

低温環境下のモルタル発現強度に関する一考察

東日本旅客鉄道（株）東北工事事務所正会員○湊 卓也

東日本旅客鉄道（株）東北工事事務所フェロー会員大庭 光商

1. はじめに

東日本大震災は、東北地区に甚大な被害を及ぼした。鉄道施設においては、特に新幹線電化柱の被害数が膨大であり、応急・復旧工事では他構造物に比べて多くの時間を要した。このため、電化柱の耐震性能の向上を図るため、電化柱基部の耐震補強工法を検討した。しかしながら、鋼板と電化柱の隙間へ充填するモルタルの施工が冬季に及ぶことが考えられ、低温環境下におけるモルタルの品質確保が課題となった。本文では、低温環境下におけるプレミックスタイプの無収縮モルタルについて試験を行ったので報告する。

2. 電化柱耐震補強概要

電化柱の耐震補強概要を図-1に示す。既存PC電化柱のPC鋼材を切断した後、必要量の軸方向鉄筋を配置し、外側に鋼板巻き立てを行うものである。

本補強工法において、既存電化柱と鋼板の隙間にはモルタル充填を行うが、50mm程度の隙間に冬季間に充填する場合、材齢初期において低温化にさらされ凍結することが予想される。

本工事は新幹線高架橋上であり、加熱養生等が困難となる。そこで、本試験では-10℃の環境下において、材料試験および模擬体試験を実施し、モルタルの温度履歴および強度発現等について検討した。

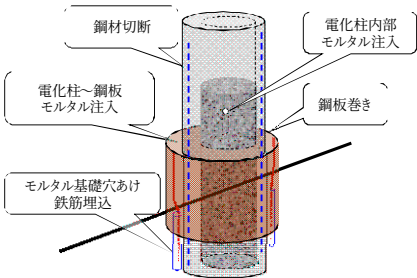


図-1 電化柱耐震補強概要

3. 試験概要

実験変数を表-1に示す。材料試験は、冬期間内での要求性能を満足することができる材料を選定する上での基礎資料を収集することを目的として行った。使用材料は、プレミックスタイプのうち、汎用性の高い2種類の材料(A,B)を使用した。流動性試験、フロー試験、ブリーディング試験等をJISに準拠して行った。圧縮強度試験は、φ25×50mmおよびφ75×50mmの供試体を作製し、圧縮強度試験実施材齢まで脱型せずに-10℃の環境下の恒温室内に静置した後に実施した。なお、本検討における圧縮強度の目標値は材齢3時間で8N/mm²とした。模擬体試験は、材料試験の結果を基に、主に電化柱と同一工法の供試体を作成して施工（流動）性の確認等を寒冷地で行った。

4. 材料試験結果

(1) 材料試験①

材料試験①のうち、供試体寸法のうち最も小さなφ25において練上り温度を5℃としたモルタルの温度履歴と圧縮強度の関係を図-2に示す。温度履歴は、充填後温度が低下しているが、約10分後に温度の上昇が認め

表-1 実験変数

上: 供試体等 下: 練上り温度		φ25		φ75		φ50		模擬体	
		5℃	15℃	5℃	15℃	5℃	10℃	10℃	20℃
試験内容									
材料試験① (恒温室)	材料A	●	●	●	●				
材料試験① (恒温室)	材料B	●	●	●	●				
材料試験② (恒温室)	材料A'	●	●	●	●				
材料試験② (恒温室)	材料B'	●	●	●	●				
模擬体試験 (屋外)	材料A'					●	●	●	●

キーワード 低温環境, モルタル, 強度発現

連絡先 〒980-8580 仙台市青葉区五橋一丁目1番1号 東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 TEL.022-266-3713

られた。この時点から、モルタル水和反応が始まったものと思われる。その後、養生温度の影響を受けて時間経過とともに温度が低下している。圧縮強度は、幾分発現しているものの、目標値に達していない。材齢 1h 後の脱型状況を図-3 に示す。モルタルは触手すると融解したことから凍結したと考えられる。

