

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่อง แนวทางการลดต้นทุนการก่อสร้างถนนคอนกรีตโดยใช้คอนกรีตผสมเสร็จ ของกิจการรับเหมาก่อสร้างในจังหวัดเชียงใหม่ ได้นำแนวคิด ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องมาปรับใช้ในการศึกษาดังนี้

แนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการศึกษามี 7 แนวคิด ประกอบด้วย

1. แนวคิดต้นทุนการก่อสร้าง
2. แนวคิดต้นทุนส่วนที่แตกต่าง
3. แนวคิดกระบวนการงานก่อสร้าง
4. แนวคิดการประมาณราคาก่อสร้าง
5. แนวคิดกระบวนการทำถนนคอนกรีต
6. แนวคิดกระบวนการทำคอนกรีตโดยวิธีการผสมแบบดั้งเดิม
7. แนวคิดคอนกรีตผสมเสร็จ

แนวคิดต้นทุนการก่อสร้าง (สมาคมนักบัญชีและผู้สอบบัญชีรับอนุญาตแห่งประเทศไทย, 2550)

ต้นทุนการก่อสร้างตามมาตรฐานการบัญชีฉบับที่ 49 (ปรับปรุง 2550) เรื่องสัญญาก่อสร้าง ได้กำหนดองค์ประกอบของต้นทุนการก่อสร้างไว้ดังต่อไปนี้

1. ต้นทุนที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับงานก่อสร้างตามสัญญา ประกอบด้วย

- ต้นทุนวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง
- ต้นทุนค่าแรงงานและค่าควบคุมที่เกิดขึ้น ณ สถานที่ก่อสร้าง
- ค่าเสื่อมราคาของอาคารและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง
- ต้นทุนในการย้ายอาคาร เครื่องจักร และวัสดุไปหรือกลับจากสถานที่ก่อสร้าง

- ต้นทุนในการเช่าอาคารและอุปกรณ์
- ต้นทุนการออกแบบและการให้ความช่วยเหลือด้านเทคนิคซึ่งเกี่ยวข้อง

โดยตรงกับสัญญาก่อสร้าง

- ประมาณการต้นทุนในการแก้ไขผลงานซึ่งรวมถึงต้นทุนในการรับประกันที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

- ค่าเสียหายที่บุคคลที่สามเรียกร้อง

รายได้ที่ได้รับจากผลพลอยได้ ซึ่งไม่รวมอยู่ในรายได้ค่าก่อสร้าง อาจนำไปลดต้นทุนข้างต้นได้ เช่น รายได้จากการขายวัสดุคงเหลือใช้จากการก่อสร้าง หรือจากการจำหน่ายอาคารและอุปกรณ์เมื่อสิ้นสุดสัญญาก่อสร้าง

2. ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างโดยทั่วไปซึ่งสามารถเป็นส่วนให้กับงานก่อสร้างตามสัญญา ประกอบด้วย

- ค่าประกันภัย

- ต้นทุนการออกแบบและการให้ความช่วยเหลือด้านเทคนิคซึ่งไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับสัญญาก่อสร้าง

- ค่าโสหุ้ยการก่อสร้าง ประกอบด้วย ต้นทุนในการจัดทำและประมวลผลค่าแรงงาน ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างโดยทั่วไปและสามารถเป็นส่วนให้กับงานก่อสร้างและ ต้นทุนการกู้ยืม

กิจการต้องใช้วิธีการปันส่วนต้นทุนที่เป็นระบบและสมเหตุสมผลอย่างสม่ำเสมอเพื่อปันส่วนต้นทุนทุกประเภทที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน เกณฑ์ที่ใช้ในการปันส่วนต้องเป็นเกณฑ์ที่กำหนดจากระดับการดำเนินงานตามปกติของกิจกรรมการก่อสร้าง

3. ต้นทุนอื่นที่สามารถเรียกเก็บจากผู้จ้างได้ภายใต้เงื่อนไขของสัญญาก่อสร้างประกอบด้วย

- ต้นทุนการบริหารทั่วไป

- ต้นทุนในการพัฒนา

- ต้นทุนอื่น ๆ โดยที่ต้นทุนดังกล่าวข้างต้นต้องเป็นจำนวนที่กิจการสามารถเรียกเก็บตามเงื่อนไขที่ระบุไว้ในสัญญา

ต้นทุนการก่อสร้างเริ่มรับรู้ตั้งแต่วันที่กิจการแน่ใจว่าได้รับงานก่อสร้างจนกระทั่งงานก่อสร้างนั้นแล้วเสร็จตามสัญญา

ต้นทุนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง หรือ ไม่สามารถปันส่วนให้กับงานก่อสร้างได้ ต้องไม่นำไปรวมเป็นต้นทุนของสัญญาก่อสร้าง ประกอบด้วย ต้นทุนการบริหารทั่วไปซึ่งการเก็บจากผู้จ้างไม่ได้ระบุไว้ในสัญญา ต้นทุนในการขาย ต้นทุนในการวิจัยและพัฒนาซึ่งการเรียกเก็บจากผู้จ้างไม่ได้ระบุไว้ในสัญญา และค่าเสื่อมราคาของอาคารและอุปกรณ์ที่ไม่ได้ใช้งานซึ่งไม่ได้นำมาใช้ในงานก่อสร้างดังกล่าว

แนวคิดต้นทุนส่วนที่แตกต่าง (สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์ และดวงมณี โกมารทัต, 2540)

ต้นทุนส่วนที่แตกต่าง หมายถึง ต้นทุนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากการตัดสินใจเลือกกระทำการอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งอาจจะเปลี่ยนแปลงในทางเพิ่มขึ้น หรือลดลงก็ได้ (Incremental Cost or Decremental Cost) ต้นทุนประเภทนี้จะเกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการปฏิบัติแบบเดิม มาเป็นวิธีการปฏิบัติแบบใหม่ ซึ่งผู้บริหารสามารถทำการตัดสินใจโดยพิจารณาจากต้นทุนส่วนที่แตกต่างรวมสุทธิ (Net Total Differential Cost)

แนวคิดกระบวนการงานก่อสร้าง (วิสูตร จิระคำเกิง, 2544)

การเริ่มโครงการก่อสร้างจะมีแนวคิดมาจากเจ้าของโครงการ ซึ่งอาจจะเป็นภาครัฐ หรือเอกชน เมื่อเจ้าของโครงการมีความคิดริเริ่มจะลงทุนในโครงการก่อสร้าง หลังจากได้ศึกษาด้านการลงทุนขั้นต้นแล้วก็จำเป็นต้องปรึกษาผู้ออกแบบที่เจ้าของโครงการให้ความไว้วางใจในผลงานและประสบการณ์

