



## การประยุกต์ใช้ยิปซัมในการผลิตบล็อกประสาน

### APPLIED OF GYPSUM IN THE INTERLOCK BLOCK PRODUCT

วุฒินัย กกกำแหง (Wutinai Kokkamhaeng)<sup>1</sup>

วิทยา วุฒิจำนำงค์ (Witaya Wudhichamnong)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>วิศวกรโยธา ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย wutinai@yahoo.co.uk

<sup>2</sup>ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย blockprasan@yahoo.com

**บทคัดย่อ :** ยิปซัมสังเคราะห์เป็นของเหลือทิ้งจากกระบวนการดักจับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในการผลิตไฟฟ้าจากน้ำมันดีเซล มีลักษณะเป็นผงมีความละเอียดสูง สีเทาขาว บล็อกประสานเป็นวัสดุหนึ่งในงานก่อสร้างผลิตจากการนำดินลูกรัง ผสมซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ และน้ำ นำมาอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแห้ง (Cinva Ram)

การรับกำลังอัดของบล็อกประสานจะขึ้นอยู่กับคุณภาพมวลรวม และปูนซีเมนต์ที่ใช้เป็นหลัก โดยมวลรวมที่มีขนาดละเอียดทำให้ความหนาแน่นต่อก่อนสูงส่งผลให้การรับกำลังอัดสูงตามไปด้วย การผสมยิปซัมลงในมวลรวมเป็นการเพิ่มมวลรวมละเอียดให้มากขึ้น ทำให้ความหนาแน่นต่อก่อนเพิ่มมากขึ้นการรับกำลังจึงสูงขึ้น ที่กำลังอัดเท่ากันการผสมยิปซัมจะทำให้ลดการใช้ปูนซีเมนต์ลงได้

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการผสมยิปซัมลงในมวลรวม 5% สามารถเพิ่มค่าการรับกำลังอัดของบล็อกประสานได้ดีที่สุด โดยเมื่อเทียบกับที่กำลังอัดเดียวกันการผสมยิปซัม 5% จะสามารถประหยัดปูนซีเมนต์ลงได้ประมาณ 10% คิดเป็นมูลค่าต่อก่อนประมาณ 0.20 บาท หรือประมาณ ร้อยละ 5 ของราคารวม ซึ่งในอุตสาหกรรมบล็อกประสานที่มีกำลังการผลิตสูงๆจะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มาก รวมทั้งยังเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์แทนการนำไปทิ้งอีกทางหนึ่งด้วย

**ABSTRACT:** Synthetic Gypsum is fine grey powder which is a by-product from Diesel Power Plant. Soil-cement block is made from lateritic soil mixed with Portland cement and water and then compressed by Cinva Ram.

Compressive strength of Soil-cement block depends on Portland cement and aggregate quality. Well grade aggregate can give the high density and high compressive strength. Adding gypsum as fine aggregate can reduce the amount of Portland cement used soil-cement block.

The research results showed that gypsum 5% by weight of aggregate was the best proportion that could reduce amount of Portland cement of 10 %. This resulted in production cost saving of about 0.20 baht per piece or about 5 % of total cost. This not only helps Soil-cement block factory to save production cost but also can reduce amount of waste from power plants.

**KEYWORDS :** Synthetic Gypsum, Gypsum, Soil-cement block, Interlocking block

## 1. บทนำ

บล็อกประสานเป็นวัสดุหนึ่งในงานก่อสร้าง โดยเน้นการใช้วัสดุหินในพื้นที่ เช่น ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆที่มีความเหมาะสม ผสมกับปูนซีเมนต์ และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม นำมาอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแห้ง (Cinva Ram) บ่มด้วยความชื้นไม่น้อยกว่า 7 วัน ให้บล็อกแข็งตัว จะได้บล็อกประสานที่มีความแข็งแรงสามารถนำมาใช้ในการก่อสร้างอาคารในระบบผนังรับน้ำหนัก หรือก่อสร้างเป็นถังเก็บน้ำได้อย่างรวดเร็ว สวยงามและประหยัด

ยิปซัมสังเคราะห์เป็นของเหลือทิ้งจากกระบวนการดักจับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในการผลิตไฟฟ้าจากน้ำมันดิเซล โดยใช้หินปูนมาบดให้ละเอียด ผสมน้ำแล้วฉีดให้เป็นฝอยทางช่องระบายไอเสียจากการเผาไหม้น้ำมันดิเซล ยิปซัมสังเคราะห์ที่ได้มีสีเทาขาว เป็นผงมีความละเอียดสูง จึงน่าจะใช้เป็นมวลรวมละเอียดเพื่อเพิ่มความหนาแน่นให้บล็อกประสาน ซึ่งจะส่งผลถึงความแข็งแรงของก้อนบล็อกประสานได้

