

I - 35

脚柱定着部の挙動を考慮した骨組の耐荷力解析

(株)大林組 正員 日比 幸一 名古屋工業大学 正員 後藤 芳顯
トピー工業(株) 正員 藤原 英之 名古屋工業大学 学正員 上條 崇

1. まえがき

脚柱定着部のアンカーボルト断面の設計では脚柱断面の設計と異なり、塑性化による応力分布の変化を考慮せず弾性域内での分布を仮定している。このため、アンカーボルト断面が大きくなるとともに、アンカービームやベースプレート等の板厚の増大や、都市内でのフーチング用地等の制約から設計が困難となるケースも生じている。このような問題点を改善する方法として、脚柱同様、アンカーボルトの塑性化を認める設計を行うことが考えられる。しかしながら、アンカーボルトの塑性化を認めると、定着部の固定度が低下し骨組全体の耐荷力が低下する可能性がある。ここでは、脚柱定着部の挙動を考慮した骨組の耐荷力解析を行うことにより、アンカーボルトの塑性化が骨組全体の挙動に与える影響について検討する。

2. 定着部のモデル化

定着部構成要素としては、そのモデル化において次のような仮定を用いる。a) ベースプレートは剛体とし、水平方向には変位しない。b) アンカーボルト及びフーチングコンクリートは、図1のような構成則を持つ図2のような一軸要素とする。c) アンカーボルトはアンカービームにより完全に固定されている。なお、c)の仮定によりコーン破壊時のアンカービームの浮き上がりを無視する。

3. 既存実験結果との比較検討

(1) アンカーフレーム単鉄筋方式¹⁾

実験により得られた定着部の $M-\theta$ 関係を提示した解析モデルによる結果と比較する形で図3(a)に、解析に用いたアンカー部諸元を図3(b)に示す。解析により得られた経路は、実験結果とほぼ一致したものとなっている。また、アンカーボルトが塑性化した後の繰返し荷重によるスリップ型の復元力特性もよく表わされていると言える。

(2) アンカーフレーム杭方式²⁾

実験により得られた定着部の $M-\theta$ 関係を提示した解析モデルによる結果と比較する形で図4(a)に、また解析に用いたアンカー部諸元を図4(b)に示す。実験結果との比較において初期レベルでの回転剛性はほぼ一致しているといえる。その後、破壊に至る過程において解析結果の回転剛性が実験結果に比

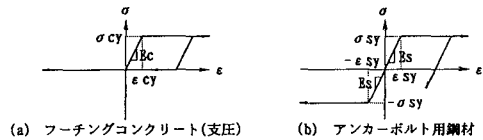


図1 材料の応力ひずみ関係

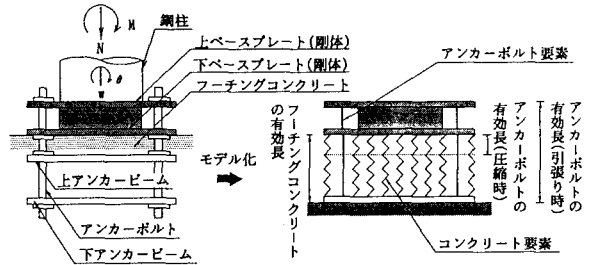
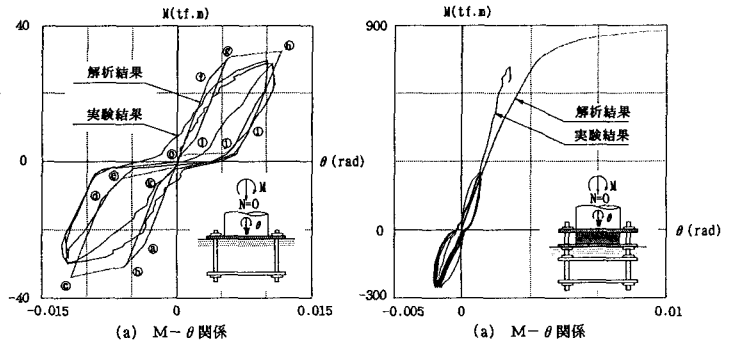
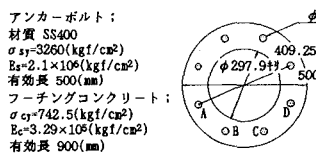


図2 定着部のモデル化(アンカーフレーム杭方式)

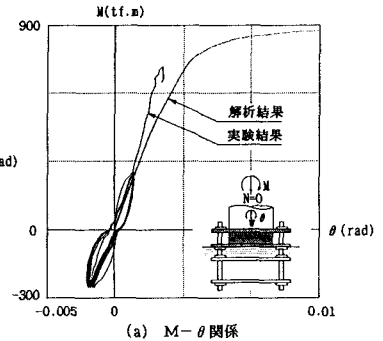


(a) $M-\theta$ 関係

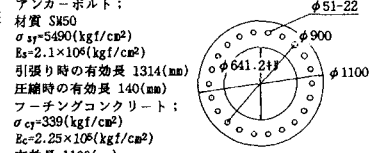


(b) ベース部諸元

図3 アンカーフレーム単鉄筋方式



(a) $M-\theta$ 関係



(b) ベース部諸元

図4 アンカーフレーム杭方式

べ若干低くくでているが、これは解析においてアンカーボルトの降伏応力を0.2%耐力として低めに評価したことによるものと考えられる。

4. 平面骨組の弾塑性有限変位解析

ここでは、要素分割無限小で有限ひずみ有限変位の解に収束する剛体変位除去の手法を適用する。材料の構成則としては、ECCSで提唱されている図5のTri-linearの関係を採用し、部材の残留応力は図6のパターンを考慮する。有限要素内の塑性域の進展はPlastic-zone理論により扱った。