ผู้ออกแบบจะเป็นผู้แปลความคิดและความต้องการของเจ้าของโครงการออกมาเป็นรูปธรรมภายใต้เงื่อนไขของกฎหมายควบคุมอาคารและสภาพแวดล้อม รวมถึงเงื่อนไขอื่น ๆ ทั้งนี้ผู้ออกแบบจะจัดทำแบบร่างและการประมาณราคาเบื้องต้น เพื่อให้เจ้าของได้ศึกษาในชั้นรายละเอียดมากขึ้น

หลังจากที่เจ้าของโครงการได้ศึกษาข้อมูลการประมาณราคาเบื้องต้นซึ่งผู้ออกแบบได้จัดเตรียมให้เพื่อประกอบกับการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุนเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าโครงการจะสามารถดำเนินไปได้ ทั้งด้านการตลาด ผลตอบแทนการลงทุน แหล่งเงินสนับสนุน ตลอดจนผลกระทบทางด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องแล้ว จึงจะดำเนินการในขั้นต่อไป

บุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการเริ่มงานก่อสร้างมีหลายกลุ่มได้แก่

1. เจ้าของโครงการ
2. ผู้ออกแบบและที่ปรึกษา
3. ผู้รับเหมาก่อสร้างหลัก และ ผู้รับเหมาช่วง
4. ผู้บริหารงานก่อสร้าง

เมื่องานออกแบบเรียบร้อยสมบูรณ์แล้ว ขั้นต่อไปจะต้องจัดเตรียมการประกวดราคาเพื่อสรรหาผู้รับเหมาก่อสร้างที่เหมาะสมเข้าดำเนินงานก่อสร้าง โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. การจัดทำแบบก่อสร้างเพื่อใช้ขออนุญาตก่อสร้างและเพื่อใช้ในการก่อสร้าง

2. การจัดทำข้อกำหนดงานก่อสร้างซึ่งในที่นี้จะครอบคลุมรายละเอียดต่าง ๆ ตั้งแต่การประมาณงาน การทำสัญญา ข้อกำหนดงานก่อสร้างด้านเทคนิคมาตรฐานและเทคนิคพิเศษ เฉพาะโครงการ

3. การดำเนินการจัดหาผู้รับเหมาก่อสร้าง โดยการประมาณงานก่อสร้าง ซึ่งจะต้องประเมินผลการเสนอราคาของผู้รับเหมา และต่อรองราคา

4. การจัดทำสัญญาจ้างและกำหนดรายละเอียดการเริ่มงานก่อสร้าง

5. เริ่มดำเนินงานก่อสร้าง และการควบคุมงานก่อสร้างหรือบริหารงานก่อสร้าง

แนวคิดการประมาณราคาก่อสร้าง (พิภพ สุทรสมัย, 2543)

การประมาณราคาก่อสร้างจะต้องทำการศึกษาแบบและรายการก่อสร้างทางสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมให้เข้าใจแล้วจึง “ถอดแบบ” แยกปริมาณงานและวัสดุก่อสร้างที่จำเป็นต้องใช้ (รวมทั้งการเผื่อส่วนสูญเสีย) ออกมาเป็นหน่วย โดยคิดตามลำดับขั้นตอนของการก่อสร้าง เมื่อคูณด้วยราคาค่าวัสดุและค่าแรงงานต่อหน่วยของงานนั้น ๆ จะได้ราคาค่าวัสดุและค่าแรงงาน หลังจากประมาณค่าใช้จ่ายต่าง ๆ และบวกด้วยกำไรที่รวมยอดเป็นราคาก่อสร้างสำหรับโครงการ

ผู้ประมาณการต้องตรวจสอบราคาของวัสดุในตลาด ต้องอ่านแบบและรายการก่อสร้างให้เข้าใจ ต้องดูสถานที่ในการก่อสร้าง ต้องคำนึงถึงปัญหาต่าง ๆ เช่น การขนส่ง การแบ่งงวดงาน ความรับผิดชอบ และระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง จึงจะสามารถประมาณราคาค่าก่อสร้างได้ถูกต้องใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด

ขั้นตอนการดำเนินงานของการประมาณราคา

1. ตรวจสอบความครบถ้วนของแบบก่อสร้างและเอกสารประกอบต่าง ๆ

2. ศึกษารายละเอียดและทำความเข้าใจกับแบบก่อสร้างและเอกสารประกอบ โดยที่แบบก่อสร้างจะแสดงลักษณะ และส่วนประกอบของงานก่อสร้าง วัสดุที่ใช้และมองเป็นขั้นตอนการก่อสร้างนั้น ตลอดจนปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข สัญญาก่อสร้างจะระบุเงื่อนไขการรับประกัน การเสนอราคา ระยะเวลาก่อสร้าง การปรับ หากงานก่อสร้างล่าช้าและอาจระบุเงื่อนไขพิเศษอื่น ๆ สิ่งเหล่านี้ล้วนมีผลต่อราคาก่อสร้างทั้งสิ้น

3. ศึกษาสถานที่ก่อสร้างและสภาพแวดล้อม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประมาณราคา เช่น ระยะทางของสถานที่ก่อสร้าง แหล่งจำหน่ายวัสดุ คนงานในท้องถิ่น บริเวณสถานที่ก่อสร้าง สภาพพื้นที่และสิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ ใกล้เคียง ระบบสาธารณูปโภค

4. จัดทำบัญชีส่วนประกอบงานก่อสร้าง โดยเรียงลำดับตามขั้นตอนของการก่อสร้าง โดยเริ่มตั้งแต่ส่วนงานใต้ดินจนครบถ้วนตามแบบก่อสร้างที่กำหนด เพื่อใช้เป็นแนวทางในการหาปริมาณวัสดุก่อสร้างที่ถูกต้อง ตัวอย่างบัญชีส่วนประกอบ เช่น

- งานฐานรากหรือส่วนใต้ดิน
- งานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก
- งานหลังคา
- งานผนังและฝ้า
- งานตกแต่ง
- งานประตูหน้าต่าง

5. จัดทำการถอดแบบเพื่อหาปริมาณงานและวัสดุที่ต้องใช้ รวมทั้งต้องเผื่อการสูญเสีย โดยใช้ข้อมูลอ้างอิงจากบัญชีส่วนประกอบงานก่อสร้าง ปริมาณงานและวัสดุมีค่านวมและแสดงไว้ในเอกสาร “บัญชีวัสดุก่อสร้าง” (Bill of Quantities) ซึ่งจะมีการจำแนกออกเป็นวัสดุก่อสร้างตามหมวดต่าง ๆ เช่น หมวดงานทั่วไป งานคอนกรีต งานไม้ โดยปริมาณวัสดุที่แสดงจะเป็นหน่วยตามที่ซื้อขายกันในท้องตลาด การถอดแบบที่ครบถ้วนและสมบูรณ์จะทำให้การกำหนดราคาและการประมาณราคาก่อสร้างใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

