

# 免震層への設置を想定した 直立型ロングストローク変位計の開発

株式会社竹中工務店 曾根孝行、山本雅史、吉澤睦博  
株式会社東京測振 永田 正



直立型ロングストローク変位計（撮影：株式会社東京測振）

## 概要

巨大地震発生後の免震建物の健全性を判断するためには、大変位を計測可能なロングストロークの変位計を免震層へ設置し、免震部材の動きを把握しておく必要がある。しかし、コスト面などの問題から変位計を免震層へ設置した例は少なく、免震層の変位記録を使ったモニタリングはほとんど行われていないのが現状である。

「直立型ロングストローク変位計」は、 $\pm 800\text{mm}$ 以上の計測レンジを備えながら水平二方向を1台で計測できる変位計である。従来の変位計が抱えていたコスト面の問題を解決するなど、様々な特徴を有している。本変位計は免震層への変位計の設置を促し、健全性モニタリングを行う高機能な免震建物の普及に貢献すると考えられる。

## 選評

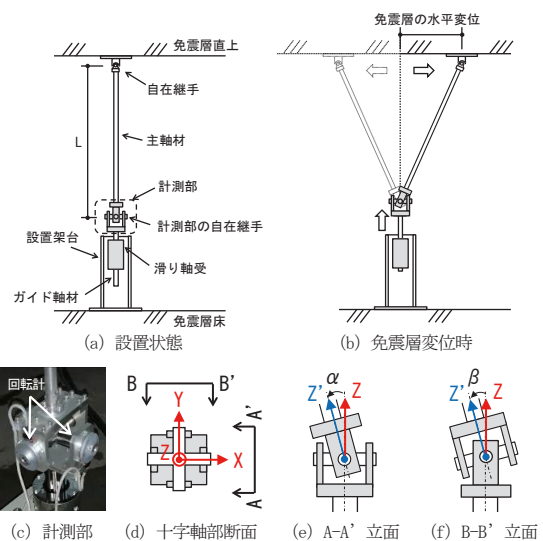
地震を受けた後の免震建物においては、免震装置の継続使用性や残余能力を判断する上で応答記録の確認・分析が必須となる。応答記録装置としては普及のため安価でかつ場所を取らないことが求められ、一般的にはケガキ計が設置されることが多い。ケガキ計はロバストでメンテナンスもし易い優れた装置であるが、記録できるのは変位の軌跡のみの情報であり、速度や加速度等の時刻歴を復元するには建物の応答解析などから推定する必要があった。時刻歴が直接記録でき、免震層の過大な変形に追従できるロングストローク型の変位計も存在したが、高価で場所を取り、方向別に設置する必要があるなど普及には課題が多かった。今回実用化された直立型ロングストローク変位計は、2軸の回転計をヒンジとして2次元で可動する直立軸材を免震層に設置することで、2方向の変位時刻歴を一挙に測定できる優れたものである。シンプルなメカニズムの発想が素晴らしく、ある程度の鉛直スペースがあれば場所を取らず設置できる。今後の普及が期待される優れた開発として高く評価したい。

(竹内 徹)

## システム及び特記事項

本変位計は、十字軸の自在継手とその回転軸の回転を計測する回転計からなる「計測部」、一方は免震層直上と自在継手で接合されもう一方は計測部に接合される「主軸材」、免震層床に設置された設置架台に固定された滑り軸受により鉛直方向にのみ移動可能とされ一方が計測部に接合される「ガイド軸材」の3部材が要点となる。免震層が水平変位すると主軸材が傾くとともにガイド軸材が上に持ち上がる。計測部の十字軸が持つ2つの回転軸は、主軸材の傾きに応じてそれぞれ回転する。その回転量 $\alpha$ 、 $\beta$ を計測し、水平二方向の変位量 $X$ 、 $Y$ を算出する仕組みとなっている。

本変位計のメリットは、水平二方向の大変位を1台で計測できること、設置場所の見付け面積を極めて小さくできること、主軸材の長さ $L$ を変えて計測レンジを容易に変更できること、量販品の高精度回転計を利用しつつ計測部をコンパクトにまとめられることである。一つ目の特徴から、1台で一方向を測る従来品の1/2以下にコストが抑えられることになる。更に、量販品の回転計の利用や設置部材と設置手間の少なさなどトータルでの経済性は更に高いものとなっている。本変位計のプロトタイプを用いた動的加振試験より、地震時の免震層の動きと同レベルの大変位・大速度に追従して計測できることが確認されている。製品化された本変位計は竹中工務店社員寮を初め、防災拠点となる免震建物への採用が進んでいる。免震層への変位計の設置を促す目的から、本変位計の外販も行われている。



本変位計の計測機構（撮影：株式会社東京測振）