

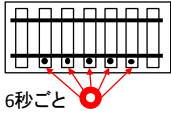
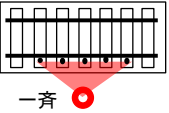
省力化軌道の機械化補修に伴う軌道こう上量の施工管理装置の開発

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○奥村 悠樹
正会員 堀 雄一郎
正会員 熊倉 孝雄

1. 背景と目的

TC 型省力化軌道の補修工法として、JOG 工法¹⁾や間詰注入工法²⁾など注入材をてん充層下部に注入する施工の実用化を進めているが、営業線における施工では異常こう上防止の観点から施工中の軌道こう上量をリアルタイムに測定することが不可欠である。しかし、現行はトータルステーションとプリズムを使用した一般的なレベル測量であり、施工延長 20m で 180 秒程度必要となっている(表 1)。そこで今回、20m 区間を 5 秒程度で計測可能な軌道こう上量の施工管理装置を開発することとした。

表 1 現行の手法と目標とする手法の比較

レーザ方式	直線状	放射状
1点あたり計測時間	6秒	1秒以下
計測間隔(30測点)	180秒	5秒程度
施工品質	△	○
イメージ図		

2. 開発概要

(1)リアルタイム測量装置の開発

1 測点 1 秒程度で、同時に 30 測点程度の計測が可能なリアルタイム測量装置を開発する。

(2)軌道こう上量の施工管理装置の開発

リアルタイム測量装置を活用して、JOG 工法等実施時の軌道こう上量を視覚的に把握できる施工管理装置を開発する。

(3)試験線等における性能確認試験

基地線等において施工管理装置の性能を評価する。

3. リアルタイム測量装置の開発

測定装置の要求仕様等は以下の通りとした。

- ①レーザー受光器は、60kg レール上に設置可能
- ②測定範囲は 20m 程度で、測点数は 30 測点+前後端部 4 測点程度を想定
- ③本体の測定精度は±0.5 mm程度
- ④防塵防水性が高く雨天時にも使用可能
- ⑤バッテリー式で連続 6 時間程度使用可能
- ⑥受光したレベルデータを無線伝送可能

開発した受光器は図 1 の通りである。

4. 軌道こう上量の施工管理装置の開発

受光器が発した無線データを受信するアンテナユニットとデータを PC 上にリアルタイム表示可能な軌道こう上量施工

管理装置も併せて開発した(図 2)。



図 1 開発した受光器

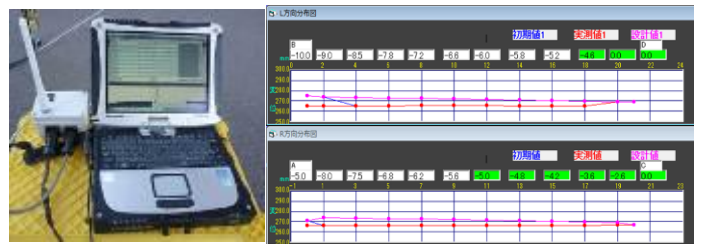


図 2 軌道こう上施工管理装置

上述の開発品で構成したリアルタイム軌道モニタリングシステム(以下:リキムス)のイメージが図 3 の通りである。

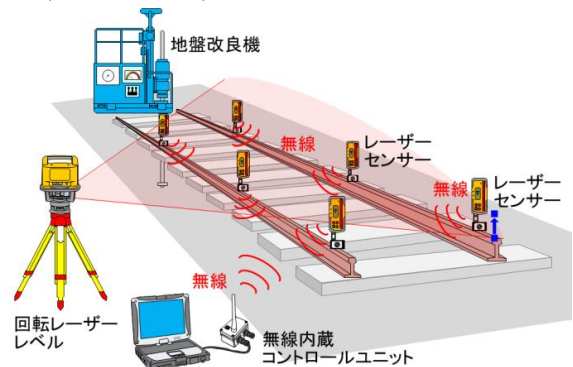


図 3 リキムス構成イメージ

5. 試験線等における性能確認試験

性能確認については、基地線での確認、本線直線区間での確認、カントのある曲線区間、緩和曲線区間というステップで課題を解決しながら実施することとした。

(1)基地線での性能確認試験

東海道貨物ターミナルで H24.7 に実施した JOG 工法試験(延長 15m、24 測点)にて性能確認試験を行った(図 4)。



図 4 リキムス性能試験(基地線)

