

圧着式接合法および PC 圧着工法を用いたプレキャストコンクリート部材の耐荷性能評価

長崎大学大学院 学生会員 ○熊田 航希 長崎大学大学院 正会員 山口 浩平
 (株)ヤマックス 正会員 松田 学 (株)ヤマックス 正会員 松本 康資
 (株)ヤマックス 非会員 松本 優朋

1. 研究背景および目的

近年、建設業界では人口減少や技術者不足などの業界の状況から、施工の省力化、生産性向上などが求められ、プレキャスト大型ボックスカルバートの適用が増加している。大型構造物をプレキャストで構築する場合、現場で組み立てる必要があるが、接合部での漏水などの損傷が発生しやすい。写真 1 に大型ボックスカルバート、写真 2 にプレキャスト部材同士の接合部の損傷例を示す。これまでの研究では、高強度鉄筋を用いて圧着力を与えることで接合部の耐久性を高めた、圧着式接合法（以下、PJ 工法とする）を考案した¹⁾。PJ 工法は、側壁上端から高強度鉄筋を突出し、頂版を締め付けナットで締め付けることによって部材間に圧着力を与える工法である。図 1 に PJ 工法の概略図を、図 2 に高強度鉄筋の利用コンセプトを示す。高強度鉄筋の利用コンセプトとして、PJ 工法は RC 構造とするため、高強度鉄筋と普通鉄筋の差力分の耐力をナットの締め付け力に利用する。そして残りの普通鉄筋分の耐力を RC 構造耐力とすることで、設計上は RC 構造として取り扱うことが可能となる。なお、図 2 中の（ ）内の数字は、構造用鉄筋の許容応力度を示す。

L 字型試験体による単調荷重試験および正負交番荷重試験では、従来工法に比べて優れた構造特性を示し、場所打ちコンクリート構造物を想定した一体型成形と同等の耐荷力が得られた^{2),3)}。これまでの研究では、部材の簡易化を図り生産性を高める目的として、ボックスカルバート隅角部に接合部を設けることを想定してきた一方で、従来の構造物では、曲げモーメントやせん断力が卓越する隅角部への継手配置は避けられている⁴⁾。このような現状から、本研究では、隅角部以外の頂版および側壁への接合箇所へ適用させた PJ 工法の構造特性の検証のために、スラブ型試験体による正負交番荷重試験と数値解析を行った。

2. 実験的検討

2.1 試験概要

図 3 に各試験体の形状図を示す。コンクリートは設計基準強度 40N/mm^2 とした。試験体形状は、版厚 300mm 、長さ 3500mm のスラブ形状とし、中央 2 分割のプレキャストコンクリート部材で構成される。比較対象となる一体型成形の RC-N、PJ 工法を用いて接合した PJ-S に加え、PC 圧着の試験体として、接合部に



