



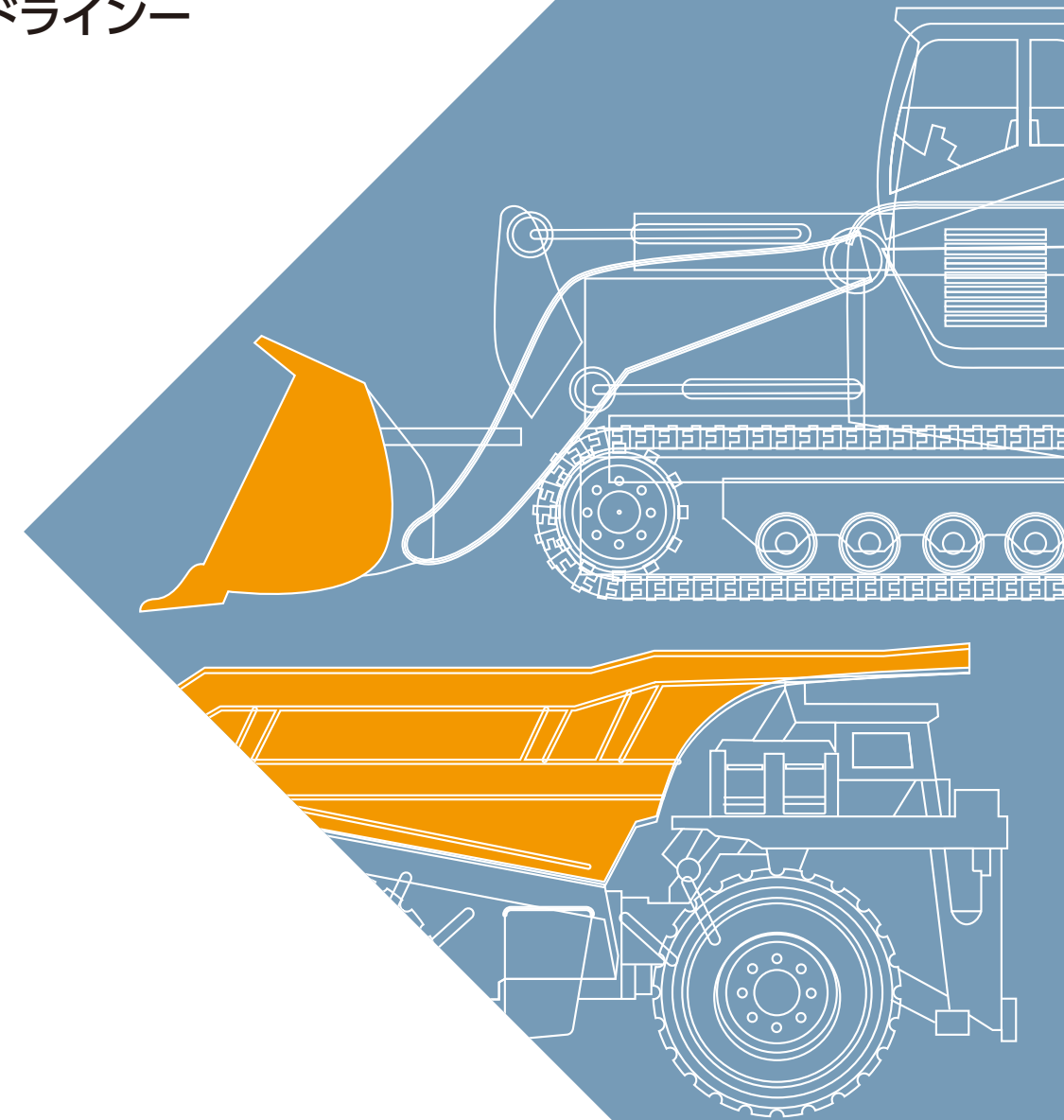
www.nipponsteel.com



ABREX[®] (アブレックス)

耐摩耗鋼板
一曲げ加工ガイドライン

厚板



日本製鉄株式会社

〒100-8071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
Tel: 03-6867-4111 Fax: 03-6867-5607

