

軸方向鉄筋端部に定着体を用いた杭・柱結合部の配筋方法に関する研究
(実物大との相似則について)

前橋工科大学 社会環境工学科 ○芳賀貴大
前橋工科大学 社会環境工学科 谷口 望

前橋工科大学 社会環境工学科 今野大義
J R 東日本 上信越工事事務所 諏訪嵩人

1. はじめに

鉄道用RCラーメン高架橋の工事で効率化をはかるために新しい構造の研究が進められている。この際、地中梁がある場合とない場合に分けられる。この新しい構造の目的として、地中梁がある場合では地中梁高を抑えることで地中梁の施工期間の工期短縮や掘削土留工の工事費の削減、地中梁が無い場合（根巻き鋼管タイプ）では鋼管高を抑えることで材料費の削減や施工性の改善を見込むことができる。図1には構造の一例として示してある。

2. 解析内容

図1で示した構造は一般的な計算手法を行うことは困難なため、FEM解析（解析コードFINAL）を用いて解析を行う。解析を用いてモデル化を行うのはそれぞれ1/4縮小試験体A、B、Cとして試験体Aは定着体がある場合、試験体Bは定着体がない場合、試験体Cは定着体があり、鉄筋とコンクリートの付着を無くした場合の3つである。また、上記した各1/4縮小試験体を実物大寸法にモデル化して合計6つの試験体の解析を行う。図2は試験体Aの概要を示してある。表1に1/4縮小試験体と実物大試験体の寸法の比較を示している。解析を行う目的は費用の削減である。実物大実験には多額の費用がかかり、試験装置も大型になる。そのため解析により、1/4縮小試験体の耐荷力や破壊状況を再現し、実物大モデルとの比較を行う。

3. モデルの組み方

図3のように鉄筋をビーム要素、コンクリート、鋼管、定着体をソリッド要素でモデルを組んだ。実物大試験体をモデル化する際、要素が増えてしまうため、解析時間が長くなってしまう。そのため解析時間を短縮する目的として固定条件を指定することで半分の円柱でモデルを組んだ。また、元の円柱と解析結果が違ってないかの確認をとってから採用した。各試験体の構成則は表2のように指定した。ひび割れなども参考にしたいため、非線形解析を採用した。境界条件は断面をy方向とx回転方向を固定、また外側鉄筋端部をz方向固定とした。

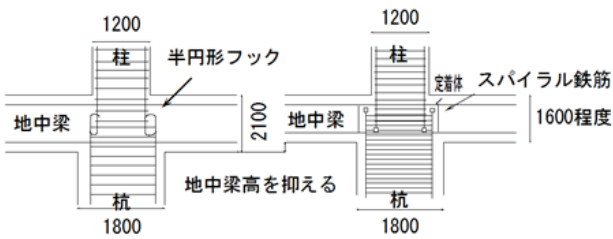


図1 地中梁がある場合の新構造

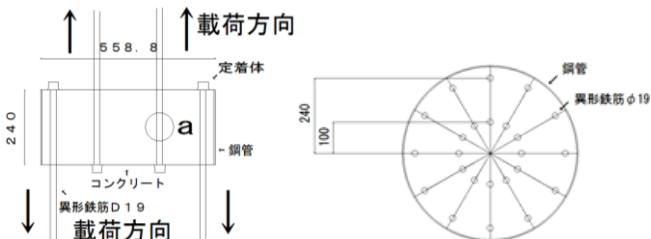


図2 左：試験体Aの概要 右：試験体Aの上面

表1 1/4縮小試験体と実物大試験体の寸法比較

倍率	高さ	鋼管径	鋼管厚	柱鉄筋	杭鉄筋	鉄筋径	鉄筋本数	鉄筋比
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(柱×杭)	(%)
実験	240	558.8	3.2	100	240	19	12×12	2.87%
実物大	960	2235.2	12.8	400	800	38	48×48	

表2 各試験体の構成則

	弾性係数 (N/mm ²)	ポアソン比 (-)	一軸圧縮強度 (N/mm ²)	一軸引張強度 (N/mm ²)	線膨張係数 (-)	引張降伏点 (N/mm ²)	ひずみ硬化率 (-)
コンクリート	2.95E+04	0.3	27.4	2.4	1	-	-
鉄	2.05E+05	0.2	-	-	1	345	0.01

材料構成則については引張軟化特性ではコンクリート標準書、圧縮ひずみ特性では修正ahamadのモデル、鋼材の構成則ではバイオリニア型を用いた。

キーワード 柱 杭 鋼管 定着体 解析
連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町460-1 前橋工科大学 社会環境工学科 TEL：027-265-0111

4. 1/4 縮小試験体の解析結果

試験体の計測点は計 28 点あり，対称となる点同士の平均値をひずみとし，解析モデルの一本の鉄筋のひずみと比較を行った．図 4 から試験体 A から鉄筋は解析の結果の剛性が大きくなっていることがわかる．図 5 からは定着体の効果が各試験体からわかる．図 6 では写真の実験と同じ破壊形態が再現でき，押し抜きせん断破壊が形成されている．表 3 から各試験体の最大耐力が表示されているが，試験 C の鉄筋の剛性が試験体 A よりも小さいため早い段階で破壊が起きている．以上の結果から定着体の存在でコンクリートの剛性が大きくなり，鉄筋とコンクリートを付着することで鉄筋の剛性が大きくなる効果があることがわかった．初等計算理論は一般的な鉄筋ひずみのみの軸引張計算手法である $\varepsilon = P / E_s \cdot A$ の式を利用して求めている．

