

# Steel beyond limits

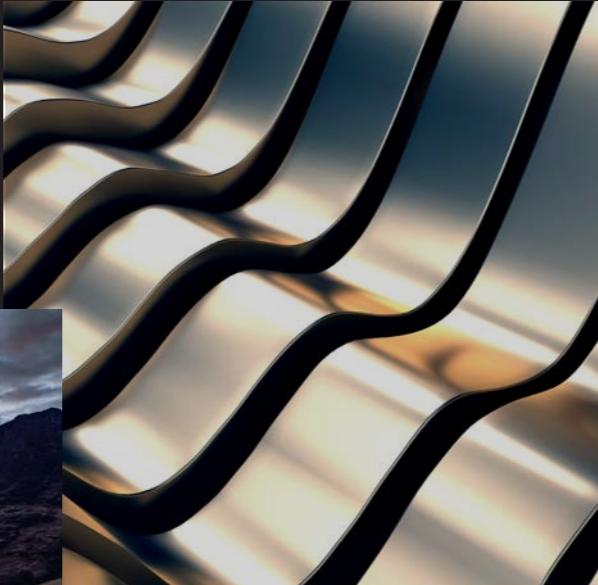
ETG® 25





マルチパー  
パスな  
高強度銅

# Steel beyond limits



これは単なる鋼材ではありません、エンジニアリング思想の具現化です。

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、それを形にし、曲げ、加工し、溶接するのです。

ETG® 25 は単にプレミアム製品であるだけではなく、1つ思想です。強靭さ、創造性、可能性の象徴です。高張力鋼板は、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にしてきました。



ETG® 25

## ETG® 25 を選ぶべき理由

ETG® 25 は、不可能を可能にします。複数の工程を経ることで複雑な部品も製造できます。

### 高強度

強度区分 8.8 EN ISO 898-1 に相当する機械的性質を実現。追加の熱処理は不要です。

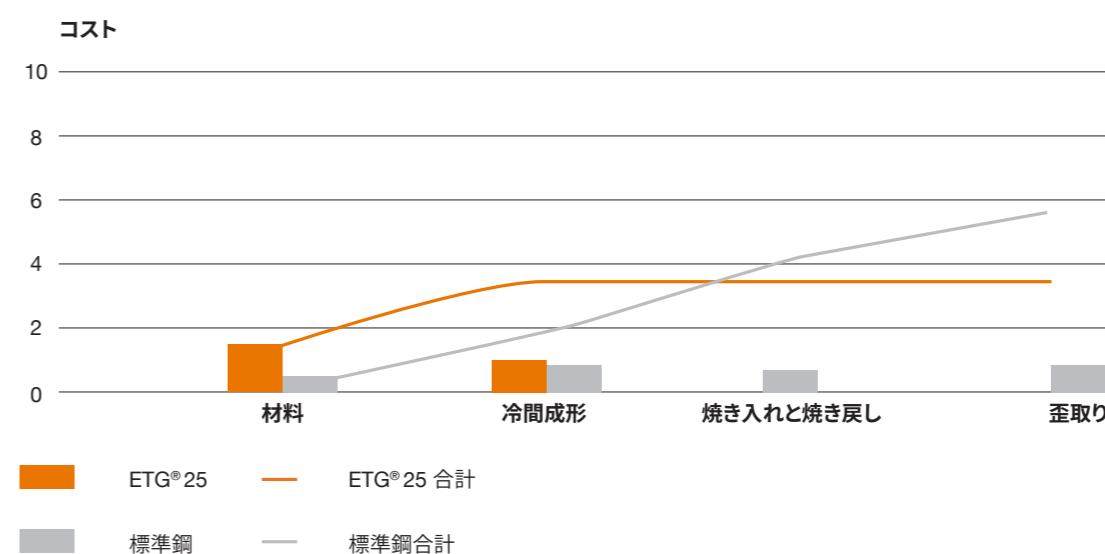
### 冷間成形性と曲げ加工性

冷間成形が可能で、亀裂のリスクが低く曲げ加工性に優れています。製造工程の削減と部品コストの低減を実現します。

### 多目的用途に対応

圧延、機械加工、溶接など、複数の工程を経て製造される複雑な部品に最適です。不格品の量が大幅に減少します。

### 部品コストの比較: ETG® 25/標準鋼



# 製造能力の向上

卓越した素材、瞠目すべき特質、高強度でありながら、機械加工、曲げ、溶接が可能。



標準鋼より最大  
50% 高強度

高い引張強度と降伏強度 - 強度区分  
8.8 (EN ISO 898-1) に相当する機械的有用性



溶接性 – CET 0.40

ETG® 25 は、高強度でありながら特に溶接に最適



優れた切削性

$v_c$  最大 260 m/分。向上した切屑排出性、機械加工後の良好な表面仕上げ、内部応力や歪みの小ささ



持続可能なソリューション

通常、熱処理は不要。製造工程と  $\text{CO}_2$  を削減。部品コストを最大 50% 削減



冷間成形性と曲げ加工性

DIN 50111 に準拠した曲げ試験において引張側での亀裂発生なし



特別な製造工程による格別な特性

残留応力の低さ、疲労強度の高さと耐摩耗性の高さ

# 無限の可能性を秘めた製品群

## 製品領域

| 鋼材カテゴリー | 加工    | サイズ範囲 (mm)                  | 公差        |
|---------|-------|-----------------------------|-----------|
| ETG® 25 | 引抜、丸棒 | ≥ 4.0 – ≤ 28.0<br>≥ 28 – 40 | h9<br>h11 |
|         | 研削、丸棒 | ≥ 4.0 – ≤ 28.0              | ≥ IT 6    |

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: カドミウム イエロー  
表面仕上げと表面品質: クラス 3 (EN 10277-1 による)

レギュラー サイズは在庫があります。加工特性など特殊な要求に対応するその他のカテゴリーも特注にて承ります。

## 加工特性 指針値

### 静荷重

| 寸法        | Ø                    | mm                | ≤ 16      | > 16 – 30 | > 30 – 40 |
|-----------|----------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| 降伏強度      | $R_{p0.2}$           | N/mm <sup>2</sup> | ≥ 660     | ≥ 660     | ≥ 660     |
| 引張強度      | $R_m$                | N/mm <sup>2</sup> | 800 – 950 | 830 – 950 | 800 – 950 |
| 極限伸度      | $A_s$                | %                 | ≥ 12      | ≥ 12      | ≥ 12      |
| 断面積の減少    | Z                    | %                 | ≥ 45      | ≥ 45      | ≥ 45      |
| 硬度        | HV10                 | -                 | 230 – 300 | 255 – 336 | 230 – 300 |
| シャルピー衝撃試験 | $A_{u_{RT}}$ (ISO-U) | J                 | ≥ 22      | ≥ 22      | ≥ 22      |

