

高張力鋼板の伸びフランジ成形のシミュレーションと割れ防止

豊橋技術科学大学 森謙一郎



1. 高張力鋼板とプレス成形
2. 穴広げ性に及ぼす穴抜きクリアランスの影響
3. 伸びフランジ性における最適せん断クリアランス
4. 伸びフランジ性を向上させる破断面平滑加工
5. 伸びフランジ性を向上させる逐次接触パンチ

— 軽量自動車部品の成形 —

100kg軽量: 1km/l燃費向上

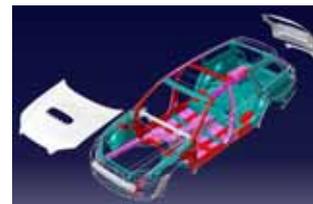
平成19年

軽量材料の成形

- 超高張力鋼板
- アルミニウム, マグネチタン

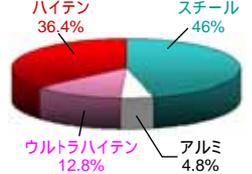


自動車車体への高張力鋼板の適用



スバルレガシィ

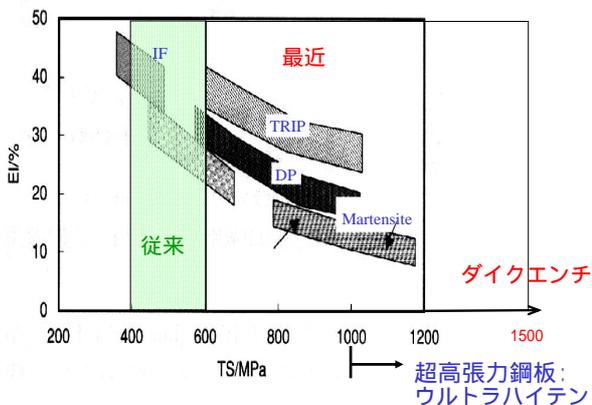
材料比率



トヨタ クラウン, 骨格部材の45%が高張力鋼板

骨格部材: 36%

高張力鋼板の強度

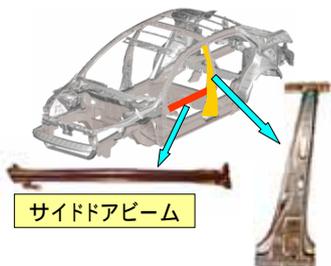


自動車用板材の比較

板材	引張強さ	比重	比強度	コスト(1kg当り)	生産量
ウルトラハイテン	980 ~ 1470MPa	7.8	126 ~ 188MPa	100円程度	鉄: 12億 ton
従来ハイテン	490 ~ 790MPa	7.8	63 ~ 101MPa		
軟鋼板 SPCC	340MPa	7.8	44MPa		
アルミ合金板 A6061(T6処理)	310MPa	2.7	115MPa	500円 ~ 600円	アルミ: 3400万 ton
マグネシウム合金板 AZ31	270MPa	1.8	137MPa	3000円程度	マグネ: 60万 ton

超高張力鋼板の自動車部材への適用

超高張力鋼板: 1GPa以上

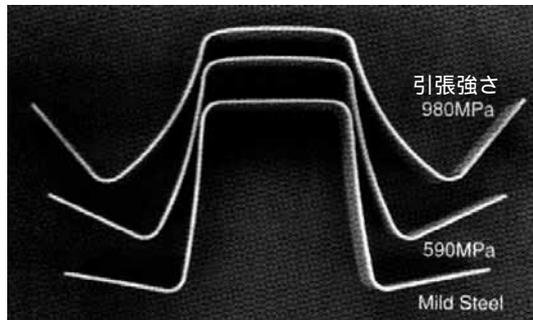


サイドアビーム

センタービラー

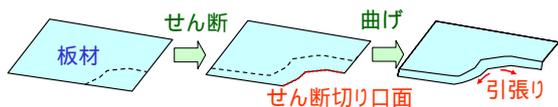
- 高強度
プレス能力
金型摩耗・破損
スプリングバック
- 低延性
割れ

高張力鋼板のハット曲げにおけるスプリングバック

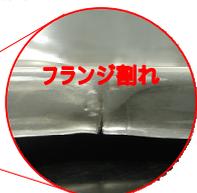


岩谷：プレス技術，42-8(2004)，43

プレス成形におけるフランジ割れ



780MPa級 プレス成形部品



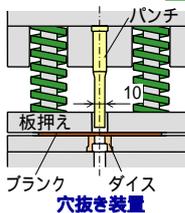
フランジ割れ
板材端部で発生する
引張応力による割れ

1. 高張力鋼板とプレス成形
2. 穴広げ性に及ぼす穴抜きクリアランスの影響
3. 伸びフランジ性における最適せん断クリアランス
4. 伸びフランジ性を向上させる破断面平滑加工
5. 伸びフランジ性を向上させる逐次接触パンチ

