

連続鋼合成桁における中間支点部のコンクリート剛性の評価

新日本技研(株) 技術部

正会員 中村 太一

同 同

上阪 康雄

同 仙台事務所

正会員 倉方 慶夫

長崎大学工学部 助教授

正会員 松田 浩

1. はじめに

プレストレスをしない連続鋼合成桁の中間支点部では床版は引張力を受け、ひび割れ発生により剛性が低下する。この設計上の扱いとして、ドイツでは中間支点部両端の $0.15L$ におけるコンクリートの剛性およびクリープ・乾燥収縮を無視した設計が行われている¹⁾。我国でも(社)日本橋梁建設協会がこの考え方を取り入れた設計要領(案)を作成し、これをもとに日本道路公団で連続鋼合成桁の設計が試行されている。これは設計法として簡便で有効な方法であるが、反面ではコンクリート剛性の境界にずれ止めのせん断応力が桁端部と同様に集中を示すことが問題である。実際はコンクリート剛性の低下には遷移領域があるから、それほどのずれ止めの応力集中は起きないと思われる。そこで、Eurocode 4 のテンションスティフニング・モデル²⁾を用いて中間支点部における床版コンクリートの剛性低下の様子を調べ、設計上の扱い方の検討を現在進めており、その中間報告を行う。

2. 不完全合成桁モデル

図-1 に本解析で用いた不完全合成桁モデルを示す。主桁や床版の断面定数などは1つの部材内で直線変化するとして計算プログラムを作成している。また、床版にはコンクリートと完全合成された鉄筋があり、主桁のみならずこれも床版コンクリートのクリープ・乾燥収縮を拘束するとしている。

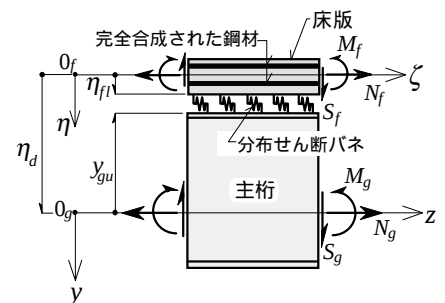


図-1 不完全合成桁モデル

3. 鉄筋コンクリートのテンションスティフニング・モデル

Eurocode 4 では鉄筋コンクリートの軸方向力に対するテンションスティフニング効果を図-2 のように表している。これをもとに鉄筋の平均ひずみとコンクリート剛性の低下率の関係を、鉄筋比 $p=0.03$ ・コンクリートの引張強度 $f_{ck}=2(N/mm^2)$ に対して計算した結果を図-3 に示す。他の鉄筋比についても計算したが、それによる曲線の変動は僅かであった。なお、図-3 を、乾燥収縮 ϵ_s を含む荷重状態に用いるときは、鉄筋の平均ひずみの原点を ϵ_s だけシフトする必要がある。

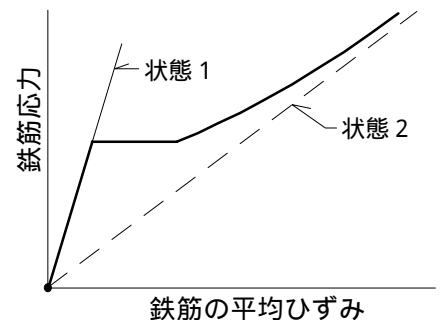


図-2 引張域剛性モデル

4. 解析対象と計算前提

図-4 に解析対象の2主桁の3径間連続鋼合成桁を示す。床版はI型鋼を橋軸方向に用いた合成床版($t=23.5cm$, 鉄筋比 $p=0.03$)であり、主桁間の床版下面には鋼板が貼ってあるのでクリープ・乾燥収縮に対する床版の有効厚は約 $40cm$ である。

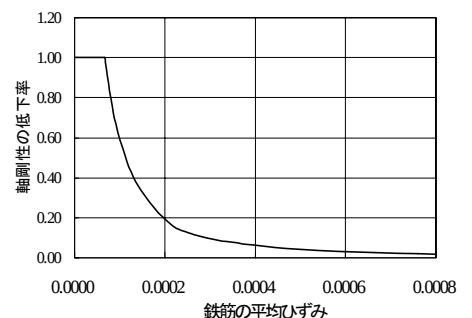


図-3 コンクリート剛性の低下率

表-1 に計算した荷重ケースを示す。活荷重連続鋼合成桁では後死

キーワード：プレストレスしない連続鋼合成桁、ひび割れ剛性、ずれ止め、乾燥収縮

〒105-0014 東京都港区芝 2-1-23

Tel.03-3453-4321 Fax. 03-3453-4325

〒852-8521 長崎市文教町 1-14

Tel.095-843-1111 Fax. 095-843-7464

荷重によるクリープの影響は小さいので省略した。

乾燥収縮の計算では遅れ弾性クリープを考慮した Trost の計算式を用い、その際 Eurocode 4 を参照して、乾燥収縮度 $\varepsilon_s = -2.1 \times 10^{-4} \cdot \text{クリープ係数 } \phi_{\infty} = 3.3 \cdot \text{レラクセーション係数(経時係数) } \rho = 0.8$ とした。

主桁高が低めであるため、床版には軸方向応力度の 1/3 程度の曲げ縁応力度が発生する。そこで多少粗い扱いではあるが、床版上面の鉄筋のひずみを用いて図-3 から床版コンクリートの剛性の低下率を求め、繰返し収束計算を行った。

5. 解析結果と考察

図-5 に荷重の組み合わせに対する床版コンクリート剛性の低下の様子を示す。図中には比較のために、現在の設計で取り扱われている軸方向剛性も示してある。ここで、低下率 1.0 とはコンクリートにひび割れが発生していないことを意味し、0.0 は完全ひび割れ状態にあることを意味する。この結果から、

床版コンクリートの軸方向剛性は乾燥収縮 + 後死荷重によっては殆ど低下しないが、活荷重の載荷によって中間支点部 $0.10L$ の範囲は剛性が大きく低下する。

現在設計で取り扱われている軸方向剛性と比較して、最大活荷重作用時における中間支点部付近の剛性低下の割合は小さく、完全ひび割れ状態にはならない。

など、現在設計で取り扱われている剛性とはやや異なることが分かる。

図-6 には、中間支点部付近の乾燥収縮・後死荷重・活荷重載荷時におけるずれ止めのせん断応力分布を示している。結果を比較すると、現在の $0.15L$ 区間の剛性を無視したやり方ではコンクリートの軸方向剛性の急変部でせん断応力が集中し、過大なせん断応力が算定されることとなる。一方、当解析では、中間支点部付近における剛性の低下は小さめであり、応力集中は僅かである。現時点では、鉄筋付着を考慮できていないが、付着を考慮すれば剛性低下はより緩やかになると考えられる。そこで、今後ずれ止めの設計を行う際にはこのような力学的な不合理さをなくすため、中間支点部付近および支間中央部の剛性の变化を考慮した設計が有用であり、経済的でもないと考えられる。

参考文献

- 1) 伊藤鉦一ほか訳：合成桁におけるひび割れ幅の制限，橋梁と基礎 1993-2
- 2) Eurocode 4 (鋼コンクリート合成構造物の設計，第2編・橋梁，1996 年版)

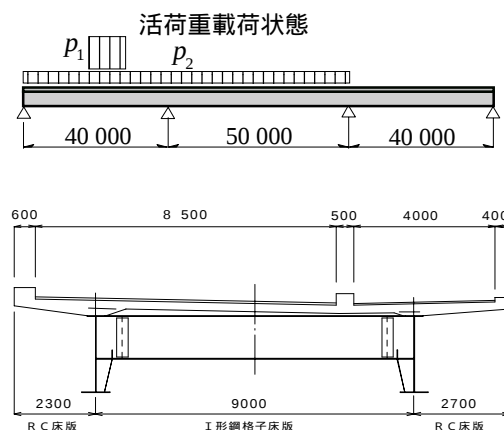


図-4 計算対象の鋼合成板桁

表-1 剛性分布算定用の計算ケース

Case1	乾燥収縮 (+ 後死荷重)
Case2	乾燥収縮 + 後死荷重 + 活荷重

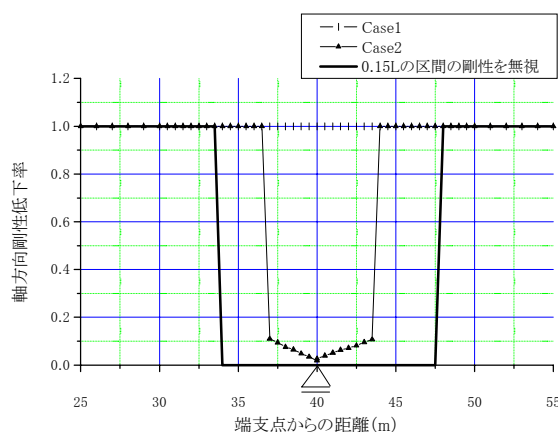


図-5 床版コンクリートの軸方向剛性分布図

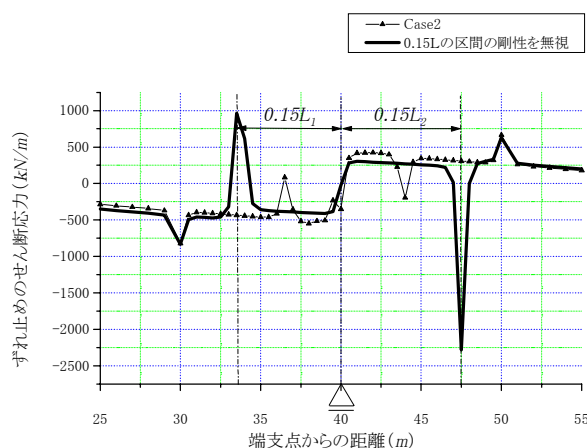


図-6 ずれ止めのせん断応力分布図