

床版取換えに伴う合成桁の力学性状に関する実験的研究

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

1. はじめに

我が国の合成桁には架設後 30～50 年経過しているものがあり、交通量の増加や雨水などの影響によって RC 床版が損傷したものも多く存在するため、床版を取換えることが必要となる場合もある。床版を取換える場合、高品質で、施工期間の短縮を図れることからプレキャスト床版が多用されている。合成桁にプレキャスト床版を用いる場合、スタッドをグループ配置し、プレキャスト床版にスタッド用の箱抜きを設け、無収縮モルタルなどによって一体化するのが一般的であり、実際には一部ずつプレキャスト床版を設置する場合が多い。しかし、このような施工法を用いた際の合成桁の力学性状を明確にした研究事例はまだ少ない。

そこで本研究では、スタッドが等間隔配置で場所打ち床版合成桁と、スタッドグループ配置で箱抜きを有するプレキャスト床版による合成桁の模型試験体を作製し、単純支持した合成桁の静的載荷試験を行った。また、スパンの 1/2 ずつ床版を設置する試験体も作製し、実験を行った。その結果からプレキャスト床版を用いることによる合成桁の力学性状を詳細に検討した。

2. 実験概要

(1) 試験体

本研究に用いた試験体は、図-1 に示す断面形状をもつ全長 4200mm の合成桁である。ずれ止めとして軸径 16mm、全高 90mm のスタッドを 2 列に配置した。試験体の種類は表-1 に示すようにスタッドの配置間隔及び床版の作製方法の異なる 3 タイプである。RC-UGS では、スタッドを 150mm 間隔で配置し、鋼桁の上に直接コンクリートを打設した。PCa-GS1 及び PCa-GS2 では、図-2 に示すように 6 本ずつグループ配置したスタッドを 550mm 間隔で配置し、別に作製した箱抜きを有するプレキャスト床版を無収縮モルタルによって一体化させた。また、PCa-GS1 では全長にわたるプレキャスト床版を一体化させたのに対し、PCa-GS2 では全長の約半分の長さのプレキャスト床版を 2 つ作製し、半分ずつ一体化させて、床版同士は鉄筋の重ね継手を設け無収縮モルタルによって接続した。

各試験体の支点位置および載荷点位置を図-3、図-4 に示す。載荷時には、試験体を支点間距離が 4000mm となるように単純支持し、支点間 1/3 点に集中荷重を載荷した。載荷方法は漸増繰返し載荷とし、それぞれのサイクルのピーク荷重を 100, 200, 300, 400, 500kN、ずれ止め位置で計測した最大のずれ変位が 0.6mm 程度となる荷重を目安として載荷除荷を繰り返した後、床版が圧壊し荷重が低下するまで荷重を増加させた。なお、試験体 PCa-GS2 については床版半分を一体化させた段階で試験体の弾性範囲での挙動を見るために一度載荷試験を実施したが、このときにはピーク荷重が 100, 200kN となる荷重で載荷除荷を行い、実験を終了した。

載荷実験では、載荷点におけるたわみ、コンクリート床版と鋼桁間のずれ変位、鋼桁及び床版内鉄筋のひずみなどを測定した。載荷点部たわみはダイヤルゲージ型変位計を用いて測定した。コンクリート床版と鋼桁間の水平ずれ変位は図-3 と図-4 に示している位置で、各試験体 8 か所で

表-1 試験体のスタッド配置、床版作製方法

試験体名	スタッド配置	床版	プレキャスト 床版設置
RC-UGS	等間隔配置	場所打ち	-
PCa-GS1	グループ配置	プレキャスト	全体に設置
PCa-GS2	グループ配置	プレキャスト	半分ずつ設置

