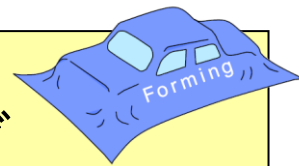
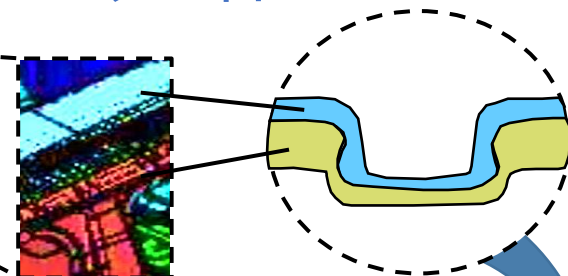
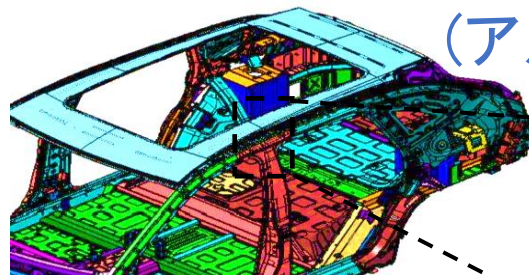


ホットスタンピング時に予成形されたダイクエンチ鋼板
とアルミニウム合金押出材の冷間メカニカルクリンチング



極限成形システム研究室 秋田凌汰
フレーム

(アルミニウム合金: 230MPa)



補強材
(ダイクエンチ鋼
:1500MPa)

車体への課題

衝突安全性向上
軽量化

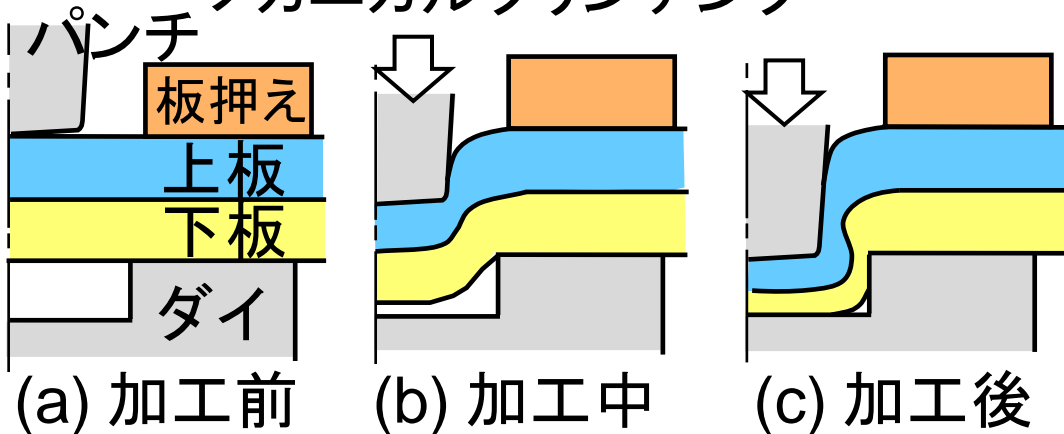


高強度化
マルチマテリアル化

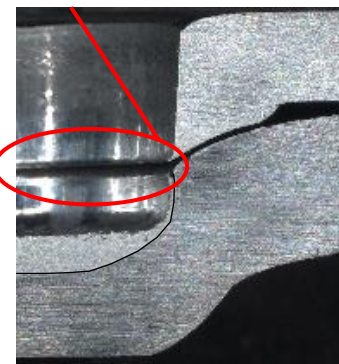
アルミニウム合金とダイクエンチ鋼板の接合

抵抗スポット溶接 → 異材接合では困難
セルフピアスリベッティング → コスト・重量増加

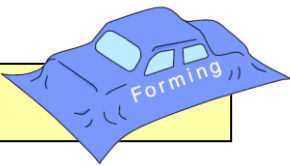
メカニカルクリンチング



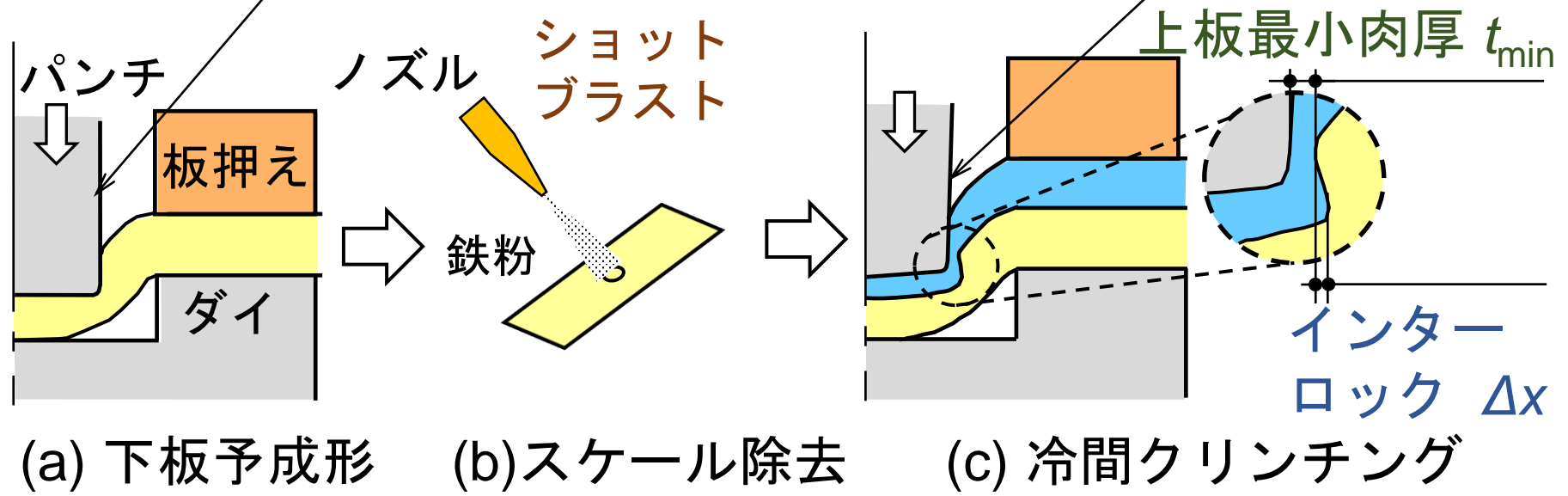
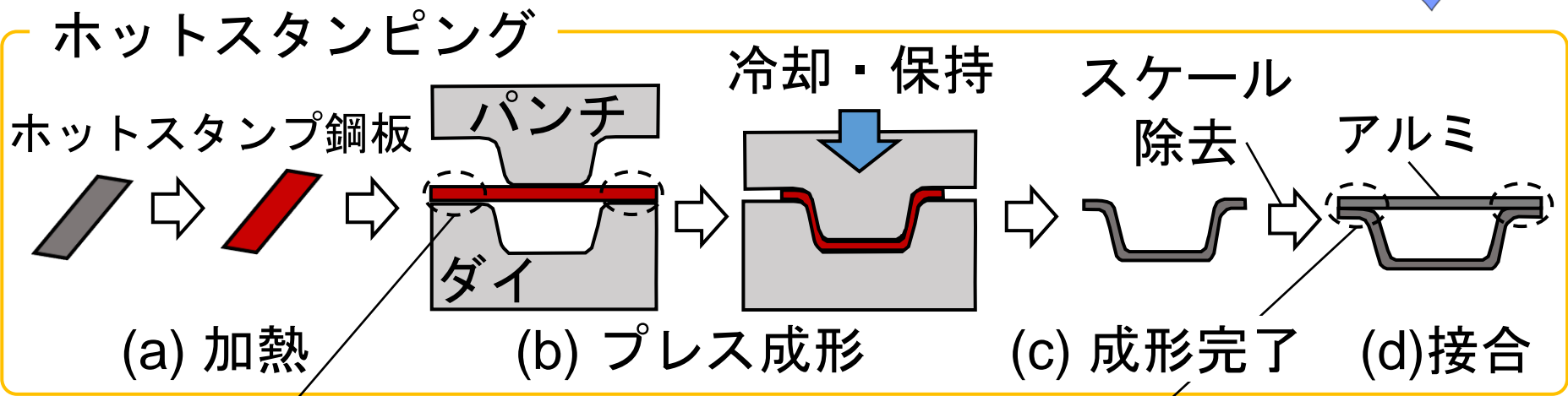
上板破断