(2) 材料試験②

材料試験①の結果を踏まえて、より初期硬化性の高い材料により材料試験②を実施した。供試体寸法のうち最も小さなφ25においてモルタルの練上り温度5℃と15℃とした場合の温度履歴と圧縮強度の関係を図-4 に示す。温度履歴は、材料試験①と同様の傾向を示している。圧縮強度は練上り温度に関わらず、材齢の進行とともに増加が確認出来たが、練上り温度 15℃において目標強度を満足することが確認できた。よって本材料を実施工で使用することを想定し、模擬体試験でもそれを使用した。

5. 模擬体試験結果

実施工では、電化柱背面に高欄があり、モルタル充填は前面部からに限定される。このため、模擬体試験では実構造物と同様にモルタル充填を一箇所から行ったが、流動性が良好で未充填箇所がないことが確認出来た(図-5)。また図-6 に供試体φ50 においてモルタルの練上り温度が 5℃の温度履歴と圧縮強度の関係を示す。温度履歴は、材料試験①と違い、供試体径が大きいことと養生温度が高いことが起因し、充填後間もなく温度上昇を始め、約 1 時間後をピークに徐々に温度が低下し始めた。なお、圧縮強度は材齢 3h において 23N/mm² 程度となり、要求性能を大きく上回ることが確認できた。

6. 積算温度と圧縮強度

今回の試験結果について材齢 6 時間までの積算温度と圧縮強度の関係を図-7 に示す。材齢 6 時間までの範囲において積算温度と圧縮強度には直線的な関係がある。図中に積算温度と圧縮強度の回帰式を併記するが、積算温度を用いることで、圧縮強度の管理は可能と思われる。

7. 結論

今回の検討内容より、初期硬化性の高いプレミックスモルタルは、-10℃の低温環境下において凍結しないことが判明した。また、供試体φ25 の場合、練上り温度 15℃では-10℃の低温化において、材齢 3h で 8N/mm² の圧縮強度が得られる。更に、材齢 6h までにおいて、積算温度と圧縮強度の関係は直線的な関係にあることが判明し、積算温度から圧縮強度の管理が可能であることが分かった。

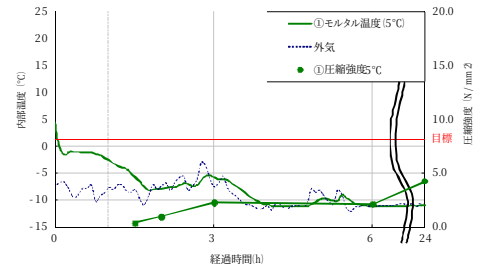


図-2 材料試験①の温度履歴と圧縮強度



図-3 材齢 1h 後の脱型状況

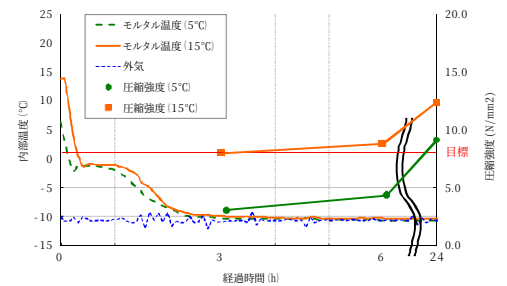


図-4 材料試験②の温度履歴と圧縮強度



図-5 脱型後と割裂試験後の様子

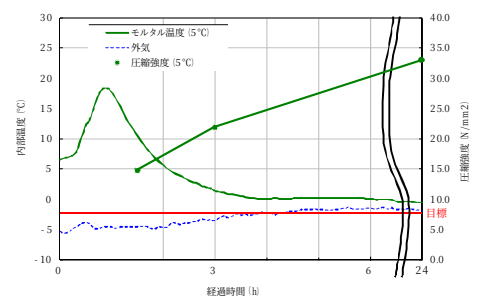


図-6 模擬体試験の温度履歴と圧縮強度

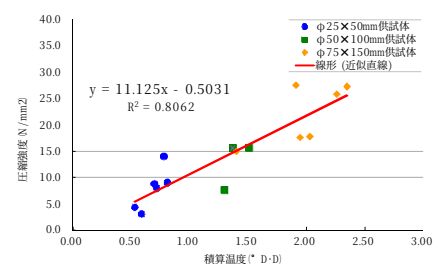


図-7 積算温度と圧縮強度