

連続繊維補強材を用いた PC トラス桁のせん断挙動

立命館大学大学院 学生員 井上真澄 立命館大学大学院 正会員 濱田 譲
立命館大学理工学部 正会員 高木宣章 立命館大学理工学部 正会員 児島孝之

1. はじめに

本研究では、直径 37mm の筒状連続繊維補強材を型枠および拘束体として用いた高強度部材を斜材に適用した PC トラス桁を製作し、せん断耐力および変形状について実験検討を行った。

2. 実験概要

表-1 に PC トラス桁の斜材に適用した筒状連続繊維棒材の特性を、図-1 に筒状連続繊維棒材の概要図を示す。筒状連続繊維棒材は、筒状連続繊維補強材（炭素繊維）を型枠および拘束体として用い、膨張材混入モルタルを充填してケミカルプレストレスを導入した高強度コンクリート部材である。

図-2 に PC トラス桁の形状寸法を示す。試験体の桁長は 9620mm、スパン長は 9020mm とし、斜材は 2 枚の鋼板を所定の角度に溶接して製作した定着プレートにナットで固定して定着した。プレストレスは内ケーブルと外ケーブルを併用して導入した。内ケーブルには 1T12.7mm を下床版図心に 2 本用い、プレテンション方式によりプレストレスを導入した。外ケーブルには 1T15.2mm を 2 本用い、デビエータにはテフロンシートを挿入してケーブルの摩擦を低減した。

載荷方法は、曲げスパン 1640mm、載荷スパン 9020mm の対称 2 点載荷による静的載荷とした。また、本実験では材料・構造の両面から PC トラス桁の軽量化を図ることを念頭に置き、上下床版コンクリートに普通コンクリート、軽量コンクリートを用いた 2 体の試験体を製作した。表-2 に載荷試験時のコンクリートの特性を示す。

3. 結果および考察

荷重と斜材ひずみの関係を図-3 に、斜材番号を図-6 に示す。各斜材のひずみは膨張モルタル打設時から載荷試験直前までの斜材の軸方向膨張ひずみ（ 4100μ ）を加算した値としている。引張斜材は直接引張試験時とほぼ同様の荷重 - ひずみ関係が得られた。普通コンクリート、軽量コンクリートを用いた両試験体ともに、引張力が最大となるデビエータ部の引張斜材で最初に内部モルタルのひび割れが発生し、その後の荷重の増加により斜材には多数のひび割れが発生した。普通コンクリート試験体は引張斜材 T12-R が破断し最大荷重に達した。一方、軽量コンクリート試験体は、最初に引張斜材 T3-L が破断し一旦荷重は減少したが、荷重は再び増加し引張斜材 T5-R が破断した時点で最大荷重に達した。最大荷重到達後も引張斜材は順次破断し、載荷終了時にはせん断スパンの全引張斜材の破断が確認された。圧縮斜材は両試験体とも線形的な荷重 - ひず

表-1 筒状連続繊維棒材の特性

繊維の種類	炭素繊維
圧縮強度(N/mm ²) ¹⁾	159
曲げ強度(N/mm ²) ¹⁾	135
ひび割れ強度(N/mm ²)	27.5
引張強度(N/mm ²)	44.1
破断ひずみ(μ)	11400

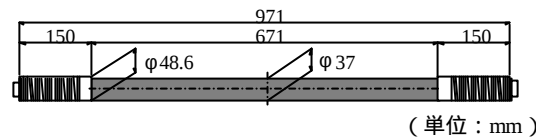


図-1 筒状連続繊維棒材の概要図

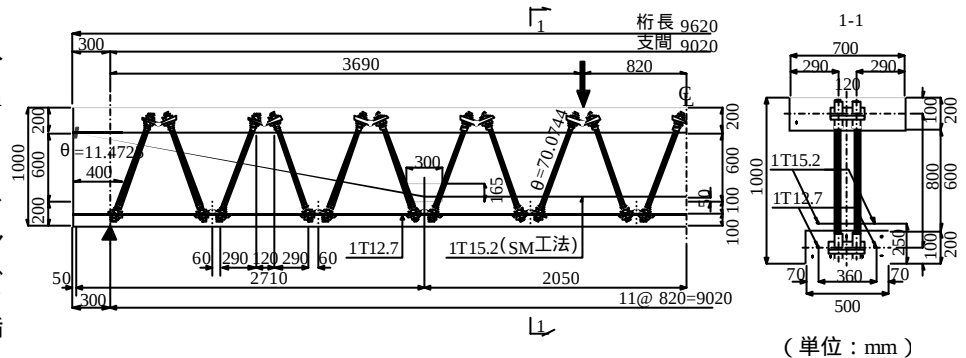


図-2 PC トラス桁の形状寸法

表-2 コンクリートの特性

コンクリートの種類	普通	軽量
圧縮強度 (N/mm ²)	71.3	58.6
弾性係数 (kN/mm ²)	33.3	23.1
曲げ強度 (N/mm ²)	7.23	5.22
引張強度 (N/mm ²)	3.73	2.42
単位容積質量 (kg/l)	2.35	1.85

キーワード：連続繊維補強材、PCトラス、せん断耐力、外ケーブル

〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1（立命館大学理工学部土木工学科） TEL/FAX 077-561-2805

み曲線を示し、最大荷重到達前に圧縮斜材は破断しなかった。しかし、載荷終了時にはせん断スパンの数本の圧縮斜材で圧壊が確認された。

荷重と支間中央たわみの関係を図-4に示す。両試験体とも最大引張軸力が作用する斜材に初期ひび割れが発生してから他の引張斜材にも順次ひび割れが発生するため、剛性が徐々に低下していく。各試験体は1本もしくは2本の斜材が破断して最大荷重に達した。その後、断面力の再分配に伴う他の引張斜材の破断に伴い荷重は低下するものの、試験体は最大荷重の70%程度を保持した。これは、引張斜材破断後耐荷機構が圧縮斜材と床版部材によるタイドアーチ機構に移行したためであり、本実験の載荷の範囲では最終崩壊に至ることはなく、じん性的な破壊性状を示した。

