

直路式 PC 吊床版橋の構造解析におけるクリープ・乾燥収縮の影響

横浜国立大学大学院 学生会員 中村 雅範
 横浜国立大学大学院 正会員 椿 龍哉

1. はじめに

直路式 PC 吊床版橋は、橋台や橋脚の間に張り渡したケーブルを薄いコンクリートで包み込み、床版を形成した橋であり、吊構造の特徴を持ち、薄く軽い構造が可能となる。近年、この構造形式の橋は、軽快な曲線形状が景観的に優れている、短期間に施工が可能である、施工が桁下条件に左右されない、などの理由により、公園内の遊歩道や山間部の小規模吊橋を中心につくられている。直路式 PC 吊床版橋の施工では、サグ量が重要な管理項目であるため、設計段階でサグ量を正確に求めることが必要になる。ここでは、設計における構造解析の結果に及ぼすコンクリートのクリープと乾燥収縮の影響について検討する。

2. 構造解析段階の分類

ここでは、単径間直路式 PC 吊床版橋を対象とする。設計における構造解析の段階は表-1のようにまとめられる。Step-1 から Step-6 までが施工中、Step-7 は施工後として区分する。各々の構造解析段階における計算は参考文献[1]に従う。

3. クリープ・乾燥収縮の影響の検討方法

計算の対象とする単径間直路式 PC 吊床版橋の諸元は、設計吊支間 90m (標準部 85.5m, 取付部 2.25m), 基本サグ 2.5m, 有効幅員 2.0m (躯体総幅員 2.5m, 総幅員 3.0m), 床版厚 0.2m である。また、コンクリートのヤング係数は $3.1 \times 10^4 \text{N/mm}^2$, 断面積は $5.71 \times 10^5 \text{mm}^2$ である。その他のパラメータの値は参考文献[1]の計算例と同じとした。

コンクリートのクリープと乾燥収縮が単径間直路式 PC 吊床版橋の構造解析に及ぼす影響は、次の2つの方法により検討した。

(1) 方法-1

直路式 PC 吊床版橋は、プレキャストセグメント部と間詰コンクリート部からなり、クリープ係数と乾燥収縮ひずみは各々の部分で異なると考えられるが、方法-1では、簡単のため、吊床版部全体に均一のクリープ係数と乾燥収縮ひずみの値を与えた。クリープ・乾燥収縮の影響は、Case-1 では施工後に、Case-3 ではクリープをプレストレス導入直後 (Step-4)、乾燥収縮を吊床版後打ち部施工直後 (Step-3) に、また、Case-2 では施工中と施工後の両方で考慮した (表-2 参照)。

表-1 構造解析段階

段階	内容
Step-1	1次ケーブル架設
Step-2	プレキャストセグメント架設
Step-3	吊床版後打ち部施工
Step-4	プレストレス導入
Step-5	橋面工施工
Step-6	リラクセーションの考慮
Step-7	クリープ・乾燥収縮の考慮

表-2 クリープ係数と乾燥収縮ひずみの設定 (方法-1)

段階	時間依存特性	Case-1	Case-2	Case-3
施工中	クリープ係数	0	0.70	1.40
	乾燥収縮ひずみ	0	100×10^{-6}	215×10^{-6}
施工後	クリープ係数	1.40	0.70	0
	乾燥収縮ひずみ	215×10^{-6}	115×10^{-6}	0

表-3 クリープひずみと乾燥収縮ひずみの設定 (方法-2)

段階	ひずみ [$\times 10^{-5}$]	間詰部長 / 吊支間長		
		1/1	1/3	1/6
Step-5	クリープ	12.1	4.03	2.01
	乾燥収縮	21.2	7.18	3.59
Step-6	クリープ	12.1	4.03	2.01
	乾燥収縮	21.2	7.18	3.59
Step-7	クリープ	16.6	5.53	2.77
	乾燥収縮	28.8	9.73	4.86

キーワード PC 吊床版橋, 構造解析, クリープ, 乾燥収縮, サグ, 水平反力

連絡先 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 横浜国立大学大学院工学研究院 TEL045-339-4043

(2) 方法-2

この方法では、コンクリートの各材齢におけるクリープ係数と乾燥収縮ひずみの値をより正確に評価するために、施工時間を仮定し、既往のクリープ・乾燥収縮の予測式[2]からそれらの値を求めた（表-3参照）。また、プレキャストセグメント部では、クリープ・乾燥収縮はほとんど生じないものとし、吊床版全体における間詰コンクリート部の割合を考慮して検討した。すなわち、間詰コンクリート部全体の長さを L_1 、吊支間長を L とすると、 L_1/L の比が1/1, 1/3, 1/6の場合、および吊床版全体が均一材料特性をもつ場合について調べた。

ここで予測式の計算に用いたパラメータの値は、単位セメント量 380kg/m³、単位水量 180kg/m³、体積表面積比 200mm、相対湿度 65%である。また、コンクリートの各段階における材齢は、Step-3, 4の時点で28日、Step-5, 6の時点で100日、Step-7の時点で365日とした。

