

高張力鋼板の伸びフランジ成形性の向上

豊橋技術科学大学 安部洋平

プレス成形におけるフランジ割れ

780MPa級 プレス成形部品

フランジ割れ
板材端部で発生する引張応力による割れ

伸びフランジ成形性の向上

せん断クリアランス
破断面平滑化加工

せん断クリアランス
破断面平滑化加工

端部引張り応力

- ・ブランク形状修正
- ・金型曲げ半径の増加
- ・逐次接触パンチ

逐次接触パンチ

ダイス

- ・切口面に及ぼすせん断クリアランスの影響
- ・最適せん断条件による伸びフランジ性の向上
- ・破断面平滑化による伸びフランジ性の向上
- ・逐次接触パンチによる伸びフランジ成形性の向上

高張力鋼板

材料名	板厚 /mm	降伏応力 /MPa	引張強さ /MPa	伸び /%	n値
JSC980Y	1.41	620	1027	18.7	0.12
JSC780Y	1.47	558	823	19.0	0.12
JSC590R	1.40	438	603	25.9	0.15
JSC440W	1.41	320	455	33.8	0.19
JSC390W	1.39	283	389	35.8	0.18

穴抜き・穴広げ加工条件

30mm/s
板押え
パンチ (SKH51) φ10
ダイス (130×120) φ72
ブランク φ60
パンチ φ60
5kN
約1mm/s

(a) 穴抜き加工
切口面の観察

(b) 穴広げ加工
限界穴広げ率の測定

せん断切口面におよぼすクリアランス比の影響 (JSC390W)

1mm

(a) c=4% (b) c=12% (c) c=20% (d) c=30%

だれ
せん断面
破断面
かえり

せん断切口面におよぼすクリアランス比の影響 (JSC980Y)

二次せん断面

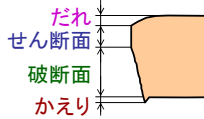


(a) c=4%

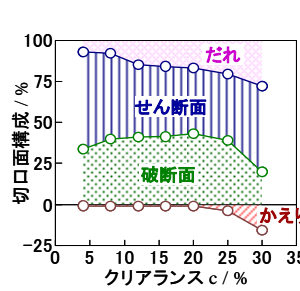
(b) c=12%

(c) c=20%

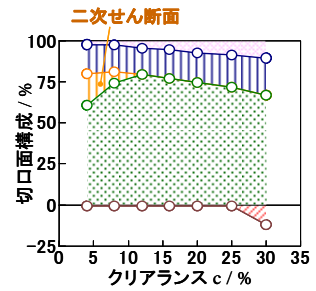
(d) c=30%



穴抜きクリアランスによる切口面構成の変化

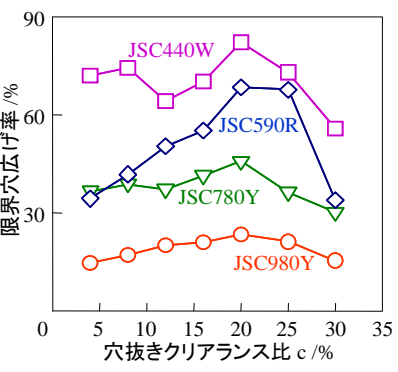
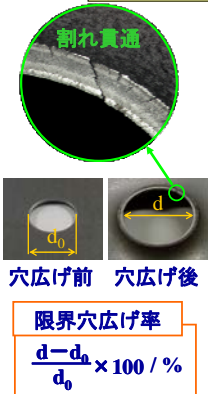


