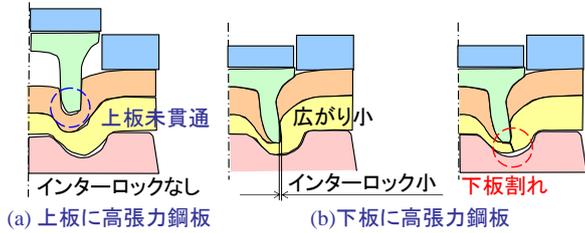


アルミ合金板と高張力鋼板の接合における問題点



(a) 上板に高張力鋼板

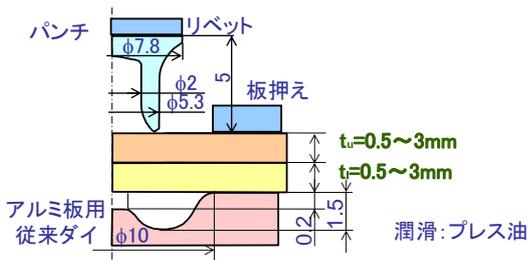
(b) 下板に高張力鋼板

アルミ合金板と高張力鋼板の機械的特性

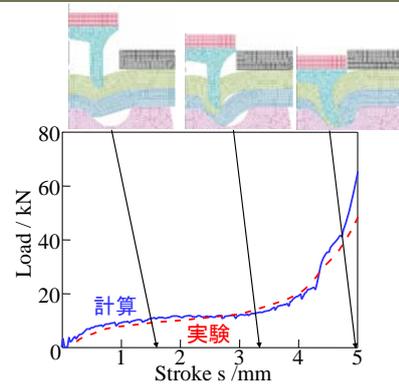
	材種	板厚 /mm	引張強さ / MPa	伸び /%
アルミ合金板	A5052-H34	1.5	258	10
軟鋼板	SPCC	1.6	315	34
高張力鋼板	SPFC440	1.4	453	33
	SPFC590	1.4	548	22
超高張力鋼板	SPFC980	1.4	991	18
リベット	ボロン鋼	-	1955	-

鋼板強度大→延性低下

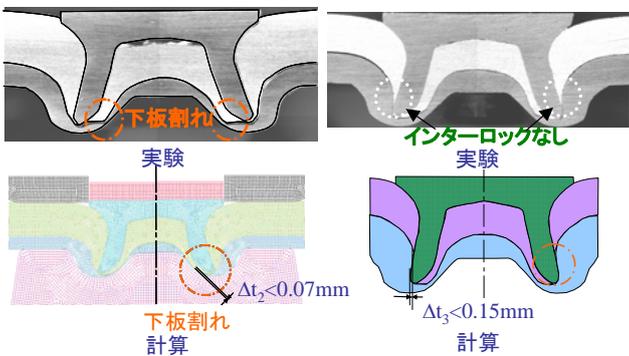
アルミ合金板と高張力鋼板の接合条件



実験と計算から得られた荷重-ストローク線図 (A5052, 1.5mm)



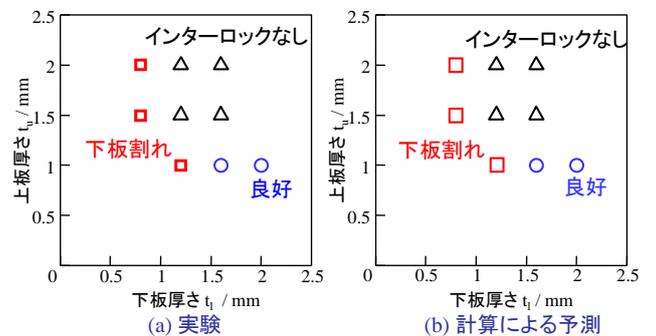
下板割れとインターロックなしの予測 (A5052-SPCC)



(a) 上板2.0mm, 下板0.8mm

(a) 上板1.5mm, 下板1.2mm

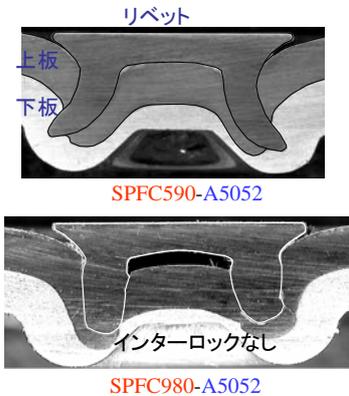
計算による接合範囲の予測 (A5052-SPCC)



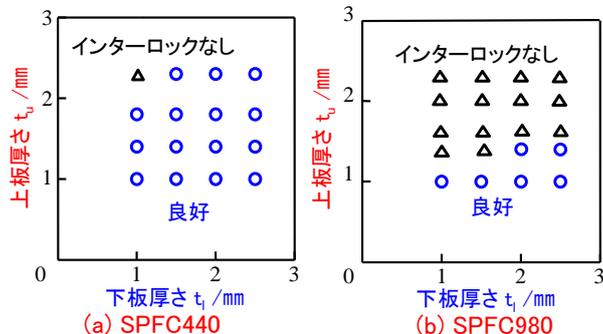
(a) 実験

(b) 計算による予測

上板高張力鋼板と下板アルミニウム合金板の接合 ($t_u=1.4\text{mm}$, $t_l=1.5\text{mm}$)

