วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 27 ฉบับที่ 1 ม.ค.–เม.ย. 2560
The Journal of KMUTNB., Vol. 27, No. 1, Jan.–Apr. 2017

บทความวิชาการ

ปัจจัยที่มีผลต่อการแบ่งประเภทของโครงสร้างเครนไฟฟ้าเหนือศีรษะในภาคอุตสาหกรรม

สุเมธ สถิตบุญอนันต์*
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0-2836-3000 ต่อ 4138 อีเมล: sumate.s@rmutp.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2016.11.004
รับเมื่อ 9 กุมภาพันธ์ 2559 ตอบรับเมื่อ 24 พฤษภาคม 2559 เผยแพร่ออนไลน์ 22 พฤศจิกายน 2559
© 2017 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

บริษัทข้ามชาติจากยุโรปมีอิทธิพลต่อการออกแบบและการผลิตเครนไฟฟ้าเหนือศีรษะในประเทศไทย บริษัทต่างชาติเหล่านี้สามารถเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงวิธีการเลือกใช้เครนไฟฟ้าเหนือศีรษะอย่างเหมาะสม เครนไฟฟ้าเหนือศีรษะเป็นอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุที่มีบทบาทอย่างมากในงานอุตสาหกรรมไทยที่ต้องมีเคลื่อนย้ายวัตถุของที่มีน้ำหนักและระยะการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกันทั้งระยะความกว้างและความยาวของอาคารโรงงาน ด้วยการทำงานในระยะความกว้างและระยะความยาวที่มีความหลากหลายบนพื้นฐานของความต้องการที่แตกต่างกันไป ดังนั้นแล้วจึงมีการแบ่งประเภทเครนไฟฟ้าเหนือศีรษะออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ตามมาตรฐานสากลคือ เครนไฟฟ้าเหนือศีรษะแบบโครงสร้างคานเดี่ยว เหมาะกับการใช้ยกน้ำหนักตั้งแต่ 0.1–10 ตัน ในส่วนความกว้างหน้าโรงงานตั้งแต่ 6–24 เมตร เป็นมาตรฐานการใช้งานและเครนไฟฟ้าเหนือศีรษะแบบโครงสร้างคานคู่ที่เหมาะสมกับการยกน้ำหนักตั้งแต่ 5–80 ตัน ในส่วนความกว้างหน้าโรงงานตั้งแต่ 10–35 เมตร เป็นมาตรฐานทั่วไป ปัจจัยที่ใช้ในการแบ่งประเภทโครงสร้างของเครนคือ 1) การรับน้ำหนัก 2) ความกว้างของคานเครน และ 3) การซ่อมบำรุง

คำสำคัญ: เครนไฟฟ้าเหนือศีรษะ, โครงสร้างคานเดี่ยว, โครงสร้างคานคู่

การอ้างอิงบทความ: สุเมธ สถิตบุญอนันต์, "ปัจจัยที่มีผลต่อการแบ่งประเภทของโครงสร้างเครนไฟฟ้าเหนือศีรษะในภาคอุตสาหกรรม," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 27, ฉบับที่ 1, หน้า 197–204, ม.ค.–เม.ย. 2560

วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 27 ฉบับที่ 1 ม.ค.–เม.ย. 2560
The Journal of KMUTNB., Vol. 27, No. 1, Jan.–Apr. 2017

Academic Article

Factors Affecting the Classification Structure of Electrical Overhead Travelling Cranes in Industry

Sumate Sathibunanan*
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 0-2836-3000 Ext. 4138, E-mail: sumate.s@rmutp.ac.th
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2016.11.004
Received 9 February 2016; Accepted 24 May 2016; Published online: 22 November 2016
© 2017 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

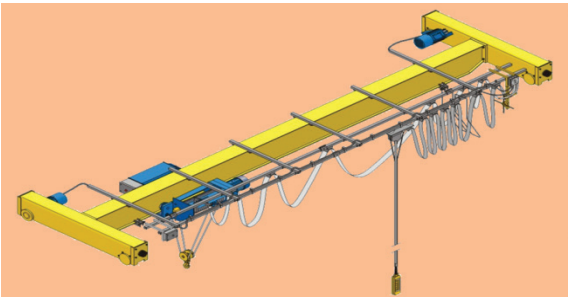
European multinationals have had much influence on the design and manufacture of electric overhead travelling cranes in Thailand since they select electric overhead cranes perfectly suited for purposes. Electric overhead cranes play an important role in Thai industry because they are used in different sizes of factories to move objects with different weight. According to the building sites and requirements, electric overhead travelling cranes are categorized into two groups: single girder, suitable for 0.1–10-ton weights and 6–24-metre building sites, and double girder, for 5–80-ton weights and 10–35-metre building sites. Factors in classifying the structure of electrical overhead travelling cranes are 1) the weight to be lifted, 2) the width of crane girders, and 3) the maintenance.

