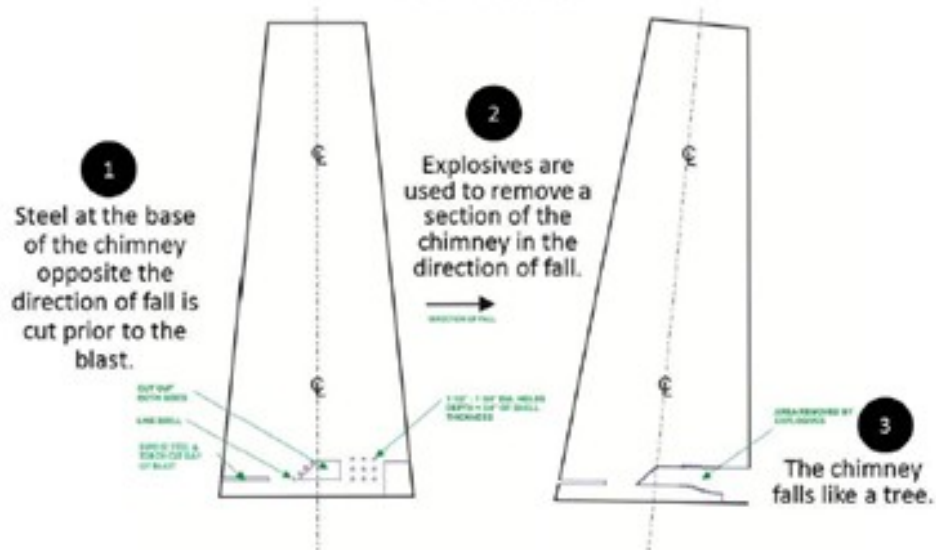


AFTER



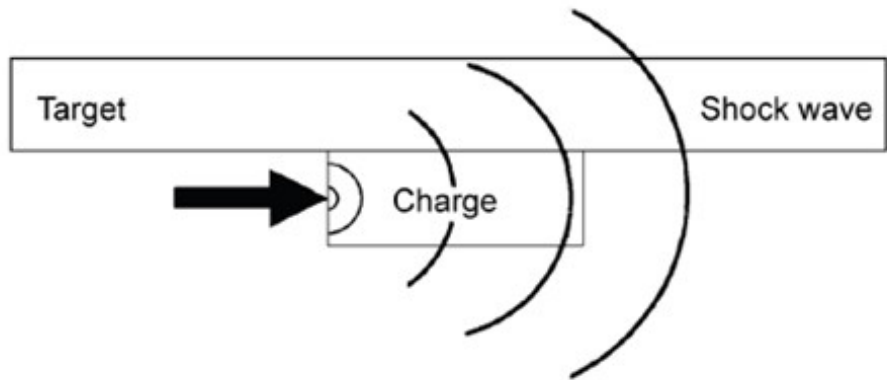
การทดสอบการระเบิดตัดเสาในพื้นที่จริงก่อนการระเบิดพร้อมกันทั้งหมด

Chimney Explosive Demolition: The Basics



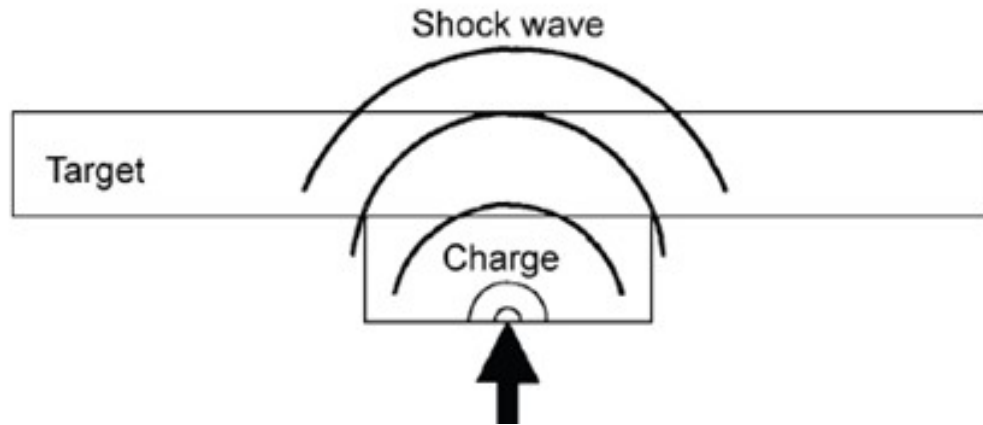
การจัดเตรียมพื้นที่ล้มฟาดในการระเบิดปล่องควัน 2 ปล่อง

