

計測用 X 線 CT の精度評価

機械電子科 針幸達也* 岩澤 秀** 長津義之 渥美博安

Measurement accuracy evaluation for X-ray CT

HARIKO Tatsuya, IWASAWA Shigeru, NAGATSU Yoshiyuki and ATSUMI Hiroyasu

Keywords : X-ray CT, Measurement accuracy evaluation

寸法計測のための装置は様々ある。そのひとつにX線CTがある。X線CTによる計測は接触式の三次元測定機や光学式形状測定機では測定できない深い穴や高いフィン形状、複雑な形状も測定可能である。X線CTによる寸法計測はいかに正しい三次元像を得るかが非常に重要である。そこで撮影条件を変えた時のX線CTの計測精度の違いを検証した。解析には2つの誤差発生モデルを想定した。

キーワード：X線CT、計測精度評価

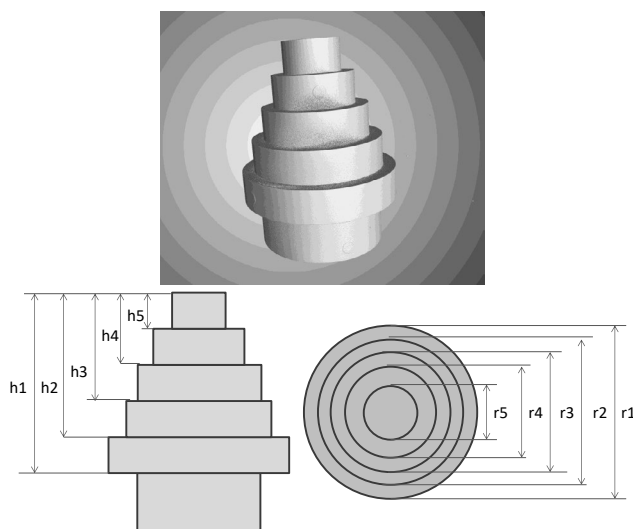
1 背景

X線CTによる寸法計測は撮影後にコンピュータによって再構成された三次元モデルから寸法を計測するため、接触式の三次元測定機や光学式の形状測定機では計測できない深い穴や高いフィン形状も計測可能である。しかし実際の物を測っていないので、いかに撮影によって正しい三次元像を得るかが非常に重要である。そこでX線CTによる寸法計測において、撮影条件を変えたときの真値からのずれ(偏差)とばらつきを検証した。

2 方法

評価対象は図1に示したとおり、径の異なる円筒が積み重なっている。各円筒の直径、最上面からの面間距離の10項目を計測し、評価した。

評価項目の真値は接触式の三次元測定機での計測値とした。被写体の姿勢(斜め、垂直)、撮影枚数(1080枚、1440枚)、撮影モード(クイック、クオリティ)、X線用フィルター(フィルター無し、2mmの鉄)を変えてX線CT装置(YXLON FF35CT METROLOGY)で撮影し3次元像を得た。この像を用い直径、面間距離を計測し偏差とそのばらつきを調査した。



測定箇所はh1からh5、r1からr5の10箇所

図1 評価対象

3 結果

初めに寸法によらず偏差は均一に発生すると想定し、各寸法における偏差の平均を求め評価した。

この想定に基づいた結果を図2に示す。被写体の姿勢、フィルターの有り無しは水準が変わると偏差の平均が大きく変わり、偏差に対し寄与が大きいことが分かった。

次に寸法の大きさによる偏差とそのばらつきを調べ

* 現 繊維高分子材料科

** 現 工業技術研究所 金属材料科

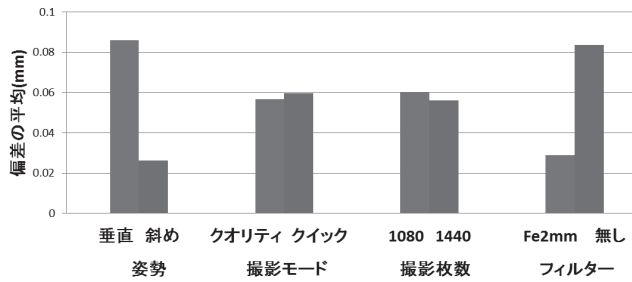


図2 均一に偏差が発生するモデルの結果

た。寸法と偏差の関係を図3に示す。偏差やばらつきは一定ではなく寸法が大きくなるにつれ大きくなっていった。これにより初めに想定したモデルは間違っていることが確認できた。そこで図4の数式によって誤差全体の分散 V_n を求め評価した¹⁾。これは真値と実測値の散布図における近似式の傾きのばらつきを評価する方法である。結果を図5に示す。結果の傾向としては最初のモデルと同じであったが、寄与の大きい姿勢とフィルターの水準の違いの効果が顕著に現れていた。

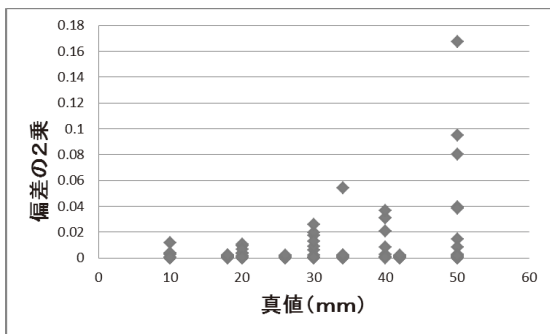


図3 真値と偏差の関係

信号 (真値)	M_1, M_2, \dots, M_{10}
測定値	$Y_{11}, Y_{12}, \dots, Y_{110}$ $Y_{21}, Y_{22}, \dots, Y_{210}$

全変動 $S_T = Y_{11}^2 + Y_{12}^2 + \dots + Y_{210}^2$
 有効序数 $r = r_0 n (M_1^2 + M_2^2 + \dots + M_{10}^2)$ r_0 : 繰り返し n : 水準

線形式 $L_1 = Y_{11}M_1 + Y_{12}M_2 + \dots + Y_{110}M_{10}$
 $L_2 = Y_{21}M_1 + Y_{22}M_2 + \dots + Y_{210}M_{10}$

信号の効果 $S_B = \frac{1}{r} (L_1 + L_2)^2$

誤差全体の変動 $S_N = S_T - S_B$
 誤差全体の分散 $V_N = S_N / (r_0 n k - 1)$

図4 誤差全体の分散の計算法

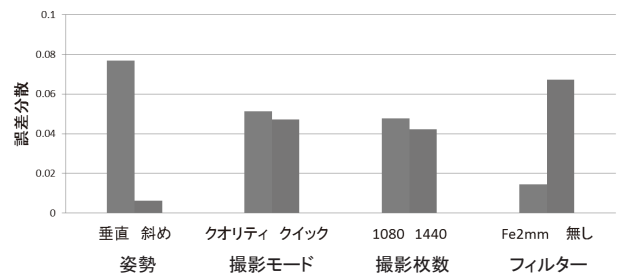


図5 寸法が大きくなると偏差も大きくなるモデル結果

4 まとめ

計測機の誤差はどの寸法でも均一に発生するのではなく、寸法が大きくなれば真値からのずれもそのばらつきも大きくなる。単純に真値からのずれの平均をとっていたのでは現実に即していない評価になってしまう。評価の方法は慎重に選ぶ必要がある

参考文献

- 1) 田口玄一: 品質工学講座 1, 「開発設計段階の品質工学」, (日本規格協会, 東京), 吉澤正孝 編集 pp. 73-90 (1988).