

# メタボリズム耐震橋脚構造のプレキャスト部材性能検証（その5）

高橋良和\*1・植村佳大\*\*

## 1. 研究の目的

建設時の耐震基準に準拠するよう設計したとしても、将来の地震により耐震基準が変わり、設計地震力が増大すると既存不適格となり、その対策としてRC巻き立て工法のように断面を増大させる耐震補強が余儀なくされることは、まさにメタボリックシンドローム（メタボ、代謝異常）そのものに見える。これを根本的に解決するためには、耐震性能を新陳代謝可能な構造（メタボリズム耐震構造）を開発し、現行の要求性能を適切に満足させながらも、将来の要求性能の変化に対応することを目指さなければならない。一方、地震時にセルフセンタリング機能を発揮する柱（セルフセンタリング柱）が高い復旧性を有する構造として注目されている。しかし当該構造には、地震時のエネルギー吸収性能の低下により応答が増大するという課題がある。この課題に対し、地震後の復旧時にのみセルフセンタリング機能を発現させる「復旧時セルフセンタリング機能」を有するメタボリズム柱構造が提案されている。京都大学において可換部を鋼構造で実現したメタボリズム柱の実験がなされており、そこでは永続部のみでの柱に対する実験結果が得られている。可換部をPCa構造で実現する際にも、セルフセンタリング対応永続部の挙動を数値解析で評価可能とすることは有用と考えるため、実験結果の数値解析による再現を目指す。

## 2. 研究の方法

京都大学における復旧時にセルフセンタリング機能を有するメタボリズム鋼製橋脚の開発にあたり、セルフセンタリング対応永続部のみの実験が成されているが、設計で期待されたセルフセンタリング機能を発揮できなかったケースがあることが報告されている。昨年度実施した「メタボリズム耐震橋脚構造のプレキャスト部材性能検証（その4）」（図-1上）では、コンクリートヒンジ部（永続部）の非線形特性を考慮した数値解析を行い、実験結果の再現を試みた。本来、線形材料の単純なメカニズムによるヒンジ構造を想定していたものの、解析ではコンクリート材料の材料非線形を考慮しないと本実験結果を再現することができず、永続部の損傷によるヒンジ部挙動は、想定以上に複雑であることが分かった。本研究では、永続部のみならず、可換部を有する試験体の実験結果を再現できるよう、材料非線形モデルの改良を試みる。

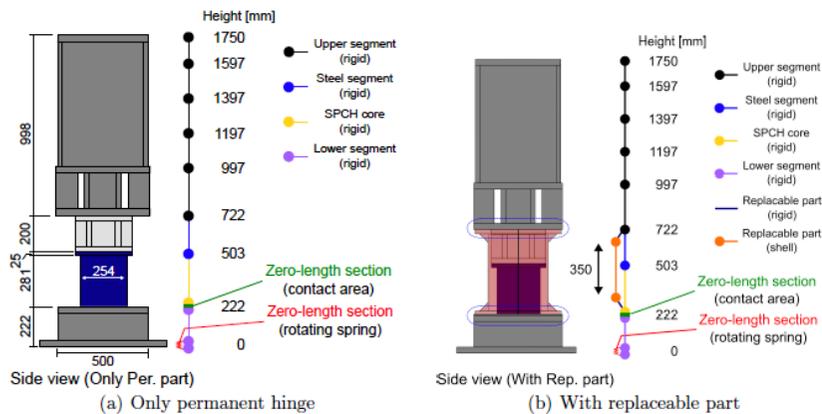


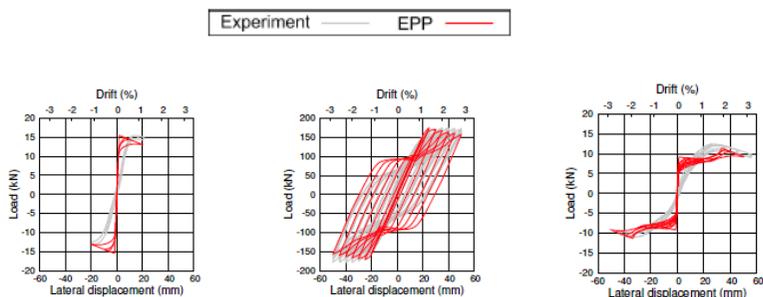
図-1 解析モデルの概要

\*京都大学大学院工学研究科・教授, \*\*同・助教

### 3. 得られた成果

従来の研究より、地震後復旧時に残留変位がゼロに戻る復旧時セルフセンタリング機能を実現させることを目的として、メタボリズム柱構造の正負交番載荷実験、可換部の取り替え実験を実施している。鋼製橋脚を対象に、可換部を鋼部材とし、永続部に鋼管拘束コンクリートヒンジを用いた構造を検討した。直径が異なる2種類の永続部を有する実験供試体を製作し、正負交番載荷実験および軸力支持下での可換部取替え実験を実施し、その性能を検討した。その結果、提案構造では、永続部の存在により可換部座屈後の柱の軸沈下が抑制されることで、座屈発生後においても可換部が引張力を発揮することが可能となり、柱の荷重低下抑制につながる事がわかった。また、塑性化した可換部を撤去していく中で、鋼管拘束コンクリートヒンジによる復旧時セルフセンタリング機能が発揮されることを実験的に確認した。

上記の再現解析のため、解析コードとしてOpenSeesを用い、鋼製可換部をシェル要素、永続部をファイバーモデルによりモデル化し、①永続部モデルのみによる正負交番載荷解析→②鋼製可換部の取付→③鋼製可換部+永続部モデルによる正負交番載荷解析→④鉛直荷重支持したまま可換部取り外し→⑤永続部モデルのみによる正負交番載荷解析を、一連の数値シミュレーションにより実施、実験結果と比較した。これにより、鋼製可換部+永続部モデルによる実験での永続部に損傷が蓄積し、永続部単体でのセルフセンタリング性能が変化することを解析的にも再現することができた。



① 永続部のみ解析→②→③可換部+永続部解析→④→⑤永続部のみ解析

図-2 解析と実験の比較

また、解析結果に基づく課題の抽出を行い、永続部に用いていた鋼管拘束コンクリートヒンジは、面接触によってセルフセンタリング機能を発現するが、損傷により反力作用位置が変化するため、剛性の低下やセルフセンタリング力の低下といった復元力特性の変化が接触面の損傷に対して敏感であることの改善が必要であり、セルフセンタリング機能が変化しにくい新たな構造の開発が望ましい。

### 4. 謝辞

本研究は、村本建設株式会社より委託されたものであり、関係各位に謝意を表す。

#### 関連する発表論文

- 1) Keita Uemura, Kento Goto, Shinya Yamamoto, Yoshikazu Takahashi: Development of reinforced concrete column with embedded concrete hinge and lateral restraints for Anti-Catastrophe oriented design, Engineering Structures, No. 296, pp. 116903, 2023.
- 2) 土坂 真斗, 植村 佳大, 高橋良和: 大断面 RC 柱に復旧時セルフセンタリング機能を付与する立体フレームコアの正負交番載荷実験, 第 26 回橋梁等の耐震設計シンポジウム講演論文集, pp. 307-314, 2023.