

論文 バイナイトレールにおける白色層起因 シェリングの予防削正に関する検討

木村 成克¹・辻江 正裕¹・西村 英典²・松井 元英²・陳 樺³

¹正会員 鉄道総合技術研究所 鉄道力学研究部軌道力学（〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38）
E-mail: kimura.shigekatsu.96@rtri.or.jp, E-mail: tsujie.masahiro.13@rtri.or.jp

²非会員 鉄道総合技術研究所 材料技術研究部摩擦材料（〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38）
E-mail: nishimura.hidenori.01@rtri.or.jp, matsui.motohide.69@rtri.or.jp

³非会員 鉄道総合技術研究所 鉄道力学研究部軌道力学（〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38）
E-mail: chen.hua.63@rtri.or.jp

バイナイトレールは摩耗促進型の耐シェリング用レールであり、疲労層起因のシェリングに対して一定の効果を示している。しかし近年、白色層に起因するシェリングの発生が確認されている。その対策として、先行研究よりバイナイトレールにおける白色層起因シェリングの予防削正手法が提案されている。本研究では、提案されている削正基準を検証するため、営業線のバイナイトレールにおいて削正試験および追跡調査を実施した。削正試験は、普通レールと同様の削正パターンで施工した。調査項目は、外観観察、削正量、レール断面形状、凹凸、硬さ、粗さとし、レール頭頂面の時系列変化、白色層発生の有無を観察した。その結果、レール頭頂面全域にわたって目標削正量を確保できていた。一方、3ヵ月後の追跡調査にて、一部で白色層の発生が確認された。

Key Words : Bainitic Rail, White Etching Layer, Squats, Rail Grinding, Wheel/Rail Contact

1. はじめに

レールは車輪との転がりすべり接触によりレール頭頂面において疲労が蓄積する。また、車輪の空転や滑走が発生すると、レールと車輪の間で摩擦熱が発生し、レール頭頂面が硬くて脆い白色層¹⁾が発生する場合がある。これらの疲労層や白色層によりき裂が生じ、やがてシェリングへと進展する可能性がある。シェリングが発生した場合の除去方法として、新品レールへの交換および頭部補修溶接²⁾がある。しかし、レール交換は多くの労力と費用がかかり、また、頭部補修溶接で全てのシェリングを除去することは現時点では困難である。したがってシェリングにおいては、その発生を予防することが極めて重要である。これまでのシェリング発生に対する予防策として、レール削正³⁾およびバイナイトレール⁴⁾の投入が挙げられる。

バイナイトレールは、摩耗促進型の耐シェリング用レールとして開発され、疲労層起因シェリングに対して一定の効果を発揮している。しかし近年、白色層に起因するシェリングの発生が確認されており、その抑制にレー

ル削正が検討されている。先行研究^{5, 6)}において、室内転動疲労試験の結果から、バイナイトレールにおける白色層起因シェリングの予防削正として、累積通過トン数7000万トンあたり0.1mm削正する方法が提案されている。しかし、営業線に敷設したバイナイトレールにおいては、過去に削正実績がなく、また、バイナイトレールはバイナイト鋼、普通レールではパーライト鋼と金属組織にそれぞれ違いがある。したがって、普通レールとの削正効果の比較、また削正後のレール頭頂面に及ぼす影響等、知見が乏しい現状にある。

そこで、本研究では、提案されている削正基準を検証するため、営業線に敷設したバイナイトレールにおいて、普通レールと同様の削正方法にて削正試験および追跡調査を実施した。具体的には、普通レールと同様の削正方法をバイナイトレールに適用した際のレール頭頂面状態について外観観察、削正量、断面形状、凹凸、硬さ、粗さの6項目について調査し、削正後のレール頭頂面における時系列変化を評価した。

2. 削正試験方法

本研究では、提案されている削正基準を検証するため、普通レールと同様の削正方法をベイナイトレールに適用した際のレール頭頂面状態について、以下に示す試験方法にて実施した。

(1) 削正試験箇所

削正試験は、2箇所のベイナイトレール敷設区間において実施した。それぞれ試験箇所①、試験箇所②とする。各試験箇所における概要を表-1に示す。

試験箇所①および②で選定した測定箇所は、砥石取り付けの影響を受ける可能性が想定される削正区間の始終点でない箇所、また削正前に実施した現地調査において白色層の発生が顕著に確認された箇所である。

(2) 削正試験条件

本試験でのベイナイトレールの削正は、いずれの試験箇所ともスペノ社製8頭式レール削正車により同じ削正方法で施工した。削正方法（目標削正量およびパスパターン）としては、ベイナイトレール（275HV）が普通レール（270HV）と同等の硬さであることから、普通レールと同程度の削正量が見込まれること、レール種別で削正方法をわけると現場での運用計画が複雑になることを避けるため、普通レールと同様の15パス（目標削正量：0.1mm）のパスパターンを適用した。

