

IV-177

軌道整備作業における軌道狂い復元効果の基礎解析

○ 日建技術コンサルタント 正会員 遠藤孝彦
 フジ地中情報株式会社 正会員 上野昌喜
 東京大学工学部 正会員 家田 仁

1. はじめに

鉄道線路に於て、列車の通過、各種環境条件等によって生ずる”軌道狂い”は、これが大きくなると列車の乗り心地が悪くなりサービス低下となる他、車両や軌道自体にも悪影響を及ぼし、更にこれが著しくなれば脱線事故を引き起こす原因ともなる。従って、軌道は常に安定した状態でなければならず、それにはこの”軌道狂い”を定期的に検測し、これに応じた保守作業を効率的に行う事が必要である。そこで、軌道の破壊量を軌道狂い進みとして定量的に把握する事と共に、相互関係的に保守作業実施による狂い進みの復元の効果度についても把握する必要が生じてくる。本研究は、軌道狂い進みの定量的評価に於て扱った大量データを基に保守作業による狂い進み復元の効果について統計的に把握し、今後の保守作業をより効率的に遂行するための作業計画、重要な情報に成り得ようと思われる。

2. 作業効果の算出

現在、国鉄に於ての軌道整備保守作業は定期修繕方式を採用している。ここでは、高速軌道検測車(マヤ車)により検測され収録されたデータの一つである、昭和58年~59年度の磁気テープ(MT)から、194箇所、総延長265.54kmに及ぶ区間の高低狂いを抜粋、20m代表値に変換したファイルに全国29鉄道管理局より入手した作業実績データの内つき固め作業の実績を対象区間に挿入し、その整正効果について評価しようとするものである。すなわち、(図1)に示すように軌道狂いが保守作業により変化した箇所の変化量を求める事である。(図1)のBC間の変位量を求めるには作業直前の予測狂い値bと作業直後の予測狂い値cを求めなければならない。そこで、このb、cを次の(式1)、(式2)により求める事とした。

$$b = a + (W - A) \cdot s / 100 \quad \text{----- (式1)}$$

$$c = d - (D - W) \cdot s / 100 \quad \text{----- (式2)}$$

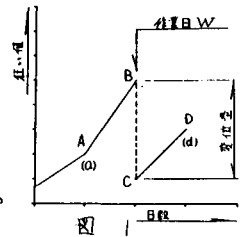
ここで、A: 第n回目の検測日、a: 第n回目の検測値

D: 第n+1回目の検測日、d: 第n+1回目の検測値

W: 作業日、S: 20mロット内の狂い進み(mm/100日)

よって、BC間の変位量すなわち作業効果量fは、次の(式3)のようになる。

$$f = b - c \quad \text{----- (式3)}$$



しかしここでは、20m代表値の絶対値がmm単位で示されているのに対して効果量は1/10mm単位まで重視せざるを得ない事による効果度の不安定さ、同じ2mmの復元効果があったといえども10mm→8mmの場合と3mm→1mmの場合とでは大きな違いがあると思われる効果度の重み等の問題点が生じてくる。そこで、重み付けを考え尚かつ復元値の不安定さを打開するために(式4)の様に、復元度を求める事とした。

$$K = (b - c) / b \quad \text{----- (式4)}$$

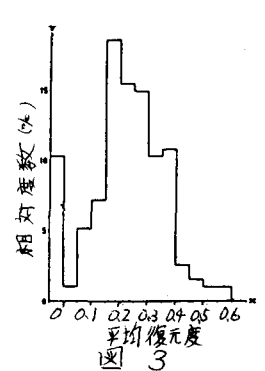
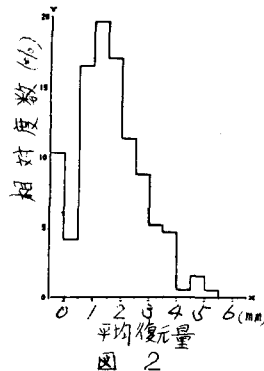
ここで、K: 平均効果(復元)度(mm)

b: 作業直前の予測狂い値(mm)

c: 作業直後の予測狂い値(mm)

3. 作業効果の分布特性

保守作業による復元効果量の分布特性を検討す



るために、まず(式1, 2, 3)に当該区間ををあてはめ復元量を算出し、各線区別に平均したものの分布状態を(図2)に示す。図中0以下の部分は作業不良、20mロット内での狂いの位置合わせ・極性不明によるものと思われる。次に、復元値の不安定さと重度付けに視点を置き(式4)により復元度を算出し、同様に分布状態を図示したものが(図3)である。

続いて、作業前と作業後の狂い値の移行を表したものが、(図4)である。作業実施にもかかわらず効果の表れない箇所は図中の傾き1の直線より上の点でごく数点のみ見受けられる。これも前述の理由によるものであろう。いずれにせよ、突き固め作業は軌道狂い状態の改善に大きな効果を及ぼしている事が判明した。

4. 作業効果の要因分析

作業実績による狂い進み復元に影響を及ぼすものとしては、列車通過によるもの、路盤・軌道状態及び平均狂い進みが考えられ、これら各因子が作業効果度に及ぼす寄与度を重回帰分析により把握しようとするモデル式を(式5)の様に仮定した。

$$K = A + \beta_1 T + \beta_2 V + \beta_3 M + \beta_4 L + \beta_5 R_1 + \beta_6 R_2 + \beta_7 R_3 + \beta_8 R_4 + \beta_9 P + \beta_{10} S \quad \text{----- (式5)}$$

ただし、 K: 作業効果度, T: 通過トン数(百万トン/年), V: 平均速度(km/h), M: 構造係数

L: 継目の有無を表す説明変数

(定尺レール=10.0, ロングレール=1.0)

R₁~R₄: 路盤状態を表す変数(表1参照)

P: 軌道状態の良否を表す変数

S: 平均狂い進み(mm/100日)

$\beta_1 \sim \beta_4$: 回帰係数, A: 定数

重回帰分析を行う前にクラスター分析により解析対象箇所を(図5)に示す様に類似という観点からみたグループ(1)~(4)に分類してから解析を行った。なお、説明変数の数は、(1)ではモデル式の通り10個、(2)ではR₁~R₄を除外した6個、(3)、(4)では更にLを除外した5個とした。なお、Pについては、実務上よく使われる軌道狂い指数P値を用いる事とした。t-検定による因子の絞り込みで各箇所の最終的に求められた結果を(表2)に示す。

この結果、平均P値が大きいと軌道狂いも整正しにくく、軌道狂い進みが大きいところ(軌道が、悪化し易いところ)ほど整正効果が現れ易いということが評価できる。

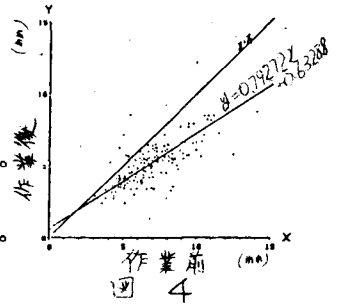


表 1

	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
高 架	10.0	1.0	1.0	1.0
良	1.0	10.0	1.0	1.0
可	1.0	1.0	10.0	1.0
不 可	1.0	1.0	1.0	10.0

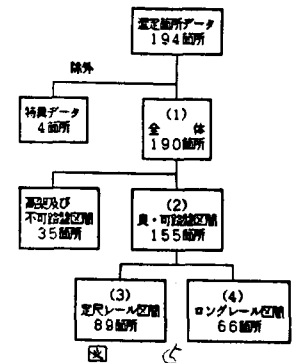


表 2

分類箇所	回 帰 式	相関係数	F 値	t 値
(1)全 体190	$K=0.130-0.002 \times P+0.162 \times S$	0.412	19.17>F (0.01)=4.72	P: 2.05>t (0.05)=1.97 S: 6.18>t (0.01)=2.60
(2)良・可155	$K=0.136-0.003 \times P+0.179 \times S$	0.450	19.35>F (0.01)=4.75	P: 2.63>t (0.01)=2.61 S: 6.21>t (0.01)=2.61
(3)定尺レール89	$K=0.580+0.179 \times S$	0.446	21.56>F (0.01)=6.94	4.64>t (0.01)=2.63
(4)ロングレール66	$K=0.137+0.119 \times S$	0.328	7.70>F (0.01)=7.05	2.77>t (0.01)=2.65

本研究によって求められた結果は、何れにせよ今後の作業計画、重要な情報と成り得ようと思われる。