

ผลของการเก็บรักษาผงยิปซัมปลาสเตอร์ต่อสมบัติเชิงกลของแบบหล่อปูนปลาสเตอร์

Effect of Storage Conditions of Gypsum Plaster Powder on Mechanical Properties of Plaster Cast

จรรยา ชื่นอารมณ^{1*}
Chanya Chuenarrom^{1*}

บทคัดย่อ

นำผงยิปซัมปลาสเตอร์ผสมกับน้ำ ที่อัตราส่วนผงต่อน้ำเท่ากับ 10:7 เพื่อทดสอบระยะเวลาก่อตัว และทำเป็นชิ้นทดสอบแบบหล่อปูนรูปร่างต่างๆ เพื่อทดสอบแรงอัด โมดูลัสยืดหยุ่น แรงดึงผ่านศูนย์กลาง แรงคดโค้งและแรงกระแทก เพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิง แล้วนำผงยิปซัมปลาสเตอร์ที่เหลือมาเก็บใน 1) ภาชนะที่ปิดฝาไม่สนิท 2) ภาชนะปิดฝาแน่นสนิท และ 3) ภาชนะบรรจุซิลิกาเจลที่ปิดฝาแน่นสนิท เป็นเวลา 60 วัน ก่อนนำมาทำเป็นแบบหล่อปูนเพื่อทดสอบระยะเวลาก่อตัวและสมบัติเชิงกลเช่นเดียวกับที่ทดสอบในตัวอย่างอ้างอิง พบว่าการเก็บรักษาผงยิปซัมปลาสเตอร์เป็นเวลา 60 วัน ในภาชนะที่ควบคุมไม่ให้อากาศผ่านเข้าออก มีผลทำให้ระยะเวลาก่อตัวของปูนเหลวช้าลง และแรงอัดของแบบหล่อปูนมีค่ามากกว่าแรงอัดของแบบหล่อปูนจากผงยิปซัมปลาสเตอร์ที่เก็บในภาชนะปิดฝาไม่สนิท แต่การเก็บผงยิปซัมปลาสเตอร์ในภาชนะที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อแรงดึงผ่านศูนย์กลาง แรงคดโค้งและแรงกระแทกของแบบหล่อปูน

คำสำคัญ : ผงยิปซัมปลาสเตอร์ แบบหล่อปูน สมบัติเชิงกล สภาวะการเก็บรักษา

Abstract

Gypsum plaster powder and water have to be mixed in the ratio 10:7. The setting time of plaster paste was measured. Gypsum casts in different shapes were prepared as references for measurement of compressive strength, modulus of elasticity, diametral tensile strength, flexural strength and impact strength. Batch of this gypsum plaster powder was stored for a period of 60 days in 3 different plastic boxes, 1) open box 2) close box, and 3) close box with silica gel. The stored gypsum plaster powder was mixed with water to test the setting time and mechanical properties similar to the reference gypsum cast. The results showed that gypsum cast prepared from gypsum plaster powder in close box had more setting time, higher compressive strength and higher modulus of elasticity than gypsum cast

¹นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90110

*Corresponding author : E-mail : chanya.ch@psu.ac.th Tel. 074-287562

จากงานประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 21 ประจำปี 2554

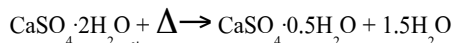
prepared from gypsum plaster powder in open box. However the diametral tensile strength, flexural strength, and impact strength were not different among 3 groups of gypsum casts which prepared from gypsum plaster powder in the different storage containers.

Keywords : Gypsum Plaster Powder, Gypsum Cast, Mechanical Property, Storage Condition

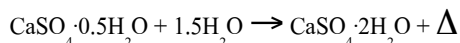
บทนำ

ปูนปลาสเตอร์ (Plaster of Paris) มีชื่อเรียกทางเคมีว่าแคลเซียมซัลเฟตเฮมิไฮเดรต (Calcium sulfate hemihydrate, $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$) เป็นวัสดุที่มีการนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางทั้งในอุตสาหกรรมก่อสร้าง เครื่องประดับ การแพทย์ทันตกรรม และงานทั่วไป เนื่องจากเป็นวัสดุที่หาซื้อง่าย ใช้งานสะดวก และสามารถแข็งตัวได้ตามรูปร่างแม่พิมพ์ที่ใช้ โดยมีการเปลี่ยนแปลงขนาดน้อยมาก

ผงยิปซัมปลาสเตอร์ได้จากการนำแร่หินยิปซัม (gypsum rock) ที่มีชื่อเรียกทางเคมีว่าแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรต (Calcium sulfate dihydrate, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ในธรรมชาติ มาให้ความร้อนเพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีจากไดไฮเดรตเป็นเฮมิไฮเดรต ดังสมการ



