



# 角形鋼管接合部の耐力評価に関する実験的研究

田淵, 基嗣

---

(Degree)

博士 (工学)

(Date of Degree)

1987-03-18

(Date of Publication)

2007-09-05

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

乙1072

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D2001072>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



氏名・（本籍）	た ぶち もと つぐ 田 洵 基 嗣	（大阪府）
学位の種類	工 学 博 士	
学位記番号	工博ろ第10号	
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当	
学位授与の日付	昭和62年3月18日	
学位論文題目	角形鋼管接合部の耐力評価に関する実験的研究	

審 査 委 員	主査 教授	金 谷	弘		
		教授	山 田	稔	教授 水 畑 耕 治
		教授	進 藤	明 夫	

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は角形鋼管接合部について耐力評価の方法を提案している。対象とする接合部は、1つは柱とはりのラーメン接合部（いわゆる仕口）であり、他の1つは角形鋼管どうしの分岐継手である。これらの接合部ではともに鋼管壁に作用する垂直方向の力によるその部分の局所的な面外曲げ変形に起因する破壊が設計上の重要な問題となる。

本論文は2編12章より構成されている。

第I編は外ダイアフラム補剛された角形鋼管柱・H形はりラーメン接合部の耐力評価に関する研究で、7章より成っている。第1章は序論で既往の研究を概括するとともに本研究の目的を示した。第2章および第3章は接合部の局部破壊耐力について、第4章は接合部の局部破壊と接合部パネルのせん断破壊の関係を、第5章および第6章は接合部パネルのせん断耐力について検討した。第7章では主要な結論をまとめた。以下、各章の概要を述べる。

第2章では、接合部を単純化した模型供試体の引張実験を行い、接合部の局部破壊耐力に与える種々の因子の影響を調べ、ダイアフラム材の引張強さ、鋼管幅厚比、鋼管幅とダイアフラム厚および鋼管幅とダイアフラムせいの比が耐力を支配する重要な因子であることを示すとともに、鋼管の製法の違いおよび直交方向はりの存在による影響についても検討した。また、面外曲げを考慮した平面要素を用いた有限要素法解析を行い、接合部の局部応力状態を明らかにした。

第3章では、第2章で得た実験結果を基に回帰分析の手法を用いて、各因子の影響を定性的・定

量的に評価した接合部の局部破壊耐力式および局部降伏耐力式を提案した。さらに、これらの耐力式の誘導の基になった実験の変数、鋼種、鋼管の製法は限られているため、種々の実験結果に耐力式を適用し適用範囲を検討した。その結果、提案式は実際の柱・はり接合部の耐力評価にも有効で適用範囲は広く、推定精度も高いことが分った。また、面外曲げを考慮した平面要素を用いた弾塑性有限要素法解析を行い、接合部耐力を支配する材料特性としてダイアフラム材の引張強さを使用することが妥当であることを確認した。

第4章では、水平荷重時を対象とした逆対称荷重を受ける十字形部分架構の接合部実験を行い、圧縮側ダイアフラムの局部座屈が接合部の局部変形に起因していることを明らかにするとともに接合部の局部破壊と接合部パネルのせん断破壊の関係を明らかにした。これらの結果を基に、ロール成形鋼管柱接合部の耐力評価方法および設計方法を提案した。

第5章では、角形鋼管の製法の違いが接合部パネルの耐力に与える影響を調べるため、ロール成形鋼管、プレス成形鋼管、ビルトアップ鋼管について冷間加工に伴う加工効果による鋼管の材料特性の変化および残留応力分布を調べ、それらが接合部パネルの耐力に与える影響を検討した。その結果、第4章で提案した接合部パネルの降伏耐力式および接合部の設計方法は鋼管の製法の違いによらず有効であることが明らかになった。また、新たに接合部パネルの最大耐力式を提案した。

第6章では、柱軸力、鋼管幅厚比、直交方向はりの存在、局部変形に対する補剛方法の違いおよび鋼管鋼種が接合部パネルの耐力・変形能力に与える影響を検討し、第5章で提案した耐力式が広範囲の柱・はり接合部パネルの耐力評価に有効であることを示すとともに最大耐力に関する設計式を提案した。

第II編は支管より曲げを受ける角形鋼管T形分岐継手の耐力評価に関する研究で5章より成っている。第1章は序論で既往の主だった研究について述べるとともに本研究の目的を示した。第2章および第3章は角形鋼管どうしの分岐継手についての実験結果について述べ、第4章で耐力評価式を提案した。第5章では主要な結論をまとめた。以下、各章の概要を示す。

第2章では、主管・支管とも正方形鋼管を使用した場合の系統的な実験を行い、部材寸法比と破壊モードの関係および各寸法因子が継手性能に与える影響を明らかにした。さらに、溶接部の詳細を変化させた実験を行い、すみ肉溶接継目寸法が継手耐力に与える影響を明らかにし、支管端部加工が継手性能の改善に有効であることを示した。

第3章では、支管あるいは主管に長方形鋼管を使用した場合の実験を行い、主管および支管のせいと幅の比が継手耐力に与える影響を調べた。その結果、継手の耐力評価には支管フランジのみが負担する曲げモーメントを支管せいで除した修正局部荷重を用いるのが合理的であること、主管せいと幅の比は耐力に影響を与えないことが明らかとなった。また、継手耐力評価に必要な主管ウェブの有効幅を知るため主管ウェブのひずみ分布を解析的に求め実験値と良い一致を示すことを明らかにした。