穴抜き・穴広げ加工される鋼板

材料名	板厚 mm	降伏応力 mm	引張強さ MPa	伸び %	n値
JSC270C	1.39	223	333	41.2	0.19
JSC390W	1.39	283	389	35.8	0.18
JSC440W	1.41	320	455	33.8	0.19
JSC590R	1.40	438	603	25.9	0.15
JSC780Y	1.47	558	823	19.0	0.12
JSC980Y	1.41	620	1027	18.7	0.12

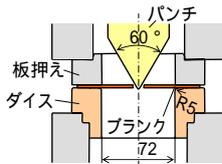
穴抜き・穴広げ条件



穴抜き装置

穴抜き条件

パンチ直径 / mm	10
穴抜きクリアランス比 c / %	4, 8, 12, 16, 20, 25, 30
穴抜き速度 / mm·s ⁻¹	30
潤滑剤	防錆油

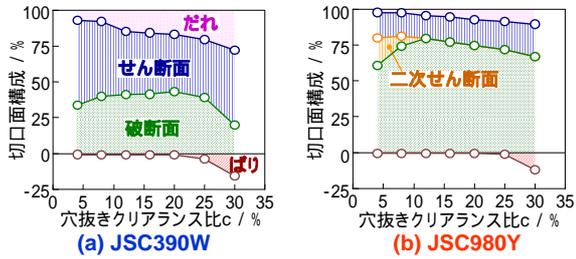


穴広げ装置

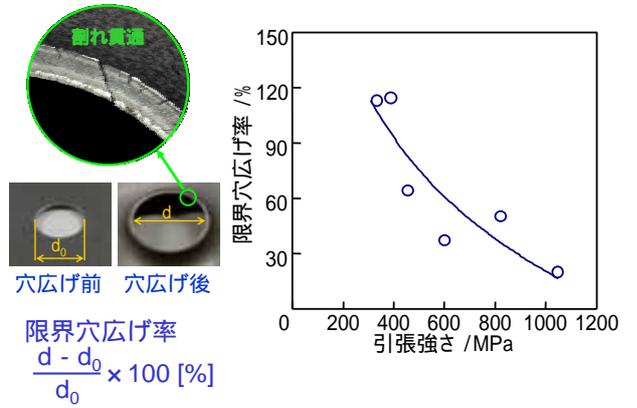
穴広げ条件

パンチ速度 / mm·s ⁻¹	1
穴広げ方向	ばりダイス側
割れの判定	目視
潤滑剤	防錆油
試験数	各条件3枚

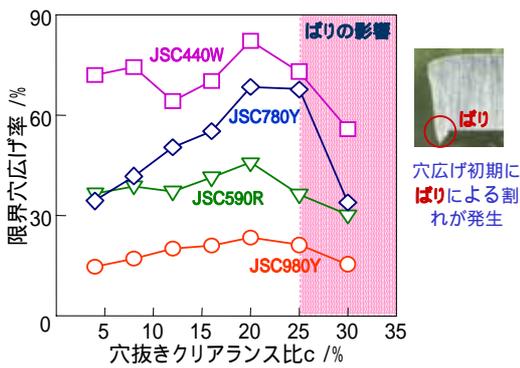
穴抜きクリアランス比による切口面構成の変化



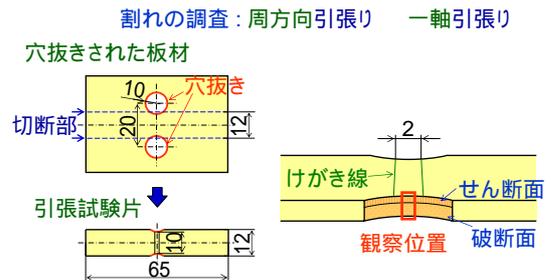
限界穴広げ率と引張強さの関係(c=12%)



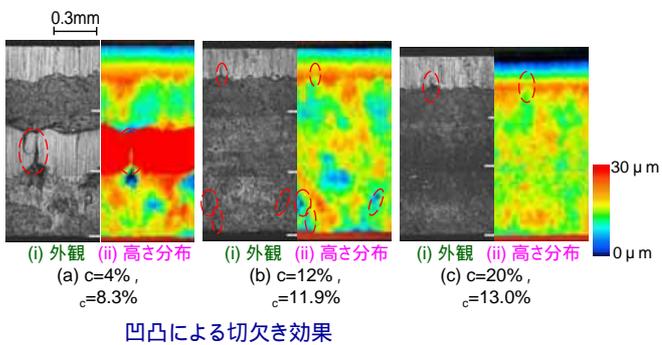
限界穴広げ率と穴抜きクリアランス比の関係



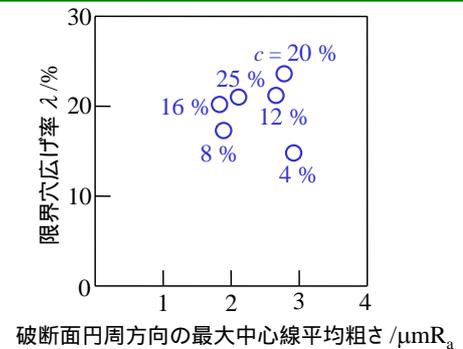
せん断切口面観察用引張試験



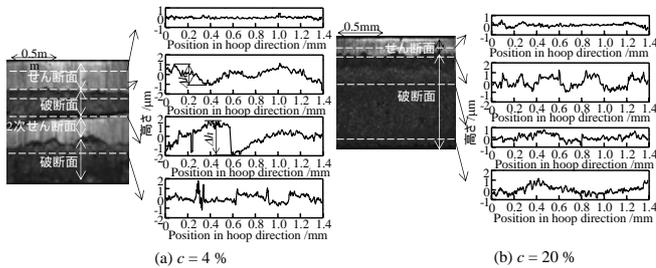
限界ひずみにおけるせん断切口面の凹凸(JSC980Y)



