

# セルフピアスリベッティングと メカニカルクリンチングによる 高張力鋼板とアルミニウム合金板の塑性接合

豊橋技術科学大学 森 謙一郎  
<http://plast.me.tut.ac.jp/>

自動車の軽量化に対して高張力鋼板とアルミニウム合金板の使用が増加しているが、融点  
 が大きく異なるため、これらを溶接によって接合することは困難である。セルフピアスリ  
 ベッティングとメカニカルクリンチングは板材を常温で塑性変形させることによって接合し  
 ており、異種材料の接合が可能であり、本講演ではそれらについて説明する。

## セルフピアスリベッティングと メカニカルクリンチングによる 高張力鋼板とアルミニウム合金板の塑性接合

豊橋技術科学大学 森 謙一郎

車体軽量化: 高張力鋼板とアルミニウム合金板



骨格部材の45%高張力鋼板

アルミ自動車

## 自動車車体の接合

板組



接合



溶接: 異種材の接合は困難

## 1) セルフピアスリベッティング

- 接合プロセス
- 高張力鋼板とアルミニウム合金板の接合
- 接合強度

## 2) メカニカルクリンチング

- 接合プロセス
- 高張力鋼板とアルミニウム合金板の接合
- 接合強度

## アルミニウム合金板の接合



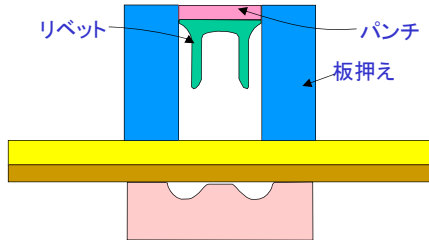
Audi\_A2: アルミ自動車

アルミニウム: 溶接性が低い

