

レンズダンパーを組み込んだ RC 造間柱の水平加力実験

その 4 解析モデルの概要および解析結果

Experiment on RC Stud with Lens Damper Subjected to Lateral Loading

Part 4 : Outline of Analysis Model and Analytical Results

○坂本駿仁¹, 小山大樹¹, 新保拓海¹, 山崎康雄², 北嶋圭二³, 中西三和³, 安達洋⁴

* Shunji Sakamoto¹, Daiki Koyama¹, Takumi Shinbo¹, Yasuo Yamasaki², Keiji Kitajima³, Mitsukazu Nakanishi³, Hiromi Adachi⁴

Abstract: This paper shows the outline of analysis model of RC studs with LSPD, compare the experiment result and analysis result.

1. はじめに

本報では, LSPD を取り付けた RC 造間柱の解析モデルの概要を示し, 解析結果と実験結果を比較検討する.

2. 解析概要

解析対象は, LSPD 単体試験体と前報に示した RC 造間柱試験体¹⁾(RCT 試験体, RCN 試験体, RCA 試験体)とする. 解析には, 3次元フレーム汎用解析プログラム RESP-F3T²⁾を用いる.

2.1 LSPD 単体の解析モデル

LSPD 単体試験体の解析モデルは, 1本の弾塑性せん断ばねでモデル化し, 履歴特性はひずみ依存トリリア型とした(Fig.1). 履歴特性の特性値は, LSPD 単体 (LY225 LD12-6:降伏耐力 $F_y=160\text{kN}$, 水平剛性 $K_d=541\text{kN/mm}$) の実験結果と整合するように, 剛性低下率 ($\alpha=1/200$), 降伏点決定勾配比 ($\beta=1/170$), 応力上限係数 ($\gamma=1.625$) を設定した. LSPD 単体の解析結果と実験結果の荷重-変位関係の比較を Fig.2 に示す. Fig.2 より, LSPD 単体の履歴特性を本解析モデルで, 再現できていることが確認できる.

2.2 RC 造間柱の解析モデル

RC 造間柱試験体は下間柱, LSPD, 上間柱の3部材を1本の直列部材としてモデル化した. RC 造間柱の解析モデルを Fig.3, 断面の要素分割を Fig.4 に示す. RC 造間柱の解析モデルは, 曲げ特性をファイバーモデル

で, せん断特性を水平ばねでモデル化した.

ファイバーモデルは, 上下 RC 造間柱端部 $0.5D$ (D :部材せい) の区間に設定した (Fig.3). 部材断面の要素分割は, せい方向を30分割とした (Fig.4). また断面の材料特性は, 材料試験結果を用いた. コンクリートの材料試験結果を Table1 に, 鉄筋の材料試験結果を Table2 に, PC 鋼棒の材料試験結果を Table3 に示す.

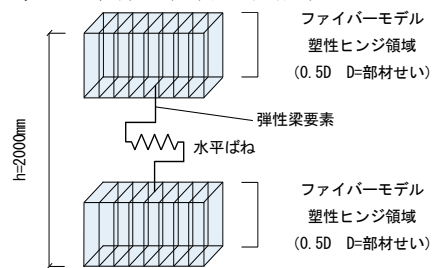


Fig. 3 Analytical model

Table 1 Concrete Test Results

試験体名	圧縮強度 [N/mm ²]	ヤング係数 [×10 ⁴ N/mm ²]	せん断弾性係数 [×10 ⁴ N/mm ²]
RCT	38.8	2.78	1.16
RCN	35.8	2.70	1.13
RCA	36.8	2.73	1.14

Table 2 Reinforcement Bar Test Results

試験体名	鉄筋	降伏応力 [N/mm ²]	ヤング係数 [×10 ⁴ N/mm ²]	せん断弾性係数 [×10 ⁴ N/mm ²]
SD345	D19	389	17.5	6.7
	D25	406	19.2	7.4

