

プレキャスト部材と現場打ち部材の接合部のヒンジ挙動に関する評価

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

施工の合理化や工期短縮のために、プレキャスト部材の利用は有効な方法である。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。ヒンジ結合の方法は各種あるがヒンジ挙動が実構造物で適切に発揮されているか、接合部の目地開き挙動がどのようになるかは、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各種要因の影響を数値解析的に評価することを試みた。

2. 実験によるすべり制御鋼棒及びダウエルバー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。基本的な考え方は、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低減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。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は鋼棒としてアンボンドPC鋼棒を配置し、鋼棒部での付着を極力小さくするが、端部に定着板を配置することで、鋼棒のすべりを制御するものである(以下、すべり制御型)。図-2は、プレキャスト部は異形鉄筋(タイバー)、現場打ち部は丸鋼(ダウエルバー)を配置した試験体であり、これはダウエルバーを配置する現場打ち部で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)。

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-1,2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先に打設しプレキャスト部材と想定し、右側を3日後に打設した。試験時の圧縮強度はプレキャスト部が 34.6N/mm^2 、現場打ち部が 39.1N/mm^2 であった。なお、試験体作製時に、接合面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。実験では目地部の切欠きの両端部にパイゲージを設置することで、目地開きを測定した。

2.3 実験結果

図-3にすべり制御型およびダウエルバー型の荷重目地開き関係を示す。なお、実験において、最大荷重後の荷重低下が非常に速かったため測定が困難であったことから、この領域を点線で表している。これによれば、すべり制御型およびダウエルバー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が増加した。その後は若干荷重の増加が

生じるが、ほぼ一定の荷重で目地開きが増加する挙動を示し、いずれの結合方法もヒンジとして適切に機能することが確認できた。また、曲げひび割れ後の荷重は、すべり制御型の方が、荷重が増加傾向を示す結果となった。

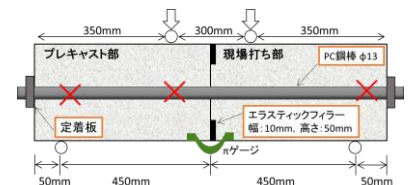


図-1 すべり制御型

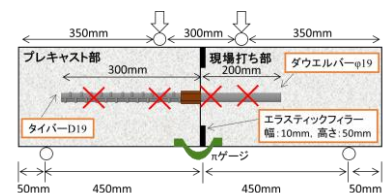


図-2 ダウエルバー型

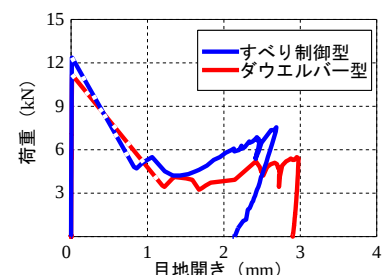


図-3 荷重目地開き関係

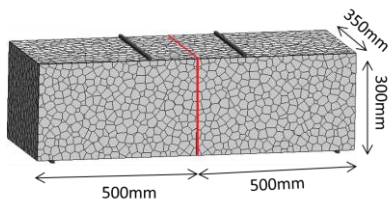


図-4 解析モデル

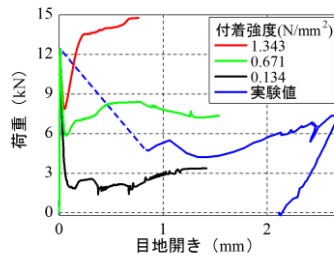


図-5 荷重目地開き関係（付着力）

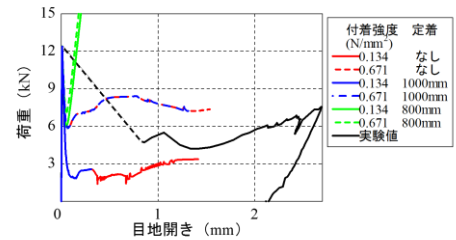


図-6 荷重目地開き関係（定着）

3. 解析によるヒンジ挙動の評価

3.1 解析方法

本研究では、すべり制御型試験体を対象として解析を行った。試験体は、Voronoi 分割を用いたランダムな要素形状を有する 3 次元 RBSM によりコンクリートをモデル化し、アンボンド PC 鋼棒はトラス要素によりモデル化した。また、アンボンド PC 鋼棒の端部の節点を完全固定とし、その他の場所はコンクリート要素とのリンク要素により付着挙動をモデル化した。なお、鉄筋のトラス要素とコンクリート要素をつなぐリンク要素を線形弾性とし、付着すべり破壊しないように固定条件を導入した。図-4 に解析モデルを示す。本解析では、接合部の境界は力学特性値を考慮して表わし、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、ならびに、最大荷重および剛性から回帰的に算出した。なおアンボンド PC 鋼棒の付着強度は不明なため解析パラメータとした。

3.2 付着強度の影響評価

図-5 に付着強度を 3 通りに変化した場合の目地開き荷重変位関係を示す。解析結果は、実験同様に曲げひび割れ発生後に急激に荷重が低下する挙動を示す。荷重低下後の挙動は付着強度により大きく異なり、付着強度が大きい場合は、荷重低下も少なくその後荷重が急激に増加した後にほぼ一定の荷重で目地開きが大きくなる挙動を示した。これは付着力により荷重が増加するが、その後付着強度に達しすべりが大きくなることでほぼ一定の荷重となったためと考えられる。一方、付着強度が小さくなるほど、荷重低下するとともにその後の荷重増加も少なく、実験値に近い挙動を示した。また、ヒンジ部で概ね一定の値として保持する曲げモーメント

は付着強度に大きく依存することが示された。

3.3 定着部の影響評価

付着強度が 0.671, 0.134N/mm² のケースを対象に、アンボンド PC 鋼棒の端部を自由端としてすべりを許容するモデル、アンボンド PC 鋼棒とコンクリートの定着位置を接合部から 400mm として定着長さを短くしたモデルにより解析を行い、定着の違いが挙動に及ぼす影響を検討した。図-6 に荷重-目地開き関係を示す。これらの解析結果は、図-3 の場合と同様に、いずれのモデルにおいても曲げひび割れ後に荷重が急激に低下し、それ以降は定着の扱いによって異なる結果となった。端部を自由端としたモデルでは、今回の解析範囲では固定端とした場合と同様の結果となった。一方、定着位置を変更したモデルでは、荷重が増加する挙動を示した。定着長さにより挙動に大きな変化が生じたことから、適切な定着長さの選定が重要と考えられる。

4. まとめ

本研究では、簡易なヒンジ接合方法を提案し、その挙動を実験により確認するとともに、数値解析により付着強度や定着方法の影響を検討した。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、小さなモーメントを保ったまま目地開きをする挙動を実験により確認し、ヒンジとして適切に機能することが確認された。また、解析によりヒンジ挙動は付着強度や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再現できることが示された。

参考文献：

- 1) 山本佳士：準微視的力学モデルによるコンクリートの構造部材の静的および動的破壊挙動評価，名古屋大学学位論文，2010