

## การเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลของการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในรูปแบบต่างๆ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการเปรียบเทียบขั้นตอนของการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การหล่อในที่ แบบสำเร็จรูปและแบบการใช้ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส การเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย อัตราการทำงาน รวมถึงการเปรียบเทียบให้เห็นถึงข้อดีและข้อเสียของการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในรูปแบบต่างๆ

### 7.1 การเปรียบเทียบขั้นตอนของการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในรูปแบบต่างๆ

จากบทที่ 4 ถึงบทที่ 6 ที่ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการทำเสาเอ็นและคานทับหลังใน 3 รูปแบบ ได้แก่ การหล่อในที่ การติดตั้งโดยหล่อสำเร็จรูปและแบบการใช้ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งจะได้แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนต่างๆไว้ในตารางที่ 7.1 ดังนี้

1. การเตรียมวัสดุและเครื่องมือ สำหรับเสาเอ็นและคานทับหลังหล่อในที่และหล่อสำเร็จรูป จะใช้วัสดุและเครื่องมือเหมือนกัน ประกอบไปด้วย เหล็กเส้นกลมขนาด 6 ม.ม.และ 9 ม.ม. ไม้แบบ คอนกรีต เครื่องมือสำหรับผสมและเทคอนกรีต แต่สำหรับงานหล่อสำเร็จรูปจะมีกระบวนการขนย้ายและการกองเก็บชิ้นส่วนที่ได้หล่อไว้แล้ว ส่วนการใช้ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นเสาเอ็นและคานทับหลังจะใช้วัสดุเป็น ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 2"x2" หนา 1.6 ม.ม. เหล็กเส้นกลมขนาด 6 ม.ม.และ 9 ม.ม. ลวดตาข่ายขึ้นรูปด้วยการเชื่อมแบบตาสี่เหลี่ยมจัตุรัส เครื่องมือสำหรับตัดและเชื่อมท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยที่ไม่มีการใช้ไม้แบบและคอนกรีต
2. การเตรียมงานเหล็ก สำหรับเสาเอ็นและคานทับหลังหล่อในที่และหล่อสำเร็จรูปจะมีขั้นตอนเตรียมงานเหล็กที่เหมือนกันคือ จะทำการผูกเหล็กผูกโซ่โดยใช้เหล็กขนาด 9 ม.ม. ผูกปลอกเป็นตัวซึระยะห่าง 20 ซม. ส่วนการใช้ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นเสาเอ็นและคานทับหลังจะเป็นการตัดท่อเหล็กให้ได้ความยาวตามระยะความสูงและความกว้าง พร้อมกับให้รหัสหรือหมายเลขเพื่อป้องกันการสับสนเมื่อนำไปติดตั้ง
3. การเสริมเหล็กยึดเข้ากับ โครงสร้าง สำหรับงานหล่อในที่ของเสาเอ็นและคานทับหลังจะผูกเหล็กที่เตรียมไว้เข้ากับเหล็กที่เสียบไว้ในส่วนของโครงสร้างค.ส.ล. สำหรับการใช้อุทเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะต้องเจาะเสียบเหล็กขนาด 9 ม.ม.เข้ากับส่วนของโครงสร้างเพื่อใช้เชื่อมยึดเข้ากับท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ส่วนงานหล่อสำเร็จรูปจะกล่าวถึงในขั้นตอนการยกประกอบติดตั้ง

