

氏 名	塩 原 正 典 しお ばら まさ すけ
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 89 号
学位授与の日付	昭 和 41 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	角形鋼管に関する研究
論文調査委員	(主 査) 教 授 棚 橋 諒 教 授 横 尾 義 貫 教 授 若 林 実

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は近年建築構造材料として、とみに用いられるようになった角形鋼管の力学的性質について研究したもので2篇からなる。

第1篇は角形鋼管単材の力学的性状を取り扱ったもので2章からなる。

第1章は曲げモーメントを受ける角形鋼管の性状を実験的に調べ、これに理論的考察を加えたものである。9節にわたって述べている。

実験に用いた試験体は板厚 1.6mm, 幅 75mm を一定とし、 せいを 75mm~250mm に変えた6種, 板厚 1.6mm, せい 75mm を一定とし幅を 125mm~250mm まで変えた5種及び板厚 3.2mm, 75mm ×75mm のもの一種, 合計12種であり, 単純支持・二点载荷によって曲げ破壊に至るまでの挙動を詳細に調査し, 若干の理論的考察を加えている。

まず, 圧縮フランジに有効幅を想定したとき有効幅の値が荷重の増加に伴ってどのように変化するかを調べている。実験から求められる値は, 在来用いられている Winter, Lewis の実験式とほぼ似た傾向を示すが, 概してこれらよりも大きい値を示すものが多いことを示している。

ついで終局曲げモーメントの実験値に理論的考察を加える。最初には, 圧縮フランジに Winter の有効幅の実験式を適用し, 終局曲げモーメントとしてフランジ・ウェブの隅角部が降伏応力に達した場合 M_0 , 歪 2%に達した場合 M_1 及びウェブまで全面降伏した場合 M_2 を求め実験値 M_T と比較している。 M_T は概して M_2 よりかなり小さく, M_0 及び M_1 に比較的近い値をとるが, 梁せい・幅比が大きくなると, さらにこれらの値よりかなり小さな値を示している。

筆者は上記の傾向を, 梁せい・幅比が増加するにつれて, 圧縮フランジ部の座屈荷重がウェブ部のそれに近づくために, フランジの座屈とともにウェブも大きく変形し, 圧縮フランジが post-buckling の状態に入ってさらに荷重増に対して抵抗する余力が少なくなるものと解釈し, まずウェブ及びフランジの連続を考慮したフランジ座屈応力 σ_{er} を求めることを試みた。すなわち薄肉角柱について Lundquist,

Stowell らが用いた手法を薄肉角形梁に応用し、 σ_{cr} を与える近似理論式を誘導した。この状態での曲げモーメント M_0 を求めた。ついで圧縮フランジが post-buckling の状態に入り隅角部応力が降伏応力に達した状態の終局曲げモーメント M_B を求めた。

実験値 M_T を筆者のこれら理論値と比較すると、梁せい・幅比が小さいときは M_B に近く、大きくなると M_0 に近づく。これらの傾向は筆者の先に述べた見解が妥当であることを物語っている。

第2章はせん断力を受ける角形鋼管の性状を取り扱ったもので8節からなる。

実験はやはり単純支持・二点载荷により、せん断パネル長を梁せいの2倍及び3倍とし、断面としては板厚 1.6mm 及び 3.2mm、梁幅 75mm、せい 75mm~250mm の角形鋼管を用い、中央スパン付近は適当にカバープレートで補強した合計14種の試験体について行なっている。実験の結果、終局状態は中央スパン曲げ破壊の1例を除き、ウェブの座屈及びウェブ・圧縮フランジの座屈の二つの型が見られた。

まず、せん断座屈応力にもとづくせん断耐力 Q_G 及び張力場理論によるせん断耐力 Q_W などと実験値 Q_T との対比を行ない、梁せい・幅比が比較的小さい場合の Q_T は Q_W に近い値をとり、大きい場合は Q_W と Q_G との中間の値をとることを示している。この事実には筆者は次のような考察をしている。すなわち、ウェブがせん断座屈をした後、張力場となり、斜張力は次第に高まると同時に、梁はプラットトラスのような応力状態となり、圧縮フランジ応力も支点上部までかなり高まり、圧縮フランジが座屈しついに終局状態に入ると考え、理論値を求めると実験値とよく一致することを明らかにしている。

