บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงผลการประเมินความถูกต้องของค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อ เมื่อผ่านการรังวัดและคำนวณแต่ละวิธี ประกอบด้วย

- ค่าเฉลี่ยของจุดร่วม
- ลีสท์สแควร์
- ลีสท์สแควร์แบบที่ 2

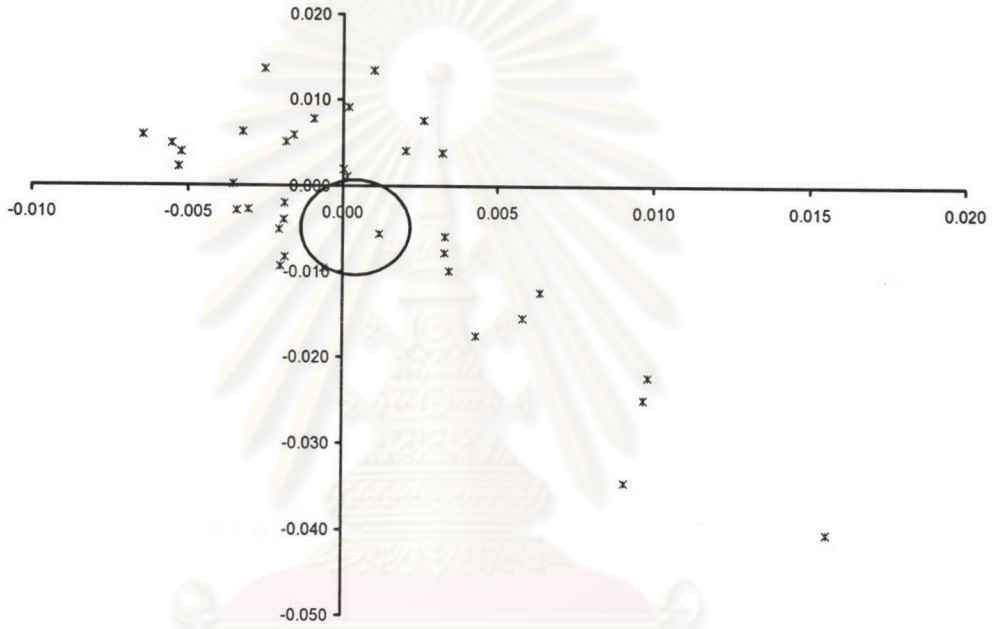
จากแต่ละวิธีข้างต้น ทั้งก่อนและหลังการตรวจแก้ค่า Scale Factor, First Velocity Correction และ Refraction Error นำมาพิจารณาเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการเลือกวิธีวัดสอบโครงสร้างสะพานพระรามหก ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้

4.1 ผลการเปรียบเทียบค่าพิกัดหมุดถาวรก่อนการตรวจแก้

จากตารางการเปรียบเทียบค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อในบทที่ 3 จากการคำนวณทั้ง 3 วิธี (ค่าเฉลี่ยของจุดร่วม, ลีสท์สแควร์, ลีสท์สแควร์แบบที่ 2) นำผลต่างของการรังวัดแต่ละครั้งมาวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.1 วิธีค่าเฉลี่ยของจุดร่วม : จากผลการคำนวณค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อจากตารางที่ 3.10 นำผลต่างมาหาความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 4.1 แกนนอนคือ ค่าต่างทางระยะตะวันออก แกนดิ่งคือ ค่าต่างระยะเหนือ จากกราฟ วงกลมแทนกลุ่มของข้อมูล (ผลต่างของค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อ) จุดศูนย์กลาง คือ จุดศูนย์กลางของกลุ่มข้อมูล ซึ่งมีค่าเท่ากับ (0.001,-0.004) รัศมี คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.010 เมตร

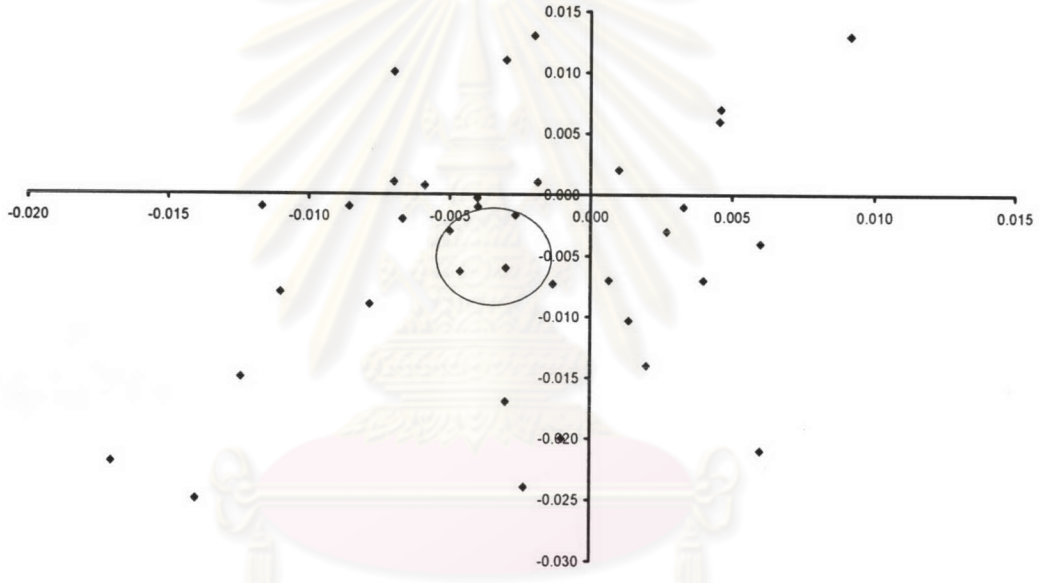


<u>รูปที่ 4.1</u> แสดงความสัมพันธ์ของคู่ลำดับของค่าต่าง ระยะตะวันออก และระยะเหนือ คำนวณโดยวิธี ค่าเฉลี่ยของจุดร่วม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.2 วิธี ลีสท์สแควร์

