

1) - 2 応力調整機構を利用した鉄筋コンクリート造壁付き部材の 構造性能評価に関する研究【安全・安心】

Study on structural performance evaluation for beam-column subassemblages of R/C with nonstructural walls using stress control detail

(研究開発期間 平成 29～令和元年度)

構造研究グループ
Dept. of Structural Engineering

渡邊秀和
WATANABE Hidekazu

The purpose of this paper is to evaluate structural performance of beam-column frame of reinforced concrete with spandrel walls and structural slits or stress control details. Therefore, three specimens were tested under static cyclic loads. In the results, the failure mode of specimens using stress control details is changed due to stress control details. Flexural capacity of the specimens was evaluated using existing equation or fiber-section analysis.

【研究開発の目的及び経過】

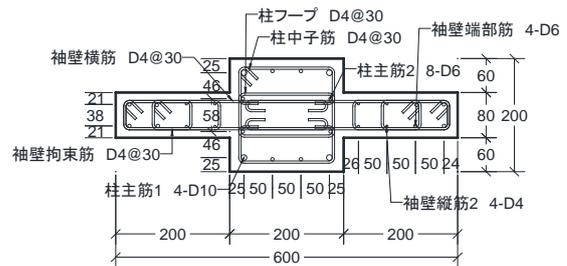
近年、鉄筋コンクリート造（以下、RC 造）建物には構造計画上以外の様々な理由で、架構に垂れ壁および腰壁などの非耐力壁が計画されることが多い。最近の研究では、このような非耐力壁を有効に利用するために、壁厚を厚くし配筋を強化した壁を用いた研究が報告されている（例えば¹⁾）。一方で架構に張り出し長さの長い壁が取付く場合は、当該壁端部に応力が集中し、変形の小さい段階で損傷が大きくなる可能性がある。このような壁端部の損傷を抑制することを目的として、壁端部で壁筋をカットオフした機構を有する部材の実験が報告されている（例えば^{2) 3)}）。本研究では、このような壁端部の損傷を抑制する機構を応力調整機構と称する。本研究では、腰壁・垂れ壁・袖壁が取付いた十字形部分架構を対象として、壁端部に応力調整機構や構造スリットを設けた場合の部分架構の構造性能の把握を目的として静的加力実験を実施した。

【研究開発の内容】

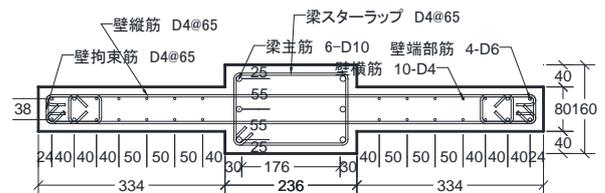
(1) 実験概要

本研究では、梁破壊が先行する十字形部分架構試験体 3 体を用いて載荷実験を実施した。本研究では、文献 4) の袖壁付き柱および文献 5) の腰壁・垂れ壁付き梁をモデルに試験体を設計した。ただし、既往の文献 4)、5) では、試験体スケールは 1/2 であったが、本実験では 1/3 として設計を行った。試験体 J1 は、壁端部に応力調整機構を設けない試験体である。一方、試験体 J1-C は図 1(c) のように応力調整機構の長さを壁の高さと同じ 334mm 設けた試験体である。また、試験体 J1-S は応力調整機構の長さを壁の高さの半分の 167mm 設け、もう半分を構造スリットで絶縁した試験体である。配筋図を図

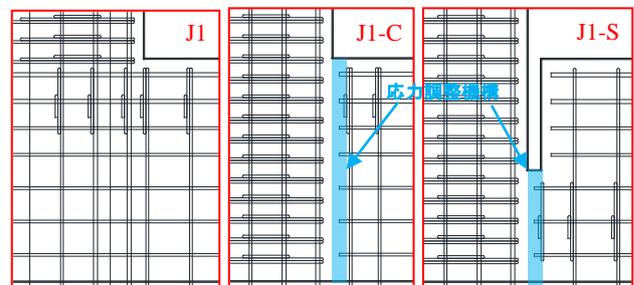
1 に示す。試験体には、表 1 に示したコンクリート圧縮強度に柱断面積を乗じ、さらに 0.15 を乗じた値を軸力として作用させた。その後、水平ジャッキを用いて、正負漸増繰返し載荷を行った。



(a) 袖壁付き柱 断面図



(b) 腰壁・垂れ壁付き梁 断面図



(c) 壁端部詳細図（図 2 の赤枠部分の拡大図）

図 1 試験体配筋図

(2) 実験結果

J1 は、 $R = \pm 1.0\%$ サイクルで、梁主筋の降伏が観測され、その後壁圧縮端部の圧壊が始まった。 $R = \pm 2.0\%$ サイクルで、柱主筋および袖壁縦筋が降伏した後最大耐力を記録した。限界変形角は、正負共に $R = 3.0\%$ であった。以上より、破壊モードは袖壁の損傷を伴う梁崩壊型「B+W」となった。なお、限界変形角は文献 4) 5) の方法で判定した。また、破壊モードは、文献 6) による分類方法を用いた。

