

油圧ショベルの技術動向

—油圧ショベルにおける環境対応技術(排ガス削減, 省エネルギー, 低騒音化)の動向—

下 垣 内 宏

近年, 地球温暖化防止, 環境保護を図るため環境への負荷低減に向けた取組みが行われており, 「建設機械の環境負荷低減技術指針」(日本建設機械化協会規格 JCMAS H016 2002) が日本建設機械化協会規格として纏められている。

建設機械のうち約4割を占める油圧ショベルは, その汎用性から種々の工事に多用されており, 環境負荷低減に対する技術開発は重要である。環境負荷低減の方策として環境汚染防止に重点を置き, 油圧ショベルにおける排ガス削減, 省エネルギーおよび作業環境改善の低騒音化技術の現状・動向について説明する。

キーワード: 環境負荷の低減, 油圧ショベル, 排ガス削減, 省エネルギー, 低騒音化

1. はじめに

近年, 地球温暖化防止や環境保護を図るため環境への負荷低減に向けた取組みが種々の団体や業種で行われているが, 建設機械においても「建設機械の環境負荷低減技術指針」が日本建設機械化協会規格として纏められている。

建設機械に要求される基本事項として, 環境汚染防止に対するライフサイクルのCO₂排出量の低減, 特に90%以上は稼働中の燃料から排出されるため燃料消費量の低減が重要であり, 「機械の機能・効率の改善, 新しい使用方法・施工方法を提案することにより作業量あたりの燃料消費量(燃料消費効率)を改善する」との技術指針が示されている。

ここでは, 建設機械の約4割を占める油圧ショベルの環境汚染防止に重点を置き, 油圧ショベルの排ガス削減, 省エネルギーおよび生活環境・作業環境改善に寄与している低騒音化技術の動向について記述する。

2. 油圧ショベルの環境負荷低減技術

(1) 特定特殊自動車排ガス規制およびエンジン—油圧ショベル対応技術

まず, 油圧ショベルの地球温暖化防止に関連する排ガス規制について記述する。

第3次レベル(以下Tier3)の排ガス規制は, 日本では2006年10月から130kW以上560kW以下のエ

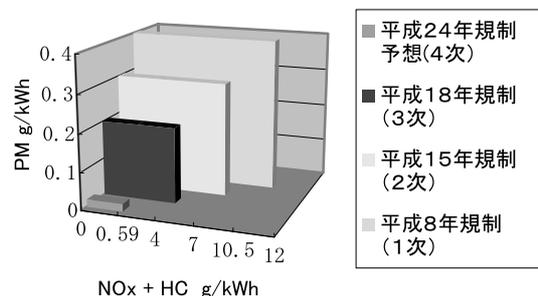
ンジン出力カテゴリーを皮切りに段階的に開始されている。

図—1に代表的な油圧ショベル20tクラス(バケット容量0.8m³)の出力カテゴリーである75kW以上130kW未満の排ガス規制値を示す。

第2次レベル(以下Tier2)からTier3規制値の変化は, 窒素酸化物+炭化水素(NO_x+HC)で約40%低減の4.0(g/kW-h), 粒子状物質(PM)は33%低減の0.2(g/kW-h), 黒煙は40%⇒25%に規定されている。

このTier3規制に対応するためエンジンには排気の一部を吸気側に再循環するガス排ガス再循環システム(EGR: 図—2), 燃料噴射の高圧化(例: コモンレール方式)や燃料噴射時期遅延等の燃料噴射を制御する電子制御システムが採用されている。

第4次レベル(以下Tier4)規制値は日本では現在検討中であるが, 図—1で示すように厳しい規制値



図—1 排ガス規制値 (75kW ~ 130kW の場合)

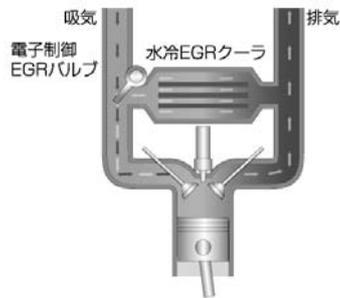


図-2 排ガス再循環システム (EGR)



写真-1 コベルコ ジオスペック SK330-8

が予想されている。

北米 EPA の Tier4 排ガス規制は 2011 年から開始される計画で、Tier3 に対しさらに NO_x と PM 基準値が低減されており、NO_x 低減には尿素を活用した選択式還元触媒 (SCR) や PM 低減用のディーゼル粒子フィルター (DPF) 等の採用が必要と考えられる。

(2) 燃料消費量低減, 省エネルギー対応技術

(a) 汎用油圧ショベルの対応技術

環境負荷低減, 作業燃料消費量低減に対し油圧ショベルでは 80 年代後半から作業状況に応じエンジン回転数とポンプ出力を選択できる作業モードやエンジン回転数にマッチしたポンプ出力を電子制御するシステムを搭載し, 効率的な稼働により燃料消費量の低減を行ってきた。

作業中手待ちが発生した場合レバー操作が行われていないことを感知しエンジン回転数を自動的に低減するオートアイドルも低燃費・省エネルギーに寄与している。

近年バス等にアイドルストップシステム搭載が増加しているが, 油圧ショベルでも手待ち状態が長引いた場合にはエンジンを自動的に停止し燃料消費量と排出ガス排出量を抑制するオートアイドルストップを標準装備している油圧ショベル (写真-1 コベルコジオスペック SK200-8, SK330-8) もある。

オートアイドルストップ作動図を図-3 に示す。

作業中手待ちが発生した場合に乗降遮断レバーをアップすると 4 秒後にエンジン回転をデセル回転まで下げ, 手待ち状態がさらに継続する場合は 60 秒後に自動的にエンジンを停止し, 排ガス排出量を抑制する。

