บทที่ 6
การทดสอบประสิทธิภาพในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

6.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดของคอนกรีต เพื่อที่จะหาขอบเขตและข้อจำกัดในการพยากรณ์ของโครงข่าย โดยการจำลองรูปแบบเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งวัดโดยเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยผิดพลาดสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error, MAPE)

6.2 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดของโครงข่ายประสาทเทียม

แบบจำลองถูกสร้างขึ้นเพื่อทดสอบประสิทธิภาพและข้อจำกัดของโครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัด สรุปได้ดังตารางที่ 6.1

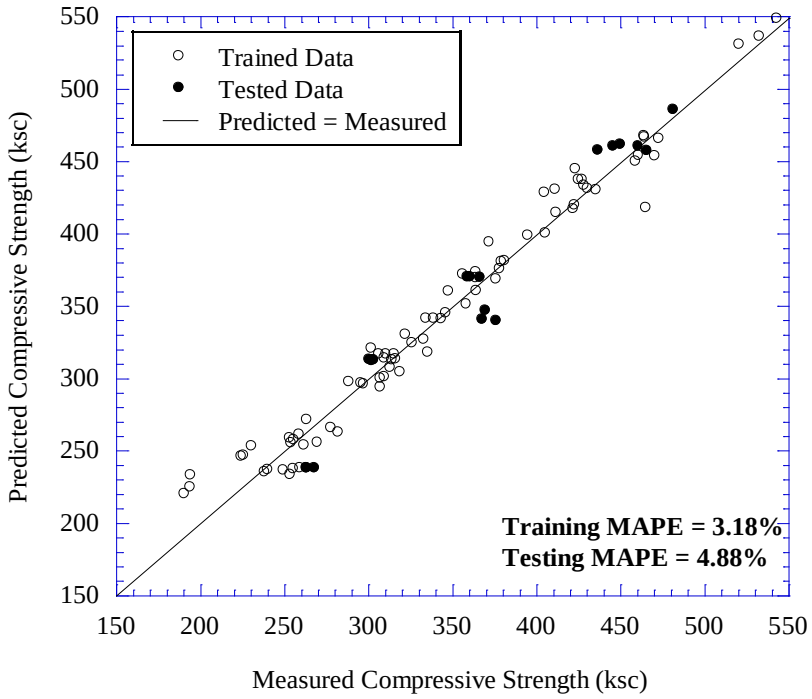
ตารางที่ 6.1 สรุปแบบจำลองที่ใช้ทดสอบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ทั้งหมด

แบบจำลอง	ทดสอบประสิทธิภาพในการพยากรณ์	ข้อมูลเรียนรู้	ข้อมูลทดสอบ
1	ปัจจัยนำเข้าอยู่ในรูปแบบอัตราส่วนผสม	ห้องทดลอง	ห้องทดลอง
2	ข้อมูลเรียนรู้/ทดสอบ มาจากโรงผสมเดียวกัน		
2.1	คอนกรีตผสมเสร็จซีแพค	คอนกรีตซีแพค	คอนกรีตซีแพค
2.2	ทีพีไอคอนกรีต	ทีพีไอคอนกรีต	ทีพีไอคอนกรีต
3	ข้อมูลเรียนรู้/ทดสอบ มาจากต่างโรงผสมกัน		
3.1		นครหลวงคอนกรีต	คอนกรีตซีแพค
3.2		นครหลวงคอนกรีต	ทีพีไอคอนกรีต
4	ข้อมูลเรียนรู้มีข้อมูลจากทุกโรงผสม		
4.1		ทุกโรงผสม	นครหลวงคอนกรีต
4.2		ทุกโรงผสม	คอนกรีตซีแพค
4.3		ทุกโรงผสม	ทีพีไอคอนกรีต

6.2.1 แบบจำลองที่ 1: ปัจจัยนำเข้าอยู่ในรูปแบบอัตราส่วนผสม (เรียนรู้และทดสอบโดยใช้ข้อมูลจากห้องทดลอง)

แบบจำลองนี้เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโครงข่ายในกรณีที่ปัจจัยนำเข้าอยู่ในรูปแบบอัตราส่วนผสม เช่น อัตราส่วนเพสต์ต่อมวลรวม, อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ และอัตราส่วนทรายต่อมวลรวม โดยใช้ข้อมูลจากห้องทดลอง ผลการพยากรณ์แสดงได้ดังรูปที่ 6.1 โดยมีค่า MAPE ในกระบวนการเรียนรู้เท่ากับ 3.18% และ MAPE ในกระบวนการทดสอบ 4.88%

ตารางที่ 6.2 เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของโครงข่ายระหว่างปัจจัยนำเข้าอยู่ในรูปแบบน้ำหนักส่วนผสม (หัวข้อ 5.3.3) กับปัจจัยนำเข้าอยู่ในรูปแบบอัตราส่วนผสม (แบบจำลองที่ 1) พบว่าประสิทธิภาพของโครงข่ายไม่ต่างกัน โดยมีค่า MAPE ในกระบวนการทดสอบเท่ากับ 4.78% และ 4.88% ตามลำดับ แสดงว่ารูปแบบของปัจจัยนำเข้าระหว่างน้ำหนักส่วนผสม และอัตราส่วนผสมไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของโครงข่าย



รูปที่ 6.1 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดของโครงข่ายประสาทเทียม โดยปัจจัยนำเข้าอยู่ในรูปอัตราส่วนผสม

ตารางที่ 6.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของโครงข่ายที่พัฒนาจากข้อมูลห้องทดลอง