Table 3 Prestressed-Concrete Steel Bar Test Results

試験体名	降伏応力 [N/mm ²]	ヤング係数 [×10 ⁴ N/mm ²]	せん断弾性係数 [×10 ⁴ N/mm ²]
SBPR 1080/1230	1182	20.0	7.7

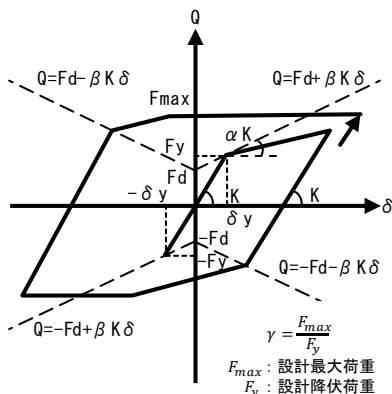


Fig. 1 Hysteretic behavior

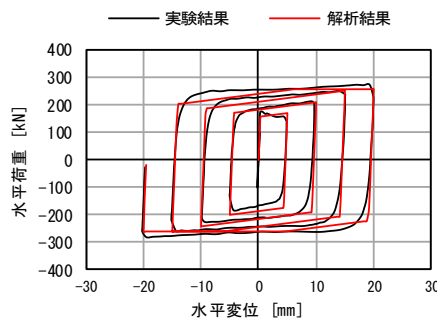


Fig. 2 Load-displacement relationship

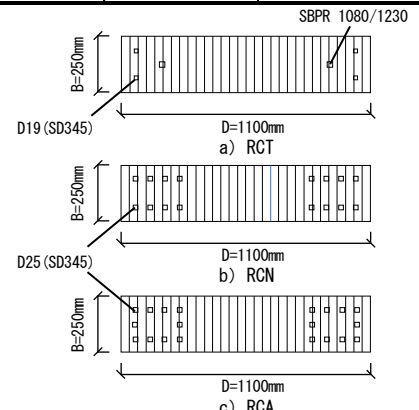


Fig. 4 Section element division

1: 日大理工・院(前)・海建 2: 西松建設株式会社 3: 日大理工・教員・海建 4: 日大・名誉教授

ファイバーモデルのコンクリートの構成則は NewRC モデルとし、鉄筋と PC 鋼棒は Bi-linear モデルとした。水平ばねの弾性剛性は、式 (1) に示すように、LSPD の水平剛性と RC 造間柱のせん断剛性を直列結合して求めた等価剛性とした。また履歴特性は、2.1 節で示したひずみ依存トリリニア型を用いた。

$$K = \frac{K_d \times K_m}{K_d + K_m} \quad (1)$$

K : 等価剛性, K_d : LSPD の水平剛性
 K_m : RC 造間柱のせん断剛性

解析モデルの境界条件は、下端を固定、上端は軸方向を自由とし、上端の面内方向の回転と面外方向の変形を拘束した。なお解析は、実大静的加力実験の加力サイクルと同じ柱頭変位を変位制御で作用させた。なお、RCT は PC 鋼棒により RC 造間柱部に軸力 (868.5 kN) が作用しているの、初期圧縮軸力を与えた状態で解析した。

3. 解析結果

RCT と RCN および RCA の 3 体の試験体の解析結果と実験結果を比較検討する。なお、層間変位を部材高さ ($h=2000$ mm) で除した値を部材角 R とする。

3.1 荷重-変位関係

水平荷重-層間変位関係の解析結果と実験結果の比較を Fig.5 に示す。解析結果の荷重-変位関係は、RCT は、実験結果と概ね一致している。RCN は、 $R=1/100$ rad のサイクルで、水平荷重の差があるものの、解析結

果は実験結果と概ね一致している。また RCA では、解析結果は実験結果と概ね一致しているものの、除荷後の再載荷時の剛性には差が表れている。

3.2 等価粘性減衰定数

等価粘性減衰定数の推移の解析結果と実験結果の比較を Fig.6 に示す。等価粘性減衰定数の算定には、前報 (その 3) の式 (2) を用いた。

Fig.6 より、まず、 $R=1/1333$ rad のサイクルにおいて、RCN では、解析結果と実験結果は概ね一致しているものの、RCT, RCA では、解析結果が実験結果よりも若干大きくなっている。その後、 $R=1/500$ rad のサイクルでは、各試験体ともに解析結果が実験結果よりも大きくなっている。また、 $R=1/200$ rad のサイクル以降は、RCT, RCN では、解析結果と実験結果は概ね一致しているものの、RCA では解析結果が実験結果よりも大きくなっている。これは RC 造間柱のせん断ひび割れを解析では考慮できていないためと考えられる。

