

実物大鋼主桁上RC床版モデルの膨張収縮挙動 及び表層品質に関する実験的検討

(株)NIPPO 正会員 ○前島 拓
太平洋セメント(株) 正会員 岸良 竜
日本大学 正会員 子田 康弘 フェロー 岩城 一郎

1. はじめに

東北地方などの寒冷地では、凍結防止剤の散布によるRC床版(以下、床版)の早期劣化が社会問題となりつつあり、各種材料劣化を受ける床版の劣化機構の解明が急務である。また、東日本大震災からの復興にあたっては、従来よりも耐久性の高いコンクリート床版の開発と実装が望まれている。当研究室では一昨年度から昨年度にかけて、「ロハスの橋プロジェクト」として、キャンパス内に実物大鋼主桁上RC床版モデルを6体作製し、暴露環境条件の下、床版の膨張収縮挙動を計測すると共に、透気試験等によりコンクリートの表層品質を評価した。その結果、フライアッシュと膨張材を使用した水セメント比45%、空気量6%の床版を3か月間封かん/湿潤養生を行うことで、極めて優れた表層品質と膨張収縮挙動を示すことが明らかとなった。そこで本研究では、上記の配合条件をベースに、混和材の種類を変更した床版3体を作製し、昨年度までと同様の検討を行った。また、材料劣化のうちアルカリシリカ反応(ASR)を取り上げ、実物大鋼主桁上RC床版においてASRを発生させ、ASRを受ける床版の劣化機構についても併せて検討した。本稿では、このうちASRを発生させた床版(以下、ASR床版)の各種計測結果について述べる。

2. 実験概要

表-1に、ASR床版の配合を示す。粗骨材に反応性骨材を使用し、ASRを促すため練混ぜ時にNaClを外割で18.9kg/m³添加した、図-1にASR床版の配筋図および各種ゲージ位置を示す。ASR床版は、長さ3500mm、幅6285mm、床版厚210mmであり、スパン長は2500mmである。床版の膨張収縮挙動は、埋込み型ひずみ計および鉄筋ゲージ、および床版上下面に設置した光ファイバセンサにより測定した。床版温度の測定は、床版内外に設置した熱電対により計測し、床版上下面の湿度も併せて測定した。これらはデータロガーを用いて60分のインターバル計測にて記録した。また、トレント法による透気試験、強制振動試験による共振周波数比の計測、およびひび割れ観察により床版の表層品質と劣化進行度を評価した。暴露期間中は、ASRを促進させるため、床版上面に液体搬送シートを貼付し、床版上面が常に湿潤状態を保つようにした。なお、圧縮強度の計測に用いる円柱供試体については、床版近傍において真水に全面浸漬させた。

3. 実験結果及び考察

図-2に、外気温と相対湿度および材齢280日までの床版内部の温度変化を示す。施工時(H27年3月)から夏季にかけては床版内部の温度は外気温度よりも7°Cほど高い値で推移していたが、冬季に入ると外気温度と床版内部の温度にほとんど差はみられなくなった。また、床版上下面の温度差はあまり見られ

表-1 コンクリートの配合

Gmax	スランブ (cm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位数(kg/m ³)				混和剤(C×%)		NaCl (kg/m ³)
					W	C	S	G	AD	AE	
20	12.0	5.7	55.0	47.0	168	305	847	977	1.0	0.001	18.9

