สัปดาห์ที่ 16-17

การสำรวจด้วยกล้องวัดมุม

กล้องวัดมุม เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดมุมราบ มุมดิ่ง และสามารถใช้ในการวัดระยะทางราบและระยะทางดิ่งหรือค่าความต่างระดับ ตลอดจนใช้ในการทำระดับอย่างประมาณได้ด้วย

กล้องวัดมุมนี้เดิมเรียกว่า Transiting Theodolite แต่ในยุโรปนิยมเรียกว่า Theodolite ส่วนสหรัฐอเมริกาเรียกว่า Transit (ยรรยง ทรัพย์สุขอำนวย, 2532 : 77) สำหรับประเทศไทยจะเรียกว่า กล้องธีโอโดไลท์หรือกล้องวัดมุม

1. ความหมายของการสำรวจด้วยกล้องวัดมุม

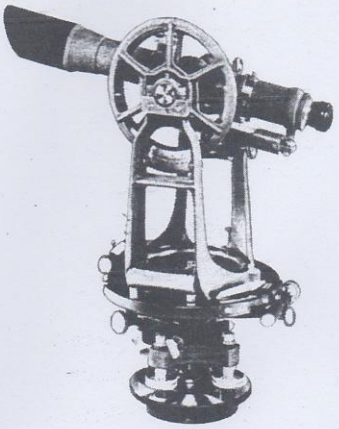
การสำรวจด้วยกล้องวัดมุม หมายถึงการสำรวจเก็บข้อมูลเพื่อทำแผนที่หรือแบบแปลนต่าง ๆ รวมถึงการสำรวจเพื่อกำหนดแนวก่อสร้าง โดยใช้กล้องวัดมุมเป็นเครื่องมือหลัก ซึ่งจะต้องใช้เครื่องมือสำรวจอื่น ๆ ประกอบ เช่น โซ่ - เทป และอุปกรณ์ เป็นต้น การสำรวจด้วยกล้องวัดมุมจะได้ข้อมูลที่มีความละเอียดถูกต้อง จึงเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการสำรวจกันโดยทั่วไป

2. ชนิดของกล้องวัดมุม

การแบ่งชนิดของกล้องวัดมุม ได้มีการแบ่งไว้หลายแบบด้วยกัน เช่น แบ่งตามลักษณะของเครื่องมือที่ใช้อ่านค่า แบ่งตามระบบการอ่าน และแบ่งตามลักษณะของการวัดมุม เป็นต้น การแบ่งดังกล่าวทำให้ผู้ที่เริ่มศึกษาเกี่ยวกับกล้องวัดมุมเกิดความสับสน ดังนั้นในที่นี้จะขอแบ่งชนิดของกล้องวัดมุมตามลักษณะของเครื่องมือที่ใช้อ่านค่าจากกล้องวัดมุม ซึ่งจะง่ายต่อการศึกษาและสอดคล้องกับการใช้งาน ดังต่อไปนี้

2.1 กล้องวัดมุมชนิดที่อ่านค่าได้โดยเครื่องอ่านเศษมาตร์หรือเวอร์เนีย (The Vernier Theodolite)

เป็นกล้องวัดมุมรุ่นเก่า มีน้ำหนักมาก ไม่สะดวกในการขนย้ายระหว่างปฏิบัติงาน การอ่านค่าองศา อ่านจากขีดส่วนแบ่งของจานองศาโดยตรง โดยใช้เครื่องอ่านเศษมาตร์ ซึ่งอ่านค่อนข้างยากและอาจเกิดความผิดพลาดได้ง่าย กล้องแบบนี้ เช่น กล้อง Cooke และ Berker เป็นต้น กล้องชนิดนี้ในปัจจุบันไม่นิยมใช้หรือไม่ใช้กันเลย



รูปที่ 6 – 1 กล้องวัดมุมแบบเครื่องอ่านเศษมาตร์

สัปดาห์ที่ 16-17

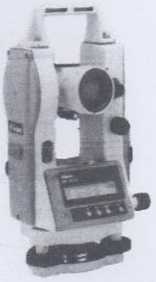
2.2 กล้องวัดมุมชนิดที่อ่านค่าได้โดยใช้ระบบแสง (Optical Reading Theodolite)

เป็นกล้องวัดมุมที่อ่านค่าโดยให้แสงสะท้อนภาพขีดส่วนแบ่งของจานองศา ซึ่งอาจสะท้อนจากจานองศาหน้าเดียว (Single Image Reading) หรือสะท้อนจากจานองศาสองหน้า (Double Image Reading) การอ่านค่ามุมจะอ่านจากกล้องขยาย (Microscope) หรือ Micrometer ขยายขีดส่วนแบ่งของจานองศาให้ใหญ่ขึ้น ช่วยให้การอ่านค่ามุมสะดวกและให้ความละเอียดถูกต้องสูง เช่น กล้อง Wild T 16, Wild T 2, Topcon Tl - 20, CarlZeiss Jena The 20 และ Sokkia เป็นต้น กล้องที่ใช้การอ่านระบบนี้ เป็นที่นิยมแพร่หลายมานาน แต่ในปัจจุบันเริ่มล้าสมัยและจะค่อย ๆ หมดไป

รูปที่ 6 - 2 กล้องวัดมุมแบบอ่านค่าโดยระบบแสง

2.3 กล้องระบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Digital Theodolite หรือ Electronic Theodolite)

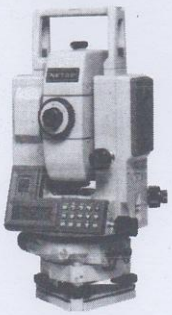
เป็นกล้องวัดมุมที่พัฒนาระบบการอ่านค่าจานองศา จากการอ่านโดยใช้ระบบแสง มาเป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยค่าขององศาจะปรากฏเป็นตัวเลขบนจอภาพ ช่วยให้การอ่านค่าองศาเป็นไปโดยสะดวกและถูกต้อง จึงเป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน แต่กล้องประเภทนี้ค่อนข้างจะบอบบางและต้องใช้แบตเตอรี่ในการทำงาน ดังนั้นเมื่อใช้กล้องชนิดนี้จึงต้องใช้ความระมัดระวังให้มากและควรมีแบตเตอรี่สำรองไว้เสมอ



รูปที่ 6 - 3 กล้องวัดมุมระบบอิเล็กทรอนิกส์

2.4 กล้องประมวลผลรวม (Total Station)

เป็นกล้องระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาให้มีคุณภาพสูงขึ้น สามารถใช้วัดมุมราบ มุมดิ่ง ระยะราบ ระยะดิ่ง การคำนวณค่าความสูงและค่าพิกัด มีระบบสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Field Book) หรือแผ่นการ์ด สามารถต่อเชื่อมโยงกับเครื่องคอมพิวเตอร์และพลอทเตอร์ (Plotter) สามารถเขียนแผนที่จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจโดยตรง ในปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะใช้กันอย่างกว้างขวางเพราะประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการสำรวจทำแผนที่



รูปที่ 6 - 4 กล้องประมวลผลรวม

สัปดาห์ที่ 16-17

3. ส่วนประกอบที่สำคัญของกล้องวัดมุม

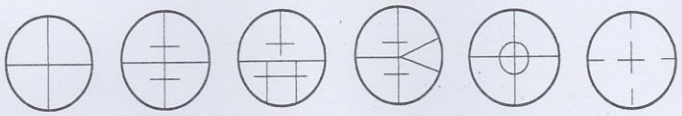
กล้องวัดมุมทุกชนิดมีส่วนประกอบที่สำคัญคล้ายกัน และมีวิธีการใช้งานแบบเดียวกัน ถ้าใช้กล้องชนิดใดชนิดหนึ่งได้ ก็จะสามารถใช้กล้องชนิดอื่นได้ นอกจากการใช้ระบบบอิเล็กทรอนิกส์ของกล้องประมวลผลรวมเท่านั้นที่จะต้องศึกษาเพิ่มเติม ส่วนประกอบที่สำคัญของกล้องวัดมุมที่ผู้ใช้ควรทราบมีดังนี้

