

氏 名	平 忠 明 たいら ただ あき
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1213 号
学位授与の日付	昭 和 54 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	UOE 鋼管の形成とその強度解析に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 大矢根守哉 教 授 山 田 敏 郎 教 授 小 門 純 一

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、UOE 鋼管の成形力と、成形された鋼管の降伏応力を実験および解析から予測する方法について述べたものであり、8章からなっている。

第1章は緒論である。UOE 鋼管製造において主要な塑性加工は、Uまげ、Oまげ、拡管の3工程であるが、その際に素材には引張ひずみと圧縮ひずみが交互に繰返して与えられる。本章では、成形力と鋼管の降伏応力を定量的に推定するには、従来行なわれてきたバウシニング効果に関する研究だけでは不十分であることを指摘し、本研究を行った意義と目的を述べている。

第2章では、製造工程の概要と問題点について述べている。とくに UOE 方式の主要設備である U・O プレス、エキスパンダについて作動機構を解説している。

第3章では、まずバウシニング効果は素材材料の強度が高くなるほど顕著であることを示し、またバウシニング効果に及ぼす材料の金属組織、化学成分、圧延条件、熱処理条件の影響を明らかにしている。

第4章では、まず引張および圧縮の予ひずみを交互に繰返し与えた場合のバウシニング効果を定量的に解析し、予ひずみ材の応力ひずみ関係式を予ひずみの履歴の関数として次のように求めている。

(1) 予ひずみが1回だけ与えられた場合の応力ひずみ曲線は、第2次ひずみ 0, 0.5 および 3.0 %での応力値を通る指数曲線で近似すると、実験結果とよく一致する。これらの応力値を決めるために、遷移軟化領域および定常軟化領域のバウシニング効果係数 $B_{0.5}$ および $\sigma_{as.0}$ を定義し、これを予ひずみの関数として表わす方法をとっている。

(2) 引張・圧縮の予ひずみを交互に2回以上繰返して与えた場合には、その材料の加工硬化の程度をバウシニング相当ひずみという量を導入して表わした。これは予ひずみ履歴から求められる値である。バウシニング相当ひずみとバウシニング効果係数と最終段予ひずみを用いると繰返し予ひずみ材の応力ひずみ関係式を精度よく表わしうると述べている。

つぎにこの応力ひずみ関係式を用いて、素材が鋼板から順次変形されて鋼管・試験片になるまでの素材の応力の変化を追跡している。

第5章では、まず従来から行われている成形力の解析には、バウシング効果を十分な精度でとり入れていないので、実際の成形力の推定には不十分であることを述べ、Uプレス、Oプレス、エキスパンダの作動機構の解析と、前章で求めた材料の応力解析の結果とを用いることにより、大型設備での加工力のよい近似値を求めている。

第6章では、鋼管の強度試験として引張試験を行う場合、引張試験片に曲げ戻しの塑性変形を与えることになるので、引張試験の結果は真の強度を示すものではないことを述べ、曲げ戻しのためにうける強度の変化を計算し、矯正試験の結果と鋼管の真の強さとの関係を明らかにしている。

第7章では、UOE 鋼管の今後の展望が述べられている。

第8章は本論文の総括である。

論文審査の結果の要旨

UOE 鋼管製造方式は、原油・天然ガス長距離輸送ラインパイプなどの大径鋼管の製造法として現在もっとも重要な地位を占めている。鋼管の大径化に伴い、(1)精度のよい鋼管成形力の推定方法、(2)鋼管の強度向上のための素材の条件、(3)正確な鋼管の降伏応力の見積方法を確立することが必要である。しかしながら従来の方法、すなわちバウシング効果を定量的に評価しえない方法では、十分な精度をもってこれらを予測することは不可能であった。

著者がこの研究で示している方法は、単に UOE 鋼管の成形についてだけではなく、広く他の塑性加工についても適用できるものであるが、この論文においてはとくに UOE 鋼管の成形について、素材と加工条件の選択基準、および成形力と降伏応力の推定方法を提案し、これを大径鋼管の製造に適用し、その有効性を明らかにしている。得られた主要な成果を要約すればつぎの通りである。

(1) 鋼管用材料としての各種鋼板について、化学成分、金属組織、圧延条件、熱処理条件が機械的性質およびバウシング効果に及ぼす影響を系統的に明らかにし、鋼板の素材設計および製造条件に関する指針を明確にした。

(2) 引張又は圧縮の予ひずみを1回うけた材料のバウシング効果の大きさを評価するために、遷移軟化領域および定常軟化領域におけるバウシング効果係数を定義し、これを用いて予ひずみ材の応力ひずみ曲線を精度よく表わすことができた。

(3) 引張と圧縮の予ひずみを交互に2回以上うけた材料の加工硬化の程度を評価するために、バウシング相当ひずみを定義し、これを用いてバウシング効果の大きさを予ひずみの履歴から定量的に求める方法を提案し、さらにこの方法によって繰返し予ひずみ材の応力ひずみ関係を実測値に精度よく近似しうることを示した。

(4) 鋼管製造中の素材の変形と強度の変化を解析し、その結果を用いて各工程中の成形力を推定し、大型設備での実績値と比較し、その推定値が極めてよい近似値であることを確かめた。この解析により設備の加工限界能力を正確に予測することが可能となった。

(5) 鋼管の強度を評価するために従来から引張試験が行われているが、試験片に曲げ戻し塑性変形を与えているので、その試験結果は真の鋼管の強度を示すものではない。この問題についても強度の変化につ

いて解析と実験を行い，引張試験結果と真の強度の関係を定量的に明らかにし，また適正な鋼管試験法を提案した。この方法は API において規格化の方向で目下検討されている。

以上述べたように本論文は，鋼管の製造において素材材料の選択と製造，設備の限界能力，製品の強度，製品の試験法について適正な基準と予測手法を提案し，鋼管以外の塑性加工についても加工力と製品強度の総合評価への途を開いたものであり，学術上，工業上寄与するところが少くない。

よって，本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。