

約2年間実環境に曝露したPC上部工の実物大供試体における乾燥収縮ひずみ

(株)ピーエス三菱大阪支店 正会員 河中 涼一
 (株)ピーエス三菱大阪支店 正会員 小林 仁
 国土交通省 近畿技術事務所 富吉 末広
 京都大学大学院 正会員 宮川 豊章

1. はじめに

本報告は、第20回および第21回の本シンポジウムで報告した「PC上部工の実物大供試体による乾燥収縮ひずみの測定」など¹⁾²⁾の続報である。本実験は、昨今、乾燥収縮ひずみの大きなコンクリートを用いたPC上部工においてひび割れなどの初期欠陥が問題となっていることを受け、平成22年11月に開始されたものである。実験の主たる目的は、JIS A 1129長さ変化試験による乾燥収縮ひずみの測定値と、PC上部工に生じる実際のひずみ量の相関を明らかにすることである。本報告は、実験開始から執筆時点までの約2年5ヶ月間の箱桁供試体、角柱供試体および実橋の計測結果報告と、それぞれの結果の対比および考察を行うものである。

2. 実験概要

実験に用いたコンクリートは、乾燥収縮ひずみが大きくなる粗骨材を用いたコンクリート(配合No.1)、実橋に用いた乾燥収縮ひずみが標準的な粗骨材を用いたコンクリート(配合No.2)、および配合No.1に収縮低減剤と膨張材を添加したコンクリート(配合No.3)の3種類である¹⁾。それぞれのコンクリートのJIS A 1129長さ変化試験の結果を図-1に示す。実験には図-2に示す実橋と同断面の箱桁供試体を2体、図-3に示すウェブを切り出した寸法の角柱供試体を5体用いた。

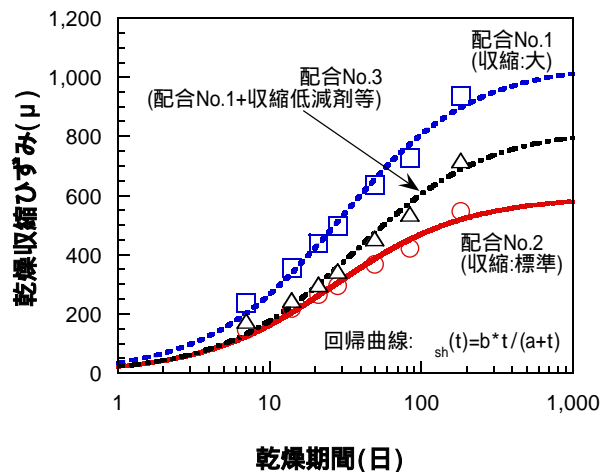


図-1 JIS A 1129 長さ変化試験の結果

表-1 箱桁供試体の配合種別および配筋

供試体名	配合 No.	軸方向鉄筋量
MODEL-A	No.1(収縮:大)	D13@250
MODEL-B	No.2(収縮:標準)	D13@250

表-2 角柱供試体の配合種別および配筋

供試体名	配合 No.	軸方向鉄筋量
model-a	No.3(No.1+収縮低減剤など)	D13@250
model-b	No.1(収縮:大)	D13@250
model-c	No.2(収縮:標準)	D13@250
model-d		D22@125
model-e		なし

