

道床安定作業車を活用した道床沈下促進の検討

熊倉 孝雄* 堀 雄一郎 小西 俊之 (JR 東日本)

Study on settlement of ballast using dynamic track stabilizers

Takao Kumakura*, Yuichiro Hori, Toshiyuki Konishi, (East Japan Railway Company)

For the purpose of study about improvement of running speed limit of trains after ballast renewal on Shinkansen tracks, dynamic track stabilizers(DGS) are used to promote initial settlement of ballast. In this paper, by examination on setting some vibration frequencies and preloading pressures, we propose the effective mode on DGS by study of initial settlement and lateral resistance of ballast.

キーワード：道床安定作業車 (DGS)、道床初期沈下、道床横抵抗力
(dynamic track stabilizers, initial settlement of ballast, lateral resistance)

1. はじめに

新幹線における連続した道床交換を施工した後は、道床沈下や道床横抵抗力の低下の影響を考慮して、一定期間の列車徐行が必要である。しかし、今後の道床交換の作業量の増加や更なる高速化を踏まえ、道床交換後の運転規制の見直しが望まれている。

これまで、マルチプルタイタンパー (以下、MTT とする) によるつき固め作業や軌道整備後に道床安定車 (以下、DGS とする) を活用した列車徐行速度の向上についての報告はあるが⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾、道床交換後において DGS の動作設定に対する道床初期沈下特性や道床横抵抗力への影響の知見は少ない。そこで、DGS を活用した道床交換後の道床初期沈下の促進と道床横抵抗力の変化に着目し、基礎的データの収集を目的として DGS の振動圧力、加振周波数の違いによる軌道沈下量や道床横抵抗力を測定し、今後の DGS の有効活用について検討した。

2. 試験条件および試験方法

2.1 試験条件

試験で使用した DGS は Plasser & Theuer 社製 DGS62N で、主な仕様等を図-1 に示す。

軌道条件は 60kg レール、PC まくらぎの高架上バラスト軌道 (道床厚 300mm、バラストマット無し) である。

試験は図-2 に示すように、パターン I ～ IX の区間において道床交換を施工し、MTT によるつき固めを行った後、DGS により道床安定化作業を行った。

パターン I、II、IX の区間では沈下計を 2 箇所設置し、合計 6 箇所の道床沈下量を計測した。また、全てのパターンで DGS 施工前後の道床横抵抗力を測定した (図-3)。



メーカー	Plasser & Theurer
形 式	DGS62N
車体諸元	全長: 17,220 mm
	全幅: 2,800 mm
	全高: 4,050 mm
	自重: 約 60t
走行性能	回送時: 最高 80km/h
	作業時: 0.3km/h ~ 3km/h
加振性能	周波数: 0Hz ~ 45Hz 振動圧力: 0 ~ 9.5MPa

図-1 道床安定作業車 (DGS) と主な仕様

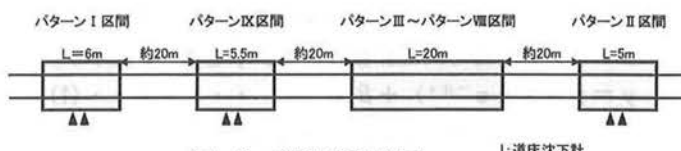


図-2 試験現地略図

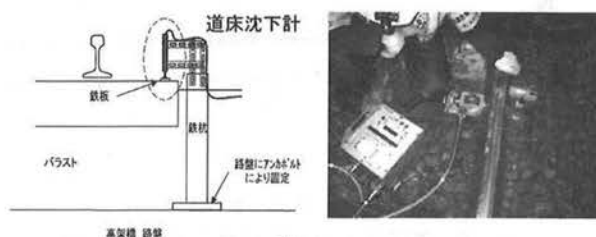


図-3 道床沈下計 (左図) と道床横抵抗力の測定 (右図)

本試験に先立ち、DGS の加振周波数を 10Hz から 45Hz まで変化させたところ、20Hz 以下では振動がまくらぎに十分に伝わらず、40Hz 以上では作業時騒音が大きくなることを確認した。よって本試験では 20Hz ~ 40Hz の範囲内で実施することとした。

また、振動圧力については 4MPa 以下では軌道への押し付けが弱く、軌道沈下が促進されないことが確認できた。

め、試験では文献(4)を参考に 6MPa とした。

試験パターンおよび試験条件を表-1 に示す。

表-1 試験条件

試験パターン	道床交換	振動圧力 MPa	加振周波数 Hz	測定項目
I	6m	6	20	道床横抵抗力 道床沈下量
II	5m	6	40	道床横抵抗力 道床沈下量
III	20m	6	20	道床横抵抗力
IV			27	
V			30	
VI			33	
VII			35	
VIII			40	
IX	5.5m	6	30	道床横抵抗力 道床沈下量

2.2 試験方法

(1) 軌道沈下の測定

パターン I、II、IX では道床交換と同時に軌道沈下計を設置し、MTT によるつき固め作業後、DGS による道床安定化作業を実施し、軌道沈下量を約 30 日間 (通過トン数約 35 万トン) 測定した。

(2) 道床横抵抗力の測定

各パターンにおいて道床交換・MTT 施工直後、DGS 施工直後および施工から約 30 日後の道床横抵抗力を測定した。なお、道床横抵抗力は隣接しないまくらぎを 3 本ずつ 1 本引きにより測定した。