Diagram 1



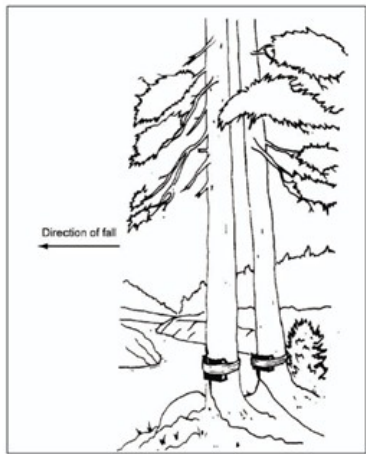
การวางปะแล้วจุดเก็บนอนสร้างคลื่นตามยาว

Diagram 2

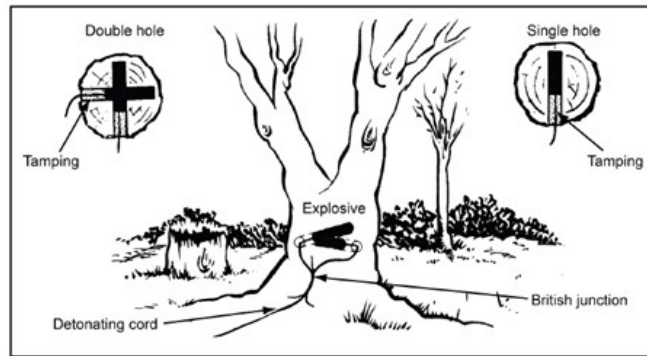


การวางปะแล้วจุดเก็บตั้งฉากสร้างคลื่นตัดขวาง

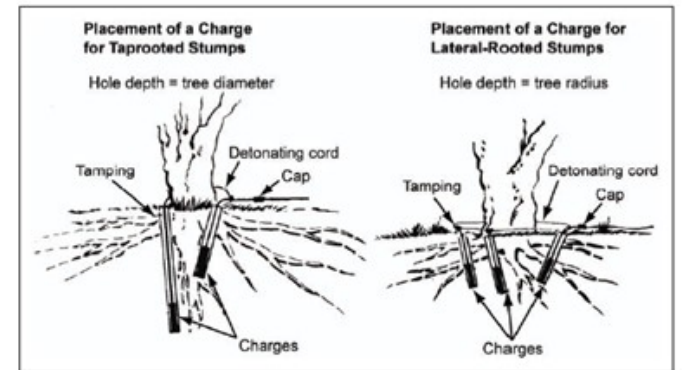
วิธีการวางระเบิดแบบปะสร้างแรงกระแทกตามยาวและแนวตั้งฉาก



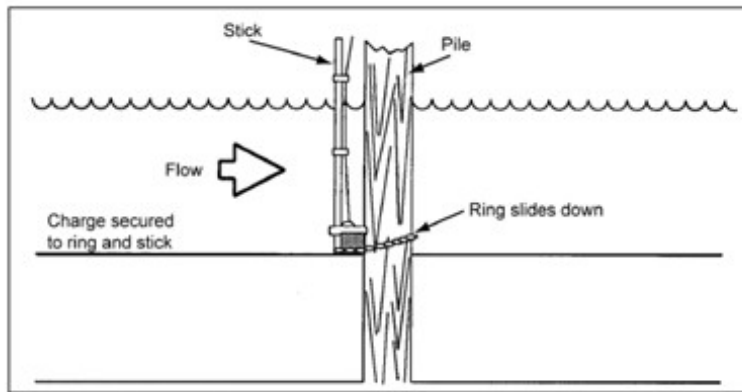
การวางระเบิดแปะโคนต้นไม้



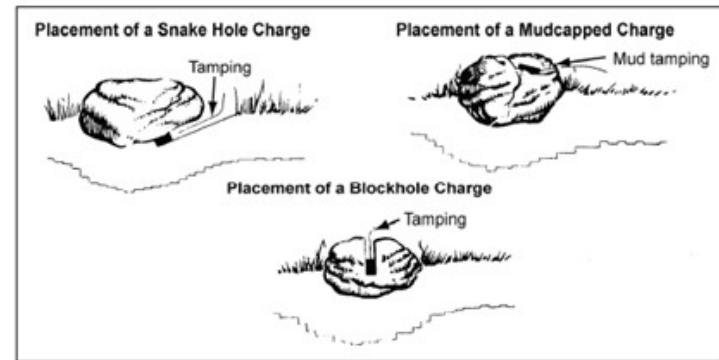
การเจาะรูฝังระเบิดตัดโคนต้นไม้
แบบรูเดียวและสองรู