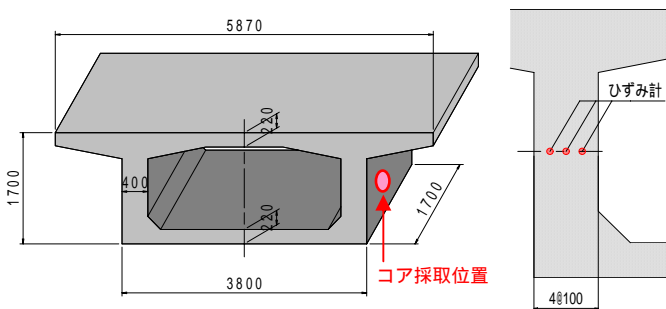


図-2 箱桁供試体寸法および計測位置断面図

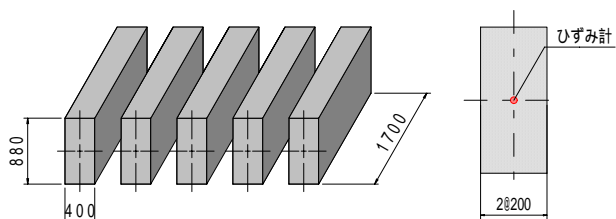


図-3 角柱供試体寸法および計測位置断面図

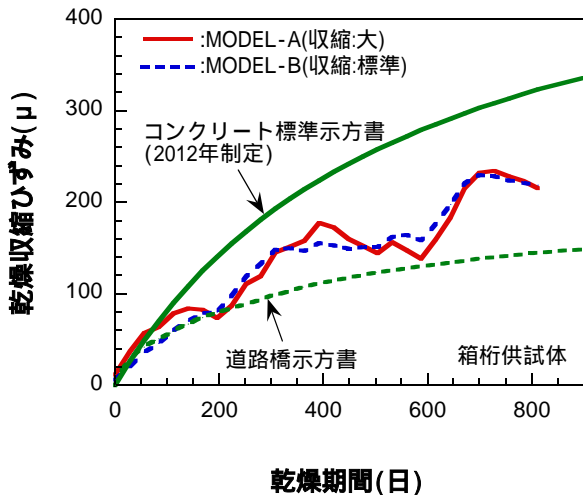


図-4 箱桁供試体の軸方向ひずみ計測結果

供試体に用いたコンクリートの配合種別と軸方向鉄筋量を表-1および表-2に示す。

ひずみ計の設置位置は図-2および図-3に示すとおりであり、本報告の図に示す箱桁供試体の計測結果は3点の平均、角柱供試体の計測結果は部材中心の値である。なお、これらの結果は、ひずみ計で1時間ごとに計測した値を1ヶ月単位で平均し、それぞれを結んで折れ線としたものである。

3. 計測結果

3-1. 箱桁供試体の計測結果

図-4に箱桁供試体の軸方向のひずみ計測結果を示す。この図から分かるように、乾燥収縮ひずみ

ひずみが大きくなる粗骨材を用いたコンクリート(配合No.1)によって製作した箱桁供試体MODEL-Aも、乾燥収縮ひずみが標準的な粗骨材を用いたコンクリート(配合No.2)によって製作した箱桁供試体MODEL-Bのいずれも、乾燥期間約810日におけるひずみの計測値は約220 μ である。図-1に示すとおりMODEL-Aに用いた配合No.1のコンクリートは、JIS長さ変化試験においてMODEL-Bに用いた配合No.2のコンクリートに比して約1.7倍の大きな乾燥収縮ひずみを示すものであるが、箱桁供試体の計測結果において、その差は認められない。ただし、雨期における乾燥収縮ひずみの減少や湿度の低い季節におけるその増加などの変動量は、乾燥収縮ひずみが大きくなる粗骨材を用いたコンクリートによって製作した箱桁供試体MODEL-Aの方が大きくなっていることが分かる。

また、計測値は道路橋示方書(平成24年3月)に示される乾燥収縮ひずみ予測式から算出した結果と、コンクリート標準示方書(2012年制定)に示される乾燥収縮ひずみ予測式から算出した結果の間にあり、現時点では日本の基準類から大きく逸脱するものではないことが分かる。なお、基準類と計測値の差は、供試体の暴露環境下における湿度や雨露の影響によるものであると考えられる。