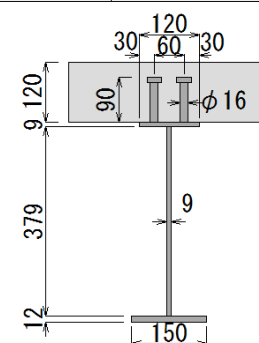


図-1 試験体断面図

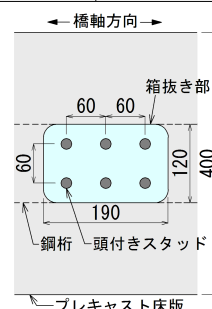


図-2 グループスタッド部上面図

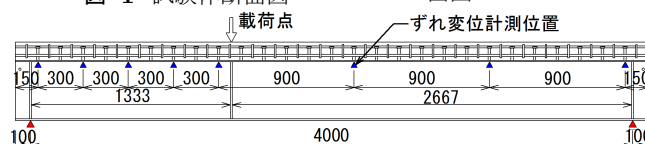


図-3 試験体 RC-UGS 側面図

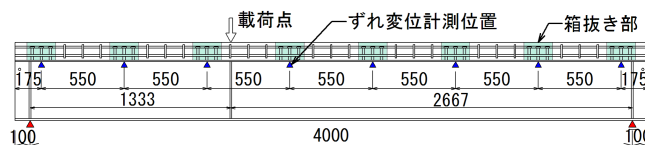


図-4 試験体 PCa-GS シリーズ側面図

計測した。鋼桁及び床版内鉄筋のひずみは断面平面保持を確認するために、図-3、図-4 における載荷点位置から左側に 0, 150, 300, 450mm、右側に 1200, 1800mm の位置の断面において、鋼桁上下フランジとウェブ及び鉄筋にひずみゲージを貼り付け、ひずみを測定した。

載荷試験実施時のコンクリートの圧縮強度及び引張強度はそれぞれ 36.1N/mm²、3.3N/mm²、静弾性係数は 28.0kN/mm² である。また、無収縮モルタルの圧縮強度はそれぞれの載荷試験実施時で計測した結果、PCa-GS1 は 72.0kN/mm²、PCa-GS2 は 1 回目の試験時で 71.7kN/mm²、2 回目の試験時は既設の床版に用いたものは 75.2kN/mm²、打ち足した床版および継手部に用いたものは 57.9kN/mm² であった。

3. 実験結果および考察

載荷点における荷重-たわみ曲線の実験結果を図-5 に示す。PCa-GS1 では荷重 613kN 程度で、載荷点付近の床版にせん断斜めひび割れを生じて急激に荷重が低下した。その後載荷を続け、625kN で最大荷重となった。この原因として、床版設置時に載荷点付近の床版下縁と鋼桁上フランジの間に 1～2mm 程度の隙間があったため、その部分

Key Words: 合成桁 床版取換え プレキャスト床版 グループスタッド

〒 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

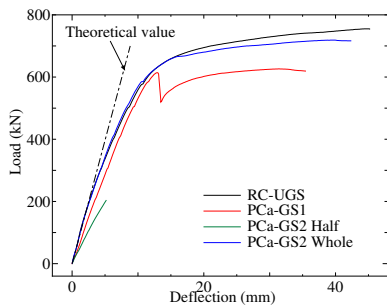


図-5 荷重とたわみ関係

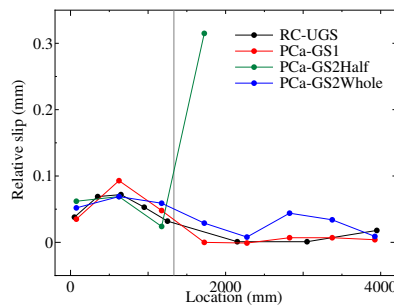


図-6 荷重 200kN 時ずれ変位分布

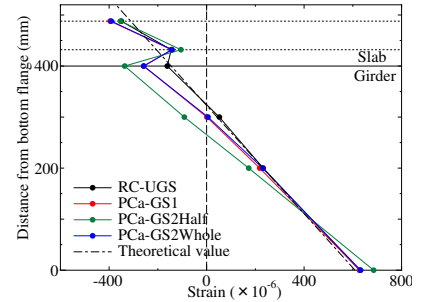


図-7 荷重 200kN 時 載荷点から 150mm 位置の桁高方向ひずみ分布

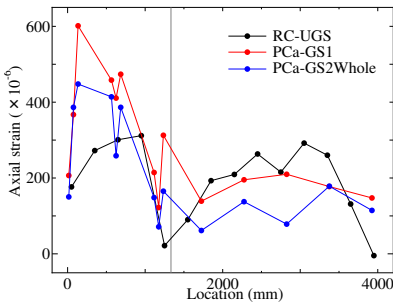


図-8 荷重 600kN 時 スタッド軸ひずみ分布

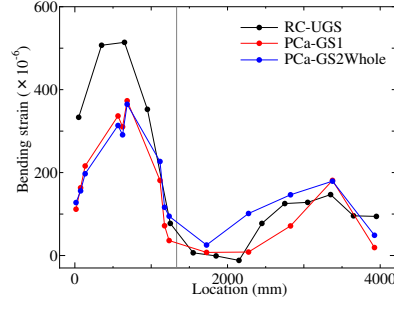


図-9 荷重 300kN 時 スタッド曲げひずみ分布

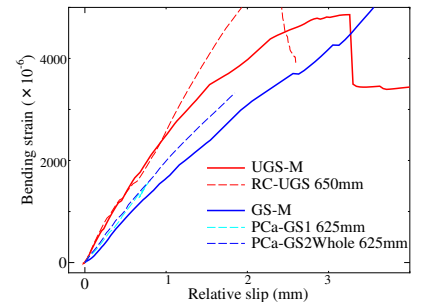


図-10 ずれ変位とスタッド曲げひずみ関係

の床版がせん断破壊した後に隙間が狭まって、その後も荷重が増加したものと考えられる。PCa-GS2Halfは床版の半分を一体化させた状態で実験を行ったものであり、荷重 200kN で実験を終了したが、他の試験体に比べて全体的な曲げ剛性が小さいため、たわみ曲線の傾きが小さくなっていることがわかる。また、PCa-GS2Wholeは床版を打ち足し、全体に床版を配置したものであり、RC-UGSに近い曲線を描いている。このことからスタッドをグループ配置しても場所打ち床版とほぼ同様の挙動を示すことがわかる。

図-6 に荷重 200kN 時における橋軸方向のコンクリート床版—鋼桁間のずれ変位分布を示す。縦軸はずれ変位を表し、横軸は図-3、図-4 における着目点の左側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を正として表している。図より PCa-GS2Half において載荷点の右側の計測点で大きくずれが生じている。この理由は、床版が半分のため載荷点の右側では 1 箇所のグループスタッドのみでせん断力を受け持つためである。

荷重 200kN 時の載荷点から左側に 150mm 位置の桁高方向ひずみ分布を図-7 に示す。理論的に完全合成が成り立つ場合、断面平面保持の仮定によりひずみ分布は直線になるが、それぞれの試験体の鋼桁と床版の境界においてひずみが連続的でなくなっている。これは界面にずれ変位が生じ不完全合成桁としての挙動を示すためだと考えられる。しかし、RC-UGS より PCa-GS シリーズの方が鋼桁と床版の境界での不連続性が大きく、理論値との差も大きい。これは、プレキャスト床版の場合、グループスタッドが配置されていない区間も比較的長く、その部分には鋼桁と床版に付着作用がないため、鋼桁と床版の一体性が場所打ち床版のものに比べて若干劣るためだと考えられる。

図-8 に荷重 600kN 時のスタッドの軸ひずみ分布を示す。図の横軸は橋軸方向の位置、縦軸は各スタッドに 2 枚貼り付けたひずみゲージより得られた軸ひずみを表している。図より載荷点の左側の区間において RC-UGS より PCa-GS シリーズの方が軸ひずみは大きくなる箇所がある。これは、荷重作用に伴ってスタッドのない区間の床版が鋼桁フランジから上に移動しようとする力にグループ配置端部

のスタッドが抵抗するためだと考えられる。

図-9 に荷重 300kN 時のスタッドの曲げひずみ分布を示す。図より PCa-GS シリーズの試験体同士はある程度近い値をとっているが、RC-UGS は特に載荷点の左側において、他の試験体より曲げひずみが大きい。そこで、桁試験及びスタッドの押抜き試験より得られたずれ変位とスタッド曲げひずみの関係を図-10 に示す。図中の凡例で、UGS-M はスタッド 1 段配置、GS-M はスタッド 3 段配置であり、後者はグループスタッドを再現した押抜き試験体を表す。また、合成桁試験体については載荷点の左側に位置するスタッドのうち、代表的なものを示している。各試験体に共通してずれ変位の増加とともにスタッドの曲げひずみが大きくなっていくが、スタッド通常配置の試験体よりグループスタッドの試験体のほうが曲線の傾きが小さいことが確認できる。そのため図-9 において、PCa-GS シリーズより RC-UGS のほうが曲げひずみが大きくなる箇所があると考えられる。

4. まとめ

本研究では、場所打ちの RC 床版、プレキャスト床版による合成桁試験体と、半分ずつプレキャスト床版を取り付けた合成桁試験体の静的載荷試験を行った。その結果、プレキャスト床版を用いた場合、場所打ち床版に比べて断面平面保持の仮定からずれるが、荷重とたわみの関係においては、両者でほぼ同様の挙動を示し、プレキャスト床版を用い、半分ずつ床版を一体化しても場所打ち床版のものと同様に合成桁としての挙動を示すことを確認した。

なお、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。また、太平洋マテリアル株式会社様より無収縮モルタルの材料を提供していただいた。ここに記して関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 土木学会複合構造委員会：複合構造標準方書 2009 年制定，2009.12.
- 2) 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, 1996.4.