6. กรอกปริมาณวัสดุที่ได้จากเอกสารบัญชีวัสดุก่อสร้าง ลงในเอกสารบัญชีวัสดุก่อสร้าง (Bill of Quantities) ข้างต้น สำหรับเสนอราคาก่อสร้าง แล้วกำหนดราคาวัสดุ ราคาแรงงาน ประมาณค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ภาษีและกำไร รวมยอดเป็นราคาก่อสร้างโดยประมาณ ในขั้นตอนนี้อาจจัดทำสรุปรายการประมาณราคาของส่วนต่าง ๆ ประกอบเพื่อให้ชัดเจนขึ้นอีกก็ได้

7. ตรวจสอบการประมาณการว่ามีข้อผิดพลาดหรือไม่ เช่น การคำนวณจุดทศนิยมผิดพลาด ลืมคิดงานบางรายการ ลืมคิดค่าเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ และ ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่ต้องมีในการทำงานแม้ว่ามีได้ปรากฏในแบบก่อสร้าง เป็นต้น

การดำเนินงานตามขั้นตอน ต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นควรกระทำด้วยความละเอียดและรอบคอบ เพราะหากประมาณการตกหล่นบางรายการอาจทำให้ได้รับความเสียหายถึงขั้นขาดทุน ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้ต้องละทิ้งงานหรือต้องพยายามลดวัสดุสิ่งของ หรือใช้ของคุณภาพต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบและรายการก่อสร้าง เพื่อชดเชยความเสียหายที่เกิดขึ้น

แนวคิดกระบวนการทำถนนคอนกรีต (กวี หวังนิเวศน์กุล, 2547)

ถนนคอนกรีต (Concrete Road) เป็นถนนที่ก่อสร้างให้มีผิวทางแบบปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ (Ordinary Portland Cement) กระบวนการทำถนนคอนกรีตทั่วไป มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การสำรวจและปรับพื้นที่ เป็นการวัดระดับ ตรวจสอบแนวศูนย์กลางของถนน ตรวจสอบระยะทางให้ได้ความยาวและความกว้างของตัวถนนรวมทั้งไหล่ทางให้ตรงตามแบบ จากนั้นทำการปรับพื้นที่โดยปรับระดับดินให้ได้ตามแบบ โดยการกำจัดสิ่งกีดขวางการก่อสร้าง เช่น ต้นไม้ ตอไม้ และสิ่งไม่พึงประสงค์อื่น ๆ เช่น อาคารสิ่งปลูกสร้างเดิม

2. การถมคันทาง เป็นการขยายระยะถนนจากแนวคอนกรีตออกไปเพื่อเตรียมพื้นที่ทำไหล่ทาง รวมทั้งการกลบหลุมบ่อต่าง ๆ โดยการใช้วัสดุตามที่กำหนดไว้ เช่น ดิน ทราย หิน

3. การรองพื้นทาง และพื้นทาง เป็นการก่อสร้างชั้นรองพื้นทาง และพื้นทาง โดยการเกลี่ยแต่ง และบดทับให้ได้ระดับ และแนวลาดเท ตามที่กำหนดในแบบเพื่อให้ได้ถนนที่แข็งแรงพอสำหรับการรับน้ำหนักบรรทุก โดยใช้รถคล้อเหล็กที่มีน้ำหนักและความกว้างของล้อเหมาะสม วัสดุที่ใช้ก่อสร้างชั้นรองพื้น และพื้นทาง เช่น ซีเมนต์ วัสดุมวลรวม หินคลุก กรวดโม เป็นต้น

4. การทำชั้นผิวพื้นทางคอนกรีต ประกอบด้วย

- ขั้นตอนการวางแบบหล่อ การติดตั้งแบบหล่อต้องให้ได้ขนาดความหนาของผิวคอนกรีตตามที่กำหนด แบบหล่อต้องแนบสนิท มีความมั่นคงแข็งแรงไม่เกิดการขยับตัวหรือหลุดออกขณะเทคอนกรีต

- ขั้นตอนทำคอนกรีต ซึ่งประกอบด้วย

การผสมคอนกรีต โดยปกติการก่อสร้างถนนคอนกรีต จะใช้วิธีการผสมคอนกรีต 2 วิธี คือ การผสมคอนกรีตแบบดั้งเดิม หรือการผสมด้วยไม้อเล็ก และการใช้คอนกรีตผสมเสร็จ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในขั้นตอนการผสมคือ วัสดุผสมต้องมีขนาด ปริมาณและคุณสมบัติตามมาตรฐาน เมื่อได้คอนกรีตที่ผสมเสร็จแล้วต้องตรวจสอบความชื้นเหลว ค่ายุบตัว

การเทคอนกรีตต้องเทอย่างต่อเนื่อง ให้คอนกรีตไหลอย่างสม่ำเสมอไม่ให้เกินเวลาก่อตัว และเกลี่ยคอนกรีตให้เสมอกันทั้งแบบ วัสดุผสมกระจายคละกั้นเต็มผิวหน้าคอนกรีต ใช้เครื่องจี้ให้แน่นด้วยวิธีการที่ถูกต้อง ไม่ให้เกิดการแยกตัว หลังจากนั้นปาดผิวหน้าคอนกรีตให้เรียบให้ได้ระดับเสมอกัน โดยเฉพาะช่วงรอยต่อ

การบ่มคอนกรีต เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้ว ถอดแบบออก ตกแต่งผิวให้เรียบและบ่มคอนกรีตจนได้อายุครบตามที่กำหนด ด้วยวิธีใช้ผ้ากระสอบชุบน้ำคลุมผิวหน้าคอนกรีต ฉีดน้ำให้ชุ่มตลอดเวลา

- ขั้นตอนการตัดรอยต่อถนนและ การเทยางมะตอยในรอยต่อ

การตัดรอยต่อถนน เพื่อให้มีช่องว่างสำหรับการขยายตัวของพื้นผิวถนน เมื่อได้รับความร้อน ตัดให้ได้แนวตรงมีร่องความลึก ความกว้างตามกำหนด ทำความสะอาดแล้วเทยางมะตอยผสมทราย หรือวัสดุตามที่กำหนดในรอยต่อให้เต็ม

