

養生温度を変化させた膨張材混入モルタルの初期膨張性能評価

苫小牧工業高等専門学校 正会員 ○土門 寛幸
 苫小牧工業高等専門学校 正会員 渡辺 暁央

1. はじめに

膨張材は拘束を受ける部材における収縮ひび割れの発生を防止することを目的に使用される。北海道開発局発注案件の橋梁では壁高欄・地覆に膨張材を使用することを必須とするなど、膨張材は収縮ひび割れが発生しやすい部位に広く適用させるようになってきている。一方で、膨張材を使用しても収縮ひび割れが発生しているケースや、原因は特定されていないものの早期劣化を発生させるケースもある。膨張材使用コンクリートのひび割れ発生の原因として検討しなければならないことの一つに、コンクリートの収縮を補填する膨張を与えているのかを適切に評価することが求められると考えられる。

特に橋梁の高欄交換にともなう地覆打ち替え工事のような補修・補強工事では、発注時期を要因とした冬季施工が行われることが多く、北海道のような寒冷地では必然的に寒中コンクリートとして発注される。寒中コンクリートの養生期間は初期凍害防止に必要な圧縮強度の標準が設定されているが、圧縮強度以外の要件については明確な規定はない。寒中コンクリートとしたときの膨張材の影響について検討した事例はほとんど認められず、想定している性能を発揮しているかを評価することが重要と考える。

本研究では、養生温度に焦点を当てて、初期の養生温度が膨張材の膨張率に及ぼす影響を明らかにすることを目的としている。膨張率の測定は、ASTM C1698 に準じたコルゲートチューブ法による長さ変化試験を実施し、打設直後から材齢 7 日までの長さ変化率を測定し、膨張率を評価した。

2. 実験方法

(1) 使用材料および配合

普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm³）およびセメント強さ試験用標準砂を使用した。膨張材は、一般工事の 20kg/m³ 添加用の製品であり、エトリングイト系膨張材の D 社製および石灰系膨張材の T 社製を使用した。JIS R5201 に従い、水/セメント比が 0.5、セメント/骨材比が 3.0 の標準モルタルに対して、膨張材をセメント質量の 10% 置換した配合とした。

(2) 圧縮強度試験

直径 50mm、高さ 100mm の軽量型枠にモルタルを打設して、ビニルシートで密閉を行い、型枠のまま密閉養生を行った。養生温度は、5、10、20 および 30℃とした。材齢 7 日にて脱型を行い、端面研磨を行った後、圧縮強度試験を実施した。なお、供試体数は 3 本である。

(3) 長さ変化試験

モルタルの練り混ぜ直後から材齢 7 日までの自由膨張量を計測する手法として、ASTM C1698 に準じたモルタルの長さ変化試験（図-1）を実施した。直径約 30mm、長さ約 425 mm のポリエチレン製コルゲートチューブを振動台の上に鉛直に設置し、振動を加えながらモルタルを上部から注ぎ込んだ。その後、コルゲートチューブにテフロン製の栓をして長さ変化測定用の供試体とし、恒温槽で 30° の角度に固定した台に設置した。レーザー変位計とデータロガーを用いて、10 分おきに長さ変化の測定を行った。恒温槽の温度は、5、10、20 および 30℃とした。



図-1 長さ変化試験装置

キーワード 膨張材, 養生温度, ASTM C1698, 膨張率

連絡先 〒059-1275 北海道苫小牧市字錦岡 443 番地 苫小牧工業高等専門技術教育支援センター TEL0144-67-8027

3. 実験結果および考察

(1) 圧縮強度

図-2は材齢7日における圧縮強度試験の結果を示したものである。メーカーの相違による圧縮強度の違いはほとんど認められず、養生温度5℃で27~30N/mm²であり、温度が高くなるにつれて圧縮強度も増加し、養生温度30℃で45N/mm²程度である。

(2) 膨張率評価

図-3は打設直後から材齢7日までの長さ変化試験の結果である。打設直後からの収縮はセメントの水和反応による収縮であり、収縮の終了は凝結したことを示している¹⁾。膨張材が混入されていない場合は、初期の収縮が終了した後の長さ変化は発生しない(ただし、低水セメント比において自己収縮が発生する時を除く)¹⁾。メーカーの相違により初期の収縮形態が若干異なるものの、養生温度が低い場合は収縮が大きく、その後の膨張は少ない。逆に養生温度が高い場合は、初期の収縮が少なく、その後の膨張が大きい。

