

2009年11月12日
第7回首都圏北部4大学
新技術説明会

難加工材の高精度・低荷重プレス加工技術

茨城大学 大学院 理工学研究科
応用粒子線科学専攻

講師 西野創一郎

nishinos@hcs.ibaraki.ac.jp

<http://www.appl-beam.ibaraki.ac.jp/nishino/index.html>

【講演内容とポイント】

1. 自動車の軽量化における高張力鋼板(ハイテン)の役割

⇒ なぜ、難加工材であるハイテンを使用するのか？

2. 高張力鋼板のプレス成形技術

⇒ フォーム成形の有効性とは？
(深絞り:ドロウ成形との比較)

3. マグネシウム合金の曲げ加工技術

⇒ マグネシウム合金の曲げ加工における注意点は？

軽量化技術研究室(西野研究室)

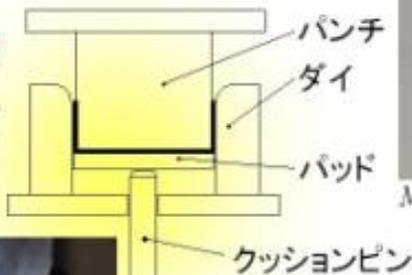
プレス成形

高張力鋼板のフォーム成形

加工荷重低減と高精度化

フォーム成形法

- ・中央部固定
- ・加工荷重低減



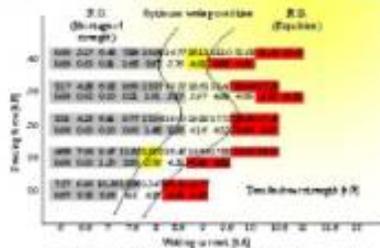
フォーム金型による成形試験

スポット溶接

接合強度確保のための最適溶接条件



3枚打ちスポット溶接



溶接条件(ウェルドロップ)

Mg板材の曲げ加工

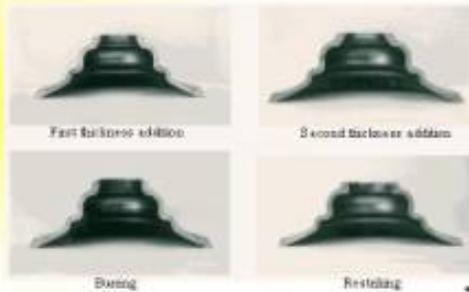
冷間および温間での加工限界



Mg板材の冷間曲げ加工

増肉成形

限界設計を可能にする局部増肉



かじり・焼きつき



コーティング

- ・CVD
- ・PVD



皮膜の圧縮実験

疲労強度

プレス加工後の製品強度評価



小型試験機による疲労試験

軽量化と衝突安全性の両立



鋼板の高張力化(590-1180MPa級ハイテン)
AlおよびMg合金の適用

防音

防音材料の内部構造と防音性能



自動車用防音材料

せん断加工したハイテン材の磁気特性



磁化したハイテン材

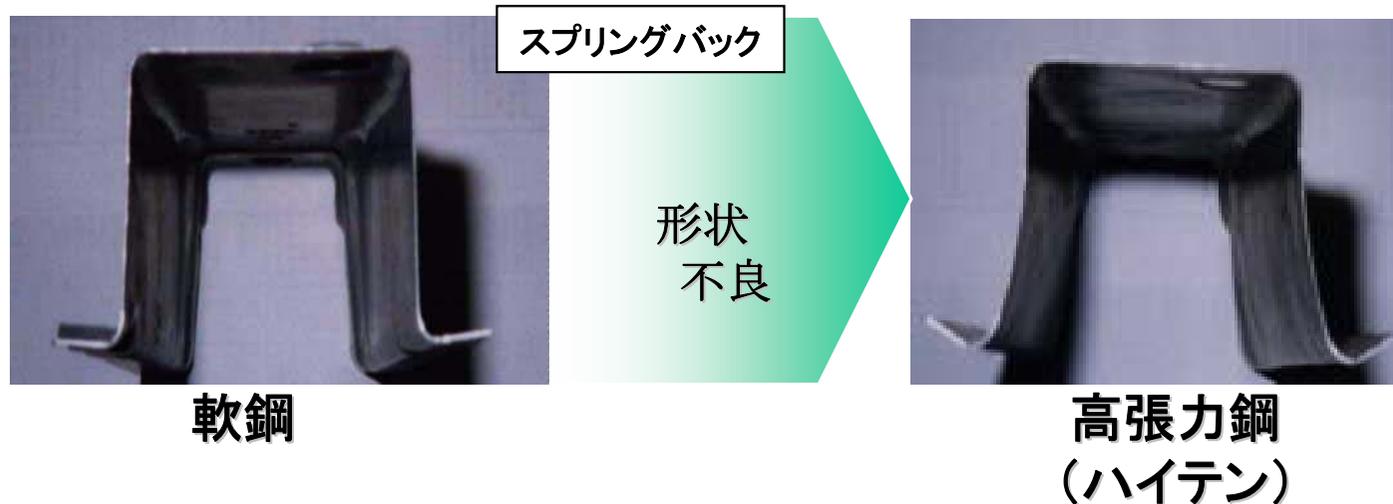


プレス製品から切り出した試験片で材料試験

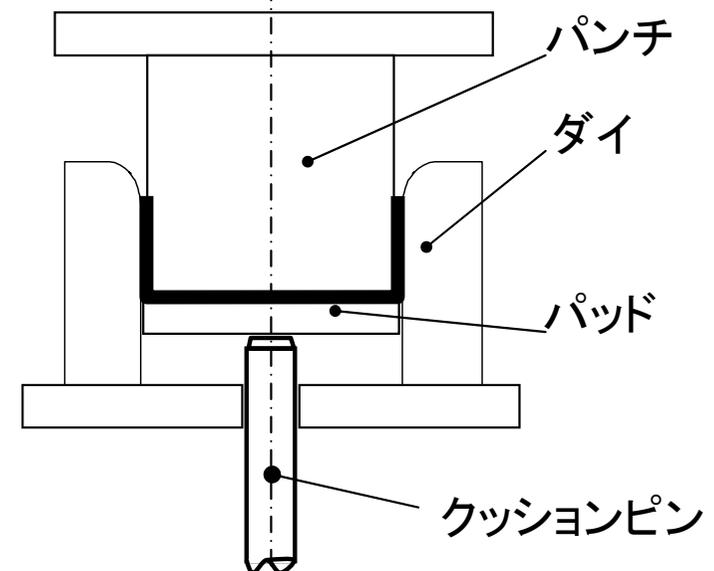
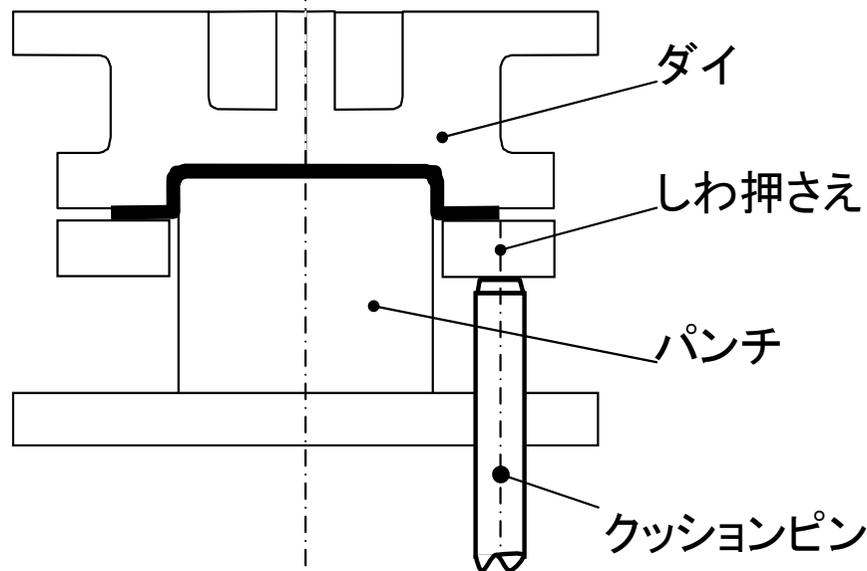
中性子ラジオグラフィ装置と
撮影画像(原子力機構・東海)