前述したコベルコジオスペック SK200-8, SK330-8 は電子制御クールド EGR やコモンレール式燃料噴射を採用したエンジンを搭載して Tier3 排ガス規制に対応し, エンジン回転数を一定制御するアイソクロナス制御やコントロールバルブ内部に通路を新設し圧力損

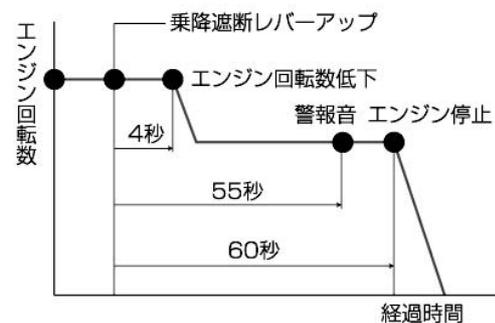


図-3 オートアイドルストップ作動図

失を低減し油圧ショベルの燃費低減を図っている。結果として, ジオスペック SK200-8 は弊社従来機比作業量同等で約 20 %の燃料消費量低減 (標準作業モード, 掘削 90 度旋回作業) を達成している。

(b) ハイブリッドショベル

前述したように油圧機器の損失低減やエンジンの効率化による燃料消費量低減に取り組んでいるが, それだけでは限界があり, さらなる燃料消費量低減を図るためエンジンとバッテリーシステムからなるハイブリッドシステムの油圧ショベルへの適用がある。

コベルコ建機で開発した 6t クラスのハイブリッドショベルの主要機器配置図を図-4 に, 動力伝達図を図-5 に示す。

油圧システムの動力配分損失低減, 負荷変動によるエンジン損失低減については, エンジン, バッテリー, キャパシタから構成されるハイブリッド動力源とし, 負荷変動の大きい掘削時でも, 負荷に対するエンジンパワーの不足分をバッテリーで補うことによりエンジン負荷を平滑化し, 従来の油圧ショベルに搭載されているエンジンより小さなエンジンを用いてエンジン高効率運転が可能となり, 燃料消費量を低減できる。

また, 回生動力の蓄積と再利用 (回生) に対しては,

も取り組んでいる。

定置作業において油圧ショベル本体の主な音源として、エンジンの機関音や吸排気音、油圧ポンプ等の油圧音が挙げられる。

エンジン機関音については、コモンレール式エンジンの燃料噴射時期や噴射量、噴射圧力を電子制御で最適に行い、変動を抑制し機関音を低減している。

また、無負荷ハイアイドルからの負荷掛け時エンジン回転数をほぼ一定に保つアイソクロナス制御の採用も油圧ショベルの騒音低減に寄与している。

吸排気音のレベル低減については、従来から吸気ダクトの採用、マフラー減音構造の採用を行ってきた。その結果、最近では低騒音型より6dB低い「超低騒音型」を取得するモデルも増加している。

騒音レベルが低くなっていくと、これまで埋もれていた音が耳障りに感じる場合もあり、音質の改善への取組みが加速している。

耳ざわりを感じる音にマフラー気流音や油圧ポンプ吐出音が挙げられ、周波数分析を行い耳ざわりと感ずる音域をカットする対策を行い、音質を改善している。

4. その他の環境負荷低減技術

(1) リサイクル

「建設機械の環境負荷低減技術指針」では再生利用についても指針が示されており、油脂類、樹脂およびカウンタウエイトを取り上げ記述する。

(a) 油脂類

油圧ショベルでは作動油オイルや潤滑用グリス、エンジンオイル等を使用しており、環境負荷低減のため主に交換間隔の延長を進めている。

作動油では抗乳化性に優れたベースオイルに耐磨耗剤、酸化防止剤を添加しロングライフ化を行い、従来2000時間であった交換時間を5000時間にまで長寿命化している。

潤滑用グリスについてもアタッチメントのピン結合部に自己潤滑ブッシュの採用や耐磨耗性に優れたブッシュを採用し500時間の給脂サイクルに延長している。

また、エンジンオイルは交換時間の延長(500時間)とともに交換時不用意に流出させないようにクイックドレンコックを装着し環境保全に配慮している。

作動油オイルや潤滑用グリスについてはバイオオイルの準備が進められており、普及を推進していく必要がある。

(b) 樹脂

油圧ショベルの外装部品には環境への配慮および修理の容易化を加味して鋼板を多用しているが、外装の一部や運転室内には樹脂を使用しており、リサイクルの容易化のため樹脂材質を部品に明記している。

(c) カウンタウエイト

一般的にカウンタウエイトには鋳物ウエイトと製缶ウエイトがある。鋳物品は製缶品に対しリサイクルが可能であるが溶解可能な大きさに小割りする必要があるため、小割り可能な構造とする配慮が求められている。

製缶ウエイトは内部にコンクリートブロックおよび比重調整用の鉄片類を入れており、使用材料の明示や解体の容易な構造にする必要がある。

5. おわりに

油圧ショベルにおける環境負荷低減技術のうち、地球温暖化防止および環境保護に対応する技術、関連技術を中心に記述した。

油圧ショベルメーカーとして、さらに排ガスを低減する動力複合化技術や排ガスを発生しない油圧ショベルの進化技術、環境負荷低減に対応する油圧ショベルの新しい形を提案していく所存である。 JICMA

《参考文献》

- 1) 日本建設機械化協会規格、建設機械の環境負荷低減技術指針
- 2) 鹿見島 昌之、ハイブリッドショベルの開発、建設機械、2006.5、Vol.42, No.5

【筆者紹介】

下垣内 宏 (しもかきうち ひろし)
コベルコ建機株式会社
開発生産本部
ショベル開発部
部長

