

送電用鉄塔の制振ブレース置換における最適化について

東電設計(株) 正会員 ○大野木 亮太

東電設計(株) 正会員 山崎智之 東電設計(株) 平田雄一

東京電力(株) 土田陽一 (株)巴コーポレーション 大家貴徳

1. はじめに

重要基幹送電線などの送電鉄塔については、レベル2地震動に対する耐震性を動的解析により確認している。送電鉄塔は風荷重が支配的であり、耐風設計された送電鉄塔は、同時に十分な耐震性能を有することが確認されている¹⁾。しかしながら、従来の検討に用いてきた地震動と比較し、加速度レベルの大きなレベル2地震動に対する耐震性評価の結果、多くの部材で補強や交換等の対策が必要になる場合も想定される。対策の一案として既設腹材の制振ブレースへの置換が考えられる²⁾。

本報告では、制振ブレースとして文献3)に示されるような座屈拘束ブレースを想定し、制振ブレースの特性及び配置の最適化について解析的に検討した結果を述べる。

2. 制振ブレースの特性

制振ブレースによる振動エネルギーの吸収特性は、制振ブレースの剛性および耐力に依存する。図-1に示す対象鉄塔の腹材(赤線箇所)を制振ブレースに置換し、入力地震動によるパラメトリックスタディを行い、最も効率よく振動エネルギーが吸収できる制振ブレースの剛性と耐力を設定する。ここで、表-1に対象鉄塔の概要を示し、制振ブレースの特性として表-2に示す9ケースを設定し、地震動的解析を行った。図-2に解析に用いた入力地震動の時刻歴波形を示す。地震動の入力は解析モデルに対してX方向、Y方向のそれぞれに入力した。

表-3に解析結果を示す。表-3における応答低減率は制振ブレースを配置しない線形解析の応答値に対する制振ブレースを考慮した非線形解析の応答値との比を表す。解析の結果、最も応答低減率が低く応答低減効果が高いのは、剛性を高く、耐力を低く設定したBT06モデルである。

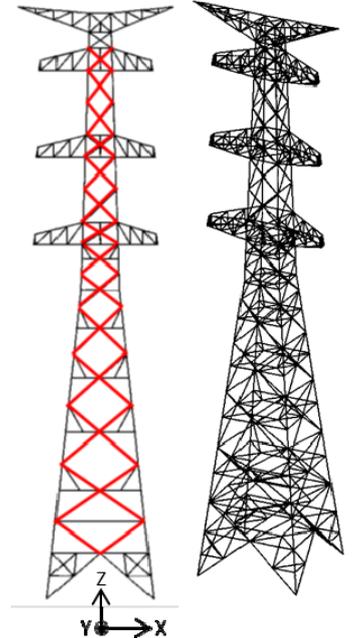


図-1 解析モデル

表-1 鉄塔概要

電圧	回線数	塔高	1次固有周期
500 kV	2 cct	92.5 m	1.025 sec

表-2 制振ブレースの特性

		耐力		
		低	中	高
剛性	低	BT09	BT07	BT08
	中	BT03	BT01	BT02
	高	BT06	BT04	BT05

表-3 応答解析結果

剛性	耐力	→ 高					
		低		中		高	
低		BT09		BT07		BT08	
		Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向
	応答低減率	0.837	0.821	0.876	0.859	0.891	0.884
↓		BT03		BT01		BT02	
		Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向
	応答低減率	0.831	0.808	0.869	0.855	0.882	0.874
高		BT06		BT04		BT05	
		Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向
	応答低減率	0.822	0.801	0.855	0.840	0.865	0.851

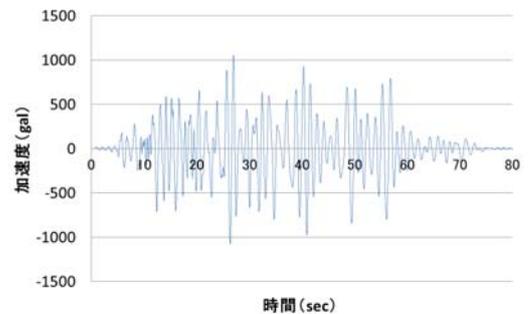


図-2 入力地震動(卓越周期 1.3 sec)

キーワード 送電用鉄塔, レベル2地震動, 制振ブレース
 連絡先 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-7-12 東電設計株式会社電気本部
 TEL: 03-6372-5733 E-mail: r.ohnogi@tepsc.co.jp

3. 制振ブレースの最適配置

制振ブレースの配置検討を行い、最も応答低減率が低く、配置箇所が少ない経済性が良い制振ブレースの配置を決定する。BT01～BT09の解析において、制振ブレースが塑性化し、塑性化によるエネルギー吸収量の多い箇所に制振ブレースを配置する。制振ブレースの履歴ループの一例を図-3に示す。

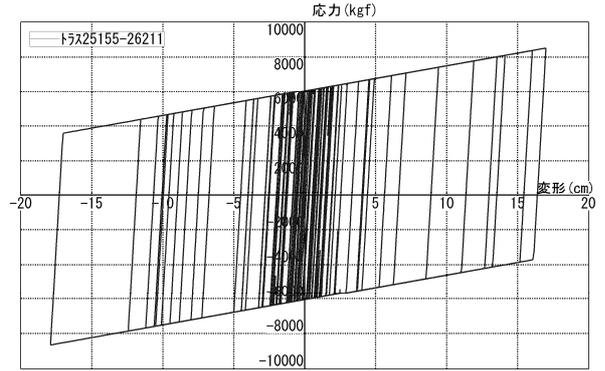


図-3 制振ブレースの履歴ループ (例)

配置検討において表-4に示す7ケース (BT11～BT17)を新たに設定し、地震動的解析を行った。表-5に制振ブレースの配置箇所図 (図の赤線部材に配置)と解析結果を示す。解析の結果、BT17が応答低減率と経済性で最も優れていることが分かった。即ちBT06における特性 (高剛性、低耐力)を有する制振ブレースを、エネルギー吸収量の多いパネル5～11 (鉄塔上部から中間部)の7箇所に配置した解析モデルが最適モデルである。

表-4 配置検討における制振ブレースの特性

		耐力 低 → 高		
剛性	高	BT09	BT07	BT08
	低	BT03 BT13	BT01 BT14	BT02
	↓	BT15		
高	高	BT06 BT11 (BT16, BT17)	BT04 BT12	BT05

4. まとめ

送電鉄塔の既設腹材を制振ブレースに置換する際の最適な特性及び配置について、解析的に検討した結果、以下が明らかとなった。

本検討における対象鉄塔及び入力地震動においては、剛性を高く、耐力を低く設定した制振ブレースを、パネル5～11の7箇所に配置したモデルが最適であることが分かった。また、その際の応答低減効果として、制振ブレースを配置しない結果と比較し、82%程度の応答低減が期待できる。

今後の課題として対象鉄塔や入力地震動を変更した検討を行う必要がある。

表-5 制振ブレースの配置箇所及び解析結果

モデル	BT11		BT12		BT13		BT14		BT15		BT16		BT17	
	BRB剛性	高	高	中	中	高と中の中間	高	高	低	低	高	高	高	
BRB耐力	低	中	低	中	中	低	中	中	低	低	低	低	低	
BRB配置														
	応答結果	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向
応答低減率	0.841	0.826	0.868	0.853	0.845	0.826	0.881	0.863	0.844	0.826	0.844	0.830	0.835	0.818

参考文献 1) (社)日本電気協会：架空送電規定, JEAC 6001-2000 2) 大野木亮太, 中村秀治, 山崎智之, 河原章夫：送電用鉄塔の鋼材ダンパー置換による制振効果について, 土木学会第69回年次学術講演会, 2014. 3) (株)巴コーポレーション：http://www.tomoe-corporation.co.jp/index.html