鋼板の高強度化(ハイテン化)によって生じる問題

- 成形不具合が頻出
 - 割れ(破壊), シワ(座屈), シャクレ(反り)
 - **形状精度不良(スプリングバック)**
 - 型カジリ
 - 加工騒音
- **加工荷重が増大**
- **従来の加工法・設備が使えない**



プレス加工法の変化:ドロウ(絞り)成形からフォーム成形へ



- ・従来の加工法
- ・素材外周を固定
中央部を金型で成形
(深絞り加工)
- ・高強度材料では
不具合頻出



- ・高強度材料の成形に最適
- ・中央部固定, 外周部を自由な
状態にして成形(成形し易い)
- ・**基本は曲げ加工**

鋼板の高強度化に対応したフォーム成形法

- ・低荷重で加工(省エネ)
- ・既存の設備で対応(低コスト)

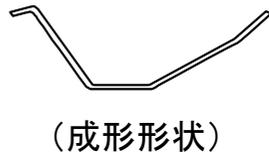
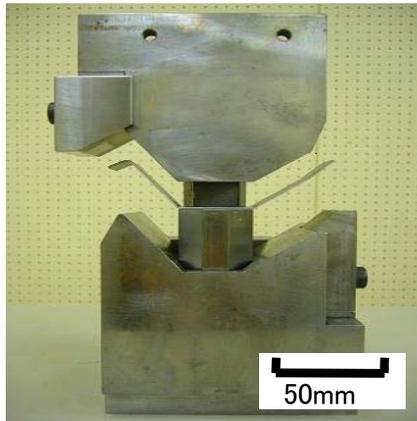
使用テスト金型と成形々状

フォーム2工程成形

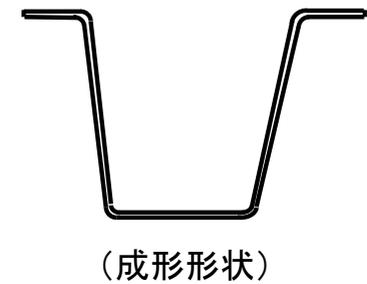
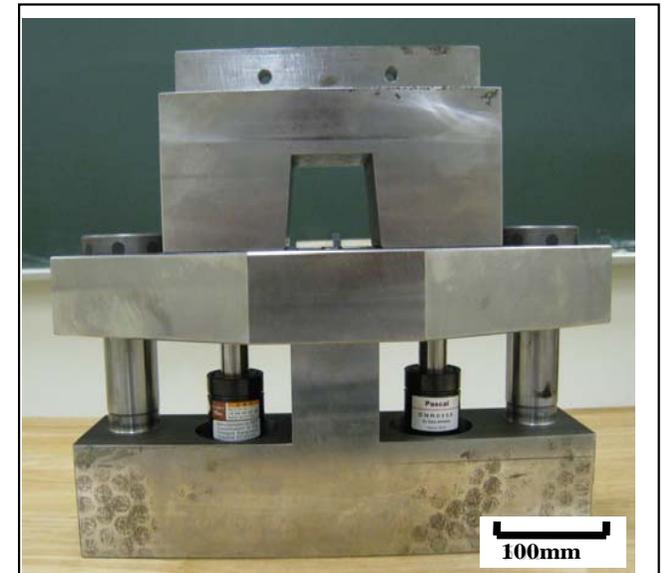
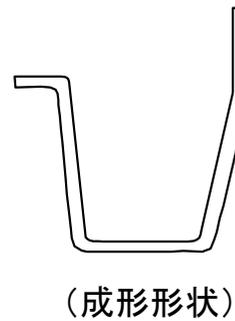
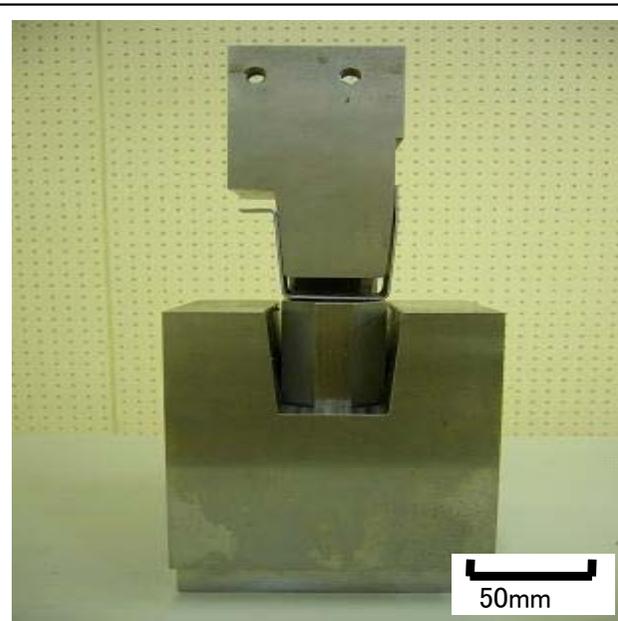
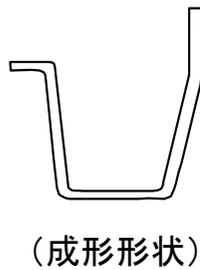
フォーム1工程成形

ドロ-（絞り）成形

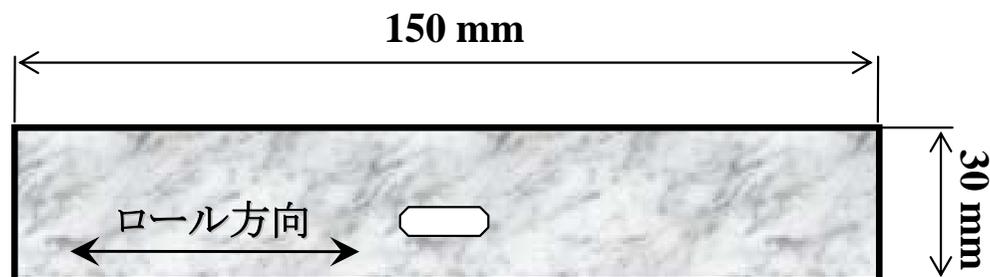
1)第1フォーム



2)第2フォーム



試験片形状

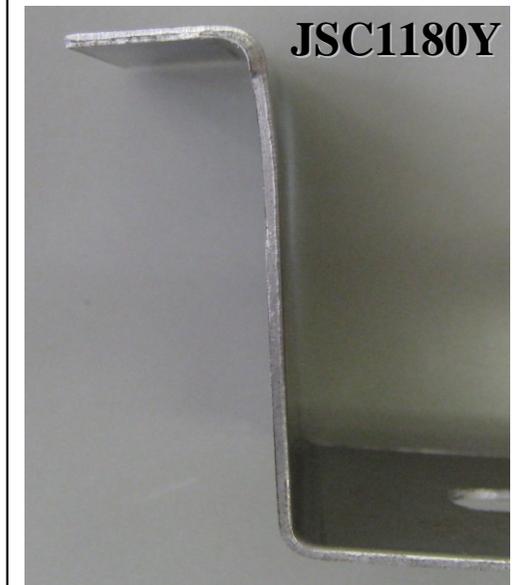
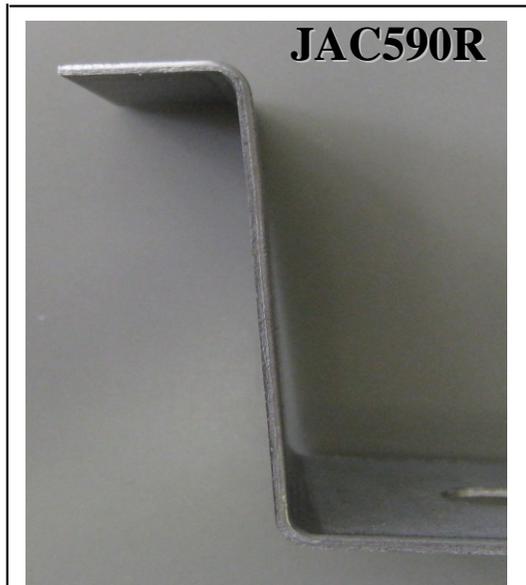