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ความแข็งแรงของบล็อกประสาน

ความแข็งแรงของบล็อกประสานขึ้นอยู่กับคุณภาพมวลรวม ขนาดและปริมาณปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มวลรวมที่คุณภาพดี ทำให้ความสามารถในการรับกำลังสูงเนื่องจากความแข็งแรงของอนุภาคสูง ส่วนขนาดผลัดส่งผลถึงความหนาแน่นของบล็อกประสาน บล็อกประสานที่มีความหนาแน่นสูงมีแนวโน้มที่จะมีค่าการรับกำลังอัดสูงตามไปด้วย ปูนซีเมนต์มีหน้าที่หลักในการเชื่อมประสานอนุภาคต่างๆเข้าไว้ด้วยกัน แต่การผสมปูนซีเมนต์มากเกินไปทำให้เปลืองค่าใช้จ่ายสูงตามไปด้วย

ก้อนบล็อกประสานถึงแม้จะถูกอัดด้วยเครื่องอัดกำลังสูงแต่ก็ยังคงมีช่องว่างระหว่างอนุภาคอยู่ และการเชื่อมประสานด้วยซีเมนต์ไม่ได้เติมเต็มในช่องว่างของมวลดินดังเช่นคอนกรีต แต่เกิดการเชื่อมประสานกันที่จุดสัมผัส ดังนั้นการเพิ่มมวลรวมละเอียดเป็นการลดช่องว่างระหว่างอนุภาคทำให้ความหนาแน่นต่อก้อนสูงขึ้นส่งผลให้ความสามารถในการรับกำลังอัดเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย แต่การเพิ่มมวลรวมละเอียดมากเกินไปจะทำให้ความสามารถในการรับกำลังลดลงได้ เพราะมวลรวมหยาบส่วนที่เป็นส่วนรับกำลังถูกแทนที่ด้วยมวลละเอียดมากเกินไป

เท่ากัน และผลทดสอบที่ได้จากดินชนิดใดก็จะเป็นข้อสรุปได้ สำหรับดินประเภทนั้นเท่านั้น

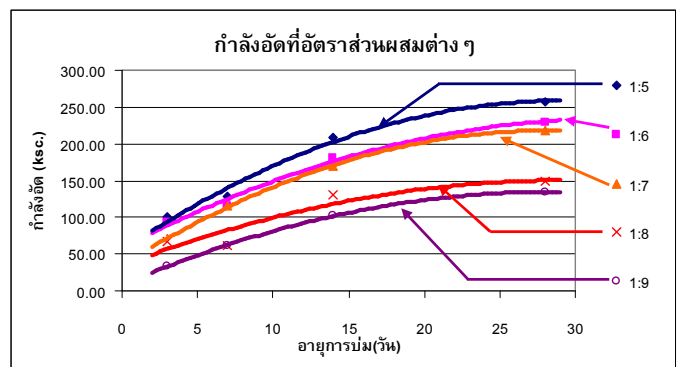
## 3. ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้จะใช้ดินลูกรังจากจังหวัดราชบุรีเมื่อนำมาทดสอบหาขนาดละเอียดวิธี ร่อนผ่านตะแกรง (Sieve Analysis) พบว่าจัดอยู่ในประเภทดินที่มีขนาดละเอียดจัดอยู่ในชั้นคุณภาพ A-2-4 เมื่อจำแนกตามระบบ AASHTO ในการทดสอบจะผสมซีเมนต์ต่อดินลูกรังที่อัตราส่วน 1:5, 1:6, 1:7, 1:8 และ 1:9 โดยน้ำหนัก ที่แต่ละอัตราส่วนผสมจะผสมยิปซัมสังเคราะห์ที่ปริมาณ 0%, 5%, 10% และ 15% โดยน้ำหนัก นำไปอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแห้ง (Cinva Ram) บ่มจนครบอายุ 28 วัน แล้วนำไปทดสอบหาค่าความต้านทานกำลังอัด (Compressive Strength) นำผลที่ได้มาศึกษาพฤติกรรมที่เกิดขึ้นเพื่อวิเคราะห์หาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดในการใช้งาน