การเจาะรูฝังระเบิดถอนตอต้นไม้

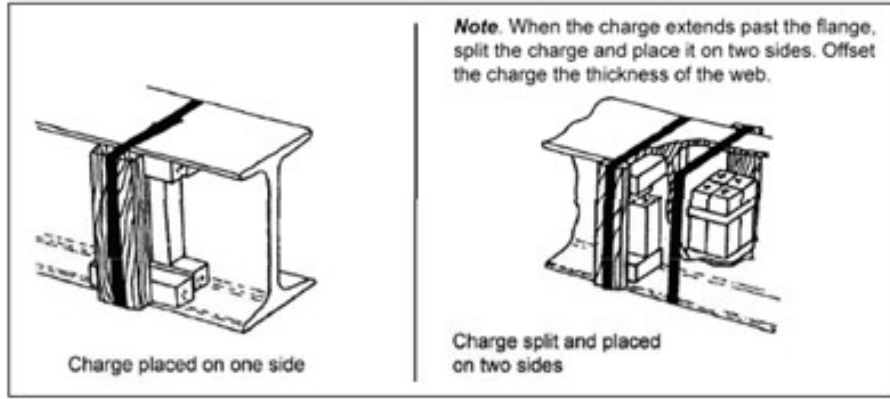


การวางระเบิดแปะมัดโคนต้นไม้ใต้น้ำ

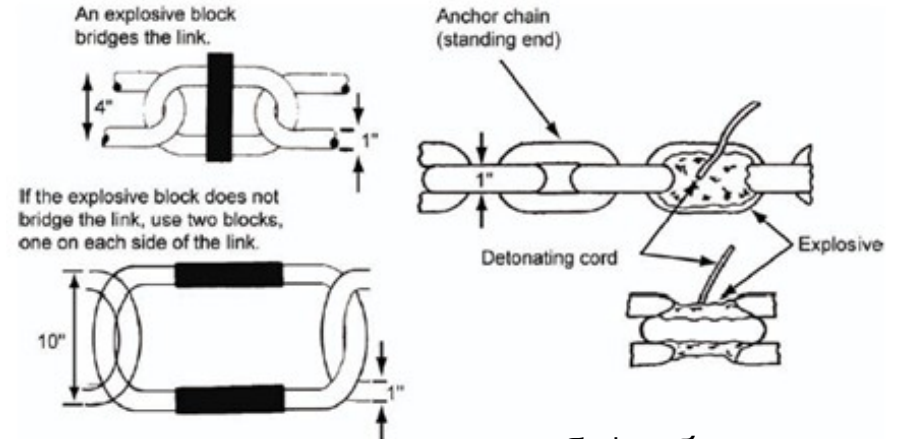


การแปะสอดและเจาะรูวางระเบิดหินก้อนใหญ่

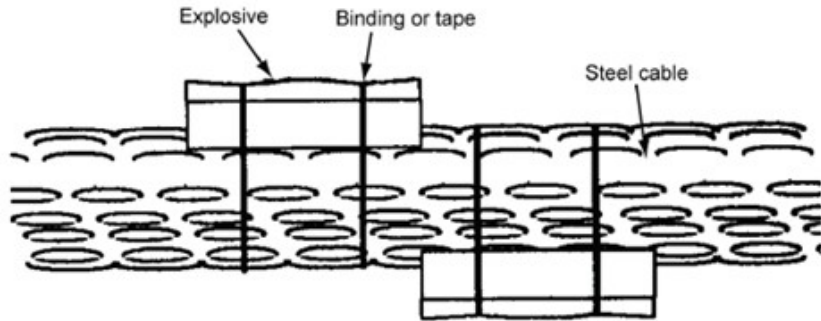
วิธีการวางระเบิดโคนต้นไม้และก้อนหินโต



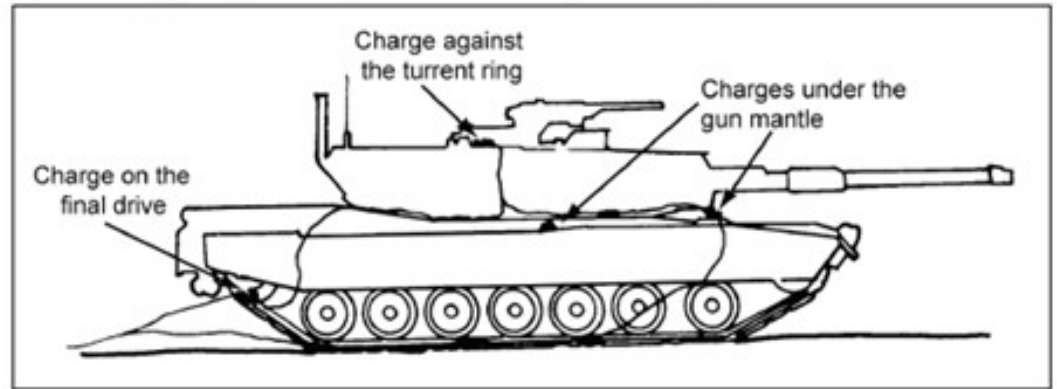
การวางแปะระเบิดมัดตัดเหล็กโครงสร้าง



การวางระเบิดตัดโซ่เหล็ก

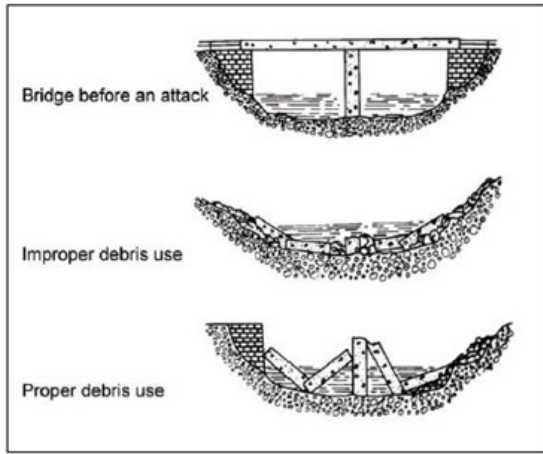


การวางระเบิดแปะมัดตัดสายเคเบิล

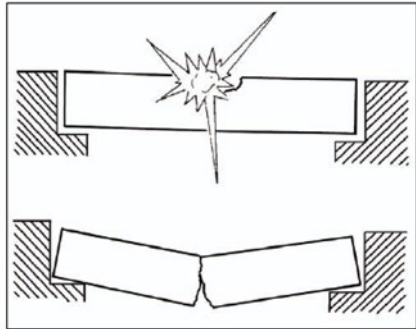


การวางแปะระเบิดทำลายซากเครื่องจักรกล

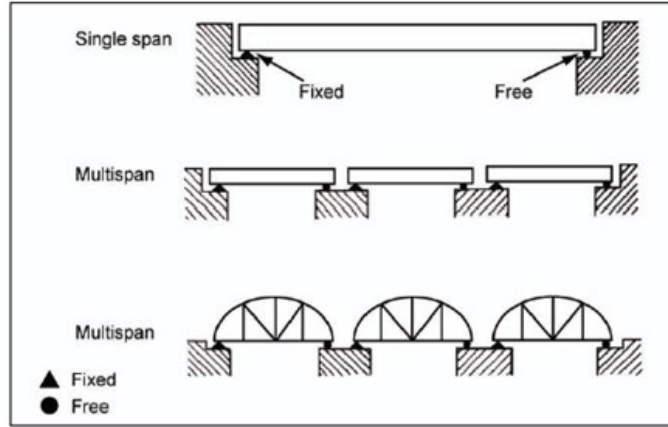
วิธีการวางระเบิดตัดเหล็กโครงสร้างโซ่สายเคเบิลและเครื่องจักรกล



