

軽量コンクリートの若材令時の温度・クリープ特性に関する一考察

J R 東日本 山形工事区 正会員 古林 秀之
 J R 東日本 東北工事事務所 正会員 大庭 光商
 J R 東日本 研究開発センター 正会員 竹市八重子

1. はじめに

近年、独立気泡低吸水性型の人工軽量骨材が開発され、従来の人工軽量骨材に比べて強度・耐久性の向上が実現されつつある。この軽量コンクリートは打設直後の発生温度が一般に高く、打設直後に発生する温度応力の抑止・温度ひび割れの防止に課題を有している。そこで本論文では、軽量コンクリートを用いた3径間連続 PC 箱桁の温度解析ならびに実橋計測を行い、早強セメントを用いた軽量コンクリートの若材令時における温度特性・クリープ性状等について考察したので、その結果を報告する。

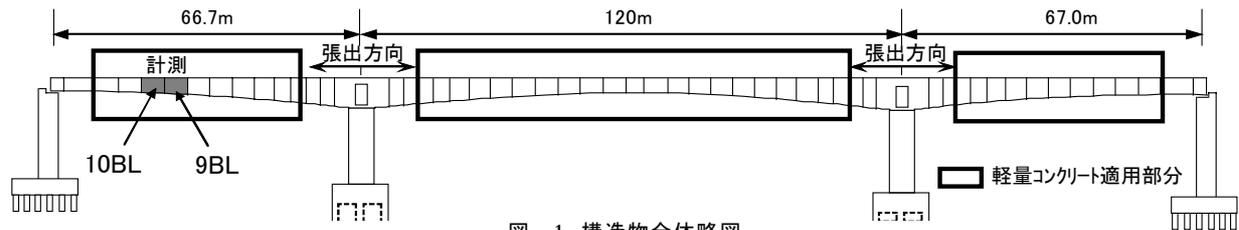


図-1 構造物全体略図

2. 構造物と計測概要

実橋計測を行ったのは、全長 256m の 3 径間連続 PC 箱型ラーメン橋である(図-1)。本橋梁はカンチレバー工法により柱頭部より張出施工し、主桁には 24 時間吸水率 3 % 以下という低吸水性の軽量粗骨材を採用した。コンクリートの配合を表-1 に示す。

計測は 9BL, 10BL のウェブについて、既設ブロックから 1.5m の位置に熱電対、ひずみ計、有効応力計を埋め込み、コンクリート温度・応力・ひずみを計測した(図-2)。

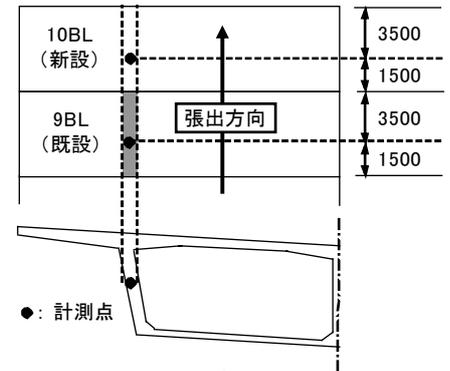


図-2 計測位置

3. 温度解析と計測結果

解析は、打設ブロックを考慮したウェブの 2 次元 F E M 温度解析を行った(図-3)。なお、温度解析に用いたパラメータは、断熱温度上昇試験を事前に実施して求めたものである。解析条件を表-2 に示す。

計測地点における温度の解析値及び実測値の経時変化を図-4 に示す。実測値と解析値を比較すると、温度上昇時・下降時共に良く対応しており、断熱温度上昇試験¹⁾による物性値は妥当な値であるといえる。また、軽量コンクリートの打設直後の最大温度は 80 近くまで上昇し、普通骨材を用いたコンクリートより大きい。

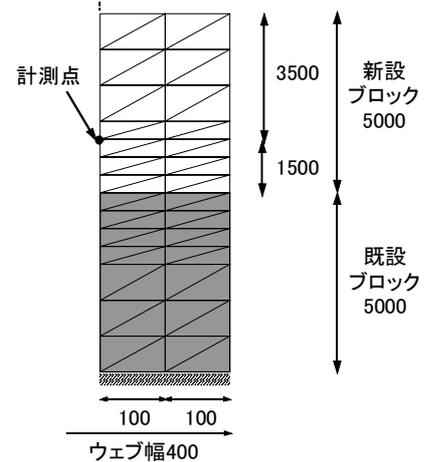


図-3 解析モデル

4. 軽量コンクリートの有効弾性係数

若材令時におけるコンクリートのクリープは一般に大きく、このクリープが内部応力を緩和しひび割れを低減する。

つまり、弾性係数のみを考慮した弾性理論によれば、温度応力を過大に評価し不合理なものとなる。従って若材令時のクリープ性状を把握し、

表-1 軽量コンクリート配合

G _{max} (mm)	W/C (%)	s/a (%)	V _G (lit./m ³)	単位量(kg/m ³)				
				水 W	セメント C	石粉 LS	細骨材 S	粗骨材 G
15	38.1	46.4	320	165	433	94	734	381

キーワード：軽量コンクリート、クリープ

連絡先：〒980-8580 仙台市青葉区五橋一丁目1番1号 東日本旅客鉄道(株)山形工事区 Tel 023-631-0038

その応力緩和を考慮して解析を行うことが出来れば、合理的な設計が可能となる。その方法としては一般に、材令と共に変化するコンクリートの弾性係数とクリープによる応力緩和を逐次考慮し、弾性係数を適切に減じた有効弾性係数を用いる方法がとられる²⁾。

