

- 5 プレキャスト PC 部材の復元力特性に関する研究

Study on Restoring Characteristics of Precast Prestressed Concrete Members

(研究期間 平成 11 ~ 13 年度)

構造研究グループ

Dept. of Structural Engineering

加藤博人

Hiroto Kato

Synopsis- This report deals with the restoring characteristics of precast prestressed concrete members (PCa-PC). The test results of the PCa-PC members with varied loading path have been compared with each other, and the results of the PC frame specimen. The loading path does not affect the hysteresis curves of the specimens so much within 1/50 of the drift angle. And the rotational angles of the PCa-PC specimens were adequately coincide with those obtained from the PC frame specimen.

【目的及び経過】 プレストレストコンクリート(PC)構造は、導入プレストレス力を部材の接合にも利用できることからプレキャスト化にも適した構造形式として期待される。しかしプレキャスト PC 構造は、一般にヒンジの発生が予想される材端部に普通鉄筋が配筋されていないことなどにより、場所打ち PC 部材とは異なる特性を示す。これまで、プレキャスト PC 部材に関する研究はさほど多くなく、設計で必要とされる復元力特性や減衰性能の評価に関するデータの蓄積も十分とはいえない。今後、性能設計の考え方に基づいた PC 構造物の設計が求められる方向にあるが、そのためには部材の復元力特性や履歴減衰を精度良く評価する必要がある。

本研究では、プレキャスト PC 部材の復元力特性や履歴減衰に関するデータを蓄積する目的でプレキャスト PC 部材を圧着接合した柱梁試験体の加力実験を行い、以前に行った架構実験の結果と比較検討した。

【研究内容】 プレキャスト PC 造柱・梁圧着試験体を対象にした加力実験を行った。本実験の目的は、載荷履歴の違いが復元力特性に及ぼす影響について確認することで、履歴性状、回転変形性状、および等価粘性減衰定数等について比較し、併せて架構試験体の実験結果とも比較を行った。試験体形状は、プレストレス力を使ってプレキャスト柱と梁部材を圧着接合した平面ト型骨組で、以前行ったプレキャスト PC 造立体架構試験体(図 1)¹⁾(以下、架構試験体と略記)の 2 層部の外柱梁接合部と全く同じ設計をしたものである。架構試験体から得られた加力履歴を再現するように載荷した E1-J 試験体、静的繰り返し載荷を行った E1-S 試験体、兵庫県南部地震 JR 鷹取波を使ったプロトタイプ建物の動的解析から得られた応答変位で加力した E1-T 試験体の 3 体について比較した。部材試験体に対する載荷状況を、図 2 に示す。柱には所定の軸力を与え、梁先端部に取り付けたアクチュエータで正負繰り返し加力を行った。

【研究結果】 各試験体の荷重 - 変形関係を図 3 に比較して示す。いずれの試験体とも部材角 $R=1/50$ 程度ま

では、残留変形の少ないプレキャスト PC 部材に特有の非線形弾性的な履歴形状を示し、試験体の違いによる大きな差は認められない。しかし、 $R=1/50$ を超える変形を経験すると試験体の剛性低下には違いが見られ、載荷履歴の違いによる影響がうかがわれる。また、E1-T 試験体は、加力の比較的早い段階で負方向に $R=1/30$ を超えるような大きな変形を受けるため E1-J 試験体に較べて、最大耐力後の荷重低下が大きい傾向がある。最大耐力を比較すると、地震応答を再現した試験体の方が E1-S 試験体よりも若干大きな値を示し、E1-S 試験体では繰返しによる梁の損傷が進行していることが推測される。E1-J 試験体と架構試験体を較べると、架構試験体の方が E1-J 試験体よりも履歴面積、残留変形ともに大きい傾向が見られるが、その原因として i)スラブの有無、ii)厳密には加力履歴に違いがあり架構試験体の方が多くの加力を経験している、iii)架構試験体は不静定立体架構であり梁の反曲点位置がスパン中央とは限らない、等が考えられる。

試験体は梁を柱に圧着接合した構造であるため回転変形が梁端部に集中すると予想される。そこで回転性状を把握するため梁端回転角()と層間変形角(R)の関係について検討した結果を図 4 に示す。梁端部での回転変形が全体変形の大部分を負担しており、E1-J 試験体では $R=1/100$ 時に 70%程度となっていた。架構試験体と比較すると計測区間に若干の違いはあるが、両者は概ね対応している。また、E1-J、E1-S、E1-T 試験体を比較するとほぼ同じ傾向が見られ、加力履歴の違いによる差はほとんどない。梁端部における回転量の集中度を見るため、柱面から $1/3D$ の区間で計測した第 1 計測区間の回転()の全区間(2D)回転変形(total)に対する比率を比較する。ちなみに、架構試験体の第 1 区間は柱面から $1/4D$ 、全区間は $3/2D$ である。部材試験体、架構試験体とも梁の回転変形は梁端部の第 1 区間に集中しており、その割合は $R=1/100$ 時に E1-J 試験体は 65%、架構試験体は 70%程度であった。以降、変形の増大に伴い第 1

区間への回転の集中度は大きくなり、 $R=1/50$ 程度では両者とも約 80%に達していた。

図 5 に履歴ループより求めた等価粘性減衰定数 (heq) と層間変形角 (R) の関係を示す。実験では地震応答に基づく加力を行っているため、履歴ループが必ずしも定常ループとはならないためバラツキが大きく評価が難しいが、部材試験体の heq は $R=1/100$ 時で 2%程度、 $R=1/25$ 程度の大変形に至っても 5%程度であり、架構試験体 (2層) の heq と比較しても小さな値であった。

