

台車・コンベアの移動時間と動力

図－1

図－1のような台車やコンベアで停止位置精度が要求される搬送装置を設計する時、停止位置直前で減速して停止位置でブレーキを作動させます。

加減速・位置決めに関してはサーボモータやインバータを使うことにより簡単に制御することができますが、基本計画においては移動距離・サイクルタイムから、加減速・位置決め制御の各パラメータ設定が重要となってきます。

又、搭載物の重量・移動速度・移動抵抗などからの駆動系の所要動力など概略仕様も求める必要があります。

これらの作業を効率的に出来るように考えたのがこのEXCELプログラムで、移動距離・最高速度・加減速時間などから移動時間を求めて搬送装置の概略仕様の決定をお手伝いします。

A. 入力手順

下線のセルがデータ入力のセルとなります。

- (1) 設備全体から要求されるワークの移動距離・各時間を入力する。
- (2) 台車重量(コンベア可動部重量)の推定値を求め、搬送物重量と合わせた移動重量を入力する。
- (3) 車輪 又は、駆動プーリーの直径を入力する。
- (4) 車輪のころがり抵抗係数、又は コンベアの摩擦係数を入力する。
- (5) 駆動系の動力伝達効率を入力する。
- (6) 使用するモータ制御機器(サーボモータ・インバータなど)の加減速時間を入力する。
- (7) ワークの最大移動速度と位置決め時の速度を入力する。
- (8) データを入力すると加速・最高速・減速・位置決め速度・停止までの各移動距離・所要時間と所要トルク・所要動力を計算して図－2のように結果が表示されます。
- (9) 計画の移動時間に合わない時は、最大移動速度や位置決め距離を調整してください。
- (10) 全移動距離が短い時は加速途中で減速に入り等速移動区間(s2)が無くなる場合があります。
その時は図－3に示すように 等速区間(s2)の区間時間(t2)と区間距離(s2)の値が“0”となります。

