

5.3 エンジンオイル

3-1) 概要

建設機械の動力源としては、ディーゼルエンジンが主に用いられています。エンジンを常に良い状態に保つためには、適切なエンジンオイルの選定が必要ですが、その際に目安になるのが規格です。

エンジンオイルの規格には、大きく分類して、性能を表わす規格と、粘度を表わす規格の2種類があります。性能規格は、エンジンのタイプ、使用燃料、作業内容、環境条件などに対応して、使用条件がシビアになるほど高性能の規格を選定する必要があります。

一方、粘度規格は、建設機械が使用される温度環境に対応して選定するものであり、性能とは無関係です。以下に、性能規格と粘度規格について解説します。

3-2) 性能規格

エンジンオイルの性能規格は、地域やエンジンのタイプによって色々な種類があります。これらをまとめて表-1に示します。

表-1 エンジンオイルの性能規格の種類と代表例

形式	タイプ	用途	日本の規格	米国の規格	欧州の規格	国際規格
ディーゼル	4サイクル	オフロード	JASO 規格 (例:DH-1,DH-2, DH-2F)	API サービス分類 (例:CI-4,CJ-4) API サービス分類 (例:CK-4,FA-4)	ACEA 規格 (例:E4,E8,E7,E11)	-
		トラック バス				
		乗用車	JASO 規格 (例:DL-1,DL-2)	-	ACEA 規格 (例:A3/B4,C3,C4)	
	2サイクル	全般	-	API サービス分類 (例:CF-2[廃止])	-	-
ガソリン	4サイクル	全般	JASO 規格 (例:GLV-1)	API サービス分類 (例:SN,SP)	ACEA 規格(例:A5/B5, A7/B7,C5,C6)	ILSAC 規格 (例:GF-6A/B)
		二輪	JASO 規格 (例:MA,MB)		-	ISO 分類 (例:ISO-L-EMA)
	2サイクル	全般	JASO 規格 (例:FB,FC,FD)	API サービス分類 (例:TC)	-	ISO 分類 (例:ISO-L-EGD)

これまでは、米国の API サービス分類が一般的に用いられて来ましたが、地域によって使用環境や排気ガス規制が異なってきたため、欧州では 1980 年代から独自の CCMC 規格を制定し、現在は ACEA 規格として運用されています。また、日本においても 2001 年に JASO 規格が制定されています。

一方、自動車の輸出入の増加により、日米欧で共通に使えるディーゼルエンジンオイル規格の必要性も発生し、3 地域の規格を包含したグローバル規格も 2001 年に発表されています。

日本で主に使用されている API サービス分類と、JASO 規格の概要を以下に解説します。

3-2)-1 API サービス分類

API サービス分類は API(米国石油協会)が定めるエンジン油、ギヤ油の性能分類で、国際的に広く使用されて来ました。ディーゼルエンジンオイルの API サービス分類の概要を表-2 に示します。

表-2 ディーゼルエンジンオイルの API サービス分類

制定時期	名称	概要
1940 年代	CA	(廃止)低～中負荷ディーゼルエンジン用で高品質燃料に適用
1949 年	CB	(廃止)低～中負荷ディーゼルエンジン用で低品質燃料に適用
1961 年	CC	(廃止)自然吸気ディーゼルエンジン用で中～高負荷で使用
1955 年	CD	(廃止)過給式ディーゼルエンジンで高硫黄燃料に使用できる
	CD-II	(廃止)2 サイクルディーゼルエンジン用。4 サイクルにも使用可
1983 年	CE	(廃止)過給式ディーゼルエンジンで高負荷で使用できる
1990 年	CF-4	(廃止)高速 4 サイクルディーゼルエンジン用
1994 年	CF	(廃止)高硫黄燃料を用いる予燃焼室式ディーゼルエンジンに使用可
1994 年	CF-2	(廃止)高負荷の 2 サイクルディーゼルエンジン用。4 サイクルには使用不可
1994 年	CG-4	(廃止)低硫黄燃料を用いる高速 4 サイクルディーゼルエンジン用
1998 年	CH-4	1998 年排気規制に適合する高速 4 サイクルディーゼルエンジン用
2002 年	CI-4	2002 年排気規制に適合する高速 4 サイクルディーゼルエンジン用
2006 年	CJ-4	2010 モデルイヤーオンハイウェイおよび Tier4 オフロード排気規制に適合する高速 4 サイクルディーゼルエンジン用
2016 年	CK-4	2017 モデルイヤーオンハイウェイおよび Tier4 オフロード排気規制に適合する高速 4 サイクルディーゼルエンジン用
2016 年	FA-4	2017 モデルイヤー温室効果ガス排出規制に適合する高速 4 サイクルディーゼルエンジン用(CK-4 およびそれ以前のサービスカテゴリとの互換性は有しない)