Keywords: Electric Overhead Cranes, Single Girder, Double Girder

Please cite this article as: S. Sathibunanan, "Factors affecting the classification structure of electrical overhead travelling cranes in industry," *The Journal of KMUTNB.*, vol. 27, no. 1, pp. 197–204, Jan.–Apr. 2017 (in Thai).

1. บทนำ

อุตสาหกรรมหนักนับได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ อัตราการขยายตัวของอุตสาหกรรมหนักเป็นตัวบ่งชี้ของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศได้อย่างชัดเจน เครนไฟฟ้าเหนือศีรษะเป็นเครื่องจักรกลชนิดหนึ่งที่มีบทบาทอย่างยิ่งและเพิ่มปริมาณการใช้เติบโตควบคู่มากับอุตสาหกรรมภายในประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคอุตสาหกรรมหนักของประเทศ อาทิเช่น อุตสาหกรรมเหล็ก อุตสาหกรรมปิโตรเคมี อุตสาหกรรมยานยนต์ และอุตสาหกรรมพลังงาน อุตสาหกรรมเหล่านี้มีความจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ (Material Handing) ในการทำงานสำหรับการเคลื่อนย้ายวัสดุอุปกรณ์ [1] ภายในสายงานการผลิตของโรงงาน เครนไฟฟ้าเหนือศีรษะ [2] เป็นหนึ่งในอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุที่มีบทบาทที่สำคัญซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ รอกไฟฟ้า (Electric Hoist) [3] ไว้สำหรับยกน้ำหนัก ชุดคานล้อขับเคลื่อน (End Carriage) [3] มีหน้าที่ขับเคลื่อนชุดเครนบนรางวิ่งตามแนวยาว (Runway Beam) ของโรงงาน การเคลื่อนที่ของเครนโดยทั่วไปจะแบ่งการเคลื่อนที่ได้เป็น 6 ทิศทาง คือการเคลื่อนที่เพื่อยกภาระในทิศทางขึ้น การวางภาระในทิศทางลง การเคลื่อนที่เพื่อย้ายภาระในทิศทางซ้ายและขวาของอาคารโรงงาน รวมทั้งการเคลื่อนที่เพื่อย้ายภาระในแนวทิศทางหน้าและหลังของอาคารโรงงาน โดยการเคลื่อนที่ทุกทิศทางล้วนใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนทั้งสิ้น เครนไฟฟ้าเหนือศีรษะถูกควบคุมโดยชุดปุ่มกดที่มีสายไฟต่อกับชุดมอเตอร์เครน หรือโดยวิทยุควบคุม พนักงานที่มีประสบการณ์สามารถเคลื่อนย้ายเครนไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ได้อย่างแม่นยำ โดยใช้สัญญาณจากชุดอุปกรณ์ควบคุมดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โครงสร้างเครน (Crane Structure) [4] เป็นอีกหนึ่งส่วนประกอบเครนที่มีความสำคัญอย่างมากเนื่องจากต้องรับน้ำหนักในภาวะที่เครนอยู่กับที่ (Static Load) และรับน้ำหนักในภาวะที่เครนมีการเคลื่อนที่ (Dynamic Load) โครงสร้างเครนจะประกอบไปด้วยสะพานเครน (Crane Bridge or Girder) [4], [5] คานล้อขับเคลื่อนเครน (End Truck or End Carriage) และโครงสร้างอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง จะกล่าวต่อไปตามลำดับ



รูปที่ 1 สะพานเครนแบบคานเดี่ยว (Single Girder)

2. สะพานเครน (Crane Bridge or Girder)