この時の最大速度は速度線図の右側に表示されます。

※ このような状態では使用する機器の位置決め制御方法により実際の挙動は変化します。
サイクルタイム・位置決め精度を考慮して再検討してください。

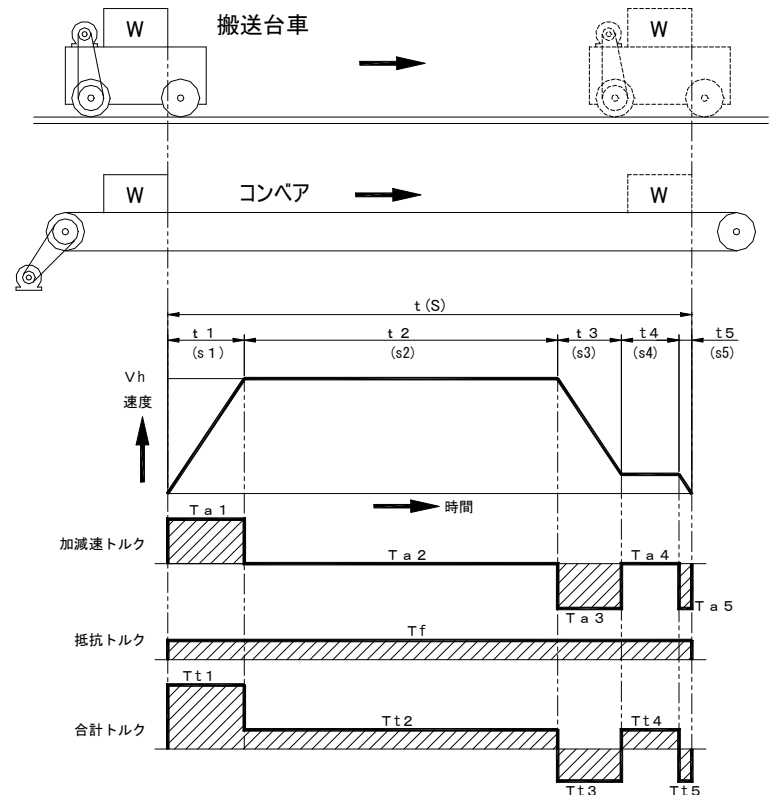


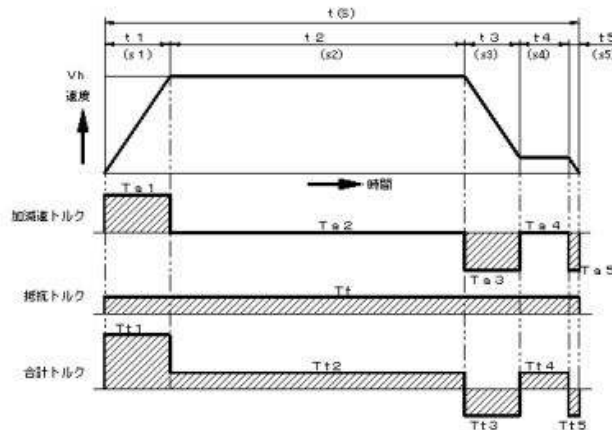
図-2

台車・コンベアの移動時間と動力

装置名称： サンプラー

全移動距離	S = 5.000 m	重量	V = 10,000 kg	積載物と装置移動重量の合計
最大移動速度	V _m = 40.00 m/min (0.667 m/sec)	抵抗	f = 0.2 %	車輪転がり抵抗やベルト滑り抵抗
位置決め速度	V _s = 4.00 m/min (0.067 m/sec)	車輪or滑車径	D = 0.400 m	車輪軸径D ² で計算、減速機・伝動機器のD ² は含まない
位置決め距離	S _d = 0.10 m	動力伝達効率	η = 80 %	減速機・伝動機器の伝達効率
加速時間	t _a = 5.00 sec	加速度	0.13 m/sec ² (0.014 G)	インバータの加速時間 (停止状態から最高回転数までの所要時間)
減速時間	t _s = 5.00 sec	減速度	0.13 m/sec ² (0.014 G)	インバータの減速時間 (最高回転数から停止状態までの所要時間)
停止制動時間	t _g = 0.25 sec	減速度	0.27 m/sec ² (0.027 G)	指定時間で減速を行う場合の減速(ブレーキ)トルクを計算します。

符号	状態	区間時間 (sec)	累計時間 (sec)	区間距離 (m)	累計距離 (m)	GD ² (kg・m ²)	加減速トルク (kg・m)	抵抗トルク (kg・m)	合計トルク (kg・m)	回転数 (rpm)	駆動動力 (kw)
1	加速	t ₁ = 5.000	5.00	S ₁ = 1.667	1.667	1,600	T _{a1} = 27.2	T _f = 20.0	T _{t1} = 47.2	N ₁ = 31.83	KW ₁ = 1.93
2	等速	t ₂ = 1.558	6.56	S ₂ = 1.039	3.225		T _{a2} = 0.0		T _{t2} = 20.0	N ₂ = 31.83	KW ₂ = 0.82
3	減速	t ₃ = 4.500	11.06	S ₃ = 1.350	4.892		T _{a3} = -27.2		T _{t3} = -7.2	N ₃ = 3.18	KW ₃ = -0.29
4	位置決め	t ₄ = 1.500	12.56	S ₄ = 0.100	4.892		T _{a4} = 0.0		T _{t4} = 20.0	N ₄ = 3.18	KW ₄ = 0.08
5	停止制動	t ₅ = 0.250	12.81	S ₅ = 0.008	5.000		T _{a5} = -54.3		T _{t5} = -34.3	N ₅ = 0.00	KW ₅ = -0.14



○ブレーキを使わずにインバータによる減速を行う場合は停止制動時間(t5)を下式の値を入力してください。

$$\begin{aligned}
 t_5 &= t_s \times V_s / V_m \\
 &= 5.00 \times 4.00 / 40.00 \\
 &= 0.50 \text{ sec}
 \end{aligned}$$

モーメントのかかるフランジボルト Ver.1.00
Copyright(C) 2012 機械屋

B. 停止制動について

- (1) 停止制動時間は装置の要求仕様により決定されますが、最初は速度線図の右側にある“t5”を指定してください。
- (2) すべてのデータを入力して出た結果は、インバータの制動力のみで減速した場合となります。このような使い方はあまり無いと思われますが、加減速制御によるスムーズな運転のみを必要とする時に相当します。
- (3) ブレーキによる制動を行う場合は次の手順で停止制動時間を調整してブレーキの選定を行います。
 - ①使用するブレーキの制動トルクを仮定します。ブレーキ付モータの場合は計算された所要動力より選定したモータ型番の制動トルクとします。
 - ②前項で仮定した制動トルクと停止制動時の合計トルク (T t 5) が同じになるように、停止制動時間を調整します。
 - ③調整が終わったら停止制動時間の右側にある減速度をチェックします。減速度が大きすぎるとワークのスリップが発生します。一般的なブレーキ付モータの制動力はモータ定格トルクの150～200%ですからこのようなことは起こりませんが、別置きのブレーキを使用 するときは注意が必要です。