3.1 ตัวกล้องส่อง (Telescope)

ตัวกล้องส่องเป็นโลหะรูปทรงกระบอกกลวง ใช้ติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ และใช้ในการเล็งที่หมาย อุปกรณ์ที่สำคัญ ๆ ของตัวกล้องส่องประกอบด้วย

3.1.1 เลนส์ช่องตามอง (Telescope Eyepiece) ทำหน้าที่ขยายภาพของสายใยกล้องและภาพของที่หมาย ช่วยให้ผู้ส่องกล้องมองเห็นสายใยและที่หมายได้ชัดเจน

3.1.2 สายใยกล้อง (Cross Hair หรือ Hair Line) ใช้เป็นที่หมายสำหรับส่องกล้อง สายใยของกล้องจะต้องประกอบด้วยสายใยราบและสายใยดิ่งอย่างน้อย 2 เส้น ผู้ผลิตกล้องแต่ละยี่ห้ออาจทำรูปแบบของสายใยกล้องแตกต่างกันไปดังตัวอย่างตามรูป



รูปที่ 6 – 5 สายใยกล้องแบบต่าง ๆ

3.1.3 เลนส์ปรับระยะชัด (Focussing Lens) ใช้ปรับเพื่อให้ผู้ส่องกล้องมองเห็นภาพของที่หมายชัดเจน

3.1.4 เลนส์ปากกล้อง (Objective Lens) มีหน้าที่รับภาพของที่หมาย แล้วส่งไปยังเลนส์ปรับระยะชัด ภาพของที่หมายจะชัดเจนเพียงไร ขึ้นอยู่กับคุณภาพของเลนส์ปากกล้อง

3.2 ระดับ (Level)

กล้องวัดมุมจะมีระดับเพื่อใช้ตั้งกล้องให้ได้ระดับอยู่ 2 แบบ คือ

3.2.1 ระดับฟองกลม (Circular Level) ใช้ในการตั้งกล้องให้ได้ระดับโดยประมาณเพื่อช่วยประกอบในการตั้งกล้องให้ตรงหมุด หรือก่อนที่จะตั้งกล้องให้ได้ระดับจริง กล้องวัดมุมบางชนิดอาจไม่มีระดับฟองกลม

3.2.2 ระดับฟองยาว (Tubular Level) ใช้ในการตั้งกล้องให้ได้ระดับจริง ถ้ารัศมีความโค้งของหลอดระดับยิ่งมาก ฟองของหลอดระดับมีความไวมากขึ้น ช่วยให้การตั้งระดับของกล้องถูกต้องมากขึ้นด้วย ความไวของหลอดระดับบอกเป็นค่ามุมต่อระยะทางที่ฟองระดับเคลื่อนตัวไปเช่น 20″ /2 มม. หมายถึงว่าฟองระดับเคลื่อนตัวไป 2 มม. หรือ 1 ขีด บนหลอดระดับ กล้องจะเอียงไป 20″ เป็นต้น

3.3 จานองศา (Circle)

จานองศาของกล้องวัดมุมจะมี 2 อัน คือ จานองศาราบและจานองศาดิ่ง ถ้าเป็นกล้องชนิดที่อ่านค่าด้วยเครื่องอ่านเศษมาตร์ จานองศาจะเป็นโลหะ ถ้าเป็นกล้องชนิดที่อ่านค่าด้วยระบบแสงจานองศาจะเป็นแก้ว ที่ทำการขีดแบ่งส่วนของจานองศาลงไปในเนื้อโลหะหรือแก้ว ขีดเส้นแบ่งนี้ไม่สามารถแบ่งได้โดยถูกต้องสม่ำเสมอเท่ากันหมด จึงมีความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับขีดส่วนแบ่งของจานองศาแฝงอยู่

สัปดาห์ที่ 16-17

สำหรับจานองศาของกล้องวัดมุมระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่อ่านค่าเป็นตัวเลขจากจอภาพและกล้องแบบประมวลผลรวม จานองศาเป็นแก้วและตัวองศาเป็นแถบรหัสซึ่งเรียกว่า Code Diskes หรือ Glass Encoder Disk ทำให้ปัญหาในการแบ่งขีดส่วนแบ่งของจานองศาหมดไป

3.4 ควงตั้งระดับ (Level Screws หรือ Foot Screws)

เป็นควงที่ติดอยู่กับฐานกล้อง เพื่อใช้ในการตั้งกล้องให้ได้ระดับ กล้องวัดมุมในปัจจุบันจะมีควงตั้งระดับ 3 ตัว จึงนิยมเรียกว่าควง 3 เส้า แทนควงตั้งระดับ

3.5 ควงบังคับ (Clamp Screw)

เป็นควงสำหรับยึดตัวกล้องไม่ให้หมุน แบ่งได้เป็น 2 ระบบ คือ

3.5.1 ควงบังคับทางราบ (Horizontal Clamp) ใช้สำหรับยึดกล้องไม่ให้หมุนทางราบ (รอบแกนดิ่ง) กล้องวัดมุมบางแบบมีควงบังคับทางราบ 2 ตัว คือ ควงบังคับตัวบน (Upper Clamp) และควงบังคับตัวล่าง (Lower Clamp) ถ้าหมุนปิดควงบังคับทั้งสองตัว จะหมุนกล้องไม่ได้ ถ้าเปิดควงบังคับตัวล่างและปิดควงบังคับตัวบน สามารถหมุนกล้องได้โดยจานองศาราบหมุนตามไปด้วยค่าของจานองศาราบที่อ่านจากกล้องจะคงเดิม ถ้าปิดควงบังคับตัวล่างและเปิดควงบังคับตัวบน สามารถหมุนกล้องได้แต่จานองศาราบจะถูกยึดไม่หมุนตามตัวกล้อง ถ้าเปิดควงบังคับทั้งสองตัวกล้องสามารถหมุนได้โดยอิสระ แต่ไม่ควรเปิดควงบังคับทั้งสองตัวในขณะที่ทำการวัดมุม สำหรับกล้องชนิดที่อ่านค่าจากจอภาพเป็นตัวเลข ซึ่งจานองศาเป็นแถบรหัสนั้น จะมีควงบังคับทางราบเพียงตัวเดียว

3.5.2 ควงบังคับทางดิ่ง (Vertical Clamp) ใช้สำหรับยึดตัวกล้องส่องไม่ให้กระดกขึ้นลงหรือหมุนรอบแกนราบ

3.6 ควงสัมผัส (Tangent Screw)

เป็นควงสำหรับหมุนส่ายกล้องอย่างช้า ๆ หลังจากที่ใช้ควงบังคับยึดกล้องไว้แล้ว ควงสัมผัสเป็นควงที่ต้องคู่กับควงบังคับเสมอ จึงแบ่งได้เป็น 2 ระบบ คือ

3.6.1 ควงสัมผัสทางราบ (Horizontal Tangent Screw) ใช้ส่ายกล้องในทางราบ หรือส่ายซ้าย - ขวา ถ้ากล้องวัดมุมมีควงบังคับทางราบ 2 ตัว ก็จะมีควงสัมผัส 2 ตัว คือตัวบนและตัวล่างเมื่อหมุนควงสัมผัสตัวบน ตัวกล้องจะส่ายและค่าของจานองศาราบจะเปลี่ยนไป เมื่อหมุนควงสัมผัสตัวล่าง ตัวกล้องจะส่ายแต่ค่าของจานองศาราบไม่เปลี่ยนแปลง ถ้ากล้องวัดมุมมีควงบังคับทางราบ 1 ตัว ก็จะมีควงสัมผัส 1 ตัว เมื่อหมุนควงสัมผัสค่าของจานองศาก็จะเปลี่ยนไปด้วย

3.6.2 ควงสัมผัสทางดิ่ง (Vertical Tangent Screw) ใช้สำหรับส่ายกล้องในทางดิ่งหรือส่ายขึ้น - ลง

นอกจากควงสัมผัสทางราบและทางดิ่งแล้ว กล้องวัดมุมรุ่นเก่าบางรุ่นจะมีควงสัมผัสหลอดระดับด้วย แต่กล้องในปัจจุบันนี้ไม่มีแล้ว

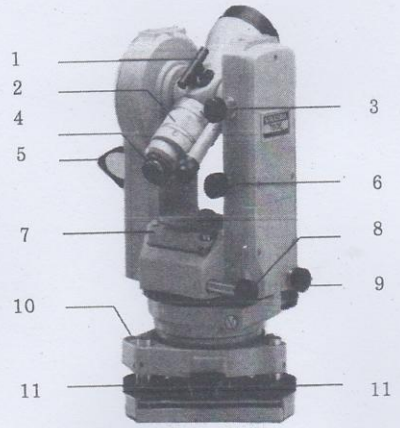
3.7 ระบบบังคับจานองศา (Circle Clamping System)

ระบบนี้จะมีเฉพาะกล้องวัดมุมที่มีควงบังคับทางราบตัวเดียว เป็นระบบบังคับเพื่อให้จานองศาราบหมุนตามตัวกล้อง เพื่อใช้ในการวัดมุมบางวิธี สำหรับกล้องชนิดที่อ่านค่าจากจอภาพเป็นตัวเลข จะเป็นปุ่มบังคับ

3.8 ที่มองหมุด (Optical Plummet)

เป็นที่มองเพื่อใช้ในการตั้งกล้องให้ตรงหมุด ที่มองหมุดนี้จะมีควงหมุนปรับเพื่อให้มองเห็นหัวหมุดได้ชัดเจน กล้องวัดมุมรุ่นเก่าบางแบบไม่มีที่มองหมุด มีเฉพาะที่แขวนดิ่งเพื่อใช้ตั้งกล้องให้ตรงหมุดเท่านั้น แต่กล้องในปัจจุบันจะมีทั้งที่มองหมุดและที่แขวนดิ่ง ช่วยให้การตั้งกล้องให้ตรงหมุดทำได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

สัปดาห์ที่ 16-17



รูปที่ 6 – 6 ส่วนประกอบของกล้องวัดมุม

1	=	เป้าเล็งที่หมาย	2	=	ควงปรับระยะชัด
3	=	ควงบังคับทางดิ่ง	4	=	ควงปรับเลนส์ช่องตามอง
5	=	กระจกสะท้อนแสง	6	=	ควงสัมผัสทางดิ่ง
7	=	ระดับฟองยาว	8	=	ควงสัมผัสทางราบ
9	=	ควงบังคับทางราบ	10	=	ระดับฟองกลม
11	=	ควงตั้งระดับ			

4. การใช้และการดูแลรักษากล้องวัดมุม

การที่จะใช้กล้องวัดมุมปฏิบัติงานได้ จะต้องฝึกใช้กล้องก่อน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ หลายประการ บางขั้นตอนอาจจะต้องทำควบคู่กัน บางขั้นตอนจะทำตามลำดับกันไป ขั้นตอนต่าง ๆ ประกอบด้วย

4.1 การตั้งระดับกล้องวัดมุม

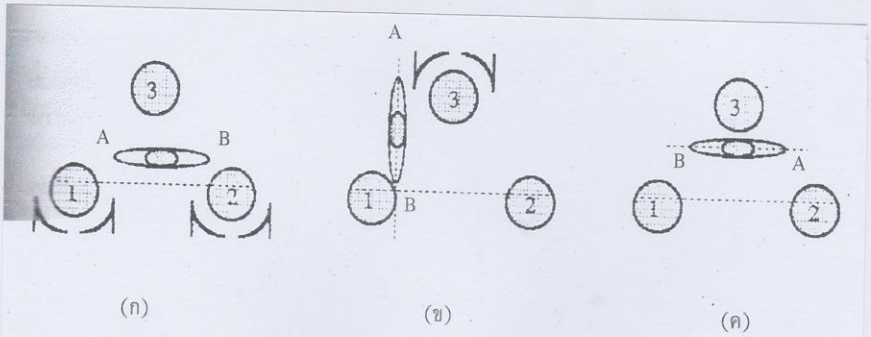
ก่อนใช้กล้องวัดมุมจะต้องตั้งกล้องวัดมุมให้ได้ระดับก่อน มิฉะนั้นค่าของมุมที่วัดได้จะมีความคลาดเคลื่อน กล้องจะได้ระดับจริงก็ต่อเมื่อระดับฟองยาวอยู่กึ่งกลางหลอดระดับ โดยไม่ว่าจะหมุนกล้องไปอยู่ ณ ตำแหน่งใดก็ตาม การตั้งระดับกล้องวัดมุมทำได้ดังนี้

4.1.1 ตั้งขากล้องโดยให้ฐานขากล้องสูงประมาณระดับอกของผู้ส่อง ขยับขากล้องเพื่อให้ฐานขากล้องได้ระดับโดยประมาณด้วยสายตา ถ้ายังไม่ได้ติดตั้งกล้องกับขา ก็ให้นำกล้องตั้งบนฐานขากล้อง แล้วขันควงยึดกล้องให้แน่นพอควร

4.1.2 ตั้งกล้องให้ได้ระดับโดยประมาณ โดยใช้ควงสามเส้าหมุนปรับ ให้ฟองระดับของระดับฟองกลม เข้ากึ่งกลางเรือนระดับ

4.1.3 หมุนกล้องให้แกนของหลอดระดับขนานกับควงสามเส้าคู่ใดคู่หนึ่ง ตามรูปที่ 6 – 7 (ก) แกนของหลอดระดับขนานกับควงตัวที่ 1 และ 2 หมุนปรับควงตัวที่ 1 และ 2 จนฟองระดับ

สัปดาห์ที่ 16-17



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 6 – 7 การตั้งระดับฟองยาว

อยู่กึ่งกลางหลอดระดับ การหมุนปรับควงตัวที่ 1 และ 2 นี้ ควรหมุนพร้อมกันแต่จะต้องหมุนสวนทางกัน หมุนเข้าก็เข้าด้วยกัน หมุนออกก็ออกด้วยกัน ซึ่งจะช่วยให้การตั้งระดับรวดเร็วขึ้น

4.1.4 หมุนกล้องต่อไปประมาณ 90° แกนของหลอดระดับจะประมาณตั้งฉากกับแนวเดิม ตามรูป 6 – 2 (ข) หมุนปรับควงตัวที่ 3 จนฟองระดับเข้าอยู่กึ่งกลางหลอดระดับ

4.1.5 หมุนกล้องต่อไปอีกประมาณ 90° แกนของหลอดระดับจะขนานกับแกนของควงตัวที่ 1 และ 2 แต่ทิศทางกลับกันกับครั้งแรก สังเกตดูฟองระดับว่าอยู่กึ่งกลางหลอดระดับหรือไม่ ถ้าฟองระดับอยู่กึ่งกลางหลอดระดับ แสดงว่ากล้องได้ระดับแล้ว พร้อมที่จะใช้งานต่อไปได้ แต่ถ้าฟองระดับไม่อยู่กึ่งกลางหลอดระดับ แสดงว่ากล้องยังไม่ได้ระดับ

4.1.6 ถ้ากล้องยังไม่ได้ระดับ ควรตั้งระดับฟองยาวตามลำดับขั้นตอนอีกครั้ง โดยเริ่มในตำแหน่งใหม่ คือหมุนกล้องให้แกนของหลอดระดับ ขนานกับแนวแกนของควงตัวที่ 1 และ 3 หรือแนวของควงตัวที่ 2 และ 3 ไม่ควรเริ่มในตำแหน่งของควงตัวที่ 1 และ 2 อีก

ถ้าตั้งระดับฟองยาวสัก 2 หรือ 3 ครั้ง แล้ว แต่พอหมุนตรวจสอบ ฟองระดับก็ยังไม่อยู่กึ่งกลางหลอดระดับ แสดงว่ากล้องมีความคลาดเคลื่อน จะต้องทำการปรับแก้ก่อน

4.2 การตั้งกล้องให้ตรงหมุด

การตั้งกล้องให้ตรงหมุดจะทำพร้อมกับการตั้งระดับกล้อง มีอุปกรณ์ที่ใช้ตั้งกล้องให้ตรงหมุดที่ใช้กันโดยทั่วไป 2 อย่าง คือ ดิ่งและที่มองหมุด (Optical Plummet) การใช้ดิ่งตั้งกล้องให้ตรงหมุดทำได้ง่ายและรวดเร็ว แต่ถ้ามีลมพัดแรง ดิ่งจะแกว่งไม่สามารถตั้งกล้องให้ตรงหมุดได้ หรือตั้งได้แต่อาจมีความคลาดเคลื่อน หากใช้ที่มองหมุดจะถูกต้องดีกว่า

4.2.1 การตั้งกล้องให้ตรงหมุดโดยใช้ดิ่ง มีวิธีการดังนี้

4.2.1.1 แขวนดิ่งกับที่แขวนใต้ฐานของขาตั้งกล้อง การแขวนดิ่งนี้จะต้องสามารถปรับความยาวของสายดิ่งได้

4.2.1.2 ตั้งกล้องคล่อมหมุด ขยับขากล้องให้ปลายดิ่งใกล้เคียงกับหัวตะปูหรือที่หมายบนหมุด ถ้าฐานขากล้องเอียง ให้ขยับขากล้องขาใดขาหนึ่ง โดยขยับเป็นส่วนโค้งของวงกลมที่มีหมุดเป็นจุดศูนย์กลาง ขยับจนฐานของขากล้องได้ระดับโดยประมาณด้วยสายตา แล้วเหยียบขาตั้งกล้องให้แน่นทั้งสามขา

4.2.1.3 คลายควงยึดกล้องออกเล็กน้อย พอให้ขยับเลื่อนกล้องบนขาได้เท่านั้น อย่าให้ควงยึดหลุดจากตัวกล้อง แล้วขยับเลื่อนตัวกล้องบนฐานจนปลายดิ่งตรงกับหัวตะปูหรือเครื่องหมายบนหมุดจริง ขันควงยึดกล้องให้แน่น

สัปดาห์ที่ 16-17

4.2.1.4 ตั้งระดับกล้องเพื่อใช้งานต่อไป

4.2.2 การตั้งกล้องให้ตรงหมุดโดยใช้ที่มองหมุด มีวิธีการดังนี้

4.2.2.1 ตั้งกล้องคล่อมหมุดประมาณให้ศูนย์กลางของฐานของขากล้องตรงกับหมุดและได้ระดับโดยประมาณ การตั้งฐานขากล้องให้ได้ระดับ ทำได้ด้วยการขยับและ/หรือการยืดหดขากล้องตามความเหมาะสม

4.2.2.2 ตั้งระดับฟองกลมโดยการหมุนปรับควง 3 เส้า ให้ฟองระดับอยู่กึ่งกลางเรือนระดับ

4.2.2.3 มองผ่านที่มองหมุด หมุนปรับควงที่มองหมุดจนมองเห็นหัวตะปูหรือที่หมายบนหัวหมุดชัดเจน ถ้าจุดเป้าของที่มองหมุดใกล้เคียงกับหัวตะปูหรือที่หมายบนหัวหมุดแล้ว ให้เหยียบขากล้องจนแน่นพอประมาณทั้งสามขา แต่ถ้าจุดเป้าของที่มองหมุดห่างจากหัวตะปูหรือที่หมายบนหัวหมุดมาก ให้ขยับขากล้องใหม่เพื่อให้จุดเป้าของที่มองหมุดใกล้เคียงหัวตะปูหรือที่หมายบนหัวหมุด เมื่อขยับกล้องใหม่ จะต้องตั้งระดับฟองกลมและมองหัวหมุดใหม่ จนกว่าจุดเป้าของที่มองหมุดใกล้เคียงหัวตะปูหรือที่หมายบนหัวหมุดแล้วจึงเหยียบขากล้องให้แน่น

4.2.2.4 คลายควงยึดกล้องออกเล็กน้อย ขยับเลื่อนกล้องพร้อมกับมองผ่านที่มองหมุด จนกระทั่งจุดเป้าของที่มองหมุดตรงกับหัวตะปูหรือที่หมายบนหัวหมุด แล้วจึงขันควงยึดกล้องให้แน่น

4.2.2.5 ตั้งระดับฟองยาวจนฟองระดับอยู่กึ่งกลางหลอดระดับทุกตำแหน่งที่หมุนกล้อง

4.2.2.6 มองผ่านที่มองหมุดเพื่อตรวจสอบว่า จุดเป้าของที่มองหมุดยังคงตรงกับหัวตะปูหรือที่หมายบนหัวหมุดหรือไม่ ถ้าตรงแสดงว่ากล้องตรงหมุดและกล้องได้ระดับแล้วพร้อมที่จะใช้งานต่อไป

ถ้าจุดเป้าไม่ตรงกับหัวตะปูหรือที่หมายบนหัวหมุด ให้คลายควงยึดกล้องออกและขยับเลื่อนกล้อง (ตามข้อ 4.2.2.4) จนจุดเป้าของที่มองหมุดตรงกับหัวตะปูหรือที่หมายบนหัวหมุดแล้ว จึงขันควงยึดกล้องให้แน่น จากนั้นตั้งระดับฟองยาวแล้วตรวจสอบใหม่ (ตามข้อ 4.2.2.5 และ 4.2.2.6) จนกระทั่งจุดเป้าของที่มองหมุด ตรงกับหัวตะปูหรือที่หมายบนหัวหมุดและกล้องได้ระดับ

การฝึกตั้งกล้องให้ตรงหมุดนี้ ครั้งแรกจะทำได้ลำบากและใช้เวลามาก จะต้องฝึกฝนให้มากเพื่อให้เกิดความชำนาญ จนสามารถทำได้ในเวลาอันสั้น

4.3 การเล็งที่หมาย (Sighting)

การเล็งที่หมาย หมายถึง การส่องกล้องให้ตรงกับตำแหน่งที่ต้องการ เพื่อทำการวัดค่ามุมหรือเพื่อการอื่นใด ในการส่องวัดมุมราบนิยมใช้สามขาทิ้งดิ่งให้ตรงกับหมุดที่ต้องการวัดค่ามุม และเวลาวัดมุมจะใช้การส่องที่สายดิ่ง การเล็งที่หมายจะทำเมื่อตั้งกล้องตรงหมุดและตั้งระดับกล้องเรียบร้อยแล้ว มีขั้นตอนดังนี้

4.3.1 ตรวจสอบและคลายควงบังคับทั้งทางราบและทางดิ่ง หมุนกล้องส่องไปยังที่โล่ง หมุนควงปรับเลนส์ช่องตามอง จนกระทั่งมองเห็นสายใยของกล้องคมชัดที่สุด