สะพานเครน [4], [5] คือ คานกลางที่รับน้ำหนักภาระการยกเป็นส่วนที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการรับน้ำหนักของเครนในเชิงอยู่กับที่ สะพานเครนจะต้องออกแบบให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานในด้านความปลอดภัยและโดยทั่วไปในอุตสาหกรรมจะใช้รูปแบบสะพานเครนเป็นตัวแบ่งประเภทของเครนไฟฟ้าเหนือศีรษะ ตามลักษณะของสะพานเครนที่รับน้ำหนักโดยทั่วไปประเภทของเครนไฟฟ้าเหนือศีรษะ จะถูกแบ่งออกเป็นสองประเภท คือ 1) เครนไฟฟ้าเหนือศีรษะแบบคานเดี่ยว และ 2) เครนไฟฟ้าเหนือศีรษะแบบคานคู่ ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 สะพานเครนแบบคานเดี่ยว (Single Girder)

สะพานเครนแบบคานเดี่ยว [2] จะเป็นคานที่ใช้สำหรับแขวนตัวรอกอยู่ด้านล่าง (รูปที่ 1) เหมาะสำหรับรับน้ำหนักตั้งแต่ 0.1–10 ตัน เป็นมาตรฐาน แต่มีคานเดี่ยวแบบพิเศษที่รับภาระได้ถึง 20 ตัน ส่วนความกว้างหน้าเครน (Span) มีความกว้างตั้งแต่ 6–24 เมตร เป็นมาตรฐาน บางครั้งมีการออกแบบพิเศษที่ทำให้ความกว้างของคานเดี่ยวยาวถึง 35 เมตร รอกไฟฟ้าที่กล่าวไว้แล้วข้างต้นเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับยกชิ้นงานสำหรับเครนชนิดนี้

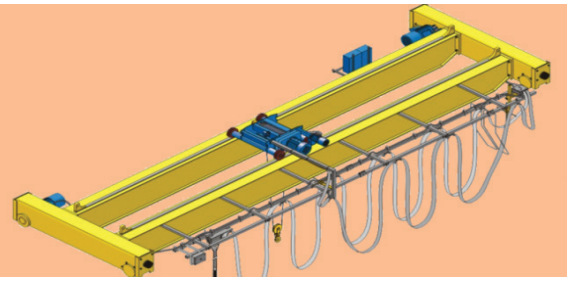
เครนแบบคานเดี่ยวเป็นเครนไฟฟ้ามีใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดในงานอุตสาหกรรมทั้งในและต่างประเทศ เพราะตอบสนองต่อความต้องการการยกน้ำหนักของอุตสาหกรรมซึ่งส่วนใหญ่ซึ่งมีน้ำหนักที่ต้องการยกไม่เกิน 10 ตันต่อการเคลื่อนย้ายภาระในแต่ละครั้ง และด้วยน้ำหนักที่ไม่สูงมากนักซึ่งไม่เป็นภาระในด้านต้นทุนการออกแบบโครงสร้างของเสาโรงงานเพื่อรองรับภาระการเคลื่อนย้ายในแต่ละครั้ง รวมทั้งระยะความสูงที่ใช้จากรางวิ่งเครนถึงหลังคาที่มีระยะไม่มากนัก จึงประหยัดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างโรงงานเมื่อเทียบกับการออกแบบโรงงานเพื่อรองรับภาระที่มากในการยกแต่ละครั้ง

2.2 สะพานเครนแบบคานคู่ (Double Girder)

มีสะพานเครนแบบคานคู่ [2] มีความเหมาะสมกับน้ำหนักยกตั้งแต่ 5 ตัน ถึง 80 ตัน ซึ่งควรมีความกว้างหน้าเครน (Span) ขนาด 10–35 เมตร เป็นมาตรฐานทั่วไป ซึ่งจะมีรอกไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับเครนแบบคานคู่สำหรับเครนเหนือศีรษะแบบคานคู่มีปริมาณการใช้รองลงมาจากเครนเหนือศีรษะแบบคานเดี่ยว เพราะส่วนใหญ่จะใช้ยกน้ำหนักที่มากจึงมีความเหมาะสมสำหรับงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ซึ่งส่วนใหญ่จะตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรม ไม่ได้แพร่หลายอย่างกว้างขวางเมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเครนเป็นแบบคานคู่และแบบคานเดี่ยวในแง่ของโครงสร้างตัวเครนในขนาดของเครนที่ใช้ยกน้ำหนักที่เท่ากัน พบว่าเครนแบบคานคู่มีน้ำหนักรวมโครงสร้างมากกว่าเครนแบบคานเดี่ยว 30% โดยประมาณ ดังนั้นแล้วจึงเป็นภาระทางต้นทุนการก่อสร้างที่มากขึ้นสำหรับโครงสร้างโรงงาน การพิจารณาการเลือกใช้เครนแบบคานคู่หรือคานเดี่ยวหากน้ำหนักที่จะยกและความกว้างโรงงานมีความแตกต่างกันชัดเจน เช่น น้ำหนักที่จะยก 5 ตันกับ 20 ตัน หรือความกว้างโรงงาน 10 เมตรกับ 30 เมตร ก็จะเป็นการง่ายต่อการเลือกใช้