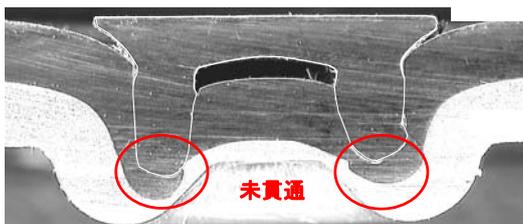


実験による上板高張力鋼板-下板アルミ合金板の接合範囲

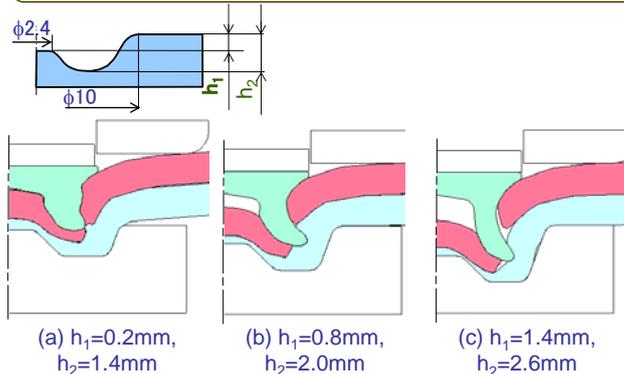


強度の増加→接合範囲が狭い, 下板が大きい範囲→接合性良好

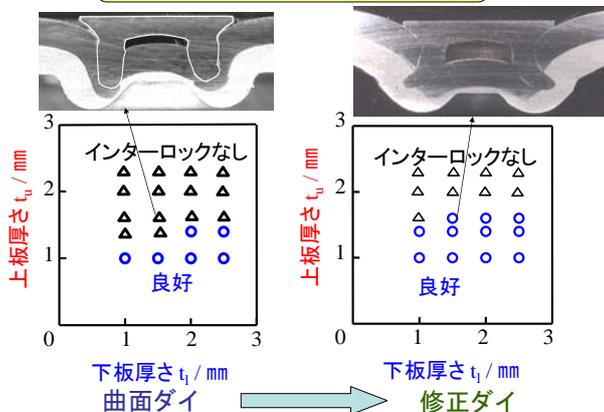
SPFC980とアルミ合金板の接合不良 (1.4mm-1.5mm)



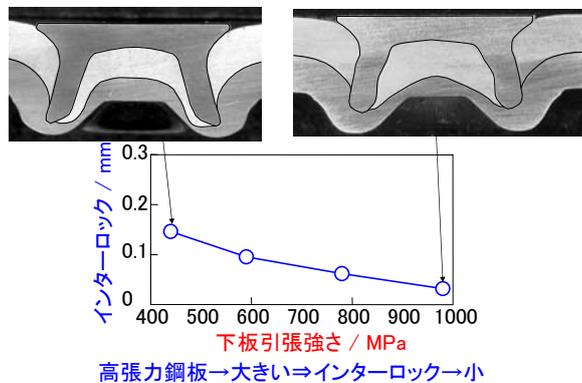
計算による上板貫通におよぼすダイ形状の影響 (上板 SPFC980 1.4mm, 下板 A5052 1.5mm)



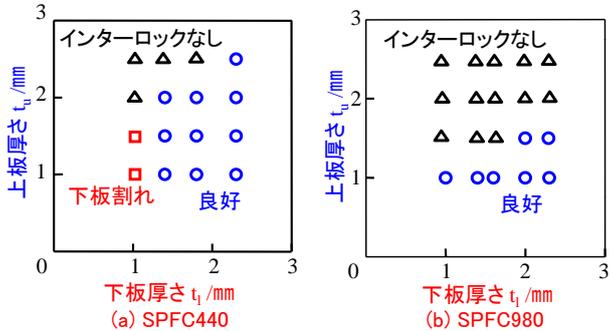
実験による修正ダイを用いた SPFC980-A5052の接合範囲



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)

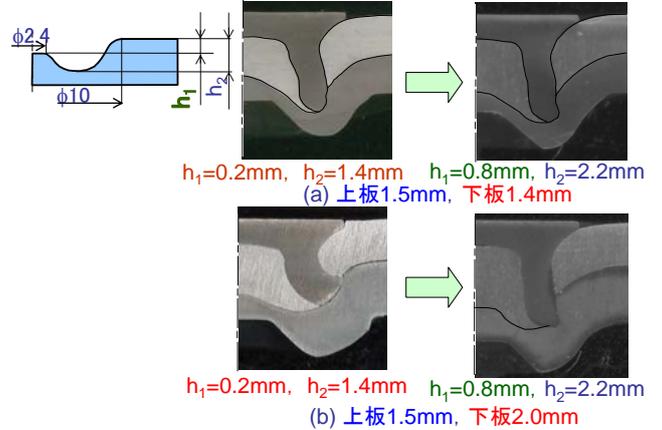


実験による上板アルミ合金板-下板高張力鋼板の接合範囲



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

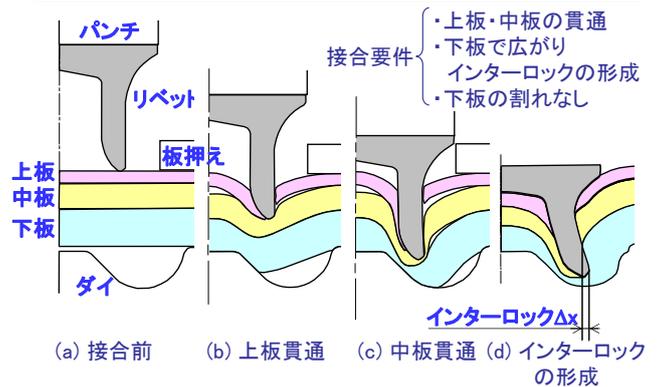
修正ダイによるA5052-SPFC980の接合



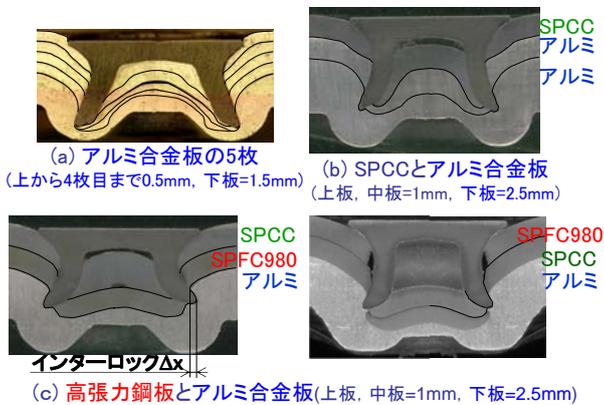
目次

1. セルフピアシングリベットによる接合
 - 1.1 高張力鋼板とアルミ合金板の接合性
 - 1.2 3枚板の接合, アルミリベットによるアルミ合金板の接合
 - 1.3 接合強度
2. メカニカルクリンチによる接合
 - 2.1 高張力鋼板とアルミ合金板の接合
 - 2.2 3枚接合, 四角形メカニカルクリンチ
 - 2.3 めっき鋼板同士の接合
 - 2.4 接合強度