供試材の機械的特性値

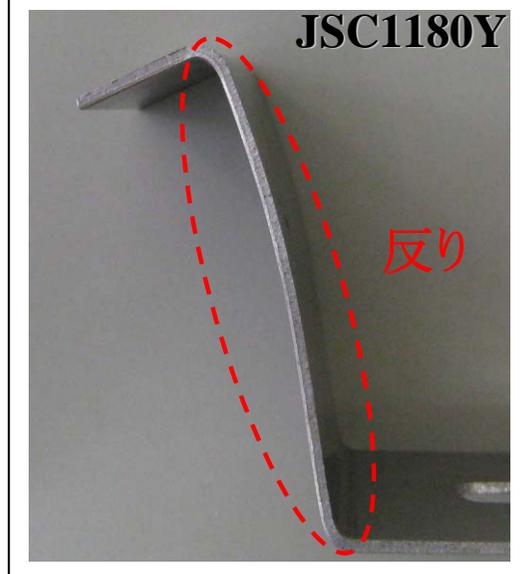
	Single Phase	Dual Phase	Single Phase	Dual Phase				
	JAC270F	JSC590T	JAC590R	JSC590Y	JSC780T	JSC780Y	JSC980Y	JSC1180Y
	IF	TRIP	PH	DP	TRIP	DP	DP	DP
Tensile stress[MPa]	280	644	594	637	793	806	1009	1220
Yield stress[MPa]	126	415	460	413	440	430	693	1081
Elongation[%]	55	40	27	32	31	24	16	12

各成形方式による成形々状

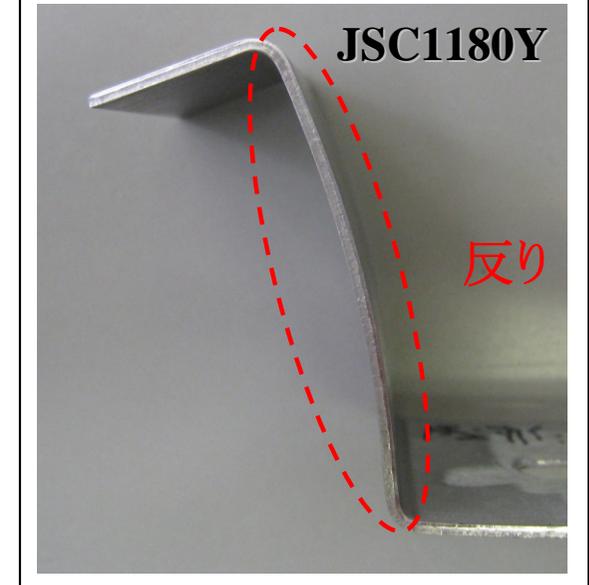
フォーム2工程成形品



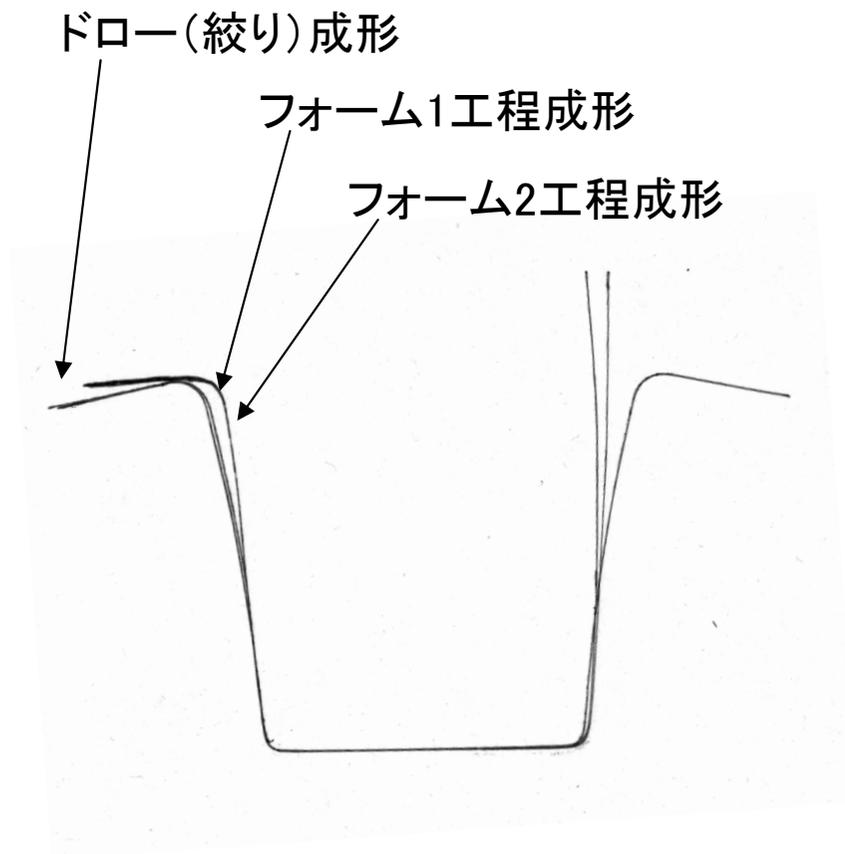
フォーム1工程成形品



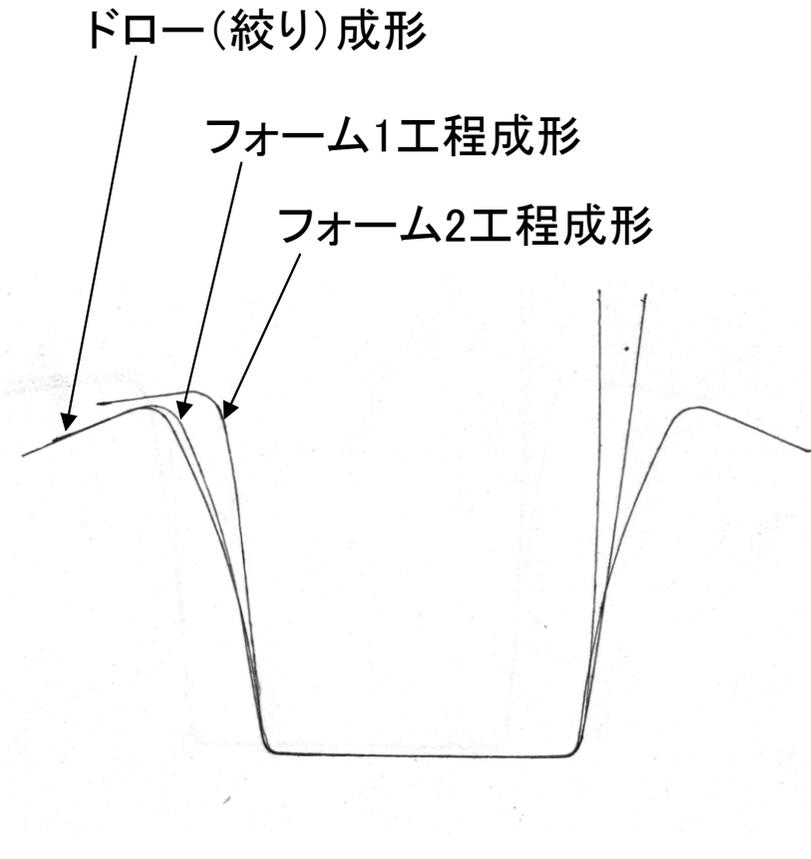
ドロー成形品



成形方式による成形々状の相違



JSC780Y

