

に、フリクションドライブの方がずっとローコストで済みます。アマチュアが自作するのに安くて高精度な駆動方法です。

(3) 問題は、恒星時追尾のレートがギヤと違って計算値と微妙に変わることです。望遠鏡のアンバランスにより、フリクション部で微妙なズレが生じていると考えられます。その程度は10分間に数°です。できるだけ正確に望遠鏡のバランスを合わせた上で、追尾用のクロックを合わせ込む必要があります。もっとも、20cm望遠鏡の目的である光電測光には十分な精度ですし、CCD撮像や写真撮影の場合は恒星時追尾が完全でも、大気差のため必ずガイドが必要になりますから、実用上はあまり問題になりません。

(4) さらに、これは気持ちの問題ですが、フリクションディスクのリムは、焼入れがしてあるだけで塗装ができず錆びやすいのが困ります。実際には、少し錆びたからといって性能に影響はありません。かえって摩擦係数が大きくなりよいことかもしれません。

最後に、ウォーム駆動とフリクション駆動の比較を表にまとめてみました。

このフリクションドライブ赤道儀は、1991年の夏に製作しましたが、その後筆者の私的時間のほとんどを美星天文台建設と整備に充てることになったため、念願の自動化ロボット化が遅れています。この記事が望遠鏡を自作する人の参考になれば幸いです。

この赤道儀を手掛けてくださった焼津市の法月技研社長、法月惣次郎さんが3月12日に御亡くなりになりました。戦後、何度か倒産しながらも、たくさんの電波望遠鏡や天体望遠鏡を特徴のある技術で天文界に安く提供し続けた法月さんの御冥福をお祈りし、謹んでこの記事を法月さんに捧げます。

コラム2

美星天文台101cm望遠鏡の場合

この20cm用赤道儀は、美星天文台の101cm望遠鏡の駆動方法にフリクションドライブを採用するためのテスト機（シミュレーター）の役割も果たしました。そして好結果が得られたので、101cm望遠鏡でもフリクションドライブを採用しました。しかし、いくつか異なる特徴を持っています。その違いとその問題点を述べてみましょう。

20cm用赤道儀との主な違い

(1) 赤経赤緯とも剛体のディスクではなく、回転方向以外は柔構造を持たせたフリクションドラムを採用し、ローラーとアイドラでドラムを挟み摩擦を発生させ駆動しました。

(2) 赤経駆動は、恒星時追尾をシンクロナスマーターで行ない、微動から速回しまではACサーボモーターで担当し、それらをハーモニックドライブを利用した差動装置で合成し、それをウォームホイールで減速し、そして最終減速段としてフリクションドライブにより極軸に伝達しました。

(3) 赤緯駆動は、ダイレクトサーボモーターでフリクションローラーを駆動した完全ギヤレスドライブです。ダイレクトサーボモーターには、制御特性がよくモーター単体で1°角の制御ができる横河プレジジョンのダイナサーブを採用しました。完全ゼロバックラッシュを実現しました。

(4) 赤経赤緯共にエンコーダとして、回転軸直結型の高精度アブソリュートエンコーダを採用しました。ドイツ・ハイデンハイン社製の19ビット（=2.4°角読み）のもので、歳差と大気差を補正するだけで、目的の天体が短時間内に、12mのカセグレン焦点に置いたST-6の小さな視野（2°角×3°角）の中に楽に入ってきます。テレスコープアナリシスを行なえば、ポインティング精度はさらに向上するでしょう。

101cm用赤道儀の問題点

(1) 柔構造とサーボモーター（ACサーボ、ダイレクトサーボ共に）の組合せは、使用すべきではありません。柔構造フリクションドラムの振動特性がサーボ系に外乱として加わり、速回し時に共振がおこります。もっとも恒星時追尾や停止・ガイド時には振動は発生しないので、実用上は問題ありませんが、気持ちの良いものではありません。やはり、剛体のフリクションディスクを使用すべきです。

(2) 赤経の中間減速段に使用したウォーム・ホイールの精度が悪く、フリクションドライブの最終減速段を通した後も、1分間周期で最大2°角程度のピリオディック誤差が残っています。ウォーム・ホイール単体では1°角近いエラーがあるということになります。中間減速段に使用する場合でも、ウォーム・ホイールの精度はできるだけ良い物を使用すべきです。サイズの異なる最終段に使用する場合よりずっと小さい物ですむので、全体のコストにほとんど影響を与えないはずで。

ウォーム駆動とフリクション駆動の比較

項目	ウォーム駆動	フリクション駆動
ピリオディックモーション	数°角から10数°角	なし
バックラッシュ	原理的に必要（ホイール直径30cmで隙間0.02mmが2°角に相当）	なし
速回し特性	あまり得意ではない	良好
減速比	大きくとれる 整数比しか選べない 計算値どうり実現できる	小さい（1/10から1/20） 任意の比を選べる 計算値より微妙に異なる
トルク伝達力	良好	静止摩擦の範囲内
高精度加工	困難	容易
特殊加工	焼入れ研磨・ラッピング処理	焼入れ研磨
製作コスト	大	小
望遠鏡のアンバランスに	強い	弱い
人・物の衝突の影響	歯面を傷める	滑りで逃げる
強風の影響	バックラッシュ分はゆれる	ゆれない
放置時の問題	なし	材料が柔らかいとへこむ恐れあり