

部会報告

UDC 531.781.2 : 621.771

## 圧延用ロードセル\*

——共同研究会計測部会圧延用ロードセル小員委員会報告——

川 崎 量 一\*\*

### On the Load Cell for Rolling Mills

Ryoichi KAWASAKI

#### 1. ま え が き

本報告は、日本鉄鋼協会共同研究会計測部会に設置された「圧延用ロードセル小委員会」における討論の内容をまとめたものである。この小委員会は、鉄鋼協会および鉄鋼6社の専門技術者を小委員として（委員名簿、表1）、昭和45年4月から46年9月にかけて、前後6回の会合を開いて種々検討を重ね、46年10月第49回計測部会において最終報告を行ない、一応の目的を達して解散した。この間、圧延用ロードセルの設置および故障の状況についてのアンケートを実施し、また代表的メーカー2社に対して質問状を發して解答を得、さらに今回本報告を作成するに当つて、前回のアンケート以降のロードセルの新設、交換について再度簡単な調査を行なうなど、種々の有益な情報を得ることができた。

圧延用ロードセルは、とくに最近になつて圧延作業の自動化、標準化が進むにつれてその重要性が増し、大半の圧延機に設置されるようになった。その用途も、荷重の指示をはじめ、レベリング、ゼロイング作業、かみ込み信号としての利用、自動板厚制御（AGC）や計算制御のための不可欠な信号としての利用など、ますます広くなつてきているが、一方その設置条件の苛酷さに基づく強度その他の問題や、不均一荷重の存在、校正法など、究明すべき幾多の問題を有しており、また選択や設置法の不適による故障や破損もかなり多く、ここに小委員会設置の理由があつた。

本報告では、圧延用ロードセルの鉄鋼各社における設置および故障の状況、選択と設置上の注意事項を述べて、トラブルの減少のための一指針とし、さらに校正上の問題その他についても簡単に触れてある。

#### 2. 圧延用ロードセルとその問題点

圧延用ロードセルについての概説、種類、特徴などについては、すぐれた文献があり<sup>1)2)3)</sup>、また実用のセルについては、メーカーのカタログなどに詳しいので、ここで

は簡単に概要を述べる。

ロードセルの測定原理は、大別すると、荷重による受圧材料の電磁的性質の変化を直接利用するものと、荷重を鋼製の受圧体に生ずる歪にいつたん変換し、その上でこの歪の大きさを電磁的に測定する方法とに分けることができる。

前者の荷重によつて材料の電磁的性質が変化する現象は、たとえば圧電気現象を初めとして種々存在するが、圧延用ロードセルとして実用化されている代表的な例は、スウェーデンA社製の磁歪型のセルである。これはよく知られているように、珪素鋼板を積層して樹脂で固め、それにたがいに交叉する1次、2次のコイルを巻いた一種の小形のトランスの集合体で、1次コイルに交流を流しておく、無負荷のときは2次側の電圧は零であるが、荷重がかかると磁束分布の変化によつて2次側に電圧を生ずる。この誘起電圧を測定して荷重の大きさを知る。この方式は、構造が簡単で出力が大きく、ノイズに強くまた安定性もすぐれている。さらに後述する不均一な荷重に対しても、小部分に分けられた検出素子そのものに直接荷重が加わるために、もし個々の素子の荷重出力特性の直線性がよく加算が可能であれば、原理的に不均一荷重の影響を除くことができる。一方欠点としては、積層構造のために比較的強度が弱く、一部後述するように注意を怠ると積層のずれを起こして測定不能に落ち入ることがある。

第2の方法である、受圧体に生ずる歪を電磁的に取出す方式には、(1)抵抗線歪ゲージを用いるもの、(2)インダクタンスの変化に変換して測定するもの、(3)静電容量の変化に変換して測定するものに分けることができる。

(1)の抵抗線歪ゲージを用いるものの代表的な例は、カナダK社製の製品である。これはI字型の断面を持つ

\* 昭和46年10月第49回計測部会にて発表  
昭和48年8月21日受付

\*\* 川崎製鉄(株)エンジニヤリングセンター

表 1. 小委員会名簿

主査委員	川崎量一	川崎製鉄, 千葉
	村田年宏	新日鉄, 八幡
〃	齊藤 亨	新日鉄, 製品技研
	真壁英一	日本鋼管, 京浜
〃	彦坂利久	住友金属, 和歌山
	(1回 山本, 代吉木)	
〃	立花 勲	神戸製鋼, 加古川
	蒲田秀朗 (代松島)	大同鋼板, 本社
幹事	小川治夫	川崎製鉄, 技研
	小林武臣 (1, 2回 平)	鉄鋼協会

