

変断面合成梁に配置されるずれ止めの水平せん断挙動に関する検討

宇都宮大学 学生員 ○ 柳沼大介 フェロー会員 中島章典
正会員 Nguyen Minh Hai 正会員 藤倉修一

1. はじめに

合成桁あるいは非合成桁などの桁橋では、作用曲げモーメントに合わせて鋼桁断面を構成するため、変断面構造とするのが一般的である。また、合成桁の設計において、ずれ止めに作用する水平せん断力は断面諸量と垂直せん断力に基づいて算定されるため、変断面位置での水平せん断力の変化は階段状になると考えられている。しかし、変断面構造を有する合成桁の解析においては、設計で考えられる水平せん断力の階段状の変化とは異なったものが確認された¹⁾。

そこで本研究では、変断面構造を有する合成梁模型試験体を作製して実験を行い、変断面位置における水平せん断力、変断面位置付近のひずみなどの挙動を確認した。そして解析結果と実験結果を整理し、合成梁の変断面位置におけるずれ変位挙動などを比較検討した。

2. 実験概要

実験に用いた合成梁試験体を図-1に示す。試験体の全長は4200mm、支間長は4000mmであり、軸径16mm、全高90mmのスタッドを上フランジ上に100mm間隔で2列に配置した。ここでは、図-2に示すように鋼梁断面はフランジ厚が22mmと9mmの変断面構成としている。また、鉄筋コンクリート床版（以下、RC床版）内には、D13の軸方向鉄筋を4本ずつ2段で配置し、スターラップにはD10の鉄筋を用いて、長手方向に100mm間隔で配置した。実験では、載荷点の左右で変断面構造の有無によるひずみ挙動を比較できるように載荷点を支間中央として漸増繰返し荷重を載荷し、載荷点のたわみ、床版と鋼梁のずれ変位、各部のひずみを計測した。

3. 解析概要

ここでは、合成構造の解析に適した剛体ばねモデルを用いて弾塑性解析¹⁾を行った。RC床版、鋼梁は軸ばねとせん断ばねを用いて再現した。また、RC床版と鋼梁の間に鉛直ばねと水平ばねを設けることでずれ止めを再現した。その際、せん断耐力には押抜き試験で得られた値を代入した。さらに、試験体の鋼梁部分には溶接I形鋼を用いているため、それに合わせた残留応力分布を導入し、解析を行った。なお、板厚22mmの鋼板、板厚9mmの鋼板、軸方向鉄筋の降伏応力はそれぞれ290N/mm²、303N/mm²、364N/mm²、コンクリートの圧縮強度は31.5N/mm²、鋼材と軸方向鉄筋の弾性係数は 2.05×10^5 N/mm²とした。

4. 実験結果と解析結果の比較

(1) 荷重-たわみ関係

荷重と載荷点のたわみの関係の包絡線を図-3に示す。縦軸が荷重、横軸が載荷点のたわみである。この図から、最大

荷重時のたわみの大きさは異なるが、初期剛性や最大荷重の解析結果は実験結果を概ね再現できていると考えられる。

(2) ずれ変位分布

橋軸方向のずれ変位分布を荷重が400、500、600kN時について図-4に示す。縦軸をRC床版と鋼梁の相対ずれ変位、横軸を左側支点から計測位置までの距離とした。丸印が実験値、点線が解析値で、黒色、赤色、青色が荷重400、500、600kN時の結果を示している。載荷荷重が小さい範囲では、ずれ変位が非常に小さいため、図には示していない。図-4に示す荷重段階では、左側支点より2900mmの断面が変化している位置において、ずれ変位がその両側の値より減少しており、解析結果は実験結果をある程度再現していることがわかる。

また、荷重400、500kN時には、変断面位置の両側で、Section2のずれ変位がSection1のずれ変位よりも小さいが、荷重600kN時には、逆にSection1のずれ変位がSection2のずれ変位よりも大きくなっている。

(3) 鋼梁上下フランジのひずみ分布

変断面位置の左右に着目して、橋軸方向の鋼フランジ上下縁のひずみ分布を図-5、図-6に示す。縦軸はひずみを、横軸は左支点から計測位置までの距離を表している。また、丸印が実験値、点線が解析値で、黒色、赤色、青色が荷重400、500、600kN時の結果を示している。これらの図から、上縁、下縁とも変断面位置においてフランジの板厚9mmの位置（変断面位置の右側）よりもフランジの板厚22mmの位置（変断面位置の左側）のひずみの大きさが小さくなっている。実験結果と解析結果で絶対値は異なるがこのような傾向は再現できている。

5. まとめ

本研究では、変断面構造を有する合成梁模型試験体の静的載荷実験およびその挙動を再現する解析を行い、変断面位置付近におけるずれ変位挙動および鋼梁のひずみ挙動を調べた。

実験結果から、変断面位置においてずれ変位が左右の位置よりも減少することが確認された。また、その位置付近において鋼梁のひずみが増減する現象も確認された。それらの挙動は解析において定性的にはもちろん定量的にもある程度再現された。

参考文献

- 1) 溝江慶久、中島章典：合成はりの諸因子がその耐荷挙動に及ぼす影響に関する解析検討，土木学会論文集A1（構造・地震工学），Vol.74，No.5，pp.II 81-II 99，2018.6.
- 2) 土木学会複合構造委員会：複合構造標準示方書 2014年制定，2018.9.

Key Words: 合成桁，変断面，ずれ変位，ひずみ挙動

〒321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学地域デザイン科学部 Tel.028-689-6208

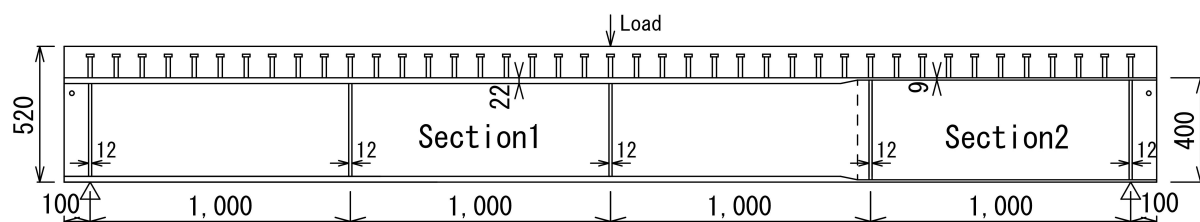


図-1 試験体側面図

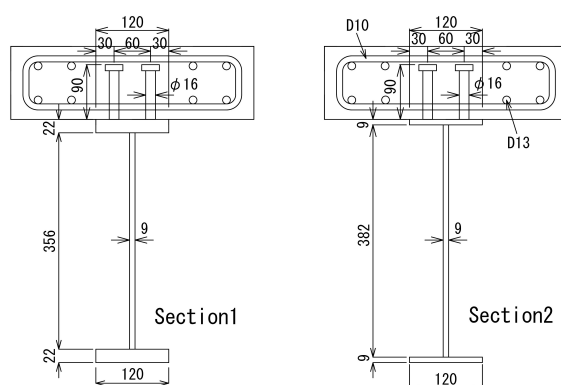


図-2 試験体断面図

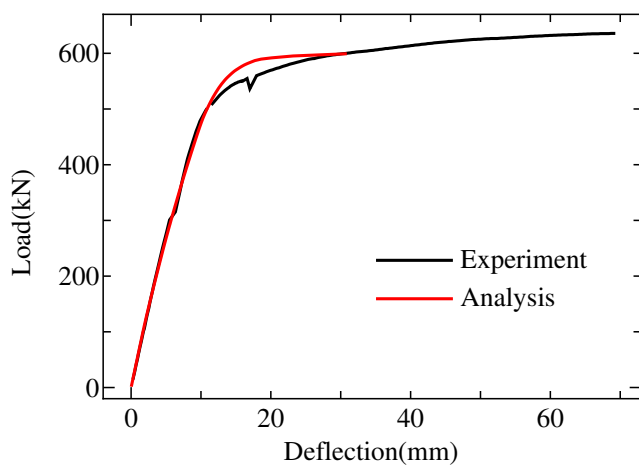


図-3 荷重-たわみ関係

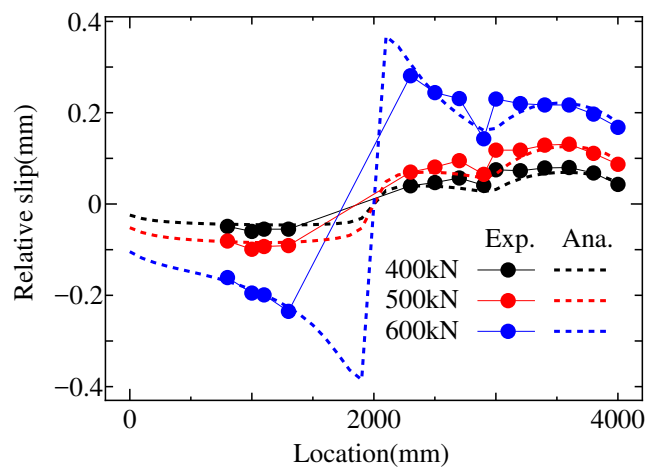


図-4 ずれ変位分布

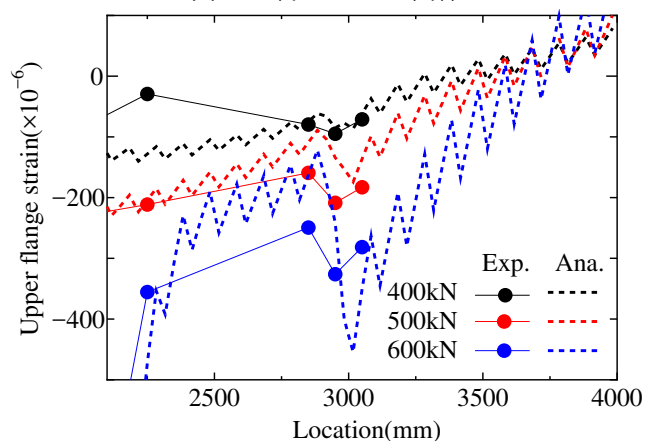


図-5 鋼フランジ上縁のひずみ分布

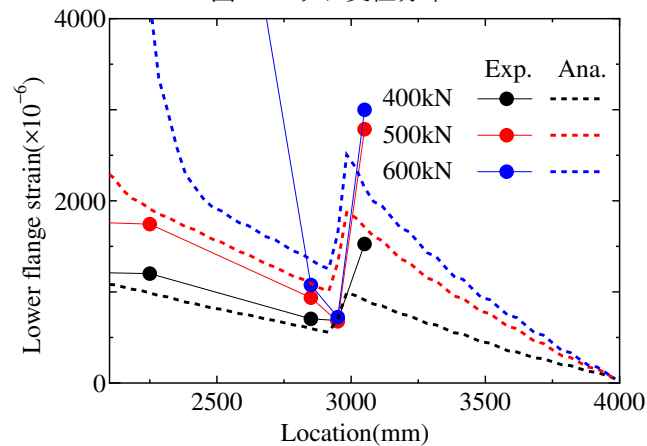


図-6 鋼フランジ下縁のひずみ分布