

# 連続鋳造プロセスにおけるロールアライメント および回転診断装置の開発

徳田 将敏

Development of Diagnosis System for Roll Alignment and Roll Rotation  
in Continuous Casting Process

Masatoshi TOKUDA

**Synopsis** : A new roll alignment checker and a new roll rotation checker, which make it possible to diagnose condition of roll alignment and roll rotation at second cooling water zone in a continuous casting machine, are developed. This diagnosis system has the advantage of high accurate measurement, durability in difficult surroundings, ease of operation and lack of influence of casting time during measurement.

Developed roll alignment checkers and roll rotation checkers are applied to continuous casting machines for slab products. Measurement repeatability, durability of on-line use over a long period and comparison between actual condition of rolls and judgement by using this method are evaluated. As a result, good repeatability of measured data, good durability of on-line use over a long period and good correspondences with actual condition of rolls are verified.

Developed roll alignment checkers and roll rotation checkers will be utilized in continuous casting machines of the steel works, and are expected to contribute to stable operation and casting products with good quality.

**Key words** : roll alignment; roll rotation; diagnosis system; continuous casting process; judgement of facility abnormal; computer.

## 1. はじめに

鉄鋼の連続鋳造において鋳型内で形成された凝固シェルは鋳型を出た後、二次冷却帯で水により直接冷却され凝固が進行して行く。鋳片はガイド機構のロールにより鋳片形状を保持されながら、切断機へピンチロールにより引き抜かれる。この二次冷却帯におけるロールにミスアライメント、回転不良等が生じると鋳片形状の保持が不適切になり、①バルジング原因の異常偏析や中心偏析、②鋳片に発生する歪みが限界を超えることにより生ずる鋳片の内部割れ、③パスラインからのずれによる曲げ歪を受けた場合に発生する表面横割れ、④ロール回転不良により鋳片がロールにこすれて発生する表面疵等が発生しやすい。すなわち、鋳片の表面・内部の品質と二次冷却帯のロール配列、回転条件には密接な関係がある<sup>1,2)</sup>。したがって、安定操業の維持と製造鋳片の品質を確保するために、定期的なロールの点検が必要であり、従来は非鋳造時にオペレータがロール間に入って行っていた。ロールアライメントの計測はRゲージとすきみゲージを用いて、ロール回転状態の判定は手足によりロールに回転を与える等の手段を用いて行われ、異常を検知すれば不良ロールの交換整備をしていた。

しかし、近年、生産性の向上にともなう非鋳造時間の短縮によりロールの検査時間が確保しにくくなってきた。ま

た、ロールアライメント・回転の計測や判定にオペレータの個人差があることや暗闇の足場が悪いロール間での狭小作業のため、機械化・自動化が望まれていた。

そのため、これまでにいくつかのロールアライメント、回転の計測、異常判定装置が開発されてきた。CC（連続鋳造）マシンチェッカー<sup>3)</sup>は非鋳造時に測定装置をロール間に挿入しロールアライメント測定とロール回転診断を行うものであるが、操作性と測定時間に問題があった。一方、ダミーバーに装置を組込む方式は測定時間の問題もなく、装置を着脱する必要もないため操作性にも優れている。このダミーバー組込方式のものに、連続する3ロールに跨るRゲージの中央部を切り欠き中央ロールの基準位置からの変位を測るロール診断装置<sup>4,5)</sup>があるが、3ロールに同時に接触する必要があるため機構上測定可能なロールピッチは最大と最小で2倍未満という制約があり、ロールピッチが大きく異なる連続鋳造機に対して全ロールを測定できなかった。さらに、曲率の異なるロールアライメント測定が困難なこと、連続する3ロールに跨る測定ゲージが必要なたため装置寸法が大きいこと等の問題があった。また、ロール回転診断についてもダミーバーに組込まれた装置とロールとの距離がロールにより異なることに起因する測定誤差の発生やロールを回転させる力により回転状況を判定するため正確にロール回転状況を診断することが困難であると

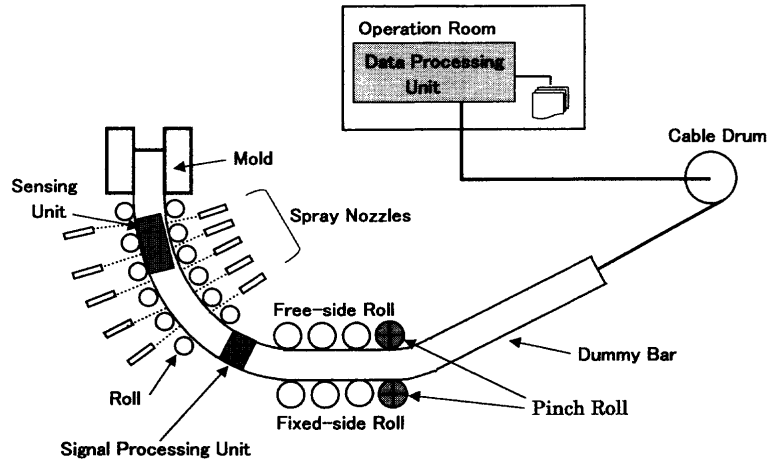


Fig. 1. Configuration of roll diagnosis system.

