

K1-1

多軸複合押しに関する研究
しごきと合流角が接合応力に与える影響
Study on Complex Extrusion with Multi Billets
The Effect of Ironing and Joining Angle on Joining Stress

○大竹出¹, 藤沢鴻輝¹, 星野倫彦²*Izuru Ohtake¹, Koki Fujisawa¹, Michihiko Hoshino²

In recent years, double skin structural panel having complicated and wide sectional shapes manufactured by extrusion processing are used for rail cars such as new series of Shinkansen. In the current extrusion processing, the horizontal width of the double skin structural panel is limited to about 600 mm, but there is a demand to make the width of the double skin structural panel wider in order to reduce the weight. Therefore, the authors propose a manufacturing method of double skin structural shapes using complex extrusion with multi billets. This extrusion is a processing method that one product is extruded through one die from several billets. In order to form a double skin structural panel using complex extrusion with multi billets, it is necessary to join plates together. Therefore, in this study, a model experiment using clay on the joining of plate is conducted as simplified double skin structural panel.

1. 緒言

近年, N700 系新幹線などの鉄道車両には, 押し加工によって製造された複雑で幅の広い断面形状を持つダブルスキン構造材が用いられている. 現状の押し加工では, ダブルスキン構造材の横幅は 600[mm]程度が限界となっているが, 軽量化のためにダブルスキン構造材の横幅をより広くしたいという需要がある. そこで, 多軸複合押しを用いたダブルスキン構造材の製造法を提案する. 多軸複合押しは, 2 軸以上のビレットに対して 1 つのダイスから 1 つの製品を押し出す加工法である. 多軸複合押しを用いてダブルスキン構造材を成形するには, 板材同士の接合について検討する必要がある. そこで, 本研究ではダブルスキン構造材を簡素化した板材同士の接合について, 粘土を用いたモデル実験を行い調査した.

2. 実験装置・実験条件

本実験で使用する実験装置とダイスの全体図を **Figure 1** に示す. また **Figure 1** に示す θ を合流角として定義する. 本実験の実験条件を **Table 1** に示す.

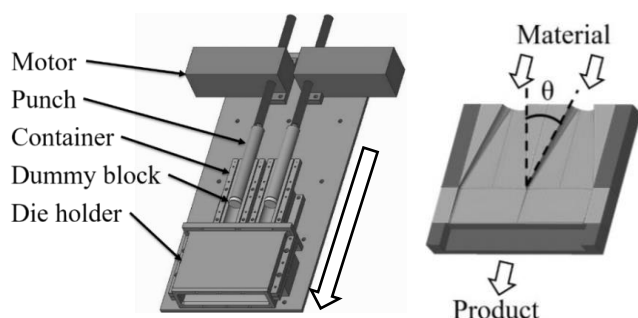


Figure 1. Experimental device

Table 1. Experimental conditions

Diameter of container [mm]	35		
Extrusion speed [mm/s]	0.7		
Extrusion ratio [-]	3.21		
Confluence angle θ [deg]	30	45	60
Length of ironing section [mm]	171.7	128.9	106.5
Length of bearing [mm]	2.0		
Experiment temperature [°C]	25		

3. 実験方法

3. 1 接合応力測定実験

白の POPPY 油土を用いてビレットを作成し, 十分な時間室温で保持する. **Figure 1** に示した実験装置に **Table 1** に示す合流角の各ダイスをそれぞれ設置する. 片方のコンテナのみにビレットを装填して **Figure 1** の矢印の方向に片方のパンチのみ押し出し, 製品の合流する際の応力を接合応力として測定する. ビレットの長さは 180[mm]とする. 製品は幅 100[mm], 厚さ 3.0[mm]の板材とする. また粘土の圧縮試験より平均変形抵抗を算出した.

ここで接合効率 E_{join} について式に定義する.

$$E_{join} = \frac{\sigma_{join}}{Y_m}$$

σ_{join} は接合応力[MPa], Y_m は圧縮試験から求めた平均変形抵抗[MPa]である.

