

# 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

(国研) 土木研究所                      正会員   〇須山 友貴                      正会員   山内 元貴  
 国土技術政策総合研究所              正会員   吉永 弘志                      正会員   大城 温

## 1. 目的

これまでに約 80 件の道路事業に環境影響評価法(平成 9 年法律第 81 号)が適用されている<sup>R01)</sup>。評価書作成における工事の粉じん予測では、土砂掘削の降下ばいじん量(粉じんの評価量)が環境保全目標の 10t/km<sup>2</sup>・月を超えることが多い。粉じんは散水で抑制できるが効果を予測する手法がない。このため、定性的な記述をしたり、類似工種による推定値を記載したりする等で対応せざるを得ない。そこで、土木研究所では予測手法を研究している。本稿では予備的な文献調査、および既存の知見・データの整理について述べる。

## 2. 文献調査

予測では土研資料<sup>R02), R03)</sup>を拠所とした国総研資料<sup>R04)</sup>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塵が水分%の-1.875 乗に比例したとの測定結果<sup>R05)</sup>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<sup>2</sup>が粒径 0.8mm 以上の含有量 $P'''$  %, 含水比 $V$  %, および地表面での風速 $v$  m/s と、

$$E_p = 22.02 - 0.72P''' - 1.69V + 2.64v$$

の関係にある旨の実験結果<sup>R06)</sup>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<sup>R07)</sup>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みあたらなかった。

## 3. 既存の知見・データの整理

### (1) 粒径

粒径分布と飛砂・粉じん等の関係を俯瞰した(図-01)。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 μ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い(例<sup>R05), R08)</sup>。降下ばいじんの粒径分布は 図-02 の硬岩掘削と同様であった。

### (2) 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)<sup>R03), R04)</sup>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)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、工事日数等で積算することを意味する。ここでは、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解析結果を図-03、図-04、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。B の現場 a を解析した。解析では測定値と計算値の残差平方

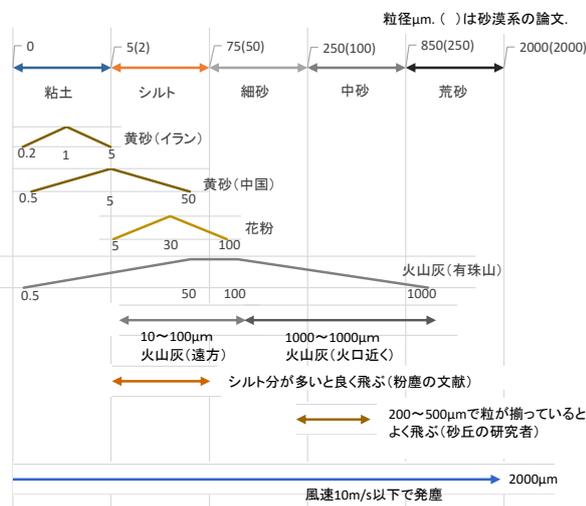


図-01 土砂の粒径分布と飛砂・粉じん等.

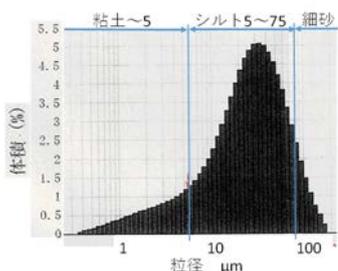


図-02 土木工事の降下ばいじんの粒径分布例.

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

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

$R_{ds}$ : 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\*1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

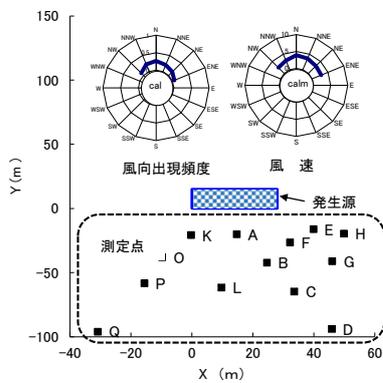


図-03 土砂掘削(A)の降下ばいじん測定.

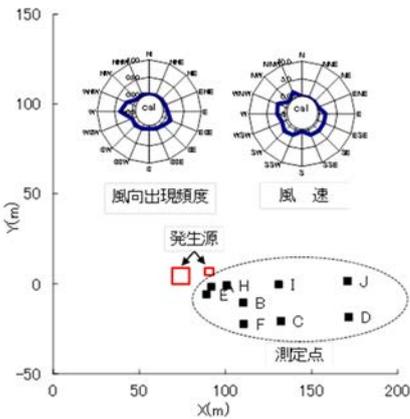


図-04 散水した土砂掘削(B)の降下ばいじん測定.

表-01 基準降下ばいじん量  $a$  を表す係数\*2.

ユニット	$a$	備考
土砂掘削	17,000	文献 <sup>R04</sup>
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%).

キーワード 粉じん, 降下ばいじん, 土砂掘削, 環境影響評価, 散水

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6号 (国研)土木研究所 TEL: 029-879-6757 E-mail: suyama-y973ck@pwri.go.jp

\*2: 係数  $c=2.0$  とした.

和が最小となる  $a$  を逆算した. 測定点の配置, および含水比 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<sup>R07</sup>)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ている.

#### 4. まとめと展望

散水等で土砂の水分が多い土砂掘削では粉じんの発生量が 1~3%程度に抑制されていることを二つの測定事例から把握した. しかし, 土木工事の粉じんについては未解明のことが多い. 土砂の粒径分布は現場により異なると考えられる. 知見を深めるためには多くの現場で測定することが望ましいが測定には多くの人手と時間を要する. これまでに測定方法の改善検討が行われたことがある<sup>R09</sup>). 今後も情報収集に努めるとともに少人数, 短時間で測定する方法を見出すことで多数の測定値を取得する予定である.

散水, 水噴霧, および加湿により単純かつ効果的に粉じんの飛散を抑制することができる. 本研究は粉じん対策のみならず異分野で活用できる可能性があると考えている.

#### 参考文献

- R01) 環境影響評価支援ネットワーク:  
<http://assess.env.go.jp/> (2020年11月30日閲覧)
- R02) 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.
- R03) 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.
- R04) 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.
- R05) 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.
- R06) 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.
- R07) 田中貞雄: 耕地の風蝕, 天気, Vo2. 2, pp. 2-3, 1955
- R08) 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.
- R09) 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> (2020年12月3日閲覧)