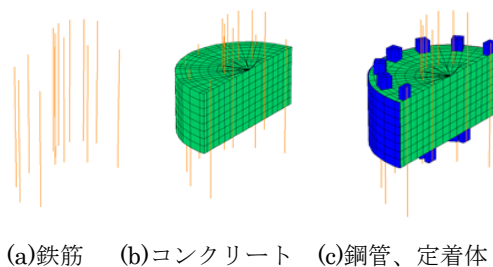


図 3 試験体モデルの構造概要

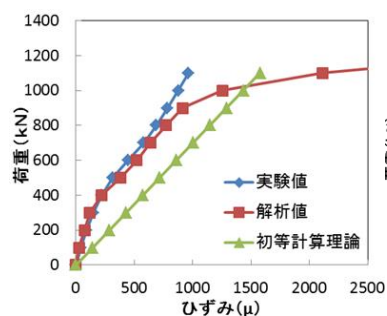


図 4 試験体 A の荷重-ひずみ

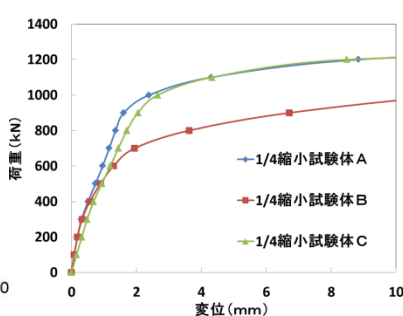


図 5 コンクリートの荷重-変位

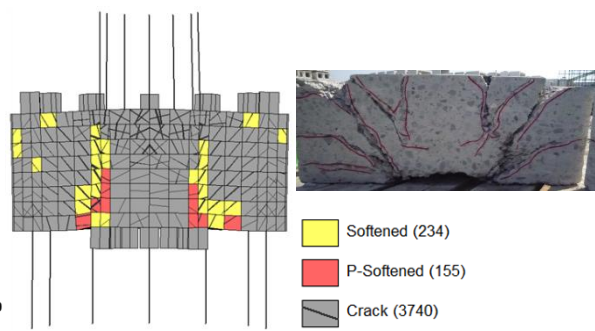


図 6 試験体 A のひび割れ，変形と実験の写真

5. 実物大試験体の解析結果

図 7 と図 8 から鉄筋がひずみ始める荷重とコンクリートが破壊を始める荷重が一致していることがわかる．図 9 から試験体は内側鉄筋の周囲に軟化現象が集中し，破壊が起きていることがわかる．この現象は鉄筋が密集することにより，その周囲に応力が集中したことが考えられる．寸法が縮小試験体より 4 倍になるため，面積が 16 倍になるので，一般的な計算から最大耐力が 16 倍になると予想されたが，上記のことからそのような結果とならなかった．しかし，図 9 の破壊形態から，押し抜きせん断破壊を形成していることがわかった．表 3 では最大耐力力を示しているが，各試験体の実験での破壊した時の平均の変位である 7 mm の位置の荷重としている．

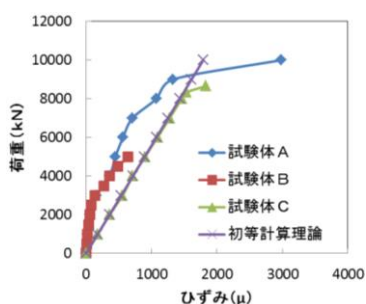


図 7 実物大の荷重-ひずみ

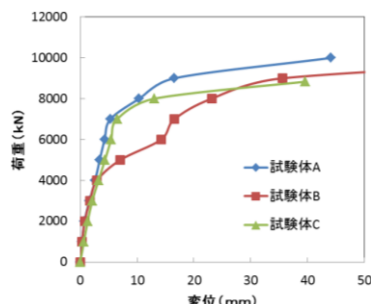


図 8 実物大の荷重-変位

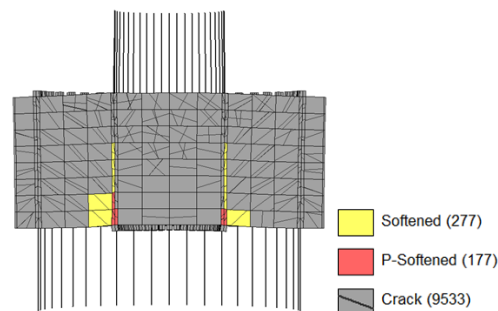


図 9 実物大試験体 A のひび割れ，変形

6. まとめ

以上の結果から 1/4 縮小試験体の最大耐力力の算定，破壊形態の再現を可能にした．実物大解析では鉄筋と荷重-変位の挙動は似た結果となっていたが，最大耐力力は予想(初等計算理論値)より小さい結果となった．

表 3 各試験体の最大耐力力

最大耐力力 (kN)								
試験体 A			試験体 B			試験体 C		
実験	解析	実物大	実験	解析	実物大	実験	解析	実物大
1106	1180	7400	796	900	5000	871	1170	7100