

三次元測定機による歯車の評価

機械金属部 機械研究室
副島辰夫

機械装置の性能向上を目的として、歯面修整歯車の設計と加工システムの開発を平成10年度から3年の計画で産・学・官で実施している。分担テーマは歯面修整歯車を三次元測定機により評価することであるが、今年度は予備的な実験として市販の標準平歯車を測定した。その結果、実験の範囲では三次元測定機により歯車の評価が可能であると判断できた。

1. はじめに

歯車は動力伝達機構の重要な要素部品として機械装置、自動車等多くの装置に使用されている。最近では歯車装置の振動・騒音の低減、軽量化、小型化が要求されている。これらの要求に対応するためには、正確な歯車の製作は勿論重要であるが、運転中の歯車の歯、歯車軸、歯車箱等の負荷による弾性変形や、熱の発生による熱変形等により生じる歯車の片当たり・回転伝達誤差の対策が必要となる。歯形・歯すじ修整はこれらの変形を緩和する目的で従来から行われているが、二次元的な簡単な計算や経験により修整量を与えている。また、歯車減速機等に使用される歯車の多くは、噛み合いの接触線が三次元的に接触するはずば歯車であり、従来の歯面修整法では十分な修整結果が得られないと予測される。歯車装置に適切な歯面修整を与えることができれば、歯車はなめらかに噛み合い、振動・騒音の少ない、動力伝達効率の高い、高性能歯車伝達機構の開発が可能となる。本研究では、歯車装置に発生する弾性変形や熱変形を考慮した歯面修整法を確立すると共に、歯面修整対応のCNC歯車研削盤の開発を産・学・官の共同研究として3年計画で実施している。担当したテーマは、歯面修整はずば歯車の三次元測定機による測定であるが、今年度は予備的な実験として三次元測定機により標準平歯車の測定を行ったので報告する。

2. 測定方法

測定に使用した三次元測定機LEITZ PMM 866P型の主な仕様・性能を表1に示す。測定歯車は、圧力角20度のインポリュート歯形標準平歯車で、歯形面等の主要部は研削加工を施したJIS規格1級相当品である。測定する歯車を測定機のステージ上に定置し、

測定機付属のQUINDOSの汎用測定プログラムGeopakを使用して、シングル・フランク・プロービング方式に基づき自動測定を行った。また、測定値の評価は付属のプログラムGear-Chart/Clにより行った。

表1 三次元測定機の主な仕様・性能

項目	仕様・性能
測定範囲	X=800mm, Y=600mm, Z=600mm
移動速度	0.5 μ m/s~50mm/s
駆動方式	タコジェネレータ制御, DCモータ駆動
測定システム	ガラス位相グリッドスケール
分解能	0.025 μ m
測定力	0.01~0.5N
測定精度	E = (0.7 + L / 450) μ m R = 0.6 μ m

測定は歯車単体の精度評価として一般的に使用されている歯形、歯筋、ピッチを対象とした。歯形は任意の歯を基点として約90度間隔に4枚の歯を選定し、左右両歯面の歯幅の中央付近で測定した。歯筋は歯形測定で対象とした歯面を使用して、歯たけの中央付近を回転軸と同心円筒上で測定した。ピッチは歯幅及び歯たけの中央付近で、回転軸と同心円上の各歯の左右歯形面を測定した。その他の測定方法

