

を Fig. 3 に示す。

この図からわかるように巻き取り状況は非常に改善されている。またこれをコイル別に分類すると、巻き取り偏差が 2mm 以上の部分を一部含むコイルが全本数に対し 30% 程度から 1% 程度に減少した。

2. 現場作業

EPC の特性向上により作業が安定化し、ライン速度も増大することができた。また巻き不良による巻戻し、再作業が減少し作業能率が 20% 以上向上した。

3. 品質

次工程のバッチ式焼鈍にてコイルは横に積重ねられて焼鈍されるため、縁の不良は密着を発生し不良品となるが、これが著しく減少した。現在では巻き不良による密着はほとんどない。

4. 保守

装置の電気回路部分に半導体を使用しているため、信頼性が向上し、なお点検、整備が容易となった。

この電気式 EPC は安川電機製作所が minertia motor を開発したのを契機として共同研究で実用化したものである。

620/178/1605:621/177/062.3:621/177/019  
1539.434

(183) 3 段ロール型転動試験機の製作

(補強ロール材の転動による被害に関する研究—I)

日本製鋼、室蘭製作所研究所

工博 下田 秀夫・工博 荒木田 豊  
堀 清・○工藤 浩一

New 3 High Roll Type Rolling Contact Testing Machine. PP2059~2061

(On the damages due to rolling contact of backup roll materials—I)

Dr. Hideo SHIMODA, Dr. Yutaka ARAKIDA,  
Kiyoshi HORI and Koichi KUDO.

I. 緒言

鉄鋼材料が長期間の転り接触を繰返す場合、転り面はついに剝離するにいたる。これは転動疲労と呼ばれる一種の疲労現象であると考えられている。この種の疲労破壊は歯車、軸受およびロールなどにしばしば見うけられ、それぞれピitting、フレーキングおよびスポーリングなどと呼ばれている。歯車および軸受材に関しては多くの研究<sup>1)</sup>がなされてはいるが、ロール材に関しては極めて少ない。また歯車材・軸受材について得られた研究結果をそのままロール材にあてはめることは、材質および使用条件の相異を考慮すれば必ずしも当を得ていないと考えられる。耐久性のよいロール製作の上にも、それを適正に使用する上にも、更に適正なドレッシングを行なう上にもロール材の転動による被害とくにスポーリングについて研究を行なう意義が大きいと思われる。

そこで著者らは補強ロール材についてこの研究に着手しまず試験機の製作を完了し、若干の実験結果を得たのでここに報告する。

II. 試験機の概要

転動疲労試験機として製作された試験装置はこれまで数多く報告されている<sup>2)</sup>。これらによると試験装置のちがいが結果に大きく影響することがわかる。著者らは補強ロールの使用条件を検討した上で、3 段ロール型転動試験機を製作した。この種の試験機は、まず次の特性を備えていなければならない。

- (i) 試験片の転動による被害が円柱間の接触によつて生ずること。
- (ii) 接触長ができるだけ大きいこと。
- (iii) なるべく早期に転動による被害がある強さに達すること。
- (iv) すべりを人為的に変化させることができること。
- (v) 転動による被害の蓄積がある程度に達した時に、自動的に警報を発するか、試験機を停止せしめる構造であること。

このうち (iv) および (v) については実験が進行したある段階であらためて検討することにして、他の条件を満足するような試験機をとりあえず試作した。

Fig. 1 は試験片の形状および寸法で接触巾は 15mm である。これをホルダーに固定し、Fig. 2 に示すような 2 本の焼入ロール (Hs 85~90, 外径 140mm φ) で

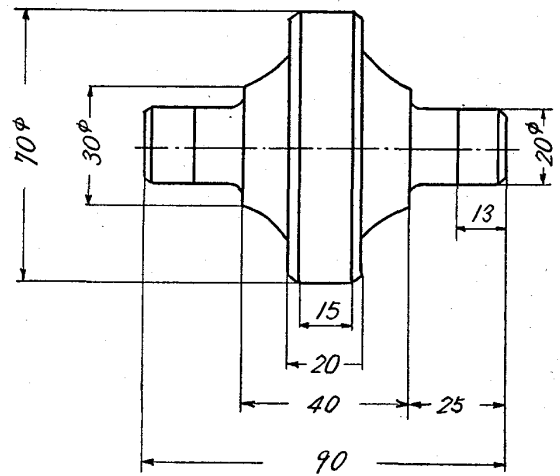


Fig. 1. Shape and dimensions of specimen.

