การศึกษาเทคโนโลยีในการตรวจสอบผนัง

A Study Teachnology for Wall Inspection

นายเขตโสภณ จ่าภา, นายณัฐวรรธน์ จุลพันธ์

[1,2,3] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จ.กรุงเทพฯ

บทคัดย่อ

งานก่อสร้างอาคาร งานผนังเป็นส่วนหนึ่งของงานทางด้านสถาปัตยกรรมที่แสดงถึงความสวยงามของอาคาร ซึ่งผู้ใช้งานอาคารสามารถสังเกตได้ด้วยได้เปล่าหรือใช้มือสัมผัสได้โดยตรง ดังนั้นในงานก่อสร้าง ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของผนังจึงเป็นส่วนสำคัญ โดยหนึ่งในคุณสมบัติที่สำคัญสำหรับงานผนังคือความ เรียบของผนัง ซึ่งในปัจจุบันนผู้ตรวจรับงานใช้เหล็กกล่องในการตรวจสอบความเรียบของผนัง โดยการตรวจสอบแต่ละครั้งผู้ตรวจรับงานอาศัยประสบการณ์และความพึงพอใจของตนเองในการประเมิน ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดความขัดแย้งระหว่างผู้ส่งมอบงานและผู้ตรวจรับงานได้ เนื่องจากเกณฑ์ในการตรวจสอบที่ไม่ชัดเจน งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1ศึกษาเทคโนโลยีการตรวจสอบ ความเรียบผนังด้วยเครื่องมือหรือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีใช้ในปัจจุบัน เชิงเปรียบเทียบ 2ทดสอบอุ ปกรณ์ตัวอย่าง กับพื้นผิวผนัง เปรียบเทียบค่าผลลัพธ์กับ อุปกรณ์ประเภทดั่งเดิม (เหล็กกล่อง , และ CU-iwall Ver.2 CU-iwall Ver.3 และเครื่องสแกน 3 มิติ (FARO) 3 บันทึกและส รุปผลอภิปรายผล พร้อมข้อเสนอแนะแนวทางการปรับปรุง หรือ อื่น ๆ สำหรับการพัฒนาต่อไป ผลการศึกษาพบว่า 1 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้สำหรับงานผนังมีค่าไม่เกิน 3 มม. 2 ในการวิเคราะห์ข้อมูลอุปกรณ์อื่นๆ จะมีปัญหาที่จุดค้ำยันเนื่องจากจุดค้ำยันอยู่ติดกับผนัง ซึ่งไม่รู้ว่าจุดนั้นเรียบนูน หรือ เว้า ซึ่งทำให้เกิดความคาดเคลื่อนของผลลัพธ์ได้ 3 ผลจากการเปรียบเทียบเครื่องมือพบว่าตัวเครื่องนั้นยังมีปัญหาหลักๆอยู่ที่กลไกของเครื่องที่ไม่เสถียรจึงทำให้การนำไปใช้ค่อนข้างลำบากและไม่สามารถใช้ได้จริง และยังใช้เวลาในการเก็บข้อมูลที่นานกว่าเครื่องอื่นและยังเก็บข้อมูลโดยการบันทึกด้วยตัวผู้ทดสอบเองจึงมีโอกาสผิดพลาดสูงอยู่

คำสำคัญ : งานผนัง, การตรวจสอบความเรียบ, ศึกษาเทคโนโลยี

Abstract

building construction, wall construction is a part of architecture works that shows the aesthetic of building. Users can observe the interior wall with either bare hands or direct touch. Wall inspection is an important process in construction work. One of the important features of wall work is the flatness of the wall. Nowadays, the Inspector uses a square tube to inspect the wall flatness. In each inspection, the inspector uses his experience and satisfaction to assess flatness of the wall and clear criteria for wall flatness inspection have not yet specified. This may result in conflicts between contractor and inspector. Hence, the objectives of this study are as follows:**1) Study the technology of checking wall flatness with tools or equipment that are currently in use. allegorical 2) Test the sample device against the wall surface Compare the result value with Traditional equipment (Steel Box), and CU-I wall Ver.2 CU-I wall Ver.3 and 3D Scanner (FARO) 3) Record and summarize results, discuss results, along with suggestions for improvements or others for further development. The results showed that 1) the tolerance for wall work was not more than 3 mm. 2) when analyzing other equipment data. There will be a problem with the support point because the support point is attached to the wall. which do not know whether the point is smooth, convex or concave, which causes the deviation of the results. 3) The results of the tool comparison showed that the machine still has the main problem with the**

machine's unstable mechanism, which makes it quite difficult to use. and cannot be used in practice It also takes longer to store data than other devices and also store data by recording by the tester himself, so there is a high chance of error.**Key words:** wall work ,checking wall flatness , Study the technology

