

## 非構造部材を有する実大 RC 造架構の静的載荷実験 その9：加速度計による構造部材の変形計測方法

加速度センサ RC 造 静的載荷実験  
たわみ曲線 実大架構 MEMS

正会員 ○原 甲己\*1 正会員 西村 康志郎\*2  
同 伊山 潤\*3 同 八木 尚太郎\*4  
同 福島 佳浩\*5 同 吉敷 祥一\*6  
同 前田 匡樹\*7 同

### 1. はじめに

本報では、その 8<sup>1)</sup>の内容に検証を追加し、加速度センサを用いて部材（柱、梁、壁）の変形を測定した。センサを3つ用いる測定法、および1つ用いる測定法によるそれぞれの結果を、変位計による測定結果と比較した。

### 2. 柱の変形の測定精度

図1にセンサ設置位置と線材モデルの節点を示す。その 8<sup>1)</sup>では、3点のセンサ回転角を用いた計測方法（以後3点計測法と呼ぶ）により層間変位を測定できることを確認した。本報では、部材中央で計測した回転角を部材角と仮定し、節点の位置を定める方法（以後中央1点計測法と呼ぶ）の精度についても検証する。図2はサイクルピーク時と除荷時の層間変位の推移を示している。図2より、中央1点計測法による層間変位は、変位計で測定した層間変位と3%サイクルまで概ね一致しているが、層間変形角が大きくなるにつれ、3点計測法よりも精度が落ちる結果となった。

### 3. 梁の変形の測定精度

図3に示すように、壁の曲げ変形を7つの計測区間で測定するため、壁の東西の縁近くに変位計を鉛直方向に設置している。E-G材（図1参照）の傾斜は、 $d_{L1\sim7}$ の変位の和と  $d_{R1\sim7}$ の変位の和との差を  $x=1443\text{mm}$  で除して算出した。サイクルピーク時と除荷時のE-G材回転角の履歴を図4に示す。変位計と3点計測法から求めたE-G材回転角の値は、0.67%サイクルまで概ね一致しており、1%のサイクルで若干の違いが現れている。これは線材モデルで仮定した壁の頂部の剛域が、壁側の梁端部の損傷により、実際には短くなったためと考えている。また、中央1点計測法の場合は、実験開始直後から変形が3点計測法の値よりも大きく、柱とは異なる結果となった。これは、柱に比べて梁は、部材角と中央のセンサ回転角の差が大きく、弾性曲げ成分を無視できないことを意味している。

### 4. 壁の変形の測定精度

図6はサイクルピーク時と除荷時の壁頭部水平変位の推移を示している。図中に「曲げ変形」として示されている点線は、図3の変位計の測定値から算出された曲げ変形成分であり、この値は図5に示すように曲率を2階積分す

ることで算出した。図6より0.1%のサイクルでは、3点計測法による水平変位は、変位計による層間変位と概ね一致している。0.3%、0.5%サイクルになると、3点計測法による水平変位は層間変位よりも小さく、曲げ変形に近い。これは、図7に示すように3点計測法では、せん断ひび割れに集中した水平変位は算出されないためと考えられる。さらに変形が進み、層間変形角0.67%のサイクルになると、3点計測法は正方向にシフトする傾向を見せている。この時点では壁の横補強筋が全て降伏し、写真1で見られるように、せん断ひび割れの拡幅も顕著になっていることから、3点計測法のような連続した変形状態という前提は失われたと考えられる。ひび割れ幅から残留変形を推定する方法<sup>2)</sup>を参考に、せん断ひび割れによる水平変位を図8のようにモデル化した。壁全体のひび割れによる水平変位 $\sum w_h$ は、壁脚から壁頭まで壁せいの中央線（図中の一点鎖線）を通る位置でのせん断ひび割れ幅を全て足し、水平移動すると仮定してそれを $\sqrt{2}$ 倍したものとした。図9は、変位計による層間変位、3点計測法による壁頭水平変位とそれに $\sum w_h$ を加算したものを示している。ひび割れ幅計測は1回目のサイクルのみ行ったため、図9では1回

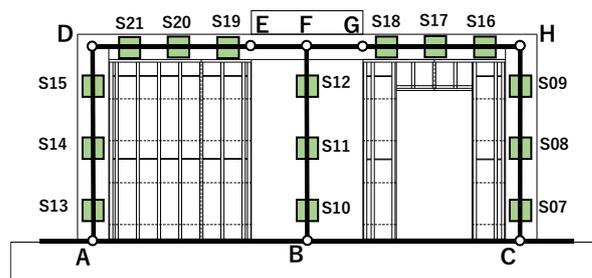


図1 センサ設置位置及び線材モデルの節点

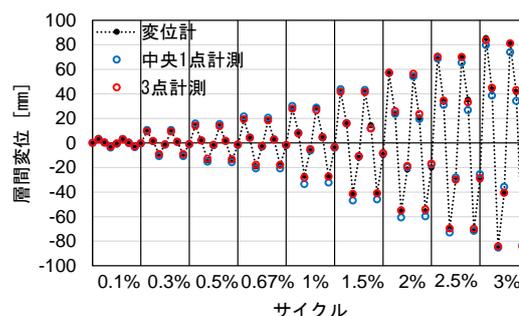


図2 サイクルピーク時と除荷時の層間変位

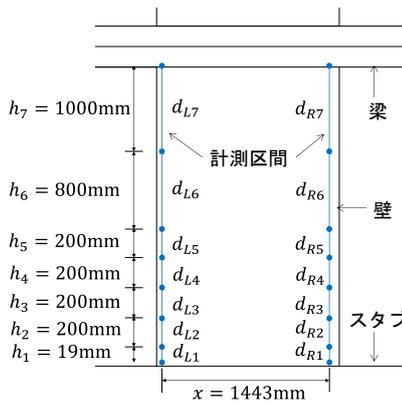


図3 鉛直変形の測定区間

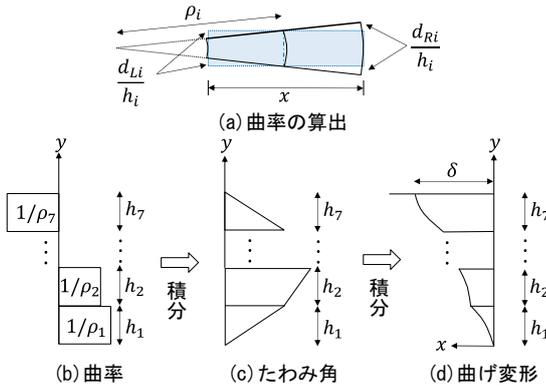


図5 曲げ変形算出方法

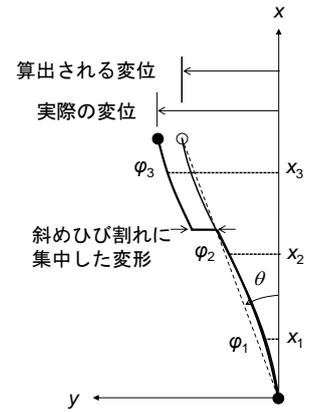


図7 せん断ひび割れの変位

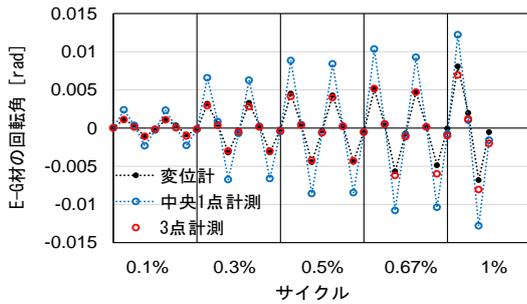


図4 E-G材回転角と各サイクルの関係

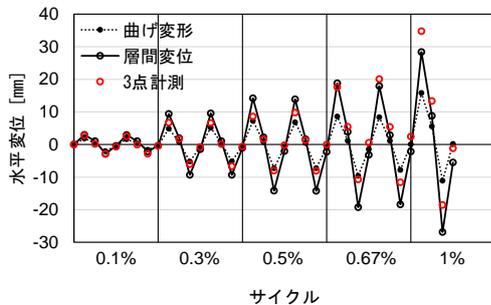


図6 サイクルピーク時と除荷時の壁頭水平変位

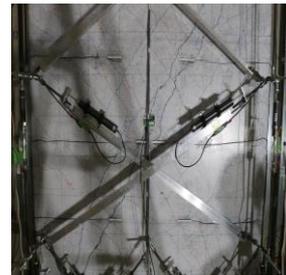


写真1 壁のせん断ひび割れ (0.67%時)

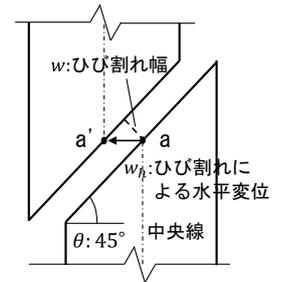


図8 せん断ひび割れによる水平変位のモデル

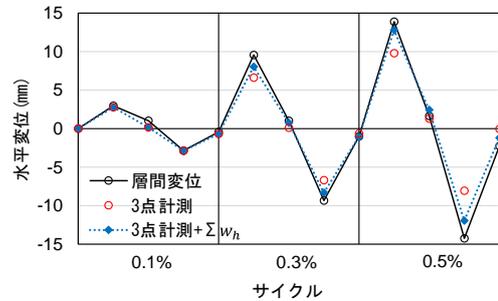


図9 ひび割れ幅による水平変位の補正

目のサイクルの結果のみ示している。図9より、 $\sum w_n$ を加算した値は層間変位と概ね一致し、図7の仮定と整合する結果となった。

## 7. まとめ

3点計測法では、高い精度で変形を測定できるが、損傷が進むと精度は落ちる結果となった。中央1点計測法では、柱では精度良く変形を測定できたが、梁では変位計の測定結果より過大に評価する結果となった。また、センサの水平変位にせん断ひび割れによる水平変位を加算することで層間変位に近い値を示すことが分かった。

## 謝辞

本研究は、JST 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム (JPMJOP1723) によるものです。

## 参考文献

- 1) 原甲己他：非構造部材を有する実大RC造架構の静的載荷実験、その8加速度センサを用いた計測結果、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造IV、pp.621-622、2021.9
- 2) 文野正裕他：部材の残余耐震性能に基づいた震災RC造建物の被災度評価法に関する研究、コンクリート工学年次論文集、第22巻 3号、pp1447-1452、2000年

- \*1 元東京工業大学 大学院生・修士 (工学)
- \*2 東京工業大学 准教授・博士 (工学)
- \*3 東京大学 准教授・博士 (工学)
- \*4 東京大学大学院 博士課程
- \*5 東京大学 助教・博士 (工学)
- \*6 東京工業大学 教授・博士 (工学)
- \*7 東北大学 教授・博士 (工学)

- \*1 Former graduate student, Tokyo Institute of Technology, M.Eng.
- \*2 Associate Prof., Tokyo Institute of Technology, Dr.Eng.
- \*3 Associate Prof., The University of Tokyo, Dr.Eng.
- \*4 Doctoral Course, The University of Tokyo
- \*5 Assistant Prof., The University of Tokyo, Dr.Eng.
- \*6 Prof., Tokyo Institute of Technology, Dr.Eng.
- \*7 Prof., Graduate School of Eng., Tohoku University, Dr.Eng.