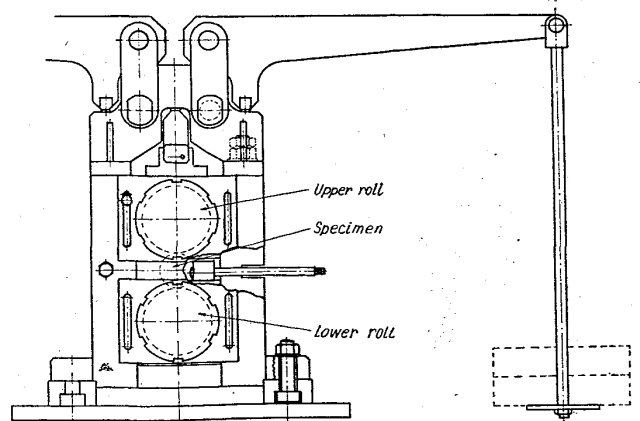


Fig. 2. Side view of the 3 high roll type rolling contact testing machine.

はさみ、荷重を加えた状態で下ロールによつて駆動する方式となつてゐる。したがつて試験片は1回転する間に2回転り接触をうけることになる。下ロールの回転数は約 800 rpm である。荷重はレバー比 30 のレバーに重錘を吊すことにより、上ロールにかけられ、Hertz の最大接触応力で 300 kg/mm<sup>2</sup> まで試験可能である。試験機は油により冷却され、また試験片にはノズルにより潤滑油が供給されるようになつてゐる。

なお試験片にかかる荷重を正確に知るために、鋼製リングを用いて測定をおこなつた。試験片と同寸法の外径および巾を持つリングに歪計を張り、圧縮荷重と歪量との関係を示すキャリブレーションカーブを描き、次にこのリングを試験機にセットし、レバーに重錘を吊しその時の歪量を測定した。実験に用い重錘による 1.2 t の荷重は約 1.32 t に相当し、差の 120 kg は上ロール、ロール箱軸受などの荷重であることが明らかとなつた。

III. 転動による被害の評価方法

軸受鋼について行われた転動疲労試験の結果をみるといずれもかなりのバラツキを示し、その寿命の評価法がつねに問題となつてきたようである。実験をおこなうにあつて最も難かしい点は、材料が寿命に達したことの

判定である。転動疲労試験では、通常の疲労試験におけるような明確な試験片の破断がないため、破壊に達したとみなし得る状態を適当な定義できめておかねばならない。軸受鋼では試験機の振動や音響を利用して自動的にこれを行なつてゐる例が多いが、歯車材では多くの場合発生するピッチングをいちいち数え上げてゆく方法がとられてゐる。

本研究においても音響を利用することなどを試みたがこれだけで評価するのは困難であつた。そこで歯車について行われてゐると同様に、発生する被害の数を逐次数え上げてゆく方法をとることとした。すなわち繰返し数が増加するにつれて、試験片表面には表面割れが発生しその数を増していく。この割れの初期のもののはきわめて小さく、ある繰返し数で出現したものでも、繰返し数がさらに増加すると消失してしまうものもある。そこで出現する表面割れの大きさを分類し、それぞれの個数をいろいろな繰返し数において数え上げていくと Table 1 が得られる。ここで表面割れの大きさに応じた適当な係数を各個数に掛けてみる。Table 2 にはそれぞれの係数と、その掛け算の結果を示した。

この係数は等級 4 に対する係数を 1 とし、表面割れの

Table 1. Number of each defect which corresponds to grade.