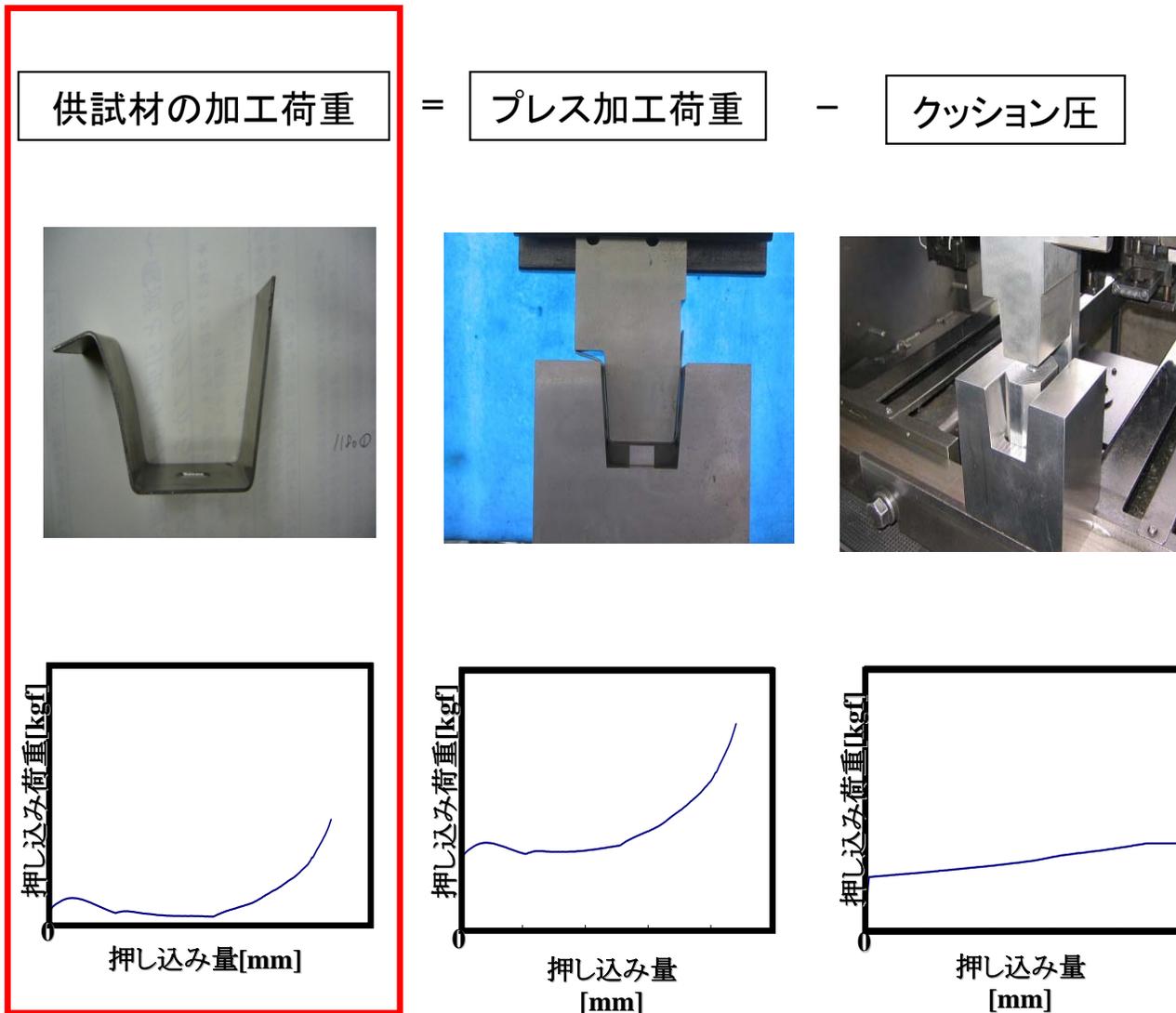


JSC1180Y

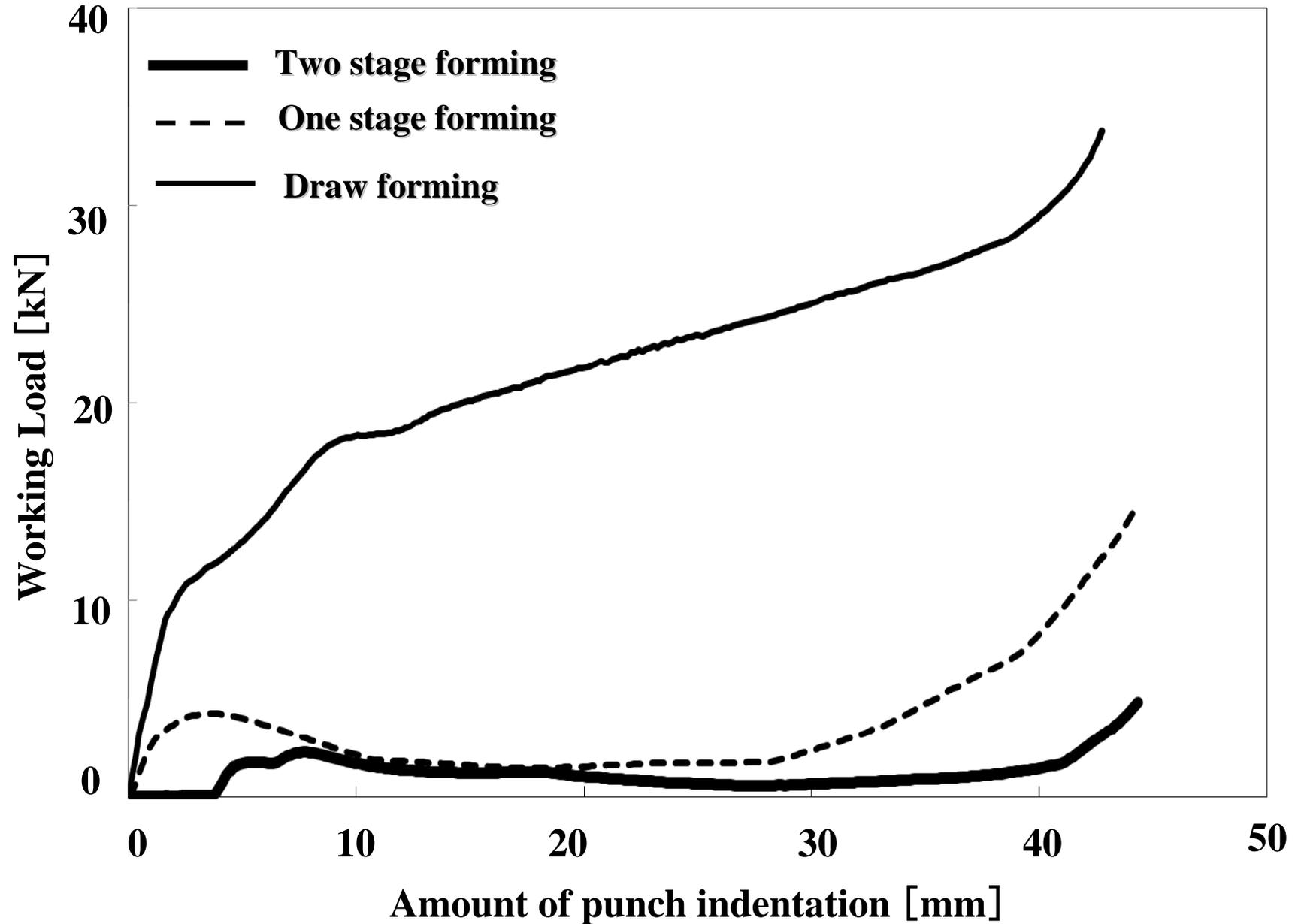
加工荷重測定



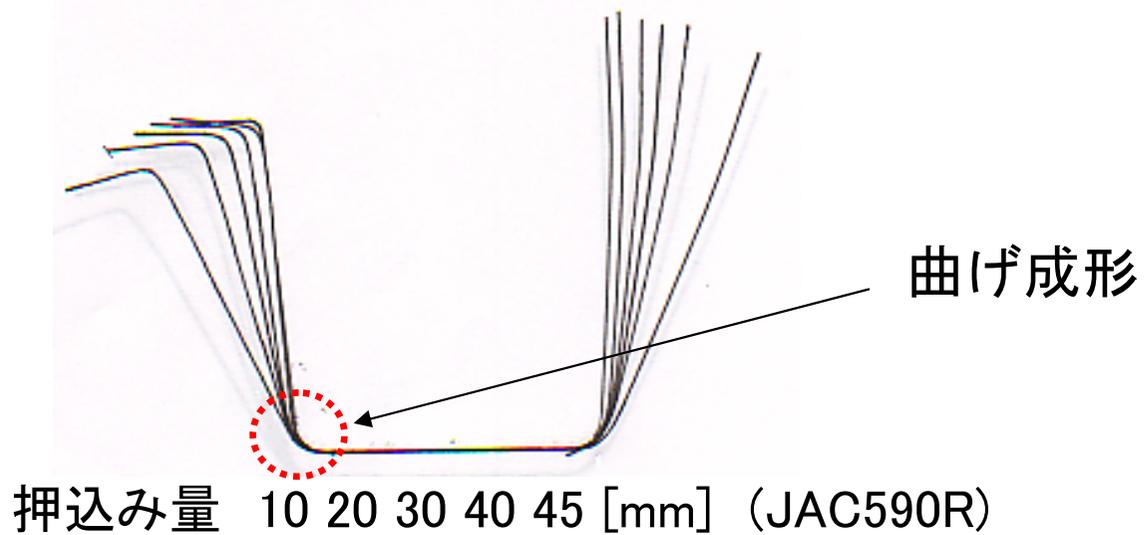
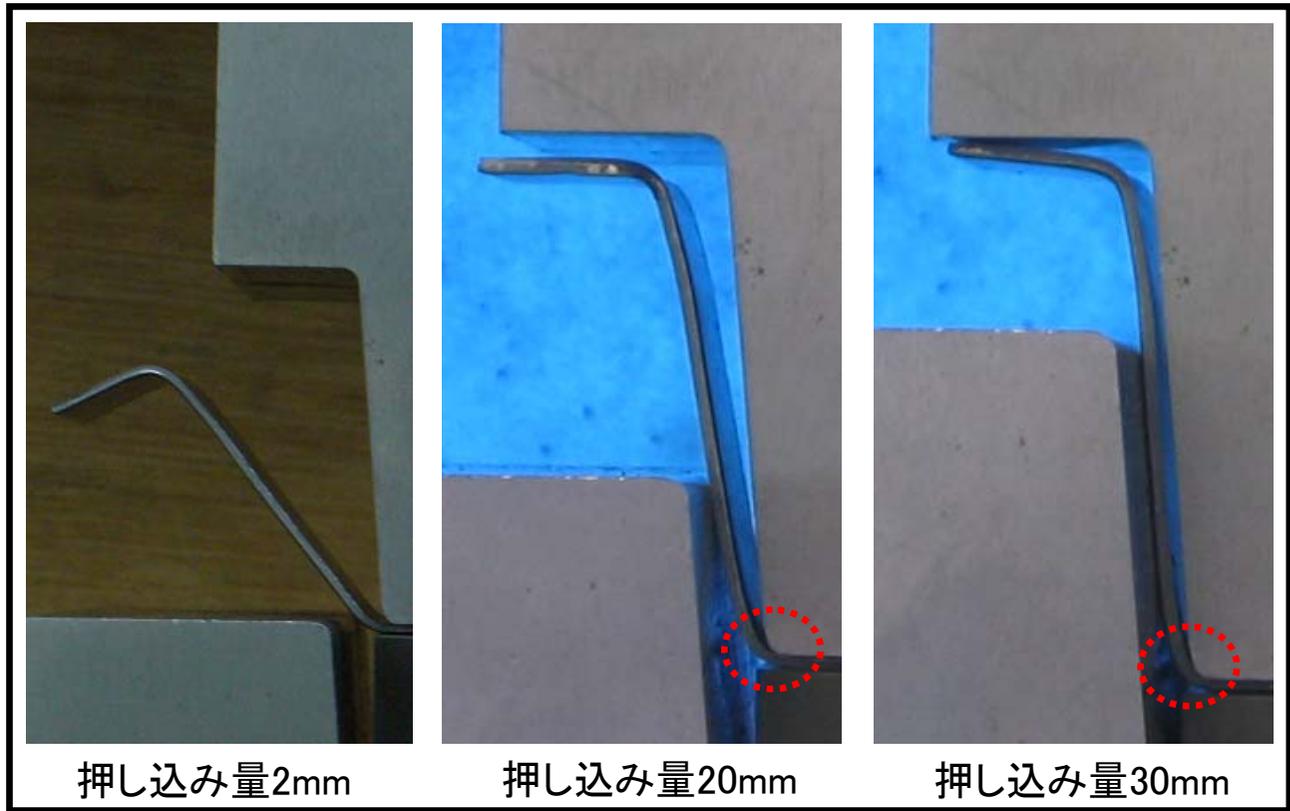
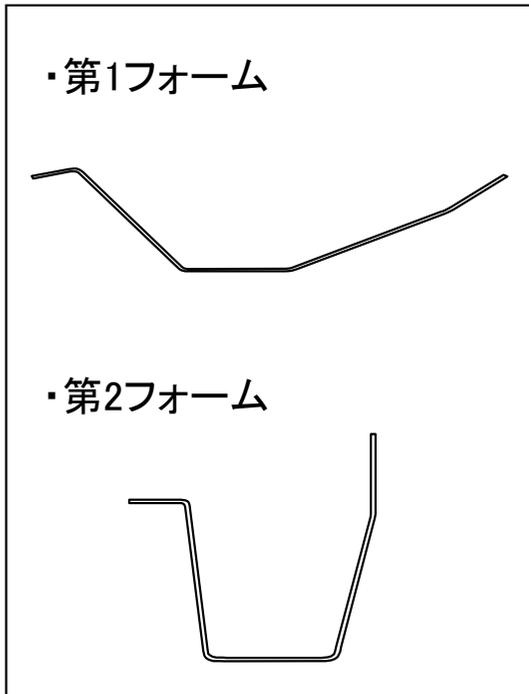
インストロン万能試験機