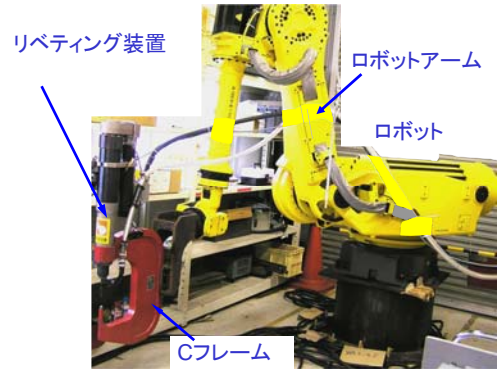
セルフピアシングリベット



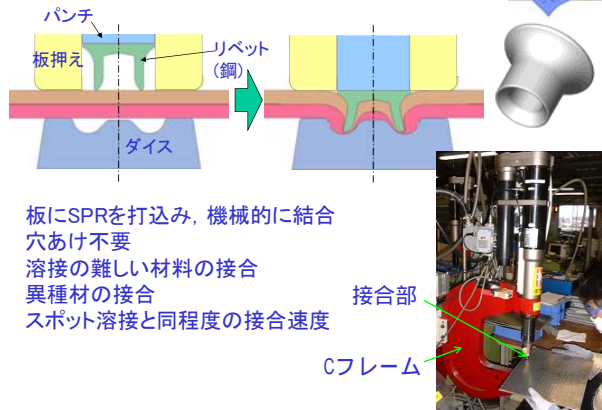
### セルフピアスリベッティングの接合プロセス



### セルフピアスリベッティングの接合ロボット



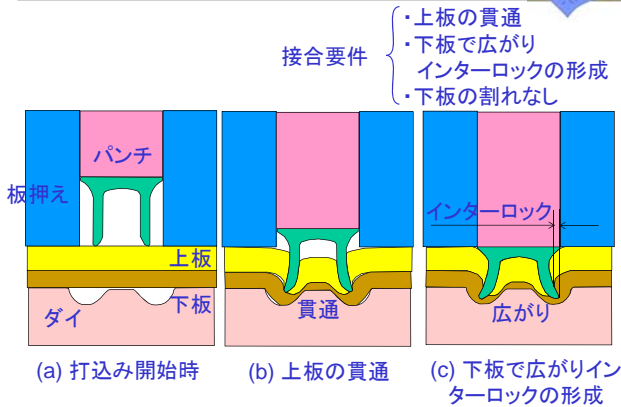
### セルフピアスリベッティングの特徴



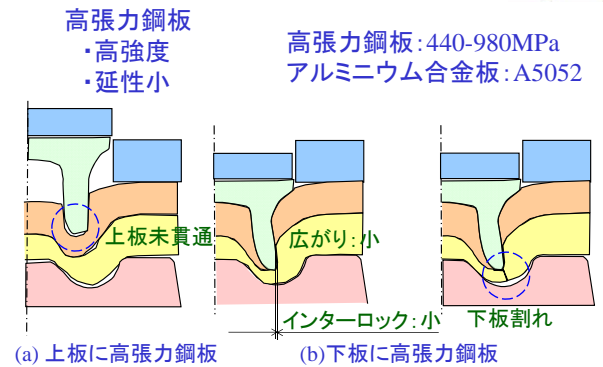
### 1) セルフピアスリベッティング

- 接合プロセス
  - 高張力鋼板とアルミニウム合金板の接合
  - 接合強度
- ### 2) メカニカルクリンチング
- 接合プロセス
  - 高張力鋼板とアルミニウム合金板の接合
  - 接合強度

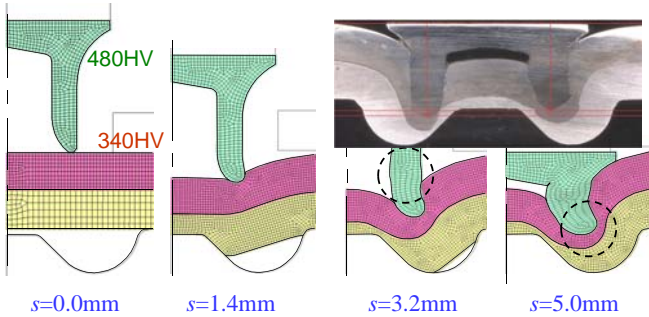
### セルフピアスリベッティングによる接合



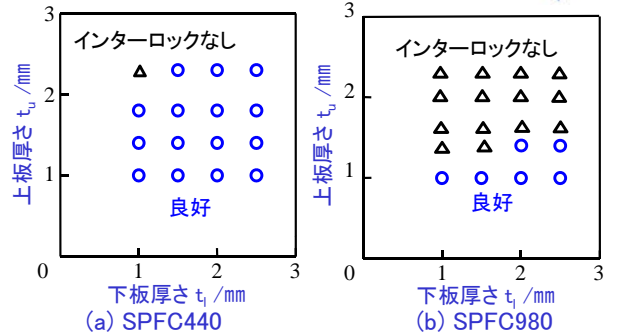
### 高張力鋼板とアルミニウム合金板の接合における問題点



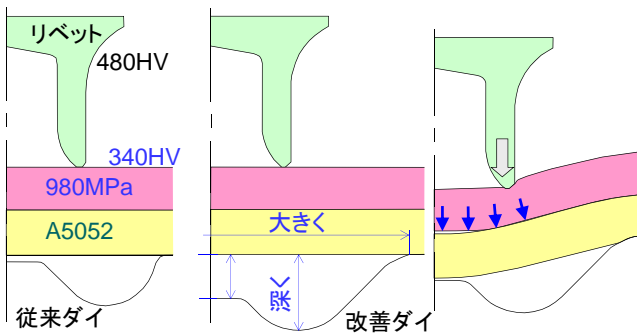
980MPa-アルミニウム合金板  
の変形挙動( $t_u=1.4\text{mm}$ ,  $t_l=1.5\text{mm}$ )