จากผลการคำนวณค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อโดยวิธี ลีสท์สแควร์ จากตารางที่ 3.11 นำคู่ลำดับผลต่างมาหาความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 4.2 แกนนอนคือ ค่าต่างทางระยะตะวันออก แกนดิ่งคือ ค่าต่างระยะเหนือ จากกราฟวงกลมแทนกลุ่มของข้อมูล (ผลต่างของค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อ) จุดศูนย์กลาง คือ จุดศูนย์กลางของกลุ่มข้อมูล ซึ่งมีค่าเท่ากับ (-0.003,-0.005) รัศมี คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.008 เมตร

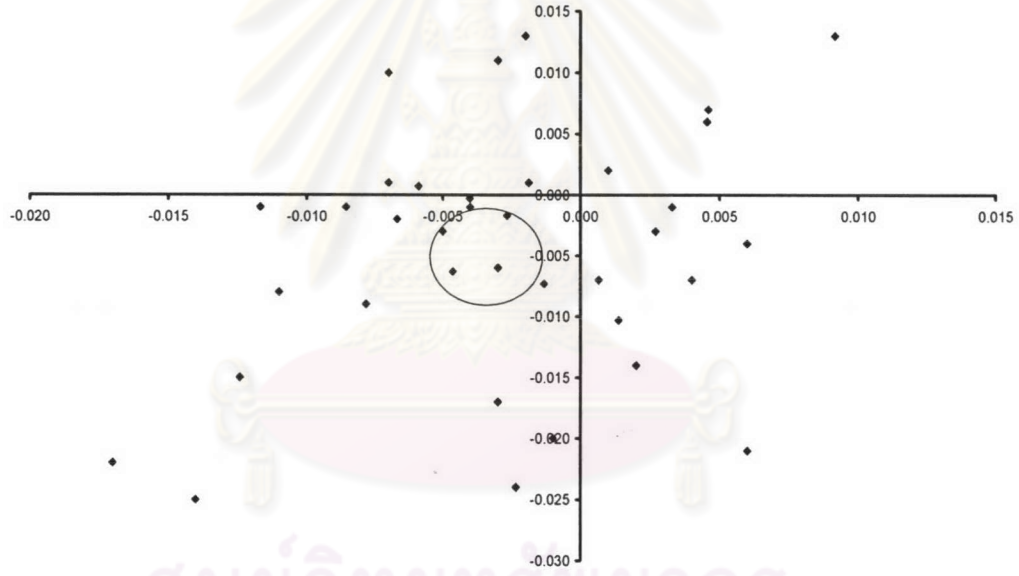


รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ของคู่ลำดับของค่าต่าง ระยะตะวันออก และระยะเหนือ คำนวณโดยวิธี ลีสท์สแควร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.3 วิธี ลีสท์สแควร์แบบที่ 2

จากผลการคำนวณค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อโดยวิธี ลีสท์สแควร์แบบที่ 2 จากตารางที่ 3.13 นำคู่ลำดับผลต่างมาหาความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 4.3 แกนนอนคือ ค่าต่างทางระยะตะวันออก แกนดิ่งคือ ค่าต่างระยะเหนือ จากกราฟวงกลมแทนกลุ่มของข้อมูล(ผลต่างของค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อ) จุดศูนย์กลาง คือ จุดศูนย์กลางของกลุ่มข้อมูล ซึ่งมีค่าเท่ากับ (-0.003,-0.005) รัศมี คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.008 เมตร



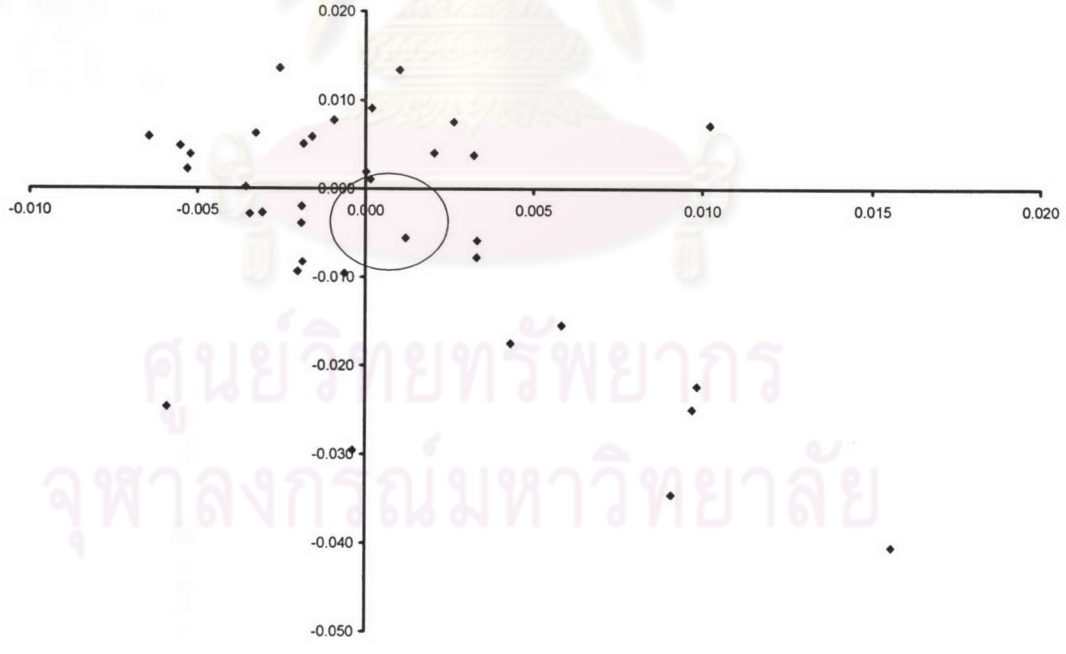
รูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ของคู่ลำดับของค่าต่าง ระยะตะวันออก และระยะเหนือ คำนวณโดยวิธี ลีสท์สแควร์แบบที่ 2