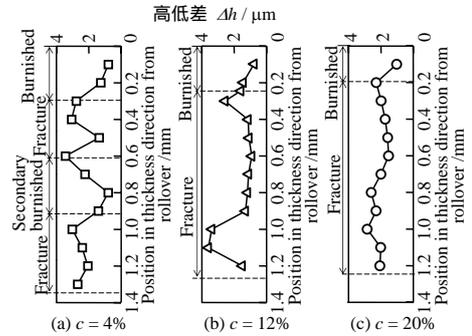
限界穴広げ率と穴抜き加工後の破断面円周方向の最大中心線平均粗さの関係(JSC980Y)



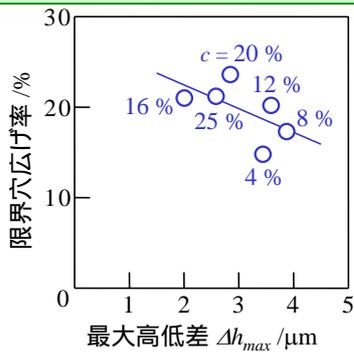
切口面の円周方向の巨視的な凹凸(JSC980Y)



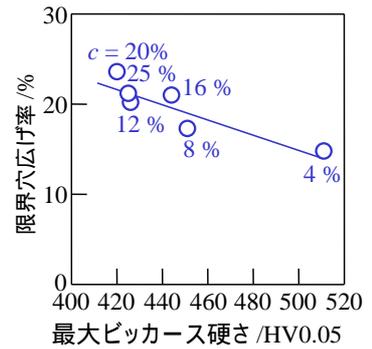
穴抜き加工後の切口面の板厚方向高低差分布(JSC980Y)



限界穴広げ率と穴抜き加工後の切口面の最大高低差の関係 (JSC980Y)

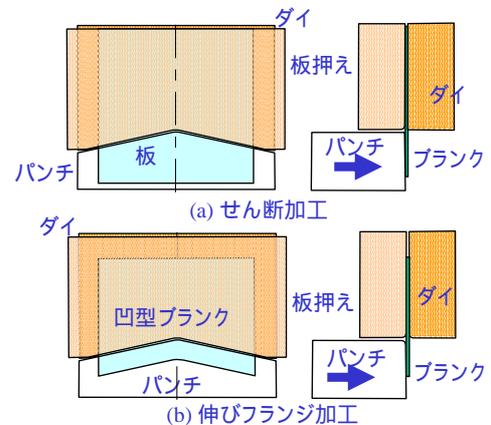


限界穴広げ率と圧延方向の切口面の最大硬さの関係 (JSC980Y)

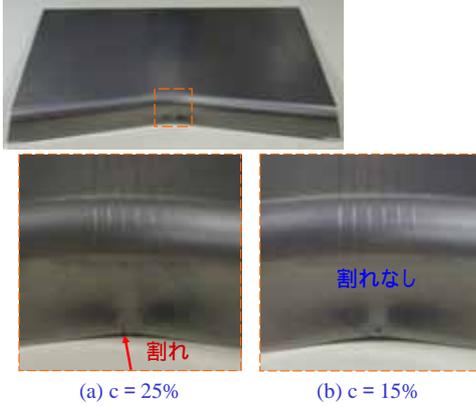


1. 高張力鋼板とプレス成形
2. 穴広げ性に及ぼす穴抜きクリアランスの影響
3. 伸びフランジ性における最適せん断クリアランス
4. 伸びフランジ性を向上させる破断面平滑加工
5. 伸びフランジ性を向上させる逐次接触パンチ

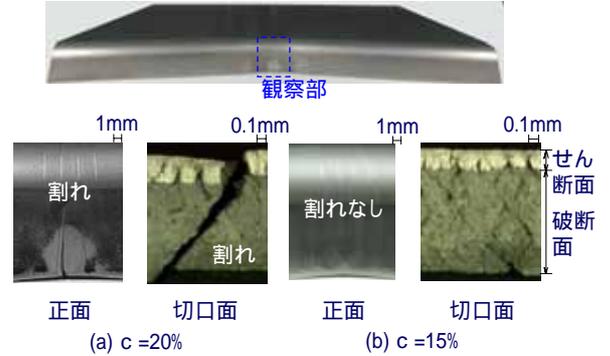
せん断と伸びフランジ成形



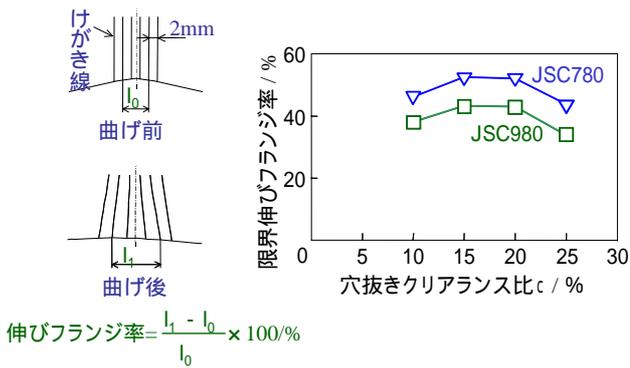
フランジ割れにおよぼすせん断クリアランス比の影響
(JSC780Y, L=17mm)



