

シーズ提供セミナー_公益財団法人 川崎市産業振興財団主催
オンライン版ネットワーク交流会
開催日 2021.11月

折紙工法におけるプレスによる折線加工法

今回の研究シーズについての発表論文
日本機械学会論文集Vol.87, No.898, 2021, DOI: 10.1299/transjsme.21-00070



明星大学 理工学部
総合理工学科
機械工学系
寺田 耕輔

折紙工法の利点と課題

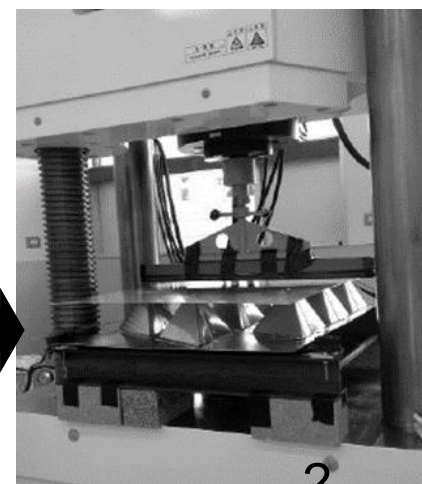
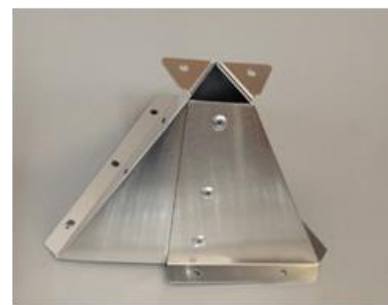
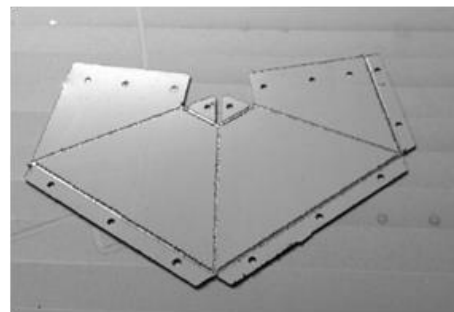
利点

- 高い型費不要.
- したがって、短納期
- かつ形状自由度が高い. など

課題

- CNCルータ/マシニングセンターでの折線加工は時間多大
- ⇒対策: **プレス(鍛造)**で折線加工する(上下運動1回)
- 今回の研究シーズ内容

組立式高剛性パネル試作事例



2

CNCルータで折線加工

折紙工法による組立式コア

剛性試験

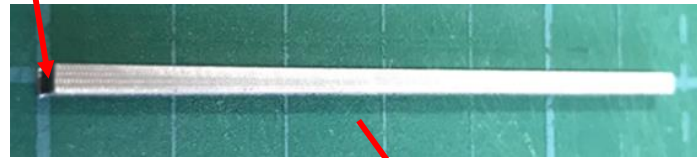
プレス（鍛造）による折線加工用V型工具の特徴

折紙 工法

複数の折線が交差しかつ折線ピッチが短いなど



2mmX2mmの正方形断面の棒状



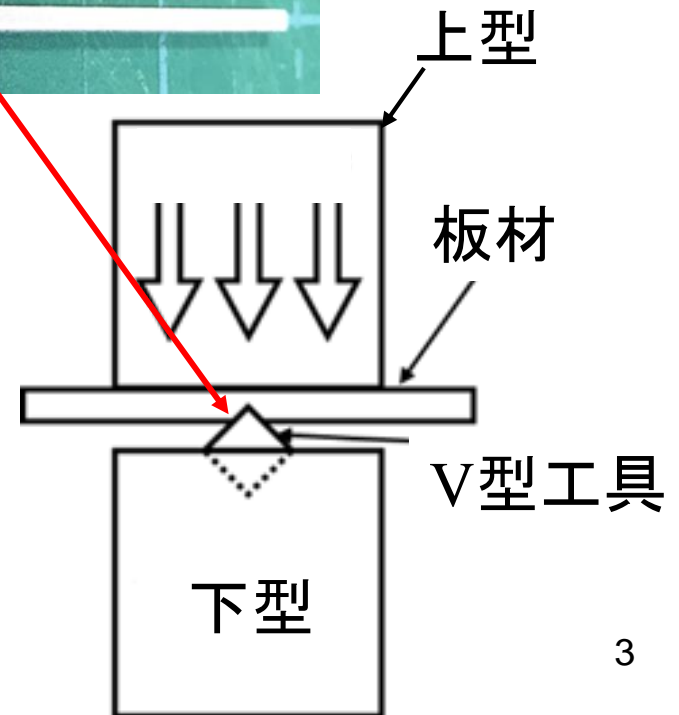
新提案

プレス（鍛造）用V型工具で
折線加工する.

