

2 径間連続合成桁の負曲げ領域の力学性状に関する実験的研究

金沢大学大学院 学生員 大木 太
宇都宮大学大学院 学生員 浅井 貴幸
トピー工業株式会社 藤井 政美

宇都宮大学 正会員 中島 章典
宇都宮大学 正会員 斉木 功
宇都宮大学 正会員 菅沼 輝人

1. 序論

近年、鋼とコンクリートを用いた合成桁橋が見直されてきているが、連続桁橋として採用する場合、中間支点部の負の曲げモーメントによりコンクリート床版（以下、RC 床版と呼ぶ）に作用する引張力の対処法が問題である¹⁾。

そこで本研究では、負曲げ領域における桁高方向のひずみ分布、RC 床版のひび割れ、ずれなどに着目し、連続合成桁の基本的な力学性状の把握を目的とし、全長にわたり RC 床版の試験体を 2 体製作する（全面 RC 床版 1、2）。さらに、床版のひび割れ対策として、中間支点付近の RC 床版を一部鋼床版に置き換えた試験体を 2 体製作する。このうちの 1 体では、鋼床版のダイヤフラムと RC 床版内の主鉄筋をネジにより完全に固定し（以下、定着タイプと呼ぶ）、もう 1 体では、鋼床版のダイヤフラムと RC 床版内の主鉄筋を全く固定しない（以下、非定着タイプと呼ぶ）。以上の計 4 体の試験体を用いて静的載荷実験を行った。

2. 実験概要²⁾

試験体は図-1 に示すように、1 スパン 2000mm、全長 4200mm の 2 径間連続合成桁とし、断面は図-2 に示す通りとした。また、RC 床版を一部鋼床版に置き換えた試験体において、定着タイプの結合部詳細を図-3 に示す。なお、非定着タイプでは主鉄筋とダイヤフラムが結合されていない。

RC 床版と鋼桁のずれ止めには、軸径 13mm、全高 70mm のスタッドを使用し、支点上より橋軸方向に 100mm 間隔で 2 列に溶植した。載荷方法は左支点からスパン 1/2 点の一点集中載荷とし、各荷重ステップごとに図-1 の右支点における負反力支承の高さ調節を行ない、載荷中の不等沈下による不静定応力の発生を極力防いだ。

3. 実験結果と考察

図-4 に試験体スパン 5/4 点における全面 RC 床版の桁高方向ひずみ分布の、Timoshenko 梁及び Bernolli-Euller 梁を用いて算出した理論値を示す。また理論値は、全断面有効の場合と引張側のコンクリート断面を無視した場合（以下、ひび割れ断面と呼ぶ）の 2 通りについて求めた。太線が Timoshenko 梁を用いた理論値であり、細線が Bernolli-Euller 梁を用いた理論値である。図-4 によると Timoshenko 梁と Bernolli-Euller 梁による桁高方向ひずみ分布の理論値の差は、最大でも 10% 程度であり、せん断変形の影響はさほど大きくないといえるが、以降理論値としては Timoshenko 梁を用いて算出したものを示す。また、図-5～図-7 の理論値の説明は、図-4 中に示すとおりである。

図-5 にスパン 5/4 点における全面 RC 床版の、桁高方向のひずみ分布の実験値と理論値を示す。図-5 より、載荷荷重 100kN 時の実験値（●、▲）は、全断面有効としたときの理論値（実線）とほぼ一致し、この時点では断面平面保持