5. การทำไหล่ทาง เป็นการก่อสร้างชั้นไหล่ทาง โดยต้องตรวจวัดระดับและความกว้าง ยาว ของไหล่ทางในแนวคันทางที่เตรียมไว้ บดอัดดินให้ได้ความหนาแน่น ระดับผิวและความลาดเอียงตามที่กำหนดไว้ แล้วอาจใช้วิธีการราดยาง หรือ เทคอนกรีต ขึ้นอยู่กับที่กำหนดไว้ในแบบ

แนวคิดกระบวนการผสมคอนกรีตโดยวิธีการผสมแบบดั้งเดิม (ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2536)

กระบวนการผสมคอนกรีตโดยวิธีการผสมแบบดั้งเดิม คือการผสมเองด้วยมือ และการผสมด้วยเครื่องหรือโม้ผสม ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การออกแบบส่วนผสมคอนกรีต เป็นการคำนวณหาสัดส่วนส่วนผสมคอนกรีต เพื่อให้ได้คุณสมบัติตามที่กำหนด โดยพิจารณาถึง ความคงทน กำลังอัด และความสามารถในการเท ในราคาที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งผู้ออกแบบส่วนผสมต้องพิจารณาถึง การหาได้ของวัสดุผสม การผันแปรในคุณสมบัติของวัสดุผสม ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนผสมกับธรรมชาติของวัสดุผสม และการผันแปรของคุณสมบัติที่ต้องการในสภาพการใช้งาน

2. การเลือกหาและการเก็บรักษาวัตถุดิบที่เหมาะสม วัสดุในการผสมคอนกรีต ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ หิน ทราย โดยที่คุณสมบัติของวัสดุในการผสมต้องตรงตามมาตรฐานและมีคุณภาพสม่ำเสมอ และต้องเก็บรักษาให้เหมาะสมเพื่อเป็นการรักษาคุณภาพจนกว่าจะมีการนำไปใช้

- ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ต้องเลือกปูนที่มีคุณสมบัติ ทางความละเอียด ความถ่วงจำเพาะ ความอยู่ตัว เวลาของการก่อตัว กำลัง ความร้อนที่เกิดเนื่องจากปฏิกิริยากับน้ำ การทดสอบความชื้นเหลว ให้เหมาะสมกับงานทำถนนคอนกรีต ซึ่งปัจจุบันนี้บริษัทผู้ผลิตปูนซีเมนต์ต่าง ๆ ได้กำหนดชนิดของปูนซีเมนต์ซึ่งมีคุณสมบัติดังกล่าวไว้เพื่อความสะดวกในการเลือกซื้อของผู้บริโภค โดยการซื้อขายของปูนซีเมนต์จะขายเป็นถุง และ ตัน ขนาดบรรจุ 1 ถุงน้ำหนัก 50 กิโลกรัม โดยบรรจุในถุงกระดาษเหนียว จะต้องรีบใช้เพราะกระดาษจะป้องกันความชื้นในอากาศได้ไม่มาก ซีเมนต์อาจก่อตัวทำให้เสียและแข็งตัว ความแข็งแรงจะลดลง การเก็บรักษาต้องเก็บไว้ในห้องที่มีหลังคาและยกพื้นให้โปร่ง กรุฝาห้องภายในด้วยสังกะสีแผ่นเรียบให้สนิทเพื่อกันความชื้น กรณีซื้อเป็นตัน อาจขายโดยนับถุงซึ่งสามารถขนไปโดยคนยกหรือรถขนก็ได้ หรืออาจซื้อปูนซีเมนต์เป็นปูนผงโดยผู้ผลิตจะขนส่งโดยรถขนปูนซีเมนต์มาส่งเก็บในถังเหล็กรูปกระบอก ปลายเป็นกรวยมีขาหยั่งตั้งถึงไว้สูง น้ำเข้าไม่ได้โดยที่การเก็บแบบนี้จะเก็บไว้ได้นานมาก

- ทราย ต้องเป็นทรายกลางหรือทรายหยาบซึ่งสะอาดและปราศจากวัชพืช มีเมล็ดแกร่ง มีขนาดเมล็ดเรียงลำดับ การสั่งซื้ออาจสั่งโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตทรายหรือตัวแทน โดยการซื้อขายเป็นลูกบาศก์

- หินที่เหมาะสมสำหรับงานคอนกรีตต้องเป็นหินเบอร์ 2 มีขนาด $\frac{3}{4}$ - 1 $\frac{1}{2}$ นิ้ว ต้องเป็นหินที่สะอาดไม่ปนดิน อาจเป็นหินกรวด หินทุบมือ หรือหิน โม่ซึ่งไม่ผุและสามารถมีฝุ่นของหินปนอยู่ได้ ขนาดของหินสามารถใช้ขนาดเบอร์ 1 หรือ ขนาด $\frac{3}{4}$ นิ้ว แทนได้แต่ต้องพิจารณาเพิ่มปริมาณซีเมนต์ การซื้อขายเป็นลูกบาศก์

- น้ำ รายการก่อสร้างจะระบุคุณสมบัติน้ำไว้ว่า “เป็นน้ำดื่มที่สะอาดและดื่มได้” ซึ่งเท่ากับเอาคนเป็นเครื่องวัดความสะอาดของน้ำ ช่วงควบคุมการก่อสร้างต้องพิจารณาและตัดสินใจในการเลือกใช้น้ำ ซึ่งน้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำประปา น้ำบาดาลที่กรองแล้ว หรือน้ำฝน บางกรณีอาจใช้น้ำบ่อ น้ำในแม่น้ำ น้ำในท่อระบายน้ำ ซึ่งต้องพิจารณาถึงความใส สภาพบ่อต้องไม่มีโคลนหรืออินทรีย์สารเจือปนอยู่มาก ไม่เป็นน้ำเค็มจัด ความไม่สะอาดและมีแร่ธาตุอื่นเจือปน อาจทำให้กำลังคอนกรีตลดลงร้อยละ 30-40

3. การวัดส่วนผสม โดยการชั่งหรือตวงเพื่อให้ได้อัตราส่วนผสมที่ถูกต้อง

- การตวงผสมโดยปริมาตรโดยใช้ถังไม้มาตรฐาน ขนาด 35.5 x 35.5 x 30 เซนติเมตร เหมาะสำหรับงานก่อสร้างขนาดเล็ก และคอนกรีตที่กำลังอัดค่อนข้างต่ำ อย่างไรก็ตาม ความชื้นบนทราย และหิน จะมีผลต่อหน่วยน้ำหนักมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีทรายละเอียดอาจมีน้ำหนักเมื่อมีความชื้นต่างจากแห้งถึงร้อยละ 30 การวัดปูนซีเมนต์จะประมาณจากจำนวนถุง เพราะปูนซีเมนต์มีน้ำหนักแน่นอนคือ 1 ถุง น้ำหนัก 50 กิโลกรัม ส่วนปริมาณน้ำอาจใช้ถ้วยตวงเป็นตัวเลือก

