

バラストレギュレーターの効果的な軌道整備手法に関する考察

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○赤松 秀彦
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 関根 浩昭

1. 研究の背景と目的

交通市場において少子高齢化が進む中、他の交通機関との競争がより熾烈なものになることは避けられない。とりわけ、保線部門では安全・安定した乗り心地を提供していかなければならない。そのため当社では、主にマルチプルタイタンパとバラストレギュレーター（以降、MTT、BR と呼称）で軌道整備を行っている。しかし、BR は道床横抵抗力を増加させる反面、MTT で整備した軌道を沈下させてしまう側面がある。そこで、本研究では、高崎線を対象とし、BR の振動数の検証を行い、特に軌道変位進み量との関係を把握することを目的とする。

2. BR の概要

2-1 BR の役割

BR は、道床整理やかき上げ、転圧作業等の役割がある。その中でも、特に軌道に直結する作業がスタビライザーである。スタビライザーは、レールに垂直プレロード圧（下向きの圧力）をかけ、振動とあわせることで軌道の初期沈下を促進させ、道床横抵抗力を増加させる役割を持っている。中でも、一定の垂直プレロード圧をかける一定モードと沈下量に対応して垂直プレロード圧を変化させる可変モードがある。可変モードは沈下圧に対して高低を調整することができる。諸外国では可変モードを使用しているが、当社では BR 導入直後には、可変モードを使用し、軌道整備していた。しかし、BR の故障が相次いでしまったことから、現在は一定モードに設定されている。そこで、一定モードでの BR 施工直後の軌道状態をみると、図 - 1 のように軌道状態が悪化していることがわかる。

これらのことに鑑み、BR、特にスタビライザーの効果的な軌道整備手法について取り組まなければならない。

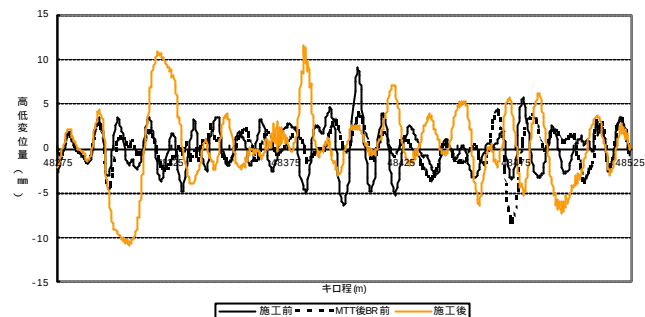


図 - 1 BR 施工時点での高低変位

2-3 スタビライザーの施工方法

スタビライザーの施工方法として、高崎線を対象に、一定モードでスタビライザーの振動数を 20、25、30、35Hz、振動数なしと変化させることにした。そして、図 - 2 のように約 150m を一区間とし振動数と軌道変位の関係ならびに振動数と道床横抵抗力の関係を検証する。

1区間の例



図 - 2 施工方法

ただし、条件として、垂直プレロード圧は $60\text{kg}/\text{cm}^2$ とした。また MTT のこう上量は 12mm （通常の方法）とし、一回突き、スクイーズ時間は 2 秒とした。

3. スタビライザーの検証結果

3-1 振動数と軌道変位の関係

高崎線を対象に振動数の変化による高低変位の σ 値を算出した。そして、MTT 施工後、BR 施工後、100 日後の推移をたどったものを図 - 3 に示した。その結果、スタビライザーを使用するとどの振動数に対しても施工後再度高低変位が戻っている。これは、スタビライザーの振動と垂直プレロード圧の不等沈下によって数千本の列車走行荷重をかけており、軌道沈下が発

キーワード：バラストレギュレーター、軌道変位、振動数、道床横抵抗力、スタビライザー

連絡先：〒370-8543 群馬県高崎市栄町 6-26 JR 東日本（株）高崎支社 設備部 施設課 TEL027-320-7130

生しているためと考えられる。

さらに、振動数別に軌道変位進み量（100 日後）の推移を算出した。その結果、30Hz で軌道変位進み量の速度が一番抑制されていることがわかった。また各々の振動数をみると、他の振動数に比べ 20Hz と 35Hz で特に軌道変位が発生している。これは、20Hz では、道床粒間の間隙を密にする圧密過程が他の振動数に比べ十分でなかったため、道床の初期沈下が不足していたためだと考えられる。また、35Hz では、道床の固有振動数は数十 Hz～100Hz といわれている¹⁾。道床固有振動数とスタビライザーの振動数が一致し、BR 本体が共振することで、垂直プレロード圧が道床に対して不等にかかり、軌道変位が発生したためだと考えられる。すなわち、垂直プレロードを 60kg/cm²（通常のプレロード圧）の時、仕上がりの軌道変位ならびに軌道変位進み量の結果から 30Hz で効果が高いことが示された。