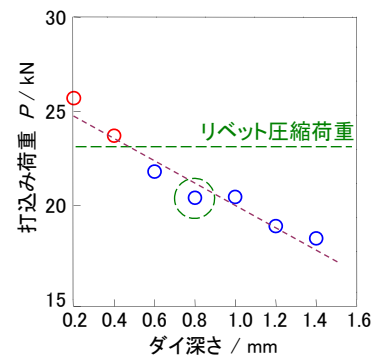
高張力鋼板-アルミニウム合金板の接合範囲



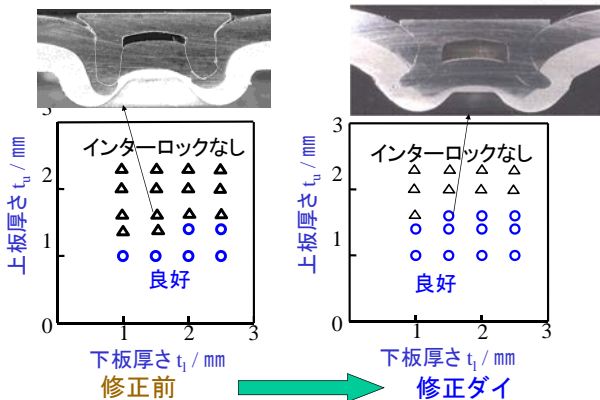
980MPa-アルミニウム合金板の接合性改善



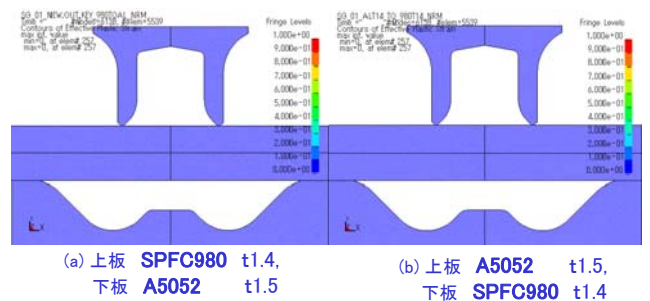
980MPa-アルミニウム合金板における  
打込み荷重とダイ深さの関係



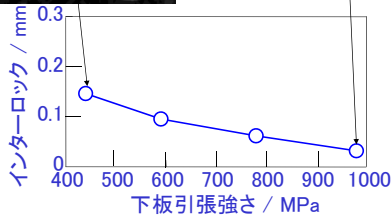
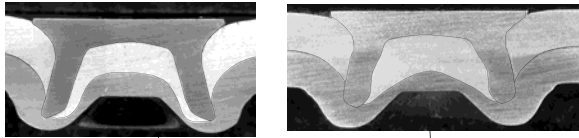
修正ダイスを用いた  
高張力鋼板-アルミニウム合金板の接合範囲



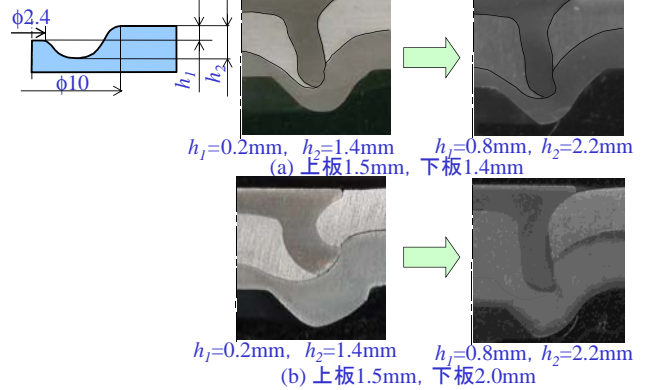
セルフピアスリベッティングの  
有限要素シミュレーション



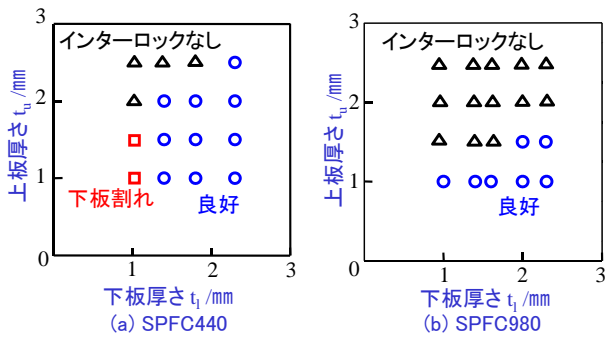
アルミニウム合金板－高張力鋼板における  
インターロックに及ぼす下板強度の影響