เมื่อนำเฮมิไฮเดรตไปใช้งานโดยผสมกับน้ำ จะทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับพร้อมปลดปล่อยพลังงานความร้อนออกมา เกิดเป็นผลึกรูปเข็มของยิปซัมและกลายเป็นก้อนแข็งอีกครั้ง ดังนี้



สมบัติทั่วไปของปูนปลาสเตอร์ คือ ระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้น (initial setting time) จากปูนเหลวเป็นปูนแข็งใช้เวลาประมาณ 6-30 นาที [1] ซึ่งเพียงพอที่ปูนเหลวจะไหลตัวเต็มแบบพิมพ์ได้อย่างอิสระ ปูนปลาสเตอร์ที่ได้มีความแข็งแรงและผิวหน้าเรียบ จึงสามารถเก็บรายละเอียดต่างๆ ของต้นแบบได้ดี และมีราคาถูก นอกจากนั้นสามารถปรับปรุงสมบัติของปูนปลาสเตอร์ให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น เพิ่มระยะเวลาการก่อตัวให้นานขึ้นโดยใช้สารหน่วงเวลา ประเภทสารละลายกรดคาร์บอกซิลิก จะช่วยยืดเวลาไม่ให้ปูนเหลวก่อตัวเร็วเกินไป หรือใช้สารละลาย เช่น โซเดียมซัลเฟต หรือเกลือโซเดียมคลอไรด์ เป็นสารเร่ง เพื่อให้ปูนเหลวก่อตัวแข็งเร็วขึ้น การเพิ่มกลสมบัติก็สามารถทำได้โดยปรับอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ผสมผงยิปซัมปลาสเตอร์ให้น้อยลงเป็นต้น อย่างไรก็ตาม ความไม่สม่ำเสมอของผงยิปซัมปลาสเตอร์ที่เกิดจากบริษัทผู้ผลิต อาจมีผลทำให้สมบัติของปูนปลาสเตอร์เปลี่ยนแปลงและมีค่าแตกต่างจากค่าที่ต้องการได้ และยังมีปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติของปูนปลาสเตอร์ที่มีการศึกษาก่อนหน้านี้ คือ สภาวะการเก็บรักษา โดย Cubbon และ Walker [2] ได้ศึกษาค่าการไหลตัวของปูนปลาสเตอร์ พบว่า การเก็บผงยิปซัมปลาสเตอร์ไว้ในถุงที่ปิดสนิท ทำให้ปูนเหลวไหลตัวได้ดีกว่าปูนเหลวที่เตรียมจากผงยิปซัมปลาสเตอร์ที่เก็บในถุงที่เปิดทิ้งไว้ (30 วัน) ดังนั้นสภาวะการเก็บรักษาในสภาพที่มีความชื้นของอากาศสูง จึงอาจมีผลกระทบต่อกลสมบัติหรือความแข็งแรงของปูนปลาสเตอร์ได้เช่นกัน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ ศึกษาผลของสภาวะการเก็บรักษาผงยิปซัมปลาสเตอร์ในภาชนะปิดและภาชนะเปิด ที่มีต่อสมบัติเชิงกลของแบบหล่อปูนปลาสเตอร์

วิธีการวิจัย

นำผงยิปซัมพลาสติกชนิดใช้งานทั่วไป (ผู้ผลิต หจก. สยามยิปซัมพลาสติก) ที่เพิ่งเปิดถุงใช้งาน มาผสมกับน้ำในอัตราส่วน ผงปูน : น้ำ = 10 : 7 ในถ้วยยาง ใช้พายกววนจนผงปูนและน้ำเข้ากันเป็นปูนเหลว ใช้เวลาประมาณ 1 นาที เทส่วนผสมที่ได้ลงในแบบพิมพ์เพื่อทดสอบระยะเวลาการก่อตัว หรือหล่อเป็นแบบหล่อปูนเพื่อทดสอบค่าเชิงกล ดังนี้คือ แรงอัด (compressive strength) โมดูลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity) แรงดึงผ่านศูนย์กลาง (diametral tensile strength) แรงดัดโค้ง (flexural strength) และแรงกระแทก (impact strength) ผลทดสอบที่ได้กำหนดให้เป็นค่าอ้างอิง (reference) เพื่อใช้เปรียบเทียบกับผงยิปซัมพลาสติกที่นำไปเก็บรักษาเป็นเวลา 60 วัน

