新熱処理レール(NHH レール)

榊本 弘毅¹⁾ 杉野 和男²⁾ 服部 正善³⁾
寺田 孝雄⁴⁾ 松本三吉郎^{**}

1. NHH レール開発の背景

NHH レールは、これまで日本で製造されている熱処理レール(HH レール)を改良し、耐摩耗性のみでなく耐損傷性も向上させた、新しい熱処理硬頭レール(New Head Hardened Rail)である。

最近、省エネルギーの観点から鉄道輸送が見直される気運にあるが、これに先立ち近年鉄道輸送は重荷重化、高速化へと変わりつつある。しかしレールについては、たとえば国内においての急曲線区間における摩耗およびヒビ割れ状の小さな疵、また海外の重荷重鉄道における摩耗や損傷の発生などが問題となっており、対応が要求されている。これに対して従来の炭素鋼レールよりも強度を高めた各種の合金鋼レール、熱処理レールが試験されているが、摩耗が早い場合には損傷は生じないものの早期にレール交換が必要となり、逆に摩耗が少ない場合には損傷を生じ疲労破壊するなど保安上問題があり、これらを十分に満足させ得るレールは得られていなかった。NHH レールは、この摩耗と損傷の発生を共に防ぐ目的で開発されたものである。

2. 製品の主な仕様、製造方法および特徴

NHH レールは、日本のこれまでの熱処理レール(HH レール、JISE 1120)に対し、表面硬さを高く、硬化深度を深く、組織を焼戻しマルテンサイトから微細パーライトとした点で相違している。主な仕様を比較すると表1のようになるが、NHH レールの化学成分はAREA規格に従っている。

NHH レールの製造は次のように行われる。まず炭素鋼普通レールとして合格したレールの頭部を誘導加熱により頭頂面と頭側面から約25 mmの深さまでオーステナイト化する。次にこの部分を衝風により約600℃ま

で急冷した後、放冷する。この急冷および放冷により、ほぼ恒温的にパーライト変態が生じ、微細なパーライト組織と所定の硬さ分布が得られる。パーライトの層間隔は約0.1 μmであり、このため引張強さは1200 MPa以上となる。

表1 NHH レールと HH レールの比較.

		NHH レール	HH レール
化学 成分 (%)	C	0.70~0.82	0.60~0.75
	Si	0.10~0.35	0.10~0.30
	Mn	0.70~1.00	0.70~1.10
	P	≤0.030	≤0.035
	S	≤0.030	≤0.040
熱処理 組織		スラック焼入れ 微細パーライト	焼入れ焼戻し 焼戻しマルテンサイト
硬 さ		Hb 341~388	Hb 321~375

レール頭部が局部的に加熱・冷却されるため、熱処理中、レールには上下方向の曲りが発生するが、熱処理装置の調整により、冷却後のレールにはほとんど変形が残らず、曲り・ねじれのない良好な形状が保たれている。また硬化層には圧縮応力が残留し、レール使用特性に好ましい効果を与えている。

レールサイズによらず、高強度の硬化層、微細パーライト組織、熱処理歪みの少ない良好な形状、を有することがNHH レールの特徴である。

図1 NHH レール頭部横断面内の硬さ分布

* 新日本製鉄株式会社八幡製鉄所

1) 技術部技術研究室専門副部長 2) 技術部技術研究室課長

3) 技術部課長 4) 厚板条鋼部条鋼技術課長

** 第一高周波工業株式会社北九州工場西田工場長
New Head-Hardened Rail; H. Masumoto*, K. Sugino*,
M. Hattori*, T. Terada*, S. Matsumoto** (*Nippon Steel
Corporation, **Daiichi High Frequency Co. Ltd.)
1980年1月31日受理

3. 材 質

NHH レール頭部横断面内の硬さ分布を図1に示した。表面直下の硬さは約 Hv 390 であり、内部に向かってなめらかに硬さが低下している。引張り、その他の性質を表2に示した。硬化層は、引張強さが1250 MPa、伸びが37%と、高強度、高延性を有している。

表2 NHH レールの機械的性質(136 RE)。

	硬 化 部	圧延まま
引張強さ(MPa)	1250	958
0.2% 耐力(MPa)	849	575
伸 び* (%)	16.4	14.0
絞 り* (%)	37.1	20.2
破壊靱性値(-20°C)** (MPa√m)	48	43
疲 労 限(MPa)	559	343

* JIS 4 号引張 ** ASTM E 399-74

4. 製造および使用実績

NHH レールは1976年に製造を開始したが、1979年末までの製造出荷実績を表3に示した。これら海外諸国における NHH レールの評価は次のようになる。

(1) 耐摩耗性が優れている：使用条件にもよるが炭素

表3 NHH レールの製造・出荷実績。

向 先	出 荷 数	レールサイズ
国 鉄	155	50 N, 60 K
アメリカ合衆国	19 093	136 RE
オーストラリア	532	136 RE
韓 国	2 800	50 N
台 湾	427	60 K
ブ ラ ジ ル	22 100	90 RA-A, 136 RE 他
合 計	45 107 (長さ換算で約 700 km)	

鋼レールの約3倍、ある種の高シリコン鋼レールの約2倍程度の耐摩耗性を有することが示されている。また高荷重によるメタルフローもきわめて少ない。

(2) 耐損傷性が良好である：従来の高強度レールでは摩耗が少ない場合、レール頭部コーナー部にシエリング疵を発生するものが見られるが、NHH レールでは、ほとんど発生していない。これは鋼中の非金属介在物が少なく、疲労き裂の発生を抑制したためである。

(3) 形状・寸法精度がよい：これはレールの圧延・精整技術が優れていることに加え、熱処理歪みの少ないことが大いに寄与している。

NHH レールは、現在、国内においても使用の動きがあり、海外からの注文も活発でありフル生産に近い生産を行っている。ユーザーの要望に十分に答えている結果であろう。