4. การเตรียมงานไม้แบบ สำหรับเสาเอ็นและคานทับหลังหล่อในที่ จะติดตั้งไม้แบบข้างยาวตลอดตำแหน่งที่จะทำการเทหล่อ โดยยึดแบบด้วยการตอกตะปูและต้องติดตั้งค้ำยันก่อนที่จะทำการเทหล่อคอนกรีต ส่วนการหล่อสำเร็จรูปจะเตรียมแบบจากภายนอกซึ่งอาจใช้เป็นแบบไม้หรือแบบเหล็กก็ได้ โดยทำที่กันแบบเพื่อกำหนดความยาวของเสาเอ็นและคานทับหลังในขณะที่เทคอนกรีต สำหรับการใช้ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะไม่มีขั้นตอนของการเตรียมงานไม้แบบ
5. การเตรียมงานผสมและเทคอนกรีต ทั้งการหล่อในที่และหล่อสำเร็จรูปจะใช้อัตราส่วนผสมคอนกรีต 1:2:4 โดยปริมาตรเหมือนกัน ซึ่งอาจจะทำการผสมด้วยเครื่องผสมคอนกรีตหรือใช้กระบะคอนกรีต ขึ้นกับปริมาณงานและความสะดวกในการผสมคอนกรีต สำหรับการเทคอนกรีตจะใช้ถังพลาสติกเทคอนกรีตเข้าในแบบที่ได้จัดเตรียมไว้พร้อมกับกระทุ้งคอนกรีตให้เต็มแบบ ส่วนการใช้ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะไม่มีขั้นตอนของการเตรียมงานผสมและเทคอนกรีต
6. การยกประกอบติดตั้ง เป็นขั้นตอนที่มีในการทำเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปและการใช้ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส แต่ไม่มีในงานที่หล่อในที่ ในส่วนของเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เมื่อได้ถอดแบบเรียบร้อยแล้วจะยกขึ้นติดตั้งตามตำแหน่งด้วยวิธีการเชื่อมที่ปลายเหล็กในเสาเอ็นและคานทับหลังยึดติดกับเหล็กที่เสียบไว้ในโครงสร้างค.ส.ล. และจะใช้คอนกรีตปิดในตำแหน่งของรอยต่อเหล็ก สำหรับการใช้อูเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะทำการยกประกอบติดตั้งด้วยวิธีการเชื่อมเข้ากับเหล็กที่ได้เจาะเสียบไว้ในโครงสร้าง และในตำแหน่งที่ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสมาชนกันก็ยึดติดกันด้วยการเชื่อมรอบรอยต่อ ก่อนที่จะทำการเชื่อมเหล็กขนาด 6 ม.ม.ทุกระยะ 60 ซม. เพื่อเสียบไว้ในผนังด้านที่จะมีการก่ออิฐ
7. การถอดแบบ ในการหล่อคอนกรีตทั้งแบบหล่อในที่และหล่อสำเร็จรูปจะสามารถถอดแบบได้หลังจากเทคอนกรีตแล้ว 24 ชม. แต่การยกชิ้นส่วนที่หล่อสำเร็จรูปออกจากแบบต้องอาศัยความระมัดระวังเป็นพิเศษเนื่องจากสามารถแตกเสียหายได้ง่าย ส่วนการใช้ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะไม่มีขั้นตอนของการถอดแบบ
8. การบ่มคอนกรีต ในการหล่อคอนกรีตทั้งแบบหล่อในที่และหล่อสำเร็จรูปจะต้องทำการบ่มคอนกรีตอย่างน้อย 7 วัน เพื่อเพิ่มความสามารถในการรับแรงของเสาเอ็นและคานทับหลัง ส่วนการใช้ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะไม่มีขั้นตอนของการบ่มคอนกรีต
9. ขั้นตอนการก่ออิฐ สำหรับงานหล่อในที่ หลังจากถอดแบบแล้วสามารถก่ออิฐต่อได้ ยกเว้นในส่วนของคานทับหลังที่อยู่เหนือวงกบประตูหรือหน้าต่าง ซึ่งยังไม่สามารถรับน้ำหนักได้ หากต้องการจะก่ออิฐจะต้องมีการค้ำยันตลอดช่วงความยาวของคานทับหลัง ส่วนงานหล่อ

สำเร็จรูปสามารถก่ออิฐได้ทันทีหลังติดตั้งแล้วเสร็จ เช่นเดียวกันกับการก่ออิฐบนท่อเหล็ก  
กลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่สามารถกระทำได้ทันที แต่จะต้องคิดตะแกรงลวดตาข่ายรอบเสาเอ็น  
และคานทับหลังก่อนที่จะทำการฉาบปูนผนัง



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7.1 แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนในการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในรูปแบบต่างๆ

ลำดับ	ขั้นตอน	การหล่อในที่	การติดตั้งโดยหล่อสำเร็จรูป	การใช้ท่อเหล็กกลวงที่เหล็มจัดรีด
1	การเตรียมวัสดุและเครื่องมือ 1.1 เหล็ก 1.2 ไม้แบบ 1.3 คอนกรีต 1.4 เครื่องมือ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เหล็กเส้นกลมขนาด 6 มม. และ 9 มม. SR-24</li> <li>- ลวดผูกเหล็ก</li> <li>- แบบไม้ขนาด 1"x6" และตะปูตอกไม้</li> <li>- ปูนซีเมนต์ผสม</li> <li>- ทรายหยาบและหินเกล็ด</li> <li>- เครื่องผสมปูนหรือกระบะผสมปูน</li> <li>- จอบหรือพั่ว ถังพลาสติก</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เหล็กเส้นกลมขนาด 6 มม. และ 9 มม. SR-24</li> <li>- ลวดผูกเหล็ก</li> <li>- แบบไม้ขนาด 1"x3" และตะปูตอกไม้</li> <li>- หรือใช้แบบเหล็กในการหล่อคอนกรีต</li> <li>- ปูนซีเมนต์ผสม</li> <li>- ทรายหยาบและหินเกล็ด</li> <li>- เครื่องผสมปูนหรือกระบะผสมปูน</li> <li>- จอบหรือพั่ว ถังพลาสติก</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ท่อเหล็กกลวงที่เหล็มจัดรีดขนาด 2"x2" ความหนา 1.6 มม.</li> <li>- เหล็กเส้นกลมขนาด 6 มม. SR-24</li> <li>- ลวดตาข่ายขึ้นรูปด้วยการเชื่อม แบบบตาที่เหล็มจัดรีดขนาด ½ นิ้ว</li> <li>- ไม้ใช้ไม้แบบ</li> <li>- ไม้ใช้คอนกรีต</li> <li>- เครื่องตัดไฟเบอร์ชนิดมือโยก</li> <li>- ตู้เชื่อมพร้อมอุปกรณ์</li> <li>- ลวดเชื่อมขนาด 2.6 มม.</li> </ul>
2	การเตรียมงานเหล็ก	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การผูกเหล็กเสริมดูโซ่โดยใช้เหล็กขนาด 6 มม. ผูกปลอกเป็นตัวรีดระยะห่าง 20 ซม.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การผูกเหล็กเสริมดูโซ่โดยใช้เหล็กขนาด 6 มม. ผูกปลอกเป็นตัวรีดระยะห่าง 20 ซม.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตัดท่อเหล็กกลวงที่เหล็มจัดรีด ให้ได้ตามขนาดระยะความสูงหรือความกว้างที่ต้องการ และทำการให้หมายเลขหรือรหัสเพื่อความสะดวกในการยกติดตั้ง</li> </ul>

