

## インフラ建設における大気環境の保全措置にかかる定量評価の研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：平 31～令 3

担当チーム：先端技術チーム

研究担当者：新田恭士、森川博邦、山口崇、  
吉永弘志、須山友貴、山内元貴、  
山口武志

### 【要旨】

本研究では、インフラ建設における排出ガス対策、および散水等の粉じん対策を定量的に評価することを可能にすることで住民への説明を円滑にするとともに各種対策の最適化によるコスト削減を目的として、建設機械の排出ガスの原単位、および土砂掘削の降下ばいじんの予測手法について検討した。建設機械の排出ガスの原単位については、測定手法、および建設機械が取得するデータの活用について調査した。降下ばいじんの予測手法の検討では、予備調査、文献調査、現場測定値の解析、および構内試験を行った。土砂掘削において散水対策を講じることで降下ばいじん量が他の工種と同程度以上の割合で抑制されることを現場測定値、および構内試験の双方で確認した。

キーワード：建設機械、排出ガス、降下ばいじん、大気環境の保全

### 1. はじめに

自治体等によせられる騒音、振動、排出ガス、粉塵等の大気環境による苦情相談は事業者別では建設業によるものがシェア 48%でワースト 1 位となっている[R. 01]。現場の聞き取り調査では、インフラの円滑な更新、事業展開には住民とコミュニケーションを図りながら、騒音、振動、排出ガス、粉じん等の対策を講じることが極めて重要であるとの意見が多い。排出ガスについては、特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律（通称「オフロード法」）により 20 年前の 1/15 程度に抑制されているが、予測のマニュアルは未対応であること、土砂掘削の粉じんについては、散水、防塵ネット等で抑制できるが、定量的な予測ができないことが懸案となっていた。

本研究は、排出ガス、および散水等の粉じん対策を定量的に評価することを可能にすることで住民への説明を円滑にするとともに各種対策の最適化によるコスト削減を目的とし、達成目標は①建設機械の排出ガスの 2006 年規制、2011 年規制、2014 年規制に対応した各種工種別の排出ガスの予測に対応した原単位（以下、「排出ガスの原単位」という。）、および②散水等の粉じん対策を講じた条件における土砂掘削の降下ばいじんの予測手法（以下、「土砂掘削における散水による粉じん対策の予測手法」という。）とした。

### 2. 排出ガスの原単位

排出ガスの原単位については、文献、および排出ガスの測定に基づいて暫定的な試算結果を公表しているが（[R. 02]pp.73-74）、この試算結果はアイドリングストップを考慮していない値である。そこで、アイドリングストップを考慮した原単位を算出することを目的とし、測定方法及び建設機械が取得するデータについて検討した。

しかし、近年、環境影響評価において建設機械の排出ガスが懸案となることが少なくなったため、排出ガスの原単位については手法の検討にとどめ、環境影響評価の実務で懸案となっていた粉じんの予測手法を優先することとした。

以下、検討の概要である。

#### 2.1 アイドリングストップの測定

##### 2.1.1 文献調査

土木工事におけるアイドリングストップに関する国内外の文献を調べた。国内では現場での地球温暖化対策の一環としての取組に関するものがあったが、測定等に関するものは見当たらなかった。海外では Carolina State University が測定した[R.03]34 台の建設機械のアイドリングによる過剰な CO<sub>2</sub>排出量について述べていた[R. 04]。燃費  $x$  (liter/h) と CO<sub>2</sub> (g/h)  $y$  の関係式を

$$y = 2638x \quad (R^2 = 0.9952)$$

とし、

$$\eta = \frac{\text{Nonidle Time}}{\text{Nonidle Time} + \text{Idle Time}}$$

で定義した operational efficiency  $\eta$  と過剰な燃料 additional fuel の割合  $N_E$  の関係を散布図にし、0.32~0.97 の範囲で分布する  $\eta$  と 0~0.5 の範囲で分布する  $N_E$  の回帰式を

$$N_E = -0.41 \cdot \ln(\eta) - 0.03 \quad (R^2 = 0.85)$$

としてまとめていた。その他、アイドル時間による損失を AI で分析する方法 [R. 05]、アイドル時間の分析を画像処理で自動化する方法 [R. 06] などの研究事例があった。

