

振動計測による省力化軌道直下の空洞探査に関する実験的検討

JR 東日本 正会員 ○瀧野 千歳
JR 東日本 正会員 池本 宏文

1. はじめに

TC型省力化軌道は軌きょう剛性が大きいいため、軌道直下に小さな路盤沈下が生じたとしても軌道変状としては現れないことが想定される。そこで、本開発では、軌道直下の空洞探査を目的として、列車振動によるTC型省力化軌道の振動伝搬性状を確認することで、空洞を把握する手法を検討している。本稿では、開発の初期段階として、TC型省力化軌道の実物大模型を用いて、正弦波加振における振動伝搬性状を確認した内容について報告する。

2. 実験概要

本実験は図-1, 2 に示す TC型省力化軌道の実物大模型（延長 10m）を作製し、JR 東日本研究開発センターの実物大軌道試験装置を用いて、空洞幅の大きさの違いによる振動伝搬性状を確認した。空洞は、線路方向の幅を 0mm (Case1: 空洞なし)、500mm (Case2)、1500mm (Case3)、3000mm (Case4) と設定し、各空洞ケースでの加振終了後に空洞を拡幅して次の加振を行った。加振は、各空洞ケースにおいて図-1, 2 に示す中央加振および端部加振の2箇所で行うこととし、各々の位置で正弦波 1~35Hz (2Hz 毎に加振し、加速度が大きくなる周波数の範囲では 1Hz ごとに加振)、5 秒間にて実施した。また、加振における目標軸重は、通勤電車を想定して 120kN と設定した。加振状況を図-4 に示す。

振動の計測は、加速度計を用いてサンプリング周波数 5kHz で行い、中央加振および端部加振の加振位置に応じて、図-6, 7 に示すようにマクラギ中央に設置した。また、加速度計の計測値は、図-5 に示すように、加振中の計測値が安定する範囲における最大値とした。

3. 実験結果と考察

加速度計ごとに周波数と加速度の計測値の関係を整理した。図-6 に中央加振時における加速度計 1・4・5・6 の結果を、図-7 に端部加振時における加速度

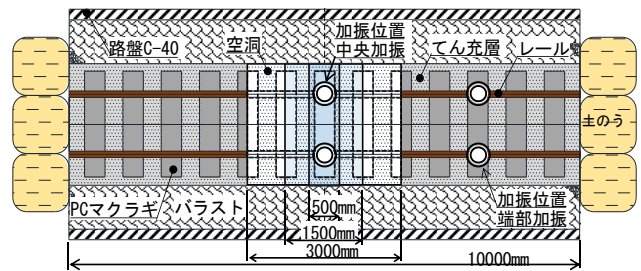


図-1 平面図

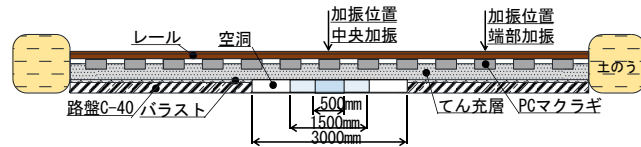


図-2 側面図



図-3 空洞構築状況

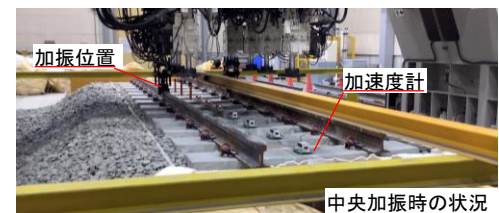


図-4 加振状況

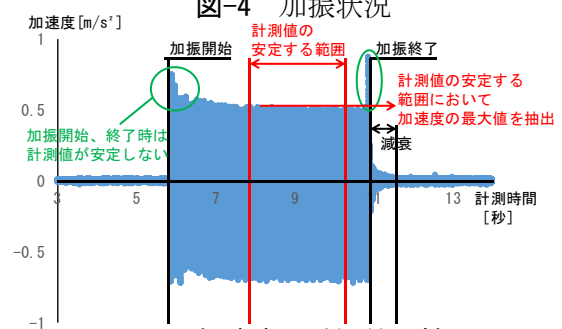


図-5 加速度の計測値の抽出

計 1・3・5・8 の結果を示す。

3. 1 中央加振について

図-6 より、加振位置に設置した加速度計 1 (空洞直上) はいずれのケース (空洞幅) においても 28~29Hz においてピークが見られる。加振位置での加速度の計測値は、試験体全体が振動するとき値を示していると考えられるため、この周波数は支持地盤を含めた試験体全体の固有振動数であると考えられる。