図-2に示す例では制動停止時間0.25秒で減速度が0.027Gとなり一般的な走行路条件ではスリップせずに停止できます。又、ブレーキトルクは加減速時のトルクの2倍となっておりブレーキ付モータの上限となりますが、駆動出力1.93kwより必要モータ出力は2.7kwとなり十分なブレーキ・トルクとなります。しかし、ショックを嫌う装置の場合には選定したブレーキ付モータのブレーキ・トルクを確認し、減速トルクがブレーキ・トルクと同じになる制動停止時間を見つけてください。この時の減速度をチェックしショックの有無を確認出来ます。

C. 所要動力

このプログラムでは積載物と装置本体重量の合計より車軸（プーリー軸）の相当GD²を求め、動力を計算しています。車軸からモータまでの駆動系のGD²は考慮していません。装置計画の概算ですから使用機器が決定後にすべてのGD²を算出して所要動力を確認してください。

D. 最後に

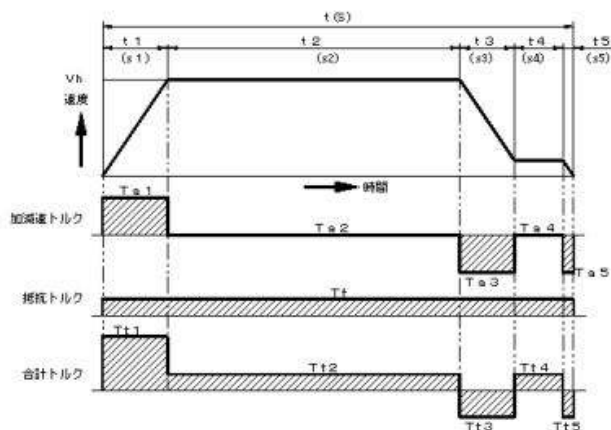
これまでの説明でお分かりのようにこのシートは計算書を作るものではありません。あくまでも設計者の方の手数を軽減するためのツールとしてに活用していただきたいと思います。

図—3
台車・コンベアの移動時間と動力

装置名称： サンプル—2

全移動距離	S = 2.500 m	重量	W = 10,000 kg	積載物と装置移動重量の合計
最大移動速度	V _m = 40.00 m/min (0.667 m/sec)	抵抗	f = 0.2 %	車輪転がり抵抗やベルト滑り抵抗
位置決の速度	V _s = 4.00 m/min (0.067 m/sec)	車輪or滑車径	D = 0.400 m	車輪軸径GD ² で計算、減速機・伝動機器のGD ² は含まない
位置決の距離	S _d = 0.10 m	動力伝達効率	カ = 80 %	減速機・伝動機器の伝達効率
加速時間	t _a = 5.00 sec	加速度	0.13 m/sec ² (0.014 G)	インバータの加速時間（停止状態から最高回転数までの所要時間）
減速時間	t _s = 5.00 sec	減速度	0.13 m/sec ² (0.014 G)	インバータの減速時間（最高回転数から停止状態までの所要時間）
停止制動時間	t _g = 0.50 sec	減速度	0.13 m/sec ² (0.014 G)	指定時間で減速を行う場合の減速（ブレーキ）トルクを計算します。

符号	状態	区間時間 (sec)	累計時間 (sec)	区間距離 (m)	累計距離 (m)	GD ² (kg・m ²)	加減速トルク (kg・m)	抵抗トルク (kg・m)	合計トルク (kg・m)	回転数 (rpm)	駆動動力 (kw)
1	加速	t ₁ 4.025	4.03	S ₁ 1.080	1.667	1,600	T _{a1} 27.2	T _f 20.0	T _{t1} 47.2	N ₁ 31.83	KV ₁ 1.83
2	等速	t ₂ 0.000	4.03	S ₂ 0.000	0.717		T _{a2} 0.0		T _{t2} 20.0	N ₂ 31.83	KV ₂ 0.82
3	減速	t ₃ 3.525	7.55	S ₃ 0.829	2.383		T _{a3} -27.2		T _{t3} -7.2	N ₃ 3.18	KV ₃ -0.28
4	位置決め	t ₄ 1.500	9.05	S ₄ 0.100	2.483		T _{a4} 0.0		T _{t4} 20.0	N ₄ 3.18	KV ₄ 0.08
5	停止制動	t ₅ 0.500	9.55	S ₅ 0.017	2.500		T _{a5} -27.2		T _{t5} -7.2	N ₅ 0.00	KV ₅ -0.03



○等速区間がない時の最大速度は 32.2 m/min

○ブレーキを使わずにインバータによる減速を行う場合は停止制動時間(t₅)を下式の値を入力してください。

$$t_5 = t_s \times V_s / V_m$$

$$= 5.00 \times 4.00 / 40.00$$

$$= 0.50 \text{ sec}$$

モーメントのかかるフランジボルト Ver.1.00
Copyright(C) 2012 機械屋