

大規模な線形改良に対応した弾性バラスト軌道構造の開発

東日本旅客鉄道株式会社 東北工事事務所 正会員 ○湊 卓也
東日本旅客鉄道株式会社 東北工事事務所 正会員 田附 伸一
東日本旅客鉄道株式会社 東北工事事務所 日下 郁夫

1. はじめに

弾性バラスト軌道構造を図-1 に示す。弾性バラスト軌道は、PCマクラギを高さ調整コンクリートで固定した構造である。通常のバラスト軌道と比較して供用中の軌道変位が少なくメンテナンスミニマムを実現し、ライフサイクルコストを大幅に低減している。その一方で、PCマクラギを高さ調整コンクリートで固定しているため、バラスト軌道のようにマクラギの移動による大規模な線形改良に柔軟に対応出来ないという課題がある。

そこで、PCマクラギを鋼製治具で固定する新たな路盤構造を開発している。本稿ではこの固定治具の載荷試験について述べる。

2. 開発概要

改良型の路盤構造を図-2 に示す。本構造は、マクラギを拘束していた高さ調整コンクリート部を移動調整金具に変更し、その金具をマクラギ下のコンクリートにボルトで固定する構造である。つまり、従来型のマクラギ拘束部を金具にし、列車走行時の横方向荷重（横圧）を金具で受け持つ構造とした。

従来型は、マクラギ端部以上にコンクリートを打設する必要があり、型枠の設置・脱型に手間を要した。しかし、改良型の場合はマクラギ端部までの打設で良いため、施工性が大幅に向上する。

また、この構造による最大の効果は、金具での調整が可能となったことで保守範囲の大幅な増加ができ、メンテナンスミニマムを実現しつつ大規模な線形改良が可能となることである。従来型における保守範囲は、レールを締結している鋼材（締結装置）で最大-10mm～+10mmの範囲のみであった。しかし、今回の構造の場合、従来型の保守範囲に加え金具部での調整により更なる保守範囲の拡大が可能となる。これにより、例えば震災などで構造物自体が変位した場合でも、容易に保守が可能となる。

3. 静的水平載荷試験

改良型の軌道構造は、従来型においてコンクリートで受け持っていた横圧を金具で受け持つ構造である。このため、改良型が設計荷重に対し、十分な横圧抵抗があるか載荷試験を実施した。

3.1 試験概要

試験概要図および試験写真を図-3,4 に示す。試験は、高架橋スラブ面を模擬した路盤コンクリート上に改良型軌道構造のPCマクラギ1本を設置し、油圧ジャッキにて水平力（横圧）を載荷する。変位およびひず

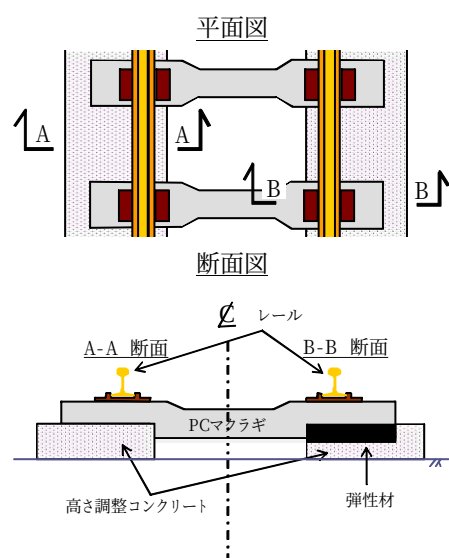


図-1 弾性バラスト軌道（従来型）

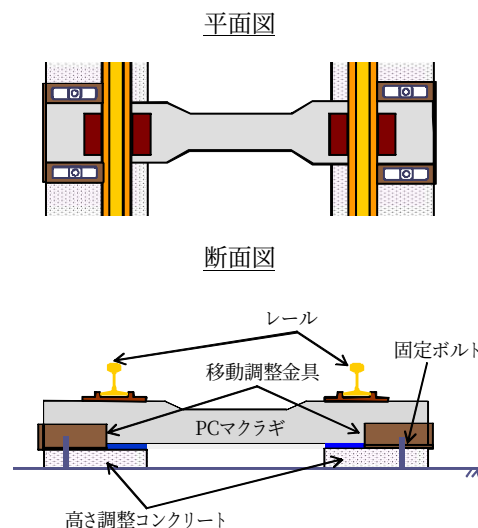


図-2 弾性バラスト軌道（改良型）

キーワード：弾性バラスト軌道、弾性マクラギ直結軌道、静的載荷、横圧

連絡先：仙台市青葉区五橋一丁目1番1号 TEL. 022-266-3713 FAX.022-268-6489

みの計測は、油圧ジャッキ反対側のマクラギ側面に変位計およびひずみゲージを設置して行う。図-5 に変位計位置図を示す。変位計測は、主に金具位置（L3）での計測を目的とするが、それ以外に固定ボルトや PC マクラギの変位計測も実施した。また、高さ調整コンクリートおよび路盤コンクリートが変位しないことを確認するためにそれらの変位計測も実施した。あわせて、設計荷重載荷時の変形特性を確認するために、設計荷重載荷後に除荷し、その時の残留変位も計測することとした。