4.2 ผลการเปรียบเทียบค่าพิกัดหมุดถาวรหลังการตรวจแก้

จากตารางการเปรียบเทียบค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อในบทที่ 3 โดยค่าที่นำมาคำนวณนั้นได้ผ่านการตรวจแก้ Scale Factor , First Velocity Correction และ Refraction Error ก่อนนำมาคำนวณ จากการคำนวณทั้ง 3 วิธี (ค่าเฉลี่ยของจุดร่วม, ลีสท์สแควร์, ลีสท์สแควร์แบบที่ 2) นำผลต่างของการรังวัดแต่ละครั้งมาวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้

4.2.1 วิธีค่าเฉลี่ยของจุดร่วม

จากผลการคำนวณค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อจากตารางที่ 3.18 นำผลต่างมาหาความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 4.4 แกนนอนคือ ค่าต่างทางระยะตะวันออก แกนดิ่งคือ ค่าต่างระยะเหนือ จากกราฟวงกลมแทนกลุ่มของข้อมูล (ผลต่างของค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อ) จุดศูนย์กลาง คือ จุดศูนย์กลางของกลุ่มข้อมูล ซึ่งมีค่าเท่ากับ (0.001,-0.005) รัศมี คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.011 เมตร

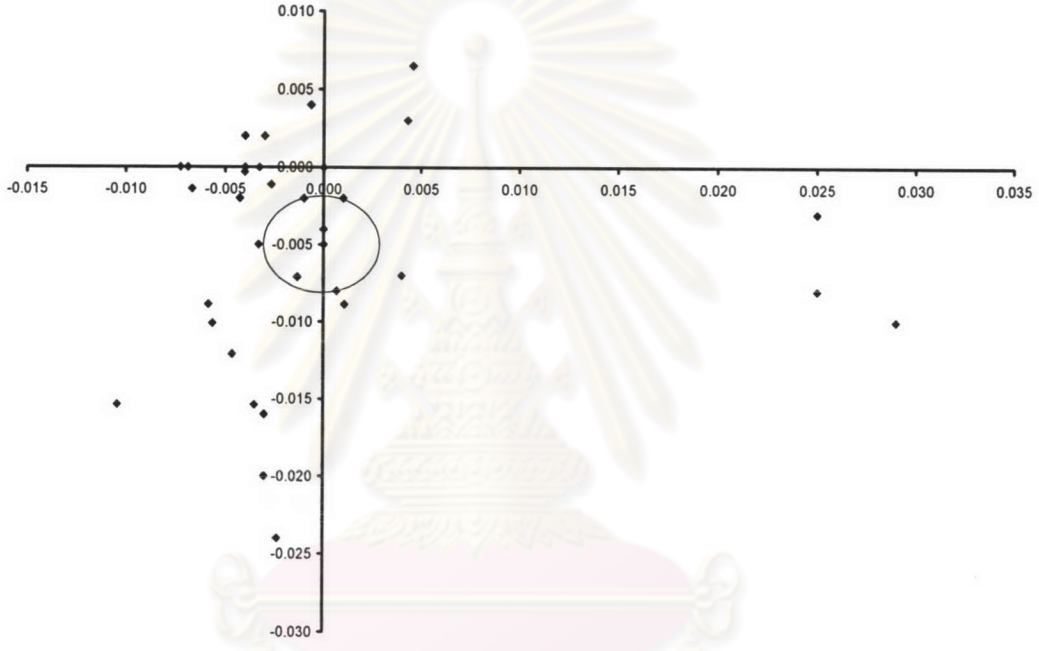


รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ของคู่ลำดับของค่าต่าง ระยะตะวันออก และระยะเหนือ คำนวณโดยวิธี ค่าเฉลี่ยของจุดร่วมโดยใช้ข้อมูลหลังการตรวจแก้ Refraction

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.2 วิธี ลีสท์สแควร์

จากผลการคำนวณค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อจากตารางที่ 3.19 นำผลต่างมาหาความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 4.5 แกนนอนคือ ค่าต่างทางระยะตะวันออก แกนดิ่งคือ ค่าต่างระยะเหนือ จากกราฟวงกลมแทนกลุ่มของข้อมูล (ผลต่างของค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อ) จุดศูนย์กลาง คือ จุดศูนย์กลางของกลุ่มข้อมูล ซึ่งมีค่าเท่ากับ (0.000,-0.005) รัศมี คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.008 เมตร