3-2. 角柱供試体の計測結果

図-5に乾燥収縮ひずみが大きくなる粗骨材を用いたコンクリート(配合No.1およびNo.3)によって製作した角柱供試体model-aおよびmodel-bの軸方向ひずみの計測結果を示す。図-1に示すとおりmodel-aに用いた配合No.3のコンクリートは、model-bに用いた配合No.1のコンクリートに比して約30%乾燥収

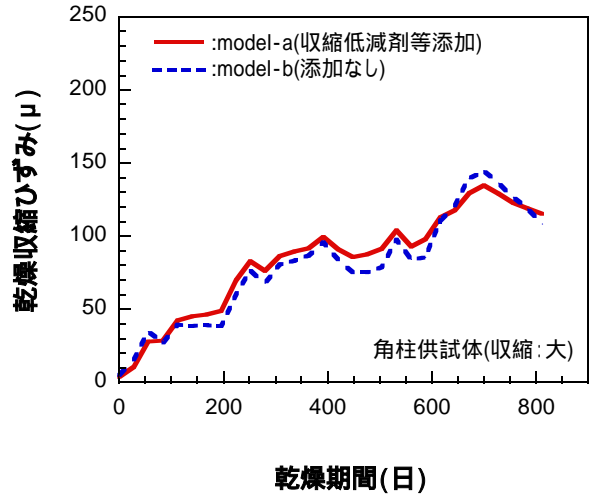


図-5 角柱供試体 model-a および model-b のひずみ計測結果

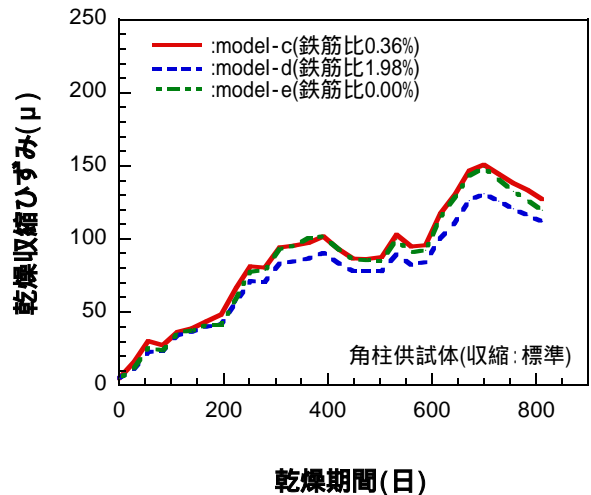


図-6 角柱供試体 model-c, model-d および model-e のひずみ計測結果



写真 - 1 実橋のひずみ計測位置

縮ひずみが小さなものであるが、これらの角柱供試体の計測結果においてその差は認められない。

図 - 6 に乾燥収縮ひずみが標準的な粗骨材を用いたコンクリート(配合No.2)によって製作した角柱供試体model-c, model-dおよびmodel-eの計測結果を示す。これらの供試体はその軸方向鉄筋量が異なり, model-c, model-dおよびmodel-eの鉄筋比はそれぞれ標準的な配筋量である0.36%, その5倍強である1.98%および無筋の0.00%である。この図から分かるように、鉄筋量の多いmodel-dのひずみの計測値はその拘束効果から、model-cおよびmodel-eの供試体のひずみ計測値よりも約10%小さな値となっている。

また、角柱供試体の計測結果は、いずれも同じ骨材と同じ軸方向鉄筋量で製作した箱桁供試体の結果よりも約45%小さな値となっている。これは、角柱供試体の体積表面積比が箱桁供試体のそれよりも約30%大きいことや、箱桁供試体のように上床版が存在しないことから雨露など外部環境の影響を受けやすかったことが原因であると推測される。

