

### UFC製防風柵の構造性能に関する検討

(株)大林組 正会員 ○佐々木一成  
 (株)大林組 フェロー 野村 敏雄  
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 中村 貴志

#### 1. はじめに

近年、強風による列車の運休を減らすために、防風柵の設置が進められている。防風柵は一般的に鋼製であるが、沿岸部などでは潮風に曝されて腐食するため維持管理に課題があり、耐久性の高い防風柵が求められている。

そこで、防風柵部材の材料として、無鉄筋で高い引張性能を有し、塩害や化学的侵食に対して100年以上の耐久性をもつ超高強度繊維補強コンクリート(Ultra high strength fiber reinforced concrete：以下、UFCと表記)に着目した。防風柵への適用性を検討するため、風速低減効果を確認したうえで、構造性能の確認を行った。

#### 2. UFC製防風柵の概要

##### (1) 形状

UFC製防風柵の概略を図1に示す。パネルに溝型断面のUFC有孔板(図2, 3)、支柱にH型断面のプレテンションプレストレスUFC部材(図4)を使用し、設計風荷重(3.0kN/m<sup>2</sup>、風速50m/s程度に相当)が作用した際にひび割れが生じない断面とした。

UFCパネルは厚さ20mm、高さ100mmのフランジ部分で風荷重に抵抗する形状である。厚さ12mmのウェブの部分には径55mmの孔を千鳥に配置し、遮蔽率を一般的な防風柵と同様に60%とした。

支柱には4本のPC鋼線により供用時に14.8N/mm<sup>2</sup>となるよう緊張力を導入した。PC鋼線のかぶりは20mmとし、鋼材腐食に対し100年の耐久性<sup>1)</sup>を確保する断面形状とした。

##### (2) 使用材料

本実験では以下の材料を使用した。

- a. UFC：標準養生により材齢28日で圧縮強度180N/mm<sup>2</sup>、引張強度8.8N/mm<sup>2</sup>(特性値)を満足するUFCで、直径0.16mm、長さ13mm、引張強度2000N/mm<sup>2</sup>以上の鋼繊維を2vol.%混入している。実験に使用した材料は圧縮強度207N/mm<sup>2</sup>、引張強度11.8N/mm<sup>2</sup>、弾性係数47.8kN/mm<sup>2</sup>であった。
- b. PC鋼線：支柱に使用したPC鋼より線は7本よりφ12.7(SWPR7BL)である。最大引張力は194kN(183kN)、0.2%永久伸びに対する引張力は185kN(156kN)、弾性係数は191kN/mm<sup>2</sup>であった(カッコ内の数値は規格値)。

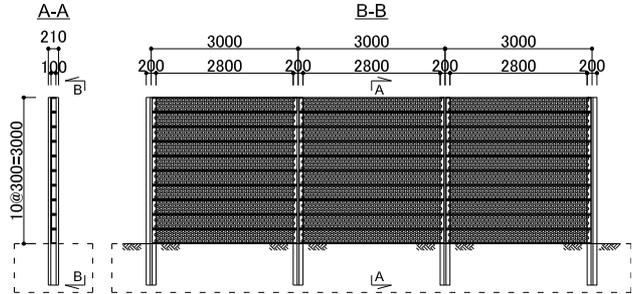


図1 UFC製防風柵概略

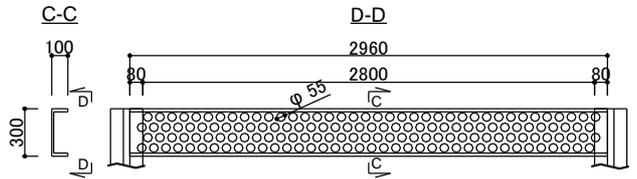


図2 UFC製防風柵パネル

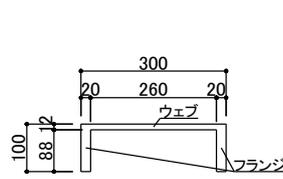


図3 パネル断面

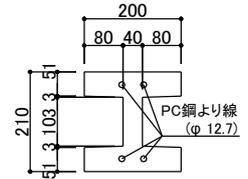


図4 支柱断面

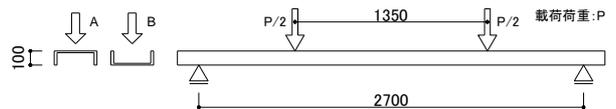


図5 荷重実験概略(パネル)

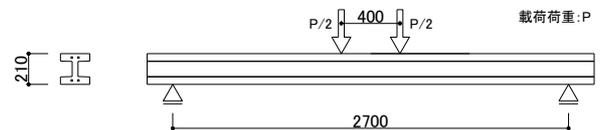


図6 荷重実験概略(支柱)

#### 3. 荷重実験

荷重条件を図5, 6に示す。パネルについては、等分布荷重が作用した際に発生する曲げモーメントとせん断力の比が等しくなる支点条件とした。パネル断面が非対称であるため、図5に示すAおよびBの方向から荷重し、性能を確認した。

パネルおよび支柱の載荷荷重—中央変位関係を図7, 8に示す。パネルについて、載荷方向により比較するとひび割れ荷重はほぼ同じであったが、最大荷重はB方向載荷の方が大きくなった。孔あきウェブが引張側となりパネルの曲げに抵抗しているためと考えられる。このように載荷方向により最大荷重の差はみられたが、設計風荷重に相当する荷重の1.4倍までひび割れが発生しないことを確認した。