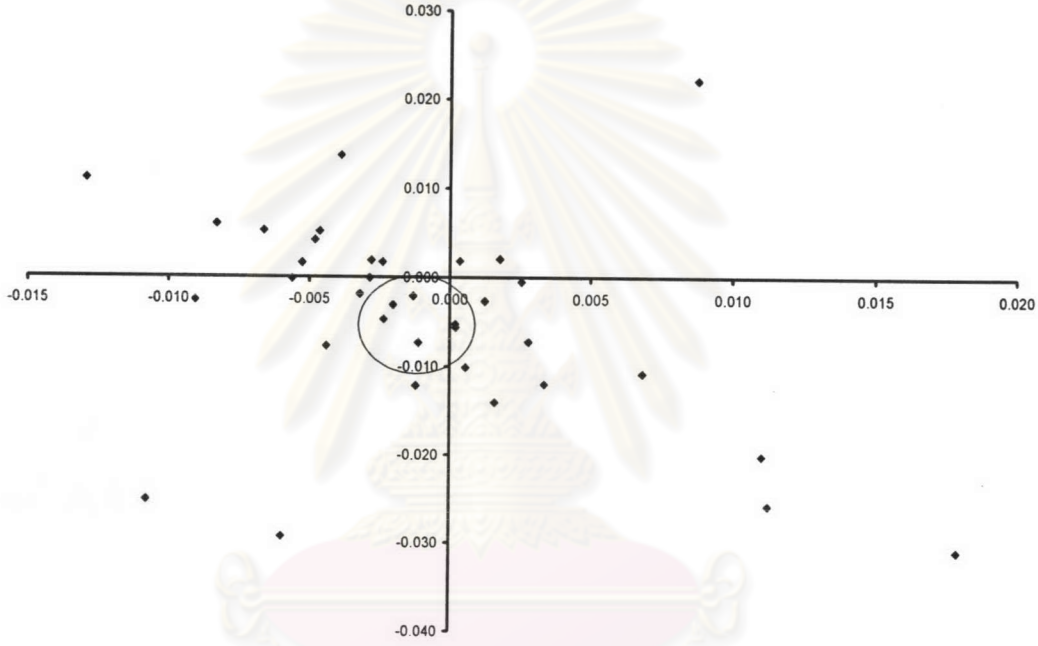


รูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ของคู่ลำดับของค่าต่าง ระยะตะวันออก และระยะเหนือ คำนวณโดยวิธี ลีสท์สแควร์ โดยใช้ข้อมูลหลังการตรวจแก้ Refraction

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.3 วิธี ลีสท์สแควร์ เพิ่มค่าสังเกต

จากผลการคำนวณค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อจากตารางที่ 3.24 นำผลต่างมาหาความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 4.6 แกนนอนคือ ค่าต่างทางระยะตะวันออก แกนดิ่งคือ ค่าต่างระยะเหนือ จากกราฟวงกลมแทนกลุ่มของข้อมูล (ผลต่างของค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อ) จุดศูนย์กลาง คือ จุดศูนย์กลางของกลุ่มข้อมูล ซึ่งมีค่าเท่ากับ (-0.001,-0.005) รัศมี คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.009 เมตร

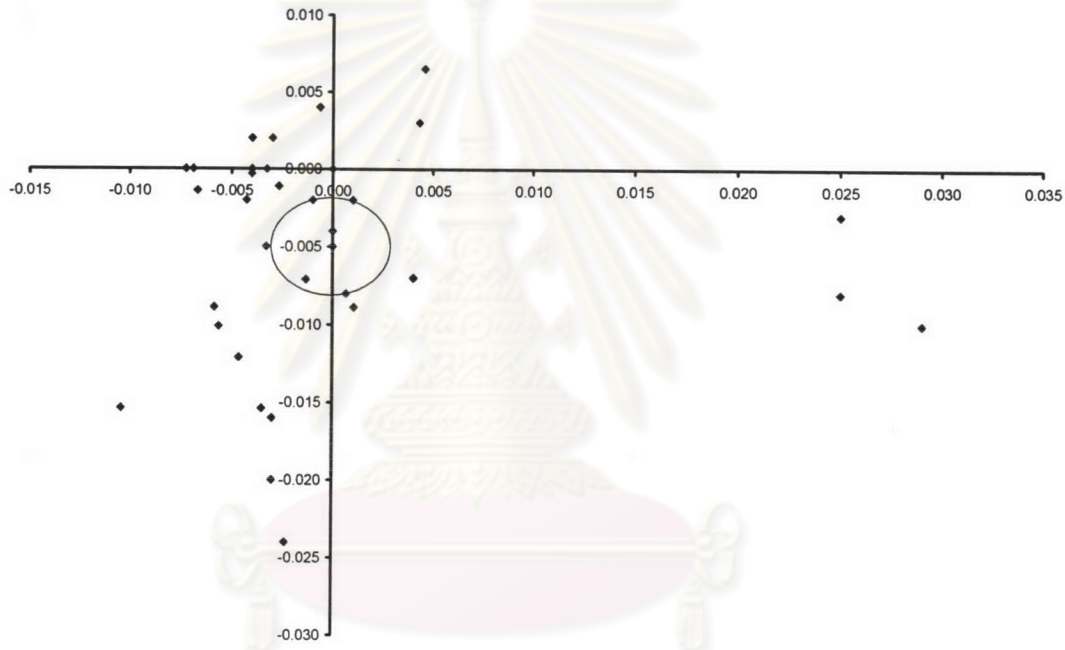


รูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ของคู่ลำดับของค่าต่าง ระยะตะวันออก และระยะเหนือ คำนวณโดยวิธี ลีสท์สแควร์ เพิ่มสมการค่าสังเกต โดยใช้ข้อมูลหลังการตรวจแก้ Refraction

