

Fig. 1. Relation between notch factor and radius of curvature on root of rib.

の丸鋼の約半分の疲労強度しかなく、疲労荷重のかかる用途には適わしくない。フシに交叉点をもたせない波フシ型では、とくに曲率をもたせない ZS-1 で横フシの約 40% 増し程度の疲労強度を示し、フシの間隔を JIS<sup>3)</sup> どおりに維持しながら徹底的に曲率をもたせた ZS-6 では横フシ型の 70% 増し、同一材質の丸鋼の 76% の疲労強度を示すに至る。

疲労強度をさらに向上させるためには、たんにフシのつけ根に曲率をもたせるだけでなく、フシの棒軸とのなす角度を小さくする方が極めて効果的である。この関係を示すが、試料系列 ZL および I で、Table 1 の結果によると、フシの傾斜角度をゆるくしても ZL-1 や ZL-2 のようにフシのつけ根に曲率をもたせなかつたり、波フシの折点が鋭く折れているもの、ならびに曲率は多少もたせてあつてもフシに終端のある I-1 では、応力集中がフシの折点や終端に生じるため、改良効果は比較的少ない。しかし、それらの点を徹底的に改良した ZL-3 では、疲労強度は横フシ型の約 2 倍、同一材質の丸鋼の 87・6% まで向上した。

つぎに、疲労荷重をかける方向をリブを含む面に平行にした場合の試験結果では、Table 2 に示すとおり、横フシ型などのように荷重方向が変つても等しい切欠き効果の考えられる鉄筋(この場合、疲労強度そのものは低い。)および何れの方角にも切欠き効果が小さいようにリブとフシを非接続にして、フシの付け根に曲率を大きくもたした ZL-3 (この場合は疲労強度も高い水準を示す。)では、振動方向による疲労強度の相異は少ない。したが

つて、コンクリートとの付着力さえ保証できれば、疲労耐力を要するところに使う高強度異形鉄筋としては、リブとフシとが離れているか、リブのないものの方がすぐれているものと考えられる。

最後に、今回試験した各鉄筋について、棒軸を通りリブ-リブ面に垂直な断面を研磨し、10~50 倍に拡大視して求めた疲労亀裂発生側でのフシのつけ根の曲率半径( $\rho$ )と、圧延丸鋼を基準とする切欠き係数との関係を整理して示すと、Fig. 1 のとおりになる。ただし、切欠き係数の算出には、疲労強度 / 引張強さの値を用い、引張強さの相違は補正した。

Fig. 1 から、圧延ままの肌の異形鉄筋についての今回の結果は、1 段階付き平滑試験片の場合<sup>4)</sup>とは、少し傾向が異なるようで、小さい曲率半径の範囲での改善効果が大きい。また、フシのつけ根が同一の曲率半径であつても、フシの棒軸とのなす角度が小さいもの程、切欠き係数が小さくなる傾向がうかがえる。

文 献

- 1) 富田, 渡辺: 鉄と鋼, 47 (1961), p. 1542
- 2) 富田, 渡辺: 鉄と鋼, 48 (1962), p. 1432
- 3) JIS G 3110
- 4) 日本機械学会編, 疲れ強さの設計資料

669.14.018.252.3 = 669.15'25'  
28'292 - 194.3 = 620.178, 152.42

(141) 高 C 高 V Co 系 Mo 高速度鋼  
について

日本特殊鋼

工博 沢 繁樹・井田 隆  
野村 宏・伊藤 武

Study on High-C, High-V, Co-Mo High Speed Steels.

Dr. Shigeki SAWA, Takashi IDA, Hiroshi NOMURA and Takeshi ITO.

I. 緒 言

最近、Mo 高速度鋼は W 高速度鋼に比して靱性にすぐれ、しかも、コストが低いなどの利点より急激に欧米において、増加する傾向にある。従来、Mo 高速度鋼に関する多くの研究結果が報告されている。著者らは高速度重切削に耐える高速度鋼の研究の結果、高 C 高 V Co 系 Mo 高速度鋼についての諸性質について調査し、Co 系 W 高速度鋼と比較検討を行なつた。

Table 1. Chemical composition of samples (in wt.%)