荷重と外ケーブル増加応力度の関係を図-5に示す。両試験体とも引張斜材にひび割れが発生した後に、外ケーブル応力度の増加量が大きくなっている。これは、一般の外ケーブル構造と同じ傾向であり、PCトラス桁でも変形が大きくなれば、外ケーブル増加応力度も大きくなることが確認できた。

軽量コンクリート試験体の上下床版のひび割れ性状および斜材破壊状況を図-6に示す。ひび割れは載荷点付近および支間中央に集中し、せん断スパンの上下床版には上縁からひび割れが発生した。表-3に載荷試験結果を示す。斜材のひび割れ発生荷重および試験体の最大耐力は、普通コンクリート試験体への外ケーブルによるプレストレス導入量が軽量コンクリート試験体よりも大きかったため、普通コンクリート試験体の方が大きくなった。

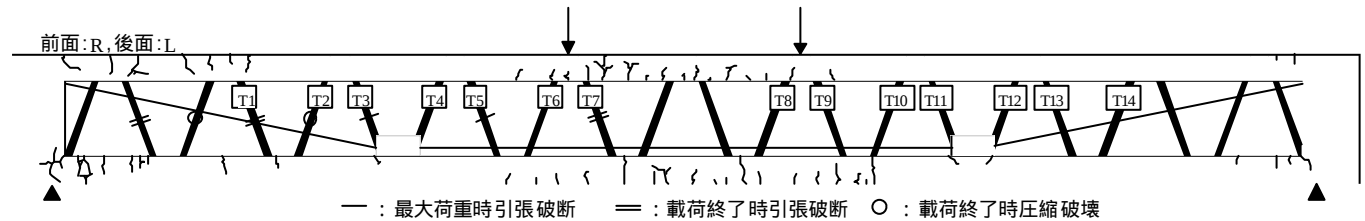


図-6 試験体のひび割れおよび斜材の破壊状況図（軽量コンクリート）

5. 結論

- (1) 筒状連続繊維補強材に膨張モルタルを充填した高強度部材は、PCトラス桁の斜材として十分機能することが確認できた。
- (2) 引張斜材破断後もPCトラス桁はじん性に富んだ挙動を示した。これは、耐荷機構が圧縮斜材と床版部材によるタイドアーチ機構に移行したためである。

【参考文献】1) 児島・高木・濱田・井上：筒状連続繊維補強材を用いたモルタル棒部材に関する実験的研究、連続繊維補強コンクリートに関するシンポジウム論文集、日本コンクリート工学協会、pp.233～238、1998.5

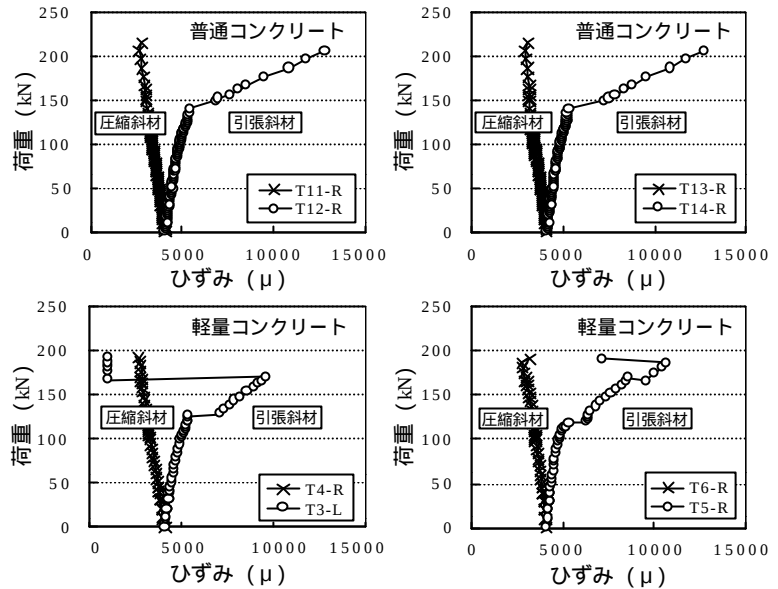


図-3 荷重 - 斜材ひずみ曲線

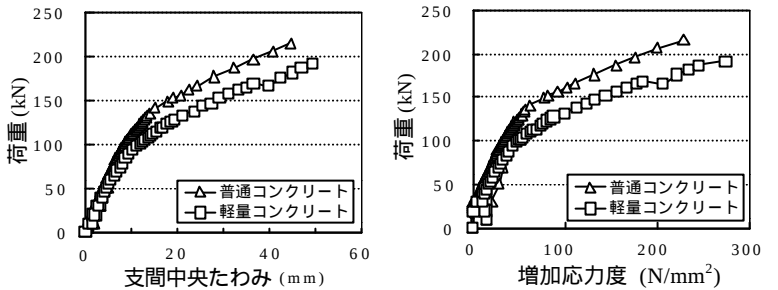


図-4 荷重 - たわみ曲線

図-5 外ケーブル増加応力度履歴

表-3 載荷試験結果

コンクリートの種類		普通	軽量
導入プレストレス量 (kN)	内ケーブル	91.7	
	外ケーブル	250	192
斜材のひび割れ発生荷重(kN)		132	102
最大耐力(kN)		216	191