

プレストレストコンクリート骨組の復元力特性モデルに関する研究  
その 1 モデルの概要

Restoring Force Characteristics Model for Prestressed Concrete Frames  
Part 1 Outline of Model

○内田龍一郎<sup>1</sup> 小西智貴<sup>2</sup> 浜原正行<sup>3</sup>

Ryuuichiroh Uchida<sup>1</sup>, Tomoki Konishi<sup>2</sup>, Masayuki Hamahara<sup>3</sup>

Abstract: This paper presented a restoring characteristics model for prestressed concrete frames. The hysteretic loop of the model was expressed as the sum of the S-shape type with no energy dissipation and degrading stiffness type. Comparisons were made in term of load-displacement relationship, hysteretic damping and residual displacement ratio between the model and analytical results. The results obtained from the model were agree well with the analytical results.

1. はじめに

本報告では PC から RC までの骨組に適用可能な復元力特性モデルの提案を行い、キ型骨組の解析結果と比較することで、その適合性に対する検討を行う。

2. 骨組の復元力特性モデルの提案

骨組の復元力特性は、文献 1) の部材モデルに倣い、Fig. 1 に示すトリリニア型スケルトンカーブ、Fig. 2(a) に示す紡錘型履歴のモデル I と Fig. 2(b) に示す S 字型履歴のモデル II の和で表される履歴ループで構成する。

**スケルトンカーブ** Fig. 1 のように、初期剛性( $K_e$ ) は 1 方向漸増解析の結果を用い、降伏点は機構時荷重の 90% に達したときの荷重と変形で評価した。第一折れ曲がり点は 1 方向漸増解析結果から求まる降伏点に達するまでの変形エネルギーに等しくなる位置に設定した。これより、第一折れ曲がり点でのせん断力( $Q_c$ ) は(1)式により求まる。

$$Q_c = (2 \cdot A_y - Q_y \cdot D_y) / (D_y - Q_y / K_e) \text{ -----(1)}$$

ここに、 $A_y$  =降伏点に達するまでの変形エネルギー  
 $K_e$  =初期剛性、 $Q_y$ 、 $D_y$  =降伏荷重、降伏変形

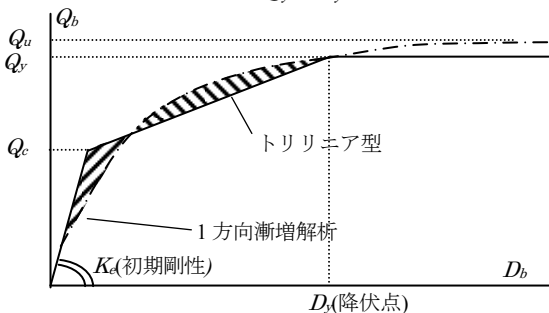


Fig. 1 Skeleton Curve

モデル I の除荷勾配  $K_p$  は(2a)式で与えた。式中、 $r_s$  は(2b)式に示すように機構時降伏ヒンジ部材の徐荷勾配のパラメータ  $r_i$  の降伏モーメント  $M_{yi}$  による重み付き平均として与えた。モデル I とモデル II の割合を規定するパラメータ  $\alpha_s$  は、(3)式で与えた。式中の  $\eta_{gs}$  と  $q_{rs}$  は、(4a)式、(4b)式に示すように、それぞれ機構時降伏ヒンジ部材のプレストレストレレベル  $\eta_{gi}$  と鋼材係数  $q_{ri}$  の降伏モーメント  $M_{yi}$  による重み付き平均として与えた。

$$K_p = r_s \cdot K_1 + (1 - r_s) \cdot \bar{K} \text{ ----- (2a)}$$

$$r_s = \sum r_i \cdot M_{yi} / \sum M_{yi} \text{ ----- (2b)}$$

$$\alpha_s = (q_{rs} \cdot \mu + \eta_{gs}^2) / (q_{rs} \cdot \mu + \eta_{gs}) \text{ ----- (3)}$$

$$\eta_{gs} = \sum \eta_{gi} \cdot M_{yi} / \sum M_{yi} \text{ ----- (4a)}$$

$$q_{rs} = \sum q_{ri} \cdot M_{yi} / \sum M_{yi} \text{ ----- (4b)}$$

3. 提案モデルと解析結果の比較

**ベースシア—塑性率関係** Table 1 は梁を純 PC、柱を RC とした骨組のベースシア—代表変形関係に及ぼす柱降伏ヒンジ率( $\nu$  = 機構時の柱ヒンジ数/同ヒンジの総数)の影響について提案モデルとマトリクス解析法から求まる結果を比較して示したものである。