	C	Si	Mn	P	S	Cr	W	Mo	V	Co
M-a	1.21	0.23	0.29	0.014	0.012	4.48	8.80	5.20	3.48	10.38
M-b	1.38	0.41	0.28	0.013	0.019	4.04	8.88	5.00	3.48	11.00
M-c	1.44	0.31	0.24	0.015	0.021	3.98	8.71	5.15	3.49	10.70
T-a	0.77	0.36	0.48	0.012	0.013	3.47	17.79	—	1.25	10.20
T-b	0.79	0.29	0.48	0.010	0.019	3.43	17.63	—	1.17	10.00

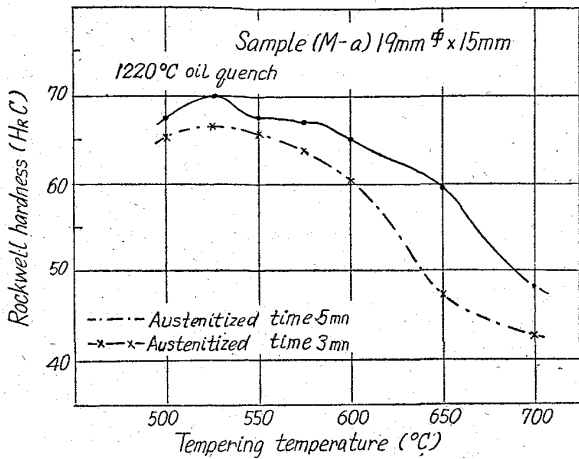


Fig. 1. Effect of tempering temperature on hardness.

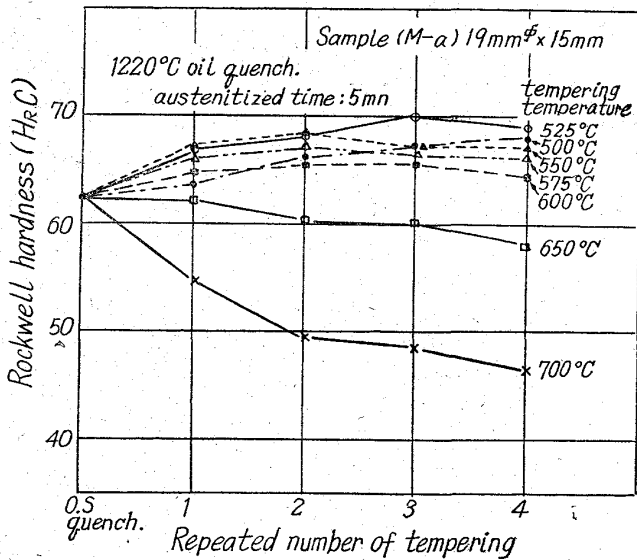


Fig. 2. Effect of repeated number of tempering on hardness.

II. 供試材および実験方法

供試材は高周波炉にて 130 kg ingot を溶製し、19mm φ に鍛伸したもの (M-a) および、高周波炉にて 10 kg / ingot を溶製し 15mm φ、12mm φ に鍛伸 (M-b, M-c) 後 880°C にて焼鈍をほどこし使用した。また、比較材として Co 系 W 高速度鋼は、高周波炉にて 10 kg ingot を溶製し、15mm φ、12mm φ に鍛伸 (T-a, T-b) 後 890°C にて焼鈍をほどこし使用した。

なお供試材の化学成分を Table 1 に示す。

靱性の判定法として、静的曲げ試験を用いた。静的曲げ試験は支点間距離 80mm とし 30mm 巾で二点荷重式にて、20 t アムスラー試験機により負荷した。撓みは試験片中央部にてダイヤルゲージにより測定した。なお試験片寸法は 8mm φ x 100mm である。

III. 実験結果

焼入温度の影響、焼戻温度の影響、繰返し焼戻の影響および焼入の際の加熱時間の影響などについて、実験を行なった。

(1) 熱処理による硬度およびマイクロ組織への影響  
Fig. 1 に焼入加熱時間と焼戻硬度との関係を示す。Fig. 1 より焼入温度 1220°C にて加熱時間を適当に選定することによって、HRC 68~70 が得られる。Fig. 2 に各焼戻温度における繰返し焼戻と硬度との関係を示す。

