



## คอนกรีตกันซึมซีแพค

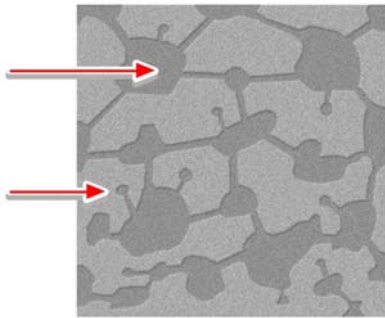


ในงานโครงสร้างคอนกรีตที่มีวัตถุประสงค์เพื่อกักเก็บน้ำ หรือจำเป็นต้องสัมผัสน้ำโดยตรง เช่น สระว่ายน้ำ ถังเก็บน้ำ พื้นลาดฟ้า รวมทั้งโครงสร้างที่ต้องสัมผัสน้ำใต้ดิน เช่น ห้องใต้ดิน หรืออุโมงค์ คอนกรีตจะต้องมีคุณสมบัติกันน้ำซึมผ่าน เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดตามมาภายหลังดังนั้นการทำให้โครงสร้างคอนกรีตดังกล่าวมีคุณสมบัติกันซึมจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงก่อนคุณสมบัติอื่นๆ

## น้ำซึมผ่านโครงสร้างคอนกรีตได้อย่างไร

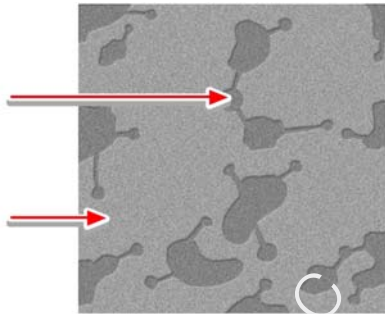
น้ำสามารถซึมผ่านเข้าสู่โครงสร้างคอนกรีตโดยผ่านช่องว่างที่เชื่อมต่อกัน (Interconnected Void) จากการซึมผ่านของแรงดันน้ำ (Hydraulic Permeability) และการซึมผ่านของแรงดึงผิวหน้า (Water Absorbed by Capillary Action) ดังนั้นการลดการซึมผ่านของน้ำในโครงสร้างคอนกรีตสามารถทำได้โดยลดช่องว่างที่เชื่อมต่อกันให้น้อยที่สุดนั่นเอง

Interconnected Void



C-S-H Framework

Interconnected Void



C-S-H Framework

การซึมผ่านของน้ำในคอนกรีตขึ้นอยู่กับปริมาณช่องว่างที่เชื่อมต่อกัน

## ทำอย่างไรให้โครงสร้างคอนกรีตกันซึม

การก่อสร้างโครงสร้างคอนกรีตให้มีช่องว่างที่เชื่อมต่อกันให้น้อยที่สุดนั้นสามารถทำได้โดย

- ใช้คอนกรีตที่มีคุณสมบัติที่บีบน้ำ (Low Permeability Concrete) ยังมีค่าการซึมผ่านของน้ำที่ต่ำกว่าคอนกรีตปกติ และมีคุณสมบัติที่สามารถอัดแน่นได้ง่าย

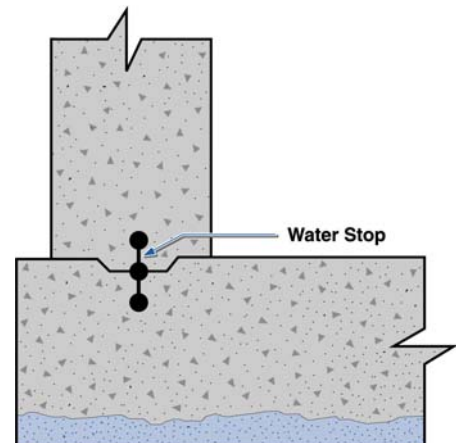
- มีวิธีการทำงานที่ถูกต้องและการทำคอนกรีตให้แน่น นอกจากการใช้คอนกรีตที่มีคุณสมบัติที่บีบน้ำแล้ว ปัจจัยที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยให้การใช้คอนกรีตมีประสิทธิภาพการกันซึมสูงสุด คือวิธีการทำงานที่ถูกต้องและการทำคอนกรีตให้แน่นซึ่งประกอบด้วย

