

### 送電鉄塔用鉛ダンパーの履歴特性試験について

東電設計(株) 正会員 ○山崎 智之

東電設計(株) フェロー会員 中村 秀治 東電設計(株) 正会員 本郷榮次郎

東京電力(株) 土田 陽一

#### 1. はじめに

送電鉄塔のレベル2地震動に対する耐震性能評価が行われているが、せん断ボルト継手部における滑りによる履歴減衰を考慮した上で、実態に即した減衰定数を設定することが、解析精度向上の観点から重要である。先に筆者らは、溶融亜鉛めっき処理された部材のせん断ボルト継手の滑りを考慮した減衰定数の解析的検討を行い、レベル2地震動に対する鋼管鉄塔の減衰定数は3~4%程度との結果を得ているが<sup>1)</sup>、地震動の特性次第では、既設の鉄塔の部材補強や交換等の対策が必要になるケースのあることも想定される。

本報告では、送電鉄塔の耐震性能向上を検討する一環として、鉛による履歴減衰効果<sup>2)</sup>に焦点を当て、腹材に鉛充填せん断ボルト継手(以下、送電鉄塔用鉛ダンパー、(図-1))を用いた場合の履歴特性試験結果について述べる。

#### 2. 送電鉄塔用鉛ダンパーの試験体形状

送電鉄塔用鉛ダンパーは、図-1に示すように、M16ボルト孔のクリアランスに円管状の鉛(図-2)を充填したものであり、高所作業を考慮した上での提案方式である。施工手順は、

a) ボルト孔の内径

を広げる。

b) リング状の純鉛をボルト孔に挿入する。

c) 鉛管内にボルトを挿入してナットで締める。

d) 鉛充填した孔径が大きい場合、ワッシャーを使用する。

本報告の履歴特性試験体は図-3に示す通りであり、組み立て手順は図-4のとおりである。

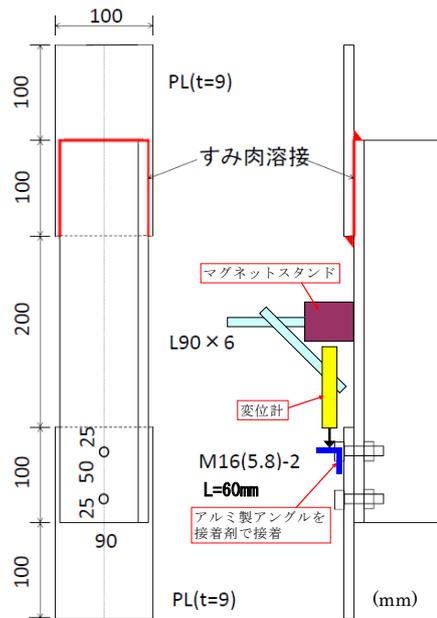


図-3 試験体形状と供試体

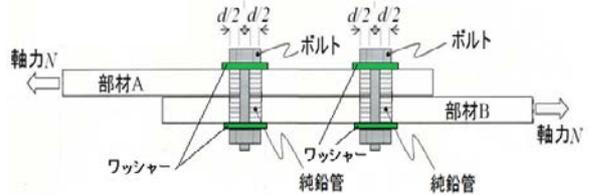


図-1 送電鉄塔用鉛ダンパーの概念図



図-2 ボルト孔に充填したリング状の鉛



図-4 供試体の組み立て手順

キーワード 送電鉄塔, レベル2地震動, 耐震性能, 鉛ダンパー, 履歴特性

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: 03-6372-5836 E-mail: m.yamazaki@tepsco.co.jp

### 3. 鉛の材料試験結果

履歴特性試験に先立ち、鉛ダンパー試験体に用いた鉛材(純鉛)について、材料試験(丸型試験片直径5.00mm, 標線間距離 20mm, 载荷速度 5mm/min.)を2本行った。試験結果は表-1に示すとおりである。

表-1 鉛の材料試験結果

No.	0.2%耐力		引張強さ		破断伸び	絞り
	kN	MPa	kN	MPa	%	%
1	0.117	5.96	0.302	15.4	92.8	98.2
2	0.105	5.35	0.305	15.5	87.7	98.9

### 4. 履歴特性試験の試験ケースと载荷パターン

鉛ダンパーの履歴特性試験の試験ケースは、表-2に示すとおり、ボルト軸力を軸力1(締付トルク 45N・m)と軸力2(締付トルク 22.5N・m)の2ケース、ボルト孔径 20,22,24mm(鉛厚さ各 2,3,4mm)の3ケースを組み合わせた全6ケースとした。

表-2 試験ケース

試験ケース	表面状態	ボルト軸力	ナット種類	ボルト孔径(鉛厚)
1	亜鉛めっき	軸力1(高)	普通ナット	φ20(2mm)
2			普通ナット	φ22(3mm)
3			普通ナット	φ24(4mm)
4		軸力2(低)	普通ナット	φ20(2mm)
5			普通ナット	φ22(3mm)
6			普通ナット	φ24(4mm)

