

HARDOX®

WELDOX®

曲げ加工 / 剪断加工

SSAB
OXELÖSUND



このカタログは耐摩耗鋼板HARDOX及び構造用鋼板WELDOXの自由曲げ加工及び剪断加工について説明します。これらの鋼種は高純度と高強度をかねそなえており、又、板厚の精度が高いため、非常に冷間曲げ加工に適しています。

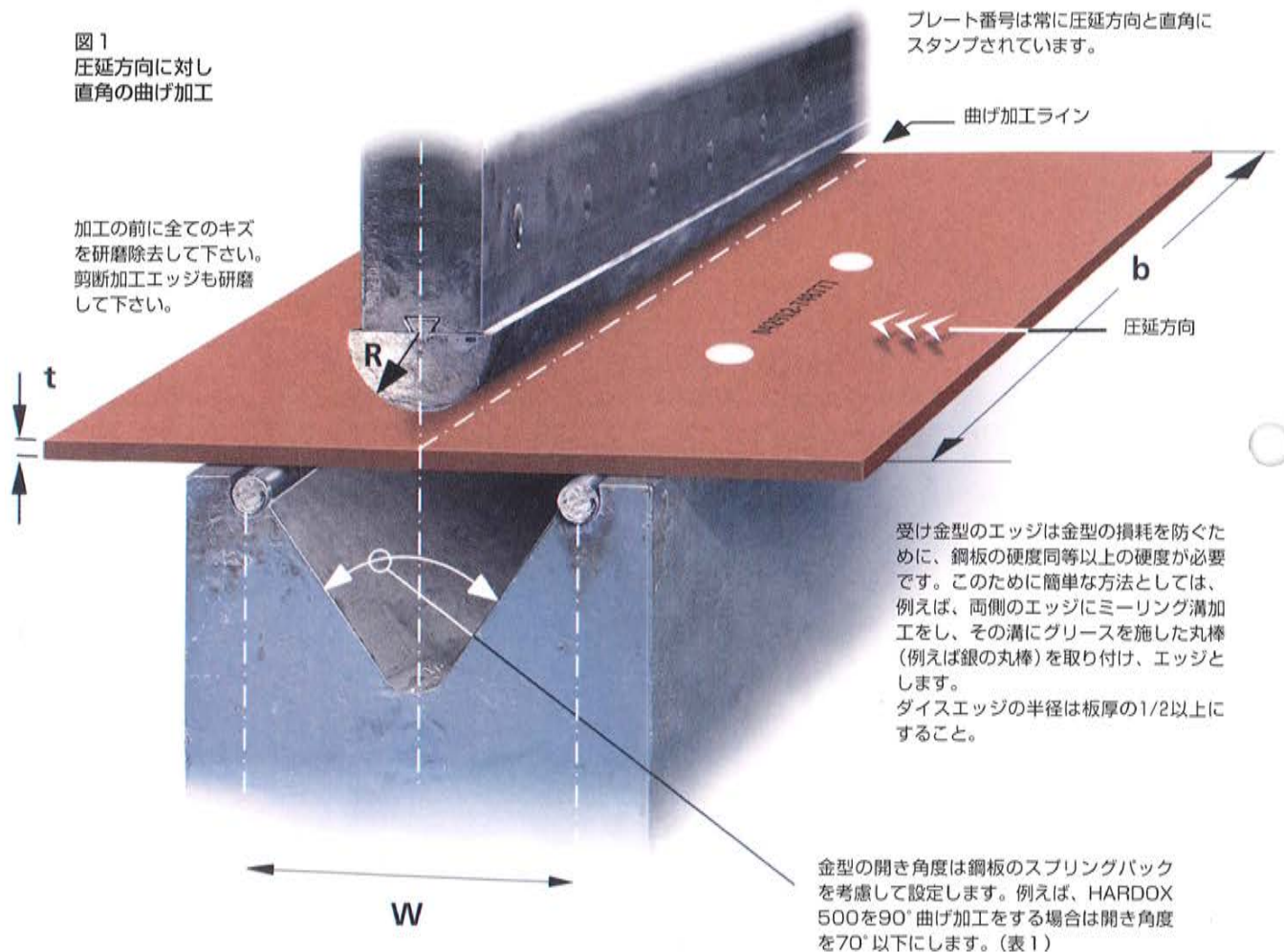
以下にこれらの耐摩耗鋼板と高張力鋼板の最適曲げ加工、剪断加工のための推奨条件を述べます。