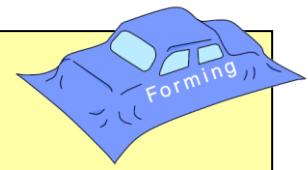
1mm



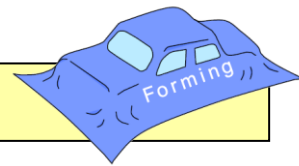
下板予成形を適用した冷間メカニカルクリンチング



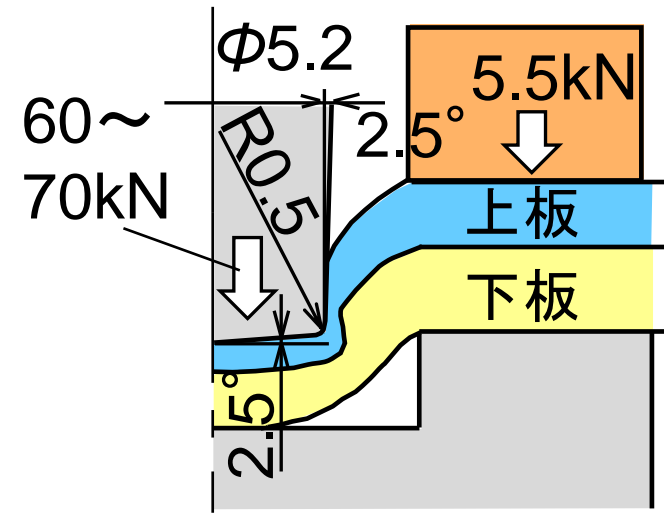
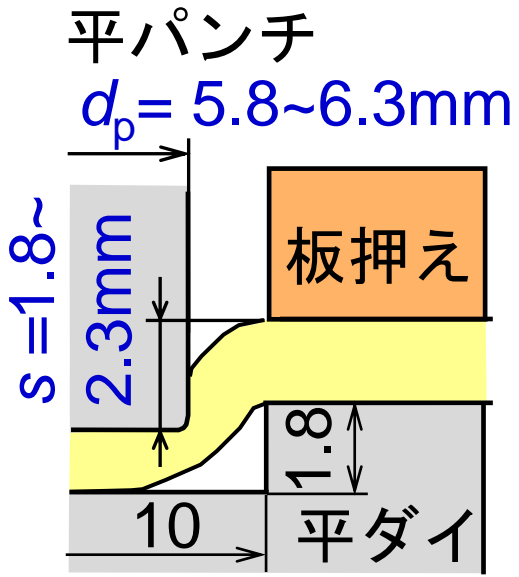
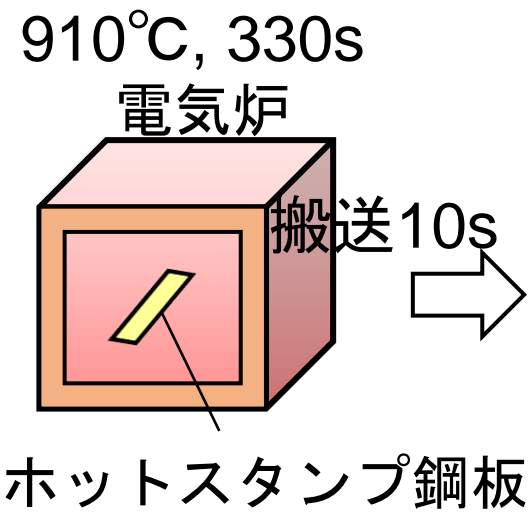
目的 **ダイクエンチ鋼板とアルミニウム合金における，予成形技術を適用したメカニカルクリンチング接合法の開発**



1. 予成形および冷間クリンチングの接合条件
2. 接合工具形状の修正による接合強度の向上
3. 接合ロバスト性の調査



接合条件と材料物性



(i) 炉加熱

(ii) 下板予成形

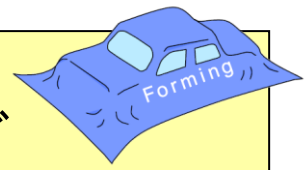
(a) ホットスタンピング

(b) 冷間クリンチング

板材	公称板厚 [mm]	引張強さ [MPa]	伸び [%]	n値	K値 [MPa]
上板 A6000系押出材	1.5	234	12.4	0.12	332
下板 ダイクエンチ鋼	2.0	1627	6.5	0.081	2192
	2.3	1581	8.0	0.078	2143

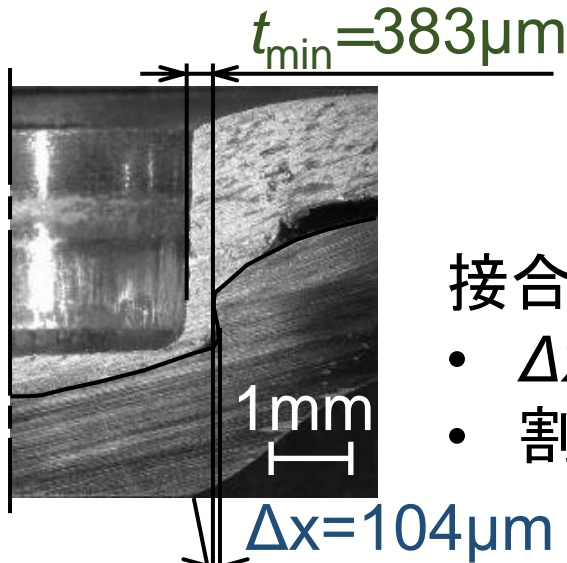
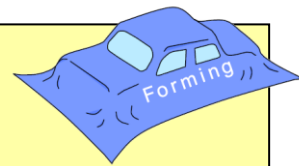
n乗加工硬化則: $\sigma = K\varepsilon^n$ 4

ホットスタンピング時に予成形されたダイクエンチ鋼板
とアルミニウム合金押出材の冷間メカニカルクリンチング

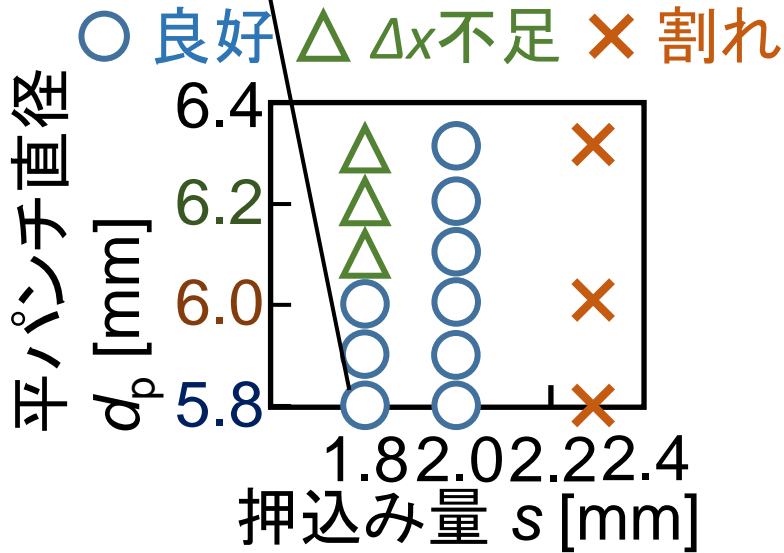
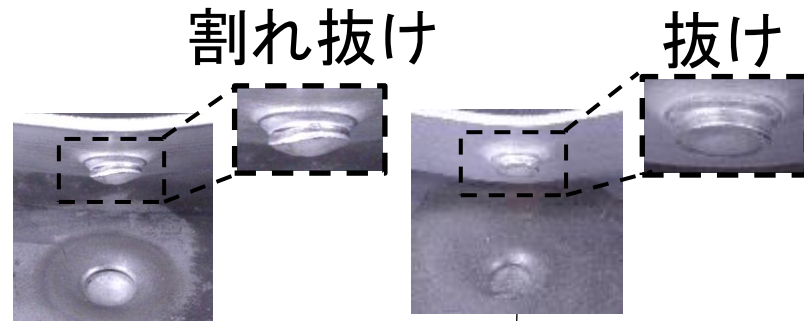


