

線路設備モニタリングデータを活用した MTT 施工後評価機能の開発

JR 東日本情報システム 正会員 ○大庭 啓輔
 東日本旅客鉄道 正会員 山本 修平
 日本線路技術 正会員 糟谷 賢一

1. 目的

東日本旅客鉄道（以下、JR 東日本）では軌道検測車（以下、East-i）によって、軌道変位を年 4 回検測している。この East-i の検測データ等から適切な修繕時期を推定することで計画的な修繕を行っている。上記に加え、JR 東日本では営業車に小型の軌道検測装置を搭載することで、高頻度にデータを取得し軌道状態を監視できる「線路設備モニタリング¹⁾」（以下、モニタリング）を進めている。高頻度でデータを取得できることにより、軌道変位の推移をこれまで以上に精緻に把握することが可能である。

MTT は、軌道変位の整正を高精度かつ効率的に行うことができる最も有効なツールであり、軌道状態の維持・改善には必要不可欠である。そのため、MTT の効率的な運用や施工品質を向上させることにより、施工効果を最大限に発揮させることが求められている。本報告では、モニタリングにより検測された軌道変位データ（以下、モニタリングデータ）を活用し MTT 施工前後の軌道状態から施工後の効果の評価が可能となる機能の開発について述べる。

2. 施工後評価の方法について

MTT 施工後の評価指標として施工区間そのものから算出した施工区間の σ 値（以下、施工区間 σ 値）を用いた方が施工後の評価精度は高いと考えるが、膨大な作業実績全てを評価するなどの処理が見込まれ、作業実績毎の施工区間 σ 値を算出することによ

る計算コストが非常に高くなると予想されたため、既存の軌道変位（高低と通り）の 100m ロット単位の σ 値を採用することとした。なお、100m ロット σ 値を算出する際には光とび等の箇所データは含めずに算出している。

施工評価の改善度の算出イメージを表-1 に示す。施工前の σ 値と施工直後の σ 値を比較することで、MTT 施工によりどの程度軌道状態が改善したか判断できるように施工前の σ 値で施工直後 σ 値を除いた値を改善度として算出することにした。それに加え、施工後の線路の持ちについても確認するため、施工直後、施工 1 か月後、半年後等の複数の時点における改善度も算出できるようにした。

また MTT の施工区間の延長により複数の 100m ロット σ 値が含まれることになるため、その MTT の施工区間に含まれる施工前後の 100m ロット σ 値から線形近似により算出した直線の傾きを施工区間全体の改善度とした。

3. 評価対象となる 100m ロット σ 値について

評価対象に 100m ロット σ 値を採用したが、図-1 のように MTT の作業実績によっては施工区間にほとんど関係のない 100m ロット σ 値も評価対象に含まれてしまうことが懸念された。そのため、100m ロット σ 値内にどの程度施工延長が含まれていれば施工後評価の対象に含めるか否かの検討を行った。

検討方法は以下のとおりである。

- ①作業実績区間に含まれる施工前後の 100m ロット σ 値と施工区間 σ 値を算出

表-1 施工後評価算出イメージ

キロ程		100m ロットごとの評価							
		施工前		施工直後		施工 30 日後			
から	まで	測定日	σ 値	測定日	σ 値	改善度	測定日	σ 値	改善度
128k200.0m	128k300.0m	2017/06/30	1.12	2017/07/01	0.92	0.821	2017/07/30	1.01	0.902
128k300.0m	128k400.0m	2017/06/30	1.32	2017/07/01	1.23	0.932	2017/07/30	1.28	0.970
128k400.0m	128k500.0m	2017/06/30	4.10	2017/07/01	3.09	0.754	2017/07/30	3.85	0.939
128k500.0m	128k600.0m	2017/06/30	1.10	2017/07/01	1.03	0.936	2017/07/30	1.04	0.945

キロ程		施工区間の評価							
		施工前		施工直後		施工 30 日後			
から	まで	測定日	σ 値	測定日	σ 値	改善度	測定日	σ 値	改善度
128k200.0m	128k300.0m	2017/06/30	1.12	2017/07/01	0.92	0.783	2017/07/30	1.01	0.940
128k300.0m	128k400.0m	2017/06/30	1.32	2017/07/01	1.23		2017/07/30	1.28	
128k400.0m	128k500.0m	2017/06/30	4.10	2017/07/01	3.09		2017/07/30	3.85	
128k500.0m	128k600.0m	2017/06/30	1.10	2017/07/01	1.03		2017/07/30	1.04	



図-1 施工区間と対象となる 100m ロット

キーワード 軌道管理, 線路設備モニタリング, CBM

連絡先 〒169-0072 東京都新宿区大久保三丁目 8 番 2 号 8F JR 東日本情報システム TEL03-5309-4515

②以下の式より施工区間 σ 値から算出される改善度と 100m ロット σ 値から算出される改善度との残差を算出

$$\varepsilon_i = \sigma'_{i\text{after}} - \frac{\sigma_{i\text{after}}}{\sigma_{i\text{before}}} \sigma'_{i\text{before}} \tag{1}$$

