

合成床版の軸引張挙動に関する一考察

鉄道総研 正員 谷口 望 鉄道総研 正員 西田寿生 鉄道総研 正員 村田清満
JR西日本コンサルタンツ 正員 矢島秀治 早稲田大 正員 依田照彦

1. まえがき

近年、合成桁のひび割れ制御手法についての研究が多く行われるようになっており、特にテンションスティフニングを考慮したひび割れ時のひずみ計算手法¹⁾は、海外での研究を国内に紹介した例が多く見られる。しかしながら、実験結果と比較し、計算手法の検証を行った例は少ない。本研究ではテンションスティフニングを考慮した計算結果と、対応する実験結果とを比較し、計算手法の妥当性を検証する。また、計算手法では、鋼桁の扱い方により2種類の手法で計算を行い、それぞれ実験結果と比較した。

2. 実験概要²⁾

軸引張実験に用いるモデルは、図1に示すようなSRC床版と鋼下弦材よりなる合成床版である。この床版は、下路トラス合成桁の床版部分のみを取り出したモデルであり、実験では下弦材に引張荷重を作用させている。なお、下弦材とSRC床版の接合部は、スタッドによって接合されている。計算では、SRC床版内の横桁のない部分を計算対象とした。

3. 計算手法（下弦材を鉄筋と同様に扱う場合）

計算手法では、下弦材を鉄筋と同様に扱うものとする。床版の鉄筋・下弦材の軸力ひずみ関係は、図2の様にモデル化される。ここに s_2 は、コンクリートひび割れ部分に生じる最大の鉄筋のひずみ、 s_m は、特定の軸方向区間内での鉄筋の平均ひずみである。図2に示した各軸力、ひずみは以下の式により求める。

$$P_{cr} = \frac{ft}{Ec} (EcAc + EsAs + EsgAsg) \quad (1)$$

$$s_{cr} = \frac{ft}{Ec} \quad (2)$$

$$s_{mst} = s_{2st} - m \frac{ft}{Es(s + sg)} \quad (3)$$

$$s_{2st} = \frac{P_{cst}}{EsAs + EsgAsg} \quad (4)$$

ここに、 ft ：コンクリートの引張強度、

Ec, Es, Esg ：コンクリート、鉄筋、下弦材のヤング率、

Ac, As, Asg ：コンクリート、鉄筋、下弦材の断面積、

m ：付着に関する係数（ $m=0.4$ ）¹⁾、

s, sg ：鉄筋比、下弦材比（ $sg=Asg/Ac$ ）。

キーワード：合成床版、テンションスティフニング

連絡先：（財）鉄道総合技術研究所 鋼・複合構造（〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38, TEL 042-573-7280）

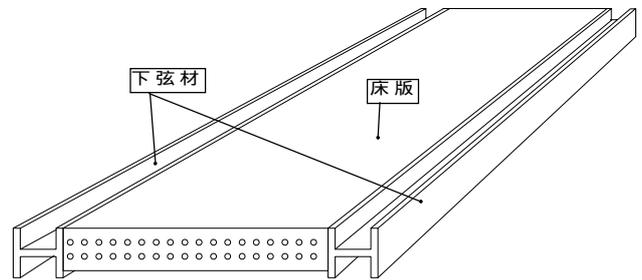


図1．解析・実験モデル(下路トラス合成桁の床版部)

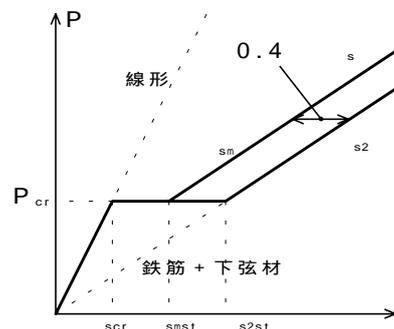


図2．床版鉄筋・下弦材の軸力 ひずみモデル (手法)

