

大阪工業大学大学院 学生員 ○渡邊 涼
大阪工業大学 正会員 大山 理

1. はじめに

近年、合理化や工期短縮、コスト削減を目指した新形式の複合橋梁に関する研究が積極的に進められている。その一例として、鋼・コンクリート二重合成 I 桁橋は、連続桁橋の中間支点上付近に発生する負曲げモーメントによって、鋼桁下フランジに圧縮力が作用するため、下コンクリート床版を設置し、その床版に圧縮力を受け持たせることで、合理的な構造形式になると考えられる。さらに、近年、二重合成構造を採用しているスペインでは、施工性も考慮し、桁全域にプレキャスト板を設置し、ねじり剛性の向上、緊急点検や維持管理時の点検通路としても、下コンクリート床版が活用されている¹⁾。

一方、コンクリートの重要な性質の 1 つであるクリープや乾燥収縮によって生じる変形を鋼桁が拘束することにより、コンクリート床版にひび割れが発生する危険性がある。既往の研究²⁾において、本橋梁形式の乾燥収縮に関しては、解析的検討が行われているため、本文では、3 径間連続二重合成 2 主 I 桁橋を対象に、クリープに伴う経時挙動の影響を評価し、その結果について報告する。

2. クリープ現象

クリープとは、コンクリートに一定荷重を持続载荷した場合、時間の経過とともにひずみが進行する現象である。クリープの定式化を行い、応力-ひずみ関係式を誘導すると以下の式で表される³⁾。なお、紙面の都合上、記号の説明は割愛する。

$$\Delta \varepsilon_{c,t-t_1} = \frac{\sigma_{t_1}}{E_c} \phi(t-t_1) + \frac{\Delta \sigma_{t-t_1}}{E_c} (1+\eta) \quad (1)$$

つぎに、式(1)を適用し、クリープによって、各部材に発生する分担断面力の変化量の算出を行う。

3. 数値計算結果と考察

連続桁橋におけるクリープ解析は、以下のように行う。

- 1) 静定基本系におけるクリープによる分担断面力の変化量を算出する。
- 2) 不静定系におけるクリープによる分担断面力の変化量を算出する。

分担断面力変化量の算出は、プレキャスト板設置後、下コンクリート床版打設時、上コンクリート床版打設時ならびに後死荷重载荷時と施工ステップを考慮する。

対象橋梁の側面、断面を図-1、図-2 ならびに図-3 に示す。そして、表-1 に示した解析条件に基づき各部材に発生する分担断面力の変化量を算出し、対象橋梁におけるクリープに伴う変化応力度を算出する。

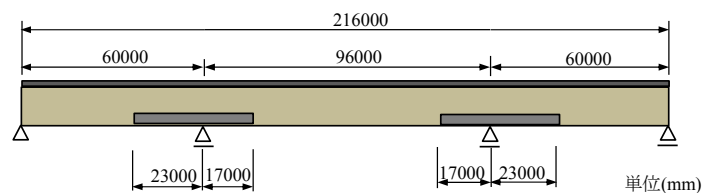


図-1 対象橋梁における側面

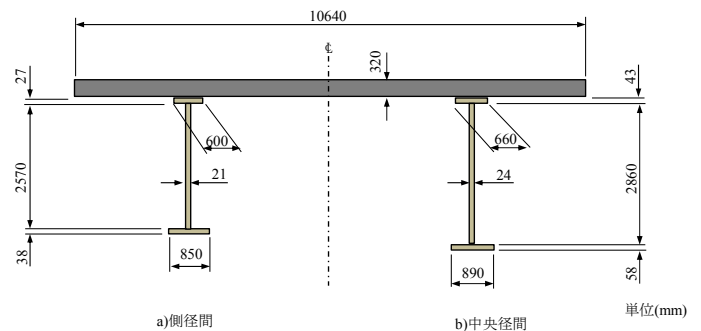


図-2 対象橋梁における通常合成断面

ここで、現行の道路橋示方書・同解説Ⅱ：鋼橋編において、応力除荷に対して、回復クリープの影響は考慮されていない⁴⁾。そこで、本解析においては、より厳格な評価を行うために、回復クリープの影響を考慮した場合の検討も併せて行う。

表-2 に、二重合成部(中間支点上)の作用応力度、クリープに伴う変化応力度ならびにその合計値を示す。なお、同表において、正は圧縮応力、負は引張応力を示している。

同表より、まず、プレキャスト板の上縁、下縁および下コンクリート床版下縁において、クリープによって、静定基本系では、引張応力が作用する一方、不静定系では、圧縮応力が作用している。しかし、静定基本系と不静定系の変化応力度の値を比較した結果、静定基本系が支配的であることがわかる。つぎに、回復クリープを考慮する場合としない場合の変化応力度の比較を行う。例えば、下コンクリート床版下縁において、考慮する場合の静定基本系と不静定系の合計値は、 4.4N/mm^2 の引張応力であるのに対し、考慮しない場合の合計値は 4.2N/mm^2 と僅かながら差異が見られた。最後に、クリープにより、例えば、プレキャスト板下縁において、回復クリープを考慮する場合、圧縮の作用応力度の約 60%が、クリープによる引張応力で損失する結果が得られた。

