

頭付きスタッドの挙動に着目した合成桁の実験研究

宇都宮大学 学生員 ○ NGUYEN VAN DUONG
フェロー会員 中島 章典
学生員 岡崎 康幸

1. はじめに

鋼コンクリート合成桁は、鋼桁とコンクリート床版を頭付きスタッド（以下、スタッドと呼ぶ。）などのずれ止めで結合させた複合構造である。既往の研究において、合成桁試験時のスタッドのずれ変位やスタッドのひずみを計測した事例もある¹⁾が、スタッド試験方法は一般に押抜き試験によって評価される²⁾。しかし、押抜き試験体のスタッドの挙動が合成桁中のスタッドの挙動を模擬しているかは必ずしも明確ではなく、また、桁端やスパン中央部など、合成桁中のスタッドの設置位置によって、スタッドの挙動が異なることも予想される。

そこで本研究では、合成桁試験体の載荷実験を行い、スタッドの相対ずれ変位、ひずみのみではなく、スタッド位置における鋼桁とコンクリートの開き変位などを計測した。また、対応する押抜き試験も行い、それぞれの計測結果を詳細に比較し、合成桁中のスタッドの挙動を調べた。

2. 実験概要

本研究に用いた桁試験体は、図-1に示す断面形状をもつ全長 4200mm の合成桁で、コンクリート床版の断面は幅 400mm、厚さ 120mm とした。床板内には、D13 鉄筋を 2 段で合計 8 本桁軸方向に配置し、スターラップ D10 鉄筋を 150mm 程度の間隔で桁軸方向に配置した。ずれ止めとして軸径 16mm、全高 90mm のスタッドを 150mm 間隔で 2 列に配置した。

コンクリート床板下面と鋼桁上フランジ間の相対ずれ変位、開き変位及びスタッド軸方向の変位を計測する位置は図-2に示す。コンクリート打設前にスタッド頭部に径 2mm 深さ 7mm 程度の孔をあけ、そこに径 2mm の丸鋼を固定し、その後、内径 4mm の鋼管をかぶせ、丸鋼の另一端にアクリル板 (15 × 10 × 10mm) を固定した。そしてコンクリート床板とスタッドの頭部間のスタッド軸方向の変位を計測した。実験では 1 点集中荷重を漸増繰り返し載荷し、除荷は荷重が 100, 200, 300, 400, 500kN 及び最大ずれ変位量が 0.6mm 程度の時に行った。載荷荷重が低下した時に載荷終了とした。

桁試験体中のスタッドの挙動と比較するために、図-3に示すような桁試験体のコンクリート床板、鋼桁フランジの幅及び厚さと同一断面で、桁試験体と同じ寸法のスタッドを 2 列 1 段配置した押抜き試験体を 2 体を作製した。測定項目は、せん断力、ずれ変位、H 形鋼とコンクリートブロックの開き、スタッド軸方向変位、スタッドのひずみであり、その計測位置は図-4に示す。載荷方法は、漸増繰り返し

し載荷とし、除荷はずれ変位 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.5, 2.0mm の時に行った。荷重が低下した時に載荷終了とした。また実験に用いた押抜き試験体の特徴とせん断耐力を表-1に示す。

表-1 押抜き試験体の特徴とせん断耐力

試験体名	特徴	せん断耐力 (kN)
PF	固定支持、開止め無し	123
PM	可動支持、開止め有り	91

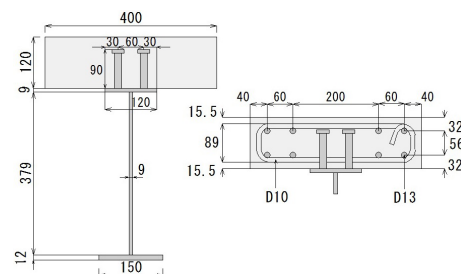


図-1 桁試験断面図及び配筋図 (単位 mm)

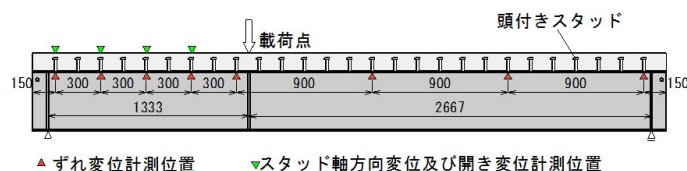


図-2 桁試験体側面図 (単位 mm)

