

レンチキュラー板の評価

はじめに

レンチキュラー板における「レンチキュラー形状」の測定、あるいは／およびレンチキュラー板全体の評価をせねばならないことがある。そこで、レンチキュラー板の評価について、具体的に述べていく。

具体的な評価を整理してみると、

1. ミクロ的评价
 - 1-1. レンチキュラー形状の測定
曲率半径 (r)、ピッチ (p)、厚さ (t)、切削深さ (d)
 - 1-2. 光学特性の測定
収束位置、収束幅
 - 1-3. レンチキュラー表面
金型の切削品質
2. マクロ的评价
 - 2-1. ピッチむらの検査
 - 2-2. 外観検査
 - 2-3. 外形
3. 評価報告書（まとめ）の例
4. 他

からなっている。

1. ミクロ的评价

レンチキュラー形状、およびレンチキュラー板に入射した光の集光特性、および金型として切削品質を評価するためのレンチキュラー表面の撮影を用いて行う。

これらの評価（測定、撮影）には「工業用顕微鏡」を使う。しかし、市販の顕微鏡では限られたデータしか得られず、必要なデータを得るためには、顕微鏡業者によるオプションが必要である。

筆者は、市販の顕微鏡を購入し、いろいろな改造を加えている。

顕微鏡に要求される機能は、

- ① 試料台：サンプルを左右（X軸）、前後（Y軸）に移動出来るステージとする。
X軸：ピッチを測定するためのデジタルメーターを取り付ける（自作）。
Y軸：資料の測定箇所を前後に移動出来る。
- ② 鏡胴の上下移動（Z軸）：レンズの収束幅、および収束位置の測定
Z軸には収束位置を測定するためのデジタルメーターを取り付ける（自作）。
- ③ 資料を正面から照明する光源を取り付ける（自作）。
- ④ 資料を背面から照明する光源（内蔵）とは別に、資料のレンズ面から入射する点光源（集光特性の測定）を取り付ける（自作）。
- ⑤ デジカメで資料を撮影することができる（鏡筒の自作）。
- ⑥ 撮影された資料の大きさを明確にするための基準スケールを備える。
- ⑦ 資料の厚さを測定するためのデジタルメーターを備える。
- ⑧ 同心円スケールを備える。

筆者の市販の顕微鏡

KARTON 社製、CBMT-15

仕様：対物レンズ、4×、10×、40×

撮影用接眼レンズ：10×

ステージの左右移動：X軸

ステージの前後移動：Y軸

鏡胴の上下移動：Z軸

を購入し、レンチキュラー形状を測定するために下記の改造、備品の購入を行っている。

- ① 手持ちのデジカメに合わせた写真撮影用鏡筒の自作。
- ② ピッチ測定用デジタルメーターの取り付け（X軸）。
- ③ 収束位置を測定するためのデジタルメーターの取り付け（Z軸）。
- ④ 正面照明用 WHT LED 光源を自作。
- ⑤ 集光特性測定用点光源の自作。
点光源から資料までの距離は約 105 mm（距離は長い方が良いが）。
点光源：WHT LED 光源直径＝約 1.5 mm（小さい方が良いが）。
点光源周辺面からの無反射処理。
- ⑥ 同心円スケール 4 枚の購入。
20 ～ 100 mm 直径
50 ～ 200
110 ～ 300



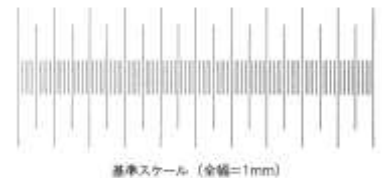
320 ～ 1900

断面写真の上に同心円スケールを載せて曲率半径（ r ）を推定する

- ⑦ 基準スケールとして、市販の「 $10\mu\text{m}$ （100 分割/mm）スケール」を購入。
同心円スケールから r を推定する時の基準値として使う。

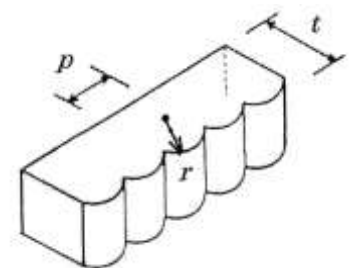


撮影用デジタルカメラ：手持ちの CANON 社製
IXY DIGITAL 700 3 倍ズーム、
710 万画素（ $3,072 \times 2,304 \text{ pixel}$ ）
画像データの保存：JPEG



