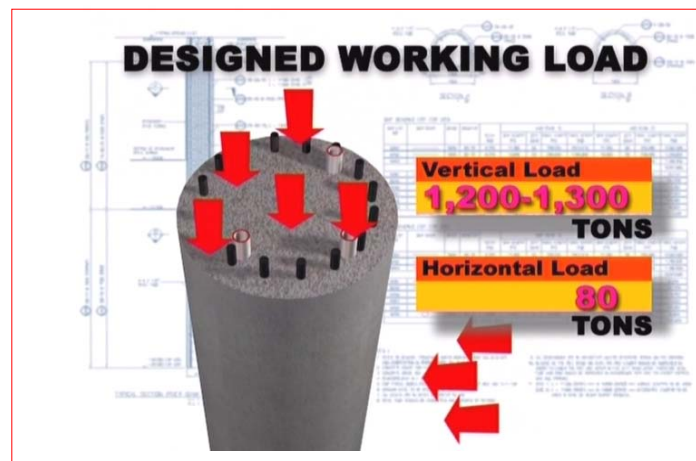


สภาพชั้นดินเป็นชั้นดินอ่อน ผู้ออกแบบจึงออกแบบฐานรากรองรับโครงสร้างสะพานทางวิ่ง หรือ Viaduct และสะพานข้ามแม่น้ำเจ้าพระยา โดยเลือกใช้เสาเข็มเจาะ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง หนึ่งเมตรห้าสิบเซนติเมตร ให้ปลายเสาเข็มเจาะอยู่ในชั้นทรายชั้นที่สาม หรือที่ระดับความลึกประมาณ 55 – 60 เมตร



เสาเข็มเจาะแต่ละต้น สามารถรับน้ำหนักปลอดภัย หรือ Design Working Load ได้ดังนี้
 รับแรงตามแนวตั้ง หรือ Vertical Load ได้ไม่น้อยกว่า 1,200 – 1,300 ตัน
 รับแรงตามแนวนอน หรือ Horizontal Load ได้ไม่น้อยกว่า 80 ตัน



Test Pile
 เพื่อกำหนดความลึกของเสาเข็มเจาะ

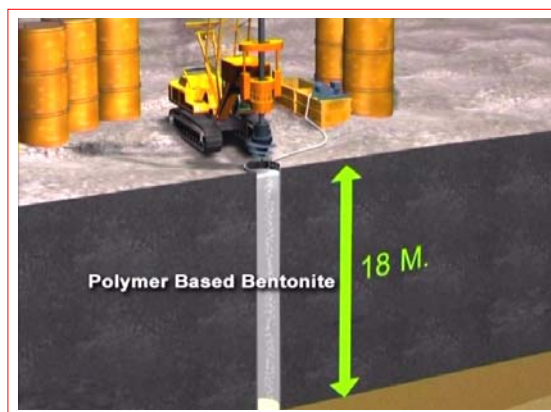
งานก่อสร้างเสาเข็มเจาะ



การกดปลอกเหล็กชั่วคราว หรือ Temporary Steel Casing ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง หนึ่งเมตรห้าสิบสอง เซนติเมตร การกดปลอกเหล็กจะต้องควบคุมให้ได้ตั้ง เอียงได้ไม่เกิน 1:100 และต้องควบคุมให้ตรงตำแหน่ง ผิดพลาดได้ไม่เกิน 10 เซนติเมตร



การขุดเจาะดิน ในช่วงประมาณ 18 เมตรแรก ที่อยู่ภายในปลอกเหล็ก ซึ่งเป็นดินเหนียวอ่อน จะใช้หัวเจาะดินแบบ ส่วน หรือ Auger ในการขุดเจาะนำดินขึ้นมา



ก่อนที่จะขุดเจาะดินลึกเกินกว่าปลอกเหล็ก จะต้องทำการเติมสารละลายโพลิเมอร์ หรือ Polymer-Based Bentonite เพื่อรักษาเสถียรภาพไม่ให้ผนังของหลุมเจาะพังทลายลงมา



การควบคุมคุณสมบัติของสารละลายโพลีเมอร์ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด



ดำเนินการขุดเจาะดินด้วยหัวเจาะแบบ Bucket ลงไปจนถึงระดับปลายเสาเข็มที่กำหนด ทั้งนี้ต้องจมอยู่ในชั้นทรายชั้นที่สามไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร



ตรวจสอบขนาดและแนวของหลุมเจาะ โดยวิธี Sonic Caliper Measurement แสดงค่าขนาดความกว้างและแนวของผนังหลุมเจาะ ตลอดความยาวหลุมเจาะ



ติดตั้งเหล็กเสริมแต่ละท่อน (Reinforcement Steel Cages) ลงในหลุมเจาะ



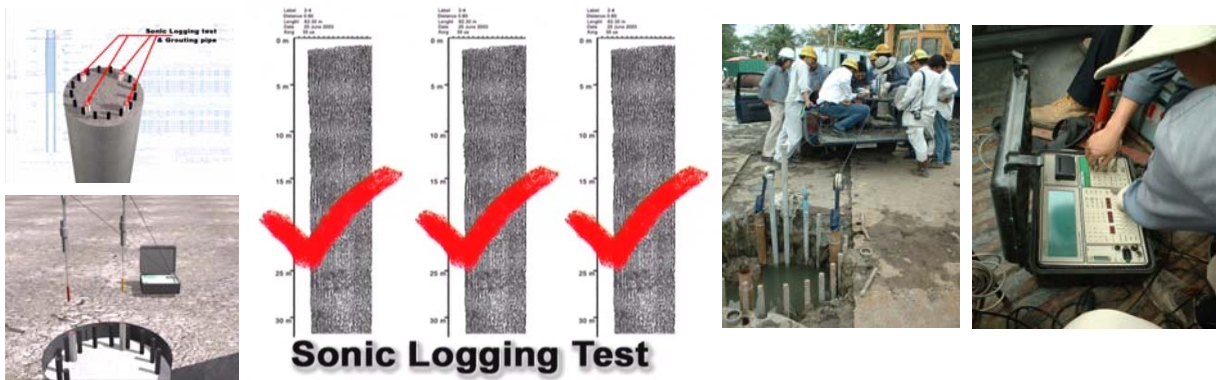
ติดตั้งท่อสำหรับเทคอนกรีต หรือ Tremie Pipe ลงไปถึงก้นหลุม



เทคอนกรีตผ่านท่อ Tremie Pipe ลงไปถึงก้นหลุมแล้วดันตะกอนและสารละลายโพลีเมอร์ขึ้นมาเรื่อยๆ ทั้งนี้ ปลาย Tremie Pipe จะต้องจมอยู่ในคอนกรีต ที่ระดับความลึกประมาณ 2 - 6 เมตร ตลอดเวลา



การทดสอบกริตจะต้องทำให้เกินระดับหัวเสาเข็มจนกว่าจะมั่นใจว่าคอนกรีตที่ระดับ Cut-off ภายหลังจากการดึงปลอกเหล็กชั่วคราว นั้นเป็นคอนกรีตดี



ดำเนินการทดสอบความสมบูรณ์ของคอนกรีตของเสาเข็มเจาะ หรือ Sonic Logging Test ผลการทดสอบจะแสดงให้เห็นว่าคอนกรีตของเสาเข็มที่อยู่ระหว่างท่อทดสอบแต่ละคู่ ตลอดความยาวของเสาเข็มนั้นมีความสมบูรณ์เป็นเนื้อเดียวกันตลอดหรือไม่



อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง สอดลงไปตามท่อเหล็ก เพื่อเจาะปลายท่อสำหรับทำ Compaction Grouting และเก็บตัวอย่างทรายที่ปลายเสาเข็ม



จะดำเนินการทำ Compaction Grouting โดยอัดฉีดน้ำปูนลงไปทำให้ทรายที่อยู่รอบปลายเสาเข็มเจาะอัดแน่น สามารถรับน้ำหนักกดที่ปลายเสาเข็ม (End Bearing Capacity) ได้ดีขึ้น การอัดฉีดน้ำปูนจะสิ้นสุดเมื่อแรงดันถึง 60 Bar เป็นระยะเวลา 5 นาที

งานก่อสร้างเสาสูงของสะพาน (Pylon)



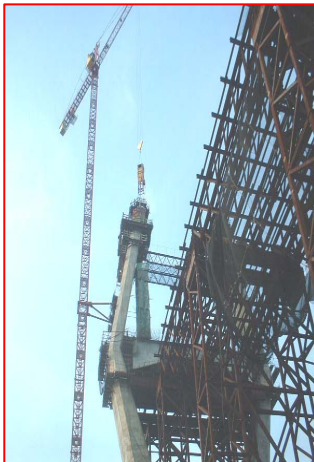
เสาสูงของสะพานข้ามแม่น้ำเจ้าพระยา หรือ Pylon เป็นโครงสร้างขนาดใหญ่ มีความสูง 173 เมตร ทำหน้าที่รับน้ำหนักตัวสะพาน เป็นที่ยึดโยงสายเคเบิลสะพานจึง



