一般形ＰＣまくらぎの敷設に関する検討

西日本旅客鉄道株式会社　正会員　田淵　剛
西日本旅客鉄道株式会社　正会員　坂上直哉
西日本旅客鉄道株式会社　正会員　向井克幸
西日本旅客鉄道株式会社　正会員　松本竜也
西日本旅客鉄道株式会社　正会員　○藤川雄輝

１．木まくらぎをとりまく状況

現存の軌道には、多くの木まくらぎが敷設されているが、将来的に次のような問題の発生が懸念される。

① 環境問題　　クレオソート防腐剤の使用規制等
② 資源枯渇問題　　森林伐採問題による材料の枯渇や材料費の高騰
③ コスト面　　保守周期が短いうえに交換数が非効率的なため、修繕費用・管理要員を多く費やす
④ 労働人口の減少　少子高齢化による労働人口の減少に伴う特殊作業員の減少

以上のような諸問題を解消するために、本論文では、木まくらぎに比べ耐用年数が長く、保守周期の延伸や管理要員の削減が図れ、かつコスト削減が期待できる一般形ＰＣまくらぎの投入を提案する。具体的には、敷設方法の検証、現地敷設走行試験および経費分析について述べる。

２．一般形ＰＣまくらぎ

木まくらぎの代替まくらぎとして、平成 14 年から検討してきた、図-1 に示す一般形ＰＣまくらぎ（以前は「低廉化ＰＣまくらぎ」と称していた。以下、「一般形ＰＣ」と称す。）を検討している。まくらぎ重量化、レール下部の翼付けによるまくらぎ強化により、軌道状態を現状非悪化でのまくらぎ間隔の拡大、パンドロール締結の採用による保守軽減・異種レール対応等が特徴としてあげられる。また、まくらぎ配置本数については、レール締結装置の耐久性・レール応力・路盤圧力・道床抵抗力等を考慮した鉄道総研等の実験結果に基づき表-1 に示すとおりである。

図-1 一般形ＰＣまくらぎ　（重量：212kg）

表-1 まくらぎ本数　（本／25m、一般区間は継目まくらぎ含む）

区　間	一般区間			ﾛﾝｸﾞﾚｰﾙ区間	
曲線半径	800m 以上	800～600m	600m 以下	600m 以上	600～500m
まくらぎ	29	31	34	34	38

３．敷設方法の検証

不良まくらぎの交換を前提とした場合の一般形ＰＣの投入方法について、次の手順で検討した（図-2）。

① 表-1 に従い、交換箇所の将来姿を決定し、交換箇所の現姿と将来姿を重ね合せる。
② 重ね合せた図（交換計画図）から残る並まくらぎと隣接する一般形ＰＣの間隔 X を算出する。
③（ⅰ）継目部（A 間隔対象）　将来姿における A 間隔を確保し、交換を実施
（ⅱ）継目周辺部（B 間隔対象）　X ＝ B (将来姿の B 間隔)とならない場合は交換本数を増減させ計画変更
(ⅲ) 中間部（C 間隔対象）　$L_L \leqq X \leqq L_U$　を満たさなければ交換本数を増減させ計画変更

ただし、L_L：下限値（まくらぎ幅＋200mm（タイタンパ施工可能制限幅））
L_U：上限値（まくらぎ C 間隔（準則）による制限）

この手順で交換して行くと、まくらぎ間隔が大幅に変わってもまくらぎ位置整正が発生せず、投入経費を最小に抑えられる。この手順について、継目箇所・中間部、まくらぎ本数等の各種ケースを検証した結果、すべての場合に対応できるフローであることが確認できた。

キーワード　　一般形 PC まくらぎ、木まくらぎ、まくらぎ配置本数

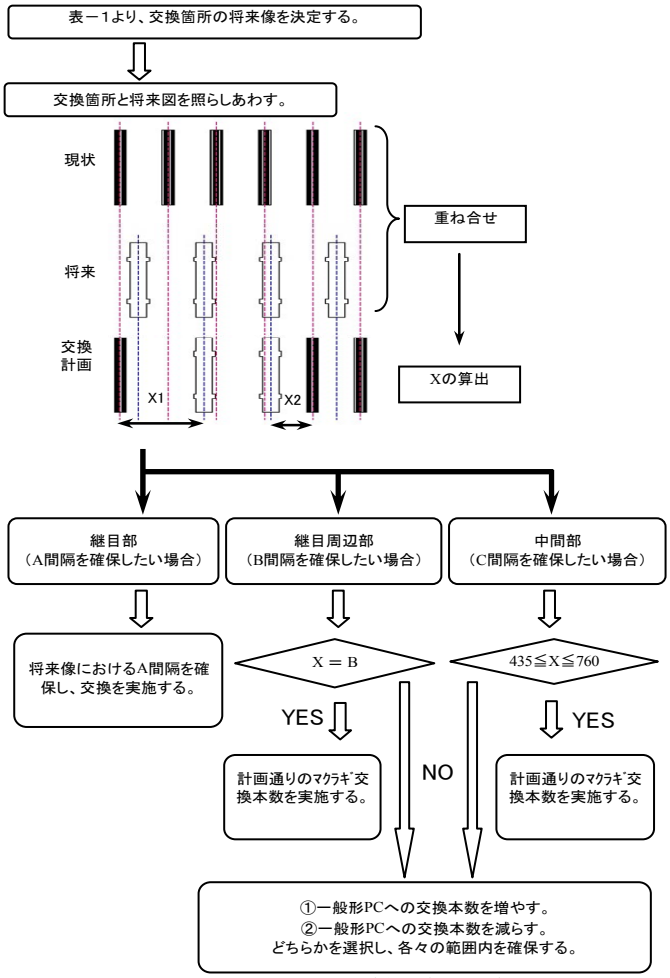

図-2　敷設フロー（支え継区間）

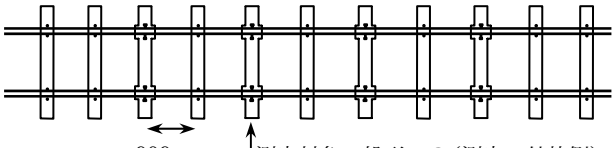

図-3　まくらぎの試験敷設方

表-2　各測定項目の最大値

	測　定　項　目	単位	測定最大値	標準値	通過速度
P	輪　　重	kN	100.0	300.0	80km/h
Q	横　　圧	kN	13.9	68.0	48km/h
M	まくらぎ表面応力	MPa	0.8	3.0	69km/h
T	締結ばね応力	MPa	122.4	270.0	80km/h
R	レール応力	MPa	31.0	300.0	80km/h
XU	レール頭部左右変位	mm	0.76	2.0	80km/h
XD	レール底部左右変位	mm	0.5	2.0	80km/h
Y	レール上下変位	mm	1.6	4.0	80km/h

4．現地敷設走行試験

（1）試験概要

・試験敷設場所：吹田工場試運転線

・軌道構造：50kgN レール,有道床(ふるい)、
道床厚 200mm、曲線半径 1000m

・測定試験日：平成 16 年 11 月 26 日

・測定用列車：ＥＦ66（単機、軸重 16t、速度 30～80km/h）

まくらぎの敷設方は、当社管内の主に副本線で導入されている並まくらぎ 3 本に 1 本ＰＣ化施策箇所への投入を想定し、図-3 の様に、一般形ＰＣと３号ＰＣを交互に敷設した。まくらぎ間隔については、表-1 より、最小配置本数の 29 本/25m(C 間隔:909mm)とした。測定項目は、表-2 の P～Y で、T（3 点）を除き各 1 点、M（表面中央）を除きすべて外軌レール側で測定した。

（2）試験結果　各測定項目の測定最大値は表-2 のようになり、すべて走行判定標準値を下回る結果となり、一般形ＰＣ（3 号ＰＣとの交互敷設）の間隔拡大（909mm）の安全性を示せる結果が導けたといえる。また、今回の試験線の道床状態はかなり悪い（ふるい＋土）が、敷設後 3 ヶ月の時点で目立った軌道狂いは認められておらず、ローカル線への投入に関しても問題はないと思われる。

5．経費分析

並まくらぎ交換と一般形ＰＣを投入した場合の経費比較を以下の条件で行なった。

① 並まくらぎ区間(39 本/25m)を一般形ＰＣ区間(29 本/25m)に変更する。対象延長は 100M。

② 25 年間で一般形ＰＣへの交換を完了させる。耐用年数は、並：25 年 一般形ＰＣ：50 年

上記の条件で中長期的な比較を行なうと、約 36 年で投入経費回収の見込みを出せた。また、一般形ＰＣは初期投入時は撤去ならびに挿入となり割高だが一般形ＰＣ投入後の交換は撤去・挿入ではなく、純たる交換で対処でき外注費が初期投入時より軽減されるため、以後はさらに低減される。

6．今後の課題

木まくらぎの代替としての一般形ＰＣまくらぎの投入に関し、敷設方法を検証し、敷設フローを作成した。また、経費についても一定の投資効果を出せることを示した。今後の課題としては、多様な箇所で敷設区間をひろげ保守作業の軽減効果について検証していくことである。