

## 数値解析によるスタッドの配置間隔を変化させた合成桁の耐荷性状評価

山梨大学大学院 学生会員 ○田口 大貴  
 山梨大学大学院 正会員 斉藤 成彦  
 山梨大学大学院 正会員 佐藤 賢之介

### 1. はじめに

鋼・コンクリート合成桁は代表的な合成部材の一つであり、断面の効率性や経済性に優れるため多くの施工例がみられる。合成桁を含む複合構造物は接合部を有し、複雑な耐荷機構を示すため、より合理的な設計を行うためには接合部の非線形性を考慮した耐荷性状の評価が必要である。

本研究では、コンクリートに対してはRBSMを、鋼板に対しては非線形シェル有限要素を適用した非線形数値解析を用い、鋼・コンクリート合成桁の解析を試みた。実験結果との比較により解析結果の精度を検証するとともに、スタッドの配置間隔が耐荷性状に及ぼす影響について検討した。

### 2. 解析概要

#### 2.1 解析手法

合成桁の鋼板の変形は連続した伸縮が支配的であるため、要素自体が変形する非線形シェル有限要素によりモデル化する。一方で、コンクリートのような非均質性材料は、ひび割れ発生後に不連続体として挙動するため、材料を離散的に扱う解析手法の一つである3次元剛体バネモデル(RBSM)によりモデル化を行う。鋼とコンクリートの接合部にお

る頭付きスタッドは、非線形のせん断力-すべり関係を考慮したリンク要素でモデル化し、コンクリート剛体要素と鋼板シェル要素を結合させる役目を担わせた。

#### 2.2 解析モデル

解析対象は、図-1に示す諸元の連続合成桁試験体<sup>1)</sup>である。解析モデルを図-2に示す。RC床版はコンクリートを剛体要素、鉄筋をはり要素でモデル化した。また、床版と上フランジの接触面には、スタッド以外に圧縮力のみを伝えるリンク要素を導入した。材料特性は、表-1の値を用いた。

### 3. 実験値と解析結果の比較

実験および解析により得られた荷重-変位関係を図-3に示す。解析値は実験値を過大評価しているものの概ね挙動を再現している。最大荷重は実験値を15%程度上回る結果となったが、これは鋼板シェル要素のせん断ロッキングの影響と考えられる。図-4にRC床版と鋼桁の橋軸方向のずれ変位分布を示す。横軸の1000mmから2000mmの区間はせん断力が最も大きい区間である。解析結果は荷重300kN時、500kN時共に実験値とよく対応しており、数値解析によって接合部におけるスタッドのずれ

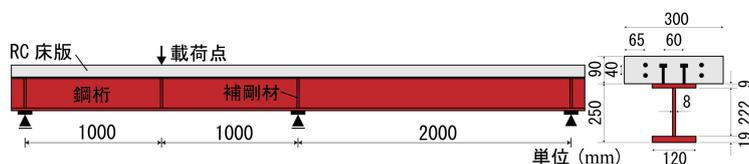


図-1 試験体図

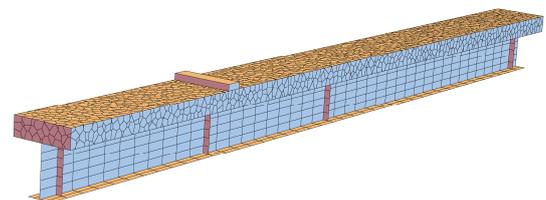


図-2 解析モデル

表-1 材料諸元

コンクリート	圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	32.2	鋼材	主鉄筋(D13)	降伏強度(N/mm <sup>2</sup> )	354
	引張強度(N/mm <sup>2</sup> )	3.0			弾性係数(N/mm <sup>2</sup> )	1.7×10 <sup>5</sup>
	弾性係数(N/mm <sup>2</sup> )	3.1×10 <sup>4</sup>		フランジ	降伏強度(N/mm <sup>2</sup> )	321
頭付きスタッド (橋軸方向 100mm 間隔)	軸径(mm)	13	ウェブ		弾性係数(N/mm <sup>2</sup> )	2.1×10 <sup>5</sup>
	全高(mm)	70		降伏強度(N/mm <sup>2</sup> )	298	
	降伏強度(N/mm <sup>2</sup> )	343	弾性係数(N/mm <sup>2</sup> )	2.1×10 <sup>5</sup>		

