8

การประยุกต์ใช้หลักการทางสถิติ เพื่อเพิ่ม % Admixture ใน Mixed Cement

บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ทุ่งสง) จำกัด

ชื่อผู้เขียน นายเกษมสุข พยุงพันธุ์
Management System Facilitator
ที่อยู่ 52 หมู่6 ต.ที่วัง อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช 80110
โทรศัพท์ 075-538222
โทรสาร 075-538111
Email kasemsup@scg.co.th
Website www.scg.co.th/cement

สรุปจุดที่เป็น "วิธีปฏิบัติที่เป็นแบบอย่างที่ดีเยี่ยม"

การประยุกต์ใช้หลักการทางสถิติ เช่น Multiple Regression, Reversed Hypothesis Test เพื่อยกระดับ QC Story

ประสิทธิผล

1) สามารถเพิ่ม Admixture ใน Mixed Cement (ปูนเสือ) จากเดิม 10%
2) ส่งผลให้ลดต้นทุนในการผลิต Mixed Cement ได้ 20 บาท/ตัน
   a. Raw Material Cost ลดลง
   b. Energy Consumption ลดลง
3) ลดปริมาณ CO2 ที่ปล่อยสู่บรรยากาศ (ต่อตันที่ผลิต Mixed Cement) ได้ 3%

บทสรุปผู้บริหาร

• ในกระบวนการผลิต Mixed Cement จะประกอบด้วยวัตถุดิบ 3 ชนิด ได้แก่ ปูนเม็ด, ยิปซั่ม และ Admixture (หินปูน)

วัตถุดิบ	หน้าที่	สัดส่วนโดยประมาณ	ราคาต่อหน่วย
ปูนเม็ด	ให้กำลังอัด	40-70%	20n
ยิปซั่ม	ยืดเวลาในการ Set ตัว	10%	10n
หินปูน	คุณสมบัติด้านการก่อ ฉาบ	20-50%	n

• หากสามารถเพิ่มสัดส่วนของ Admixture ใน Mixed Cement ได้ ก็จะเป็นการลดต้นทุน เนื่องจาก Admixture มีต้นทุนต่อหน่วยถูกกว่าปูนเม็ด

• แต่การเพิ่ม Admixture โดยตรง จะส่งผลให้ Strength (ความสามารถในการรับกำลังอัด) ต่ำลง จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุง Process Parameters ที่จำเป็น เพื่อให้เพิ่ม Admixture ได้ โดยที่ Strength คงเดิม

• โดยขั้นตอนดำเนินการที่สำคัญ ประกอบด้วย

- การรวบรวมปัจจัยที่ส่งผลต่อ Y1: (3-Day) Strength, และ Y2:% Admixture ในทางทฤษฎี

- รวบรวม Historical Data ที่จำเป็น

- ใช้ Multiple Regression เพื่อหา

• Factor (Xi) ต่างๆ ที่ส่งผลต่อ Y1,Y2 อย่างมีนัยสำคัญ

• ความสัมพันธ์เชิงสมการระหว่าง Y1,Y2 กับ Xi ที่ Significant ข้างต้น

- ใช้เทคนิค Reversed Hypothesis Test เพื่อกำหนด Control Limit สำหรับ Xi ที่ Significant

- Transfer Information ข้างต้น ลงไปสู่การควบคุมใน Daily Operation

• จากการใช้เทคนิคทางสถิติข้างต้น ส่งผลให้บริษัทฯสามารถเพิ่มสัดส่วน Admixture ในปูนเสือได้ 10% (Saving 20 บาท/ตัน) โดยที่ Strength และคุณสมบัติอื่นๆ ของปูนเสือไม่มีการเปลี่ยนแปลง (ดีกว่า Spec. และลูกค้าพึงพอใจ)

ประวัติองค์กร

บริษัทปูนซิเมนต์ไทย (ทุ่งสง) จำกัด : STS เป็นบริษัทลูกของเอสซีจี ซิเมนต์ (SCG Cement) ซึ่งเป็น 1 ใน 5 ธุรกิจหลักของเครือซิเมนต์ไทย (SCG)