(3) 削正試験測定方法

a) 外観観察方法

レール削正前のレール頭頂面（照り面）の状態および削正によるレール頭頂面の状態を確認するため、レール頭頂面の外観写真を撮影した。なお、写真撮影は削正前ならびに1パス通過毎に行った。

b) 軸心位置削正量測定方法

削正パスパターンによる削正量を把握するため、軸心位置での削正量を測定した。図-1に軸心位置削正量測定器の外観を示す。なお、軸心位置削正量測定器における測定誤差の範囲は $\pm 0.01\text{mm}$ となっている。

ここで示す削正量とは、レール軸心位置における削正前後のレール高さの差である。削正前にレール高さの基準となる台座をレール底部に取り付け、ダイヤルゲージを搭載した測定器を台座に乗せ、削正前のレール高さがダイヤルゲージの表示値としてゼロを示すように設定した。台座を取り付けたままレール削正を実施し、レール削正終了後に再度測定器を台座に乗せ、ダイヤルゲージの読み値を削正量とした。ここで、台座は削正中でも取り外ししないため、削正前後で共通したレール高さ測定

表-1 試験箇所概要

試験箇所	累積通過トン数[百万トン]	勾配[‰] (列車進行方向)	直曲別	白色層
①	41	10（下り）	直線	有
②	135	0		

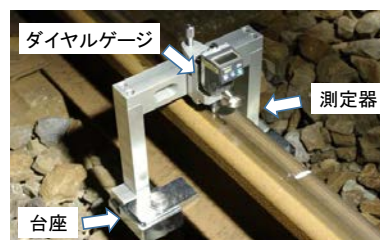


図-1 軸心位置削正量測定器の外観

の基準位置となる。

c) 断面形状測定方法

前項で紹介した軸心位置削正量測定に加え、レール断面方向の削正量を測定するため、削正前後のレール断面形状をMiniProfにより測定し、削正前の摩耗量ならびにレール削正による削正量を算出した。なお、MiniProfにおける測定誤差の範囲は $\pm 0.01\text{mm}$ となっている。

d) 頭頂面凹凸測定方法

レール削正による、レール長手方向における頭頂面凹凸形状の変化を確認するため、レール頭頂面凹凸測定器を用いて、削正前後におけるレール長手方向のレール頭頂面凹凸形状を測定した。なお、レール頭頂面凹凸測定器の測定長は1mであり、測定誤差の範囲は $\pm 0.01\text{mm}$ となっている。

e) 頭頂面粗さ測定方法

レール削正によって形成された削正痕について、削正後の列車通過に伴う表面粗さの時系列変化を把握するため、表面粗さ測定器を用いてレール頭頂面の表面粗さを測定した。なお、本研究では、表面粗さの評価指標として、算術平均粗さ（以下、「Ra」という）と最大高さ（以下、「Rz」という）を用いる。Raは測定区間における凹凸の絶対値を平均で表したものである。Rzは測定区間での最も高い部分と最も低い部分における絶対値の和で表したものである。

f) 頭頂面硬さ測定方法

レール頭頂面における白色層の発生状況を確認するため、押し込み荷重が3NのUCI（超音波接触インピーダンス）式硬さ計を用いてレール頭頂面の硬さを測定した。

3. 削正試験測定結果

削正試験前後のレール頭頂面状態について、時系列変化を評価した。以下に各測定結果を示す。

(1) 外観観察結果

図-2から図-8に試験箇所①での、図-9および図-10に試験箇所②での左レール頭頂面の外観写真を示す。なお、外観写真はいずれも軌間内から撮影されたものであり、上がフィールドコーナ側（以下、「FC」という）、下がゲージコーナ側（以下、「GC」という）となる。また、列車進行方向を矢印で示す。

a) 試験箇所①

試験箇所①では、削正前から削正パス毎および1ヶ月毎に外観観察を実施した。

図-3に示すように、左レールの頭部中心位置（以下、「Center」という）からGC側へ18～20mm（以下、「GC18～20」という）あたりにおいて、削正時の入熱による青色化（テンパーカラー）が見受けられた。これは削正パス毎の外観観察より、8パス目削正時の入熱で形成されたと考えられる。また、図-4に示すように、15パス削正後、レール頭部幅のほぼ全面が削正されていた。

1ヶ月後の追跡調査では図-5に示すように、大部分の削正痕が残っているものの、車輪通過位置の一部では摩滅により消えていた。また、削正後に確認されたテンパーカラーも、当該箇所の削正痕の摩滅とともになくなっていた。2ヶ月後においては図-6に示すように、深い削正痕は残っているが、1ヶ月後と比較すると、より多くの削正痕が消えていた。3ヶ月後においては図-7に示すように、削正痕の状態は2ヶ月後の状態とさほど変化は見受けられなかった。しかし、左レールにおいてはGC10付近で、不連続に白色層が発生していた。また、図には示していないが、右レールにおいても、Center付近ならびにGC20付近で、不連続に白色層が発生していた。4ヶ月後においては図-8に示すように、レール頭頂面における削正痕の状況は3ヶ月後と比べて、大きな変

