

6) การออกแบบกระพ้อลำเลียง (Bucket Belt Elevator Theoretical Design) โดยการคำนวณทางทฤษฎี

เรื่องที่ 3. การออกแบบกระพ้อลำเลียง (Bucket Belt Elevator Theoretical Design) โดยการคำนวณทางทฤษฎี

1. บทนำ

เมื่อมีลูกค้าต้องการได้ระบบสายพานกระพ้อลำเลียง (Bucket Belt Elevator) สักต้นหนึ่ง ลูกค้าก็จะติดต่อบริษัทที่ทำงานเกี่ยวกับระบบสายพานลำเลียงหรือโรงงาน Fabrication ให้ออกแบบและผลิตให้ ซึ่งบริษัทส่วนมากก็จะสามารถตอบสนองผลิตและส่งมอบให้ได้โดยไม่ยากเย็นนัก แต่เมื่อถามผู้ที่ เป็น Project Engineer หรือ โรง fabrication หรือผู้ที่รับผิดชอบโครงการว่า ได้ทำงานตาม Step ที่ควรทำให้ครบวงจรทั้งระบบหรือไม่ เริ่มตั้งแต่ ได้ตรวจสอบความต้องการของลูกค้า ประเภทของวัสดุเป็น Industrial หรือ Agricultural Material ขนาดของวัสดุที่จะลำเลียง เพื่อเลือก Type ระบบสายพานกระพ้อลำเลียง (Bucket Belt Elevator) ที่เหมาะสม ได้ คำนวณ ออกแบบ เลือก Type ส่วนประกอบ(Component) ต่างๆก่อนผลิตหรือไม่ คำตอบส่วนมาก ก็คือ “ไม่ได้คำนวณ” ถามว่าแล้วทำงานเสร็จได้อย่างไร คำตอบก็คือ ใช้วิชา Copy แบบเดิม คือทำเหมือนของเดิมที่เคยทำกันมา วิธีนี้มีส่วนดี คือ เร็ว แต่ถูกหรือผิด ใช้งานได้ดีหรือไม่ ก็ไม่สามารถให้คำอธิบายแบบมั่นใจได้ ผู้แค่ว่า มันหมุนได้และใช้งานได้ดีพอ ส่วนจุดอ่อนของการลอกข้อสอบแบบนี้ก็คือ ถ้าของเดิมคิดของใหม่ก็จะผิดและถ่ายทอด D.N.A ผิดๆต่อเนื่องกัน ไปจากรุ่นสู่รุ่น(ขอยกยหากท่านอื่นๆไม่ได้ทำตามที่เรา กำลังยกตัวอย่าง) เราเชื่อว่านี่เรื่องที่เป็นความเชื่อผิดๆแต่เชื่อกันว่า มันถูกต้อง โดยบริสุทธิ์ใจ เคยเกิดขึ้นประมาณนี้ ในทุกบริษัทแน่นอนไม่เชื่อ ไปถามเจ้าแก้ว

ยกตัวอย่างของจริงสักเรื่อง เมื่อกลางปี 2556 เพื่อนที่เคยร่วมทำงานด้วยกันมาเมื่อ 3 ปีที่แล้วคนหนึ่ง ได้มาเล่าให้ฟังว่าช่วงที่แยกกันมา 3 ปี ได้ทำงานและติดตั้งสายพานกระพ้อลำเลียง (Bucket Belt Elevator) สำเร็จมาแล้ว รวม 30 ต้น หากมีโอกาสช่วยแนะนำลูกค้าที่อยากได้ สายพานกระพ้อลำเลียง (Bucket Belt Elevator) ไปใช้งานให้ด้วย ผู้เขียนก็เลยสอบถามเรื่องต่างๆไปและ ขอนำมาเล่าให้ฟังเพียงบางส่วนที่เกี่ยวกับเรื่องการออกแบบ ว่าการออกแบบ คำนวณทำกันอย่างไร ใครเป็นคนทำ คำตอบที่เป็นมาตรฐาน คือ “ไม่ได้คำนวณ” Copy แบบเก่าๆต่อกันมาเรื่อยๆ พอดูรายละเอียดใน Drawing ก็พบว่า มีข้อมูลหลายสิ่งหลายอย่างที่ยังไม่สอดคล้องและสัมพันธ์กับการ ออกแบบที่ดี ไม่ว่าจะเป็น ความเร็วที่ต้องสัมพันธ์กับ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Drive Pulley หรือระยะห่างของ Bucket ซึ่งมันจะเกี่ยวเนื่องกับ Capacity และการสาด (Discharge) ของวัสดุ การวางตำแหน่งที่ไม่ถูกต้องส่งผลให้เกิดการ ล่วง-หก-ตก-หล่น ของวัสดุ หรือตำแหน่งของ intake ก็ไม่ถูกต้องทำให้การเติมวัสดุไม่มีประสิทธิภาพ และยังมีรายการอื่นๆที่เขียนและไม่ได้กล่าวถึงอีก ความไม่ลงตัวเหล่านี้จะทำให้ประสิทธิภาพการทำงาน ของกระพ้อลำเลียง (Bucket Belt Elevator) ต่ำ แต่อย่างไรก็ตาม เป็นเรื่องที่โชคดีของเพื่อนคนหนึ่งที่ สามารถส่งมอบงานไปได้ ทันทีที่เก็บเงินเรียบร้อยแล้ว ระบบของกรรมจะเริ่มทำงานทันที เพราะกฎแห่งกรรมจะไม่เสื่อมสลายเช่นเดียวกับกับกฎของพลังงานมันเพียงเปลี่ยนจากกรรมของคนหนึ่งมาเป็นอีกคนหรือฟ่วงกรรมของหลายคนไว้ด้วยกัน เมื่อกรรมเริ่มทำงาน ความโชคดีของเพื่อนที่เริ่มขึ้นก็จะแปรสภาพเป็นความ โชคร้ายของเจ้าของงานในบัดดล และยังคงผูกพันเป็นกรรมร่วมทำให้ทั้งสองฝ่ายไม่มีความสุขตลอดเวลาที่ยังอยู่ในสัญญาการ ค้ำประกัน 1 ปี

สำหรับเจ้าของงานก็อยากได้ของดีราคาถูกบอกได้เลยว่าหายาก เราขอแนะนำว่า การได้รับของที่เหมาสมกับการใช้งานด้วยราคาที่ยุติธรรมเป็นทางออกที่ดีกับทุกฝ่าย เพราะของที่เหมาสมมักดี ของดีที่ไม่เหมาสมก็ไม่เกิดประโยชน์ของถูกมักเป็นที่พอใจของผู้ซื้อในระยะแรกแต่จะสร้างปัญหาให้กับทุกฝ่ายในระยะต่อมามากต่อมากแล้ว การตรวจรับงานบนพื้นฐานการออกแบบที่ไม่เหมาสม หากตัวแทนเจ้าของงานไม่มีความรู้เพียงพอที่จะยอมรับงาน โดยคิดว่าปรากฏการณ์วัสดุวาง-หก-ตก-หล่น ก็เป็นเรื่องปกติของระบบมันหกร่วงอยู่ภายใน ไม่มีคนเห็น ร่วงได้ก็ร่วงไป ใครเดือดร้อน กระพ้อก็ชุด คัดัก ไปเรื่อยๆ จนงานเสร็จ ส่วน Capacity ขาดไปบ้างก็ใช้เวลาทำงานเพิ่มให้มากขึ้นไปก็แล้วกันเวลาที่เสียไป “ใครแคร์” ในฐานะลูกจ้างรับรองได้โดยมีน้อยคนที่ใส่ใจเรื่องอย่างนี้ให้นายจ้าง เพราะเจ้าของงานก็ไม่มีเวลามากดูแล และไม่ทราบรายละเอียดส่วนนี้แน่นอน ซึ่งความเสียหายเหล่านี้เหมือนเงินร่วง ตก-หล่น เต็มพื้นดินละลานตาไปหมด แต่ไม่มีใครมองเห็น เพราะมันไม่เคยถูกบันทึกเป็นระบบว่ามีค่าเท่าใด หรือ ไม่ปรากฏให้เห็นในระบบบัญชีแต่อย่างใด จึงไม่มีผู้ใดใส่ใจ ผลกระทบสุดท้ายก็จะตกเป็นของเจ้าของงานหรือถ้าแก่อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นเรื่องที่เรากำลังนำเสนออยู่นี้ นอกจากจะเป็นประโยชน์กับผู้ออกแบบ และผู้ปฏิบัติงานแล้ว ยังเป็นเรื่องที่เป็นประโยชน์สำหรับเจ้าของงานหรือถ้าแก่ที่ต้องรู้ ควรอ่าน หากความรู้ใน website ของเราด้วย ถ้าแก่รุ่นใหม่ หนุ่มแน่น จลลาคเป็นกรด มีมากขึ้นเรื่อยๆ ต้องรับรู้เรื่องเหล่านี้ด้วยรับรองอ่านแล้วมีแต่ได้กับได้ มีเงินตกคืนในกระเป๋าเต็มๆแบบคุ้มค่านะ

ด้วยเหตุดังกล่าว บริษัท คอนเวเยอร์ โกลด์ จำกัด จึงถือว่าเป็นภาระหน้าที่ของเราที่จะนำเสนอสิ่งดีๆที่เป็นสาระ สรรหาวิชาการที่เป็นเรื่องง่าย ๆ มาปรับใช้ทุกท่านที่สนใจและรับใช้องค์กรประเภท SME ในบ้านเราที่ องค์กรความรู้หลายอย่างที่ขังพร้อมอยู่ ตาม Motto การทำงานของเรา คือ “Together We Share ไปด้วยกัน...เพื่อแผ่กัน” ครับเราให้ Solution คุณมากกว่าจะเสนอขายของตะบี้ตะบัน เรามอบทุกเรื่องราวเกี่ยวกับสายพานที่คุณอยากรู้ เปิดทุกสิ่งที่คุณอื่นไม่ยอมให้คุณรู้ ไม่แข่งขันกับใครแต่อยากสร้างโอกาสร่วมกัน ได้ประโยชน์ร่วมกัน อ่านแล้วชอบคำตอบอยู่ที่ตนเอง สงสัยสิ่งใดสอบถามได้เลยครับ คิดเสียว่า เราคือผู้ส่งข่าว จากมิตร-สู่มิตร

