

II 国土交通省 建設技術研究開発助成制度

II-1 機能保持に優れた新 PC 構造建築物に関する研究

Study on Functional Continuity Design by Precast Prestress Concrete Structure with MILD-PRESS-JOINT

(研究期間 平成 18 年度)

構造研究グループ
Dept. of Structural Engineering

福山 洋
Hiroshi Fukuyama

Structural performances of the Precast Prestress Concrete Structure with MILD-PRESS-Joint are investigated to develop earthquake disaster resilient buildings. Tests on cantilever columns and cantilever columns with beam-column joint were conducted. Based on the tests, it is confirmed that the damage of the structure can be appropriately reduced by using the Precast Prestress Concrete Structure with MILD-PRESS-Joint. The evaluation method on story shear force – drift angle relationship was also proposed for design considering the bond properties of PC tendons.

〔研究目的および研究内容〕

本研究開発は、地震直後より建物の継続使用を可能とし、費用・資源・エネルギーなどの損失制御設計に対処できる構造技術を実現させることを目指している。この実現のために、プレキャスト・プレストレスト(PC)圧着関節工法を用いて、関節部を回転させることで部材の損傷を制御し、残留変形が非常に小さく、従来の PC 構造よりも応答変形が大きい『非線形弾性』架構を開発する。

研究開発は、(1)PC 圧着関節工法を用いた『非線形弾性』架構の開発、(2)損失制御設計法の確立、に区分して行う。(1)では、『非線形弾性』架構の実用化を目指し、架構実験を行いその構造性能を明らかにする。また、架構の構造性能評価に必要な PC 鋼材(より線・丸鋼)の付着特性を実験より把握する。(2)では、(1)を受けて『非線形弾性』の構造性能評価および損失制御設計の損傷性能評価・設計法を目指す。

〔研究結果〕

(1) PC 圧着関節工法を用いた非線形弾性架構の開発

開発する工法の特徴は、以下の通りである。

- 1) 柱・梁部材は高品質の PCa・PC 部材とし、架構は柱・梁部材を圧着して構成する。
- 2) 部材の圧着には、シー菅内に PC 鋼材(梁端・柱圧着面は PC 鋼より線、柱脚圧着面は PC 丸鋼)を設置し、PC 鋼材の緊張力は、PC 鋼材規格降伏点の 50%程度(梁端で 50%程度、柱脚で 40~60%)とする。

以上の特徴により、大地震時には、圧着面(関節部)にひび割れ目開きを許容して、『非線形弾性』回転を形成させるものである。

これまでの研究により、梁端圧着関節部において『非線形弾性』の挙動が得られること、また、その挙動を支配する PC 鋼より線の付着特性について把握を行ってきた。

本研究開発では、架構全体の構造性能に影響を及ぼす、PC 丸鋼により圧着した柱脚部においても『非線形弾性』回転が実現可能か検証し、『非線形弾性』架構の開発を目指している。開発手順は、①柱脚部の(要素)実験を行うことで、柱脚部の回転性能とその回転性能を支配する PC 丸鋼の付着特性について把握し、②①の成果とこれまでの梁端圧着関節部に対する知見を踏まえ、梁端および柱脚を含む実構造物を想定した架構実験を行うことで、『非線形弾性』架構全体の特性を検証する。

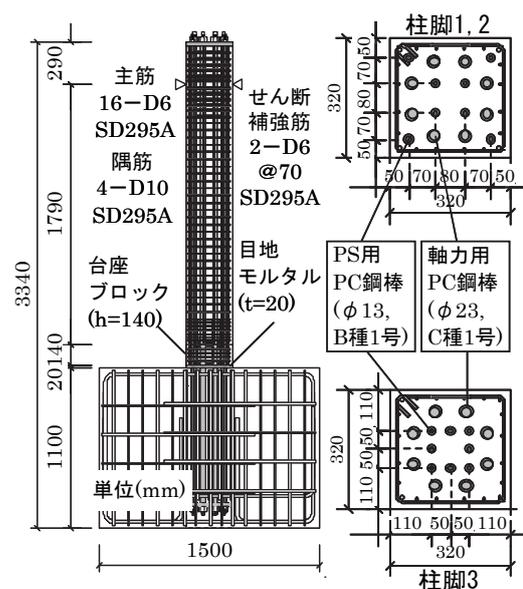


図 1 柱脚要素実験試験体

①柱脚部分(要素)実験

実験は、架構の柱脚部分を取り出した要素試験体(図 1)について、片持ち型の加力形式で実施した。試験体は、実大の約 1/2 ~1/3 の大きさで、柱断面 320×320mm、試験体高さ 3315mm、加力点から柱脚圧着面までの距離 1950mm、圧着用 PC 丸鋼を 8-13φとしている。変動要因は、圧着緊張力(降伏点の 40%、60%)、断面内の PC 丸鋼位置(配筋状態)として、総計 3 体計画した。なお、各試験体で軸力比を 3 水準(0.0, 0.1, 0.4)変動させて実験を行い、総計 9 加力行った。

