進化を続ける

ラック&ピニオンでもノンバックラッシ化

3 TCGシステム

直線駆動に多用されるラック&ピニオン（図3）においても、基準歯と呼ばれる直線で構成された歯列とインボリュート曲線の歯車（ピニオン）のかみ合わせであるために、バックラッシを消し去ることは困難である。そこで、ラック&ピニオン機構にも前述のトロコイド歯列と自転するピンまたはローラ歯車のピニオンをかみ合わせてバックラッシを除去しようと、弊社で開発したものがトロコイドカムギヤ（TCG）システムである。

図1に示したサイクロイド曲線を、インボリュート歯車修正で行う転移法を用いてペリトロコイド曲線とし、歯先や歯底に独自の修正を施したものである。高周波焼入れを施し、特殊な工具で歯面を仕上げる。図4は製品化されたトロコイドラックとピニオンであり、図5はトロコイドリング（円形ギア）および大径ギアを組み上げるための扇形セクションギアである。これらトロコイド歯車の加工は、インボリュート歯車加工と異なり、ホブ加工やスロッタ加工ではなくマシニングセンター（MC）を用いたプログラム加工で行う。従って、仮に地球ほどの直径のギアでも分割式として製造が可能であることは優れた特徴である。

ピニオンは、糸巻き状の本体の両つばにニードルベアリングを打ち込み、焼き入れ研磨したローラを挿入して自転するよう構成されている。

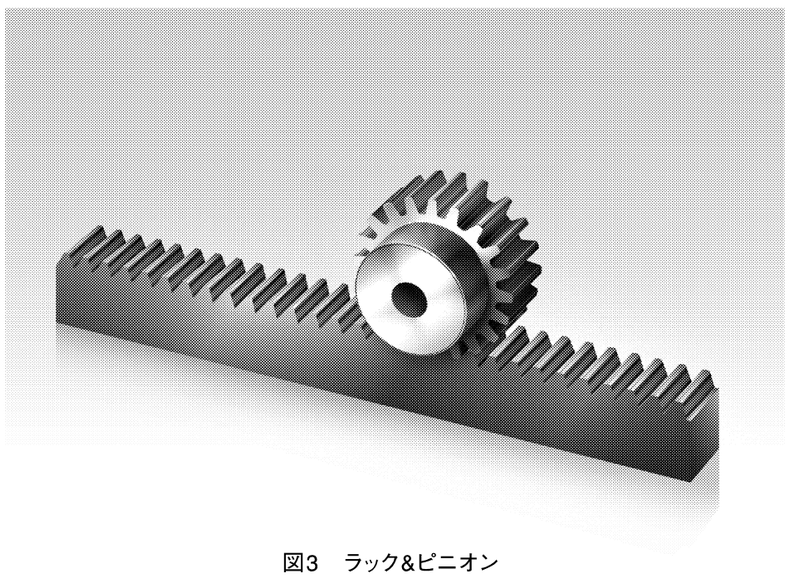

図3　ラック&ピニオン

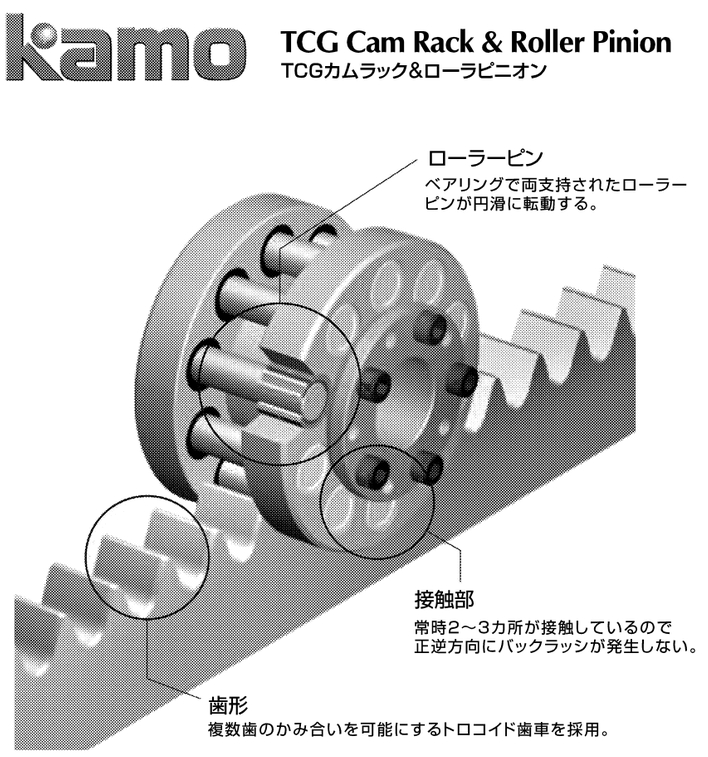

図4　製品化されたトロコイドラックとピニオン

歯数を増加させかみ合い率も向上

4 小型でもトルク伝達は大

前述の差動歯式減速機に用いられる外転あるいは内転トロコイド歯車とかみ合うローラ列は、全歯が同時にかみ合う。歯の嵌合・離脱は発生しない。つまり、かみ合い率は100％である。動力伝達に寄与する圧力角をなす歯は、その中の数十％だが、インボリュート歯に比較すれば驚異的な数字である。このために小型でも大きなトルクが伝達できるのである。

図4、5に示すようなかみ合いでも、かみ合う歯は常時2歯以上である。歯数を増加させればかみ合い率も増加する。転がり接触で2歯がかみ合うということは、正逆の運動方向を拘束することであり、つまりバックラッシを消すことである。これがトロコイド歯車の大きな特徴である。

しかし歯数を一つでも増減させると、たちまち歯型が変化するので、モジュールで整合されるインボリュート歯車のような互換性は皆無であることが最大の欠点である。

5 おわりに