1-1. レンチキュラー形状の測定

レンチキュラー形状は図に示すような r , p , t からなっている。顕微鏡を使ってこの 3 点を測定する。さらに、焦点距離： f を測定するが、一般的には、 $f = t$ でないことが多い。



サンプルの作成

図に示す形で、その大きさは、

天地 = $4 \sim 5 \text{ mm}$

幅 = $40 \sim 50 \text{ mm}$

サンプルを切り出す時、 r の断面を正確に測定するために、切り口がシャープになるよう配慮する。

撮影用カメラの取り付け

撮影用鏡胴の中に撮影用接眼レンズを装着し、その上にデジタルカメラを取りつける。そのとき、デジタルカメラのズームレンズを**最望遠**にする。その理由は受光部をできるだけ広く使用するためである。

曲率半径（ r ）の測定

- (1) 資料台の上にスライドグラスを置く。
- (2) その上に右上図のような形で、サンプルの断面を上にて固定する。
- (3) 対物レンズはサンプルの大きさに合わせて選択する。その時、対物レンズの外側に正面照明用 WHT LED を取り付けておく。
- (4) 正面照明用 WHT LED 光源、および顕微鏡に内蔵している背面照明光源の両方を点灯するとよい。
- (5) r の曲面がシャープに写るようにピントを合わせ、断面を撮影する。
- (6) 続けて、サンプルを資料台から取り除き、基準スケールを資料台に固定する。
- (7) 基準スケールにピントを合わせて、撮影する。
- (8) r の写真、および基準スケールの写真をプリントする。
- (9) r の写真の上に同心円スケールを置き、スケール上の r を推定する。
- (10) 基準スケールの写真から撮影倍率を計算する。
- (11) r の推定値は次式から計算して求めることが出来る。

$$r \text{ の推定値} = \frac{\text{同心円スケールの値}}{\text{撮影倍率}} \quad \text{mm}$$

ピッチ（ p ）の測定

- (1) スライドグラス上のサンプルをレンズ面上にする。
- (2) ピント合わせをレンズ表面のレンズ谷部にピントをあわせる。
- (3) レンチキュラーの谷の縦線が垂直になっていることを確認する。もし傾いているとピッチの値が不正確となる。Y 軸を動かして、垂直に成っていることを確認する。
- (4) 資料台の横送り（X 軸）を使って、ピッチを測定する。このとき、1 本でなく、ピッチの大きさに合わせて、30 ～ 50 本の量をデジタルメーターで読む。
- (5) p の値は次式から計算する。

$$p \text{ の値} = \frac{\text{デジタルメーターの読み}}{\text{ピッチの数}} \quad \text{mm}$$

厚さ（ t ）の測定

厚さ測定用のデジタルメーターを使って測定する。



切削深さ（ d ）の測定

曲率半径（ r ）の測定後、プリント上で測定、計算する。

1－2．光学特性の測定

ジャストフォーカス点は3種類が存在する。本来は裏面にあるはずであるが、一般的には、裏面よりさらに外側、あるいはレンズの内部にあることが多い。

いずれも、レンズ裏面における収束幅、およびジャストフォーカス点の収束幅の両方共撮影しておく。

収束像の撮影（レンズ裏面）

- (1) 資料台上のサンプルのレンズ面を下にする
- (2) 集光性測定用点光源を顕微鏡の背面照明の位置にとりつける
- (3) サンプルの裏面にピントをあわせる。正しくピントを合わせるために、裏面上に印をつけ、その点にピントをあわせると良い。
- (4) 裏面における点光源による収束像を撮影し、プリントする
- (5) 収束像の幅は次式から計算する。

$$\text{収束幅} = \frac{\text{写真上の収束幅}}{\text{撮影倍率}} \quad \text{mm}$$

収束像の撮影（ジャストフォーカス点）

裏面以外の所にジャストフォーカス点がある場合は、

- (1) ジャストフォーカス点を見つける。このとき、裏面からジャストフォーカス点までの距離をZ軸のデジタルメーターで測定する。この時の移動量を明記する。
- (2) ジャストフォーカス点での収束像を写真に撮り、プリントする。
- (3) 収束像の幅は次式から計算する。

$$\text{収束幅} = \frac{\text{写真上の収束幅}}{\text{撮影倍率}} \quad \text{mm}$$

1－3．レンチキュラー表面

レンチキュラー表面の撮影

- (1) スライドガラス上にサンプルのレンズ面を上にする。
- (2) 同じ対物レンズを使用する。
- (3) 正面照明用 WHT LED 光源、および顕微鏡に内蔵している背面照明光源の両方を点灯すると全面が明るくなり、きれいに撮れる。
- (4) レンズ表面にピントを合わせて、撮影する
- (5) レンズ表面の状況（目視）を明記する。

