

金沢大学工学部 正会員 ○ 小 野 一 良

伊 藤 義 男

直線軌道に蛇行曲りまたは継折れのあるときには走行車両によって軌道に大きな横圧力が作用することがある。また曲線軌道においては車両の進行方向を転向させるために軌道に横方向の力が加わるが、軌道検測車の記録によれば一般に1曲線中にも多数の曲率の変化が認められ、これに起因して特に大きな横圧力が作用することも考えられる。このような通り狂いと横圧力との関連について実測し、通り狂いの許容限度について考察した結果を述べる。

図-1に北陸線50kgレール、木枕木敷設、碎石道床区間の直線軌道における通り狂いの1例を示した。図-2に示すご

とくレール継目部近くでレール底部ならびに腹部にストレインゲージを貼り付けてレール底部に生ずる曲げ応力および腹部に生ずる剪断応力を測定した。測定結果を図-3, 4

に示したが、レール底部の左右側面に生ずる曲げ応力の間に大きな差を生じた場合があり、その箇所には○を付けた。これらの車輪通過時にレールに大きな横圧力が作用したことを示している。図-3に示すワムおよび図-4に示す2軸貨車の前車輪によって山側レールが受ける横曲げ応力を横圧力に換算すれば3.0tおよび3.2tとなる。

図-3 直線軌道における曲げ応力測定記録
576レ 51.2 km/h

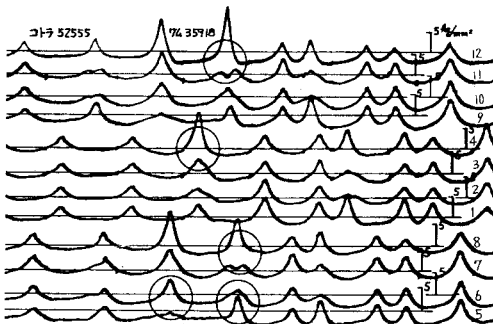


図-1 直線軌道における蛇行曲り

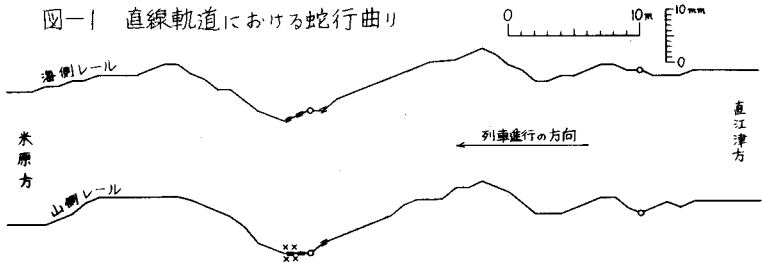


図-2 曲げ応力ならびに剪断応力測定箇所

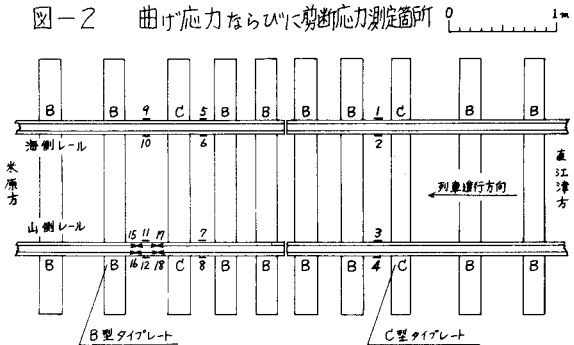


図-4 直線軌道における曲げ応力測定記録
9562レ 63.2 km/h

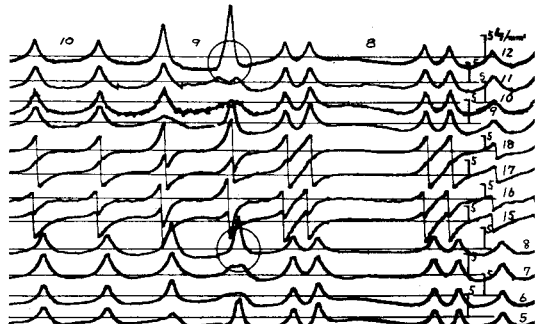


図-8の下に北陸線 50kg レール，木枕木敷設，碎石道床区間の公称半径 600 m の曲線中における曲率の変化を示した。ここに示す曲率は延長 6 m 間の平均値であるが，約 10 m の距離で半径 1000 m の曲線から半径 280 m の曲線に達し，つぎには僅かに 5 m で半径 280 m から半径 700 m に達している。図に示すごとく曲率の変化のはなはだしい区間の数箇所を外側レール底部にストレインゲージを貼り付けて列車通過時における曲げ応力を測定した。測定記録の数例を図-5，6，7 に示した。これらの記録によ