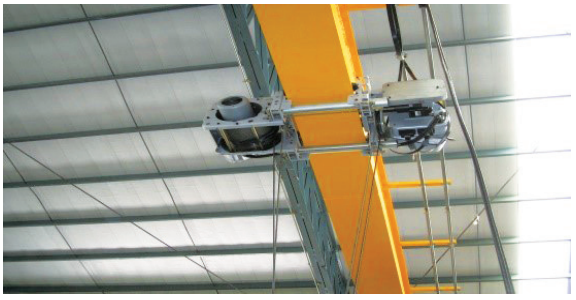
แต่ในบางกรณีที่สามารถเลือกใช้เป็นเครนแบบคานคู่หรือเครนแบบคานเดี่ยวก็ได้ในเวลาเดียวกัน เช่นเครนไฟฟ้าเหนือศีรษะ ขนาด 5 ตัน ความกว้างโรงงาน 25 เมตร การง่ายต่อการซ่อมบำรุงจึงกลายมาเป็นอีกปัจจัยหนึ่งในการพิจารณาเลือกใช้ เนื่องด้วยเครนไฟฟ้าเหนือศีรษะเมื่อใช้งานได้ในระยะเวลาหนึ่งจะเกิดการสึกหรอหรือบิดเบี้ยวของรางวิ่งของตัวรอกที่ติดกับสะพานเครน (รูปที่ 1 และรูปที่ 2) ที่ใช้เป็นรางวิ่งของชุดรอกตามแนวกว้างของโรงงานและอาจจะต้องทำการปรับแนวของรางวิ่งบนสะพานเครนเพื่อให้ชุดรอกวิ่งในแนวกว้างของโรงงานได้ตามปกติจากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น พบว่าเครนไฟฟ้าเหนือศีรษะแบบคานคู่ (รูปที่ 2) เมื่อต้องการซ่อมบำรุงรางวิ่งบนสะพานเครนสามารถทำได้ง่ายเพียงแต่ยกชุดรอกลงและทำการปรับแนวของรางวิ่งชนิดสี่เหลี่ยมตันบนสะพานเครน (รูปที่ 3) โดยไม่ต้องยกเครนทั้งตัวลงมา

ซึ่งแตกต่างจากวิธีซ่อมบำรุงของเครนไฟฟ้าเหนือศีรษะแบบคานเดี่ยว (รูปที่ 1) ที่จะต้องยกสะพานเครนลงมาทั้งตัวเพื่อปรับแนวของแผ่นเหล็กรางเครนโดยการนำรางวิ่งเครนชนิดแผ่นเหล็กด้านล่าง (รูปที่ 4) ที่บิดเบี้ยวออกและเปลี่ยนเป็นแผ่นใหม่



รูปที่ 2 สะพานเครนแบบคู่ (Double Girder)

รูปที่ 3 รางวิ่งชนิดสี่เหลี่ยมตันบนสะพานเครน



รูปที่ 4 รางวิ่งเครนชนิดแผ่นเหล็กด้านล่าง

รูปที่ 5 เครนขนาดใหญ่ (Heavy Duty Crane) [6]

