

การศึกษา Soilcrete สำหรับงานปูผิวทาง

ธีระเชษฐ วิชาษา

ผู้จัดการส่งเสริมคุณภาพ CPAC ภาคตะวันออก 1

กิจการ CPAC ภาคตะวันออก

บทคัดย่อ : เนื่องจากในพื้นที่จังหวัดลพบุรีมีโครงการ “ใจดี กอล์ฟคลับ” ซึ่งเป็นโครงการก่อสร้างสนามฝึกซ้อมกอล์ฟ ซึ่งในโครงการดังกล่าวมีความต้องการใช้คอนกรีตสำหรับงานถนน โดยที่ต้องการพื้นถนนคอนกรีตที่มีสีไม่สว่างมาก พื้นไม่แข็ง และไม่ร้อน

จากความต้องการดังกล่าวจึงทำการศึกษาวัตถุดิบที่จะนำมาใช้ในคอนกรีตเพื่อให้มีสีไม่สว่าง พื้นไม่แข็ง และการสะสมความร้อนในตัวไม่มาก ซึ่งได้คัดเลือกดินเพื่อนำมาใช้ในการผสมคอนกรีต เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่มีสีไม่สว่าง หาง่าย ทำให้พื้นไม่แข็ง และมีการสะสมความร้อนในตัวไม่มาก

ขั้นตอนในการทดลอง จะต้องทำการคัดเลือกประเภทของดินที่จะสามารถนำมาผสมคอนกรีตได้โดยคำนึงถึงคุณสมบัติในขณะที่เป็นคอนกรีตสดซึ่งต้องสามารถทำงานได้ และคอนกรีตแข็งตัวซึ่งสามารถรับน้ำหนักได้ และทนการขัดสีได้ รวมถึงมีการหดตัวไม่มาก ซึ่งจากการทดลองพบว่า ดินเป็นวัตถุดิบที่ขัดขวางการจับยึดระหว่าง CSH กับ มวลรวม (Aggregate) อื่น ๆ ในคอนกรีตทำให้กำลังของคอนกรีตลดลงอย่างมาก

ดังนั้นในการที่จะทำให้คอนกรีตที่ผสมดินมีกำลัง และทนการขัดสีได้นั้นต้องใช้สารผสมเพิ่มที่สามารถสร้างพันธะ (Bond) ระหว่างกันได้ ซึ่งได้พบว่ามีน้ำยาที่ชื่อ “ NSC Inorganic Solidifier “ สามารถสร้าง Bilateral Bond ขึ้นมาในเนื้อคอนกรีต เพื่อเพิ่มแรงยึดเกาะ (Adhesiveness) เพิ่มการรับน้ำหนัก (Strength) และเพิ่มความแข็ง (Solidification)

ในการทดลองได้ใช้ดินจาก 2 แหล่ง คือ แหล่ง ต.นิคมสร้างตนเอง จ.ลพบุรี และแหล่ง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ซึ่งจากการทดลองพบว่าดินจากแหล่ง ต.นิคมสร้างตนเอง จ.ลพบุรี เมื่อนำมาผสมคอนกรีตจะมีคุณสมบัติในด้านการกำลังอัด และการต้านทานการขัดสี ดีกว่าดินจาก อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา รวมถึงการหดตัวที่น้อยกว่า

1. เข้าใจในนโยบายของผู้บังคับบัญชา

จากนโยบายของผู้บังคับบัญชาในด้านการเป็นผู้นำด้านคอนกรีตเทคโนโลยี และเป็น Concrete Solution Provider ซึ่งการจะบรรลุประสงค์ดังกล่าว จะต้องมีความรอบรู้ในทุก ๆ ด้านของคอนกรีต และทำให้ลูกค้าพึงพอใจ ดังนั้นโครงการนี้จะเป็นการริเริ่มนำดิน ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ไม่เคยใช้เป็นส่วนผสมคอนกรีต นำมาทดลองผสมในคอนกรีตเพื่อนำมาซึ่งคุณสมบัติที่แตกต่างจากคอนกรีตปกติ ทั้งนี้เพื่อสนองความต้องการของลูกค้านั่นเอง

