

鉄筋コンクリート造立体偏心架構の振動台実験

上田芳郎¹⁾・藤井賢志²⁾・山内成人³⁾・真田靖士⁴⁾・中埜良昭⁵⁾

- 1) 学生会員 東京大学大学院工学系研究科，目黒区駒場 4-6-1，yoshiro@iis.u-tokyo.ac.jp
- 2) 正会員 東京大学生産技術研究所，目黒区駒場 4-6-1，kfujii@iis.u-tokyo.ac.jp
- 3) 非会員 東京大学生産技術研究所，目黒区駒場 4-6-1，nyama@iis.u-tokyo.ac.jp
- 4) 正会員 東京大学生産技術研究所，目黒区駒場 4-6-1，sanada@iis.u-tokyo.ac.jp
- 5) 正会員 東京大学生産技術研究所，目黒区駒場 4-6-1，iisnak@iis.u-tokyo.ac.jp

1. はじめに

建物の地震時挙動を確認する手段のひとつとして振動台実験が挙げられる。振動台実験では一般に構造物に作用する力は質量と加速度の積，つまり慣性力として評価される場合が多いが，この方法では立体架構の各構面あるいは各部材の力を評価する事が困難である。一方，筆者らは鉄筋コンクリート造立体偏心架構のねじれ応答性状の解明を目的として振動台実験を計画したが，本実験においては架構を構成する各構面の負担せん断力を把握する事が望ましい。そこで本研究では，立体架構において各構面の負担せん断力を独立に計測する方法を新たに提案し，その計測方法の妥当性を確認した。尚，振動台実験の結果の詳細に関しては別報¹⁾を参照されたい。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

本報に示す試験体は1層1×1スパン1/10スケールの鉄筋コンクリート造立体偏心架構で，文献²⁾に示す無補強構面(構造1)と鉄骨ブレース補強構面(構面2)を組み合わせた鉄骨ブレース補強試験体とした。各構面の上部はスラブを介して緊結し，付加重量を設置した。一方，下部は各構面の負担せん断力を独立に計測するため試験体はH型鋼を並列に配した台座(せん断型荷重計)の上に固定し，下スラブを両側からロードセル(圧縮型荷重計)で挟み込み設置した。図1に試験体の設置図を示す。また，表1に試験体の基本性能一覧を示す。

2.2 入力地震波

入力地震波には，Hachinohe 1968 EWを使用した。時間軸は相似則に基づき1/20に圧縮した。また，地震波の入力は最大加速度のレベルを順次増大し，0.05G，0.20G，0.40G，0.80Gの順に入力した。本報では，0.80G入力時の結果について述べる。

3. 負担せん断力の計測

ロードセルにより計測される下スラブ軸方向力($Q_{LD1} + Q_{LD2}$)及び台座H型鋼に貼付した歪ゲージにより推定される台座H型鋼部復元力 Q_H を既知の値とし，各構面の試験区間(柱及び補強部材部)に加わる水平せん断力の計測を行った。図2にせん断力の計測に関する式展開を示す。ロードセル及び台座H型鋼によっ

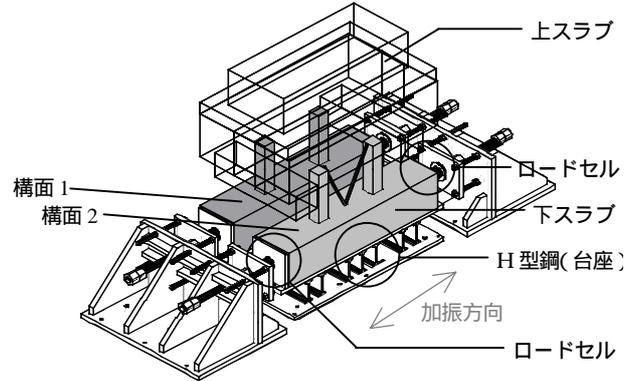


図1 試験体設置図

表1 試験体の基本性能一覧

	構面1	構面2
質量($\times 10^3$ kg)	2.16	
回転慣性質量($\times 10^6$ kg \cdot m ²)	2.91	
弾性剛性($\times 10^3$ kN/m)	1.55	8.39
加振方向終局時耐力(kN)	6.55	20.25
ベースシア係数	1.27	