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.4 วิธี ลีสท์สแควร์แบบที่ 2

จากผลการคำนวณค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อโดยวิธี ลีสท์สแควร์แบบที่ 2 จากตารางที่ 3.26 นำคู่ลำดับผลต่างมาหาความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 4.7 แกนนอนคือ ค่าต่างทางระยะตะวันออก แกนดิ่งคือ ค่าต่างระยะเหนือ จากกราฟวงกลมแทนกลุ่มของข้อมูล (ผลต่างของค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อ) จุดศูนย์กลาง คือ จุดศูนย์กลางของกลุ่มข้อมูล ซึ่งมีค่าเท่ากับ (0.000,-0.005) รัศมี คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.008 เมตร



รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ของคู่ลำดับของค่าต่าง ระยะตะวันออก และระยะเหนือ คำนวณโดยวิธี ลีสท์สแควร์แบบที่ 2 โดยใช้ข้อมูลหลังการตรวจแก้ Refraction

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 ผลการเปรียบเทียบค่าผลต่างของแต่ละวิธีการคำนวณ ก่อนและหลังการตรวจแก้ (Scale Factor, First Velocity Correction และ Refraction Error)

ผลจากการนำผลต่างของแต่ละวิธีมาวิเคราะห์ แสดงในหัวข้อที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ ในหัวข้อนี้จะนำผลการคำนวณทุกวิธี ทั้งก่อนและหลังการตรวจแก้ (Scale Factor, First

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Velocity และ Refraction Error) เพื่อเปรียบเทียบหาค่าความถูกต้องที่มากที่สุด และเพื่อจะหาวิธีที่ให้ค่าความถูกต้องมากที่สุดในการวัดสอบโครงสร้างสะพานพระรามหก ตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นเป็นหัวข้อดังนี้

- ค่า Standard Deviation ของแต่ละวิธี ก่อนและหลังการตรวจแก้ เปรียบเทียบวิธีการรังวัดที่เหมือนกัน จากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่ามีเพียงวิธีค่าเฉลี่ยของจุดร่วมเท่านั้นที่ก่อนการตรวจแก้มีค่าน้อยกว่าหลังการตรวจแก้ และมีค่าเพียง 1 มิลลิเมตรเท่านั้น ในส่วนของ ลีสท์สแควร์ และ ลีสท์สแควร์แบบที่ 2 นั้นค่า Standard Deviation หลังการตรวจแก้มีค่าเท่ากับ ก่อนการตรวจแก้ เช่นเดียวกับค่าเฉลี่ยของผลต่าง (Mean of Difference) ของแต่ละวิธี จะเห็นว่าทุกวิธีค่า หลังการตรวจแก้มีค่าน้อยกว่าก่อนตรวจแก้ จึงสรุปได้ว่าการนำค่าที่รังวัดไปตรวจแก้ก่อนนำมาคำนวณนั้นจะทำให้ได้ค่าพิกัดที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

- เปรียบเทียบแต่ละวิธีการคำนวณ จากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบค่า Standard Deviation และ ค่าเฉลี่ยของผลต่าง วิธีลีสท์สแควร์ และ ลีสท์สแควร์แบบที่ 2 มีค่าน้อยที่สุดทั้งก่อนและหลังการตรวจแก้ (Scale Factor, First Velocity Correction และ Refraction Error)

ดังนั้นจากผลสรุปตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าการวัดสอบโดยใช้วิธี ลีสท์สแควร์ และ ลีสท์สแควร์แบบที่ 2 ให้ค่าความถูกต้องมากกว่าวิธีอื่น ทั้งก่อนและหลังการตรวจแก้ (Scale Factor, First Velocity Correction และ Refraction Error) ดังนั้นตามข้อสรุปที่กล่าวมาแล้ว การนำข้อมูลการรังวัดที่ผ่านการตรวจแก้แล้วมาทำการคำนวณหาค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อ ทำให้ได้ค่าความถูกต้องที่ดีขึ้น

ตารางที่ 4.1 แสดงค่า Standard deviation และ ค่าเฉลี่ยของผลต่าง เปรียบเทียบกันแต่ละวิธี

	ค่าเฉลี่ยของจุดร่วม (m.)		ลีสท์สแควร์(m.)		ลีสท์สแควร์ Add Observation (m.)	ลีสท์สแควร์ แบบที่ 2 (m.)	
	Before Correction	After Correction	Before Correction	After Correction	After Correction	Before Correction	After Correction
Standard Deviation	0.010	0.011	0.008	0.008	0.009	0.008	0.008
Mean of Difference	0.007	0.007	0.007	0.006	0.007	0.007	0.006

จากข้อสรุปข้างต้นเกี่ยวกับวิธีที่ใช้ในการวัดสอบทั้งก่อนและหลังการตรวจแก้ (Scale Factor, First Velocity Correction และ Refraction Error) สรุปว่าวิธี ลีสท์สแควร์แบบที่ 2 โดยใช้ข้อมูลหลังการตรวจแก้ให้ความถูกต้องดีที่สุด หัวข้อต่อจากนี้จะนำผลลัพธ์ของวิธี ลีสท์สแควร์แบบที่ 2 มาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการคำนวณการแพร่ของความคลาดเคลื่อน (Error Propagation) และ ข้อมูลการรังวัดเดิมจากการไฟฟ้าฯ

4.4 ผลการเปรียบเทียบ ลีสท์สแควร์แบบที่ 2 กับการคำนวณการแพร่ของความคลาดเคลื่อน (Error Propagation) และข้อมูลที่วัดสอบเก่า

