

# 無段階一方向回転クラッチの開発 —ラチェットレスボックスレンチの製作—

広島職業能力開発促進センター 岡田 渉\*・野村 靖

## Production of the Ratchetless Box-wrench

Wataru OKADA, Yasusi NOMURA

**要約** 適度な緩衝効果を保有しつつ、無段階で確実に回転力を伝達出来る無段階一方向クラッチを開発した。

介挿スプリングによって回転方向位相差を与えるように付勢された片方が軸固着された1対の同軸遊動偏心カム作用面に同時に内接する環状カムフォロアと、この環状カムフォロア軸と無関係に独立して停止もしくは回転するようにカム軸に枢着されたところの、カムフォロアによってラジアル方向に駆動されるロッドガイドを備える無段階一方向クラッチを開発した。

### I はじめに

従来より使われている一方向回転クラッチは図1に示す①のピッチを有するラチェットタイプと②の摩擦係止タイプに大別される。

①においては負荷回転運動方向に抗して逆方向から係止力がかかるので強力な係止トルクが得られるが、ピッチ構造ゆえ無段階に係止できない欠点を有する。

②においては無段階に係止できるが、係止力は負荷回転運動方向に対して垂直方向にかかるので係止力が弱く、摩擦部が線当たりで磨耗を引き起こすという欠点を有する。

以上のように従来方式には、一長一短がある。そこで筆者らは、1)係止力が大きく、2)無段階に係止でき、しかも3)正転、逆転が容易に変換できる回転クラッチを開発した。

### II 開発過程

#### 1. 基本思考

図2に一方向クラッチ機構の原理を示す。Aにおいてはストップ機能がないので移動箱は両方向に摺動板に沿って摺動する。この場合、2枚の直動カムは位相が一致し重なって1枚の働きをする。従って遊動駒は移動箱内で遊動している。すなわち、直動カム（斜溝及び、くさび状勾配板）からカムフォロア（遊動駒）へと力は伝達し、カムフォロアを移動箱の動きに従って遊動させ続ける。B（位相のずれた状態）においては移動箱は手前方向にはバネ付勢に拘わらず移動できるが、前方方向には斜溝に従動したカムフォロアがくさ

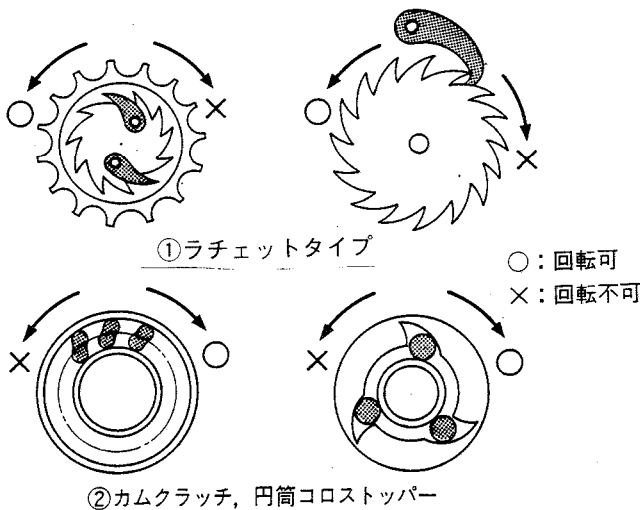


図1 従来型一方向クラッチ

び状勾配板を挟み込むから移動できない。この場合勾配角はウォームのセルフストップ( $\alpha = 5^\circ$ )やネジ同様に考え、潤滑と材質にもよるが挟んだときに滑り出さない