2. จุดประสงค์ต่อผู้อ่านเรื่องนี้

จุดประสงค์ของการนำเสนอเรื่องนี้ก็เพื่อให้ ช่างเทคนิค หรือ Young Engineer สามารถมี Guide line การออกแบบที่ถูกต้องเกี่ยวกับการคำนวณ การเลือกใช้ ระบบสายพานกระพ้อลำเลียง (Bucket Belt Elevator) จับมาใช้งาน ได้ง่ายๆ คัดสรรมาแต่เรื่องแบบชีวๆ เรื่องเหล่านี้ก็จะไม่ได้เรียน ในขณะที่เป็นนักศึกษา หรือ ได้เรียนแต่ไม่ได้สนใจ หรือ อาจารย์ไม่ได้สอน แต่พอมาทำงานแล้วมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ความรู้เหล่านี้ทำมาหากิน ถามใครก็ไม่ถนัดนัก ในใจก็กลัวคนอื่นเขาจะดูถูกว่าเราโง่ กลัวเสียเหลี่ยม ถามลูกพี่ที่ โรงงานก็ไม่ตอบ-อหมุมิ-ไม่รู้- หรือหากบอกแล้ว กลัวเราเก่งกว่าก็ไม่อาจประเมินได้ (ผู้เขียนเห็นว่า เราไม่ควรอายที่จะถามคนอื่นเพื่อความรู้ เพราะคนที่รู้ตนว่าตัวเองไม่รู้ คือความงามของการไม่รู้เช่นกัน) ส่วนท่านที่เป็น Senior Engineer หรือเป็น Engineer ที่ฉลาด หัวแหลมยิ่งกว่าจรวจ ความรู้ ภาษาไทยยอด ภาษาอังกฤษเยี่ยม พุดละฉาน อ่านเป๊ะเวอร์ ไม่ต้องเสียเวลาอ่านครับ ข้ามไปได้เลย เพราะท่านสามารถ ถามไถ่กับอาจารย์กู(Google) ได้โดยตรง ไม่ต้องผ่านร่างทรงของบริษัท คอนเวเยอร์ โกลด์ จำกัดเลยยิ่งตรงไปเลยได้ผลดีกว่า สำหรับท่านที่มีประสบการณ์สูงจะแนะนำ สิ่งที่เราขาดตกบกพร่องเราก็จะน้อมรับด้วยความยินดียิ่งขอขอบคุณล่วงหน้าครับ

3. Design Roadmap



เนื่องจากการออกแบบ-คำนวณ มีมากมายหลาย Approach เปรียบได้กับคำกล่าวที่ว่า “หากเราพูดถึงประเทศอินเดียไม่ว่าเราจะนิยามประเทศอินเดียอย่างถูกต้องว่าอย่างไร สิ่งที่เป็นเรื่องตรงข้ามก็มักจะเป็นความจริงด้วยเช่นกัน” การคำนวณก็เช่นกัน มีหลายรูปแบบ มารูปแบบไหนก็ใช้ได้ทั้งหมด เพียงแต่เราต้องมีความรู้พื้นฐานเพื่อสนับสนุนการใช้วิจารณ์ญาณเลือกให้ถูกต้องเท่านั้นเอง เราจะขอยกมานำเสนอ โดยแบ่งออกเป็น 2-ลักษณะแบบ เปิดตารางและแบบการคำนวณทางทฤษฎี

3.1 แบบ เปิดตาราง ซึ่งตารางเหล่านี้มีที่มาจากหลายแหล่ง ส่วนมากมาจากค่าย Europe และ USA ดังนั้นหน่วยที่ใช้จึงยังเป็น British Standard อยู่อาจจะอ่านยากหน่อยเพราะความไม่คุ้นเคย ผลลัพธ์ที่ได้มาอาจจะแตกต่างกันบ้างซึ่งมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง แต่จะไม่ขอกว่าในที่นี่ แต่เมื่อท่านดูคลิกลงไปในรายละเอียดก็จะสามารถทำความเข้าใจเองได้ เราได้นำเสนอให้ท่านเลือกใช้งาน 2 แหล่ง แบบเปิดตาราง1 และ เปิดตาราง 2 จาก 2 ค่าย จะได้เปรียบเทียบกัน และท่านยังสามารถเอาไปเปรียบเทียบกับกรคำนวณที่ได้จากทางทฤษฎี(ที่เราจะนำเสนอในลำดับต่อไป) ได้อีกด้วย เพื่อความ Sure แล้วท่านสามารถใช้ Common Sense เลือกสิ่งที่เหมาะสมเอง

3.2 การคำนวณทางทฤษฎี ซึ่งมีแหล่งที่มาทั้งจาก Europe/USA/Japan เราเลือกจะนำเสนอการคำนวณของทางค่ายญี่ปุ่นซึ่งอ้างอิง Japanese Standard มากหน่อยเพราะมีตัวแปรในการคำนวณน้อยกว่าค่าย Europe, USA การคำนวณค่าย Europe, USA จะอ้างอิง CEMA หรือไม่ได้บอกแหล่งอ้างอิงไว้ เราก็จะลองนำเสนอเฉพาะส่วนสำคัญๆ เพื่อให้ท่านมี Choice เลือกใช้ตามสะดวก ส่วนผลลัพธ์ที่ได้ก็ไม่ได้แตกต่างจนมีนัยยะสำคัญ เราจึงเลือกนำเสนอของง่าย ๆ ไว้ก่อน ใครอยากได้มากกว่านี้ถามอาจารย์เองก็แล้วกันนะครับ

4. Case Study ตัวอย่างการคำนวณทางทฤษฎี

4.1 โจทย์ ให้ออกแบบระบบสายพานกระพ้อลำเลียง (Bucket Belt Elevator) ตามข้อมูลที่ให้ข้างล่างนี้

1. Material: Crushed Bituminous Coal, 1/2 inch size (12.5 mm.)
2. Weight (หรือ Bulk density): 50 Lb. / Cu. Ft. = (800 Kg. /cu.M.)
(Note: 1 Lb. /Cu. Ft = 16.0184 Cu.M)
3. Capacity: 70 TPH. (70,000 Kg/Hr.)
4. Shaft center: 65 Ft. = 20 M. Approx. (Distance between center of Drive Shaft and Boot Shaft)

4.2 Solution: ถ่วงน้ำหนักเดียวออกแบบเป็นแบบแรงเหวี่ยง

Step 1: จาก Table 1 เลือก Bucket Size 400 mm. x 200mm. (16" x 8 ") ท่านสามารถขอตารางข้อมูลได้จากผู้ขาย Bucket ยี่ห้ออื่นๆ



No.	Nominal Size Medida Nominal (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	X ^o	Capacity (Litres) Capacidad (Litros)		
								kg	Z2 (total)	Z3 (water)
AA43TN	110 x 80	103	78	78	51	5.5	37	0.09	0.27	0.21
AA54TN	130 x 100	134	105	105	74	7	37	0.23	0.74	0.57
AA64TN	150 x 100	160	105	105	74	7	37	0.27	0.89	0.68
AA74TN	180 x 100	184	105	105	74	7	37	0.30	1.07	0.84
AA75TN	180 x 130	180	130	134	93	8	37	0.44	1.55	1.26
AA85TN	200 x 130	206	130	134	93	8	37	0.50	1.83	1.47
AA95TN	230 x 130	232	130	134	93	8	37	0.54	2.00	1.66
AA96TN	230 x 150	238	156	156	108	8.5	37	0.67	2.80	2.17
AA106TN	250 x 150	264	156	156	108	8.5	37	0.73	3.14	2.43
AA116TN	280 x 150	290	156	156	108	8.5	37	0.77	3.43	2.68
AA126TN	300 x 150	320	165	160	108	8.5	38	0.95	4.10	3.08
AA127TN/S	300 x 180	305	178	178	98	7	37	0.92	4.10	2.95
AA127TN	300 x 180	314	180	180	125	9	37	1.13	5.25	4.00
AA147TN	350 x 180	365	180	180	125	9	37	1.25	6.30	4.89
AA148TN	350 x 200	365	206	206	142	11	37	1.94	7.60	5.76
AA168TN	400 x 200	416	206	206	142	12.5	37	2.10	8.85	6.66
AA188TN	450 x 200	460	206	206	142	12.5	37	2.38	10.15	7.66
AA1810TN	450 x 250	460	258	258	168	12.5	37	3.60	14.80	11.00

Table 1. Bucket Data (ข้อมูลจำเพาะของลูกกระพ้อ)

- Capacity ต่อ 1 Bucket (Water Line) = 6.66 ลิตร (0.00666 Cu.M.)
- Weight ต่อ 1 Bucket = 0.00666 x 800 = 5.328 Kg. (11.74 Lb.)
- Capacity ต่อ 1 Bucket (Full bucket) = 8.85 ลิตร (0.00885 Cu.M.)
- Weight ต่อ 1 Bucket = 0.00885 x 800 = 7.08 Kg. (15.60 Lb.)