ปูนทุ่งสงก่อตั้งเมื่อ พ.ศ.2509 โดยเป็นโรงงานปูนซีเมนต์แห่งเดียวในภาคใต้

โดยสินค้าของบริษัทมี 5 ประเภท ได้แก่ Ordinary Portland Cement (ช้าง), Marine Cement (ช้างทนน้ำทะเล), Mixed Cement (เสือ, แรด), Masonry Cement (เสือฉาบสูตรพิเศษ)

ซึ่งกำลังการผลิตปัจจุบันอยู่ที่ 6.9 ล้านตันซีเมนต์ต่อปี

วิสัยทัศน์ : เป็นผู้นำในอุตสาหกรรมซีเมนต์ใน ASEAN

พันธกิจ

- สร้างวัฒนธรรมความปลอดภัย เพื่อมุ่งสู่ "อุบัติเหตุเป็นศูนย์" อย่างยั่งยืน
- อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดจนยกระดับความพึงพอใจของชุมชนอย่างต่อเนื่อง
- ปรับปรุงคุณภาพของสินค้าและบริการ ให้เหนือกว่าคู่แข่งในทุกๆด้าน
- พัฒนาทักษะความสามารถ รวมถึงส่งเสริมคุณภาพชีวิตของพนักงานทุกคน

วัฒนธรรมองค์กร

- อุดมการณ์4 : ตั้งมั่นในความเป็นธรรม, มุ่งมั่นในความเป็นเลิศ, เชื่อมั่นในคุณค่าของคน, ถือมั่นในความรับผิดชอบต่อสังคม
- การรับฟังด้วยความตั้งใจ (Open) + กล้าท้าทายตัวเอง กล้าทำจริง ประเมินความเสี่ยง กล้าตัดสินใจ (Challenge)

ปูนทุ่งสงได้รับรางวัลและประกาศนียบัตรรับรองในด้านต่างๆมากมาย อาทิเช่น ISO9001, ISO14001, มอก.18001 รวมถึงได้รับรางวัล Deming Application Prize ในปี พ.ศ. 2545

รางวัลที่ได้รับ	จากสถาบัน	ปี พ.ศ. ที่ได้รับ
ISO9001	สรอ.	2538
ISO14001	สรอ.	2543
TIS18001	สรอ.	2543
Deming Application Prize	JUSE	2545
สถานประกอบกิจการดีเด่น		
- ด้านความปลอดภัยในการทำงาน	คกก.จัดงานสัปดาห์ความปลอดภัยแห่งชาติ	2540, 2541
- ด้านแรงงานสัมพันธ์	กระทรวงแรงงาน	2546, 2547
- ด้านสวัสดิการแรงงาน	กระทรวงแรงงาน	2547
อุตสาหกรรมดีเด่น		
- ประเภทการเพิ่มผลผลิต	กระทรวงอุตสาหกรรม	2541
- ประเภทการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม	กระทรวงอุตสาหกรรม	2546
รางวัลดีเด่น Thailand Energy Award	กระทรวงพลังงาน	2552

ความคาดหวังของลูกค้าที่มีต่อโครงการนี้

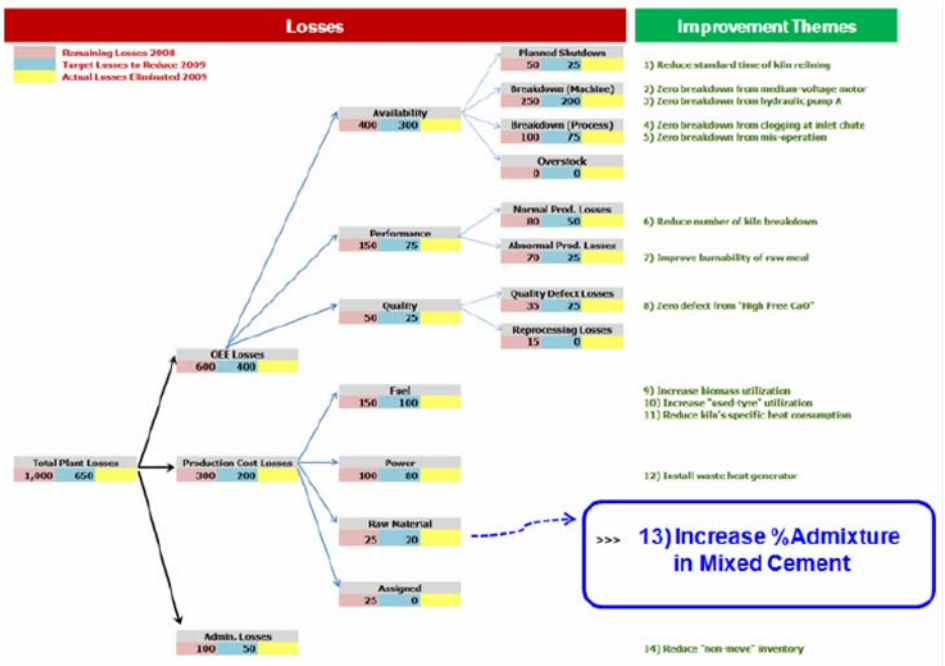
ลูกค้า : บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ทุ่งสง) จำกัด

