

5G 対応基地局用 GFRP 支持柱の開発

日大生産工 (院)

○中西 将己

日大生産工 (院)

染宮 聖人

日大生産工

平山 紀夫

コスモシステム (株)

櫻井 直樹

コスモシステム (株)

佐々木 伯

1. 緒言

近年, IoT (Internet of Things)の発展に伴って, 現在の通信システムの100倍の伝送速度を有する5G (第5世代移動通信方式) 用アンテナが全国に配備される予定である. この高速通信の安定化には多数の5Gアンテナを設置する必要があるが, 新たな空地に5Gアンテナを設置することは困難であるため, ビルなどの屋上に設置することが想定される. そのため, 5Gアンテナの支持柱やその固定具となるベースプレートなどは強風に耐えうる高い剛性, 強度と屋上まで持ち運べる軽量性が要求される.

現在のアンテナ支持柱とベースプレートは鋼製であるため, 大型の設備と時間をかけてビルなどの屋上に設置する必要がある. そのため, アンテナ支持柱を鉄製から比強度・比剛性に優れたガラス繊維強化プラスチック(GFRP; Glass Fiber Reinforced Plastics)に代替することで, 設置コストを抑えることができると考えられる. また, ベースプレートもFRP化することで, 形状設計の自由度が向上し, 軽量化と高剛性化ができることと予測される.

そこで本研究では, 5G用のGFRP製アンテナ支持柱およびFRP製ベースプレートの構造設計を有限要素法解析 (以下, FEM解析) により行い, GFRP製アンテナ支持柱およびFRPベースプレートの安全性について評価した.

2. FRP製ベースプレートの設計

2.1 FRP製ベースプレート設計概要

従来の鋼製ベースプレートの弾性係数はFRPの弾性係数の19倍に相当する210GPaであり, 形状を変更せずに鋼からFRPに代替するだけでは剛性不足である. そこで, 新たな形状の

ベースプレートを設計し, FEM解析で相当応力を計算した.

2.2 ベースプレートの設計条件

本研究では, FRP製ベースプレートの安全率は2.2とした. また, FRP製ベースプレートを人手により持ち運べるように質量制約は25kg以内とした.

3. GFRPとFRPの材料物性値

GFRP製アンテナ支持柱の材料物性値はHashin式と古典積層理論¹⁾から計算した. 計算したGFRP製アンテナ支持柱の材料物性値をTable1に示し, FRP製ベースプレートの材料物性値をTable 2に示す.

Table1 Material Properties of GFRP.

Type	Component	Value
Young's Modulus[GPa]	x	34.2
	y	12.3
	z	12.3
Poisson's Ratio[-]	xy	0.298
	yz	0.400
	xz	0.298
Shear Modulus[GPa]	zy	7.8
	yz	7.8
	xz	7.8
Density[g/cm ³]		1.97

Table2 Material Properties of FRP.

Type	Value
Young's Modulus[GPa]	11
Poisson's Ratio[-]	0.32
Density[g/cm ³]	1.8

4. FEMモデルと境界条件

設計したFRP製ベースプレートの解析モデルをFig.1に示す. また, FEM解析には汎用有限要素法ソフトANSYS 2020 R2を用いた.

. Development of the GFRP support column for 5G base station.

Masaki NAKANISHI, Masato SOMEMIYA, Norio HIRAYAMA,
Naoki SAKURAI, Hiroshi SASAKI

境界条件はベースプレートのボルト穴の内側を完全固定とした。また、GFRP支持柱の投影面に風速36m/secときの荷重値を与えた。ここで、荷重方向は2ケースとし、Fig.1に示すCase1とCase2の方向に荷重をそれぞれ与えた。

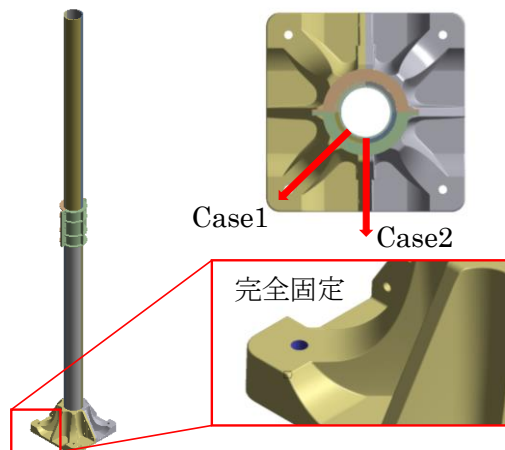


Fig.1 Analysis model of GFRP antenna support column.

5. 解析結果

従来のベースプレートの形状で材料物性値のみFRPに置換してCase1とCase2の荷重条件で解析した結果をFig.2, Fig.3に示す。Fig.2とFig.3からわかるように、底面及びボルト穴近傍にて非常に高い相当応力が発生している。一方で、新たに設計したFRP製のベースプレートのモデルでFEM解析を行った結果をFig.4, Fig.5に示す。Fig.4とFig.5からわかるように、新たに設計したモデルは45°方向にリブを追加し、さらにボルト穴周囲の肉厚を増やしたことで、底面及びボルト穴近傍に発生する相当応力が大幅に低減された。Case2の荷重に対しては、追加した4本のリブで応力を分担していることが確認でき、Case1の荷重に対しては追加した2本のリブが主に応力を分担していることが確認できた。また、詳細は割愛するがFRP製ベースプレートを取り付けたGFRP製アンテナ支持柱は、強度・剛性ともに設計の安全率2.2を満足した。

6. 結言

本報告では、FRP製ベースプレートの設計とFEM解析を行った。その結果、4本のリブを追

加し、ボルト穴周囲の肉厚を増加することで相当応力を大幅に低減することが可能とわかった。

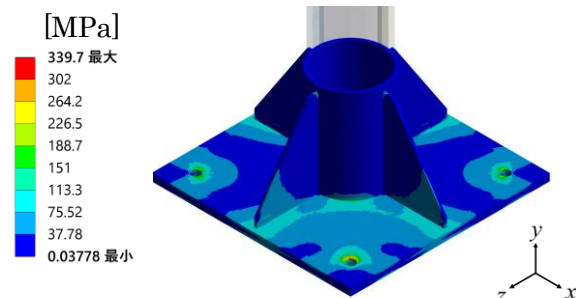


Fig.2 Equivalent stress on steel models. (Case1)

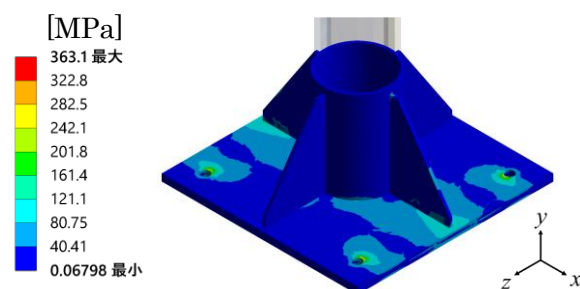


Fig.3 Equivalent stress on steel models. (Case2)

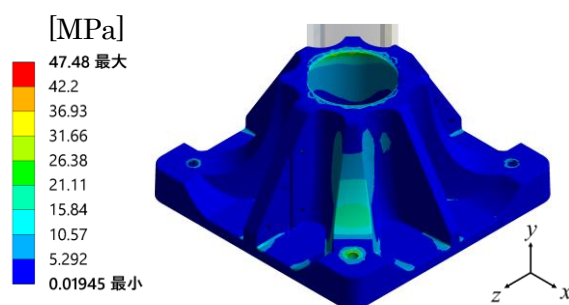


Fig.4 Equivalent stress on FRP models. (Case1)

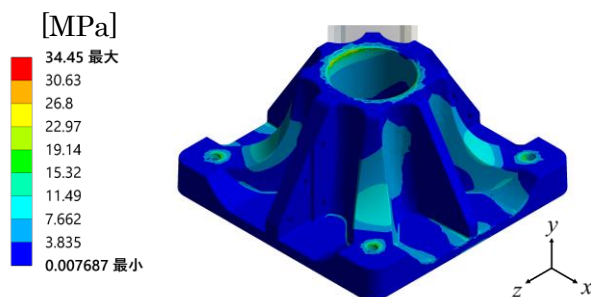


Fig.5 Equivalent stress on FRP models. (Case2)

参考文献

- 1) 福永久雄, 複合材料力学入門, 日本複合材料学会誌, 22 (1996), pp.114-119.