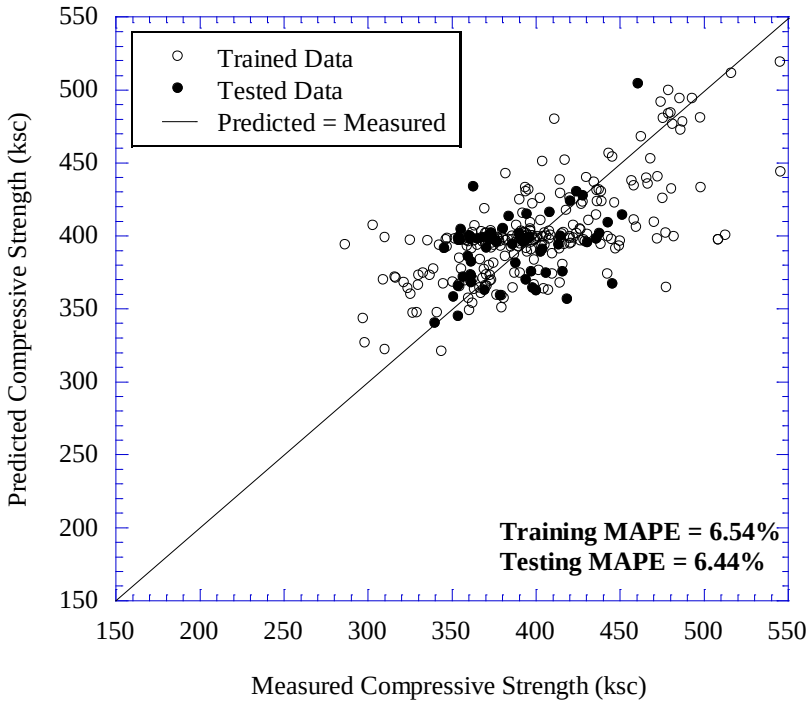
รูปแบบโครงข่าย	รูปแบบปัจจัยนำเข้า	MAPE (%)	
		กระบวนการเรียนรู้	กระบวนการทดสอบ
โครงข่ายที่เหมาะสม (5.3.3)	น้ำหนักส่วนผสม	3.01	4.78
แบบจำลองที่ 1 (6.2.1)	อัตราส่วนผสม	3.18	4.88

6.2.2 แบบจำลองที่ 2: เรียนรู้และทดสอบโดยใช้ข้อมูลจากโรงผสมคอนกรีตเดียวกัน

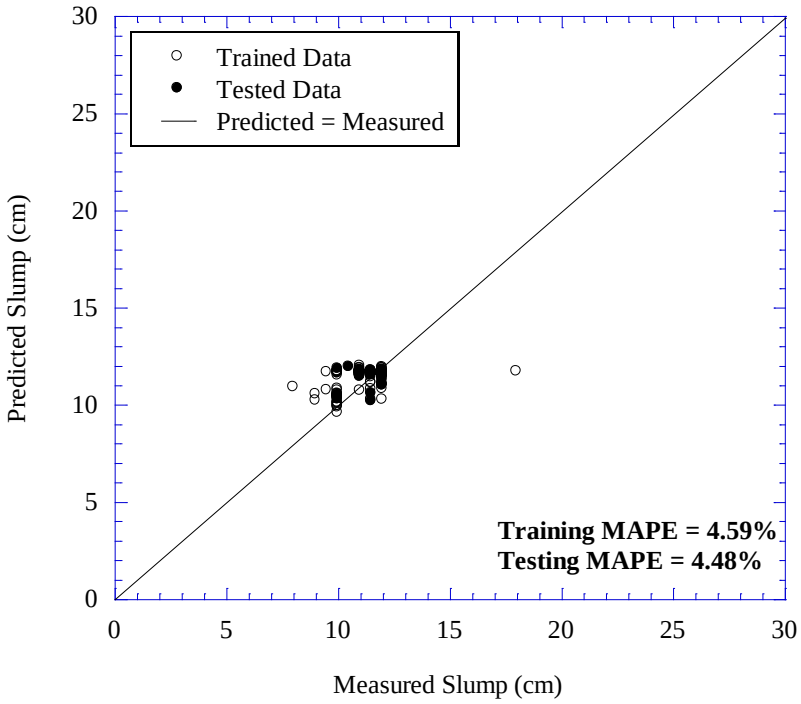
ในแบบจำลองนี้ข้อมูลจากโรงผสมคอนกรีตแต่ละแห่งถูกแบ่งเพื่อใช้ในกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการทดสอบ เพื่อหาสถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมของแต่ละโรงผสมคอนกรีต

6.2.2.1 เรียนรู้และทดสอบโดยใช้ข้อมูลคอนกรีตผสมเสร็จซีแพค

ประสิทธิภาพในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดและความข้นเหลวของโครงข่ายที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลจากคอนกรีตผสมเสร็จซีแพคแสดงได้ดังรูปที่ 6.2 และรูปที่ 6.3 โดยมีค่า MAPE ของการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดในกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการทดสอบเท่ากับ 6.54% และ 6.44% ตามลำดับ และมีค่า MAPE ของการพยากรณ์ความข้นเหลวในกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการทดสอบเท่ากับ 4.59% และ 4.48% ตามลำดับ



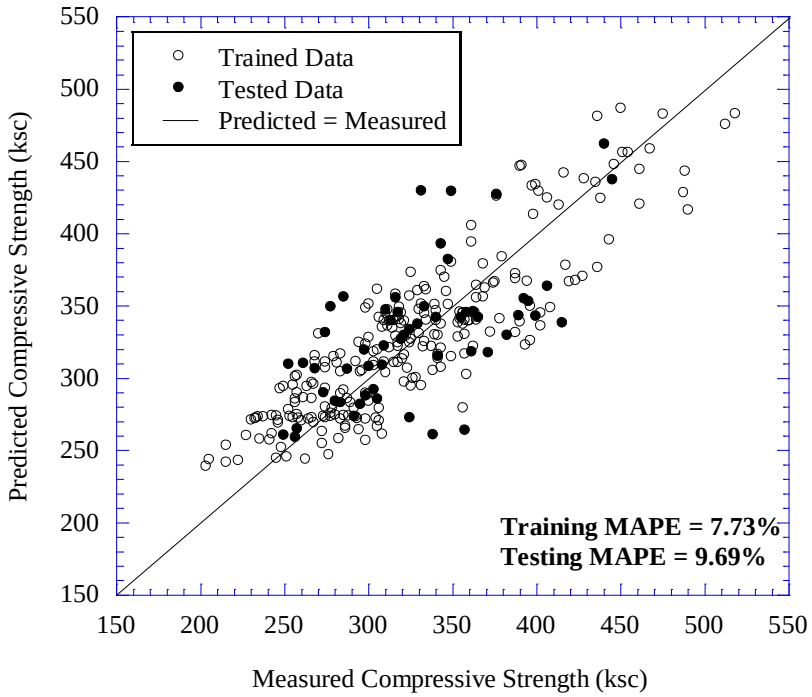
รูปที่ 6.2 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตผสมเสร็จซีแพค