ABREX[®] (アブレックス) 一曲げ加工ガイドライン
A111_02_202004f

© 2019, 2020 NIPPON STEEL CORPORATION 無断複写転載禁止

日本製鉄株式会社

はじめに

日本製鉄の耐摩耗鋼「ABREX シリーズ」は、
建設機械をはじめ各種産業機械の耐摩耗部材用として、
広くみなさまからご愛顧いただいております。

ABREX は常温での曲げ性にも配慮した優れた耐摩耗鋼ですが、
高硬度な鋼材であるため、その性能を正しく理解していただき、
使用いただくことが重要です。

曲げ加工に関しては、不適切な加工をしますと割れなどが発生する懸念があります。
本ガイドラインを参考に、より適切に、効率的に ABREX をご使用いただければ幸いです。

なお、本冊子は、お客様の作業等でご参考のため、当社のこれまでの知見をもとに一般的な曲げ加工等を記載したものです。
したがって、本冊子の内容について個々のケースにおける適合性を保証するものではなく、
お客様の作業等に関して生じる問題については責任を負いかねます。
本冊子をお使いになられる際には、お客様の責任のもと、作業等を実施されますようお願い致します。

●ご注意とお願い

本資料に記載された技術情報は、製品の代表的な特性や性能を説明するものであり、「規格」の
規定事項として明記したもの以外は、保証を意味するものではありません。本資料に記載されて
いる情報の誤った使用または不適切な使用等によって生じた損害につきましては責任を負いかね
ますので、ご了承ください。
また、これらの情報は、今後予告なしに変更される場合がありますので、最新の情報については、
担当部署にお問い合わせください。
本資料に記載された内容の無断転載や複製はご遠慮ください。
本資料に記載された製品または役務の名称は、当社および当社の関連会社の商標または登録商標、
或いは、当社および当社の関連会社が使用を許諾された第三者の商標または登録商標です。
その他の製品または役務の名称は、それぞれ保有社の商標または登録商標です。

加工前の準備

曲げ加工力の計算	➤ P.3
曲げ加工設備の選定	➤ P.3
スプリングバックの計算	➤ P.4
曲げ加工時の目安角度	➤ P.4

加工時の注意事項

曲げ方向	➤ P.5
限界曲げ半径の目安	➤ P.5
鋼板断面、表面の処理	➤ P.6

1. 曲げ加工力の予測（設備の選定）

曲げ加工力は以下の式により概略を計算できます。必要な曲げ加工力を計算し、適切な加工設備を選定ください。

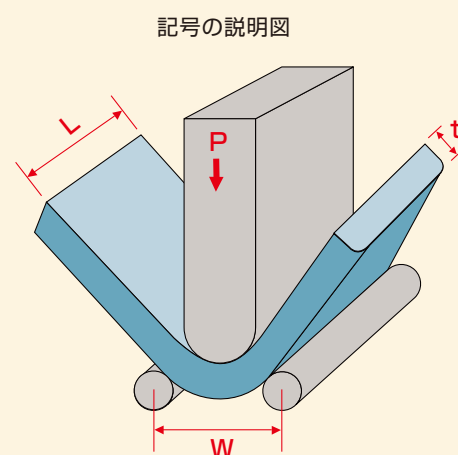
$$P_{\text{[ton]}} = 2.0^{*1} \times \frac{L \times t^2 \times \sigma_B}{W \times 9800}$$

※1 ダイスと鋼板の摩擦、ダイスの回転しやすさ、ダイス径などにより係数は変わります。係数 2.0 はダイスが回転しなく、やや大きめの値として設定しています。事前に試験をする事を推奨致します。

P: 曲げ加工力[ton]
 L: 曲げ加工材の長さ[mm]
 t: 鋼板板厚[mm]
 σ_B : 引張強さ[N/mm²]
 W: ダイスの間隔[mm]

σ_B : 特性例
 ABREX400(25mm): 1259 [N/mm²]
 ABREX450(25mm): 1469 [N/mm²]
 ABREX500(25mm): 1552 [N/mm²]