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

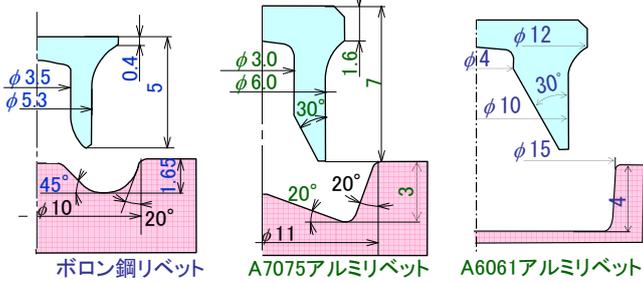


アルミニウム合金製セルフピアシングリベットによるアルミニウム合金板の接合

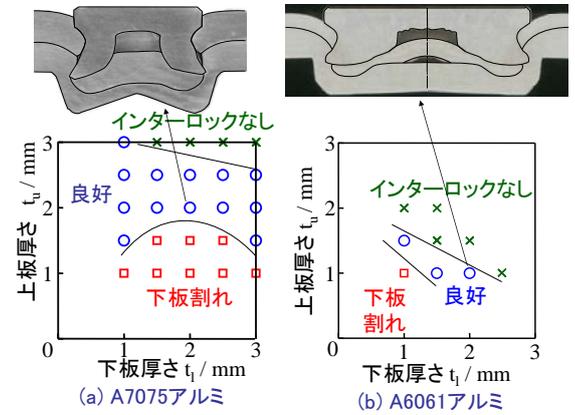


アルミ合金製リベットの開発

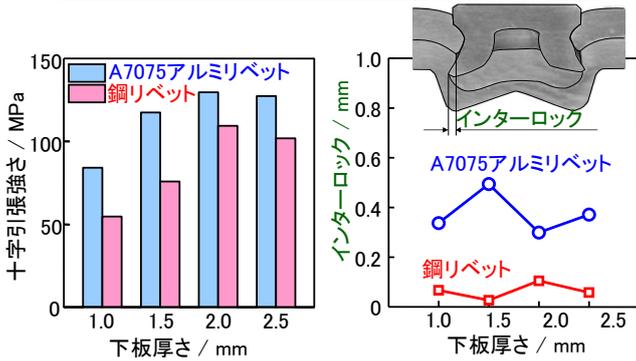
材質	引張強さ / MPa	
板	A5052-H34	244
リベット	A6061-T6	300
	A7075-T6	671
	ポロン鋼	1955



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)



アルミニウム円柱による接合



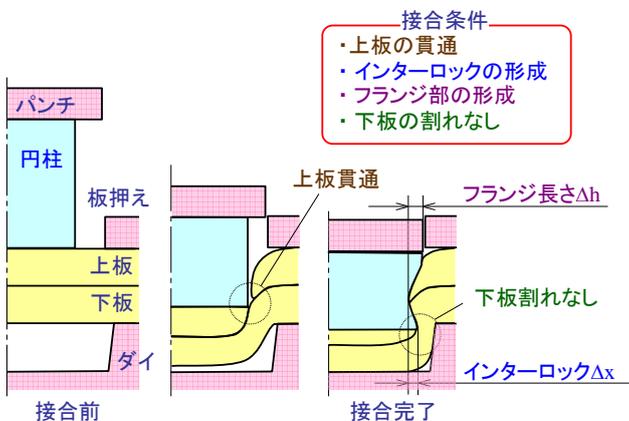
(a) セルフピアスリベット

リサイクル性向上
単純形状
軽量化
生産コスト低減

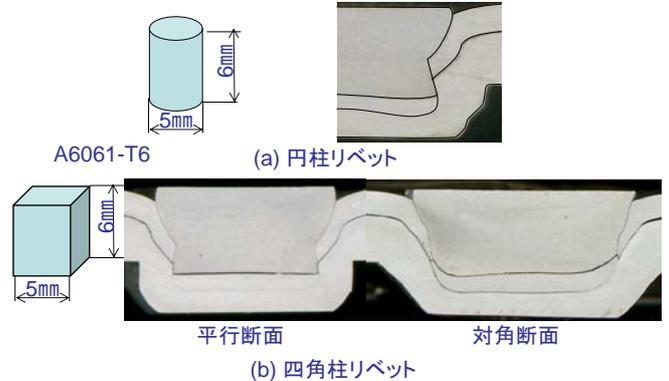


(b) A6061アルミニウム合金円柱

セルフピアシング円柱による接合



アルミ円柱・四角柱リベットによる接合 (上板厚さ1mm, 下板厚さ2mm)

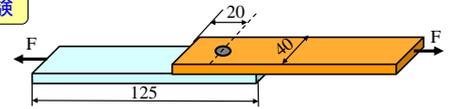


目次

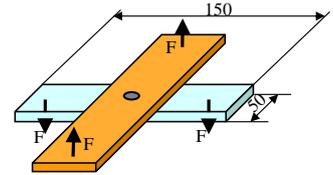
1. セルフピアシングリベットによる接合
 - 1.1 高張力鋼板とアルミ合金板の接合性
 - 1.2 3枚板の接合, アルミリベットによるアルミ合金板の接合
 - 1.3 接合強度
2. メカニカルクリンチによる接合
 - 2.1 高張力鋼板とアルミ合金板の接合
 - 2.2 3枚接合, 四角形メカニカルクリンチ
 - 2.3 めっき鋼板同士の接合
 - 2.4 接合強度

接合された高張力鋼板とアルミ合金板の接合強度評価法

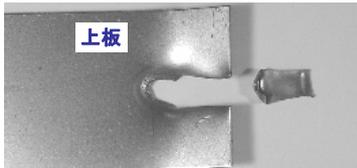
引張せん断試験
JIS-Z-3136



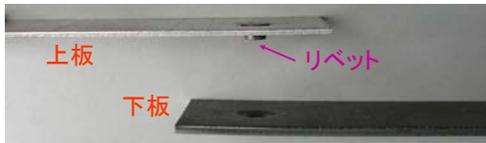
十字引張試験
JIS-Z-3137



引張せん断試験における破壊挙動

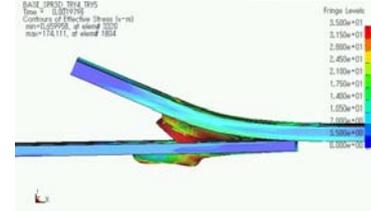


(a) 上板破壊, 3.3kN
(A5052, $t_u=1.5\text{mm}$, SPCC, $t_l=1.5\text{mm}$)