荷重は、5kN 毎に載荷することとし、設計荷重まで載荷を実施する。設計荷重時に破壊しない場合は、更に 5kN 毎の載荷を実施し、破壊に至るまで載荷を継続した。なお、設計荷重は列車走行時の横圧にレール温度の上昇・下降に伴う座屈横圧を加えたもので、次式に示す。

$$\begin{aligned} \text{レール横圧} &: 19.0\text{tf (A-19)} / 2 \times 0.8 (\text{脱線係数}) \times 0.75 (\text{分散率}) = 5.7\text{tf} \\ \text{座屈横圧} &: 0.74\text{tf/m} \times 0.75\text{m (マクラギ間隔)} = 0.555\text{tf} \\ \text{設計荷重} &= \text{レール横圧} + \text{座屈横圧} = 6.26\text{tf} \quad \underline{61.4\text{kN}} \\ \text{※列車荷重は JR 東日本の基準である EA-17 で算出} \end{aligned}$$

3.2 試験結果

試験は同条件で 3 体実施した。図-6 に 3 体分の試験結果を示す。これは図-5 に示した L3 箇所の変位であり、移動調整金具天端位置での荷重-変位曲線である。試験結果は、3 体とも同様の傾向を示し、約 110kN の載荷荷重で破壊した。これは設計荷重の 61.4kN の 1.8 倍程度であり構造上十分満足する結果となった。また、設計荷重時点で 10mm 程度の変位が認められたが、移動調整金具の理論上の降伏ひずみ 1585 μ に対し、実測値が最大で 443.8 μ だったことから構造上問題ないことを確認した。なお、設計荷重を最大荷重として試験を実施し、それを除荷した時の残留変位が 0.08mm だったことから弾性変形と考えられる。

4. まとめ

今回、改良型の弾性バラスト軌道構造として、マクラギを拘束している移動調整金具が列車走行時の横圧に十分な抵抗があるか載荷試験により確認した。その結果、設計荷重の 1.8 倍となる約 110kN の耐荷力を有することを確認した。

実構造物への導入に向け、繰返し載荷試験やボルト引抜き試験および施工性確認試験等を実施し、引き続き検討を進めていく。

参考文献

東日本旅客鉄道（株）：弾性バラスト軌道（在来線）設計施工マニュアル, 2011 年 7 月

鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 軌道構造

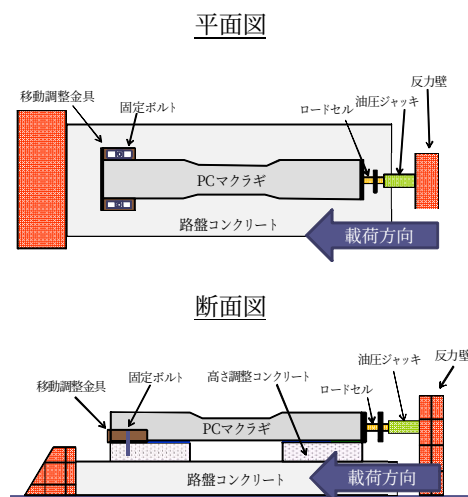


図-3 試験概要図



図-4 試験写真

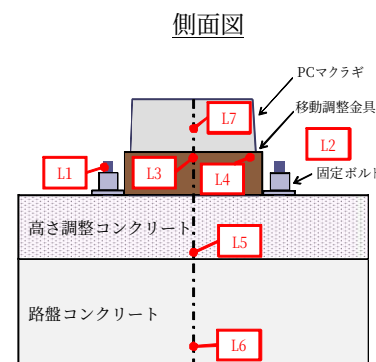


図-5 変位計位置図

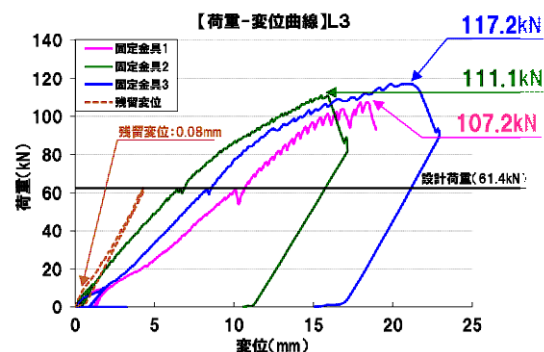


図-6 L3 位置での荷重-変位曲線