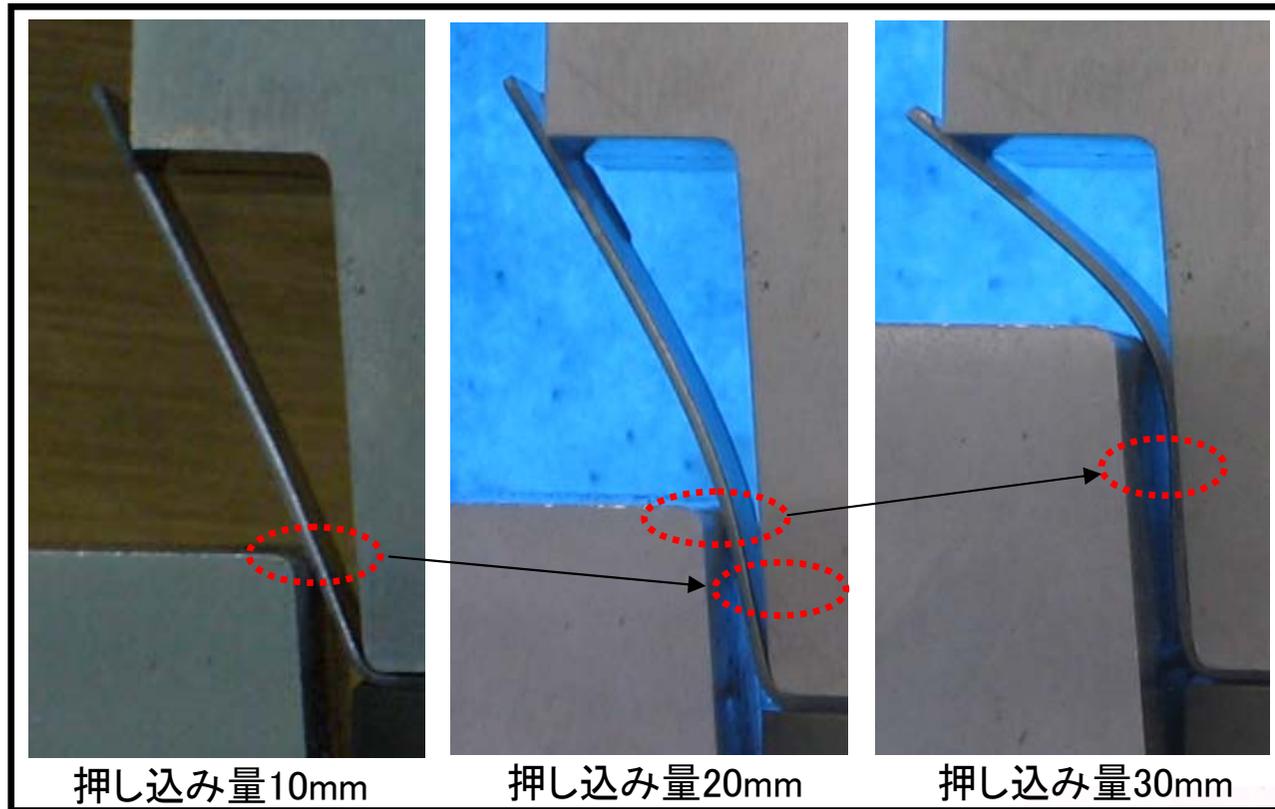
JSC1180Yでの加工荷重



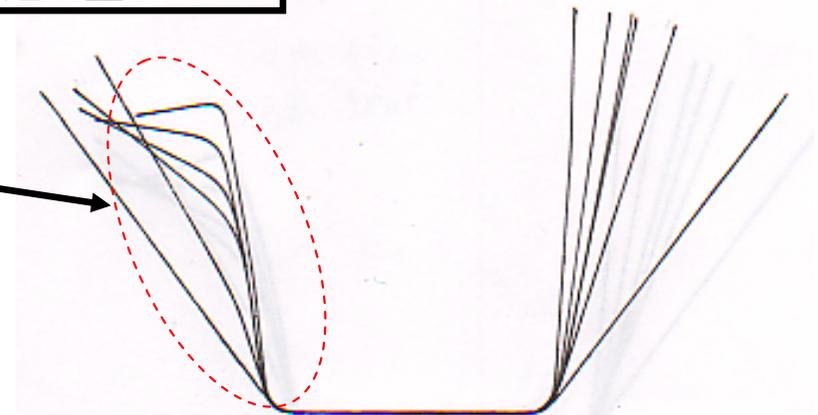
フォーム2工程の成形プロセス



フォーム1工程の成形プロセス

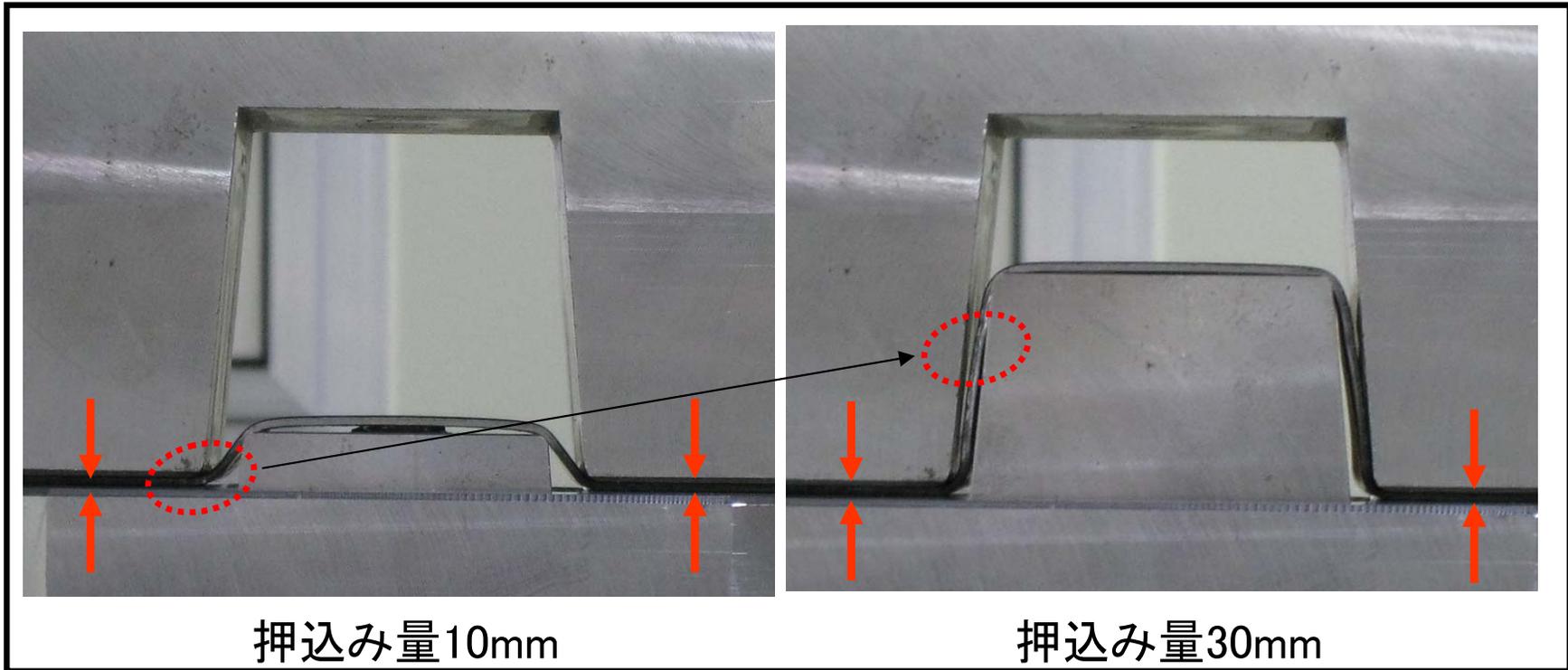


曲げ戻し成形

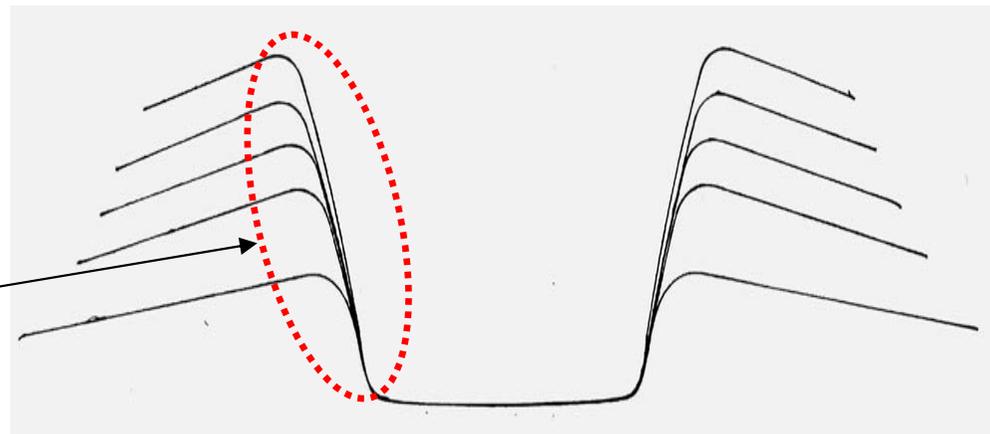


押し込み量 10 20 30 40 45 [mm] (JAC590R)