ตารางที่ 7.1 (ต่อ) แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนในการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในรูปแบบต่างๆ

ลำดับ	ขั้นตอน	การหล่อในที่	การติดตั้งโดยหล่อสำเร็จรูป	การใช้ท่อเหล็กกลวงที่เหล็มจัตุรัส
3	การเสริมเหล็กยึดเข้ากับโครงสร้าง	- ต่อเหล็กเสริมลูกโซ่เข้ากับเหล็กที่เสียบไว้ในโครงสร้าง ค.ส.ล. โดยวิธีต่อทาบเหล็ก	- วางเหล็กเสริมลูกโซ่ในแบบไม่มีหรือแบบเหล็กที่ทำการเตรียมไว้ พร้อมกับกันแบบ โดยเว้นให้เหลือปลายเหล็กไว้สำหรับยึดติดกับโครงสร้าง	- เจาะเสียบเหล็กขนาด 9 มม. ที่ส่วนของโครงสร้าง ค.ส.ล. ด้วย Epoxy ทำการเชื่อมเหล็กที่เสียบเข้ากับท่อเหล็กกลวงที่เหล็มจัตุรัส
4	การเตรียมงานไม้แบบ	- ติดตั้งและประกอบแบบข้างด้วยไม้ขนาด 1"x6" ตลอดความยาวของเสาเอ็น-คานทับหลังพร้อมติดตั้งค้ำยันเป็นช่วงๆ โดยตอกยึดแบบทั้งหมดด้วยตะปู	- เตรียมแบบสำหรับงานหล่อคอนกรีตโดยใช้แบบไม่มีหรือแบบเหล็ก ให้มีขนาดความกว้างเท่ากับความกว้างของแผ่นอิฐ และก่อนเทคอนกรีตควรทาน้ำมันหล่อลื่นที่ผิวแบบ	- ไม่มีขั้นตอนการเตรียมงาน ไม้แบบ
5	การเตรียมงานผสมและเทคอนกรีต	- ใช้อัตราส่วนผสม 1:2:4 โดยปริมาตร ทำการเทคอนกรีตโดยใช้ถังพลาสติกและกระทุ้งคอนกรีตให้เต็มแบบ	- ใช้อัตราส่วนผสม 1:2:4 โดยปริมาตร ทำการเทคอนกรีตโดยใช้ถังพลาสติกและกระทุ้งคอนกรีตให้เต็มแบบ พร้อมกับเสียบเหล็กขนาด 6 มม. ไว้ขณะเทคอนกรีตและให้เขียนหมายเลขหรือรหัสไว้ที่ชิ้นส่วนที่หล่อเพื่อความสะดวกในการยกติดตั้ง	- ไม่มีขั้นตอนการผสมและเทคอนกรีต

ตารางที่ 7.1 (ต่อ) แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนในการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในรูปแบบต่างๆ

ลำดับ	ขั้นตอน	การหล่อในที่	การติดตั้งโดยหล่อสำเร็จรูป	การใช้ท่อเหล็กกลวงที่เหล็มจัดตั้ง
6	การยกประกอบติดตั้ง	<ul style="list-style-type: none"> <li>เป็นการหล่อคอนกรีตในที่ตั้งไม่มีขั้นตอนการยกประกอบติดตั้ง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ถอดแบบหลังจากหล่อคอนกรีต 24 ชม. ก่อนที่จะก่ออิฐข้อได้ ยกประกอบขึ้นติดตั้งตามตำแหน่ง โดยใช้วิธีการเชื่อมปลายของเหล็กที่เสียบไว้ในโครงสร้างกับเหล็กในเสาเอ็นและคานทับหลัง สำเร็จรูป ก่อนใช้คอนกรีตปิดในตำแหน่งรอยต่อเหล็ก</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ยกประกอบติดตั้งตามชิ้นส่วนและตำแหน่งที่ได้ให้รหัสไว้ โดยเชื่อมเข้ากับเหล็กที่เสียบในโครงสร้าง ส่วนตำแหน่งที่ท่อเหล็กขามาประจบกันจะยึดประกอบกันด้วยการเชื่อมรอบรอยต่อ จากนั้นทำการเชื่อมเหล็กขนาด 6 ม. ยาว 30 ซม. ทุกระยะ 60 ซม. เพื่อเป็นเหล็กเสียบ (เหล็กหนวดกุ้ง) ไว้ในผนังก่ออิฐ</li> </ul>
7	การถอดแบบ	<ul style="list-style-type: none"> <li>ถอดแบบหลังจากหล่อคอนกรีต 24 ชม.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ทำการบ่มคอนกรีตอย่างน้อย 7 วัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ไม่มีขั้นตอนการถอดแบบ</li> </ul>
8	การบ่มคอนกรีต	<ul style="list-style-type: none"> <li>ทำการบ่มคอนกรีตอย่างน้อย 7 วัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ทำการบ่มคอนกรีตอย่างน้อย 7 วัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ไม่มีขั้นตอนการบ่มคอนกรีต</li> </ul>
9	การก่ออิฐ	<ul style="list-style-type: none"> <li>สามารถก่ออิฐผนังได้หลังจากถอดแบบยกเว้นในส่วนที่อยู่เหนือวงกบประตูและหน้าต่างที่ต้องมีการค้ำยันไว้อย่างน้อย 7 วัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>สามารถก่ออิฐผนังได้หลังจากยกติดตั้งเสาเอ็นและคานทับหลังแล้วเสร็จ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>สามารถก่ออิฐผนังได้หลังจากติดตั้งเสาเอ็นและคานทับหลังแล้วเสร็จและก่อนทำการฉาบปูนให้ติดตะแกรงลวดตาข่ายขนาด ½ นิ้วรอบเสาเอ็นและคานทับหลัง</li> </ul>