C B (mm) (×10 <sup>6</sup> ) A	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	D
	0.5~ 1.0	1.0~ 1.5	1.5~ 2.0	2.0~ 2.5	2.5~ 3.0	3.0~ 3.5	3.5~ 4.0	4.0~ 4.5	4.5~ 5.0	5.0~ 5.5	5.5~ 6.0	6.0~ 6.5	
0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
0.6	26	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32
0.8	49	9	2	1	—	—	1	—	—	—	—	—	62
1.0	51	15	1	2	—	—	1	—	—	—	—	—	70
1.2	62	21	3	6	1	1	—	—	—	—	—	—	94
1.4	63	31	7	6	3	1	—	—	—	—	—	—	111
1.6	72	29	8	9	2	1	—	—	—	—	—	—	121
1.8	83	36	9	12	1	1	—	—	—	—	—	—	142
2.0	42	38	9	14	3	2	1	—	—	—	—	—	109
2.2	52	39	15	12	6	2	1	—	—	1	1	1	130
2.3	50	41	27	11	4	7	3	—	—	—	1	2	146
2.6	84	60	38	23	5	9	4	2	1	—	—	2	228

A : Number of rolling contact, B : Length of defect  
C : Grade of defect, D : Total number of defects

Table 2. Representation of damage index.

C B (×10 <sup>6</sup> ) A	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	D
	0.18	0.51	1.00	1.65 <sub>5</sub>	2.47	3.45	4.60	5.91	7.38	9.01	10.81	12.77	
0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
0.6	4.68	2.55	1.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.23
0.8	8.82	4.59	2.00	1.66	—	—	4.60	—	—	—	—	—	21.67
1.0	9.18	7.65	1.00	3.31	—	—	4.60	—	—	—	—	—	25.74
1.2	11.16	10.71	3.00	9.93	2.47	3.45	—	—	—	—	—	—	40.72
1.4	11.34	15.81	7.00	9.93	7.41	3.45	—	—	—	—	—	—	54.94
1.6	12.96	14.79	8.00	14.90	4.94	3.45	—	—	—	—	—	—	59.04
1.8	14.94	18.36	9.00	19.86	2.47	3.45	—	—	—	—	—	—	68.08
2.0	7.56	19.38	9.00	23.17	7.41	6.90	4.60	—	—	—	—	—	78.02
2.2	9.36	19.89	15.00	19.86	14.82	6.90	4.60	—	—	9.01	10.81	12.77	123.02
2.4	9.00	20.91	27.00	18.21	9.88	24.15	13.80	—	—	—	10.81	25.54	159.30
2.6	15.12	30.60	38.00	38.07	12.35	31.05	18.40	11.82	7.38	—	—	25.54	228.33

A : Number of rolling contact. B : Coefficient. C : Grade of defect. D : Damage index.

620,178,16.05 621,771,062,3  
 621,771,019 1539,434 1539,531

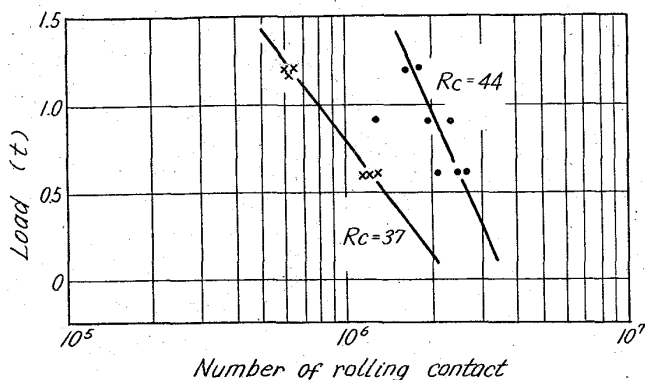


Fig. 3. Relation between load and life of materials.

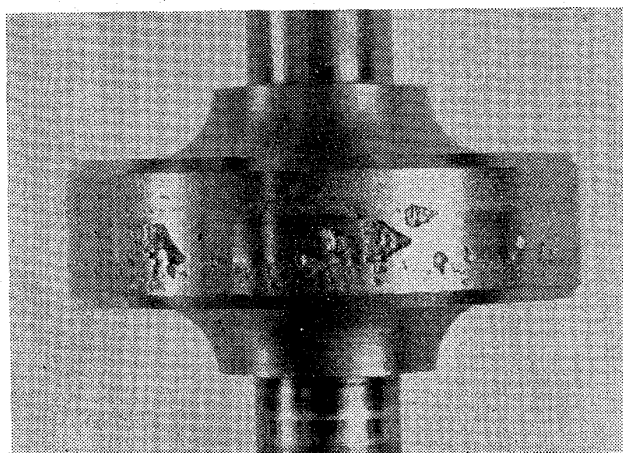


Photo. 1. Surface of the tested specimen.