### 2.1.2 測定方法の検討

建設機械のエンジンの稼働状況は CAN(controller area network: 輸送用機械やロボット等の機器間のデータ転送に使われる規格)のデータローガー、騒音・振動の測定等で把握できる。しかし、アイドルストップはエンジンが停止し運転者が運転席で待機している状態であり、エンジンのみでは把握できない。また建設機械はエンジン回転数を一定に保って油圧を駆動するため、エンジンの回転数のみではアイドルと動作中の区別ができない。このためエンジン音の測定(騒音計)によるエンジンの ON、OFF の判定、運転席と工事エリア内の2台のタイムラプスカメラの画像による作業の有無、および運転者の着席の判定を組み合わせ、アイドルストップの時間を測定する方法を試行した。なお、画像の判定は人で行ったが、大量の測定を行う場合には自動化の検討が必要である。

### 2.1.3 測定結果

測定結果を図-01 に示す。機械の動作、アイドル、およびアイドルストップに分けて運転時間を測定できることを確認した。

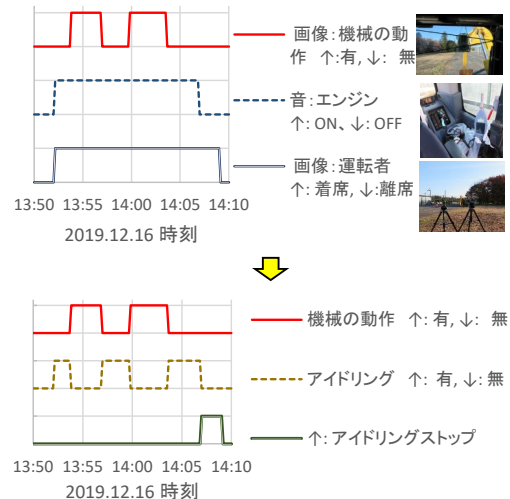


図-01 建設機械のアイドルストップ測定(試行)

## 2.2 建設機械が取得する情報の検討

近年、建設機械に普及している車両管理システムや ICT 建設機械の現場管理支援システムに着目し、アイドルストップに関する情報の取得の可能性について、機能や情報項目について、文献調査やメーカー等へのヒアリングを実施した。現時点では、有用な情報を取得することは難しい状況であった。

## 3. 土砂掘削における散水による粉じん対策の予測手法

予備調査、文献調査、現場測定値、および構内試験で検討した。現場測定値の検討では過年度に収集した未公表値を使用し、構内試験は本研究で実施した。現場測定値の検討は中間年次に公表した [R. 07]。

### 3.1 予備調査

研究の着手時は大局を把握する目的で試行錯誤的にハイスピードカメラ撮影、異分野の文献・ヒヤリング調査、および道路工事以外も含めた多様な現場での粉じん測定を行った。ハイスピードカメラ撮影では粉じんの発生の状況を把握した(図-02)。含水比 10%の乾燥した細粒分質砂のため送風直後には粉じんが多く発生したがしばらくすると表面から飛びやすい粒子がなくなって飛ばなくなる傾向を把握した。文献調査・ヒヤリング等は土木工事以外の碎石場、砂丘、および農地における粉じん、飛砂、および風食に関するものとした。粉じん測定は、碎石場、海岸、構内の道路工事、およびバイパスの道路工事での降下ばいじん、浮遊粉じん、含水比、および粒径分布とした。碎石場はシルト分が 27%程度と多い細粒分質砂であった。粉じん発

生量は多く、散水車で絶え間なく散水していた(図-03)。構内工事の現場の意見では工事用に搬入した土砂による粉じんの発生は細粒分質砂(シルト分が30%程度)で多く、細粒分まじり砂(シルト分が10%程度)の改質土では少ないとのことであった。道路工事における細粒分まじり砂(シルト分が4~7%程度)の土砂掘削(無散水)では測定した3日間とも粉じんを体感することはなく、バットで捕捉した降下ばいじんの質量は分析天秤の測定誤差程度のごく微量(10mg以下)であった。土砂掘削の近傍の工所用道路の土質は細粒分まじり砂(シルト分が5%)であった。測定期間中に粉じんの舞い上がり等はみうけられず、待機していた散水車の稼働もなかった。また、他の複数の工事関係者からは、過度に散水すると施工や資材の品質に影響するとの意見も聴取した。土木工事ではシルト分が多いと粉じんが多く発生する旨の文献(例[R.08]、[R.09])との整合を確認するとともに粉じんが発生する日は少なく、現場測定値に基づいて予測手法を構築することが容易でないことを把握した。

