

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) 東北工事事務所 正会員 ○東畑 永人
 東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 田附 伸一

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を抑制するために高炉セメントを用いたコンクリート(以下、高炉セメントコンクリート)を使用する機会が増えている。

しかし、既往の研究から¹⁾高炉セメントコンクリートは供試体レベルでの試験により、ある程度の知見が得られているものの、実構造物での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のが現状である。そのため、設計時に用いる乾燥収縮ひずみ、及びクリープ係数の値が適当であるか不明であった。そこで、高炉セメントコンクリートを使用したPRC橋りょうを対象として、乾燥収縮およびクリープひずみの実橋計測を行った。本稿では、PRC橋りょうの乾燥収縮及びクリープひずみの計測結果について報告する。

2. 計測概要

本橋りょうは、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付近の東側及び西側T形主桁の2カ所に設置した(図-1)。高炉セメント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、弾性ひずみの算出に用いた高炉セメントコンクリートの静弾性係数は材料試験を行い、PC鋼材緊張時の静弾性係数50kN/mm²とした。コンクリート打設15日後にPC鋼材の緊張及び支保工の解体を実施した。なお、計測期間内に本橋りょうの供用は開始されていない。

ひずみの計測は、PC鋼材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、2015年4月9日から2016年2月15日までの約300日間行った。測定値は1時間程度のピッチで計測されている全測定データの中から、午前1時の測定値を抽出した。

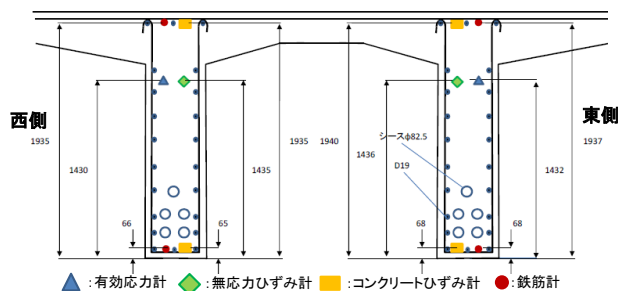


図-1 計器設置位置

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

表-2 計測目的と算出方法

計測目的	計測機器
①全ひずみ	コンクリートひずみ計(温度補正あり)
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(温度補正により算出)
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、PC緊張及び支保工解体の実施によって、測定開始直後から、 -150×10^{-6} 程度となり、その後測定開始ま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。

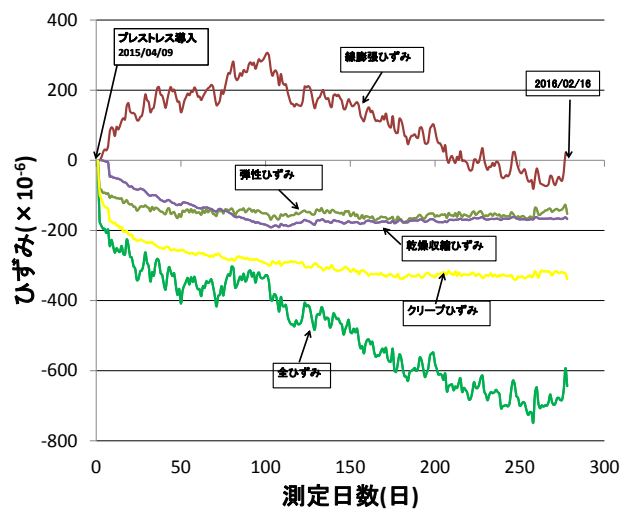


図-2 計測結果

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、鉄道構造物設計標準・同解説(コンクリート構造物)²⁾(以下、

RC 標準)の予測式から算出される乾燥収縮ひずみ及び設計で用いた乾燥収縮ひずみを示す。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年間平均湿度 70%を参考とした。東側主桁及び西側主桁の乾燥収縮ひずみは測定開始 110 日で最大となりそれぞれ、 -190×10^{-6} 、 -160×10^{-6} という結果となった。東側主桁と西側主桁でひずみに差異がみられた理由としては、本橋りょう付近の地形は西側が山地となっているため、東側主桁と比較して西側主桁の日射量が小さいことが考えられる。RC 標準では、高炉セメントコンクリートの乾燥収縮ひずみの設計値は記載されていないため、本橋りょうの設計に用いた乾燥収縮ひずみは、普通及び早強セメントを用いたコンクリートの乾燥収縮ひずみ -200×10^{-6} とした。実測値はこの設計値よりも小さい結果となった。