### 動荷重

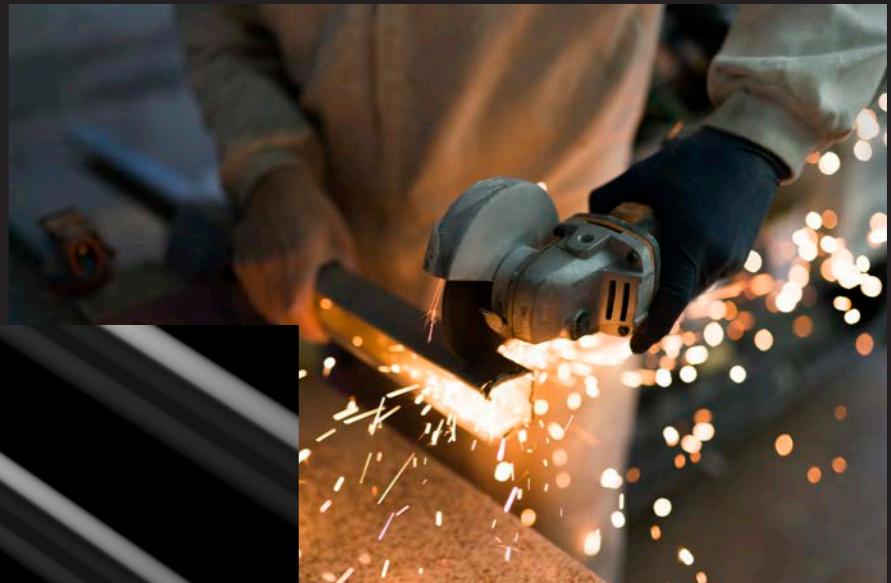
|                        |                |                   |   |         |   |
|------------------------|----------------|-------------------|---|---------|---|
| 引張/圧縮                  | $\sigma_{zdw}$ | N/mm <sup>2</sup> | - | ca. 360 | - |
| 逆曲げ                    | -              | -                 | - | -       | - |
| ノッチなし試験片               | $\sigma_{bw}$  | N/mm <sup>2</sup> | - | ca. 390 | - |
| ノッチ付試験片<br>$a_k = 4.0$ | $\sigma_{bw}$  | N/mm <sup>2</sup> | - | ca. 125 | - |
| ねじり反転                  | $T_{tw}$       | N/mm <sup>2</sup> | - | ca. 175 | - |

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

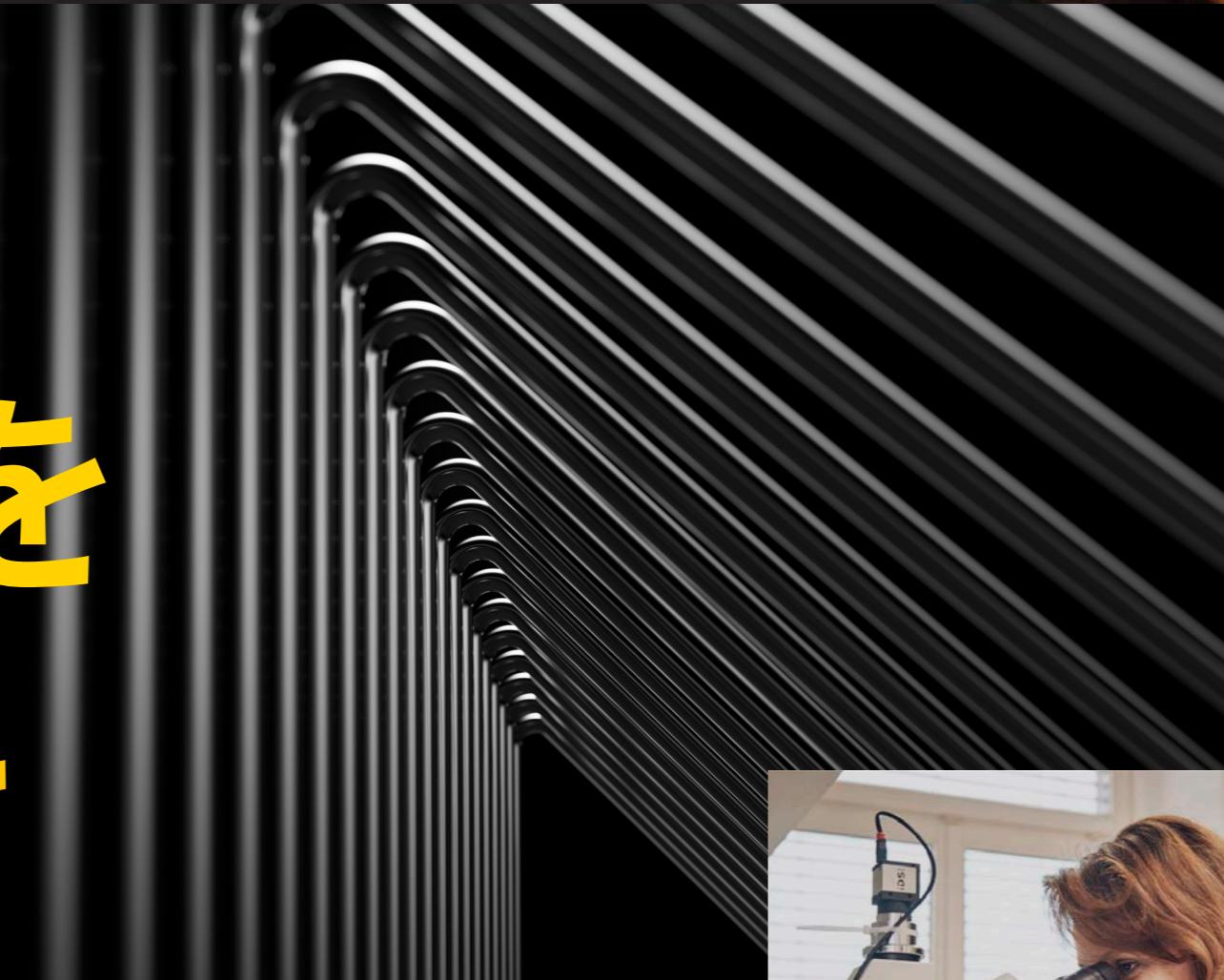
## 化学組成 溶解分析 % (重量比)

| 元素 | C    | Si   | Mn   | P    | S    |
|----|------|------|------|------|------|
| 最小 | 0.24 | 0.10 | 1.20 | -    | 0.02 |
| 最大 | 0.29 | 0.30 | 1.50 | 0.04 | 0.04 |

EN 10087 に準拠した鋳造分析の規定限界値からの製品分析の逸脱。  
アルミニウムまたは同様の効果を持つ作用物質で削除。分析は SAE 1527 に準拠しており、28Mn6 (WSt-Nr.1.1170) と比較可能。



不可能を  
可能に



# 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。ETG® 25は、断面全体および全サイズにわたり、引抜材として最適で一貫した加工特性を実現します。また、ETG® 25を使用した部品は、最大限の性能が要求される用途において標準鋼よりも優れています。

## より小さく

小型部品の設計において、性能を損なうことなく製品そのものの重量を低減できます。



## より長く

より高い疲労強度と耐久性を持つ冷間縦断面 ネジ切りボルトの製造により、部品を長寿命化します。



## 無駄を省く

複雑な部品の製造において、製造工程を減らします。



## より複雑なものを

最も要求の厳しい複雑な部品のためのさまざまな加工方法を組み合わせることができます。



# 高強度で多目的に対応可能

ETG® 25 は標準鋼の期待の上を行く「調整済み鋼」です。曲げ、加工し、研磨することで、常識にとらわれないエンジニアリングを実現します。

## 曲げ性

ETG® 25 は、高強度でありながら曲げ加工が容易です。DIN 50111 準拠の技術的曲げ試験において ETG® 25 をプレスで 180° 曲げても、引張側に亀裂が入ることはありません。