注) 表中の値は静的載荷実験³⁾の結果に基づく計算値である

<上スラブ>

$$P_{11} - Q_1 - D_1 = 0 \quad (1)$$

$$P_{11} = -M_1(\ddot{y}_1 + \ddot{y}_0) \quad (2)$$

<試験体区間>

<下スラブ>

$$P_{12} + Q_1 + (-Q_{LD1} - Q_{LD2} - Q_H) + (D_1 - D_H) = 0 \quad (3)$$

$$P_{12} = -m_2(\ddot{y}_2 + \ddot{y}_0) \quad (4)$$

よって，式(1)～式(4)より，ロードセル及び台座H型鋼によって計測される荷重 Q_M は式(5)で得られる。

$$Q_M = (Q_{LD1} + Q_{LD2} + Q_H) \quad (5)$$

$$= -M_1(\ddot{y}_1 + \ddot{y}_0) - m_2(\ddot{y}_2 + \ddot{y}_0) + D_H \quad (6)$$

式(6)で D_H を無視すると式(7)が得られる。

$$Q_M = -M_1(\ddot{y}_1 + \ddot{y}_0) - m_2(\ddot{y}_2 + \ddot{y}_0) \quad (7)$$

また，試験区間の水平せん断力 $Q_1 + D_1$ は式(5)，(6)より D_H を無視すると式(9)より得られる。

$$Q_1 + D_1 = (Q_{LD1} + Q_{LD2} + Q_H) + m_2(\ddot{y}_2 + \ddot{y}_0) \quad (8)$$

図2 構面の負担せん断力の計測に関する式展開

て計測される計測荷重 Q_M は、式(5)で表される。ここで、計測荷重 Q_M は上スラブ、試験区間及び下スラブにおけるそれぞれの力の釣り合いを考えると、式(6)となる。一方で、実験前に実施した微動測定の結果より、試験体全体（台座を含む）の減衰定数はハーフパワー法によると1%程度と小さい値となった。従って、台座H型鋼部分の減衰はさらに小さいと考えて式(6)で台座H型鋼部分の減衰力 D_H を無視すると、計測荷重 Q_M は式(7)に示すように上スラブ及び下スラブに加わる慣性力の和に等しくなる。また、試験区間の水平せん断力は式(8)から得られる。

台座H型鋼に加わる復元力 Q_H は、各H型鋼のウェブ部分に貼付した歪ゲージの計測値より求めた。台座H型鋼における歪ゲージの貼り付け位置を図3に示す。実験前に実施した台座H型鋼部分の歪ゲージにおける荷重-歪度関係のキャリブレーションの結果を図4に示す。図より、台座H型鋼部分に加わる復元力 Q_H は各歪ゲージの値と線形関係にある事がわかる。図4のキャリブレーションの結果を用いて、台座H型鋼部分に加わる Q_H を求めた。

4. 実験結果

4.1 ロードセル及び台座H型鋼による計測せん断力

本節では負担せん断力の計測方法の妥当性を検証するため、式(5)と式(7)の関係について検討する。図5に計測せん断力の時刻歴を示す。図中に示した計測せん断力はロードセル及び台座H型鋼によって計測されたせん断力の構面1及び構面2の合計値である。図5より、せん断力の計測値（式(5)）は慣性力（式(7)）の値とよく対応し、本手法による各構面の負担せん断力の計測方法は妥当であると考えられる。

4.2 各構面の負担せん断力・変位の時刻歴

図6,7に各構面において計測された負担せん断力と変位の時刻歴をそれぞれ示す。図6より、無補強構面（構面1）における負担せん断力は、鉄骨ブレース補強構面（構面2）と比べて小さくなっている事がわかる。一方で図7より、構面1の変位は構面2と比べてかなり大きくなっている事がわかる。これは、本試験体が補強構面側を中心としてねじれて振動した事を示すものである。

5. まとめ

各構面の負担せん断力を独立に計測する方法を新たに提案し、1層1×1スパン1/10スケールの鉄筋コンクリート造立体偏心架構を対象とした振動台実験において、計測せん断力と慣性力の比較を行い、提案した計測方法の妥当性を確認した。

参考文献

- 1) 上田芳郎, 藤井賢志, 山内成人, 真田靖士, 中埜良昭, 「偏心を有する鉄筋コンクリート造建物の縮小模型を用いた振動台実験」, 生産研究 Vol.55 No.6, 東京大学生産技術研究所, 2003年11月
- 2) 上田芳郎, 山内成人, 日野泰道, 楠浩一, 中埜良昭, 「耐震補強要素が偏心配置された鉄筋コンクリート造骨組のねじれ応答性状(その1)」, 日本建築学会大会, 2001年9月

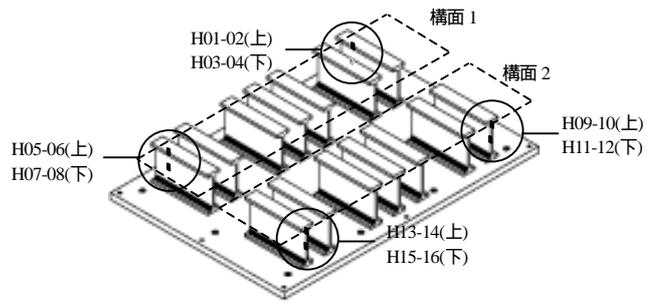


図3 台座H型鋼におけるゲージ貼付位置

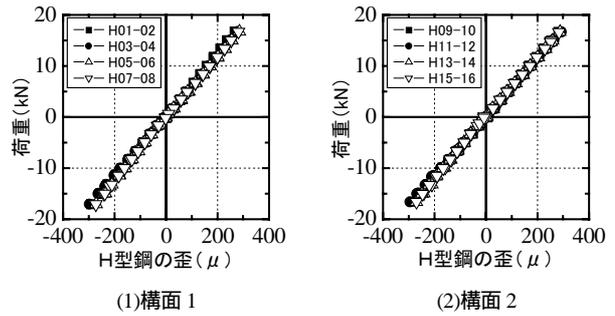


図4 H型鋼の荷重-歪度関係（キャリブレーション）

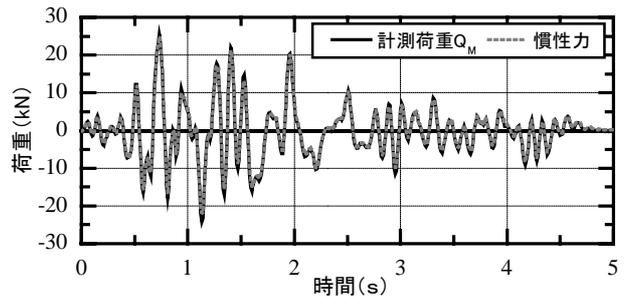


図5 計測せん断力と慣性力の比較

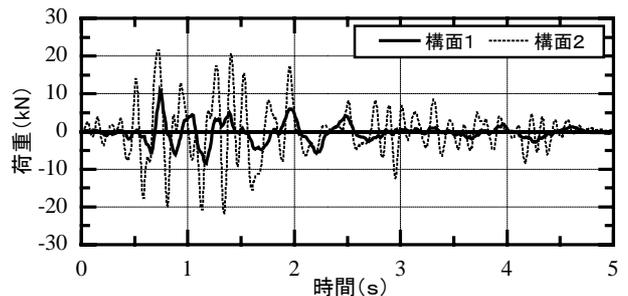


図6 各構面の負担せん断力の時刻歴

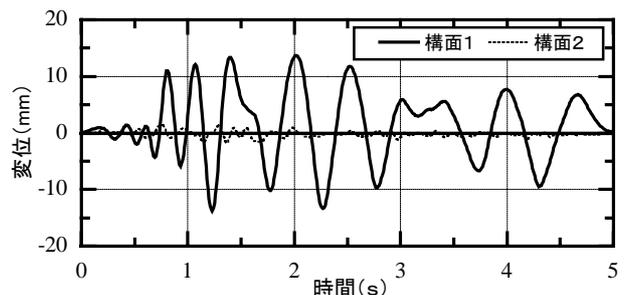


図7 各構面の変位の時刻歴