**การเตรียมการที่ถูกต้องก่อนการเทคอนกรีต** เช่น ในกรณีที่ต้องการก่อสร้างห้องใต้ดินหรือลานจอดรถใต้ดินซึ่งไม่สามารถเทคอนกรีตต่อเนื่องทั้งผืนได้ หรือบริเวณรอยต่อระหว่างพื้นที่กับกำแพงควรจะต้องใส่ Water Stop โดยวางให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง ส่วนเหล็กเสริมควรวางอยู่ในตำแหน่งและมีระยะหุ้มอย่างถูกต้อง สำหรับไม้แบบควรทาน้ำยาก่อนนำมาใช้เพื่อที่จะไม่ดูดน้ำจากส่วนผสมคอนกรีตไป

**การเทคอนกรีตที่ถูกต้องวิธี** หากการเทคอนกรีตเป็นไปอย่างถูกต้องวิธีตามเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้เทหรือลักษณะโครงสร้างที่เทจะทำให้คอนกรีตแน่นตัวไม่มีการแยกตัวประสิทธิภาพในการที่บีบน้ำของคอนกรีตจะสูงขึ้น ดังนั้นก่อนลงมือทำงานควรพิจารณาว่าจะเทคอนกรีตด้วยวิธีใดเทอย่างไร ศึกษาถึงวิธีเทคอนกรีตที่ถูกต้องเพื่อป้องกันปัญหาต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากเครื่องมือที่ใช้เท เช่น รวง เครน หรือบีม ควรมีระยะตก (Free Fall) ของคอนกรีตไม่สูงเกินไป ส่วนกำแพงสูง เสาส่ง ควรเทด้วยวิธี Tremie Process เป็นต้น

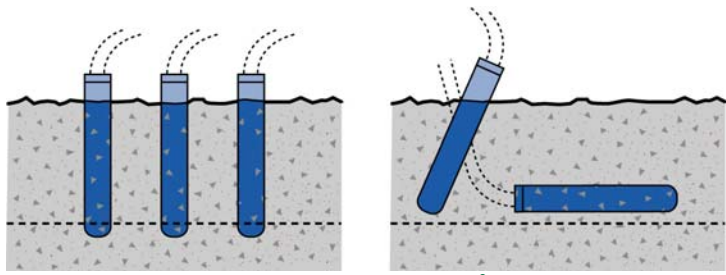
**ต้องทำการอัดคอนกรีตให้แน่นในแบบหล่อ** การทำคอนกรีตให้อัดตัวแน่นทำได้โดยใช้เครื่องมือกระทุ้งหรือเครื่องจี้เขย่า วิธีที่ถูกต้องในการเขย่าคือจุ่มเครื่องเขย่าให้ลึกลงไปในพื้นที่ก่อนประมาณ 5-8 cm เป็นระยะๆ จะทำให้คอนกรีตอัดตัวแน่นอย่างพอเพียง

**ต้องบ่มคอนกรีตอย่างเพียงพอ** คอนกรีตจะมีความที่บีบน้ำสูงถ้าคอนกรีตนั้นทำปฏิกิริยาไฮเดรชันและปฏิกิริยาปอซโซลานอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นการบ่มอย่างถูกต้องวิธีในช่วงเวลานานพอ (อย่างน้อย 14 วัน) จึงมีความสำคัญต่อการที่บีบน้ำของคอนกรีต



การใส่ Water Stop บริเวณรอยต่อระหว่างพื้นที่กับกำแพง





การจี้เขย่าคอนกรีต  
ในแนวตั้งที่ถูกต้อง

การจี้เขย่าคอนกรีต  
ในแนวตั้งที่ไม่ถูกต้อง

การเขย่าคอนกรีตที่ถูกวิธีจะช่วยเสริมประสิทธิภาพการกันซึมของคอนกรีต

### คุณสมบัติที่บ่งชี้

### พื้นฐานสำคัญของความทนทาน

คุณสมบัติที่บ่งชี้ นอกจากเป็นปัจจัยสำคัญของการกันซึมแล้ว ยังมีความสามารถต่อโครงสร้างคอนกรีตที่ต้องการความทนทานอีกด้วย โดยถือเป็นคุณสมบัติพื้นฐานของคอนกรีตที่สามารถทนทานต่อความเสียหายทางเคมีและทางกายภาพ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำซึ่งเป็นตัวทำลายที่ดีที่สุด จะนำพาสารเคมีซึมผ่านเข้าทำอันตรายต่อเหล็กเสริมและคอนกรีตได้ง่าย ถ้าคอนกรีตไม่มีความที่บ่งชี้เพียงพอ นอกจากนี้ถ้าคอนกรีตมีความพรุนมาก จะส่งผลให้คอนกรีตมีกำลังอัดต่ำ และสูญเสียความสามารถในการต้านทานความเสียหายทางกายภาพ