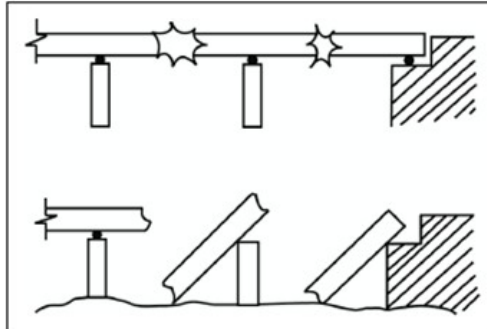
การระเบิดสะพานให้เป็นก้อนเล็ก และแบบเป็นท่อนเพื่อการใช้ หมุนเวียน



การระเบิดบนคานสะพานให้เกิด รอยแตกที่ท้องคานด้านล่าง



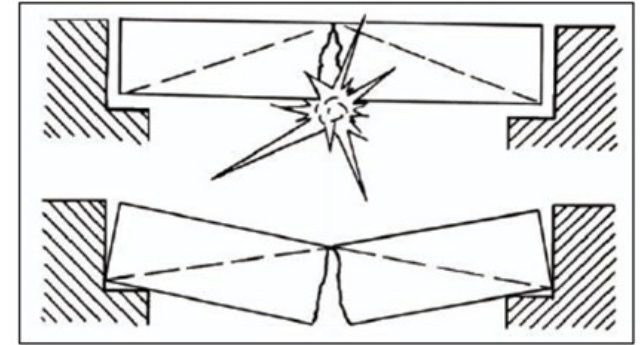
การค้ำยันสะพานรูปแบบยึดแน่นและ อิสระเพื่อใช้ในการวางแผนการระเบิด



