



OTF 測定機について

本 多 修 治

日本光学工業(株)カメラ品質管理部 〒140 東京都品川区西大井 1-6-3

1. はじめに

1946年ディフューのフーリエ結像論に始まった OTF 技術は今日まで 30 数年経過した。この間に OTF の計算法、OTF の測定原理、測定方式はほぼ完成したといえる。そして今日 OTF はレンズ設計、および製品化されたレンズの性能評価になくはならないものとなった。

写真レンズの OTF 測定機は試作レンズ等を対象として詳しい性能評価を行なうものと、量産レンズを対象として生産工程の成品検査を行なうものとに分けられる。一般に前者を OTF 測定機、後者は MTF 評価するので生産工程用 MTF 測定機と呼ばれている。

最近開発された OTF 測定機、および生産工程用 MTF 測定機は数が少ないが、どのような特徴をもっているか触れてみた。

2. OTF 測定機

最近の OTF 測定機の特徴は従来の測定機と比較し、測定時間を短く、操作性を良くしていることである。OTF 測定機は詳しいレンズ評価を行なうことを目的とするために各種のパラメータに対する OTF を測定する。パラメータとしては像高、画角、デフォーカス、波長、物体距離、レンズの方位角(レンズの断面)、R/T(チャート方向ラジアル/タンジェンシャルの略)等、その他数多くある。これらパラメータについて OTF を測定する場合、機械的可動部を調整し、セッティングする必要がある。従来の測定機ではこれらの機械的可動部を人為的に調整し、セッティングを行なっている。そのために測定時間が長くなり、操作性も悪いという欠点をもっていた。

これに対して最近の測定機は従来の測定機の欠点を解決するために各所の機械的可動部を可能な限り自動化している。自動化された機械的可動部はコンピュータとオンラインで接続しており、コンピュータによって制御されるようになってきている。測定は最初にパラメータを入力するだけで、あとは OTF の測定まで人手を介さずに連

続して自動的に行なわれる。

もうひとつの特徴としては測定した OTF データをいろいろな性能特性の形に整理してプロッター等に出力することである。従来の測定機では空間周波数に対する OTF 値の特性のみのものがほとんどであった。これに対して最近の測定機はいろいろなパラメータの測定データをコンピュータの記憶装置の中に保存し、測定終了後プログラムによって種々の性能特性に変換してプロッター等に出力する。従来の測定機ではかなり面倒であったいろいろな性能特性が最近の測定機は容易に得られるようになった。例としてトロペル 2000 Mark II OTF 測定機によって測定し、出力した「像面わん曲特性」を Fig. 1 に示す。

以上のように最近の OTF 測定機は従来の測定機よりも操作性がよく、測定時間も短くなり、種々の性能特性が容易に得られるようになったため、レンズ性能評価が従来よりも正しく、詳細に、しかも迅速に行なうことができるようになったのが特徴である。

3. 生産工程用 MTF 測定機

これまでに数多くの生産工程用の MTF 測定機が開発されたが、大半の測定機は投影検査の数倍以上の測定時間がかかった。写真レンズの場合、大量に生産されるので測定時間の短いことは重要な条件である。そのために従来の測定機では本格的な実用機に至らず、一部において使用されているが、生産工程の検査は昔ながらの投影検査が主流であった。

しかし 1979 年 キヤノン を最初にして、リコー、日本光学で開発した測定機はいずれも CCD(自己走査型固体撮像素子)を使用しており、この種の測定機は測定時間も短く、操作性もよくなり、実用機として投影検査に代わり検査を行なっている。この種の測定機の測定方式、原理は基本的には同じであり、すでに雑誌、学会等^{1,2)}に発表しているので詳細については省くことにする。

この測定方式は像走査を機械的に行なわず、電氣的に

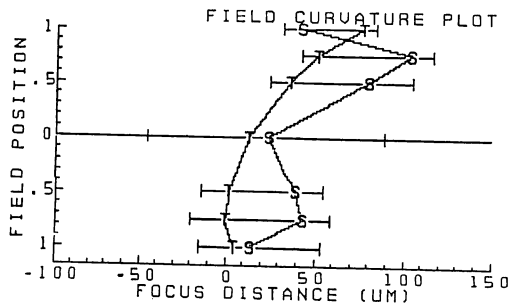


Fig. 1 トロペル 2000 Mark II による「像面わん曲特性」の出力結果

行なっている。軸上、軸外の測定も測定箇所に対応させて CCD を配置している。このように CCD を使用したことにより、機械的可動部が減り、測定時間も短く、操作性のよい測定機とすることができた。

日本光学の測定機ではレンズを取り付け後、レンズ芯出し、焦点出し、軸上と軸外（4方向のレンズ方位角）の R/T の MTF 測定、および良否の判定までを連続して自動的に測定が行なわれ、この間約 6～7 秒くらいである。実際に検査を行なっている状況を Fig. 2 に示す。この測定機は一人で測定することができ、作業もレンズを装着すれば測定スタートスイッチを押すだけであり、操作性において投影検査よりも優れている。欠点としては逆投影方式のための装置が大型になることや、メンテナンスの問題、超広角・超望遠レンズの測定ができない等がある。

他の測定方式の測定機は OTF 測定機としての機能も備えているものが多く、測定時間が長く、汎用の測定機といえる。

今後レンズの高品質、検査の省力化を目指して、引き



Fig. 2 日本光学生産工程用 MTF 測定機

続き生産工程用の MTF 測定機の開発が行なわれ、近い将来に投影検査から MTF 検査に全面的に変わる測定機が出現するものと思われる。

4. あとがき

以上簡単に最近の OTF 測定機について触れてみたが、写真レンズ用の OTF 測定機は本格的な実用化の時代に入ったといえる。

しかし現在の OTF 測定機に一部問題点も残されている。たとえば測定機の総合白色分光特性はフィルムの分光感度特性を考慮していないことや、その他である。この問題点はレンズの性能を正しく、詳細に評価するには重要であり、今後徐々に解決されると思われる。

文 献

- 1) 朝枝 剛, ほか: 光学, 8 (1979) 352.
- 2) 砂金光記: O plus E, 8 (1982) 67.

(1983年4月8日受理)