

3) การออกแบบ Flat Top Chain

ตอน 3 การออกแบบ Flat Top Chain (Sample Flat Top Chain Calculation)

จากความรู้ตอนที่ 2 การเลือกใช้ Flat Top Chain เราจะรู้หลักการเลือก Flat Top Chain ทั้งแบบวิ่งตรง (Straight Running) และวิ่งโค้งด้านข้างได้ (Side Flexing) ตอนนี้เรามาทำความเข้าใจกับการคำนวณกันจริงๆบ้าง ขอยกมาแค่ 1 ตัวอย่างเพื่อเป็น guideline ให้ท่านได้ Idea ไปค้นคว้าต่อเพราะ การคำนวณจะแตกต่างกันไปตาม Lay out ของ Conveyor แต่ละแบบไม่เคยซ้ำแบบกัน จะยกตัวอย่างมีหวังผู้เขียนต้องมาเอาดีทางนี้แน่ หวังว่าท่านจะได้ใช้ข้อมูลเหล่านี้ไปเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการเลือก การออกแบบ การใช้งาน Flat Top Chain ตามสมควร การคำนวณแบ่งออกได้เป็น 14 Steps ดังนี้

STEP 1: OBTAIN NECESSARY INFORMATION

การหาข้อมูลที่เป็นที่จำเป็นที่ใช้ในการคำนวณ เป็นโจทย์ที่เราต้องสอบถามข้อมูลกับผู้ใช้งานว่ามีความต้องการอย่างไร สมมุติว่าได้ข้อมูลมาตามข้างล่างนี้

- Conveyor layout: Conveyor แบบ วิ่งตรง (straight) ยาว 2 ฟุต, เลี้ยว (Turn) 90 องศาไปทางขวา แล้ววิ่งตรงไปอีก 12 ฟุต
- Conveyor length: $C = 2 + 1.2 + 12 = 15.2$ ft.
- Product conveyed: วัสดุที่ลำเลียงเป็นกระป๋องขนาดบรรจุ 12 oz.
- แต่ละกระป๋องหนักเท่ากับ 0.85 ปอนด์.
- เส้นผ่าศูนย์กลางของกระป๋องเท่ากับ 2.6 นิ้ว
- Weight ของ product ที่ลำเลียง ต่อฟุต = $(12/2.6) \times 0.85 = 3.92$ lb/ft.
- Capacity : กระป๋องลำเลียงติดกันเป็นแถวเดียวไม่มีช่องว่างระหว่างกระป๋อง ต้องการCapacity เท่ากับ 60,000 กระป๋องต่อชั่วโมง
- Conveyor width: เลือกให้เหมาะสมกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกระป๋อง
- Conveyor speed: คำนวณได้จากสมการ

$$WC = 60WS$$

WC = ปริมาณขนถ่าย (conveyor capacity) (in lb/hr or units/hr),

W = น้ำหนักของที่ลำเลียง (amount of material carried) (in lb/ft or units/ft), and

S = ความเร็วของโซ่ (conveyor speed) (in ft/min).

$$WC = 60,000 \text{ cans/hr}$$

$$W = 12/2.6 = 4.6 \text{ units/ft,}$$

$$S = 60000/(60 \times 4.6) = 217 \text{ ft/min.}$$

- Weight of chain: ต้องการหาสมมุติเพื่อการคำนวณเบื้องต้นเท่ากับ 1.0 lb/ft.
- Diameters of shafts and sprockets: ต้องการหา
- Diameters of shafts and sprockets : ต้องการหา
- Environment: มีการกัดกร่อนบ้าง (Some corrosion possible).
- Available lubrication: Soap and water.

STEP 2: SELECT CHAIN MATERIAL

Chain material selection

Top plate material	Carbon steel		Stainless steel		Acetal	
	Abrasives		Abrasives		Abrasives	
	Present	Absent	Present	Absent	Present	Absent
	Lubricated with oil		Lubricated with soap and water		Lubricated with water only	
Conveyed product						
Paper, plastic, cans	A	A	R	A	A	R
China, glass, bottles	A	A	R	A	N	R
Metal parts	R	R	A	A	N	A
	Not lubricated		Not lubricated		Not lubricated	
Paper, plastic, cans	R	A	A	A	N	R
China, glass, bottles	R	A	A	A	N	R
Metal parts	R	R	A	A	N	A

R, recommended; A, acceptable; N, not recommended.

