

鉄筋コンクリート柱鉄骨梁混合構造柱梁接合部の設計法に関する考察

北野敦則*

1 はじめに

建設現場における職人不足は 2000 年頃から減少が続いており、建設現場における省力化やコストダウンが進められている。また、建築材料の高強度化により建築構造物の高層化、大スパン化が可能となり、建築様式に対する多種多様なニーズに応えるため、鋼とコンクリートによる様々な合成構造が開発されている。その中でも柱を鉄筋コンクリート構造（以下、RC 造）とし、梁を鉄骨造（以下、S 造）とする構造（以下、RCS 構造）は部材の力学的性能を適材適所に配置した構造であり、大スパンの倉庫などに需要が高まっている。また、プレキャスト化も可能であり、施工性の省力化やコストダウンにも効果があるとされている。しかしながら、柱と梁が交差する柱梁接合部については設計法が存在せず、建築評定を受けなければ実際に建築することが不可能であり、本構造の普及を妨げているのが現状である。そこで、本研究では RCS 構造柱梁接合部の設計法について検討を行ったので報告する。

2 RCS 構造について

2・1 RCS 構造の概要

RCS 構造は軸力を負担する柱には圧縮力に強い RC 構造を採用し、梁には大スパンを可能とし施工性のよい鉄骨造を採用することにより、他の構造に比べ構造性能、施工性および経済性に優れている。1990 年代初頭から様々な接合部形式が提案され、研究および開発が盛んになっている。各建設会社が技術認証を得ることにより実際の建築物に採用されている。

2・2 RCS 構造柱梁接合部の概要

図-1 と図-2 に RCS 構造柱梁接合部の一例を示す¹⁾。図に示すように、柱梁接合部の形式は、梁貫通形式と非梁貫通形式に大きく 2 つに分けられ、それぞれ利点と欠点があるため、設計者の意図に沿った形式を採用すればよいこととなっている。さらに、梁貫通形式ではふさぎ板の有無、非梁貫通形式ではダイアフラムの内外の形式があり、それぞれに対して設計法が異なってくる。

3 研究概要

3・1 概要

本研究では、梁貫通形式の柱梁接合部を対象に検討を行った。図-3 に柱梁接合部の概要を示す。図に示すように、建築構造物における柱梁接合部には内部柱梁接合部と外部柱梁接合部が存在する。内部柱梁接合部とは建物の内部に位置し、一方の軸において柱一本に対し両側

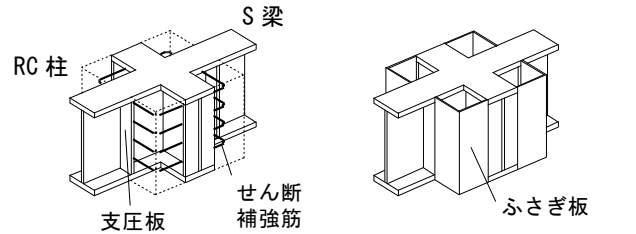


図-1 柱梁接合部の基本形（梁貫通形式）¹⁾

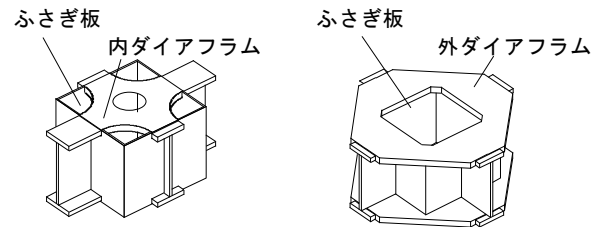


図-2 柱梁接合部の基本形（非梁貫通形式）¹⁾

十字形接合部	ト字形接合部	L字形接合部
内部柱梁接合部	外部柱梁接合部	

図-3 柱梁接合部の概要

に梁が接続されるものを言い、その形状から十字形接合部とも呼ばれている。外部柱梁接合部とは建物の外周に位置する柱に対する呼称で、基本的に一方の軸において柱の片側にしか柱が存在しない場合をいう。図に示すように、建物の中間層ではその形状からト字形接合部、最上階では L 字形接合部と呼ばれている。

梁貫通形式の柱梁接合部において十字形接合部の設計法についてはある程度設計法が確立されている²⁾。外部柱梁接合部については、十字形接合部の設計法を応用することで設計できる場合もあるが、鉄骨梁が柱梁接合部にどの程度埋込まれているかによっては、その構造性能が変わり、その設計法についても不明な点が多くある。

† 原稿受理 平成30年2月28日 Received February 28, 2018

* 建築学科 (Department of Architecture)

3・2 柱梁接合部の設計法および研究目的

図-4 に梁貫通形式柱梁接合部の既往の設計法の提案モデル²⁾を示す。RCS 構造柱梁接合部では RC 造と S 造が混在している構造であるため、その応力伝達機構も複雑となる。図で対象としている接合部は十字形接合部であり、柱梁接合部の耐力は鉄骨梁幅の内部要素と RC で構成される外部要素の累加で評価できるとされている。内部要素では支圧耐力とせん断耐力の小さい方で評価され、外部要素ではねじり耐力とせん断耐力の小さい方で評価される。設計式については紙面の都合上割愛するが、内部要素における支圧耐力について、外部柱梁接合部の鉄骨梁の埋込みが短い場合、図-4 に示すこの機構が RC 部材せい全長に亘って作用しない。この様な場合に想定される外部柱梁接合部における応力伝達²⁾を図-5 に示す。図に示すように鉄骨梁の埋込みが短い場合、十字形接合部とは異なる応力伝達が考えられる。

そこで、本研究では、梁貫通形式の柱梁接合部のうち、ふさぎ板の無い RCS 構造外部柱梁接合部について、梁鉄骨の埋込み長さの影響を検討するために三次元有限要素法解析を行った。

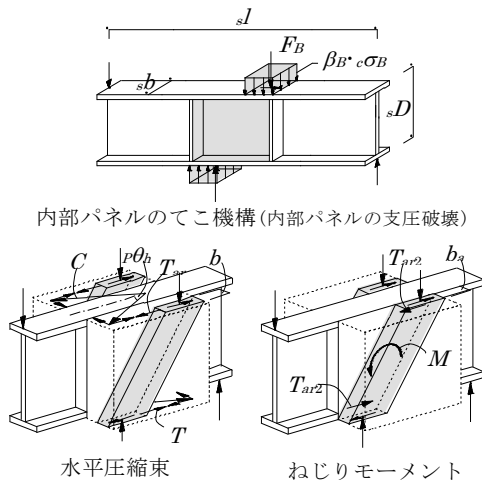


図-4 既往の提案モデル²⁾

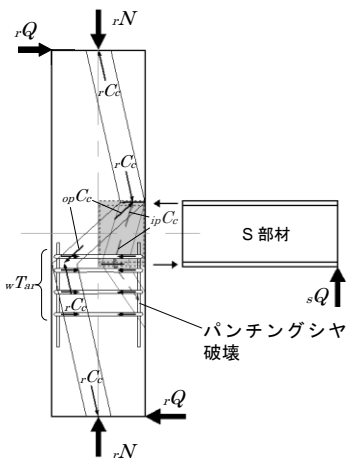


図-5 鉄骨埋込み長さが短い場合の想定される応力伝達²⁾

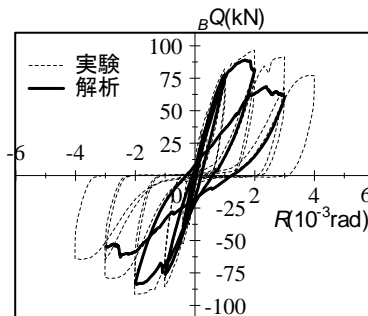


図-6 荷重変形関係

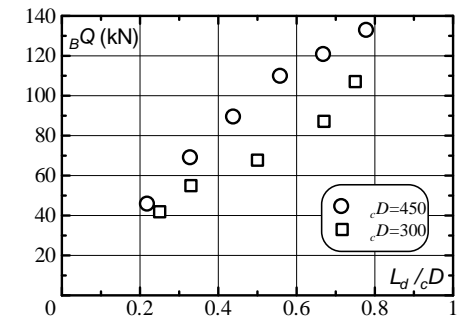


図-7 柱せい(cD)と埋込み長さ(L_d)の比の影響

4 解析結果

4・1 解析対象試験体

解析対象とした試験体は、過去に筆者らが行った実験的研究³⁾に用いた試験体としている。試験体形状は図-2 に示すT字形接合部で RC 柱に鉄骨梁が埋込まれているだけの単純な形状である。パラメータは RC 柱のせいに対する鉄骨梁の埋込み長さとした。

4・2 解析手法

解析モデルは実験における試験体と同形状で加力方法や支持状況も実験と同じとした。材料のモデル化は、コンクリートは六面体要素、鉄骨は積層シェル要素、鉄筋は線材要素とし、コンクリートと鉄骨の付着についても既往の研究⁴⁾を参考にモデル化を行った。

4・3 解析結果

図-6 に標準試験体の履歴曲線を示す。図より解析結果は実験結果を最大耐力までは精度よく再現できているといえる。そこで、このモデルを使用し鉄骨の埋込み長さの影響を検討する解析を行った。

図-7 に解析結果による柱せい(cD)と鉄骨の埋め込み長さ(L_d)の比と最大耐力の関係を示す。 L_d/cD の比が同じでも柱せい(cD)が異なると最大耐力が異なることが分かった。これは、柱梁接合部における応力伝達機構が異なるためと考えられ、今後詳細な検討が必要である。

5 まとめ

近年開発研究が盛んである RCS 構造柱梁接合部の外部柱梁接合部について三次元有限要素法解析を行った。RC 部材せいと鉄骨埋込み長さの比によってのみだけでは耐力評価はできず、応力伝達機構を考慮した設計法について今後検討していく予定である。

参考文献

- 1) 宮内靖昌ら、柱 RC 梁 S 混合構造設計指針(案)の作成に向けて、2017 年度日本建築学会大会(中国)構造部門 (SCCS) パネルディスカッション資料、2017.9
- 2) 日本建築学会、鋼コンクリート構造接合部の応力伝達と抵抗機構、2011.2
- 3) 北野敦則、馬場望、柱 RC 梁 S 造T形柱梁接合部における RC 部材の断面形状が内部要素の支圧耐力に与える影響、コンクリート工学年次論文集、Vol.37, No.2、1063-1068、2015.7
- 4) 堀田久人ら：拘束下のコンクリートと鋼板の付着特性に関する研究(その4) 解析の概要及び結果、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造IV、1137-1138、2000.9