

3205 削正後のレール諸特性に及ぼす通過トン数の影響

[土] ○阿部 司 [土] 小野寺 孝行 [土] 峰岸 大介 (JR 東日本)
佐藤 幸雄 岩渕 研吾 [土] 石田 誠 [土] 青木 宣頼 (鉄道総研)

Influence of the Passing Tonnage on Rail Characteristics after Grinding

Tsukasa ABE, Takayuki ONODERA, Daisuke MINEGISHI (EAST JAPAN RAILWAY COMPANY)
Yukio SATOH, Kengo IWAFUCHI, Makoto ISHIDA, Fusayoshi AOKI (RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE)

In the Yamanote Line, an examination of the running surface after rail grinding was performed, and the influence of the passing tonnage on some rail characteristics after grinding was investigated. Findings showed that grinding marks disappeared after about one month. Moreover, it turns out that the rail surface becomes hard immediately after grinding, and a gauge corner hardens remarkably. Lastly, it was found that a metal organization is reproduced with the increase in use of the passing tonnage after grinding.

Keyword : contact mechanics, rail grinding, passing tonnage, rail fatigue

1. はじめに

車輪との繰返し転がり接触により、レール頭頂面表層部には疲労層が形成される。疲労層はシェリングやきしみ割れなどのレール損傷の原因となることから、それらの損傷対策としてレール削正が試行されている。今回、削正および削正後の通過トン数がレールに及ぼす影響を把握するため、レール頭頂面の削正試験を実施し、諸特性の変化を経時的に測定した。

本稿では、実施したレール削正試験および削正後のレール諸特性の通過トン数による経時変化について述べる。

2. 削正試験

2・1 軌道構造 表1に削正試験箇所の軌道構造を示す。在来線の中でも列車本数が多い山手線を試験線区として選定した。

Table.1 Track structure specification

Track line	Yamanote Line
Alignment	Straight
Rail type	JIS 60kg

2・2 レール削正 レール削正には、6頭式レール削正車を用いた。この車両は、左右レールを同時に研削するため、3個の回転式研削砥石が備え付けられた研削装置を左右レールに対してそれぞれ1台装備している。図1に研削作業中の6頭式レール削正車の外観を示す。レール削正は、研削砥石を回転させながら車両を移動させて行う。

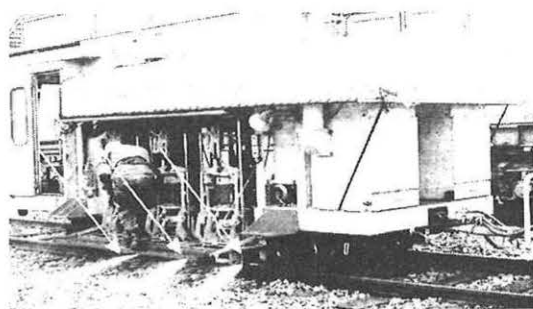


Fig.1 Rail grinding car

図2に試験区間とした箇所の削正延長と測定点を示す。累積通過トン数が148MGTの箇所において、試験区間20mで削正車を4往復させて左右レールの削正を実施した。ただし、削正は始点側から終点側への片方向のみで行った。

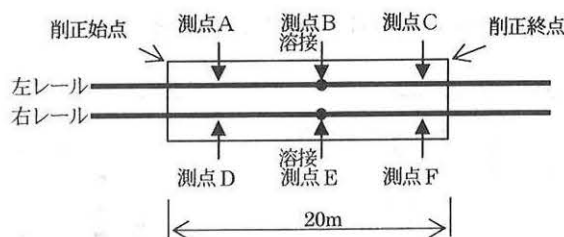


Fig.2 Positions of points of measurements

レール頭部の削正量は、レーザー式レール断面測定器を用いて削正の前後でレール頭部を測定し、その差から求めた。測定の結果、総削正量は0.2mmであった。なお、累積通過トン数とは(車軸軸重×通過軸数)であり、本稿ではMGT(Million Gross Tonnage)単位で表示した。

2・3 測定項目 削正後のレール諸特性を把握するため、レール削正直前・直後及び削正後所定の累積通過トン数毎にレール頭頂面の外観観察を行うとともに硬さ分布を測定した。また、削正後26MGTでレールを更换して金属組織の変化を観察した。

3. 結果と考察

3・1 レール頭頂面観察 図3に測点Cにおけるレール削正直前・直後および削正後所定の累積通過トン数経過時のレール頭頂面の外観を示す。以下、車輪フランジと接する側をゲージコーナー (GC)、反対側をフィールドコーナー (FC) と表す。

レール削正によるグラインダー削正痕は、累積通過トン数の増大にしたがって徐々に摩耗し、10MGTでほぼ消失している。

3・2 レール頭頂面の硬さ分布

図4に測点Cにおけるレール頭頂面の横断面方向の硬さ分布

を示す。横軸上「0」の位置がレール軸芯位置、「+」方向がGC側、「-」方向がFC側である。

各位置での硬さを比較すると、GC側約10mm位置で硬さは極小を示している。この傾向は、削正前および削正後ではほぼ同様である。また、レール軸芯位置に比べGC側20mm位置の方が、削正前および削正後とも硬さが高い。これは、車輪との接触状態が影響しており、車輪/レール間に作用する接線力が軸芯位置に比べてGC側の方が大きいために硬さが高くなったと推定される。

