

氏 名	坂 本 順 さか もと じゅん
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 23 号
学位授与の日付	昭 和 39 年 3 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	鋼構造物の終局耐力に関する研究

論文調査委員	(主 査) 教 授 横 尾 義 貫 教 授 棚 橋 諒 教 授 小 堀 鐸 二
--------	--

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は Limit design 理論の実際の鋼構造物における適用限界を検討する基礎的資料として、鋼構造部材および骨組のそ性挙動・終局強さについての研究結果をまとめたもので、5章からなる。

第1章では、鋼構造部材中に形成されるそ性関節の発生機構・流動能力・耐力等について考察したもので、とくに流動能力の検討を主内容としている。

そ性関節の流動能力は同部分のそ性域における不安定現象により限界に達することに着目し、一例としてH形断面部材中に形成されたそ性関節の安定限界を解析的にもとめている。曲げおよび軸力の組み合わせを受けるそ性関節の安定限界を求める式を導き、軸力の存在が流動限界を著しく低下させることを量的に示している。

さらにH型溶接組立材の曲げおよび曲げと軸力の組み合わせを与える実験を行ない、これらのそ性性状・耐力等について考察を加えている。すなわち残留応力および歪硬化の影響を受けて明瞭な降伏現象が認めがたくなり、またそ性域が理論より大きく現われることなどを指摘している。

本実験結果および引用した実験報告から、横座屈の防止に留意すればH断面部材ではフランジの局部座屈により関節は流動限界に達し、そのときの流動容量は本章で導いた諸式から算出した値とよく合致すること、実験的にも軸力の増大によって流動能力が低減することを指摘している。

第2章は鋼構造物の柱・梁結合部のそ性域における変形特性・終局耐力の問題を実験的に検討したものである。

溶接組立による結合部、ボルト・リベット接手を用いた結合部13種総計50個の供試体について、単純載荷および正負交替載荷時の結合部の挙動を、実験的に詳細に検討したものである。

まず各結合部の単純載荷時の変形特性・耐力を検討し、各結合部のじん性率およびそ性関節の安定性を調べ、圧縮側フランジに補強リブあるいはカバープレートを用いることにより、関節部のそ性域における安定性確保の効果が著しく、無補強時にくらべて1.5～1.8倍の流動能力を期待しうることが認められてい

る。破壊過程として、結合部パネルのせん断座屈、フランジの局部座屈を伴う結合部では、最大荷重後の耐力低下は緩慢であるが、横座屈を生ずる例では急激に低落する傾向をもつ。

正負交番荷重下の溶接結合部のヒステシス曲線は単純載荷曲線を基準とする紡すい形のループを示し、ボルト結合部ではすべり現象が著しく、逆S字形のループを示す。これらのループは溶接およびリベット結合部では2～3回の繰返し載荷により定常化し、その後の10数回程度の繰返しに対してもループの形状は変化せず、結合部の剛性・そ性抵抗が著しく低下するおそれはない。これに対しボルト結合ではループの収れん性がきわめて悪いことを示している。

繰返し荷重下のじん性率・耐力については、降伏変位の2～4倍程度の変形振幅を与える繰返し荷重の範囲では、各結合部とも、単純載荷重の場合と大差ない事実から、地震による繰返し荷重下でも相当のじん性を期待しうるものと結論している。

結合部の構造減衰性については、各結合部の正負交番荷重下の消費エネルギーの検討を行ない、溶接結合部のようにそ性流動にもとづく内部的消散機構を示すものと、ボルト結合部のようにすべりを伴うものとは性状が異なり、前者では1サイクルの消費エネルギーは変形振幅の2次のべきに、後者ではほぼ1次のべきに比例する関数として表わされることを指摘している。

第3章はせん断荷重を受ける平板の終局的耐力を考察したもので、まず板幅板厚比(b/t)が比較的小さいいわゆる不完全張力場状態における平板を対象として、せん断座屈後の平板を弾性支床上的線材群に近似して取扱う方法を述べている。さらに有効幅の概念を用い、せん断座屈後の平板耐力を論じている。

ついで3種の板幅板厚比をもつ平板のせん断面載荷実験を行ない上記の解析結果を比較検討し比較板厚の大きい範囲($b/t < 200$)では、本章の理論値と実験値とよく一致すること、また平板周辺の剛性がせん断座屈後の挙動・耐力に著しく影響を与えることを指摘している。