2. กำหนดงานที่จะทำ

เนื่องจากในพื้นที่ จ.ลพบุรีมีโครงการ “ใจดี กอล์ฟคลับ” ซึ่งเป็นโครงการก่อสร้างสนามฝึกซ้อมกอล์ฟ ซึ่งในโครงการดังกล่าวมีความต้องการใช้คอนกรีตสำหรับงานถนน โดยที่ต้องการพื้นถนนคอนกรีตที่มีสีไม่สว่างมาก พื้นไม่แข็ง และไม่ร้อน

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติคอนกรีตที่ลูกค้าต้องการพบว่า คุณสมบัติคอนกรีตซีแพคที่ออกแบบใช้ในปัจจุบันไม่สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า ดังนั้นจึงต้องทำการปรับปรุงคุณสมบัติคอนกรีตให้ได้

ตามที่ลูก้าต้องการโดยการคัดเลือกวัตถุที่นำมาเป็นส่วนผสมคอนกรีตใหม่ ซึ่งพบว่า ดิน เป็นวัตถุที่มีความเป็นไปได้อย่างมากที่สุด แต่จากองค์ความรู้ด้านคอนกรีต พบว่าดินจะเป็นวัตถุที่ขัดขวางการจับยึดระหว่าง CSH กับ มวลรวม (Aggregate)

อื่น ๆ ในคอนกรีตทำให้กำลังของคอนกรีตลดลงอย่างมาก ดังนั้นในการที่จะทำให้คอนกรีตที่ผสมดินมีกำลัง และทนการขัดสีได้นั้นต้องใช้สารผสมเพิ่มที่สามารถสร้างพันธะ (Bond) ระหว่างกันได้ ซึ่งได้พบว่ามีน้ำยาที่ชื่อ “ NSC Inorganic Solidifier “ สามารถสร้าง Bilateral Bond ขึ้นมาในเนื้อคอนกรีต เพื่อเพิ่มแรงยึดเกาะ (Adhesiveness) เพิ่มการรับน้ำหนัก (Strength) และเพิ่มความแข็ง (Solidification)

ดังนั้นจึงทำการกำหนดงานที่จะทำดังนี้

- ก. ศึกษาคุณสมบัติดิน และน้ำยา NSC Inorganic Solidifier ที่ใช้ในการศึกษา
- ข. ทำการทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตที่ใช้ดินเป็นส่วนผสม ทั้งในด้านคุณสมบัติคอนกรีตสด และคอนกรีตแข็งตัว ซึ่งได้แก่ ค่ายุบตัว (Slump) ค่าความสูญเสียการยุบตัว (Slump Loss) เวลาการก่อตัว (Setting Time) กำลังอัดคอนกรีต (Compressive Strength) ความคงทนต่อการขัดสี (Abrasion) และ การหดตัว (Drying Shrinkage)
- ค. สรุปผลการทดลองเพื่อเป็นแนวทางการใช้งานคอนกรีตผสมดิน

3. ศึกษาคุณสมบัติดินที่ใช้ในการศึกษา

ดินเกิดจากการสลายตัวของหิน และจากการเนาเปื่อยผุพังของซากพืชซากสัตว์ เป็นต้นกำเนิดของเหล่าสรรพชีวิตทั้งปวง เป็นแหล่งที่พักอาศัย สร้างอาหาร ยารักษาโรค และเป็นแหล่งที่พักพิงสำหรับสัตว์โลกทุกชนิด

ส่วนประกอบของดิน (Soil Component) แบ่งได้เป็น 4 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. อินทรีย์วัตถุ (Mineral Matter) เป็นส่วนที่เกิดจากชิ้นเล็กชิ้นน้อยของแร่และหินต่าง ๆ ที่สลายตัวโดยทางเคมี ทางฟิสิกส์ และทางชีวเคมี

2. อินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) ได้แก่ส่วนที่เกิดจากการเนาเปื่อยผุพังหรือการสลายตัวของเศษเหลือของพืชและสัตว์ที่ทับถมกันอยู่บนดิน

3. น้ำ (Water) น้ำที่อยู่ในดินนั้น พบอยู่ในช่องระหว่างเม็ดดิน หรืออนุภาคดินที่เรียกช่องหรือที่ว่างนี้ว่า Pore Space