บทนำ

ในงานก่อสร้างอาคาร งานผนังเป็นส่วนหนึ่งของงานทางด้านสถาปัตยกรรมที่แสดงถึงความสวยงามของอาคาร ซึ่งผู้ใช้งานอาคารสามารถสังเกตุได้ด้วยตาเปล่าหรือใช้มือสัมผัสได้โดยตรง ดังนั้นในงานก่อสร้าง ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของผนังจึงเป็นส่วนสำคัญ

การตรวจสอบคุณภาพของผนังในทางปฏิบัติมีหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ ได้แก่ ระยะล้มดิ่ง รอย ร้าว และความเรียบ เป็นต้น ขึ้นอยู่กับเจ้าของโครงการว่าต้องการความละเอียดในระดับใด ซึ่งส่งผลให้ในการ ตรวจรับงานมีปัญหาเกิดขึ้นเนื่องจากความไม่ชัดเจนเกี่ยวกับคุณภาพของงาน เกณฑ์การตรวจ วิธีการตรวจ และเครื่องมือที่เหมาะสมในการตรวจงาน เป็นต้น

เครื่องมือที่นิยมใช้ในการตรวจสอบความเรียบของผนังอาคารในปัจจุบันคือเหล็กกล่อง ซึ่งในการ ตรวจสอบงานจริง พบว่าการประเมินคุณภาพงานด้วยเครื่องมือชิ้นนี้ไม่มีความแน่นอน ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจและ ประสบการณ์ของผู้ตรวจรับงาน ทำให้ในการตรวจสอบงานแต่ละครั้งคุณภาพที่ออกมาไม่มีแน่ชัด ซึ่งอาจส่งผล ให้เกิดข้อโต้แย้งระหว่างผู้ส่งมอบงานและผู้ตรวจรับงาน ในการตรวจสอบความเรียบของผนังด้วยเหล็กกล่อง อาจให้ผลการตรวจสอบที่ผิดพลาดได้ ซึ่งในกรณีที่ผนังนั้นไม่เรียบแต่ผู้ทำการตรวจรับงานประเมินว่าผนังมี ความเรียบเพียงพอ ทำให้เจ้าของโครงการอาจได้รับงานที่ไม่ได้คุณภาพตามความต้องการ

ปัจจุบันมีเทคโนโลยีใหม่ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินงานก่อสร้างมากมาย ซึ่ง เครื่องมือที่มีความน่าสนใจในการนำมาประยุกต์ใช้ในงานตรวจสอบความเรียบผนังคือ เลเซอร์วัดพื้นผิว (Bosch รุ่น GSL 2) โดยเทคโนโลยีนี้ได้มีการนำมาใช้ในงานก่อสร้างด้านอื่นๆ แล้วคือ งานการตรวจสอบความเรียบพื้น นอกจากนี้ยังมี Laser Leveling ที่สามารถตั้งระยะและกำหนดแนวระดับได้

1. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1) อุตสาหกรรมงานก่อสร้าง เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมหลักที่มีมูลค่าสูงของประเทศ โดยในปี พ.ศ. 2561 – 2562 มูลค่าการลงทุนในด้านงานก่อสร้างมีสัดส่วนเฉลี่ย 8.1% เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) (แนวโน้มธุรกิจ/อุสาหกรรม ปี 2562-2564, 2019) ดังนั้นธุรกิจก่อสร้างจึงเป็นธุรกิจที่ข้อนข้างมี ความซับซ้อนเนื่องจากการที่มีกลุ่มธุรกิจหลากหลายเข้ามามีส่วนในการดำเนินงานก่อสร้าง ความยากง่ายในแต่ ละพื้นที่ทำให้บางครั้งต้องมีการประยุกต์เทคโนโลยี และเทคนิควิธีการต่างๆมาปรับใช้

