我が社の技術PR

東洋建設株式会社
TOYO CONSTRUCTION CO., LTD.

工事騒音振動広域監視システム：TOSMO-SVの紹介

東洋建設株式会社　土木事業本部　総合技術研究所
美浦研究所　建築環境研究室長
山本　耕三

1 はじめに

最近の港湾工事では、リニューアル工事が増加しており、施工エリアが市街地に近接する事例が見受けられるようになってきている。海上工事のように、遮へい物のない空間での昼夜間工事では、遠方に民家があるような場合でも、工事騒音により音環境の保全が不十分となる可能性がある。また打撃工法による杭打設工事のように、大きな振動を伴う工事では、隣接する建物や住宅に対して工事振動にも配慮する必要がある。

そこで、広い範囲に複数の工事騒音振動監視点を設定し、リアルタイム監視が可能な工事騒音振動広域監視システム（TOSMO-SV）を開発した。ここでは、本監視システムの概要について述べるとともに、現場適用事例を紹介する。

2 監視システムの概要

工事騒音振動広域監視システム：TOSMO-SVは、騒音と振動を同時に、または個別に監視することができる。騒音のみの場合はTOSMO-S、振動のみの場合はTOSMO-Vと呼んでいる。騒音と振動で計算に用いる関数は異なるが、基本的な考え方は同じである。

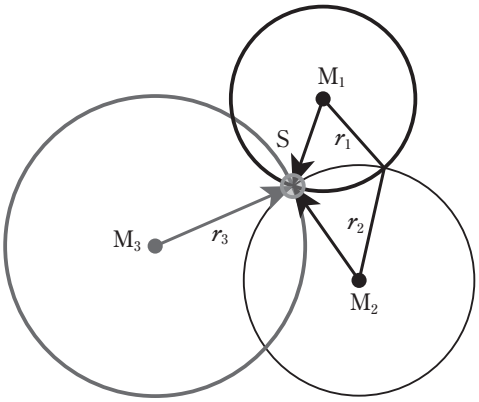
ここでは、工事騒音の監視システムについて概要を説明する。

複数の騒音源の位置および音の大きさが変化する場合でも、これらの騒音源から受音点までの距離が十分確保できれば、点音源からの騒音伝搬ととらえることができる。このシステムでは、騒音源の周囲に三か所の観測点を設け、同時に観測された各騒音レベルと観測点の相対位置から、音源位置（音源中心）と音源レベルを式(1)により特定している。

$$L_W = L_{M_i} + 20\log_{10}(r_i) + 8 \quad (i = 1 \sim 3) \cdots (1)$$

ここで、L_W：音源中心Sにおける音源レベル（dB）、L_{M_i}：観測点Mi（i=1～3）における騒音レベル（dB）、r_i：音源中心から観測点までの距離（m）である。

これらの位置関係のイメージを図1に示す。三次元で考えるので円は球を表しており、L_{M1}, L_{M2}およびL_{M3}の大小関係が$L_{M1} \geqq L_{M2} \geqq L_{M3}$の場合、$r_1 \leqq r_2 \leqq r_3$となる。



