

論文 新幹線における新たな横取装置の開発

青松 功輝¹・東原 孝展²・唐須 崇³・楠田 将之⁴

¹ 正会員 西日本旅客鉄道株式会社 施設部 施設技術室 (〒530-8341 大阪府大阪市北区芝田 2-4-24)
E-mail: kouki-aomatsu@westjr.co.jp (Corresponding Author)

² 正会員 西日本旅客鉄道株式会社 新幹線鉄道事業本部 小倉新幹線保線区
(〒811-1214 福岡県那珂川市中原東 2-1-2)

³ 非会員 大和軌道製造株式会社 技術部 開発課 (〒671-1133 兵庫県姫路市大津区吉美 380)

⁴ 正会員 西日本旅客鉄道株式会社 施設部 施設技術室 (〒530-8341 大阪府大阪市北区芝田 2-4-24)

山陽新幹線では、工事用車両を用いて行う保守作業が多く、保守基地から遠方の作業箇所までの移動に膨大な時間を要し、現地で十分な作業時間を確保できない。この問題の抜本的な方策としては、保守基地を新設し、保守基地から本線へ工事用車両が出入可能な分岐器を設けることであるが、信号場等の新設には膨大な費用を要する。このため、信号場等を必要としない分岐器の代替構造として、新たな新幹線用横取装置を開発した。新たな新幹線用横取装置では、レール用締結装置、可動レール、専用の PC まくらぎおよび油圧式転換装置について性能確認試験を実施し、所定の性能を有することが分かった。加えて、現地敷設による保守用車走行試験により、各部材の挙動を確認したので報告する。

Key Words: set-off equipment, movable rail, prestressed concrete sleeper, hydraulic conversion device, stopper

1. はじめに

山陽新幹線では、レール上を走行する工事用車両を用いて行う保守作業が多く、保守基地から遠方の作業箇所までの移動に膨大な時間を要し、現地で十分な作業時間を確保できない問題がある。作業時間を拡大するための抜本的な方策としては、工事用車両が出入可能な保守基地の新設が効果的であるが、保守基地から本線へ出入可能な分岐器の新設が必要である。しかし、分岐器を新設する場合、運行管理システムと連動した信号場の新設が必要となり、運転保安設備等の改良工事に膨大な費用が必要とされる。このため、運転保安設備等を必要としない分岐器の代替構造として、新幹線用機械式横取装置の使用を検討したが、新幹線用機械式横取装置の構造では保守基地から出入する渡り線の設置が困難であった。そこで、運転保安設備等の改良工事を必要とせず、渡り線の設置が可能な新たな横取装置の適用を目指して開発を進めた。

本稿では、既存の狭軌線用の横取装置の構造¹⁾を基に新幹線に適用可能な構造を検討し、基礎試験および現地試験により性能を確認したので、その結果を報告する。

2. 基本とした横取装置の構造概要

図-1に基本とした横取装置（以下、「既存横取装置」）

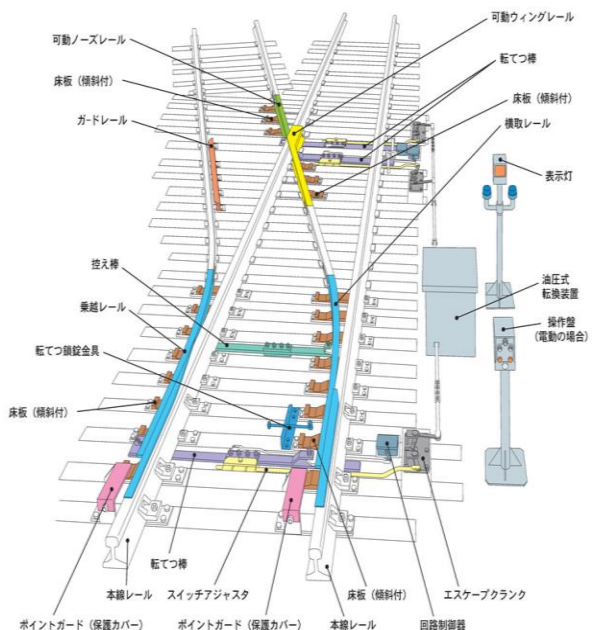


図-1 既存横取装置の構造概要

の構造を示す。主に横取ポイント部、リード部および横取クロッシング部から構成される。使用時は転てつ鋼錠金具を開放し、操作盤のスイッチを作動させることで、油圧式転換装置により各種可動レールを転換させ本線レール上に載線し、工事用車両が出入可能な構造としている。なお、使用時は軌道を構成する2本のレールが短絡（導通）することで、指令所において使用状態を把握することができる。

3. 構造改良

既存横取装置をベースに、新幹線で適用可能な構造に改良した（以下、「新幹線用横取装置」）。主な改良点を以下に示す。

(1) 線形改良

既存横取装置における軌道線形は、狭軌用8番分岐器相当である。一方、新幹線用横取装置における軌道線形では、新幹線軌道の最小曲線半径200mよりも大きな曲線半径を確保するため、新幹線用12番分岐器相当の線形に改良することとした。