ความต้องการ :

1. ต้องการลดต้นทุนในการผลิต Mixed Cement ด้วยการเพิ่มสัดส่วนของ Admixture แต่ต้องไม่ทำให้กำลังอัดต่ำลง
2. ต้องการลดปริมาณ CO2 ที่ปล่อยสู่บรรยากาศ (ต่อตันที่ผลิต Mixed Cement)
3. ยกระดับการใช้เทคนิคทางสถิติในการปรับปรุงงาน โดยเฉพาะในระดับวิศวกร

กระบวนการและวิธีปฏิบัติในอดีต

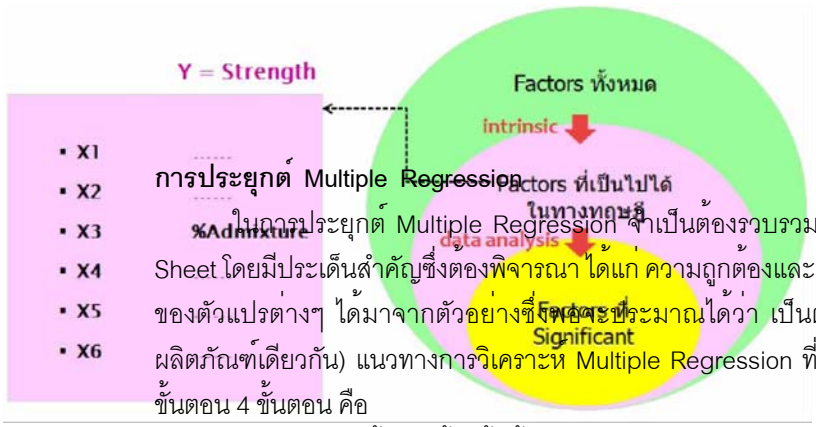
STS อยู่ระหว่างการ Implement TPM โดยตั้งเป้าว่าจะต้องได้รับ Excellence Award ในปี พ.ศ.2554 ซึ่งจาก Losses Tree ของ TPM-Focused Improvement พบว่าบริษัทฯยังคงมี Losses ในส่วนของ Raw Material Cost ซึ่งโครงการเพิ่มสัดส่วน Admixture ใน Mixed Cement เป็นโครงการที่สำคัญที่สุด ในการลด Losses ข้างต้น นอกจากนี้การเพิ่มสัดส่วน Admixture (การลด Clinker Ratio ในการผลิตซีเมนต์) ยังเป็นช่องทางหนึ่ง ในการช่วยลดโลกร้อน (ลด Clinker Ratio = ลด Specific CO_2 per Ton Cementricious)



จากการ Benchmark สัดส่วนของ Admixture ใน Mixed Cement ของ STS กับค่า World Class พบว่า STS ยังมีช่องทางในการเพิ่ม Admixture อีกประมาณ 15% แต่ต้องพัฒนากระบวนการผลิต เพื่อให้การเพิ่ม Admixture ไม่ส่งผลให้คุณภาพของ Mixed Cement โดยเฉพาะด้านกำลังอัด (Strength) ต่ำลง

กระบวนการและวิธีปฏิบัติที่ได้ปรับปรุงใหม่

เริ่มจากการระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อ Strength: 3DS ในทางทฤษฎี (X1-X6) โดยอ้างอิงจากตำราและงานวิจัยต่างๆ (ขออนุญาตไม่เปิดเผยรายละเอียดเรื่องตัวแปรทั้ง 6)