金型の表面が正常な場合、

キズのない円筒状の鏡面になっている。

金型表面に異常が見られる場合、

例えば、バイトの表面先端にマイクロクラックが発生することが多い。この場合、切削面に「周期的な多くのスジ」が見られる。当然、収束像の幅は広がってしまう。

2. マクロ的評価

レンチキュラー板全体の評価を主に目視によって行う。

2-1. ピッチむらの検査

ピッチむらの検査はミクロ的評価と合わせて行うと良いが、ミクロ的評価は多くの時間がかかる負担の重い評価方法である。参考のためにミクロ的方法についても述べるが、ジグさえ揃うことが出来れば、マクロ的評価を優先したい。

ここでは「A全判」サイズ（594×841 mm）のレンチキュラー板の評価を例に述べる。

(a) ピッチむらのミクロ的評価（参考のため）

右図に示す様な多くのサンプルを作成する。

サンプリングする位置の例として、

左右には、ほぼ 100mm 間隔

上下には、上部、中心部、下部

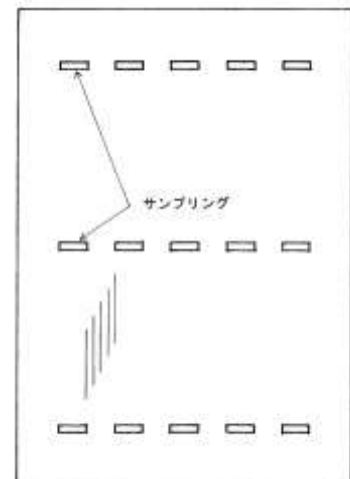
と多くのサンプリングとなる。

例として、 $5 \times 3 = 15$ 、または $6 \times 3 = 18$ サンプルになってしまう。

このサンプルを使って、前節の 1-1，および 1-2 の測定を全て行くと、レンチキュラー板の成型時における安定性、あるいは成型むら、等の評価もできる。

しかし、負担が大変重いため、ここではピッチ測定のみでも良い。

ピッチ測定値の分布からレンチキュラー板全体のピッチむらを推定することができる。



(b) ピッチむらのマクロ的評価

下記の必要なジグを準備する。

- ・ レンチキュラー板のサイズより一回り大きなサイズの「バリア印刷シート」
- ・ レンチキュラー板のサイズより一回り大きな厚手のガラス板、2枚

まず、「バリア印刷シート」について述べる。

バリアはレンチキュラー板との間にモアレを作り、そのモアレの形からレンチキュラー板全体のピッチむらを目視することができる。

このピッチむらから、製品化の可否、対応法、あるいはレンチキュラー板の製造時における問題点も指摘することもできる。

バリアの仕様

黒白比（例）＝1：4程度

ピッチは、レンチキュラー板との間にモアレを作った時、白い帯、黒い帯がシャープに見えて、寸法測定の出来る様にする。

そのため、モアレがレンチキュラー板全幅で5本程度となるようなバリアのピッチにすると良い。

バリアのピッチは次式から求める、

全幅に存在するピッチの数にモアレの本数を考慮して、

$$\text{ピッチの数} = \frac{\text{レンチキュラー板の全 幅}}{\text{レンチキュのラー ピ ッチ}}$$

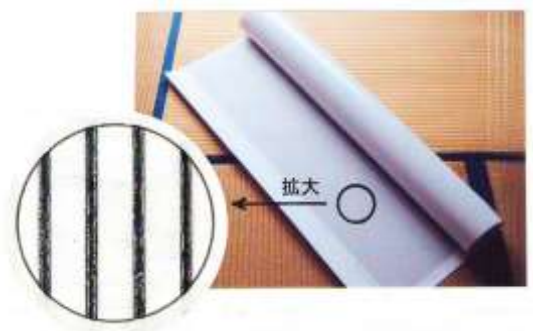
$$\text{バリアのピッチ} = \frac{\text{レンチキュラー板の全 幅}}{\text{ピッチの数} \pm 5}$$

