

建設機械のドロップイン軽油代替燃料による CO₂ 削減活動

鹿島建設株式会社

○ 柳 雅之

国土交通省国土技術政策総合研究所 大槻 崇

1. はじめに

(一社)日本建設業連合会(以下、日建連)では、温室効果ガスの一つである CO₂ 排出量の削減対策が重要であるとの認識のもと、1990 年代後半より「建設業の環境自主行動計画」を策定し、建設現場における使用エネルギー量の約 70%を占める軽油の使用量削減に取り組んできた。軽油使用量は、施工現場内の建設機械、発電機と運搬に関わるトラック、ダンプトラックに起因するため、効率的な建設機械および運搬車両の配備による軽油使用実績の減少、省燃費運転の励行による軽油使用量の削減など、具体的な対策を進めてきている。なかでも省燃費運転については、業界内の着実な浸透・定着をめざし、会員企業とその専門工事業者への座学講習会、実技講習会を毎年定期的で開催している(コロナ禍で直近 2 年は中止)。

これらの取組みの成果として、「建設業の環境自主行動計画 第 4 版(改訂版)」に示した 2012 年度目標の「CO₂ 排出量原単位で 1990 年度比 13%削減」は達成することができた。引き続き、政府の「2050 年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」宣言に対応するために、「建設業の環境自主行動計画 第 7 版」(2021-2025 年度)では「スコープ 1,2 排出量を 2050 年までに実質ゼロ」「2030~40 年度のできるだけ早い段階で 2013 年度比 40%削減」の目標を掲げている。この目標達成に向けて、業界全体として使用エネルギー量の約 70%を占める軽油の使用量削減に取り組んでいくためには、省燃費運転活動に加えて、B5 軽油、B100 燃料(バイオディーゼル燃料)、GTL 燃料などの軽油代替燃料の利用拡大が効果的な取組みとなってきた。

本稿では、現在使用の建設機械をそのまま活用しながら、CO₂ 削減やカーボンニュートラルを進めるドロップイン燃料活用の優位性とその活用に向けた検証状況について報告するものである。

2. 使用燃料に着目する優位性 -ドロップイン-

建設現場では建設機械の使用は避けられない。昨今の生産性向上に向けた取組みにて、自動施工といった取組みも進められているが、その前提に

は施工の機械化が前提となっている。それらの建設機械の CO₂ 排出量の削減に向けて、燃費基準達成型建機認定制度や普及補助事業による建機の改善が進められ、その先として、電動化による CN 化の実現がうたわれている。しかし、インフラをこれから整備する電源未整備地や災害現場でも活動が求められる建設機械に、どのように給電するかなどの課題を考えたとき、燃料燃焼で稼働する建設機械の優位性は高い。CO₂ 排出量がゼロカウント可能な燃料や、単位作業当たりの CO₂ 排出量の低減が期待出来る燃料の活用を検討することは、災害対応での機動性を維持しつつ、環境対策を進める上で有用である。一方で、それらの燃料の使用に関して建設機械の改修が必要となるのは、それらの燃料の利用拡大の制約となる。

これらの観点を踏まえ、建設機械の改修が不要な燃料、いわゆるドロップイン燃料の性質を持った、CO₂ 排出量削減に資する軽油代替燃料の活用検討を行うことが有益である。

3. 軽油代替燃料の特徴と注意点

既に市場流通が可能な B5 軽油、B100 燃料、GTL 燃料に注目し調査を行い、その結果を踏まえた整理表が、日建連より 2015 年発行の「建設業におけるバイオディーゼル燃料利用ガイドライン」や、2022 年 4 月改訂の「建設業における軽油代替燃料利用ガイドライン (Rev.4.0)」で整理・掲載されている(表-1)。以下、それぞれについて記載する。

3.1 B5 軽油

「揮発油等の品質の確保等に関する法律(品確法)」の改正により 2009 年 2 月 25 日から、ガソリンおよび軽油にバイオ燃料を混合する事業者には「軽油特定加工業者」の事業者登録と品質確認が義務づけられ、適正な品質のバイオ混合燃料の B5 軽油が供給されるようになった。これにより、建設機械メーカー各社は、B5 軽油も軽油と同様に取扱うことを公表した。したがって、建設機械、発電機および車両の燃料として、B5 軽油は軽油と同様のエンジンの点検・整備を行うことで使用できる。