計算上ダイスの径はゼロとしています



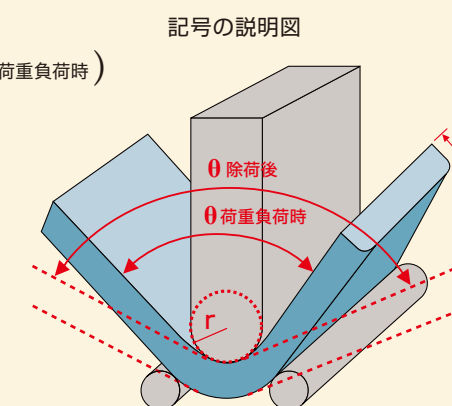
2. スプリングバック量について

曲げ加工後の変形の戻り(スプリングバック)は、以下の式により概算が可能です。

$$\Delta\theta_{\text{[度]}} = \theta_{\text{除荷後}} - \theta_{\text{荷重負荷時}} = 3.4 \times \frac{\sigma_B \times r}{E \times t} (180 - \theta_{\text{荷重負荷時}})$$

$\Delta\theta$: スプリングバックによる角度変化
 r: 曲げ半径[mm]
 E: 鋼板のヤング率
 (210,000N/mm²)
 t: 鋼板板厚[mm]
 σ_B : 引張強さ[N/mm²]

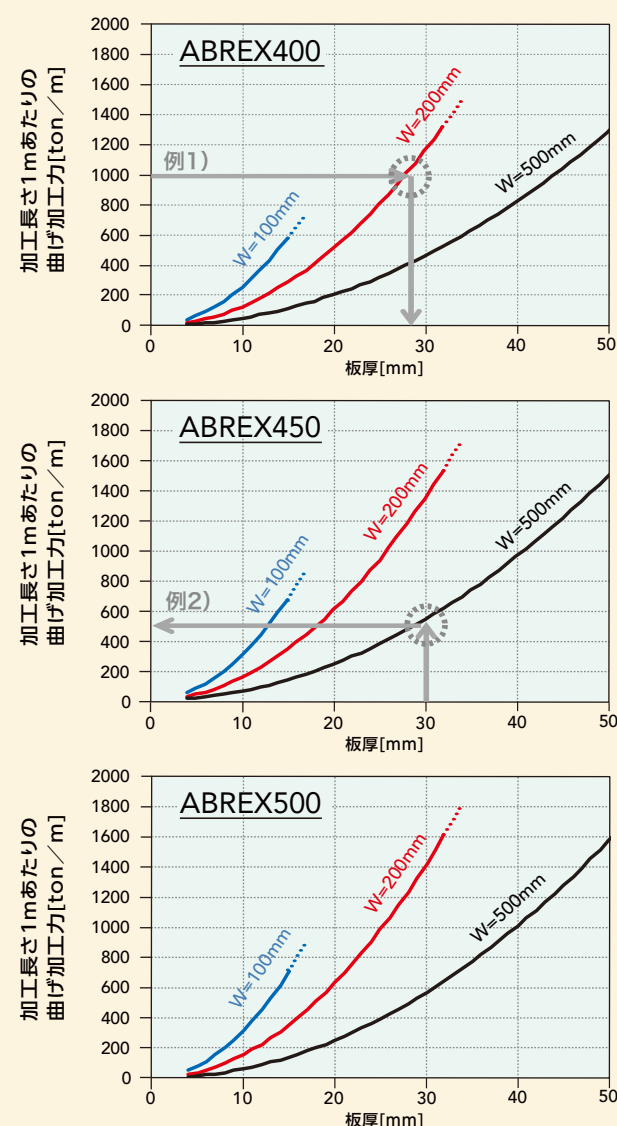
σ_B : 引張強さ[N/mm²]
 ABREX400(25mm): 1259 [N/mm²]
 ABREX450(25mm): 1469 [N/mm²]
 ABREX500(25mm): 1552 [N/mm²]