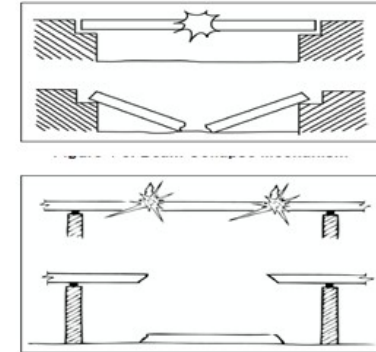
การออกแบบกลไกการพัง แบบกระดานหก

วิธีการวางระเบิดเรือถนน

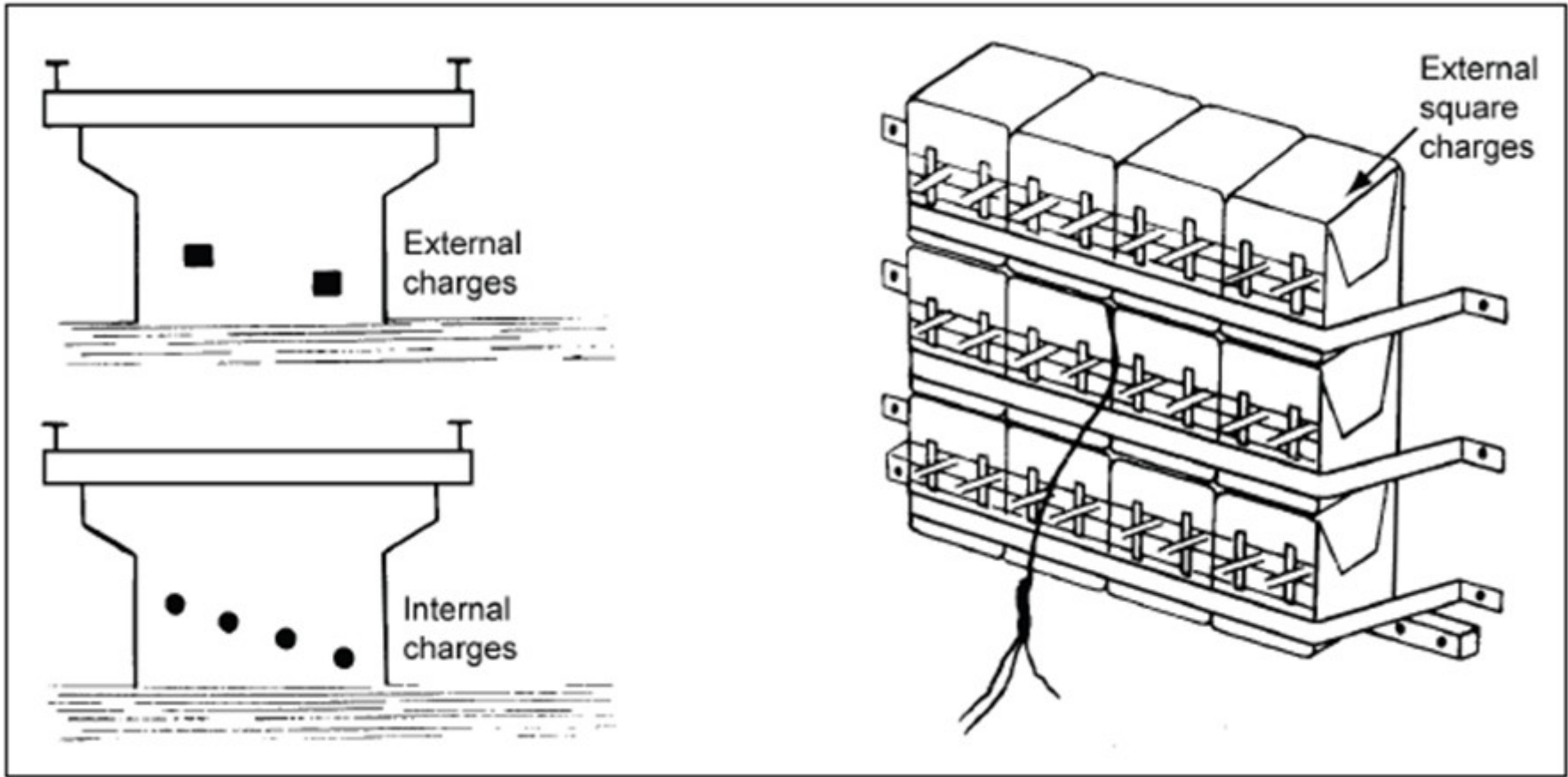
สะพานแบบต่างๆ



การระเบิดใต้ท้อง คานสะพานเปิดช่อง



การออกแบบการหักสะพาน ตามจุดวางระเบิด



การวางระเบิดต่อม่อสะพานด้วยวิธีแพะแขวนระเบิดและวิธีการเจาะรูฝังระเบิด



การวางระเบิดตัดสะพานคอนกรีตให้ตกลงมาเป็นแผ่น



การคลุมเสากลม



การคลุมเสาเหลี่ยม



การคลุมอาคาร



การคลุมส่วนต่างๆ

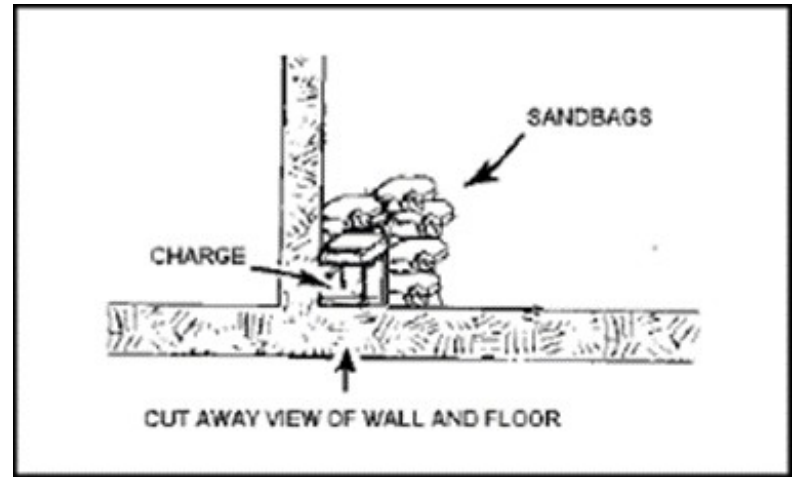
การใช้ผ้าคลุมกันเศษวัสดุระเบิดกระเด็นหรือปลิวหุ้มเสาและอาคาร