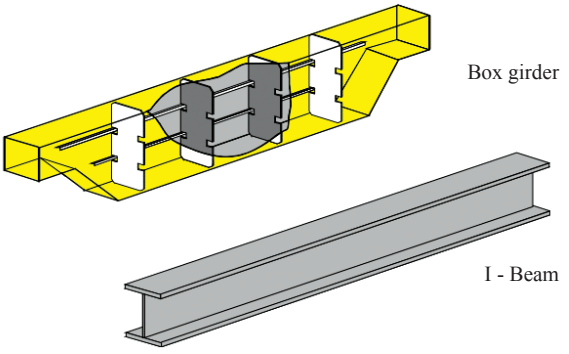
ในกรณีที่โรงงานมีเครื่องจักรวางอยู่จำนวนมากก็จะยิ่งเพิ่มความยุ่งยากในการนำเครนทั้งตัวลงมา ด้วยเหตุนี้เครนไฟฟ้าเหนือศีรษะแบบคานคู่จึงง่ายต่อการซ่อมบำรุงรางเครน เมื่อเทียบกับเครนไฟฟ้าเหนือศีรษะแบบคานเดี่ยว การใช้งานที่มีความถี่บ่อยมีโอกาสทำให้รางเครนมีความสึกหรอเร็วขึ้น กรณีนี้ยิ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาเลือกใช้เครนไฟฟ้าเหนือศีรษะแบบคานคู่เพราะง่ายต่อการซ่อมบำรุงรางเครน แต่หากกรณีที่นานๆ จึงจะมีการยกภาระ เช่น ยกภาระเฉลี่ยชั่วโมงละครั้งวันละไม่เกินแปดชั่วโมง เครนไฟฟ้าเหนือศีรษะแบบคานเดี่ยวก็น่าจะเพียงพอ เพราะอายุการใช้งานนานมากกว่าจะซ่อมบำรุงรางเครนในแต่ละครั้ง และสำหรับเรื่องเกี่ยวกับความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครนในแนวยาวโรงงานทั้งแบบคานเดี่ยวและแบบคานคู่นั้น ลักษณะความเร็วที่เหมาะสมนั้นจะแบ่งเป็นความเร็ว 2 จังหวะ คือจังหวะการเคลื่อนที่ช้าและจังหวะการการเคลื่อนที่เร็ว โดยทั่วไปความเร็วในการเคลื่อนที่จะอยู่ที่ 5 เมตรต่อนาที สำหรับจังหวะการเคลื่อนที่ช้า และความเร็ว 20 เมตรต่อนาที สำหรับจังหวะการเคลื่อนที่เร็วโดยประมาณ แต่สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นอย่างมากคือจังหวะการเปลี่ยนความเร็วจากช้าไปเร็วต้องมีความนิ่มนวลเพื่อป้องกันการกระชากตัวของภาระสิ่งของที่เคลื่อนที่หากปล่อยให้เกิดแรงกระชากด้วยภาระสิ่งของที่มีน้ำหนักก็จะก่อให้เกิดแรงโมเมนตัมจำนวนมากและจะส่งผลกระทบก่อให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นส่วนต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งชิ้นส่วนที่มีการต่อเชื่อมต่อกับโครงสร้างเครน

รูปที่ 6 เครนสนาม (Gantry Crane) [6]

การเลือกใช้ความเร็วสำหรับเครนขนาดใหญ่มาก (รูปที่ 5) โดยทั่วไปควรเลือกใช้ระบบความเร็วที่ช้ากว่าเครนขนาดเล็ก เพื่อการทำงานที่ความปลอดภัย ยกเว้นบางกรณีเครนขนาด 100 ตัน ใช้ความเร็วในเคลื่อนที่แนวยาวถึง 80 เมตรต่อนาที หรือมากกว่าด้วยเหตุผลด้านการผลิตที่รวดเร็ว

โครงสร้างเครนไฟฟ้าเหนือศีรษะทั้งในรูปแบบคานเดี่ยวและคานคู่สามารถออกแบบให้โครงสร้างเครนเคลื่อนที่อยู่บนพื้นโรงงานหรือที่เรียกว่าเครนสนาม (Gantry Crane) (รูปที่ 6) ซึ่งเหมาะกับการใช้งานกลางแจ้งทั้งยังเหมาะกับการใช้งานในที่ร่มในอาคารโรงงานที่มีอยู่เดิมโดยที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างเสาอาคารหรือโรงงานเพื่อรองรับงานเครนเป็นการเพิ่มเติม เครนชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้ในงานบางประเภท เช่น งานประกอบโครงเหล็กขนาดใหญ่ งานเทเสาคอนกรีต งาน

รูปที่ 7 เครนไฟฟ้าเหนือศีรษะแบบขาสูงข้างเดียว (Semi Gantry Crane) [7]