注：所属は小委員会開催当時

ワッシャ型の特殊鋼材の中央カラム部に、多数の抵抗線歪ゲージを貼ったもので、薄肉のI字型断面を使用することによつて、不均一荷重や曲げ応力に対する特性を向上させている。この種のロードセルの特徴は、本体が一体構造であるために、前述した積層構造のセルで起こる積層ずれといったトラブルは生じない。また圧延機における設置場所は、構造上原則としてスクリュウダウン用のナットの上の位置になる。ナットを少々加工すれば、既設の圧延機にも比較的簡単に取付けることができる。またこの取付位置は、下ロールショックとミルハウジングの間の位置に比して、周囲の環境はよいが、圧延機によつては、ナットとハウジングおよびスクリュウとウォームホイルの間で摩擦による力のショートが起こり、測定値に影響を及ぼす可能性がある。(後述する表2参照) また抵抗線歪ゲージは、かなり進歩したとはいえ、やはり相当デリケートで、実際の製品も歪ゲージを貼りつけた部分を密封して不活性気体を充填している。また外部回路の絶縁にも注意が必要である。

インダクタンスの変化を利用したロードセルも、製品として圧延機に取付けられたことがあるが、一般的にいって振動に弱く、不均一荷重に対する特性も思わしくないなどの理由で、現在ではほとんど用いられていない。

静電容量の変化を用いる方法は、電気的な測定法が難しいために、従来実用の圧延用ロードセルとしては例がなかつた。しかしここ数年来、新日本製鉄製品技術研究所で発表された静電容量型ロードセルは<sup>2)4)5)</sup>、T社において製品化され、実用例が見られるようになった。特徴その他の詳細は文献にゆずるが、鋼製のブロックに孔をあけそこに電極を組込んだだけの簡単な構造なので、強度が強く耐久性にすぐれ、また不均一荷重の影響が少ない。静電容量の測定については、近時の電子技術の進歩によつて小型の部品からなる回路をロードセルそのものの内部に封入することが技術的に可能になり、静電容量型のロードセルが実用されるようになった。まだ使用された期間が短いので、一般的な評価はできないが、種々の点で注目に値するものと考えられる。

つぎに圧延用ロードセルの問題点についてであるが、前述の各所でも触れたように、相当多岐にわたっている。すなわち機械的な問題としては、構造上寸法上の制約と、

集中荷重や曲げその他の付加的な力または操業上のミスなどによる過大荷重の印加などに耐えるための、ロードセルそのものの強度、耐久性の点が挙げられる。また第2に荷重測定器としての精度の面も、不均一荷重の存在と、使用条件に合致した正確な校正が難しいことを考え合わせると重要な問題である。第3には、ロードセル本体および配線など電気部分も含めて、設置場所の悪環境からの保護の問題がある。これらの諸点については後章で触れるので、ここでは不均一荷重の影響と対策についてのみ簡単に述べておく。

ロードセルを実際の圧延機に設置する場合には、通常は高さの制限を受けることが多く、できれば薄型であることが望ましい。一方ロードセルにかかる力は、圧延機の種類、セルの形状、設置の場所などにより異なるが、いずれにしてもその受圧面に対して一様にはなりがたく、さらに曲げ、ぬじりその他の付加的な力も程度の差こそあれ避けることはできない<sup>1)</sup>。市販のロードセルに実験的に極端な不均一荷重を印加したデータが文献<sup>2)3)</sup>に見られるが、測定出力の変動は、2~10%に及んでいる。不均一荷重に対するロードセル側の対策は、第1には前述したA社製セルおよびT社製(静電容量型)セルに見られるように、受圧器全体を小区分した部分または素子に分け、それらの出力の和として全体の荷重を表わす方法であり、他の一つはロードセルの高さを高くするなどして、その形状効果によつて抵抗線歪ゲージが貼つてある部分の荷重を一様にする方法である。一例として円柱状のセルを考えた場合、その高さ $h$ と直径 $D$ との比( $h/D$ )を十分大きくとれば、高さの中央での内部応力は一様になる。したがって( $h/D$ )をできるだけ大きくとればよいわけであるが、圧延機組込みのためには高さが高くなつて好ましくない。前述したようにK社製セルでは、断面をI字型にしたワッシャ状の構造にして、実質的に( $h/D$ )を増加させ、不均一荷重に対する有利さを追求している。さらにロードセルにかかる不均一荷重の影響を防止するいま一つの方法として、鋼球などを用いて荷重のかかり方を一定にする方式があるが、圧延用ロードセルの場合は荷重が大きいため一般的でないので省略する。