(a) JSC390W

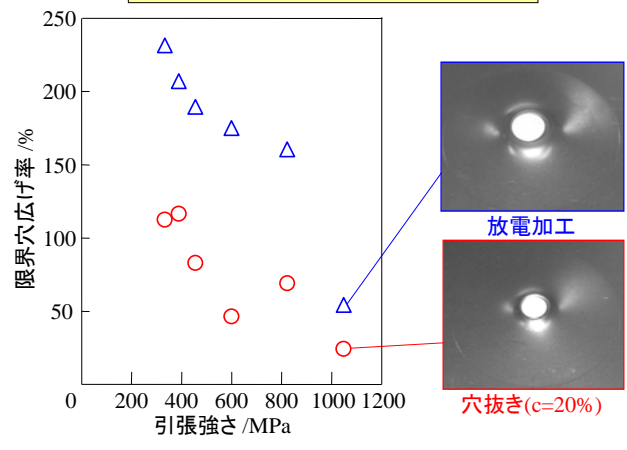


(b) JSC980Y

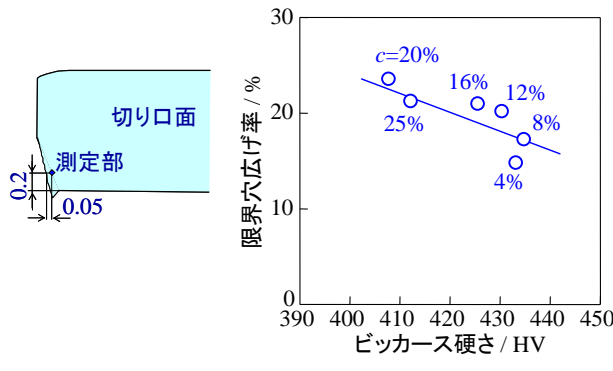
穴広げ加工における高張力鋼板の限界穴広げ率と穴抜きクリアランス比の関係



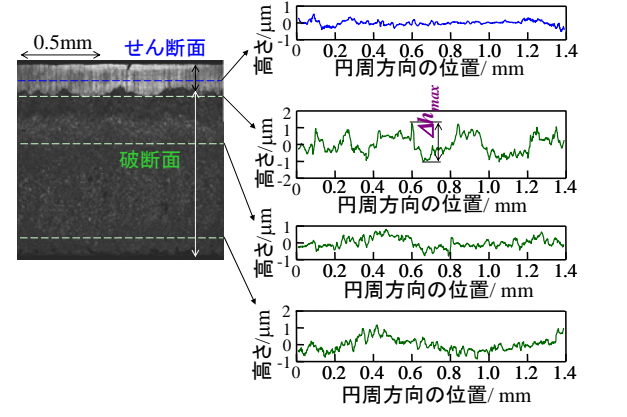
放電加工穴と穴抜き穴の限界穴広げ率



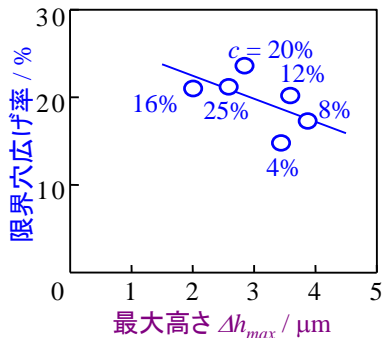
切り口面硬さと限界穴広げ率の関係(JSC980)



限界穴広げ率と最大高さの関係(JSC980, c=20%)

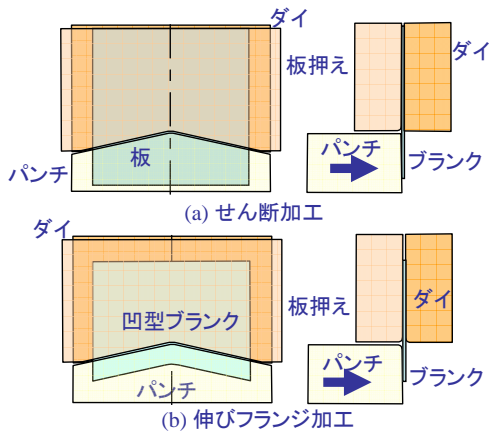


限界穴広げ率と最大高さの関係(JSC980)

