

加工硬化した鋼板材料での穴拡大性の評価

氏名 菊川道成 指導教員名 杉本剛

第一章 緒言

1-1背景

金属板は自動車をはじめとする車両関係や航空機など、高い衝突安全性と加工性を保持し、様々な分野で使用されており、これら薄板製品は一般的にプレス加工によって成形されている。また製品には折り曲げて装飾を施し、意匠性を付与する事が出来るが、加工硬化した鋼板材料の穴あけ加工、穴拡大加工を行う際に材料が破断する例がきわめて多く問題となっている。

この問題を解決する為に加工硬化した鋼板材料をいくつか用意し、同じ加工条件のもと穴拡大性の評価に関する研究を行った。

1-2目的

自動車のドア等のデザインを加える際にみられる折り曲げ加工によって生じる加工硬化した鋼板材料の穴拡大試験を行う。

次に円錐パンチを用いた穴拡大試験によって穴縁破断時の穴拡大率を調べ、加工条件との関係性について調査する。加工硬化した鋼板材料の伸びフランジ成形部位における破断発生メカニズムの解明と穴拡大性の普遍的な支配因子の確立を目的とした研究を行う。

穴拡大試験では島津オートグラフを用いて圧縮荷重を加える。送り速度は3[mm/min]で行い穴縁が破断するまで穴拡大試験を行った。破断しなかった材料に対しては引張試験を行い、加工硬化有り無しでどのような変化が起きるのかを観察した。本試験で変位量と荷重値を採取した。

採取したデータを評価するために、解析ソフトDEFORMを用いて実験条件下でのひずみの付与に関する解析を行った。本ソフトウェアを用いて、ひずみと穴拡大率の関連性を調査した。それらひずみと穴拡大試験で得られた最大応力、穴拡大率の関連性を調査した。