つぎに圧延機におけるロードセルの設置場所について触れておく。この場所は通常次の3か所が考えられる。

- (A) 下ロールショックとミルハウジングの間 (下部)
- (B) 圧下スクリュウと上ロールショックの間 (中間)
- (C) ナットとハウジングの間 (ナット上)

このうち(A)位置は主として角型、(B)位置は角型または円板(柱)型、(C)位置の場合は構造上ワッシャ(リング)型のセルが用いられる。これら3つの設置場所には、それぞれ一長一短があつてにわかに良否を判定することができず、圧延機の構造やロードセルの形状、また圧延機の新設既設の別などによつて、その都度決定せざ

表 2. 圧延用ロードセルの設置場所の比較

設置場所	A, 下ロールチョックとミルハウジングの間	B, スクリューとロールチョックの間	C, ナットの上
形 状	角 形	丸 (円柱) 形または角形 (稀にワッシャ形)	ワッシャ形
環 境	油, 水蒸気, その他に触れる機会が多く, 環境不良. 電気的な絶縁低下, セル表面の腐食の原因になることがあり, この点で不利.	左に比して良好	同 左
取付のための条件	取付面の加工精度が要求される場合には, ミルハウジングの加工が比較的困難であるので不利. とくに既設ミルの場合に問題がある. また取付上面の左右の水平度やロールベンディングを考えると, 荷重のかけ方を線状にする必要があり (ロッカープレート), ロードセルにかかる力を均一にするために相当な厚さのディストリビューションプレートが必要になり, 一般にはミルの高さがこの分だけ高くなる.	取付面はロールチョックの上面であり, この面を精度よく加工することは左の場合に比較して容易である. ただし長期間精度を維持することにはそれなりの問題がある.  スクリュー下部には球座があるので荷重を面で受けることができる. したがってロードセルを入れることに伴う高さの増加は左に比して一般には小さくてすむ.	ナットを加工するのみで, 取付けることができるので既設のミルに入れるときにとくに有利である.  ロードセルを入れることでミルの高さはとくに高くはならない.  ナットの回転止めのためのキーパープレートのガタ, セルそのものの回転, などに注意する必要がある.
取付, 交換, 点検のやりやすさ	バックアップロールさえはずせばあとは比較的容易に取付, 交換, 点検ができる.	同 左  ただし取付方法にもよるが, セルの取付点検, 取はずしには多少手数を要するものと思われる.	バックアップロールおよびスクリュー位置検出器を取はずして, スクリューを抜く必要があり, 左2項に比して一般には手数がかかる.
指示値のヒステリシスまたは, オーバシュート現象	ロールチョックとハウジングとの摩擦あるいは拘束が原因で, 荷重の指示にヒステリシスが起こりえる <sup>6)</sup> .  この可能性は A, B, C いずれの設置場所についても同様である.	同 左	左の事実に加えて, スクリュー上部のスプライン部とウォームホイールとの間およびハウジングとナットとの間の摩擦がヒステリシスの原因となり得る <sup>7)</sup> . この点から考えるとロードセルの設置場所はワークロールに近い方が有利である.

るをえない。その際の参考のために、設置場所についての簡単な比較を表に掲げておく。このうちでとくに設置場所の環境と、指示値のオーバーシュート現象<sup>6)7)</sup>には注意をする必要がある。

### 3. アンケートとロードセルの設置状況

まえがきにも述べたように、圧延用ロードセル小委員会は、ロードセルの設置状況と故障の実態を知るために昭和45年5月末日現在でアンケートを実施し、また本報告の記述にあたって、その後の状況を知るために、計測部会を通じて再度の簡単な調査を48年6月末日現在で行なつた。第1回目の調査の回答は、8社、圧延機の数にして83件について集められ、ロードセルの総数は予備品を含めて547個であつた。約3年後の第2回目の調査によれば、この間の新設、交換の個数は8社で515個に及んでいる。(内異種のロードセルへの交換は28個)