## 被削性

ETG® 25 は特に機械加工に適しており、同程度の強度の焼き入れ焼き戻し品と比較して以下のようない点があります。

- 切屑排出性の向上
- 機械加工後の良好な表面仕上げ
- 内部応力の低さ
- 歪みの低さ

## 表面仕上げ

ETG® 25 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、アルカリ黒染処理などがあります。処理温度が 300 °C を超えると、降伏強度と引張強度が多少低下することにご留意ください。酸化物を除去するための酸洗いは不要です。亜鉛メッキが正しく行われれば、水素脆化のおそれはありません。表面仕上げの場合は、研磨された材料を推奨します。

## さまざまな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]

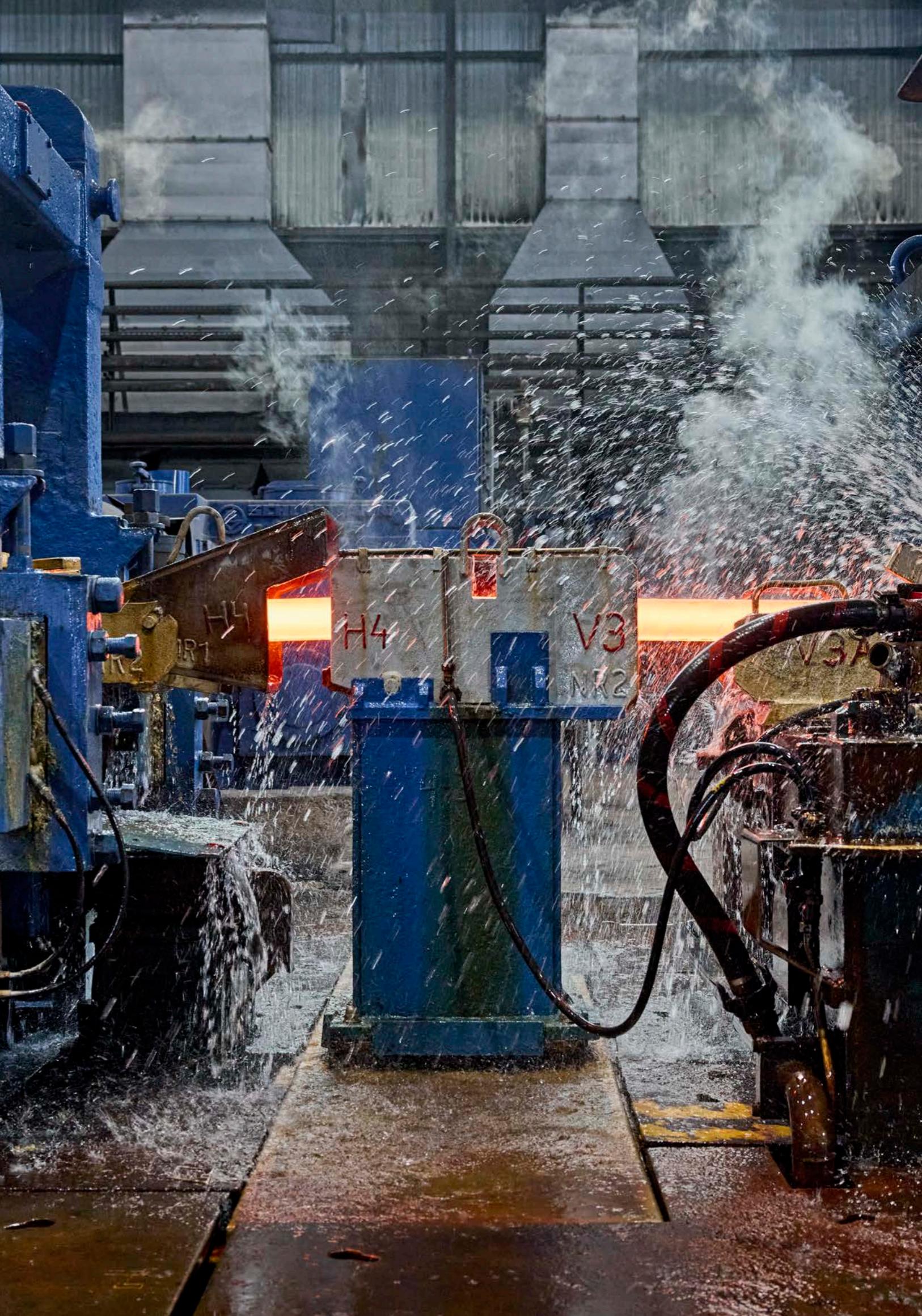
| 加工工程  | $v_c$ / $f$  | 加工           | ETG® 25                  |
|---|--------------|--------------|--------------------------|
| <b>マルチスピンドル<br/>CNC 旋盤加工</b><br>(超硬工具、コーティング)             | $v_c$<br>$f$ | 荒加工          | 190 – 250<br>0.20 – 0.60 |
|   | $v_c$<br>$f$ | 仕上げ加工        | 200 – 260<br>0.10 – 0.30 |
|   | $v_c$<br>$f$ | プランジ加工/突切り加工 | 160 – 240<br>0.10 – 0.40 |
| <b>マルチスピンドル<br/>CAM 旋盤加工</b><br>(ストレート旋盤加工 - 超硬工具、コーティング) | $v_c$<br>$f$ | 荒加工          | 150 – 210<br>0.05 – 0.20 |
|   | $v_c$<br>$f$ | 仕上げ加工        | 160 – 220<br>0.03 – 0.15 |
|   | $v_c$<br>$f$ | プランジ加工/突切り加工 | 100 – 160<br>0.10 – 0.35 |
| <b>ショートベッド旋盤加工 CNC</b><br>(超硬工具、コーティング)                   | $v_c$<br>$f$ | 荒加工          | 190 – 250<br>0.20 – 0.60 |
|   | $v_c$<br>$f$ | 仕上げ加工        | 200 – 260<br>0.10 – 0.30 |
|   | $v_c$<br>$f$ | プランジ加工/突切り加工 | 160 – 240<br>0.10 – 0.40 |
| <b>普通旋盤加工 CNC</b><br>(超硬工具、コーティング)                        | $v_c$<br>$f$ | 荒加工          | 130 – 190<br>0.05 – 0.25 |
|   | $v_c$<br>$f$ | 仕上げ加工        | 140 – 200<br>0.03 – 0.15 |
|   | $v_c$<br>$f$ | プランジ加工/突切り加工 | 50 – 90<br>0.05 – 0.30   |

続く →

## テクニカルディテール

|  |       |             |
|--|-------|-------------|
| ボール盤加工<br>(インサートドリル ビット - 超硬工具、コーティング) | $v_c$ | 60 – 110    |
|  | $f$   | 0.05 – 0.30 |
| ボール盤加工<br>(HSS、コーティング)                 | $v_c$ | 20 – 70     |
|  | $f$   | 0.05 – 0.20 |
| リーミング加工<br>(超硬工具、コーティング)               | $v_c$ | 25 – 30     |
|  | $f$   | 0.10 – 0.30 |
| ネジ切り (内ネジ/外ネジ)                         |       |             |
| ネジ切り修復加工 - 超硬工具、コーティング                 | $v_c$ | 40 – 90     |
| 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



## 溶接性

ETG® 25 は、高強度でありながら特に溶接に適しています。ただし、溶接条件と溶接金属によっては、溶接部と熱影響部の両方で強度低下と硬度上昇が起こる可能性があることを念頭に置いてください。硬度上昇は、ETG® 25 の化学組成に起因するわずかなもので、400 ~ 450 °C の焼き戻しで除去できます。

