

鉄道下路トラス橋に用いる合成床版に関する研究(その2:静的載荷試験結果)

東日本旅客鉄道(株) 正会員 吉田 直人 東日本旅客鉄道(株) 正会員 後藤 貴士
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 谷口 望 東日本旅客鉄道(株) 正会員 工藤 伸司

1.はじめに

本研究では,都市内に架設される鉄道下路トラス橋を想定した新しい床版構造 = SRC 合成床版の開発を目的としており,床版下面に底鋼板を用いることで,床版厚 250 mmを可能としている.一方,引張区間において床版コンクリートを合成させる場合,ひび割れ制御を考慮しなければならないが,本構造は従来の鉄道橋にはない薄い構造であるため,基本性状が明確ではない.また鉄道橋では,軸引張力と鉛直力が同時に作用する状態での,床版の挙動を確認した事例はない.本稿では,下弦材と SRC 合成床版を模擬した試験体を製作して,軸力載荷試験,軸力・鉛直力同時載荷試験を行い,本構造の基本的挙動の確認を行ったので報告する.

2.試験概要

本検討では,下弦材より床版に入る軸力に対する挙動を確認するため,軸力載荷試験を行った.また,列車荷重載荷時の挙動を確認するため,軸引張力と鉛直力を同時に載荷した試験を行った(図.2).試験体は締結装置4箇所分(直結軌道:500 mmピッチ)を想定し,橋軸方向スパン 2500 mmとした.床版厚は 250 mm,床版幅を 1000 mmとした.また軸方向剛性(鉄筋比・鉄骨コンクリート比)については, SRC 床版を採用した実物のトラス橋梁²⁾を参考に決定した.下弦材には溝型鋼を用い,床版の両側に設置し,横桁には CT 型鋼を用い,締結装置間に 500 mmピッチで配置した.床版コンクリートの配合は $28 = 36-15-20$ で,収縮量を低減するため,膨張剤を用いている.

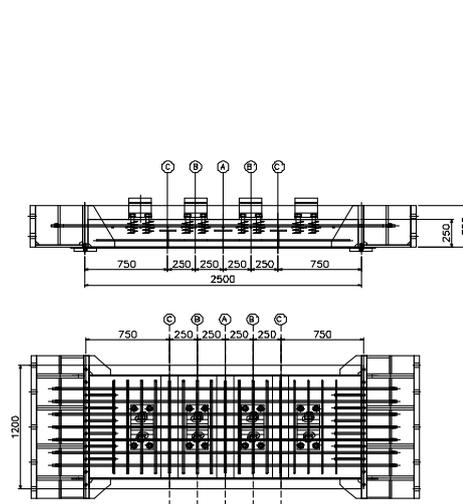


図.1 供試体概要図

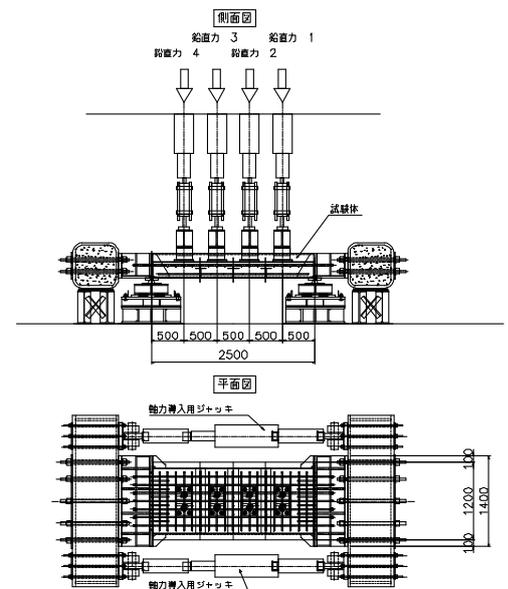


図.2 載荷概要図

物のトラス橋梁²⁾を参考に決定した.下弦材には溝型鋼を用い,床版の両側に設置し,横桁には CT 型鋼を用い,締結装置間に 500 mmピッチで配置した.床版コンクリートの配合は $28 = 36-15-20$ で,収縮量を低減するため,膨張剤を用いている.

3.軸力載荷試験結果

軸力載荷試験では,3000kNまで軸引張力を与えた.図.3は軸引張力によるひび割れ発生状況であり,図.3中のひび割れ幅は,3000kN 載荷時における測定値である.ひび割れは,主に横桁フランジ上の橋軸直角方向鉄筋の位置に集中し,締結装置付近には目立ったひび割れは生じなかった.表.1には,ひび割れ発生荷重とひび割れ幅の測定値および理論値を示す.表.1より,ひび割れ発生荷重およびひび割れ幅の測定値は,試験体の偏心を考慮した理論値と同程度となった.これは,下弦材中立軸に対して床版が下に配置されているため,偏心の影響が大きいからである.図.4には横桁部の鉄筋ひずみと各理論値を示す.図.4から,鉄筋の初期剛性は合成(コンクリート断面考慮・偏心考慮)の理論値に一致していることがわかる.また,ひび割れ発生後(700kN)においては,鋼+鉄筋(偏心考慮)の理論値よりも大きなひずみが生じた.これは,ひび割れ部において,床版軸力に対して,鋼部材の負担よりも,鉄筋の負担が大きくなったためと考えられる.

キーワード 合成床版, 合成トラス, ひび割れ制御

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 JR 新宿ビル 8F 東京工事事務所工事管理室 TEL03-3320-3482

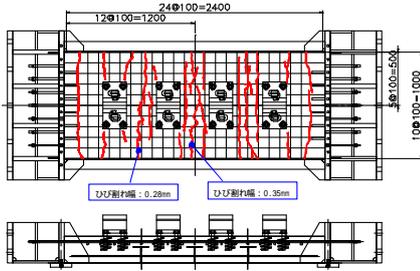


図.3 ひび割れ発生状況

表.1 ひび割れ発生荷重及びひび割れ幅

	測定結果		計算値	
	(目視)	偏心なし	偏心なし	偏心考慮
軸力 (kN)	700		1330	779

	測定結果 (平均値)		計算値	
	(マイクロスコブ)	偏心なし	偏心なし	偏心考慮
ひび割れ幅 (mm)	0.32		0.20	0.28

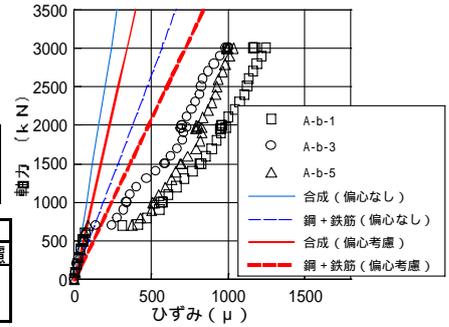


図.4 A断面(横桁部)の鉄筋ひずみ

4.軸力・鉛直力同時載荷試験結果

軸力・鉛直力同時載荷試験は、軸力を2000kNに保って行った。載荷手順・載荷荷重を表.2に示す。最大載荷荷重は、EA-17を想定し、85kNとした。図.5は、A断面の鉛直変位と各理論値を示しており、鉛直変位は鋼+鉄筋の剛性を考慮した理論値に似た挙動であることがわかる。図.6には、横桁部の鉄筋ひずみを示す。図.6から、曲げ挙動においても、横桁部の鉄筋にひずみが集中することがわかる。表.3は、軸力載荷試験結果、軸力・鉛直力同時載荷試験結果と理論値との比を整理した表である。a1は各部材のひずみと理論値の比(最大値)、b1はひび割れ幅と理論値の比(最大値)である。横桁部の鉄筋のひずみは、鋼+鉄筋の理論値に対して、軸力載荷時には2倍、曲げ挙動時には2.5倍となった。ひび割れ幅についても、横桁部で理論値の1.2倍のひび割れ幅となっている。本構造は直結軌道であるが、使用性の観点から、表.3に示した結果は、床版の設計上配慮すべき項目であると考えられる。また横桁部に、ひび割れ、鉄筋の応力が非常に集中しているため、横桁部の配筋やコンクリートの仕様などを変更し、ひび割れ、鉄筋の応力を横桁間にも分散できる構造を検討する必要がある。

表.2 軸力・鉛直載荷の載荷ステップ

step	軸力荷重 (kN)	鉛直載荷荷重 (kN)				備考
		鉛直4	鉛直3	鉛直2	鉛直1	
1	2000	0.00	0.00	0.00	0.00	初期値
2	2000	0.00	0.00	0.23	56.35	鉛直1:60kN載荷
3	2000	0.00	0.00	60.46	1.69	鉛直2:60kN載荷
4	2000	0.00	60.50	3.75	0.00	鉛直3:60kN載荷
5	2000	55.56	0.97	4.30	0.00	鉛直4:60kN載荷
6	2000	1.30	1.46	0.23	81.45	鉛直1:85kN載荷
7	2000	2.89	0.00	83.81	5.38	鉛直2:85kN載荷
8	2000	6.90	88.38	10.16	12.70	鉛直3:85kN載荷
9	2000	82.74	0.00	6.21	7.76	鉛直4:85kN載荷
10	2000	11.77	6.76	8.09	4.78	除荷

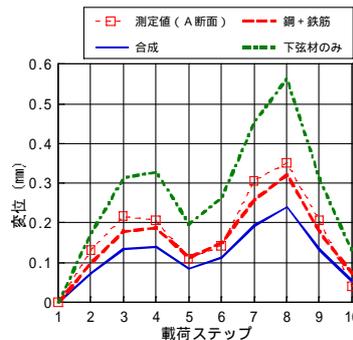


図.5 A断面(横桁部)の変位

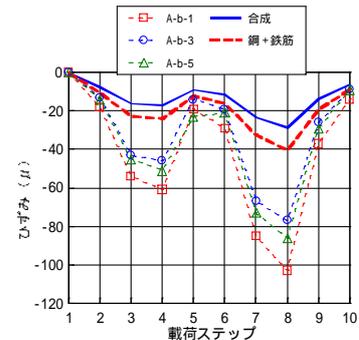


図.6 A断面(横桁部)の鉄筋ひずみ

表.3 実験結果と理論値の比

5.まとめ

本研究では、今回提案した構造の基本的挙動を確認した。以下にその結果を示す。1)軸力載荷試験では、横桁部にひび割れが集中した。また、偏心の影響を受ける。2)軸力・鉛直載荷試験では、合成床版の曲げ挙動(鉛直変位)について、鋼+鉄筋断面の剛性でおおむね評価できることがわかった。3)軸力載荷試験、軸力・鉛直力同時載荷試験ともに、横桁直上の鉄筋にひずみが集中する傾向が見られた。4)本構造は、横桁部断面が構造上の弱点になるため、ディテールの改良や設計への配慮が必要であると言える。

参考文献

- 1) 複合構造物の性能照査指針(案),土木学会,構造工学シリーズ11, pp.99-130, 2002.
- 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-SRC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.

		軸力				軸力・鉛直力	
		剛性(EA)		係数		剛性(EI)	係数
床版	鉄筋	断面	偏心	a1	b1	断面	a1
		横桁部	鋼+鉄筋	考慮	2.0	1.2	鋼+鉄筋
横桁間	合成	考慮	1.0	-	合成	0.6	
底鋼板	鉄筋	横桁部	鋼+鉄筋	考慮	1.0	鋼+鉄筋	0.7
		横桁間	鋼+鉄筋	非考慮	1.0	鋼+鉄筋	1.0
下弦材		鋼+鉄筋	考慮	1.0	鋼+鉄筋	1.0	
たわみ						鋼+鉄筋	1.0