以下便宜上圧延機を(1)ホットストリップミル(粗

ミルを含む)(2)分塊、厚板、型鋼、線材などストリップミル以外の熱間圧延機、(3)冷間圧延機(タンデムミル、スキンプスミル、リバースミルなど)の3つに分類して設置台数を、上記2回の調査ごとにメーカー別に表示したのが表3であり、図1はこれを図にしたものである。ここでロードセルの数には予備品を含み、また近時増加している油圧圧下の場合のいわゆるテンションまたはコンプレッションバーにかかる荷重を測定するためのロードセルを含んでいる。1回目の調査ではこの種の油圧ミル用のロードセルの数は非常に少なかつたが、2回目の調査では全数の約26%を占めている。なおとくに第2回目の調査は短時日で行なつた関係もあつて、少数ながら調査洩れのある疑いがあるが、詳しくは調べていない。

表3、図1を含んでアンケートの結果から得られた情報を以下に列挙する。

(1) 図1から明らかなように、設置状況は圧延機の

表 3: 圧延用ロードセルの設置状況 (予備を含む個数)

分 類		A 社	K 社	T 社	Y 社	D 社	その他	計
(1) ホットストリップミル (粗圧延機を含む)	1回目	165	86	2	2	0	0	255
	2回目	46	32	24	24	0	0	126
(2) 分塊, 原板, 型鋼などの熱間圧延機	1回目	27	65	0	23	0	14	129
	2回目	16	105	4	29	0	4	158
(3) 冷間圧延機	1回目	134	0	0	0	12	17	163
	2回目	188	32	11	0	0	0	231
合 計	1回目	326	151	2	25	12	31	547
	2回目	250	169	39	53	0	4	515