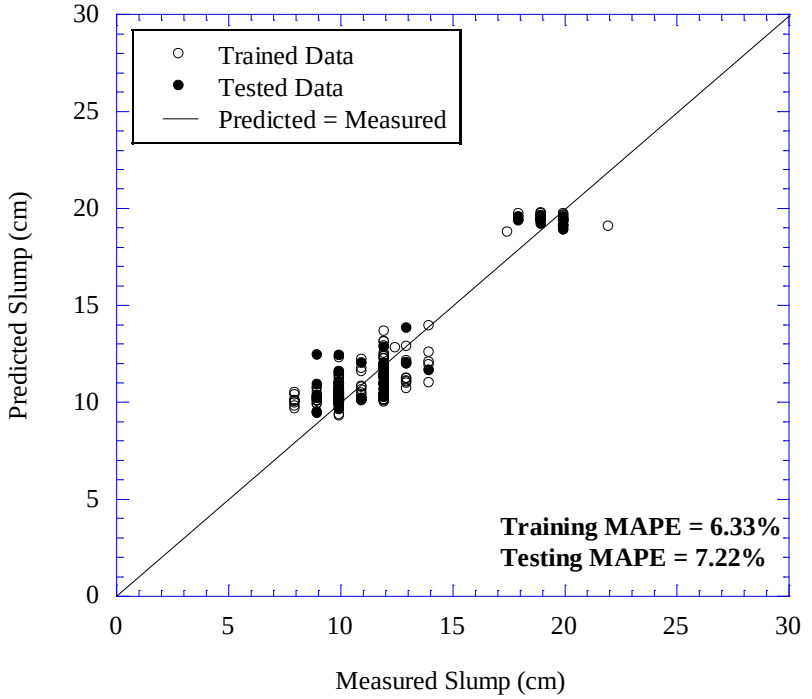
รูปที่ 6.3 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ความข้นเหลวของคอนกรีตผสมเสร็จซีแพค

6.2.2.2 เรียนรู้และทดสอบโดยใช้ข้อมูลทีพีไอคอนกรีต

ประสิทธิภาพในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดและความข้นเหลวของโครงข่ายที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลจากทีพีไอคอนกรีตแสดงได้ดังรูปที่ 6.4 และ รูปที่ 6.5 โดยมีค่า MAPE ของการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดในกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการทดสอบเท่ากับ 7.73% และ 9.69% ตามลำดับ และมีค่า MAPE ของการพยากรณ์ความข้นเหลวในกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการทดสอบเท่ากับ 6.33% และ 7.22% ตามลำดับ



รูปที่ 6.4 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดของทีพีไอคอนกรีต



รูปที่ 6.5 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ความข้นเหลวของทีพีไอคอนกรีต

ตารางที่ 6.3 สรุปประสิทธิภาพในกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมของแต่ละโรงผสมคอนกรีต พบว่าโครงข่ายประสาทเทียมมีความแม่นยำในการพยากรณ์ในกรณีที่ข้อมูลเรียนรู้และข้อมูลทดสอบมาจากโรงผสมคอนกรีตแห่งเดียวกัน

ตารางที่ 6.3 สรุปประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 2

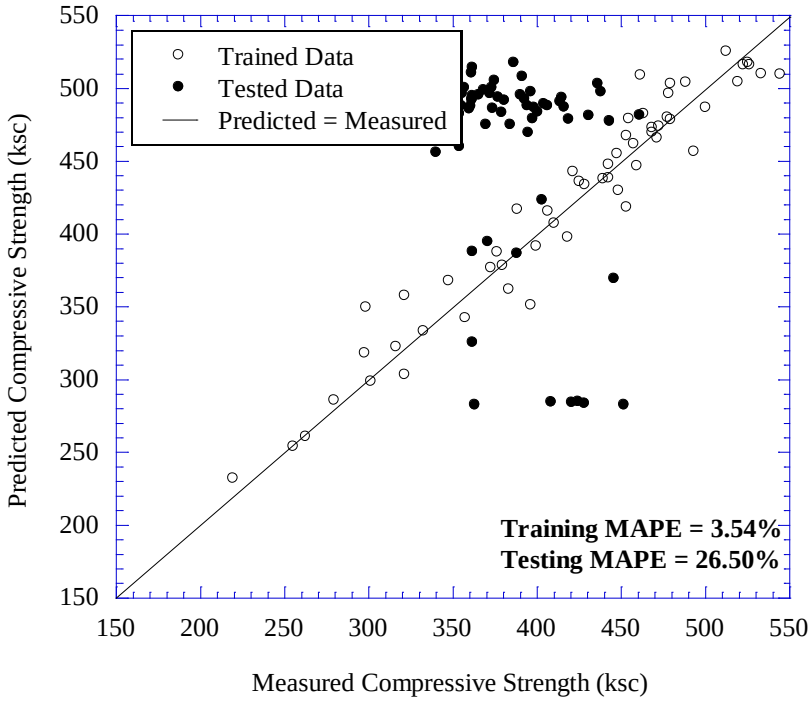
โรงผสมคอนกรีต	MAPE ในกระบวนการเรียนรู้ (%)		MAPE ในกระบวนการทดสอบ (%)	
	กำลังรับแรงอัด	ความข้นเหลว	กำลังรับแรงอัด	ความข้นเหลว
นครหลวงคอนกรีต (5.3.4)	4.86	4.28	6.54	5.45
คอนกรีตซีแพค (6.2.2.1)	6.54	4.59	6.44	4.48
ทีพีไอคอนกรีต (6.2.2.2)	7.73	6.33	9.69	7.22

