

角形鋼管と鉄筋コンクリートの接合実験

J R東日本 研究開発センター 正会員 ○松浦 和也
 J R東日本 研究開発センター 正会員 藤沢 一
 J R東日本 研究開発センター フェロー 野澤伸一郎

1. はじめに

コンクリート充填鋼管(CFT)と鉄筋コンクリートが接合する地中梁を使用する場合、接合部の耐力評価が必要となる。角形鋼管と鉄筋コンクリートの接合部では角形鋼管の鋼板が一部開口となる場合が考えられ、その時の鋼板の面外変形が鋼板とコンクリートの摩擦力や鉄筋の付着割裂強度に影響すると考えられる。今回、面外変形を起こしやすい角形鋼管内に配置された鉄筋付着強度に着目し、定着長、鋼板のずれ止めの有無の観点から部材の破壊性状を解明することを目的とし、曲げ載荷試験を行った。

2. 実験概要

試験体形状及び載荷方法を図-1に、材料強度と試験体諸元を表-1に示す。試験体は、左右の一般部(CFT部、RC部)と定着部(CFT部)を別々に打設し3回に分けて製作を行った。今回着目する定着部は、上下主鉄筋(D16)7本ずつの配置とした。なお、CFT部の一般部と定着部の角形鋼板は一体ものとなっている。A-4試験体は、定着部上下面の鋼板内側にずれ止めとしてφ10mmの鉄筋を10cm間隔で取り付けた。

載荷方法は、図-1に示すように支点を一方はピン構造、他方はピンローラー構造とし、継手区間の曲げモーメントが一定となるように2点単調載荷で静的に行った。測定項目は、ピストンゲージによる中央変位と、塑性ひずみゲージによる鋼板の周方向ひずみと鉄筋ひずみなどである。

3. 実験結果

(1) 荷重-変位関係と破壊性状

荷重-変位曲線を図-2に示す。A-1、A-2試験体は一度荷重60kNで定着部にクラックが発生し、その後最大荷重に達し耐荷力を失った。最大荷重時には底面鋼板が面外変形を起こし、角形鋼板端部で2~3mm程度のコンクリートとの隙間と、コンクリートの鋼管からの抜け出しが見られた。再び載荷を行うと中央変位と抜け出し量の増加とともに緩やかに荷重が伸び、最終的には鉄筋が引張側の先端部分と圧縮側の根元部分で降伏し破壊に至った。鋼板は、面外変形が大きくなり、鉄筋とほぼ同時に降伏に至った。荷重最大時でも鉄筋、鋼板とも降伏に達しておらず、鉄筋ひずみは900μ程度であった。クラック発生後は、ひび割れよりCFT側のコンクリートに残った、鉄筋とコンクリートの付着により荷重が上昇し、その後付着が切れ、耐力が低下したと考えられる。そして、中央変位とひび割れが大きく進展し、定着部のコン

キーワード 付着割裂強度、鋼板コンクリート、曲げ載荷試験、面外変形、角形鋼管

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2-0 JR東日本研究開発センター 701ティサ・ビズ研究所 TEL048-651-2552

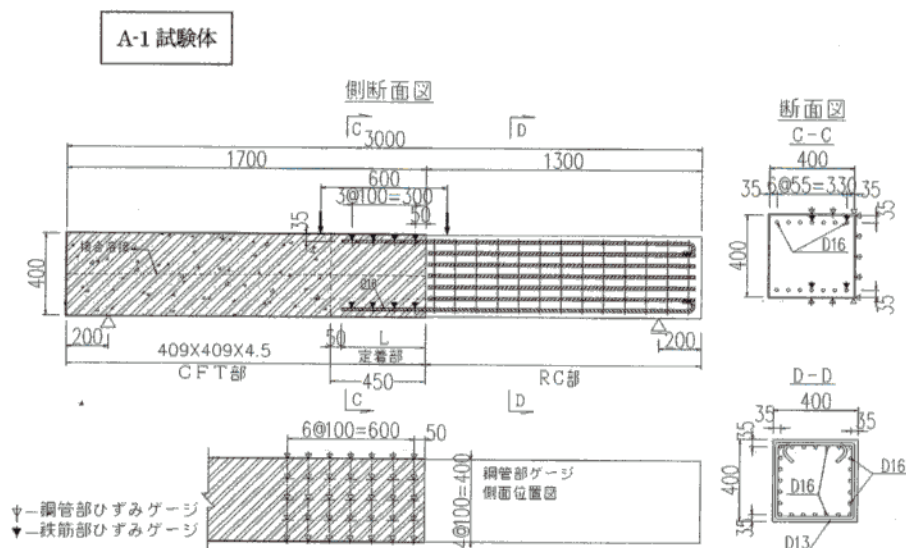


図-1 試験体形状及び載荷方法

表-1 試験体諸元と材料強度

試験体番号	正方形断面寸法 B(mm)	主鉄筋本数 n(本)	主鉄筋径 φ(mm)	鋼板厚さ t(mm)	継手長 L(mm)	着目箇所	定着部 コンクリート 圧縮強度 (N/mm ²)	一般部 (RC部) 圧縮強度 (N/mm ²)	一般部 (CFT部) 圧縮強度 (N/mm ²)
A-1	400	7	φ16	4.5	400	標準	23.7	45.8	39.3
A-2					300	定着長	23.7	45.8	39.3
A-3					200	定着長	10.4	32.8	38.7
A-4					400	ずれ止め φ10mm	31.0	44.9	42.7

