プレビーム合成桁の設計に用いる下フランジコンクリートのクリープ係数について

川田工業株式会社　正会員　○藤林　博明　野呂　直樹
川田建設株式会社　正会員　篠崎　英二　札立　重好
大阪工業大学　正会員　大山　理

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へのプレストレス導入は，鋼桁の曲げ変形により圧縮応力を導入している．下フランジコンクリートにおける鋼桁を含めた鋼材比率は一般的なPC部材と比べて鋼材比率が高い．そのため，コンクリートのクリープによるひずみの漸減が導入圧縮力の減少に大きく影響し，またクリープの進行速度の低下が顕著に表れる特徴を有している．このクリープの進行を確認するため，下フランジコンクリートを模した矩形の要素モデル試験と実物大の梁試験体を用いて，ひずみの経過計測を行った．本文では，計測結果とプレビーム合成桁設計用のクリープ係数の算出について報告する．

2．要素モデル試験

要素モデル試験では，下フランジコンクリートの実断面を模した矩形断面にPC鋼棒を用いて軸圧縮力によるプレストレスを導入した．試験体の概要を表－1に示す．計測は，プレストレスを導入しない試験体も計測し，CSタイプの「クリープ＋乾燥収縮」ひずみの計測値からSタイプの「乾燥収縮」ひずみの計測値を差し引くことにより，導入軸力によるクリープひずみを算定した．

表-1　要素試験体の種類

鋼材比	鉄筋	プレストレス	タイプ名	適用
0.0%	無	有	①CS-1 ①CS-2	クリープ＋乾燥収縮
		無	①S	乾燥収縮
0.92%	D16x8本	有	②CS-1 ②CS-2	クリープ＋乾燥収縮
		無	②S	乾燥収縮

2体平均のクリープ係数の計測値を図－1に示す．測定値は，コンクリート標準示方書の算定式（以下，コン示式）にほぼ一致しており，下フランジコンクリート要素のクリープ係数と材齢の関係を，コン示式を用いて表現できることが確認された．

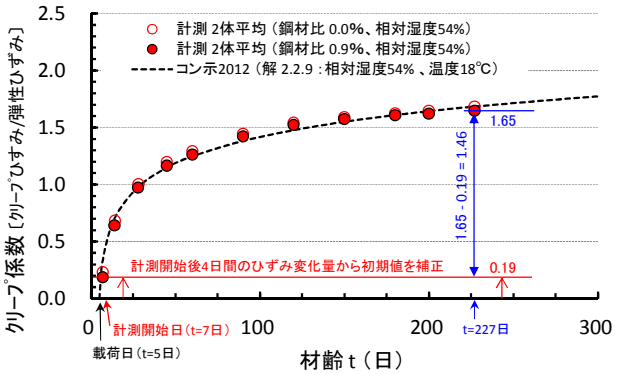


図-1　要素試験体の計測クリープ係数

3．梁モデル試験

プレビーム桁としてのクリープの進行を確認するため，実物大の鋼桁と下フランジコンクリートを有する梁試験体に曲げ変形によるプレストレスを導入した．梁試験体の概要を表－2に示す．鋼材比11.2%は支間中央，6.3%は支点部付近の鋼材比率としている．屋内にて単純支持状態で計測を実施し，乾燥収縮計測用の梁（⑤D，④D）も同様に計測している．

表-2　梁試験体の種類

鋼材比	鋼桁	プレストレス	タイプ名	適用
6.3%	H-950x400x14x22	有	④C	クリープ＋乾燥収縮
		無	④D	乾燥収縮
11.2%	H-900x400x19x40	有	⑤C	クリープ＋乾燥収縮
		無	⑤D	乾燥収縮

4．逐次計算によるクリープ係数の補正率検討

プレビームはクリープひずみの漸減による影響が大きく，初期軸力で一括計算したクリープ応力値と軸力の累減を考慮した逐次計算による応力値との差が大きい．そこで，梁試験体の計算値はクリープによる応力が逐次計算と等しくなるようにクリープ係数を補正して，一括計算を行うのが合理的である．その補正率の算定方法を図－2に示す．

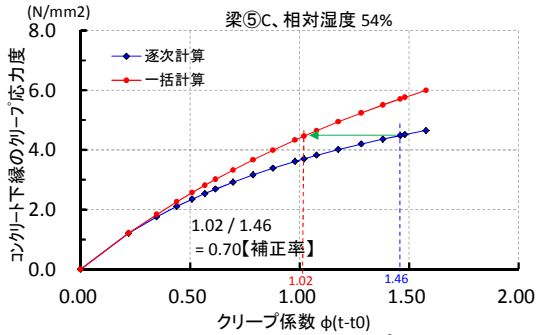
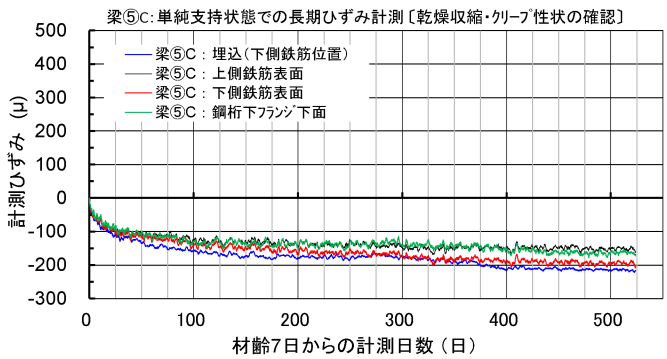
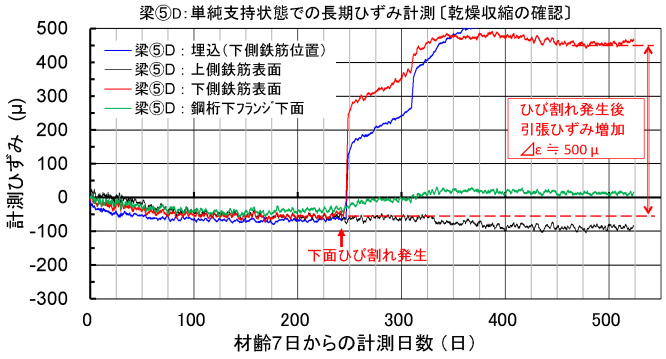


