

IV-156 砂利道床軌道が受ける衝撃の測定および解析

金沢大学工学部 正会員 小野 一 良
石川工業高専 正会員 ○伊藤 義 男

1. まえがき

鉄道線路の軌道は走行車両による車輪荷重を受けるが、東海道新幹線の軌道落込み箇所を高速で試験電車が走行したとき40tに達する著大輪重が発生したことが報告されている。¹⁾ 今回の報告は国鉄営業線の砂利道床軌道を走行する各種の車両についてその輪重変動およびその発生頻度を地上で測定した。つぎに実験室内の試験軌道に車輪を落下させてレール面に衝撃を加え、軌道各部に生ずる振動および変形を測定して現場実験との関連を求めた。なおこの実験においてはあらかじめ試験軌道に種々の大きさの垂直荷重を加えておいて実際の軌道が衝撃を受ける場合に近くしたことが前年度の報告と異なるところである。

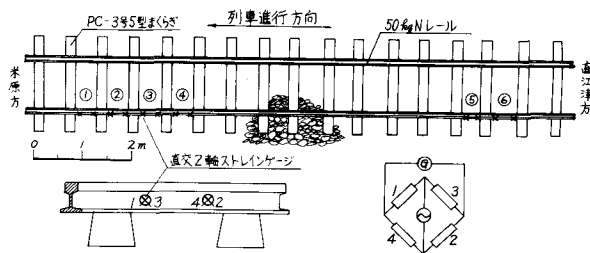


図-1 車輪荷重の測定箇所

2. 国鉄営業線における車輪荷重の測定

北陸本線野々市駅付近の上り線において現場測定を行なった。線路状態は直線平坦部、約1mの築堤区間、50kg Nレール、PCまくらぎ25m当り39丁配置、碎石道床であった。

車輪荷重の測定方法としては図-1に示すごとく、まくらぎ間合いのレール腹部にそれぞれ2枚の直交2軸ストレインゲージを貼付け、個々のゲージを4ゲージ法に接続することによってこれら2点のせん断ひずみの差が得られる。結局これら2点間に車輪があるときはその荷重の大きさが一定の倍率で記録され、車輪荷重に変動がなければ矩形波となる。図-1に示すごとく6区間のまくらぎ間合いで測定したので車輪の直径が860mmの場合その全周の65%が検出されることになる。なお測定記録より輪重の大きさを決める方法として輪重がはっきりわかっている車両たとえば機関車などの記録を基準として他の車両の輪重を求めた。

図-2, 3に記録例を示すが、さきの尖った鋭い記録は車輪踏面に傷があったと推定される。いずれも特急電車が120km/h程度で走行したときの記録である。7ハ481形式(運転台のついた電車)の後台車、後輪によってレールに大きな衝撃を与えている。とくに①の区間において16tの輪重となり、静的輪重の3.3倍に相当する。

