

セルフピアシングリベットとメカニカルクリンチによる板材の接合

安部洋平（豊橋技術科学大学）

軽量化のためのアルミ合金と高張力鋼板の接合

板材	引張強さ _{MPa}	比重	比強度 _{MPa}	融点 _{°C}
アルミ合金板 A5052	260	2.7	96	600
高張力鋼板 SPFC590	590	7.8	76	1500
超高張力鋼板 SPFC980	980	7.8	125	1500
軟鋼板	270	7.8	35	1500

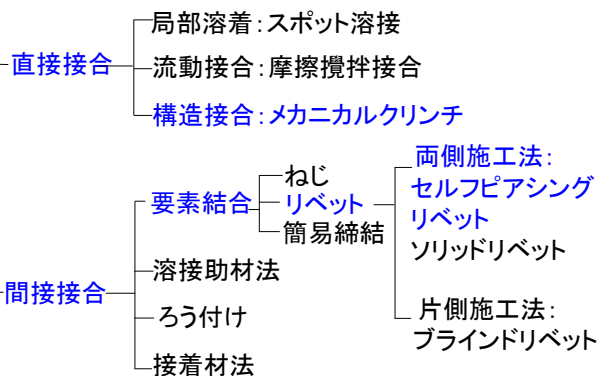
アルミニウム合金板の部分採用化

高張力鋼板とアルミニウム合金の複合化

溶接が困難

塑性接合

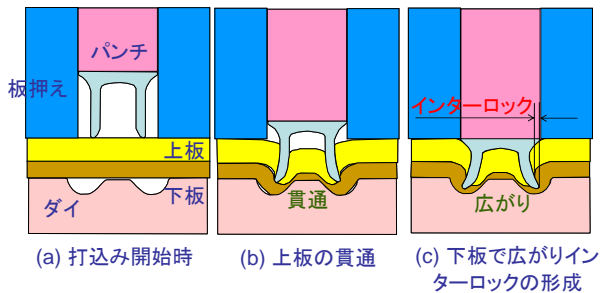
接合法の分類



セルフピアシングリベットによる接合

接合の要件

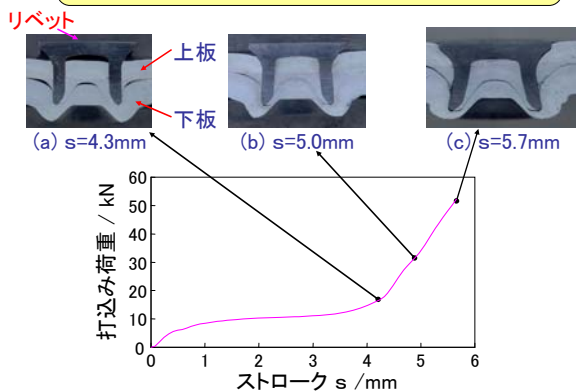