4. อากาศ (Air) ที่ว่างในดินระหว่างก้อนดินหรืออนุภาคดินนั้นมีอากาศอยู่ แก๊สที่พบโดยทั่วไปในอากาศในดินนั้นมีไนโตรเจน ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์

การจำแนกประเภทของดินทางวิศวกรรมมีหลายระบบด้วยกัน ส่วนใหญ่อาศัยขนาดของเม็ดดินเป็นเกณฑ์ในการตัดสินว่า ดินหนึ่ง ๆ เป็นจำพวกเสียดทาน : Friction Soil (ทราย) หรือเป็นจำพวกยึดเกาะ : Cohesive Soil (ดินเหนียว) ดินที่มีขนาดตั้งแต่ 0.06 มิลลิเมตร ขึ้นไปจัดอยู่ในจำพวกเสียดทาน นั่นคือ มีเนื้อหยาบและไม่ยึดเกาะกัน ดินที่มีขนาดเม็ดเล็กกว่า 0.06 มิลลิเมตร มีคุณสมบัติยึดเกาะกันและมีแรงเสียดทานภายในน้อย ตามที่ตกลงกันอย่างสากล ดินจำพวกหลังนี้แบ่งแยกออกเป็น 2 ชนิดคือ ดินตะกอน (Silt) ขนาดเม็ดตั้งแต่ 0.06 – 0.002 มิลลิเมตร และดินเหนียว (Clay) ทั้งหมดที่มีความละเอียดตั้งแต่ 0.002 มิลลิเมตรลงไป ลักษณะเด่นของดินจำพวกยึดเกาะขึ้นอยู่กับความเหนียว ในดินเหนียวมีแร่หลายชนิดความเข้มข้นของแร่แต่ละชนิด ทำให้คุณสมบัติของดินเหนียวแตกต่างกัน ดัชนีของคุณสมบัติดินเหนียวจึงถูกกำหนดขึ้นและเรียกกันว่า “Atterberg Limits”

ขีดจำกัดแอดเตอร์เบิร์ก คือ ปริมาณ (ร้อยละ) ของน้ำในดิน ที่ซึ่งทำให้ความเหนียวของดินเปลี่ยนจากสถานะหนึ่งไปยังอีกสถานะหนึ่ง ได้แก่

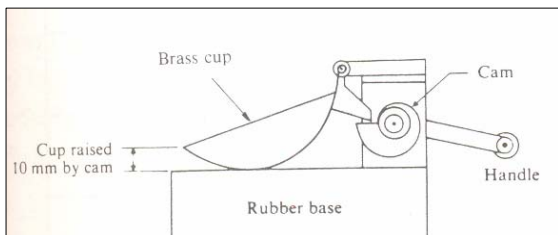
1. Liquid Limit (L.L.) คือปริมาณน้ำในดินที่จุดซึ่งดินเริ่มเปลี่ยนสถานะภาพจากของเหลวเป็นพลาสติกหรือคือปริมาณน้ำที่น้อยที่สุดที่ดินสามารถไหลไปด้วยน้ำหนักของตนเอง

2. Plastic Limit (P.L.) คือปริมาณน้ำในดินที่จุดซึ่งดินเริ่มเปลี่ยนสถานะภาพจากพลาสติกเป็นวัสดุแข็งของแข็ง หรือคือปริมาณน้ำที่น้อยที่สุดที่ดินสามารถถูกคลึงเป็นเส้นกลม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.2 มม. (1/8 นิ้ว) ได้โดยไม่เกิดรอยแตกที่ผิว

3. Shrinkage Limit (S.L.) คือปริมาณน้ำในดินที่จุดซึ่งดินเริ่มเปลี่ยนสภาพจากวัสดุแข็งของแข็งเป็นของแข็ง หรือคือปริมาณน้ำที่มากที่สุดซึ่งถึงแม้ว่าจะมีการสูญเสียน้ำอีกต่อไปก็จะไม่ทำให้ดินหดตัว



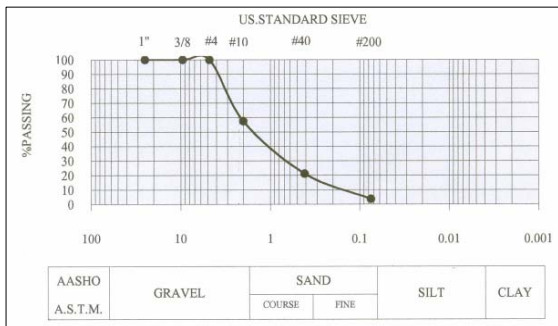
รูปที่ 1 : สถานะต่างๆ ของดินตามขีดจำกัดปริมาณความชื้น