(2) レール用締結装置の改良

既存横取装置では、一般的な分岐器のレール締結装置を用いているが、新幹線用横取装置では、新幹線用分岐器のレール締結装置に準じた構造へ変更した。また、可動レールが摺動する床板と本線レールは、本線レールの片側のみを締結する構造であったが、軌道狂い進みの増加の助長が懸念されたため、新たに座金（以下、「Z型座金」）を設計し、本線レールを両側で締結できる構造とした（図-2）。

(3) PCまくらぎ化

既存横取装置は、木まくらぎ等を使用しているが、新幹線用横取装置では、敷設箇所が300km/hの高速走行区間であり、一般軌道と横取装置の境が軌道弱点箇所となる可能性があった。そこで、軌道保守量の低減に実績がある弾性材付きPCまくらぎを用いることとした。また、断面形状は一般的に用いられている既存の3Tcまくらぎに準じ図-3のとおりとし、3Tcまくらぎの設計レール圧力および10種類のまくらぎ長さに応じて設計曲げモーメント²⁾を算出し、PC鋼線本数および配置を決定した。まくらぎ長さが4,100mm以上のものについては施工性を考慮して、在来線で実績がある弾性まくらぎ継手³⁾を使用し、転換装置下は鋼製まくらぎ⁴⁾により接合する構造とした。

(4) 横取レール補支材

図-4に本線レールに被さる部分である横取レール補支材の先端形状を示す。既存横取装置の補支材先端部の形状は、在来線の車輪踏面形状に対応させているが、新幹線用横取装置では、新幹線の車輪踏面形状に適合させ、ゲージコーナー側を新幹線用分岐器のトングレールと同一形状とした。また、本線レールに重なる補支材延長部付け根の板厚が薄く、補支材の摩耗によるき裂が発生する可能性が考えられたため、入射角を変更して補支材先端部の板厚を既存の3.0mmから5.5mmへ増厚した。加えて、レール長手方向の縦断勾配を1/35から新幹線用機械式横取装置と同じ1/40に変更した。

4. 構成部材の基礎試験

改良した新幹線用横取装置の構造の妥当性を検証するため、各種基礎試験により性能を評価した。

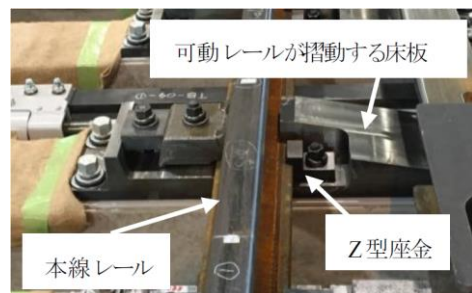


図-2 Z型座金を用いた締結構造

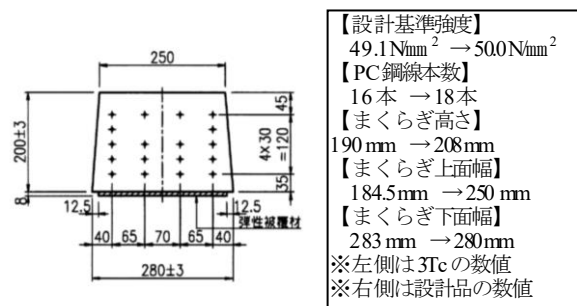


図-3 まくらぎ断面の一例

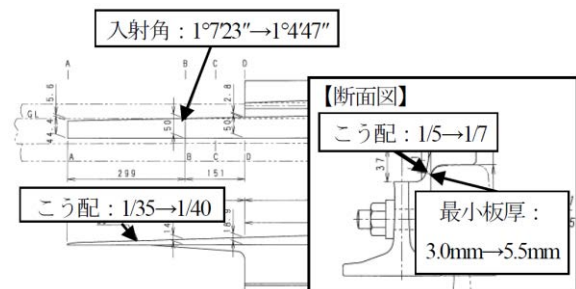


図-4 横取レール補支材先端部の形状

(1) Z型座金

新たに設計したZ型座金の安全性を確認するため、静的荷重試験および疲労試験によりレールの変位量、Z型座金の応力振幅、構成部材の変状有無を確認した。

a) 静的斜角荷重試験

鉄道構造物設計標準・同解説 軌道構造²⁾ (以下、「設計標準」) を参照し、新幹線軌道におけるレール締結装置の設計作用を供試体中央部に3回荷重した (図-5)。測定箇所はレール頭部の左右変位およびZ型座金の応力全振幅を確認するため、図-6に示す箇所とし、Z型座金の応力は、ボルト締結前から斜角荷重終了まで測定した。なお、レールの左右変位は軌間外向きを正、軌間内向きを負とし、上下変位は上向きを正、下向きを負とした。また、Z型座金の応力については圧縮応力を正、引張応力を負とし、ひずみのばらつきを考慮して、Z型座金の中心線より対称の測点の平均値を評価することとした (例えば、測点1, 測点2の平均値)。