1.2) ประเภทของงานก่อสร้าง

- งานก่อสร้างที่พักอาศัย (Residential Construction)
- งานก่อสร้างพาณิชย์ (Building Construction)
- งานก่อสร้างทางด้านโยธา (Heavy Construction)
- งานก่อสร้างโรงงานอุตสาหกรรม (Specealized Industrial Construction)

1.3) ประเภทของผนังภายใน

- ผนังก่ออิฐ (Masonry)
- แผ่นผนังสำเร็จรูป (Q - CON Wall Panel)
- แผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาสำเร็จรูป (S Wall System)
- ผนังคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast Concrete System)
- ผนังอิฐมวลเบาเสริมโครงเหล็ก (FULFIL Wall)

1.4) การประเมินคุณภาพของงานก่อสร้างผนังภายใน

การประเมินคุณภาพงานผนังในต่างประเทศ

ในประเทศสาธารณรัฐสิงคโปร์ ได้มีการจัดตั้ง The BCA Construction Quality Assessment System (CONQUAS) ระบบประเมินคุณภาพงานก่อสร้างของประเทศสาธารณรัฐสิงคโปร์เป็นมาตรฐานเพื่อ ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพงานผนัง ซึ่งมีทั้งดูด้วยตาเปล่า และวัดค่าได้

	Item*	Standards
2	Internal Walls	
2a	General	1) **Finishing** • No stain marks • Consistent colour tone • No rough / patchy surface 2) **Alignments & Evenness** • Evenness of surface (not more than 3mm per 1.2m) • Verticality of wall (not more than 3mm per m) • Walls meet at right angles (not more than 4mm over 300mm) • Edges (wall to wall) to appear straight and aligned 3) **Crack & Damages** • No visible damage / defects 4) **Hollowness / Delamination** • No hollow sound when tapped with a hard object • No sign of delamination 5) **Jointing** • Straightness of corners and joints

1.5) เครื่องมือตรวจสอบคุณภาพผนัง

- ตลับเมตร ใช้สำหรับวัดทั่วไป
- ไม้บรรทัดเหล็ก ใช้สำหรับวัดระยะสั้นๆ และขีดเส้น
- ระดับน้ำดิจิตอล ตรวจแนวระนาบผนัง
- เกรียงสามเหลี่ยมโบกปูน ตรวจแนวระนาบผนัง
- ไม้บรรทัดฉาก ตรวจมุมฉากเหลี่ยมผนัง
- ไม้บรรทัดวัดมุมดิจิตอล ตรวจมุมฉากเหลี่ยมผนัง
- เครื่องเลเซอร์วัดดิ่งกำหนดแนวเส้น ตรวจวัดดิ่งและแนวสร้างฉาก ใช้สำหรับการวัดตั้งระยะและการ กำหนดแนวระดับโครงสร้างอาคาร
- เครื่องวัดระยะ ใช้วัดระยะทาง
- กล่องอลูมิเนียม ใช้ตรวจสอบความเรียบของผิวผนัง
- ดิ่ง ใช้ตรวจสอบแนวดิ่ง

1.6) เครื่องมือ CU-iwall Ver.2

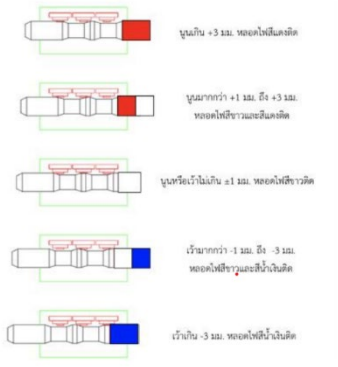
อุปกรณ์ CU-iwall Ver.2 เป็นอีกหนึ่งในอุปกรณ์ทดสอบความเรียบของผนัง เป็นเครื่องมือที่ถูกพัฒนา ต่อจากอุปกรณ์ CU-iwall Ver.1

1.6.1) ข้อมูลทางการภาพของ CU-iwall Ver.2

- ขนาดตัวเครื่อง (กว้าง x ยาว x สูง : 3.8 x 100 x 7 เซน.
- ขนาดความยาววัดฉาก : 30 เซนติเมตร
- น้ำหนัก : 2.50 กิโลกรัม
- วัสดุที่ใช้ : อลูมิเนียมโปรไฟล์ ชุบด้วย Clear Anodize และพลาสติกซุปเปอร์ลีน(Superlene)
- แหล่งจ่ายไฟ : Battery 9 V 2 ชิ้น
- การเปิด-ปิดเครื่องมือ : ปุ่ม Power On - Off
- ความแม่นยำ : ±1 มิลลิเมตร