曲げ加工

この項では、ロール曲げ加工にも適用できますが、自由曲げ加工について述べます。曲げ加工の結果は以下に項目別に分類した3つの要素；鋼板の材質及び状態、金型形状及び加工条件によって異なりますが、これらの要素については3-4ページに2、3の実例を示して説明します。

鋼板の代表的な機械的特性は最後のページの表4に示します。

図1
圧延方向に対し
直角の曲げ加工



このカタログは一般的な条件を述べたものであり、SSABは個々のケースについて責任をもつものではありません。個々のケースについてはそれぞれユーザーの責任で必要な調整を行なって下さい。

曲げ加工の良否は鋼板条件、金型形状、加工条件によって異なります。

鋼板条件

一 鋼種

曲げ加工圧、スプリングバックの大きさは鋼板強度とともに増加します。(引張強さの数値は表4を参照)

従って、鋼板の強度が高いほど、硬度が高いほど、

- 一 高い曲げ加工圧が必要
- 一 スプリングバック量が増加
- 一 より大きい曲率半径のパンチが必要
- 一 より大きい開き幅の受け金型が必要となります。

一 鋼板の表面状態

ここの推奨条件はショットブラストをかけ、耐腐蝕性塗装をした鋼板に適用されます。未処理の鋼板の場合はより小さい曲率半径の加工が出来ます。

引張応力を受ける側(下面)の表面に欠陥や錆がある場合は加工性が著しく低下します。加工条件が厳しい場合はこれらの欠陥を研磨除去して下さい。

一 鋼板エッジの状態

切断もしくは剪断エッジはバリを取り、グラインダーでエッジを丸めて下さい。

一 鋼板板厚 (t)

一般的に板厚が小さいほど曲率半径の小さい加工が出来ます。表1参照。

一 鋼板の圧延方向

圧延方向と直角方向に曲げ加工する場合、同一方向に加工する場合よりもより小さい曲率半径の加工が出来ます。

一 曲げ加工長さ (b)

曲げ加工長さ(図1参照)が板厚の10倍以下の場合には表1に示した曲率半径よりも小さい加工が出来ます。

金型形状

一 パンチ曲率半径 (R)

HARDOX及びWELDOXの曲げ加工の場合、適切なパンチ曲率半径の選定は最も重要なことです。(図1参照)

