

第V部門

地震後の復旧性向上を目的とした自重支持機構を有する RC 柱の正負交番載荷実験

京都大学工学部

学生員 ○西根 幸輝

京都大学大学院工学研究科 学生員 植村 佳大

京都大学大学院工学研究科 正会員 高橋 良和

1. 背景および目的

従来の RC 柱では、強震時において基部での塑性ヒンジ形成により、軸力およびせん断力が伝達される。しかし、軸方向鉄筋の座屈が生じると、柱基部のコアコンクリートが損傷し、それに伴い軸沈下やせん断ずれが生じることが知られている。このような破壊現象は、地震後の RC 柱の自重支持機能の喪失につながり、構造物の復旧性を著しく低下させる恐れがある。このことから、RC 柱の復旧性向上のためには、地震時に軸沈下、せん断ずれを防止した上で、地震後に自重支持機能を担保する機構を RC 柱に付加することが有効であると考えられる。

2. 実験方法

(1) 提案構造について

提案構造は、自重支持機能を有する鋼管拘束コンクリート柱を RC 柱内部に配置した RC 柱であり、地震時において鋼管が内部コンクリートを拘束、保護することで、柱基部の軸沈下防止が期待できる。また、提案構造では、地震後に確実に自重支持機構が発現するように、地震時に鋼管が損傷しないような工夫として、鋼管拘束コンクリート下端部をフーチング内部ではなくフーチング上面に配置している。これにより、鋼管へ作用する引張力を低減し、地震後に鋼

管が内部コンクリートを拘束することが期待できる。さらにせん断キーを用いることで、柱基部でのせん断ずれの防止が期待できる。なお、せん断キーには、鋼管に引張力が伝達しないようアンボンド処理を施している。

(2) 実験供試体および載荷システム

供試体は SDW-RC を作製し、五島ら¹⁾の研究で用いられた C50-ST を比較供試体として採用し、本論文では NORMAL-RC と呼ぶ。NORMAL-RC は現行の耐震基準を満たす RC 柱であり、軸方向鉄筋の座屈による曲げ破壊となるよう設計されている (図-1(a))。SDW-RC は、NORMAL-RC に対して、高さ 600mm の鋼管拘束コンクリート柱を RC 柱内部のフーチング上面に配置した提案構造を有する RC 柱供試体である (図-1(b))。ここで図-2 に SDW-RC に埋め込んだコンクリート拘束鋼管を示す。また載荷は正負交番漸増で行い、基準振幅 5mm とした整数倍の振幅での繰り返し載荷を行った。載荷軸応力は約 1.0MPa とした。

3. 実験結果

(1) 荷重-変位関係

図-3 に各供試体における荷重-変位関係を示す。両供試体ともに履歴ループが紡錘型であり、軸方向鉄筋の座屈発生後に荷重低下が生じる典型的な曲げ挙

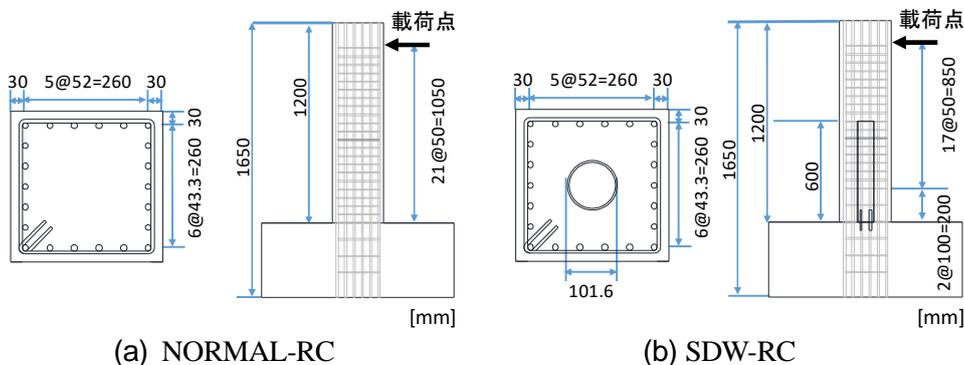
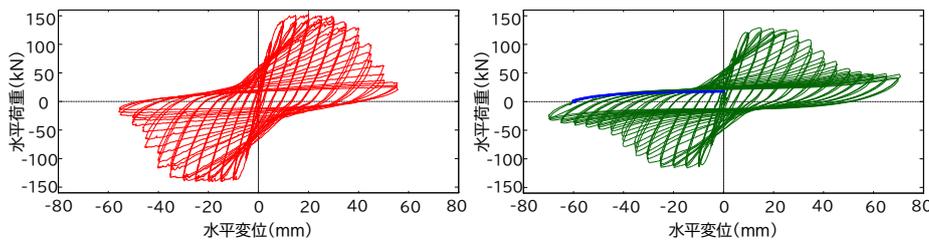


