

ストランド場所打ち杭の非線形性の評価法に関する一提案

大成建設(株) 正会員 ○森川 義人
 大成建設(株) 正会員 三桶 達夫
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 高崎 秀明
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 築嶋 大輔

1. はじめに

都市構造物の建設あるいはリニューアル工事においては、狭隘な施工条件下や空頭制限下で杭施工を余儀なくされる場合が少なくない。そこで我々は、従来の異形鉄筋に替わりフレキシブルな“より鉄筋”を主鋼材として使用することにより、継手が省略され、連続した建込みが可能な空頭制限下の施工性に優れたストランド場所打ち杭工法の開発を行った。ストランド場所打ち杭の部材特性は、変形時にストランドの抜け出しによる変形挙動を示すことから、耐震性能は非線形領域まで踏み込んだ抜け出しの影響を考慮した評価が必要となる。そこで、円柱供試体の交番载荷実験結果から部材端部の材端バネを用いた評価方法の提案を行った。

2. 実験概要

図-1に本研究で実施した円柱供試体による交番载荷実験の概要を示す。円柱は杭径 $\phi 850\text{mm}$ であり、せん断スパン比は4.5と3.5、主筋(より鉄筋)はフレキシブル鉄筋 $\phi 12.4\text{mm}$ 帯鉄筋はD16@150mmである。载荷軸力は 3000kN/m^2 、円柱供試体のコンクリート設計基準強度は 40N/mm^2 であった。表-1に円柱供試体の実験ケースの概要を示す。また、実験結果については荷重-変位曲線を図-2、図-3に示す。

表-1 実験ケースの概要

番号	杭径(cm)	せん断スパン(cm)	せん断スパン比	主鋼材比ps(%)	主鉄筋配置	帯鉄筋配置(mm)	軸荷軸力(kN/m ²)	コンクリート設計基準強度(N/mm ²)	pcストランド降伏強度(N/mm ²)
1	85	356	4.5	0.59	フレキ $\phi 12.4 \times 3 \times 12$	D16@150	3000	40	1218
2	85	277	3.5	0.59	フレキ $\phi 12.4 \times 3 \times 12$	D16@150	3000	40	1218

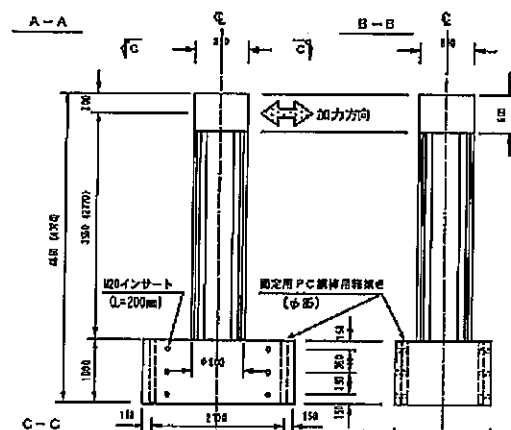
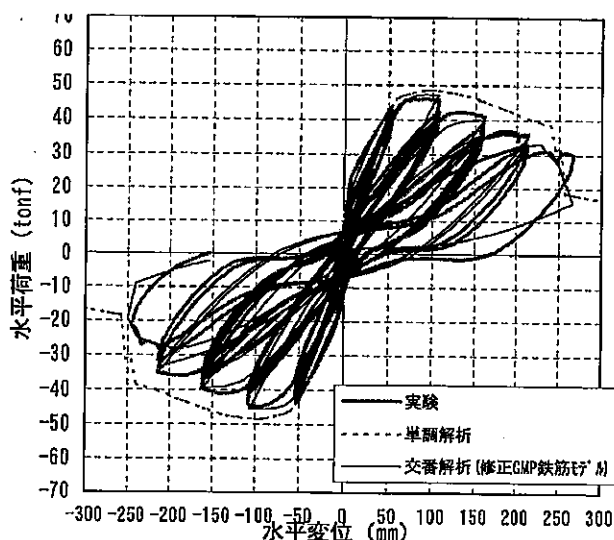
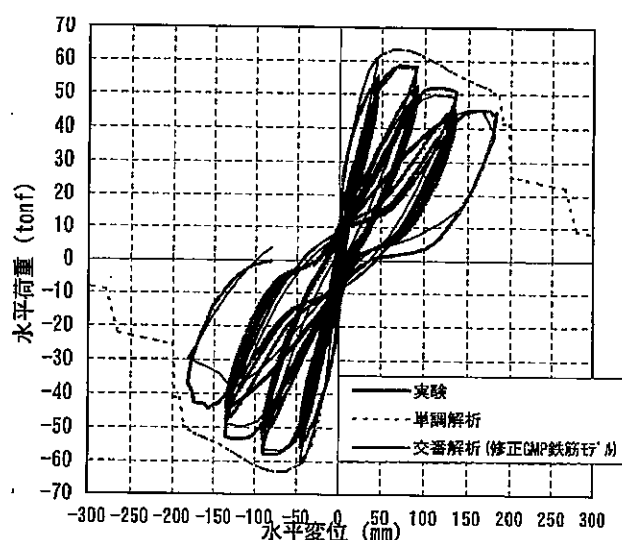


図-1 交番载荷実験の概要

図-2 荷重-変位曲線 ($a/d=4.5$)図-3 荷重-変位曲線 ($a/d=3.5$)