また、スタビライザーを使用しなかった場合、BR 施工後は軌道状態が良好なものの、30Hz の振動数の軌道変位進み量に比べ軌道変位進み量が多い。以上の結果より、スタビライザーを使用したほうが軌道整備に適していることがわかった。

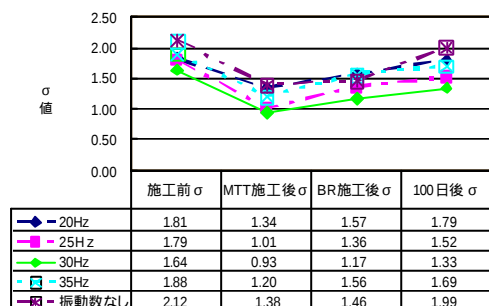


図 - 3 振動数別の高低変位σ推移と変位進み量の関係

さらに、道床が細粒化している箇所について、振動数別に 100 日後の軌道変位進み量を調査した。その結果、図 - 4 のように細粒化している箇所では、どの振動数に対しても効果が薄いことがわかる。このことか

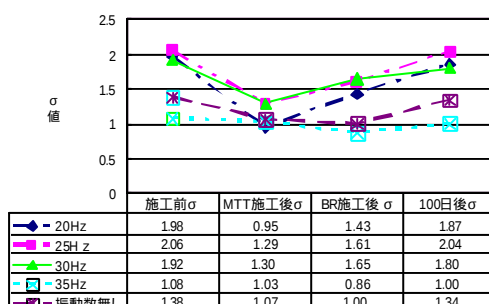


図 - 4 細粒化箇所の σ 値推移と変位進み量の関係

ら細粒化している箇所については道床を入換え等により、BR の効果が図られることが期待できる。

3 - 2 振動数と道床横抵抗力の関係

スタビライザーの振動数と道床横抵抗力の関係を示す。図 - 5 より、35Hz のように強振な振動数ほど回復傾向がみられる。

また、BR 直後の道床横抵抗力をみても、700kgf/m 以上あることから高崎線の半径 600m 以上（道床形状が大盛の場合）の箇所では条件の 1.2 倍の余裕を考慮しても満たす結果となった。この結果から、半径 600m 以上で MTT・BR 施工を行う場合は、前項の軌道変位進み量とあわせて考慮すると、振動数 30Hz の効果が高いことが考えられる。

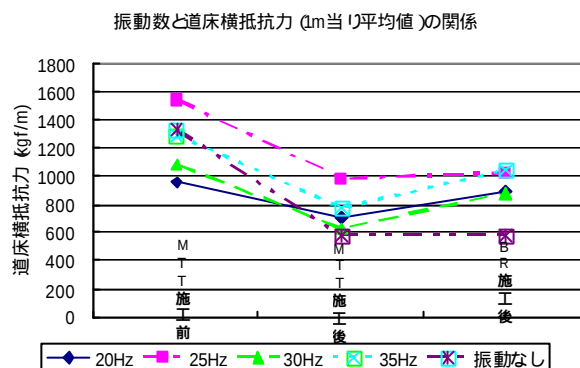


図 - 5 スタビライザーの振動数と道床横抵抗力の関係

4 . まとめと今後の方向性

本研究のまとめは以下のとおりである。

スタビライザーのプレロード圧が 60kgf/cm² の時、施工後の軌道変位ならびに軌道変位進み量を考慮すると 30Hz の振動数で効果が高いことがわかった。高崎線の半径 600m 以上では、道床横抵抗力は確保できることから、軌道変位進み量を考慮すると 30Hz の振動数で効果が高いことがわかった。スタビライザーを使用したほうが軌道整備に適していることがわかった。

今後は垂直プレロードを変化させたときの振動数を調査し、最適な BR の方法について検証していきたい。最後に、本研究を進めるにあたり、交通建設熊谷営業所機械グループの方々にご協力いただいた。ここに記して感謝の意を表す次第である。

（参考文献）

1) 須田征雄ら「新しい線路」、日本鉄道施設協会、p338