日本では、現在でも一部で CD～CF 級のディーゼルエンジンオイルが使用されていますが、米国では、既に規格が廃止されています。

3-2)-2 JASO 規格

ディーゼルエンジン油の JASO 規格は、(社)日本自動車工業会(JAMA)の要請により、(社)自動車技術会が制定した規格です。これは、従来日本で普及していた API CD 級エンジンオイルが、近年の高性能エンジンに適合しなくなって来たことと、米国の API CG-4 などの最近の規格が、日米の排気ガス規制の違いから、必ずしも日本のディーゼルエンジンに最適ではなくなって来たことによります。

ディーゼルエンジンオイルの JASO 規格の概要を表-3 に示しますが、2001 年に制定された DH-1 に続いて、国内の 2005 年排気ガス規制に対応した DH-2 ガイドラインが、2003 年 4 月に自動車工業会と石油連盟から共同発表されました。DH-2 は、その後 2005 年に JASO 規格として制定されました。

DH-1 と DH-2 は、主に高負荷ディーゼルエンジンを対象とした規格ですが、DH-2 と同時に発表された DL-1 は、乗用車などの軽負荷ディーゼルエンジンで、DPF(ディーゼルパーティキュレートフィルタ)や排気触媒を装着した車両に適用するエンジンオイル規格です。

表-3 日本のディーゼルエンジンオイル規格

名称	性格	時期	概要
DH-1	JASO 規格	2001 年制定	高速 4 サイクルディーゼルエンジンで、摩擦摩耗および腐食摩耗防止、高温酸化安定性、すす対策、等の性能向上を必要とする厳しい排気ガス規制対応エンジンに用いる。さらに、ピストンデポジット、高温金属表面デポジット、泡の発生、蒸発オイル損失によるオイル消費、せん断粘度低下、オイルシール劣化、等を防止する性能が含まれている。DH-1 は、以前の排気ガス規制対応のエンジンに使用することも可能であり、またエンジンメーカーのオイル交換距離推奨に従うことを前提に、硫黄分が 0.05%を越える軽油を使用する場合にも適用できる。
DH-2	JASO 規格	2005 年制定	ディーゼル微粒子捕集フィルター(DPF)を装着し、新短期以降の規制に適合した新型ヘビーデューティー用ディーゼル車に用いるエンジンオイルの規格。JASO DH-1 の要求性能に加え、エンジンオイル中の灰分の規定により、DPF の詰まり寿命を大幅に向上。また、低灰分でありながら酸中和に必要な全塩基価を確保した。さらに、油中のリン、硫黄含有量の目標値を設定し、環境負荷を低減。
DL-1	JASO 規格	2005 年制定	ディーゼル微粒子捕集フィルター(DPF)を装着し、新短期以降の規制に適合した新型ライトデューティー用ディーゼル車に用いるエンジンオイルの規格。JASO DH-1 の要求性能に加え、エンジンオイル中の灰分の規定により、DPF の詰まり寿命を大幅に向上。また、省燃費性を規定し、油中のリン、硫黄含有量の目標値を設定するなど、環境負荷を低減。高温酸化防止性も強化した。
DH-2F	JASO 規格	2017 年制定	「DH-2」の要求品質に省燃費性能要件を付与したカテゴリー。
DL-0	JASO 規格	2017 年制定	乗用車クラス用エンジンオイル「DL-1」に加えて、API CF-4 相当品質を有するカテゴリー。