J1-C および J1-S は、同様の破壊経過をたどった。 $R = \pm 0.125\%$ サイクルにおいて袖壁端部のカットオフされた位置に曲げひび割れが目視により確認された。また、その後この場所の曲げひび割れが大きく開いていき、 $R = \pm 0.25\%$ サイクルで梁主筋の降伏が見られた。その後、せん断力は上昇するものの、各サイクルの 2 周目では、ピーク時のせん断力が 1 周目に比べて低下する傾向が見られた。2 周目は 1 周目と比べて梁の軸伸び変形が大きくなるので、応力調整機構を設けた壁端部が圧縮力を負担する層間変形角が遅くなるためと考えられる。その後最大荷重を $R = \pm 2.0\%$ サイクルで記録した。以上より、破壊モードは袖壁の損傷がない梁崩壊型「B」となった。

(3) 耐力評価

文献 6) では、RC 造壁付き十字形部分架構の破壊モードおよび耐力評価の方法が示されている。そこで、本研究でも文献 6) の方法を用いて J1 の耐力評価を実施する。また、全ての試験体について、平面保持を仮定した曲げ断面解析による曲げ耐力の計算を実施する。なお、J1-C および J1-S は明らかに袖壁フェイス面に危険断面があり、かつ梁破壊先行の破壊性状のため、断面解析は壁付梁のみを実施し評価した。

J1 の耐力評価の結果を表 1 に示す。既往の評価法と曲げ断面解析による評価法のいずれであっても、J1 の破壊形式は袖壁の損傷がない梁崩壊型「B」となり実験における破壊形式（袖壁の損傷を伴う梁崩壊型「B+W」）と異なる結果となった。一方、梁フェイスモーメントの実験値と計算値を比べると、実験値/計算値が既往の評価法では 0.92、曲げ断面解析による評価法は 0.97 と評価精度が向上した。

J1-C および J1-S の耐力評価の結果を表 2 に示す。梁曲げ降伏時せん断力について、正負平均の実験値を計算値で除すと、J1-C で 0.96、J1-S で 1.03 となり、精度よく評価することができた。梁曲げ終局時のせん断力は、正側の実験値が負側の実験値よりも大きいため、精度にばらつきがあるものの、正負平均の実験値を計算値で除すと、J1-C で 1.04、J1-S で 0.93 となり、精度よく評価することができた。

表 1 J1 の耐力評価結果

実験値	計算値 M_{bu}	実験値 (正負平均、 南北平均)		最大せん断力 Q	実験値 (正負平均)	
	kNm	kNm	実/計		kN	kN
文献 6) の方法	146	158	0.92	176	188	0.93
曲げ断面解析	154	158	0.97	185	188	0.99

表 2 J1-C および J1-S の耐力評価結果

実験値/計算値	J1-C			J1-S		
	正	負	正負平均	正	負	正負平均
梁曲げ降伏時せん断力	0.97	0.95	0.96	0.99	1.08	1.03
梁曲げ終局時せん断力	1.10	0.97	1.04	1.02	0.85	0.93

[研究開発の結果]

応力調整機構を設けた RC 造壁付き十字形部分架構について静的加力実験を行った結果、以下の知見を得た。

- J1 の破壊形式は、破壊形式は袖壁の損傷を伴う梁崩壊型「B+W」になった。
- 応力調整機構を設けた J1-C および J1-S は応力調整機構によって壁端部の応力が緩和され、袖壁の損傷がない梁崩壊型「B」の破壊形式になった。一方で、最大耐力付近のサイクルの 2 周目では、ピーク時のせん断力が 1 周目に比べて低下する傾向が見られた。
- J1 の耐力評価を既往の方法と断面解析を用いた方法を用いた結果、断面解析を用いた方法の方が精度よく評価できた。
- 応力調整機構を設けた J1-C および J1-S は、断面解析を用いてその曲げ降伏耐力と曲げ終局耐力の計算を行った結果、精度よく評価できた。

[参考文献]

- 壁谷澤寿一ほか：袖壁付き柱を活用した実大 5 層鉄筋コンクリート造建築物の載荷実験、日本建築学会構造系論文集、第 81 巻、第 720 号、pp. 313-322、2016. 2
- 森悠吾ほか：壁筋の定着を除去した二次壁を有する鉄筋コンクリート梁部材の耐震性能評価、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 199-200、2018. 9
- 椿美咲子ほか：耐力向上と損傷抑制を目的とした壁縦筋を定着しない袖壁付柱部材の開発研究 その 1~2、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 291-294、2018. 9
- 都祭弘幸ほか：高密配筋された腰壁・垂れ壁を有する実大および縮小 RC 梁試験体の構造性能に関する実験的研究 その 1~2、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 195-198、2018. 9
- 谷昌典ほか：高密配筋された袖壁を有する実大および縮小 RC 袖壁付き柱試験体の構造性能に関する実験的研究 その 1~3、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 277-282、2018. 9
- 平林道大ほか：鉄筋コンクリート造非耐力壁付き十字型柱梁架構の破壊性状に関する研究、構造工学論文集、Vol. 62B、pp. 187-196、2016. 3