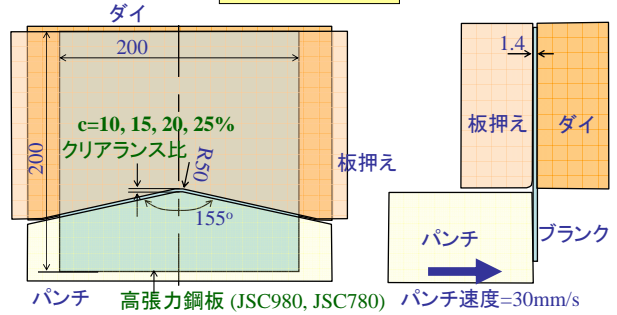


- ・切口面に及ぼすせん断クリアランスの影響
- ・最適せん断条件による伸びフランジ性の向上
- ・破断面平滑化による伸びフランジ性の向上
- ・逐次接触パンチによる伸びフランジ成形性の向上

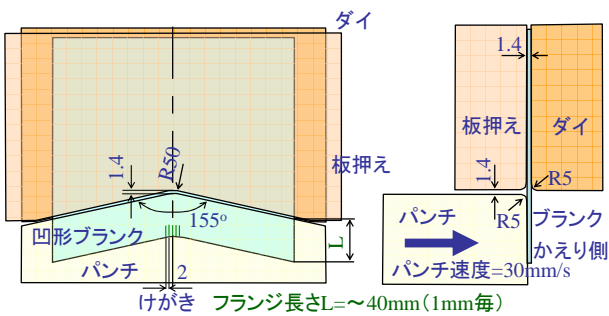
せん断と伸びフランジ成形



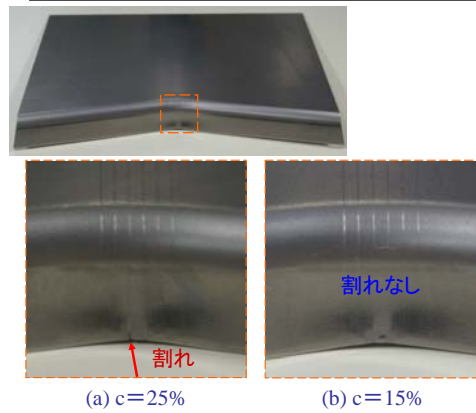
せん断加工条件



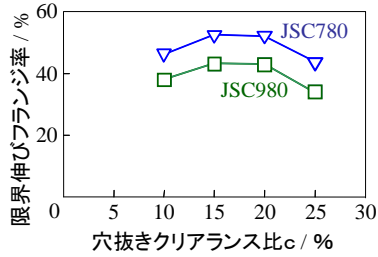
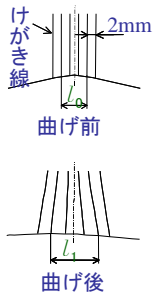
伸びフランジ成形条件



フランジ割れにおよぼすせん断クリアランス比の影響 (JSC780, $L=17\text{mm}$)

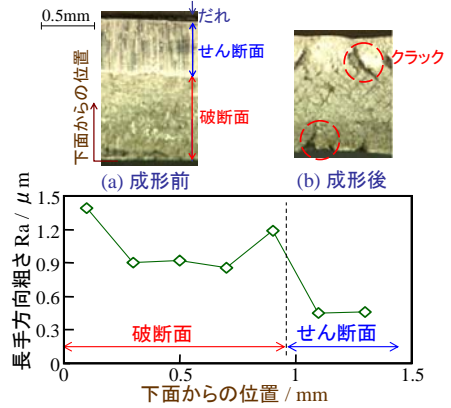


限界伸びフランジ率とクリアランス比の関係



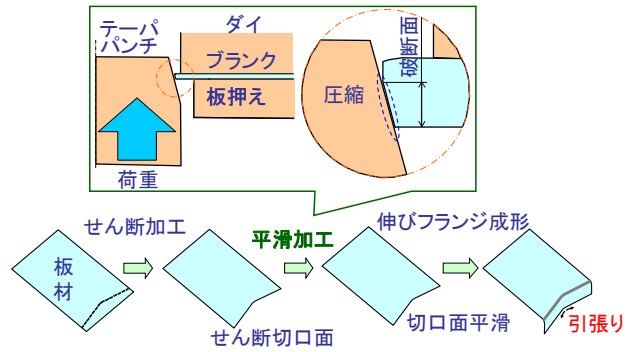
$$\text{伸びフランジ率} = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\%$$

