

鉄道用連続合成桁の設計手法についての一考察

鉄道総合技術研究所
日本大学

○永井絃作
澤野利章

1. まえがき

鉄道橋において連続合成桁が多く用いられている。近年、連続合成桁の設計において、ドイツ等で用いられているテンションスティフニング効果の影響について検討が行われているが、鉄道橋においてはこれらの検討はあまり行われていないのが現状である。そこで、本研究では、鉄道橋の設計標準¹⁾により設計した場合、テンションスティフニング効果等がどの程度影響するかを、試設計により検討する。なお、道路橋の設計と異なっている点は、活荷重の設定の他に、①鉄道橋ではスラブ作用と主桁作用の重ね合わせ照査を規定していないこと、②鋼とコンクリートの温度差の設定（主桁5℃、ずれ止め10℃）が道路橋示方書（10℃）と異なっていること、などである。

2. 試設計対象

対象橋梁は、図1、図2のような、3径間連続合成桁橋（60+60+60m、複線並列2主桁、直橋）とした。列車荷重においては、新幹線（終局時：H-22、使用・疲労時：H-17、260km/h）を想定し、可能な限り現行の設計標準¹⁾を用いることとして、断面を決定した。

3. 設計手法の種類

設計計算手法の検討にあたっては、2項で示した対象橋梁において、数種類の設計手法で計算を行い、計

表1. 計算パターン①～④の説明（中間支点部）

パターン① 仮定剛度：スパンの15%の部分のコンクリートの剛性を無視（鋼桁＋鉄筋断面） 断面計算：（鋼桁＋鉄筋断面）とする。
パターン② 仮定剛度：ひび割れの有無にかかわらずコンクリートの剛性を考慮する（合成断面） 断面計算：（鋼桁＋鉄筋断面）とする。
パターン③ 仮定剛度：スパンの15%の部分のコンクリートの剛性を無視（鋼桁＋鉄筋断面） 断面計算： $\beta m=0.2$ としてテンションスティフニングを考慮する ²⁾ 。
パターン④ 仮定剛度：Bode式 ³⁾ を用いて、テンションスティフニングを考慮する。 断面計算： $\beta m=0.2$ としてテンションスティフニングを考慮する ²⁾ 。

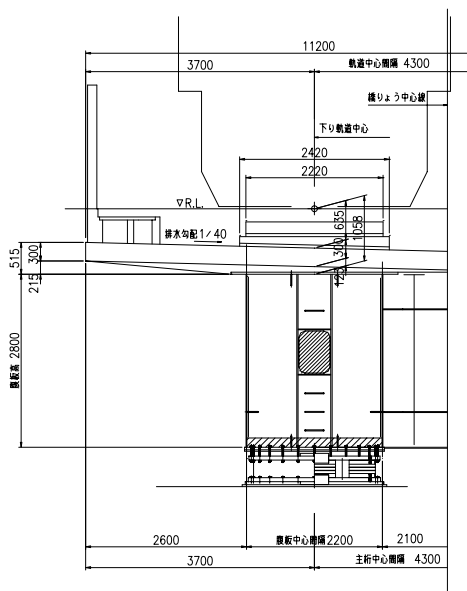


図1. 試設計対象断面図（中間支点部）

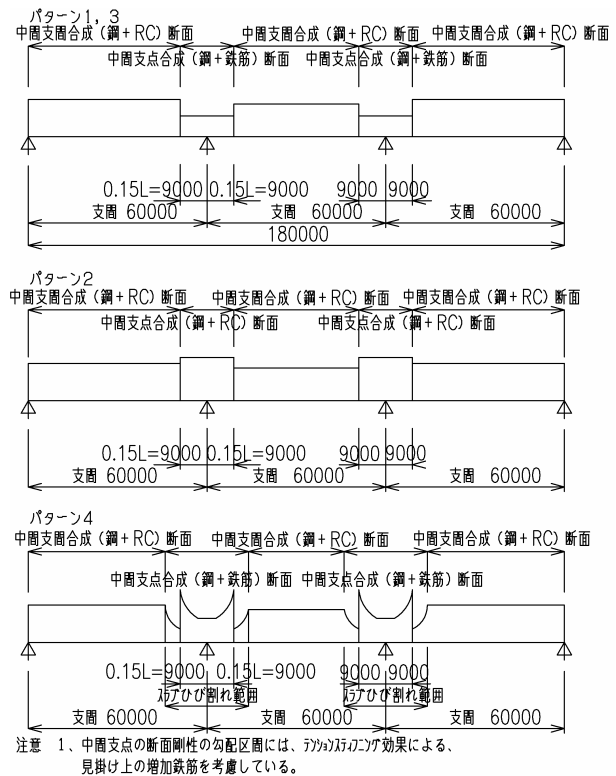


図2. 試設計対象橋梁と仮定剛度（合成後荷重）

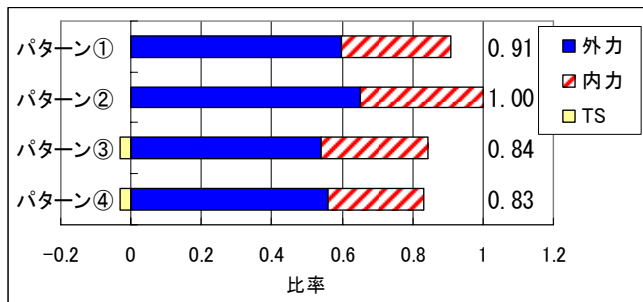


図3. 中間支点部のひび割れ幅の計算結果

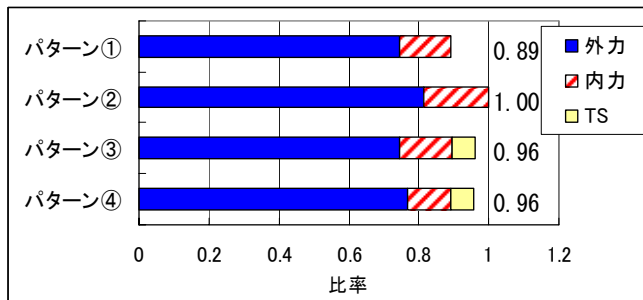


図4. 中間支点部の床版中鉄筋応力の計算結果

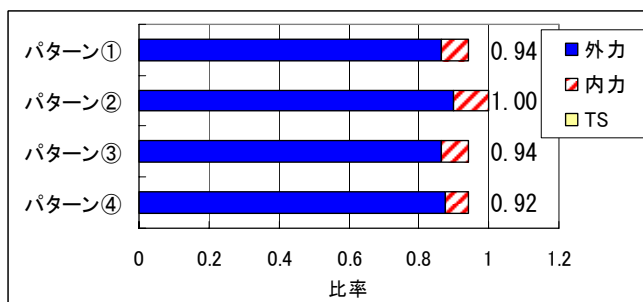


図5. 中間支点部の主桁下フランジ応力の計算結果

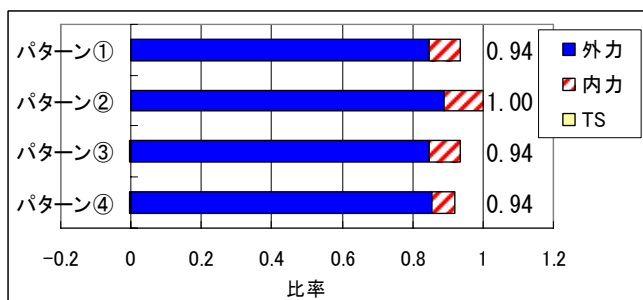


図6. 中間支点部の主桁上フランジ応力の計算結果

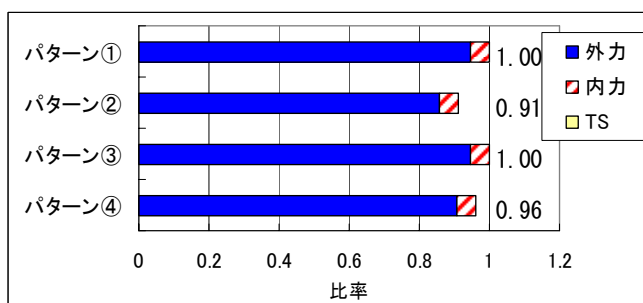


図7. 径間中央の主桁下フランジ応力の計算結果

算結果がどの程度変化するかを検証することとした。計算には中間支点部の取り扱いにおいて、表1、図2のパターン①～④を設定した。パターン①、②については、テンションスティフニングを考慮しない方法であり、パターン②は安全側の観点から負曲げ部のモーメントを大きくなるように計算するものである。パターン③は、断面（応力度・ひび割れ幅）計算時にのみテンションスティフニングを考慮するものであり、多くの文献³⁾等で紹介されている手法である。パターン④は、他の手法よりも厳密にテンションスティフニングを考慮する手法であるが、計算が煩雑となる。なお、このパターン④においては、仮定剛度と算出剛度がほぼ一致するまで、収束計算を行っている。

4. 計算結果の比較

計算結果の比較を図3～図7に示す。各図において計算結果は、中間支点部はパターン②を基準に、径間中央（正曲げ）部はパターン①を基準に、比率で示した。凡例の内、外力は合成前・後死荷重・列車荷重・衝撃荷重を、内力は乾燥収縮・クリープ・温度差の影響を考慮している。また、TSはテンションスティフニング効果の影響を示している。

図3は、ひび割れ幅の計算結果の比較であるが、算出時に平均ひずみを使用しているため、パターン③、④においてはTSの部分は負となって作用しており、結果としてパターン②よりも15%程度小さくなった。

図4は、床版中の鉄筋の応力の比較であり、鉄筋の最大応力を使用するためにTSについては正の値となっている。しかし、パターン③、④の結果はパターン①と②の結果との間となっている。

図5、図6は、主桁の上下フランジの応力の比較であるが、パターン②に比べて各パターンともに約6%程度小さな値となっている。また、主桁ではTSについてはほとんど影響しない程度となっている。

図7は、中央径間（正曲げ）の結果であるが、パターン①とパターン③は正曲げ部で全く同じ計算過程となるために同値となっている。パターン④はパターン①、③よりも4%程度小さな値となっており、これはパターン②よりは大きい。

5. まとめ

今回の計算の中で、パターン④が現実の挙動に最も近いと仮定すると、パターン②については、中間支点部においては大きな値となり、安全側な計算になっていると考えられるが、正曲げ部分では危険側になっていると考えられる。一方、パターン①はパターン②と逆の傾向になっていると考えられる。またパターン③では、中間支点部の計算結果は概ねパターン④と同じ値となっており、実設計への適用も考えられると言える。しかし、径間割りによっては傾向が変わる可能性があるため、追加検討の余地があると考えられる。

【参考文献】

- 1) 鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物，鉄道総研編，丸善，2000。
- 2) 長井，他：連続合成桁の各種ひび割れ幅算定法とその相違に関する一考察，土木学会論文集，No. 710/I-60，pp. 427-437，2002。
- 3) 栗田，他：二重合成連続桁橋の現状と課題，第4回鋼構造と橋に関するシンポジウム論文報告集，土木学会，pp. 45-58，2001。