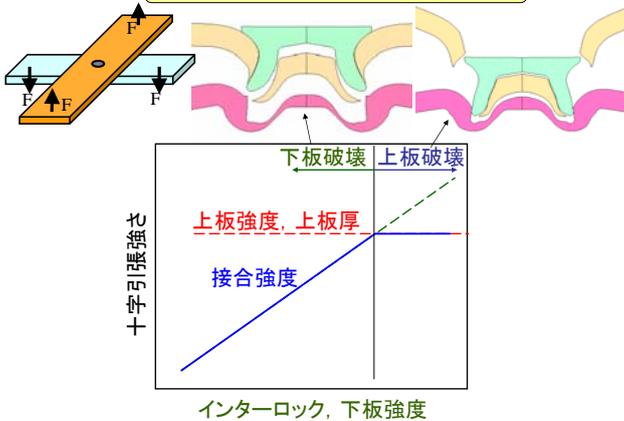


(b) 下板破壊, 2.4kN
(A5052, $t_u=1.5\text{mm}$, SPFC980, $t_l=2.3\text{mm}$)

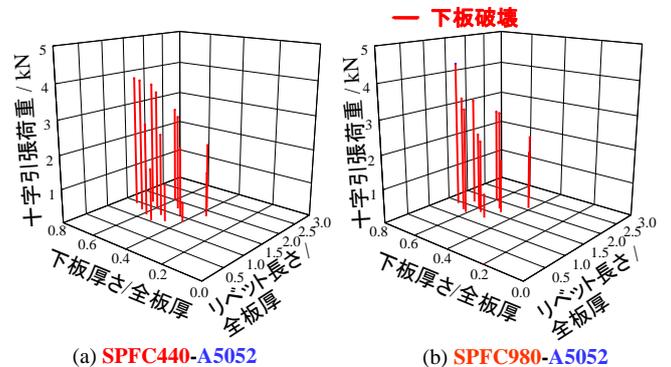
引張せん断試験におけるシミュレーションと実験による破壊挙動(上板厚さ2.3mm, 下板厚さ1.6mm, A5052)



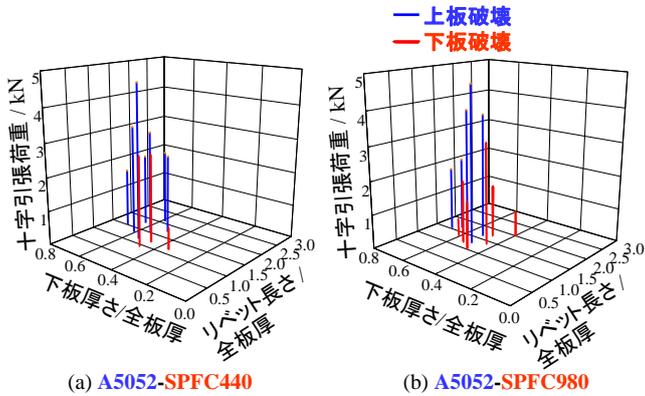
十字引張試験強度の考え方



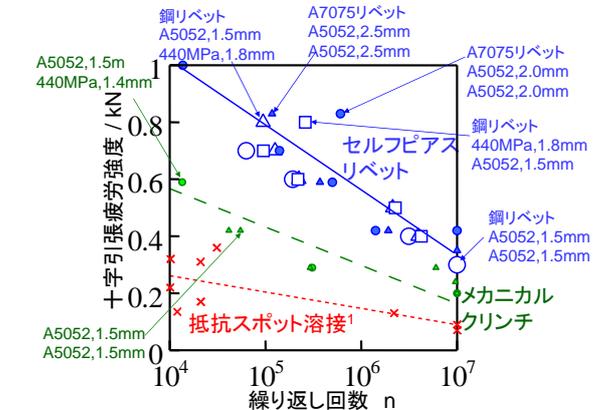
実験による十字引張試験結果(SPFC-A5052)



実験による十字引張試験結果 (A5052-SPFC)



十字引張疲労強度の比較

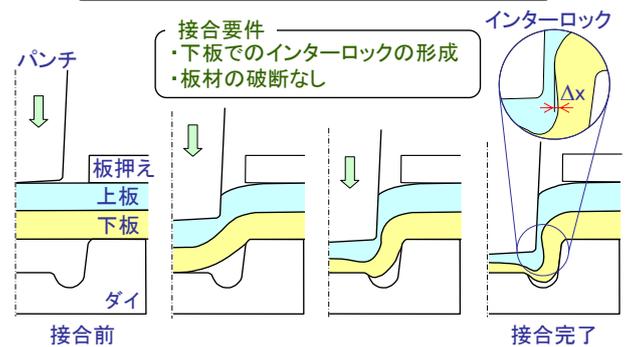


1) 高橋, et al.: 軽量アルミドアの開発, 自動車技術会論文集, vol.37, No.1, P137-140(2006)

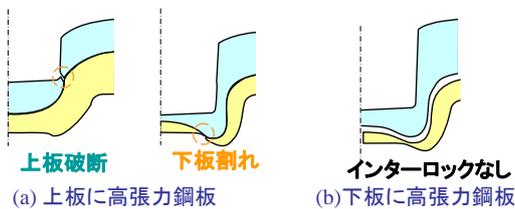
目次

1. セルフピアシングリベットによる接合
 - 1.1 高張力鋼板とアルミ合金板の接合性
 - 1.2 3枚板の接合, アルミリベットによるアルミ合金板の接合
 - 1.3 接合強度
2. メカニカルクリンチによる接合
 - 2.1 高張力鋼板とアルミ合金板の接合
 - 2.2 3枚接合, 四角形メカニカルクリンチ
 - 2.3 めっき鋼板同士の接合
 - 2.4 接合強度