Step 2: หาคความเร็วของสายพาน

ปกติแล้วกระพ้อลำเลียงวัสดุในงานอุตสาหกรรมจะไหลได้ยากกว่าและมักมีขนาดที่ใหญ่และหนักกว่าวัสดุในงานเกษตรกรรม ดังนั้นควรออกแบบความเร็วให้น้อยกว่ากระพ้อลำเลียงวัสดุในงานเกษตรกรรม เพื่อลดแรงเสียดทานในการขูดและลดการเสียหายแตกหักของวัสดุ สิ่งที่ต้องคำนึงคือความเร็วของสายพานจะต้องสัมพันธ์กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Head Pulley วัสดุจึงจะสามารถสาดออกจากลูกกระพ้อได้หมด

Table 2 ข้างล่าง แนะนำความเร็วของสายพานกระพ้อลำเลียงและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Head Pulley ที่เหมาะสมสามารถสอดคล้องออกจากลูกกระพ้อได้หมด

- **หมายเหตุ** ความเร็วของสายพาน Space Bucket Type (แบบแรงเหวี่ยง) ในตารางเป็นค่าน้อยที่สุดที่จะทำให้วัสดุสามารถสอดคล้องออกจากลูกกระพ้อได้หมด ถ้าหากความเร็วของสายพานจะเพิ่มอีก 10% ก็อยู่ในค่าที่ยอมรับได้

Head pulley diameter (in.)	Spaced bucket type		Continuous bucket type
	RPM of head pulley	Belt speed (fpm)	
12	55	180	Usual range of speed is from 100 to 250 fpm. Larger lumps and heavier materials require the lower speed.
15	50	200	
18	47	230	
24	42	270	
30	38	305	
36	35	335	
42	32	355	
48	29	370	
54	28	400	
60	27	425	

Table 2. Recommend Belt Speed (แนะนำความเร็วสายพานที่เหมาะสม)

เรา เลือก Bucket Size 400 mm. x 200 mm (16" x 8") เพื่อหน้ากว้างของสายพานข้างละ 2 นิ้ว จะได้สายพานหน้ากว้าง 18 นิ้ว จาก

ตาราง 2 เราลองเลือก Head pulley Diameter 24 นิ้ว (600mm.) Belt Speed 270 Fpm. (1.37 M/sec.= 82.2 M/min.)
1 Fpm. = 0.00508 M/sec,

Step 3: ทหาระยะห่างระหว่างกระพ้อ (Bucket Spacing)

ถ้าจะ Trial an error มีหลักคิดว่า ระยะห่างระหว่างกระพ้อจะมีค่าประมาณ 2-3 เท่าของ Bucket Projection (คือระยะ B ใน ตาราง 1 = 206 มม.)

$$\begin{aligned}
 \blacklozenge \text{ จำนวน Bucket per Minute} &= 70,000 / 5.328 \\
 &= 13,138 \text{ Bucket/ Hour} \\
 &= 219 \text{ Bucket/ Minute}
 \end{aligned}$$

- ◆ Belt Speed = Bucket Spacing x จำนวน Bucket per Minute

$$\begin{aligned} \text{Bucket spacing} &= 270 / 219 \\ &= 1.23 \text{ Ft.} \\ &= 376 \text{ mm. (14.8 inch)} \end{aligned}$$

- ◆ สายพานยาวประมาณ = $20 \times 2 +$ ระยะเพื่อ Take Up + ระยะเส้นรอบรูป Pulley
 $= 40 + 1 + 2$
 $= 43 \text{ Meter}$

- ◆ จำนวน Bucket = $43 / 0.376 = 114$ ตัว

- ◆ น้ำหนักวัสดุในลูกกระพ้อทั้งหมด = $114 \times 7.08 = 807 \text{ kg.}$

- ◆ สมมุติน้ำหนักสายพาน = $20 \text{ kg/sq.M. (Assume 16 mm Thick)}$

- ◆ เลือกหน้ากว้างสายพาน = $18 \text{ inch or } 0.45 \text{ M.}$

- ◆ สมมุติเลือก Boot Diameter = 600 mm. เท่ากับ Head Pulley Dai. (Boot Diameter อย่างน้อยต้อง = $2/3$ of Head Diameter)

หากต้องการคำนวณหา Pulley Diameter (ลองดูเล่นๆ) ก็ทำได้ดังนี้

$$\begin{aligned} R (\text{radius}) &= v^2 / g \\ &= 1.37^2 \times 1.37 / 9.8 \\ &= 0.191 \text{ M.} \end{aligned}$$

$$\text{Diameter} = 0.191 \times 2 = 0.382 \text{ M.}$$

ค่า Pulley Diameter จากการคำนวณได้ค่าน้อยเกินไป ลูกกระพ้อเข้าโค้งของ Pulley ไม่สะดวก หรืออาจจะทำให้สายพานเกิด

Overstress จนเกิด Fatigue ในทางปฏิบัติเป็นค่าที่ใช้ไม่ได้ กลับไปใช้ค่าที่แนะนำเดิมคือ 24 นิ้ว

Step 4 การหาแรงดึงในสายพาน(ตัวராฎีปุ่น)

$$F_M = F_1 = M+N+O+S+T$$

$$F_p = Q+S$$

$$F_2 = M+N+T$$

F_M : Maximum tension applied to elevator belt (kg.)

F_1 : Tight side (location side) tension of elevator belt (kg.)

F_p : Effective tension of elevator belt

F_2 : Slack side (unloading side) tension of elevator belt (kg.)

M : $\frac{1}{2}$ of the total belt weight (kg.)

N : $\frac{1}{2}$ of the total bucket weight (kg.)

Q : Weight of carrying materials to be loaded at the maximum in all the buckets in the loading side (kg.)

S : Resistance received by the bucket at boot pulley (kg.)

$$S = \frac{2.Qt.D}{v}$$

Qt : Carrying quantity (t/m)

D : Boot pulley diameter (cm.)

v : Belt speed (m/min)

T : $\frac{1}{2}$ of the weight of boot pulley and take up (kg.)
consequently, it is not necessary to add the weight,
when the boot pulley is of screw fixed type.

$$F_M = M + N + Q + S + T$$

$$M = 0.5 (43 \times 0.45 \times 20) = 193 \text{ Kg.}$$

$$N = 0.5 (114 \times 2.1) = 120 \text{ kg.}$$

$$Q = 114 \times 7.08 / 2 = 403 \text{ kg.}$$

$$S = 2 \times 70 \times 60 / 82.2 = 102 \text{ Kg.}$$

$$F_M = 818 \text{ Kg.}$$

Step 5 : หากำลังม้าหรือ Kw ที่ต้องใช้

$$P = \frac{F_p \times v}{6120}$$

P: Required power for driving pulley (kW)

$$F_p = Q + S = 403 + 102 = 505 \text{ Kg.}$$

$$P = 505 \times 82.2 / 6,120 = 6.78 \text{ Kw. (Belt Hp.)}$$

$$P \text{ (Motor Hp.)} = 6.78 / 0.9 = 7.53 \text{ Kw. (10.1 Hp.)}$$

เลือก Standard Motor 7.5 Kw.

Step 6: จำนวนชั้นของผ้าใบในสายพานที่ต้องใช้

$$SF = \frac{b \times n \times BS}{FM} \dots\dots\dots (120)$$

SF: Safety Factor
 FM: Maximum tension (kg)
 b: Belt width (cm)
 n: Number of ply
 BS: Breaking strength of tension layer (kg/cm)

TABLE 1.17 Safety Factor

	Ordinary Belt	Heat Resistant Belt
Solicing by vulcanization	12	15

- SF=12
- b= 45
- FM= 818 Kg.
- BS=75kg./cm. (เลือก EP 150 Maximum working tension)

Kind of Carcass	Maximum Working Tension
EP, VN-150	7.5 kg/cm
EP, VN-200	10.0 "

จำนวนชั้น(n) = $12 \times 818 / 45 \times 75 = 2.9$ ชั้น เลือก สายพาน EP 150 จำนวน 3 ชั้นสามารถทนแรงดึงได้(ยังไม่ใช้ค่าคอบสุดท้าย)

Step 7: Check Minimum Pulley Diameter สำหรับสายพาน EP 150 จำนวน 3 ชั้น ในตาราง = 460 มม. < 600 มม.
(24" ที่เราเลือกใช้) OK.

Carroll P.V.	2	3	4	5	6	7	8
EP, VN-150	350	460	590	690	810	920	1040
EP, VN-200	360	510	640	760	890	1010	1140

Minimum Pulley Diameter (mm)

Step 8: Check Bolt Efficiency คือความสามารถของลูกกระพ้อที่ยึดกับสายพานโดยใช้ Bolt

Type of Continuous Bucket Elevator

$$E = 0.7A (W_b + W_m)$$

Type of Centrifugal Discharge Elevator

$$E = 0.88FA (W_b + W_m)$$

E: Efficiency of bolt

A: Distance as shown in the sketch (cm)



W_b : Unit weight of a bucket (kg)

W_m : Weight of carrying material in a bucket (kg)

F: Coefficient of carrying material according to grading

- $W_b = 2.1$ Kg. (น้ำหนักของลูกกระพ้อ)
- $W_m = 7.08$ Kg. (น้ำหนักของวัสดุในลูกกระพ้อ)
- $A = 20.6$ Cm. (ระยะProjectionของลูกกระพ้อ)
- $F = 1$ (ค่า ส.ป.ส. ของขนาดวัสดุที่ลำเลียง)

Coefficient F	Grading
1.0	below 25 mm diam.
1.3	below 50 mm diam.
1.7	below 75 mm diam.

$$E = 0.88 FA(Wb+Wm)$$

$$= 0.88 \times 1 \times 20.6(2.1+7.08)$$

$$= 166.4$$

Cv/m	Nv	2	3	4	5	6	7	8
EP, VN-150		42	53	85	155	480	720	860
EP, VN-200		44	55	90	190	520	770	900

เลือก สายพาน EP 200 จำนวน 5 ชั้น Bolt Efficiency 190 > 166.4 OK.