## 4. ผลการศึกษา

### ผลของปริมาณซีเมนต์ต่อกำลังอัด

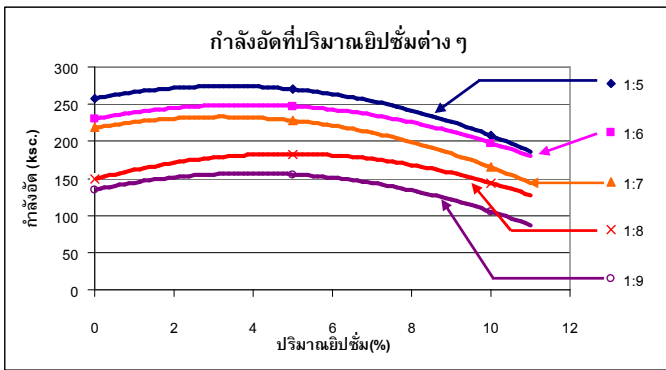
การผลิตบล็อกประสาน ความสามารถในการรับกำลังอัดของก้อนบล็อกประสานขึ้นอยู่กับปริมาณปูนซีเมนต์ และคุณภาพของวัสดุที่ใช้ โดยปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ผลิตมีผลอย่างมากต่อความสามารถในการรับกำลังอัดเพราะถ้าปูนซีเมนต์มากการเชื่อมประสานอนุภาคของวัสดุก็จะมีมากขึ้น ทัวถึงขึ้น ซึ่งจากผลการทดสอบแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าการใช้ปริมาณปูนซีเมนต์มากในการผลิตบล็อกประสาน ความสามารถในการรับกำลังอัดจะสูง และเมื่อลดปริมาณปูนซีเมนต์ลง ไปเรื่อยๆ ค่าความสามารถในการรับกำลังอัดก็จะลดลงตามไปด้วยที่ทุกอายุการบ่ม ในกรณีที่วัสดุหินที่ใช้เป็นวัสดุหินชนิดเดียวกันผลการทดสอบดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กำลังอัดก้อนบล็อกประสานที่อัตราส่วนผสมซีเมนต์ต่างๆ

**ผลของปริมาณยิปซั่มต่อกำลังอัด**

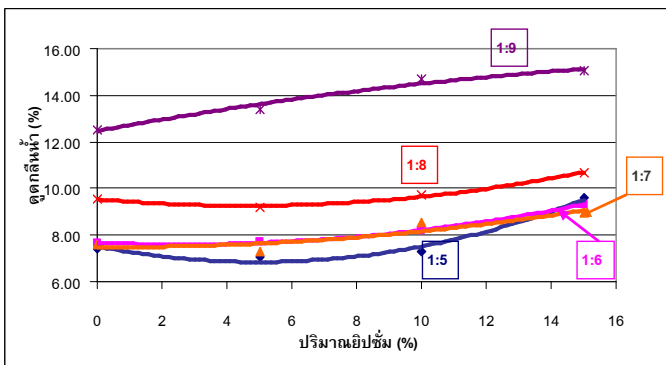
ภาพที่ 2 แสดงค่าความสามารถในการรับกำลังอัดของบล็อกประสานที่ผสมยิปซั่มสังเคราะห์ที่อัตราส่วนต่างๆกัน โดยค่ากำลังอัดบล็อกประสานที่ผสมยิปซั่มสังเคราะห์ประมาณ 4% - 5% โดยน้ำหนักจะมีความสามารถในการรับกำลังอัดสูงสุด โดยถ้าผสมยิปซั่มมากเกินไปค่าความสามารถในการรับกำลังอัดจะเริ่มลดลงไปเรื่อยๆตามปริมาณยิปซั่มที่ผสม ส่วนกรณีที่ไม่ผสมยิปซั่มเลย ค่ากำลังอัดจะต่ำกว่าการผสมยิปซั่ม 5% เล็กน้อย แต่ใกล้เคียงกับการผสมยิปซั่ม 10%



ภาพที่ 2 กำลังอัดก้อนบล็อกประสานที่ผสมยิปซั่มด้วยปริมาณต่างๆ

**ผลของปริมาณยิปซั่มต่อความชื้นได้ของน้ำ**

ภาพที่ 3 แสดงค่าการดูดกลืนน้ำของบล็อกประสานผสมยิปซั่มสังเคราะห์ที่อัตราส่วนต่างๆ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าการผสมยิปซั่มลงในส่วนผสมในปริมาณที่พอเหมาะทำให้ค่าการดูดกลืนน้ำลดลง แต่เมื่อผสมมากเกินไปค่าการดูดกลืนน้ำจะเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยตามปริมาณการผสมยิปซั่มลงในส่วนผสม แต่มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก



ภาพที่ 3 ค่าการดูดกลืนน้ำในบล็อกประสานผสมยิปซั่มที่ปริมาณยิปซั่มและอัตราส่วนผสมต่างๆ