นำผงยิปซัมพลาสติกที่เหลือมาเก็บในกล่องพลาสติกที่สามารถผนึกฝาปิดชนิดป้องกันอากาศเข้า (Super Lock, Micronware, ผู้ผลิต บริษัทเจซีพีพลาสติก จำกัด, ประเทศไทย) ขนาด 12 x 8 x 5 นิ้ว จำนวน 3 กล่อง กล่อง ละ 2 กิโลกรัม กำหนดสภาวะการเก็บรักษาผงยิปซัมพลาสติก เป็นเวลา 60 วัน ดังนี้ กล่องที่ 1 ปิดฝาไม่สนิท (open box, OB) กล่องที่ 2 ผนึกฝาปิดสนิท (close box, CB) และกล่องที่ 3 ผนึกฝาปิดสนิทและใส่ถ้วยบรรจุเม็ดซิลิกาเจลไว้ภายในกล่อง (close box with silica gel bead, CB-S) หลังจากเก็บผงยิปซัมพลาสติกครบ 60 วัน แล้วนำผงยิปซัมพลาสติกมาผสมน้ำเตรียมเป็นแบบหล่อปูนเพื่อทดสอบค่าเชิงกลเช่นเดียวกับการทดสอบปูนพลาสติกที่เพิ่งเปิดใช้งาน

การวิจัยนี้ดำเนินการที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ระหว่างเดือน พฤศจิกายน พ.ศ.2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2553

การทดสอบระยะเวลาก่อตัว

ผสมผงยิปซัมพลาสติกกับน้ำตามอัตราส่วนที่กำหนด จับเวลาตั้งแต่เริ่มผสม เทปูนเหลวลงในแบบพิมพ์ท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มม. สูง 30 มม. ทดสอบระยะเวลาการก่อตัวโดยใช้เครื่องไวเคท (Vicat apparatus, Matest, Matest S.p.A., Italy) ปลดเข็มไวเคทที่มีน้ำหนัก 300 กรัม ลงบนปูนพลาสติกจนเข็มไวเคทไม่สามารถทะลุผ่านปูนได้ตลอด บันทึกเวลาที่ใช้ ผสมผงยิปซัมพลาสติกกับน้ำอีก 2 ครั้ง ทดสอบซ้ำ เพื่อหาค่าเฉลี่ยของระยะเวลาก่อตัว

การทดสอบสมบัติเชิงกล

เตรียมชิ้นทดสอบแบบหล่อปูน 20 ชิ้น ต่อการทดสอบสมบัติเชิงกลแต่ละค่า โดยผสมผงยิปซัมพลาสติกกับน้ำตามอัตราส่วนที่กำหนด เทปูนเหลวลงในแม่พิมพ์ซิลิโคนขนาดต่างๆ กัน เพื่อให้ได้ 1) ชิ้นทดสอบแรงอัดรูปปริซึมสี่เหลี่ยมหน้าตัดขนาด 10 x 10 x 20 มิลลิเมตร 2) ชิ้นทดสอบแรงดึงแบบผ่านศูนย์กลางรูปกลมแบน ขนาด 12 x 4 มิลลิเมตร 3) ชิ้นทดสอบแรงดัดโค้งรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 12 x 8 x 65 มิลลิเมตร และ 4) ชิ้นทดสอบแรงกระแทกรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 12 x 8 x 127 มิลลิเมตร หล่อแบบทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง ก่อนแกะขึ้นแบบหล่อปูนออกจากแม่พิมพ์ เก็บชิ้นทดสอบแบบหล่อปูนที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 วัน และ 7 วัน ก่อนนำไปทดสอบสมบัติเชิงกล ดังนี้

ใช้เครื่องทดสอบแรงอเนกประสงค์ (Universal testing machine, Lloyd-LRX plus, Lloyd Instruments LTD, UK) ทดสอบแรงอัดด้วยความเร็ว 1.0 มม./นาที บันทึกค่าแรงสูงสุดที่ทำให้ชิ้นทดสอบแตกหัก เพื่อนำไปคำนวณค่าความเค้นแรงอัด จากสมการ $S = F/A$ เมื่อ S คือ ความเค้นอัด F คือแรงสูงสุดที่ทำให้ชิ้นทดสอบแตกหัก และ A คือพื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบ

จากงานประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 21 ประจำปี 2554

การทดสอบแรงดึงผ่านศูนย์กลางด้วยเครื่องทดสอบแรงเอกประสงค์ ใช้ความเร็ว 1.0 มม./นาที กดแรงลงบนชิ้นทดสอบจนชิ้นทดสอบแตกหักแบบผ่านศูนย์กลาง บันทึกค่าแรงสูงสุดเพื่อนำไปคำนวณค่าความเค้นแรงดึงผ่านศูนย์กลางจากสมการ $DTS = 2P/(T\pi)D$ เมื่อ DTS คือ ความเค้นแรงดึงผ่านศูนย์กลาง P คือแรงสูงสุดที่ทำให้ชิ้นทดสอบแตกหัก T คือความหนาของชิ้นทดสอบ และ D คือความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นทดสอบ

