

I - A168 ひび割れ制御をした連続合成橋梁のクリープ・乾燥収縮解析

埼玉大学 大学院 笠原 竜介
埼玉大学 工学部 正会員 奥井 義昭

1. はじめに

合成桁、特に連続合成桁は非合成桁に比べ施工管理が煩雑であるという理由から、わが国では建設が控えられた時期もあったが、近年、連続合成桁が再び建設されるようになった。その際、中間支点近傍のコンクリート床版のひび割れを許容する設計が採用されている[1]。そこで本研究では、コンクリート床版のひび割れ発生を想定した連続合成橋梁のクリープ・乾燥収縮解析を行いひび割れの影響を検討した。また、ひび割れを考慮した連続合成橋梁のせん断遅れの影響についても解析を行った。

2. 解析モデル

解析モデルは、ホロナイ川橋をモデルとして合成桁として試設計されたモデル橋[2]を用いた。2 径間の 2 主桁橋梁（支間 53m）であり、断面構成図を図 1 に、断面図を図 2 に示す。なお、以下の解析では持続荷重として後死荷重(半橋分 1.395 tf/m)のみを考慮した。

(1)ひび割れ領域のモデル化

ひび割れ領域の影響を考慮したモデル化は文献[3]の方法に従った。すなわち、中間支点近傍の支間の 15%の領域ではコンクリート床版は無視し、床版内部の鉄筋のみを考慮した。さらに、後死荷重による曲げモーメントが負の領域ではクリープ係数を 0 とした。なお、実際の計算では中間支点近傍の床版の鉄筋量は 2%と仮定している。

(2)せん断遅れを考慮したモデル化

通常の梁理論に基づく合成桁のクリープ・乾燥収縮解析に加えて、せん断遅れの影響を考慮するためにブロック有限要素法を用いたクリープ・乾燥収縮解析を行った。ブロック有限要素法による解析では張り出し部と鋼桁間の床版を各々膜要素でモデル化している。また、この膜要素内では橋軸方向の変位等は橋軸直角方向に放物線の形状で分布しているものとして定式化を行っている。

(3)荷重ケース

以下の計算例では(a)後死荷重+クリープ(以下 Case 1)と(b)乾燥収縮のみ(以下 Case 2)の 2 つの荷重ケースを考慮した。各荷重ケースで用いたクリープ係数、最終乾燥収縮度を表 1 に示す。表 1 に示す両ケースのクリープ係数と最終乾燥収縮度は道路橋示方書の合成桁の基準によるものである。

3. 解析結果と考察

(1)ひび割れ領域の影響

前述の 2 つのモデル化によりひび割れを考慮した場合と非考慮の場合の解析結果の比較を図 3.4 に示す。

Key Words: 合成桁、クリープ、乾燥収縮、ひび割れ、せん断遅れ

〒338-8570 埼玉県浦和市下大久保 255 TEL: 048-858-3558, FAX: 048-858-7374

No.	1	2	3	4	5	6	7
U-Fla section	430x22	430x22	430x28	350x18	370x18	640x33	940x47
U-Fla Length	6000	6000	6000@3=18000	6000	6000	6000	5000@2=10000
Web thickness	13		12	13	17	19	
L-Fla section	640x40	650x43	760x45	580x40	880x46	910x47	1100x57
L-Fla Length	6000	6000	6000@3=18000	6000	6000	6000	5000@2=10000

図-1 モデル橋の断面構成図

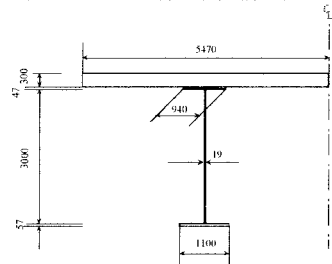


図-2 モデル橋の断面図（断面 No.7）

表-1 クリープ係数と最終乾燥収縮度

	クリープ係数	最終乾燥収縮度
Case 1(クリープ)	2.0	-
Case 2(乾燥収縮)	4.0	200 μ

同図において、縦軸はクリープ・乾燥収縮の収束した荷重 400 日後の床版上縁部応力(σ_{cu})、及び床版下縁部応力(σ_{cl})を表す。図 3 はクリープのみを考慮した場合(Case 1)の床版応力分布であり、クリープに関してはひび割れ領域の影響は少ない。図 4 は乾燥収縮のみを考慮した場合(Case 2)の床版応力分布である。乾燥収縮による応力に対してはひび割れ制御の影響が大きく現れ、橋軸方向全領域で応力増分が 20% 程度低減することがわかった。

