

鉄道高架上における PC 電化柱の耐震補強に関する施工治具の開発と施工

東鉄工業（株） 正会員 ○小林 昂樹
東鉄工業（株） 正会員 草野 英明

1. はじめに

2011 年に発生した東北地方太平洋沖地震では、鉄道高架橋上に建植された PC 電化柱が、広範囲にわたり折損、傾斜の被害を受け、復旧に多くの時間を要した。その後、東日本旅客鉄道(株)において既存の PC 電化柱を高じん性化する耐震補強工法を開発し、PC 電化柱の耐震補強を進めてきた。2021 年、2022 年に発生した福島県沖地震においても PC 電化柱の被害は発生したが、耐震補強を実施した箇所は、じん性の機能が発揮され、倒壊や大きく傾斜しなかった。このことから PC 電化柱の高じん性化の更なる促進が望まれている。本稿では、高じん性化補強の効率化と安全性向上を図るために開発した施工治具に関して報告する。

2. 電化柱耐震補強工法の概要

電化柱は PC 造のためコンクリートの圧縮破壊が先行し脆性的な破壊形態を示す。特に、高架橋上に建植された電化柱は、高架橋で増幅された地震動を受けるため、地上に建植された場合に比べ設計耐力を超え脆性的に破壊する危険性が高い。その対策として、東日本旅客鉄道(株)では、PC 電化柱高じん性化補強工法（図-1）を開発し施工を進めてきた。この工法は、PC 電化柱の外側に鉄筋を溶接した鋼管ユニットを設置し、鋼管ユニットと PC 電化柱との隙間に無収縮モルタルを充填後、鋼管ユニットの中段で PC 電化柱の PC 鋼線を切断するものである。このじん性化補強により、切断部において塑性ヒンジを形成し RC 化することで、地震のエネルギーを変形性能で吸収する構造となっている。

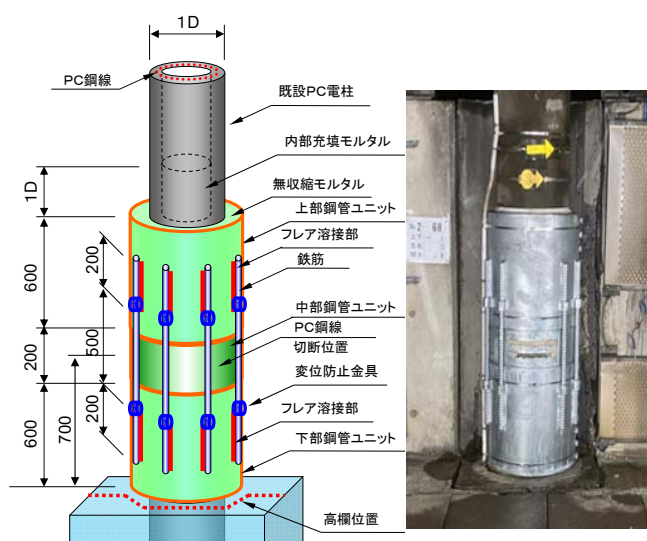


図-1 〈PC 電化柱高じん性化補強〉

3. 施工の条件と課題

PC 電化柱の補強は狭隘な作業空間かつ、夜間の短い列車間合の中で鋼管ユニット設置、モルタル打設等の施工をする必要があるため、所定の時間で施工を完了させることが困難であった。

現状の課題について以下に列記する。

- ① PC 電化柱背面に設置されている壁高欄と PC 電化柱との隙間が 65mm 程度と狭隘（図-2）のため、約 100kg の半割鋼管ユニットを人力で所定の位置に設置することが、安全性、施工性ともに困難であった。
- ② 半割鋼管ユニットを組合せて円形状にした後、鋼管ユニットと電化柱の隙間に無収縮モルタルを打設するが、地際と鋼管ユニット下部に隙間ができるため、事前に隙間を埋める必要がある。しかし、前述のとおり高欄側の隙間が狭く、十分な作業が困難であるため、無収縮モルタル打設中に下部から漏出することが懸念された。
- ③ 試験施工にて無収縮モルタル打設直後、鋼管ユニット頂部への接触により鋼管ユニットが傾き、無収縮モルタルが鋼管ユニット下部から漏出する事象があったことから、その対策が課題となった。（図-3）