実験による限界伸びフランジ率におよぼすせん断クリアランス比の影響 (JSC980Y, L=15mm, 平坦パンチ)

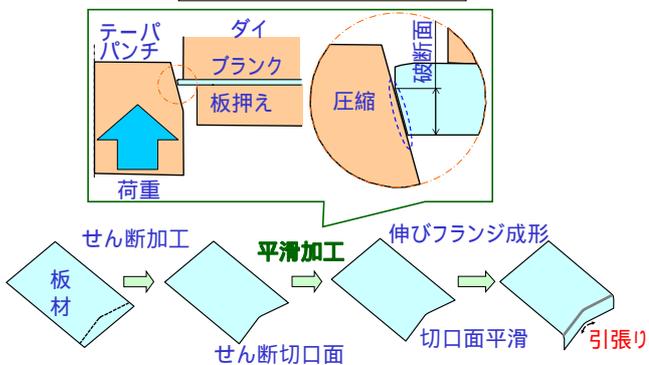


限界伸びフランジ率とクリアランス比の関係

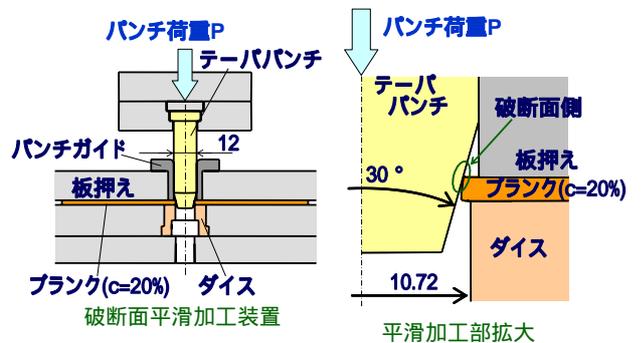


1. 高張力鋼板とプレス成形
2. 穴広げ性に及ぼす穴抜きクリアランスの影響
3. 伸びフランジ性における最適せん断クリアランス
4. 伸びフランジ性を向上させる破断面平滑加工
5. 伸びフランジ性を向上させる逐次接触パンチ

破断面平滑化の導入

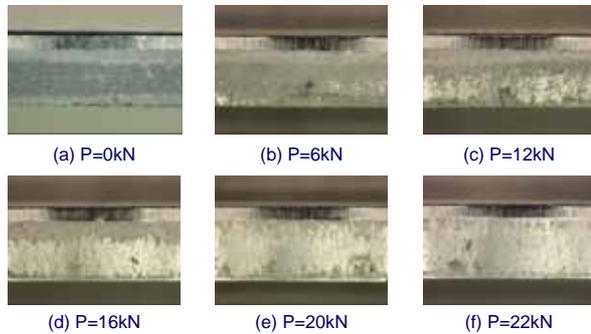


破断面平滑加工法

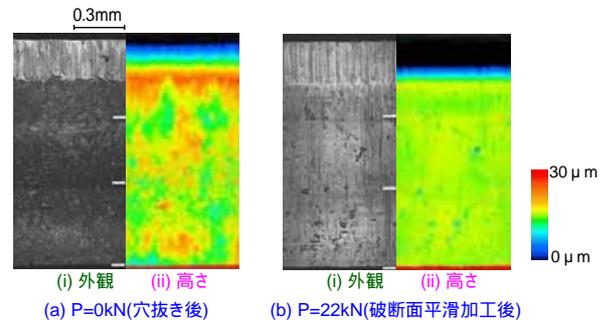


破断面の凹凸を平滑化 → 切欠き効果の低減

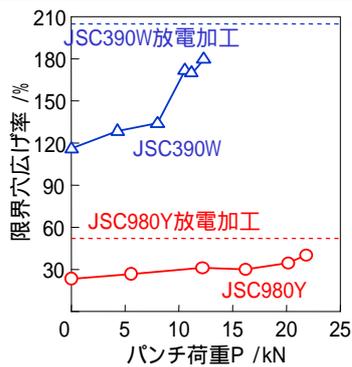
穴抜き加工された板材の平滑加工におけるせん断切口面 (JSC980Y)