ในหัวข้อนี้หลังจากทราบว่าการวัดสอบที่ดีที่สุดควรใช้วิธี ลีสท์สแควร์ แบบที่ 2 จะนำผลจากไปวิธี ลีสท์สแควร์ แบบที่ 2เปรียบเทียบกับข้อมูลเก่า และค่าการแพร่ของความคลาดเคลื่อนทั้งจากการใช้กล้องแบบประมวลผลทั้ง 2 แบบ (Leica TDM 5000 ,Leica TC1700)

ผลการเปรียบเทียบทั้งหมดดังตารางที่ 4.2 รายละเอียดดังต่อไปนี้ จากตารางจะเห็นว่าจากข้อมูลการวัดสอบเก่าโดยใช้วิธีค่าเฉลี่ยของจุดร่วมค่า Mean of Difference มีค่ามากกว่าค่า Error Propagation ทั้งนี้สาเหตุมาจากไม่มีการกำจัดค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลวัดสอบก่อนนำมาคำนวณ เมื่อดูจากข้อมูลการทดลองโดยใช้ข้อมูลที่ผ่านการปรับแก้และคำนวณวิธี ลีสท์สแควร์แบบที่ 2 ค่า Mean of Difference มีค่าเท่ากับค่า Error Propagation ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าการนำข้อมูลที่ผ่านการปรับแก้ก่อนนำมาคำนวณค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อมีความจำเป็น เพราะเมื่อสังเกตจากผลการทดลองเมื่อนำข้อมูลการรังวัดที่ผ่านการปรับแก้มาทำการคำนวณค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อมีค่า Mean of Difference เท่ากับ Error Propagation

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลเก่า และผลการทดลอง

	ข้อมูลการวัดสอบเก่า(TDM5000)		ข้อมูลจากการทดลอง(TC1700)	
	ค่าเฉลี่ยของจุดร่วม	Error Propagation	ลีสท์สแควร์แบบที่ 2	Error Propagation
Standard Deviation	0.005	0.002	0.008	0.004
Mean of Difference	0.005	0.004	0.006	0.006

4.4.1 เปรียบเทียบผลการวัดสอบเก่า(การไฟฟ้าฯ) และการแพร่ของความคลาดเคลื่อน

สำหรับหัวข้อนี้จะนำข้อมูลการวัดสอบเดิมมาทำการเปรียบเทียบกับการคำนวณการแพร่ของความคลาดเคลื่อน จากตารางที่ 4.2 และดังที่กล่าวไว้ข้างต้นในบทที่ 3 การคำนวณการแพร่ของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการวัดสอบเดิม จากข้อมูลตารางที่ 3.6 ค่าเฉลี่ยของการแพร่ของความคลาดเคลื่อนทางราบเท่ากับ 4 มิลลิเมตร และค่า Standard deviation เท่ากับ 2 มิลลิเมตร (สำหรับกล้องแบบประมวลผล Leica TDM 5000) ค่าที่ได้จากการวัดสอบเก่าโดยใช้ปริซึมแบบปกติจากตารางที่ 2.5 ค่าเฉลี่ยของผลต่างทางราบมีค่าเท่ากับ 5 มิลลิเมตร ค่า Standard deviation เท่ากับ 5 มิลลิเมตร เมื่อนำค่าเฉลี่ยของผลต่างและค่า Standard deviation ของข้อมูลเก่ามาเปรียบเทียบกัน ทำให้ทราบว่าค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อที่ได้จากการรังวัดและคำนวณเดิมนั้นได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร

4.4.2 เปรียบเทียบผลการคำนวณวิธี ลีสท์สแควร์ แบบที่ 2 และการแพร่ของความคลาดเคลื่อน

สำหรับหัวข้อนี้จะนำข้อมูลที่ทดลองวัดสอบและคำนวณวิธี ลีสท์สแควร์แบบที่ 2 มาทำการเปรียบเทียบกับการคำนวณการแพร่ของความคลาดเคลื่อน จากตารางที่ 4.2 และดังที่กล่าวไว้ข้างต้นในบทที่ 3 การคำนวณการแพร่ของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการวัดสอบ จากข้อมูลตารางที่ 3.5 ค่าเฉลี่ยของการแพร่ของความคลาดเคลื่อนทางราบเท่ากับ 6 มิลลิเมตร และค่า Standard deviation เท่ากับ 4 มิลลิเมตร(สำหรับกล้องแบบประมวลผล Leica TC 1700) ค่าที่ได้จากการวัดสอบคำนวณวิธี ลีสท์สแควร์ แบบที่ 2 ตารางที่ 3.26 ค่าเฉลี่ยของผลต่างทางราบมีค่าเท่ากับ 6 มิลลิเมตร ค่า Standard deviation เท่ากับ 8 มิลลิเมตร เมื่อนำค่าเฉลี่ยของผลต่างและค่า Standard deviation ของข้อมูลมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าMean of Difference มีค่าเท่ากันที่ 0.006 เมตร แต่ค่า Standard deviation มีค่ามากกว่าการแพร่ของความคลาดเคลื่อน ทำให้ทราบว่าค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อที่ได้จากการรังวัดและคำนวณเดิมนั้นได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร และให้ความถูกต้องน้อยกว่าผลการคำนวณการแพร่ของความคลาดเคลื่อน

