

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 แผนการทดสอบ

แผนการทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

3.1.1 การทดสอบคุณสมบัติของมวลรวม

การทดสอบนี้เป็นการทดสอบคุณสมบัติของมวลรวมเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณส่วนผสมคอนกรีตสำหรับทำตัวอย่างทดสอบ การทดสอบประกอบด้วย ค่าความถ่วงจำเพาะ การดูดซึมน้ำ ขนาดผลของมวลรวม และหน่วยน้ำหนักของมวล

3.1.2 การทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีต

การทดสอบนี้เป็นการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของคอนกรีต ได้แก่ หน่วยน้ำหนัก ปริมาณอากาศ ค่ายุบตัว กำลังอัด และกำลังดัดของคอนกรีต

3.2 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ

3.2.1 ปูนซีเมนต์ (ใช้สัญลักษณ์ PC) เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

3.2.2 มวลรวมละเอียด เป็นทรายหยาบที่มีความถ่วงจำเพาะ 2.60 และค่าโมดูลัสความละเอียดเท่ากับ 2.90 โดยมีขนาดผลเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 33

3.2.3 มวลรวมหยาบ เป็นหินย่อยที่มีผิวหยาบและมีรูปร่างเป็นเหลี่ยมขนาดโตสุดไม่เกิน 19 มิลลิเมตร มีความถ่วงจำเพาะ 2.70 และขนาดผลเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 33

3.2.4 ใยถักหิน (ใช้สัญลักษณ์ RHA)

3.3 รายละเอียดวิธีการทดสอบ

3.3.1 การทดสอบคุณสมบัติของมวลรวม

ก. การทดสอบค่าความถ่วงจำเพาะ และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมละเอียด เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 128 ผลการทดสอบแสดงในภาคผนวก

ข. การทดสอบค่าความถ่วงจำเพาะ และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมหยาบ เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 127 ผลการทดสอบแสดงในภาคผนวก

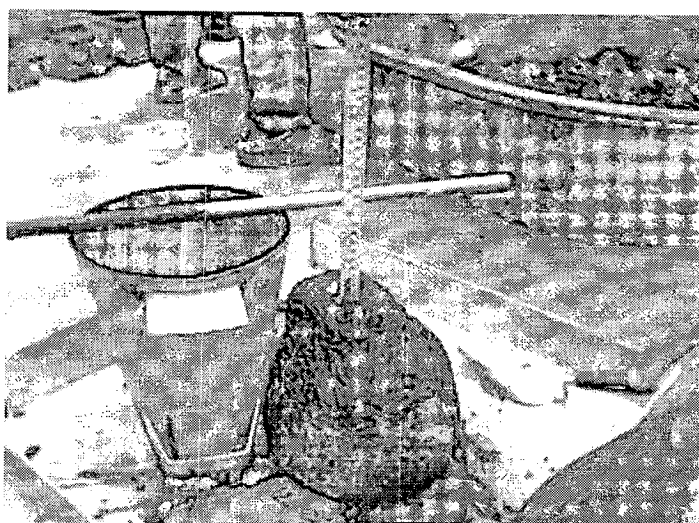
ค. การวิเคราะห์ขนาดผลและโมดูลัสความละเอียดของมวลรวมละเอียด เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 136 ผลการทดสอบแสดงในภาคผนวก

ง. การทดสอบค่าหน่วยน้ำหนักของมวลรวมหยาบ เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 29 ผลการทดสอบแสดงในภาคผนวก