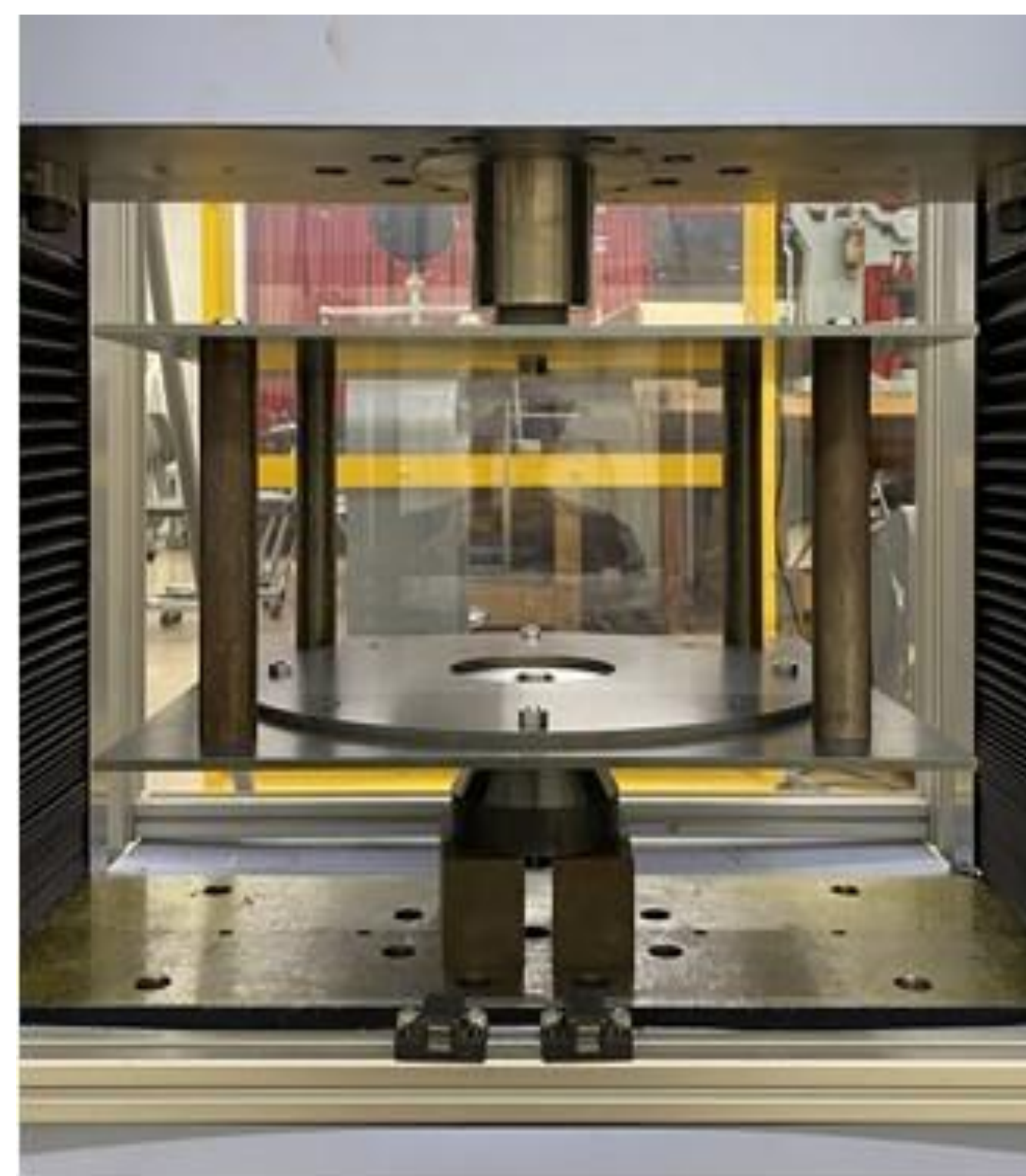


図2:穴拡大試験の様子

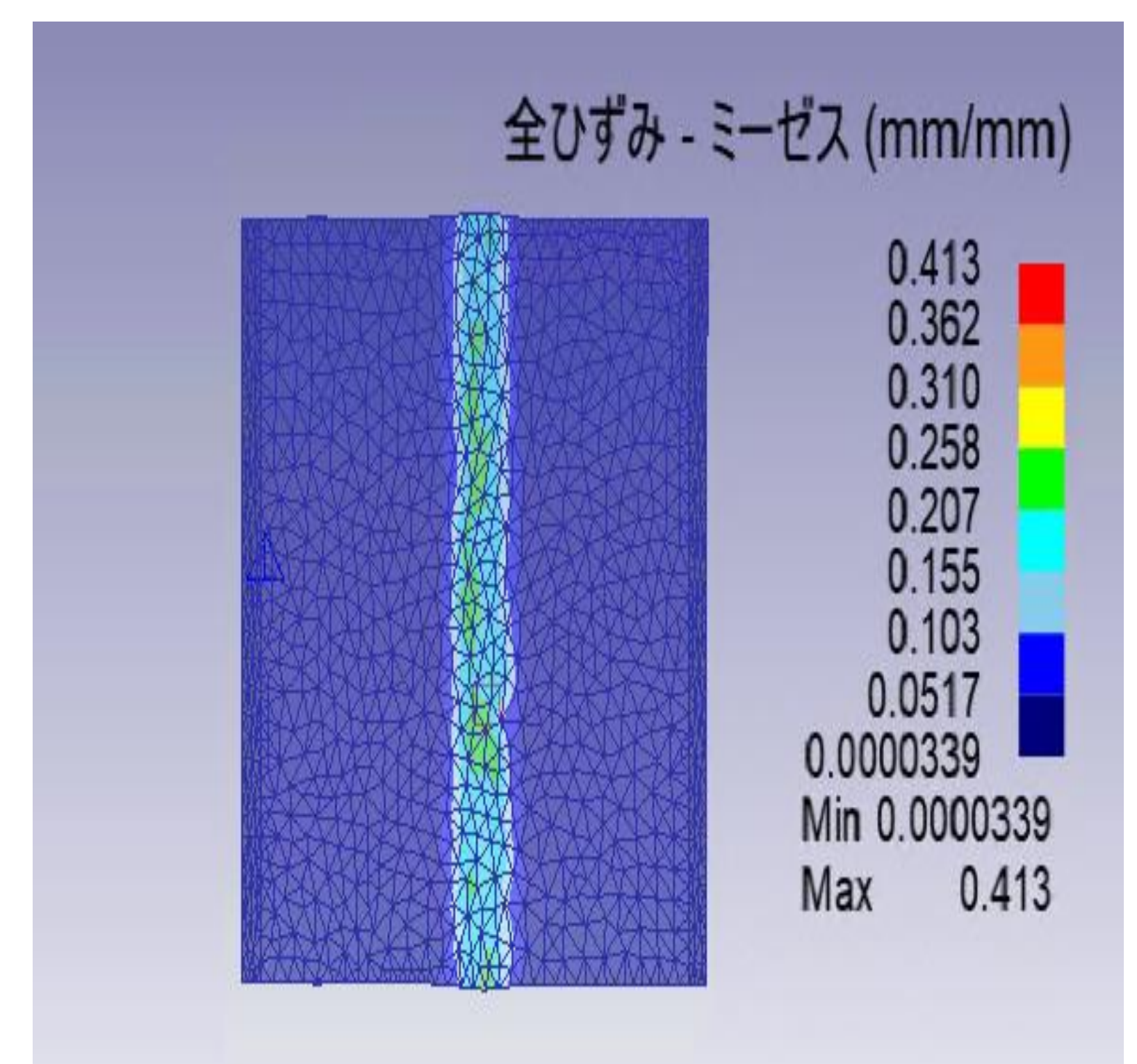


図3:ひずみの解析結果

第二章 実験手順

2-1実験材料

本研究で使用する材料はアルミニウム合金、冷間圧延鋼板、SUS304の3種類を用いる。

2-2実験手順

試験材料を得るための材料切り出しにはレーザー加工機を用いた。試験材料のアルミニウム合金と冷間圧延鋼板の寸法は200[mm]×200[mm]厚さ1[mm]を基準とし、SUS304のみ材料準備の都合上、200[mm]×200[mm]厚さ0.4[mm]を用いることにした。

次にカットした材料に塑性変形による加工硬化を発生させるためにベンディングマシンを用いて折り曲げ加工を行った。折り曲げ角は30°、90°の二条件で行った。曲げ加工の都合上、折り曲げ角に若干の誤差が生じたが、研究に支障をきたさないため、そのまま続行した。