3. 2 速度分布可視化実験

青と白の POPPY 油土を用いてビレットを作成し、軸方向に 10[mm]ごとに切分ける。色が交互になるように積層し、十分な時間室温で保持する。Figure 1.に示した実験装置に Table 1.に示す合流角の各ダイスをそれぞれ設置する。片方のコンテナのみにビレットを装填して Figure 1.の矢印の方向に片方のパンチのみ押し出し、製品の接合の様子を観察する。ビレットの長さは 200[mm]とする。製品は幅 100[mm]、厚さ 3.0[mm]の板材とする。

4. 実験結果・考察

4. 1 接合応力測定実験

本実験のパンチ荷重-ストローク線図を Figure 2.に示す。本実験の接合効率-ストローク線図を Figure 3.に示す。

Figure 2.から、ほぼ全ての区間で $\theta=60\text{deg.}$ よりも $\theta=45\text{deg.}$ の方がパンチ荷重が低く効率的に押し出しが行えているといえる。Figure 3.から、全区間で $\theta=60\text{deg.}$ よりも $\theta=45\text{deg.}$ の方が接合効率が高く、全区間での平均値でも約 9%大きいとわかる。これは $\theta=60\text{deg.}$ よりも $\theta=45\text{deg.}$ の方がしごき区間が長いため、変形速度が遅く変形によるロスが少なかったためである。

また、どちらの条件でも接合応力は平均変形抵抗の 6~8 倍となっており、板は十分接合できている。これは中央に与えられたしごきによりパンチ荷重が接合応力に変換され、流動が幅方向に生じているためである。

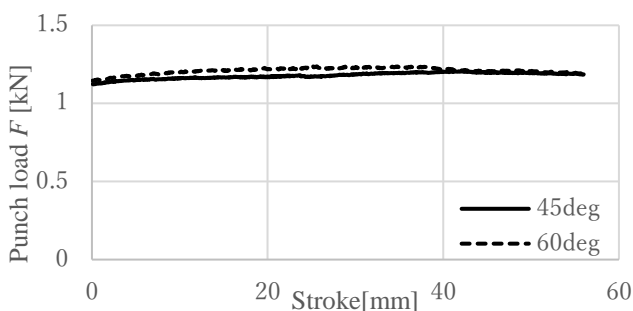


Figure 2. Punch load

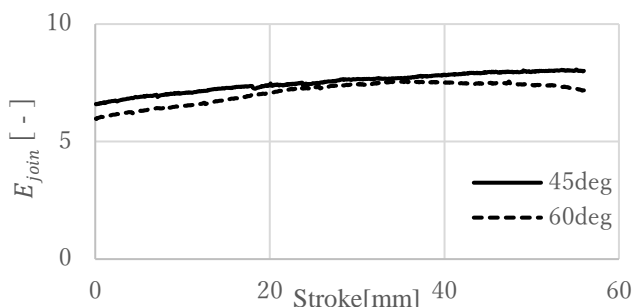


Figure 3. Joining efficiency

4. 2 速度分布可視化実験

本実験の実験結果を Figure 4.に示す。左図にはダイスの入り口から材料の接合部までを示す。右図には押し出した製品を示す。

左図から、ダイス内に残った材料は接合部までの流動が左右で均一でないことがわかる。これは側端の摩擦が左右で異なるためである。

右図から、板の幅方向の速度分布が均一でないことがわかる。また板の後ろほど速度分布が不均一なのは、潤滑が続いていないためである。



Figure 4. Extruded products

5. 結言

- [1] しわが発生したが、本実験条件で板の安定した成形は可能だった。
- [2] 接合応力の測定から合流角が $\theta=45\text{deg.}$ のとき最も効率的に接合されるとわかった。
- [3] しわの発生を抑制するため、しごきの強さやベアリング長さを最適化する必要がある。

6. 参考文献

- [1] 木内 学, 星野 倫彦:平成元年度塑性加工春季講演会, (1989), 555-558.
- [2] 木内 学, 星野 倫彦:平成2年度塑性加工春季講演会, (1990), 105-108.
- [3] 星野 倫彦, 太田代 賢也, 中島 暁音:平成25年度塑性加工連合講演会, (2013), 165-166.
- [4] 社団法人日本塑性加工学会:押し出し加工-基礎から先端技術まで, コロナ社, (1992).