

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）

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（図-1上）。本図より分かるように、永続部設計モデル（黒線）と実験結果（青線）は大きく挙動が異なっている。設計モデルでは、永続部は弾性挙動をするコンクリートヒンジ構造としての挙動を想定していたが、本研究では、コンクリートヒンジ部の非線形特性を考慮した数値解析（図-1下）を行い、実験結果の再現を試みる。

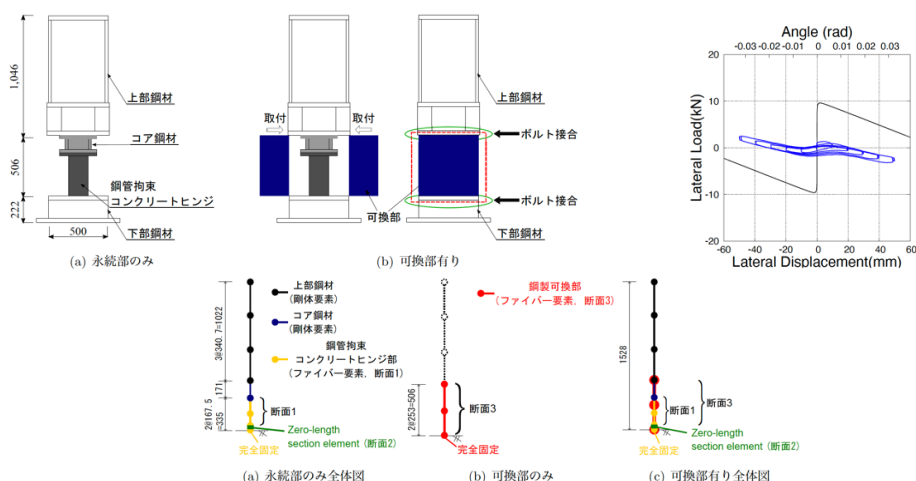


図-1 試験体と永続部のみの実験結果および解析モデルの概要

*京都大学大学院工学研究科・教授，**同・助教

3. 得られた成果

実験で得られた永続部の履歴を図-2の黒線で示す。また同図の赤線として、永続部の設計モデルの挙動 (a)、処女正負交番載荷実験を模擬した非線形モデルの挙動(b)、そして再載荷実験を模擬した非線形モデルの挙動(c)を示す。設計モデルに対する解析結果では、非線形弾性の復元力特性が得られおり、また±60mm以内では赤線は第2, 4象限に達せず、すなわちセルフセンタリングが確認できるが、黒線は大きく乖離している。これに対し、処女静的正負交番解析(b)の結果では、最大荷重が実験結果よりも大きく算出されているものの、変位が+30mmを超える範囲では復元力が負の値を示しており、セルフセンタリング機能が発揮されない。これは本実験供試体でのフーチングとの接触面に使用した普通モルタルでは圧縮強度が足りず、期待した性能を得ることができなかったことを意味している。さらに、処女載荷の後、再載荷解析(b)では、初期剛性は異なるものの、正側の荷重が実験結果と類似していることがわかる。よって、実験供試体における永続部では、底面の圧縮強度が不足していたことに加え、可換部を設置した状態で実施された正負交番載荷実験によって鋼管拘束コンクリートヒンジ底面の損傷が生じており、結果として復旧時セルフセンタリング機能の発現に至らなかったと考察できる。

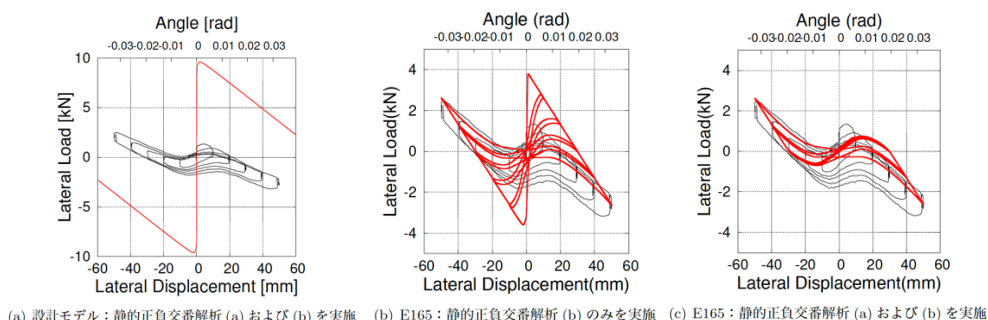


図-2 荷重—変位関係

本来、永続部に期待していた挙動は、線形材料の単純なメカニズムによるヒンジ構造であった。これは、地震前後における永続部の耐震性能の再現性を確保するためでもあった。しかし、解析結果が示すように、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る。復旧時に永続部のみとなった際にセルフセンタリング機能を発揮できることは、メタボリズム構造の価値を高めることにもなるため、解析により適切なコンクリートヒンジ断面を有する永続部を設計することが重要と考える。

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) 白井洵, 植村佳大, 高橋良和: 復旧時セルフセンタリング機構を有するメタボリズム柱構造の解析的検討, 土木学会論文集 A1, Vol. 78, No. 4, pp. I_523~I_536, 2022.
- 2) 植村佳大, 前田絃人, 高橋良和: 軸力支持下で耐震性能の改変が可能な鋼製メタボリズム柱構造の開発, 土木学会論文集 A1, Vol. 78, No. 4, pp. I_294~I_306, 2022.