支柱についても設計風荷重の1.3倍までひび割れは発生せず、最大荷重128kN、中央変位50mm付近でフランジが圧壊して荷重低下した。同じ諸元の支柱2本について実験したが、バラつきは見られなかった。

4. 非線形FEM解析

3次元非線形FEM解析を実施した結果を図8~10に示す。解析において引張軟化特性(引張応力—開口変位関係)は図11の2種類を使用した。図11(a)はひび割れ発生強度、引張強度に特性値を使用し、開口変位についても文献<sup>1)</sup>で確認されている値とした。パネルについて、ウェブ、フランジともに図11(a)の引張軟化特性を適用した場合(解析結果1)、B方向からの載荷に対して最大荷重は実験値と比較して14%程度大きくなった(図10)。ウェブ部分をひび割れ後の引張軟化がない図11(b)のモデルとした場合(解析結果2)、最大荷重は実験値に近い値となった。A方向からの載荷に対してはウェブが圧縮側となるため、適用した引張軟化特性による差はみられなかった(図9)。テストピースから得られた引張強度は解析に用いた特性値と比べて高い値となっているが、引張強度は繊維配向の影響が大きく、特にウェブ部分については孔が千鳥に配置されており、1方向から流して作製したテストピースと複雑な型枠に打ち込まれた部材では引張軟化特性が大きく異なると考えられる。

支柱についてはプレストレス導入直後のプレストレス量を用いて解析を行い、圧壊時の変位に差があるものの、実験結果をよく再現している(図8)。

5. まとめ

UFC製防風柵の構造性能を載荷実験により確認し、非線形FEM解析結果と比較した。UFC製防風柵はUFCのひび割れ発生強度の特性値を用いて設計することにより、設計風速相当する荷重に対してひび割れが発生しないことを確認した。また、非線形FEM解析により挙動をおおむね再現できることが確認されたが、引張軟化特性の設定方法や大変形などに対してはさらなる検討が必要である。

- 参考文献 1) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリート「スリムクリート」に関する技術評価報告書，技術推進ライブラリー，No.10，2012  
 2) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工

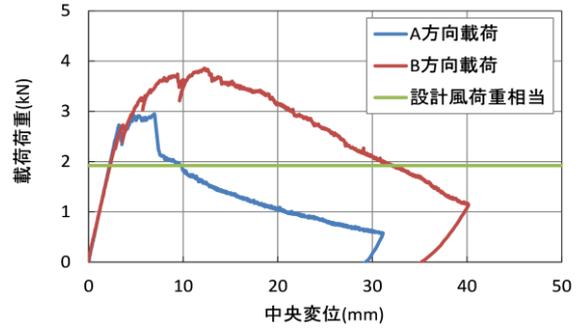


図7 載荷荷重—中央変位関係 (パネル)

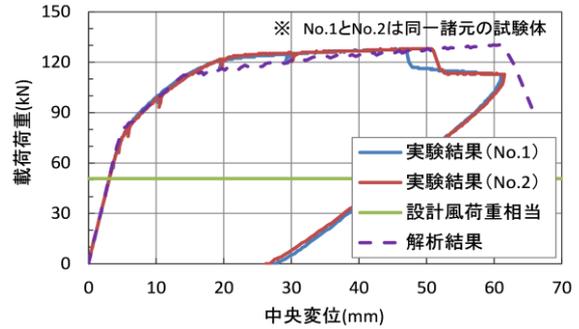


図8 載荷荷重—中央変位関係 (支柱)

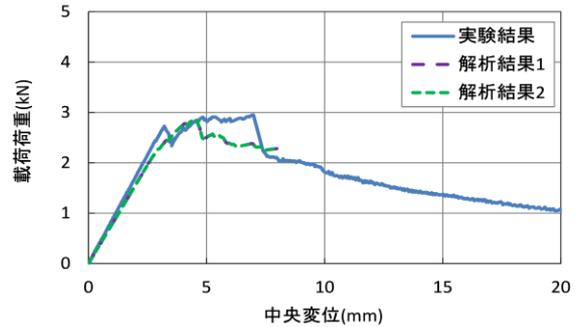


図9 実験結果と解析結果との比較 (パネルA方向載荷)

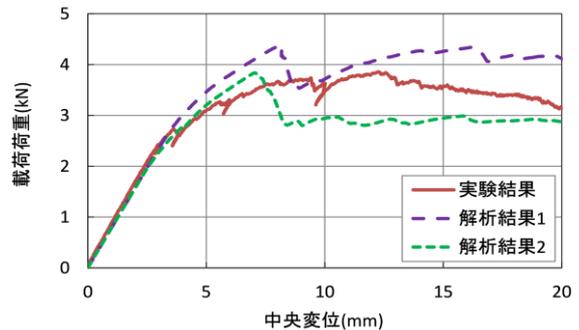


図10 実験結果と解析結果との比較 (パネルB方向載荷)

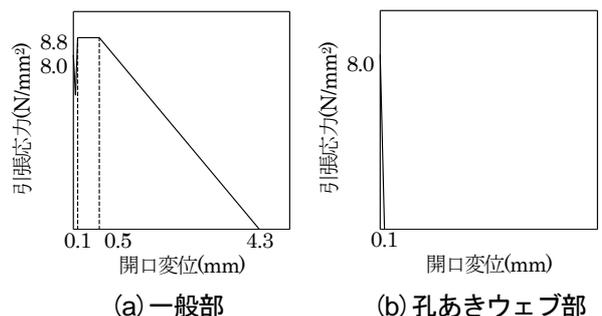


図11 解析における引張応力—開口変位関係