伸びフランジ成形前の切口面粗さ(JSC780, L=16mm, c=20%)

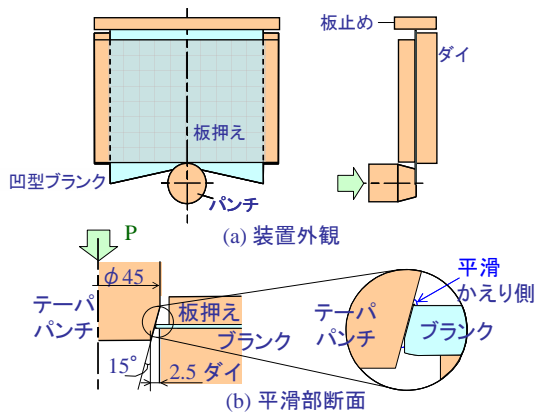


- ・切口面に及ぼすせん断クリアランスの影響
- ・最適せん断条件による伸びフランジ性の向上
- ・破断面平滑化による伸びフランジ性の向上
- ・逐次接触パンチによる伸びフランジ成形性の向上

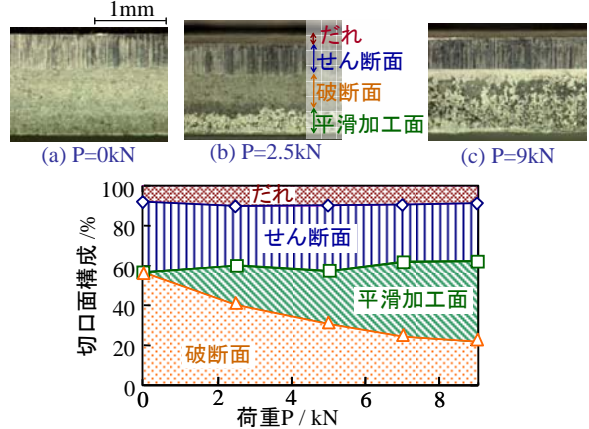
破断面平滑加工の導入



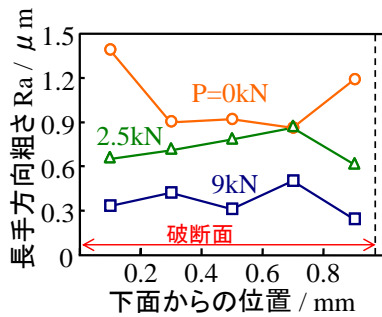
テーパパンチによる破断面平滑加工(JSC780, c=20%)



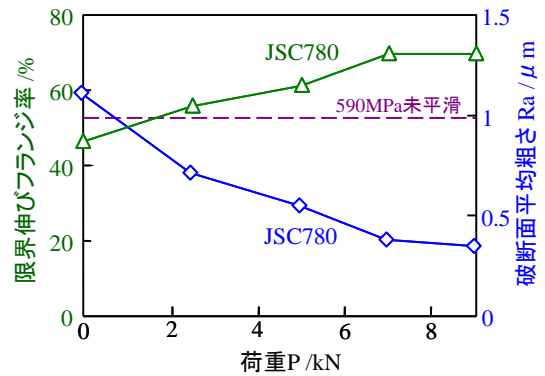
平滑加工後の切口面の構成比 (JSC780, c=20%)



平滑加工による破断面粗さの低減
(JSC780, c=20%)