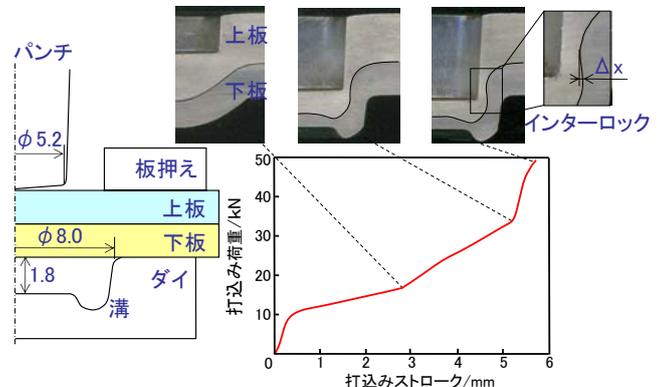
メカニカルクリンチングの接合プロセス



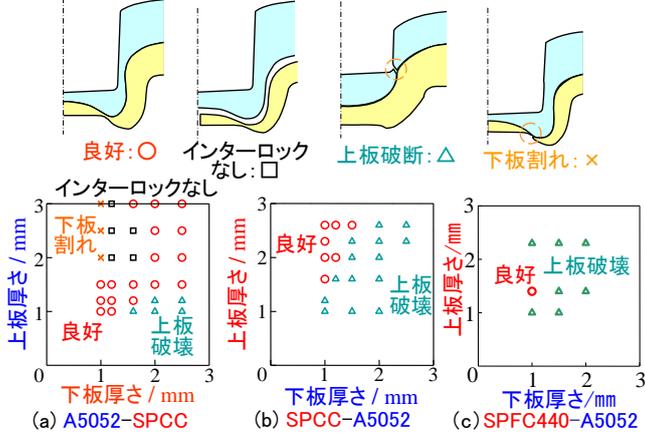
アルミ合金板と高張力鋼板の接合における問題点



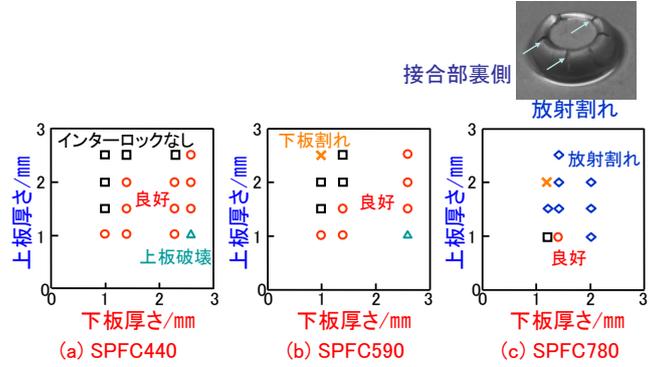
クリンチ接合の変形挙動と打込み荷重 (上板 アルミ合金 3mm, 下板 SPCC 2mm)



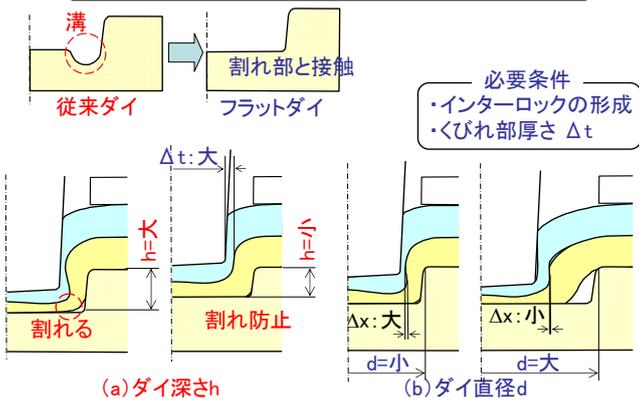
鋼板の配置による接合性



実験による上板A5052-下板高張力鋼板の接合範囲

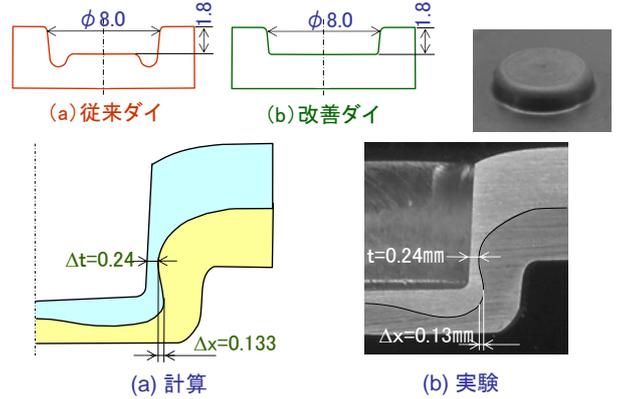


フラットダイによる割れの防止とダイ形状の影響



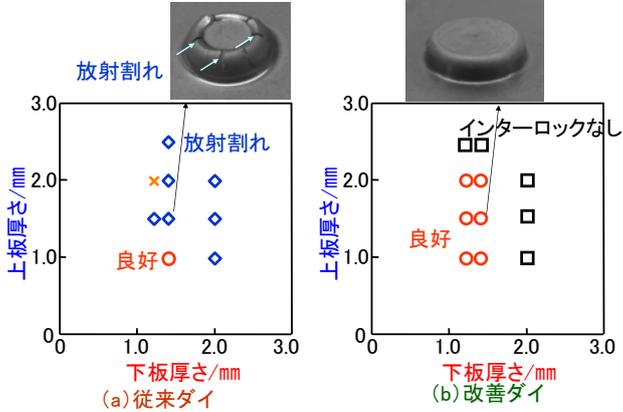
改善ダイによる変形挙動

(A5052 1.5mm, 下板SPFC780 1.4mm)

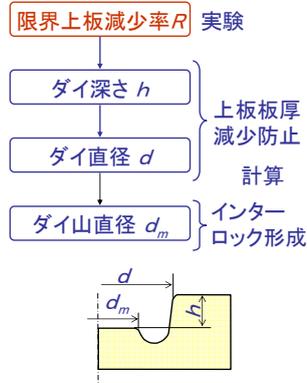


従来ダイと改善ダイの接合範囲の比較

(A5052 1.5mm, 下板SPFC780 1.4mm)



