

頭付きスタッドの挙動に着目した合成桁の基礎的研究

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

1. はじめに

合成桁は一般的な橋梁形式であり、また、合成桁に関しては、種々の観点から非常に多くの研究がなされてきている。また、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、合成桁中の配置位置の違いによるスタッドの挙動の差異は必ずしも明らかではない。また、スタッドのせん断力-ずれ変位関係は、一般に押抜き試験によって求められているが、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表しているのかも明らかではない。

そこで本研究では、合成桁試験体の載荷実験を行い、コンクリート床版と鋼桁上フランジ間のずれ変位、スタッドの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床版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比較し、合成桁中のスタッドの挙動を詳細に調べる。

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。床版内には、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。

コンクリート床版下面と鋼桁上フランジ間のずれ変位、開き変位を計測する位置を図-2に示す。また、ずれ変位を計測した側と同じ側のスタッドに、1 列おきに頭部から 45mm の位置にひずみゲージを対面で貼り付けた。また、床版内の鉄筋に、載荷位置および載荷位置から左端へ 300mm の位置にひずみゲージを上下に貼り付けた。実験では 1/3 点に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版、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、H 鋼とコンクリート床版のずれ変位、開き変位、スタッドのひずみなどである。載荷方法は、漸増繰り返し載荷とし、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、コンクリートブロックの設置方法を図-4に示すような固定支持および可動支持として押抜き試験を実施した。固定支持押抜き試験体を PF、可動支持押抜き試験体 PM と表記する。

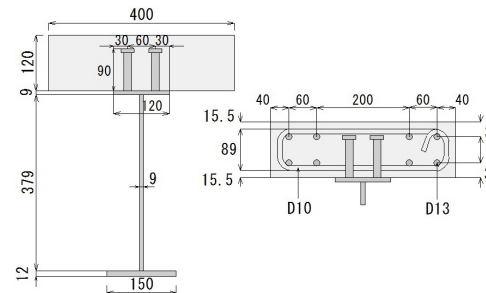


図-1 桁試験断面図及び配筋図 (単位 mm)

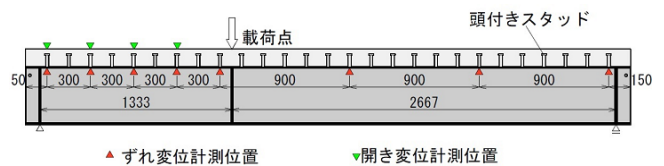


図-2 桁試験体側面図 (単位 mm)

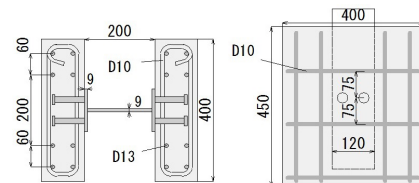


図-3 押抜き試験体詳細

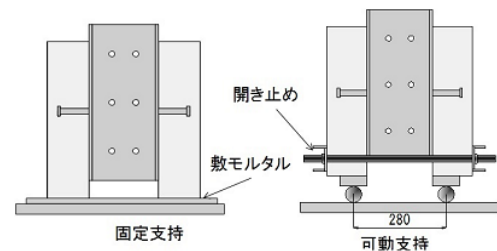


図-4 押抜き試験体の設置方法

3. 実験結果及び考察

図-5は、載荷荷重と載荷点のたわみの関係を示す。図中の縦軸は荷重を、横軸は載荷点のたわみを表している。ここで、完全合成理論に基づく荷重と載荷点のたわみ関係を算出し、その結果は図中の赤線で示している。また、終局荷重は緑線で示す。荷重が 150kN 程度、たわみが 1.9mm 程度までの初期段階では荷重-たわみ関係は線形であり、初期の剛性は合成桁の理論値 (図中の赤線) にほぼ一致している。また、最大荷重はコンクリート上縁が圧壊とした終局荷重 (図中の緑線) に一致している。このことからこの試験体は合成桁の挙動を示していると言える。

次に、荷重約 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700kN 時のコンクリート床版と鋼桁上フランジ間のずれ変位の分布を図-6に示す。縦軸はずれ変位を、横軸は左支点からの距離を表している。なお、載荷点の左右で床版がずれる方向は異なるが、ここではともに床版が外側にずれる方向

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 宇都宮大学大学院工学研究科地球環境デザイン学専攻 Tel.028-689-6210 Fax.028-689-6210

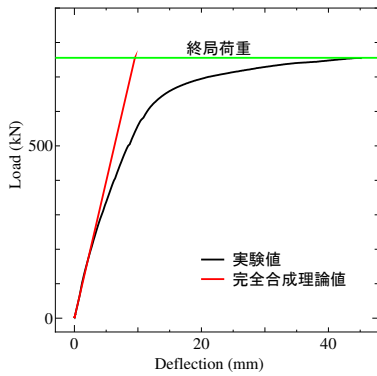


図-5 桁載荷試験における荷重－たわみ

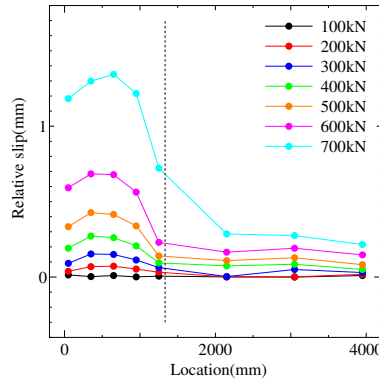


図-6 桁載荷試験における荷重－ずれ変位

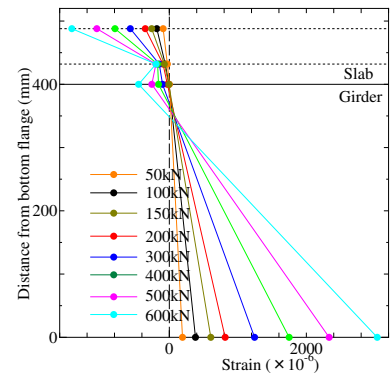


図-7 桁高方向ひずみ分布 (載荷点)