- การชั่งน้ำหนักส่วนผสม เป็นวิธีที่แน่นอนกว่าการตวงปริมาณมาก เหมาะสำหรับงานก่อสร้างขนาดใหญ่ งานคอนกรีตกำลังปานกลาง-สูง การวัดด้วยน้ำหนักยังมีผลดีต่อการปรับน้ำหนักส่วนผสมตามสภาพความชื้นของหินและทรายอีกด้วย

4. การผสมคอนกรีต เป็นการนำปูนซีเมนต์ หิน ทราย น้ำ และน้ำยาผสม

คอนกรีตและวัสดุผสมอื่น ๆ ผสมคลุกเคล้าเข้าด้วยกัน เพื่อให้ส่วนผสมทั้งหมดเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งวิธีการผสม มี 2 แบบ คือ การผสมด้วยมือ และการผสมด้วยเครื่อง

- การผสมด้วยมือ (Hand Mixing) เหมาะกับงานขนาดเล็กที่ไม่เคร่งครัดเรื่องคุณภาพ เพราะคุณภาพคอนกรีตที่ได้มักไม่ค่อยสม่ำเสมอ วิธีการจะผสมปูนและทรายให้เข้ากันก่อนแล้วใส่หิน สุดท้ายจะใส่น้ำในปริมาณที่กำหนด ปล่อยให้ น้ำซึมเข้าในส่วนผสมขณะหนึ่ง แล้วผสมจนเข้ากัน แล้วตักไปใช้งาน

- การผสมด้วยเครื่อง (Machine Mixing) หลักการที่ยึดถือสำหรับการผสมคอนกรีตด้วยเครื่อง คือการผสมให้วัสดุผสมต่าง ๆ เข้ากันอย่างสม่ำเสมอ โดยนำวัสดุผสมที่ต้องใช้คือ ปูนซีเมนต์ น้ำ และหิน ทราย ซึ่งไหลมาจากถังตวง (Batch) นำเข้าเครื่องผสมแล้วทำการผสม โดยที่การผสมต้องกำหนดเวลาให้เหมาะสม และต้องควบคุมเรื่องความสะอาดเพื่อรักษาให้ไม่ผสมอยู่ในลักษณะดี ถูกต้อง โดยปกติแล้วบริษัทผู้ผลิตไม่ผสมจะกำหนดแรงขับสูงสุดของโมไม่ไว้ การผสมต้องไม่ทำงานเกินกว่าความสามารถของเครื่อง งานก่อสร้างทั่วไปนิยมใช้โมแบบผสมเอียง (Tilting Mixing) เพราะทำงานได้สะดวก เพราะใช้เวลาผสมและเทออก เพียง 2-3 นาทีต่อ 1 โม และสามารถเทคอนกรีตให้เป็นกลุ่มก้อน มีการแยกตัวของคอนกรีตน้อย สามารถทำความสะอาดและกำหนดจำนวนส่วนผสมได้สะดวก ใบตลับซึ่งเป็นอุปกรณ์ภายในที่ทำหน้าที่ผสมมีรูปร่างคล้ายพัดให้กระทบวัสดุโดยทั่วกันตามลักษณะการหมุนรอบ ทำให้คอนกรีตกระจายและคลุกเคล้ากันภายในโมอย่างต่อเนื่อง

ข้อเสียของการผสมคอนกรีตเองด้วยเครื่องผสมโมขนาดเล็ก

1. การจัดตั้งเครื่องผสมและกองเก็บวัสดุภายในสถานที่ก่อสร้าง ในกรณีที่สถานที่ก่อสร้างจำกัดจะทำให้การทำงานไม่สะดวก บางกรณีต้องจัดตั้งเครื่องผสมคอนกรีตและกองเก็บวัสดุเป็นจุด ๆ ภายในสถานที่ก่อสร้าง ทำให้ไม่สะดวกในการทำงาน อีกทั้งยังมีวัสดุเหลือใช้เมื่อเสร็จงาน
2. การจัดหาแหล่งวัสดุ หิน ทราย อาจพบปัญหาไม่สามารถควบคุมคุณภาพ หิน ทรายให้ตรงตามมาตรฐานและมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ
3. การจัดเก็บ หิน ทราย เป็นแบบชั่วคราวตามสภาพสถานที่ที่จะอำนวยความสะดวกให้ บางครั้งจะปนกันและสกปรกง่ายทำให้หิน ทราย บางส่วนต้องสูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์
4. การเก็บปูนซีเมนต์ โดยซ้อนกันไว้ในโรงเก็บหรือที่ว่างกลางแจ้งและใช้ผ้าใบคลุม ทำให้ความชื้นเข้าได้ง่ายส่งผลให้ปูนซีเมนต์แข็งจับตัวเป็นก้อน
5. การผสมใช้การวัดปริมาตร ซึ่งผิดพลาดได้ง่ายและไม่มีการตรวจสอบความชื้นของ หิน ทราย ทำให้ได้คอนกรีตที่คุณภาพไม่แน่นอน
6. จำนวนที่ผสมได้ต่อครั้งน้อย คือ 0.15 – 0.25 ลูกบาศก์เมตร ทำให้คุณภาพไม่แน่นอน
7. กรณีที่ต้องการคอนกรีตจำนวนมาก จะไม่สะดวกในการทำงาน เนื่องจากต้องใช้เครื่องผสมหลายเครื่อง และต้องเตรียมวัสดุผสมและแรงงานจำนวนมาก อีกทั้งยังใช้เวลาในการเทนานมากด้วย

แนวคิดคอนกรีตผสมเสร็จ (ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2536)

คอนกรีตผสมเสร็จ คือส่วนผสมของปูนซีเมนต์ หิน ทราย น้ำ และน้ำยาผสมคอนกรีตที่ผสมกันเบ็ดเสร็จจากโรงงาน ซึ่งตั้งอยู่นอกหรือในหน่วยงานก่อสร้าง รวมถึงการจัดส่งไป ณ หน่วยงานก่อสร้างโดยรถผสมคอนกรีต