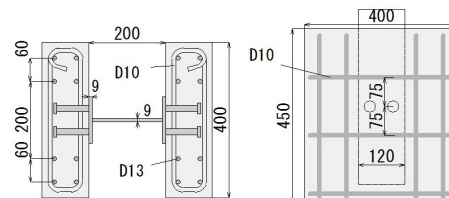


図-3 押抜き試験体詳細

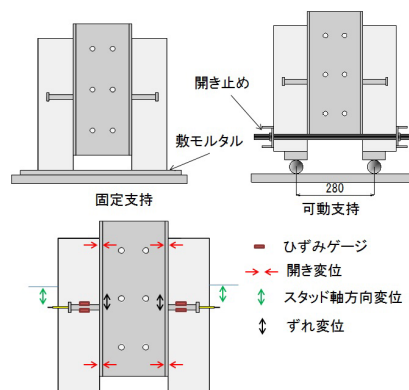


図-4 押抜き試験体の設置方法及び測定位置

3. 実験結果及び考察

図-5は、荷重約 100, 300, 500, 600, 700, 及び 750kN 時の相対ずれ変位の分布を示す。縦軸は相対ずれ変位を、横軸は左支点からの距離を表している。この図から、左支点から載荷点までの着目位置の相対ずれ変位が大きくなっ

Key Words: 複合構造, 合成桁, 頭付きスタッド, 押抜き試験

〒 321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科建設工学コース Tel.028-689-6210 Fax.028-689-6210

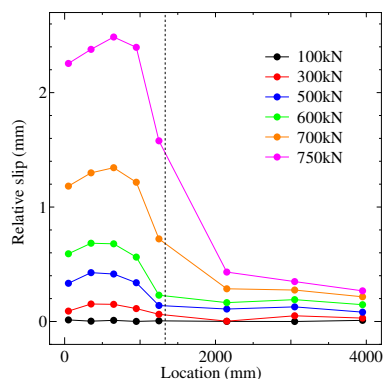


図-5 桁載荷試験における荷重-相対ずれ変位

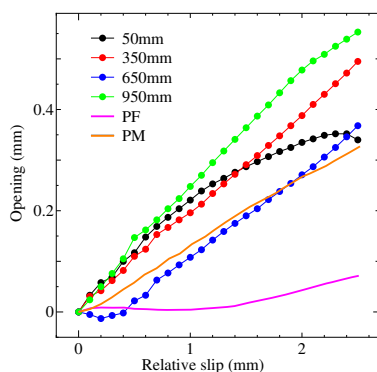


図-6 相対ずれ変位-開き変位

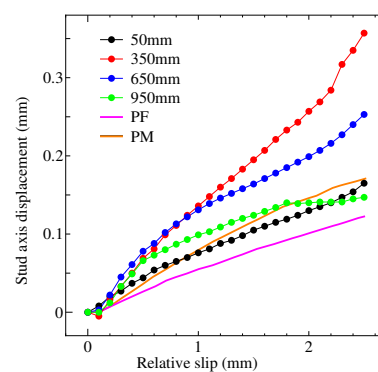


図-7 相対ずれ変位-スタッド軸方向変位

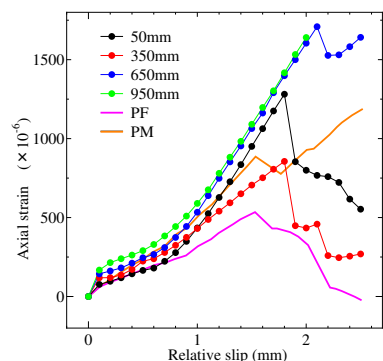


図-8 相対ずれ変位-スタッド軸ひずみ

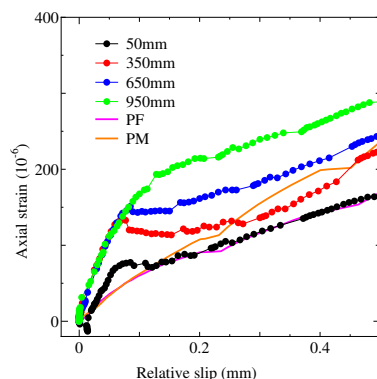


図-9 相対ずれ変位-スタッド軸ひずみ (初期拡大図)

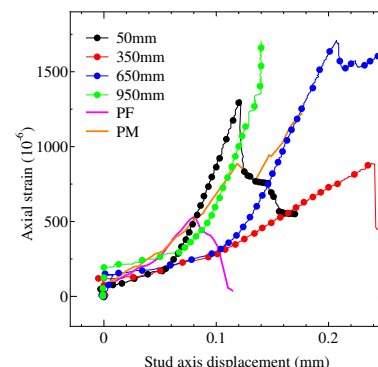


図-10 スタッド軸ひずみ-スタッド軸方向変位

ている。これは左側の方が支点が近いので、水平せん断力が大きいからである。

押抜き試験体及び桁試験体の開き変位-相対ずれ変位関係を図-6に示す。縦軸は開き変位、横軸は相対ずれ変位である。図を見ると、桁試験体の着目位置及びPM押抜き試験体では、相対ずれ変位と共に開き変位が大きくなっている。また、全体的に桁試験体の関係はPM押抜き試験体の関係に近いことが分かる。

図-7はスタッド軸方向変位-相対ずれ変位関係を示す。縦軸はスタッドの軸方向変位、横軸は相対ずれ変位である。図を見ると、桁試験体及び押抜き試験体の結果とも、相対ずれ変位にほぼ比例して、大きくなっている。桁試験体の中でずれ変位が大きい350,650mmの位置で、同じずれ変位に対してスタッドの軸方向変位が大きくなっている。なお、2つの押抜き試験体の関係には大きな差異は見られない。

スタッドの相対ずれ変位とスタッドの頭部から45mm下におけるスタッドの軸ひずみとの関係を図-8に示す。またこの関係のずれ変位の小さい部分を拡大した関係を図-9に示す。縦軸はスタッド軸ひずみ、横軸は相対ずれ変位である。図を見ると、スタッドの軸ひずみもずれ変位と共に大きくなるが、ずれ変位の大きさが1mm程度で両者の関係の傾きが変化している。この理由は、鋼桁が塑性化したためと考えられる。また、ずれ変位が小さい部分に着目すると、ずれ変位が0.1mm以下では、スタッドの位置に関わらずほぼ同様の関係となっているが、ずれ変位が大き

くなるにつれて載荷点から遠い位置のスタッドほど、早く傾きが変化している。なお、全体的にはPM押抜き試験体の関係が桁試験体の関係に近いと言える。

スタッド軸ひずみとスタッド軸方向変位との関係を図-10に示す。縦軸はスタッド軸ひずみ、横軸はスタッドの軸方向変位である。スタッド軸方向変位が増加すると共に、スタッドの軸ひずみも増加するが、スタッド軸方向変位が0.1mm程度でその傾きが変化していることが分かる。その理由も鋼桁が塑性化したためと考えられる。また、この場合にも全体的には桁試験体の関係はPM押抜き試験体の関係に近いと言える。

4. まとめ

本研究では、合成桁試験体の載荷実験を行い、スタッドの相対ずれ変位、ひずみ及びスタッド位置における鋼桁とコンクリートの相対ずれ変位などを計測した。また、対応する押抜き試験も行い、それぞれの計測結果を詳細に比較した。その結果、合成桁中の頭付きスタッドの挙動はPM押抜き試験体と比べ、PM押抜き試験体に近い結果が確認できた。今後は、ここで示した開き変位とスタッド軸ひずみ及びスタッド軸方向変位との関係をさらに詳細に調べ、また合成桁中のスタッド設置位置を変える実験を行い、さらに合成桁のスタッドの挙動を確認する予定である。

参考文献

- 1) 中島 他：ずれ止めの非線形挙動を考慮した不完全合成桁の弾塑性解析，土木学会論文集 No537, pp.97-106, 1996.
- 2) 島 弘：頭付きスタッドのせん断ずれ変位およびスタッド軸方向挙動との関係に及ぼす試験方法の影響，土木学会論文集 A1 (構造・地震工学) Vol. 67, pp.307-319, 2011.