

ファイバースコープによるエンジン内部の観察

藤田英樹・中川 実・清水啓司

1. はじめに

近年、内視鏡を使った検査が様々な分野で行なわれている。医療分野では、内臓疾患の検査・治療に、工業分野では発電施設の熱交換器の保守、航空機エンジンの非破壊検査に使用されている。また最近では、奈良県藤ノ木古墳の石棺調査、カプトガニの生態観察にも使用され、阪神大震災での倒壊家屋からの人命救助に一役を担っている。

工業用内視鏡による観察方法の特徴は、他の方法に比べて素早く行なえること、直接観察により正確で多くの情報が得られること、取扱いが容易である点である。

本稿では、工業用内視鏡の一種であり、自動車用に開発されたファイバースコープを使用し、エンジン内部に関する観察事例を示し、整備士教育への利用の一端について述べた。

2. 装置概要

観察に用いた各装置について述べる。

2.1 スコープ本体

ファイバースコープ本体（オリンパス光学工業株式会社製IF 8 D 4 X 3 -10）を図1に、その仕様を表1に示す。

ファイバースコープ本体は、接眼部・操作部・挿入部を含め全長1000mmであり、挿入時の有

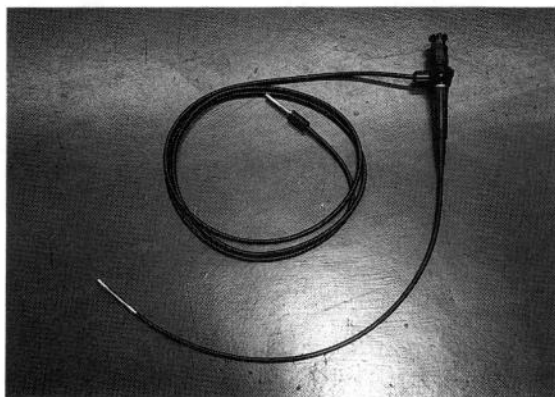


図1 ファイバースコープの外観

表1 ファイバースコープの仕様

全	長	1000mm	
有	効	長	770mm
ライトガイドケーブル	長	3000mm	
先端部	外径	φ8.5mm	
湾曲	角	UP90° DOWN90°	
光学系	視野角	60°	
	視野方向	直視・側視	
	観察深度	4~250mm	
	照明方式	ライトガイド方式	

効長さは770mmとなる。挿入先端部の外径は8.5mmであり、そこに図2に示すような直視用あるいは側視用の光学アダプターを装着する。

2. 2 光源装置

高輝度光源装置（オリンパス光学工業株式会社製ILK-5）は、ハロゲン・ランプの光源を利用し、光の入らない対象物の観察に使用するものである。ファイバースコープ本体のライト・ガイド・ケーブルから光源を光ファイバーへ導入し、挿入部先端で対象物を照らす仕組みになっている。

2. 3 撮影装置

撮影装置（オリンパス光学工業株式会社製SC35）を図3に示す。

自動露出式35mm一眼レフカメラにアダプター（オリンパス光学工業株式会社製SM-R）を使用することで、ファイバースコープ本体との接続ができ、対象物の観察が写真として記録できる。

