

令和2年度「専修学校における先端技術利活用実証研究」

先端技術利活用実証研究プロジェクト

ARを活用した自動車整備の演習・実習のコンテンツ開発事業

〔エンジンのしくみ〕 開発方針

はじめに

本事業は、文部科学省の委託事業のひとつ「専修学校における先端技術利活用実証研究」で、令和2年度から3ヶ年をかけて、VRやAR等の先端技術を専修学校教育に導入することにより、職業人材の養成機能を強化・充実させることが目的である。

本校は、開校以来50年の自動車整備士養成の専門学校として、約4万人の卒業生を自動車業界へ送り込んでいる。

この自動車業界も、「100年に一度の変革期」を迎えている。

CASE（コネクテッド、自動運転、シェアリング、電動化）など次世代自動車技術やサービスをICT（情報通信技術）活用による、Maas（マース：モビリティ・アズ・ア・サービス：サービスとしての移動手段）を実現しようとしている。

自動車の進化によって、メンテナンス技術も車載式故障診断装置OBD（オン・ボード・ダイアグノーシス）やエーミング作業等、最先端の技術が整備作業においても要求される時代が訪れている。

例えば、トヨタ自動車はMicrosoft社と共同でMR（Mixed Reality：複合現実）デバイス「HoloLens 2」を開発し、整備車両の現実世界と部品やマニュアルのCGを融合することによって、従来までの整備作業の精度と時間を大幅に改善しようとしている。

一方、整備士養成施設の教育機関では、「学科」＋「実習」という区分の概念により、学科は座学教室で、実習は実機のある実習場でと、時間と空間を区別して教育を行ってきた。しかし、先端技術のVRやAR等を利活用することによって、限られた時間や場所、実習機材の種類や数量、受講者の人数やレベル等の制限を克服することができる。

本事業は、限られた空間と設備、受講する人数による「実習授業」の制限や受講者の習得レベル等の格差を解消するために、AR技術を利用した「自動車整備」の実習授業のコンテンツの開発を行うものである。

本年度は、新型コロナウイルス感染症の影響から、コンテンツ開発のサンプルとしてAR技術を活用した科目「エンジンの基本構造」のサンプルを開発した。さらに、その授業に併せてシラバス、コマシラバス、サブテキストの開発を行い、本年度の事業は終了した。

次年度以降は、開発したコンテンツによる実証（実習授業）を行い、授業評価によって質の向上とその他の実習授業の「シャシ」「電子制御」等のあらたなAR開発へとつなげていくものである。

最後に、今回開発したコンテンツを同分野の多くの他校が利用して頂けることになれば、幸いです。

事業責任者

専門学校東京工科自動車大学校 佐々木 章

目次

シラバス・コマシラバス	3
-------------	---

《基礎自動車工学》

1. 自動車の構成	11
2. エンジンの原理	12
3. ガソリンエンジン	15
(1) エンジン本体	17
(2) 潤滑装置	18
(3) 冷却装置	19
(4) 燃料装置	21
(5) 吸排気装置	25
(6) 排出ガス浄化装置	26
(7) 電気装置	27
4. ジーゼル・エンジン	33
(1) 燃料装置	33
(2) 予熱装置	35
(3) 排ガス浄化装置	37

《三級自動車ガソリン・エンジン》

1. 概要	38
(1) 直列型エンジン	38
(2) V型エンジン	39
(3) 水平対向型エンジン	40
2. 構造・機能	41
(1) シリンダ・ヘッド	41
(2) シリンダ及びシリンダ・ブロック	46

(3) ピストン、ピストン・ピン及びピストン・リング	48
(4) コンロッド及びコンロッド・ベアリング	59
(5) クランクシャフト及びジャーナル・ベアリング	63
(6) フライホイール及びリング・ギヤ	66
(7) バルブ機構	68
3. 整備	81
(1) シリンダ・ヘッド	81
(2) シリンダ及びシリンダ・ブロック	84
(3) ピストン、ピストン・ピン及びピストン・リング	86
(4) コンロッド及びコンロッド・ベアリング	94
(5) クランクシャフト及びジャーナル・ベアリング	100
(6) フライホイール及びリング・ギヤ	107
(7) バルブ機構	109

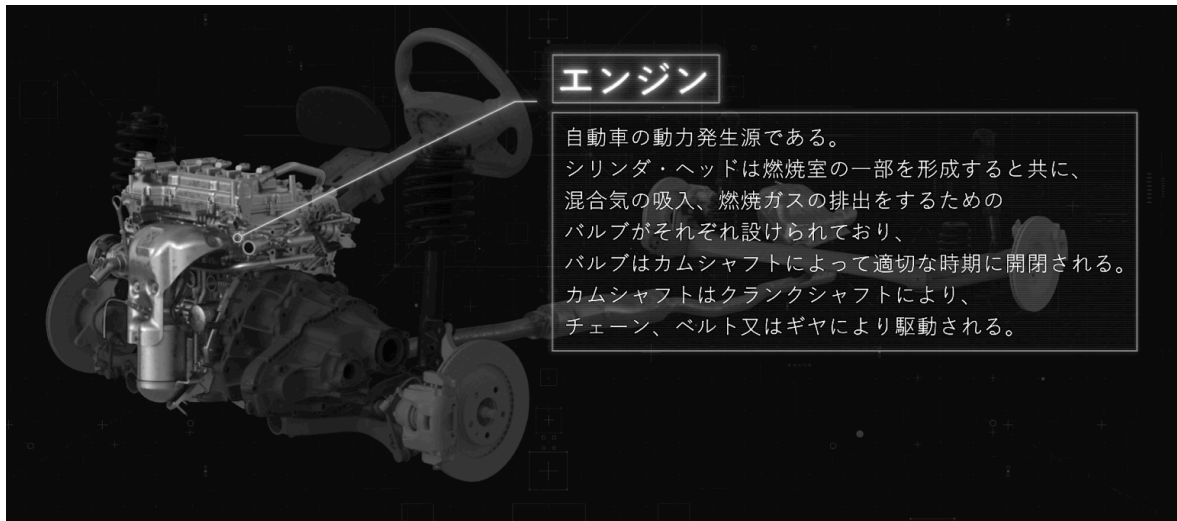
[エンジンのしくみ開発方針]
シラバス・コマシラバス

シラバス				
<p>自動車整備分野における実践的な職業教育を支える実習授業は、自動車整備士資格取得の国土交通省認定校として、必須の条件である。実習科目及び実習機器・教材等が詳細に規定されており、教育現場でICT環境を基盤とした先端技術を活用することにより、グループで実機を使わなければ出来なかった実習授業も、個別で最適な学びの支援が可能となる。</p> <p>本事業においては、特にAR（拡張現実：Augmented Reality）・VR（仮想現実：Virtual Reality）を活用して、授業はもちろん導入教育や予習・復習、補習・補講等を個別に利用でき、更に時と場所、距離を選ばない遠隔授業も可能となる開発を目指す。</p> <p>「エンジン本体のしくみ（仮題）」、「動力伝達装置（仮題）」、「電子制御装置（仮題）」について基礎力の習熟度を上げる効果を目指す。</p>				
コマシラバス				
1	AR授業受講の前提	1. シラバスとの関係	シラバスのAR活用	
		2. コマ主題	ARコンテンツを活用した受講方法習得	
		3. コマ主題細目	コマシラバスの各段階におけるコンテンツ利用	
		4. コマ主題細目深度	教科書、サブテキスト、ARコンテンツの相互活用	
2	自動車の整備	1. シラバスとの関係	整備の必要性や整備士の社会的な位置付け、自動車の構成要素から、今後学んでゆく内容の意義を理解する	AR用オリジナルテキスト
		2. コマ主題	自動車の社会的な位置付けから、整備の必要性や整備士の位置付けについて理解し、自動車の学習の意義を伝える。	

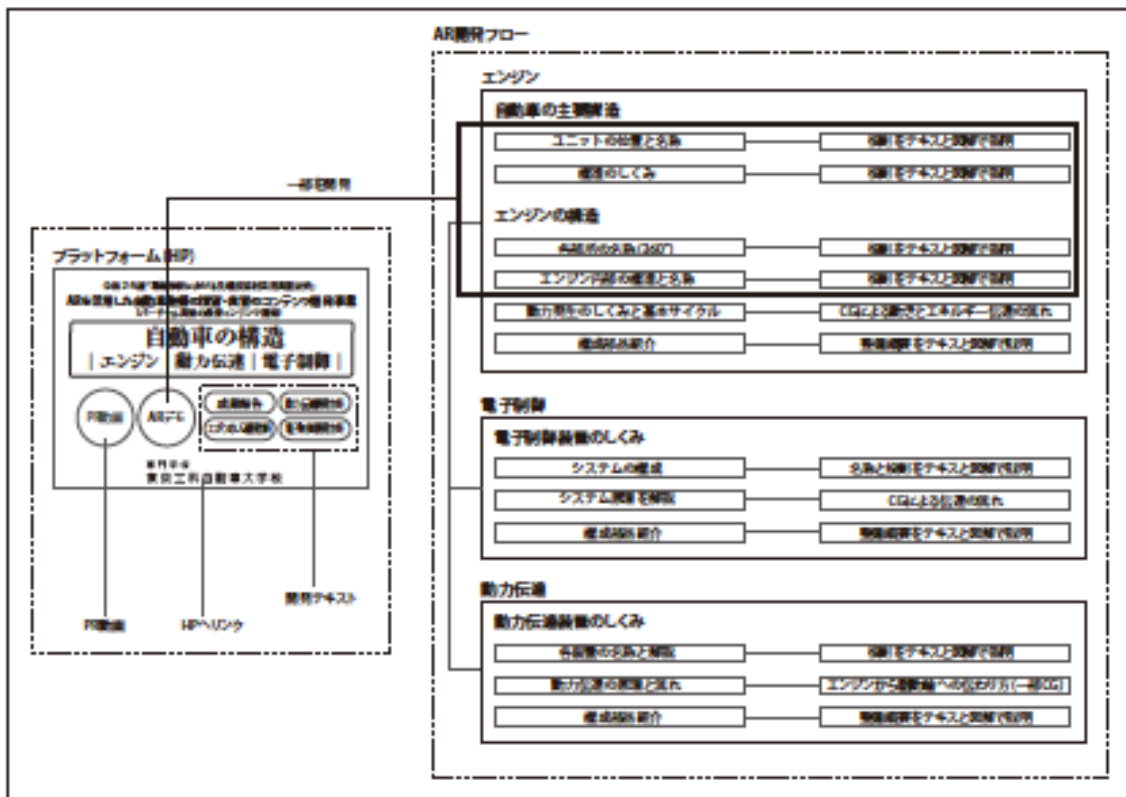
		3. コマ主題 細目	①整備の目的 ②整備の内容 ③整備士の役割と社会的な位置付け	
		4. コマ主題 細目深度	①整備の目的は、「保安上」「環境保全上」必要であるという観点から説明しておく ②整備の内容は、予防と修理という2点について説明しておく ③整備士の役割は、整備士資格制度を例に説明すると良い。 ④法律上の定義について説明しておく	
		5. 次コマとの関係	自動車整備と学生の勉強との結びつき（構造、工学、法令、点検調整、故障診断）について理解させ、次コマの自動車を構成する各ユニットの構成としくみ概要につなげる	
3	自動車の分類	1. シラバスとの関係	様々な方法による自動車の分類について、用途別、構造別等法令での分類を学ぶ	AR用オリジナルテキスト
		2. コマ主題	自動車の分類による法令上の違いを学び、それぞれの整備の違いについて理解する	
		3. コマ主題 細目	①自動車の定義 ②自動車の分類 ③エンジンの種類による分類	
		4. コマ主題 細目深度	①法律上の定義について説明しておく ②エンジンの種類（ガソリン・エンジン、ディーゼル・エンジン）搭載位置と駆動輪の位置（FF、FR、MR、RR） ③用途（乗用車、バス、トラック）責任あるプロとしての整備士になるために、構造の理解や、整備手法、安全管理などの勉強が必要なことを理解させる	

		5. 次コマとの関係	自動車を構成する装置について、基本知識として装置毎の内容を理解しておく	
4	自動車の主要構成	1. シラバスとの関係	自動車を構成する各種装置について基本知識を得て、今後の学習で更に深く学ぶ事を理解する	AR用オリジナルテキスト
		2. コマ主題	自動車を構成する装置について、その種類毎に理解しそれぞれの整備と必要性について理解する。	
		3. コマ主題細目	①原動機 ②動力伝達装置③懸架装置 ④制動装置 ⑤操舵装置	
		4. コマ主題細目深度	各装置について、独立した構造でありながら密接に関連している部分を理解する ①原動機と駆動装置の関係 ②懸架装置と操舵装置の関係 ③制動装置と懸架装置の関係	
		5. 次コマとの関係	それぞれの装置について、詳細を学ぶ	
5	エンジンの種類	1. シラバスとの関係	エンジンはそのユニットの働きのみを理解しても今後学ぶ各装置構造や整備作業をイメージできないが、基本的なしくみや作動について理解しておく必要がある	AR用オリジナルテキスト
		2. コマ主題	これまで自動車メーカーにより沢山のエンジンが開発され、それぞれに構造及び性能に特徴がある。これらをそれぞれの分類により理解する事を目的とする。	
		3. コマ主題	①燃料による分類 ②動力発生方法	

		細目	による分類 ③燃焼サイクルによる分類 ④気筒配置による分類 ⑤付加装置による分類	
		4. コマ主題 細目深度	①ガソリン、軽油について基本的性質と使用エンジンについて ②ピストン式、ロータリー式 ③燃焼サイクルによる分類 ④気筒数および配置による分類 ⑤ターボ車、ハイブリッド車などの基礎知識	
		5. 次コマとの関係	エンジンの基本サイクルを学びエンジンの作動の概要は理解したことになる。次のコマは走るしくみを学習し、エンジンからの動力がどのように走行につながるか学習する。	
6	エンジン電子制御装置	1. シラバスとの関係	様々な使用状況により変化するエンジンの使用条件で常に状態を保つ制御について理解する。	AR用オリジナルテキスト
		2. コマ主題	電子制御の基本となる入出力について、システム毎にその必要性と役割を理解する。細かな状況に応じた制御については電子制御の授業において学習するため、個々では概要を把握することを主題とする	
		3. コマ主題 細目	①吸気系統 ②燃料系統 ③点火系統 ④制御系統について理解する	
		4. コマ主題 細目深度	それぞれの系統について、装置名称と役割までを理解する。	
		5. 次コマとの関係	基本制御が理解できたら、状況別に制御装置の作動を考えて全体像を把握する	



フロー図 (エンジン)



[エンジンのしくみ開発方針]

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

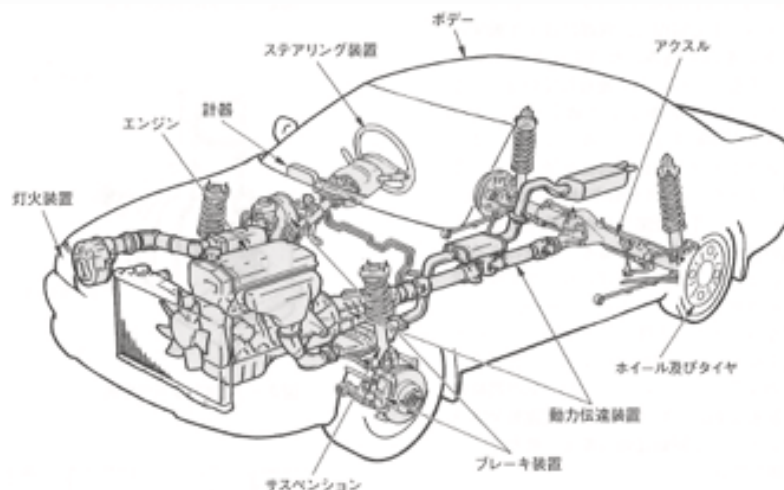
1. 自動車の構成

自動車の主要部を分類すると、図1のように動力源であるエンジン、動力を駆動輪へ伝える動力伝達装置、荷重を支えるアクスル、乗り心地をよくするサスペンション、任意の方向へ進むためのステアリング装置、自動車を支えて回転するホイール及びタイヤ、自動車を減速・停止させるためのブレーキ装置、人や貨物を乗せるボデー、安全及び照明のための灯火装置及び運転に必要な各部の状態を知らせる計器などで構成されている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 1

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図1. 自動車の構成



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 2

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

2. エンジンの原理

自動車に用いられるエンジンは、内燃機関の一種である。

ここでは、ガソリン・エンジンを例としてその原理について説明する。

図2のように、ニクロム線を取り付けた容器にガソリンを少し入れてふたをし、十分にガソリンが気化して空気と混合したときに、スイッチを入れてニクロム線を熱して点火すると、急激な燃焼による膨張が起こり、ふたが吹き飛ばされるほどの大きな圧力を生じる。

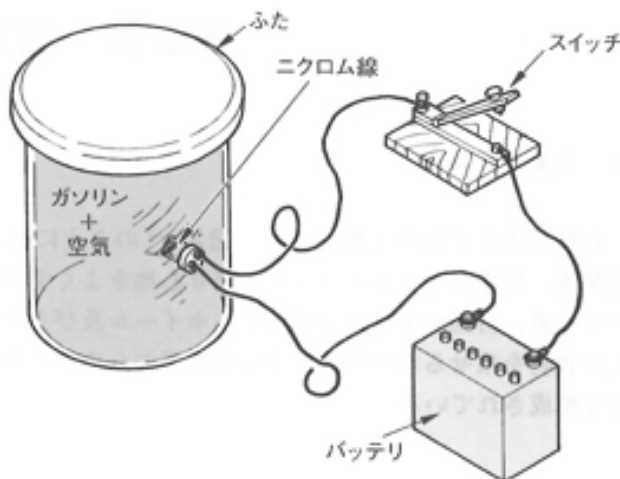
エンジンはこの原理を応用したもので、図3のように円筒状のシリンダの上部をシリンダ・ヘッドで密閉し、内部には上下動するピストンをはめ込み、ピストンとクランクシャフトをコンロッドで連結している。したがって、ピストンが上下に動くとクランクシャフトが回転するようになっている。また、クランクシャフトには、回転を滑らかにするため、フライホイールが取り付けられている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

3

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図2. 内燃機関の原理

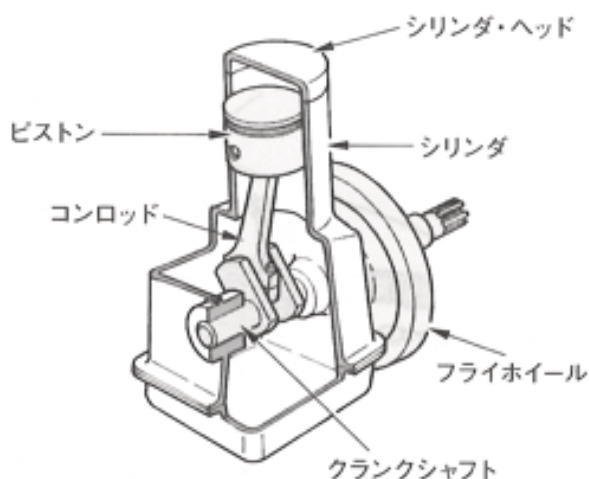


出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

4

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図3. エンジンの構造



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 5

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

ピストン上部の密閉された燃焼室で燃料と空気の混合気を燃焼させると、燃焼による膨張で、ピストンは押し下げられ、コンロッドに連結されたクランクシャフトが回転することになる。また、下降したピストンは下端まで達すると、回転部分の慣性によって上昇する。

このように、エンジンは、混合気の燃焼による膨張で起こるピストンの往復運動をクランクシャフトで回転運動に変え、動力として取り出している。

図4のように往復運動の上端及び下端の位置をそれぞれ上死点（注1）及び下死点（注2）といい、上死点から下死点又は下死点から上死点へ移動する運動及びその距離をストローク（行程）という。

この1ストロークでクランクシャフトは $1/2$ 回転する。

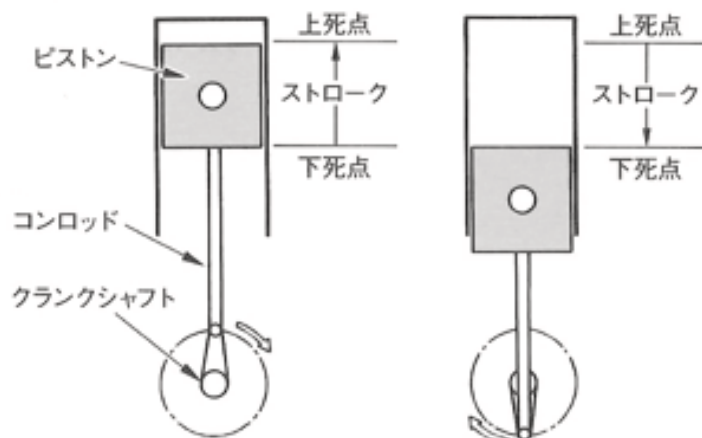
（注1）上死点は、TDC(^{トップ デッド センタ}Top Dead Center)ともいう。

（注2）下死点は、BDC(^{ボトム デッド センタ}Bottom Dead Center)ともいう。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 6

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図4. ストロークの上死点及び下死点



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

7

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

エンジンを連続して回転させるためには、燃焼に必要な作動を一定の順序で繰り返して行うことが必要である。図5のように、まず、混合気をシリンダ内に吸入し、これを圧縮したあと、燃焼による膨張によって動力を発生させ、燃焼によって生じたガスを燃焼室から排出する。

このように吸入、圧縮、燃焼（膨張）、排気の四つの行程を繰り返すが、この一回りをサイクル（周期）という。

エンジンには、4サイクル・エンジンと2サイクル・エンジンがある。

4サイクル・エンジンとは、4ストローク／1サイクル・エンジンの略称で、ピストンの4ストロークの運動、すなわち、クランクシャフトが2回転する間に1サイクルの作用を完了するものである。

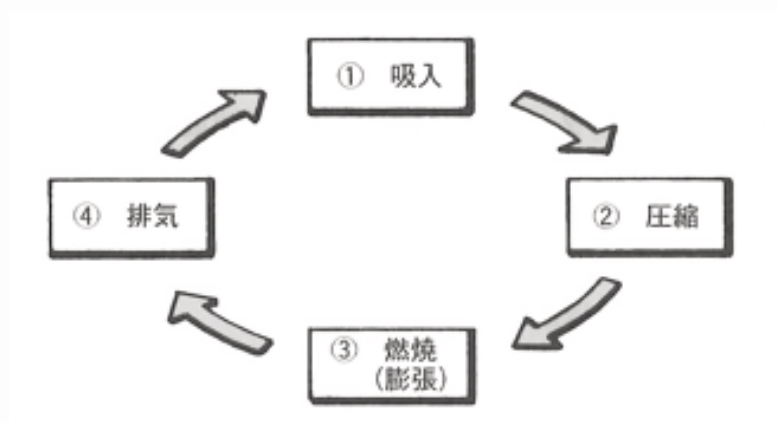
2サイクル・エンジンとは、2ストローク／1サイクル・エンジンの略称で、ピストンの2ストロークの運動、すなわち、クランクシャフトが1回転する間に1サイクルの作用を完了するものである。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

8

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図5. エンジンのサイクル



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 9

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

3. ガソリン・エンジン

ガソリン・エンジンには、往復動型と回転型があり、往復動型は、レシプロケーティング・エンジン（以下、レシプロ・エンジンという。）といい、ピストンがシリンダ内を往復運動する構造のエンジンであり、図6に示す4サイクル・エンジン及び2サイクル・エンジンが該当する。

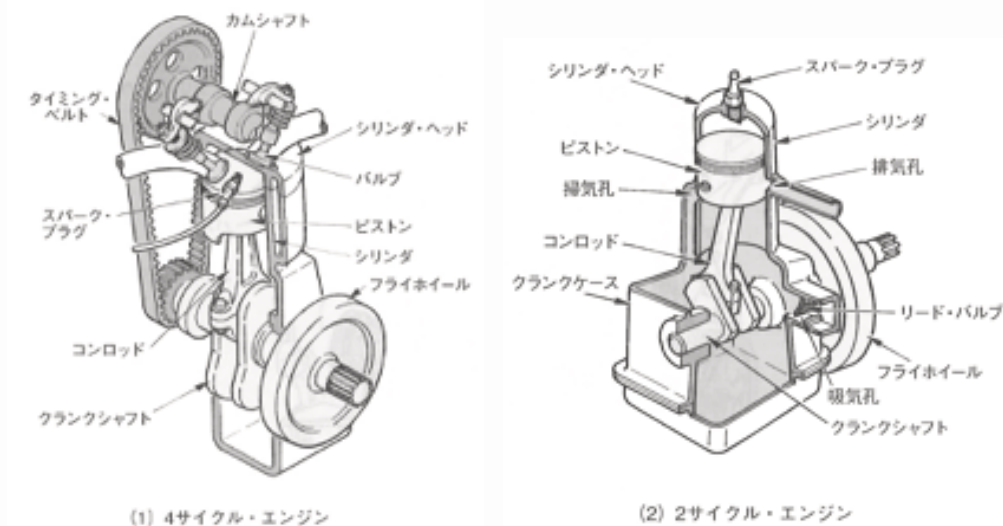
回転型は、ロータリ・エンジンといい、図7のように、膨らみをもった三角形のロータがまゆ形をしたロータ・ハウジング内で回転運動する構造のエンジンである。

なお、ガソリン・エンジンは、エンジン本体と潤滑、冷却、燃料、吸排気、始動、充泣、点火などの各装置で構成されている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 10