図-4は初期の収縮が終了した時点、すなわち凝結時を基準とした膨張率の変化を示したものである。養生温度が高いほど膨張率が高いことがわかる。また、コルゲートチューブという密閉空間における反応では、材齢7日までに膨張が収束する傾向が認められ、これ以上養生日数を増加させても膨張率の増加が期待できないと推察される。膨張材Dは膨張材Tより若干膨張率が大きいようである。

図-5は材齢7日の膨張率と養生温度の関係を示したものである。メーカーの相違により若干の違いはあるが、養生温度が高くなると膨張率は比例的に増加している。収縮ひび割れを防止するのに適切な膨張率が標準養生である20℃に設定されていると仮定すると、それより低温の養生では所定の膨張を与えることが困難であるといえる。養生における水分の供給方法によっても膨張性能は変化するが、所定の膨張を与えるためには養生温度が重要であることを示しているといえる。すなわち、圧縮強度のようにマチュリティの概念が通用しない可能性があり、今後の検討課題といえる。

4. まとめ

- (1) 膨張材による膨張率は温度依存性であり、密閉環境では材齢7日までに膨張挙動が収束する。
- (2) 材齢7日の膨張率と養生温度は比例関係を有する。

参考文献

- 1) 渡辺暁央, 近藤崇, 廣川一巳: 水セメント比が異なるセメントペーストのフレッシュ時の収縮現象に関する検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.37, No.1, pp.547-552, 2015

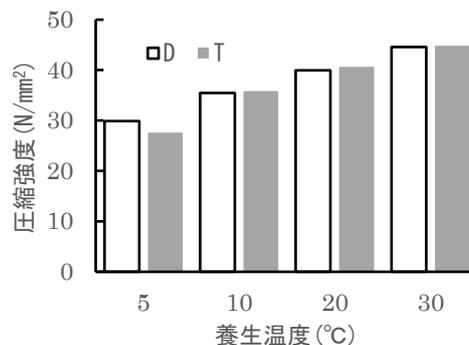


図-2 圧縮強度(材齢7日)

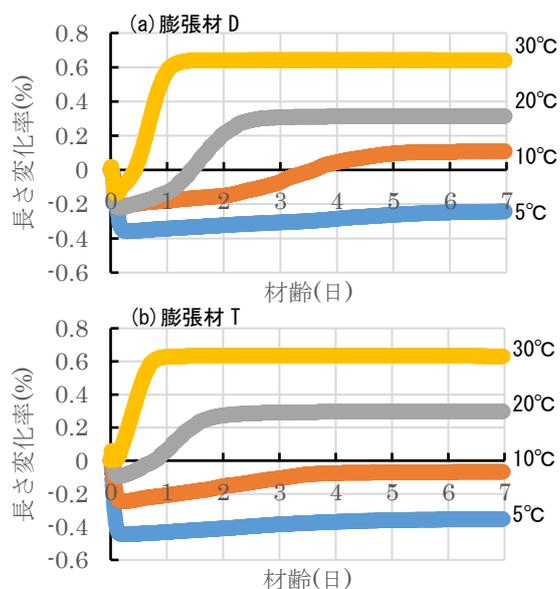


図-3 長さ変化試験の結果

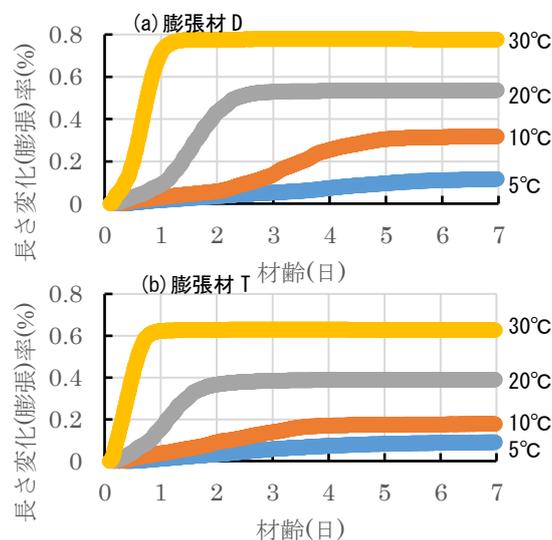


図-4 凝結時からの膨張率

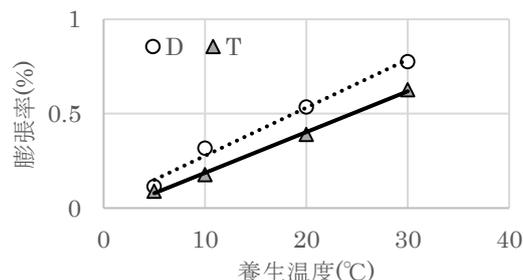


図-5 材齢7日の膨張率と養生温度