## 7.2 การเปรียบเทียบการลดปัญหาด้วยการใช้ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส

การนำวัสดุเหล็กรูปพรรณได้แก่ ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสมาใช้ทดแทนการใช้คอนกรีตเสริมเหล็ก สามารถลดปัญหาต่างๆ ที่พบจากการสำรวจในบทที่ 3 ได้ดังแสดงในตารางที่ 7.2

ตารางที่ 7.2 แสดงการแก้ไขปัญหากจากการใช้ท่อเหล็กกลวงฯ

ลำดับ	ปัญหา	การลดปัญหาด้วยการใช้ท่อเหล็กฯ
1	ปัญหาของขั้นตอนการทำงานระหว่างช่างปูนที่ทำงานก่ออิฐกับช่างไม้ที่ทำงานเสาเอ็นฯ ต้องรอให้แต่ละฝ่ายทำงานของตนให้แล้วเสร็จก่อน	- การใช้ท่อเหล็กฯทำเสาเอ็นและคานทับหลัง จะทำให้ขั้นตอนสำหรับงานก่ออิฐผนังเปลี่ยนไปคือ จะต้องตั้งเสาเอ็นและคานทับหลังเหล็กให้แล้วเสร็จทั้งหมดก่อนที่จะทำงานก่ออิฐต่อไป ซึ่งจะไม่ไปกีดขวางขั้นตอนของงานก่ออิฐ
2	ปัญหาการตั้งนั่งร้านภายนอกเพื่อการถอดแบบข้างของเสาเอ็นและคานทับหลัง ด้านริมของอาคาร	- การใช้ท่อเหล็กกลวงฯ จะไม่มีการใช้ไม้แบบ จึงไม่จำเป็นต้องตั้งนั่งร้านเพื่อถอดแบบ
3	ปัญหาผนังก่ออิฐล้มก่อนเทหล่อเสาเอ็นอันเนื่องมาจากแรงลมในอาคารสูงหรืออาคารที่สร้างริมทะเล	- การใช้ท่อเหล็กกลวงฯ จะดำเนินการก่อนการก่ออิฐผนัง เพราะฉะนั้นผนังก่ออิฐจึงมีการยึดเกาะที่แข็งแรง ช่วยลดปัญหาการทำงานในอาคารที่มีสภาพลมแรง
4	ปัญหาการควบคุมอัตราส่วนผสมคอนกรีตให้ตรงตามข้อกำหนด	- การใช้ท่อเหล็กกลวงฯ แทนการเทหล่อ จึงไม่มีการใช้คอนกรีต
5	ปัญหาคอนกรีตเป็นโพรงและคอนกรีตไหลออกนอกแบบ การบ่มคอนกรีต การเทหล่อปิดส่วนบนของเสาเอ็น	- การใช้ท่อเหล็กกลวงฯ แทนการเทหล่อ จึงไม่มีการใช้คอนกรีต
6	ปัญหาของคานทับหลังที่แอนตัว และไม่ได้แนวและคิง	- สามารถควบคุมแนวและคิงของเสาเอ็นและคานทับหลังได้ง่ายกว่า เนื่องจากเป็นวัสดุที่เป็นท่อนสามารถนำมายึดค้ำและกำหนดแนวได้ง่ายกว่า

ตารางที่ 7.2 (ต่อ) แสดงการแก้ไขปัญหามาจากการใช้ท่อเหล็กดง

ลำดับ	ปัญหา	การลดปัญหามาจากการใช้ท่อเหล็กดง
7	ปัญหาการขาดการตรวจสอบและการควบคุมการผูกเหล็กเสริมในเสาเอ็นและคานทับหลัง	- การใช้ท่อเหล็กดง แทนการเทหล่อ จึงไม่มีการผูกเหล็กเสริม
8	ปัญหาการควบคุมขนาดและความหนาเสาเอ็นและคานทับหลัง	- การควบคุมและตรวจสอบขนาดและความหนาของท่อเหล็กดง สามารถกระทำได้ง่ายกว่า เนื่องจากมีขนาดที่มาตรฐาน
9	ปัญหาความเสียหายของวัสดุได้แก่ คอนกรีตที่ร่วนหล่น การใช้ไม้แบบ การกองเก็บวัสดุเช่น ปูนซีเมนต์ถุง กองหิน และทราย	- ไม่มีการใช้คอนกรีต ไม้แบบ จึงไม่มีปัญหาในการควบคุมการใช้วัสดุ ยกเว้นการกองเก็บท่อเหล็กมิให้เป็นสนิม
10	ปัญหาขยะจากเศษคอนกรีต เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขรูปแบบ ที่จำเป็นต้องทุบผนังก่ออิฐเดิม เสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล.	- เมื่อมีการใช้ท่อเหล็กแทนคอนกรีต หากมีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงก็สามารถนำท่อเหล็กดงกลับมาใช้ใหม่ได้