## 熱融着溶接

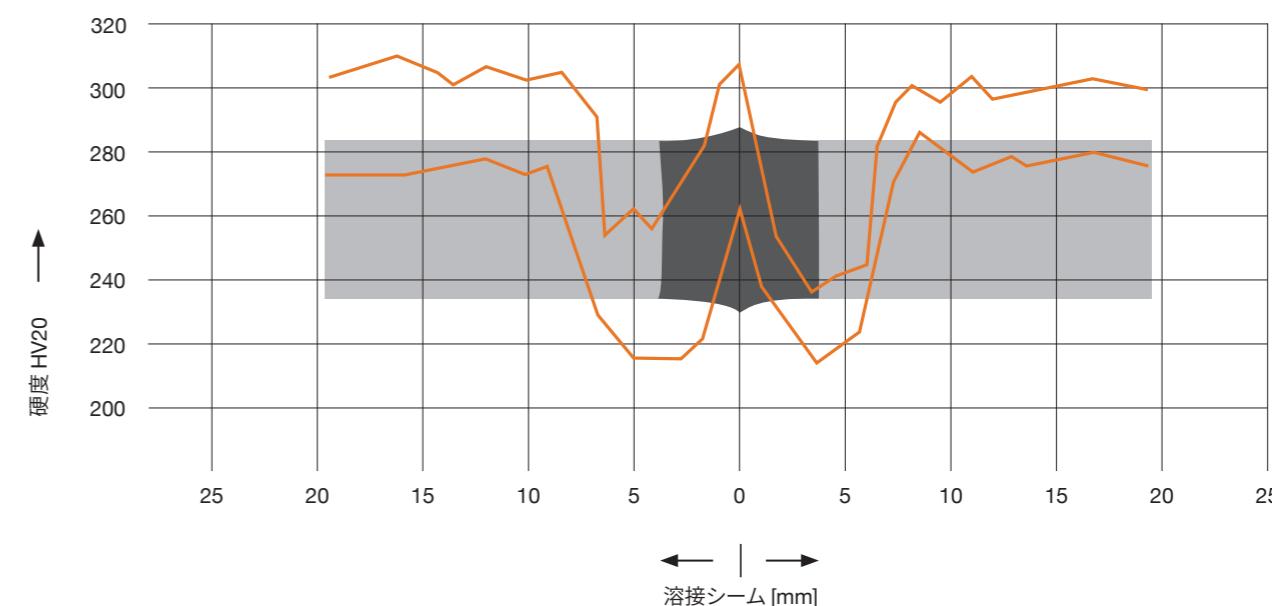
溶接は、かならず可能な限り低い熱量で行うよう注意してください。強度低下は母材だけでなく、使用的する溶接金属にも左右されます。最良の結果を得るには、ガスシールド溶接を使用します。MIG 溶接を例に示します。

- ETG® 25 Ø 9 mm
- 溶接金属 Böhler 2.5 Ni-IG (ER 80, S-Ni 2)
- くさび形にフライス加工された溶接ポイント (X シーム)