จากตารางสามารถเลือกใช้ทั้ง Stainless steel และ low-friction acetal ดังนั้นเลือกแบบ acetal เนื่องจากราคาถูกกว่าและรับได้ทุกเงื่อนไขของโจทย์

STEP 3: SELECT WEAR STRIP MATERIAL

Friction between chain and wear strips

Chain material	Lubrication	Wear strip material				
		Steel	Stainless steel	Nylon	UHMWPE	Lubed wood
Carbon steel	Dry	0.50	NR	0.40	0.30	0.15
	Oil	0.20	NR	0.20	0.20	NR
Stainless steel	Dry	0.50	0.50	0.40	0.40	0.15
	Water	NR	0.40	0.30	0.30	NR
	Soap and water	NR	0.20	0.20	0.20	NR
Regular acetal	Oil	0.20	0.20	0.20	0.20	NR
	Dry	0.30	0.30	0.25	0.25	NR
	Water	NR	0.23	0.21	0.21	NR
Low-friction acetal	Soap and water	NR	0.15	0.15	0.15	NR
	Dry	0.25	0.25	0.20	0.20	NR
	Water	NR	0.20	0.18	0.18	NR
	Soap and water	NR	0.15	0.15	0.15	NR

NR, not recommended

Coefficient of friction ระหว่างโซ่ และ wear strips = 0.15

STEP 5: OBTAIN CORNER FACTORS

Corner factors		Corner track material			
		Steel or stainless steel		Nylatron or UHMWPE	
		Dry	Well lubricated	Dry	Well lubricated
Carbon steel or stainless steel	Corner angle				
	30	1.25	1.10	1.20	1.10
	60	1.65	1.25	1.50	1.25
	90	2.00	1.40	1.80	1.40
	120	2.50	1.60	2.20	1.60
	150	3.10	1.80	2.70	1.80
180	3.50	2.00	3.00	2.00	
Regular acetal	30	1.25	1.15	1.20	1.10
	60	1.45	1.20	1.40	1.15
	90	1.70	1.25	1.60	1.20
	120	2.05	1.40	1.90	1.30
	150	2.40	1.55	2.20	1.40
	180	2.70	1.65	2.50	1.50
Low-friction acetal	30	1.20	1.10	1.15	1.10
	60	1.35	1.20	1.20	1.15
	90	1.50	1.25	1.30	1.20
	120	1.85	1.40	1.50	1.30
	150	2.00	1.55	1.60	1.40
	180	2.40	1.65	1.80	1.50

Curve angle factor is 1.0 for straight sections.

โซ่เป็น regular acetal, wear strip เป็น UHMWPE, มุมเลี้ยวเป็น 90 องศา หล่อลื่นดี

Corner factor คือ 1.20

STEP 6: CALCULATE BASIC CHAIN PULL

P , basic conveyor chain pull (in lb);
 P_w , required chain working load (in lb);
 C , length of the conveyor (in ft);
 C_1, C_2, C_3, C_4 , length of the conveyor sections (in ft);
 C_a , length of the accumulation section (in ft); and
 M , weight of the chain (in lb/ft);

W , weight of the conveyed material (in lb/ft);

f_s , coefficient of friction between the chain and wear strips

f_w , coefficient of friction between the material and chain

K_c , corner factor

K_a , slippage (accumulation) factor

K_v , speed factor

K_s , frequent starts factor

PA , added chain pull from accumulation (in lb),

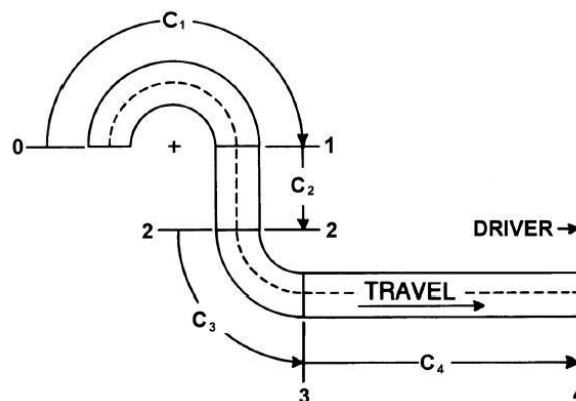
การคำนวณ Curve Conveyor ใช้สูตร ข้างล่างนี้

$$\text{At point 1: } P_1 = [C_1 f_s (2M + W) + P_{A1}] K_{c(180)}$$

$$\text{At point 2: } P_2 = P_1 + C_2 f_s (2M + W) + P_{A2}$$

$$\text{At point 3: } P_3 = [P_2 + C_3 f_s (2M + W) + P_{A3}] K_{c(90)}$$

$$\text{At point 4: } P_4 = P_3 + C_4 f_s (2M + W) + P_{A4}$$



For this sample selection, Equation 12.5 through Equation 12.7 are used:

$$\text{At point 1: } P_1 = 0.0.$$

$$\text{At point 2: } P_2 = 2.0 \times 0.15 \times [(2.0 \times 1.0) + 3.92] = 1.8 \text{ lb.}$$

$$\text{At point 3: } P_3 = [1.8 + (1.2 \times 0.15 \times 5.92)] \times 1.20 = 3.4 \text{ lb.}$$

$$\text{At point 4: } P_4 = 3.4 + (12 \times 0.15 \times 5.92) = 14 \text{ lb.}$$

