

**Steel  
beyond  
limits**

**HSX®**



**最高の強度と  
最靭性、被削性  
を兼備**

# Steel beyond limits



これは単なる鋼材ではなく、エンジニアリングの思想です。

それは、より良いものを生み出すために造り上げる、ということ。エンジニアリングの持つ可能性を信じ、極小部品の加工も、強度の持続も特長です。

HSX®は単にプレミアム製品であるだけではなく、1つの思想です。強靭さ、創造性、可能性の象徴です。高強度鋼は、革新的で、先見の明を持ち、限界に挑戦する企業としての当社の信ずるところを30年以上にわたり具現化してきました。

# HSX® を選ぶべき理由

より軽量、かつ丈夫でコンパクトな部品に適しています。  
品質、安全性、信頼性が必要な精密部品に適しています。  
HSX®によって、不可能が可能になります。



## 高強度

HSX®のより高い強度は、焼入れ焼戻し鋼の強度範囲内にあります。当社の鋼材処理方法により、横断面および長さ方向のどちらにおいても、一貫した機械的性質が保証されます。納品後の処理は必要ありません。

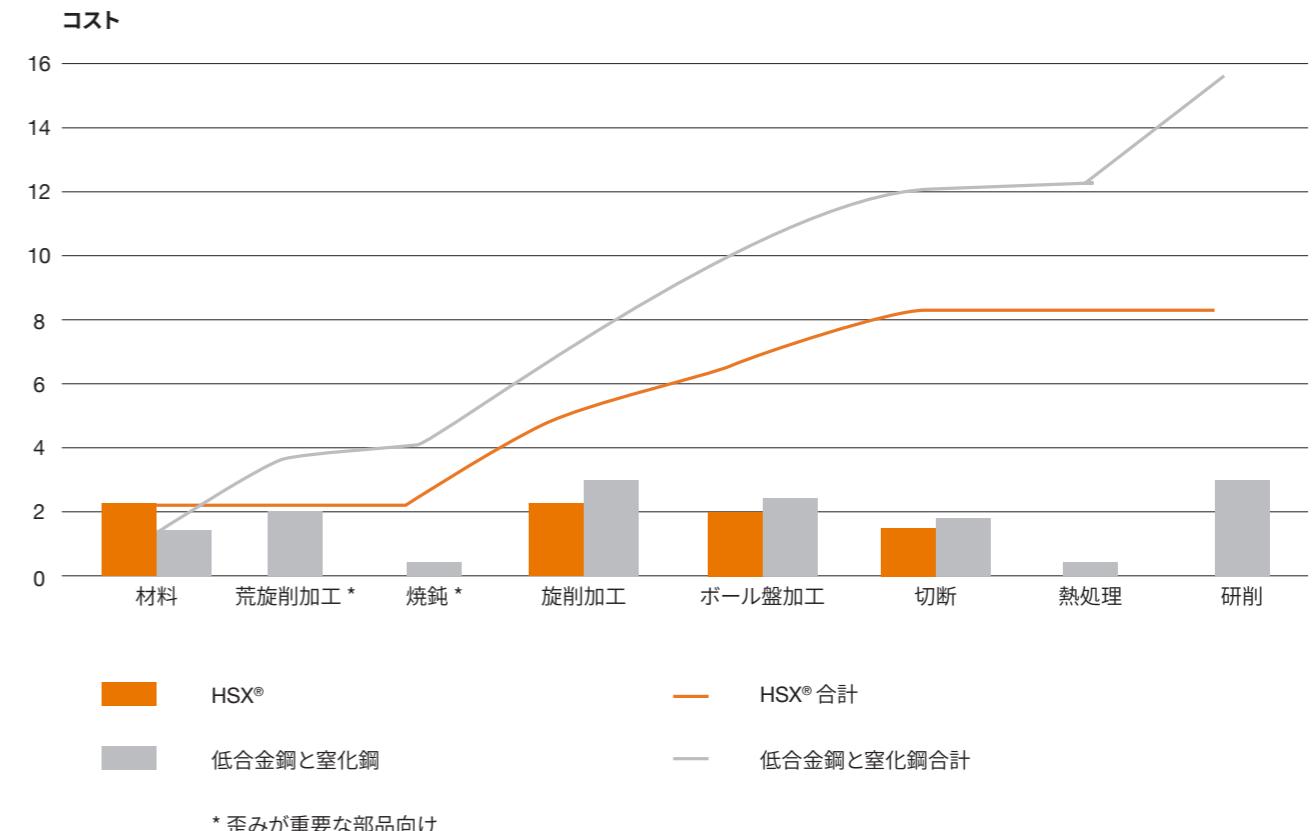
## 複雑さに対応

HSX®は、高い動的負荷や静的負荷に耐えるように調整できます。HSX®を使用した部品は、高い応力にも、衝撃負荷や力の伝達にも耐性があります。

## 被削性

HSX®は切屑くずの処理が容易なため、より迅速で無駄の少ない製造工程の実現に貢献します。切削工具の摩耗を減らし、機械の稼働時間も改善します。

部品コストの比較 HSX®/低合金鋼と窒化鋼



# 部品の機能の向上

卓越した素材、瞠目すべき特質、  
大幅なコスト削減の実現。



標準鋼より最大 50% 高強度

納品時点で非常に高い引張強度と降伏強度を実現



韌性と動的復元力

高い静荷重/動荷重にさらされる部品に最適



良好な被削性

標準的な QT 鋼と比較して、被削性が大幅に優れているため、加工時間を最大 40% 短縮



持続可能なソリューション

通常、熱処理は不要です。製造工程と CO<sub>2</sub> を削減し、部品コストを最大 50% 削減



部品コストを最大 50% 削減

より迅速で無駄の少ない製造工程を実現



部品の品質と信頼性

ロット間でばらつきの少ない一貫したプロセス



不可能を  
可能に



特性

## HSX®と標準鋼の比較

HSX®は標準グレード鋼の代替品となるように設計されています。全サイズで機械的性質が一貫しているため、HSX®は幅広い用途に使用できます。以下に示すように、一連の標準グレード鋼を HSX® 鋼に置き換えることができます。最適なサイズを利用することで、大幅な軽量化とコスト削減を達成できます。

### 標準鋼の降伏強度と HSX® の比較

$R_{p0,2}$  [N/mm<sup>2</sup>]、EN 10277-5、EN 10083-3\*、EN 10085\*\* 準拠

材料番号	EN 規格番号	加工	サイズ範囲 (mm)			
			5-10	> 10-16	> 16-40	> 40-62
1.7034	34CrS4	+C + QT	-	-	590	460
		+QT + C	700	700	580	510
1.7039	41CrS4	+C + QT	-	-	660	560
