

背割り式 RC ラーメン高架橋の線路方向解析モデルの簡略化に関する一考察

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○大野又稔 鈴木雄大 鈴木裕隆

1. はじめに

鉄道高架橋の構造形式の一つとして、背割り式 RC ラーメン高架橋がある。背割り式 RC ラーメン高架橋は、隣接ラーメンと基礎を共有する構造であるため、設計においては隣接ラーメンの影響を適切に考慮する必要がある¹⁾²⁾。背割り式 RC ラーメン高架橋の線路方向解析モデルとして、図 1(a)に示す三連モデル（設計ラーメン R₂と隣接ラーメン R₁, R₃を全て一体でモデル化）があるが、R₁~R₃の全ての部材の条件を入力する必要がある。本論文では、R₁, R₃の構造諸元が R₂と異なる条件においても、三連モデルより簡易に設計可能なフレーム解析モデルを検討した。

2. 提案モデルと各荷重の影響のモデル化

2. 1 三連モデルの断面力分布

三連モデルは、R₂に対して R₁, R₃を全てモデル化することで R₁, R₃の影響を反映させる。図 2に、図 1(a) (c)に示す R₃の構造諸元が R₂と異なる条件における、死荷重+活荷重、ロングレール縦荷重、温度変化の影響による曲げモーメントについて、三連モデルで線形解析により算定した結果を示す。図 2(a)より、R₁, R₃の縦梁の中間柱上に負曲げが生じていることが分かる。図 2(b)より、R₁, R₃の柱は、各スパン中央までのロング

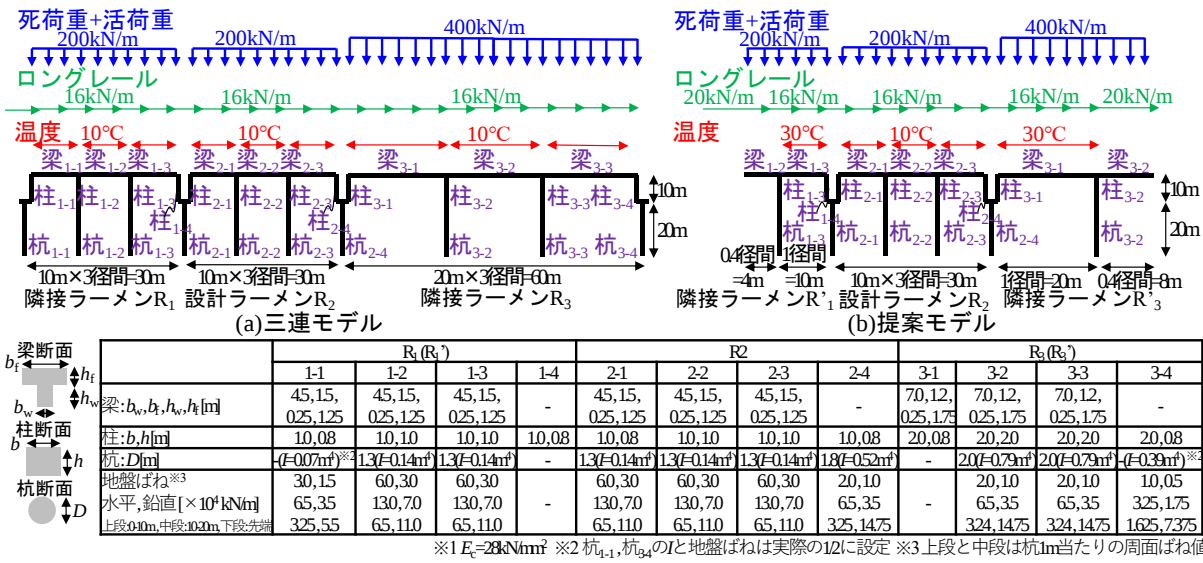
レール縦荷重を負担していることが分かる。図 2(c)より、R₁, R₃の温度変化による影響は比較的小さいことが分かる。

2. 2 提案モデルの検討方針

R₁, R₃の影響は、R₁, R₃の端部柱下端を介して R₂に伝達する。三連モデルの断面力分布から、R₁, R₃の2径間目以降の部材を減らした簡易な構造モデルでも、荷重を適切にモデル化することで三連モデルと同等の解析結果を再現可能と考え、適切な構造モデル形状と荷重のモデル化方法を検討した。図 1(b)に、提案モデルを示す。簡易に設計可能なフレーム解析モデルとして、隣接ラーメン R'₁, R'₃を1径間のラーメンと0.4径間の片持ち梁とする構造モデル形状とした。

2. 3 死荷重+活荷重の影響のモデル化

死荷重+活荷重による影響は、R'₁, R₂, R'₃に、三連モデルと同じ等分布荷重を作用させて表現した。R'₁, R'₃の片持ち梁の鉛直荷重は、三連モデルの縦梁の中間柱上の負曲げを再現するために設定したものであり、片持ち梁の張出し長は0.4径間とした。これは、三連モデルの縦梁を両端固定梁と仮定した場合の支点上の曲げモーメントと、片持ち梁の支点の曲げモーメントがほぼ等価となるように設定したものである。



※1 $E_c=28\text{ kN/mm}^2$ ※2 杭₁₋₁, 杭₃₋₄のIと地盤ばねは実際の1/2に設定 ※3 上段と中段は杭1m当たりの周面ばね値

図 1 フレーム解析モデル概要

キーワード：背割り式 RC ラーメン高架橋，フレーム解析モデル，線路方向解析モデル，線形解析

連絡先：〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 東日本旅客鉄道株式会社 TEL03-3379-4353

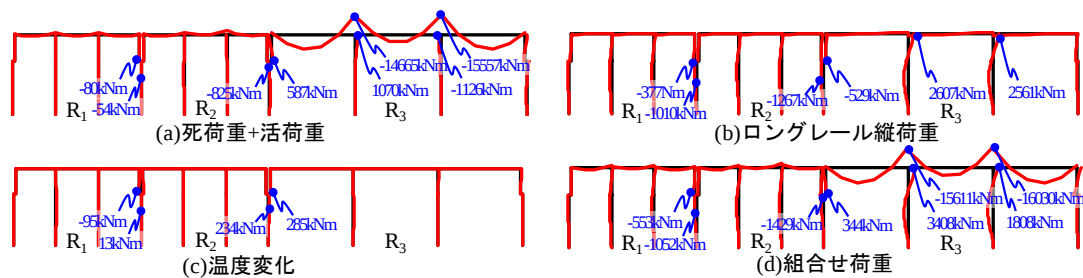


図2 三連モデルによる曲げモーメントの算定結果

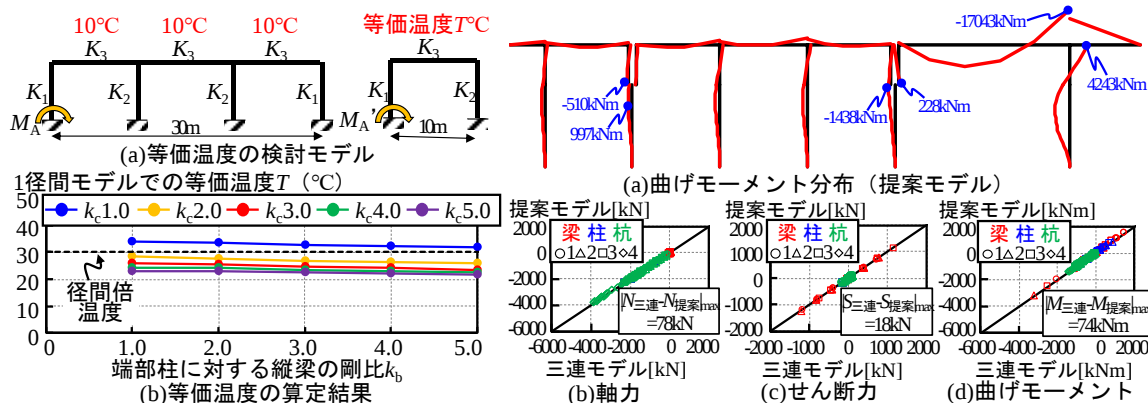


図3 等価温度の検討 (3 径間ラーメン)

図4 三連モデルと提案モデルの断面力の比較 (組合せ荷重)

2. 4 ロングレール縦荷重の影響のモデル化

ロングレール縦荷重による影響は、 R_2 全径間と R'_1 , R'_3 の 1 径間ラーメンには三連モデルと同じ水平等分布荷重 (16kN/m) を、 R'_1 , R'_3 の片持ち梁には三連モデルの 5/4 倍の水平等分布荷重 (20kN/m) を作用させて表現した。これは、三連モデルでスパン中央まで負担する水平荷重を、提案モデルでは 0.4 径間に負担させるためである (スパン中央まで 0.5 径間/片持ち梁 0.4 径間)。

2. 5 温度変化の影響のモデル化

温度変化による影響を表現するモデル化方法を検討するため、温度変化により多径間ラーメンと 1 径間ラーメンの端部柱下端に生じる曲げモーメントを、たわみ角法で算定して比較した。図 3(a) に、3 径間ラーメンで検討したモデルを示す。図 3(b) に、縦梁の 10°C の温度変化により 3 径間ラーメンの端部柱下端に生じた曲げモーメント M_A と、 $T^\circ\text{C}$ の温度変化により 1 径間ラーメンの端部柱下端に生じる曲げモーメント M'_A が等価となる等価温度 T を算定した結果を示す。端部柱、中間柱、梁の剛度 K_n (=部材の断面二次モーメント I /部材長 L) を図 3(a) の通り設定し、端部柱の剛度を基準とした中間柱の剛比 k_c (K_2/K_1)、縦梁の剛比 k_b (K_3/K_1) で整理した。 k_c が 2.0 以上の T は、3 径間ラーメンに設定した温度に径間比を乗じた径間倍温度 ($10^\circ\text{C} \times 30\text{m}/10\text{m}=30^\circ\text{C}$) と比較し、やや低い程度であった。一般的な背割り式 RC ラーメン高架橋 ($k_c:2.0$ 以上, $k_b:1.0$

以上) では、1 径間ラーメンに径間倍温度を設定した場合、端部柱下端にはやや大きい曲げモーメントが作用する。ここで、図 2(c) の通り、温度変化による影響は、他の作用と比較して小さいことも考慮し、 R'_1 , R'_3 の 1 径間ラーメンに径間倍温度を作用させて表現した。

3. 提案モデルによる断面力の算定精度

図 4(a) に、提案したモデルにより算定した曲げモーメントを示す。図 4(b) (c) (d) に、 R_2 の各部材に生じた断面力について、三連モデルと提案モデルを比較した結果を示す。提案モデルによる各部材の断面力の算定値は、三連モデルと概ね一致しており、本条件でも提案モデルにより精度良く算定できていることが分かる。

4. おわりに

背割り式 RC ラーメン高架橋の線路方向解析モデルについて、隣接ラーメンの構造諸元が設計ラーメンと異なる条件においても、三連モデルよりも簡易に設計可能なフレーム解析モデルを提案した。提案した解析モデルにより算定した設計ラーメンの断面力は、三連モデルの算定値と概ね一致しており、提案したモデルにより精度良く算定できていることを把握した。

参考文献

- 1)公益財団法人鉄道総合技術研究所編:鉄道構造物等設計標準・同解説(コンクリート構造物), 2004.4
- 2)公益財団法人鉄道総合技術研究所編:鉄道構造物等設計標準・同解説(耐震設計), 2012.9