

◆特集：国土交通省国土技術研究会◆

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

総合政策局建設施工企画課
北海道開発局事業振興部機械課
各地方整備局道路部機械課
独立行政法人土木研究所技術推進本部

1. 概要

環境影響評価法（平成9年6月公布）に対応した省令において「工事の実施」による大気環境（大気質・騒音・振動）が標準項目として新たに評価の対象となり、土木研究所は調査、予測、評価を行う標準的な技術手法を平成12年度にとりまとめている。新たな評価項目に関する技術手法については実務者からの意見も得られ、ユニット（組み合わせ機械）を単位として予測する方法等に多少の課題が残っていることなどがわかってきた。

本研究は、これらの課題に対する対応策を示すことで円滑かつ適正な環境影響評価の実施を支援することを目的とし、平成14年度から15年度の2カ年で実施した。平成14年度は道路とダムの環境影響評価の事例調査および工事現場における大気質・騒音・振動の実態調査を行い、環境影響評価の実務担当者から寄せられた意見・要望を参考に課題をとりまとめた。平成15年度は「技術手法の適用範囲の拡大」、「環境保全措置の検討」、「測定方法の検討」に関する課題への対応策を検討した。

ここに平成15年度の調査結果を報告する。

2. 技術手法の適用範囲の拡大に関する検討

土木施工の工種は多岐にわたっており、技術の進歩に伴って変化しつつ種類も増大している。予測可能なユニットを増やし適用範囲を拡大するためには実測データの充実とともに合理的な予測用データの設定が必要である。今回、工事騒音を例に予測用データの拡充の効果を確認するとともに、ユニットの騒音について機械別の測定値による合成とユニットの測定値から機械別騒音を分

析する方法の検討を行った。

2.1 現地測定による予測用データの拡充

国土交通省では北海道開発局事業振興部機械課、各地方整備局道路部機械課、各公団および独立行政法人土木研究所が協力して平成10年度から現場での実測調査を継続しており、平成15年9月に騒音の予測用データの一部を改訂した。

今回、例として鋼管矢板基礎工の騒音をとりあげ予測計算と実測結果を比較し、予測用データの拡充による効果を確認した。平成12年の技術手法（改訂前）に基づく予測においては鋼管矢板基礎工の予測用データが1種類であるが平成15年改訂版の技術手法（改訂後）に基づく予測では、鋼管矢板基礎工の予測用データが「油圧ハンマ」と「中掘工法」として細分された。転石混じりの硬質地盤における中掘工法による施工現場での実測結果と比較した結果、改訂前の予測用データによる予測値は実測値+約12dBであるが、改訂後のデータでは+約1dBとなり予測精度の向上が確認できた。

2.2 ユニットの騒音と機械別の騒音

現行の予測手法においては図-1のような複数の機械から構成されるユニットを1つの発生源とみなしデータ収集・予測を行っているが、ユニットの騒音を機械別の発生量から合成したり、複数の測定点における測定値から機械別の騒音を分析する手法について検討した。

理想的な条件では合計の価格と数量から連立方程式で単価が割り出されるように図-2の式によりユニットの騒音を合成したり、ユニット内の機械別の騒音を分析できるが、騒音の伝搬には地表面での反射など複雑な要因が影響することや測定値に誤差が含まれる影響から、分析可能な条件が限定される。

今回、合成・分析の実現可能性の検討のため既

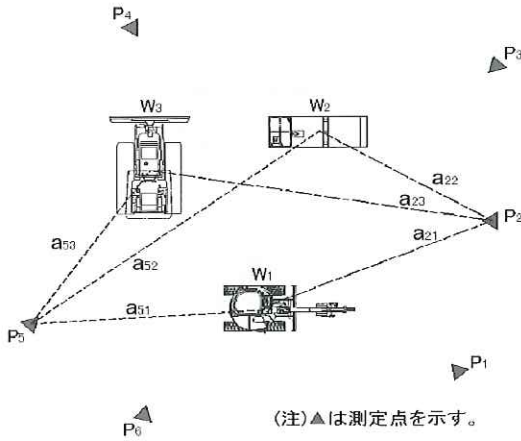


図-1 機械と測定点の配置例

$$\frac{1}{2\pi} \begin{bmatrix} 1/a_{11}^2 & 1/a_{12}^2 & \dots & 1/a_{1n}^2 \\ 1/a_{21}^2 & 1/a_{22}^2 & \dots & 1/a_{2n}^2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{m1}^2 & 1/a_{m2}^2 & \dots & 1/a_{mn}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \vdots \\ P_m \end{bmatrix}$$

