

圧着式接合工法を用いた PCa ボックスカルバート隅角部の正負交番試験

(株)ヤマックス 正会員 ○松本 康資 正会員 松田 学
大分工業高等専門学校 フェロー会員 日野 伸一
(株)富士ピー・エス 正会員 畠山 繁忠

1. 目的

著者らは、分割式 PCa ボックスカルバートの隅角部に配する接合工法として開発した圧着式接合工法（図 1）の曲げ载荷試験を行い、耐震設計による L2 地震時の設計荷重に対して十分な構造耐力を有するとともに、接合面の開口変位の抑制および荷重除荷後の復元性に優れた工法であることを明らかにした¹⁾。
本研究では、ボックスカルバート隅角部を想定した L 形部材試験体で正負交番载荷試験を実施し、塑性域での変形性能について実験的検討を行った。

2. 実験概要

表 1 に使用材料、図 2 に試験体の形状寸法、図 3 に载荷方法および測定方法を示す。コンクリートは設計基準強度 40N/mm² の示方配合を用いた。鉄筋は頂版および側壁部材の主鉄筋には D16（SD345、8 本/m）、配力筋およびフープ筋には D13 を用いた。側壁部材の上端縁から突出する接合用の高強度鉄筋には D19（SD490、6 本/m）を用いた。载荷方法は渡辺らの研究²⁾を参考に、自己反力で隅角部に正負の曲げモーメントが作用するようにした。

加力は押引ジャッキを用い、L 形部材を開く方向を正载荷（内側引張）、閉じる方向を負载荷（外側引張）とした。载荷パターンは正負に予備加力を行った後、主鉄筋の降伏変位を±1δy とし、以降は±2δy、±3δy と同一変位で 3 サイクルずつ繰返し载荷し、最大荷重の 80% 以下になるまで変位を漸増した。
試験体の降伏変位 δy は、既報の実験結果¹⁾、载荷時の主鉄筋ひずみおよび荷重と载荷変位の測定から正载荷で 13.5mm、負载荷で 9.9mm とした。

3. 実験結果

3. 1 ひび割れおよび変形性能

図 4 にひび割れおよび破壊性状、図 5 に荷重と载荷変位の関係を示す。1δ 終了時に頂版および側壁のハンチ周辺に曲げひび割れの発生がみられ、5δ 終了時には頂版から突出させた高強度鉄筋の定着プレート近傍からの斜めひび割れの進展拡大が観察された。7δ 終了時では頂版の外側主鉄筋の座屈および被りコンクリートの剥落が認められ、9δ において頂版ハンチ直上のひび割れが貫通して終局状態となった。最大荷重は正载荷で 5δ 時、負载荷で 2δ 時に確認され、7δ 以降で荷重の低下が顕著となった。

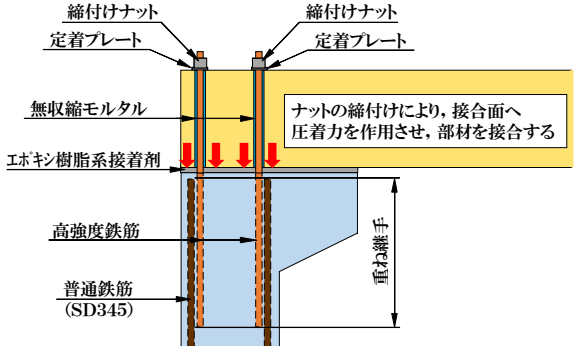


図 1 圧着式接合工法概要

表 1 使用材料

コンクリート		圧縮強度(N/mm ²)		48.7	
材齢：載荷試験日		ヤング係数(kN/mm ²)		31.7	
(材齢：約 6 週)		割裂引張強度(N/mm ²)		2.95	
無収縮モルタル (28 日)		圧縮強度(N/mm ²)		63.1	
鉄筋	区分		降伏点 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	破断伸び (%)
	SD345	D13	406	550	24
		D16	389	535	26
	SD490	D19	527	684	18