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

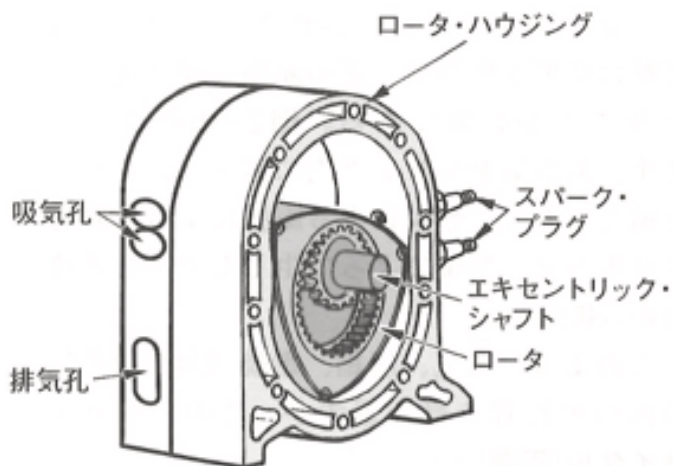
図6. レシプロ・エンジン



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 11

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図7. ロータリ・エンジン



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 12

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

（1）エンジン本体

エンジン本体は、自動車の動力発生源で、図8は、4サイクル・エンジン本体の主要構成部品の一例である。

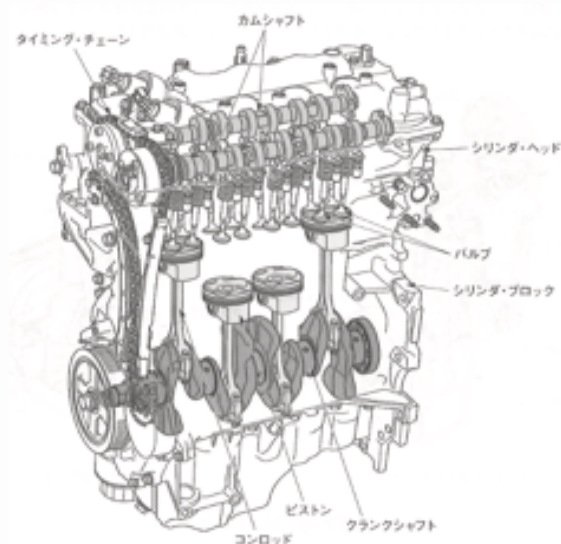
シリンダ・ヘッドは、燃焼室の一部を形成すると共に、混合気の吸入、燃焼ガスの排出をするためのバルブがそれぞれ設けられており、バルブはカムシャフトによって適切な時期に開閉される。カムシャフトはクランクシャフトにより、チェーン、ベルト又はギヤにより駆動される。

シリンダ・ブロックにはシリンダが設けられており、その中をピストンが往復運動し、コンロッドを介してクランクシャフトを回転させる。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 13

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図8. エンジン本体



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 14

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

（2）潤滑装置

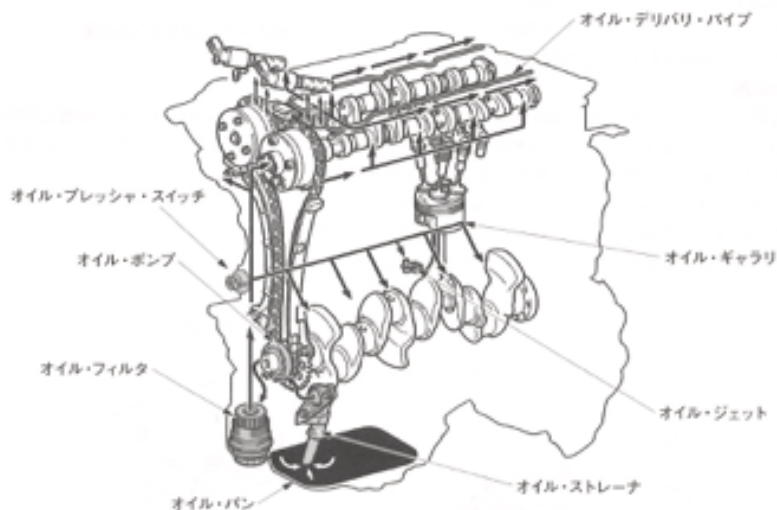
エンジンは、ピストン、吸排気バルブなどのしゅう動部分と、クランクシャフト、カムシャフトなどの回転部分から構成されており、エンジンが回転すると、これらのしゅう動部分及び回転部分が摩擦熱のために高温になると共に摩耗するので、これを防ぐために潤滑装置が設けられている。

図9は、4サイクル・エンジンに用いられる潤滑装置の一例で、オイル・パンにためられているオイル（潤滑油）は、オイル・ポンプによってオイル・フィルタへ送られて、ろ過される。ろ過されたオイルは、オイル・ギャラリに送られ、ここから各潤滑部へ供給されたあとにオイル・パンに戻される。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 15

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図9．潤滑装置



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 16

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

（3）冷却装置

エンジンの回転中には、高温の燃焼ガスによって、各部の温度が上昇する。特に、直接燃焼ガスにさらされるシリンダ・ヘッドやシリンダ壁面及びピストンやバルブなどは高温になり、オーバーヒートを起こす恐れがある。このため、エンジン各部を絶えず冷やして適温に保つ必要があり、これを行うのが冷却装置である。

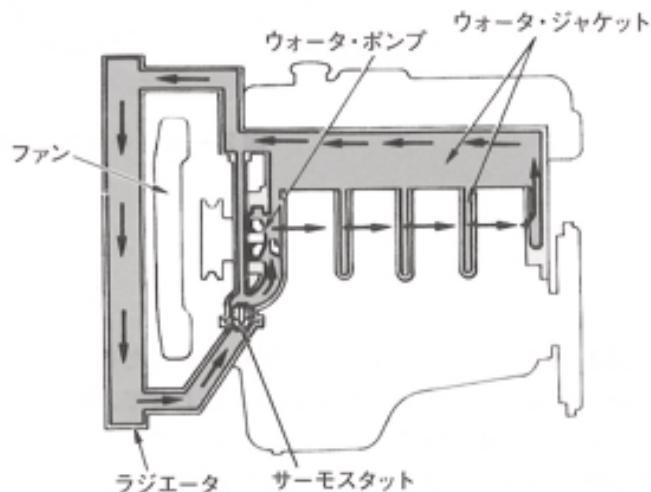
冷却装置には、水冷式と空冷式とがある。

図10は、水冷式の一例で、シリンダ・ヘッドやシリンダ・ブロックには、燃焼室やシリンダを包むように冷却水が通るウォータ・ジャケットが設けられており、ウォータ・ジャケット内の冷却水は、ウォータ・ポンプによってラジエータに送られ冷却されるようになっている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 17

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図10. 水冷式冷却装置



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 18

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

ラジエータからエンジン本体への水路には、冷却水の温度によって、エンジンに流入する水量を調節しエンジンを適温に保つために、サーモスタットが設けられている。

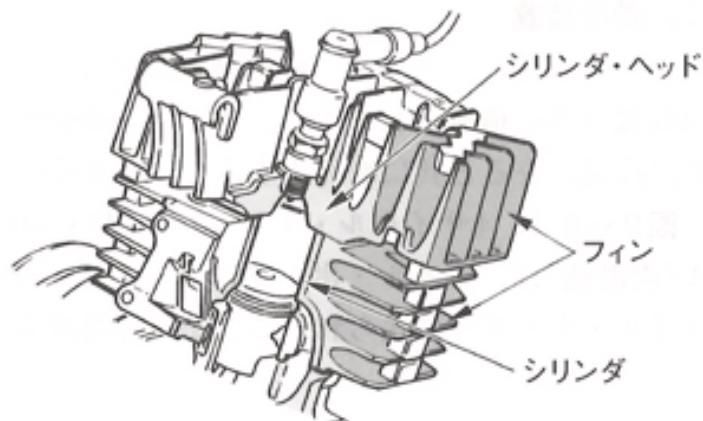
なお、ラジエータは、ファン及び走行中の自然通風によって冷やされるようになっている。

図11は、空冷式の一例で、シリンダやシリンダ・ヘッドに冷却用のフィンを取り付け、走行風などによって冷却するようにしたものである。この方式では、シリンダやシリンダ・ヘッドの熱はフィンに伝わり、フィン表面を流れる空気によって冷却される。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 19

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図11. 空冷式冷却装置



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 20

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

（４）燃料装置

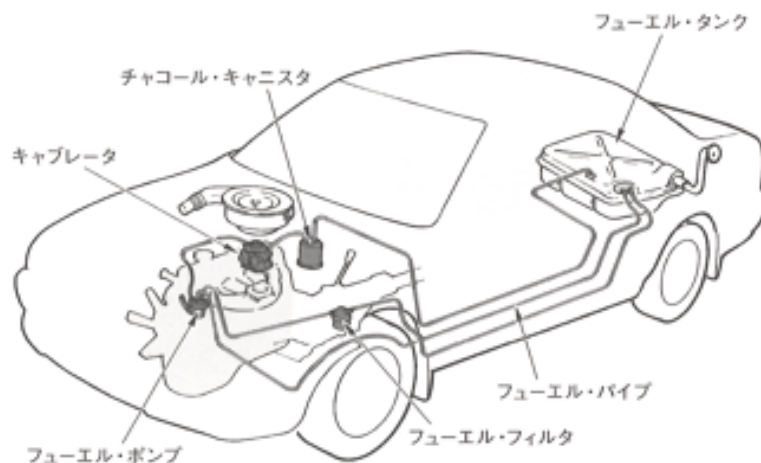
燃料装置は、燃焼に必要な混合気を供給するもので、キャブレータを用いたものと電子制御式燃料噴射装置を用いたものがある。現在の自動車では、有害排出ガスの発生を抑えるなどの理由で、自動車の運転状態の変化に対する精密な制御が可能な電子制御式燃料噴射装置が用いられている。

図12は、キャブレータを用いた燃料装置の一例で、フューエル・タンク内の燃料は、フューエル・フィルタでろ過されたあと、フューエル・ポンプによりキャブレータへ送られる。キャブレータでは、ガソリンと空気を適切な割合に混合して霧状にした混合気をシリンダ内に供給する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 21

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図12. キャブレータを用いた燃料装置



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 22

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

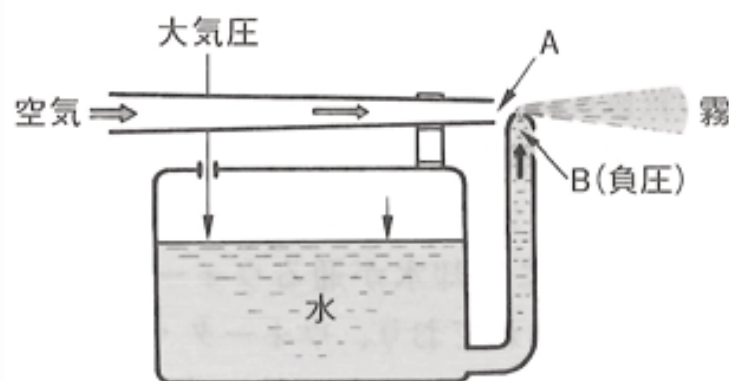
図13は、キャブレータの原理を示したもので、Aから吹き出された速い空気の流れによって、Bには大気圧より低い圧力（負圧）が生じる。このために水が吸い出されて空気と混ざり合い霧状になる。また、空気の流れる速度が速いほど負圧は大きくなり、吸い出される水の量は多くなる。

キャブレータでは、この原理を利用し、図14のように細く絞ったベンチュリを設け、アクセル・ペダルにリンクしたスロットル・バルブにより、ベンチュリに生じる負圧を利用して燃料を吸い出し、混合気としてシリンダ内に供給している。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 23

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

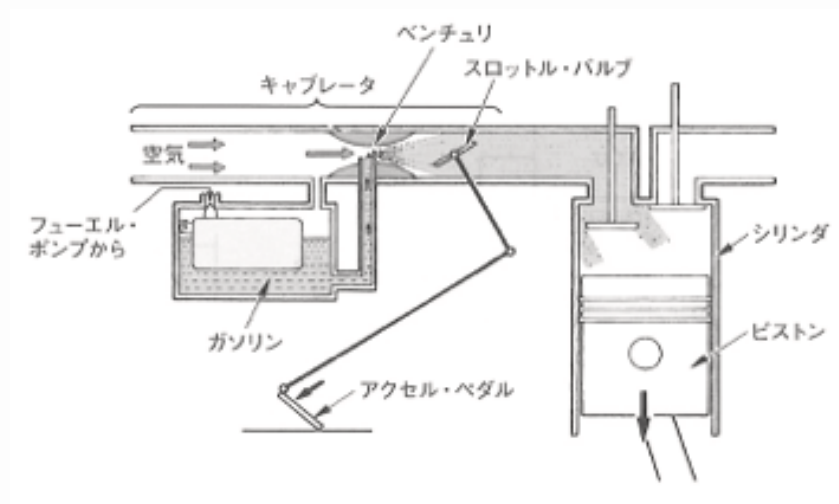
図13. キャブレータの原理



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 24

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図14. 混合気の供給



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 25

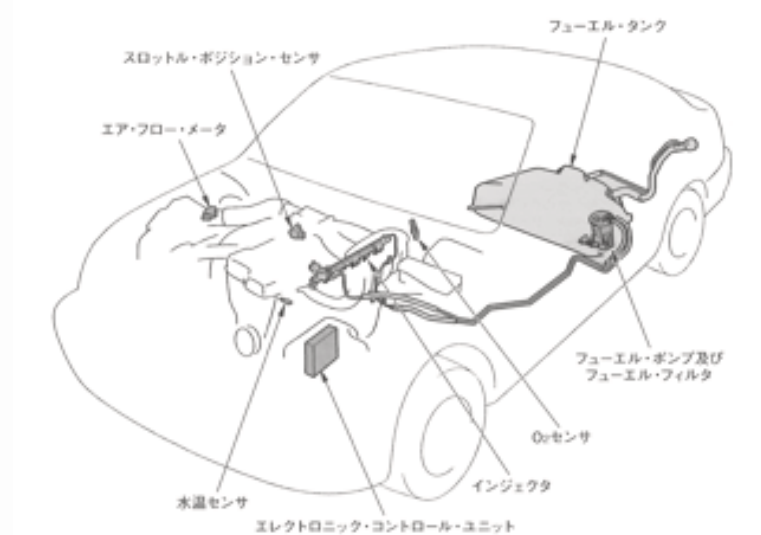
ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図15は、電子制御式燃料噴射装置を用いた一例で、燃料タンクの燃料は、燃料ポンプで圧送されて燃料フィルタでろ過されたあと、インジェクタから噴射される。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 26

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図15. 電子制御式燃料噴射装置を用いた一例



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 27

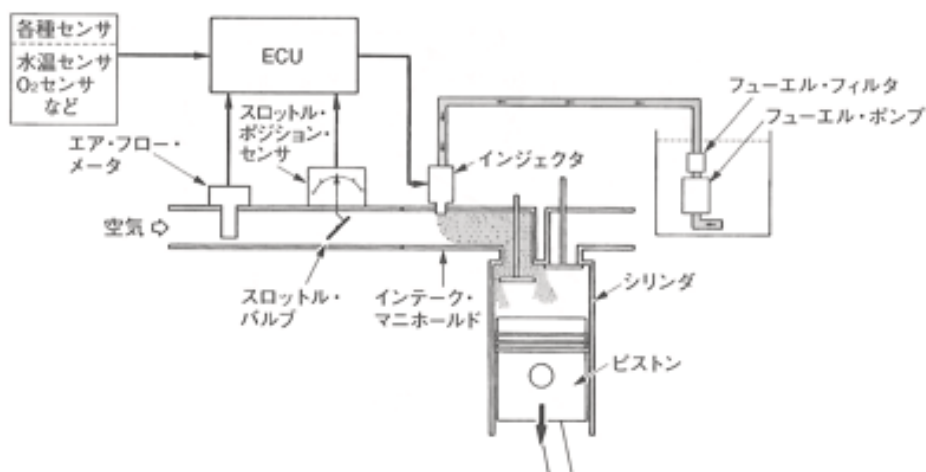
ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

電子制御式燃料噴射装置は、図16のように、スロットル・バルブの開度位置を検出するスロットル・ポジション・センサ、回転速度に応じた吸入空気量を検出するエア・フロー・メータなどを設けており、これらの各種センサからの信号をもとに、エンジンの状態に最も適した燃料の量をエレクトロニック・コントロール・ユニット（以下、ECUという。）で計算して、インジェクタからインテーク・マニホールドに噴射し、空気と混合してシリンダ内に供給している。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 28

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図16. 混合気の供給



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 29

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(5) 吸排気装置

吸排気装置は、吸気装置と排気装置から構成されている。

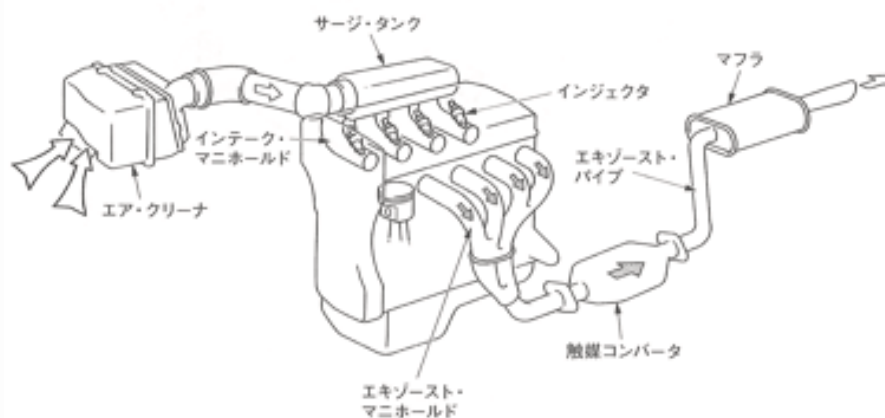
吸気装置は、図17のように、空気中のごみなどを取り除くためのエア・クリーナ、混合気を各シリンダ内へ分配するインテーク・マニホールドなどで構成されている。また、シリンダ内に空気を強制的に送り込む過給機などを設けているものもある。

排気装置は、図のように、燃焼によって生じた排気ガスを集めるエキゾースト・マニホールド、排気騒音を低下させるマフラ及びそれらを連結するエキゾースト・パイプなどで構成されている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 30

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図17. 吸排気装置



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 31

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

（6）排出ガス浄化装置

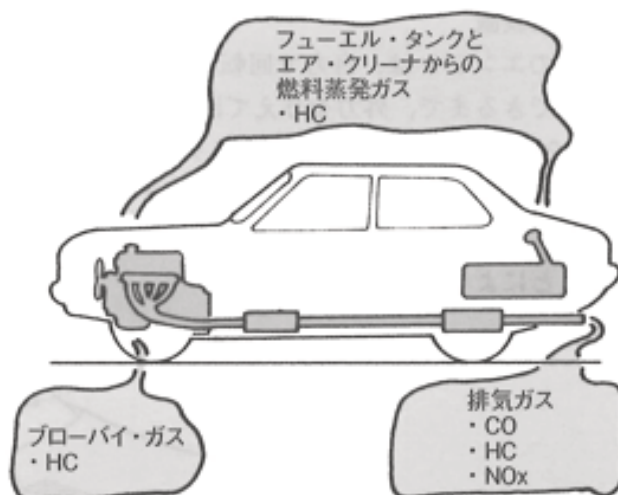
ガソリン・エンジン自動車から排出される有害なガスは、図18のように排気ガス、ブローバイ・ガス及び燃料蒸発ガスなどがある。

これらの排出ガス中には、有害物質であるCO（一酸化炭素）、HC（炭化水素）及びNO_x（窒素酸化物）などが一部含まれている。この有害物質を減少させるための装置としては、排気ガス中の有害成分を減少させる触媒コンバータのほかに、EGR（排気ガス再循環）装置、ブローバイ・ガス（クランクケースへの吹き抜けガス）還元装置、燃料蒸発ガス排出抑止装置などがある。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 32

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図18. 有害物資の排出箇所



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 33
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

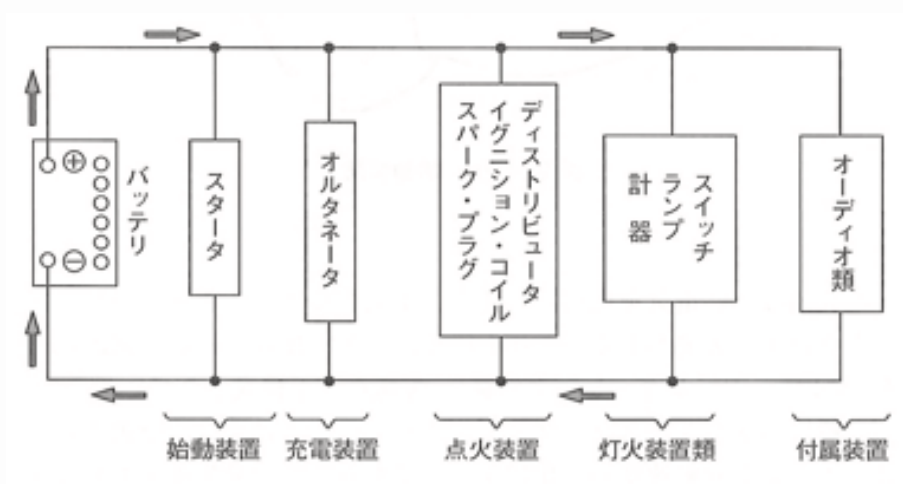
(7) 電気装置

一般にガソリン・エンジンの電気装置には、図19のようにバッテリーを電源とし、エンジンを回転させるための始動装置、電気負荷に電気を供給したりバッテリーを充電するための充電装置、燃焼室内の混合気を燃焼させるための、点火装置などがある。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 34
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図19. 電気装置



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 35

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

① バッテリー

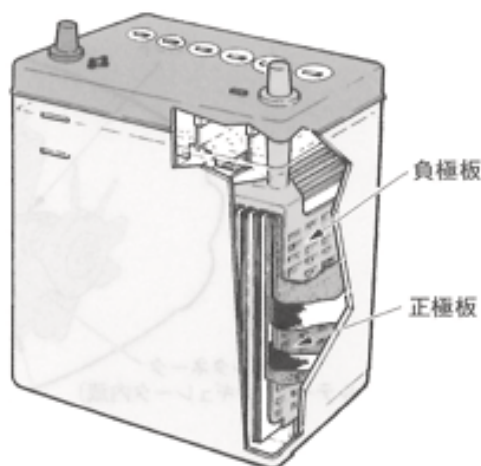
自動車のバッテリーは、電気を供給する電源であり、また、充電装置からの電気を蓄えるものである。

一般にバッテリーは、図20のような形状で、鉛の極板と電解液（希硫酸）を化学反応させることによって、電気を蓄えたり、放出したりしている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 36

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図20. バッテリ



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 37

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

② 始動装置

自動車のエンジンは、自力で回転を始めることができない。このため、エンジンが自力で回転を持続することができるまで、外力を与えて回転させる必要があり、これを行うのが始動装置である。

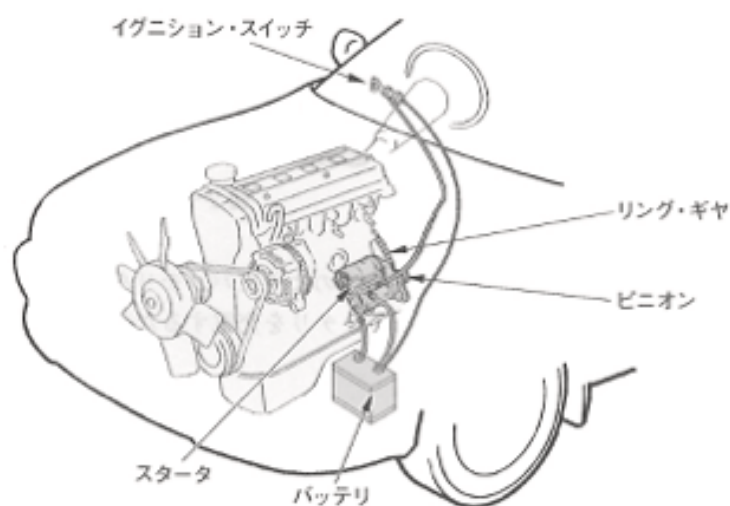
図21は、始動装置の一例で、スタータ、イグニション・スイッチ、配線などで構成されている。

エンジンの始動は、イグニション・スイッチを始動の位置に操作してスタータを作動させ、ピニオンをフライホイール（ドライブ・プレート）外周に設けたリング・ギヤにかみ合わせ、クランクシャフトを回転させることにより行う。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 38

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図21. 始動装置



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 39
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

③ 充電装置

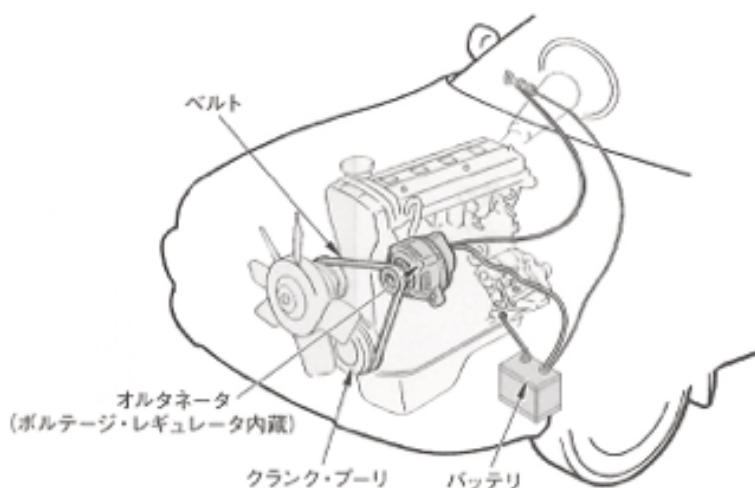
自動車を運転中、電装品などに電気を供給し、また、電気を使用して放電したバッテリーに充電するために発電を行って電気を供給する必要がある。これを行うのが充電装置である。図22は、充電装置の一例で、オルタネータ（ボルテージ・レギュレータ内蔵）、配線などで構成されている。

オルタネータは、一般にエンジンのクランク・プーリからベルトによって駆動されているため、オルタネータの回転速度は、エンジン回転速度の変化によって変わり、その発生電圧も変化するので、これを一定に保つために、ボルテージ・レギュレータが用いられている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 40
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図22. 充電装置



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 41

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

④ 点火装置

ガソリン・エンジンでは、シリンダ内で圧縮した混合気に点火して燃焼させる必要があり、これを適切な時期によい火花で点火するのが点火装置である。

点火装置には、一般にバッテリー式が用いられているが、二輪車の一部にマグネト式が用いられている。

図23は、バッテリー式の一例で、イグニション・スイッチ、イグニション・コイル、デイストリビュータ、イグナイタ、ハイテンション・コード、スパーク・プラグ、配線などで構成されている。

バッテリーからの電流によりイグニション・コイルを励磁させ、デイストリビュータの内部に設けた点火信号発生機構によって作りだされた点火信号をイグナイタに送り、イグナイタがこの点火信号によってイグニション・コイルに流れる電流を断続し、これにより、コイルに高電圧を発生させる。この高電圧は、デイストリビュータ上部の配電機構により各スパーク・プラグに送られ、圧縮されている混合気に点火する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 42

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

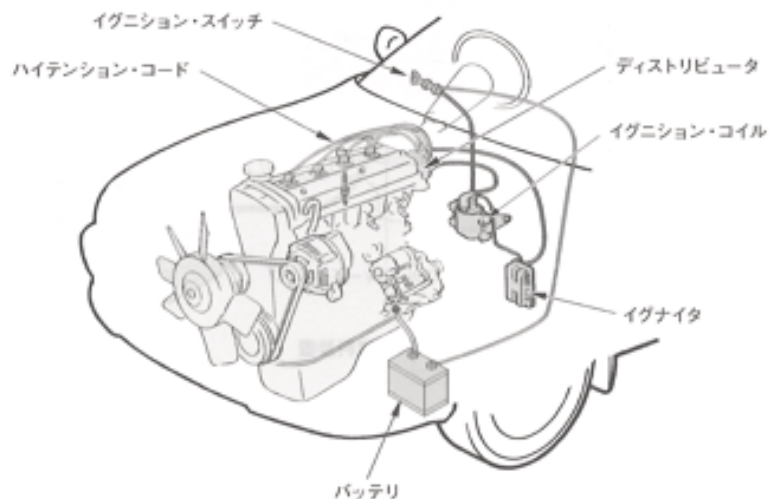
イグニション・コイル、ディストリビュータ、スパーク・プラグ間の配線には、高電圧が発生するので、これを絶縁するハイテンション・コードが用いられている。

なお、現在は、イグニション・コイルと配電機構を一体化した気筒別独立点火方式（ダイレクト・イグニション）が用いられている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 43

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図23. 点火装置



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 44

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

4. ジーゼル・エンジン

ディーゼル・エンジンは、シリンダ内に空気を吸入して圧縮し、高温になったところへ燃料を高圧で霧状に噴射して着火・燃焼を行わせる。

ここでは、ガソリン・エンジンとは異なる燃料装置と予熱装置について説明する。

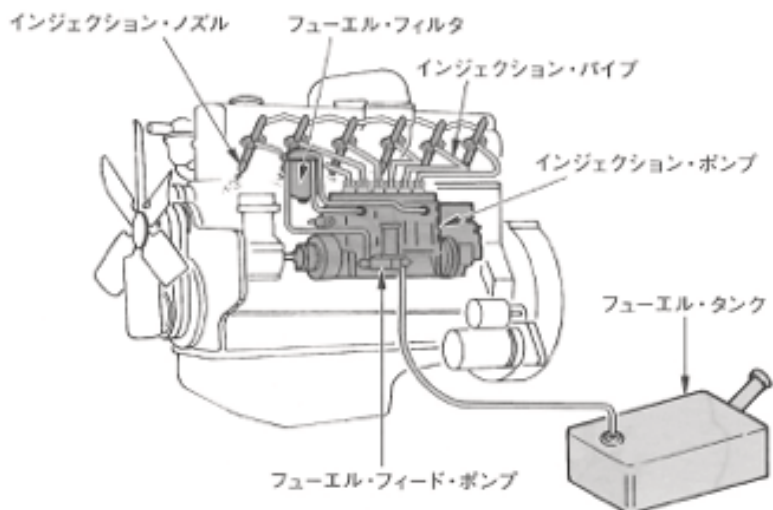
（1）燃料装置

図24は、機械式燃料噴射装置の一例で、フューエル・タンクの燃料は、フューエル・フィード・ポンプにより吸い上げられ、フューエル・フィルタを経てインジェクション・ポンプへ送られ、図25 のように、インジェクション・ポンプのプランジャがカムによって上昇し、高圧になった燃料がインジェクション・ノズルに圧送され、各シリンダの燃焼室に噴射される。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 45

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

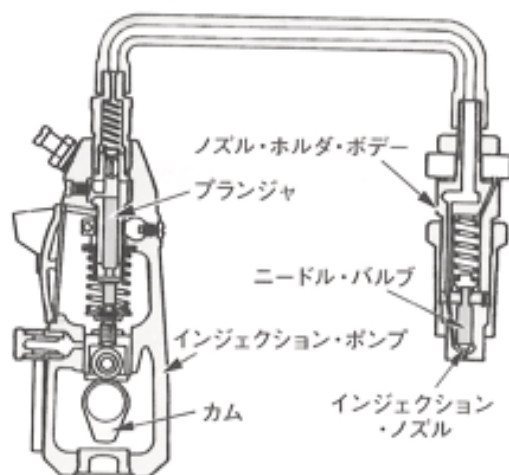
図24. 燃料装置



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 46

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図25. インジェクション・ポンプとインジェクション・ノズル



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 47
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

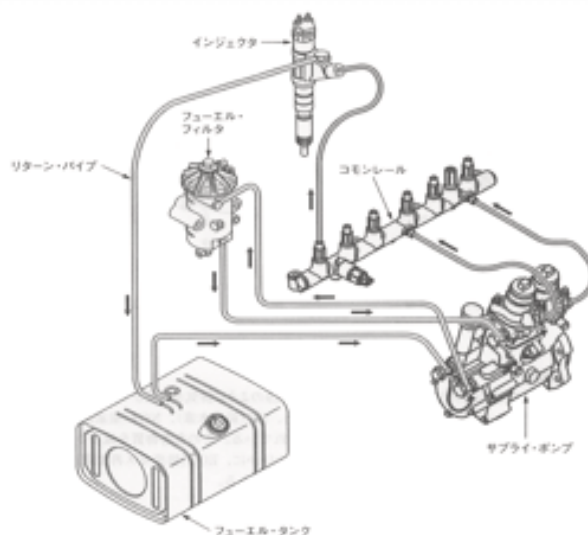
燃料の噴射制御は、エンジンの負荷に応じた噴射量の増減と、エンジンの回転速度に応じた噴射時期に制御することで行われる。

なお、現在は、厳しい排出ガス規制に対応するため、従来インジェクション・ポンプより燃料噴射圧力を高圧化できる、図26のようなサプライ・ポンプを用いたコモンレール式高圧燃料噴射装置を採用している。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 48
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図26. コモンレール式高圧燃料噴射装置



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 49

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(2) 予熱装置

ディーゼル・エンジンでは、吸入空気の温度が低いと、着火しにくい
ため、寒冷時などの始動を容易にする予熱装置を設けている。

予熱装置には、グロー・プラグ式とインテーク・エア・ヒータ式とが
ある。

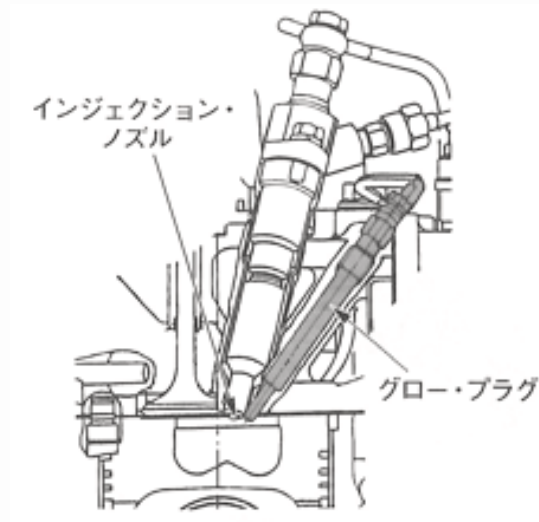
グロー・プラグ式は、図27のように、グロー・プラグが各燃焼室に
設けられ、始動のとき、これに電流を流して赤熱させ、吸入した空気を
暖めている。

インテーク・エア・ヒータ式は、図28のように、インテーク・マニ
ホールドの途中に設けたヒータによって吸入空気を暖めている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 50

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

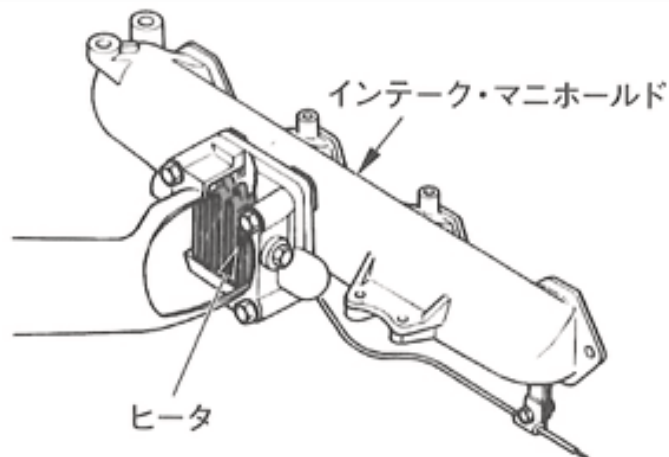
図27. グロー・プラグ式予熱装置



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 51

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図28. インテーク・エア・ヒータ式予熱装置



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 52

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

（3）排ガス浄化装置

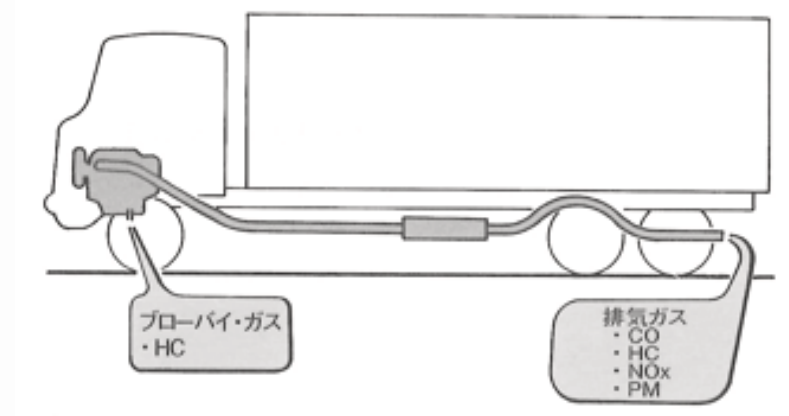
ディーゼル・エンジン自動車から排出される有害ガスは、図29のように排気ガス及びブローバイ・ガスである。

これらの排出ガスには、有害物質であるCO（一酸化炭素）HC（炭化水素）、NOx（窒素酸化物）及びPM（Particulate Matter：粒子状物質）（注参照）などが一部含まれている。この有害物質を減少させるための装置としては、排気ガス後処理装置（触媒、DPF、尿素SCR）のほか、EGR（排出ガス再循環）装置、ブローバイ・ガス（クランクケース内への吹き抜けガス）還元装置などがある。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 53

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図29. 有害物質の排出箇所



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書
「基礎自動車工学」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 54

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

1. 概要

エンジン本体は、ガソリンと空気の混合気を燃焼室内で燃焼させ、発生する燃焼ガスの圧力を回転運動に変えて動力を発生させるものである。

作動方式には、往復動型のレシプロ・エンジンと回転型のロータリ・エンジンがあり、レシプロ・エンジンのシリンダの配置には、直列型、V型、水平対向型などがある。

図1は、レシプロ・エンジン（DOHC（ダブル・オーバーヘッド・カムシャフト）型4サイクル直列4シリンダ）の一例で、エンジン本体は、シリンダ・ヘッド、シリンダ・ブロック、シリンダ、ピストン、コンロッド、クランクシャフト、カムシャフト、バルブなどで構成されている。

なお、エンジン本体には、潤滑装置、冷却装置及び吸排気装置の通路などが設けられており、各補機類の取り付けのベースにもなっている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 1
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

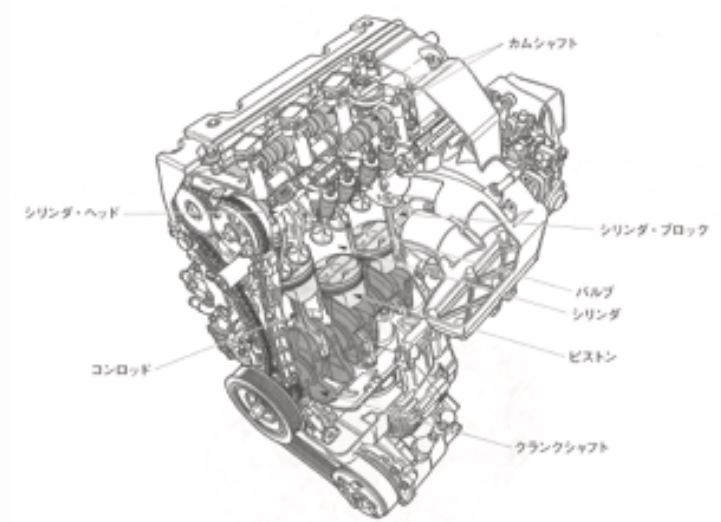
（1）直列型エンジン

直列型エンジンは、図1のようにシリンダを一行に並べた最も一般的なもので、シリンダ数は一般に3、4、6のものが使用されている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 2
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図1. レシプロ・エンジン（DOHC型4サイクル直列4シリンダ）



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 3
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

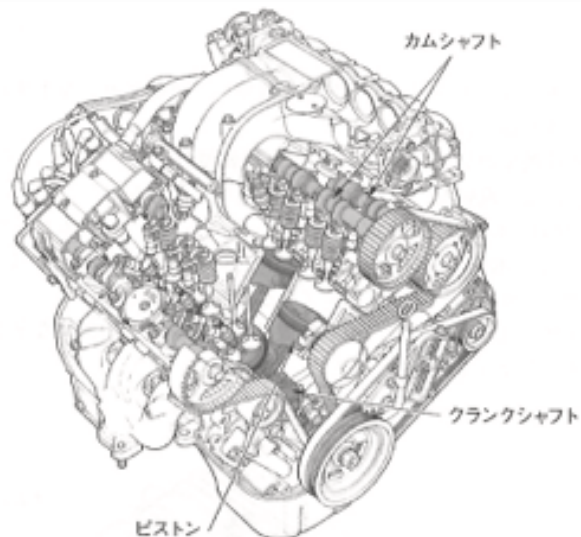
(2) V型エンジン

V型エンジンは、図2のようにクランクシャフトを中心にシリンダをV型に配置したもので、全長を短くすることができる。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 4
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図2. V型エンジン



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 5
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

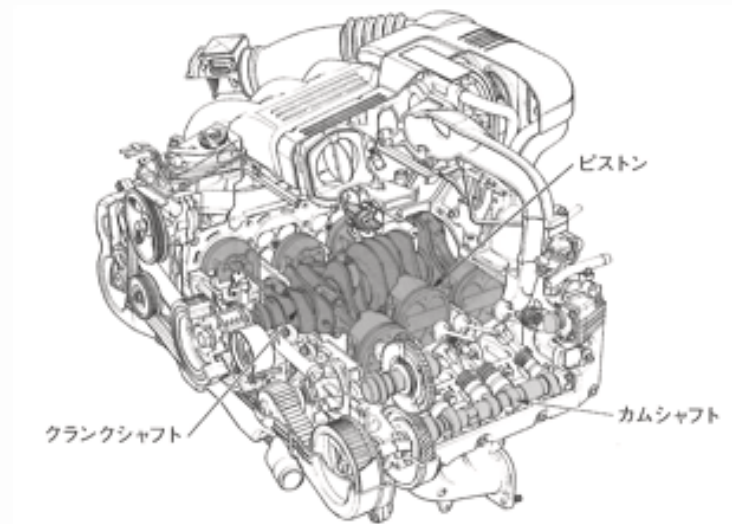
(3) 水平対向型エンジン

水平対向型エンジンは、図3のようにクランクシャフトを中心にしてシリンダを左右水平に対向して置いたもので、高さを低くすることができる。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 6
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図3. 水平対向型エンジン



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 7
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

2. 構造・機能

(1) シリンダ・ヘッド

シリンダ・ヘッドは、図4のようにピストンと共に燃焼室を形成し、その内部には冷却水を通すためのウォータ・ジャケットが設けられており、外部にはインテーク・マニホールド、エキゾースト・マニホールド、バルブ機構、スパーク・プラグなどが取り付けられている。

また、シリンダ・ヘッドの上面にはバルブ機構を保護し、かつ、オイルの流出を防ぐシリンダ・ヘッド・カバーが取り付けられている。

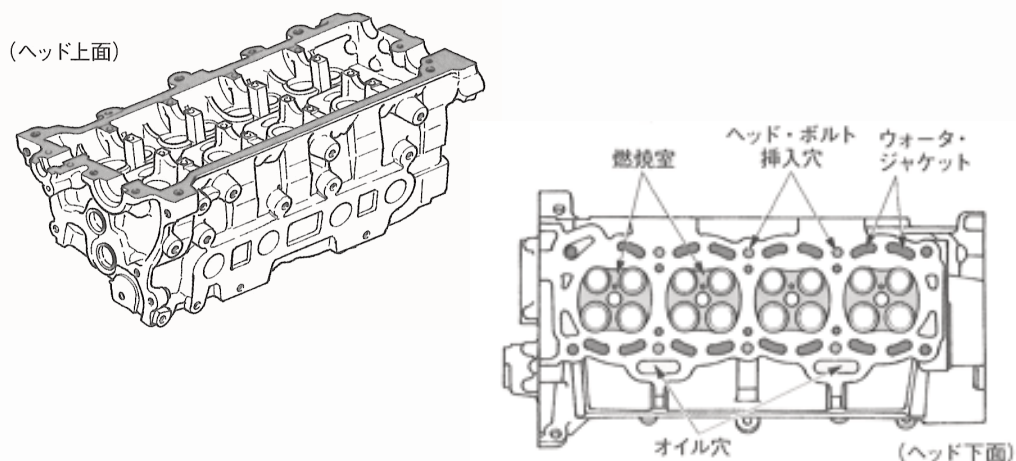
シリンダ・ヘッドの取り付けは、シリンダ・ヘッド・ガスケットを介して、シリンダ・ブロックにシリンダ・ヘッド・ボルトで締め付けられている。

シリンダ・ヘッドは、常に高温・高圧にさらされるため、熱伝導性及び冷却効果が高いことを要求されるので、アルミニウム合金製のものが用いられている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 8
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図4. シリンダ・ヘッド



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 9
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

① 燃焼室

燃焼室は、シリンダ・ヘッド、ピストンにより形成され、その形状は、バルブ及びスパーク・プラグの位置、ピストン上面の形状など多くの要素によって異なる。また、エンジンの出力や有害排気ガスの発生にも大きな影響を与える。

ガソリン・エンジンの燃焼室には、次のようなものが使用されている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 10
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(ア) 屋根型 (ペントルーフ・タイプ)

屋根型の燃焼室は、図5のような形状で、左右に向かい合って置かれたインテーク・バルブ及びエキゾースト・バルブ面とピストン・ヘッドの間に屋根形の燃焼室が形成されるタイプである。

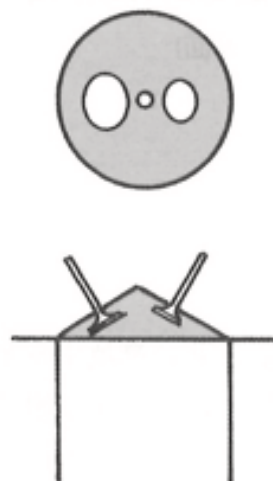


図5. 屋根型（ペントルーフ・タイプ）

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 11
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(イ) くさび型 (ウェッジ・タイプ)

くさび型の燃焼室は、図6のような形状で、くさび先端部の混合気が圧縮時にピストンによって押し出されるため、燃焼室内の混合気に渦流が与えられる。

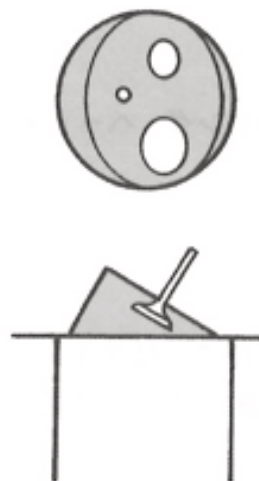


図6. くさび型（ウェッジ・タイプ）

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 12
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

（ウ）多球型

多球型の燃焼室は、図7のように複数の球形を形成するような形状で、バルブを大きくでき、混合気に渦流を与えることができる。

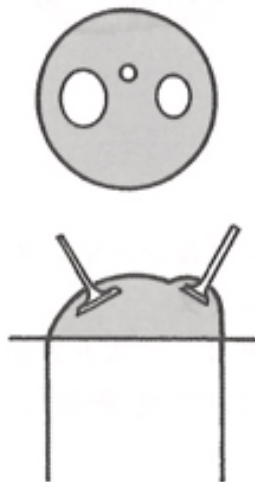


図7. 多球型

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 13
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

② シリンダ・ヘッドの吸排気系統

シリンダ・ヘッドには、混合気の吸入通路及び燃焼（膨張）したガスの排気通路が設けられている。

吸入通路は、混合気の体積効率を高めると共に、燃焼室での燃焼効率を高めるための流れを考慮した形状となっている。また、排気通路は、燃焼（膨張）したガスの排気効率が間くなるような形状に作られている。

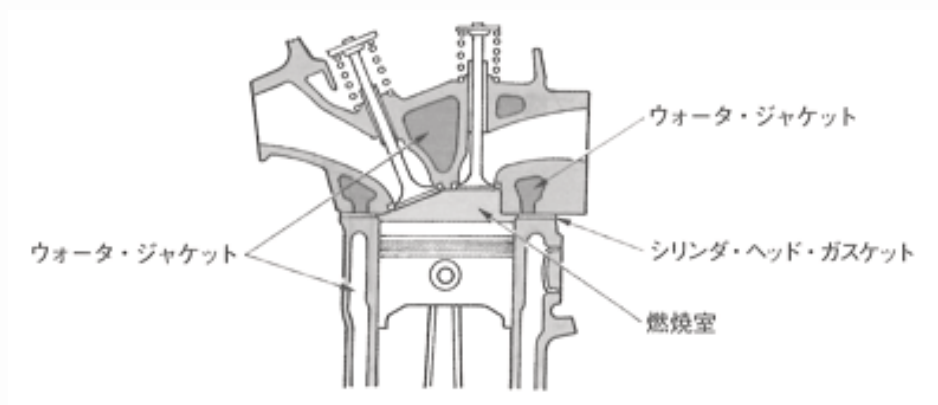
③ シリンダ・ヘッドの冷却系統

シリンダ・ヘッドには、図8のように燃焼室及びバルブ・シート部の冷却用のウォータ・ジャケットが、燃焼室の外周に設けられている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 14
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図8. シリンダ・ヘッドの冷却系統



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 15
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

④ シリンダ・ヘッド・ガスケット

シリンダ・ヘッド・ガスケットは、燃焼ガス、冷却水及びオイルの漏れを防止するもので、シリンダ・ブロックとシリンダ・ヘッドの間に組み付けられている。

また、シリンダ・ヘッド・ガスケットは、耐熱性、耐圧性及び適度な圧縮性などが要求され、一般に図9のようなメタル積層式のものが使用され、表面には、フッ素系のゴムなどをシール剤としてコーティングし密着性を高めている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 16
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図9. シリンダ・ヘッド・ガスケット



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 17
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(2) シリンダ及びシリンダ・ブロック

① シリンダ

シリンダは、ピストンが往復運動を行う部分で、ピストンやシリンダ・ヘッドと共に燃焼室を形成している。

また、燃焼（膨張）によるシリンダ壁の熱をウォータ・ジャケット内の冷却水に放散する働きもしている。

シリンダには鋳鉄製のシリンダ・ブロックと一体に鋳造されているものと、アルミニウム合金製のシリンダ・ブロックに鋳鉄製のシリンダ・ライナを圧入又は鋳包みしたものがある。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 18
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

② シリンダ・ブロック

シリンダ・ブロックは、図10-（1）のように個別にシリンダを設けたものと、図10-（2）のようにシリンダとシリンダを連結してボア・ピッチを小さくし、剛性を高めたものがある。また、シリンダ・ブロックは、ピストン、クランクシャフトなどを支えると共に、各補機類取り付けのベースになっており、上部にはシリンダ・ヘッド、下部にはオイル・パンが取り付けられるようになっている。

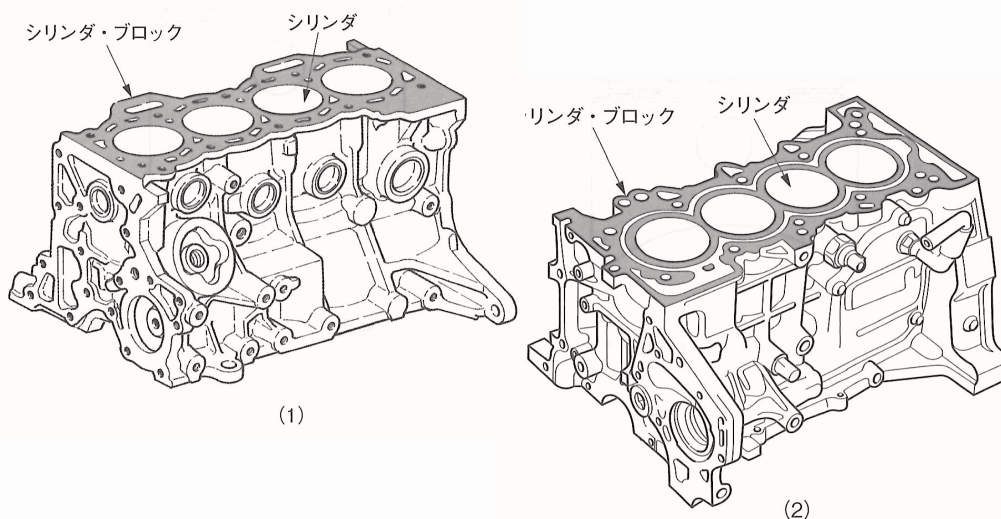
また、冷却水及び潤滑油の通路も設けられており、エンジンの骨格となる部分である。

シリンダ・ブロックには、鋳鉄製のものとアルミニウム合金製のものがある。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 19
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図10. シリンダ・ブロック



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 20
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(3) ピストン、ピストン・ピン及びピストン・リング

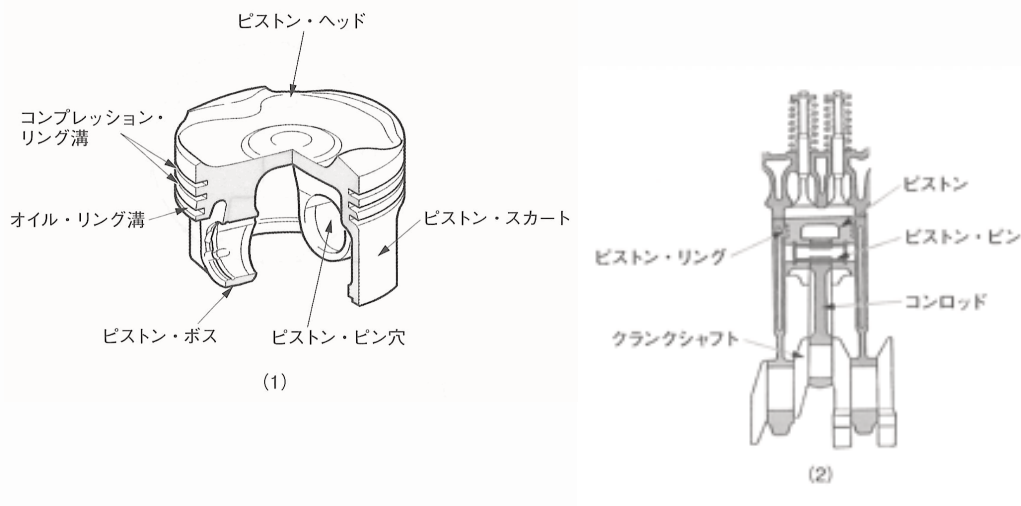
① ピストン

ピストンは、図11-（1）のような構造で、図11-（2）のようにピストン・ピンを介してコンロッドに連結され、シリンダ内を往復して、シリンダ内に容積が変化する気密室を形成し、この気密室内で燃焼によって生じた圧力を受けて往復運動する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 21
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図11. ピストンの構造及び組み付け状態



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 22
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

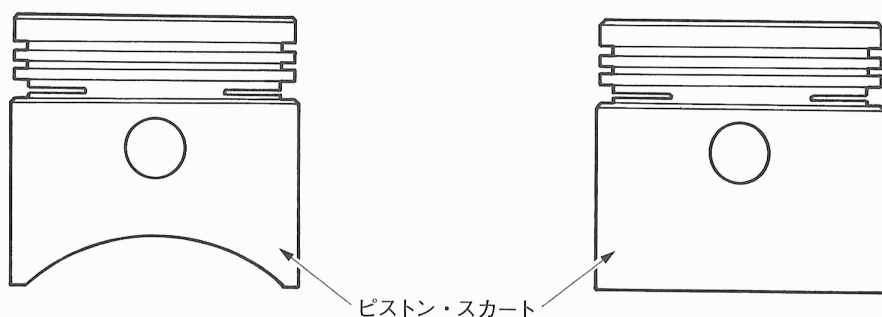
ピストンの質量を軽くするために、図12-（1）のように、ボス方向のスカート部を切り欠いたものが使用されている。この切り欠いたものをスリッパ・スカート・ピストンと呼び、切り欠いていない図12-（2）のようなものをソリッド・スカート・ピストンと呼んでいる。

このほかには、ピストン・ヘッド部をへこませてインテーク・バルブ及びエキゾースト・バルブの逃げを設けたものや、ピストン・ヘッド部を出っ張らして圧縮比を高くするようにしたものなどがある。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 23
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図12. ピストン・カートによる種類



(1) スリッパ・スカート・ピストン

(2) ソリッド・スカート・ピストン

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 24
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

ピストンは、常に高温・高圧にさらされ、シリンダ内で往復運動を行うため、軽量、強じん性、耐熱性及び耐摩耗性が要求されるので、材料は、一般に耐久性の高いアルミニウム合金が用いられている。

アルミニウム合金製ピストンは、軽量で熱伝導性が高いので、高速往復運動に適しているが、熱膨張係数が大きいいため、形状や構造にいろいろ工夫が施されている。

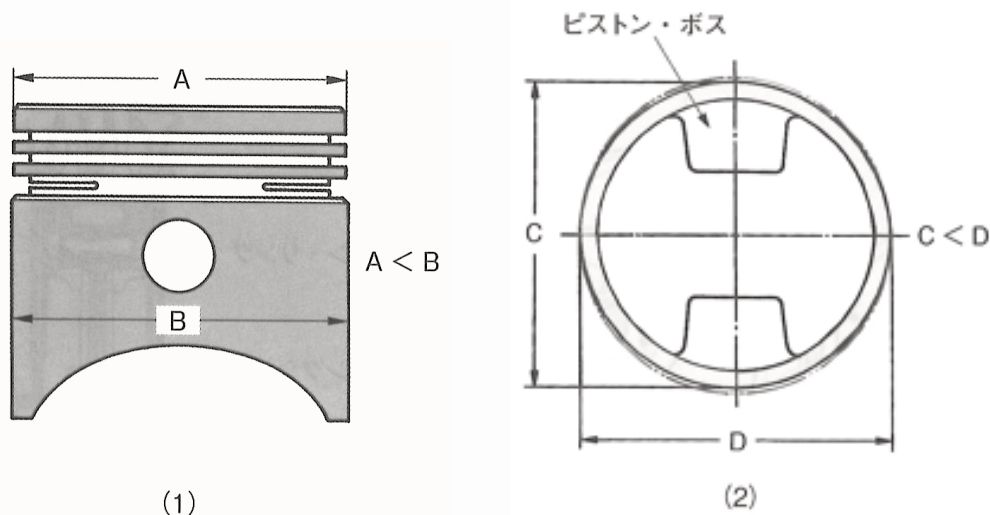
すなわち、ピストンを側面から見ると、図13-（1）のようにピストン・ヘッド部の径（A）よりスカート部の径（B）の方が大きく円すい形になっている。これはピストン・ヘッド部が、特に熱せられて膨張する度合いが大きいためである。

また、ピストンをスカート下部から見ると、図13-（2）のようにピストン・ボス方向の径（C）が、その直角方向の径（D）より小さく、だ円形になっている。これは、ピストン・ボス部の熱が逃げにくく、温度が高くなり、かつ、肉厚が厚い分、他の部分より熱による膨張が大きくなるためである。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 25
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図13. アルミニウム合金製ピストン



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 26
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

② ピストン・ピン

ピストン・ピンは、ピストンとコンロッド小端部を連結する中空円筒形のもので、ピストンからの大きな力を受けるため、図14のように中央部が厚く作られている。

また、ピストン・ピンは、コンロッドに圧入してあるものと、コンロッドにもピストン・ボス部にも固定されないで自由に回転できるものがあり、後者のものは、図15のようにピストン・ピンが抜け出さないようにピストン・ボス部両端の溝にスナップ・リングが取り付けられている。

なお、ピストン・ピンは、特殊鋼で作られており、その表面は浸炭焼き入れなどによって表面硬化処理が施され、強じん性と耐摩耗性をもたせている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 27
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図14. ピストン・ピンの断面

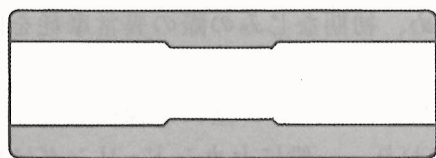
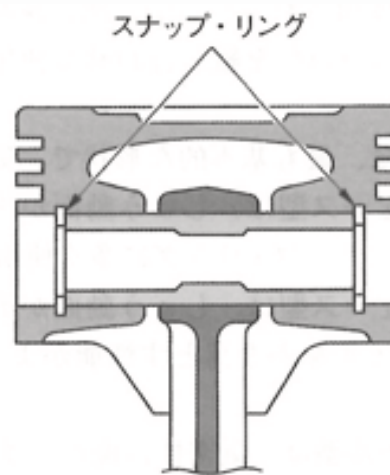


図15. ピストン・ピンの取り付け状態



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 28
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

③ ピストン・リング

ピストン・リングには、コンプレッション・リングとオイル・リングとがあり、一般にコンプレッション・リング2本とオイル・リング1本がピストンに組み付けられており、ピストン・リング自体は、自己の張力によってシリンダ壁に密着している。

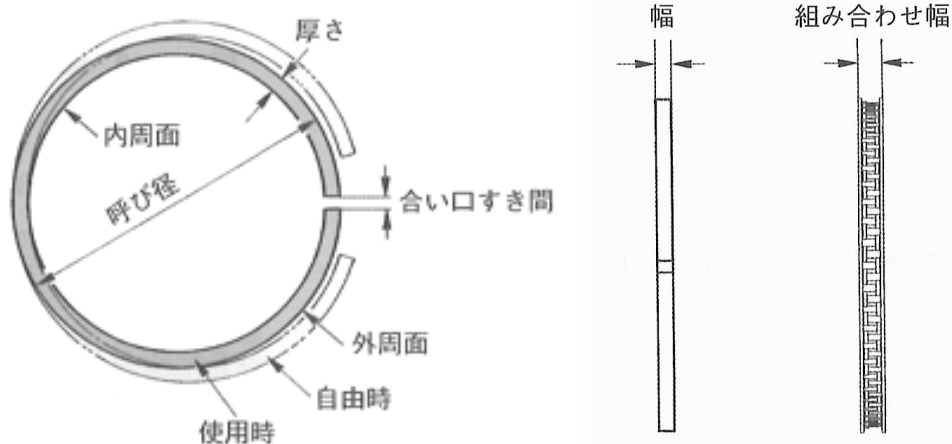
ピストン・リングの材料は、耐熱性及び耐摩耗性の面から、一般に特殊鋳鉄や炭素鋼などが用いられており、さらに、耐摩耗性を高めるためにクロムめっきなどが施されているものもある。

なお、ピストン・リング各部の名称は、図16のとおりである。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 29
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図16. ピストン・リングの名称



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 30
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

（ア）コンプレッション・リング

コンプレッション・リングは、燃焼室の気密を保持し、圧縮漏れやガス漏れを防止する。また、不要なオイルをかき落とすと共に、ピストンが受ける熱の大部分をシリンダを通して、ウォータ・ジャケット内の冷却水へ逃がす役目をしている。

コンプレッション・リングには、図17のようなものがあり、一般にバレル・フェース型及びテーパ・フェース型が使用されているが、次に説明するピストン・リングの二つの型を組み合わせて使用しているものもある。

- ▶ プレーン型は、最も基本的な形状で、気密性、熱伝導性が優れている。
- ▶ バレル・フェース型は、しゅう動面が円弧状になっているため、初期なじみの際の異常摩耗を防止できる特長があり、トップ・リングに多く使用されている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 31
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

▶ テーパ・フェース型は、しゅう動面がテーパ状になっているため、シリンダ壁には線接触となってなじみやすく、オイルをかき落とす性能がよく、気密性にも優れており、一般にセカンド・リングに使用されている。

▶ インナ・ベベル型は、気密性に優れ、また、オイルをかき落とす性能に優れているので、一般にトップ・リング又はセカンド・リングに使用されている。

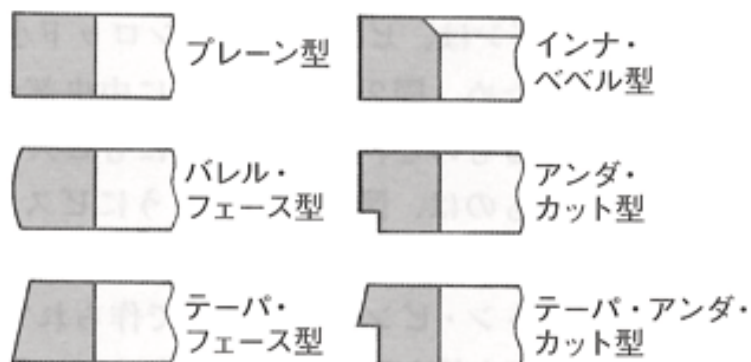
▶ アンダ・カット型及びテーパ・アンダ・カット型は、オイル上がりを防ぐと共にオイルをかき落とす効果が優れているので、一般にオイル・リングのすぐ上に取り付けられることが多い。

次に、ピストンの吸入、圧縮、燃焼（膨張）及び排気の各行程におけるコンプレッション・リングの作用を説明する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 32
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図17. コンプレッション・リングの種類



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 33
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(a) 吸入行程時の作用

吸入行程では、図18のようにピストンの下降に伴い、シリンダ壁のオイルは、ピストン・スカート部及びオイル・リングでかき落とされ、コンプレッション・リングは残ったオイルをかき落とすが、シリンダ壁には適度の油膜が形成され、次の圧縮行程時の潤滑に備える。

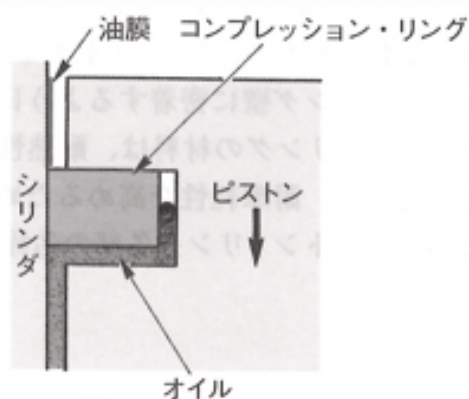
また、ピストン上部の圧力は、クランクケース内よりも低いので、オイルは、図のようにコンプレッション・リング下面の隙間から内側に回る。

したがって、コンプレッション・リングの摩耗・衰損、シリンダの摩耗などがあると、オイル上がりを起こしオイル消費量が増大する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 34
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図18. 吸入行程



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 35
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(b) 圧縮及び燃焼（膨張）行程時の作用

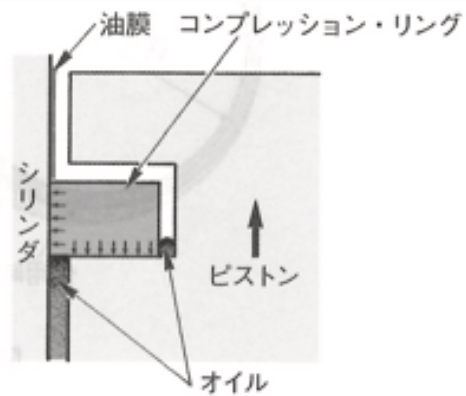
圧縮行程では、図19のようにシリンダ内の圧縮圧力がコンプレッション・リングの上面及び内側に働くので、リングは、リング溝の下面及びシリンダ壁に強く押し付けられるが、燃焼（膨張）行程時には燃焼ガスの圧力でさらに強く押し付けられる。

したがって、コンプレッション・リングやシリンダなどが摩耗していると、気密が保持できなくなり、ブローバイ・ガスの増加や出力不足の原因となる。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 36
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図19. 圧縮行程



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 37
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

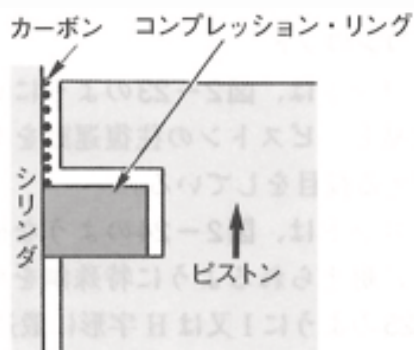
(c) 排気行程時の作用

排気行程では、図20のようにコンプレッション・リングは、シリンダ壁に付着したカーボンなどを取り去り、シリンダの上方へ押し上げるので、カーボンば燃焼ガスと共にエキゾースト・バルブから排出される。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 38
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図20. 排気行程



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 39
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

（イ）オイル・リング

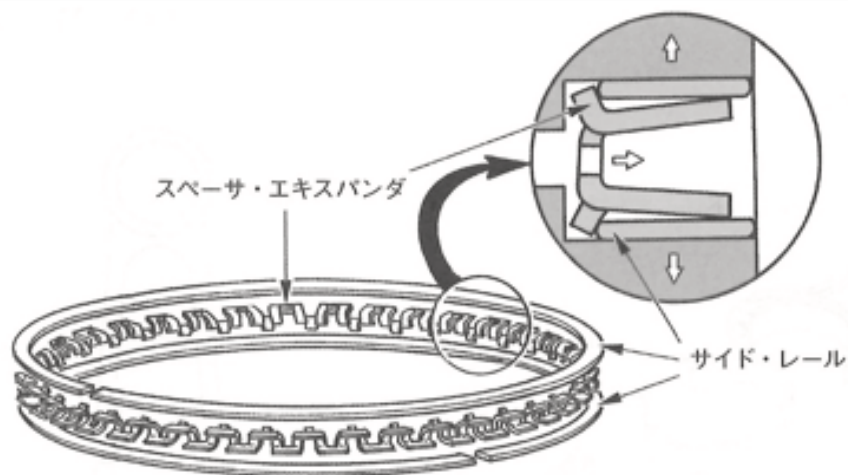
オイル・リングは、シリンダ壁を潤滑した余分なオイルをかき落とす役目をしており、ピストン速度が速いガソリン・エンジンでは一般に図21のようなサイド・レールとスペーサ・エキスパンダを組み合わせた組み合わせ型オイル・リングが使用されている。

スペーサ・エキスパンダは、オイルの逃がし部の面積を大きくして、カーボンなどの堆積によるオイルのかき落とし不良を防止するため、このスペーサ・エキスパンダを用いた組み合わせ型オイル・リングは、オイルのかき落とし性能が優れている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 40
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図21. 組み合わせ型オイル・リング
(スパーサ・エキスパンダ付きオイル・リング)



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 41
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

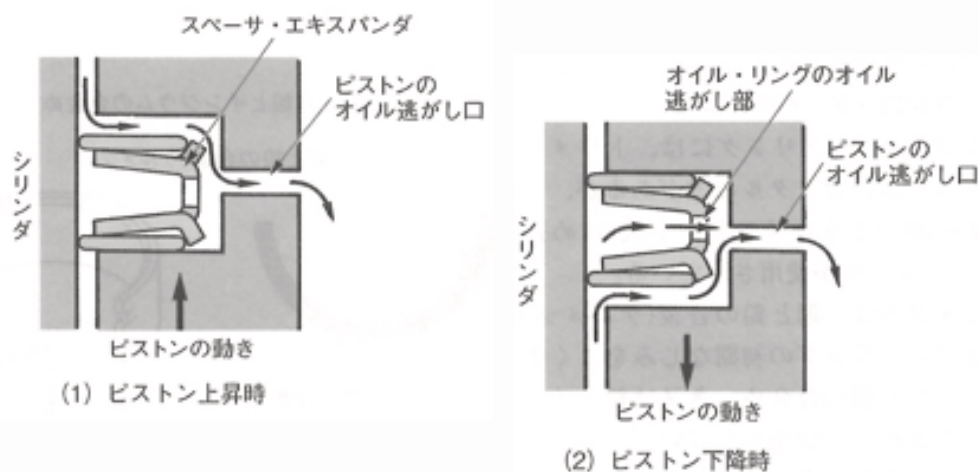
オイル・リングの作用を説明。

ピストン上昇時には、図22-（1）のようにピストンに設けられたオイル逃がし口を通してピストンの内側にオイルを押し出し、また、ピストン下降時には、かき落としたオイルを図22-（2）のように、リングのオイル逃がし部及びピストンのオイル逃がし口を通してピストンの内側に押し出す作用をする。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 42
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図22. オイル・リングの作用



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 43
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(4) コンロッド及びコンロッド・ベアリング

① コンロッド

コンロッドは、図23のようにピストンとクランクシャフトを連結し、ピストンの往復運動をクランクシャフトの回転運動に変える役目をしている。

コンロッドは、図24のような構造で、大きな繰り返しの衝撃力に耐えられるように特殊鋼を使用し、その形状の断面は図25のようにI又はH字形に鍛造されている。

コンロッドの小端部には、ピストン・ピンを介してピストンが連結されており、ブッシュを用いるものと、用いないものがある。

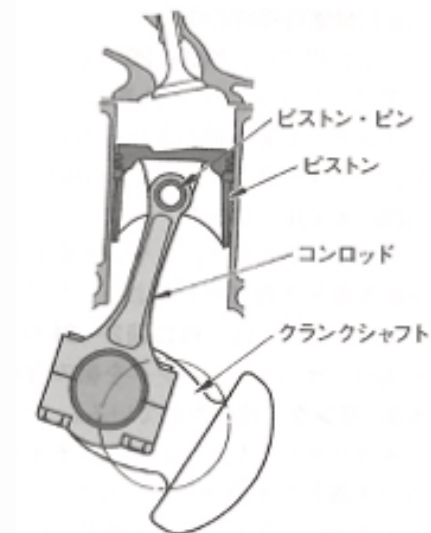
コンロッドの大端部には、コンロッド・ベアリングを介してクランクシャフトのクランク・ピンにキャップ・ボルトで取り付けられている。

また、大端部には、ピストンの冷却とピストン・ピン、ピストン及びシリンダの潤滑のためにオイル・ジェットを設けているものがある。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 44
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

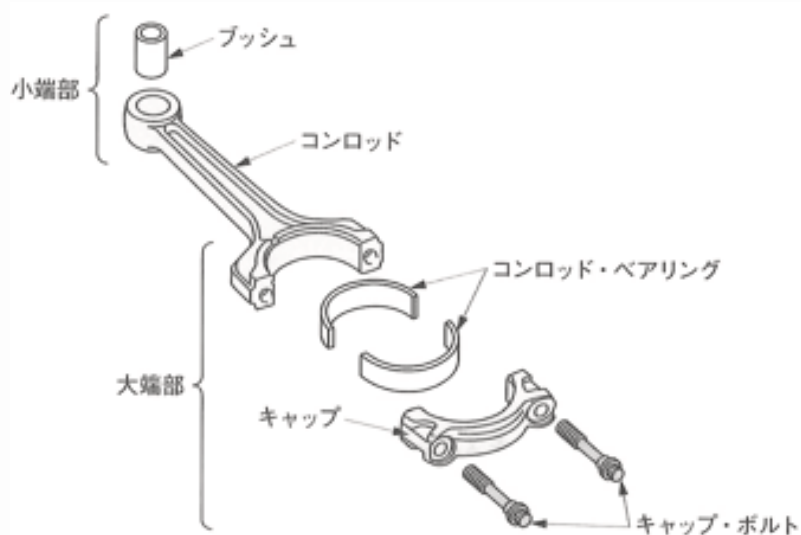
図23. コンロッドの役目



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 45
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

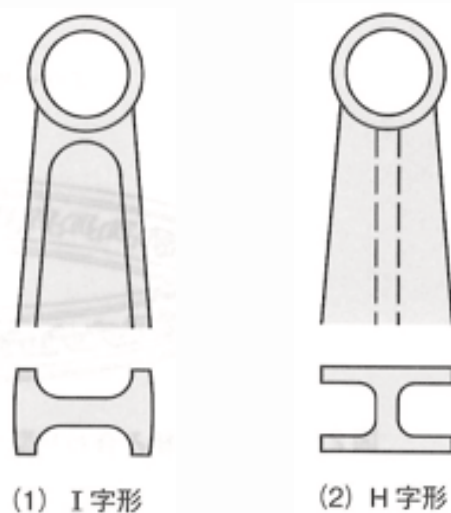
図24. コンロッド



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 46
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図25. コンロッドの断面



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 47
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

② コンロッド少端部のブッシュ

ブッシュの材料は、一般に銅をベースとした合金製のものが使用され、コンロッド小端部のオイル穴と一致するようにオイル穴が空けられており、オイル・ジェットからピストン内面に飛ばされたオイルがオイル穴から供給されるようになっている。

② コンロッド・ベアリング

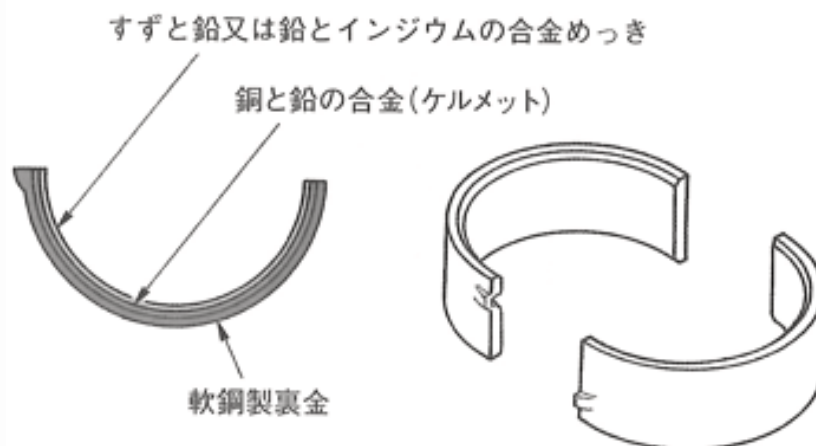
コンロッド・ベアリングには、トリメタル、アルミニウム合金メタルなどがあるが、一般に図26のようなインサート式（はめ込み式）のトリメタルが使用されている。

トリメタルは、銅と鉛の合金（ケルメット）の表面にベアリングの初期なじみをよくするため、すずと鉛の合金めっき又は鉛とインジウムの合金めっきが施されている。また、アルミニウム合金メタルには、なじみをよくするため、アルミニウムにすずを加えた合金メタルと、鉛を加えた合金メタルとがある。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 48
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図26. トリメタル



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 49
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

コンロッド・ベアリングには、一般にスタンダード・サイズのほかに、クランク・ピンの摩耗による減寸に備えて、アンダサイズのものが作られている。また、コンロッド・ベアリングの機能を保持するためには、クラッシュ・ハイトと張りが必要である。

クラッシュ・ハイトとは、図27のようにベアリングの外周の寸法と、ベアリング・ハウジング内周の寸法との差をいい、ベアリングの締め代となるものである。

張りとは、図28のようにベアリングの自由状態の寸法 (P) がベアリング・ハウジング直径 (D) よりも大きいことをいう。この張りは、ベアリングを組み込んだとき、ハウジングに対して密着性を高めるためのものである。

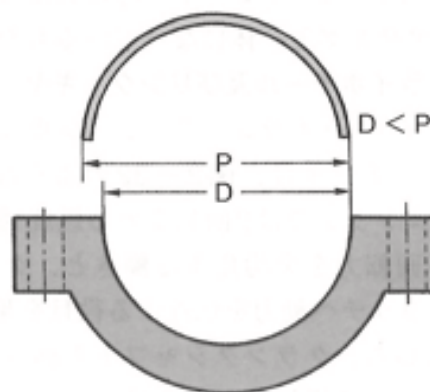
出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 50
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図27. クラッシュ・ハイト



図28. ベアリングの張り



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 51
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(5) クランクシャフト及びジャーナル・ベアリング

① クランクシャフト

クランクシャフトは、ピストンの往復運動をコンロッドを介して回転運動に変えるため、すなわち、ピストンに発生したエネルギーを動力として取り出すためのもので、図29のようにクランク・ピン、クランク・ジャーナル、クランク・アーム、バランス・ウェイトなどで構成されている。

バランス・ウェイトは、回転部分の質量のアンバランスを取り除くためにクランク・アームに設けられている。

クランク・ジャーナルは、シリンダ・ブロックと共にクランクシャフトを支えるためのもので、その数は、一般に直列型4シリンダの場合は5個、直列型6シリンダの場合は7個、V型6シリンダの場合は4個、V型8シリンダの場合は5個となっている。

クランク・ピンは、コンロッドを取り付ける部分及びクランクシャフトを回転させるための入力部分で、その数はシリンダ数と同数であるが、V型の一部には、一つのクランク・ピンに2本のコンロッドが取り付けられているため、シリンダ数の半分のものもある。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 52
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

クランクシャフトの材料は、特殊鋼、炭素鋼及び特殊鋳鉄が用いられ、クランク・ジャーナル及びクランク・ピン部には、表面硬化処理を施して耐摩耗性を向上させている。

また、図30のようにクランク・ジャーナルとクランク・ピンをつなぐ油路を設けて、クランク・ピン及びコンロッド・ベアリングへの給油を行っている。

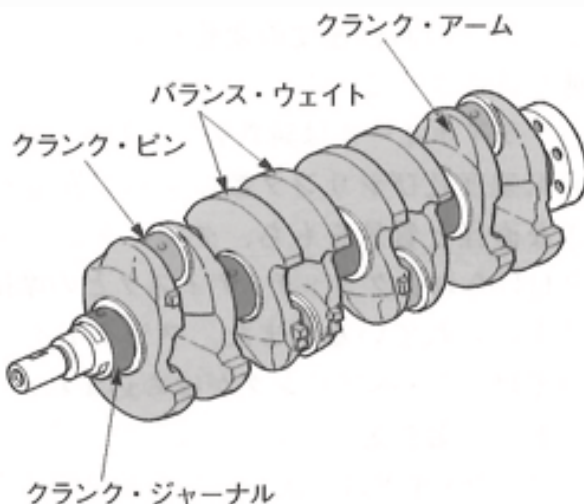
クランクシャフトの前端部には、バルブ機構を作動させるためのクランクシャフト・タイミング・スプロケット（タイミング・プーリ）が取り付けられると共にウォータ・ポンプ、オルタネータなどを駆動するクランク・プーリも併せて取り付けられている。また、後端部には、後述するフライホイール又はドライブ・プレートが取り付けられている。

なお、後端部に、クラッチ・シャフトのパイロット・ベアリングが取り付けられている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 53
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図29. クランクシャフト



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 54
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図30. クランクシャフトの油路



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 55
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

① ジャーナル・ベアリング

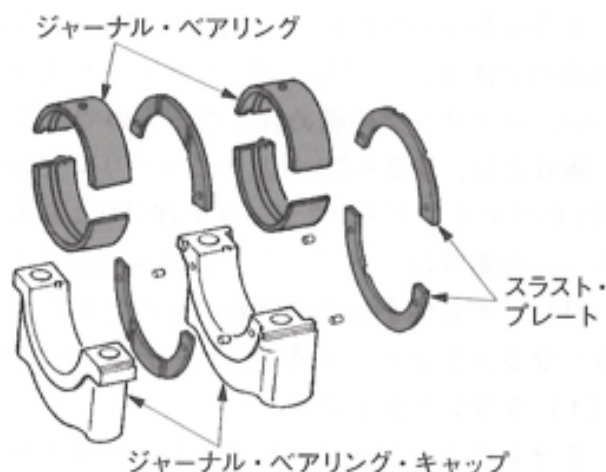
ジャーナル・ベアリングは、コンロッド・ベアリングと同様にインサート式のトリメタルとアルミニウム合金メタルが使用され、シリンダ・ブロック及びベアリング・キャップにそれぞれはめ込まれている。ジャーナル・ベアリングの幅は、取り付け位置によって異なるものもあり、内面には、シリンダ・ブロックから圧送されたオイルが、クランク・ジャーナルとベアリングの間に十分満たされるようにオイル穴とオイル溝が設けられている。

また、ジャーナルの1箇所には、クランクシャフトの軸方向の力を受けるためのスラスト・ベアリングが設けられている。スラスト・ベアリングには、図31のようなスラスト・プレートと呼ばれるものと、ジャーナル・ベアリングと一体になっているものがある。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 56
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図31. ジャーナル・ベアリングとスラスト・プレート



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 57
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(6) フライホイール及びリング・ギヤ

マニュアル・トランスミッション車などで使用されるフライホイールは、図32のようなもので、4サイクル・エンジンでは2回転ごとの燃焼（膨張）によって変化する回転力を平均化する働きと、クランクシャフトからクラッチへ動力を伝達する役目を果たしている。

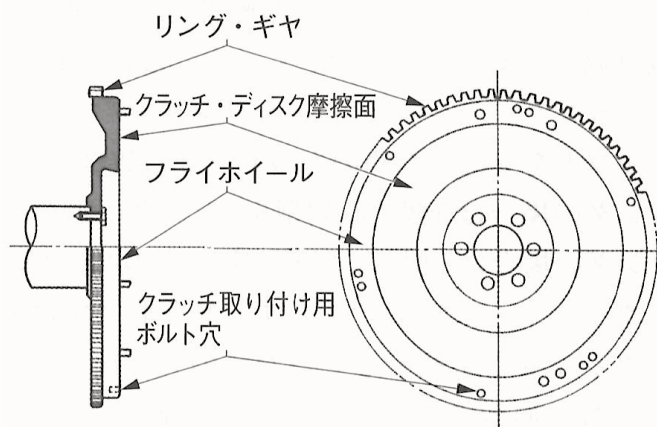
すなわち、クランクシャフトの回転力が燃焼（膨張）行程によって増加したときは、そのエネルギーをフライホイールが吸収し、燃焼（膨張）以外の行程でクランクシャフトの回転力が減少したときには、フライホイールの慣性エネルギーによって回転を維持して、クランクシャフトの回転速度の変化を少なくし、円滑な回転状態を維持させている。

フライホイールは鋳鉄製で、大きさは、エンジン出力、回転速度及びシリンダ数によって異なるが、かなり大きな直径と質量をもち、クランクシャフト後端部に取り付けられ、クラッチ・ディスクとの磨擦面は滑らかに仕上げられている。また、フライホイールの中心には、パイロット・ベアリングがはめ込まれ、クラッチ・シャフトの一端を支えるようになっている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 58
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図32. フライホイール



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 59
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

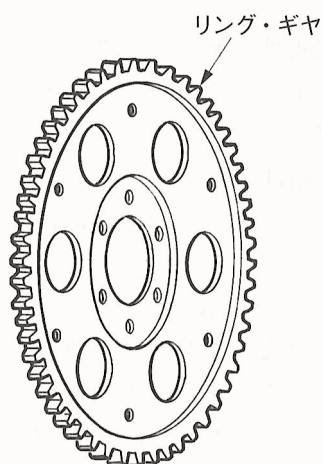
リング・ギヤは、エンジンを始動するときにスタータのピニオンとかみ合い、スタータの回転をフライホイールに伝えるためのもので、一般に炭素鋼製のスパー・ギヤが用いられ、フライホイールの外周に焼きばめされている。リング・ギヤの歯先は、焼き入れを施して耐久性の向上を図ると共に、スタータのピニオンのかみ合いを容易にするため片側は面取りしてある。

なお、オートマチック・トランスミッション車などで使用されるトルク・コンバータは、トルク・コンバータがフライホイールの役目をするため、前述したフライホイールは設けられていない。そのため、軽量で薄い図33のようなトルク・コンバータを取り付けるためのドライブ・プレートをクランクシャフトの後端に取り付けている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 60
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図33. ドライブ・プレート



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 61
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

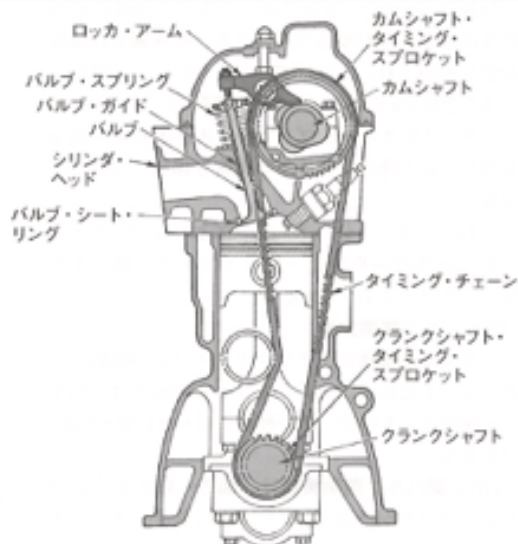
(7) バルブ機構

バルブ機構は、適切な時期にバルブを開閉して、燃焼室への混合気などの導入及び密閉、さらに、燃焼ガスの排出を行うためのもので、図34のようにバルブ、バルブ・シート・リング、バルブ・ガイド、バルブ・スプリング、ロッカ・アーム、カムシャフト、カムシャフト・タイミング・スプロケット、タイミング・チェーン、クランクシャフト・タイミング・スプロケットなどで構成されている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 62
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図34. バルブ機構



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 63
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

① バルブ、バルブ・スプリング及びバルブ・シート・リング

バルブは、燃焼室と吸入・排気の通路を開閉するもので、高温・高圧にさらされ、後述するバルブ・シート・リングとの衝撃が繰り返されるので、耐熱性及び耐摩耗性の高い特殊鋼で作られている。

バルブには、混合気を燃焼室に導入するインテーク・バルブと、燃焼室から燃焼ガスを排出するエキゾースト・バルブとがある。一般にバルブ・ヘッドの外径は、吸入混合気量を多くするためにインテーク・バルブのほうがエキゾースト・バルブより大きくなっている。

これらのバルブの開閉は、カムシャフトのカムにより行われる。

バルブは、図35のようにバルブ・ヘッド、バルブ・フェース、バルブ・ステム及びバルブ・ステム・エンドで構成され、図36のようにシリンダ・ヘッドに圧入された特殊鋳鉄製のバルブ・ガイドに挿入され、バルブ・ステム上端には、アッパ・スプリング・シートが、二つ割りのコッタで固定されている。また、燃焼室へのオイル下がりを防ぐため、耐熱性及び耐油性の高いオイル・シールがバルブ・ガイドの先端部に取り付けられている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 64
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

バルブ・スプリングは、バルブを閉じるためのもので、ローア・スプリング・シート、アツパ・スプリング・シート及びコッタで取り付けられている。

また、バルブ・スプリングには、高速時のバルブ・スプリングの異常振動などを防ぐため、図のようなシリンダ・ヘッド側のピッチを狭くした不等ピッチのスプリングが用いられている。

なお、バルブ・スプリングは、耐熱ばね鋼で作られている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 65
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図35. バルブ

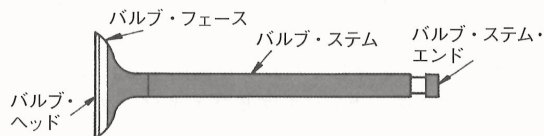
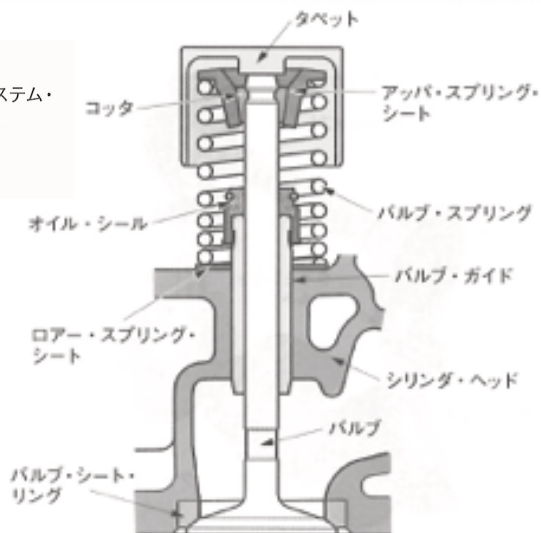


図36. バルブの取り付け状態



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 66
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

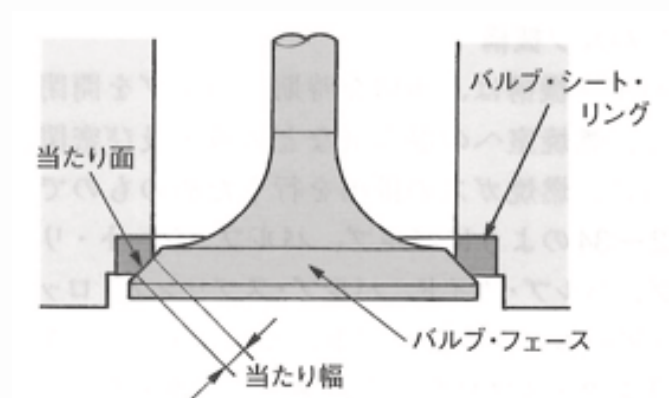
バルブ・シート・リングは、バルブと同様に耐熱性及び耐摩耗性が要求されるため、特殊鋼又は焼結合金が使用され、シリンダ・ヘッドに圧入又は冷やしばめされている。また、図37のようにバルブ・シート・リングとバルブ・フェースが密着する部分を当たり面と呼び、燃焼室の機密を保持する部分となる。

なお、バルブ・シート・リングとバルブ・フェースの当たり面の角度は一般にインテーク側、エキゾースト側共に45°である。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 67
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図37. バルブ・シート・リング



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 68
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

② バルブ開閉機構

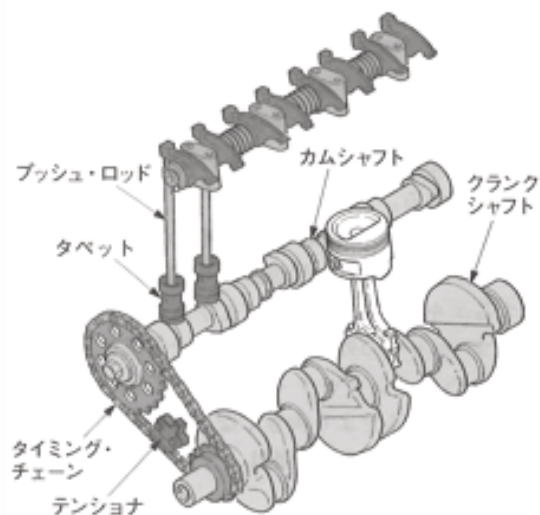
バルブ開閉機構は、クランクシャフトの回転をカムシャフトに伝え、カムシャフトを回転させてバルブを開閉するもので、その種類にはOHV型とOHC型がある。

▶OHV型バルブ開閉機構は、図38のようにカムシャフトをシリンダ・ブロックに設け、タペット、プッシュ・ロッド及びロッカ・アームを介してバルブを開閉する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 69
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図38. OHV型バルブ開閉機構



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 70
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

▶OHC型バルブ開閉機構は、図39のようにカムシャフトをシリンダ・ヘッド上に設け、クランクシャフトからの動力をタイミング・チェーン又はタイミング・ベルトなどによりカムシャフトに伝え、ロッカ・アームを介してバルブを開閉する。この形式には、インテーク・バルブ及びエキゾースト・バルブ開閉用の2本のカムシャフトを、図40のようにそれぞれのバルブ上に設けてバルブを開閉するDOHC型バルブ開閉機構がある。

（ア） タイミング・チェーン

タイミング・チェーンは、クランクシャフト・タイミング・スプロケットの回転をカムシャフトに設けられているカムシャフト・タイミング・スプロケットに伝えるためのもので、継ぎ目のないローラ・チェーンや特殊構造のサイレント・チェーンが用いられている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 71
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

（イ） タイミング・ベルト

タイミング・ベルトは、タイミング・チェーンと同様にクランクシャフト・タイミング・プーリの回転をカムシャフト・タイミング・プーリに伝えるためのもので、一般にベルトの種類はコグ・ベルトが使用される。

なお、前述したタイミング・チェーン及びタイミング・ベルトは、エンジンの回転変動によって、たわみや伸びを生じる。そのため、チェーン又はベルトの張り具合を適切な状態にし、バルブ・タイミングを適正に保つと共に、たわみによる騒音を防ぐためにテンショナが設けられている。

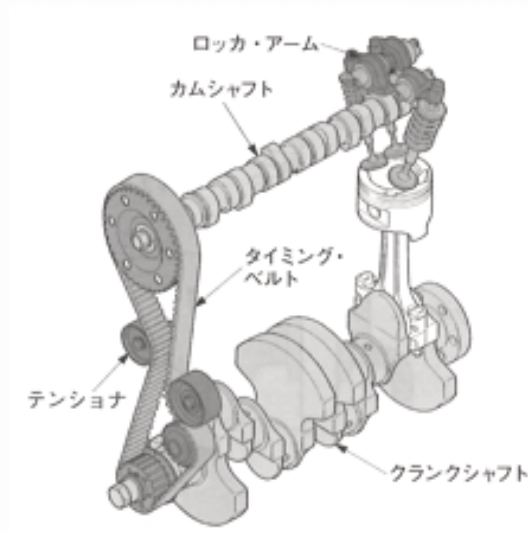
（ウ） タイミング・スプロケット（タイミング・プーリ）

タイミング・スプロケット（タイミング・プーリ）は、バルブの開閉時期を正しく伝える役目をしており、クランクシャフト・タイミング・スプロケット（クランクシャフト・タイミング・プーリ）及びカムシャフト・タイミング・スプロケット（カムシャフト・タイミング・プーリ）からなり、カムシャフト・タイミング・スプロケット（カムシャフト・タイミング・プーリ）は、クランクシャフト・タイミング・スプロケット（クランクシャフト・タイミング・プーリ）の1/2の回転速度で回る。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 72
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

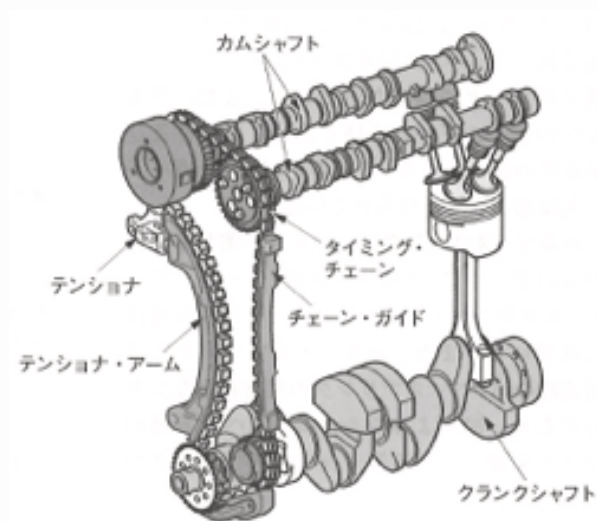
図39. OHC型バルブ開閉機構



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 73
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図40. DOHC型バルブ開閉機構



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 74
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

（エ）カムシャフト

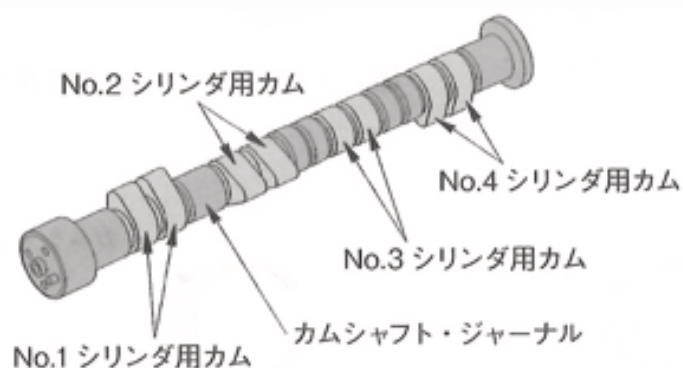
カムシャフトは、カムによりクランクシャフトの回転角度に合致したバルブの開閉を行うもので、一般に特殊鋳鉄の鋳造品又は炭素鋼の鍛造品が用いられ、カム面に表面硬化処理を施して耐摩耗性を高めている。図41のものでは、1シリンダ当たり一組のインテーク用カムとエキゾースト用カムを備えたもので、OHC型のエンジンでは、ジャーナル部をシリンダ・ヘッドで支えている。カムの形状は、図42のように卵形状で、カムの長径をカムの高さといい、カムの長径と短径との差をカム・リフトという。

カムシャフトには、潤滑のためのオイル穴が設けられており、オイル・ポンプからの給油は、オイル穴を通して行われている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 75
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

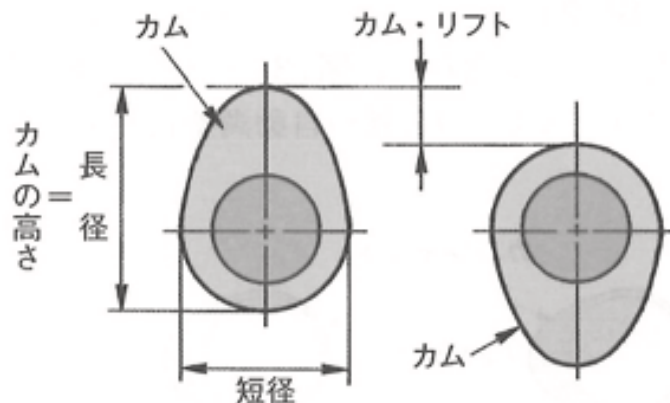
図41. カムシャフト



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 76
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図42. カムの形状



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 77
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(オ) ロッカ・アーム

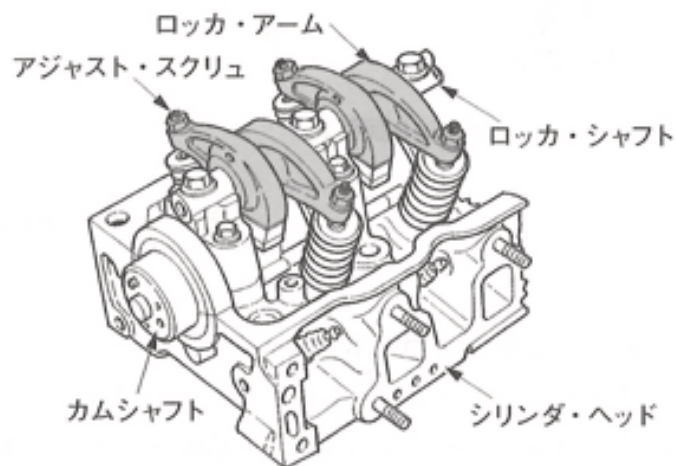
ロッカ・アームは、カムの動きをバルブに伝えてバルブを開閉する働きをするもので、図43のようにロッカ・シャフトに取り付けられており、シーソ式のもの、ロッカ・シャフトを用いないスイング・アーム式のものがある。また、ロッカ・アームには、一般にアジャスト・スクリュが組み込まれており、このスクリュによりバルブ・ステム・エンドとロッカ・アームの隙間、すなわち、バルブ・クリアランスを調整できるようになっている。