ε_i :残差, σ_i :施工区間 σ 値, σ'_i :100m ロット σ 値,
before:施工前, after:施工後

③100m ロット内の施工割合の変化に対する残差の 2 乗和の平均の推移から判断

検討結果を表-2 に示す. 100m ロット区間内全てが MTT 施工区間ではなかった 66 箇所 で検討を行った. 残差の 2 乗和の平均の推移を確認すると, 施工延長割合が 50%以上のデータを境に平均が減少している. 次に残差の 2 乗和の平均が比較的小さかった施工延長割合 50%~80%の改善度を算出し, 算出結果を図-2 に示す. また, 検討対象の全データについて施工区間 σ 値での改善度が 0.7285, 100m ロット σ 値での改善度が 0.8348 であった. そのため, 残差の 2 乗和の平均および対象となるデータ数を考慮し, 100m ロットのうち施工区間が 70%以上含まれている場合,

表-2 施工延長割合と残差の 2 乗和の推移

施工延長割合	採用データ									
	全データ	10%以上	20%以上	30%以上	40%以上	50%以上	60%以上	70%以上	80%以上	90%以上
有効データ数	66	63	57	54	51	47	32	24	10	4
有効データ割合	100.0%	95.5%	86.4%	81.8%	77.3%	71.2%	48.5%	36.4%	15.2%	6.1%
残差の2乗和平均	0.55199	0.44660	0.15442	0.16263	0.16460	0.11279	0.08383	0.05958	0.05655	0.00065

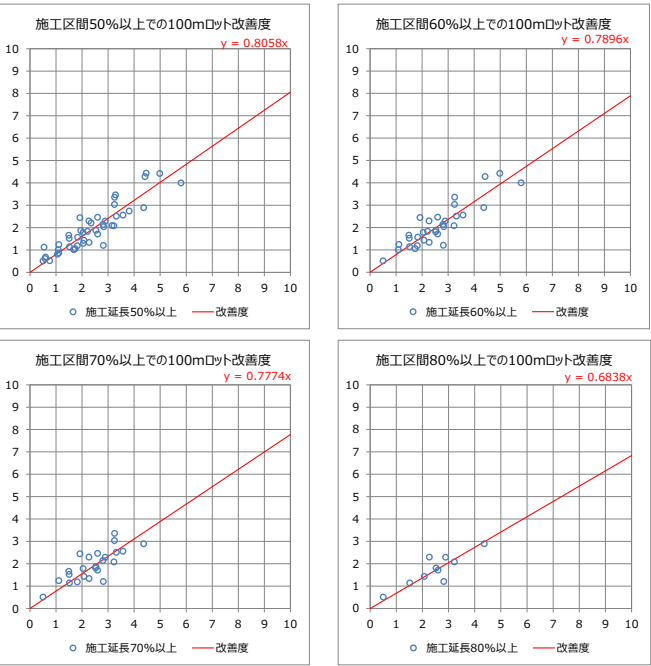


図-2 施工延長割合別の改善度

改善度算出の対象とし, 施工後評価の対象とすることにした.

4. 機能の開発について

これまでの検討結果を踏まえ、施工後評価を行う機能について開発を進めた. 対象となるデータについてはモニタリングデータに加え, 現在モニタリングが導入されていない線区も評価できる様に East-i のデータも対象とした. また, 画面上で評価対象となる線区や作業実績の期間を選択し, 複数の MTT の施工後の評価を行える様な画面を検討している. この際, MTT 施工毎の改善度の比較や, 施工区間に含まれる MTT 施工の不能箇所割合や介在設備 (橋りょう, 分岐器など) や曲率を表示することで詳細な分析を可能にした.

施工後評価の結果として図-3 のような帳票を出力することを検討している. これらに加え施工前後の σ 値や改善率, 設備情報や軌道変位チャートを出力することで個別の作業実績に対する分析が行えるような帳票 (施工後カルテ) を出力することも検討している.

5. まとめ

MTT 施工後の軌道状態を評価する機能の検討・開発を行った. 本機能を使用することで施工後の効果が低い箇所や持ちが悪い箇所の抽出が可能になり, また個別に原因を分析できると期待している.

今後もモニタリングデータを活用した様々な機能の検討や JR 東日本が目指している CBM の実現のためのシステムの開発を進めていきたい.

参考文献

- 1) 葛西亮平他 線路設備モニタリング装置の概況と今後の方向性, JR EAST TECHNICAL Review, No.55, pp.21-24, 2016.

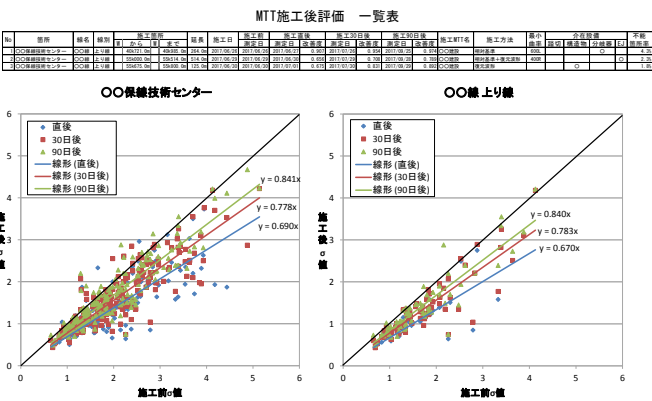


図-3 MTT 施工後評価機能出力帳票イメージ