

# マルテンサイト系耐熱鋼線材の圧延・直接焼入工程の確立

中村 恵一<sup>\*</sup>, 高杉 昌志<sup>\*2</sup>, 中村 秀樹<sup>\*</sup>

## 1. 緒言

マルテンサイト系耐熱鋼であるSUH11は、使用温度が700℃以下の吸気弁用エンジンバルブ材として広く使用されており、使用条件に応じてSUH1やSUH3も使われる<sup>1)</sup>。これら耐熱鋼は32~38HRCで使用されるため、焼入焼戻材の納入を要求されることがある。その製造工程は、線材圧延→焼なまし→伸線→焼なまし→高周波熱処理（焼入焼戻し）→直線カット→センタレス研磨である。

近年の著しい低コスト化および短納期化に伴い、SUH11の高周波熱処理（焼入焼戻し）工程の省略を目的として、圧延・直接焼入工程（以下文中では新工程と記す）の確立に取り組んだので以下に紹介する。

## 2. SUH11の現工程と新工程

図1にSUH11の現工程と新工程を示す。現工程の焼入焼戻しは、線材を延ばしながら高周波熱処理により行っているため、生産性が非常に悪く時間を要しコスト高である。

新工程では、SUH11の優れた焼入性を生かして圧延直後のレーイングコンベヤー搬送中に空冷または水冷により焼入れを行い、その後現工程の焼なましに当たる処理により焼戻しを行う。これにより現工程中の高周波熱処理を省略し、コストダウンと短納期化が図れる。

## 3. 新工程確立の経緯

### 3・1 圧延後の断線と硬さのばらつき

エンジンの軽量化に伴うバルブ材の細径化により、圧延素材は直径10mm以下であることと、SUH11は焼入性が高いため、圧延後に急速冷却するとマルテンサイト変態による硬化により断線を生ずる懸念があった。しかし、今回の工程検討の結果、圧延冷却後の結束圧力を制御することと、冷却後直ちに焼戻しを行うことによりこの問題は解消された。

次に新工程によるコイル1巻き内の硬さ測定結果を図2に示す。コイル1巻き内の硬さばらつきは少なく、良好な焼入れが行われている。

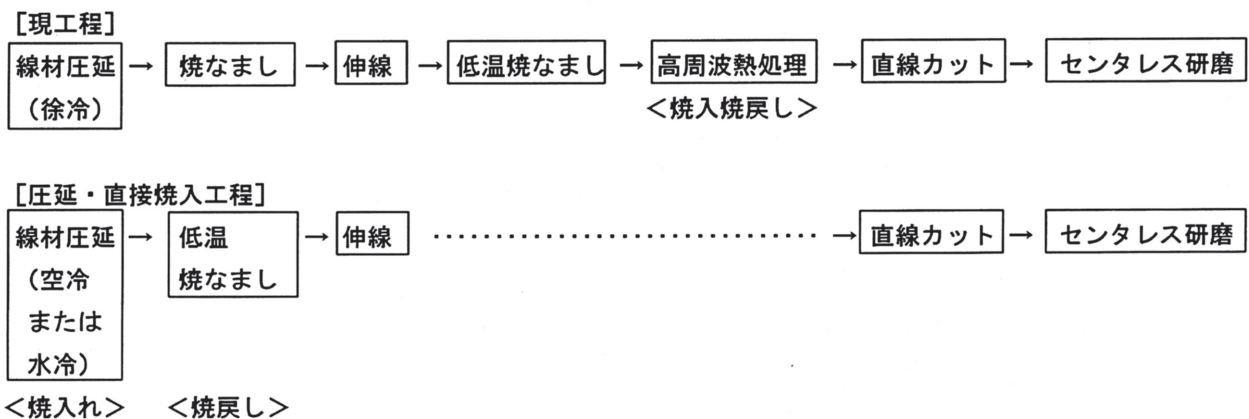


図1 SUH11の現工程と圧延・直接焼入工程図

\* 技術企画部 技術開発室  
\*2 大阪支店 営業技術室

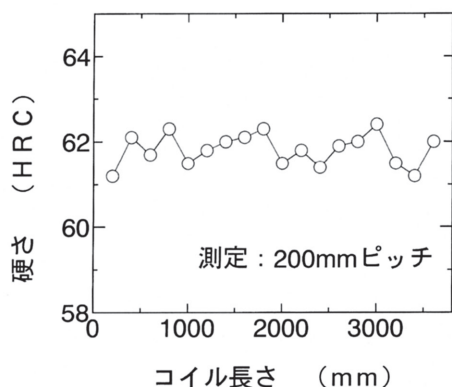


図2 圧延・直接焼入後のコイル1巻き内の硬さ測定結果

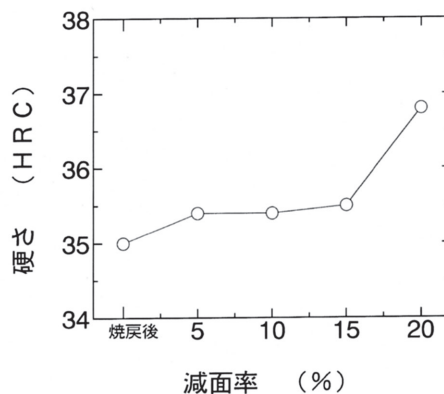


図3 硬さに及ぼす引抜減面率の影響

### 3・2 焼戻温度の設定

エンジンバルブ材の硬さは、一般的には32~38HRCが要求される。そこで新工程材における、硬さに及ぼす焼戻温度の影響を調査した。その結果を表1に示す。これから670℃の焼戻しを行うことにより35HRCとなり、要求硬さを満足することが分かる。

表1 圧延・直接焼入材の硬さに及ぼす焼戻温度の影響

焼戻温度(℃)	670	700	720
硬さ(HRC)	35.0	33.1	29.9

### 3・3 高硬さ材の伸線性および直線カット性

現工程での焼なましは800℃で行われており、その硬さは25HRC程度であり問題なく伸線作業を行うことができる。一方、新工程材の焼戻し後の硬さは35HRCと硬いため、引抜きダイスの焼付き等の発生が考えられる。また、ユーザーによっては35~38HRCの高硬さを要求される場合もある。そこで引抜き後の硬さに及ぼす減面率の影響および伸線性について調査を行った。図3に硬さに及ぼす引抜減面率の影響を示す。

引抜き時の減面率を20%にすると硬さがHRC2ポイント上昇する。また、減面率20%においても引抜き時のトラブル発生もなく、直線カットも現工程通り行うことができた。

## 4. 現工程材と新工程材の諸特性比較

### 4・1 機械的性質

表2および図4に現工程材と新工程材の機械的性質の比較例を示す。新工程材の機械的性質は現工程材とほぼ同等でありJIS規格を満足している。

表2 現工程材と圧延・直接焼入工程材の機械的性質例

	0.2%耐力 N/mm <sup>2</sup>	引張強さ N/mm <sup>2</sup>	伸び %	絞り %	硬さ HRC
JIS規格	685以上	880以上	15以上	35以上	27以上
現工程材*	851	1067	16	51	33
圧延・直接焼入 工程材	860	1100	17	49	36

\* [熱処理条件] 高周波熱処理による焼入焼戻し

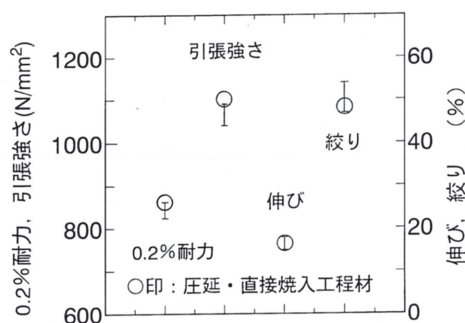


図4 現工程材と圧延・直接焼入工程材の機械的性質

### 4・2 ミクロ組織

図5に現工程材と新工程材の納入状態のミクロ組織を示す。新工程材の納入状態のミクロ組織は、現工程材と同等である。

### 4・3 高温硬さ

図6に現工程材と新工程材の高温硬さを示す。新工程材の高温硬さは、現工程材と同等である。

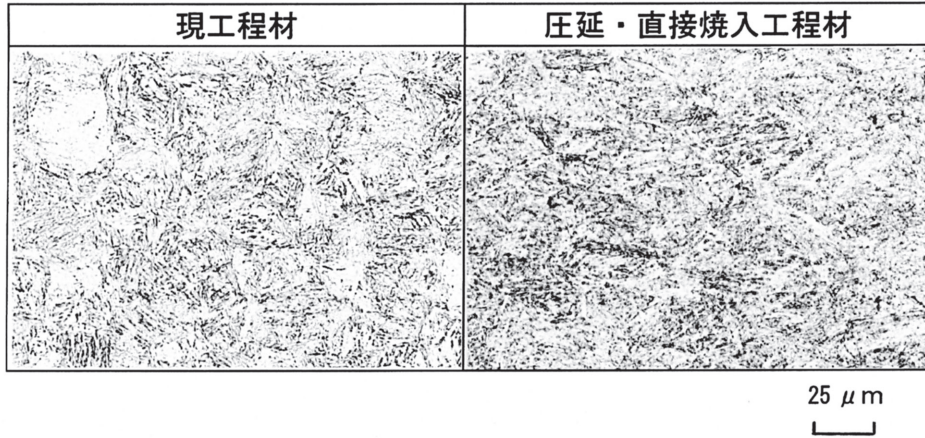


図5 現工程材と圧延・直接焼入工程材の納入状態のミクロ組織

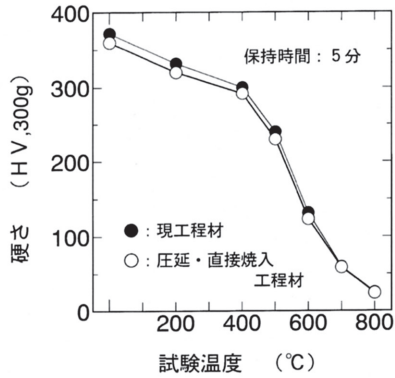


図6 現工程材と圧延・直接焼入工程材の高温硬さ

### 5. まとめ

SUH11の高周波熱処理工程（焼入焼戻し）の省略を目的として、新工程の確立に取り組んだ結果以下の結論を得た。

- (1) 現工程での高周波熱処理による焼入れは、圧延後直接焼入れを行うことにより省略できる。
- (2) 圧延・直接焼入時の断線は起こらず、焼入硬さのばらつきは少ない。
- (3) 焼戻温度を670℃に設定することにより、バルブ材の要求硬さ（32～38HRC）を満足することができる。
- (4) 高硬さ材の伸線性および直線カット性は良好である。
- (5) 新工程材の機械的性質、ミクロ組織および高温硬さは現工程材とほぼ同等である。

### 文献

- 1) 萩原好敏：特殊鋼, 39 (1990) 10, p.43