- 上板の貫通
- 下板で広がり
- インターロックの形成
- 下板の割れなし



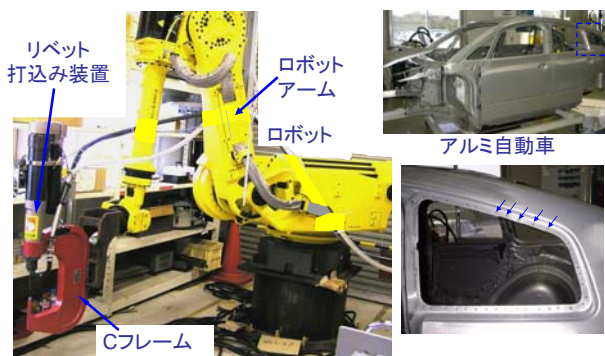
セルフピアシングリベットの特徵

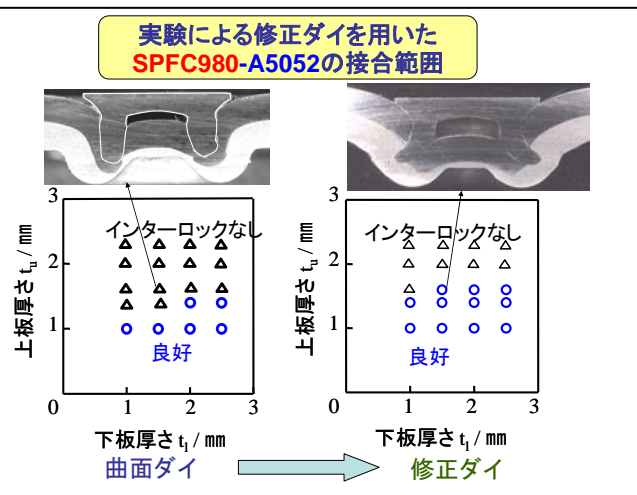
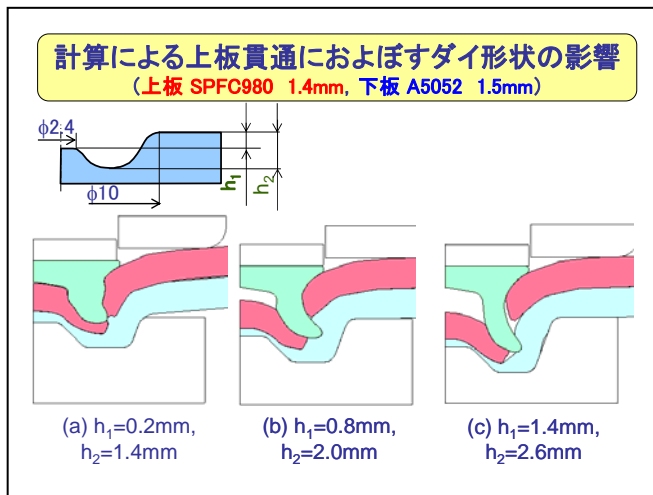
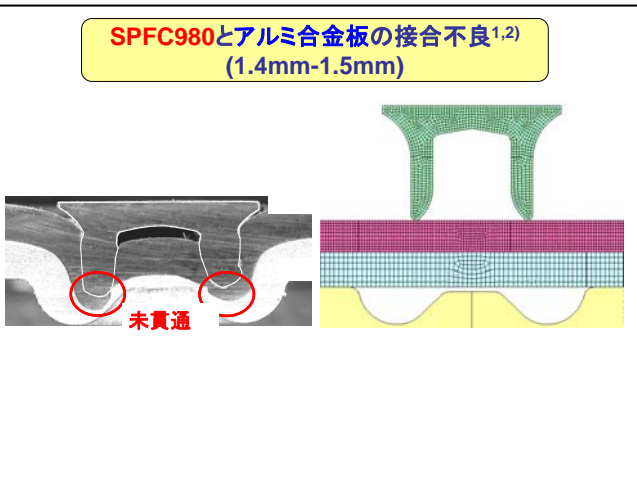
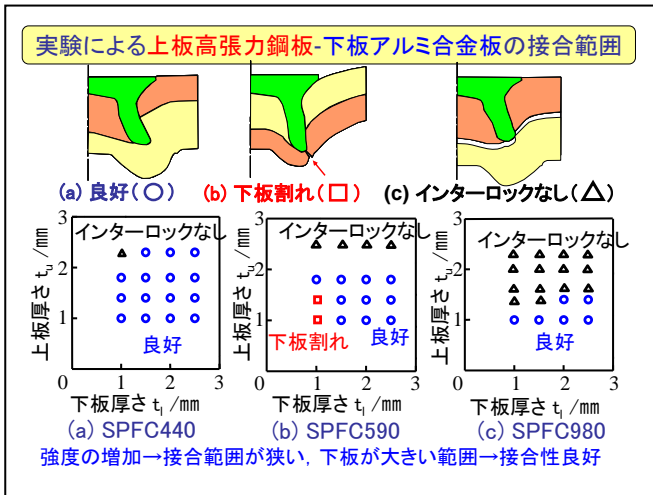
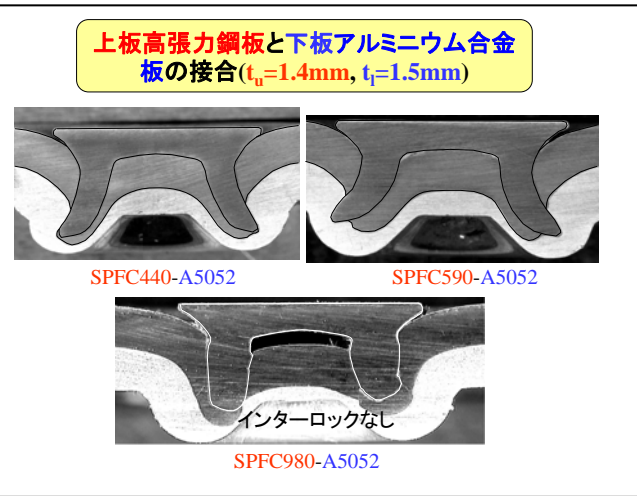
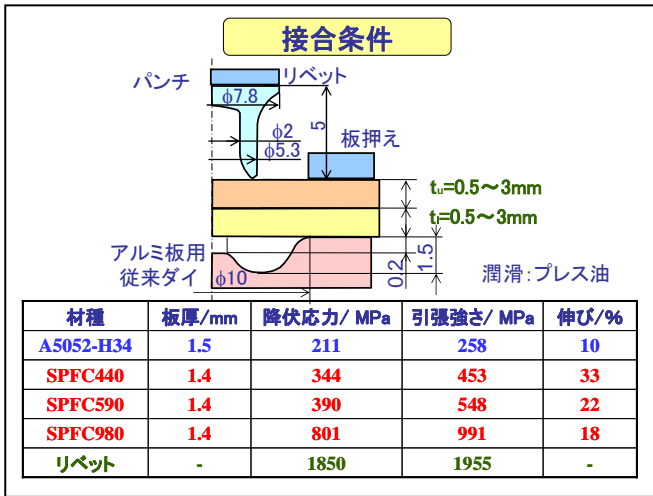
- 母材に直接打込む → 事前の穴あけ不要
- 冷間加工で塑性接合 → 母材への熱影響無し
- 融点の異なる異種金属の接合が可能
- 多層板接合が可能