大ききの2乗に比例する数として決めたものである。したがって大まかではあるが、すべての種類の表面割れの個数を等級4の個数に還元して表示したと考えることができよう。以下このようにして表示された個数を“被害指数”と呼ぶことにする。そしてこの実験では定義された被害指数が100に達した時の繰返し数(転動数)をもつてその試験片の寿命とした。

IV. 予備試験とその結果

まず予備試験として荷重と寿命の関係を調べることにした。試験材は Cr-Mo-V 鋼(補強ロールスリーブ材)で硬度 H<sub>R</sub>C37 および H<sub>R</sub>C44 の2種類の試験片について試験した。

Photo. 1 に転動により試験片表面に現われた被害の様相。この被害の様相については、第2報に詳説する。

また Fig. 3 にこの試験結果を示す。図中荷重0というのはレバーに重錘をかけない状態のことである。これは通常の疲労試験における S-N 曲線と類似しており、このことからこの種の試験においても寿命の限界を適当に決めれば、耐久限が存在することが予想される。しかし実際の補強ロールにおいては、あるきまつた荷重の範囲が考えられるから、その範囲における一定荷重で時間寿命を求めるのがより実際的であると考えられる。

Fig. 3 の結果は、硬度と寿命との間に相関があることを示唆しているが、この点については次報で詳説する。

V. 結 言

補強ロール材の転動による被害に関する研究を着手するに当り、新たに設計、製作した3段ロール型転動試験機について述べた。転動による被害の大きさから、その試験片の寿命を被害指数100に達したときの転動数と定義し、またこれによる予備試験とその結果を付言した。

文 献

- 1) 例えば、西原、小林: 機械学会論文集, 3, 13 (1939), p. 292  
 E. BUCKINGHAM ほか: Mechanical Wear (1950), p. 289
- 2) 例えば、大越ほか: 科研報告, 29, 5~6 (1953), p. 334

(184) 転動による被害におよぼす硬度の影響

(補強ロール材の転動による被害に関する研究—II) No.64346

日本製鋼, 室蘭製作所研究所

工博 下田秀夫・工博 荒木田豊・○工藤浩一  
 Effect of the Hardness of Materials on the Damages of Rolling Contact.

(On the damages due to rolling contact of backup roll materials— I) PP2061~2063

Dr. Hideo SHIMODA, Dr. Yutaka ARAKIDA

Koichi KUDO.

I. 結 言

補強ロールのスポーリングに影響をおよぼす因子は数多くあるが、そのうちロール材の硬度はロール製造上とくに重要である。転受材、歯車材については、1,2の例を除いては硬度の高いものの方がピッチングやフレーキングなどを起しにくいと報告されている<sup>1)3)</sup>。ロール材についても第1報で述べたように、硬度と耐スポーリング性との関係が密接であると思われる。そこでこれを明確にするため実体ロールスリーブ材から試験片を製作し、熱処理条件を適当に変えて6段階の硬度の試験片を得、3段ロール型転動試験機を用いて試験を行なった。

II. 試料および試験方法

試験に使用した材料は実体のロールスリーブから採取し、丸棒に鍛造後試験片として切削、供試したものである。この試料の化学成分を Table 1 に示す。

硬度を変えるため熱処理を施し、6段階の硬度グループに分けた。Table 2 に各グループの硬度およびその時の焼戻し温度を示す。焼入は全グループとも 850°C × 1 hr → O. Q. で焼戻しは各温度で 2 hr である。

試験に当つては第1報でのべた試験機を用い、荷重 1.2 t マシン油による潤滑を行なつて転動した。寿命の評価は任意の転動数ごとに発生した疵を逐一数えあげていき、それらが“被害指数100”に達したときの転動数で決定する方法を用いた。被害指数が100を越えなくと

Table 1. Chemical composition of specimens.

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V
0.76	0.37	0.60	0.016	0.019	0.17	1.09	0.24	0.08