写真 1 大型ボックスカルバート

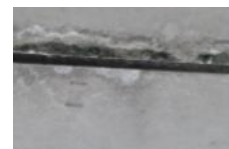


写真 2 接合部の漏水

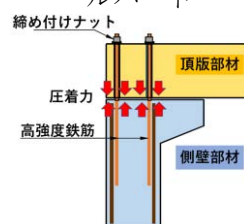


図 1 PJ 工法の概略図

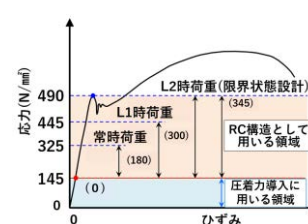


図 2 高強度鉄筋の利用コンセプト

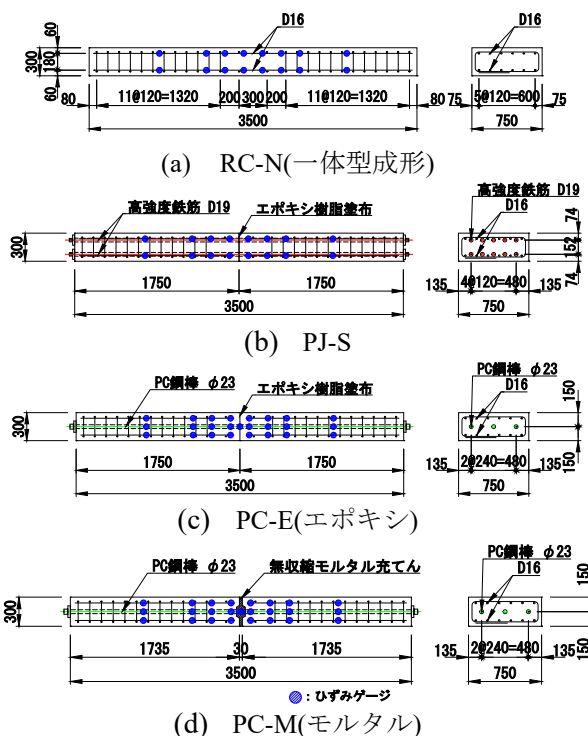


図 3 各試験体の形状図

エポキシ塗装を施した PC-E とプレストレス導入のため、シアキー（深さ 30mm 、長さ 130mm ）を施した接合面に 30mm の間隔を設けて無収縮モルタルを充填させた PC-M を正負交番荷重試験の対象とした⁵⁾。正負交番荷重試験では、降伏変位またはそれに相当する荷重を加力装置で与える。図 4 に荷重装置の概略図、写真 3 に実験風景を示す。荷重は、アクチュエータで荷重し、加力はジャ

キーワード ボックスカルバート、高強度鉄筋、圧着式接合法、PC 圧着工法、正負交番荷重試験
 連絡先 〒852-8521 長崎市文教町 1-14 長崎大学大学院工学研究科総合工学専攻構造工学コース
 TEL 095-819-2591

ッキで押す方向を正載荷、引く方向を負載荷とする。降伏変位は、比較用の一体型成形である RC-N の別の試験体で事前に単調載荷試験を行い、その結果から降伏時の変位を決定し、その変位を降伏変位 $+1\delta$ および -1δ として、 $\pm 1\delta y$, $\pm 2\delta y$, $\pm 3\delta y$, ... と同一変位で3回ずつ正負に繰返し載荷を行う。3回の繰返しで荷重低下が認められない場合は、順次 $\pm 1\delta y$ を増加させて載荷し、それぞれ8 δ の変位まで載荷する。PC-E および PC-M は PC 鋼材を降伏させない設計方針であるため、変位制御は適当でないと考え、RC-N の各サイクルで受けた荷重を記録し、同等の荷重を PC-E および PC-M に与えることによる荷重制御にて正負に繰返し載荷を行うこととした。これは接合方法の違いによって受ける荷重は変わらないことから、一体型成形との耐荷特性を比較するためとした。

2.2 結果

図5に各試験体の荷重とスパン中央変位の関係、図6に荷重と開口変位の関係を示す。RC-N は、荷重の増加とともにスパン中央変位は増加し、残留変位を漸増させながら繰返す履歴を示した。PJ-S も同様に荷重増加とともに中央変位は増加し、残留変位を漸増させながら繰返す履歴となっており、かつ RC-N よりも耐荷性能が高いことが確認された。PC-E および PC-M は PC 圧着の作用により RC 構造で見られたような残留変位は小さく、PC 鋼棒は弾性範囲とする設計であるため、原点指向型の繰返し履歴がみられた。図6からは一体型成形と比較して、プレストレスの作用により開口変位が抑制されていることが確認できた。

3. 解析的検討

3.1 モデル概要

スラブ型モデルの正負交番載荷は、左端から250mm地点をピン支持、右端から250mm地点をローラー支持とし、加力用治具にあたる地点のモデル内部に設けた節点に上下方向に繰返しの強制変位を与えることで再現した。高強度鉄筋および PC 鋼材には、初期条件として緊張力を与えて圧着力およびプレストレスを作用させた。

3.2 結果

解析結果における荷重とスパン中央変位の関係では、RC-N はおおそ実験と同じ挙動を示したことに対して、圧着力を導入した PJ-S では正載荷の荷重が小さくなっており、実験値とは異なる結果を示した。プレストレスを導入した PC-E、PC-M の両モデルは残留変位が小さく原点指向型という傾向は実験値と同じように確認できたが、PC-M は荷重値が大きくなる傾向を示し、今後の検討課題となった。

4. まとめ

本研究により、PJ 工法および PC 圧着工法の耐荷性能は、一体型成形の耐荷力以上であること、部材間の応力伝達に異常はないこと、終局状態においても急激な荷重低下はみられないことが確認された。

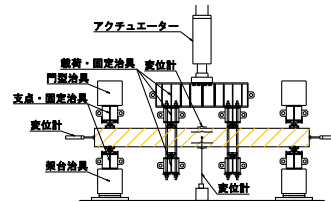


図4 載荷装置の概略図



写真3 実験風景

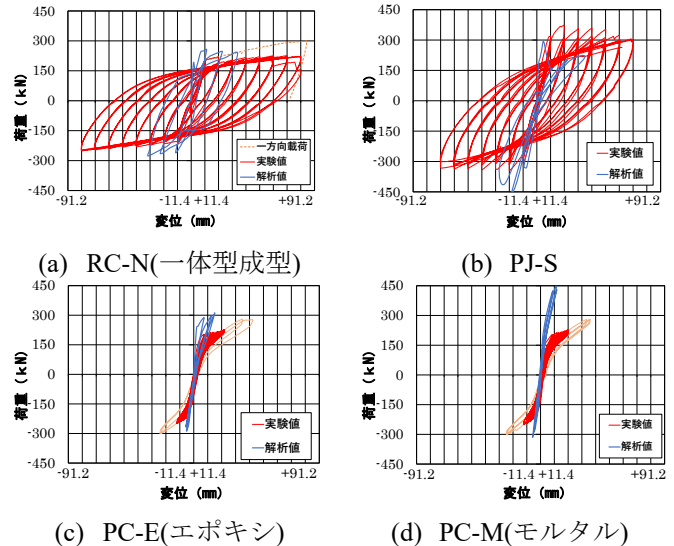


図5 荷重とスパン中央変位の関係

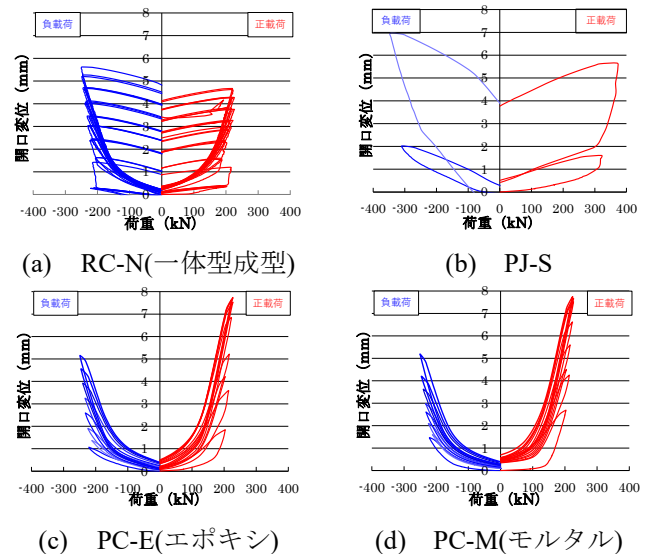


図6 荷重と開口変位の関係

参考文献

- 1) 渡邊允弘, 日野伸一, 松田学, 石村昌也, 松本康資, 畠山繁忠: 圧着力を活用した PCa ボックスカルバート隅角部の接合工法に対する研究, 土木学会西部支部研究発表会, V-001, pp.597-598, 2017.3
- 2) 松田学, 日野伸一, 松本康資, 畠山繁忠: 分割式 PCa ボックスカルバートの隅角部に圧着力を導入した接合工法の開発, コンクリート工学年次論文集, Vol.39, pp.397-402, 2017
- 3) 松本康資, 松田学, 井形友彦, 日野伸一: 圧着式接合工法を用いた分割式 PCa ボックスカルバート隅角部の正負交番載荷試験に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.41, pp.578-582, 2019
- 4) 渡邊允弘, 松田学, 松本康資, 日野伸一: PCa ボックスカルバートの隅角部に配した各種接合工法の曲げ耐荷挙動, コンクリート工学年次論文集, Vol.38, No.2, pp.607-612, 2016
- 5) 松田学, 日野伸一, 山口浩平, 松本康資, 久野俊文, 渡邊允弘: PC 圧着工法によるプレキャストコンクリート部材接合部の力学的挙動に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.62A, pp.837-883, 2016.3