

高炉セメントを用いたコンクリート構造物の乾燥収縮・クリープ評価に関する一考察

東日本旅客鉄道(株)
東日本旅客鉄道(株)
東日本旅客鉄道(株)

東北工事事務所
東北工事事務所
東北工事事務所

正会員 ○藤沢 康平
正会員 竹谷 勉
正会員 加藤 格

1. はじめに

プレストレストコンクリート(以下、PC)桁のように高強度コンクリートを使用する場合には、配合セメント量が多くなることから、アルカリ総量が高くなる傾向にあり、アルカリシリカ反応(以下、ASR)によるPC桁の劣化が懸念される。近年、ASRの抑制としてアルカリ総量を規制するために高炉セメントを用いたコンクリート(以下、高炉コンクリート)を使用する機会が増えている。

しかし、高炉コンクリートは供試体レベルでの試験結果からその性状についてはある程度の知見が得られているものの¹⁾、実構造物ではあまり試験がなされておらず、乾燥収縮ひずみやクリープ係数等の性状は明らかとなっていない。また、鉄道構造物等設計標準・同解説(コンクリート構造物)²⁾(以下、RC標準)においても、コンクリートの収縮・クリープについて、普通セメント及び早強セメントを用いたコンクリートに対する予測式は記載されているが、高炉コンクリートに適用できる方法は記載されていない。そこで、高炉コンクリートを使用した新設橋りょうにおいて、乾燥収縮等を計測し、高炉コンクリートを使用した構造物においてもRC標準の予測式が適用できるか検討を行ったので報告する。



図-1 計器設置位置
表-1 コンクリートの配合

単位量(kg/m ³)					Air	W/C	s/a	SP
W	C	S1	S2	G	%	%	%	%
169	415	532	225	976	4.8	40.7	44.1	1.5

2. 計測概要

計測を行った橋りょうは、橋長30m、PRC単純T形2主桁である。乾燥収縮ひずみおよびクリープ係数の確認を行うために有効応力計、無応力計、コンクリートひずみ計などをスパン中央部のT形主桁の2カ所に設置した

(図-1)。高炉コンクリートの配合を表-1に示す。

表-2に各計測機器の計測目的と算出方法を示す。なお、静弾性係数は材料試験から50 kN/mm²とした。ひずみの計測は、PC鋼棒を緊張する直前のコンクリート材齢15日目を初期値0として計測を開始した。

表-2 計測目的と算出方法

計測および算出目的	計測機器および算出方法
①全ひずみ	コンクリートひずみ計
②弾性ひずみ	有効応力計/静弾性係数
③乾燥収縮ひずみ	無応力計
④線膨張ひずみ	無応力計
⑤クリープひずみ	①-②-③-④
⑥クリープ係数	⑤/②

3. 計測結果

図-2に東側主桁の各ひずみの経時変化を示す。なお、ひずみは圧縮を負としている。

弾性ひずみは、測定開始から終了まで -150×10^{-6} 程度で横ばいに推移した。一方で、全ひずみは測定終了まで増加傾向を示し、最大 -750×10^{-6} 程度となった。また、クリープひずみは測定開始10日程度まで急激な増加傾向を示し、その後 -300×10^{-6} 程度に収束した。

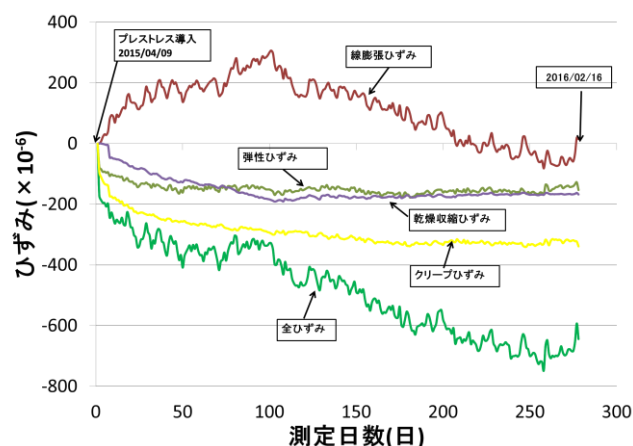


図-2 計測結果

3.1 乾燥収縮ひずみ

図-3に東側、西側主桁の乾燥収縮ひずみの実測値、RC標準の予測式の算及び設計値を示す。予測式で用いた湿度は本橋りょうから最も近い気象台で観測された湿度70%を参考とした。実測値は、測定開始110日に

キーワード 高炉セメント、乾燥収縮ひずみ、クリープ係数

勤務先 〒980-8580 宮城県仙台市青葉区五橋 1-1-1 022-266-3713

最大となり、東側と西側でそれぞれ -190×10^{-6} 、 -160×10^{-6} 程度であった。実測値は設計値の -200×10^{-6} よりも小さいことから、設計値は安全側に設定されていることを確認した。予測式に対する実測値の挙動は類似しているが、東西で収縮ひずみに差が生じている。これは主桁に関して西側の地形が山地であり、西側に比べ東側の日射量が多くなってしまったことが要因として考えられる。