3.3.2 การทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีต ประกอบด้วย

ก. คุณสมบัติทางกายภาพของคอนกรีตในสภาพสด

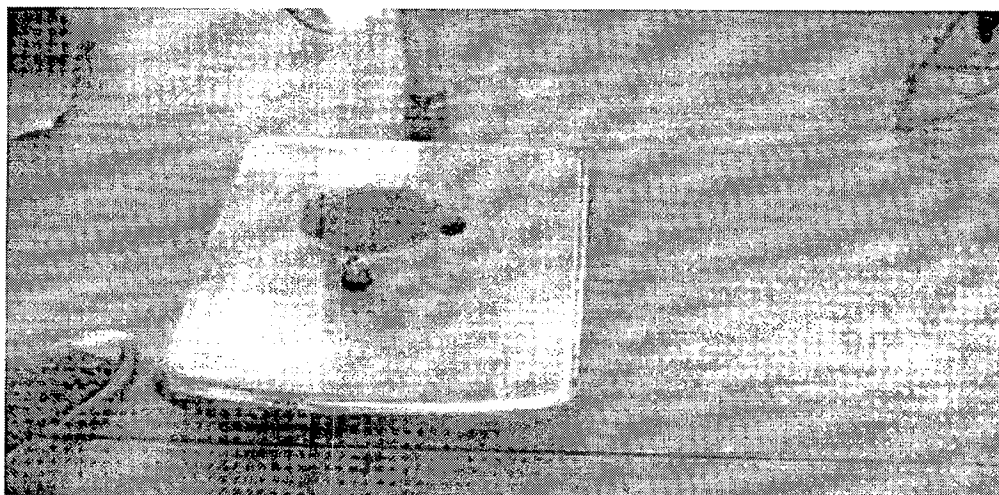
1. ค่ายุบตัวของคอนกรีต ใช้โคนรูปทรงกรวยตัดเส้นผ่านศูนย์กลางบน 10 เซนติเมตร ด้านล่าง 20 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ใส่คอนกรีตลงในโคนโดยแบ่งออกเป็น 3 ชั้นแต่ละชั้นให้มีปริมาตรเท่า ๆ กัน กระทุ้งด้วยเหล็กปลายมนชั้นละ 25 ครั้ง จากนั้นดึงโคนขึ้นตรง ๆ แล้ววางโคนลงข้าง ๆ วัดค่ายุบตัวที่กึ่งกลางของคอนกรีตที่ยุบตัวในการวัดให้มีค่าความละเอียดถึง 0.5 เซนติเมตร การทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 143 ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 การทดสอบค่ายุบของคอนกรีต

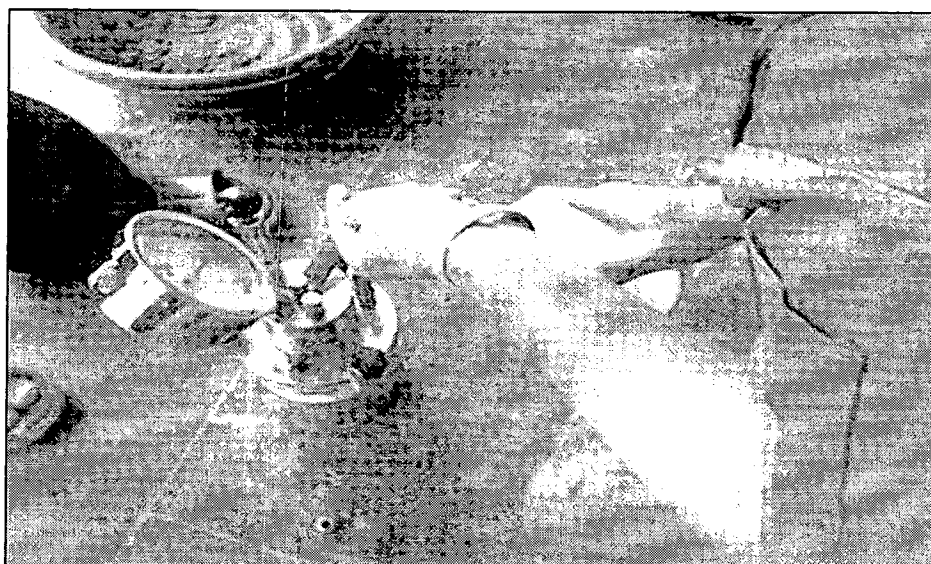
2. หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต การทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 138 ดังแสดงในรูปที่ วิธีการทดสอบเริ่มจากชั่งน้ำหนักถังเปล่าบันทึกค่าไว้ เติมน้ำให้เต็มถังแล้วชั่งน้ำหนัก คำนวณหาปริมาตรถัง ใส่คอนกรีตลงไปในถังเปล่าแบ่งเป็น 3 ชั้นเท่า ๆ กัน แต่ละชั้นให้กระทุ้งตามข้อกำหนดที่ขึ้นอยู่กับขนาดถังแล้วใช้ค้อนยางเคาะด้านข้างรอบ ๆ ภาชนะ 10 – 15 ครั้ง ใช้แผ่นเหล็กปาดคอนกรีตให้เรียบแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก แล้วคำนวณหาหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตจากสูตร

$$\text{หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต} = \frac{\text{น้ำหนักของคอนกรีตในถัง}}{\text{ปริมาตรถัง}}$$



รูปที่ 3.2 การทดสอบหน่วยน้ำหนักของคอนกรีต

3. ปริมาณอากาศในคอนกรีต การทดสอบเริ่มจากตักคอนกรีตใส่ลงในภาชนะ แอร์มิเตอร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ชั้นเท่า ๆ กัน กระทุ้งด้วยเหล็กปลายมนชั้นละ 25 ครั้ง ใช้ค้อนยางตีรอบ ๆ ภาชนะ 10 – 15 ครั้ง เพื่อไล่อากาศในคอนกรีตให้หมดแล้วใช้แผ่นเหล็กปาดคอนกรีตให้เรียบแล้วปิดฝาให้แน่น เปิดวาล์วทั้งสองข้างแล้วเติมน้ำให้เต็มแล้วปิดวาล์ว ต่อจากนั้นให้อัดอากาศเข้าไปจนเต็ม โดยสังเกตจากหน้าปัดของเครื่องเข็มจะชี้ที่เลขศูนย์ กดปุ่มอัดอากาศแล้วใช้ค้อนยางเคาะด้านข้างเบา ๆ อ่านค่าปริมาณอากาศจากหน้าปัดของเครื่อง การทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 231 ดังแสดงในรูปที่