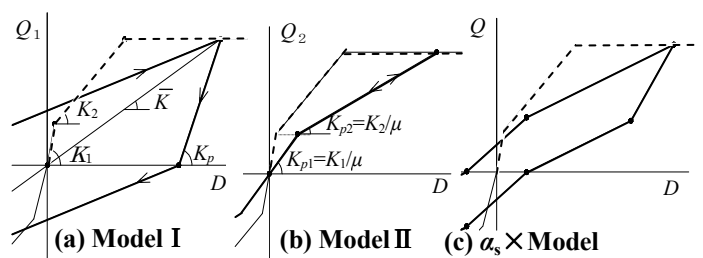


Fig. 2 Outline of Model

1:松井建設(株), Matsui Construction Co. Ltd

2:(株)ピーエス三菱, PS Mitsubishi Construction Co. Ltd

3:日大理工・教員・海建, Prof., Dept. of Oceanic Architecture & Engineering, Science & Technology Nihon University

Table 1 より, 以下のことが指摘できる.

1) 層降伏した骨組の履歴は, モデル, 解析結果ともエネルギー消費能力に富んだ紡錘型の履歴を示しており, 両者は比較的よく一致している.

2) 梁にヒンジが発生した骨組については, 柱降伏ヒンジ率が低くなるほど, 原点復帰傾向が強くなっている. このような, PC 骨組特有の履歴ループについても, 提案モデルを用いることで比較的精度よく推定できている.

**残留変形率と等価粘性減衰定数** 残留変形率  $\delta_r$ , 等価粘性減衰定数  $h_{eq}$  は (5) 式, (6) 式により算出する.

$$\delta_r = \text{残留変形/ピーク時の変形} \text{-----(5)}$$

$$h_{eq} = \frac{\text{定常ループの面積}}{2\pi \times \text{ピーク時の変形} \times \text{ピーク時の荷重}} \text{----(6)}$$

Fig. 3 は  $h_{eq}$ , Fig. 4 は  $\delta_r$  について, 縦軸にマトリクス法による解析結果, 横軸に (3) 式を用いた提案モデルから求まる計算値をプロットしたものである.

以下で, マトリクス解析より求まる値と提案モデルより求まる計算値との比較検討を行う.

1) Fig. 3 の等価粘性減衰定数について比較を行ったグラフより, マトリクス解析による結果は提案モデルの計算値によって精度良く推定されている. 相関係数についても 0.9856 となっており, 提案モデルは等価粘性減衰定数を比較的良い精度で推定している.

2) Fig. 4 より, 残留変形率は等価粘性減衰定数

の場合よりやや膨らんでプロットされている. これは, 等価粘性減衰定数の場合と違い, 残留変形率の場合, 履歴ループの小さな違いが色濃く反映されてしまうため, 等価粘性減衰定数ほど精度の良い結果とならなかった. しかし, 残留変形率の相関係数は 0.967 であり, 多少の誤差はあるものの比較的精度よく推定されている.

以上の結果より, 提案モデルは 16 体という限られたケースではあるが比較的精度良く骨組の復元力特性を推定することが可能であるといえる.

#### 4. まとめ

骨組の復元力特性の提案を行い, その適合性について検討を行った結果, 履歴ループ, 等価粘性減衰定数, 残留変形率について, 比較的高い精度での推定が可能であるということを示した.

#### 参考文献

1) 浜原正行, 尹元奎ほか:プレキャスト・プレストレストコンクリート柱の復元力特性に関する実験的研究, 日本建築学会論文報告集 1996, No.480, pp.63-69

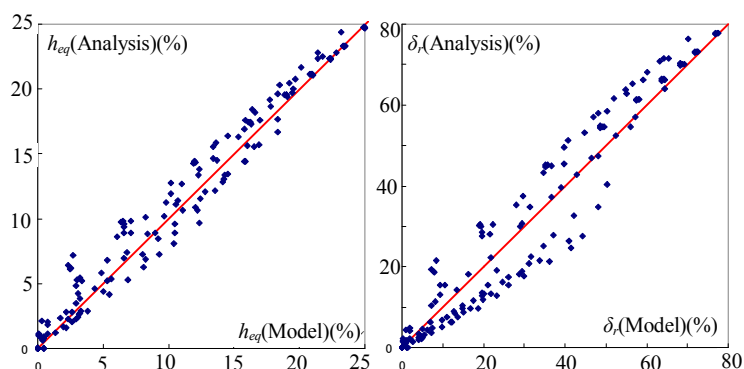


Fig. 3 Equivalent Viscous Damping Fig. 4 Residual Displacement

Table 1 Comparison of Model with Analytical Results

	$\lambda=1(\text{PC}), \nu=1$ (Column Collapse)	$\lambda=1(\text{PC}), \nu=0.33$ (Hybrid)	$\lambda=1(\text{PC}), \nu=0$ (Beam Collapse)
Analytical Results			
Model			