ハイス鋼から断面サイズ2X2の棒状にフラ
イス加工で切出しV型工具製作



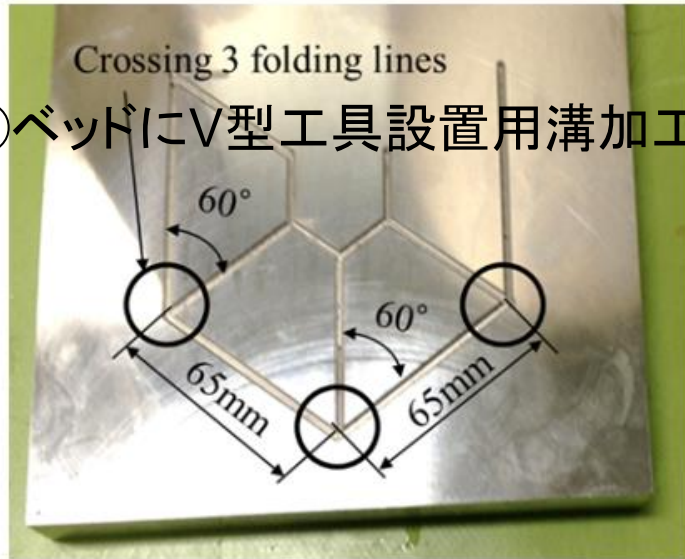
折線交差,ピッチ短い場合に対応可能
製作費用が安い.



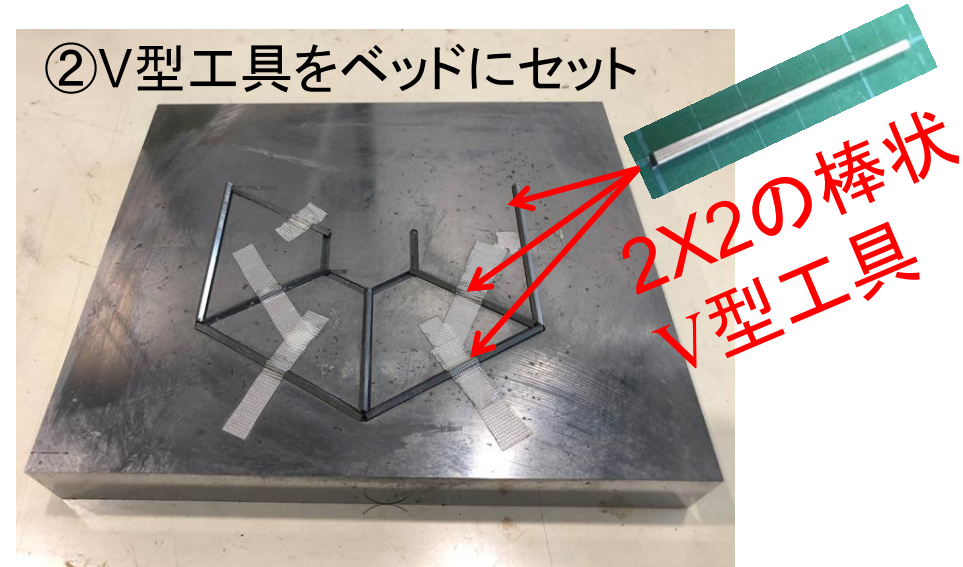
V型工具を用いた折紙工法による遮音部品試作事例

3本の折線が交差(○印)する部品に, V型工具と折紙工法を適用する.
(写真: アルミ板材厚さ1mm)