リートがRC側とCFT側に分断され、RC側のコンクリートが鋼管内部から一体となり抜け出たと考えられる。A-1試験体の定着部分の鋼板を剥がした写真を図-3に示す。角形鋼板端部から200mmの位置に発生した定着部のクラックからCFT部側のかぶりコンクリートは、鉄筋の定着部分で完全に剥がれ落ちており、鉄筋のフシ周りに微細なコンクリート粉の付着と、鉄筋先端部の抜け出しによるズレが確認できた。

A-3試験体は初期クラック発生後に耐荷力を失い、その後、中央変位と抜け出し量の増加ののち緩やかに破壊に至った。A-3試験体は定着長が短く、鉄筋の無い箇所にひび割れが発生したため、鉄筋とコンクリートの付着効果がなく、ひび割れの進展とともに耐力は低下したと考えられる。

A-4試験体は角形鋼板の内側にずれ止めがあるため、内部コンクリートの抜け出しと底面鋼板の変形も比較的少なく、最大荷重時に引張側鉄筋の降伏により曲げ破壊に達した。ずれ止めを取り付けたことで、コンクリートの抜け出しに対する摩擦抵抗の増加と、鋼板の変形に対する補強効果もあり、引張側鉄筋が降伏して曲げ破壊に至ったと考えられる。A-1試験体と比較しても、耐荷力が大きいのがわかる。

今回の実験の範囲では、すべての試験体において鉄筋の定着長に関係なく鋼板の端部から200mm前後の位置にひび割れが集中して発生していた。底面の鋼板に微小な面外変形が起こった位置でひび割れが発生したと考えられる。また、クラックからRC部側の鋼板が面外変形を起こした部分はクラックが入っていなかった。

また、A-1、A-2、A-3の試験体とも耐力低下後に再び荷重が上昇しているが、中央変位が進むにつれ角形鋼管内部でコンクリートが鋼板に押し付けられ、鋼板に対する支圧力の増大が荷重に抵抗していると考えられる。

(2)鉄筋の付着割裂強度

実験結果を表-2に示す。今回、付着割裂強度算定式として「鋼板の拘束効果を加算したOrangunの算定式」¹⁾を用いた。付着破壊形態を示したA-1、A-2試験体について、実験値(表-2(3))は算定式よりの計算値(表-2の(1))より小さい値となっている。そこで、実験後のひび割れ位置を測定し、CFT内部側の有効な定着長で再計算をした(表-2(2))。これにより、実験値と近似する結果が得られた。また、A-3試験体は無筋コンクリートの曲げ耐力の計算結果と一致した。

4. まとめ

今回の実験の範囲では、鋼板にずれ止めを取り付けることで、鋼板の面外変形の後でも十分な摩擦力が得られ、内部コンクリートの抜け出しがなくなり、ずれ止めのない試験体より耐荷力が増加することが確認できた。さらに、定着長の影響に関係なく角形鋼板端部より200mm付近に底面鋼板が面外に変形することにより、曲げひび割れが発生することが確認された。クラック発生後の試験体耐力は、有効定着長の長さに左右され、その耐力は鋼板の拘束効果を加算した付着割裂算定式で表せることができた。また定着長は200mm以下では効果がないことが確認できた。

参考文献

- 1) 山内, 野澤, 渡部, 石橋:「角形に鋼板巻き補強された異径鉄筋の重ね継手強度に関する研究」, コンクリート工学論文集, 第13巻第1号, 2002年1月号, 77-85p

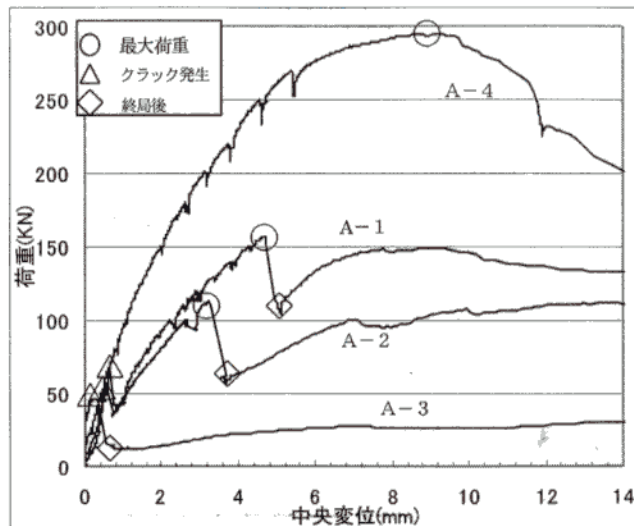


図-2 荷重-変位曲線

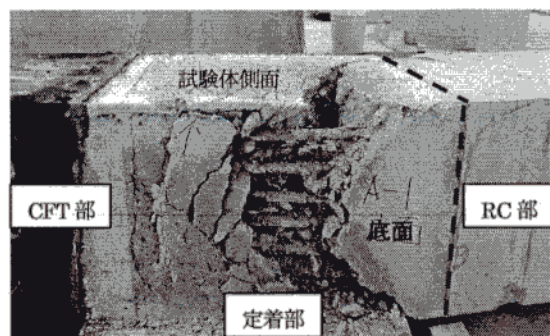


図-3 定着部底面ひび割れ状況(A-1)

表-2 実験結果

試験体 番号	計算値				実験値		
	(1)付着強度 による 終局曲げモーメント (KN・m)	(2)クラック位置 を考慮した 終局曲げモーメント (KN・m)【補正後】	有効 継手長 (cm)	定着部 無筋コンクリート 曲げ強度(KN・m)	最大 荷重 (KN)	(3) 終局曲げモーメント (KN・m)【実験】	破 壊 形 態
A-1	208	98	15	40	157	79	B
A-2	163	50	4	40	113	57	B
A-3	79	(23)	0	23	46	23	—
A-4	238	163	25	48	295	148	Y

B…付着破壊 Y…曲げ破壊