「軽油特定加工業者」とは、法人・個人にかかわらず、反復継続して軽油と B100 燃料の混合を行う

表-1 軽油代替燃料の種類と特徴

名称	B5 軽油	B100 燃料	GTL 燃料
概要	軽油混合燃料(改正品確法で軽油とされている)	廃食用油を主原料として製造したバイオディーゼル燃料	天然ガスを原料として製造した合成燃料
CO ₂ 削減効果(軽油との比較)	▲5.0%	▲100.0%	▲8.5%
建機メーカーのスタンス	軽油と同じ扱い	メーカーの保証無し	多くのメーカーが軽油と同じ扱い
利点	・軽油扱いなので、スタンド給油した軽油と混合しても問題なし	・CO ₂ 削減効果が大きい ・軽油と比較して、PM(黒煙)などの排出量が削減 ・資源循環社会に貢献する地産地消エネルギー	・軽油と比較して、PM(黒煙)などの排出量が削減
注意点	・特になし(軽油と同様に使用できる)	・課税されている軽油, B5 軽油と混合しないこと ・製造会社に品質差があるため、日建連ガイドライン記載の会社からの調達を推奨	・課税されている軽油, B5 軽油と混合しないこと ・ナンバープレート付きの建設機械, 車両では使用しないこと

者のことである。品質確認は、B5 軽油を建設機械および自動車用燃料として販売又は自ら消費するときに、品質が品確法に規定する軽油の強制規格に適合していることを事業者自ら又は分析機関に委託して、3 カ月毎に確認・報告することである。

3.2 バイオディーゼル燃料 (B100燃料)

B100燃料は、菜種油、ひまわり油、大豆油、コーン油などの植物性の廃食用油を原材料とした、資源循環型の地産地消の燃料である。

植物性の廃食用油に、メチルアルコール(メタノール=CH₃OH)と水酸化カリウム(KOH)を混合、攪拌反応、静置沈殿させ、メチルエステルとグリセリンに分離する。分離したメチルエステルを減圧蒸留して不純物を除去し、B100燃料となる。この成分は、軽油のJIS規格にほぼ適合しているので、

B100燃料は軽油代替燃料として利用できる。ほぼ適合しているというのは、原材料に使用している廃食用油の品質にバラツキがあるためである。

(1) エンジンオイルの管理

B100燃料がエンジンオイルに混入すると、軽油と比較して、動粘度(40°C)や塩基価の変化が大きくなる性質があるため、エンジンオイルの劣化が軽油より速くなる。軽油使用時より、日常点検ではエンジンオイルの量や色などに注意し、定期点検ではエンジンオイルの交換を早めに行うことが管理のポイントになる。

エンジンオイルの交換時期の違いを確認するために、エンジンオイルの性状の変化を確認した。

測定対象の建設機械は10tonダンプで、いすゞKC-CZX81K1D、エンジンオイルはシェルリムラX15W-40である。分析項目は、動粘度(40°C)(mm²/s)、塩基価(mgKOH/s)、引火点(°C)および金属元素(鉄Fe、銅Pb、鉛Cuなど)などとした。

今回測定した10tonダンプは、造成工事の土砂運搬に使用しており、今回はエンジンオイルの入替え時から100hr毎に800hrまでサンプリングを行い、同型の2台で、軽油とB100燃料使用時の比較を行った。

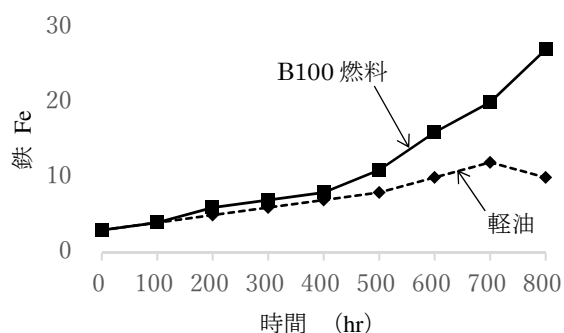


図-1 軽油とB100燃料のエンジンオイルの鉄 (Fe)

金属元素はエンジンオイルの動粘度(40°C)の劣化に伴い、ピストンとシリンダーの摩擦により多く発生する。摩擦由来の金属の鉄Feの結果(図-1)では、500hr経過した時点からB100燃料使用時の量が軽油使用時より多くなってきている。この変化は他の金属でも同様の傾向が確認できたため、エンジンオイルの交換は500hrより前が目安になると考えられる。

(2) 燃料ホースなどの管理

B100燃料はゴム製の燃料ホースを膨潤させる性質があるため、軽油と比較してゴム製の燃料ホースの劣化が早く、耐用年数は1年程度になってしまう。その対策として、B100燃料を長期間使用する場合は、燃料ホースをゴム製からシリコン製へ交換することが有効である。

(3) 排出ガスへの影響

2002年にアメリカの環境保護庁(EPA)が、B100燃料の使用時の排出ガスについて公表している報告書がある。軽油とB100燃料を比較して、PM、CO、HCは減少し、NOxは同等から20%程度増加のデータが示されている。