という問題があった。

そこで、筆者らはこれらの問題点を解決することを目的に、ロールアライメント・ロール回転状況の定量的な測定と異常診断を可能とする診断装置を開発した。これもダミーバー組込型で以下の特長を有する。

- ① コンパクトな測定装置を実現することで、連続鋳造機のロール構成に合わせ各装置をダミーバーの適切な位置に組込むことが可能。
- ② ロールピッチが大きく異なる（最小と最大で約3倍）設備や曲率の異なるロール配列の設備に対しても、ロールアライメントが測定可能。
- ③ ロール回転診断装置との位置関係（距離）が異なるロールに対しても、正確にロール回転診断が可能。
- ④ 対環境性（耐熱・耐水・耐振・耐塵）と耐久性に優れる。
- ⑤ ダミーバー組込方式のため高頻度に測定することができ、異常発生 of 早期検出、迅速対応が可能。
- ⑥ 操作性に優れる（日常のオペレータ作業で測定）。
- ⑦ 判定、履歴管理等マンマシンインタフェースに優れる（従来の測定・判定に合わせた診断結果出力可能）。

本開発装置を用いて、連続鋳造プロセスの実機で測定再現性、実際のロールアライメント・回転異常との対応を調査した。本論文ではその成果を報告する。

## 2. ロールアライメント・回転診断装置の測定原理と構成

筆者らが開発したロールアライメント・回転異常診断装置の構成と測定原理を以下に示す。

### 2.1 システムの構成

本装置は①計測センサー部、②信号処理部（信号増幅、フィルタリング、データ一時保存処理を実施）、③データ処理部（測定データとロールの対応、測定データからロール診断に必要な計算、異常判定処理を実施）に分かれている。Fig. 1 にダミーバー下方挿入の場合の装置構成を示す。

ダミーバーの挿入・引抜の操作信号に基づきデータ処理部から信号処理部に測定開始・終了等の指令が出され、ダミーバーの挿入・引抜ごとに測定・診断が行われる。

信号処理部では各センサーからの測定信号を増幅し、A/D 変換した後メモリに蓄積する。データは各センサーに関しあらかじめ決められた測定サンプリング間隔にしたがい蓄積され、測定終了後にデータ処理部に伝送される。

データ処理部では伝送されたデータを用いて計算を行い、事前に定めたしきい値と比較して異常判定する。

以下では、計測センサー部について詳細に述べる。

### 2.2 ロールアライメント測定装置

#### 2.2.1 測定原理

従来のオペレータによるミスアライメント判定はガイドロールの曲率基準となる外側ロールに対してRゲージを押し当て、すきみゲージによりロール落込量を測り実施していた。本装置においてもその評価方法を踏襲し、外側の連続した2ロールに押し当てたゲージのなす鉛直角の測定を行い、Fig. 2 に示すDの計算値  $D_m$  と設計値  $D_d$  の差をロール落込量として次式で求め異常判定を行う。

$$\text{Misalignment} = D_m - D_d \dots \dots \dots (1)$$

$$D = L_i \sin \left[ \tan^{-1} \frac{L_{i+1} \sin(\theta_{i+1} - \theta_i)}{L_i + L_{i+1} \cos(\theta_{i+1} - \theta_i)} \right] \dots \dots \dots (2)$$

ここで、

$L_i, L_{i+1}$  : ロール  $i(i+1)$  と  $i+1(i+2)$  のロールピッチ（設計値）

$\theta_i, \theta_{i+1}$  : ロール  $i(i+1)$  と  $i+1(i+2)$  の接線の鉛直角である。ロールに押し当てる基準ゲージは2ロールに跨り測定をするため、測定を行う最大ロールピッチ  $\leq$  ゲージ長  $< 3 \times$  最小ロールピッチの条件を満たすことが必要である。すなわち、最大ロールピッチが最小ロールピッチの3倍未満であれば、本測定方法を用いて全ロールの測定が可能である。また、ゲージは2ロールに跨ればよいため、従来の

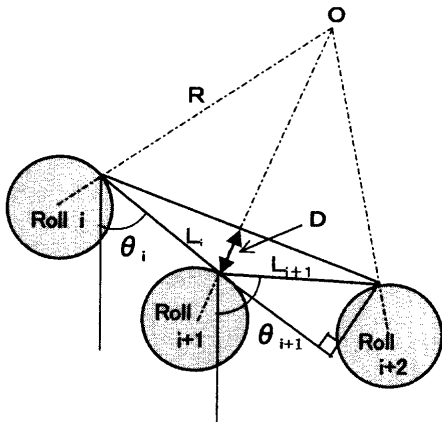


Fig. 2. Principle of misalignment calculation.

