

各種コンクリートを用いた鋼主桁上実物大RC床版の長期モニタリングによる性能評価

日本大学 学生会員 吉永 拳

日本大学 正社員 子田 康弘 日本大学 フェロー 岩城 一郎

表-1 コンクリートの配合

供試体ID	Gmax	スランプ (cm)	Air (%)	W/C (%)	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m³)							NaCl (kg/m³)	混和材(B×%)		
							W	C	EX	FA	S	G	FTP		AD	AE	T
標準	20	11.5	4.5	55.0	55.0	46.2	172	313	-	-	834	1001	-	-	1.4	-	-
BB-EX	20	14.0	6.1	47.6	45.0	44.2	162	340	20	-	771	1001	-	-	1.0	-	-
FA+FTP-EX	20	11.0	6.5	57.6	45.0	44.1	170	295	20	63	748	977	1.95	-	1.2	0.02	0.005
ASR	20	12.0	5.7	55.0	55.0	47.0	168	305	-	-	847	977	-	18.90	1.0	0.001	-

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になっている。そのため、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。そこで、当研究室では日本大学工学部構内に実物大鋼主桁上 RC 床版モデルを作製し、3 年間に及ぶ ASR が生じた床版と、材料・配合を変えた 3 種類の床版の長期モニタリングを実施している。本研究では、3 年間の各種床版の膨張収縮挙動および表層品質の変化について評価した。

2. 実験概要

表-1 にコンクリートの配合を示す。表より、標準は本実験の基準となる水セメント比(W/C)を55%、空気量4.5%とした国土交通省の仕様、BB-EX は高炉セメント(BB)と膨張材(EX)により W/B を

45%とし、空気量を6.0%としたもの、FA+FTP-EX はフライアッシュ(FA)、中空微粉末(FTP)および EX を混和し、FTP によって未燃カーボンによる AE 剤の効果低減を補ったものである。また、ASR は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添加したものである。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ASRを除く3種類は平成27年10月、ASRは平成28年3月であり、平成31年1月17日時点で前者は1192日、後者は1052日経過した。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行った。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、これらはインターバル計測にて記録した。なお、床版上下面の湿度も併せて測定した。また、トレント法による透気試験、ASR については強制振動試験による共振周波数比の計測も実施した。

3. 実験結果及び考察

図-2に温度と相対湿度の変化を示す。外気温は、この3年間、最低温度が約-5℃から最高温度が約40℃の範囲で変化していた。外気温度と床版内部温度は、夏季において5~7℃の温度差が見られ、冬はその差がほとんどなかった。湿度は、床版上下面でほとんど差は見られず、40%~100%近い範囲を推移していた。図-3は、ASRを除く3種類におけるコンクリートひずみの経時変化を示す。標準は施工直後から



図-1 実物大橋梁全景

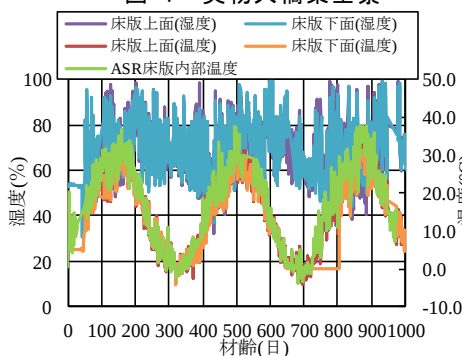
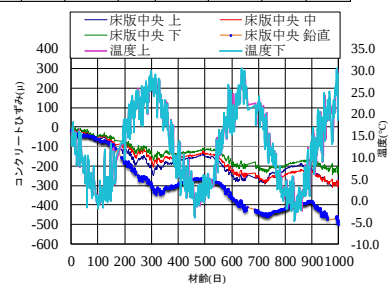
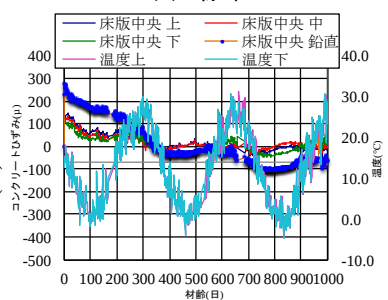