1.6.2) หลักการทำงานของเครื่อง CU-iwall Ver.2

เมื่อนำอุปกรณ์ CU-iwall Ver.2 ไปวัดผนังจะแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของงานออกมาได้ในรูปแบบสัญญาณไฟ LED 3 สีติดตั้งไว้กับเข็ม เพื่อบ่งบอกสถานะระนาบ (สีขาว นูน(สีแดง เว้า(สีน้ำเงิน และสร้างมาตราวัดหน่วยมิลลิเมตร โดยกลไกการออกแบบนี้เป็นการนำศาสตร์วิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เข้ามาประยุกต์ในการออกแบบ องค์ประกอบสำคัญได้แก่ เข็ม



รูป 1.2 แสดงผลด้วยไฟ led cu-iwall2

1.7) เครื่องมือ CU-iwall Ver.3

อุปกรณ์ CU-iwall Ver.3 เป็นอีกหนึ่งในอุปกรณ์ทดสอบความเรียบของผนัง เป็นเครื่องมือที่ถูกพัฒนาต่อจากอุปกรณ์ CU-iwall Ver.2

1.7.1) ข้อมูลทางการภาพของ CU-iwall Ver.3
ขนาดตัวเครื่อง(กว้าง x ยาว x สูง : 3.8 x 180 x 7 cm.
ขนาดความยาววัดฉาก : 30 เซนติเมตร
น้ำหนัก : 4 กิโลกรัม
วัสดุที่ใช้ : อลูมิเนียมโปรไฟล์ ชุบด้วย Clear Anodize และพลาสติกซุปเปอร์ลีน (Superlene)

1.7.2) หลักการทำงานของเครื่อง CU-iwall Ver.3

เริ่มต้นจากเชื่อม อุปกรณ์ CU-iwall Ver.3 เข้ากับคอมพิวเตอร์ จากนั้นนำเครื่องทาบผนัง ณ จุดที่จะวัด แล้วกดสั่งให้เครื่องทำงาน เครื่องจะทำการเก็บข้อมูลคู่กับตำแหน่งที่วัด จนสุดระยะ จากนั้น กดส่งออกข้อมูลออกไปเก็บในโปรแกรม excel จากนั้นสามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อได้

1.8) 3D Scanner

การเก็บข้อมูลรูปร่าง 3 มิติ ถูกพัฒนาขึ้นในช่วงปี 20th ได้มีการพยายามสร้างแบบจำลอง 3 มิติของ วัสดุหลากหลายรูปแบบและสถานที่ โดยใช้เครื่อง 3D Scanner ซึ่งถูกสร้างขึ้นครั้งแรกในปี 1960s ในช่วงแรกใช้ แสง กล้อง และโปรเจคเตอร์ ในการสร้างเครื่อง แต่ด้วยขอบเขตของอุปกรณ์ต้องใช้เวลานาน ราคาสูง และจำนวนครั้งในการสแกน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำ

1.9)เลเซอร์วัดพื้นผิว (Bosch รุ่น GSL 2)

1.9.1) ข้อมูลฟังก์ชันการทำงานของ เลเซอร์วัดพื้นผิว (Bosch รุ่น GSL 2)

เลเซอร์ไดโอด 630 – 670 นิวตันเมตร, <mW
คลาสของเลเซอร์ 3R
ระยะทำงาน 10 ม.
ระยะทำงานเมื่อใช้เป้ารับ 20 ม.
ความแม่นยำ ± 0.3 มม./ม.
ช่วงการปรับระนาบอัตโนมัติ± 4°
ความเร็วในหมุน เร็ว 1 รอบต่อนาที / ช้า 3 รอบต่อนาที / ขั้นละ 0.05° โดยทั่วไป
ระยะเวลาใช้งาน (สูงสุด 25 ชม.
น้ำหนักโดยประมาณ 1.4 กก.