### CPAC Waterproof Concrete

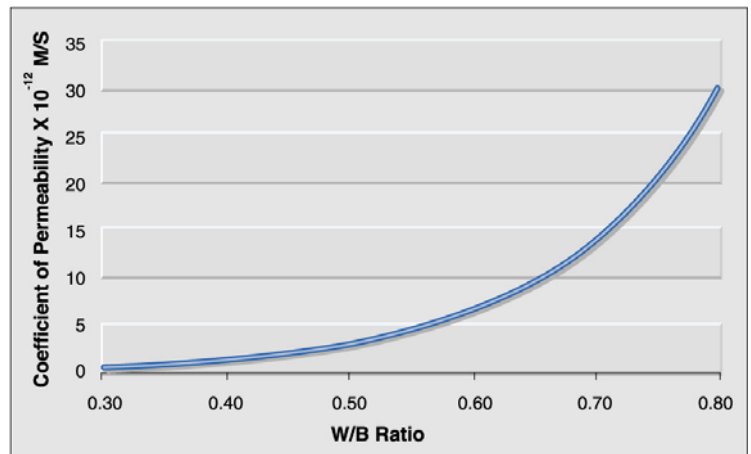
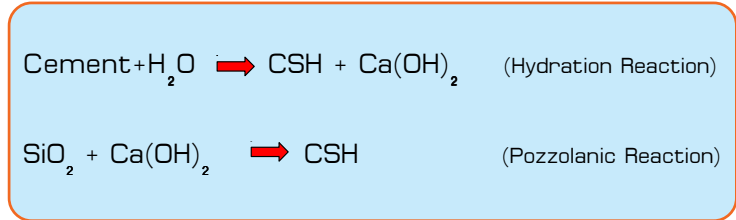
### ค่าตอบของโครงสร้างกันซึม

CPAC Waterproof Concrete คือคอนกรีตพิเศษที่ซีแพควิจัย และพัฒนาขึ้นเพื่อให้มีคุณสมบัติที่บ่งชี้สูงและอัดแน่นได้ง่าย จึงเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการใช้งานในโครงสร้างคอนกรีตที่ต้องการคุณสมบัติกันซึม มีกำลังอัดรูปทรงลูกบาศก์มาตรฐานให้เลือกใช้ได้ตั้งแต่ 210-500 กก./ตร.ซม. (สามารถออกแบบเพิ่มเติมได้ตามต้องการ)

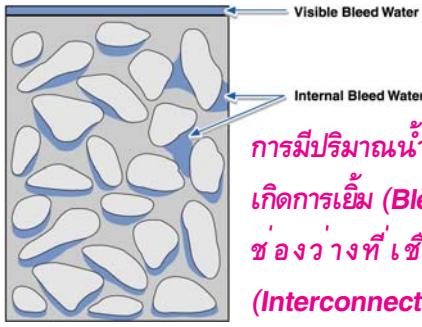
### ซีแพคทำคอนกรีตให้ที่บ่งชี้ได้อย่างไร

จากการวิจัยอย่างต่อเนื่อง ซีแพคได้พัฒนาส่วนผสมคอนกรีตให้มีคุณสมบัติที่บ่งชี้ โดยอาศัยหลักการดังนี้

**หลักการลดช่องว่างของรอยต่อระหว่างซีเมนต์เพสต์และมวลรวม** ช่องว่างของรอยต่อระหว่างซีเมนต์เพสต์และมวลรวม (Transition Zone) จะลดลงตามค่าอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานที่ลดลง และตามอายุของคอนกรีตที่เพิ่มขึ้นจากผลของปฏิกิริยาไฮเดรชัน และปฏิกิริยาปอซโซลาน ด้วยหลักการนี้การใส่สารเคมีกันซึมประเภทลดน้ำเพิ่มเติมอีกจึงไม่มีความจำเป็นสำหรับ CPAC Waterproof Concrete หลักการปรับปรุงโครงสร้างภายในเนื้อคอนกรีตให้ที่บ่งชี้มากขึ้น ด้วยปฏิกิริยาปอซโซลานจากสารปอซโซลานที่ใส่เพิ่มพิเศษจะช่วยปรับปรุงโครงสร้างภายในเนื้อคอนกรีตเมื่อคอนกรีตมีอายุมากกว่า 28 วัน ให้มีความที่บ่งชี้มากขึ้น CPAC Waterproof Concrete จึงมีความที่บ่งชี้สูงกว่าคอนกรีตปกติ ทั้งในกรณีที่กำลังอัด และค่าอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานเท่ากัน



