

多波長デジタルホログラフィーによる直管内計測

Inspection of the inner wall of straight pipe using multiwavelength digital holography

島根大総合理工 ○横田正幸, 小山徹平

Shimane Univ. ○Masayuki Yokota, Teppei Koyama

E-mail: yokota@ecs.shimane-u.ac.jp

1. はじめに

我々は、直管内壁面の検査を目的として、デジタルホログラフィーを応用した管内表面形状計測について研究してきた^{1), 2)}。現在までに、円筒内に挿入した円錐鏡の位置ずれにより生じる測定誤差の補正を行い、二波長法による内壁表面の形状計測が実現できている。

今回は円錐鏡の位置ずれ量を実験結果から推定する手法を新たに考案し、多波長を用いた形状計測と測定結果の連結による管内の可視化を行ったので、その結果を報告する。

2. 実験と結果

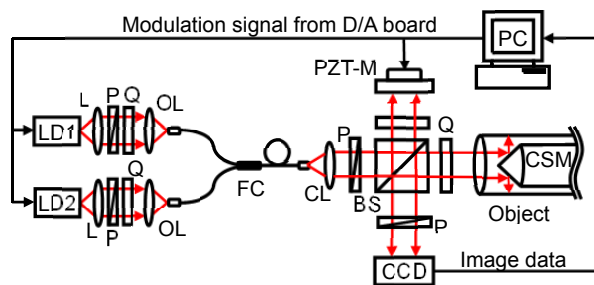


Fig. 1 Experimental setup.

Fig. 1 に実験光学系を示す。内径 14.0 mm, 長さ 150 mm の銅管を測定対象とした。管内に直径 10.0 mm の円錐鏡(CSM)を挿入し、開口部よりレーザー光(LD1,2)を照射して内壁面を照明した。円錐鏡は 2 か所にスペーサを持つ金属製のロッドに固定し、管内でこれを走査して測定した。注入電流を変化させ、LD1 は 3 波長 (657.34, 657.73, 658.03 nm) で発振させて形状計測に用いた。また、LD2 は発振波長が 639.12 nm であり、鍍部分(緑青)における分光反射率の違いを調べるために用いた。

模擬的な欠陥として銅管の内壁面に銅箔、穴、傷、鍍(緑青)、突起部分を設けて再生像の位相及び振幅からこれらの検出を試みた。Fig. 2 に欠陥の無い部分の測定結果を示す。Fig. 2(a)のように再生像は円形になり、点線(円周)に沿った断面は Fig. 2(b)のようになる。これは円錐鏡の位置ずれにより実際の内面形状に重畳される誤差である。この曲線に最小二乗近似を施し

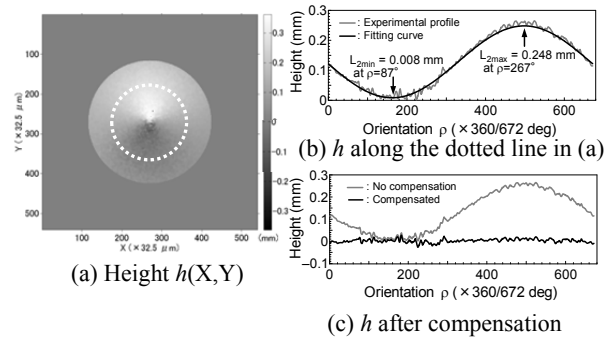


Fig. 2 Detection of the positional error.

て得た曲線(黒線)の最小値の方位と振幅から円錐鏡の位置ずれ量が計算できる。位置ずれ量を用いて円錐鏡周りの光路長分布から補正¹⁾した結果を Fig. 2(c)に示す。高さが補正されて平坦になっていることが確認できる。

この手法を用いて円錐鏡位置ずれによる誤差を補正し、31 回分の測定結果をつなぎ合わせた銅管内面形状分布を Fig. 3 に示す。

これは銅管内面を展開したものに相当し、この図から緑青や穴、銅箔、突起等が検出されていることが分かる。しかし、穴では、ノイズから得られた疑似的な形状が現れている。穴や突起等の分類には強度情報も併用する必要がある。

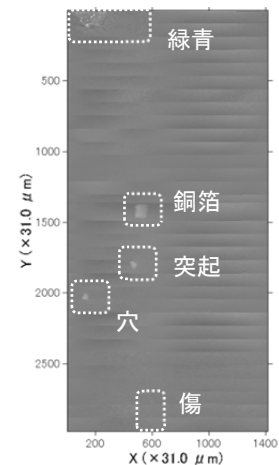


Fig. 3 Height profile.

3. まとめ

本研究では、銅管内の形状計測を行い、緑青や穴、突起等の欠陥検出を行った。内部の展開図を得たが、今後、分光情報の取得による欠陥の分類とセンサヘッドの作成とその走査測定が課題となる。

参考文献

- [1] M. Yokota et al. : Opt. Rev., 17 (2010) 166.
- [2] M. Yokota et al. : Appl. Opt., 50 (2011) 3937.