化は見られず、白色層の発生状況についても外観観察では目立った変化が見られなかった。

b) 試験箇所②

試験箇所②においては、削正前および削正パス毎外観観察を実施した。以下に外観写真を示す。

削正後のレール頭頂面の状況としては、図-10に示すように、試験箇所①での結果と同様に、15パス終了後に



図-4 レール外観観察結果（15パス削正後）

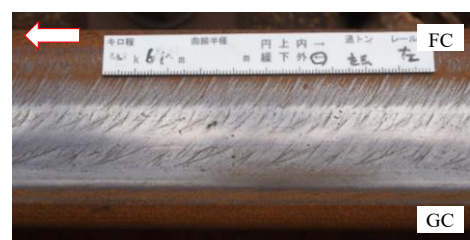


図-5 レール外観観察結果（約1ヶ月後）

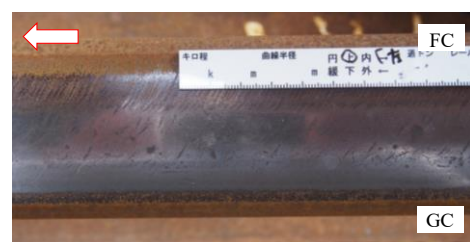


図-6 レール外観観察結果（約2ヶ月後）

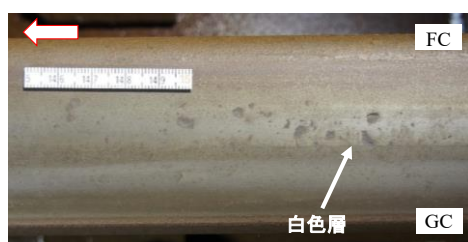


図-2 レール外観観察結果（削正前）

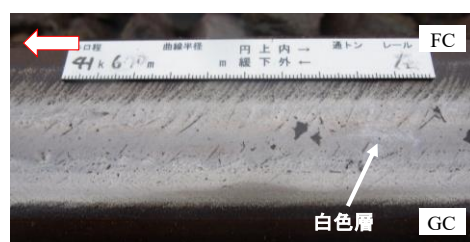


図-7 レール外観観察結果（約3ヶ月後）

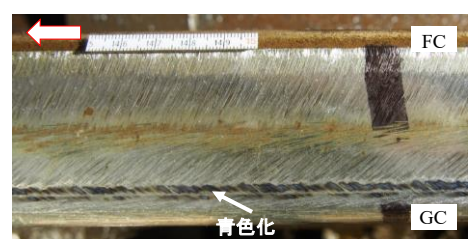


図-3 レール外観観察結果（8パス削正後）



図-8 レール外観観察結果（約4ヶ月後）

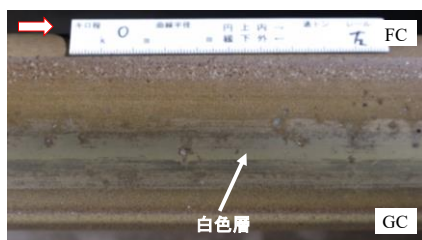


図-9 レール外観観察結果（削正前）

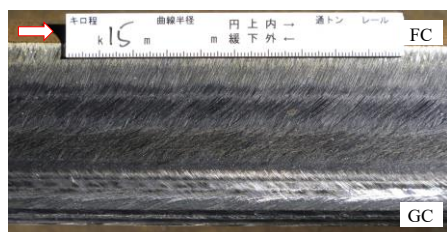


図-10 レール外観観察結果（15パス削正後）

においてレール頭部幅のほぼ全面が削正されていた。しかし、GC18～20付近の左右レールにおいて、削正時の入熱による青色化（テンパーカラー）が見受けられた。削正パス毎の外観観察より、8パス目の削正において、入熱があったと考えられる。

(2) 軸心位置削正量測定結果

表-2に各試験箇所での軸心位置削正量測定結果を示す。普通レールで実施している15パス（目標削正量0.1mm）の削正パスパターンにより、ペイナイトレールを削正した結果、若干の差はあるものの、いずれの試験箇所においても、左右レールともに目標としていた削正量0.1mmを確保できていることを確認した。

