บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพสารกันน้ำ 9 ชนิด ได้แก่ Wacker BS 290, Wacker BS SMK 550, Wacker BS SMK 1311, Wacker BS SMK 2100, Rhoximat RC 80, Rhoximat™ HD 224, ICI, Evercreate topsealer และ SS - 101 โดยจะเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารกันน้ำดังกล่าวเมื่อทาบนผิวปูนก่อและปูนฉาบซึ่งเตรียมจากปูนขาวที่ผ่านขั้นตอนการหมักในน้ำและทรายคละเป็นสำคัญ

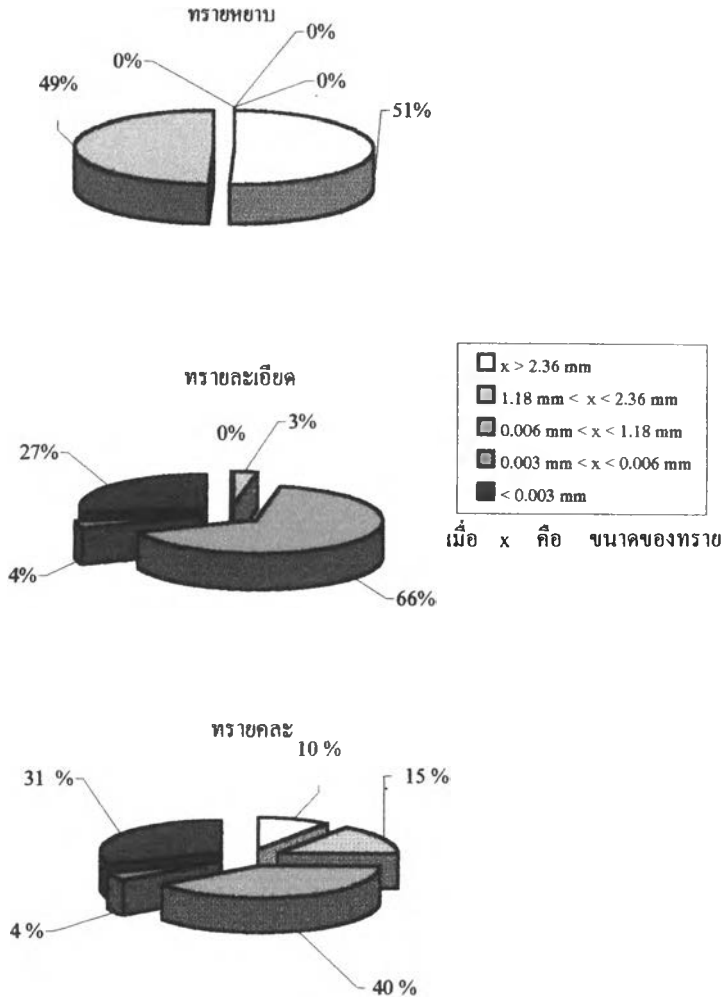
อย่างไรก็ตามการวิจัยนี้ยังได้หมายรวมถึงการศึกษาความแตกต่างของประสิทธิภาพสารกันน้ำบนปูนก่อและปูนฉาบซึ่งเตรียมจากปูนขาวแตกต่างกัน 2 ประเภท ประเภทแรก คือ ปูนขาวที่หมักในน้ำอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 2 เดือนก่อนนำมาผสมกับทรายเพื่อหล่อเป็นชิ้นงาน ประเภทที่สอง คือ ปูนขาวที่ไม่ผ่านขั้นตอนการหมักในน้ำแต่หล่อปูนด้วยวิธีเดียวกับประเภทแรก การวิจัยในส่วนนี้จะใช้สารกันน้ำซิลิโคนชนิดเดียวกันและปริมาณต่อผิวทดสอบที่เท่ากัน

นอกจากนี้ยังได้ศึกษาความแตกต่างของประสิทธิภาพสารกันน้ำบนปูนก่อและปูนฉาบซึ่งเตรียมจากปูนขาวที่ผ่านขั้นตอนการหมักในน้ำกับทรายต่างประเภท ได้แก่ ทรายหยาบ ทรายละเอียดและทรายคละโดยทรายทั้ง 3 ประเภทนั้นเป็นทรายน้ำจืด ทั้งนี้จะได้วิจัยโดยใช้สารกันน้ำในชนิดและปริมาณเดียวกันกับการวิจัยเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างปูนขาวหมักและไม่หมักข้างต้น

4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติของปูนก่อและปูนฉาบที่เตรียมจากปูนขาวและทรายต่างประเภท

ความแตกต่างของทรายทั้ง 3 ประเภทนั้น คือ ขนาดที่ต่างกัน เมื่อใช้แร่ง (Seive) ขนาดต่าง ๆ คือ 2.36 มม.(หมายเลข 8) 1.18 มม.(หมายเลข 16) 0.005 มม. หรือ 500 ไมครอน (หมายเลข 35) และ 0.000425 มม. หรือ 425 ไมครอน(หมายเลข 40) คัดแยกขนาดของทราย รายงานผลขนาดของทรายเป็นร้อยละตามการผ่านและค้างอยู่บนแร่งนั้น ดังภาพที่ 4.1

4.1.1 ผลการทดสอบขนาดของทราย



ภาพที่ 4.1 ขนาดของทรายหยาบ ทรายละเอียดและทรายคละ

ร้อยละ 51 ของทรายหยาบเป็นทรายที่มีขนาดใหญ่กว่า 2.36 มม. มีปริมาณใกล้เคียงกับทรายขนาด 1.18 - 2.36 มม. ซึ่งพบร้อยละ 49 สำหรับทรายขนาดต่ำกว่า 1.18 มม. ไม่พบในทรายหยาบ ขณะที่ทรายละเอียดนั้นไม่ปรากฏว่ามีทรายที่มีขนาดใหญ่กว่า 2.36 มม. ทรายประเภทนี้ ส่วนใหญ่เป็นทรายที่มีขนาดระหว่าง 1.18 มม. และ 500 ไมครอน พบมากถึงร้อยละ 66 รองลงมาเป็นทรายที่มีขนาดเล็กกว่า 500 ไมครอน พบว่ามีร้อยละ 27 สำหรับทรายขนาดระหว่าง 425 - 500 ไมครอนและขนาดระหว่าง 1.18 - 2.36 มม.นั้น มีร้อยละ 4 และ 3 ตามลำดับ ส่วนทรายขนาดใหญ่กว่า 2.36 มม.ที่พบเป็นส่วนมากในทรายหยาบนั้น ไม่พบในทรายละเอียดแต่อย่างใด

ประเภทฉัดมา คือ ทรายคละ ส่วนใหญ่ของทรายในกลุ่มนี้จะมีขนาดตั้งแต่ 500 ไมครอน ถึง 1.18 มม. รองลงมาเป็นทรายที่มีขนาดเล็กกว่า 425 ไมครอน พบในปริมาณร้อยละ 31 ของทรายทั้งหมด ที่เหลือร้อยละ 29 จำแนกได้ในขนาดระหว่าง 1.18 - 2.36 มม. ร้อยละ 15 ใกล้เคียงกับขนาดใหญ่กว่า 2.36 มม. ซึ่งพบร้อยละ 10 ส่วนขนาดระหว่าง 425 - 500 ไมครอน พบเพียงร้อยละ 4 เท่านั้น

4.1.2 ผลการทดสอบขนาดช่องว่างและปริมาณอากาศของปูนก่อและปูนฉาบที่เตรียมจากทรายต่างประเภท

หลังจากที่ได้แยกทรายเป็น 3 ประเภท คือ ทรายหยาบ ทรายละเอียดและทรายคละ แล้วจะนำมาผสมรวมกับปูนขาวที่ผ่านขั้นตอนการหมักในน้ำภายใต้ระบบปิดที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ แล้วหล่อชิ้นงานปูนก่อและปูนฉาบโดยใช้อัตราส่วนระหว่างปูนขาวและทรายเท่ากับ 1 : 3 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ใช้โดยทั่วไปในการสร้างปูนก่อและปูนฉาบ เมื่อหล่อปูนแล้วตั้งทิ้งไว้ภายใต้อุณหภูมิและความดันบรรยากาศเพื่อให้ปูนก่อและปูนฉาบที่เตรียมขึ้นแห้งสนิท จะได้ปูนก่อและปูนฉาบ 4 ลักษณะ ได้แก่

(1) ปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวหมักและทรายหยาบ

(2) ปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวหมักและทรายละเอียด

(3) ปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวหมักและทรายคละ

(4) ปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวไม่หมักและทรายคละ

เมื่อนำปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวและทรายต่างประเภทซึ่งมีความละเอียดและหยาบต่างกันไปศึกษาวิเคราะห์ความพรุน (Porosity) ด้วยเครื่องมือ Mercury porosimeter ซึ่งเป็นเครื่องมือศึกษาความพรุนโดยอาศัยหลักการฉีดอัดปรอทในสภาพของเหลวผ่านช่องว่างหรือความพรุนในเนื้อวัสดุ ปรอทที่ผ่านเข้าสู่เนื้อปูนจะเปลี่ยนสภาพเป็นของแข็งภายในเนื้อวัสดุนั้น ๆ ลักษณะดังกล่าวทำให้สามารถวิเคราะห์คุณสมบัติของความพรุน เช่น การกระจายตัวของความพรุน ขนาดของความพรุน ปริมาตรความพรุนเชิงพื้นที่ ฯลฯ โดยเครื่องมือ Mercury porosimeter นั้นจะสามารถวัดความพรุนได้ในช่วง 360 – 0.006 ไมครอน สำหรับผลที่ได้จากการวิเคราะห์ปูนก่อและปูนฉาบที่เตรียมในลักษณะต่าง ๆ นั้น แสดงได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวและทรายต่างประเภทด้วยเครื่อง Mercury porosimeter

ค่าจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Mercury porosimetry	ทรายหยาบ	ทรายละเอียด	ทรายคละ
Total intrusion volume (ml./o)	0.1060	0.1289	0.11310
Total pore area ($sq^{-m/o}$)	9.457	14.346	11.258
Median pore diameter [vol] (fm)	0.6348	0.2883	0.3624
Median pore diameter [area] (fm)	0.0100	0.0092	-
Average pore diameter [6 V/A] (fm)	0.448	0.0360	0.0402

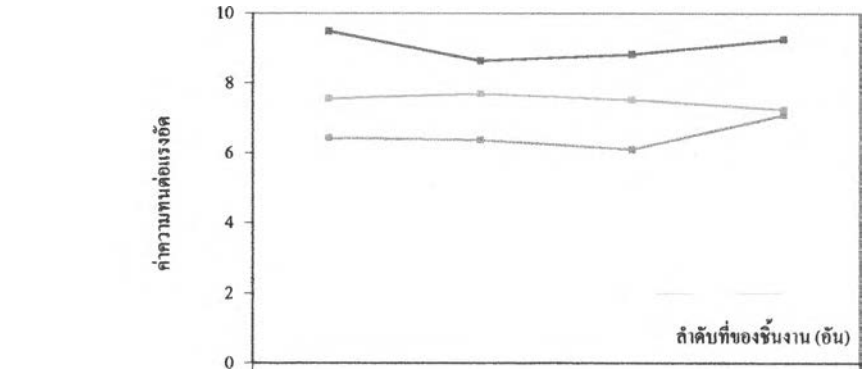
ปูนก่อและปูนฉาบจากทรายละเอียดนั้น ให้ค่า Median pore diameter [area] เท่ากับ 0.0092 น้อยกว่าทรายหยาบซึ่งได้ค่าเท่ากับ 0.100 สำหรับทรายคละไม่สามารถรายงานผลค่านี้ได้ เนื่องจากทรายคละมีความหลากหลายของขนาดความพรุนมาก อย่างไรก็ดีเมื่อพิจารณา Median pore diameter [vol] พบว่าทรายหยาบให้ค่ามากที่สุด รองลงมา คือ ทรายคละและทรายละเอียดตามลำดับ ในส่วนของค่า Average pore diameter ทรายหยาบให้ค่าที่มากกว่าทรายละเอียดและทรายคละซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน 11 - 12 เท่า สำหรับค่า Average pore diameter [6 V/A] ของทรายขนาดต่าง ๆ นั้น ผกผันกับค่า Total pore area ($sq^{-m/o}$) ดังตารางข้างต้น

ดังนั้นจึงพบว่าค่า Total intrusion volume และ Total pore area ของทรายละเอียดมีค่ามากกว่าทรายคละและทรายหยาบตามลำดับ แต่ค่า Median pore diameter [vol] และ Average pore diameter [6 V/A] พบว่าทรายหยาบมีค่ามากกว่าทรายคละและทรายละเอียด สำหรับค่า Median pore diameter [area] นั้น ทรายหยาบจะมีค่ามากกว่าทรายละเอียด ส่วนทรายคละไม่สามารถรายงานค่านี้ได้

4.1.3 ผลการทดสอบความคงทนต่อแรงอัดของปูนก่อและปูนฉาบที่เตรียมจากทรายต่างประเภท

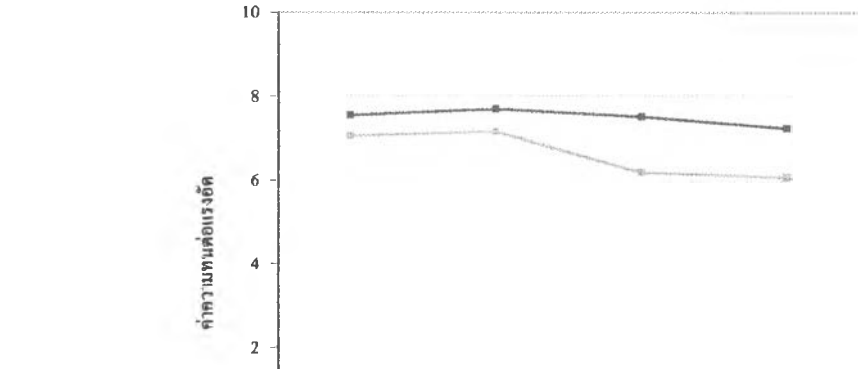
นอกจากนี้เมื่อทดสอบคุณสมบัติความคงทนต่อแรงอัด (Compressive strength) ของปูนก่อและปูนฉาบจากทรายต่างประเภทกันด้วยเครื่องทดสอบแรงอัด ให้ผลว่าความทนต่อแรงอัดจะแปรผันตามขนาดของทรายที่ใหญ่ขึ้น แต่เมื่อใช้ทรายประเภทเดียวกันกับปูนขาวหมักและไม่หมัก

แล้วพบว่า การนำปูนขาวไปหมักก่อนแล้วจึงนำมาใช้งานจะเพิ่มความสามารถในความคงทนต่อแรงอัด หรืออีกนัยหนึ่งคือปูนขาวที่ไม่หมักเมื่อนำมาใช้งานจะแตกหักง่ายกว่า ผลดังที่กล่าวมาแสดงได้ดังภาพ 4.2 และ 4.3 ต่อไปนี้



	1	2	3	4
ปูนขาวและทรายหยาบ	9.48	8.64	8.82	9.26
ปูนขาวและทรายละเอียด	6.43	6.36	6.1	7.08
ปูนขาวและทรายคละ	7.54	7.69	7.51	7.24

ภาพที่ 4.2 ความคงทนต่อแรงอัดของปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวและทรายต่างประเภท



	1	2	3	4
ปูนขาวหมักและทรายคละ	7.54	7.69	7.51	7.24
ปูนขาวไม่หมักและทรายคละ	7.06	7.16	6.2	6.09

ภาพที่ 4.3 ความคงทนต่อแรงอัดของปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวหมักและ ไม่หมักกับทรายคละ

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันการดูดซึมน้ำ

ก่อนการนำปูนก่อและปูนฉาบที่ทาสารกันน้ำที่จะศึกษาไปทดสอบการดูดซึมน้ำ ได้ทำการทดสอบผลการดูดซึมน้ำเบื้องต้น โดยใช้น้ำหยดลงบนผิวทดสอบหรือผิวของปูนก่อและปูนฉาบที่ผ่านการทาสารกันน้ำแล้ว หากสารกันน้ำดังกล่าวอยู่ในสภาวะกันน้ำได้แสดงว่าพร้อมที่จะนำไปทดสอบ และเพื่อให้การรายงานผลสามารถเห็นลักษณะการป้องกันน้ำดูดซึมสู่ชิ้นงานปูนก่อและปูนฉาบได้ดีขึ้น จึงใช้สีเจือจางลงในน้ำ

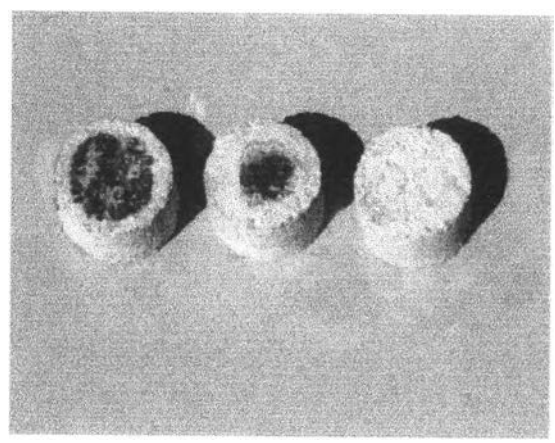
ผลที่ได้จากการทดสอบ การป้องกันการดูดซึมน้ำเบื้องต้นของชิ้นงานที่เตรียมเพื่อการทดสอบกับการป้องกันการดูดซึมน้ำภายหลังทาสารกันน้ำซิลิโคนบนปูนก่อและปูนฉาบจริงนำมาเปรียบเทียบและแสดงในภาพที่ 4.4 ต่อไปนี้

ภาพที่ 4.4 การทดสอบการป้องกันการดูดซึมน้ำเบื้องต้น

อย่างไรก็ตามได้ทำการทดสอบแล้วว่าสารละลายสีที่เตรียมไม่มีผลต่อการลดหรือเพิ่มการดูดซึมน้ำบนชิ้นงานปูนก่อและปูนฉาบที่เตรียมไว้ กล่าวคือ ให้ผลเช่นเดียวกับน้ำทุกประการ ดังนั้นจึงใช้สารละลายของสีที่เจือจางเพื่อให้เกิดความชัดเจน

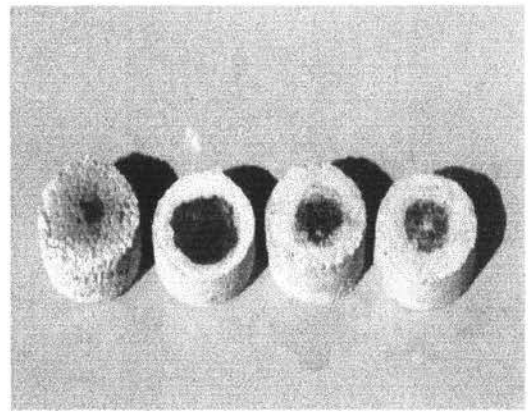
อนึ่งในการทดสอบการดูดซึมน้ำนี้ ได้ทำการทดสอบเปรียบเทียบชิ้นงานที่ตั้งทิ้งไว้ภายใต้อุณหภูมิและความดันบรรยากาศปกติ และ ชิ้นงานที่เมื่อหล่อแล้วใช้น้ำปูนที่ได้จากการหมักปูนด้วย น้ำปูนที่ใช้มีค่าความเป็นกรดด่างสูง ทดสอบด้วยกระดาษวัดค่าพีเอช ได้เท่ากับ 12 ฉีดพรมละอองน้ำปูนนั้นบนชิ้นงานแล้วทิ้งไว้ให้แห้งภายใต้สภาวะเดียวกันกับชิ้นงานกลุ่มแรก พบว่าชิ้นงานที่ถูกฉีดพรมด้วยน้ำปูนจะทำให้ปูนก่อและปูนฉาบนั้นแข็งเร็วขึ้น อีกทั้งพื้นผิวภายนอกจะเป็นสีขาวกว่าชิ้นงานกลุ่มตั้งทิ้งไว้ให้แห้งตามปกติ ซึ่งเมื่อได้ทดสอบคุณสมบัติการดูดซึมน้ำบนชิ้นงาน พบว่าการฉีดพรมชิ้นงานด้วยน้ำปูนจะช่วยชะลอการดูดซึมเข้าของน้ำสู่เนื้อปูนก่อปูนฉาบได้ในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตามการฉีดพรมด้วยน้ำปูนก็เป็นปัญหาต่อการทาด้วยสารกันน้ำในภายหลังด้วย เพราะให้ผลเช่นเดียวกันกับน้ำ คือ การดูดซึมสารกันน้ำจะช้าลง

ปูนก่อและปูนฉาบที่เตรียมจากปูนขาวหมักและทรายประเภทต่าง ๆ นั้น นำมาทาด้วยสารกันน้ำทั้ง 9 ชนิดซึ่งใช้ความเข้มข้นกันดังที่กล่าวไว้แล้วในวิธีการวิจัย โดยสารกันน้ำทุกความเข้มข้นที่เตรียมได้จะใช้ทาบนปูนก่อและปูนฉาบในปริมาณ 10, 20 และ 30 มล. ความแตกต่างของการทาสารกันน้ำในปริมาณต่าง ๆ นั้น ทดสอบโดยทาสารกันน้ำทั้ง 3 ปริมาณบนชิ้นงานที่เตรียมจากปูนขาวและทรายประเภทเดียวกัน คือ ปูนขาวหมักและทรายคละ นำชิ้นงานแช่ในน้ำที่เจือจางด้วยสี ให้ผลดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 การดูดซึมน้ำของปูนก่อและปูนฉาบเมื่อทาสารกันน้ำในปริมาณ 10, 20 และ 30 มล.