図-2　逐次計算によるクリープ係数の補正

キーワード　プレビーム，合成桁，クリープ，乾燥収縮，経時変化
連絡先　〒550-0014　大阪府大阪市西区新町2-4-2　川田工業株式会社　大阪支社　鋼構造事業部　技術部



(a) 梁⑤C モデル（プレストレス有）



(b) 梁⑤D モデル（プレストレス無）

図-3　梁試験体のひずみ測定結果

表-3　ひずみ計測値と計算値の比較

(単位：μ)		ひずみ計測値（計測開始後220日）			ｸﾘｰﾌﾟひずみ 計算値（梁⑤C）	
		梁⑤C	梁⑤D	梁⑤C － 梁⑤D	φt x 1.0	φt x 0.7
コンクリートひずみ（埋込ｹﾞｰｼﾞ）		−176	−74	−102	−142	−108
鉄筋ひずみ	R1（CL点上側）	−143	−57	−86	−117	−89
	R2（CL点下側）	−151	−56	−95	−142	−108
鋼板ひずみ	PL1（CL点上側）	20	11	9	25	20
	PL2（CL点下側）	−144	−35	−110	−132	−101

ｸﾘｰﾌﾟ係数 φt＝1.46（材齢227日計測開始後の計測値 ）− 0.08（ コン示式による湿度補正〈54%→59%〉 ）＝1.38

写真-1　梁試験体の計測状況

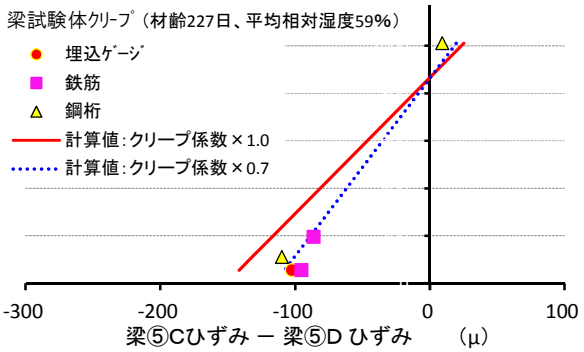


図-4　計測 220 日目のクリープによるひずみ分布

5．梁モデル試験の計測結果

525 日間のひずみ計測結果を図－3(a),(b)に示す．梁⑤C モデルでは，プレストレスによるクリープと乾燥収縮のひずみは 2 ヶ月程度まで急増し，以降穏やかな増加を呈している．一方，梁⑤D モデルでは計測 250 日程度でコンクリート埋込ゲージと下側鉄筋の引張ひずみが急増しており，乾燥収縮によるひび割れが発生した影響とみられる．ひずみ急変前の計測開始後 220 日目におけるクリープ拘束による断面内ひずみ分布の測定値と計算値の比較を図－4，表－3 に示す．計算値のクリープ係数は要素試験体の計測値 1.46（材齢 227 日）および，梁⑤C に対する逐次計算による補正率 0.7（図－2）を考慮した値を用いて算出した．

梁試験体の計測で得られたクリープひずみ分布（図－4）において，プレストレスの逐次減少に伴うクリープ係数の補正率 0.7 を考慮した場合，計算値は計測値にほぼ一致することが確認できる．

6．まとめ

支間 25m～50m の標準的な設計条件のプレビーム橋に対し，各材齢に応じた逐次計算による補正率を算出し，材齢に応じたコン示式のクリープ係数に乗じた補正クリープ係数の状況を図－5 に示す．コン示式のクリープ係数は，相対湿度 70%，温度 15℃，材齢 5 日，設計基準強度 50N/mm^2 に対する圧縮強度，ヤング係数の実測平均値を用いて算出している．赤線は床版打設時までの各材齢におけるクリープ係数の上限値を示す．

プレビーム合成桁橋の設計において，プレストレスの減少を考慮した補正クリープ係数を用いることで，構造規模や施工工程を考慮した合理的な設計が可能になると考えられる．

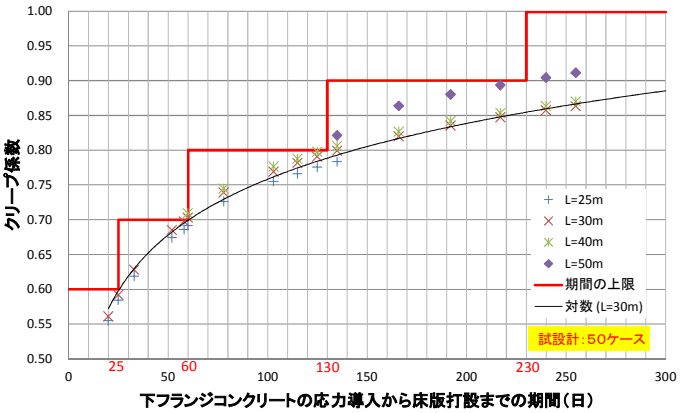


図-5　プレビーム桁設計用クリープ係数

本研究に際して，栗田章光名誉教授より多大なご指導を賜りました．ここに感謝の意を表します．

参考文献

1）土木学会：2012 年 ｺﾝｸﾘｰﾄ標準示方書[設計編：標準]

2）国土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