WELDOX 500以下の強度の鋼板の場合、パンチ曲率半径は必要な曲げ曲率半径の値と同等もしくは若干小さい値を選びます。

表1は鋼板を90°曲げ加工する場合、クラックが発生しないための最少パンチ曲率半径の推奨値を示します。

表1

板厚(t)の鋼板を90°曲げ加工(圧延方向と同一方向、直角方向)する場合の推奨最少パンチ曲率半径(R)と金型開き幅(W)とスプリングバック量

	板厚 [mm]	圧延方向直角 R/t	圧延方向平行 R/t	圧延方向直角 W/t	圧延方向平行 W/t	スプリングバック量 [°]
通常の高張力 (HT 55kg)		2.5	3.0	7.5	8.5	3-5
EUROX 355 (HT 55kg)		1.0	1.5	6.0	7.5	3-5
WELDOX 420/500		1.0	1.5	6.0	7.5	3-6
WELDOX 700 (HT 80kg)	t < 8	1.5	2.0	7.0	8.5	6-10
	8 ≤ t < 20	2.0	3.0	7.0	8.5	
	t ≥ 20	3.0	4.0	8.5	10.0	
WELDOX 900/960 (HT 100/110kg)	t < 8	2.5	3.0	8.5	10.0	8-12
	8 ≤ t < 20	3.0	4.0	8.5	10.0	
	t ≥ 20	4.0	5.0	10.0	12.0	
WELDOX 1100 * (HT 135kg)	t < 8	3.5	4.0	10.0	10.0	11-18
	8 ≤ t < 20	4.0	5.0	10.0	12.0	
	t ≥ 20	5.0	6.0	12.0	14.0	
HARDOX 400 (HT 125kg)	t < 8	2.5	3.0	8.5	10.0	9-13
	8 ≤ t < 20	3.0	4.0	10.0	10.0	
	t ≥ 20	4.5	5.0	12.0	12.0	
HARDOX 450 * (HT 140kg)	t < 8	3.5	4.0	10.0	10.0	11-18
	8 ≤ t < 20	4.0	5.0	10.0	12.0	
	t ≥ 20	5.0	6.0	12.0	14.0	
HARDOX 500 * (HT 160kg)	t < 8	4.0	5.0	10.0	12.0	12-20
	8 ≤ t < 20	5.0	6.0	12.0	14.0	
	t ≥ 20	7.0	8.0	16.0	18.0	

*) HARDOX 450、HARDOX 500、WELDOX 1100等の鋼板を加工する場合、鋼板の強度が高く、大きな曲げ加工圧を要するため、特別な注意が必要です。万一、クラックが発生した場合、材料の破片が飛び散る恐れがありますので、作業者は機械の前面に立たないで下さい。

金型形状 (続き)

一 受け金型開き幅 (W)

表1にスプリングバック量を最少にするための推奨最少開き幅を示します。開き幅が増加すると曲げ加工圧、プレスマークは減少しますが、スプリングバック量は増加します。開き角度は充分な量のオーバー・ベンディングを許容するために小さく取って下さい。(図1及び表1参照)

ロールベンディングの場合、スプリングバック量は表の値より、かなり大きくなります。

曲げ加工条件

一 摩擦

受け金型エッジはなめらかでキズがないようにして下さい。エッジに丸棒を使用し、フリーに回転するようにし、グリス等が潤滑性を持たせると必要曲げ加工圧を低下させ、クラックの危険性が減少します。

一 曲げ角度

表1の推奨値は曲げ角度90°の場合ですが、90°よりも小さい角度の場合は表1に示した曲率半径よりも小さいパンチを使用します。曲げ角度は必要な曲げ力及びスプリングバック量に対して金型開き幅や鋼種ほど大きな影響を与えません。

一 曲げ加工圧 (P)

必要な曲げ加工圧は下記の計算式で概略計算することが出来ます。寸法単位をmmで入力すれば加工圧はトン(1トンは10kN)で表され、精度は±20%です。各記号は図1を、鋼板の引張り強さRmは表4を参照して下さい。

$$P = \frac{1.6 \times b \times t^2 \times Rm}{10000 \times W}$$

パンチ曲率半径が表1の値よりかなり大きい場合、金型開き幅をそれに従って大きくしない限り、必要な曲げ加工圧は計算式の値よりも大きくなります。

計算例1:

あるエッジプレスの能力上限が開き幅150mmの金型を使用し、EN10025-S355鋼板(HT55k)を加工する場合、加工できる最大板厚が20mmであるとすると、同じ機械を使って、同じ加工幅のHARDOX 400を加工する場合、加工できる最大板厚はいくらになるか?

曲げ加工圧は同じで、板厚(t)と引張り強さ(Rm)が異なるため、計算式を簡略化して;

$$20^2 \times 550 = t^2 \times 1250 \quad \text{となるので、}$$

HARDOXの板厚は13.3mm となる。

HARDOX 400のW/tは150/13.3=11.3mmとなり、表1の値を満足する。

計算例2:

鋼板を曲げ加工して、長さ2000mmのブラケットを製造する:
2種類の鋼種を選定する場合;

- a) 板厚10mmの引張り強さ550N/mm²のEN10025-S355を加工する場合、もしくは
- b) 板厚7mmの引張り強さ860N/mm²のWELDOX700を加工する場合、

開き幅100mmの金型を使用すると、それぞれの場合の所要曲げ加工圧はいくらになるか?