จากตารางที่ 7.2 จะเห็นได้ว่าการใช้ท่อเหล็กดงที่เหล็กมจัตุรัสมาแทนการทำเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล. นั้น สามารถลดปัญหาที่เกิดจากการใช้คอนกรีตได้มาก เนื่องจากเป็นกระบวนการที่เปลี่ยนจากประเภทงานเปียกเป็นประเภทงานแห้ง ซึ่งสามารถควบคุมการทำงานได้ง่ายกว่า

### 7.3 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่ใช้ของการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในรูปแบบต่างๆ

ค่าใช้จ่ายที่ได้จากการเก็บข้อมูลในบทที่ 4 ถึงบทที่ 6 เป็นค่าใช้จ่ายเฉลี่ยที่คิดต่อความยาว 1 เมตรประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายของวัสดุและค่าแรงงาน โดยจะเปรียบเทียบการทำเสาเอ็นและคานทับหลังทั้ง 3 แบบได้แก่ แบบ ค.ส.ล.หล่อในที่ แบบ ค.ส.ล.หล่อสำเร็จรูป และ การใช้ท่อเหล็กดงที่เหล็กมจัตุรัส ดังตารางที่ 7.3



ตารางที่ 7.3 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อความยาว 1 เมตรในการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในรูปแบบต่างๆ

ลำดับ	รายการ	ค่าใช้จ่ายต่อความยาว 1 เมตร (บาท)		
		หล่อในที่	หล่อสำเร็จรูป	ท่อเหล็กกลวง สี่เหลี่ยมจัตุรัส
1	ค่าวัสดุ			
	1.1 คอนกรีต	12.85	12.85	-
	1.2 เหล็กเส้นกลม	11.75	11.75	4.95
	1.3 ไม้แบบ	22.43	12.51	-
	1.4 ท่อเหล็กกลวงฯ	-	-	66.08
	1.5 อื่นๆ ได้แก่ ลวดผูกเหล็ก ตะปู ลวดเชื่อม ค่าไฟฟ้า	2.38	2.38	27.50
	รวมค่าวัสดุ	49.41	39.49 *	98.53
2	ค่าแรงงาน (พิจารณาค่าแรงเฉลี่ยของช่าง 2 คน กรรมกร 1 คน)	29.87	18.00 *	9.30
	รวมค่าวัสดุและแรงงาน	79.28	57.49 *	107.83

\* ค่าใช้จ่ายไม่รวมขั้นตอนการยกประกอบติดตั้ง

จากตารางที่ 7.3 จะเห็นได้ว่า ค่าวัสดุของการทำเสาเอ็นและคานทับหลังด้วยท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะมากที่สุดเท่ากับ 98.53 บาทต่อความยาว 1 เมตร ซึ่งมากกว่าการหล่อในที่อยู่ 49.12 บาทต่อเมตรและเมื่อพิจารณาค่าแรงงานที่ใช้จะพบว่า การหล่อในที่เสียค่าใช้จ่ายมากที่สุด เท่ากับ 29.87 บาทต่อเมตร และการใช้ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะเสียค่าใช้จ่ายด้านแรงงานน้อยที่สุด เท่ากับ 9.30 บาทต่อเมตร แต่เมื่อพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายรวมของค่าวัสดุและค่าแรงงาน การทำเสาเอ็นและคานทับหลังด้วยท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสเสียค่าใช้จ่ายมากที่สุด เท่ากับ 107.83 บาทต่อเมตร ซึ่งมากกว่าการหล่อในที่อยู่เท่ากับ 28.55 บาทต่อเมตร

ตารางที่ 7.4 แสดงการเก็บข้อมูลจากบัญชีราคาต่อหน่วยของงานเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล. ขนาด 0.10x 0.10 เมตร จำนวน 16 โครงการ

โครงการ	ราคาต่อหน่วย (บาท)		ราคารวม (บาท)
	ค่าวัสดุ	ค่าแรงงาน	
1	65	20	85
2	40	40	80
3	50	50	100
4	60	50	110
5	90	33	123
6	50	50	100
7	60	30	90
8	50	50	100
9	45	15	60
10	130	35	165
11	80	60	140
12	40	20	60
13	150	65	215
14	80	35	115
15	70	40	110
16	120	45	165
ผลเฉลี่ย	73.75	39.88	113.63
จากตาราง 7.2	49.41	29.40	78.81

จากตารางที่ 7.4 เมื่อนำค่าวัสดุและแรงงานของการเก็บข้อมูลจากตารางที่ 7.3 มาเปรียบเทียบกับบัญชีราคาต่อหน่วยของงานเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล. ขนาด 0.10x 0.10 เมตร จำนวน 16 โครงการ จะพบว่า ราคาต่อหน่วยของการทำเสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล. เหลือในที่ ที่ได้จากการศึกษาจะน้อยกว่าราคาเฉลี่ยที่มีระบุอยู่ในบัญชีแสดงปริมาณงาน (Bill of Quantity) อยู่เท่ากับ  $113.63 - 78.81 = 34.82$  บาทต่อเมตร

