

交番荷重下における基礎定着鉄筋の 引抜けモデル

川内職業訓練短大 正員 出口 秀史
鹿兒島大学 正員 松本 進

1. まえがき

RC橋脚が地震のような正負交番荷重の作用を受ける場合、その復元力特性には、橋脚躯体自身の変形性状のみならず、橋脚と基礎との接合部における力学的な性状が大きく影響する。特に、基礎に定着された橋脚主鉄筋が、塑性変形を伴って基礎から引抜けてくる現象の影響が大きく、橋脚頭部の全水平変位の30%程度という報告も行われている。RC構造の耐震設計にあたっては、このようなマッシブなコンクリートに定着された軸方向鉄筋の引抜け性状を明らかにし、引抜け量の算定方法を確立することは重要である。著者らはこれまで、コンクリート躯体に十分な定着長をもって定着された軸方向主鉄筋の正負交番引抜きモデル実験より、①基礎定着部には弾性ひずみと塑性ひずみの2段のひずみ分布が不連続の段差をもって生じること、②弾性ひずみも塑性ひずみも分布形状はほぼ直線分布となること、③引張ひずみと圧縮ひずみのひずみ挙動が異なること、④引抜け量をひずみエネルギーから算定する方法など報告してきた。

本報告は、コンクリート躯体に定着された軸方向主鉄筋が正負交番荷重を受ける場合、定着部の鉄筋に生じるひずみ性状ならびに鉄筋引抜けモデルについて発表するものである。

2. ひずみ挙動モデル

図-1は、交番荷重モデル供試体（コンクリート躯体の断面中心に軸方向鉄筋を垂直に埋め込んだもの）において載荷した交番荷重と鉄筋ひずみの履歴曲線を示したものである。

図中①は、主鉄筋降伏以前の弾性荷重状態、②は処女引張降伏荷重状態、③は圧縮荷重状態、④は再引張荷重状態を示すものである。鉄筋は、降伏荷重を越える正負交番荷重を受けると、応力ひずみ関係が線形関係をはずれ、バウシinger効果を呈して、ラウンドした応力ひずみ履歴関係を示す。また、基礎定着部の鉄筋に生じるひずみの分布形状や分布挙動は、図中番号により示した荷重状態の違いによって、異なる性状を示すことになる。

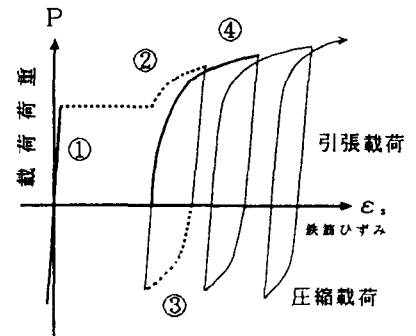


図-1 交番荷重荷重-ひずみ履歴曲線

図-2は、定着鉄筋が引張降伏する以前の①弾性荷重状態および初めて引張降伏する②処女引張降伏荷重状態における定着部のひずみ分布性状について示したものである。弾性荷重状態では、引張・圧縮ともに直線的なひずみ分布となる。引張降伏すると、図中②に示すように上部の塑性ひずみ領域と下部の弾性ひずみ領域が不連続な段差をもって生じる。弾性・塑性両ひずみ領域ともに直線的分布形状を示す。

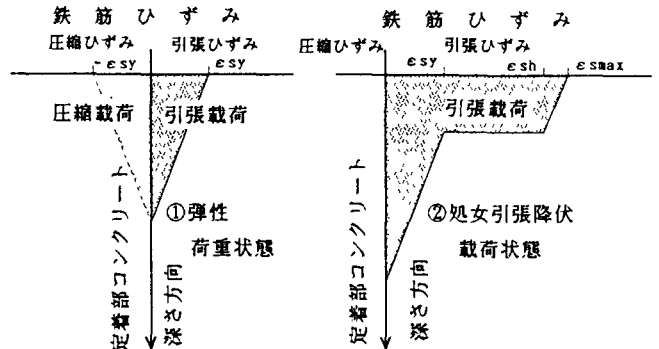


図-2 弾性および処女引張降伏時のひずみ分布形状

図-3は、引張降伏後の③圧縮載荷状態および圧縮載荷後の④再引張載荷状態における各ひずみ分布形状を示したものである。圧縮載荷においては、弾性・塑性の各ひずみ分布長は変化せずに、ひずみ勾配のみ変化する。また再引張載荷においては、過去最大のひずみ分布に到達するまでは弾性・塑性ともひずみ分布長は変化せず、ひずみ勾配のみ変化するが、過去最大ひずみを越えると初めてひずみ分布が下方に伝搬し、新たなひずみ分布を形成する。

