

I - B 456

弾性支承を用いた3径間連続トラス橋の高速列車走行性に関する研究

金沢工業大学大学院	学生会員	花田 達雄
金沢工業大学	正会員	本田 秀行
芝浦工業大学	正会員	松浦 章夫

1. はじめに

弾性支承桁の高速列車走行性に関する研究については、すでに単純支持桁、連続合成桁を対象にした解析が行なわれている^{1),2)}。本研究では、3径間連続トラス橋に高速列車が走行する場合の動的影響を求める実用的なシミュレーション手法を誘導し、弾性支承の特性と高速列車走行性について検討を行うこととする。

2. 解析の概要

全体構造マトリックスの中から鉛直成分のみをとりだした縮約剛性マトリックスから固有ベクトル ϕ_i および固有円振動数 ω_i を計算し、縮約剛性マトリックスから車輪軸の走行軌跡に関係する節点のみを取り出し、節点変位内挿関数ベクトル $R(x)$ および固有ベクトル内挿関数ベクトル $G_i(x)$ を求める。

動的たわみベクトルは y で表され、これは静的たわみベクトル y_s と、 i 次モードに対応する動的及び静的変位 f_{di}, f_{si} からなる。これらは、桁の減衰定数 ζ_i 、支承部の減衰定数 C_{sei} 、等価質量 m_{ei} 、車輪軸配置に対応する動的及び静的移動荷重列 P_{diw}, P_{siw} が速度 v で走行する場合に対して、動的及び静的節点荷重ベクトル Y_d, Y_s が求められる。

車輪軸の配列を S_{iw} 、軌道の高低狂いを波形関数 $w(x)$ とすると、上で求めた y と合わせて i_w 車輪軸の走行軌跡が求まり、これが走行車両の強制入力変位となる。

3. 動的応答解析

3.1 対象橋梁および解析モデル

本解析の対象はT新幹線S橋梁で全長180.0m、1径間60.0mの複線3径間連続溶接下路トラスである。このトラス橋の概略図を図-1に示す。

本橋梁の解析モデルの概要は、節点数78、要素数130、走行路すなわち縦桁の節点間隔は5.0m、トラスは10.0mとする。要素断面積は0.0364~0.0400m²、断面二次モーメントは0.00688~0.01014m⁴、弾性支承のばね定数は第1、第4番目の支承が2.352×10⁶kN/m、第2、第3番目の支承が6.713×10⁶kN/mとし、全体として複線分を考えるものとする。

走行する列車は、1車両10自由度(車体の上下、ピッチ、台車の上下、ピッチ及び車輪軸の上下)の新幹線車両6両編成として、軌道には過去に得られた空間周波数 f_r に対応する軌道狂いスペクトル密度、 $a \times 10^{-n} / f_r^m$ (a, m, n は軌道狂いパラメーター) から任意波形を抽出して用いる。また、走行面と各車輪との間には軌道の弾性を考慮したばねを挿入し、局所的な段落ち、目違い部には3次平滑化曲線を挿入する。

3.2 解析結果

図-2の上段に、走行速度250km/h、軌道狂いを考慮しない場合の1両目後部台車前輪軸の輪重減少率の時刻歴応答波形を示す。第1支承を通過する時と格間長を通過する際に顕著な輪重減少が起き、最大輪重減少率は0.149となる。減衰波形については1Hzに近い値となり滑らかな波形が得られた。同図の下段には軌道狂いを考慮した場合の波形を示す。このときの軌道狂いパラメーターは $a=1$ 、 $n=9$ 、 $m=3$ とした。最大輪重減少率は0.168と軌道狂いを考慮しない場合より0.19大きな値となるが、通常の限界値の0.25より大きく下回っていることから走行上の問題はない。図-3に同じ条件のトラスの下弦材のたわみの時刻歴応答波形を示す。第3径間中央のたわみが一番大きくなり18.3mmとなる。以前に解析²⁾を行った合成

弾性支承、連続トラス橋、高速車両走行

〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇ヶ丘7-1 TEL.076-294-6712 FAX.076-294-6713

