

塑性ヒンジ部における柱断面外縁部の取換が可能なメタボリズム柱構造の正負交番載荷実験

京都大学 学生会員 ○西根 幸輝
村本建設株式会社 正会員 林 学

京都大学 正会員 植村 佳大
京都大学 正会員 高橋 良和

1. 研究背景・目的

1891年の濃尾地震を契機に耐震設計の必要性が問われ始めた我が国では、地震被害の度に設計基準が見直されてきた。現行の耐震基準も、将来また改定されるかもしれないが、耐震基準の変化に対応できるような構造の開発が求められる。近年、このような構造として、将来の要求性能の変化に応じて耐震性能を容易に更新することができるメタボリズム柱構造が提案されている。

メタボリズム柱構造とは、塑性ヒンジ部において、取換可能な可換部を柱断面外縁部に配置し、取換を行わず永続的に使用する永続部を柱断面中央部に配置した柱構造である(図-1)。可換部には地震時のエネルギー吸収能を期待し、永続部には軸力・せん断力を支持することを要求する。このような構造であれば、永続部が軸力を支持した状態で可換部を取り換えられ、柱断面を増大させることなく、容易に耐震性能を新陳代謝できる。

本研究では、これまで行われてきたメタボリズム柱構造に関する研究を基に、新たな構造を提案し、軸力の載荷下で可換部を取換る可換部取換実験及び正負交番載荷実験を行う。その結果から、可換部の取換可能性や柱の耐震性能を検討し、メタボリズム柱構造の実現可能性向上を目指す。

2. 提案構造

提案構造は筆者ら¹⁾の過去研究で用いられた供試体(以降比較供試体と称す)に改善を加えた構造である。

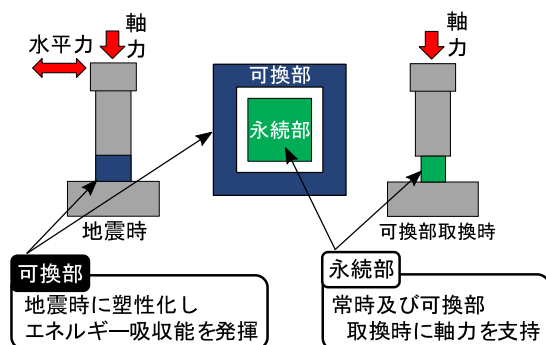


図-1 メタボリズム柱構造概要

メタボリズム柱構造では、可換部の撤去後、永続部が全軸力を負担するが、比較供試体では、可換部取換前の載荷実験により永続部基部のコンクリートが損傷し、可換部の撤去時にメナーゼ筋のひずみが大きく圧縮域に移行することが確認されている。その結果、可換部取換後の載荷実験において、メナーゼ筋が引張力を発揮せず、柱の二次剛性が低下したと筆者らの検討¹⁾により示唆されている。以上を踏まえ、提案構造では、メナーゼヒンジを永続部下端まで内巻きスパイラル筋で密に保護することで、可換部取換前の載荷において、永続部基部のコンクリート損傷を抑制し、可換部撤去時のメナーゼヒンジの軸圧縮剛性を向上させる(図-2)。また、比較供試体では、可換部にプレキャスト RC 部材を用い、施工の省力化を図っていたが、軸方向鉄筋の拘束条件や重量等の影響で施工が困難であったことから、提案構造では可換部に現場打 RC 部材を採用した。

3. 正負交番載荷実験

(1) 供試体概要

実験の流れおよび各実験過程における供試体の概要を図-3に示す。永続部には永続部下端までスパイラル筋を密に配置しており、可換部には現場打 RC 部材を用いている。可換部の接合は、軸方向鉄筋の機械式継手と無収縮モルタルによる充填にて行った。本研究では、図-3に示した一連の実験を行い、比較供試体の結果と比較して提案構造を有する供試体(以降検討供試体と称

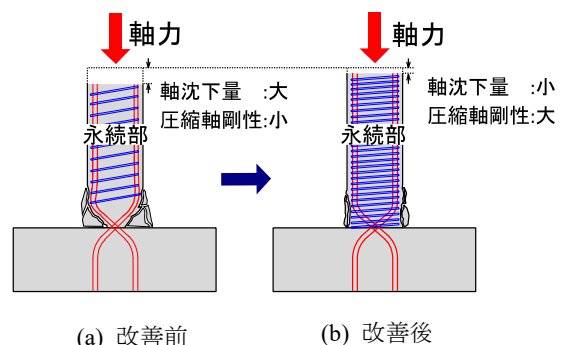


図-2 永続部メナーゼヒンジの軸圧縮剛性

キーワード メタボリズム, RC 構造, 正負交番載荷実験

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1-139 TEL : 075-383-3246 FAX : 075-383-3244

