

新旧構造物の接合部を想定した RC 梁による接合用鉄筋の定着長に関する実験的研究

安藤ハザマ
メトロ開発
安藤ハザマ

正会員
正会員
正会員

○ 澤田 純之
水上 博之
西村 毅

東京地下鉄
メトロ開発
安藤ハザマ

正会員
正会員
正会員

新井 泰
田中 篤史
村上 祐治

1. はじめに

本論文では、地下構造物の改良工事における新旧構造物の接合部に使用する「あと施工アンカー」(以下、接合鉄筋)の合理的な定着長の設定方法に関する検討を既往試験データ¹⁾を精査して行った。

2. 試験概要

表 1 には、試験体の一覧を示す。試験体名は、接合部の無い一体梁(標準試験体)を N 梁, 接合鉄筋を用いた接合面を有する接合梁を J 梁とした。パラメータは、既設構造物側の接合鉄筋定着長とし、鉄筋径(D=22mm)の倍数として、試験体名の 2 項目に付している。なお、新設構造物側の接合鉄筋の定着長は 30D に統一した。

図 1 には、試験体(J 梁)の配筋図を示す。試験体の標準形状(N 梁)は、上下軸方向鉄筋に D16 を配置した複鉄筋矩形 RC 梁である。断面形状は 400×745mm, 軸方向鉄筋位置は上下縁までの芯かぶりを 60mm とした。支点間隔は 3,450mm, 載荷点の間隔は

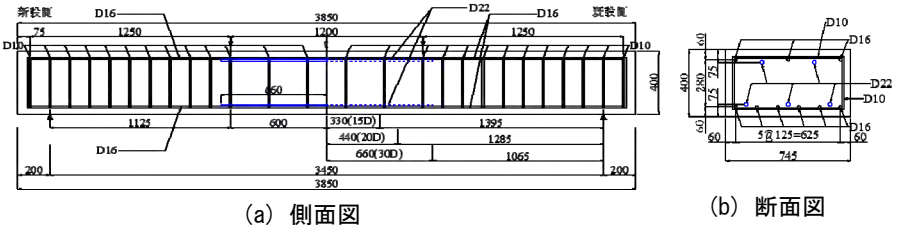


図 1 試験体(J 梁)の配筋図

1,200mm である。なお、曲げ破壊が先行するよう、せん断補強鉄筋(D10)を 125mm 間隔で配置した。J 梁は、N 梁のスパン中央で軸方向鉄筋を切断し、その切断面を接合鉄筋(D22)で接合した配筋とした。接合鉄筋は、梁の上下縁までの芯かぶりを 75mm とした。接合面の主鉄筋および接合鉄筋の端部は、実施工時の状況を考慮して直筋の状態である。なお、鉄筋の降伏強度は 380~387MPa, 引張り強さは 557~571MPa であった。また、コンクリート強度は、N 梁および J 梁の既設側で 34.7MPa, 新設側で 32.1MPa であった。

3. 試験結果および考察

(1) 荷重-変位関係

図 2 には、載荷荷重とスパン中央変位の関係を比較して示す。図より、N 梁は載荷荷重の増加とともに変形が増大し、約 240kN で主鉄筋の降伏に伴う剛性低下が見られる。主鉄筋降伏後は、剛性勾配が低下するものの荷重および変位は増加し、最大荷重 339kN に到達、その後軟化勾配を示し、最大変位 319mm まで達した。接合梁は、いずれも N 梁と同程度の降伏荷重で鉄筋降伏に伴う剛性勾配の低下が見られる。また、降伏後の剛性勾配は N 梁よりも大きく示されている。これは、接合断面近傍に配置された接合鉄筋および軸方向鉄筋の影響を受けて断面剛性が大きくなったと推察される。接合梁の終局時は接合鉄筋の引抜けによる急激な荷重低下が見られ、その荷重と変位は定着長が長いほど大きい。最大荷重値は、J-15D 梁を除き、N 梁と同程度以上を示している。

