

V-394

AFRPロッドを用いたPCケーブルトラス桁の曲げ性状

三井建設（株）技術研究所 正会員 篠崎 裕生・渡辺 宗樹
 ドービー建設工業（株）技術センター 正会員 竹本 伸一・濱田 譲

1. はじめに

著者等は、PC 桁の軽量化が可能となる新しい外ケーブル PC 構造として、PC ケーブルを桁高以上に偏心させた“PC ケーブルトラス橋”を提案し、その適用性について単純桁の試設計および模型桁の実験・解析から検討を行ってきた¹⁾²⁾。これまでに、支間 50m の単純桁に適用した場合、箱桁橋と比較して 25% 以上の軽量化が可能なこと、曲げ終局耐力については、汎用の非線形解析プログラムである程度の精度で解析可能であること、などを確認している。

PC ケーブルトラス橋は従来の外ケーブル構造と同様に、外ケーブルのメンテナンスや架け替えが比較的容易であり、連続繊維補強材のように軽量で施工性に優れた PC 緊張材の適用が有効と考えられる。そこで、PC ケーブルに組紐状の AFRP ロッドを用いた PC ケーブルトラス構造の模型桁を作製し、曲げ載荷試験により従来の PC 鋼材との比較検討を行った。なお、PC 鋼材を用いた模型桁の実験結果は文献 2) のものを用いている。

2. 実験の概要

模型桁は、試設計を行った支間 50m の単純桁（桁高 1.0m、外ケーブル偏心量 3.0m）の約 1/7 の大きさとし、外ケーブルに組紐状 AFRP ロッドを用いた AFRP 試験体および PC 鋼材を用いた PC 試験体の 2 体作製した。図-1 に模型桁の形状を示す。主桁内にはプレテンション方式で内鋼材(1T9.3)を 8 本配置し、有効緊張力 $0.5\sigma_{pu}$ でプレストレスを導入した。外ケーブルの初期緊張力は、両試験体の主桁下縁圧縮応力度が 4.5N/mm^2 になるよう設定した。このとき、実橋での応力変動を考慮し、緊張力を $0.4\sigma_{pu}$ 以下に抑えた結果、AFRP ロッドは FA15（初期緊張力 74.6kN、破断強度比 31.7%）、PC 鋼材は 1T12.7（同 74.6kN、39.8%）、となった。外ケーブルの材料特性値を表-1 に示す。AFRP ロッドは樹脂で、PC 鋼材はウェッジ（くさび）で定着を行い、偏向部では外ケーブルとサドルとの接触面に、テフロンシートを貼り付け摩擦を低減した。載荷は曲げスパン 1.5m の 2 点載荷とした。載荷時の AFRP 試験体と PC 試験体のコンクリート圧縮強度はそれぞれ、 76.65N/mm^2 、弾性係数は $3.55, 3.44 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ であった。

表-1 PC ケーブルの材料特性値(N/mm²)

項目	AFRP ロッド (FA15)	PC 鋼材 (1T12.7)
降伏強度	—	1800
引張強度	1400	1900
弾性係数	7.0×10^4	2.0×10^5
断面積(mm ²)	168	98.71

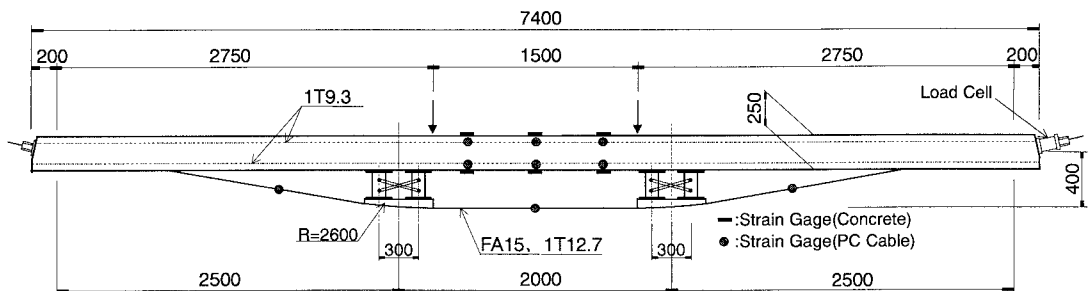
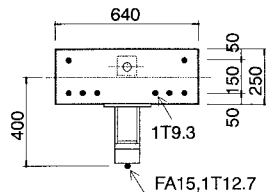


図-1 試験体の形状

キーワード：外ケーブル、PC ケーブルトラス、AFRP ロッド、曲げ性状

連絡先：〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1 TEL0471-40-5202、FAX0471-40-5216

3. 実験結果

図-2 に荷重－桁中央変位の関係を示す。PC 試験体は、内鋼材降伏後に外ケーブルが降伏し、その後、外ケーブル定着部で素線が1本破断したため試験を終了した。一方、AFRP 試験体は、内鋼材降伏後にコンクリートの圧壊で破壊した。ひび割れ発生後の桁の挙動には、外ケーブルの特性の違いが表れている、すなわち、PC 鋼材では降伏後に桁の剛性が低下し、耐荷力が頭打ちになるのに対し、AFRP ロッドは降伏点を有しないため、終局時までほぼ直線的に耐力が増加している。終局耐力、終局変位ともに AFRP 試験体の方が上回ったが、ひび割れ発生後の桁の剛性は、外ケーブルの剛性が高い PC 試験体(E・A 換算で約2倍)の方が大きくなった。

表-2 から、ひび割れ発生前の桁の剛性(初期剛性)はほぼ等しく、外ケーブルが初期剛性に与える影響は小さいことが分かった。また、PC 試験体において、主桁下縁応力度が -1.8N/mm^2 になる時(荷重 32.5kN 時)の両試験体の外ケーブル応力増加量を見ると、AFRP ロッドの応力増加量は PC 鋼材の半分以下となり、疲労強度の点で有利であると考えられる。

3. 解析と考察

材料非線形および幾何学的非線形を考慮したフレーム解析を行った。図-3 に解析モデルを示す。サドル部には外ケーブル張力に起因する P_1 のX方向分力を各ステップで外力として作用させた。解析の結果、両試験体ともに内鋼材および外ケーブル降伏時までは比較的精度良く再現できることが分かった。しかし、終局時の挙動、特に AFRP 試験体については、実験値との差が大きく今後の課題となった。

4. まとめ

曲げ性状に限定した検討ではあるが、AFRP ロッドが PC ケーブル

トラス橋の外ケーブルとして十分機能することが明らかとなった。また、設計荷重レベルの外ケーブル応力変動は AFRP ロッドの方が小さく、疲労破壊に対して有利となることが分かった。適用に当たっては、終局耐力の計算精度の向上および定着具、サドル部などの構造細目の検討が今後必要と考えられる。

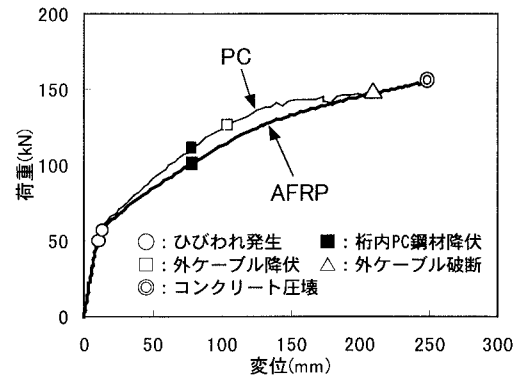


図-2 荷重－桁中央変位関係

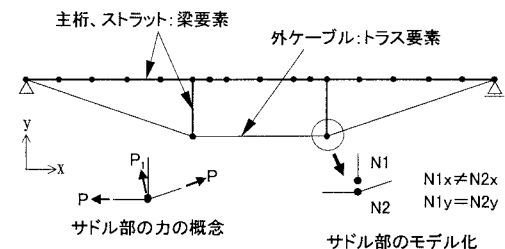


図-3 解析モデル

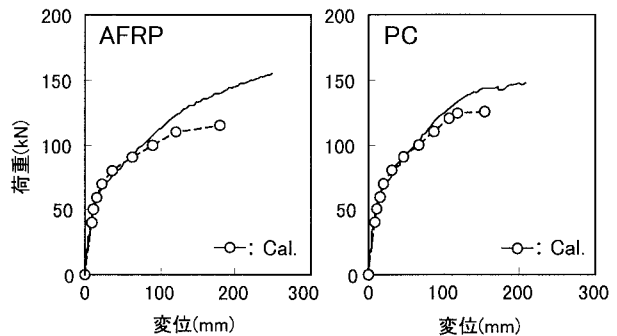


図-4 解析結果

表-2 実験および解析結果

試験体	初期剛性 (kN/mm)	外ケーブル応力 増加(N/mm ²)	降伏時耐力(kN)		最大耐力 (kN)
			内鋼材	外ケーブル	
AFRP	5.53(4.41)	18.8(22.7)	100(99)	—	155(115)
PC	5.78(4.37)	40.9(62.9)	108(106)	125(115)	148(125)

()内は解析値

参考文献: 1) 松井・濱田・渡辺・篠崎「PC ケーブルトラス構造の道路橋への適用」、土木学会第 52 回年次学術講演会講演概要集第 5 部、1997: 2) 濱田・竹本・渡辺・篠崎、「PC ケーブルトラス桁の曲げ性状に関する研究」、第 7 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム、1997