

穴あきPC板を用いた耐力壁構法の開発 その2 耐震性能の解析的検討

正会員○ 飯田秀年*1 同 那須秀行*2
同 桐山伸一*2 同 三宅辰哉*3
同 香取慶一*4 同 林 静雄*5

1. はじめに

本報「その2」では「SPC壁構面実大せん断実験」の試験体に対応する構造モデルを設定し、静的荷重増分法による構面の荷重-変形曲線を求め、実験値と比較する。次いで本壁構面によって構成される建物の規模について検討する。

2. 構造モデルの設定

「SPC壁構面実大せん断実験」の試験体に対応する構造モデルとして図1のものを考える。SPC壁パネル頭部・脚部には軸変形バネ K_c を配置し、臥梁の壁パネル目地位置にせん断変形バネ K_s を配置する。 K_c, K_s はそれぞれ差筋の軸変形と臥梁のせん断変形を考慮するためのものである。SPC壁パネルに相当する面要素は剛体とする。したがって本モデルの変形は K_c, K_s の変形のみ起因する。 K_c の間隔は圧縮縁と引張鉄筋間の距離とした。

バネ K_c, K_s の応力変形特性は別途行った「差筋引張実験」および「臥梁せん断実験」の結果に基づいて図2のように設定する。ただし K_c については応力が圧縮の場合は降伏は生じず、剛性は無限大とする。本モデルを用いて荷重増分法により層せん断力-層間変形角曲線を計算する。なお自重の影響を考慮するために、増分解析に先立って図1のような鉛直荷重に対する応力解析を行い各バネの初期応力を求めておく。

3. 解析値と実験値の比較

解析による層せん断力-層間変形角曲線を「SPC壁構面実大せん断実験」による実験値と比較して図3に示した。図中▲印はバネ K_s が最終降伏段階に達した解析ステップである。また同実験では臥梁の損傷は認められなかったことを考慮して K_s の剛性を無限大とした場合の解析値も併記した。両解析値の差異は少なく、臥梁の変形の影響は少ないことがわかる。

実験中の目視観察によれば層間変形角が $\pm 1/200$ の範囲内ではSPC壁パネルのクラックの影響は少ないと考えられ、同範囲内では解析値と実験値はよく一致している。したがって「SPC壁単体せん断実験」で扱った改良仕様のSPC壁パネルを用いクラックを防止すれば、解析値と実験値はさらに大きな変形領域まで一致するものと考えられる。

Development of Bearing Wall Building Construction with Voids PC Panel
Part 2 Analytical study on anti-seismic efficiency

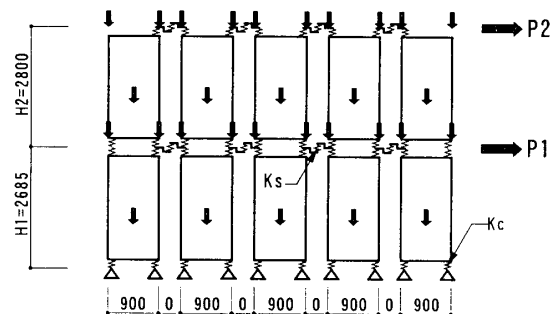


図1 試験体に対応する構造モデル

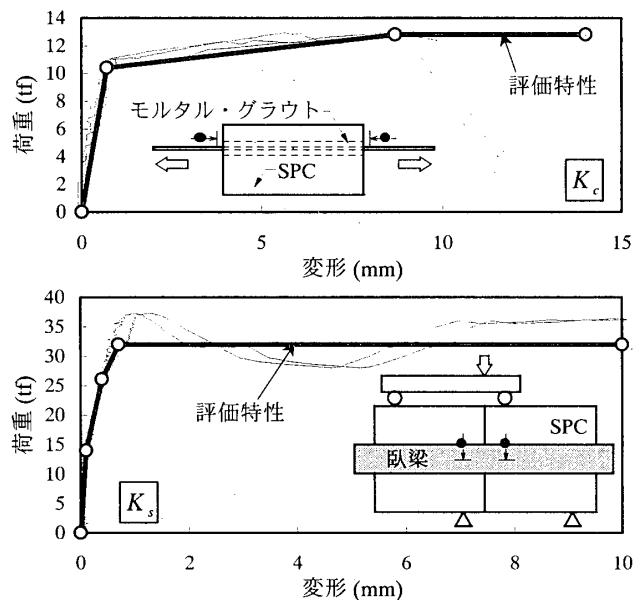


図2 バネの特性

4. 実構面の耐震性能

本SPC壁構面を用いた共同住宅システムでは直交する桁方向にはPCaラーメン構造を想定しており、実際のSPC壁構面では両端にそのPCa柱が配置される。この実構面に対応する構造モデルとして図4のものを考える。本モデルを用いて3節と同様に荷重増分解析を行って層せん断力-層間変形角曲線を求め、その耐震性能を評価する。ただしPCa壁柱主筋もバネ K_c に置換できるものとし、また各床レベルの水平力 P_1, P_2, P_3 の比率は A_1 分布を考慮して1.0:1.3:1.2とする。

IIDA Hidetoshi et al.