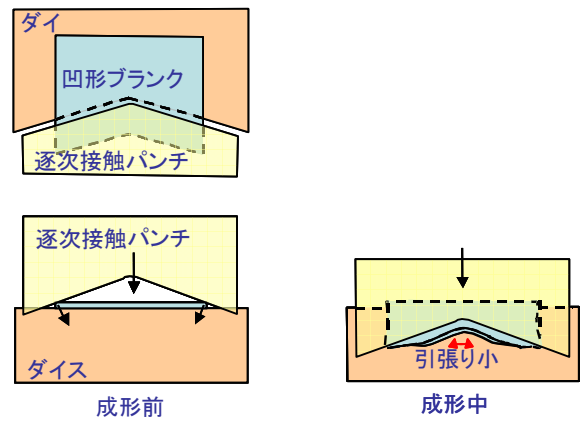


平滑加工による限界伸びフランジ率の向上
(JSC780, c=20%)

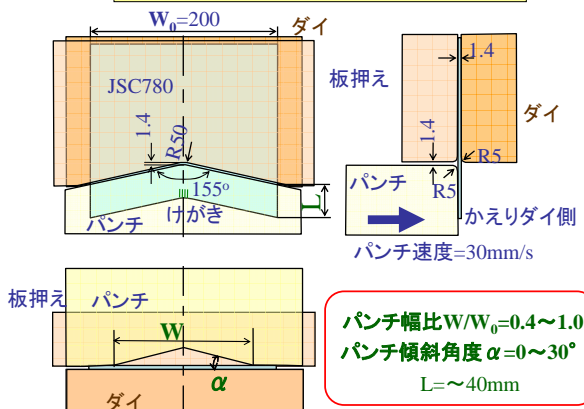


- ・切口面に及ぼすせん断クリアランスの影響
- ・最適せん断条件による伸びフランジ性の向上
- ・破断面平滑化による伸びフランジ性の向上
- ・逐次接触パンチによる伸びフランジ成形性の向上

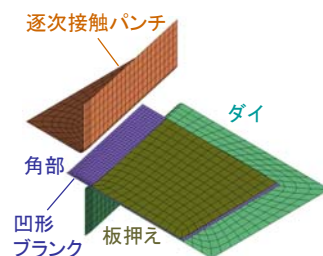
逐次接触パンチによる角部引張りの軽減



逐次接触パンチによる伸びフランジ成形実験



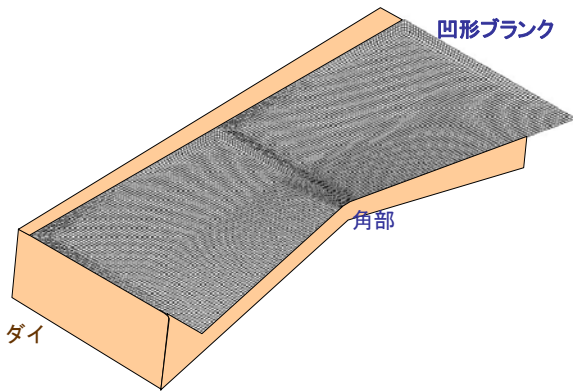
伸びフランジ成形のシミュレーション条件



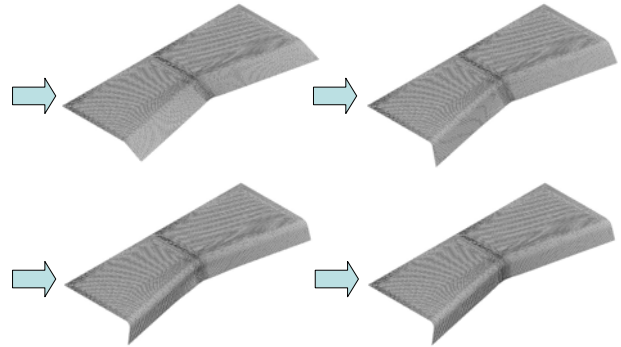
シミュレーション条件

シミュレーション条件	
計算ソフト	LS-DYNA
計算モデル	1/2対称
板材	弾塑性体ソリッド要素
金型の要素	剛体シェル要素
摩擦係数	0.15
パンチ速度	100mm/s