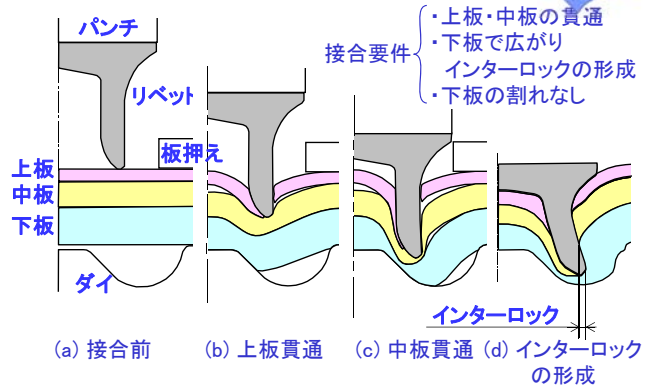
ダイ形状の修正による  
アルミニウム合金板－980MPaの接合性向上



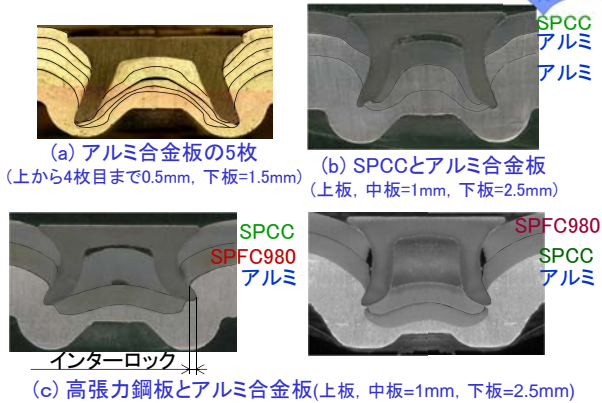
アルミニウム合金板－高張力鋼板における  
接合範囲



セルフピアスリベッティングによる3枚板の接合



セルフピアスリベッティングによる3枚以上の接合



1) セルフピアスリベッティング

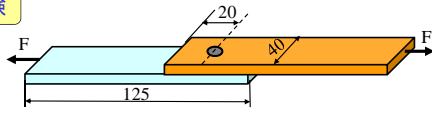
- ・ 接合プロセス
- ・ 高張力鋼板とアルミニウム合金板の接合

2) メカニカルクリンチング

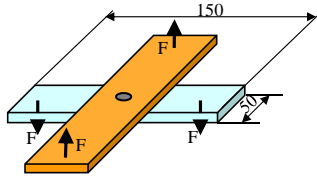
- ・ 接合プロセス
- ・ 高張力鋼板とアルミニウム合金板の接合
- ・ 接合強度

接合された高張力鋼板とアルミニウム合金板の強度評価法

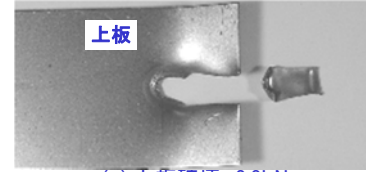
引張せん断試験  
JIS-Z-3136



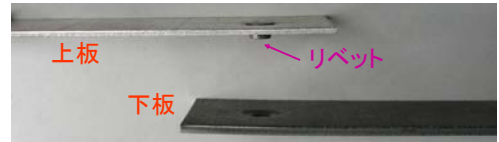
十字引張試験  
JIS-Z-3137



引張せん断試験における破壊挙動

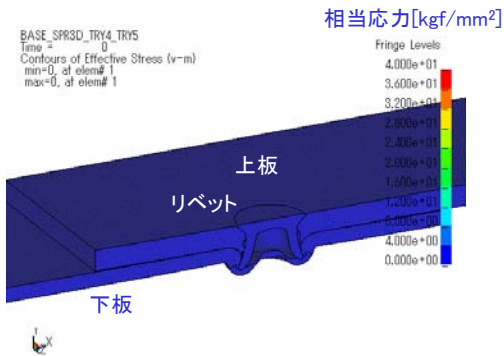


(a) 上板破壊, 3.3kN  
(A5052,  $t_u=1.5\text{mm}$ , SPCC,  $t_f=1.5\text{mm}$ )

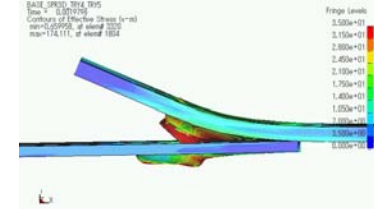


(b) 下板破壊, 2.4kN  
(A5052,  $t_u=1.5\text{mm}$ , SPFC980,  $t_f=2.3\text{mm}$ )