(3) 断面形状測定結果

試験箇所①における削正前の摩耗量ならびに削正量を図-11、図-12に、試験箇所②における削正前の摩耗量ならびに削正量を図-13、図-14に示す。

a) 試験箇所①

図-11に示すように、算出した削正前における摩耗量は、左レールで最大0.5mm、右レールでは0.7mmであり、偏摩耗は見られなかった。また、図-12に示す削正量算出結果より、左右レールとも頭頂面全域にわたって、目標削正量である0.1mmを確保できていることがわかった。

b) 試験箇所②

図-13に示すように試験箇所②においては、算出した削正前における摩耗量は、左レールで0.7mm、右レールでは1.3mmであった。また左右レールとも、局所的な偏摩耗も見られなかった。図-14の削正量算出結果より、頭頂面全域において、目標削正量である0.1mmを確保できていることが確認できた。

表-2 軸心位置削正量測定結果

試験箇所	パス数	目標 削正量	削正量	
			左レール	右レール
①	15パス	0.1mm	0.16mm	0.12mm
②			0.17mm	0.18mm

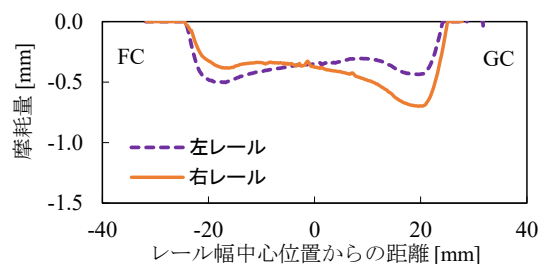


図-11 摩耗量算出結果（試験箇所①）

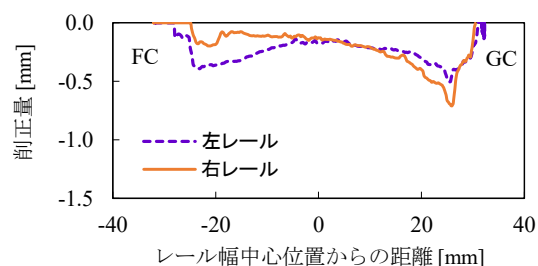


図-12 削正量算出結果（試験箇所①）

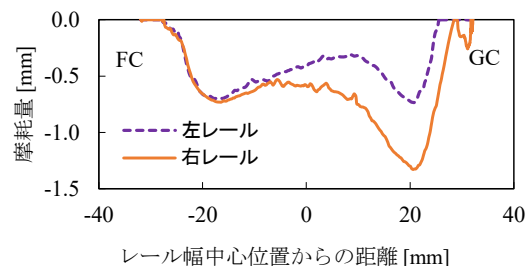


図-13 摩耗量算出結果（試験箇所②）

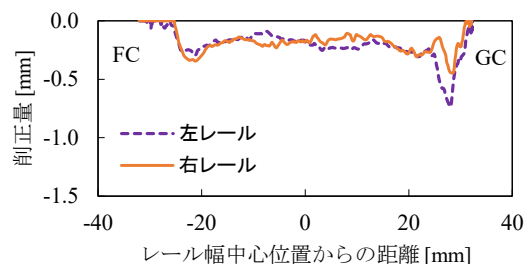


図-14 削正量算出結果（試験箇所②）

(4) レール凹凸測定結果

試験箇所①での結果を図-15ならびに図-16に、試験箇所②での結果を図-17ならびに図-18に示す。レール頭頂面における断面方向の測定箇所は、削正前後ともCenterで測定した。なお、図-15から図-18は測定時に計測されるレールの長波長成分を除去した図を示す。

a) 試験箇所①

Centerにおける削正前後の頭頂面凹凸形状を比較すると、左右レールともに削正により微小な凹凸が除去でき

ていることがわかる。また削正後において、局所的な凹凸が見られないことから、長手方向に対して一様に削正できたと考えられる。また、図には示していないが削正後のGC5、FC10においても測定した。その結果、Centerと概ね同様の凹凸形状となっていることを確認した。したがって、今回施工したペイナイトレールの削正において、レール頭頂面を一様に削正できたと考えられる。

b) 試験箇所②

試験箇所②についても、Centerにおける削正前後の頭頂面凹凸形状を比較すると、左右レールともに、微小な凹凸が除去できているのがわかる。また局所的な凹凸も見られないことから、長手方向に対して一様に削正できていると考えられる。

以上の結果より、今回施工したいずれのペイナイトレールにおいても、レール長手方向に対して、レール頭頂面を一様に削正できていると考えられる。

よって今までの測定結果から、普通レールと同様の削正パスパターンでペイナイトレールを削正しても、普通レールと同様に、目標削正量0.1mmを確保できることがわかった。