そして、折り曲げ加工を施した材料を平滑化するためにプレス加工を施した。正確にプレス加工を行うにあたって、プレス機に付ける材料固定治具の製作を行った。



図1:プレス加工の様子

第三章 実験結果と考察

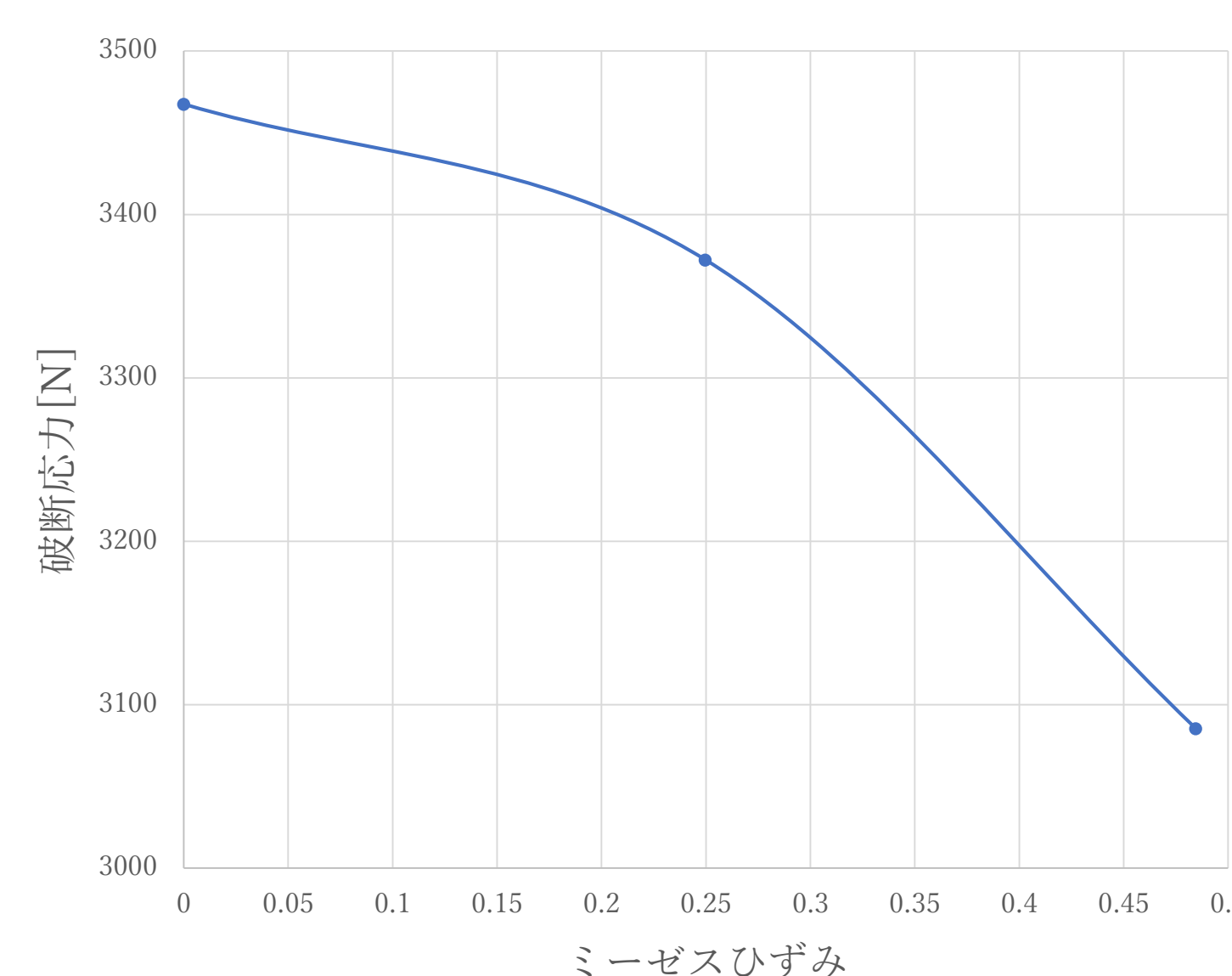


図4:ミーゼスひずみと最大応力の関係性

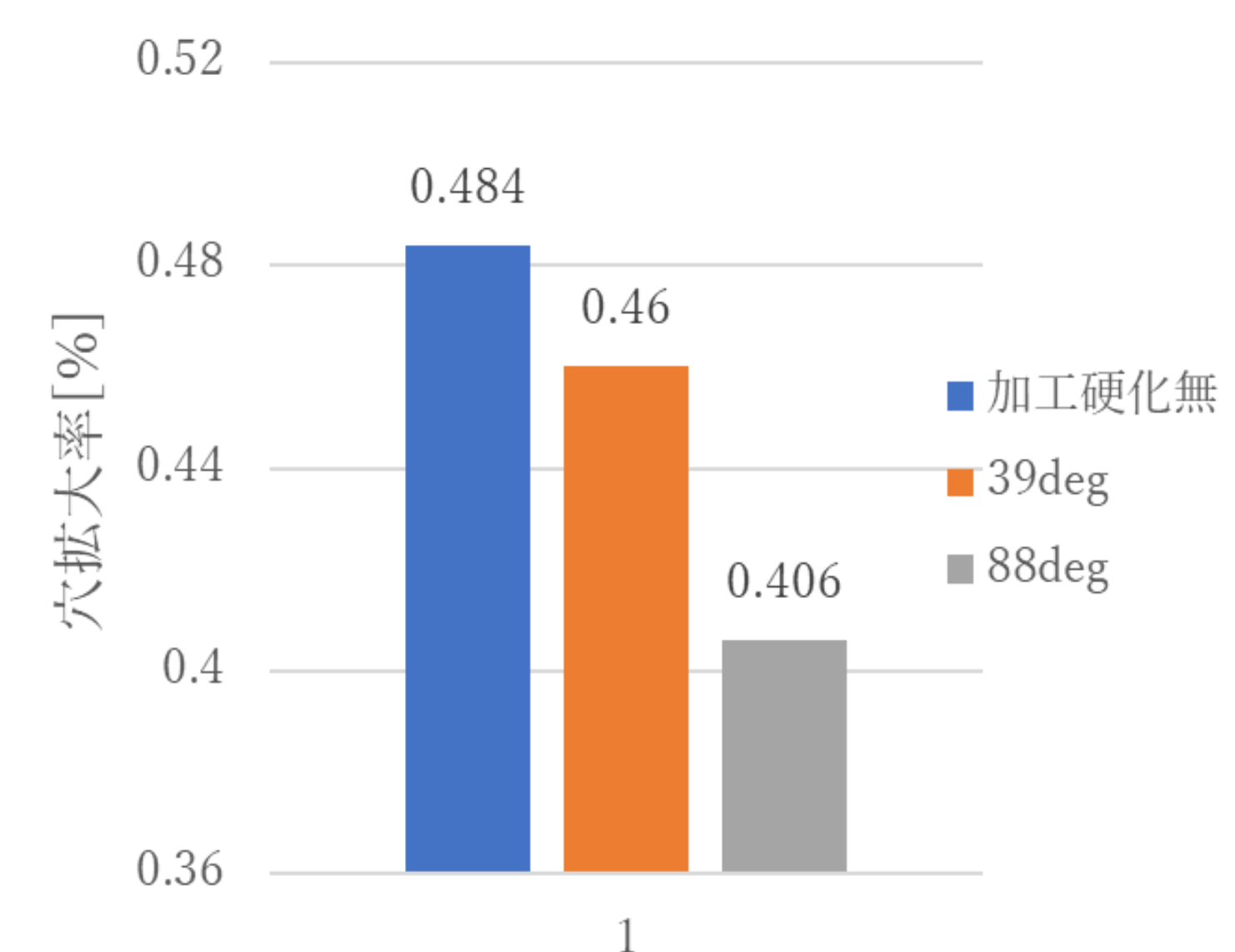


図5:加工硬化と穴拡大率の関係性

上記のグラフはアルミニウム合金の穴拡大試験の結果である。図1は各条件の試験片の穴縁にクラックが発生した際に得られる破断応力とミーゼスひずみの関係性を示している。図1から、ひずみが増加すれば、最大応力が減少することが分かった。これは塑性変形によって加工硬化が発生し、同時に材料硬くなり、伸びが低下し脆くなるため起こる現象である。このことから金属材料が多工程を経て、事前に付与されるミーゼスひずみが増加するほど、後の加工時に破断しやすくなることが分かった。すなわち複雑な形状を欲する加工の際は金属材料に限界工程数を設けたほうが、金属材料破断の可能性を軽減できる。

次に図2は最大穴拡大率とミーゼスひずみの関係性を示している。こちらの結果も同様に、加工硬化が大きい即ち、ひずみが増加すれば最大穴拡大率が減少した。

この結果からもグラフ1と同様に金属材料に限界工程数を設けることによって穴縁の破断発生を軽減できる。

SUS304・冷間圧延鋼板に関しては加工硬化による最大応力、最大穴拡大率の変化は見られなかった。

即ち製造物が多工程を必要とするとき、SUS304、冷間圧延鋼板を材料とすることが有効であることが分かった。