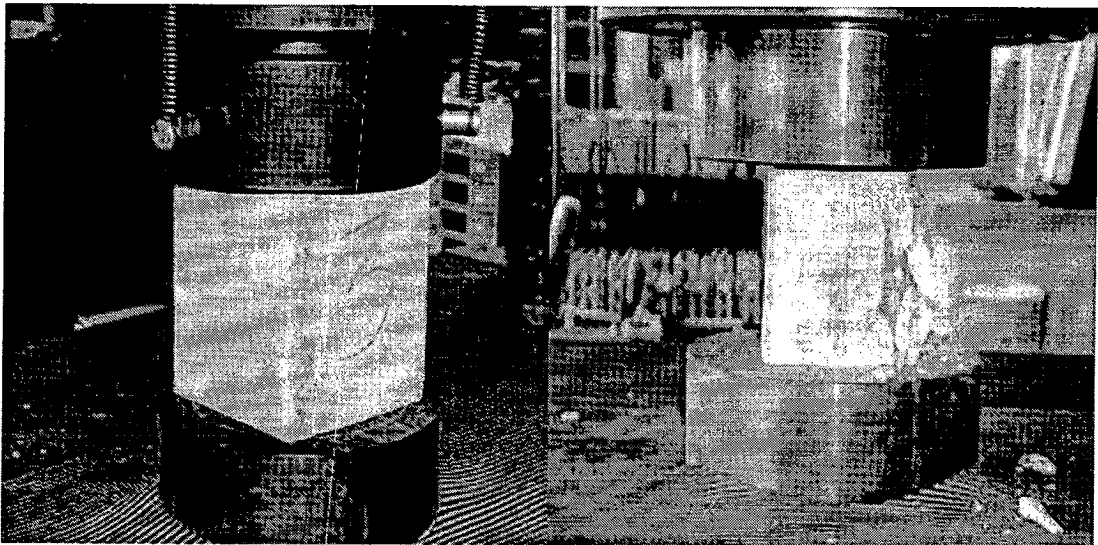


รูปที่ 3.3 การทดสอบปริมาณอากาศในคอนกรีต

ข.คุณสมบัติเชิงกลของคอนกรีต

1.กำลังอัด การทดสอบกำลังอัดเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 39 ตามลำดับ และมาตรฐาน BS 1881 ใช้ตัวอย่างทดสอบทรงลูกบาศก์ขนาด 3x3x3 และ4x4x4 นิ้ว ทำการทดสอบกำลังอัดที่อายุ 3,7,28 และ 90 วัน ตามลำดับหลังจากคอนกรีตแข็งตัวเป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง จึงถอดแบบออกต่อนั้นจึงนำก้อนตัวอย่างไปบ่มในน้ำจนกระทั่งถึงเวลาทดสอบ โดยนำเข้าเครื่องกดจนกระทั่งก้อนตัวอย่างแตก ดังแสดงในรูปที่ 3.5 และคำนวณหาำลังอัดของคอนกรีตจาก

$$\text{กำลังอัด (fc')} = \text{แรงกดสูงสุด(P)} / \text{พื้นที่หน้าตัด(A)}$$



รูปที่ 3.4 การทดสอบกำลังอัดคอนกรีตและการวิบัติ

2.กำลังดัด การทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 78 ดังแสดงในรูปที่ 3.4 ใช้ตัวอย่างทดสอบแบบคานขนาด 3x3x12 นิ้ว หลังจากคอนกรีตแข็งตัวเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงถอดแบบออกต่อนั้นจึงนำก้อนตัวอย่างไปบ่มในน้ำจนกระทั่งถึงเวลาทดสอบกำลังดัด ที่อายุ 28 และ 90 วัน ทดสอบกำลังดัดโดยให้น้ำหนักกดแบบ 3 จุด โดยแบ่งก้อนตัวอย่างเป็น 3 ส่วนเท่าๆกัน ส่วนละ 3 นิ้ว นำเข้าเครื่องกดจนกระทั่งก้อนตัวอย่างแตก แล้วคำนวณหาำลังดัดของคอนกรีตจากสูตรดังนี้