การประยุกต์ Multiple Regression

ในการประยุกต์ Multiple Regression จำเป็นต้องรวบรวม Historical Data จาก Log Sheet โดยมีประเด็นสำคัญซึ่งต้องพิจารณา ได้แก่ ความถูกต้องและ Matching ของข้อมูล (ข้อมูลของตัวแปรต่างๆ ได้มาจากตัวอย่างชิ้นเดียวกันหรือประมาณได้ว่า เป็นตัวแทนของก้อนวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์เดียวกัน) แนวทางการวิเคราะห์ Multiple Regression ที่ใช้ในโครงการนี้ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน คือ

1) ตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นด้วย Descriptive Statistics

2) ตรวจสอบ Correlation ระหว่างตัวแปรอิสระ

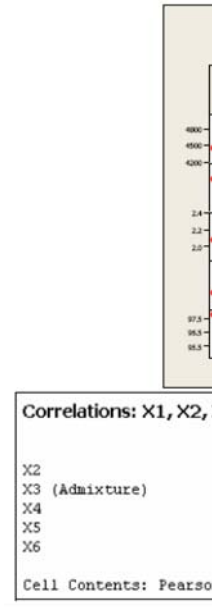
3) วิเคราะห์ Regression เพื่อตรวจสอบนัยสำคัญทางสถิติของตัวแปรอิสระว่ามีผลต่อตัวแปรตาม (3D Strength) หรือไม่

4) วิเคราะห์ Regression เพื่อสร้าง Model ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับ ตัวแปรอิสระ (Xs)

ในขั้นตอนที่ 1) สามารถวิเคราะห์ค่าทางสถิติของตัวแปรต่างๆ ดัง ภาพ 1 เพื่อตรวจสอบความผิดปกติของข้อมูลและค่าของตัวแปรต่างๆ อย่างคร่าวๆ ผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่า ไม่มีความผิดปกติของข้อมูลแต่อย่างใด

ภาพ 1 การวิเคราะห์ Descriptive Statistics ของตัวแปรต่างๆ

ขั้นตอนที่ 2) เป็นการตรวจสอบ Correlation ระหว่าง Factor (X) แต่ละตัวว่ามีปัญหา Multicollinarity หรือไม่ ดังภาพ 2 ซึ่งพบว่า ไม่มี X คู่ใด มี Correlation ที่ละเมิดสมมุติเรื่อง Multicollinarity (-0.7 < Correlation < 0.7) นั่นคือ X แต่ละตัวเป็นอิสระต่อกัน



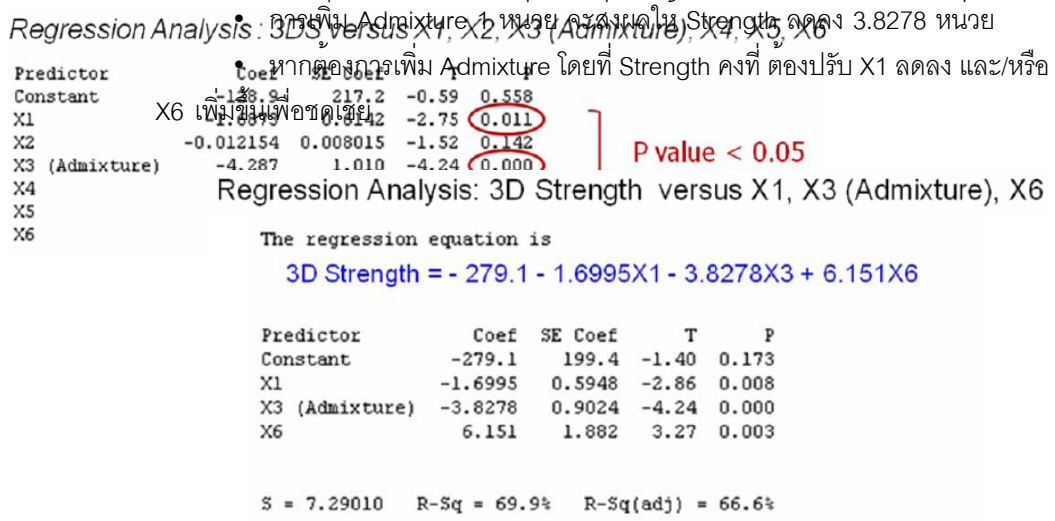
ภาพ 2 การวิเคราะห์ Correlation ระหว่างตัวแปรอิสระที่ใช้ในการวิเคราะห์ Multiple Regression