STEP 7: CALCULATE THE PRELIMINARY REQUIRED WORKING LOAD

Calculate the preliminary required working load using Equation

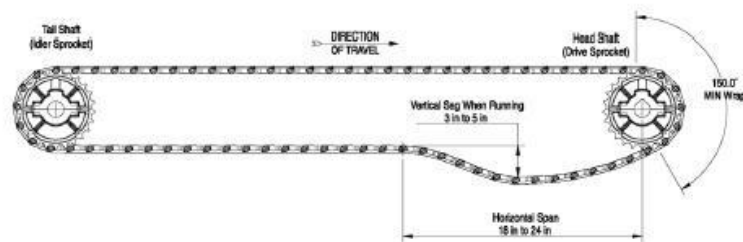
$$P_w = PK_v = 14 \times 4.0 = 56 \text{ lb.}$$

Note: speed factor (K_v) หาได้จากตารางข้างล่างนี้

Speed factor for plastic chains

Speed, ft/min	Factor
5 or less	1.00
6 through 15	1.50
16 through 35	2.00
36 through 75	2.50
76 through 125	3.00
126 through 200	3.50
201 through 300	4.00

STEP 8: CALCULATE CATENARY SAG AND TENSION



เลือกความยาวของส่วน โคนึงตอกท้องข้างในแนวราบเท่ากับ 24 นิ้ว และระยะคดท้องข้างในแนวตั้งเท่ากับ 3 นิ้ว

$$D = \sqrt{0.375C_c E}$$

$$P_C = \frac{C_c^2 M}{96D}$$

D is the depth of sag of the conveyor (in inches),
 C_c is the straight-line distance between points of support (in inches),
 L is the length of the catenary in the slack span (in inches),
 E is the amount of excess chain in the catenary (in inches) ($E = L C_c$),
 P_C is the catenary tension (in lb), and
 M is the weight of the chain per foot (in lb/ft).

$$\text{Catenary Tension } P_C = 242 \times 1 / 96 \times 3 = 2$$

ได้ค่าแรงดึงเนื่องจาก โคนึงตอกท้องข้างเท่ากับ 2 ปอนด์

STEP 9: DETERMINE THE TOP PLATE WIDTH

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกระป๋องเท่ากับ 2.6 นิ้ว ถ้าเล็งเป็นแถวเดียว เลือกความกว้างของ Top Plate เท่ากับ 3.25 นิ้วก็เพียงพอ

STEP 10: SELECT A CHAIN AND RECALCULATE THE REQUIRED WORKING LOAD เลือกโซ่ได้แล้วเริ่ม

คำนวณหา Working Load ที่แท้จริงใหม่

Side-flexing flat-top chain dimensions and capacities

Chain Number	Chain Material	Top Plate Thickness	Top Plate Width	Weight Lb/ft	Maximum Load	Min. Back Flex Radius
879 BEV	AC	0.188	3.25	0.55	425	18
	LF		4.50	0.64		24
879 TAB	AC	0.188	3.25	0.70	425	18
	LF		4.50	0.76		24
880 BEV	AC	0.156	3.25	0.60	425	18
	LF		4.50	0.70		24
880 TAB	AC	0.156	3.25	0.63	425	18
	LF		4.50	0.73		24
882 BEV	AC	0.188	4.50	1.30	625	24
			7.50	1.60		
			10.0	1.90		
882 TAB	AC	0.188	4.50	1.33	625	24
			7.50	1.63		
			10.0	1.90		
			12.0	2.13		
881 BEV	CS	0.125	3.25	2.00	625	24
			4.50	2.50		
			7.50	3.70		
881 TAB	CS	0.125	3.25	2.00	625	24
			4.50	2.50		
			7.50	3.70		

Note: Minimum back flex radius for all listed side flexing chains is 1.50 inches.