นอกจากนี้ยังได้ศึกษาเปรียบเทียบถึงความแตกต่างของการดูดซึมน้ำเมื่อทาสารกันน้ำซิลิโคนในปริมาณที่เท่ากันบนปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวและทรายประเภทต่างกัน คือ ทรายหยาบ ทรายละเอียด และทรายคละ รวมถึงปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวที่ไม่ได้หมักในน้ำก่อนการหล่อกับทรายคละตามลำดับ ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 การดูดซึมน้ำของปูนก่อและปูนฉาบเมื่อทาสารกันน้ำบนปูนขาวและทรายต่างประเภท

ก. ปูนขาวและทรายหยาบ

ข. ปูนขาวและทรายละเอียด

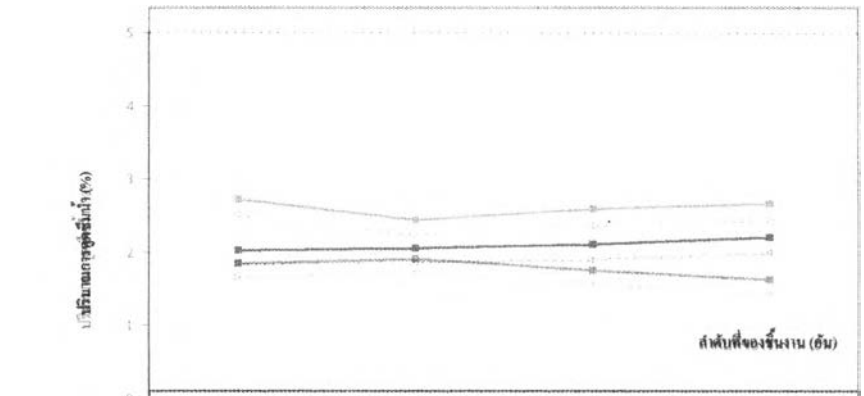
ค. ปูนขาวและทรายคละ

ง. ปูนขาวไม่หมักและทรายคละ

เมื่อแช่ชิ้นปูนก่อและปูนฉาบที่เตรียมไว้จากปูนขาวและทรายต่างประเภทที่ทาสารกันน้ำซิลิโคนในปริมาณที่เท่ากันคือ 20 มล. ในน้ำที่เจือสีน้ำเงินในระยะเวลาที่เท่ากัน ภายหลังระยะเวลาที่กำหนด นำชิ้นปูนก่อและปูนฉาบขึ้นจากการแช่น้ำเจือสี ล้างน้ำสะอาดอย่างรวดเร็วแล้วซับน้ำส่วนเกินออก สังเกตเห็นการติดสีน้ำเงินในตรงกลางของชิ้นงานปูนก่อเป็นวงกลมทั้ง 4 ชิ้นงาน เมื่อวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของส่วนที่ติดสีแล้วพบว่าปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวและทรายหยาบมีขนาดน้อยที่สุด คือ 2.8 ซม. รองลงมา คือ ปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวไม่หมักและทรายคละ 1.8 ซม. มากกว่าปูนขาวหมักและทรายคละซึ่งวัดได้ 1.5 ซม. ส่วนปูนก่อและปูนฉาบปูนขาวหมักและทรายละเอียดมีส่วนที่ติดสีน้อยที่สุด คือ 1.1 ซม.

4.2.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันการดูดซึมน้ำของปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวและทรายต่างประเภท

เนื่องจากปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวและทรายในศิลปกรรมต่างๆ นั้น ย่อมมีความต่างของทรายในด้านของความหยาบและละเอียด การวิจัยในส่วนนี้จึงได้เปรียบเทียบค่าการดูดซึมของปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวและทรายประเภทต่าง ๆ คือ ทรายหยาบ ทรายละเอียด และทรายคละ โดยเลือกใช้สารกันน้ำซิลิโคนในชนิดเดียวกันเพียง 1 ชนิด งานวิจัยนี้เลือกใช้ Rhoximat ™ HD 224 เนื่องจากเป็นสารกันน้ำที่มีการวิจัยแล้วว่ามีความเหมาะสมเมื่อใช้ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ในปริมาณต่อพื้นที่ผิวทดสอบที่เท่ากัน ดังนั้นความแตกต่างของการวิจัยในส่วนนี้จึงมีเพียงทรายต่างประเภทอันเป็นสิ่งที่ต้องการศึกษาเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อนำผลการวิจัยที่ได้อนุมานสู่การเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสมต่อไป ผลการศึกษาที่ได้เป็นไปดังภาพที่ 4.7



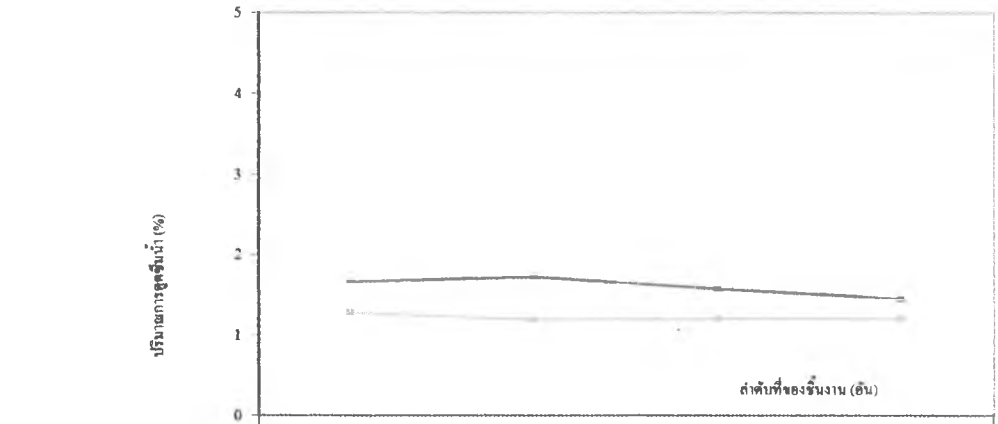
	1	2	3	4
ทรายหยาบ	1.83	1.86	1.91	2
ทรายละเอียด	2.5	2.23	2.37	2.44
ทรายคละ	1.66	1.72	1.57	1.45

ภาพที่ 4.7 ประสิทธิภาพป้องกันการดูดซึมน้ำของสารกันน้ำ Rhoximat ™ HD 224 เมื่อทาบนปูนก่อและปูนฉาบ จากปูนขาวและทรายต่างประเภท

การใช้ทรายต่างประเภทกันหล่อเป็นปูนก่อและปูนฉาบนั้น มีผลต่อการดูดซึมน้ำสู่เนื้องานแม้ว่าจะทาสารกันน้ำซิลิโคน พบว่าทรายละเอียดให้ค่าการดูดซึมที่สูงกว่าทรายหยาบและทรายคละตามลำดับ กล่าวคือ ค่าการดูดซึมน้ำของปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวและทรายละเอียดมีค่าประมาณร้อยละ 2.2 – 2.5 มากกว่าทรายหยาบและทรายคละที่ให้ค่าการดูดซึมประมาณร้อยละ 1.8 – 2 และ 1.5 – 1.7 ตามลำดับ

4.2.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันการดูดซึมน้ำของสารกันน้ำ เมื่อทาบนปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวหมักและไม่หมักกับทรายคละ

ขั้นตอนการหมักปูนขาวก่อนการนำผนสมกับทรายเพื่อหล่อเป็นปูนก่อและปูนฉาบนั้น มีระยะเวลาของการหมักที่ต่างกัน บางกรณีการเตรียมปูนขาวเพื่อการบูรณะ ปฏิสังขรณ์อาจให้ความสำคัญกับการหมักน้อย การวิจัยในส่วนนี้จึงได้ศึกษาความแตกต่างระหว่างปูนก่อและปูนฉาบที่เตรียมจากปูนขาวทั้งที่หมักและไม่หมักกับทรายประเภทเดียวกันด้วย สำหรับผลการดูดซึมน้ำเมื่อทาสารกันน้ำชนิดเดียวกัน ในความเข้มข้นที่เท่ากันนั้นให้ผลดังภาพที่ 4.8 ซึ่งพบว่าปูนหมักจะลดการดูดซึมน้ำสู่เนื้องานได้มากกว่าปูนไม่ได้หมักประมาณร้อยละ 25



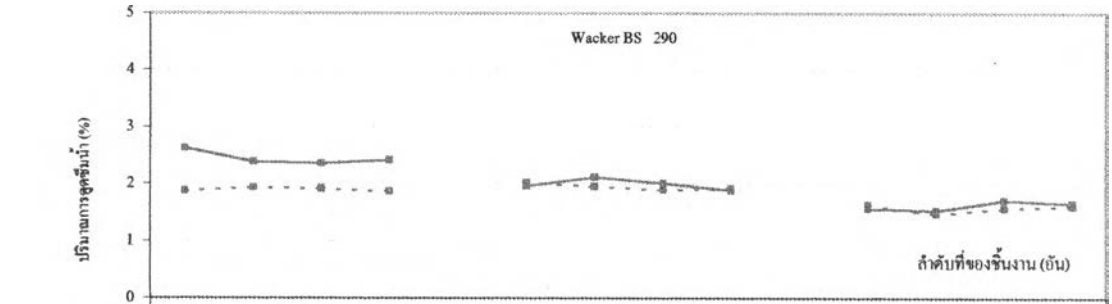
	1	2	3	4
ปูนขาวหมักและทรายคละ	1.66	1.72	1.57	1.45
ปูนขาวไม่หมักและทรายคละ	1.28	1.19	1.2	1.21

ภาพที่ 4.8 ประสิทธิภาพป้องกันการดูดซึมน้ำของสารกันน้ำ Rhoximat ™ HD 224 เมื่อทาบนปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวหมักและไม่หมักกับทรายคละ

4.2.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันการดูดซึมน้ำของสารกันน้ำ เมื่อทาบนปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวและทรายประเภทเดียวกัน

การวิจัยในส่วนนี้เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารกันน้ำแยกพิจารณาในแต่ละชนิดเมื่อใช้ปริมาณในการทาต่อผิวทดสอบ 10, 20 และ 30 มล. บางชนิดได้แยกพิจารณาประสิทธิ

ภาพเมื่อใช้ความเข้มข้นต่างกัน คือ ร้อยละ 10 และร้อยละ 20 ด้วย ผลดังกล่าวแยกพิจารณาแต่ละชนิดได้ดังนี้



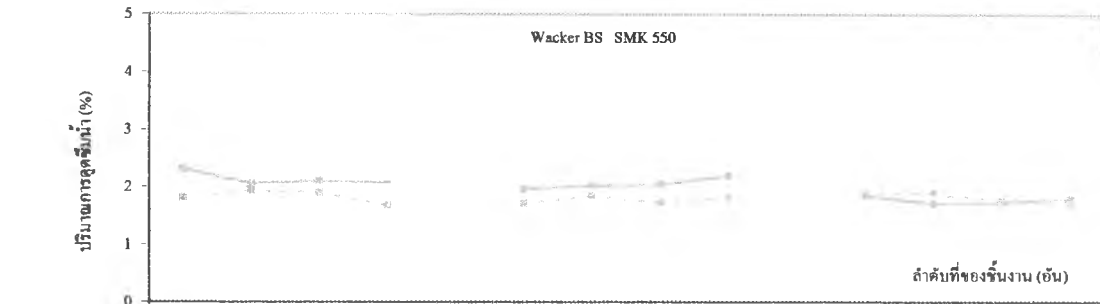
	10 ml -1	10 ml -2	10 ml -3	10 ml -4	20 ml -1	20 ml -2	20 ml -3	20 ml -4	30 ml -1	30 ml -2	30 ml -3	30 ml -4
1 - 10%	2.62	2.39	2.36	2.41	1.97	2.12	2.01	1.89	1.57	1.54	1.72	1.66
1 - 20%	1.88	1.94	1.92	1.87	2.02	1.96	1.9	1.92	1.64	1.48	1.57	1.61

ภาพที่ 4.9 ประสิทธิภาพการป้องกันการดูดซึมน้ำของสารกันน้ำ Wacker BS 290

(1) Wacker BS 290

สารกันน้ำ Wacker BS 290 มีประสิทธิภาพป้องกันการดูดซึมน้ำเข้าสู่เนื้อปูนก่อและปูนฉาบได้ในระดับหนึ่ง มีน้ำเพียงร้อยละ 1.5 – 2.6 สามารถซึมเข้าสู่เนื้องานได้

อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพด้วยสถิติพบว่าการทา Wacker BS 290 ด้วยความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยทาในปริมาณ 20 มล.เหมาะสมที่สุด เพราะประสิทธิภาพที่ได้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเข้มข้นเดียวกันเมื่อใช้ปริมาณเพิ่มขึ้น รวมทั้งการใช้ความเข้มข้นเพิ่มเป็นร้อยละ 20 ก็ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกัน



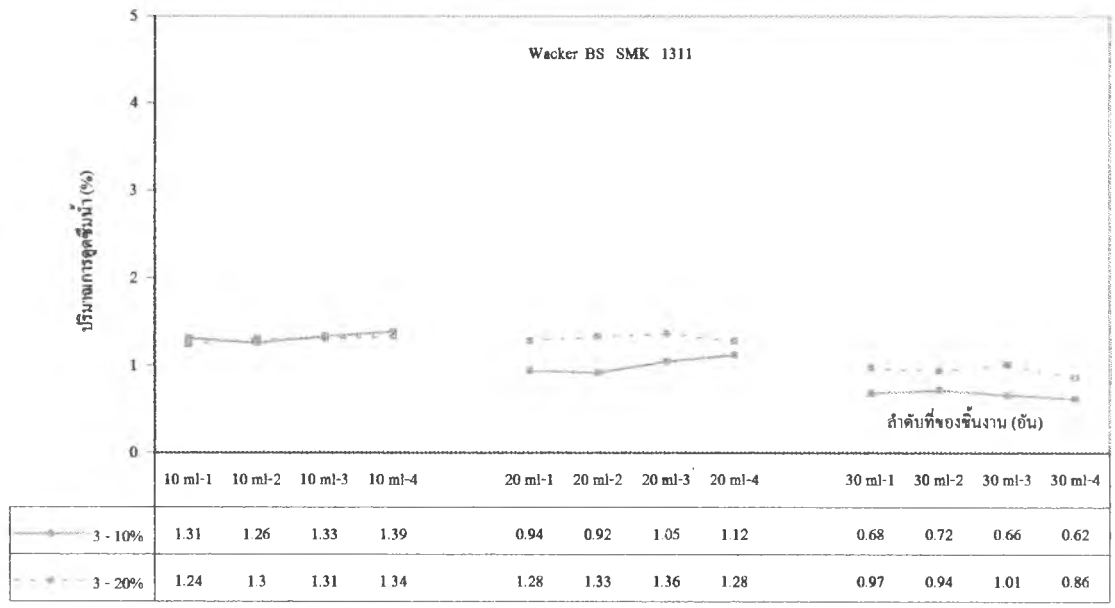
	10 ml -1	10 ml -2	10 ml -3	10 ml -4	20 ml -1	20 ml -2	20 ml -3	20 ml -4	30 ml -1	30 ml -2	30 ml -3	30 ml -4
2 - 10%	2.31	2.06	2.11	2.08	1.97	2.03	2.05	2.2	1.85	1.72	1.74	1.8
2 - 20%	1.82	1.93	1.9	1.69	1.71	1.85	1.73	1.82	1.88	1.91	1.76	1.74

ภาพที่ 4.10 ประสิทธิภาพการป้องกันการดูดซึมน้ำของสารกันน้ำ Wacker BS SMK 550

(2) Wacker BS SMK 550

สำหรับ Wacker BS SMK 550 นั้น การทาด้วยความเข้มข้นร้อยละ 10 และ 20 ในปริมาณ 10, 20 และ 30 มล. ให้ประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้นการใช้สารกันน้ำ Wacker BS SMK 550 ความเข้มข้นร้อยละ 10 ในปริมาณ 10 มล. ก็เพียงพอสำหรับการป้องกันการดูดซึมน้ำสู่ปูนก่อและปูนฉาบ