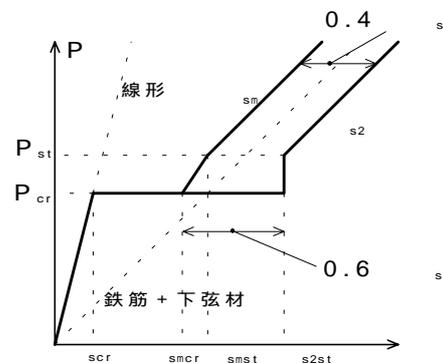


図3．床版鉄筋の軸力 ひずみモデル (手法)

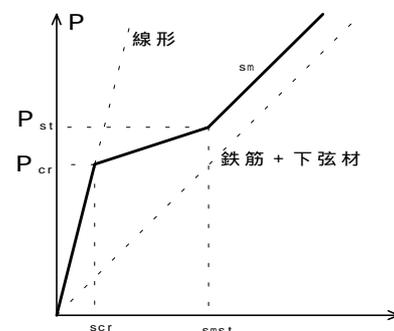


図4．下弦材の軸力 ひずみモデル (手法)

4. 計算手法（下弦材と床版を分割して扱う場合）

計算手法では、分担断面力法により下弦材とRC床版を分割し、RC床版部分にテンションスティフニングを考慮した手法を適用する。床版の鉄筋・下弦材の軸力ひずみ関係は、図3、図4の様にモデル化される。ここに、 P_{st} は、定常ひび割れ(stabilized crack)開始時の軸力である。図3における各軸力、ひずみは以下の式により求める。

$$P_{cr} = \frac{f_t}{E_c}(E_c A_c + E_s A_s + E_{sg} A_{sg}) \quad (5)$$

$$P_{st} = P_{cst} + s_{mst} \cdot E_{sg} A_{sg} \quad (6)$$

$$P_{cst} = \frac{f_t}{E_c}(E_c A_c + E_s A_s) \quad (7)$$

$$s_{cr} = \frac{f_t}{E_c} \quad (8)$$

$$s_{mcr} = s_{2st} - \frac{f_t}{E_s s} \quad (9)$$

$$s_{mst} = s_{2st} - m \frac{f_t}{E_s s} \quad (10)$$

$$s_{2st} = \frac{P_{cst}}{E_s A_s} \quad (11)$$

ここに、 P_{cst} ： P_{st} 時のRC床版の分担力、
 s_{2st} ：初期ひび割れ時の係数（ $=0.6$ ）¹⁾。

手法と手法で理論上異なる点は、コンクリートにひび割れが生じた際に、その分担力を鉄筋と下弦材に作用させるか()、鉄筋にのみ作用させるか()にある。したがって、図4においてひび割れ発生時のひずみの急増が見られないのは、ひび割れ発生時にコンクリートの分担力を下弦材には作用させていないためである。

5. 荷重 ひずみ関係の比較

各手法による計算結果と実験結果との比較を図5～図8に示す。各図のプロットは、同一断面内の異なる箇所計測値である。また、鉄筋のひずみ(図5、図7)においては、弾性部分において乾燥収縮の影響を考慮し、150 μ を負側にシフトした³⁾。鉄筋のひずみに関しては、最大ひずみに着目すると、手法の計算結果と良く一致する事が分かる。下弦材のひずみに関しては、各手法ともに平均ひずみとほぼ一致しているが、実験結果にはひび割れ発生時のひずみの急増があまり見られない。

参考文献

- 1) Hanswille, G.: Cracking of concrete mechanical models of the design rules in EUROCODE4, Conf. Report, Composite Construction in Steel and Concrete, ASCE, pp. 420-433, 1997.
- 2) 西村康之, 下野一行, 紀伊昌幸, 矢島秀治: 奈良線鴨川橋梁の設計と施工 S RC床版の採用により低い床高と鋼重の低減を可能にした鉄道鋼トラス橋, 橋梁と基礎, 2000-11, pp. 9-18, 2000.
- 3) 谷口望, 依田照彦: 負曲げを受ける合成桁のひび割れ挙動に関する研究, 土木学会論文集 No. 668/ -54, pp. 243-257, 2001.

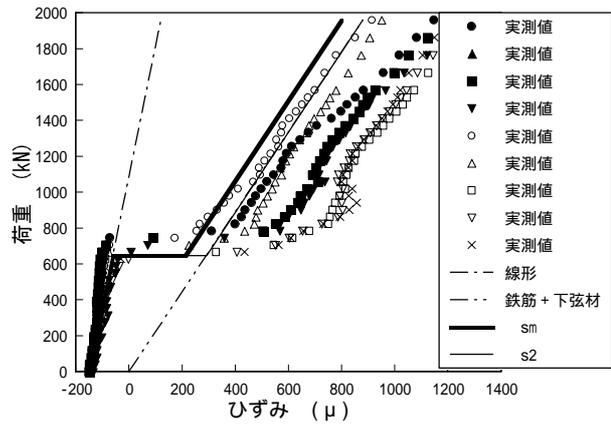


図5. 鉄筋の荷重 ひずみ関係(手法)

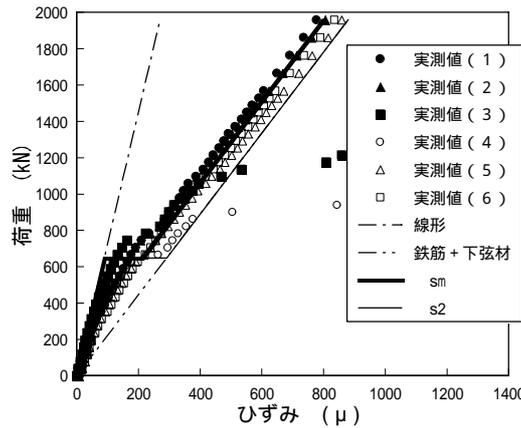


図6. 下弦材の荷重 ひずみ関係(手法)

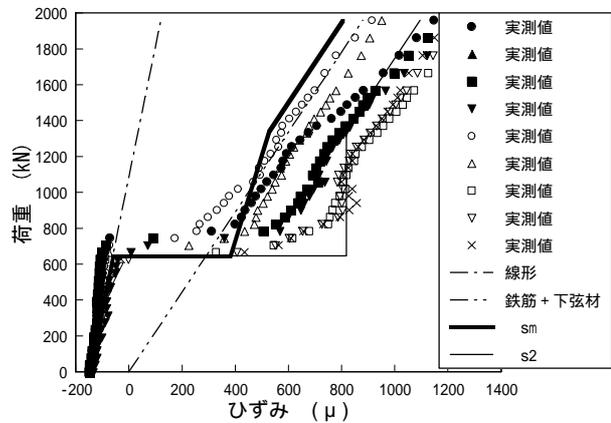


図7. 鉄筋の荷重 ひずみ関係(手法)

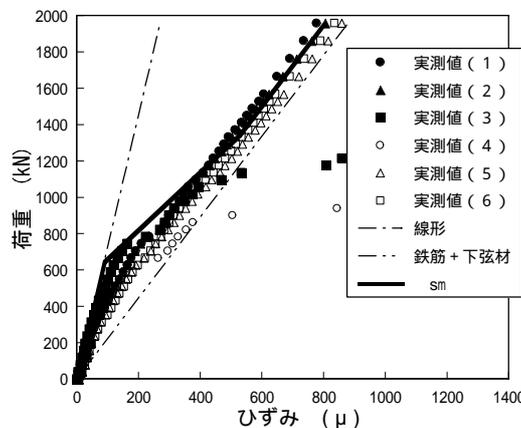


図8. 下弦材の荷重 ひずみ関係(手法)