SHOCK TEST OF CONVEYOR BELTS

S. Amijima, J. Yoshida

When we transport rocks or coals by means of conveyor belts, we usually drop them onto a running belt, and transport them. In this case, the conveyor belt receives shocks repeatedly from rocks or coals falling down. If the shock exceeds a certain level, it causes the conveyor belt breaking down. Design of conveyor belt would be substantially convenient if the stress and elongation of the belt at the time of receiving shocks is clearly found out.

For this purpose, we took photographs to examine the relation of partial elongation of the belt, the number of plies, property of the belt cover, and edge angle of falling materials.

V ベルト動力伝達に関する問題†

(昭和36年10月16日 受理)

網 島 貞 男* 吉 田 文 二**

要 旨 数本のベルトで動力伝達をする場合、各ベルトが同一の割合で動力を伝達しているかどうか疑問に感ずる。この論文はこの問題についての研究であって、図1、図2はこの実験に用いた装置を示す。Aはモーターで二本のベルトで動力はA軸からE軸に伝達される。BおよびCは調車でそれには試験すべきベルトが掛けてある両調車直径は4吋である。E軸は図1で点線で示す案内上を迂る。Hは調車でこれをへて、ロープで負荷をかける。これで試験するベルトに初荷重をかける。プロニーブレーキが軸Fにつけてある。このブレーキでベルトに負荷をかけその負荷の量は計算される。試験ベルト上に二枚の燐青銅板を一定の間隔をへだててはりつける。図3はベルト上にはりつけた燐青銅板を示す。

ベルトの走行時において、この燐青銅板が電磁オッシログラフの端子と接触すると、電磁オッシロの回路は閉じ、図4に示すように、オッシログラフ用紙上にピークが表われる。

ピーク間の時間Sを計算することにより、二枚の燐青銅間の距離を計る。この二枚の燐青銅間の距離より、ベルトに伝達される動力の比を計る。ただしこの時、ベルトの伸びはそれにより伝達される動力に比例すると仮定する。

この実験より一つの軸から他の軸へ数本のベルトで動力を伝達する時、各ベルトは一般には同一の割合で動力を伝達していないことがわかった。

1. 緒 言

近代機械工業の発達にともない、動力が大型化し、したがって、その大動力の伝達のため、数十本のVベルトを並べて動力伝達をしている状態を見るのもめづらしくなくなった。今数本或は数十本のベルトを掛けて動力伝達をする場合、各ベルトが同一の割合で、動力を伝達しているかどうか、もし同一の割合で動力を伝達していないのなら、各ベルトは如何なる割合で動力伝達を行なっ

ているかという疑問がしばしば起るのであるが、未だこのような問題についての研究論文が見あたらないので、われわれはこの問題に関して二三の実験を行なった。その結果を簡単に説明する。

2. 実 験 装 置

図1が実験装置の平面図、図2がその側面図である。Aがモーターで3本のベルトを通じて、軸Eに動力が伝わる。B、Cは実験用のベルトの掛ったプーリーでその直径は双方4インチ、E軸は点線で示す案内上を迂るようになっている。H、HはプーリーでIのロープが掛っている。これによりE軸に、すなわち試験するベルトにJの重錘で初荷重を掛ける。Fの軸は固定され、Fの軸に

† 本報を〔走っているVベルトの力学的考察(第1報)〕とする。

* 同志社大学工学部

** 阪東調帯ゴム株式会社

図 1

図 2

Kのプロニーブレーキが取付けてある。これによりベルト試料Dに負荷を掛けるようになっている。この読み取りはNのばね計りである。試験用のベルトは図3に示すようにベルトの上面に一定の間隔をおいて磷青銅板がはりつけてある。図3の下図はVベルトD (Vベルト

ベルト試料

図 3

の断面を示す)に磷青銅板Oがはりつけてある状態をVベルトの断面の方向からながめたものである。ベルトが走行中に電磁オシログラフの端子L, Lとベルトにはりつけた磷青銅板とが接触した時は、電磁オシログラフの回路が閉じて印画紙にピークが表われるようになっている。(図4は電磁オシログラフの印画紙)

