

新型セグメント継手のバネ定数

(株)IHI 建材工業 正会員 ○山口隆一 (株)IHI 建材工業 非会員 峯崎晃洋
(株)IHI 建材工業 正会員 小林一博 (株)NejiLaw 非会員 道脇裕

1. 目的

セグメント継手を鍛造品として精度向上を図ることは現場における組立精度の向上に寄与する。また、A-A 間、B-K 間のいずれの継手面でも同一形状にすることで製造管理の簡素化が可能となる。そこで鍛造することを想定して雌雄の形状の差が無い新しいセグメント継手 (ShuLoc: 写真 1) を開発し、これまでに金具単体の引張耐荷性能と RC に埋め込んだ場合の曲げ耐荷性能を確認してきた^{1),2)}。そこで本報告では変形性能に着目し、ShuLoc 金具単体とアンカー筋の引張バネ定数から継手の回転バネ定数を推測した。また、その妥当性を実際の継手曲げ試験によって確認することを目的とした。

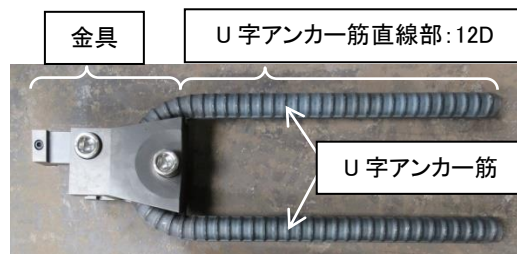


写真 1 ShuLoc

2. 金具単体の引張バネ定数

アンカー筋降伏荷重までの金具単体の引張バネ定数を取得することを目的として引張試験を行った。試験は写真 2 に示すように嵌合した 2 つの金具の端部の変位を計測した。例として D29 タイプの荷重と相対変位の関係を図 1 に示す。ここで、相対変位は上下の金具端部の変位の差とした。図 1 より、金具単体の引張バネ定数は 410kN/mm であった。



写真 2 金具単体引張試験

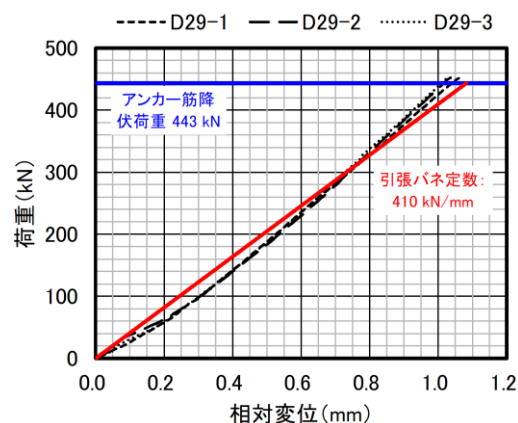


図 1 荷重と相対変位の関係

3. アンカー筋の引張バネ定数と回転バネ定数の推測値

ShuLoc における U 字アンカー筋直線部の長さ(定着長)は既存のセグメント継手と同様に鉄筋径 (D) の 12 倍である。また、写真 1 に示すように金具端部と U 字アンカー筋直線部の継手面側端部はほぼ一致するよう設計している。このため、RC 部材に埋め込まれた U 字アンカー筋直線部の引張バネ定数を算出する必要がある。一般に既存のセグメント継手は定着部区間 (12D) におけるアンカー筋のひずみ分布を直線で仮定している(付着応力が一定)。しかし、本報告では実際の継手曲げ試験における変形挙動と比較することを目的にしているため、付着応力-すべり-ひずみ構成則を用いて定着部区間におけるアンカー筋のひずみ分布を算出し、そこから引張バネ定数を推測することにした。ここで、付着応力-すべり-ひずみ構成則は島らの知見³⁾を、継手面側の端部付近の付着応力の低下は高橋らの知見⁴⁾をそれぞれ用いた。また、付着応力の計算で用いたコンクリート圧縮強度は実際の継手曲げ試験体の強度 (57.4MPa)¹⁾とし、ひずみ分布の計算で用いた鉄筋の弾性係数は 200GPa とした。

定着区間におけるアンカー筋のひずみ分布の計算値を図 2 に示す。ここで、図 2 の継手面側の定着端部の引張応力 (σ_0) は 100MPa, 200MPa, 300MPa とした。図 2 よりひずみ分布の計算値は直線分布と大きく異なる。これは付着応力が鉄筋とコンクリート間のすべりや鉄筋のひずみに依存するためである。また、継手面側の定着端部付近のひずみの変化は小さい。これはすべりが大きいものの付着応力が小さくなる付着低下現象を考慮したためである。