図-4 に実測値と予測式の値の比較を示す。既往の研究¹⁾から、乾燥収縮ひずみについて、供試体の普通コンクリートの実測値においても、予測式に対して約 50% のばらつきがあることが明らかとなっている。本橋りょうの乾燥収縮ひずみは予測式の 50 % ばらつきの範囲に含まれることから、高炉コンクリートの乾燥収縮ひずみも、普通コンクリートと同様の精度で評価可能であることが明らかとなった。

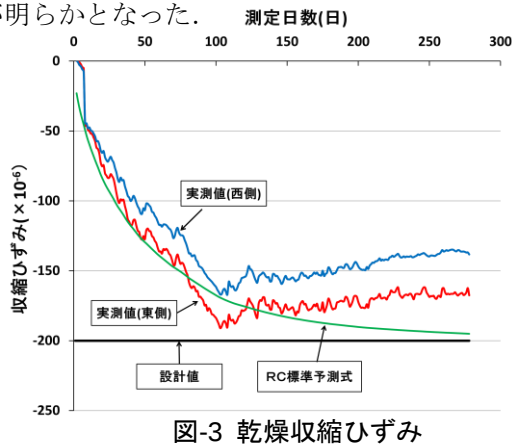


図-3 乾燥収縮ひずみ

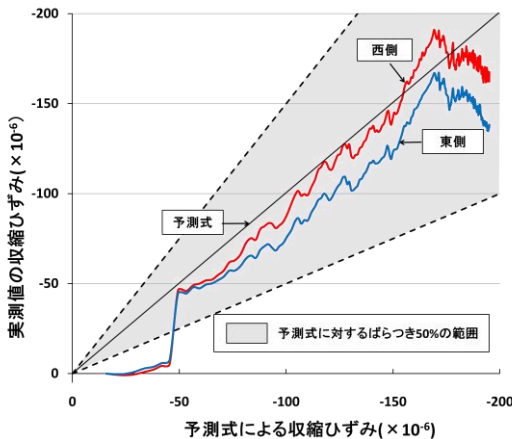


図-4 乾燥収縮ひずみ予測式に対する実測値のばらつき

3. 2 クリープ係数

図-5 に東側、西側主桁のクリープ係数、RC 標準の予測式から算出されるクリープ係数及び設計値のクリープ係数を示す。一方で、東側、西側主桁のクリープ係数は増加傾向にあり、実測した最大クリープ係数は 2.5 程度であった。クリープ係数においても実測値は設計値よりも小さいことから設計値は安全側に設定されていることを確認した。また予測式に対してクリープ係数に差

が生じているが、これは測定開始後の PC 緊張及び支保工の解体の影響を大きく受けていることが考えられる。

図-6 に実測値と予測式の値を比較した結果を示す。乾燥収縮ひずみと同様、クリープ係数についても、供試体の普通コンクリートの実測値は、予測式に対して約 50% のばらつきがあることが明らかとなっている。本橋りょうのクリープ係数は予測式の 50 % ばらつきに包含されず、普通コンクリートと同様の精度で評価できるとは言えない。

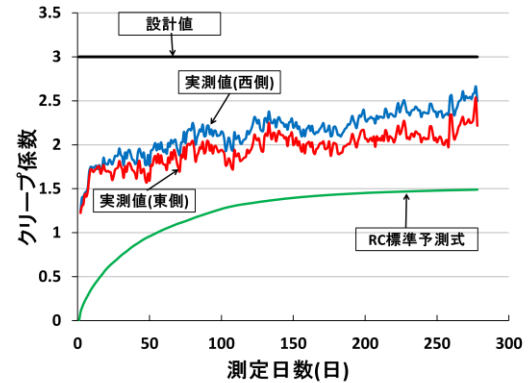


図-5 クリープ係数

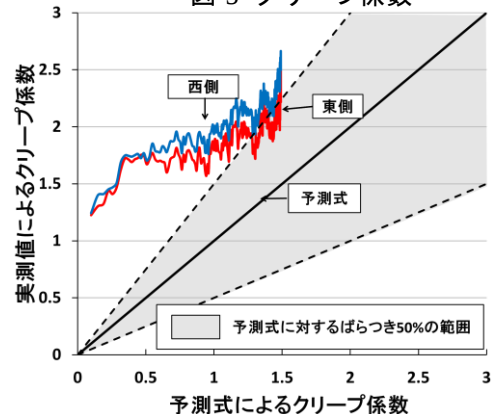


図-6 クリープ係数予測式に対する実測値のばらつき

4. まとめ

本橋りょうの計測結果を踏まえた考察を以下に示す。

- ① 本橋りょうの乾燥収縮ひずみとクリープ係数の実測値は設計値よりも小さいことから、設計値は安全側に設定されている。
- ② 本橋りょうの乾燥収縮ひずみは予測式のばらつきの範囲に含まれることから、普通コンクリートと同等の精度で評価可能であることが明らかとなったが、クリープ係数については、現段階では予測式による評価は困難である。

参考文献

- 1) 収縮・クリープ評価に基づく高炉セメントコンクリートの PC 桁への適用方法の検討 大野又稔 渡辺健 頭直希 鉄道総研報告 第 29 巻 第 10 号 H27 年 10 月
- 2) 鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物 平成 16 年 4 月