4. まとめ

本研究において、3 径間連続二重合成 2 主 I 桁橋におけるクリープに着目し、解析的検討を行った。その結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 回復クリープの影響を考慮することで、僅かであるが、危険側の評価になることがわかった。
- 2) クリープにより、例えば、プレキャスト板下縁において、回復クリープを考慮する場合、作用応力度の約 60%が、クリープによる引張応力で損失する結果が得られた。

今後、文献 2)の結果と上・下コンクリート床版と鋼桁との温度差に伴う変化応力度を算出し、本橋梁形式の経時挙動に関して、総合的な評価を行う予定である。

【参考文献】

1) 例えば、二重合成構造を採用した鋼トラス橋の計画・施工スペイン Ulla 川に架かる高速鉄道橋一、橋梁と基礎 2014 vol.48, pp.62～63, 2014 年 11 月。
2) 生川恭平, 渡邊 涼, 大山 理: (CS3-016) スパン比をパラメータとした二重合成 2 主 I 桁橋の乾燥収縮挙動, 土木学会 第 69 回年次学術講演会講演概要集, pp.31～32, 2014 年 9 月。
3) (社)土木学会: 鋼・コンクリート複合構造の理論と設計(I)基礎編: 理論編, pp.66～69, 2004 年 10 月。
4) (社)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説Ⅰ: 共通編, Ⅱ: 鋼橋編, 丸善(株), 2012 年 3 月。

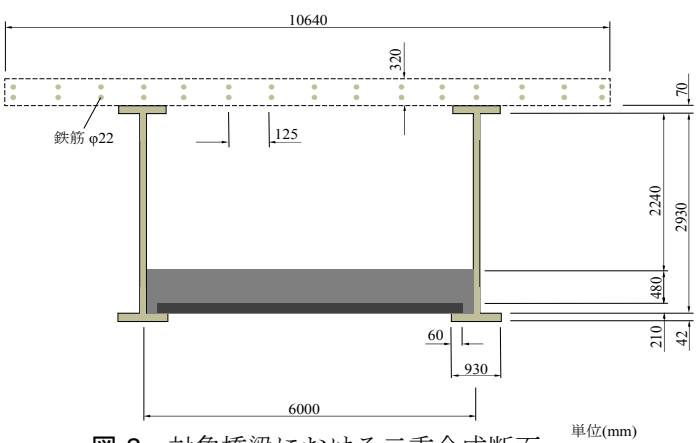


図-3 対象橋梁における二重合成断面

表-1 解析条件⁴⁾

遅れ弾性クリープひずみに対するクリープ係数の最終値($\phi_{d,\infty}$)	0.4
フロークリープひずみに対するクリープ係数の最終値($\phi_{f,\infty}$)	1.6
遅れ弾性クリープひずみに対するクリープ係数の進行を表す無次元係数(k_1)	0.02
フロークリープひずみに対するクリープ係数の進行を表す無次元係数(k_2)	0.0067
任意時刻(t): 日	10000
後死荷重載荷時における材齢(t_2): 日	200
上コンクリート床版打設時における材齢(t_1): 日	100
下コンクリート床版打設時における材齢(t_0): 日	30

表-2 応力度一覧表 (単位: N/mm^2)

		回復クリープを考慮する			
		作用応力	クリープ		合計
			静定基本系	不静定系	
鉄筋	上縁	-16.5	-1.2	0.1	-17.6
	下縁	-15.1	-0.8	0.1	-15.8
鋼桁	上縁	-176.0	-7.3	-8.0	-191.3
	下縁	86.8	63.3	4.9	155.0
下コンクリート床版	上縁	1.1	1.8	0.1	3.0
	下縁	8.1	-4.7	0.3	3.7
プレキャスト板	上縁	9.7	-5.8	0.3	4.2
	下縁	11.8	-7.7	0.4	4.5

		回復クリープを考慮しない			
		作用応力	クリープ		合計
			静定基本系	不静定系	
鉄筋	上縁	-16.5	-1.1	0.0	-17.6
	下縁	-15.1	-0.7	0.0	-15.8
鋼桁	上縁	-176.0	-7.0	-7.7	-190.7
	下縁	86.8	61.8	4.9	153.5
下コンクリート床版	上縁	1.1	1.6	0.1	2.8
	下縁	8.1	-4.5	0.3	3.9
プレキャスト板	上縁	9.7	-5.6	0.3	4.4
	下縁	11.8	-7.5	0.3	4.6