キーワード セグメント継手, バネ定数, 引張試験, 継手曲げ試験

連絡先 〒130-0026 東京都墨田区両国二丁目 10 番 14 号(両国シティコア) (株)IHI 建材工業 TEL 03-6271-7265

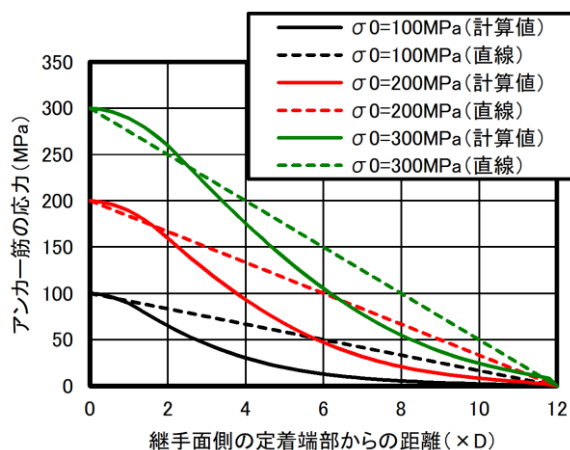


図2 定着区間におけるアンカー筋のひずみ分布

継手面側の定着端部においてアンカー筋の応力 σ_0 が生じた際、定着全長 (12D) のひずみ分布を積分することで得られるすべり量を δ_0 、コンクリートに覆われていない長さ 12D の鉄筋を σ_0 で引張った時の変形量を δ_b とそれぞれ定義する。図2に示したように定着区間のひずみが直線分布である場合は δ_0/δ_b が 0.5 となる。 δ_0/δ_b と σ_0 の関係を図3に示す。図3より δ_0/δ_b と σ_0 は概ね線形的な関係となり、 δ_0/δ_b の平均値は 0.343 であった。つまり定着長 12D で埋め込まれた鉄筋の変形量はコンクリートに覆われていない長さ $12D \times 0.343 = 4.1D$ の鉄筋の変形量に相当し、その引張バネ定数は 1075kN/mm (1本あたり) である。図4に継手曲げ試験における継手配置図を示す。図4に示す継手配置と維ひずみが中立軸からの距離に比例する仮定や力の釣合い式によって求められる継手の回転バネ定数の推測値は 55792kN・m/rad (試験体幅あたり) であった。ここで、中立軸の計算で用いたコンクリート弾性係数は実際の継手曲げ試験体の弾性係数 (37.0GPa) とした。

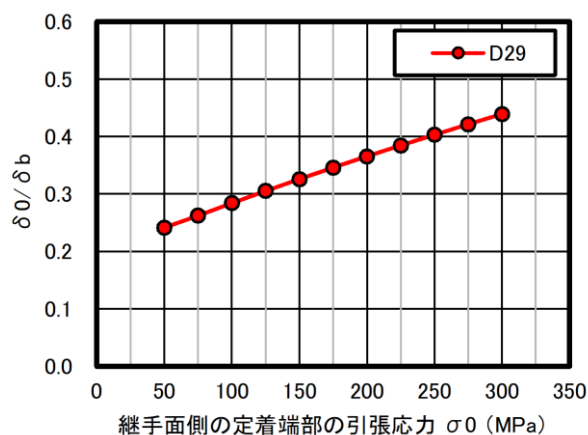
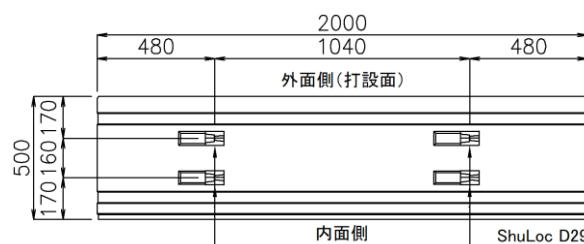
図3 δ_0/δ_b と σ_0 の関係

図4 継手曲げ試験における継手配置図

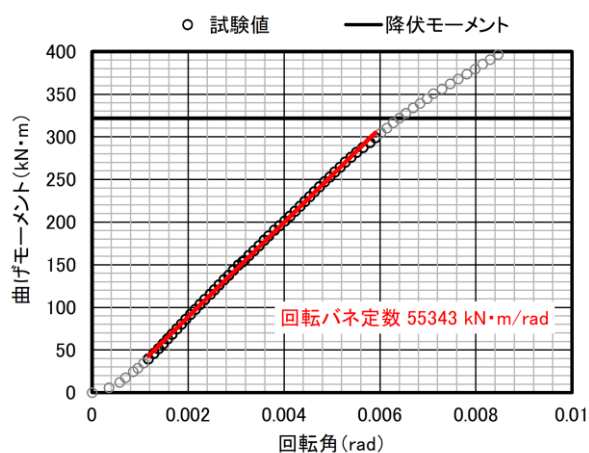


図5 継手曲げ試験の曲げモーメントと回転角の関係

4. 継手曲げ試験との比較

継手曲げ試験における曲げモーメントと回転角の関係を図5に示す。図5より回転バネ定数は 55343kN・m/rad であり、ShuLoc 金具単体とアンカー筋の引張バネ定数から推測した継手の回転バネ定数とほぼ一致した。また、同じ手法で D13 タイプも検証した結果、回転バネ定数の実験値 (3184 kN・m/rad) と推測値 (3152 kN・m/rad) はほぼ一致した。

5. 結論

ShuLoc 金具単体の引張バネ定数と付着応力-すべり-ひずみ構成則を用いて計算したアンカー筋の引張バネ定数から推測した継手の回転バネ定数は、実際の継手曲げ試験で得られた回転バネ定数とほぼ一致した。

参考文献 1) 山口ら: 新型セグメント継手の耐荷性能 (その2~大口径用~), 土木学会第74回年次学術講演会, VI-494, 2019.9, 2) 塩永ら: 新型セグメント継手の耐荷性能 (その1~中小口径用~), 土木学会第74回年次学術講演会, VI-496, 2019.9, 3) 島ら: マシブなコンクリートに埋め込まれた異形鉄筋の付着応力-すべり-ひずみ関係, 土木学会論文集, 第378号/V-6, 1987.2, 4) 高橋ら: ひび割れ近傍における鉄筋とコンクリートの付着力の低下, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.2, 2009