EN10025-S355の場合:

$$P = \frac{1.6 \times 2000 \times 10 \times 10 \times 550}{10000 \times 100} = 176 \text{ トン}$$

WELDOX 700の場合:

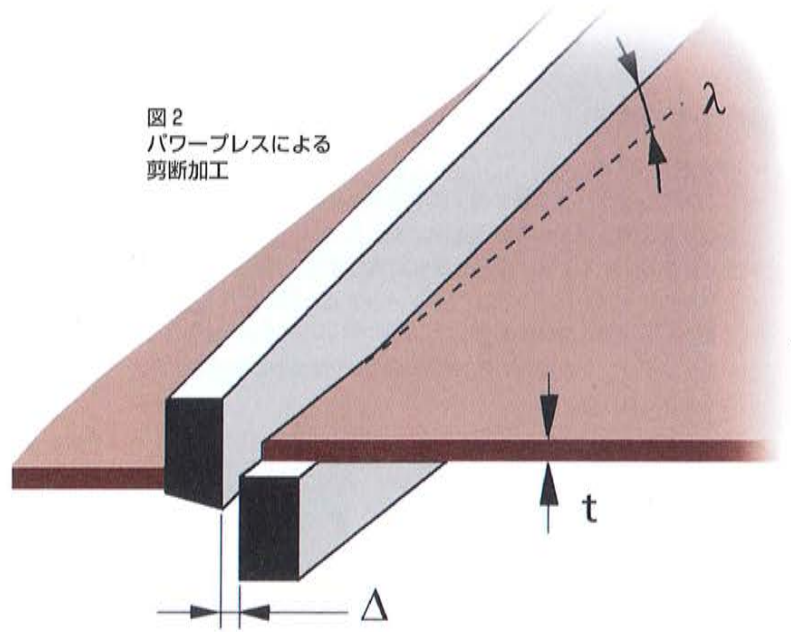
$$P = \frac{1.6 \times 2000 \times 7 \times 7 \times 860}{10000 \times 100} = 135 \text{ トン}$$

鋼板の強度よりも板厚の影響が大きいため、この場合WELDOXのほうが所要加工圧は小さくなります。

	鋼板板厚 mm			
	10	20	30	60
S 355 / EUROX 355	10	20	30	60
WELDOX 700	8	16	24	48
WELDOX 900 / 960	7	14	21	42
HARDOX 400	6	13	19	38
	↓	↓	↓	↓
加工長さ1m当たりの曲げ加工圧 [トン]	120	240	330	660
金型開き幅 (W) [mm]	75	150	240	480

表2
ある金型開き幅(W)で加工長さ1m当たりの加工圧が同じ場合の加工出来る各鋼種の鋼板板厚

図2
パワープレスによる
剪断加工



パワープレスによる 剪断加工

高張力鋼板も剪断加工が出来ますが、原則として、鋼板の引張り強さが高いほど大きい剪断力が必要です。鋼板の引張り強さが高いほど、工具摩耗も増加しますので、WELDOX 1100、HARDOX 450以上の強度の鋼板の剪断加工はお奨め出来ません。

高張力鋼板の剪断加工で良い結果を得るには良い工具と正しい剪断加工条件の設定が前提となります。条件設定に関するアドバイスはあくまでも一般的な推奨値であり、実際には機械剛性と工具ブレードの状態によって条件の選定が異なります。

工具ブレード

ブレードエッジは硬くシャープでなければなりません。エッジは若干の丸みをもたせてください。

クリアランス (Δ)

これは良い結果を得るための最も重要なパラメーターで、可動刃と固定刃のクリアランスは鋼板の引張り強さの増加と共に大きくなります。(表3) クリアランス量が適性でない場合、剪断面が粗くなり、鋼板を溶接したり、曲げ加工した場合、クラックを発生させる場合があります。

レーキ角 (λ)

レーキ角が大きくなると剪断力は小さくなりますが、鋼板は横方向にスライドし易くなり、切り落とし側の鋼板の変形(捻れ)が大きくなります。

一般的に高張力鋼板を剪断加工する場合、レーキ角を大きくとります。

図2及び表3参照。

剪断力 (P)