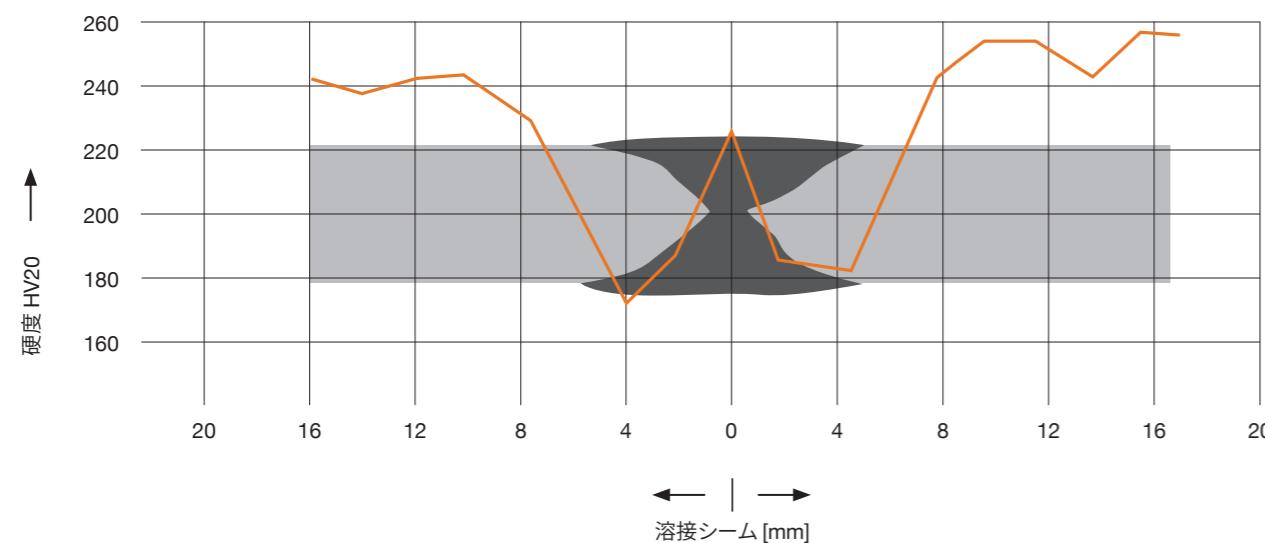
## 加圧溶接

### 突き合わせ溶接と、フラッシュ溶接

例: フラッシュ溶接 ETG® 25, Ø 18.25 mm

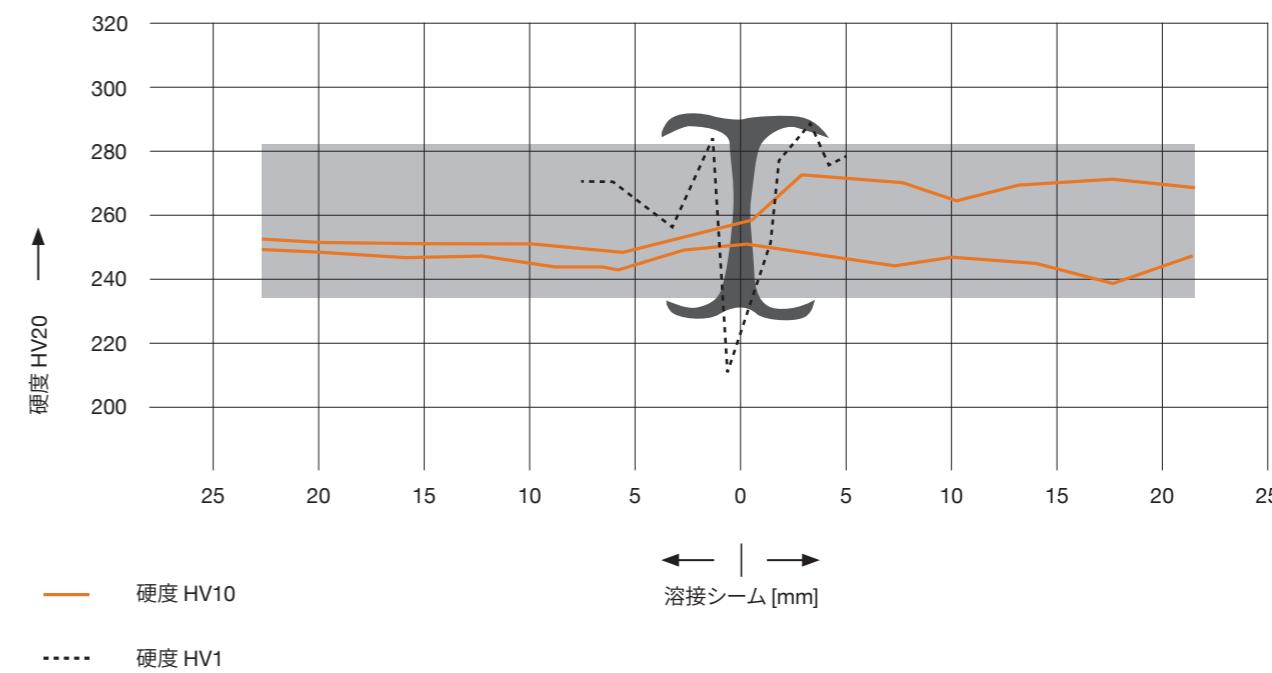


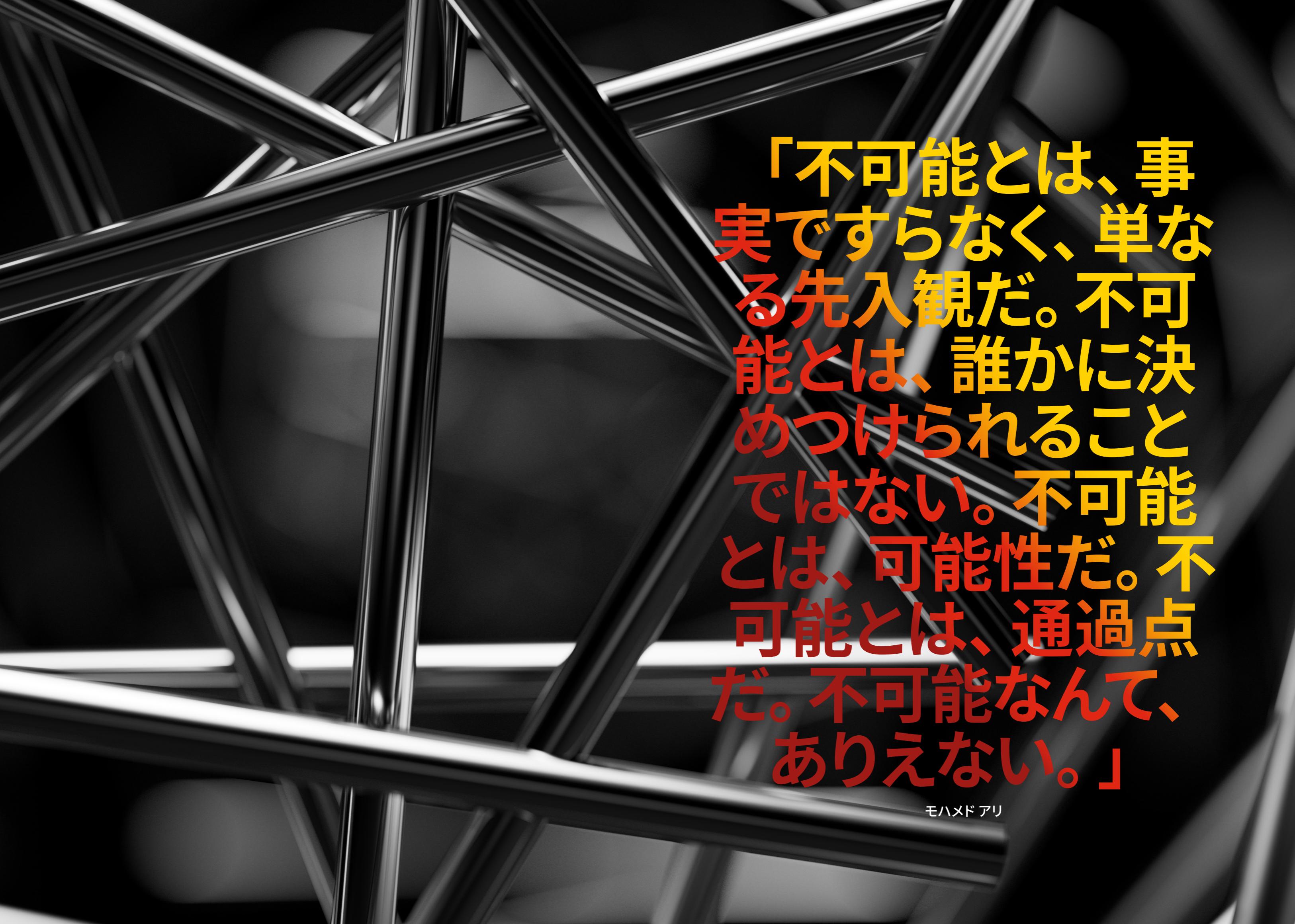
## 熱融着溶接



## 摩擦溶接

ETG® 25 と ETG® 25, Ø 18.25 mm





「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

# 成形部品用 ETG® 25

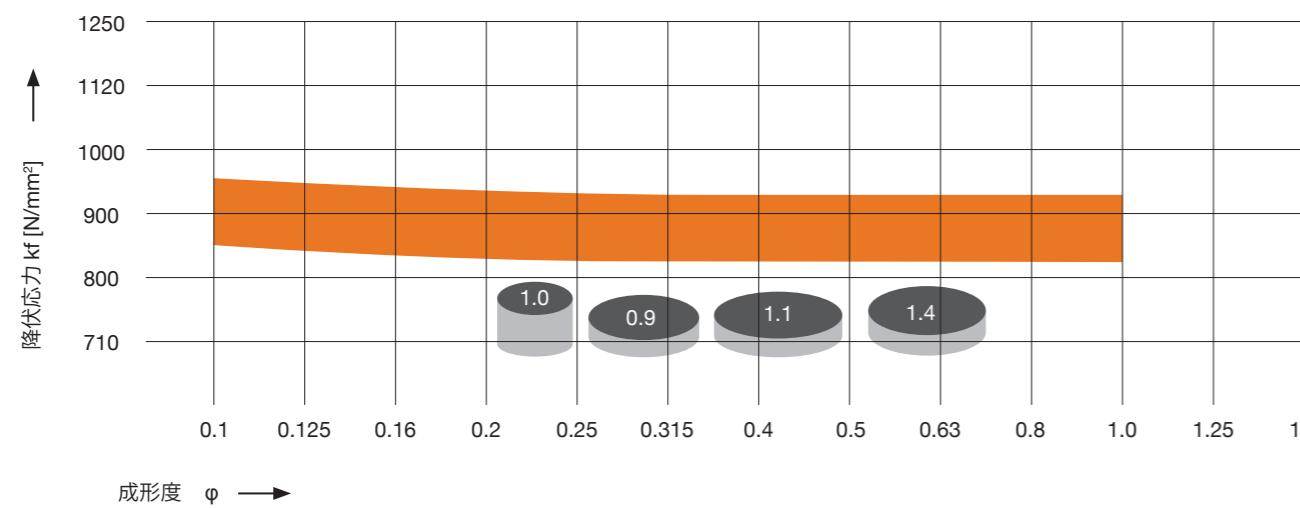
## 冷間成形

すべての最終成形部品と同様に、鍛造部品についても、使用時に部品に作用する荷重と必ず同じ方向に成形が行われるように注意する必要があります。荷重が反対方向に作用すると、降伏強度の低下につながる可能性があります（バウシング効果）。強度と硬度には影響しません。その後 350 °C で焼き戻しすると、この効果を元に戻すことができます。降伏強度は元の値に戻ります。