		+QT + C	750	670	570	570
1.7213	25CrMoS4	+C + QT	-	-	600	450
		+QT + C	700	700	600	520
1.7227	42CrMoS4	+C + QT	-	-	750	650
		+QT + C	770	750	720	650
1.6582	34CrNiMo6	+C + QT	-	-	900	800
		+QT + C	770	750	720	650
1.8159*	51CrV4	+ QT	-	900	800	700
1.6580*	30CrNiMo8	+ QT	-	1050	1050	900
1.8519**	31CrMoV9	+ QT	-	-	900	800

## 特性

## HSX®で保証されている降伏強度

HSX® 110	引抜、丸棒	
HSX® 130	引抜、丸棒	
HSX® Z12	ピーリング済み、丸棒	

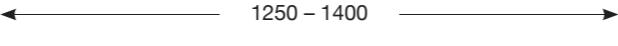
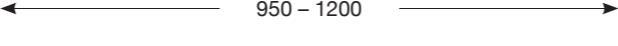
1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa

## 標準鋼の引張強度と HSX® の比較

 $R_m$  [N/mm<sup>2</sup>]、EN 10277-5、EN 10083-3\*、EN 10085\*\* 準拠

サイズ範囲 (mm)						
材料番号	EN 規格番号	加工	5-10	> 10-16	> 16-40	> 40-62
1.7034	34CrS4	+C + QT	-	-	800 – 950	700 – 850
		+QT + C	900 – 1100	900 – 1100	800 – 950	700 – 850
1.7039	41CrS4	+C + QT	-	-	900 – 1100	800 – 950
		+QT + C	1000 – 1200	1000 – 1200	900 – 1100	800 – 950
1.7213	25CrMoS4	+C + QT	-	-	800 – 950	700 – 850
		+QT + C	900 – 1100	900 – 1100	800 – 950	700 – 850
1.7227	42CrMoS4	+C + QT	-	-	1000 – 1200	900 – 1100
		+QT + C	1000 – 1200	1000 – 1200	1000 – 1200	900 – 1100
1.6582	34CrNiMo6	+C + QT	-	-	1100 – 1300	1000 – 1200
		+QT + C	1000 – 1200	1000 – 1200	1000 – 1200	1000 – 1200
1.8159*	51CrV4	+ QT	-	1100 – 1300	1000 – 1200	900 – 1100
		+ QT	-	1100 – 1300	1000 – 1200	900 – 1100
1.6580*	30CrNiMo8	+ QT	-	1250 – 1450	1250 – 1450	1000 – 1300
		+ QT	-	1250 – 1450	1250 – 1450	1000 – 1300
1.8519**	31CrMoV9	+ QT	-	-	1100 – 1300	1000 – 1200
		+ QT	-	-	1100 – 1300	1000 – 1200