角度が要求される。すなわち、直動カムからカムフォ

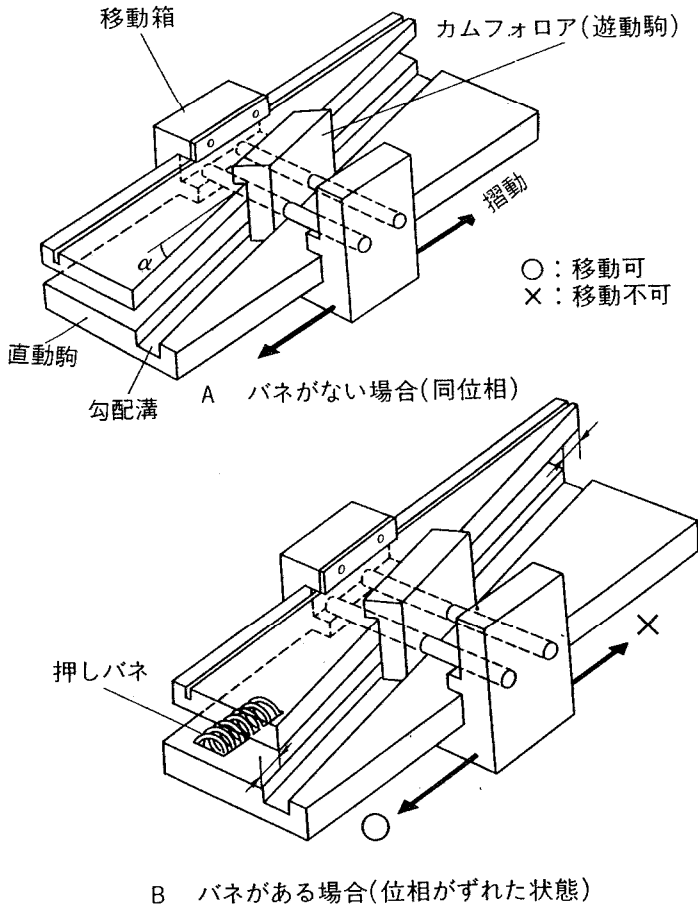


図2 直動一方向直動クラッチ

ロアへと力は伝達するが、カムフォロアから直動カムへと働く力はくさび状勾配板を握りつぶす働きとなり、係止がおきる。すなわち、ストロークの長い直動運動(移動箱の摺動)をストロークの短い直角方向の直動運動(遊動駒の直動)に変換し面圧で受けてカムフロアを止めることができる。

## 2. 直動機構を円板上に

実際に採用したラチェット機構は図5に示しているが、そこまで到達した過程について以下に述べることにする。

図3は前項で述べた一方向直動クラッチ機構を円板上にカム溝として移したものであり、直動カムをハートカム、移動箱を腕、遊動駒を2又カムフォロアに見

立てれば係止の機構は一方向直動クラッチとほとんど同じ一方向回転クラッチ機構となる。Aにおいてはカムフォアの腕は両方向に回転する。Bにおいては一方方向には回転するが、反対方向には係止する。しかし、この機構はハートカムの最高、最低変位点では係止できずカムフォアがカム曲線の曲率変化により線当たりとなる欠点を持っている。