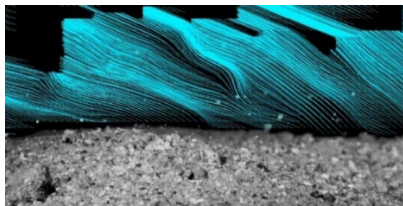


図-02 粉じん発生時のハイスピードカメラ撮影。



図-03 碎石場での散水による粉じん対策。

### 3.2 文献調査

予測では土研資料[R.10]、[R.11]を拠所とした国総研資料[R.12]が引用されており、硬岩掘削において散水を講じることで粉じんの発生量が約27%(約73%減)となる事例も記載されている。国内外の他の文献も調査した。土砂の水分量と粉じん発生量に関し、建設用砂プラントから発生する粉じんが水分%の-1.875乗

に比例したとの測定結果[R.08]の報告がある。耕地の風食(蝕)対策に関して、15分間の風食量 $E_p$   $g/m^2$ が粒径0.8mm以上の含有量 $P^{mm}$  %、含水比 $V$  %、および地表面での風速 $v$  m/sと

$$E_p = 22.02 - 0.72P^{mm} - 1.69V + 2.64v$$

の関係にある旨の実験結果[R.13]や石英砂の粒径、および含水量と飛土限界風速の風洞実験の結果[R.14]が報告されている。しかし、環境影響評価の予測に引用できる文献は見当たらなかった。

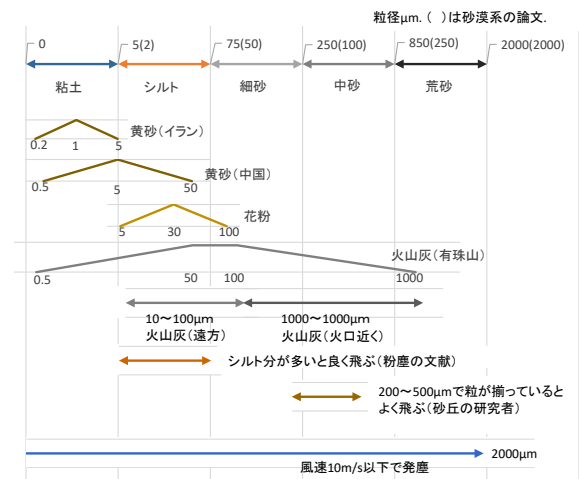


図-04 土砂の粒径分布と飛砂・粉じん等。

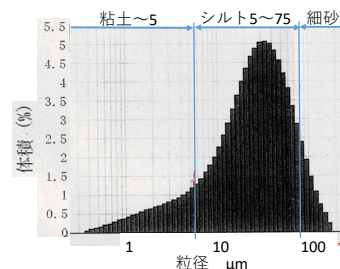


図-05 土木工事の降下ばいじんの粒径分布例。

ここでweb site、過年度の調査、および有識者の講演で得た知見も踏まえて粒径分布と飛砂・粉じん等の関係を俯瞰した(図-04)。粒径が大きいと固結せず乾燥しやすいが飛びにくく火山や強風時に飛来する。砂丘では200~500 $\mu$ で粒がそろっているとよく飛ぶとの知見があり、地形・風等の条件も影響するようである。粒径が小さいと国境を超えて遠方まで飛来するが、粘土は乾燥しにくく固結しやすい。土木工事の粉じんは、シルト分と関連づけた論文が多かった(例[R.08]、[R.09])。降下ばいじんの粒径分布は図-05の硬岩掘削と同様であった。

### 3.3 現場測定値

道路事業の環境影響評価においては式(01)、式(02)を基本式とし、発生源の形状、および風向頻度・風速から降下ばいじん量を予測している。式(01)、式(02)では微小領域 $x dx d\theta$ から発生した粉じんが風下方向に逆二乗則で拡散する値を発生源の面積、工事日数等で積算している。本研究では、散水はしていないが水門本体工事の土砂掘削で掘削地点の土砂が湿っていた現場A、および流路護岸工事で散水を講じた土砂掘削の現場Bの測定値から原単位を解析した。結果を図-06、図-07、および表-01に示す。降下ばいじん量は1~3%程度に抑制されていた。解析では測定値と計算値の残差平方和が最小となる $a$ を逆算した。含水比13%は土木工事の土砂では比較的小さい値である。同一の土砂では散水により含水比が増えると発生する粉じんは抑制されると考えられる。また、含水比が同一で粒径が異なる石英砂の実験例[R.13]から粒径が小さいほど粉じん発生量は多くなると解される。しかし、粒度分布や土砂の性質等により粉じん抑制に必要な含水比は異なると考えた。

