

## 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㈱ |     | ○斉藤 大輔 |
| 高砂市役所     |     | 井村 敬一  |

## 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その耐久性が懸念される。

軌道の安定は、高速走行時において軌道スラブに生じるロッキング振動について解析、考察することによって検討することができ、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、東北新幹線高架橋の防振D形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される節点変位、すなわち、レールは4、軌道スラブは11、高架橋は21について解析した。なお、上下振動の解析のために軌道スラブ節点10についても考察した。

## 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、軌道構造は60kgレール、軌道パットの弾性60tf/cm、軌道スラブは厚さ19cmで有効応力10kgf/cm<sup>2</sup>程度で締付けたPC構造、軌道スラブの支承体として8kgf/cm<sup>3</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填充した。高架橋は、主として軌道を支持する縦ばりの剛性を計算にとり入れた。この場合はV=250km/h～500km/hのうち、350km/hの振動をとり上げた。

## ③ 解析結果

## a 軌道の安定に関する解析と考察

図-1の下側において中央橋脚はモデル的にはピンと考えられるので、この構造モデルCase1上を新幹線の台車が高速で走行する場合、レールと軌道スラブのうち、軌道スラブのロッキング振動が顕著になり、この影響をレールがうけていることが、図-2よりうかがえる。

そこで、この軌道スラブの振動、すなわち、節点11の振動を台車が走行することによって生じる上下振動とロッキング振動とに分離すると図-3のようになる。図より、ロッキング振動の周波数は60Hz～90Hzの間に見られる。一方、軌道スラブの上下振動の卓越周波数は、橋脚直上の節点10の変位を示す図-4から40～50Hz前後にあると思われる。

また、山陽新幹線における走行性能試験<sup>1)</sup>によれば、一般のスラブ軌道における車体の上下振動加速度のパワースペクトル密度は、1～2Hz、台車の上下振動加速度のパワースペクトル密度は6Hzにおいて卓越している。なお、元国鉄日野土木実験所における土路盤上の防振スラブ軌道の振動実験<sup>2)</sup>では、軌道の上下方向の共振振動数は23Hz～27Hzとなった。

以上の諸数値を総合的に考察するとき、東北新幹線防振D形スラブ軌道（構造Case1）においては、軌道と車両の共振現象は見られず、軌道は振動的には安定と考えられる。

## b 軌道の耐久性

軌道の耐久性は、軌道パットの無負荷時間、軌道スラブの浮遊時間、軌道スラブの鉄筋及びコンクリートの疲労、セメントアスファルトの疲労を以下のように検討することによって評価できると考えられる。なお、軌道スラブのロッキング振動による繰返回数は約6億1320万回となった。

## ① 軌道パットの無負荷時間

軌道スラブのロッキング振動により、図-2からレールと軌道スラブの間にすき間ができて軌道パッドは無負荷の状態になり、ロングレールふく進抵抗力が半減し、レールの伸縮量が大きくなることがうかがえる。この無負荷時間は14秒/日となった。

## ② 軌道スラブの浮遊時間

軌道スラブのロッキング振動のために、軌道スラブとその下面スラブ支持層との間にすき間が生じる。これを軌道スラブの浮遊と呼ぶこととすると、この浮遊時間は4分/日となった。この浮遊のため、突起コンクリートに作用する外力が大きくなる。

### ハ) 軌道スラブの鉄筋及びコンクリートの疲労

図-3に示すように、荷重の繰り返し回数は、輪重の移動による上下振動のほかに、軌道スラブのロッキングによる繰り返しを加算されるので、鉄筋の疲労限度は低くなる。一方、繰り返しによる引張作用に対するコンクリートの疲労については検討を必要とする。

### ニ) セメントアスファルトの疲労

セメントアスファルトの圧縮応力は $1 \text{ kgf/cm}^2$ が限度とされているが、これは2000万回までの試験で確かめられているものである。したがって軌道スラブのロッキング振動を受ける場合は、別途の検討が必要になると思われる。

### ④ 今後の課題

軌道スラブのロッキング振動は軌道と車両との共振の要因にはならないが軌道構成部材の疲労に影響を及ぼすので今後の検討が必要と思われる。

今回は構造モデルCase1について検討したが、軌道スラブと高架橋橋脚の相対位置については他の場合について検討の必要がある。

### ⑤ 謝辞

本研究にさいしてご指導をいただいた元国鉄鉄道技術研究所軌道研究室長 佐藤 裕博士、同 佐藤吉彦博士に対して心よりお礼を申し上げます。

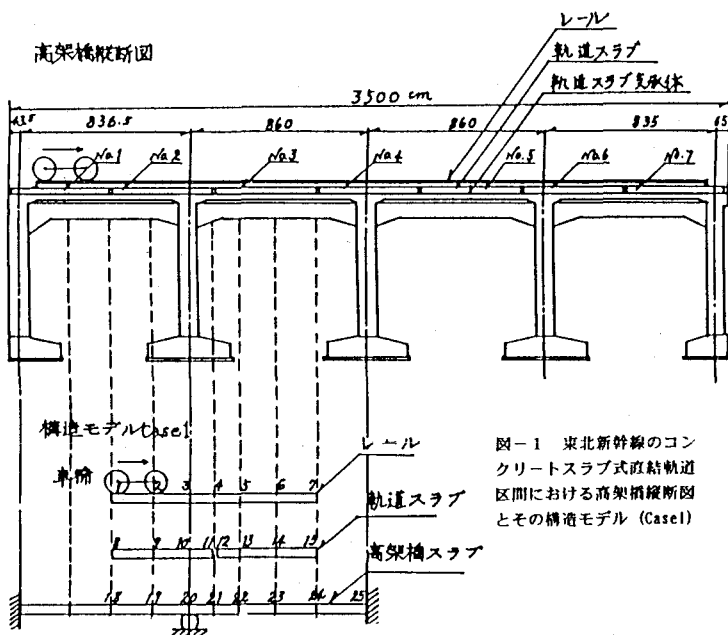


図-1 東北新幹線のコンクリートスラブ式直結軌道区間における高架橋断面図とその構造モデル (Case1)

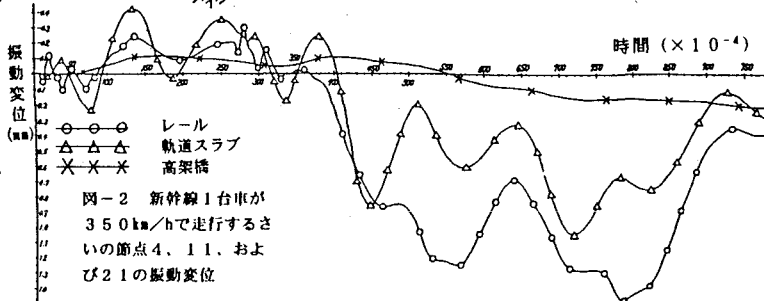


図-2 新幹線1台車が350 km/hで走行するさいの節4、11、および21の振動変位

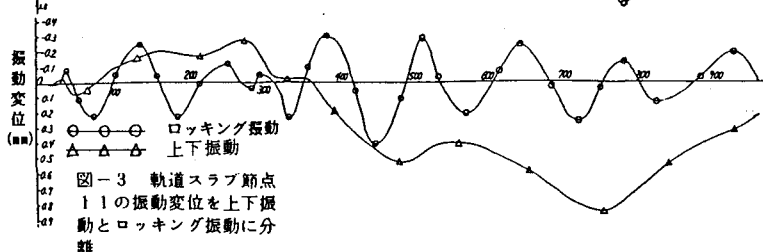


図-3 軌道スラブ節点11の振動変位を上下振動とロッキング振動に分離

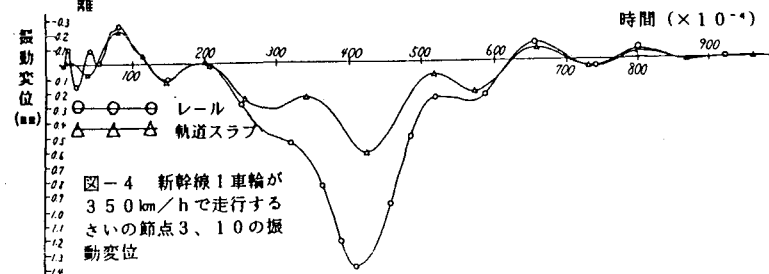


図-4 新幹線1車輪が350 km/hで走行するさいの節3、10の振動変位

### 参考文献

- 1), 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