

PC 圧着関節工法による損失制御設計に関する研究
(その 18 PC 丸鋼の付着特性モデルの提案)

正会員 ○今井孝*¹ 同 坂上肇*² 同 西村大*³ 同 杉山智昭*⁴
同 中野克彦*⁵ 同 坂田弘安*⁶ 同 和田章*⁷ 同 松崎育弘*⁸

PC 圧着関節工法 柱脚部 PC 丸鋼
付着特性 歪分布モデル

1. はじめに

前報では、本工法を用いた柱脚部実験の概要を示し、その構造性能を把握した。また、柱脚部においても『非線形弾性』挙動が実現できることを示した。そこで本工法を確立するにあたり、柱脚部の回転性能を評価することが求められ、そのためには回転性能を支配する PC 丸鋼の付着特性を把握する必要がある。そこで本報では、柱脚部実験から PC 丸鋼の付着性状を明らかにし、付着応力度と歪分布のモデル化を行うことで、PC 丸鋼の引張力 P-伸び出し量 δ 関係を予測する評価方法を提案することを目的とする。

2. PC 丸鋼の歪性状

図 1 に No.1-1, 2-1, 3-1 の PC 丸鋼の引張力 P-伸び出し量 δ 関係を、図 2 に No.1-1 の各ピーク時および除荷時の歪分布を示す。ここで P は実験時の柱脚部危険断面の歪より算出し、 δ は柱脚部の PC 鋼棒の位置に設けた変位計より計測した目聞き量とした。

図 1 より、PC 丸鋼を断面内の内側に配筋した No.3-1 は No.1-1, 2-1 に比べ若干の剛性の低下が見受けられたが、履歴性状に大きな差異はみられなかった。また、全試験体とも除荷時の残留変形はほとんどなかった。

次に図 2 の歪分布をみる。載荷時は荷重が導入プレストレス力に達すると、危険断面の歪が増加し始め、歪分布の勾配は一定のまま、付着区間全域にかけてほぼ直線的な分布になった。そして、初期歪からの増分歪 $\Delta\varepsilon = 1000\mu$ を超えた区間では、勾配が徐々に緩やかになり始め、危険断面を中心にその区間が長くなりながら歪が上昇した。

除荷時には、危険断面から歪の減少が始まり、載荷時と

逆向きの付着応力度が作用し、危険断面からその区間が長くなっていった。除荷完了時には歪の残留はほとんどなく、全区間においてほぼ $\Delta\varepsilon = 0\mu$ となった。

そして、再載荷時には過去に経験した歪分布を目指すように長い区間で歪が増加していく性状がみられた。

以上のことより、PC 丸鋼においても弾性的な付着性状を有していると考える。

【導入プレストレス力】図 3 に No.1-1, 2-1, 3-1 の平均付着応力度 τ -増分歪 $\Delta\varepsilon$ 関係を示す。 τ は図 4 中に示す a-b 区間の τ とし、a, b の位置に貼り付けたゲージの値より算出した。また、 $\Delta\varepsilon$ は a のゲージの値を示した。

導入プレストレス力が $0.4P_y$ とした No.1-1 と $0.6P_y$ とした No.2-1 を比較すると、履歴性状はほぼ一致しており、導入プレストレス力の違いによる付着性状への影響はないといえる。

【軸力】図 4 に軸力を変動要因 ($\eta = 0.1, 0.0, 0.4$) とした歪分布を示す。図には各軸力時において、危険断面の歪が約 1000μ 時の分布を示した。

危険断面の歪が同等であるとき、それぞれの歪分布には大きな差異はみられなかった。これより、軸力による付着性状への影響はないといえる。

【PC 丸鋼の配筋位置】図 3 をみてみると、PC 丸鋼を断面内の外側に配筋した No.1-1 と内側に配筋した No.3-1 を比較すると、若干のばらつきはあるがほぼ同様の性状を示しており、配筋位置の違いによる付着性状への影響は少ないといえる。

3. PC 丸鋼の歪分布モデルの提案

PC 丸鋼の歪分布をモデル化することで、その伸び出し量

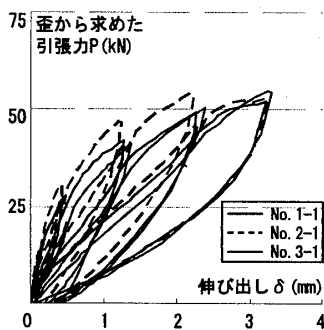


図 1 P- δ 関係

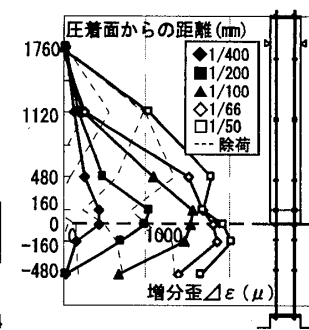


図 2 歪度分布 (No. 1-1)