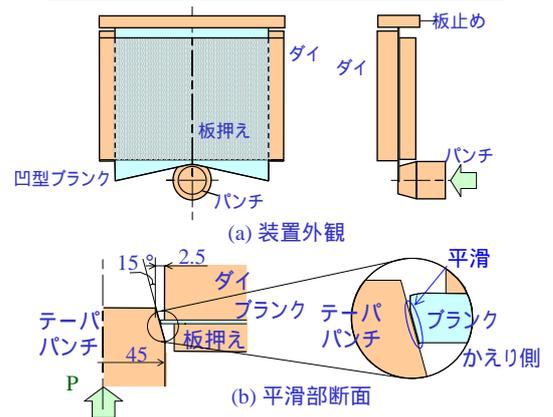
破断面平滑加工後のせん断切口面 (JSC980Y)



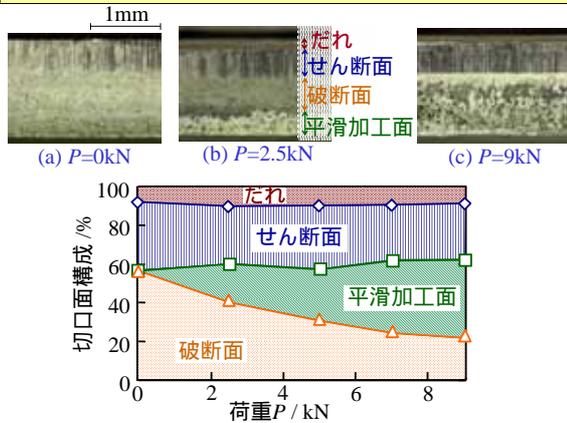
破断面平滑加工による限界穴広げ率の向上



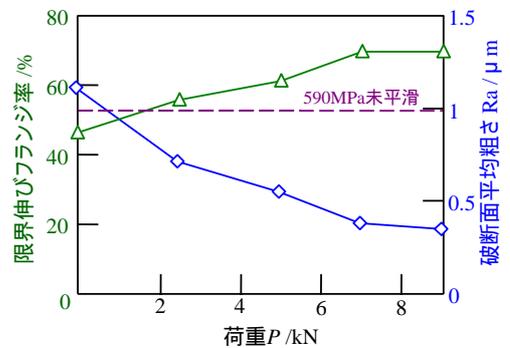
テーパパンチによる破断面平滑加工



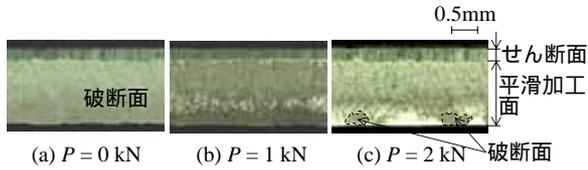
平滑化後の切口面の構成比 (JSC780, c=20%)



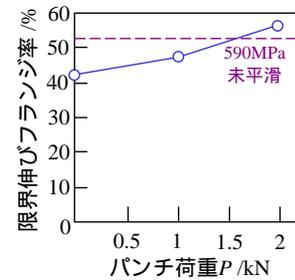
平滑化による限界伸びフランジ率の向上 (JSC780, c=20%)



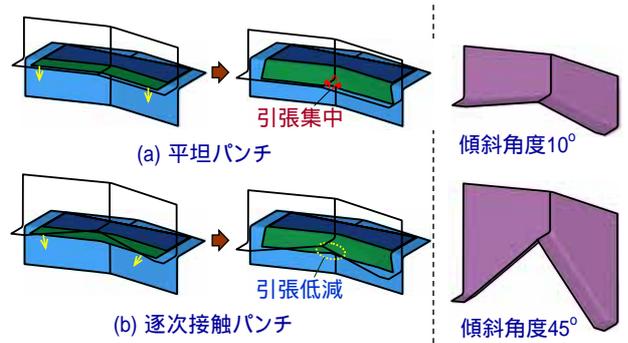
破断面平滑加工前後の切口面 (JSC980Y, $c=15\%$)



破断面平滑化による伸びフランジ成形性の向上 (JSC980Y, $c=15\%$)



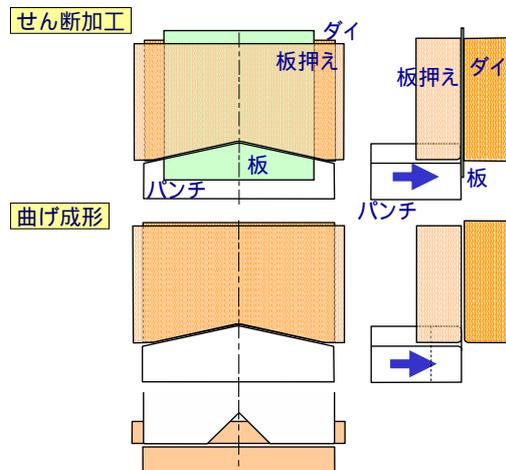
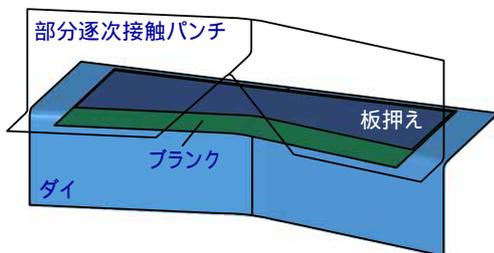
1. 高張力鋼板とプレス成形
2. 穴広げ性に及ぼす穴抜きクリアランスの影響
3. 伸びフランジ性における最適せん断クリアランス
4. 伸びフランジ性を向上させる破断面平滑加工
5. 伸びフランジ性を向上させる逐次接触パンチ