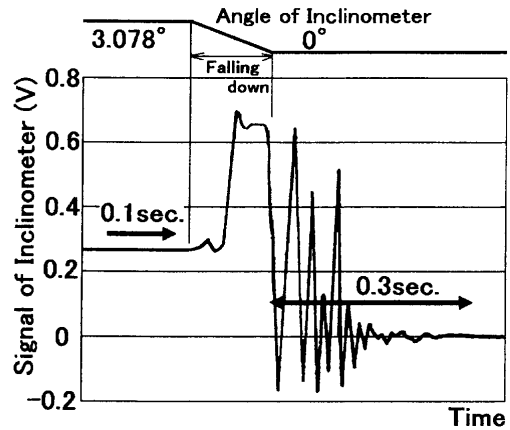


Fig. 3. Time response of inclinometer.

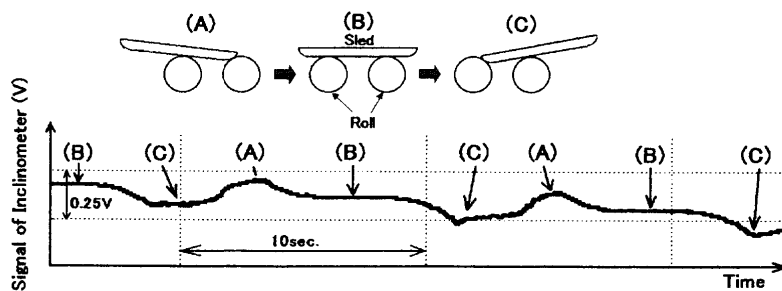


Fig. 4. Example of on-line measured data of inclinometer.

3ロールに跨る必要があるRゲージの方式に比べ約半分の長さに抑えられ、コンパクトな装置を実現できる。さらに、本方式は2ロールに跨る測定値を基本とするので、単一曲率測定を基本とするRゲージ方式に対し、曲率が異なるロール配列の設備についても適用可能という利点をもつ。

ロール落込量の目標測定精度についてはミスアライメントの管理基準と従来のすきみゲージを用いての最小測定単位0.1mmを考慮し、測定再現性を $\pm 0.3$ mm、測定分解能を0.1mmとした。なお、ミスアライメントの管理基準は連続鋳造機により異なるが $\pm 0.5 \sim 1$ mm程度である。

### 2.2.2 角度測定

隣り合う2ロールの接線の鉛直角を測るので、ゲージはロールに沿って滑らかに動くように前後を円弧状の形状のソリとした。また、ゲージに取付けられた角度計は振動に対して有利な駆動部の少ない方式のものを用いた。角度計の応答性を確認するために、角度を急変させたときの角度出力の安定するまでの時間を測定した。結果をFig. 3に示す。出力が安定するまでの時間は0.3秒以内であった。この0.3秒という時間は実際の測定ではダミーバーの移動速度からみて問題とならない。

実機において鉛直角を測定した結果をFig. 4に示す。2ロールの接線の鉛直角を測定するのはゲージが2ロールに跨るFig. 4(B)に示す部分であり、その前後のゲージがロールから外れた部分では鉛直角が大きくなる部分(Fig. 4(A))、小さくなる部分(Fig. 4(C))がある。これらの結果よ

り、該当する2ロールにゲージが乗り安定している有効測定範囲をそれぞれの2ロールごとに設定し、有効区間内で採取された角度測定値を2ロールの接線の鉛直角データとした。

ロール落込量の誤差が大きくなるのは(2)式からロールピッチ $L$ が大きい場合である。ロールピッチの最大値を500mmとし隣り合う2ロールの接線の鉛直角差 $(\theta_{i+1} - \theta_i)$ を通常の連続鋳造機の最大値である $1.5^\circ$ とした場合、ロール落込量の測定を0.1mm以内の精度に収めるには、(2)式より測定鉛直角の差の誤差を $0.02^\circ$ 以内にする必要がある。そのため、角度計の測定精度の要求を測定誤差の半分の $0.01^\circ$ とした。

