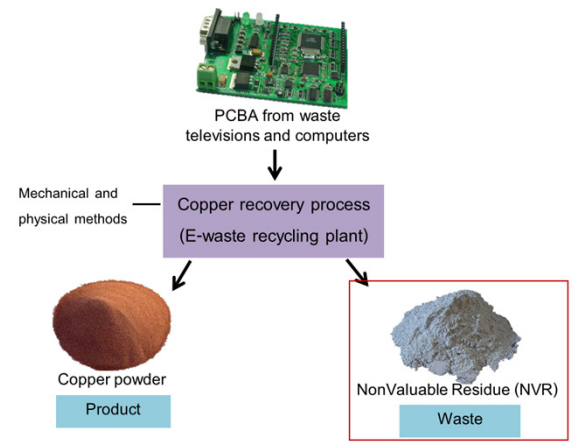


## การปรับเสถียรและการทำเป็นก้อนแข็งของส่วนที่เหลือจากขยะแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์

### ของเสียจากแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ PCBA

- กระบวนการนำกลับคืนโลหะมีค่า เช่น ทองแดง ออกจากแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ชนิดที่มีองค์ประกอบที่เรียกว่า "Printed Circuit Board Assembly (PCBA)" ก่อให้เกิดของเสียใหม่ขึ้นมา ซึ่งในการศึกษานี้เรียกว่า "Nonvaluable residue (NVR)"
- ของเสียนี้มีการปนเปื้อนของโลหะหนักอยู่ค่อนข้างสูง และไม่สามารถนำมารีไซเคิลเป็นผลิตภัณฑ์ได้ จึงต้องนำไปกำจัดโดยการฝังกลบอย่างปลอดภัย (Secure landfill)
- วิธีการปรับเสถียรและการทำเป็นก้อนแข็งถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณลักษณะของของเสีย ก่อนที่จะส่งไปกำจัดโดยการฝังกลบอย่างปลอดภัย
- ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการปรับเสถียรและการทำเป็นก้อนแข็งโดยใช้ซีเมนต์เป็นวัสดุยึดประสานในการตรึงโลหะหนักที่อยู่ในส่วนที่เหลือ (NVR) จากแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ PCBA



### วัสดุและวิธีการทดลอง

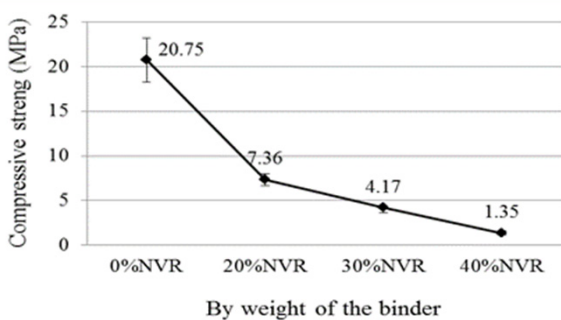
#### การเตรียมตัวอย่าง

ส่วนผสม	ระยะเวลาก่อตัว	ระยะเวลาบ่ม	การทดสอบ
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ แทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยผง NVR ร้อยละ 0, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนักวัสดุประสาน</li> <li>■ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.75</li> <li>■ อัตราส่วนทรายต่อซีเมนต์ 2.75</li> </ul>	■ 24 ชั่วโมง	■ 28 วัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ กำลังรับแรงอัด</li> <li>■ ความสามารถในการชะละลาย (TCLP)</li> <li>■ X-Ray diffraction (XRD)</li> <li>■ Scanning electron microscopy (SEM)</li> </ul>

### ผลการศึกษา

● ผง NVR จากซากแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ PCBA เข้าข่ายเป็นของเสียอันตรายตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548 เนื่องจากมีปริมาณตะกั่ว ทองแดง และพลวงเกินค่ามาตรฐาน

● ค่ากำลังรับแรงอัดของทุกก้อนแข็งผสมผง NVR ที่อายุการบ่ม 28 วันมีค่าสูงกว่าที่ U.S.EPA กำหนด 0.35 MPa ซึ่งเป็นกำลังรับแรงอัดที่มีความปลอดภัยสำหรับก้อนแข็งผสมของเสียที่จะฝังกลบในหลุมฝังกลบขยะ



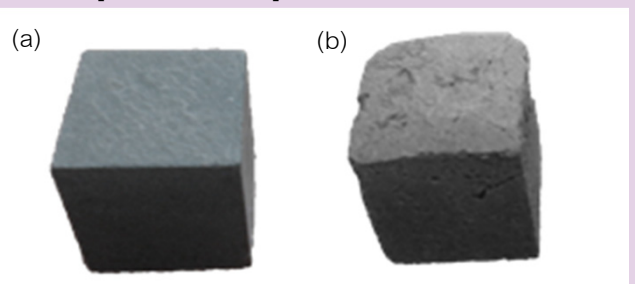
รูปที่ 1 ค่าเฉลี่ยกำลังรับแรงอัดของก้อนแข็งที่ผสมผง NVR จาก PCBA และ Blank

● ความเข้มข้นของโลหะหนักที่วิเคราะห์ด้วยวิธี TCLP จากทุกก้อนตัวอย่างที่ผสมผง NVR มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดโดย U.S.EPA

#### ตารางที่ 1 ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำชะ TCLP

ตัวอย่าง	ความเข้มข้น (mg/L)		
	Pb	Cu*	Sb*
Regulatory limit	5	-	-
Blank	ND	0.13	ND
20%NVR	0.20	0.60	0.24
30%NVR	0.71	1.26	0.27
40%NVR	0.11	2.26	0.14

● ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่ากระบวนการปรับเสถียรและการทำเป็นก้อนแข็งโดยใช้ซีเมนต์มีประสิทธิภาพในการจำกัดการเคลื่อนที่ของโลหะหนักที่อยู่ในผง NVR ออกสู่สิ่งแวดล้อมได้



รูปที่ 2 ก้อนตัวอย่าง (a) ตัวอย่างที่ไม่มีผง NVR และ (b) ตัวอย่างที่ผสมผง NVR