キーワード 省力化軌道, 補修, 施工管理, 軌道こう上, 測量

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-479 JR 東日本研究開発センター テクニカルセンター TEL 048-651-2389

試験では、JOG 施工前後でリキムスによる測定こう上量とレベル測量でのこう上量とを比較する事で、リキムスの性能を確認した。結果は図 5 の通りである。確認の結果、最大誤差は 3 mm(測点 No.3 のみ)で、全点の平均誤差は 0.25 mmと良好な結果となった。

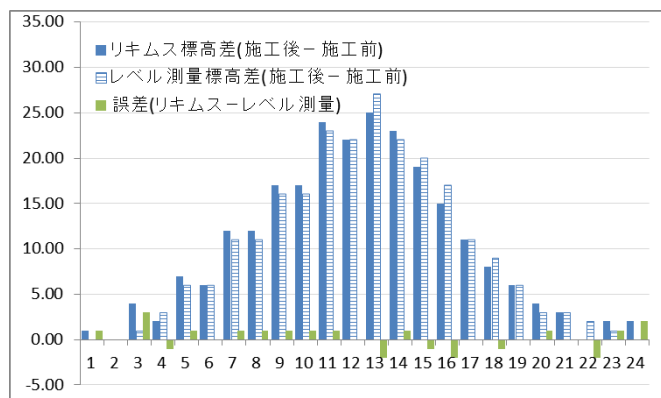


図 5 リキムス測定こう上量とレベル測量こう上量の誤差

また、1点あたり 1 秒以下を計測目標としていたが、実際、24 台の受光器を接続した場合の更新間隔が 5 秒以内(208msec/台)となり、目標以上の性能が確認できた。

(2)降雨時の確認

降雨時(時雨量 7mm)にて動作確認を実施した。発光器から 20m 先に受光器を置き、計測データを 3 分間監視したところ、測定数値は安定的に一定値を表示していた。この結果から、降雨時であってもレーザーの屈折や乱反射による精度の低下は発生せず、安定的に測定可能と考えられる。

(3)本線での性能確認

①直線区間での施工

中央急行線(上)にて H25.5 に実施した。施工区間は直線・8‰の勾配区間であったが、施工開始から終了までリアルタイムにこう上量を測定することが可能であった。リキムスによる施工前後の測定結果(右レール)を図 6 に示す。

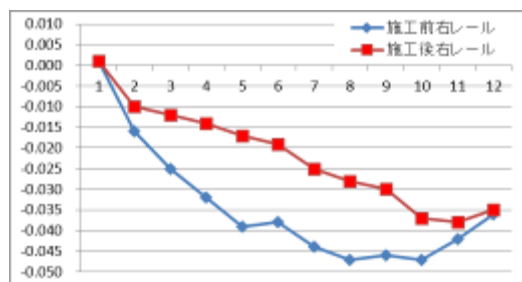


図 6 JOG 施工前後のリキムス測定結果(直線区間)

②曲線区間での施工

直線勾配有の区間では良好な結果を得たことから、次は曲線区間での確認を行った。中央急行線(上)にて H25.10 に確認試験を実施した(図 7)。本施工では 23 点のこう上量を 3 ～ 5 秒ごとに把握可能であった。また、本装置を使用することで 0.1 mm 単位のこう上量と施工中の水準をモニター画面でリアルタイムに確認できたことから、グラウト材注入量の高い精度で調整が可能であった。さらに、施工中の水準がリアルタイムに把握可能となったことで、当初目的としていた全体的な沈下補修だけではなく、図 8 の施工前後の結果からも確認できるように、水準変位の解消やカントの微調整までも実施可能となった。