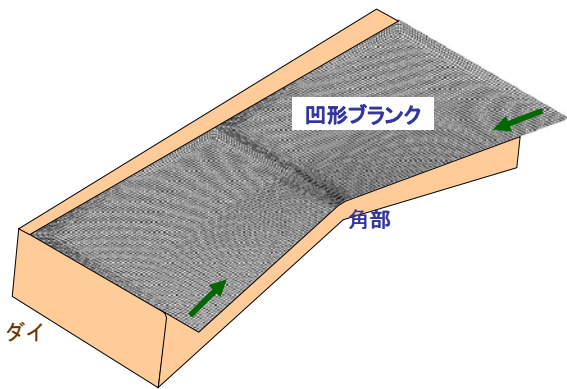
平頭パンチによる伸びフランジ成形の変形挙動
($\alpha=0^\circ$, $L=17\text{mm}$)



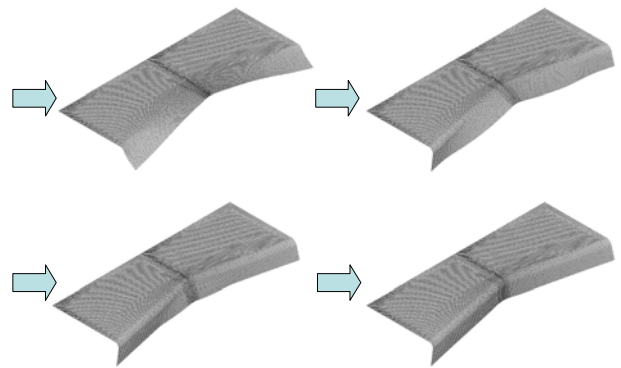
平頭パンチによる伸びフランジ成形の変形挙動
($\alpha=0^\circ$, $L=17\text{mm}$)



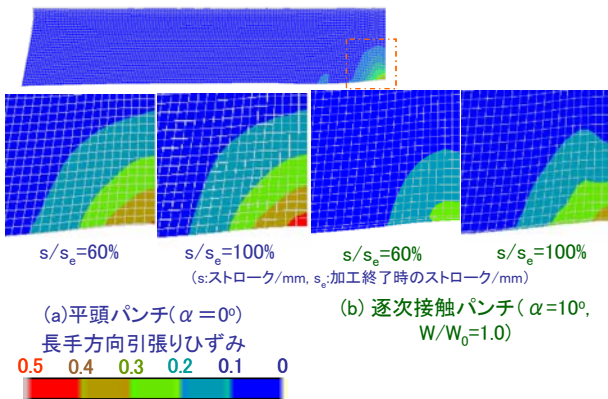
逐次接触パンチによる伸びフランジ成形の変形挙動
($\alpha=10^\circ$, $W/W_0=1.0$, $L=17\text{mm}$)



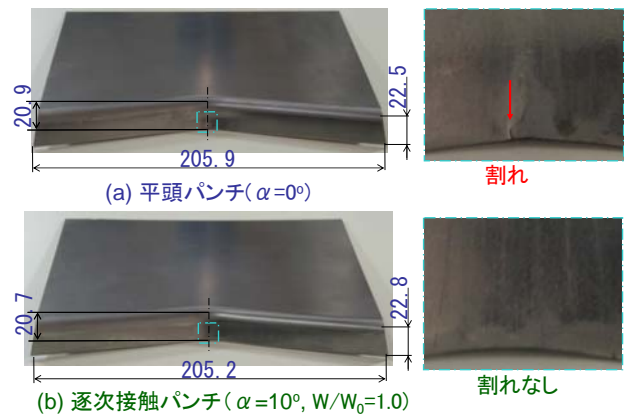
逐次接触パンチによる伸びフランジ成形の変形挙動
($\alpha=10^\circ$, $W/W_0=1.0$, $L=17\text{mm}$)



