

鋼材の拘束作用を考慮したプレビーム合成桁の乾燥収縮に関する検討結果

川田工業株式会社 正会員 ○野呂 直樹 藤林 博明
 川田テクノシステム株式会社 正会員 小川 利之 清水 良平
 大阪工業大学 フェロー 栗田 章光

1. はじめに

プレビーム合成桁（以下、プレビーム）の下フランジコンクリートは、内部に鉄筋と鋼桁下フランジを含んでおり、一般的なRC部材と比べて鋼材比率が高い。この高い鋼材比率がコンクリートの乾燥収縮に及ぼす影響を確認するため、下フランジコンクリートを模した実物大試験体を用いて、経時ひずみ変化の計測試験を行った。なお、材齢90日までの計測結果については、昨年度に報告した¹⁾。本文では、材齢15ヶ月までの収縮ひずみ計測の結果について報告する。

2. 試験体の概要

本研究では、下記のA～Cに着目して収縮ひずみ計測を行った。計測に用いた試験体を表-1、図-1に示す。試験体は1日の気温と湿度の変化が少ない地下実験室（写真-1）に設置した。温度と湿度の変化に伴うひずみ補正には、同じ環境に設置された乾燥収縮が終了した供試体の計測ひずみを用いている。

A：鋼材比率と収縮量の関係

B：鋼材種別（鉄筋・鋼板）と収縮量の関係

C：膨張材混入の有無による収縮量の関係

3. 鋼材比率を考慮した収縮ひずみの算定

ひずみの適合条件式、ならびに、力のつり合い式の展開から、任意の時刻 t における鋼材に拘束を受けるコンクリートの収縮ひずみ $\Delta\varepsilon_{r(t)}$ の算定式は式(1)で示される。式(1)で算出したひずみを設計値とし、後述の計測値と比較する。

$$\Delta\varepsilon_{r(t)} = \frac{\varepsilon_{s(t)}}{1 + \frac{E_s}{E_c} \left(1 + \frac{1}{2}\phi_{s(t)}\right)} \cdot p \quad \dots (1)$$

ここに、

$\varepsilon_{s(t)}$ ：任意の時刻 t におけるコンクリートの自由乾燥収縮量

E_s, E_c ：鋼、コンクリートのヤング係数 (N/mm^2)

$\phi_{s(t)}$ ：乾燥収縮計算に伴うクリープ係数

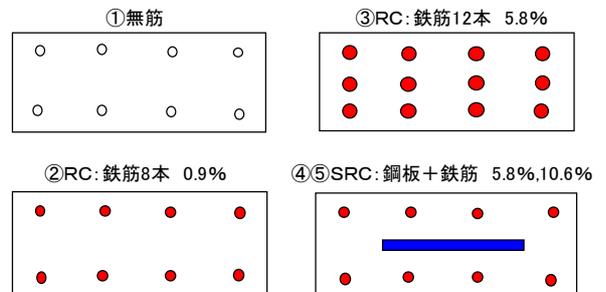
p ：鋼材比率 (A_r/A_c)

なお、クリープ係数 $\phi_{s(t)}$ は、道路橋示方書・同解説

ならびにプレビーム合成げた橋設計施工指針²⁾に準じ、4.0とした。また、コンクリートの自由乾燥収縮量は、コンクリート標準示方書³⁾の算定式を用い、試験体のコンクリート配合条件、および、地下実験室で計測した湿度の平均値61%より算出した。

表-1 試験体タイプ

番号	鋼材タイプ	鋼材比率	鋼板	鉄筋	鋼板	鉄筋比	鋼板比	番号	鋼材タイプ
①N	1-無筋	0	無	無	-	0	0	①EX	1-無筋
②N	2-RC-1	0.9%	無	D16x8	-	0.92%	0	②EX	2-RC-1
③N	3-RC-6	5.8%	無	D32x12	-	5.76%	0	-	-
④N	4-SRC-6		有	D16x8	420x19	0.96%	4.82%	-	-
⑤N	5-SRC-11	10.6%	有	D16x8	420x36	1.00%	9.55%	⑤EX	5-SRC-11
A:鋼材比			B:鋼材タイプ				C:膨張コンクリート		



断面形状：幅700mm x 厚250mm x 高1500mm

図-1 試験体断面



写真-1 試験体設置状況

キーワード プレビーム、合成桁、鉄筋拘束、乾燥収縮、経時変化

連絡先 〒550-0014 大阪府大阪市西区北堀江 1-22-19 川田工業株式会社 大阪支社 鋼構造事業部 技術部

4. 計測結果

試験体②～⑤におけるコンクリートのひずみ計測値と設計値の経時変化を図-2～4に示す。材齢7日目以降の収縮ひずみの変化履歴を比較するため、計測値の初期ひずみを材齢7日の設計値に合わせてグラフ化した。したがって、図-2, 4, 6の膨張材を混入した試験体は、膨張材による材齢7日までの初期膨張ひずみが控除されたものになっている。

(1) 鋼材比率と収縮ひずみの関係

図-2～4では、各試験体とも材齢100日程度までの収縮ひずみの計測値は設計値と比べて、若干大きくなる傾向が見られる。しかし、それ以降は設計値に近似した履歴を示している。これは、図-2の試験室の湿度変化状況から確認できる通り、初期の湿度が平均湿度より低いことが一因であると推定できる。

(2) 鋼材種別（鉄筋・鋼板）と収縮ひずみの関係

コンクリート内部の鋼材比率が同等で、鋼材種別が異なる試験体③と④の計測結果を図-3に示す。この結果より、同じ鋼材比率であれば、鋼材種別の違いによる差は小さいことが確認できた。