接合挙動と打込み荷重 (上板A5052, 1.5mm, 下板A5052, 2.0mm)

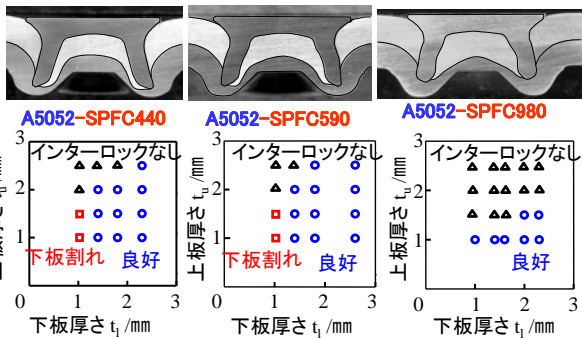


セルフピアシングリベットの接合ロボットと実用部例



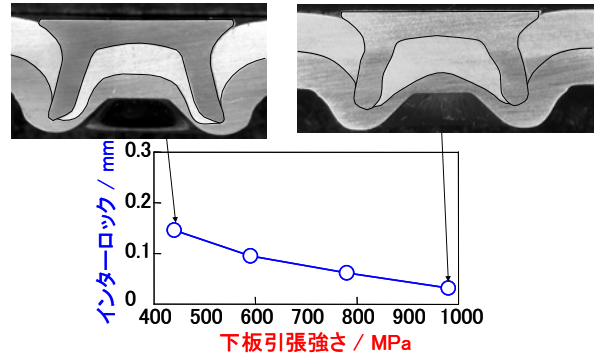


実験による上板アルミ合金板-下板高張力鋼板の接合範囲

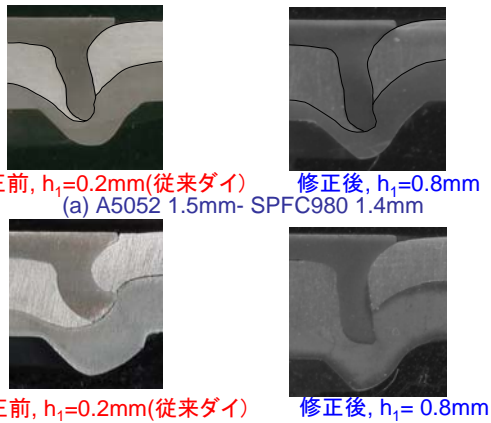


(a) SPFC440 (b) SPFC590 (c) SPFC980
超高張力鋼板→接合範囲が狭い、下板が大きい範囲→接合性良好

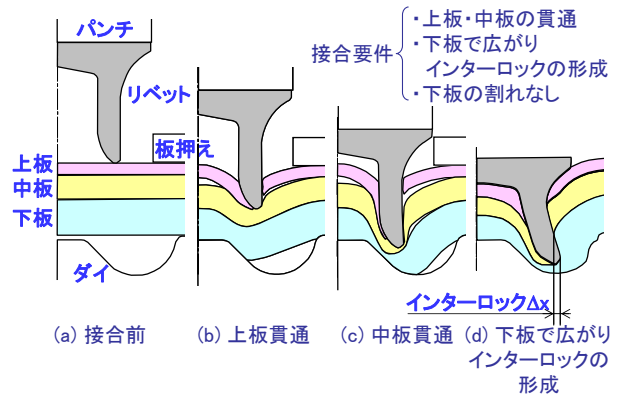
