

(5) 自動車排出ガス低減技術

自動車排出ガスの低減技術には、排出ガスをエンジン内で低減する方法と触媒等の後処理装置により低減する方法がある。(表5及び表6参照。)

表5 火花点火エンジンにおける排出ガス低減方法

方式	種別	内容
エンジン内で排出ガスを低減する方法	空燃比の選択	<p>COとHCの排出量は、適当な希薄混合気を用いることによって減少できるが、NO_xの排出量を低減するためには極端な希薄又は過濃度混合気を用いなければならない。</p> <p>希薄混合気では失火によってHCが増したり、円滑な運転が困難となる。一方、過濃度混合気ではCOやHCが多量に排出され、燃料消費率が增大する。</p> <p>最近では燃焼室内にスワール（竜巻状の空気流動）を起こすことにより、希薄混合気でも効率よく燃焼させるリーンバーンエンジンが開発されている。</p>
	点火時期の遅延	<p>点火時期を遅らせると、燃焼の開始が遅れて膨張行程中に燃焼が進行し、燃焼温度が低下するため、NO_xの生成が抑制される。燃料消費率は増大する。</p>
	排気再循環方式（EGR）	<p>排気の一部を吸気側に還流する方式で、燃焼温度が低下し、NO_xの生成が抑制される。しかし、EGR量の増加とともに燃焼状態が悪化して燃料消費率が増加する等の問題があるため、運転条件などに合わせたEGR量の調節や点火エネルギーを高めるなど燃焼の促進が必要である。</p>
	エンジン諸元等の変更	<p>燃焼室形状や点火プラグの位置の選択等による燃焼過程の改善は、エンジン性能にも影響するが、排出ガス性状の改善にも寄与する。</p> <p>4サイクル機関で吸排気弁のオーバーラップを大きくすると、残留ガスを増加し内部EGR効果が生じ、NO_xの生成が抑制される。また冷却効果のよいアルミニウムシリンダヘッドを使用するとNO_xの生成は抑制される。</p>
後処理により排出ガスを低減する方法	三元触媒	<p>一つの触媒でCO、HC、NO_xの3成分を同時に処理する。</p> <p>この触媒の能力を十分に発揮するには、空燃比が、燃料が完全に燃焼するときの空燃比（理論空燃比）に非常に近いことが必要である。</p> <p>この理論空燃比は、自動車の走行性能や燃料消費率に対しても最適な空燃比に近く、EFI（電子制御燃料噴射）の普及により、最適な空燃比の制御が精密に行われるようになった。</p> <p>触媒には白金、パラジウム、ロジウム、ルテニウム等が使われている。</p>
	NO _x 吸蔵還元型三元触媒	<p>リーンバーンエンジンやガソリン直噴エンジン（燃焼室内に直接噴射した燃料をスワールに乗せて、層状の混合気を点火プラグの周りに集めることにより、燃焼室全体として極めて希薄な混合気を安定して燃焼させるエンジン）からの排出ガスは酸素が多く、三元触媒が有効に働かない。</p> <p>そのため、NO_xを触媒（白金）により酸化し硝酸イオンの状態でバリウム等の吸蔵剤に一時吸蔵しておき、吸蔵量が一定になった時、理論空燃比より若干濃い混合気を燃焼させてCOやHCを余分に発生させ、それらにより吸蔵したNO_xを還元する。</p>
	酸化触媒	<p>COとHCを酸化（再燃焼）する。NO_xは処理できない。</p> <p>酸素を必要とするため、空気ポンプ等により2次空気を供給するのが普通であるが、特に希薄混合気を使用している場合には、2次空気を必要としないこともある。</p> <p>触媒には、白金やパラジウム等をアルミナに担持したペレット形のものが広く使われている。</p>

表6 ディーゼルエンジンにおける排出ガス低減方法

方式	種別	内容
エンジン内で排出ガスを低減する方法	燃料噴射時期の遅延	火花点火エンジンにおける点火時期の遅延と同様、燃焼温度が低下するため、NO _x の生成が抑制される。特に、直接噴射式においてその効果が大きい。しかし、完全燃焼が妨げられ、燃料消費率が増加し、黒煙の排出が増加する。
	燃焼室の改善	粒子状物質は不均一な燃料の燃焼により発生するので、燃焼室の形状を改善によって、均一な混合気の形成を促進する。
	吸気系の改善	吸気により燃焼室に激しい流動を起こすことで、短期間に均一な混合気の形成を促進する。
	噴射系の改善	高圧噴射により噴射時間を短縮し、燃料の霧化を促進することで、混合気の形成を促進する。
	排気再循環方式 (EGR)	(前述)
後処理により排出ガスを低減する方法	酸化触媒	CO、HC及びSOF (排出ガス中の微粒子のうち可溶有機成分) を酸化する。NO _x は処理できない。 ディーゼルエンジンでは排気温度が比較的低いため工夫が必要で、低温時にはCO、HC、SOFを一時捕集材に捕集し、温度の上昇時に酸化する触媒が開発されている。
	ディーゼル排気微粒子除去フィルター (DPF)	セラミック等でできたフィルターで、ディーゼル排気微粒子 (DEP) を捕集しこれをヒーターや触媒などの作用によって分解除去する装置。フィルター上で捕集した物をヒーター等で燃焼して機能を再生する後処理装置。代表的な方式に次のようなものがある。 ●交互再生式DPF 二つのフィルターで交互にPMを捕集し、電熱線等により焼却してフィルターを再生するもの。 ●連続再生式DPF (NO ₂ による酸化方式) フィルターの前に配置した酸化触媒により生成させたNO ₂ を用いて、フィルターで捕集したPMを比較的低温で連続的に酸化除去してフィルターを再生するもの。 ●連続再生式DPF (触媒による酸化方式) フィルターに担持した触媒の作用でフィルターで捕集したPMを比較的低温で連続的に酸化除去しフィルターを再生するもの。 ●間欠再生 (バッチ) 式DPF フィルターでPMを捕集し自動車稼働していないときに外部電源等を使用してフィルターを再生するもの。 また多孔質セラミック構造体にNO _x 吸蔵還元触媒を組み合わせたものなどNO _x とPMを同時に連続除去浄化するものも開発されている。
	NO _x 還元触媒	NO _x を触媒の作用により還元し浄化する。 ●吸蔵還元型触媒 吸蔵材にNO _x を吸蔵し、空燃比制御等により還元するもの。 ●尿素選択型触媒 尿素を還元剤として添加し還元するもの。