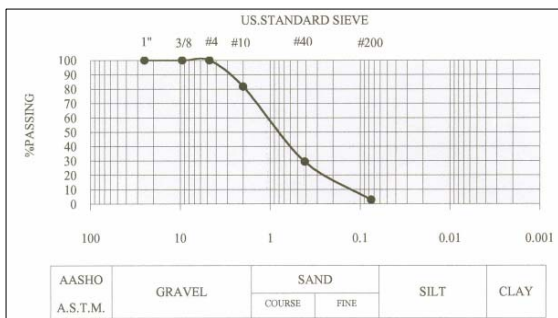
รูปที่ 2 : Liquid Limit Apparatus

ดินที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้มี 2 แหล่ง คือ

1. แหล่ง ต.นิคมสร้างตนเอง จ.ลพบุรี
2. แหล่ง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา



กราฟที่ 1 : ผลขนาดคละดินแหล่ง ต.นิคมสร้างตนเอง จ.ลพบุรี



กราฟที่ 2 : ผลขนาดคละดินแหล่ง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

Item	ดิน จ.ลพบุรี	ดิน อ.ปากช่อง
Liquid Limit (%)	27	46
Plastic Limit (%)	22	20
Plasticity Index (%)	5	26

ตารางที่ 1 : แสดงค่าดัชนีความเหนียวของดิน

จากการจำแนกประเภทของดินโดยระบบของ Unified พบว่า ดินจากทั้งสองแหล่งเป็นดินประเภท SW (Well Graded Sand) คือเป็นลักษณะดินทรายที่มีขนาดคละดี

4. ศึกษาคุณสมบัติหน้ายา NSC Inorganic Solidifier

NSC Inorganic Solidifier คือ Inorganic Solvent ที่มีส่วนผสมของ Alkali Metals ,Nitrogen ,Iron และ Halogen ซึ่งเมื่อเติมปูนซีเมนต์ และดิน เข้ากับหน้ายา NSC จะช่วยให้เกิด Bilateral Bond ระหว่าง Hydronium และ Ionic Metal เพิ่มแรงยึดเกาะ (Adhesiveness) เพิ่มการรับน้ำหนัก (Strength) และเพิ่มความแข็ง (Solidification)

5. ทดลองส่วนผสมคอนกรีตและผลการทดลอง

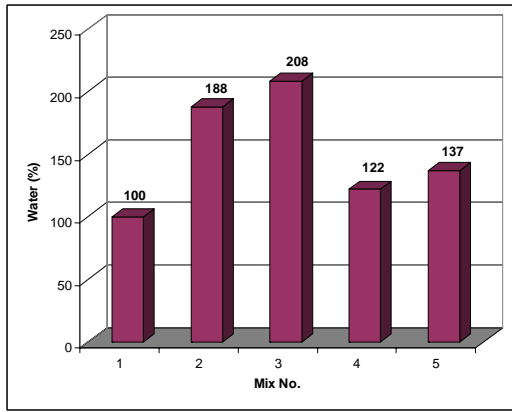
5.1 หาความต้องการน้ำของดินแต่ละแหล่งโดยที่ควบคุมค่าความยุบตัวที่ค่า 10 ± 1 ซม.

Mix No.	Materials
1(ctrl)	OPC+Sand+Rock+Water+ P48R*
2	OPC+Soil ลพบุรี +Rock+Water+ P48R*
3	OPC+Soil ปากช่อง+Rock+Water+ P48R*
4**	OPC+Soil ลพบุรี+Sand+Rock+Water+ P48R*
5**	OPC+Soil ปากช่อง+Sand+Rock+Water+ P48R*

