

## 新幹線スラブ軌道の動的挙動に関する研究

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  
興和コンクリート 木谷 秀幸、エイトコンサルタント 小西 純二

### 1. 緒言

新幹線に期待されるスピードアップが実現されるためには、その高速化に対する性能を軌道が有していることが必要であり、とくに、東北新幹線は全線にわたり防振スラブ構造とされているので、その高速化によって、スラブ軌道の安定と耐久性が懸念される。

軌道の安定は、高速走行時に生じている軌道スラブのロッキング振動について解析し、考察することによって、軌道の耐久性は、高速走行時に生じる応力及び変形を標準値と対比することによって、それぞれ検討することができると考えられる。

本研究においては、図1に示すような、東北新幹線高架橋上の防振スラブ軌道上を高速で走行する場合、ロッキング振動が顕著になると思われる節点変位、すなわち、レールは4、軌道スラブは11、12、高架橋は20、21、22について解析した。なお、高架橋橋脚は、解析モデルとしては、ピン構造としているので、高架橋橋脚とスラブの相対位置は、図1に示すように4つのCaseの場合があり、このそれぞれの場合について解析を行った。

### 2. 解析の条件

新幹線の輪重は9tf、変動率45%、疲労検討のさいの繰返回数は、耐用命数を50年、1日150本ダイヤ、16両編成とし、60kgレール、軌道パッドの弾性は60tf/cm、軌道スラブ厚は19cmで、コンクリートの有効応力が10kgf/cm<sup>2</sup>で締付けたPRC構造、軌道スラブの支承体として8kgf/cm<sup>2</sup>の防振ゴムを接着し、その下側に厚さ40mmのセメントアスファルトをてん充した防振D形スラブ軌道(延長100m)をとりあげた。

### 3. 解析結果と考察

#### ①軌道の安定に対する解析と考察

図4には各Case別に軌道スラブのアップリフト $\delta_u$ を、軌道スラブ支承体の圧縮量 $\delta_c$ を示す。図よりCase1が変位が大きいのでCase1の場合について速度別に解析した。なお、軌道パッドの無負荷時間<sup>1)</sup>T<sub>p</sub>および軌道スラブの浮遊時間<sup>1)</sup>T<sub>s</sub>については車輪がレール節点4に進入するまでの時間帯について求めた。

図5には速度別の軌道スラブのアップリフト $\delta_u$ 、軌道スラブ支承体の圧縮量 $\delta_c$ を、図6には無負荷時間T<sub>p</sub>、浮遊時間T<sub>s</sub>を、図7には軌道スラブのロッキングおよび上下振動数n<sub>r</sub>、n<sub>v</sub>を示している。

#### ②軌道スラブのロッキング振動数

図3にみられるようにロッキング振動数

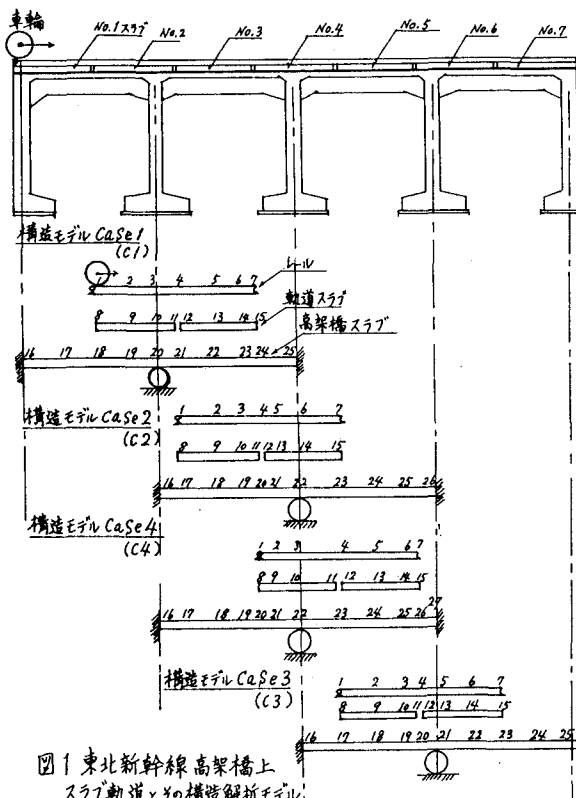


図1 東北新幹線高架橋上  
スラブ軌道とその構造解析モデル

$n_r = 5.0 \sim 7.0$  Hzである。

#### ⑥ 軌道スラブの上下振動数

図3にみられるように上下振動数  $n_v$  =  $3.0 \sim 4.0$  Hzである。

#### ⑦ 新幹線車両の卓越振動数<sup>2)</sup>

車体の上下振動数は  $1 \sim 2$  Hz、台車の上下振動数は  $6$  Hzにおいて卓越している。

⑧ 軌道パッドの無負荷時間  $T_P$  およびレールの拘束度  $R_r$

図6から  $V = 350$  km/hでは、 $T_P = 7.3$  h ( $h = 10^{-4}$  秒) であることがわかる。また、1日の時間から無負荷時間  $T_P$  を除いたものが拘束時間となるので、 $R_r = 0.9929$  (延長3000mのロングレール区間では  $R_r = 0.8933$ ) となる。

#### ⑨ 軌道スラブの浮遊時間 $T_s$ およびスラブの拘束度 $R_s$

図6から  $V = 350$  km/hでは、 $T_s = 2.17$  h 秒であることがわかる。また、1日の時間から、浮遊時間  $T_s$  を除いたものが拘束時間となるので  $R_s = 0.9944$  となる。

以上の結果より、軌道と車両との共振はないものと考えられるが、レール及び軌道スラブの拘束度は若干の低下が考えられる。

### ② 軌道の耐久性に対する解析と考察

#### ① 軌道スラブの鉄筋の疲労

図3からロッキング振動による繰返数と上下振動による繰返数の合計は約8億回であることがわかる。一方、文献<sup>2)</sup>により軌道スラブの変位とひずみの実測結果が求められているので、これと図3の変位から鉄筋に生じる応力を求めることができる。また、S-N直線を外挿して前記の応力に対する繰返数  $N$  を求めて、これに疲労に関するマイナー則を適用すると  $\Sigma (n/N) = 0.9820$  となる。

#### ② セメントアスファルト (CA) 層の疲労

セメントアスファルトの圧縮強度は  $1$  kgf/cm<sup>2</sup> とされているので、図4および図5の変位は許容内にあるものの、経年による劣化と荷重の繰返し作用をうけてCA層はその弾性が失われる。

以上の結果より、鉄筋には耐久性はあるものと考えられるが、CA層の疲労については、未知であり、今後の検討が必要である。

### 4. 結言

新幹線ではロングレール区間が普通であるので、これに対する軌道の拘束力を大きくする構造の検討、また、セメントアスファルト層の疲労に対する検討が当面の課題であると考えられる。

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

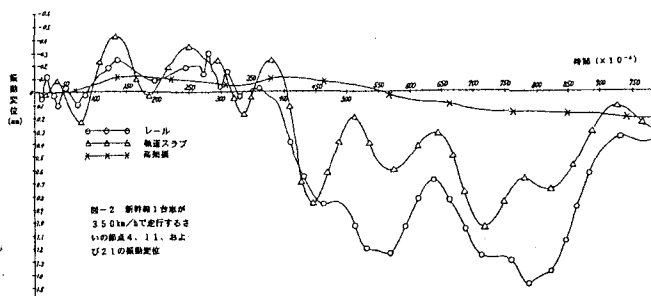


図-2 新幹線1台車が350km/hで走行するさいの変位(4.11.および2.1の振動変位)

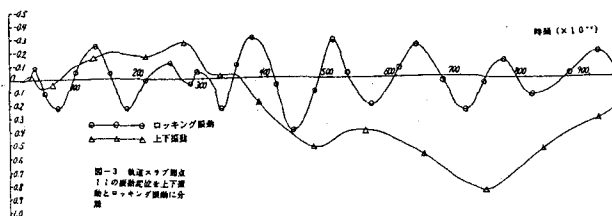


図-3 軌道スラブ振動1.7の振動変位と上下振動とロッキング振動に各変位

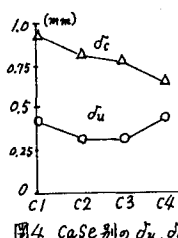


図4 CaSe比の  $\sigma_u, \sigma_c$

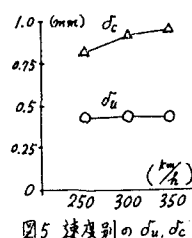


図5 速度別の  $\sigma_u, \sigma_c$

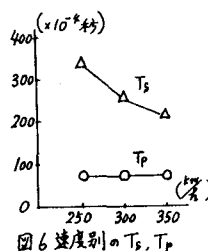


図6 速度別の  $T_s, T_P$

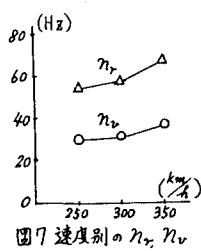


図7 速度別の  $n_r, n_v$