図-4 に実測値と予測式の値の比較結果を示す。この予測式は普通及び早強セメントを用いたコンクリートの予測式であるが、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%ばらつきの範囲に包含されることから、高炉セメントコンクリートを用いた実橋りょうの乾燥収縮ひずみにおいても、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。

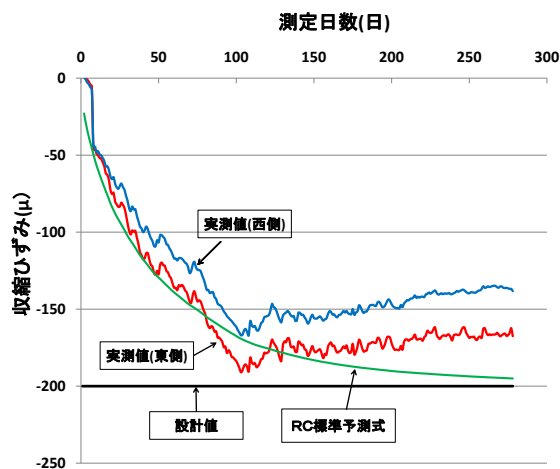


図-3 乾燥収縮ひずみ

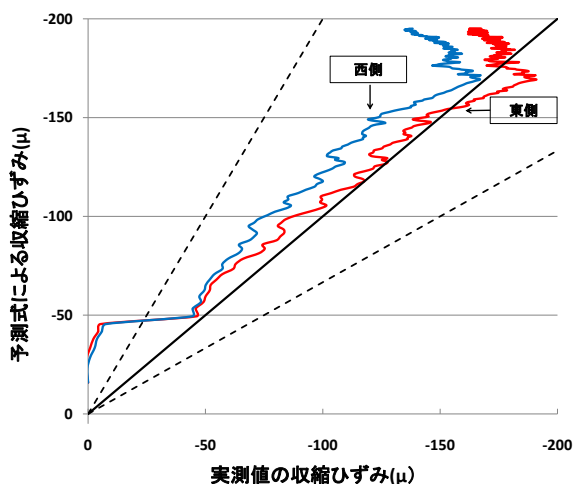


図-4 乾燥収縮ひずみ予測式との比較

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で用いたクリープ係数を示す。東側、西側主桁のクリープ係数は、2.5 程度であった。一方、本橋りょうの設計に用いたクリープ係数は 3.0 を用いているが、実測値はこの値よりも小さい結果となった。

次に実測値と予測式の値を比較する。RC 標準の予測式のクリープ係数は 0 から徐々に増加し、1.5 程度で収束するのに対し、実測値では、測定開始直後から、クリープ係数は 1.2 程度となり、その後、2.5 程度まで増加する結果となった。測定開始直後に PC 鋼材の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原因と考えられる。

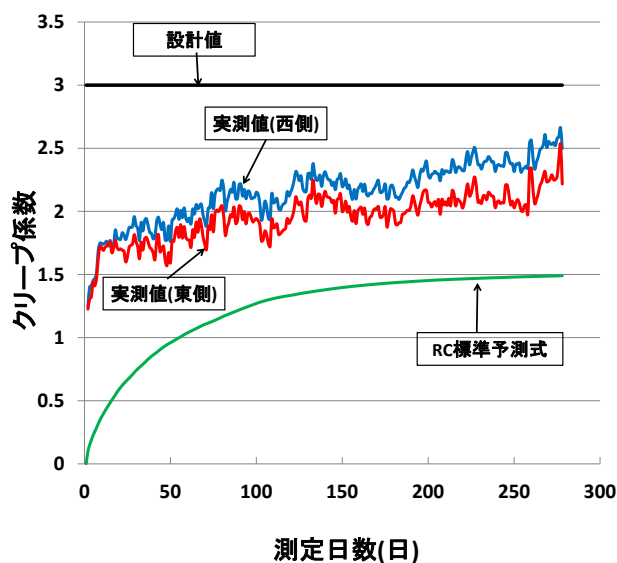


図-5 クリープ係数

4. まとめ

高炉セメントコンクリートを用いた PRC 橋りょうの乾燥収縮ひずみ、クリープ係数の計測結果のまとめを以下に示す。

- 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、安全側に設定されていることが明らかとなった。
- 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包含されることから、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。

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 鬼頭直希 鉄道総研報告 第 29 巻 第 10 号 平成 27 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