## フロー曲線

円筒鍛造試験 ( $\varnothing 10 \times 16 \text{ mm}$ ) によるもので、範囲は  $\pm 50 \text{ N/mm}^2$  です。特殊な製造工程のため、ETG® 25 には通常とは異なる流動特性があります。材料の降伏強度が高いため、低い成形度でも比較的大きな成形力を必要とします。流動抵抗は、従来の鋼の場合とは異なり、成形度が高くても一定に保たれます。

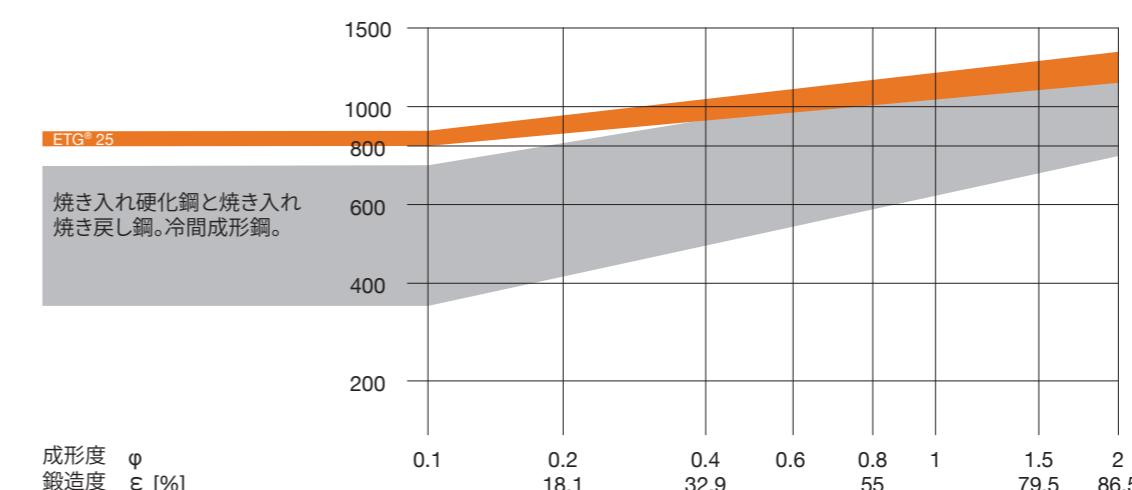
## フロー曲線 ETG® 25



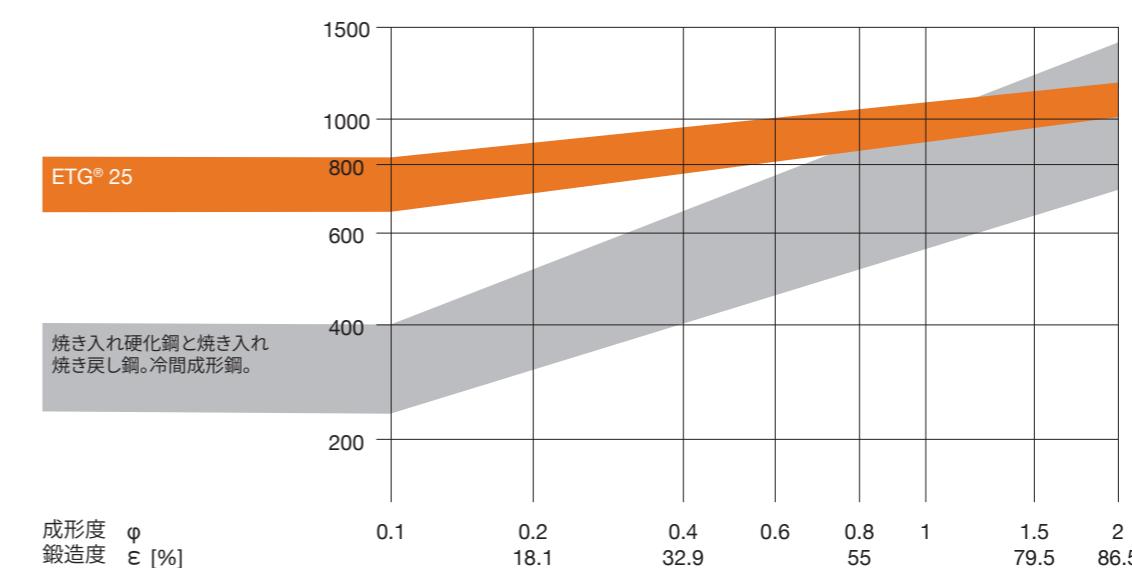
# 冷間成形後の加工特性

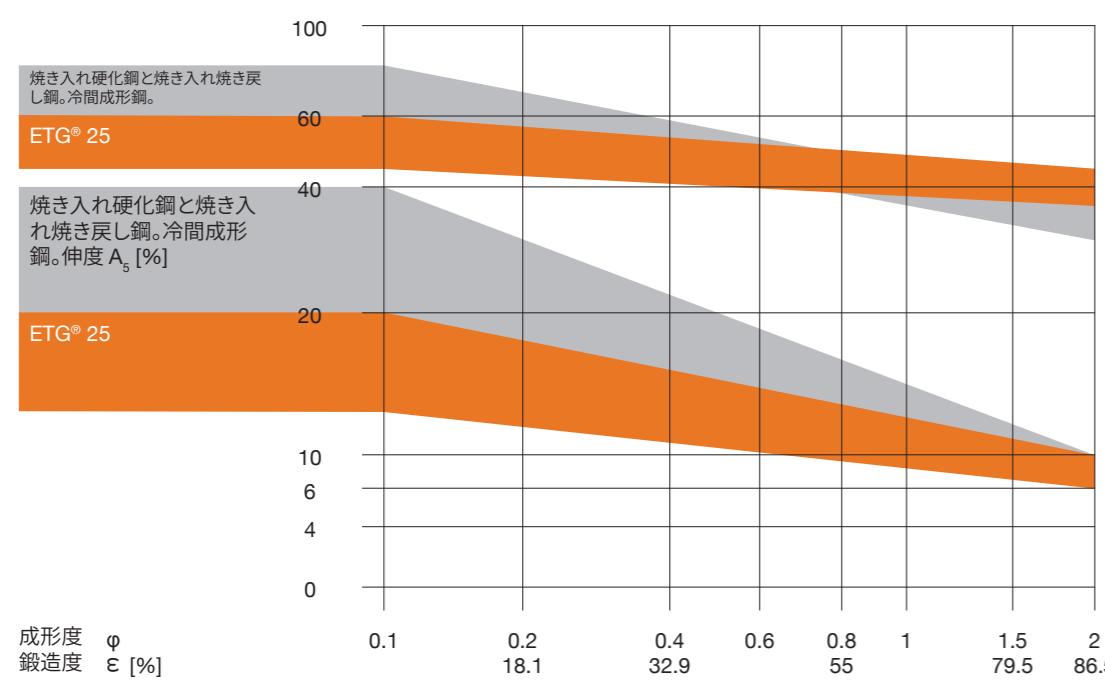
成形度と鍛造に関して、ETG® 25 の平均値を従来の鋼と比較。

## 引張強度 $R_m$ [N/mm<sup>2</sup>]

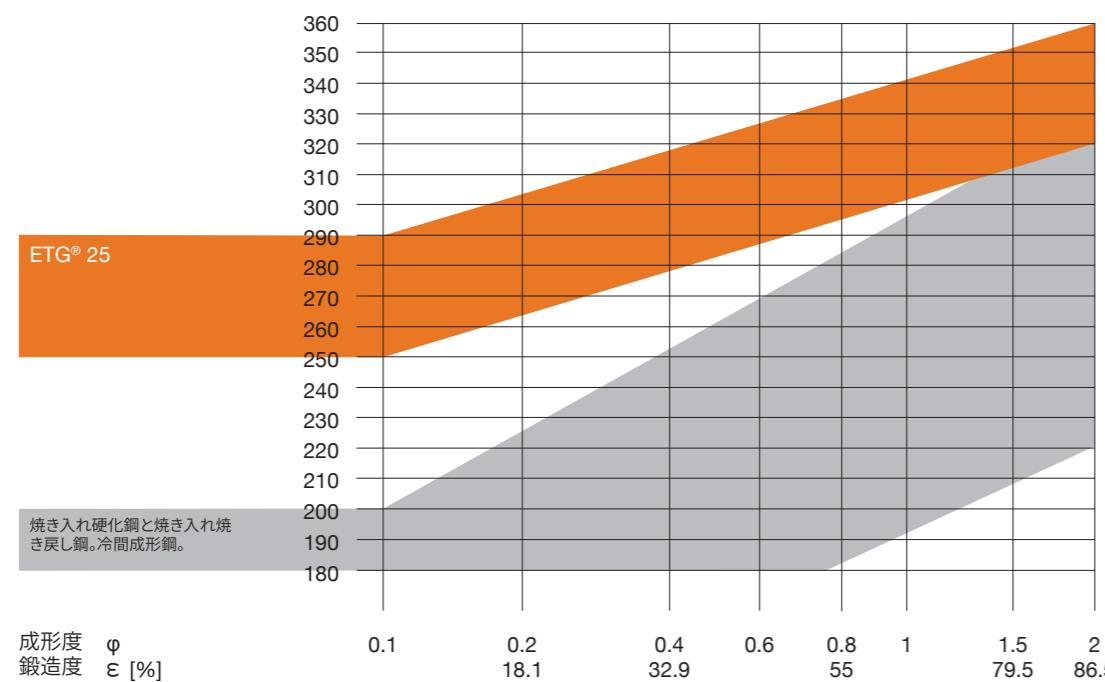


## 降伏強度 $R_{p0.2}$ [N/mm<sup>2</sup>]



断面積減少率  $Z$  [%], 伸び  $A_5$  [%]