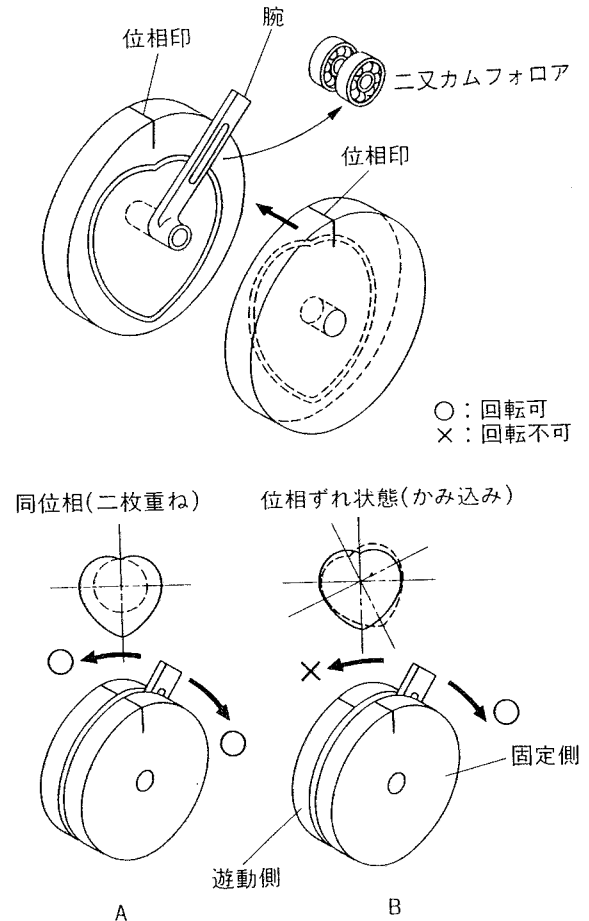


図3 一方向回転クラッチ機構

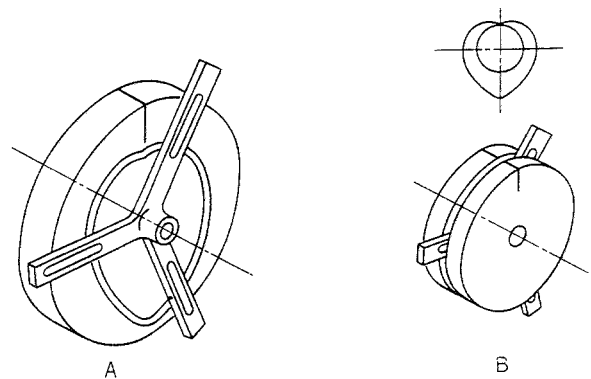


図4 改良型一方向回転クラッチ機構

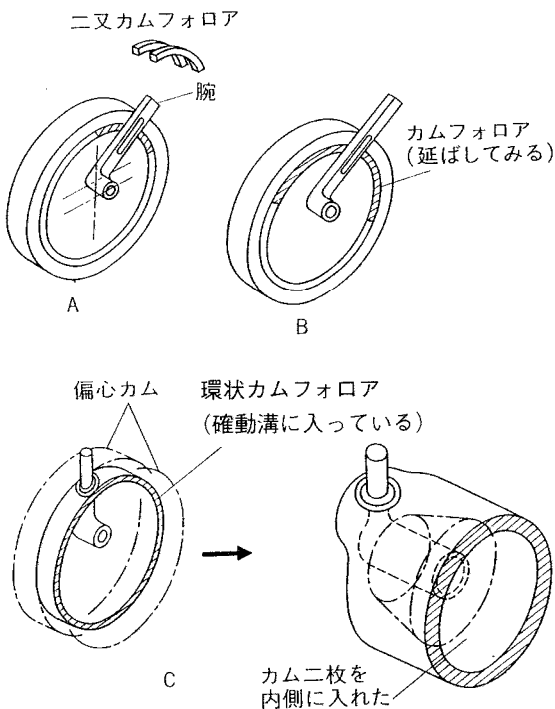


図5 偏心カムとテーパを利用した機構

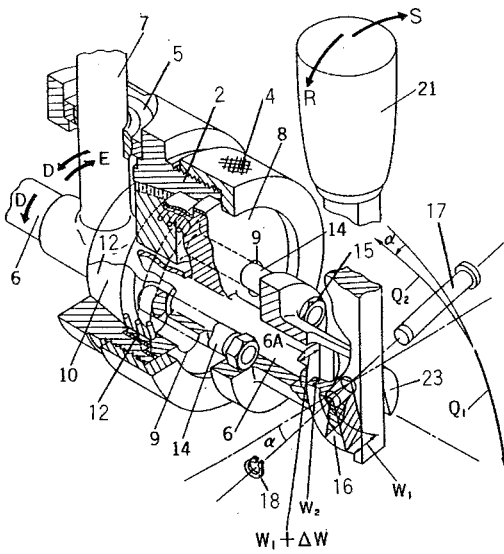
### 3. 腕の増設

そこで、前述の欠点をなくすため図4に示すよう腕をもう一本増設した。これはピストンの上、下死点を補う多気筒エンジンの原理にもとづくものであるが、機構の複雑化と線当たりに対する解決はなされなかった。