また、焼入の際の加熱時間の結晶粒におよぼす影響は

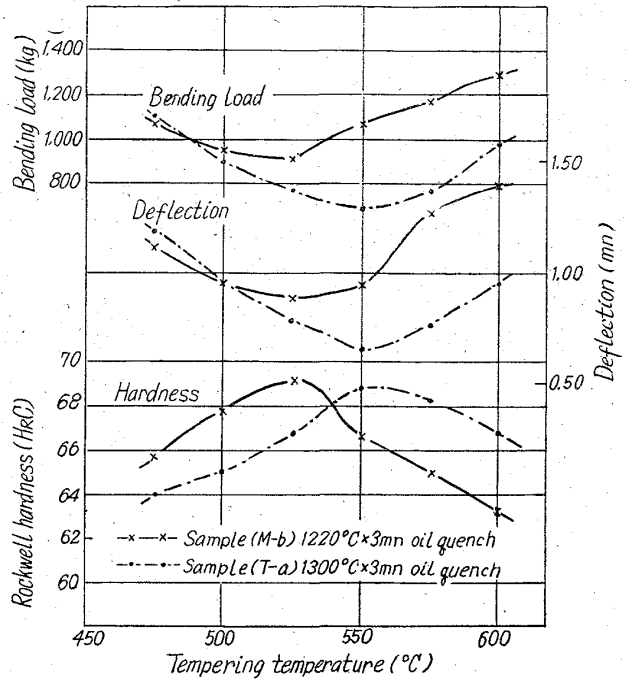


Fig. 3. Effect of tempering temperature on bending load, deflection and hardness.

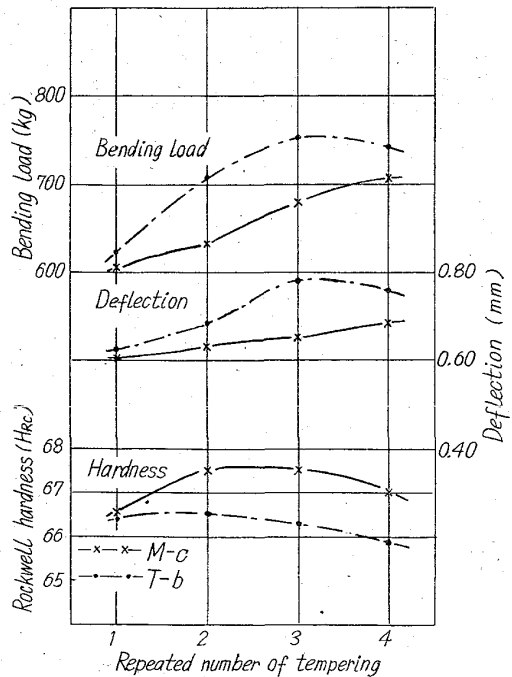


Fig. 4. Effect of repeated number of tempering on bending load, deflection and hardness.

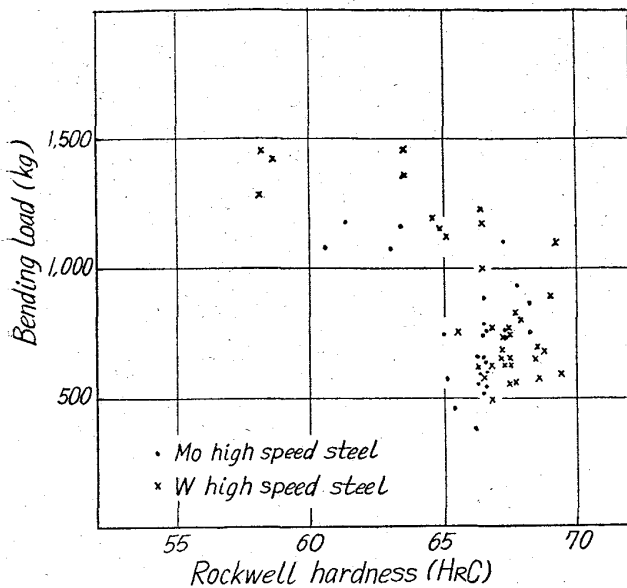


Fig. 5. Relation between bending load and hardness.