レール変位の試験結果を図-7、Z型座金の試験結果を表-1に示す。60kgレールの左右変位から換算したレールの頭部左右変位量は、A荷重相当の荷重時で10mm程度であり、新幹線軌道におけるレールの頭部左右変位量の設計限度値である52mm⁵⁾以内に収まっていた。Z型座金の応力については、軌間外側における応力振幅の最大値は測点3, 4の平均で59.8N/mm²であり、軌間内側の最大値は測点9, 10の平均で88.4N/mm²であった。これらの値はいずれも設計限度値である115N/mm²²⁾に収まっていた。また、Z型座金の材質SS400の疲労限度⁹⁾を用いた耐久限度線図による応力照査では、第2破壊限度および第2へたり限度以内に収まっており、照査を満足する結果となった (図-8)。

b) 二軸疲労試験

静的荷重試験と同様の条件で60kgレール頭部側面に軌間内側の θ_1 の方向からA荷重相当を、軌間外側の θ_2 の方向からB荷重相当を繰り返し荷重した。目標繰り返し回数は100万回とした (表-2)。

疲労試験の結果を図-9および図-10に示す。レールの左右変位はレール頭部で最大0.79mm、最小-0.51mm、レール底部で最大0.20mm、最小-0.05mmであった。いずれも100万回の繰り返し荷重中に増加は認められなかった。Z型座金の応力については、軌間外側の測点1, 2の平均で-65~12N/mm²程度、測点3, 4の平均で165~222N/mm²、測点5, 6の平均で19~42N/mm²程度であった。また、軌間内側の測点7, 8の平均で-72~3N/mm²程度、測点9, 10の平均で114~220N/mm²、測点11, 12の平均で8~34N/mm²程度であった。動的繰り返し荷重による疲労試験後の各部材の損傷程度を目視により確認したが、特に目立った損傷はなかった。以上の結果よりZ型座金は、使用上問題ないことを確認した。

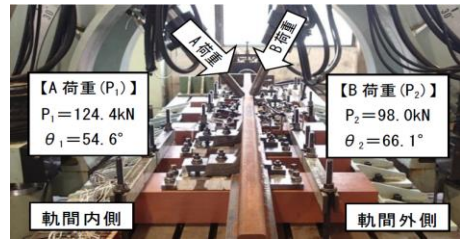


図-5 供試体

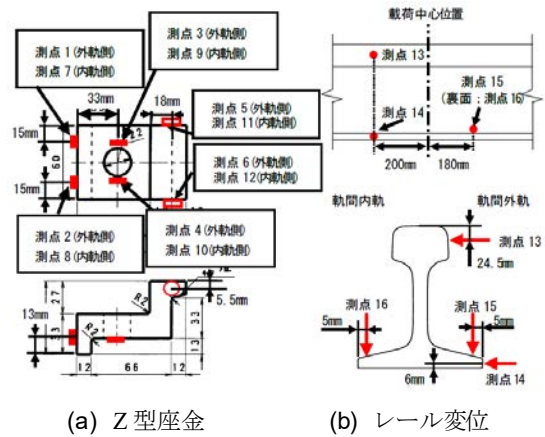


図-6 測定箇所

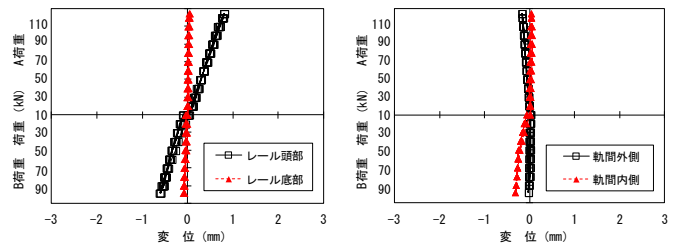


図-7 レール変位量

表-1 Z型座金の応力

		最大応力 (N/mm ²)	最小応力 (N/mm ²)	応力振幅 (N/mm ²)
外軌側	測点1, 2の平均	13.4	-61.5	74.9
	測点3, 4の平均	224.5	164.7	59.8
	測点5, 6の平均	46.6	26.8	19.8
内軌側	測点7, 8の平均	-7.4	-64.6	57.2
	測点9, 10の平均	229.7	141.3	88.4
	測点11, 12の平均	41.0	21.0	20.0

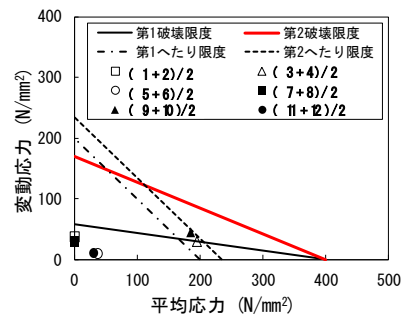
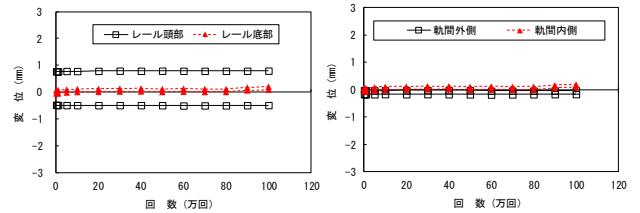