についてはJIS規格^{1)~2)}を参考とし、測定機の許容内で設定した。また、各項目の測定には直径1.5mmのプロープを使用した。

3. 測定結果及び考察

測定例として、モジュール3、歯数30、ピッチ円直径90mm、歯幅30mmの標準平歯車の歯形誤差の測定結

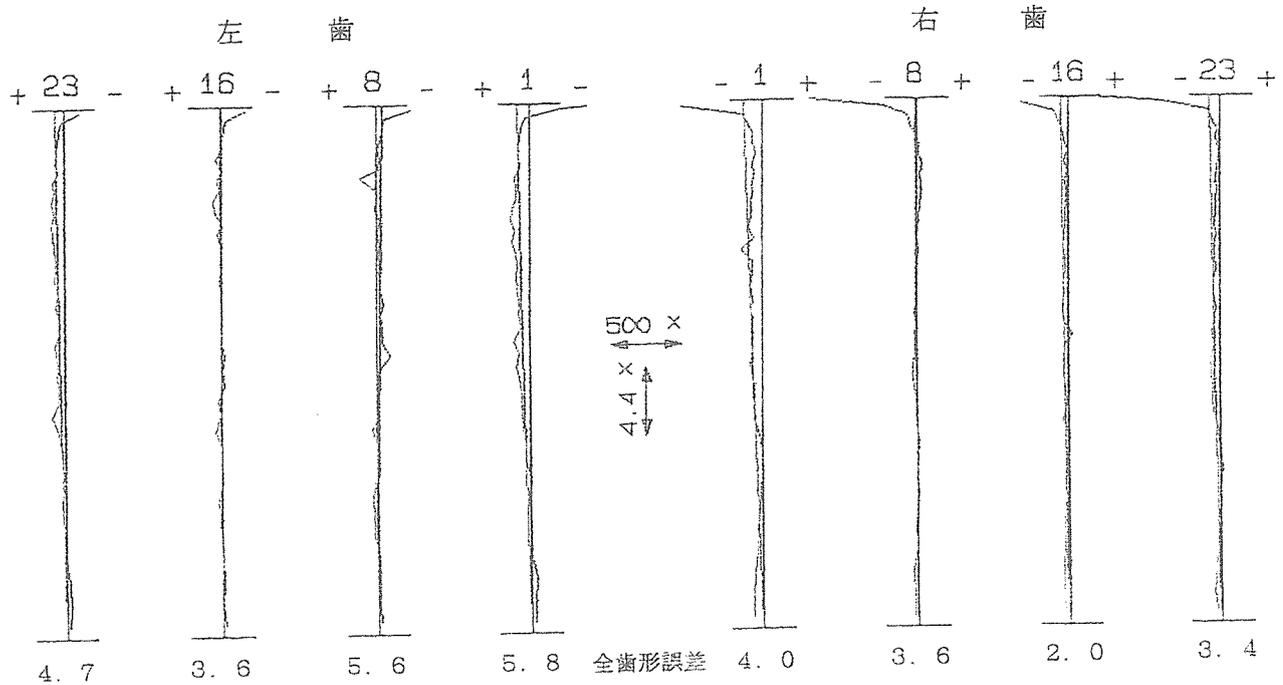


図1 歯形誤差の測定結果例

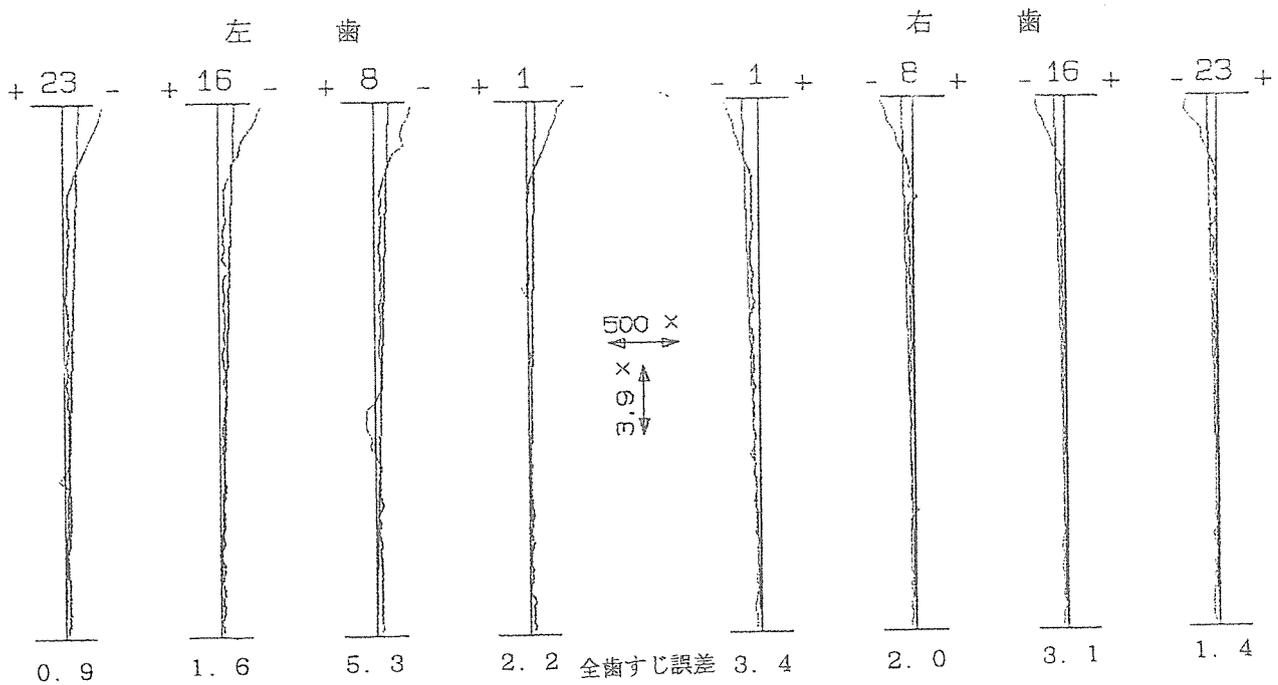


図2 歯すじ誤差の測定結果例

左 歯 (測定精度: $1.3 \mu\text{m}$)