การทดสอบแรงดัดโค้ง ใช้วิธีดัดโค้งแบบสามจุด (3 points bending test) ด้วยเครื่องทดสอบแรงเอกประสงค์ ใช้ความเร็ว 10.0 มม./นาที กดแรงลงบนตรงกลางชิ้นทดสอบที่วางอยู่บนเสารับ (support span) ที่มีระยะห่าง 50 มม. ชิ้นทดสอบแตกหักบริเวณกึ่งกลาง บันทึกค่าแรงสูงสุดเพื่อนำไปคำนวณค่าความเค้นดัดโค้ง จากสมการ $S = 2PL/3bd^2$ เมื่อ S คือ ความเค้นแรงดัดโค้ง P คือแรงสูงสุดที่ทำให้ชิ้นทดสอบแตกหัก L คือ ระยะห่างระหว่างเสารับชิ้นทดสอบ b คือความกว้างของชิ้นทดสอบ และ d คือความหนาของชิ้นทดสอบ

การทดสอบแรงกระแทกแบบชาร์ปี (Charpy impact test) นำชิ้นทดสอบไปบดตรงกึ่งกลางเป็นรูปตัววี ตามมาตรฐาน ASTM D-256 ด้วยเครื่องตัดร่องบากรูปตัววี (V-notching cutter) ก่อนนำไปทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงกระแทก (Impact tester, TMI model 52004, Testing Machine Inc., USA) บันทึกค่าพลังงานกระแทกที่ทำให้ชิ้นทดสอบแตกหัก

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำผลการทดสอบสมบัติเชิงกลแต่ละค่าของแบบหล่อปูนวันที่ 7 ที่เตรียมจากอิมพัลลาสเตอร์ที่มีการเก็บรักษาแตกต่างกัน มาเปรียบเทียบทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way Analysis of Variance) และทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (Multiple comparison) ด้วยวิธี TUKEY (Tukey's "honestly significant difference") ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ ดำเนินการระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2553 ซึ่งคาดว่าสภาพอากาศน่าจะส่งผลต่อการเก็บรักษาปูนปลาสเตอร์มากที่สุด เนื่องจากเป็นช่วงที่อากาศในภาคใต้มีความชื้นสูง ข้อมูลของศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก จังหวัดสงขลา [3] รายงานความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%) ของจังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2553 มีค่าเท่ากับ 71.80% และความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดอยู่ที่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 มีค่าเท่ากับ 86.59% และ 85.75% ตามลำดับ ความชื้นสัมพัทธ์ระดับนี้จึงน่าจะมีผลต่อสมบัติของปูนปลาสเตอร์ เพราะจากรายงานวิจัยของ Torrance และ Darvell [4] ที่อ้างถึงคำกล่าวที่ว่าสามารถเก็บรักษาผงอิมพัลลาสเตอร์ได้อย่างปลอดภัยที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 70 % แต่การศึกษาของ Torrance และ Darvell พบว่า ควรระบุจุดวิกฤติที่ทำให้ปูนปลาสเตอร์ก่อตัวเร็วขึ้น ที่อุณหภูมิ 23°C และความดันไอน้ำมากกว่า 2.3 kPa และขณะที่ Chana และ Darvell [5] พบว่าที่อุณหภูมิ 35 องศาและความชื้นสัมพัทธ์ 98% เป็นเวลา 1 เดือน ทำให้ปูนปลาสเตอร์มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นประมาณ 18-19% และที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 70 % ก็ไม่ได้เป็นระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่สามารถเก็บผงอิมพัลลาสเตอร์ได้โดยไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ

แต่การที่ปูนปลาสเตอร์มีราคาถูก เมื่อนำมาใช้งาน ผู้ใช้จะเก็บผงยิปซัมพลาสติกโดยวิธีง่ายๆ เช่น เทใส่ถังพลาสติก แล้วปิดฝาโดยไม่ผนึก แม้จะมีคำเตือนเกี่ยวกับการเสีสภาพของผงยิปซัมพลาสติกหากสัมผัสผิวหนังชั้นสูง ก็ยังเป็นเรื่องยากที่ผู้ใช้จะจัดหาภาชนะที่สามารถควบคุมความชื้นมาบรรจุผงยิปซัมพลาสติก ดังนั้นการศึกษานี้จึงใช้วิธีควบคุมความชื้นที่ทำได้ง่ายในภาชนะพลาสติกที่สามารถผนึกฝาปิดชนิดป้องกันอากาศเข้า ซึ่งหาซื้อได้ทั่วไปในท้องตลาด และอีกวิธีหนึ่งคือการใส่ซิลิกาเจลลงในภาชนะพลาสติกที่สามารถผนึกฝาปิดชนิดป้องกันอากาศเข้าเพื่อลดความชื้นที่อาจเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 1 แสดงระยะเวลาก่อตัวของปูนปลาสเตอร์ก่อนและหลังการทดลอง ก่อนเริ่มการทดลอง นำผงยิปซัมพลาสติกใหม่ที่เพิ่งเปิดใช้ (Reference) มาทดสอบระยะเวลาก่อตัว พบว่าใช้เวลา 10 นาที เพื่อเปลี่ยนสภาพจากปูนเหลวเป็นก้อนปูนแข็ง และหลังจากเก็บผงปูนในภาชนะที่ปิดฝาไม่สนิท (OB) เป็นเวลา 60 วัน ระยะเวลาก่อตัวของปูนเหลวยังคงมีค่าเท่าเดิม คือ 10 นาที แต่การเก็บในภาชนะปิดสนิท (CB และ CB-S) ทำให้ระยะเวลาการก่อตัวของปูนเพิ่มขึ้นเป็น 13 นาที ปัจจัยที่เกี่ยวข้องคาดว่าน่าจะเกิดจากภาชนะที่ใช้บรรจุปูน เพราะปูนปลาสเตอร์ก่อนนำมาทดลองบรรจุอยู่ในถุงกระดาษ ซึ่งไม่สามารถควบคุมความชื้นได้ดี ทำให้ความชื้นภายในถุงและความชื้นอากาศภายนอกน่าจะอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน จะเห็นได้จากเวลาที่วัด setting time เมื่อเปิดถุงได้ 10 นาที และเมื่อจัดเก็บแบบปิดฝาลง (OB) ทิ้งไว้ 60 วัน ค่า setting time ยังคงเท่าเดิมที่ 10 นาที ขณะที่ เมื่อนำมาจัดเก็บในกล่องพลาสติกปิดฝาแน่นสนิท (CB) ความชื้นจากภายนอกไม่สามารถหมุนเวียนเข้าไปในกล่องพลาสติกได้ จึงเป็นไปได้ที่อากาศในกล่องจะมีความแห้งมากกว่าการตั้งปูนทิ้งไว้กับอากาศเปิด ทำให้ผงปูนมีความแห้งมากกว่า จึงใช้เวลาในการก่อตัวนานกว่าเล็กน้อย

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า การเก็บผงยิปซัมพลาสติกในภาชนะที่ปิดฝาไม่สนิท เป็นเวลา 2 เดือนในสภาพอากาศความชื้นสูงของภาคใต้ ยังไม่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาการก่อตัวของปูนปลาสเตอร์ อย่างไรก็ตามระยะเวลาก่อตัวอาจลดลงได้ถ้ายังเก็บรักษาปูนในสภาพเดิมต่อเนื่องนานกว่า 2 เดือน เนื่องจากปูนปลาสเตอร์ที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูงเป็นเวลานาน จะมีไอน้ำในอากาศมาจับตัวกับแคลเซียมซัลเฟตไฮเดรตบางส่วนเกิดเป็นไดไฮเดรต ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นนิวเคลียสในการเติบโตของผลึก ทำให้ปูนเหลวก่อตัวเร็วขึ้น ขณะที่การเก็บปูนปลาสเตอร์ในภาชนะปิดสนิท (CB และ CB-S) เป็นเวลา 2 เดือน มีแนวโน้มทำให้ปูนก่อตัวช้ากว่าการเก็บในภาชนะที่ปิดฝาไม่สนิท การเปลี่ยนแปลงระยะเวลาก่อตัวของปูนปลาสเตอร์จึงขึ้นกับทั้งระยะเวลาและสภาวะในการเก็บรักษา

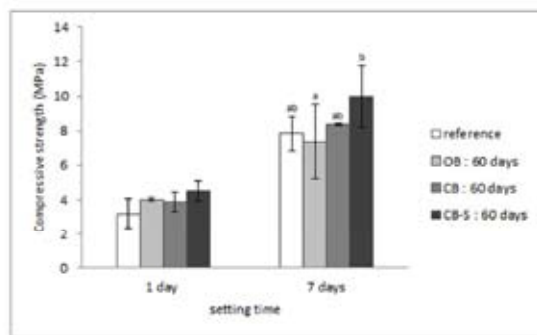
ตารางที่ 1 ระยะเวลาก่อตัวของปูนปลาสเตอร์ ก่อนและหลังการเก็บรักษาที่สภาวะต่างๆ (OB = Open box, CB = Close box, CB-S = Close box with silica gel)