本研究課題の範囲から、以下の点が明らかとなった。

1)変形角 1/50 程度までは、加力履歴の違いが履歴復元

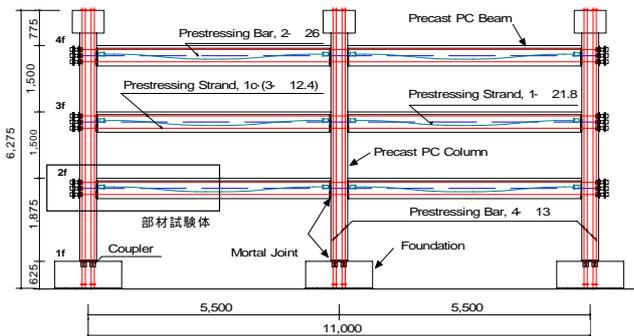


図 1 プレキャスト PC 架構試験体と部材試験体の関係

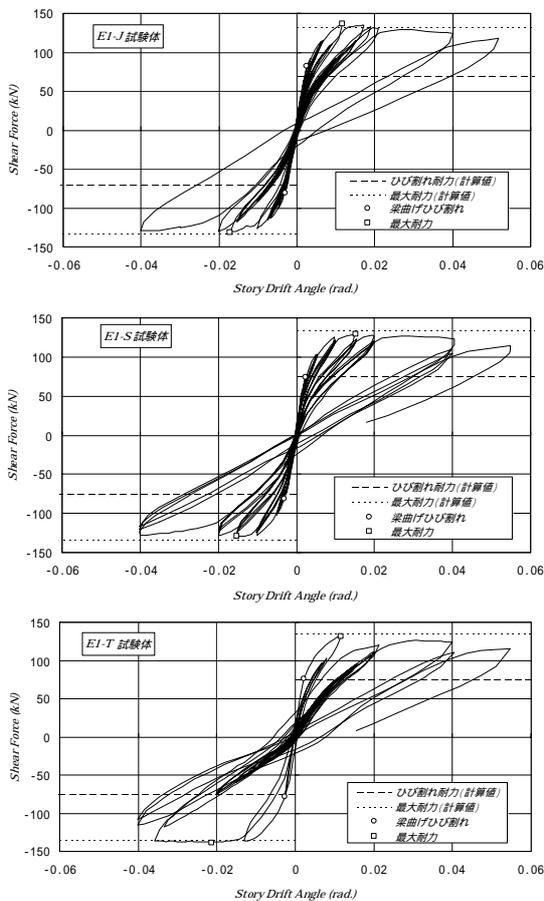


図 3 荷重 - 変形関係の比較

力特性に及ぼす影響はさほど見られなかった。しかし、さらに変形が増大すると、最大耐力以降の耐力低下に違いを生じる。

2)加力履歴の違いによる梁部材の回転変形状への影響はさほど見られない。

3)部材試験体と架構試験体とを比較した結果、両者の回転変形状は概ね対応していた。

【参考文献】

1)加藤，他；1 1 階建てプレキャスト PC 造架構試験体の耐震実験(その 1 ~ その 4)；日本建築学会大会学術講演梗概集(中国),1999 年 9 月

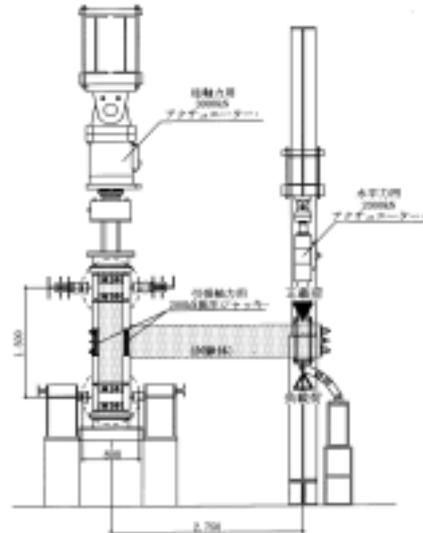


図 2 部材試験体の加力実験状況

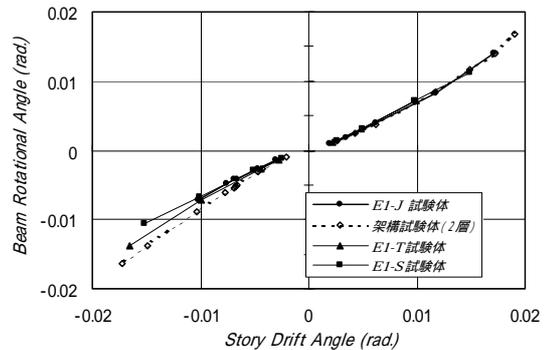


図 4 梁端回転角 - 層間変形角関係

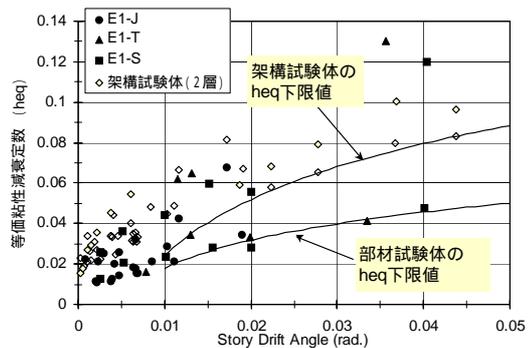


図 5 等価粘性減衰定数 (heq)