

応答変位制御ワイヤによる高架橋上 PC 電化柱の地震時応答に関する基礎的研究

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 鷹野 秀明
 東日本旅客鉄道株式会社 フェロー 小林 薫

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震において、東北新幹線の高架橋や橋梁上の PC 電化柱の損傷被害が多く発生した。このことから東北新幹線の高架橋や橋梁上にある既存の PC 電化柱の損傷制御が課題となっている。本研究は、PC 電化柱の耐震補強施工に制約がある中で、PC 電化柱にワイヤを配置することにより、電化柱の応答変位を制御する方法を考案し実験と解析を行ったので報告する。

2. PC 電化柱における応答変位制御の概要

図-1 に、応答変位制御ワイヤ（以下、制御ワイヤと略称）による PC 電化柱の応答制御の概要を示す。高架橋上の PC 電化柱の損傷を防止するためには、PC 電化柱の破壊となる限界変位に達しなければよい。そこで、PC 電化柱に制御ワイヤを複数本配置することによって、PC 電化柱本体の応答変位が一定値を超えないように制限する方法を考案した。また、PC 電化柱が共振に近い挙動になった場合でも、

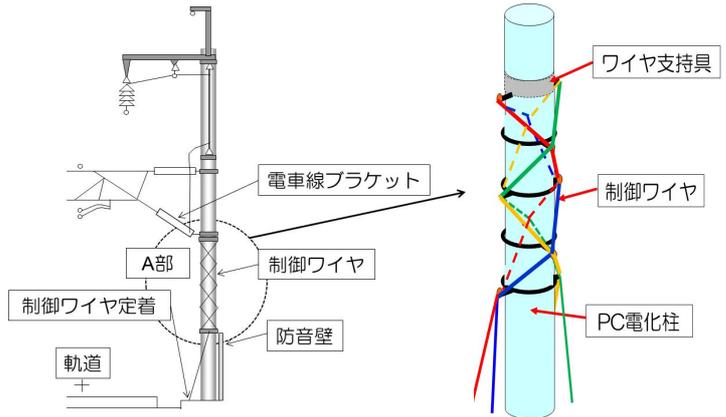


図-1 制御ワイヤの概略

図-2 A 部の詳細

所定の強度を有する制御ワイヤの存在によって、応答変位が制限されることが期待できる。制御ワイヤの配置方法を図-2 に示す。制御ワイヤは、PC 電化柱外周部に取り付けた複数個の支持点を介して、複数本のワイヤが PC 電化柱の外周を 360 度回転し、制御ワイヤが所定の位置でクロスしながら設置される。制御ワイヤの下端部は、PC 電化柱基礎付近の高架橋の本体部に定着することで、PC 電化柱の過大な応答変位を抑制する。

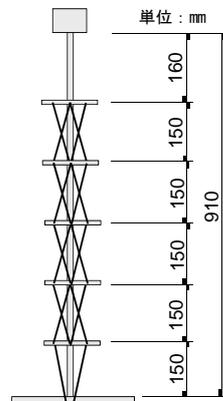


図-3 簡易縮小モデル試験体形状

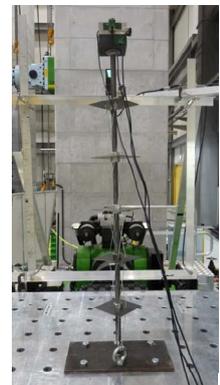


写真-1 簡易縮小モデル試験体加震状況

3. 簡易縮小振動モデルによる基礎的検討

制御ワイヤによる高架橋上の PC 電化柱の応答変位制御の可能性を探るために簡易振動試験体を製作し、小型振動台を用いて加振実験を行った。図-3 と写真-1 に試験体形状と加振状況を示し、表-1 に制御ワイヤ径と応答変位の比較を示す。加速度 400gal 程度では、制御ワイヤ径が大きいほど応答変位が小さくなる傾向となった。

4. 1/5 縮小振動試験体による振動実験の解析

PC 電化柱に近似した模型試験体を製作し、振動台での加振実験を行い解析と比較した。図-4 と写真-2 に、検討に用いた解析モデルと加振実験状況を示す。解析モデルは、骨組みモデルを用い制御ワイヤは支持点で接合するようにし、振動台で測定された加速度波形を

表-1 ワイヤ径と応答変位の比較

試験体 No.	ワイヤ直径 (mm)	ワイヤ本数 (本)	周波数 (Hz)	最大加速度 (gal)	最小加速度 (gal)	最大変位 (mm)	最小変位 (mm)
A1	0	0	3	422.1	-396.9	52.7	-53.3
A2	0.9	4	3	413.7	-399.0	40.3	-44.1
A3	1.2	4	3	413.7	-390.6	40.9	-40.0
A4	1.6	4	3	403.2	-390.6	28.1	-31.0

キーワード せん断力, せん断破壊経路, 高引張領域

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-479 JR 東日本研究開発センターフロンティアサービス研究所 TEL048-651-2552

模型試験体基部に入力した。応答変位の実験結果と解析結果を図-5に示す。解析結果は、実験結果と概ね一致している。

5. RC ラーメン高架橋上のPC 電化柱におけるワイヤ効果に関する解析的検討

図-6に、構造全体系の解析モデルを示す。1/5 試験体モデルで解析精度が確認されたことから、制御ワイヤをRC ラーメン高架橋上のPC 電化柱に適用した場合の解析的な検討を行う。一般的なRC ビームスラブ形式のラーメン高架橋¹⁾上にPC 電化柱を設置し、制御ワイヤの有無をパラメータに地震応答解析を行った。