กรณีที่ 1 ถ้าก้อนตัวอย่างแตกอยู่ในช่วงกลาง

$$R = PL/bd^2$$

กรณีที่ 2 ถ้าก้อนตัวอย่างแตกไม่อยู่ในช่วงกลาง

$$R = 3Pa/bd^2$$

โดยที่: R = Modulus of Rupture

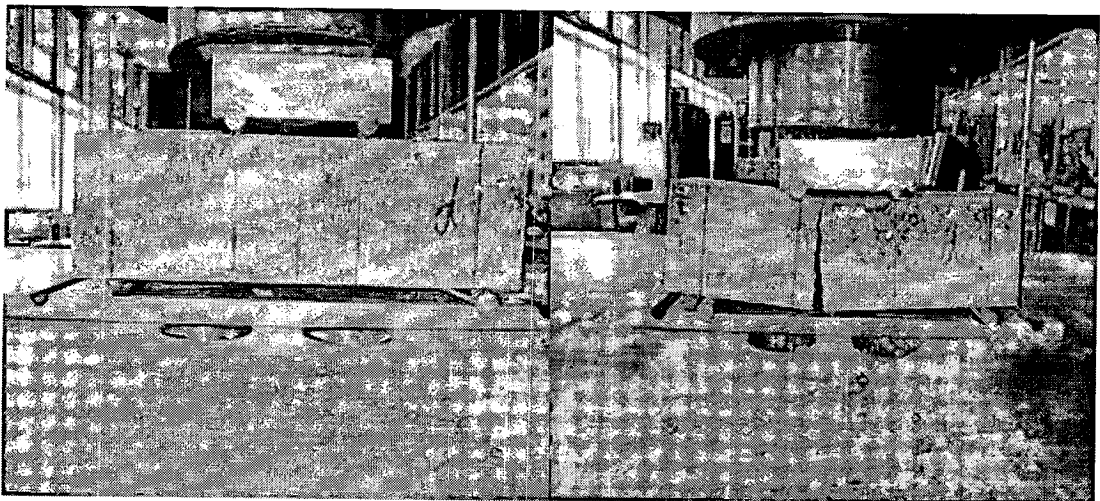
P = Maximum Load

L = ความยาวช่วงคาน (Span)

a = ระยะเฉลี่ยจากจุดแตกหักถึงจุดรองรับ

b = ความกว้างเฉลี่ยของคาน

d = ความลึกเฉลี่ยของคาน



รูปที่ 3.5 การทดสอบกำลังดัดและการวิบัติของคอนกรีต

3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

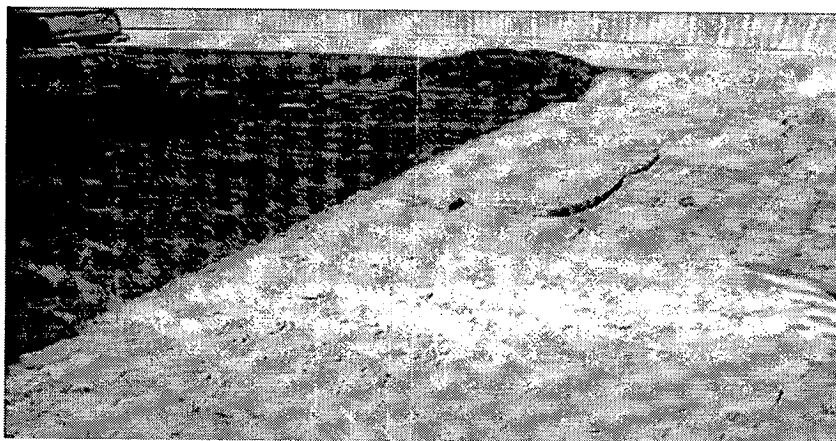
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทำตัวอย่างทดสอบ และเครื่องมือที่ใช้สำหรับการทดสอบ ดังนี้

3.4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทำตัวอย่างทดสอบ ได้แก่ เครื่องผสมคอนกรีต เครื่องชั่งน้ำหนักแบบหล่อ ตัวอย่างทดสอบขนาดต่างๆ เป็นต้น

3.4.2 เครื่องมือที่ใช้สำหรับการทดสอบ ได้แก่ ชุดอุปกรณ์ทดสอบคุณสมบัติของวัสดุ ชุดอุปกรณ์ทดสอบค่ายุบตัว หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต ปริมาณอากาศ และเครื่องทดสอบกำลัง (Universal Testing Machine) เป็นต้น