4.4.3 เปรียบเทียบผลการคำนวณวิธี ลีสท์สแควร์ แบบที่ 2 และผลการรังวัดเดิม

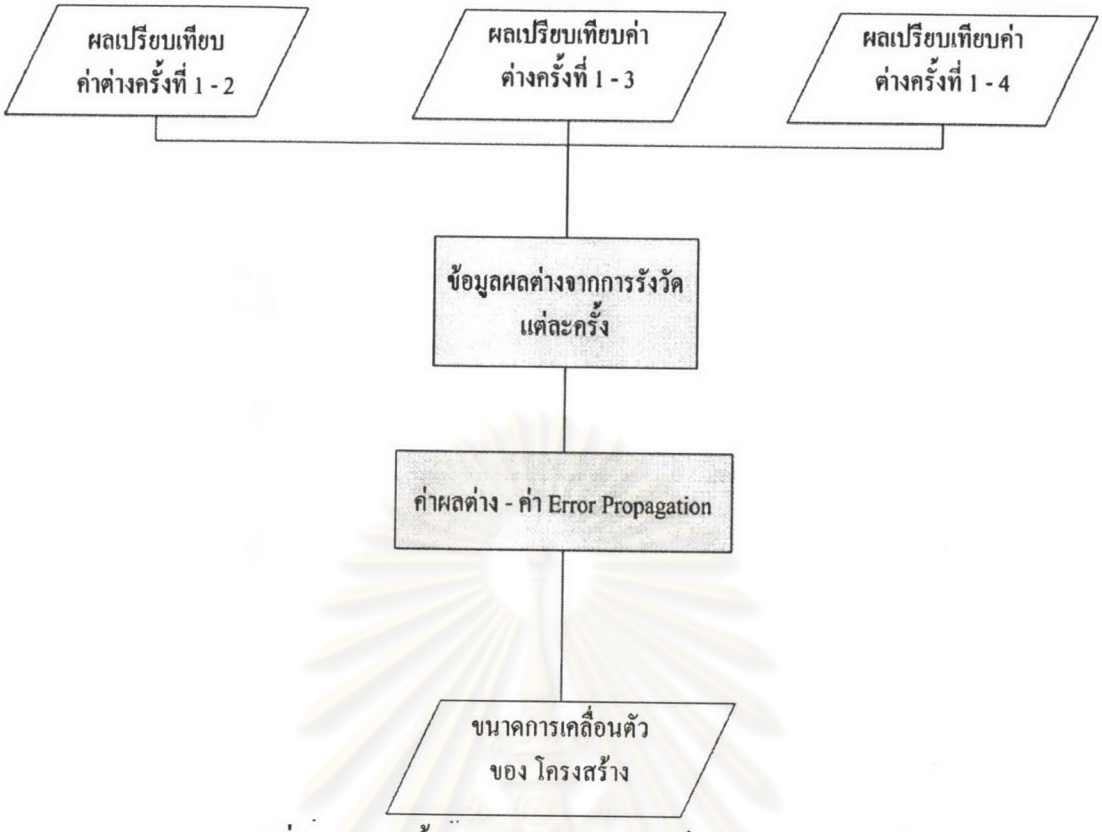
สำหรับในหัวข้อนี้เป็นการเปรียบเทียบผลการวัดสอบเก่า(โดยการไฟฟ้าฯ) และผลการคำนวณวิธี ลีสท์สแควร์ แบบที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของการรังวัดทั้ง 2 การ

เปรียบเทียบผู้ทำการทดลองเปรียบเทียบโดยนำผลต่างค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อของการรังวัดในแต่ละครั้ง (สำหรับการคำนวณวิธี ลีสท์สแควร์) เปรียบเทียบกับผลต่างของค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อจากข้อมูลการวัดสอบเก่าต่างจุดตั้งกล้อง จากตารางที่ 4.2 เห็นได้ชัดว่าผลการรังวัดเดิมได้ผลที่มีค่าความถูกต้องดีกว่าผลการทดลองเปรียบเทียบจากค่า Standard Deviation ผลการทดลองมีค่ามากกว่าข้อมูลเก่าอยู่ 3 มิลลิเมตร ค่า Mean of Difference ผลการทดลองมีค่ามากกว่าข้อมูลเก่าอยู่ 1 มิลลิเมตร จากผลการเปรียบเทียบข้างต้นเห็นได้ว่าข้อมูลการวัดสอบเดิมมีค่าดีกว่าการทดลองในการศึกษานี้ ทั้งนี้เป็นเพราะสาเหตุจากการทดลองใช้กล้องแบบประมวลผลต่างชนิดกันกล่าวคือ การรังวัดเดิมใช้กล้องแบบประมวลผล Leica TDM 5000 ซึ่งมความละเอียดถูกต้องมากกว่าสำหรับกล้องแบบประมวลผลที่ใช้ในการทดลองคือ Leica TC 1700 ทำให้ผลการทดลองนี้ได้ผลที่มีค่าความถูกต้องน้อยกว่าข้อมูลเดิม

4.5 ขนาดของการเคลื่อนของตัวตะม่อสะพานพระรามหก

ข้อสรุปจากตารางที่ 4.2 สำหรับการคำนวณรังวัดวิธี ลีสท์สแควร์(Outlier Detection) ค่าผลต่างของค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับค่าการแพร่ของความคลาดเคลื่อนซึ่งเท่ากับ 0.004 เมตร นั้นสรุปได้ว่าไม่มีการเคลื่อนตัวของโครงสร้างสะพานพระรามหก เพราะค่าเฉลี่ยของผลต่างของการวัดสอบในแต่ละครั้งมีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยของการแพร่ของความคลาดเคลื่อน จากนั้นในกรณีที่ต้องการหาค่าการเคลื่อนตัวที่แท้จริงของโครงสร้าง นำค่าผลต่างของค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อในแต่ละครั้งลบด้วยค่าการแพร่ของความคลาดเคลื่อน ขณะที่รูปที่ 4.8 แสดงลำดับการคำนวณหาขนาดการเคลื่อนตัวของโครงสร้างสะพานพระรามหก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.8 แสดงขั้นตอนการหาค่าการเคลื่อนตัวของโครงสร้าง