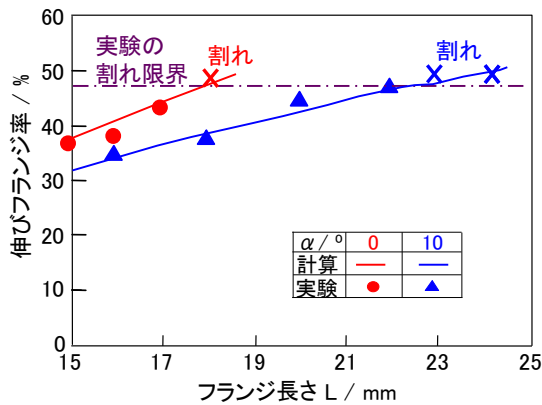
計算による長手方向引張りひずみの変化
($L=17\text{mm}$, $W/W_0=1.0$)



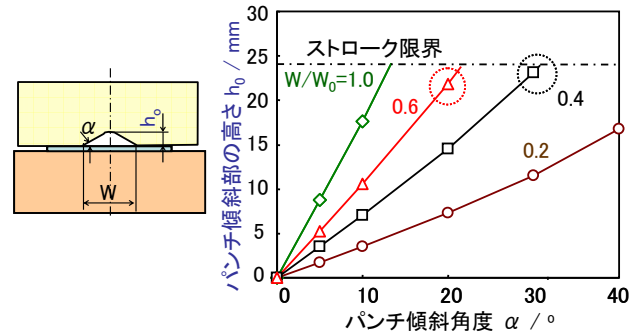
逐次接触パンチによる割れの防止 ($L=18\text{mm}$)



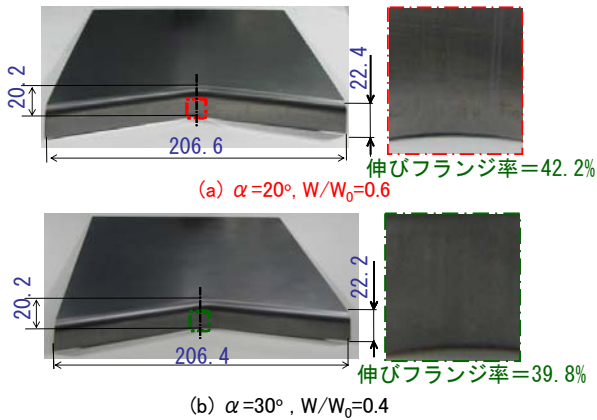
伸びフランジ率とフランジ長さの関係 ($W/W_0=1.0$)



パンチ傾斜角度および逐次接触幅と成形高さの関係



逐次接触幅を変化させた場合の成形結果 ($L=20\text{mm}$)



まとめ

- (1) 伸びフランジ性は、鋼板の強度とともに低下する。
- (2) 限界伸びフランジ率が最大となる最適せん断クリアランスが存在した。
- (3) テーパーパンチによる破断面平滑化により限界伸びフランジ率は増加できる。
- (4) フランジ成形時にパンチに傾斜をつけて逐次的に曲げることで、角部の引張りを低減してフランジ割れを防止できる。

<参考文献>

- ・安部洋平, 鈴木啓生, 森謙一郎, 高張力鋼板の穴広げ加工におけるせん断加工条件の影響, 平成 18 年度塑性加工春季講演会論文集, (2006), 135-136.
- ・安部洋平, 多田亮太, 森謙一郎, 鈴木啓生, 大野裕之, 高張力鋼板の伸びフランジ性におよぼすせん断切り口面の影響, 平成 18 年度塑性加工連合講演会論文集, (2006), 137-138.
- ・安部洋平, 森謙一郎, 鈴木啓生, 大野裕之, せん断された破断面の平滑化による高張力鋼板の穴広げ性の向上, 平成 19 年度塑性加工春季講演会論文集, (2007), 337-338.
- ・安部洋平, 多田亮太, 森謙一郎, せん断された破断面の平滑化による高張力鋼板の穴広げ性の向上, 平成 19 年度塑性加工春季講演会論文集, (2007), 337-338.
- ・安部洋平, 多田亮太, 森謙一郎, 逐次接触パンチによる高張力鋼板の伸びフランジ成形性の向上, 材料とプロセス, 21(2008), 321

伸びフランジ全般

- ・中川威雄, 阿部邦雄, 林豊, 薄板のプレス加工, 1977, 実教出版