1. 予成形および冷間クリンチングの接合条件
2. 接合工具形状の修正による接合強度の向上
3. 接合ロバスト性の調査

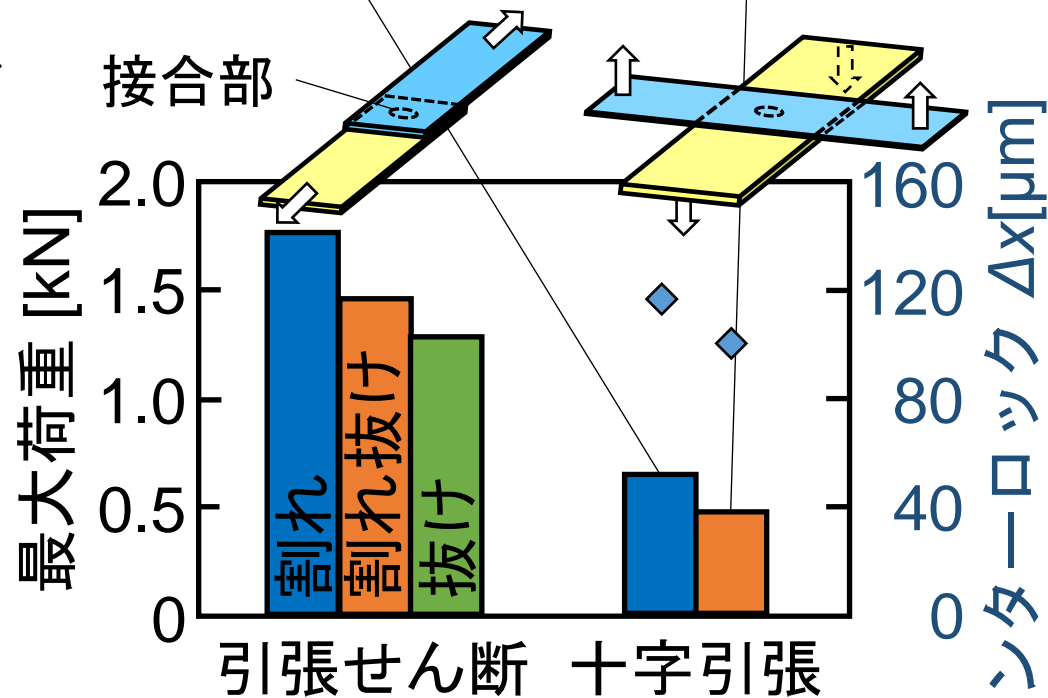
平パンチと平ダイによりクリンチングされた 接合範囲と接合強度試験結果



- 接合要件
- $\Delta x \geq 50 \mu\text{m}$
 - 割れなし

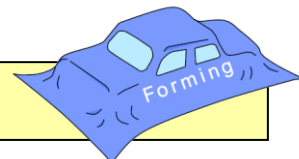


(a) 接合範囲



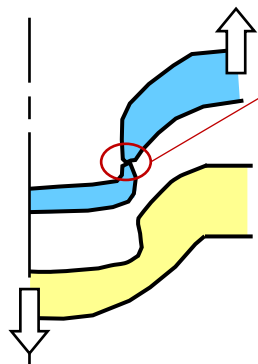
(b) 接合強度

接合強度向上を目的とした予成形形状の修正



破壊形態と改善方法

- 割れ抜け: $d_p=5.8\text{mm}$

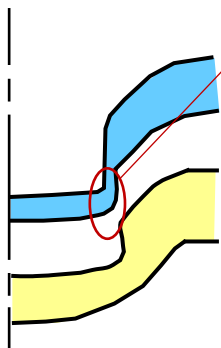


上板破断部

原因: t_{\min} 不足

改善: d_p 増加

- 抜け: $d_p=6.0\text{mm}$

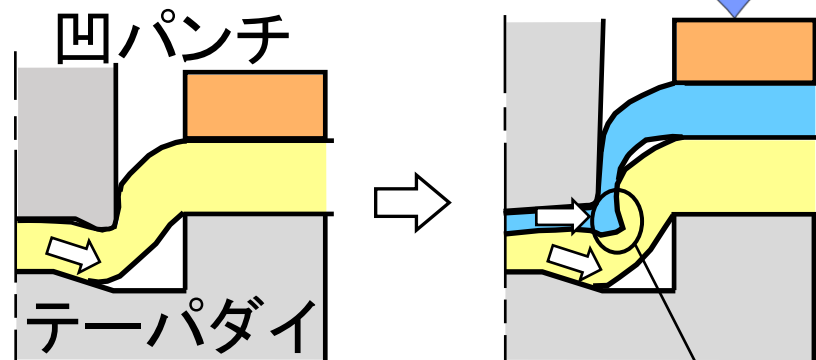


上板破断なし

原因: Δx 不足

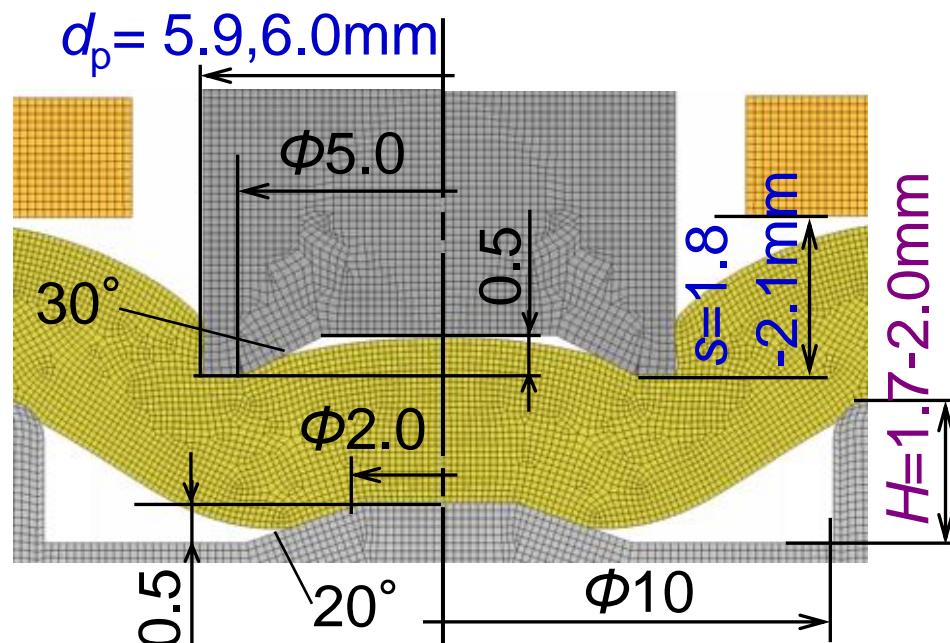
改善: s 増加,
 d_p 減少,
予成形形状
の修正

t_{\min} の大きい条件で Δx を増加



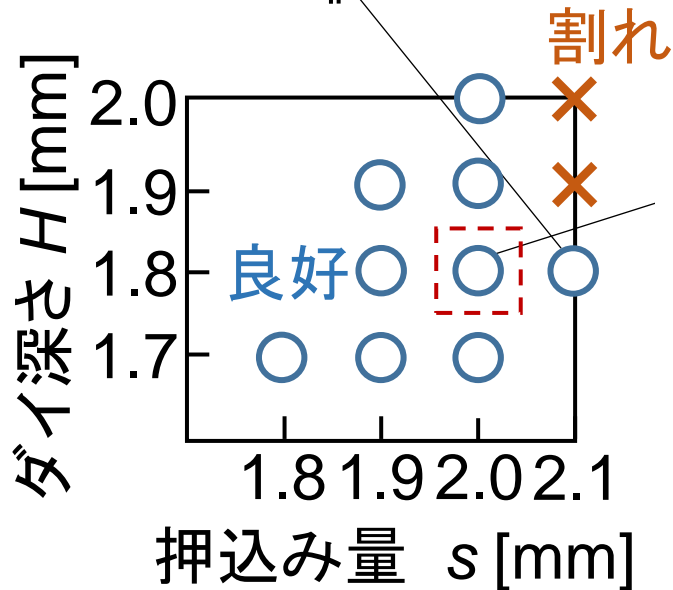
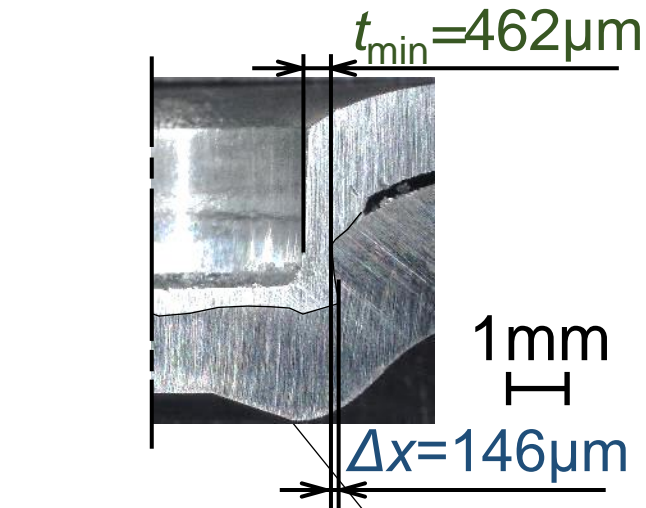
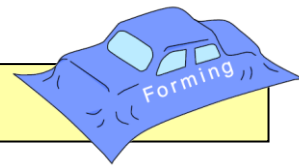
ダイ角部方向に流動 Δx 増加

