

報告番号

※第1300号

# 主論文の要旨

題名 補剛材つき板の座屈強度に関する基礎的研究

氏名 宇佐美 勉

# 主論文の要旨

報告番号

※<sup>乙</sup>第 1300号

氏名

宇佐美 勉

軸方向圧縮力または曲げと軸方向圧縮力を受ける部材は、部材全体から定まる不安定現象（曲げ座屈または横ねじれ座屈で全体座屈と総称する）に対して安全であると同時に、それを構成する板要素の局部座屈を防止するように設計するのが普通である。全体座屈は主に柱の細長比を適当に選ぶことにより防止でき、また早期の局部座屈は板要素の幅厚比を制限すれば防ぐことができる。ところが、最近のように巨大な鋼構造物が建設されるようになると、柱材の断面形状もまた非常に大きなものとなって板要素のみで早期の局部座屈を防止することは不経済または施工上から不可能になり、補剛材として縦、横の“リップ”を配置して板要素の局部座屈強度を高める必要が並んでくる。このようなリップによって補剛された板（補剛板）の設計に対する考え方は、部材の種類、板要素が部材の中で占める位置などによって異なってくる。たとえば、中心軸圧縮柱の場合には、柱のもつ初期曲がり、残留応力の影響などにより、柱は荷重の初期から側方へまがり始め、断面の一部が降伏域に入った後、最大強度に達する。

## 主論文の要旨

|      |                  |   |    |       |
|------|------------------|---|----|-------|
| 報告番号 | ※ <sup>乙</sup> 第 | 号 | 氏名 | 宇佐美 勉 |
|------|------------------|---|----|-------|

したがって、ねん曲した圧縮側のフランジ板に注目すると、この板要素はつねに降伏点応力まで一様圧縮されることになり、設計上は、全断面降伏応力に達するまで局部座屈を起さないことが必要な条件となってくる。また、軸方向圧縮力と曲げモーメントを受ける柱 (Beam-Column) の場合には、その腹板を構成する板要素には、圧縮力と曲げモーメントが作用することになり、弾性設計のもとでは、最大圧縮応力が降伏点応力に達するまでこの板要素が局部座屈崩壊を起さないことが必要な条件となってくる。

この論文は、柱材を構成する上述のような補剛板の座屈強度および設計式の提案について述べたものである。ここでは、実用上重要と思われる縦方向のリブによって補剛された板を取り挙げ、それに圧縮力または圧縮力と曲げモーメントが作用したときの座屈強度を、主として、溶接残留応力の影響に注目して理論的、実験的に求めている。本論文は9章よりなり、各章で取り扱われている内容を概説すると次の通りである。

## 主論文の要旨

報告番号

※<sup>乙</sup>年第

号氏名

宇佐美 勉

オ1章では、本研究の目的、既往の研究 および本論文の内容と構成について述べている。

オ2章は本論文の基礎となる補剛板の弾性・非弾性座屈の解析方法について述べ、若干の例について解の収束状態を調べている。対象は、長方形またはT形断面リブによる縦方向に補剛された板である。解析方法は、Cheung が板の曲げ解析に用いた有限帯板法を補剛板の座屈解析に適用したものである。解析には、補剛材の曲げ剛性の他にねじり剛性も考慮している。また、初期不整と12密接に供って生ずる残留応力を考慮し、塑性変形理論に基づいた補剛板の非弾性座屈強度を求める数値計算方法を詳述している。

オ3章は一様圧縮を受ける等間隔補剛板の弾性座屈強度に及ぶ補剛材ねじり剛性の影響について述べている。補剛材のねじり剛性を考慮すると、補剛板の座屈係数に肉する最適剛比の概念は成立せず、補剛材の曲げ剛比 および補剛材幅厚比を適当に選べば、ねじり剛性を無視したときの座屈係数の30%

## 主論文の要旨

|      |                  |   |    |       |
|------|------------------|---|----|-------|
| 報告番号 | ※ <sup>乙</sup> 第 | 号 | 氏名 | 宇佐美 勉 |
|------|------------------|---|----|-------|

程度 座屈係数を上昇させることが可能であることを述べている。

本章は、一様圧縮を受ける等間隔補剛板の非弾性座屈について述べたものであり、板パネルの残留応力のみならず、補剛材に存在する残留応力の影響が非常に大きいことを指摘している。長方形断面リブによる補剛された板の解析結果から、板パネルの残留応力のみを考慮した現行設計示方書の最小幅厚比（全断面降伏荷重に達することが期待される幅厚比）および必要剛比を有する補剛板は、実際には、全断面降伏荷重の80~90%で座屈することがわかった。次に、補剛材残留応力の影響による附加的な強度低下を避ける方法として補剛材に板パネルよりも高強度鋼材を使用する（ハイブリッド補剛板）ことが有効なことを示し、補剛材の降伏応力を板パネルのそれの1.35~1.4倍以上高くなるように鋼種を選べば、現行設計示方書の規定が十分安全であることを示している。また、T形断面リブによって補剛された板に対しては、補剛材剛比の上昇による座屈強度の上昇は著しく、現行設計示方書の必要剛比の2倍程度以上の剛比を補剛材