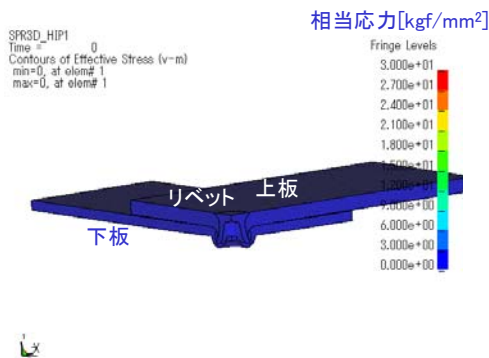
引張せん断試験のシミュレーション



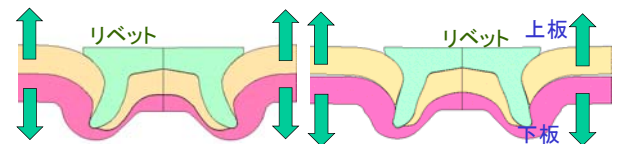
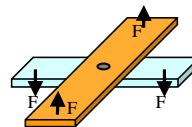
引張せん断試験におけるシミュレーションと実験による破壊挙動



十字引張試験のシミュレーション



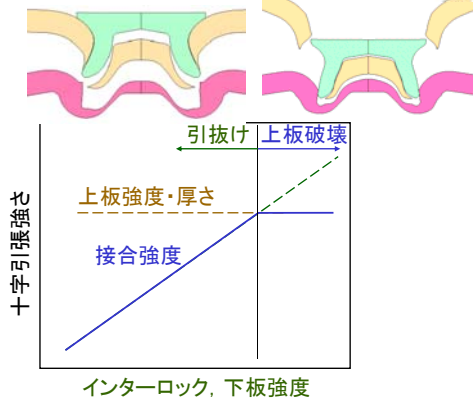
接合後の十字引張試験強度と破壊挙動



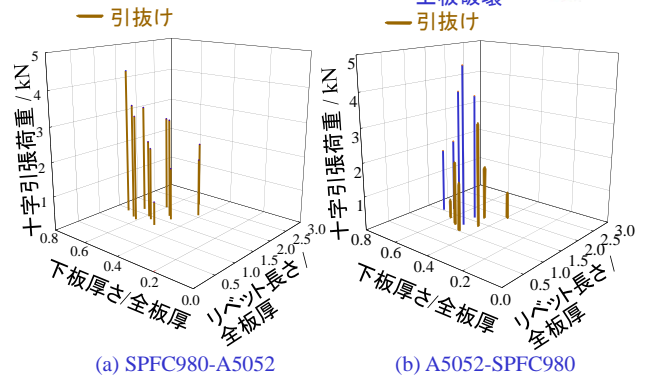
(a) 下板からの引抜け

(b) 上板破壊

### 引張試験強度に及ぼす破壊強度



### 十字引張試験の実験結果



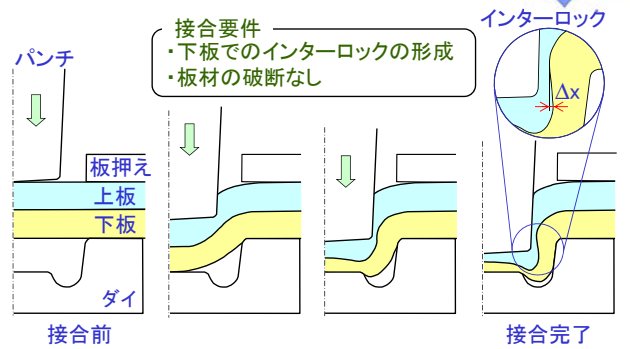
### 1) セルフピースリベッティング

- 接合プロセス
- 高張力鋼板とアルミニウム合金板の接合
- 接合強度

### 2) メカニカルクリンチング

- 接合プロセス
- 高張力鋼板とアルミニウム合金板の接合
- 接合強度

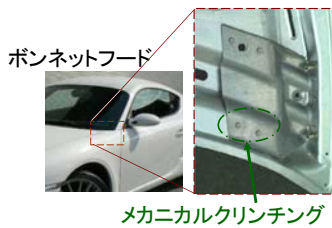
### メカニカルクリンチングの接合プロセス



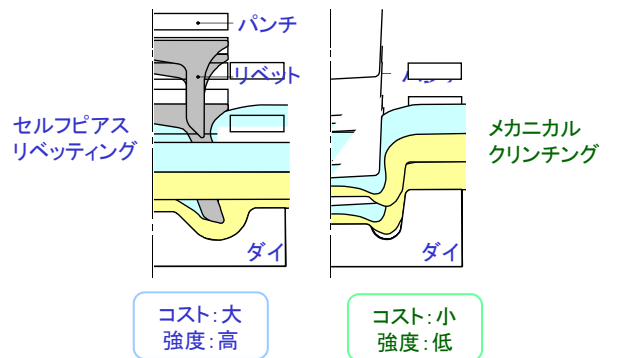
### メカニカルクリンチングの自動車への応用

#### 表面処理高張力鋼板

抵抗スポット溶接  
電極の寿命: 短い  
コーティング厚さ: 小さい



### セルフピースリベッティングとメカニカルクリンチングの比較





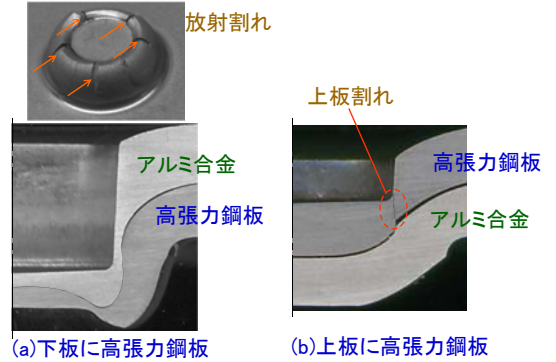
### 1) セルフピアスリベットング

- 接合プロセス
- 高張力鋼板とアルミニウム合金板の接合
- 接合強度

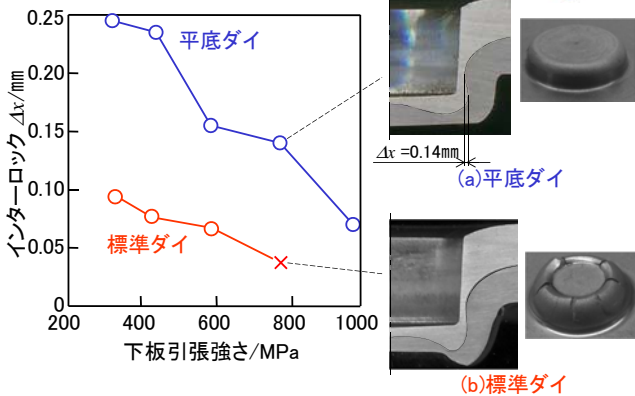
### 2) メカニカルクリンチング

- 接合プロセス
- 高張力鋼板とアルミニウム合金板の接合
- 接合強度

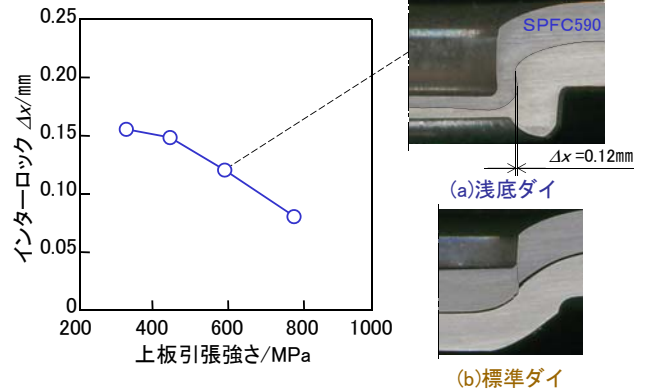
### メカニカルクリンチングによる高張力鋼板とアルミニウム合金板の接合



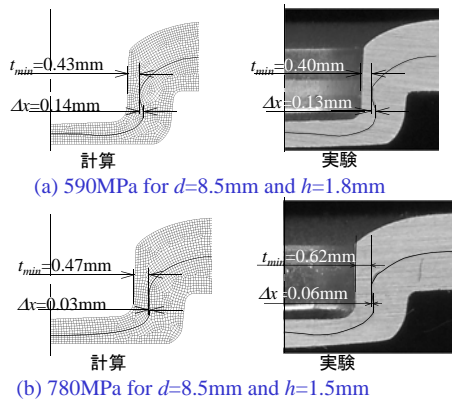