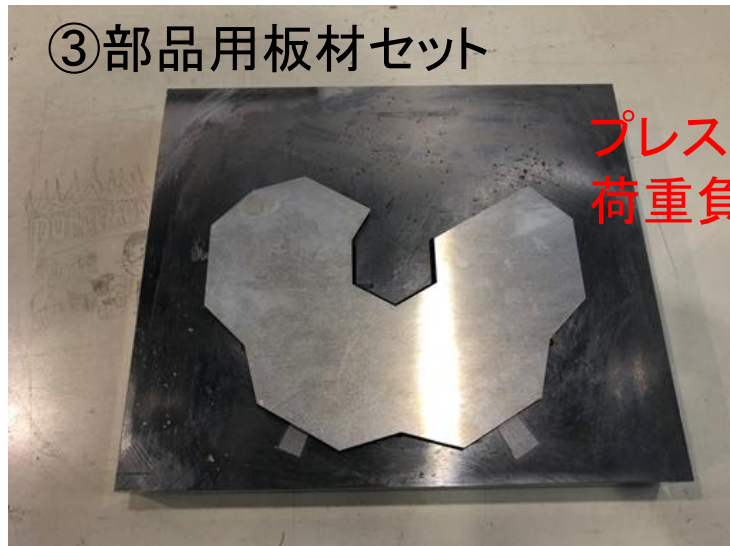
① ベッドにV型工具設置用溝加工



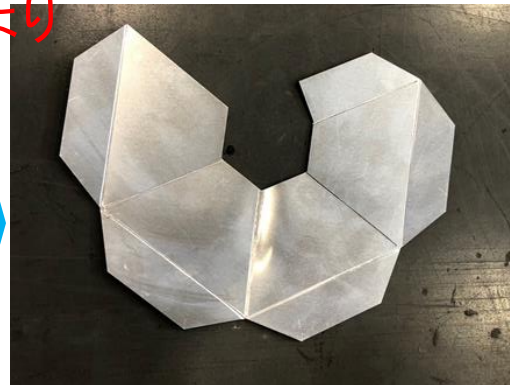
② V型工具をベッドにセット



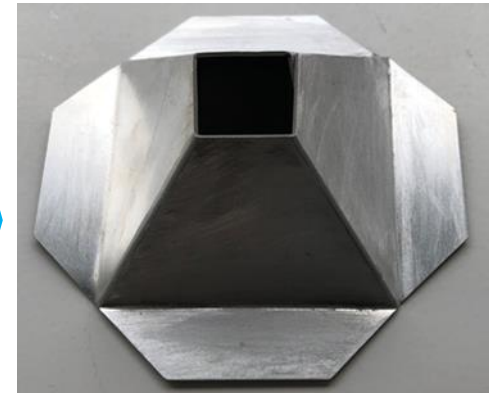
③ 部品用板材セット



④ 折線加工完了

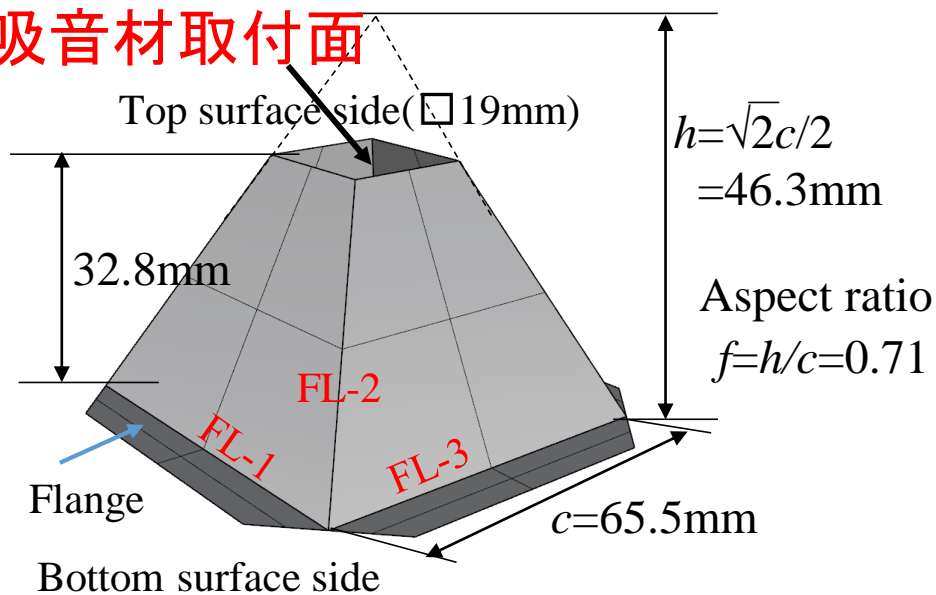


⑤ 折紙加工完了

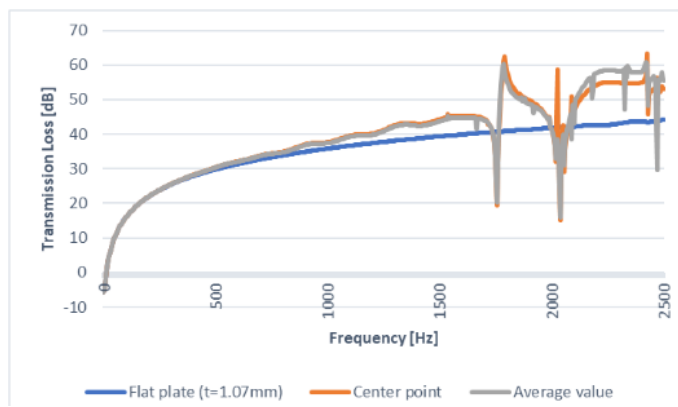
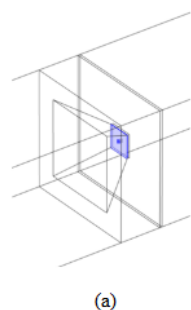


折紙工法による遮音部品の特徴

吸音材取付面



プレス成形加工では難しい形状

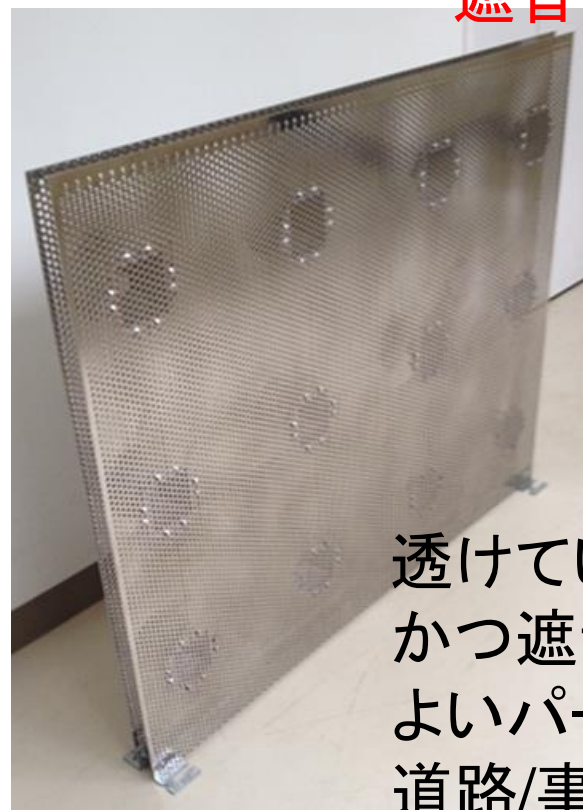


遮音性能がよいと報告されている

日本機械学会論文集, Vol.86, No.891
(2020), DOI: 10.1299/transjsme.20-00126.



遮音のアイデア

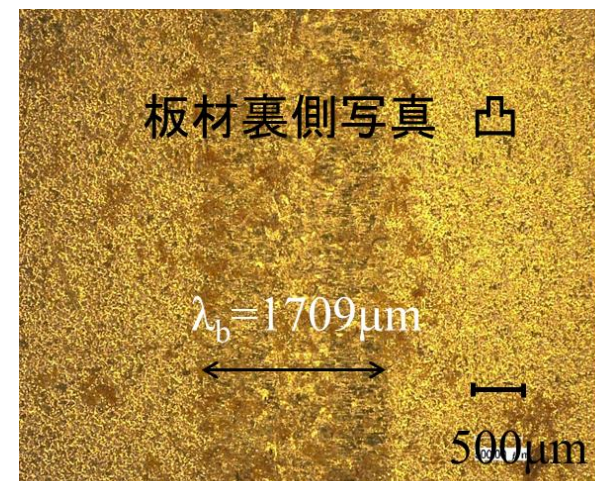
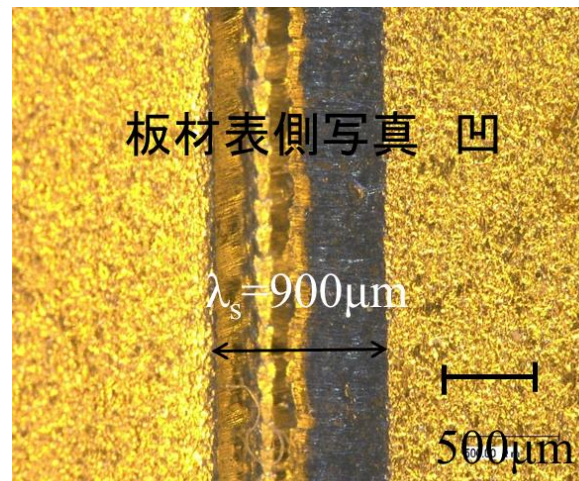
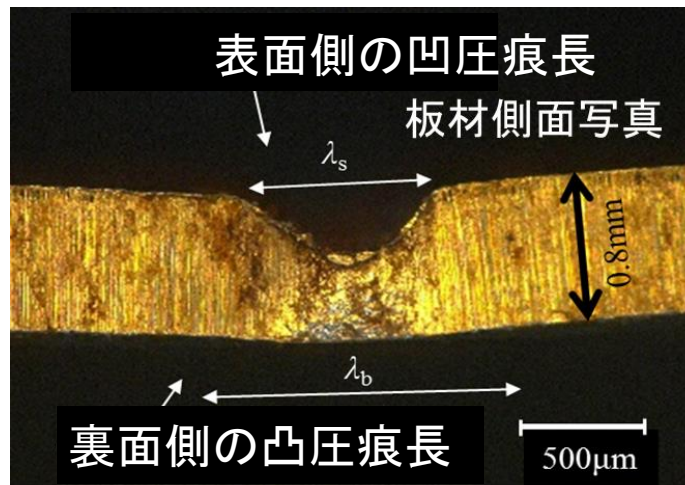


透けていて
かつ遮音性が
よいパーティション
道路/事務所用

折紙工法による
遮音パーティション試作品

実験結果：V型工具押込み荷重 P と圧痕長の関係

加工後板材の写真測定 ・ 板材表側 凹圧痕長 λ_s ・ 裏側 凸圧痕長 λ_b



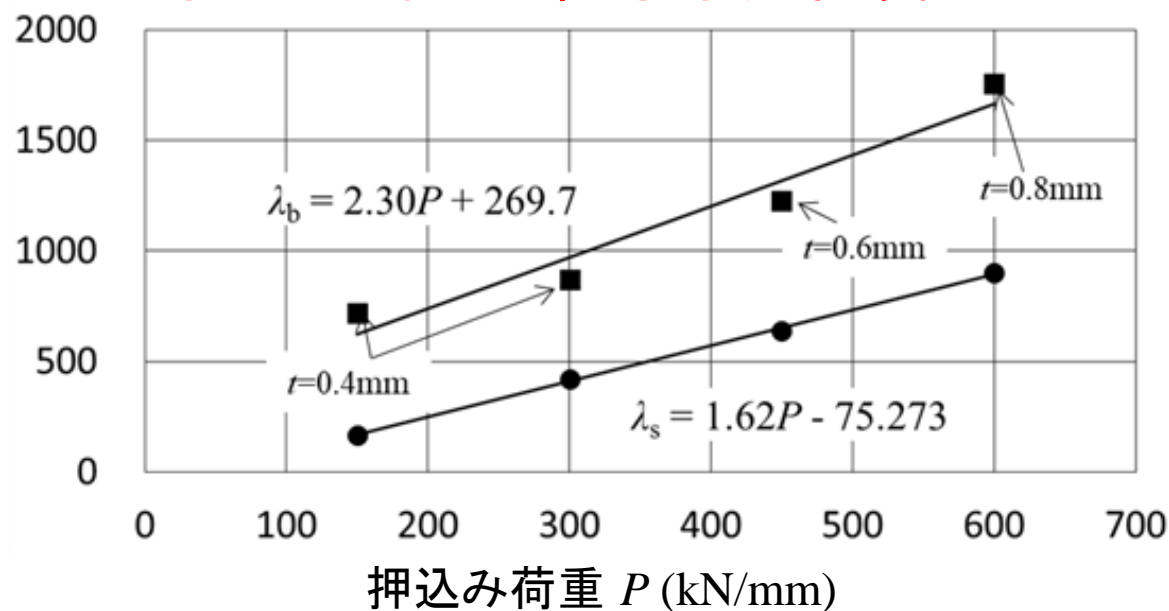
軟鋼の事例

凹圧痕長 λ_s

押込み深さ
推定可能

測定結果 λ_s と λ_b (μm)

押込み深さは板厚半分程度としている。



FEM（有限要素法）解析：3Dモデル例(LS-DYNA)

板材(幅50mm × 長さ200mm × 厚さ1.6/1.2/0.8/0.6/0.4mm)

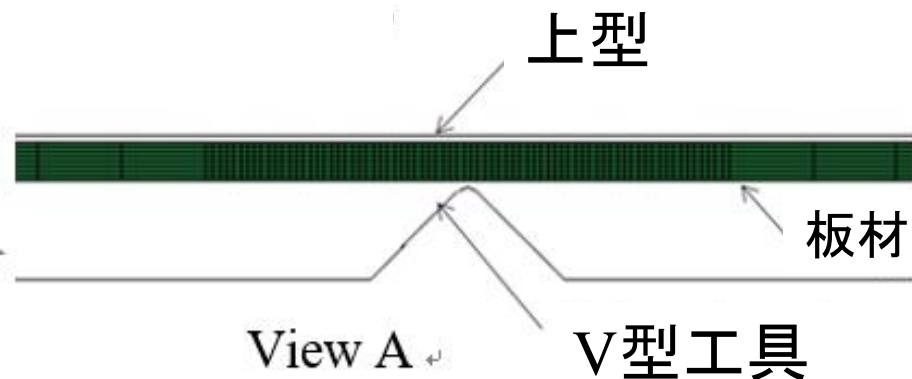
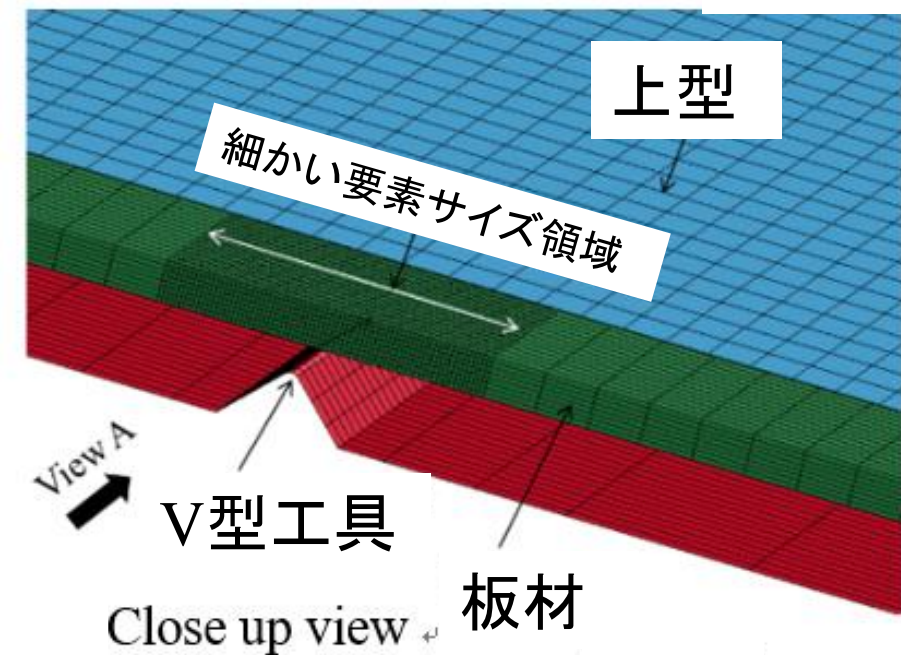
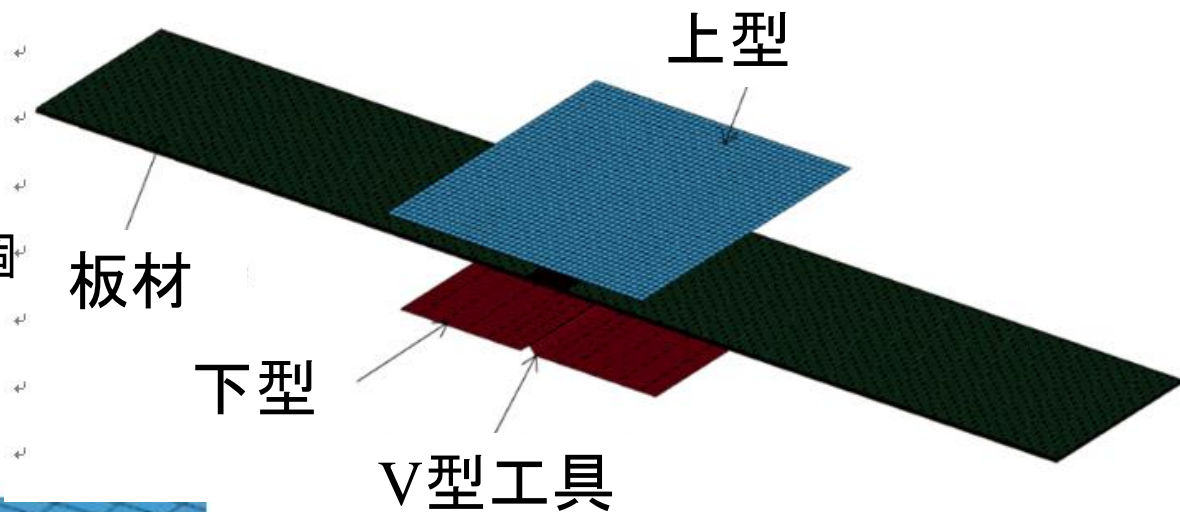
モデル Solid要素(=100 × 225 × 8)

幅方向 50mm:100分割

長さ方向 200mm:225分割

(ただし中央部8mmは75分割)

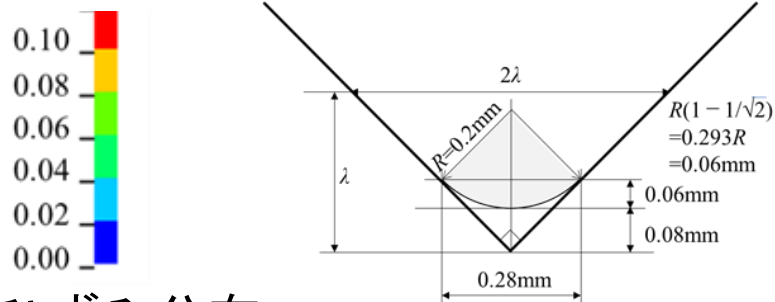
上下型 剛体Shell要素:3780個



FEM解析：跳ね上がりと圧痕長

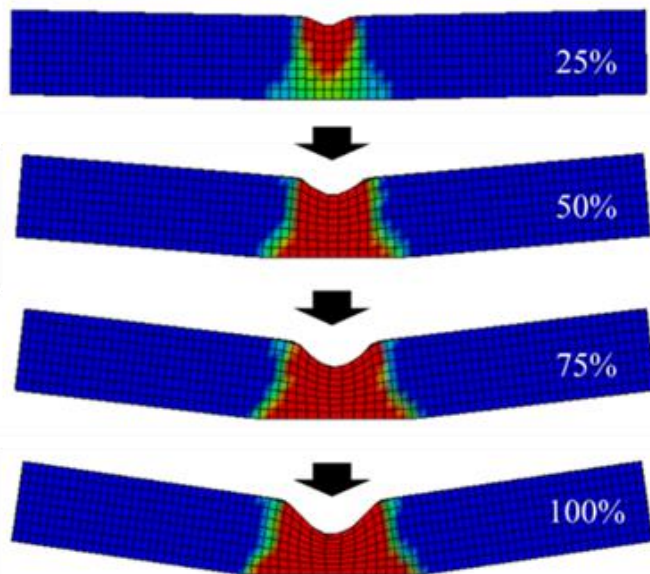
■V型工具進入による板材内くぼみ斜面中心位置から直角方向に働く分布荷重の代表作用線を板材裏面に延長すると**板材跳ね上がり位置**に合致する。

■板材跳ね上がり位置内側は塑性ひずみ, この領域外は弾性領域, 左右の板材跳ね上がり位置間隔は板材裏面圧痕長測定結果に合致する。



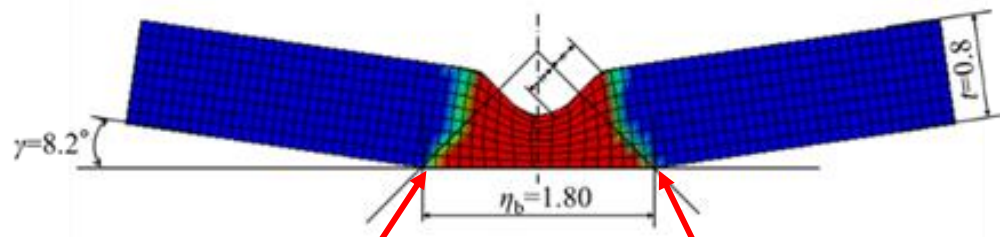
塑性ひずみ分布

V型工具先端形状

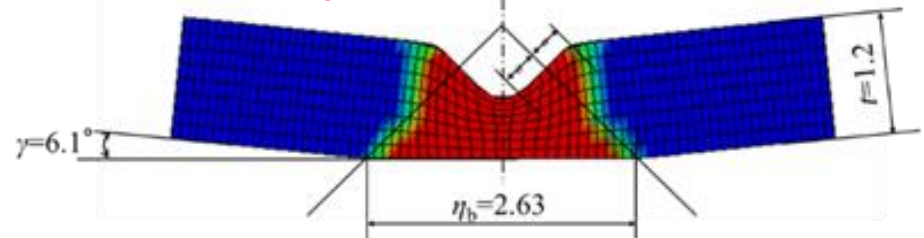


軟鋼板材厚0.8mmの場合

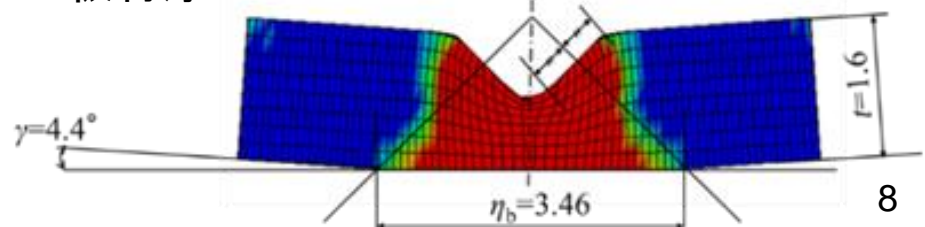
板材厚0.8mm



板材厚1.2mm **板材跳ね上がり位置**



板材厚1.6mm



V型工具押込み荷重 P と押込み深さ η の比例関係式

実験結果とFEM解析結果からの比例関係式⇒必要な押込み荷重を推算できる。

■ 比例係数 K MPa: 軟鋼とアルミニウムでは塑性係数 F MPaの約1.7倍

($=1282.8/750$, $=400.93/240$)