- ต้องย้อนไป Check ค่าสำหรับสายพาน EP 150 จำนวน 3 ชั้น แม้ว่า จะทนแรงดึงได้ แต่ชั้นผ้าใบไม่สามารถทนแรงดึงจากลูกกระพ้อได้ หากใช้ไปลูกกระพ้อจะหลุดจากสายพานได้ ดังนั้นในการเลือกสุดท้ายต้องเลือกใช้สายพาน EP 200 จำนวน 5 ชั้น ที่มีขนาดผ้าใบใหญ่กว่าแทน หรือใช้ สายพาน Solid woven 1,000 N/mm ของ Conveyor Guide
- เมื่อใช้สายพานที่มีชั้นของผ้าใบมากขึ้น ต้องย้อนไป Check ค่า Minimum Pulley Diameter อีกครั้งว่าสายพาน EP 200 จำนวน 5 ชั้น ต้องใช้ Minimum Head Pulley Diameter เท่ากับ 760 มม. (ประมาณ 30 นิ้วเท่ากับค่าใน Table 2) ดังนั้นต้องไปทบทวนและคำนวณค่าต่างๆใหม่ให้สอดคล้องกันทั้งหมดดังนี้

การการคำนวณตามตำรา USA)

เพื่อให้ท่านมีสิ่งเปรียบเทียบระหว่างตะวันตกกับตะวันออก คอนเวเยอร์ไค้ขอเสนอการคำนวณตามตำราUSA ให้ดูบ้าง

Step 1: การหาแรงดึงในสายพาน (ตำราUSA)

$$Te = 12wN (H+Ho) / s$$

Te = (Effective tension), Lb.

W= Weight of material in each bucket, Lb. (น้ำหนักของวัสดุในลูกกระพ้อ 1 ลูกหน่วยเป็น ปอนด์) = 15.6 Lb. (7.08 Kg.)

N=จำนวนแถวของลูกกระพ้อในหน้ากว้างของสายพาน=1 แถว

H=ระยะ center-center ของ Head Pulley และ Boot Pulley (Ft.) = 65 Ft.

Ho= ค่าชดเชย Height factor และ Friction ที่ Boot Pulley มีค่าเท่ากับ 30

s= Bucket Spacing, inch = 14.8 inch

S= belt Speed (Fpm.) = 270 Fpm.

Te = 12 x 15.6 x 1 x (65+30) / 14.8 = 1,201 Lb.

Step 2: หากำลังม้าหรือ Kw ที่ต้องใช้

$$\begin{aligned} \text{Belt Hp.} &= \text{Te} \times \text{S} / 33,000 \\ &= 1,201 \times 270 / 33,000 \\ &= 9.83 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Motor Hp.} &= \text{Belt Hp.} / \text{Drive efficiency} \\ &= 9.83 / 0.9 \\ &= 10.92 \text{ Hp.} \\ &= 8.13 \text{ Kw.} \end{aligned}$$

เลือก Standard Motor 11 Kw.

ลองเปรียบเทียบกับตัวอย่างแบบเปิดตารางที่เลขนำเสนอมาก่อนหน้านี้ จะเห็นว่า ความแตกต่างก็จะมีบ้าง จากการเปิดตารางได้ Hp= 11.18 Hp. ตามการคำนวณตาราง Japan ได้ 10.1 Hp. คำนวณตาราง USA ได้ Hp. = 10.92 Hp. ท่านก็ใช้วิจารณญาณ ของท่านเลือกเองตามความเหมาะสม เพื่อให้ท่านอ่านสะดวกง่ายต่อการเปรียบเทียบ ก็เลย นำตัวอย่างแบบเปิดตารางมาต่อไว้ข้างท้ายนี้ด้วย ลองทบทวนดูนะครับ

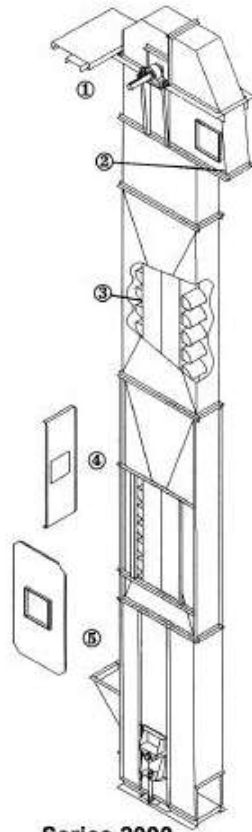
**Series 2000 Bucket Elevators
Elevator Specifications**

Centrifugal Discharge Using Belt

TABLE 1

Elevator Number ▶	Bucket ■		Chain Speed FPM ◊	Maximum lump Size, inches		Cubic Feet Per hour	Capacity ▼			
	Size Inches	Spacing Inches		Percentage of lumps			Tons per hour Material weight, Pounds per cubic foot			
				100	10		35 ◊	50	75	100
2001	6x4	13	225	1/2	2 1/2	280	5	7	11	14
2002	8x5	16	225	1/2	3	543	10	14	20	27
2003	8x5	16	258	1/2	3	614	11	15	23	31
2004	10x6	16	225	1	3 1/2	931	16	23	35	47
2005	10x6	18	258	1	3 1/2	970	17	24	36	48
2006	12x7	16	258	1 1/4	4	1718	30	43	64	85
2007	12x7	18	298	1 1/4	4	1752	31	44	66	87
2008	14x7	18	258	1 1/4	4	1858	33	46	70	93
2009	14x7	18	298	1 1/4	4	2122	37	53	80	106
2010	16x8	18	258	1 1/4	4 1/2	2552	45	62	95	128
2011	16x8	18	298	1 1/4	4 1/2	3137	55	(78)	110	157

Centrifugal Discharge Using Belt



Series 2000
Industrial Bucket Elevator

Table 1			
ตัวแปรที่กำหนดให้		สิ่งที่เลือกได้	
1 Capacity	70 TPH.	Elevator Number 2011	
2 Vol.Capacity	2,800 Cu.Ft/Hour	Bucket Size 16x18 inch	
3 Max.Lump size	1/2 Inch	Bucket Spacing 18 inch	
4 Weight	50 Lb./ Cu. Ft.	Belt Speed 298 FPM.	
หมายเหตุ ใช้ Chain Speed หรือ Belt Speed แทนกันได้			

Step2: จาก Table 2: เลือก Elevator Type 2011 จะได้ค่าต่างๆดังนี้

- ✓ Belt Width 17 inch
- ✓ Casing size 19-3/4 x 54 inch
- ✓ Gauge Steel of Casing Thickness รายละเอียดในตาราง
- ✓ น้ำหนักโดยประมาณ ส่วนต่างๆของต้นกระพ้อ

TABLE 2

Elevator Number	Belt Width Inches	Casing size, Inside, Inches	Gauge of Steel Casing				Approximate Weights Pounds •	
			Hood	Head & Intermediate Sections	Boot Section (Inches)	Discharge Spout	Terminals	Casings, Buckets & Belt per ft. centers
2001	7	9 1/4 X 35	12	10	3/16	3/16	926	72
2002	9	11 1/4 X 39	12	10	3/16	3/16	1096	91
2003	9	11 1/4 X 42	12	10	3/16	3/16	1223	102
2004	11	13 1/4 X 42	12	10	3/16	3/16	1203	110
2005	11	13 1/4 X 48	12	10	3/16	3/16	1397	113
2006	13	15 1/4 X 48	12	10	3/16	3/16	1434	125
2007	13	15 1/4 X 54	12	10	3/16	3/16	1959	130
2008	15	17 1/4 X 48	12	10	3/16	3/16	1794	127
2009	15	17 1/4 X 54	12	10	3/16	3/16	2058	133
2010	17	19 3/4 X 48	12	10	3/16	3/16	1563	150
2011	17	19 3/4 X 54	12	10	3/16	3/16	2341	150

► Elevators regularly include head shaft machinery, boot shaft machinery, belt, buckets, and casings with discharge spouts. Specify elevator number, discharge height or shaft centers. Belt and roller bearing pillow blocks and internal or external gravity takeups, buckets, feed hoppers, backdrops, service platforms and ladders can be furnished.

■ Style AA malleable iron buckets. Style C malleable iron buckets recommended for wet or sticky material. Capacity and horsepower using Style C buckets directly proportional to volume and weight of material carried in buckets.

▼ Based on buckets filled to 75% of theoretical capacity. Capacity directly proportional to volume and weight of material carried in buckets and belt speed. Free-flowing material cannot be carried as high in the buckets as heavier or less fluffy materials.

○ Lightweight, fluffy or pulverized materials required 15% to 20% lower chain speeds than those shown for proper discharge.

• Terminal weight is based on average size head shaft. Weight adjustment necessary if gauge of casing is other than listed above. Terminal weight includes discharge spout but not feed hopper.