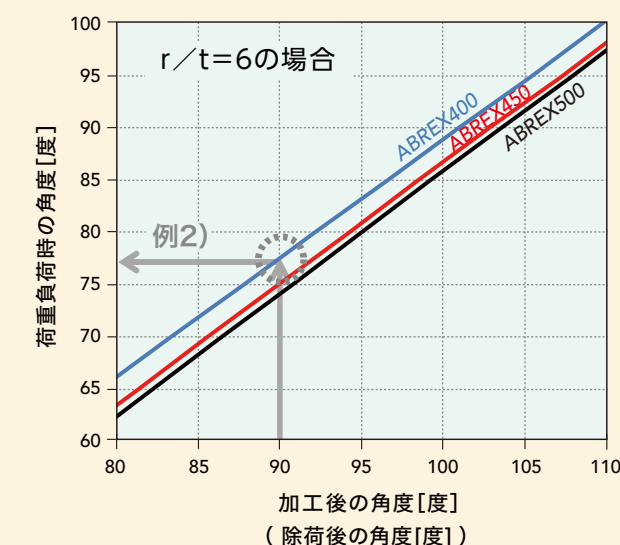
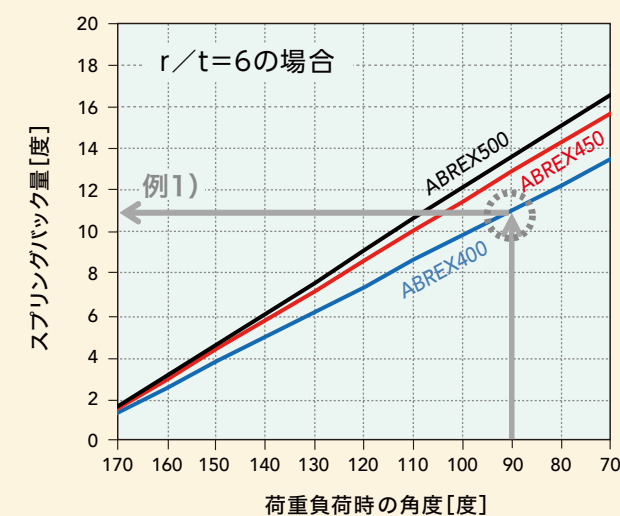
上式を用い曲げ加工力を計算した結果を下図に示します。
 お使いの設備で加工できるABREXの板厚計算などに
 ご利用ください。

例1) 曲げ加工設備の能力が1000ton/m、W(ダイ
 スの間隔)が200mmの場合、ABREX400は
 板厚約28mmまで曲げ加工が可能となります。

例2) ABREX450、板厚30mm、W(ダイスの間隔)
 が500mmの場合、必要曲げ加工能力は約
 540ton/mとなります。



上式を用いスプリングバック量を計算した結果を下図に示します。
 曲げ加工時の角度の目安としてご利用ください。
 但し、概算であるため、事前に確認をする事を推奨致します。



例1) ABREX400、 $r/t=6$ 、荷重負荷時の角度が90度の場合、スプリングバック量は約11度となります。

例2) ABREX400、 $r/t=6$ 、スプリングバック量を考慮し90度に曲げ加工をおこないたい時、荷重負荷時の角度は
 約77度となります。

3.曲げ加工時の注意事項

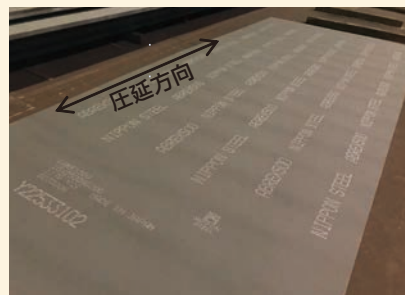
耐摩耗鋼は普通鋼に比べ伸び値が低いため、割れ防止のための管理が重要となります。
以下を注意事項として、曲げ半径、曲げ方向、切断面の品質等の加工要領にご配慮ください。