องค์ประกอบของคอนกรีตผสมเสร็จ

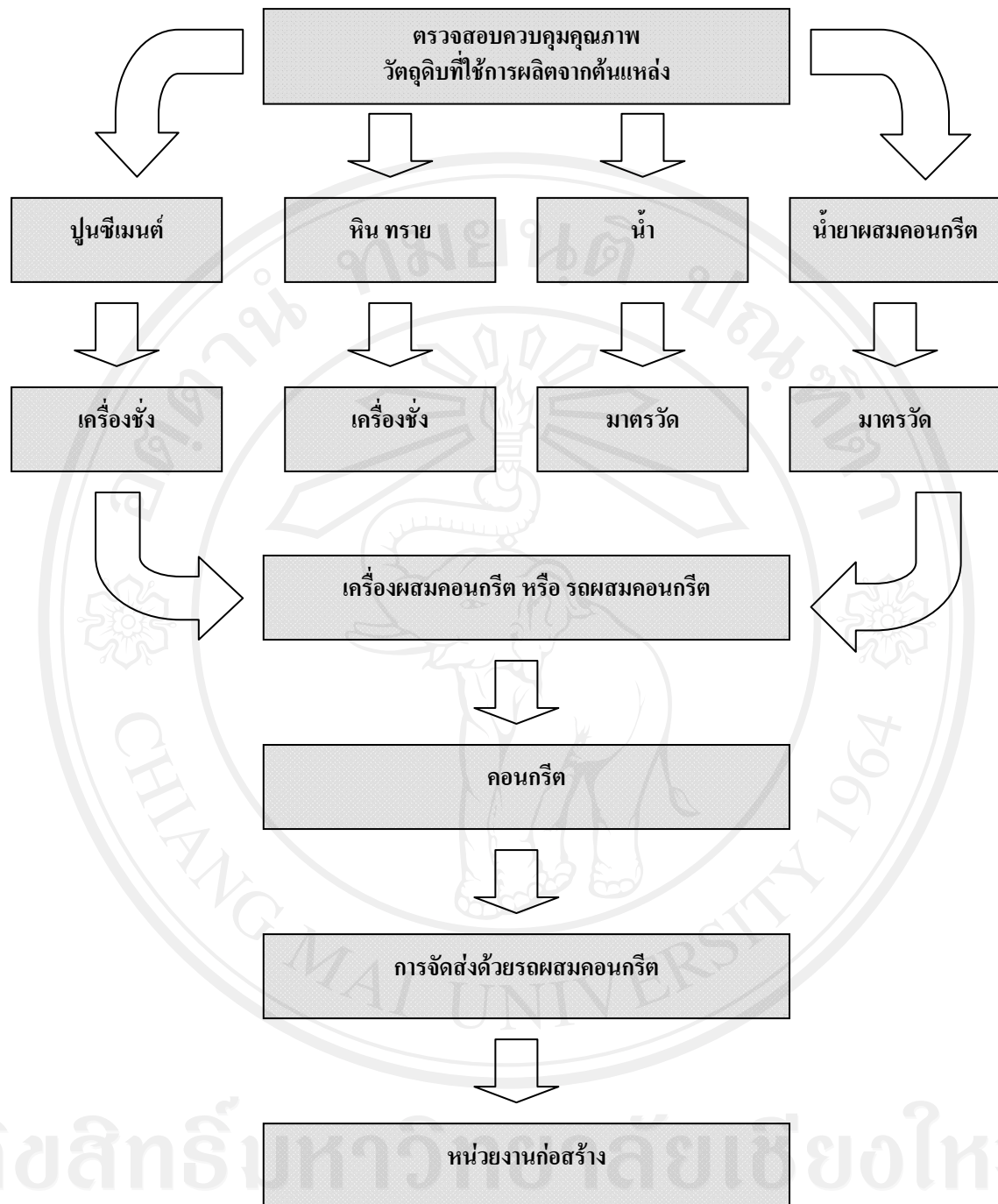
คอนกรีตประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ หิน ทราย น้ำ และน้ำยาผสมคอนกรีต โดยเมื่อนำส่วนผสมต่าง ๆ เหล่านี้มาผสมกันจะมีชื่อเรียกเฉพาะดังนี้

- ปูนซีเมนต์ผสมกับน้ำและน้ำยาผสมคอนกรีต เรียกว่า ซีเมนต์เพสต์ (Cement Paste)
- ซีเมนต์เพสต์ ผสมกับ ทราย เรียกว่า มอร์ตาร์ (Mortar)
- มอร์ตาร์ ผสมกับ หิน หรือ กรวด เรียกว่า คอนกรีต (Concrete)

กระบวนการผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ

การผลิตคอนกรีตผสมเสร็จที่ได้มาตรฐานจะเริ่มจากการตรวจสอบคุณสมบัติของส่วนผสมต่าง ๆ อันได้แก่ หิน ทราย ที่ได้เลือกจากแหล่งที่มีคุณภาพดี มีส่วนคละถูกต้องตามมาตรฐานมาจัดกองเก็บไม่ให้ผสมกัน ส่วนปูนซีเมนต์จะถูกบรรจุไว้ในไซโลอย่างมิดชิด และน้ำยาผสมคอนกรีตจะถูกบรรจุในภาชนะเฉพาะอย่างมิดชิดเช่นกัน วัตถุดิบดังกล่าวจะถูกลำเลียงสู่กระบวนการผลิตต่อไป

กระบวนการผลิตเริ่มจาก การลำเลียง หิน ทราย ปูนซีเมนต์ ผ่านเครื่องชั่งให้ได้ น้ำหนักถูกต้องที่ออกแบบไว้ โดยในขั้นตอนนี้จะต้องคำนึงถึงสภาพความชื้นของหิน ทราย ด้วย เพราะหิน ทราย อาจไม่อยู่ในสภาพที่ออกแบบหรือสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง (SSD) ซึ่งจะต้องปรับ น้ำหนักหินทรายและน้ำให้ถูกต้อง ส่วนน้ำและน้ำยาผสมคอนกรีตจะผ่านเครื่องวัดปริมาตร แล้ว นำเข้าผสมกันในเครื่องผสมคอนกรีต ซึ่งจะผสมคอนกรีตตามเวลาที่กำหนด ด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติที่ให้ความเที่ยงตรงสม่ำเสมอและรวดเร็ว คอนกรีตที่ผสมเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะถูกลำเลียงลงสู่รถผสมคอนกรีตเพื่อนำไปส่งยังหน่วยงานก่อสร้าง กระบวนการผลิตนี้สามารถแสดงเป็นแผนภาพได้ดังนี้



