

共研報告

UDC 531.717.1

X線厚さ計小委員会報告*

鈴木 久 夫**

Report of the X-ray Thickness Gage Sub-committee

Hisao SUZUKI

1. ま え が き

X線厚さ計は、圧延・精整プロセスにおいて品質管理上重要な計装々置の一つに上げられており、熱延・冷延・厚板の品質管理用に多数のX線厚さ計ならびに放射線利用厚さ計が使用されている。本技術報告は、X線厚さ計の問題点・今後の方向を討議するために日本鉄鋼協会共同研究会計測部会の中に設けられた「X線厚さ計小委員会」における討議内容をまとめたものである。

本小委員会は、この種厚さ計の整備を担当している技術者をもつて編成され、昭和46年6月より昭和47年6月まで5回の会合を開いて、X線厚さ計ならびに放射線利用厚さ計について広範な討議を行なった。この間、標準維持について計量研究所第三部飯塚課長はじめ担当各位から有益な助言をいただくことができた。

小委員会においては、主として整備上の問題につき討議を行なったが、本報告では紙面の都合もあり、また読者として計装関係以外の技術者が多いと思われたので、必ずしも小委員会における討議内容にこだわらず、

- (1) X線厚さ計・放射線厚さ計の現状
- (2) 精度維持 (X線厚さ計の誤差と補正・標準テストピース・整備)
- (3) 今後の問題

について記している。詳細については、「X線厚さ計小委員会報告」ならびに「X線厚さ計用標準テストピース推奨方式」を参照していただければ幸いである。

2. X線厚さ計・放射線厚さ計の現状

小委員会開催に先立ち、メーカー別など設置状況を詳細にアンケートにより調査したが、年度別設置状況を図1に示している。(ただし小委員会に参加した6社11作業所の合計)これより設備投資にほぼ比例して設置台数が増加しており、昭和43年以降放射線厚さ計の比率が上昇しているのがわかる。

従来、X線厚さ計としては、国産・輸入ともダブルビーム方式で検出器に電離箱を使用したものが、多かつたが、最近電子技術の発達によりシングルビーム方式でも

ドリフトが少なく、しかも応答性の良い装置が製作されるようになってきている。また、外国製の装置では400ヘルツ(10000ヘルツ)の交流を使用し、応答速度を上げているものもある。Table 1に最近のX線厚さ計の性能を示している。ここで、G. E.社は最近X線厚さ計の製造を中止しているが、設置台数が多いところから参考までにその性能を示している。

3. 精度維持

3.1 X線厚さ計の誤差と補正

X線厚さ計は、鋼材の温度変化・鋼材上の水膜・X線タンク上のスケールの堆積などにより誤差を生ずる。以下、誤差とその補正について述べる。

3.1.1 鋼材温度変化による誤差

鋼材の板厚を熱間で測定する場合、板厚方向ならびに半径方向に膨脹しており、板厚としては膨脹した状態で測定するので問題ないが半径方向への膨脹は見かけの密度が減少するため補正しなければならない。 T を板厚測定時の温度と常温との温度差、 α を常温から T までの線膨脹係数の平均とすると、補正係数はほぼ $2\alpha T$ となる。Table 2に炭素鋼の平均線膨脹係数を、Table 3にステンレス鋼の平均線膨脹係数を示している。(この値はBISRAから発表された値と若干異なっており、また加熱・冷却の方向でも異なつた値となる)

(1) 熱延用X線厚さ計の場合

表2より、 $\alpha=10\sim 20\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であることから、 $T=850^{\circ}\text{C}$ とすると、

$$\begin{aligned} \text{補正係数} &= 2 \times 10 \times 10^{-6} \times 850 \times 10^2\% \\ &= 1.7\% \end{aligned}$$

より、1.7~3.4%程度であることがわかる。各社、通常材では2.2; 2.4; 2.5%と一定の補正係数をとっている所が多く、温度の変化範囲が $\pm 50^{\circ}\text{C}$ 程度では補正係数に与える影響は少なく無視している。いずれにしても、

* 昭和47年7月本会計測部会にて報告

昭和48年5月15日受付

** 新日本製鉄(株)

Table 1. Comparison of typical X-ray thickness gages.

