報告番号	※甲 第 2185号

主論文の要旨

題名　脆性板の加工に関する研究

氏名　社本英二

主論文の要旨

報告番号	※甲第　　号	氏名	社本　英二

高硬度，高脆性板としては，古くからガラス板がよく知られており，最近ではアルミナセラミックス板など数々のファインセラミックス板が開発されて脚光を浴びている．この種の脆性板は，硬度，剛性，耐摩耗性，耐熱性が高いなどのすぐれた特性を持ち，これからの素材として大きな期待を集めているが，その反面脆さ故に難加工材としての宿命を背負っている．

ガラス板，アルミナセラミックス板を初めとする硬脆板に穴をあけたり，これらの板材から所望の外形を持ったブランクを切り出す（ブランク製作加工）ためには，現在のところダイヤモンド研削，超音波加工などの特殊加工法が用いられているが，これらの加工法は能率が悪く加工コストが高いものとなっている．一方打抜き加工を初めとするプレス加工は抜群に生産性の高い加工法であり，量産加工における延性板の穴あけやブランク製作には欠くことのできない技術である．このため，可能ならば脆性板に対してもプレス加工を実現したいというのが実状であるが，現在のところその技術はほとんどない．

本研究は，このような現状に鑑み，脆性板に対する穴あけやブランク製作などを高能率に行うことのできるプレス加工法の開発を試みたものであり，そのための装置を試作して実際に代表的脆性板であるガラス板の穴あけやブランク製作加工を行い，その加工可能条件などを明らかにしたものである．

第１章は緒論である．ここでは各種の脆性板の加工に関してこれまでに行われてきた研究やその現状について解説し，こうした板材に対する高能率加工の開発が必要とされている背景，及び本論文の目的などについて述べた．

第２章は，脆性板に対する高能率加工法の開発を目的として，ガラス板の冷間穴抜き加工に取り組んだものである．ガラス板のような硬脆板は，通常の方法で打ち抜くとその脆さ故に板全体がバラバ

主論文の要旨

報告番号	※甲第　　号	氏名	社本　英二

ラに割れてしまう．そのためここでは，通常の板押えでは使われていない高い圧力で板の製品部分を保持し，製品部分へのクラックの伝播を抑える手法を用いてガラス板の穴抜きを試みた．そして良好な打抜き穴を得ることに成功した．そこで，製品部分を保持する圧力，ポンチとダイスのクリアランス，ガラスの板厚を変化させてさまざまな条件下でガラス板を加工し，良好な打抜き穴を得ることのできる条件を調べた．そして良好な打抜き穴を得るには，圧力が 400 MPa 以上でなければならず，これが低すぎると板の製品部分にクラックが入ってしまうこと，ポンチとダイスのクリアランスについては，これが大きすぎると製品に大きなテーパがついてしまい，逆に小さすぎると穴の周辺部にクラックが発生するため，ガラスの板厚の 0.2～0.8 倍程度が適していることなどを明らかにした．さらにここでは，ポンチのみを段付きポンチに取り替えて同様の実験を行い，段付きポンチを用いることによって打抜き穴の品質が向上することなどを示した．

第３章では，従来のゴム工具による打抜きを発展させてゴムのかわりに油を用いる手法を採用し，延性板のハイドロフォームと同じように油を圧力媒体とする装置を試作してガラス板の穴抜きを試みた．その結果，この方法でも一応穴抜きが可能であることがわかった．前章の方法と比べてこの方法は，生産性，加工精度などの点で劣るが，ポンチと板押えの必要がないため多品種小量生産には有利になる可能性を持っている．

第４章は，脆性板に対する高能率なブランク製作加工法の開発を目的としたものである．ここではまず，円柱状のアンビルを用いてそれより広い正方形のガラス板を上下から加圧し，板の割れ方を調べた．その結果，アンビルの材料や加圧力の違いによってガラス板は特徴ある割れ方を示すこと，中でも剛性の高い鋼や超硬のアンビルで 1000 MPa 程度まで加圧した場合には，加圧されていない部分

主論文の要旨

報告番号	※甲第　　号	氏名	社本　英二

のガラスが自然に飛び散って，加圧した部分だけが割れずに残ることなどがわかった．そこで，このように加圧するだけでアンビルの加圧面と同じ形のガラス板を得ることを新しい加工法と考え，加圧ブランキングと名付けた．そしてその加工特性を詳細に調べるとともに，円形，角形，ハート形など各種形状のアンビルを製作してガラス板を加圧し，それらのさまざまな形状の加圧ブランキングが円形の場合と同様に可能であることを示した．

５章は，本研究で開発した脆性板のプレス加工法における加工可能条件を総合的に検討したものである．ここでは，上下のアンビルでガラス板を高い圧力で保持し，その状態で板の外辺部を打ち捨ててブランクを作る，いわば外辺打ち捨てを試み，これに上述の穴抜き加工，加圧ブランキングを加え，三つの新しいプレス加工法を組み合わせた実験を行った．そしてさまざまな条件下でガラス板の加工を試み，(1) 穴だけをあけたい場合，(2) ブランクだけを製作したい場合，(3) 穴とブランクの両方を得たい場合の加工について，良好な製品の得られる加工条件を明らかにした．そして加工条件を選べば穴抜きと加圧ブランキングの同時加工が可能であり，これによって穴とブランクを同時に得られること，また加圧ブランキングによるブランクの品質は良い条件で外辺打ち捨てされたブランクと同程度であること，板の端にどの程度近くまで穴抜きが可能であるかなどを示し，脆性板のプレス加工法における製品の品質と加工条件の関係を総合的に検討した．さらにここでは，ガラス板を用いて得られたデータを基に，アルミナセラミックス，アクリル樹脂などの他の脆性板の加工を行い，これらの各種脆性板に対しても同様に高能率な穴抜き，ブランク製作が可能であることを示した．

６章では，まずプレス加工された製品の仕上げ加工を行う場合の基礎的データを得る目的で，ガラス丸棒の外周切削実験を行った．その結果，これを行う工具には焼結ダイヤが適していること，また

主論文の要旨

報告番号	※甲第　　号	氏名	社本　英二

切削油が工具寿命に極めて良い影響を与えることなどがわかった．そして次に，加圧ブランキング，外周切削，ガラス切りによって加工された製品の表面を比較，検討した．その結果，加圧ブランキングとガラス切りによる加工表面の性状は比較的似ており，切削による表面より若干うねりが大きいかわりに非常に粗さが小さいことなどがわかった．

７章は，本論文の結論であり，本研究で得られた主な成果をまとめたものである．

以上により，これまでほとんど行われていなかったガラス板を初めとする脆性板の冷間打抜きに成功し，さらに極めて生産性の高い加圧ブランキング法を開発し，またそれらの加工によって良好な製品を得ることのできる条件を明らかにすることができた．本研究によって示された加工方法や加工条件は，難加工材である脆性板を用いた製品の加工コスト低下に貢献し，またファインセラミックスなどのすぐれた特性を持つ板材の利用範囲を拡大するための一助になるものと考える．