ドロワー（絞り）の成形プロセス



曲げ戻し成形エリア

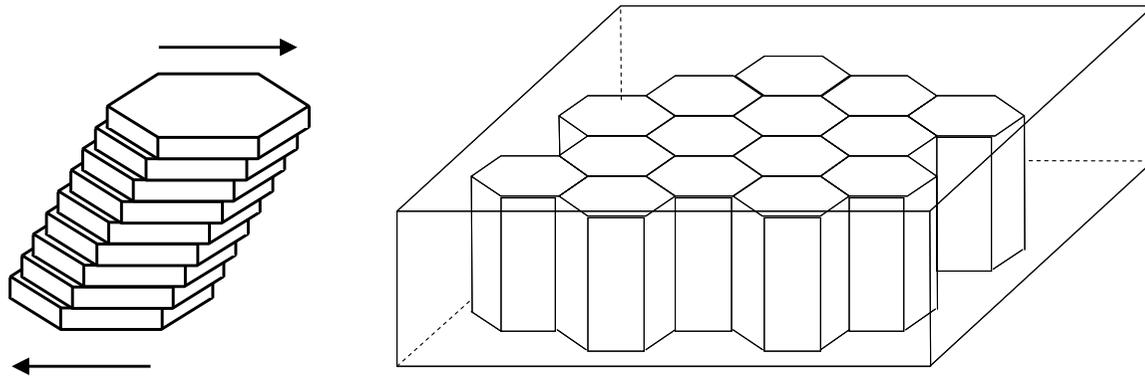


結論

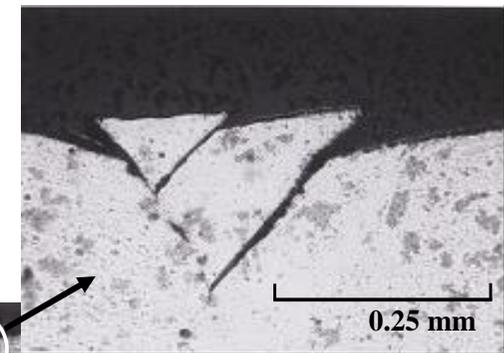
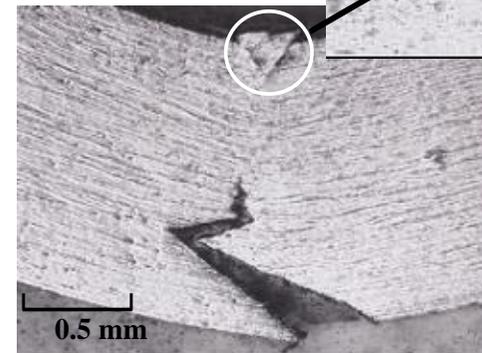
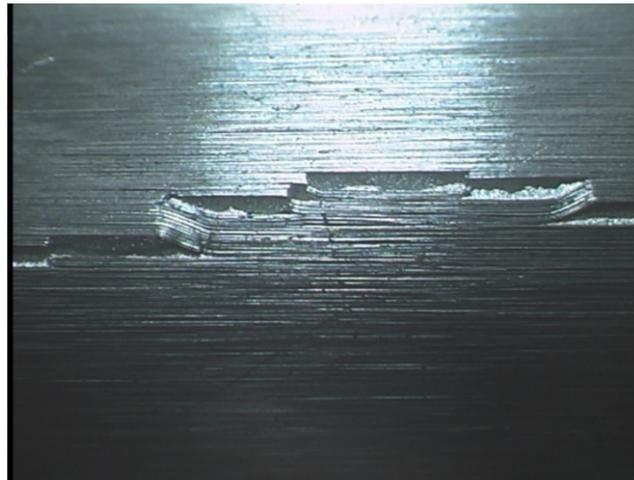
高張力鋼板(ハイテン)のプレス成形では

- フォーム成形法を活用することにより
「高精度(形状凍結性が良好)」かつ「低荷重」で成形できる
- 形状凍結性を良くするには成形時に素材に曲戻し変形を与えないことが重要(加工ひずみの少ない成形法の選択)
- 素材や製品形状で成形法の使い分けが必要
(フォーム成形とドロウ成形)

マグネシウム合金の冷間プレス成形における問題点



室温では底面すべり面が板面に対して平行に配列する強い**集合組織**を形成し、**塑性変形能が劣る(板厚減少を伴う変形が困難)**



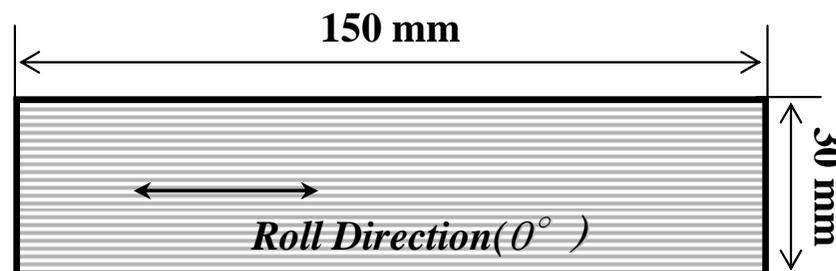
冷間加工において素材の集合組織の影響が大きい

機械的性質および試験片形状

○以下の6種類の、市販圧延材で試験を行なった

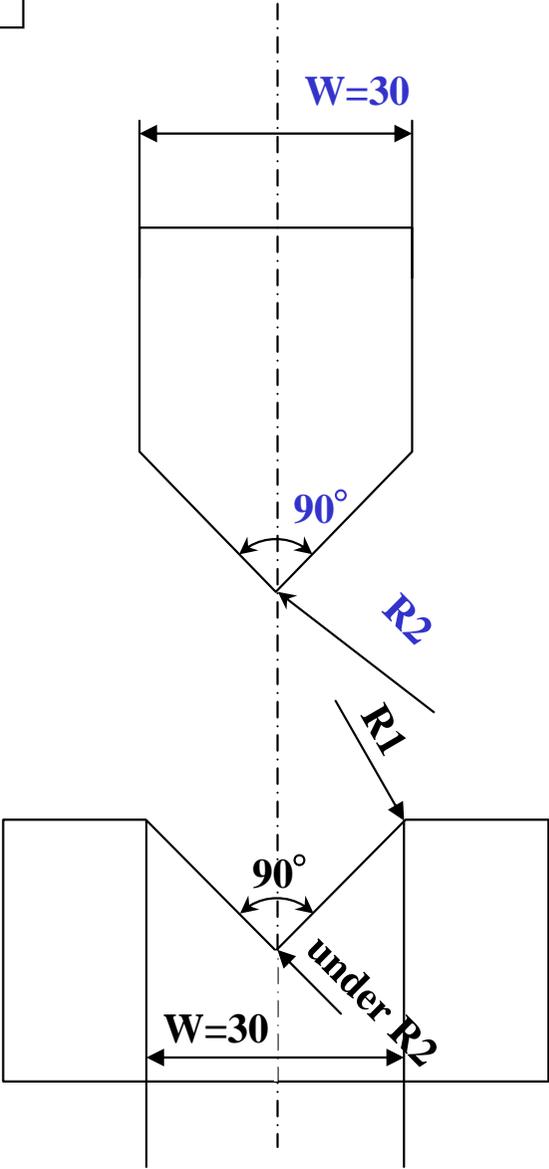
	AZ-31					
	A	B	C	D	E	F
板厚 / mm	0.58	0.6	1.0	1.2	1.5	1.6
0.2% 耐力 / MPa	260	208	189	224	252	196
引張強さ / MPa	302	282	332	356	319	332
破断伸び / %	22	20	25	19	22	23
平均結晶粒径 / μm	3.5	4.4	9.4	8.1	6.8	9.2