## 硬度 HV10

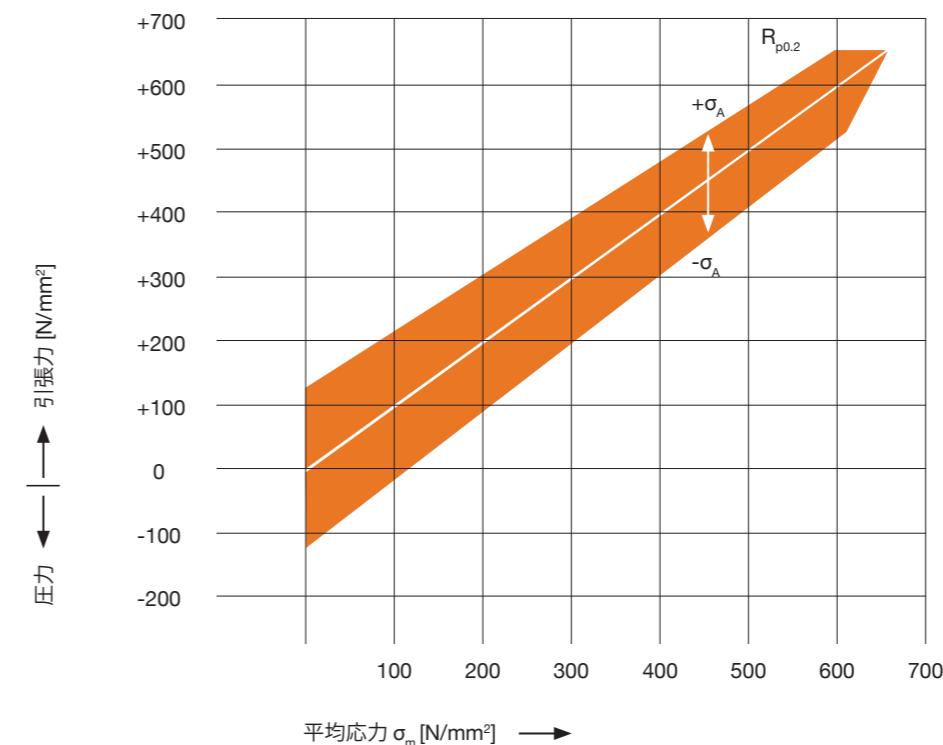


## ネジ切りボルトの特性値

|      | RT         | RT                | -20 °C | -20 °C | -40 °C | -40 °C |        |     |
|------|------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| サイズ  | mm         | ≤ M 16            | > M 16 | ≤ M 16 | > M 16 | ≤ M 16 | > M 16 |     |
| 引張強度 | $R_m$      | N/mm <sup>2</sup> | ≥ 810  | ≥ 830  | 820    | 840    | 830    | 850 |
| 降伏強度 | $R_{p0.2}$ | N/mm <sup>2</sup> | ≥ 660  | ≥ 660  | —      | —      | —      | —   |