図-8 耐久限度線図

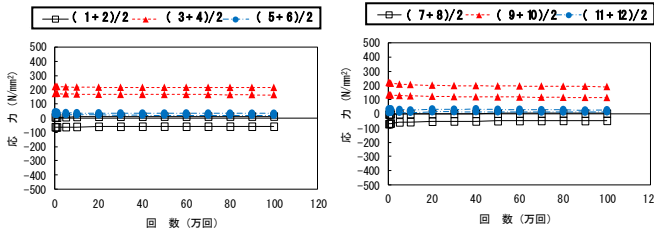
表-2 载荷要領

項目	単位	载荷条件
荷重	kN	$P_1: 100 \sim 124.4$ ($\theta_1: 54.6^\circ$)
		$P_2: 100 \sim 98.0$ ($\theta_2: 66.1^\circ$)
波形	—	正弦波 (P_1 と P_2 の位相差は 180°)
繰返し周波数	Hz	5.5
目標繰返し数	回	1×10^6



(a) レール左右変位 (b) レール上下変位

図-9 レール変位量



(a) 軌間外軌 (b) 軌間内軌

図-10 Z型座金応力

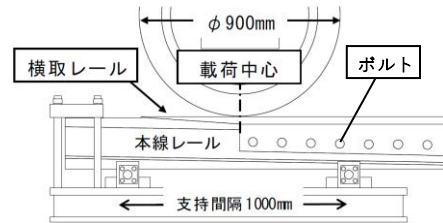


図-11 供試体

表-3 試験要領

項目	単位	载荷条件
鉛直载荷荷重	kN	80
水平移動距離	mm	± 225 (450)
転動周波数	Hz	0.3
目標転動回数	回	5×10^4

表-4 測定項目

測点	測定項目	測定器具
1	横取レール先端部の反り (上方向)	シクネスゲージ
2	横取レールの先端部の反り (外軌方向)	ノギス
3	横取レールの先端から AA断面の長さ	定規
4	横取レール AA断面の幅	ノギス
5	横取レール AA断面の厚さ	ノギス
6	横取レール AA断面と基本レールの隙間	シクネスゲージ

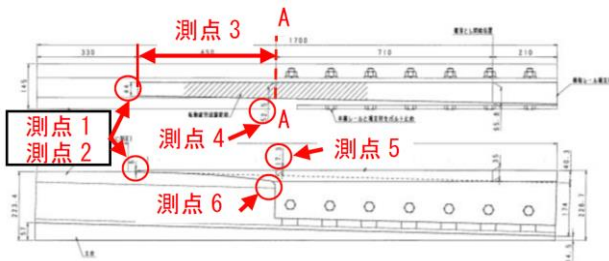


図-12 測点図

表-5 測定結果

	測点における測定値 (mm)					
	1	2	3	4	5	6
初期値	0	14.7	451.5	52.5	156.5	0
5,000回転動	0	15.3	451.5	52.5	156.5	0
50,000回転動	0	15.5	451.5	52.5	156.6	0.3

(2) 横取レール

横取レール先端の補支材は、保守用車による列車荷重を繰返し受けることで、上反りする懸念があった。このため、横取レール先端部の変状確認を目的に、レール転動疲労試験機を用いて保守用車を模擬した移動荷重を載荷し、転動疲労試験を実施した。鉛直荷重は、新幹線用保守用車の最大輪重 160 kN を考慮し、80 kN とした。転動回数は、1 年間に通過する工事用車両の軸数を考慮し、50,000 回を目標とした。また、供試体は、本線レール上に横取レールが被さるようにボルトで固定し、横取レール先端が変状しやすい条件とするため、支持間隔を設置できる最大の間隔である 1,000mm とした (図-11)。試験方法は表-3 に示す試験要領により、表-4 および図-12 に示す項目を測定した。測定結果を表-5 に示す。測点 2 の横取レール先端部の反り (軌間外側方向) において 5,000 回転動時点で 0.6 mm (15.3 mm) 程度の変化がみ

られたが、その後の経過は安定していた。これは、組立時に僅かな隙間が存在しており、荷重を載荷したことによりその隙間分だけ移動したものと考えられる。また、実際の構造よりも支持間隔を広くし試験を実施したが、転動疲労試験後の値に大きな変動はなく、各部材の外観上の変状も認められなかった。以上の結果より、1 年間に通過する工事用車両の軸数を考慮した条件下では、横取レールの上反りや変状は確認されなかった。