下板高張力鋼板におけるインターロックに及ぼす下板強度の影響(A5052 1.5mm- 高張力鋼板1.4mm)



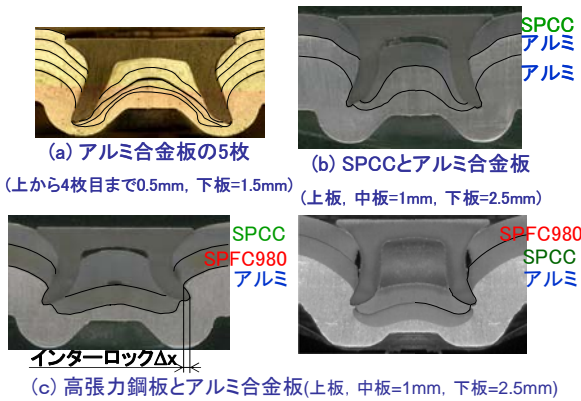
修正ダイを用いたA5052-SPFC980の接合性改善



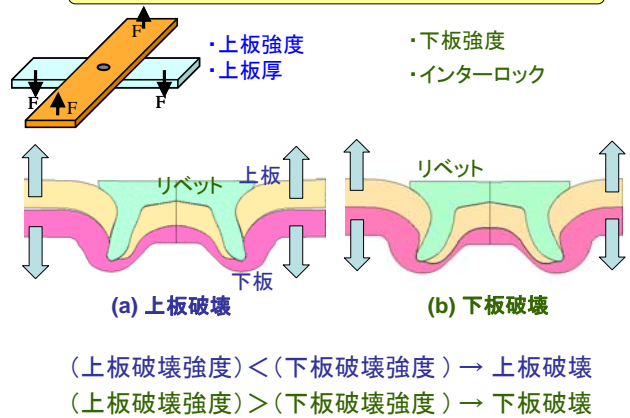
セルフピアシングリベットによる3枚接合プロセス



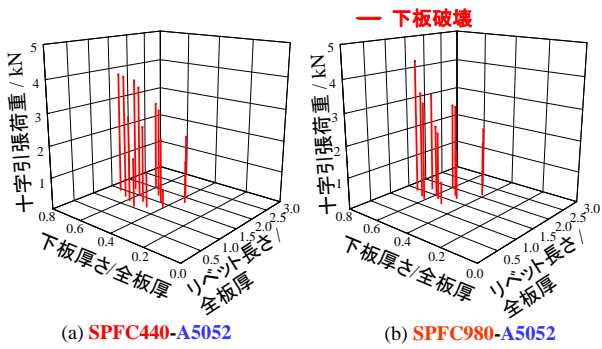
セルフピアスリベットによる3枚以上の接合³⁾



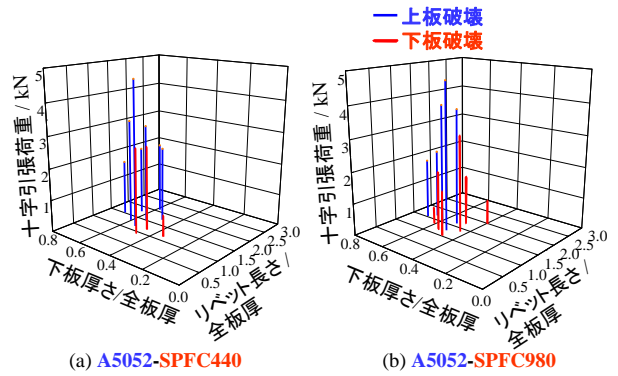
リベット接合後の十字引張試験強度と破壊状態



実験による十字引張試験結果 (SPFC-A5052)