± はどちらを使っても良い。

バリアは正確さが要求されることから、高価になるが、フォトプロッターで作画する。

印刷は寸法安定性の良い、樹脂フィルム、等に印刷する。

厚手のガラス板は、重しを兼ねて、レンチキュラー板とバリアとの密着性を良くするために使われる。



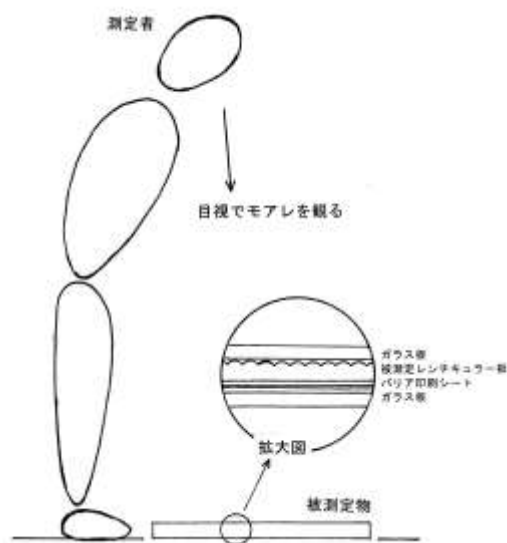
検査時の構成は右図のようになる。
 被測定物は図示する様に、2枚のガラス板の間に被測定レンチキュラー板とバリア印刷シートを配置する。この時、レンチキュラー板をバリアの上で上下左右、および回転をわずかに動かして、モアレが垂直になる様にする。

検査内容は、

モアレの本数
 モアレの大きさ
 モアレの形
 等

である。

このとき、モアレの大きさは、測定者1人では測定できないことから、助手をつけると良い。



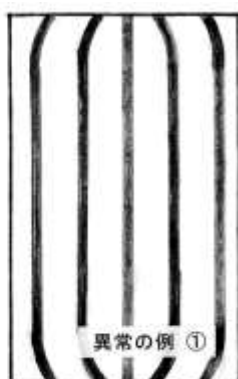
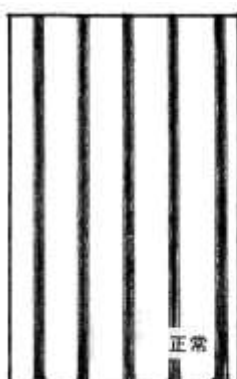
下図にモアレの例を示す。

