

梁の曲げ性状が支配的な PC 十字形部分架構の耐震性能に関する研究(その 2 実験結果)

正会員 ○矢島 龍人 1*
同 北山 和宏 2**

プレストレストコンクリート 付着
塑性ヒンジ長さ 残留変形 残留ひび割れ幅

1. はじめに

本稿では(その 1)に続き、PC 十字形部分架構の梁主筋の付着性状、塑性ヒンジ長さ、残留変形、および残留ひび割れ幅について調査した。

2. 梁主筋の接合部内付着性状

図-1 に梁主筋に D19(SD345)を使用した Y-2 と梁主筋に D13(SD295A)を使用した Y-4 の梁主筋の接合部中央 1/3 区間(区間長 110mm)の付着応力度と層間変形角関係を示す。図中の●と□はそれぞれ最大付着応力度時および最大層せん断力時を示す。Y-2 は最大層せん断力以前に付着強度(正負加力平均で 15MPa)に達し、それ以降付着劣化したのに対し、Y-4 は最大層せん断力以降も付着応力度が上昇して付着劣化せず、付着良好であった。梁主筋に D13 を使用した Y-1, Y-3 も Y-4 と同様に付着良好であった。このため、Y-2 は逆 S 字形の履歴ループを描き、梁主筋の付着劣化が梁付け根コンクリートの圧壊を誘発して耐力低下したのに対して、他の 3 体は紡錘形の履歴ループを示し、最大層せん断力以降に梁主筋が座屈・破断した。

3. 梁の塑性ヒンジ

3.1 梁のひび割れ幅分布と梁主筋のひずみ分布

図-2 に Y-1 の片側の梁の部材角 3.2%(層間変形角 3%に対応)におけるひび割れ図と梁部材角 1.0%~4.3%(層間変形角 1%~4%に対応)までの载荷ピーク時のひび割れ幅分布と梁主筋ひずみ分布を示す。ひび割れ幅はクラックスケールを用い、梁主筋位置で測定した。梁危険断面からの距離が 0.5D(D は梁せいで 400mm)以上の区間には、ひび割れ幅が 0.1mm 以下の小さなひび割れが発生し、梁部材角が増加してもひび割れ幅はほとんど増加しなかったのに対し、0.5D 以内に発生したひび割れは梁部材角の増加とともにひび割れ幅も増加した。梁主筋は梁危険断面近傍から降伏し始め、最終的に梁危険断面からの距離が 0.5D の位置まで降伏した。他の試験体も Y-1 と同様に 0.5D 以内のひび割れ幅が増加し、同区間で梁主筋が降伏した。全試験体で梁部材角の増加とともにひび割れ幅が増加する領域と引張側梁主筋が降伏する領域は一致し、その長さは 0.5D であった。