す)の耐震性能について検討する。また、軸力載荷下での可換部を取換る可換部取換実験により、可換部の取換可能性についても検討を行う。

(2) 水平荷重—水平変位関係

得られた荷重—変位関係を図-4に示す。比較供試体と検討供試体の結果を比較すると、載荷試験1の結果は概ね一致しており、永続部の改善が柱の復元力特性に影響を及ぼさないことが示された。その一方で、載荷試験2では、比較供試体では柱の二次剛性が大きく減少し、最大荷重が低下しているが、検討供試体では、柱の二次剛性の低下の影響が比較供試体よりも小さく、最大荷重が低下しないことが確認された。また、比較供試体では載荷試験2の終局変位が載荷試験1より小さくなっているが、検討供試体では載荷試験1および載荷試験2で同程度である。これは、可換部の取付により、比較供試体では柱の変形が柱下端に集中したのに対し、検討供試体では集中しなかったことに起因すると思われる。

(3) 可換部取換実験

載荷試験1終了後、検討供試体に対し軸力載荷下で可換部の取換実験を行った結果、水平荷重を載荷することなく可換部の撤去を行うことが可能であった。この時、柱には-34mmの残留水平変位が生じていたが、水平変位0mmに戻す作業に必要な水平荷重は±10kN程度と比較的小さい荷重であった。また、提案構造では、新たな可換部に現場打RC部材を採用したため、プレキャストRC部材を用いた比較供試体よりも比較的容易に可換部を取り付けることが可能であった。

(4) 可換部撤去時の永続部の軸圧縮剛性

図-5に載荷試験1から可換部撤去実験終了時までの柱の鉛直変位—水平変位関係を示す。なお、比較供試体のみ可換部取換実験において、永続部のみの正負交番載荷実験を行っている。図-5より、検討供試体では、比較供試体と比較して軸沈下量が小さく、永続部の軸圧縮剛性が大きいと考えられる。したがって、検討供試体では、比較供試体と比較して、載荷試験2開始時のメナーゼ筋の初期圧縮ひずみが小さく、載荷試験2における柱の耐震性能が向上したと考えられる。

4. まとめ

本研究では、既往研究の構造を改善したメタボリズム柱構造を提案し、その性能を可換部取換実験及び正

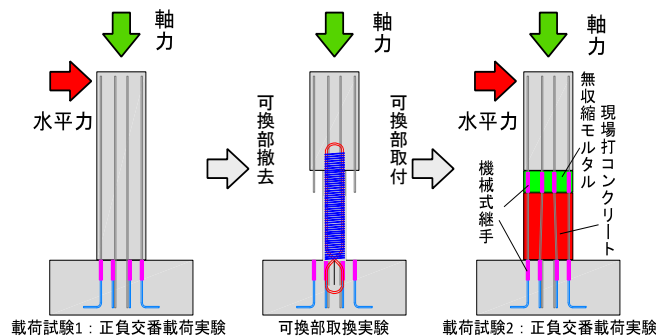


図-3 実験の流れ

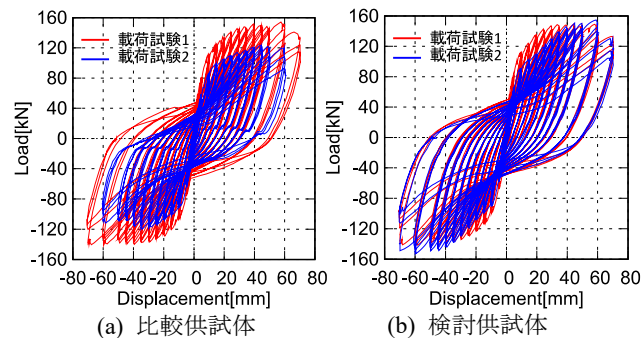


図-4 実験における荷重—変位関係

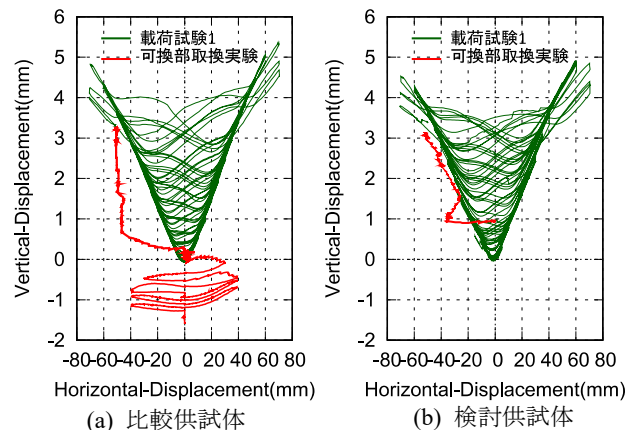


図-5 鉛直変位—水平変位関係

負交番実験により確認した。その結果、提案構造では可換部に現場打RC部材を用いた為、軸力載荷下での可換部取換作業が比較的容易に行えた。また、永続部のメナーゼヒンジを下端まで内巻きスパイラル筋で保護することで、可換部撤去時の永続部の軸剛性が向上し、可換部取換後の柱の耐震性能が向上することが確認された。

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金基盤研究(A)21H04574と科学研究費補助金若手研究21K14231の助成を受け実施した。謝意を表します。

参考文献

- 1) 林学, 植村佳大, 高橋良和: 埋込メナーゼヒンジ橋脚の地震後復旧性に関する実験的検討, 第23回橋梁等の耐震設計シンポジウム講演概要集, pp.75-82, 2021