$$R_{ds} = N_u N_d \int_{-\frac{\pi}{16}}^{\frac{\pi}{16}} \int_{x_1}^{x_2} C_d(x) x dx d\theta / A \quad \text{式(01)}$$

$$C_d(x) = a(u_s/u_0)^{-b} (x/x_0)^{-c} \quad \text{式(02)}$$

$R_{ds}$ : 風向別降下ばいじん量 (t/km<sup>2</sup>/月)。添え字 s は風向 (16方位),  $N_u$ : ユニット<sup>1</sup>数,  $N_d$ : 季節別の平均月間工事日数 (日/月),  $u_s$ : 季節別風向別平均風速 (m/s) ( $u_s < 1$  m/s の場合は  $u_s = 1$  m/s とする。),  $x_1$ : 予測地点から季節別の施工範囲の手前側の敷地境界線までの距離 (m),  $x_2$ : 予測地点から季節別の施工範囲の奥側の敷地境界線までの距離 (m) ( $x_1, x_2 < 1$  m の場合は  $x_1, x_2 = 1$  m とする。),  $A$ : 季節別の施工範囲の面積 (m<sup>2</sup>),  $C_d(x)$ : 1 ユニットから発生し拡散する粉じん等のうち発生源からの距離  $x$  m の地上1.5 m に堆積する1日当たりの降下ばいじん量 (t/km<sup>2</sup>/日/ユニット),  $a$ : 基準降下ばいじん量 (t/km<sup>2</sup>/日/ユニット),  $u$ : 平均風速 (m/s),  $u_0$ : 基準風速 ( $u_0 = 1$  m/s),  $b$ : 風速の影響を表す係数 ( $b = 1$ ),  $x$ : 風向に沿った風下距離 (m),  $x_0$ : 基準距離 (m) ( $x_0 = 1$  m),  $c$ : 降下ばいじんの拡散を表す係数 ( $c = 2$ ).

\*1: 作業単位を考慮した建設機械の組み合わせ

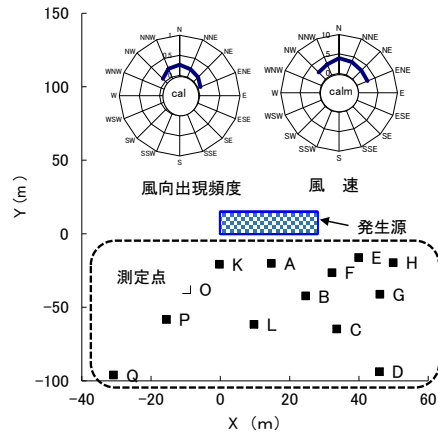


図-06 土砂掘削(A)の降下ばいじん測定。

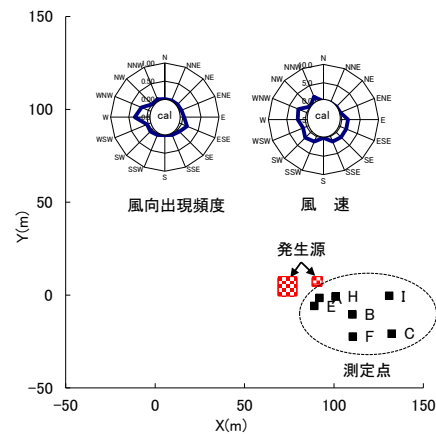


図-07 散水した土砂掘削(B)の降下ばいじん測定。

表-01 基準降下ばいじん量  $a$  を表す係数<sup>\*2</sup>。

ユニット	$a$	備考
土砂掘削	17,000	文献[R.12]
土砂掘削	540	(A) 2000年10月30日に関東地方で測定。水門本体工における床掘りでの土砂掘削。散水はしていないが土砂は湿っていた。
土砂掘削(散水)	140	(B) 2006年12月14日に関東地方で測定。バックホウ2台を使用した流路護岸工事での土砂掘削(含水比13%)。