ในขั้นตอนที่ 3) เป็นการวิเคราะห์ Multiple Regression เพื่อตรวจสอบนัยสำคัญทางสถิติของตัวแปรอิสระว่า มีผลต่อตัวแปรตาม (3D Strength) หรือไม่ ผลการวิเคราะห์ดังภาพ 3 พบว่า X1, Admixture และ X6 ส่งผลต่อค่าของ 3D Strength อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value ต่ำกว่า 0.05 ซึ่งแสดงว่า มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95)

ภาพ 3 การวิเคราะห์ Multiple Regression เพื่อหาว่าตัวแปรใดส่งผลต่อค่า 3D Strength

ขั้นตอนที่ 4) เป็นการวิเคราะห์ Regression เพื่อสร้าง Model (สมการทางสถิติ) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม กับ ตัวแปรอิสระ (Xs) ซึ่งเป็นตัวแปรมีนัยสำคัญจากการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 3) อันได้แก่ 3D Strength กับ X1, Admixture และ X6 Model ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวถูกแสดงในภาพ 4 ซึ่งทำให้สามารถสรุปได้ว่า

- การเพิ่ม Admixture 1 หน่วย จะส่งผลให้ Strength ลดลง 3.8278 หน่วย
- หากต้องการเพิ่ม Admixture โดยที่ Strength คงที่ ต้องปรับ X1 ลดลง และ/หรือ ปรับ X6 เพิ่มขึ้นเพื่อชดเชย



ภาพ 4 Model ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ Multiple Regression

การประยุกต์เทคนิค Reversed Hypothesis Test

โครงการนี้ถือได้ว่า เป็นโครงการแรกที่นำเทคนิค Reversed Hypothesis Test มาประยุกต์ในเครือ SCG ได้อย่างประสบความสำเร็จ แนวทางดังกล่าวทำให้สามารถแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปรได้โดยใช้ทรัพยากรไม่มาก

Reversed Hypothesis Test เป็นเทคนิคซึ่งพัฒนาต่อยอดมาจากเทคนิค Paired ComparisonTM ของ Shainin และ Product/Process Search ของ Bhote & Bhote (2000) โดย ดร. จรัล ทรัพย์เสรี (จรัล ทรัพย์เสรี, 2551 ; Sabseree, Thueakthong & Sukchareonpong, 2008) แนวทางดังกล่าวประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอน คือ

1) เก็บข้อมูลจากกลุ่มดี (BOB - Best of the Best หรือ High Strength) และกลุ่มเสีย (WOW - Worst of the Worst หรือ Low Strength) รวมทั้งค่าของตัวแปรอิสระ (Xs) ที่สงสัยว่าจะเป็นสาเหตุของปัญหา

2) ใช้การทดสอบ t และ การทดสอบ F (หรือการทดสอบทางสถิติอื่นๆ เพื่อเปรียบเทียบข้อมูล) เพื่อกรองหาตัวแปรที่เป็นสาเหตุแท้จริงของปัญหา (ตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติ) จากตัวแปรที่สงสัยว่าเป็นสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหา

3) สร้างแผนภูมิกระจายระหว่างตัวแปรที่เป็นสาเหตุของปัญหา โดยกำหนดให้กลุ่มดีและกลุ่มเสียอยู่ในภาพเดียวกันเพื่อประเมินค่าควบคุมที่เหมาะสมของตัวแปรดังกล่าว

ในขั้นตอนที่ 1) ของการวิเคราะห์ Reversed Hypothesis Test ทำได้โดยนำข้อมูล 3D Strength มา Sort แล้วคัดเลือกข้อมูลที่มีค่า 3D Strength ที่สูงสุด 7 ข้อมูลมากำหนดเป็น BOB หรือ High ส่วนข้อมูลที่มีค่า 3D Strength ต่ำสุด 7 ค่ากำหนดให้เป็น WOW หรือ Low ดังตาราง 5 ส่วนข้อมูลที่มีค่าอยู่ระหว่าง High กับ Low จะถูกคัดออกไปจากการวิเคราะห์ แนวทางดังกล่าวเป็นแนวทางของ Shainin ซึ่งใช้เฉพาะข้อมูลสุดโต่งทั้ง 2 ด้านในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา วิธีการดังกล่าวมีข้อได้เปรียบ 3 ประการคือ

