

鉄道高架上における PC 電化柱の耐震補強に関する冬季養生方法の開発と施工

東鉄工業（株）正会員○草野 英明

東鉄工業（株）正会員小林 昂樹

1. はじめに

鉄道高架橋上に建植されたPC 電化柱は、2011 年に発生した東北地方太平洋沖地震により折損、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 電化柱を高靱性化することにより、地震の被害を最小限にする耐震補強工法を図-1 のとおり開発し、PC 電化柱の耐震補強を進めてきたが、冬季養生方法についての具体的な記述がなかったため、冬季の施工に制約が生じている現状があった。

2. 開発条件

現行の施工マニュアルでは、外気温の下限值が設定されていなかったことと、具体的な養生方法についての記述がなかったことから、この 2 点について実構造物における実験を行い、冬季における養生方法を確立することとした。実験を行うにあたり、下限値の設定と新幹線高架橋柵内特有の条件を考慮する必要があることから、開発に必要な条件を以下の通り設定した。

- ① 仙台以南の最低気温を考慮して外気温の下限値は-5.0℃に設定(養生期間は 3 日間)
- ② 高架橋上においては電源の確保が難しいため、「無電源」の養生方法
- ③ 養生材近傍を新幹線が高速で通過するため「飛散対策」を考慮

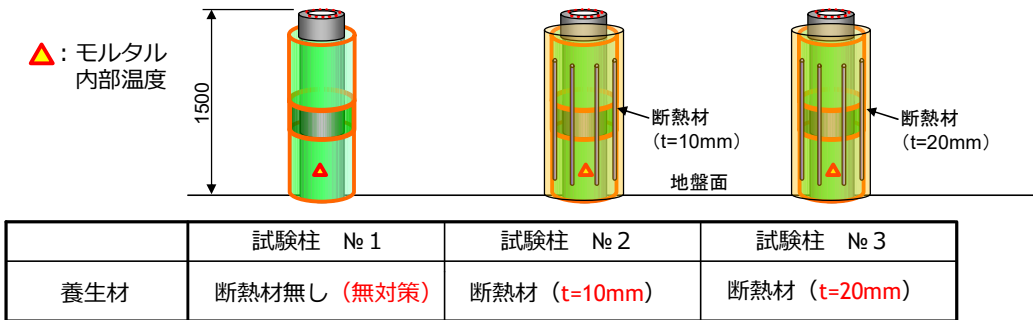


図ー1 耐震補強電化柱

3. 実験概要

実験は温度設定が可能な大型環境実験室にて行い、室内の温度は 3 日間(72 時間)連続で気温-5.0℃、湿度は 50%の環境を設定した。実験フローとしては、①室内温度-5.0℃に設定②試験体内に超速硬無収縮モルタルを打設③72 時間-5.0℃を維持④養生材撤去⑤圧縮強度確認の手順で実施することとした。

各試験体に使用する養生材(断熱材)の材質は、一般的なポリエチレンフォームとし、厚さによる性能を確認するため図-2 に示すとおり「無対策」、「10mm」、「20mm」で比較をすることとした。また、断熱材はスポンジ状のため、そのまま鋼管ユニットの外周に設置すると列車等の風圧で飛散することが懸念されたことから、1.2mm の円形鋼板にて断熱材を覆う構造とした。なお、各試験体において、「超速硬無収縮モルタル内部温度」、「外気温」が計測できる温度センサーを設置し、データロガーにより計測を実施した。



図ー2 各種試験体概要

3ー1. 実験結果(温度履歴)

各試験体における実験結果を考察すると、図-3、図-4 に示すとおり、打設直後は超速硬無収縮モルタル(以下、モルタル)の練り上がり温度の状態を保持しているが、室内気温まで低下した鋼管ユニット温度の影響によりモルタル温度は降下する。その後、数 10 分程度経過した後より、モルタルの自己発熱によりモルタル内部の温度が急激に上昇して