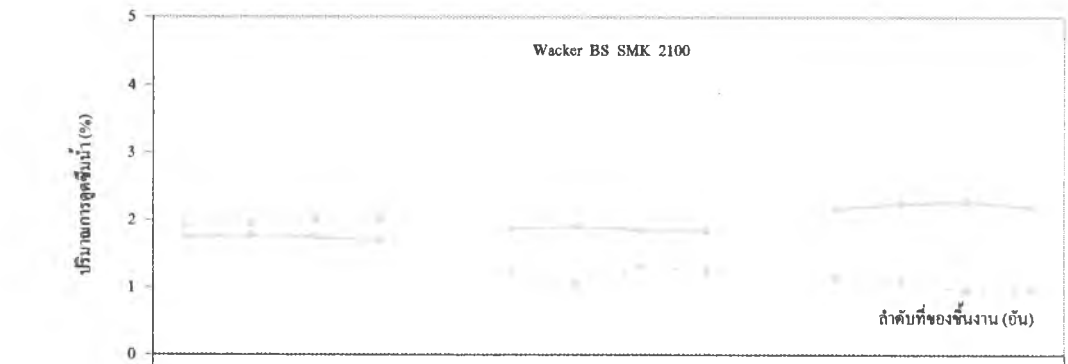
	10 ml-1	10 ml-2	10 ml-3	10 ml-4	20 ml-1	20 ml-2	20 ml-3	20 ml-4	30 ml-1	30 ml-2	30 ml-3	30 ml-4
3 - 10%	1.31	1.26	1.33	1.39	0.94	0.92	1.05	1.12	0.68	0.72	0.66	0.62
3 - 20%	1.24	1.3	1.31	1.34	1.28	1.33	1.36	1.28	0.97	0.94	1.01	0.86

ภาพที่ 4.11 ประสิทธิภาพการป้องกันการดูดซึมน้ำของสารกันน้ำ Wacker BS SMK 1311

(3) Wacker BS SMK 1311

การทาสารกันน้ำ Wacker BS SMK 1311 ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ในปริมาณ ต่าง ๆ นั้น พบว่าการทาปริมาณ 30 มล.ต่อพื้นที่ผิวทดสอบมีประสิทธิภาพป้องกันการดูดซึมน้ำดีกว่าการใช้ในปริมาณ 20 มล. และ 10 มล. อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่การทาโดยใช้ความเข้มข้นร้อยละ 20 ในปริมาณต่าง ๆ นั้น ไม่มีความแตกต่างกัน

แสดงว่าการทาในปริมาณ 30 มล. เมื่อทาด้วยความเข้มข้นร้อยละ 10 ให้ประสิทธิภาพเหมาะสมที่สุด



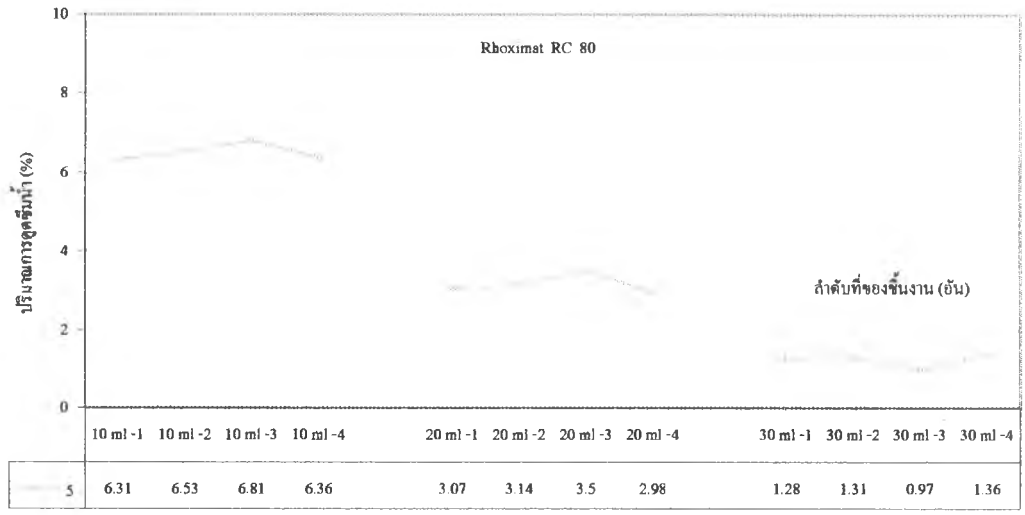
	10 ml-1	10 ml-2	10 ml-3	10 ml-4	20 ml-1	20 ml-2	20 ml-3	20 ml-4	30 ml-1	30 ml-2	30 ml-3	30 ml-4
4 - 10%	1.74	1.77	1.74	1.69	1.87	1.9	1.85	1.84	2.17	2.24	2.27	2.19
4 - 20%	1.92	1.94	2.01	2.02	1.19	1.05	1.3	1.25	1.14	1.09	0.96	0.98

ภาพที่ 4.12 ประสิทธิภาพการป้องกันการดูดซึมน้ำของสารกันน้ำ Wacker BS SMK 2100

(4) Wacker BS SMK 2100

เมื่อทา Wacker BS SMK 2100 ในปริมาณเท่ากันแต่ความเข้มข้นต่างกัน พบว่าการใช้ความเข้มข้นสูงกว่าจะให้ผลดีกว่าเมื่อทาในปริมาณ 20 และ 30 มล. สำหรับการทาในปริมาณ 10 มล. ให้ผลผกผันกับที่กล่าวมา สำหรับการทาด้วยความเข้มข้นร้อยละ 10 ไม่ว่าจะใช้ปริมาณเท่าใดก็ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อทาด้วยความเข้มข้นร้อยละ 20 การทาโดยใช้ปริมาณ 20 มล. ให้ผลดีกว่าการทา 10 มล. แต่ไม่แตกต่างกับ 30 มล. ทั้งนี้ทดสอบทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น Wacker BS SMK 2100 ความเข้มข้นร้อยละ 20 ปริมาณ 20 มล.ต่อพื้นที่ทดสอบ 1 หน่วยก็เพียงพอและเหมาะสมสำหรับป้องกันการดูดซึมน้ำ



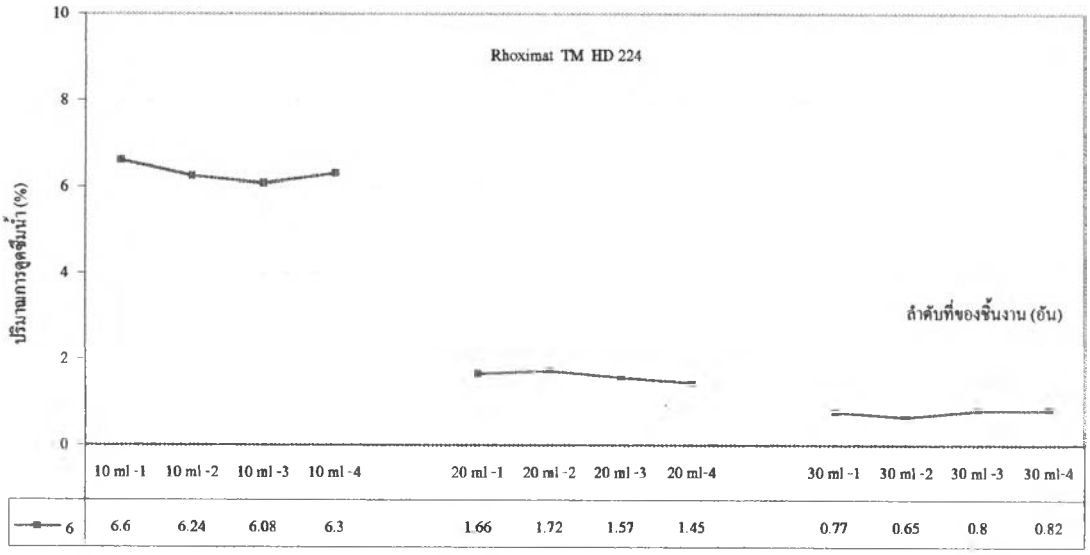
	10 ml -1	10 ml -2	10 ml -3	10 ml -4	20 ml -1	20 ml -2	20 ml -3	20 ml -4	30 ml -1	30 ml -2	30 ml -3	30 ml -4
5	6.31	6.53	6.81	6.36	3.07	3.14	3.5	2.98	1.28	1.31	0.97	1.36

ภาพที่ 4.13 ประสิทธิภาพการป้องกันการดูดซึมน้ำของสารกันน้ำ Rhoximat RC 80

(5) Rhoximat RC 80

Rhoximat RC 80 เป็นสารกันน้ำที่ไม่ต้องนำมาเจือจางเป็นสารละลายด้วยตัวทำละลายใด ๆ ก่อนการใช้งาน จึงไม่มีความแตกต่างของความเข้มข้น มีเพียงปริมาณการทาต่อพื้นที่ผิวทดสอบที่เท่ากันเท่านั้นที่ต่างกันไป คือ 10, 20 และ 30 มล.

จากผลการวิจัยให้ผลว่า การเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพแปรผันตามปริมาณการทาที่เพิ่มขึ้น นั่นคือเมื่อใช้ Rhoximat RC 80 เป็นสารกันน้ำควรใช้ในปริมาณ 30 มล. จะให้ประสิทธิภาพเหมาะสมที่สุด

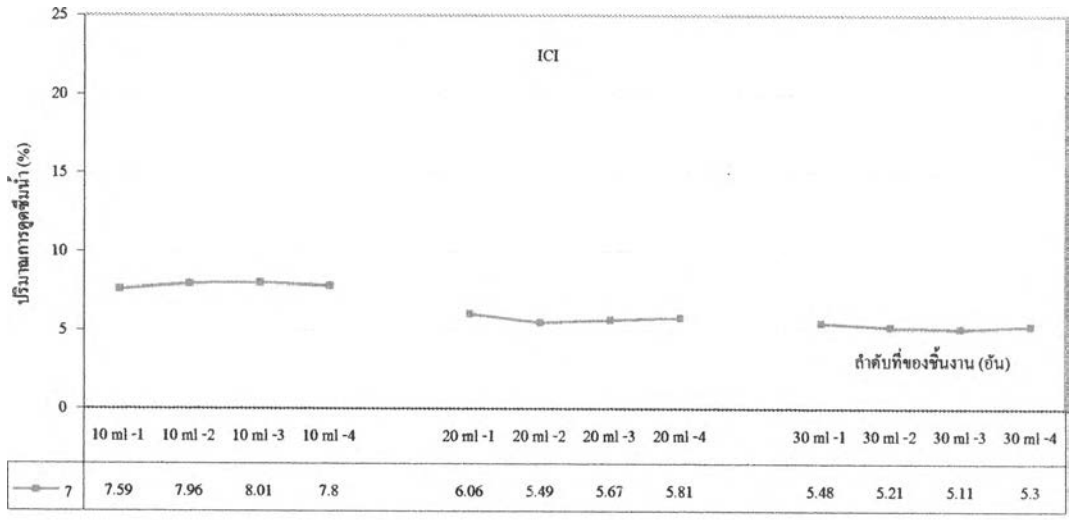


ภาพที่ 4.14 ประสิทธิภาพการป้องกันการดูดซึมน้ำของสารกันน้ำ Rhoximat ™ HD 224

(6) Rhoximat ™ HD 224

Rhoximat ™ HD 224 ละลายในตัวทำละลาย White spirit เพื่อเจือจางเป็นร้อยละ 10 ซึ่งมีการวิจัยว่าเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมก่อนใช้ สำหรับในส่วนของปริมาณที่เหมาะสมต่อการป้องกันการดูดซึมของน้ำสู่เนื้องานปูนก่อปูนฉาบนั้นพบว่า ให้ผลในแนวโน้มเดียวกับ Rhoximat RC 80 คือ การใช้ปริมาณ 30 มล. ให้ผลดีกว่าปริมาณ 20 มล. ร้อยละ 55 คือ จากการดูดซึมน้ำร้อยละ 6.1 – 6.6 เป็นร้อยละ 3 – 3.5 ขณะที่การใช้ปริมาณ 20 มล. ให้ผลดีกว่า 10 มล.

ดังนั้นการใช้สารกันน้ำชนิดนี้ในปริมาณ 30 มล. จะป้องกันการดูดซึมเข้าของน้ำสู่เนื้อปูนได้มากกว่า 20 มล.และ 10 มล.ตามลำดับ

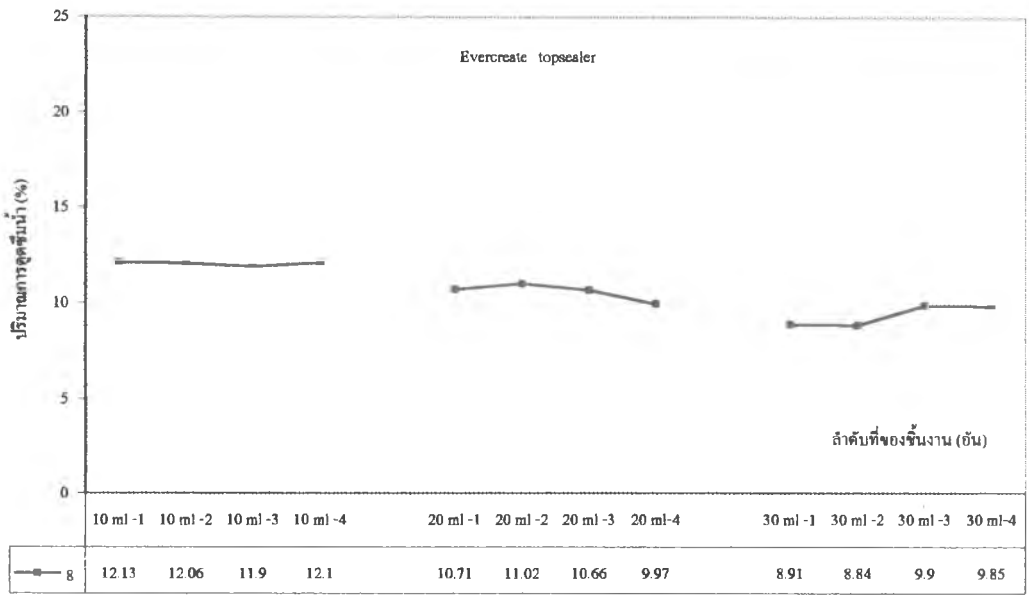


ภาพที่ 4.15 ประสิทธิภาพการป้องกันการดูดซึมน้ำของสารกันน้ำ ICI

(7) ICI

ICI เป็นสารกันน้ำพร้อมใช้โดยไม่ต้องเจือจาง การเลือกใช้ในปริมาณที่ต่างกันให้ผลที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เช่นกัน ทั้งนี้พบว่าปริมาณการดูดซึมน้ำเมื่อเพิ่มปริมาณการทา ICI จาก 10 เป็น 20 มล. และ 30 มล. นั่นคือ น้ำสามารถเข้าสู่ปูนก่อและปูนฉาบได้ร้อยละ 7.6 – 8 เมื่อใช้ 10 มล. ร้อยละ 5.5 – 6 เมื่อใช้ 20 มล. และร้อยละ 5.1 – 5.5 เมื่อใช้ 30 มล.

ดังนั้นจึงควรใช้สารกันน้ำ ICI ในปริมาณ 30 มล.

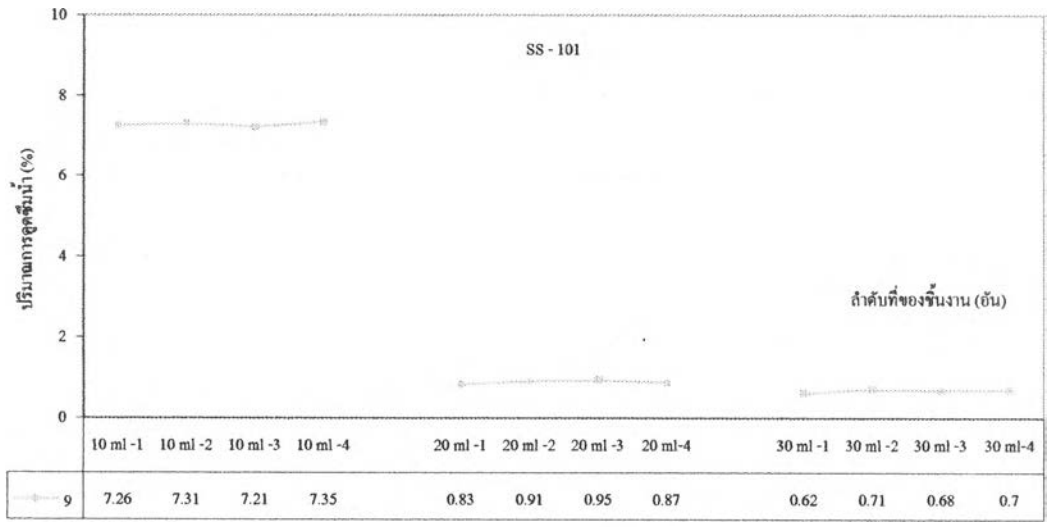


ภาพที่ 4.16 ประสิทธิภาพการป้องกันการดูดซึมน้ำของสารกันน้ำ Evercreate topsealer

(8) Evercreate topsealer

Evercreate topsealer สารกันน้ำชนิดนี้ป้องกันการดูดซึมน้ำได้ประมาณร้อยละ 88 อีกประมาณร้อยละ 12 สามารถซึมเข้าสู่เนื้องานได้ การเพิ่มปริมาณการทาจาก 10 เป็น 20 มล. และ 30 มล. ลดการดูดซึมได้ในระดับหนึ่ง กล่าวคือให้ประสิทธิภาพการป้องกันการดูดซึมน้ำที่ดีกว่า แต่ประสิทธิภาพไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คือ เมื่อเพิ่มปริมาณทุก ๆ 10 มล. ประสิทธิภาพการป้องกันการดูดซึมน้ำสู่เนื้องานดีขึ้นร้อยละ 1 เท่านั้น

แสดงว่าการเลือกใช้สารกันน้ำชนิดนี้ในปริมาณ 10 มล. ก็เพียงพอทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มปริมาณการทาไม่ทำให้ประสิทธิภาพแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญนั่นเอง