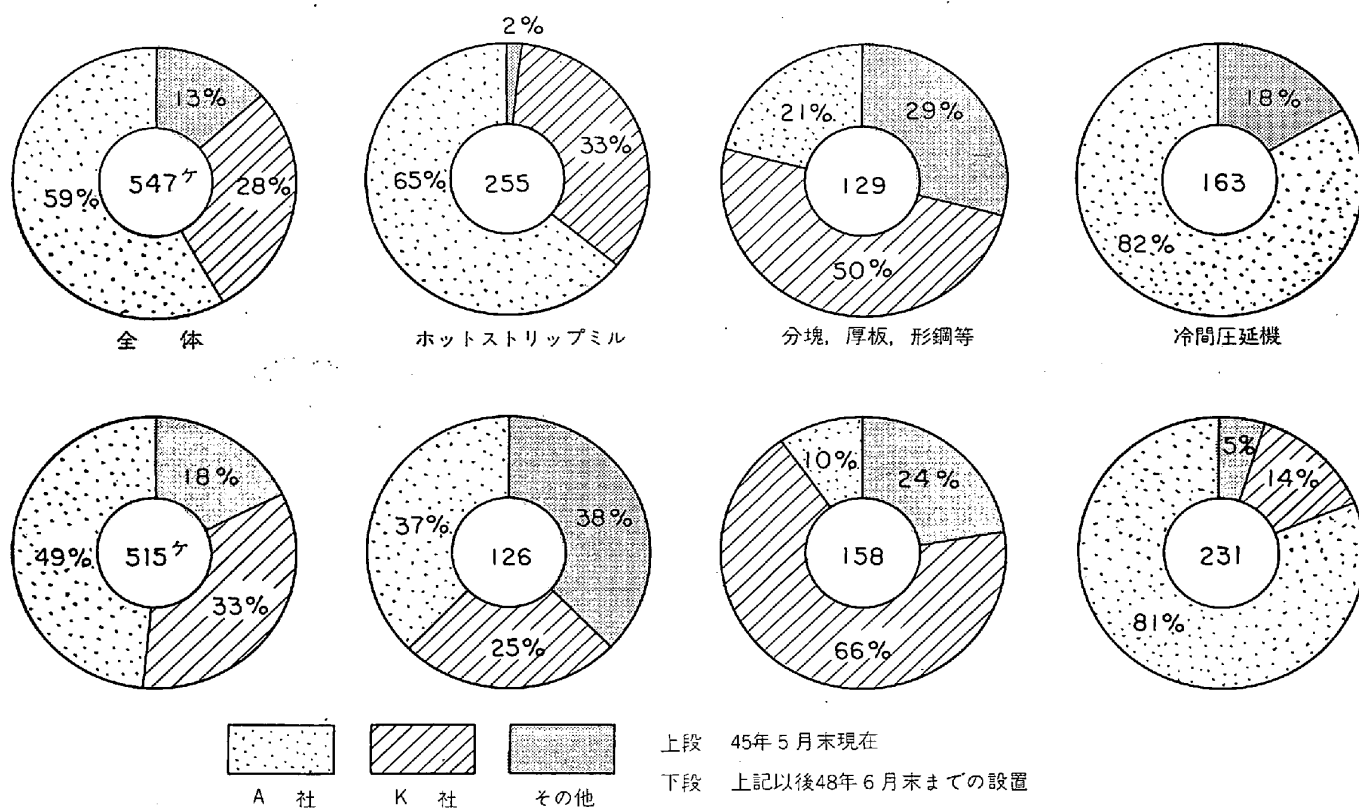


図 1. 圧延用ロードセルの設置比率

種類によつてかなり特徴がある。たとえばK社製セルは冷間圧延機には、油圧式圧下ミルのバーの荷重測定用以外には使用されておらず、冷間圧延機におけるA社のものの使用割合は、1, 2回の調査を通じて相当に高い。

(2) これに引きかえ熱間の圧延機では、1, 2回目の調査の間にかんがりの差があり、ホットストリップミル用では、A, K社に代わつて、国産T, Y社の進出がやや目立っており、分塊, 厚板, 形鋼などの圧延機では、K社のものが増している。

(3) 全数について、1回目に87%あつたA, K社の使用割合は、2回目の調査では82%に下つてはいるが、相変わらず2社の占有度は高い。

(4) ロードセルの形状については、周知の通りメーカーによつて特徴があり、K社はワッシャ型、T社は角型、Y社はワッシャまたは円柱型、D社は円柱型が一般であり、2回の調査の間で大きな差はないが、A社については1回目、2回目の調査の間に相当な差が見られる。すなわちA社のセルの元来の形状である角型が1回目では全体の92%を占めていたのに対して、第2回目では78%に減少した。残りは円盤型である。

(5) つぎに設置の場所についてであるが、K社製は前述のC位置(ナットの上)が大部分を占めているが、A社製については1回目の調査で75%であつたA位置への設置が2回目ではなんと8%弱に急減している。換

表 4. 圧延用ロードセルの故障状況 (設置台数は予備を含まず)

設 備	項 目	A 社		K 社		そ の 他		合 計	
		1 回 目	2 回 目	1 回 目	2 回 目	1 回 目	2 回 目	1 回 目	2 回 目
(1) ホットストリップミル (粗を含む)	設置台数	140	40	80	28	4	44	224	112
	故障台数	60	1	18	2	0	10	78	13
	%	43%	3%	23%	7%	0	23%	35%	12%
(2) 分塊, 厚板, 型钢などの 熱間圧延機	設置台数	16	10	56	96	25	33	97	139
	故障台数	4	2	10	21	4	7	18	30
	%	25%	20%	18%	22%	16%	21%	19%	22%
(3) 冷間圧延機	設置台数	124	162	0	24	24	10	148	196
	故障台数	14	2	0	2	10	7	24	11
	%	11%	1%	0	8%	42%	70%	16%	6%
合 計	設置台数	280	212	136	148	53	87	469	447
	故障台数	78	5	28	25	14	24	120	54
	%	28%	2%	21%	17%	26%	36%	26%	12%

言すれば45年6月以降ではA社製のセルをハウジング下部に入れる例は、とくにホットストリップミルでは例外的になった。厚板ミルなども含めて熱間の圧延機では、ロードセルのほとんどがB位置(スクリュウと上ロールショックの間)に設置されている。この点は後述の故障の状況とあいまつて注目に値しよう。

(6) 予備品の数は、第1回の調査では、予備品を含めた全個数の約14%、第2回目では約13%でほとんど差はなかつた。

(7) とくに第1回の調査では、設置の条件、使用目的、機器の仕様などの記入を求めたが、これらはカタログ記載の域を出ていないものが多く、あまり有効な情報は得られなかつた。