実験により得られた成果は以下の通りである。

- PC丸鋼を圧着に用いた柱脚部においても、梁端圧着関節部と同様に『非線形弾性』の回転性能を有する。
- PC丸鋼の伸び出し量が柱の回転性能を支配し、特性を決定するPC丸鋼の付着力は、弾性的な挙動を示す。

②土形架構実験

試験体は、基礎部分から二階柱反曲点および梁反曲点位置までを含む土形とし、梁端関節部および柱脚関節部を含む形状である(図 2)。具体的には、実大の約 1/2 ~1/3 の大きさで、柱断面 320×320mm、梁断面 230×420mm、階高 1820mm、試験体高さ 3935mmとしている。実験の変動要因は、圧着緊張力(降伏点の 40%)として PC 試験体を 2 体、また、比較用の RC 試験体 1 体の総計 3 体を計画した。

実験の結果、梁端圧着関節部および柱脚圧着関節部を有する架構においても、それぞれが独立した弾性的な回転性能を発揮し、RC と異なる残留変形の非常に少ない『非線形弾性』架構が実現可能である事を検証した。

(2) 損失制御設計法の確立

設計手法の確立へ必要な『非線形弾性』架構の構造性能評価法の構築を目指して開発を行った。具体的には、PC鋼より線の要素実験および柱脚型要素実験の成果により、PC鋼材(PC鋼より線およびPC丸鋼)の付着特性についてモデル化を行い、そのPC鋼材の付着モデルにより、梁端圧着関節部および柱脚部の回転性能の評価法を構築した。さらに、土形架構の非線形弾性挙動を用いて本評価法を検証し、その妥当性を確認した。

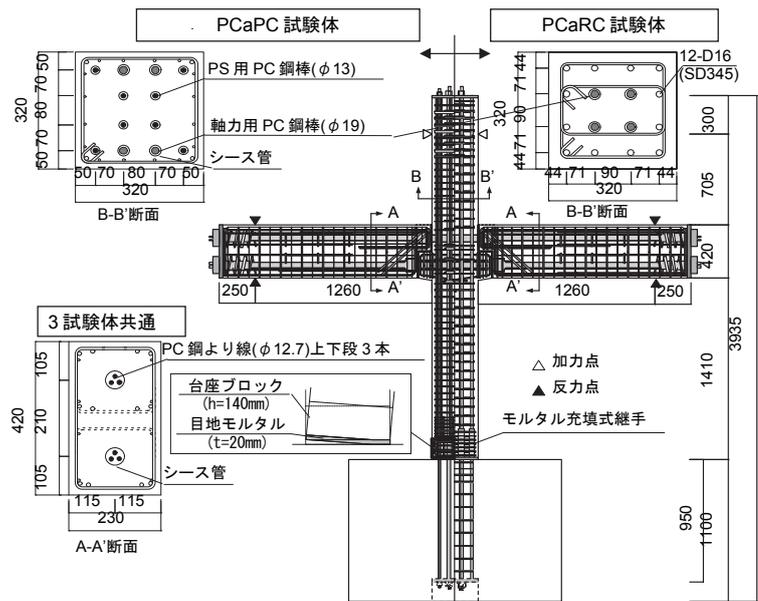
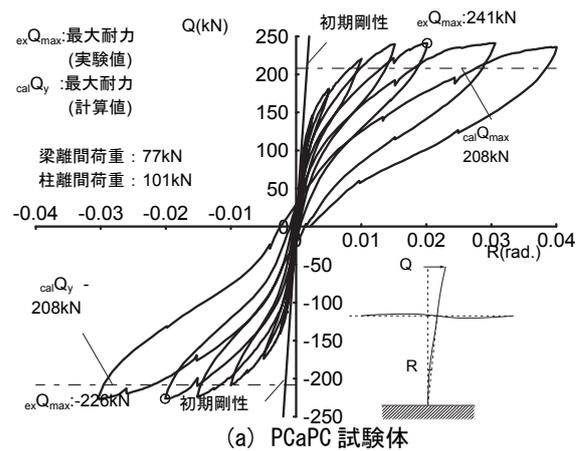


図 2 土形架構実験試験体



(a) PCaPC 試験体
(圧着緊張力は降伏点の 40%)

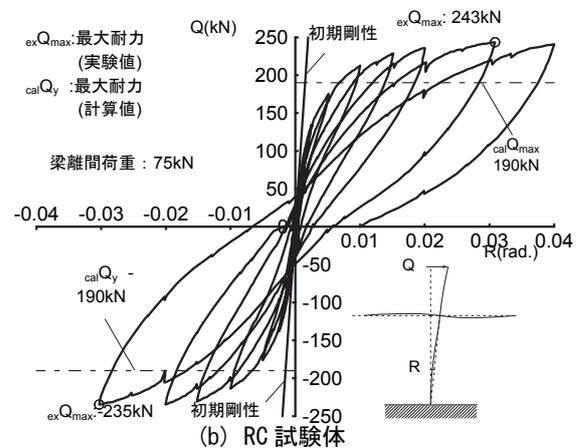


図 3 層せん断力 Q-層間変形角 R 関係