SUS鉄筋を補強材とした埋設型枠を有する柱を想定した梁部材の耐荷性能実験

宇都宮大学

日本コンクリート技術(株)	

学生員	○ 小島侑城
正会員	Nguyen Min
正会員	河野一徳

	正会員	藤倉
h Hai	フェロー会員	中島
	正会員	篠田

含修一 自己的 篠田佳男

はじめに 1.

PCa 埋設型枠は、コンクリート施工における型枠の脱型 が不要となることから、コンクリート構造物の急速施工や 高所作業における型枠脱型のための足場が不要となるなど の長所がある. そのため, これまで様々な種類の埋設型枠 が開発されてきた1)が、近年、腐食に強いステンレス鉄筋 (以下, SUS 鉄筋と呼ぶ)を埋設型枠の補強材に使用した SUS 埋設型枠が開発されており、これまでに SUS 埋設型枠 は既往の短繊維補強埋設型枠にはない、じん性のある埋設 型枠であることが明らかになっている²⁾.

本研究では、新設構造物を想定して、高強度モルタルを 使用した SUS 埋設型枠を有する RC 柱部材の耐荷性能評価 を目的とした. 柱部材の耐荷性能を評価する場合は, 通常, 正負交番載荷実験を行うが、SUS 埋設型枠を有する RC 柱 断面の基本な挙動を把握するために、柱断面を想定した梁 供試体を作成し,静的2点載荷実験を行った.矩形断面柱 部材では4面にSUS 埋設型枠が必要となるが、載荷方向に 平行な2面と垂直な2面では,耐荷機構が異なるので,載 荷方向と平行な2面または垂直な2面に SUS 埋設型枠を有 する梁供試体に対して梁載荷実験を行い、それぞれの SUS 埋設型枠が耐荷性能にどのような影響を与えるか確認した.

実験供試体および実験概要 2.

本実験では、SUS 埋設型枠の配置位置による耐荷性能へ の影響を把握するため、載荷方向に対して垂直な面である 上下面(以下, ECF-TBと呼ぶ)および平行な面である左 右面(以下, ECF-SS と呼ぶ)に SUS 埋設型枠を配置した 供試体と従来の RC 供試体を合計 3 体作製した. 全供試体 の寸法は 2400 × 300 × 300mm であり, 3 種類の供試体の 断面図を図-1の上側に示す.また,例として RC 供試体の 側面図を図-1の下側に示す.

全供試体において D13(SD295) の主鉄筋を 66mm 間隔 で配置し, D6(SD295)の帯鉄筋をせん断スパンで 70mm, 等曲げモーメント区間で 91.4mm の間隔で配置した.主 鉄筋の降伏強度は 362N/mm² であり,帯鉄筋の降伏強度 は 361N/mm² である. コンクリートは早強ポルトランド セメントを用い、実験日材齢における圧縮強度の平均値は 44.5N/mm² であり、引張強度は 3.66N/mm² である.

供試体に用いた SUS 埋設型枠を図-2 に示す. 寸法は 1200 × 300 × 20mm, 長手方向の SUS 鉄筋が供試体の外側に位 置するようにした. また, SUS 埋設型枠の両端部からそれ ぞれ 300mm の位置に、山型の曲げ加工を長手方向 SUS 鉄 筋に施した.これは、後打ちコンクリートとの一体性を図 るためのアンカーの役割を果たし,施工時には向かい合う SUS 埋設型枠同士を繋ぐための治具となる. さらに, SUS 埋設型枠のコンクリート 側表面は硬化遅延剤を用いて, 目 粗し処理を行った. SUS 鉄筋の降伏強度は 490N/mm² で ある. SUS 埋設型枠に用いた高強度モルタルは,水セメン ト比28%であり、実験日材齢における圧縮強度の平均値は 108.3N/mm² であり、曲げ強度の平均値は 13.4N/mm² で ある. なお, ECF-TB および ECF-SS 供試体ともに, SUS



埋設型枠を縦にした状態で、後打ちコンクリートを打設し た. SUS 埋設型枠は供試体一面あたり2枚,計4枚を各供 試体で使用した.この場合,支間中央に型枠の継目が存在 し,継目では極力隙間が生じないよう型枠同士を接触させ, 機械的につなげることは行わなかった.結果的に,載荷実 験時には、型枠継目に 1mm 程度の隙間が生じ、そこにセ メントペーストが充填されていた. 充填状況は,供試体で 異なり, ECF-TB 供試体では,下面では確認していないが, 上面において幅の半分程度, ECF-SS 供試体では, 片側は 継目の全高さ、反対側は下面から約 100mm の高さまでセ メントペーストが充填されていた.

梁載荷実験は図-1に示すように、支間長 2000mm,等曲 げモーメント区間 500mm, せん断スパン 750mm の静的に 2点載荷を行った.載荷荷重サイクルは、計算により求めた RC供試体におけるひび割れ発生荷重(44kN),主鉄筋降 伏荷重(139kN)まで載荷し、それぞれ除荷した後、載荷 荷重が急激に低下するまで載荷を行った。測定項目は、支 間中央のたわみ、パイゲージにより測定した等曲げモーメ ント区間におけるひび割れ幅である.また,結果は示さな いが、主鉄筋や帯鉄筋のひずみ、SUS 埋設型枠の相対ずれ 変位等も測定している.