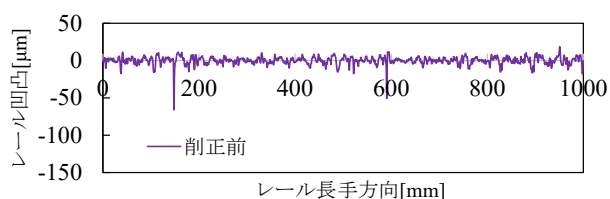
(5) 粗さ測定結果

試験箇所①における測定結果を図-19ならびに図-20に、試験箇所②における測定結果を図-21ならびに図-22に、RaとRzに分けて示す。なお測定箇所①については、削正直後の結果ならびに追跡調査での結果を、測定箇所②については、削正前後の結果を示す。ただし試験箇所①における左レール削正直後のGC10、右レール削正1ヶ月後のGC5は欠測となっている。

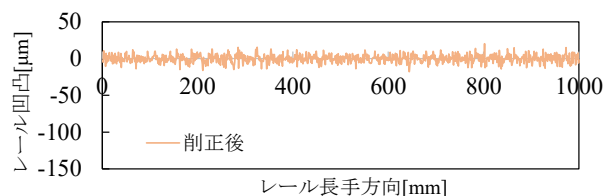
a) 試験箇所①

試験箇所①のレール頭頂面における測定位置は、左レールがCenterおよびGC10、右レールがCenterおよびGC5とした。GC10およびGC5については、追跡調査にて確認した照り面位置として測定している。

左右レールとも削正直後では、削正によってできた削正痕の影響により、RaならびにRzの値が高いことが確認できる。一方、その後の列車通過によって削正痕は摩滅することから、RaならびにRzの値も減少傾向にあることが確認できる。Raについては削正から2ヵ月後に、Rzについては削正から3ヵ月後に値が収束していた。

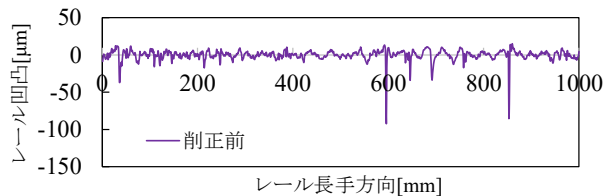


(a) 削正前

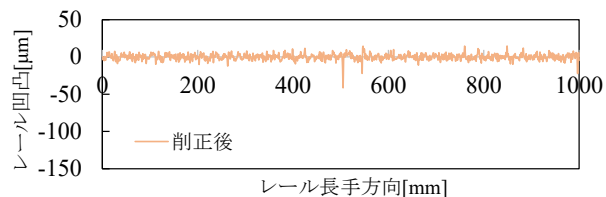


(b) 削正後

図-15 レール凹凸測定結果（左レール・試験箇所①）

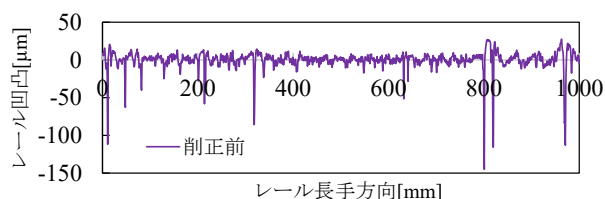


(a) 削正前

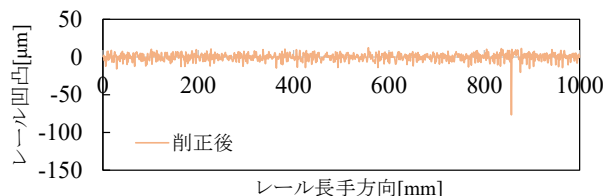


(b) 削正後

図-16 レール凹凸測定結果（右レール・試験箇所①）

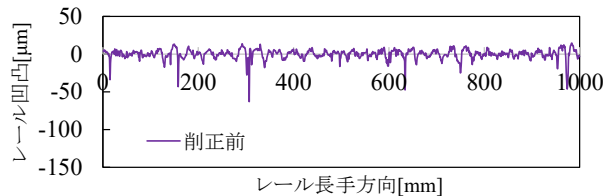


(a) 削正前

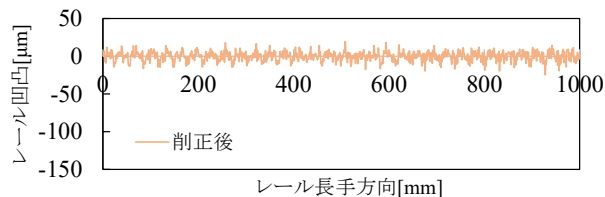


(b) 削正後

図-17 レール凹凸測定結果（左レール・試験箇所②）



(a) 削正前



(b) 削正後

図-18 レール凹凸測定結果（右レール・試験箇所②）

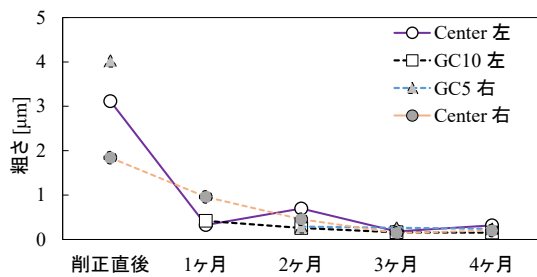


図-19 粗さ測定 (Ra) 結果 (試験箇所①)