#### 7.4 การเปรียบเทียบอัตราการทำงานของการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในรูปแบบต่างๆ

ระยะเวลาที่ได้จากการเก็บข้อมูลในบทที่ 4 ถึงบทที่ 6 สามารถนำมาสรุปเป็นอัตราการทำงานเฉลี่ยของการทำเสาเอ็นและคานทับหลังใน 1 วัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 7.5

ตารางที่ 7.5 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการทำงานของการทำเสาเอ็นและคานทับหลังต่อความยาว 1 เมตรในรูปแบบต่างๆ

รูปแบบ	การทำเสาเอ็นและคานทับหลัง	ระยะเวลาต่อความยาว 1 เมตร (นาที)	อัตราการทำงาน (เมตรต่อวัน)
1	ค.ส.ล. หล่อในที่	25.25	19.05
2	ค.ส.ล. หล่อสำเร็จรูป	21.80*	22.22*
3	ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส	7.33	65.50

\* ไม่พิจารณาขั้นตอนการยกประกอบติดตั้ง

จากตารางที่ 7.5 สามารถสรุปได้ว่า การทำเสาเอ็นและคานทับหลังด้วยท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะมีอัตราการทำงานสูงที่สุดคือเท่ากับ 65.50 เมตรต่อวัน ในขณะที่การหล่อในที่จะมีอัตราการทำงานที่น้อยที่สุดเท่ากับ 19.05 เมตรต่อวัน หรือน้อยกว่าการใช้ท่อเหล็กกลวงๆ ประมาณ 3 เท่า ซึ่งในการหล่อในที่และการหล่อสำเร็จรูปยังต้องใช้เวลาอย่างน้อย 1 วันหลังจากหล่อแล้วเสร็จจึงจะสามารถถอดแบบได้และก่ออิฐต่อได้ ซึ่งการใช้ท่อเหล็กกลวงๆ จะไม่มีขั้นตอนในการถอดแบบดังกล่าวและสามารถก่ออิฐต่อได้ทันที

#### 7.5 การเปรียบเทียบคุณลักษณะของการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในรูปแบบต่างๆ

จากขั้นตอนในการทำเสาเอ็นและคานทับหลังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น รวมถึงการเก็บข้อมูลจากบทที่ 4 ถึงบทที่ 6 สามารถนำมาสรุปให้เห็นถึงข้อดีและข้อเสียของการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในรูปแบบต่างๆ โดยจะสรุปได้ดังตารางที่ 7.6 ดังนี้

ตารางที่ 7.6 เปรียบเทียบคุณลักษณะของการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในรูปแบบต่างๆ

ลำดับ	รายการ	การหล่อในที่	การติดตั้งโดยหล่อสำเร็จรูป	การใช้ท่อเหล็กกลวงที่เหล็มจัตุรัส
1	ขั้นตอนในการก่อสร้าง 1.1 รูปแบบการทำงาน 1.2 การเตรียมงานและการจัดหาวัสดุ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เป็นวิธีการหล่อคอนกรีตในที่ โดยจะทำการเทหล่อหลังจากขั้นตอนการก่ออิฐ</li> <li>- ต้องเสียบเหล็กไว้ในโครงสร้างขณะเทคอนกรีต วัสดุที่ใช้ได้แก่ เหล็กเส้นกลม ไม่แบบ ไม้ค้ำยันและคอนกรีต</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เป็นวิธีการหล่อคอนกรีตสำเร็จ ก่อนยกขึ้นประกอบติดตั้ง โดยจะทำการติดตั้งก่อนขั้นตอนการก่ออิฐ</li> <li>- ต้องเสียบเหล็กไว้ในโครงสร้างขณะเทคอนกรีต โดยสามารถหล่อเตรียมไว้ล่วงหน้าได้ วัสดุที่ใช้ได้แก่ เหล็กเส้นกลม ไม่แบบ ไม้ค้ำยันและคอนกรีต</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เป็นการใช้ท่อเหล็กกลวงๆมาเชื่อมประกอบ เพื่อลดขั้นตอนของการเชื่อมและเทคอนกรีต โดยสามารถติดตั้งได้ก่อนขั้นตอนการก่ออิฐ</li> <li>- ใช้วิธีเจาะเสียบเหล็กในโครงสร้าง วัสดุที่ใช้ได้แก่ ท่อเหล็กกลวงที่เหล็มจัตุรัส เหล็กเส้นกลม ลวดเชื่อม</li> </ul>
2	ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 2.1 ค่าวัสดุ 2.2 ค่าแรงงาน รวมค่าใช้จ่าย	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 49.41 บาท / ความยาว 1 เมตร</li> <li>- 29.87 บาท / ความยาว 1 เมตร</li> <li>- 79.28 บาท / ความยาว 1 เมตร</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 39.49 บาท / ความยาว 1 เมตร*</li> <li>- 18.00 บาท / ความยาว 1 เมตร*</li> <li>- 57.49 บาท / ความยาว 1 เมตร*</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 98.53 บาท / ความยาว 1 เมตร</li> <li>- 9.30 บาท / ความยาว 1 เมตร</li> <li>- 107.83 บาท / ความยาว 1 เมตร</li> <li>- 65.50 เมตร / วัน</li> </ul>
3	ระยะเวลาเฉลี่ยในการก่อสร้าง (ช่าง 2 คนและกรรมกร 1 คน)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 19.05 เมตร / วัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 22.22 เมตร / วัน *</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 65.50 เมตร / วัน</li> </ul>
4	ความสามารถในการรับแรงและค่าการแอ่นตัว 4.1 จากการศึกษา 4.2 จากการทดสอบ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สามารถรับน้ำหนักได้ 471.4 กก./ม. และมีค่าการแอ่นตัว 9.08 มม.</li> <li>- สามารถรับน้ำหนักได้ 524.4 กก./ม. และมีค่าการแอ่นตัว 8.68 มม.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- สามารถรับน้ำหนักได้ 486.6 กก./ม. และมีค่าการแอ่นตัว 13.70 มม.</li> <li>- พิจารณาการรับน้ำหนักที่ 486.0 กก./ม. จะมีค่าการแอ่นตัว 13.78 มม.</li> </ul>