図-5に10BLウェブの有効応力 - 有効ひずみ関係を示す。図中の材令は有効材令を示し、構造物と同一の条件下で養生した供試体の積算温度（温度×時間）から計算したものである。この図より10BL、9BL共に、温度の上昇域では圧縮応力・圧縮ひずみが発生し、温度下降域に入ると引張方向へと転じるといった内部拘束より外部拘束が卓越した挙動を示している。また温度下降域における曲線の勾配は、時間の経過と共に徐々に大きくなっていることがわかる。

図-6には9BL、10BLにおける有効弾性係数 E_e の経時変化を示す。この有効弾性係数 E_e は、有効応力 - 有効ひずみ関係の温度下降域における各区間の直線近似より求めたものである。なお図中にはテストピースから求めた弾性係数 E_c を併記した。この弾性係数低減率 E_e/E_c から算出されるリープ係数は材令1~2日で2.7~4.0、2日以降で0.8~1.4と弱材令時は特に大きい値となり、すなわち軽量コンクリートの若材令時の弾性係数 E_e は、そのクリープの影響により大幅に低減されていることがわかる。

5. 応力解析と計測結果

前章で得た結果をもとに、コンクリートのFEM温度応力解析を行った。解析モデルは温度解析と同様に図-3に示した通りとし、入力条件は図-4に示した温度解析結果と、有効弾性係数 E_e 等の応力パラメータである。応力パラメータは表-2に示している。

計測地点における温度の解析値および実測値の経時変化を図-7に示す。この図より、前章で定量化したクリープ係数を用いることにより、実測値を再現することが可能となる。

6. おわりに

本研究により軽量コンクリートの弱材令時の温度・クリープ特性について以下の知見が得られた。

本解析で用いた断熱温度特性値は、実橋計測値を精度良く再現できるものであった。

若材令時のクリープによる応力緩和は大きく、これを定量化することで、合理的な温度応力解析が可能である。

参考文献

- 1) 軽量コンクリートの温度特性に関する一考察：土木学会東北支部論文概要集, 古林・大庭・竹市, 2002
- 2) コンクリート標準示方書【施工編】：土木学会, 1996

表-2 温度・応力解析条件

コンクリートの種類		軽量骨材コンクリート
打込み温度()		30
単位体積重量(kg/mm ³)		1.82 × 10 ⁻⁶
比熱(J・kg/)		900
熱伝導率(W/mm)		1.3 × 10 ⁻³
熱伝達率(W/mm)		1.00 × 10 ⁻⁵
断熱温度上昇式 T=Q(1-e ^{-rt})		Q=75.1 r=4.35
線膨張係数(/°C)		1.00 × 10 ⁻⁵
有効弾性係数 (kN/mm ²)	1~2日	4.3
	2日以降	10.0
L/H		0.7

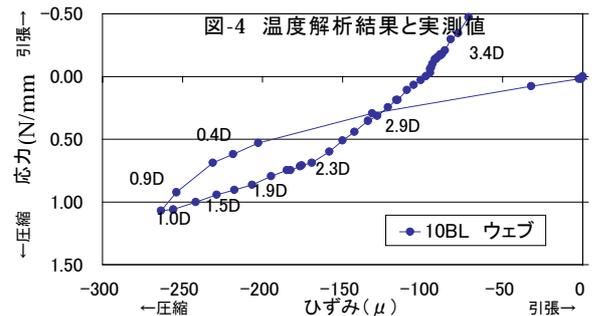
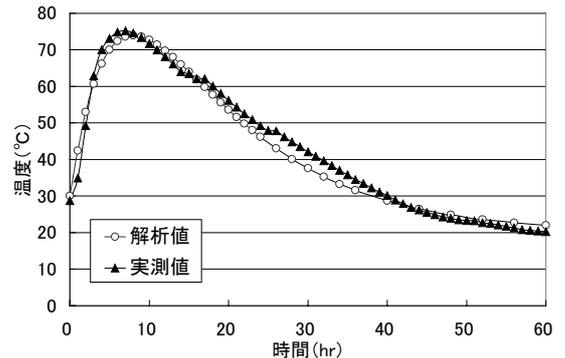


図-4 温度解析結果と実測値

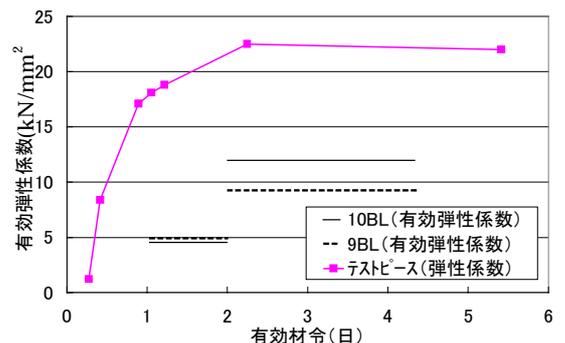


図-5 10BL 応力-ひずみ関係

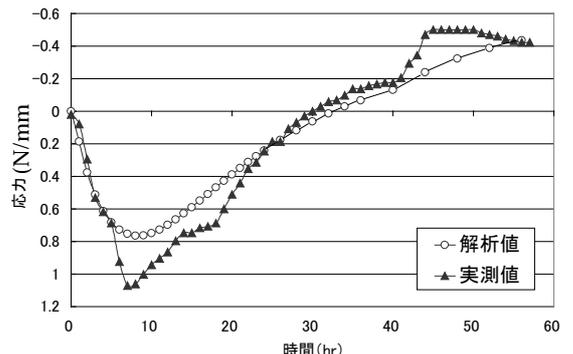


図-6 軽量コンクリートの有効弾性係数