Storage time	Setting time (min)	
	0 day (Reference)	60 days
OB	10	10
CB	10	13
CB-S	10	13

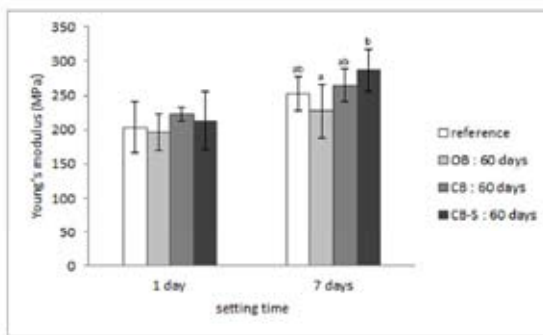
จากงานประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 21 ประจำปี 2554

หลังจากผสมปูนและปล่อยทิ้งให้ปูนก่อตัวแข็งเป็นเวลา 1 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลา 7 วัน พบว่า การปล่อยให้แบบหล่อปูนใช้เวลาก่อตัวแข็งเต็มที่ในวันที่ 7 หลังจากผสม ทำให้ความต้านทานแรงอัด (ภาพที่ 1 A) โมดูลัสยืดหยุ่น (ภาพที่ 1 B) แรงดึงผ่านศูนย์กลาง (ภาพที่ 1 C) และแรงดัดโค้ง (ภาพที่ 1 D) ของแบบหล่อปูนมีค่าสูงกว่าในวันที่ 1 หลังการผสม แต่ความแข็งแรงกระแทก (ภาพที่ 1 E) ของแบบหล่อปูนในวันที่ 7 กลับมีค่าลดลง โน้มนี้เหมือนกันทุกกลุ่มที่มีสภาวะการเก็บแตกต่างกัน การที่ความต้านทานแรงอัดและแรงดัดโค้งของแบบหล่อปูนพลาสติกอร์มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป เนื่องจากมีการระเหยของน้ำส่วนเกินออกจากก้อนปูน ทำให้ผลึกของไฮดรอกไซด์มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น จึงรับแรงกดได้มากขึ้น ขณะที่ความแข็งแรงกระแทกมีค่าลดลง เนื่องจากความแข็งแรงกระแทกเป็นการวัดความสามารถในการดูดกลืนพลังงานของวัสดุ ในช่วงการก่อตัวเริ่มต้น แบบหล่อปูนยังมีอนุภาคของน้ำแทรกตัวอยู่มาก เมื่อได้รับแรงกระแทก อนุภาคของน้ำจะเป็นตัวช่วยดูดซับพลังงาน ทำให้แบบหล่อปูนสามารถทนต่อแรงกระแทกได้มากกว่าเมื่อปล่อยแบบหล่อปูนทิ้งไว้นานๆ จนน้ำส่วนเกินระเหยไปหมด ทำให้โครงสร้างภายในเกิดเป็นรูพรุนหรือช่องว่างระหว่างผลึกไฮดรอกไซด์แทน ก็จะไม่มียุณของน้ำช่วยดูดกลืนพลังงาน แบบหล่อปูนพลาสติกอร์จะเปราะมากขึ้นและแตกหักได้ง่ายเมื่อรับแรงกระแทก ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบสมบัติเชิงกลค่าต่างๆ หลังจากปล่อยให้แบบหล่อปูนก่อตัวแข็งเต็มที่ในวันที่ 7 แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาผงอิมพรีซึมพลาสติกอร์ในภาชนะเปิดและภาชนะปิดเพื่อควบคุมความชื้น มีผลต่อสมบัติเชิงกลด้านความต้านทานแรงอัดของแบบหล่อปูนเท่านั้น แต่ไม่มีผลต่อแรงดึงผ่านศูนย์กลาง แรงดัดโค้งและแรงกระแทก (ภาพที่ 1)

