

路面凍結抑制用蓄熱コンクリートの配合検討

(株) 横河ブリッジ 正会員 ○西野 崇史, 正会員 井口 進
正会員 春日井俊博, 正会員 佐々木保隆

1. はじめに

橋梁の路面は、冬期、外気温が零下になる状況においては、一般土工部の路面と比較して路面凍結開始時期が早いため、走行車両のスリップ事故などの原因となることが多い。特に、鋼床版橋梁では、一般土工部の路面より1～2時間早く路面凍結を開始している。そこで、著者らはこうした問題点を解決する方法の一つとして、蓄熱材の融解潜熱量（相変化に使用される熱量）を利用した蓄熱材入りマイクロカプセル（以下、MCと呼ぶ）を混入したコンクリート（以下、MCコンクリートと呼ぶ）を合成床版や鋼床版上舗装に適用し、橋梁路面の見かけの熱容量を大きくすることを考え、長野県松本市と北海道苫小牧市にて実地試験を実施し、MCコンクリートを施工することで路面凍結が抑制されることを確認した¹⁾。本報では、実地試験に引き続いてMCコンクリートが効率良く凍結抑制できるMC混入率や、MCコンクリートを合成床版や鋼床版上舗装として適用するために要求される強度やワーカビリティの確保が可能な配合検討を行ったので、ここに報告する。

2. 使用材料

本検討で使用した材料を表-1に示す。

表-1 MCコンクリート供試体に使用した材料

使用材料	記号	備考
セメント	C	普通ポルトランドセメント 密度:3.16g/cm ³
細骨材	S	静岡県小笠産 陸砂 密度:2.62g/cm ³
粗骨材	G	茨城県岩瀬産 碎石 密度:2.64g/cm ³
AE減水剤	Ad1	ポゾリスNo.70 標準形
高性能AE減水剤	Ad2	レオビルドSP8LS 標準形
MC	MC	蓄熱材入りマイクロカプセル 密度:0.84g/cm ³

3. 温度履歴計測試験結果

供試体（寸法：100mm×100mm×200mm）は、MCの混入量がMCコンクリートの蓄熱性能に与える影響を知るために、MC混入率を0、5、10、15、20vol%と変化させた全5配合で製作した（表-2参照）。MCは細骨材と容積で置換した。供試体の中心部に熱電対を設置し、硬化後、28日間20℃水中養生を行い、供試体の周囲を断熱材で覆い温度履歴計測を実施した。なお、温度計測は1時間毎に行った。試験結果を図-1に示す。図より、MC混入率によって蓄熱性能に差があることがわかる。MC混入率0vol%（MC-0）と比較して、MC混入率5vol%（MC-5）では凍結開始時期（コンクリート温度が零下になる時点）は1時間遅れ、最低温度は1.1℃上昇、MC混入率10vol%（MC-10）では凍結開始時期は1.5時間程度遅れ、最低温度は2.3℃上昇、MC混入率15、20vol%（MC-15、20）では両者の温度履歴に差はなく、凍結開始時期は2時間遅れ、最低温度は3.7℃上昇した。また、2サイクル目の温度履歴計測結果では、MC混入の有無による違いがほとんどなく、蓄熱性能が現れていない。これは、本検討で使用している蓄熱材が温度下降時には2℃付近で、温度上昇時には5℃付近で潜熱効果を発揮するため、コンクリート温度が5℃に達していな

表-2 MCコンクリート供試体配合表

供試体名	水セメント比 W/C (%)	MC混入率 (vol%)	単位量 (kg/m ³)						
			W	C	S	G	MC	Ad1	Ad2
MC-0	50	0	200	401	1019	742	0	1.00	-
MC-5	50	5	200	401	888	742	42	1.00	-
MC-10	50	10	200	401	757	742	84	-	1.00
MC-15	50	15	200	401	626	742	126	-	3.00
MC-20	50	20	200	401	495	742	168	-	8.00

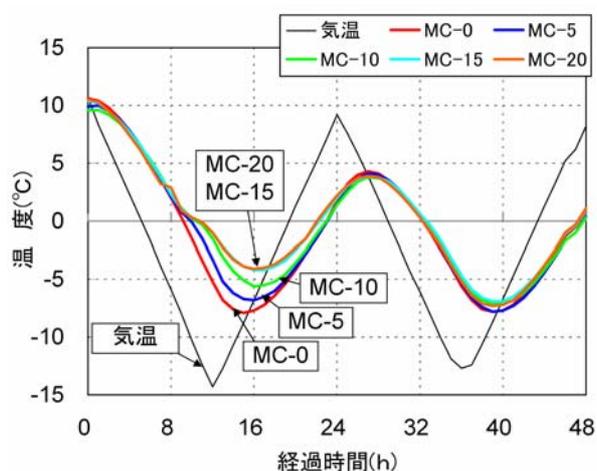


図-1 温度履歴計測試験結果(その1)

Keyword: 凍結抑制, 蓄熱コンクリート, マイクロカプセル

連絡先: 〒273-0026 千葉県船橋市山野町 27 番地 (横河テクノビル) (株) 横河ブリッジ TEL047-435-6161

い2サイクル目では蓄熱性能が現れなかったと考えられる。そこで、与える温度履歴を北海道苫小牧市の実地試験で計測したモデルに変更し、再度、温度履歴計測試験を実施した。供試体はMC混入率0 vol%とMC混入率 7.5vol%で実施した。なお、温度計測は30分毎に行った。試験結果を図-2に示す。図より、温度履歴サイクル1回目および2回目ともに蓄熱性能が発揮された。MC混入率0 vol%と比較して、MC混入率7.5vol%では凍結開始時期は1.5時間遅れ、最低温度は1.8°C上昇した。