1) 曲げ方向

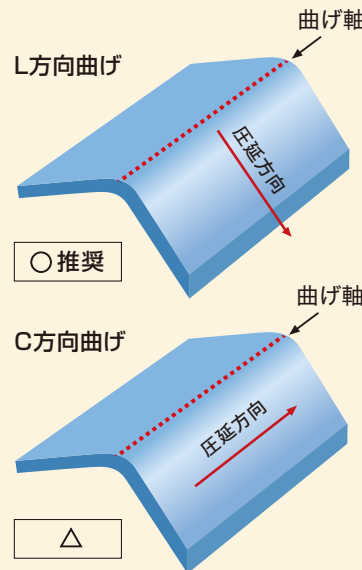
圧延方向と直角に曲げる方が、曲げ半径をより小さくできます。これは一般に、熱間圧延によって長く延ばされた介在物を伝って割れが進行しやすいためであり、可能な限り圧延方向と「曲げ軸」を直角方向に曲げるように設計する事を推奨致します。
圧延方向は、下写真の方向が圧延方向となります。



ステンシルを参考にした場合の圧延方向



全面マーキングを参考にした場合の圧延方向



2) 限界曲げ半径の目安

	曲げ半径 (t: 板厚)					
	1t	5t	10t	15t	20t	25t
L方向曲げ						
ABREX 400	×	○	○	○	○	○
ABREX 450	×	○	○	○	○	○
ABREX 500	×	○	○	○	○	○
C方向曲げ						
ABREX 400	×	○	○	○	○	○
ABREX 450	×	○	○	○	○	○
ABREX 500	×	○	○	○	○	○

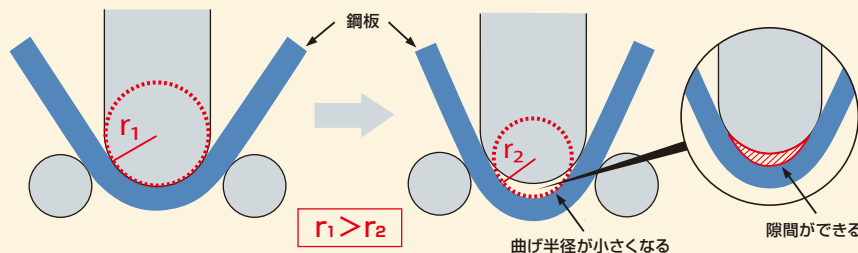
読み方の例：ABREX400のL方向曲げの場合、4.5t以上で○となります。

4.5tとは、 $4.5 \times t$ (板厚) です。例えば板厚10mmの場合の限界曲げ半径の目安は、 $4.5 \times 10(\text{mm}) = 45\text{mm}$ となります。

曲げ条件(気温、設備、端面処理等)により限界曲げ半径は変化しやすいので、上記は目安としてお考えください。

ABREX600は曲げ加工を推奨しません。

変形が進行し、加工装置、特にダイスと鋼板との摩擦係数が低くなると、曲げ半径(r)がポンチのrより小さくなっていきます。
この場合は、曲げ半径(r)を大きく取ってください。



