

PCa 部材と現場打ち部材の接合部のヒンジ挙動に関する検討

名古屋大学 学生会員 ○大野 優華

株式会社ホクコン

大菅 崇之, 有田 淳一

名古屋大学大学院 正会員 中村 光, 山本 佳士, 三浦 泰人

1. はじめに

構造物の一部をプレキャスト化し、現場打ちコンクリートと一体化する場合、接合部が生じるが、モーメントの低減などの観点から、設計上ヒンジ結合と仮定する場合がある。このようなヒンジ挙動や接合部の目地開き挙動について必ずしも詳細に検討されていない。そこで本研究では、新たなヒンジ機構を有する接合方法を提案し、実験によりその挙動を評価するとともに、3次元剛体バネモデル¹⁾(以下、RBSM)を用いて、提案する方法に対する定着の影響を数値解析的に評価することを試みた。

2. ダウエルバーおよびすべり制御鋼棒によるヒンジ挙動の評価

2.1 ヒンジ接合部の提案

本研究で提案するヒンジ結合部は、図-1、図-2に示すような、部材断面中央に丸鋼の鋼棒を配置した。非常に簡易なものである。この利点は、鋼棒を中央に配置することでモーメントアーム長を小さくするとともに、丸鋼を用いて付着力を小さくすることで鋼棒の発生応力を小さくして、モーメントを低減させる点である。また、丸鋼のすべり挙動により、接合面の回転を容易にしている。図-1は、プレキャスト部には異形鉄筋(タイバー)を配置し、カップラーを接合部に設置した。現場打ち部は丸鋼(ダウエルバー)をカップラーで繋いでおり、現場打ち部においてすべり挙動を発生させるものである(以下、ダウエルバー型)。図-2はカップラーで繋いだアンボンドPC鋼棒を配置して、付着を極力小さくする一方で端部に定着板を配置し、鋼棒のすべりを制御するものである(以下、すべり制御型)。

2.2 実験概要

本実験では、曲げによるヒンジ挙動を検討するため、

図-1、図-2に示す試験体の4点曲げ試験を行った。試験体は図の左側をプレキャスト部材として先に打設し、右側を8日後に打設した。試験時の圧縮強度はプレキャスト部が 48.0N/mm^2 、現場打ち部が 30.0N/mm^2 であった。鋼棒の現場打ち部の長さが、ダウエルバー型は100mmと200mmの2通りとし、すべり制御型は500mmとした。なお、試験体作製時に、接合面上下部に断面高さを減らす方向に50mmの目地材(エラストックフィラー)を挿入した。実験では目地部の両端部にパイゲージを設置することで、目地開き量を、鋼棒にはひずみゲージを貼り付けてひずみを測定した。

2.3 実験結果

図-3にダウエルバー型およびすべり制御型の接合部のモーメントー

目地開き量関係を示す。なお、実験において、最大荷重後の荷重低下が急

激で測定が困難であった領域を点線で表している。図これによれば、ダウエルバー型およびすべり制御型ともに接合部に曲げひび割れが入った後に、荷重が急激に低下し目地開き量が増加した。ダウエルバー型は曲げひび割れ発生後、ほぼ一定の荷

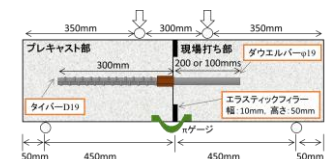


図-1 ダウエルバー型

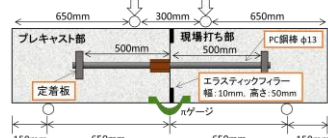


図-2 すべり制御型

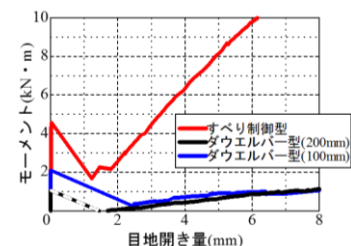


図-3 モーメント目地開き量関係

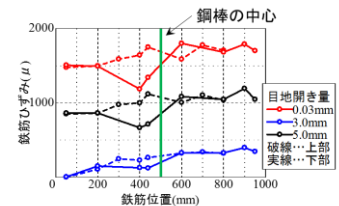


図-4 PC鋼棒のひずみ分布(すべり制御型)

キーワード プレキャスト, ヒンジ, 接合部, 付着, RBSM

連絡先 〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町 名古屋大学工学部 9号館 9-526 TEL: 052-789-5478