(2)せん断遅れの影響

次に、ひび割れを許容した連続合成桁においてクリープ・乾燥収縮時のせん断遅れの影響を検討するため、ブロック有限要素法を用いた解析を行った。梁理論による解析結果との比較を図 5 に示す。同図は乾燥収縮のみのケースで 400 日後の床版応力分布である。 σ (BEAM)は梁理論解析による床版中央面での応力、 σ_b, σ_c (BFEM)はブロック有限要素法解析による鋼桁直上の床版応力、床版中央部の応力を表す。梁理論による解析結果と比べると、桁端部、中間支点部付近で大きく応力が減少しており、この部分でせん断遅れの影響が大きく現れている。このことを示すために 0.15L 部(Pt.A)での床版応力の橋軸直角方向の分布を図 6 に示す。中間支点部付近ではひび割れ領域のモデル化の際に床版コンクリートを無視した結果、桁端部同様にせん断遅れが生じている。この部分でもせん断遅れが生じていることから、せん断力が円滑に伝達できるように補強する必要があると思われる。

4.まとめ

ひび割れ領域を考慮した結果、クリープ応力には大きな影響はみられないが、乾燥収縮による応力が 20% 程度低減することがわかった。また中間支点近傍でひび割れ領域を許容すると橋端同様に中間支点近傍でもせん断遅れによる影響が大きく生じる可能性があることを示した。

参考文献

- [1] 田村他、PC 床版連続合成 2 主桁橋「千鳥の沢川橋」の設計、橋梁と基礎、No.9,Vol.32, pp.18-22, 1998
- [2] 日本橋梁建設協会、連続合成桁設計調査検討業務報告書、平成 7 年
- [3] 日本橋梁建設協会、プレストレスしない連続合成桁設計要領 (案)、平成 8 年

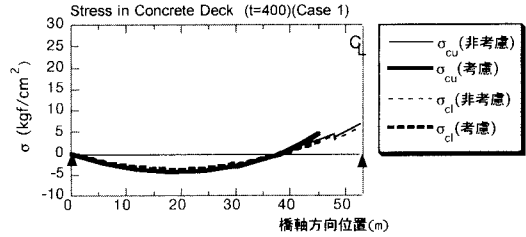


図-3 ひび割れの影響の比較
(床版内の応力分布、クリープ時)

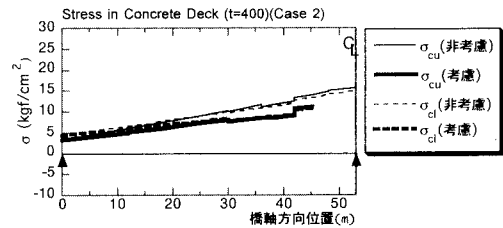


図-4 ひび割れの影響の比較
(床版内の応力分布、乾燥収縮時)

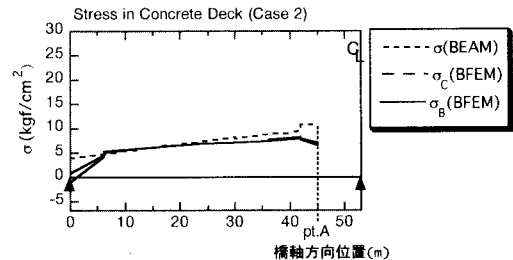


図-5 せん断遅れの影響を考慮した解析と通常の梁理論解析の比較 (乾燥収縮時)

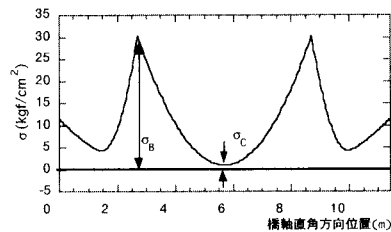


図-6 床版内応力の橋軸直角方向分布 (0.15L 部)