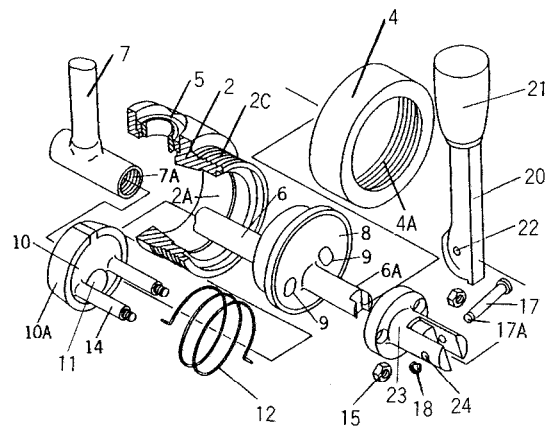
### 4. 偏心カムと、テーパの利用による新機構

前項までの、ハートカムを利用した機構から偏心カムとテーパの利用を検討したものを図5に示す。

図中Aの様にすることで死点を無くすることができた。またBは円周上は曲率が同じことからAのカムフォロアを延ばしたものである。さらにCの様な機構にすると確動溝が不要となり、テーパを用いることで軸と円筒の密着度を上げることができた。この環状カムフォロアにより、死点、面当たりの問題を解決できた。



A 一部断面斜視図



B 分解斜視図

図6 実施例

- 1 無段階一方向クラッチ
- 2 環状カムフォロア
- 2 A 環状カムフォロアの作用面
- 2 B 環状カムフォロアの作用面
- 2 C 雄ネジ
- 4 カム蓋
- 4 A 雌ネジ
- 5 球面軸受
- 6 カム軸
- 6 A カムキャッチ溝
- 7 ロッド
- 7 A ロッド枢着孔
- 8 カム
- 9 長孔
- 10 遊動テーパカム

- 10 A カムライニング (遊動テーパカム作用面)
- 11 軸孔
- 12 コイルスプリング
- 14 スタッドボルト
- 15 ナット
- 16 クレセント兼用カム
- 17 ピン
- 17 A ピン溝
- 18 リングピン
- 20 操作レバー
- 21 レバー把持
- 22 孔
- 23 レバーステイ
- 24 孔

### III 無段階一方向クラッチ機構

以下に実施例を用いて本機構を説明する。

図6に本機構の実施例を示す。

図6において、カム8はカム軸6に固着されており、カム軸6の右端部にはカムキャッチ溝6Aが穿設されている。カム軸6の左端部はロッド枢着孔7Aに嵌挿されている。カム8には両面に通じる1対の長孔9、9が穿設されており、テーパカム右面より生えた1対のスタッドボルト14、14が長孔9、9に挿通されている。スタッドボルト14、14の右端部には、レバースティ23のフランジ部がナット15、15によって固着されている。

図6のA、Bにおいてクレセント兼用カム16は、軸17の軸心からラジアル方向作用面までの距離が $R_1 - R_2 = \Delta R$ だけ変化している。すなわち、 $R_1 \sin \theta - R_2 \sin \theta = \Delta R \sin \theta$ だけ水平距離差が生じるように作られており、また同時にカム16作用面の中1は、最大が $W_1 + \Delta W$ （キャッチ溝巾）よりも僅かに狭い $W_1$ であり、最小巾 $W_2$ である。本実施例ではカム16は、両刃クレセントカム的一种である。すなわちレバーを $Q_2$ 位置から $Q_1$ 位置に移動するに従って、クレセント兼用カム16の巾が $W_2$ から $W_1$ に拡大している。

従ってレバーが $Q_1$ 位置にあるときクレセント兼用カム16の作用面はキャッチ溝6Aの巾一杯に係合し、軸6はレバースティ23及び対のスタッドボルト14、14を介して遊動テーパカム10と固着状態となり、同期回転するが、遊動テーパカム10は軸方向（相対的に右方向すなわち離間方向）に移動してその作用面10Aと環状カムフォロア2の作用面2Aとは離間してトルクは伝わらない。

一方レバーを $90^\circ$ 回転させて $Q_2$ 位置に移動させるとクレセント兼用カム16の巾は狭くなって $W_2$ となり、この $W_2$ はキャッチ溝6Aの巾 $W_1 + \Delta W$ に対して小さいのでキャッチ溝内で小傾角 $\alpha$ だけ移動が許されるようになる。すなわち回転方向にガタが生じる。一方軸17の軸心からの作用面の距離は減少されるので遊動テーパカム10はスタッドボルト14、14を介して挿入され、軸方向左に移動する。