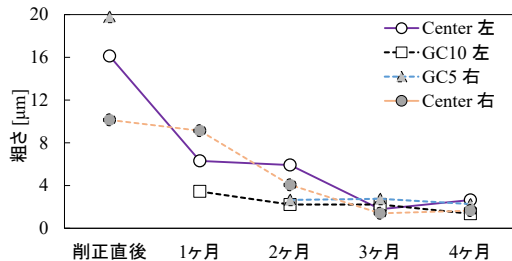


図-20 粗さ測定 (Rz) 結果 (試験箇所①)

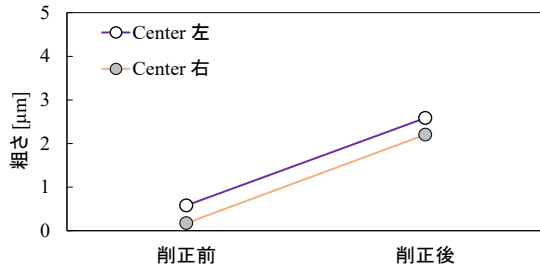


図-21 粗さ測定 (Ra) 結果 (試験箇所②)

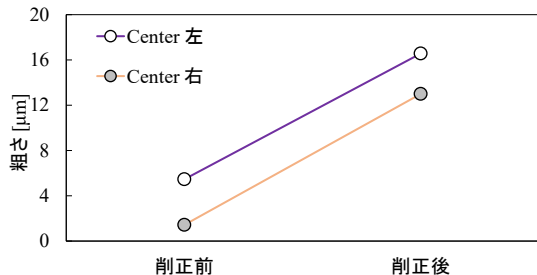


図-22 粗さ測定 (Rz) 結果 (試験箇所②)

b) 試験箇所②

試験箇所②のレール頭頂面における測定位置は、左右レールともCenterを測定した。

試験箇所②において削正前後を比較すると、削正後では削正痕の影響により、RaならびにRzともに高い値となっている。また試験箇所①と比較しても、削正直後のCenterで測定された値は、Ra、Rzとも同程度であった。

以上の結果より、いずれの試験箇所においても、削正直後におけるレール頭頂面の粗さが同程度であったことから、概ね均一な仕上がり状態でレール削正を実施できていると考えられる。また試験箇所①では、削正後の追跡調査により、Raに関しては削正から2ヶ月後（通過トン数では約430万トンに相当）、Rzは削正から3ヶ月後（通過トン数では約650万トンに相当）で表面粗さが収

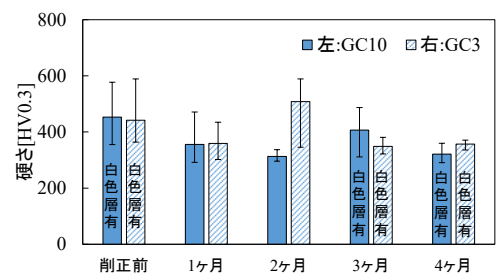


図-23 硬さ測定結果 (照り面位置)

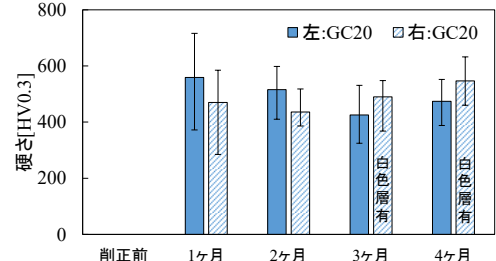


図-24 硬さ測定結果 (テンパーカラー確認位置)

表-3 硬さ測定による推定される白色層厚さ

測定位置		推定される白色層厚さ[μm]				
		削正前	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	4ヶ月
左	GC10	10~30	0	0	10~15	10
	GC20	—			0	0
右	GC3	10~30	0	0	10	10
	GC20	—			10~20	15~35

束していることが確認できた。外観観察の結果において、削正から2ヶ月以降は削正痕に大きな変化は見受けられていないことから、Raは外観観察と同じ傾向を示していた。しかし、Rzは外観観察から1ヶ月遅れて値が収束している。その理由としては、外観観察では判別できない深い削正痕が削正から2ヶ月後では残存していた可能性が考えられる。深い削正痕が、削正から3ヶ月後に摩滅したことで、Rzが収束したと考えられる。