#### 4. ロードセルの故障状況とその対策

アンケートによるロードセルの故障の発生状況を表4に示す。ただし記載事項に多少不明確な点があり、数字は概数を示すに過ぎない。また表で、2回目の欄は1回目の調査以降に新設、交換されたロードセルのみについての故障件数であつて、従来から設置されているセルについてのこの期間中の故障は含まれていない。

表によれば、1回目の調査についてはメーカー間の差はとくに認められないが、2回目の調査ではA社製ロードセルの故障が激減している点が注目される。また1回目では、全数の約1/4のロードセルに何らかの故障が見られ、とくにホットストリップミルの場合、使用台数の35%が故障を起こしており、ロードセルのむずかしさを示していた。これに対し第2回目では第1回目に見られたような機械的な破損は見当たらず、故障の割合も減少している。また全体の設置台数に対する故障の割合も、1回目26%であつたものが2回目では12%に減少している。これらの理由は、第1に設置後の時間が短

いこと、第2に経験による改善の結果が表われてきているものと思われる。

つぎにメーカー別、圧延機別に第1回目の調査について主な故障の内容を表5に示す。表でとくに重要と考えられる故障は、ホットストリップミルにおけるA社製セルの変形破損と、K社製セルの回転である。さらに電気的故障も比較的多発している。またK社製セルで、抵抗線歪ゲージの回路部の絶縁低下が散発しており、この原因はテフロンシール部のピンホールのものであり、メーカー側で対策済みと聞いている。なお冷間タンデムミルでは、セルの変形破損が1件もないのは、ホットストリップミルに比して注目に値しよう。

第2回目の調査では、T社製静電容量型のセルに若干の初期故障または製作上のミスと思われる故障が散見されるほかは、前述したように破損などの重故障は今のところ見あたらない。

#### 5. ロードセルの設置上の注意事項

まず圧延用ロードセルの選択についてであるが、われわれが現場において実際に経験する例では、設置の条件が単純でない場合が多く、個々の具体的な場面ごとに広い範囲について検討する必要がある。その際、前述した鉄鋼各社における設置状況、故障の状況、なかんずく1回目の調査と2回目のそれとの間における変遷などが参考になる筈であり、また文献<sup>3)</sup>にもロードセルの比較と選択についての記述が見られる。

つぎに小委員会で検討した設置上の注意事項を、代表的なA、K社製セルについてまとめておく。

A社製セルをホットストリップミルのバックアップロール下に据付ける場合の注意事項はつぎの通りである。A社製セルは、不均一荷重に対して機械的強度の不足が懸念されるので、この点を改善するために、

表 5. 圧延用ロードセルの主な故障内容 (第1回調査による)

圧延機	メーカー	故障の内容	台数 (件数)	原因	対策
ホットストリップミル (粗圧延機を) 含む	A社	ロードセル表面のあれ、セルの変形、破損。(重故障)	31台 (5件)	据付面の平坦度の不良。 セル表面の腐蝕による凸凹。 上2項による繰返し不均一荷重による変形、破損。	据付面の平坦度を第5章記載の通りとする。 十分な厚さのディストリビューションプレートを置く。これの硬度、平坦度に注意。 セルを油づけにする。
		エンクロージャ破損	7台 (2件)	防水ゴムの劣化、膨潤、疲労(内部の油が水と置換することがあり、腐蝕に対して悪影響)など。	定期点検。 できれば定期交換。
		電氣的故障	22台 (8件)	内部絶縁不良、巻線損傷、接栓接触不良、ターミナルボックス浸水、ケーブル絶縁不良。	配線工事時に充分注意する。ただしこの形式のセルは、絶縁低下の指示への影響は比較的小さい。
	K社	セル回転防止用ダウエル折損。 ナットとハウジング間のキー部のガタ。	1台 12台 (1件)	取付のガタ。	設置時に工夫、処置をする。 定期点検をする。 このガタの有無は、封入ガスのリーク→絶縁低下には一応無関係。(メーカー談)
		電氣的故障	5台	ブリッジの絶縁低下。(川鉄千葉では、その後やや頻発の傾向がある。)ガスがリークしていて、少量の油がある。 テフロンシールにあるピンホールが原因であつた様子。	メーカー側でテフロンシールを二重にするなどの対策済。
				リード線断線、絶縁低下。	配線時の注意、セルの回転防止。
厚板、分塊、型鋼、線材各圧延機	A, K社	A, K社各1件(3ヶ)破損。	3台 (2件)	A社は厚板圧延機における不均一荷重、K社は固定用の孔を連絡ミスのために余分にあげたことが原因と思われる。	とくに既設ミルに取付けるときは、メーカーとの連絡を密にして誤りのないようにすること。
		電氣的故障	15台	ケーブル断線、絶縁低下。熱間圧延機の場合に準ずる。A, K社以外ではゼロドリフトの大きい場合がある。	スタンド交換式の場合は、配線の接続部に注意のこと。
冷間圧延機 (タンデムリバーレスキンパス)	A社 その他	スキンパスミルにおけるセルの変形、破損。 (タンデムミルでは、セルの変形破損は1件もない。)	6台	オペレーションのミスによるオーバーロード。	操作ミスの防止。 容量の大きいセルの設置。
		電氣的故障	18台	ケーブルジョイント部の絶縁低下、セルコネクタ浸水、出力線断線など。 ブリッジ抵抗線断線(D社)整流回路コンデンサ破損1件	配線時の注意など。