従って遊動テーパカム10の作用面10Aは環状カムフォロア2の作用面2Aに押し付けられ、トルクが伝達される。

この時スプリング12は軸6をレバー20の方向か

ら見て反時計方向に遊動テーパカム10を回動付勢しているため、レバー20を更に反時計方向に回動すれば遊動テーパカム10と環状カムフォロア2は更に強力に接合される。

カム軸に固着されたカム8と遊動テーパカム10の間には軸方向に互に離間する方向と互に回転方向位相差を与えるねじり方向（図6のA上のカム10は矢印Rの方向）にねじり付勢されている。

つまり図6のAの状態ではカム8とカム10は夫々カムライニング8Aおよびカムライニング10Aを介して環状カムフォロア2の作用面2B、2Aに係合しているためロッド7にかかる矢印D方向のトルクはカムシャフト6に伝達される。ロッド7を反対のE方向に回すと一旦係合が解かれるが、更に回動すると再び逆方向に係合するから、長孔9、9とスタッドボルト14、14に位置関係を工夫する事、すなわち逆回転の場合、中立点で長孔9、9の片端でスタッドボルト14、14を当接停止せしめる事によって一方向クラッチとしての作用を確保させる事が出来る。

この作用を更に詳述すると次のとおりとなる。すなわちカム軸6の回転力はカム8を経て環状カムフォロア2のラジアル方向の直線運動に変更され、このラジアル方向直線運動を遊動テーパカム10によって制限する事により、環状カムフォロア2と遊動テーパカム10の間に面圧が生じ、カム軸6の回転力がロッド7に伝えられる。逆にロッド7よりカム軸6に回転力を同様にして伝達する事も出来る事になる。

次に操作レバー20を矢印Q1の方向に約 $90^\circ$ 引き倒すとクレセント兼用カム16の働きにより、レバースティ23を図6のBにおいて右方に引き出すと同時に傾動させるから、この軸方向のスラストはスタッド14、14を介してカム10に伝えられ、カム10の作用面であるカムライニング10Aは環状カムフォロア2の作用面2Aから離れて係合を解かれる。

本機構は回転角による制限を受けないので、用途はウインチとかレンチ、釣竿用スピニングリール等のような一般のラチェット使用箇所にとって換わる事が出来る。しかも無段階停止出来るという効果がある。

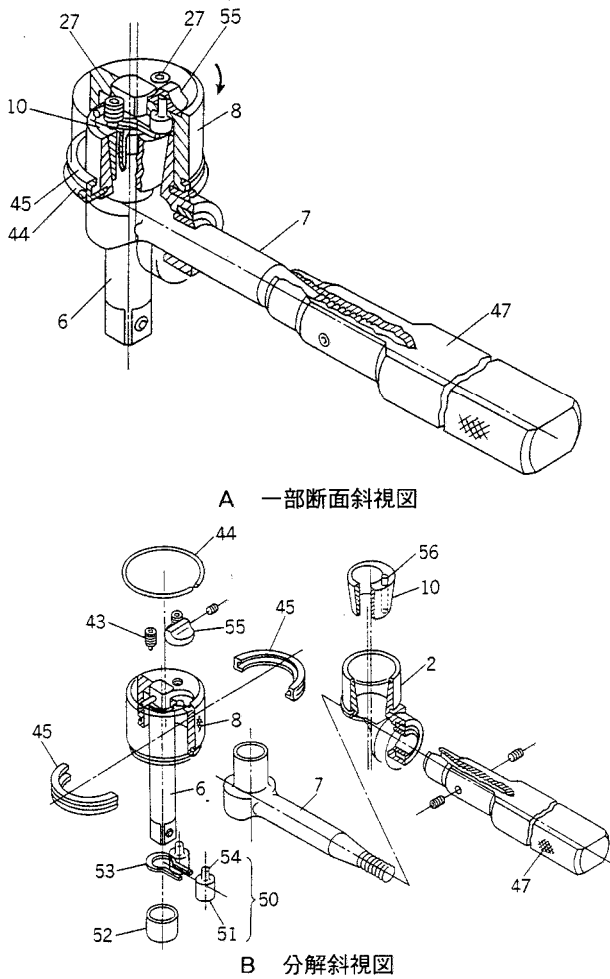
### IV ボックスレンチの製作 (ラチェットレス)