(3) 膨張材混入の有無による収縮ひずみの関係

図-2, 4に示すように、材齢7日以降のひずみは、膨張材を混入した試験体と普通コンクリートの試験体とが同様のひずみ変化履歴になることが確認できた。

(4) 内部鋼材の収縮ひずみ

図-5, 6にコンクリートと鋼材のひずみ変化履歴を示す。鋼板のひずみに着目すると、130 μ 程度まで増加した後、減少に転じている。膨張材有りの試験体ではこの鋼材ひずみの減少が小さく抑えられており、膨張によりコンクリートに導入された圧縮応力の影響と考えられる。プレビームは乾燥収縮による引張応力を打ち消す以上のプレストレスが導入されるため、断面内のひずみ分布のばらつきが改善されることが分かった。

5. まとめ

本研究で得られた結果は、以下の通りである。鋼材比率の違いによらず収縮ひずみの計測値と設計値の誤差は10%以内に収束しており、プレビームの設計において、下フランジコンクリート部の鋼材比率の大小の影響は問題ないことが確認できた。

参考文献

1) 鋼材の拘束作用を考慮したプレビーム合成桁の乾燥収縮に関する検討：第70回土木学会年次学術講演会，2015

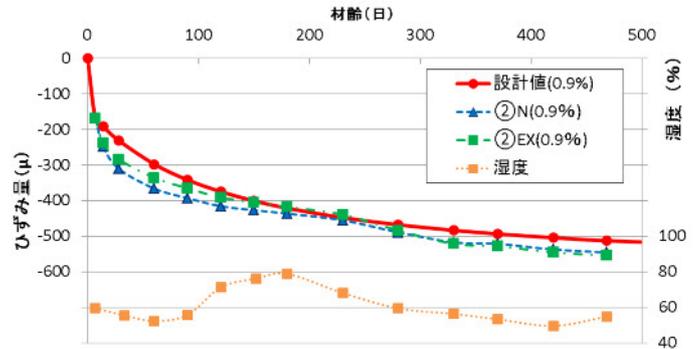


図-2 鋼材比率 $\rho=0.9\%$ のひずみ変化と湿度

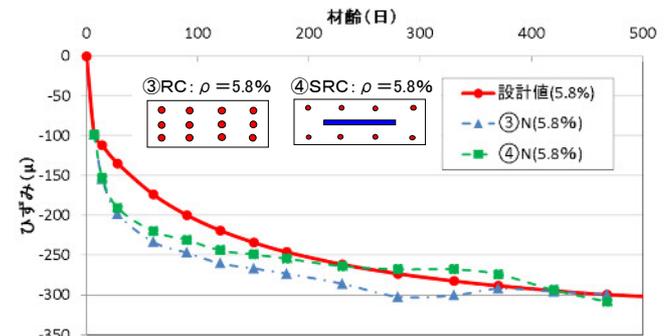


図-3 鋼材比率 $\rho=5.8\%$ のひずみ変化

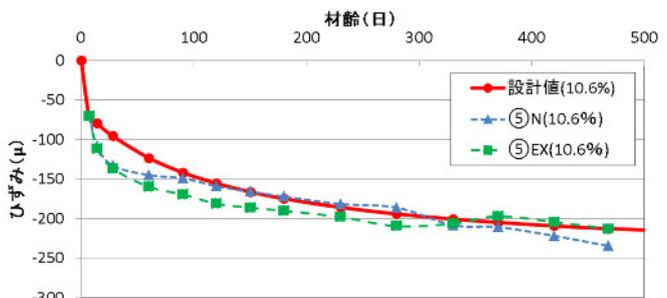


図-4 鋼材比率 $\rho=10.6\%$ のひずみ変化

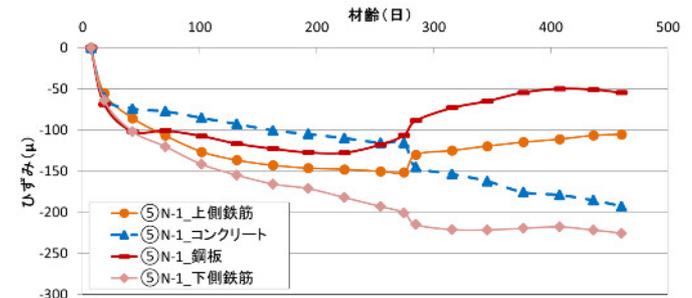


図-5 試験体⑤N（膨張材無）の鋼材ひずみ

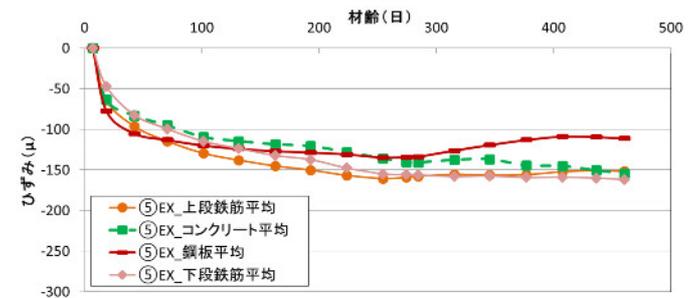


図-6 試験体⑤EX（膨張材有）の鋼材ひずみ

2) 土木開発技術研究センター：プレビーム合成げた橋設計施工指針第3版, H9.7
3) 土木学会：コンクリート標準示方書（設計編），2012