*P48R คือ หน้ายา Daratard P48R

**Mix No. 4,5 อัตราส่วน Sand:Soil = 50:50 by weight

ตารางที่ 2 : ส่วนผสมคอนกรีตเพื่อใช้หาความต้องการน้ำ



กราฟที่ 3: กราฟแสดงปริมาณน้ำในแต่ละส่วนผสม

จากการทดลองหาความต้องการน้ำของดินแต่ละแหล่ง พบว่าดินแหล่งลพบุรีมีความต้องการน้ำน้อยกว่าแหล่งปากช่อง และพบว่าส่วนผสมที่ 2 และ 3 เมื่อคอนกรีตแข็งตัวพรอยแตกร้าว ซึ่งมีสาเหตุจากปริมาณน้ำในส่วนผสมมาก ทำให้เกิดการหดตัวของคอนกรีตอย่างมาก ดังนั้นในการทดลองขั้นต่อไปจะทำการทดลองโดยใช้ส่วนผสมที่ 4 และ 5 ต่อไป



รูปที่ 3 : รอยแตกร้าวของคอนกรีตส่วนผสมที่ 3

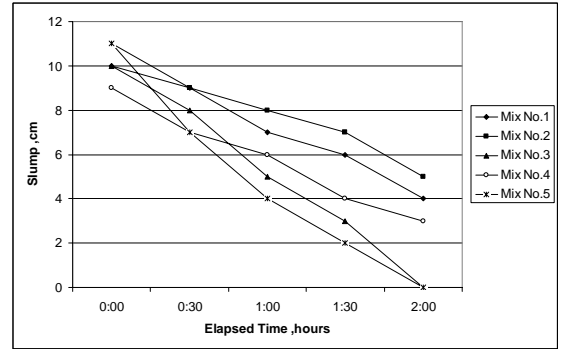
5.2 ทดสอบคุณสมบัติคอนกรีตสด

Mix No.	Materials
1(ctrl)	OPC+Sand+Rock+Water+ Daratard P48R
2	OPC+Soil ลพบุรี+Sand+Rock+Water+ Daratard P48R+NAC(1/5 of water)*
3	OPC+Soil ลพบุรี+Sand+Rock+Water+ Daratard P48R+NAC(1/2 of water)**
4	OPC+Soil ปากช่อง+Sand+Rock+Water+Daratard P48R+NAC (1/5 of water)*
5	OPC+Soil ปากช่อง+Sand+Rock+Water+Daratard P48R+NAC(1/2 of water)**

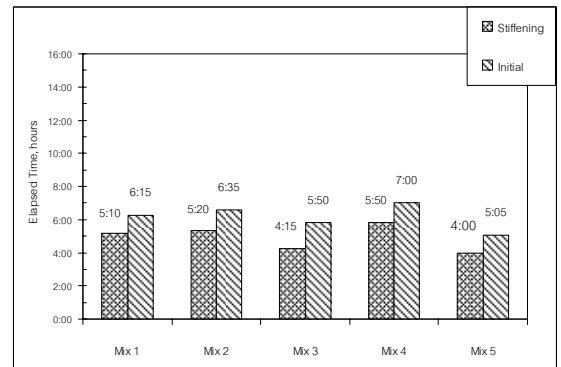
*NSC (1/5 of water) คือ ปริมาณน้ำยา NSC มีอัตราส่วน 1/5 ของปริมาณน้ำทั้งหมดโดยปริมาตร

**NSC (1/2 of water) คือ ปริมาณน้ำยา NSC มีอัตราส่วน 1/2 ของปริมาณน้ำทั้งหมดโดยปริมาตร

ตารางที่ 3 : ส่วนผสมคอนกรีตเพื่อใช้หาคุณสมบัติคอนกรีตสด



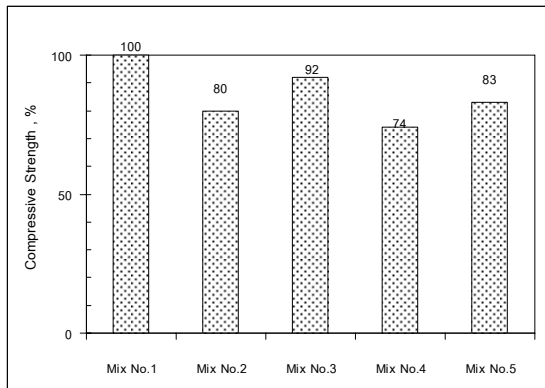
กราฟที่ 4: กราฟแสดงการสูญเสียค่ายุบตัว (Slump Loss)



