

実物大鋼主桁上RC床版の膨張収縮挙動及び表層品質に関する検討

日本大学 学生会員 ○宮川 真和

日本大学 学生会員 三浦 優人 日本大学 落合 由宇

日本大学 正会員 子田 康弘 日本大学 正会員 岩城 一郎

1. はじめに

寒冷地では、凍結防止剤の散布により、RC床版の劣化が顕在化している。東日本大震災からの復興にともなう大規模なインフラの建設にあたっては、RC床版(床版)の長寿命化を念頭に従来の床版より耐久性の高い床版コンクリートの開発と施工が求められている。そこで本研究では、日本大学工学部構内に実際の道路橋RC床版の施工、主桁の拘束条件を再現した実物大鋼主桁上RC床版を作製し、気温変化や天候など、実際に近い暴露環境条件の下、床版の膨張収縮挙動および表層品質の評価を行ったものである。作製した床版は、材料・配合、養生、施工方法を変えた6種類の床版であり、一年間の計測により、これら进行评估するものである。

2. 実験概要

表-1に、実験条件を示す。表より、6種類の床版の特徴は、1)本実験の基準となる水セメント比(W/C)を55%、空気量を4.5%とした国交省標準仕様、2)W/Cを65%、空気量を3.0%とした低品質仕様、3)W/Cを45%とし緻密化させ、耐凍害性の観点より空気量を6.0%とし、加えて膨張材の添加によるひび割れ防止を施した高耐久仕様、4)高耐久仕様のコンクリートにフライアッシュ(FA)を加えることで更なる緻密性を向上させた最上級仕様、5)国交省標準仕様に封かん養生を3ヶ月間実施した封かん養生案、最後に6)国交省標準仕様に打込み時において機械(コンパクタ)を用いた締固めを実施し施工方法より表層の密実性を高める機械仕上げの計6体である。図-1に、本橋の全景を示す。床版形状は、長さ3500mm、幅3000mm、床版厚210mmであり、主桁間は2500mmである。床版の施工は平成26年6月に実施したもので、各床版の養生方法を表-1に示す。床版の膨張・収縮の測定は、鉄筋および床版内部の埋込みゲージにより測定した。また、主桁表面にゲージを貼付し、主桁の膨張収縮も測定した。床版温度の測定は、床版内部と外部に熱電対を設置し計測した。また、床版上下面側の湿度も合わせて測定した。これらデータは20分間隔のインターバル計測にて記録している。床版表層の品質は、トレント法による透気試験¹⁾により評価しており、材齢14日、28日、56日、91日、182日に試験を行った。また、使用コンクリートの圧縮強度試験も標準養生と現場養生それぞれで材齢7日、28日、91日、182日に試験を行った。

図-2に、材齢182日までの外気温と湿度および床版内部の温度変化を示す。図より、床版施工時の外気温度はキーワード 実物大鋼主桁, RC床版, 膨張収縮挙動, 透気性, フライアッシュ

表-1 実験条件

床版の種類		W/C (%)	空気量 (%)	養生方法
No.1	国交省標準仕様	55	4.5	湿布養生7日
No.2	低品質仕様	65	3.0	湿布養生7日
No.3	高耐久仕様(膨張材)	45	6.0	湿布養生7日
No.4	最上級仕様(膨張材+FA)	45	6.0	湿布養生7日+上面 湛水封かん養生84日
No.5	標準仕様-封かん養生案	55	4.5	湿布養生7日+上面 湛水封かん養生84日
No.6	標準仕様-機械仕上げ案	55	4.5	湿布養生7日