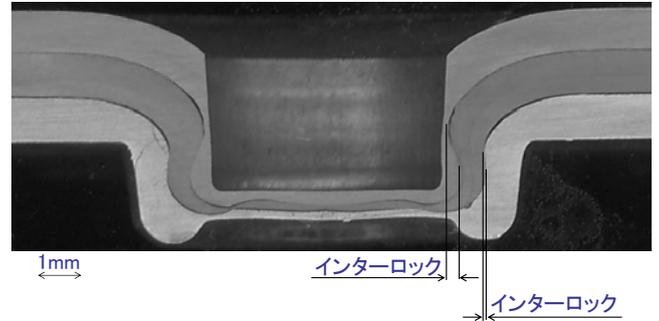
上板鋼板におけるダイ形状の最適化 (SPFC590)



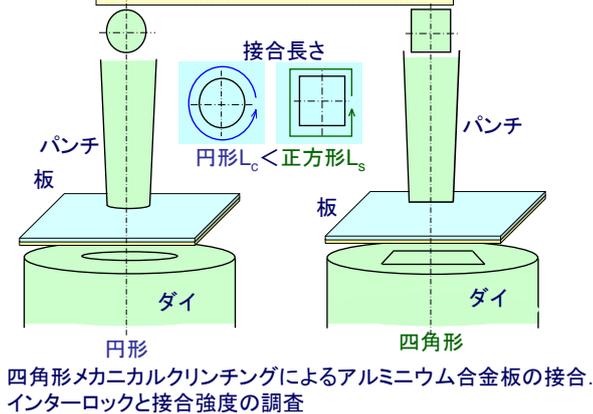
目次

1. セルフピアシングリベットによる接合
 - 1.1 高張力鋼板とアルミ合金板の接合性
 - 1.2 3枚板の接合, アルミリベットによるアルミ合金板の接合
 - 1.3 接合強度
2. メカニカルクリンチによる接合
 - 2.1 高張力鋼板とアルミ合金板の接合
 - 2.2 3枚接合, 四角形メカニカルクリンチ
 - 2.3 めっき鋼板同士の接合
 - 2.4 接合強度

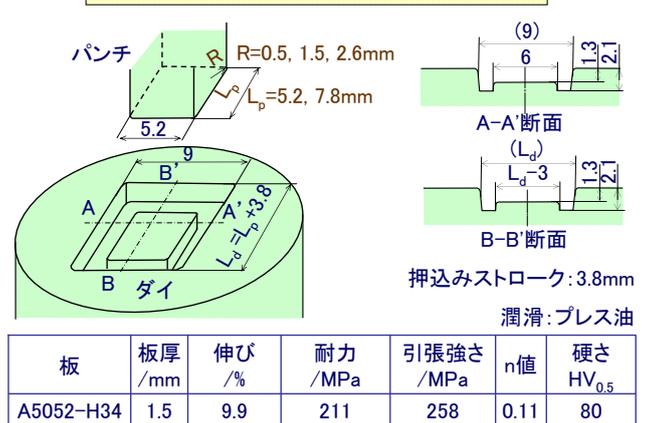
メカニカルクリンチによる3枚接合 (SPCC, SPFC780, A5052, $t_u=1\text{mm}$, $t_m=1\text{mm}$, $t_t=1\text{mm}$)



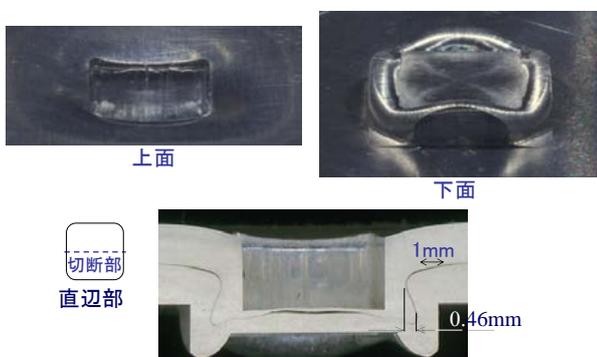
四角形メカニカルクリンチング



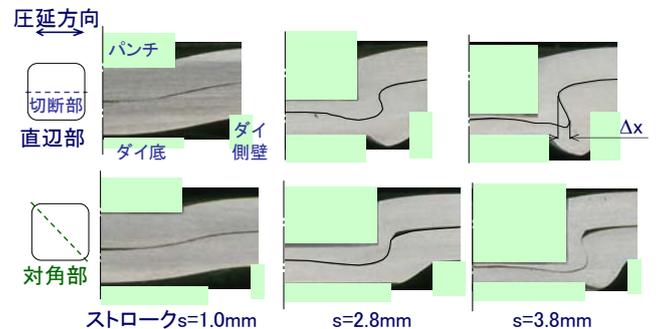
四角形メカニカルクリンチによる接合条件



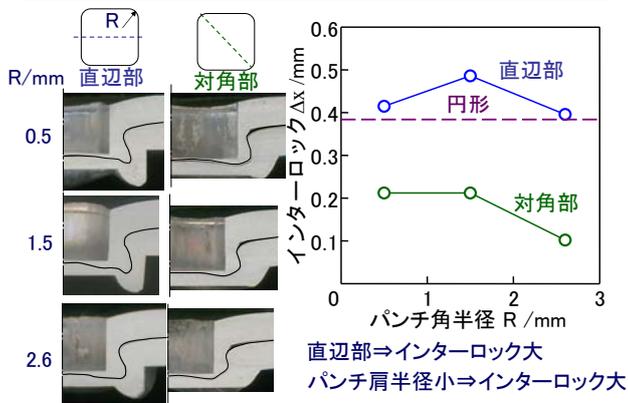
直辺部断面と外観 ($L_p=5.2\text{mm}$, $R=0.5\text{mm}$)



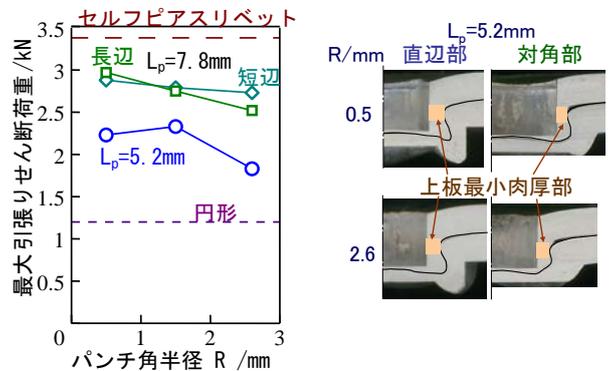
四角形メカニカルクリンチによる接合時の板の変形挙動 ($L_p=5.2\text{mm}$, $R=0.5\text{mm}$)



