

超高強度繊維補強コンクリートを用いた有孔梁の力学的挙動に関する研究

信州大学大学院 学生員 ○下田周平
 信州大学工学部 正会員 大上俊之
 信州大学工学部 正会員 小山 茂

1. はじめに

建築分野において、梁の腹部に電気配線や配水管などの設備配管用の貫通孔が設けられることがある。この様な、ウェブに貫通孔を設けた梁は一般的に有孔梁と呼ばれており、材量削減や軽量化と言った特徴を有している。特に、設計の自由度が高くなっている近年では、土木分野においてもこの有孔梁が用いられることがあり、その代表的な例として、酒田みらい橋（山形県酒田市）が挙げられる。酒田みらい橋は、桁部分に複数の孔が設けられており、桁部材に UFC (Ultra high strength steel Fiber reinforced Concrete) と呼ばれる超高強度繊維補強コンクリートが用いられていることが大きな特徴である。

UFC は、セメントを主成分として高強度の炭素繊維を混入した材料であり、 200N/mm^2 程度の高い圧縮強度で、高い耐久性、高い変形能力を有している。

UFC 材を用いた酒田みらい橋は、桁部分に孔を設けることで従来のコンクリート橋の 5 分の 1 程度の重量となり、橋全体の大幅な軽量化を可能にしている。また、無筋構造、低い桁高（桁端部 0.55m）で長いスパン（50m）が可能であること、景観向上の効果があると言った報告がされている¹⁾。

今後、土木分野における UFC 材の用途の拡大が予想される中、酒田みらい橋の様な UFC 材を用いた有孔梁について、孔が梁全体にどのような影響を及ぼすのかを明確にする必要があると考える。

本研究では、超高強度繊維補強コンクリートを用いた有孔梁に対して、孔数、孔位置、孔径をパラメータとした FEM 解析を行い、梁全体の力学的挙動に対する孔の影響を考察する。

2. 解析方法

UFC 材を用いた有孔梁の FEM 解析を行うにあたり、UFC 材 (ductal) を用いた既往の実験結果²⁾と解析モデルの結果を比較して、解析の妥当性を確認し

た。解析モデルの材料特性、およびモデルに用いた応力-ひずみ関係をそれぞれ表-1、図-1 に示す。また、解析モデルの試験体寸法を図-2 に示す。スパン中央における水平ひずみ分布の比較を図-3 に示すが、両者の結果は概ね一致している。