### 2.2.3 誤差の検討

#### (1) ロールピッチに設計値を使用することによる誤差

ミスアライメントは先に示した(1)、(2)式により落込量計算して評価するが、据付けてからロールピッチは大きく変わらないことを理由に、(2)式の計算には設計値を用いている。そこで、ロールピッチの実際の値が設計値からずれている場合の誤差を検討する。隣り合う2ロールの接線の鉛直角差 $(\theta_{i+1} - \theta_i)$ が $1.5^\circ$ 、ロールピッチ $L_i, L_{i+1}$ が300mmの場合、ロールピッチ $L_i$ もしくは $L_{i+1}$ の片側が5mmずれば(2)式よりロール落込量の誤差は約30 $\mu$ mである。もしも中央のロールがどちらかにずれたとすれば(ロールピッチが295と305mmになった場合)、発生誤差はさらに小さく約1 $\mu$ mとなる。したがって、ロールピッ

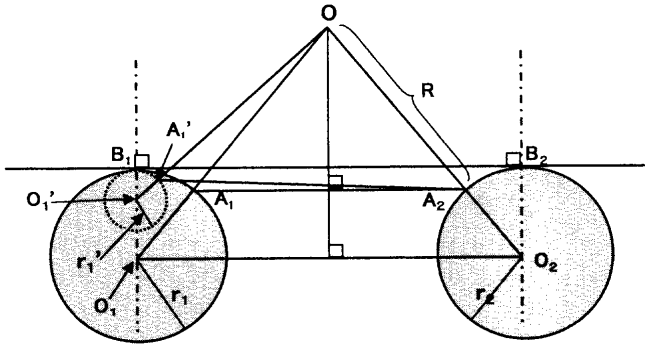


Fig. 5. Angle for misalignment calculation and measured angle.

チに設計値を用いることによりロール落込量に及ぼす影響は無視できると考えられる。

(2) 2ロールのなす鉛直角測定の誤差

Fig. 2における鉛直角 $\theta_i(\theta_{i+1})$ と実際に2ロールにゲージを押し当てて測る鉛直角とは異なる可能性がある。すなわち、Fig. 5において $A_1, A_2$ はそれぞれロール $i, i+1$ の中心 $O_1, O_2$ と曲率半径 $R$ の中心 $O$ を結んだ線がロール $i, i+1$ と交わる点であり、落込量は直線 $A_1A_2$ のなす鉛直角を用いて定義されている。しかし、実際にゲージがロール $i$ および $i+1$ に接触する点は $A_1, A_2$ ではなく $B_1, B_2$ であり、直線 $B_1B_2$ のなす鉛直角の測定値を用いて落込量を計算する。隣り合うロール $i, i+1$ の径が等しいとき( $r_1=r_2$ )は、直線 $A_1A_2$ は直線 $O_1O_2$ および直線 $B_1B_2$ とそれぞれ平行になるため、直線 $B_1B_2$ のなす鉛直角を直線 $A_1A_2$ のなす鉛直角としてよい。

しかし、ロールの径が異なる( $r_1 \neq r_2$ )場合には、直線 $A_1A_2$ と直線 $B_1B_2$ とは平行ではないため、直線 $A_1A_2$ のなす鉛直角と直線 $B_1B_2$ のなす鉛直角は異なる。たとえば曲率半径 $R=15000\text{ mm}$ ,  $r_1=150\text{ mm}$ ,  $r_2=160\text{ mm}$ ,  $O_1O_2=320\text{ mm}$ の場合、ゲージのなす鉛直角と計算に用いる値の角度誤差は約 $10^{-4}$ °生じる。3ロール連続でロール径が異なることは実機ではほとんどないが、もしそうであっても(2)式に用いる鉛直角の差( $\theta_{i+1}-\theta_i$ )の誤差が $2 \times 10^{-4}$ °であれば、ロール落込量に及ぼす誤差は $0.6\text{ }\mu\text{m}$ と非常に小さく無視できる。なお、実際には同一セグメント内では同一径ロールを用いる場合が多く、ほとんどの場合は直線 $A_1A_2$ のなす鉛直角と直線 $B_1B_2$ のなす鉛直角は等しく誤差を生じない。

2.3 ロール回転検出装置

2.3.1 測定原理

摩擦板をロールに押し当てて動かしたとき、ロールと摩擦板間の摩擦係数 $\mu$ が回転ロールと回転不良ロールの場合で異なることを測定原理とする (Fig. 6 参照)。すなわち、回転するロールにおいてはロールと摩擦板間にはころがり摩擦が生じ、回転しないロールの場合に生じるすべり摩擦と異なることからロールの回転異常を検出する。ロールへ

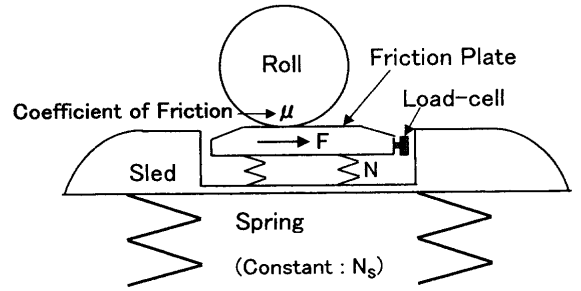


Fig. 6. Principle of measurement and construction of roll rotation checker.