第II篇は角形鋼管トラスに関する実験的研究であり、8節からなり、トラス節点構造が耐力に及ぼす影響を調べている。まず、圧縮ラチス材、引張ラチス材及び弦材からなる節点部分の耐力を調べるために、特殊な試験装置を用い、じか溶接仕口9種、補強溶接仕口6種の試験体について実験を行なっている。その結果、じか溶接仕口の場合、破壊形式は圧縮ラチス材の局部座屈、引張ラチス材の溶接部亀裂、及び弦材管壁の局部座屈の3個に整理されるが、なかでも弦材の座屈が支配的であることを示している。概して、節点効率は、節点偏心がトラス内側の場合が50%、0または外側の場合40%程度であると推定している。補強仕口形式では、ガセット両側補強、ラチス材外管壁補強、敷板補強及び弦材45°廻転配置等について実験を行ない、いずれも耐力は1.2~1.6倍に高まり節点効率60%までとりうるとしている。

つぎに上記の節点効率は節点局部の実験によって求められたものであるが、実際のトラスに構成された場合について検討するために、角形鋼管トラスばかりでなく、あわせて軽量型鋼トラス・鋼管トラスの実験結果を集成し、トラス耐力は設計耐力に対して、角形鋼管トラスで約1、軽量型鋼トラスで約1.5、鋼管トラスで約2程度の値をとることを示し、前記節点効率は角形鋼管の場合設計上2倍近くまで高くみつめてよからうと推論している。

論文審査の結果の要旨

角形鋼管は、近年薄板鋼構造の発達にともない、軽量型鋼の出現鋼管構造の普及について現われた建築構造向きの新しい材料である。薄肉構造の特色として、やはりこの材料の耐力には板の局部座屈が影響をもってくる。この研究は角形鋼管を建築構造に応用する場合問題となる点を実験的に調らべ、その結果に理論的な考察を加えて、角形鋼管構造の設計指針の資料をえようとしたものである。

この研究の主な内容は次の三つである。

(1) 角形鋼管梁の曲げ耐力、(2) 角形鋼管梁せん断耐力及び (3) 角形鋼管トラスの仕口が耐力に及ぼす影響

(1)の曲げ耐力については、在来圧縮フランジについて post-buckling の状態をしばしば断面隅角が降伏するまで考えられていたが、現実はそうでなくて、梁せい・幅比が大きくなると、ウェブ・フランジが實際上同時座屈する傾向が強くなり、座屈と同時にすでに両者の変動が大きくなり post-buckling の状態での耐力上昇が充分発揮されなくなる。筆者はこのような見解を明らかにし、それにもとづいた理論値が実験値をよく説明するとしている。

(2)のせん断力についても実験結果に対して注目すべき見解を示し、その破壊機構を明らかにしている。すなわち、まずウェブがせん断座屈が生じ張力場の状態に入ると、ウェブの斜張力は上昇をつづけるが、梁がプラットトラス的応力状態となるために圧縮フランジの応力は支点上部付近までかなり上昇をする。このために梁せい・幅比が大きい場合は圧縮フランジが座屈を生じて、ついに終局状態に達する。この見解に立ち理論値をもとめ実験値によく合うことを示している。

(3)の角管トラスについては、在来しばしば用いられている節点局部の実験にもとづく節点効率を各種の仕口の型式について実験的に調べ、概観して、じか溶接仕口で40%~50%、補強仕口で60%程度であるとされている。しかしながら一方トラス全体として多くの実験結果から、この値は設計上 2.0近くまで高めてよかろうと興味ある示唆を行なっている。

これは要するに本論文は角形鋼管について設計上有用な基礎的研究を行ない、その曲げ破壊・せん断破壊について注目すべき見解を示し、またトラス節点効率についての有用な資料を提供するなど、学術上、工学上貢献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。