Table 2	
ตัวแปรที่กำหนดให้	สิ่งที่เลือกได้
1 Elevator Number	2011
	Belt Width 17 inch
	Casing size 19-3/4 x 54 inch
	Gauge Steel of Casing Thickness
	น้ำหนักโดยประมาณของต้นกระพ้อส่วนต่างๆ

Step 3: เลือกกำลังม้าจาก Table 3 (คิดน้ำหนักวัสดุเต็ม 100 % ของปริมาตร Bucket)

HP. Required = HP. at terminal + HP. ที่เปลี่ยนไปตามความสูงเป็น FT. ของต้นกระพ้อ

$$HP. = 2.62 + 0.106 \times 65 = 9.51$$

Power Transmission and Drive Loss = 85 %

$$HP. \text{ Motor Required (Minimum)} = 9.51 / 0.85 = 11.18$$

เลือก Motor Standard = 15 HP. ใหญ่กว่า 11.18 Hp. ที่คำนวณได้ 1 ชั้น

Series 2000 Bucket Elevators •
Elevator Specifications
TABLE 3

Centrifugal Discharge Using Belt

Elevator Number	Horsepower at head shaft ¹								Head Shaft ²		Boot Shaft	
	Material weight, pounds per cubic foot								Diameter of Pulley, inches	Speed RPM	Diameter of Pulley, inches	Shaft Size inches
	35		50		75		100					
Terminals	Per Foot Centers	Terminals	Per Foot Centers	Terminals	Per Foot Centers	Terminals	Per Foot Centers					
2001	.12	.007	.18	.010	.24	.014	.32	.019	20	43	18	1 1/2
2002	.20	.013	.27	.019	.41	.020	.56	.037	20	43	18	1 1/2
2003	.30	.015	.43	.021	.64	.031	.88	.041	24	41	20	1 7/8
2004	.40	.022	.57	.032	.85	.047	1.13	.053	20	43	18	1 1/2
2005	.56	.023	.79	.033	1.18	.049	1.56	.055	24	41	20	1 7/8
2006	.82	.040	1.15	.057	1.77	.085	2.36	.113	24	41	20	1 7/8
2007	1.11	.041	1.81	.059	2.72	.089	3.62	.116	30	38	24	2 1/2
2008	.58	.044	1.25	.063	2.00	.094	2.50	.125	24	41	20	2 1/2
2008	1.35	.050	1.92	.072	2.88	.107	3.84	.143	30	38	24	2 1/2
2010	1.10	.060	1.57	.085	2.35	.120	3.14	.171	24	41	20	2 1/2
2011	1.81	.074	2.62	.106	3.93	.150	6.24	.211	30	38	24	2 1/2

Table 3		
ตัวแปรที่กำหนดให้		สิ่งที่เลือกได้
1 Elevator Number	2011	Hp. At terminal= 2.62 Hp per foot
2 Weight	50 Lb. / Cu. Ft.	Hp per foot center=0.106
HP.= 2.62 + 0.106 x 65 = 9.51		Drive Pulley Dai. = 30 inch / 38 RPM.
Transmission Loss 85 %		Boot Pulley Dai. = 24 inch
HP. Motor = 9.51/ 0.85 = 11.18		Boot Shaft Dai. = 2-3/16 inch
เลือก Motor Standard = 15 HP.		

Step 4: หา Drive Shaft Diameter จาก Table 4

- 1 Elevator Number 2011
- 2 Weight 50 Lb. / Cu. Ft.
- 3 Max. Shaft center = 70 Ft. (ความสูงตาม โททซ์ 65 < 70 Ft. OK)

ได้ค่า Drive Shaft Diameter = 2-15/16 inch

TABLE 4

Elevator Number	Maximum elevator centers in feet for various size head shafts															
	Material weight, pounds per cubic foot															
	35				50				75				100			
	Head shaft diameter, inches															
	1 1/2	2 1/8	2 1/2	1 1/2	2 1/8	2 1/2	3 1/8	1 1/2	2 1/8	2 1/2	3 1/8	1 1/2	2 1/8	2 1/2	3 1/8	
2001	80	...	...	80	...	...	...	80	...	...	...	80	...	...	...
2002	80	...	...	80	...	...	...	80	...	...	...	80	...	...	...
2003	80	...	...	80	...	...	...	80	...	...	...	80	...	...	...
2004	80	...	...	55	80	...	...	50	80	...	...	40	60	...	...
2005	80	...	...	80	...	...	...	50	80	...	...	40	60	...	...
2006	40	60	...	35	80	...	...	25	60	...	...	20	60	...	...
2007	...	80	...	...	70	80	...	...	55	80	...	...	45	80	...
2008	...	70	80	...	85	80	...	...	50	80	...	...	40	80	...
2009	...	65	80	...	55	80	...	...	40	80	...	...	30	70	...
2010	...	...	80	...	...	75	80	...	...	80	...	...	...	45	...
2011	...	...	80	...	...	70	75	...	...	50	80	...	...	40	45

► Elevators regularly include head shaft machinery, boot shaft machinery, belt, buckets, and casings with discharge spouts. Specify elevator number, discharge height or shaft centers. Bail and roller bearing pillow blocks and take-ups, internal or external gravity take-ups, buckets, drives, feed hoppers, backstops, service platforms and ladders can be furnished.

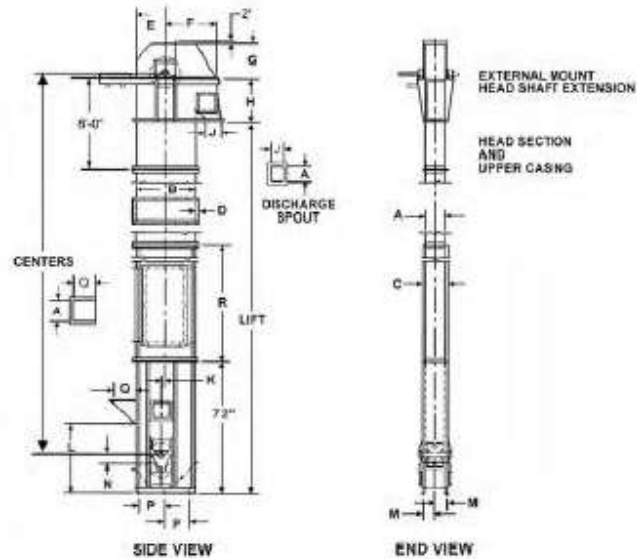
¹ Based on buckets filled to 100% of theoretical capacity. Horsepower directly proportional to volume and weight of material carried in buckets and belt speed.

² Head shaft for Series 2000 elevator provided with pillow block spherical roller bearings.

Table 4		
ตัวแปรที่กำหนดให้		สิ่งที่เลือกได้
1 Elevator Number	2011	Drive Shaft Diameter = 2-15/16 inch
2 Weight	50 Lb. / Cu. Ft.	
3 Max. shaft center Ft.	70 Ft.	

Step 5: เลือกความหนาของเหล็กจากTable 2 และหาระยะต่างๆของส่วนประกอบของต้นกระพ้อ จาก ตารางข้างล่าง ก็ได้ข้อมูลทุกอย่างที่ต้องการแล้ว ไปทำ Detail Design เพื่อผลิตได้เลย ให้พยายามดูเอาเองนะครับ

- ✓ **หมายเหตุ** ตัวอย่างการเปิดตาราง (แบบที่ 2) ไม่ได้บอกการเลือกแรงดึง ของสายพาน เราอาจใช้ค่าจาก การเปิดตาราง (แบบที่ 1) มาใช้ได้หรือ จะคำนวณจากภาค ทฤษฎีก็ได้ (เราจะได้นำเสนอในบทความต่อไป)



Series 2000 Bucket Elevators •
TABLE 5 — Elevator Specifications

Centrifugal Discharge Using Belt

No.	INCHES															
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R
2001	11 3/4	35	13 1/4	1 1/2	17 1/2	30 1/2	19 3/4	27 3/4	10	24 1/2	6 3/4	8	14 3/4	9 1/2	120	
2002	13 3/4	39	15 1/4	1 1/2	19 1/2	32 1/2	21 3/4	29	10	24 1/2	7 3/4	8	16 3/4	11 1/2	120	
2003	15 3/4	42	18 1/4	2	21	38 1/2	24	30 3/4	13	28 1/2	7 3/4	8	18	11 3/4	120	
2004	15 3/4	42	18 1/4	2	21	38 1/2	24	30 3/4	13	32 1/2	8 3/4	8	18	13 1/2	120	
2005	15 3/4	48	18 1/4	2	24	40 1/2	27 3/4	33 3/4	15	31	8 3/4	8	21	13 3/4	120	
2006	17 3/4	48	20 3/4	2	24	40 1/2	27 3/4	33 3/4	15	31	9 3/4	8	21	15 3/4	120	
2007	17 3/4	54	20 3/4	2	27	45	31	35 3/4	17	35 1/2	9 3/4	10	24	15 3/4	120	
2008	19 3/4	48	22 1/4	2	24	40 1/2	27 3/4	33 3/4	15	31	10 3/4	10	21	17 3/4	120	
2009	19 3/4	54	22 1/4	2	27	45	31	35 3/4	17	35 1/2	10 3/4	10	24	17 3/4	120	
2010	21 3/4	48	24 1/4	2	24	40 1/2	27 3/4	33 3/4	15	33	11 3/4	10	21	19 3/4	120	
2011	21 3/4	54	24 1/4	2	27	45	31	35 3/4	17	38 1/2	11 3/4	10	24	19 3/4	120	

Step 6: ทบทวนตรวจสอบค่าต่างๆที่เลือกไว้ กับข้อกำหนดของกระพ้อลำเลียงจ่ายวัสดุแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Discharge Elevator) ที่เคยเขียนไว้ในบทความของเราว่าสอดคล้องกันหรือไม่ เนื่องจากเราได้ค้นคว้าอ้างอิงมาจากหลายสำนักค่าต่างๆจึงอาจจะแตกต่างกันบ้างก็ไม่ต้องแปลกใจ ความแตกต่างเป็นความงามอย่างหนึ่ง ขึ้นอยู่กับว่าเราจะใช้ประโยชน์จากมุมมองที่ต่างกันนั้นๆได้อย่างไร เอา เริ่มตรวจสอบกันได้เลย

1. วัสดุที่ลำเลียงจะเป็นประเภทเม็ดเล็กๆมีวัสดุก้อนใหญ่ (ไม่เกิน 50 มม. หรือ 2 นิ้ว-ตำราบางเล่มระบุแค่ 25 มม.) ปะปนในสัดส่วนที่น้อย (<10%)

(ค่าที่เลือก Material: Crushed Bituminous Coal, 1/2 inch size < 2 inches...OK.)

2. ความเร็วที่ใช้กับกระพ้อลำเลียงจ่ายวัสดุแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Discharge Elevator) จะเร็วกว่าแบบอื่นๆ (ที่ต้องเร็วก็เพราะต้องการมีแรงเหวี่ยงวัสดุออกให้หมด) อยู่ในช่วง 70-125 M/Min.