なお、カムの動きをロッカ・アームに伝える部分の摩耗の低減を図るため、この部分に、図44のようなニードル・ローラを設けたローラ・ロッカ・アームを用いたものもある。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 78
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

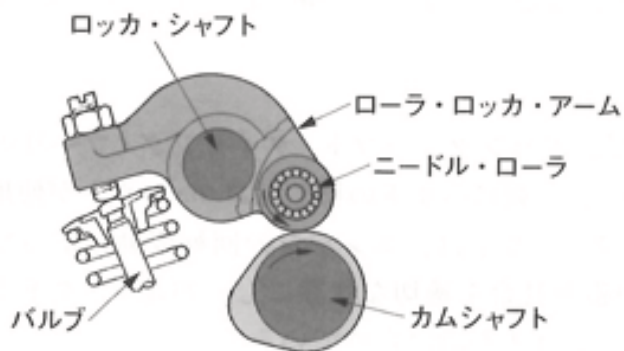
図43. ロッカ・アームの取り付け



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 79
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図44. ローラ・ロッカ・アーム

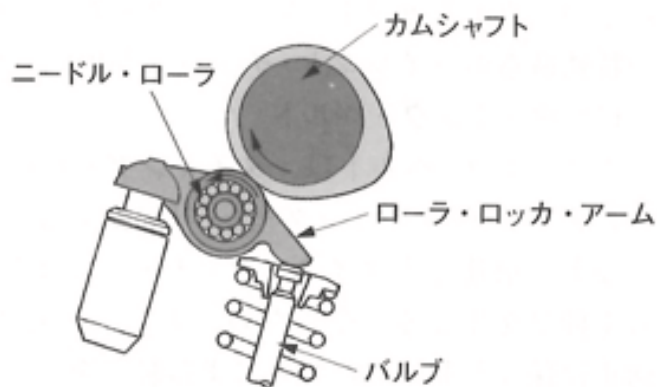


(1) シーズ式

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 80
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図44. ローラ・ロッカ・アーム



(2) スイング・アーム式

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 81
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(カ) タペット

タペットは、カムの回転運動を往復運動に変えるもので、特殊鋼又は特殊
鋳鉄の円筒形のものが用いられ、カムの回転によりシリンダ・ブロック又は
シリンダ・ヘッドにあるガイド内を上下にしゅう動する。

タペットは、図45のようなOHV型バルブ開閉機構に用いられるほか、
OHC型のうちロッカ・アームがなく、カムシャフトのカムがバルブを直接
押し下げる方式に用いられる。また、OHC型のタペットではバルブ・クリ
アランスを規定値に保つ方法として、図46-（1）のようにアジャスト・
シムによって行うシム調整式と、図46-（2）のようなタペット自体にア
ジャスト・シムの機能を持たせたタペット選択式、図46-（3）のように
油圧を利用して、バルブ・クリアランスをゼロに保つ自動調整式とがある。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 82
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

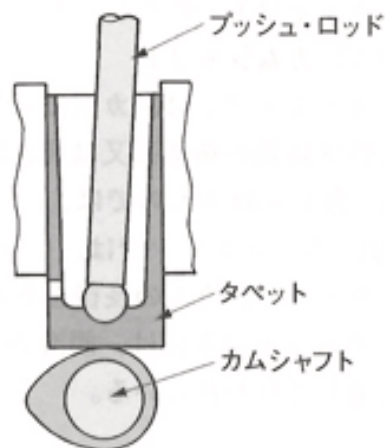
（キ）プッシュ・ロッド

プッシュ・ロッドは、OHV型に用いられ、タペットの往復運動をロッカ・アームに伝える働きをするもので、軽量、かつ、高い剛性が必要とされ、一般に両端の球面部に表面硬化処理を施した中空鋼管が用いられている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 83
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

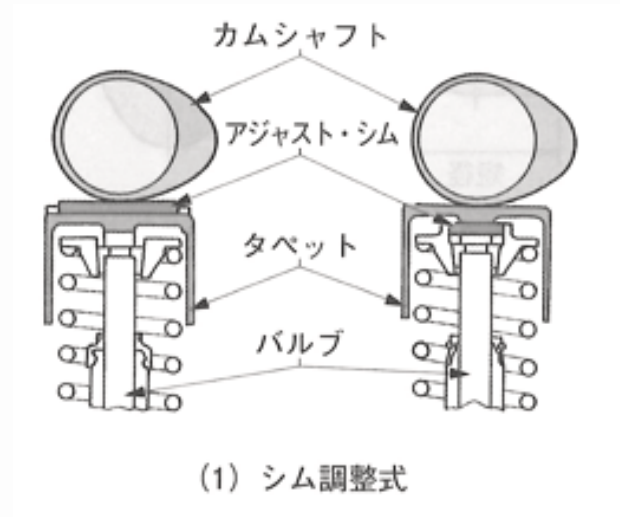
図45. タペット（OHV型）



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 84
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

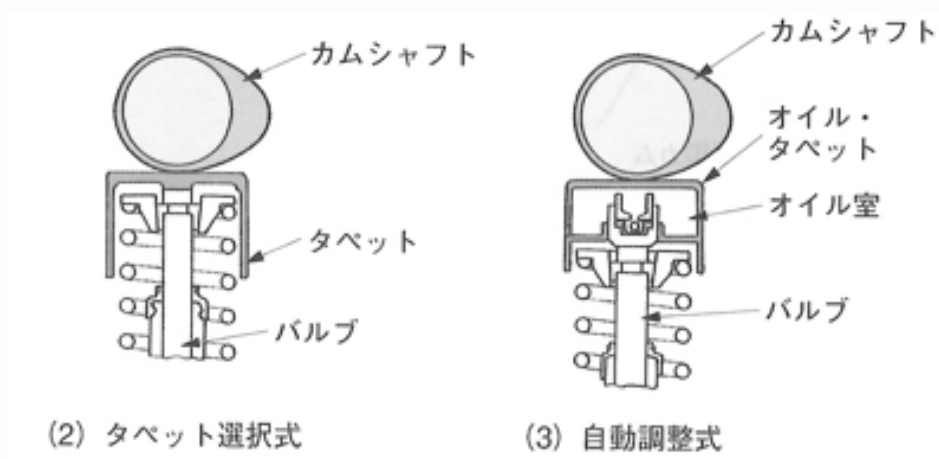
図46. バルブ・クリアランスの調整方式



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 85
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図46. バルブ・クリアランスの調整方式



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 86
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

3. 整備

エンジン本体を構成する主な部品の点検・修正及び分解・組み立ての要点について説明

(1) シリン・ダヘッド

① 点検・修正

(ア) カーボン・水あか及び錆などの点検

排気通路やバルブ・シート・リング周辺のカーボンの付着状態を点検し、シリンダ・ヘッド下面のカーボンを除去する場合は、バルブ・シート・リングを傷付けないようにする。また、ウォータ・ジャケットの水あかや錆の発生状態を点検し、著しいものは洗浄する。

なお、吸気通路への著しいオイルの付着は、インテーク・バルブからのオイル下がりの場合が多く、ほこりの付着は、エア・クリーナの不良などの場合が多いので、これらから分解前の状況を判断することができる。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 87
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(イ) 亀裂及びひずみの点検

シリンダ・ヘッド下面に付着したカーボンを除去した後、バルブ・シート・リング周辺など各部の亀裂の点検を行う。

亀裂の点検は、必要に応じて染色浸透探傷試験などによって行い、亀裂があるものは交換する。

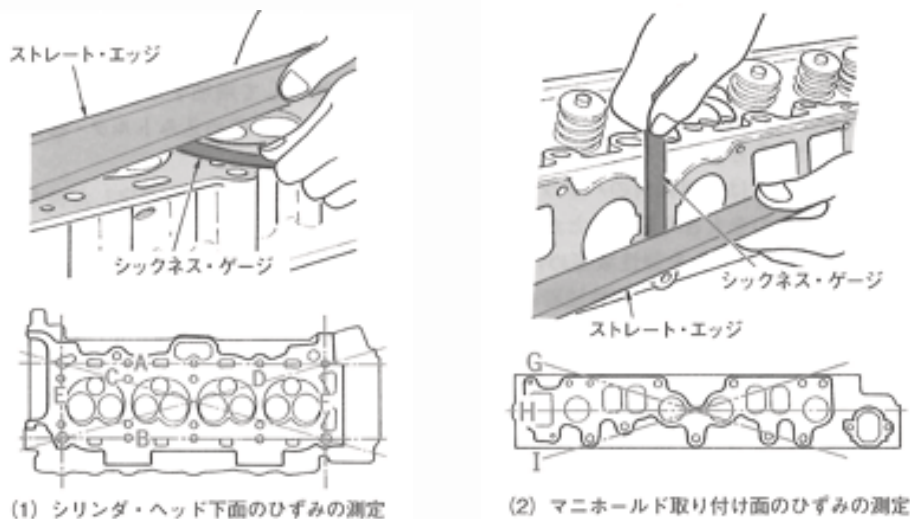
ひずみの点検は、図47のようにシリンダ・ヘッド下面とマニホールド取り付け面で行い、ストレート・エッジをシリンダ・ヘッド下面ではA～Fの6方向に、マニホールド取り付け面ではG～Iの3方向に当て、各々の方向についてシックネス・ゲージを挿入して測定する。このとき用いるストレート・エッジは、必ずシリンダ・ヘッドの全面に当てることができる長さのものを使用する。

軽微なひずみは、サーフェース・グラインダで研磨して修正するが、使用限度値を超えた著しいものは交換する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 88
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図47. シリンダ・ヘッドのひずみの測定



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 89
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

② 分解・組み立ての要点

(ア) シリンダ・ヘッドの取り外し

シリンダ・ヘッドの締め付けボルトは、指定された順序に従って外側から中央に向かって交互に2回ぐらいに分けて緩めて取り外す。特にシリンダ・ヘッドの温度が高いときに行うと、シリンダ・ヘッドが、ひずみを起こすことがあるので注意する。また、締め付けボルトは、長さが異なるものがあるので、組み立て時に分かるように注意する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 90
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(イ) シリンダ・ヘッドの取り付け

シリンダ・ヘッド・ガスケットは、上下の向きに注意して、シリンダ・ブロックの上面の位置決めピンに確実に合わせて組み付ける。また、シリンダ・ブロックからシリンダ・ヘッドへのオイルや冷却水の通路口などには、液体パッキンを塗布したり、Oリングやゴム・パッキンを挿入するものがあるので、忘れないよう注意する。

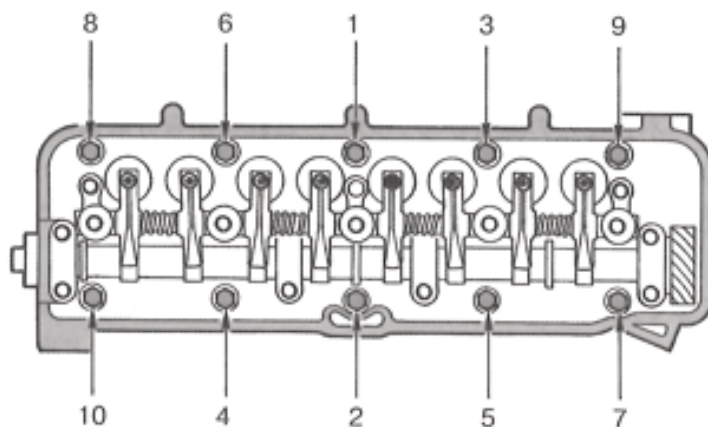
シリンダ・ヘッド・ボルトを取り付ける際には、シリンダ・ブロックのボルト穴にたまった冷却水やオイルなどを、エア・ガンなどで吹き飛ばしてからシリンダ・ヘッド・ボルトのねじ部に薄くオイルを塗り、図48のように、中央部のボルトから外側のボルトへと締め付ける。

なお、ボルト穴に冷却水やオイルが入っている状態でボルトを締め付けると、シリンダ・ブロックを破損させることがあるので注意する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 91
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図48. 締め付け順序



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 92
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

ボルトの締め付け法には、締め付けトルクとボルトの回転角が比例して増加する弾性域で行う方法と、この弾性域よりさらにボルトを締め込み、ボルトの回転角のみ変化して、締め込みトルク・軸力が変化しなくなる塑性域で行う方法がある。

塑性域での締め付けは、回転角のバラツキに対する軸力のバラツキが小さくなり安定した軸力が得られると共に軸力そのものを大きく取ることができる。

シリンダ・ヘッド・ボルトを弾性域締め付け法で行う場合、2～3回に分けて、ある程度締め付けてから規定トルクで締め付ける。また、塑性域締め付け法の場合は、規定の締め付け手順に従って行う。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 93
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(2) シリンダ及びシリンダ・ブロック

① 点検・修正

(ア) シリンダ・ブロックの点検

シリンダ・ブロックは、上面のひずみ、亀裂などの有無、ウォータ・ジャケットの水あかや錆の状態、冷却水通路や油路の詰まりなどについて点検を行う。

シリンダ・ブロック上面のひずみの点検は、シリンダ・ヘッド下面のひずみ測定の場合と同じ要領で、ストレート・エッジとシックネス・ゲージで測定し、使用限度値以内の軽微なひずみは、サーフェース・グラインダで研磨して修正するが、著しいものは交換する。

亀裂は、特にシリンダ・ヘッド・ボルトのねじ穴部などを点検し、必要に応じて染色浸透探傷試験などによって行う。

水路や油路の詰まりは、エア・ガンなどで清掃する。この場合、ウォータ・ジャケット下部には、水あか、錆などが堆積していることがあるので注意する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 94
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

（イ）シリンダの点検

シリンダについては、内径部の摩耗、損傷、亀裂の有無などについて点検する。

シリンダの摩耗傾向は、一般に図49のようになるため、内径の測定は上、中、下の3箇所、各々のクランクシャフトの軸方向（A-A'）と、その直角方向（B-B'）の合計6箇所を、図50のようにシリンダ・ゲージを用いて行い、シリンダ内径の測定の結果、摩耗が規定値以上の場合はシリンダ・ブロックを交換する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 95
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図49. シリンダの摩耗傾向と
測定箇所

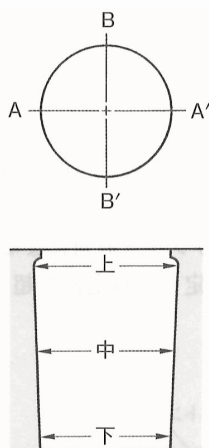
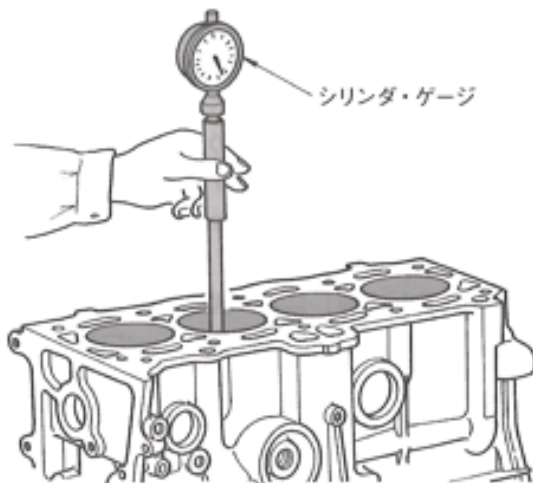


図50. シリンダ内径の測定



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 96
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(3) ピストン、ピストン・ピン及びピストン・リング

① 点検・修正

(ア) ピストンの点検

ピストンについては、ピストン・ヘッド部やリング溝に固着したカーボンを除去して、亀裂、かき傷、摩耗の程度などを点検する。亀裂は、ピストン・リング溝の奥の見えにくい部分にも生じるので注意して調べる。また、ピストン・ヘッド部は、異常燃焼などにより焼損している場合もあるので注意して点検する。

ピストン外径の測定は、図51のようにマイクロメータを用いて、一般にピストン・ボス方向に対して直角方向の指定された位置で行う。摩耗が規定値を超えている場合はピストンを交換する。

ピストン・リング溝との摩耗の測定は、新品のリングをリング溝に入れ、図52のようにシクネス・ゲージを用いて、リングとリング溝との隙間を外周の数箇所について行う。

隙間が規定値より大きい場合は、圧縮漏れやオイル上がりの原因となるので、ピストンとリングをセットで交換する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 97
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

ピストンに設けられたオイル戻し口の点検は、オイル・リング溝のカーボンを除去した後に行い、戻し口が詰まっている場合は、かき落としたオイルがピストン内に逃げず、オイル上がりの原因となるので、針金などを用いて清掃する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 98
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

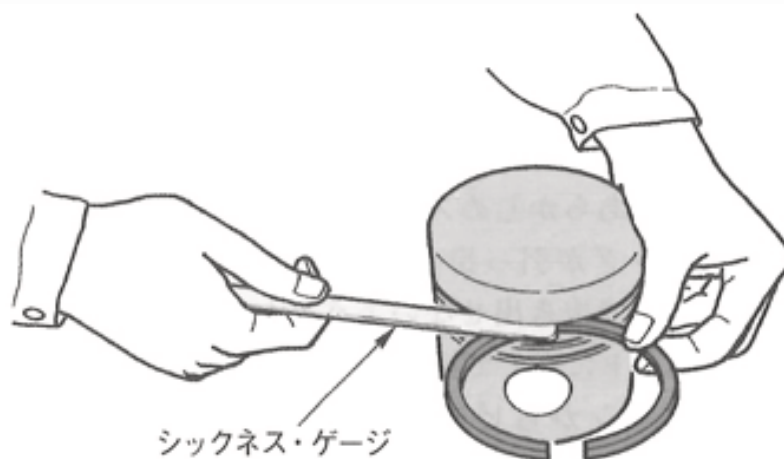
図51. ピストン外径の測定



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 99
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図52. リングとリング溝との隙間の測定



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 100
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(イ) ピストン・ピンの点検

ピストン・ピンは、外径をマイクロメータで測定し、摩耗が限度を超えているものは交換する。また、ピストン・ピンの内外面について、亀裂の有無を点検し、亀裂があるものは交換する。

なお、ピストン・ピンを交換する場合、ピストンとセットで交換することが指定されている場合があるので、その場合はセットで交換する。

(ウ) ピストン・リングの点検

ピストン・リングについては、合い口隙間を点検する。

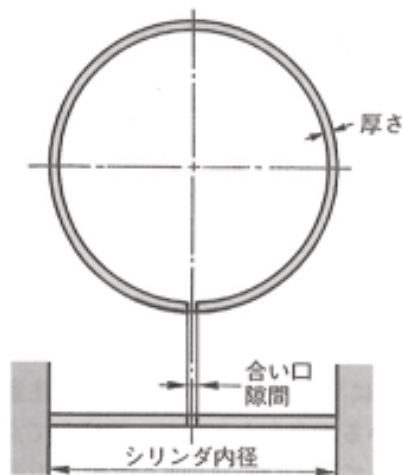
合い口隙間とは、図53のようにシリンダに組み込んだ状態で、リングの合わせ目にできる隙間のことをいい、作動中、高温下でリングが膨張して突き当たることを防ぐために設けられている。合い口隙間は、リングが摩耗して厚さが薄くなると大きくなる。

合い口隙間を調べるには、リングを摩耗の少ないシリンダの下部にシリンダと直角になるようピストン・ヘッド部で正しく押し込み、図54のようにシックネス・ゲージで測定し、規定値を超えているものは交換する。また、リングの張力については張力計を使用して点検する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 101
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

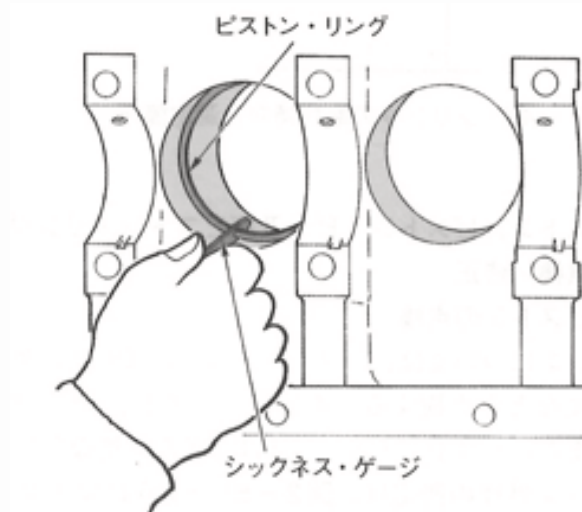
図53. ピストン・リングの合い口隙間



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 102
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図54. ピストン・リングの合い口隙間の測定



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 103
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

② 分解の要点

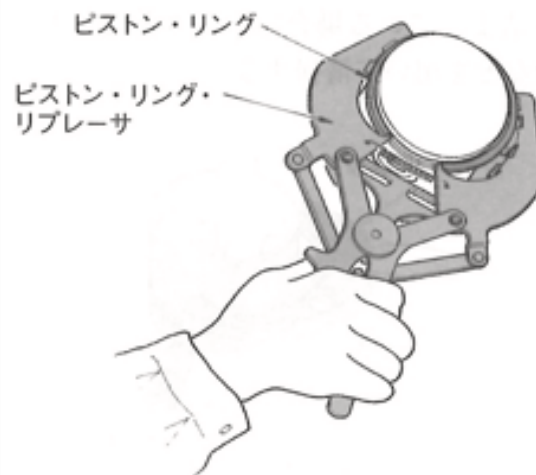
ここでは、シリンダからピストンの抜き出し ピストンからピストン・リングの取り外し及びピストン・ピンの抜き取りの要点について説明する。

- i) ピストンをシリンダから抜き出す場合には、クランクシャフトを回転させ、ピストンを下死点の位置にしてコンロッド・キャップを取り外した後、シリヘッド側に抜き出し、シリンダ順に整理しておく。この場合、シリンダ壁面上部に付着したカーボンは、あらかじめスクレーパなどで除去しておくこと、リングが引っ掛かることなく作業がしやすい。また、手で抜き出せないようなときは、木片などをコンロッドに当てて軽くたたいて取り出す。
- ii) ピストンからピストン・リングを取り外すには、図55のようなピストン・リング・リプレーサを使用する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 104
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図55. ピストン・リングの取り外し



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 105
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

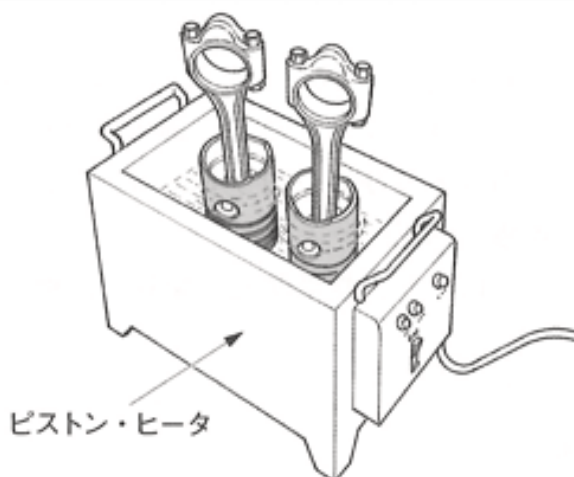
ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

- iii) ピストン・ピンを抜き取るには、ピストン・ピンを抜き取るための特殊工具と油圧プレスを使用して抜き取る方法と、スナップ・リング・プライヤなどでスナップ・リングを取り外し、ピストンを、図56のようなピストン・ヒータなどで温め、膨張させてから抜き取る方法などがあるので定められた方法で作業する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 106
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図56. ピストン・ヒータ



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 107
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

③ 組み立て要点

ここでは、ピストンへのピストン・ピンの挿入、ピストン・リングの組み付け及びシリンダへのピストンの組み付けの要点について説明する。

- i) ピストン・ピンは、常温で圧入するものと、あらかじめピストンをピストン・ヒータなどで温めて挿入するものがあるので、定められた方法で作業する。

コンロッドにもピストンにも固定されていないピストン・ピンでは、組み付け後は、スナップ・リングを確実に溝に組み込む。

- ii) ピストンとコンロッドを組み付けるときは、それぞれの前後方向の向きを誤らないように注意する。一般にピストン及びコンロッドの前方向には、記号を付けて識別している。

ピストンを組み合わせた後は、コンロッドを手で動かしてみて、やや抵抗を感じる程度であれば正常と判断する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 108
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

- iii) ピストン・リングを組み付ける場合、リングの組み付け位相、上下の向きなどを誤らないように注意する。一般にリング上側には、それを示す刻印がある。組み付ける際は、ピストン・リング・リブレーサを用い、リングでピストンに傷を付けないように注意する。
- iv) ピストンをシリンダへ組み付けるには、ピストンとシリンダとの最小隙間の適否が重要である。隙間が小さすぎると、ピストンの焼き付きの原因となり、逆に大きすぎると、圧縮漏れによる出力低下、あるいは、打音発生の原因となる。
最小隙間は、シリンダの最小内径とピストンの最大外径をそれぞれ測定して、その差から求めることができる。
- v) ピストンとシリンダとの隙間が適正であれば、コンロッドに組み付けられたピストンをシリンダに挿入する。このとき、リングの合い口の向きを、図57のように隣り合うリングの合い口の向きと一致しないようにずらして組み付ける。向きが一致すると、この部分から燃焼ガスが漏れやすくなるためである。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 109
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