## HSX®で保証されている引張強度

HSX® 110	引抜、丸棒	
HSX® 130	引抜、丸棒	
HSX® Z12	ピーリング済み、丸棒	

1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa

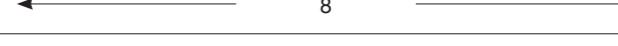
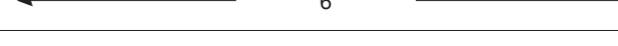
## 特性

## 標準鋼の伸張と HSX® の比較

 $A_5$  [%]、EN 10277-5、EN 10083-3\*、EN 10085\*\* 準拠

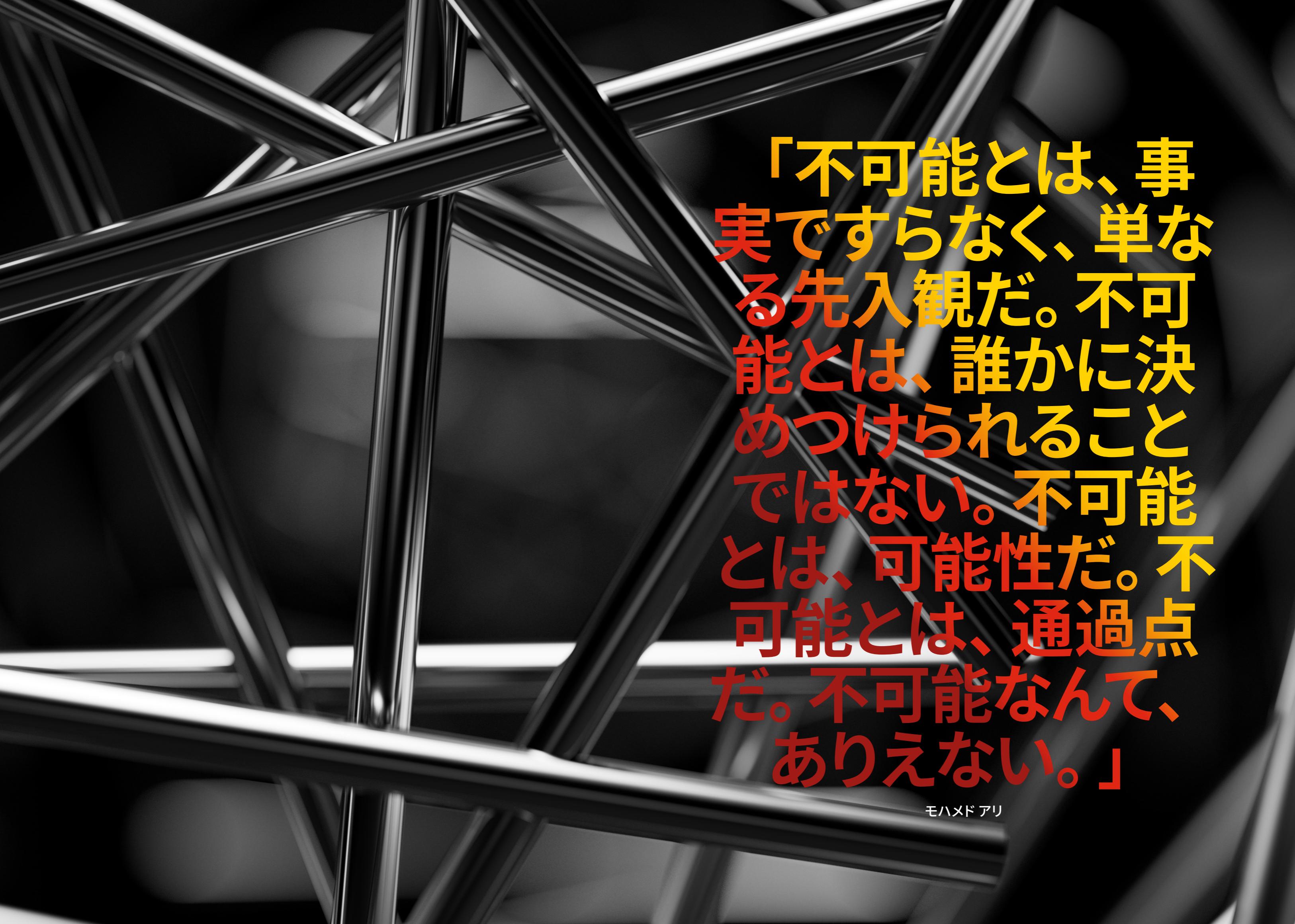
材料番号	EN 規格番号	加工	サイズ範囲 (mm)			
			5-10	> 10-16	> 16-40	> 40-62
1.7034	34CrS4	+C + QT	-	-	-	14
		+QT + C	8	9	9	10
1.7039	41CrS4	+C + QT	-	-	-	12
		+QT + C	8	8	9	10
1.7213	25CrMoS4	+C + QT	-	-	-	14
		+QT + C	9	9	10	11
1.7227	42CrMoS4	+C + QT	-	-	-	11
		+QT + C	8	8	9	10
1.6582	34CrNiMo6	+C + QT	-	-	-	10
		+QT + C	8	8	9	10
1.8159*	51CrV4	+ QT	-	9	10	12
		+ QT	-	9	9	10
1.6580*	30CrNiMo8	+ QT	-	9	9	10
		+ QT	-	-	9	10
1.8519**	31CrMoV9	+ QT	-	-	-	10
		+ QT	-	-	-	10