32 bag Surround



ถุงทรายล้อมเสา

80 bag Surround



ถุงทรายปิดทับที่โคนเสา

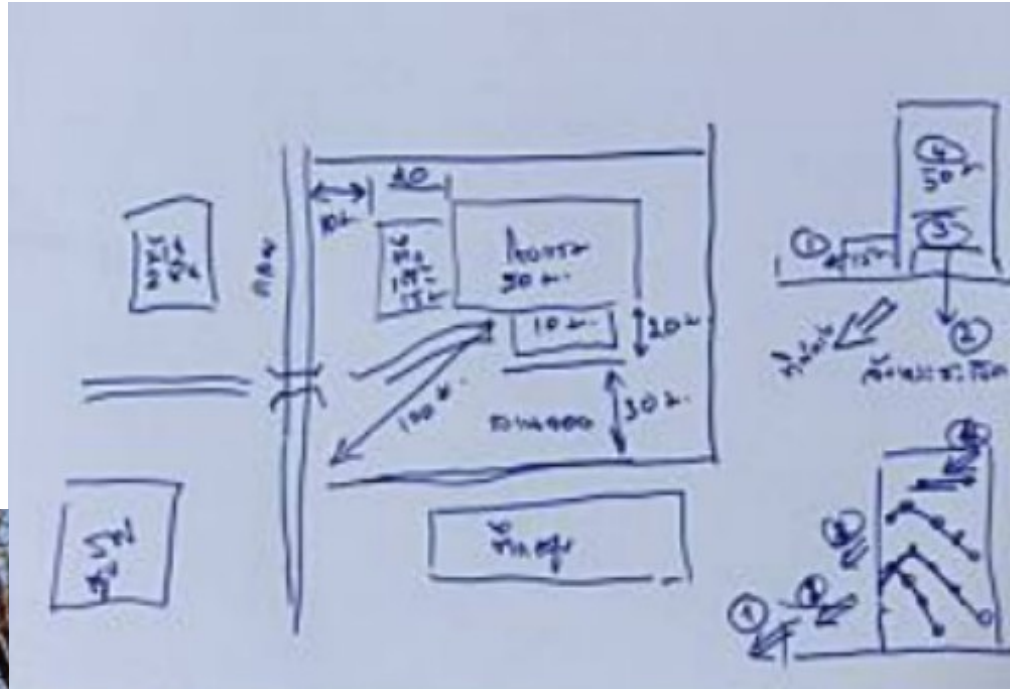


เสื่อคลุมระเบิดแบบยางรถยนต์



เสื่อคลุมระเบิดแบบเหล็ก

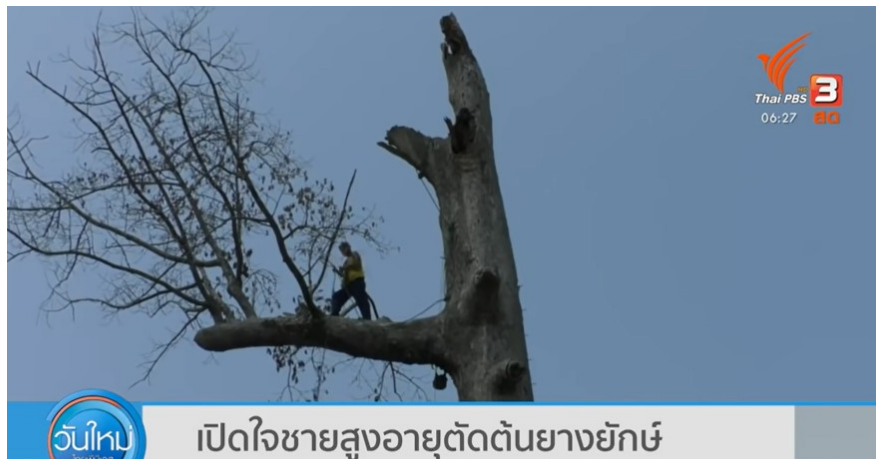
การใช้ผ้าคลุมกันเศษวัสดุระเบิดกระเด็นหรือปลิวหุ้มเสาและอาคาร



ลับสมอง เมื่อไปตึกสูง ให้ลองวางแผนการ
ระเบิดตึก ทิศทางลม ลำดับการระเบิด

การออกแบบระเบิดตอม่อทางด่วนไฮสปีด จะทำอย่างไร (เดิมเขาใช้ตัดแบบหินอ่อน) ตามกฎหมาย การรับรองวิธีการ Demolition ให้ถูกต้องตามกฎหมาย ใครเป็นคนรับรอง และเขาอยู่ในที่ประชุมหรือไม่

ปกติก่อนตัดสินใจใช้ระเบิดรื้อถอน ต้องเปรียบเทียบทางเลือกก่อน การระเบิดรื้อถอนไม่ใช่ดีกว่า ถูกกว่า เร็วกว่า ปลอดภัยกว่าทุกกรณี การระเบิดตอม่อไฮสปีดใช้หัวรับชบคอนกรีต และตัดเหล็กได้ อาจเร็วกว่าถูกกว่า เพราะใช้เวลาเท่ากับที่เข้าไปเจาะ งานก็เสร็จแล้วครับ แต่ถ้าเจาะระเบิดตอม่อ ก็เจาะรูที่ฐาน เป็นแถว ให้เหล็กโคนล้มลงมา ต้องตรวจดูเหล็กภายในก่อน น่าจะใช้หัวเจาะ ประมาณ 2 นิ้ว ลึก 2/3 ความหนาแน่นที่ขนานกับความกว้างที่สุด แบบเจาะตัดเสา เปิดแผล ยาว 1.5-2.0 เมตร ตอม่อน่าจะกว้างสุด 2 เมตร น่าจะ 3-4 แถว เอาถุงทรายปิด หรือ Blasting Mat คลุมปิดกันวัสดุปลิว ตอม่อจะล้ม แต่เหล็กอาจตัดขาดไม่หมด ต้องตามด้วยหัวรับตัดเหล็กหลังการระเบิด น้ำหนักตอม่อ แค่ทำให้ล้มไม่ได้ช่วยการแตกหักเท่าไร เพราะมวลน้อย และความสูงน้อยล้มแล้วไม่แตกหัก



เปิดใจชายสูงอายุตัดต้นยางยักษ์

<https://www.youtube.com/watch?v=RkSTho2mCUg>

เปิดใจชายสูงอายุตัดต้นยางยักษ์

Reverse Engineering

หลัก CG ตัดกิ่ง จนได้จุดศูนย์กลางลำต้น หรือเอียงมาทางทิศทางที่จะล้ม แล้วบากโคนรูปปากฉลาม ทำนอง pre-weakening ให้ส่วนตรงข้ามที่เหลือรับแรง รอยบากสำคัญ ถึงรูปร่าง กว้างแคบสำคัญ แคบไป บนล่างรอยบากปะทะกัน มันจะเต็งลงผิดทิศ ต้นไม้สดแห้งก็ไม่เหมือนกัน สมบัติไม้แห้งจะมีลึนมีไฟเบอร์ ไม้แห้งจะเปราะ กิ่งที่เหลือก็มีความหมาย เป็นเรื่องการแหวกลม แบบปีกเครื่องบิน ต้นไม้แห้งมีไส้ผุแล้ว มีความชื้นด้วย ต้องป็นขึ้นไปดูสำรวจโครงสร้างต้นไม้ ส่วนผุโพรง เหมือนเราต้องไปดูตีก่อนการระเบิด บางส่วนมันชำรุดแล้ว ค่าต่างๆ มันเปลี่ยนไปไม่เหมือนตอนสร้างเสร็จใหม่ๆ ใช้ sensation คำนวณในใจ โดยใช้ประสบการณ์ที่ผ่านมาเออะๆ มาคำนวณด้วย สมอง ด้านที่ติดพื้น fixed ส่วนบนเคลื่อนที่ ถ้าดินอ่อนยึดโค่น บางทีมันจะถอนโคนทิ้งรากมาด้วย ต้องมาพิจารณาความเสี่ยง การโค่น ช่วงทำบากโคนปลงฉลาม ต้องรักษารูปร่างบาก เพราะอาจล้มโคนในขณะที่ยังไม่ถึงจุดที่กำหนด ต้องรักษารอยบาก ที่ต้องรักษาทิศทางการล้มตลอดเวลา เพราะยากที่จะคำนวณว่าจะล้มในขณะใด