キーワード 鉄道 耐震補強 PC 電化柱 冬季養生

連絡先 〒160-8589 東京都新宿区信濃町 34 東鉄工業（株）土木エンジニアリング部 TEL 03-5369-7621

いく中で、モルタルの最高温度を見ると、断熱材の有無及び厚さにより明確な違いが確認された。また、最高温度到達以降は室内温度の影響によりモルタル温度が下降していくが、これらについても断熱材の有無及び厚さにより下降速度の違いが見られ、「無対策」の試験体においては、打設後 16 時間程度でモルタル内部の温度が 0℃を下回る結果となり、「10mm」、「20mm」については 72 時間経過後でも 0℃を上回ることが確認された。

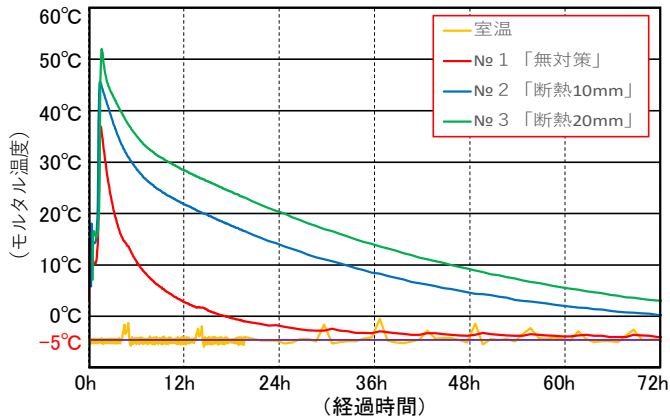


図-3 モルタル温度履歴

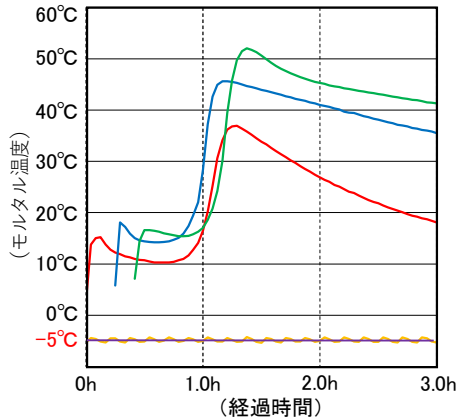


図-4 モルタル温度履歴（初期拡大）

3-2. 実験結果(圧縮強度)

実験終了直後、それぞれの試験体より硬化後の超速硬無収縮モルタルをコア削孔機により削孔して、円柱状の試料を採取し圧縮強度試験を実施した。その結果、表-1 に示す通り全ての試験体において、所定の強度(40N/mm²)を満足していることが確認された。なお、「無対策」の試験体においても所定の強度を満足していることが確認できたが、養生期間中の急激な天候の変化により、-5.0℃を下回ることも想定されたため、品質管理上の観点から「断熱材 10mm」にて養生を行うこととした。

表-1 圧縮強度試験結果 (N/mm²)

材令 試験体	4日	7日	28日
No.1	31.6	64.3	74.0
No.2	34.2	60.1	69.3
No.3	34.5	56.9	66.1

4. 施工マニュアル改訂

以上の結果を元に、東日本旅客鉄道(株)と打ち合わせを行った結果、今期の施工について表-2 に示す通り了承され、今後、同内容で施工マニュアルの改訂が予定されている。

表-2 施工マニュアル比較表

	改訂前	改訂後
養生実施条件	施工時及び施工後3日間の外気温が0℃を下回ると想定される場合	施工時及び施工後3日間の外気温が0℃～-5.0℃と想定される場合
養生方法	打設後3日間は保温養生を行う	打設後3日間、モルタル温度を0℃以上確保できる保温養生を実施
施工中止条件	なし	施工時及び施工後3日間の外気温が-5.0℃を下回ると想定される場合

5. 実施工試験

実験により確認した断熱材及び鋼板を用いて、実際の現場で施工試験を実施した。なお、飛散防止鋼板については、半円形に加工した鋼板を蝶番とボルトで鋼管ユニット外周に設置できる構造とした。以下に施工状況写真を示す。



<断熱材>



<養生鋼板 (展開状況)>



<施工状況>



<養生鋼板設置完了>

6. おわりに

今回、PC 電化柱耐震補強の冬季養生における課題に対して実物大試験および実施工試験を実施し、外気温が-5.0℃までであれば所定の品質と安全が確保できる養生方法が確立できた。本報告が PC 電化柱耐震補強工事の冬季養生において、一助になれば幸いである。