

断面変形を考慮した合成桁橋のクリープ・乾燥収縮解析

(株)横河ブリッジ	正員	○下田晃伸
埼玉大学工学部	正員	奥井義昭
長岡技術科学大学	正員	長井正嗣

1. はじめに

近年、構造上の合理性やトータルコスト面から2主桁合成橋が注目されるようになった¹⁾。しかし、このような構造形式の橋梁は国内での実績に乏しく、コンクリート床版のクリープ・乾燥収縮の検討は、2主桁合成桁橋の耐荷力、コンクリート床版の耐久性と並び、重要な課題の一つとして挙げられる。そこで本研究では断面変形、特にコンクリート床版部のせん断遅れを考慮したクリープ・乾燥収縮解析を行った。

2. 解析方法

断面変形を考慮したクリープ・乾燥収縮解析では（以下 Shear-lag 解析と呼ぶ）、主桁のコンクリート床版部、張り出し部、腹板部、下フランジ部を各々膜要素でモデル化し、上フランジをトラス要素でモデル化したブロック有限要素²⁾を用いた。床版部の膜要素ではせん断遅れを考慮するため、曲げによる垂直応力度の橋軸直角方向の分布を放物線と仮定した。また、クリープ解析法としては粘弾性挙動を複数のケルビン体でモデル化する Zienkiewicz 法³⁾をデッキ部の膜要素に用いた。

3. 解析モデルと解析ケース

解析モデルを図1、図2に示す（以下モデルA、モデルB）。モデルAは、鋼橋技術研究会合理化省力化研究部会で検討及び試設計された3径間の2主桁合成桁橋である。また、モデルBは北海道に現在架設中であるホロナイ川橋の基本設計における構造諸元を用いた。

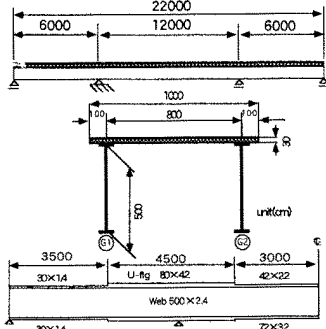


図 1 モデル A の側面図および断面構成図

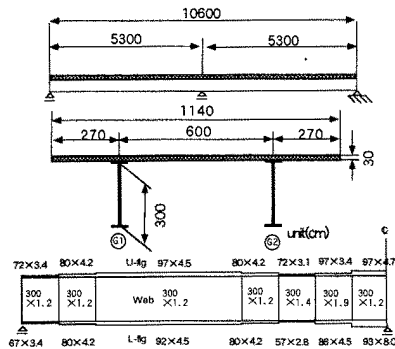


図 2 モデル B の側面図および断面構成図

以下の数値解析で用いたクリープ・乾燥収縮に関する解析ケースを表 1 に示す。Case 1、2 では道示の基準に従いクリープ係数と最終乾燥収縮度を決定した。なお、Case 1 がクリープのみ Case 2 が乾燥収縮のみの計算ケースとなっている。一方、Case 3、4 についてはクリープ予測式として阪田式⁴⁾を用いた。Case 3 では現場打ちを、Case 4 ではプレキャスト床版を想定したケースである。モデル A では Case 1、2 で Shear-lag 解析を行い、既往の梁理論解析の結果と比較検討を行った。モデル B では Case 1、2 に加え Case 3、4 で Shear-lag 解析を行い、Shear-lag の影響を検討すると共に異なるクリープ予測手法による解析結果を比較・検討した。

解析ケース	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
クリープ予測式	道示		阪田式	
載荷材令(日)	14		14	150
クリープ係数	2.0	4.0	1.4	1.0
最終乾燥収縮度	—	20×10^{-5}	24×10^{-5}	14×10^{-5}
後死荷重 ($t f/m$)	モデル A	1.71	—	1.71
	モデル B	2.72	—	2.72

表 1 解析ケース

解析ケース	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
クリーブ予測式	道示		阪田式	
載荷材令 (日)	14		14	150
クリーブ係数	2.0	4.0	1.4	1.0
最終乾燥収縮度	—	20×10^{-5}	24×10^{-5}	14×10^{-5}
後死荷重 (t_f/m)	モデル A	1.71	—	1.71
	モデル B	2.72	2.72	2.72

