

計算ソフトを用いた橋上ロングレール区間の伸縮継目配置の検討

株式会社 日本線路技術 正会員 ○小野 雅之
 日本鉄道建設公団 兼平 豊治
 株式会社 日本線路技術 上之山 倉吉

1. はじめに

ロングレールを橋梁上に敷設すると、温度条件に伴い発生する一般ロングレールとしての温度軸力のほかに、橋桁の伸縮による付加軸力がレールに加わる。その敷設にあたっては桁長、橋脚の強度、桁の支承配置、レール締結装置のふく進抵抗力、伸縮継目の配置について、構造物と軌道の両面から検討し、その設計を行うことが必要とされる。この橋上ロングレールについては、東海道新幹線の建設に際して、橋上を含めて全線をロングレール化するため、世界に先駆けて日本においてその解析が行われた。その後、コンピュータを用いる理論的計算手法が開発され¹⁾、詳細な解析が行われた結果、適用条件も緩和され、その後の新幹線、在来線の建設はこれに基づいて行われている。日本鉄道公団では桁長、桁の支承配置が任意に与えられた時に、ロングレールの軸力をコンピュータを用いて解析することのできるプログラムを1985年に開発し、その後、1998年にWindows(OS)上で動くようにバージョンアップした。ここでは、その内容と、同公団が株式会社日本線路技術に委託し、伸縮継目配置の検討を行った事例について報告する。

2. 橋上ロングレール計算ソフト

図1は橋上ロングレール計算ソフトのメイン画面を示したものである。

本ソフトは計算条件として、縦抵抗力、レール断面積、敷設温度との温度差を任意に設定でき、橋梁区間、全ての桁について桁長、支承配置(可動、固定)を入力することにより、ロングレールに発生する軸力、レール破断時の開口量、伸縮継目部のレールの伸縮量を計算することができる。図2は軸力線図の出力例で、レールに発生する軸力の変化が、桁情報の下に図示されている。

計算の結果、最大軸力が許容値の980kN(100tf)を超えた場合、または、破断時開口量が許容値の70mmを超えた場合は伸縮継目の配置を検討する。伸縮継目の位置は軸力の大きさ及び桁の長さなどを考慮して決定する。なお、支承配置を変更(可動、固定の入替え)すると軸力分布が変化し、許容値以下になることもあるので、変更が可能な場合は可動、固定を入れ替えて検討を行う。

破断時開口量が温度差 $\pm 40^{\circ}\text{C}$ で許容値の70mmを超えた場合は、 $\pm 38^{\circ}\text{C}$ に落として再計算する。これは、東北・上越新幹線建設時に全区間を $\pm 40^{\circ}\text{C}$ で計算した結果、伸縮継目の数が多くなり、将来の保守などを検討し、当時の国鉄(構造物設計事務所)において決定されたものである。

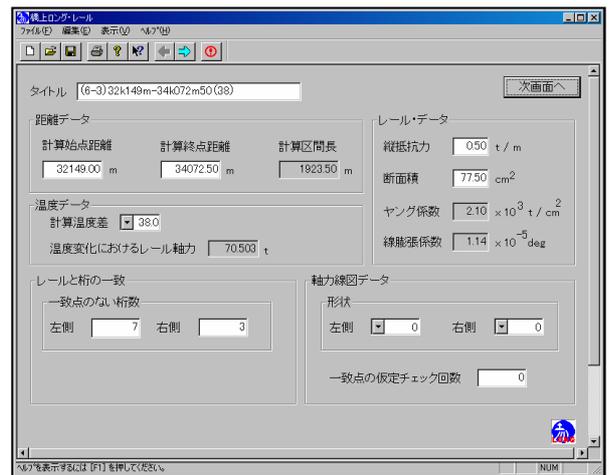


図1 橋上ロングレール計算ソフトのメイン画面

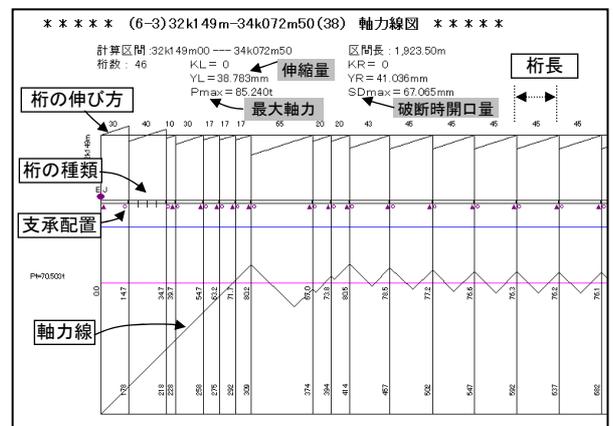


図2 橋上ロングレール区間の軸力線図出力例

キーワード 橋上ロングレール, 伸縮継目, 軸力, 破断時開口量, 伸縮量

連絡先 〒170-0003 東京都豊島区駒込 1-35-1 株式会社 日本線路技術 TEL 03-5978-6901 URL <http://www.kk-nsg.co.jp/>

3. 橋上ロングレールの計算例

(1) 軸力が許容値を超えたため伸縮継目を配置した例

図3は最大軸力が許容値（980kN）を超えたため、伸縮継目を配置した例である。伸縮継目の配置前は橋梁（氷川B, L=332m）の両端部で軸力（破線）が許容値を超えたが、橋梁の中央付近に伸縮継目を配置した結果、伸縮継目の位置で軸力が0tとなるため、全体的に軸力は小さくなり、最大軸力も許容値以下となった。

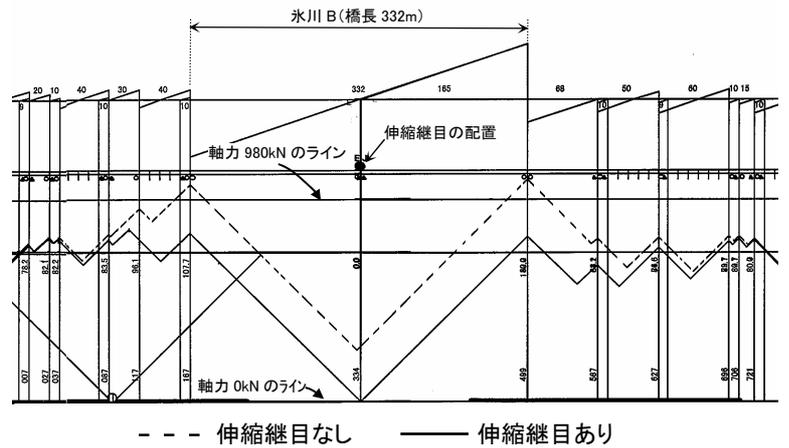


図3 軸力が許容値を超えたため伸縮継目を配置した例

(2) 軸力が許容値を超えたため桁の支承配置を変更した例

図4は、軸力（破線）と起点側伸縮継目の伸縮量が許容値（100mm）を超えたが、橋梁（第四千曲川橋梁, L=327m）付近に縦曲線があり、伸縮継目を橋梁の中に配置できなかったため、桁の支承配置を一部変更した例である。図で示した桁（L=20m）の可動、固定支承の向きを設計当初とは逆にした結果、軸力線分布（実線）が変化し、最大軸力、及び伸縮継目の伸縮量が許容値以下となった。

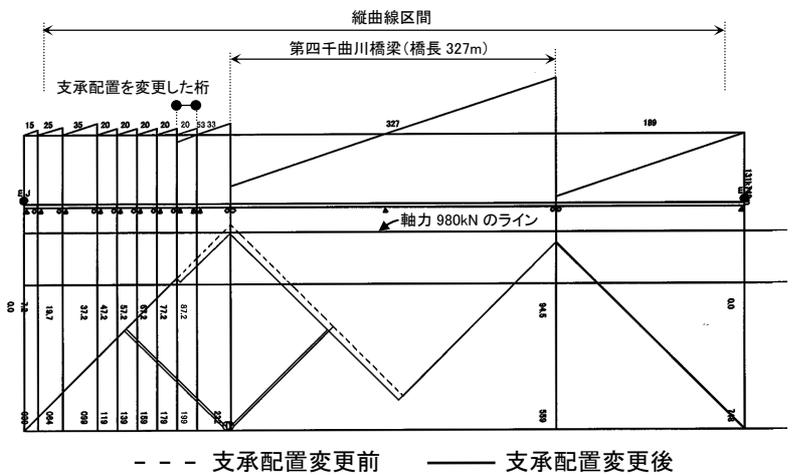


図4 軸力が許容値を超えたため桁の支承向きを変更した例

(3) 破断時開口量が許容値を超えたため桁の支承配置を変更した例

図5は温度差±38℃で計算しても破断時開口量が許容値を超えたため、桁の支承配置の変更を検討した例である。破断時開口量は破断前の軸力線と破断後の軸力線で囲まれた面積（着色部）に比例するが、桁の支承向きを4桁分変更した結果、軸力線分布が実線のように変わり、破断時開口量が許容値以下となった。このように、支承配置の変更が可能であれば、伸縮継目を配置しなくても済む場合がある。

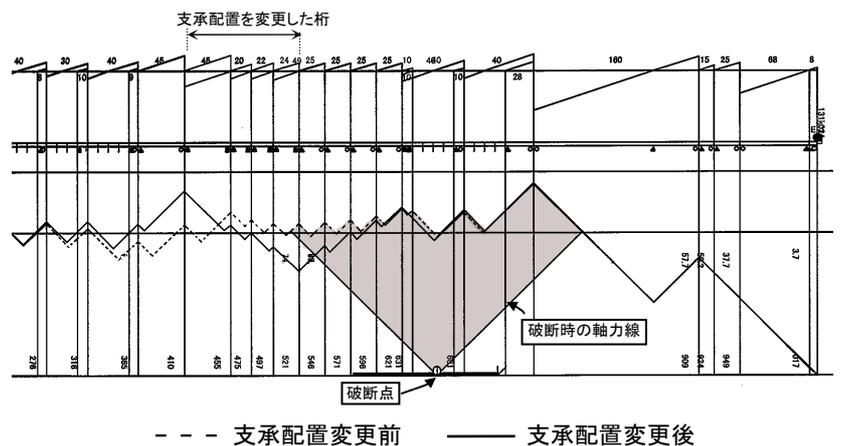


図5 破断時開口量が許容値を超えたため桁の支承向きを変更した例

4. おわりに

以上述べたように、橋上ロングレール計算ソフトにより、例え延長が数10kmに及んでも、長くても数時間で計算することができるが、伸縮継目の配置や桁配置の変更を検討するのは、線形条件や施工の進捗状況などが絡んでくるので、技術者の経験と勘が頼りとなっている。今後はこれらの条件も計算ソフト上で考慮できるようなものに改良することが課題と考えている。

参考文献

1) 宮井徹; 等支間橋上ロングレールに関する理論的考察, 鉄道技術研究報告, 1976年3月