3.2 梁の変形に占める 0.5D 区間の回転変形

図-3 に梁の変形に占める梁危険断面から 0.5D までの区間の回転変形の割合と梁部材角関係を示す。0.5D 区間

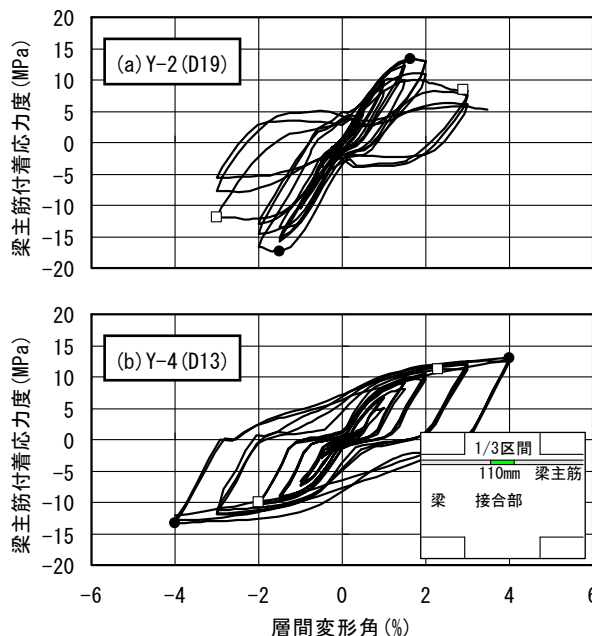


図-1 梁主筋接合部中央付着応力度

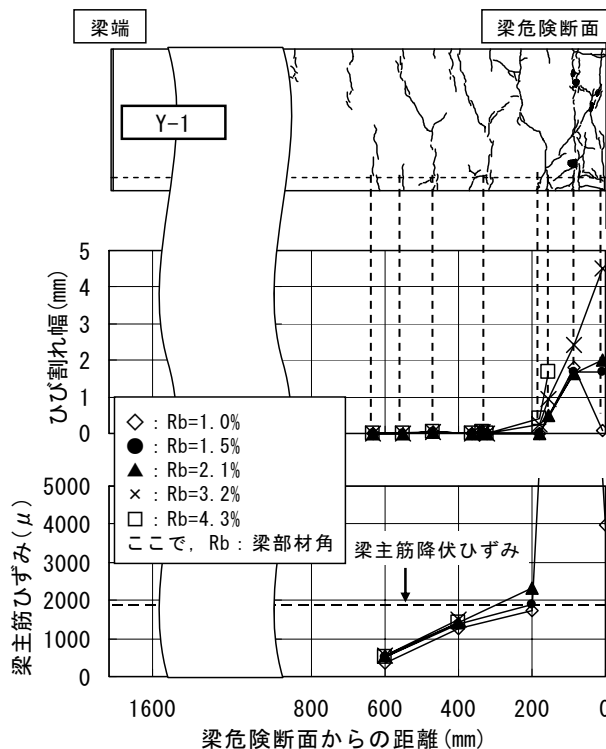


図-2 梁のひび割れ幅分布と梁主筋ひずみ分布

の回転変形は梁横面に取り付けた変位計の計測値を用いて算出した。梁の変形に占める割合は梁部材角 2%程度まで増加するが、それ以降はあまり増加しなかった。梁部材角 3%(梁の最大耐力程度時)における梁の変形に占める割合は 80~90%で、同区間の変形が梁全体の変形の大部分を占めた。また、その割合は Y-1 が最大で Y-2 が最小となった。これは、Y-1 は他の試験体より、曲げひび割れの発生範囲が狭かったのに対し、Y-2 は曲げひびわれと曲げせん断ひびわれが一番多く、ひび割れが広範囲に分散したためである。

4. 残留変形と残留ひび割れ

4.1 残留変形率—梁部材角関係

図-4 に梁の残留変形率と部材角関係を示す。正負のピーク時梁部材角の和に対する正負の残留梁部材角の和の比を残留変形率とした。全試験体で梁部材角 0.1%~0.4%では残留変形率はほぼ一定で、梁主筋の降伏以降梁部材角の増加とともに残留変形率が増加した。プレストレス率 λ が最小の 0.45 である Y-2 の残留変形率が一番大きく、プレストレス率 λ が最大の 0.79 である Y-4 の残留変形率が一番小さくなり、プレストレス率 λ の増加とともに残留変形が減少した。

4.2 残留ひび割れ幅とピーク時ひび割れ幅

図-5 に各加力サイクルで測定した全ての曲げひび割れの荷重ピーク時と除荷時におけるひび割れ幅の関係を示す。図中の直線は測定した点を試験体ごとに線形近似したもので、相関係数は 0.85~0.99 で相関が強い。RC 造では残留ひび割れ幅はピーク時の 0.5 倍¹⁾とされる。プレストレス率 λ が最小の 0.45 である Y-2 では残留ひび割れ幅がピーク時の 0.56 倍で RC 造での関係と近い値を示すが、プレストレス率 λ が最大の 0.79 である Y-4 では残留ひび割れ幅がピーク時の 0.14 倍で、プレストレス率 λ が大きくなるほど、ピーク時に対する残留ひび割れ幅の比が小さくなった。

5. まとめ

- (1)梁主筋に D19 を使用した試験体は付着劣化し、履歴ループのピンチ化と梁端コンクリートの圧壊を誘発した。
- (2)全試験体で梁部材角の増加とともに梁危険断面から 0.5D 以内のひび割れ幅が増加し、同区間の梁主筋が降伏し、同区間の回転変形が梁の変形の大部分を占めた。
- (3)梁の残留変形と残留ひび割れ幅はプレストレス率 λ に影響され、プレストレス率 λ が大きくなるほど残留変形が小さくなり、荷重ピーク時に対する除荷時の曲げひび割れ幅の比は、プレストレス率 λ が 0.45 では RC 造と同様の 0.5 程度であったが、プレストレス率 λ が 0.79 ではその比は 0.14 であった。

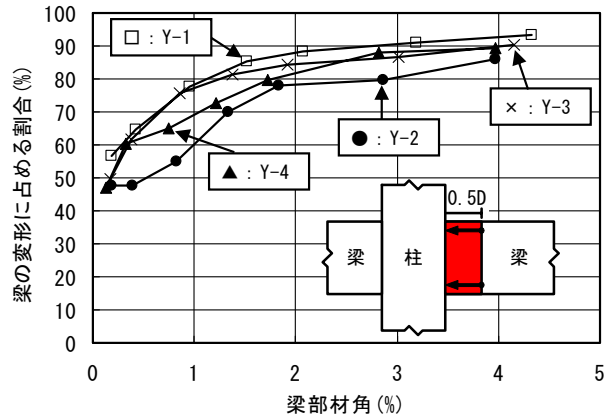


図-3 梁の変形に占める 0.5D 区間の変形の割合

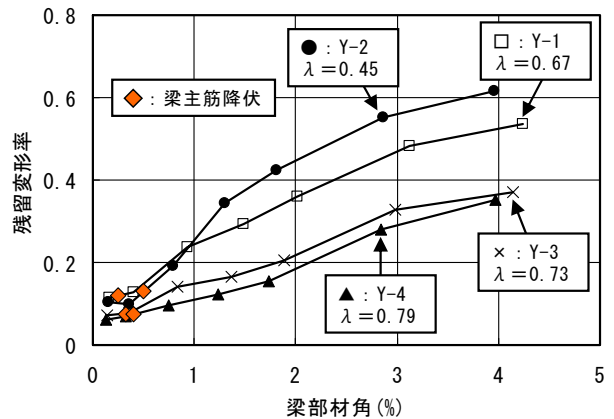


図-4 残留変形率—梁部材角関係

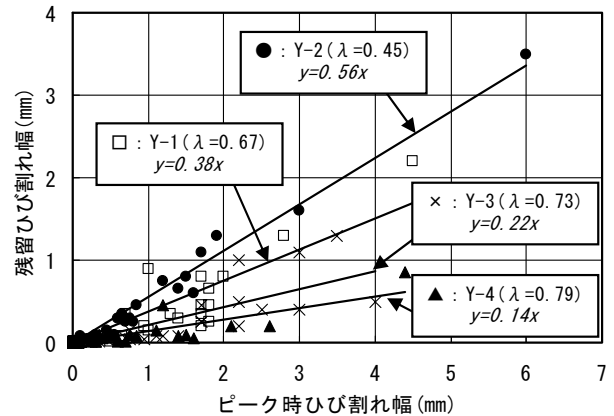


図-5 残留ひび割れ幅—ピーク時ひび割れ幅関係

謝辞 本研究の一部は JSPS 科学研究費補助金・基盤研究 C により行った。本研究の実施にあたり、東京鐵鋼(株)に鉄筋を提供して頂いた。また、(株)ピーエス三菱および見波進先生(首都大学東京)にご指導・ご協力を頂いた。ここに記し謝意を表す。

参考文献

- 1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の耐震性能評価指針(案)・同解説，2004

* 1 大成建設(株) 設計本部 修士(工学)

** 2 首都大学東京 都市環境科学研究科建築学域教授 工博

* 1 Design Division, Taisei Corporation, M.Eng

** 2 Professor, Tokyo Metropolitan University, Dr.Eng