2. 4 使用方法

ファイバースコープ本体のライト・ガイド・ケーブルに光源装置を図4のように接続し、光源装置の電源を入れることにより、観察準備は完了する。

観察は、ファイバー・ケーブルの挿入部を手で持ち、先端についている光学レンズをエンジンのプラグ穴などから対象の観察物に接近させる。

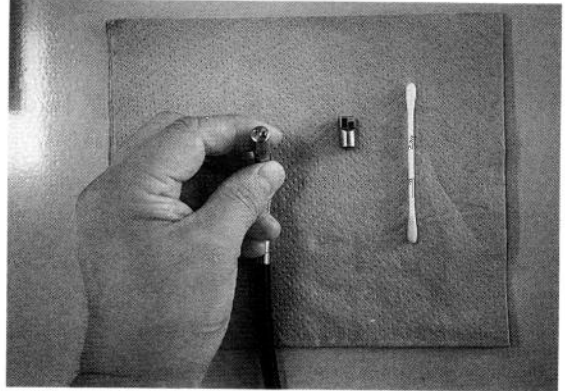


図2 直視用，側視用光学アダプター

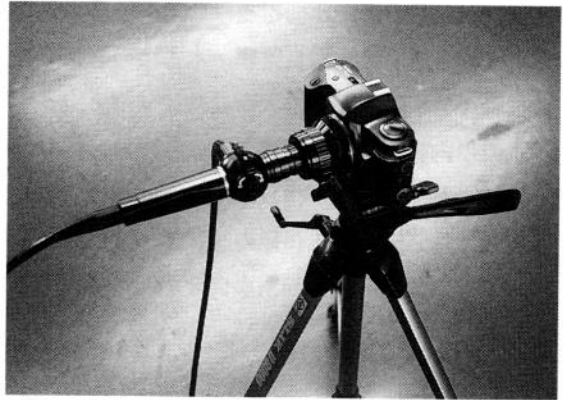


図3 撮影装置の外観

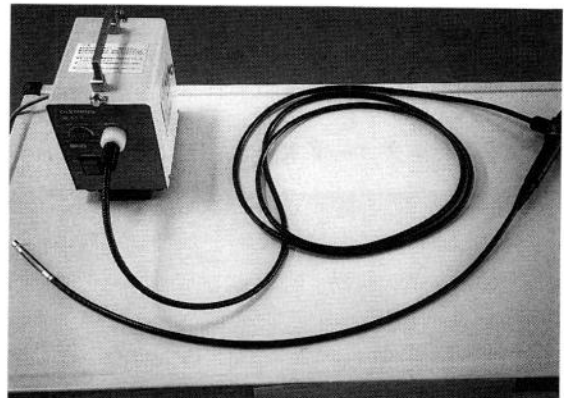


図4 接続方法

3. 観察事例

ファイバースコープの観察事例について説明する。各種エンジンのシリンダ内部とクランク角センサなどのセンサについて、側視用の光学アダプターを装着して観察を行なった。

撮影装置の条件はオート設定とし、フィルムはISO400を使用した。

図5は、トヨタカローラに搭載されていたエンジン3Kのエキゾースト・バルブを斜め下方向から観察したものである。このエンジンは、20年以上実験実習に使用しているので、経年変化によるバルブの汚れが確認できる。

図6は、トヨタマークIIに搭載されていたエンジン1G-FEのクランク角センサのクランク角度 (Ne) 信号ピック・アップ・コイルとタイミング・ロータ間エア・ギャップを観察したものである。図7は、図6と同エンジンのピストン・ヘッドを観察したものである。図上に開状態のバルブ、そしてピストン上部のバルブ逃げのくぼみが確認できる。

図8は、日産スカイラインに搭載されていたエンジンRB20Eのホット・ワイヤ式エア・フロー・メータを観察したものである。右手前は温度補償抵抗部、左手奥がホット・ワイヤ部である。

図9は、三菱パジェロに搭載されているGDI (Gasoline Direct Injection, 筒内直接噴射) エンジン4G93のシリンダ内にあるインジェクタの先端を観察したものである。図10は、図9と同エンジンのピストンの湾曲頂面部を観察したものである。一部カーボンの付着が確認できる。