3.5 การทำตัวอย่างทดสอบและการบ่มคอนกรีต

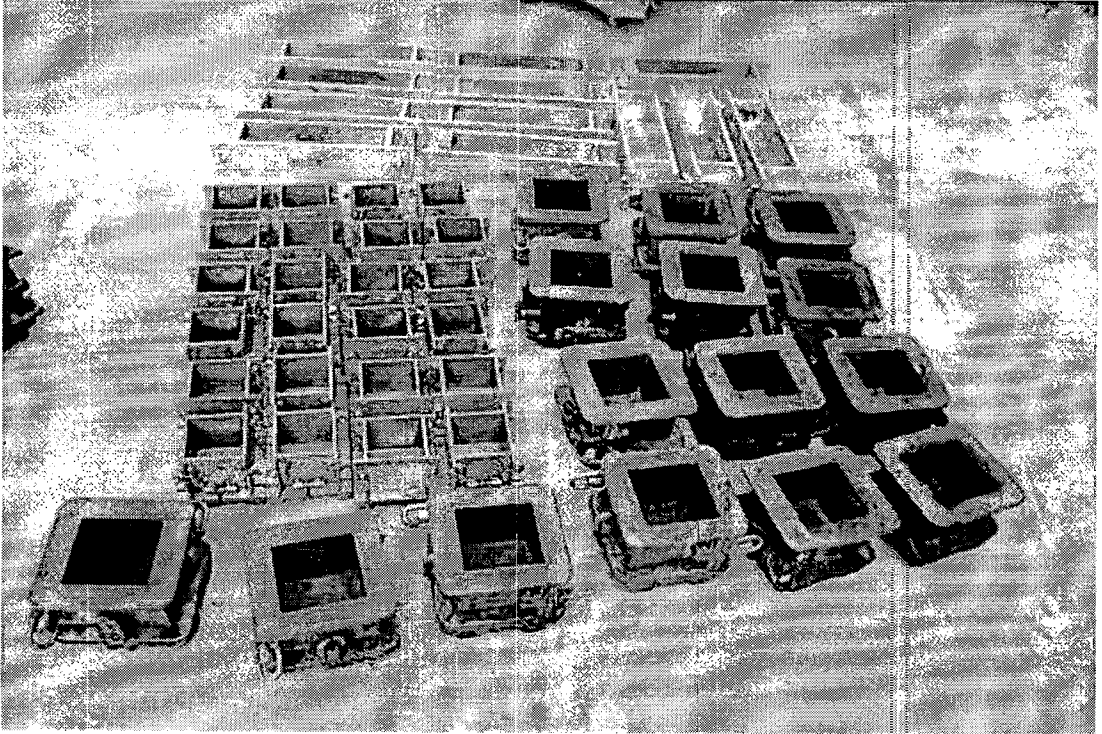
ขั้นตอนในการทำตัวอย่างทดสอบและการบ่มคอนกรีตในห้องปฏิบัติการดำเนินการภายใต้การควบคุมวัสดุและเงื่อนไขการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 192 ดังแสดงในรูปที่ 3.6 ถึงรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.6 แสดงการตากทรายเพื่อควบคุมความชื้น



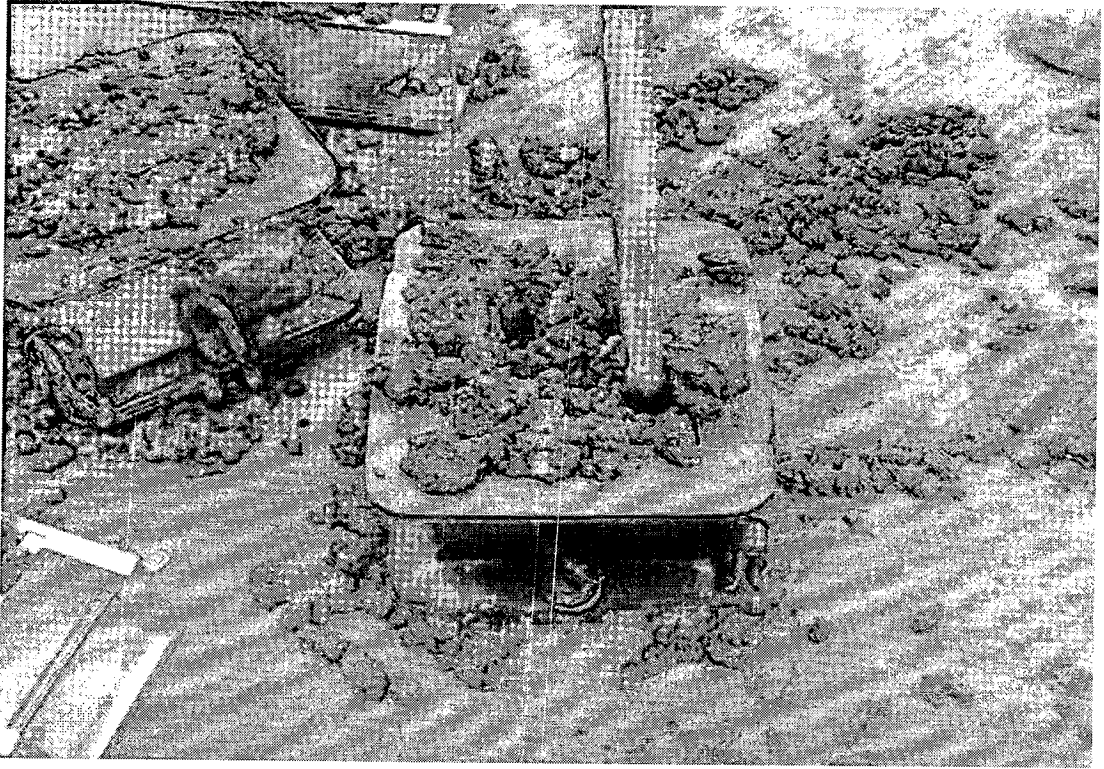
รูปที่ 3.7 การตากหินเพื่อควบคุมความชื้นวัสดุ