の摩擦板の押付力を $N$ 、ロールと摩擦板間の摩擦係数を $\mu$ とすると、摩擦板の横方向にかかる力 $F$ は次式で表される。荷重 $F$ はロードセルにより検出する。

$$F = \mu N \dots\dots\dots (3)$$

ロール回転状況の良否の判断は、従来は非鋳造時にロール間に人が入り、手足によりロールを回しロールの回転状況を良否とその間(やや回りにくい)の3段階(○, △, ×)に識別していた。本装置においてもその評価方法を踏襲し、ロールの回転状況を3段階に区分した。

2.3.2 荷重測定

摩擦板の材質はロールとの摩擦係数の長期的な変動を抑えるために金属板とした。測定対象であるロールと金属のソリ板のすべり摩擦係数は $0.15 \sim 0.20$ <sup>6)</sup>であり、ロールを回転させる力を人手作業の基準と同様に $300 \sim 400\text{ N}$ 程度にするため、ソリ板をロールに押付ける力 $N_s$  (Fig. 6)を $2000\text{ N}$ 程度とした。正常に回転するロールはソリの先頭から受けるこの力により、測定摩擦板に接触する前に回転を始めているため、本方式では正確にロール回転状況を診断することが可能である。

さらに、回転を測定する摩擦板の押付バネ力 $N$ はソリのバネより弱くしており、どのロールについてもほぼ一定の押付力となる構造とし、ロール回転検出の正確さの向上を図った。また、回転を判断する摩擦板の押付バネ力 $N$ の約 $1000\text{ N}$ に対し、ロール不回転時のすべり摩擦係数を $0.15 \sim 0.20$ とするとロードセルが受ける予想荷重は $150 \sim 200\text{ N}$ であり、ロール回転状況を従来判定と同様に3段階区分するために、要求測定精度はロール不回転時の測定予想荷重の10%である $15 \sim 20\text{ N}$ とした。

3. 装置の対環境性

ダミーバーに装置を組込む場合、耐熱・耐水・耐塵・耐振動性を備える必要があるため、対環境性を検討した。

3.1 耐熱性

計測センサー部と信号処理部を搭載するダミーバーの測温を行った。高い温度になると考えられる夏季3ヶ月間のダミーバー搭載位置の最高温度は $80^\circ\text{C}$ であったため、動

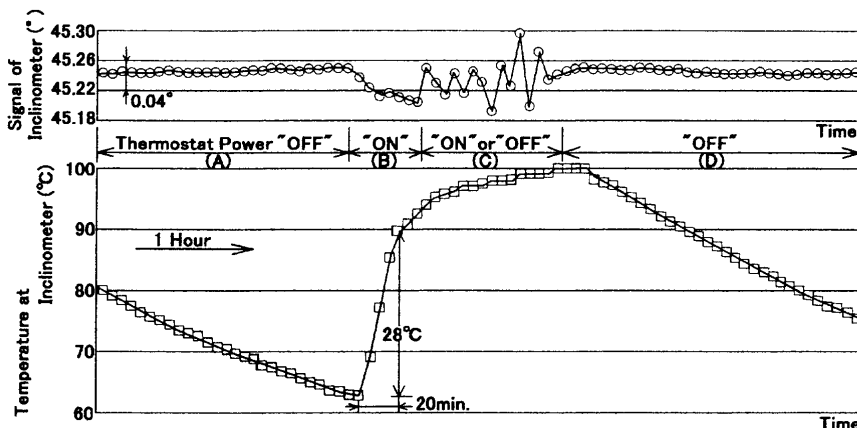


Fig. 7. Heat cycle test result of inclinometer (relation between inclinometer signal and thermostat power supply (“ON”, “OFF”)).