จากตาราง เราต้องการ working load เท่ากับ 58 lb (Pw + PC)

- สามารถเลือกโซ่ได้ 2 รุ่น คือ 880 BEV และ 880 TAB
- สมมุติว่าเลือก โซ่ 880 TAB
- ต้องคำนวณ working load ที่ต้องการจริงๆใหม่
- ตอนนี้ได้น้ำหนักของโซ่ที่เลือกแล้วคือหนัก 0.73 lb/ft.

$$\text{At point 2: } P_2 = 2.0 \times 0.15 \times [(2.0 \times 0.73) + 3.92] = 1.6 \text{ lb.}$$

$$\text{At point 3: } P_3 = [1.6 + (1.2 \times 0.15 \times 5.38)] \times 1.20 = 3.1 \text{ lb.}$$

$$\text{At point 4: } P_4 = 3.1 + (12 \times 0.15 \times 5.38) = 12.8 \text{ lb.}$$

ดังนั้น Working Load ที่คำนวณเบื้องต้นคือ

$$P_w = PK_v = 12.8 \times 4.0 = 51.2 \text{ lb,}$$

- Catenary tension is only 1.5 lb.
- The final required working load is = 51.2+1.5= 52.7 lb.
- โซ่เบอร์ 880 TAB ใช้ได้ (Maximum Load 425 lb,> 52.7 lb.)

STEP 11: SELECT A SPROCKET SIZE

เนื่องจากโซ่วิ่งด้วยความเร็วมากกว่า 100 ft/min เลือก Sprocket 11 1/2 (effective teeth)(23 actual teeth)

STEP 12: CALCULATE THE REQUIRED CHAIN LENGTH

หาความยาวของโซ่ สมมุติ shaft center distance เท่ากับ conveyor length, ดังนั้น

$$Lp = 11.5 + [(24 \times 15.2)/1.5] = 254.7 \text{ pitches.}$$

ปัดเศษเป็น 255 pitches.

STEP 13: CALCULATE THE REQUIRED POWER

The power required by this conveyor is calculated using

$$\text{Equation: } hp = PS/33,000$$

$$hp = (51.2 \times 217)/33,000 = 0.33 \text{ hp.}$$

STEP 14: SELECT THE LUBRICATION METHOD

โซ่หล่อลื่นด้วยสบู่และน้ำ

- เรื่องนี้ยังมีต่อ ขอพักยกเสียดก่อน ขอเสียงและ Feedback จากท่านผู้อ่านด้วย ว่าต้องการให้บริษัท คอนเวเยอร์ไกด์ จำกัด(Conveyor Guide Co., Ltd.) นำเสนอเป็น Series เครื่องยาวๆที่มีประโยชน์ต่อเนื่องกัน เช่น การเลือก การออกแบบ การบำรุงรักษา หรือไม่ อย่างไรก็ตาม เดี่ยวเราจะกลับมา **“ถึงแม้ว่าเราจะเดินช้า...แต่เราก็ไม่เคยหยุดเดิน”**

สุดท้าย บริษัท คอนเวเยอร์ไกด์ จำกัด(Conveyor Guide Co., Ltd.) ขอขอบคุณท่านผู้อ่านทุกท่านที่ให้กำลังใจ และอุดหนุนสินค้าของเรา เราสัญญาว่า เราจะตอบสนองท่านอย่างมีประสิทธิภาพ ไม่หยุดนิ่ง เราไม่เคยทำงานลวกๆ หรือลดระดับการปฏิบัติงานตนเอง เราทราบดีวิธีและมีความสามารถ ที่จะสร้างความเรียบง่ายบนซับซ้อนอยากใช้เราก็ติดต่อเราครับ ง่ายนิดเดียว **สงสัยสิ่งใด** ส่งรายละเอียดทั้งหมดมาทาง E-mail จะสะดวกดีมากครับ อยากรู้อะไรเพิ่มเติมอย่างเร่งด่วน โทรศัพท์มาสอบถามรายละเอียด เรายินดีให้คำปรึกษาตลอดเวลา **หรือต้องการให้เราไปอบรมหรือจัดสัมมนา** ให้หน่วยงานบำรุงรักษาในหน่วยงานของท่านก็ได้ (มีค่าบริการนะครับ) ไม่เพียงแต่เรื่องนี้เท่านั้นนะครับ เรื่องอะไรก็ได้ที่ท่านอยากรู้เกี่ยวกับสายพานลำเลียงก็ลองติดต่อเข้ามาได้ อะไรที่แบ่งๆกันได้และไม่เปลืองทรัพยากรจนเกินไปก็ยินดีรับใช้ฟรีครับ เพราะเรามี Motto การทำงานคือ **“Together We Share ไปด้วยกัน...เพื่อแก่กัน”** ครับ เราจะหาความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ระบบลำเลียงมานำเสนออย่างสม่ำเสมอ **“มีของเท่าไรก็ปล่อยหมด ไม่มี ก็ไม่มีดิ่ง ไม่มีเม้ม” “ถึงแม้ว่าเราจะเดินช้า...แต่เราก็ไม่เคยหยุดเดิน”** แล้วพบกันใหม่ครับขอบคุณที่ติดตาม

Website : www.conveyorguide.co.th

Email : Info@conveyorguide.co.th

Tel. : 02-992-1025, 090-9076077, 083-1318644

Fax. : 02-992-1022