

高加工性高炭素熱延鋼板スーパーホット[®]-GHigh Carbon Hot Rolled Sheet with Excellent Formability
“SUPERHOTTM-G”

1. はじめに

自動車の駆動系部品やシート部品には強度、耐摩耗性、寸法精度など高い品質が求められ、一部は熱間鍛造後に切削した部品どうしを接合して製造される。接合を省略して部品の一体成形化¹⁾を実現するため、プレス加工性の優れた軟質な高炭素鋼板「スーパーホット[®]-G」を開発した。開発に際しては成形面圧の高い鍛造の要素を取り込んだ歯型成形、部分増肉成形、複動成形などを考慮し、加工性に優れた軟質機械構造用高炭素鋼板を目標とした。プレス一体成形部品の拡大に向け、JFE 独自成分規格とした高加工性高炭素熱延鋼板「スーパーホット[®]-G」の製品特長を紹介する。

2. 製品設計

2.1 スーパーホット[®]-Gの特長

スーパーホット[®]-Gは、優れた板厚精度を有し、さらに同炭素量のJIS材(SC材)と同等の焼入れ性を維持しつつ、プレス成形性に優れる鋼である。

2.2 成分設計

S35C、S45Cと同等の焼入硬さを目標とし、それぞれ0.35 mass% C、0.45 mass% Cの2つの鋼をスーパーホット[®]-G(規格名J35C、J48C)として開発した。開発鋼の化学組成の一例を表1に示す。プレス成形性を優れたものとするため、JIS鋼よりもSi、Mnの添加量を低減した。これに伴う焼入れ性の低下をB添加で補い、JIS鋼と同等の焼入れ性を実現した。

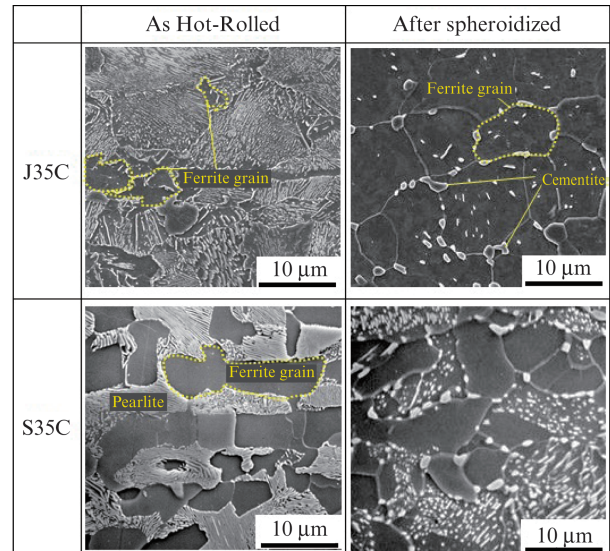


写真1 J35CとS35Cの熱間圧延板と球状化焼鈍後鋼板のミクロ組織

Photo 1 Microstructures of J35C and S35C after hot-rolled and spheroidized steels

2.3 加工性向上かつ軟質化のための組織制御

高炭素鋼板のプレス成形性を向上させるためには、球状化焼鈍後の炭化物の形態や分布を適切に制御する必要がある。一般に、等軸フェライトの粒界に球状セメンタイトを均一分散させることでプレス成形性が向上する²⁾。軟質化にはセメンタイトおよびフェライト粒を粗大化させた^{3,4)}。一方でセメンタイトを粗大化すると高周波焼入れの短時間加熱ではセメンタイトが残留し、焼入れ硬さの低下を招く⁵⁾。J35Cスーパーホット[®]-GおよびS35Cの熱間圧延後および球状化焼鈍後のミクロ組織を写真1に示す。S35Cの熱間圧延

表1 開発鋼「スーパーホット[®]-G」の化学組成
Table 1 Chemical compositions of “SUPERHOTTM-G”steels

Designation	(mass%)					
	C	Si	Mn	P	S	Others
J35C	0.35	0.01	0.35	0.017	0.004	B
【JIS】S35C	0.32-0.38	0.15-0.35	0.60-0.90	≤0.030	≤0.035	-
J48C	0.48	0.01	0.35	0.009	0.003	B
【JIS】S45C	0.42-0.48	0.15-0.35	0.60-0.90	≤0.030	≤0.035	-

2017年8月31日受付

表2 開発鋼板「スーパーホット®-G」の機械的特性

Table 2 Mechanical properties of "SUPERHOT™-G" steel sheets

Designation	YP (MPa)	TS (MPa)	El (%)	HRB
J35C	261	419	40	71
【JIS】S35C	315	510	35	79
J48C	315	455	36	75
【JIS】S45C	345	532	30	81

Test piece: JIS No. 5 Thickness: 4.0 mm

YP: Yield point TS: Tensile strength El: Elongation

HRB: Rockwell hardness

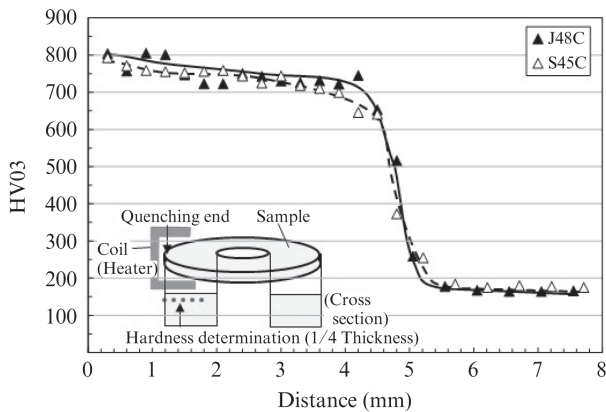


図1 高周波焼入れ材（加熱1000℃）の硬度分布曲線

Fig. 1 Hardness curve of induction hardening sample

材では粗大なフェライトとパーライトとなっているため、球状化焼鈍で不均一組織が形成されるのに対して、J35Cスーパーホット®-Gの熱間圧延材では均一なパーライト組織間に微細なフェライトが分散しているため、球状化焼鈍で均一かつ粒内のセメントライトが少ない粒径10 μ m超の等軸フェライト粒が形成されている。

3. 製品特性

板厚4.0mmのスーパーホット®-G（規格名J35C, J48C）の機械的特性値（球状化焼鈍後）を表2に示す。いずれの鋼板もJIS規格材（S35C, S45C）と比べて引張強さが約90MPa低下、伸びが約5%上昇し、これにより、プレス一体成形時の厳しい成形に適した素材となっている。高周波焼入れ（加熱1000℃）を実施した鋼板の焼入れ端からの硬度分布曲線を図1に示す。J48CはS45Cと同等の焼入れ硬さ、深さが得られている。

4. 適用可能部品

スーパーホット®-Gの対象は、自動車の駆動系部品のなか



(a) J48C

(b) S35C

写真2 (a)J48C熱間圧延鋼板および(b)S35C熱間圧延鋼板によるロータホルダ模擬部品（試作：株式会社ニチダイ）

Photo 2 Rotor holder parts made of J48C hot rolled steel sheet and S35C hot rolled steel sheet (by NICHIDAI Co., Ltd.)

でもAT（Automatic transmission）のクラッチハブ/ドラム、CVT（Continuously transmission）のピストン/シリンダ、発電機兼用スタータのロータホルダなど回転部品が主たる部品である。現在、自動車メーカーおよび部品メーカーの数社とトライアル評価を進めている。

その例として、ロータホルダを模擬した部品（写真2）への適用事例を述べる。材料は板厚4.0mmのJ48C熱間圧延鋼板とS35C熱間圧延鋼板とを用い、冷間プレス加工を行った。試作部品は、中空ボスが高い円筒状の部品（外径：110.6mm、高さ43.8mm）である。S35C材では中空ボスの増肉加工において、ボス部の根元を起点に割れが発生したが、加工性に優れたJ48Cでは割れることなくプレス成形することができた。

5. おわりに

スーパーホット®-Gは、これまでプレス成形が難しかった機械構造部品の素材鋼板として好適である。多くのお客様で継続して各種部品の適用評価をしており、今後採用拡大が期待されている。

参考文献

- 1) 前田昭宏ほか. 塑性と加工. 1998, vol. 39, p. 8.
- 2) 中村展之ほか. 塑性と加工. 2010, vol. 51, p. 628.
- 3) 藤田毅ほか. NKK技報. 1998, No. 164, p. 17.
- 4) 大沼郁雄ほか. 日本金属学会誌. 1994, vol. 58, p. 1133.
- 5) 宮本友佳ほか. 日本熱処理技術協会講演大会講演集. 2017, vol. 83, p. 27.

〈問い合わせ先〉(2021年11月～)

JFE スチール 薄板セクター部

TEL: 03-3597-3061 FAX: 03-3597-3943

ホームページ: <http://www.jfe-steel.co.jp/products/usuita/f00.html>

Email: t-usuitasec@jfe-steel.co.jp