

JFE スチールの耐摩耗鋼板 EVERHARD®

JFE's Abrasion-Resistant Steel Plates "EVERHARD™"

1. はじめに

近年の世界的な鉱山資源開発やインフラ開発の大規模化に伴い、鉱山機械、建設機械、農業機械等に用いられる耐摩耗鋼板に対する要求は多岐にわたっている。JFE スチールは、1955年の耐摩耗鋼板の商品化以来一貫し、時代の要請に応じた新商品開発を推進するとともに¹⁾、より安心して耐摩耗鋼板を使用させていただくため、溶接、熱切断などのガイドラインの整備を進め、日本をはじめ世界各国で年間5万トン以上の耐摩耗鋼板をご使用いただいている。

本稿では、当社の耐摩耗鋼板 EVERHARD®の、商品ラインナップとその特長および各種ガイドラインについて紹介する。

2. EVERHARD®の特徴

2.1 耐摩耗特性

耐摩耗特性と硬さの関係を図1に示す。耐摩耗特性は、ASTM G65に準拠したラバーホイール試験により評価し、

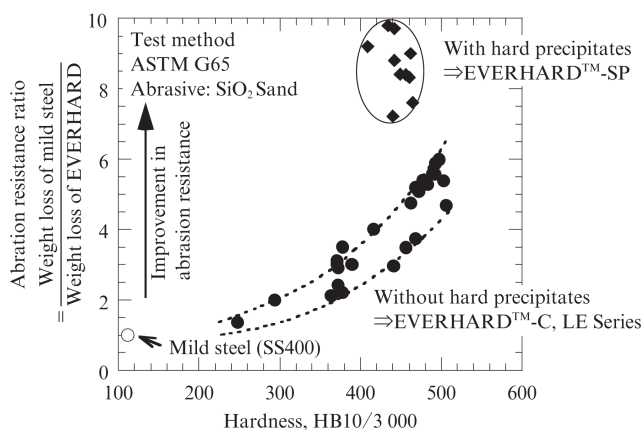


図1 硬さと耐すべり摩耗性の関係

Fig. 1 Relationship between hardness and slip abrasion resistance

軟鋼の摩耗量との比で示している。耐摩耗特性は鋼板が硬いほど増大し、HB500級鋼の場合、軟鋼の約5倍の耐摩耗性が得られる。また、硬質粒子を微細に分散させることで、通常のHB500級を大幅に上回る耐摩耗性が得られる。次節

表1 EVERHARD®シリーズとその特長
Table 1 EVERHARD™ series and features

Series	Features	Products	Thickness (mm)	Surface hardness (HB)	Low temperature toughness of longitudinal direction
C	Basic EVERHARD Basic alloy-design for economical, easy-welding and fabrication	EVERHARD-C340	38-160	340 ± 30	—
		EVERHARD-C400	5-101.6	400 ± 30	
		EVERHARD-C450	5-101.6	450 ± 25	
		EVERHARD-C500	5-101.6	500 ± 40	
		EVERHARD-C550	6-32	550 ± 40	
		EVERHARD-C600	6-25.4	600 ± 30	
LE*	Low temperature service Sufficient toughness at -40°C Available up to HB500 class	EVERHARD-C400LE	5-12	400 ± 30	—
			12.1-101.6		vE-40°C ≥ 27 J (Ave.)
		EVERHARD-C450LE	5-12	450 ± 25	—
			12.1-50.8		vE-40°C ≥ 27 J (Ave.)
		EVERHARD-C500LE	50.9-80	410-475	vE-40°C ≥ 21 J (Ave.)
			5-12		
SP	"Beyond" EVERHARD Superior abrasion-resistance beyond HB500 class	EVERHARD-SP	12.1-50.8	450-540	vE-40°C ≥ 21 J (Ave.)
			50.9-80		
			6-65	≥ 401	—

vE: Charpy absorbed energy, HB: Brinell hardness
* Core hardness guaranteed upon customer's request

では、これらの知見に基づき開発された当社の耐摩耗鋼のラインナップについて述べる。

2.2 EVERHARD®の商品ラインナップ

EVERHARDの商品ラインナップとその特長を表1に示す。当社は、表面硬さに加え、様々な用途に対応するための特長を備えた耐摩耗鋼板を商品化している。

「Cシリーズ」は、合金設計と特殊熱処理により表面硬さを保証する鋼板で、機器製作時の加工性を考慮し、表面硬さの範囲を保証している。また、EVERHARD-C340は板厚160mmまで、EVERHARD-C400、C450、C500は板厚101.6mmまで製造可能である。さらに、単純形状のライナーなど、特に耐摩耗特性を重視する環境にも好適なEVERHARD-C550、C600を商品化している。

「LEシリーズ」はCシリーズの特長に加え、独自のマイクロクロアロイング技術と熱処理技術によるマイクロ組織の微細化により、従来困難とされていた-40℃の低温における靱性を保証する耐摩耗鋼板である²⁻⁴⁾。LEシリーズはブリネル硬さ500という高硬度グレードまで商品化しており、特に寒冷地での使用や強い衝撃を受ける状況での使用等、高靱性が必要な環境に最適である。さらにLEシリーズは、内部硬度の確保が必要な用途にも適用可能であり、EVERHARD-C400LEは板厚101.6mmまで、EVERHARD-C450LEおよびEVERHARD-C500LEは板厚80mmまで商品化している。

「EVERHARD-SP」は、組織中に硬質粒子を分散させることで、硬度を著しく上昇させることなくブリネル硬さ500グレードを超える高い耐すべり摩耗特性が得られる鋼板であり、良好な加工性を具備している。

2.3 EVERHARD®の各種ガイドライン

「溶接ガイドライン」では、EVERHARDの溶接に際してご注意いただきたい点をまとめている。EVERHARDは高硬度であるため、通常の厚鋼板に比べて溶接割れ感受性の高い材料であるが、適正な施工により割れを発生させることなく溶接可能である。低温割れは溶接時に鋼中に侵入した水素によって生じる遅れ破壊であり、溶接材料の選定や施工管理に加え、適正な予熱により抑制できる。一例として、JIS Z 3158に準拠したy形溶接割れ試験結果に基づいて設定されたEVERHARDの推奨予熱温度を図2に示す。基本的に高硬度かつ板厚が厚い場合には予熱温度を高く設定する必要があるため、Cシリーズに比べLEシリーズは予熱温度を高くしている。

「熱切断ガイドライン」には、EVERHARDの熱切断時のポイントをまとめている。高硬度のEVERHARDでは、溶接時と同様に熱切断時にも、遅れ破壊に対する十分な注意が必要である。熱切断時の遅れ破壊防止には、予熱と後熱処理が有効である。予熱および後熱処理が難しい場合は、適切な切断速度の選択により、遅れ破壊を抑制することがで

Brand name	Welding method	Thickness (mm)									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	101.6
EVERHARD-C340	SMAW, FCAW					125°C					>125°C (max. 160mm)
	GMAW					75°C					100°C (max. 160mm)
EVERHARD-C400	SMAW, FCAW	50°C	75°C		100°C						>75°C
	GMAW	Room temperature			50°C						>75°C
EVERHARD-C450	SMAW, FCAW	75°C			125°C						>125°C
	GMAW	Room temperature			75°C						>100°C
EVERHARD-C500	SMAW, FCAW	125°C			175°C						175-200°C
	GMAW	Room temperature	75°C		125°C						>150°C
EVERHARD-C550	SMAW, FCAW	200°C									
	GMAW	175°C									
EVERHARD-C600	SMAW, FCAW	200°C									
	GMAW	175°C									
EVERHARD-C400LE	SMAW, FCAW	75°C			100°C						>125°C
	GMAW	Room temperature			75°C						100°C
EVERHARD-C450LE	SMAW, FCAW	75°C			125°C						200°C
	GMAW	Room temperature			75°C						175°C
EVERHARD-C500LE	SMAW, FCAW	125°C			175°C (32mm)						200°C
	GMAW	Room temperature	75°C		125°C (32mm)						175°C
EVERHARD-SP	SMAW, FCAW	100°C			175°C						175-200°C
	GMAW	75°C									175°C

SMAW (Shielded metal arc welding) : Welding with a coated electrode.
 FCAW (Flux cored arc welding) : Welding with a flux cored wire.
 GMAW (Gas metal arc welding) : Welding methods using a welding wire in combination with a shield gas, for example, carbon dioxide gas shielded arc welding, etc.

図2 EVERHARD®の溶接時の推奨予熱温度の例
 Fig. 2 Recommended minimum welding preheating temperature

Brand name	Thickness (mm)										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	160
EVERHARD-C340					200						150
EVERHARD-C400	No Restrictions				200						150
EVERHARD-C450					200						Preheating
EVERHARD-C500		250	200	150							Preheating
EVERHARD-C400LE					200						Preheating
EVERHARD-C450LE					200						Preheating
EVERHARD-C500LE		250	200	150							Preheating
EVERHARD-C550		200									
EVERHARD-C600		200									
EVERHARD-SP		250	200	150							Preheating

(mm/min)

図3 EVERHARD®の推奨最大ガス切断速度
 Fig. 3 Recommended maximum gas-cutting speed

きる。予熱無しの場合の推奨最大ガス切断速度を図3に示す。高硬度かつ板厚が厚い場合、切断速度を遅くする必要がある。また、小さい部材の熱切断時には、切断部材の温度が上昇して硬度が低下する場合がありますので、部材の温度が200℃を上回らないように切断方法を調整する必要がある。

「曲げ加工ガイドライン」および「機械加工ガイドライン」には、各種加工時のEVERHARDの推奨加工条件をまとめている。高硬度のEVERHARDは通常の鋼板よりも注意して加工していただく必要がある。詳細についてはこれらのガイドラインをご参照いただきたい。

3. おわりに

JFE スチールの耐摩耗鋼板 EVERHARD の特長と各種ガイドラインを紹介した。当社は今後も用途や使用環境に応じた新商品開発、品質の向上に努め、お客様にご愛顧いただける EVERHARD を製造・販売していく所存である。

参考文献

- 1) たとえば, JFE スチールの耐摩耗鋼板 EVERHARD®. JFE 技報. 2014, no. 33, p. 62-64.
- 2) 貞末照輝, 室田康宏, 高橋和秀, 橋本正幸, 辻章嘉. 低温靱性および溶接性に優れた建産機用耐摩耗鋼・高張力鋼 (LE シリーズ) の開発. まてりあ. 2003, vol. 42, no. 2, p. 145-147.
- 3) 室田康宏, 阿部隆, 橋本正幸. 建設・産業機械用高性能鋼板—強靱性と溶接・加工性を両立させた次世代型建設・産業機械用鋼板—. JFE 技報. 2004, no. 5, p. 51-55.
- 4) Takayama, N.; Murakami, Y.; Murota, Y.; Mishimachi, R. Heavy thickness abrasion resistant steel plate with excellent low temperature toughness. 2nd International Symposium on Recent Developments in Plate Steels, AIST. 2018, p. 411-418.

〈問い合わせ先〉(2021年10月～)

JFE スチール 厚板セクター部

TEL : 03-3597-3183 FAX : 03-3597-4567

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

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