キーワード ストランド, 場所打ち杭, 交番载荷実験, 非線形性, 材端バネ, 剛性

連絡先 〒163-0606 新宿区西新宿 1-25-1 大成建設(株) 土木本部 土木技術部 TEL 03-5381-5285

3. 非線形性の評価方法

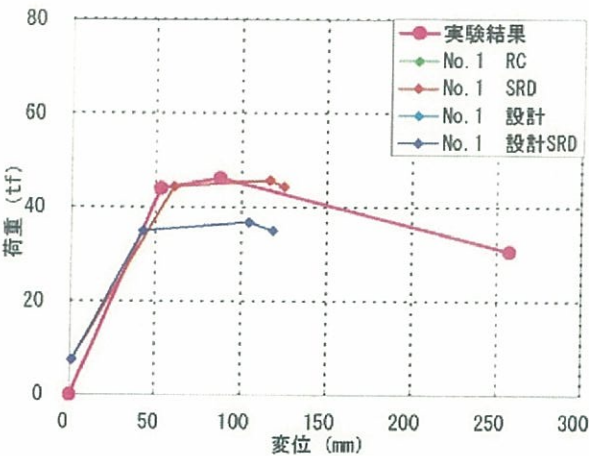
円柱供試体の交番載荷試験 2 ケース (a/d=4.5, 3.5) における荷重 P－変位 δ 曲線から、テトラリニアモデルによる荷重 P－変位 δ 関係 (骨格曲線) を以下の計算条件で求めると、図－4, 図－5 のようになった。

(計算条件)

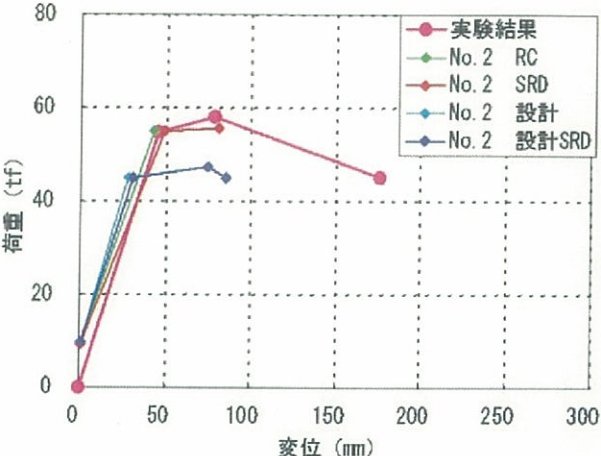
- ・ RC : 各材料強度に実強度を使用
- ・ SRD : RC の降伏点の抜け出し変位を剛性低下率 α で
割り戻し ($\alpha = -0.753 \times pt + 0.269 \times (a/d) + 0.218$)
- ・ 設計 : 材料強度に規格値, 安全率を考慮
- ・ 設計 SRD : 設計の降伏点の抜け出し変位を剛性低下率 α
で割り戻し ($\alpha = -0.753 \times pt + 0.269 \times (a/d) + 0.218$)

(材料物性値)

- ・ スtrand 実降伏強度 : 121.8 kN/m²
- ・ スtrand 設計降伏強度 : 90.0 kN/m²
- ・ コンクリート実強度 : 38.8N/mm², 32.8N/mm²
- ・ コンクリート設計基準強度 : 40.0N/mm²



図－4 荷重 P－変位 δ 関係 (a/d=4.5)



図－5 荷重 P－変位 δ 関係 (a/d=3.5)

スtrand (より鉄筋) を用いた部材は、曲げ変形時、スtrand の抜け出しが複合された変形挙動を示す。非線形領域まで踏み込んだ耐震性能評価を行う場合、この抜け出しによる変形量の増大を RC 部材の M－θ 関係に合理的に組み入れる方法が有効である。本提案では、式－1 に示されるように、抜け出しによる変形量の増大を M－θ 関係の部材接合部における軸方向鉄筋の抜け出しによる部材角 θ_{y1} に置き換え、剛性低下率 α だけ増幅させ評価する方法を提案した。剛性低下率 α は、円柱交番載荷実験の降伏荷重 P_y と降伏変位 δ_y による割線降伏剛性 (P_y / δ_y) の全断面有効剛性に対する割合 (ファイバーモデル (平面保持仮定) による部材降伏点の割線剛性と実験結果における割線降伏剛性の比を多変量解析で評価したもの) で示されるもので、 $\alpha = -0.753 \times pt + 0.269 \times (a/d) + 0.218$ (ここで pt : 主鉄筋比, a/d : せん断スパン比) ¹⁾ である。

$$\theta_y = \theta_{y0} + (1/\alpha) \cdot \theta_{y1} \quad \dots\dots\dots \text{式－1}$$

ここに θ_y : y 点における部材回転角 θ_{y0} : y 点における曲げ変形部材回転角
 θ_{y1} : y 点における部材接合部からの軸方向鋼材の抜け出しによる部材端部の回転角

スtrand の抜け出しは、スtrand が降伏ひずみに達する時点で発生していると予想され、平面保持はこの時点で成立していないと想定される。しかし、杭体内の抜け出し量を部材接合部での軸方向鉄筋の割り増し抜け出し量として評価することにより、RC 部材と等価な変形性能のモデル化による評価が可能と考える。

4. おわりに

スtrand 場所打ち杭は狭隘で空頭制限下における機能的で有効な工法である。耐震性能照査を RC 部材と等価な手法で評価することにより、耐震設計上の性能評価を進め適用の拡大を図りたいと考えている。

参考文献

1) 空頭制限用スtrand 場所打ち杭の開発と実工事への適用, 土木学会論文集, No. 721/VI-57, 2002. 12.