1.9.2) หลักการทำงานของเครื่อง เลเซอร์วัดพื้นผิว (Bosch รุ่น GSL 2)

ตรวจวัดความเรียบโดยการยิง laser plain 2 แผ่นตัดกันบนพื้นเรียบ โดยเมื่อมองไปที่พื้นจะเห็นเป็นlaser 1 gเส้นบนพื้น จากนั้นเครื่องจะหมุนกวาดเลเซอร์รอบตัวเอง โดยถ้าจุดไหนของพื้นเป็นพื้นเรียบหรือนูนจะเห็นเส้นเลเซอร์แยกออกเป็น2เส้น ทำให้สามารถมองออกได้ง่าย

2. วิธีการทดลอง

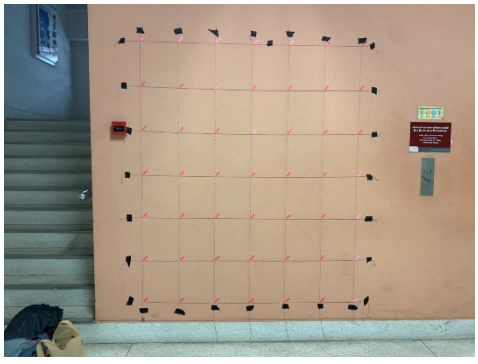
2.1 อุปกรร์ที่ใช้ในการทดสอบ

- *เหล็กกล่อง*
- ***เครื่องมือ CU-iwall Ver.2***
- ***เครื่องมือ CU-iwall Ver.3***
- ***เครื่องมือ CU-iwall-se***

3.2 รายละเอียดการทดลอง

การทดสอบการและเปรียบเทียบค่าความเรียบของกำแพงงของแต่ละเครื่องที่นำมาทดลองและนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกันทั้งหมดโดยมี 3d scanner ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีนำมาเป็นหลักอ้างอิงจากการเปรียบเทียบกับอุปกรณ์อื่น

โดยทั้งหมดเราจะทดสอบขอบเขตเดียวกันทั้งหมดนั้นคือบริเวณผนังหน้าลิฟต์ของอาคารโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

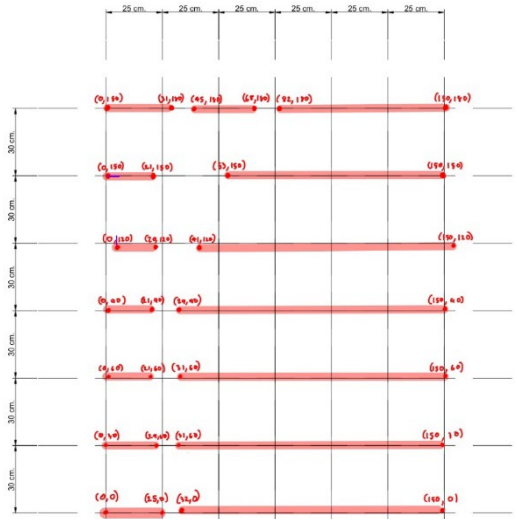


รูป 2.1 แสดงบริเวณที่ทำการทดสอบ

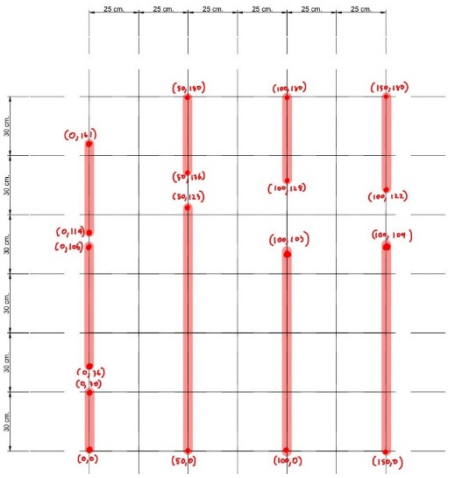
ทำการทดลอง ทำการตรวจสอบผนังบริเวณผนังหน้าลิฟท์ชั้น 4 อาคารวิศกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการทดลองนี้จะกำหนดขอบเขตของการวัดด้วยการวัดเป็นตารางกริด ระยะแนวนอนห่างช่องละ 0.25 เมตร โดยมีระยะแนวนอน 1.5 เมตร และกริดระยะแนวตั้งห่าง ช่องละ 0.30 เมตรเป็นระยะแนวตั้ง 1.8 เมตรและทำการวัดในแต่ละเครื่องที่นำมาทดสอบ