作温度 85°C、保存温度 100°C を目標に装置の耐熱性を確認した。耐熱テストは恒温槽の中に各センサーと信号処理装置を入れて、常温～設定温度（最高 100°C）の昇降を繰り返す条件で行った。熱サイクルは設計の対象とする連続鋳造機の操業に合わせて 4 回/日とした。

### 3.1.1 角度計

60 回の熱サイクルテストを行い、耐熱性の評価を行った。テスト後も角度計は正常動作しており、十分な耐熱性をもっていることが確認された。なお、角度計は約 45° 傾けて設置し評価テストを行った。この 1 サイクルにおける角度計出力、角度計表面温度および恒温槽の電源入切を Fig. 7 に示す。Fig. 7 において、温度急上昇時 (Fig. 7(B) 部、28°C/20 分) における出力変動は大きい。また、設定温度に到達し設定温度を保つため恒温槽電源入切を繰り返すとき (Fig. 7(C) 部) も出力変動が大きい。しかし、高温時でも電源切の状態 (Fig. 7(A), (D) 部) では出力変動が小さく、目標の 0.01° 以内を満たしている。そのため、電源入時および入切時の出力変動が大きい原因は電源ノイズ影響、恒温槽内部のファンによる振動影響が考えられる。実際の測定時にはこのような電源操作はないため、大きな出力変動はないと考えられる。

なお、ロール落込量の計算に係わるのは (2) 式に示した連続する 3 ロールにおける鉛直角の差であるため、その間の角度計の測定誤差が小さければロール落込量に生じる誤差は小さい。ゲージが連続した 3 ロールを通過する時間は短い (たとえば、ロールピッチを 300 mm とし、ダミーバーの引抜速度を 2 m/分とすると、3 ロール分の 600 mm を移動する時間は 20 秒である。ダミーバー挿入時は移動速度が引抜時より速いため、さらに通過時間は短い) ため、ロール落込量の計算に係わる角度測定を行う間の雰囲気温度変動は小さく、センサーの角度計は防水絶縁材を注入したボックス内に収められているため温度変化はより小さい。したがって、温度変化により角度測定に及ぼす影響は 0.01° 以内と考えられる。

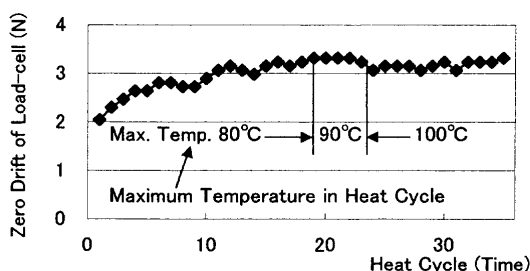


Fig. 8. Zero drift of load-cell for heat cycle test.

### 3.1.2 ロードセル

1 回の熱サイクルに対するゼロ点の変動によりセンサーの温度影響の評価を行った。35 回の熱サイクルテストにおけるロードセルのゼロドリフトの推移を Fig. 8 に示す。ゼロドリフトの最大値は 3.4 N で、目標の 15~20 N に対し 1/4 以下であり、測定精度に及ぼす影響が小さいことが確認された。

### 3.1.3 信号処理装置

信号処理装置には MIL 規格の素子を用い、熱サイクル試験において A/D 変換や動作確認を行った結果、測定精度に及ぼす問題がないことが確認された。

## 3.2 耐水・耐塵性と耐振動性

計測センサーと信号処理部の素子・部品およびコネクタ部には防水型のものを用い、センサー収納部やコネクタ部には防水絶縁材を流し込む等の防水・防塵対策を施した。

耐振動性を考えるために、装置を取付ける位置でのダミーバーの振動を測定した。最大振動は鋳片とダミーバーを切り離すときであり、0.04 G であった。そこで、各センサーは許容振動が 0.1 G 以上のものを用いた。

## 4. 測定性能の評価

実機での性能確認テストはスラブ鋳片用の連続鋳造設備で行った。

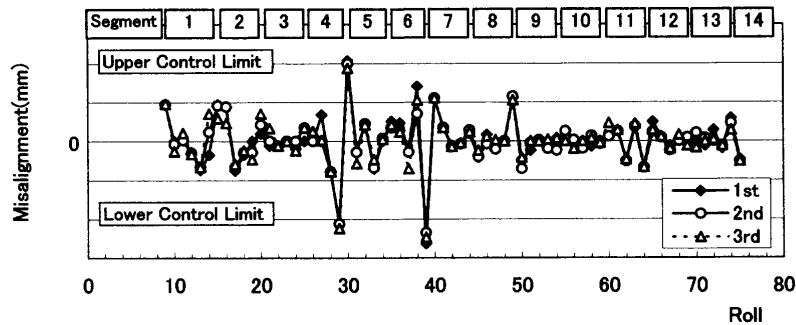


Fig. 9. Repeatability of roll alignment measurement.