3 - 3 . 実橋の計測結果

実橋でのひずみ計測は写真 - 1 に示すPC箱桁方杖ラーメン橋を対象とし、写真に示すように、箱桁供試体と同断面である箇所の両ウェブにひずみ計を設置して行った。

図 - 7 は、実橋の橋軸方向のひずみ計測結果を示す。この図から分かるように、乾燥期間約810日における橋軸方向のひずみ量は北側ウェブ、南側ウェブともに約450 μ である。この橋軸方向の計測値は、プレストレスによるクリープの影響を含んでいる。道路橋示方書より乾燥期間約810日における本橋のクリープひずみを求めると約250 μ となる。よって、クリープの影響を控除した乾燥収縮ひずみ量は約200 μ となる。

図 - 8 は、実橋の鉛直方向および直角方向のひずみの計測結果を示す。この図から分かるように、乾燥期間約810日におけるひずみ量はいずれも約200 μ 程度である。これらの計測値はプレストレスによるクリープの影響を含んでいない。よって、橋軸方向の計測値からクリープの影響を控除した計算値と概ね一致する。また、図 - 4 に示す箱桁供試体の計測結果とも概ね一致する。

3 - 4 . ひび割れ深さ計測

箱桁供試体には微細なひび割れが発生しているため、これらの深さを調査する目的でコア供試体を

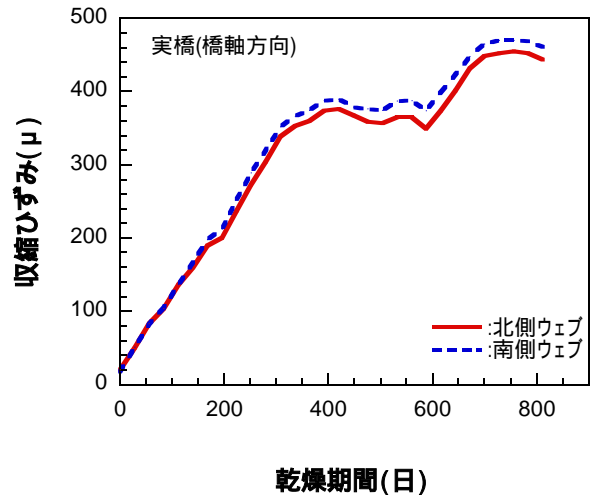


図 - 7 実橋の軸方向ひずみ

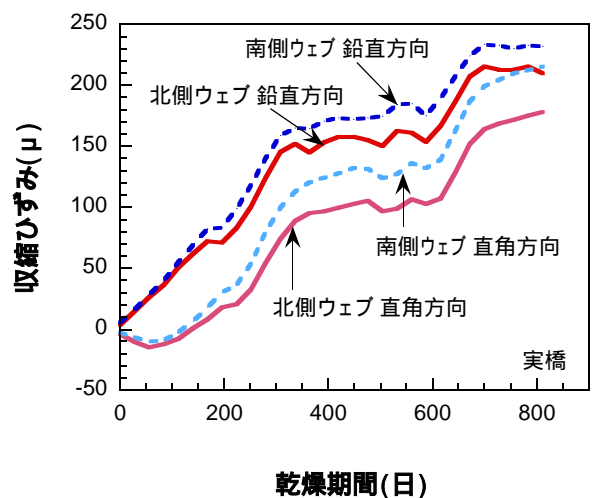


図 - 8 実橋の鉛直および直角方向ひずみ

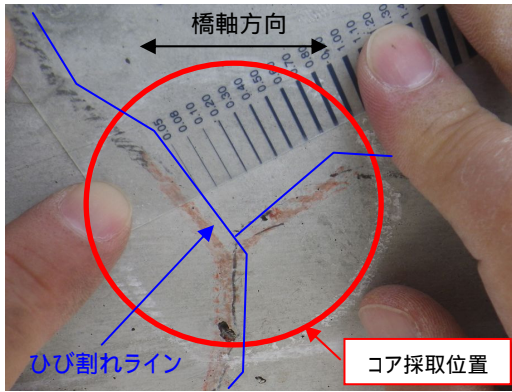


写真 - 2 コア供試体採取箇所 (MODEL-A)