6.2.3 แบบจำลองที่ 3: เรียนรู้และทดสอบโดยใช้ข้อมูลจากต่างโรงผสมคอนกรีต

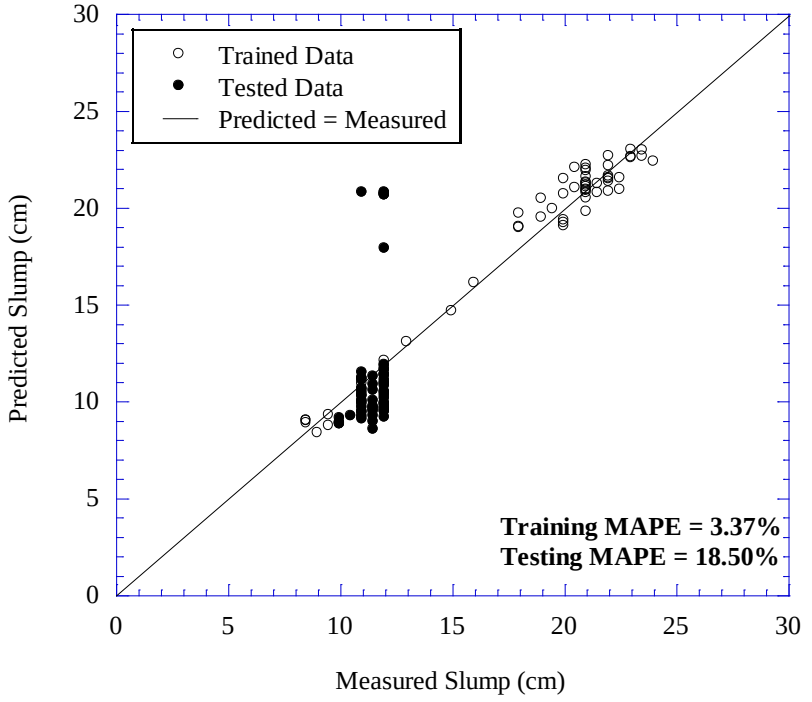
ในแบบจำลองนี้เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโครงข่ายในกรณีที่ข้อมูลในกระบวนการเรียนรู้และข้อมูลในกระบวนการทดสอบเป็นข้อมูลจากต่างโรงผสมคอนกรีตและต่างผู้ผลิต

6.2.3.1 เรียนรู้ข้อมูลนครหลวงคอนกรีต และทดสอบโดยใช้ข้อมูลคอนกรีตผสมเสร็จซีแพค

โครงข่ายประสาทเทียมได้รับการฝึกสอนโดยใช้ข้อมูลจากนครหลวงคอนกรีต เพื่อใช้ในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดและความข้นเหลวของคอนกรีตผสมเสร็จซีแพค ผลการทดสอบแสดงได้ดังรูปที่ 6.6 และรูปที่ 6.7 โดยมีค่า MAPE ของการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดในกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการทดสอบเท่ากับ 3.54% และ 26.50% ตามลำดับ และมีค่า MAPE ของการพยากรณ์ความข้นเหลวในกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการทดสอบเท่ากับ 3.37% และ 18.50% ตามลำดับ



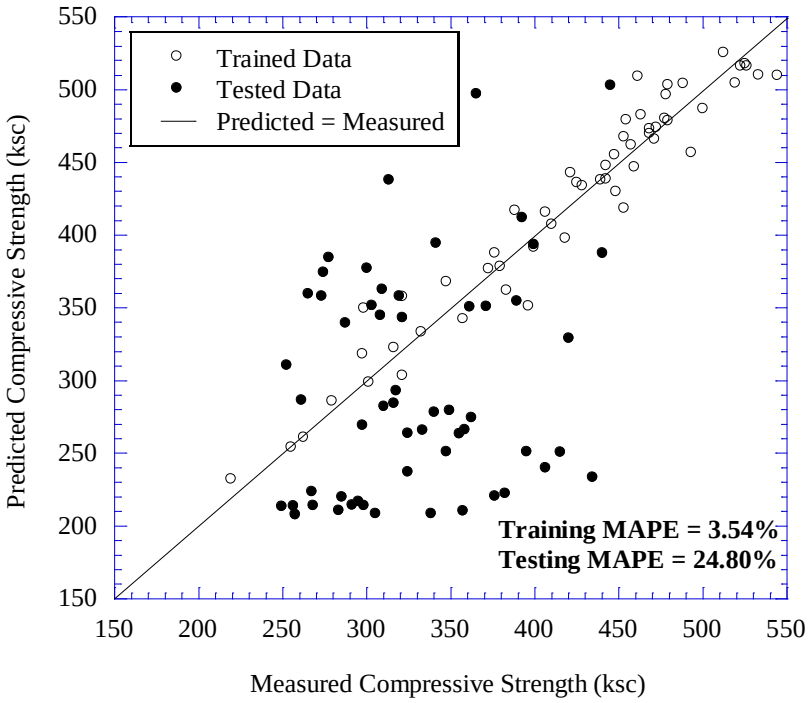
รูปที่ 6.6 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตผสมเสร็จซีแพคโดยใช้ข้อมูลจากนครหลวงคอนกรีตในกระบวนการเรียนรู้



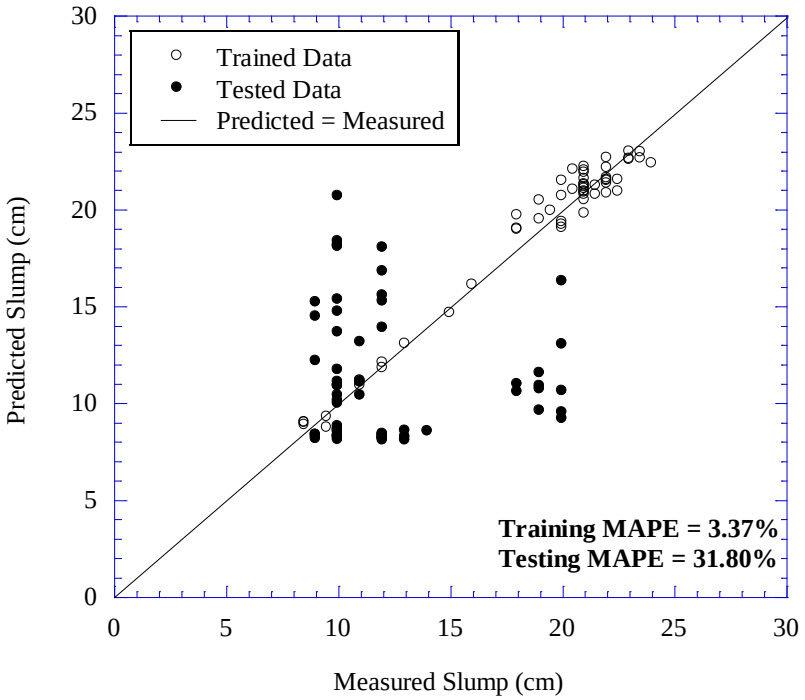
รูปที่ 6.7 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ความข้นเหลวของคอนกรีตผสมเสร็จซีแพคโดยใช้ข้อมูลจากนครหลวงคอนกรีตในกระบวนการเรียนรู้