図7に実施例のボックスレンチの一部断面斜視図Aと分解斜視図Bを示す。

主要構成は前掲の図6と同じであり、その応用例で

ある。但し、テーパカム10をカム軸6に沿って付勢するためのスプリングプッシャー27、27を備えている。また接方向を時計方向もしくは反時計方向のいずれかに決めるスイッチ50とそのツマミ55を備えている。スイッチ50については後述する。

本実施例ボックスレンチの要部は図6と基本構成を同じくしている。但し、スイッチのみ異なる。スイッチ50は詳しくは図8、9、10にその分解作用図を示す



- |    |            |     |                 |
|----|------------|-----|-----------------|
| 6  | カム軸        | 50  | スイッチ            |
| 6A | カム軸の上端部    | 52  | スイッチ本体          |
| 7B | ロッドスリーブ    | 53  | スプリング           |
| 8  | カム         | 54  | 突起              |
| 8A | カム作用面      | 55  | スイッチツマミ         |
| 9  | 長孔         | 56  | 突起              |
| 10 | テーパカム      | 56A | 位置A             |
| 14 | スタッドボルト    | 56B | 位置B             |
| 27 | スプリングワッシャー | 58  | 三日月溝            |
| 43 | コイルスプリング   | 85  | ローラベアリングゲージ     |
| 44 | リングスプリング   | 86  | テーパローラ          |
| 45 | 半円弧係止セグメント | 87  | ニードルローラベアリングゲージ |
| 47 | レバー        | 88  | 平ローラ            |

図7 実施例のボックスレンチ

(図8、9、10、11の部品名も兼ねる)

