

鋼・コンクリート複合トラス桁橋の開発に関する基礎的研究

九州大学大学院 学生会員 ○福井圭太

九州大学大学院 正会員 日野伸一, 山口浩平

(株) GIF

元 大淵

1. はじめに

近年、工費削減と施工の合理化を目的とした橋梁形式として、PC 上下弦材と鋼斜材を組み合わせた複合トラス橋が開発実用化されている。フランスでの施工実績を参考に、国内では猿田川橋・巴川橋¹⁾などがあるが、最適な部材形状や接合部構造など解明すべき多数の課題が残されているのが現状である。本研究では上記の既存の複合トラス橋の長所をさらに拡大し、プレキャスト化を可能とした新しい構造形式として、複合トラス桁橋 (Prestressed Composite Truss Girder, 以下 PCT 桁と略称する) の開発を目的とするものである。既存の複合トラス橋に対して、本構造の特徴として、①上床版を施工時は鋼断面、活荷重載荷時は場所打ちコンクリートとの合成断面で抵抗する、②下床版はプレキャスト PC 断面とする、③上下床版と鋼斜材との接合部は外付けタイプとする、などが挙げられる。

本報はこの PCT 桁橋開発の第一段階として、トラス斜材の傾斜角と接合部に着目したスパン 5.0m の模型桁による曲げ実験とその 2 次元非線形 FEM 解析の結果について報告する。



写真-1 PCT 桁

2. 実験概要

本研究で用いた供試体は斜材の角度接合部のスタッド本数をパラメータとした供試体で、各 2 体、計 4 体である。表-1 に供試体概要、表-2 に材料特性、図-1 に PCT-52 の供試体図(1/2)を示す。なお、上弦材は CT100×204×12×12、斜材は L75×75×9 で作成されている。この供試体の作製手順は、始めに斜材を設置した下床版の打設を行い、その状態でプレストレスを導入した後、上床版の打設を行った。

表-1 供試体概要

Type	斜材の角度	スタッド本数		下床版への導入プレストレス量
		上床版格点部	下床版格点部	
PCT-52	52°	8本	12本	666kN (約11N/mm ²)
PCT-39	39°	12本	16本	

表-2 材料特性

(a) コンクリート

部材	圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)
上床版	31.7	2.4×10^4
下床版	36.2	2.9×10^4

(b) 鋼材

部材	降伏強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)
上弦材	245	2.1×10^5
斜材	245	
鉄筋	295	
PC鋼材	1568	

3. 解析概要

解析はコンクリート床版、斜材に 8 節点平面応力要素、鉄筋、PC 鋼材に 2 節点棒要素を用いて PCT-52 についての 2 次元非線形 FEM 解析を行った。このとき、

上床版と上弦材の接合部は剛結、斜材は座屈しない仮定した。図-2 の(a), (b)は、それぞれ床版コンクリートおよび上弦材、斜材、鉄筋、PC 鋼材の応力-ひずみ関係を示している。

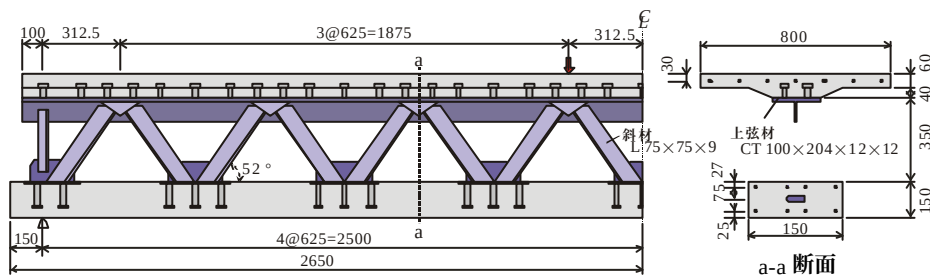
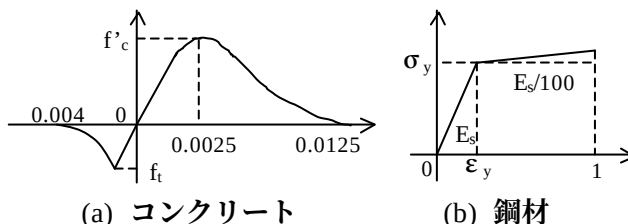


図-1 供試体図



(a) コンクリート

(b) 鋼材

図-2 FEM で用いた応力-ひずみ関係

4. 結果および考察

図-3 に各タイプのスパン中央部における荷重-たわみ曲線を示す。PCT-52-1 は、載荷途中で横倒れが確認されたため、その時点で実験を中断し、残りの3体は破壊に至るまで行った。破壊状況は、PCT-52 はスパン中央部下床版の曲げ引張破壊が破壊を支配し、PCT-39 は上床版の曲げ圧縮破壊により破壊した。どちらのタイプも十分に設計上の耐力を保持し、有用な構造特性であることが確認された。また解析結果は実験値に沿った挙動を示したが、実験値よりもやや剛な結果になった。これは今回の解析では、接合部のずれを考慮していないためであると考えられる。表-3 にひび割れ荷重および最大荷重の比較を示す。同表より実験値と計算値がほぼ一致しており、設計計算の妥当性が確認された。