ればゲージ5によって得た曲げ応力と6によって得た曲げ応力との間に大きな差の認められる場合がしばしばあり，大きな横圧力が作用したことを示している。

ゲージ1と2，ゲージ9と10の間にはそれほど大きな差は認められず，横圧力が比較的に小さいことを示している。図-5によれば電気機関車の㊦1，㊦3，㊦5動輪

通過時にゲージ5，6の位置において特に大きな横圧力が作用し，図-6によれば比較的低速にもかかわらず多数の2軸貨車の通過時にそ

図-5 曲線軌道における曲げ応力測定記録 780^レ 35 km/h

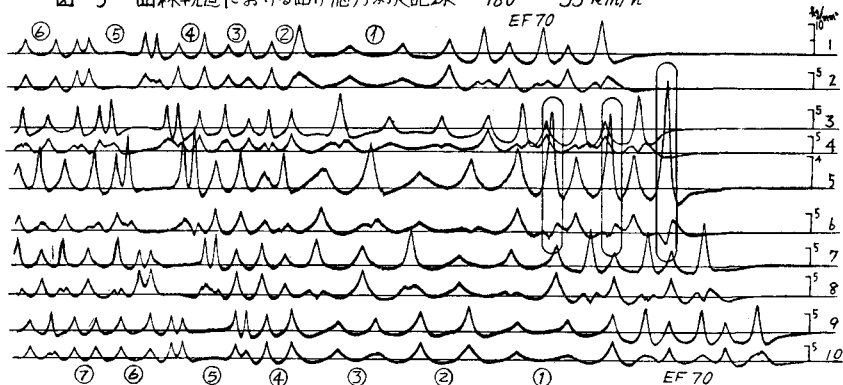


図-6 曲線軌道における曲げ応力測定記録 778^レ 37 km/h

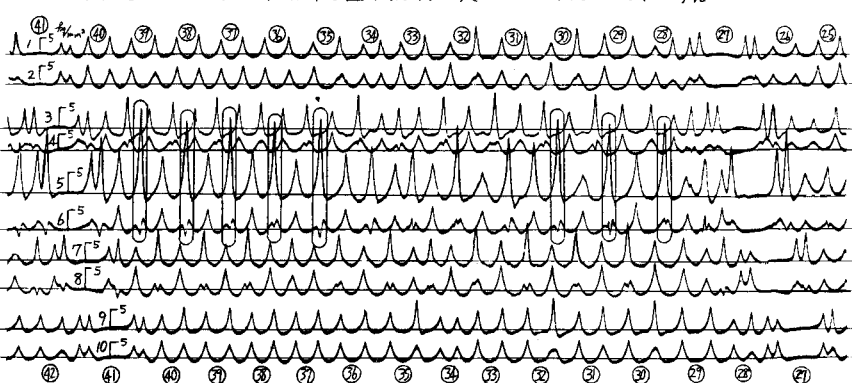
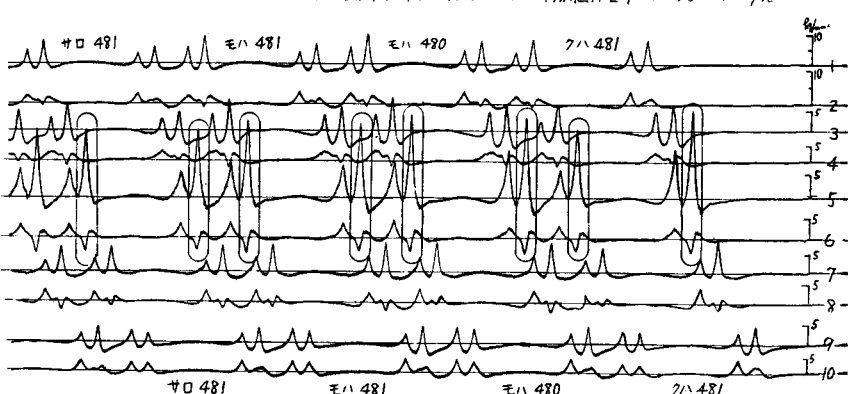


図-7 曲線軌道における曲げ応力測定記録 特別急行電車 雷鳥号 54 km/h

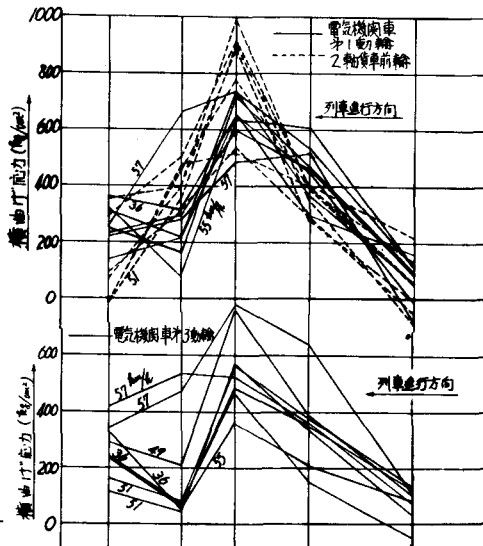


の前車輪によって大きな横圧力を生ずることが示されている。また図-7によれば電車の第1, 第3車輪通過時に特に大きな横圧力の作用することが認められる。

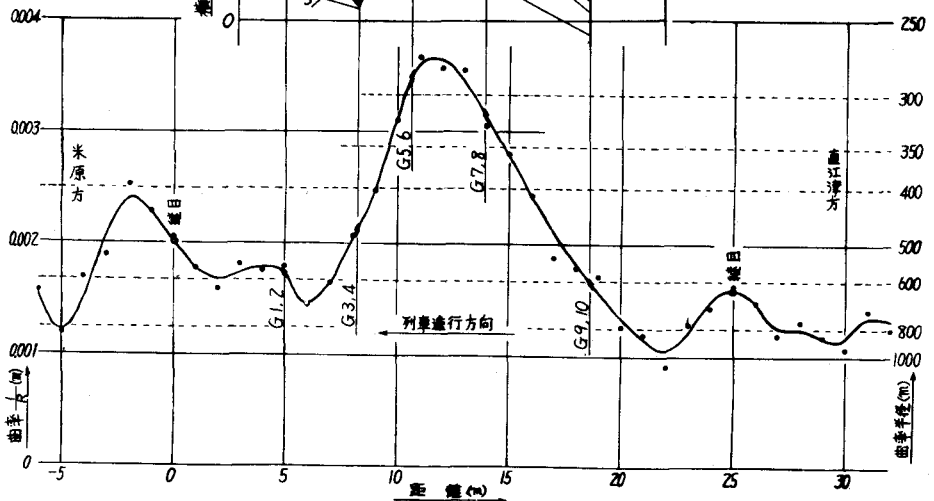
このような測定を多数の列車について行なったが、その中からEF70型電気機関車の第1, 第3動輪および速度51km/hで通過した貨物列車中の数個の貨車の前車輪によって生じた横曲げ応力の値を曲率半径に対照して図-8に示した。この図によれば曲率の大小と横曲げ応力の大小とはその傾向がよく一致することが認められる。特に2軸貨車の前車輪による横曲げ応力の変化がはなはだしい。この図によって考察すれば通り狂いのはなはだしい曲線を走行する車両は一定の角速度をもって車面の進行方向を変化するのではなくして迴転角速度が速くなったり、おそくなったり不規則な運動を繰り返すものである。さきに述べたごとくゲージ5, 6の位置で曲率半径が最小となり、ゲージ9, 10の位置で最大となっているが、この測定箇所を通過したすべての列車に対する測定記録の中から軌道に大きな影響を与えた約30両の車両を選び、その車両の各車輪の通過時に外側レールに生じた垂直曲げ応力と横曲げ応力との関係を図-9, 10に示した。ここに示した車両の数は全車両の約10%に相当する。

図-9は曲率半径が最小となる位置であるが、電車、電気機関車および2軸貨車によって特に大きな垂直曲げ応力と横曲げ応力とを生ずる場合のあることが認められる。この電車は図-7に示

図-8 軌道の曲率と横曲げ応力との関係



した番鳥号であって、垂直曲げ応力においても最大値を示している。一般に奇数番号の車輪によって大きな横曲げ応力を生じ、偶数番号の車輪による横曲げ応力は小さい。EF70型電気機関車においても3個の2軸台車によって支えられているため同様である。横曲げ応力と垂直曲げ応力と



の比を ϵ とし、図-9には $\epsilon=1.0, 1.2, 1.5$ を示す3本の線を引いた。この図によれば一般に ϵ は1.2以下であるが、 $\epsilon=1.5$ となった場合が1点ある。

図-10は曲率半径の最大となる位置における垂直曲げ応力と横曲げ応力との関係であり、この場合にはほとんど全部の点 $\epsilon=0.4$ と $\epsilon=-0.5$ との間に入っている。一般に奇数番号の車輪によって正の横曲げ応力を生じ、偶数番号の車輪によって負の横曲げ応力を生じている。

これらの図には垂直曲げ応力および横曲げ応力を垂直荷重および横圧力に換算した値も併せて記入されているが、この換算には測定線路と同様な軌道構造を持つ試験軌道の測定結果を適用した。レールと車輪との間の摩擦係数を

0.25と仮定すれば垂直曲げ応力 650 kg/cm^2 、横曲げ応力 780 kg/cm^2 すなわち $\epsilon=1.2$ となる場合には乗り上り脱線に対する安全度は1.23となる。また垂直曲げ応力 600 kg/cm^2 、横曲げ応力 900 kg/cm^2 すなわち $\epsilon=1.5$ となる場合には乗り上り脱線に対する安全度は1.0となる。したがってこのような状態が数秒間連続すれば乗り上り脱線を生ずることになるが、実際問題として横圧力の作用時間がきわめて短時間であるためそこまでは至らないと考えられる。現行の軌道整備心得では軌道の通り狂いの最大値のみを規程しているが、この限界内でも曲線軌道において曲率の変化のはなはだしい箇所を電気機関車または2軸貨車が通過するときに乗り上り脱線の危険がきわめて大きいことに注意しなくてはならない。したがって5~10m離れた2点における曲率半径の差がある限界を越さないように軌道を整備するよう規程を追加する必要が認められる。

図-9 曲率半径最小の箇所における垂直および横曲げ応力

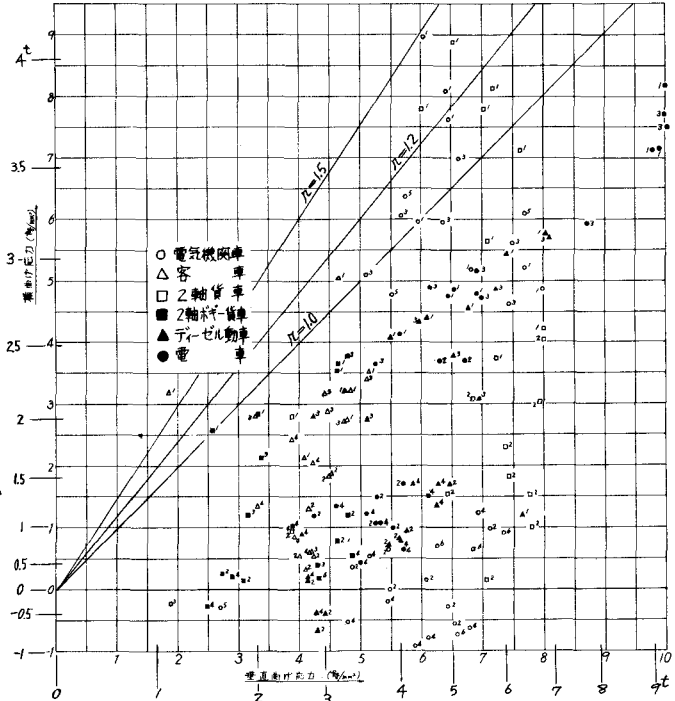


図-10 曲率半径最大の箇所における垂直および横曲げ応力