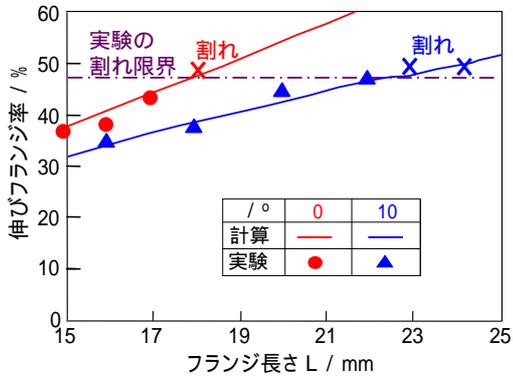
目的

超高張力鋼板における伸びフランジ割れを防止する逐次接触パンチ形状の最適化

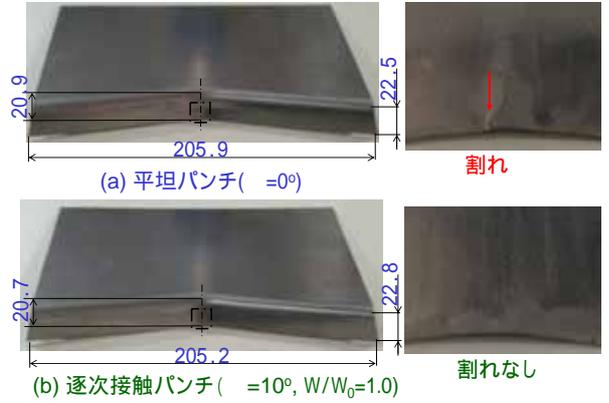
部分逐次接触パンチによる伸びフランジ曲げ成形



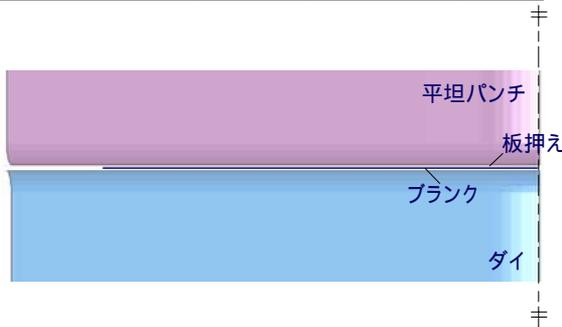
JSC780における伸びフランジ率とフランジ長さの関係 ($W/W_0=1.0$)



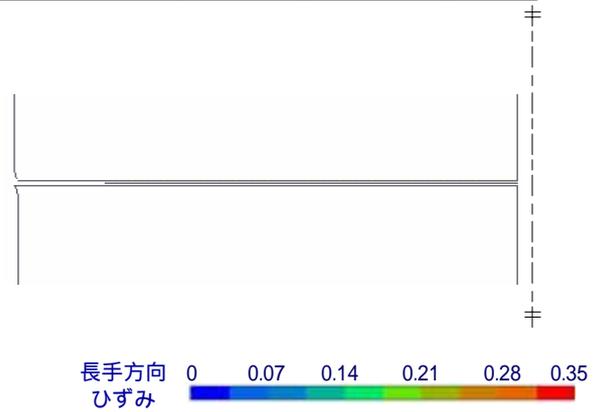
逐次接触パンチによる割れの防止 (JSC780, $L=18\text{mm}$)



計算による伸びフランジ曲げ成形時の長手方向ひずみ (JSC980Y, 平坦パンチ)



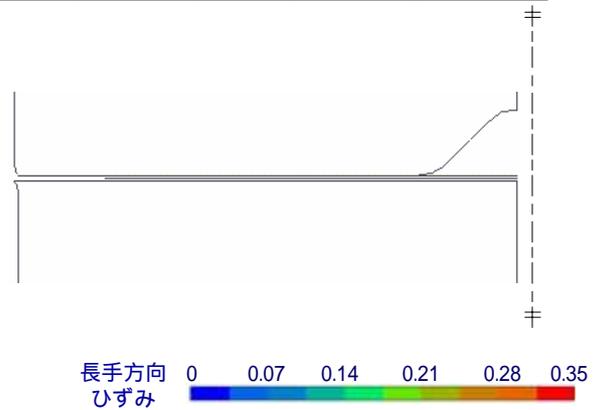
計算による伸びフランジ曲げ成形時の長手方向ひずみ (JSC980Y, 平坦パンチ)



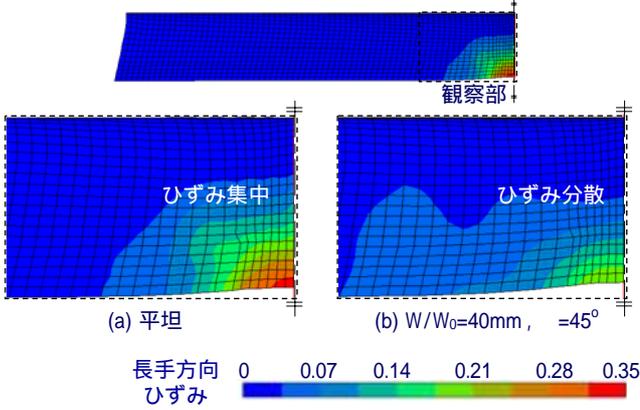
計算による伸びフランジ曲げ成形時の長手方向ひずみ (JSC980Y, $\theta=40^\circ, W/W_0=0.2, L=23\text{mm}$)



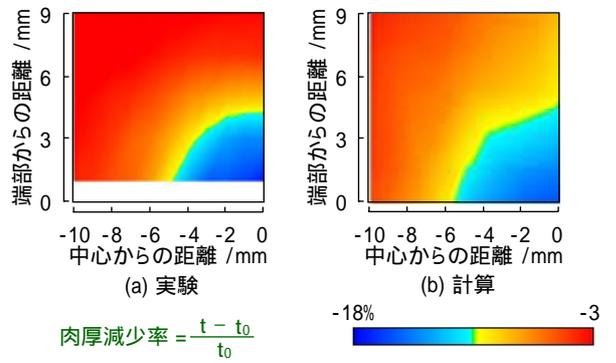
計算による伸びフランジ曲げ成形時の長手方向ひずみ (JSC980Y, $\theta=40^\circ, W/W_0=0.2, L=23\text{mm}$)



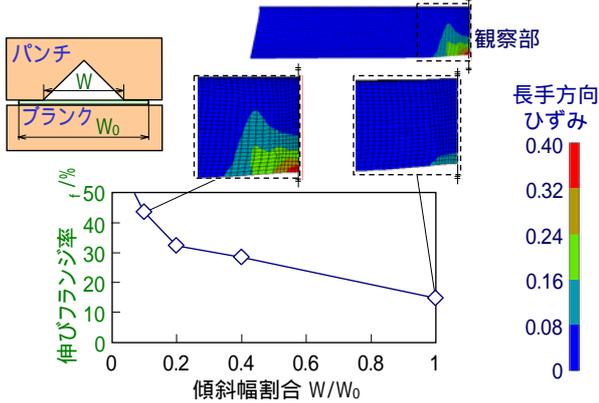
計算による長手方向引張ひずみの変化
(JSC980Y, L=23mm)



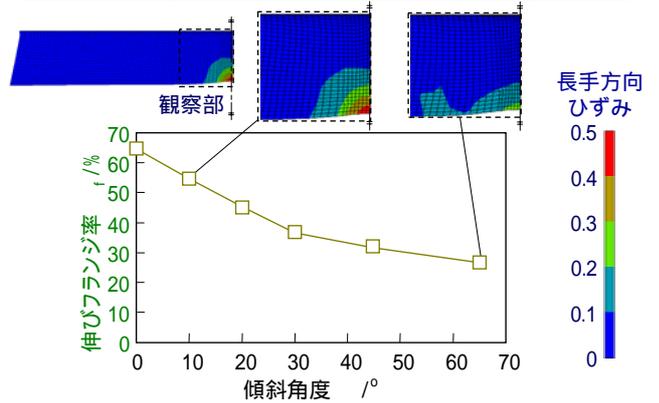
実験と計算による成形後の肉厚減少率分布
(JSC980Y, $t=1.4\text{mm}$, 平坦パンチ)



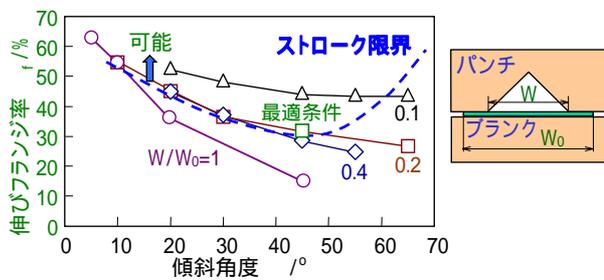
計算による伸びフランジ率におよぼす傾斜幅の影響
(JSC980Y, L=23mm, $=45^\circ$)



計算による伸びフランジ率におよぼす傾斜角度の影響 (JSC980Y, L=23mm, $W/W_0=0.2$)



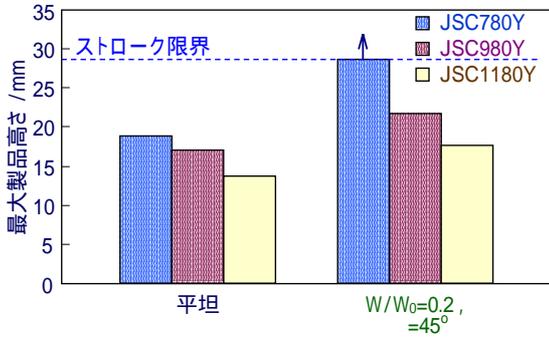
計算による最適逐次接触パンチ形状
(JSC980Y, L=23mm)



