

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 西頭 常彦

1. 本研究の目的

スラブ軌道は、動力学的にはレール、レール支持ばね、軌道スラブ、軌道スラブの支持ばねであるセメントアスファルト及び高架橋などで構成される。このうち、軌道スラブは、RC及びPCのプレキャスト製品であり、現在、使用中のものは5 mである。これらのうち、軌道の動的特性に比較的大きい影響を与えるものは、軌道スラブの長さ及び単位重量であると考えられるが、ここでは軌道スラブの長さについて検討を加える。新幹線の高架橋1ブロックの標準長さは35 mであるので、プレキャスト製品として、3.5 m, 5 m, 7 mなどの長さの軌道スラブが構成上、敷設可能である。ここでは、新幹線軌道の省力化等を展望して3.5 mの長さの軌道スラブの場合について、軌道スラブの支持ばねを変えて解析し、軌道の変形及び振動について考察する。

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45%、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/cm²で締め付けたPRC構造である。軌道スラブ支承体として、軌道スラブの下側にゴムマットが張り付けられ、その下に厚さ40 mmのセメントアスファルト(CA)がてん充されている。新幹線の速度は250, 300, 350 km/hとした。例えば、3.5 C₂-2-350は図-1に示すcase 2の解析モデルで軌道スラブの支持ばね $K_p = 2 \text{ kgf/cm}^3$ 、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とに分かれ、軌道の安定は軌道スラブのロッキング

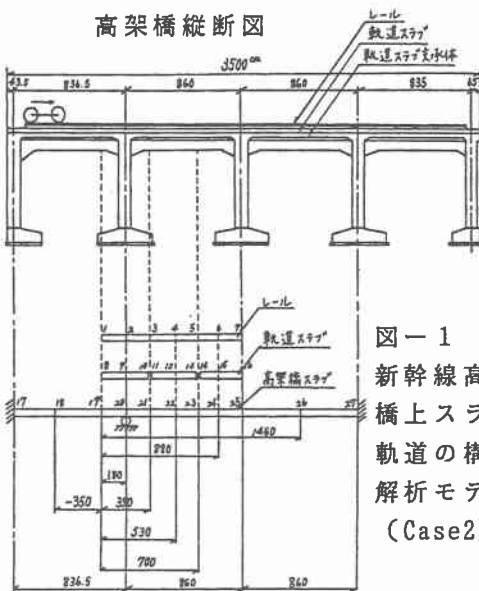


図-1
新幹線高架
橋上スラブ
軌道の構造
解析モデル
(Case2)

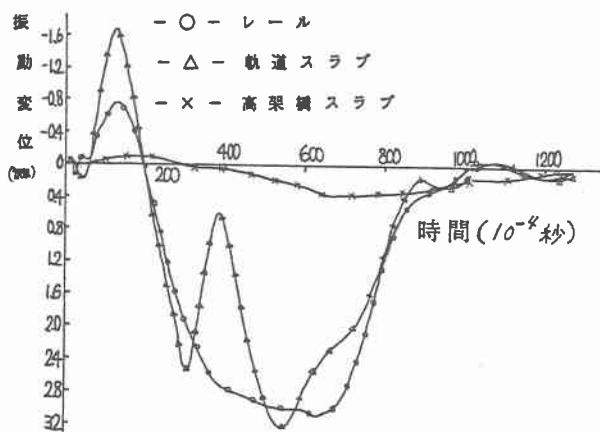


図-2 軌道構造Case 2において $K_p = 2 \text{ kgf/cm}^3$ 、
速度350 km/hの場合、節点3.10および2.1の
振動変位

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 T_p 、軌道スラブの浮遊時間 T_s 、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及びセメントアスファルト(CA)層の疲労などである。なお、動的解析は、有限要素法によって行った。この場合、高架橋はヒンジ構造と考え、レールは6要素、軌道スラブは1枚当たり2要素、高架橋は3径間10要素に分割した。動的解析のうち、軌道スラブのロッキング振動が比較的顕著と考えられる節点すなわちレールは節点3、軌道スラブは節点10及び高架橋は節点21を取り上げた。

3. 解析結果

軌道の安定

軌道スラブのアップリフト及び軌道スラブ支承体の圧縮量は、図-3, 4に見るように、C2-2構造の方が大きい。軌道スラブの浮遊時間 T_s 及び軌道パッドの無負荷時間 T_p は速度が高くなるとおおむね小さくなっていることが図-5に見られる。次に、軌道スラブのロッキング振動数及び上下振動数はそれぞれ、C2-2で38, 9, C2-8で60, 27, C2-24で119, 70 HZであった。

4. 結言

文献1)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、軌道のロッキング及び上下動とは共振状態になることはないと考えられる。CA層の疲労及びC2-2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_p 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) 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，鉄道研究報告第1047号，昭和52年8月
- 2) 岡田，西頭：新幹線スラブ軌道の構成要素と動的挙動，土木学会中国支部発表会，1995年6月

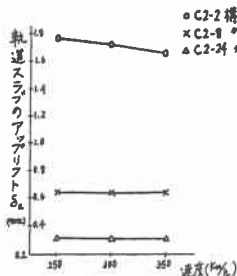


図-3 軌道構造別 速度別アップリフト

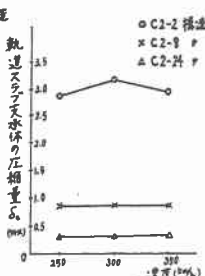


図-4 軌道構造別 速度別圧縮量

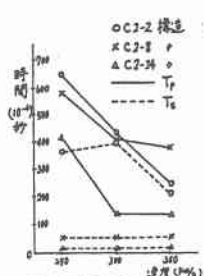


図-5 軌道構造別 速度別 T_p , T_s

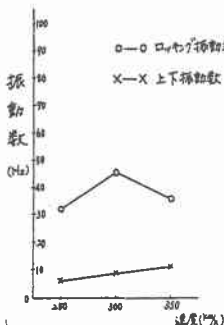


図-6 C2-2 軌道構造の振動数

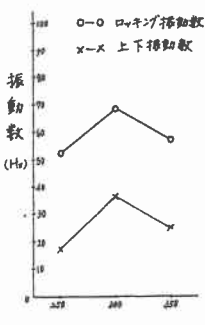


図-7 C2-8 軌道構造の振動数

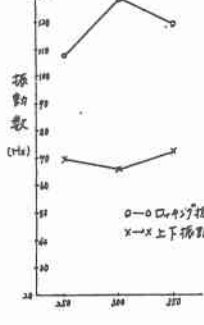


図-8 C2-24 軌道構造の振動数

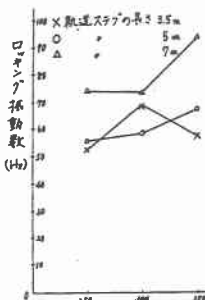


図-9 軌道スラブ長さによるロッキング振動数
($T_p=0.8$ sec, $K_p=0.1$ 場合)

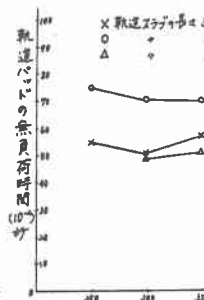


図-10 軌道スラブ長さによる T_p
($T_s=0.8$ sec, $K_p=0.1$ 場合)