3. ผลการดำเนินงานวิจัย

3.1 ผลการทดสอบความเรียบด้วยเหล็กกล่อง



รูป 3.1 ผลการการตรวจสอบผนังด้วยเหล็กกล่องโดยทำการวัดในแนวระดับ



รูป 3.2 ผลการการตรวจสอบผนังด้วยเหล็กกล่องโดยทำการวัดในแนวระดิ่ง

3.2 ผลการทดสอบความเรียบด้วยเครื่อง CU-iwall Ver.2

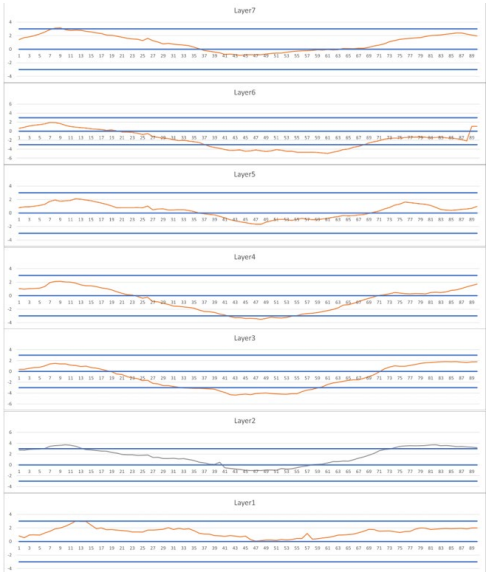
ความสูงจากพื้น (ซม.)	ระยะจากขอบผนัง (ซม.)					
	47.5	72.5	97.5	122.5	147.5	172.5
210	1 ถึง 3	1 ถึง 3	±1	±1	±1	±1
180	1 ถึง 3	1 ถึง 3	±1	±1	-1 ถึง -3	±1
150	1 ถึง 3	±1	±1	±1	-1 ถึง -3	±1
120	1 ถึง 3	1 ถึง 3	±1	±1	±1	±1
90	1 ถึง 3	1 ถึง 3	±1	±1	±1	±1
60	1 ถึง 3	1 ถึง 3	±1	-1 ถึง -3	>3	±1
30	1 ถึง 3	1 ถึง 3	±1	±1	-1 ถึง -3	±1

ตารางที่ 3.3 ผลการการตรวจสอบผนังด้วยcu-cu-iwall 2โดยทำการวัดในแนวระดับ

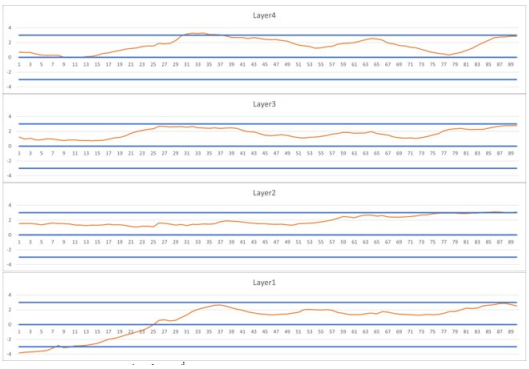
ความสูงจากพื้น (ซม)	ระยะจากขอบผนัง (ซม)			
	35	85	135	185
190	±1	±1	±1	±1
165	±1	±1	±1	±1
140	±1	±1	±1	1 ถึง 3
100	±1	±1	±1	±1
75	±1	±1	-1 ถึง -3	±1
50	±1	±1	-1 ถึง -3	-1 ถึง -3