図-1 断面図および配筋図



図-2 コンクリート拘束鋼管

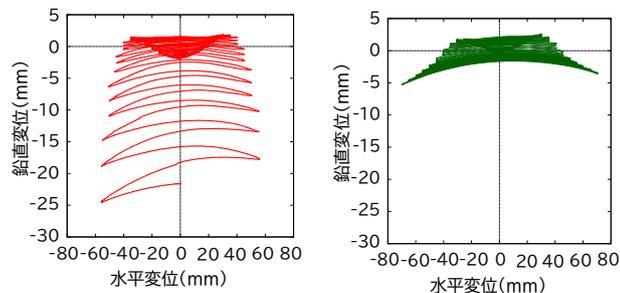


(a) NORMAL-RC (b) SDW-RC

図-3 荷重—変位関係

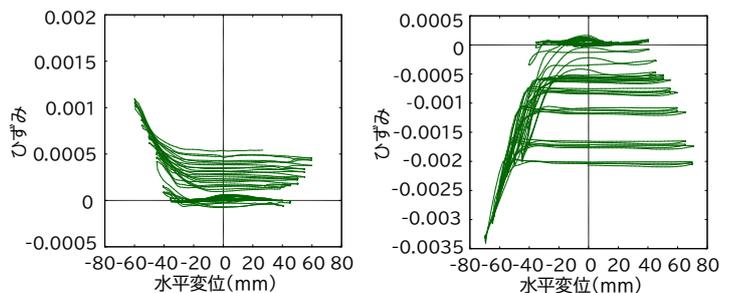


図-6 鋼管拘束コンクリート柱による自重支持



(a) NORMAL-RC (b) SDW-RC

図-4 鉛直変位—水平変位関係



(a) 周方向ひずみ (b) 鉛直方向ひずみ

図-5 柱基部における鋼管ひずみ—水平変位関係

動が確認された。しかし、NORMAL-RC と比較して SDW-RC では最大荷重が小さくなっている。これは、提案構造における今後の検討課題であるといえる。

(2) 鋼管拘束コンクリート柱による軸沈下およびせん断ずれの抑制

NORMAL-RC では 20mm 以上の軸沈下 (図-4(a))、および柱基部におけるせん断ずれが確認された。一方、SDW-RC では、軸沈下は 3mm 以下であり (図-4(b))、柱基部でのせん断ずれも確認されなかった。以上より鋼管拘束コンクリート柱により、軸沈下およびせん断ずれが抑制されることがわかった。

(3) 鋼管拘束コンクリート柱の自重支持機構

載荷中の鋼管の柱基部における周長方向のひずみ-水平変位関係 (図-5(a)) をみると、軸方向鉄筋座屈発生後において引張ひずみが増大していることがわかる。これは内部コンクリートに軸圧縮力が作用し、鋼管が内部コンクリートを拘束しているためである。これにより、先に述べた軸沈下の抑制が、鋼管拘束コンクリート柱の自重支持機構に起因していたことがわかる。また、鋼管の柱基部における鉛直方向のひずみ-水平変位関係 (図-5(b)) をみると、鋼管には圧縮ひずみしか発生しておらず、鋼管への作用引張力が低減されていることがわかる。また、載荷後に軸力を作用させた状態で、柱の変位をゼロに戻し、さらに鋼

管拘束コンクリート周りの軸方向鉄筋およびコンクリートの撤去作業を行った。なお、図-3(b)に示す青線は、柱変位をゼロに戻したときの荷重-変位関係である。この撤去作業により、提案構造では鋼管拘束コンクリート柱のみで自重を支持できることがわかった (図-6)。

4. 結論

提案構造では、載荷時に従来の RC 柱と同様の曲げ挙動を示しながら、柱基部における軸沈下およびせん断ずれが防止されることがわかった。また、載荷後においても鋼管拘束コンクリート柱により、自重の支持が可能であった。以上から、提案構造は復旧性に富む構造であるといえる。

謝辞：本研究の一部は科学研究費補助金基盤研究 (B)18H01522 の助成を受けて実施した。謝意を表します。

参考文献

1)五島健斗, 植村佳大, 高橋良和: 設計基準外事象に対する予測が定性的に可能な埋め込みメナーゼヒンジ RC 構造の開発, 土木学会論文集 A1, Vol.75, No.4, pp.I_506-I_519