## 静的載荷試験に基づく合成梁と非合成梁の力学挙動の比較検討

フェロー会員 宇都宮大学 学生会員 ○ 桑原伸太郎 中島童典 学生会員 菅原健太郎 正会員 NGUYEN MINH HAI 藤倉修一

#### 1. はじめに

鋼道路橋として最も一般的な橋梁形式に非合成桁橋があ る. 非合成桁橋では, I 形あるいは箱形の鋼桁だけが荷重に 抵抗し、設計上の煩雑さから、その上に配置される鉄筋コ ンクリート床版(以下, RC 床版)の主桁作用を期待しな い.しかし,非合成桁橋においても,RC床版と鋼桁の相対 的位置の確保を目的としてスラブ止めなどの柔なずれ止め が設けられている.このため、非合成桁橋は実際にはいわ ゆる不完全合成桁として挙動することが知られており、RC 床版はある程度主桁作用に寄与する<sup>1)</sup>.そのため,鋼桁は かなり安全側となり, RC 床版は想定外の応力を受けること になると考えられる.

そこで本研究では、非合成桁の実挙動を詳細に把握する ため、非合成桁を想定したずれ止め配置の非合成梁試験体 の静的載荷試験を行った.また,頭付きスタッド(以下,ス タッド)が十分配置された合成梁試験体の載荷試験も行い, 両者の挙動を詳細に比較検討した.

### 試験体および試験方法 2.

非合成梁試験体の概要を図-1 に示す. 試験体は全長 4200mm, 支間長 4000mm で, 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.橋軸方向のスタッ ドの間隔は非合成梁試験体では 500mm としているが、合 成梁試験体では100mmとした.

載荷試験に際しては、支点間の1/3点に集中荷重を漸増 繰り返しで載荷し、載荷点のたわみ、RC 床版と鋼桁間の ずれ変位,鋼桁とRC床版内鉄筋のひずみなどを計測した. なお, RC 床版のコンクリート圧縮強度は 32.4N/mm<sup>2</sup>, 鋼 梁の上フランジ,ウェブの降伏強度は 423N/mm<sup>2</sup>,下フラ ンジの降伏強度は 408N/mm<sup>2</sup> であった.

#### 実験結果 3.

### (1) 荷重-たわみ関係

両試験体の載荷点のたわみと荷重の関係を図-2に示す. また、合成梁の理論値、鋼桁のみで考えた理論値も併せて 示す. この図から,荷重 250kN 程度までは,非合成梁試験 体の剛性は合成梁試験体の剛性にほぼ等しく、合成梁試験 体の理論値と一致しており, 鋼梁のみの剛性とは全く異なっ ていることがわかる.しかし、それ以降荷重が増加するに つれて非合成梁試験体のたわみは合成梁試験体のたわみよ り徐々に大きくなり両者の差異が顕著になっている、そし て,合成梁試験体の最大荷重は 712kN であるのに対し非合 成梁試験体の最大荷重は654kNとなった.

# (2) スタッドのずれ変位

図-3,4に、非合成梁試験体および合成梁試験体の荷重 と載荷点左側のずれ変位の関係を示す.縦軸が荷重,横軸 がずれ変位であり、図中の凡例は左支点からのずれ変位計

測位置を示している. また, それぞれの関係の初期の拡大 図を図中に示している.まず,拡大図からわかるように非 合成梁試験体では荷重100kNあたりで、合成梁試験体では 荷重 100~200kN あたりで RC 床版下面と鋼梁上フランジ 間の付着が切れ、ずれが生じ始めているのがわかる. その 後,両試験体とも荷重とともにずれ変位が徐々に増加して いるが、合成梁試験体のずれ変位は最大荷重時で 0.6mm 以 下であるのに対して、非合成梁試験体のずれ変位は最大荷 重時において 10mm 以上になっている. この実験で用いた スタッドの軸径 d=16mm であり,複合構造標準示方書<sup>2)</sup> に規定されるスタッドの終局ずれ変位 0.3d=4.8mm を大幅 に越える結果となった.なお、スタッドは破断してもおか しくない状況であるが、載荷試験後スタッド周りのコンク リート取り除いて確認したところ、スタッドは破断してい なかった.

## (3) 梁高方向ひずみ分布

載荷点から左に 200mm の位置での両試験体の梁高方向 ひずみ分布を図-5に示す.縦軸が鋼梁下縁からのひずみ測 定位置,横軸がひずみである.ここでは付着が切れる前後 50kN~200kN時の結果を比較する.この図より、両試験体 で付着が切れる前の荷重 50kN 時には、両方のひずみ分布 はほぼ一致しており、ある程度平面保持の仮定が成り立っ ていると言える.しかし,荷重 100, 200kN 時では,特に, 非合成梁試験体において顕著な不完全合成梁のようなひず み分布が認められ、合成梁試験体に比較して非合成梁試験 体では,やはりスタッド本数が少ないことによる合成効果 の低下が認められる.

# (4) 安全性及び使用性に関する考察

表-1 に、両試験体で得られた最大荷重、載荷点鋼梁下 縁降伏時、スタッドの使用性の限界値と考えられるずれ変 位 0.4mm 時およびスタッドの安全性の限界値と考えられ るずれ変位 4.8mm 時の荷重と全塑性モーメントに対応す る荷重などの比較を示す. また, 載荷点鋼梁下縁降伏時と 全塑性モーメントに対応する荷重については括弧内に鋼梁 のみの理論値を示している.表より,合成梁試験体の最大 荷重は 712kN であり、全塑性モーメントの理論値とほぼ一 致している.これに対して,非合成梁試験体の最大荷重は 654kN で全塑性モーメントの理論値の約 90%となり、鋼梁 のみの全塑性モーメントに対応する荷重の理論値 409kN よ り1.5 倍程度大きい. 一方, 非合成梁試験体においてずれ変 位 0.4mm 時の荷重 256kN は鋼梁のみの下縁降伏時の荷重 は 307kN よりも小さい. つまり, 非合成梁の設計上の鋼梁 下縁降伏時の荷重はスタッドの使用性の限界値を満足して いない.ただし,非合成桁試験体においてずれ変位 4.8mm 時の荷重 606kN は, 非合成梁の設計上の鋼梁のみの全塑性 モーメントに対する荷重よりも大きく, 非合成梁の設計上の 全塑性モーメント時にスタッドは終局状態に達していない.

Key Words: 非合成梁, 合成梁, 頭付きスタッド, 静的載荷試験, 力学挙動 〒 321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学研究科地球デザイン学専攻 Tel.028-689-6208 Fax.028-689-6208



図-1 非合成梁試験体概要



図-2 荷重-たわみ関係

図-3 非合成梁試験体荷重-ずれ変位関係

図-4 合成梁試験体荷重-ずれ変位関係



図-5-a 非合成梁試験体





$\boxtimes -5$	梁桁高方向ひずみ分布

	最大荷重	全塑性	鋼梁下縁	ずれ変位	ずれ変位
		モーメント時	降伏時	0.4mm 時	4.8mm 時
非合成梁	$654 \mathrm{kN}$	718kN(409kN)	$400 \mathrm{kN}(307 \mathrm{kN})$	$256 \mathrm{kN}$	$606 \mathrm{kN}$
合成梁	712kN	718kN	$450 \mathrm{kN}$	$696 \mathrm{kN}$	_

表-1 使用性と安全性に対する荷重の比較

### 4. まとめ

本実験では、非合成桁を想定したずれ止め配置の非合成 梁試験体とスタッドが十分配置された合成梁試験体の載荷 試験を行い,両者の挙動を比較検討した.その結果,非合 成梁試験体は合成梁試験体と異なり、早い段階から平面保 持の仮定が成り立たたず不完全合成梁のような挙動を示し ながらも、初期剛性はは鋼梁のみの剛性とは異なり、合成 梁試験体と等しく合成梁の理論値と一致した.また,非合

成梁試験体の最大荷重は合成梁の全塑性モーメントに対応 する荷重の約90%で鋼梁のみの全塑性モーメントに対応 する荷重を大きく上回る結果となった. さらに, 非合成梁 試験体では非合成梁の設計上の鋼梁下縁降伏時の荷重はス タッドの使用性の限界値を満足しないことがわかった.

### 参考文献

- 三木 他:既設非合成連続桁橋の活荷重応答の実態とその評 1)価, 土木学会論文集, I-51, pp.281-294, 2000.4. 2) 土木学会:複合構造標準示方書, pp.158-160, 2015.