

I-B 153

超高速鉄道におけるニールセンローゼ鋼鉄道橋の衝撃係数

（山梨リニア実験線；小形山橋梁）

日本鉄道建設公団 正会員 保坂鐵矢

パシフィックコンサルタンツ

八巻康博

同上

正会員 加藤祐之

1. はじめに 現行の設計法¹⁾では、衝撃係数を算出できる列車の設計速度の適用範囲を新幹線で300km/hまでに制限している。対象としている列車荷重はリニアモーターカーであり、設計速度は550km/h（浮上走行時）である。また山梨リニア実験線の設計要領²⁾では、走行シミュレーションの実施を示唆している。したがって、本稿では鉄道橋ではじめて採用した鋼ニールセンローゼ橋である小形山架道橋について、時刻歴応答解析を行なって設計に用いる衝撃係数を算出した概要を報告する。小形山架道橋は山梨リニア実験線の鋼ニールセンローゼ橋で、図-1に示すように支間136.5mで床組は横桁上にコンクリート床版を有する構造である。

2. 解析方法

1) 解析方法および条件 解析はモード法による時刻歴応答解析をおこない、列車と橋りょうとの連成振動による応答値を求め、この動的応答値と静的応答値の比で衝撃係数を求めた。部材の減衰定数は2%とした^{1,2,3)}。解析した列車速度の範囲は0～1000km/hである。

2) 解析モデル 解析モデルは図-2に示すような形状の、節点に質量を与えた多質点系のモデルとした。

a) 主構の構造モデルは鉛直面に投影した平面骨組みモデルとした。

b) 横桁の構造モデルは主構間隔をスパンとした単純はりモデルとした。横桁はコンクリート床版を評価しない場合（鋼構造）と、コンクリート床版を評価した場合（合成構造）の2種類の断面剛性について検討した。

c) 列車の荷重のモデル；図-3(a)に示すように、AC間に列車があるとき、着目点Bに影響線載荷した。このとき連行荷重であるPは、図-3(b)に示す列車の軸配置と列車の軸荷重モデルとなる。解析に用いた1編成の列車の車両数は14両とした。列車荷重は、主構は補剛桁に直接載荷して移動させ、横桁は横桁と直角方向に移動させた。

3. 解析結果

1) 固有値解析結果 表-1に主構・横桁の固有値解析の結果を示す。列車の車両の長さを一周期として固有周期から求めた列車速度 V_e と、横桁の衝撃係数が最大となる列車速度 V_i （図-5参照）も示した。 V_e と V_i が一致するとき着目部材が V_e で共振することを示している。

2) 衝撃係数と列車速度の関係 図-4, 5に主構および横桁の、列車速度と衝撃係数の関係を示す。①主構；アーチリブ、補剛桁ともに400km/h付近から増加し、700km/h付近で最大(1.4)となっているが明確なピークはない。吊材は600km/h付近で極大(2.1)となっている。②横桁；二つの極大値をとる速度域がある。鋼構造では400km/h付近で衝撃係数が9.5で、合成構造では固有振動数が高くなり（表-1参照）、最大値の速度域を750km/h付近に移動させ、列車速度0～650km/hの範囲で横桁の衝撃係数は3.4となった。今回の検討の結果、設計に用いる衝撃係数は図4, 5から読み取った0～550km/hの範囲での最大値を採用した。設計に用いた衝撃係数を表-2に示す。

4. まとめ 以上、現行の設計法などでは算出できないリニア列車荷重による衝撃係数を時刻歴応答解析によって求めた結果を述べた。解析結果から①時刻歴応答解析による衝撃係数は、現行設計法による衝撃係数に対して主構で2.0～2.5倍、横桁で5倍の大きさとなった。②衝撃係数はかならずしも列車速度との比例関係にはなかった。③横桁では共振する列車速度で衝撃係数が最大となった。最後に、当該橋梁の衝撃係数の解析にあたりご指導いただいた東京工業大学 三木千寿 教授、鉄道総合技術研究所 松浦章夫 部長（現金沢工業大学教授）、市川篤司 橋梁研究室長、日本鉄道建設公団 稲葉紀昭 設計技術室長に深く感謝の意を表します。参考文献 1) 鉄道総合技術研究所編；鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物，1992年10月。2) 山梨リニア実験線建設プロジェクトチーム；山梨リニア実験線 構造物設計要領（案），1991年9月。3) 橋本香一；鋼鉄道橋の応力および衝撃係数に関する研究，鉄道技術研究報告（No. 713），pp. 115～116，1970。

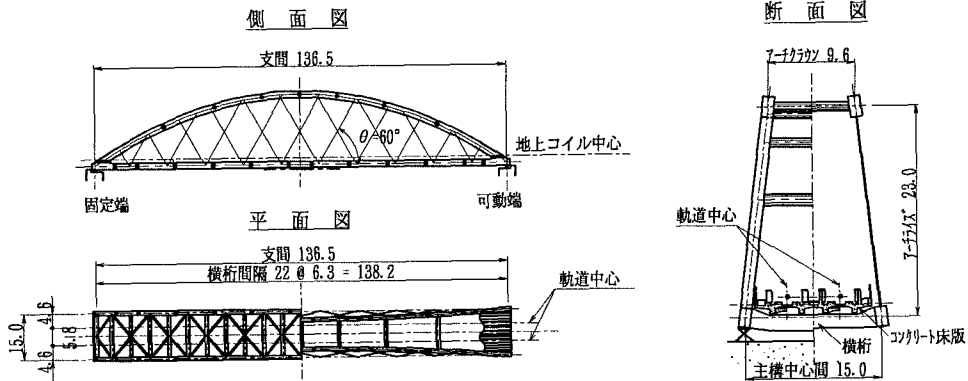


図-1. 小形山架道橋 一般図

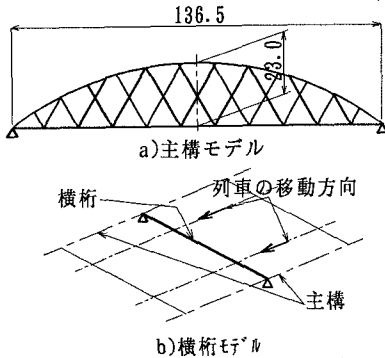


図-2. 主構・横桁の解析モデル

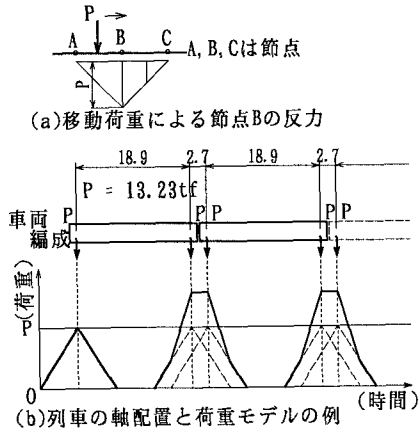


図-3. 移動荷重による節点Bの反力および列車の軸配置と荷重モデルの例

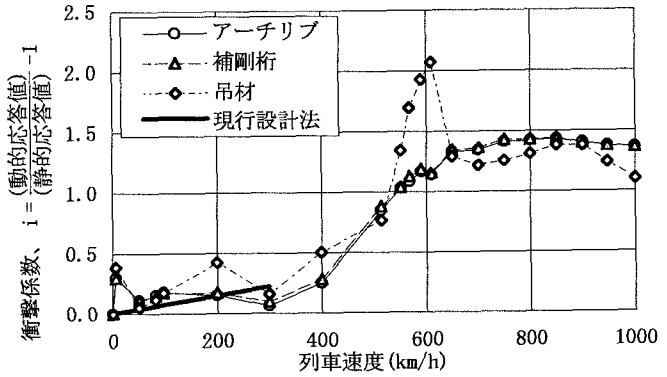


図-4. 主構の列車速度と衝撃係数の関係

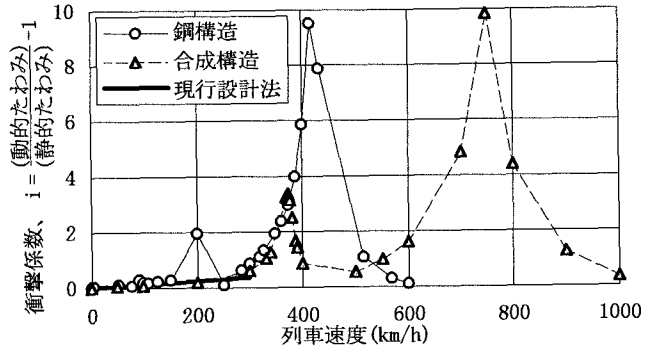


図-5. 横桁の列車速度と衝撃係数の関係

表-1. 固有値解析結果

部材	モード 次数	固有振動数 (Hz)	固有振動数 から求めた 列車速度 V_e (km/h)	衝撃係数が 最大となる 列車速度 V_i (km/h)
主構	1	1.07	83.2	—
	2	1.35	105.0	—
	3	1.92	149.3	—
横桁(鋼構造)	1	5.42	421.3	420
横桁(合成構造)	1	9.16	712.6	720

表-2. 現行設計法と解析結果との衝撃係数の比較

部材	現行設計法 衝撃係数	解析結果 衝撃係数	影響線の 基線長
アーチリブ	0.41	1.1	146.2
補剛桁	0.41	1.1	136.5
吊材(ゲージ)	0.76	1.4	6.2
端横桁	0.68	3.4	11.4
中間横桁	0.66	3.4	12.6

注) 現行設計法での衝撃係数は、参考文献(1)による