Climbing Formwork เป็นระบบนั่งร้านและแบบหล่อคอนกรีต ที่ยึดติดกับ โครงสร้างคอนกรีตส่วนล่างที่เทไปแล้ว ให้โครงสร้างส่วนล่างนี้เป็นตัวรับน้ำหนัก เมื่อเทคอนกรีตและคอนกรีตได้อายุสามารถรับน้ำหนักได้แล้ว ก็จะเลื่อน Climbing Formwork นี้ขึ้นไปเพื่อใช้ในการเทคอนกรีตชั้นต่อไป โดยใช้ระบบ ไส้โครลิกที่ติดอยู่กับระบบ Climbing Formwork และ Tower Crane ในการเลื่อนตัว ทำการเลื่อนขึ้นไปดังนี้เรื่อยๆ จนถึงระดับที่ต้องการ ระบบนี้ช่วยให้ไม่ต้องตั้งนั่งร้านและลำยั้นจากพื้น จึงจะช่วยประหยัดเวลาในการก่อสร้างได้



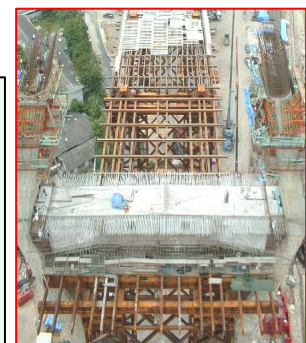
ก่อสร้างโครงสร้างเสาช่วงบน ส่วน Stem ต่อเนื่องขึ้นไป โดยใช้ Climbing Formwork เช่นเดียวกันโครงสร้างส่วนนี้เป็นส่วนสำคัญที่มีการติดตั้ง Stay Anchor รวมทั้งลวด Pre-stress ฝังอยู่ในโครงสร้างคอนกรีตส่วนนี้



ก่อสร้าง Upper Legs จะใช้ Climbing Formwork สองชุดสำหรับก่อสร้างแต่ละด้านไปพร้อมกัน ในลักษณะเดียวกับการก่อสร้างส่วน Lower Legs โดยในระหว่างการก่อสร้าง Cross Beam นั้นก็สามารถดำเนินการก่อสร้างส่วน Upper Legs จากระดับ Cross Beam ขึ้นไปถึง 12 เมตรได้

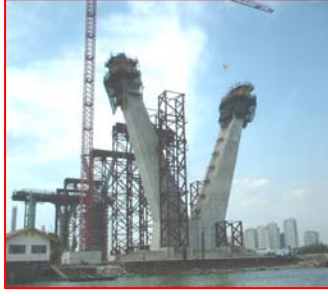


ก่อสร้าง Cross Beam ซึ่งเป็นโครงสร้างคอนกรีตอัดแรง ซึ่งจะต้องทำการติดตั้งลวด Pre-stress ใน Cross Beam ให้แล้วเสร็จก่อนการก่อสร้าง Pylon ที่ระดับความสูงประมาณ 70 เมตร





ก่อสร้างโครงสร้างส่วน Lower Legs โดยการใช้นั่งร้านและแบบหล่อคอนกรีตระบบ Climbing Formwork โดยมีสองชุดสำหรับก่อสร้างแต่ละด้านไปพร้อมกัน

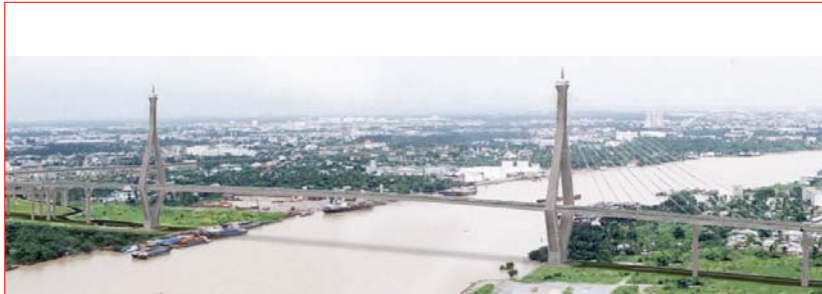


เริ่มการก่อสร้างส่วน Pylon Base ต่อจาก Pylon Pile Cap โดยการใช้ระบบนั่งร้าน แบบหล่อคอนกรีตและค้ำยัน ตามวิธีธรรมดาที่ใช้กันทั่วไป