第4章はH形柱・梁溶接結合部周辺の応力解析例を示し、その計算結果をもとに、結合部周辺の応力分布性状・応力の伝達性状を調べ、梁フランジおよび柱ウェブの応力集中度について計算し、柱・梁フランジ板の剛性と応力集中の関係を明らかにしているなど結合部設計の資料を提供している。

第5章では重層多スパン骨組のそ性設計法として、終局時の崩壊機構を選定して骨組各部材の設計を行なう方法を述べ、ここでは経済設計の立場から最小重量設計をうる崩壊機構を選定している。まず簡単な骨組に対して最小重量設計をえる基本的な崩壊機構を示し、その重量適合範囲、静的許容範囲を検討している。これを均等重層多スパン骨組に展開し、最小重量設計をみちびく方法を論じている。またこの場合の骨組の変形の計算法を述べ、計算図表を求めている。これらの考察をもとに計算例を示し、さらに将来の研究への展望を行なっている。

論文審査の結果の要旨

骨組構造の設計法には、終局状態を対象とし、それに対して一定の安全率を保有させるような考えにたつ、いわゆるリミットデザインがある。この方法はそ性化した部材の局部をそ性関節で表現し、しかもその流動能力は充分大であることを仮定する。したがってリミットデザインにおいて対象とされる骨組構造の終局状態において発生しているそ性関節の流動が果して実際の構造体の流動能力の限界内にあるか否か

を検討する必要がある。本論の主要な内容は鋼骨組構造のそ性関節の耐力ばかりでなく、とくに流動能力を究明して、リミットデザインの適用に際して必要な知見を提供したものである。

著者はそ性関節を大別して部材中に発生するそれと、柱・梁の接合部のそれとにわけて取扱っている。

部材中のそ性関節については、流動能力の限界がそ性域の局部座屈によって支配されるものと考え、流動能力を示す理論式をみちびき、かつ実験的にこれを立証した。そ性関節の流動限界が局部座屈で支配されること、軸力によって著しく低下することなどを明らかにし、かつ流動限界を推定する手段を提供したことは一つの成果である。

柱・梁の接合部のそ性関節については、50個に及ぶ各種供試体を用いて実験的に究明している。

地震時における低サイクルの交番的な外力の作用の影響を考慮して、正負交番荷重下におけるそ性関節の挙動を究明している。その結果次のごとき諸点を明らかにした。圧縮フランジのリブまたはカバープレートによる補強は、無補強の場合の1.5～1.8倍の流動能力を与えること；結合部パネルのせん断座屈ないしフランジの局部座屈の場合は最大荷重後の耐力低下はきわめてゆるやかであるが、横座屈を生ずる場合は急激であること；正負交番荷重下のヒステリシス曲線は溶接結合部では紡すい形のループ、ボルト・リベット結合部ではS字形のループをえがき、降伏点変位の2～4倍程度の変形振幅に対して溶接・リベット結合部では2～3回の繰返しでループは安定し、その後10数回程度の繰返しに対しても充分耐えうることを示した。またこの実験をもとにして、骨組みの振動減衰性を支配するそ性関節の消費エネルギーについて論じている。これらの知見はリミットデザインの資料としてばかりでなく耐震工学上きわめて有益で、なかでも正負交番荷重下のそ性関節の挙動を明らかにしたことは注目すべき成果である。

さらに著者は上記実験により柱・梁結合部のせん断パネルの終局耐力が、結合部の耐力に大きな関係があることに注目して、せん断パネルの終局耐力に関する実験を行ない、近似理論式を与え、また平板周辺の剛性が重要であることを指摘している。また結合部の柱ウェブ梁フランジ等の応力集中についても論じている。これらの資料は鋼構造設計上寄与するものである。

おわりに著者は重層多スパン骨組について、リミットデザインの立場から最小重量設計をみちびく方法にも論及し、この場合の骨組の変形の計算法を示している。

以上要するに本論文は鋼構造物へのリミットデザインの適用に関して必要な知見とくに基礎的な資料であるそ性関節の流動限界・耐力を究明したものであり、学術上寄与するところが少なくない。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。