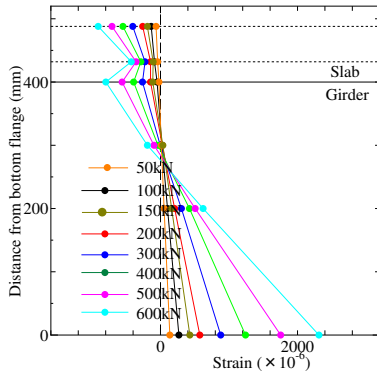


図-8 桁高方向ひずみ分布 (載荷点から左端へ300mm)

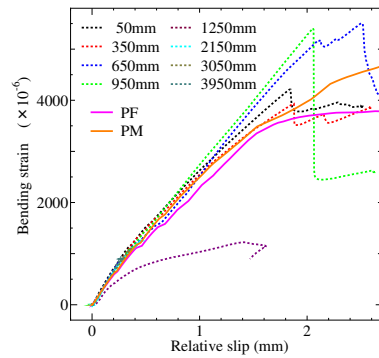


図-9 ずれ変位－スタッド曲げひずみ

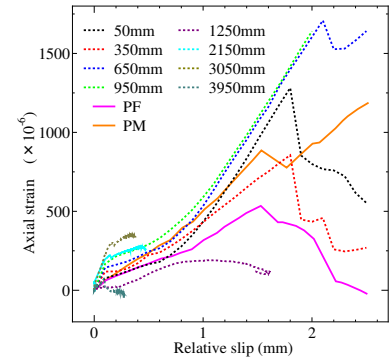


図-10 ずれ変位－スタッド軸ひずみ

を正として表している。荷重が小さい範囲では、せん断力分布に比例して右側位置と比べ、左側位置のずれ変位がほぼ2倍となっている。しかし、破壊に近い範囲では、右側位置と比べ、ずれ変位が2倍以上となった。

荷重約100, 200, 300, 400, 500, 600kN時における桁試験体の載荷点位置の桁高方向ひずみ分布を図-7示す。また、図-8には載荷点位置から左端へ300mmの位置の桁高方向ひずみ分布を示す。図-7, 図-8を見ると、150kNまではコンクリート床版と鋼桁部のひずみ分布の傾きが一致しており、平面保持の仮定が成り立っていることが確認できる。しかし、150kN以上ではコンクリート床版内のひずみ分布の傾きが鋼桁よりも小さくなっており、平面保持の仮定が成り立たない結果となった。これは、図-6のずれ変位分布において、有意なずれ変位が生じた荷重段階に対応している。また、載荷点位置の600kN時の床版内のひずみ分布から、床版下部に引張が作用していることが確認でき、実際に、載荷点位置床版下部にひび割れが確認できた。

また、押抜き試験体及び桁試験体のスタッドの曲げひずみ－ずれ変位関係を図-9に示す。なお、ひずみ測定対象としたスタッドは、ずれ変位を測定した位置と同じ断面に配置した左支点から50, 350, 650, 950, 1250, 2150, 3050, 3950mm位置のスタッドである。図の縦軸はスタッドの曲げひずみを、横軸はずれ変位を表している。図-9から分かるように設置位置によらず、スタッドの曲げひずみとずれ変位はほぼ比例している。載荷点に最も近い左支点から1250mm位置の曲げひずみはずれ変位に対して小さい。これは、図-6に示しているずれ変位の分布からわかるように、この位置のずれ変位が小さいためである。

一方、ずれ変位とスタッドの軸ひずみの関係を図-10に示す。ひずみ測定対象としたスタッドは上記に示したスタッドの曲げひずみ－ずれ変位関係を示したスタッドと同じものである。縦軸はスタッド軸ひずみ、横軸はずれ変位である。図から、ずれ変位が0.1mmまでの範囲で軸ひずみの増加が大きく、初期のスタッドの軸ひずみはずれ変位によるものと考えられる。なお、これらの桁試験体の関係はどちらかといえばPM押抜き試験体の関係に近い。

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床版間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た。その結果、合成桁では、スタッドの設置位置によらず、スタッド曲げひずみやスタッド軸ひずみの挙動はPM押抜き試験体の関係に近いことが分かった。また、ひずみ分布より、荷重が150kN程度では平面保持の仮定が成り立つが、150kN以上では平面保持の仮定が成り立たない結果となった。

本研究の一部は、科学研究費補助金(基盤研究(C), 課題番号22560472)の補助を受けて実施した。ここに記して関係各位に謝意を表します。

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 No.537, 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.