

溶接組立鉄筋を用いたキャップタイ工法によるRC基礎梁L型交差部の構造性能

正会員 ○高橋 辰弥^{*1} 同 掛川 萌子^{*2}
同 金久保 利之^{*3} 同 高橋 拓也^{*2}
同 岡田 健良^{*4}

組立鉄筋 溶接鉄筋 ダブル配筋
キャップタイ 直交梁 ねじれ破壊

1. はじめに

現在の一般的な工法における鉄筋コンクリート造基礎梁の配筋においては、せん断補強筋の端部にフックを設け主筋に定着させる方法がとられているが、その配筋作業の効率化を図り、せん断補強筋を主筋に溶接し折り曲げ加工した組立鉄筋と、3次元状に折り曲げ加工したキャップタイを用いる新たな工法が提案されている¹⁾。しかし、基礎梁の交差部の構造性能については未解明である。本研究では、基礎梁出隅のL型交差部の構造性能を確認することを目的として、実部材を想定した試験体を作製し、片持梁形式の正負交番漸増繰返し加力実験を実施した。

2. 実験概要

試験体一覧を表-1に、試験体の形状および配筋詳細を図-1に示す。試験体は実際の基礎梁出隅のL型交差部を想定した断面幅 $b \times$ せい $D = 260\text{mm} \times 520\text{mm}$ のL字型試験体で、実験パラメーターはコンクリート強度である。試験体 No.1 のコンクリートの目標強度は 18MPa (試験体加力時材齢テストピース強度 23.5MPa)、試験体 No.2 のコンクリート強度は 30MPa (同 37.5MPa) とし、主筋には D19 (SD345)、肋筋には D10 (SD295) を用いた。梁主筋には仕口面において重ね仕口補強筋を設け、基礎ベースも設けた。なお直交梁の端部には、試験体の固定のためのスタブを設けた。主筋はすべて肋筋と溶接接合されており、図-2 に示す形状のキャップタイ (文献 1) のタイプ III) を用いた。

加力には 1MN アクチュエーターを用い、直交梁端部スタブを固定する片持梁形式で行った。加力装置を図-3 に示す。せん断スパン (直交梁芯まで) は 1,550mm、梁クリアスパンは 1,420mm である。また、直交梁のねじりクリアスパンは 320mm である。アクチュエーターの引き側を正加力、押し側を負加力とした。正加力時には直交梁端部スタブ上面の固定用治具が反力位置となり、負加力時には主筋ベース下部の固定ベッドが反力位置となる。部材角 $1/400 \sim 1/15\text{rad}$ の正負交番繰返し加力を行った。

計測項目は、アクチュエーターロードセルによる荷重、主梁加力点および直交梁交差部たわみ、主筋、重ね仕口補強筋と肋筋およびキャップタイの歪である。歪ゲージ貼付位置を図-4 に示す。

表-1 試験体一覧

試験体名	コンクリート	主梁・直交梁	
		断面・主筋	肋筋
No.1	18MPa	260mm×520mm 2-D19 $p_f=0.49\%$ $\sigma_v=377\text{MPa}$	2-D10@200 $p_w=0.27\%$ $\sigma_{wy}=353\text{MPa}$
No.2	30MPa		

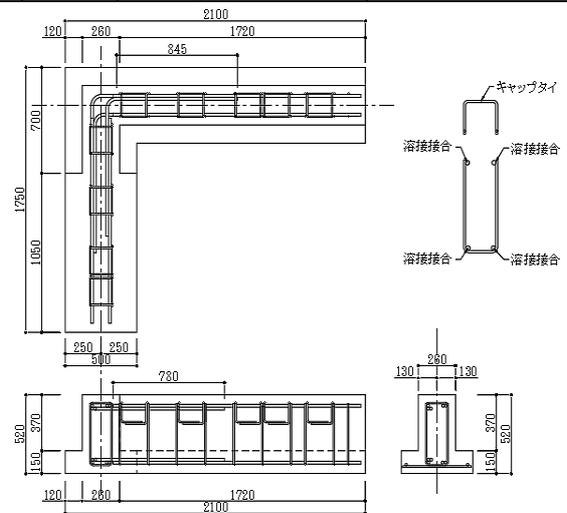


図-1 試験体形状および配筋

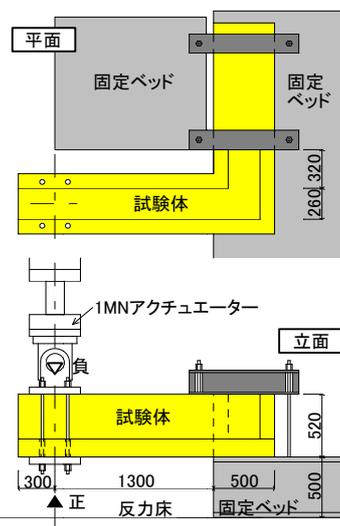


図-3 加力装置

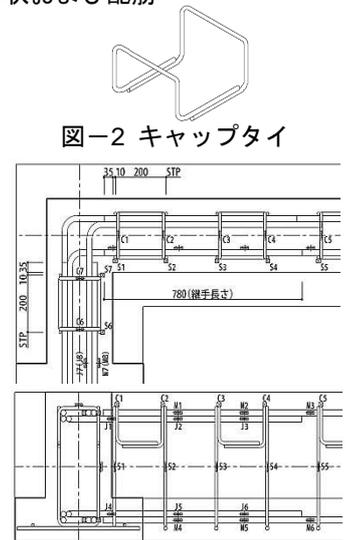


図-4 歪ゲージ貼付位置

3. 実験結果

3.1 破壊性状とせん断力-部材角関係

最終破壊状況を図-5 に、せん断力-部材角関係を図-

6に示す。No.1、No.2試験体ともに、1/400rad.加力サイクル時に直交梁にねじれによるせん断ひび割れが発生し、No.1試験体では1/100rad.加力サイクル時に、No.2試験体では1/200rad.加力サイクル時に直交梁の筋筋が降伏した。また、No.1試験体では1/100rad.加力サイクル時に、No.2試験体では1/50rad.加力サイクル時に直交梁のキャップタイが降伏した。最終的には直交梁上面のせん断ひび割れが拡幅し、重ね仕口補強筋の抜け出しとともにひび割れが大きく開口した。主梁部分のひび割れの発生はごくわずかであり、ベースが引張側となる負側加力では、ベース側に曲げひび割れも発生しなかった。

