

# 車載型計測装置による建設機械の排出ガス計測方法の検討

杉谷康弘\* 藤野健一\*\* 石松 豊\*\*\*

## 1. はじめに

国土交通省では、建設機械からの排出ガス対策として、一定の排出ガス性能を持つ建設機械を排出ガス対策型建設機械として指定する制度を実施している。また、平成18年からは法律による建設機械の排出ガス規制も開始されている。これらの規定では、排出ガス中の窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）、炭化水素（HC）、一酸化炭素（CO）、粒子状物質（PM）、黒煙の値が規定されており、ユーザは原則として排出ガス基準に適合したことを示す表示のある建設機械を使用することになる。これらの表示は、建設機械等がメーカーの工場から出荷される段階で、搭載されるエンジンからの排出ガスが基準値をクリアしていることを意味している。一方、排出ガス性能は、使用に伴い劣化する可能性があるが、ユーザは規制項目の内、一般的には黒煙濃度を計測（又は目視）することは出来ても、その他の物質の排出ガス性能の劣化を判断することは困難である。また、オフロード車に搭載されるエンジンはどのような機種に搭載されるエンジンであっても、規定された同一の負荷条件、試験条件（燃料等）で試験されている。そのため、機械機種や建設現場ごとの様々な条件や、バイオディーゼルなどの燃料が使用された場合に、どのくらいの排出ガスが排出されているかについては、よくわかっていないところもある。今後、環境影響評価など個々の現場ごとに排出ガスの排出量を評価しなければならない場合や、建設機械の排出ガス対策を検討する上で、使用中の建設機械の排出ガスを計測する方法を確立する必要がある。本稿では、車載型排出ガス計測装置を使用して、油圧ショベルが実際に動いている状態で排出ガスを計測する方法を検証したのでその結果を報告する。

## 2. 排出ガス測定方法

### 2.1 使用中の建設機械で計測する際の課題

#### (1) 限られた搭載スペース

実際の稼働中は建設機械が動きまわるため、排出ガスを計測するためには、計測装置類は全て建設機械に搭載する必要があるが、搭載することによって本来の動作が制限されないよう考慮する必要がある。排出ガス計測装置は自動車（バンタイプ）であれば搭載出来る程度の大きさであるが、建設機械にはそもそも搭載を目的としたスペースがないため、専用の搭載架台等を製作するなどして必要な機器を搭載した。

#### (2) 稼働中の振動・衝撃

舗装された道路を走行する自動車と稼働中の建設機械では、振動のタイプや衝撃の大きさが異なる。振動や衝撃が大きい場合には測定値が異常な値を示す場合もあるが、計測装置の下に特殊なパネを入れて低減を図った。

### 2.2 測定機器の概要

#### (1) 測定機器の構成

測定機器を搭載した状況を写真-1に、搭載イメージを図-1に示す。振動の影響を見るため、振動加速度計も設置している。



写真-1 測定機器搭載状況



ジンに向かう燃料配管の途中に容積式の燃料流量計を設置した。エンジンから燃料タンクに余剰分としてリターンする燃料については、その配管を燃料流量計とエンジンの間につなぎ込み、燃料流量計には実際に消費した分量のみが通過するようにした。設置の状況を写真-5に示す。



写真-5 燃料流量計・エンジン回転計設置状況

(5) その他の機器

エンジンに余計な負荷をかけないために、搭載する全ての計測器の電源は、車両に付属のバッテリー以外から供給する必要がある。電源としては、発動発電機を搭載して電源を確保した。

なお、燃料流量計など排出ガス計測装置本体以外の装置や校正ガスのボンベの搭載には、専用の搭載架台を製作して搭載した。油圧ショベルの動作の障害にならず、中型以上の油圧ショベルであればメーカーを選ばずに搭載ができるように、車体後部にベルトで固定する形状とした。設置の状況を写真-6に示す。



写真-6 燃料流量計・エンジン回転計設置状況

3. 測定結果の例

3.1 排出ガス計測事例

図-2にNO<sub>x</sub>の計測事例を示す。サンプリング周期は0.1秒である。このグラフにおいて、経過時間650秒付近まではアイドリング状態でNO<sub>x</sub>濃度はほぼ一定となっている。その後は、掘削・旋回・排土の一連動作の濃度であるが、エンジンに掛かる負荷が随時変動しており、NO<sub>x</sub>濃度も連動して変化している。瞬時値を計測しているので、

例えば10分間の作業で排出された累積値を計算する場合にはこれらの値を積算する。

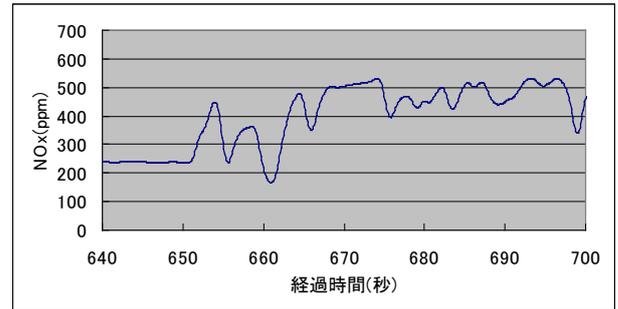


図-2 NO<sub>x</sub>計測事例(1)