## HSX®で保証されている引張伸度

HSX® 110	引抜、丸棒	
HSX® 130	引抜、丸棒	
HSX® Z12	ピーリング済み、丸棒	

1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa

+ C 冷間引抜  
+ C + QT 冷間引抜および焼入れ焼戻し  
+ QT + C 焼入れ焼戻しおよび冷間引抜  
+ QT 焼入れ焼戻し



「不可能とは、事実ですらなく、単なる先入観だ。不可能とは、誰かに決めつけられることではない。不可能とは、可能性だ。不可能とは、通過点だ。不可能なんて、ありえない。」

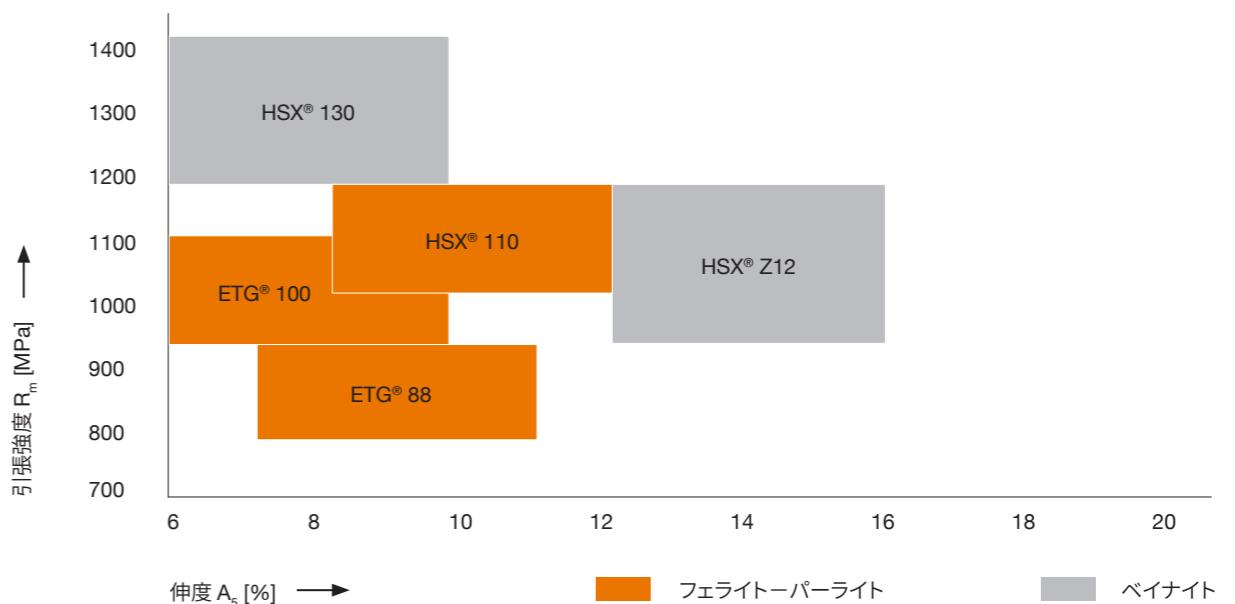
モハメド アリ

**標準鋼のノッチ付衝撃エネルギーと HSX® の比較**  
Av [J]、『key to steel』、EN 10083-3\*、EN 10085\*\* 準拠

材料番号	EN 規格番号	加工	サイズ範囲 (mm)		
			> 10-16	> 16-40	> 40-62
1.7034	34CrS4	+ QT	30	35	35
1.7039	41CrS4	+ QT	30	35	35
1.7213	25CrMoS4	+ QT	45	50	50
1.7227	42CrMoS4	+ QT	30	35	35
1.6582	34CrNiMo6	+ QT	35	45	45
1.8159*	51CrV4	+ QT	-	30	30
1.6580*	30CrNiMo8	+ QT	-	30	35
1.8519**	31CrMoV9	+ QT	-	25	30