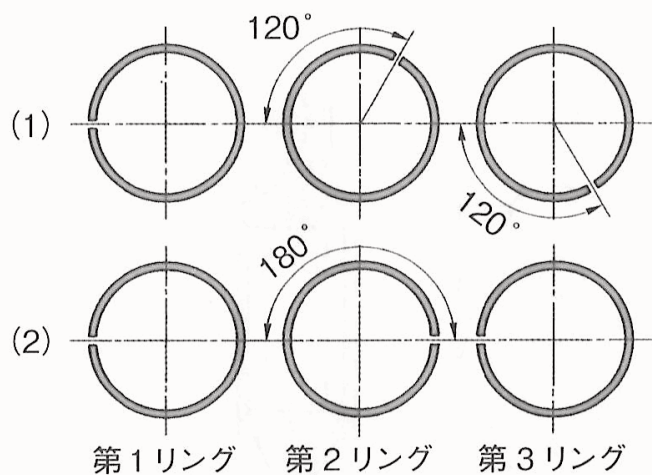
ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

- vi) 合い口の向きを適正にして、ピストン外周にオイルを塗り、ピストンの組み付け方向を誤らないように注意し、図58のようにピストン・リング・コンプレッサを用いて、ピストン・ヘッド部を木片などで軽くたたきながら、コンロッド・ベアリングがクランク・ピンに当たるまで押し込む。
- vii) さらに、ピストンを押しながらクランクシャフトを回転させ、下死点の位置でコンロッド・キャップを組み付け、ボルトを規定トルクで締め付ける。このとき、コンロッド・キャップの向きを誤らないように注意する。また、締め付け後、クランクシャフトが円滑に回転することを確認する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 110
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図57. ピストン・リングの合い口の方向



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 111
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図58. ピストンの挿入



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 112
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

（４）コンロッド及びコンロッド・ベアリング

① 点検・修正

（ア）コンロッド大端部側面の摩耗の点検

コンロッド及びキャップをクランク・ピンに組み付け、ボルトを規定トルクで締め付けた状態で、図59のように大端部側面とクランク・ピン部端面との隙間をシクネス・ゲージで測定し、規定値を超えているものは、コンロッド又はクランクシャフトを交換する。

摩耗が著しく隙間が大き過ぎると、コンロッドが前後に移動して騒音を発する原因となる。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 113
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図59. コンロッド大端部側面の摩耗の点検



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 114
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

（イ）コンロッド小端ブッシュの摩耗の点検

小端ブッシュは、コンロッドに組み付いた状態で、その摩耗の有無を点検する。この部分はピストン・ピンとブッシュとの間で回転しゅう動し、特に、上下方向にたたかれるので、だ円状に摩耗する傾向がある。したがって、ブッシュについては、コンロッドの上下方向とその直角方向の内径をキャリパ・ゲージを使用して測定し、ピストン・ピン外径との差から隙間を求め、規定値を超えているものは、ブッシュ、コンロッド又はピストン・ピンを交換する。

（ウ）コンロッド・ベアリングの摩耗、損傷及び張りの点検

コンロッド・ベアリングについては、その内面に焼き付きや傷がないか、部分的にメタルが裏金から剥がれていないかなどを点検する。また、ベアリングの張りについては、荷重の繰り返しによって徐々に減少するので、分解後、再使用する場合は十分点検する必要がある。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 115
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

クランク・ピンとベアリングとの隙間をオイル・クリアランスといい、この部分にオイルを保たせて金属同士が直接接触することを防ぎ、円滑にクランク・ピンを回転させるために必要なものである。この隙間が摩耗により大きくなり過ぎると、オイルが流れ出て油圧が低下し、他の部分への送油量が減少して、潤滑機能が果たせなくなる。逆に、オイル・クリアランスが小さくなり過ぎると、ベアリングが発熱し、焼き付きの原因となる。したがって、ベアリングを取り替えるときは、オイル・クリアランスを考慮して作業する。

オイル・クリアランスの測定方法は、クランク・ピンの外径をマイクロメータで測定し、これに合うベアリングをコンロッドに仮組みし、キャップを規定トルクで締め付けた後、その内径をシリンダ・ゲージで測定し、クランク・ピンの外径との差からオイル・クリアランスを求める。

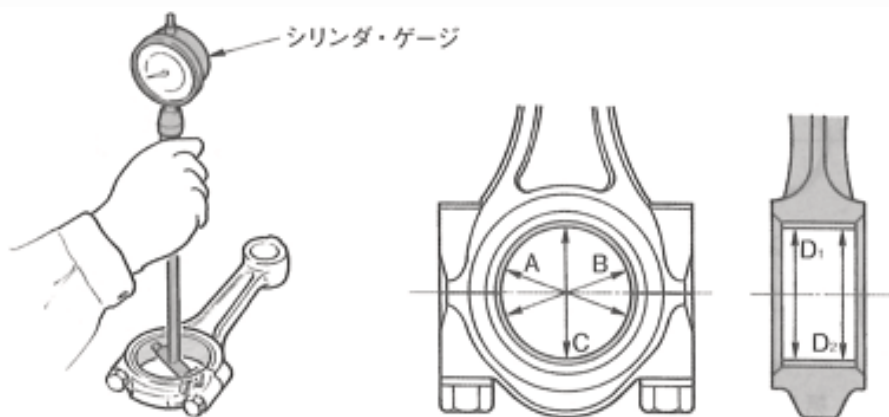
コンロッド・ベアリング内径の測定位置は、図60に示すA、B、C方向についてそれぞれ D_1 、 D_2 の箇所である。

このほか、プラスチック・ゲージを用いてオイル・クリアランスを測定する方法もある。プラスチック・ゲージは、合成樹脂製の細い針金状のもので、クリアランスの測定範囲により色分けされた3種類のものがある。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 116
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図60. コンロッド・ベアリング内径の測定



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 117
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

このほか、プラスチック・ゲージを用いてオイル・クリアランスを測定する方法もある。プラスチック・ゲージは、合成樹脂製の細い針金状のもので、クリアランスの測定範囲により色分けされた3種類のものがある。

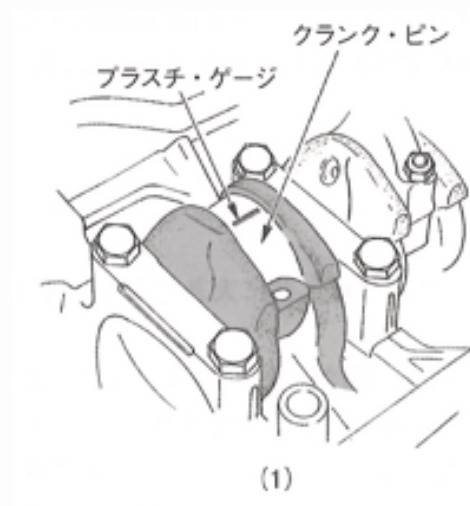
プラスチック・ゲージによる測定は、まず、コンロッド・キャップ、ベアリング及びクランク・ピン部をよく清掃し、オイルなどをふき取ってから、プラスチック・ゲージをベアリング幅に切り、図61-（1）のようにクランク・ピンの上にオイル口を避けて軸と平行に置き、コンロッド・キャップを取り付けて規定トルクで締め付ける。このとき、クランクシャフトは、絶対に回してはならない。

次に、コンロッド・キャップを外し、潰れたプラスチック・ゲージの幅が最も広い部分（クリアランス最小部分）を図61-（2）のように、プラスチック・ゲージの袋に印刷された目盛り表に合わせてオイル・クリアランスを読み取る。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 118
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

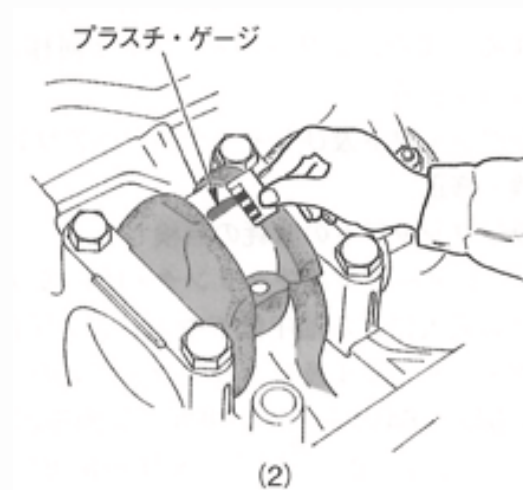
図61. プラスチナ・ゲージによるオイル・クリアランスの測定



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 119
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図61. プラスチナ・ゲージによるオイル・クリアランスの測定



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 120
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(エ) ベアリング・ハウジング及びキャップの変形の点検

ベアリング・ハウジング及びキャップの変形の点検は、ベアリング内径の測定のとおり同じ要領で、シリンダ・ゲージを用いて、図60に示す箇所をベアリングを外した状態で測定する。測定の結果、真円度の狂いがあるものは交換する。

(オ) キャップ・ボルト及びボルト穴の変形、損傷の点検

キャップ・ボルトは、特に、ねじ山のつぶれ、伸びなどのほか、亀裂や損傷について点検する。また、キャップ及びコンロッドのボルト穴についても同様に点検し、その摩耗の状態は、新品のボルトを入れて調べる。不具合があるときは、ボルトの締め付けが緩んだり、ボルトの折損などが起こるだけでなく、ベアリングの合わせ面のずれにより、クランク・ピンが損傷する原因となる。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 121
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

② 分解の要点

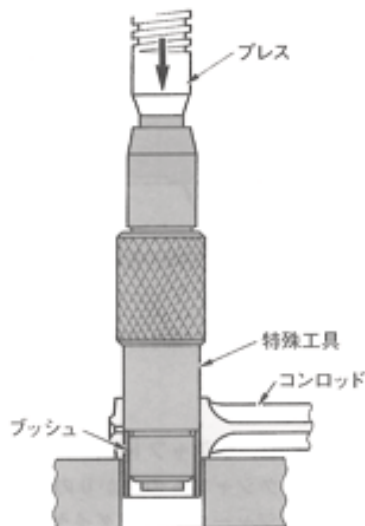
コンロッドは、ピストンと共に取り出されるので、ここでは、その場合の注意事項及び小端ブッシュの取り外しの要点について説明する。

- i) 大端部側面には、一般にシリンダ番号などが打刻されているので、打刻面がどの向きにあるかを確認し、組み付け時に間違わないようにする。
- ii) 小端部のブッシュの取り外しは、図62のような特殊工具を用いて、プレスで押し出す。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 122
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図62. コンロッド小端部のブッシュの取り外し



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 123
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

③ 組み立て要点

ここでは、小端部のブッシュの圧入及びクランクシャフトへの組み付けの要点について説明する。

- i) ブッシュは、分解のときに用いた特殊工具を当ててプレスで圧入する。小端部にオイル穴のある場合は、ブッシュのオイル穴を合わせて圧入する。
- ii) ブッシュを交換したときは、圧入によってブッシュ内径が多少変形するので、ピストン・ピンとの隙間が適正となるようにリーマを通し規定寸法に仕上げる。
- iii) コンロッドをクランクシャフトに組み付けるときは、コンロッド及びキャップの向きを誤らないように注意する。
- iv) キャップ・ボルトの締め付けは、始めにボックス・レンチなどである程度締め付け、最後にトルク・レンチを用いて規定トルクで締め付ける。締め付け後は、クランクシャフトが円滑に回転することを確認する。また、シリンダ・ヘッドと同様に締め付け方法が指定されているものについては、その手順に従って行う。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 124
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

（5）クランクシャフト及びジャーナル・ベアリング

① 点検・修正

（ア）クランクシャフトの摩耗の点検

クランク・ジャーナル及びクランク・ピン部の摩耗は、ベアリングの摩耗と共に大きくなり、オイル・クリアランスの過大による油圧低下やエンジン異音の原因となる。

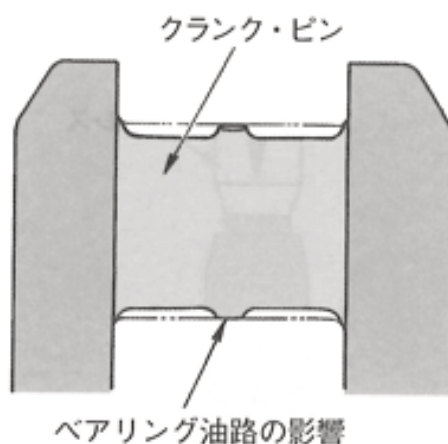
クランク・ジャーナル及びクランク・ピンの一般的な摩耗の傾向は、図63のようになるため、摩耗の測定は、図64のように中央部及び両端部の位置を避けた中間部のA-A'及びB-B'方向の矢印の部分（ D_1 、 D_2 、 d_1 、 d_2 ）で行う。摩耗が使用限度を超えている場合は、クランクシャフトを交換するが、使用限度に達していない摩耗であれば、オイル・クリアランスを測定し、オイル・クリアランスが規定値を超えているときは、ベアリングを交換するか、クランクシャフト・グラインダでクランクシャフトを研磨して修正し、アンダサイズのパワーベアリングを使用する。

なお、オイル・クリアランスの測定は、コンロッドの項で述べた方法と同じように行う。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 125
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

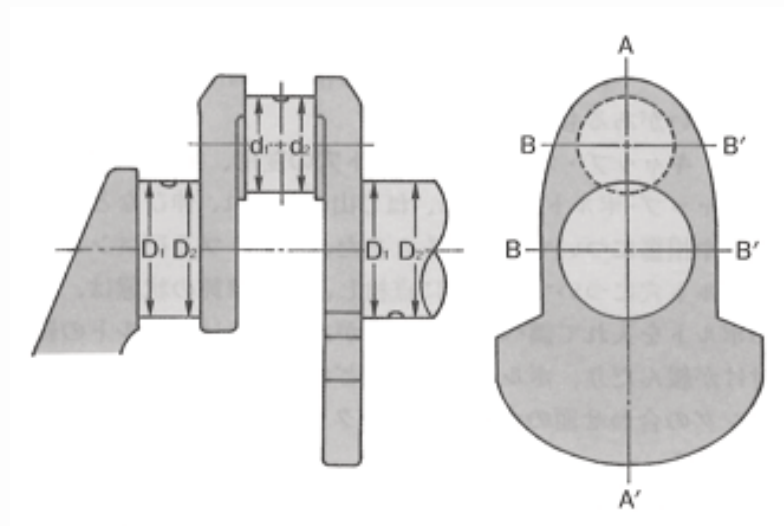
図63. 摩耗の傾向（クランク・ピン部）



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 126
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図64. クランク・ジャーナル径及びピン径の測定



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 127
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(イ) クランクシャフトの曲がりの点検

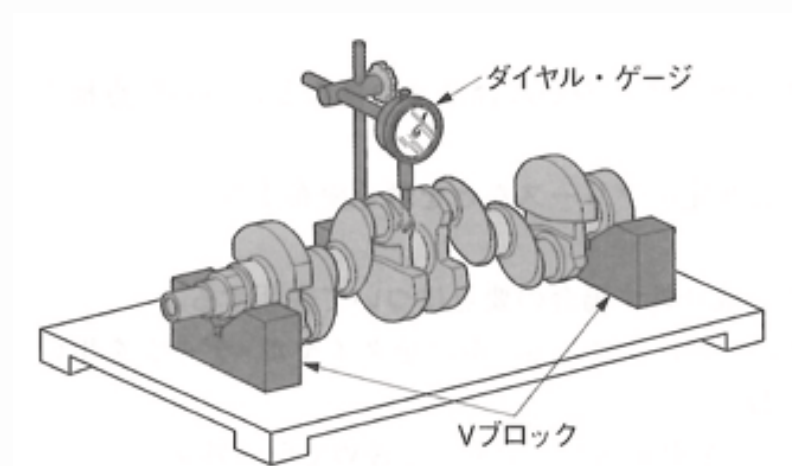
クランクシャフトの曲がりの点検は、図65のように定盤上のVブロックに載せて、クランクシャフト中央のジャーナル部にダイヤル・ゲージを当て、クランクシャフトを静かに手で一方向に回して振れを測定する。

曲がりは、図66のように振れの $1/2$ であり、限度を超えたものは交換する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 128
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

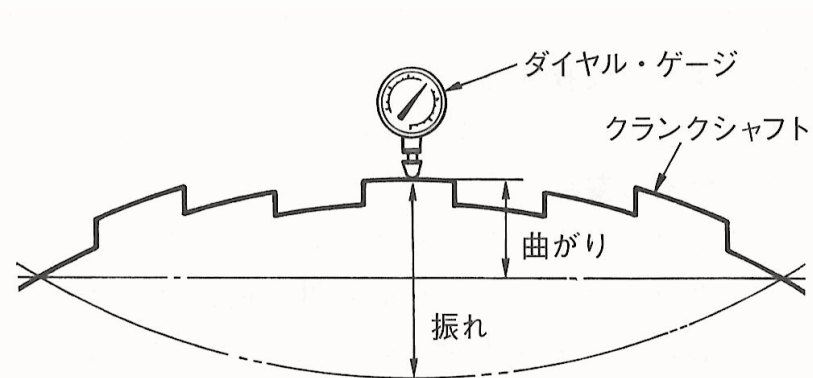
図65. クランクシャフトの振れ測定



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 129
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図66. クランクシャフトの曲がり及び振れ



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 130
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

（ウ）クランクシャフトの亀裂の点検

クランクシャフト全体を目視点検し、クランク・ジャーナル部及びクランク・ピン部の傷の有無を確認すると共に、亀裂については、染色浸透探傷試験などで各アームの付け根、オイル穴付近を点検し、亀裂があるものは交換する。

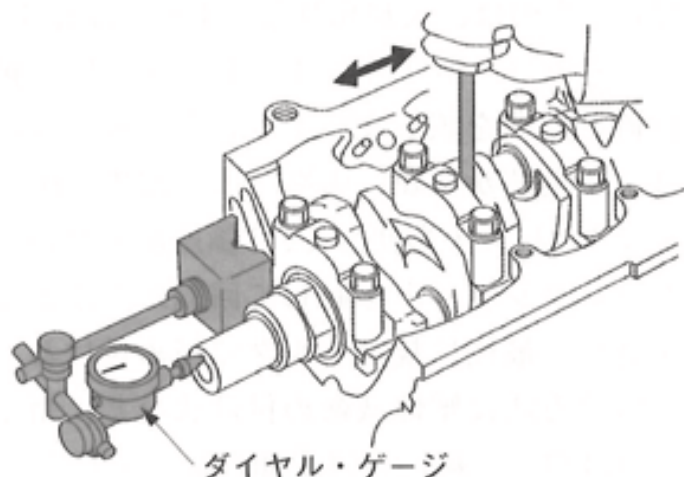
（エ）クランクシャフト軸方向の遊びの点検

この点検は、図67のようにダイヤル・ゲージを用いてクランクシャフト取り外し前に行い、スラスト・ベアリングの良否を判定すると共に、組み立て後に、規定値に組み立てられているかどうかを確認するために行う。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 131
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図67. クランクシャフト軸方向の遊び測定



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 132
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

（オ）ジャーナル・ベアリングの摩耗の点検

ジャーナル・ベアリングもコンロッド・ベアリングと同様、内面の状態の良否、摩耗の有無などについて点検する。

（カ）ジャーナル・ベアリング・キャップ及びシリンダ・ブロック側のベアリング・ハウジングのひずみ、損傷の点検

ジャーナル・ベアリング・キャップとベアリング・ハウジングにひずみなどがあると、ベアリングとハウジング内面の密着が悪くなり、熱の伝導やベアリングの当たりが悪くなるので、ベアリングの早期摩耗や損傷を起こす原因となる。

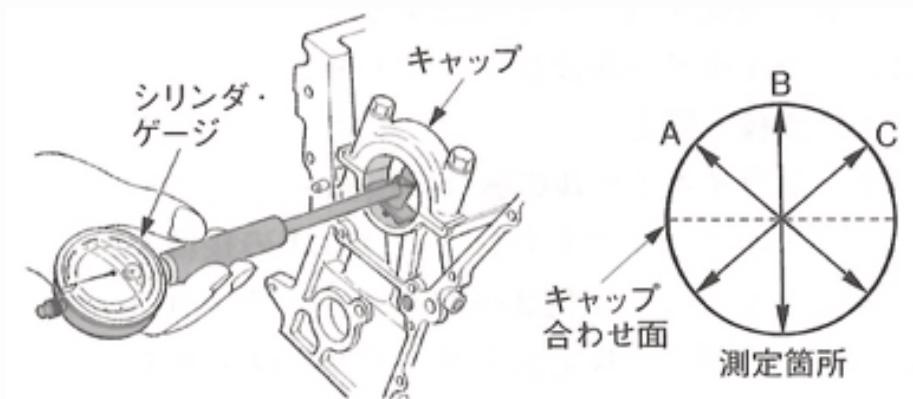
ひずみによってハウジング間の中心に狂いが生じたままクランクシャフトを組み付けると、クランクシャフトが円滑に回転できなくなり、ベアリングの損傷などを起こすことになる。

ひずみを点検するには、ハウジングにキャップを規定トルクで締め付けてから、図68のように、シリンダ・ゲージを用いて、A、B、Cの方向について測定する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 133
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図68. ベアリング・キャップのひずみの測定



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 134
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

ハウジングのひずみを点検するには、図69のようにストレート・エッジをハウジングのキャップとの当たり面及び内面に当て、ハウジングとストレート・エッジとの隙間をシックネス・ゲージで測定する。

（キ） オイル・シールの点検及び交換

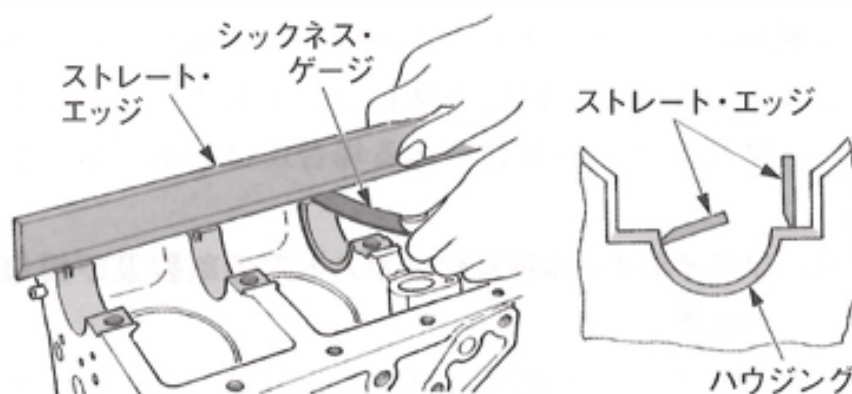
オイル・シール・リップ部及びオイル・シール外周のリテーナとのかん合部分の傷などについて点検し、不良の場合は交換する。

新品のオイル・シールを取り付けるときは、リップ部に規定のグリースなどを薄く塗布する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 135
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図69. ハウジングのひずみの測定



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 136
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

② 分解の要点

ここでは、クランクシャフトをシリンダ・ブロックから取り外す場合の要点について説明する。

- i) クランクシャフトを取り外す前には、クランクシャフトの軸方向の遊びをダイヤル・ゲージを用いて測定し、スラスト・ベアリングの良否を判定しておく。
- ii) ジャーナル・ベアリング・キャップの締め付けボルトを両端部から中央へと緩めて取り外す。
ジャーナル・ベアリング・キャップには、一般にその位置を示す番号が打ってあるが、前後の向きも組み立て時の参考とするために印を付けて整理しておく。
- iii) ii) の状態でクランクシャフトを取り外した後、ハウジング側のベアリングを取り外し、その組み付け位置を間違えないようにしておく。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 137
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

③ 組み立ての要点

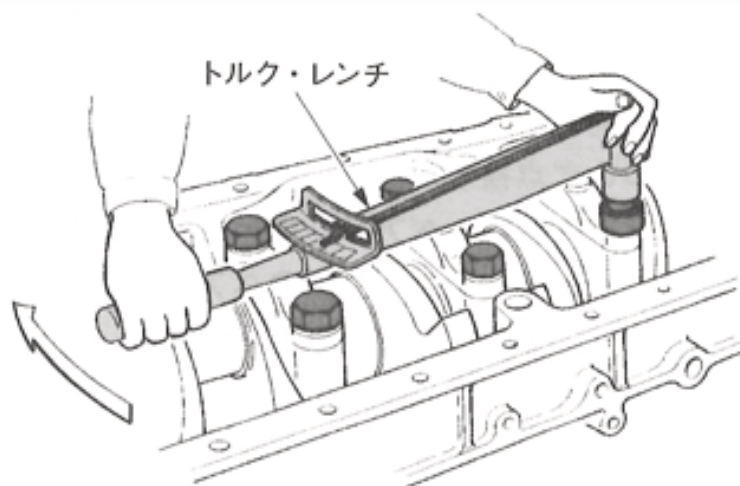
ここでは、クランクシャフトをシリンダ・ブロックに組み付ける場合の要点について説明する。