ตารางที่ 3.4 ผลการการตรวจสอบผนังด้วยcu-cu-iwall 2โดยทำการวัดในแนวระดิ่ง

3.3 **ผลการทดสอบความเรียบด้วยเครื่อง CU-iwall Ver.3**

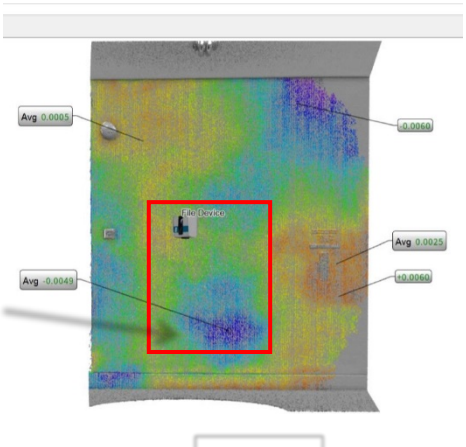


รูป 3.5 ผลการการตรวจสอบผนังด้วยcu iwal 3โดยทำการวัดในแนวระดับ



รูป 3.6 ผลการการตรวจสอบผนังด้วยcu iwal 3โดยทำการวัดในแนวดิ่ง

3.4 ผลการทดสอบความเรียบด้วยเครื่อง 3D scanner

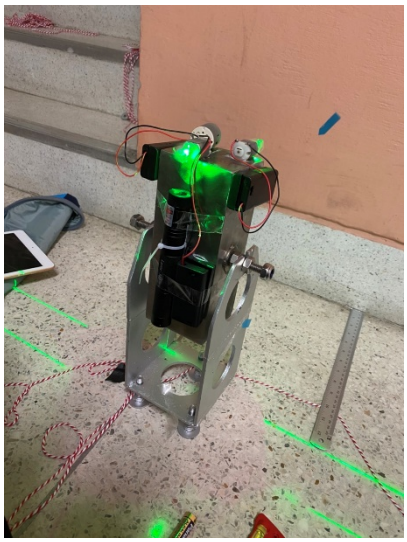


ตารางที่ 3.7 ผลการการตรวจสอบผนังด้วย 3d scanner

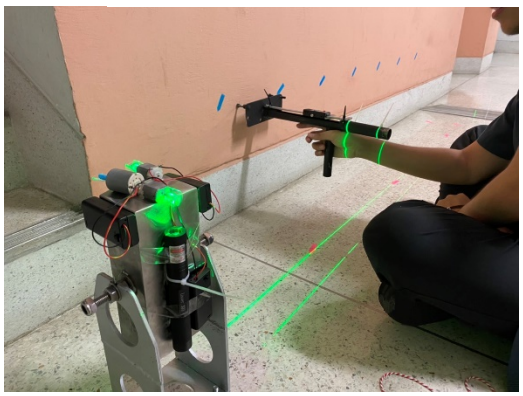
3.5 ผลการทดสอบความเรียบด้วยเครื่องcu-iwall-se

ความสูงจากพื้น (ซม)	ระยะจากขอบผนัง (ซม)					
	47.5	72.5	97.5	122.5	147.5	172.5
210	6.11	3.78	4.72	8.8	9.37	6.52
180	2.8	4.98	3.39	5.36	5.65	4.58
150	3.32	2.48	-1.11	-1.43	-1.4	-1.21
120	-1.75	-4.63	-4.3	0.21	0.45	-0.99
90	-1.88	-3.37	0.82	1.11	1.29	0.14
60	-2.5	-3.47	0.04	2.58	1.94	1.9
30	-3	-1.96	0.21	3.28	4.29	2.14

ตารางที่ 3.8 ผลการการตรวจสอบผนังด้วยcu-iwall-se 3โดยทำการวัดในแนวระดับ



รูป 3.9 เครื่อง cu-iwall-se



รูป 3.10 แสดงการวัดด้วยเครื่อง Cu-iwall-se

4) **สรุปผล**

เครื่องcu-iwall-se เนื่องจากค่าที่ได้ยังไม่น่าพึงพอใจสำหรับการใช้งานแต่ก็มีจุดเด่นในเร่องราคาและความถูกต้องของการวัดถ้าเทียบกับตัวอื่น ปัจจุบันตัวเครื่องนั้นยังมีปัญหาหลักๆอยู่ที่กลไกของเครื่องที่ไม่เสถียรจึงทำให้การนำไปใช้ค่อนข้างลำบากและไม่สามารถใช้ได้จริง และยังใช้เวลาในการเก็บข้อมูลที่นานกว่าเครื่องอื่นและยังเก็บข้อมูลโดยการบันทึกด้วยตัวผู้ทดสอบเองจึงมีโอกาสผิดพลาดสูงอยู่ จึงควรจะพัฒนาในด้านต่างๆก่อนที่จะนำมาใช้จริงโดยใช้ยึดหลักการที่เป็นจุดเด่นของเครื่องนี้คือจุดอ้างอิงและจุดคำยันเป็นจุดเดียวกันทั้งผนังที่วัด ทำให้ค่าที่ได้ออกมานั้นเป็นค่าที่ถูกต้องยิ่งขึ้นโดยไม่ต้องไปวิเคราะห์ข้อมูลก่อนนำไปใช้งาน