

PC 鋼材で橋脚付け根を巻き締めする高じん性化技術

技術本部	技術研究所	久保明英
技術本部	土木技術第一部	鈴木宣政
東京土木支店	PC事業部	村井伸康

1. はじめに

高じん性鉄筋コンクリート構造の配筋合理化技術に関する共同研究に参加し、PC 鋼材で橋脚付け根を巻き締めする高じん性化技術の研究を行っている。一連の試験を実施して、高じん性化のメカニズムを解明し、より効果的な高じん性化技術を開発するのが目的である。PC 鋼材で橋脚付け根を巻き締めする高じん性化技術は、新設橋脚に適用することを主に開発しているが、既設橋脚の補強にも適用可能である。PC 鋼材を用いた方法の優位性を示すには、より高い緊張力で巻き締めることが、より大きい高じん性化効果を生むことを示す必要がある。

本研究では、土木研究所の30MN 載荷試験機を用いて、高さ1500mm、断面寸法 500mm の柱状供試体の一軸圧縮強度試験と、動的アクチュエータジャッキ 2 軸載荷試験装置を用いて、総高 6400mm、断面寸法 1200mm の橋脚模型の正負交番載荷試験を行った。PC 鋼材の導入緊張力は弾性限界内の最大力及び 1/2 としている。実験の概要を紹介する。

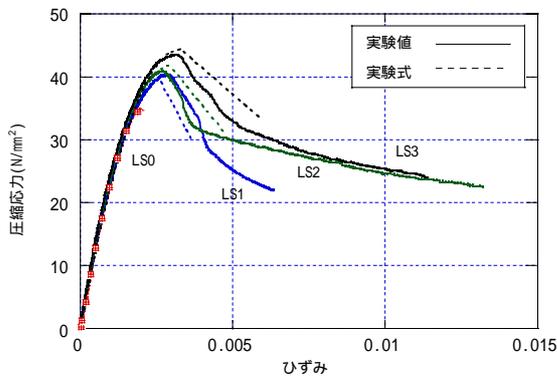
2. 一軸圧縮強度試験

角柱供試体及び円柱供試体の応力 - ひずみ関係を図-1、図

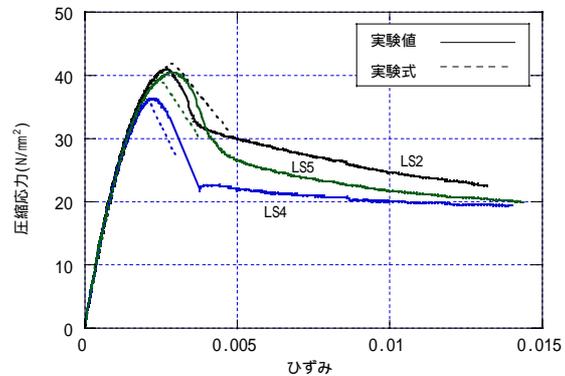


写真-1 一軸圧縮強度試験の状況

-2 に示す。角柱供試体では、最大圧縮応力を過ぎた直後に、急傾斜で応力が下降する応力下降域と、次の傾斜の緩やかな応力収束域の 2 段階の挙動を示した後、座屈した軸方向鉄筋を抑えていた PC 鋼棒が破断して終局に至る。円柱供試体では、明確な応力下降域は見られず、緩やかな応力低下を示した後、座屈した軸方向鉄筋を抑えていた PC 鋼より線が破断して終局に至る。

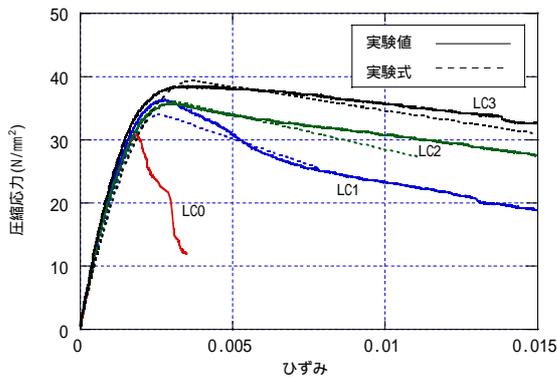


(a) 体積比をパラメータとした供試体

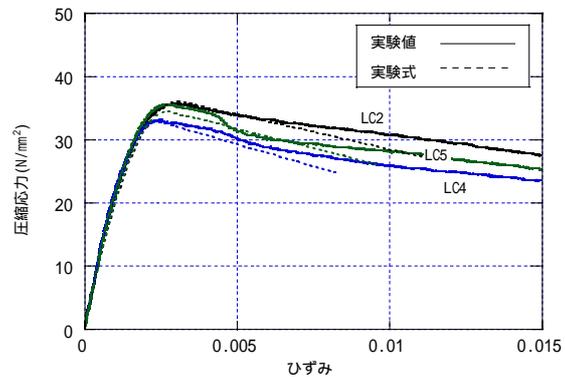


(b) 緊張力をパラメータとした供試体

図-1 角柱供試体の応力 - ひずみ関係



(a) 体積比をパラメータとした供試体



(b) 緊張力をパラメータとした供試体

図-2 円柱供試体の応力 - ひずみ関係

PC 鋼材で鉄筋コンクリート柱状体を巻く方法の最大圧縮応力を高める効果については、無拘束供試体 (LS0, LC0) と、PC 鋼材を巻くが緊張力は導入していない供試体 (LS4, LC4) とを比較して、後者の最大圧縮応力が増加していることから確認できる。PC 鋼材に緊張力を導入することで、さらに最大圧縮応力を高められることについては、PC 鋼材に緊張力を導入していない供試体 (LS4, LC4) と、緊張力を導入した供試体 (LS5, LC5) を比較して、後者の最大圧縮応力が増加していることから確認できる。なお、緊張力を導入した供試体 (LS5, LC5) とその2倍の緊張力を導入した供試体 (LS2, LC2) とを比較して、角柱供試体、円柱供試体共に最大圧縮応力が同程度であり、導入緊張力による差異がなかったが、この理由については、円柱供試体では、最大圧縮応力となったときの、曲率による PC 鋼材の曲げ応力と引張り応力との合成応力が、降伏応力を超えているため、PC 鋼材の緊張力による拘束力は、LC5 と LC2 両供試体共に同じであったと考えられる。PC 鋼材で鉄筋コンクリート柱状体を巻き締めする方法が、最大圧縮応力以降の急激な耐力低下を抑制する効果を有していることについては、特に円柱供試体の試験結果で明確に確認できる。

3. 正負交番载荷試験

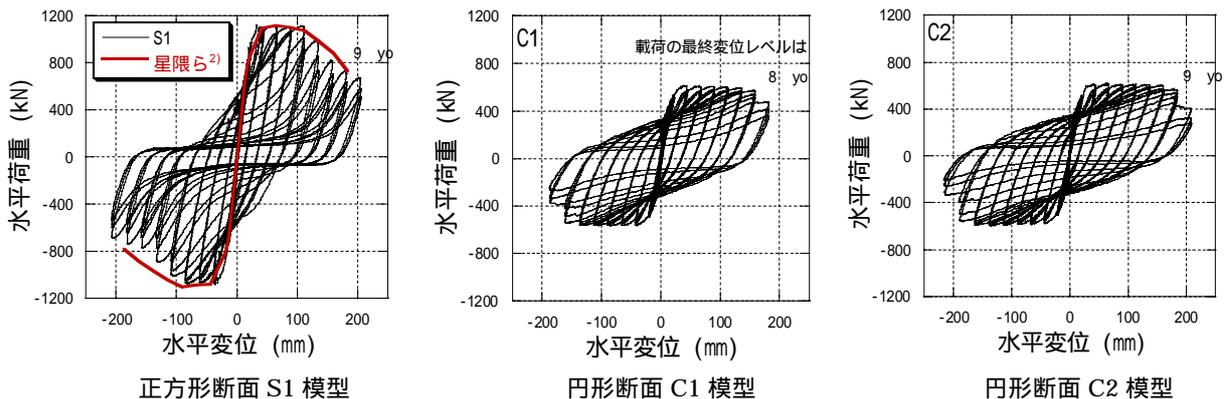


図-3 水平荷重 水平変位の履歴曲線

S1 模型は 1200×1200 mm の正方形断面、C1, C2 模型は 1200 mm の円形断面、脚基部から荷重点までの高さは 4800 mm である。軸方向鉄筋は、S1 模型では D19 を 50 mm 間隔で 88 本、C1, C2 模型では D16 を 60 mm 間隔で 60 本配置しており、軸方向鉄筋比は S1 で 1.75% 、C1, C2 で 1.05% である。

塑性ヒンジ領域に相当する、脚基部から約 1200 mm (1D) の区間を試験対象区間とし、この区間内では帯鉄筋は全く無く、緊張力を導入した PC 鋼材のみで横拘束した状態となっている。正方形断面 S1 模型は、PC 鋼棒 11 mm を、 250 mm 間隔で、躯体の内部に芯かぶり 30 mm で配置し、降伏強度の 0.45 fpy (50 kN/本) で緊張している。中間帯鉄筋として D10 を有効長 375 mm で配置している。円形断面 C1, C2 模型は、PC 鋼より線 1S9.5-SWPR7BL を、 75 mm 間隔で、躯体の表面に配置し、C1 模型で 0.28 fpy (13.8 kN/本)、C2 模型で 0.57 fpy (27.5 kN/本) で緊張している。

正負交番荷重試験は、土木研究所の荷重試験装置を用いて行った。橋脚を横に寝かせた状態で、1 台のアクチュエータージャ



写真-2 正負交番荷重試験の状況

ッキで死荷重反力に相当する軸力荷重を負荷しながら、もう 1 台の動的アクチュエータージャッキで交番水平変位を与える。死荷重反力相当荷重は、応力で 0.98 Mpa、軸力で 1413 kN とした。1 サイクルの交番水平変位の荷重を行い、各荷重毎に強制水平変位量を増加させ、部材が降伏する変位 y_0 を測定した。降伏後は、 y_0 の整数倍の変位を 3 回ずつ正負交番荷重した。

図-3 の水平荷重 水平変位の履歴曲線を観察する。正方形

断面 S1 模型では、 $4 y_0$ の荷重以後、水平耐荷重が低下し始めるのに対し、円形断面模型では、C1 模型で $7 y_0$ 、C2 模型で $8 y_0$ と、軸方向鉄筋の破断が始まるまで、水平耐荷重が低下しないのが特徴的である。PC 鋼より線を巻き締めた円形断面 C1 模型の終局は $7 \sim 8 y_0$ 、2 倍の緊張力で締めた円形断面 C2 模型の終局は $8 \sim 9 y_0$ であり、巻き締めする緊張力を大きくすることで、終局が $1 y_0$ 延びている。 $8 y_0$ $9 y_0$ の延びは、変形 200 mm の 3 回の荷重であり、吸収エネルギーで考えると、大きい差と言える。

謝辞

本研究は、独立行政法人土木研究所、(財)土木研究センター、他民間5社による「高じん性コンクリート構造の配筋合理化技術に関する共同研究」の一環として実施したものである。円形断面の実験はピーエス三菱、正方形断面の実験は三井住友建設が実施した。ここに、関係各位に感謝の意を表する次第である。

Key words: 高じん性化, PC 鋼材, 橋脚付け根, 巻き締める