

立命館大学工学部

正会員 児島 孝之 正会員 高木 宣章

立命館大学大学院理工学研究科 正会員 濱田 譲 学生員 日比野憲太 学生員○中田 裕人

1. はじめに

本研究は、連続繊維補強材を用いたP Cトラス桁の力学的挙動を把握することを目的として、99年度行われたP Cトラス桁の静的载荷試験に対して有限要素法解析を行った。各部材は、梁要素および線要素を用いて表現した。特に、梁要素は断面分割法を用いて、軸力と曲げを考慮した。そして、本解析結果と実験結果を比較し、連続繊維補強材の有効性および問題点について検討した。

2. 解析モデル

本解析は図1に示すような実際の载荷試験を想定し、対称性を考慮した供試体の1/2モデルについて解析を行った。図2に供試体の要素分割図を示す。境界条件として、支点部をy方向に固定し、スパン中央部はすべてx軸方向に固定した。外ケーブルは軸力が卓越するため、線要素として表現した。また、外ケーブルとデビエータの接合部には図3に示すように、デビエータを挟んだ外ケーブルに同一の応力を伝達させるために線要素を用いたヒンジを設けた。

3. 材料特性

(1) 上床版・下床版・横桁・デビエータ

上床版・下床版・横桁およびデビエータは2次の梁要素として表現し、材料特性は断面分割法を用いて決定した。断面分割法とは、部材断面を微小要素に分けて応力-ひずみ関係を導入し、積分形式を各微小要素の総和として表し、断面のひずみ分布より任意の微小部分のヤング係数を求め、それに中心軸に対する微小部分の断面2次モーメントを乗ずることで任意の微小部分の曲げ剛性を求める手法である。この操作を断面全ての微小要素について行い、それらの和をとることで任意断面のヤング係数および曲げ剛性を決定した。また、下床版に与えられるプレストレスは断面内の鉄筋のみに初期ひずみを与えて表現した。

(2) 連続繊維棒材

連続繊維棒材は1次の梁要素を用いて表現した。トラス構造における斜材は軸力が卓越するため、断面分割法による材料特性の決定は行わず、連続繊維棒材の一軸圧縮・引張試験および曲げ試験から得られた $N-\epsilon$ 関係および $M-\phi$ 関係(図4参照)を用いて材料特性の決定を行った。また、軸力と曲げの相関関係を考慮するために、図5に示すような包絡を仮定した。