(ค่าที่เลือก: Head pulley Diameter 30 Inch, Belt Speed ที่เลือก 298 FPM < 305 FPM..... OK.)

เนื่องจากในประเทศไทยเราใช้กระพ้อลำเลียงจ่ายวัสดุแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Discharge Elevator) กับผลผลิตทางการเกษตรเหมือนกัน เราจึงนำเสนอความเร็ว (Max) ที่ใช้กับ วัสดุที่เป็นเม็ด (Grain) เพื่อใช้อ้างอิงตามตารางข้างล่าง (Table 16-A)

TABLE 17-A – RECOMMENDED SPEEDS FOR SPACED AND CONTINUOUS BUCKET INDUSTRIAL ELEVATORS

Head pulley diameter (in.)	Spaced-bucket type		Continuous bucket type
	RPM of head pulley	Belt speed (fpm)	
12	55	180	Usual range of speed is from 100 to 250 fpm. Larger lumps and heavier materials require the lower speed.
15	50	200	
18	47	230	
24	42	270	
30	38	305	
36	35	335	
42	32	355	
48	29	370	
54	28	400	
60	27	425	

TABLE 16-A – GRAIN CONVEYOR BELT SPEEDS

Belt width (in.)	Maximum recommended speed (fpm)
18	500
20	600
24	600
30	700
36, 42, 48	800

“อ้างอิง Goodyear Handbook of conveyor and Elevator Belting”

3. ในทางปฏิบัติควรเพื่อความกว้างของสายพานให้มากกว่า ความกว้างของลูกกระพ้อดังนี้

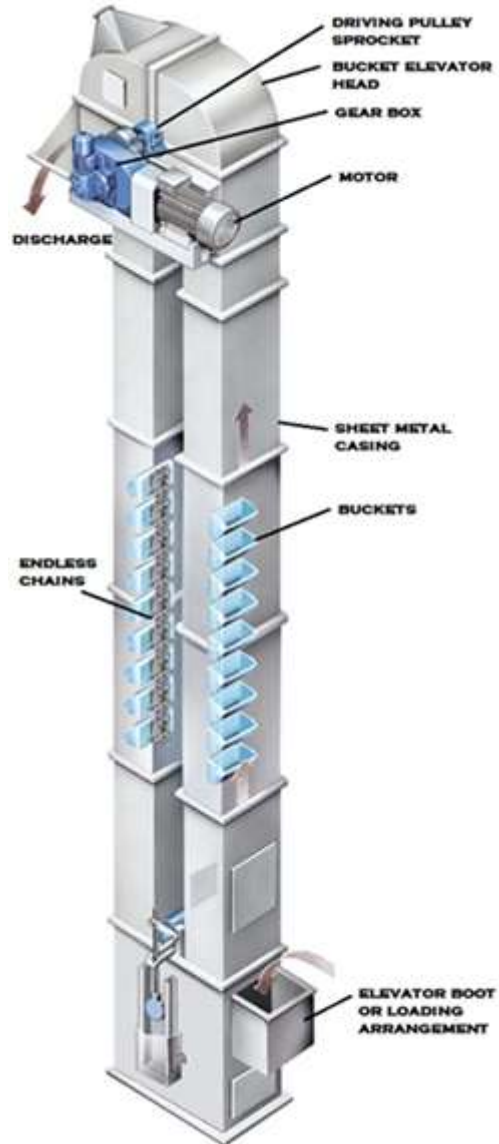
เพิ่ม 1 นิ้ว สำหรับความกว้างของสายพานน้อยกว่า 15 นิ้ว

เพิ่ม 2 นิ้ว สำหรับความกว้างของสายพานมากกว่า 15 นิ้ว

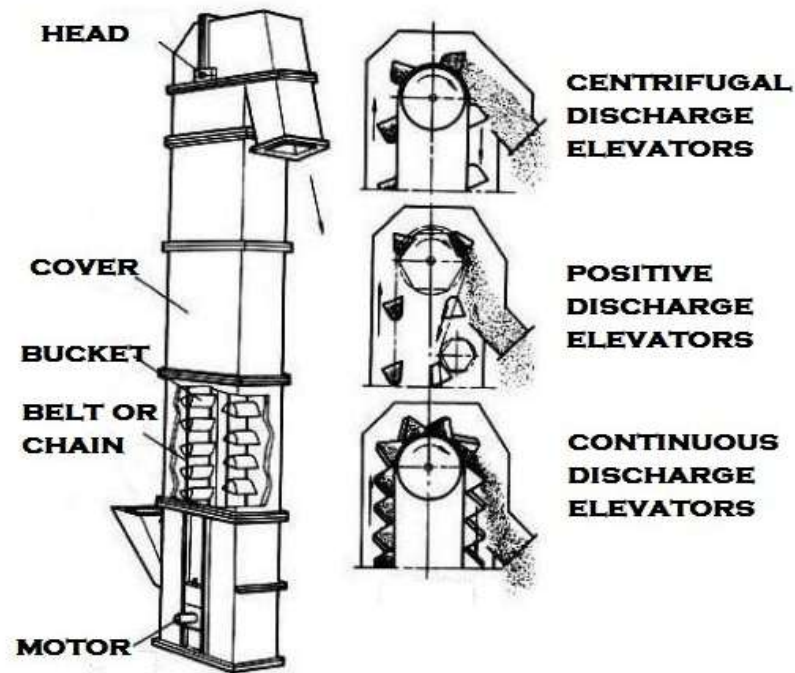
(ค่าที่เลือก: ความกว้างของลูกกระพ้อ 16 นิ้ว ดังนั้น ความกว้างของสายพานจากตาราง= 16 + 1 = 17 นิ้ว ก็พอ...OK ขอมรับได้)

5.บทความเดิมๆนำมาต่อท้ายเพื่อให้อ่านเข้าใจต่อเนื่องไม่ต้องสลับหน้าอ่านไป-มา

1.1 กระพ้อถ้ำเลี้ยง (Bucket Elevator) คืออะไร?



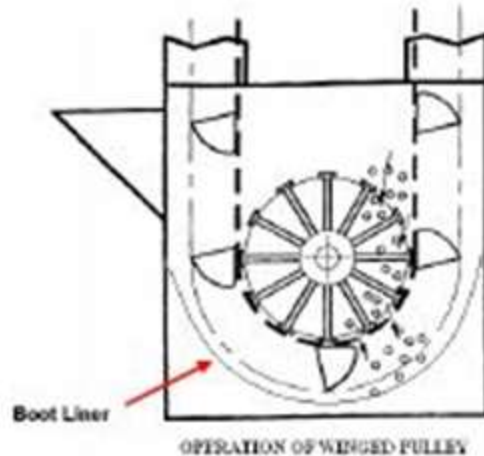
1.2 ประเภทของสายพานกระพ้อลำเลียง (Types of Bucket Belt Elevator)



TYPES OF BUCKET ELEVATORS

ประเภทของสายพานกระพ้อลำเลียง (Types of Bucket Belt Elevator) หากแบ่งตาม ระยะห่างระหว่างลูกกระพ้อ (Bucket Spacing) และ ลักษณะของการจ่ายวัสดุ (Mode of Discharge) จะแบ่งได้ 3 แบบ คือ

1.2.1 กระพ้อลำเลียงจ่ายวัสดุแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Discharge Elevator) กระพ้อลำเลียงแบบนี้ จะติดลูกกระพ้อบนสายพาน (Belt) หรือโซ่ (Chain) ห่างกันเป็นช่วงๆ (Regular Pitch) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาลูกกระพ้อกระทบกระแทกกันขณะลูกกระพ้อรับ (Load) หรือจ่าย (Discharge) วัสดุ กระพ้อลำเลียงแบบนี้ส่วนมากจะทำงานใน แนวตั้ง และวัสดุที่ลำเลียงจะเป็นประเภทเม็ดเล็กที่มีวัสดุก้อนใหญ่ (ไม่เกิน 50 มม. หรือ 2 นิ้ว-ตำรายางเล่มระบุแค่ 25 มม.) ปะปนในสัดส่วนที่น้อย (<10%) มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดเล็กน้อย แห้ง ค่อนข้างไหลง่าย (Free Flow) เช่น เมล็ดผลิตผลทางการเกษตร ข้าวโพด ถั่วเขียว หรือ ถ่านหิน ทราช น้ำตาล เกลือ สารเคมี หรือชนิดเป็นผงเช่น ผงปูนซีเมนต์ ผงยิบซั่ม เหตุที่วัสดุลำเลียงต้องมีขนาดเล็ก (ไม่เกิน 50 มม. หรือ 2 นิ้ว) ก็เพื่อไม่ให้ลูกกระพ้อเสียหายง่ายเกินไปขณะที่ยุด/ตัก (Dig/Scoop) วัสดุ วัสดุจะถูกป้อนเข้าสู่ด้านล่าง (Boot) ทางรางป้อน Loading Leg (ตำแหน่งอยู่เหนือ Center line ของ Boot Pulley 10-15 ซม.) ลูกกระพ้อจะขุด/ตัก (Dig/Scoop) วัสดุและจะถูกลำเลียงไปยังส่วนหัว (Head) ที่เป็นตำแหน่งจ่าย (Discharge) วัสดุแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Discharge)