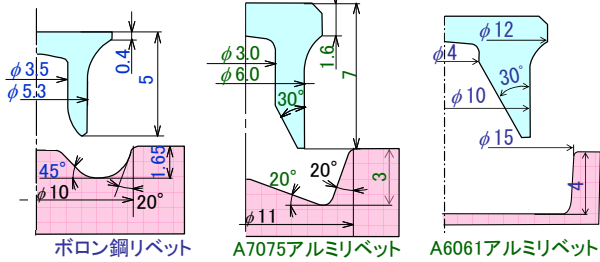


実験による十字引張試験結果 (A5052-SPFC)

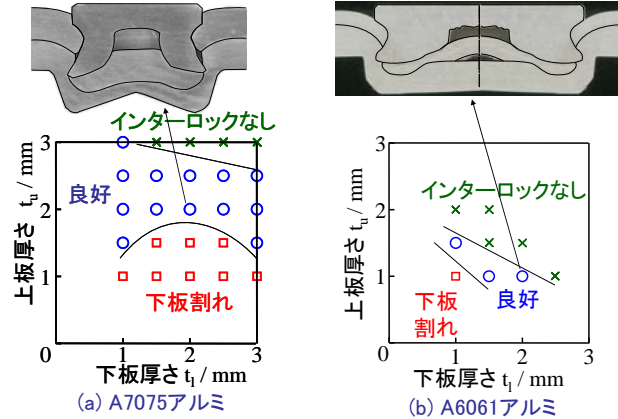


アルミ合金製リベットの開発⁴⁾

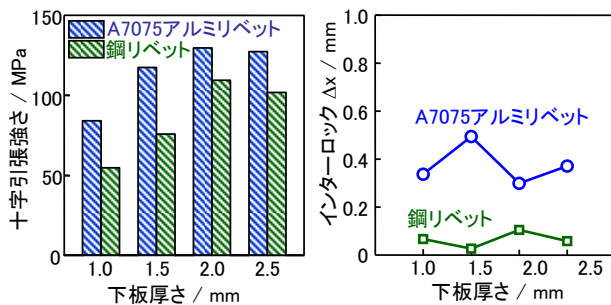
材質	引張強さ / MPa
板	A5052-H34 244
リベット	A6061-T6 300
	A7075-T6 671
	ポロン鋼 1955



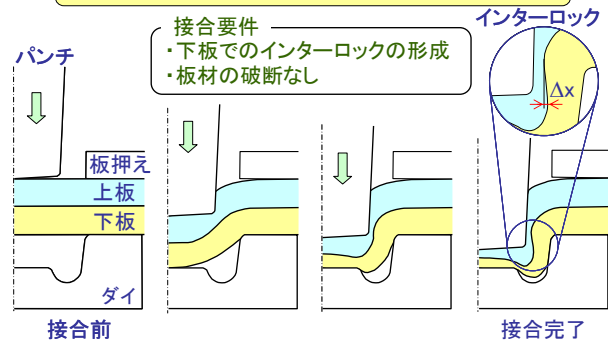
アルミ合金製リベットの接合範囲



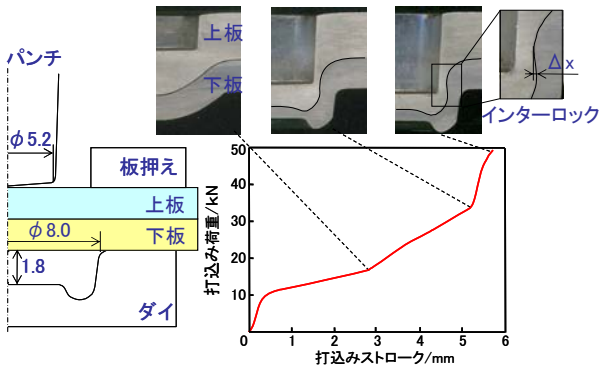
鋼リベットと設計アルミリベットの接合強度比較 (上板厚さ2.0mm)