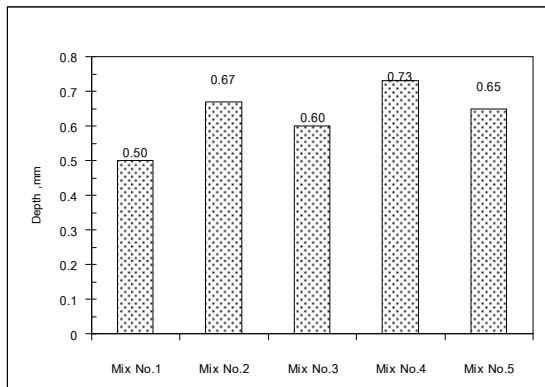
กราฟที่ 5: กราฟแสดงการเวลาก่อตัว (Setting Time)

จากการทดลองเพื่อพิจารณาคุณสมบัติคอนกรีตสดในด้านต่าง ๆ พบว่า การสูญเสียค่าความยุบตัวของส่วนผสมคอนกรีตที่ 3 และ 5 ค่อนข้างเร็ว และในส่วนขอระยะเวลาการก่อตัว ส่วนผสมคอนกรีตที่ 3 และ 5 มีระยะเวลาการก่อตัวทั้ง Stiffening Time และ Initial Setting Time ค่อนข้างเร็วเช่นเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนผสมคอนกรีตที่ 1 (Control Mix)

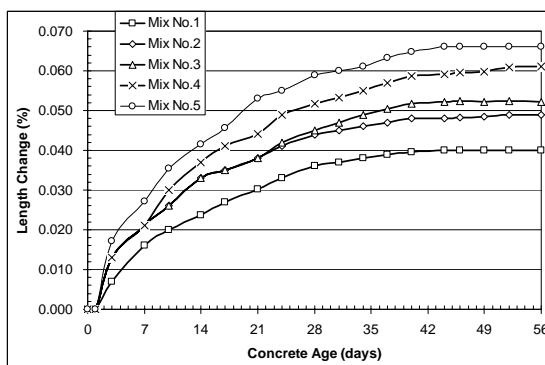
5.3 ทดสอบคุณสมบัติคอนกรีตแข็งตัว



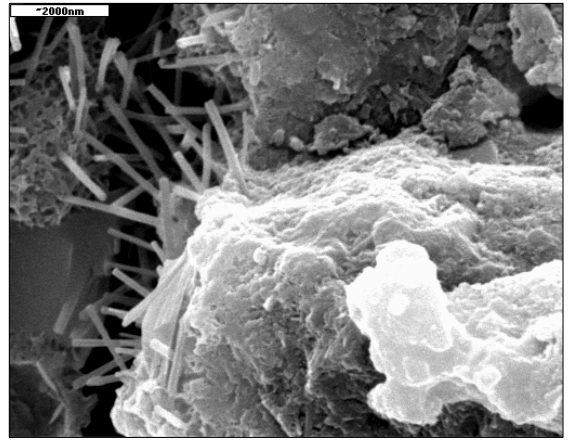
กราฟที่ 6: กราฟแสดงกำลังอัดคอนกรีตที่อายุ 28 วัน (บ่มอากาศ)



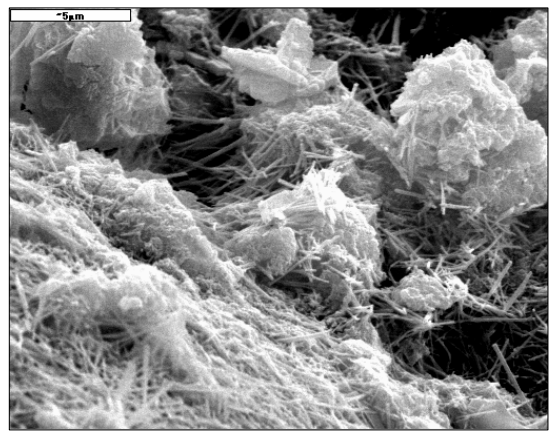
กราฟที่ 7: กราฟแสดงการต้านทานการขัดสีของคอนกรีตที่อายุ 28 วัน (บ่มอากาศ)