音源と受音点の距離の逆数の2乗 音源のパワー 測定点の音の強さ

図-2 機械別の騒音と測定値の関係

知の音源を使用して計算値と実測値を比較した。

合成については騒音 (A 特性実効騒音レベル) の計算値はほぼ実測値の ± 1.5dB の範囲に収まっており、妥当性が確認された。

分析については (1) 騒音測定現場が平坦で障害物が少ないこと、(2) 音源となる機械がある程度拡がりをもって配置されていること、(3) 個別機械の近接位置に騒音測定点の配置が可能であること等、条件を限定することで機械別の騒音発生量 (A 特性実効音響パワーレベル) の算出ができる可能性が見出された。

3. 環境保全措置の検討

3.1 環境保全措置の概要

環境影響評価の技術手法において記載されている環境保全措置のうち代表的なものを表-1にまとめた。環境保全措置の定量評価は、工法変更のように予測用データの拡充によるものと、仮囲いの効果のように計算で行うものに大別できるが、定量評価が困難など不明な点がいくつか残されている。今回、典型的な環境保全措置について検討した。

表-1 環境保全措置のまとめ

環境保全措置	粉じん等	騒音	振動
環境影響の小さい工法への変更	◎	◎	◎
仮囲い等の設置	○	◎ 3.4	
機械配置の変更	◎	◎	◎
施工方法による対策	○ 3.2	○ 3.2	○ 3.2
散水	◎		
低騒音・低振動型機械の使用		○ 3.3	○

◎、○：環境保全措置。うち◎は現行において定量評価可能数字は本報告における該当部分

3.2 施工方法による対策 (現場内運搬工に関する環境保全措置の検討)

現場内運搬工についてダンプトラックの走行速度の制限による騒音・振動・粉じんの低減効果について調査した。現場内運搬工の騒音はエンジン音が卓越しており、エンジン回転速度を低く抑えられる変速段を選択することで騒音が抑制される。構内実験の結果、図-3のデータが得られた。走行速度 30km/h を 4 速で 15km/h に制限することで騒音発生量 (A 特性実効音響パワーレベル) が約 8dB 低減している。振動・粉じんについても同様に調査した結果、走行速度 30km/h を 15km/h に制限することで、振動レベルは速度低下により約 6dB 低下し、粉じん濃度は約 1/10 に低減した。

これらの低減効果は舗装路における速度と発生量に関する文献等から計算した値よりも大きく、現場内運搬工においては速度低下が環境保全措置として有効であることが確認できた。

3.3 発生源対策 (低騒音型建設機械の使用)