アルタイムに確認できたことから、グラウト材注入量の高い精度で調整が可能であった。さらに、施工中の水準がリアルタイムに把握可能となったことで、当初目的としていた全体的な沈下補修だけではなく、図 8 の施工前後の結果からも確認できるように、水準変位の解消やカントの微調整までも実施可能となった。

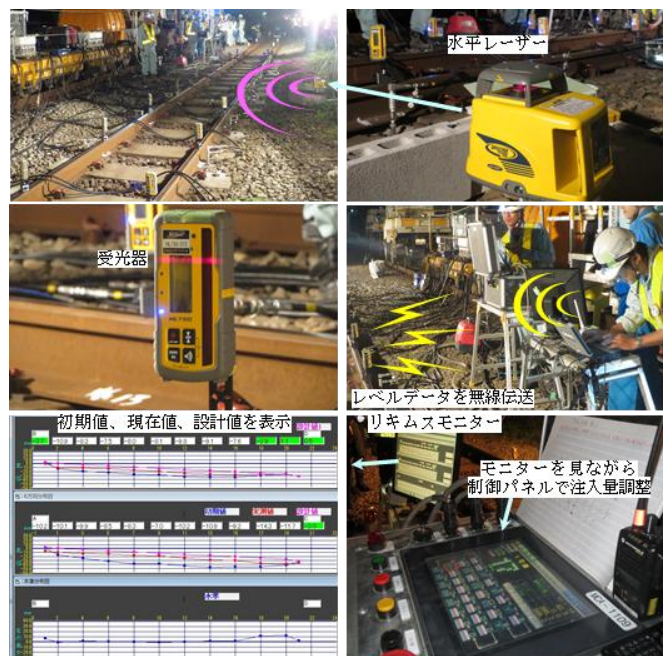


図 7 JOG 施工でのリキムス使用風景

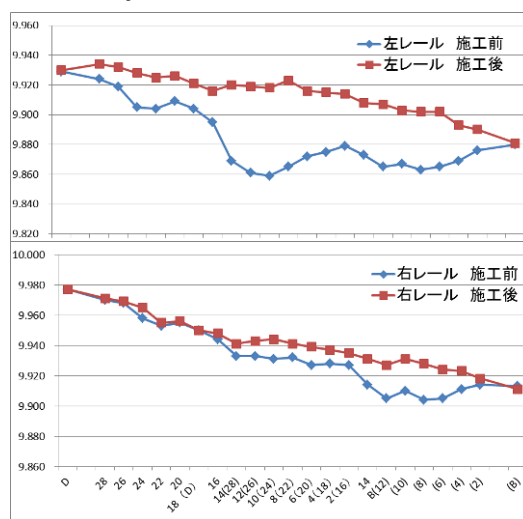


図 8 JOG 施工前後のリキムス測定結果(曲線区間)

6. おわりに

TC 型省力化軌道はメンテナンスコスト削減や保守軽減に大きく貢献してきた。しかしながら、ごく一部の区間において本稿の様な補修を必要とする場合があった。これらの補修は実施機会が少なく、施工方法の開発や改善、評価、標準化等に時間を要してきた部分もあるが、本成果を活かしながら TC 型省力化軌道のメリットである省メンテナンス性を維持できるよう、今後も課題解決に努めたい。(協力：計測ネットサービス株式会社)

- 参考文献 1) 岩田誠、堀雄一郎：インターバル式圧力注入による軌道の沈下修繕工法の開発、土木学会第 65 回年次学術講演会、2010.8
2) 岩沢一平、篠原良治、塚田堅士：特殊地盤下における路盤変状と対策工(間詰注入工)、日本鉄道施設協会誌、2010.10