S：音源中心　M1, M2, M3：観測点
r1, r2, r3：観測点から音源中心までの距離

図1　音源中心と観測点の位置関係

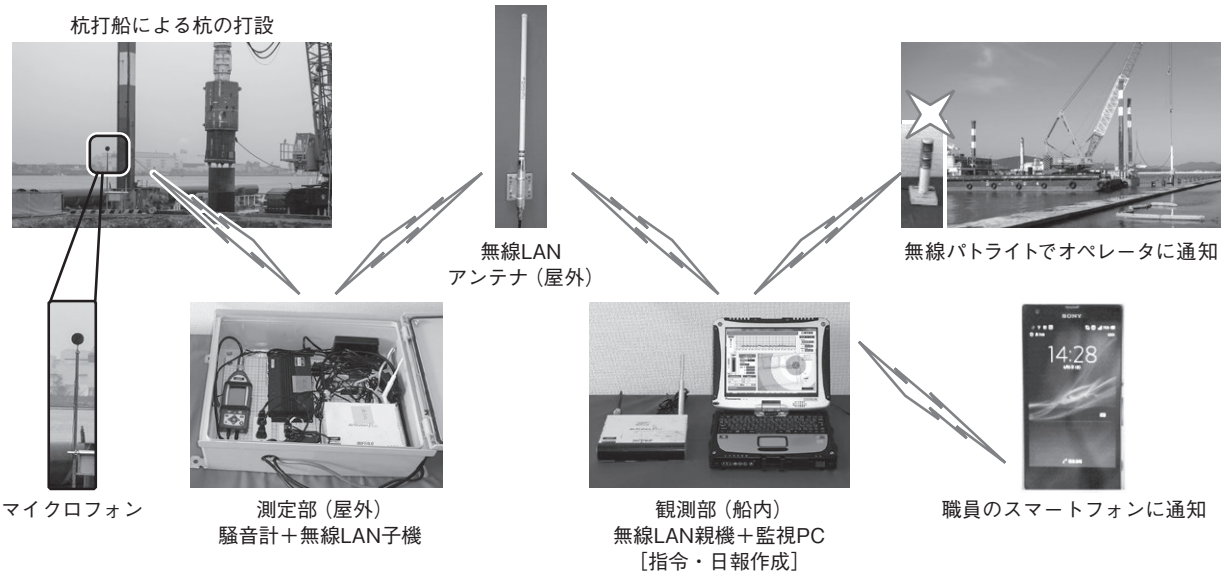


図2　工事騒音の監視システム構成例

音源位置と音源レベルが求まれば、これを起点とし、式(2)に示す半自由空間における騒音伝搬式から、評価点への到達音を算定することができる。

$$L_{Pn} = L_W - \{20\log_{10}(r_n) + 8\} - (\Delta L_{dif_n} + \Delta L_{air_n} + \Delta L_{grnd_n} + \Delta L_{etc_n}) \quad (n = 1, 2, 3, \cdots) \cdots (2)$$

ここで、L_{Pn}：音源中心から距離 r_n（m）の位置における到達音（dB）、ΔL_{dif_n}：回折減衰による補正量（dB）、ΔL_{air_n}：空気の音響吸収による補正量（dB）、ΔL_{grnd_n}：地表面および水面の影響による補正量（dB）、ΔL_{etc_n}：その他の影響要因による補正量（dB）である。

工事騒音の監視システム構成例を図2に示す。

監視対象の工事騒音には、騒音規制法の規定に基づきJISZ8731で定義されている分離衝撃騒音、変動騒音、定常騒音および間欠騒音などがある。一般に、複数の建設作業が同時に進行している場合、特定の工事騒音が卓越する場合を除いて変動騒音に分類されることが多い。そこで本監視システムでは、変動騒音に対応した評価量（一施工サイクルにおける九〇パーセントレンジ上端値）をデフォルトとしているが、必要に応じて、分離衝撃騒音に対応した評価量（一施工サイクルにおける一衝撃ごとの最大値の平均、または一衝撃ごとの最大値が変動する場合は、これらの最大値の九〇パーセントレンジ上端値）にも設定できる。

事業ごとの騒音目標値（契約値）を達成するために、契約地点への到達音が騒音目標値より小さい数値（管理値）に達した時点で、作業者や監督員など、関係者に警報を発令させることができる。警報は、重機オペレータが確認しやすい位置に置いたランプを点滅させるとともに、関係者のPDAやスマートフォンなど携帯端末への通報としている。管理値は、一次警報レベルと二次警報レベルの二種類を任意に設定できる。

またPCモニタ上で、施工エリア周辺部すべての位置について、リアルタイムに騒音状況が把握できるようになっているため、工事の特性を把握した上での対応策を検討しやすい特長も持っている。

さらに、騒音監視時の測定データを自動保存しておき、工事終了後に、対象外の音を除外した上で評価値を求められる編集機能も備えている。

なお、油圧ハンマでの杭打設のように、一施工サイクル中に卓越する音源と観測点との距離があまり変化しない場合は、音源と観測点の関係が既知となるので、観測点を一点のみとすることもできる。

3 現場適用事例

これまで、港湾の岸壁築造および連絡道路下部工の杭打設工事や地盤改良工事などに本監視システムを適用している。

写真1および写真2に地盤改良工事と杭打設工事への適用例を示す。写真1が観測点三か所（マイク三本）、写真2が観測点一か所（マイク一本）の例で、破線内にマイクを設置している。