\* ไม่รวมขั้นตอนการยกประกอบติดตั้ง

ตารางที่ 7.6 (ต่อ) เปรียบเทียบคุณลักษณะของการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในรูปแบบต่างๆ

ลำดับ	รายการ	การหล่อในที่	การติดตั้งโดยหล่อสำเร็จรูป	การใช้ท่อเหล็กกลางสี่เหลี่ยมจัตุรัส
5	<p>การควบคุมคุณภาพ</p> <p>5.1 การควบคุมแนวตั้งของผนังก่ออิฐ</p> <p>5.2 การควบคุมคุณภาพของวัสดุและการทำงาน</p> <p>5.3 การควบคุมวัสดุเสียด</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กำหนดจากการตั้งแนวตั้งของผนังก่ออิฐไม่เกี่ยวกับกาติดตั้งเสาเอ็นและคานทับหลัง เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ต้องกระทำก่อนเริ่มงานก่ออิฐ</li> <li>- ต้องควบคุมอัตราส่วนผสมของคอนกรีตที่ใช้ในการหล่อ และการเทหล่อคอนกรีตต้องให้เต็มแบบ ไม่เป็นโพรง การบ่มคอนกรีตหลังเทหล่อ และต้องดูแลการจัดเก็บชื้นส่วนที่หล่อแล้วไม่ให้เสียหาย</li> <li>- การควบคุมเศษของคอนกรีตที่ตกหล่นเนื่องจากการเท และปูนดูที่ใช้ผสม หากใช้ไม่หมดและจัดเก็บไม่ดีก็จะเสียหายได้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กำหนดจากการตั้งแนวตั้งของผนังก่ออิฐไม่เกี่ยวกับกาติดตั้งเสาเอ็นและคานทับหลัง เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ต้องกระทำก่อนเริ่มงานก่ออิฐ</li> <li>- ต้องควบคุมอัตราส่วนผสมของคอนกรีตที่ใช้ในการหล่อ และการเทหล่อคอนกรีตต้องให้เต็มแบบ ไม่เป็นโพรง การบ่มคอนกรีตหลังเทหล่อ และต้องดูแลการจัดเก็บชื้นส่วนที่หล่อแล้วไม่ให้เสียหาย</li> <li>- การควบคุมเศษของคอนกรีตที่ตกหล่นเนื่องจากการเท จะน้อยกว่าการหล่อในที่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ท่อเหล็กกลางเป็นตัวกำหนดแนวของผนังก่ออิฐได้เนื่องจากติดตั้งก่อนขึ้นคอนกรีตก่ออิฐ</li> <li>- ต้องควบคุมความหนาของท่อเหล็กกลางสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ใช้ การคุณภาพงานเชื่อมซึ่งจะง่ายกว่าการควบคุมคุณภาพของงานเทคอนกรีต</li> <li>- เศษที่เหลือจากการตัด หากมีความยาวพอที่จะนำมาเชื่อมประกอบกันได้ก็สามารถนำไปใช้งานต่อไปได้</li> </ul>
6	<p>ความสะดวกในการก่อสร้าง</p> <p>6.1 การเทหล่อคอนกรีตหรือการยกประกอบติดตั้ง</p> <p>6.2 ความรวดเร็วในการหล่อหรือติดตั้ง</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มี 6 ชั้นตอน ได้แก่ การผูกเหล็ก เช้าแบบและค้ำยันแบบ เทหล่อคอนกรีต ออดแบบและบ่มคอนกรีต</li> <li>- มีขั้นตอนมาก ซึ่งจะต้องทำไปพร้อมๆกับขั้นตอนของการก่ออิฐ ทำให้ไม่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มี 6 ชั้นตอน ได้แก่ การเตรียมแบบ การผูกเหล็ก เทคอนกรีต ออดแบบ บ่มคอนกรีต และยกประกอบติดตั้ง</li> <li>- สามารถเทหล่อเตรียมไว้ได้ครั้งละมากๆ</li> <li>- และมีการเตรียมแบบน้อยครั้งกว่าการหล่อในที่ และไม่ต้อติดตั้งค้ำยัน แต่จะใช้เวลามากในการยกติดตั้ง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มี 4 ชั้นตอน ได้แก่ การวัดและการตัด การยกติดตั้ง โดยการเชื่อม การติดตั้งเหล็กค้ำยัน</li> <li>- เนื่องจากน้ำหนักที่เบาว่าคอนกรีตจึงสามารถยกติดตั้งได้รวดเร็วกว่าอีกทั้งสามารถทำล่วงหน้างานก่ออิฐได้</li> </ul>