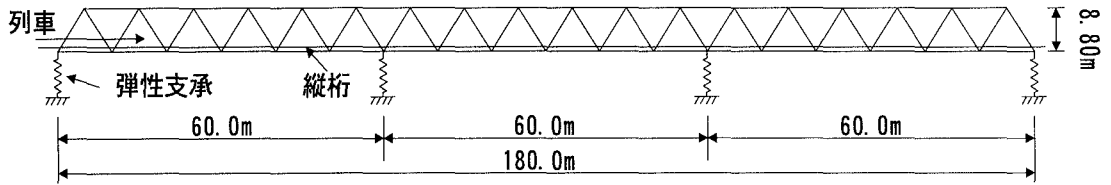


図-1 対象トラス橋の概略図

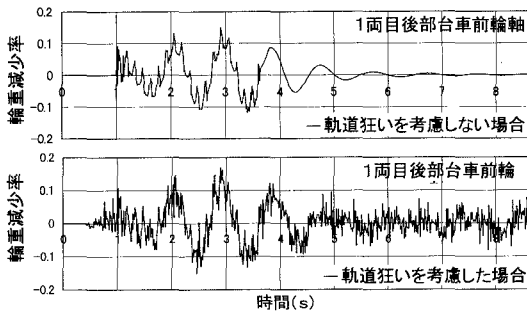


図-2 輪重減少率の時刻歴応答波形

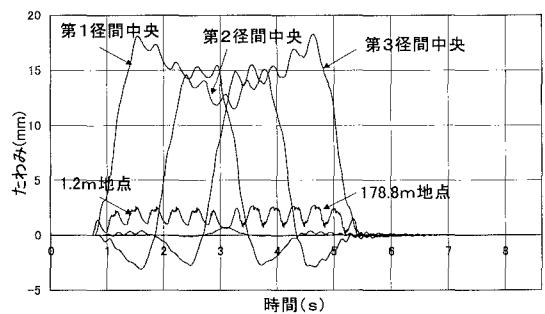


図-3 たわみの時刻歴応答波形

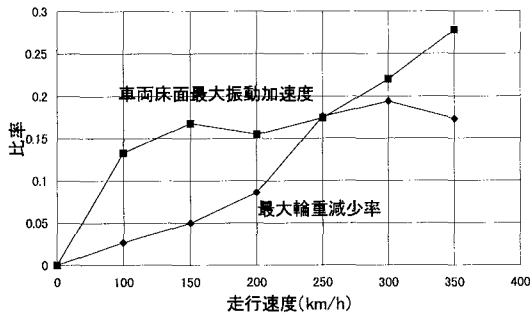


図-4 車両床面の最大振動加速度

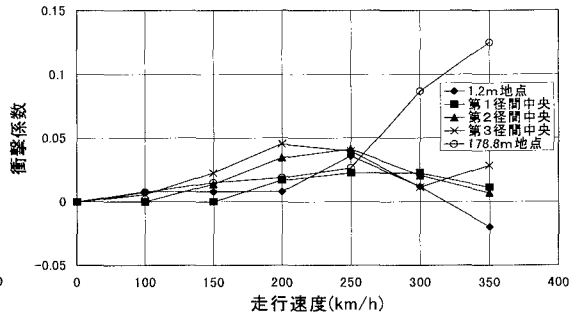


図-5 たわみの衝撃係数

桁の場合は 20mm を越えたが、2 mm ほどトラス橋の方が小さな値となる。支承部近くの 1.2m, 178.8m 地点のたわみの最大値はそれぞれ 2.60mm, 2.72mm となり高振動数の応答箇所がいくつか見られた。本稿では図を省略したが、それぞれの径間中央のたわみは速度に関係なくいずれも最大たわみが 18mm 前後となった。一方、支承部近くの 1.2m, 178.8m の最大たわみは速度の増加に伴い大きくなり、350km/h のときは 2.97mm となる結果を得た。図-4 に速度 100~350km/h における車両床面最大振動加速度と最大輪重減少率を示す。車両床面最大振動加速度は 350km/h のときに最大値の 0.278G となる。また、最大輪重減少率は 300km/h のときに 0.194 となる。図-5 に速度 100~350km/h のたわみの応答に基づく衝撃係数を示す。350km/h のときの 178.8m 地点で最も値が大きく 0.125 の値を得た。

4. あとがき

弾性支承を適用した連続トラス橋に高速列車が走行载荷する場合についてシミュレーション解析を行った。本研究は、主な特性を検討するために平面解析で部材の振動成分は上下動のみに限定しているが、今後は水平方向やねじれ等も考慮に入れた場合での高速列車走行の動的影響について解析を行う必要がある。

参考文献 1) 樽本・元井・松浦：弾性支承桁と高速列車走行との動的相互作用, 中部支部講演概要集, I-61, H.9.3.

2) 光木・保坂・松浦・市川・松尾：ゴム支承を用いた連続合成桁の高速車両走行性に関する研究, 52 回概要集, I-B226.