### 平底ダイによる下板高張力鋼板の接合



### 浅底ダイによる上板高張力鋼板の接合



### 工具形状の修正



### 1) セルフピアスリベットング

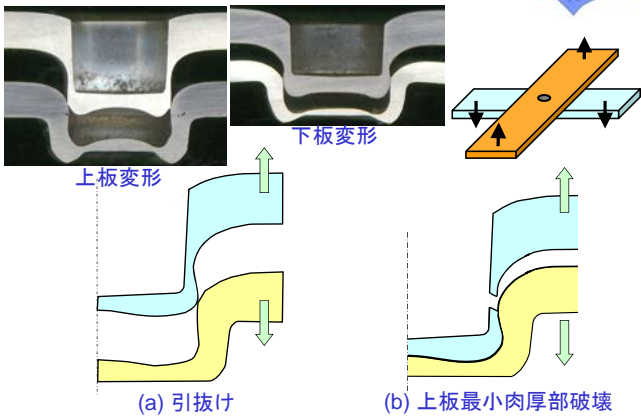
- 接合プロセス
- 高張力鋼板とアルミニウム合金板の接合
- 接合強度

### 2) メカニカルクリンチング

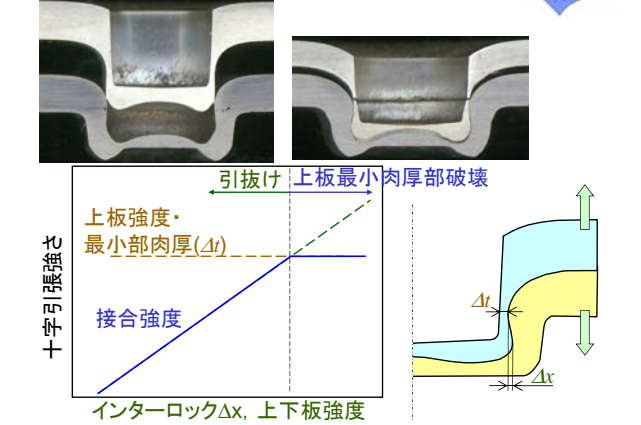
- 接合プロセス
- 高張力鋼板とアルミニウム合金板の接合
- 接合強度



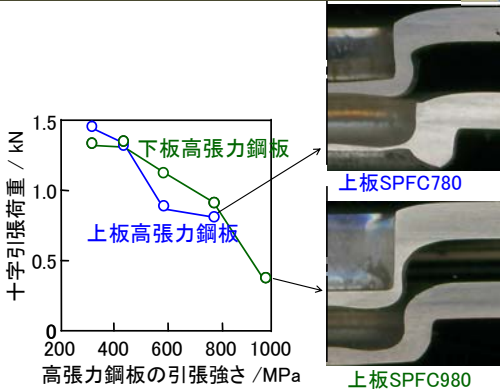
### 十字引張り試験における破壊



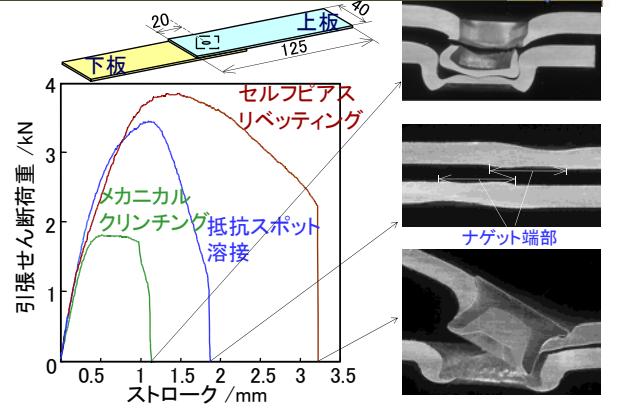
### 十字引張強度



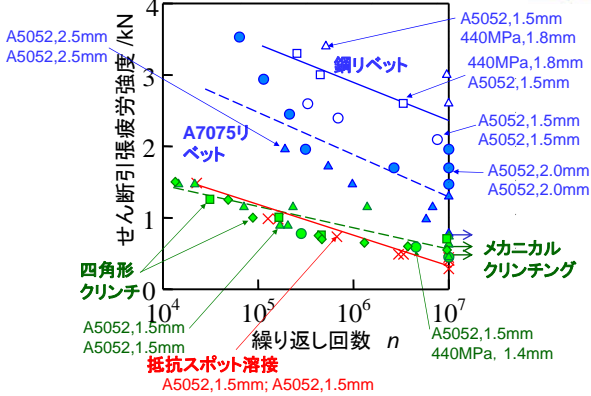
### アルミニウム合金板-高張力鋼板の十字引張強度



### 接合されたアルミニウム合金の引張せん断静的強度



### 接合されたアルミニウム合金の引張せん断疲労強度



### 疲労限付近の荷荷重における板の最大主応力と降伏応力の比