载荷試験は、MTS 製油圧サーボ式疲労試験機(容量 500kN)を使用し、载荷荷重は、±20, ±40, ±60kNの各3ループの繰り返し荷重とし、最後に破断手前まで引張荷重を载荷した(図-5参照)。

### 5. 履歴特性試験結果

試験ケース 2, 3 における荷重-変位関係の履歴特性を図6に例示する。また、試験ケース 1~6 における各荷重振幅の1ループあたりの吸収エネルギーを図7に示す。試験の結果、次の事項が明らかになった。

- (a) 鉛が厚いほど、継手部の変位が大きくなり、履歴ループが大きくなるため、エネルギー吸収効果も上がる。
- (b) 履歴ループの大きさは、载荷荷重の振幅依存性を有し、荷重振幅が大きいほど、履歴ループが大きくなり、エネルギー吸収効果が大きい。
- (c) 継手部の摩擦力に伴う滑り荷重の影響が加味されるため、ボルト軸力の高い軸力1の方が軸力2よりも履歴ループの幅が広がり、エネルギー吸収効果が大きい。

### 6. まとめ

送電鉄塔の耐震性能向上を目的とした送電鉄塔用鉛ダンパーの履歴特性試験結果を実施し、繰り返し荷重下における履歴特性を明らかにした。鉛ダンパーの厚さが厚いほど、ボルト締め付け軸力が大きいほどエネルギー吸収効果が高く、高い制振効果が期待できる。

**参考文献** 1) 大野木亮太, 河原章夫, 久保田邦裕, 山崎智之, 中村秀治, 本郷榮次郎: レベル2地震動に対する送電用鋼管鉄塔の耐震性評価に用いる減衰定数について, 構造工学論文集, Vol.60A, 2014.3. 2) 原田浩之, 鈴木利哉, 浅野幸一郎: 周囲拘束型鉛ダンパーの減衰性能に関する実験的研究, 日本建築学会構造系論文集, No.588, 2005.2.

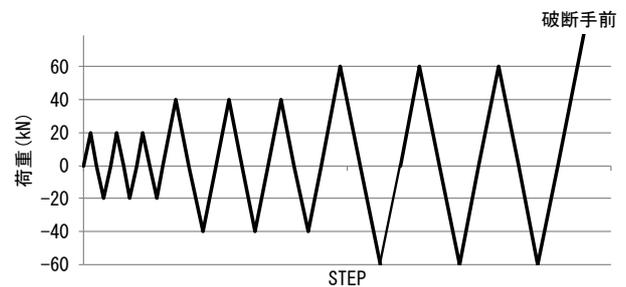


図-5 载荷荷重

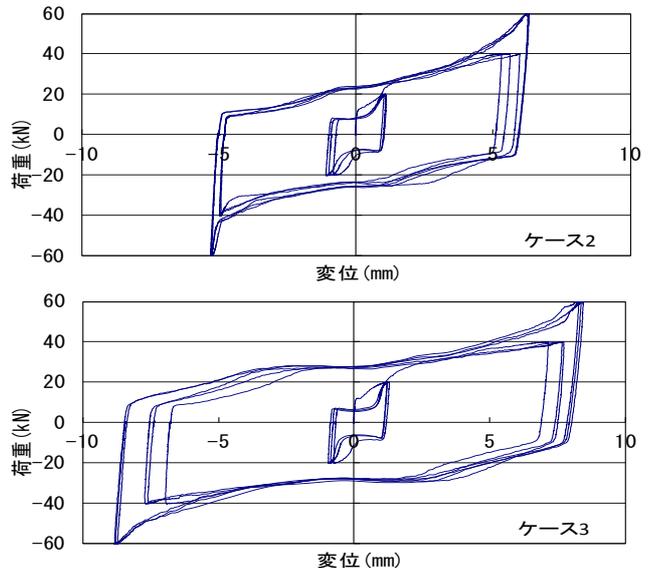


図-6 履歴特性試験結果

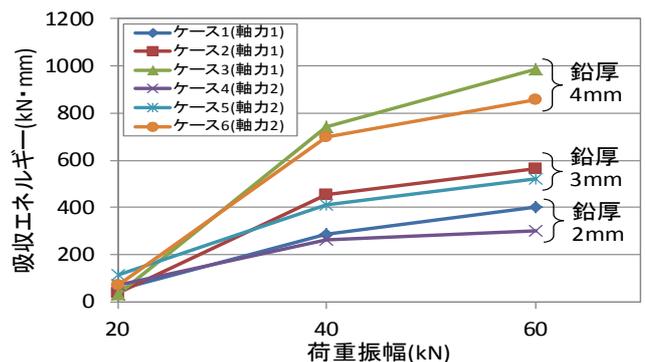


図-7 1ループあたりの吸収エネルギー