(6) 硬さ測定結果

a) 試験箇所①

試験箇所①では左レールがGC10およびGC20、右レールがGC3およびGC20で、それぞれ10点程度測定した。測定箇所の選定理由として、左レールGC10および右レールGC3は削正後の追跡調査にて確認した照り面中心であること、左右レールGC20はレール削正時の入熱によるテンパーカラーが見られたことから追加して測定している。硬さ測定結果を図-23および図-24に示す。また、白色層厚さと硬さの関係⁹⁾より得られた、推定される白色層厚さを表-3に示す。

試験箇所①において、削正前におけるレール頭頂面の硬さを測定した結果、左右レールで360~580HV0.3程度の値が測定された。一方、削正後については、300~

500HV0.3程度の値が測定され、母材の硬さと比較すると高い値となっている。このような値が測定された理由として、今回測定に用いたUCI式硬さ計は、測定時に付けたダイヤモンド圧痕の面積から硬さを算出しているが、削正後のレール頭頂面に残存する削正痕の影響で、圧痕の面積が小さくなり、硬さ測定結果が大きくなったと考えられる。前節で行った粗さ測定結果より、削正3ヶ月後以降では削正痕はほぼ摩滅していることから、硬さ測定結果への削正痕の影響は小さいと考えられる。

また、図-23に示すように、3ヶ月後ならびに4ヶ月後の左右レールにおいて、白色層の発生が確認された。左レールにおける頭頂面の硬さ測定値は300～480HV0.3、右レールは320～380HV0.3であった。

図-24に示す、削正直後にテンパーカラーが確認された左右レールのGC20については、全体的に高い値が測定された。1ヶ月後ならびに2ヶ月後における測定結果については、レール頭頂面での結果と同様、削正痕が影響して高い値となっている可能性が考えられる。3ヶ月後ならびに4ヶ月後の右レールにおいて、白色層の発生が確認できた。3ヶ月後の右レールにおける頭頂面の硬さ測定値は370～550HV0.3、4ヶ月後では460～630HV0.3であった。一方、3ヶ月後ならびに4ヶ月後の左レールについては、白色層の発生は外観からは確認されないものの、硬さ測定値は高い値を示している。したがって、左レールについては車輪の通過による加工硬化の影響、右レールについては白色層の発生ならびに加工硬化の影響により、高い値が測定されたと考えられる。

表-3より、削正から3ヶ月後において白色層が確認され、白色層厚さは10～20 μ m程度であると推定される。なお右レールのGC20については、白色層厚さが増加傾向である可能性が考えられる。

b) 試験箇所②

試験箇所②では、レール照り面位置において、白色層の発生が確認されたCenterにて削正前のみ10点程度測定した。その結果、左右レールにおいて380～600HV0.3程度の値が測定された。したがって上述の白色層厚さと硬さの関係より、削正前のレール頭頂面に形成された白色層の厚さは、15～30 μ m程度であったと考えられる。

4. 考察

白色層起因シェリング抑制を目的としたベイナイトレールのレール削正において、削正前後の各測定結果から、目標削正量である0.1mmを確保できており、一様に削正できていることを確認した。また、追跡調査より、ベイナイトレール削正から3ヶ月後において白色層が確認さ

れた。以上の結果を踏まえ、ベイナイトレールにおける削正効果の検証および削正周期の検討について考察する。

(1) ベイナイトレール削正効果の検証

試験箇所①および②において、軸心位置削正量測定結果より、測定器の誤差範囲 ± 0.01 mmを大幅に上回っており、2箇所とも目標削正量である0.1mmを確保できていたといえる。したがって、普通レールと同様の削正パスパターンで、ベイナイトレールを削正しても、普通レールと同様に、目標削正量0.1mmを確保できることがわかった。また、削正前に確認された白色層の硬さ測定結果より、推定される白色層厚さは10～30 μ m程度であった。したがって、削正量0.1mmのレール削正によって白色層は完全に除去できたと考えられる。

(2) ベイナイトレール削正周期の検討

試験箇所①では、ベイナイトレール削正から3ヶ月後（通過トン数では約650万トンに相当）において、外観観察より不連続に発生した白色層が確認され、白色層厚さは最大で35 μ m程度であったと推定される。ベイナイトレールにおける白色層起因シェリングの予防削正においては、先行研究により転動疲労試験⁷⁾を実施し得られた知見として、累積通過トン数7000万トンあたり0.1mm削正することで、白色層起因シェリングを予防できるとの見通しを得ている。

試験箇所①における白色層において、微小き裂が進展すると仮定する場合、転動疲労試験にてあらかじめ形成した白色層厚さ35 μ mにおける試験結果より、累積通過トン数7000万トンで発生した微小き裂深さは35 μ m程度である。そのため、提案されている累積通過トン数7000万トンあたり0.1mmのレール削正基準で、試験箇所における白色層から発生すると仮定した微小き裂は、除去することができると考えられる。