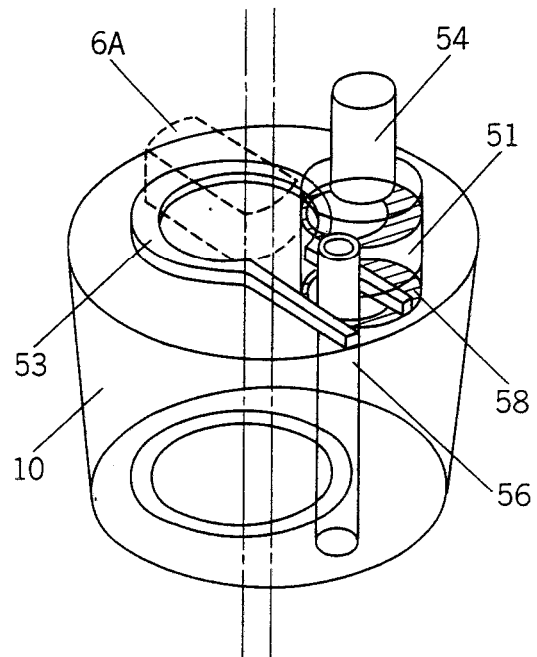


図8 ボックスレンチの要部分解作用図

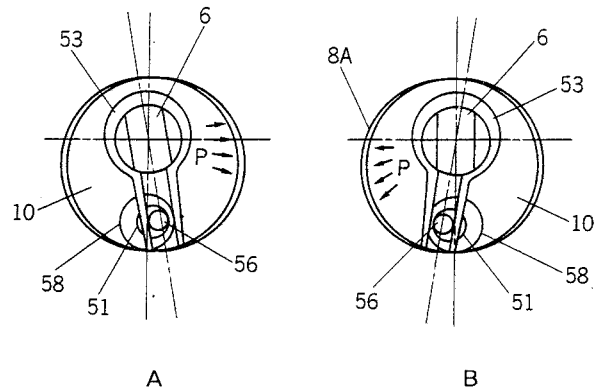


図9 スイッチ要部分解作用図

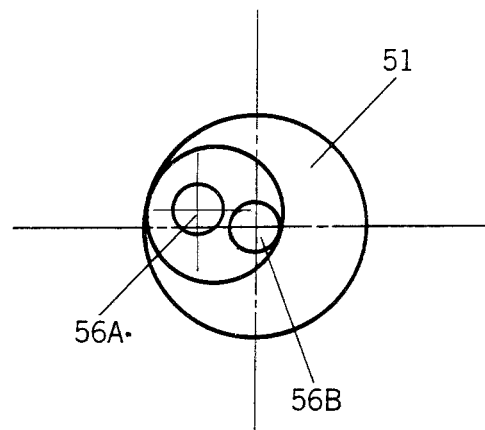


図10 スイッチ要部分解図

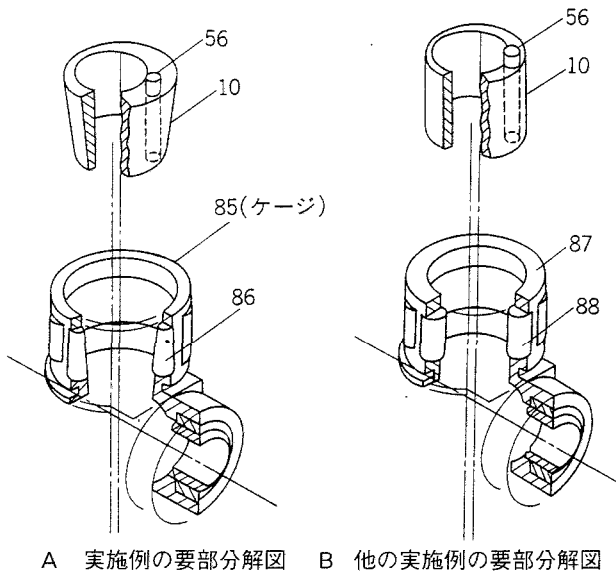


図 11 要部分解図

また図 7 に明らかなように内カム 8 の外径は 2 分割された半円弧係止セグメント 4 5、4 5 が外側の径縮付勢リングスプリング 4 4 によって環状カムフォロアとの間に介挿嵌着されている。またリング 5 2 はロッドスリーブ 7 B の延長部であるが、組立を容易にするために分割されているだけである。

図 7 において、カム 8 にはその上面に突出したつまみ 5 5 で操作可能なスイッチ 5 0 が内蔵されている。このスイッチ 5 0 はカム 8 とカム 1 0 の間で上面から見てレバー 4 7 の時計廻り方向もしくは反時計方向のいずれの回動力を軸 6 に伝えるかを二者択一的に（係合方向を）決める役割をするスイッチである。図 8 にその分解作用図を示す。スプリング 5 3 は撓み部径大ピンセット型のスプリングであって軸 6 の上端部 6 A の根本の径方向溝、5 8 の一部に嵌入している。スプリング 5 3 の片方の腕は柱状のスイッチ本体 5 1 の平面図上直弦三日月溝 5 8 に嵌入しており、一方の腕はスイッチ本体 5 1 の外径に接当して腕同志が隙間を縮める方向に付勢されている。図 9 は、図 8 の平面図である。図 1 0 の A は突起 5 4 を外装するつまみ 5 5 を精一杯反時計方向に捻った状態であり、図 9 の B は逆につまみ 5 5 を精一杯時計方向に捻った状態である。従って図 1 0 の A の場合テーパカム 1 0 の作用面 1 0 の A は環状カムフォロア 2 を介してカム 8 の作用面 8 A に係合し矢印の圧力 P で押しつけられる。すなわちレバー 4 7 すなわちロッド 7 を反時計廻りに廻すトルクが軸 6 に伝達される。また一方図 9 の B の場合は逆にロッド 7 を時計廻りに廻すトルクが軸 6 に伝達される。即ちつまみ 5 5 はトルク伝達の方法を二者択

一的に決めることが出来る。

しかし、実用上、正転（時計方向）を F、逆転中立を RN、正転中立を FN、逆転（反時計方向）を R とするとき、① F-RN、② FN-R、の内① F-RN、もしくは② FN-R のいずれかを選択的に可能とすることがラチェットボックスレンチとして必要となるから、前述の長孔 9、9 とスタッドボルト 1 4、1 4 の位置関係の一つのような状態をこのスイッチ 5 0 で現出させることにした。