ลูกกระพ้อขณะที่ขุด/ตัก (Dig/Scoop) วัสดุ



แสดงส่วนหัว (Head) ที่เป็นตำแหน่งจ่าย (Discharge) วัสดุ

ความเร็วที่ใช้กับกระพ้อลำเลียงจ่ายวัสดุแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Discharge Elevator) จะเร็วกว่าแบบอื่นๆ (ที่ต้องเร็วก็เพราะต้องการมีแรงเหวี่ยงวัสดุออกให้หมด) อยู่ในช่วง 70-125 M/Min. จะไม่เหมาะสมกับขนาดวัสดุที่ใหญ่กว่า 50 มม. (ตัก/ขุดยาก) และจะไม่เหมาะสมกับวัสดุที่เป็นผงที่ละเอียดกว่าตะแกรงเบอร์ 200 เนื่องจากจะเกิดฝุ่นมาก (Aerated) วัสดุเกิดการสูญเสีย และปัญหาวัสดุติด (Jam) ได้เอง เนื่องจากวัสดุที่เป็นผงขนาดเล็กก็มีคุณสมบัติเฉพาะค่อนข้างอ่อนไหวง่ายเช่น เหนียวขึ้น หรือร่วนเมื่อความชื้นเปลี่ยนแปลง

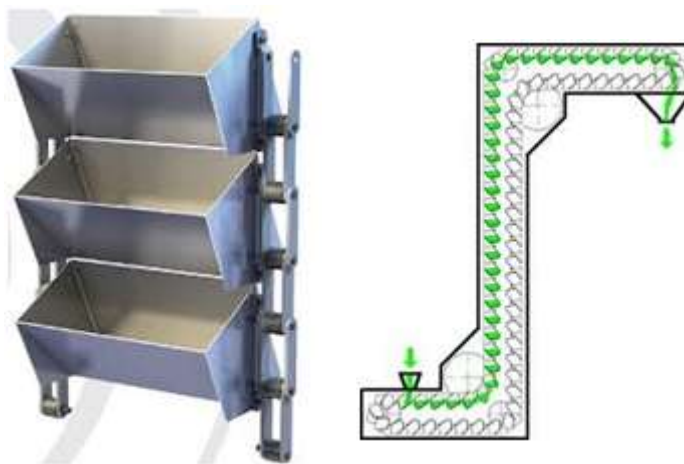
TIPS. วิธีสังเกตว่า วัสดุใดใช้ระบบกระพ้อลำเลียงจ่ายวัสดุแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Discharge Elevator) ลำเลียงได้ คือ ถ้าวัสดุนั้นสามารถใช้พัวตักขึ้นด้วยมือได้ง่ายๆ วัสดุนั้นสามารถใช้กระพ้อลำเลียงจ่ายวัสดุแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Discharge Elevator) ได้



he
al
Test Elevator Fitted with Staroo Elevator Buckets
Showing Initial Discharge at 10 o'clock

รูปแสดงการจ่ายวัสดุแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Discharge Elevator)

1.2.2. กระพ้อลำเลียงจ่ายวัสดุแบบต่อเนื่อง (Continuous Discharge Elevator) จะติดลูกกระพ้อบนสายพาน (Belt) หรือ โซ่ (Chain) โดยลูกกระพ้อ จะติดกันต่อเนื่อง ไม่ให้มีช่องว่าง กระพ้อลำเลียงแบบนี้ส่วนมากจะทำงานในแนวตั้ง ใช้ลำเลียงวัสดุที่มีขนาดใหญ่กว่า 50 มม. ได้ (วิ่งช้า) วัสดุจะถูกป้อนเข้าสู่ ลูกกระพ้อโดยตรง(จะไม่ขุด/ตัก (Dig/Scoop) ทางราง Loading Leg หรือ Chute (ตำแหน่งอยู่เหนือ Center line ของ Boot Pulley 50-65 ซม.) ซึ่ง Chute จะมีขนาดใกล้เคียงและมีระยะชิดใกล้ลูกกระพ้อมากที่สุดเพื่อให้มีช่องว่างน้อยที่สุดที่จะป้องกันไม่ให้วัสดุตกลงไปที่ส่วนล่าง(Boot) ของต้นกระพ้อ ควรทำสะอาดส่วนล่าง(Boot) ของกระพ้ออย่างสม่ำเสมอ เพราะหากวัสดุตกลงและกองสะสมที่ด้านล่างมากขึ้นจะทำให้ลูกกระพ้อ ขุด/ตัก วัสดุทำให้ตัวกระพ้อเสียหาย (เพราะไม่ได้ออกแบบมาเพื่อทำงานแบบนี้) ได้ง่ายและสิ้นเปลืองพลังงาน โดยไม่มีประโยชน์ ส่วนวัสดุเหมาะสมกับการลำเลียงจะเป็นประเภทเม็ดเล็กๆ แต่ขนาดใหญ่ขึ้นหน่อยก็ยังใช้ได้ มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกันน้อย แห้ง ค่อนข้างไหลง่าย(Free Flow) เช่น เมล็ดผลิตผลการเกษตร ช้าง ข้าว โปด ถั่วเขียว หรือ ถ่านหิน ทราย น้ำตาล เกลือ สารเคมี ชนิดเป็นผงเช่น ผงปูนซีเมนต์ ผงยิบซั่ม ความเร็วในการขนถ่ายจะน้อยมาก วัสดุจะถูกลำเลียงไปยังส่วนหัว(Head)ที่เป็นตำแหน่งจ่าย(Discharge) โดยวัสดุจะไหลผ่านผนัง(ทำหน้าที่คล้ายเป็น Moving Chute ในตัว) ด้านบนของลูกกระพ้อตัวก่อนหน้า ที่เพิ่งจ่ายวัสดุออกไปจนหมด แล้วไหล ไปยัง Fixed Chute ที่รับวัสดุอีกทอดหนึ่ง



ลูกกระพ้อติดกันต่อเนื่องไม่ให้มีช่องว่าง

ความเร็วที่ใช้กับกระพ้อลำเลียงแบบจ่ายวัสดุแบบต่อเนื่อง (Continuous Discharge Elevator) จะช้า อยู่ในช่วง 30-50 M/Min. ใช้ลำเลียงวัสดุที่มีขนาดใหญ่กว่า 50 มม. ได้ ถ้าวัสดุที่ไหลยากขึ้นหน่อย ต้องปรับความเร็วของกระพ้อให้ต่ำลง เพื่อให้วัสดุมีเวลามากขึ้นที่จะไหลออกจากลูกกระพ้อจนหมด เนื่องจากกระพ้อลำเลียงแบบนี้ มีความเร็วช้าจึงเหมาะสมที่จะลำเลียงวัสดุที่แตกหักง่าย (Fragile) และ เป็นผง เนื่องจากไม่ฟุ้งกระจายเกิดฝุ่นมาก (Aerated) เกินไป และวัสดุไม่สูญเสียและไม่เกิดปัญหาวัสดุติด (Jam)

1.2.3 กระพ้อลำเลียงจ่ายวัสดุแบบ Positive กระพ้อลำเลียงแบบนี้ เหมือนกับกระพ้อลำเลียงจ่ายวัสดุแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Discharge Elevator) เช่น ลูกกระพ้อจะขูด/ตัก (Dig/Scoop) วัสดุที่ด้านล่าง (Boot) และจะถูกลำเลียงไปยังส่วนหัว (Head) ที่เป็นตำแหน่งจ่าย (Discharge) แต่จะแตกต่างกันอยู่ 2 จุดคือ 1. ลูกกระพ้อจะติดห่างกันเป็นช่วงๆ (Regular Pitch) บนโซ่ (Chain) 2 เส้น 2. มีล้อกดใต้ Head Pulley เพื่อให้มั่นใจว่าเมื่อลูกกระพ้อจะคว่ำเมื่อเคลื่อนที่ผ่าน Head Pulley สามารถจ่าย (Discharge) วัสดุออกได้อย่างหมดจด (ไม่ได้จ่าย วัสดุแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง) วัสดุที่ลำเลียงจะเป็นประเภทเม็ดเล็กๆ (ไม่เกิน 50 มม. หรือ 2 นิ้ว) มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกันน้อย แห้ง ไหลง่าย (Free Flow) น้ำหนักเบา (Light) หรือนิ่ม (Soft) ความเร็วที่ใช้กับกระพ้อลำเลียงแบบจ่ายวัสดุแบบ Positive ประมาณ 36 M/Min

1.3 สรุป เมื่ออ่านมาถึงตอนนี้ ท่านผู้อ่านลองไปตรวจสอบว่า กระพ้อของท่านเข้าข่ายเป็นประเภทใด จากนั้นตรวจสอบว่าวัสดุที่ลำเลียงเป็นอะไร มีความเร็วตามที่บทความนี้ได้อ้างอิงไว้หรือไม่ (ความเร็วจะเกี่ยวข้องกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Pulley ด้วยจะนำเสนอภายหลัง) TIPS เล็กๆน้อยๆดูตามข้างล่างนี้ได้เลย

1. หากมีวัสดุก้อนใหญ่ (ไม่เกิน 50 มม. หรือ 2 นิ้ว-ตำราบางเล่มระบุแค่ 25 มม.)ปะปนในสัดส่วนที่น้อย (<10%) ใช้กระพ้อลำเลียงจ่ายวัสดุแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Discharge Elevator) ได้

2. หากมีวัสดุก้อนใหญ่ (เกิน 50 มม. หรือ 2 นิ้ว-ตำราบางเล่มระบุแค่ 25 มม.)ปะปนในสัดส่วนที่น้อย (>10%) กระพ้อลำเลียงจ่ายวัสดุแบบต่อเนื่อง (Continuous Discharge Elevator)

3. ถ้าวัสดุมีการกัดกร่อนสูง (High Corrosive) ใช้สายพานเป็นตัวกลางลำเลียง หรือถ้าเป็นโซ่ต้องชุบแข็ง ใช้ Stainless Pin ตัวลูกกระพ้ออาจจะต้องใช้เป็นวัสดุ Alloy

4. ถ้าวัสดุเปียกหรือแฉะ (Wet or Damp) ควรใช้ กระพ้อลำเลียงจ่ายวัสดุแบบต่อเนื่อง (Super Continuous Bucket) ที่มีโซ่คู่ คัดลูกกระพ้อแบบท้องเรียบ (Flat Bottom) หรือใช้ระบบกระพ้อลำเลียงจ่ายวัสดุแบบ Positive