6.2.3.2 เรียนรู้ข้อมูลนครหลวงคอนกรีต และทดสอบโดยใช้ข้อมูลทีพีไอคอนกรีต

โครงข่ายประสาทเทียมได้รับการฝึกสอนโดยใช้ข้อมูลจากนครหลวงคอนกรีต เพื่อใช้ในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดและความข้นเหลวของทีพีไอคอนกรีต ผลการทดสอบแสดงได้ดังรูปที่ 6.8 และรูปที่ 6.9 โดยมีค่า MAPE ของการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดในกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการทดสอบเท่ากับ 3.54% และ 24.80% ตามลำดับ และมีค่า MAPE ของการพยากรณ์ความข้นเหลวในกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการทดสอบเท่ากับ 3.37% และ 31.80% ตามลำดับ



รูปที่ 6.8 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดของทีพีไอคอนกรีตโดยใช้ข้อมูลจากนครหลวงคอนกรีตในกระบวนการเรียนรู้



รูปที่ 6.9 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ความข้นเหลวของทีพีไอคอนกรีตโดยใช้ข้อมูลจากนครหลวงคอนกรีตในกระบวนการเรียนรู้

ตารางที่ 6.4 สรุปประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้ข้อมูลจากนครหลวงคอนกรีตในกระบวนการเรียนรู้ พบว่าโครงข่ายประสาทเทียมมีความแม่นยำในการพยากรณ์ต่ำในกรณีที่ข้อมูลเรียนรู้และข้อมูลทดสอบมาจากต่างแหล่งโรงผสมคอนกรีต เนื่องมาจากคุณภาพของวัสดุผสม, เครื่องผสม, กระบวนการผสม และกระบวนการเก็บและรักษาตัวอย่าง

ตารางที่ 6.4 สรุปประสิทธิภาพในการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลจากนครหลวงคอนกรีตในการเรียนรู้

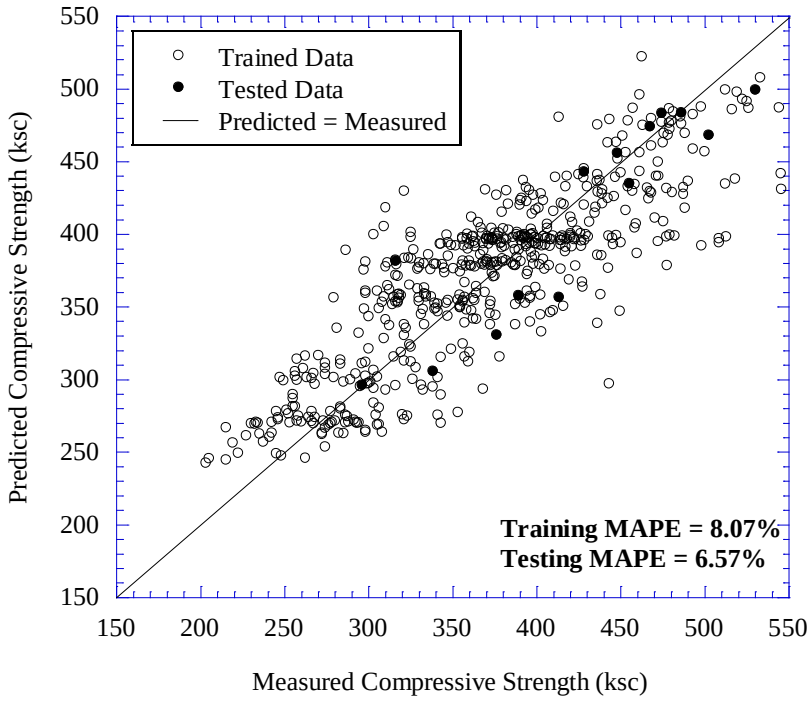
พยากรณ์ข้อมูลโรงผสมคอนกรีต	MAPE ในกระบวนการทดสอบ (%)	
	กำลังรับแรงอัด	ความข้นเหลว
นครหลวงคอนกรีต (5.3.4)	6.54	5.45
คอนกรีตซีแพค (6.2.3.1)	26.50	18.50
ทีพีไอคอนกรีต (6.2.3.2)	24.80	31.80

6.2.4 แบบจำลองที่ 4: เรียนรู้โดยใช้ข้อมูลจากทุกโรงผสมคอนกรีต

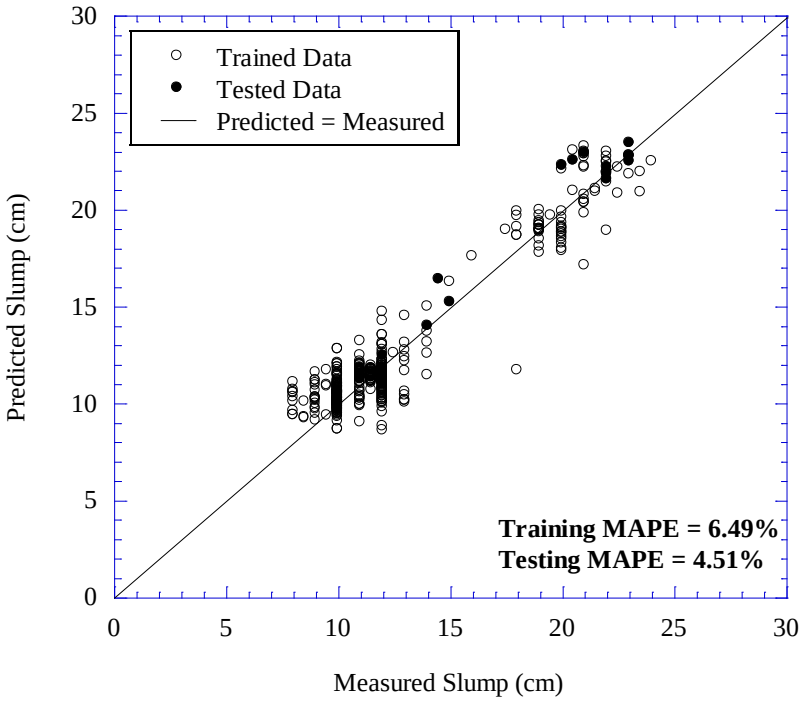
จากการทดสอบที่ผ่านมาพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์สูงในกรณีที่พยากรณ์ข้อมูลจากโรงผสมคอนกรีตเดียวกันกับชุดเรียนรู้ แต่มีประสิทธิภาพต่ำในการพยากรณ์ข้อมูลต่างโรงผสมกับชุดเรียนรู้ ดังนั้นแบบจำลองนี้จึงทดสอบประสิทธิภาพของโครงข่ายประสาทเทียม โดยการรวบรวมข้อมูลจากทุกโรงผสมคอนกรีตเพื่อใช้ในการเรียนรู้ของโครงข่าย จากนั้นพยากรณ์ข้อมูลของแต่ละโรงผสมคอนกรีต

