

東日本大震災において損傷を受けた東北新幹線電化柱の復旧

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○児玉 章裕
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 杉田 清隆

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分、三陸沖を震源としたマグニチュード 9.0 の海溝型地震が発生した。この地震における東北新幹線高架橋上の電化柱の被害は甚大であり、復旧工程上のクリティカルとなった。この電化柱の応急復旧工事について報告する。

2. 新幹線構造物の被害状況

東日本大震災の本震により、新幹線構造物は広範囲に渡り被害を受けた。土木構造物の被害は約 100 箇所程度であり、その復旧については、過去の震災において確立した応急復旧方法にて速やかな復旧が可能であった。しかし高架橋上の電化柱においては、未だかつて経験したことがないほど広範囲に渡りさまざまな損傷を受けたため、復旧までに多くの時間を要する結果となった。

本震、余震合わせて電化柱単体の損傷（折損、傾斜等）が約 810 箇所、架線の断線が約 670 箇所と電化柱関係の被害のみで約 1480 箇所におよび、総被害箇所数の 8 割以上を占めた。電化柱の損傷状況は、電化柱が根元から折れてしまう『折損』タイプ、電化柱基部が剥落等の損傷を受けた『柱損傷』タイプ、電化柱が軌道側に傾斜する『傾斜』タイプとさまざま（図—1）であった。

電化柱の基礎種別は、円筒の穴を有する RC 造の電柱基礎に電化柱を投げ込み、電化柱の周りを砂で間詰めした『投げ込み式（砂詰め）』、電化柱の周りをモルタルで間詰めした『投げ込み式（モルタル）』、電化柱下端に底板を配置しアンカーで固定した『アンカー式』の 3 つの種別に分類される。損傷傾向としては投げ込み式（砂詰め）構造が『傾斜』傾向にあるのに対し、投げ込み式（モルタル）構造やアンカー式構造では、『折損』傾向にあった。

3. 電化柱の応急復旧方法

材料手配の懸念等から、損傷程度の小さい電化柱については、再利用することで早期復旧を目指した。

再利用にあたり以下のような検討を重ね、復旧（施工）方法を確立した。

(1) 電化柱の再利用①→傾斜直しの検討（砂詰め）

損傷を受けた電化柱の大半が『傾斜』という損傷状況であったため、投げ込み式（砂詰め）構造に対し、砂詰めの埋め込み長（水平バネの評価）をパラメータとした骨組解析モデルを設定し、荷重による変位量（傾斜の戻り量）を確認することにより、傾斜復旧の施工性を検討した。

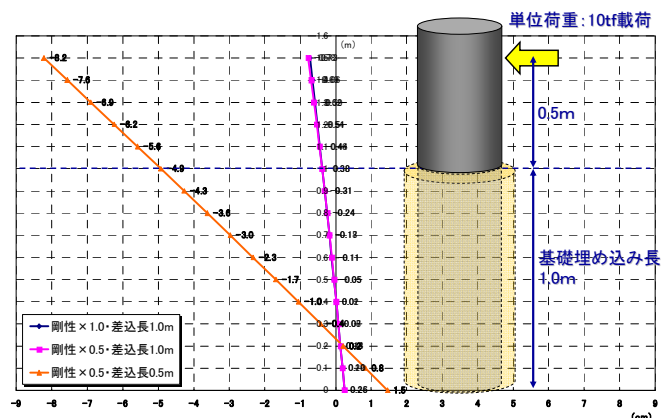
結果、標準的な支持状態である埋め込み長 1.0m と比較し、半分の 0.5m では、単位荷重（10 t f）による変位量が大きく違うことを確認できた（図—2）。つまり、砂詰めした砂を掻き出すことで、容易に電化柱の傾斜直しが可能であることを確認した。

(2) 電化柱の再利用②→曲げ耐力の検討（柱損傷）

柱基部等に軽微な損傷を受けた柱基部の曲げ耐力の検討を行った。結果、既存電化柱の中空断面が保有する曲げ耐力と比較し、中実断面にすることでか



図—1 電化柱の損傷状況



図—2 傾斜直しの検討（砂詰め基礎）結果

キーワード 東日本大震災、電化柱、応急復旧

連絡先 〒980-8580 宮城県仙台市青葉区五橋 1-1-1 TEL022-266-3713

表-1 曲げ耐力の検討(柱損傷)結果

検討断面	鋼材	コンクリート強度 (N/mm ²)	終局耐力Mu (KN・m)	比較
 外径400 内径240 肉厚80 標準 15-40-N20B	2股 T.W.(内側) φφ-30本 N.T.W.(外側) φφ-30本	50	417.3 My>Mu	1.00
 中実断面	2股 T.W.(内側) φφ-30本 N.T.W.(外側) φφ-30本	50	441.3 My>Mu	1.06
 中実断面 かぶりなし	2股 T.W.(内側) φφ-30本 N.T.W.(外側) φφ-30本	50	422.7 My>Mu	1.01