(3) PCまくらぎ

a) JIS規格に基づく試験

今回設計した PC まくらぎが所要の強度を有しているか確認するため、JIS規格に準じた試験を実施した。な

お、供試体については、本横取装置で使用する割合が多いまくらぎ長さ 3,000 mm, 3,200 mm, 3,300 mm の各 1 本を製作した。

試験結果を表-6に示す。試験結果より、全ての項目において設計値以上の性能を有しており、本まくらぎの強度は実軌道でも十分満足する性能を有していることを確認した。

b) 電気絶縁抵抗試験

レールおよび締結装置類を設置した状態で所要の電気絶縁性を有しているか確認するため、設計標準の「付属資料 12 レール締結装置の絶縁抵抗照査例」に基づき、電気絶縁抵抗試験を実施した。なお、設計限界値は設計標準に基づき算出した電気絶縁抵抗値 52 kΩ とした。

試験結果を表-7に示す。いずれも設計限界値を上回っており、所要の電気絶縁抵抗を有することを確認した。

(4) 油圧装置

a) 転換試験

横取装置の転換時における転換力を確認するため、転換試験を実施した。塗油による転換力軽減の効果を確認するため、床板摺動部に塗油しない状態と 1 転換ごとに潤滑油を塗油した状態の転換力を 3 回測定した。また、通常転換試験の油圧装置の設定圧力を 60 MPa (転換力：約 20.6 kN 相当) で実施した。

試験の結果を表-8に示す。総合転換力の最大値は、塗油なしの状態では 17.6 kN、塗油した場合で 14.8 kN であり、塗油による転換力の軽減効果を確認した。ただし、設計計算上の総合転換力 10.6 kN を上回り、より安定した転換性能を維持するため、後述する振動試験および現地試験では転換負荷を小さくするために横取ポイントおよび横取クロッシングの床板傾斜角度を現行より 2~3° 緩和し、油圧装置の出力を 7.0 MPa へ変更した。

b) 振動試験

本横取装置で使用する油圧式転換装置について、営業線近傍への設置による振動に対して使用上の問題がないかを確認するため、振動試験を実施した。試験条件は、JIS規格⁸⁾の器具箱(新幹線用)に準じた正弦波による振動を表-9に示す条件により与え、各方向への加振終了ごとに外観および運転状態を確認した。なお、供試体は油圧式転換装置(外形寸法：1,360×730×390 kg)を振動台上にボルトで固定したものをを用いた(図-13)。

振動試験後の外観状態として、機器および付属物に傷、亀裂、変形等の有害な欠陥の発生は無く、ボルト類の弛緩はなかった。運転状態については表-10より、電圧および電流値については、電動機の定各値より定めた所要の目安値以内であり、油圧装置は試験終了後に常用使用圧力(7.0 MPa)まで昇圧することを確認した。

表-6 PC まくらぎ強度確認試験結果

項目		まくらぎ長さ (mm)			
		3,000	3,200	3,300	
曲げ保証試験 (kN)	設計値	レール位置	127	128	129
		中央	94	95	95
	実測値	レール位置	200	220	215
		中央	160	145	160
曲げ破壊試験 (kN)	設計値	レール位置	272	273	274
		中央	237	238	238
	実測値	レール位置	410	435	440
		中央	350	340	355
埋込栓引張保証試験 (kN)	規格値	30			
	実測値	ひび割れなし			
埋込栓引張破壊試験 (kN)	規格値	50			
	実測値	107.9	107.5	107.0	
コンクリート圧縮試験(N/mm ²)	設計値	50.0			
	実測値	65.6			

表-7 PC まくらぎ電気絶縁抵抗試験結果

周波数	試験状態		電気絶縁抵抗値
1.02kHz	乾燥状態		360.9kΩ
	降雨状態 (水道水)	飽和状態	28.0kΩ
		1分経過後	35.8kΩ
	汚損状態 (食塩水0.1%)	飽和状態	8.5kΩ
		1分経過後	13.3kΩ

表-8 転換試験結果 (最大値)

床板塗油状態	無	無	有	有
転換方向	定位→ 反位	反位→ 定位	定位→ 反位	反位→ 定位
総合転換力 (kN)	17.6	7.0	14.8	5.3

表-9 試験条件

振動数	50 Hz
加速度レベル	0.25G
加振方向	前後・左右・上下
試験時間	各方向 15分

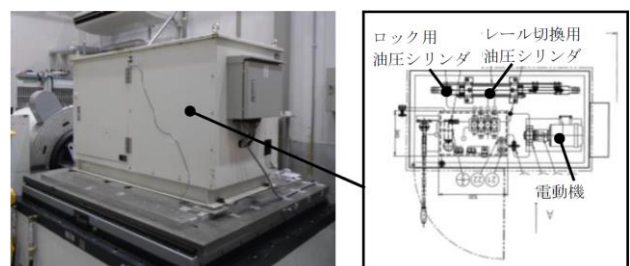


図-13 供試体

表-10 電動機の電圧および電流値

		目安値	試験前	試験後
電圧 (V)	運転時	180~220	214	213
	作動時	6.4以下	4.34	4.33
電流 (A)	運転時	6.4以下	4.31	4.41
	作動時	6.4以下	4.31	4.41

