

軌道保守弱点の定量的把握に関わる試みについて

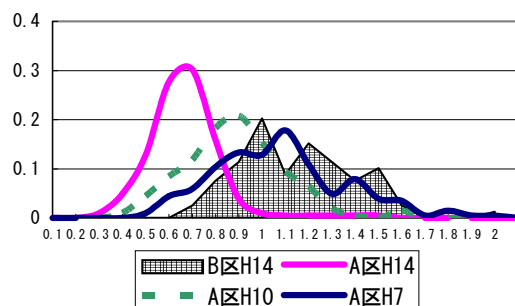
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○守田 武史
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 森山 陽介
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 金岡 裕之

1. 目的

山陽新幹線の軌道状態は、 σ 値管理導入と軌道弱点への取組み実施以降、年々良化傾向にあり、保守経費の適正化が図られつつある。本研究では、軌道狂い進みの定量的把握手法を活用した軌道弱点管理の試みについて報告する。

2. 軌道弱点箇所対策の重要性

軌道弱点箇所対策（以下「弱点対策」とする）に対する取組みは、これまで明確な手引きや定量的な指標がなく、各区所がそれぞれ独自に取り組んできたため、各区所に現存する弱点箇所数は、大きく異なる。図1は、弱点対策が長期間にわたり展開されている保守区（A区とする）の10m弦高低 σ 値分布の推移と弱点対策が遅れている保守区（B区とする）の σ 値分布の現状を比較したものである。この図からわかるように、弱点対策を推進することにより、 σ 値の分布幅が小さくなる、すなわち保守区全体の軌道状態が均一に近づいていると言える。したがって、弱点対策に未着手の保守区においては、早々にその管理・対策手法を確立し、計画的に解消に向けた取組みを実施していく必要がある。

図1. A・B区 σ 値分布比較

3. 弱点箇所を多く抱える保守区の現状

これまで弱点箇所は、保守投入頻度やコストにより定義されてきたが、担当者の判断への依存度が高く、明確に定量化された定義であるとは言い難い。そこで当区では、軌道狂い進みの平均値を軌道狂い速度と定義し、弱点箇所管理に活用することとした。仮に、軌道狂いが年間7mm以上進行する箇所（0.2mm/マヤ）を弱点箇所と定義し、半年毎の箇所数の推移をみると、表1からB区の弱点箇所数は年々増加していることがわかる。また、弱点対策が計画的に実施されてきたA区と比較すると、B区においては弱点箇所数が非常に多いことがわかる。表2は、弱点箇所として抽出された箇所を要因別に分類した表である。弱点対策を行うにあたっては、この要因を明確にし、要因を除去あるいは軽減できる対策を計画しなければならない。

表1 弱点箇所数推移表 B区（H12.4～H14.9）

	H12		H13		H14	A区
	上期	下期	上期	下期	上期	
弱点箇所数	73	83	93	90	111	12
通トン・軌道延長あたり弱点箇所数 (箇所/千万 $\text{トン} \cdot \text{km}$)	1.47	1.68	1.88	1.84	2.25	0.05

表2 弱点箇所要因別一覧表（H14.9）

		箇所数
施工起因	施工箇所	10
	施工区間境	18
構造物起因	分岐器・EJ	11
	IJ	5
	溶接	14
	構造物境	スラブ境 6
		高架JT 24
		その他 12

4. 軌道狂い速度を用いた弱点対策計画

弱点対策施工の計画手法に関しては、森山らの研究¹⁾で σ 値自然悪化量と軌道狂い速度を用いた手法（以下M手法とする）を提案した。しかし、この手法では、 σ 値と軌道狂い速度の2つのデータを算定する必要があることから、保守区で行う管理としては繁雑である。そこで、2つの指標のうち、弱点箇所の特性をより強く反映している軌道狂い速度のみを用いて、弱点対策計画の策定を試みた。

抽出された対象箇所に対する施工方法の選定は、周辺の軌道状態（弱点箇所の密集度合い）や発生要因を反映させる必要がある。そこで、前者を反映させる指標として、 σ 値管理にも使用している500mロット毎の対象箇所数（Wとする）により判断することとした。また、後者については、「構造物起因」「溶接起因」に大別し、施工方法を検討することとした。山陽新幹線では、過去弱点対策として、主に道床部分修繕、弾性まくらぎ敷設、六頭式レール削正が実施されてきた。それぞれの狙いは、道床部分修繕が線的対策であるのに対し、弾性まくらぎ敷設や六頭式レール削正は局所的対策として実施されている。以上のことから、周辺軌道状態や発生要因を反映させた施工方法選定フローチャートを図2のように整理した。

キーワード 軌道弱点、軌道狂い進み、弱点対策施工計画

連絡先 〒802-0002 福岡県北九州市小倉北区京町4丁目7番地 JR西日本 小倉保線センター TEL093-541-6915

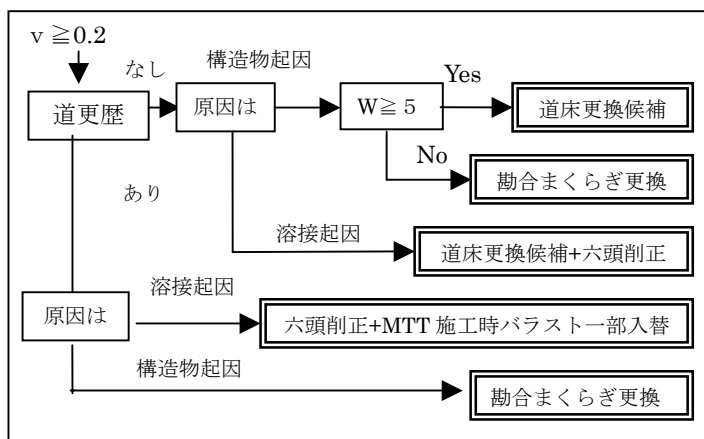


図2 弱点对策工法選定フロー

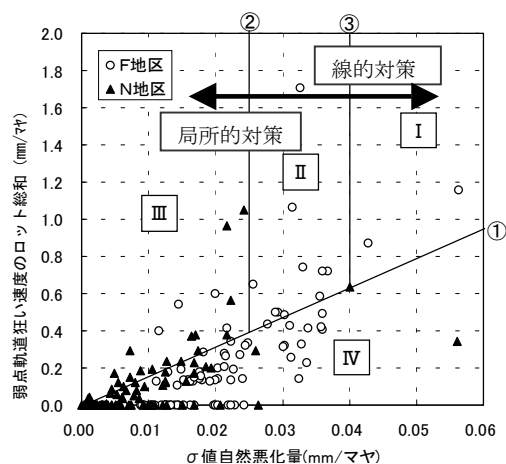


図3 軌道狂い速度とσ自然悪化量

5. 工法選定フローの妥当性検証

図2のフローの妥当性について、M手法（図3）との整合性をもって検証した。図3は、 σ 値自然悪化量と軌道狂い速度を用いた判断手法である。図4は、今回提案した手法（以下W手法とする）での結果を、図3の領域にプロットしたものである。線対策である道床交換は、I・IIの領域に、勘合まくらぎ交換は、II・IIIの領域に83%がプロットされており、今回用いたW手法によって、より簡便に施工方法の選定を行うことができることが確認された。M手法には経済的な妥当性があることから、2つの手法による判定結果が概ね合致したことにより、W手法についても、経済的な工法選定手法であると見なせる。すなわち、軌道狂い速度のみを用いた指標で、工法選定を行うことが可能となった。

6. 弱点継続性の導入

弱点对策の投入において、投資効果を最大限に引き出すためには、継続して経費を投入している箇所に対して施工することが望ましい。以前は、担当者の経験により経費投入の継続性を判定してきた。前項までは、弱点对策施工箇所の抽出に、軌道狂い速度を採用することを提案しているが、軌道狂い速度を時系列の側面から分析すると、対策施工していないにもかかわらず「一時落ち着き」をみせる箇所や「新規発生」する箇所、「再発」する箇所など推移には様々なパターンが見受けられる。ある一定期間の軌道狂い速度のみを判断指標とすることは、弱点の継続性を十分に反映できるとは言い難い。そこで今回、軌道狂い速度に継続性の要素を加味した「来歴軌道狂い速度V」を式(1)のとおり定義し、図5の手順で抽出することとした。なお、係数 $a_1 \sim a_3$ については、「対策済み」が抽出されないこと、「一時落ち着き」の順位が低くなることなどを勘案して、図5のように決定した。この指数を用いることで、現状に重きを置きかつこれまでの推移も考慮した抽出が可能となると考えている。

7. まとめ

- ① 弱点对策の工法選定場面において、的確な施工方法を容易に選定できるフローチャートを作成することで、保守区において使用し易い弱点对策検討手法を提案することができた。
- ② 軌道狂い速度を指標とすることで、より簡便な手法により弱点对策工法選定が可能であることが確認できた。
- ③ 弱点对策の施工対象箇所を抽出するにあたり、軌道狂いの継続性を反映させた指標を提案した。なお、来歴軌道狂い速度の各係数については、今後その妥当性を検証していく。

参考文献 1) 森山陽介他『軌道弱点箇所抽出手法と対策施工の選択に関する研究』平成14年度土木学会第57回年次学術講演会 IV-082 pp163-164

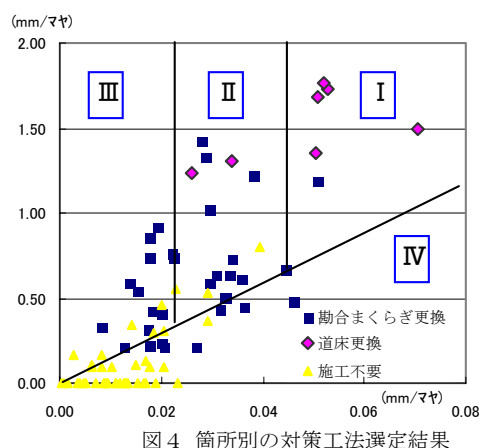


図4 箇所別の対策工法選定結果

- ① 直前期の弱点箇所を抽出
- ② 当該箇所の1期前、2期前の軌道狂い速度も加味した来歴軌道狂い速度 $V(n)$ を算出

$$V(n) = \frac{1}{6} (a_1 \times v(n) + a_2 \times v(n-1) + a_3 \times v(n-2))$$
 式(1)
 $v(n)$: n期の軌道狂い速度(mm/マヤ)
 $a_1 = 3, a_2 = 2, a_3 = 1$ とする。
- ③ $V(n) \geq 0.2$ の箇所を施工対象箇所とする。

図5 弱点对策施工対象抽出手順