※安全係数はすべて1.0



図-3 復旧ステップ図の一例

ぶりなしでも既存電化柱と同等以上の曲げ耐力を確保できることが確認(表-1)できた。

(3) 復旧方法の確立

上記(1)、(2)の検討を踏まえて、『傾斜』と『柱損傷』の復旧方法を策定した。作業にあたり電気、土木といった各系統の専門分野に特化した形で分担し、一連の作業を分断することのないように施工ステップ図を作成し、早期の復旧を目指した。一例として、図-3に鋼線が露出している場合の施工ステップ図を示し、下記にその内容を記す。

【鋼線が露出している場合】

- ① 浮いたコンクリートをハツリ落とし、帯鉄筋(D13ctc100mm)を配置後、損傷箇所をポリマーセメントモルタルで修復する。
- ② 電化柱の側面において、基礎天端から約400mmの高さに注入孔を設置し、中空部へ無収縮モルタルを注入し、中実断面とする。

(4) 特殊箇所(ストラクチャー部)の復旧方法の確立

変電所等においては、鋼材によるビーム部とコンクリート製の電化柱部を井桁に組んだストラクチャーといわれる箇所がある。この箇所において、鋼材とコンクリート柱の接合部が地震動による交番変位を受けて損傷が生じた(図-4)。電化柱交換による復旧では、大幅に工程が延びることになるため、図-5に記す復旧方法を確立し、早期復旧に努めた。



図-4 特殊箇所(ストラクチャー部)の損傷状況

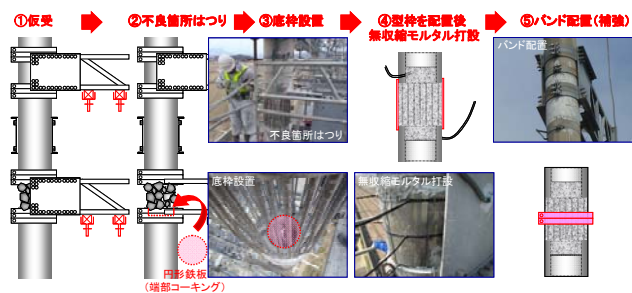


図-5 特殊箇所(ストラクチャー部)の復旧ステップ図

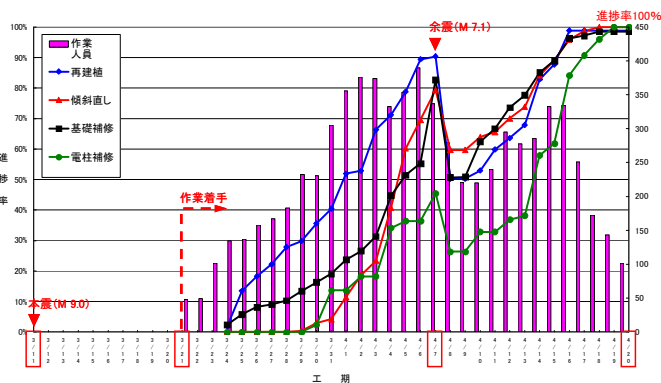


図-6 電化柱補修工事進捗状況(工程)

4. おわりに

3月11日の本震(M9.0)発生の翌日から調査を開始し、調査方法や復旧方法を練り、3月21日から応急工事に着手した。4月7日に発生した余震(M7.1)の影響を受けながらも、4月20日には全ての電化柱補修工事を完遂することができた(図-6)。補修完了に至るまでの所用日数と電化柱本数は、

- ・ 本震発生から余震まで：16日間でのべ700本(基礎補修含む)
- ・ 余震発生から完了まで：13日間でのべ422本(再調査・基礎補修含む)

であった。電化柱の復旧終了後、架線調整や加圧試験等を行い、本震が発生した3月11日から49日後の4月29日に、東京から新青森まで東北新幹線を全線開通できた。

今後は電化柱の耐震補強工事等を進め、東北新幹線における耐震性の向上に努めていく。