写真3に昼夜間の地盤改良工事中の監視画面の例を示す。施工中の監視画面では、右上に観測点における測定値と評価点における到達音予測値を、右下に施工エリア周辺への騒音影響が一目でわかる「サウンドマップ」をそれぞれリアルタイム表示している。騒音目標値（契約値）を超えることなく施工を終えた。

写真1　地盤改良工事への適用例（マイク：破線内）

写真2　杭打設工事への適用例（マイク：破線内）

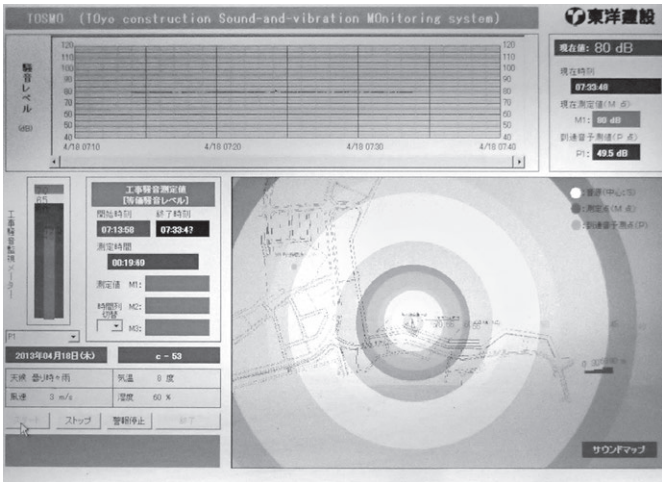


写真3　地盤改良工事中の広域監視例（監視画面）

4 工事振動の監視システム

工事振動の監視システムは、式(3)により振動源位置（振動源中心）の特定と基準点（振動源中心から五m地点）における振動レベルの算出を行っている。

$$L_{v(r0)}=L_{v(Mq)}+15\log_{10}(r_{Mq}/5)+8.68\alpha\,(r_{Mq}-5)$$
$$(q=1\sim3)\quad\cdots(3)$$

ここで、$L_{v(r0)}$：基準点における振動レベル(dB)、$L_{v(Mq)}$：観測点Mq（q=1～3）における振動レベル(dB)、r_{Mq}：振動源中心から観測点までの距離(m)、α：地盤の減衰定数である。

次に式(3)を変形し、振動源中心から評価点までの距離と基準点における振動レベルから、評価点への到達振動レベルを算定している。

これらの結果を騒音の場合と同様、PCモニタに表示しリアルタイム監視している。なお、支配的な振動源の位置が一施工サイクル中にほとんど変化しない場合、観測点を一点のみとすることもできる。

また、図3に示したように編集機能を使い、画面上部のレベルチャート上で時間範囲を指定して、工事終了後に評価することもできる。

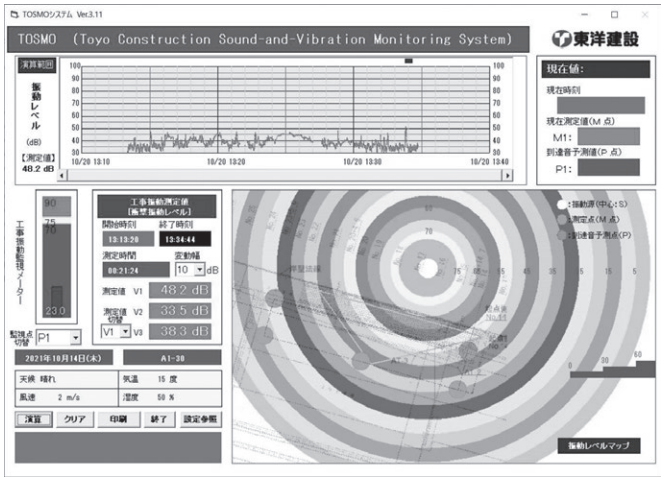


図3　工事終了後の杭打設振動評価例（編集画面）

5 おわりに

開発した工事騒音振動をリアルタイムに広域監視可能なシステムについて紹介した。リアルタイムに結果が分かることから、施工エリア周辺の音振動環境保全に有効な手段と考える。安心安全な工事の実現のためにも、現場適用をさらに広めていきたい。