\*2: 係数  $c=2.0$  とした。

### 3.4 構内試験

降下ばいじんの測定値はばらつきが多いため散水による抑制効果については、多数の測定の平均的な値で示すことし、測定回数を増やすことを容易にするため、測定の簡素化を検討した。測定の簡素化は測定地点を減じる検討、および風向風速の測定高さを1.5mとする検討とした。

現場での測定については、適する工事に適する日に外向くこと、施工に影響しない位置かつ風下で測定できること、散水を行うことのできる全ての条件を満たす現場を選定することが困難であることを予備調査で把握し



たため、研究所の構内で測定することとした。

### 3.4.1 測定地点を減じる検討

文献[R. 10]、[R. 11]の測定では距離減衰のパラメータ  $c$  を把握することを目的として測定点を多数設置していたが、文献[R. 11]では複数の工種を解析して考察した結果に基づいて  $c=2$  に統一した。 $c=2$  は逆二乗則を意味し、結果的に点発生源の騒音・振動と同程度の減衰となる。ここでは  $c=2$  として測定点数を減じた場合の解析値  $a$  の影響を考察した。文献[R. 11]のなかから粉じん発生量が多い土砂掘削1回、軟岩掘削2回、路床安定処理3回、および現場内運搬2回の合計8回の測定値を選択し、測定地点を減じた場合の誤差を評価した。評価量は、全測定点で解析した場合の解析値を真値  $T$  と見なし、発生源に近い測定点のみで解析した場合の解析値  $P$  の誤差率  $e = [P - T]/T \cdot 100$  とした(表-02)。誤差率  $e$  の平均、標準偏差ともに 10%程度であった。降下ばいじんの測定値は桁違いにばらついており、測定点を3点以下に減じることによる 10%程度の誤差率は相対的には精度に支障はない値と考えた。

表-02 粉じんの原単位を解析する際に使用するデータ数を減らした場合の誤差率。

	平均	標準偏差
発生源に最も近い1点	10%	12%
発生源近傍の3点	16%	10%

### 3.4.2 風向風速の測定を高さ 1.5m とする検討

気象庁の風向風速の測定方法に準じて文献[R. 10][R. 11]の原単位も高さ 10m の風向風速の測定値で解析している。一方、測定の実務担当者からは高さ 10m での気象観測が測定の制約にもなることの見解を受けており、異なる高さに変更する検討が行われたことがある[R. 15]。高さ 10m と 1.5m の風速比が 1.4 になるとの解析結果や風向の一致の程度にかかる知見が得られていたが解析値  $a$  の評価は未着手であった。ここでは解析値  $a$  について試行的に土砂掘削1回、軟岩掘削1回、路床安定処理4回、および現場内運搬4回の合計10回の測定値を選択し、高さ 10m の風向風速での解析値  $a_{10m}$  と高さ 1.5m の風向風速での解析値  $a_{1.5m}$  を比較した。近似誤差(残差平方和)の平均は表-03に示すように大きく異なることはなく増加は  $(0.51 - 0.44)/0.44 = 16\%$  であった。 $a_{10m}$  と  $a_{1.5m}$  の比の平均が 1.2 となったので  $a_{10m} = 1.2a_{1.5m}$  で換算することとした。

表-03 粉じんの原単位を解析する際に使用する風向風速の測定高さとの誤差。

	風向風速の測定	
	高さ 10m	高さ 1.5m
10回の測定の計算誤差*3の平均	0.44 トン/km <sup>2</sup> /8h	0.51 トン/km <sup>2</sup> /8h

\*3: 解析したパラメータでの計算値と測定値の残差平方和。

なお、式(02)は降下ばいじんが風速に反比例する式となっており、上記は高さ 10m での風速の平均が高さ 1.5m での風速の 1.2 倍、風速のべき乗則でのべき指数を  $n=1/10$  とした場合に相当する。べき指数は市街地で  $n=1/3$  で周囲に障害物がないと小さくなる[R. 12]。測定が市街地等で行われた場合は高さ 1.5m と高さ 10m との風速差が大きいため  $a_{10m} = 1.9a_{1.5m}$  等とすることが妥当と考えられる。