低騒音・低振動型建設機械については指定基準により機械としての騒音振動の抑制効果は確認さ

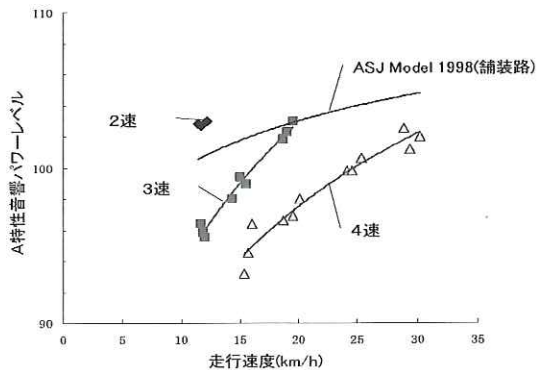


図-3 ダンプトラックの走行速度と騒音

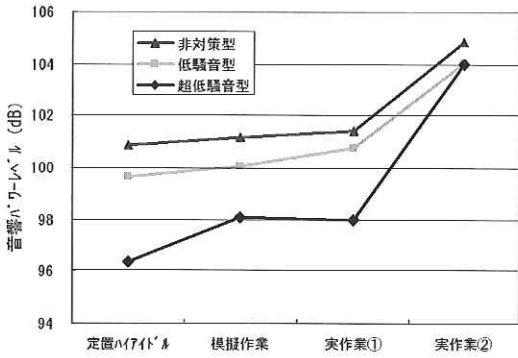


図-4 低騒音型建設機械使用の効果

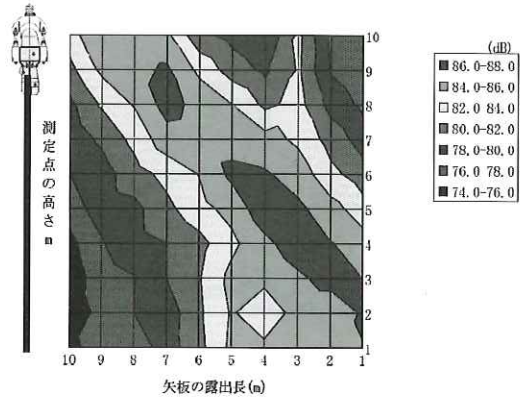


図-5 矢板打ち込み時の騒音発生源

れているが、実工事における抑制効果は工事の条件等により異なるため定量評価が困難である。

そこで、実作業における定量的な騒音対策効果を構内実験で確認した。実験対象機械は山積みバケット容量 0.8m³のバックホウで非対策型、低騒音型、超低騒音型（騒音レベルが低騒音型の基準値より6dBを超えて低減しているもの）の3種類とした。運転条件は(1) 定置ハイアイドル、(2) 模擬作業（溝掘削→左旋回→排土→戻り旋回）、(3) 実作業①（通常の実作業）、(4) 実作業②（比較的ハードに運転）の4条件とした。騒音発生量（A特性実効音響パワーレベル）の測定結果を図-4に示す。実作業②を除いて、低騒音対策型建設機械が明らかとなった。実作業②はバケットから発生する衝撃音が卓越しており、低騒音型建設機械は作業方法に留意することで効果があることがわかった。

3.4 伝搬経路対策

建設工事の騒音に関しては、建設機械騒音のスペクトルと音源、受音点、遮音壁の位置関係から回折効果を算出している。計算に必要な音源高さは便宜的に1.5mを仮定しているが実測に基づくデータは未整備である。このため、今回、電動バイプロハンマによる矢板の打ち込み時とバックホウの定置ハイアイドル時の騒音源分布を測定し回折効果の計算値に与える影響について調べた。

図-5は、電動バイプロハンマによる矢板打ち込み時の騒音レベル分布図である。図において横軸は矢板の露出長さであり、実験開始が10mで、終了時には1mとなり矢板は9m打ち込まれている。縦軸は、測定点の高さを示したものである。矢板からの音の発生は少なくバイプロハンマが主な音源であり、矢板の打ち込みに従って、下方に

移動している。一方、バックホウのハイアイドル時の音源高さは地上約3.8mとなった。

これらの調査結果から高さ3mの遮音壁の効果を音源高さ1.5mで試算すると予測誤差が10dB以上となる場合があり、遮音壁の効果の予測においては音源高さのデータが重要であることがわかった。また工事の騒音対策においては遮音壁による伝搬経路対策だけでは効果が得られない場合もあるので代替工法による機械の変更など音源対策を総合的に検討することが必要であることがわかった。

さらに、防振溝の効果について試算を行い、関東ローム（表面波速度がほぼ90m/s）で20Hzの振動源の場合、1mの深さの溝で6dBの振動低減が図れることなどがわかった。

4. 測定方法の改善検討

4.1 大気質測定方法の改善案

建設工事から発生する粉じん等は現場条件や気象条件の制約が多いため、騒音振動と比較して測定データが少ない。また、測定においては地形の影響や陸風・海風の関係で早朝と日中では風向が逆転するなど現場特有の風向を把握する必要がある。今回、降下ばいじんの測定について測定時間の短縮によるデータ数の増大と測定位置の適正化による測定精度の向上を目的として過去の測定データの整理、気象データとの比較を行い降下ばいじん測定方法の改善案を検討した。