(1) สามารถตัดผลกระทบจาก Noise หรือตัวแปรรบกวนต่างๆ ได้มาก

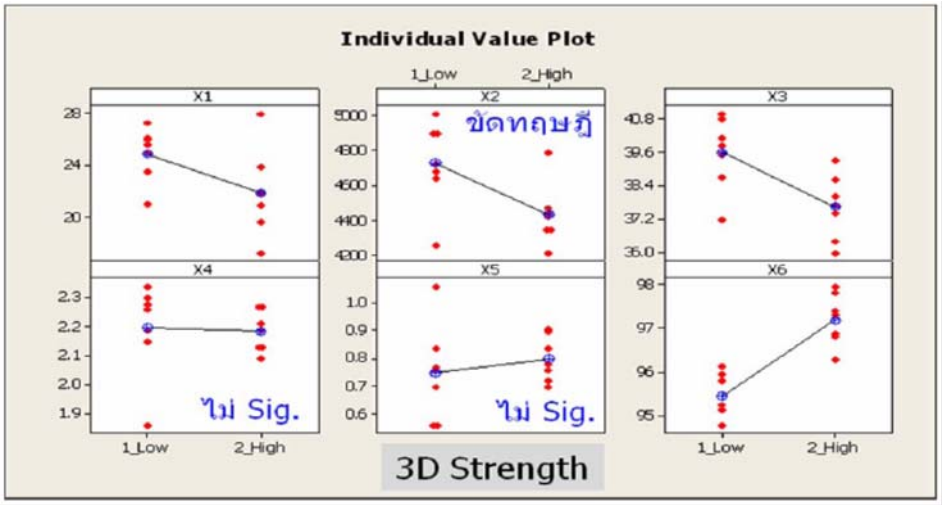
(2) ใช้ข้อมูลไม่มากนักในการวิเคราะห์แต่สามารถศึกษาตัวแปรได้หลายตัว

(3) ไม่มีปัญหาเรื่อง Multicollinarity ระหว่างตัวแปรอิสระ

	C1-T	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	3D Strength	X1	X2	X3	X4	X5	X6
1	1_Low	25.99	4720	39.5	2.26	0.84	95.81
2	1_Low	24.98	4900	41.0	2.28	1.06	95.14
3	1_Low	27.25	4640	40.8	2.34	0.77	95.96
4	1_Low	25.94	4680	38.7	2.15	0.76	95.27
5	1_Low	20.99	4900	40.1	2.19	0.56	94.80
6	1_Low	23.46	5010	39.8	2.30	0.56	96.13
7	1_Low	25.52	4260	37.2	1.86	0.70	95.15
8	2_High	23.84	4350	38.6	2.13	0.70	97.96
9	2_High	17.24	4440	39.3	2.09	0.78	97.83
10	2_High	19.58	4220	37.4	2.27	0.84	97.40
11	2_High	27.97	4790	36.4	2.21	0.91	97.32
12	2_High	20.83	4470	37.7	2.19	0.90	96.83
13	2_High	21.90	4350	36.0	2.13	0.76	96.88
14	2_High	21.88	4420	38.0	2.27	0.72	96.28

ภาพ 5 ข้อมูลสำหรับ การวิเคราะห์ Reversed Hypothesis Test

ขั้นตอนที่ 2) ของการวิเคราะห์ Reversed Hypothesis Test ทำได้โดยนำข้อมูลจากตาราง 5 มาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยการทดสอบ t และการทดสอบ F ดังภาพ 6 พร้อมกับแสดง Graph Individual Plot ดัง ภาพ 7 ผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่า X1 และ X6 เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อ 3D Strength อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value ของการทดสอบ t มีค่าน้อยกว่า 0.05) นอกจากนี้พบว่า ค่า 3D Strength มีแนวโน้มที่จะมีค่าสูงหาก X1 มีค่าต่ำ และ X6 มีค่าสูง