5. 現地試験

現地における本構造の敷設状況による影響を確認するため、新幹線保守基地内に本構造を敷設し、転換試験および工事用車両による走行試験を実施した。

(1) 転換試験

転換条件は、摺動床板に給油した状態において、定位（横取未使用時）から反位（横取使用時）、反位から定位の順に3回行った。

保守基地および工場内における転換試験の結果を表-11に示す。工場内における転換試験の転換力より、ポイント部では最大2.4kN、クロッシング部では最大0.8kN、総合転換力では最大3.2kN低下しており、床板の傾斜角度の緩和による転換力の軽減効果を確認した。

(2) 走行試験

山陽新幹線の工事用車両の中から最も大きい重量を有する道床更新機（以下、「NBS」）が横取使用時に走行した際の構成部材に発生する応力およびレールの変位量を確認した。測定位置を図-14に示す。なお、過去に検討した類似構造の走行試験より、横取ポイント部においてレール水平変位が大きくなることが想定されたため、以下の3条件で走行試験を実施した。

- ・補強なしの構造
- ・控え棒の設置による補強をした構造
- ・レール水平変位を抑制する部材を付加した構造

控え棒およびレール水平変位を抑制する部材（以下、「ストッパー」）は、既存横取装置において使用されており、レール水平変位の抑制に一定の効果があることが確認されている（図-15）。

a) 可動レール変位量の限度値

前述したZ型座金使用時のレール頭部左右変位量の評価については、設計限度値を52mmとして試験を実施した。一方で、横取使用時における可動レールについては、レール締結装置で固定されていないことおよびスラック量を考慮した軌間拡大に対する目安値の設定が必要と考えたため、「解説 鉄道に関する技術基準（土木編）第二版」¹⁰を参照し、軌間拡大の限度値とスラック量に余裕を考慮して、レール変位量の目安値を10mmと設定した。

b) 補強なしの構造

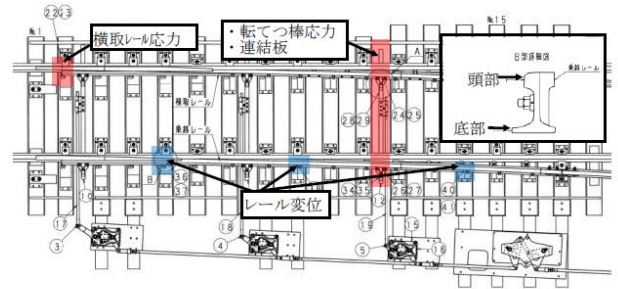
補強なしの構造の横取ポイント部は、転てつ棒3本およびスイッチアジャスタロッド（以下、「SA ロッド」）による密着力により内軌側横圧を受け持つ構造である。走行条件は、車両徐行速度で3km/h、5km/h、10km/hの3種類を設定した。

試験の結果を表-12および表-13に示す。ポイント部に

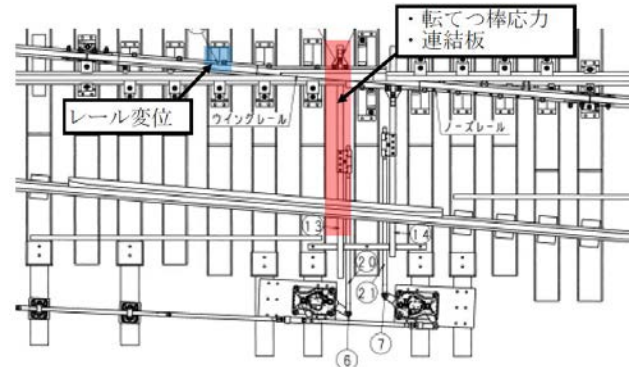
おけるレール水平変位量の最大値は19.2mm、クロッシング部では2.9mmであり、横取ポイント部において可動レール変位量の限度値10mmを超過していた。また、レール変位に伴って転てつ棒応力、SA ロッドオフセット

表-11 転換試験結果（最大値）

試験場所	保守基地内		工場内		
	定位→ 反位	反位→ 定位	定位→ 反位	反位→ 定位	
転換力 (kN)	ポイント部	8.9	2.4	11.3	3.5
	クロッシング部	2.7	1.0	3.5	1.8
	総合	11.6	3.4	14.8	5.3



(a) 横取ポイント



(b) 横取クロッシング

図-14 測定箇所



(a) 控え棒の設置

(b) ストッパーの設置

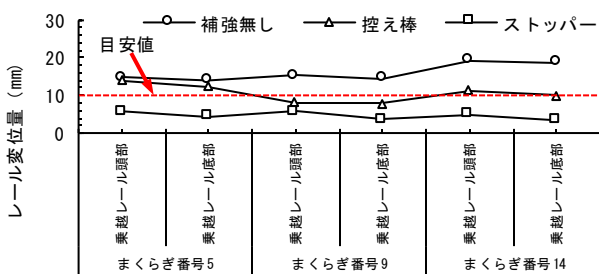
図-15 控え棒およびストッパーを設置した構造

表-12 各レールの左右変位量 (最大値)