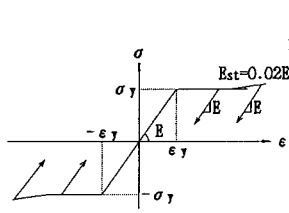


図5 材料の構成則

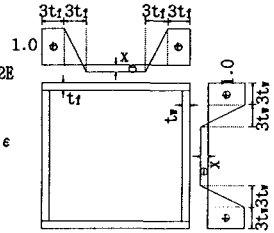


図6 部材の残留応力分布

5. 定着部の挙動が骨組の耐力力に与える影響

図7に示す門型鋼製ラーメン橋脚の定着部において、アンカーボルト断面積を変化させることにより定着部の挙動が骨組の耐力力に与える影響を検討する。ここでは、従来の設計法により求められるアンカーボルト断面積を基準に、その割合 μ が0.1~1.0の10種類の断面積を持つアンカーボルトを検討対象とした。解析により得られた水平方向荷重-水平変位関係を図8に、最大耐力時における骨組の塑性化及び離間状態を図9に示す。図中には比較のため接合部を剛結及びピン結合とした場合の結果も載せている。図8より $\mu=0.4 \sim 1.0$ では耐力力を含めその挙動は剛結の場合とほとんど差は見られない。これは、図9に示すように最大耐力時の塑性化が定着部ではなく柱基部において起きているためである。また、「接合部を剛結とした時の骨組の耐力力の95%以上を発揮する接合部を剛結と見なす」というECCSの基準によれば、この場合 $\mu=0.3$ 以上であれば剛結と見なす。以上から、現行の設計によるアンカーボルト断面積をかなり減少することが明かとなった。

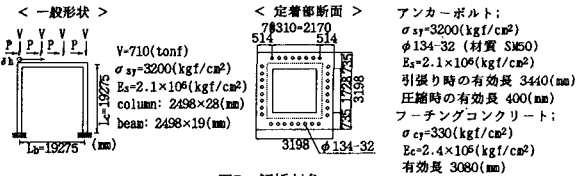


図7 解析対象

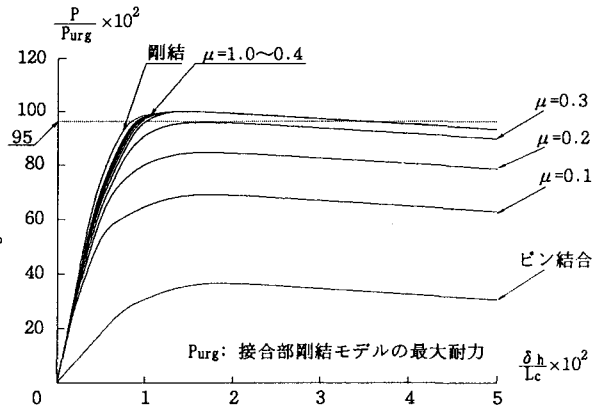


図8 門型骨組の荷重水平変位関係

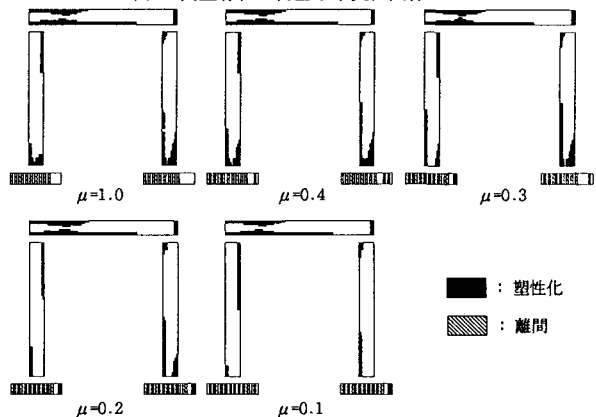


図9 最大耐力時における塑性化及び離間状態

6. まとめ

脚柱定着部の設計法の合理化を目的とし、アンカーボルトの塑性化を考慮した設計について検討した。この結果、アンカーボルトの塑性化を認めても骨組の耐力力はほとんど低下せず定着部の構造を簡素化する手法として有効であることが判明した。

最後に、本研究の一部は土木学会新技術小委会の補助を受けたこと、また単鉄筋方式の実験データはJR東日本(株)東京工事事務所に御提供いただいたことを記して謝意を表します。

【参考文献】1) JR東日本(株): 合成鋼管柱強度確認試験報告書, 平成4年2月 2) 前野裕文, 後藤芳顯, 小畑誠, 小林洋一: 付着型アンカーボルトを用いた鋼脚柱定着部の耐力力実験, 構造工学論文集, pp1321-1334, 1993年3月