図-2〈電化柱背面の隙間〉



図-3〈モルタル漏出〉

キーワード 鉄道 耐震補強 PC 電化柱 施工治具

連絡先 〒960-0116 宮城県仙台市青葉区中央 3-10-19 東鉄工業（株）東北支店 TEL022-222-8641

4. 治具の開発

前述した課題に対して開発した施工治具の概要を以下に列記する。

① 鋼管ユニット吊上げ旋回治具

鋼管ユニット設置治具の条件として、約 100kg の半割鋼管ユニットを容易に設置できること、電化柱と高欄との隙間 65mm に挿入できることとした。そこで図-4 に示すとおり、鋼管ユニットの形状に合わせて円形状に加工したレールを鋼製バンドに接合する。鋼製バンドを電化柱にボルトで固定し、鋼管ユニットを吊り上げた車輪がレール上部を旋回することで高欄側に半割鋼管ユニットを設置する。



図-4 〈吊上げ旋回治具〉

② モルタル漏出防止材

モルタル漏出防止材の条件として、漏出防止材の設置直後に無収縮モルタルを打設できることとした。そこでエチレンプロピレンゴムを凹型に加工した部材を製作し、硬度や大きさを変えて数種類の実験をおこなった。その結果、図-5 に示すとおり軟質で幅は 30mm の部材が最も漏出が無く、良好な施工性を確保する。

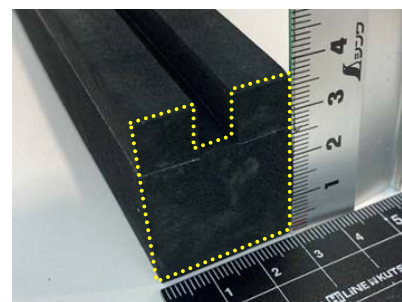


図-5 〈モルタル漏出防止材〉

③ 鋼管ユニット揺動防止治具

鋼管ユニット揺動防止治具の条件として、鋼管ユニット設置後、無収縮モルタル硬化までの期間に接触等が発生しても鋼管ユニットが揺動しないこととした。そこで鋼管ユニット上端に長さの調整が可能なスペーサーを取付けることで、鋼管ユニットと電化柱との間隔を保持する。このことからモルタル硬化前の外的作用による鋼管ユニットの傾斜を抑えることが可能となり、モルタルの漏出を防止させる。

5. 実施工試験

前述の開発治具を用いて実施工試験を行った。結果を以下に示す。

① 電化柱に鋼管ユニット吊上げ旋回治具を取付け、半割の鋼管ユニットをチェーンブロックで吊上げ、レール上を回転させながら所定の位置に設置させることで、人力で持ち上げることなく、容易に施工可能なことが確認できた。(図-6)

② 鋼管ユニット下部に凹型の漏出防止材をモルタル打設前に設置することで、基部の不陸による隙間が無くなり、モルタルの漏出が改善された。なお、モルタル漏出防止材は鋼管ユニット設置前に取付けた場合、鋼管ユニット下部と地際が擦れてしまい、スポンジ状の部材が損傷する懸念があるため、半割鋼管ユニットを組合せ、接合後に「吊上げ旋回治具」で再度吊り、旋回させながらモルタル漏出防止材を取付けることで損傷を防止した。(図-7)

③ 鋼管ユニット揺動防止治具を取付けることで、電化柱、鋼管ユニットの間隔保持材となり、外的作用による揺動を防止することが可能となり、モルタルの漏出を防止できることが確認できた。(図-8)



図-6 〈吊上げ・旋回〉



図-7 〈漏出防止材近影〉



図-8 〈揺動防止治具近影〉

6. おわりに

今回、PC 電化柱耐震補強に対して様々な施工治具の開発し、実施工試験を実施することで施工の効率化、安全性の向上手法が確立できた。更に当社施工において、電化柱耐震補強 1 本あたりに 5 日要していた工程を 3 日にし、約 3 割短縮させることができた。本報告が PC 電化柱耐震補強の一助になれば幸いである。

参考文献

築嶋大輔, 佐々木崇人, 草野英明: 高架橋上の PC 電化柱に対する耐震補強, コンクリート工学年次論文集, Vol. 38