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

## ETG® 25 の疲労強度



# 高疲労強度冷間縦断面 ネジ切りボルト用 ETG® 25

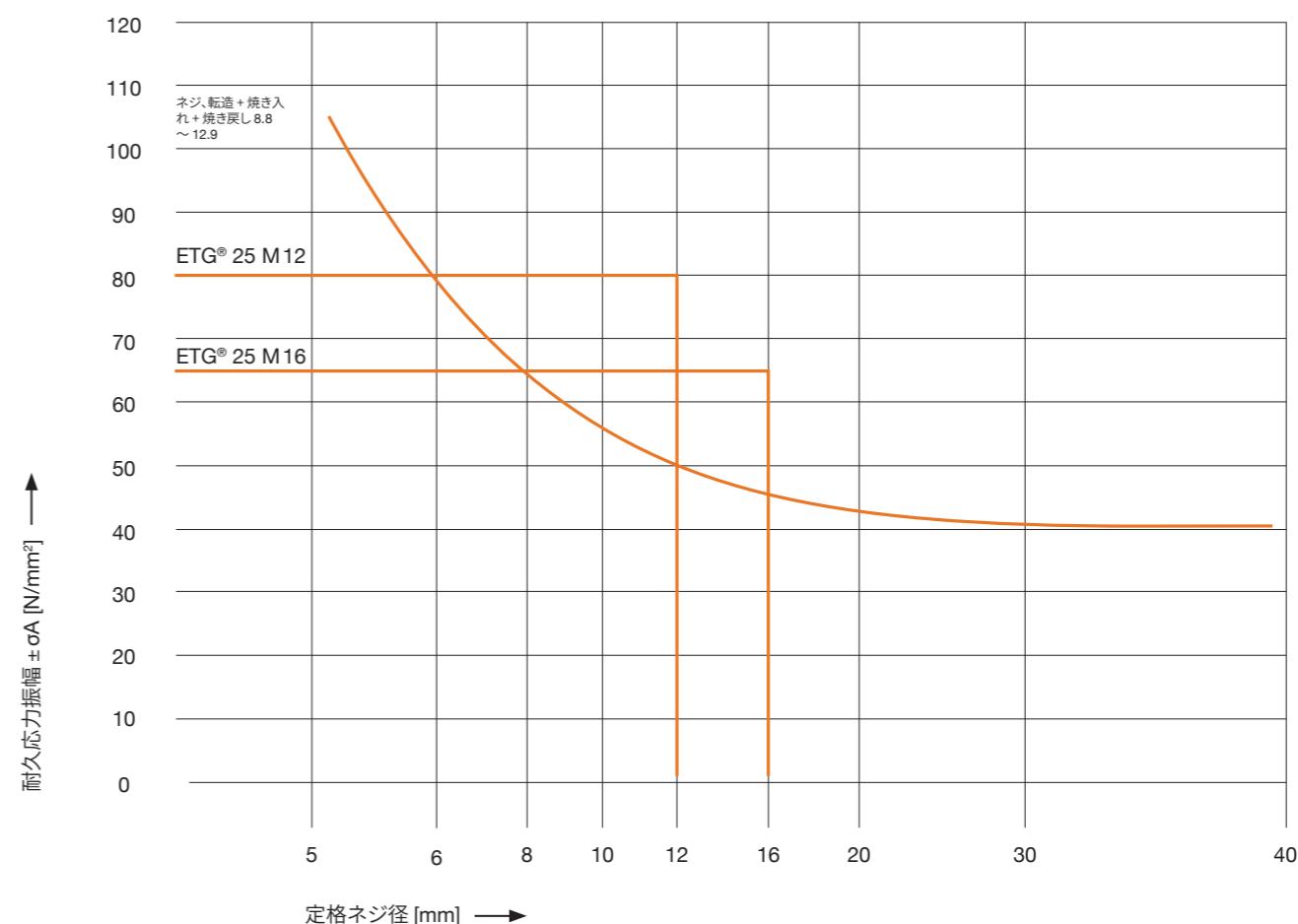
## 非切削成形ネジ

非切削成形ネジ山には圧縮内部応力があり、ネジ根に歪み硬化が生じています。そのため、加工前よりも降伏強度はやや低く、疲労強度はやや高くなります。

疲労応力は、疲労破壊を伴わない最大耐久応力振幅  $\pm\sigma_A$  の関数として表せます。

- 応力サイクル  $> 2 \times 10^6$
- M12 ネジで接続
- ボルト: ETG® 25, 転造ネジ
- ナット: DIN 934 クラス 8

## ネジの許容静的応力



ETG® 25 ネジ切りボルト (転造ネジ) の静的応力。EN ISO 898-1 準拠のネジ棒試験。応力断面で表した強度値。

## 高温での回転ボルトに設定された代表値

|      |            | +100 °C | +200 °C | +300 °C |     |
|------|------------|---------|---------|---------|-----|
| 引張強度 | $R_m$      | N/mm²   | 815     | 815     | 800 |
| 降伏強度 | $R_{p0.2}$ | N/mm²   | 665     | 665     | 635 |
| 破断伸度 | $A_s$      | %       | 13      | 12      | 18  |

1 N/mm² = 1 MPa

$$A_s = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

ETG® 25 の冷間縦断面 ネジ切りボルトは、従来の最終焼き戻し材よりも疲労強度が著しく高い。

- 平均応力  $\sigma_m$  450 [N/mm²]
- M 12ネジ  $\sigma_A \pm 80$  [N/mm²]
- M 16ネジ  $\sigma_A \pm 65$  [N/mm²]

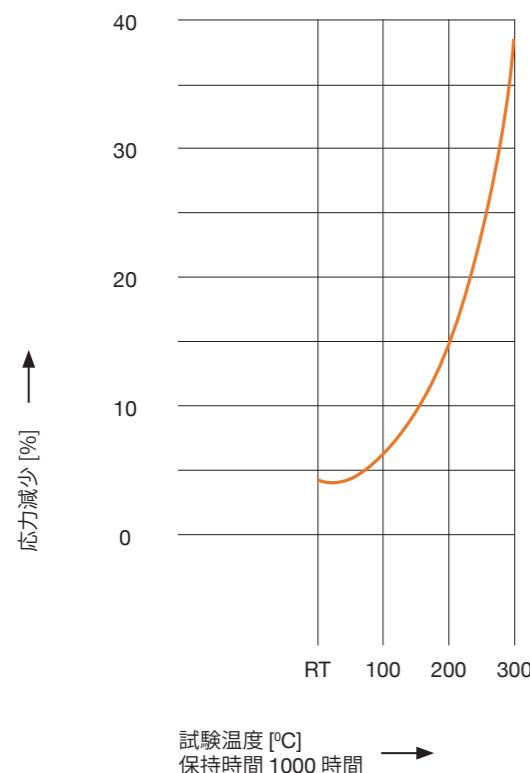
強度区分 8.8 ~ 12.9 の転造および焼き入れ/焼き戻しネジとの比較。

# ETG® 25 の窒化

## 緩和挙動

特にねじ部品の製造において重要な特性は、応力緩和に対する材料の挙動です。次の図は、常温から300°Cの温度で1,000時間保持した後のETG® 25の緩和挙動を相対応力減少率で示したもので、使用した試験片は、 $0.7 \times R_{p0.2}$ で事前に張力をかけたM 12のねじ棒です。

## ETG® 25 の応力緩和

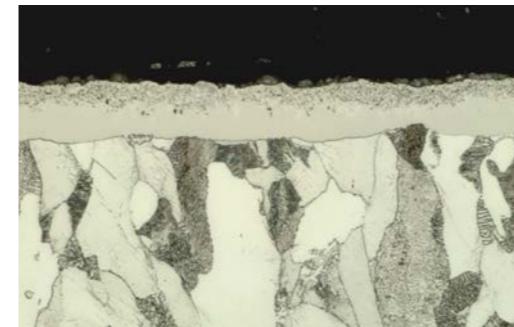


## 浸炭窒化

浸炭窒化により、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。ETG® 25は、塩浴、プラズマ、ガスによる浸炭窒化処理が可能です。ある研究では、ETG® 25を520°Cおよび570°Cのピット炉で、10時間および40時間、0.5時間および4時間、それぞれ浸炭窒化処理しました。いずれの場合も、窒化ポテンシャル  $K_N = 2$  の雰囲気で実施されました。570°Cで二酸化炭素2.5%が添加されました。

寸法安定性の公差が厳格な用途では、事前に520～570°Cで熱処理を行う必要があります。プラズマ窒化の処理は低温度(約480～510°C)処理のため、使用できます。プラズマ処理で使用される温度が低いため、中心部の強度の低下は少なくなります。

ETG® 25では、コンパクトな化合物層が示され、気孔もほとんど形成されません。中心部の硬度は約225 HV/0.5です。浸炭窒化処理では、通常200 MPa程度の引張強度の低下が生じます。



ETG® 25、520°C 10時間、 $K_N = 2$ 、ナイタル系腐食液

## 浸炭窒化

| 処理            | 化合物層の厚さ |     | 多孔質ゾーン | 窒化層の厚さ | 表面硬度 |
|---------------|---------|-----|--------|--------|------|
|               | μm      | μm  |        |        |      |
| 520°C N 10h   | 10.5    | 4.6 | 0.38   | 450    |      |
| 520°C N 40h   | 11.7    | 4.4 | 0.62   | 480    |      |
| 570°C NC 0.5h | 8.4     | 3.2 | 0.29   | 375    |      |
| 570°C NC 4h   | 21.0    | 7.6 | 0.29   | 440    |      |

使用する浸炭窒化処理によっては、導入された水素を除去するため、350°Cで少なくとも2時間の焼き戻しが必要な場合があります。

# 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。



テキスト

ETG® 25 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)