

鉄道沿線地震計近傍で重機を使用した場合の計測事例

ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社 正会員 ○丹羽 健友
ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社 正会員 永沼 崇彦
ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社 正会員 中嶋 繁
東海旅客鉄道株式会社 正会員 岡本 弘
東海旅客鉄道株式会社 正会員 他谷 周一

1. はじめに

鉄道沿線地震計の近傍で重機を用いて振動を伴う工事を行う場合、その工事振動が地震計を誤動作させ、列車を不要に停止させる恐れがある。鉄道沿線地震計では、加速度超過により列車を制御する手法として、フィルタ処理で 5Hz 以上の高周波数を遮断した加速度を指標とし、40gal を超えた時点で列車を制御する仕組みが取り入れられている。東海道新幹線の沿線地震計に関しては、40gal 検知による列車制御よりもさらに早期に列車を制御することを目的として、地震動の P 波からその観測点での最終的な震度を予測し、列車を制御する手法¹⁾（以下、警報用予測震度）が取り入れられている。この手法では、警報用予測震度 Iap が 4.0 を超えた時点で列車を制御することとされている。本稿では、沿線地震計の近傍で重機使用作業が行われた際の工事振動を測定し、地震計への影響評価を行った事例を報告する。

2. 地震計近傍作業の定義

東海道新幹線の沿線地震計には、振動検出処理後に、雑振動と地震動とを見分ける地震ノイズ判定処理が組み込まれているが、必ずしもすべての雑振動をノイズと判定できるとは限らない。東海道新幹線では、万が一に備え、沿線地震計から 35m 範囲内で重機等を用いる作業は「地震計近傍作業」とし、営業列車が走行しない夜間に作業を実施するよう定められている。地震計近傍作業の範囲である 35m の決定根拠は、東京都が実施した 20 種類の重機による振動レベルの測定記録をもとに作成した距離減衰式²⁾より、地震計に影響を及ぼさない十分に低い振動レベルに低減するであろう距離として設定されている。しかし、この距離減衰式を用いた作業範囲の設定は、沿線地震計で測定したデータの検証結果によるものではないため、今回、実際に沿線で実施された工事振動を地震計および振動レベル計により測定し、沿線地震計への影響を検討した。

3. 振動測定手順

振動測定は、重機使用時の工事振動と重機未使用時の暗振動について、鉛直成分の振動加速度レベルを測定し、振動計内蔵の CF カードおよびデータレコーダに収録した。図 1 に測定位置概要を示す。振動計ピックアップは、距離減衰傾向を把握するために、重機による加振位置から直線上に 5 点、地震計感震器台座上に 1 点設置した。表 1 に測定した工事種類と重機内訳を示す。振動測定は、地震計近傍 10m～50m の範囲内で実施された地盤改良工事（盛土・整地、遮水鋼矢板圧入、鉛直ドレーン打設）を対象に実施した。

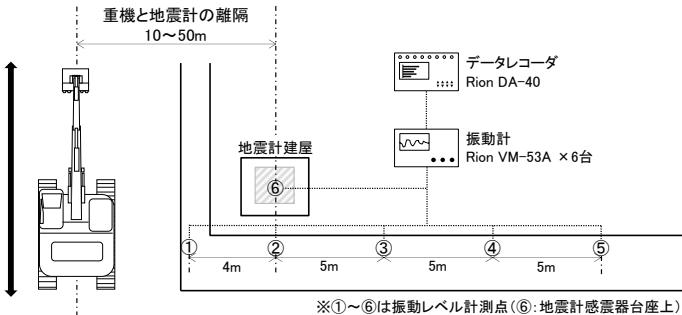


図 1 測定位置概要

表 1 工事種類と重機内訳

工事種類	使用重機	重機動作	重機と地震計の 距離
盛土・整地	0.7m ³ 油圧ショベル(ZX200) ブルドーザ(D61-PX)	走行, 土羽打ち 土振り・土落とし	10m～50m
遮水鋼矢板圧入	25t ラフタークレーン サイレントバイラー	走行, 鋼矢板圧入	10m
鉛直ドレーン打設	ドレーン打設機	走行, ドレーン打設	10m～15m

キーワード 工事振動 地震計

連絡先 〒108-0075 東京都港区港南二丁目 1-95 ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社 TEL 03-6716-7210
〒100-0005 東京都千代田区丸の内一丁目 9-1 東海旅客鉄道株式会社 TEL 03-3286-5159

4. 測定結果

表 1 に示す作業の工事振動を測定した結果, 6 測点に設置した振動計で, 全 330 波形(測定回数 55 回)を記録した。そのうち 9 波形中において, 地震計は 22 回振動を検出し, 19 回が地震判定, 3 回がノイズ判定となった。19 回の地震判定では, 列車停止警報を出力する閾値は超えていないものの, 離れ 10m で 0.7m³ 油圧ショベルが法面の土羽打ちをした際に, 地震計では最大 20.8gal, 地震計感震器と同じ台座上に設置していた振動計では, 最大 78.2dB を記録したが, この時の警報用予測震度 Iap は列車制御の警報出力閾値 4.0 を下回っていた。

