

IV-322 収斂理論による軌道狂いのセクション管理

日本機械保線KK 正員 佐藤吉彦

1. まえがき 軌道狂いの管理は、在来線では安全を考えた丙修繕限度と乗心地を考えた乙修繕限度によるものとされ、新幹線では乗心地を主体に保守整備目標値を定めてこれを越えないように整備するものとされてきた。実際の整備では、狂いの全体のレベルを下げる総つき固めならびに曲線整正と、目標値超過箇所を対象としたむら直しと通りなおしにより行われてきた。このことは、一様な特性をもったセクションにおける狂い進みが指数分布となり平均値と標準偏差が等しいことにより¹⁾セクション全体として狂いが成長し、また、この狂い進みの特性により狂いのロット代表値が極値分布になり、次第に著大値をもつようになる²⁾ことから妥当である。しかし、最近のように、在来線ではP値10も稀ではなく、新幹線では目標値超過箇所0.1箇所/kmを下回る状況では、次第に著大値管理よりは乗心地の立場から全体のレベルを合理的に管理することが重要になって来ているものと考えられる。

2. 対象とする狂いの尺度 例えば新幹線では、目標値超過箇所数は急激に減少しているのにもかかわらず、乗心地はそれほどには改善されていないように見える。これは、現在の超過箇所による管理が区間の乗心地と直接関係したものとなっていないことによる。最近の乗心地管理は一定時間の加速度にフィルターを掛けたもののパワーを対象にしているから、同一の特性を有する一定延長のセクションを対象として、これを代表する狂いの尺度をもつことが必要である。在来線については、速度の向上により検測弦長の問題はあが、従来から一定の区間を対象にP値による管理が行われて来たことにより、このレベルに関係した管理が行われ、急速にその乗心地も改善された。したがって、P値は優れた尺度ではあるが、その値が小さくなるに従い線型性が悪くなり、新幹線のように小さな狂いを対象とする場合には、使用に耐えないことになる。

このような尺度としては、その理論的処理から言えば標準偏差を用いるべきであるが、以下のような理由で補修作業の単位となるロットの最大値を代表値として取扱う方が妥当と考えられる。

- (1) 標準偏差ではそのデータ処理に際して常時大量データを扱わなければならない。
- (2) 対象とするデータがマルコフ過程で前後に関連する延長をもっている。
- (3) 整正等作業延長を考える場合にロットを単位としてデジタル量として扱える。
- (4) このロット代表値の平均値と狂いの標準偏差の間には強い相関がある³⁾。

3. セクション狂いの特性とその管理 このようなセクション狂いを、古いデータではあるが、新幹線について見た例を示したのが図1である。これによれば、その特性は在来線における場合の明確な極値分布とは異なっており、直線分布から正規分布そして極値分布とセクションによって大きく異なっている。このようになる理由としては、新幹線の場合整備目標値を越える著大値についてはむら直し、通り直しで直ちに整正されていることによることが考えられる。このことは、これらの狂いについては、この分布特性から著大値発生箇所を特定し、その狂い進みが著大となる理由を明らかにして適切な対策をとることによりこれを恒久的に低減し、以後は人力を要するむら直し等を行うことなくマルタイ等の大型機械によりセクション全体として狂いの大きさを縮小できることを示唆する。

この場合、整正特性と狂い進みはセクションによっ

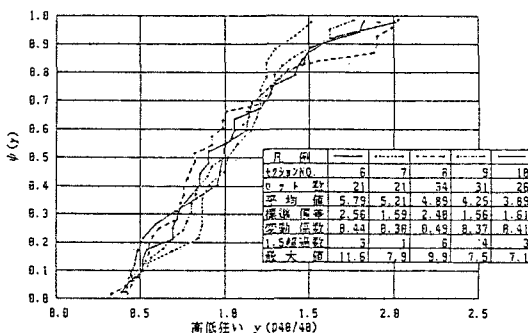


図1 ロット代表値のセクションにおける特性

で異なることから、全体としての乗心地を向上するためには、セクション毎に整正特性と狂い進みを明らかにし、収斂理論²⁾により目標とする狂いのレベルに対して必要な作業周期を明らかにする必要がある。ただし、この狂いのレベルについては、整正特性によって定まる範囲があり、一定範囲以下の値は実現できないことに留意する必要がある⁴⁾。これを実現するシステムとして図2に示すものが考えられる。すなわち、検測により求められたロット代表値をファイルし、軌道狂いから狂い進みと整正に関する統計的特性値を求め、これを狂い進みならびに整正目標値と組合わせて保守周期を求める。続いて、著大狂い箇所をリストアップし、その処置を定める。さらにセクション平均値の保守周期を計算し直して、材料の作業を含めたセクション単位の費用の最小条件を求める。この段階で、セクションとしてこの状態における経済負担が最適化され、作業の時期・方法も定まることとなる。

4. 狂いの整備目標値 ここで、軌道狂いの管理の指標として新たに導入が計画されている40 m弦正矢について、そのセクション狂いと乗心地の関係を求めると次のように与えられる。

$$L = 20 \log \{ Rk / (\alpha C) \} + 20 \log \bar{D}_{40}$$

ここで、L：乗心地レベル(dB)、R：車体加速度/ 狂い振幅、k：狂いの標準偏差/ $\bar{D}_{40}$ 、 $\alpha: 10^6 \text{ m/s}^2$ 、C：共振振動数対応狂いの40 m弦正矢の検出性能、 $\bar{D}_{40}$ ：40 m弦正矢のロット代表値の平均値

これに、理論計算に基づいて⁵⁾ 高低狂いに対する $R=1.6(\text{m/s}^2)$ 、 $k=0.35$ 、 $C=1.467(1\text{Hz}, 220\text{km/h 対応})$ を代入すると図3の実線のように与えられ、通り狂いについては軌道狂い設定試験の結果⁶⁾から同破線となる。ここで、高低狂いのセクション狂いが2~8 mm程度、通り狂いとその1/2程度の値であろうことを考えると、従来の実測結果⁷⁾と良く合致していると言える。管理目標値については、少なくとも85 dBを目処に実状に照らして漸次これを改良していくのが適当である。

5. むすび 以上の結果、軌道狂いの管理については、乗心地の立場からセクション狂いの管理を行うのが適当であり、そのためのシステム構成に加えて、新幹線の場合について乗心地と40 m弦正矢の狂いの関係に関する特性が明らかにされた。

文 献 1) 杉山、家田、上野、山口：鉄道線路34-9(1986)。2) 佐藤：5th WCTR E09-5-2(1989)。3) 佐藤、細川：鉄道技術研究所速報82-75(1982)。4) 佐藤、城詰：第17回関東支部技術研究発表会IV-5(1990)。5) 佐藤：鉄道技術研究報告549(1966)。6) 佐藤、高井：鉄道技術研究報告1283(1985)。7) 持永、藤盛：鉄道技術研究報告1367(1987)。

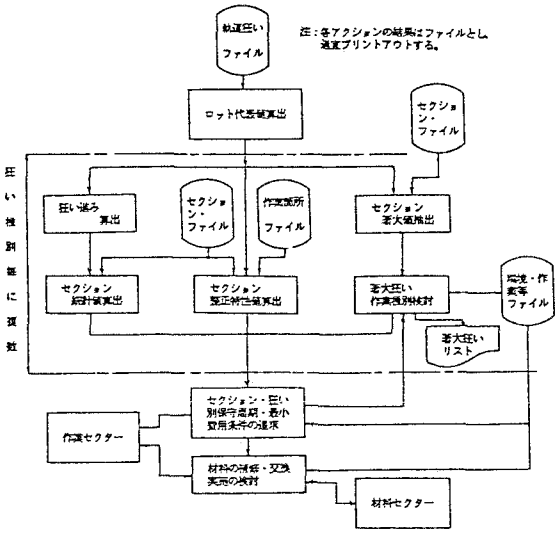


図2 セクション狂い管理システム

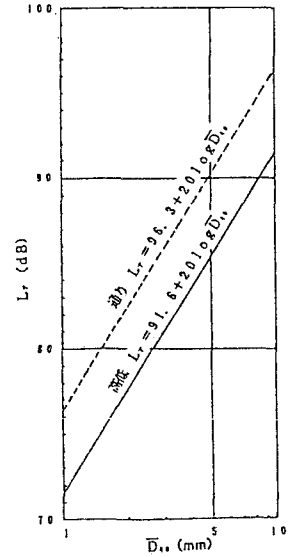


図3 セクション狂いと乗心地