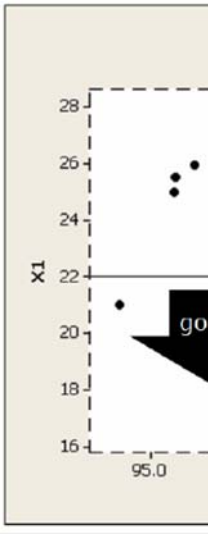


s Test

ภาพ 7 Graph Individual Plot ในการวิเคราะห์ Reversed Hypothesis Test

ขั้นตอนที่ 3) ของการวิเคราะห์ Reversed Hypothesis Test ทำได้โดย สร้าง Scatter Plot with Group โดยเลือก X1 เป็น Y-variable, X6 เป็น X-variable และ 3D Strength เป็น Category (Low vs High) ได้กราฟ Scatter Plot ดังภาพ 8

กราฟดังกล่าวมิได้เป็น Scatter Plot แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง X1 และ X6 ดังเช่น Scatter Plot ทั่วไป แต่เป็น Matrix ที่แสดงให้เห็น Zone ของ X1 และ X6 ที่เกิดผลิตภัณฑ์ที่เป็น Low Strength vs High Strength นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวทำให้เห็นว่าต้องควบคุมค่า X1 ให้ต่ำกว่า 22 และควบคุมค่า X6 ให้สูงกว่า 96 ผลการวิเคราะห์นี้ถูกนำไปใช้ในการควบคุมกระบวนการใน Daily Operation ต่อไป การปรับเพิ่มค่าดังกล่าว ทำให้สามารถเพิ่มปริมาณ Admixture ใน Mixed Cement เพื่อลดค่าใช้จ่ายได้ โดยที่ ค่า 3D Strength ไม่ลดลง

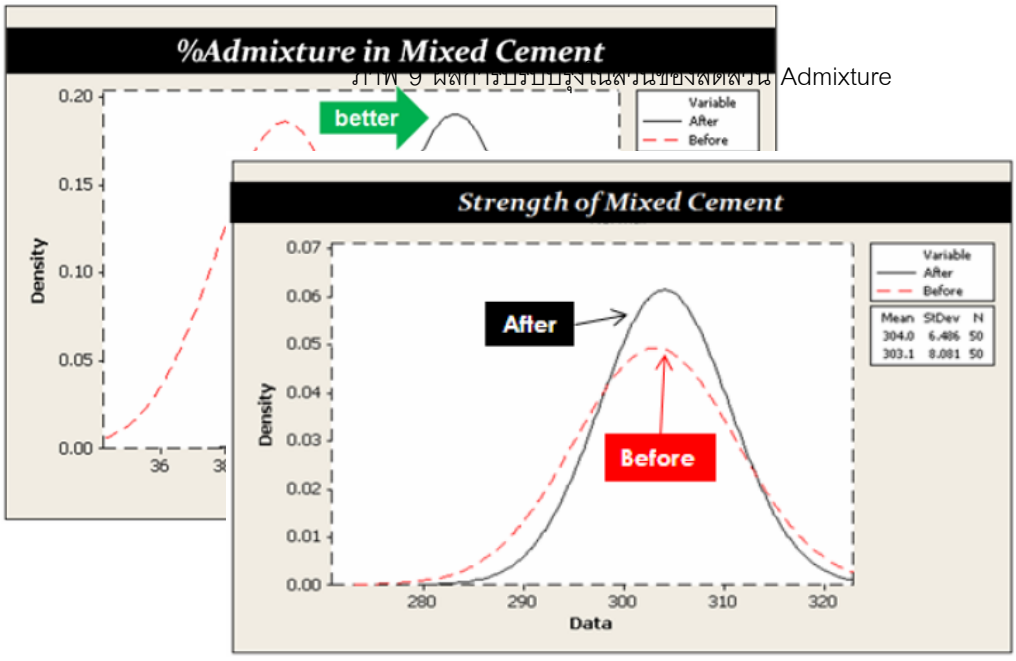


ภาพ 8 Scatter Plot เพื่อสร้างค่าควบคุมของกระบวนการ

ประโยชน์ที่ได้รับ

Tangible Benefit

สามารถเพิ่มสัดส่วน Admixture ใน Mixed Cement ได้ประมาณ 10% โดยที่ Strength คงที่ (ข้อมูลในภาพ9 และ 10 เป็นข้อมูลสมมติ) ทำให้บริษัทลดต้นทุนได้ 20บาท/ตัน