ค่าความสามารถในการซึมผ่านของน้ำในคอนกรีตปกติที่อายุ 28 วัน



การมีปริมาณน้ำไม่เหมาะสม จะเป็นเหตุให้เกิดการเยิ้ม (Bleeding) ซึ่งพิจารณาได้ว่าเป็นช่องว่างที่เชื่อมต่อกันประเภทหนึ่ง (Interconnected Void)

**หลักการปรับปรุงโครงสร้างภายในเนื้อคอนกรีตให้หิบน้ำมากขึ้น** ด้วยปฏิกิริยาปอซโซลานจากสารปอซโซลานที่ใส่เพิ่มพิเศษจะช่วยปรับปรุงโครงสร้างภายในเนื้อคอนกรีต เมื่อคอนกรีตมีอายุมากกว่า 28 วัน ให้มีความหิบน้ำมากขึ้น CPAC Water Proof Concrete จึงมีค่าความหิบน้ำสูงกว่าคอนกรีตปกติทั้งในกรณีที่กำลังอัด และค่าอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานเท่ากัน

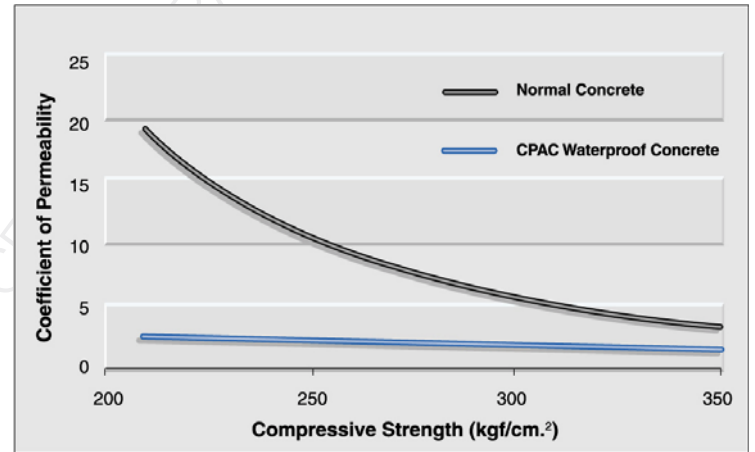
**หลักการเพิ่มประสิทธิภาพความหิบน้ำ** จากการควบคุมคุณภาพวัตถุดิบให้มีขนาดละเอียด และค่าอัตราส่วนมวลรวมละเอียดต่อมวลรวม (Sand to Aggregate Ratio, S/A) ที่เหมาะสม CPAC Water proof Concrete จึงสามารถอัดแน่นได้ง่ายกว่า ประกอบกับการออกแบบปริมาณน้ำในส่วนผสมที่เหมาะสมจึงทำให้ลดโอกาสเกิดการเยิ้ม ซึ่งส่งผลต่อการเกิดความพูนในเนื้อคอนกรีต นอกจากนี้การใช้ปริมาณวัสดุประสานที่เหมาะสมยังช่วยลดการเกิดการแตกร้าว (Drying Shrinkage) ในโครงสร้างได้อีกด้วย



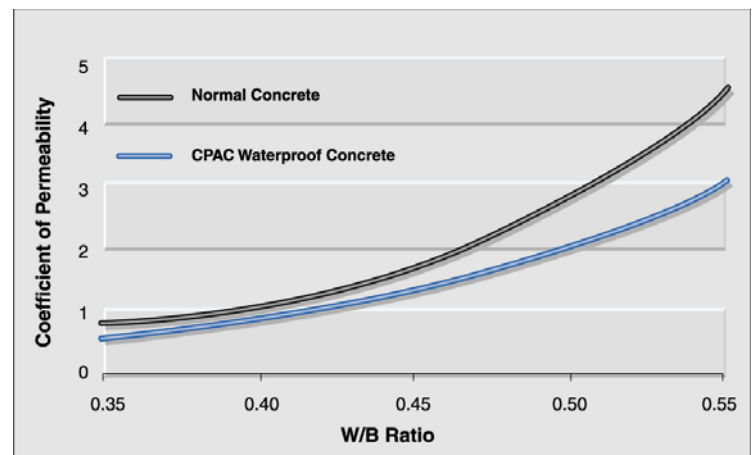
เครื่องมือทดสอบความสามารถในการซึมผ่านได้ของคอนกรีต