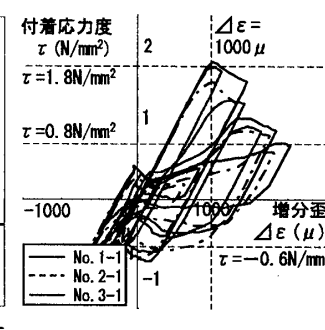


図 3 $\tau - \Delta\varepsilon$ 関係

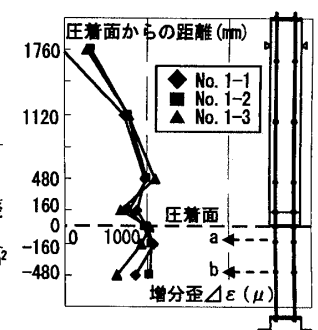


図 4 歪度分布 (軸力)

Study on Damage Design by Precast-Prestressed Concrete Structure with MILD-PRESS-JOINT
(Part.18 Bond Behavior of Prestressing Bar and Model of Bond Characteristic)

IMAI Takashi, SAKAGAMI Hajime, NISHIMURA Masaru, SUGIYAMA Tomoaki
NAKANO Katsuhiko, SAKATA Hiroyasu, WADA Akira, MATUZAKI Yasuhiro

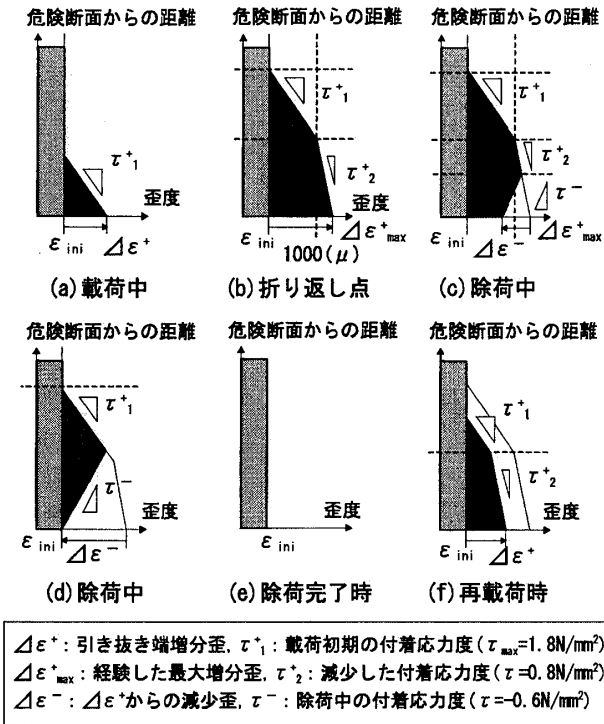


図5 歪分布モデル

を予測する。図5に提案する歪分布モデルを、図6にτの減少開始時のτ-ε分布を、図7に除荷完了時の歪分布を示す。

PC丸鋼の付着応力τは、図3に示すように、Δε=1000μ程度でτの減少が開始し、またそのときのτが1.8N/mm²程度となっている。その傾向は、図6に示すようにほとんどのPC丸鋼で確認できる。その後、τ=0.6N/mm²程度にまで減少し、一定となっている。また、図7に示したように除荷時には、残留歪がほとんどなかった。以上より、次のようなPC丸鋼の歪分布モデルを提案する(図5)。

【**載荷時**】(a) 載荷開始後、一定の付着応力 $\tau_{max}=1.8\text{ N/mm}^2$ を保ったまま歪が増加する。

(b) 危険断面の増分歪が $\Delta\epsilon=1000\mu$ に達して以降、 $\tau=0.8\text{ N/mm}^2$ にまで減少する。

【**除荷時**】(c) 危険断面から歪が減少する。その際、載荷時と逆方向に $\tau=0.6\text{ N/mm}^2$ のτが作用する。

(d) 増分歪が $\Delta\epsilon=0\mu$ に低下した区間では歪はそれ以下にはならず、残留歪が減少し続ける。

(e) 除荷完了時には、すべての区間で $\Delta\epsilon=0\mu$ となる。

【**再載荷時**】(f) 過去に経験した最大の歪分布に向かって歪が増加する。その際、経験した歪が 1000μ 以下の区間では $\tau=1.8\text{ N/mm}^2$ を保ち、 1000μ 以上の区間では $\tau=0.8\text{ N/mm}^2$ を保ったまま歪が増加する。