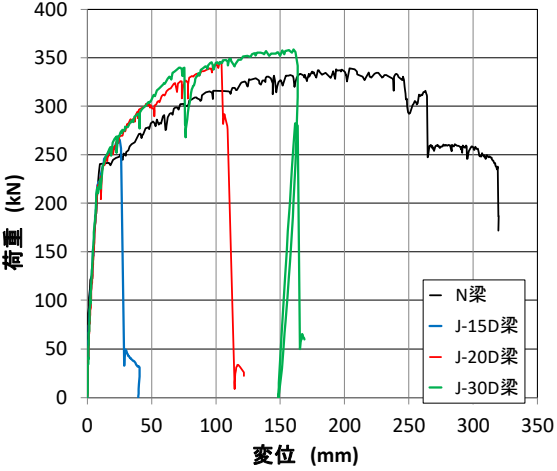


図 2 荷重-変位関係

写真 1 に、各試験体の荷重低下後における等曲げモーメント区間近傍のひび割れ性状を示す。N 梁は等曲げモーメント区間内の梁下縁に曲げひび割れが等間隔で発生している。また、上縁コンクリートには圧縮破壊に伴うひび割れが確認出来、コンクリートの終局時まで耐力力を保持したことが推察される。N 梁と同程度以上の耐力力を示した J-20D/30D 梁では、スパン中央の接合部のひび割れが大きく開口の他、載荷点および接合鉄筋先端部近傍にも曲げひび割れや下端の軸方向鉄筋に沿った割裂ひび割れが見られる。一方、N 梁で見られる等曲げモーメント区間に発生する等間隔の曲げひび割れは確認出来ない。なお、上縁コンクリートには圧縮破壊に伴うひび割れが梁中央および接合鉄筋端部に見られる。

キーワード RC 構造, 既設・新設構造の接合部, 接合鉄筋, 破壊メカニズム, 定着長
連絡先 〒273-0001 茨城県つくば市市間 515-1 安藤ハザマ 技術研究所 土木研究部 TEL 029-858-8813

J-15D 梁では、J-20D/30D 梁と同様にスパン中央接合部のひび割れの開口、接合鉄筋端部の曲げひび割れが確認出来るものの、下端鉄筋に沿った割裂ひび割れは確認出来ない。

(2) ひずみ分布

図3には、N 梁と J 梁の下端鉄筋のひずみ分布を N 梁の降伏荷重である 240kN 時の結果を比較して示す。なお、図は主鉄筋と接合鉄筋のひずみを分けて比較している。

主鉄筋のひずみ分布より、一体梁の N 梁では、いずれの荷重段階においても理論通り、等曲げモーメント区間でほぼ一定の値を示し、等曲げモーメント区間より外側は支点位置まで線形に漸減する台形状を示している。J 梁の分布は、新設構造物側でいずれの梁も荷重位置を頂点とする三角形状を示している。一方、既設構造物側の主鉄筋ひずみは接合鉄筋の先端部で大きく示され、240kN 時にはその先端部を最大発生ひずみとする三角形状を示している。接合鉄筋のひずみ分布は、スパン中央の接合位置におけるひずみ値が励起し、スパン中央のひずみ値は定着長が長いほど大きくなっている。このことから、スパン中央部にはひび割れ開口が集中して発生するとともに、新設側と既設側の発生応力は接合鉄筋を介して伝達し、構造体としては一体梁の N 梁と同様の耐荷性状を示していると推測される。

4. 接合鉄筋の合理的な定着長

本試験の結果より、N 梁と同等以上の耐力を保持するためには、接合鉄筋の既設側の定着長を 20D 以上とする必要がある事が分かる。また、既往の要素試験結果²⁾より得られた知見、即ち、1) 15D 以上の定着長を確保することにより鉄筋の引張り強度程度までの耐力を確保可能である、2) へりあき長さ(梁試験体の鉄筋のかぶり)が小さい場合には降伏荷重程度まで耐力が確保される、こととも整合する。

図4には、鉄筋コンクリート棒部材モデルの骨格曲線および損傷レベル³⁾を示す。本試験の結果より、N 梁は部材降伏から軟化勾配に至るまで図の骨格曲線と同様の性状を示している。一方、接合梁は接合鉄筋が配置区間で断面剛性が相対的に大きくなり、図中の赤線の $M-\theta$ 関係になると推察され、図中の θ_{20D} や θ_{30D} のような終局ポイントが存在すると考えられる。以上から $M-\theta$ 関係における θ_m に対して接合鉄筋の定着長に関する係数を考慮することにより安全かつ合理的な断面設計が可能になると考えられる。

