

山陰高速化軌道工事と開業後の軌道管理

JR 西日本 正会員 曾我寿孝

JR 西日本 正会員 平野康孝

1 はじめに

山陰本線（出雲市～益田間 125.1km）は、島根県と JR 西日本との協定合意のもと、平成 11 年から約 2 年の工期により地上改良工事を実施、平成 13 年 7 月 7 日に高速化開業した。本研究では「鉄道構造物等設計標準 軌道構造[有道床軌道]（案）」を基本とした速度向上後の軌道設計法、試験運転並びに開業当初に生じた左右動に対して用いた、軌道検測車（以下、マヤ車）による車体傾斜 ROM の作成法、曲線諸元の決定に新たに Cd の項を用いた検討法、車体振動特性を考慮した長波長軌道整備手法等を考察するものである。

2 軌道構造の設計

対象となる線区はその輸送密度から経費削減を迫及した保守体制を導入しており、速度向上実施後の保守量増大は回避しなければならない命題であった。そこで平成 10 年 1 月に運輸省鉄道局より試行の通知があった「鉄道構造物等設計標準 軌道構造[有道床軌道]（案）」（以下、有道床設計標準）を用い、速度向上後の保守量均衡となる軌道諸元の設計を実施した。有道床設計標準による検討結果を図-1 に、工事量を表-1 示す。また平成 13 年度末における軌道状態を図-2 に示す。初期軌道狂い進みの影響は特に認められず、保守量の速度向上前非悪化が考察されるが、今後の引き続きの検証が必要である。

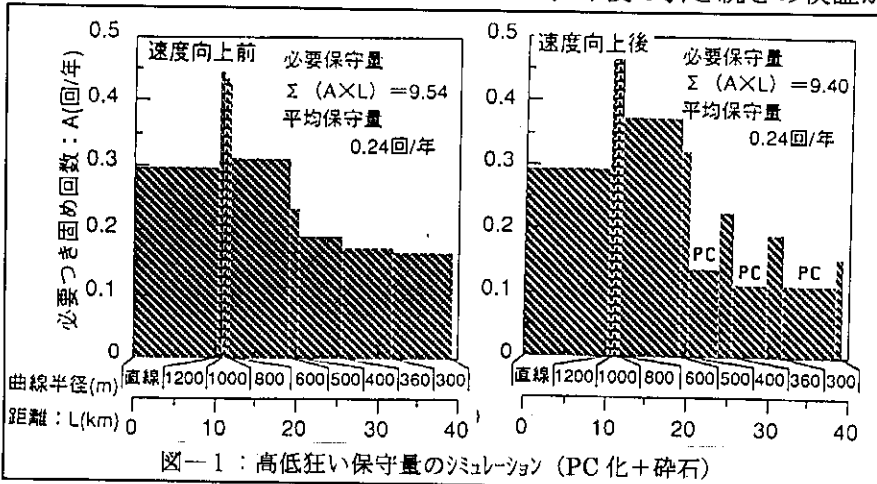


図-1：高低狂い保守量のシミュレーション（PC化+碎石）

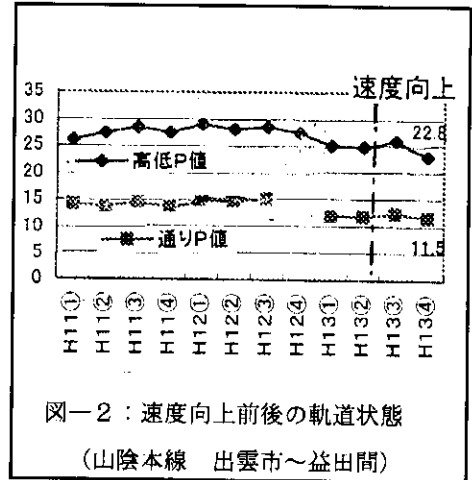


図-2：速度向上前後の軌道状態
（山陰本線 出雲市～益田間）

	作業項目	単位	
中間部	PCまくら木化	本	49348
	曲線修正	m	44969
	カント改正	m	44969
	パラスト止新設	m	15725
	Fタイププレート新設	組	3702
	道床修繕	m	15050
構内部分	一線スルー化	駅	7
	分岐器高番化	駅	1
	棒線化	駅	5

表-1：山陰線高速化 地上工事量

3 線形の設計

導入される車両が制御付振り子車両であることから曲線諸元の検討は、下式を基に実施した。又多くの構内が 10 番両開き分岐器であった為、一線スルー化又は棒線化工事を実施した。

$$Cd \leq 110mm$$

$$L1 = 0.6C$$

$$L2 = 0.007CV$$

$R \leq 300m$	本則+20
$300m < R < 600m$	本則+25
$R \geq 600m$	本則+30
最高速度 $V=110km/h$	

4 開業後の軌道管理

試運転期間中、さらには開業当初、主として左右動揺の悪化に関する問題が表面化した。考察の結果、これらの問題は大きく以下の 3 つに分類されることが明らかになり、それぞれの対策を実施した。

- ① 曲線制御位置のズレに関するもの → マヤ車データを用いた車体傾斜 ROM 作成法
- ② 曲線長 < 80m での車体傾斜制御不能 → Cd 項を用いた緩和曲線の検討法
- ③ 長波長通り狂いに起因する左右動揺 → 20m 弦管理・整備法の導入

キーワード：高速化 鉄道構造物設計標準 振り子車両 緩和曲線 長波長管理

連絡先： 鳥取県米子市弥生町 2 番地 JR 西日本米子支社 工務課 TEL 0859 - 32 - 8097

4-①：マヤ車データを用いた車体傾斜 ROM の作成法

開業後多く寄せられた「気分がわるくなった」の指摘に対して、緩和曲線部の低周波左右動の低減を目的として車体傾斜 ROM の作りなおしをマヤ車データを基に行った。特に反向曲線部の付き合いせ緩和曲線部や、全緩和曲線においては実正矢データに基づく正確な地上子からの位置割り出しが可能となり（図-3）により、低周波左右動揺が改善された。（図-4）

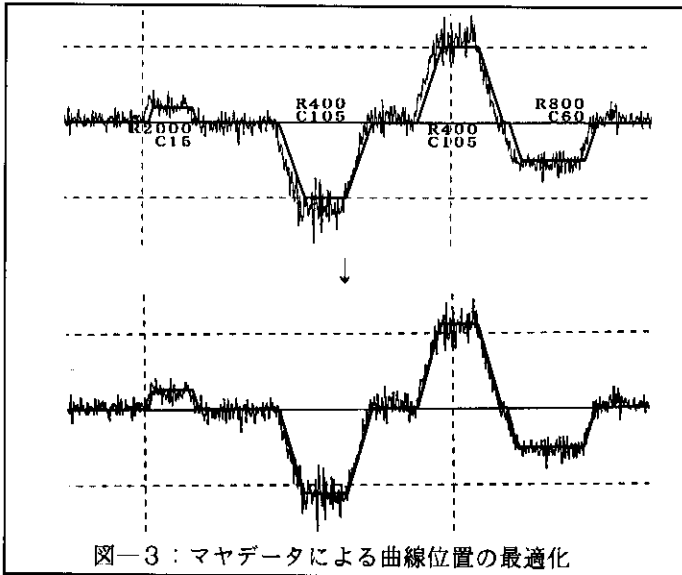


図-3：マヤデータによる曲線位置の最適化

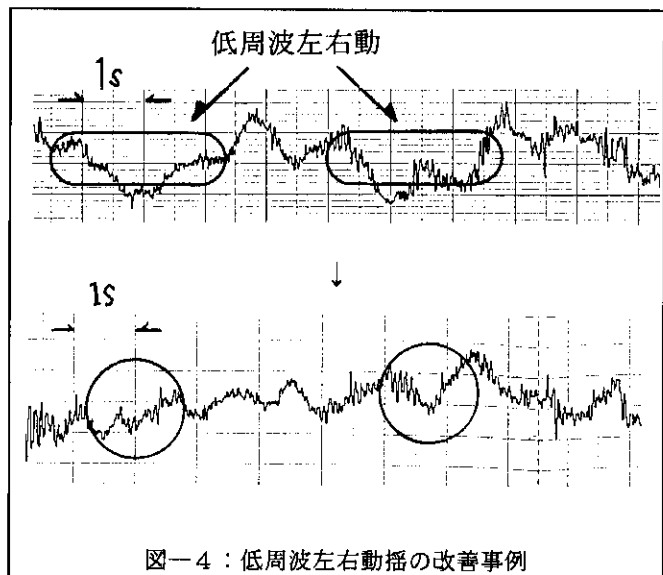


図-4：低周波左右動揺の改善事例

4-②：Cd 項を用いた緩和曲線の検討法

現在の制御振子システムは 130km/h 走行時の動作速度の限界から通常、曲線長 80m 未満で車体制御を行おうとすれば ROM の特別な修正が必要となる。但しこの修正を行うには $5^\circ / \text{sec}$ の限度を満足させることが条件となり、地上側の緩和曲線長の検討に、新たに Cd の時間変化への考慮が必要となった。

$5^\circ / \text{sec} \Rightarrow \text{Cd 変化} = 93\text{mm} / \text{sec}$ に相当

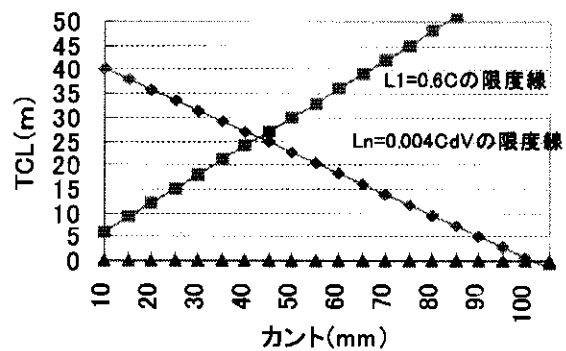
緩和曲線長 = L(m) 通過速度 = V(km/h) とすると

$$93\text{mm} / \text{sec} \geq \text{Cd} / (3.6L / V) \quad \therefore L \geq 0.00298\text{Cd}V$$

若干の余裕を考慮し $L_n = 0.004\text{Cd}V$ とした。

図-5 に L_1 と L_n の関係を示す。この検討法により 10 番両開分岐器の構内改良箇所が多くで採用した CL < 80m の小曲線において TCL とカントの改修を実施した。

CL < 80m 最適曲線検討図 (R=1000 V=110)



4-③：20m 弦通り管理・整備法の導入

当初、R=400 V=100km/h 領域では長波長軌道管理の必要性は低いと想定していたが、開業後、特に振子車両の動作が不安定となる緩和曲線部において、長波長軌道狂いに起因する左右動が発生した。考察の結果、当該車両の左右動揺共振領域は従来の在来線車両の 1.5Hz ~ 2.0Hz よりも低い領域にあることが判明。表-2 に示す 20m 弦通り狂い管理目標値と復元原波形による MTT 長波長軌道整備法を導入した。

緩和曲線 ± 50m 区間	その他区間
20m 通り ≥ 10mm	20m 通り ≥ 15mm

表-2：20m 通り管理目標値（案）

5 今後の課題

軌道狂いの推移については、まだ検証期間が十分とは言えない。引き続き考察を続けるとともに、有道床設計標準の地方幹線速度向上時における軌道構造設計の有効性を検証していきたい。車体傾斜データについては今後のデータメンテナンスのあり方、並びに高速両開分岐器制御への応用等も検討していきたい。

【文献】鉄道総合研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 軌道構造[有道床軌道]（案）1997.3

西本他：急曲線通過時の振子車両の走行特性と軌道形状 1997.7