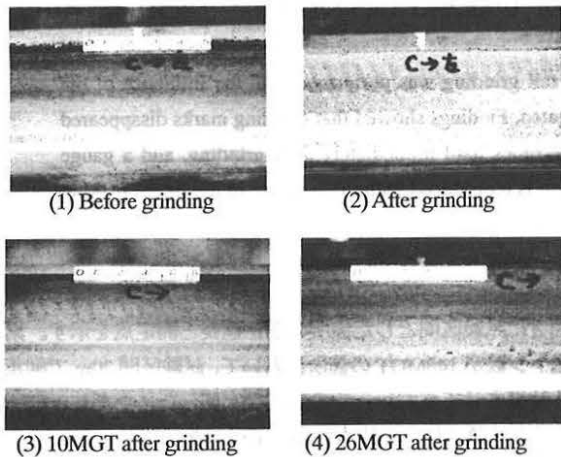


Fig.3 Observation of rail surfaces before and after grinding

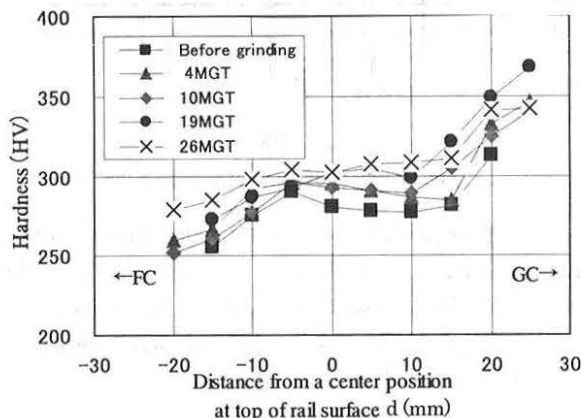


Fig.4 Hardness distribution at rail surface before and after grinding

3・3 レール頭頂面表層部の金属組織観察

図5にレール削正前と削正後26MGT経過時のレール頭頂面表層部の金属組織を示す。図中のdは、レール軸芯位置からの距離を示す。「+」「-」の標記は、3.2項に示したとおりである。

車輪との転がり接触により塑性フローを生じていることが確認できる。塑性フローは、レール軸芯位置から離れるにしたがって大きくなる。

車輪踏面には勾配が付けられているため、接触位置に応じたすべりが発生する。接触中心位置では純転がりに近い状態にあり、接線力はほとんど作用していないと考えられる。これに対し、GC側では接触中心位置に比べて車輪径が大きいために、列車進行方向に反対向きの接線力が作用すると考えられ、塑性フローは列車進行反対方向に形成される。他方、FC側では、接触

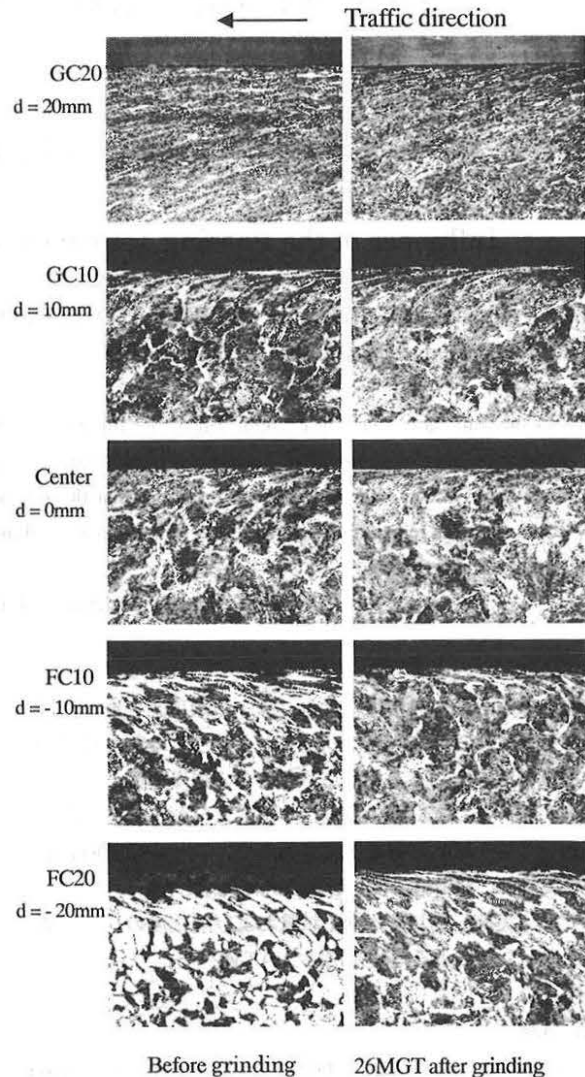


Fig.5 Plastic flow patterns of rail surfaces (Magnification x400)

中心位置に比べて車輪径が小さいために列車進行方向と同じ方向の接線力が作用すると考えられ、塑性フローは列車進行方向に形成される。また、GC側はFC側に比べて塑性フローが強く観察されることから、塑性フローの大きさが硬さに影響を与えていると考えることができる。

非削正レールに比べて削正したレールの塑性フローは小さい。しかし、削正によって塑性フローを除去しても、累積通過トン数が26MGTと比較的早い段階で新たに塑性フローが形成されることが明らかになった。

5 まとめ

列車本数が多い山手線においてレール削正試験を実施し、削正後のレール特性を観察した。その結果、以下の知見を得た。

- (1)レール頭頂面の削正痕は、削正後の累積通過トン数が約10MGTではほぼ消失していた。
- (2)レール頭頂面の硬さは、累積通過トン数の増加と共に漸増する。
- (3)レール頭頂面表層の塑性フローは、レール削正後、比較的早い段階で新たに形成される。