| | G.E.-RAYMIKE 600 | G.E.-RAYMIKE 150 | WESTON- XACTRAY | BENDIX- MEASURAY | TOSHIBA- TOSGAGE 306A |
|---|---|--|--|---|---|
| Type | 2-beams (Wedge servo) | 2-beams (Wedge servo) | 1-beam (Calibrated by standard samples) | 1-beam (Calibrated by standard samples) | 2-beams (Wedge servo) |
| Measuring range (Max.) | 15 mm (15.99 mm) | 3.8 mm | 50 mm | 50 mm | 16 mm |
| Accuracy | ±0.2% of measuring range (±1% of measured value) | ±0.2% measuring range (better at thinner strip) | ±0.25% of set value (or 1.27 μ) | ±0.25% of set value (±0.1% of set va- lue in case of shorter intervals) | ±0.1% of max set value (better at thinner strip) |
| Response time (63% step change) | 0.05 sec | 0.05 sec | 0.05~0.2 sec variable (0.02~0.6 sec variable in case of 400Hz) | 0.05 sec (0.03 sec in case of 400Hz) | 0.05~0.07 sec |
| Voltage of X-ray tube (kV _p) | 140 | 125 | 180 (25, 60, 90, 120) | 200 (25, 65, 100) | 160 (or 125) |
| Diameter of measuring beam (at X-ray window) | 40 mm | 40 mm | 3.2 mm | 3.2 mm | 35 mm |

Table 2. Mean coefficient of linear expansion of carbon steel.

| Chemical composition (%) | | | α ($\times 10^{-6}$) | | | | | | |
|--------------------------|------|------|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| C | Mn | Si | 0~100°C | 0~200°C | 0~300°C | 0~400°C | 0~500°C | 0~600°C | 0~700°C |
| 0.06 | 0.38 | 0.01 | 12.6 | 13.1 | 13.5 | 13.8 | 14.2 | 14.6 | 15.0 |
| 0.08 | 0.31 | 0.08 | 12.2 | 13.0 | 13.5 | 13.9 | 14.3 | 14.7 | 15.0 |
| 0.23 | 0.64 | 0.11 | 12.2 | 13.7 | 13.1 | 13.5 | 13.9 | 14.4 | 14.9 |
| 0.42 | 0.66 | 0.11 | 11.2 | 12.1 | 13.0 | 13.6 | 14.0 | 14.6 | 14.9 |

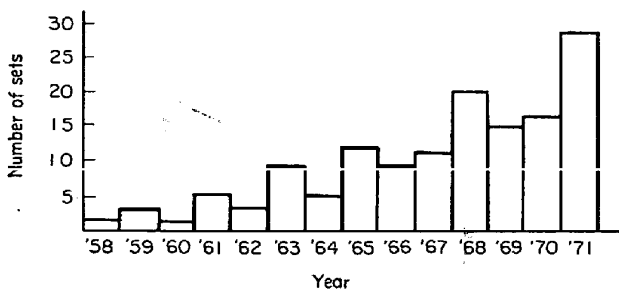


Fig. 1(1) Number of sets of X-ray thickness gages installed.

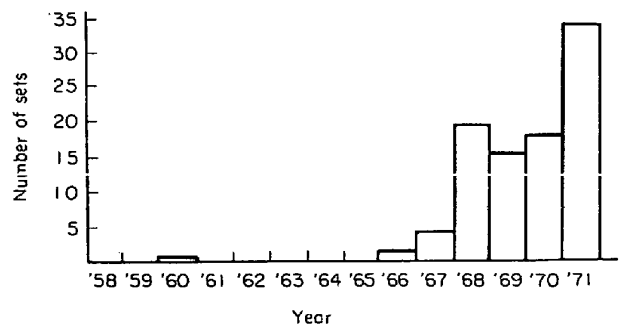


Fig. 1(2) Number of γ -ray thickness gages installed.

Note: These statistics cover 11 steel works of 6 major steel companies only.

鋼材温度と板厚の相関を実測して補正係数を決定することが必要である。

(2) 厚板用 γ 線厚さ計の場合
厚板の場合、

- i) 鋼種が多岐にわたり、線膨脹率の差が大きい
- ii) 圧延中の温度降下が大きく、最終 3~4 パスでは板厚が薄く、板が長くなるので加速度的に降下する

iii) 温度測定精度が熱延に比し若干悪いなどの理由より補正係数の決定がむずかしい。

そこで、ある製鉄所では普通仕上材・温度調整仕上げ材・特殊材の 3 種に区分し、前 2 者については Fig. 2 に示すように温度が板厚と強い相関を持つところから、板

Table 3. Mean coefficient of linear expansion of stainless steel.

| Steel grade | α ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) | | | | |
|-------------|--|---------|---------|---------|---------|
| | 0~100°C | 0~315°C | 0~538°C | 0~650°C | 0~816°C |
| 12Cr | 9.9 | 10.1 | 11.5 | 11.7 | |
| 18Cr | 9.0 | 10.5 | 11.2 | 11.3 | |
| 25Cr | 10.6 | 11.2 | 11.5 | 12.1 | |
| 18-8Cr | 17.3 | 17.8 | 18.4 | 18.7 | |
| 18-8Mo | 16.0 | 16.2 | 17.5 | 18.6 | 20.0 |
| 18-8Ti | 16.8 | 17.1 | 18.6 | 19.3 | 20.2 |
| 18-8Nb | 16.8 | 17.1 | 18.6 | 19.1 | 20.0 |
| 25-20 | 14.4 | 16.2 | 16.9 | 17.5 | |

(鉄鋼材料便覧・丸善)

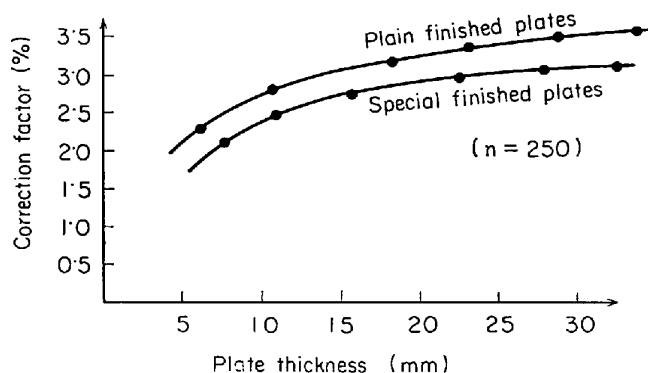


Fig. 2. Relation between correction factor and plate thickness.

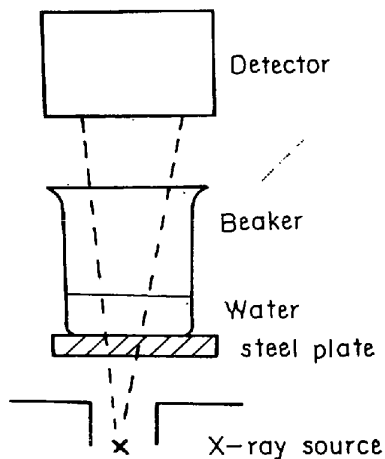


Fig. 3. Apparatus used for water absorption.

厚により補正係数を決定しており、実際には板厚を層別してテーブルの形にまとめている。特殊材についてはその都度決定している。

また、誤差の比較的少ない連続光高温計で鋼材温度を実測して補正している製鉄所もある。

3.1.2 鋼材上の水膜の厚さによる誤差

鋼材の上に水膜があると、X線が吸収され誤差を生ずる。Fig. 3の方法のように、テストピースの上にビーカー

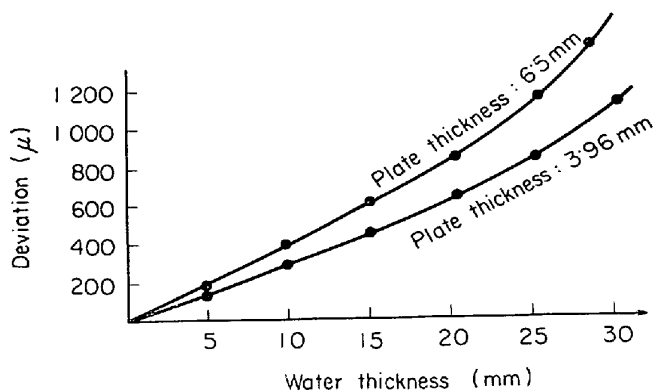


Fig. 4. Effect of absorption by water.

Table 4. Error by rust accumulation on X-ray source.

| Set value of thickness | Weight of rust | | | |
|------------------------|----------------|------------|------------|------------|
| | 0.5 g | 1 g | 2 g | 3 g |
| 2.32 mm | +70 μ | +80 μ | +270 μ | +350 μ |
| 9.05 mm | +70 μ | +100 μ | +230 μ | +350 μ |

を置き水の高さを変えて吸収による影響を調査した結果を Fig. 4 に示している。

3.1.3 スケールの堆積による誤差

X線タンクの上にスケールが堆積すると誤差を生ずる。台車上に堆積しているスケールを採取して、X線ビーム照射口上に紙片を置き、スケール重量を測定しながら指示偏差を調査したが、その結果を Table 4 に示している。これを見ると、スケールの堆積による影響はきわめて大きく定期的に点検して除去する必要がある。

3.2 標準テストピース

X線厚さ計を精度良く稼働させるためには、その基準厚さとなる標準テストピースは不可欠であり、その重要性は小委員会の討議の中でもたびたび指摘された。しかしながら、各所の実状をアンケート調査した結果、各所ごとにその管理法、製作方法、保有枚数、精度管理（平坦度、標準板厚の決定法）、使用法（積み重ね方）が相当異なっており、同一製鉄所内の冷延工場・メッキ工場のX線厚さ計の指示に差があつて、問題になる場合もあつた。（両工場共通の標準テストピースがあれば問題ないが、両工場で別の標準テストピースを使用する場合は、差を生ずる場合がある）

通常のハンドマイクロメータ（最小目盛10 μ ）を使用して内挿で1 μ まで読むことができても精度的に不十分であり、また光波干渉方式では精度が1/100 μ 以上あるものの、表面粗度ならびに実用性の面から問題であつた。

そこで、測定範囲が厚板の場合4.5~50 mm；熱延1~10 mm；冷延0.1~3 mm；メッキ（ゼンジマーも含む）0.1~1 mm程度では、測定精度が0.2%としても

日常使用する標準テストピースの精度は $0.5 \sim 2 \mu$ 程度であり、これから考えて上、下に測定端子を有する電気マイクロ (後記) を使用しブロックゲージと比較測定する方法が最適であろうとの結論に達した。

この観点から、標準テストピースの材料採取方法・加工方法・精度と測定方法・保管方式とチェック・その他 (高精度測厚計) を内容とする「X線厚さ計用標準テストピース推奨方式」をまとめた。(これについては付録として抜萃を後記している)

3.3 整備

最近のX線厚さ計は、エレクトロニクスその他周辺技術の進歩により信頼性は向上しており、また整備技術も厚さ計導入時期より格段に向上しているため、問題点も少なくなつてきている。従来は、X線厚さ計の故障修理、調整技術の確立に重点が置かれたが、現状では予防保全が重視され、定期検診による劣化傾向判断による性能保証の考えで整備している製鉄所が多くなつてきている。整備上の問題としては、X線タンクの整備、整備体制、その他諸問題について討議したが、その討議事項を簡単に列記した。

3.3.1 X線タンクの整備

X線タンクの寿命、使用している絶縁油の種類とその取替方法、X線タンクの冷却、X線管球の交換、X線タンクの故障発見法について各社の実状を調査し、最良の方法を討議した。

3.3.2 整備体制

各所の整備体制を調査した後、日常点検、定期検査、異常の早期発見方策、応急対策、正常復旧対策、後処置について討議しまとめた。

3.3.3 その他の諸問題

その他設置上諸問題が討議された。以下簡単に記している。

(1) X線厚さ計を引き出して検査・整備するために $2 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ 程度のスペースを必要とするが、一部の圧延機まわりでスペースがとれないため、整備上困っている例がある。

(2) X線の検出に電離箱を使用している場合内部抵抗が大きいので、電離箱およびプリアンプを納めている測定ヘッドを現場で開放修理するのは問題であり、ラインサイドにX線厚さ計を引き込める修理場を設けることが望ましい。

(3) 冷却水ポンプの水圧は、 3 kg/cm^2 以上あれば通常問題ないが、水質が悪い場合フィルター部などで詰まる恐れがあるので注意を要する。また、夏季異常に水圧が低下する場合があるので注意を要する。

(4) アースとしてはX線厚さ計など低電力機器共用の高周波ならびに低周波用の第一種アース (10Ω) が望ましい。X線検出回路にプリアンプを用いているが、信号レベルが低いので、アースに対して配線容量の影響を

受けるのでアース電位の安定が重要となる。工場運転中と休止日で精度に差が出る場合には、アース電位のチェックを要する。外部ノイズを防ぐためには確実な一点アースとシールドが必要であり、高周波、ノイズに対しては高周波アースが望ましい。

X線厚さ計の設置場所は、オイルセラーの上にあるなど、圧延工場において第一種のアースを設けることはきわめてむずかしく、ドイツにおいては建屋の鉄骨を数本おきに地下に延長して共通アースとしている例がある。

(5) 厚さ計のノイズがどうしてもとれない場合、電源が問題となる。ノイズの原因としては、測定系のケーブルに誘導または静電ノイズが乗る場合と電源ケーブルに乗ってくる場合があり、後者の場合 MG 電源が有効である。従来の経験では、電源系統ならびにX線厚さ計設置場所付近に大きなノイズ源がある場合は MG 電源が必要であつた。

(6) 冷延タンデムで板が破断した場合、後ろの板はX線厚さ計スロート部にかたまり、Cフレームを変形または破損することがある。これを防止するためには、スロートギャップを大きくし検出器下側の前後に頑丈なプロテクターを設置すると良い。厚板工場では製品の先端がまくれ上がり、測定ヘッドに衝突して問題になる場合があるが、前述の冷延用と同様なプロテクターを使用した効果を上げている例もある。

(7) コネクターは完全防水型であつても、周囲温度が昼夜またはラインの運転状況で変化すると、コネクター内部の水蒸気圧が変化し呼吸を続け、長い間に絶縁劣化にいたることがある。絶縁劣化の場合、ドリフトやノイズが発生するが、本故障はたまにしか発生せず、発生した場合気が付きにくい。

(8) X線厚さ計の設置時には、漏洩放射線を測定して基準の 0.6 mrem/hr 以下に押える必要があり、設置場所付近の改造工事を行なつた場合など測定を行ない、鉄板で囲うなどして基準以下にしなければならない。

4. 今後の問題

既設のX線厚さ計、放射線利用厚さ計に関する整備上の問題の討議が中心となり、将来の方向については十分討議できなかつたが、以下簡単に小委員会における討議事項を記している。

(1) 応答性の良好な (10 m/sec 以下) 厚さ計

最近の圧延プロセスは、ラインスピードが上がつており、また品質管理上形状測定が強く要望されている。形状測定が可能になれば、ロールベンディングによる形状制御が可能になり、またロールの摩耗管理に使うこともでき、きわめて効果が大きいところから、応答性の良い厚さ計が望まれている外国においては、400 (または10000) ヘルツの交流を使用し、応答速度を上げている例があり、1日も早くこの種装置の国産化が望まれる。

形状測定の場合、1台静置して他の1台をスキヤニングさせる方法と、数台をライン上に併置する方法とがあるが、いずれの場合でも器差を合わせる必要があり、この面から精度（安定性も含めて）の向上も同時に望まれる。

(2) 低価格厚さ計

成品の形状管理が厳しくなっており、ラインスピードのおそい（たとえばシャーライン）プロセスにおいてウェッジ（鋼板の両端の板厚差）測定を要求される場合があり、X線厚さ計が低価格になれば2台設置する所も多くなると考えられる。

5. む す び

X線厚さ計は、圧延・精整プロセスにおいて品質管理上重要な計装々置のうちの一つであり、以前は故障によりラインストップやクレームなどで問題になることが多かったが、最近では機器自体の信頼性は向上してきており、設置上ならびに整備上の諸対策を施すことにより長期間信頼して使用することが可能となった。

しかしながら、鋼材製品の形状に対する要求はますます厳しくなっており、また歩留り向上の意味からも、さらに精度の安定した、応答性の良い、低価格な装置が望まれており、国産メーカーの従来にも増した努力を希望するものである。

なお、最近 G. E. 社がX線厚さ計の製造中止の情報が入っており、国内に多数の同社製X線厚さ計が設置されているところから、今後予備品の手配・更新などについて効果的対策が必要と考えている。

終わりに、本小委員会において貴重な経験を提供し有益な討議をいただいた委員各位ならびに幹事として活躍された新日本製鉄(株)名古屋製鉄所電気計装課掛長 村田裕司氏に厚くお礼申し上げます。

付：X線厚さ計小委員会名簿

| | | | |
|----|--------------|--------|-----|
| 主査 | 鈴木 久夫 | 新日本製鉄 | 本社 |
| 幹事 | 村田 裕司 | 〃 | 〃 |
| 〃 | 大坪 秀生 (小林武臣) | 日本鉄鋼協会 | |
| 委員 | 小林 靖 | 新日本製鉄 | 八幡 |
| 〃 | 扇谷 和機 | 〃 | 〃 |
| 〃 | 村松 勲 | 日本鋼管 | 京浜 |
| 〃 | 大西 英明 | 〃 | 〃 |
| 〃 | 渡辺 康正 | 川崎製鉄 | 千葉 |
| 〃 | 小田島昭雄 | 〃 | 〃 |
| 〃 | 吉木 紀雄 | 住友金属 | 和歌山 |
| 〃 | 町田 昌弘 | 〃 | 〃 |
| 〃 | 田宮 進 | 神戸製鋼 | 加古川 |
| 〃 | 白名 久浩 | 日新製鋼 | 呉 |

付録：X線厚さ計用標準テストピース推奨方式抜萃

1. まえがき(略)
2. 材料の採取方法

2.1 場所

熱延、冷延などコイル製品から採取する場合、ボトム部から取り板端から40m以上入った部分から採取する。

厚板の場合も造塊のボトム部から採取する。

(参考1) 40m以上巻き戻さないで板厚のバラツキが多くサンプルの製作歩留りが悪い。

2.2 材質

圧延材と同一材質が望ましい。

(参考1) 圧延材と同一材質で測定板厚付近をカバーするテストピースを持つと良い。

(参考2) 炭素0.3%以上および添加合金金属を含む場合、とくに原子番号が鉄から遠い元素については注意する。

(参考3) 厚板については、厚さ測定中の板温度によつて金属組織が異なることがあるので、その影響を調査しておく。

(参考4) 普通鋼用としてステンレス鋼板をテストピースとして使用する場合には、7に記している。

2.3 面積

通板パスラインでのX線ビーム太さ(D)の4~5倍を必要とし、150mm~200mm角が適当である。

(参考1) 150mm角より小さいと取り扱い不便で、中央の測定部に手が触れ、汚されるおそれがある。

(参考3) テストピースが大きすぎても、平坦度の良い材料の入手難、加工上の限界、板厚測定の場合板端付近しか測定できないなどの難点がある。

2.4 厚さとその枚数

測定レンジ範囲について10~15点測定できるだけの板厚のテストピースを揃えることが望ましい。

(参考1) テストピースの積み重ねについては、0~3mm1枚、3~16mm2枚以内、16mm以上3枚以内としたい。

(参考4) 偏差感度チェック用テストピースとしては200 μ ~300 μ を所有していると便利であるが、その標準板厚のチェックを十分行なう必要があり形状不良のものを使用してはならない。

3. 加工法(熱延用・冷延用略)

3.1 厚板用

圧延材を錆落とし研磨したものを使用しプレーナー加工するとなお良い。

3.2 メッキ用

メッキ材より採取し、ロール加工が望ましい。

(参考1) 平坦度、表面粗度の面からロール加工することが望ましい。

(参考2) 表面粗度は、それぞれ厚板用6S;熱延用2S;冷延用・メッキ用1S程度であれば良い。

4. 精度とその測定法

4.1 精度

| | |
|------|------------|
| 厚板用 | ±10μ以内 |
| 熱延用 | ±5μ以内 |
| 冷延用 | ±2μ(±1μ)以内 |
| メッキ用 | ±1μ以内 |

(参考) メッキ製品を有する工場では冷延工場、メッキ工場共有の±1μ以内のテストピースを所有することが望ましい。

4.2 厚さのバラツキ

(1) 高精度測厚計(電気マイクロ)で図(略)のようにテストピースの周辺を12点以上測定し、最大・最小の差Rが下表以内であつたら良い。

| | |
|------|-----------|
| 厚板用 | R ≤ 10μ |
| 熱延用 | R ≤ 5μ |
| 冷延用 | R ≤ 3(2)μ |
| メッキ用 | R ≤ 2μ |

(2) ビーム径の細い(10mm以下)X線厚さ計でテストピース全面にわたつて測定し、最大・最小の差が前記の値以内であつたら良い。

4.3 基準厚さの出し方(参考略)

12点の測定値の、最大値と最小値を除いた10点の平均値の最小桁を四捨五入した値を基準厚さとする。

5. 保管方式とチェック

5.1 保管方法

(1) 油づけ…薄手テストピースの場合、鉄製の箱に油を満たし、テストピースを縦方向にして木製枠に立てかけて入れ格納する。

(2) 防錆油塗布…厚手テストピースの場合、防錆油を塗布して紙袋などに格納する。

5.2 チェック

テストピースでX線厚さ計を検査する前に、キズ・凹凸など外観検査を十分行ない基準板厚を確認する。1年に1回以上、基準板厚のチェックを行なう。

5.3 履歴管理

サンプル製作時ならびにチェック時、その成績を記録

し残しておかねばならない。下表に記録事項を示す(略)

6. テストピースによるX線厚さ計校正上の注意(略)

7. その他

7.1 ステンレス鋼板、アルミ板によるテストピース
不銹性など保存面より、ステンレス鋼板・アルミ板をテストピースとして使用することができる。X線厚さ計でステンレス鋼板(またはアルミ板)によるテストピースと、普通鋼のテストピースを比較測定し普通鋼としての板厚を刻印、記録して基準板厚とする。

(参考1) ステンレス鋼板については、原子番号に近いCr-Fe合金が良い。

(参考2) 30μ, 50μの偏差感度用ステンレス箔を所有すると便利である。

7.2 特殊鋼用テストピースとその補正

特殊鋼試圧延時、テストピースを採取しテストピースを作成しておくのが望ましい。(各材質ごとに作成する)

(参考) 試圧材よりテストピースを採取し、高精度測厚計による板厚とX線厚さ計の指示値より密度補正值を決定しておいても良い。

7.3 温度補正(略)

7.4 高精度測厚計

通常のハンドマイクロメーターは最小目盛が10μであり、内挿法で1μまで読みとり可能であるが、標準板厚測定器として十分とはいえない。

高精度測厚計としては、両端挟持の電気マイクロメーターが望ましく、ブロックゲージで器差を校正して使用する。参考までに、代表的な市販の両端挟持型電気マイクロメーターを列記している。

| 会社名 | 電気マイクロメータ | | |
|-----------|-----------|-------------------|-----------|
| | 検出器 | 指示計 | スタンド |
| 安立電気(株) | K-107CW | K304B | K-403AW |
| (株)小野測器 | NL-101 | T. G500 (デジタル) | 特注 |
| シチズン時計(株) | DTH-1 | DTM-D | 特注 |
| (株)東京精密 | E-DT-20D | E-MD-30B | E-ST-200E |
| (株)三豊製作所 | 519-105E | 519-123A | 特注 |

| 級 別 | AA (標準ゲージ参照用) | | A (標準用) | | B (検査用) | | C (工作用) | |
|---------|------------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|
| | 寸法誤差 | 寸法偏差 | 寸法誤差 | 寸法偏差 | 寸法誤差 | 寸法偏差 | 寸法誤差 | 寸法偏差 |
| 呼び寸法 | | | | | | | | |
| 35mm以下 | ±0.05 | 0.05 | ±0.10 | 0.08 | ±0.20 | 0.15 | ±0.4 | 0.30 |
| 25~50mm | ±0.10 | 0.05 | ±0.20 | 0.10 | ±0.40 | 0.20 | ±0.8 | 0.35 |

(単位は μ)

(参考1) 両端挟持型電気マイクロメータの略仕様

① 測定物：表面研磨 [板厚, 0.5~50 mm;
面積 200 mm 角; 表面粗度, 熱延材 Hrms 1.65 μ 程度
冷延材 Hrms 0.38 μ 程度]

② 精度：0.5~50 mm の場合 1 μ
0.5~15 mm の場合 0.5 μ

③ 測定端子の形状：5~15 mm の半球状

④ 測定スタンドのふところ：100 mm 以上

(参考2) ブロックゲージ JIS B 7506-1961 参照
(前頁下表参照)

標準テストピース校正用としては通常 B 級で良い。

JIS には最小板厚として 0.5 mm までしか規格がな

いが, 特別依頼することにより, 0.1; 0.2; 0.3; 0.4 mmの製作が可能である。

(参考3) ダイヤルゲージでは 1 μ まで最小目盛があるが, 精度的には若干落ちる。また, 電気マイクロメータで下端固定方式もあるが両端挟持が望ましい。

(参考4) 電気マイクロメータで測定する場合, スタンドの温度変化によつて誤差を生ずるので手をふれないようにする。

(参考5) 文献：笹田有功, ブロックゲージ校正用差働検出型電気測微器について

計量研究所報告, 16 (1967) 4, p. 186~197