図-3は、掘削や走行などを組み合わせた動作条件を決め、それを1サイクルとし、4サイクルを連続して実施する試験を3回実施した結果のNO<sub>x</sub>の値である。単位は、1サイクルの総NO<sub>x</sub>排出量(g) (濃度と流量の測定値から計算。)を1サイクルの総仕事量(kWh) (エンジン回転数と燃料消費量の測定値から計算。)で除したものである。サイクル毎に掘削する際の負荷が若干異なったり、運転員がサイクル毎に一寸の狂いも無い動作をすることは不可能であるため、サイクル毎に値にばらつきが生じている。評価の際には、こうしたばらつきの程度を把握して評価する必要がある。

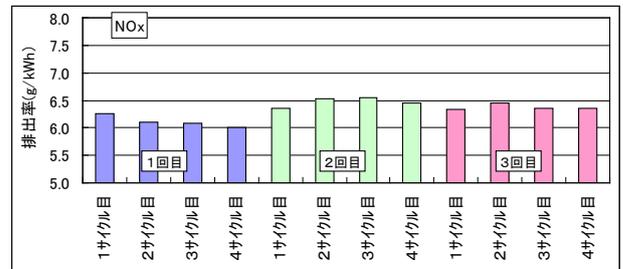


図-3 NO<sub>x</sub>計測事例(2)

3.2 試験中に発生した問題点・懸案事項

(1) エンジン振動によるフレキシブル管の破損

排気管の出口にフレキシブル管を設置しているが、エンジンからの小刻みな振動が常に掛かっている。材質はステンレス製のものを使用しているが、数日間の使用で破断(写真-7)が発生した。測定中に排出ガスの漏れや破断の有無を目視で発見することは難しいため、測定の前に注意して観察しておく必要がある。

(2) 雨・直射日光対策

車載型排出ガス計測装置には防水対策がとられていないため、雨天時には計測ができないが、屋外での計測では、にわか雨が発生した場合にも直

ぐに退避することも難しい。そのため、小雨程度であれば防げるビニール製の囲い(写真-8)を準備しておくことが望ましい。なお、この写真の撮影時には、実際に小雨状態であったが、継続して計測を実施することは問題なかった。また、内部の温度が高くなりすぎないように、猛暑時には直射日光を遮る対策(写真-8)が必要である。

(3) 発動発電機の停止

発動発電機を使用した場合は、長時間の測定を連続して実施することが可能であるが、油圧ショベルの振動で安全装置が働き停止することがあった。短時間での計測では、バッテリーの使用も有効であると思われる。

(4) 搭載機器の固定状況の緩み

測定対象は、一般のユーザが現に使用している建設機械であるため、機体に傷を付けないように、測定機器を搭載する必要があるが、溶接等の確実な固定ができない。そのため、搭載架台はベルトで引っ張ることにより固定しているが、固定の仕方が悪いと振動で徐々に固定が緩んでくる可能性がある。工事現場で搭載架台が外れた場合には大きな事故に繋がる可能性もあるため、固定の確認は常に行う必要がある。



写真-7 フレキシブル管の破断状況



写真-8 雨・直射日光対策状況

4. まとめ

車載型排出ガス計測装置を使用して、油圧ショベルの実際の稼働状態での排出ガス計測を行った。その結果、計測に必要な機器を全て油圧ショベルに搭載した状態でも、油圧ショベルの本来の動きを制限することなく、稼働中の油圧ショベルの排出ガス計測が十分に可能であることが確認できた。事前に調査した範囲では、建設機械でのこのような計測は国内での実施事例が無く、どのように搭載するかというところからの出発であったが、計測の際の問題点の把握や、計測のノウハウを取得することができた。今後は、データを更に収集・分析し、建設機械の排出ガス対策に役立てる予定である。

謝 辞

計測に当たっては、社団法人日本建設機械化協会の原動機技術委員会メンバー各社、財団法人日本自動車研究所の相馬誠一氏他関連する機関の方に技術的な助言を頂きましたので、この場を借りてお礼申し上げます。

参考文献

- 1) Code of Federal Regulations Title40 Chapter1 Part1065 ENGINE-TESTING PROCEDURES

杉谷康弘\*



独立行政法人土木研究所つくば  
中央研究所技術推進本部先端技術  
チーム 主任研究員  
Yasuhiro SUGITANI

藤野健一\*\*



独立行政法人土木研究所つくば  
中央研究所技術推進本部先端技術  
チーム 主席研究員  
Kenichi FUJINO

石松 豊\*\*\*



独立行政法人土木研究所つくば  
中央研究所技術推進本部先端技術  
チーム 主任研究員  
Yutaka ISHIMATSU