キーワード TC型省力化軌道、空洞探査、列車振動

連絡先 〒141-0031 東京都品川区西五反田3-5-8 JR目黒MARCビル 東日本旅客鉄道株式会社 Email: takino@jreast.co.jp

中央加振時の加速度一周波数

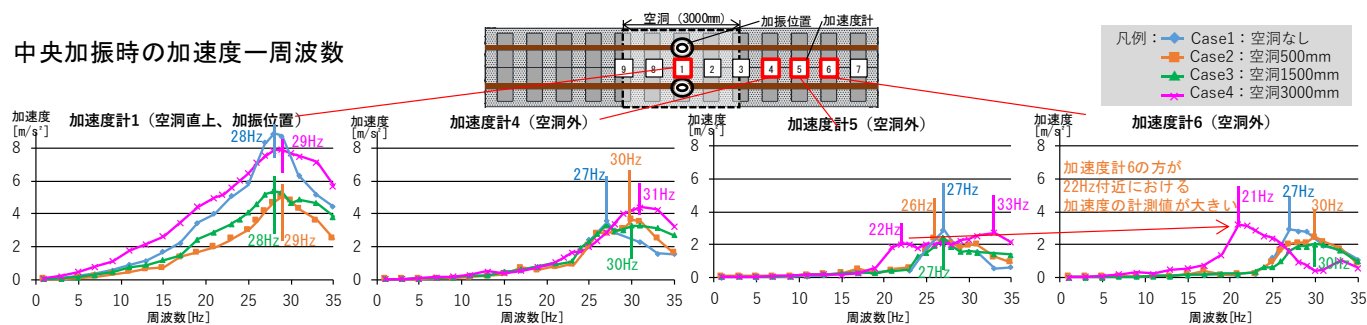


図-6 中央加振時の加速度一周波数

端部加振時の加速度一周波数

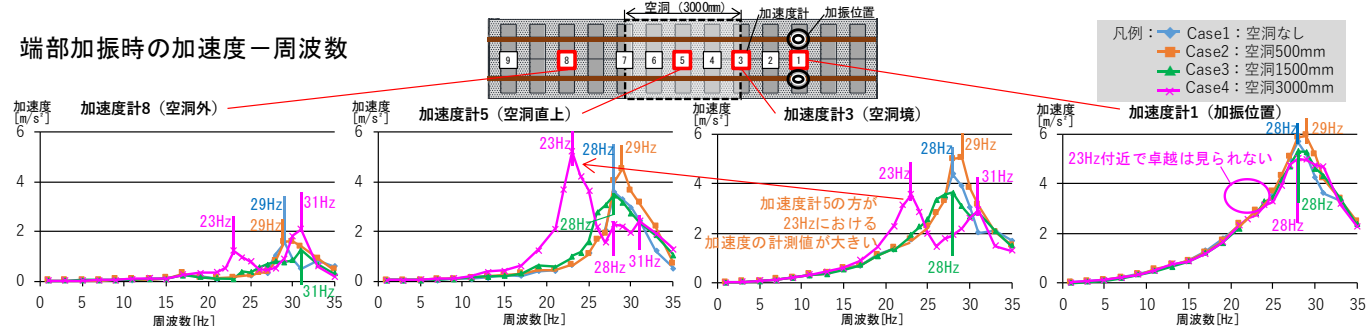


図-7 端部加振時の加速度一周波数

また、加速度計 1 は Case1 を除いて、空洞が大きくなるに従い、各周波数での加速度の値が大きくなる傾向にあり、これは空洞に伴う支持剛性の低下が影響しているものと考えられる。

次に Case4 では、空洞から外れた位置の加速度計 5・6 において、試験体全体の固有周波数よりも低い 21~22Hz にピークが見られており、加速度計 4 よりもピークの値が大きくなる傾向にある。一般的に加速度の値は加振点から離れると距離減衰の影響により小さくなるが、このケースでは、振動伝搬により増幅される傾向にあり、これは空洞による影響によるものと考えられる。

以上より、空洞の直上で加振した場合は、空洞から離れた位置での加速度のピーク周波数を確認することで、空洞発生の有無を把握できる可能性があると考えられる。

3. 2 端部加振について

図-7 より、加速度計 1 (加振点) では、いずれのケースにおいても 28Hz 付近においてピークが見られる。また、各周波数での加速度の計測値も空洞幅によらず同程度の値であり、28Hz は中央加振のケースと同様に試験体全体の固有振動数であると考えられる。

Case4 では加速度計 3・5・8 において、23Hz にピークが見られており、その傾向は加速度計 1 で確認されない。加速度の数値は空洞直上および空洞付近

の加速度計 3・5 では、加速度計 1 よりも増幅されて大きくなっており、この 23Hz は空洞の影響によるものであると考えられる。また、Case3 では、ピークの周波数は 28Hz となっているが、ピークの周波数よりも低い 25~27Hz の範囲では距離減衰に伴う加速度の低下が小さくなる傾向 (ピークの山が横に広がる形状) になっており、これも空洞による影響であると考えられる。以上より、空洞から離れた位置で加振した場合、空洞直上および空洞付近にて固有振動数の低下を確認することができた。

一方で Case2 では、加速度のピーク周波数やその分布形状に明確な傾向が認められなかった。これは軌きょうの剛性が高いため、500mm の空洞では明確な差が生じなかったことが原因であると考えられる。

4. まとめ

本実験により得られた知見を以下に示す。

- ・中央加振での実験により、空洞の直上で加振した場合は、空洞から離れた位置での加速度のピーク周波数を確認することで、空洞発生の有無を把握できる可能性があると考えられる。
- ・端部加振での実験により、空洞から離れた位置で加振した場合、空洞直上および空洞付近にて固有振動数の低下を確認することができた。
- ・空洞 500mm では、今回の実験条件およびデータ整理方法においては、加速度のピーク周波数やその分布形状に明確な傾向が認められなかった。