4. まとめ

本報では、LSPD を取り付けた RC 造間柱の解析結果と実験結果の比較により、解析によって実験結果が概ね再現可能であることを確認した。

【参考文献】

- 1) 小山, 北嶋ほか: レンズダンパーを取り付けた RC 造間柱の構造性能に関する実験的研究(その 1~2), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.575-578, 2017.8
- 2) 構造計画研究所: RESP-F3T 利用者マニュアル, 2017

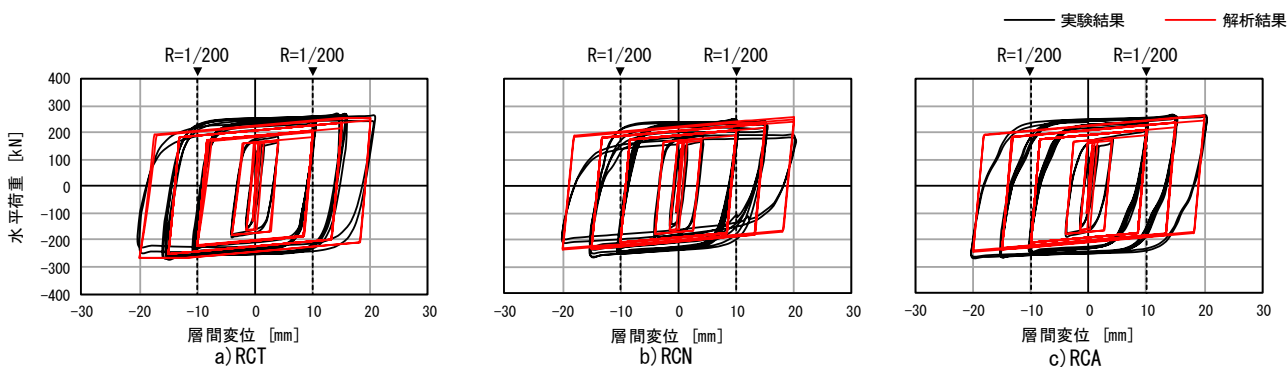


Fig.5 Load-displacement relationship

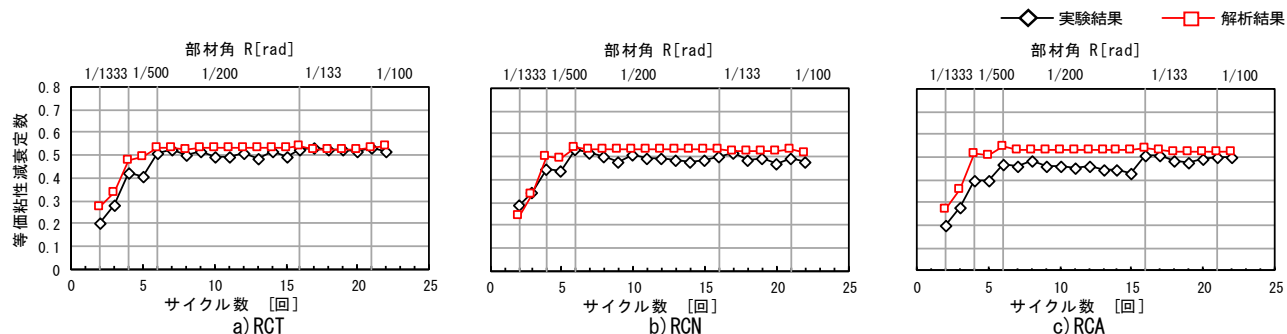


Fig.6 Transition of Equivalent Factor