

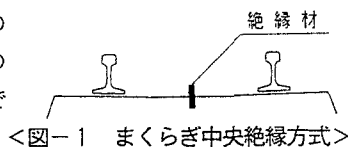
IV-384

製鉄所の鉄道線路における鉄まくらぎ用絶縁材の調査結果について

環境エンジニアリング(株)	正会員	鳴本光男
日本貨物鉄道(株)	正会員	三枝長生
新日本製鐵(株)	正会員	山田英行

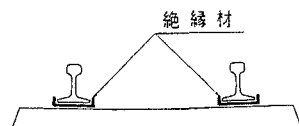
1. はじめに

当社が鉄道線路の保守業務に携わっている君津製鉄所の総設備量は、軌道延長が約62km、分岐器が321組である。また、列車の安全な運行を確保するための信号保安設備（踏切警報装置、閉塞信号装置など）が随所に設置されており、それらは約20kmにおよぶ軌道回路にて制御されている。当該設備のトラブルは、24時間体制で作業をおこなっている製鉄所にとって重大な問題となる設備の一つである。現在、君津製鉄所では整備費の削減と安全な鉄道輸送を目的としてコンクリート製のRSまくらぎに変えて鋼製の鉄まくらぎ（以下鉄まくらぎと言う）を導入している。導入の際に解決すべき課題の一つが絶縁性能に対する信頼性であった。本報告では、鉄まくらぎの絶縁方式と絶縁材料の選定の経緯及び君津製鉄所の鉄まくらぎ軌道で約10年経過した絶縁材の調査結果について述べる。



2. 絶縁方式と絶縁材料の選択の経緯

製鉄所の鉄道線路でS40年代後半から導入されていた加工タイプの鋼製の鉄まくらぎは、絶縁材の挿入方法や構造に差はあったが、絶縁方式としては「まくらぎ中央絶縁方式（図-1参照）」が主流であった。



これは軌条直下で上載列車荷重を直接受けうる強度と耐久性を有する安価な材料がなかったためと考えられる。現在は、エンジニアリングプラスチック分野における材質が向上しナイロン、高密度ポリエチレン、ウレタンなど大荷重

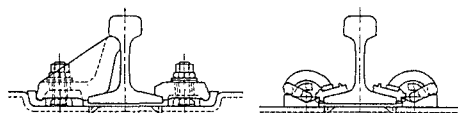
<表-1 絶縁材の一般物性>

項目	単位	ナイロン#6	高密度ポリエチレン
引張強さ	kg/cm ²	310	400
伸び	%	250	400
弾性率	kg/cm ²	8,300	10,500
圧縮強さ	kg/cm ²	840	225
曲げ強さ	kg/cm ²	385	600
絶縁抵抗	MΩ	7×10 ⁸	1×10 ¹¹⁻¹²
ロッキング硬度	R	85	40
バネ係数	t/cm/cm	131	191

に耐えうる安価な材料が容易に入手できるようになり「軌条直下絶縁方式（図-2参照）」が可能となった。そこで、両者の絶縁方式について比較検討をおこない、まくらぎ本体への影響や加工コスト、絶縁の信頼性、耐久性など総合的な判断から軌条直下絶縁方式を選定した。絶縁材料は、西ドイツやオーストラリアの鉄まくらぎ軌道での使用実績とコストを勘案して「ナイロン」と「高密度ポリエチレン」の2種類を選択した。各絶縁材の一般物性を表-1に示す。

3. 調査内容

君津製鉄所は、現在までに約5kmの軌道回路が鉄まくらぎ化されている。調査は、過酷な条件下の曲線部を中心に軌条直下のタイパッドの取替え実績やタイパッドの抜き取りによる厚み測定をおこなった。



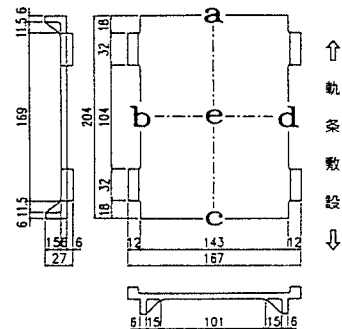
<図-3 ロット型剛締結装置とバンドル型締結装置>

鋼製の鉄まくらぎ、タイパッド、ナイロン、高密度ポリエチレン

〒299-11	君津市君津1番地	TEL 0439-52-1288	FAX 0439-52-1215
〒100	千代田区丸の内1丁目6番5号	TEL 03-3285-1416	FAX 03-3285-1416
〒299-11	君津市君津1番地	TEL 0439-50-2509	FAX 0439-55-8412

1) 調査軌道の概要

	<ナイロン>	<高密度ポリエチレン>
①経過年数	12年	9年
②累積通過トナ数	14,640万ト	6,840万ト
③軸重	24.4ト	同左
④曲線半径	150m	120m
⑤調査区間	約80mの直線と曲線	約50mの曲線
⑥締結装置（図-3）	糸引型剛締結	バンドロール型締結
⑦厚み測定方法	ノギス	同左



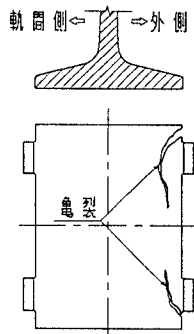
2) 調査結果

<図-4 タイパッドの詳細図と厚み測定ヶ所>

表-2にタイパッドの取替え実績を示すがナイロンと高密度ポリエチレンとも曲線部の外軌側に発生している。ナイロンの取替え枚数が多い理由は、累積通過トナ数に2倍以上の差異が生じているからである。今後は、累積通過トナ数が増えるに従って、高密度ポリエチレンの取替え枚数が急速に増えていくと推察する。表-3に示す未補修タイパッドの抜き取り調査結果では、ナイロンのタイパッドの厚みに大きな変化はない。しかし、高密度ポリエチレンは、良好なタイパッドも含めて厚みが若干減少しているのが判る。これは、ナイロンとの物性の違いが大きく影響しているものと判断する。調査ヶ所（図-4参照）でみると軌条底部のコーナーにあたる測点bと測点dの減少が大きい傾向にあり、平均で約0.6mm減っている。また、内軌側と外軌側を比較した場合、微小であるが外軌側の方が減っている。図-5に取替えたタイパッドの標準的な亀裂状況を示す。この図のような、タイパッドの外側半分に亀裂が集中する要因は、カントと車輛走行の関係にあると考えられるが特定はできていない。

<表-2 タイパッドの取替え実績>

		ナイロン			高密度ポリエチレン		
		調査範囲	対象数量	取替え枚数	調査範囲	対象数量	取替え枚数
直線部		40丁	80枚	0枚	—	—	—
曲線部	内軌側	98丁	98枚	0枚	93丁	93枚	0枚
	外軌側		98枚	40枚		93枚	5枚



<図-5 タイパッドの亀裂状況図>

<表-3 未補修タイパッドの抜き取り調査結果>

凡例 ○：良好 △：端部に5.0mm以下の亀裂発生 ×：端部に10.0mm以下の亀裂発生又はショルダー部のちぎれ発生（要取替）

No	ナイロン											高密度ポリエチレン												
	曲線部 (内軌側)					目視調査	曲線部 (外軌側)					目視調査	曲線部 (内軌側)					目視調査	曲線部 (外軌側)					目視調査
	タイパッド厚み調査 / t = 6 mm						タイパッド厚み調査 / t = 6 mm						タイパッド厚み調査 / t = 6 mm						タイパッド厚み調査 / t = 6 mm					
	a	b	c	d	e		a	b	c	d	e		a	b	c	d	e		a	b	c	d	e	
1	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	○	6.0	6.0	6.0	6.0	5.9	○	6.0	5.5	6.0	5.5	6.0	○	5.5	5.8	5.5	6.0	6.0	○
2	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	○	6.0	6.0	6.0	6.0	6.2	△	6.2	5.5	6.0	6.0	6.2	○	5.5	5.5	6.0	5.5	6.0	○
3	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	○	6.0	6.0	6.0	6.0	3.9	○	6.0	5.0	6.0	5.5	5.5	○	5.5	5.0	5.5	5.5	6.0	×
4	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	△	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	○	6.0	5.5	6.0	5.5	6.0	△	5.5	5.5	5.5	5.0	5.5	△
5	6.0	6.0	6.0	6.0	5.8	○	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	○	6.0	5.5	5.5	5.0	6.0	○	6.0	5.0	6.0	5.0	6.0	○
6	6.0	6.0	6.0	6.0	5.8	○	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	○	6.0	5.5	5.5	5.5	6.0	△	6.0	5.5	6.0	5.0	6.0	×
7	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	△	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	○	6.0	6.0	6.0	5.5	6.0	○	6.0	6.0	6.0	5.0	6.0	○
8	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	△	6.0	6.0	6.0	6.0	5.7	×	6.0	5.0	6.0	5.5	6.0	○	5.5	4.5	5.5	5.0	6.0	×
9	6.0	6.0	6.0	6.0	6.2	△	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	△	6.0	5.0	6.0	5.0	6.0	△	6.0	5.5	6.0	5.0	6.0	△
10	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	○	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	×	6.0	5.0	6.0	5.0	5.5	○	5.8	5.5	6.0	5.0	6.0	○
平均	6.00	6.00	6.00	6.00	5.98		6.00	6.00	6.00	6.00	5.97		6.02	5.35	5.90	5.40	5.92		5.73	5.38	5.80	5.20	5.95	

以上の調査結果から、タイパッドの取替え枚数が多いが累積通過トナ数や抜き取り調査結果などを勘案した場合ナイロンの方が良い性能であると判断できる。しかし、採用に際しては、経済性との見合いも考えながら適宜使い分けていく必要がある。

3. おわりに

これらのデータをもとに、JR貨物が導入している鉄まくらぎ用絶縁材の調査結果との比較検討をおこないながら、軸重とタイパッドの硬さの関係など更に検討を重ねていく考えである。尚、今回の報告では、締結構造の違いによる影響について明確に述べる事ができなかった。今後の研究課題としたい。