รูปที่ 8 โครงสร้างภายในกล่องสะพานเครน (Box Girder Structure)

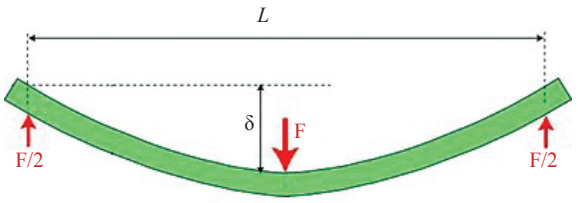
เทหล่อแบบชิ้นงานกลางแจ้งที่ต้องการความร้อนจากแสงแดดช่วย ในการทำงานบางครั้งในโรงงานที่มีการแบ่งสายการผลิตการออกแบบเครนสนามขาสูงข้างเดียว (รูปที่ 7) ที่มีขาเครนข้างหนึ่งวิ่งบนรางด้านบนติดกับเสาโรงงานและขาเครนอีกข้างวิ่งบนรางด้านล่าง จะประหยัดงบประมาณมากกว่าการสร้างเครนตลอดแนวกว้างโรงงาน สิ่งที่สำคัญสำหรับการออกแบบเครนสนามขาสูงจะต้องออกแบบลักษณะโครงสร้างเครนให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีอัตราส่วนความกว้างฐานของโครงสร้างเครนต่อความสูงของโครงสร้างเครนอยู่ที่ประมาณ 5 : 3 เพราะการออกแบบด้วยอัตราส่วนนี้จะช่วยให้มีการทรงตัวที่ดีของโครงสร้างเครน เครนจะพลิกล้มได้ยาก และสำหรับองศาความลาดชันของขาเครนไม่ควรน้อยกว่า 12 องศา วัดจากเส้นระดับในแนวแกน Y อีกประการที่ต้องคำนึงถึง อาจมีการทรุดตัวของรางเครนได้ในอนาคต ดังนั้นแนวระดับรางวิ่งทั้ง 2 ฝั่ง จำเป็นต้องออกแบบขาเครนด้านใดด้านหนึ่งให้มีจุดหมุน (Flexible Leg) มีความยืดหยุ่นตัวได้คล้าย ๆ กับปีกนกของช่วงล่างรถยนต์เพื่อให้โครงสร้างของเครนสนามขาสูงสามารถยืดหยุ่นได้ ในกรณีที่ต้องวิ่งไปบนของรางเครนที่มีการทรุดตัวเกิดขึ้นเพื่อป้องกันโครงสร้างของเครนแตกหักในขณะเคลื่อนที่ ที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดเป็นเครนที่นิยมใช้ในภาคอุตสาหกรรมซึ่งสามารถรองรับน้ำหนักได้ไปจนถึงหลายร้อยตันทีเดียว

3. โครงสร้างภายในกล่องสะพานเครน (Box Girder Structure) [5]

สะพานเครน (รูปที่ 8) เป็นคานโลหะที่รับน้ำหนักจากการยกจากรอกไฟฟ้า สะพานเครนโดยทั่วไปจะมีรูปทรงเป็นตัว “ I ” ถ้ามีการรับน้ำหนักที่ไม่มากนักเช่น รับน้ำหนักน้อยกว่า 3 ตัน และคานกว้างน้อยกว่า 6 เมตร สามารถใช้เหล็กไอบีม (I-Beam) ได้ แต่ถ้ารับน้ำหนักเกินกว่า 3 ตัน และคานกว้างมากกว่า 6 เมตร จะนิยมใช้เป็นเหล็กแผ่นกล่องขึ้นรูป รายละเอียดภายในแสดงไว้ดังรูปด้านล่าง

สะพานเครนจะอยู่ภายใต้ความหลากหลายของความเครียด (Stresses) ที่รุนแรงซึ่งมักจะเกิดขึ้นระหว่างการการยกภาระโหลด คานเครนจะมีแผ่นเหล็กคั่นเป็นระยะ ๆ เพื่อเสริมความเสริมความแข็งแรงเพื่อให้เกิดความคงรูปของกล่องหน้าตัดเครน รวมทั้งมีเหล็กฉากเดินแนวเพื่อเสริมความแข็งแรงตามแนวยาวของกล่องเครน สะพานเครนจะมีรูปแบบหลากหลาย เช่น สะพานเครนแบบคานเดี่ยว คานคู่ ขึ้นอยู่กับการใช้งาน ภาระน้ำหนักและความสูงที่ต้องการยก ดังที่รายละเอียดที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