表-3 ひび割れおよび最大荷重の比較

Type		計算値 (kN)	実験値 (kN)	解析値 (kN)	実験値/計算値	実験値/解析値
PCT-52	ひび割れ荷重	246	259	350	1.05	0.74
	最大荷重	597	625	700	1.05	0.89
PCT-39	ひび割れ荷重	228	224	-	0.99	-
	最大荷重	487	496	-	1.02	-

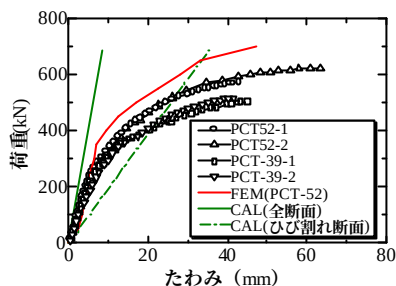


図-3 荷重-たわみ曲線

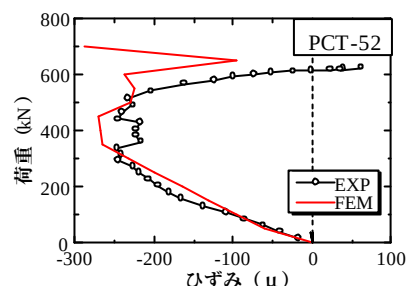
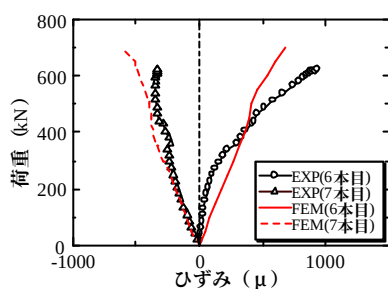
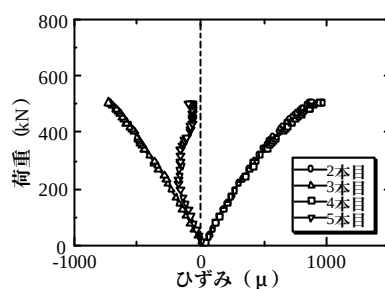


図-4 荷重-ひずみ曲線(上弦材側面)



(a) PCT-52



(b) PCT-39

図-5 荷重-ひずみ曲線(斜材)

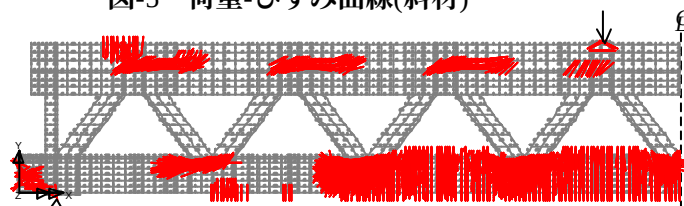


図-6 ひび割れ分布(最大荷重時)

図-4 に PCT-52 の上弦材側面の荷重-ひずみ曲線を示す。荷重初期段階では圧縮力が作用しているが、400kN 付近を境に引張力が作用していることが確認される。このことより、中立軸が上弦材側面付近にあることが確認された。図-5 に斜材の荷重-ひずみ曲線を示す。グラフは図-1 中の支点側から数えた本数で示している。PCT 桁は、腹部材にかかる断面力を軸力として変換することが可能で、自重、腹部材の余剰面積増加の問題を改善できる構造となっている。そのため、斜材が十分な耐力を保持することが必要となってくる。同図より終局時においても斜材は降伏しておらず、その機能を十分に発揮することが確認された。タイプ別に比較するとひずみは PCT-39 の方がやや大きくており、斜材への負担が大きいことがわかる。

また、図-6 に最大荷重時のひび割れ分布の解析結果を示す。同図より曲げひび割れ以外に上下床版と鋼材の接合部にひび割れが集中していることが確認される。

5. 結論

本工法による PCT 桁は十分に耐力を保持し、有用な構造特性であることが確認された。今回の 2 タイプの実験で斜材の角度が大きい方が耐力は大きいことが確認されたが、使用鋼材量が増えることによるコストパフォーマンスの考慮をする必要がある。今後の課題として、構造および施工の合理性に配慮した斜材格点部の形状や斜材の角度、接合部構造について実験および解析による検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 青木圭一, 本間淳史, 山口貴志, 星加益朗: PC 複合トラス今日の設計・施工 一第二東名高速道路 猿田川橋・巴川橋一, コンクリート工学, Vol.42, No.8, pp.38~43, 2004.8