+ QT 焼入れ焼戻し

**引張強度と破断点の伸度の関係**



HSX® 110: 高強度で、靭性が向上

HSX® 130: 極めて高強度で、優れた靭性

HSX® Z12: 極めて高い靭性で、優れた強度

**HSX® で保証されているノッチ付衝撃エネルギー**

HSX® 110	引抜、丸棒	← →	ap. 15
HSX® 130	引抜、丸棒	← →	ap. 20
HSX® Z12	ピーリング済み、丸棒	← →	ap. 40

HSX® 110、HSX® 130 および HSX® Z12 は、その幅広い材料特性のため、高負荷や高応力にさらされる部品に特に適しています。HSX® 110 および HSX® 130 は、高強度であるため、トランスミッション部品、カムシャフト、ドライブ シャフト、油圧/空圧部品など、高い静荷重/動荷重を受ける部品に特に適しています。

HSX® Z12 は、その大幅に向上した靭性のため、動荷重と静荷重の複合要素への耐性が要求され、力の伝達に加えて衝撃負荷を受ける部品に使用する場合に最高の利点を発揮します。油圧部品、トルク モーメントが規定されたネジ締め手、高い圧縮応力がかかる部品などがそれにあたります。

## 特性

**化学組成**  
溶解分析 % (重量比、代表値)

	C	Si	Mn	S	Cr	Mo
HSX® 110	0.39	0.75	1.40	0.035	-	-
HSX® 130	0.18	1.20	1.60	0.15	1.20	0.30
HSX® Z12	0.18	1.20	1.60	0.15	1.20	0.30

**機械的性質  
代表値**

静荷重			HSX® 110	HSX® 130	HSX® Z12	
降伏強度	R <sub>p0.2</sub>	N/mm <sup>2</sup>	min.	950	1200	800
引張強度	R <sub>m</sub>	N/mm <sup>2</sup>	min.	1050	1250	950
伸び		N/mm <sup>2</sup>	max.	1200	1400	1200
	A <sub>s</sub>	%	min.	8	6	12

## 硬さ

HRc		ap.	35	42	31	
HB		ap.	330	395	300	
シャルピー衝撃試験	A <sub>v</sub> <sub>RT</sub>	J	ap.	10	20	40
	A <sub>v</sub> <sub>-20°C</sub>	J	ap.	8	16	20

動的			HSX® 110	HSX® 130	HSX® Z12	
引張/圧縮	σ <sub>w</sub>	N/mm <sup>2</sup>	ap.	485	545	485
片振り	σ <sub>sch</sub>	N/mm <sup>2</sup>	ap.	385	445	385
逆曲げ	σ <sub>bw</sub>	N/mm <sup>2</sup>	ap.	515	585	525

疲労限界は平滑な試験片で設定。

1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa

## 特性

## 製品群

鋼材カテゴリー	加工	サイズ範囲 (mm)	公差
HSX® 110	引抜、丸棒	8 – 50	h11
HSX® 130	引抜、丸棒	17 – 55	h11
HSX® Z12	ピーリング済み、丸棒	18 – 62	h11

鋼材の長さ: 標準 3m、その他の長さはご要望に応じます。  
端面の色分け: HSX® 110 トラフィック オレンジ、HSX® 130 ルビーレッド、HSX® Z12 トラフィック パープル。