(a) 予成形形状の修正

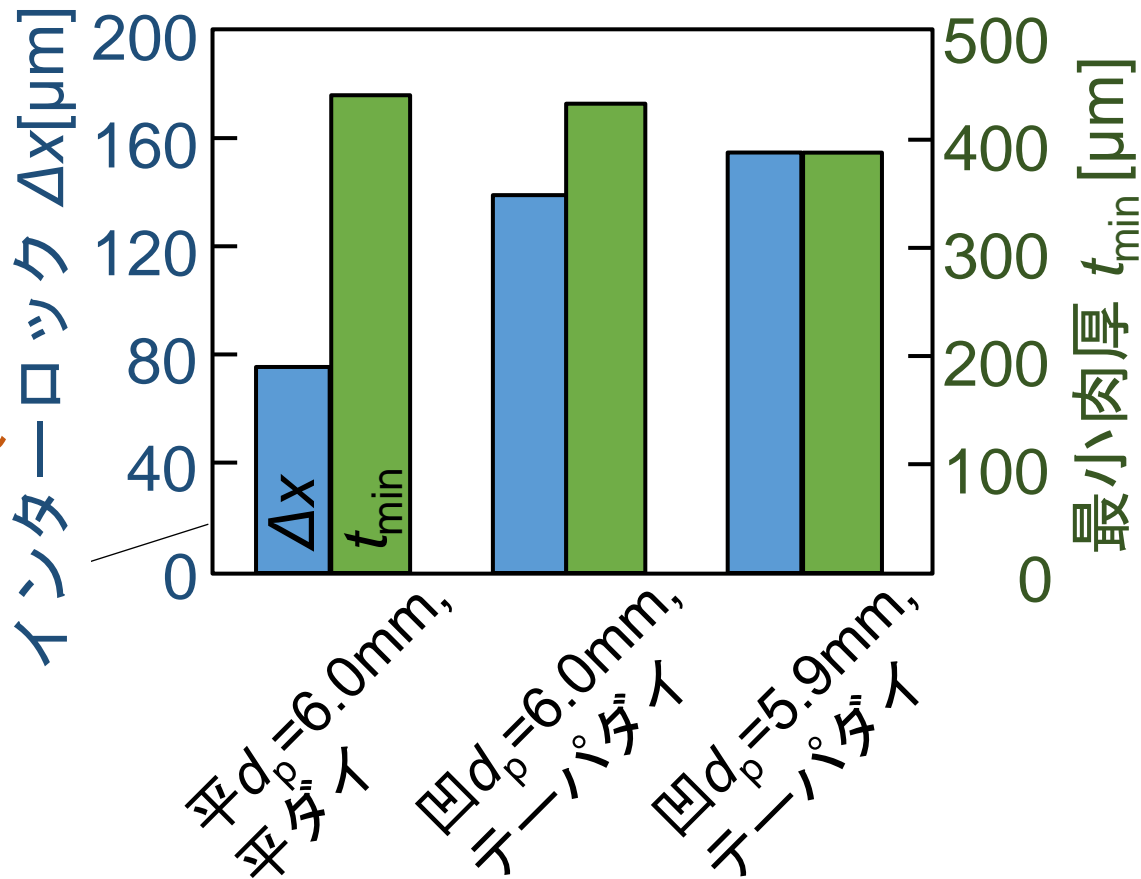


(b) 修正後の接合条件

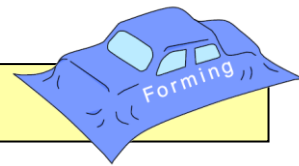
凹パンチとテーパダイにより予成形された接合



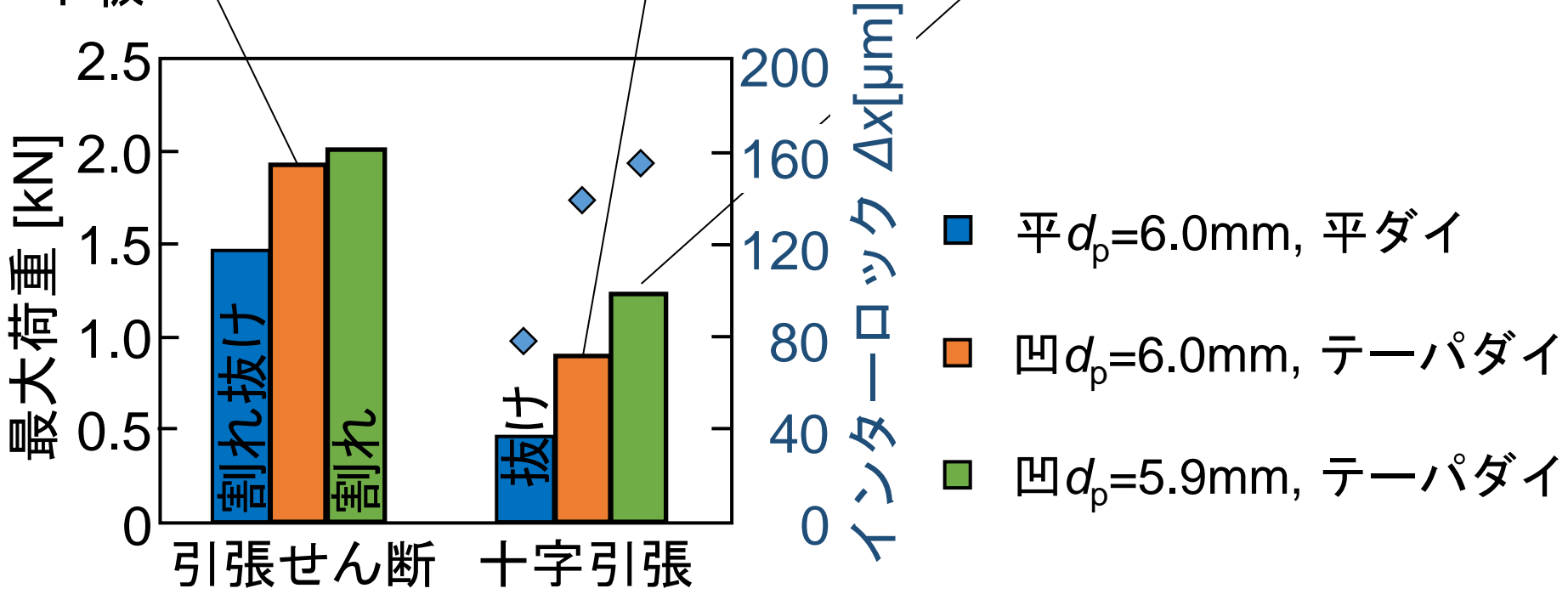
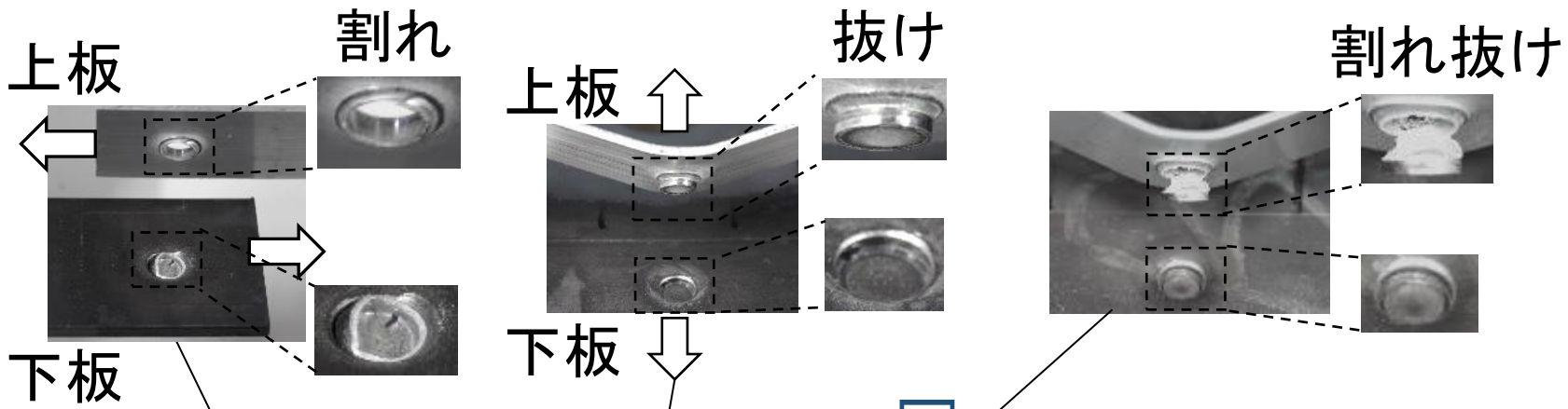
(a) 接合範囲 ($d_p = 6\text{mm}$)

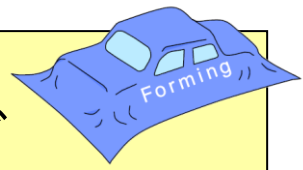


(b) 接合性の比較
($H = 1.8\text{mm}$, $s = 2.0\text{mm}$)