กราฟที่ 8: กราฟแสดงการหดตัวแบบแห้งของคอนกรีตที่อายุ ต่าง ๆ (บ่มอากาศ)



รูปที่ 4 : รูปขยายของคอนกรีต Mix No.2 (10,000 เท่า)



รูปที่ 5 : รูปขยายของคอนกรีต Mix No.3 (5,000 เท่า)

จากผลการทดสอบคุณสมบัติคอนกรีตแข็งตัวของส่วนผสมต่าง ๆ พบว่า

1. กำลังอัดคอนกรีตของส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้ดินจากทั้ง 2 แหล่ง มีค่าต่ำกว่าส่วนผสมคอนกรีตควบคุม (Mix No.1)
2. กำลังอัดคอนกรีตของส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้ดินจากแหล่งลพบุรี มีค่าสูงกว่าส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้ดินจากแหล่งปากช่อง
3. กำลังอัดคอนกรีตของส่วนผสมที่ใส่น้ำยา NSC ในปริมาณ 1/2 ของปริมาณน้ำทั้งหมด จะค่าสูงกว่าส่วนผสมคอนกรีตที่ใส่น้ำยา NSC ในปริมาณ 1/5 ของปริมาณน้ำทั้งหมด
4. ความต้านทานการขัดสี (Abrasive Resistance) ของคอนกรีตที่ผสมดินจากทั้งสองแหล่งมีค่าต่ำกว่าส่วนผสมคอนกรีตควบคุม (Mix No.1)

5. ความต้านทานการขัดสี (Abrasive Resistance) ของส่วนผสมที่ใส่น้ำยา NSC ในปริมาณ 1/2 ของปริมาณน้ำทั้งหมด จะค่าสูงกว่าส่วนผสมคอนกรีตที่ใส่น้ำยา NSC ในปริมาณ 1/5 ของปริมาณน้ำทั้งหมด

6. การหดตัวแบบแห้ง (Drying Shrinkage) ของส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้ดินจากทั้ง 2 แหล่งมีค่ามากกว่าส่วนผสมคอนกรีตควบคุม (Mix No.1)

7. การหดตัวแบบแห้ง (Drying Shrinkage) ของส่วนผสมที่ใส่น้ำยา NSC ในปริมาณ 1/2 ของปริมาณน้ำทั้งหมด จะค่าสูงกว่าส่วนผสมคอนกรีตที่ใส่น้ำยา NSC ในปริมาณ 1/5 ของปริมาณน้ำทั้งหมด

8. จากการใช้เครื่องมือ Scanning Electron Microscope ดูเนื้อคอนกรีต พบว่า คอนกรีตผสมดินที่ใส่น้ำยา NSC จะมี Bilateral Bond เกิดขึ้นระหว่างอนุภาคดิน ดังจะเห็นในรูปที่ 4 และ 5

6. บทสรุป

การที่จะนำดินมาผสมคอนกรีตนั้นต้องคำนึงถึงขนาดละเอียดของดิน ความเหนียวของดิน และอินทรีย์สารที่มีอยู่ในดิน ซึ่งผิวหน้าดิน (Top Soil) เป็นดินที่มีอินทรีย์สารสูง ดังนั้นจึงไม่ควรนำมาผสมคอนกรีต ในขณะที่ดินเหนียวที่มีความเหนียวมาก (Clay) ซึ่งมีค่า Liquid Limit สูง และ Plastic Limit มีช่วงกว้าง ไม่ควรนำมาใช้ผสมคอนกรีต เนื่องจากเมื่อผสมน้ำจะทำให้ดินจับตัวเป็นก้อน และปริมาณน้ำที่ใช้ในการที่จะทำให้อนุภาคดินไหลตัวมีปริมาณมากทำให้คอนกรีตที่ได้จะมีการหดตัวสูง

แต่อย่างไรก็ตามการใช้ดินเป็นส่วนผสมในคอนกรีต ทำให้คุณสมบัติของคอนกรีตที่ได้เปลี่ยนไปจากเดิม ในแง่ของทางกายภาพซึ่งจากการสังเกตพบว่าเมื่อนำคอนกรีตผสมดินไปตากแดดกลางแจ้ง โดยเปรียบเทียบกับคอนกรีตปกติ พบว่าความร้อนที่เกิดขึ้นจากการนำมือไปสัมผัสจะรู้สึกได้ว่ามีความร้อนที่ต่ำกว่าคอนกรีตปกติ และประโยชน์อีกทางหนึ่งซึ่งได้จากคอนกรีตผสมดินคือ สีของพื้นคอนกรีตจะไม่สว่างทำให้ดูสบายตามากกว่าคอนกรีตปกติ