○試験片形状: 150[mm] × 30[mm] で試験片を製作

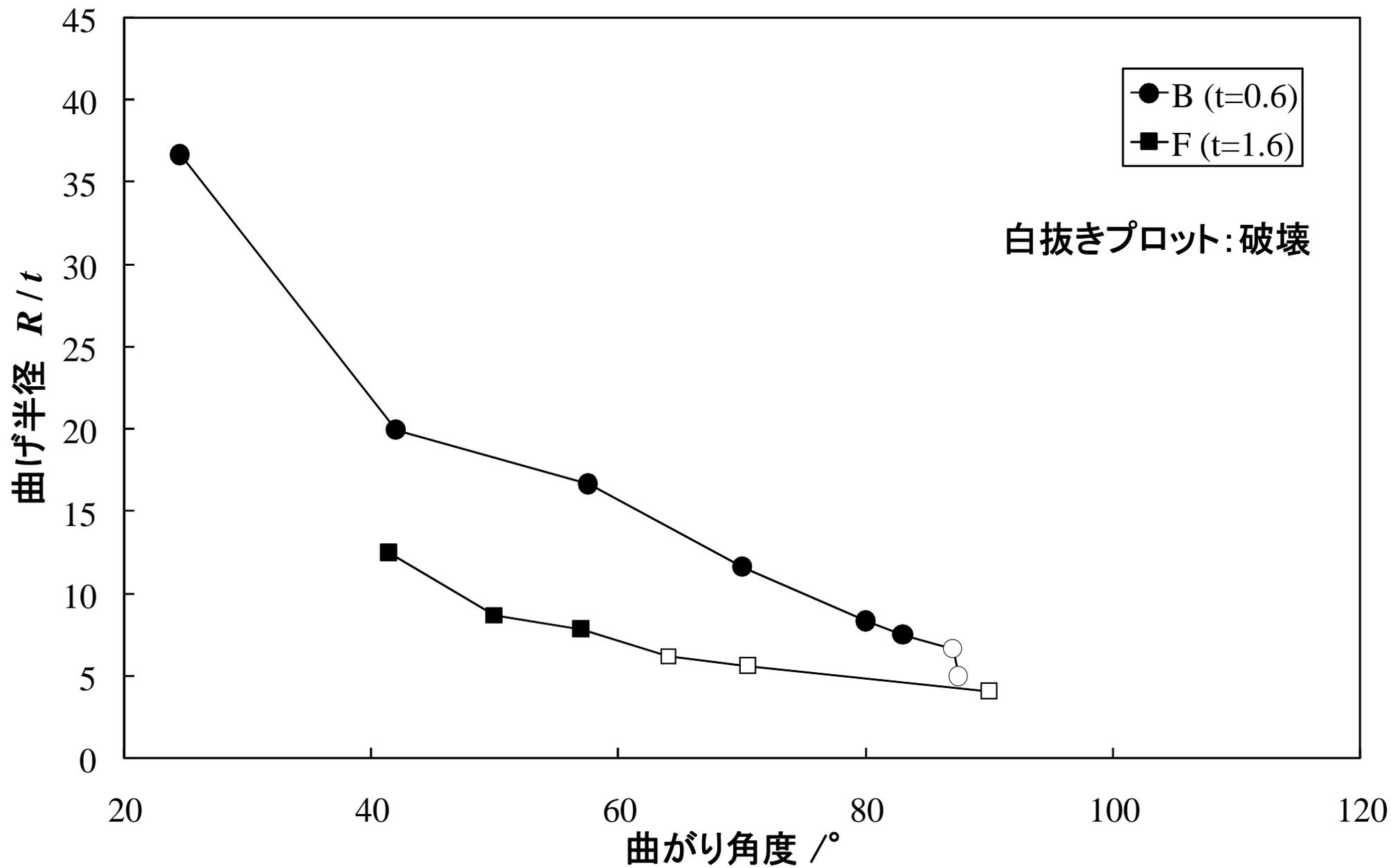


金型形状

V曲げ



加工限界評価 V曲げ(パンチ先端 R2)



曲げ加工限界評価

	R_{min}/t	R_{min}	曲がり角/°
A ($t=0.58$)	11.2	6.5	99
B ($t=0.6$)	7.5	4.5	97
C ($t=1.0$)	6.0	6.0	99
D ($t=1.2$)	8.3	10.0	121
E ($t=1.5$)	10.7	16.0	138
F ($t=1.6$)	7.8	12.5	123

割れが発生したV曲げで曲げ加工限界を設定
割れ発生直前時を R_{min}/t に設定する

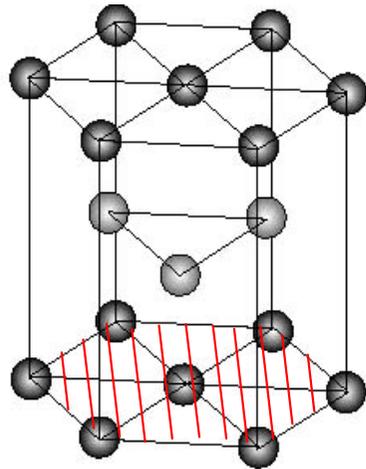
同じAZ31でも加工限界は板厚によってバラついている



R_{min}/t (加工限界) と底面集合組織の関連性は?

X線回折による底面集合組織測定

○測定面



{0001}

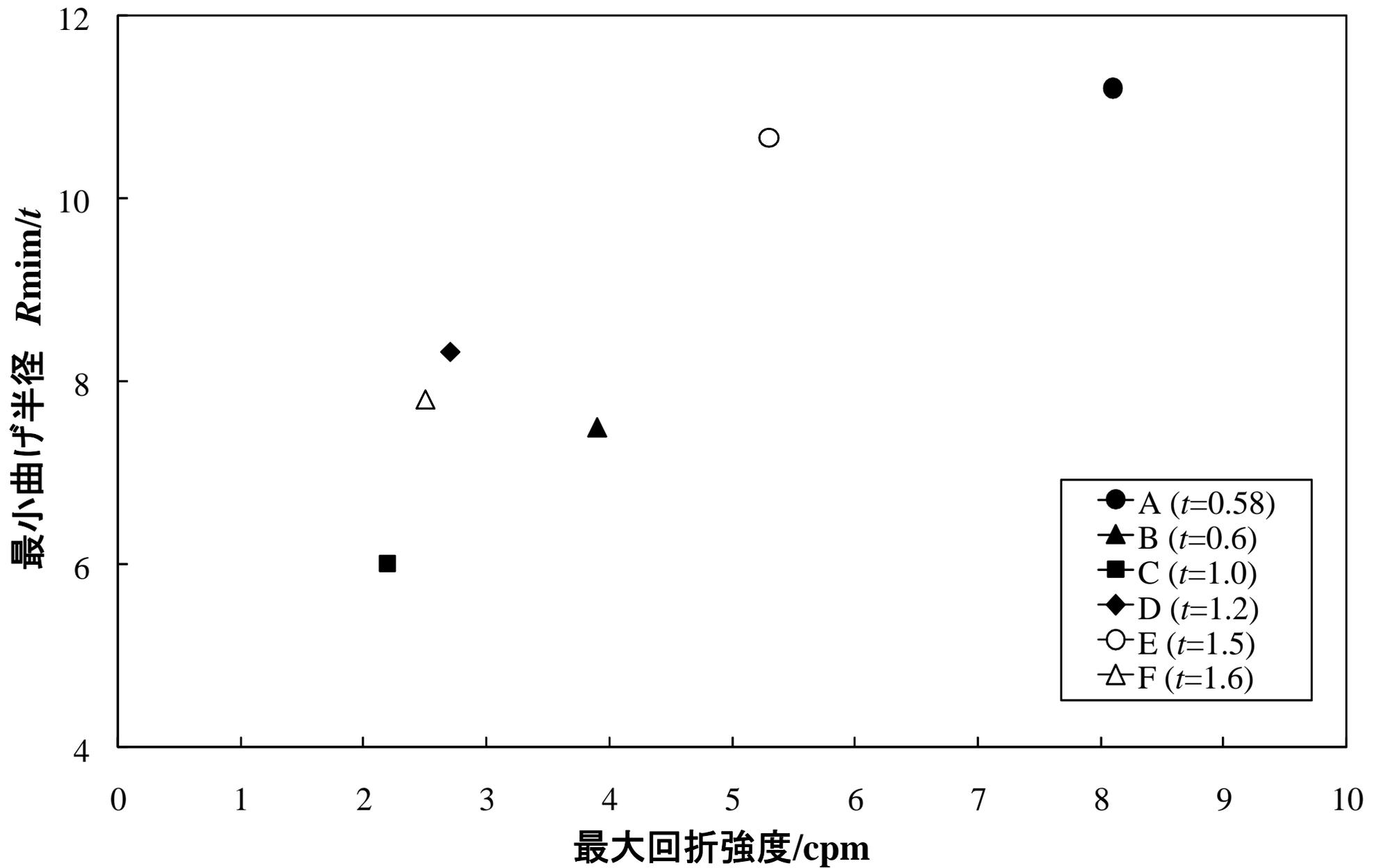
室温での加工性に大きく影響する
底面すべり面の測定を行なった

○測定結果

	A	B	C	D	E	F
板厚/mm	0.58	0.6	1.0	1.2	1.5	1.6
最大強度/cpm	8.1	3.9	2.2	2.7	5.3	2.5

強度1では集合組織が存在しないランダムな状態を表す

底面集合組織測定結果と加工限界(V曲げ, パンチ先端 R2)



○集合組織が多く含まれている板材ほど R_{min}/t (加工限界)は大きくなる

結論

マグネシウム合金の冷間プレス成形では

- 素材の集合組織の状態を統一することが重要
 - 製造プロセス(圧下率, 熱処理など)に依存
 - 量産時にロットやメーカーによって成形性がばらつく
- 成形性評価の指標として機械的性質だけではなく「集合組織」も考慮する

(その他の問題点: 腐食, クリーブ, 疲労, 衝撃吸収性など)

最後に

材料(特性)を活かす(生かす)加工法を!

○材料は殺せない!

○材料が持っている特性を利用した
無理のない成形法を活用

進化する勇気を!

○変化に柔軟に対応(変革)

皆様のお役にたてれば幸いです
御清聴ありがとうございました