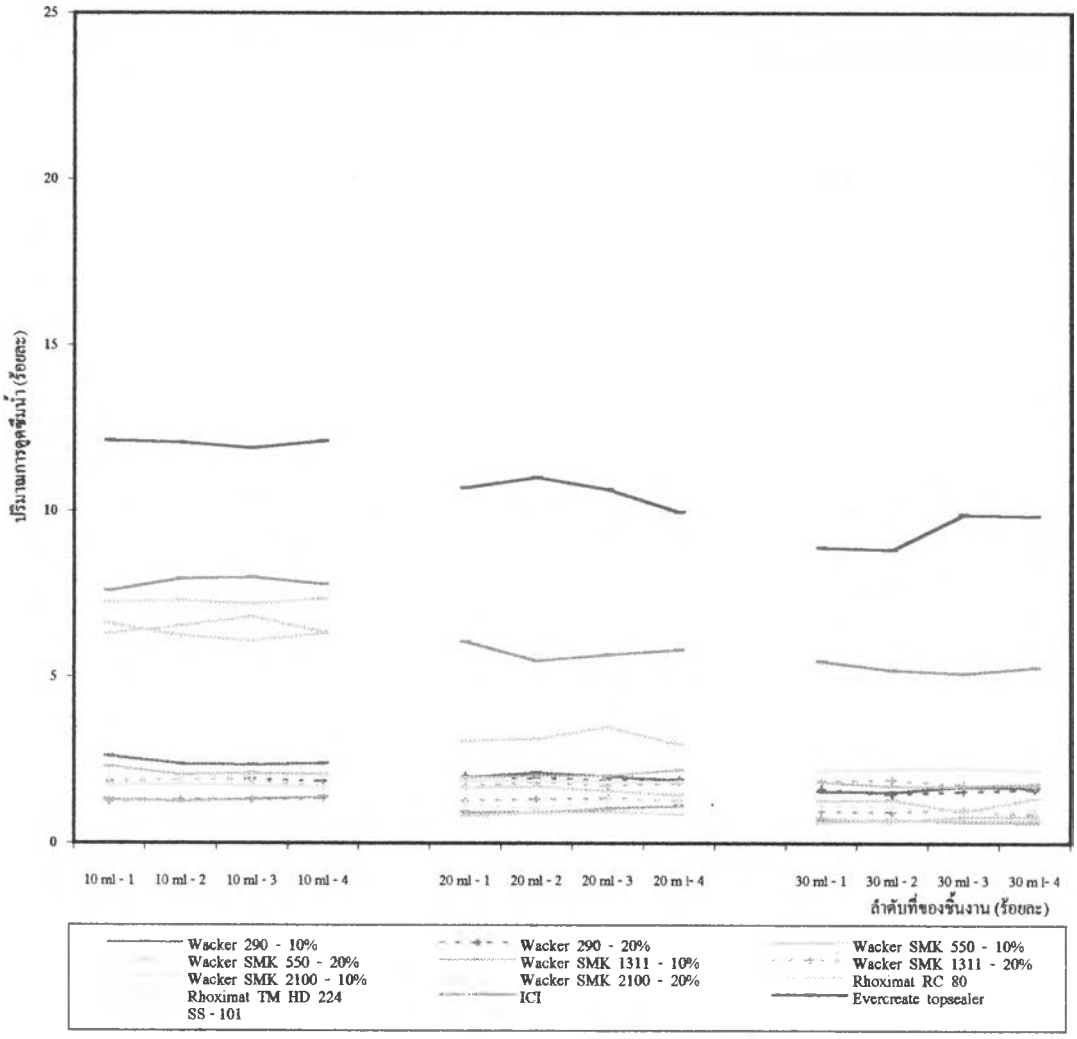
ภาพที่ 4.17 ประสิทธิภาพการป้องกันการดูดซึมน้ำของสารกันน้ำ SS - 101

(9) SS - 101

ค่าน้ำที่สามารถดูดซึมน้ำอยู่ในช่วงระหว่าง 0.6 – 7.4 การทาในปริมาณ 10 มล. สามารถป้องกันการดูดซึมของน้ำได้ประมาณร้อยละ 92 – 93 เมื่อเพิ่มปริมาณการทาเป็น 20 มล. ค่าของน้ำที่ถูกดูดซึมจะลดลงไปกว่าร้อยละ 80 ของการทาที่ปริมาณ 10 มล. นั่นคือประสิทธิภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่เมื่อเพิ่มปริมาณการทาอีกเป็น 30 มล.พบว่าประสิทธิภาพไม่ต่างกัน

ดังนั้นการใช้ SS – 101 .ในปริมาณ 20 มล.ก็เพียงพอและเหมาะสมต่อการป้องกันการดูดซึมของน้ำสู่เนื้อปูน

4.2.4 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการป้องกันการดูดซึมน้ำระหว่างสารกันน้ำ 9 ชนิด



ภาพที่ 4.18 ประสิทธิภาพป้องกันการดูดซึมน้ำของสารกันน้ำ เปรียบเทียบระหว่าง 9 ชนิด

การใช้สารกันน้ำทั้ง 9 ชนิดในทั้ง 39 ลักษณะความแตกต่างตามชนิดของสารกันน้ำ ความเข้มข้นและปริมาณที่ทาต่อผิวทดสอบให้ผลแตกต่างกัน จากภาพที่ 4.18 เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารกันน้ำระหว่าง 9 ชนิดที่นำมาศึกษาเปรียบเทียบ โดยในแต่ละชนิดและแต่ละระดับความเข้มข้นจะเลือกปริมาณการใช้ที่ให้ประสิทธิภาพการป้องกันการดูดซึมน้ำที่ดีที่สุดในชนิดสารกันน้ำนั้น ๆ ก่อน หลังจากนั้นจึงได้นำมาเปรียบเทียบกับสารกันน้ำชนิดอื่น ๆ รวมทั้งหมด 9 ชนิด ซึ่งเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบแล้วแบ่งความแตกต่างของประสิทธิภาพเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ปริมาณการดูดซึมน้ำภายหลังทาบนปูนก่อและปูนฉาบสูงกว่าร้อยละ 1.5 และกลุ่มที่มีปริมาณการดูดซึมน้ำภายหลังทาบนปูนก่อและปูนฉาบต่ำกว่าร้อยละ 1.5

และในกลุ่มแรกพบว่า Evercreate topsealer ให้ค่ามากที่สุด น้ำสามารถซึมสู่เนื้องานปูนได้ร้อยละ 8.8 - 9.9 เมื่อใช้ 30 มล.ต่อพื้นที่ผิวทดสอบ ICI ก็อยู่ในระดับสูงเช่นเดียวกันแม้จะใช้ในปริมาณ 30 มล. ก็พบว่ามีน้ำร้อยละ 5 สามารถซึมผ่านสู่เนื้อปูนได้ นอกจากนี้ Wacker BS 290 ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 10 และ 20 ในปริมาณ 30 มล. Wacker BS SMK 550 ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 10 ในปริมาณ 30 มล. และ ในปริมาณ 20 มล. และ Wacker BS SMK 2100 ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 10 ในปริมาณ 20 มล. ก็เป็นสารกันน้ำที่อยู่ในกลุ่มนี้ คือ ให้ค่าที่สูงกว่าร้อยละ 1.5 โดยพบว่าปริมาณน้ำที่สามารถซึมผ่านเข้าสู่เนื้อปูนได้มีปริมาณใกล้เคียงกันมาก คือ มีค่าระหว่างร้อยละ 1.5 – 1.9 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพสารกันน้ำแต่ละชนิดในกลุ่มนี้แล้วพบว่าสารกันน้ำแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

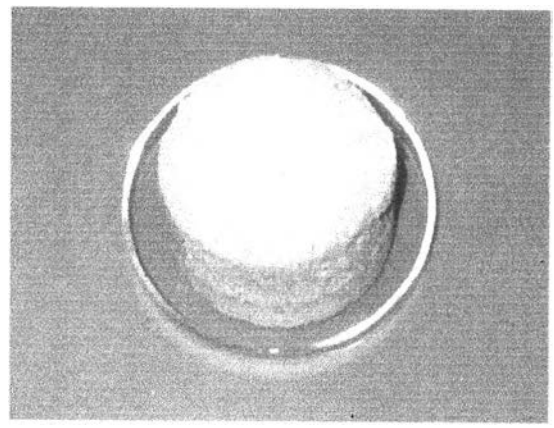
สำหรับในกลุ่มที่มีประสิทธิภาพป้องกันการดูดซึมน้ำได้มากกว่าร้อยละ 98.5 คือ ยอมให้น้ำต่ำกว่าร้อยละ 1.5 ซึมผ่านสู่เนื้อปูนเมื่อทาสารกันน้ำชนิดนั้นๆ ได้แก่ Wacker BS SMK 1311 เมื่อทาในปริมาณ 30 มล. ทั้ง 2 ความเข้มข้น คือ ร้อยละ 10 และ ร้อยละ 20 โดยที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 10 มีประสิทธิภาพดีกว่าเล็กน้อย นั่นคือ น้ำเพียงร้อยละ 0.6 – 0.7 เท่านั้นที่ซึมสู่เนื้อปูนได้ ค่าดังกล่าวเท่ากันกับการใช้ SS – 101 ในปริมาณ 30 มล. ส่วนที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 20 ของ Wacker BS SMK 1311 ในปริมาณการทาที่เท่ากันจะยอมให้น้ำผ่านเข้าสู่เนื้อปูนได้ ร้อยละ 0.9 – 1 ค่าดังกล่าวใกล้เคียงกับ Wacker BS SMK 2100 ความเข้มข้นร้อยละ 20 ปริมาณการทา 30 มล.

ส่วน Rhoximat ทั้ง 2 ชนิด ประสิทธิภาพการป้องกันการดูดซึมน้ำจะดีที่สุดเมื่อใช้ปริมาณ 30 มล. ต่อพื้นที่ผิวทดสอบที่เท่ากัน แต่การใช้ Rhoximat ™ HD 224 ให้ค่าปริมาณการดูดซึมน้ำคิดเป็นร้อยละ 0.7 – 0.8 น้อยกว่า Rhoximat RC 80 ซึ่งให้ค่าปริมาณการดูดซึมน้ำคิดเป็นร้อยละ 1 – 1.4

อย่างไรก็ดีเมื่อวิเคราะห์ผลการทดสอบดังกล่าวด้วยสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 แล้วพบว่าสารกันน้ำในกลุ่มหลังที่มีปริมาณการดูดซึมน้ำภายหลังทาบนปูนก่อและปูนฉาบต่ำกว่าร้อยละ 1.5 นั้นส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญ บางชนิดซึ่งมีความแตกต่างทางนัยสำคัญกับสารกันน้ำชนิดอื่น เช่น Rhoximat RC 80 ที่ทาในปริมาณ 20 มล.เมื่อเปรียบเทียบกับสารกันน้ำชนิดอื่นที่มีปริมาณการดูดซึมน้ำภายหลังทาบนปูนก่อและปูนฉาบต่ำกว่าร้อยละ 1.5 เช่นเดียวกันนั้นก็มีค่าแตกต่างทางนัยสำคัญต่ำ

4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการระเหยของสารกันน้ำ

การระเหยของน้ำเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปูนก่อและปูนฉาบเสื่อมสภาพ เนื่องจากเมื่อน้ำดูดซึมเข้ามาสู่เนื้องานปูนฉาบจะนำสารละลายต่าง ๆ ในน้ำเข้าสู่เนื้องานตามมาด้วย เมื่อน้ำระเหยออกจากเนื้อปูนจะทิ้งสารหรืออนุภาคใด ๆ ที่ละลายในน้ำไว้ที่เนื้อปูนด้วย การระเหยแต่ละครั้งจะเพิ่มอนุภาคที่เหลือจากการระเหยไว้ที่เนื้องาน สะสมไปอย่างต่อเนื่องเป็นปัญหาให้เกิดการเสื่อมสภาพ แสดงได้ดังภาพที่ 4.19

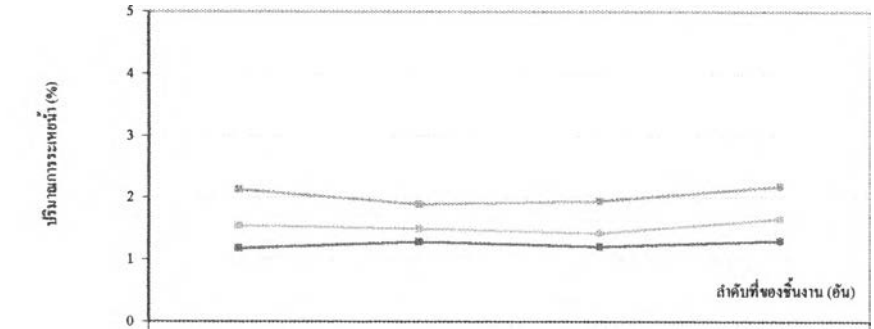


ภาพที่ 4.19 การเสื่อมสภาพจากการระเหยของน้ำ

สำหรับในส่วนของความแตกต่างในการระเหยของปูนก่อและปูนฉาบเมื่อใช้สารกันน้ำทานั้น ในความแตกต่างของแต่ละชนิดและระหว่าง 9 ชนิดได้ผลดังต่อไปนี้

4.3.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการระเหยของสารกันน้ำ เมื่อทาบนปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวและทรายต่างประเภท

การใช้ปูนก่อและปูนฉาบจากทรายคละทำให้การระเหยออกของน้ำดีกว่าปูนก่อและปูนฉาบจากทรายละเอียดและทรายหยาบ ค่าการระเหยจากปูนก่อและปูนฉาบจากทรายคละมีค่าร้อยละ 2 โดยประมาณ ขณะที่ทรายละเอียดมีค่าร้อยละ 1.4 – 1.5 ตามด้วยทรายหยาบที่ระเหยได้เพียงร้อยละ 1.1 – 1.2 เท่านั้น ดังภาพที่ 4.20

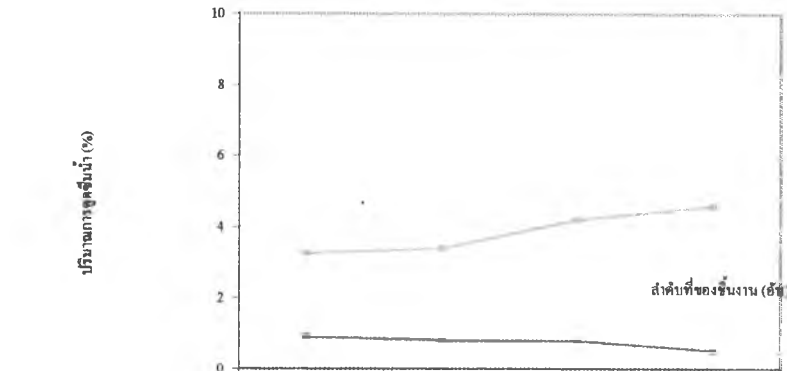


	1	2	3	4
ทรายหยาบ	1.18	1.28	1.2	1.3
ทรายละเอียด	1.55	1.49	1.42	1.65
ทรายคละ	2.13	1.89	1.94	2.18

ภาพที่ 4.20 ประสิทธิภาพการระเหยน้ำเมื่อทาสารกันน้ำ Rhoximat ™ HD 224 บนปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวและทรายต่างประเภท

4.3.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการระเหยของสารกันน้ำ เมื่อทาบนปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวหมักและไม่หมักกับทรายคละ

ความแตกต่างของการระเหยน้ำสำหรับปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวหมักและไม่หมักนั้นชัดเจนและมีความแตกต่างกันเมื่อทดสอบสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กล่าวคือ ปูนก่อและปูนฉาบที่เตรียมจากปูนขาวหมัก ทำให้การระเหยน้ำมากกว่าปูนก่อและปูนฉาบที่เตรียมจากปูนขาวไม่หมัก 4 – 5 เท่า เพราะขณะที่น้ำสามารถระเหยจากปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวหมักได้เฉลี่ยร้อยละ 3.8 โดยประมาณ น้ำจะระเหยจากปูนขาวไม่หมักได้ร้อยละ 0.82 โดยเฉลี่ยเท่านั้น

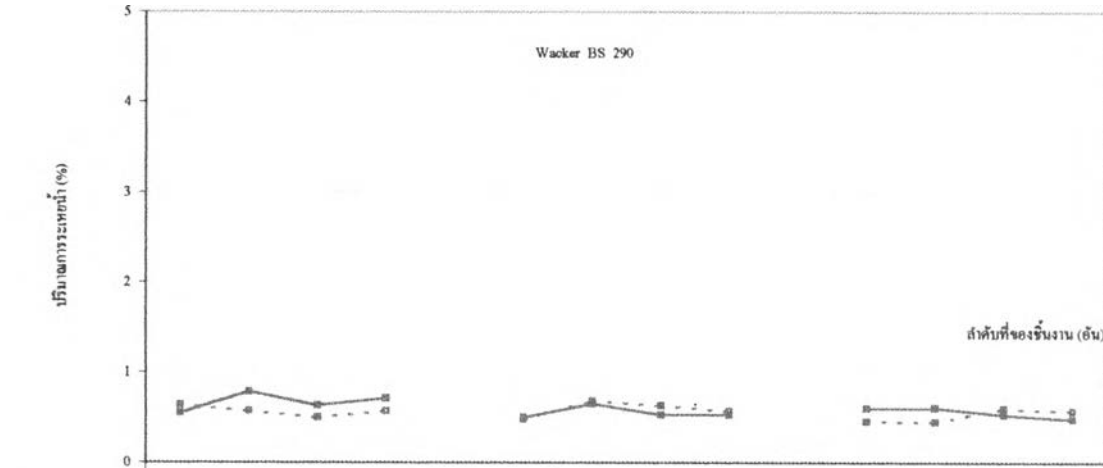


	1	2	3	4
ปูนขาวหมักและทรายคละ	0.91	0.83	0.81	0.53
ปูนขาวไม่หมักและทรายคละ	3.26	3.4	4.21	4.59

ภาพที่ 4.21 ประสิทธิภาพการระเหยน้ำเมื่อทาสารกันน้ำ Rhoximat ™ HD 224 บนปูนก่อและ ปูนฉาบจากปูนขาวหมักและไม่หมักและทรายคละ

4.4.3 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการระเหยของสารกันน้ำ เมื่อทาบนปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวและทรายประเภทเดียวกัน

การวิจัยในส่วนนี้เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารกันน้ำแต่ละชนิด แยกพิจารณาลักษณะเดียวกันกับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการป้องกันการดูดซึมน้ำดังที่กล่าวมาแล้ว นั่นคือ เปรียบเทียบสารกันน้ำชนิดเดียวกันเมื่อใช้ปริมาณในการทาต่อผิวทดสอบ 10, 20 และ 30 มล. แยกพิจารณาประสิทธิภาพเมื่อใช้ความเข้มข้นต่างกัน คือ ร้อยละ 10 และ 20

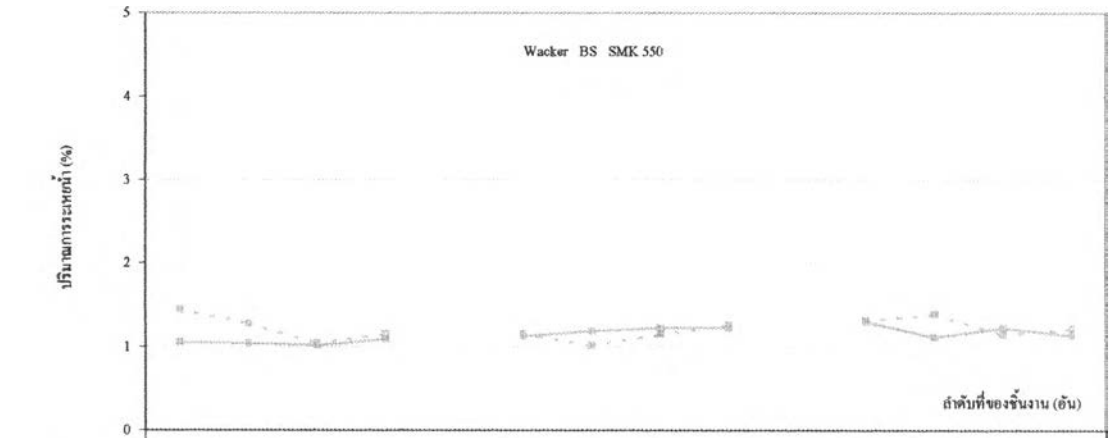


	10 ml -1	10 ml -2	10 ml -3	10 ml -4	20 ml -1	20 ml -2	20 ml -3	20 ml -4	30 ml -1	30 ml -2	30 ml-3	30 ml -4
1 - 10%	0.55	0.78	0.63	0.71	0.5	0.65	0.53	0.53	0.6	0.61	0.53	0.48
1 - 20%	0.64	0.57	0.5	0.57	0.48	0.68	0.63	0.57	0.46	0.45	0.6	0.57

ภาพที่ 4.22 ประสิทธิภาพการระเหยน้ำของปูนก่อและปูนฉาบเมื่อทาสารกันน้ำ Wacker BS 290