図-7に、PC 電化柱基部に設定した塑性ヒンジ部の曲げモーメントと回転角の解析結果を示す。制御ワイヤの補強をしていない場合は、最大耐力以降の耐力低下領域まで回転変形が大きくなっている。制御ワイヤで補強を行った場合は、最大耐力付近の回転変形となっている。図-8に、PC 電化柱の塑性ヒンジ部の応答変位の時刻歴を示す。検討の結果、制御ワイヤによる補強によって、PC 電化柱の応答は概ね一定値以内となる挙動が解析的に示された。

6. まとめ

本検討の結果を以下にまとめる。

- (1) 簡易縮小振動モデルによる加振実験を行った結果、制御ワイヤ径が太い場合の方が応答変位制御には効果的であった。
- (2) 縮小振動試験体の加振実験と骨組みモデルによる解析結果は、比較的整合性が良かった。
- (3) 高架橋上のPC 電化柱を対象に、制御ワイヤでの補強の有無をパラメータに3次元モデルにより地震応答解析を行った結果、制御ワイヤの補強を行った場合には、PC 電化柱の応答が制御される挙動が解析的に確認された。

参考文献¹⁾ 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説，コンクリート構造物照査例，RC ラーメン高架橋，2004.5

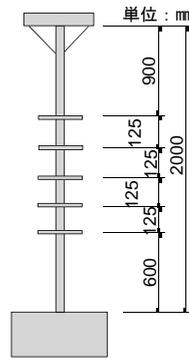


図-4 1/5 縮小振動試験体形状

写真-2 1/5 縮小振動試験体加振状況

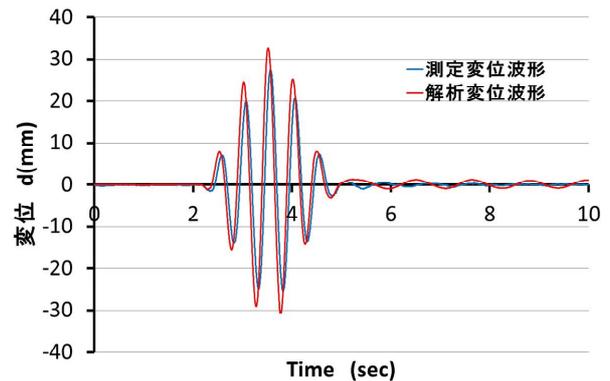


図-5 1/5 縮小振動試験体の実験結果と解析結果の比較

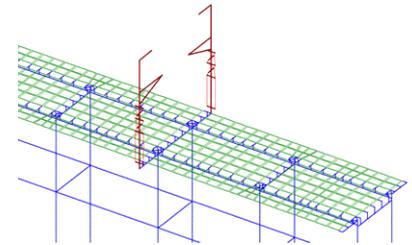


図-6 構造全体系の解析モデル

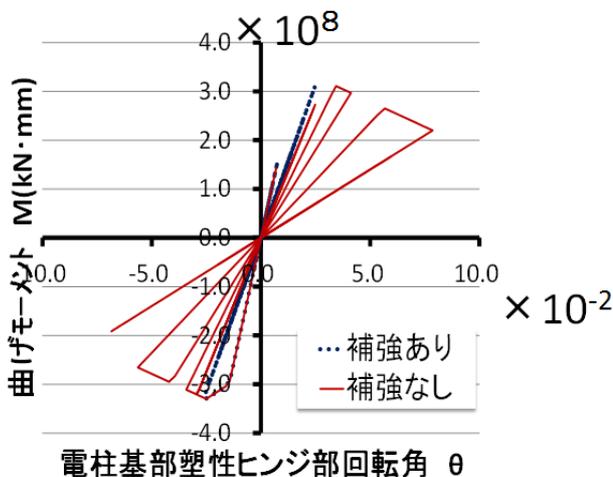


図-7 ヒンジ部のM-θ関係

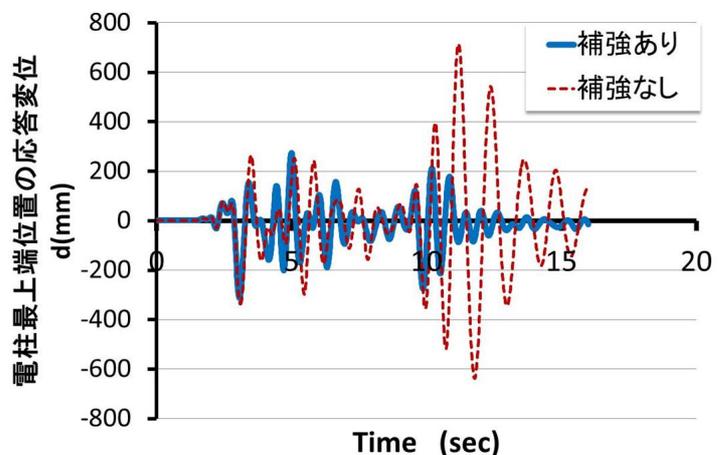


図-8 PC 電化柱上端位置の応答変位比較