ค่าการดูดกลืนน้ำของบล็อกประสานผสมยิปซั่มที่อัตราส่วนต่างๆมีค่าไม่เกิน 10% ที่อัตราส่วนซีเมนต์ต่อดินตั้งแต่ 1:5 จนถึง 1:8 ส่วนที่อัตราส่วน 1:9 ค่าการดูดกลืนน้ำยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือไม่เกิน 15%

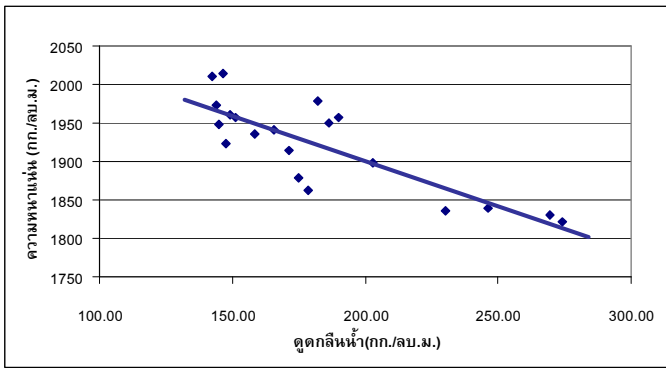
**วิเคราะห์ผลการทดสอบ**

**ความสามารถในการรับกำลัง** จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นชัดว่า การผสมยิปซั่มลงในมวลรวมสามารถเพิ่มความความสามารถในการรับกำลังอัดได้ โดยยิปซั่มจะเข้าไปแทรกตัวอยู่ในช่องว่างระหว่างอนุภาคของมวลรวม ทำให้ความหนาแน่นของก้อนบล็อกประสานเพิ่มมากขึ้น แต่ปริมาณยิปซั่มที่ผสมลงในมวลรวมจะต้องมีปริมาณที่พอเหมาะคือมีปริมาณเท่ากับอัตราส่วนช่องว่างในก้อนบล็อกประสานพอดี ดังนั้นการผสมยิปซั่มลงในมวลรวมต่างชนิดกันจึงมีปริมาณไม่เท่ากัน

การผสมยิปซั่มมากเกินไปทำให้มวลละเอียดมีมากเกินไปส่งผลให้การขัดตัวกันของมวลรวมที่มีขนาดใหญ่กว่าซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการรับกำลังอัดลดลง ทำให้ความสามารถในการรับกำลังของก้อนบล็อกประสานลดลง ส่วนการผสมยิปซั่มน้อยเกินไปทำให้ช่องว่างระหว่างเม็ดดินมีมากความหนาแน่นของก้อนบล็อกประสานจะน้อยกว่าการผสมยิปซั่มด้วยปริมาณที่พอเหมาะ ทำให้ความสามารถในการรับกำลังอัดน้อยกว่า

**ความชื้นได้ของน้ำ** จากผลการทดสอบค่าการดูดกลืนน้ำพบว่าเมื่อผสมยิปซั่มที่ปริมาณ 5% ค่าการดูดกลืนน้ำของบล็อกประสานจะมีค่าต่ำสุดเนื่องจากยิปซั่มที่ผสมจะแทรกตัวอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดินทำให้ความหนาแน่นของก้อนบล็อกประสานมีมากขึ้น น้ำจึงไหลซึมเข้าไปในก้อนบล็อกได้ยากขึ้นและมีช่องว่างให้น้ำไหลเข้าไปน้อยลง ทำให้ค่าการดูดกลืนน้ำต่ำ แต่เมื่อผสมยิปซั่มมากขึ้นเรื่อยๆ ยิปซั่มส่วนเกินจะทำให้เม็ดดินไม่เบียดชิดกันเหมือนเดิม ช่องว่างระหว่างเม็ดดินจึงมีมากขึ้น ทำให้น้ำไหลซึมเข้าไปในก้อนบล็อกประสานได้ง่ายขึ้นเพราะมีช่องว่างมาก ค่าการดูดกลืนน้ำจึงสูงขึ้นด้วย

รูปที่ 4 แสดงค่าการดูดกลืนน้ำเทียบกับค่าความหนาแน่นของก้อนบล็อกประสาน พบว่าค่าการดูดกลืนน้ำของบล็อกประสานจะขึ้นอยู่กับค่าความหนาแน่นของบล็อกประสาน คือถ้าก้อนบล็อกประสานยังมีความหนาแน่นมากขึ้นเท่าไร อัตราการดูดกลืนน้ำก็จะยิ่งลดต่ำลงเท่านั้น