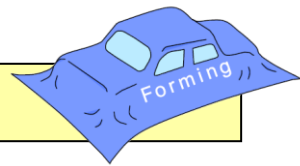


接合工具形状修正後の接合部の接合荷重





1. 予成形および冷間クリンチングの接合条件
2. 接合工具形状の修正による接合強度の向上
3. 接合ロバスト性の調査



接合性に及ぼす板厚と芯ずれの影響

板厚公差

A6000系押出材 : $t_u=1\text{mm}, 1.25\text{mm}, 1.5\text{mm}$

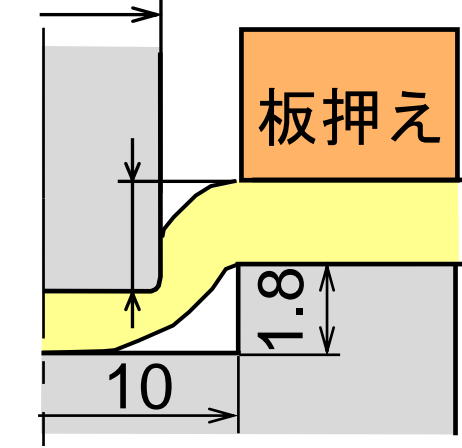
ダイクエンチ鋼板 : $t_l=2\text{mm}, 2.3\text{mm}$

調査項目

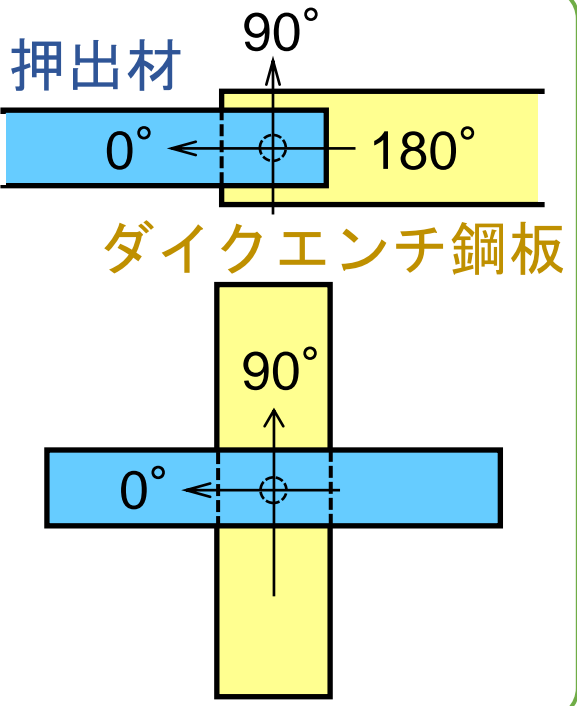
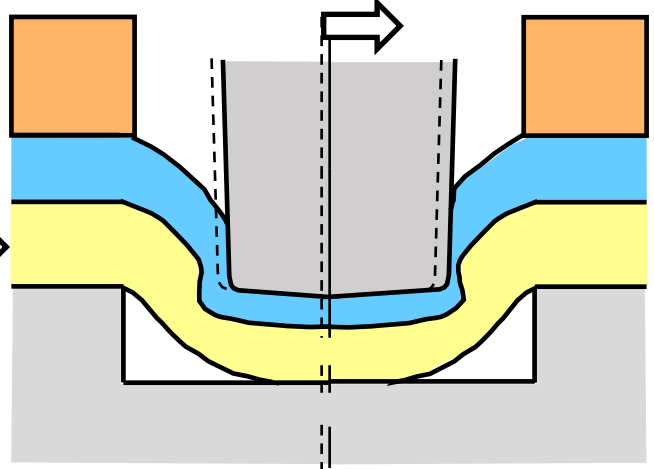
- ・接合範囲
- ・接合強度

パンチの芯ずれ

芯ずれなし
 $\phi 6.0$

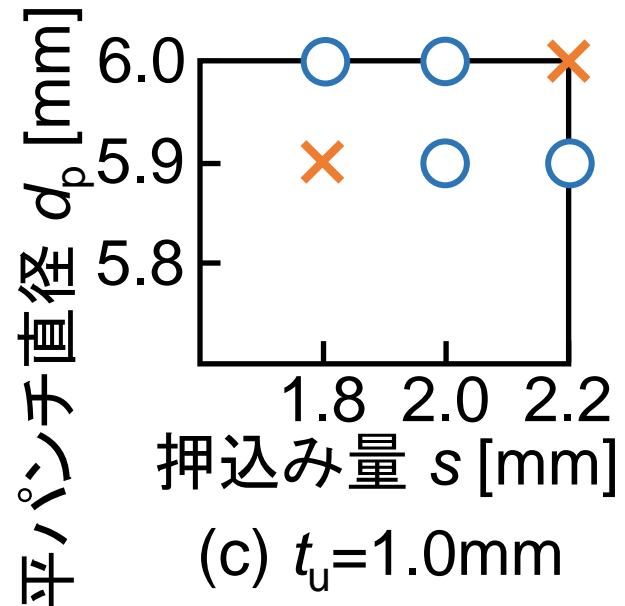
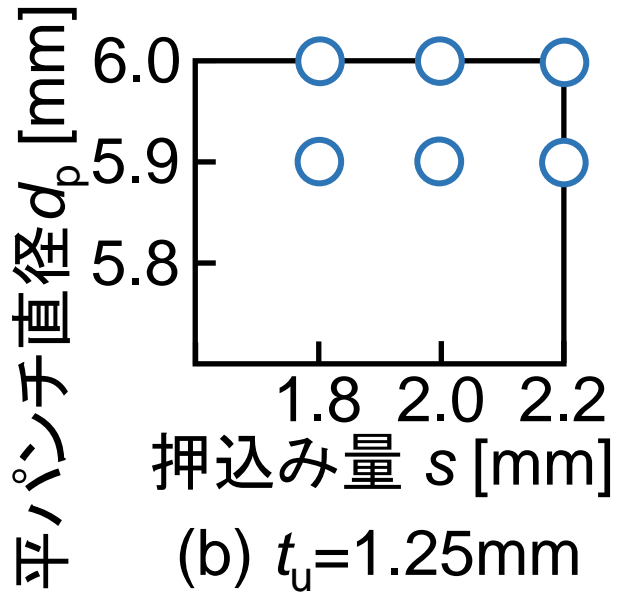
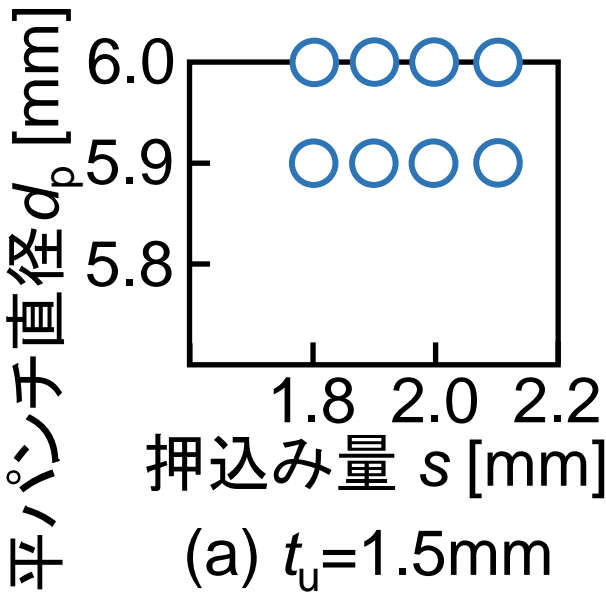
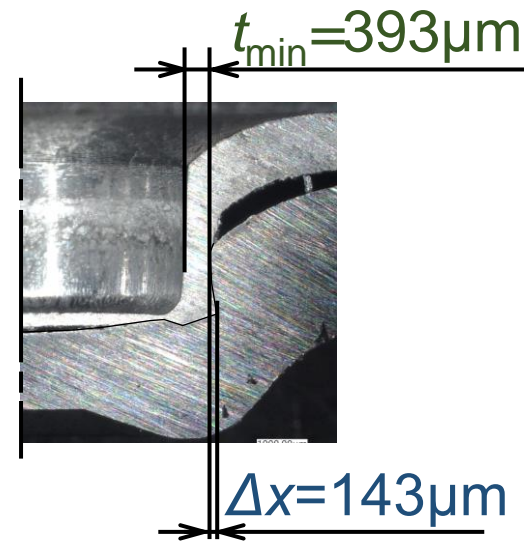
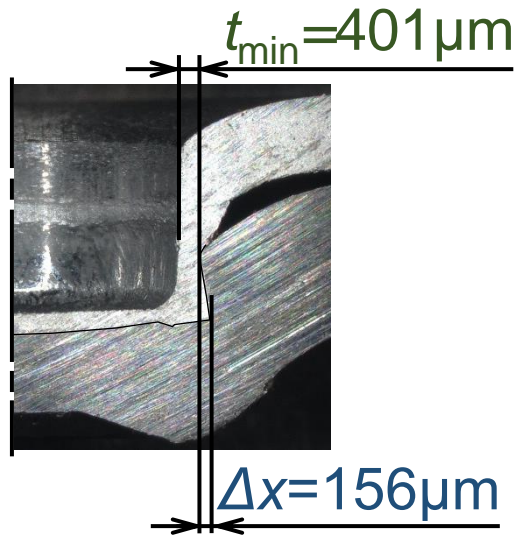
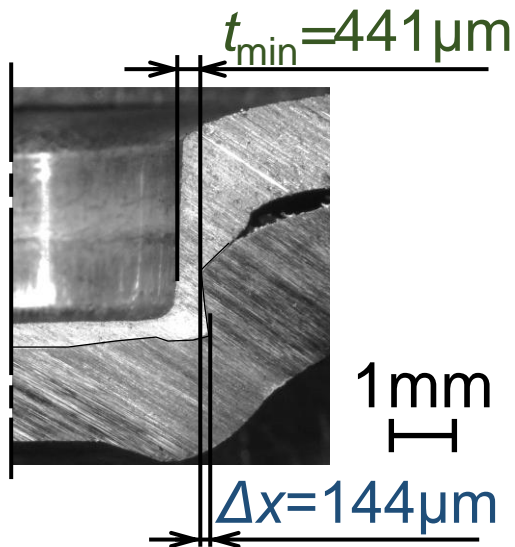
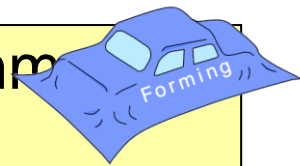


