

置いてある状態の設備機器に対する耐震性判定フローの創出

簡便で実効性のある対策を目指して

Studies on Seismic Evaluation Method for Non-Anchored Building Equipments

Aiming for Easy and Practical Measures against Earthquakes

(土木建築部 建築G)

(Architectural Engineering Group, Civil and Architectural Engineering Department)

屋上階に設置されている空調機器および配管類の基礎の多くは、防水層への影響を避けるため躯体と接合せずに屋上に”置だけ”になっている。このような防水層上に置かれた状態での設備機器類の地震時挙動は明らかになっていない。そこで、研究によりこれら機器に対する挙動を確認し、コストメリットと耐震性を兼ね備えた改良手法を創出した。

Building equipments on roofs should be anchored to building skeletons against earthquakes, however, often put on concrete blocks without fixation considering the influence to water resistant layers of roof slabs. Seismic behaviors of non-anchored equipments are not clear. We studied behavior of non-anchored equipments against earthquakes and made design method for building equipments on roofs under the earthquake.

1 研究の背景と目的

敷地や建物不要スペースの有効活用のため、空調機器類は建物屋上に設置されることが多い。第1図に屋上設置空調機器の状況の一例を示すが、これら空調機器類は防水層上に”置かれている”(基礎下に黒いゴムシートがある)ことが見て取れる。新設時には躯体へ堅固に固定されていたが、経年による機器改修で機種を変更・増加した際に、簡易な”置き基礎”になったものと考えられる。電力供給上重要な機器のための空調機器がこのような状態であると、転倒などによる地震後の機能喪失が危惧される。そこで、防水層上に”置かれた”状態の設備機器類の地震時挙動を解明し、コストメリットのある耐震対策を見出すことを目的に研究を実施した。



第1図 建物屋上状況

第2図、第3図に選定した機器例を示す。以降の振動実験で用いる実機を対象に事前の挙動推定を行った。



第2図 対象機器例(分類A) 第3図 対象機器例(分類B)

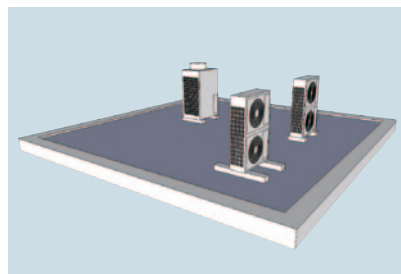
(2) 振動実験および解析

事前推定を確かめるため、実機を用いた振動台実験を実施した。地震動により転倒および滑動に与える影響度は異なるため、机上検討から影響の大きな阪神大震災の地震動を入力波に選定した。実験は機器単体状態および配管単体状態での基本実験、および、機器と配管を含めた状態での総合実験を実施した。事前の評価では転倒の難易を明らかにするため、同一分類機器で長短2種類の基礎による比較を行っており、この違いも実験で確認した。第4図に実験の概況を、第5図にその結果(転倒した場合)を示す。

2 研究の概要

(1) 基本諸元および実験モデルの検討

当社事業所の現地調査から、多種多様な空調機器を外形により幾つかのグループに分類した。合わせて、机上調査から「非構造部材の耐震設計指針・同解説」における家具の項を参考に屋上設置機器の地震時挙動を推定した。固定されていない物体は地震時には滑動と転倒に対処する必要があり、外形により大別したグループから、主として転倒の恐れの高い2つのグループに属する機器を分析対象に選定した。

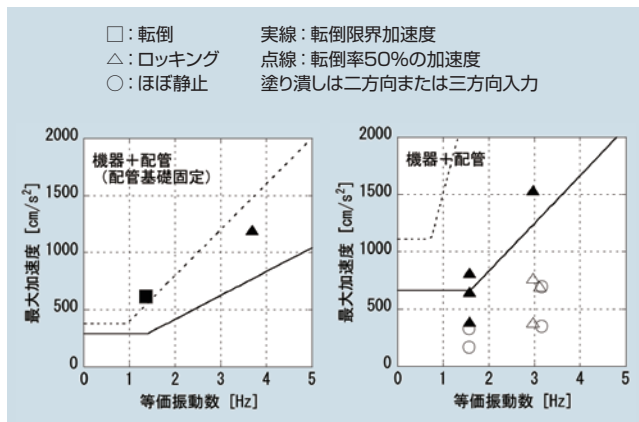


第4図 振動台実験状況



第5図 実験結果 (転倒例)

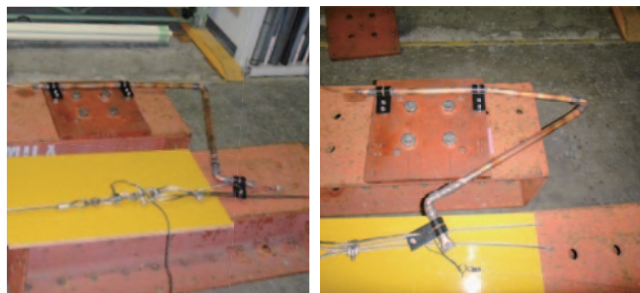
機器単体実験結果は、家具(剛体と仮定)を想定した場合の事前評価と良く整合し、転倒の推定が可能であることが実証された。また、配管単独実験では配管を支えている基礎の横転が発生したが、配管は原型を維持して変形しなかった。第6図、第7図に機器分類Aに対する機器と配管を含めた状態での総合実験結果を示す。



第6図 実験結果
(基礎長さ400mm)

第7図 実験結果
(基礎長さ1,000mm)

第6図、第7図共に、点線は転倒危険度50%を示し(実線は転倒限界を示す)ており、事前想定では実線および点線を上回る場合にそれぞれ、転倒あり、転倒可能性高い、として分析した。総合実験結果から、転倒確率が50%を超える範囲では転倒が発生し、超えない範囲では静止もしくはロッキングに留まっていることがわかる。また、実験による機器移動最大値は約20cmであり、滑動検討時の最大想定値とほぼ一致し、すべての実験において配管が破断に至った例は無かった。配管については、さらに強制変位を与える加力実験(第8図、第9図)を実施し、配管が損傷する変位、条件を把握した。



第8図 配管実験(加力前)

第9図 配管実験(加力後)

(3) 置き基礎の耐震性評価および設置方法の検討

事前想定および実験により転倒と滑動に対する地震時挙動の推定が可能となり、目標とした「実効性のある対策」の目途は立った。しかし、様々な建物上に設置されている置き基礎の評価には、設置箇所毎の揺れの大きさの検討が必要なため、このままでは「簡便な対策」にはならない。

そこで、地震時における建物各階位置における床振動を扱った文献を分析し、当社保有建物における屋上位置での振動を推定した。建物屋上での推定最大揺れ強さと、実験結果とを組み合わせることで、汎用的な置き基礎の危険度評価法を定めた。最終的に、機器に対しては第1表に示すような耐震性確保(震度6強相当)に必要な既製品基礎寸法として、また、配管に対しては変形追随性が確保できる配管長として数値化した。これにより「簡便な対策」も実現できた。

第1表 機器に対する判定表

		A	B	C
機器分類	分類			
	外観			
基礎必要長(mm)		1,000	1,000	520

3 効果とメリット

置き基礎の耐震評価法を確立し、設置方法を簡易に判断できるようなフローとしてまとめた。フローはここで紹介している簡易手法、および、個別建物の構造特性を用いる詳細手法の2種類とし、建物重要度に応じて使い分けることができる。また、フロー手続きを明確にしたことにより、今後の地震規模の変動に対しても対応が可能である。

4 今後の展開

研究によるコストメリットとして、今後10年間で対策を要する箇所を約150箇所と見積もり、研究成果による期待利益を500万円/年と試算している。平成24年度上期に全社の24時間稼働空調機器の約1/4に当たる本店、支店、給電制御所に設置された約160台に対する調査を実施した。置き基礎であった28箇所に対して本フローを適用し、そのうち17箇所に対策が必要との結果を得た。現在、残りの空調機器に対する調査および対策の準備をしている。



執筆者／横倉一洋