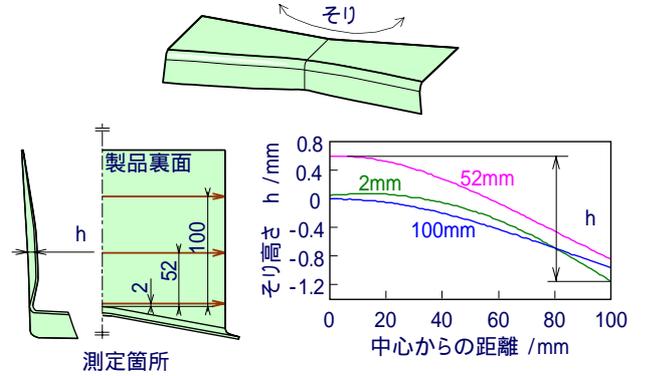
実験における部分逐次接触パンチによる最大製品高さの向上



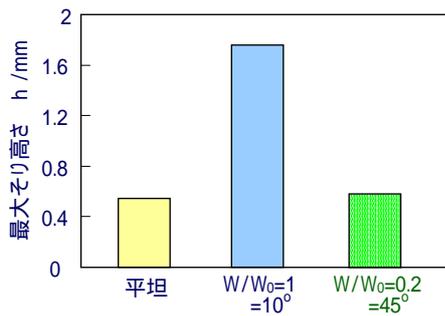
実験による最大製品高さ



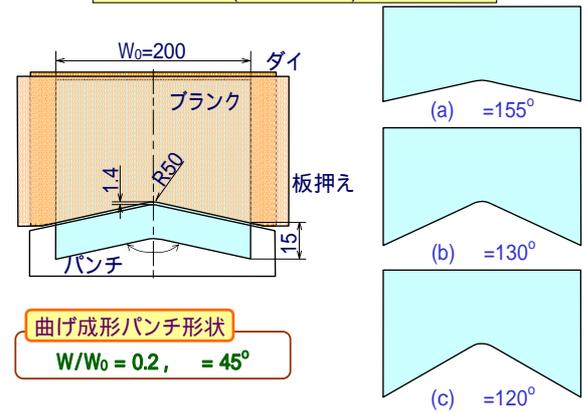
実験における製品のそり (JSC980Y, $\theta=10^\circ$, $W/W_0=1, c=20\%, L=15\text{mm}$)



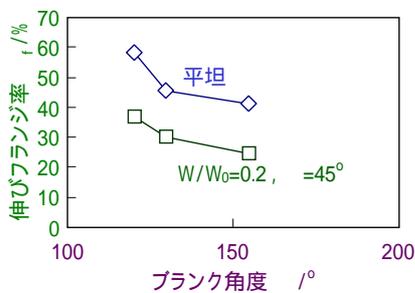
部分逐次接触パンチによる最大そり高さの低減 (JSC980Y, $c=20\%, L=15\text{mm}$)



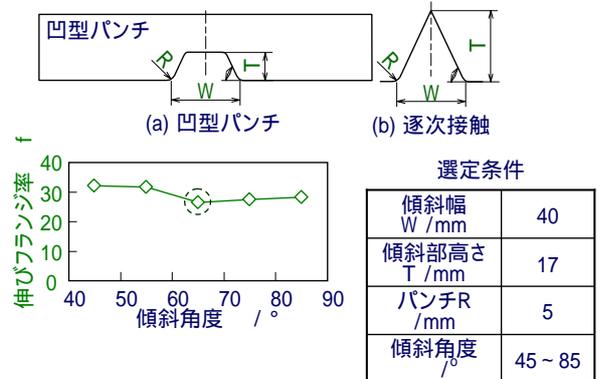
計算によるブランク角度の変更 (JSC980Y)



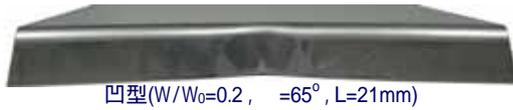
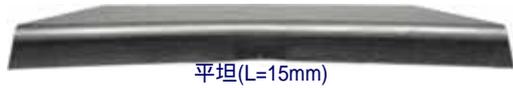
計算による伸びフランジ率とブランク角度の関係 (JSC980Y, $L=15\text{mm}$)



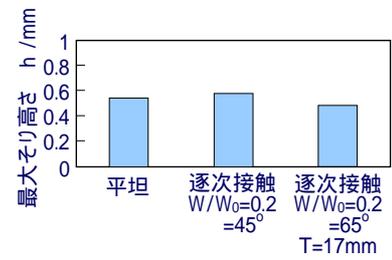
計算による凹型パンチ形状の選定 (JSC980Y, $L=23\text{mm}$)



実験による凹型パンチの成形結果
(JSC980Y, $c=15\%$)



実験による凹型パンチの最大そり高さ h
(JSC980Y, $c=20\%$, L=15mm)



1. 高張力鋼板とプレス成形
2. 穴広げ性に及ぼす穴抜きクリアランスの影響
3. 伸びフランジ性における最適せん断クリアランス
4. 伸びフランジ性を向上させる破断面平滑加工
5. 伸びフランジ性を向上させる逐次接触パンチ