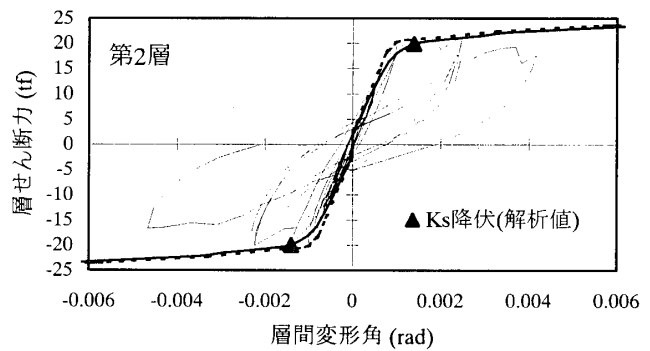
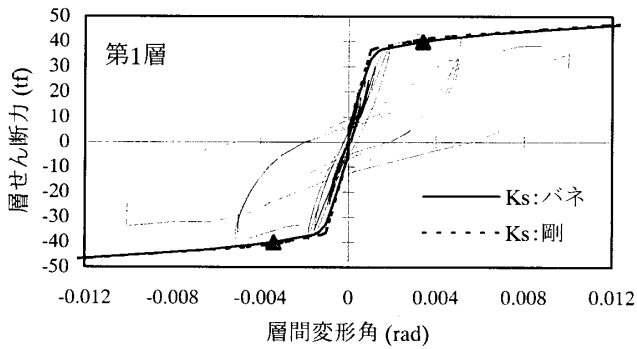


図3 層せん断力-層間変形角曲線

解析結果を図5に示す。図中、バネ K_s 、 K_c がそれぞれ第1降伏段階、第3降伏段階に達した解析ステップを○印および×印で示した。層間変形角が1/1000程度以上の領域で臥梁せん断バネ K_s の最終降伏が多発しているが、 K_c には応力の劣化が生じないので層せん断力-層間変形角曲線は安定している。

層間変形は第1層が最大である。第1層の層間変形角が1/100以下の解析ステップを対象として、層せん断力-層間変形角曲線とエネルギー的に等価なバイリニアを図5中に太線で示した。弾性勾配はバネ K_c が初めて第1降伏段階に達する解析ステップと原点を結ぶ勾配とした。本バイリニアの降伏荷重を保有水平耐力 Q_u として図5中にその値を記した。各層の塑性変形量は異なるが、このような場合の D_s 値は下式によって求められる^り。

$$D_s = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{2\gamma_1 \eta_1}{\kappa_1}}}$$

ここで、 η_1 : 1層の累積塑性変形倍率 (= $\mu_1 - 1$)

μ_1 : 1層の塑性率

γ_1 : 全塑性歪みエネルギー / 1層の塑性歪みエネルギー

κ_1 : 1層の水平剛性 / 全質量と等しい質量と1次固有周期と等しい周期を持つ1質点系の水平剛性。下記の近似式による。

$$\kappa_1 = 0.48 + 0.52N \quad N : \text{層数}$$

本バイリニアをもとに第1層の塑性率 μ_1 を算定すると上式による D_s 値は0.26となる。

安全側に D_s 値を変形能力のある耐力壁が多いRC造に通常適用される0.4²⁾としても、一般的な3階建て共同住宅では、本構面第1層の必要保有水平耐力は80tf程度である。本構面は十分な性能を有する。

5. まとめ

本報(その1)に示すSPC壁構面実大せん断実験および実構面に対応する構造モデルを設定し、荷重増分解析を行

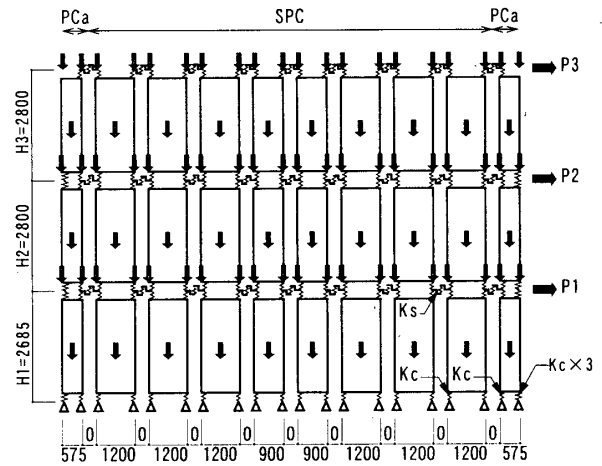


図4 実構面に対応する構造モデル

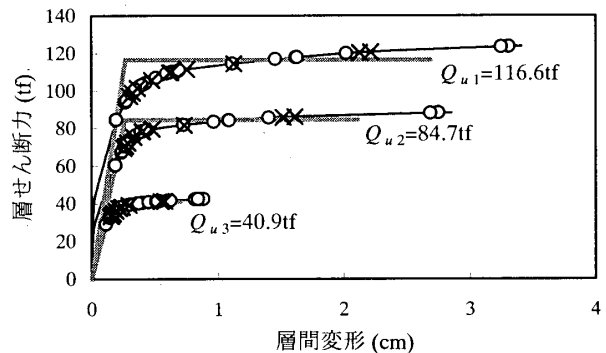


図5 実構面の層せん断力-層間変形角関係

った。その結果、解析値は実験値にほぼ一致し、実構面の耐震性能は実用的に十分であることが確認された。

謝辞：本研究は、東京工業大学建築物理研究センター共同研究(一般共同研究)の一環として行われました。また本実験に際し多大な協力を頂いた(株)スパンクリートコーポレーションの森田氏、菊池氏に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 日本建築学会：建築耐震設計における保有耐力と変形性能 (1990)
- 2) 日本建築センター：建築物の構造規定 1997年版

*1 (株)日本システム設計 Nihon System Sekkei Co.

*2 旭化成工業(株) 工修 Asahi Chemical Industry Co., M. Eng.

*3 (株)日本システム設計 取締役・工博 Director, Nihon System Sekkei Co., Dr. Eng.

*4 東京工業大学 助手・工修

Research Associate, Tokyo Inst. of Tech., M. Eng.

*5 東京工業大学 教授・工博

Prof., Tokyo Inst. of Tech., Dr. Eng.