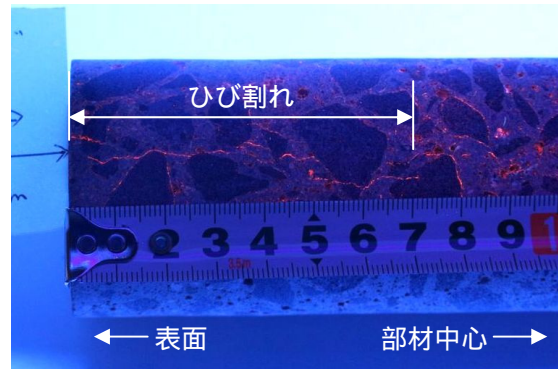


写真 - 3 探傷試験 (MODEL-A)

採取した。コア供試体の採取は、図 - 2 に示すとおり箱桁供試体のウェブを厚さ方向に削孔することで行い、その直径は58mmである。MODEL-Aのウェブについては、写真 - 2 に示す表面のひび割れ幅が最大である0.05mmの箇所からコア供試体を採取した。MODEL-Bについても同様に、ひび割れ幅が最大である0.05mm以下の箇所から採取した。いずれのコア供試体も、その側面には通常の目視で確認できるひび割れは認められなかった。そこで、コア供試体の側面に蛍光浸透探傷剤を噴霧し、近紫外線を照射する探傷試験で再度ひび割れの観察を行った。写真 - 3 および写真 - 4 に、MODEL-AおよびMODEL-Bのコア供試体の探傷試験によるひび割れ確認状況を示す。写真に示すように探傷試験を行うと、MODEL-Aのコア供試体には表面から部材中心に向かって微細なひび割れが確認された。ひび割れは全部で3本存在し、これらの微細ひび割れの長さの平均は73mmである。MODEL-Bについては、探傷試験を行ってもひび割れは確認されなかった。

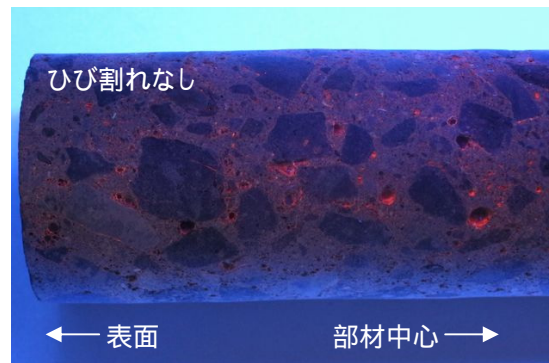


写真 - 4 探傷試験 (MODEL-B)

4. まとめ

箱桁供試体の計測結果より、いずれの粗骨材を用いたものも乾燥収縮ひずみに大きな差は認められなかったが、外部環境の影響によるひずみの変動量は、乾燥収縮ひずみが大きくなる粗骨材を用いたコンクリートのほうが大きくなることが分かった。また執筆時点におけるひずみの計測結果は、日本の基準類から大きく逸脱するものではなく、実橋の計測結果とも概ね一致していることも分かった。

角柱供試体の計測結果より、鉄筋量の違いによるひずみの拘束効果が確認できた。また、角柱供試体のひずみの計測値は、同一条件下の箱桁供試体の計測結果よりも小さいが、これは体積表面積比の違いや上床版の有無による外部環境による影響の差などが原因であると推測される。

箱桁供試体からコアを採取してひび割れ深さを計測した結果より、乾燥収縮ひずみが大きくなる粗骨材を用いたコンクリートから採取したものについては深さ70mm程度まで通常の見視では不可視な微細ひび割れが存在することが分かった。

参考文献

- 1) 小林 仁ほか：PC上部工の実物大供試体による乾燥収縮ひずみの測定，第20回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，2011.10
- 2) 河中涼一ほか：PC上部工の実物大供試体と実橋における乾燥収縮ひずみの測定，第21回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，2012.10