

講師 / 博士 (工学)

西山 直杜

Naoto Nishiyama

学歴

福井工業大学 工学部 機械工学科、福井工業大学 大学院 工学研究科 応用理工学専攻 修士課程、
福井工業大学 大学院 工学研究科 応用理工学専攻 博士課程

経歴

福井工業大学講師

相談・講演・共同研究に応じられるテーマ

機械システムに生じる振動

メールアドレス

nishiyama@fukui-ut.ac.jp



主な研究と特徴

「パンタグラフと剛体架線の衝突振動」

鉄道車両の集電系として架線とパンタグラフからなる系がよく用いられる。その集電方法はパンタグラフが一定の押上力で架線に押し付けられて接触することで電気エネルギーが車両へと供給されることにより行われる。パンタグラフの上部にはすり板が取り付けられており、すり板と架線が接触して撓動する。しかしながら、パンタグラフと架線との接触力は常に一定ではなく様々な要因により変動する。接触力の変動が大きくなるとパンタグラフは架線との接触を維持できなくなり、架線と離れる場合が生じる。このようなパンタグラフと架線が離れる現象は離線と呼ばれる。離線は電力供給を妨げるだけでなく、離線に伴い発生するアークによって架線およびすり板に損傷を生じさせる。離線に伴い発生するアークによって損傷する架線の表面には特徴的な波長をもつ波状摩耗と呼ばれる凹凸が生じる。この波状摩耗が成長することにより、パンタグラフと架線の接触力の変動が大きくなり、さらに離線が生じる原因となる。このように、離線および架線表面に生じる波状摩耗の成長の抑制は非常に重要である。

架線の一種に、地下鉄やトンネル区間の天井に取り付け具を介して固定されて用いられる剛体架線がある。剛体架線とパンタグラフの離線現象を衝突振動ととらえ、剛体架線を定常押し付け力のもとで接触している周期的変位加振源、舟体をばね支持されている1自由度ばね質点系モデルとした研究がこれまで行われてきた。また、1自由度ばね質点系モデルの質点を梁に置き換えたモデルの解析では、加振振動数が2次の固有振動数近傍において衝突振動が抑制されることを明らかにしている。そこで本研究では、1自由度ばね質点系に対して自由度を1つ付加した2自由度ばね質点系の場合について、付加系が衝突振動に与える影響を理論的に明らかにした (図1)。その結果、加振振動数が系の2次の固有振動数近傍において衝突振動が抑制され加振源と質点とが接触を保つことを確認した (図2)。また、2自由度ばね質点系モデルを模倣した実験装置を用いて検証実験を行い、理論解析結果の妥当性を確認した。

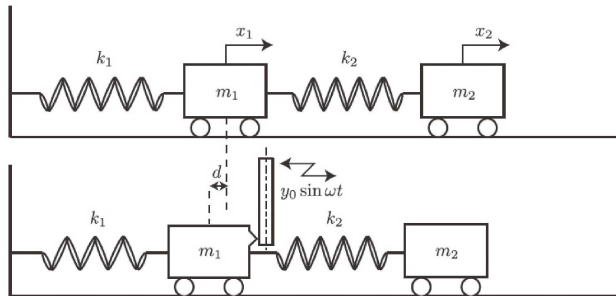


図1. 2自由度ばね質点の解析モデル

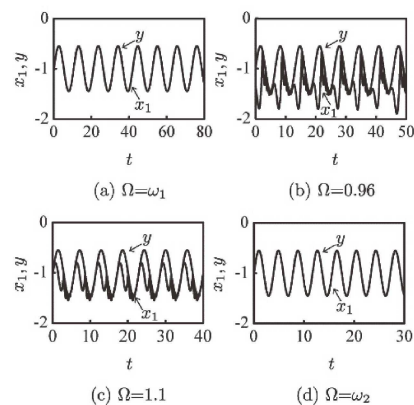


図2. 付加系を考慮した場合の数値計算による代表的な時刻歴

今後の展望

以上に述べたように、電気鉄道のパンタグラフを1自由度ばね質量系とモデル化した場合に付加質量とばねからなる1自由度振動系を追加した場合、新たな系の2次の固有振動数近傍において衝突振動が顕著に抑制されることが確認できた。このことは実際の集電系において、パンタグラフに余剰な1自由度を追加しそのばね定数を制御により可変とすれば常に衝突振動が抑制されることを期待させる。

今後は、現存の実験装置にばね定数を可変とする制御を加えることにより衝突振動が抑制されることを検証する実験を行なっていく。

所属学会

一般社団法人 日本機械学会 (平成29年～現在まで)

主要論文・著書

西山直杜, 山下清隆, パンタグラフと剛体架線の衝突振動に与える付加系の影響, 日本機械学会論文集, Vol.86, No.881(2020), DOI:10.1299/transjsme.19-00251.