$L_p=5.2\text{mm}$ におけるインターロックに及ぼすパンチ角半径の影響



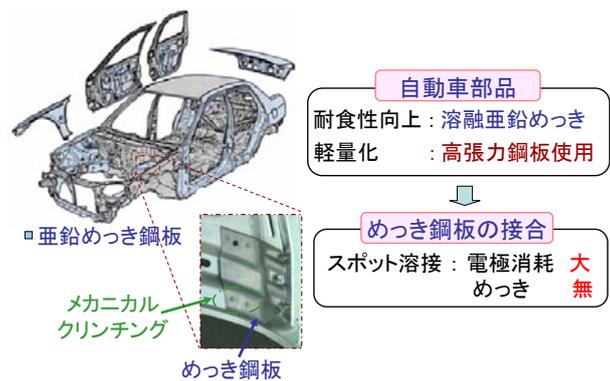
最大引張りせん断荷重



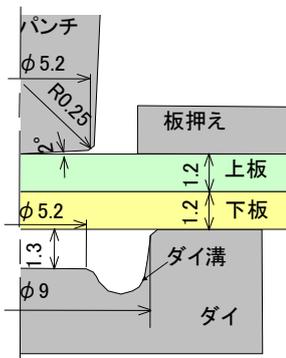
目次

1. セルフピアシングリベットによる接合
 - 1.1 高張力鋼板とアルミ合金板の接合性
 - 1.2 3枚板の接合, アルミリベットによるアルミ合金板の接合
 - 1.3 接合強度
2. メカニカルクリンチによる接合
 - 2.1 高張力鋼板とアルミ合金板の接合
 - 2.2 3枚接合, 四角形メカニカルクリンチ
 - 2.3 めっき鋼板同士の接合
 - 2.4 接合強度

メカニカルクリンチングによる溶融めっき鋼板の接合



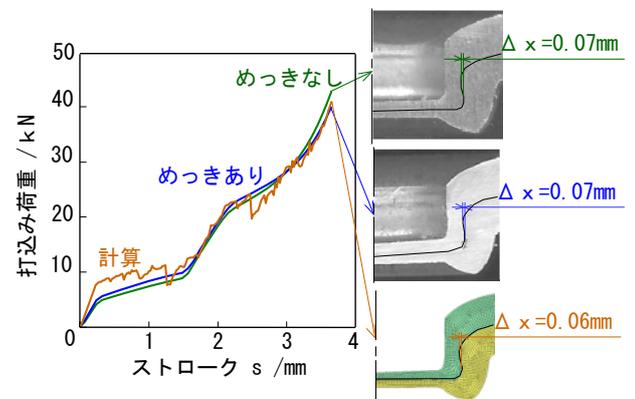
金型形状およびめっき鋼板の材料特性



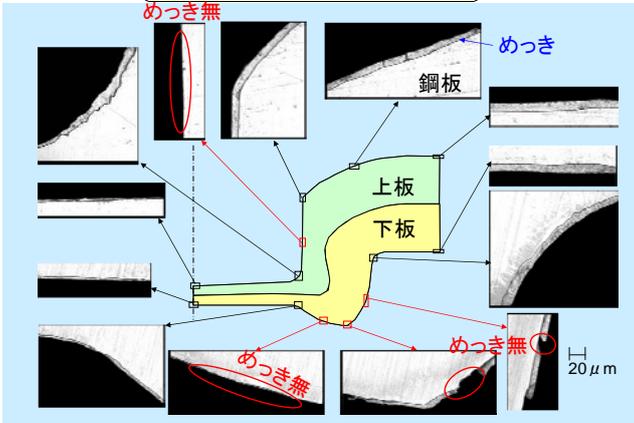
試験材料	370ZAM	590ZAM
降伏点 /MPa	320	395
引張強さ /MPa	377	606
絞り /%	67	50
めっき種類	Zn-Al-Mg	
めっき厚さ /μm	12.5	8.2

上板, 下板: 同種材料
潤滑材: プレス油

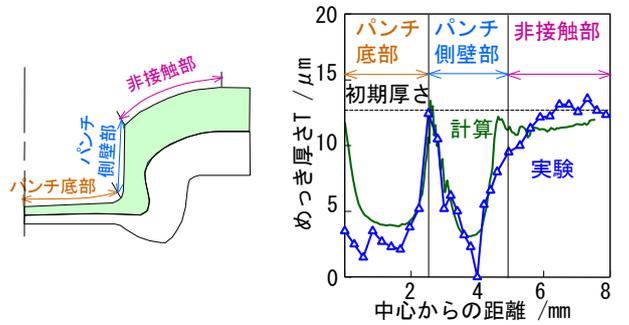
実験と計算による材料変形へのめっきの影響



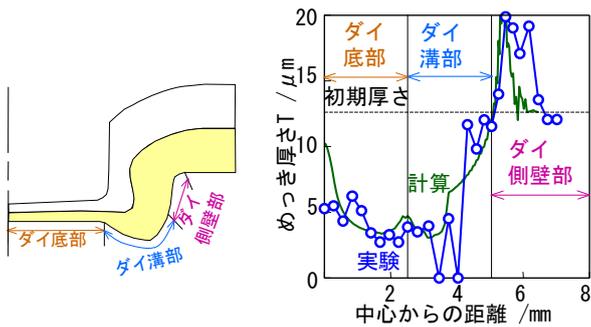
接合後の断面写真



計算と実験による接合後の上板めっき厚さ分布

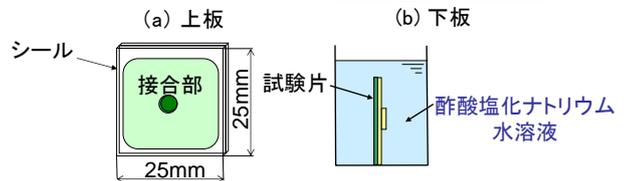
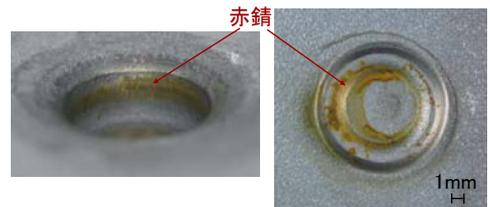