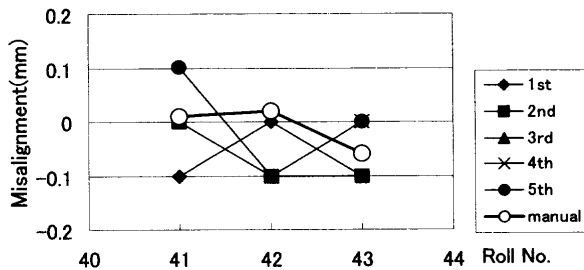


Fig. 10. Comparison with manual measurement.

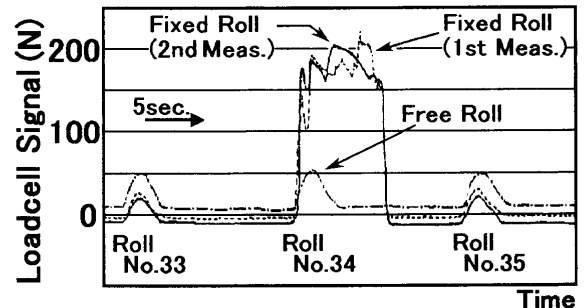


Fig. 11. Measurement result of roll rotation.

#### 4.1 実機での評価

##### 4.1.1 ロールアライメント測定

###### (1) 測定再現性

連続鋳造設備の非稼働日に3回測定したロール落込量の結果を Fig. 9に示す。ロールごとに測定した3回の最大偏差(最大値-最小値)を計算し、評価した。全ロールについての最大偏差平均値は 0.12 mm ( $\pm 0.06$  mm) と良好な測定再現性が確認された。

なお、セグメントの中央部のロールに比べ、セグメントの両端のロールにおいてロール落込量が大きい傾向が見られる。これはセグメントを現場に設置する際の位置調整の難しさ、設置後のセグメントの位置ずれに起因するものと考えられる。セグメント内のロールについては、現場据付前に整備場で位置調整でき、設置後も位置ずれ要因が少ないのでロール落込量が小さいと考えられる。

###### (2) 手動測定値と本方式の測定値との比較

交換前のセグメントのロールアライメントを事前に手動で測定しておき、現場据付後に本方式によりロール落込量を5回測定した結果と比較した。結果を Fig. 10 に示す。セグメントの両端のロール (No. 40, 44) は前後のセグメントのロール位置による影響を受けるため、評価はセグメント内の中央のロール3本 (ロール No. 41, 42, 43) について行った。本測定結果と手動測定結果との最大偏差は 0.12 mm であり、手動測定との良好な対応が確認された。

##### 4.1.2 ロール回転診断

###### (1) 測定再現性と回転不良ロールの識別

通常、実機でのロールは周方向に 150~300 N の駆動力を加えると回転し、回転不良のロールはほとんどない。そこで、ワイヤでロールを強制固定した回転不良ロールを設け、

ロール回転時と不回転時の信号を比較した。測定はロールを強制固定する前に1回と強制固定後に2回行われ、強制固定前後の出力比較と測定再現性を確認した。結果を Fig. 11 に示す。不回転ロールの測定最大値は 200 N 程度であり、正常回転ロールの測定最大値 50 N に対し、約4倍の出力であった。強制固定ロールの強制固定前(正常回転)時の測定出力は最大値が 50 N 程度であり、他のロールと変わらない。したがって、ロール回転時の測定最大値に対しロール不回転時は約4倍程度の出力となり、ロールの回転・回転不良は十分識別可能である。

###### (2) 長期使用による影響

ロール回転検出装置をダミーバーに取付け、3ヶ月経過後の測定出力確認を行った。この間、装置の調整等はまったく行っていない。3ヶ月前と同じロールに同様の方法でロール強制固定を行い、同様の測定(ロールを強制固定する前に1回と強制固定後に2回)を行った。結果を Fig. 12 に示す。不回転ロールの測定最大値は 150 N 程度、正常回転ロールの測定最大値は 40 N 程度と3ヶ月前に比べ75%程度の出力に低下している。これは、3ヶ月間のダミーバー挿入・引抜時に摩擦板の表面がロールと接触することで磨耗し、摩擦板とロール間の摩擦係数  $\mu$  が小さくなったことが原因と考えられる。しかし、3ヶ月経過後も回転ロールと不回転ロールの測定出力は約4倍異なり、十分識別可能な出力差があることが確認された。

## 5. 実操業における評価

以上の良好な測定性能の結果に基づき、実機で評価を

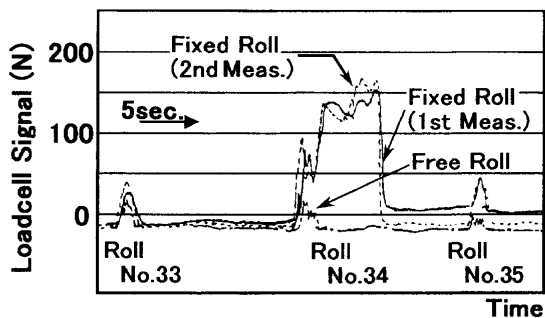


Fig. 12. Measurement result (3 months after).