## ตอกย้ำอย่างมั่นใจด้วยผลการทดสอบ

ซีแพคได้ทำการทดสอบการซึมผ่านน้ำ CPAC Waterproof Concrete เทียบกับคอนกรีตปกติ เพื่อยืนยันคุณสมบัติความหิบน้ำที่เหนือกว่า โดยใช้เครื่องมือทดสอบที่ใช้แรงดันน้ำผ่านแท่งคอนกรีตโดยตรง ซึ่งถือเป็นการจำลองจากโครงสร้างที่ใกล้เคียงที่สุด แล้วคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำ (Coefficient of Permeability) โดยอาศัยสมการของดาร์ซี (Darcy's Expression) ซึ่งผลทดสอบแสดงให้เห็นว่า **ไม่ว่าที่กำลังอัดต่างๆหรือที่ค่าอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานต่างๆ ค่าความหิบน้ำของ CPAC Waterproof Concrete สูงกว่าคอนกรีตปกติอย่างเห็นได้ชัดเจน**



ผลทดสอบคุณสมบัติที่หิบน้ำของ CPAC Waterproof Concrete เทียบกับคอนกรีตปกติที่กำลังอัดต่างๆ



ผลทดสอบคุณสมบัติที่หิบน้ำของ CPAC Waterproof Concrete เทียบกับคอนกรีตปกติที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานต่างๆ

## การพิจารณาเลือกใช้คอนกรีต

การเลือกใช้คอนกรีตให้พิจารณาจากกำลังอัดที่ออกแบบและค่ายุบตัวตามลักษณะการเทคอนกรีต รวมถึงอัตราการเทคอนกรีตที่ต้องการ

| ค่ายุบตัว (ซม.) | กำลังอัดที่ 28 วัน (ksc.)                      |
|-----------------|--|
| 5.0 - 10.0      | 210, 240, 280, 300, 320,<br>350, 380, 400, 420 |
| 7.5 - 12.5      | 210, 240, 280, 300, 320,<br>350, 380, 400, 420 |
| 10.0 - 15.0     | 210, 240, 280, 300, 320,<br>350, 380, 400, 420 |
| 15.0 - 20.0     | 400, 420, 450, 500                             |

## ข้อแนะนำในการใช้งานคอนกรีต

### กันซึมอย่างมีประสิทธิภาพ

#### วิธีการเทคอนกรีต

- การเตรียมการที่ถูกต้องก่อนการเทคอนกรีต เช่น รอยต่อของโครงสร้าง, การใส่อุปกรณ์ Water Stop, ตำแหน่งการวางเหล็กเสริม, ระยะหุ้มเหล็กเสริม, การทำนํ้ายาไม้แบบ
- การเทคอนกรีตที่ถูกต้อง การเทคอนกรีตโดยป้องกันไม่ให้เนื้อคอนกรีตแยกตัว เครื่องมือที่จะใช้เทหรือลำเลียงคอนกรีตที่เหมาะสมกับสภาพหน่วยงานหรือโครงสร้าง เช่น ราง เกรน บั้ม และการกำหนดระยะตกของคอนกรีต (Free Fall) สำหรับการเทโครงสร้างสูงๆ เพื่อป้องกันคอนกรีตเกิดการแยกตัว
- การอัดคอนกรีตให้แน่นในแบบหล่อ โดยการใช้เครื่องจี้เขย่า และวิธีที่ถูกต้องในการจี้เขย่า เช่น ระยะห่างของการจุ่มหัวจี้เขย่า ระยะความลึกของการจุ่มหัวจี้เขย่า แนวการวางหัวจี้เขย่า



#### การบ่มคอนกรีต

- สำหรับคอนกรีตประเภทนี้ ควรทำการบ่มด้วยการให้ความชื้นกับคอนกรีต โดยใช้กระสอบเปียกขึ้นคลุมบ่มอย่างต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 14 วัน หมั่นทำการฉีดน้ำลงบนกระสอบเพื่อรักษาสภาพความเปียกชื้นอย่างสม่ำเสมอ

#### การป้องกันการแตกร้าวของคอนกรีต

- สำหรับการป้องกันการแตกร้าวของคอนกรีตจากการหดตัวแบบแห้ง (Drying Shrinkage Crack) ซึ่งคอนกรีตโดยทั่วไปหลังจากแข็งตัวจะมีการหดตัวเกิดขึ้นจากการที่น้ำในคอนกรีตระเหยไป ทำให้เกิดการยัดรีงในโครงสร้างและเกิดการแตกร้าวตามมาได้ ดังนั้นโครงสร้างที่ลักษณะเป็นแนวยาวมากๆ เช่น ผนัง กำแพง แผ่นพื้น ควรพิจารณาการแตกร้าวเนื่องจากการหดตัวของคอนกรีตประกอบด้วย ซึ่งการออกแบบเพื่อควบคุมการแตกร้าวนั้น ควรจะต้องทำการออกแบบโดยวิศวกรผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน