

IV-267

無遊間レール継目の軌道管理手法の考察

東日本旅客鉄道(株) 正会員 奥村陽一

正会員 伊勢勝巳

小山内政廣

1. まえがき

従来より、構造的な弱点箇所として挙げられているレールの継目部の解消の為にロングレール化が進められているが、コスト面や優先度により下級線までは至っていないのが現状である。下級線、重要な線区を問わず、継目部が存在による作業量はかなり大きい。この継目部を溶接を使わずに安価に解消できる方法として今回、定尺区間の遊間をゼロにして強い緊締力でしめる無遊間継目による方法がある。この無遊間継目の試行に伴う検討した事項について以下に述べる。

2. レール継目の解消効果

それでは、レールに継目があることでどれだけ負担が大きくなるの見てみる。まず理論上からみると、各条件(通トン、速度等)に基づいた軌道の狂い進み量 S や S と P 値との関係を表した式は

$$S = 2.09 \times 10^{-3} \times T^{0.31} \times V^{0.98} \times M^{1.10} \times L^{0.21} \times N^{0.26}$$

$$P = 31.7 \cdot \log(S/A) + 31.6$$

S : 平均軌道狂い進み (mm/100日) L : 継目の有無を表す係数 (ロング 1.0、定尺 10.0)

T : 通過トン数 (百万トン/年) N : 路盤状態を表す係数 (良 1.0、不良 10.0)

V : 平均速度

P : P 値

M : 構造係数

A : 年間突き固め延長比率

となっている。以下の条件以外については全て同じと考えて検討してみる。

① 木マクラギ 定尺継目 (50N, 木 39本, 道床厚 200 mm) $M=1.42$ $L=10.0$

② PCマクラギ 定尺継目 (50N, PC 39本, 道床厚 200 mm) $M=1.08$ $L=10.0$

③ PCマクラギ ロングレール (50N, PC 39本, 道床厚 200 mm) $M=1.08$ $L=1.0$

上記の3つの条件を P 値と年間突き固め延長比率 A との関係にまとめたものが表-1である。

同じ P 値にするならば、構造条件が悪いほど突き固めの比率が高くなる。つまり、それだけ保守量が大きくなってしまいう。条件別で見ると定尺とロングでは約1.6倍、木マクラギとPCマクラギでは約1.3倍余計に手が掛かってしまう。材料交換を行わなくとも継目を無くしてしまうだけで従来の保守量の約2/3で済んでしまう。これより継目を無くすることが如何に今後の保守作業の縮減に役立つかがわかる。しかもこれは理論上だけでなく、実際に山形新幹線において定尺とロング区間では P 値が4から5異なり、ロング区間の P 値が良い事でも証明されている。

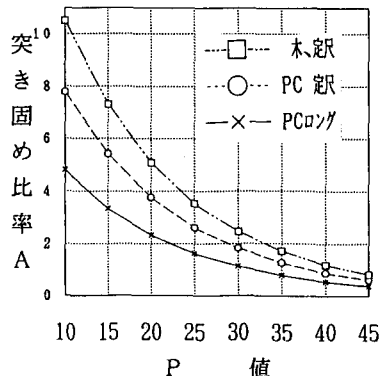


表-1 構造別の突き固め率と P 値の関係

3. 無遊間継目の実施に当たっての検討事項

無遊間継目を実施するに当たって、幾通りかの案を考えてそれについて検討を加えたのち、一番良いものについて実際に行ってみることにした。その案は以下の通りである。

- ① 従来の継目構造のまま（四つ穴継目板と継目ボルトの使用）のまま高トルクでしめる。
- ② 継目板の穴を4つから6つに変えて高トルクでしめる。
- ③ 6つ穴継目板を使用して、常に一定な緊締力が得られるハックボルトを使用するもの。

継目板の摩擦抵抗力 R_f は、継目板の上部と下部の接触面圧力を P_a 、 P_b とすると

$$R_f = \mu (P_a + P_b) \times (\text{ボルト本数})$$

μ : 継目板摩擦係数

上式によるとボルトの本数が増えるほど継目板の摩擦抵抗力が増加することになる。無遊間継目では、遊間を無くすことにより、今まで以上にレールの軸力が大きくなると予想される。そこで、4つ穴継目板より1.5倍強い6つ穴継目板を使用した場合の必要な回転トルクを温度、材料の安全度より検討した結果、おおよそ10000トルクで締めると良いことが計算上求められた。またハックボルトと継目ボルトとのどちらが有効なのか調べるために実際に緊張器を用いて引っ張り試験を行いそれぞれの開口量を調べてみた。その結果が図-1、表-2～4である。

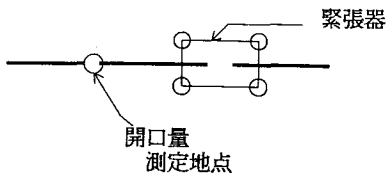


図-1 実験施工箇所の略図

引張力	開口量	備考欄
35 t	0 mm	
40 t	0 mm	
45 t	0 mm	
50 t	1 mm	
55 t	5 mm	約 1 mm
60 t	5.5 mm	異なり
65 t	6.0 mm	わずかに開口量が増える
70 t	7.0 mm	

表-2

普通ボルト（熱処理ボルト）4つ穴継目、
10000トルクにて引っ張り試験の結果

引張力	開口量	備考欄
35 t	0 mm	
40 t	0 mm	
45 t	0 mm	
50 t	0 mm	
55 t	0 mm	わずかに開口量が増える
60 t	0.5 mm	
65 t	3 mm	
70 t	4.5 mm	
75 t	7 mm	

表-3

ハックボルト使用による引っ張り試験の結果
4つ穴継目

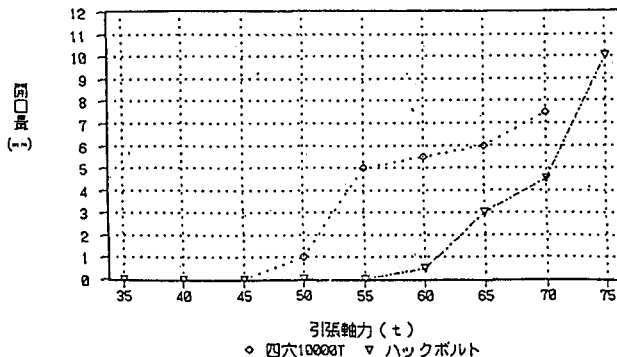


表-4 引張軸力と開口量の関係

実験は同一箇所でも普通ボルト⇒ハックボルトの順で行っており初期条件としてはハックボルトの方が悪くともかわらず、ハックボルトの方が同じ軸力では常に開口量が小さいという結果になり、ハックボルトの有用性が証明された。

以上より実際に無遊間継目を実施する場合には、6つ穴継目板+ハックボルトを使用したもので敷設を行なう事とする。今年度中に試験敷設を行い、遊間の変化等のデータを取る予定である。