最終サイクルの1/15rad.の負側加力サイクルにおいて、たわみが90~100mmの大変形時に直交梁筋筋の溶接部の破断が確認された。主筋上端筋が引張となる負側加力時に直交梁上面のせん断ひび割れの大きな拡幅とともにキャップタイが直交梁上端筋を主梁方向に曲げ、溶接部で剥離せずに破断したと考えられる。

3.2 直交梁の鉄筋の歪

試験体 No.2 の直交梁の主筋およびキャップタイの歪とせん断力の関係を図-7に示す。直交梁主筋の降伏は、大変形時を除いてほとんどみられなかった。筋筋およびキャップタイでは、最大耐力に到達する際に降伏歪に達しており、直交梁のねじりによる筋筋の降伏が耐力を決定する要因となっていると考えられる。

3.3 最大耐力の検討

各試験体の曲げ強度計算値、ねじり強度計算値および最大荷重実験値の一覧を、表-2に示す。曲げ強度計算値は日本建築学会「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 1988年版」により、ねじり強度計算値は次に示すMattockの計算式²⁾により算出した。

$$cQ_{cal} = \left\{ \Sigma \frac{x^2}{2} \left(y - \frac{x}{3} \right) (2.4\sqrt{\sigma_B}) + \frac{A_w}{S} (\beta \cdot x_1 \cdot y_1 \cdot \sigma_{wy}) \right\} / L \quad (1)$$

ただし、 $\beta = 0.33 + 0.16 \cdot \frac{y_1}{x_1}$ かつ 0.75 以下

ここで、 cQ_{cal} : ねじり強度(p)、 σ_B : コンクリート圧縮強度(psi)、 x, y : 断面を長方形に分割した際の各長方形の短辺および長辺の長さ(in)、 A_w : 1組の筋筋の断面積(in²)、 S : 筋筋間隔(in)、 σ_{wy} : 筋筋降伏点(psi)、 x_1, y_1 : 筋筋の短辺および長辺方向の鉄筋中心間距離(in)

直交梁の破壊により実験値は曲げ強度計算値に至らず比較値は0.46~0.70である。ねじり強度計算値と比較すると比較値は1.77~2.39となり、実験値は計算値に対して十分な余裕を有している。



図-5 最終破壊状況

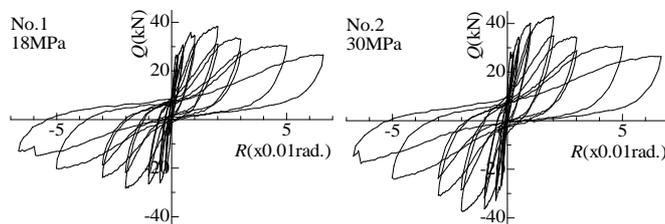


図-6 せん断力—部材角関係

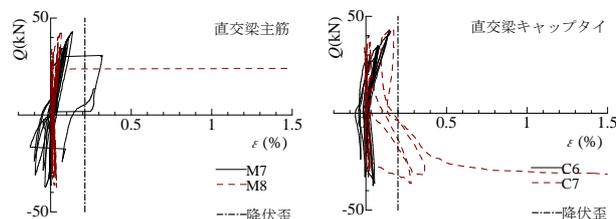


図-7 直交梁の主筋およびキャップタイの歪 (No.2)

表-2 最大荷重一覧

試験体	加力方向	実験値 eQ_{max} (kN)	曲げ強度 計算値 cQ_{mu} (kN)	eQ_{max} / cQ_{mu}	ねじり 強度 計算値 eQ_{tor} (kN)	eQ_{max} / cQ_{tor}
No.1	正	38.3	61.4	0.62	16.0	2.39
	負	-28.3		0.46		1.77
No.2	正	43.0	61.4	0.70	18.6	2.31
	負	-37.4		0.61		2.01

4. まとめ

- 最終サイクルの1/15rad.の負側加力サイクルにおいて、たわみが90~100mmの大変形時に直交梁筋筋の溶接部の破断が確認された。溶接の剥離、キャップタイの破壊はみられなかった。
- 直交梁のねじり破壊により、最大強度は曲げ強度計算値に至らなかった。ねじり強度計算値と比較すると実験値は計算値の1.77~2.39倍となり、計算値に対して十分な余裕を有している。

参考文献 1) 掛川萌子ほか：溶接組立鉄筋を用いたキャップタイ工法によるRC基礎梁のせん断性能、JCI年次論文集、38-2、pp.217-222、2016 2) Alan H. Mattock、狩野芳一訳：ねじれに対する設計法、コンクリートジャーナル、5(9)、pp.45-49、1967

*1 三栄商事株式会社 技術部

*2 筑波大学大学院 システム情報工学研究科

*3 筑波大学 システム情報系教授 博士(工学)

*4 アフェクト設計事務所

*1 Technical Division, Sanei Shouji Co., Ltd.

*2 Master Program, GSSIE, University of Tsukuba

*3 Prof., Dept. of Eng. Mechanics and Energy, University of Tsukuba, Ph.D.

*4 Affect Engineering Design Works