(1) Wacker BS 290

เมื่อน้ำซึมเข้าสู่ปูนก่อและปูนฉาบที่ทาด้วย Wacker BS 290 พบว่า มีน้ำเพียงประมาณร้อยละ 0.46 – 0.78 เท่านั้นที่สามารถระเหยออกจากเนื้องานได้ ปริมาณการทาที่เพิ่มขึ้นในทั้ง 2 ความเข้มข้นที่ใช้ ของสารกันน้ำซิลิโคนชนิดนี้ไม่ได้มีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณน้ำที่สามารถระเหยออกได้แต่อย่างใด ค่าที่วัดได้พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกกรณี

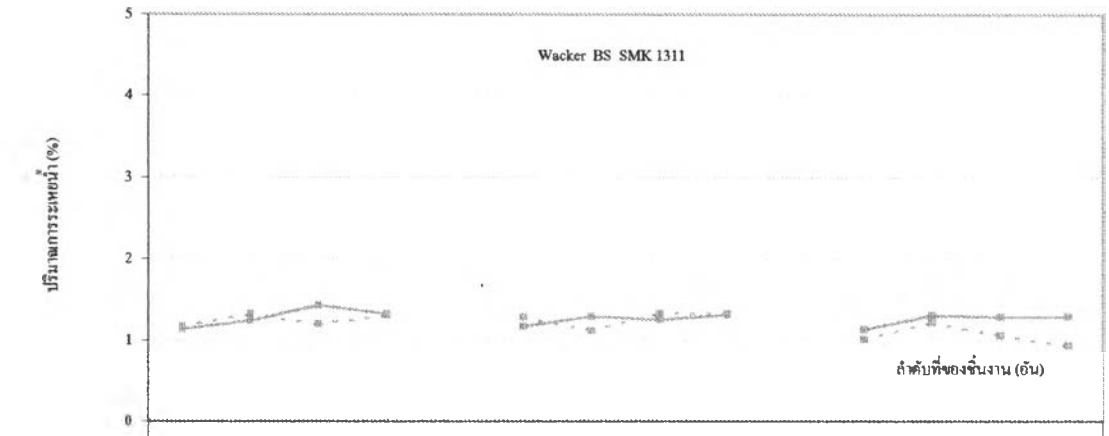


	10 ml -1	10 ml -2	10 ml -3	10 ml -4	20 ml -1	20 ml -2	20 ml -3	20 ml -4	30 ml -1	30 ml -2	30 ml -3	30 ml -4
2 - 10%	1.06	1.05	1.02	1.09	1.13	1.19	1.23	1.23	1.3	1.12	1.23	1.14
2 - 20%	1.45	1.28	1.05	1.16	1.16	1.02	1.15	1.26	1.32	1.39	1.15	1.22

ภาพที่ 4. 23 ประสิทธิภาพการระเหยน้ำของปูนก่อและปูนฉาบเมื่อทาสารกันน้ำ Wacker BS SMK 550

(2) Wacker BS SMK 550

การระเหยออกของน้ำจากเนื้อปูนที่ทาด้วย Wacker SMK 550 ให้ประสิทธิภาพที่ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทุกลักษณะการทา คือ ไม่ว่าจะใช้ความเข้มข้นร้อยละ 10 หรือ 20 ก็ให้ค่าการระเหยของน้ำที่ใกล้เคียงกันมาก คือ ระหว่าง 1.1 - 1.2 ในทุก ๆ ปริมาณที่ใช้

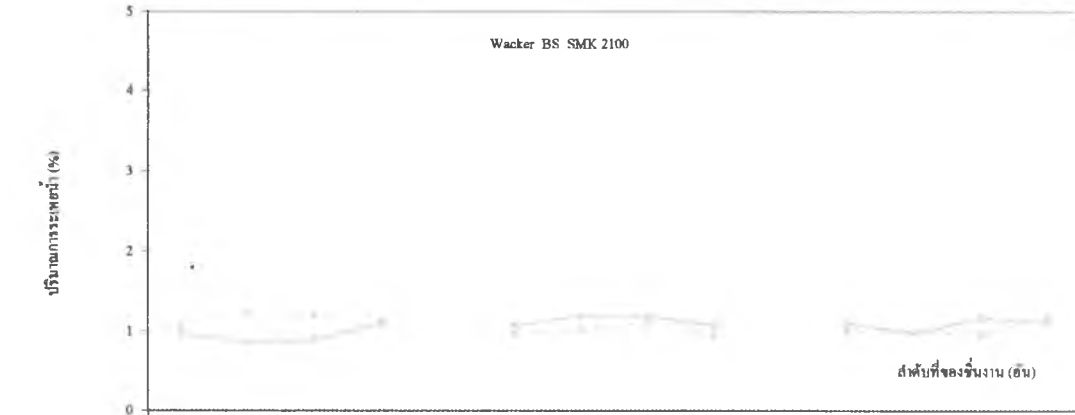


	10 ml -1	10 ml -2	10 ml -3	10 ml -4	20 ml -1	20 ml -2	20 ml -3	20 ml-4	30 ml -1	30 ml -2	30 ml -3	30 ml -4
3 - 10%	1.14	1.24	1.43	1.32	1.17	1.29	1.25	1.31	1.13	1.3	1.28	1.29
3 - 20%	1.17	1.32	1.2	1.3	1.28	1.12	1.33	1.32	1.01	1.22	1.06	0.93

ภาพที่ 4. 24 ประสิทธิภาพการระเหยน้ำของปูนก่อและปูนฉาบเมื่อทาสารกันน้ำ Wacker BS SMK 1311

(3) Wacker BS SMK 1311

เช่นเดียวกับ Wacker SMK 550 ข้างต้น Wacker BS SMK 1311 เป็นสารกันน้ำอีกชนิดที่ให้ความแตกต่างของประสิทธิภาพป้องกันการดูดซึมน้ำเมื่อใช้ปริมาณและความเข้มข้นต่างกันน้อยมาก รายงานการศึกษาพบว่าไม่ว่าจะทาปูนก่อและปูนฉาบด้วย Wacker SMK 1311 ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 หรือ 20 และในทุกๆ ปริมาณที่ทาบนเนื้อปูนก็ไม่ได้ทำให้การระเหยของน้ำเพิ่มขึ้นหรือลดลงแต่อย่างใด น้ำยังคงระเหยจากปูนก่อและปูนฉาบได้ในปริมาณใกล้เคียงกันมาก คือ ร้อยละ 1 – 1.2

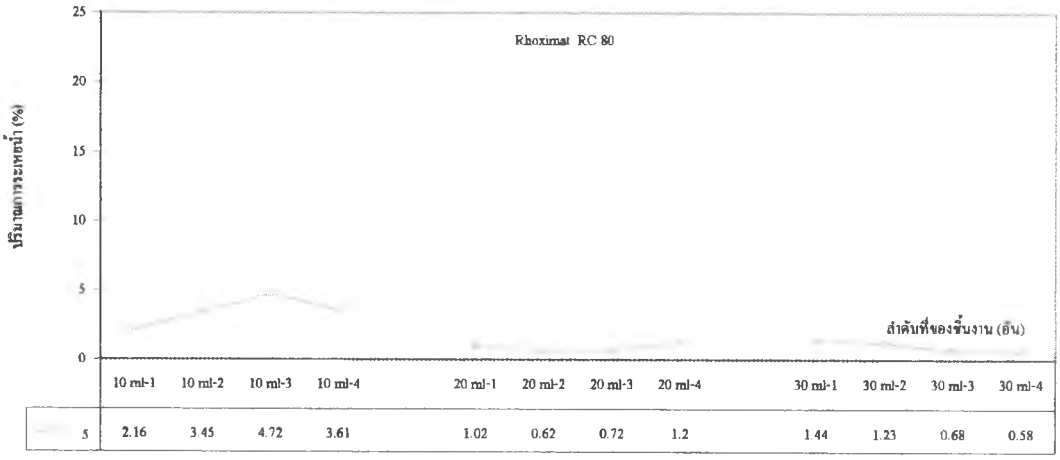


	10 ml -1	10 ml -2	10 ml -3	10 ml -4	20 ml -1	20 ml -2	20 ml -3	20 ml-4	30 ml -1	30 ml -2	30 ml -3	30 ml -4
4 - 10 %	0.96	0.86	0.89	1.09	1.07	1.19	1.19	1.07	1.1	0.98	1.17	1.11
4 - 20 %	1.08	1.23	1.2	1.13	0.96	1.02	1.11	0.94	0.99	0.98	0.96	1.2

ภาพที่ 4. 25 ประสิทธิภาพการระเหยน้ำของปูนก่อและปูนฉาบเมื่อทาสารกันน้ำ Wacker BS SMK 2100

(4) Wacker BS SMK 2100

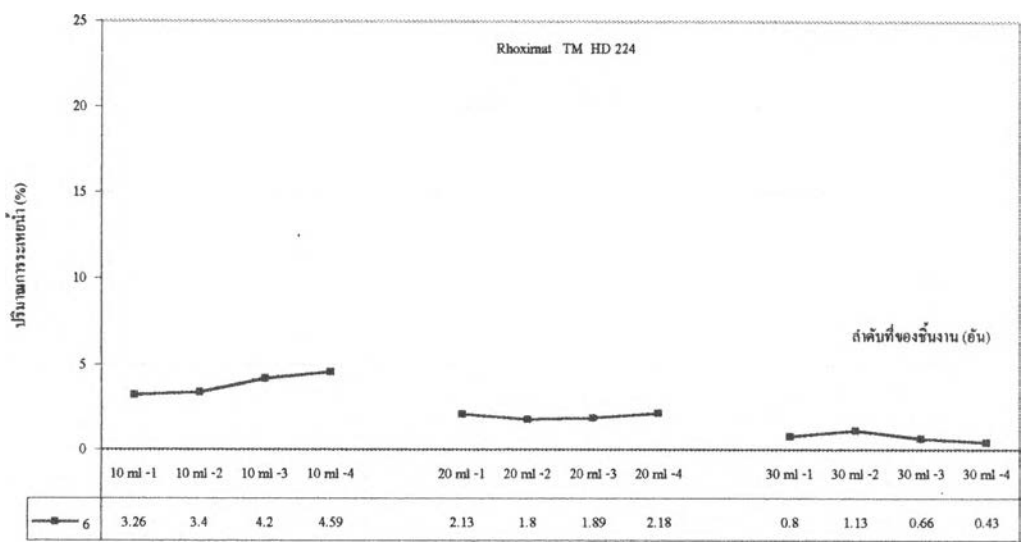
แม้ว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณที่ใช้ทาและความเข้มข้นจะทำให้ประสิทธิภาพป้องกันการดูดซึมต่างกัน แต่แนวโน้มดังกล่าวไม่ได้ส่งผลต่อการระเหยออกของน้ำที่สามารถซึมสู่ปูนก่อและปูนฉาบแต่อย่างใด ดังนั้นในทุก ๆ ลักษณะการทาจึงให้ค่าการระเหยที่ไม่ต่างกัน คือ ร้อยละ 0.9 – 1.2 เท่านั้น



ภาพที่ 4. 26 ประสิทธิภาพการระเหยน้ำของปูนก่อและปูนฉาบเมื่อทาสารกันน้ำ Rhoximat RC 80

(5) Rhoximat RC 80

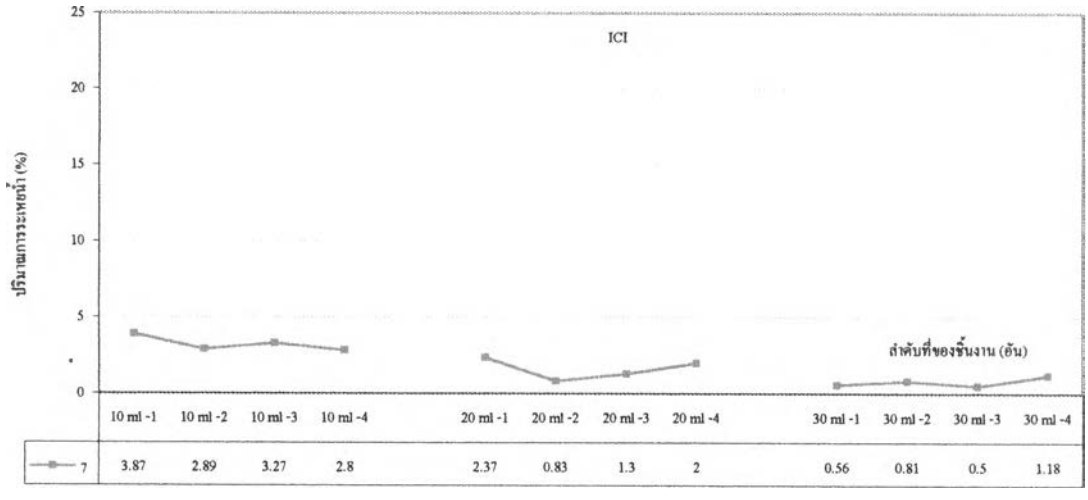
การใช้ปริมาณที่แตกต่างกัน มีผลต่อการระเหยออกของน้ำที่ถูกดูดซึมเข้าไป เนื่องจากพบว่า การทาในปริมาณที่มากขึ้นทำให้การระเหยของน้ำเกิดยากขึ้น การระเหยจะมากที่สุดเมื่อใช้ในปริมาณ 10 มล. คือ ระเหยได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 3.53 และระเหยได้ ร้อยละ 1 เมื่อทา 20 และ 30 มล. เมื่อทดสอบทางสถิติแล้วพบว่าการทาในปริมาณ 10 มล.ทำให้น้ำระเหยได้ดีกว่าและแตกต่างจากการทาสารกันน้ำชนิดนี้ในปริมาณ 20 มล. อย่างมีนัยสำคัญ แต่การเพิ่มปริมาณการทามากกว่านี้ คือ ทาในปริมาณ 30 มล. ไม่ได้ทำให้ค่าการระเหยลดลงหรือแตกต่างทางนัยสำคัญ



ภาพที่ 4. 27 ประสิทธิภาพการระเหยน้ำของปูนก่อและปูนฉาบเมื่อทาสารกันน้ำ Rhoximat ™ HD 224

(6) Rhoximat ™ HD 224

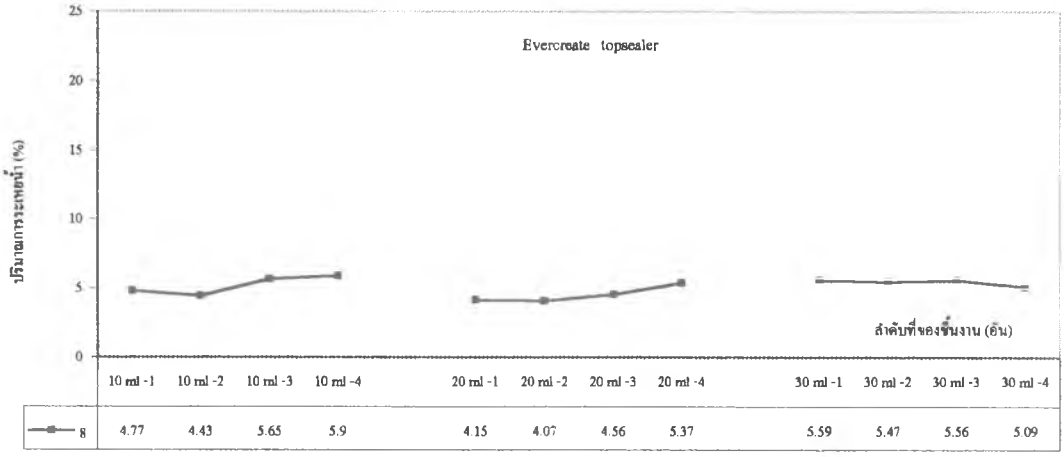
Rhoximat ™ HD 224 เป็นสารกันน้ำที่ให้ความแตกต่างกันระหว่างปริมาณการทา 10, 20 และ 30 มล. พบว่าการเพิ่มขึ้นของน้ำที่สามารถระเหยออกจากเนื้องานปูนก่อและปูนฉาบได้แปรผันกลับกับปริมาณที่ใช้ทาต่อผิวทดสอบ นั่นคือ เมื่อทา 10 มล. น้ำสามารถระเหยได้ร้อยละ 3.53 และสามารถระเหยได้ร้อยละ 1 เมื่อทา 20 และ 30 มล.



ภาพที่ 4. 28 ประสิทธิภาพการระเหยน้ำของปูนก่อและปูนฉาบเมื่อทาสารกันน้ำ ICI

(7) ICI

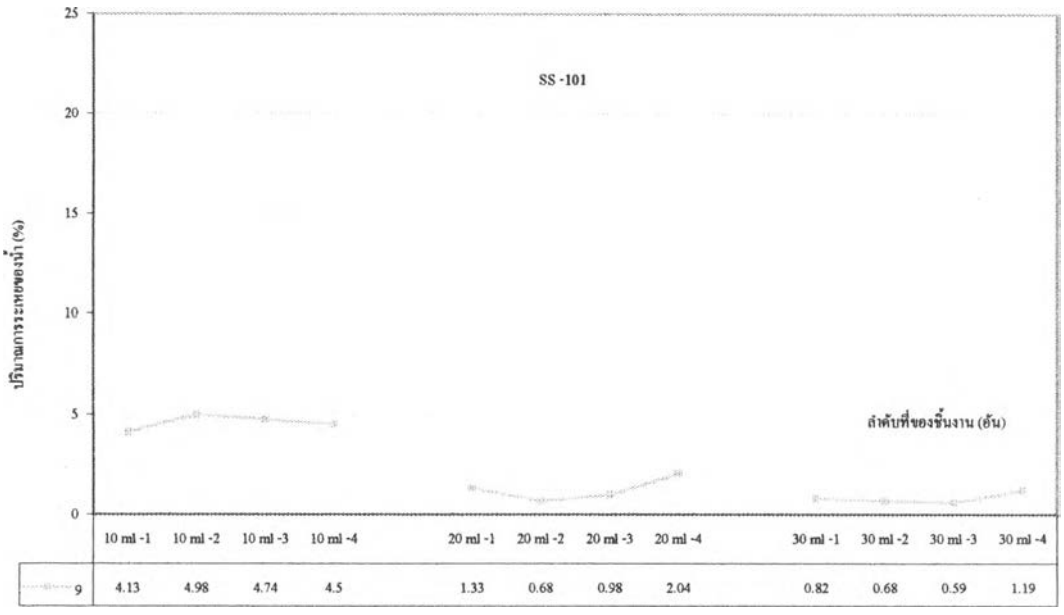
ประสิทธิภาพในการระเหยน้ำของ ICI ขึ้นอยู่กับปริมาณการทาบนผิวปูนก่อและปูนฉาบ เนื่องจากพบว่าเมื่อทาในปริมาณที่มากขึ้น การระเหยจะลดลง จากการวิจัยพบว่า เมื่อทา 30 มล. น้ำสามารถระเหยได้ประมาณร้อยละ 0.7 การลดปริมาณการทาลงเป็น 20 มล. น้ำจะระเหยได้ประมาณ ร้อยละ 1.7 และร้อยละ 3.1 เมื่อใช้ ICI เพียง 10 มล. ในการทาบนปูนนั้นๆ อย่างไรก็ตามเมื่อทดสอบทางสถิติแล้วพบว่าการทาในปริมาณ 20 มล.ให้ผลที่ไม่ต่างจาก 30 มล. แต่การทาในปริมาณ 20 มล. และ 30 มล. นั้น แตกต่างจากการทาในปริมาณ 10 มล.



