

自動車を構成する機構および要素

(第1報, 歯車の自動車における適用)

高 行 男 ・ 大 坪 浩 市

1 緒 言

自動車は一万数千点の部品から構成されており, 高度な機械技術の集合である¹⁾。自動車を理解するに当たり, それを構成する機構および要素の観点から検討することは重要な基本的事柄である。しかし, そのための基礎となる資料が何故か十分であるとはいえない現状である。

本論では, 以上の観点より, まず自動車の構成要素の重要な一つである歯車の適用状況を体系的に整理して概説する。

2 歯車の自動車要素としての位置

歯車は, 自動車の登場以来, 信頼性が高くコンパクトな動力伝達および変速手段として, 自動車の重要な構成要素としての役割を果たしてきた。歯車の使用のされ方は, 一部にはチェーンやベルトによって取ってかわられたが, ほとんど変化していない。しかし, 歯車自体は種々の改良がなされてきた。自動車用歯車の生産技術は, 音の出ない歯車をいかに安くつくるかということに要約されるようだ²⁾。

表1には, 歯車が自動車の重要な構成要素であることを明らかにするため, 自動車の点検に際して基準となる整備記録表を基にその使用状況を示した。表からわかるように, 歯車は自動車の各部で使用されている。実際の歯車の数をトヨタ車(セリカ2000GT)を一例に取って調査すると, 70程度となる。

3 歯車の自動車における適用例

歯車の自動車における使用のされ方を理解するための基礎資料を作製する。作製に当たっては, 歯車を種類別に整理し, 駆動順序に従って検討することに留意した。表2に, 歯車の自動車における適用例の整理結果を示し, 以下, この内容を概説する。

3・1 平 歯 車

平歯車は歯が軸に平行について平行軸間の伝動を行うものであり, 最も広範囲に用いられる歯

表1 点検整備記録表における歯車の使用状況

部 位		歯車の有無*	部 位		歯車の有無*	
かじ取り装置	ハ ン ド ル		原 動 機	本 体	○	
	ギヤ・ボックス	○		潤 滑 装 置	○	
	ロッド及びアーム類			燃 料 装 置	○	
	パワー・ステアリング装置			冷 却 装 置		
制 動 装 置	ブレーキ・ペダル		ば有害な煙い煙なガス悪臭の発散防止装置	一 酸 化 炭 素 等 装 置		
	ブレーキ・レバー					
	ロッド及びアーム類		熱 害 防 止 装 置			
	ホース及びパイプ					
	オイル・ブレーキ					
	倍 力 装 置					
	ブレーキ・ドラム及びブレーキ・シュー	○				
ブレーキ・ディスク及びパッド						
走行装置	ホ イ ー ル		燈 火 装 置 ・ 警 音 器			
			方 向 指 示 器 ・ 窓 拭 器			○
緩衝装置	シ ャ シ ば ね		洗 浄 液 噴 射 装 置			
	取付部及び連結部		デフロスタ及び施錠装置			
動力伝達装置	クラッチ及びトランスミッション	○	後 写 鏡			○
	プロペラ・シャフト		計 器			○
	デファレンシャル	○	エタゾースト・パイプ及びマフラ			
電気装置	点 火 装 置		高圧ガスを燃料とする燃料装置等			
	始 動 装 置	○	車 枠 及 び 車 体			○
	充 電 装 置		座 席			○
	バ ッ テ リ		そ の 他			
	電 気 配 線					

*歯車の使用されている部位を○印で示してある。

車である。

3・1・1 スタータピニオン

スタータピニオンを図1に示す。それは、エンジンを始動させるため、始動時に図の下方へ飛び出しフライホイールリングギヤとかみ合いクランクシャフトを駆動させる。

3・1・2 フライホイールリングギヤ

フライホイールリングギヤは、クランクシャフト端に取付けられているフライホイールの外周に焼ばめされている歯車であり、図2に示した。それは、スタータピニオンとともにエンジンを始動させる。

3・1・3 クランクシャフトタイミングギヤ

表2 歯車の自動車における適用例

歯 車	系 統*	適 用 例	備 考
平 歯 車	原 動 機	スタータピニオン	
		フライホイールリングギヤ	
		クランクシャフトタイミングギヤ	チェーン駆動
		カムシャフトタイミングギヤ	
		オイルポンプギヤ	
		インターナルギヤ, ステーションナルギヤ	ロータリーエンジン
	動 力 伝 達 装 置	トランスミッションギヤスプライン, クラッチハブ, ハブスリーブ, シンクロナイザリング	
		リバースアイドルギヤ	
		リバースギヤ	
	座 席	シートリクライニングギヤ	位置ぎめ
後写鏡	ミラー駆動ギヤ	一部他の歯車	
車 枠	ウインドレギュレータギヤ		
は す ば 歯 車	原 動 機	クランクシャフトタイミングギヤ	アイドルギヤを介する 駆動
		カムシャフトタイミングギヤ	
		インジェクションポンプギヤ	
		オイルポンプドライブギヤ	ディストリビュータの 名を冠してもよい
		オイルポンプドリブンギヤ	
	動 力 伝 達 装 置	トランスミッションインプットギヤ, 各ギヤ	
		トランスミッションカウンタギヤ	
か さ 歯 車	動 力 伝 達 装 置	ディファレンシャルドライブギヤ	はすばかさ歯車あるい はハイポイドギヤ
		ディファレンシャルリングギヤ	
		ディファレンシャルピニオン	すぐばかさ歯車
		ディファレンシャルサイドギヤ	
ウ ォ ー ム ギ ヤ	制動装置	スラックアジャスタギヤ	調整時のみ使用
	かじ取り装置	ステアリングウォームギヤ	
	窓拭器	ワイパー駆動ギヤ	
	計 器	スピードメータドライブギヤとドリブンギヤ	
		距離積算計ウォームギヤ	
ラ ビ ニ ク オ ン &	原動機	インジェクションポンプブランチコントロールラック& ピニオン	ディーゼルエンジン
	かじ取り装置	ステアリングラック&ピニオン	
その他	座 席	シートベルトラチェットギヤ, リトラクタギヤ	

*表1に対応させてある。

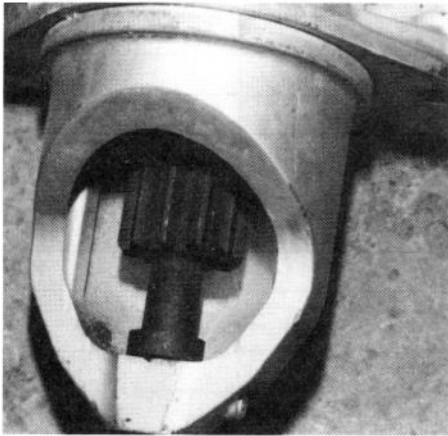


図1 starting motor pinion



図2 flywheel ring gear

クランクシャフトタイミングギヤは、クランクシャフトの回転をカムシャフトなどに伝える歯車であり、図3に示した。本項のそれは小型エンジンに使用されている。

3・1・4 カムシャフトタイミングギヤ

カムシャフトタイミングギヤは、弁の開閉を行うカムシャフトを駆動する歯車である。図4に示したそれは、クランクシャフトタイミングギヤによってチェーン駆動され、両者の歯数比は2 : 1となっている。

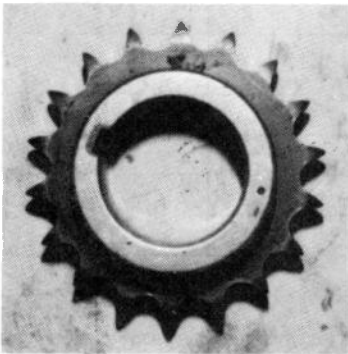


図3 crankshaft timing gear

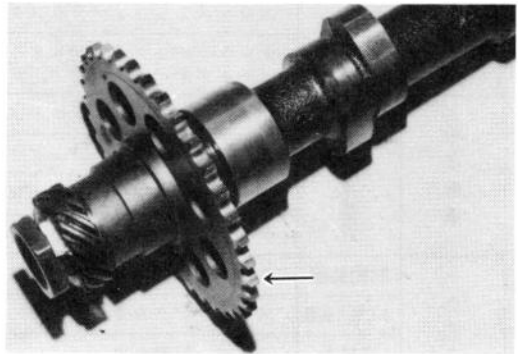


図4 camshaft timing gear

3・1・5 オイルポンプギヤ

オイルポンプギヤは、ギヤのかみ合いによってオイルの供給を行う歯車である。図5には、一例としてギヤ式のオイルポンプギヤを示したが、他にロータリーギヤ式やトロコイド式のものがある。

3・1・6 インターナルギヤ、ステーショナルギヤ

インターナルギヤはロータリーエンジンのロータに組み付き、ステーショナルギヤはサイドハウジングに組み付けてロータの回転を制御する歯車である。図6、7に各歯車を示し、組合せの

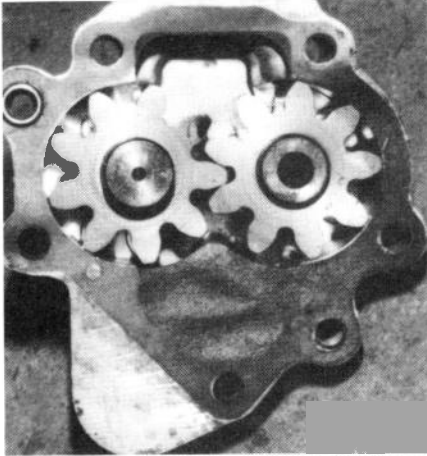


図5 oil pump gear

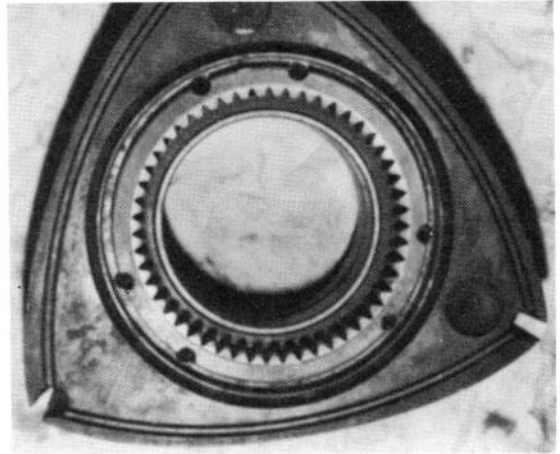


図6 internal gear

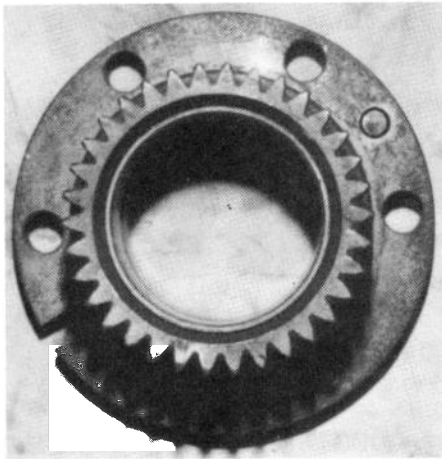


図7 stational gear

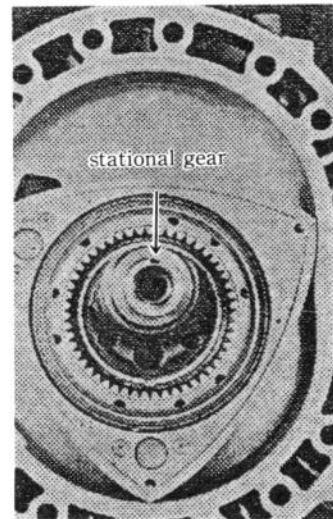


図8 ロータリーエンジンの模式図

模式図を図8³⁾に示した。

3・1・7 トランスミッションギヤスプライン、シンクロナイザリング、クラッチハブ、ハブスリーブ

これらは、変速時にトランスミッションの同期作用を行うもので、歯の作用を利用しているので、歯車として取扱っておく。図9～12に各部の形状を、図13には参考のため前3部品の組合せ状態を示した。

3・1・8 リバースギヤ

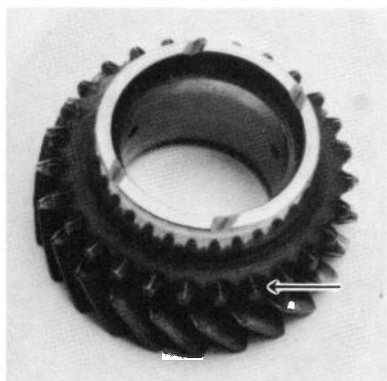


図9 transmission gear spline
(図の下端の歯車は transmission gear でここでは 3rd gear を示してある。)

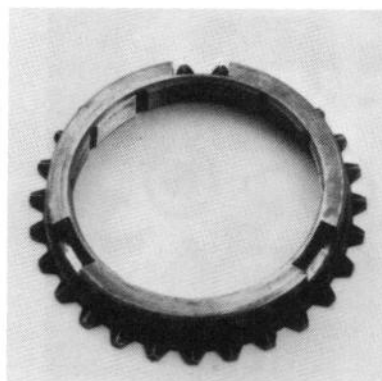


図10 transmission synchronizing gear

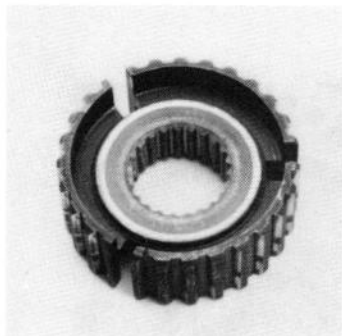


図11 transmission clutch hub



図12 transmission hub sleeve

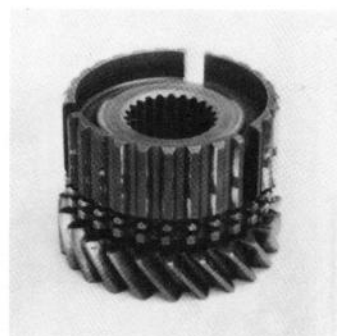


図13 組合せ状態

リバースギヤはトランスミッションにおける後進用の歯車であり、図14に示した。

3・1・9 リバースアイドルギヤ

リバースアイドルギヤは後進時のアウトプットシャフトの回転方向を前進時のそれと逆転させるために用いられる歯車で、図15に示した。それは後進時にリバースギヤを駆動する。

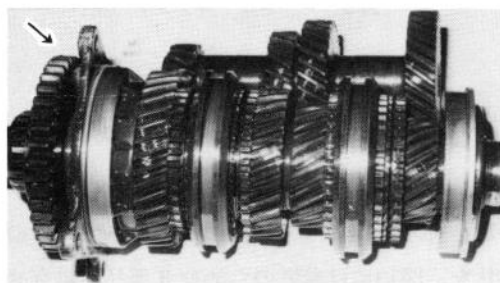


図14 reverse gear

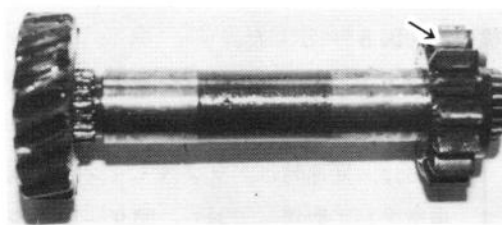


図15 reverse idle gear

3・1・10 ウィンドレギュレータギヤ

ウインドレギュレータはウインドガラスの開閉機構である。本項ではそれに用いられている歯車をウインドレギュレータギヤと称し、参考のためその扇形形状を図16⁴⁾に示した。

3・1・11 ミラー駆動ギヤ

電動リモートコントロールによってフェンダミラーあるいはドアミラーを上下、左右に駆動するのに平歯車が利用されているので、本項ではそれをミラー駆動ギヤと称した。図17には、参考のためフェンダミラー駆動部の構成模式図⁵⁾を示す。

3・1・12 シートリクライニングギヤ

シートリクライニングギヤはシートバックの傾角を調節する歯車で、図18に示した。

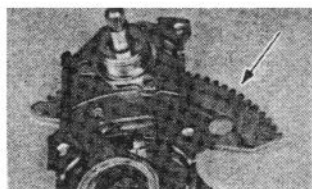


図16 window regulator gear

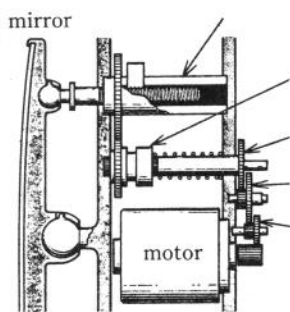


図17 フェンダミラー駆動構成模式図
(矢印はギヤを示す)



図18 seat reclining gear

3・2 はすば歯車

はすば歯車は歯が軸に傾いてついて平行軸間の伝動を行い、平歯車に比較して伝達がなめらかな歯車である。

3・2・1 クランクシャフトタイミングギヤ

クランクシャフトタイミングギヤは、前節で述べたように、クランクシャフトの回転をカムシャフトなどに伝える歯車である。本項のそれは大型やディーゼルエンジンに用いられ、図19に示した。

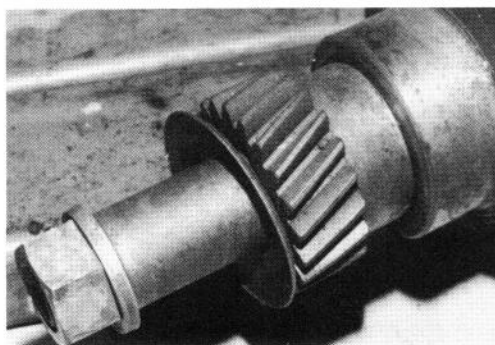


図19 crankshaft timing gear

3・2・2 カムシャフトタイミングギヤ

カムシャフトタイミングギヤは、弁の開閉を行うカムシャフトを駆動する歯車である。図20に示したそれはクランクシャフトタイミングギヤによる駆動がアイドルギヤを介して伝えられる。

3・2・3 インジェクションポンプギヤ

インジェクションポンプギヤは、インジェクションポンプを駆動する歯車で、ディーゼルエンジンに用いられる。それはクランクシャフトタイミングギヤによる駆動がアイドルギヤを介して

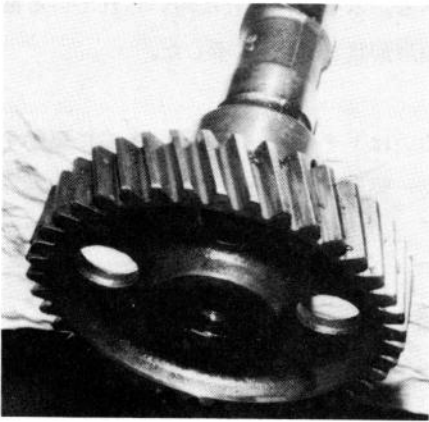


図20 camshaft timing gear

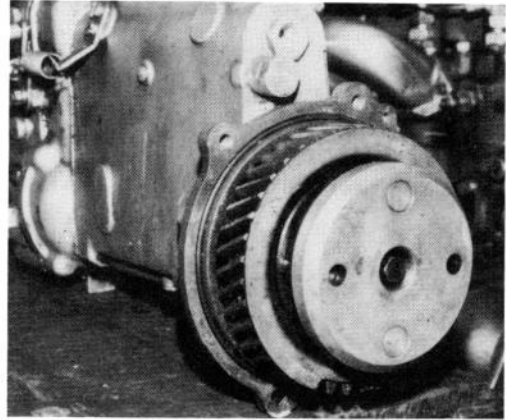


図21 injection pump gear

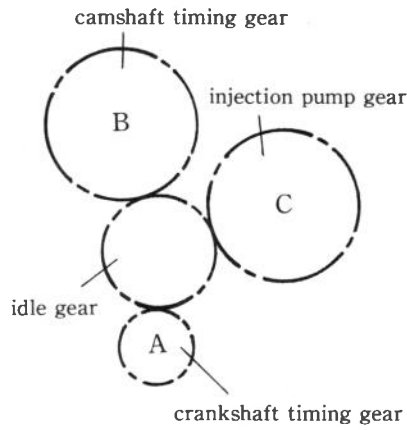


図22 各ギヤの構成模式図
(各ギヤの歯数比はA : B : C = 1 : 2 : 2) となっている。

伝えられ、図21に示した。

図22には、参考のため上述の各ギヤとアイドルギヤとの構成模式図を示した。

3・2・4 オイルポンプドライブギヤ

オイルポンプドライブギヤは、オイルポンプを駆動するためにカムシャフトに取付けられた歯車であり、図23に示す。

3・2・5 オイルポンプドリブンギヤ

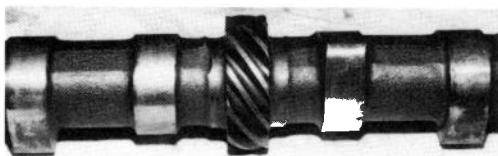


図23 oil pump drive gear

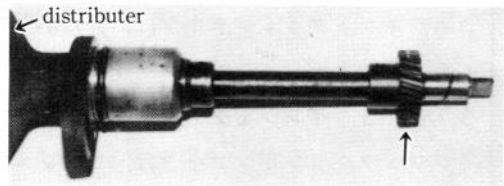


図24 oil pump driven gear

オイルポンプドリブンギヤは、オイルポンプドライブギヤによって駆動され、オイルポンプを作動する歯車である。図24には、ディストリビューターの回転軸に取付けられたそれを示したが、機構上前項および本項におけるギヤにディストリビューターの名を冠してもよい。

3・2・6 トランスミッション各ギヤ

トランスミッションはエンジンのトルクを走行条件によって変化させる機構であり、そのためメインシャフトにロー、セカンド、サードギヤといった歯車が取付けられている。本項ではそれらの歯車をトランスミッション各ギヤと称し、図25に示した。各歯車に3・1・7項で述べた同期作用を行う構成部品が組合わされている。

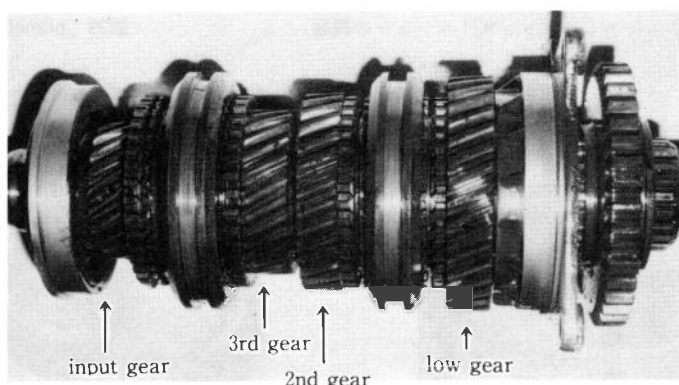


図25 transmission gears

3・2・7 トランスミッションカウンタギヤ

カウンタギヤは、図25におけるインプットギヤの駆動を各ギヤに伝える歯車で、図26に示した。図27には、参考のためトランスミッションギヤとカウンタギヤとの組合せの状態を示す。

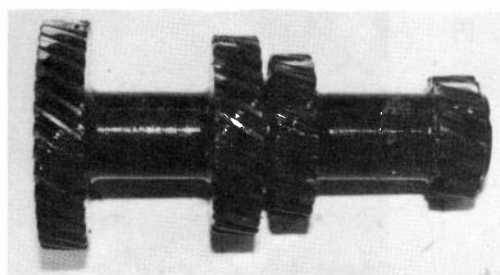


図26 transmission counter gear

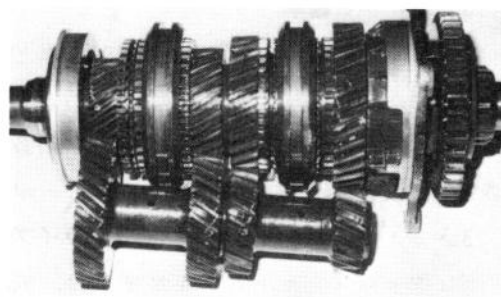


図27 組合せ状態

3・2・8 オートマチックトランスミッション各ギヤ

オートマチックトランスミッションは自動変速機構で流体継手と補助機構から構成されている。その概観を図28⁹⁾に示したが、補助機構部にリングギヤ、ピニオン、サンギヤといった歯車が組みこまれている。本項ではこれらの歯車を3・2・6項にあわせてオートマチックトランスミッション各ギヤと称する。図29～31に各ギヤの形状を示した。

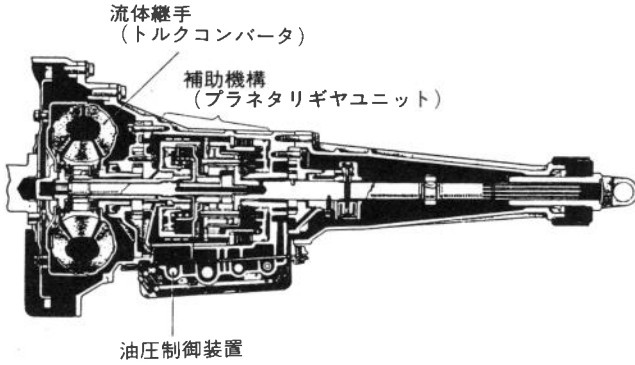


図28 オートマチックトランスミッションの概観

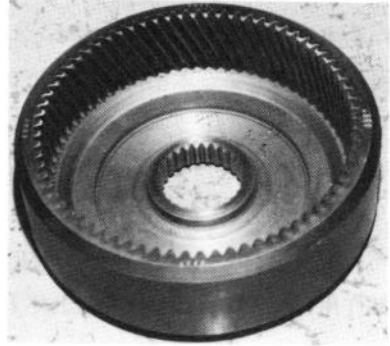


図29 planetary ring gear

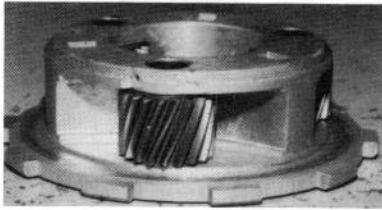


図30 planetary pinion

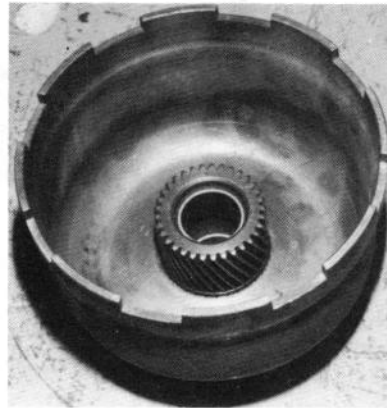


図31 planetary sun gear

3・3 かさ歯車

かさ歯車は、前述の平歯車、はすば歯車と異なり、円錐面に歯がついており交軸間の伝動を行う歯車である。それには歯が直線と斜めの形状があり、前者をすぐばかさ歯車、後者をはすばかさ歯車という。

3・3・1 ディファレンシャルドライブギヤ

ディファレンシャルドライブギヤは、ディファレンシャルリングギヤを駆動する歯車で、図32に示した。

3・3・2 ディファレンシャルリングギヤ

ディファレンシャルリングギヤは、ドライブギヤの駆動力を受ける歯車で、図33に示した。なお、このリングギヤとドライブギヤは、大型や特殊車両では一般のすぐばかさ歯車が使用されているが、普通乗用車では、図の歯形からもわかるように歯が回転方向にねじった歯車が用いられ、ドライブギヤとリングギヤの中心線がずれたいわゆる

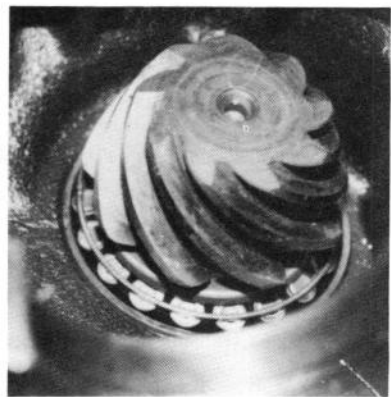


図32 differential drive gear

ハイボイドギヤが使用されている。

3・3・3 ディファレンシャルピニオン、サイドギヤ

ディファレンシャルピニオンおよびサイドギヤは、差動歯車装置の本質的な機構部を構成する歯車で、すぐばかさ歯車が用いられている。図34に各ギヤを示し、図35には参考のため本節で述べた各歯車が組合って形成する差動歯車装置を示した。

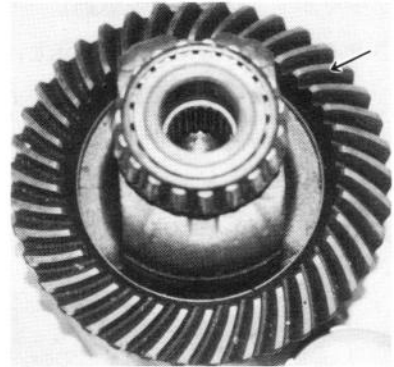


図33 differential ring gear

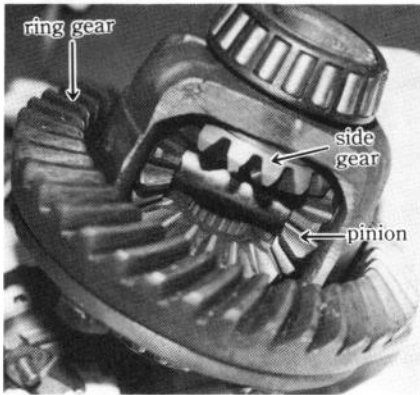


図34 differential pinion & side gear

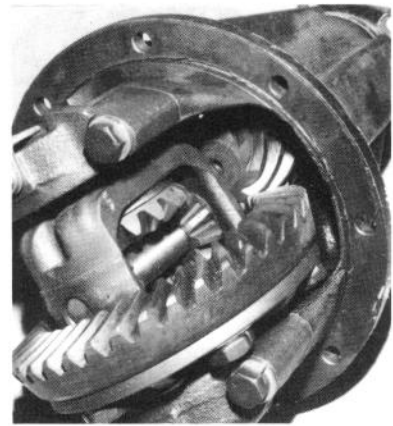


図35 differential gear

3・4 ウォームギヤ

ウォームギヤはねじ状のウォームとそれにかみ合うウォーム歯車の組合せをいい、同一平面上になく直角な二軸間の伝達を行う歯車である。

3・4・1 スピードメータドライブギヤとドリブンギヤ

スピードメータドライブギヤとドリブンギヤは、車速を表示するスピードメータと走行距離を示す距離積算計にアウトプットシャフトの回転を伝える歯車で、シャフトに取付けられたドライ



図36 speed meter drive gear



図37 speed meter driven gear

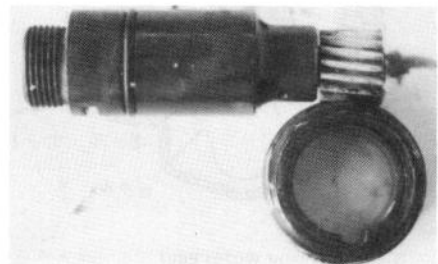


図38 speed meter drive and driven gear

ブギヤがドリブンギヤを駆動し、ドリブンギヤはたわみ軸を通して同一の両メータ駆動軸を作動させる。図36, 37に各形状を示し、図38にはそれらが組合った状態を示した。

3・4・2 距離積算計ウォームギヤ

前項のスピードメータドリブンギヤによって作動されたメータ駆動軸より距離積算計を駆動するのにウォームギヤが用いられている。本項ではその歯車を距離積算計ウォームギヤと称した。図39に数組のそれを示したが、右図には参考のため左図の右側面を示した。

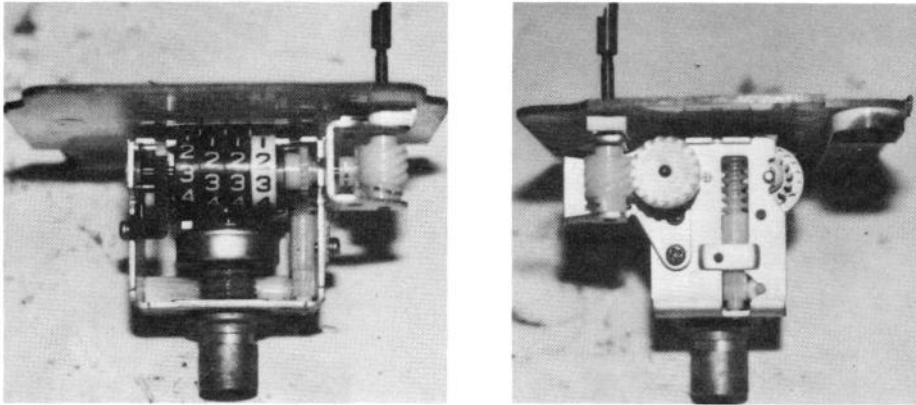


図39 trip meter worm gear

3・4・3 ステアリングウォームギヤ

ステアリングギヤはステアリングホイールの運動方向を変えると同時に減速してトルクを増し、前輪を駆動する歯車である。それにウォームギヤが用いられているので、本項ではその歯車をステアリングウォームギヤと称した。図40には参考としてその一つであるボール・ナットタイプの模式図⁷⁾を示した。

3・4・4 スラックアジャスタギヤ

スラックアジャスタはエアブレーキの緩み調整装置であり、ライニングとドラムのすきまを調

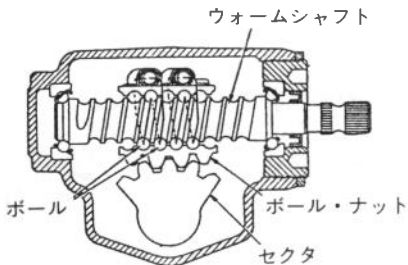


図40 steering worm gear (ボール・ナット型ギヤの模式図)

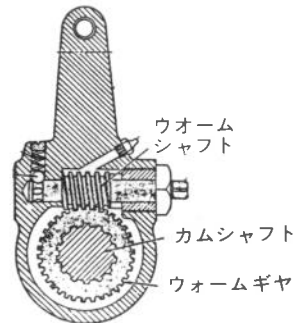


図41 slack adjuster gear

整するのにウォームギヤが用いられている。本項ではその歯車をスラックアジャスタギヤと称し、その形状を図41⁸⁾に示した。

3・4・5 ワイパー駆動ギヤ

ワイパー駆動ギヤは、モータの駆動力をワイパーを作動するリンクに伝える歯車で、図42に示す。

3・5 ラックとピニオン

ラックは棒に歯がついている歯車で、それにかみ合う小さな歯車をピニオンという。ラックとピニオンは一对となって回転と直線運動の相互変換に用いられる歯車である。

3・5・1 ステアリングラック&ピニオン

ステアリングラック&ピニオンは、3・4・3項で述べたステアリングギヤの一つのタイプであり、図43⁹⁾にその模式図を示した。

3・5・2 インジェクションポンププランジャコントロールラック&ピニオン

これはディーゼルエンジンにおいて走行条件に応じて燃料の噴射量を調整する機構に用いられる歯車であり、図44¹⁰⁾にその模式図を示した。

3・6 その他

以上、自動車各部の歯車を種類別に概説してきたが、上述の種類に分けられない一例として、シートベルト緊急ロック式巻取装置に用いられているラチェットギヤとリトラクタギヤについて述べておく。それらは、衝突時などの加速度が急変する場合にシートベルトをロックするための歯車であり、図45には参考のためラチェットギヤを示した。

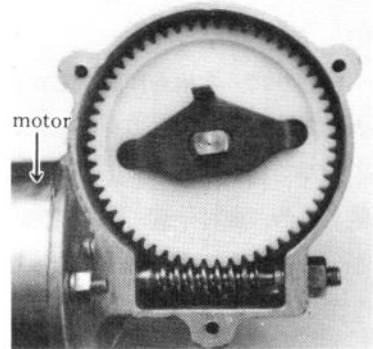


図42 wiper drive gear

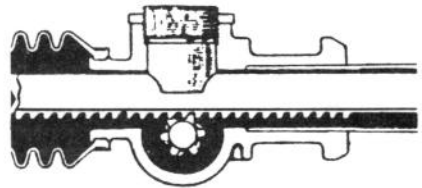


図43 steering rack & pinion

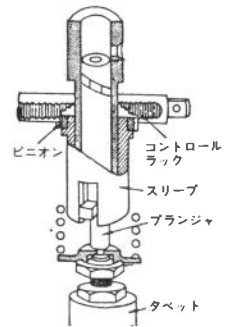


図44 injection pump plunger control rack & pinion

4 結 言

本論では、自動車の構成要素の重要な一つである歯車について体系的かつ詳細に報告されていない現状を考慮して、その基礎資料を作製した。しかし、著者の浅学非才のため、重要な事実の見落とし、列挙した歯車の体系上の取扱いおよび名称など問題があるかもしれ

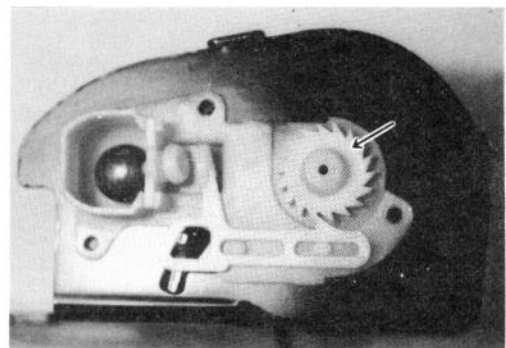


図45 seat belt ratchet gear

ないと考えている。今後、さらに検討を行いたい。

終わりに、本論を作製するに当たり御助力をいただいた小駒純一講師、高須英一講師に謝意を表するとともに御協力をいただいた以下の学生諸君に深謝する。

1978年度生：高原 広，1979年度生：安田 彰，柘植敏彦，鈴木清治，鳥羽義人，森山昭男，
鮫島 浩，梅村 潔，請井裕光，小林裕治，1980年度生：糸原政充，小野 修，近藤宣和，坂上
圭一，前川嘉久夫，森田雅彦，1981年度生：堀 吉孝

付記：著者の一人である大坪浩市は本学卒業生である。

参 考 文 献

- 1) 例えば，長谷川，日本機械学会誌，84-746 (1981)，61。
- 2) 例えば，塚本，自動車技術，37-7 (1983)，741。
- 3) 雑誌，ドライバー-11月臨時増刊号，(1979)，146，八重州出版。
- 4) トヨタ自動車販売株式会社サービス部，トヨタカローラ，トヨタスプリンター修理書，(1979)，505。
- 5) 文献4，p. 427。
- 6) 文献4，p. 52。
- 7) 日本自動車整備振興会連合会教科書編集委員会，三級自動車シャシ上巻，(1977)，103，日本自動車整備振興会連合会。
- 8) 全国自動車整備学校連盟，シャシの構造，(1973)，229，山海堂。
- 9) 文献4，p. 192。
- 10) 古橋著，自動車整備士試験問題解説〈2級ジーゼル編〉，(1978)，203，精文館書店。