■ 比例近似式の切片の値: 約 $0.1 \times K$ N/mm

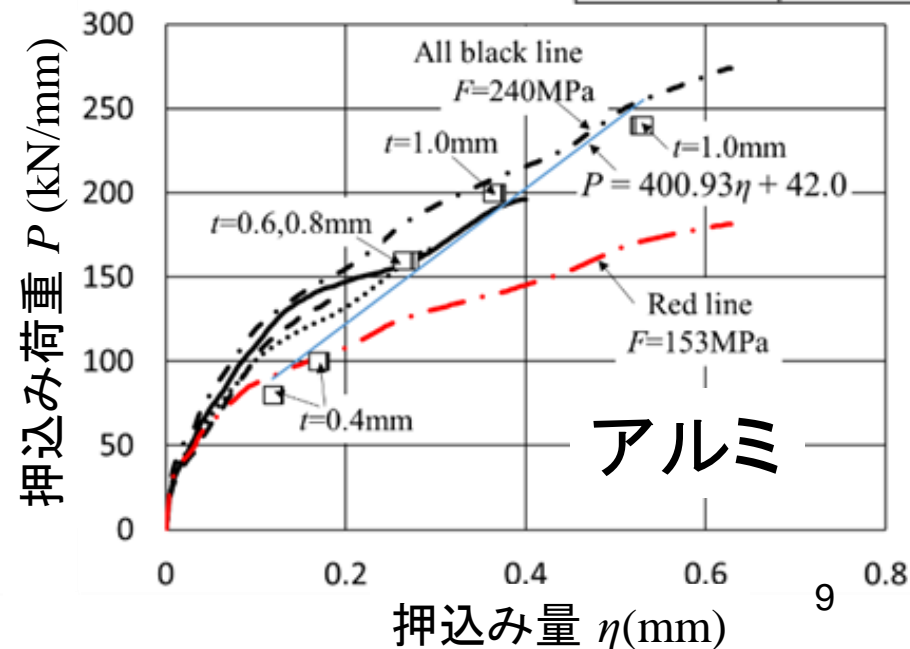
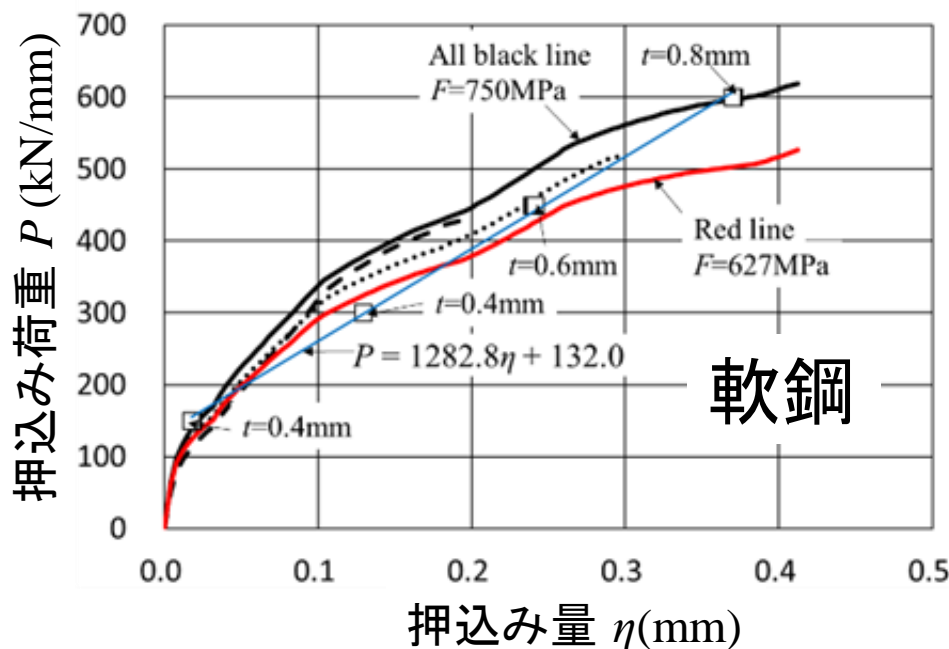
単位折線長さの押込み荷重 P

$$= 1.7 \times F \times \eta + 0.17 \times F$$

$$P = 1282.8\eta + 132.0$$

$$P = 400.93\eta + 42.0$$

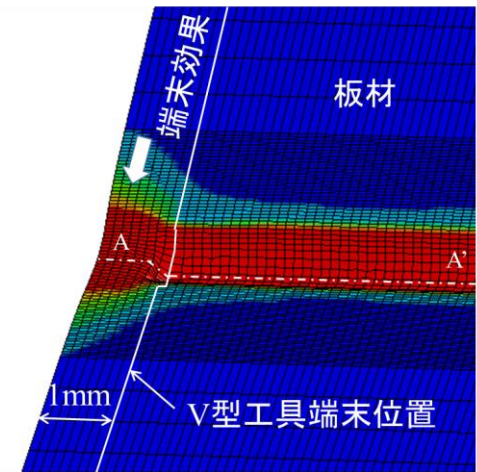
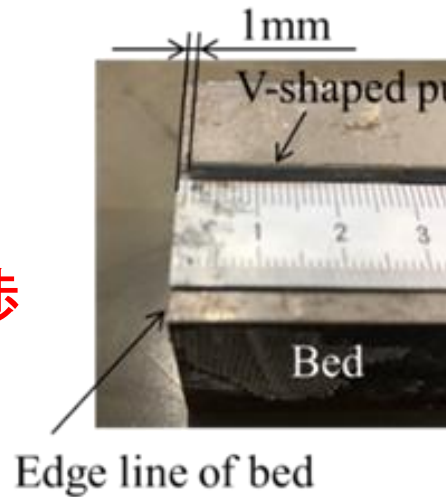
Measured data	
$t=0.4$ mm	-----
$t=0.6$ mm
$t=0.8$ mm	—————
$t=1.0$ mm	- · - · -



折線交差箇所：V型工具端末効果による折線延長の利点

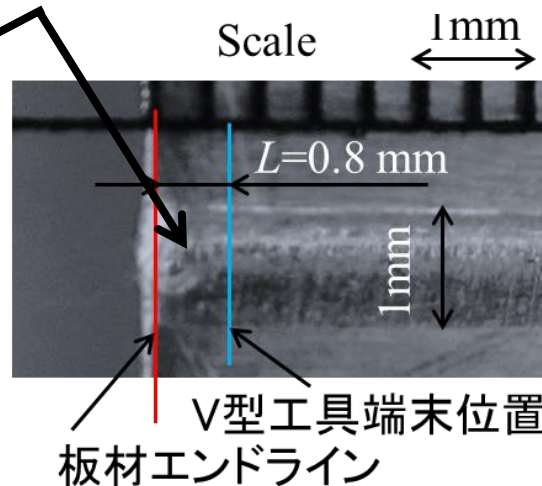
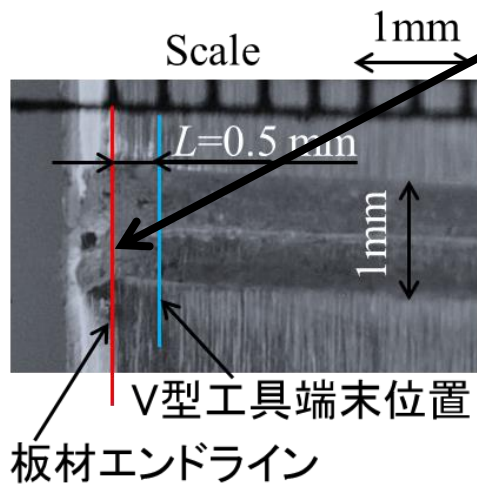
V型工具端末-板材エンドライン
間隔1mm以下であれば、
折線が延長される。

⇒折線交差箇所でV型工具干涉
でも折線加工が可能。

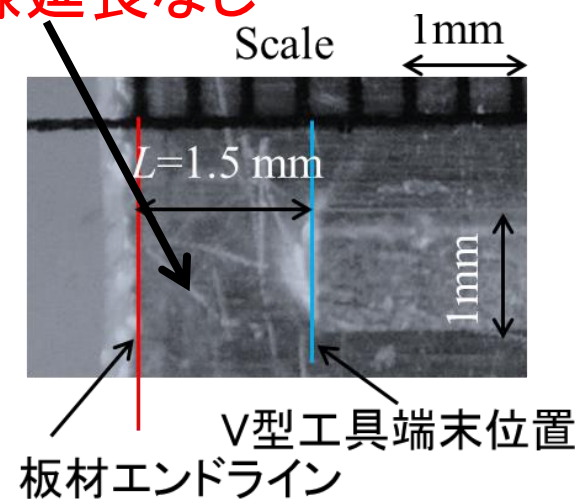


塑性ひずみ分布

折線延長される



折線延長なし



L = V型工具端末位置-板材エンドライン間隔
1mm以下の場合

L = 1mm超える場合

■折紙工法の課題である折線加工をプレス（鍛造）で行う工法の実用化を期待しています.

■当研究室における実験/試作/FEM解析技術等についてご説明いたしました.

当研究室で活用している研究開発設備

- ・各種荷重試験機（静的試験, 高速衝撃試験機, 疲労試験機など）
- ・CAD(Rhino7),CAM,CAE(LS-DYNA)
- ・各種加工機（カッティングプロッター,CNCルータ,曲げ加工機など）

■今回の折紙工法に関する研究シーズのご紹介により, 企業各社様にて新技術・新製品開発のきっかけとなり, 産学連携に発展することを希望しています.

ご清聴ありがとうございました.

本発表に関する試作, ご質問, ご要望等がございましたら, 下記にご連絡ください.



明星大学 理工学部
総合理工学科
機械工学系
寺田 耕輔

kosuke.terada@meisei-u.ac.jp