- i) 組み立て前には、ジャーナル・ベアリング、ハウジング、ベアリング・キャップ、クランクシャフトなどをよく清掃し、異物などが付着しないようにすると共に、回転部などにはオイルを塗布し、シリンダ・ブロックにクランクシャフトを組み付ける。そのとき、スラスト・ベアリングにスラスト・プレートを用いているものは、入れ忘れないように注意する。
- ii) ジャーナル・ベアリング・キャップは、組み付け位置と方向を誤らないようにし、締め付けボルトは、中央部から順に両端へと、図70のようにトルク・レンチを使って、1箇所締め付けるごとにクランクシャフトを回して回転が円滑かどうかを確認し、最後に規定トルクで締め付ける。また、締め付け方法に塑性域締め付け法など、指定があるものは規定の締め付け手順に従って行う。
- iii) 組み付け後、クランクシャフトを手で回し、円滑に回転することを確認する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 138
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図70. ジャーナル・ベアリング・キャップの締め付け



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 139
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(6) フライホイール及びリング・ギヤ

① 点検・修正

(ア) フライホイールの振れの点検

フライホイールの振れは、クラッチの接続不良などの原因となるので、図71のようにダイヤル・ゲージを用いて測定し規定値を超えるものは交換する。

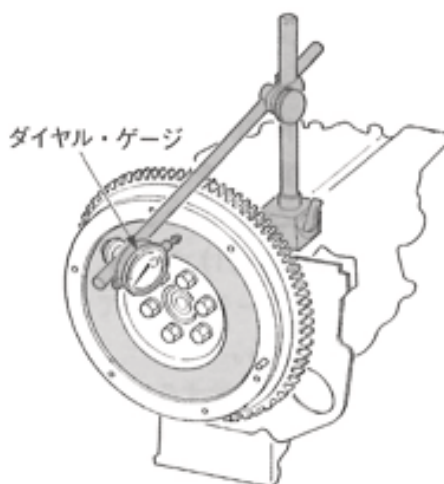
(イ) クラッチ・ディスク接触面の亀裂及び段付き摩耗の点検

接触面は、クラッチ・ディスクとの摩擦熱の繰り返しによるひび割れ、段付き摩耗などが発生する場合がある。摩耗などの不具合がある場合には研磨又は交換する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 140
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図71. フライホイールの振れの測定



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 141
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(ウ) フライホイール取り付けボルト穴の亀裂及び損傷の点検

フライホイールの取り付けボルト穴付近を目視点検し、亀裂、損傷がある場合は交換する。

(エ) リング・ギヤの摩耗及び欠損の点検

リング・ギヤは、亀裂や歯の欠損などの有無を点検する。歯面にかえりのあるものについては、やすりなどで修正する。

リング・ギヤの交換は、リング・ギヤに黄銅棒を当て、その上からハンマでギヤ周辺の各部を平均にたたいて外し、新品に替えるときはリング・ギヤを平均に加熱し、向きを誤らないようにして、常温のフライホイール外周にはめ込み大気中で自然冷却する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 142
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

② 分解・組み立て要点

フライホイールは、ノック・ピンなどでクランクシャフトとの位置決めをしているが、ノック・ピンがないものは、クランクシャフトとフライホイールに合いマークを付けてから分解する。

フライホイールをクランクシャフトに組み付けるときには、その間に金属粉など異物が入らないようによく清掃した後、合いマーク、あるいは、ノック・ピンに注意して取り付け、各ボルトを対角線状に交互に数回に分けて締め付けてから、最後に規定トルクで締め付ける。

組み付け後は、ダイヤル・ゲージを使用し、フライホイールの振れの有無を確認する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 143
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(7) バルブ機構

① 点検・修正

(ア) バルブの点検

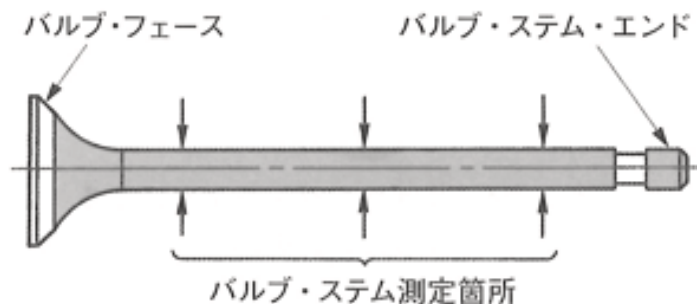
バルブ・ステムは、外径を図72のようにマイクロメータで3箇所測定し、規定値を超えて摩耗したものと及び焼損、変形などが生じている場合はバルブを交換する。

バルブ・フェース及びバルブ・ステム・エンドは、損傷、摩耗などを点検し、不具合がある場合には、バルブ・リフェーサで修正するか交換する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 144
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図72. バルブ・ステムの外径の測定



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 145
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(イ) バルブ・ガイドとバルブ・ステムとの隙間の点検

バルブ・ガイドとバルブ・ステムの点検は、一般に図73のように、キャリパ・ゲージを使用してバルブ・ガイドの内径を、マイクロメータでバルブ・ステムの外径を測定し、内径と外径との差から隙間を求め、規定値を超えているものは、バルブとバルブ・ガイドをセットで交換する。

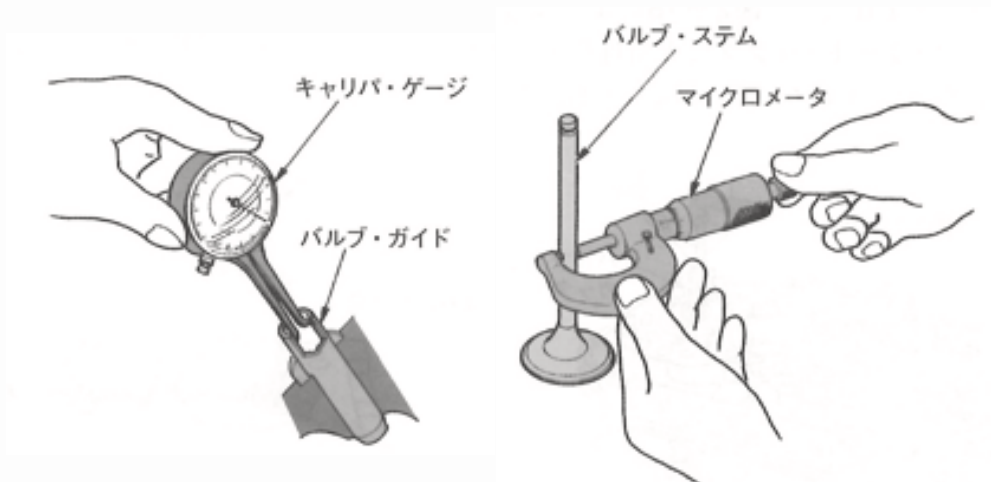
なお、このほかに、バルブをバルブ・ガイドに組み込み、バルブ先端の側面にダイヤル・ゲージを当ててバルブの先端を動かし、このときの動き（隙間）を測定する方法がある。

バルブ・ガイドのオイル・シールは、リップ部の変形や偏摩耗、傷などを点検するが、オイル・シールを取り外した場合は原則として再使用しない。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 146
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図73. バルブ・ガイドとバルブ・ステムとの隙間の測定



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 147
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(ウ) バルブ・スプリングの点検

バルブ・スプリングの外観を点検し、損傷の有無を調べ不具合がある場合は交換する。

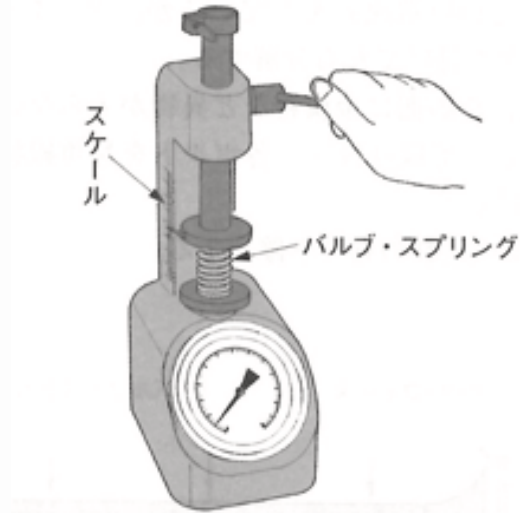
スプリングのばね力は、図74のようにスプリング・テストでスプリングを取り付け高さまで圧縮して測定し、その値が規定値に満たない場合は交換する。また、スプリングの自由高さは、スプリング・テストのスケールを利用して測定し、規定値に満たない場合は交換する。

スプリングの直角度は、図75のようにスプリングを定盤に載せ、スコヤを当ててスプリング先端がスコヤから離れている寸法 (a) を測定し、規定値を超えているものは交換する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 148
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

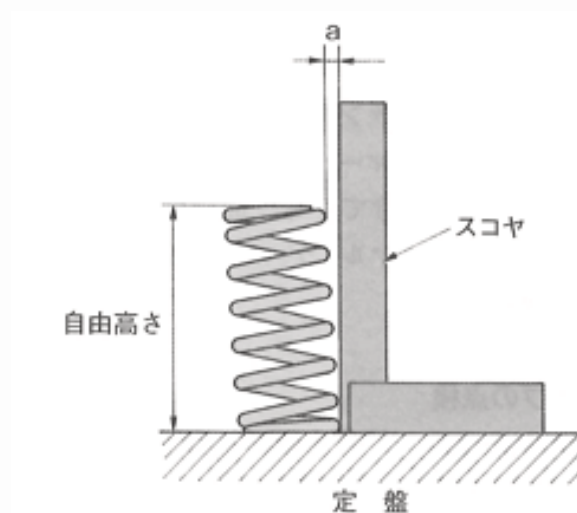
図74. スプリング・テスタによるばね力と自由高さの測定



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 149
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図75. バルブ・スプリングの直角度の測定



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 150
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(エ) バルブ・シート・リングの点検

バルブ・シート・リングは、バルブ・フェースとの当たり面に、傷、へこみなどがあるかどうかを点検する。また、図76のように当たり幅及び当たり位置が適切であることを確認し、不具合があるものは、バルブ・シート・リングを図77のようにバルブ・シート・カッタで修正する。

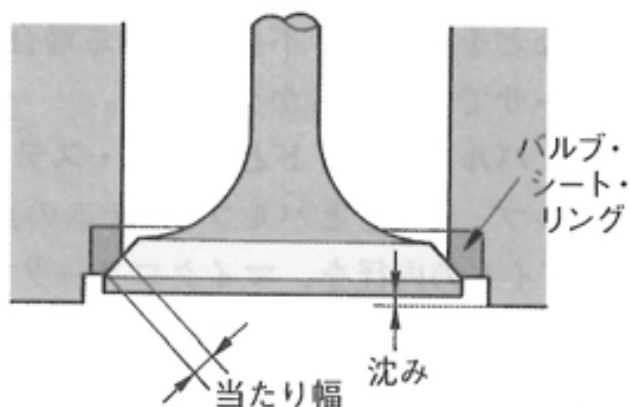
バルブの沈みは、バルブ・シート・リングの修正に伴って増加するので、ノギスなどで測定し、規定値を超えている場合は、バルブ・シート・リングを交換する。

バルブ、あるいは、バルブ・シート・リングを交換したときは、バルブ・シート・グラインダでバルブ・シート・リングを仕上げ、図78のような方法で、当たり面にコンパウンドを付け、すり合わせを行った後、バルブ・シート・リングに光明丹を塗り、バルブをバルブ・シート・リングに軽く打ち当て、当たり幅が全周、かつ、バルブ・フェースの中心にあることを確認する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 151
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

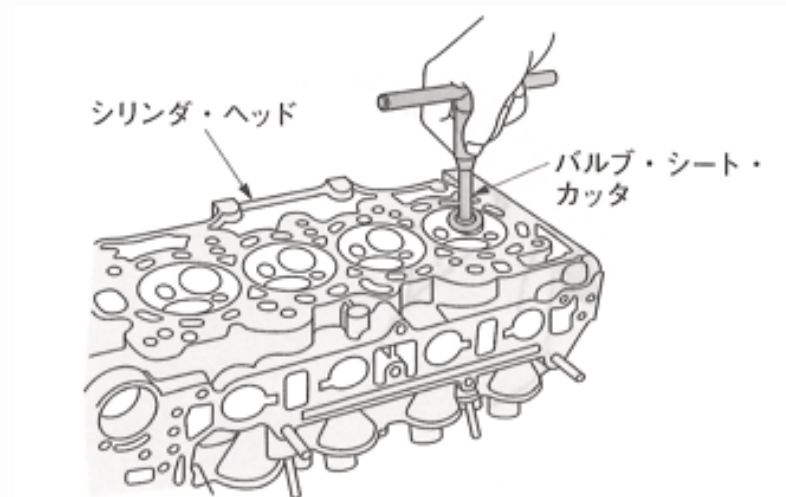
図76. バルブの当たり幅と沈み



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 152
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図77. バルブ・シート・リングの修正



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 153
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図78. バルブ・フェースとバルブ・シート・リングのすり合わせ



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 154
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

（オ） ロッカ・アームの点検

ロッカ・アームは、図79に示すバルブ及びカムとの当たり面を点検し、段付き摩耗又は傷があるものは交換する。

また、ロッカ・シャフトとのしゅう動面を点検した後、その内径をキャリパ・ゲージなどを使用して測定し、規定値を超えているものは交換する。

（カ） ロッカ・シャフトの点検

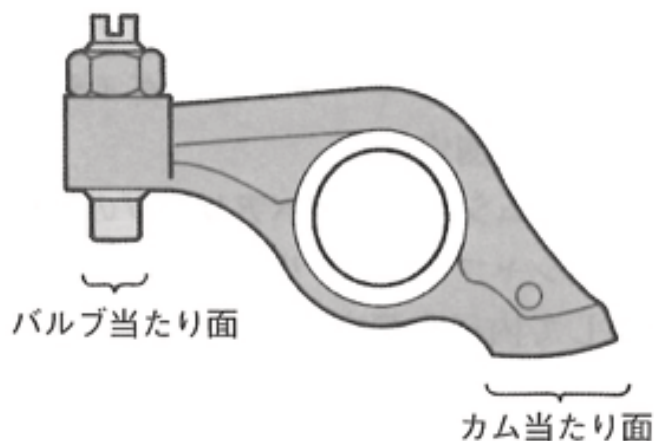
ロッカ・シャフトの曲がり、その両端をVブロックで支え、シャフトを回しながらシャフトの中央をダイヤル・ゲージで測定し、規定値を超えているものは交換する。

摩耗については、外径の数箇所を測定し、規定値を超えているものは交換する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 155
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図79. ロッカ・アームの当たり面



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 156
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

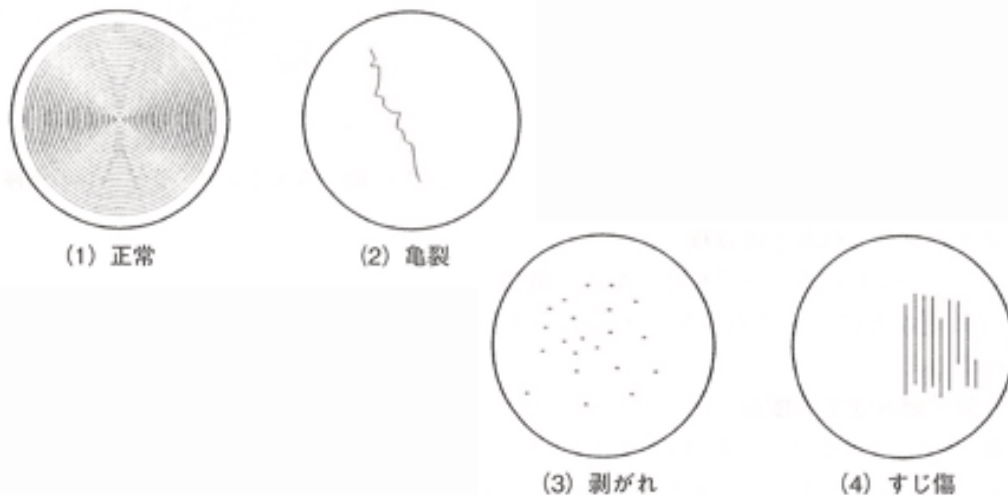
（キ）タペットの点検

タペットとカムとの当たり面を点検し、図80のような亀裂、剥がれ、すじ傷などのあるものは交換する。また、タペットとカムの当たり面が、図80-（4）のような状況を示すときは、エンジンが運転中、タペットが回転しないためであり、その原因を調べる。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 157
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図80. タペットの当たり面



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 158
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(ク) カムシャフトの点検

カムシャフトは、マイクロメータを用いて、図81に示すカムの長径（H）及びカムの短径（D）を H_1 、 H_2 の2箇所測定し、その差のカム・リフト（ $H-D$ ）が規定値に満たないものは交換する。

ジャーナル部についても、同様にA-A'、B-B'方向について d_1 、 d_2 の2箇所測定し、規定値に満たないものは交換する。

カムシャフトの曲がり、クランクシャフトの場合と同様、図82のようにVブロックで両端を支え、中央部のジャーナル部にダイヤル・ゲージを当てて振れを測定する。

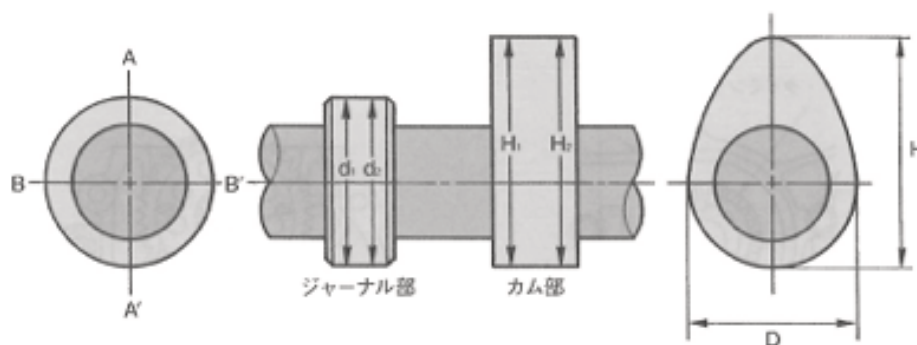
(ケ) カムシャフト・ベアリングの点検

カムシャフト・ベアリングは、シリンダ・ゲージを使用して内径を測定し摩耗の点検を行う。また、カム・シャフト・ジャーナル径をマイクロメータで測定して、その差からオイル・クリアランスを求め規定値を超えている場合は、カムシャフト・ベアリング又はシリンダ・ヘッドを交換する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 159
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

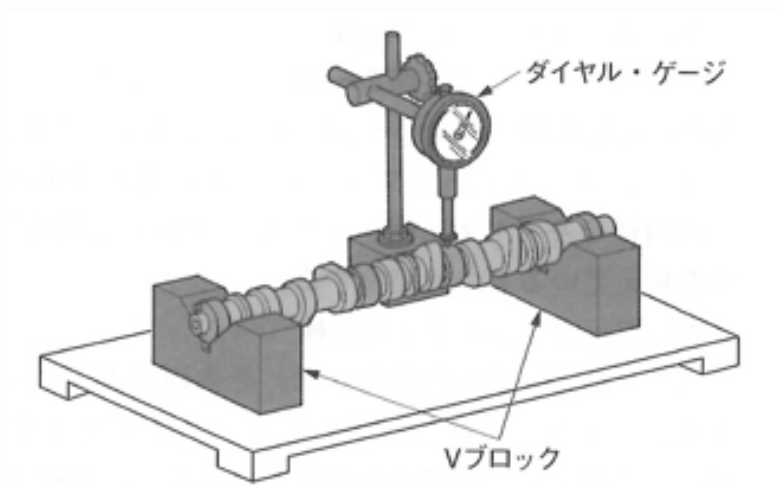
図81. カムシャフトの摩耗の測定



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 160
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図82. カムシャフトの振れの測定



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 161
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

(コ) タイミング・チェーンの点検

図83のようにタイミング・チェーンは、テンショナ部のロッドの飛び出し量でチェーンの伸びを点検し、規定値を超える場合は交換する。また、ローラ部の摩耗、損傷についても点検し、不具合がある場合は交換する。

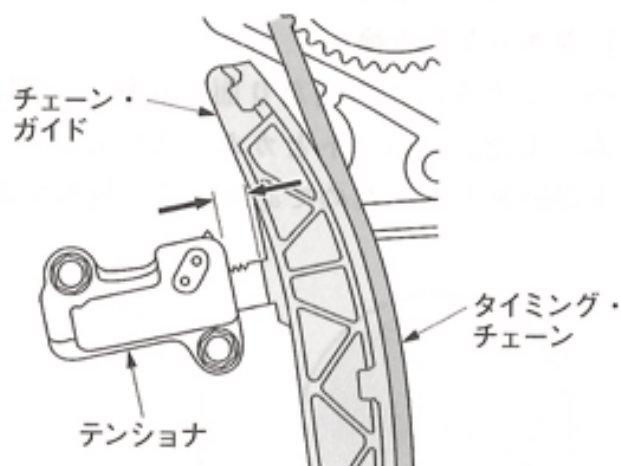
(サ) タイミング・ベルトの点検

タイミング・ベルトは、ひび割れ、摩耗、亀裂、破損、歯の欠損などについて点検し、不具合がある場合は交換する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 162
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図83. タイミング・チェーンの点検



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 163
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

② 分解・組み立て要点

- i) 取り外したバルブ、バルブ・スプリング、ロッカ・アームなどは各シリンダごとに整理しておく。
- ii) カムシャフト・ベアリングは、ホワイト・メタルなど軟質の金属が多いので、作業に当たってはベアリングを傷付けないように注意する。
- iii) バルブ・スプリングが不等ピッチの場合、ピッチが小さい方をシリンダ・ヘッド側（着座側）にして取り付ける。
- iv) カムシャフトをシリンダ・ヘッドに組み付ける場合、カムシャフト・ベアリング・キャップのボルトなどを規定トルクで締め付けた後、カムシャフトが軽く回るか、また、軸方向の遊びが規定値内にあるかを確認する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 164
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

v) タイミング・チェーン（タイミング・ベルト）を組み付ける場合は、図84のようにクランクシャフト・タイミング・スプロケット（クランクシャフト・タイミング・プーリ）とカムシャフト・タイミング・スプロケット（クランクシャフト・タイミング・プーリ）の合いマークがエンジン側の合いマークと合致するように組み付ける。取り付け方法及び調整方法に指定があるものは、規定の手順に従って行う。

なお、組み立て後は、バルブ・クリアランスの調整を行うが、調整方法は、ここでは説明しない。

vi) タイミング・ベルトは、ねじったり、弛く折り曲げたり、裏返しにして曲げたり、また、水やオイルなどを付着させないように注意する。

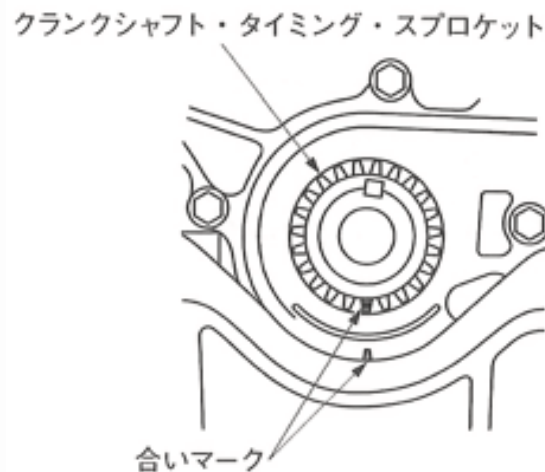
vii) ロッカ・アームを組み立てる場合は、インテーク用とエキゾースト用の形状が異なるものがあるので注意する。

なお、ロッカ・シャフト・アセンブリをシリンダ・ヘッドに組み付けるときは、規定トルクで中央から締め付ける。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 165
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

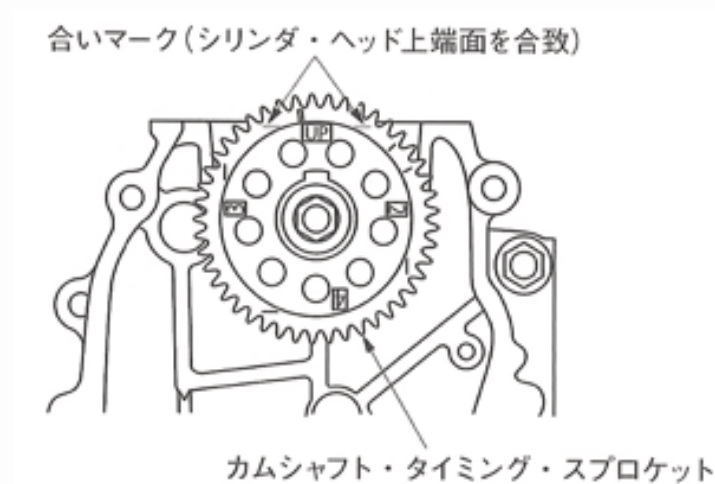
図84. 合いマークの一例



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 166
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（エンジン）

図84. 合いマークの一例



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 167
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

本「エンジンのしくみ開発方針」は、文部科学省の教育政策推進事業委託費による委託事業として、《学校法人小山学園 専門学校東京工科自動車大学校》が実施した令和2年度「専修学校における先端技術利活用実証研究」の成果をとりまとめたものです。

令和2年度「専修学校における先端技術利活用実証研究」
先端技術利活用実証研究プロジェクト

ARを活用した自動車整備の演習・実習のコンテンツ開発事業（バーチャル実習の教育コンテンツ開発） エンジンのしくみ開発方針

令和3年3月発行

発行所・連絡先

学校法人小山学園 専門学校東京工科自動車大学校
〒164-0001 東京都中野区中野 6-21-16
TEL 03-3360-8824 FAX 03-3360-8805
<https://car.ttc.ac.jp/>

本書の内容を無断で転記、転載することを禁じます。