計算と実験による接合後の下板めっき厚さ分布

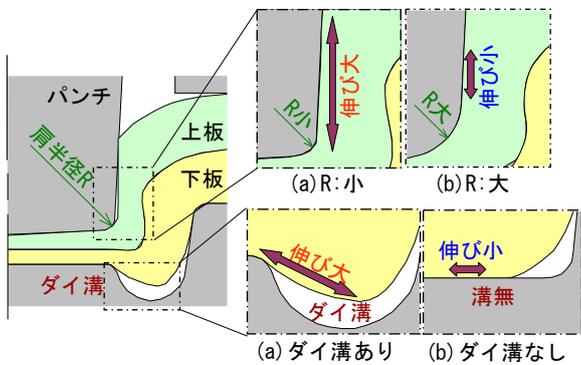


浸漬腐食試験結果

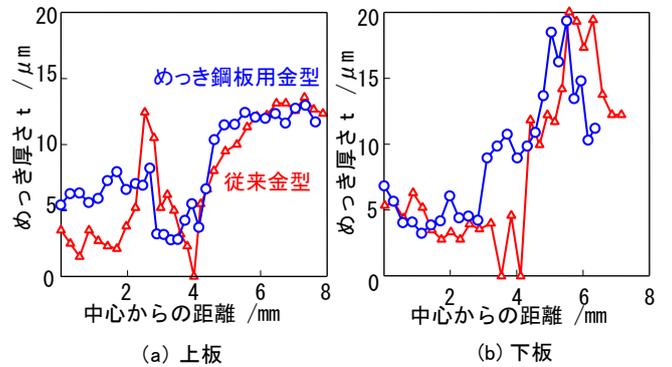
370ZAM, pH : 3, 温度 : 30°C, 9サイクル



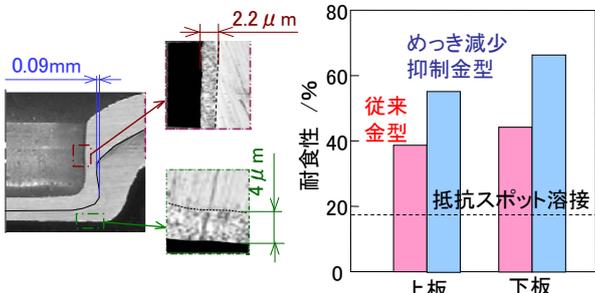
めっき厚さに及ぼすパンチ肩半径とダイ形状の影響



実験によるめっき鋼板用金型による接合後のめっき厚さ



従来金型とめっき減少抑制金型の接合部耐食性 (370ZAM)

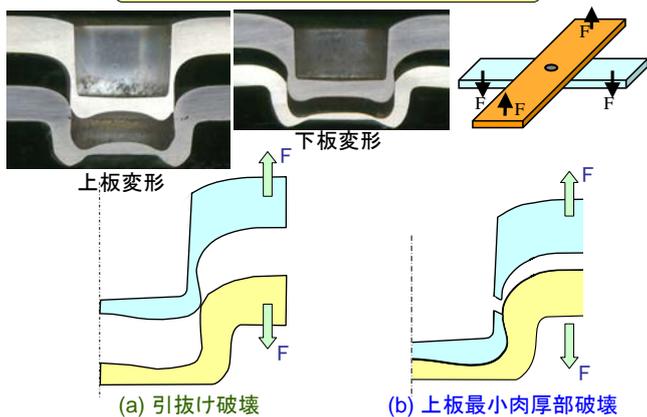


耐食性 = $\frac{\text{接合部の赤錆発生サイクル数}}{\text{素板の赤錆発生サイクル数(17サイクル)}}$

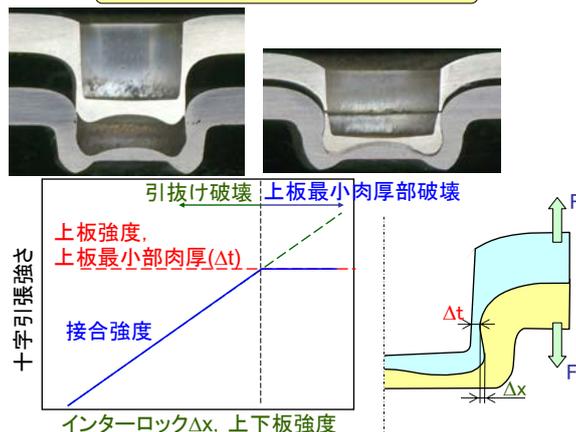
目次

1. セルフピアスリベットによる接合
 - 1.1 高張力鋼板とアルミ合金板の接合性
 - 1.2 3枚板の接合, アルミリベットによるアルミ合金板の接合
 - 1.3 接合強度
2. メカニカルクリンチによる接合
 - 2.1 高張力鋼板とアルミ合金板の接合
 - 2.2 3枚接合, 四角形メカニカルクリンチ
 - 2.3 めっき鋼板同士の接合
 - 2.4 接合強度

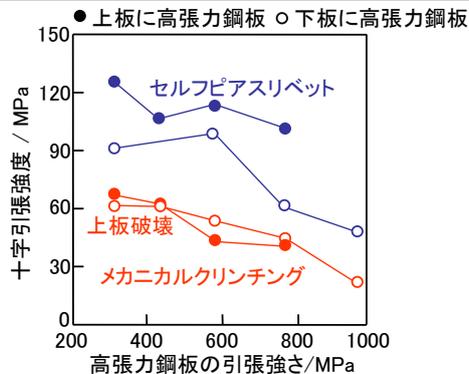
十字引張り試験における破壊



十字引張試験強度の考え方



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A5052)



むすび

- ・板材の塑性変形を利用したセルフピアスリベットとメカニカルクリンチによりアルミニウム合金と高張力鋼板を接合した。
- ・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、ダイ形状の改善によりある程度改善できた。
- ・メカニカルクリンチよりもセルフピアスリベットによる接合強度は大きい。
- ・良好に接合できた接合体の強度はアルミニウム合金板で破壊する。