(1) ベアリングプレート、エンクロージャなどの据付け面の機械仕上げ精度をできるだけよくする。

(2) メーカー仕様に合致する十分な厚さのディストリビューションプレートを確保する。

(3) ロードセルの表面が、衝撃、疲労、化学的な発錆、その他の影響で荒れてくるので、ロードセルを油漬

けにすることが望ましい。この油は定期的に点検、入替をする必要がある。

(4) 受圧面の材質は、硬度の高いものを使用する。

(5) ロードセルは据付け面とのなじみを考えて、スタンド間の移設を避ける。

なお、前述したように、ホットストリップミル(粗圧

延機を含む)のバックアップロール下の設置位置は、悪環境のために故障が多いので、ここ3年間に取り付けられたものは少数の例外を除いては、スクリーとロールチョックとの間に設置されている。この場合も考え方は上記と同じであり、条件は良いはずであるが、問題点、適否などについては、設置後日が浅く現在のところ明らかではない。

K社製の場合は、大部分がナットの上に取り付けられる。この場合の注意事項はつぎの通りである。

(1) 取付面の機械仕上精度を規定通りにする。ただしこの場合仕上面の粗さが原因でセルが破損することは、余程極端でない限りないようである。おもな目的は精度の向上である。

(2) ナットとハウジングの間のクリアランスをメーカー推奨値の通りとする。

(3) ナットとロードセル間の回り止めダボおよびダボ穴について現状のダボの径における剪断耐力はかなり低く、これで、ナット上面、ハウジング上面間の摩擦による剪断モーメントを阻止することはできない。したがって次項が重点となる。

(4) ナットおよびハウジングとロッターの間のクリアランスについては、K社製セルでのトラブルのうち重要なものとしてナットの回転があることを考えると、実用上の最重要なポイントとなるが、K社側でも明確な規定がない。ここでは新日本製鉄(株)の資料として、クリアランスは1mm以下とし、1回一月の点検をし、またロッターの構造もウェッジによる締め上げ固定方式を推奨したい。

(5) ロードセル本体についてのユーザ側での加工は、応力の集中によると思われるクラックによる破損の例があるので十分な注意を要する。

(6) 前述したように、ナット上の取り付け位置では、指示値のオーバーシュートという好ましくない現象の起こる恐れがある。したがってウォームホイール部の潤滑および前掲(2)項が重要である。

## 6. ロードセルの校正とその注意事項

圧延用ロードセルは、圧延機への設置に先立つて、試験機により校正曲線をとるのが普通である。この校正は通常ロードセルメーカーが、理想的な条件の下で慎重に

行なうもので、全面均一荷重試験であり、また通常は精密に仕上げられた当たり面を持つブロックを何枚も重ねて行なわれる。この校正時の状態は、実際の圧延機への組込み時の状態とは異なっており、ここに一つの問題点がある。新日本製鉄(株)の資料によれば、図2に示す2つの場合でロードセルの出力に3~4%の差があることが報告されている。この原因は、接触面における摩擦力によつて、ロードセルの端面が拘束されることが考えられている。いずれにしても校正条件のわずかな差が校正曲線に影響を及ぼすので、とくに絶対値を問題にする場合には、慎重な注意が必要である。