以上の温度履歴計測試験結果より、適切なMC混入率範囲は5～15vol%だと考えられる。

4. 凍結融解試験結果

MC混入率0, 7.5vol%の2供試体（寸法：100mm×100mm×400mm）で凍結融解試験を実施した（JIS A 1148）。凍結融解サイクル数と相対動弾性係数の関係を図-3に示す。図より、いずれの供試体も相対動弾性係数の下限値である60%を上回ることがわかった。これより、MCの混入がコンクリートの凍結融解性能に影響しないことがわかった。

5. 材料試験結果

MCの混入量がMCコンクリートのワーカビリティと強度に与える影響を知るために、MC混入率を0, 5, 10, 15, 20vol%と変化させた供試体を製作し、それぞれのスランプ試験（JIS A 1101）と圧縮強度試験（JIS A 1108）を実施した。供試体の配合は、温度履歴計測試験と同じである（表-2参照）。

MC混入率とスランプの関係を図-4にMC混入率と圧縮強度（材齢28日）の関係を図-5（図中○）にそれぞれ

示す。図よりMC混入率の増加にともない、スランプおよび圧縮強度は減少する傾向を示すことがわかる。減少率はMC混入率が5%増加するとスランプは約25%、圧縮強度は約20%減少している。したがって、実施工を想定した一般的な要求性能である目標スランプ8.0cmおよび設計基準強度30MPaを満たすMCコンクリートのMC混入率範囲は10vol%以下だと考えられる。

しかし、水セメント比 W/C を 42.5, 35%に変えた配合で別途材料試験を実施した結果（図-5中●：W/C=42.5, ■：W/C=35%）より、水セメント比を変えることでMCコンクリート強度を任意に設定できることがわかった。したがって、要求性能とMC混入量（MC混入率範囲5～15vol%）によってベースコンクリートの配合を決定することで、要求性能を満足するMCコンクリートの製作が可能であることがわかった。

6. まとめ

本検討より、実施工時は、まず施工場所の環境条件（主に気温）に応じてMC混入率を5～15vol%の範囲で設定し、MCの混入率に対して、要求性能を満足するMCコンクリートの配合を決定することが可能であることがわかった。

【参考文献】

- 1) 井口ら：蓄熱コンクリートを用いた鋼床版路面の凍結抑制に関する基礎的研究，土木学会第58回年次学術講演会講演集，CS6-027, pp. 205-206, 2004.9

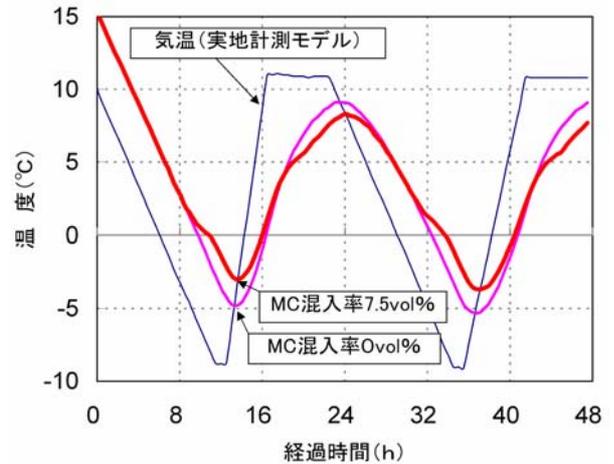


図-2 温度履歴計測試験結果(その2)

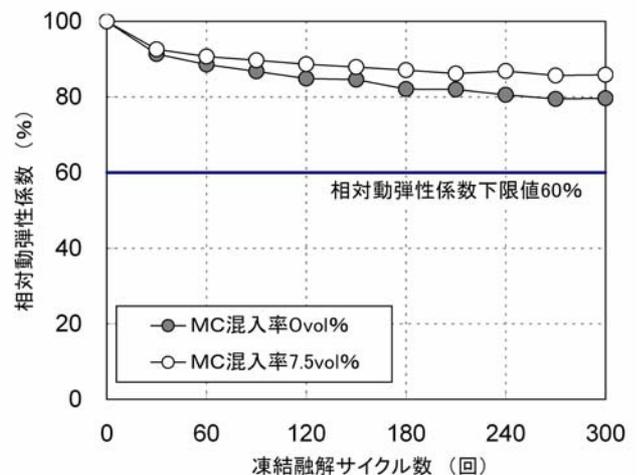


図-3 凍結融解試験結果

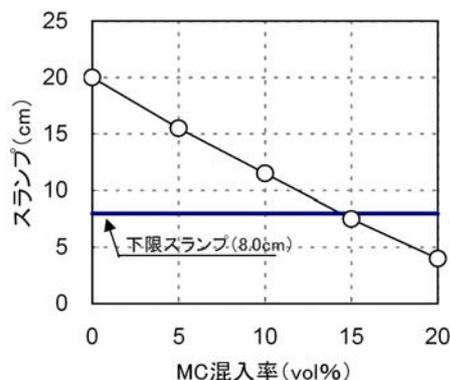


図-4 MC混入率とスランプ

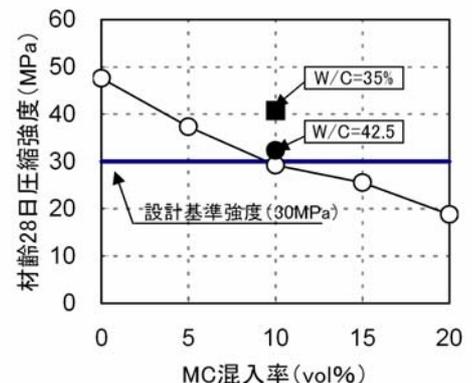


図-5 MC混入率と圧縮強度