図-1 実物大橋梁全景

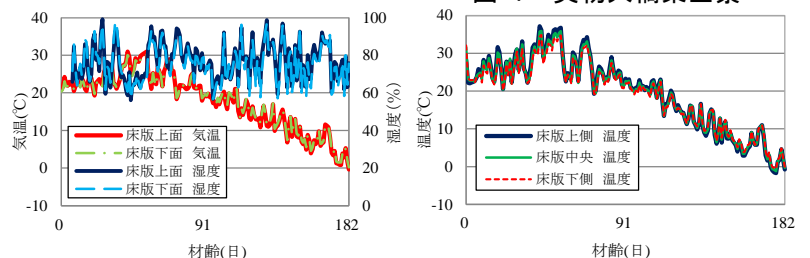


図-2 外気温と湿度、床版内部の温度変化(材齢182日)

3. 実験結果及び考察

図-2に、材齢182日までの外気温と湿度および床版内部の温度変化を示す。図より、床版施工時の外気温度は最

高28℃程度になる状況であった。それから約6ヶ月の間に床版上面は最高温度46.4℃に達し、上下面の温度差は最大14.0℃の時もあった。材齢182日経過した現在は外気温度が0℃程度で床版内部も外気に追従している。図-3に、現場養生による圧縮強度の発現状況を示す。図より、最上級仕様は、材齢182日で64.1MPaとFAの効果が強度発現からもわかる。高耐久仕様は47.1MPaであり、その他は40MPa前後の強度であった。封かん養生はW/C=55%の中では最も圧縮強度が高く、封かん養生による保湿効果が要因と考えられた。図-4に、床版上側と下側に設置した埋込ゲージによる膨張収縮挙動を示した。図より、床版上側の方が下側より膨張収縮挙動の違いが明確であり、日照や降雨の影響を受ける面より差異が表れたと考えられる。上側の収縮量が大きい床版は低品質仕様の約-150μであり、次いでW/C=55%の標準と機械仕上げ、封かんは-80μと収縮量がW/C=55%の中では小さく養生の効果と考えられる。これに対して、膨張材を混和した2種類の床版はどちらも膨張側にありひび割れが発生しにくい状態にある。図-5に、透気試験の結果として材齢91日と材齢182日の結果を示した。図より、材齢91日では最上級が表層品質グレード1か2であり、極めて品質の高い緻密な表層であることがわかる。他の5種類の床版はグレード3か4を示しており床版の種類による特徴は明確には見ては取れない。しかし、材齢182日に達すると抵抗値が増加しており、最上級と封かん養生がグレード2になり、機械仕上げがグレード3、高耐久がグレード3から4、国交省標準と低品質がグレード4と、表層品質に優れる床版と劣る床版が明確化し始める傾向を示した。特に、最上級は材料の組合せによる性能が発揮され、封かん養生はW/C=55%であっても丁寧な施工と養生によりコンクリートの品質が確保されることを示す特徴的な結果と考えている。

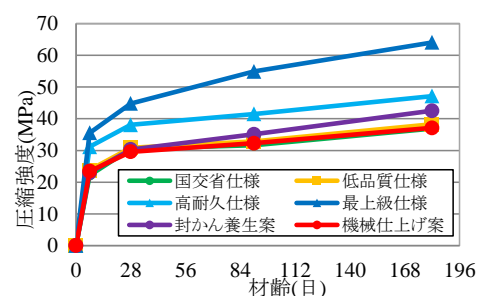
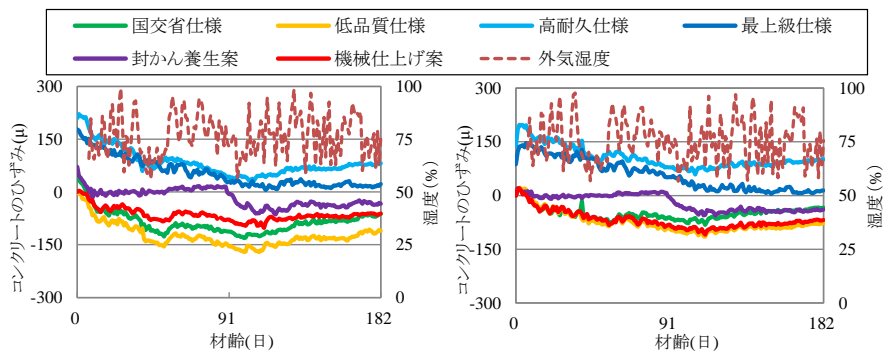