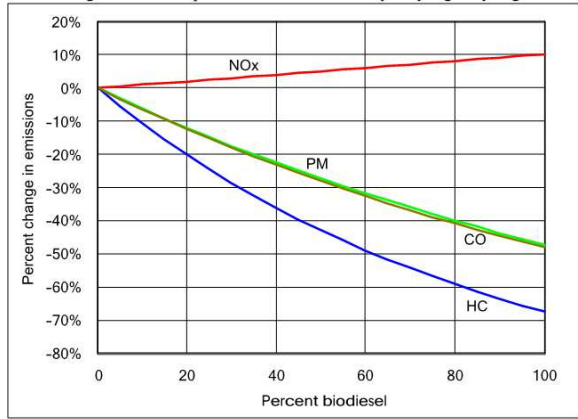


図-2 大型エンジンのB100燃料の排出ガス
アメリカの環境保護庁(EPA)報告書²⁾ ii ページより引用

3.3 GTL燃料

GTL燃料は、Gas to Liquidsの略称で、天然ガスを原料として製造した合成燃料で、硫黄分、金属分、芳香族分を含まない非毒性のパラフィン系燃料である。品質は欧州規格EN15940に適合しているため、欧州では車両、建設機械、発電機、船舶などで軽油の代替燃料として普及が始まっている。

GTL燃料は軽油と比較して、燃焼時のすすの発生が少ない、流動点が-20°Cなので寒冷地でも使用できる、高セタン価なので始動性が向上するなどの特徴が示されている。品質は、軽油のJIS規格にも合致しているため、国内の多くの建設機械メーカーが軽油やB5軽油と同等に取扱うことを公表している。

ただし、建設機械、発電機以外の、公道を走る車両(ナンバープレート有)での使用は、軽油引取税の非課税扱いが適用外のため注意が必要である。

(1) 燃料ホースやエンジンオイルに関する管理

GTL燃料の品質は軽油のJIS規格に合致しているため、燃料ホース等の部材を交換することなくGTL燃料を使用できる。

エンジンオイルも軽油使用時と同じ製品を使用して、交換時期など同じ管理基準で行っても支障がないエンジンオイルの性状の変化を確認した。測定対象の建設機械はバックホウで、日立建機ZX210K-6、エンジンオイルはDH-2 10W-40である。分析項目は、動粘度(40°C)(mm²/s)、塩基値(mgKOH/s)、引火点(°C)および金属元素(鉄Fe、銅Pb、鉛Cuなど)などとした。

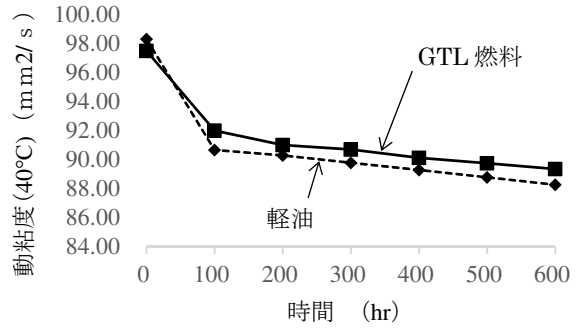


図-3 軽油とGTL燃料使用時のエンジンオイル動粘度(40°C)の変化

今回測定したバックホウは、アスファルトプラント工場内の定型作業に使用しており、測定前までの軽油使用時は、500hr毎にエンジンオイルの交換を行っていた。今回はエンジンオイルの入替え時から100hr毎に600hrまでサンプリングを行い、同じバックホウで、軽油とGTL燃料使用時を比較した。

動粘度(40°C)の結果(図-3)では、軽油使用時とGTL燃料使用時の変化は、ほぼ同じであった。塩基価、引火点、金属元素なども同様の結果になったため、エンジンオイルの管理は軽油使用時と同様に行い、特別の注意点は不要と考える。

(2) 排出ガス低減効果

フォークリフトでの、軽油とGTL燃料使用時の排出量を測定した結果、その排出ガスの改善効果が確認されている。

トヨタ7FD15(2002年式)について、後述するオフロード法の無負荷急加速光吸収係数を、AVL社製のDISMOKE4800にて行われたものである。

使用燃料を軽油からGTL燃料に変更した後の試験を経時的に行ったところ、約1週間でその値が半減、約6カ月で85%減少する結果が得られた(図-4)。GTL燃料の使用で、旧型エンジンを搭載しているフォークリフトでも、オフロード法の最新規制値に適合できる可能性を確認した。