5. การเลือกขนาดของลูกกระพ้อให้เหมาะสมกับขนาดของวัสดุ (Lump Size) ลูกกระพ้อควรมีขนาดใหญ่กว่าขนาดของวัสดุ (Lump Size) อย่างน้อย 4 เท่า เพื่อป้องกันไม่ให้อายุวัสดุหลุดร่วงขณะทำงาน

6. ในทางปฏิบัติไม่ควรใช้สายพานที่มีชั้นผ้าใบอย่างน้อย 4 ชั้น แม้จะเป็นการทำงานเบาๆก็ตาม

7. ในทางปฏิบัติควรเพื่อความกว้างของสายพานให้มากกว่า ความกว้างของลูกกระพ้อดังนี้

เพิ่ม 1 นิ้ว สำหรับความกว้างของสายพานน้อยกว่า 15 นิ้ว

เพิ่ม 2 นิ้ว สำหรับความกว้างของสายพานมากกว่า 15 นิ้ว

8. ข้อกำหนดเบื้องต้นสำหรับเลือกว่าจะออกแบบกระพ้อว่าจะเป็นประเภทไหน ดูตามตารางข้างล่าง

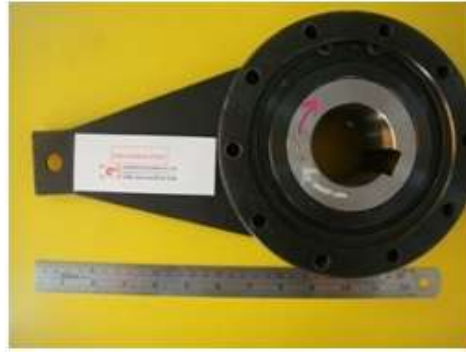
Table 3.1 Preliminary Selection of Elevator Type

Material	Elevator Type	Speed of Elevator Chain or Belt (ft/min)	Single Strand of Chain with Spaced Buckets; Dig in Foot	Single Strand of Chain or Belt; Continuous Buckets; Foot in Foot	Handle Material - 2 in. or Dist. Dry and Free-Flowing	Double Strand of Chain and Large-Capacity Buckets; Material Scraped up in Foot	Double Strand of Chain; Large Buckets; Material Scraped up in Foot	Double Strand of Long-Pitch Multiple Chain; Large-Capacity Pivoted Buckets
Grain, coal, sand, sugar, salt, chemicals, petroleum, coke, limestone dust, gypsum, sulfur, cement*	Conveyor-discharge	185-300	Yes		Yes			
Sand, coke, cement, coal†	Continuous-bucket	100-130		Yes	Yes			
Coke, limestone, gypsum, cement, slusher, lime-ite, coal, dolomite‡	Super-capacity continuous-bucket	80-100			Yes; also material 6 in. and under	Yes		
Coal, carbon black, powdered materials	Positive-discharge	120			Yes		Yes	
Grain, fine free-flowing material	Bulk-Flo, full-volume, or many other elevator-conveyors	up to 30			Fine materials ¼ in. and under †, ‡			
Crushed stone, coal, ash, burnt lime, coke, cement, chemicals, full- or ¾-inch	Pivoted-bucket conveyor	50 (max)			Well-built unit but expensive			Yes

Note: Conveyor-discharge and continuous-bucket elevators constitute about 95% of all installations, but the other types are in use to meet the special requirements for which they are designed.
 *Handle better when dry but can discharge damp material (not sticky). †Material cannot be damp, always, or cement.
 ‡Material should be dry and free-flowing. †A large-capacity machine that can handle wet or dry material.
 ‡Material should be dry.

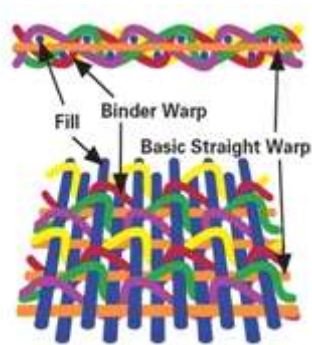
บทความประเภทนี้เราจะนำเสนอท่านอย่างสม่ำเสมอ ขอฝากท่านไว้ด้วยว่าหากท่านจะกรุณาอุดหนุนสินค้าของเรา เพื่อให้เรามีเรี่ยวแรงแสวงหาความรู้มาแบ่งกันอย่างต่อเนื่อง และทำให้เราเดินต่อไปข้างหน้าอย่างมั่นคงก็จะขอขอบพระคุณอย่างยิ่ง สินค้าเราที่มีจำหน่ายที่เกี่ยวข้องกับกระพ้อลำเลียง (Bucket Elevator) มี 3 อย่างคือ

1. **Back Stop** หรือเรียกอีกอย่างว่า“Hold Back” เป็นอุปกรณ์ ป้องกันสายพานไหลกลับ เมื่อมอเตอร์หยุดกะทันหัน ใช้ในระบบสายพานลำเลียง(Belt Conveyor) โซ่ลำเลียง (Chain Conveyor) รวมถึงกระพ้อลำเลียง(Bucket Conveyor) ที่มีทิศทางในการลำเลียงขึ้น (Incline) ท่านที่เป็นเจ้าของโครงการหรือเป็นเจ้าของ โรงงานหรือ End User ควรจะแจ้งให้ผู้ทำเครื่องจักรติดตั้ง Back Stop ตั้งแต่เริ่มออกแบบได้เลย เพราะผู้รับเหมาเขาจะไม่ติดตั้งให้ท่านแน่นอน ผ่านเวลาค่าประกัน 1 ปีไปแล้ว ปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นของท่านไม่ใช่ของเขา ยิ่งงี้ก็คุ้มค่ากว่ากันเยอะ ท่านที่ต้องการใช้งาน ไม่ต้องออกแบบเอง ไม่ต้องเขียนแบบเอง อ่านบทความของเราท่านก็เลือกเองได้ หากไม่ทราบ โทรหาวิศวกรของเรา ทุกคำถามมีคำตอบให้ครับ จัดเต็มแบบว่าให้ท่านสะดวกที่สุด



Back Stop หรือเรียกอีกอย่างว่า “Hold Back”

2. สายพานกะพ้อ (Bucket Elevator Belting) แบบ Solid Woven ยังไม่มีการผลิตในประเทศไทย แต่หาได้ที่นี่



โครงสร้างแบบ Solid Woven ยึดตัวต่ำมากๆ (ปรกติประมาณ 0.5 -0.7 % ของ Rated Tension) ไม่ต้องตัด-ต่อ สายพานบ่อยๆ

ทราบหรือไม่ว่าสายพานกะพ้อแบบผ้าใบ EP ธรรมดาที่ท่านใช้อยู่ ณ.ขณะนี้ ยึดตัวได้ตอนใช้งาน 2%-4% ต้องตัด-ต่อ บ่อย ขาดง่าย ชั้นสายพานแยกจากกัน แต่สายพานกะพ้อผ้าใบ แบบ Solid Woven ยึดตัวต่ำมากๆ (ปรกติประมาณ 0.5 -0.7 % ของ Rated Tension) มีความเสถียรสูงไม่ต้องตัด-ต่อ สายพานบ่อยๆ หรือไม่ต้องตัดเลยตลอดการใช้งาน(หากระยะ Take Up มากพอ) ชั้นสายพานทอเป็นมัด ไม่มีการแยกชั้น ใช้ Bolt ยึดกับลูกกะพ้อได้แน่นมากสายพานไม่ลื่นขาด ทนสุดๆอยากได้ของพิเศษอย่างสายพานกะพ้อแบบSolid Woven ก็ต้องสอบถามบริษัท คอนเวเยอร์โกด์ จำกัดเท่านั้น เพราะเราชอบ หาของดี ทำงานยากๆที่คนอื่น ไม่อยากทำ และเราก็เชื่อว่าเราทำได้ สายพานกะพ้อ (Bucket Elevator Belting) แบบ Solid Woven คนรู้เรื่องมีน้อย จึงไม่ปรากฏให้เห็น ถ้าใช้แล้วจะติดใจ เลิกคิดถึงของเดิมๆที่เคยใช้มาก่อนหน้านี้ ลองดูครับไม่ได้โฆษณาแต่ทำให้ลอง ให้ Solution คุณมากกว่าขายของ บอกทุกเรื่องราวเกี่ยวกับสายพานที่คุณอยากรู้ เปิดทุกสิ่งที่คุณคนอื่นไม่ยอมให้คุณรู้ อ่านแล้วชอบคำตอบอยู่ที่คุณเอง สอบถามได้เลยครับ

3. Conveyor Belt Pulley ทั้งมุมเล็ก แบบ Standard ผิวเรียบ จะทำ Crown (หลังเต่า) หรือไม่ทำ Crown ก็ได้ Pulley หุ้มยางใช้ได้กับระบบสายพานลำเลียงและกระพ้อลำเลียง

4. น๊อตและ Bolt กระพ้อ และประกบ (Fastener) ต่อสายพาน แบบ Light Duty สำหรับสายพาน Tension Rating (Max) 800 N/mm



สงสัยสิ่งใด ส่งรายละเอียดทั้งหมดมาทาง E-mail จะสะดวกดีมากครับ อยากรู้อะไรเพิ่มเติมอย่างเร่งด่วน โทรศัทพ์มาสอบถามรายละเอียด เรายินดีให้คำปรึกษาตลอดเวลา เพราะเรามี Motto การทำงานคือ ‘‘Together We Share ไปด้วยกัน... เพื่อแผ่กัน’’ ครับ เราจะหาความรู้เกี่ยวกับระบบลำเลียงมานำเสนออย่างสม่ำเสมอ ‘‘ถึงแม้ว่าเราจะเดินช้า...แต่เราก็ไม่เคยหยุดเดิน’’ แล้วพบกันใหม่ครับขอบคุณที่ติดตาม