キーワード 合成桁, 数値解析, FEM, RBSM

連絡先 〒400-8511 甲府市武田 4-3-11 山梨大学大学院総合研究部 TEL:055-220-8529

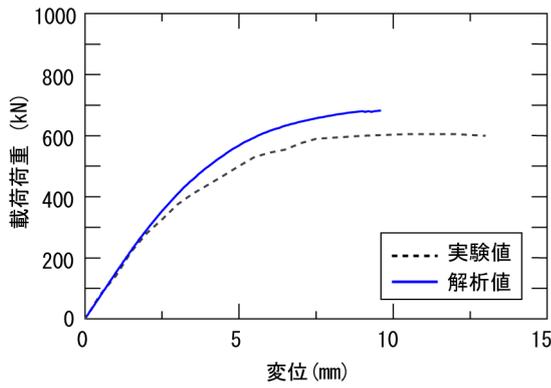


図-3 荷重-変位関係

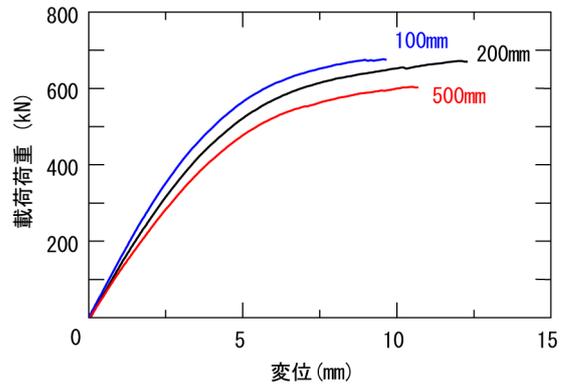


図-5 荷重-変位関係 (スタッド間隔の影響)

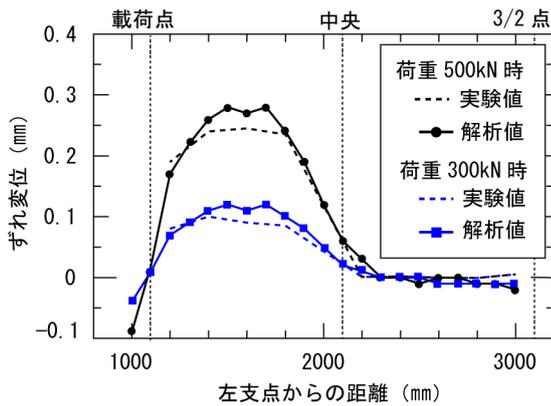


図-4 橋軸方向のずれ変位分布

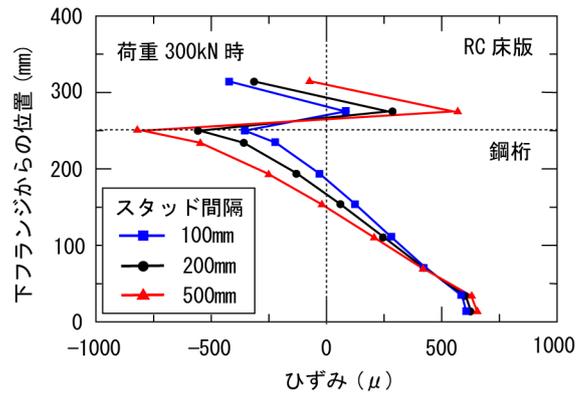


図-6 桁高方向のひずみ分布 (載荷点位置)

挙動を詳細に把握できることが確認された。

#### 4. スタッドの配置間隔の影響

スタッドの配置間隔が耐荷性状に及ぼす影響について検討するために、スタッドの間隔を 100mm, 200mm, 500mm とした場合について解析を行った。解析より得られた荷重-変位関係を図-5 に示す。スタッドの配置間隔が大きくなるにつれて剛性および耐力が低下していることが分かる。載荷点位置での桁高方向のひずみ分布を図-6 に示す。スタッドの配置間隔が大きくなるほど RC 床版と鋼板上縁のひずみの差が大きくなり、平面保持の仮定が成り立たなくなる傾向にあることが確認できる。図-7 に載荷荷重 500kN 時の橋軸方向のずれ変位分布を示す。スタッドの配置間隔が大きくなるにつれてずれ変位が大きくなることが確認でき、RC 床版と鋼桁が別々に挙動をする非合成構造に推移していることが分かる。

#### 5. まとめ

本研究で得られた知見は以下の通りである。

- (1) 頭付きスタッドの非線形性を考慮した数値解析により、合成桁の耐荷性状を概ね再現すること

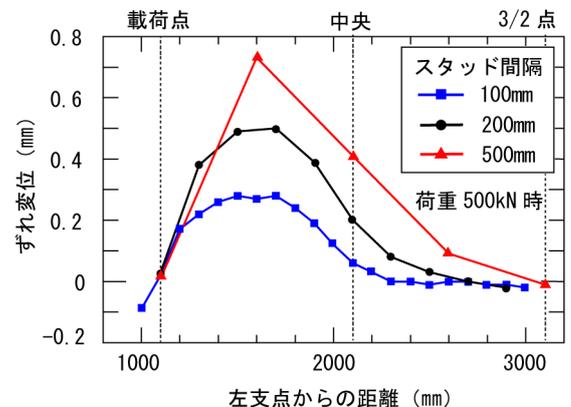


図-7 橋軸方向のずれ変位分布 (スタッド間隔の影響)

ができた。

- (2) スタッドの配置間隔が大きくなるにつれてコンクリート床版と鋼桁の一体性が失われ、平面保持が成り立たなくなる非合成挙動に推移していることを確認した。

#### 参考文献

- 1) 中島章典, 浅井貴幸, 斉木功: 連続合成桁の弾塑性挙動についての実験と数値解析の比較, 鋼構造論文集, 第 10 巻第 40 号, pp. 77-82, 2003