以上のモデルをもとに、図8に提案モデルと実験値の歪分

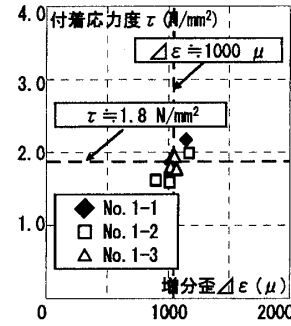


図6 τ-ε分布

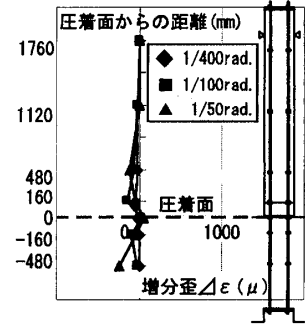


図7 歪分布 (除荷時)

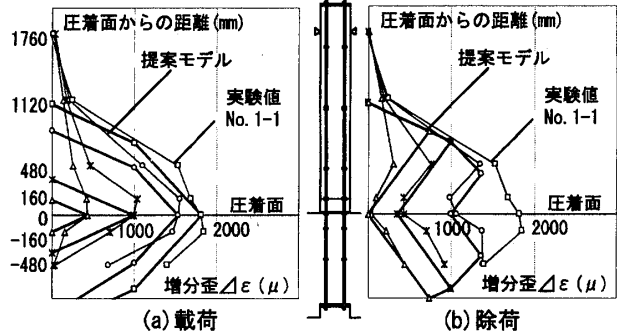


図8 歪分布 (実験値と提案モデル)

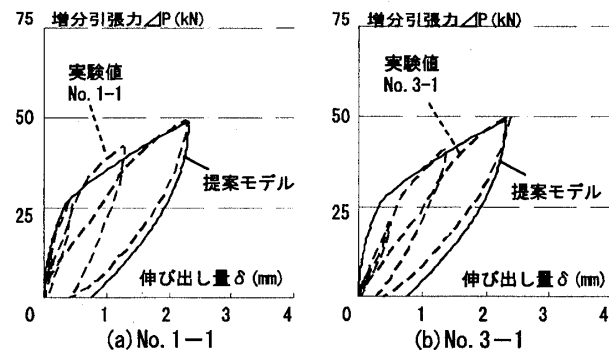


図9 P-δ関係 (実験値と提案モデル)

布を、図9にPC丸鋼の引張力P-伸び出し量δ関係を示す。歪分布は載荷、除荷ともに適合性が良く、この提案モデルによるP-δ関係は実験値を概ね評価可能であるといえる。

4. まとめ

PC丸鋼を用いた柱脚部実験を行い、PC丸鋼の付着特性に関して以下の知見を得た。

- ① 付着応力は $\tau_{max}=1.8\text{ N/mm}^2$ で一定となり、その後 $\tau=0.8\text{ N/mm}^2$ に減少する。
- ② 導入プレストレス、軸力およびPC丸鋼の配筋位置による影響はない。
- ③ 提案モデルにより引張力P-伸び出し量δ関係を概ね評価できる。

*1 東京理科大学大学院修士課程
 *2 東京工業大学大学院修士課程
 *3 東京理科大学大学院修士課程 (現:三井住友建設株式会社, 修士(工学))
 *4 東京理科大学工学部建築学科 助教 (工学)
 *5 新潟工科大学工学部建築学科 准教授・工博
 *6 東京工業大学建築物理センター 准教授・工博
 *7 東京工業大学建築物理センター 教授・工博
 *8 東京理科大学工学部建築学科 教授・工博

*1 Graduate Student, Tokyo Univ.of Science
 *2 Graduate Student, Tokyo Institute of Technology
 *3 Graduate Student, Tokyo Univ.of Science, M.Eng
 *4 Assistant Professor, Tokyo Univ.of Science, Dr.Eng
 *5 Associate Professor, Niigata Institute of Technology, Dr.Eng.
 *6 Associate Professor, SERC, Tokyo Institute of Technology, Dr.Eng
 *7 Professor., SERC., Tokyo Institute of Technology, Dr.Eng
 *8 Professor., Tokyo Univ.of Science, Dr.Eng