

(Ⅳ－9) 鉄道における軌道狂いの新しい管理法

日本機械保線 正員 佐藤吉彦

1. まえがき 鉄道線路において軌道狂いの成長に対してその整正は必須である。この整正は、全体のレベルを下げる連続的な突き固めと、部分的な著大値を整正するむら直しからなる。

近年、乗心地が人間感覚で補正した一定時間の加速度レベルで評価されるようになり、狂いのレベルを直接管理することが必要となってきた。この場合も、著大値をいかに管理するかが重要である。一方、軌道狂い整備を効率的なものとし、3 Kの元である人力を基本とするむら直しを排除するためにも、著大値の発生を排除することが重要となっている。

このような現象を発生する背景を明確にし、必要な方策を提示するために、軌道狂いの平均値のみならず分散の成長とその収斂の理論を追求した。この際、軌道狂いの管理は、20 mのロットを単位として、数100 m 程度のセクションについて行うことが適当であると考えられた。

2. 軌道狂い進みと収斂 鉄道線路は、まくらぎが道床にめり込むことにより、レール面の狂いが成長する。この成長は、「狂い進み」と称せられる。この狂いについて大規模な調査が行われた結果、この狂い進みをロット代表値についてみると指数分布をしており¹⁾、また、その整正の過程との間で、収斂値があることが明らかにされた²⁾。この代表値の成長の過程を追求した結果、これは最初正規分布をしていても、著大値を持つようになることが明らかにされた。このことが、実測値とも合致することを示したのが、図1である。この図の小さな値の部分において多少差が見られるのは、この計算が一回の成長の過程を示したのに対して、実際の過程は成長と整正の過程が繰り返されていることによる。

この図において、著大値が尾を引くようになるのは、狂いの成長が指数分布することによっており、これが人力によるむら直しを必要としてきた。

3. 新しい軌道狂い管理の理論的背景 したがって、むら直しを排除し、セクションを対象とした機械的な一様な整正作業を可能とするためには、成長後も軌道狂いのロット代表値の分布がこのような著大値を持たない正規分布を保つようにすることが必要である。

これを厳密に成立させることは不可能であるが、指数分布の成長の大きな部分をカットすることにより、近似的にこれが可能ではないかと考えられた。そこで、原点における値は変えないで、実現可能と考えられる分布を考えたのが、図2の三つの分布である。すなわち、三角形、台形そして長方形分布である。この改善のための作業量は、それぞれ 8.26、20.32そして 36.79 %である。このうち、後2者はかなりの仕事を要するように思えるが、現実には 20 m のロットの中で、このような大きな軌道狂い進みを生ずるのは、溶接部、レール表面の損傷箇所など、限られた箇所であることから、1 kmセクションの両側レール 100ロットを

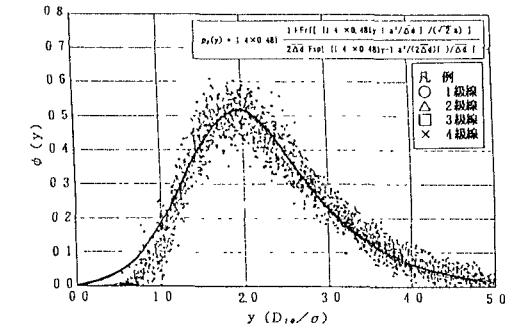


図1 ロット狂いの理論値と実測値

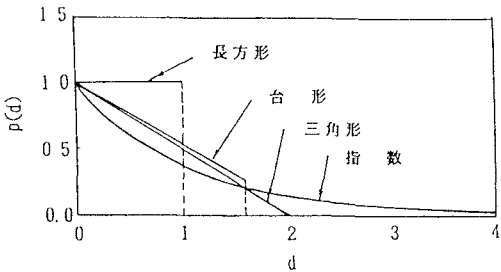


図2 狂い進み分布の改善

考えた場合、50 m レールの両側レールで 40 箇所ある溶接部のうち、それぞれ 8、20そして 37箇所を考えれば良い。これによって、狂い進みの平均値は、それぞれ指数分布の場合の 66.7、63.9そして50 % に減少する。

これら狂い進みによる成長後の狂いの分布を示したのが図3で、これらはいずれも正規分布からそれほど変わらないように見える。そこで、これを三角形分布の場合について具体的に検討したのが図4である。

4. 収斂理論による軌道狂いの保守周期 以上の理論により、軌道の狂いの分布を正規分布に変えることができれば、その平均値と重み付けをした標準偏差により、超過確率を求めることができる。これは次のように与えられる。

$$\frac{D}{W(1-k)} + \alpha \text{Sqrt}\left[\frac{D_{r.s}^2 + (D_s/W)^2}{1-k}\right] = X_L \dots\dots\dots(1)$$

ここで、D は改善された狂い進みの平均値、W は年間整正回数、k は狂いの整正率、α は標準偏差の重み付け、D_{r.s} は整正における標準偏差、D_s は狂い進みの標準偏差そして X_L は狂いの管理目標値である。

この式において、指数分布の場合の平均狂い進みΔD (mm/100日) に対して、三角形分布では D=2/3*3.6*ΔD として D_s=D/√2*ΔD と与えられる。D_s=0.5 mm X_L=7 mm として、これを従来の経験による実績と共に示したのが図5である。 --

5. むすび 軌道狂いは、従来のむら直しを主体とした管理から、大型の保線機械であるマルチプルタイタンパーを主体とした管理に移行することを指向しているが、そのためには著大値をいかに管理するかが重要であると考えられた。これに関して理論的に追求した結果、従来の狂いの値を主体とした管理から、狂い進みを主体とした動的な管理に移行すればこれが可能であることが明らかにされた。

文 献

- 1) 杉山徳平他：” 軌道狂い状態を考慮した軌道破壊の要因分析” 鉄道線路、34-9(1986.9).
- 2) Sato,Y., "Analysis on System Behavior of Railway Track" 5WCTR, E09-5-2(1989.7).

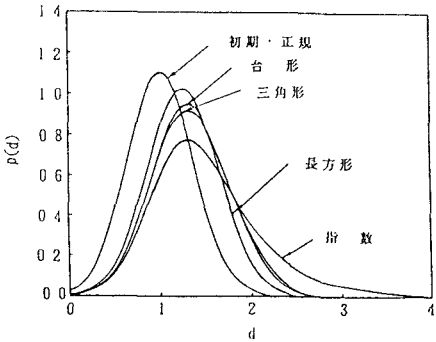


図3 進みの改善による狂いの分布

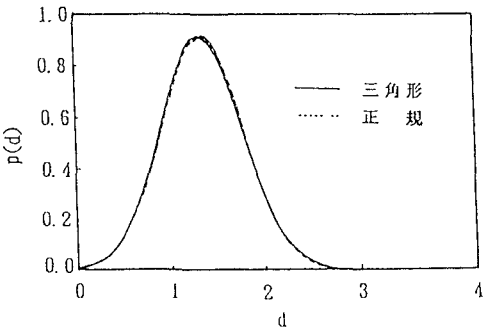


図4 狂い進み改良による正規分布との比較

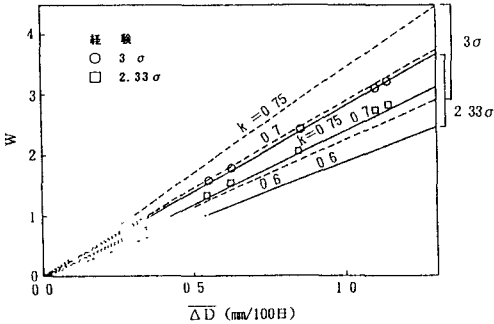


図5 軌道狂いの年間保守回数