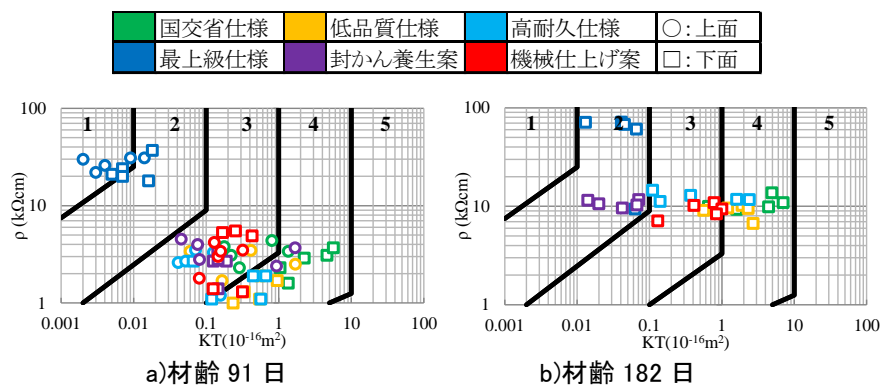
図-3 圧縮強度発現

要因と考えられた。図-4に、床版上側と下側に設置した埋込ゲージによる膨張収縮挙動を示した。図より、床版上側の方が下側より膨張収縮挙動の違いが明確であり、日照や降雨の影響を受ける面より差異が表れたと考えられる。上側の収縮量が大きい床版は低品質仕様の約-150μであり、次いでW/C=55%の標準と機械仕上げ、封かんは-80μと収縮量がW/C=55%の中では小さく養生の効果と考えられる。



a) 床版上側
b) 床版下側
図-4 床版のコンクリートひずみ(材齢182日)

これに対して、膨張材を混和した2種類の床版はどちらも膨張側にありひび割れが発生しにくい状態にある。図-5に、透気試験の結果として材齢91日と材齢182日の結果を示した。図より、材齢91日では最上級が表層品質グレード1か2であり、極めて品質の高い緻密な表層であることがわかる。他の5種類の床版はグレード3か4を示して



a) 材齢91日
b) 材齢182日
図-5 透気試験結果

おり床版の種類による特徴は明確には見ては取れない。しかし、材齢182日に達すると抵抗値が増加しており、最上級と封かん養生がグレード2になり、機械仕上げがグレード3、高耐久がグレード3から4、国交省標準と低品質がグレード4と、表層品質に優れる床版と劣る床版が明確化し始める傾向を示した。特に、最上級は材料の組合せによる性能が発揮され、封かん養生はW/C=55%であっても丁寧な施工と養生によりコンクリートの品質が確保されることを示す特徴的な結果と考えている。

4. まとめ

本研究より、材料や配合の工夫、養生方法により収縮挙動を抑制することが可能であり、床版の耐久性の向上に対して有効な手段になりうると考えられた。FAの使用は緻密性を大幅に向上させ、圧縮強度もW/Cに見合う水と反応では達成が難しい強度まで増加することがわかった。今後は、引き続き残り6ヶ月間の計測を行い、暴露試験終了後にコンクリート供試体を床版から採取し、輪荷重走行試験や耐久性試験を実施し、これらの結果をマルチスケール解析に反映させる予定である。

謝辞

本研究は一般社団法人日本橋梁建設協会、太平洋セメント、スリーエムジャパン、三井住友建設、BASFジャパンとの共同研究により行われた。ここに記して関係者に謝意を表す。

【参考文献】1) 蔵重勲・廣永道彦:透気係数の含水依存性を考慮したコンクリート表層品質の非破壊評価法の一提案, Cement Science and Concrete Technology, No.65, 2011