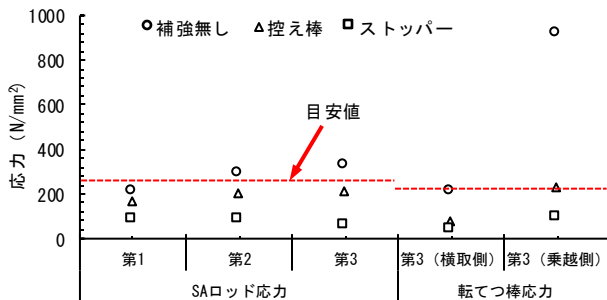
測定位置		走行速度		
		3 km/h	5 km/h	10 km/h
まくらぎ 番号5 (mm)	乗越レール (頭部)	14.5	14.3	14.7
	乗越レール (底部)	14.0	13.6	13.9
まくらぎ 番号9 (mm)	乗越レール (頭部)	15.0	15.2	14.2
	乗越レール (底部)	13.9	14.4	13.1
まくらぎ 番号14 (mm)	乗越レール (頭部)	19.1	19.1	19.2
	乗越レール (底部)	18.3	18.3	18.7
まくらぎ 番号48 (mm)	ウイングレール (頭部)	2.3	2.7	2.4
	ウイングレール (底部)	2.6	2.9	2.7

表-13 各構成部材の応力 (最大値)

測定位置		走行速度		
		3 km/h	5 km/h	10 km/h
SA ロッド 応力 (N/mm ²)	第1	190.0	208.2	209.7
	第2	290.7	290.6	278.2
	第3	328.6	318.3	314.5
	ウイング	112.2	105.0	106.0
	ノーズ	110.7	109.0	114.0
横取レール 応力 (N/mm ²)	補支材側面	-154.3	-85.0	-98.1
	補支材上面	296.3	229.7	191.7
連結板 応力 (N/mm ²)	第3 転てつ棒 (横取側)	-22.6	-22.5	-23.4
	第3 転てつ棒 (乗越側)	41.5	32.6	41.5
	ウイングレール	34.6	36.6	28.7
転てつ棒 応力 (N/mm ²)	第3 転てつ棒 (横取側)	211.4	188.4	202.5
	第3 転てつ棒 (乗越側)	921.3	621.9	482.6
	ウイングレール	61.8	69.1	60.8



(a) レール水平変位量 (最大値)



(b) 各部材の応力 (最大値)

図-16 各構造における試験結果の比較

ト部応力が降伏点である目安値 (転てつ棒: 235 N/mm² 以下⁹⁾, SA ロッド: 265 N/mm² 以下¹⁰⁾) を超過していた。目安値を超過した要因としては、工事用車両が走行した際に、乗越レールが床板傾斜に沿って滑り落ちるように横変位をし、それに伴い第3 転てつ棒も乗越レール側に引っ張られ、乗越レール側連結板付近に過度な負荷がかかったことが想定される。

c) 控え棒およびストッパーを設置した構造

レール水平変位等の抑制を目的として、ポイント部に控え棒6本を設置した構造およびストッパーを乗越レール側の床板上に4箇所設置した構造に対し、走行試験を実施した。控え棒については、可動レールの補支材設置部を除き、取り付け可能な範囲で設置することとした。また、ストッパーについては、既存横取装置の構造に準

じ、まくらぎ3本ごとに設置することとした。なお、ストッパーは、横取使用時において転換後に設置するものである。

走行条件は5 km/h 以下とし、測定項目は前述の走行試験のうち、横取ポイント部の各レール変位量、転てつ棒およびSA ロッドの応力とした。

試験の結果を図-16に示す。控え棒を設置した構造のレール変位量は最大 13.9 mm であり、目安値としている 10 mm を超過したが、転てつ棒および SA ロッドの発生応力は目安値を下回った。次に、ストッパーを設置した構造では、レール変位量は最大 5.8 mm であり、転てつ棒および SA ロッドの発生応力も目安値を下回ったことを確認した。以上の結果を踏まえ、今回開発した横取装置は、ストッパーを4箇所設置することを使用条件とした。

6. まとめ

今回、新たに開発した新幹線用横取装置についてまとめると以下のとおりである。

- ・既存横取装置をベースに新幹線軌道に適用可能な構造とするため、線形改良、Z型座金を用いた本線レールの両側締結およびPCまくらぎの使用等、構造改良を行った。
- ・新たに設計したZ型座金、横取レール、PCまくらぎおよび油圧装置について、各種性能に問題がないことを確認した。
- ・本構造を敷設し、保守用車で最大重量のNBSを走行させた際の構成部材に発生する応力およびレール変位量を確認した結果、レール変位量および応力の目安値を満たすためには、ストッパーの設置が必要となることを確認した。