第4章では、第2章および第3章で得られた知見を基に、主管フランジ曲げ崩壊型および主管ウ

ェブクリッピング型の破壊形式について、解析モデルを仮定し解析解を求めた後、実験値と比較し、統計学的な立場より修正を加え降伏耐力式を提案した。また、これらの耐力式は既応の耐力式より適用範囲が広く、かつ推定精度が高いことを示した。さらに、等幅継手および支管幅が主管幅にはほぼ等しい不等幅継手について第 I 編第 3 章で提案した接合部の局部破壊耐力式を基にした最大耐力式を提案した。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、鋼構造物に使用される角形鋼管接合部の弾塑性挙動について実験的研究を行い、その耐力評価法を提案しようとするものである。対象とする接合部は、1 つは柱とはりのラーメン接合部であり、他の 1 つは角形鋼管どうしの分岐継手である。これらの接合部ではともに鋼管壁に作用する垂直方向の力によるその部分の局部的な面外曲げ変形に起因する破壊が設計上の重要な問題となる。

論文は 2 編 12 章より構成されており、第 I 編は外ダイアフラム補剛された角形鋼管柱・H 形はりラーメン接合部の耐力評価に関する研究で、7 章より成っている。第 1 章は序論、第 7 章は結論である。

第 2 章では、接合部を単純化した模型供試体の引張実験を行い、接合部の局部破壊耐力に与える種々の因子の影響を調べ、ダイアフラム材の引張強さ、鋼管幅厚比、鋼管幅とダイアフラム厚および鋼管幅とダイアフラムせいとの比が耐力を支配する重要な因子であることを示すとともに、鋼管の製法の違いおよび直交方向はりの存在による影響についても検討している。また、面外曲げを考慮した平面要素を用いた有限要素法解析を行い、接合部の局部応力状態を明らかにしている。

第 3 章では、第 2 章で得た実験結果を基に回帰分析の手法を用いて、各因子の影響を定性的・定量的に評価した接合部の局部破壊耐力式および局部降伏耐力式を提案している。さらに、これらの耐力式の誘導の基になった供試体の寸法因子の変動幅、鋼種、鋼管の製法は限られているので、耐力式の適用範囲を検討するため、種々の接合部実験および弾塑性有限要素法解析との比較を行っている。その結果、提案式は実際の柱・はり接合部の耐力評価にも有効で適用範囲は広く、推定精度も高いことを示している。

第 4 章では、水平荷重時を対象とした逆対称荷重を受ける十字形部分架構の接合部実験を行い、圧縮側ダイアフラムの局部座屈が接合部の局部変形に起因していることを明らかにするとともに接合部の局部破壊と接合部パネルのせん断破壊の関係を明らかにしている。これらの結果を基に、ロール成形鋼管柱接合部の耐力評価方法および設計方法を提案している。

第 5 章では、角形鋼管の製法の違いが接合部パネルの耐力に与える影響を調べるため、ロール成形鋼管、プレス成形鋼管、ビルトアップ鋼管について冷間加工に伴う加工効果による鋼管の材料特性の変化および残留応力分布を調べ、それらが接合部パネルの耐力に与える影響を検討している。その結果、第 4 章で提案した接合部パネルの降伏耐力式および接合部の設計方法は鋼管の製法の違

いによらず有効であることが明らかにされている。最大耐力については異なる製法の鋼管に共通な推定式を新たに提案している。

第6章では、柱軸力、鋼管幅厚比、直交方向はりの存在、局部変形に対する補剛方法の違いおよび鋼管鋼種が接合部パネルの耐力・変形能力に与える影響を検討し、第5章で提案した耐力式が広範囲の柱・はり接合部パネルの耐力評価に有効であることを示すとともに最大耐力に関する設計式を提案している。

第Ⅱ編は支管より曲げを受ける角形鋼管T形分岐継手の耐力評価に関する研究で、5章より成っている。第1章は序論、第5章は結論である。

第2章では、主管・支管とも正方形鋼管を使用した場合について、各部寸法を系統的に変化させた供試体について実験を行い、部材寸法比と破壊モードの関係および各寸法因子が継手性能に与える影響を明らかにしている。さらに、溶接部の詳細を変化させた実験を行い、すみ肉溶接継目寸法が継手耐力に与える影響を明らかにし、支管端部加工が継手性能の改善に有効であることを示している。

第3章では、支管あるいは主管に長方形鋼管を使用した場合の実験を行い、主管および支管のせいと幅の比が継手耐力に与える影響を調べている。その結果、継手の耐力評価には支管フランジのみが負担する曲げモーメントを支管せいで除した修正局部荷重を用いるのが合理的であること、主管せいと幅の比は耐力に影響を与えないことが明らかにされている。また、継手耐力評価に必要な主管ウェブの有効幅を知るために、主管ウェブを弾性基盤、フランジをその上に置かれたはりでモデル化してウェブのひずみ分布を解析し、その結果が実験値と良い一致を示すことを明らかにしている。

第4章では、第2章および第3章で得られた成果を基に、主管フランジ曲げ崩壊型および主管ウェブクリッピング型の破壊形式について、それぞれ解析モデルを設定し解析解を求めた後、実験値と比較し、統計学的な立場より修正を加え降伏耐力式を提案している。また、これらの耐力式は既往の耐力式より適用範囲が広く、かつ推定精度が高いことを明らかにしている。さらに、等幅継手および支管幅が主管幅にはほぼ等しい不等幅継手について第Ⅰ編第3章で提案した接合部の局部破壊耐力式を基にした最大耐力式を提案している。

以上、本研究は角形鋼管接合部の弾塑性挙動並びに耐力について系統的な実験研究を行ったものであり、鋼構造物の設計法について重要な知見を得たものとして価値ある集積と認める。

よって、学位申請者田淵基嗣は工学博士の学位を得る資格があると認める。