

STRENGTH AND COLLAPSE BEHAVIOR OF OFFSET BEAM-
TO-COLUMN CONNECTION PANELS WITH EXTERIOR
DIAPHRAGMS IN STEEL STRUCTURE AND CONCRETE
FILLED STEEL TUBULAR STRUCTURE

牟, 犇

<https://doi.org/10.15017/1543921>

出版情報：九州大学, 2015, 博士（工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：全文ファイル公表済

氏 名 : 牟 犇

論 文 名 : **STRENGTH AND COLLAPSE BEHAVIOR OF OFFSET
BEAM-TO-COLUMN CONNECTION PANELS WITH EXTERIOR
DIAPHRAGMS IN STEEL STRUCTURE AND CONCRETE FILLED
STEEL TUBULAR STRUCTURE**
(鋼構造および CFT 構造を対象とした外ダイアフラム形式柱梁接合部段
違いパネルの耐力および崩壊挙動)

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、鋼構造ならびにコンクリート充填鋼管 (CFT) 構造における柱梁接合部設計法の合理化を目的としたものである。具体的には、柱貫通形式である外ダイアフラムを用いた柱梁接合部を対象とし、柱部材と梁部材が交差する領域、すなわち接合部パネルの弾塑性挙動および崩壊挙動を明らかにし、その耐力・剛性等の構造性能評価法を確立することに着目している。特に本論文では、この接合部パネルにおいて、左右に取り付く梁のせいが異なる場合を研究対象としている。以下では、この種の接合部パネルを段違いパネルと称する。段違いパネルは、実建築物でも散見される構法である。経済設計、設備等の収まり、スパンの違い等による中柱への梁せん断力の入力を抑える手段など、様々な理由が考えられるが、現状では、鋼構造における従来形式 (通しダイアフラム形式) の接合部パネル以外には確立された設計手法は存在しない。したがって、段違いパネルを採用する際には、必要以上にパネル部材の断面寸法を大きくするなどの安全率を見込まざるを得ない。そこで、本論文では、外ダイアフラム形式柱梁接合部段違いパネルを合理的に設計するための耐力評価法を構築するために、実大の 2 分の 1 程度の骨組試験体を用いた載荷実験ならびに有限要素法解析 (FEM 解析) による数値実験をベースとして、塑性理論に基づいて誘導した耐力式を提案している。なお、本論文で対象とした外ダイアフラム形式の柱梁接合部は、ノースリッジ地震 (1994 年) や兵庫県南部地震 (1995 年) で経験した鋼構造柱梁接合部における脆性破断による甚大な被害を受けて、研究・開発されてきた信頼性の高い接合構法の一つとして認識されつつあるもので、近年では、超高層建築物への適用も見られ、特にコンクリートの充填性において優位性があり、CFT 構造にも多用されることが期待される構法である。以上より、本論文では CFT 構造を中心とした構成としている。本論文は、序論と総括を含めて、全 6 章で構成されている。

第 1 章は序論であり、本研究の背景、目的および既往の関連研究について述べている。

第 2 章では、中空角形鋼管柱を用いた外ダイアフラム形式柱梁接合部段違いパネルの弾塑性挙動に及ぼす軸力の影響について、FEM 解析による検証を行った。既往の実験的研究で採用した 7 体の試験体を対象として本解析モデル・手法の妥当性を証明するとともに、軸力比、柱部材の幅厚比および梁せい差 (左右の梁せいの差) を中心としたパラメトリックスタディにより、各因子と段違

いパネルの崩壊性状の関係を明らかにした。更に、軸力を考慮した段違いパネルの耐力（降伏，全塑性）ならびに弾性剛性の算定式を誘導し，その妥当性を確認した。

第 3 章では，コンクリート充填角形鋼管柱（角形 CFT 柱）を用いた外ダイアフラム形式柱梁接合部段違いパネルの弾塑性挙動・崩壊性状を把握する目的で，梁せい差および加力方法（繰返し，単調）を実験変数とした載荷実験を実施した。本実験により，梁せい差が生じることで段違いパネルの崩壊メカニズムが明確に変化することを実証した。さらに，加力方向の違いが崩壊メカニズムの変化を引き起こし，かつ崩壊荷重にも影響を与えることが明らかとなった。一方で，繰返し載荷と単調載荷の違いが，段違いパネルの荷重－変形関係に与える影響は小さいことが示された。

第 4 章では，角形 CFT 柱を用いた外ダイアフラム形式柱梁接合部段違いパネルの挙動に及ぼすより広範な因子の影響を考察するために，FEM 解析による数値実験を実施した。本章では，まず第 3 章の試験体のシミュレーションにより，解析モデル・手法の妥当性を確認した。特に本接合部で重要となるコンクリートと鋼管の間の応力伝達については，接触問題を導入することにより上手く解決している。さらに，実大に近いサイズの骨組を基本として，柱の幅厚比と梁せい差が段違いパネルの耐力・崩壊挙動に及ぼす影響を系統的に調査した。本章で得られた数値解析結果は，第 5 章での耐力算定式構築および回帰分析のための基礎データとなる。

第 5 章では，第 3 章の実験的考察および第 4 章の一連の解析結果を根拠として，段違いパネルにおける塑性崩壊機構を提案し，塑性理論に基づく崩壊荷重の算定式を誘導した。ここで提案した崩壊機構は実際の段違いパネルの各部の塑性化状況を詳細に表現したものであり，得られた算定式による耐力計算値は，実験値や FEM 解析値の定性的傾向を十分にとらえられることが明らかとなった。一方で，耐力計算値と実験値（FEM 解析値）の定量的精度については，若干の過小評価となる傾向があり，その理由は角形鋼管による充填コンクリートへの拘束効果であることは明白である。そこで本論では，一連の実験・解析結果を用いて，拘束効果の定量的評価式を回帰分析により誘導し，耐力算定式の精度向上を図っている。

第 6 章は総括であり，第 2 章から第 5 章までの各章の結論を要約し，本段違いパネルの設計法を確立するために残された今後の課題について総括した。