ตารางที่ 7.6 (ต่อ) เปรียบเทียบคุณลักษณะของการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในรูปแบบต่างๆ

ลำดับ	รายการ	การหล่อในที่	การติดตั้งโดยหล่อสำเร็จรูป	การใช้ท่อเหล็กวางที่เหล็มจัตุรัส
6.3 การฝังท่อในระบบในผนังก่ออิฐ		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ต้องเดินท่อให้เรียบร้อยก่อนการก่ออิฐและการเทคอนกรีตเสาเอ็น-คานทับหลัง</li> <li>- หากหล่อผิดตำแหน่ง วิธีแก้ไขคือการทุบทิ้งแล้วหล่อใหม่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตำแหน่งที่มีท่อผ่านจะเปลี่ยนเป็นการหล่อในที่แทน</li> <li>- หากติดตั้งผิดตำแหน่ง ไม่จำเป็นต้องทุบทิ้งสามารถรื้อออกแล้วนำไปใช้ตำแหน่งอื่นได้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สามารถเดินท่อหลังจากการติดตั้งท่อเหล็กกลางๆได้</li> <li>- ใช้ชุดตัดเหล็กหรือเครื่องตัดไฟเบอร์ คัดประกอบใหม่ โดยยังสามารถใช้ชิ้นส่วนเดิมได้</li> </ul>
7	ข้อจำกัดในการใช้งาน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่สามารถก่ออิฐบนคานทับหลังตนเองกับได้ทันที ต้องรอขั้นตอนการถอดแบบและได้อายุของคอนกรีต</li> <li>- เมื่อมีการทุบเพื่อการแก้ไขงาน ไม่สามารถนำวัสดุเดิมกลับมาใช้ใหม่ได้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่เหมาะกับการที่ความสูงระหว่างชั้นสูงเกิน 3 เมตร เนื่องจากไม่สะดวกในการยกติดตั้ง เพราะน้ำหนักที่มากและจะแตกหักได้ง่าย</li> <li>- ไม่เหมาะกับการใช้เป็นคานทับหลังสำเร็จรูป เพราะขั้นตอนการยึดติดกับเสาเอ็นที่ยุ่งยากและไม่แข็งแรง</li> <li>- ต้องเสียพื้นที่ในหน่วยงานเพื่อทำการหล่อและการกองเก็บ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่เหมาะกับการฝังก่ออิฐรอบห้องน้ำและผนังด้านนอกของอาคารที่สามารถถูกลมและฝนได้ง่าย เพื่อป้องกันปัญหาในเรื่องสนิม</li> <li>- ไม่สามารถถอดตะปูในตำแหน่งของท่อเหล็กกลางได้</li> </ul>

## 7.6 สรุป

ในบทนี้จะกล่าวถึงการเปรียบเทียบขั้นตอนของการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การหล่อในที่ แบบสำเร็จรูปและแบบการใช้ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส การเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย อัตราการทำงาน รวมถึงการเปรียบเทียบให้เห็นถึงข้อดีและข้อเสียของการทำเสาเอ็นและคานทับหลังในรูปแบบต่างๆ ซึ่งจะพบว่า การใช้วัสดุที่เป็นท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัสสามารถทำหน้าที่แทนการทำเสาเอ็นและคานทับหลังด้วย ค.ส.ล. ได้ โดยพิจารณาจากความสามารถในการรับน้ำหนัก ที่ได้จากการคำนวณและการทดสอบจากห้องปฏิบัติการ และยังมีข้อดีมากกว่าการใช้ ค.ส.ล. คือการที่มีขั้นตอนการทำงานที่น้อยกว่าและสามารถควบคุมคุณภาพได้ดีกว่า ถึงแม้ว่าจะมีค่าใช้จ่ายรวมของวัสดุและค่าแรงงานที่มากกว่า แต่ก็จะทดแทนด้วยระยะเวลาการทำงานที่น้อยลง นั่นคือมีอัตราการทำงานสูงที่สุดในกลุ่มตัวอย่างที่นำมาเปรียบเทียบ ในขณะที่เสาเอ็นและคานทับหลัง ค.ส.ล. ถึงแม้จะเสียค่าใช้จ่ายรวมของวัสดุและค่าแรงงานน้อยที่สุด แต่ก็จะมีอัตราการทำงานต่ำสุดด้วย

ข้อดีอื่นสำหรับการใช้ท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส คือการที่วัสดุมีน้ำหนักเบาจึงสามารถยกติดตั้งได้ง่าย และสามารถแก้ไขงานได้ง่ายกว่าการใช้คอนกรีตเสริมเหล็ก แต่จะมีข้อจำกัดในเรื่องของสนิมเหล็ก เพราะฉะนั้นจึงไม่เหมาะกับการใช้งานในตำแหน่งที่อยู่ใกล้ความชื้นเช่น ห้องน้ำ หรือส่วนริมนอกอาคาร