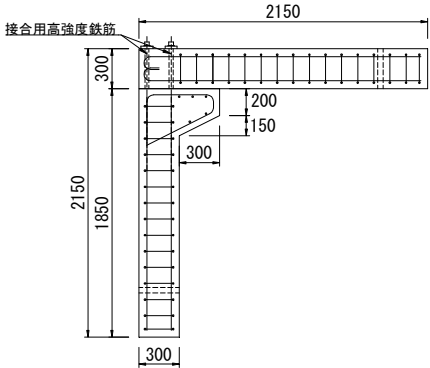


図 2 試験体形状寸法 (単位：mm)

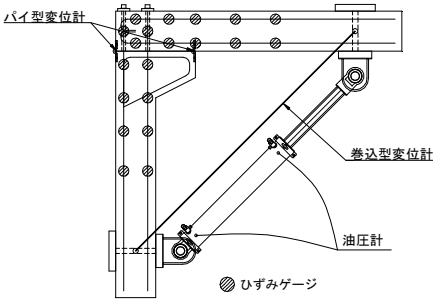


図 3 载荷方法および測定方法

キーワード プレキャストボックスカルバート、隅角部、高強度鉄筋、圧着式接合工法、正負交番载荷

連絡先 〒862-0950 熊本市中央区水前寺 3 丁目 9 番 5 号 (株)ヤマックス 技術本部 TEL 096-383-1675

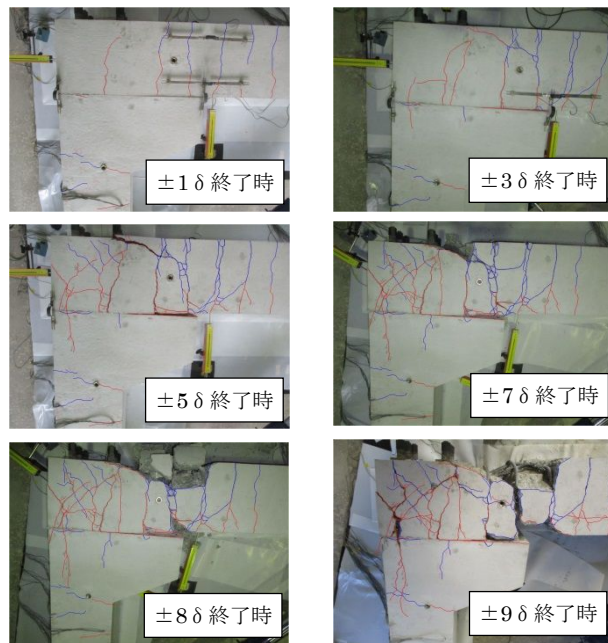


図4 ひび割れおよび破壊状況

図6に履歴吸収エネルギーと塑性率の関係を示す。7δの3サイクル目で履歴吸収エネルギーの顕著な低下が認められており、前述した主鉄筋の座屈による影響と考えられる。

図7に負荷時の主鉄筋ひずみを示す。主鉄筋ひずみは、頂版ハンチ直上で卓越している。圧着式接合工法では、側壁部材から突出させた高強度鉄筋に通常鉄筋の降伏強度(345N/mm²)を残して、これを超える高強度領域を接合面の圧着力として導入するために隅角部の主鉄筋ひずみは小さくなっており、圧着力の効果が小さい頂版ハンチ近傍で塑性ヒンジが形成されることがわかった。

3. 2 接合面の開口変位

ボックスカルバートの耐震設計を行った場合、負方向の発生曲げモーメントが卓越することから、負荷時の開口変位の抑制が重要となる。図8に各載荷ステップの開口変位を示す。ボックスカルバート隅角部に圧着式接合工法を適用することによって、負荷時の開口変位が抑制されることを確認した。

4. まとめ

- 1) 7δ終了時に頂版外側主鉄筋の座屈および被りコンクリートの剥落が認められ、9δで頂版ハンチ直上のひび割れが貫通して終局状態となった。
- 2) 隅角部の主鉄筋ひずみは小さく、圧着力の作用が小さい頂版ハンチ近傍で塑性ヒンジが形成されていることがわかった。
- 3) ボックスカルバート隅角部に圧着式接合工法を適用することによって、負荷時の開口変位が抑制されることを確認した。

参考文献

- 1) 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, No.2, pp.397-402, 2017
- 2) 渡辺博志, 川野博隆: L型RC隅角部の強度と変形特性に関する検討, 土木学会論文集, No.662/V-49, pp.59-73, 2000

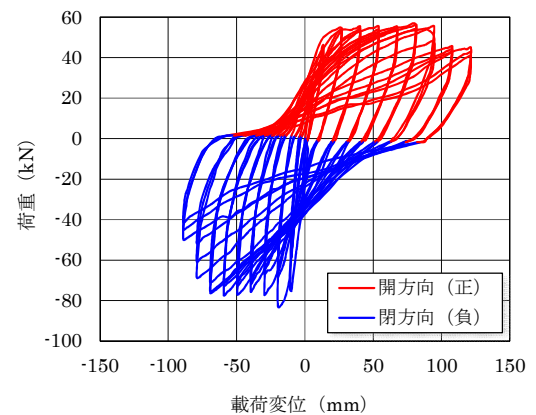


図5 荷重と載荷変位の関係

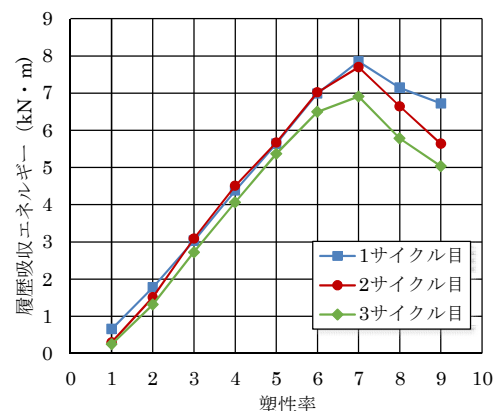


図6 履歴吸収エネルギーと塑性率の関係

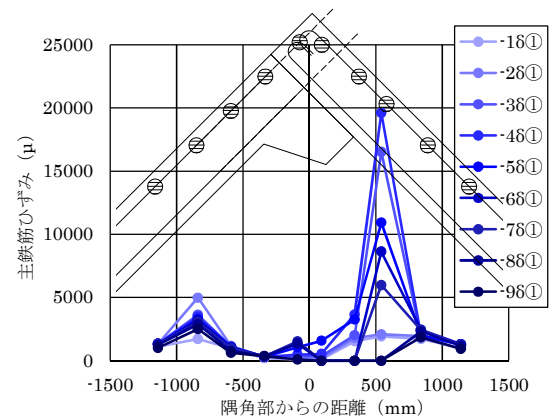


図7 負荷時の主鉄筋ひずみ (1サイクル目)

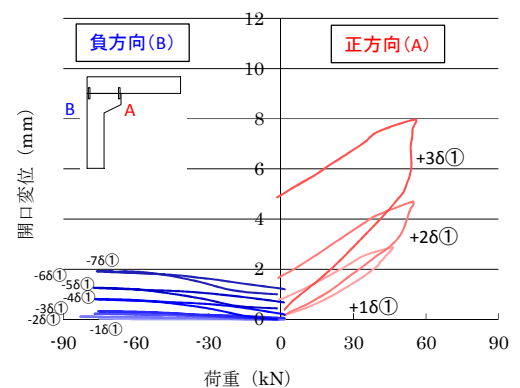


図8 各載荷ステップの開口変位 (1回目)