図 2 は振動レベルの距離減衰傾向を示した図である。図中の青線は影響範囲境界を設定した際の距離減衰式を示し, 赤いプロットは地震計の地震判定時に地震計感震器の台座上に設置していた振動計の振動レベル値を示す。また, 黄線は, 現行の地震計影響範囲境界を示す。図 3 は振動レベルの距離減衰傾向を, 測定した重機種類により分類した図である。図 2, 図 3 より, 0.7m³ 油圧ショベルの使用時のみ, 地震計で地震判定が出たことが分かる。また, 0.7m³ 油圧ショベルの動作を分類したところ, 土振り・土落とし時に 1 回, 施工法面の土羽打ち時に 18 回の地震判定結果が記録された。

5. 考察

地震計近傍作業範囲については, 現行の影響範囲境界 35m より遠い範囲ではすべてノイズ判定となった結果より, 現行の影響範囲の設定は妥当であると考えられる。また, 地震判定となった最小の振動レベルが 66.5dB であることから, これより低い振動レベルであれば, 地震計に影響を及ぼさないものと考えられる。今回の測定結果からは, 35m 以内であっても, 振動レベル 66dB 程度の値を超えないように作業を実施することで, 地震計に影響を及ぼすことなく施工できると考えられる。しかし, 重機オペレータによる動作の違いや地盤条件による振動レベルの変動も考慮しておく必要があるため, 施工時は警報用振動レベル計を地震計付近に設置し, モニタリングすることでより安全に施工することができると考えられる。

6. まとめ

東海道新幹線の沿線地震計の近傍で行われた工事振動を測定し, その結果から, 現行の地震計近傍作業範囲の設定値 35m の妥当性を確認した。また, 78dB 以下であれば地震検知したとしても地震計が誤動作することはない, 66dB 以下であれば地震計に影響を及ぼさないであろうことを確認した。なお, 地震計の設置地盤条件により重機使用時の振動レベルは変動する可能性があるため, 他箇所においても測定を実施し, より多くのデータについて検証し, 測定データを増やすことが望ましいと考える。

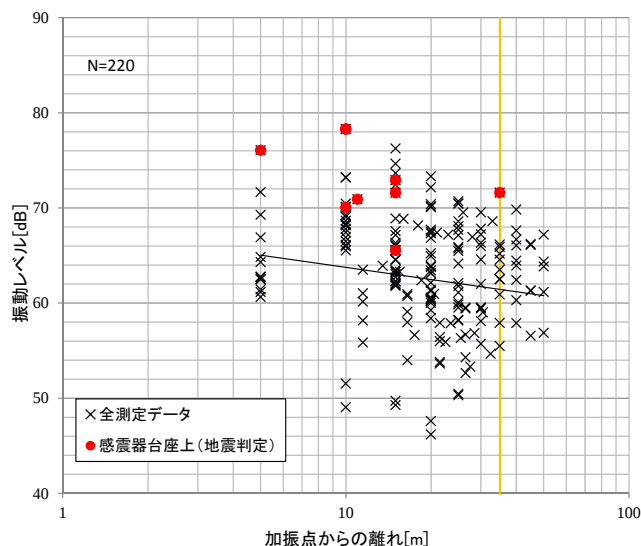


図 2 加振点からの距離と振動レベルの分布

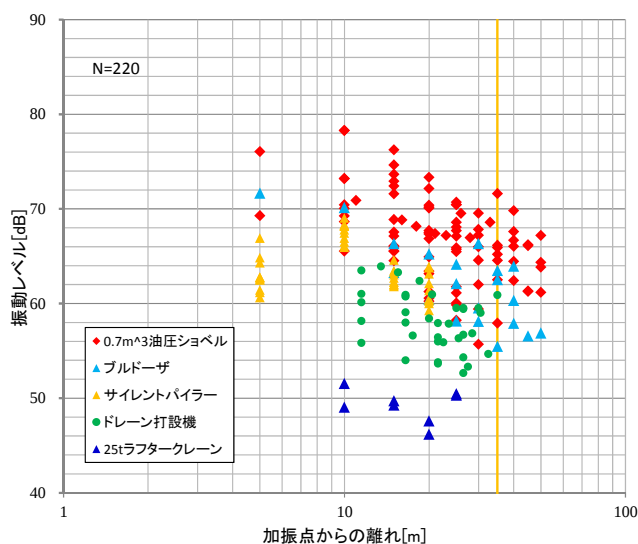


図 3 加振点からの距離と振動レベルの分布
(重機種類による分類)

【謝辞】

本検討では, 鹿島建設(株)のご協力のもと, 振動測定を実施しました。記して感謝致します。

【参考文献】

- 1) 他谷周一, 中嶋繁, 下野五月: 単独観測点での早期震度予測手法, 日本地震学会秋季大会講演予稿集, 310, 2008
- 2) 高橋賢一, 橋原正周: 建設工事に伴う騒音・振動の分析結果, 東京都都土木技術支援・人材育成センター年報, 2010