เมื่อกล่าวถึงคานเครนสิ่งที่จะละเลยกล่าวถึงไม่ได้คือค่าการโก่งงอ (Deflection) ของคานเครน เมื่อเกิดการรับน้ำหนักค่าการโก่งงอ (รูปที่ 9) ของคานเครนแทนด้วย



รูปที่ 9 แรงกระทำบนคานเครน (Free Body Diagram)

สัญลักษณ์ δ ค่าการโก่งงอของคานเครนที่นิยมในการใช้ออกแบบสำหรับงานเครนทั่วไปอยู่ที่ 1/750–1/1000 โดยประมาณ ในกรณีเครนที่ใช้งานหนักและต้องการความคงทนสูง ค่าการโก่งงอของคานเครนที่ใช้ในออกแบบจะอยู่ที่ 1/1500–1/2000 โดยประมาณ สูตรคำนวณค่าการโก่งงอที่ใช้ในงานเครน สามารถแสดงได้โดยสมการดังต่อไปนี้ [8]

$$\delta = \frac{PL^3}{48EI} \quad (1)$$

δ = ค่าการโก่งงอของคานเครน (Deflection)

P = ภาระน้ำหนักสูงสุดที่เครนสามารถยกได้ตามมาตรฐานการออกแบบ (N)

L = ความยาวของคานเครน (mm)

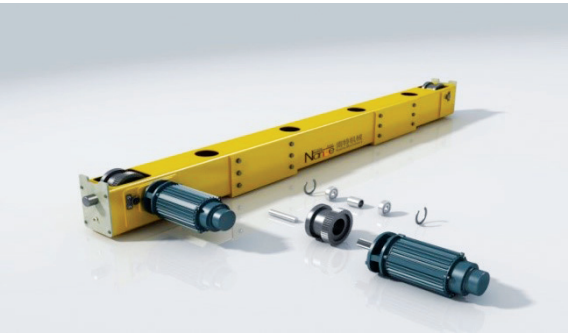
E = Young's Modulus (69,972 N/mm^2)

I = Second Moment of Inertia of Cross Section (mm^4)

โดยที่ค่า Second Moment of Inertia of Cross Section สามารถหาได้จากตารางเหล็กโดยทั่วไป

4. คานล้อขับเคลื่อนเครน (End Carriage)

ชุดคานล้อขับเคลื่อน [2] คือชุดขับสะพานเครน (รูปที่ 10) ให้เคลื่อนที่ตามแนวยาวของอาคารโรงงาน คานล้อประกอบไปด้วยชุดโครงสร้างคานล้อ มอเตอร์และชุดล้อขับ ใช้ตู้คอนโทรลในการควบคุมการเคลื่อนที่ของชุดเครนตามแนวหน้า-หลังของอาคารโรงงาน น้ำหนักทั้งหมดจากเครนทั้งชุดจะกระจายน้ำหนักไปยังชุดล้อเครนทั้ง 4 ล้อ และกระจายน้ำหนักต่อไปยังรางวิ่งเครน



รูปที่ 10 คานล้อขับเคลื่อนเครน (End Carriage) [9]

ลงสู่เสาอาคารโรงงาน คานล้อโดยทั่วไปจะมีความยาวอยู่ที่ประมาณ 1/7 ของความยาวสะพานเครน

ความเร็วที่เหมาะสมและเป็นที่นิยมของคานล้อขับเคลื่อนเครนคือความเร็ว 2 ลักษณะความเร็ว ซึ่งส่งผลให้ชุดเครนทั้งชุดเคลื่อนที่ได้อย่างนิ่มนวล และปลอดภัย ชุดคานล้อขับเคลื่อนจะประกอบด้วย มอเตอร์ไฟฟ้าที่มี 2 ลักษณะความเร็ว (Two Speed Pole Changing Motor) ออกแบบตามมาตรฐาน IP55 ป้องกันฝุ่นละออง และทนอุณหภูมิได้สูงถึง 155 องศาเซลเซียส ขนาดของมอเตอร์ (Motor Rated Output) ไม่น้อยกว่า 115 เปอร์เซนต์ ปัจจุบันได้มีการนำชุดการปรับเปลี่ยนความเร็วอย่างต่อเนื่อง (Inverter) เข้ามาควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า ทำให้การเคลื่อนที่ นิ่มนวลมากยิ่งขึ้น รวมทั้งลดการสึกหรอและช่วยประหยัดพลังงานในการทำงานลงได้อีกด้วย