3. 実験方法

実験試料のVベルトはその外周部に約30個の間隔で二箇所磷青銅板がはりつけてある。このVベルトは運転中

図 4

に磷青銅板の突起と電磁オシログラフのステンレスチール製の端子とが接触すると電磁オシログラフの回路が閉じる。図4の写真は回路が閉じた時に電磁オシログラフの印画紙に画かれたもので、上部の点線は時間を表わし、1目盛が1/120secである。最初Vベルトの突起に電磁オシログラフのターミナルが接触した時に印画紙上にピークが表われ、また次の突起に電磁オシログラフのターミナルが接触した時に次のピークが表われる。この二つのピーク間の目盛数によりその間の時間を知る。またベルトの線速度を測定することにより両磷青銅板間の長さを知る。無負荷時の両突起間の長さ、負荷を掛けた時のその長さの差から負荷に対する伸びがわかる。

先ずタコメーターの先端に円板を取付け、その円板を走っているベルトに接触させてベルトの線速度を測定した。この時の円板の外周は100mmであった。その時のタコメーターの指示を n_1 ベルトの線速度を v_2 とすれば

$$v_2 = n_1 \times \frac{100}{60} \text{ [mm/sec]} \quad (1)$$

次に調車の線速度を測定した。その時のタコメーターの指示を n_2 、調車の半径を r (mm) とすれば、調車の線速度 v_1 は

$$v_1 = n_2 \times \frac{2\pi r}{20} \text{ [mm/sec]} \quad (2)$$

オシログラフの印画紙上の時間目盛より、その時間にたったベルトの長さ l を計算するには、この時間目盛数を N とすれば

$$l = v_2 \cdot N \cdot \frac{1}{120} \text{ [mm]} \quad (3)$$

(ただしこの1目盛の通過時間は1/120secである)。駆動調車とベルト間の迂りを長さ L (mm) で表わすと

$$L = (v_1 - v_2) \cdot N \cdot \frac{1}{120} \text{ (mm)} \quad (4)$$

各ベルトにかかる張力を P (kg) とすれば

$$P = E \cdot A \frac{\Delta l}{l} \text{ (kg)} \quad (5)$$

E : ベルトのヤング率

A : ベルトの断面積

l : 無負荷時の接着銅板間の長さ

Δl : 負荷時に於けるベルトの伸びた長さ

ベルトのヤング率の測定は実験に使用したものと同一のベルトを標点距離 100mm とし 1/100mm 目盛ダイヤルゲージを取付けて引張試験を行なった。その結果は図5に示す。この図面より $E \approx 40.5 \text{ [kg/mm}^2\text{]}$

図 5

となった。また B 型 V ベルトの断面積 A は測定により

$A = 147 \text{ [mm}^2\text{]}$ となった。

この実験においてはベルトと溝車の接触状態が非常に問題になるので参考のために溝車側面の傾斜角の測定値を示しておく。

機械工学便覧によれば、

2θ : 溝車側面傾角

D : 調車有効径

とすれば $2\theta = 40^\circ - \phi$

$\phi = 440^\circ / D$

なる関係がある。実験に使用した調車有効径は 101.6mm であるので、この値を上式に入れると、

$2\theta = 35^\circ 42'$ となる。

実験に使用した調車は特別に上仕上げをほどこしたものであり、その溝の傾角を角度ゲージで測定し、上記の理論値と比較すれば次のようである。

表 1

溝番号	駆動側調車	理論値との差	被動側調車	理論値との差
1	34°30'	1°12'	34°30'	1°12'
2	34°45'	57'	34°45'	57'
3	34°45'	57'	35°0'	42'
4	34°30'	1°12'	34°0'	1°42'

4. 結 論

(1) 各ベルトの動力分担比較

表2は実験に用いたベルトの寸法を示す。溝付調車に2本、3本或は4本のベルトを掛け運転中において無負荷時と負荷時における各ベルトの長さを測定することにより各ベルトの動力分担の比を求めたもので表3はその値を示す。これらの値より判断すると、一般に調車に掛