4.6 Network Reliability Measures

สำหรับในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงความสามารถของโครงข่ายสำรวจ ในการตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนของค่าสังเกต เรียกความสามารถในการตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนของค่าสังเกตว่า Internal Reliability และ External Reliability สำหรับโครงข่ายที่ดีจะต้องมีค่า Internal Reliability และ External Reliability อยู่ในเกณฑ์ดี สำหรับในการศึกษาในหัวข้อนี้จะศึกษาเฉพาะ Local Measures of Internal Reliability ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

4.6.1 Internal Reliability

ค่า Internal Reliability จะแสดงถึงความสามารถของโครงข่ายที่จะตรวจจับ Blunder Error ได้ แบ่งออกเป็น Local Measures of Internal Reliability และ Global Measures of Internal Reliability สำหรับ Local Measures of Internal Reliability มีความสัมพันธ์กับความน่าจะเป็นของการตรวจจับความคลาดเคลื่อนของโครงข่าย ใช้ค่า Redundancy Number (f) ที่ได้จากการคำนวณทุกๆ ค่าสังเกต จะทำให้ทราบว่าในโครงข่ายสำรวจต้องการค่าสังเกตที่มีความถูกต้องสูงเพิ่มเข้าในโครงข่ายหรือไม่ เพื่อให้ Internal Reliability ของโครงข่ายอยู่ในเกณฑ์ดี ดังนั้นค่า

Redundancy Number ทำให้ทราบว่า Internal Reliability ของโครงข่ายนั้นๆ อยู่ในเกณฑ์ดีหรือไม่ สำหรับค่า Redundancy Number สามารถหาจากความสัมพันธ์จากสมการ 4.1

$$q_{vv} p = f \qquad (4.1)$$

f = Redundancy Number

q_{vv} = Diagonal Element of Cofactor Matrix Q_v

p = Diagonal Element of Cofactor Matrix P (Independent Observations)

สำหรับค่า Redundancy Number (f) จะมีค่าอยู่ระหว่าง $0 < f < 1$ ตารางที่ 4.3 แสดงช่วงของค่า Redundancy Number (f) ของ Geodetic Network แต่ละชนิด โดย Redundancy Number สำหรับ Geodetic Network ที่น้อยที่สุดจะมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ $f = 0.3$

ตารางที่ 4.3 แสดงค่า Redundancy Number (f) ของโครงข่ายแต่ละชนิด ที่มา Caspary (1978)

	Redundancy Number (f)	
	Lower	Upper
Traverse Network	0.1	0.2
Trilateration Network	0.3	0.6
Combined Network	0.5	0.8
Leveling Network	0.2	0.5

สำหรับค่า Redundancy Number ของโครงข่ายที่ทำการวัดสอบโครงสร้างสะพานพระรามหก ผู้ทำการทดลองนำค่า Redundancy Number (f) ของแต่ละค่าสังเกตมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อจะนำมาเปรียบเทียบกับค่าจากตารางที่ 4.3 จากการวัดสอบด้วยวิธี ลีสท์สแควร์แบบที่ 2 ทั้งหมดจำนวน 4 ครั้ง มีจำนวนค่าสังเกต และค่าเฉลี่ยของค่า Redundancy Number (f) ดังตารางที่ 4.4 จะ

เห็นว่าทุกโครงข่ายจะมีค่าเฉลี่ยของ Redundancy Number (f) มีค่าเท่ากันคือเท่ากับ 0.8 สาเหตุที่มีค่าเท่ากันนั้นเพราะทุกโครงข่ายนั้นคือโครงข่ายเดียวกันนั้นเอง

ตารางที่ 4.4 แสดงค่า Redundancy Number ของแต่ละโครงข่าย

Network	Number of Observation	Mean of Redundancy Number(f)
1	98	0.8
2	99	0.8
3	99	0.8
4	86	0.8

สำหรับค่า Redundancy Number (f) ถ้ามีค่าใกล้ 1 หมายถึงค่า Variance of Residual มีค่าใกล้เคียงกับ Variance ของค่าสังเกต และค่า Variance ของค่าสังเกตที่ผ่านการปรับแก้แล้วมีค่าใกล้เคียงศูนย์

สำหรับค่า Redundancy Number (f) ที่มีค่าใกล้ 0 แสดงว่าค่า Variance ของค่าสังเกตมีค่าใกล้เคียงกับ Variance ของค่าสังเกตที่ปรับแก้แล้ว

การรังวัดและปรับแก้จะให้ค่าความละเอียดถูกต้องสูงก็ต่อเมื่อ Variance of Residual และ Variance of Observation มีค่าใกล้เคียงกัน (ในกรณีนี้ค่าความคลาดเคลื่อนในเศษเหลือจะมีค่าเท่ากับในค่าสังเกต) จากข้อเท็จจริงข้างต้นโครงข่ายสำรวจที่ดีจะมีค่า Redundancy Number(f) สูง (Best-Fit Computing,2001)

จากค่าเฉลี่ยของค่า Redundancy Number ของทุกค่าสังเกตในการทดลองนี้ จากตารางที่ 4.4 มีค่าเท่ากับ 0.8 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า Redundancy Number มาตรฐานของ Geodetic Network ที่น้อยที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.3 แสดงให้เห็นว่า Internal Reliability ของการรังวัดมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี เมื่อเปรียบเทียบกับค่า Redundancy Number 0.3 ข้างต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย