

**การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการกำหนดตำแหน่ง Segment ฟันรางรถไฟไฟฟ้า
ในตำแหน่งทางโค้งโดยใช้พิกัดฉากกับคอร์ด
(Comparing Study for the methods to specify segment positions on curve
between using rectangular coordinate and chord)**

พรชนิตว์ มูลอักษร¹ ผศ.อาทร จูปราง²

¹นิสิตปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร

²อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ

เขตสาทร กรุงเทพมหานคร

E-mail: ¹big_clash_nam@hotmail.com, ²arthornju@ymail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอเกี่ยวกับผลการศึกษาเปรียบเทียบการกำหนดตำแหน่งของ Segment เพื่อรองรับรถไฟไฟฟ้าในช่วงทางโค้งโดยใช้พิกัดฉากกับคอร์ด เพื่อหาวิธีที่สะดวก รวดเร็วและมีความถูกต้อง โดยดำเนินการศึกษาวิธีการทำงาน ขั้นตอน การกำหนดตำแหน่ง อุปกรณ์ บุคลากร ที่ใช้ในการทำงานและระยะเวลาในการปฏิบัติงานในแต่ละวิธี โดยปฏิบัติงานในภาคสนาม พร้อมเก็บข้อมูล เพื่อมาวิเคราะห์เปรียบเทียบวิธีการให้ตำแหน่งในแต่ละวิธีว่ามีความเหมาะสมกับการปฏิบัติงานอย่างไร จากผลการศึกษา พบว่า เมื่อทำการเปรียบเทียบการกำหนดตำแหน่งของ Segment ในช่วงทางโค้งโดยใช้พิกัดฉากกับคอร์ด วิธีการใช้พิกัดในการกำหนดตำแหน่งนั้นใช้ระยะเวลานานในการทำงาน และเกิดความผิดพลาดสูงในขณะจัดชิ้นงานหล่อสำเร็จ ส่วนการใช้วิธีคอร์ดในการกำหนดตำแหน่งเป็นวิธีที่ใช้ระยะเวลาไม่นานในการทำงานและมีขั้นตอนที่ไม่ซับซ้อนมาก และสามารถกำหนดตำแหน่งเพื่อขจัดความผิดพลาดที่เกิดจากชิ้นงาน วิธีคอร์ดจึงเหมาะกับการจัดชิ้นงานที่หล่อสำเร็จรูป

Abstract

This paper presents the results of a comparative study of the placement of electric Segment for the curve using the rectangular coordinate to the chord. To find a convenient way. Fast and accurate. By the study of the process of positioning equipment and personnel used in the performance period, the performance of the methods. By practitioners in the field. And storage . To a comparative analysis of methods for position in each way that is appropriate to the performance, however .The study found that when comparing the position of the curve by using Segment coordinate with chords. How to use the coordinates to determine the position in the long times. And the high error while the precast pieces. The method used to determine the position of the chord is a long time in the works and is not a very complicated process and can be positioned to eliminate errors resulting from the work piece. Chord method is suitable for the work that I finished.

1. บทนำ

การศึกษาวิจัยการกำหนดตำแหน่ง Segment เพื่อรองรับแรงรถไฟฟ้าในช่วงทางโค้ง ต้องใช้เวลาในการทำงานมาก ถ้าต้องการลดเวลาในการทำงานลง ควรจะต้องหาวิธีในการทำงานแบบใหม่ขึ้นมา ซึ่งจากเดิมเป็นการวาง Segment ด้วยวิธีของคอร์ด ถ้าเราหาวิธีการอื่นมาทำการเปรียบเทียบกับวิธีคอร์ดจะดีกว่าหรือไม่ จึงมีความคิดว่าจะต้องทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการกำหนดตำแหน่งของ Segment พื้นแรงรถไฟฟ้าในตำแหน่งทางโค้งโดยใช้พิกัดจากกับคอร์ด ว่าวิธีใดที่เหมาะสมในการกำหนดตำแหน่ง Segment ได้สะดวกรวดเร็วและมีความถูกต้อง

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบวิธีการกำหนดตำแหน่งของ Segment พื้นแรงรถไฟฟ้าในตำแหน่งทางโค้งโดยใช้พิกัดจากกับคอร์ด

3. ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาการกำหนดตำแหน่ง Segment ทางโค้งโดยใช้พิกัดจากกับคอร์ด
2. พื้นที่การศึกษา โครงการก่อสร้างรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน (บางซื่อ – ท่าพระ)

4. กระบวนการ แนวคิดการดำเนินงาน

1. ศึกษาบทความงานวิจัยเกี่ยวกับการกำหนดตำแหน่งของ Segment
2. ศึกษาทางโค้งโดยใช้พิกัดจากกับคอร์ด
3. ศึกษาวิธีการติดตั้ง Segment ของแรงรถไฟฟ้า
4. ทำการวาง Segment ในทางโค้ง ด้วยวิธีพิกัดจากและคอร์ด
5. สรุปผล

5. ขั้นตอนการศึกษา

- การศึกษาขั้นตอนการกำหนดตำแหน่งด้วยวิธีพิกัดจาก

เนื่องจากพื้นที่ในการศึกษาไม่มีการใช้วิธีพิกัดจากในการกำหนดตำแหน่ง Span Erection แรงรถไฟฟ้าแต่ละใช้เฉพาะในการกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน (Pier Head) เท่านั้น

1. ขั้นตอนการติดตั้งชิ้นงาน (Pier Head) ด้วยวิธีพิกัดจาก

- 1) ทำการยกชิ้นงาน เพื่อติดตั้งตำแหน่งชิ้นงาน (Pier Head) โดยวิธีการปรับค่าระดับและปรับตำแหน่งของชิ้นงานให้ได้ตามที่ออกแบบเอาไว้

1.1) วิธีการปรับค่าระดับ

- 1.1.1) ถ่ายค่าระดับ หมด BM จากด้านล่าง ที่ทราบค่าระดับขึ้นไปยังหัวเสา เพื่อสร้างหมุดระดับสำหรับการทำงานด้านบน

- 1.1.2) ตั้งกล้องระดับบนหัวเสาส่องกล้องอ่านค่าไม้หลัง (Back Sight = B.S) ไปยังหมุดระดับที่มีค่าระดับคงที่ (BM) ที่ถ่ายค่าระดับไว้จะได้ความสูงกล้อง ณ. ขณะนั้น

- 1.1.3) ทำการปรับค่าระดับชิ้นงาน (Pier Head) ให้ได้ตามแบบที่ได้รับการอนุมัติ

- 1.2.1) ทำการตั้งกล้องวัดมุม (Total station) บนหมุด Control ที่สามารถตรวจสอบชิ้นงานได้ ทำการส่องกล้องไปที่เป้า (Back Sight = B.S) และส่องกล้องไปที่เป้า (Fore sight = F.S) ไปยังหมุดที่ทราบค่าพิกัด

- 1.2.2) ทำการตรวจสอบค่าพิกัดบนชิ้นงานจากแบบที่ได้รับการอนุมัติ

- 1.2.3) ทำการปรับตำแหน่งชิ้นงาน (Pier Head) ให้ได้ตามแบบที่ได้รับการอนุมัติ

- การศึกษาขั้นตอนการกำหนดตำแหน่งด้วยวิธีคอร์ด

2. ขั้นตอนการติดตั้ง Segment (Erection segment full span) ด้วยวิธีคอร์ด

- 1) ติดตั้งชิ้นงาน (Pier Head) บนเสา โดยวิธีการปรับค่าระดับและปรับตำแหน่งของชิ้นงานให้ได้ตามที่ออกแบบเอาไว้จากนั้น ติดตั้งชิ้นงาน (Pier Head) ทั้งสองฝั่งช่วงที่ต้องการจัด Span Erection โดยในขั้นตอนนี้จะจัดด้วยวิธีพิกัดจาก เนื่องจากเราสามารถกำหนดตำแหน่งของชิ้นงาน โดยให้ที่ติดตั้งขยับชิ้นงาน ไปตามตำแหน่งที่ให้ไว้ (Center Line) ค่าความผิดพลาดให้อยู่ในที่กำหนดตามแบบคู่สัญญา

2) ยกชิ้นส่วนคอนกรีต (Segment) ขึ้นมาไว้เพื่อเตรียมการจัด Span โดยเหลือช่วง 1 Segment เพื่อทำให้เกิดการจัด Span ได้ง่ายขึ้น

3) เริ่มทำการจัด Segment โดยการปรับระดับชิ้นงานคอนกรีต (Adjust Elevation)

3.1) ถ่ายค่าระดับจากหมุด BM มายังจุดที่ทำการจัด Span Segment โดยตั้งกล้องที่สามารถปรับค่าระดับหมุดอ้างอิงบนตัว Segment ได้ทุกจุด

3.2) เมื่อได้ค่าระดับหมุดระดับที่มีค่าระดับคงที่ (BM) แล้วตั้งกล้องระดับและส่องกล้องอ่านค่าไม้หลัง (Back Sight = B.S) ที่หมุดระดับที่มีค่าระดับคงที่ (BM) ที่ทำการถ่ายระดับมา จากนั้นคำนวณค่า Hi

3.3) ทำการปรับค่าระดับหมุดอ้างอิงบนตัว Segment ให้ได้จากค่าระดับตามแบบที่ได้รับการอนุมัติแล้ว

4) ทำการตรวจสอบตำแหน่งแนวจากจุดศูนย์กลาง Segment (หมุด Hair Pin) โดยใช้กล้องวัดมุม (Total station)

4.1) ตั้งกล้องวัดมุม (Total station) ที่จุดอ้างอิงศูนย์กลางของชิ้นงาน (หมุด Hair Pin) ที่อยู่บนหัวเสาของจุดเริ่มการจัด Span ที่ทำการปรับชิ้นงานไว้แล้ว

4.2) ทำการส่องกล้องอ่านค่าไม้หลัง (Back Sight = B.S) ไปยังจุดอ้างอิงศูนย์กลางของชิ้นงาน (หมุด Hair Pin) บนหัวเสาของจุดปลายช่วงการจัด Span ที่ทำการปรับชิ้นงานไว้แล้ว

4.3) ทำการลือกล้องวัดมุม (Total station) ที่ค่าไม้หลัง (Back Sight = B.S) ไปยังจุดปลายของช่วงจะได้เส้นสมมติ (Center Line) ในช่วงการจัด Span Erection

4.4) ทำการจัดแนว Segment ตามค่าระยะที่ออกจากเส้นสมมติที่ได้ออกแบบไว้ในแบบที่ได้รับการอนุมัติ

3.3 สาเหตุที่ก่อให้เกิดอุปสรรคต่อการกำหนดตำแหน่งชิ้นงานด้วยวิธีที่กล่าวมา

1) ขั้นตอนในการติดตั้ง

1.1) มีขั้นตอนในการติดตั้งชิ้นงานซับซ้อนและยุ่งยากในการติดตั้งชิ้นงานในแต่ละชั้น

2) ชิ้นงาน

2.1) มีความผิดพลาดของชิ้นงานหล่อสำเร็จรูปเนื่องจากชิ้นงานมีขนาดใหญ่หรือเล็กกว่าไม่เป็นไปตามที่ออกแบบไว้ ทำให้การกำหนดตำแหน่งเป็นไปได้ยากลำบาก ทั้งนี้ถ้าสามารถปรับค่าระดับและตำแหน่งได้จะทำให้ Shear Key ไม่สามารถประกอบเข้ากันได้ เนื่องจากการปรับตำแหน่งชิ้นงานที่ผิดพลาดจากการออกแบบ

2.2) มีความผิดพลาดจากการฝังหมุด Hair Pin และหมุดอ้างอิง หากใช้ในการกำหนดตำแหน่ง จะมีผลต่อการปรับระดับ

3) บุคคล

3.1) มี Error จากบุคคลที่ถือเป่าส่อในการกำหนดตำแหน่งสูง

6. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

6.1 ผลการทดลอง

ตารางที่ 6.1 ผลการทดลองเปรียบเทียบการกำหนดตำแหน่งโดยใช้พิคคาลากและคอร์คในด้านขั้นตอนการปฏิบัติงาน

การกำหนดตำแหน่งก่อสร้างโดยใช้พิคคาลาก	การกำหนดตำแหน่งก่อสร้างโดยวิธีคอร์ค
<p>การปรับค่าพิคคาลากของชิ้นงาน มีขั้นตอนดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ยกชิ้นงาน (Segment) เพื่อทำการปรับค่าระดับและตำแหน่ง 2. กำหนดตำแหน่งชิ้นงาน 3. ปรับตำแหน่งชิ้นงาน 4. ล็อคชิ้นงาน และยกชิ้นงานขึ้นต่อไปเพื่อทำตามวิธีที่ 1,2,3 	<p>การติดตั้งตำแหน่งชิ้นงานที่มีขั้นตอนดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.ติดตั้งชิ้นงาน(Pier Head) บนเสาโคกลั่นทั้งสองฝั่งของช่วงการจัด span 2.ยกชิ้นงาน (Segment) ขึ้นมาไว้เพื่อเตรียมการจัด Span 3.ปรับระดับและตำแหน่งชิ้นงาน 4.ล็อคชิ้นงานแล้วทำการปรับชิ้นงานถัดไป

ตารางที่ 6.2 ผลการทดลองเปรียบเทียบการกำหนดตำแหน่งโดยใช้พิคคาลากและคอร์คด้านระยะเวลา

การกำหนดตำแหน่งก่อสร้างโดยใช้พิคคาลาก	การกำหนดตำแหน่งก่อสร้างโดยวิธีคอร์ค
- ใช้ระยะเวลาในการกำหนดตำแหน่งนานตามสภาพของชิ้นงานหล่อสำเร็จ	- ใช้ระยะเวลาในการกำหนดตำแหน่ง 1 Span จำนวน 12 ชิ้นงาน ใช้เวลา 4 ชั่วโมง (ชิ้นงานที่หล่อจากโรงหล่อ)

ตารางที่ 6.3 ผลการทดลองเปรียบเทียบการกำหนดตำแหน่งโดยใช้พิคคาลากและคอร์คด้านบุคคลและเครื่องมือ

การกำหนดตำแหน่งก่อสร้างโดยใช้พิคคาลาก	การกำหนดตำแหน่งก่อสร้างโดยวิธีคอร์ค
<p>-ด้านบุคคล</p> <p>ใช้จำนวนคนในการกำหนดตำแหน่งประมาณ 4-5 คน ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.คนส่องกล้องวัดมุม 2.คนส่องกล้องระดับ 3.คนถือ Staff 4.คนถือเป้ามิ尼 5.คนจดข้อมูล <p>-ด้านเครื่องมือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.กล้องวัดมุม (Total station) 2.กล้องระดับ 3.เป้ามิ尼 4.ไม้ Staff 5.ตลับเมตร 	<p>-ด้านบุคคล</p> <p>ใช้จำนวนคนในการกำหนดตำแหน่งประมาณ 2-3 คน ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.คนส่องกล้อง 2.คนถือ Staff 3.คนจดข้อมูล <p>-ด้านเครื่องมือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.กล้องวัดมุม (Total station) 2.กล้องระดับ 3.เป้ามิ尼 4.ไม้ Staff 5.ตลับเมตร 6.เทปยาว

ตารางที่ 6.4 ผลการทดลองเปรียบเทียบการกำหนดตำแหน่งโดยใช้พิกัดฉากและคอร์ดด้านความถูกต้อง

การกำหนดตำแหน่งก่อสร้างโดยใช้พิกัดฉาก	การกำหนดตำแหน่งก่อสร้างโดยวิธีคอร์ด
ค่าความถูกต้องน้อยเนื่องจากไม่สามารถปรับชิ้นงานหล่อสำเร็จให้ได้ตรงตามค่าพิกัดที่ออกแบบไว้ได้	ค่าความถูกต้องยอมรับได้ตามข้อกำหนดการก่อสร้างของผู้สัญญา

ตารางที่ 6.5 ผลการทดลองเปรียบเทียบการกำหนดตำแหน่งโดยใช้พิกัดฉากและคอร์ดด้านข้อดีข้อเสีย

การกำหนดตำแหน่งก่อสร้างโดยใช้พิกัดฉาก	การกำหนดตำแหน่งก่อสร้างโดยวิธีคอร์ด
ข้อดี - การกำหนดค่าพิกัดฉาก จะมีค่าที่แน่นอน ตรวจสอบตำแหน่งได้ถูกต้อง	ข้อดี - ใช้ระยะเวลาน้อยในการทำงาน - มีโอกาสเกิดความผิดพลาดจากบุคคลน้อย - ให้อุปกรณ์ในการจัดน้อย สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายชิ้นที่สูง - ง่ายต่อการปรับตำแหน่งซ้าย ขวา ซึ่งอ้างอิงออกจากเส้นคอร์ดเป็นระยะฉาก (Offset)
ข้อเสีย - ใช้ระยะเวลานานในการทำงาน - การกำหนดตำแหน่งเป็นไปได้ยาก - เสี่ยงต่อการเสียหายของตัวชิ้นงาน - ความถูกต้องไม่เป็นไปตามแบบที่กำหนด - มีโอกาสเกิดความผิดพลาดจากบุคคลมาก	ข้อเสีย - ไม่สามารถจัดตามค่าพิกัดที่ออกแบบได้

ตารางที่ 6.6 ผลการทดลองเปรียบเทียบการกำหนดตำแหน่งโดยใช้พิกัดฉากและคอร์ด (ค่า Offset) ด้านปัญหาและอุปสรรค

การกำหนดตำแหน่งก่อสร้างโดยใช้พิกัดฉาก	การกำหนดตำแหน่งก่อสร้างโดยวิธีคอร์ด
- ความผิดพลาดของขนาดชิ้นงานมีผลโดยตรงต่อการกำหนดตำแหน่งด้วยพิกัดฉาก - เกิด Error มากในการติดตั้ง - ชิ้นงานอาจเสี่ยงต่อความเสียหายจากการประกอบเข้ากันของตัวชิ้นงาน	- มีค่า Error เล็กน้อยจากการฝังหมุดในชิ้นงาน อาจไม่ได้ตามค่าที่ออกแบบ - มีค่า Error ของตำแหน่งที่เกิดจากชิ้นงานเล็กน้อย แต่สามารถยอมรับได้ตามแบบที่กำหนดไว้

6.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า เนื่องจากโครงการรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน (ช่วงบางซื่อ-ท่าพระ) มีการก่อสร้างพื้นรางรถไฟฟ้าโดยมีการกำหนดตำแหน่งทั้งแบบพิคคากและพิคคอร์ด ซึ่งในช่วงทางรถไฟฟ้ายกระดับ เป็นการติดตั้งชั้นงานสำเร็จรูป โดยใช้วิธีคอร์ด เนื่องจาก ชั้นงานสำเร็จรูปนั้นย่อมมีความผิดพลาดในการหล่ออยู่แล้ว จึงทำให้ไม่สามารถติดตั้งชั้นงานด้วยระบบพิคคากได้

7. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษารวบรวมข้อมูล ตลอดจนการปฏิบัติงานในภาคสนามเพื่อศึกษาขั้นตอนการกำหนดตำแหน่ง Segment พื้นรางรถไฟฟ้าในตำแหน่งทางโค้งโดยใช้พิคคากกับคอร์ด จากที่กล่าวไว้ในวัตถุประสงค์นั้นพบว่า การกำหนดตำแหน่งโดยวิธีคอร์ด ดีกว่าการกำหนดตำแหน่งโดยวิธีพิคคาก ทั้งในด้านขั้นตอนการปฏิบัติงาน เวลา บุคลากร เป็นต้น

7.1 สรุปผลการศึกษา

7.1.1 การกำหนดตำแหน่ง Segment พื้นรางรถไฟฟ้า พบว่า การกำหนดตำแหน่งโดยใช้วิธีคอร์ด มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการกำหนดตำแหน่งของ Segment พื้นรางรถไฟฟ้า เนื่องจากง่ายต่อการปฏิบัติงานในภาคสนามในช่วงทางโค้ง

7.1.2 การใช้ค่าพิคคากในการกำหนดตำแหน่งจะใช้ระยะเวลานานกว่าการใช้วิธีคอร์ดในการกำหนดตำแหน่งชั้นงานสำเร็จรูป

7.1.3 การกำหนดตำแหน่งโดยใช้พิคคากจะมีโอกาสผิดพลาดเกิดจากตัวบุคคลเป็นส่วนใหญ่ ต่างจากการกำหนดตำแหน่งโดยใช้วิธีคอร์ดที่มีโอกาสเกิดความผิดพลาดส่วนใหญ่เกิดจากชั้นงานที่หล่อจากโรงงาน

7.2 ข้อเสนอแนะ

7.2.1 ระยะเวลาในการทำงานวิจัยเป็นระยะสั้นๆ อาจได้ข้อมูลเพียงเบื้องต้น หากต้องการข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้นอาจต้องใช้ระยะเวลามากกว่านี้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) ที่เอื้ออำนวยพื้นที่ในการศึกษาการจัดทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ บริษัท ยูนิค เอ็นจิเนียริง แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด (มหาชน) ที่ให้การสนับสนุนในการจัดงานวิจัยครั้งนี้ด้วย

ขอขอบคุณ ผศ.อาทพร จูปร่าง อาจารย์ที่ปรึกษาคอยให้คำแนะนำ, คุณสุกษา ศิริวงศ์ยิ่งเจริญ, คุณเบญจกา พูลสุขเกล้า, คุณวุฒิชัย ปิยะธนากร วิศวกรที่ช่วยเหลือร่วมกันเป็นอย่างดีในการจัดทำงานวิจัยครั้งนี้ให้ประสบความสำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] ญัฐวุฒิ อัสวสงคราม. 2554. วิธีการก่อสร้างสะพานคอนกรีตในประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร . กรุงเทพฯ
- [2] บวรพันธุ์ วงศ์อนันต์. 2553. วิธีการก่อสร้างแบบ BALANCE CANTILEVER. พิมพ์ครั้งที่ 9. สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ
- [3] ยรรยง ทรัพย์สุขอำนวย. 2545. การสำรวจเส้นทาง. พิมพ์ครั้งที่ 15. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. กรุงเทพฯ
- [4] ยรรยง ทรัพย์สุขอำนวย. 2553. วิศวกรรมสำรวจ 1. พิมพ์ครั้งที่ 10. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ. กรุงเทพฯ