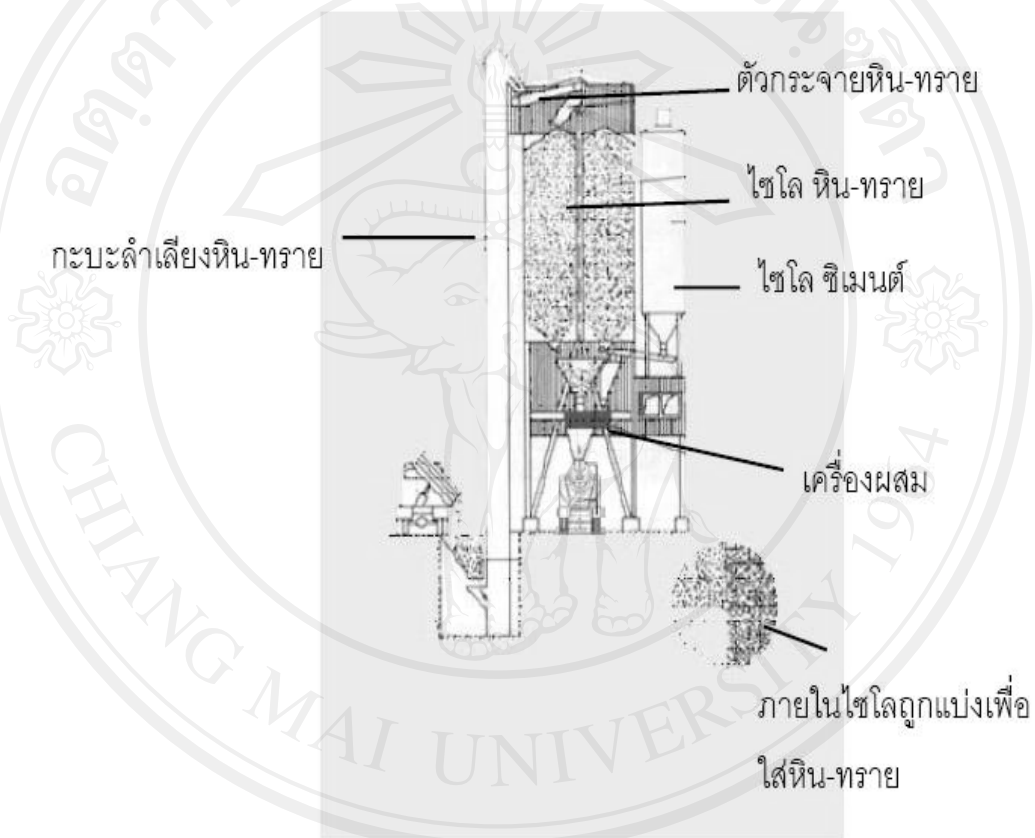
ภาพที่ 1 แสดงกระบวนการผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ
ที่มา: (ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2536)

ประเภทของโรงงานคอนกรีตผสมเสร็จ

รูปแบบของโรงงานคอนกรีตผสมเสร็จทั่ว ๆ ไป สามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะคือ

- โรงงานแนวตั้ง (Vertical Production Plant)

วัตถุดิบถูกบรรจุไว้ในไซโล เมื่อต้องการใช้งาน วัตถุดิบเหล่านี้จะถูกปล่อยลงสู่กระบะชั่งน้ำหนักด้วยน้ำหนักของตัวเอง จากนั้นจะถูกลำเลียงสู่เครื่องผสมคอนกรีตหรือรถผสมคอนกรีต

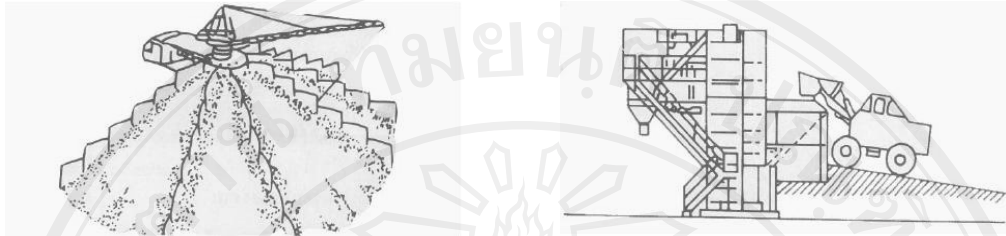


ภาพที่ 2 แสดงโรงงานผลิตคอนกรีตผสมเสร็จแบบแนวตั้ง

ที่มา: (ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2536)

- โรงงานแบบแนวนอน (Horizontal Production Plant)

โรงงานลักษณะนี้วัตถุดิบจะถูกเก็บและลำเลียงมาซึ่งน้ำหนักและผสมโดยใช้สายพานหรือสกรู



หิน ทราย อยู่ในลักษณะ Star-Pattern

หิน ทราย ถูกลำเลียงเก็บไว้ในไซโล



หิน ทราย ถูกลำเลียงเก็บไว้ใน Pocket ไซโล

หิน ทราย ถูกลำเลียงเก็บไว้ใน Inline ไซโล

ภาพที่ 3 แสดงโรงงานผลิตคอนกรีตผสมเสร็จแบบแนวนอน
ที่มา: (ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2536)

องค์ประกอบของโรงงานคอนกรีตผสมเสร็จ

โรงงานคอนกรีตผสมเสร็จที่สมบูรณ์ จะต้องประกอบด้วยเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- โครงสร้างของเครื่องจักร อาคารทำงาน ที่พร้อมด้วยไฟฟ้า น้ำ และต้องมีบริเวณให้รถจัดส่ง รถผสมคอนกรีตและรถบรรทุกเข้าออกได้อย่างสะดวกและปลอดภัย

- เครื่องจักรที่สามารถผลิตคอนกรีตออกมาในอัตราที่กำหนดได้แน่นอน

- รถจัดส่งหรือรถผสมคอนกรีตจำนวนพอเพียงกับการใช้งาน

- ห้องเก็บชิ้นส่วนอะไหล่ที่จำเป็น บ่อล้างถ่ายกากปูน ที่ล้างรถจัดส่ง หรือรถ

ผสมคอนกรีต

ประเภทของรถที่บริการจัดส่งคอนกรีต

รถผสมคอนกรีต โดยทั่วไปมี 2 ประเภท คือ

- รถกวนผสมคอนกรีต (Truck Agitator) ใช้สำหรับบรรทุกคอนกรีตเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานไปยังหน่วยงานก่อสร้าง ซึ่งไม่เหมาะระหว่างการเดินทางด้วย เพื่อป้องกันไม่ให้คอนกรีตเกิดการแยกตัว



ภาพที่ 4 แสดงรถกวนผสมคอนกรีต (Truck Agitator)

ที่มา: (ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2536)