5. まとめ

- (1) 接合梁の構造体としての耐荷性状は、一体梁と概ね同様であることが確認された。
- (2) 一体梁と同程度以上の耐力を確保するために必要な接合鉄筋の合理的な定着長は 20D 以上であると考えられる。
- (3) 耐震性の照査に必要な変形性能を考慮した設計は、接合鉄筋特有の $M-\theta$ 関係を策定し適用することにより、合理的に実施可能になると考えられる。

参考文献

- 1) 野間, 新井, 水上, 西村: 主鉄筋をあと施工アンカーで施工した接合梁試験体の曲げ耐荷性能ならびに破壊性状に及ぼす定着長の影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.39, No.2, pp.451-456, 2017.6
- 2) 澤田, 新井, 水上, 村上: RC 構造物への接合を想定した接合用鉄筋に関する引抜き試験, コンクリート工学年次論文集, Vol.39, No.2, pp.457-462, 2017.6
- 3) 土木学会: コンクリート標準示方書[設計編], 2007.3

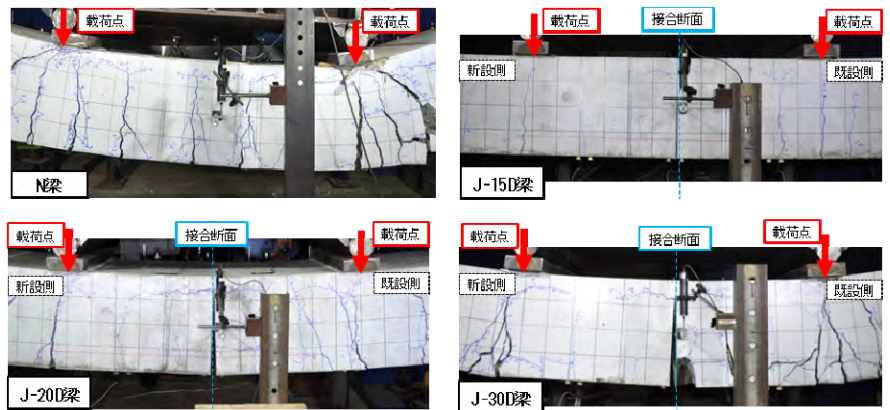


写真1 荷重低下後のひび割れ性状

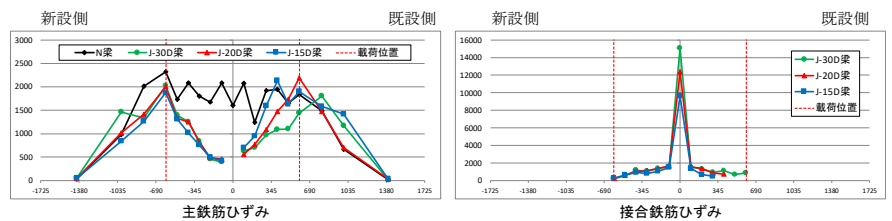


図3 主鉄筋および接合鉄筋のひずみ分布性状 (240kN 載荷時)

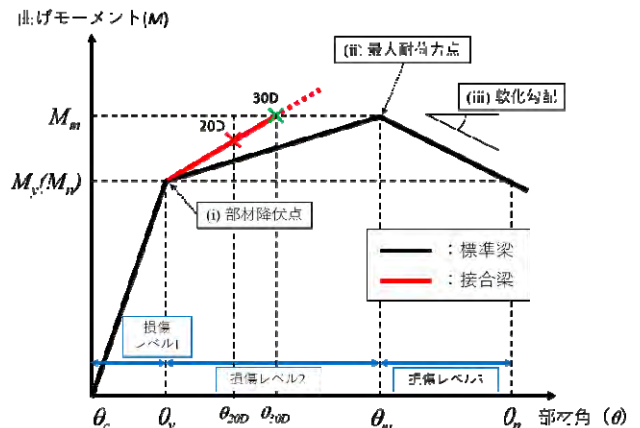


図4 部材モデルの骨格曲線および損傷レベル³⁾