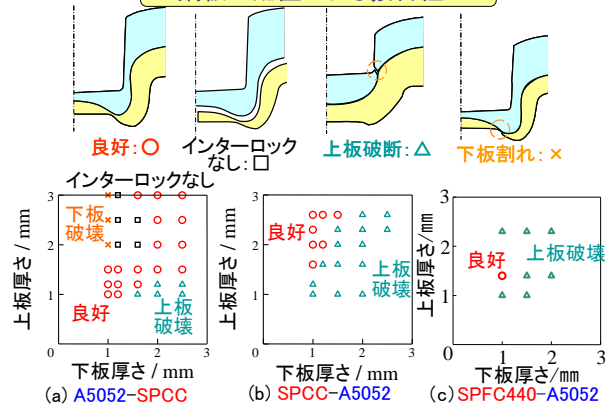
メカニカルクリンチングの接合プロセス



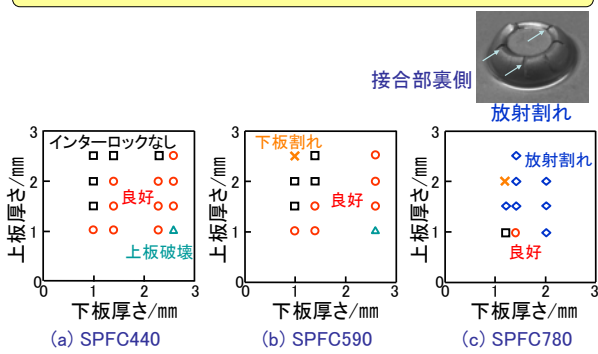
クリンチ接合の変形挙動と打込み荷重
(上板 アルミ合金 3mm, 下板 SPCC 2mm)



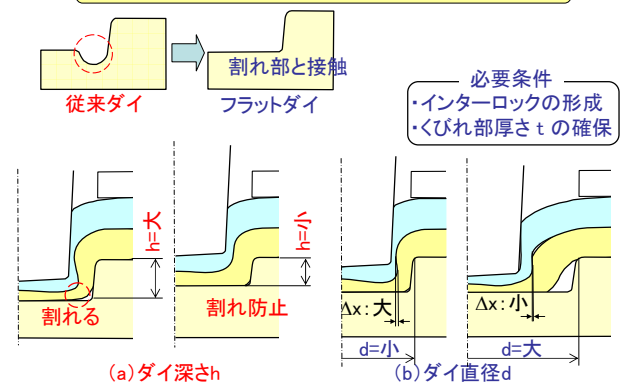
鋼板の配置による接合性⁵⁾



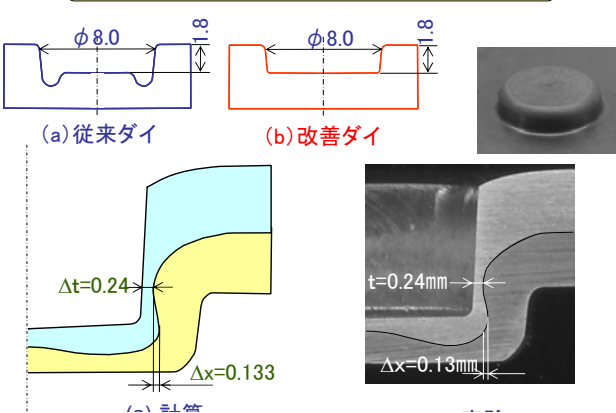
実験による上板A5052-下板高張力鋼板の接合範囲



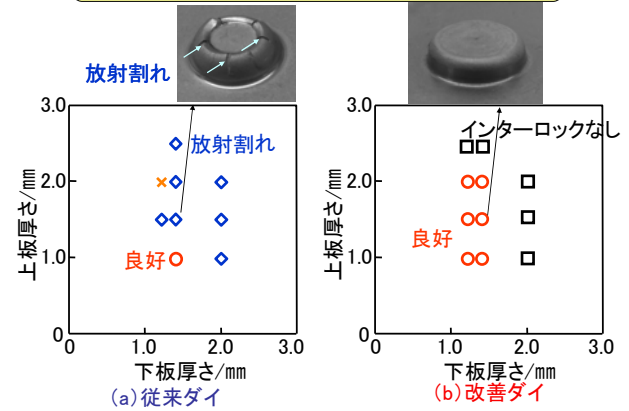
フラットダイによる割れの防止とダイ形状の影響



改善ダイによる変形挙動 (A5052 1.5mm, 下板SPFC780 1.4mm)



従来ダイと改善ダイの接合範囲の比較
(A5052 1.5mm, 下板SPFC780 1.4mm)