**Let's defy  
convention**

# 用途

世界中のあらゆる業界で、当社のお客様は不可能を可能にしています。当社も力を合わせ、すべての皆さんに、よりスマートで、環境に優しく、効率的な未来を築いていきます。

## 可動性

より小さく。伝達力は変えずに部品を小型化することで、動く物ならどんなものでも製品そのものを軽量化します。

HSX®を使用した部品は、動く製品の種類を問わず標準鋼よりも優れています。



## 機械工学

より精緻に。複雑な耐荷重部品やシステムの精密部品の製造に最適です。

HSX®を使用することで、製造工程がさらに短縮され、より安全になります。

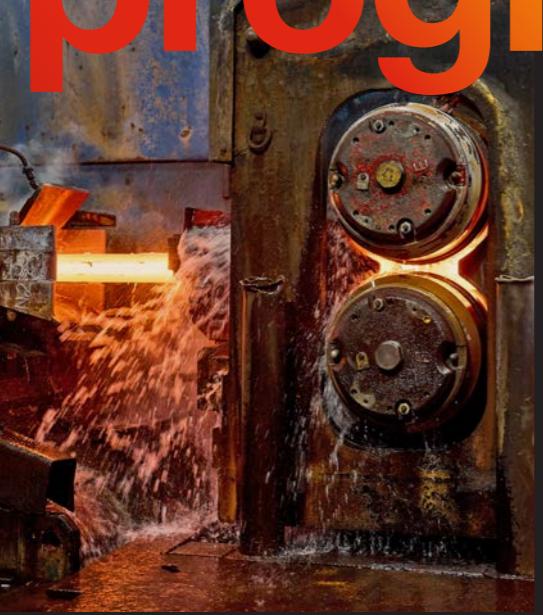


## 油圧

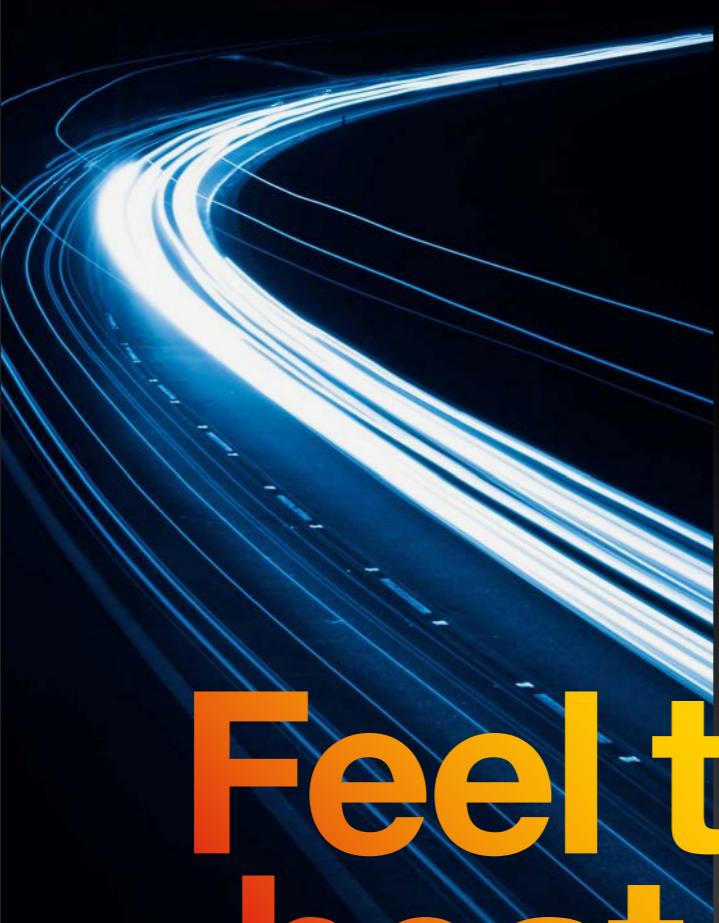
高負荷作業に。産業用油圧システムの堅牢性を向上させます。

HSX®は、高い静荷重/動荷重、圧力パルス、力の変動に対する要求を満たします。





**Feel the  
heat of  
progress**



# 極めて高い強度と強靭なパフォーマンス

**HSX® 鋼は、その強靭なパフォーマンスのために、複雑な部品に適しています。鋼と製造に関するノウハウを組み合わせ、常識にとらわれないエンジニアリングを実現しました。**

さまざまな機械加工プロセスにおける適応値  
加工指針  $v_c$  [m/min] および  $f$  [mm/E]

機械加工工程	$v_c$ / $f$	加工	HSX® 110	HSX® 130	HSX® Z12
マルチスピンドル CNC 旋盤加工 (超硬工具、コーティング)	$v_c$	ラフィング	190 – 250	190 – 250	200 – 260
	$f$		0.20 – 0.60	0.20 – 0.60	0.20 – 0.60
	$v_c$	仕上げ加工	200 – 260	200 – 260	210 – 270
	$f$		0.10 – 0.30	0.10 – 0.30	0.10 – 0.30
	$v_c$	プランジ加工/ 突切り加工	120 – 200	120 – 200	140 – 220
	$f$		0.15 – 0.40	0.10 – 0.40	0.10 – 0.40
マルチスピンドル CAM 旋盤加工 (ストレート旋盤加工 - 超硬工具、 コーティング)	$v_c$	ラフィング	150 – 210	130 – 190	160 – 220
	$f$		0.05 – 0.20	0.05 – 0.20	0.05 – 0.20
	$v_c$	仕上げ加工	160 – 220	140 – 200	170 – 230
	$f$		0.03 – 0.15	0.03 – 0.15	0.03 – 0.15
	$v_c$	プランジ加工/ 突切り加工	100 – 160	90 – 150	80 – 140
	$f$		0.10 – 0.35	0.10 – 0.35	0.10 – 0.35

<b>ショートベッド旋盤加工 CNC</b> (超硬工具、コーティング)	$v_c$	ラフィング	190 – 250	190 – 250	200 – 260
	$f$		0.20 – 0.60	0.20 – 0.60	0.20 – 0.60
<b>普通旋盤加工 CNC</b> (超硬工具、コーティング)	$v_c$	仕上げ加工	200 – 260	200 – 260	210 – 270
	$f$		0.10 – 0.30	0.10 – 0.30	0.10 – 0.30
<b>ボール盤加工</b> (インサートドリル ピット - 超硬工具、コーティング)	$v_c$	ラフィング	120 – 200	120 – 200	140 – 220
	$f$		0.15 – 0.40	0.10 – 0.40	0.10 – 0.40
<b>ボール盤加工</b> (HSS、コーティング)	$v_c$	ラフィング	130 – 190	110 – 170	140 – 200
	$f$		0.05 – 0.25	0.05 – 0.25	0.05 – 0.25
<b>リミング加工</b> (超硬工具、コーティング)	$v_c$	仕上げ加工	140 – 200	120 – 180	150 – 210
	$f$		0.05 – 0.25	0.05 – 0.25	0.05 – 0.25
<b>ネジ切り加工 (内ネジ/外ネジ)</b>	$v_c$	プランジ加工/ 突切り加工	50 – 90	40 – 80	30 – 70
	$f$		0.05 – 0.30	0.05 – 0.30	0.05 – 0.30
<b>ボール盤加工</b> (インサートドリル ピット - 超硬工具、コーティング)	$v_c$		110 – 170	90 – 150	100 – 160
	$f$		0.10 – 0.30	0.10 – 0.30	0.10 – 0.30
<b>ボール盤加工</b> (HSS、コーティング)	$v_c$		30 – 70	25 – 65	20 – 60
	$f$		0.05 – 0.20	0.05 – 0.20	0.05 – 0.20
<b>リミング加工</b> (超硬工具、コーティング)	$v_c$		25 – 30	25 – 30	25 – 30
	$f$		0.10 – 0.30	0.10 – 0.30	0.10 – 0.30
ネジ切り修復加工 - 超硬工具、 コーティング					
$v_c$					
60 – 150					
切削加工 - 超硬工具、コーティング					
$v_c$					
6 – 9					
成形 - HSS、コーティング					
$v_c$					
8 – 20					

値は、機械静力学、刃先形状、冷却潤滑剤、寸法、ドリル径により変動

# 一般的な推奨事項

## HSX® 鋼に関する推奨事項

- 銳角、キー溝、側孔の上では焼入れを避けてください。
- 薄肉部品を焼入れしないでください。
- 他の圧延/引抜材と同様に、端面や球状の部分は、焼入れ前に 180~200 °C で応力除去する必要があります。HSX® 110 も境界部がわずかに脱炭されているため、この部分の高周波焼入れ効果は減少しています。
- 表面の欠陥が存在する可能性があるため、引抜面の焼入れは避ける必要があります。ノッチ効果のため、欠陥部分の焼入れ応力によって亀裂が発生する可能性があります。
- 齒車を焼入れする場合、歯元も 0.2 mm の深さまで焼入れする必要があります。
- 焼入れ応力による焼割れの発生を防ぐため、焼き入れ部品には焼き戻し (~140 °C、1 時間) が必要です。

# 熱処理

## HSX® の熱処理に関する情報

HSX® の強度の高さは焼戻し鋼と同じ数値範囲にあり、ほとんどの場合は追加の熱処理が必要ありません。耐摩耗性や疲労強度がさらに必要な場合は、さまざまな表面硬化処理を施すことができます。基本となる強度が高いため、良好な下地構造が保証されており、次の熱処理工程の前提条件を理想的に満たしています。

- HSX® 110: 高周波焼入れ浸炭窒化
- HSX® 130: 浸炭窒化
- HSX® Z12: 浸炭窒化

## 高周波焼き入れ HSX® 110 (HF)

- 処理温度: 930 – 980 °C
- 急冷媒体: ポリマー
- 達成可能な硬度: 50 – 55 HRC
- 烧割れの深さは最低限にとどめるべきで、通常は 1 mm 以下とします。複雑な部品の場合は、550 ~ 580 °C での初期応力除去操作を推奨します。急冷媒体として水を使用すると、硬度は高くなるものの、焼き割れが発生するおそれがあります。