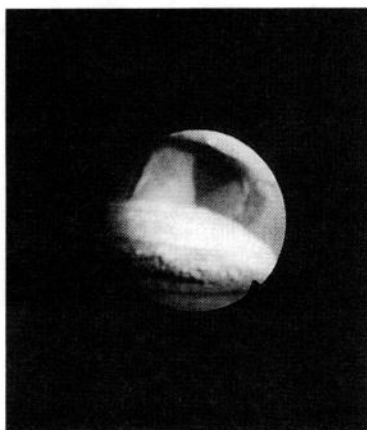


図5 エキゾースト・バルブ

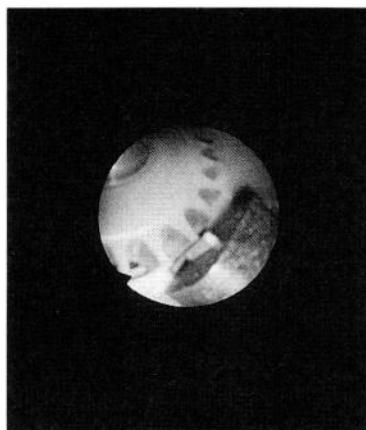


図6 クランク角センサ

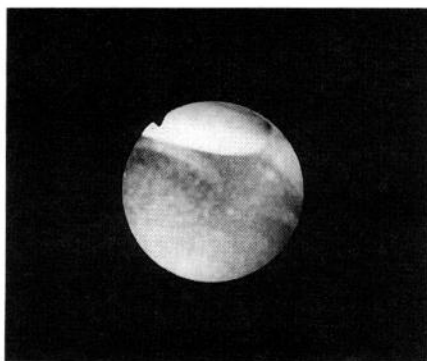


図7 ピストン・ヘッド

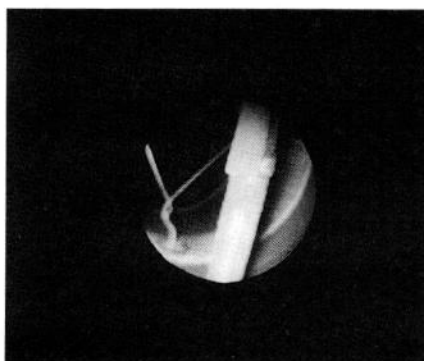


図8 エア・フロー・メーター

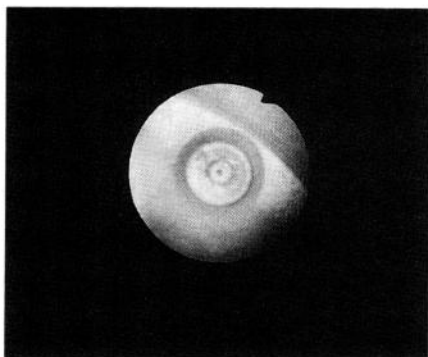


図9 インジェクタ

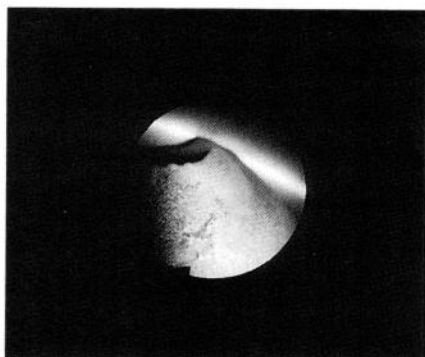


図10 ピストン・ヘッド

4. 実習教育での利用

図11は、ガソリンエンジン実習Ⅱの時間に、ファイバースコープを用いてバルブの開閉状態をプラグ穴から観察している状況を示す。学生は、初めてファイバースコープを使用するが、操作面での心配はほとんどなかった。エンジンを分解することなく内部の部品状態が確認できるので、エンジンの動きが理解しやすいという感想が多く聞かれた。また、理解不足となっているエンジン構造が再確認できたという感想も聞かれた。



図11 ファイバースコープによる観察状況

5. おわりに

本稿では、自動車用ファイバースコープの利用による観察事例と、実習教育における利用状況を述べた。ファイバースコープの利用は、整備士教育におけるエンジン構造を理解するための新たな方法として提案できると思われる。従来のように教材を分解・組立する方法は、各部品の構成を理解するうえでは重要である。一方、ファイバースコープを用いた方法は、教材を分解することなく部品の状態を観察できるので、構造だけでなく部品の不具合も併せて点検できる点が従来の方法にはない特徴である。従来の方法とファイバースコープをうまく併用すれば、エンジンの状態をより正確に、迅速に把握することが可能になると思われる。

整備士教育において、各部品の構造・作動を理解することは不可欠である。それらをよく理解するためにもファイバースコープの利用は有効であると思われる。なお、今回はエンジン部分の

観察事例のみを示したが、駆動・制動・操舵装置への観察も可能なので、今後多くの事例を取り上げて整備士教育に活用したいと考える。

最後に、本稿作成に対し多くのご助言いただきました高 行男教授，ならびに工学第二教室の諸先生に厚くお礼申し上げます。