歯車からバックラッシを消し去ることは、単にガタつきを除去するにとどまらない。位置決め精度や送り精度の向上、騒音や振動の軽減、磨耗やパーティクルの低減、高速化、長寿命化など、動力伝達系で発生する多くの問題を解決し機械装置の性能を格段に向上させる重要な課題なのである。

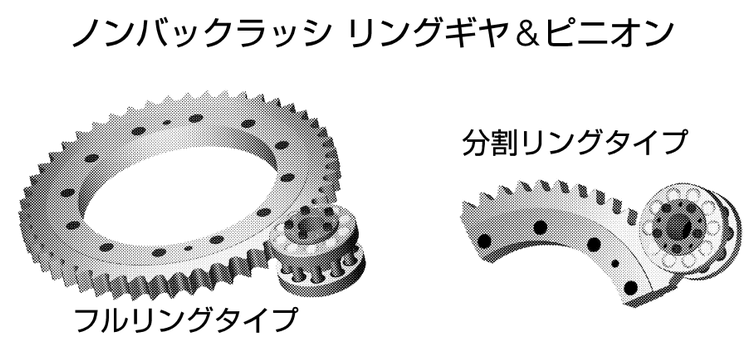

図5　トロコイドリングとセクションギア

NAGATA の研磨製品
素材から超精密加工まで、一貫生産
— 産業機械及び自動車等の精密歯車の製造 —
永田鉄工株式会社
NAGATA TEKKO CO.,LTD
〒441-0101　愛知県豊川市宿町野川1番地の12
TEL（0533）72−2131㈹　FAX（0533）78−3616
http://www.nagatatekko.co.jp/

充実した設備と技術でお応えします
歯面研削歯車
ライスハウァー　RZ360　1台
ライスハウァー　RZ400（530）　4台
ライスハウァー　RZ362A　4台
ライスハウァー　RZ820　1台
ライスハウァー　RZ701　1台
ライスハウァー　RZ300E他　16台
三和精機　NZA-7軸CNC　9台
ラック
ラック研削盤　3台
ラック歯切盤　2台
極小歯面研削歯車
モジュール0.25の研削でさえナガタの技術は可能にします。
自社製小型歯車研削盤　7台
ネジ・ウォーム
ネジ研削盤 7台

確かな目で時代を見据え、先進技術でお応えします。
シーザースギア　ゼロールベベルギア
M2 T44
歯研仕上（浸炭焼入）
M1 T10
インボリュートスプライン
M1 T27
切削仕上（イオンチッカ焼入）
特　長
●熱処理（浸炭焼入）後の歯の「ホブ切削仕上げ加工」による高精度歯車の製作。
●（ゼロール、スパイラル）ベベルギア、コニカルギア（テーパギア）、シザースギア等の特殊歯車製作。
●熱処理後の歪量が少なく、後加工を必要としない製品に最適なイオン窒化炉を設備。また、イオン窒化は処理時にCO_2を排出しない、地球環境に優れた熱処理技術です。
●熱処理（浸炭焼入）後の内外径仕上加工に「ハードターニング（旋削）」を採用。研削加工に比べて、加工時間が短くコストダウンに貢献します。
いつもベストの技術を
MIYAMOTO ENGINEERING CORPORATION
ミヤモトエンジニアリング 株式会社
兵庫県三木市別所町巳31番地（三木工場公園内）TEL.0794-82-0202（代表）FAX.0794-83-5599
URL.http://www.gear-mec.co.jp Mail.mec@gear-mec.co.jp

