

Title	ステンレス鋼板の圧縮強度特性と終局強度評価法
Author(s)	宮寄, 靖大
Citation	大阪大学, 2010, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/57453
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	宮 啓 靖 大
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 23866 号
学位授与年月日	平成22年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科地球総合工学専攻
学位論文名	ステンレス鋼板の圧縮強度特性と終局強度評価法
論文審査委員	(主査) 教授 奈良 敬 (副査) 教授 金 裕哲 教授 多田 元英 教授 鎌田 敏郎

論文内容の要旨

本論文は、ステンレス鋼を土木構造物の主部材に活用することを目的としたものである。その内容は、ステンレス鋼の材料特性を、材料試験により明らかにして材料構成式を提案し、さらに圧縮板の強度特性を、実験による確認を行った後に実施した数値計算により明らかにし、その終局強度評価法を提案したものである。

第1章では、本論文の背景と目的を述べ、本論文の位置付けを明確にした。

第2章では、ステンレス鋼の引張試験で得られた応力-ひずみ関係が、3区間に分けた複合Ramberg-Osgood曲線で精度良く表現できることを確認した。さらに、炭素鋼への適用性が確認されている繰返し構成式についても、それを改良することにより、ステンレス鋼の実用的な繰返し構成式を提案した。

第3章では、ステンレス鋼で溶接組み立てされた箱形断面部材の板の初期不整を把握するため、測定用供試体を製作し、その初期たわみと残留応力を計測した。鋼種は、SUS304、SUS316およびSUS410のステンレス鋼とSS400とし、炭素鋼との比較を行いながらステンレス鋼の特徴について明らかにした。その結果、対象とした供試体では、ステンレス鋼の場合の初期たわみは、炭素鋼であるSS400の場合の初期たわみと比較して、最大値および形状に大きな違いは認められなかった。また、橋梁を対象にして統計学的に処理された初期たわみデータと比較し、炭素鋼の場合の初期たわみとほぼ同程度の大きさを示すことが明らかになった。さらに、ステンレス鋼の場合の残留応力についても、その大きさはSS400の場合と大差ないことを明らかにした。

第4章では、初期たわみの計測に用いた正方形断面短柱を対象に、圧縮試験を行い、ステンレス鋼種が終局強度に与える影響を、弾塑性座屈現象を現わす幅厚比パラメータに着目して、明らかにした。SUS304、SUS316およびSUS410を用いた短柱とSS400の場合を比較すると、終局強度に大きな差が生じないが、変形量の大きさおよび終局強度以降の強度低下は、材料特性に大きく依存して、ステンレス鋼の場合はSS400に比べて変形が大きく、強度低下は小さくなることを明らかにした。また、実験結果を数値計算結果と比較し、数値計算法の妥当性を確認した。

第5章では、ステンレス鋼で構成される周辺単純支持板、自由突出板および1本の縦補剛

材を有する補剛板を対象に、圧縮強度特性を数値計算により明らかにした。ステンレス鋼板とその材料強度がほぼ等しい炭素鋼板の終局強度を比較すると、ステンレス鋼板の終局強度は炭素鋼板の場合に比べて同等以上となり、終局強度到達後の荷重低下についてはステンレス鋼の方が炭素鋼の場合より緩やかとなることを明らかにした。

第6章では、前章までの結果に基づいて、ステンレス鋼圧縮板の2つの強度評価法を提案した。1つ目は、炭素鋼板の終局強度時の変形量を超えないように保証された圧縮強度評価法を提案した。2つ目は、ステンレス鋼材の特徴であるひずみ硬化を有効に活用した終局強度評価法を提案した。

第7章では、本論文で得られた事柄を総括してまとめ、今後の課題について述べた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、ステンレス鋼を土木構造物の構造材料として用いるために、材料試験によりステンレス鋼の材料構成式を提案し、さらに圧縮板の強度特性を、実験による確認の後、数値計算により明らかにし、その終局強度評価法を提案したものである。