- ・ 今後は、更なる作業時間の拡大を目指し、ストッパーを使用しなくても走行安全上問題のない構造を検討していきたいと考える。

REFERENCES

- 1) 株式会社総合車両製作所. “工事用車横取装置” : https://www.jtrec.co.jp/rw/Splitter_and_orbital_supplies/040/index.html, (参照 2022.3.22) [Japan Transport Engineering Company. “Set-off equipment for construction vehicle”: https://www.trec.co.jp/rw/Splitter_and_orbital_supplies/040/index.html, (See March 22, 2022)]
- 2) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 軌道構造, pp. 52-59, pp. 61-69, p. 195, 丸善出版, 2012. [Railway Technical Research Institute: *Design Standards for Railway Structures and Commentary(track structure)*, pp. 52-59, pp. 61-69, p. 195, Maruzen-tosho, 2012.]
- 3) 本野貴志, 松尾和久, 山下訓司：弾性継手を使用した分岐器の PC まくらぎ化, 新線路, Vol. 68, No. 9, pp. 19-21, 2014. [Motoh, T., Matsuo, K. and Yamashita, S.: prestressed concrete sleepers for turnouts using elastic joints, *Shinsenro*, Vol. 68, No.9, pp. 19-21, 2014.]
- 4) 住吉賢治, 楠田将之, 山口義信：分岐器全体 PC まくらぎ化に関する技術開発, 鉄道工学シンポジウム論文集, Vol. 11, pp. 45-50, 2007. [Sumiyoshi, K., Kusuda, M. and Yamaguchi, Y.: Technological development related to prestressed concrete sleepers for the entire turnout, *Journal of railway engineering*, Vol. 11, pp. 45-50, 2017.]
- 5) 阿部則次, 長藤敬晴, 船田智巳, 松川浩和, 熊崎弘：防振形レール締結装置の開発, 鉄道総研報告, Vol. 9, No. 12, pp. 13-18, 1995. [Abe, N., Nagafuji, T., Funada, T., Matsukawa, H. and Kumazaki, H.: Development of elastic rail fastening system for anti-vibration, *RTRI Report* Vol. 9, No. 12, pp. 13-18, 1995.]
- 6) 一般財団法人日本規格協会：JIS G 3101, 一般構造用圧延鋼材, 2004. [Japanese Standards Association: JIS G 3101, Rolled steel for general structure, 2004.]
- 7) 一般財団法人日本規格協会：JIS E 1201, プレテンション式 PC まくらぎ, 1997. [Japanese Standards Association: JIS E 1201, Prestressed concrete sleepers-Pre-tensioning type, 1997.]
- 8) 一般財団法人日本規格協会：JIS E 3014, 鉄道信号保安部品-振動試験方法, 1992. [Japanese Standards Association: JIS E 3014, Railway signaling parts-Vibration test method, 1992.]
- 9) 伊東信, 加賀美真人, 塩島輝男：保守用車の転換式横取り装置の試作, 構造物設計資料, pp. 22-25, 1978. [Itou, S. Kagami, M. and Shiojima, T.: Trial production a set-off equipment of construction vehicles, *Structure design document*, pp. 22-25, 1978.]
- 10) 国土交通省鉄道局監修, 土木関係技術基準調査研究会編, 土木関係技術基準作業部会編：解説 鉄道に関する技術基準 (土木編) 第二版, p. 118, 2007. [Railway Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Civil Engineering Related Technical Standards Survey Study Group, Civil Engineering Related Technical Standards Working Group : *Commentary Technical Standards for Railways (Civil Engineering) Second Edition*, p.118, 2007.]
- 11) 一般財団法人日本規格協会：JIS G 4051, 機械構造用炭素鋼鋼材, 2016. [Japanese Standards Association: JIS G 4051, Carbon steels for machine structural use, 2016.]

(Received April 1, 2022)

(Accepted June 3, 2022)

DEVELOPMENT OF A NEW SET-OFF EQUIPMENT FOR SHINKANSEN

Kouki Aomatsu, Takanobu Higashihara, Takashi Karasu and Masanobu Kusuda

On the Sanyo Shinkansen, there is a lot of maintenance work using construction vehicles, and it takes a huge amount of time to move to places far from the maintenance base, so it is not possible to secure sufficient work time locally. A drastic measure for this problem is to construct a new maintenance base and a turn-out that allows construction vehicles to access from the maintenance base to the main line, but providing the function of the signal field requires enormous costs.

Therefore, we designed a new set-off equipment for Shinkansen as an alternative structure to the turnout that does not require a signal field and contributes to cost reduction. As for the new Shinkansen set-off equipment, we conducted performance confirmation tests on the rail fixing device for the Shinkansen, movable rails, dedicated PC sleepers, and hydraulic conversion device, and found that they had the specified performance. In addition, the behavior of each member was confirmed by a maintenance vehicle running test by laying on site.