超高精度歯車のパイオニア!!
付加価値の創造をカタチにします
社会に感謝 技術で奉仕。
E-mail staff@gifu-gear.co.jp
URL http://www.gifu-gear.co.jp
登録商標
岐阜ギヤー工業株式会社
〒500−8367　岐阜市宇佐南2丁目2番2号
☎〈058〉274−5381　ファクシミリ〈058〉274−3191

放電加工用 電極電鋳マスター
冷間鍛造・樹脂成形の金型製作用
JISO級　最高級の精度に対応します
材料の収縮　収縮に対応します
歯先の面取り　R面C面をつけることができます
歯元R形状　金型の寿命にも大きく貢献
超短納期　1～2週間で供給できます
超高精度歯研歯車 マスターギヤ
歯車精度 M00級
M0.2　M0.15
微小モジュール（M0.15）より加工可能
スパー及びヘリカル　特殊仕様も製作
Takizawa Precision Gear
滝沢歯車株式会社
http:www.takizawa-gear.com
〒578-0984　大阪府東大阪市菱江6-8-14
TEL.072-961-2057　FAX.072-961-2059

確かな技術と豊富な設備で、全ての歯車形状に対応!
ハートで動く精密歯車
硬鋼材のマスターギヤー製作〈高精度M00級〉
外径820φまでの歯研磨ギヤーをモジュール0.2～8まで
（※歯切加工、加工最大モジュールM36まで、実績あり）
こだわりの歯車測定機、全品検査納品
クリンゲルンベルグ社製(P40)型
三次元測定・ナライ測定を実現
クリンゲルンベルグ社製(PNC130VA)
最大径1,300mmインターナルギヤー(要相談)
ユーザーのベストパートナー
カツミ工作所
●お気軽にご相談下さい
石切工場　〒579-8014　大阪府東大阪市中石切町5-5-22　TEL072-943-1616　FAX072-943-1166
本社事務所　〒578-0982　大阪府東大阪市吉田本町1-13-35　TEL072-961-0072(代表)　FAX072-963-4592
http://homepage3.nifty.com/KatsumiKousakusho　E-mail:katsumikousakusho@nifty.com

ISO9001:2000／JIS Q9001:2000
☆産業界のあらゆるニーズにお応えしています。
技術と信用を大切にします
歯車の向洋
●ラック研削　●スプラインシャフト研削
●ウォームネジ研削　●各種歯車・歯研ギヤー
当社は凡て受注生産です。
KOYO
株式会社 向洋工業所
本社・工場　〒486-0808　愛知県春日井市田楽町北植田985
TEL〈0568〉32−2668（代表）ファックス〈0568〉32−2122
http://www.koyo-gear.co.jp

営業品目　小型高精度歯車製作（JIS.AGMA.DIN）
歯車機構設計並びに製作
精密機械部品製作並びに組立
MAEDA PRECISION KOBE
株式会社 前田精密製作所
本　社　〒650-0017　神戸市中央区楠町2-1-7　☎078(351)2424㈹
営業部　〒655-0872　神戸市垂水区塩屋町9-26-17　☎078(751)6455㈹
FAX078(752)1051
工　場　塩屋・安富

Gear Design Program
◆カタログご請求下さい
Spiral bevel gear　Worm gear　3K-不思議遊星　遊星歯車　Face gear　Hypoid gear　Non-circular gear
CT-FEM System　Taper gear　成形砥石(3歯)　ヒンドレーウォーム　Pin gear　正弦歯形　鼓形ウォーム　内歯ねじ歯車
New!（詳しくは www.amtecinc.co.jp をご覧ください）
[42] involuteΣiii (Spur and Helical)　：3D歯面修整，歯当たり機能，等々
[43] involuteASM (Spur and Helical)：非対称歯形歯車，3D歯面修整，歯当たり機能，等々
[44] CT-FEM-OPERA：応力分布，摩擦係数，フラッシュ温度，効率，最適歯面修整，等々
[45] CT-FEM-ASM：非対称歯形歯車(応力分布，摩擦係数，フラッシュ温度，等々
非対称歯形歯車図と3Dプリンタで製造した歯車
AMTEC Amalgamation Technology
アムテック有限会社　〒552-0007 大阪市港区弁天1丁目2番1号　ベイタワー2510
TEL 06-6577-1552　FAX 06-6577-1554　www.amtecinc.co.jp　E-mail: info@amtecinc.co.jp
(社)日本機械学会（社)日本歯車工業会（社)精密工学会／成形プラスチック歯車研究専門委員会