4.3.2 หมุนกล้องส่องที่หมายโดยใช้ที่หมายเล็งของกล้องแบบเล็งปืน เมื่อตรงที่หมายแล้วให้ล็อกกล้องไว้ โดยการหมุนควงบังคับทางราบและควงบังคับทางดิ่ง ขณะนี้กล้องไม่สามารถหมุนหรือกระดกได้โดยอิสระ หากเผลอไปหมุนหรือกระดกกล้อง เกลียวของควงบังคับหรือส่วนประกอบอื่นอาจชำรุดเสียหาย ต่อไปจะล็อกกล้องไม่ได้

4.3.3 หมุนควงปรับระยะชัด เพื่อให้มองเห็นภาพของที่หมายชัดเจนที่สุด

4.3.4 หมุนควงสัมผัสทางราบและควงสัมผัสทางดิ่ง เพื่อส่ายกล้องให้จุดตัดของสายใยทับกึ่งกลางที่หมาย ในการวัดมุมราบจะใช้สายใยดิ่งเป็นหลัก และในการวัดมุมดิ่งจะใช้สายใยราบเป็นหลัก

สัปดาห์ที่ 16-17

4.3.5 ตรวจสอบและกำจัดภาพเหลื่อม (Parallax) ภาพเหลื่อมเกิดขึ้นเนื่องจากภาพของสายใยกล้องและภาพของที่หมายมีความชัดเจนไม่เท่ากัน การตรวจสอบทำได้โดยการส่ายศีรษะซ้าย - ขวา หรือผงกศีรษะขึ้น - ลง ในขณะที่ตามองที่หมายผ่านตัวกล้อง ถ้ามีภาพเหลื่อมสายใยกล้องกับที่หมายจะทับกันไม่สนิท หรือเคลื่อนที่สวนทางกัน เช่น การส่องสายดิ่ง สายใยดิ่งของกล้องกับสายดิ่งจะไม่ทับกันสนิทหรือเคลื่อนที่สวนทางกัน

การกำจัดภาพเหลื่อมทำได้โดยการหมุนปรับเลนส์ช่องตามอง และหมุนควงปรับระยะชัดจนกระทั่งเห็นภาพของสายใยกล้องและภาพของที่หมายคมชัดที่สุด และขณะที่ส่ายศีรษะภาพของสายใยกล้องและภาพของที่หมายอยู่นิ่ง หรือเคลื่อนที่ไปทางเดียวกันและซ้อนกันสนิท

4.4 การดูแลรักษากล้องวัดมุม

กล้องวัดมุมเป็นเครื่องมือที่มีราคาแพง ให้ความละเอียดถูกต้องในการปฏิบัติงานสูงแต่เป็นเครื่องมือที่ค่อนข้างบอบบาง อาจเกิดการชำรุดเสียหายและเกิดความคลาดเคลื่อนของส่วนประกอบต่าง ๆ ได้ง่าย ในการใช้งานจึงต้องมีการดูแลรักษาดีพอควร เพื่อให้กล้องมีอายุใช้งานยืนนานและปราศจากความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ การดูแลรักษากล้องวัดมุมมีแนวทางปฏิบัติ ดังนี้

4.4.1 การตั้งขากล้องจะต้องเหยียบขาให้แน่น เพื่อป้องกันการลื่นไถลหรือขากล้องขยับขณะใช้งาน ถ้าขากล้องที่ใช้เป็นแบบเลื่อนเข้า - ออก จะต้องขันควงยึดขาให้แน่นพอควร

4.4.2 การติดตั้งกล้องบนขาจะต้องขันควงยึดขากล้องให้แน่น

4.4.3 การตั้งกล้องพยายามหาที่ตั้งให้ห่างสิ่งที่อาจจะเป็นอันตรายต่อกล้อง เช่น หลีกเลี่ยงการตั้งกล้องบนทางเท้าที่มีคนเดินผ่านจำนวนมาก หรือสนามฟุตบอล เป็นต้น

4.4.4 อย่าปล่อยกล้องทิ้งไว้โดยไม่มีคนเฝ้า

4.4.5 ขณะปฏิบัติงานควรใช้ร่มบังแดดให้กล้อง เพราะถ้าตัวกล้องร้อนอาจจะเกิดความคลาดเคลื่อนได้

4.4.6 ไม่ควรใช้กล้องขณะที่ฝนตก ถ้าเก็บกล้องไม่ทันให้ใช้ถุงคลุมกล้องแล้วนำเข้าที่ร่ม ถ้ากล้องถูกน้ำหรือมีความชื้น จะทำให้เกิดเชื้อรากล้องจะเสียหายได้

4.4.7 ขณะส่องกล้องอย่าจับต้องส่วนที่ไม่ได้ใช้ และระวังอย่าโดนขากล้องเพราะอาจทำให้กล้องเคลื่อนตัว เสียเวลาในการตั้งกล้องและส่องวัดใหม่

4.4.8 ไม่ควรให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องมาจับต้องหรือหมุนกล้องเล่น เพราะอาจทำให้กล้องชำรุดเสียหายได้

4.4.9 หลีกเลี่ยงการตั้งกล้องในที่มีฝุ่นมาก ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้และต้องตั้งกล้องเป็นเวลานานให้ใช้ถุงพลาสติกคลุมกล้องไว้ในขณะที่ไม่ใช้

4.4.10 ถ้ามีฝุ่นจับที่เลนส์ให้ใช้แปรงขนอ่อนปัดฝุ่นออกให้หมด แล้วใช้ผ้าที่อ่อนนุ่มลูบเบา ๆ ถ้าจำเป็นให้ใช้ปากอังให้เลนส์มีความชื้นก่อน

4.4.11 การขนย้ายกล้องระหว่างปฏิบัติงาน ให้คลายควงบังคับกล้องแล้วรวบขา แบกกล้องขึ้นบ่าโดยให้ตัวกล้องอยู่ด้านหน้า ใช้แขนข้างหนึ่งจับตัวกล้องไว้ด้วย

4.4.12 การขนย้ายกล้องเป็นระยะทางไกล ให้ใส่กล้องไว้ในกล่องแล้วหิ้วไป ถ้าขนย้ายทางรถยนต์ ให้วางกล้องไว้บนเบาะหรือตัก ควรตรวจดูสายหิ้วและข้อต่อต่าง ๆ ว่าชำรุดหรือไม่เพราะอาจเกิดอุบัติเหตุกล้องตกได้

4.4.13 เมื่อปฏิบัติงานเสร็จแล้ว ให้เอาแปรงขนอ่อนปัดฝุ่นออกจากตัวกล้องให้หมด เอาตัวกล้องวางไว้จนคลายความร้อนแล้วจึงใส่กล่อง

4.4.14 การเก็บกล้องในสำนักงานควรเก็บในตู้โดยเปิดฝากล่องใส่กล้องไว้ด้วย

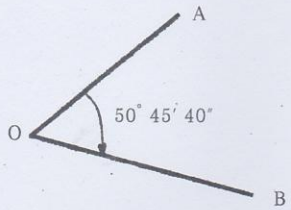
สัปดาห์ที่ 16-17

5. การวัดมุมราบ

การวัดมุมราบด้วยกล้องวัดมุมมีหลายวิธี ขึ้นกับลักษณะของงานและความละเอียดที่ต้องการ เช่น การวัดมุมราบแบบวัดทิศทาง (Direction Method) การวัดมุมทบ (Repeatition Method) การวัดภาคของทิศ (Azimuth Method) และการวัดมุมเห (Deflection Angle) เป็นต้น ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการวัดมุมราบแบบวัดทิศทางและการวัดภาคของทิศ เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาและการปฏิบัติงานต่อไป

การวัดมุมราบโดยทั่วไปนิยมวัดด้วยกล้องทั้งหน้าซ้ายและหน้าขวา ซึ่งจะได้ค่ามุมที่ถูกต้องดีกว่าการวัดด้วยกล้องเพียงหน้าเดียว ทั้งยังเป็นการตรวจสอบความผิดพลาดในการวัดมุมไปในตัว เพราะค่าของมุมที่ได้จากการวัดด้วยกล้องหน้าซ้ายและหน้าขวาควรใกล้เคียงกัน ถ้าค่าแตกต่างกันมากแสดงให้เห็นได้ว่า มีความคลาดเคลื่อนในการวัดมุม จะต้องทำการวัดใหม่

5.1 การวัดมุมราบแบบวัดทิศทาง



รูปที่ 6-8 การวัดมุมราบ

ตามรูปที่ 6 - 8 ต้องการวัดมุม AOB สมมุติค่าประมาณ 50° 45′ 40″ มีขั้นตอนการวัดมุมดังนี้

5.1.1 ตั้งกล้องวัดมุมให้ตรงหมุด O และตั้งระดับกล้อง ตั้งสามขาแขวนดิ่งให้ตรงหมุด A และหมุด B

5.1.2 เริ่มต้นวัดมุมด้วยการใช้กล้องหน้าซ้ายส่องที่หมาย A อ่านค่าจานองศาราบเป็นกล้องหน้าซ้ายครั้งที่ 1 หรือ L_1 การเริ่มส่องที่หมุด A นี้อาจจะตั้งค่า 0° ไว้ที่หมุด A ด้วยก็ได้ ถ้าตั้งค่า 0° ที่หมุด A จะช่วยให้การคำนวณหรือการตรวจสอบค่าทำได้สะดวกขึ้น ตามตัวอย่างนี้จะเริ่มด้วยการตั้งค่า 0° ที่หมุด A ดังนั้นค่า L_1 = 0° 00′ 00″

5.1.3 หมุนกล้องส่องที่หมาย B กล้องยังคงเป็นหน้าซ้าย อ่านค่าจานองศาราบ สมมุติอ่านค่าได้ L_2 = 50° 45′ 20″

5.1.4 กลับกล้องเป็นหน้าขวา หมุนกล้องส่องที่หมาย A อ่านค่าจานองศาราบ จะได้ R_1 สมมุติ = 179° 59′ 40″

5.1.5 หมุนกล้องส่องที่หมาย B กล้องยังคงเป็นหน้าขวา อ่านค่าจานองศาราบ จะได้ R_2 สมมุติ = 230° 45′ 40″

5.1.6 คำนวณค่ามุมราบ ซึ่งจะได้ค่ามุมจากกล้องหน้าซ้าย 1 ค่า และจากกล้องหน้าขวาอีก 1 ค่า นำมาเฉลี่ยกัน จะเป็นค่ามุมราบที่ต้องการ

$\Delta_1 = L_2 - L_1$

$= (50° 45′ 20″ - 0° 00′ 00″) = 50° 45′ 20″$

$\Delta_2 = R_2 - R_1$

$= (230° 45′ 40″ - 179° 59′ 00″) = 50° 46′ 00″$

ค่ามุมที่ต้องการ $\Delta = 50° 45′ 40″$

ในการคำนวณค่ามุมจะต้องเอาค่า L_2 หรือ R_2 เป็นตัวตั้งเสมอ ถ้าค่า L_2 หรือ R_2 น้อยกว่า L_1 หรือ R_1 ให้เอา 360° บวกเข้ากับค่า L_2 หรือ R_2 ก่อนแล้วจึงเอา L_1 หรือ R_1 ไปลบ

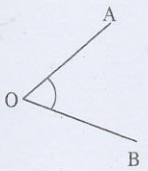
อนึ่งค่ามุมที่วัดได้โดยปกติจะเป็นมุมที่นับจากที่หมายเล็งครั้งแรก (หมุด A) เวียนตามเข็มนาฬิกาจนถึงที่หมายเล็งครั้งที่สอง (หมุด B)

สัปดาห์ที่ 16-17

5.1.7 การจดสมุดสนาม ในการวัดมุมราบจะต้องมีการจดค่าต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ ให้ถูกต้องและเป็นระเบียบ มิฉะนั้นถ้าทำการวัดมุมราบจำนวนมาก อาจทำให้สับสนจนเกิดความผิดพลาดขึ้นได้

ตัวอย่างการจดสมุดสนามและการคำนวณค่ามุมราบ

โครงการ	วันที่...../...../.....
หัวหน้ากลุ่ม.....ผู้ส่อง.....ผู้จด	ลักษณะอากาศ .....
ผู้วัดระยะ 1.....2	.....

ที่ตั้งกล้อง	ที่หมายเล็ง	ค่าที่อ่านได้				มุมราบ			หมายเหตุ
		L/R	°	′	″	°	′	″	
O	A	L_1	0	00	00				
	B	L_2	50	45	20	50	45	20	
	A	R_1	179	59	40				
	B	R_2	230	45	40	50	46	00	
มุมราบเฉลี่ย						50	45	40	

5.2 การวัดภาคของทิศ

ในงานสำรวจโดยทั่วไป จะวัดค่ามุมภาคของทิศของเส้นสำรวจแรกออก เพื่อใช้ทิศเหนือเป็นแนวอ้างอิง ทิศเหนือในที่นี้หมายถึงทิศเหนือแม่เหล็ก ซึ่งหาได้โดยอาศัยเข็มทิศประกอบกล้องวัดมุม การตั้งทิศเหนือนี้จะตั้งค่าจานองศาราบให้เป็น 0° ด้วยหรือไม่ก็ได้ ถ้าตั้งค่าจานองศาราบเป็น 0° จะคำนวณค่าภาคของทิศได้สะดวก กล้องวัดมุมระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่อ่านค่าเป็นตัวเลข ตั้ง 0° ได้โดยการกดปุ่มสำหรับตั้ง 0° ซึ่งทำได้สะดวกมาก ส่วนกล้องที่เป็นระบบแสง ถ้าปฏิบัติได้จนชำนาญก็สามารถตั้ง 0° ได้รวดเร็วเช่นกัน ในที่นี้จะแนะนำการตั้ง 0° ที่ทิศเหนือโดยแบ่งตามชนิดของกล้องดังนี้

5.2.1 กล้องระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่อ่านค่าเป็นตัวเลข และกล้องประมวลผลรวม มีลำดับขั้นดังนี้

5.2.1.1 เมื่อตั้งกล้องตรงหมุดและตั้งระดับกล้องเรียบร้อยแล้ว นำเข็มทิศประกอบเข้ากับกล้อง และคลายควงบังคับเข็มทิศ เพื่อให้เข็มทิศหมุนได้โดยอิสระ

5.2.1.2 ใช้กล้องหน้าซ้าย หมุนตัวกล้องจนกระทั่งเข็มทิศเข้าใกล้ ขีดแสดงทิศเหนือหรือค่าของเข็มทิศอ่านได้ใกล้เคียง 0° (แล้วแต่ชนิดของเข็มทิศ) แล้วหมุนควงบังคับยึดกล้องไว้

5.2.1.3 ใช้ควงสัมผัสทางราบหมุนส่ายกล้อง จนกระทั่งเข็มทิศตรงกับขีดแสดงทิศเหนือหรือค่าของเข็มทิศอ่านได้ 0° พอดี ขณะนี้กล้องจะส่องไปยังทิศเหนือแม่เหล็ก

5.2.1.4 เปิดสวิตช์กล้อง ค่าของจานองศาราบจะเป็น 0° หรือถ้าสวิตช์ของกล้องเปิดอยู่ก่อนแล้ว ให้กดปุ่มตั้ง 0° ตามวิธีการของกล้องนั้น ๆ ค่าของจานองศาราบก็จะเป็น 0° ซึ่งขณะนี้กล้องส่องไปยังทิศเหนือ และค่าของจานองศาราบเป็น 0°

5.2.2 กล้องวัดมุมชนิดที่อ่านค่าโดยใช้ระบบแสง มีลำดับขั้นดังนี้

5.2.2.1 เมื่อตั้งกล้องตรงหมุดและตั้งระดับกล้องแล้ว นำเข็มทิศประกอบเข้ากับกล้อง คลายควงบังคับเข็มทิศ เพื่อให้เข็มทิศหมุนได้โดยอิสระ

สัปดาห์ที่ 16-17

5.2.2.2 การตั้งศูนย์จานองศาราบ

1) กรณีที่กล้องวัดมุมมีระบบควงบังคับทางราบตัวเดียว ใช้กล้องหน้าซ้าย หมุนตัวกล้องพร้อมทั้งอ่านค่าจานองศาราบ จนกระทั่งค่าจานองศาราบใกล้เคียง 0° จึงหมุนควงบังคับทางราบเพื่อยึดกล้องไว้ แล้วหมุนควงสัมผัสทางราบจนกระทั่งค่าจานองศาราบเป็น 0° พอดีแล้วใช้ระบบบังคับจานองศาเพื่อบังคับให้จานองศาหมุนตามตัวกล้อง จะทำให้ค่าจานองศาราบเป็น 0° เสมอ

2) กรณีที่กล้องวัดมุมมีระบบควงบังคับทางราบ 2 ตัว เมื่อหมุนกล้องจนค่าจานองศาราบใกล้เคียง 0° แล้ว ให้ใช้ควงบังคับตัวบนยึดกล้องไว้ และใช้ควงสัมผัสตัวบนหมุนปรับจนกระทั่งค่าของจานองศาราบเป็น 0° พอดี

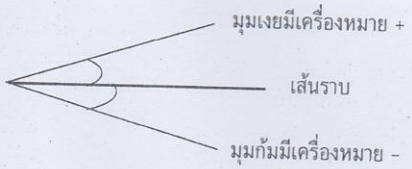
5.2.2.3 การตั้งทิศเหนือ

1) กรณีที่กล้องวัดมุมมีระบบควงบังคับทางราบตัวเดียว เมื่อล็อกจานองศาแล้ว ให้ควงบังคับทางราบแล้วหมุนตัวกล้องจนกระทั่งเข็มทิศใกล้เคียงกับขีดแสดงทิศเหนือ หรือค่าของเข็มทิศอ่านได้ใกล้เคียง 0° แล้วหมุนควงบังคับยึดกล้องไว้ จากนั้นใช้ควงสัมผัสทางราบหมุนปรับจนกระทั่งเข็มทิศตรงกับขีดแสดงทิศเหนือ หรือค่าของเข็มทิศอ่านได้ 0° พอดี ขณะนี้กล้องจะส่องไปยังทิศเหนือ (กล้องหน้าซ้าย) และค่าของจานองศาราบเป็น 0°

2) กรณีที่กล้องวัดมุมมีระบบควงบังคับทางราบ 2 ตัว ให้คลายควงบังคับทางราบตัวล่างออก แล้วหมุนตัวกล้องจนกระทั่งเข็มทิศใกล้เคียงกับขีดแสดงทิศเหนือ หรือค่าของเข็มทิศใกล้เคียง 0° แล้วหมุนควงบังคับทางราบตัวล่างยึดกล้องไว้ จากนั้นหมุนควงสัมผัสทางราบตัวล่างหมุนส่ายกล้องจนกระทั่งเข็มทิศตรงกับขีดแสดงทิศเหนือ หรือค่าของเข็มทิศอ่านได้ 0° พอดี ขณะนี้กล้องจะส่องไปยังทิศเหนือและค่าของจานองศาราบเป็น 0° ถ้าต้องการวัดภาคของทิศก็ให้คลายควงบังคับทางราบตัวบน หมุนกล้องส่องที่หมายที่ต้องการ ซึ่งในตอนนี้จะต้องระวังใช้เฉพาะควงบังคับทางราบและควงสัมผัสทางราบตัวบนเท่านั้น ถ้าเผลอไปใช้ควงบังคับทางราบและควงสัมผัสตัวล่าง ค่าภาคของทิศที่วัดได้จะคลาดเคลื่อน

6. การวัดมุมดิ่ง (Vertical Angle)

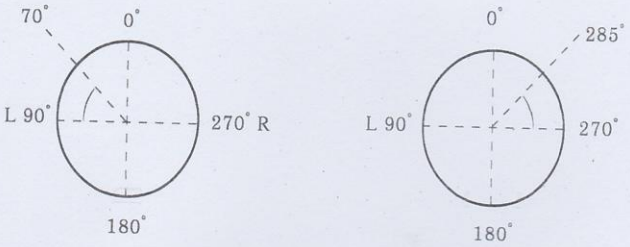
มุมดิ่ง คือ ค่ามุมที่อยู่ในพื้นดิ่ง (Vertical Plane) ที่นับเนื่องจากเส้นราบ ซึ่งมีทั้งมุมเงย (Elevation Angle) และมุมก้ม (Depression Angle)



รูปที่ 6 – 9 มุมดิ่ง

ตามปกติแล้วจานองศาดิ่งของกล้องวัดมุมแบบธีโอโดไลท์ จะอ่านได้ 0° เมื่อเลนส์ปากกล้องชี้ขึ้นด้านบนในแนวดิ่ง จะอ่านได้ 90° เมื่อกล้องอยู่ในแนวราบและเป็นกล้องหน้าซ้าย ถ้ากล้องชี้ลงด้านล่างในแนวดิ่งค่าของจานองศาดิ่งจะอ่านได้ 180° เมื่อกล้องเป็นหน้าขวาและอยู่ในแนวราบ ค่าของจานองศาดิ่งจะเป็น 270° ดังนั้นเมื่อทำการวัดมุมดิ่ง เมื่ออ่านค่าจานองศาดิ่งจากกล้องแล้ว จะต้องนำมาคำนวณหามุมดิ่งที่ต้องการ

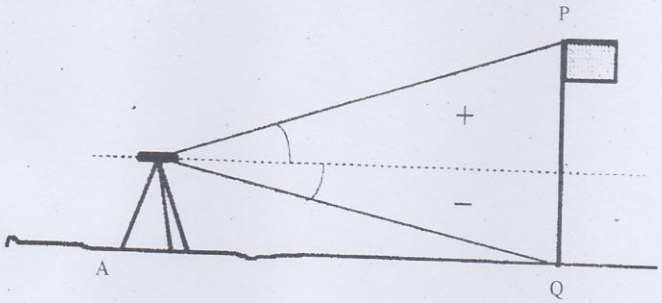
สัปดาห์ที่ 16-17



รูปที่ 6 – 10 การคำนวณค่ามุมดิ่ง

ตามรูปที่ 6 - 10 (ก) ค่ามุมดิ่งเมื่อวัดด้วยกล้องหน้าซ้าย จะมีค่า = 90° - 70° = + 20° และตามรูป (ข) ค่าของมุมดิ่งเมื่อวัดด้วยกล้องหน้าขวาจะมีค่า = 285° - 270° = + 15° หรืออาจสรุปได้ว่า เมื่อวัดด้วยกล้องหน้าซ้าย มุมดิ่งจะเท่ากับ 90° - ค่ามุมที่อ่านได้ และเมื่อวัดด้วยกล้องหน้าขวามุมดิ่งจะเท่ากับ ค่ามุมที่อ่านได้ - 270°

การวัดมุมดิ่งอาจทำได้ 2 แบบใหญ่ ๆ คือ การวัดมุมดิ่งโดยใช้สายใยกลางเส้นเดียว ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้งานโดยทั่ว ๆ ไป และการวัดมุมดิ่งแบบใช้สายใย 3 สายใย ใช้ในกรณีที่ต้องการความละเอียดถูกต้องมากขึ้น การวัดมุมดิ่งทั้ง 2 แบบ จะต้องส่องวัดทั้งกล้องหน้าซ้ายและหน้าขวา แล้วหาค่าเฉลี่ยสำหรับในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการวัดแบบสายใยกลางสายใยเดียวเท่านั้น



รูปที่ 6 – 11 การวัดมุมดิ่ง

ตามรูปที่ 6 - 11 การวัดมุมดิ่งที่ยอดเสาธง P สมมุติค่ามุมเงยประมาณ 20° ทำได้ดังนี้

6.1 ตั้งกล้องให้ตรงหมุด A และตั้งระดับกล้องให้เรียบร้อย

6.2 เริ่มด้วยการใช้กล้องหน้าซ้ายส่องจุด P (โดยใช้สายใยกลางทาบให้ตรงจุด P) อ่านค่ามุมดิ่งสมมุติได้ L 70° 00′ 10″

6.3 กลับกล้องเป็นหน้าขวา ส่องจุด P อ่านค่ามุมดิ่ง สมมุติได้ R 290° 00′ 10″

6.4 คำนวณค่ามุมดิ่งที่ต้องการ

สัปดาห์ที่ 16-17

ตัวอย่างการจดสมุดสนามและการคำนวณค่ามุมดิ่ง

โครงการ	วันที่...../...../.....
หัวหน้ากลุ่ม.....ผู้ส่อง.....ผู้จด	ลักษณะอากาศ .....
ผู้วัดระยะ 1.....2	.....

ที่ตั้งกล้อง	ที่หมายเล็ง	ค่าที่อ่านได้				มุมดิ่ง				มุมดิ่งเฉลี่ย				หมายเหตุ
		L/R	°	′	″	+/-	°	′	″	+/-	°	′	″	
A	P	L	70	00	10	+	19	59	50					
	P	R	290	00	10	+	20	00	00	+	20	00	00	

ส่วนการวัดมุมดิ่งที่โคนเสาธง Q ก็ทำได้โดยวิธีเดียวกัน

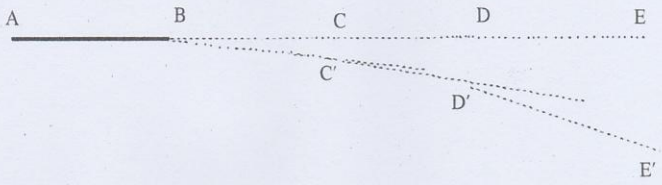
7. การวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุม

การวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุม ส่วนใหญ่จะใช้ในการสำรวจเพื่อออกแบบ และการสำรวจเพื่อก่อสร้างทางหลวง ทางรถไฟ คลองส่งน้ำ และท่อระบายน้ำ เป็นต้น ซึ่งเป็นการสำรวจเพื่อกำหนดแนวเส้นศูนย์กลาง (Center Line) ของสิ่งก่อสร้างเหล่านั้น

การวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุมทำได้หลายวิธี เช่น

7.1 การเล็งต่อแนว

ต้องการวางแนวเส้นตรงจาก AB ไปจนถึงจุด E ทำได้โดยตั้งกล้องที่จุด A ให้เรียบร้อย ส่องกล้องไปยังจุด B แล้วล็อกกล้องทางราบไว้ จากนั้นกระดกกล้องขึ้นส่องเล็งต่อไปยังจุด C



รูปที่ 6 – 12 การวางแนวเส้นตรงด้วยกล้องวัดมุม

แล้วตอกหมุดทำเครื่องหมายไว้ ย้ายกล้องไปตั้งที่จุด B ส่องไปยังจุด C และกระดกกล้องส่องต่อไปยังจุด D จากนั้นย้ายกล้องไปตั้งที่จุด D และส่องเล็งต่อไปยังจุด E จะได้แนวเส้นตรง ABCDE การวางแนวเส้นตรงวิธีนี้มีข้อบกพร่องคือ ถ้ากล้องวัดมุมมีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากแกนกล้องไม่ตั้งฉากกับแกนราบ แนว ABCDE จะมีความคลาดเคลื่อน กล่าวคือไม่อยู่ในแนวเส้นตรงจริง อาจจะเบนไปเป็นแนว ABC′ D′ E′

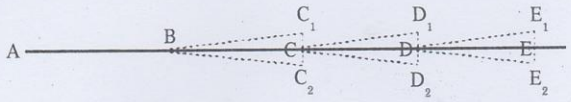
7.2 การวางแนวเส้นตรงโดยใช้กล้องหน้าเดียว

จากรูปที่ 6 – 12 ในข้อ 7.1 ต้องการต่อแนวเส้นตรง ABCDE เช่นกัน เริ่มทำได้โดยการตั้งกล้องที่จุด B ใช้กล้องหน้าซ้ายส่องเล็งไปที่จุด A ล็อกกล้องทางราบไว้ แล้วกระดกกล้องกลับ (Plunge) เป็นหน้าขวา ส่องเล็งไปยังจุด C ให้ทำเครื่องหมายไว้ ย้ายกล้องไปตั้งที่จุด C ใช้กล้องหน้าซ้ายส่องจุด B แล้วกระดกกล้อง

สัปดาห์ที่ 16-17

กลับไปส่องจุด D ให้ทำเครื่องหมายไว้ แล้วย้ายกล้องไปตั้งที่จุด D ส่องต่อไปยังจุด E โดยวิธีเดียวกัน จะได้แนวเส้นตรง ABCDE การวางแนวเส้นตรงวิธีนี้มีข้อบกพร่องเช่นเดียวกับวิธีแรก กล่าวคือถ้ากล้องมีความคลาดเคลื่อนแนว ABCDE จะไม่เป็นแนวเส้นตรง

7.3 การต่อแนวเส้นตรงโดยวิธี Double Centering



รูปที่ 6 – 13 การวางแนวเส้นตรงโดยวิธี Double Centering

ต้องการต่อแนว AB เป็นเส้นตรง เริ่มโดยการตั้งกล้องที่จุด B ใช้กล้องหน้าซ้ายส่องจุด A กระดกกล้องกลับเป็นหน้าขวาส่องไปที่จุด C_1 ทำเครื่องหมายไว้ จากนั้นใช้กล้องหน้าขวาส่องที่จุด A กระดกกล้องกลับเป็นหน้าซ้ายส่องไปที่จุด C_2 ถ้ากล้องที่ใช้ปราศจากความคลาดเคลื่อน และการปฏิบัติงานเป็นไปอย่างประณีต จุด C_2 จะทับกับจุด C_1 แต่ถ้ากล้องมีความคลาดเคลื่อน จุด C_1 และจุด C_2 จะไม่ทับกัน ให้ใช้ไม้บรรทัดวัดระยะระหว่างจุด C_1 C_2 แล้วแบ่งครึ่ง ก็จะได้ตำแหน่งของจุด C ซึ่งเป็นแนวเส้นตรงเดียวกับแนว AB แต่ถ้าระยะ C_1 C_2 ห่างกันเกิน 3 เซนติเมตรในระยะทาง 400 เมตร แสดงว่ากล้องที่ใช้มีความคลาดเคลื่อนมาก จะต้องตรวจสอบและปรับแก้ก่อนนำไปใช้งานต่อไป

ส่วนจุด D และจุดต่อ ๆ ไปก็กำหนดได้โดยวิธีเดียวกัน

กิจกรรมเสนอแนะ (สัปดาห์ที่ 16-17)

1. ให้นักเรียนฝึกตั้งกล้องวัดมุม โดยกำหนดเวลา 3 นาที (ถ้าเลยเวลาให้เริ่มทำใหม่ตั้งแต่ขั้นตอนแรก) ฝึกเป็นรายบุคคล (สัปดาห์ 16)

2. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ให้ทำการวางแนวเส้นตรงโดยใช้กล้องหน้าเดียว (สัปดาห์ 17)