4. クリープ・乾燥収縮の影響の検討結果

方法-1と方法-2によるクリープ・乾燥収縮の影響の検討結果を、各々、図-1, 2および図-3, 4に示す。

クリープと乾燥収縮の影響を考慮する段階が異なると、施工中におけるサグ量と水平反力の値に差が生じることがわかる。また、クリープと乾燥収縮が終了したと考えられる段階（Step-7）におけるサグ量にも差が見られた。これは、クリープがコンクリートに導入された応力に依存するためと考えられる。単径間直路式 PC 吊床版橋では、橋面工が施工される前後では水平反力が大きく変動し、コンクリート内に作用する応力も大きく変わる。したがって、クリープを考慮する段階が変わることにより最終的なサグ量が異なることになる。

また、間詰コンクリート部とプレキャストセグメント部を区別し、各段階におけるクリープ係数と乾燥収縮ひずみを適切に評価する効果も確認された。

5. まとめ

単径間直路式 PC 吊床版橋の構造解析に及ぼすコンクリートのクリープ・乾燥収縮の影響の程度を、それらの影響を考慮する段階に着目して検討した。検討の結果、各構造解析段階で、適切にクリープと乾燥収縮を考慮することにより、施工に重要なサグ量などをより正確に算定し得ることが確認された。

参考文献

[1] プレストレストコンクリート技術協会：PC 吊床版橋設計施工規準（案），2000。
 [2] 土木学会：コンクリート標準示方書[構造性能照査編]，2002年制定，pp.30-37，2002。

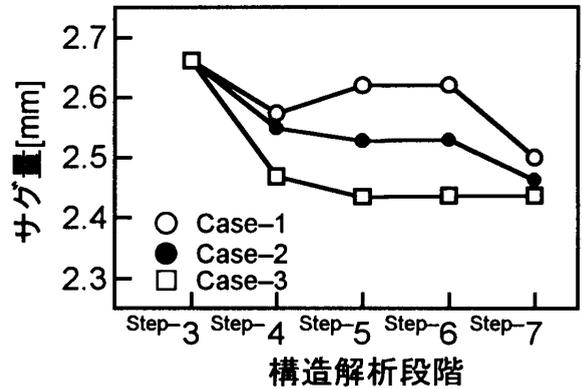


図-1 サグ量に対する影響（方法-1）

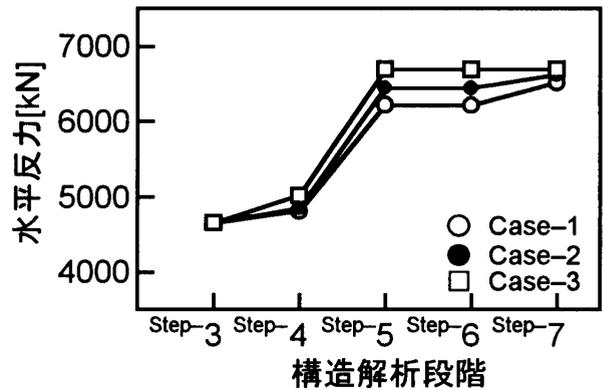


図-2 水平反力に対する影響（方法-1）

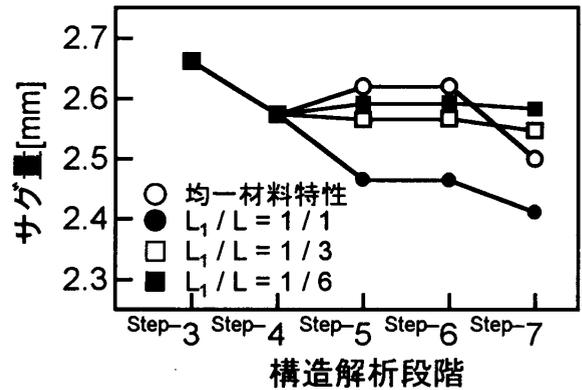


図-3 サグ量に対する影響（方法-2）

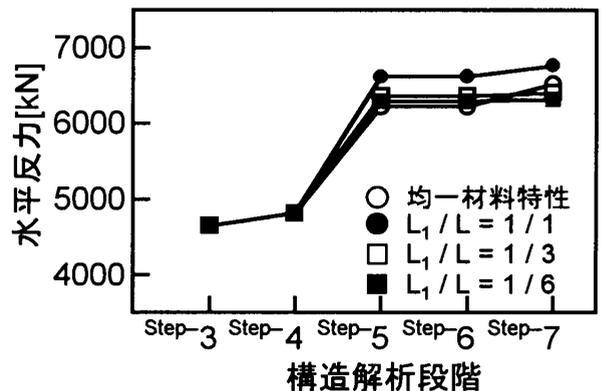


図-4 水平反力に対する影響（方法-2）