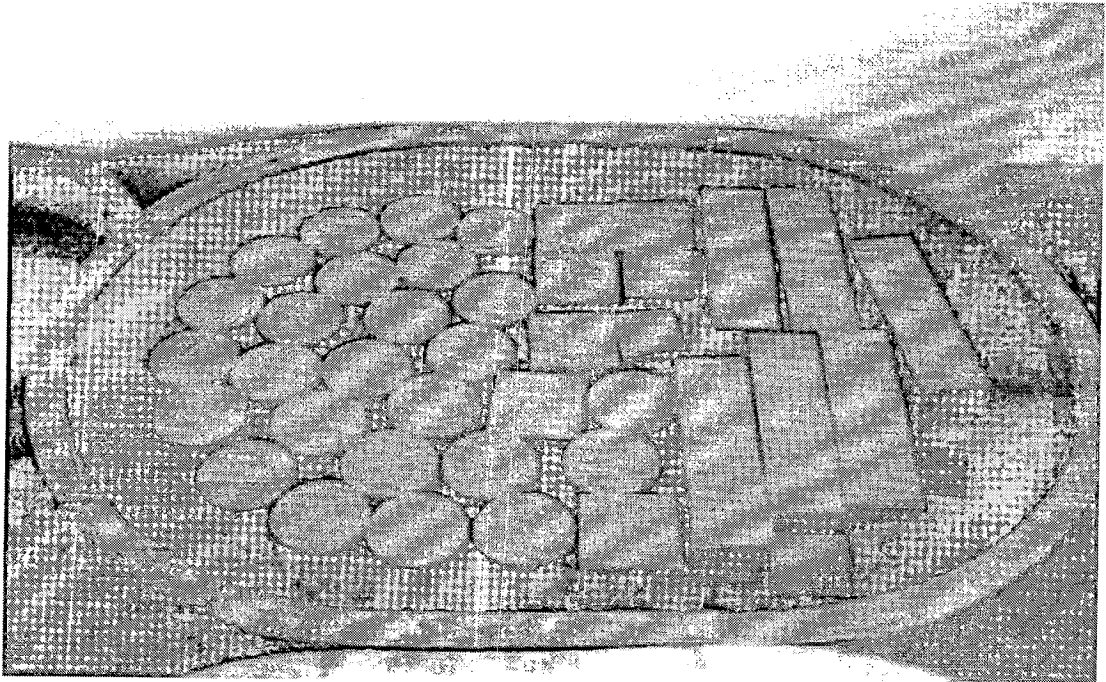
รูปที่ 3.8 การเตรียมแบบเพื่อเก็บตัวอย่างทดสอบ



รูปที่ 3.9 การผสมคอนกรีตที่ใช้ในงานวิจัย



รูปที่ 3.10 การเก็บตัวอย่างคอนกรีตในงานวิจัย



รูปที่ 3.11 การควบคุมหรือการบ่มคอนกรีต