ภาพที่ 4. 29 ประสิทธิภาพการระเหยน้ำของปูนก่อและปูนฉาบเมื่อทาสารกันน้ำ Evercreate topsealer

(8) Evercreate topsealer

ในความแตกต่างของปริมาณการใช้สารกันน้ำซิลิโคนทาบนปูนก่อและปูนฉาบทั้ง 3 ปริมาณ ได้แก่ 10, 20 และ 30 มล.นั้น ให้ผลใกล้เคียงกันและค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



ภาพที่ 4..30 ประสิทธิภาพการระเหยน้ำของปูนก่อและปูนฉาบเมื่อทาสารกันน้ำ SS - 101

(9) SS - 101

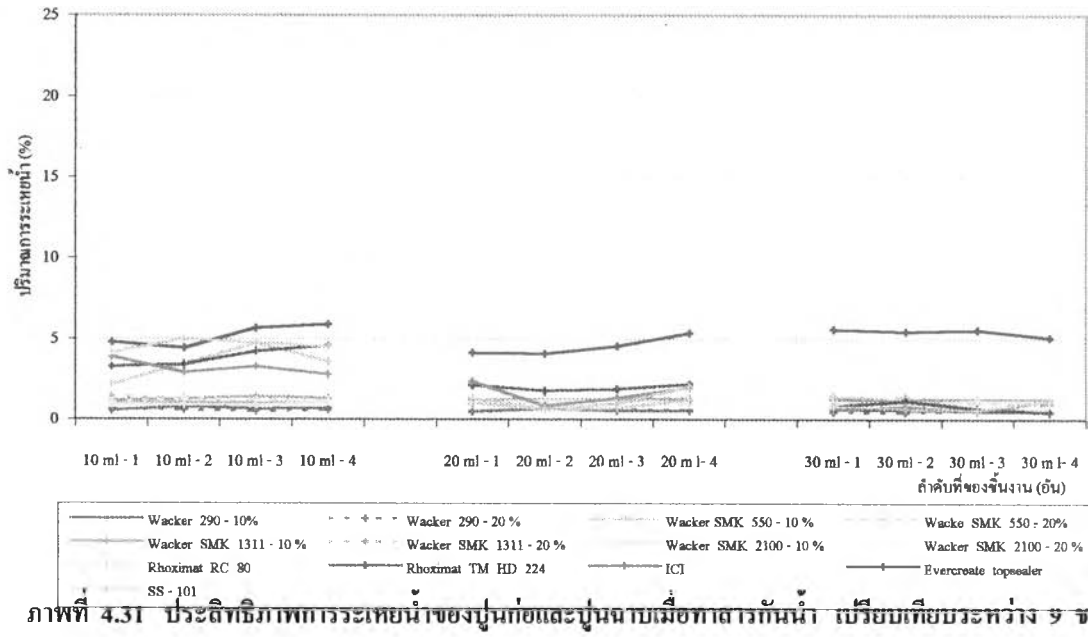
เมื่อพิจารณาผลต่อการระเหยของน้ำ พบว่าปริมาณของ SS – 101 ที่ใช้ผกผันกับความสามารถในการระเหย กล่าวคือเมื่อทา SS – 101 10 มล. น้ำจะระเหยจากเนื้อปูนได้ประมาณร้อยละ 4.6 มากกว่าการใช้ 20 และ 30 มล. ที่ให้ค่าใกล้เคียงกันคือประมาณร้อยละ 1 - 2 การทาในปริมาณ 20 มล. และ 30 มล. แตกต่างจากการทาในปริมาณ 10 มล. อย่างมีนัยสำคัญ

4.3.4 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการระเหยน้ำระหว่างสารกันน้ำซิลิโคน 9 ชนิด

ผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพการระเหยของสารกันน้ำซิลิโคนทั้ง 9 ชนิด โดยที่มีการพิจารณาความเข้มข้นต่างกันในบางชนิด อย่างไรก็ดีทุกชนิดและความเข้มข้นจะนำมาพิจารณาในปริมาณ 10, 20 และ 30 มล.เช่นกันนั้น เมื่อพิจารณาโดยรวมจากภาพต่อไปนี้แล้ว พบว่าในกลุ่มของชนิดและปริมาณสารกันน้ำที่ยอมให้น้ำระเหยได้ต่ำ อันประกอบด้วย Wacker BS 290, Wacker BS SMK 550, Wacker BS SMK 1311, Wacker BS SMK 2100 ทั้ง 2 ความเข้มข้นที่ใช้ในปริมาณ 10, 20 และ 30 มล Rhoximat RC 80, Rhoximat ™ HD 224 และ ICI ในปริมาณการใช้ 20 รวมทั้ง 30 มล. นั้น ให้ค่าที่ใกล้เคียงกัน น้ำสามารถระเหยได้ระหว่างร้อยละ 0.5 - 2

สำหรับสารกันน้ำที่ยอมให้น้ำระเหยได้ต่ำ พบว่าน้ำระเหยได้มากกว่าร้อยละ 3 ขึ้นไป ได้แก่ Evercreate topsealer ทั้ง 3 ปริมาณที่ใช้ รวมทั้ง SS – 101, Rhoximat RC 80, Rhoximat TM HD 224, ICI ที่ 10 มล. ในทั้งหมดนี้ Evercreate topsealer ให้ค่าการระเหยมากที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติแล้วพบว่าค่าการระเหยของน้ำจากปูนก่อและปูนฉาบที่ทาสารกันน้ำทั้ง 9 ชนิดนั้น เมื่อเปรียบเทียบแต่ละชนิดโดยพิจารณาการใช้ความเข้มข้นและปริมาณการทาที่แตกต่างกันพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน นั่นคือ ปริมาณการระเหยของน้ำจากปูนก่อและปูนฉาบดังกล่าวไม่ได้ขึ้นกับปริมาณและความเข้มข้นที่ใช้ สำหรับการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสารกันน้ำ 9 ชนิดนั้น พบว่า Evercreate topsealer ทุกลักษณะการทามีความแตกต่างกับประสิทธิภาพสารกันน้ำชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญ แต่สารกันน้ำชนิดอื่น ๆ นั้นเมื่อเปรียบเทียบระหว่างทั้ง 9 ชนิด ส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

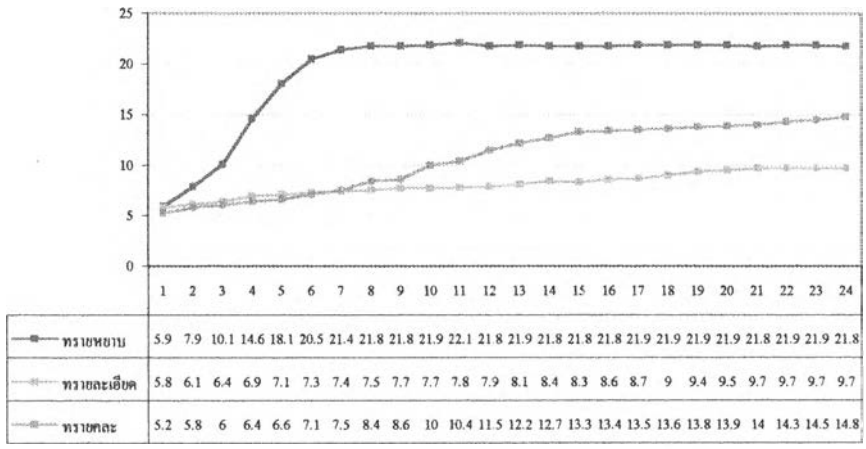


ภาพที่ 4.31 ประสิทธิภาพการระเหยน้ำของปูนก่อและปูนฉาบเมื่อทาสารกันน้ำ เปรียบเทียบระหว่าง 9 ชนิด

4.4 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพความคงทนต่อการใช้งานของสารกันน้ำ

ความคงทนต่อการใช้งานของสารกันน้ำซิลิโคนทั้ง 9 ชนิดนั้น เป็นการศึกษาวิจัยแบบวงจร โดยในทุก ๆ วงจรจะนำชิ้นงานมาน้ำหนักของชิ้นงานที่ทาสารกันน้ำซิลิโคนไว้เพื่อศึกษาแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักจากเริ่มต้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติการป้องกันการดูดซึมน้ำของชิ้นงานต่างกันออกไป และแตกต่างจากเริ่มต้นอย่างไรในทุก ๆวงจรที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพื่อประเมินผลในระยะยาวต่อความคงทนของสารกันน้ำซิลิโคนทั้ง 9 ชนิด

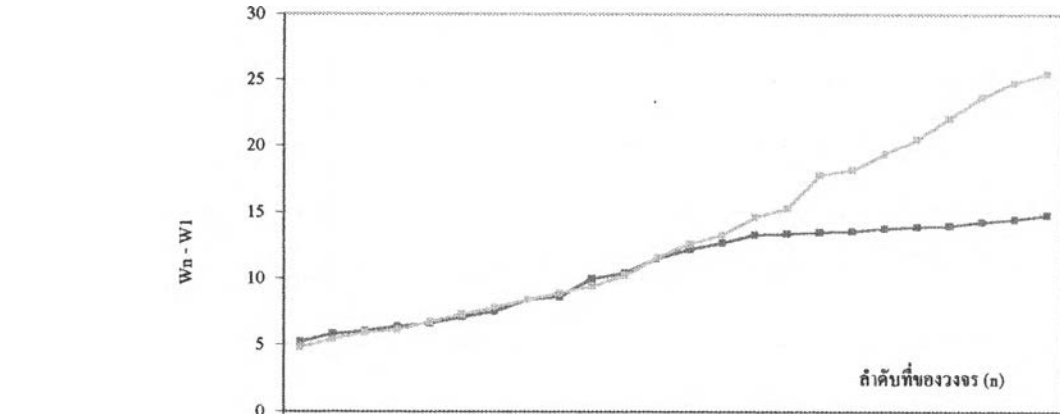
4.4.1 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพความคงทนต่อการใช้งานของสารกันน้ำ เมื่อทาบนปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวและทรายต่างประเภท



ภาพที่ 4.32 ประสิทธิภาพความคงทนต่อการใช้งานของสารกันน้ำ Rhoximat ™ HD 224 เมื่อทาบนปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวและทรายต่างประเภท

เมื่อทาสารกันน้ำชนิดเดียวกัน บนปูนก่อและปูนฉาบที่เตรียมจากทรายประเภทต่าง ๆ นั้น รายงานผลดังภาพที่ 4. 31 พบว่า ความคงทนต่อการใช้งานของสารกันน้ำซิลิโคนบนปูนก่อและปูนฉาบจากทรายหยาบน้อยกว่า ทรายคละและทรายละเอียดตามลำดับ โดยในช่วงต้นการเสื่อมสภาพเกิดขึ้นกับปูนก่อและปูนฉาบจากทรายหยาบมากกว่าทรายคละและละเอียดอย่างชัดเจน ขณะที่การเสื่อมสภาพของปูนก่อและปูนฉาบจากทรายคละและละเอียดเกิดขึ้นช้ากว่า เมื่อระยะเวลาผ่านไปการเสื่อมสภาพของปูนก่อและปูนฉาบจากทรายหยาบที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วนั้นจะมีค่าค่อนข้างคงที่ แต่การเสื่อมสภาพจะเกิดการเปลี่ยนแปลงมากกับปูนก่อและปูนฉาบจากทรายคละ สำหรับสารกันน้ำซิลิโคนที่ทาบนปูนก่อและปูนฉาบจากทรายละเอียดนั้นพบว่าการเสื่อมสภาพเกิดขึ้นช้า ๆ แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

4.4.2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพความคงทนต่อการใช้งานของสารกันน้ำชนิดเดียวกันเมื่อทาบนปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวหมักและไม่หมักกับทรายคละ



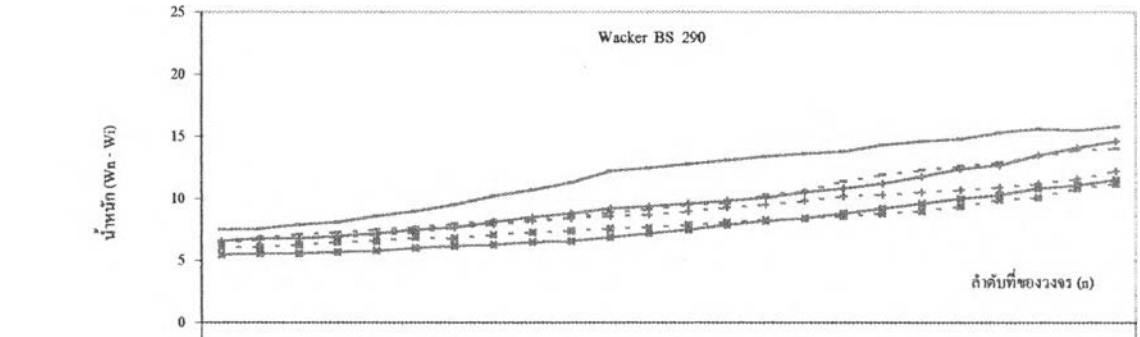
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ปูนขาวหมักและทรายคละ	5.2	5.8	6	6.4	6.6	7.1	7.5	8.4	8.6	10	10	12	12	13	13	13	14	14	14	14	14	14	15	15
ปูนขาวไม่หมักและทรายคละ	4.8	5.4	5.9	6.1	6.7	7.3	7.8	8.4	8.9	9.4	10	12	13	13	15	15	18	18	19	21	22	24	25	26

ภาพที่ 4.33 การคงทนต่อการใช้งานของสารกันน้ำ Rhoximat ™ HD 224 เมื่อทาบนปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวหมักและไม่หมัก

ความแตกต่างของความคงทนต่อการใช้งานของสารกันน้ำซิลิโคนที่ทาบนผิวทดสอบปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาว 2 ประเภทคือปูนขาวหมักและไม่หมักนั้น พบว่าการทาสารกันน้ำดังกล่าวบนปูนก่อและปูนขาวไม่หมักเสื่อมสภาพได้เร็วกว่า

ซึ่งจะสามารถสังเกตเห็นได้เมื่อพ้นวงจรที่ 14 ไปแล้วพบว่าการเสื่อมสภาพของสารกันน้ำบนปูนก่อและปูนฉาบที่เตรียมจากปูนขาวหมักจะชะลอลงและค่อนข้างคงที่ ลักษณะแตกต่างจากในกลุ่มปูนก่อและปูนฉาบจากปูนขาวไม่หมักที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามพบว่าความแตกต่างที่สังเกตได้นั้นจะพบเมื่อใช้เวลาทดสอบ 15 วงจร

4.4.3 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพความคงทนต่อการใช้งานของสารกันน้ำแต่ละชนิด



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1 - 10 % 10 ml	7.5	7.6	7.9	8.1	8.6	9	9.5	10.2	10.7	11.3	12.2	12.5	12.8	13.1	13.4	13.6	13.8	14.3	14.6	14.8	15.3	15.6	15.5	15.8
1 - 10 % 20 ml	6.6	6.8	6.8	7	7.2	7.5	7.7	8.1	8.5	8.8	9.2	9.4	9.6	9.8	10.1	10.5	10.8	11.2	11.8	12.4	12.7	13.5	14.1	14.6
1 - 10 % 30 ml	5.5	5.6	5.6	5.7	5.8	6	6.2	6.3	6.5	6.6	6.9	7.2	7.5	7.9	8.2	8.4	8.8	9.2	9.6	10	10.3	10.8	11.1	11.5
1 - 20 % 10 ml	6.6	6.9	7.1	7.3	7.5	7.7	8	8.2	8.2	8.5	8.9	9.1	9.5	9.6	10.3	10.6	11.4	11.9	12.3	12.6	12.9	13.4	13.9	14
1 - 20 % 20 ml	6.4	6.7	6.8	6.9	7.1	7.3	7.7	7.9	8.2	8.4	8.6	8.7	9	9.3	9.5	9.8	10.2	10.3	10.5	10.7	10.9	11.2	11.6	12.2
1 - 20 % 30 ml	6.1	6.1	6.3	6.5	6.6	6.9	6.8	7.1	7.3	7.4	7.6	7.7	7.9	8.1	8.3	8.4	8.6	8.8	9	9.4	9.9	10.1	10.8	11.2

ภาพที่ 4.34 ประสิทธิภาพความคงทนต่อการใช้งานของสารกันน้ำ Wacker BS 290

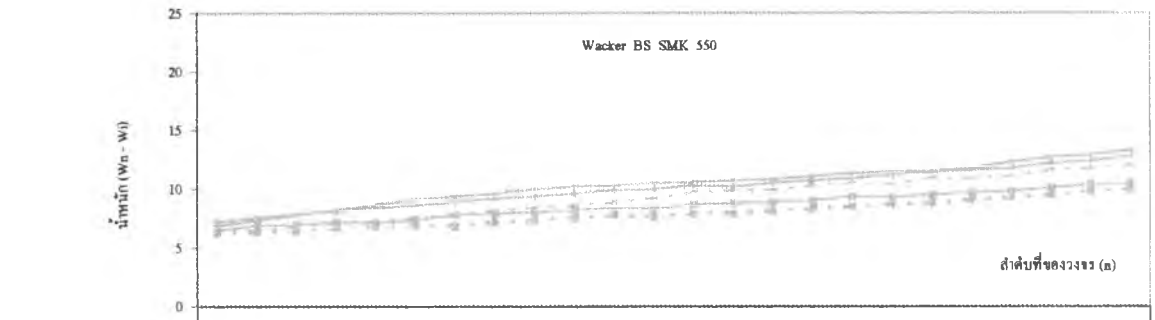
(1) Wacker BS 290

พิจารณาในความเข้มข้นร้อยละ 10 เมื่อครบระยะเวลาที่ทดสอบพบว่าแนวโน้มการเสื่อมสภาพมากที่สุด คือ 10 มล. และเป็นการเสื่อมสภาพมากกว่าปริมาณ 20 และ 30 มล. ตั้งแต่เริ่มต้นการทดสอบ แนวโน้มดังกล่าวมากกว่าลักษณะอื่น ๆ มาโดยตลอด ในการทาแบบความเข้มข้นร้อยละ 20 นั้น แนวโน้มการเสื่อมสภาพของ 10 มล. ใกล้เคียงกับ 20 และเร็วกว่า 30 มล. แต่เมื่อผ่านระยะเวลามากกว่า 16 วงจร แนวโน้มการเสื่อมสภาพของการทาในปริมาณ 10 มล. เริ่มแตกต่างจากการทา 20 มล. ขณะที่การทา 30 มล. นั้นการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างคงที่กว่า

เมื่อเปรียบเทียบในปริมาณการทาที่เท่ากันแต่ต่างความเข้มข้น การทาในปริมาณ 10, และ 20 มล. ใช้ความเข้มข้นร้อยละ 20 จะให้ผลดีกว่าร้อยละ 10 ส่วน 30 มล. ใช้ความเข้มข้นร้อยละ 10 ให้ค่าที่ไม่ต่างกับความเข้มข้นร้อยละ 20 อย่างชัดเจน ดังนั้นภายหลังจึงพบว่าการเสื่อม