# 主論文の要旨

|      |                  |   |    |       |
|------|------------------|---|----|-------|
| 報告番号 | ※ <sup>乙</sup> 第 | 号 | 氏名 | 甲佐美 彰 |
|------|------------------|---|----|-------|

に与えれば、現行設計基準は 1818 安全であることを示している。

第5章は、一様圧縮を補剛板の耐力実験結果および基本強度式の提案について述べたものである。実験は板の4周が単純支持となるような特別の治具を考案して一枚板で行っている。補剛材断面はすべて長方形で板と補剛材の鋼種は同一としている。補剛材寸数は3, 4, 5寸、板の幅厚比は現行設計示方書の限界幅厚比に等しいものを中心にして寸法の70~110%と変化させ、補剛材剛比は現行設計示方書の必要剛比の1~4倍とし、合計27体の耐力実験を行った。また、耐力実験とは別に、残留耐力測定用として12体の補剛板を準備した。これらの実験より、理論非弾性座屈強度は補剛材剛比が必要剛比にほぼ等しい補剛板の場合には実験より得られた耐力とよく一致するが、剛比が必要剛比の2~4倍の補剛板に対しては多少低めの値を与えることがわかった。また、他の機関で行なわれた実験結果も参照して補剛板の設計基本強度の提案式をまとめている。この提案式は板パネルの幅厚比が

## 主論文の要旨

|      |                  |   |    |       |
|------|------------------|---|----|-------|
| 報告番号 | ※ <sup>乙</sup> 第 | 号 | 氏名 | 宇佐美 勉 |
|------|------------------|---|----|-------|

現行設計示方書の最大幅厚比の2倍程度までかなり  
よの精度で適用できる設計式であることを示している。

オ6章は圧縮力と曲げモーメントを受ける補剛板  
の弾性座屈強度 および それに基づく設計式の提案  
について述べたものである。このような補剛板の  
設計に対する現行設計基準には種々の不備な点  
が見られるため、その改訂案を提供しようとする  
のがこの章の目的である。まず、等間隔に補剛さ  
れた板の弾性座屈係数の近似式を導き、それを  
もとに補剛板の設計最小板厚、補剛材の必要剛比  
を与える式を求めている。これらの設計式は、  
道路橋示方書の一樣圧縮を受ける補剛板に対する  
規定を拡張したものである。つぎに、不等間隔に補  
剛された板に対しては、まず補剛材によって仕切られ  
た各サブパネルが作用応力によって同時に弾性座  
屈を起すという条件で補剛材の最適位置を求め、  
その位置に補剛材が配置されたときの補剛板の  
設計最小板厚、補剛材必要剛比を与える式を  
等間隔補剛板と同様な観点から求めている。以上  
の設計式は いづれもわが国の現行設計基準と同じ観点

# 主論文の要旨

|      |                  |   |    |       |
|------|------------------|---|----|-------|
| 報告番号 | ※ <sup>乙</sup> 第 | 号 | 氏名 | 宇佐美 勉 |
|------|------------------|---|----|-------|

に立ち、板パネルの残留応力の影響を座屈パラメータ  $R_{cr}$  の低減という形で処理し、後座屈強度の影響を安全率の低減という形で処理したものである。

オ7章は 圧縮力と曲げモーメントを受ける補剛板の残留応力を考慮した非弾性座屈強度について述べたものである。対象は、等間隔補剛板 または 補剛材がオ6章で求めた最適位置に不等間隔に配置された板であり、補剛材剛比はオ6章で求めた必要剛比に等しいとしている。また、圧縮力と曲げモーメントは比例的に負荷されているものとしている。計算結果より、圧縮力と曲げモーメントを受ける補剛板の座屈強度も、一様圧縮のときと同様に、補剛材の残留応力の影響を強く受ける。しかし、この影響は、曲げモーメントと圧縮力の比（すなわち、作用応力の勾配）がある程度大きくなると、無視できるようになることがわかった。

オ8章は、局部座屈が中心軸圧縮柱の全体座屈におよぼす影響に関する既往の研究をまとめ、考察を加えたものである。現行の鋼橋の設計示方書では、前述のように、柱を構成する板要素は全断面降伏応力に達するまで局部座屈を起さるゝように幅厚比を



## 主論文の要旨

報告番号

※<sup>乙</sup>第

号

氏名

宇佐美

勉

定めることを規定しているが、このような設計方法は必ずしも経済的でなく、柱の長さが大きい場合には、局部座屈を許した設計方法の方がより経済的になる可能性があることを示唆している。

才9章は結言であり、本論文の総括を行っている。