上板鋼板におけるダイ直径・深さの最適化の手順と割れの防止

限界上板減少率R 実験

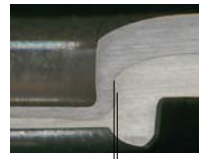
ダイ深さ h

ダイ直径 d

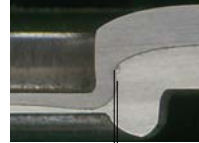
ダイ山直径 d_m

上板板厚減少防止

インターロック形成

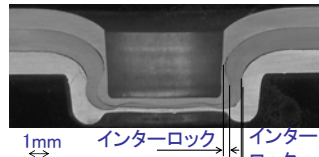


$\Delta x = 0.09\text{mm}$
(a) SPFC590



$\Delta x = 0.05\text{mm}$

メカニカルクリンチによる3枚接合, 四角形メカニカルクリンチ



(a) 3枚接合
(SPCC, SPFC780, A5052,
 $t_u=t_m=t_r=1\text{mm}$)

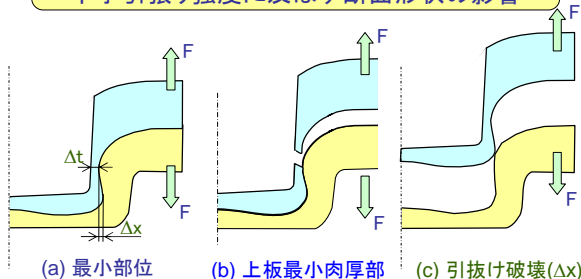


下面



(b) 四角形パンチ・ダイ
(平行部, A5052, $t_u=t_r=1.5\text{mm}$)

上板アルミ合金板と下板高張力鋼板における十字引張り強度に及ぼす断面形状の影響



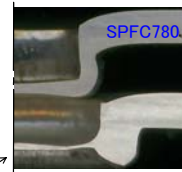
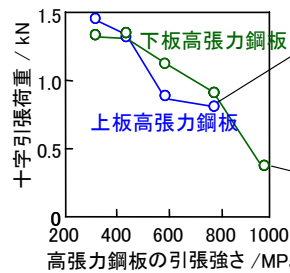
(a) 最小部位

(b) 上板最小肉厚部破壊(Δt)

(c) 引抜け破壊(Δx)

(上板最小肉厚部破壊荷重) < (引抜け荷重) → 上板最小肉厚部破壊
(上板最小肉厚部破壊荷重) > (引抜け荷重) → 引抜け破壊

アルミ合金板と高張力鋼板の接合体の十字引張荷重

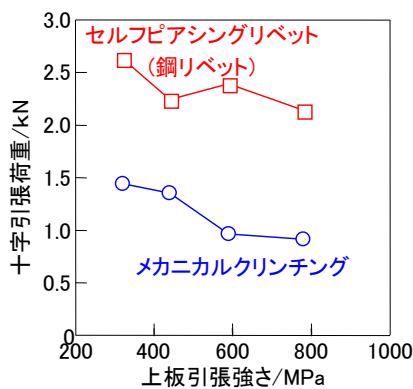


(b) 上板SPFC780



(a) 上板SPFC980

セルフピアスリベットとクリンチの接合体の十字引張荷重(高張力鋼板とアルミ合金板)



むすび

セルフピアスリベットとメカニカルクリンチにより板材を接合した。板材の塑性変形を利用して溶接では難しいアルミニウム合金と高張力鋼板の異種材接合と3枚板の接合を紹介した。

板の接合性は、板材の強度、板厚、枚数、組合せに大きく左右されるが、ダイの形状の改善によりある程度向上できた。

良好に接合できた接合体の強度は、アルミニウム合金板の強度となる。

参考文献

- 1) 加藤亨, 森謙一郎, 安部洋平, 自動車技術, 61-4(2007), 42-48.
- 2) K. Mori, T. Kato, Y. Abe, Y. Ravshanbek, Annals of the CIRP, 55-1(2006), 283-286.
- 3) 加藤亨, 安部洋平, 酒井慎吾, 森謙一郎, 塑性加工春季講演会講演論文集(2007), 99-100.
- 4) 安部洋平, 篠原正広, 加藤亨, 森謙一郎, 塑性加工春季講演会講演論文集(2007), 99-100.
- 5) 加藤亨, 安部洋平, 松田晃, 森謙一郎, 塑性加工春季講演会講演論文集(2007), 93-94.