図 1 0 は正転係合 F、逆転中立（フリー）RN の状態を現出するスイッチ本体 5 1 の位置関係である。遊動テーパカム 1 0 の突起 5 6 の位置が 5 6 A の時、正転でロッド 7 とカム 8 とは係合状態であり、突起 5 6 が 5 6 B の位置にある時 RN となる。そしてつまみ 5 5 のコントロールによりこの逆もすなわち R-FN も可能である。

図 1 1 は環状カムフォロア 2 が夫々テーパニードルローラベアリングケージ 8 5 もしくは他の実施例によるテーパのないニードルローラベアリングケージ 8 7 である場合の環状カムフォロア斜視図である。

この場合環状カムフォロア自体がベアリングケージであるから、テーパローラ 8 6 ないし平ローラ 8 8 はベアリングケージの内外面に露出しているため、係合時に外カム 8 の作用面 8 A と遊動カム 1 0 の作用面 1 0 A の間でローラに逆転摩擦が生じて噛み込むようになる。

## V おわりに

筆者らは、従来の形式の一方方向クラッチを改善し、1)係止力が大きく、2)無断階に係止でき、しかも3)正転、逆転が容易に変換できる回転クラッチを開発した。ここまで到達するには 11 項で述べたような過程で進み長い年月がかかった。その応用としてボックスレンチを設計製作した。性能試験の結果、充分実用に供し得ることがわかった。

今後の展望としてジャッキ、クレーン等に適用したいと考えている。しかし、ニュートラルの状態では係止力が無くなり、回転してしまうという欠点を持っている。例えば、物を吊り下ろすような場合には、この機構のままでは不十分である。この点について本機構の利用を更に発展させ考察すると次のようなことが考えられる。

図 1 2 の A は原理図、B は本機構を応用したものである。この機構は運動方向を変換されたショートスト

ロック部を拘束、あるいはショートストローク軌道に沿って、負荷運動方向に誘導してやることで吊り下げ方向での係止または運動を可能としている。また、この機構を付加することで安全ストッパーの機能も果たす。

【参考文献】

(1)特許出願公開番号 特開平7-167167

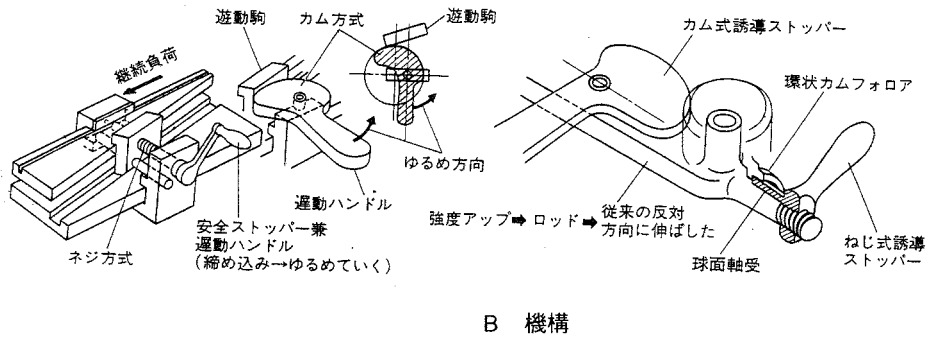
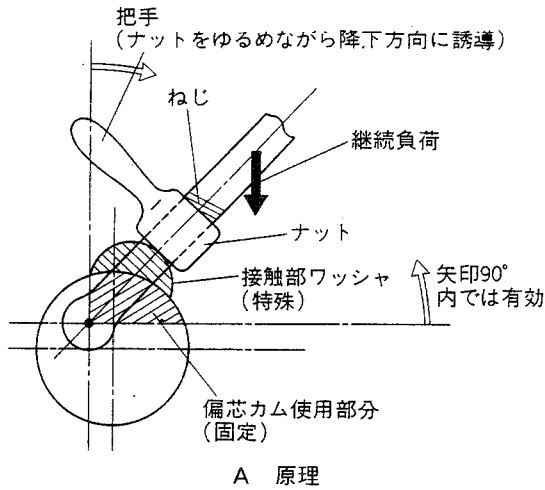


図12 本機構の応用機構