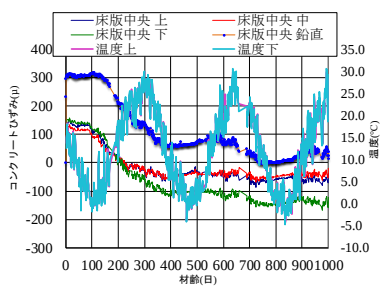
図-2 外気の温湿度と床版内部温度



(a) 標準



(b) BB-EX



(c) FA+FTP-EX

図-3 コンクリートひずみの経時変化

キーワード：アルカリシリカ反応、膨張収縮挙動、実物大鋼主桁

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

現在に至るまで収縮側にひずみが推移する傾向を示しており、鉛直方向では約 -500μ の収縮ひずみを示した。これに対して、BB-EXとFA+FTP-EXは、膨張材の効果により極端な収縮側の挙動は示さず多少収縮はするものの -100μ を大きく超えることはなく、ひび割れ抑制としての膨張材の混和が有効であることが示された。また、BB-EXとFA+FTP-EXでは、BB-EXの方がやや収縮量が多い傾向を示した。図-4に、3年間の透気係数の変化を測定期間別の平均値として示す。図の凡例は寒色系から暖色系になるにつれて材齢が進んでいることを示す。図より、上面は透気係数が材齢とともに小さくなる傾向であった。これに対して下面は、材齢とともに電気抵抗 ρ の変動が高くなる傾向を示し、透気係数の値も大きい。これより、同一配合であっても上面と下面で表層品質は大きく異なることが示唆された。次に、図-5に、ASR床版の膨張挙動を示す。図より、ASRによる膨張は外気温が上昇すると生じ、温度が低下すると停滞するという挙動を3年間繰り返しておりASRの温度依存性を明らかにできた。また、材齢の経過によって、膨張量は徐々に小さくなり、膨張が再開する外気温も低くなる傾向にあった。現時点の鉛直方向(Z)のひずみは約 8500μ に達しており残存膨張量もほぼ収束に向かっていると判断している。図-6に、Z方向ひずみ速度と温度変化の関係を示す。図より、2年目まではASRによる膨張が顕在化するしきい値が 20°C 付近にあったが、3年目となる今年度は 10°C 付近から膨張が開始しており、必ずしも夏期にASRが促進するとは限らないということが判明したが、外気温の高い方がひずみ速度が速くなり、外気温が低下するとともに速度も低下するという傾向を明らかにすることができた。図-7に、共振周波数比の推移を示す。図より、1年目に約0.8まで低下した後は大きな変化はなかった。これは、ASRによるひび割れが進展すると同時にひび割れをASRゲルが充填することで、共振周波数比から判断される局所的な剛性が低下していないことを示唆するものである。この点は今後静的荷重試験を行い、耐荷力と破壊に至る変形性能を評価する予定である。

4. まとめ

長期モニタリングより、BB-EXとFA+FTP-EXは、膨張材の効果で極端な収縮が認められず、ひび割れ抑制に対する有効性が示された。透気係数は、材齢の経過とともに大きく変動するという傾向が示され、床版高さ方向の含水率の変化が値に大きく影響すると推察され、透気係数によって一概に床版の表層品質を判断することは難しいと考えられた。ASR床版に関しては、実物大の実験よりASRの温度依存性を明らかにすることができた。今後は、コアによる耐久性試験による評価を行い、ASR床版については原位置載荷試験による残存耐力の評価を行う予定である。

謝辞: 本研究の一部は、太平洋セメント(株)とNIPPO(株)との共同研究により行われました。ここに謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 曾田理紗ら: アルカリシリカ反応を受けた鋼主桁上実物大RC床版の長期モニタリング結果に関する検討, 土木学会東北支部技術研究発表会、V-24、2018

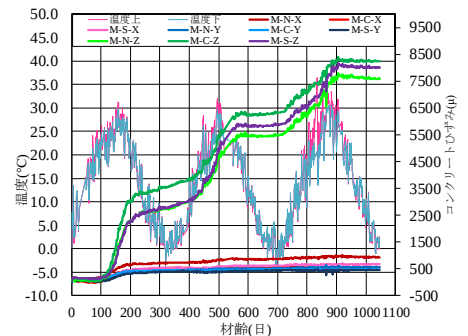
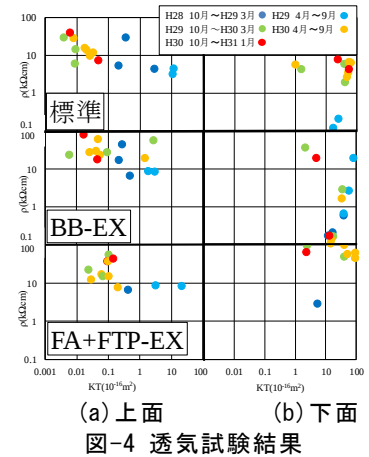


図-5 ASR 床版のコンクリートひずみ

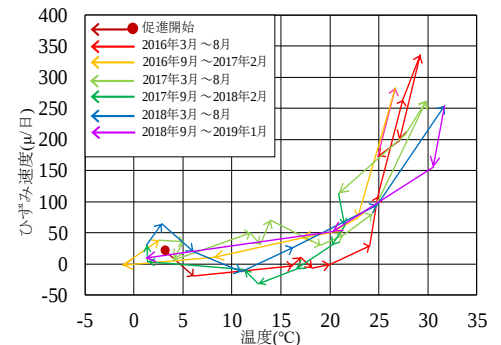


図-6 ASR 床版コンクリートひずみ推移

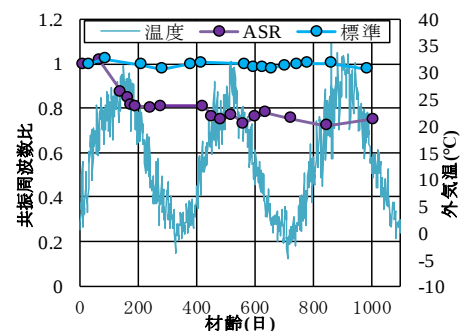


図-7 共振周波数比