การก่อสร้างสะพานขึง

ส่วนประกอบของสะพานขึง



การก่อสร้างเสาหลักของสะพาน



Stem or Anchorage Zone



Upper Legs



Cross Beam

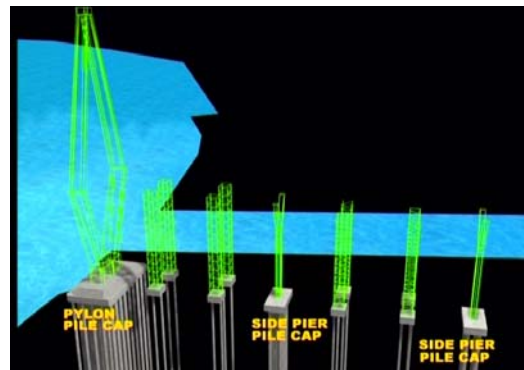


Lower Legs



Pylon Base

การก่อสร้าง Side Span



ก่อสร้างเสาเข็มเจาะ และฐานรากของ Side Span และ Temporary Props



ก่อสร้าง Side Piers และ Temporary Props
จากนั้นก่อสร้าง Pier Head บน Side Pier ด้านนอกทั้งสองฝั่ง



ก่อสร้างโครงสร้างพื้นสะพาน โดยรองรับด้วย Temporary Props ระหว่าง Side Pier แต่ละต้นและ Pylon ซึ่ง Temporary Props นี้จะรื้อออกเมื่อดำเนินการติดตั้งลวดเคเบิลแล้วเสร็จ

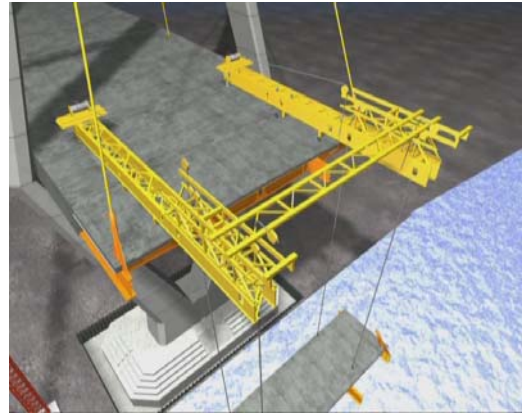


การก่อสร้างชิ้นส่วน โครงสร้างเหล็กช่วงกลางแม่น้ำในโรงงาน โดยการนำแผ่นเหล็กมาตัด เจาะ ประกอบ เชื่อม ขึ้นรูปเป็นชิ้นส่วนคานต่างๆ และทำสี



ชิ้นส่วนคานโครงสร้างเหล็กจะถูกส่งมาประกอบเชื่อมเข้าด้วยกันเป็นชิ้นส่วนสะพาน หรือ Steel Segment จากนั้นก่อสร้างพื้นทางโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก บน Steel Segment นั้น และ ทำสีในขั้นตอนสุดท้าย

- ชิ้นส่วนสะพานจะขกลงเรือท้องแบนขนาดใหญ่ หรือ Barge ลากจูงไปยังตำแหน่งที่จะยกขึ้นติดตั้ง ใช้ชุดปั้นจั่นซึ่งติดตั้งไว้บนสะพานส่วนที่ก่อสร้างไว้แล้ว ยกชิ้นส่วนสะพาน ขึ้นมาติดตั้งตามตำแหน่ง
- ยึดสายเคเบิลรับชิ้นส่วนสะพาน โยงยึดเข้ากับ Pylon ควบคู่กับ Side Span และดึงลวดจนได้ความตึงในระดับที่ต้องการ
- เทคอนกรีตที่รอยต่อระหว่างชิ้นส่วน เชื่อมต่อโครงสร้างพื้นสะพานเข้าด้วยกัน
- ตรวจสอบปรับแนวและระดับของสะพาน
- เลื่อนชุดปั้นจั่นและอุปกรณ์ยกไปข้างหน้า สำหรับการยกชิ้นส่วนถัดไปที่ปลายสะพาน
- ดำเนินการติดตั้งชิ้นส่วนสะพานทั้งสองฝั่ง จนไปบรรจบกันที่กึ่งกลางสะพาน
- จากนั้น ทำการตรวจสอบแนวและระดับของโครงสร้างสะพาน เพื่อปรับการดึงลวดของสายเคเบิลในขั้นสุดท้าย