4. 解析結果

図3にモデルAでのShear-lag解析と梁理論解析でのクリープによるコンクリート床版の応力増分の橋軸方向（以下 z 方向）の分布と、400日後の中央支間中央部での床版応力の橋軸直角方向（以下 s 方向）の分布を比較した結果を示す。図中の黒丸及び三角点は有効幅を考慮した既往の設計法により求めた値を示す。図4にモデルBでのShear-lag解析でのクリープによるコンクリート床版応力の z 方向の分布と、端支間中央部（以下PointA）での床版応力の s 方向の分布を示す。また図5にはモデルBのPointAでの腹板間隔の $1/2$ の b と片側有効幅 λ の比の経時変化を示す。図6にはモデルBのPointAでのクリープ予測式の違いによるコンクリート床版応力と鋼材応力の比較を示す。

5. まとめ

(1) 梁理論に基づいた解析結果の方が、Shear-lag解析の結果よりもクリープ・乾燥収縮の影響が大きく生じる。(2) クリープの影響により、コンクリート床版の有効幅は時間と共に大きくなる。(3) クリープと乾燥収縮によって生じる応力増分の内、乾燥収縮による応力増分の占める割合が約90%と、かなり大きくなる。(4) プレキャスト床版を用いた方が現場打ちの場合に比べ40%ほどクリープ・乾燥収縮による応力増分を抑えられる。

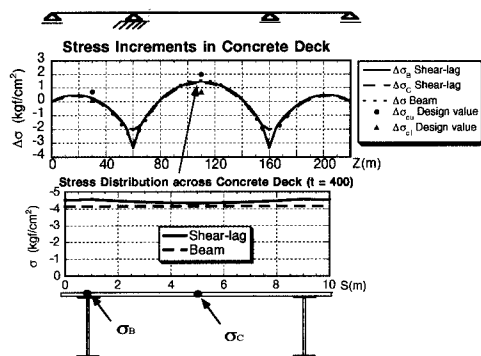


図3 Shear-lag解析と梁理論解析の応力の比較（モデルA）

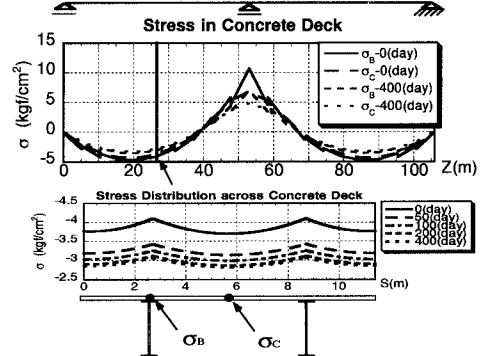


図4 Shear-lagによる床版応力の影響（モデルB）

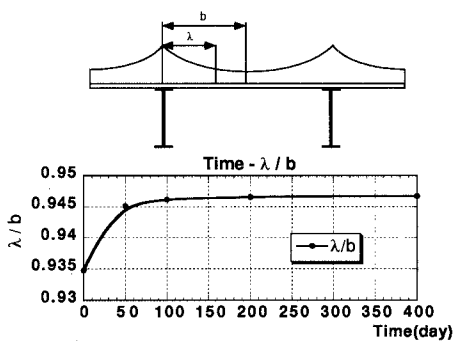


図5 λ/b の経時変化（モデルB、PointA）

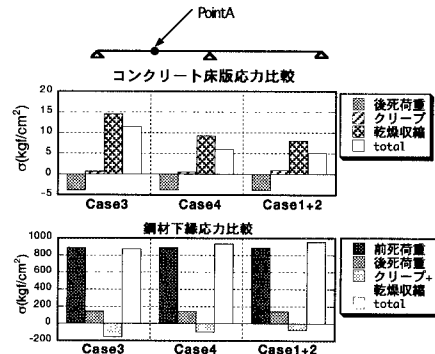


図6 クリープ予測式の違いによる影響（モデルB）

参考文献

- 1) 日経コンストラクション：ホロナイ川橋建設工事，pp.46～51,1995.12-8,
- 2) 奥井 義昭・長井 正嗣・赤尾 圭二：2主桁合成斜張橋のシアラグを考慮した有限要素解析と有効幅の検討，構造工学論文集 Vol.41, 1995.3
- 3) O.C.Zienkiewicz,M.Watson,I.P.King：A NUMERICAL METHOD OF VISCO-ELASTIC STRESS ANALYSIS,pergamon Press,Vol10,pp.807-827, 1968.3.
- 4) 阪田 憲次：コンクリートの乾燥収縮及びクリープの予測，コンクリート工学 31 号 No2, p5-15, 1993.2.