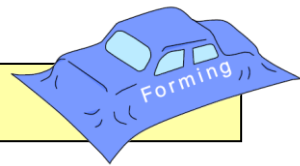
$\Delta a=0.1, 0.2, 0.3\text{mm}$



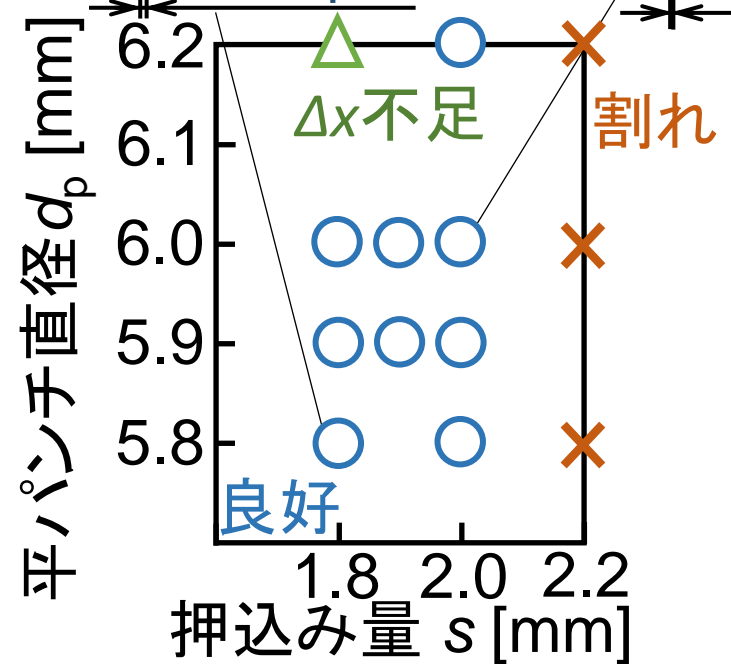
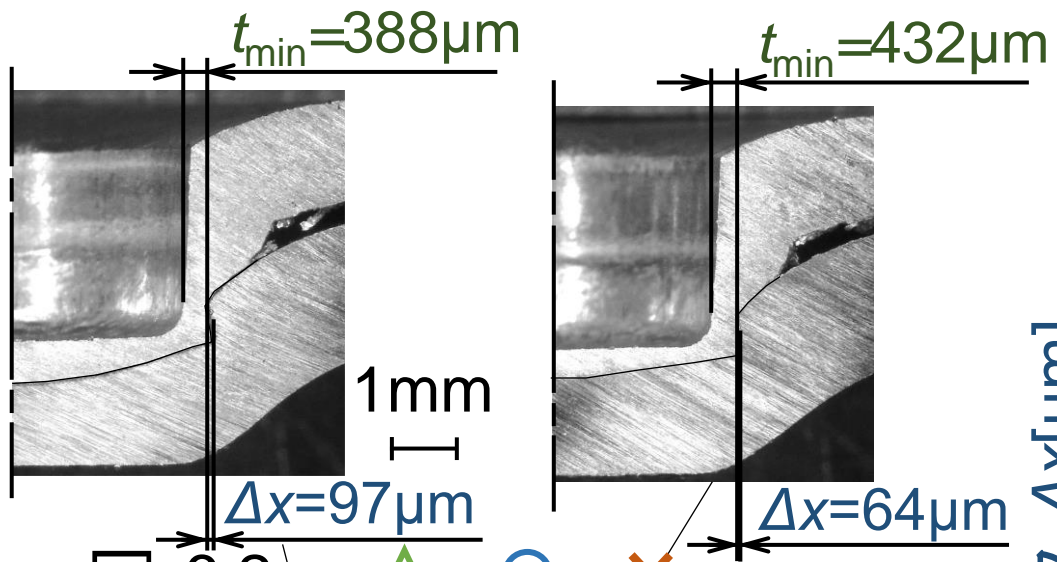
調査項目 ・ Δx と t_{\min} の変化 ・接合強度

アルミ合金押出材 $t_u=1\text{mm}$, 1.25mm , 鋼板 $t_f=2.3\text{mm}$
 における凹パンチ - テーパーダイの接合性

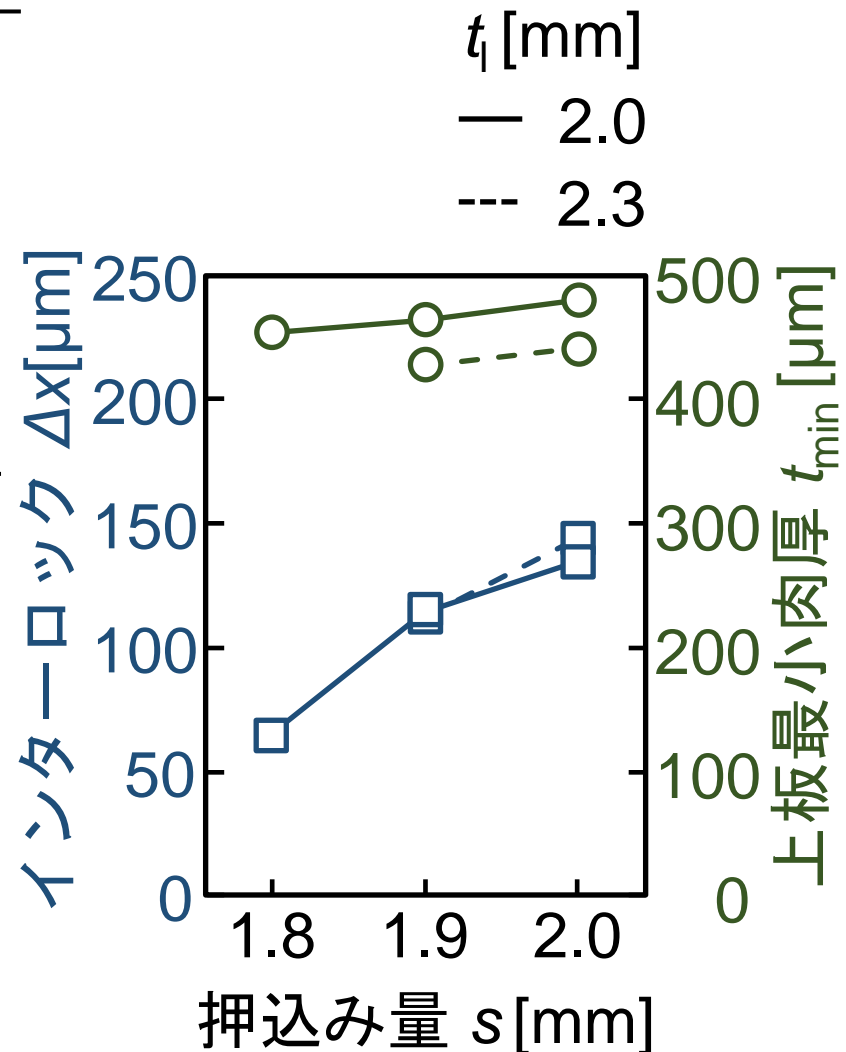




アルミ合金押出材 $t_u=1.5\text{mm}$, 鋼板 $t_l=2.0\text{mm}$ の接合性

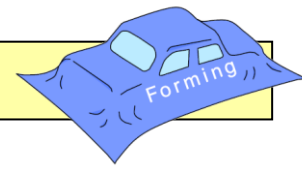


(a) 平パンチ-平ダイの接合範囲



(b) 凹パンチ-テーパダイの接合性(凹 $d_p=6.0\text{mm}$)

