

接地型計器用変圧器の支持部にガタが有る場合の衝撃耐力に係る試験結果について（案）

令和 2 年 10 月 29 日
長官官房 技術基盤グループ
地震・津波研究部門

1. 背景

設置許可基準規則は、第 6 条（外部からの衝撃による損傷の防止）において、安全施設は航空機の落下等を含む衝撃に対して安全機能を損なわないものでなければならないとしている¹。

また、第 42 条（特定重大事故等対処施設）において、工場等には、特定重大事故等対処施設を設けなければならないとしている²。

これに関し、研究プロジェクト「6. 地震・津波及びその他の外部事象等に係る施設・設備のフラジリティ評価に関する研究(3)外部事象等による衝突・衝撃に対する評価手法の検討」（平成 29 年度～令和 2 年度）（以下「本研究」という。）において、衝撃振動に対して脆弱性を有する機器の機構の想定、同機構を有する機器の抽出を行い、抽出した機器を対象に衝撃振動を想定した振動試験による耐力評価を実施している。

2. 本研究の内容と得られた最新知見

本研究においては、令和元年度に大型電気品である 6.6kV 回路用接地型計器用変圧器³を対象として衝撃振動を想定した試験を実施した（図-1）。対象機器は変圧器、変圧器を搭載した台車、台車が格納されるユニットから構成され、変圧器とユニット間の接点の接触により通電する（図-2）。

試験を実施するにあたり、海外の知見（NEI07-13⁴ Rev. 8 Table3-3⁵）を参照し、ここでは衝撃振動に対する機器カテゴリーの最小の耐力レベルを 27G（ $G=9.8\text{m/s}^2$ ）としていることから、同程度の加速度レベルを想定して試験を実施した。

試験の結果、対象機器は振動台上加速度 2G まで機能維持することを確認したが、

¹ 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。

² 原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対してその重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものであること。

³ 東芝インフラシステムズ株式会社製（VTZ-E6EP2）

⁴ NEI07-13 “Methodology for Performing Aircraft Impact Assessments for New Plant Designs”

⁵ NRC は NEI07-13 を Regulatory Guide 1.217 Rev. 0「設計基準を超える航空機衝突の評価ガイダンス」にエンドースしている。

振動台上加速度がそれ以上になると、台車とユニット間で通電する端子接点の変形、抜け等により機能喪失した（図-3）。

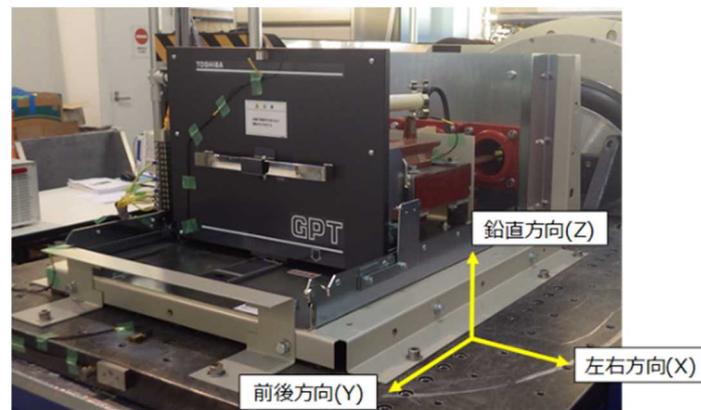


図-1 試験体（6.6kV 回路用接地型計器用変圧器）の外観

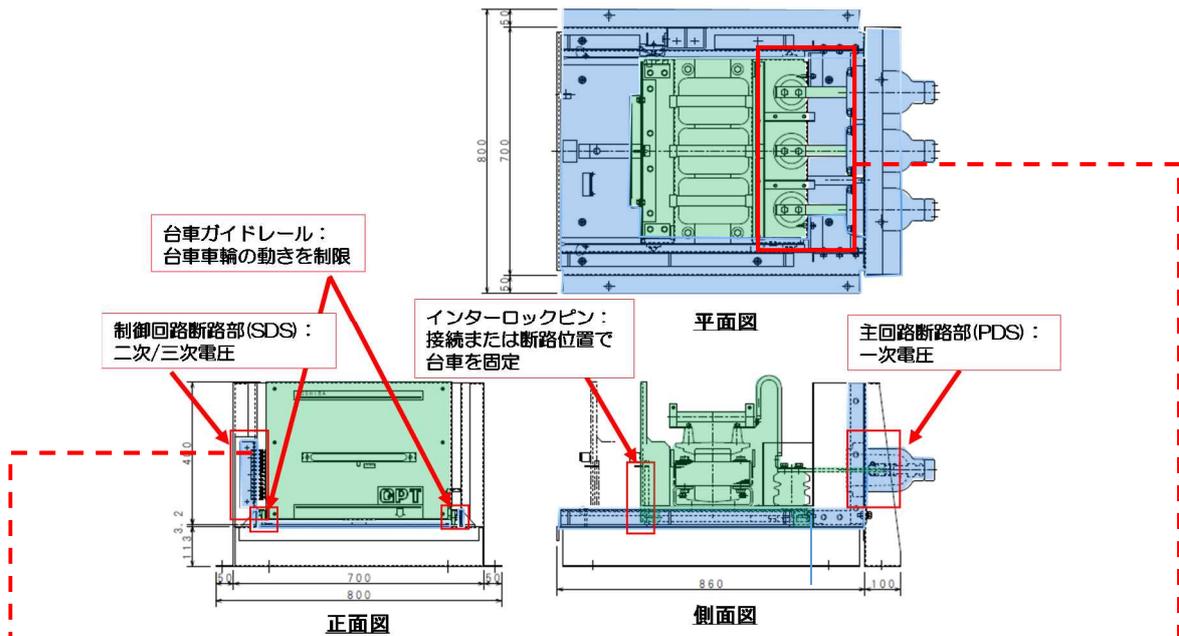
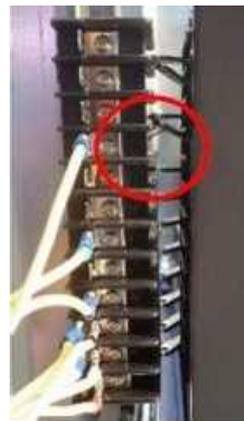
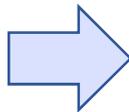
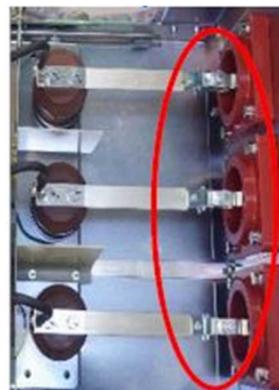
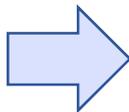


図-2 試験体（6.6kV 回路用接地型計器用変圧器）の概要



(1) 制御回路断路部（台車のロッキング応答 ⇒ 端子の変形）



(2) 主回路断路部
 (インターロックピンの脱落による台車の飛び出し ⇒ 引き抜け)
 (機能喪失前) (機能喪失後)

図-3 試験で観察された機能喪失の例

これら機能喪失の要因は、対象機器の固定されていない台車の挙動にある、つまり対象機器の支持部のガタ⁶に起因すると推定して、対象機器を台車引出方向である前後方向（Y）について簡易的に固定し支持部のガタを抑制して Y 方向に加振試験を実施した結果、振動台上加速度 30G まで機能維持することを確認した（図-4）。

以上より、機能喪失の主要因は支持部のガタであり、それに対処することで対象機器の衝撃振動に対する耐力が向上することを確認した。

なお、地震に対する耐力については、（独）原子力安全基盤機構にて実施した原子力発電施設耐震信頼性実証に係る機器耐力試験⁷にて確認している。



図-4 補強対策を施した試験体

3. 今後の対応

設置許可基準規則は、第 6 条（外部からの衝撃による損傷の防止）において、安全施設は航空機の落下等を含む衝撃に対して安全機能を損なわないものであることを求めており、また、第 42 条（特定重大事故等対処施設）において、原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突等に対して必要な機能が損なわれるおそれがないことを求めていることから、本知見により規則要求を変更する必要はない⁸。

本知見により、安全施設への航空機の落下等又は特定重大事故等対処施設への大型航空機の衝突による衝撃により施設内の機器に衝撃破損のおそれがある場合、接地型計器用変圧器等の機器の支持部のガタに適切に対処する必要があることが明らかとなったことから、事業者に対して本知見を周知することとしたい。

⁶ ものを稼働させるためのあそび

⁷ （独）原子力安全基盤機構、平成 16 年度 原子力発電施設耐震信頼性実証に関する報告書 機器耐力その 1（横形ポンプ、電気品）、05 基構報-0002、平成 17 年 7 月

⁸ 実用発電用原子炉に係る航空機衝突影響評価に関する審査ガイドは、衝撃荷重による振動により必要な機能を喪失しないかを評価することとしている。