前述したように、校正時と組込み時の状態の相違で最も大きくロードセルの特性値に影響のあるのは、不均一荷重の存在である。したがって圧延機に設置した場合に起きると予想される不均一荷重についての試験もあらかじめ行なっておくべきであろう。

さらに組込み時の荷重の状態は正確には予測することは困難であるから、ロードセルを圧延機に設置した状態のまま校正ができることが望ましい。このための方法は、残念ながら確立されておらず、またたとえ行なうにしても相当手数がかかるために、実施例はまれにしかない。新日本製鉄(株)八幡において、油圧圧下式4段冷間圧延機について、スクリーとロールチョックの間に入れられたA社製円板型ロードセル(定格1200t)の指示値と油圧ゲージとの対応を求めて、定格の1/2程度までは±1%程度の直線性で両者の対応が得られたとしている。さらに同所においてロードセルと円柱型のブロックに抵抗線歪ゲージを貼つたものとの対応をテストしたが校正に使用可能なデータは得られなかつたとしている。なお文献に見られる<sup>2)</sup>くさびを利用したミル剛性の測定法は、ロードセルの校正にそのまま利用できるのではないかと考えられる。

つぎに校正用試験機についてであるが、圧延用ロードセルは、通常定格容量が数百~数千tに及ぶため、その数が非常に制限される。わが国においては、各種の文献に見られるように、大部分が東大大型構造物試験室の2000トンアムスラー試験機を使用している(46年10月現在)。文献<sup>2)</sup>はK社のロードセルの校正値に関して、東大試験機とトロント大学(カナダ)試験機によるものが平均3.8%の相違があつたことを報告しており、また別の情報ではA社の校正値と東大試験機による校正値を比較して、後者が約10%低かつたとしている。これらの2つの例から直ちに試験機の精度を疑うことはできないが(前述したように、当て板の状態など詳しい実験方法を比較する必要があるので、)今後絶対値についても考慮を払う必要があると思われる。

## 7. あとがき

圧延用ロードセル小委員会が、昭和46年10月に計測

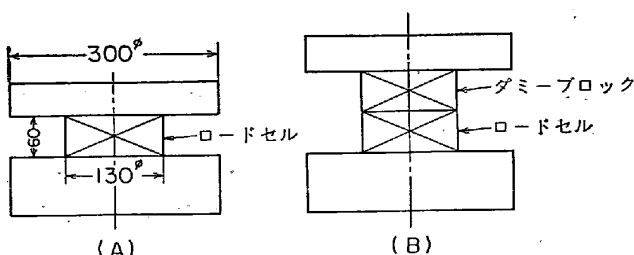


図 2. ロードセルの校正法の2つの方法

部会に最終報告をして解散してから、すでに2年が経過しようとしている。今回本報文を執筆するにあたって、その後の状況を知るために、2回目の簡単なアンケートを実施して、本文に述べたような有益な情報を得ることができた。これは本報文が2年前の報告の抜すいであつて、多少とも状況の変化が心配であるのをある程度補つていていると考える。われわれが計測部会に報告をした時点でとくに印象深く思つたいくつかの事項、すなわち、主としてホットストリップミル（粗圧延機を含む）に見られたセルの破損という重大な故障とそれの対策、新しいロードセルの一つとして容量型ロードセルの将来性、冷圧タンデムミルでのA社製セルの安定さ、などの点が、その後の状況として全体として好ましい方向に向いていることを知つてよろこばしく思つている。

最後に委員会の質問に対して丁寧に解答して頂いた各

メーカーとくにA社K社および、研究の結果を引用させて頂いた諸氏に深く感謝の意を表す。

文 献

- 1) 矢吹: 鉄と鋼, 55 (1969) 14, p. 1398
- 2) 山本, ほか: 鋼管技報, 48 (1970) 4, p. 49
- 3) 矢吹: 計測と制御, 11 (1972) 11, p. 917
- 4) 矢吹, ほか: 鉄と鋼, 56 (1970) S. p. 198
- 5) 新日鉄: 第48回計測部会資料 (計48-7-1)
- 6) J. J. TRACE, ほか: Iron Steel Eng. 47 (1970) 3, p. 51
- 7) Reiner STELZER: Stahl u. Eisen, 21 (1972) 12, p. 1048
- 8) MARSHALL and SHUTT: J I S I, 204 (1966) 8, p. 837