

IV-178 新幹線における軌道保守作業の軌道狂い修繕効果特性の評価

○ 国鉄 正会員 越野佳考
 東京大学 正会員 家田仁
 東京大学 正会員 島崎敏一

1. まえがき

軌道保守作業は、最近の高速運転に伴い乗り心地を考慮するなかで、諸条件(軌道構造及び軌道材料等)をふまえ軌道狂い波長レベルでの修繕効果の高揚が期待されている。そのなかで、軌道保守作業をより効果的に実施するためには、軌道状態の的確な把握とそれに伴う合理的な保守作業が欠くべからざる重要な問題となる。

そこで本研究では、保守作業(ここではタイタンパー及びマルチプルタイタンパー(以下マルチという))における修繕効果特性を軌道狂いの波長レベルにさかのぼり定量的に評価するものである。

2. 作業効果の評価手法

2-1. 作業効果の評価手法

乗り心地管理の確保及び軌道整備作業のメカニカルな特性を考慮すると、軌道狂いの波長との関連性が高いため、特定波長領域の軌道狂い状態評価(これは、作業による軌道狂いの伝達関数を推定することにより評価できる)が必要である。そこで、本研究では修繕効果特性評価を、表-1のように行なった。

表-1 評価手法	
評価手法	作業
詳細解析 (要因分析)	タイタンパー
	マルチ
作業による軌道狂いの伝達関数における振幅特性評価	タイタンパー
	マルチ

2-2. 作業の伝達関数の演算法(作業前後の振幅比の周波数特性)

軌道狂いの特性としては、一般に波長に応じた振幅の特性等によって特徴づけられ、振幅が波長に応じてどのように変化するかをあらわす振幅特性(より正確に言えば振幅比の周波数特性)により記述することができる。

振幅特性 $|H(f\lambda)|$ は、パワースペクトルの比の平方根で次式のように表わされる。

$$|H(f\lambda)| = \sqrt{G_{yy}(f\lambda)/G_{xx}(f\lambda)}$$

$$f\lambda : \text{空間周波数(1/m)} = (\text{波長})^{-1}$$

この値は、具体的にはある特定の波長の軌道狂いの振幅が作業の前後でどのように変化したのかを示す値である。たとえば空間周波数領域 $f\lambda_1$ から $f\lambda_2$ の間の平均的な作業効果の評価値としては、

$$\frac{1}{f\lambda_2 - f\lambda_1} \int_{f\lambda_1}^{f\lambda_2} |H(f\lambda)| d f\lambda \quad \text{により評価することができる。}$$

3. 因子のしほりこみのための基礎解析

第4節では波長に応じた作業効果を把握しこれを種々の因子による定量的評価を行なうが、その際の説明因子をあらかじめしほりこんでおくため、まずマクロなレベルで保守作業直後の作業効果及び作業後の初期沈下を含めた作業効果に関して要因分析を行なう。

4. 作業の伝達関数における振幅特性を用いた波長帯域別の作業効果の評価

乗り心地向上を限りなく追及することが軌道保守作業の最大の目的の一つであり、また作業というメカニカルな操作も波長に応じてその特性が均一であるとはみなしがたいことから考えると、波長レベルでの作業評価は是非とも必要なものである。そこで、すでに3節で求めた各保守作業の修繕効果に対し有意な因子について、この節では作業の軌道狂い伝達関数として2節で述べた振幅特性をとらえ、それらの因子

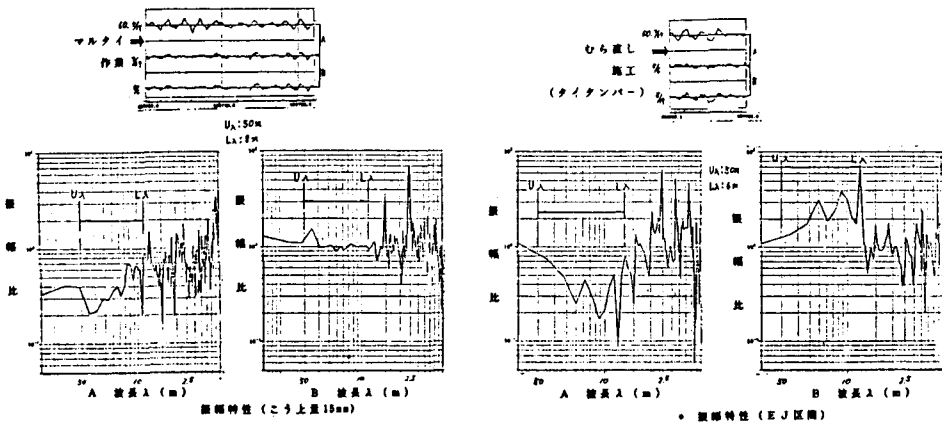
がどの波長域において寄与しているかを検討する。その結果を表-2に示す。

表-2 振幅特性

	タイタンパー		マルタイ	
	作業直後 (8 20m)	初期沈下を含めて (8 20m)	作業直後 (20 40m)	初期沈下を含めて (8 20m)
影響因子	T, C	T, B, P, C	R	F, B, R
回帰式 (振幅比)	$TL=0.045T^{0.982} \cdot C^{0.075}$	$TL=0.015T^{1.233} \cdot B^{0.181} \cdot P^{0.134} \cdot C^{0.05}$	$ML=0.669R^{0.199}$	$MS=0.641F^{0.172} \cdot B^{0.071} \cdot R^{0.069}$
重相関係数	0.56	0.73	0.69	0.62
作業データ	5,895m	3,061m	19,976m	12,963m

* 因子 T : 作業前の軌道状態 C : 軌道構造 B : 道床の経年 P : 作業対象地区
R : レールの経年 F : 作業種別

次に、タイタンパー及びマルタイ作業の振幅特性の代表的な例を示す。



5. 結論と今後の課題

タイタンパーの修繕効果特性は、波長域 8~20m (一箇所あたりの作業長が短いため波長20m以上の作業効果については、ここでは明らかにされない) において作業前の軌道状態及び道床経年の影響度が高く、EJを含む区間は一般区間に対し20%程度悪くなる。また、作業対象地区において差異が認められたがこれは作業能力や道床砕石の物理的性質による影響が考えられる。マルタイの修繕効果特性は、波長域 8~50m においてレール・道床の経年、作業種別 (相対・絶対基準) により概ね評価できる結果となった。

今後の課題として、タイタンパーは作業後の初期沈下による軌道狂いが顕著にみられたがこれに対して作業方法の改善及び検収方法の検討が必要である。マルタイについては軌道状態により作業種別の検討が不可欠となってくる。また、マルタイとタイタンパーが同様の作業を行った場合についての相互比較 (本研究ではそれぞれの作業内での作業効果の要因分析は行ったが、両集合 (作業延長) が重複していないためマルタイとタイタンパーの相互比較はできない) をし、両作業の経済性も含めた作業分担方式を決定し、より効果的な作業システムを確立する必要があるものとする。