สภาพของการทาแบบที่ใช้ความเข้มข้นร้อยละ 10 ที่ 10 มล. เสื่อมสภาพมากที่สุดในกลุ่มความเข้มข้นเดียวกันและมากกว่าในกลุ่มความเข้มข้นร้อยละ 20 ในทุกปริมาณการทา

ดังนั้นจึงพบว่าการทาด้วยความเข้มข้นร้อยละ 20 ปริมาณ 30 มล. ให้ผลดีที่สุด แต่เมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะการทาที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน คือ การทาด้วยความเข้มข้นร้อยละ 20 ปริมาณ 20 มล. และความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาณ 30 มล. พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2 - 10 % 10 ml	6.9	7.3	7.8	8.2	8.7	9.1	9.4	9.6	10	10.2	10.3	10.5	10.6	10.7	10.8	11.1	11.3	11.5	11.5	11.8	12.3	12.7	12.9	13.3
2 - 10 % 20 ml	7.2	7.6	7.9	8.1	8.4	8.6	8.9	9.2	9.4	9.6	9.9	10	10.3	10.2	10.5	10.7	10.9	11.2	11.4	11.6	11.8	12.2	12.4	12.8
2 - 10 % 30 ml	6.5	6.9	7	7.2	7.1	7.4	7.8	7.9	8.1	8.2	8.4	8.3	8.7	8.8	8.9	9	9.4	9.3	9.5	9.7	9.8	10.1	10.4	10.5
2 - 20 % 10 ml	6.4	6.5	6.8	7.1	7.3	7.6	7.9	8.2	8.4	8.6	8.9	9.2	9.7	9.8	9.9	10.3	10.5	10.4	10.9	10.9	11.1	11.6	11.8	12
2 - 20 % 20 ml	6.2	6.3	6.4	6.7	6.9	6.9	7	7.3	7.5	7.6	7.8	7.7	7.9	8.1	8.3	8.2	8.4	8.6	8.7	8.9	9.2	9.5	9.8	10
2 - 20 % 30 ml	6.3	6.3	6.4	6.7	6.8	6.9	6.8	7.1	7.3	7.5	7.7	7.6	7.9	7.8	8.1	8.4	8.5	8.8	8.9	9.2	9.4	9.5	9.8	9.9

ภาพที่ 4.35 ประสิทธิภาพความคงทนต่อการใช้งานของสารกันน้ำ Wacker BS SMK 550

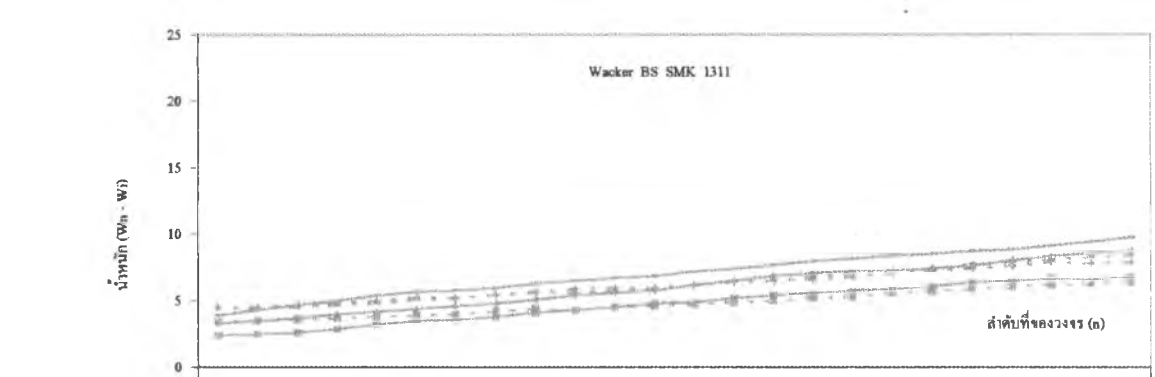
(2) Wacker BS SMK 550

เช่นเดียวกับสารกันน้ำซิลิโคนชนิดแรก Wacker SMK 550 ให้ผลการเสื่อมสภาพมากที่สุดในกลุ่มความเข้มข้นร้อยละ 10 แบบทา 10 มล. มากกว่า 20 และ 30 มล. ตามลำดับ

อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาความเข้มข้นร้อยละ 20 การทาในปริมาณ 10 มล. เสื่อมสภาพช้ากว่าการทาในความเข้มข้นร้อยละ 10 เมื่อทา 20 มล. สำหรับการทาความเข้มข้นร้อยละ 20 ในปริมาณ 20 มล.นั้นให้ผลที่ใกล้เคียงกับการทาด้วยความเข้มข้นร้อยละ 10 30 มล.

ดังนั้น ถ้าพิจารณาการทาสารกันน้ำชนิดนี้ในปริมาณที่เท่ากัน ความคงทนจะมีมากกว่าเมื่อใช้ความเข้มข้นที่มากกว่า แต่ถ้าใช้ความเข้มข้นที่เท่ากัน ประสิทธิภาพความคงทนของ

SMK 550 แปรตามปริมาณที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้แนวโน้มการเสื่อมสภาพมีลักษณะใกล้เคียงกัน คือ ค่อยๆ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
3 - 10 % 10 ml	3.9	4.3	4.7	5	5.4	5.7	5.8	6	6.3	6.5	6.7	6.9	7.2	7.4	7.7	8	8.2	8.4	8.6	8.8	8.9	9.2	9.5	9.8
3 - 10 % 20 ml	3.3	3.5	3.7	4	4.2	4.4	4.6	4.8	5.1	5.4	5.6	5.8	6.2	6.5	6.9	7.1	7.3	7.3	7.5	7.7	8.1	8.4	8.6	8.8
3 - 10 % 30 ml	2.4	2.5	2.6	2.9	3.2	3.5	3.6	3.8	4.1	4.3	4.5	4.8	4.9	5.2	5.4	5.6	5.8	5.9	6.1	6.4	6.5	6.7	6.6	6.8
3 - 20 % 10 ml	4.4	4.4	4.5	4.7	4.8	5.1	5.2	5.4	5.6	5.6	5.8	5.9	6.2	6.4	6.5	6.8	7.1	7.3	7.5	7.8	8	8.1	8.3	8.4
3 - 20 % 20 ml	4.5	4.5	4.7	4.8	5	5.3	5.2	5.5	5.7	5.9	6	6	6.2	6.4	6.5	6.6	6.8	7.1	7.3	7.5	7.7	7.9	7.8	7.9
3 - 20 % 30 ml	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4	4.2	4.4	4.3	4.5	4.6	4.7	4.9	5	5.2	5.3	5.6	5.7	5.9	6.1	6.2	6.3	6.4

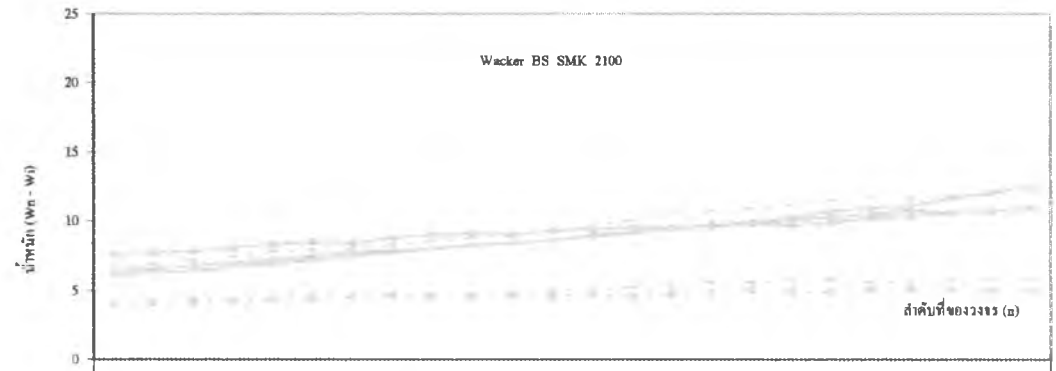
ภาพที่ 4.36 ประสิทธิภาพความคงทนต่อการใช้งานของสารกันน้ำ Wacker BS SMK 1311

(3) Wacker BS SMK 1311

การทาปูนก่อและปูนฉาบด้วย Wacker BS SMK 1311 ความเข้มข้นร้อยละ 20 ให้ผลที่ดีกว่าความเข้มข้นร้อยละ 10 ในทุกปริมาณการใช้ และในกลุ่มของความเข้มข้นเดียวกัน ก็พบด้วยว่าการทาในปริมาณที่มากกว่าให้ผลที่ดีกว่าเช่นกัน

อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบการทาในทุก ๆ แบบ พบว่าการทาด้วยความเข้มข้นร้อยละ 20 ปริมาณ 10 มล. มีผลเพิ่มความคงทนต่อการใช้งานมากกว่าการทาด้วยความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาณ 20 มล. ไม่มาก และการทาในปริมาณ 30 มล. เมื่อเพิ่มความเข้มข้นจากร้อยละ 10 เป็นร้อยละ 20 ก็ไม่ให้ผลที่แตกต่างกันมาก

สำหรับแนวโน้มการเสื่อมสภาพของการทาในแต่ละรูปแบบนั้นพบว่าเป็นไปในลักษณะเดียวกันคือค่อยๆเปลี่ยนแปลงอย่างคงที่ โดยพบว่าการทาด้วยความเข้มข้นร้อยละ 20 ในปริมาณ 30 มล. เสื่อมสภาพได้ช้าที่สุด นั่นคือมีประสิทธิภาพความคงทนต่อการใช้งานสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับการทาในลักษณะอื่น ๆ ที่ให้ผลใกล้เคียงกัน คือ การทาด้วยความเข้มข้นร้อยละ 10 ในปริมาณ 30 มล. เท่ากัน ก็พบว่าให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
4 - 10 % 10 ml	6.1	6.3	6.4	6.7	6.9	7.2	7.5	7.7	8	8.2	8.4	8.6	9	9.2	9.4	9.6	9.8	10.1	10.3	10.5	10.8	10.6	10.7	10.8
4 - 10 % 20 ml	6.4	6.6	6.8	7	7.2	7.5	7.7	7.9	8	8.3	8.4	8.6	8.9	9.1	9.5	9.7	9.9	10.3	10.7	10.9	11.1	11.6	12.1	12.5
4 - 10 % 30 ml	7.6	7.7	7.8	8.1	8.3	8.5	8.4	8.8	9	9.1	9	9.3	9.4	9.5	9.5	9.6	9.8	9.7	9.9	10.2	10.4	10.6	10.7	10.9
4 - 20 % 10 ml	6.7	6.9	7.2	7.5	7.8	7.9	8	8.3	8.5	8.8	9	9.3	9.6	10.1	10.6	10.7	10.9	11.1	11.5	11.7	11.6	11.8	11.9	12.1
4 - 20 % 20 ml	4.2	4.2	4.4	4.4	4.5	4.6	4.5	4.7	4.6	4.6	4.8	5	5	5.3	5.4	5.7	5.6	5.7	5.8	5.6	5.7	5.8	5.9	5.9
4 - 20 % 30 ml	4	4.1	4.1	4.2	4.3	4.3	4.5	4.6	4.5	4.6	4.6	4.6	4.7	4.6	4.8	4.9	5	4.9	4.9	5	5.1	5.1	5	5

ภาพที่ 4.37 ประสิทธิภาพความคงทนต่อการใช้งานของสารกันน้ำ Wacker BS SMK 2100

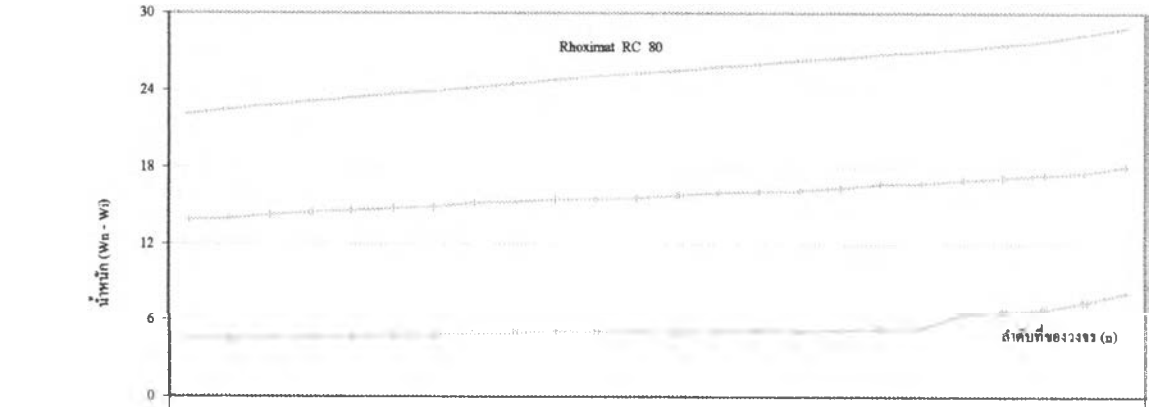
(4) Wacker BS SMK 2100

การทา Wacker BS SMK 2100 ในทั้ง 2 กลุ่มความเข้มข้นดังที่กล่าวมาแล้ว ให้ผลที่แตกต่างกันในทั้ง 2 ความเข้มข้น เนื่องจากพบว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 การทาในปริมาณที่น้อย คือ 10 มล. เมื่อผ่านไป 24 วงจร การเสื่อมสภาพเกิดขึ้นในระดับหนึ่งซึ่งน้อยกว่าการทา 20 มล. แต่เมื่อเพิ่มปริมาณเป็น 30 มล. ค่าการเสื่อมสภาพที่พบกลับใกล้เคียงกัน

ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 นี้ การเปลี่ยนแปลงปริมาณการทาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านความคงทนต่อการใช้งานไม่มาก ผลที่ได้ ต่างจากการทาด้วยความเข้มข้นร้อยละ 20 เนื่องจากพบว่าการใช้ปริมาณ 10 มล.ให้ผลที่ต่างจากการเพิ่มปริมาณการทาเป็น 20 มล. กว่าร้อยละ 50 แต่ค่าดังกล่าวกลับไม่ต่างจากการทาในปริมาณ 30 มล.นัก

อนึ่งยังพบด้วยว่าการทาที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ในปริมาณ 20 มล.ก็ให้ผลที่ใกล้เคียงกับการใช้ความเข้มข้นร้อยละ 20 ในปริมาณ 10 มล. และไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

สำหรับแนวโน้มของการเสื่อมสภาพที่เกิดขึ้นนั้น นอกจากการทาด้วยความเข้มข้นร้อยละ 20 20 และ 30 มล.ที่การเปลี่ยนแปลงค่อนข้างคงที่หรือมีความคงทนสูงแล้ว การทาในลักษณะอื่น ๆ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่าอย่างต่อเนื่อง

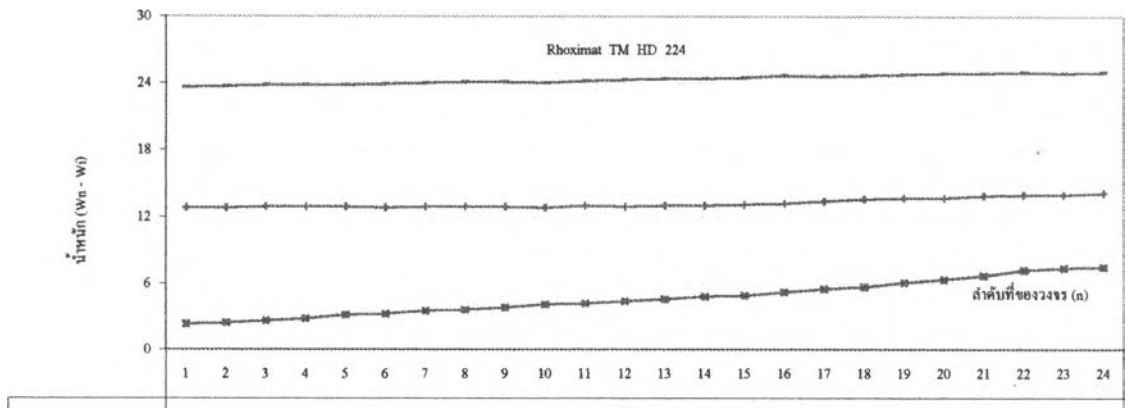


		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
5	10 ml	22.1	22.5	22.8	23.1	23.4	23.7	23.9	24.2	24.5	24.8	25.1	25.3	25.5	25.8	26	26.3	26.5	26.8	27	27.2	27.5	27.8	28.3	28.8
5	20 ml	13.9	14	14.3	14.5	14.6	14.8	14.9	15.2	15.3	15.5	15.5	15.6	15.8	16	16.1	16.2	16.4	16.7	16.8	17	17.2	17.4	17.6	18.1
5	30 ml	4.5	4.5	4.6	4.6	4.7	4.8	4.8	4.9	5	5.1	5.1	5.1	5	5.1	5.2	5.1	5.2	5.3	5.4	6.5	6.7	6.9	7.5	8.2

ภาพที่ 4.38 ประสิทธิภาพความคงทนต่อการใช้งานของสารกันน้ำ Rhoximat RC 80

(5) Rhoximat RC 80

การเสื่อมสภาพที่เกิดขึ้นมีความชัดเจนมาก นั่นคือ ในปริมาณการทาที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้การเสื่อมสภาพของสารกันน้ำซิลิโคนชนิดนี้เกิดน้อยลง โดยในทุก 10 มล.ที่เพิ่มขึ้น ความคงทนต่อการใช้งานจะเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 50 สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นพบว่าเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ การเปลี่ยนแปลงเกิดมากที่สุดเมื่อทาในปริมาณน้อยที่สุด นั่นคือ 10 มล. คือ พบว่ามีความคงทนต่อการใช้งานมากกว่า 20 และ 30 มล. ตามลำดับ โดยการทาทั้ง 3 ปริมาณ ให้ผลต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



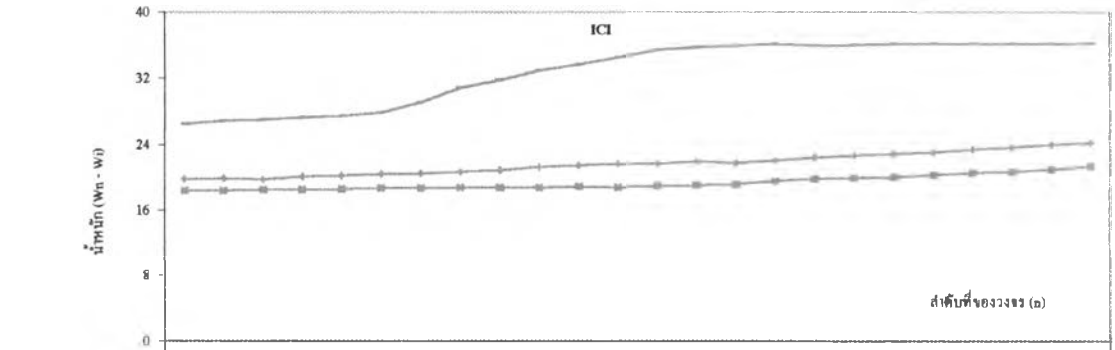
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
6	10 ml	23.6	23.7	23.8	23.8	23.8	23.9	24	24.1	24.1	24	24.2	24.3	24.4	24.4	24.5	24.7	24.6	24.7	24.8	24.9	24.9	25	24.9	25
6	20 ml	12.8	12.8	12.9	12.9	12.9	12.8	12.9	12.9	12.9	12.8	13	12.9	13	13	13.1	13.2	13.4	13.6	13.7	13.7	13.9	14	14	14.1
6	30 ml	2.3	2.4	2.6	2.8	3.1	3.2	3.5	3.6	3.8	4.1	4.2	4.4	4.6	4.8	4.9	5.2	5.5	5.7	6.1	6.4	6.7	7.2	7.4	7.5