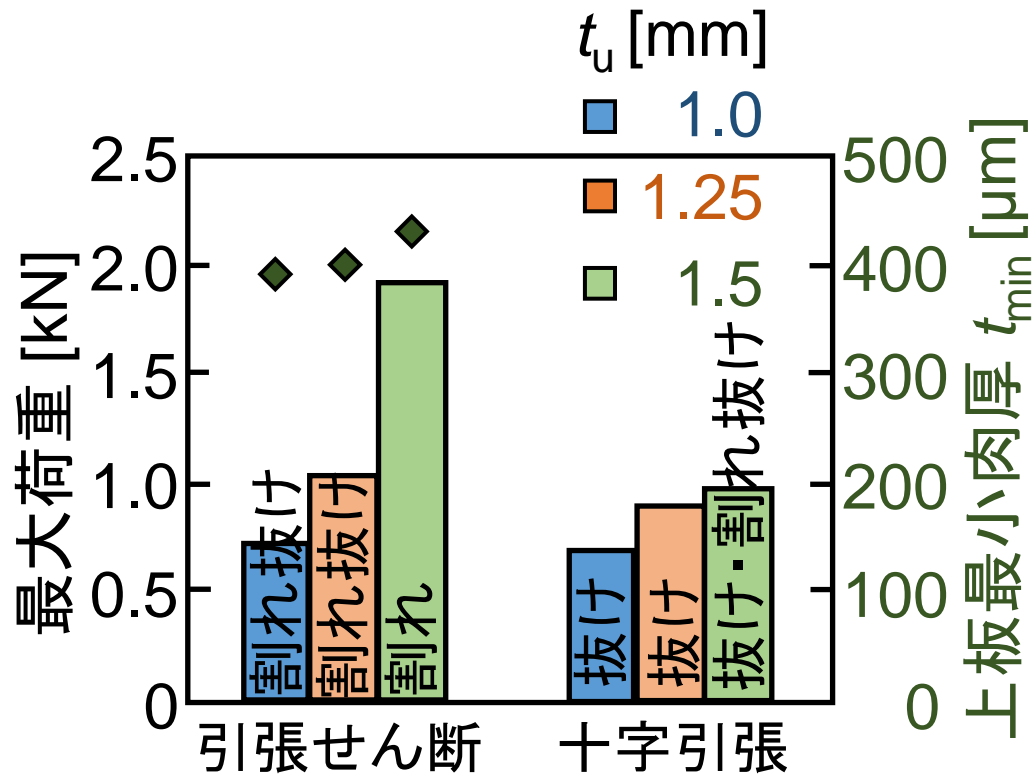
板厚公差を考慮した接合強度



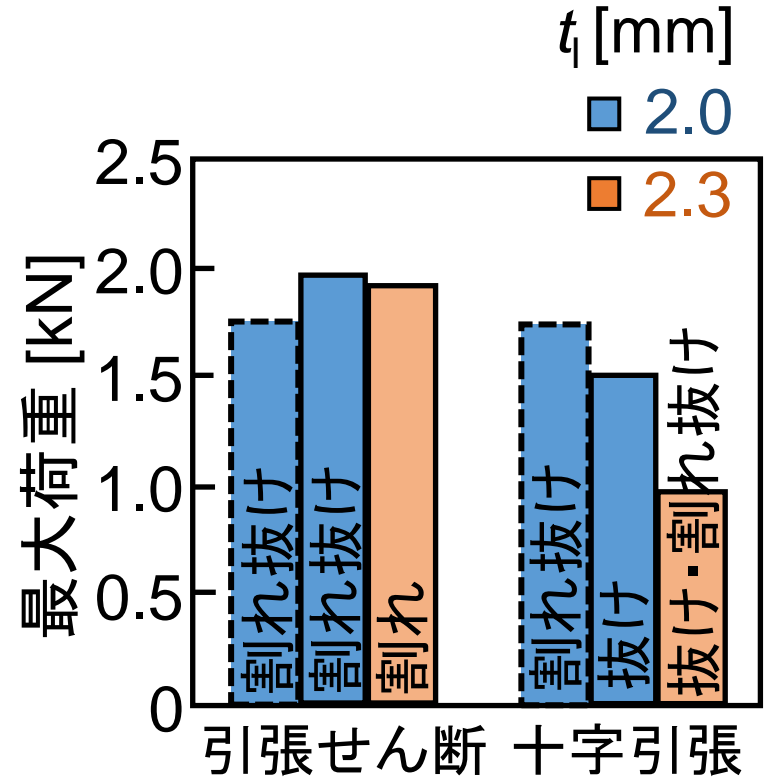
予成形

— 凹パンチ $d_p=6.0\text{mm}$,
テーパダイ $D=10\text{mm}$

---- 凹パンチ $d_p=5.9\text{mm}$,
テーパダイ $D=10\text{mm}$

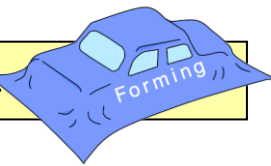


(a) 上板

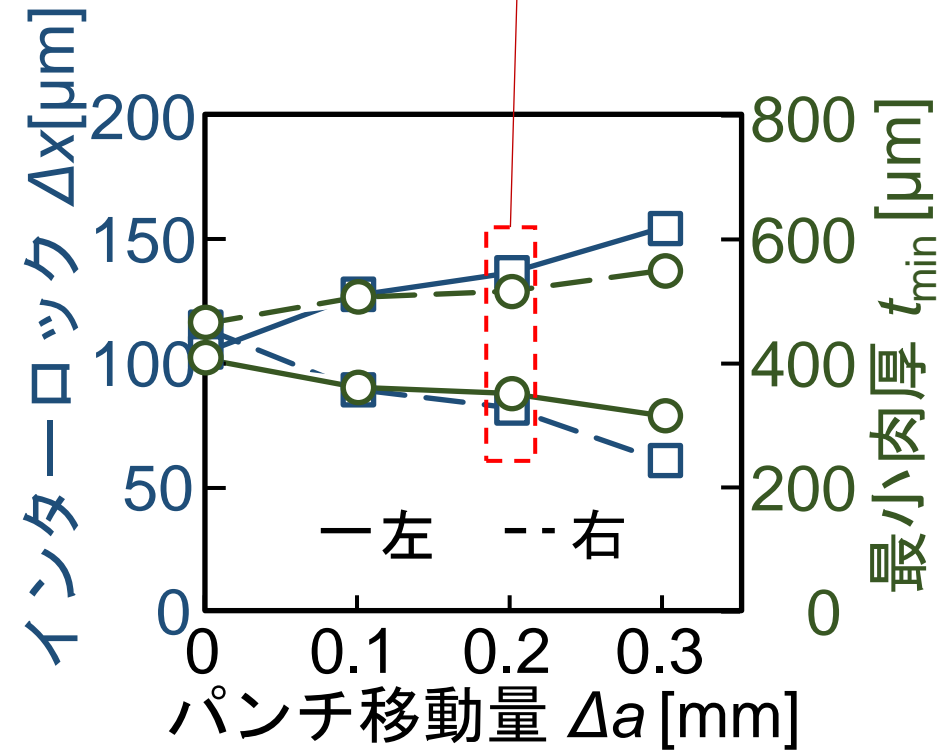
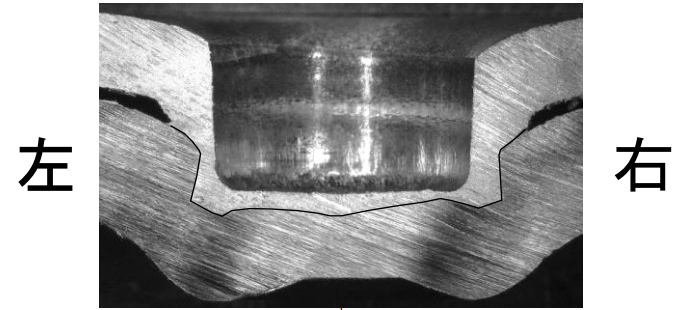
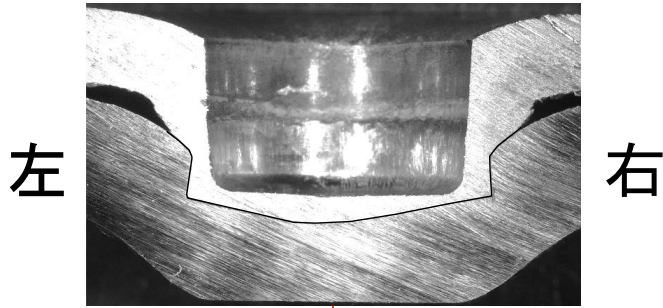


