

(論文内容の要旨)

本論文は、外ダイアフラムを用いた角形鋼管柱梁接合部を対象として、接合部耐力の算定方法ならびに梁先行降伏を想定した外ダイアフラム形式角形鋼管柱梁接合部の設計法を構築することを目的としたものである。本論文は、序論と結論を含めて、全9章で構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景と目的を記述するとともに、現行の外ダイアフラムの設計式ならびに関連分野の既往の研究について概観している。

第2章では、中柱の外ダイアフラム形式角形鋼管柱梁接合部を対象として、任意の接合部寸法に適用できる耐力算定式を塑性理論に基づいて構築した。さらに、実用レベルで適用できるように近似算定式も併せて提示した。また、現行の指針では記述されていない角形鋼管柱と外ダイアフラムの溶接部の設計についても検討し、新しい設計式を提案した。最後に接合部の引張実験結果との比較により、本算定方法が妥当であることを確認した。

第3章および第4章では、外周構面梁が取り付く外柱（側柱・隅柱）の外ダイアフラム形式角形鋼管柱梁接合部を対象とした耐力算定法についてまとめている。第3章では梁芯と柱芯が一致する場合（無偏心接合部）の外ダイアフラム、第4章では梁が偏心接合される（偏心接合部）外ダイアフラムを対象とした。まず、無偏心接合部に対して、外壁側の外ダイアフラムせいの影響を考慮できるように2種類の塑性解析モデルを仮定して、第2章の塑性解析法を利用して耐力算定式を誘導した。さらに接合部の引張実験により、提案する耐力算定法が妥当であることを実証した。偏心接合部の耐力に関しては、無偏心接合部に対する耐力算定式に偏心による低減係数を導入することにより評価した。この評価法は有限要素法解析結果と概ね一致することを確認した。

第5章では、従来の外ダイアフラム工法に比べて施工性の向上がはかれる分割外ダイアフラムを提案した。分割外ダイアフラムの弾塑性挙動を実験的に検討し、分割外ダイアフラム形式角形鋼管柱梁接合部に対しても第2章の耐力算定式が有効であることを確認した。さらに、接合部の設計時に注意すべき問題点として分割外ダイアフラムのスリットにおいて発生する直角力の影響を抽出し、その影響を解析的に検討した。その結果、直角力の影響は小さいため、従来の外ダイアフラムと同様に設計可能であることを明らかにした。

第6章では、外ダイアフラムと梁との接合部のコンパクト化を目的としてボルト本数を低減させることに着目し、アルミ溶射添板を用いた一連のすべり試験を実施した。添板の摩擦面にアルミ溶射することにより、従来の摩擦面（赤錆、ブラスト）に比べて高いすべり係数が得られることを確認し、併せて高す

べり係数化に最も有効なパラメータが溶射皮膜厚であることを明らかにした。一方、すべり係数を低下させる主な原因として母材の塑性化や肌すきによる影響が挙げられるが、およその目安として、 $300\mu\text{m}$ 以上の溶射皮膜厚を確保することにより、実用上の様々な劣化要因に対しても0.7以上のすべり係数が発現されることを確認した。また、1ヶ月間のリラクゼーション試験結果により、従来摩擦面のリラクゼーション特性と差はなく、アルミ溶射によるリラクゼーション特性への影響はないことも確認した。

第7章では、分割外ダイアフラムを用いた角形鋼管柱梁接合部の部分架構試験体を用いた繰返し載荷実験を実施し、接合部の力学挙動の確認を行った。実験は2つのシリーズに分けられる。シリーズIでは、添板摩擦面処理の違い（アルミ溶射および赤錆）と分割外ダイアフラムの分割方向の違いを検討した。アルミ溶射添板を用いることにより、すべり音や激しい耐力変動のない安定した履歴が得られること、および分割方向が異なっても力学性能は同等であることを確認した。シリーズIIでは、外ダイアフラムと梁の接合法（高力ボルト接合および溶接接合）、柱の部位（中柱および外柱）、柱の種類（中空およびコンクリート充填）および梁偏心の有無による接合部の力学挙動を検討した。降伏曲げ耐力については本論の算定法が妥当であること、および最大曲げ耐力については設計値以上の耐力を有することを確認した。架構の弾性剛性については、本論で提案する設計法（第8章）を満足する外ダイアフラム形式角形鋼管柱梁接合部であれば、梁端を剛接合とした力学モデルにより概ね予測できることを確認した。また、設計用すべり係数0.7より小さい荷重ではすべりの急激な増加は認められなかった。塑性変形能力については、高力ボルトにより外ダイアフラムと梁を接合する場合、最も変形能力の小さい偏心タイプの試験体でも100程度以上の累積塑性変形倍率が得られた。高力ボルト接合は品質のバラツキが小さいため、100以上の累積塑性変形倍率が安定して得られるものと考えられるので、高力ボルト接合による外ダイアフラム形式柱梁接合部は、通しダイアフラム形式の梁端接合部より高い変形能力を安定して有するといえる。

第8章では、第2章から第7章の成果に基づいて、外ダイアフラム形式角形鋼管柱梁接合部の設計に必要な手続の詳細をまとめ、いくつかの設計例題を通して設計手順を例示した。

第9章は結論であり、本論文で得られた成果について要約し、今後の課題についても言及している。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、外ダイアフラムを用いた角形鋼管柱梁接合部を対象として、接合部耐力の算定方法ならびに梁先行降伏を想定した接合部設計法を提案したものである。得られた主な研究成果は次のとおりである。

1. 角形鋼管を中柱として用いる場合と外柱（梁が偏心接合される場合も含む）として用いる場合を想定して、任意の接合部寸法に適用できる耐力算定式を塑性理論に基づいて構築している。実用レベルでの耐力式の適用を想定した近似算定式も合わせて提案している。また、柱と外ダイアフラムの溶接部の設計についても新しい設計式を提案している。さらに、これらの提案式による耐力算定値を接合部の引張実験あるいは有限要素法解析の結果と比較し、提案式が妥当であることを実証している。
2. 従来の外ダイアフラムに比べて、施工性の向上がはかれる分割外ダイアフラムを提案し、その弾塑性挙動を実験的に検証している。さらに、分割外ダイアフラム形式柱梁接合部の設計時に注意すべき問題点を抽出し、力学特性に関する解析的検討を加えることにより、従来の外ダイアフラムと同様に設計可能であることを示している。
3. 外ダイアフラムと梁との接合部のコンパクト化を目的としてボルト本数を低減させることに着目し、高いすべり係数が得られるアルミ溶射添板を用いた一連のすべり試験を実施している。その結果、 $300\mu\text{m}$ 以上の皮膜厚を確保することにより、実用上の様々な劣化要因に対しても0.7以上のすべり係数が発現されるという知見を得ている。
4. 分割外ダイアフラムを用いた部分架構実験を行い、1で提案した耐力算定法が妥当であることを確認している。また、高力ボルト接合を採用することにより、従来の通しダイアフラム形式の構造物に比べて安定して高い塑性変形能力が発揮できることを示している。
5. 1～4の知見にもとづいて、外ダイアフラム形式角形鋼管柱梁接合部の設計に必要な手続の詳細を提示している。

これらの研究成果は、典型的な鋼構造建物において外ダイアフラムを用いた柱梁接合部の具体的設計法を提示するもので、耐震性・信頼性の高い建築物の実現に貢献するものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。