Ferrybridge Power Station final demolition

<https://youtu.be/skN3WqlttaE>

Ferrybridge Power Station final demolition

Reverse Engineering

การระเบิดตึกพร้อมปล่องคู่ ตึกเตี้ยไม่ยาก ปล่องชี้ยาก มีการเดินสำรวจพื้นที่และผลกระทบข้างเคียง เลือุกจุดเหมาะๆให้ปล่องลงมานอน การระเบิด ทั้งตึกและปล่อง จังหวะเดียวกัน ที่ฐานโคนทั้งตึกและปล่อง ประมาณ 3 วินาที ขณะที่ปล่องท่ามม 30-40 องศา จากแนวราบ ระเบิดหักท่อนปล่องอีกครั้ง เพื่อให้แรงปล่องฟาดพื้นเบาลง ความจริงแยกระเบิดกับระเบิดปล่องออกจากกันก็ได้ แต่ตึกเตี้ยห้องแถวระเบิดง่าย เป็นของแถม สำรววดูโคนปล่อง มันมีช่องเปิดด้วย ง่ายขึ้น ถ้าทิศทางช่องเปิดกับทิศการล้มตรงกัน การวางระเบิดโคนปล่องที่เห็น จะบากที่ใต้ช่องเปิด และทำแนวเฉียงให้เป็นรูปปากฉลามเชิง Wedge Cut สังเกตใช้ผ้าพันระเบิดสี่เทาปิดทับรูเจาะระเบิด กันวัสดุปลิวและกันแท่งระเบิดหลุดออกจากรุก่อนระเบิด



Saint John General Hospital Implosion

https://youtu.be/SNjNBKO_OVI

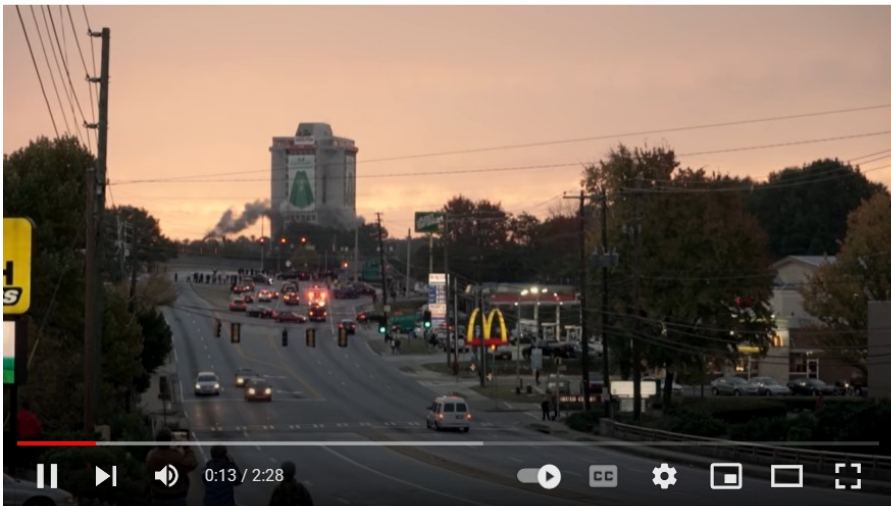
Saint John General Hospital Implosion

Reverse Engineering

อันนี้ ลีลาคนใจร้อน ตีกรุปร่างสูงต่ำไม่เท่ากัน น่าจะแบ่งตึกออกเป็น 4 กลุ่ม แล้วจัดแบบการพังทลายแบบสะใจคนดู พื้นที่กว้าง สายโหดชอบแบบนี้ รวดเร็ว ดูแทบไม่ทัน ไม่ต้องรื้อรอ

เปิดหอสัญญาณ นับ 10 ถึง 0 แล้วจุด เวลารวมการพัง 4-5 วินาที แบบระเบิดล้มเร็ว แบ่งตึกเป็น สี่ส่วน ตึก 1 สีเหลือง อยู่หน้า จักรหะล้ม 1 ใช้วิธีระเบิดตัดฐาน เอียงเล็กน้อย ตึก 2 หลังคาโดม อยู่หลัง ระเบิดตัดฐาน ยุบลงกลาง ตึก 3,4 ตึกเหลืองหน้าหลังลงจักรหะล้ม 3 ระเบิดตัดฐาน ล้มเข้าหากัน ควั่นออกสีเหลืองนะ ถือว่าเป็นการล้มแบบรวดเร็ว น่าจะเป็นตึกที่ไม่แกร่งมากนัก ดูระเบิดพังง่าย ไม่ต้องระเบิด Pre-weakening Blasting ก่อน

ถ้ารู้วิธีล้มตึก แล้วมาออกแบบใช้วิธียิงซีปนาวุธ โดยวิธีการทางการทหาร ก็สามารถทำได้ในทำนองเดียวกัน เช่นเดียวกับตึก World Trade นัดเดียวล้มได้ทั้งตึก มากองกับพื้น



NERSHA Building Implosion - Atlanta November 8th, 2014 by Rich Knitter

<https://youtu.be/jQzQSax-LTg>

NERSHA Building Implosion
- Atlanta November 8th, 2014 by Rich Knitter

Reverse Engineering

The art of engineering ดูยากหน่อย ไม่เห็นแสงไฟ
เลือกเวลาระเบิดตอนเย็น ไม่ดีเท่าไร ระเบิดส่วนแข็งตีก่อน น่าจะเป็นช่องลิฟท์ จากล่างขึ้นบน แคลด
safety factor ลง แต่ยังไม่พัง ดูแสงไฟ จากนั้น ประมาณ 15 วินาที ซึ่ง delay ห่าง ทำ pre-weakening
ระเบิดตัดเสาอาคาร เบาๆ แค่หัก แต่ยังไม่พัง สุดท้าย ที่เริ่มพัง ระเบิดกลางตึก ครึ่งเดียว ใส่ระเบิดเต็มที
ตึกจะล้มมาหน้า สังเกตควันพุ่งกระจายตรงที่วางระเบิด ควันดำสักหน่อย จะเห็นยอดพื้นดาดฟ้าตึก เอียงมา
ทางที่ระเบิดครึ่งตึก มองไม่เห็นการวางระเบิดแรงที่ฐาน แสดงว่า แสงไฟที่เห็นวิ่งจากล่างขึ้นบนช่วงยังไม่ล้ม
ตัดโครงสร้างให้อ่อนแอก่อน เวลาส่วนบนเอียงล้มตกกระแทกส่วนล่างให้หักด้วย ฝุ่นหลังล้มเสร็จ เยอะ
ปกติต้องเตรียมให้พื้นเปียกหรือฉีดพ่น สาร dust suppression ไว้ก่อนระเบิด



Georgia Archives Implosion

Reverse Engineering

Georgia Archives Implosion

https://www.youtube.com/watch?v=_02jO6MZnu8

ลองพิจารณา Firing Order จากภาพที่เห็น เริ่มจากระเบิดตัดโครงสร้างส่วนครึ่งบนก่อน ทำให้หักย่อย ที่เสากับคาน ที่เสียงดัง ปึกๆๆ ห่างๆน่าสั๊กน่า สัก 7 -10 ที เน้นระเบิดในตัวตึก ไม่มีมีขอบตึก กันเศษกระเด็น แล้วมาระเบิดตัดฐานแบบ Centering น่า จะเป็น V Cut แล้วมาตัดฐานที่โคนที่ด้านหน้า แบบ Wedge Cut ให้เป็นการล้มแบบลงกลางและล้มหน้า เล็กน้อย ช่วงหลังจะเป็นจังหวะเร็ว ปังๆๆ มาก Pattern การระเบิดแบบนี้ นิยมเห็นบ่อย The Art of Engineering

วิธีดูแบบ Reverse Engineering การระเบิดตึก ใน Stage 1 ให้ฟังเสียง และระยะห่าง ไฟแลบ ครันฟุ้ง ตึกจะขยับน้อย Stage 2 ฟังเสียงจังหวะ ไฟแลบ ครัน การเคลื่อนตัวขยับล้มของตึก ถ้าทำให้ภาพซ้ำจะ สังเกตได้ชัด ดูหลายๆ รอบจะเข้าใจ จากนั้น ให้ดูว่า ทำไมจึงใช้ Pattern การระเบิดแบบนี้ ให้ดูรูปทรง อาคาร ตึกข้างเคียง และคาดเดา พื้นที่ที่ต้องการล้มลงมากอง



Atlanta Archives Building (Ice Cube) Implosion - 03 05 17 - by Rich Knitter

<https://youtu.be/TDJUd4wm7Uc>

Atlanta Archives Building (Ice Cube)
Implosion - 03 05 17 - by Rich Knitter

Reverse Engineering

ระเบิดหักยอยบนก่อนแล้วมาระเบิดตัดฐานตึกให้ล้ม ลงกลางล้มไปหน้านิดหนึ่ง
ฝุ่น ควันดำ ควันเหลืองมาก



Q & A



Q & A

Demolition Blasting Design in step by step. Can you explain?

[https://www.bing.com/search?](https://www.bing.com/search?showconv=1&sendquery=1&q=trinidad+california&form=M403BH&OCID=M403BH)

[showconv=1&sendquery=1&q=trinidad+california&form=M403BH&OCID=M403BH](https://www.bing.com/search?showconv=1&sendquery=1&q=trinidad+california&form=M403BH&OCID=M403BH)

คำตอบจาก Bing ChatAI Microsoft

Demolition blasting design is the process of planning and executing the controlled use of explosives to demolish a structure safely and efficiently. According to some web sources¹²³, here are some steps involved in demolition blasting design:

Feasibility study: Before deciding to use blasting as a demolition method, it is important to assess the feasibility of the project, considering the structural system, the surrounding environment, the safety and legal requirements, and the economic factors.

Collapse strategy: The next step is to determine the optimal collapse strategy, which involves deciding how the structure will fall, where it will land, and how it will be broken into manageable pieces. This depends on the geometry, material, and condition of the structure, as well as the site constraints and clearance zones.

Demolition Blasting Design in step by step. Can you explain?

Preweakening: Preweakening is the process of weakening some of the load-bearing components of the structure to enable more economical blasting. This can be done by cutting, drilling, or removing parts of the structure that are not essential for its stability before blasting. Preweakening also helps to control the direction and shape of the collapse.

Blasting parameters: The blasting parameters include the type, amount, and placement of explosives, as well as the timing and sequence of detonation. These parameters are designed to achieve the desired collapse strategy while minimizing the adverse effects of blasting, such as vibrations, noise, dust, and flying debris. The blasting parameters are usually calculated using empirical formulas, numerical simulations, or scaled models.

Safety protections: Safety protections are measures taken to protect people, property, and environment from the potential hazards of blasting. These include establishing exclusion zones, evacuating nearby residents, covering windows and doors, installing blast mats or screens, monitoring vibrations and noise levels, and coordinating with authorities and emergency services.