6.2.4.1 เรียนรู้ข้อมูลทุกโรงผสมคอนกรีต และทดสอบโดยใช้ข้อมูลนครหลวงคอนกรีต

ประสิทธิภาพในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดและความข้นเหลวของนครหลวงคอนกรีตโดยให้โครงข่ายเรียนรู้ข้อมูลจากทุกโรงผสมคอนกรีต แสดงได้ดังรูปที่ 6.10 และรูปที่ 6.11 โดยมีค่า MAPE ของการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดในกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการทดสอบเท่ากับ 8.07% และ 6.57% ตามลำดับ และมีค่า MAPE ของการพยากรณ์ความข้นเหลวในกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการทดสอบเท่ากับ 6.49% และ 4.51% ตามลำดับ



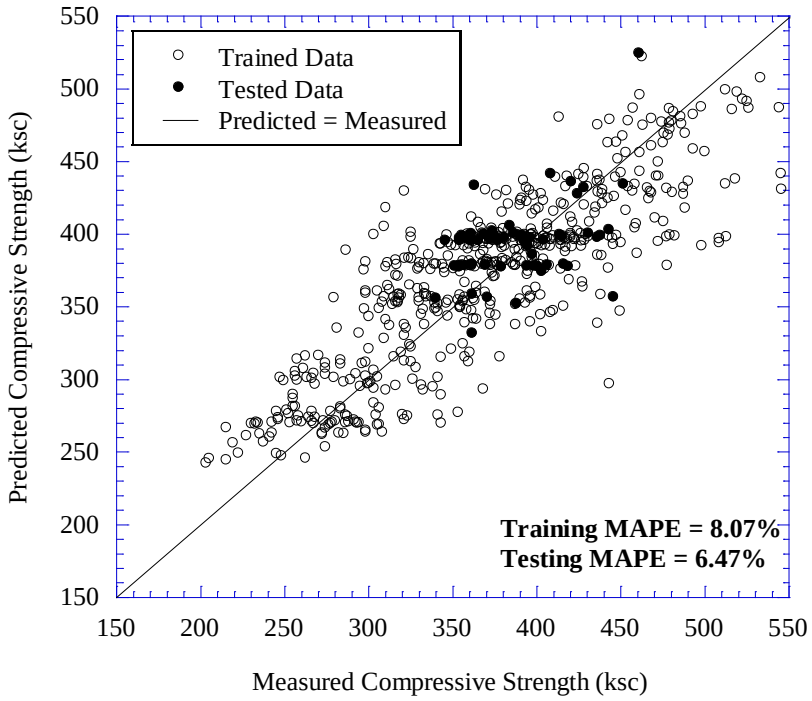
รูปที่ 6.10 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดของนครหลวงคอนกรีตโดยโครงข่ายเรียนรู้ข้อมูลจากทุกโรงผสมคอนกรีต



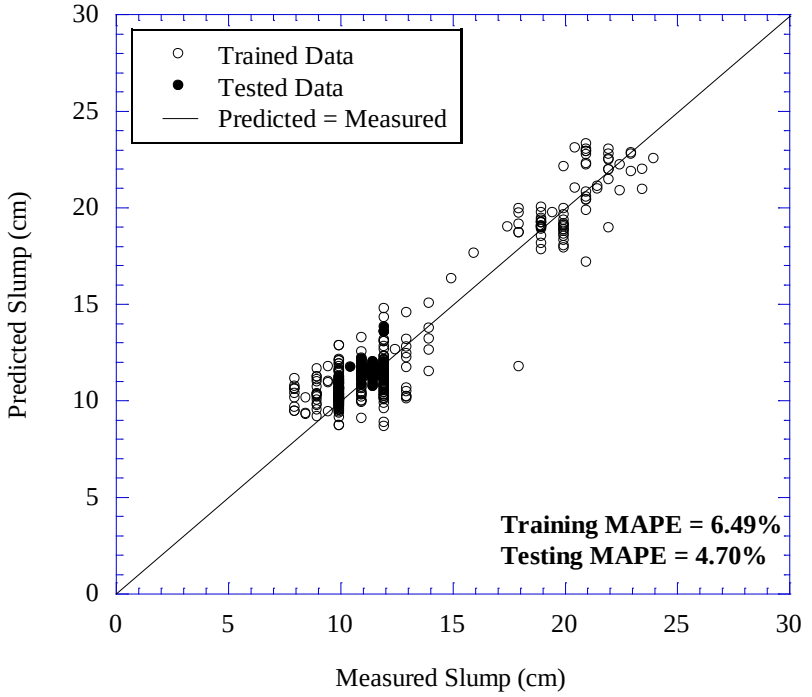
รูปที่ 6.11 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ความข้นเหลวของนครหลวงคอนกรีตโดยโครงข่ายเรียนรู้ข้อมูลจากทุกโรงผสมคอนกรีต

6.2.4.2 เรียนรู้ข้อมูลทุกโรงผสมคอนกรีต และทดสอบโดยใช้ข้อมูลคอนกรีตผสมเสร็จซีแพค

ประสิทธิภาพในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดและความข้นเหลวของคอนกรีตผสมเสร็จซีแพคโดยให้โครงข่ายเรียนรู้ข้อมูลจากทุกโรงผสมคอนกรีต แสดงได้ดังรูปที่ 6.12 และรูปที่ 6.13 โดยมีค่า MAPE ของการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดในกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการทดสอบเท่ากับ 8.07% และ 6.47% ตามลำดับ และมีค่า MAPE ของการพยากรณ์ความข้นเหลวในกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการทดสอบเท่ากับ 6.49% และ 4.70% ตามลำดับ