### 3.4.3 測定

構内で測定した。概要を表-04、図-08、図-09、および図-10に示す。

表-04 構内試験での測定概要。

日時と場所	2022年1月31日~2月5日の9:00~16:00. 国土技術政策総合研究所構内(茨城県つくば市).
気象条件	全日晴れ。気温は2~12℃,平均風速は1~8m,湿度は20~60%程度。(つくば市館野.気象庁公表値)
測定機器	微風風向風速計(気象検定付)1台、デジタル粉じん計3台、降下ばいじん測定用バット5個、およびタイムラプスカメラ3台。
土砂	粘性土1、粘性土2、および砕石C40の3種類の土砂の無散水、および散水の2条件。
施工機械	油圧ショベル(0.5m <sup>3</sup> , 13.5t, 2014年排出ガス規制適合)
測定者	一般社団法人日本建設機械施工協会施工技術総合研究所、株式会社東洋計測リサーチ

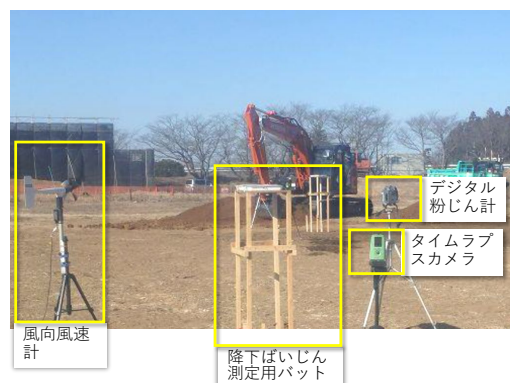


図-08 測定状況。

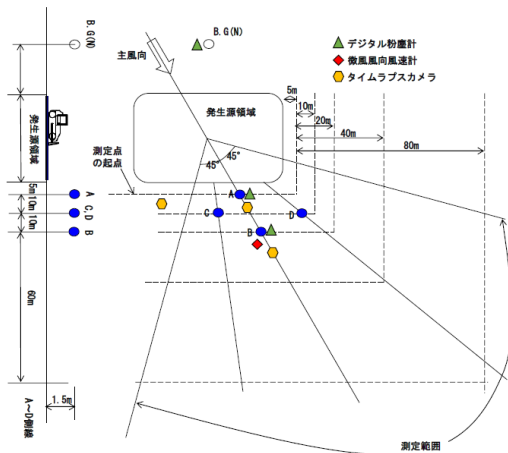


図-09 測定点の配置 (模式図)

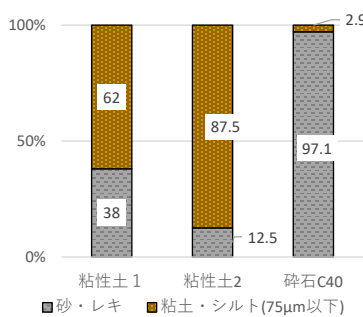


図-10 土砂の粒径分布

降下ばいじんの測定点数は風下側での4点とバックグラウンドの1点の合計5点とし、図-06、図-07の測定の約1/4、1/2に簡素化した。また、風向風速の測定は高さ1.5mでのみ行い、高さ10mでの測定は省略した。

### 3.4.4 測定・解析結果

現場測定値を解析した3.2と同様にして基準降下ばいじん量 $a$ を解析した結果を図-11に示す。想定に反して散水で含水比を上げたにもかかわらず発生量が増える場合があった。散水した粘性土で増えた原因として無散水より散水の測定時の方が強風であったため、あるいは空気の乾燥と強風により構内試験での模擬工事のエリア外で粉じんが発生していたことが考えられる。また砕石C40では図-10に示すようにシルト分が少なく粉じんがわずかししか発生しなかったため測定のバラツキの影響の方が散水の有無による影響より大きかったと考えられる。バックグラウンドの測定値が4.1 t/km<sup>2</sup>/8hとなり、他の日(最大0.9 t/km<sup>2</sup>/8h、平均0.5 t/km<sup>2</sup>/8h)を超えて特に大きかった1月31日の測定値を除外し、無散水の5回の測定、散水の5回の測定を平均した結果を他の測定値と比較したものを図-12に示す。平均値では散水により降下ばいじん量が1/10程度に抑制されるとの結果となり、他の測定の間程度度の

抑制効果となった。今回の散水の条件での測定では模擬作業中に散水しなかったが、粉じんが懸案となる場合には施工中に散水できるので1/10以下に抑制できると考えられる。

なお、一般的な土砂掘削では建設機械は移動や待機をするが、ここでの構内試験は固定した位置で掘削作業を連続させる条件としたため、粉じんの発生量の係数 $a$ が表-01より大きめの値となっていた。構内試験値を実工事に換算するためには建設機械の移動や待機を考慮する必要がある。