DL-2	JASO 規格	2021 年制定	後処理装置装着車に対応した乗用車用ディーゼルエンジンオイルの規格。乗用車用欧州 ACEA C 規格相当の硫酸灰分を規定する。
------	---------	----------	--

3-2)-3 今後の動向

ディーゼルエンジンの排気ガス規制は、世界的に年々厳しくなりますが、これに合わせてエンジンオイル規格も改訂が進んでいます。

米国では、2007 年の規制強化に合わせて、2006 年に API CJ-4 規格が制定されました。さらに、2016 年には 2017 モデルイヤーオンハイウェイおよび Tier4 オフロード排気規制に適合する高速 4 サイクルディーゼルエンジン用として API CK-4 が、2017 モデルイヤー温室効果ガス排出規制に適合する高速 4 サイクルディーゼルエンジン用として API FA-4 が制定されました。ただし、XW-30 を想定している FA-4 は CK-4 およびそれ以前のサービスカテゴリとの互換性を有しておらず、個々のエンジンメーカーの推奨により使用されます。

日本でも、2015 年に重量車燃費基準が適用されたのを背景に、省燃費ディーゼルエンジンオイルの規格化検討が進展し、2017 年春に JASO DH-2F 規格として制定されました。

3-3) 粘度規格

エンジンオイルの粘度規格としては、古くから SAE(米国自動車技術会)が定める SAE 粘度分類が国際的に用いられており、現在も改訂を経ながら活用されています。表—4 に、現在の SAE 粘度分類を示します。

表-4 エンジンオイルの SAE 粘度分類

粘度 グレード	低温粘度		高温粘度		
	最大クランキング粘度 (cP) @温度(°C)	最大ポンピング粘度 (cP) @温度(°C) [降伏応力なきこと]	動 粘 度 (cSt) @100°C		最小高温高せん断粘 度(cP) @150°C
			最低	最大	
0W	6,200 @ -35	60,000 @ -40	3.8	-	-
5W	6,600 @ -30	60,000 @ -35	3.8	-	-
10W	7,000 @ -25	60,000 @ -30	4.1	-	-
15W	7,000 @ -20	60,000 @ -25	5.6	-	-
20W	9,500 @ -15	60,000 @ -20	5.6	-	-
25W	13,000 @ -10	60,000 @ -15	9.3	-	-
8	-	-	4.0	<6.1	1.7
12	-	-	5.0	<7.1	2.0
16	-	-	6.1	<8.2	2.3
20	-	-	5.6	<9.3	2.6
30	-	-	9.3	<12.5	2.9

40	-	-	12.5	< 16.3	3.5 (0W-40,5W-40,10W-40)
40	-	-	12.5	< 16.3	3.7 (15W-40,20W-40,25W-40,40)
50	-	-	16.3	< 21.9	3.7
60	-	-	21.9	< 26.1	3.7

このように、SAE 粘度分類は低温粘度と高温粘度の両方を規定しています。

ここで、低温粘度のうち、クランキング粘度とは、エンジンがセルモーターで始動できる限界を示す粘度です。また、ポンピング粘度とは、オイルポンプがエンジン油を吸引できる限界を示す粘度です。エンジンが始動しても、エンジンオイルが循環しないと焼付きに至る場合があるので、ポンピング粘度はクランキング粘度よりも 5°C 低い温度で測定します。

高温粘度のうち、動粘度は 100°C で測定する通常の粘度ですが、高温高せん断粘度は、エンジン内部での実際の潤滑条件を想定して、150°C でエンジンオイルにせん断(すべり)を加えて粘度を測定します。

1 種類のエンジンオイルで、低温粘度と高温粘度を同時に満足するオイルをマルチグレード油といい、例えば「10W-30」のように表記します。低温粘度か高温粘度のどちらかだけを満足するオイルをシングルグレード油と呼び、例えば「10W」とか「30 番」のように表記します。

低温粘度グレードに用いられる“W”は Winter(冬)の略です。

シングルグレード油に比べて、マルチグレード油は、季節によるオイル交換が不要、燃費が良いなどの理由により、オフロード車両においても近年徐々に普及しつつあります。