表 2 ベルトの寸法

ベルト番号	ベルト外周	ベルト内周	外周と内周の差	厚み	狭角
	mm	mm	mm	mm	
1	1550.4	1484.0	66.4	10.21	39°
2	1551.6	1485.6	66.0	10.32	40
3	1551.8	1485.6	66.2	10.19	40
6	1552.8	1485.6	67.2	10.44	40
7	1550.1	1484.0	66.1	10.25	40
8	1552.6	1484.2	68.4	10.44	41
9	1551.5	1484.1	67.4	10.25	38.30
10	1553.1	1484.2	68.9	10.35	38
11	1550.5	1484.2	66.4	10.25	39.30
12	1550.7	1484.1	66.6	10.21	39
13	1551.0	1483.8	67.3	10.27	39.30
14	1551.0	1484.3	66.3	10.21	40
15	1552.2	1485.5	66.7	10.15	40
16	1552.0	1486.4	65.6	10.36	40
17	1550.2	1485.0	65.2	10.43	39
18	1550.6	1484.9	65.7	10.34	39.30
19	1551.4	1486.0	65.4	10.11	40
20	1550.8	1486.0	64.8	10.01	39.30
21	1551.1	1485.3	65.8	10.42	39
22	1551.9	1484.9	67.0	10.50	39.30
23	1553.2	1485.6	67.6	10.40	39.30
24	1551.4	1485.4	66.0	10.32	40
25	1551.3	1484.6	66.7	10.41	38
26	1552.0	1484.9	66.1	10.26	39
27	1550.3	1483.7	66.6	10.11	39
28	1550.7	1484.0	66.7	10.25	40
30	1551.8	1483.1	68.7	10.17	40

けるベルトの本数が多い程動力伝達最大のベルトと最小のベルトの差は大きく、本数が少ない程その差は小さ

い. また同一回転数同一初張力の下では, 動力伝達の為の張力が大きい程その差が小さい. 3本掛, 4本掛した

表3 各ベルトの動力分担比較
(その1) 回転数 350rpm, Initial Stress 120kg
ベルト4本掛

負荷 ベルト 番号	1 HP	1.5 HP	2 HP	1.5 HP
No. 1	28.8%	28.0%	25.2%	24.3
2	24.7	18.9	27.1	23.8
3	9.3	17.5	26.5	26.5
6	37.2	35.6	21.2	25.4
8	27.9	26.1	28.3	25.2
9	24.5	25.3	22.5	24.0
10	22.1	23.3	25.5	26.0
13	25.5	25.3	23.7	24.8
7	30.4	26.3	28.1	25.6
11	22.2	24.2	22.3	25.0
12	12.8	23.9	22.9	25.0
14	14.6	25.6	26.7	24.4

ベルト3本掛

負荷 ベルト 番号	0.75HP	1.125 HP	1.5 HP	1.875 HP
No. 15	37.9%	36.2%	36.4%	32.5
16	27.9	29.4	30.1	31.6
17	34.2	34.3	33.5	35.9
18	34.5	31.8	29.7	34.2
19	30.3	34.8	35.6	34.6
20	35.2	34.4	34.7	31.2
21	36.4	30.4	33.5	33.6
22	26.0	33.8	30.8	33.1
23	37.6	35.8	35.7	33.3

ベルト2本掛

負荷 ベルト 番号	0.5 HP	0.75HP	1 HP	1.25HP
No. 24	53.2%	50.7%	53.5%	49.9%
25	46.8	49.3	46.5	50.1
26	—	50.0	53.8	52.2
27	—	50.0	46.2	47.6
28	49.0	50.6	49.5	50.5
30	51.0	49.4	50.5	49.5

(その2) Initial Stress 80kg

ベルト4本掛

負荷 ベルト 番号	1 HP	1.5 HP	2 HP	2.5 HP
No. 26	27.0%	25.0%	25.4%	25.2
27	23.3	24.7	25.0	25.4

28	23.5	24.9	24.8	24.5
30	26.1	25.4	24.8	24.9

ベルト3本掛

負荷 ベルト 番号	0.75HP	1.125 HP	1.5 HP	1.875 HP
No. 26	33.2%	33.2%	33.4%	33.6%
27	33.5	32.8	32.9	33.3
28	33.3	34.0	33.7	33.1

ベルト2本掛

負荷 ベルト 番号	0.5 HP	0.75HP	1 HP	1.25HP
No. 26	49.6%	50.3%	50.6%	50.3%
27	50.4	49.7	49.4	49.7