# 軟窒化

## 軟窒化

軟窒化により、鋼の耐摩耗性と耐食性が向上します。また、材料の曲げ疲労強度も向上します。

### ガス軟窒化 (2段階)

- 処理温度: 第1段階: 500 ~ 520 °C、第2段階: 530 ~ 550 °C
- 雰囲気: 第1段階: 70 ~ 75% NH<sub>3</sub>、第2段階: 50 ~ 80% NH<sub>3</sub>
- 処理時間: 24 ~ 48 時間
- 化合物層の厚さ: 約 15 μm
- 急冷媒体: ガス冷却、水、油

HSX® 110 および HSX® 130 に軟窒化処理を施すと、通常、引張強度が約 10 ~ 20% 低下します。

### プラズマ軟窒化

- 処理温度: 480 ~ 510 °C
- 処理時間: 20 ~ 36 時間
- 化合物層の厚さ: 最大 10 μm。このプロセス (真空中でのグロー放電軟窒化処理) は、HSX® で良好な結果を出しています。

処理温度が低いため、ガス軟窒化処理よりも中心部の強度の低下は少なくなります。

## 軟窒化

加工	材料	表面硬度HV <sub>0.5</sub> *	中心部硬度HV <sub>0.5</sub>	限界硬度になる窒化硬度深さ mm	
				24 h	48 h
ガス軟窒化	HSX® 110	450 ~ 600	300	0.40	0.50
ガス軟窒化	HSX® 130 HSX® Z12	600 ~ 800	330	0.40	0.45
プラズマ軟窒化	HSX® 130 HSX® Z12	600 ~ 850	350	0.30	0.55

数値はすべて代表値です。

\* 端から 0.1 mm の距離で測定

採用する軟窒化処理によっては、添加した水素を除去するために、350 °C で 2 時間以上の焼戻しが必要な場合があります。

# 加工情報

## 表面仕上げ

HSX® の表面仕上げは、EN 10277-1 の仕様に対応しています。HSX® 鋼は標準でクラック検査済みです。クラス 3 の表面仕上げを保証します。標準棒材の場合、棒材の両端 (最大 50 mm) は検査できないので注意してください。

表面の欠陥により問題 (表面硬化による切欠き応力集中の影響など) がいる場合は、材料の表面を欠陥の許容深さ以上まで除去する必要があります。

HSX® 110 では、ほとんどの表面仕上げが適用できます。例えば、溶融亜鉛メッキ、クロメート処理、クロムメッキ、ニッケルメッキ、アルカリ黒染処理も容易です。マンガン硫化物を含むため、酸洗いと中和の際には特別な注意が必要です。表面仕上げの処理温度は、500 °C を超えないようにしてください。最適な結果を得るには、研磨された材料が必要です。

HSX® 130 と HSX® Z12 の化学組成のため、調質工程と表面処理を入念に調整することが不可欠です。

# Steel beyond limits

## 常識を打ち破る

クリエイティブな思想を情熱をもって伝えます。

一般的な鋼材の枠を超えた商品をご希望の技術革新、サポート、サービスと共に提供いたします。工程削減の可能性を無料で計算し、無料のトライアルを行うことで、お客様にとって、無駄の少ない、より安全な、より競争力のある製造を可能にします。

### スタッフ



当社は、30年以上にわたり、お客様やサプライヤー、大学や研究機関とパートナーシップを組み、常識を打ち破ることを目指してきました。力を合わせて限界を突破し、ともに新たな未来を作ります。

### ネットワーク



世界をカバーしつつも、各地のお客様との関係を大切にします。当社の専門知識と経験を、無駄のない効率的な事業運営にお役立てください。当社の高品質なテクニカルサービスは、オンラインでもリモートでも、アクセスの良さと迅速なコミュニケーションを提供し、さらに効率的な運用をサポートします。

### 製造



当社は製造工程をモニタリングし、可能な限り無駄のない効率的な運営を行っています。この取り組みにより、製品の信頼性を最大限に維持しています。

### テストプロセス



厳格な製造テストと品質管理チェックにより、極めて厳しい公差内の高品質が一貫して保たれます。



Together.  
For a future  
that matters.

当社は、予告なしに変更および技術的改良を行う権利を留保します。誤記および脱字を除きます。製品別データシートは、このカタログに記載されている内容よりも優先されます。特定の性能特性は、契約締結時に合意があった場合に限り拘束力を有します。



HSX® は Steeltec AG および Steeltec GmbH  
で製造されています

[info.engineering@swisssteelgroup.com](mailto:info.engineering@swisssteelgroup.com)  
[www.swisssteel-group.com](http://www.swisssteel-group.com)