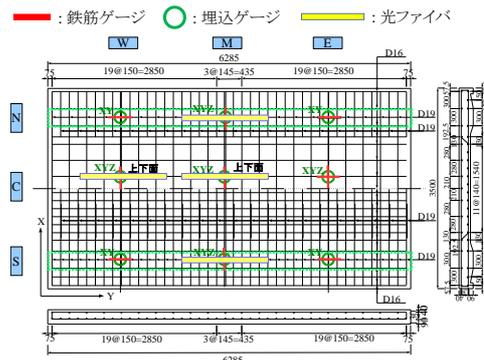


図-1 床版形状およびゲージ位置

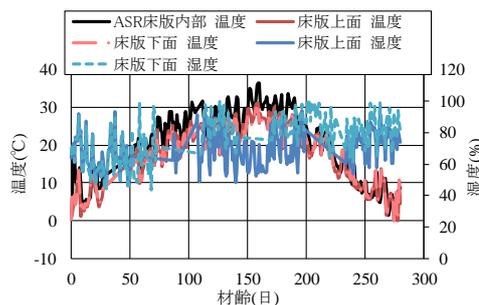


図-2 外気温湿度および床版内部温度

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

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 TEL 024-956-8721

なかった。図-3に、円柱供試体の圧縮強度とヤング率の推移を示す。図より、供試体のヤング率、圧縮強度共に材齢182日時点で低下が認められ、材齢91日以降にASRが著しく進行したもの判断された。図-4に、床版コンクリートの膨張収縮挙動を示す。図より、外気温が25℃を超えた材齢120日からコンクリートの膨張が見られ、特に鉛直方向(Z)で著しい膨張を示した。これは、主鉄筋方向(X)や配力鉄筋方向(Y)では鉄筋により膨張が拘束されるため、拘束の小さいZ方向に膨張が卓越したと考えられる。また、Z方向における膨張は主桁による拘束の影響が小さい床版中央位置で最も大きく、現在3500 μ 近くまで膨張している。図-5に、床版上下面で観察されたひび割れの発生状況を示す。図より、床版上面では床版端部で0.1mm以上のひび割れが多く見られた。これは、端部と中央では配筋量に差があり、膨張に対する拘束度が異なるためと推察される。また、床版中央位置についてもひび割れが多く発生しているが、これについては前述した床版中央における膨張が大きいことから、床版上面が凸に反るような変形が生じ、床版中央で引張応力が大きくなったためと考えられる。一方、床版下面では、X方向へのひび割れが多く見られた。これは、床版上面が凸に反るような変形をするのに対し、主桁がX方向への変形を拘束することで、Y方向に引張が生じたためと考えられる。なお、床版上下面で観察されたひび割れのほとんどは夏季に生じたものである。外気温が25℃を下回った材齢200日以降では、膨張が緩やかになると同時にひび割れの発生もあまり見られなくなった。図-6に透気試験結果を示す。図より、材齢が進むにつれ、透気係数が大きくなる傾向を示し、コンクリートの表層品質が低下していることが分かる。同様に、共振周波数比(図-7)についても材齢66日以降で大幅な低下がみられ、床版内部で劣化が進行していることが確認された。これはコンクリートの膨張挙動やひび割れの発生時期とも一致しており、床版内部においてひび割れ等の損傷が発生したためと考えられる。また、材齢191日以降は共振周波数比が一定に推移しているが、これも膨張挙動およびひび割れの発生状況と一致している。このように、ASRの反応性は温度依存性が明瞭であり、透気試験や共振周波数によりこうしたASRの進行過程を的確に評価し得ることが明らかになった。

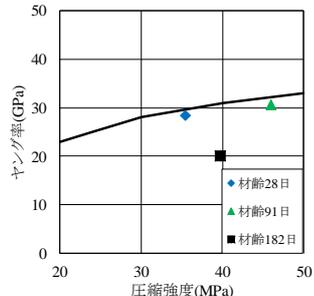


図-3 圧縮強度とヤング率

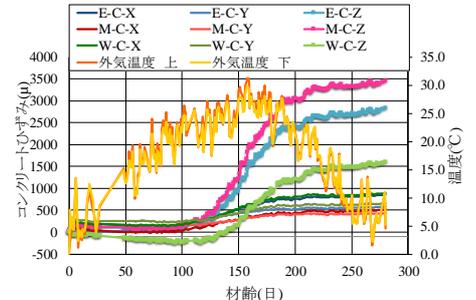


図-4 床版コンクリートのひずみ変化

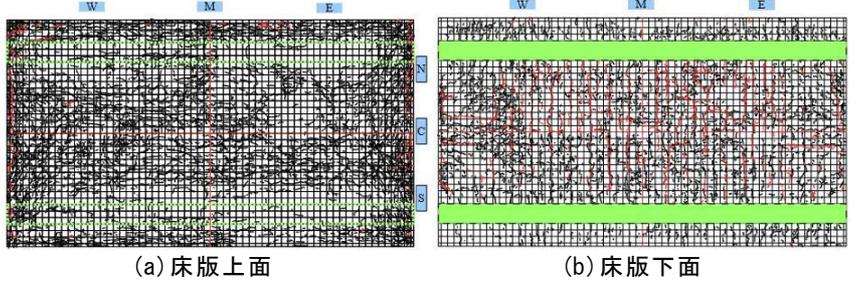


図-5 ひび割れ発生状況

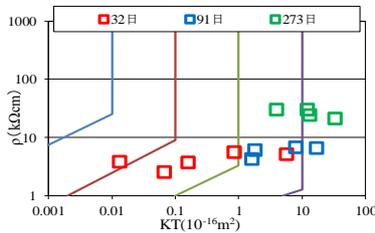


図-6 透気試験結果

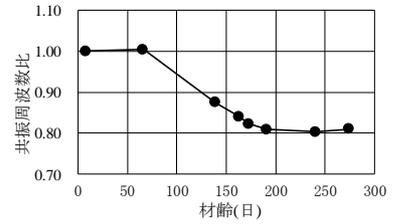


図-7 共振周波数比の推移

4. まとめ

本研究より、ASRを受けるRC床版のひび割れの発生形態および膨張挙動について、その温度依存性や、鉄筋および主桁の拘束による影響を捉えることができた。また、透気係数および共振周波数比の計測により、ASRの進行に伴う表層品質の変化、内部損傷の進行程度を評価可能であることを明らかにした。今後は、来夏の膨張収縮挙動を把握するため、計測を継続させるとともに、収集したデータをマルチスケール解析に反映させる予定である。

謝辞：本研究の一部は科学研究費基盤研究（A）15H02259の助成を受けて行われた。ここに記して謝意を表す。

【参考文献】1)岩城ほか：「ロハスの橋」プロジェクト-凍結防止剤散布下における高耐久RC床版の実現を目指して-、橋梁と基礎，No.2，pp.26-31，2016