

膨張材の効果を検討した連続合成桁の耐久性解析

大阪大学大学院 学生員 ○ 和田 りえ

大阪大学大学院 フェロー 西村 宣男

大阪大学大学院 学生員 李 昌勲

1. まえがき 近年、経済性や施工性を追及した橋梁形式として少数主桁連続合成鉄桁橋が注目されている。連続合成桁の設計法は主に橋軸方向にプレストレスしない設計であり、合成断面として設計するが、中間支点のみ鋼桁と鉄筋とで外力に抵抗する部分合成桁として設計されている。これに対し、さらに合理的で経済的な設計法として、全区間床版を有効とする設計法が考えられるが、そのためには橋軸方向にプレストレスを導入する必要がある。橋軸方向にプレストレスを導入する方法としては、従来から PC 鋼線による緊張や支点のジャッキダウンなどがあるが、最近注目されているものに、膨張コンクリートによるケミカルプレストレスがある¹⁾。本研究では、膨張材による膨張量を初期ひずみとして与え、床版内部・外部の拘束材に拘束されることによって計算されるケミカルプレストレスを考慮した解析手法を導入し、連続合成桁に膨張コンクリートを用いた場合のケミカルプレストレス量の検討を行うことを目的とする。

2. 解析モデル 解析モデルは、立体ブロックのモデルにより構成される。合成桁をモデル化する際の立体ブロックは、**図-1**に示すように主桁を 8 節点シェル要素、コンクリート床版を 20 節点ソリッド要素で床版の鉄筋は立体トラス要素でモデル化する。スタッドは、鋼桁とコンクリート床版の界面に長さを持たないせん断バネ要素でモデル化することにした。対象とする橋梁は、支間長 45m、63m（横桁間隔 9m 一定）の単純及び 3 径間連続合成桁 2 主桁橋であり、総幅員 11.2m、床版支間 6.0m で PC 床版を採用している。この橋梁の断面図を**図-2**に示す。鋼主桁の高さは 3m で一定としている。左右対称かつ橋軸方向に対称な構造とみなし、**図-3**に示すような 1/4 モデルとする。ただし**図-3**において図化していないが、コンクリートは全区間にモデル化されている。

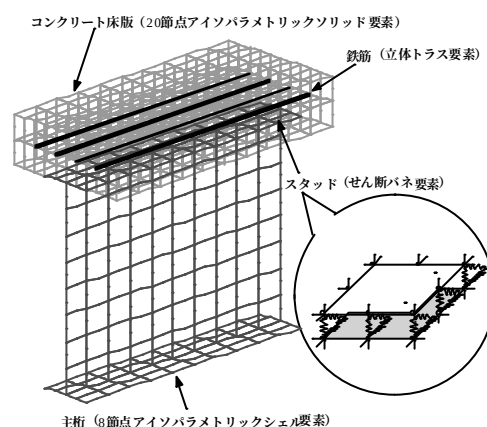


図-1 立体ブロック要素分割例

3. 解析条件 3 径間連続合成 2 主桁橋に導入されるケミカルプレストレスを検討するため、鋼桁、コンクリート床版及び床版鉄筋をモデル化し、数値解析を行う。鋼桁の鋼種は SM490YB を使い、ヤング係数(E_s)206GPa、ポアソン比(ν_s)0.3、降伏応力(σ_y)353MPa とする。コンクリート床版は PC 床版とし、設計基準強度(σ_{yc})34.3MPa、ポアソン比(ν_c)0.167、ヤング係数(E_c)29.4GPa とした。床版鉄筋は降伏応力(σ_{yr})235MPa、公称軸径(ϕ_r)22mm の異形鉄筋を用い、鉄筋比は 2% とした。ただし、鋼桁と床版は完全合成の状態にあるとする。床版に膨張材による膨張効果として、橋梁の全長に自由膨張率 $\varepsilon = 600(\mu)$ を初期ひずみと与え、ケミカルプレストレスの導入量を求める。

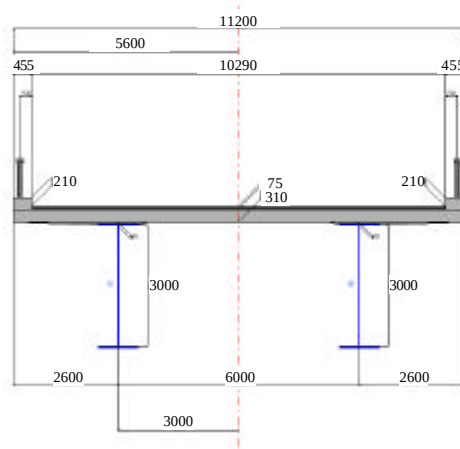


図-2 対象橋梁の断面図

キーワード：連続合成桁、膨張材、クリープ・乾燥収縮、有限要素解析

連絡先：〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1, Phone:06-879-7598, Fax 06-879-7601

4. 解析結果 全長に渡って、自由膨張率 600 μ の高膨張コンクリートを用いた場合の対象橋梁に導入されるケミカルプレストレス量の橋軸方向分布を図-4 に示す。ここに示す応力は、コンクリートの各断面の平均をとっている。全長に渡って高膨張コンクリートを用いた場合、コンクリート断面に初期膨張ひずみを与えるため、桁全体に偏心モーメントがかかり、端支点部から中間支点にかけて圧縮応力が漸増していき、中間支点部においては約 7.3 N/mm^2 のケミカルプレストレスが導入される。またこのときの断面中央付近にある鉄筋の応力と鋼桁のウェブ中心における応力の橋軸方向分布を図-5 に示す。鉄筋の応力の最大値は約 90 N/mm^2 で、中間支点部では約 80 N/mm^2 程度であり、鉄筋の引張許容応力度である 137 N/mm^2 には十分余裕のある応力レベルであることがわかる。鋼桁のウェブ中心付近の橋軸方向応力分布は端支点部から中間支点にかけて引張応力が漸増していき、中間支点部においては約 80 N/mm^2 程度になる。

また、導入されたケミカルプレストレスが持続荷重として働く際に、クリープ現象が起こる。数値計算で求めた膨張コンクリートによるケミカルプレストレスをコンクリート断面に持続載荷させ、クリープ解析を行った。クリープ及び乾燥収縮によって発生する橋軸方向応力分布を数値計算で求め、図-6 に示す。ここで示す有効プレストレスは、ケミカルプレストレスからクリープによる減少量を引いたプレストレスであり、中間支点部においては約 2.6 N/mm^2 となっている。また乾燥収縮によって中間支点部においては約 1.7 N/mm^2 の引張応力が発生することがわかった。有効プレストレスから乾燥収縮による引張応力を差し引いた残存圧縮応力を図-7 に示す。中間支点部において、約 1.0 N/mm^2 の圧縮応力が残っていることがわかる。

5. まとめ 3径間の連続合成桁を対象とした解析では、ケミカルプレストレスは端支点から中間支点に向けて漸増していき、中央径間ではほぼ一定のケミカルプレストレスが導入される。中間支点部においても、初期導入されたケミカルプレストレスが、クリープ、乾燥収縮によって発生する引張応力よりも大きいため、圧縮応力が残る。

【参考文献】

- 1) 岡田幸児, 細見雅生, 依田照彦, 佐久間隆司: 連続合成桁へのケミカルプレストレスの適用, 構造工学論文集, Vol.46A, 2000.

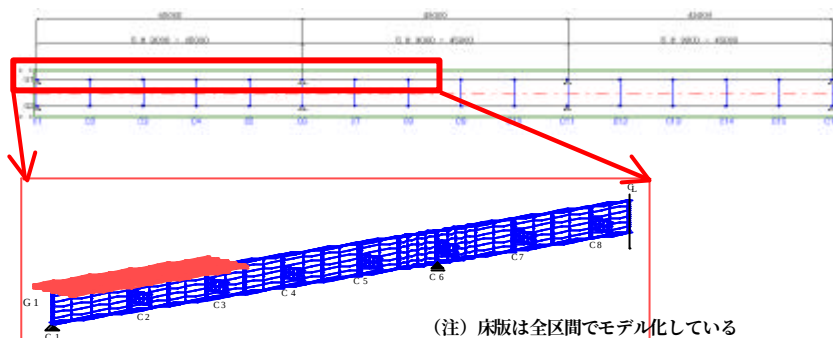


図-3 解析対象モデルの要素分割図

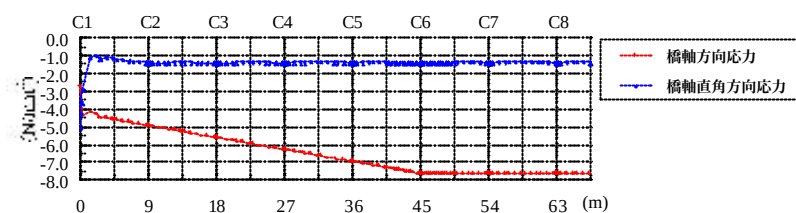


図-4 橋軸方向のケミカルプレストレス量分布（断面平均値）

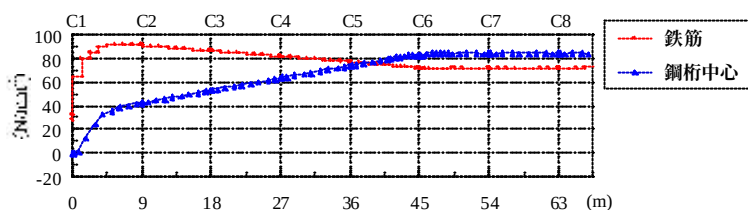


図-5 床版鉄筋および鋼桁の橋軸方向応力分布

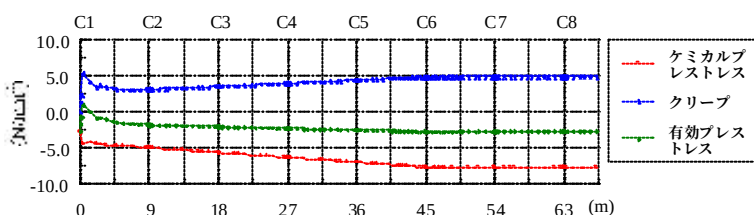


図-6 クリープ・乾燥収縮による床版の応力分布（断面平均値）

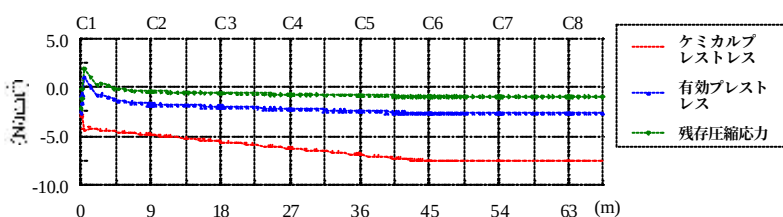


図-7 床版の圧縮残留応力分布（断面平均値）