(その3) Initial Stress 40kg

ベルト4本掛

負荷 ベルト 番号	1 HP	1.5 HP	2 HP	2.5 HP
No. 12	26.2%	25.1%	24.8%	25.0%
13	23.5	24.6	24.5	25.0
14	24.0	25.0	24.5	25.2
15	26.3	25.3	25.9	24.7

ベルト3本掛

負荷 ベルト 番号	0.75HP	1.125 HP	1.5 HP	1.875 HP
No. 12	33.2%	33.0%	33.3%	33.4%
13	33.5	33.1	32.9	33.2
14	33.3	33.9	33.8	33.4

ベルト2本掛

負荷 ベルト 番号	0.5 HP	0.75HP	2 HP	2.5 HP
No. 12	50.0%	50.0%	49.8%	49.8%
13	49.9	50.0	50.1	50.2

(その4) 回転数250rpm, Initial Stress 120kg

ベルト4本掛

負荷 ベルト 番号	1 HP	1.5 HP	2 HP	2.5 HP
No. 22	26.4%	25.8%	24.6%	24.7%
23	24.6	23.8	23.3	25.2
24	23.0	24.4	26.1	25.3
25	26.0	26.0	26.0	24.8

ベルト3本掛

負荷 ベルト番号	0.75HP	1.125 HP	1.5 HP	1.875 HP
No. 22	34.3%	32.8%	33.1%	33.0%
23	30.3	33.0	32.8	32.7
24	35.4	34.2	34.1	34.4

ベルト2本掛

負荷 ベルト番号	0.5 HP	0.75HP	1 HP	1.25HP
No. 22	50.5%	51.0%	50.2%	50.0%
23	49.5	49.0	49.8	50.0

(その5) Initial Stress 80kg

ベルト4本掛

負荷 ベルト番号	1 HP	1.5 HP	2 HP	2.5 HP
No. 8	25.8%	25.0%	23.8%	23.6%
9	22.1	22.2	23.9	23.5
10	26.2	27.2	27.1	25.7
11	25.9	25.6	25.2	24.2

ベルト3本掛

負荷 ベルト番号	0.75HP	1.125 HP	1.5 HP	1.875 HP
No. 8	33.6%	27.4%	34.4%	33.6%
9	32.7	35.1	32.1	33.5
10	33.7	37.5	33.5	32.9

ベルト2本掛

負荷 ベルト番号	0.5 HP	0.75HP	1 HP	1.25HP
No. 8	48.9%	49.6%	51.2%	49.7%
9	51.1	50.4	48.8	50.3

(その6) Initial Stress 40kg

ベルト4本掛

負荷 ベルト番号	1 HP	1.5 HP	2 HP	2.5 HP
No. 18	27.3%	27.3%	25.2%	25.1%
19	20.7	24.6	24.2	24.8
20	24.9	21.8	24.0	25.0
21	27.1	26.3	26.6	25.1

ベルト3本掛

負荷 ベルト番号	0.75HP	1.175 HP	1.5 HP	1.875 HP
No. 18	37.4%	33.9%	34.0%	33.8%
19	31.4	32.4	32.8	32.8
20	33.9	33.7	33.2	33.4

ベルト2本掛

負荷 ベルト番号	0.5 HP	0.75HP	1 HP	1.25HP
No. 18	49.4%	49.5%	50.6%	49.9%
19	50.6	50.5	49.4	50.1

場合ベルト中央部のものが一般に動力伝達が悪いが、これは調車し4溝の内中央部の二つがその狭角が少し大きくてベルトと調車の接触があまりよくないためであると

図 6

図 7

図 8

思われる。同一調車にかかるベルトの内最大の動力伝達を行なっているベルトと最小の動力伝達を行なっているベルトの動力伝達量の比と初荷重との関係および回転速度との関係を示したものが図6～8に示してある。

図9

図10

図11

図12

図13

(2) ベルトのりについて

図9～13は駆動調車とベルト或はベルトと被動調車間のりで図14, 図15は駆動調車と被動調車間のりを示したものである。すなわちこれ等の実験値より次のこと

図14

図15

がいえる。

同一初張力でかつ動力伝達により生ずるベルト一本にかかる張力が同一の時は調車にかかるベルトの本数が多
い程、また同一一本数で同一初張力の下においては一本の
ベルトにかかる張力が大きい程りは大きくなる傾向に
ある。