งานก่อสร้างพื้นสะพานด้วยระบบ Moving Scaffolding System (MSS)



Main Girder คือคานหลักซึ่งใช้รับน้ำหนักของนั่งร้านและน้ำหนักของการก่อสร้างทั้งหมด และถ้าย้ำน้ำหนักผ่านที่รองรับ ไปยังโครงสร้างสะพาน ลักษณะเป็นโครงเหล็กถักขนาดใหญ่ ในระบบ MSS 1 ชุด จะมี Main Girder 2 ตัว ความยาวประมาณ 60 เมตร เพื่อใช้ก่อสร้างช่วงสะพานที่ยาวที่สุดได้ถึง 48 เมตร จะถูกประกอบและยกขึ้นวางบน Support Main Girder



Support เป็นส่วนรองรับน้ำหนัก ซึ่งจะถ้าย้ำน้ำหนักจาก Main Girder ไปยัง Cross beam ซึ่งได้ก่อสร้างไว้บนหัวเสาสะพานก่อนแล้ว



Transverse beam system คือ คานในแนวขวางลักษณะเป็นโครงเหล็กประกอบและติดตั้งวางอยู่บน Main Girder ทุกๆ 6 เมตร และมีแขนซึ่งเป็นโครงเหล็ก ติดตั้งยื่นลงมาด้านล่างเพื่อทำหน้าที่รองรับแบบ External Formwork



ติดตั้งเหล็กเสริมของพื้นด้านล่างและผนังพร้อมติดตั้งท่อสำหรับลวดอัดแรง
Post-tension Tendon



ติดตั้งแบบ Internal Formwork สำหรับ Top Slab แล้วติดตั้งเหล็กเสริมและลวดอัดแรงใน Top Slab



เทคอนกรีต Top Slab และดึงลวดอัดแรงส่วนที่เหลือเมื่อคอนกรีตได้อายุ จึงถอดแบบ External Formwork โดยการลดระดับลง และถอด Tie Bar ออก แยก Transverse Beam ส่วนที่รองรับ External Formwork ออกจากกันจนพื้นระยหะความกว้างเสา เป็นตำแหน่งที่จะเคลื่อนไปด้านหน้ายังช่วงสะพานถัดไปเคลื่อน MSS ไปข้างหน้า โดยใช้ระบบ Launching ขับเคลื่อนไปยังตำแหน่งเสาถัดไปซึ่งได้ก่อสร้างคานขวาง Cross beam ไว้ล่วงหน้าแล้ว จึงเริ่มประกอบ External Formwork และเตรียมก่อสร้างตามขั้นตอนเดิมต่อไป



Supporting Bracket ทำหน้าที่ รองรับน้ำหนักจาก Main Girder



Main Girder ความยาวประมาณ 70.50 เมตร ในระบบ MSS 1 ชุด จะมี Main Girder 2 ตัว Main Girder นี้จะนั่งอยู่บน Supporting Bracket ทำหน้าที่รับน้ำหนักของนั่งร้านและน้ำหนักของงานทั้งหมดในระหว่างการก่อสร้าง และจะสามารถเคลื่อนที่ได้บน Launching Wagon ทำให้สามารถเคลื่อนระบบนั่งร้านทั้งหมดไปใช้ก่อสร้างช่วงสะพานถัดไป



Transverse beam system คือคานในแนวขวางเชื่อมต่อกับคานหลัก Main Girder วางชอยทุกๆ 6 เมตร ทำหน้าที่รองรับแบบหล่อคอนกรีต



ติดตั้งเหล็กเสริมของพื้นด้านล่างและผนังพร้อมติดตั้งท่อสำหรับลวดอัดแรง Post-tension Tendon



เมื่อคอนกรีตได้อายุประมาณ 3 วัน ก็ทำการดึงลวดอัดแรงเพื่อให้โครงสร้างคอนกรีตรับน้ำหนักได้ จากนั้น ถอดแบบโดยการลดระดับ External Formwork ลง แล้วเคลื่อน Main Girder และ Transverse Beam ที่อยู่บน Launching Wagon ออกทางด้านข้างจนพ้นระยะความกว้างเสา เพื่อเคลื่อนตัวผ่านเสาไปด้านหน้ายังช่วง สะพานถัดไป