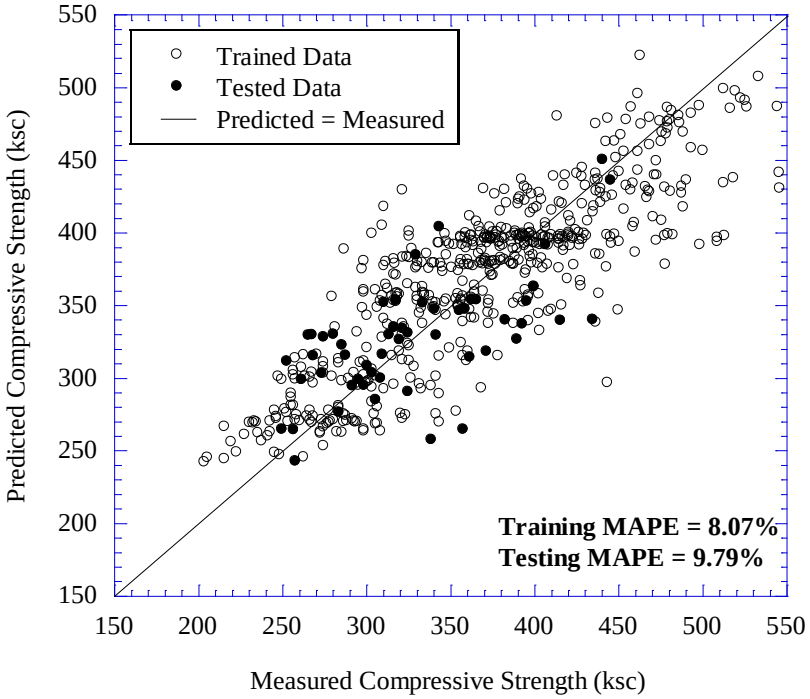
รูปที่ 6.12 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตผสมเสร็จซีแพค โดยโครงข่ายเรียนรู้ข้อมูลจากทุกโรงผสมคอนกรีต



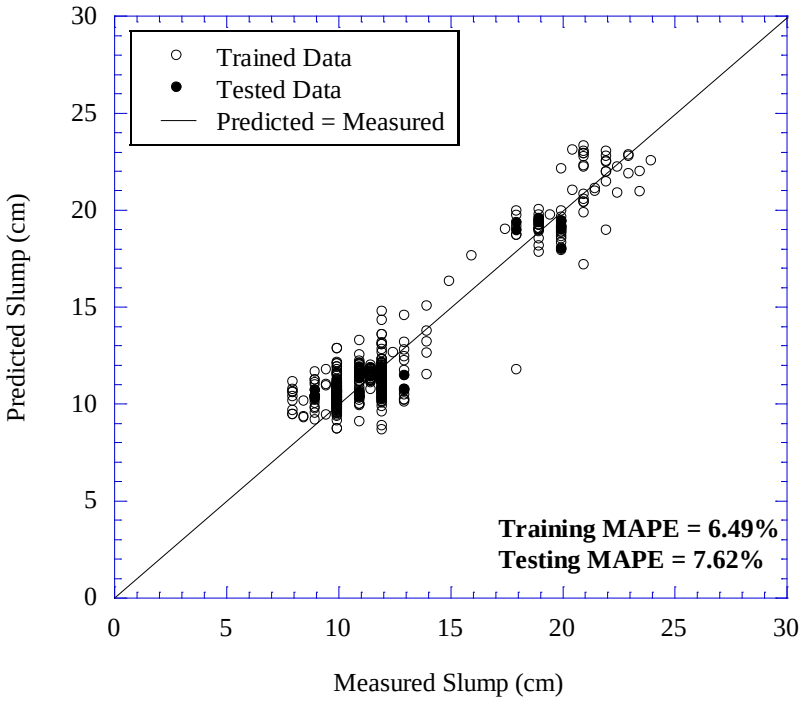
รูปที่ 6.13 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ความข้นเหลวของคอนกรีตผสมเสร็จซีแพค โดยโครงข่ายเรียนรู้ข้อมูลจากทุกโรงผสมคอนกรีต

6.2.4.3 เรียนรู้ข้อมูลทุกโรงผสมคอนกรีต และทดสอบโดยใช้ข้อมูลทีพีไอคอนกรีต

ประสิทธิภาพในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดและความข้นเหลวของคอนกรีตผสมเสร็จซีแพคโดยให้โครงข่ายเรียนรู้ข้อมูลจากทุกโรงผสมคอนกรีต แสดงได้ดังรูปที่ 6.14 และรูปที่ 6.15 โดยมีค่า MAPE ของการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดในกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการทดสอบเท่ากับ 8.07% และ 9.79% ตามลำดับ และมีค่า MAPE ของการพยากรณ์ความข้นเหลวในกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการทดสอบเท่ากับ 6.49% และ 7.62% ตามลำดับ



รูปที่ 6.14 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดของทีพีไอคอนกรีตโดยโครงข่ายเรียนรู้ข้อมูลจากทุกโรงผสมคอนกรีต



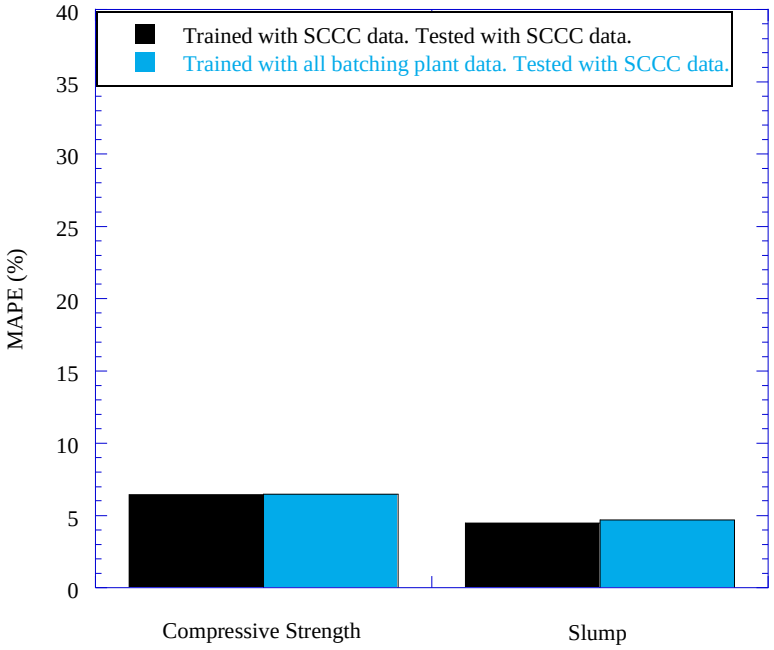
รูปที่ 6.15 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ความข้นเหลวของทีพีไอคอนกรีตโดยโครงข่ายเรียนรู้ข้อมูลจากทุกโรงผสมคอนกรีต