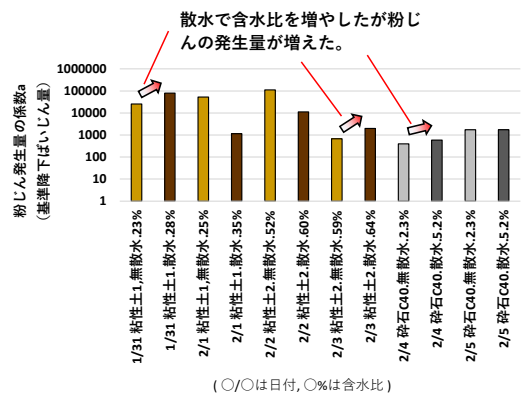
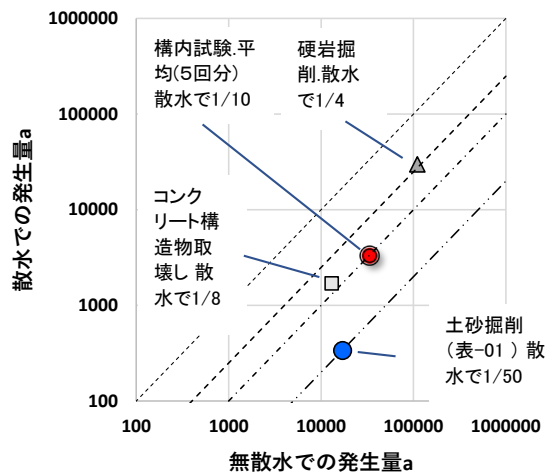


図-11 構内試験での測定値



(注) 構内試験値は実工事への換算をしていない。  
(硬岩掘削とコンクリート構造物取壊しは文献[R. 12].  
表-01の散水は2現場の平均。)

図-12 構内試験での測定値 (平均) と他の測定値

### 3.4.5 構内試験まとめ

構内試験では、測定数と気象観測の簡素化の検討をしてから測定した。測定では、以下のことがわかった。

- 土砂掘削の模擬作業で発生する降下ばいじんの測定値は散水により1/10に抑制されていた。抑制

の割合 1/10 は硬岩掘削、コンクリート構造物取壊し、および現場測定値の 1/4、1/8、および 1/50 の中間程度であった。

- 粘土・シルト分が約 3% で少ない砕石 C40 での降下ばいじん量は少なく、シルト分が多いと粉じんが発生する旨の文献や道路工事の現場感覚とも整合していた。

#### 4. まとめ

本研究は、①建設機械の排出ガスの 2006 年規制、2011 年規制、2014 年規制に対応した各種工種別の排出ガスの予測に対応した原単位、および②散水等の粉じん対策を講じた条件における土砂掘削の降下ばいじんの予測手法を達成目標とした。

①についてはアイドリングストップの測定方法を検討した。②については散水対策を講じることによる降下ばいじん量が他の工種と同程度以上に抑制されることを現場測定値、および構内試験の双方で確認した。しかし、予測手法の確立にはより多くの測定や粉じん発生の要因解明が必要と考えている。以下、本研究で明らかになったことを列記する。

- 音とタイムラプス画像の記録を分析することで建設機械の運転時間を機械の動作、アイドリング、およびアイドリングストップに分けることができることを実験で確認した。
- 粉じんは土砂のシルト分が多いと多く発生することを文献、現場のヒヤリング、各種の現場測定、および構内試験で確認した。
- 土砂掘削に由来する降下ばいじんの散水での抑制は現場測定値で 1/50、構内試験で 1/10 となった。これらは硬岩掘削の 1/4、コンクリート構造物取壊しの 1/8 より抑制効果があった。

また、以下の考察に至った。

- 粉じん抑制に必要な含水比は土質により異なる。
- 粘土・シルト分が少ない細粒分まじり砂等の土砂を活用することで粉じん対策ができる。

なお、本文中では述べていないが、粉じん対策を講じている現場ではデジタル粉じん計を使用して粉じんをモニタリングしている。予備調査、および構内試験では、デジタル粉じん計でも測定したが解析は未了である。今後は、デジタル粉じん計での測定値を降下ばいじん量に換算する方法についても検討する予定である。また、現行の予測式は粉じんが気体と同様な拡散をすることを前提としているが、粒径の大きい粒子は短い距離で落下する。このため発生源近傍での測定値

