

1. まえがき

新幹線車両のモデルチェンジと全国新幹線における250 km/h運転の実現を目標に、昭和44年3月、新たに951形式試験電車が製作された。この電車は、しかし、東海道新幹線米原～京都間の試験において従来の量産車に較べ輪重変動が大きく、210 km/hまでの走行においても、30 ϕ を越え40 ϕ 近くにも達する着大輪重の発生が見られ、関係者の注目を惹いた。

このような着大輪重の発生ならびにその影響についてはいくつかの現象が想定されたが、これらについては従来ほとんどその検討がなされていなかった。以来3年余にわたる車両・軌道両面からの各種の試験、理論的解析、調査を経て、次第にその全ぼうが明らかにされ、250 km/h運転をしても特に問題を生じないであろう有道床軌道の構造も考えられるに至った。

以下は、これら経過のうち軌道側が行なった研究の結果について報告するものである。

2. 951形式試験電車による東海道新幹線における着大輪重の発生とその原因

この着大輪重に関する測定結果の一例を示したのが図-1である。

この着大輪重の発生は、同一線区で車両によつて異なっていることから車両の構成にその原因があることは明らかであるが、特定の箇所に発生することから地上側にもその原因があると考えられた。そこでこの様な場所について、地上調査、地上-車上対応試験を通じて検討を行なった結果、これらは大部分高架橋あるいは有道床コンクリート橋梁上にあり、さらにレール継目等レール頭頂面の凹凸箇所や道床劣化箇所あるいはその競合箇所であった。

3. 着大輪重発生のメカニズムとその影響

着大輪重の発生について輪重ならびに輪軸加速度のデータを参照し、モデル解析を行なった結果、これは車両のばね下重量とレール支持ばね系に關係し、車両のばね下重量がばね上重量の影響の下にレール支持ばね系を衝撃するというモデルをたれば良いことが明らかにされた。このことは、必ずしも車輪がレールから離れるということではなく、レール下における浮の存在、レールパッドの非線型性等を考慮することを意味する。

4. 着大輪重の発生が軌道に及ぼす影響

着大輪重の発生が軌道に及ぼす影響としては、レールデルミット溶接部における損傷確率の増大とPCマクラギにおけるひびわれの発生がある。これらについて、従来の実績、設計条件に基づき輪重の限度について検討した結果、在来軌道では試験においても35 ϕ を限度とするのが適当であることが明らかにされた。

5. 山陽新幹線における試験結果

さらに、昭和47年2月に山陽新幹線西明石～姫路間を行なわれた286 km/hまでの高速試験の結果、次のことが明らかにされた。

- (1) 東海道新幹線における着大輪重の発生箇所では、道床の劣化が重要な役割を果たしている。
- (2) 新しい軌道でも高速領域ではレール溶接継目箇所や30 ϕ 近くまでの輪重を発生する場合がある。
- (3) レール頭頂面形状によって連続的な輪重減りを発生する場合がある。

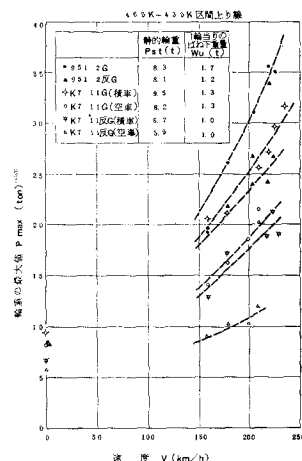


図-1 輪重の最大値と速度の関係

6. 着大輪重を発生しない軌道構造

高速鉄道においては、その走行安全、軌道保済の立場から考えて、着大輪重の発生はもちろんその輪重変動も一定の範囲内に維持する必要がある。

250 km/h 運転を行なった際に増加する輪重変動について理論的に検討した結果、次の方法があることが明らかにされた。

- (1) 車面ばね下重量の軽減
- (2) レール支持ばね係数の低下
- (3) レール頭頂面の凹凸等短波長軌道狂いの抑制

軌道側としては、このうち(2)、(3)の対策を採ることが可能であるが、(3)は実際問題として継目等特殊箇所に限られるので、構造的対策としては(2)を実施すべきであると考えられた。その際、目標値を車面ばね下重量との関連で示したのが図-2である。

7. 250 km/h 運転用有道床軌道の構造とその管理

以上を具体的に実現するには、次のような構造を採り管理を行なうのが適当である。

輪重変動を所定の範囲内におさめるために

- (1) 従来の 90 t/cm のレール締結装置の弾性係数を 60 t/cm とする。
- (2) 新たに開発したバラストマツトを採用する。

着大輪重を発生しないために

- (1) レール製造時に充分滑らかな走行面をもつレールを製する。
- (2) レール溶接の際に十分滑うかに整正する。
- (3) 敷設後着大輪重変動箇所を検出し、これを整正する。

着大輪重を発生した場合でも耐えられるために

- (1) レールテルミット溶接は採用しない。
- (2) 輪重 30 t に耐えられるマクラギを採用する。

以上をまとめたのが表-1 である。こ

表-1 250 km/h 運転用有道床軌道構造

種 別	現行構造	改 良 構 造
レール	60 kg/m	60 kg/m (滑らかな走行面をもち、溶接部の整正と敷設後の管理強化)
タイパッド	90 t/cm	60 t/cm
マクラギ	PC3T又は4T	新形式 PC 3H
バラストマツト	なし	新 設
道床バラスト	200mm以上	200mm以上(石質、粒度管理の強化)

8. まとめ

高速鉄道、特に 250 km/h 以上の運転を行なう軌道については、その省力化、信頼性等の点からできる限りスラブ軌道として実現すべきものと考えられるが、基礎の安定性の点からやをを得ず有道床軌道とするとところ、山陽新幹線岡山以西で 130 km、東北新幹線で 440 km、上越新幹線で 240 km と予測されるので、その構造について提案した。

このような構造をとれば、ヒ・フロジール試験の結果から保済労力では従来の 1/3 となり、現場調査の結果から道床劣化の発生防止にも有効であり、もし発生したとしても着大輪重の発生を見ることはないと考えられる。

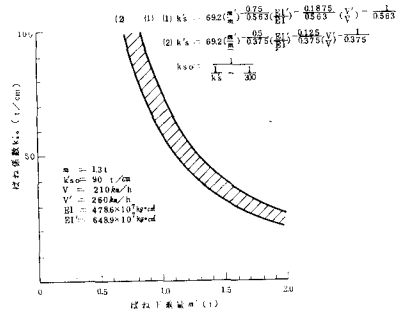


図-2 輪重変動管理上必要とされるばね下重量に応じた軌道の道床以外のレール締結装置当りの必要ばね係数