右 歯 (測定精度: $4.3 \mu\text{m}$)

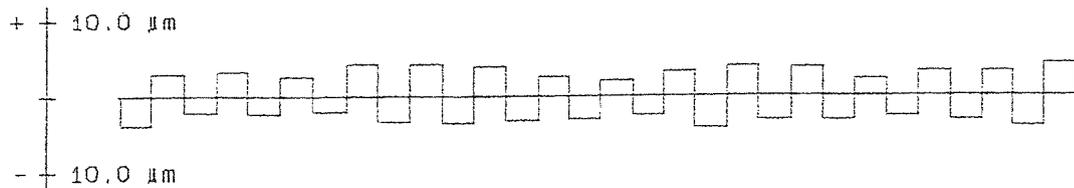
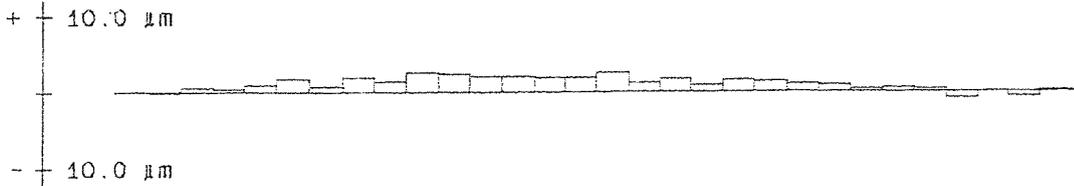


図3 単一ピッチ誤差の測定例

左 歯 (測定精度: $1.7 \mu\text{m}$)



右 歯 (測定精度: $5.7 \mu\text{m}$)

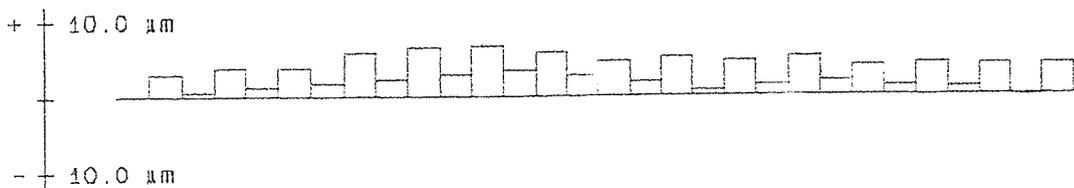


図4 累積ピッチ誤差の測定例

果を図1に、歯すじ誤差の測定結果を図2に、単一ピッチ誤差の測定結果を図3に、累積ピッチ誤差の測定結果を図4に示す。各評価項目の測定結果をJIS規格の誤差の許容値²⁾と比較すると、歯形誤差の測定値は左右両歯面の全てで許容値を越えている。歯すじ誤差の測定値は左右共に2歯面が許容値内であるが、歯すじ曲線が歯幅上端部で大きく傾斜している。単一ピッチ誤差の測定値は、左歯面は許容値内であるが、右歯面は1歯面毎に±方向に大きな誤差となっている。また、累積ピッチ誤差の測定値においても単一ピッチ誤差の影響により、左右の歯面で異なった傾向を示している。

4. おわりに

本実験では三次元測定機による標準平歯車の測定

・評価を試みた。測定値の信頼性の評価には至っていないが、評価が可能であると判断できた。今回の測定に使用した三次元測定機では本報告で示した評価項目以外に歯形形状誤差、歯形勾配誤差、歯すじ傾斜誤差、隣接ピッチ誤差、歯厚誤差、噛み合い誤差等の測定・評価も可能である。今後は、本実験で平歯車、はすば歯車及び修整歯車について、従来から歯車の評価に使用されている歯車試験機による測定値との比較、マスター歯車の測定等を実施し、より信頼性の高い測定法を確立したい。

参考文献

- 1) JIS B 1752 平歯車及びはすば歯車の測定方法
- 2) JIS B 1702-1 歯車の歯面に関する誤差の定義及び許容値