5. โครงสร้างอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ทางวิ่งและรางวิ่งเครนเป็นชุดโครงสร้างที่รองรับชุดคานล้อขับเคลื่อนเครนจะทำการติดตั้งอยู่บนหัวเสาหรือหูช้าง (Corbel) ที่เป็นโครงสร้างที่ยื่นออกมาจากส่วนของเสาอาคารโรงงาน ทางวิ่ง ผลิตจากเหล็กประเภทเอชบีม (Wide Flange) หรือไอบีม ค่ามาตรฐานการแอ่นตัวของชุดทางวิ่งเครนนั้นอยู่ที่ประมาณ 1/500 ส่วนรางวิ่งทำจากเหล็กสี่เหลี่ยมตัน (Square Bar) งานที่ใช้เครนถี่บ่อยควรใช้เหล็กรางรถไฟที่มีความคงทนต่อการสึกหรอได้มากกว่าเหล็กสี่เหลี่ยมตัน สาเหตุที่สำคัญอีกสาเหตุหนึ่ง

ของการใช้เหล็กรางรถไฟเนื่องจากการยึดเหล็กรางรถไฟเข้ากับชุดทางวิ่งเครนนั้นจะใช้เพียงอุปกรณ์จับยึดซึ่งทำให้ง่ายต่อการปรับระดับมากกว่าการปรับระดับของชุดรางวิ่งที่ติดตั้งบนเหล็กสี่เหลี่ยมตันด้วยวิธีการเชื่อม

6. สรุป

ปัจจัยที่มีผลต่อการแบ่งประเภทของโครงสร้างเครนไฟฟ้าเหนือศีรษะในภาคอุตสาหกรรม เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งานและการเลือกใช้สะพานเครนอย่างเหมาะสม นอกเหนือจากจะพิจารณาด้านน้ำหนักที่ต้องการยกซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ใช้กำหนดแบบของโครงสร้างเครนแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงหน้ากว้างของโรงงานที่มีผลกระทบเป็นอย่างมากต่อการเลือกประเภทของโครงสร้างเครน และสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงเป็นลำดับสุดท้ายคือความความยากง่ายต่อการซ่อมบำรุงซึ่งจะเป็นตัวกำหนดประเภทของโครงสร้างเครนในแง่ของภาคปฏิบัติการประยุกต์ใช้งานจริงในโรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารอ้างอิง

[1] QU. Xiaogang, XU. Gening, FAN. Xiaoning, and BI. Xiaoheng “Intelligent optimization methods for the design of an overhead travelling crane,” *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, vol. 28, pp. 187–196, September, 2015.

[2] A. Bhatia, *Electric Overhead Traveling (EOT) Cranes and Hoists*. New York: PDH Center, 2012.

[3] R. Nualrut, S. Yenkasem, and S. Pudang, “Material transporter machine of crane,” A Project Summited the Partial Fulfillment of Requirement for The Degree of Bachelor of Industrial Management Technology, Faculty of Engineering Burapha University, 2011 (in Thai).

[4] Gary J. Davis, “Guidelines for Inspecting Overhead Crane Structures,” Texas Registered Engineering Firm, Texas, 2011, pp. 17–42.

[5] QU. Xiaogang, XU. Gening, FAN Xiaoning, and BI. Xiaoheng, “Intelligent optimization methods for the design of an overhead travelling crane,” *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, vol. 28, no. 1, pp. 187–196, 2015.

[6] YUANTAICRANE.(2015,December1).*Overhead Crane* [Online]. Available: http://www.ytcrane.com/products

[7] ElectroMech FZE. (2015, February 8). *Heavy Engineer* [Online]. Available: http://www.emech.ae/industry/general-enggineering /

[8] J. M. Gere and B. J. Goodno, *Mechanics of Material*, USA: Stamfoard, 2013, pp. 756–817.

[9] PDH Online (2015, December). *Electric Overhead Traveling (EOT) Cranes and Hoists* [Online]. Available: http://www.pdhcenter.org/courses/ m245/m245.htm