

名古屋工業大学 学生員 O 永田 尚人
名古屋工業大学 正 員 池守 昌幸

1. はじめに

軌道にはレール磁目という構造的な特異点が存在して車両の動的挙動に大きな効果を与え、また磁目部付近の軌道狂いがレール中間部に比べ一一般に大きいことは、経験的に知られていることである。従来における軌道狂いの統計的取扱いにおいては、これを比較的狭い範囲の現象と考え、大局的な見通しを得るためにあえてある延長区間の軌道の性質を同質なものとし、定常性を前提とした解析が行われてきた。しかし、軌道狂いを連続的な波形として考察する場合には、同期的に存在するレール磁目による特性を無視することはできず、軌道狂い波形についての基本的な特性を再検討する必要があると考えられる。

このような観点から、本研究は、軌道狂い波形がレール磁目を一つの核として形成されると考え、実測した軌道狂いを磁目部からの距離により区分し、その統計的特性を考察したものである。

2. 解析方法

鉄道線路は、各々運輸状況に差があり、列車速度・輸送量・重要度等が異なるためにそれに応ずる規格として1級線から4級線まで等級がもうけてある。本研究では、各軌道狂いのうち、高低狂い・通り狂いについて1級線から3級線までを解析の対象としている。データは、昭和44～46年度の定期軌道検測で得られた一般軌道区間(500m)における軌道狂いデータであり以下のものを使用した。

1級線区間 No.101～118, No.120～140 計39箇所

2級線区間 No.201～240 計40箇所

3級線区間 No.301～340 計40箇所

表 1

	ランク	状態	σ の範囲	1級線	2	3
高低 狂い	1	悪い	3.77～5.65	15	6	12
	2	普通	3.11～3.76	11	16	12
	3	良好	1.97～3.10	13	18	16
通り 狂い	1	悪い	3.14～4.96	13	6	16
	2	普通	2.64～3.13	12	17	14
	3	良好	1.81～2.63	14	17	10

各区間ともに1mおき500個のサンプルデータであり表1のように、標準偏差 σ の範囲で3ランクに分類した。データの区分方法は、 σ 値の大きい順にデータを並べ3等分して σ の1番大きいグループを σ_1 ;軌道状態悪い、2番目のグループを σ_2 ;軌道状態普通、3番目のグループを σ_3 ;軌道状態良好とした。

このように区分したデータの処理は以下の手順で行った。

- 1) 1区間の軌道狂い測定値を25mごとにグループ分けをし磁目部位置を推定する。
- 2) 磁目部を中心として左右1mごとの軌道狂い量の度数分布、平均値、分散を求める。
- 3) σ_1 , σ_2 , σ_3 ごとに、2)項の集計を行う。
- 4) 3)項の集計結果について分布形の推定、平均値・分散の図示、磁目形状関数の推定。

3. 解析結果

1) 分布形 軌道狂い別、線級別に σ_1 , σ_2 , σ_3 ごとに集計したものに對して、磁目部を中心(0m)として左右12mまで1mごとのヒストグラムを作成した結果、高低狂い、通り狂いとも中央値は磁目部からの距離により異なるが、ほぼ左右対称な形状が得られた。その例を図1に示す。軌道狂いの分布関数として従来から正規分布が用いられているが、磁目部からの距離によりグループ分けした各集団に對してこのことが成立するかどうかを検討した。

F (%) 通り狂い1級線 σ_1 - -5m

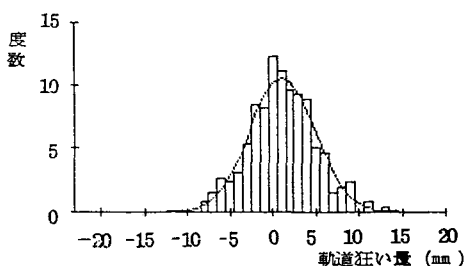


図 1

軌道狂いの分布が正規分布ではない、という帰無仮説の下で χ^2 検定を行った結果を、有意水準5%、1%について表2に示す。表2は、1級線-01についてのものであるが、1レール長25mの大部分の点に対して正規分布という仮説は否定できないことが示され、また他の線路、0のラングについても同様の結果が得られたことにより、各点での軌道狂いが正規分布するという仮定は認め差支えないといえる。

2) 平均値 図2は1レール長25mの1mごとの点についての軌道狂いの集合平均値をプロットしたものである。図2は、高低狂い1級線01のものであるが、他の場合についてもほぼ同様な結果が得られた。この結果、継目部位置(0m)を中心として左右両方向の軌道狂い量はほぼ対称な傾向を示しており、左右両方向の値の平均をとって半レール長で解析しても差支えないと考えられる。

3) 分散 図3は、継目部を中心にして左右対称と考えた場合の01、02、03の標準偏差の継目部からレール中間部までの変化を示した例である。他の場合についても同様に、漸減、漸増、一定の3つのパターンに分かれている。

4) 平均値による継目形状関数の推定 継目部は $V = C \cdot e^{-k|x|}$ (ここで C : 継目の波形振幅、 k : 継目部振幅の減衰率、 x : 継目部からの距離) の形をも

つと考えられている。
高低狂い、通り狂いは10m弦を介しての相対狂いの形をとっており、その補正を加えて図2で示される平均値に対して適用を考える。ここで C は C の振幅の平均値) になる。最小

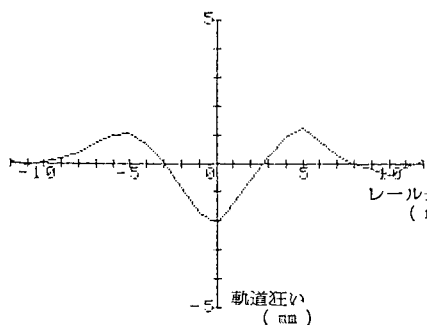


図2 平均値 (高低1級線01)

二乗法により C 、 k の推定を行い、それを絶対狂いの形にして図に示したものが図4である。継目部過渡が軌道狂い波形に対して影響を及ぼすのは、高低狂いで継目部より5~9m、通り狂いではさらに長い範囲となった。

4. おわりに

継目部からの距離ごとにグループ分けした軌道狂いについて統計的特性を検討した結果、継目部からの距離により平均値が定まり、分布形は正規分布と見做されることが得られた。また継目形状関数がほぼ明らかになった。今回の考察は第1段階のものであり、さらに深度化をはかりたい。

〈参考文献〉 小野木次郎; 鉄道軌道の変位の研究, 鉄研報告 No 123, 1960年5月

溝上 章志; 軌道狂いのパワースペクトルの特性, 名古屋工業大学修士論文, 1980年2月

表2 χ^2 検定の結果

狂い 有意水準	高低		通り	
	5%	1%	5%	1%
-12m	○	○	×	○
-11m	×	○	×	○
-10m	○	○	○	○
-9m	○	○	○	○
-8m	×	○	○	○
-7m	○	○	○	○
-6m	○	○	○	○
-5m	○	○	○	○
-4m	○	○	○	○
-3m	○	○	○	○
-2m	○	○	○	○
-1m	○	○	○	○
0m	○	○	○	○
1m	○	○	×	○
2m	○	○	○	○
3m	○	○	○	○
4m	○	○	○	○
5m	○	○	○	○
6m	○	○	○	○
7m	○	○	○	○
8m	○	○	○	○
9m	○	○	○	○
10m	○	○	○	○
11m	○	○	○	○
12m	○	○	○	○

注 ○ 正規分布でないとはいえないもの
× 正規分布とはいえないもの

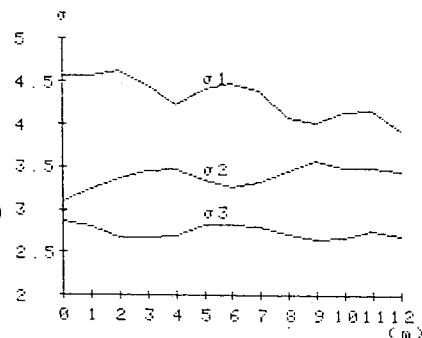


図3 標準偏差 (高低2級線)

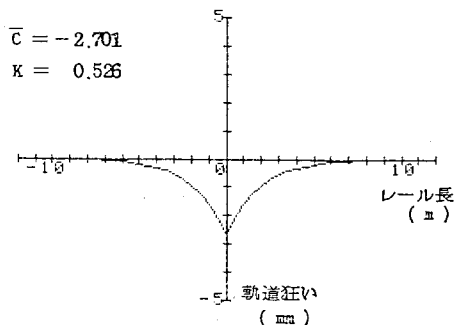


図4 継目部波形 (高低1級線01)