

傾斜型ループ継手の引張試験におけるひずみ分布の画像相関法による考察

九州大学大学院

学生会員 緒方麟太郎

九州大学 学生会員 Munguntsetseg Munkhtushig

大分工業高等専門学校

正会員 山本 大介

九州大学大学院

正会員 佐川 康貴

(株) 富士ピー・エス

正会員 畠山 繁忠

1. はじめに

我が国では現在、高速道路の床版取替工事が各地で行われており、それに伴い床版のプレキャスト（以下PCa）化も進んでおり、様々な種類の継手が開発されている。ループ継手は国内で実績があり、間詰部の幅が小さいという特徴がある一方、ループ鉄筋の最小曲げ内直径の制限のため、床版厚が大きくなるという欠点がある。そこで提案された傾斜型ループ継手は、ループ鉄筋を傾斜させて配筋することで、床版厚を低減する技術である。本研究では、傾斜型ループ継手を模擬した試験体を用いて引張載荷試験を行い、傾斜型ループ継手の性能を従来型と比較した。また、試験体の表面ひずみを画像相関法によって視覚的に示し、両者の違いを検討した。

2. 試験体概要

試験体の形状寸法を図-1に示す。試験体は文献¹⁾を参考に作製した。ループ鉄筋の傾斜が 90° の試験体を90-220、 60° の試験体を60-204とした。90-220について、床版厚は220mmであり、高速道路の床版取替工事で定められた最小厚さである²⁾。60-204の床版厚は204mmであり、傾斜によって床版厚が低減さ

れている。各試験体2体ずつ作製した。また、中央の間詰部の幅は300mmであり、上下はPCa部を模擬した。先にPCa部を打設し、十分にコンクリート強度が発現した後に間詰部を打設した。

使用したコンクリートは普通ポルトランドセメントを用いたコンクリート（試験時の継手部の圧縮強度 $34\sim 37\text{N/mm}^2$ 、PCa部の圧縮強度 $34\sim 37\text{N/mm}^2$ ）である。使用した鉄筋について、ループ鉄筋はD19、横方向鉄筋はD13の鉄筋を使用した。

3. 試験方法

写真-1に試験状況を示す。コンクリート部の外に突き出たループ鉄筋を接合治具で固定し、PC鋼棒を反力台に貫通させ、油圧ジャッキによって載荷した。載荷は終局まで荷重を漸増させた。

また本研究では、ひずみの面的な分布を視覚的に捉えるため、画像相関法を用いて解析した。画像相関法の解析精度の妥当性は同一機関で確認されている。画像相関法を実施するにあたり、試験時20kNごとに専用ソフトで試験体上面を撮影した。撮影した画像の画素数は 2048×2048 ピクセルであり、サブセットは 25×25 ピクセルである。

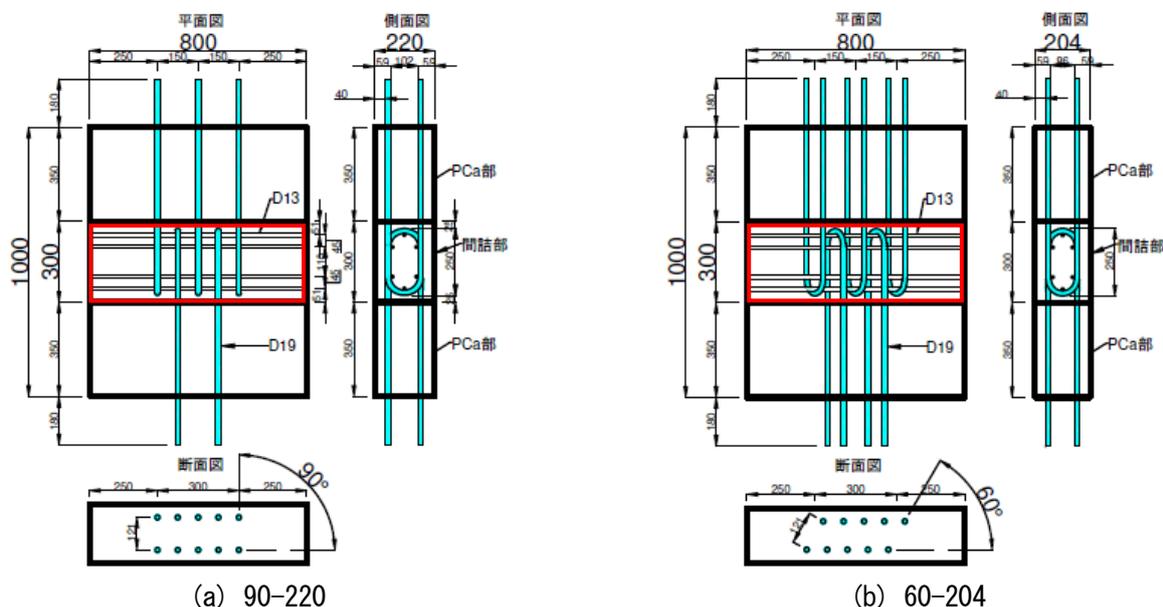


図-1 試験体形状寸法（赤囲み部：画像相関法解析範囲）（単位：mm）

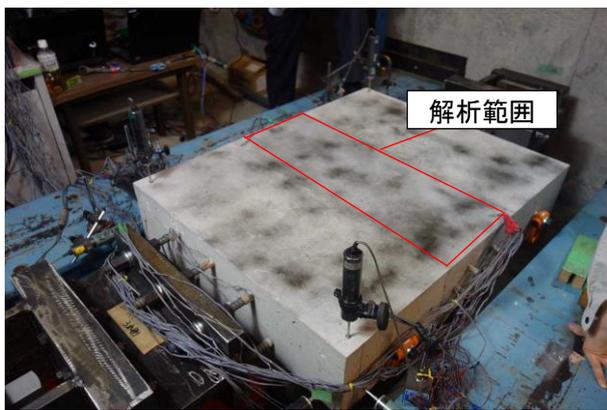
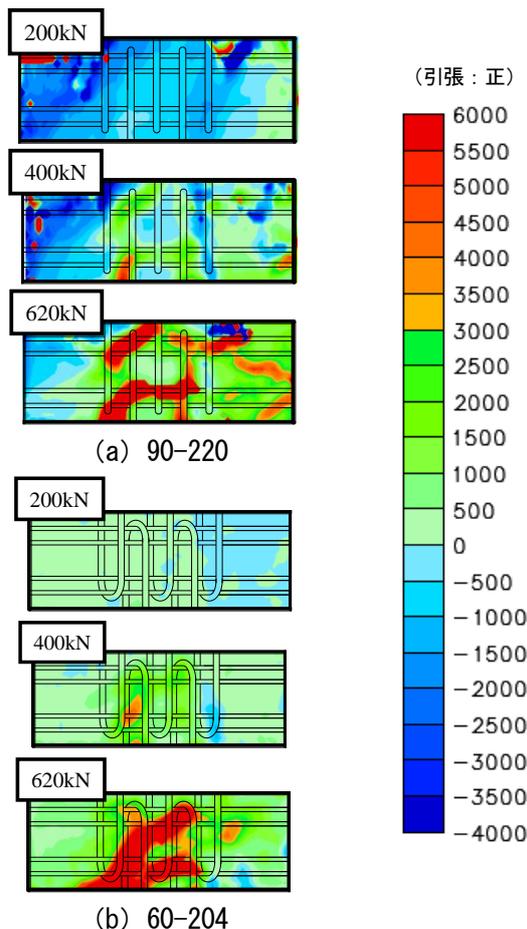


写真-1 試験状況

図-2 画像相関法による表面主ひずみ分布
(上から 200, 400, 620kN 時, 単位: μ)

4. 結果および考察

最大引張荷重は、2体の平均で 90-220 が 759.6kN、60-204 が 746.1kN であった。60° までのループ鉄筋の傾斜による最大荷重の低下はほとんどないことが確認された。

図-2に、画像相関法による各試験体の主ひずみ分布の変化を示す。図は各試験体とも上から 200kN、400kN、620kN (ループ鉄筋が降伏し、その継手の耐力

とされる荷重) 時のものである。正が引張ひずみ、負が圧縮ひずみである。

まず、200kN 時点では 90-220 は圧縮ひずみ領域が大半を占めているのに対し、60-204 は引張領域の面積の方が大きい。次に 400kN 時点でいずれの試験体も継手内部に引張ひずみが集中的に発生していることが分かる。さらに 620kN 時では特に 60-204 については 90-220 と比べるとより広い範囲で引張ひずみが生じている。620kN 時点で 90-220 は圧縮領域がわずかに確認されるのに対し、60-204 はほとんどが引張領域である。ループ継手は、隣り合うループ鉄筋同士で反対方向の引張力が生じることにより抵抗する³⁾が、ループ鉄筋を傾斜することで互いの抵抗する面積が減少するため⁴⁾、90-220 より大きい引張ひずみが継手内部で生じたと考えられる。継手内部の力学挙動と合わせて考えても図-2のひずみ分布は妥当であり、画像相関法によるひずみ分布の変化を良い精度で追跡できた。

5. 結論

傾斜型ループ継手の引張荷重試験を実施し、画像相関法による検討を行った。以下の知見が得られた。

- 1) ループ鉄筋を 60° に傾斜配置したことによる耐力の低下はなかった。
- 2) 620kN (継手の耐力) 時点での傾斜型ループ継手と従来型ループ継手のひずみ分布の違いを視覚的に把握することが可能であった。

参考文献

- 1) Henrik B.Joergensen, Linh C.Hoang : Tests and limit analysis of loop connections between precast concrete elements loaded in tension, Engineering Structures, Vol.52, pp.558-569, 2013
- 2) 東日本, 中日本, 西日本高速道路株式会社 : 設計要領第2集橋梁保全編, 2017.7
- 3) 中村定明, 三浦尚 : RC ループ継手の力学挙動に関する基礎的研究, 土木学会論文集, Vol.65, pp.17-26, 2004
- 4) 緒方麟太郎, 畠山繁忠, 濱田秀則, 佐川康貴 : 傾斜型ループ継手の引張耐力に関する実験的および解析的検討, 第30回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム, 2021.10