まず、これまで計測された降下ばいじんの捕捉量の分布（1451点）と計測器の精度の関係から測定時間は1日単位から半日単位に短縮すること

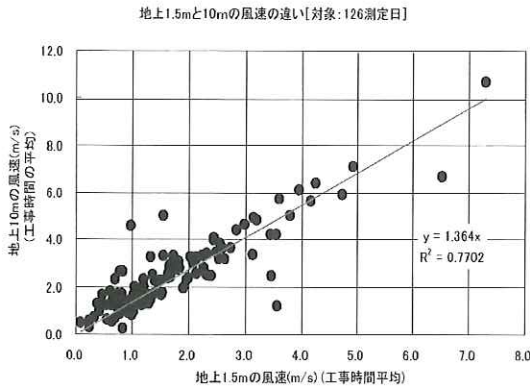


図-6 地上1.5mと10mの風速

が可能であることがわかった。

次に、風向を予測する方法として(1)当日(測定開始前)の気象、(2)前日までの気象、によって行う方法を比較した。設定風向と測定中の風向が90°以内で一致した確率は、(1)の方法では64.5%、(2)の方法では前日が59.6%、2日前が56%となった。このことから、(1)の方法を基本とするが、(2)を併用し測定前日の風向・風速を観測し、測定開始時刻と終了時の風向の変化など測定時間中の主風向を見極めることで風向を予測することとし、これまでの風向風速の事前調査を3日から1日に短縮することとした。

さらに、地上高さ1.5mと10mの風速(図-6)、風向の関係と風速のべき乗則(風速比が高度比のべき乗に比例)から、地上10mでの風向風速測定を他の高さの測定に置き換えることが可能となった。

4.2 騒音測定方法の簡素化

騒音源データの収集のための実測調査では建物あるいは土木構造物などが存在することが多い。

今回、橋梁架設工事の現場を例として、複雑な現場条件において測定を簡素化する案について検討した。

まず、橋梁架設現場におけるトラッククレーンの騒音の伝搬についてシミュレーションを行う(図-7)とともに反射音と直接音を比較し反射音が無視できる条件について試算し、実音源からの距離と虚音源からの距離の比が1:2以上のエリアを測定点とすることで反射音の影響を1dB以内とすることができることがわかった。

またクレーン作業については、エンジン音が卓越しているため低騒音型建設機械の指定のための

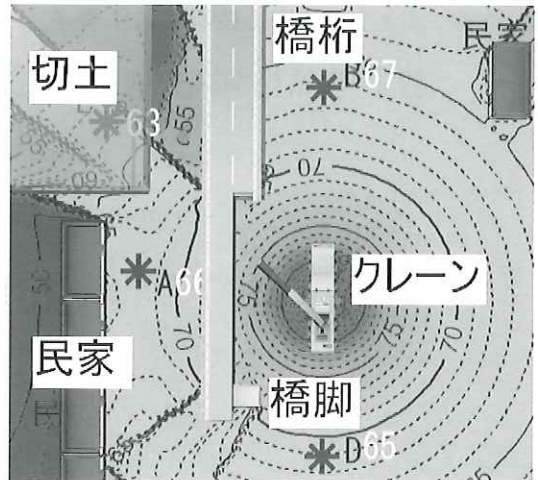


図-7 橋梁架設工事の騒音伝搬計算例

判定基準値の予測用データへの適用を検討した。判定基準値と現場での実測データを比較した結果、後者は4dB程度下回っていたが予測に適用した場合に安全側(予測値が大きめ)となるため、指定のための判定基準値を予測に使用できることがわかった。

5. おわりに

「工事の実施」による大気環境への影響は、対象となる施工法や建設機械により様々な特徴を示し、非常に複雑である。また、建設技術の進展に伴い新たな工法や建設機械が開発されることにより変化していくことが予想される。このため、今後も継続的な実態の調査と予測方法の研究を続けていくことが必要である。今後はこれらの継続的な研究に加えて、環境保全措置の具体的な方法、実例について調査検討し、環境対策に直面する現場対応の参考となるようとりまとめて行きたい。

最後に、現地測定にあたりご協力いただいた北海道開発局及び各地方整備局工事担当の方々並びに施工会社の方々に深く感謝の意を表する。

〈文責〉 独立行政法人土木研究所
技術推進本部先端技術チーム主任研究員 吉永弘志