ตารางที่ 6.5 สรุปประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของโครงข่ายประสาทเทียมโดยให้โครงข่ายเรียนรู้ข้อมูลจากทุกโรงผสมคอนกรีต

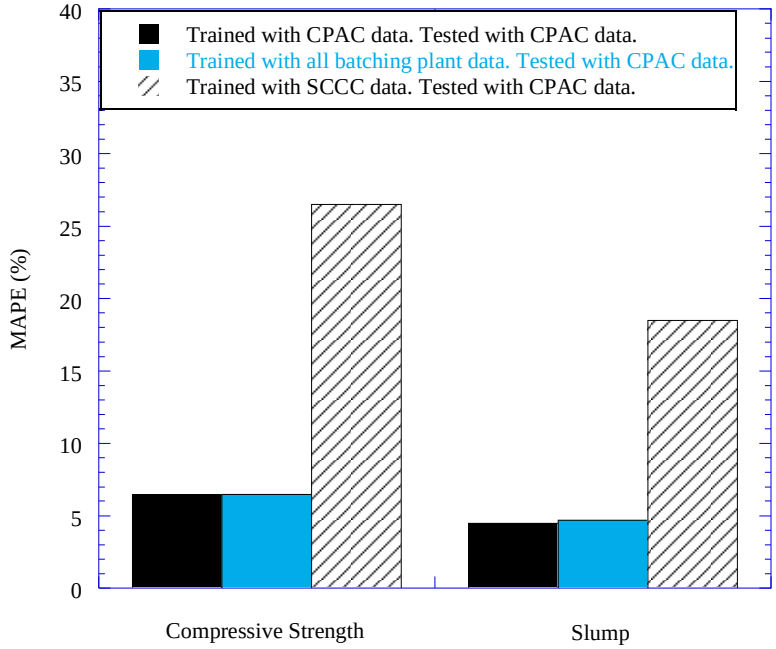
รูปที่ 6.16-6.18 แสดงการเปรียบเทียบค่า MAPE ในการพยากรณ์ค่ากำลังรับแรงอัดและความข้นเหลวของนครหลวงคอนกรีต, คอนกรีตผสมเสร็จซีแพค และทีพีไอคอนกรีตตามลำดับ โดยให้โครงข่ายเรียนรู้ข้อมูลจากโรงผสมโรงเดียวกับที่พยากรณ์, ทุกโรงผสมคอนกรีต และจากนครหลวงคอนกรีต พบว่าเมื่อให้โครงข่ายประสาทเทียม (ANN) เรียนรู้ข้อมูลจากทุกโรงผสมคอนกรีต ทำให้ประสิทธิภาพในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดและความข้นเหลวของคอนกรีตสำหรับโรงผสมคอนกรีตใดๆ ได้ความแม่นยำเช่นเดียวกับการเรียนรู้และพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลจากโรงผสมคอนกรีตเดียวกัน

ตารางที่ 6.5 สรุปประสิทธิภาพในการพยากรณ์โดยโครงข่ายเรียนรู้ข้อมูลจากทุกโรงผสมคอนกรีต

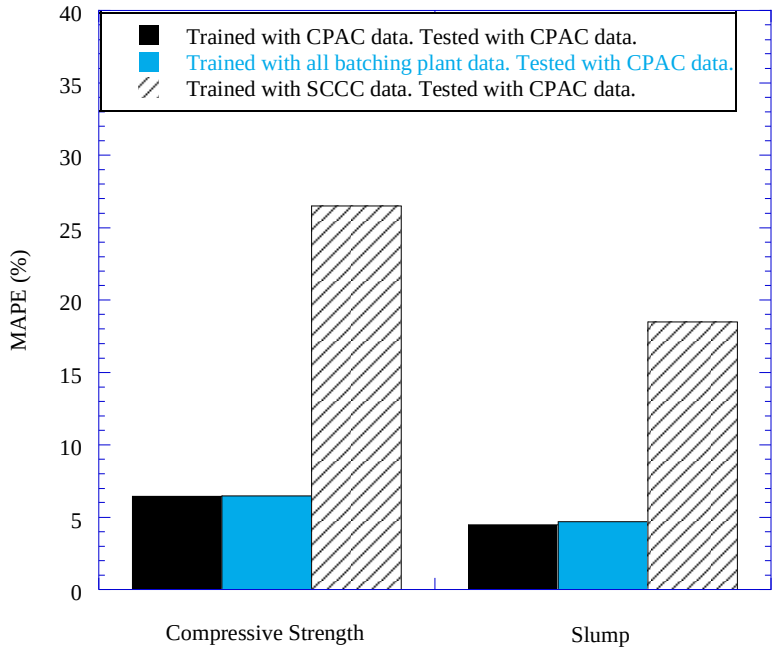
พยากรณ์ข้อมูลโรงผสมคอนกรีต	MAPE ในกระบวนการทดสอบ (%)	
	กำลังรับแรงอัด	ความข้นเหลว
นครหลวงคอนกรีต (5.3.4)	6.57	4.51
คอนกรีตซีแพค (6.2.3.1)	6.47	4.70
ทีพีไอคอนกรีต (6.2.3.2)	9.79	7.62



รูปที่ 6.16 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดและความข้นเหลวของนครหลวงคอนกรีต



รูปที่ 6.17 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดและความข้นเหลวของคอนกรีตผสมเสร็จซีแพค



รูปที่ 6.18 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์กำลังรับแรงอัดและความข้นเหลวของทีพีไอคอนกรีต