

新幹線スラブ軌道の構成要素と動的挙動

福山大学 工学部 正会員

岡田 清

福山大学 工学部 正会員

○西頭 常彦

1. 本研究の目的

新幹線スラブ軌道の支持弾性 $k_p = 8 \text{ kgf/cm}^3$ では、新幹線車両の台車および車体の上下振動と軌道スラブのロッキング振動および上下振動とは、共振現象を生じないことを、文献1) および2) において述べたが、新幹線の軌道構造を展望するとき、スラブ軌道の構成要素を変えた場合について動的解析を行う必要がある。スラブ軌道の構成要素としては、軌道スラブの厚さ、長さ、支持弾性、レール重量およびレールを支持するゴムの弾性などがあるが本研究においては、軌道スラブに 2 kgf/cm^3 、 2.4 kgf/cm^3 の防振ゴムを接着した、いわゆる防振スラブ軌道について解析する。

2. 解析条件及び解析項目

2.1 解析条件

新幹線車両の輪重は 9 tf 、輪重変動率 4.5% 、 60 kg レール、軌道パッドの弾性は 60 tf/cm 、軌道スラブ厚は 19 cm で、コンクリートの有効応力が 10 kgf/cm^2 で締付けた PRC 構造、軌道スラブの下側に厚さ 40 mm のセメントアスファルト (CA) をてん充している。なお、疲労検討のさいの繰返回数は、耐用命数を 50 年、 1 日 150 本の新幹線ダイヤ、 16 両編成とした。また、新幹線の速度は $250, 300, 350 \text{ km/h}$ とした。たとえば、C1-2-350 は図-1 に示す case 1 の解析モデルで軌道スラブの支持弾性 $K_p = 2 \text{ kgf/cm}^3$ 、速度 350 km/h の場合である。

2.2 解析項目

解析は軌道の安定と耐久性に分かれ、軌道の安定は軌道スラブのロッキング振動によって生じる軌道スラブのアップリフト、軌道スラブ支承体の圧縮量、軌道パッドの無負荷時間、軌道スラブの浮遊時間、ロッキング振動数、上下振動数などであり、軌道の耐久性は、軌道スラブ鉄筋の疲労およびセメントアスファルト (CA) 層の疲労などである。

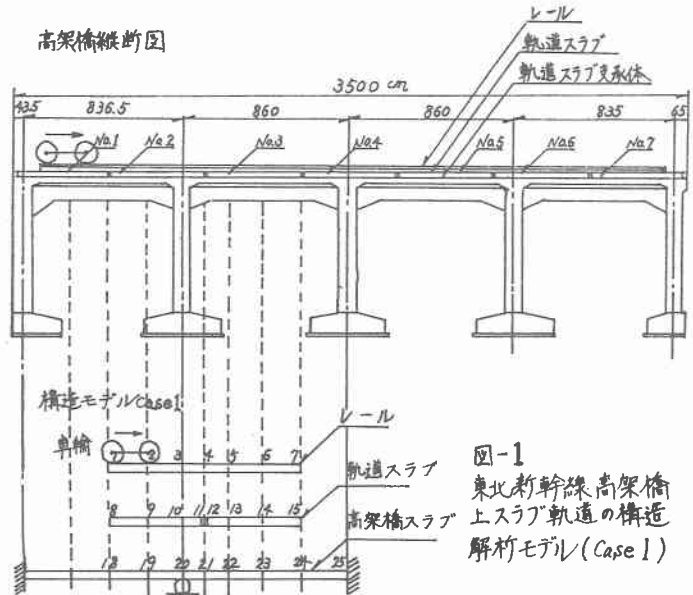
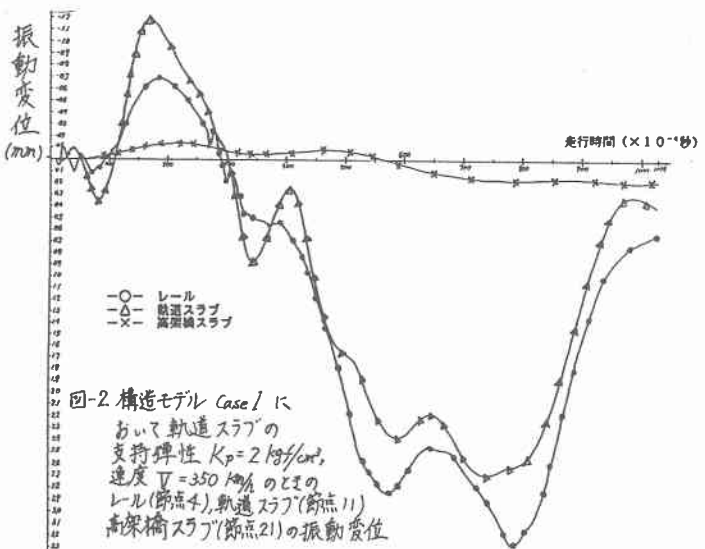


図-1
東北新幹線高架橋
上スラブ軌道の構造
解析モデル (Case 1)



3. 解析結果

3. 1

軌道の安定
軌道スラブ
のアップリフト
および軌道
スラブ支承体
の圧縮量は、
図-2, 3 お
よび図-4に

見るように、C1-2構造の方が大きい。

軌道スラブの浮遊（軌道スラブが高架橋より離れる現象）時間 T_s および軌道パッドの無負荷（軌道スラブがレールから離れる現象）時間 T_r は速度が高くなると小さくなっていることが図-5にみられる。

つぎに、軌道スラブのロッキング振動数はC1-2構造の場合、図6-1から、その平均値は4.6 Hzで、C1-24（軌道スラブ支承体の支持弾性 $k_p = 2.4 \text{ kgf/cm}^3$ ）構造の場合、図6-2から、1.22 Hzとなっている。つぎに、軌道スラブの上下振動数は、C1-2構造の場合、図7-1から、その平均値は8 Hz、C1-24構造の場合、図7-2から、その平均値は1.0 Hzとなっている。

3. 2 軌道の耐久性

3. 2. 1 軌道スラブ鉄筋の疲労

軌道スラブの変位とコンクリートの引張ひずみの実測結果が文献2)に示されていて、これを用いて軌道スラブの変位から鉄筋の応力度を計算し、これにマイナー則を適用するとC1-24構造の場合 $\sum n_i / N_i < 1$ となるが、C1-2構造は $\sum n_i / N_i > 1$ となった。これは今後、検討を必要とする。

3. 2. 2 セメントアスファルト（CA）層の疲労

C1-2構造の場合CA層の圧縮応力度 $\sigma_c = 0.5 \text{ kgf/cm}^2$ 、C1-24構造の場合の $\sigma_c = 0.7 \text{ kgf/cm}^2$ となった。CAについては圧縮応力度 $\sigma_c = 1.0 \text{ kgf/cm}^2$ で5千万回の繰返し試験を実施したが、実際の繰返し回数はこの試験を超えている。

4. 結言

文献2)から新幹線車両の卓越周波数は1 Hzと6 Hzとされているので、軌道のロッキングおよび上下動の振動とは共振状態になることはないと考えられる。CA層の疲労およびC1-2構造の鉄筋の疲労強度については、今後の検討が必要である。また、 T_s 、 T_r は線路のメンテナンスに関係する量であり今後の研究を必要とする。

参考文献

- 1) 岡田 清, 西頭常彦: 新幹線防振スラブ軌道の動的挙動に関する研究, 第48回年次講演概要集第4部, 平成5年9月
- 2) 西頭常彦: コンクリートスラブ式直結軌道の構造解析とその設計に関する研究, 鉄道技術研究報告第1047号, 昭和52年8月

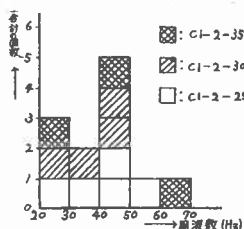
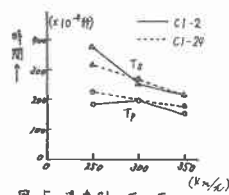
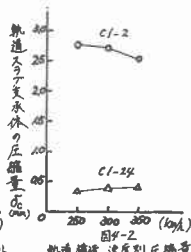
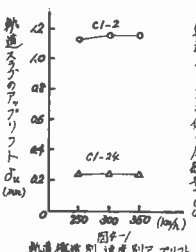
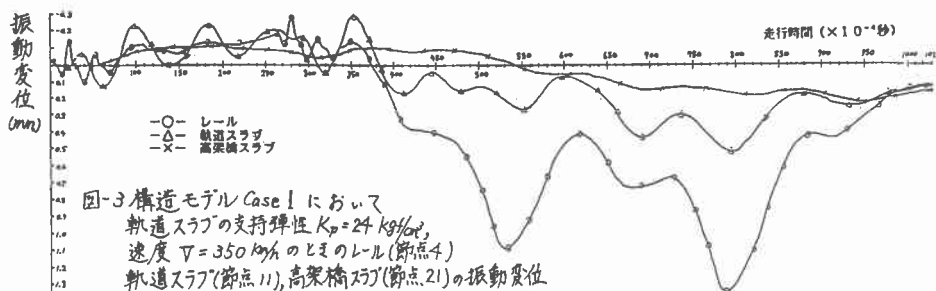


図6-1 C1-2 構造のロッキング振動数

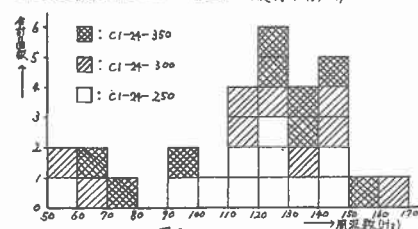


図6-2 C1-24 構造のロッキング振動数

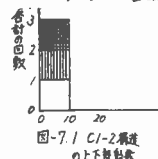


図7-1 C1-2 構造の上下振動数

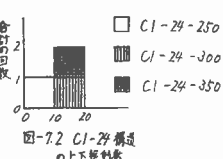


図7-2 C1-24 構造の上下振動数