ภาพที่ 4 ค่าการดูดกลืนน้ำต่อความหนาแน่นในบล็อกประสาณที่อัตราส่วนต่าง ๆ

**เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อก้อน** จากผลการทดสอบทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าที่กำลังอัดเท่าๆกัน การผสมยิปซั่มสังเคราะห์ด้วยปริมาณ 5% โดยน้ำหนักจะสามารถลดปริมาณปูนซีเมนต์ได้ประมาณ 1 อัตราส่วน ในการผลิตบล็อกประสาณโดยทั่วไปจะผลิตที่อัตราส่วนผสมประมาณ 1:7 ซึ่งถ้าสามารถลดอัตราส่วนผสมไปได้ที่ 1:8 จะทำให้ประหยัดปูนซีเมนต์ได้ประมาณ 10% คิดเป็นมูลค่าซีเมนต์ต่อก้อนประมาณ 0.20 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 5 ของราคารวม

## 5. สรุปผลการศึกษา

กำลังอัดของบล็อกประสาณขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัตถุดิบ และปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผสม

ถ้าใช้วัตถุดิบที่มีชั้นคุณภาพใกล้เคียงกันในการผลิตบล็อกประสาณกำลังรับแรงอัดจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของปูนซีเมนต์ที่ผสมในส่วนผสม

ในงานวิจัยนี้ปริมาณยิปซั่มที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้ผสมวัตถุดิบในการผลิตบล็อกประสาณคือที่ปริมาณ 5% โดยน้ำหนัก แต่ถ้าเปลี่ยนเป็นวัตถุดิบชนิดอื่นๆ ปริมาณยิปซั่มที่ใช้อาจจะไม่เท่ากัน

เมื่อเปรียบเทียบที่กำลังอัดเท่าๆกัน การผสมยิปซั่ม 5% โดยน้ำหนักลงในส่วนผสมจะสามารถลดปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ผลิตบล็อกประสาณลงได้ประมาณหนึ่งอัตราส่วน ทำให้ประหยัดปูนซีเมนต์ได้ประมาณ 10% หรือคิดเป็นร้อยละ 5 ของราคารวมทั้งหมด

ค่าการดูดกลืนน้ำของบล็อกประสาณในงานวิจัยนี้จะมีค่าต่ำที่สุดเมื่อผสมยิปซั่มลงในวัตถุดิบ 5% โดยน้ำหนัก และเมื่อผสมยิปซั่มเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ค่าการดูดกลืนน้ำก็จะยิ่งเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่รับได้ คือค่าการดูดกลืนน้ำยังคงต่ำกว่าร้อยละ 15 ส่วนในกรณีที่ไม่ผสมยิปซั่มเลย ค่าการดูดกลืนน้ำจะใกล้เคียงกับการผสมยิปซั่ม 10%

เมื่อเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนน้ำต่อความหนาแน่นพบว่า ยิ่งบล็อกประสาณมีความหนาแน่นมากขึ้นเท่าไรค่าการดูดกลืนน้ำก็จะยิ่งลดต่ำลงเรื่อยๆ

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ทางทีมผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท ผลิตไฟฟ้าราชบุรี จำกัด ที่ได้ให้เข้าเยี่ยมชมที่มาของวัสดุ และให้ตัวอย่างยิปซั่มที่ใช้ในงานวิจัย ขอขอบคุณ ดร.พิสิทธิ์ ชันดีวัฒนะกุล สำหรับคำแนะนำต่างๆ และท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ร่วมงานในสถาบันฯทุกๆท่านที่ทำให้งานวิจัยนี้ลุล่วงไปด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

- [1] สุรฉัตร สัมพันธ์รักษ์, 2540. วิศวกรรมปฐพี.1.
- [2] สุกกิจ นนทนนันท์, เอกสารประกอบการสอน. การปรับปรุงคุณภาพดิน.
- [3] วิทยา วุฒิจำนงค์, 2550. เทคโนโลยีบล็อกประสาณ และโอกาสทางธุรกิจ, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

## เกี่ยวกับผู้เขียน

นายวุฒินัย กักแหง เกิดเมื่อ วันที่ 16 มีนาคม 2517

จบการศึกษาหลักสูตร วศ.บ. สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยรังสิต ปี 2540

จบการศึกษาหลักสูตร วศ.ม. สาขาวิศวกรรมโยธา(ปฐพีกลศาสตร์) มหาวิทยาลัยรังสิต ปี2548

ปัจจุบันทำงานในตำแหน่ง วิศวกรโยธา ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย