

新日鐵 生産技術研究所 ○北村公一, 川島捷宏, 工博曾我 弘
日鐵電設(株) 大坪 誠

1. 緒 言 モアレ干渉縞を用いた形状測定は、非接触立体形状測定技術として知られ、高崎^{1),2)}らにより広く研究されている。本研究においては、モアレ法を鉄鋼業に実用化する際に問題となる測定対象の温度及び精度を、熱間モアレの基礎実験及び誤差解析により検討したのでここに報告にする。

2. 実験方法 図1に示すように、測定対象の手前にグレーティングGをおき、線光源Sで測定対象を照射する。それを、Sと同じ高さの点Pから観察すると、測定対象上に出来るグレーティングの影(変形格子像)と、グレーティング自身との干渉によりモアレ縞が出来、このモアレ縞は、測定対象の等高線となる。(図2参照)等高線のグレーティングからの距離 h_N は、図2より(1)式で表われ、等高線間隔は(2)式より求まる。従って、モアレ縞のパターンより凸凹の具合(定性情報)が、モアレ縞の数より起伏量(定量情報)がわかる。

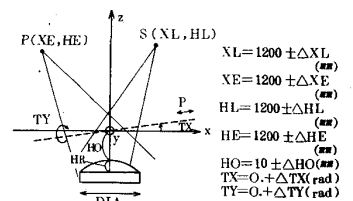
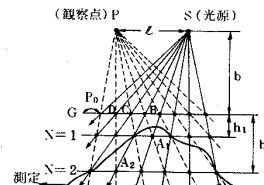
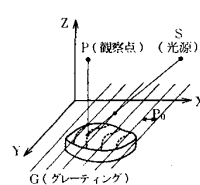
$$h_N = N \cdot b / (\ell / P_0 - N) \dots\dots (1)$$

$$\Delta h \approx P_0 \cdot b / \ell$$

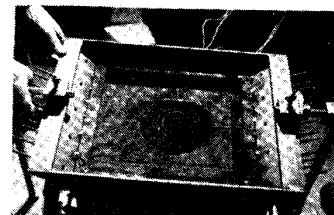
$$(P_0 \cdot N / \ell \ll 1 \text{ の時}) \dots\dots (2)$$

但しNはモアレ縞次数、他は

図2参照



3. 実験結果 上記実験方法で、図1. 光学系配置図 (見取図) 球形サンプル(中心高さ5mm)を電気炉で加熱し(表面温度1000℃)耐熱格子を用いてモアレ縞を生成させた結果を写真1に示す。この場合の Δh は(2)式より約0.5mmであり、写真1の実験結果はサンプル形状と合致する。また、実験よりグレーティングの耐熱性は確認され、モアレ縞の時間・空間的ゆらぎはなく極めて安定であることがわかった。



$\ell = 1770 \text{ mm}$
 $b = 930 \text{ mm}$
 $P_0 = 1.0 \text{ mm}$
表面温度 1000℃

4. 精度と誤差解析 Δh は(2)式より P_0 及び b/ℓ に比例して小さくなるが実際には、 P_0 を小さくするとグレーティング測定対象間距離も小さくしなければ変形格子像コントラストが下り、 b/ℓ も視野の関係上0.5位が限度であることから Δh は0.3mm程度が最小である。次に、図3に示す誤差要因のモアレ縞に対する影響を計算機シミュレーションした一例を図4に示す。図5に、各要因のモアレ縞への影響を、XY両方向断面図として示す。これより、必要とする断面方向にグレーティングが傾かない限り、モアレ縞によって測られる断面形状は極めて安定なことがわかる。

写真1. 熱間モアレ

XE=-1200.00
XL=1200.00
HE=1200.00
HL=1200.00
TX=1.000
TY=1.000

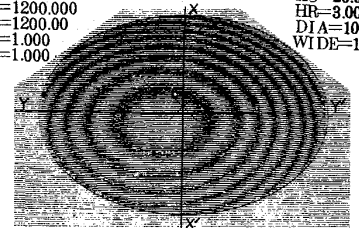


図4. 球形サンプルに対するモアレ縞シミュレーション

5. 結 言 本研究により(i)モアレ法による熱間形状測定は非常に有効である。

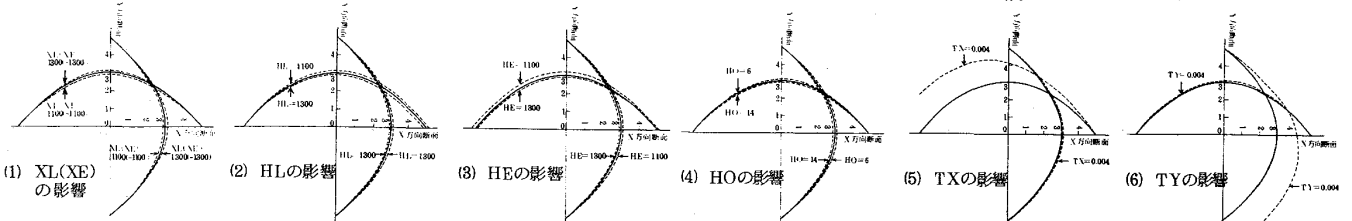


図5. 各誤差要因によるモアレ縞への影響(モアレ縞より得られるXY両方向断面図により示す。)

(ii)本方法では、 Δh は0.3mm位が限度である。(iii)必要とする断面形状方向にグレーティングが傾かない限り、モアレ縞は安定である。以上のことが判明し、現在、熱間形状測定への応用を検討中である。

6. 文 献 1) 高崎: 計測と制御12-5(1973) p.390 2) 高崎: Appl. Opt.,9(1970) p.1467