7. แผนงานในอนาคต

ศึกษาความต้องการของตลาดสำหรับคอนกรีตผสมดิน เนื่องจากโดยคุณสมบัติของคอนกรีตผสมดินเอง มีจุดเด่นคือ การสะสมความร้อนต่ำ ทำให้ลานคอนกรีตที่เป็นบริเวณกว้างไม่ร้อน และพื้นคอนกรีตจะไม่แข็งมาก ซึ่งอาจจะใช้คอนกรีตผสมดินสำหรับทางวิ่งของสวนสุขภาพ หรือคอร์ตเทนนิส และสำหรับคุณสมบัติที่มีสีไม่สว่าง และดูเป็นมิตรกับธรรมชาตินั้น อาจประยุกต์ใช้งานในรีสอร์ทธรรมชาติต่าง ๆ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ตามวัตถุประสงค์ได้ด้วยความช่วยเหลือจากกลุ่มบุคคลดังนี้คือ

- คุณ ชฎัฒภณ อาทิตย์ ผู้จัดการภาคตะวันออก 1
- คุณณรงค์ชยุตม์ เกษมชัยศิริ หน่วยงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ ที่เป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำการดำเนินงานโครงการนี้ และพนักงานในหน่วยงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำการทดลองต่าง ๆ รวมถึงข้อมูลทางด้านเทคนิค
- พนักงานในหน่วยงานส่งเสริมคุณภาพภาคตะวันออก 1 ที่ช่วยจัดหาวัตถุดิบ และร่วมทดลองส่วนผสม และหน่วยงานการตลาดภาคตะวันออก 1 ที่ช่วยหาข้อมูลความต้องการลูกค้า
- คุณธงชัย และคุณน้ำฝน ใจดี ที่ให้ข้อมูลน้ำยา NSC ที่ใช้ในการผสมคอนกรีต

เอกสารอ้างอิง

- เอกสารประกอบหลักสูตรการฝึกอบรมคอนกรีต เทคโนโลยีแบบบูรณาการ สำหรับวิศวกร เรื่อง วัสดุส่วนผสมคอนกรีต (Module E3)
- เอกสารประกอบหลักสูตรการฝึกอบรมคอนกรีต เทคโนโลยีแบบบูรณาการ สำหรับวิศวกร เรื่อง การออกแบบส่วนผสมคอนกรีต (Module E4)
- ธนา อุทัยภัตรากุล. 2547. จากดินสู่บ้าน สร้างบ้าน ด้วยดิน. บริษัท เฟื่องฟ้า พรินต์ติ้ง จำกัด. 158 น.
- ดร.นระ คมนามูล. 2546. เทคโนโลยีการพัฒนา เมืองและชนบท ความรู้หลักสำหรับงานวิศวกรรมโยธาทั่วไป. บริษัท เซเว่น พรินต์ติ้ง กรุ๊ป จำกัด. 164 น.
- กวี หวังนิเวศน์กุล. 2547. วัสดุวิศวกรรมก่อสร้าง. บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด(มหาชน). 332 น.
- มณฑิยา กังคศิเทียม. 2541. กลศาสตร์ของดิน ด้านวิศวกรรม. บริษัท อมรินทร์พรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน). 371 น.
- คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 547 น.
- ดร.ไพบูรณ์ วิวัฒน์วงศ์วนา. 2546. เคมีดิน (Soil Chemistry). ห้างหุ้นส่วนจำกัดเชียงใหม่พิมพ์สวย. 273 น.

เบื้องหลัง



รูป ผจก.สค.ตอ.1 กำลังชี้แจงคุณสมบัติคอนกรีตให้กับคุณธงชัย และคุณน้ำฝน ใจดี



รูป พนักงานหน่วยงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ กำลังเตรียมแบบหล่อ



รูป พนักงานหน่วยงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ กำลังชั่งส่วนผสม