第1章では、本論文の背景と目的を述べ、本論文の位置付けを明確にしている。第2章では、オーステナイト系、フェライト系および二相系のステンレス鋼から5種類のステンレス鋼を選定して、引張試験を行い、それらの応力ひずみ関係を明らかにしている。その結果より、弾性域後の領域を2区間に分けた複合Ramberg-Osgood曲線を用いて、応力ひずみ関係を精度良く表現し、数値計算に利用できる実用的な構成式を提案している。さらに、構造用炭素鋼の繰返し構成式を適切に改良することで、ステンレス鋼の実用的な繰返し構成式を提案している。

第3章では、初期不整測定用供試体として、溶接組み立てされた正方形箱形断面部材を製作し、部材を構成する板の初期たわみと残留応力を計測している。供試体の鋼種は、ステンレス鋼SUS304、SUS316およびSUS410の3鋼種と、一般構造用鋼SS400の計4種類とし、鋼種の異なる4体の供試体を製作している。測定結果から、初期たわみの形状および最大値は、鋼種が異なっても大きな違いは認められないこと、計測された初期たわみの最大値は、橋梁を対象とした実測された初期たわみの統計データとほぼ同程度の大きさとなったことを示している。また、残留応力の大きさと形状についても、鋼種の違いによる有意な差が認められないことを明らかにしている。

第4章では、初期不整の計測に用いた供試体を切り出した正方形箱形断面部材から正方形断面短柱を切り出し、初期不整測定用供試体と同程度の初期不整が導入されていると考えて良い供試体を用いて圧縮試験を行っている。弾塑性座屈現象を現わす幅厚比パラメータに固定し、鋼種のみが変化する供試体の載荷実験結果から、終局強度については4鋼種による大きな差が生じないが、終局強度時の変形量の大きさおよび終局強度以降の強度低下は鋼種に大きく依存すること、特に、ステンレス鋼の場合はSS400に比べて変形が大きくかつ強度低下が小さくなること、この傾向はSUS304およびSUS410がSUS316より大きいことを明らかにしている。また、第2章で提案した構成式を用いた数値計算法の妥当性を実験結果と比較して確認している。

第5章では、ステンレス鋼で構成される周辺単純支持板、自由突出板および1本の縦補剛材を有する補剛板を対象として、それらの圧縮強度特性を数値計算により明らかにしている。ステンレス鋼の0.2%耐力とほぼ等しい降伏点を持つ構造用炭素鋼から成る圧縮板の終局強度を、数値計算で得られたステンレス鋼板の終局強度と比較すると、ステンレス鋼板の終局強度は炭素鋼板の場合に比べて同等以上となり、終局強度到達後の荷重低下についてはステンレス鋼の方が炭素鋼の場合より緩やかとなることを明らかにしている。また、幅厚比パラメータが0.5以下の領域では、ステンレス鋼種の違いにより終局強度および終局強度時の圧縮変位が変化すること、これを示している。

第6章では、前章までの結果に基づき、ステンレス鋼圧縮板について、0.2%耐力を材料強度として用いること、および2つの実用的な終局強度評価法を提案している。1つ目の評価法は、構造用炭素鋼板の終局強度時の変形量を超えないように保証された圧縮強度評価法である。この評価法は、構造用炭素鋼を対象とする現行の設計規準に容易に組み込むことができたものである。2つ目は、ステンレス鋼の大きな特徴であるひずみ硬化を有効に活用した座屈照査法を提案している。この評価法は、構造用炭素鋼の場合に比較して、より大きなエネルギー吸収量のほか、幅厚比パラメータが0.5以下でより大きな終局強度を評価することができるものである。

第7章では、本論文で得られた成果をまとめ、今後の課題について述べている。

以上のように、本論文は、土木構造物にステンレス鋼を適用する上で、設計指針作成のための有効な基礎資料を提供しているものと判断される。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認められる。