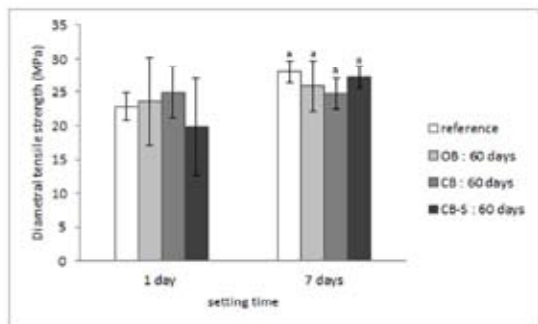
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบสมบัติเชิงกลค่าต่างๆ หลังจากปล่อยให้แบบหล่อปูนก่อตัวแข็งเต็มที่ในวันที่ 7 แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาผงอิมพรีซึมพลาสติกอร์ในภาชนะเปิดและภาชนะปิดเพื่อควบคุมความชื้น มีผลต่อสมบัติเชิงกลด้านความต้านทานแรงอัดของแบบหล่อปูนเท่านั้น แต่ไม่มีผลต่อแรงดึงผ่านศูนย์กลาง แรงดัดโค้งและแรงกระแทก (ภาพที่ 1)



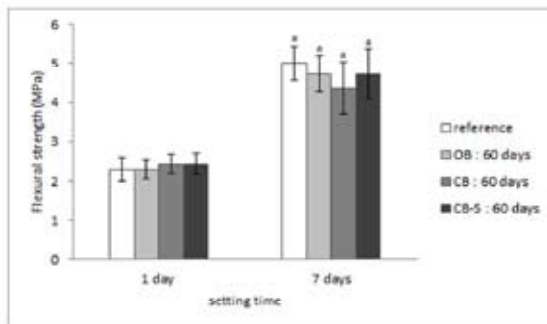
(A)



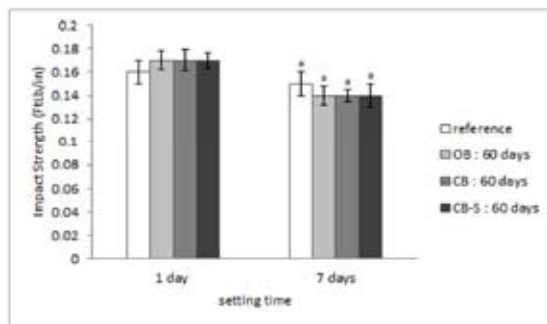
(B)



(C)



(D)



(E)

ภาพที่ 1 แสดงผลทดสอบสมบัติเชิงกลของของแบบหล่อปูนหลังจากวันที่ผสมและปล่อยให้ก่อตัวแข็งแรงครบ 1 วัน และ 7 วัน A) ความแข็งแรงอัด, B) โมดูลัสยืดหยุ่น, C) ความแข็งแรงดึงผ่านศูนย์กลาง, D) ความแข็งแรงดัดโค้ง และ E) ความแข็งแรงกระแทก

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันบนแท่งกราฟของวันที่ 7 แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ภาพที่ 1 (A) และ 1 (B) แสดงผลทดสอบแรงอัดและค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของแบบหล่อปูนหลังจากก่อตัวแข็งแรงครบ 7 วัน พบว่า ความแข็งแรงอัดของแบบหล่อปูนที่เตรียมจากผงยิปซัมพลาสติกที่เก็บในภาชนะที่ปิดฝาไม่สนิท (OB) เป็นเวลา 60 วัน มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับแบบหล่อปูนที่เตรียมจากผงยิปซัมพลาสติกที่เปิดถุงใช้ในตอนเริ่มต้น (Reference) ความแข็งแรงอัดของแบบหล่อปูนที่เตรียมจากผงยิปซัมพลาสติกที่เก็บในภาชนะที่ปิดฝาสนิทและใส่ซิลิกาเจล (CB-S) มีความแข็งแรงอัดและโมดูลัสยืดหยุ่นสูงสุด แสดงให้เห็นว่าการทำให้สภาพแวดล้อมของผงยิปซัมพลาสติกมีความชื้นน้อยจะช่วยคงค่าความแข็งแรงอัดหรือเพิ่มความแข็งแรงอัดแก่แบบหล่อปูนได้ เพราะถ้าไม่มีไอน้ำในอากาศ เสมิไฮเดรตก็จะเปลี่ยนเป็นไดไฮเดรต และไม่มีการสะสมของนิวเคลียสก่อตัวเริ่มต้นในผงยิปซัมพลาสติก เมื่อผสมผงยิปซัมพลาสติกกับน้ำ นิวเคลียสเริ่มต้นจะขยายตัวเป็นผลึกช้ากว่า ทำให้โครงสร้างผลึกรูปเข็มที่เรียงไขว้เกาะกัน (interlocking) มีความแข็งแรงกว่าแบบหล่อปูนที่แห้งเร็ว จึงสามารถรับแรงกดอัดได้มากกว่า

จากงานประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 21 ประจำปี 2554

อย่างไรก็ตาม การเก็บรักษาผงยิปซัมพลาสติกในสภาพที่ต่างกันในการศึกษาครั้งนี้ ไม่ได้ทำให้ความแข็งแรงดึงผ่านศูนย์กลาง และแรงดัดขวางของแบบหล่อมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้จะเกิดจากการที่วิธีทดสอบทั้งสองแบบ ใช้แรงดึงให้ผลลึกรูปเข็มแยกออกจากกัน และการที่โครงสร้างมีช่องว่างระหว่างผลึกมาก (ภาพที่ 2) เมื่อมีแรงกระทำเริ่มต้นลงบนชิ้นทดสอบ แรงก็จะเคลื่อนผ่านไปตามแนวช่องว่างระหว่างผลึกได้ง่ายกว่าการไปทำให้ผลึกแตกหัก ดังนั้น แบบหล่อปูนที่มีความแข็งแรงต่างกัน ก็มีแนวโน้มที่แรงดึงผ่านศูนย์กลางและแรงดัดขวาง จะมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญได้ ค่าความแข็งแรงของวัสดุประส่วนใหญ่จึงควรบ่งชี้เป็นค่าแรงอัดมากกว่าแรงดึง เพราะจะทำให้เห็นความแข็งแรงที่แตกต่างกันได้ชัดเจนกว่า



ภาพที่ 2 โครงสร้างจุลภาคของปูนพลาสติก ถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (JSM-5200, JEOL, Japan) กำลังขยาย 5,000 เท่า

โดยทั่วไปแล้วผงยิปซัมพลาสติกที่เปิดถุงใช้งานแล้วจะมีอายุการใช้งานประมาณ 6 เดือน แต่เนื่องจากงานวิจัยนี้สนใจศึกษาการเก็บรักษาผงยิปซัมพลาสติกในช่วงเวลาที่สภาพอากาศมีความชื้นสูง จึงกำหนดช่วงเวลาการทดลองไว้เพียงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2553 ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดลองในครั้งนี้ ทำให้ทราบเพียงว่าการเก็บรักษาผงยิปซัมพลาสติกในภาชนะที่ควบคุมไม่ให้อากาศผ่านเข้าออกเป็นเวลา 60 วัน มีผลต่อการเพิ่มความต้านทานแรงอัดของแบบหล่อปูน อย่างไรก็ตาม ถ้ามีการเพิ่มระยะเวลาการเก็บรักษาผงยิปซัมพลาสติกต่อไปอีก ก็เป็นไปได้ว่าสภาวะการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน อาจทำให้สมบัติเชิงกลของแบบหล่อปูนมีค่าแตกต่างจากการทดลองในครั้งนี้

สรุปผลการวิจัย

การเก็บรักษาผงยิปซัมพลาสติกในภาชนะที่ควบคุมไม่ให้อากาศภายนอกผ่านเข้าออกได้ เป็นเวลา 60 วัน จะช่วยให้แบบหล่อปูนมีความต้านทานแรงอัดใกล้เคียงแบบหล่อปูนที่เตรียมจากผงยิปซัมพลาสติกที่เพิ่งเปิดใช้ใหม่ และมีค่าสูงกว่าแบบหล่อปูนที่เตรียมจากผงยิปซัมพลาสติกที่เก็บในภาชนะที่อากาศผ่านเข้าออกได้ แต่วิธีการเก็บในภาชนะที่ต่างกันในการศึกษาครั้งนี้ ไม่มีผลต่อแรงดึงผ่านศูนย์กลาง แรงดัดโค้งและแรงกระแทก ของแบบหล่อปูน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้การสนับสนุนการใช้ห้องปฏิบัติการและเครื่องมือทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

- [1] International Organization for Standardization. (1983). Dental gypsum products. **International Standard ISO 6873**, (5). Switzerland : International Organization for Standardization.
- [2] Cubbon, R.C.P. and Walker, E.G. (1981). "Rheological properties of suspensions of potters plaster in water. A new quality control test," **Transactions and Journal of the British Ceramic Society**. 80, 97-104.
- [3] ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก. (2554). **ความชื้นสัมพัทธ์(%) อ.เมือง จ.สงขลา ปี พ.ศ. 2553**. สืบค้นเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2554, จาก <http://www.songkhla.tmd.go.th/rain/sklstat/static.htm>
- [4] Torrance, A. and Darvell, B.W. (1990). "Effect of humidity on calcium sulphate hemi-hydrate," **Australian Dental Journal**. 35, 230-205.
- [5] Chana, T.K.C. and Darvell.B.W. (2001) "Effect of storage conditions on calcium sulphate hemihydrate-containing products," **Dental Materials**. 17, 134-141.