3. 測定結果

3.1 道床沈下量の測定結果

道床交換後、列車通過 10 本までは列車通過後に、その後は 1 時間ごとに道床沈下量を測定した。通過トン数による軌道沈下量の測定結果と、その結果に基づく道床沈下曲線を図-4 に示す。なお、道床沈下曲線は式-(1) のとおりとし、フィッティングで得られた係数 α 、 β 、 γ を表-2 に示す。

$$y = \gamma (1 - e^{-\alpha x}) + \beta x \quad \dots \dots \dots (1)$$

ただし、 y : 道床沈下量 (mm)、 x : 通過トン数 (トン)

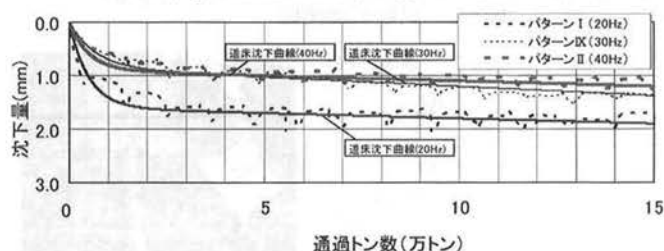


図-4 道床沈下の測定結果と道床沈下曲線

表-2 α 、 β 、 γ の値

試験パターン	加振周波数	α	β	γ
I	20Hz	2.0×10^{-4}	2.0×10^{-6}	1.60
IX	30Hz	1.5×10^{-4}	3.5×10^{-6}	0.85
II	40Hz	2.0×10^{-4}	2.0×10^{-6}	0.90

道床の初期沈下が終了するのに要する通トンを示す係数 α はパターンごとに大きな違いはなく、概ね通トン 2 万トン程度で初期沈下が終了している。

初期沈下終了後の漸進沈下特性を示す係数 β はパターン I と II とほぼ同じであったのに対し、パターン IX のみが大きかったが、係数 β は列車走行時の道床圧力と道床加速度に依存していることから DGS の施工による影響ではなく他

の要因によるものと考えられる。

初期沈下の大きさを示す係数 γ はパターン II と IX で 0.9mm 程度とほぼ同じであったのに対し、パターン I のみが 1.6mm と 2 倍程度大きかった。これは、30Hz~40Hz では DGS による道床の沈下が促進され、施工後の初期沈下が小さかったためであると考えられるが、20Hz では DGS による道床沈下の促進効果が低かったと考えられる。

3.2 道床横抵抗力の測定結果

図-5 に道床交換・MTT 施工直後、DGS 施工後および施工後 30 日後 (通トン 35 万トン) における道床横抵抗力の測定結果を示す。なお、道床横抵抗力の値は各条件でマクラギ 3 本の 2mm 変位測定値の平均値とした。

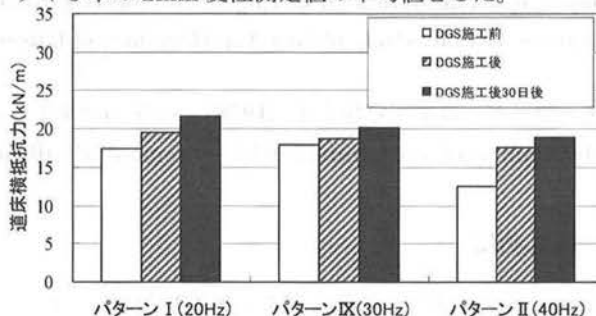


図-5 道床横抵抗力の測定結果

DGS 施工後は施工前に比べ道床横抵抗力が 10%~20% 程度増加し、施工から通過トン数約 35 万トンではさらに 10% 程度増加した。

4. まとめ

本試験での軌道条件において、以下の結果が得られた。

- ・振動圧力を 6MPa に設定して道床安定化作業を行ったところ、初期沈下の促進および道床横抵抗力の増加に有効であった。
- ・20Hz 程度の低い加振周波数では道床初期沈下が期待できず、30Hz 以上の加振周波数が初期沈下効果には有効であると考えられる。
- ・道床交換後に 30Hz~40Hz の加振周波数で DGS による道床安定化作業を行った場合には、道床初期沈下量は通トン 2 万トン程度で 1mm 程度に収束した。
- ・DGS による道床安定化の効果として、道床横抵抗力は DGS 施工直後に 10%~20% 程度増加した。

以上の結果から、道床交換後の DGS 施工では現場の軌道条件によって加振周波数や振動圧力の適切な設定によって、道床沈下の促進や道床横抵抗力の増加が期待される。

文 献

- (1) 西澤真人:「新幹線徐行速度」の制定, 新線路, 2004 年 6 月号 pp.11 (2004 年)
- (2) 森田和志:「マルチ軌道整備の精度向上に向けた一考察」, 新線路, 2009 年 10 月号 pp.24 (2009 年)
- (3) 名村明:「道床安定作業車による道床初期沈下促進と徐行速度向上」, 土木学会第 51 回年次学術講演会 (1996 年)
- (4) 森山由郎:「DTS による無徐行道床交換への取組み」, 新線路, 1997 年 9 月号 pp.7 (1997 年)