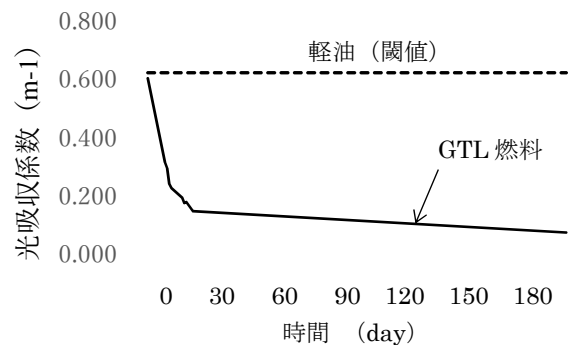


図-4 軽油とGTL燃料使用時の無負荷光吸収係数

なお、この検証に用いられたフォークリフトは自動車部品工場の倉庫で稼働していたものであったが、検証の過程にて、軽油使用時には積込み前に数時間かけて行っていた製品に付着したすすを除去するブロー作業の時間を大幅に削減でき、作業効率の向上および労働環境の改善を図るといった副次的な効果を得ることができたとのことである。

4. 燃料に関連する法令

軽油代替燃料（B5 軽油、B100 燃料、GTL 燃料）の使用では、関係法律・条令を遵守が必須である。

4.1 オフロード法

公道を走行しない特殊自動車をオフロード車と呼称し、その排出ガスについて規制対象としており、建設業での使用燃料については、排出ガスを抑制するための指針にて、メーカー推奨の軽油を使用することが定められている。この点について、表 1 に建機メーカーコメントを整理している。

また、車体にエンジンが搭載された状態における、軽油を燃料とするオフロード車は、無負荷急加速光吸収係数、もしくは、無負荷急加速黒煙試験で基準に適合していないものは、技術基準適合命令等の対象となる。

4.2 道路運送車両法

道路運送車両法の「自動車検査業務等実施要領」（昭和36年11月25日自車第880号）が一部改正され、軽油を燃料とする車両にB100燃料を使用する場合は、自動車検査証（車検証）の備考欄に「バイオディーゼル100%燃料併用」と記載することで使用できるようになっている。

自動車車検証の変更手続きは、自動車車検証を登録している陸運局（陸運支局、自動車検査登録事務所）で行う。車両の持ち込みは必要なく、自動車車検証の持参のみで良いとされているが、詳細は国土交通省各運輸支局へ確認が必要である。

4.3 消防法

GTL 燃料および B100 燃料は、消防法の第四類第三石油類（引火点 70°C以上 200°C未満）の危険物に分類され、指定数量は軽油の 2 倍である。

400 リットル未満の貯蔵・取扱いの場合は、市町村の火災予防条例の規制を受けるが、届出は不要で、400 リットル以上 2,000 リットル未満の貯蔵・取扱いについては、少量危険物貯蔵所または取扱所として所轄消防署への届出が必要である。

なお、2,000 リットル未満の貯蔵・取扱いについては、届出の有無にかかわらず各市町村による技術上の基準が定められているので、合わせて確認が必要である。消防法の指定数量である 2,000 リットル以上の貯蔵については、都道府県知事または市町村長の許可を受けた貯蔵所で貯蔵しなければならない。

5. CO₂削減活動の周知 -活動の見える化-

建設機械での B5 軽油および B100 燃料による CO₂ 削減活動を発注者、近隣住民および作業員などのステークホルダーに周知するために、エコマークを利用することが出来る。

「エコマーク」は、(公財)日本環境協会が、ISO（国際標準化機構）の国際規格に則って運営する、第三者認証による環境ラベルである。国および第三者機関による環境ラベルは 20 種類以上あるが、エコマークの認知度が最も高く、9 割を超えている。

認定基準「廃食用油を使用したバイオディーゼル燃料 Version1」が 2017 年 8 月 1 日に制定され、エコマーク認証を取得した燃料会社から B5 軽油、B100 燃料を調達すると、建設会社も仮囲いや建設機械にエコマークを表示できる。なお GTL 燃料については、認定基準の検討が現在進められている。「見えない」CO₂削減活動の「見える化」で、建設機械の環境対策への理解の普及は重要である。



図-5 エコマーク

6. おわりに

本稿作成に当たり、GTL 燃料の情報に関して伊藤忠エネクス(株)より頂いたご協力に感謝する。軽油に比した際のコストの問題もあるが、GTL 燃料でのメリットなどの付加価値を評価して、導入検討することも必要である。

日建連会員各社の軽油代替燃料の使用状況については「建設作業所における軽油代替燃料の使用事例集」が纏められ、日建連 HP 上で公開されている。今後の建設現場における CO₂ 排出量の削減に向け、既存の建設機械で利用できるドロップイン燃料たる軽油代替燃料（B5 軽油、B100 燃料、GTL 燃料など）の利用が拡大することを期待している。

参考文献

- 1) (一社)日本建設業連合会：建設業の環境自主行動計画, 2022
- 2) (一社)日本建設業連合会 環境委員会：建設業における軽油代替燃料利用ガイドライン (Rev.4.0), 2022
- 3) U.S. Environmental Protection Agency : A Comprehensive Analysis of Biodiesel Impacts on Exhaust Emissions Draft Technical Report, 2002

(?????? 受付, ????.??採用決定)