

E-ディフェンスを用いた コンクリート系建物の震動台実験を実施

1. 背景・研究概要

1995年の兵庫県南部地震における被害では、倒壊しなかった建物でも、地震後に損傷や傾きが残された場合に高額な補修費用を要することが大きな社会問題となりました。大地震を受ける建物の耐震性を考えるとき、安全性が確保されていることを前提としつつも、その後の建物の継続使用性、高復元性は、現代社会の持つ強い要望ととらえることができます。視点を変えて、近年の深刻な地球環境問題から見ても、環境負荷の軽減に対して建物の長寿命化が持つ意味は重く、加えて、高度経済成長期に建設された膨大な数の建物が、いま更新期を迎えています。こうしたなかで、高耐震かつ生産性・改修性の高い新しいコンクリート系建物の確立は大変重要な課題といえます。

本研究では、こうした背景を受け、プレキャスト・プレストレストコンクリート圧着工法によるPC建物を対象とし、大型振動台を用いた構造実験から、コンクリート系建物の損傷抑制法、さらにはその性能評価法の発展に資する工学データを取得します。図1に試験体の製作状況を示し



柱の立て込み



床版の設置とトップコンクリートの打設



建て方された柱への梁の設置



梁にプレストレスの導入



建て方された柱への梁の設置



連層壁にプレストレスの導入

図1 実験用PC建物の製作状況

ます。PC 建物は、元来、鉄筋コンクリート造建物よりも長い梁を用いて柱の少ない大空間を実現するという建築計画画面からの要請をうけて、建設されてきました。そのような PC 建物は水平力を受けて変形しても、除荷後にはプレストレスの効果で残留変形はほとんどゼロになる、という特性をもちます。PC 建物は、この高弾力性の観点から、損傷抑制型構造物として新たな展開が期待されています。柱や梁といった個々の部材をあらかじめ工場で製作しておき、現場で組み立ててプレストレスにより圧着接合するプレキャスト・プレストレスコンクリート圧着工法は、高品質な部材の安定的な供給や施工の合理化という特長を有し、近年、多く採用されています。

2. 試験体概要

図 2 に試験体形状を示します。試験体は、4 階建て建物です。各層の階高は 3 m で軒高は 12 m、平面寸法は長辺方向が長さ 14.4 m、短辺方向が長さ 7.2 m です。柱は 450 mm 角です。長辺方向は 2 スパンの純フレーム構造で、梁せいは 500 mm です。短辺方向には外側の構面中央に 250 mm x 2500 mm の連層耐震壁を組み込みます。柱の主筋には PC 鋼棒(高弾性鋼棒)を、壁と梁の主筋には PC スtrand(高弾性鋼製より線)を用いています。部材の中を通された PC 鋼材を引っ張ることでコンクリート部材を強い力で押さえつけます。このあらかじめ与えておく力をプレストレス力と呼びます。柱は、建て方を行ったのちに PC 鋼棒によってプレストレス力が与えられます。床版と大梁の上に 100 mm 厚のトップコンクリートが打設され、床と梁が一体化した後に梁にプレストレス力が与えられます。設計では、柱よりも梁が変形するように、すなわち、柱が相対的に強くなるように、柱や梁の大きさや、内部の主筋の量を決めています。柱と長辺方向の梁は、プレストレス力の導入後に、PC 鋼材の周りをセメントミルクでグラウトしてコンクリート部材と一体化し、現在の一般的な工法を表現します。

短辺方向では、PC 連層耐震壁を組み込む構造システムを提案します。PC 連層耐震壁によって強度と剛性を与え、1 階の壁と基礎の間にエネルギー吸収用のアンボンド普通鉄筋を加えることで、揺れている間の最大変形を効率良く小さくする工夫をしています。壁および境界梁は PC 鋼材の周りをグラウトしないアンボンド部材とすることで鋼材を弾性にとどめ、部材損傷の抑制を意図します。連層耐震壁の 1 階部分は、内部を高強度鉄筋で横方向に囲んでおり、コンクリートを圧縮に対して強くしています。さらに短繊維補強(鋼製ファイバー)コンクリートを用いることで、鉄筋の外側のコンクリートの損傷抑制も試みています。事前解析によれば、保有水平耐

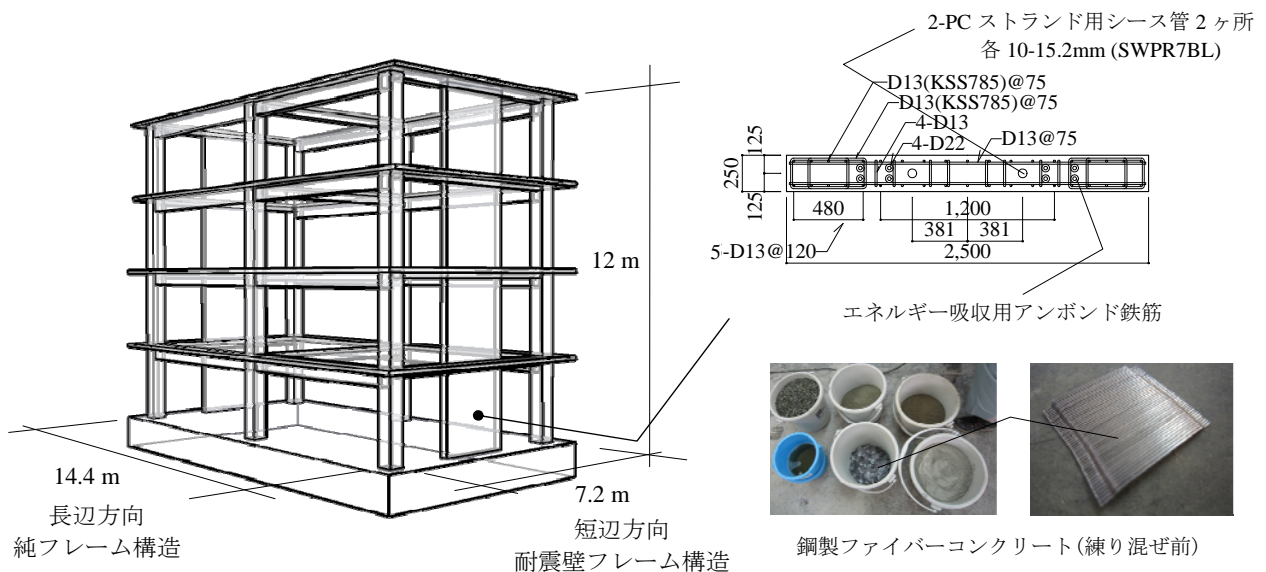


図2 試験体形状とPC連層耐震壁

力は、短辺方向が長辺方向の 1.4 倍ほど強くなります。

3. 実験概要

本研究では、ほぼ同形状の鉄筋コンクリート造(RC)建物についても実験を実施します。RC建物については、今後の設計の役立つ基礎的な資料を取得することを目的とし、建築学会の指針等を参照して梁の粘りに期待する設計が行われています。実験では、PC建物とRC建物を同時に加振する手法をとります。(この実験手法に対する動機は、実験自体の大幅な合理化であり、本実験をもってPC建物とRC建物の優劣に言及する意図はありません。)図3に外観を示します。

実験には、1995年の兵庫県南部地震において神戸海洋気象台において記録されたJMA-Kobe波を用います(NS成分, EW成分, UD(上下)成分の3軸同時加振)。本実験では、継続使用性を検討する変形レベル(部材降伏前)の応答を生じさせる入力波として25%加振を、修復性を検討する変形レベル(部材降伏後)の応答を生じさせる入力波として50%加振を段階的に実施します。最終的に、極大地震に対する安全性を検証する100%加振を実施します。入力波の水平オービットと試験体の関係を図4に示します。事前解析を踏まえて、短辺方向に相対的に大きな入力を与えます。公開映像は12月13日のJMA-Kobe波の50%加振(設計で考えられている強さ、最大加速度は約 4m/s^2)です。



図3 振動台上の外観 (ビデオ映像のパース)