(b) 下板

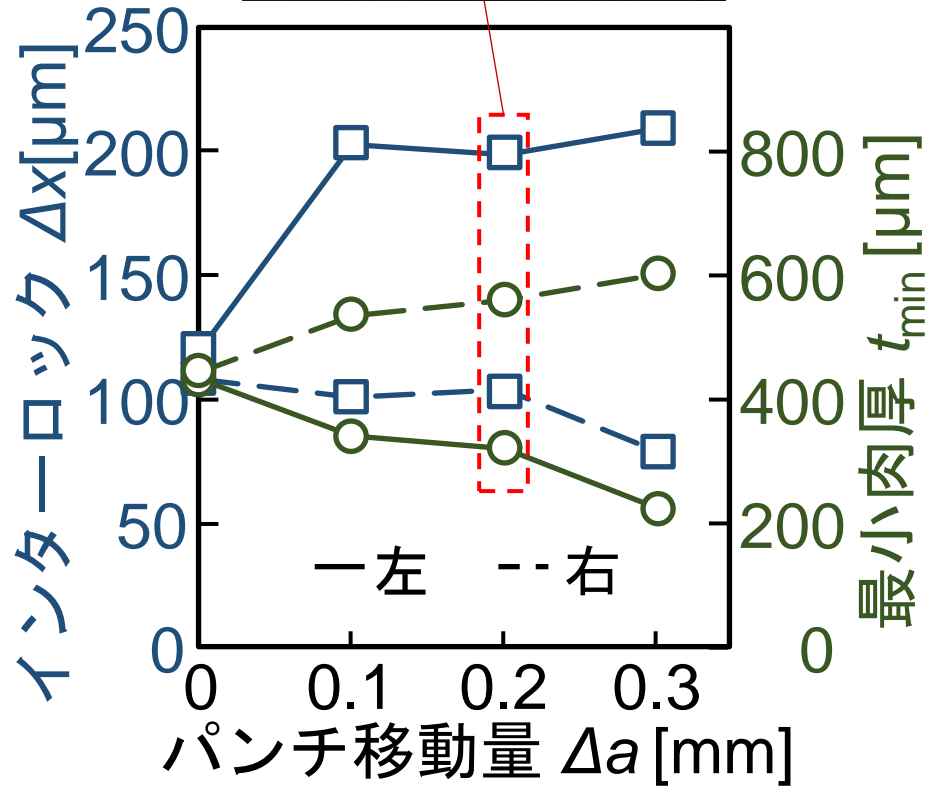
芯ずれがインターロックと上板最小肉厚に及ぼす影響



← 偏芯方向 (Δa mm)

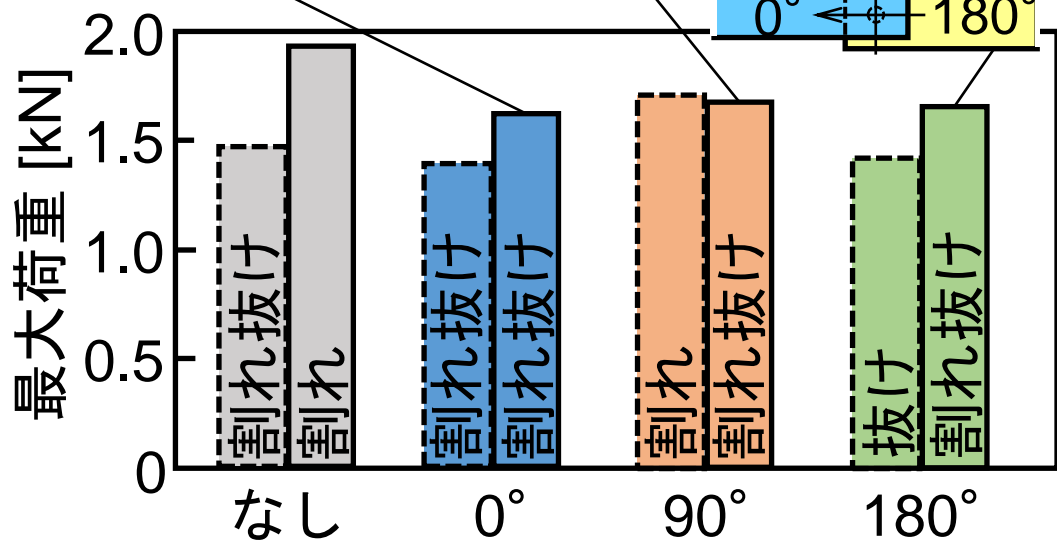
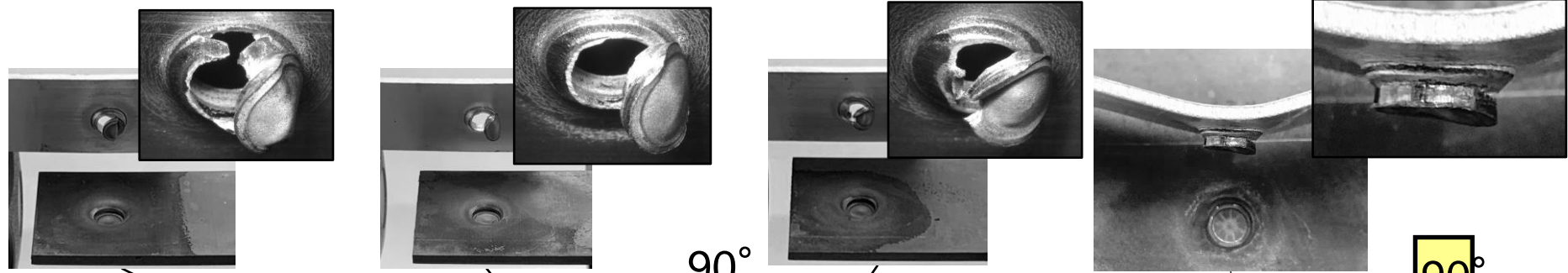
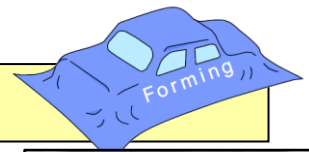


(a) 平パンチ-平ダイ



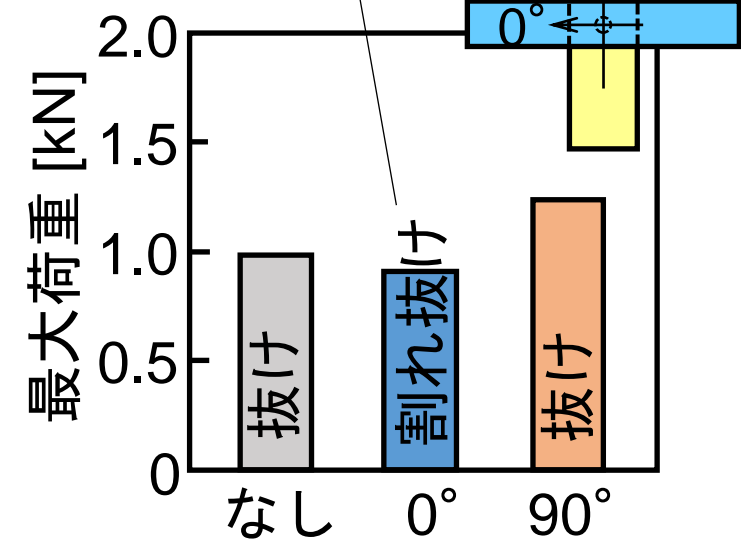
(b) 凹パンチ-テーパダイ

芯ずれが生じた接合体の接合強度



(a) 引張せん断試験

----- 平パンチ - 平ダイ

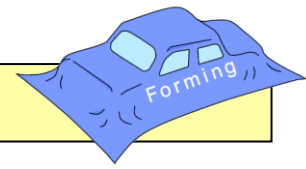


(b) 十字引張試験

—— 凹パンチ - テーパーダイ

変形方向(0°, 180°)の芯ずれ
 →上板最小肉厚の減少が接合強度低下に大きく影響

結言



- ホットスタンピング時にダイクエンチ鋼板を予成形することで、アルミニウム合金押出材と1.5GPa級のダイクエンチ鋼板を冷間で接合できた。
- 凹パンチとテーパダイを使用して予成形することで、インターロックが増加でき、引張せん断強度と十字引張強度は、最大でそれぞれ37%と166%増加した。
- 上板の板厚が減少すると、それに伴い上板最小肉厚が減少したため、接合強度は低下した。
- 接合時にパンチに芯ずれが生じると、偏芯方向の上板最小肉厚が減少し、インターロックは増加した。上板の水平方向への芯ずれは接合強度の低下に影響を及ぼした。