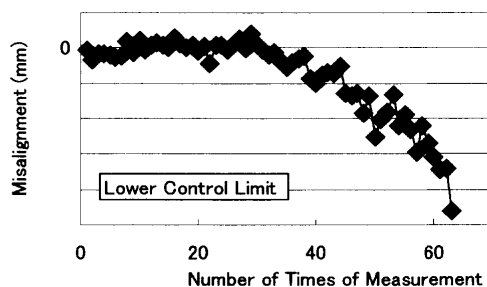


Fig. 13. Historical trend of roll alignment.

行った。その結果を報告する。

### 5.1 ロールアライメント測定値の活用

#### 5.1.1 ベアリング異常の検出

あるロールの落込量が管理範囲を超える異常が見つかった。このロールの測定履歴を確認すると約20回前の測定から徐々に落込量が大きくなってきていた(Fig.13)。このロールの調査を行ったところ、外側ロールのベアリング異常によるロール落込が確認された。この異常時に製造された鋳片のサルファプリントを行うと、鋳片の内部割れが該当位置に発生していることがわかり、本測定と設備・製造鋳片異常との対応が確認された。

#### 5.1.2 鋳片内部割れとの対応

約2ヶ月間にわたりロール落込量と鋳片内部割れの対応を確認した。鋳片内部割れの程度および鋳片内部割れ発生推定位置とロール落込量の関係を Fig.14 に示す。鋳片内部割れ発生位置と推定されるロール No. 13, 14 近傍において、ロール落込量が大きく、鋳片内部割れとロールアライメント測定による異常判定箇所が対応することが確認された。

### 5.2 耐久性の評価

連続鋳造機の実操業で3ヶ月以上にわたり、センサーと

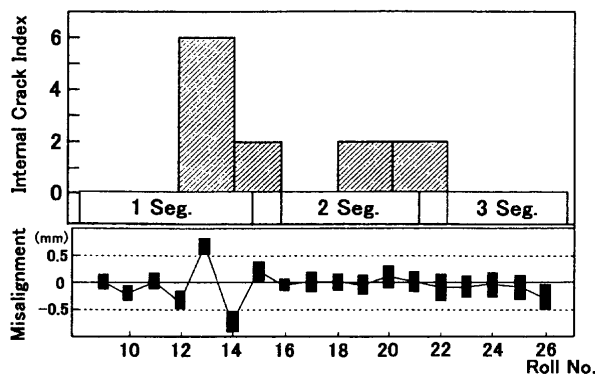


Fig. 14. Relation between internal crack and misalignment.

信号処理部をダミーバーに取付けたままの状態でもロールアライメント・回転異常診断装置として使用し、耐久性の評価を行った。この間のロール異常診断において、測定失敗(センサー故障、信号処理装置の故障、信号伝送装置の故障、データ処理装置の故障等)はなく、良好な耐久性が確認された。

## 6. おわりに

鉄鋼の連続鋳造プロセスにおける二次冷却帯のロールのアライメント、回転の状態を測定し、異常診断を行うロール診断装置を開発した。この装置は良好な操作性と耐久性・高精度測定を兼ね備えたもので、操業時間に制約を及ぼさないものである。

本ロール診断装置をスラブ連続鋳造機に適用し、測定値・異常判定および耐久性の評価を行った。その結果、良好な測定再現性、本判定結果と実際のロール異常・鋳片品質異常との明確な対応、耐久性が確認された。

本ロール診断装置は連続鋳造機の安定操業と製造鋳片の表面・内部の高品質の確保に役立つものと期待される。

## 文 献

- 1) 第3版鉄鋼便覧II, 日本鉄鋼協会編, 丸善, 東京, (1979), 611.
- 2) 相沢 勲, 権野秀一: 連続鋳造法, 鉄鋼短期大学人材開発センター, 尼崎, (1980), 94.
- 3) 住友金属工業(株): 私信, (1983).
- 4) M.Kurahashi, I.Hamada, K.Takekawa, S.Fujino, M.Ando and H.Takehara: *Tetsu-to-Hagané*, 73 (1987), S924.
- 5) 新日本製鉄(株): CC多機能診断ダミーバー, パンフレット, (1989).
- 6) 津村利光, 大西 清: JISにもとづく機械設計製図便覧, 理工学社, 東京, (1986), 3-7, 3-8, 4-2-4-4.