表-1 材料特性

E (N/mm ²)	v	f _c (N/mm ²)	f _t (N/mm ²)
39000	0.2	200	12

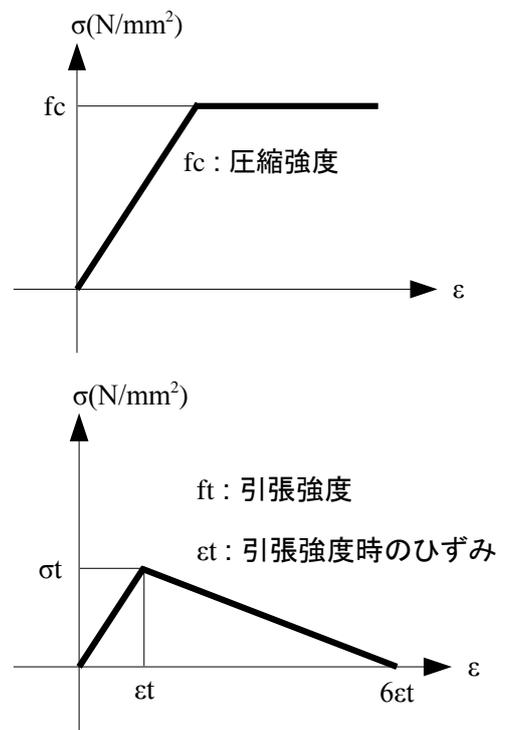


図-1 解析モデルの応力-ひずみ関係

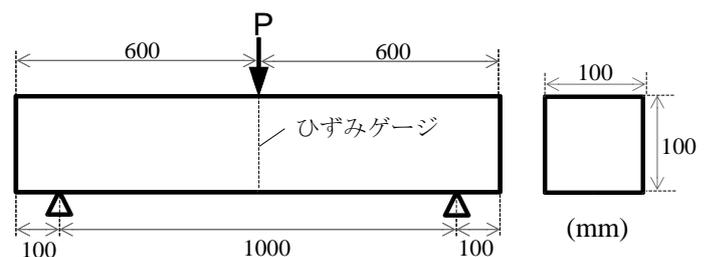


図-2 試験体寸法

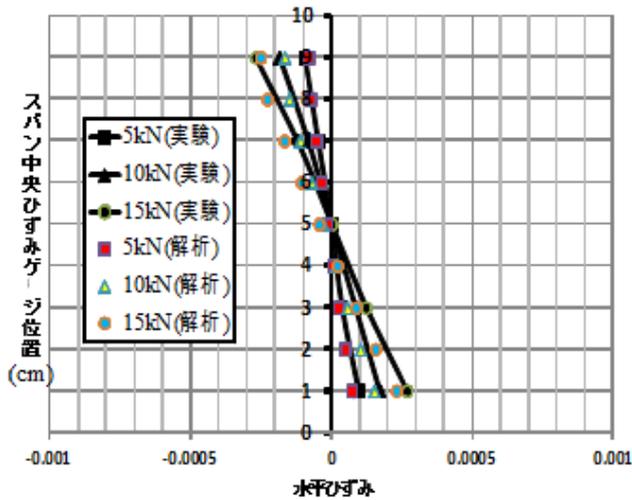


図-3 スパン中央の水平ひずみ

本研究では、RC 梁の 4 点曲げ実験³⁾を参考に、同じ寸法モデルの腹部に貫通孔を設けた UFC 有孔梁モデルに対して、FEM 解析を行った。モデルは、無孔梁およびスパン中央に断面高の 1/2 (孔径 25mm), 2/3 (75mm), 7/10 (100mm), 3/4 (105mm) の大きさの孔径を設けた有孔梁の計 5 つであり、UFC の解析モデルは無鉄筋としている。既往の RC 梁の 4 点曲げ実験で用いられた試験体寸法を図-4 に、スパン中央に断面高の 1/2 の大きさの孔径を設けた有孔梁の解析モデルを図-5 に示す。

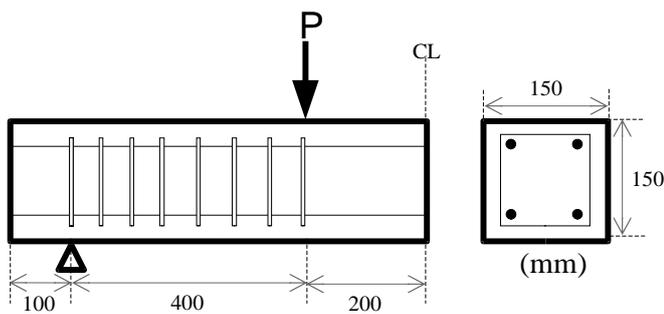


図-4 RC 梁試験体寸法

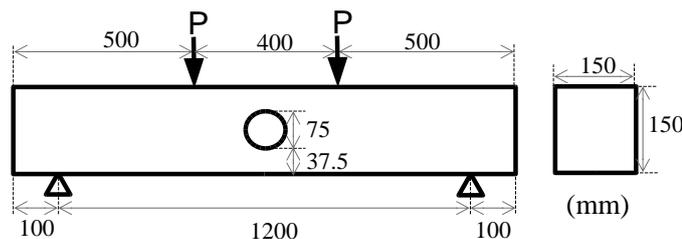


図-5 有孔梁解析モデル(孔径 75mm)

3. 解析結果

UFC モデルの解析結果の耐荷力とスパン中央部の垂直変位の関係を図-6 に示す。孔径が大きくなるほど耐荷力は低下し、特に、断面高に対して 3/4 の大きさの孔径を持つモデルでは、耐荷力の低下が顕著であった。しかしながら、前述の RC 梁の実験では、最大耐荷力が 38kN であり、全ての解析モデルにおいて、それを大きく上回る結果となっている。RC の場合、孔径は断面高の 1/3 以下⁴⁾とすることが一般的であるが、UFC では断面高の 7/10 の大きさの孔径を持つ有孔梁でも、無孔梁と比べて耐荷力の低下は 10%程度であった。孔数、孔位置をパラメータとした解析結果については、当日発表する予定である。

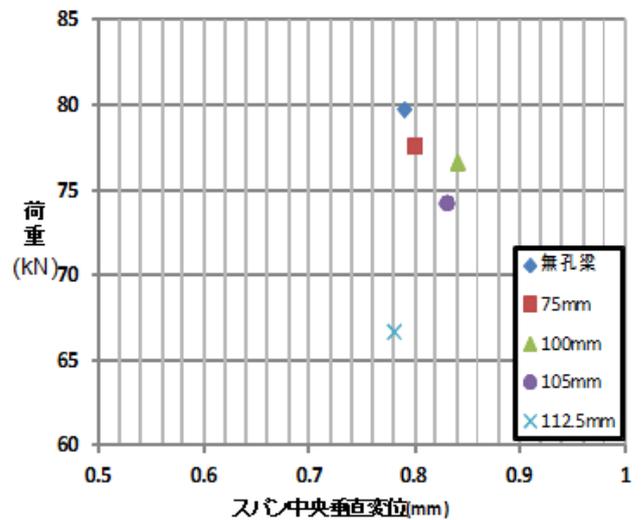


図-6 耐荷力-スパン中央部垂直変位関係

参考文献

- 1) 武者浩透, 大竹明朗, 児玉明彦, 小林忠司: コンクリート新素材 (RPC) の PC 橋梁への適用性の研究—「酒田みらい橋」—, 土木学会第 58 回年次学術講演会, pp643-645, 2003.
- 2) 大塚祐太, 木田哲量, 阿部忠, 水口和彦, 片桐誠, 前堀伸平: UFC 材を用いたはり部材の終局状態時における曲げモーメントに関する研究, 第 56 回理論応用力学講演会講演論文集, 3B19, 2007.
- 3) アラミド補強研究会, アラミド繊維シートによる鉄筋コンクリート橋脚の補強工法設計・施工要領(案), 1998.
- 4) 文部科学省大臣官房文教施設企画部: 建築構造設計指針, 2009.