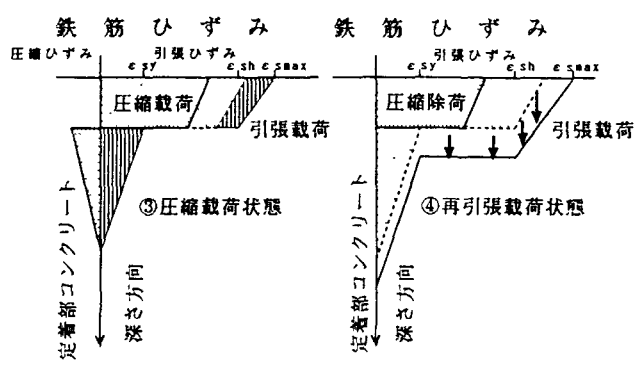
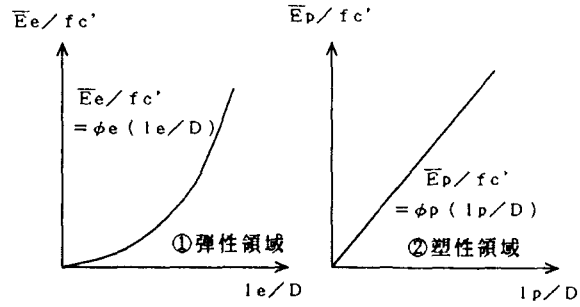


図-3 圧縮載荷および再引張載荷におけるひずみ分布形状

3. 引抜けモデル

基礎定着部における定着主鉄筋の引抜けは、定着部に発生する鉄筋とコンクリートとの付着力の変化に伴うひずみ分布の形成によるものである。したがって、定着部におけるひずみ挙動を作用荷重のもとでモデル化することにより、鉄筋の引抜けをモデル化することができる。本研究では、作用荷重によるひずみエネルギーとひずみ分布との対応をモデルとしている。図-4は鉄筋単位体積に吸収されるひずみエネルギーとコンクリート強度、鉄筋径、



$\bar{E}_e$ 、 $\bar{E}_p$: 単位体積ひずみエネルギー D : 鉄筋径
 l_e 、 l_p : 弾性・塑性ひずみ分布長 f_c' : コンクリート強度

図-4 鉄筋吸収ひずみエネルギーとひずみ分布長の関係
ひずみ分布長の関係を①弾性領域②塑性領域について示したものである。

1) 弾性領域

図中①は、弾性ひずみ領域における吸収ひずみエネルギーとひずみ分布長の関係を示したもので、弾性領域ではおよそ2次関数となる。これは、弾性領域ではひずみエネルギーが4倍になるとひずみ分布長が2倍になる関係を示している。

2) 塑性領域

図中②は、塑性ひずみ領域における関係を示すものであるが、塑性領域では直線的な関係となり、吸収ひずみエネルギーが塑性分布長と比例関係にあることを示している。

4. おわりに

基礎に定着された鉄筋の引抜けを、鉄筋の吸収するひずみエネルギーと弾塑性ひずみ分布挙動によりモデル化を行った。鉄筋の吸収するひずみエネルギーの計算からひずみ分布長を推定でき、ひずみ分布形状モデルと組み合わせると、交番荷重下における載荷荷重-引抜け量関係を推定計算することが可能となる。

(参考文献) 出口・松本「交番載荷時における鉄筋の相対すべり算定方法に対する一提案」

土木学会第45回年次学術講演会講演概要集 V-317、平成2年9月

出口・松本「正負交番荷重を受ける基礎定着鉄筋の圧縮載荷時における歪分布挙動について」

土木学会第46回年次学術講演会講演概要集 V-366、平成3年9月