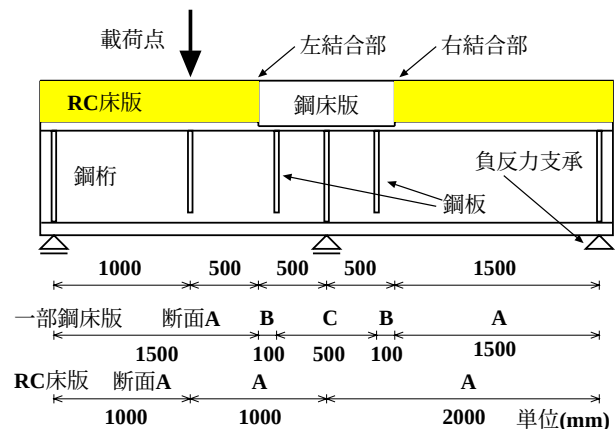


図-1 合成桁試験体

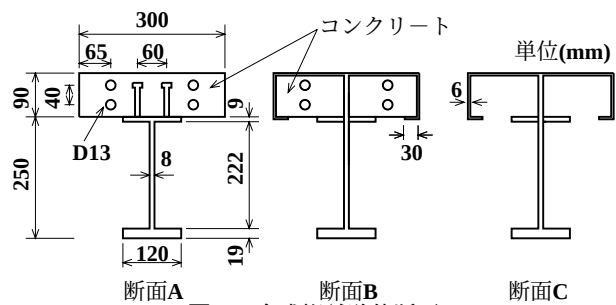


図-2 合成桁試験体断面

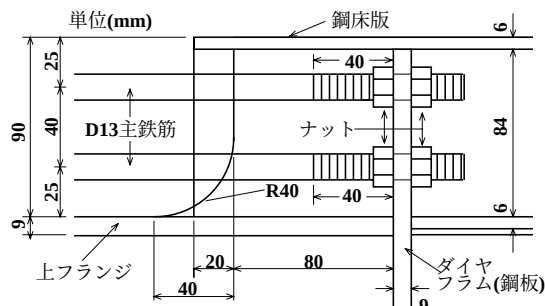


図-3 結合部（定着タイプ）

の仮定が成り立っている。また、載荷荷重 300kN 時には、鋼桁部分での実験値（○、△）が、ひび割れ断面の理論値（一点鎖線）とほぼ一致する。しかし、全面 RC 床版 1 での鉄筋ひずみ（○）は、ひび割れ断面の理論値（一点鎖線）より大きな値を示している。これは、計測点付近に入ったひび割れにより、主鉄筋の応力が大きくなったためであると考えられる。

図-6 に一部鋼床版に置き換えた試験体の、右結合部における桁高方向のひずみ分布を示す。図-6 より、100kN 時に定着タイプでは、全断面有効の場合の理論値（実線）とひび割れ断面の理論値（二点鎖線）の間に、実験値（■）が示されている。また、非定着タイプの実験値（▼）の鋼桁部分においても、同様の傾向がみられる。載荷荷重 300kN 時には、定着タイプの実験値（□）の鋼桁部分は、ひび

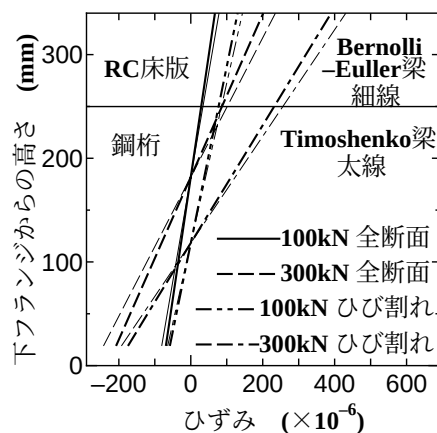


図-4 各理論値の比較

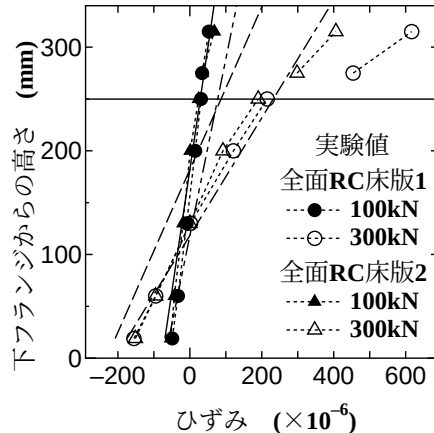


図-5 スパン 5/4 点桁高方向ひずみ分布 (全面 RC 床版)

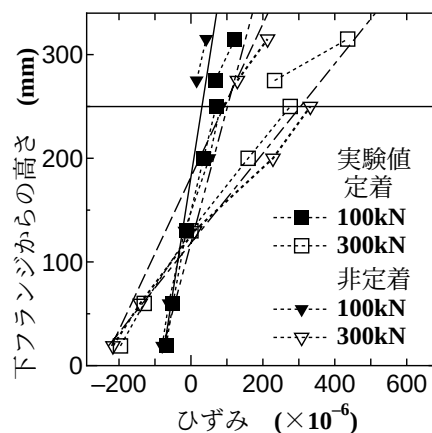


図-6 スパン 5/4 点桁高方向ひずみ分布 (一部鋼床版)

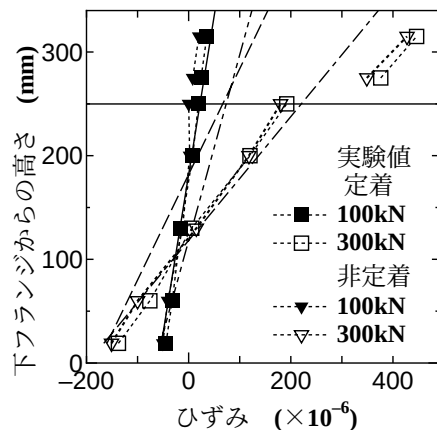


図-7 スパン 3/2 点の桁高方向ひずみ分布 (一部鋼床版)

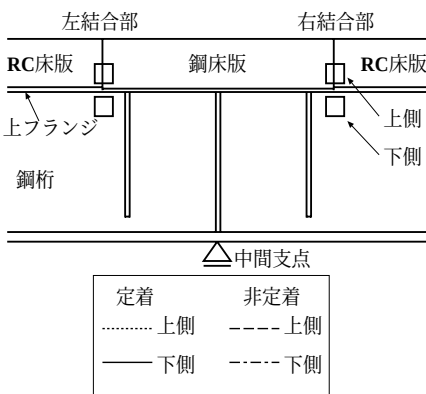


図-8 結合部のロゼットゲージ貼付け位置 (一部鋼床版)

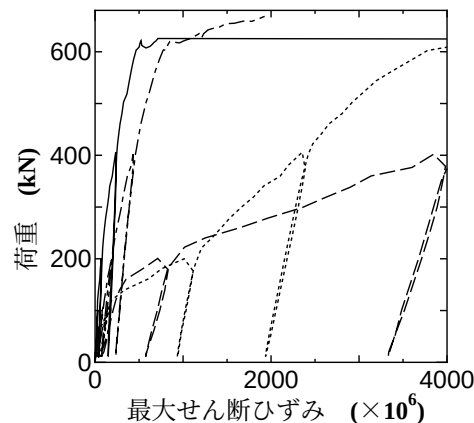


図-9 右結合部の荷重-せん断ひずみ関係

割れ断面の理論値 (一点鎖線) にほぼ一致する。しかし、下側鉄筋の実験値は理論値より小さな値を示している。これは RC 床版と鋼桁に完全合成が成り立たず、不完全合成の挙動を示しているためといえる。また非定着タイプでは、載荷荷重 300kN 時における実験値 (▽) の鋼桁部分は、ひび割れ断面を考慮した理論値 (一点鎖線) とほぼ一致する。しかし、非定着タイプでは RC 床版が鋼床版から拔出しているため、RC 床版と鋼床版の間の応力の伝達が小さく、載荷荷重 100kN の段階から鉄筋ひずみは理論値に比べ小さな値を示している。

図-7 に一部鋼床版に置き換えた試験体の、スパン 3/2 点における桁高方向のひずみ分布を示す。この図より、載荷荷重 100kN 時における実験値 (■, ▼) は、定着タイプ、非定着タイプともに、全断面有効の場合の理論値 (実線) にほぼ一致している。また、載荷荷重 300kN 時における実験値 (□, ▽) の鋼桁部分は、ひび割れ断面の理論値 (一点鎖線) にほぼ一致しており、定着タイプ、非定着タイプのひずみ分布にほとんど差異はみられず、同じ応力状態にあると考えられる。しかし、載荷荷重 300kN 時に、鉄筋部分の実験値がひび割れ断面の理論値に比べ大きな値を示しているのは、やはり計測点付近の RC 床版にひび割れが発生し、主鉄筋の応力が大きくなったためと考えられる。

ところで、一部鋼床版に置き換えた試験体では、結合部付近のウェブに応力集中が生じると考えられるため、図-8 に示すような位置にロゼットゲージを貼付け、せん断ひず

みを求めた。図-9 に、右結合部の荷重-最大せん断ひずみ関係を示す。上フランジより上側のウェブのせん断ひずみ (点線、破線) は、載荷荷重 200kN 時には残留ひずみを生じており、この段階でその位置は降伏していることがわかる。これは、定着タイプ、非定着タイプともに上フランジより上側の位置に応力集中が生じているためである。しかし、結合部付近の上フランジより下側のウェブのせん断ひずみ (実線、鎖線) は、試験体の降伏荷重付近まで降伏ひずみに達していない。つまり、右結合部では定着タイプ、非定着タイプに違いはみられないことがわかる。

4. 結論

連続合成桁の負曲げ領域では、鋼桁と RC 床版の桁高方向ひずみ分布が橋軸方向に変化し、これらは RC 床版に生じるひび割れの影響を大きく受ける。

RC 床版を一部鋼床版に置き換えた試験体では、定着タイプに比べ非定着タイプの鉄筋ひずみは小さくなっている。しかし、断面変化部での応力状態にほとんど差異はみられない。このため、非定着タイプの方がより実用的であると思われる。

参考文献

- 1) (社) 日本橋梁建設協会：連続合成桁設計法調査検討業務，1995.2.
- 2) 中島章典，植木雅雄ら：負曲げ領域を鋼床版とした連続合成桁の力学性状に関する実験的研究，第 4 回複合構造の活用に関するシンポジウム講演論文集，pp.87-92，1999.11.