

ダンプトラックの運搬に排出される CO2 の一考察

(株)砂子組 正会員 ○戸井田真之介 (株)砂子組 正会員 佐藤 欣治
(株)砂子組 正会員 岩田 翔吾 (株)砂子組 正会員 古川 大輔
(株)砂子組 正会員 長谷川 雅樹

1. はじめに

作業ノルマ等のため建設現場では、カーボンニュートラル対応に難しい側面がある¹⁾。そこで運用自由度が高いと思われる、ダンプによる盛土運搬に注目し CO2 排出量の最適化を試みた。

2. ダンプ CO2 測定の概要

測定は、土木建設現場において多用される 10 t ダンプを対象とした。図-1 に測定状況を示す。加減速の影響も考慮するため、エンジン回転数を一定とした静的測定と回転数を短時間に变化させた動的測定を行い、CO2 流量をダクト面積(m²)×排気風速(m/s)×CO2 濃度(%)で算出した。CO2 流量はエンジン回転数(rpm)に比例する結果となった(図-2, 3)。ただし当測定は無負荷状態で行われたものであり、実走行では負荷重量に比例する形で流量が増大する事も十分に考えられる。

3. 単位走行距離当たりの CO2 排出量

$$\frac{dC}{dt} = \frac{dC}{dx} \frac{dx}{dt} \quad (1) \quad \frac{dC}{dt} = a\omega \quad (2) \quad \frac{dx}{dt} = \frac{1}{3.6} k\omega \quad (3) \quad \frac{dC}{dx} = 3.6 \frac{a}{k} \quad (4) \quad C = 3600 a \int_0^L \frac{1}{k(x)} dx \quad (5)$$

距離当りの CO2 排出量 dC/dx (m³/m)は、CO2 流量 dC/dt (m³/s)、走行速度 dx/dt (m/s)とに、(1)の関係がある。もし流量がエンジン回転数 ω (rpm)に比例するなら(2)が成り立ち、速度には(3)が成り立つ。 a , k を排気係数、ギア比と呼ぶ。1/3.6 は速度(km/h)を(m/s)に換算する。(1)~(3)により dC/dx は(4)で表される事となり、 L (km)走行時の CO2 排出量は(5)となる。従って走行中の CO2 排出量は、ギア選択がトップよりであるほど少ない。

4. 現場におけるダンプ走行の実態調査

河川盛土現場の盛土運搬ダンプに対し、実態調査を行った。使用データは、車載デジタルタコメーターの(時刻、速度、エンジン回転数)記録である。運搬経路を図-4 に示すが、ギア選択は図-5 に示すように、ほぼ道なりの選択となっている。この事実は、走行は道路線形や交通事情によって強く規制される事を示唆する。

5. 積載量の最適化

ここでは、1) CO2 排出流量は負荷重量に比例する ものとし、走行が道路事情のみに規制され、2) 全てのダンプ走行は同じ、と仮定する。 W =ダンプ車重×使用台数+目標盛土重量/日は、1 日の盛土運搬での負荷重量の合計と考えられるが、1)より 1 日の盛土運搬による CO2 排出量は W に比例する。このうち目標盛土重量は変わらないので、2)より使用台数が少ないほど 1 日の CO2 排出量は少ない事になる。よってダンプ 1 台当たりの盛土積載量が大きいほど使用台数が減少し、CO2 排出量の面で有利である。

6. まとめ

非常に単純化された仮定に基づくものではあるが、以下の結論となった。

- 1) 運行経路は、出来るだけ走りやすい経路を選択すべきである。
- 2) 積載量は、法規が許容する満載量が望ましい。

1)の経路選択に当たっては、デジタルタコメーターによるデータと(5)によって、具体的に数値的に検証できるものと考えられる。



図-1 CO₂測定状況

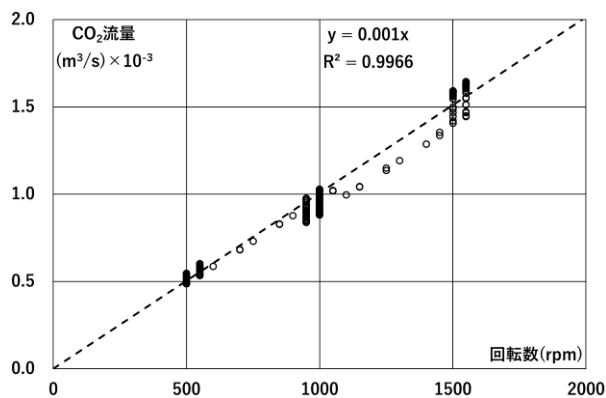


図-2 エンジン回転数と CO₂ 流量（静的）

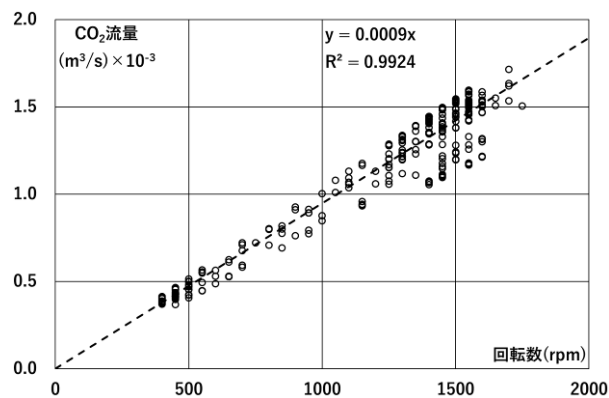


図-3 エンジン回転数と CO₂ 流量（動的）



図-4 運行経路

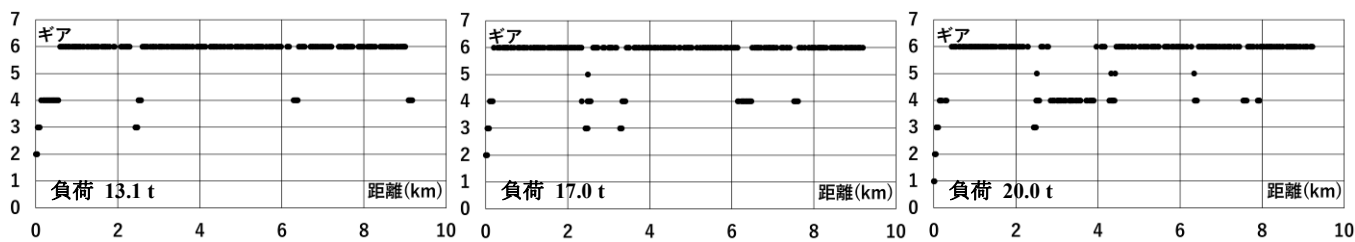


図-5 走行中のギア選択

〔参考文献〕

- 1) 重機の CO₂ 排出量の測定と今後の展開, 岩田他, 土木学会北海道支部論文報告集第 78 号, F-02, 2021 年.