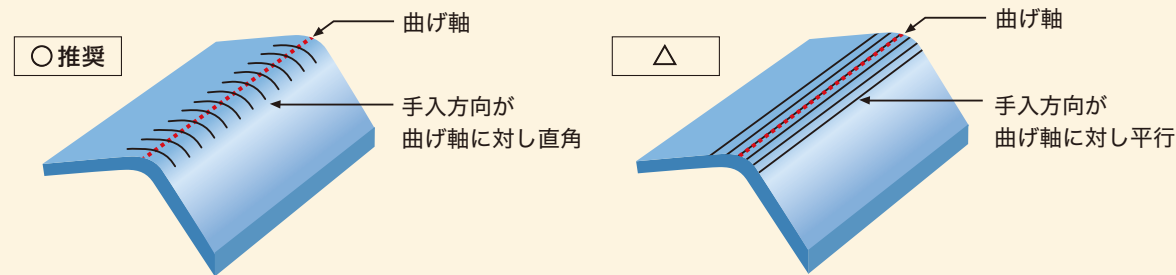
point

曲げ半径が割れ防止に対し最も重要です。曲げ半径は限界曲げ半径の目安の「○」以上で加工してください。

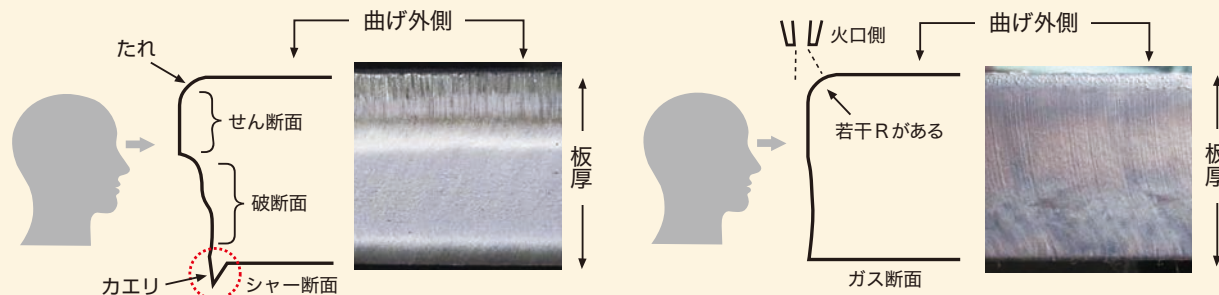
3) 鋼板の断面および表面の処理について

2) 項の限界曲げ半径の目安で「○」の範囲、特に「×」に近い曲げ半径の時には鋼板の断面および表面の処理が重要となります。

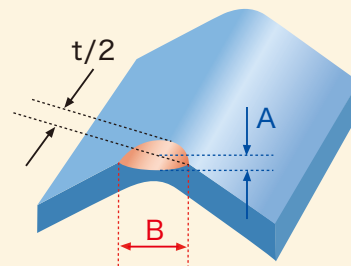
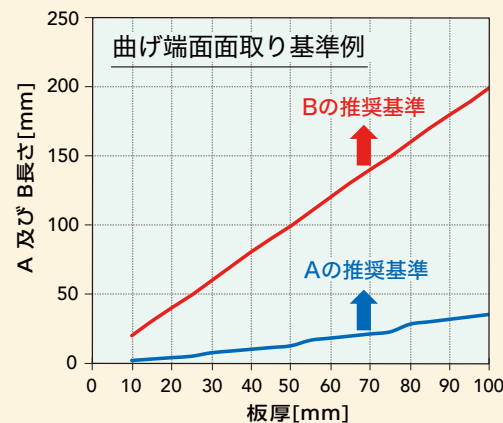
鋼板表面のキズや錆びなどは、応力集中により割れの原因となります。曲げ加工前にグラインダーなどで除去してください。
この時グラインダーの目の方向は曲げ軸と直角になるように配慮してください。



切断面のノッチ、シャア面のカエリ、ガス切断面の硬化層は割れの原因になりますので、グラインダーなどで滑らかに除去する事を推奨致します。除去する事が困難な場合は、ガス切断面では火口側、シャア切断面ではたれ側を曲げの外側にすることも有効な手段です。



また、曲げ加工前に曲げの外側の端面を面取りすることも、割れの回避には有効な手段です。推奨する面取り範囲を下表に示します。



4) その他

- ショットブラストをすると鋼板の表面が硬化するため、割れやすくなります。曲げ加工後にショットブラストを推奨致します。
- 同一箇所の複数回曲げ、逆向きへの曲げ戻しは避けてください。
- 鋼板の温度が0℃以下になる環境で曲げ加工を行う場合は、鋼板を20℃程度まで予熱する事を推奨致します。
※但し200℃を超える場合には硬さへの影響がありますのでご注意ください。

point

- 曲げの外側が最も歪が大きく割れの起点となります。また表面キズ、切断面の凹凸も鋭利であるほど応力集中により割れの起点となります。曲げの外側の鋭利なキズ、端面の凹凸を滑らかに除去する事がポイントです。
- 鋼板の硬さが高いほど割れやすくなります。曲げ加工により鋼板は加工硬化により硬くなりますので、極力一回での曲げを推奨致します。