また、試験箇所①では、ベイナイトレール削正から3ヶ月後において白色層が確認された。このように白色層発生までしばらく期間を要する場合や、今回の試験箇所②のように、累積1億3500万トンのベイナイトレールにおいても、白色層厚さがそれほど大きくない箇所であれば、削正周期を延伸できる可能性がある。しかし、削正周期延伸に向けては、実際のレール削正における、全削正区間での白色層発生傾向を把握する必要がある。今後は、営業線でのデータ数を増やす等、さらなる検証を行う必要がある。

5. まとめ

本研究では、提案されている削正基準を検証するため、営業線のベイナイトレールにおいて普通レールと同様の削正方法で削正試験を行うとともに、追跡調査を実施した。得られた結果を以下にまとめる。

- (1) 普通レールと同様のパスパターン（目標削正量：0.1mm、15パス）でベイナイトレールを削正した結果、いずれの試験箇所においても、レール頭頂面全域にわたって目標削正量である0.1mmの削正量を確保できていることが明らかとなった。
- (2) 削正前後において、長手方向のレール頭頂面凹凸形状を測定した結果、レール削正により局所的に存在していた微小な凹凸が除去できていることが確認できた。また、レール削正後の凹凸形状において、局所的な凹凸は見られなかったことから、長手方向に対して一様にレール削正が実施できていると考えられる。
- (3) ベイナイトレールにおけるレール削正については、普通レールと同様の削正方法を適用できると考えられる。
- (4) レール削正によってレール頭頂面に形成された削正痕について追跡調査を行った結果、照り面位置においては、削正から3ヵ月後（通過トン数では約650万トンに相当）には車輪の通過により削正痕は摩滅し、粗さ測定値が定常値になっていることが確認できた。
- (5) 削正前に行った硬さ測定より、今回実施した試験箇所において発生した白色層の厚さは10～30 μ m程度であったと考えられる。

度であったと考えられる。いずれの箇所においても深さ0.1mm削正していることから、削正前に確認された白色層は、完全に除去できたものと考えられる。一方、削正後については、3ヵ月後に一部で目視により白色層の発生が確認された。この白色層については、硬さ測定結果より、厚さが10～35 μ m程度であると考えられる。

参考文献

- 1) 金鷹，石田誠：レール表面に生じる白色層の実態分析，鉄道総研報告，Vol.19，No.9，pp.17-22，2005。
- 2) 伊藤太初，梅内一行，寺下善弘，辰巳光正，山本隆一：テルミット頭部補修溶接法を用いたレール補修方法，鉄道総研報告，Vol.28，No.6，pp.41-46，2014。
- 3) 高山宜久，山崎久彰：在来線レール削正車の導入と効果について，日本鉄道施設協会誌，第39巻，第7号，2001。
- 4) 佐藤幸雄，辰巳光正，柏谷賢治，上田正治，横山泰康：耐シェリング用ベイナイトレールの開発，鉄道総研報告，Vol.12，No.10，pp.15-20，1998。
- 5) 辻江正裕，松田博之，中村崇，名村明，金鷹，森久史：白色層に起因するレール微小き裂の進展挙動と削正法の検討，鉄道総研報告，Vol.23，No.10，pp.53-58，2009。
- 6) 辻江正裕，兼松義一，松井元英，浦川文寛，名村明：ベイナイトレールにおける白色層起因シェリング予防削正手法の構築，鉄道工学シンポジウム論文集，Vol.21，No.21，pp.179-186，2017。
- 7) 名村明，石田誠：レール損傷の発生メカニズムを探る，RRR，Vol.68，No.9，pp.6-9，2011。

(2018.4.6 受付)

INVESTIGATION ON THE PREVENTIVE GRINDING METHOD FOR RAIL SQUATS CAUSED BY WHITE ETCHING LAYER ON BAINITIC RAIL

Shigekatsu KIMURA, Masahiro TSUJIE, Hidenori NISHIMURA,
Motohide MATSUI and Hua CHEN

The bainitic rail has been developed to prevent breaking out in rail squats, and has showed an effect on the prevention of breaking out in the rail squats caused by roiling contact fatigue. But it was reported that breaking out in rail squats caused by a white etching layer was observed on the rail crown surface. In previous research, preventive grinding method of bainitic rail for rail squats caused by white etching layer is proposed. In this study, we conducted a rail grinding test and follow-up research on the bainitic rail which is actually used for traffic in order to prevent breaking out in rail squats caused by the white etching layer. We examined if the rail grinding machine ground the bainitic rail by 0.1 mm or not by using a path pattern for the normal grade rail. And in the follow-up research after the rail grinding test, we checked surface morphology, hardness, surface roughness and existence of the white etching layer on the rail crown surface. As a result of the rail grinding test, the grinding machine ground the bainitic rail by 0.1 mm throughout the rail crown surface. On the other hand, three month after the rail grinding test, we observed the white etching layer on the rail crown surface in a visual check.