異常が見られた時は、

そのまま製品化に使えるか？

製造時に戻って、製造条件の改善に努めるか？

の判断が必要になる。

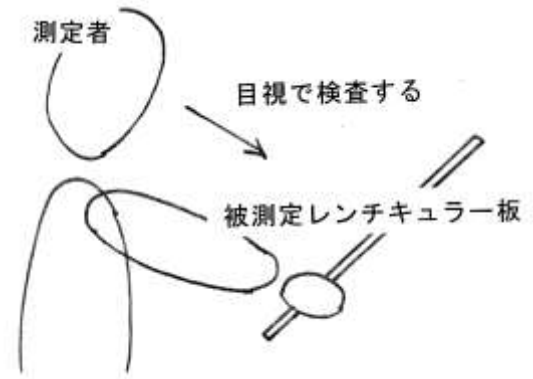


2-2. 外観検査

レンチキュラー板は金型を造り、樹脂成型によりレンチキュラー板になる。成型方法により外観上いろいろな問題点が発生する。

検査方法

右図の様な形態となる。
被測定レンチキュラー板を手にとっ
て目視で行う。
この時、表裏共検査する。



検査項目（一般的）

白濁（部分的着色）
異物の混入、異物によるこすれ
バンプ（気泡）
擦り傷
汚れ
反り
成型むら（ギア目）
他（ひび割れ、）

必要に応じて「限度見本」を作っておくと良い。

2-3. 外形

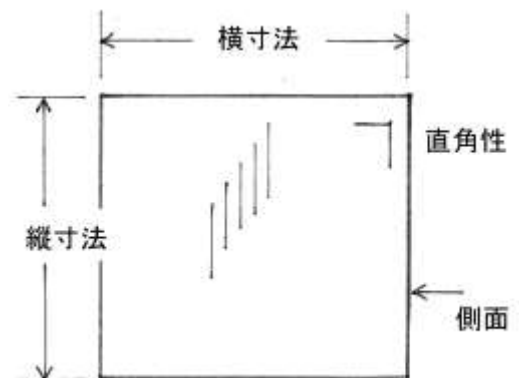
外形を検査する上でレンチキュラー板独特の項目がある。それは次工程となる印刷画像との関係から、重要になる。

検査方法

ジグを使つての目視検査となる。

検査項目

寸法（縦、横）
直角性
側面の仕上げ（カット）



検査ジグ

物差し

直角定規

側面の仕上げカット用ジグ

寸法測定、および直角性検査については述べることはないが、ここではレンチキュラー板独特の「側面の仕上げカット」について述べる。

側面の仕上げカット

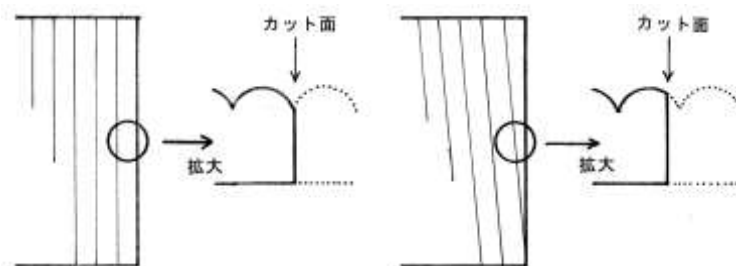
レンチキュラー板と印刷された3D画像との位置合わせ方法には2種類ある。

1つは、接着剤を使って貼り合わせる方法、他の1つはレンチキュラー板の裏面に3D画像を直接印刷する方法（直刷り）がある。

いずれの方法も、自動的に位置あわせを行うためには、レンチキュラー板の側面が位置あわせに適したカットであることが要求される。

側面のカットされた状況を2つ示す。

1つは、位置あわせを考慮しないで適当にカットした例であり、他の1つは位置あわせを考慮して側面のカットを正確に行った例である。



前者は図の右に示し、後者を図の左に示している。

3. 評価報告書（まとめ）の例

上述してきた測定、評価をまとめるための「評価報告書」（山田の例）を別紙に示す。

カタログ、出荷検査表、等には上記のデータから必要に応じてその一部を開示する。

4. 他（参考）

レンチキュラー板のレンズ面に斜め入射光を入射するためのジグ

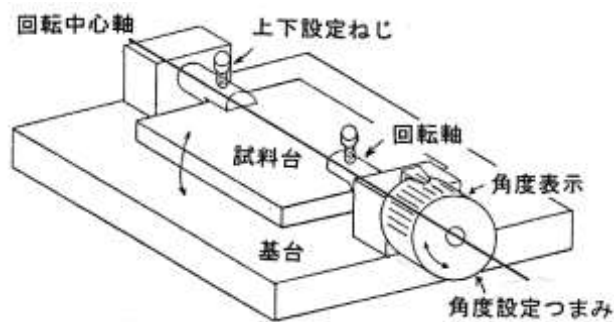
レンチキュラー板の集光特性を測定する時、前節1－2では、レンチキュラー板の正面

からの入射光の集光特性を測定している。しかし、現実には、斜め方向からの入射光に対する集光特性も重要である。

一般の顕微鏡ではサンプルを水平において正面入射光の集光特性を測定している。斜め入射光による集光特性を測定するためにはサンプルを斜めに置かねばならない。

筆者の持っている顕微鏡はステージ上の上下の幅が狭いため、ここにジグを置くことが出来ない。

もし、ステージ上の上下の幅が広く、斜め入射光の集光特性を測定するためのジグを取り付けることができる場合は、下図に示すジグをステージ上に置くことができる。



基台、および試料台の中央部は透明なガラス板にする。真下からの集光特性測定用点光源からの光はガラス板を通して斜め方向からレンチキュラー板に入射することができる。

回転軸の中心を任意に設定するための上下設定ねじがある。

以上。