が予測式のパラメータ  $a$  の支配要因となる現行の予測・解析方法は安全側（予測値が過大）である。過去に重力沈降を考慮した予測式の研究が行われたことがあるが結論が出されていない。この課題についても解明することが望ましい。

#### 参考文献

- [R.01] 令和 2 年度「公害苦情調査」：総務省公害等調整委員会。
- [R.02] 「建設機械から排出される温室効果ガスの重酸化窒素およびメタンの研究」：土木研究所資料第 4385 号、2019。
- [R.03] H. Christopher Frey, William Rasdorf, and Phil Lewis: Comprehensive field study of fuel use and emissions of nonroad diesel construction equipment, Transport Research Record 2158, pp.69-76, Transportation Research Board, 2010.
- [R.04] Lewis, P; Leming, M; Rasdorf, W: Impact of Engine Idling on Fuel Use and CO<sub>2</sub> Emissions of Nonroad Diesel Construction Equipment, JOURNAL OF MANAGEMENT IN ENGINEERING, vol.28, no.1, pp.31-38, 2012.
- [R.05] Schabowicz, K.; Hola, B. , Application of artificial neural networks in predicting earthmoving machinery effectiveness ratios, ARCHIVES OF CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERING, pp.73-84, 2008.
- [R.06] Zou, Junhao; Kim, Hyoungkwan, Using hue, saturation, and value color space for hydraulic excavator idle time analysis, JOURNAL OF COMPUTING IN CIVIL ENGINEERING, pp.238-246, 2007.
- [R.07] 須山友貴, 山内元貴, 吉永弘志, 大城温: 土砂掘削の粉じんを散水で抑制する効果を予測する手法 01, 第 48 回土木学会関東支部技術研究発表会, VII-13, 2021.
- [R.08] Lee CH, Tang LW, Chang, CT: Modeling of Fugitive Dust Emission for Construction Sand and Gravel Processing Plant, Environ. Sci. Technol. Vol.35, pp.2073-2077, 2001.
- [R.09] 栗原正美, 上野孝之, 西林清茂: 土工事における濁水・粉塵発生防止法の研究開発, 大林組技術研究所報, No.55 pp.59-62, 1997.
- [R.10] 建設工事騒音・振動・大気質の予測に関する研究(第 1 報), 土木研究所資料第 3681 号, 2000.
- [R.11] 建設工事騒音・振動・大気質の予測に関する研究(第 3 報), 土木研究所資料第 4010 号, 2006.
- [R.12] 道路環境影響評価の技術手法(平成 24 年度版), 国土技術政策総合研究所資料第 714 号, 2013.
- [R.13] Holy, M. (岡村俊一・春山元寿 訳): 浸食: 理論と環境

対策, p.143, 森北出版.

[R.14] 田中貞雄: 耕地の風蝕, 天気, Vo2.2, pp.2-3, 1955

[R.15] 工事の実施による大気環境に係わる環境影響評価に関する研究  
<https://www.mlit.go.jp/chosahokoku/h15giken/pdf/0407.pdf>



# RESEARCH ON QUANTITATIVE EVALUATION OF REDUCTION OF EMISSION GAS AND DUST IN INFRASTRUCTURE CONSTRUCTION

Research Period: FY2019-2021

Research Team: Advanced Technology Resarch Team,  
Construction Technology Research Department

Author: NITTA Yasushi  
MORIKAWA Hirokuni  
YAMAGUCHI Takashi  
YOSHINAGA Hiroshi  
SUYAMA Yuuki  
YAMAUCHI Genki  
YAMAGUCHI Takeshi

**Abstract:** The purpose of this study is to facilitate the explanations, in infrastructure constructions, to residents near the sites by enabling quantitative evaluation of emission gas control by regulations for earth-moving machines and quantitative evaluation of dust countermeasures such as watering, and to reduce costs by optimizing various countermeasures. We examined basic units of emission gas and a method for predicting dustfall in earth and sand excavation. Regarding the basic unit of emission gas, we investigated the measurement method and the utilization of the data acquired by earth-moving machine. Preliminary surveys, literature surveys, analysis of measurements at construction sites, and an on-site test at a research facility were conducted to examine methods for predicting the dustfall. It was confirmed by the construction sites measurements and the on-site test measurements that the effectiveness of sprinkling measures in earth and sand excavation is higher than that of other construction methods.

**Keywords:** earth-moving machine, emission gas, dustfall, reduction of emission gas and dust