(3) 外ケーブルおよび外ケーブルとデビエータの接合部

外ケーブルには、P C鋼材の応力-ひずみ関係を導入し、初期ひずみを与えることによってプレストレス

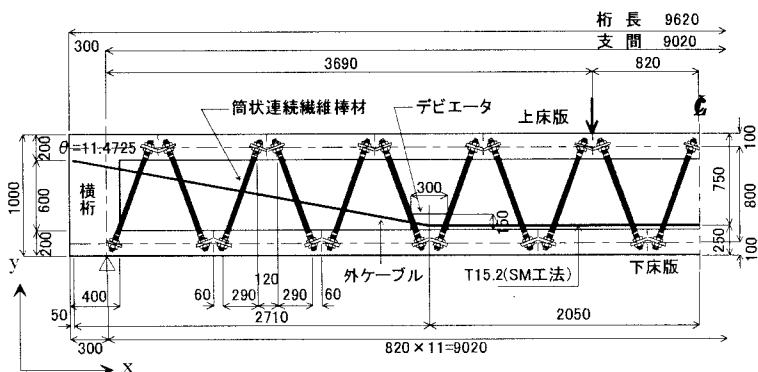


図1 P Cトラス桁

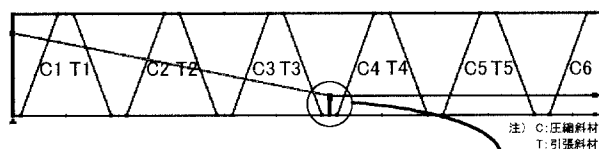


図2 供試体の要素分割図

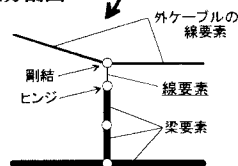


図3 外ケーブルとデビエータ間への線要素によるヒンジの導入

を表現した。また、外ケーブルとデビエータの接合部は完全剛体とした。

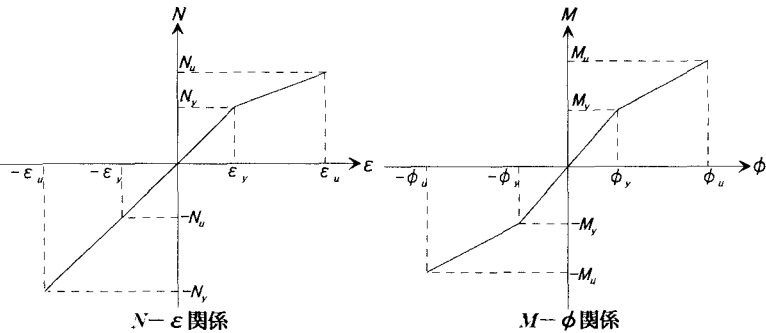


図4 解析に用いた連続繊維棒材の力学的特性

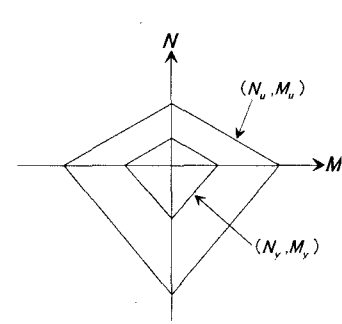


図5 N-M関係の包絡線

4. 結果および考察

図6に解析による普通コンクリートと軽量コンクリートの荷重-支間中央たわみ関係および斜材である連続繊維棒材の荷重-ひずみ関係を示す。外ケーブルに導入したプレストレス量は共に125kNとした。コンクリートの材料特性である圧縮・引張強度および弾性係数の相違が初期剛性および最大耐力に影響したと考えられる。

図7、図8に導入プレストレス量の相違が各々のコンクリートにおける荷重-たわみ関係および斜材の荷重-ひずみ関係に及ぼす影響を示す。ここに、導入プレストレス量の違いによってケース①、ケース②、ケース③とした。導入プレストレス量に関わらず弾性域においては同様の挙動を示した。しかし、軟化以降は導入プレストレス量の相違によって、最大耐力にも相違が観察された。これは、導入プレストレス量が大きくなると、引張斜材に大きく圧縮応力がかかり、部材のひび割れ発生ひずみが見かけ上大きくなるため、より大きな荷重に抵抗したと考えられる。また、引張斜材は斜材番号T3の部材内部にひび割れが発生し、次いでT2とT4にひび割れが発生した(図2参照)。実験においてはT3、T4、T2の順にひび割れが発生しており、若干の違いが見られた。

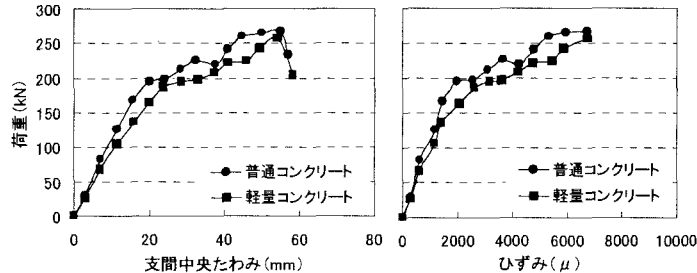


図6 荷重-たわみ関係および荷重-ひずみ関係

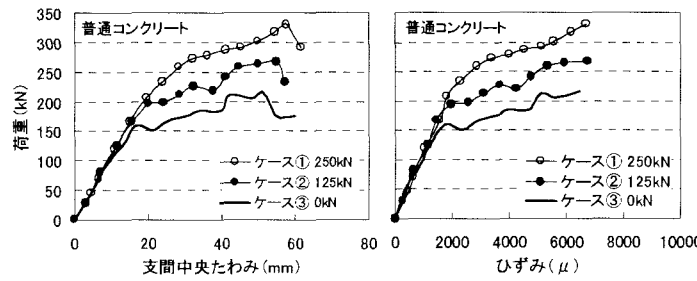


図7 荷重-たわみ関係および荷重-ひずみ関係 (普通)

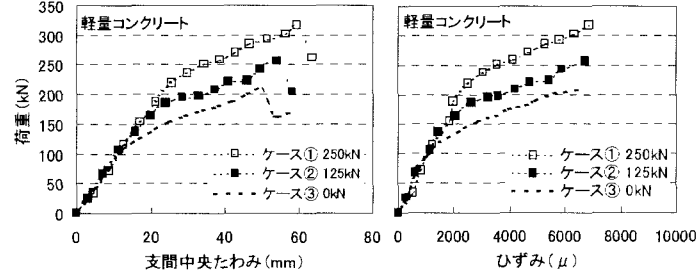


図8 荷重-たわみ関係および荷重-ひずみ関係 (軽量)

5. 結論

- (1)本解析結果は実験結果の最大耐力より大きな値となったが、斜材のひび割れの状況がある程度表現できた。また、引張斜材のひび割れ発生順序が実験結果と解析結果の相違に寄与していると考えられる。
- (2)断面分割法を用いて部材の剛性を求めることにより、材料の違いおよびプレストレス導入量が解析結果に適切に反映できた。