ภาพที่ 4.39 ประสิทธิภาพความคงทนต่อการใช้งานของสารกันน้ำ Rhoximat ™ HD 224

(6) Rhoximat ™ HD 224

ความคงทนต่อการใช้งานเมื่อพิจารณาจากภาพ 4. 17 พบว่าการทาในปริมาณมากให้ผลดีกว่าการทาในปริมาณที่น้อยอย่างมีนัยสำคัญ

อย่างไรก็ดี แม้ว่าการทาในปริมาณที่น้อยจะให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าการทาในปริมาณที่มาก พบว่าการเปลี่ยนแปลงของการทาในปริมาณที่มากนั้นเปลี่ยนแปลงได้มากกว่าการทาในปริมาณที่น้อยลงนั่นคือการทาในปริมาณมาก เสื่อมสภาพได้มากกว่าการทาในปริมาณน้อยนั่นเอง



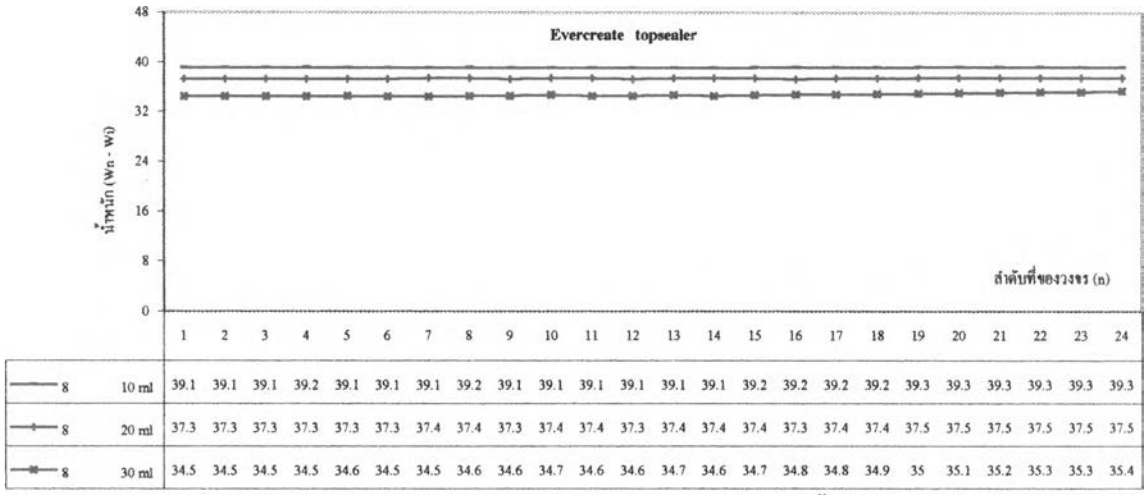
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
7	10 ml	26.4	26.8	26.9	27.2	27.4	27.8	29	30.8	31.7	32.9	33.6	34.5	35.4	35.7	35.9	36.1	35.9	36	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1
7	20 ml	19.8	19.9	19.8	20.1	20.2	20.4	20.5	20.7	20.9	21.3	21.5	21.7	21.6	21.9	21.7	22	22.3	22.6	22.8	23	23.3	23.6	23.9	24.1
7	30 ml	18.4	18.4	18.5	18.5	18.6	18.7	18.7	18.8	18.8	18.8	18.9	18.8	18.9	19	19.1	19.5	19.8	19.9	20	20.2	20.5	20.6	20.9	21.3

ภาพที่ 4.40 ประสิทธิภาพความคงทนต่อการใช้งานของสารกันน้ำ ICI

(7) ICI

การทา ICI โดยใช้ปริมาณต่อพื้นที่ผิวทดสอบมาก ให้ผลดีกว่าการทาในปริมาณน้อย โดยพบว่าเมื่อทาด้วยปริมาณ 10 มล. ประสิทธิภาพด้านความคงทนของการใช้งานอยู่ในระดับหนึ่ง การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง กระทั่งวงจรที่ 5 เป็นต้นไป การเปลี่ยบแปลงเกิดขึ้นมากกว่าเดิมและยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นไปจนถึงวงจรที่ 15 หลังจากนั้นการเปลี่ยนแปลงเกิดน้อยลงแต่ยังคงเพิ่มการเสื่อมสภาพอย่างช้า ๆ และต่อเนื่องเป็นลำดับ

เมื่อเพิ่มปริมาณการทาจาก 10 เป็น 20 มล. ประสิทธิภาพความคงทนต่อการใช้งานของ ICI ดีขึ้นอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามเมื่อเพิ่มปริมาณการทาเป็น 30 มล. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นไม่ชัดเจนเท่าการเพิ่มปริมาณจาก 10 เป็น 20 มล. อย่างไรก็ตามที่ปริมาณการทา 20 และ 30 มล. นั้น การเปลี่ยนแปลงไม่แตกต่างอย่างชัดเจนเช่นการทาด้วยปริมาณ 10 มล. แต่แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงก็เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกัน



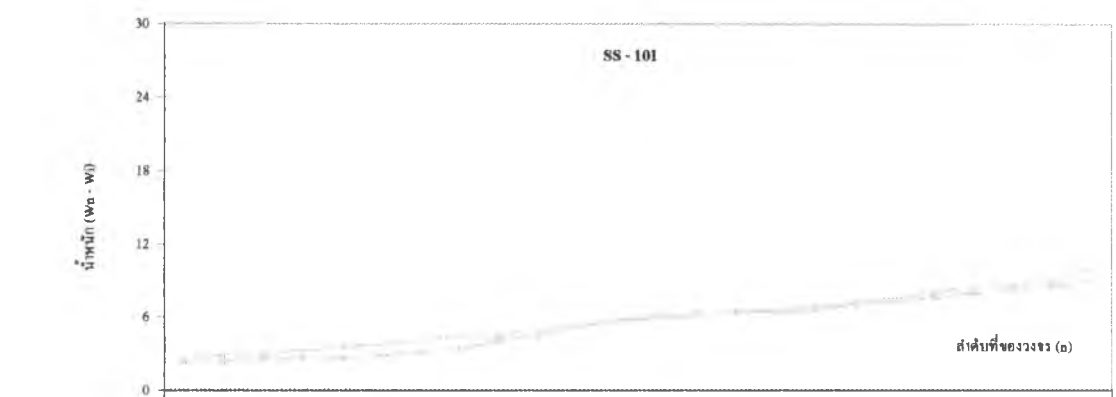
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
8	10 ml	39.1	39.1	39.1	39.2	39.1	39.1	39.1	39.2	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.2	39.2	39.2	39.2	39.3	39.3	39.3	39.3	39.3	39.3
8	20 ml	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.4	37.4	37.3	37.4	37.4	37.3	37.4	37.4	37.4	37.3	37.4	37.4	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5
8	30 ml	34.5	34.5	34.5	34.5	34.6	34.5	34.5	34.6	34.6	34.7	34.6	34.6	34.7	34.6	34.7	34.8	34.8	34.9	35	35.1	35.2	35.3	35.3	35.4

ภาพที่ 4.41 ประสิทธิภาพความคงทนต่อการใช้งานของสารกันน้ำ Evercreate topsealer

(8) Evercreate topsealer

Evercreate topsealer จะมีความคงทนต่อการใช้งานมากขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณการทา แต่ประสิทธิภาพที่ดีขึ้นนั้นก็ไม่ต่างกันมากและเมื่อทดสอบทางสถิติก็พบว่าไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญเช่นเดียวกัน

อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาหลังการใช้งานของ Evercreate topsealer พบว่ามีการเสื่อมสภาพเมื่อใช้งาน หรืออีกนัยหนึ่งคือความคงทนต่อการใช้งานแตกต่างจากสารกันน้ำซิลิโคนอีก 8 ชนิดที่นำมาทดสอบมาก เพราะ Evercreate topsealer มีการเสื่อมสภาพหลังการใช้งานน้อยมาก แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพต่อการใช้งานก็ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสารกันน้ำซิลิโคนอีก 8 ชนิด



		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
9	10 ml	24.9	24.9	24.9	25	24.9	24.9	25.1	24.9	24.9	24.9	25	25.1	24.9	25	25	24.9	25.2	24.9	25	25	25.1	24.9	25	24.9
9	20 ml	2.7	2.9	3.1	3.3	3.6	3.8	4.2	4.5	4.6	5	5.2	5.6	5.9	6.2	6.5	6.7	6.9	7.2	7.6	8.1	8.4	8.7	9	9.9
9	30 ml	2.4	2.4	2.6	2.8	2.7	2.9	3.2	3.5	4.1	4.6	5.3	5.8	6.2	6.3	6.4	6.4	6.6	7.1	7.4	7.6	8	8.3	8.6	9

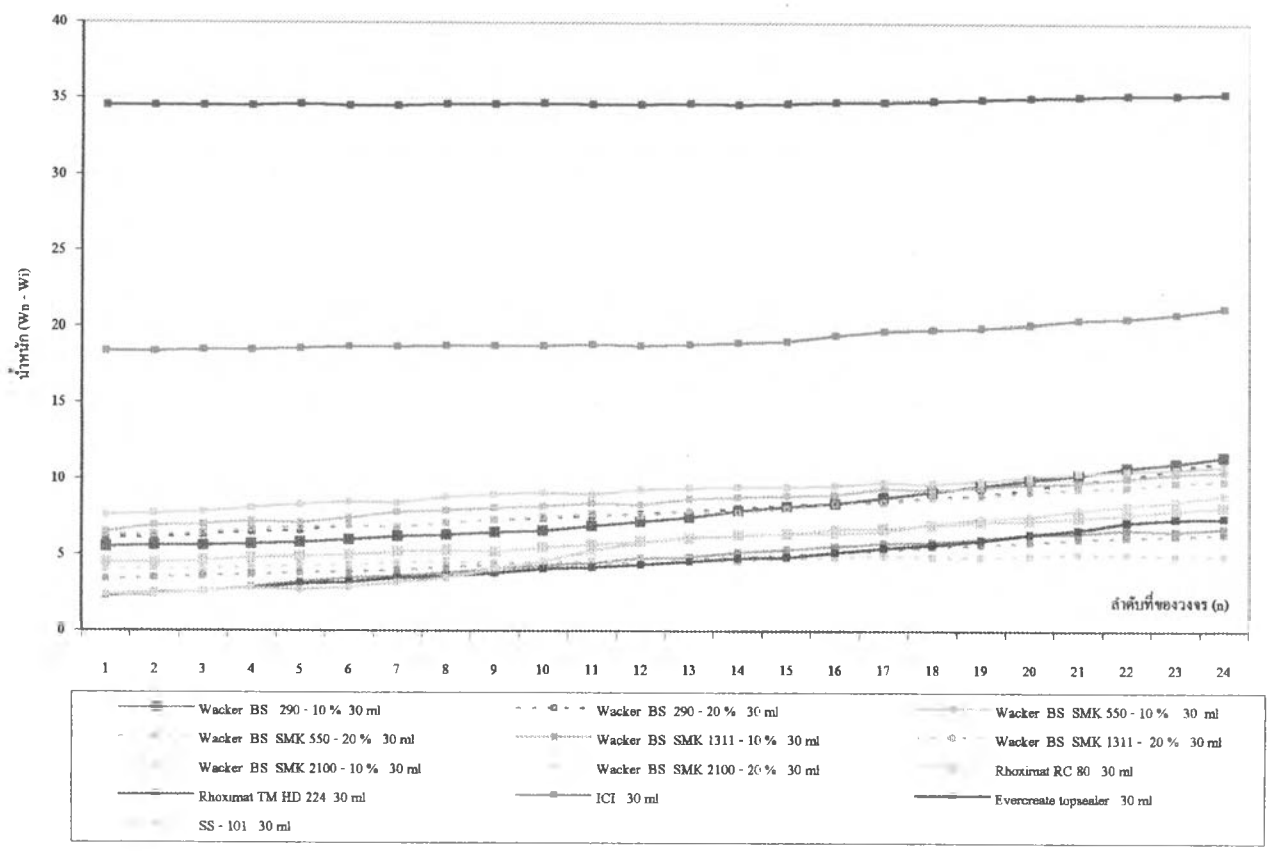
ภาพที่ 4.42 ประสิทธิภาพความคงทนต่อการใช้งานของสารกันน้ำ SS – 101

(9) SS – 101

การเพิ่มปริมาณการทา SS – 101 แม้เพียง 10 มล. คือ จาก 10 มล. เป็น 20 มล. สามารถเพิ่มประสิทธิภาพลดการซึมผ่านของน้ำได้กว่าร้อยละ 80 หรือประมาณ 9 เท่า แต่เมื่อเพิ่มปริมาณการทาอีก 10 มล. เป็นทา 30 มล.ต่อผิวทดสอบการเปลี่ยนแปลงเกิดน้อยมากผลที่ได้สอดคล้องกับการวิเคราะห์ทางสถิติ

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความคงทนต่อการใช้งาน การทาในปริมาณ 10 มล. เมื่อเวลาผ่านไป ไม่ได้ทำให้การเสื่อมสภาพเพิ่มขึ้นหรือลดลงแต่อย่างใด ขณะที่ทาในปริมาณ 20 และ 30 มล.นั้นพบว่าที่ระยะเริ่มต้นของวงจร ประสิทธิภาพความคงทนต่อการใช้งานของการทาในปริมาณ 30 มล.ดีกว่าเล็กน้อย จนกระทั่งล่วงสู่วงจรที่ 10 การเสื่อมสภาพที่เกิดขึ้นของทั้ง 2 ปริมาณการทากลับใกล้เคียงกันมาก นั่นคือการทาในปริมาณ 30 มล.เสื่อมสภาพเร็วกว่า 20 มล. นั่นเอง ทั้งนี้ภายใต้การเสื่อมสภาพโดยรวมหรือความคงทนต่อการใช้งานเป็นไปในแนวทางเดียวกัน

4.4.4 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพความคงทนต่อการใช้งานระหว่างสารกันน้ำ 9 ชนิด



ภาพที่ 4.43 ประสิทธิภาพความคงทนต่อการใช้งานของสารกันน้ำเปรียบเทียบระหว่าง 9 ชนิด

ความคงทนต่อการใช้งานของสารกันน้ำซิลิโคนทั้ง 9 ชนิดในการทาทั้ง 3 ปริมาณ อันได้แก่ ใช้ 10, 20 และ 30 มล. และในสารกันน้ำซิลิโคน Wacker BS 290, Wacker BS SMK 550, Wacker BS SMK 1311 และ Wacker BS SMK 2100 ที่ใช้ความเข้มข้นร้อยละ 10 และ 20 นั้น ทำให้ได้การเปรียบเทียบความคงทนต่อการใช้งานของสารกันน้ำซิลิโคน 39 แบบ เมื่อพิจารณาความคงทนต่อการใช้งานหรืออีกนัยหนึ่งคือการเสื่อมสภาพที่ยากหรือง่ายของสารกันน้ำแล้ว จะแยกพิจารณา 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก สารกันน้ำซิลิโคนที่น้ำซึมผ่านสารกันน้ำชนิดนั้นๆ มากกว่า ร้อยละ 10 และกลุ่มหลังน้ำซึมผ่านสารกันน้ำชนิดนั้นๆ น้อยกว่า ร้อยละ 10 เมื่อครบ 24 วงจร โดยพิจารณาภายใต้แนวโน้มความเร่งของการเสื่อมสภาพหรือความคงทนต่อการใช้งานที่ช้าหรือเร็ว

Evercreate topsealer และ ICI ทั้ง 10, 20 และ 30 มล. Rhoximat ™ HD 224 และ Rhoximat RC 80 เมื่อทา 10 และ 20 มล. รวมทั้ง SS – 101 เมื่อทา 10 มล. จัดเป็นสารกันน้ำที่มีการซึมผ่านของน้ำสู่เนื้องานมากกว่า ร้อยละ 10 ในสารกันน้ำกลุ่มนี้ ยกเว้น Rhoximat ™ HD 224 20 มล. Rhoximat RC 80 ทั้ง 10 และ 20 มล. ICI ทั้ง 3 ปริมาณที่ใช้ทาเพื่อการทดสอบแล้ว การเสื่อมสภาพที่เกิดขึ้นนั้นน้อยมาก หรืออีกนัยหนึ่งคือมีความคงทนต่อการใช้งานสูง

ขณะที่สารกันน้ำอื่นในกลุ่มนี้มีความคงทนน้อยกว่า มีการเสื่อมสภาพเกิดขึ้นเรื่อย ๆ โดยพบว่าการเสื่อมสภาพเกิดเร็วที่สุด เมื่อทาสารกันน้ำซิลิโคน ICI 10 มล. บนปูนก่อและปูนฉาบ รองลงมาเป็น Rhoximat ™ HD 224 20 มล. โดยการเสื่อมสภาพต่อการใช้งานน้อยในช่วงการใช้งานแรกๆ แต่การเสื่อมสภาพจะชัดเจนเมื่อเข้าสู่วงจรที่ 10 เป็นต้นไป แนวโน้มเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับ ICI 30 มล. แต่ ICI ที่ทา 30 มล. ก็ยังเสื่อมสภาพได้ช้ากว่า สำหรับสารกันน้ำชนิดอื่นๆ ในกลุ่มของสารกันน้ำที่น้ำสามารถซึมผ่านได้มากกว่าร้อยละ 10 นั้น มีแนวโน้มคล้ายกัน คือ ค่อยๆเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องด้วยความเร่งของการเสื่อมสภาพไม่มาก

นอกเหนือจากที่กล่าวมา เป็นสารกันน้ำในความเข้มข้นและปริมาณแบบอื่นๆ ที่จัดในกลุ่มของสารกันน้ำซิลิโคนที่น้ำสามารถซึมเข้าสู่เนื้อปูนได้น้อยกว่าร้อยละ 10 การเสื่อมสภาพของสารกันน้ำกลุ่มนี้เกิดขึ้นในลักษณะใกล้เคียงกัน คือ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง การเสื่อมสภาพเกิดขึ้นด้วยความเร่งต่ำแต่ต่อเนื่องเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น การเสื่อมสภาพมีความแตกต่างกันน้อยมาก อย่างไรก็ดีพบว่าในกลุ่มนี้ สารกันน้ำ Wacker SMK 1311 ความเข้มข้นร้อยละ 20 เมื่อทา 30 มล. และ Wacker BS SMK 2100 ที่ใช้ความเข้มข้นร้อยละ 10 และ 20 เมื่อทาในปริมาณ 30 มล. มีความคงทนต่อการใช้งานสูง การเสื่อมสภาพเกิดขึ้นน้อยมากและประสิทธิภาพของสารดังกล่าวก็ไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญเช่นกัน