つぎにサシ481形式(食堂車)の後台車、後輪の通過時にレールは多数の衝撃を受けているが、これは車輪踏面の全周にわたって多数の傷があったものと考えられる。とく

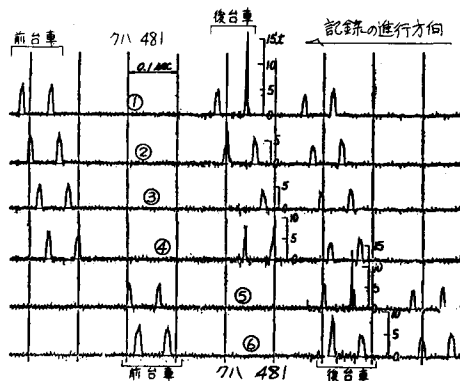


図-2 4020M 特急雷鳥5号 126.0 km/h 1972-8-30測定

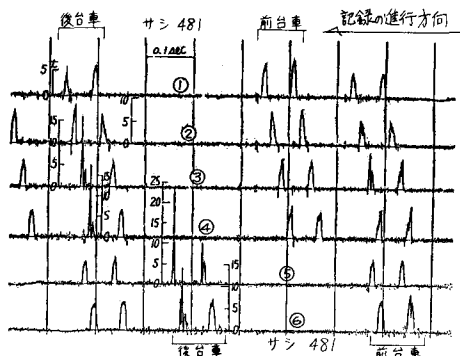


図-3 4022M 特急雷鳥6号 121.4 km/h 1972-8-30測定

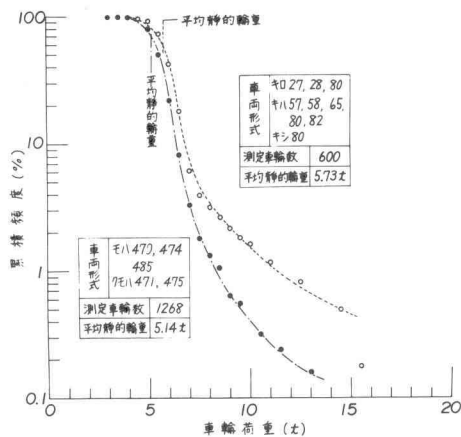


図-4 動力車両の輪重-頻度曲線

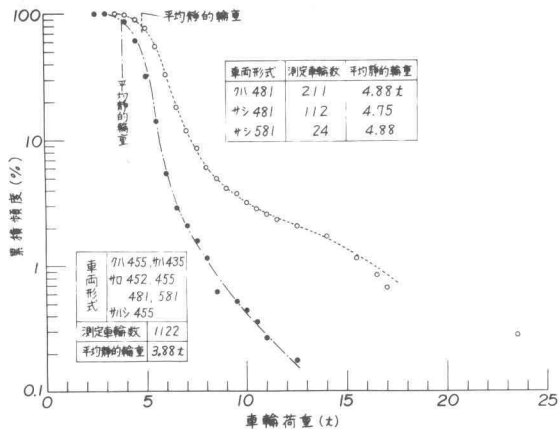


図-5 付随車両の輪重-頻度曲線

に⑤の区間において輪重は23tとなり、静的輪重の4.8倍に達していることが注目される。

以上の要領で多数の通過列車の輪重を測定したが、その結果を車両の種類および重量によって区分して横軸に輪重をとり、縦軸にそれらの値が発生する累積頻度を対数目盛で示した。図-4には電動車および気動車を示し、図-5は付随車を重量が30t前後の車両群と39t前後の車両群とに区分して示した。走行速度はいずれも100～120 km/hである。これらの図において輪重-頻度曲線の傾きが緩いほど軌道に与える衝撃の発生頻度が大きいことを意味し、走行車両の種類によって大いに異なることが認められる。各種の車両が走行するとき静的荷重の1.5倍以上の輪重が発生する割合によって比較すれば動力車両においては1～3%となり、輪重の比較的小さい付随車両では7～10%となっている。また静的輪重より3t以上大きい輪重の発生する割合および輪重が8t以上になる割合について比較すればクハ481、サシ481、581形式車両群が6%となり他の車両群の2倍以上となっている。このようにクハ481、サシ481、581形式の車両群が他の車両より著大輪重を発生する頻度が大きい理由としてつぎのことが考えられる。図-2、3の測定記録によっても明らかであるが、これらの車両の前台車と後台車との輪重に差異がある。つまりクハ481形式車両においては運転台の下に発電機および空気圧縮機が据えられており前台車の輪重が重くなっている。またサシ481、581形式車両においてもレンダおよび水タンクの設置によって前、後の台車が負担する荷重に差を生ずる。車輪荷重の小さい場合には制動時にブレーキシューの締め過ぎによってレール面上で車輪のすべりを生ずる可能性が多く、とくに車体の上下動によって車輪とレールとの間の接触圧力が変動するときには車輪はレール面上ですべりと転動を交互に繰り返す。すべりによる摩擦熱によって車輪踏面に熱硬化を生じ、これが傷に発展することが知られている。

電気機関車においては衝撃の発生はほとんど見られなかった。

3 試験軌道における衝撃の測定

試験軌道は延長8m、50kgNレール、PCまくらぎ66cm間隔、砕石道床250mm厚、路盤材料として砂を用いた。(※27回年次学術講演会概要集 IV-102 図-8、9参照) この試験軌道に車輪を落下させて衝撃を加えたのであるが、実際の軌道においてはあらかじめ

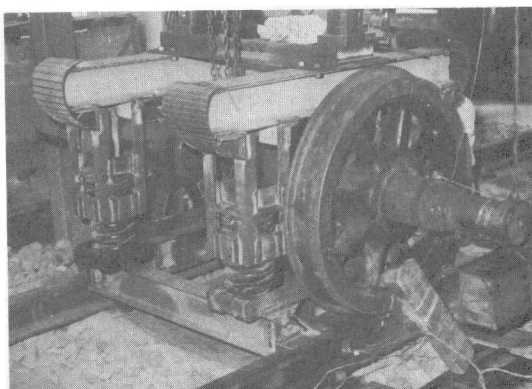


写真-1 試験軌道の載荷装置

静的の車輪荷重が作用している状態において衝撃が加わるのでこの状態に近くするために写真一に示すごとくコイルばねを中にはさんでジャッキにより片側レール当り2, 4, 6 本の垂直荷重をまくらぎ直上のレール面に加えた。

衝撃を加えるには12才長軸の車輪を用いたが、車軸の一端を支持台上に置き、他端を棒で支え、この棒を打撃によって外して車輪を落下させた。片側レールに加わる静荷重は560 kgである。車輪の落下高さを10, 15および25 mmの3種類とした。

図-6は車輪落下地点のまくらぎ間合いのレール腹部に直交2軸ゲージを貼付けて、車輪落下時のレールに生ずるせん断力を測定してこれより衝撃力を求めた結果である。この図によればレールが受ける衝撃力は車輪の落下速度に比例して増加することが認められる。また軌道にあらかじめ加えられた垂直荷重の大きいほど衝撃力は大きくなっている。これはレール面に加わる垂直荷重の大きいほどレール、まくらぎ、道床の間の間隙がつぶされ、さらに軌道の剛度とくに路盤の圧縮に対する弾性係数が増したためと考えられる。

つぎに車輪落下時にレールおよびまくらぎに生じたたわみと車輪の落下速度との関係を図-7に示した。いずれも車輪の落下速度に比例してたわみが増加することが認められる。垂直荷重が0のときにたわみがとくに大きいのが、レール、まくらぎ、道床の間にいくらかのすきがあったためと考えられる。

レール面に衝撃が加えられた場合に軌間中央およびレール下において路盤中に生ずる圧力の変化をまくらぎの下面より350 mmおよび650 mmの深さで測定したが、その結果を図-8に示した。いずれも車輪の落下速度に比例して土圧が変化することが認められる。とくに垂直荷重が0の場合には土圧の変化がいくらか少ないが、これはまくらぎと道床との間の接触が十分でなかったためと考えられる。なお路盤の上層部においては軌間中央の土圧変化はレール下における土圧の変化に較べて非常に少ないが、これは片側レールのみに衝撃荷重が加わったため土圧の分布に不平均を生じたものと考えられる。

終りに現場測定に際しては金沢鉄道管理局保線課ならびに金沢保線区の方々より多大のご協力を受けたことを述べ、ここに厚く感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 田中真一；東海道新幹線試験電車(95形)の走行性能-Q, P, Q/P, 台車応力関係 鉄道技術研究所速報 NO.70-122, 昭和45年7月。

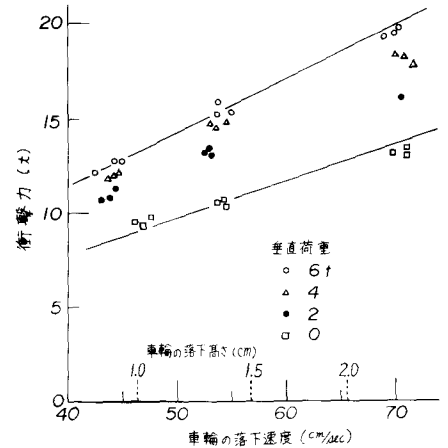


図-6 レールに加わる衝撃力

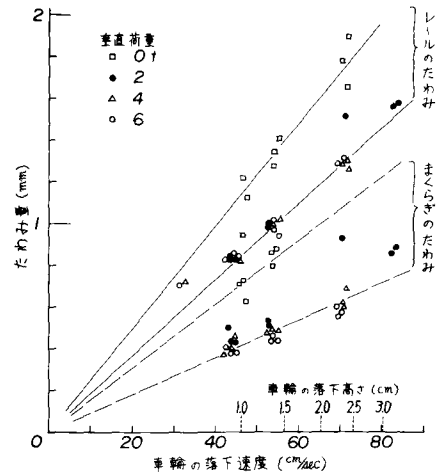


図-7 レールおよびまくらぎのたわみ

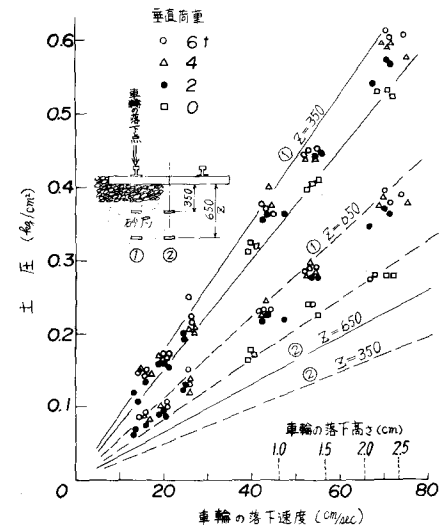


図-8 衝撃による路盤中の土圧