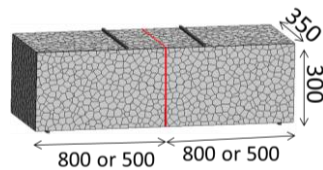
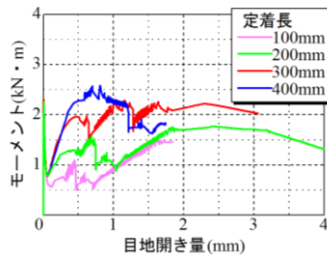
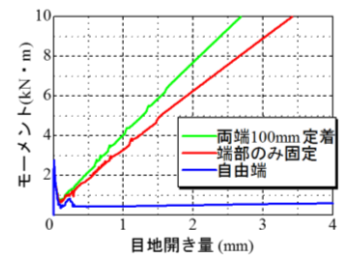


図-5 解析モデル

図-6 モーメント目地開き量関係
(ダウエルバー型)図-7 モーメント目地開き量関係
(すべり制御型)

重で目地開き量が増加する結果となった。一方すべり制御型は、荷重が増加する挙動を示した。実験においては図-4に示すように荷重増加時にPC鋼棒のひずみが全長にわたりほぼ一定の値で増加することを確認しており、定着板の影響と言える。

3. 定着がヒンジ挙動に及ぼす影響評価

3.1 解析方法

本研究では、Voronoi 分割を用いたランダムな要素形状を有する 3 次元 RBSM¹⁾によりコンクリートをモデル化し、鋼材はファイバーモデルを用いて解析を行った。コンクリート要素と鋼材はリンク要素により付着すべり関係を与えて接合した。図-5に解析モデルを示す。RBSMの特徴は剛体要素間をバネで接合するため、接合部などの接触問題をバネの挙動により容易に検討できることである。本解析では、各試験体の接合部の境界をバネの力学特性値を考慮して表現し、切り欠き部はバネを切り離すことで力学的に関与しないようにした。ここで接合部のバネの構成則は、実験値の圧縮強度、弾性係数、最大荷重、剛性から回帰的に算出した。鋼棒の付着強度はパラメトリックに決定し、既往の研究で用いられた値²⁾に対して、ダウエルバー型は 0.25 倍、すべり制御型は 0.1 倍とした。なお、実験値と解析値の比較を行ったところ、解析値は同一荷重に対して実験値よりかなり小さくなる結果となった。その原因としてカップラーとねじ切り鉄筋との噛み合わせのあそびによる変形などの影響が考えられ、解析でその影響を定量的に評価するのは困難であることから、以下では解析値のみでの検討を行った。

3.2 ダウエルバー型

ダウエルバー型ではタイバーの長さを 100, 200, 300, 400mm とした場合の解析を行った。解析から得られたモーメント-目地開き量関係を図-6に示す。いずれの場合においても、実験と同様に曲げひび割れ発生後、荷重が急激に低下し、それ以降は荷重が概ね一定で目

地開き量が増加した。また、定着長が長いほど一定となる荷重が増加することから、定着長を変えることで抵抗する曲げモーメントの値をコントロールすることができ、変形性能を制御できるということが確認できた。

3.3 すべり制御型

すべり制御型ではアンボンド PC 鋼棒の付着強度を 0.107N/mm^2 と非常に小さくして、鋼棒端部の定着条件を端部のみを固定、両端 100mm を定着、定着無とした 3通りの解析を行った。図-7に解析から得られたモーメント-目地開き量関係を示す。解析結果は、実験同様に曲げひび割れ発生後、急激に荷重が低下する挙動を示す。荷重低下後の挙動は定着条件により大きく異なった。実験を模擬した端部のみ固定および定着長 100mm の場合では、端部の定着効果により荷重が増加したと考えられる。また定着無とした場合、鋼棒がすべり出すことでほぼ一定の荷重で目地開きが大きくなる挙動を示した。

4. まとめ

本研究では、簡易なヒンジ接合方法を提案するとともに、解析的に定着の影響を検討した。その結果、提案したヒンジ接合方法は、曲げひび割れ発生後、ヒンジとして概ね妥当に機能することが確認された。また、接触問題を得意とする RBSM を用いた解析により、ヒンジ挙動が定着方法に影響を受けることが示され、それらを変化させることで様々なヒンジ挙動を表現することが示された。

参考文献

- 1) 山本佳士 他：3 次元剛体バネモデルによるコンクリート供試体の圧縮破壊解析，土木学会論文集，2008
- 2) 松岡由高 他：有限要素解析による主筋に丸鋼を用いた RC 部材の力学挙動評価，コンクリート工学年次論文報告書，2010