若干ながら加熱時間の長くなるにしたがつて、粗大化する傾向を示す。高温硬度計を用い赤熱硬度を測定したが試料 T-a に比較して優れていることが認められた。

(2) 靱性試験

Fig. 3 に抗折力、撓み、硬度と焼戻温度との関係を示す。Fig. 3 より試料 M-b は試料 T-a に比して焼戻二次硬化を示す温度以上に靱性に富んでいる。そのほか焼戻温度の影響としては、焼戻温度の低いほど試料 M-c, T-b とともに靱性に富んでいることが認められた。

Fig. 4 に抗折力、撓み、硬度と繰返し焼戻回数との関係を示す。Fig. 4 より試料 M-c の場合繰返し 4 回まで靱性の増加を示し、試料 T-b の場合は繰返し 3 回にて最も靱性に富むという傾向を示す。この際の熱処理条件を下記に示す。

M-c : 1220°C × 3mm 油冷, 540°C × 1h 空冷繰返し

T-b : 1300°C × 3mm 油冷, 560°C × 1h 空冷繰返し

Fig. 5 に二次硬化現象の起る温度以上の焼戻条件における抗折力と硬度との関係を示す。Fig. 5 より抗折力と硬度との関係は、硬度の低い場合に抗折力は高く、硬度が高い場合は抗折力が低いという定性的関係が得られた。また、二鋼種を比較すると、硬度の低い所では Mo 高速度鋼の抗折力が高いようである。

IV. 結 言

以上高 C 高 V Co 系 Mo 高速度鋼の基礎試料を得る目的で諸性質を調査した結果次のことが判明した。

(1) 焼戻温度 1220°C にて加熱時間を適当に選定し焼戻温度 525°C にて 3 回繰返し焼戻することによつて、HRC 68~70 が得られた。また赤熱硬度は T-a に比較して、600°C まで優れていることが認められた。

(2) 靱性について静的曲げ試験を用い Co 系 W 高速度鋼と比較して行つたが、靱性に富むことが判明した。

(3) 二次硬化現象の起る温度以上の焼戻条件における抗折力と硬度の関係は、一般的に硬度が高い場合は抗

折力が低く、硬度が低い場合は抗折力が高いという定性的結果が得られた。また、二鋼種を比較した場合、硬度の低い所では高 C 高 V Co 系 Mo 高速度鋼の方が抗折力が高いようである。

669.14.018.294.2-424:539.319

(142) 軌条の残留応力について

八幡製鉄技術研究所

63332

工博 合田 進・木村 勲・伊藤昭典

On Residual Stress of Rail. 1529~1531

Dr. Susumu GOHDA, Isao KIMURA and Akinori ITOH.

I. 緒 言

製造工程の各段階から採取した軌条について頭頂面あるいは足裏面にひずみゲージを貼付け、長さ方向に直角な切込みを入れた場合の歪の変化から、残留応力を定性的に求め、製造工程の各要因と残留応力の推移を解析するとともに、実物曲げ疲労強度その他におよぼす影響効果について検討した。

II. 残留応力測定法

軌条の残留応力測定法としては H. MEIER の切出法<sup>1)</sup> M. HELENYI らの X 線法などが発表されているが、今回採用した測定法ならびに測定結果の一部はすでに発表した通りで<sup>2)</sup>、Fig. 1 に示すように 1m 長さの軌条試料の頭頂面あるいは足裏中心部にひずみゲージを貼付けこれを中心に 100mm 間隔の切込を軌条長さ方向に直角に、頭頂面では 0~40mm、足裏面では 0~22mm 深さまで入れた時の歪の変化を連続的に測定し、ある深さで歪量の増大が飽和に達した時、始めて頭頂面あるいは足裏面が完全に開放された状態とみなし、この時の歪量  $\epsilon_{max} = \Delta l/l$  と軌条の弾性係数 E の積から頭頂面あるいは足裏面の残留応力 (それぞれ  $\sigma_h, \sigma_f$ ) を求めた。ただし、 $\sigma_h, \sigma_f$  は頭頂面あるいは足裏面における残留応力であつて、切込深さ方向への分布はこの方法でも求めることはできない。

III. 試 験 材

50N または p.s. 50K 型軌条で、化学成分、圧延後の曲り量その他を Table 1 に示した。

IV. 残留応力におよぼす製造要因の影響

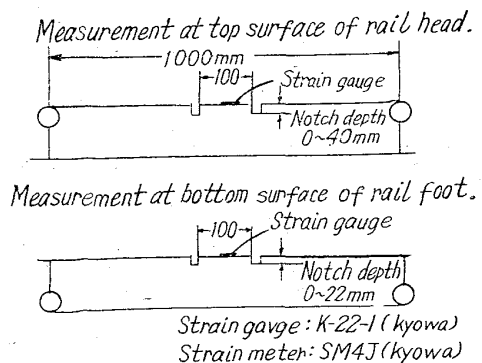


Fig. 1. Method of measurement of residual stress.