ภาพ 9 ผลการปรับปรุงในส่วนของสัดส่วน Admixture

ภาพ 10 เปรียบเทียบ Strength ก่อนและหลังการปรับปรุง

จากภาพ 10 จะเห็นว่ากำลังอัด (Strength) ก่อนและหลังการปรับปรุงไม่แตกต่างกัน ซึ่งค่ากำลังอัดข้างต้น ดีกว่า Spec. มาก และจากการสำรวจความพึงพอใจของลูกค้า พบว่าลูกค้ามีความพึงพอใจในระดับสูง

นอกจากนี้ การเพิ่มสัดส่วนของ Admixture ยังช่วยลด ปริมาณ CO2 ที่ปล่อยสู่บรรยากาศต่อ 1 ตันที่ผลิต Mixed Cement ได้ 3%

Intangible Benefit

- สร้างทัศนคติที่ดีให้แก่ทีมงาน ว่า "ถึงแม้สินค้า Commodity อย่างซีเมนต์จะเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ตั้งแต่มนุษย์เริ่มรู้จักซีเมนต์ แต่ทีมงานยังสามารถหาจุด ที่จะปรับปรุงให้ดีขึ้นได้เสมอ" ซึ่งสอดคล้องกับทิศทางของเอสซีจี เรื่องการเป็นองค์กรแห่งนวัตกรรม
- สร้างความศรัทธาในเรื่องเครื่องมือทางสถิติ ให้แก่ทุกคนในบริษัท

ความท้าทายต่อไป

- ขยายผลการเพิ่มสัดส่วน Admixture ใน Mixed Cement โดยใช้เทคนิคข้างต้น ไปยังโรงงานอื่นๆ ในเอสซีจี ซิเมนต์
- ผลักดันการใช้เทคนิคทางสถิติในทุกระดับให้แพร่หลายมากขึ้น เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิของ TPM-Focused Improvement Themes ซึ่งจะส่งผลให้บริษัท เข้าใกล้เป้าหมาย Zero Losses ซึ่งเป็น Ultimate Goal ของ TPM

ป-หา อุปสรรค และแนวทางแก้ไข - ปัจจัยแห่งความสำเร็จและความยั่งยืน

การผลักดันให้มีการใช้เทคนิคทางสถิติที่แพร่หลายทั่วทั้งองค์กร ต้องใช้ความพยายามเป็นอย่างมาก ซึ่งเอสซีจี มีแนวทางในการผลักดัน ดังต่อไปนี้

- คัดเลือกพนักงานที่มีศักยภาพสูงจากแต่ละกลุ่มธุรกิจ ปีละประมาณ 10 คน เพื่อพัฒนาให้เป็น TQM Expert & Problem Solving Guru ผ่านโครงการ SCG-Operational Excellence
- นักเรียน OE แต่ละคน จะมีอาจารย์ที่ปรึกษาส่วนตัว ซึ่งมีชื่อเสียงในระดับประเทศ
- นักเรียนทุกคนจะได้รับการพัฒนาผ่าน Class Room Training + Project Assignment ซึ่งระยะเวลาในการพัฒนา ประมาณ 3ปี ต่อ 1 รุ่น
- เมื่อจบโครงการ นักเรียน OE จะกลายเป็น Internal Consultant รวมถึง Change Agent ที่จะช่วยสนับสนุน, ผลักดัน การใช้ TQM และเทคนิคทางสถิติต่อไป

เอกสารอ้างอิง

จรัล ทรัพย์เสรี (2551) ซิกส์ซิกม่าแบบผสมผสานเพื่อการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการในอุตสาหกรรมการผลิต ดุษฎีนิพนธ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

Bhote, K. R., & Bhote, K. A. (2000). World class quality: Using design of experiments to make it happen. New York: AMACOM.

Sabseree, S., Thueakthong, V., & Sukchareonpong, P. (2008, October). Fusion Six Sigma: methodology and case studies. Paper presented at the 6th ANQ congress, Bangkok.

Paired ComparisonTM เป็น Registered Trademarks ของ Shainin LLC.