- รถผสมคอนกรีต (Track Mixer) ใช้งานเช่นเดียวกับรถกวนคอนกรีต แต่รถประเภทนี้ภายในจะมีใบผสมซึ่งสามารถใช้ผสมคอนกรีตได้



ภาพที่ 5 แสดงรถผสมคอนกรีต (Track Mixer)

ที่มา: (ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2536)

คุณลักษณะเด่นของคอนกรีตผสมเสร็จ

คอนกรีตผสมเสร็จมีลักษณะเด่นซึ่งแตกต่างจากคอนกรีตที่ได้จากการผสมด้วยโมเล็กลงต่อไปนี้

- วัตถุดิบที่ใช้ในการผสมคอนกรีตมีคุณภาพตรงตามมาตรฐานงานก่อสร้างทั่วไป
- มีการควบคุมสัดส่วนผสมของคอนกรีตด้วยวิธีการชั่งน้ำหนัก ทำให้ได้ส่วนผสมคอนกรีตที่ถูกต้อง แน่นอนและสม่ำเสมอ
- โรงงานคอนกรีตผสมเสร็จ ได้รับการพัฒนาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอยู่เสมอ และสามารถผลิตคอนกรีตได้ตั้งแต่ 30-150 ลูกบาศก์เมตร ต่อชั่วโมง ซึ่งสามารถช่วยให้งานเทคอนกรีตดำเนินไปได้อย่างรวดเร็ว และลดจำนวนคนงานที่ใช้ในการผสมคอนกรีตและเทคอนกรีตลงอย่างมาก
- แก้ปัญหางานก่อสร้างที่มีบริเวณก่อสร้างจำกัด ไม่สามารถที่จะกองเก็บหินทราย หรือในงานก่อสร้างที่จะต้องเปลี่ยนสถานที่ในการเทคอนกรีตตลอดเวลา เช่น งานถนน งานคลองส่งน้ำ เป็นต้น
- แก้ปัญหางานก่อสร้างที่ต้องการใช้คอนกรีตปริมาณครั้งและไม่มากนัก หรืองานที่ต้องการใช้คอนกรีตเป็นระยะเวลาห่าง ๆ กัน ซึ่งไม่คุ้มกับการลงทุนซื้อวัสดุผสมมาเก็บไว้ในงานเอง
- ในงานก่อสร้างที่อัตราการเทคอนกรีตค่อนข้างช้า สามารถแก้ไขได้โดยเติมน้ำยาผสมคอนกรีตที่มีคุณลักษณะยืดระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีต
- โดยปกติคอนกรีตผสมเสร็จจะมีราคาแพงกว่าคอนกรีตผสมเองอยู่บ้างเล็กน้อย แต่ก็สามารถทดแทนด้วยคุณภาพของคอนกรีตที่ดีและสม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังช่วยให้ทำงานได้โดยสะดวกและที่สำคัญคือประหยัดเวลาในการก่อสร้าง
- ผู้ผลิตคอนกรีตผสมเสร็จรับรองคุณภาพคอนกรีตผสมเสร็จที่จัดส่งให้หน่วยงานก่อสร้างภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด เช่น กำลังอัดประลัย การยุบตัว เป็นต้น

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภาณุวัตร เครือจักร (2545) ได้ศึกษาเรื่อง ปัจจัยด้านการตลาดที่มีอิทธิพลต่อการซื้อผลิตภัณฑ์คอนกรีตผสมเสร็จของผู้รับเหมาก่อสร้างใน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการซื้อผลิตภัณฑ์คอนกรีตผสมเสร็จประกอบด้วย ปัจจัยทางด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และการรับรองคุณภาพ ปัจจัยด้านราคา และปัจจัยด้านกระจายผลิตภัณฑ์

ปัญหาในการที่ผู้รับเหมาก่อสร้างประสบในการซื้อผลิตภัณฑ์คอนกรีตผสมเสร็จ ประกอบด้วย บริการจัดส่งล่าช้าไม่สามารถจัดส่งสินค้าได้ตรงเวลา ระยะทางจากโรงงานผสมคอนกรีตอยู่ไกลจากสถานที่ก่อสร้าง และปัญหาด้านราคาเพราะราคาของคอนกรีตผสมเสร็จจะมีราคาสูง

ประธาน ทองมัว (2551) ได้ศึกษาเรื่อง แนวทางการลดต้นทุนการขนส่งมันฝรั่งสดในระบบโลจิสติกส์ของ บริษัท ผู้ผลิตขนมขบเคี้ยวมันฝรั่งทอดกรอบ โดยการศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง การจัดระบบการขนส่งแบบเดิมและการขนส่งโดยระบบ โลจิสติกส์ ซึ่งเป็นการปรับปรุงกระบวนการและขั้นตอนในการขนส่ง โดยการบริหารต้นทุนแต่ละขบวนการและขั้นตอนที่เกี่ยวข้องเนื่องกัน และเปรียบเทียบต้นทุนของระบบการขนส่งทั้ง 2 แบบ พบว่า การนำระบบการขนส่งมันฝรั่งสดในระบบ โลจิสติกส์แบบใหม่ สามารถลดต้นทุนการขนส่งได้ คิดเป็นร้อยละ 3.57 เป็นจำนวนเงินเท่ากับ 5,000,000 บาท

สำนักก่อสร้างทาง กรมทางหลวงชนบท กระทรวงคมนาคม (2552) ได้ศึกษาเรื่อง การก่อสร้างคันทางในชั้นดินอ่อน พบว่าการก่อสร้างคันทางในชั้นดินอ่อนสามารถทำได้ 2 ลักษณะ คือการก่อสร้างด้วยวิธีผสมแบบแห้ง และแบบเปียก โดยทำการศึกษาดังขั้นตอนการก่อสร้าง รวมถึงข้อดีข้อเสียเปรียบเทียบของการก่อสร้างแต่ละวิธี และวิธีการควบคุมคุณภาพและปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ผสมของทั้งสองวิธี ซึ่งพบว่าการก่อสร้างระบบผสมเปียก หรือ การผสมปูนซีเมนต์ผงให้เข้ากับน้ำตามส่วนผสมที่ได้ออกแบบไว้นั้น หากโครงการก่อสร้างใช้ปูนซีเมนต์ที่ส่งผ่านตัวแทนจำหน่ายคอนกรีตผสมเสร็จ แล้วให้รถขนส่งที่มีไม่กวนผสมเพื่อลำเลียงน้ำปูนไปยังสถานที่ก่อสร้าง จะสามารถช่วยลดขั้นตอนการทำงาน และประหยัดเครื่องมือ อุปกรณ์ในการทำงานได้