レーキ角が一定の場合、剪断力は鋼板の強度に比例して直線的に増加します。図3及び表4参照。

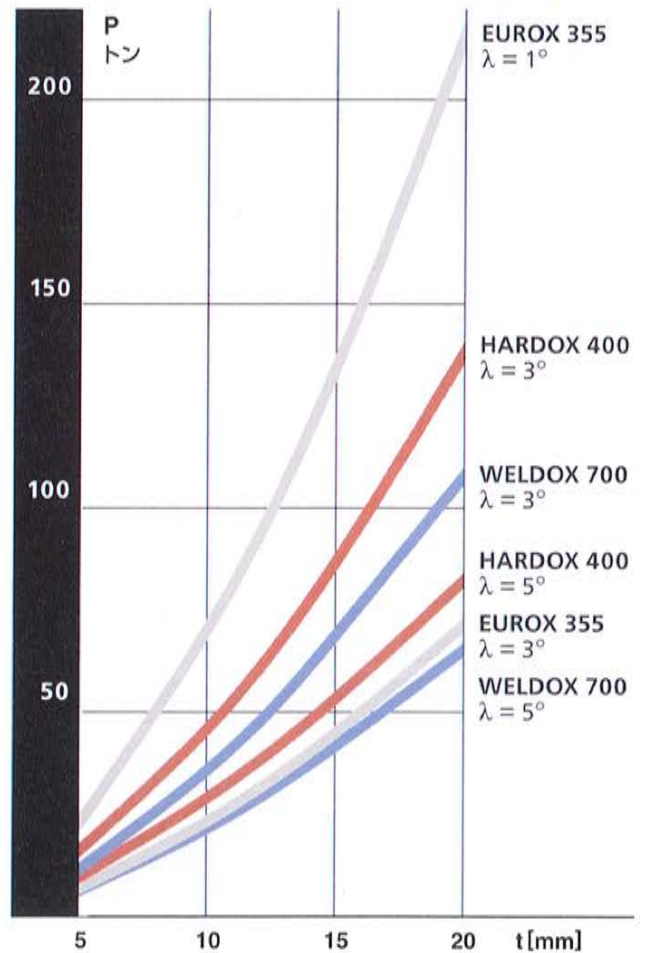


図3 鋼板板厚とレーキ角 λ に対応する剪断力

表3
各鋼種に対するクリアランス
及びレーキ角

	クリアランス Δ t の%	レーキ角 λ [°]
EUROX 355	8-10	1-5
WELDOX 420	8-10	1-5
WELDOX 500	9-12	2-5
WELDOX 700	12-15	3-5
WELDOX 900	14-16	3-5
WELDOX 960	14-16	3-5
HARDOX 400	16-18	3-5

表 4
各鋼種の機械的強度

	引張り強さ R _m [N/mm ²]	伸 び A ₅ [%]	ブリネル硬度 [HBW]
S355-EN10025	550	28	~ 180
EUROX 355	525	28	~ 170
WELDOX 420	550	23	~ 180
WELDOX 500	620	20	~ 200
WELDOX 700	860	17	~ 260
WELDOX 900	1030	15	~ 315
WELDOX 960	1050	15	~ 325
WELDOX 1100	1350	11	~ 430
HARDOX 400	1250	10	~ 400
HARDOX 450	1400	9	~ 450
HARDOX 500	1550	8	~ 500

さらに詳細な顧客技術サービス部にお問い合わせ下さい。

曲げ加工/剪断加工カタログはHARDOX、WELDOX鋼板加工のガイドラインのシリーズの一環で、このシリーズには溶接、機械加工のカタログもあります。営業部にお問い合わせ下さい。



スウェーデンスチール株式会社

〒108-0014
東京都港区芝 5-26-20 建築会館 5 F
TEL : 03-3456-3447
FAX : 03-3456-3449
<http://www.ssab.co.jp>
e-mail : ssab-japan@mub.ne.jp