3. 実験結果

梁載荷実験より得られた荷重-変位関係を 図-3 に示し, その関係の初期段階を図-4 に示す.なお,計算より求めた RC供試体のひび割れ発生荷重,主鉄筋降伏荷重および終 局荷重を破線で示した.図-4から,ひび割れ発生および主 鉄筋の降伏までは,ECF-TB供試体の曲げ剛性が最も高い. これは,ECF-TB供試体には上下面に配置した SUS 埋設型 枠の高強度モルタルおよび SUS 鉄筋の寄与によるものと考 えられる.また,ECF-SS 供試体の曲げ剛性は,ひび割れ 発生まで RC 供試体とほぼ同じであるが,主鉄筋降伏まで は RC 供試体より若干高くなっている.これは,両側面に 配置された SUS 埋設型枠の寄与によるものである.

梁載荷実験より得られた供試体のひび割れ発生荷重,主 鉄筋降伏荷重および終局荷重をそれぞれの計算値も併せて 表-1に示す.なお,SUS埋設型枠を有する供試体の計算値 はSUS埋設型枠による強度増分を考慮せずRC供試体と同 様に算出している.表-1より,計算値と実験値の相対誤差 が8~16%程度であった.終局荷重の実験値は,ECF-TB 供試体およびECF-SS供試体で,それぞれ206,214kNで あり,RC供試体の202kNよりも大きかった.SUS埋設型 枠を有する供試体で比較すると,上下面にSUS埋設型枠を 有するECF-TB供試体の方が大きいと予想されたが,両側 面にSUS埋設型枠を有するECF-SS供試体の方が大きかっ た.これは,前述した圧縮側型枠継目の隙間の状態が終局 荷重に影響し,ECF-TB供試体では上面の型枠継目で圧縮 応力が十分伝達されなかったためと考えられる.

供試体の荷重-ひび割れ幅の関係を 図-5 および図-6 に 示す.図-5 は支間中央,図-6 は支間中央の東側 100mmの 位置の結果である.なお,方角は図-1 および図-7 に示す. SUS 埋設型枠を有する供試体では,支間中央は型枠の継目 が存在する位置であるが,図-5 から,同じ荷重で比較する と,RC 供試体と ECF-SS 供試体は同程度のひび割れ幅で あり,ECF-TB 供試体ではそれらよりも大きいひび割れ幅 が生じている.これは,前述した ECF-TB 供試体での圧縮 側型枠の継目における隙間の影響によるものであると考え られる.また、図-6より、ひび割れ発生荷重は、ECF-TB、 ECF-SS、RC供試体の順に大きく、梁載荷実験終了時のひ び割れ幅については、それぞれ0.6mm、2mm、4mm であ り、SUS 鉄筋によるひび割れ抑制効果によるものであると 考えられる.図-7に示すように、ひび割れ発生荷重と主鉄 筋降伏荷重の間の90 kN時、主鉄筋降伏荷重付近の140kN 時および終局荷重に至った後に側面のひび割れ観察を行っ た.なお、図-7のメッシュの間隔は100mm である.これ より、ひび割れはいずれの供試体も100~150mm 間隔程度 に分散して発生しているが、SUS 埋設型枠の有無による差 は確認できなかった.

SUS 埋設型枠と後打ちコンクリートは、ずれ変位計の固 定点と変位測定位置との間にひび割れが生じたため、ずれ 変位のみを測定できない箇所もあったが、目視による観察 も合わせて、主鉄筋降伏荷重までは、ずれが生じず一体性 が確認された.ただし、終局荷重に達する前後で局所的か つ僅かなずれや剥離を SUS 埋設型枠の継目付近で確認した.

4. まとめ

本研究では、SUS 鉄筋補強埋設型枠を有する柱を想定し た梁部材の載荷実験を行った.その結果、SUS 埋設型枠を 有する部材は、RC 部材に比べて、曲げ剛性が大きく、曲げ に対する引張縁に SUS 埋設型枠を用いると、ひび割れ幅の 抑制が期待できるが、本実験のように型枠継目を機械的に 繋がない場合は、継目のひび割れ幅は大きくなることが明 らかになった.また、SUS 埋設型枠と後打ちコンクリート は、SUS 鉄筋の曲げ加工によるアンカーと目粗し処理によ り、一体化が可能であることが確認された.

参考文献

- 1) 松林卓,坂口伸也,原夏生,三島徹也:ビニロンファイバー混 入コンクリート製埋設型枠の構造性能に関する検討,コンク リート工学年次論文集, Vol.26, No.2, pp.757-762, 2004.6.
- 2) 篠田佳男,清宮理,河野一徳,佃有射:ステンレス鉄筋使用 埋設型枠の耐荷性能に関する基礎的研究,土木学会第65回 学術年次講演会,V-651, pp.1301-1302, 2010.9.