

日本大学 学生夏岡山 共秀
 東京大学 岡 祐 良
 東京大学 梅原 孝哲

1. まえがき

地震のような動的外力を受けるRC構造物を合理的に設計するためには、その復元力特性を正確に把握することが必要となっている。RC橋脚では、主鉄筋降伏以後、鉄筋のフーチングからの抜き出しが復元力特性に大きく影響すると言われている。しかしこの点に関する研究成果は極めて少ない。本研究では、フーチング部分をモデル化して鉄筋の引き抜き試験を3つのシリーズに分けて行った。繰返し荷重時の鉄筋の抜き出し量を推定することとを目的とし、主として鉄筋降伏以後の繰返しによる抜き出し量の変化およびフーチング内部の歪分布挙動について検討を加えた。

2. 実験概要

供試体の形状および寸法は、図1および表1に示す通りである。また、帯鉄筋は、その影響をさけるために、使用しなかった。

実験に使用した鉄筋径およびコンクリート強度の要因の組合せを表2に示す。

なお、鉄筋は、ネジリ鉄筋を使用し、

載荷方法は、図1に示したガイドの上にセンターホールジャキおよびセンターホールロードセルを取り付け、繰返しによる影響を考慮して、次のように行った。

シリーズI：単純引き抜き。

シリーズII：荷重制御による繰返し引き抜き。(鉄筋降伏と同時に、同一荷重を4回繰返し次の荷重へ。)

シリーズIII：変位制御による繰返し引き抜き。(鉄筋降伏時の変位の2倍、3倍、4倍と上げていく。)

荷重端の変位量および鉄筋の歪を測定した。なお、鉄筋の歪は、10~15cmの間隔にて測定した。

3. 実験結果および考察

図2、3は実験結果の一例として、 $D25 \cdot f_c' = 213 \text{ kg/cm}^2$ についての歪分布

を示した。図2はシリーズIの鉄筋降伏前の歪分布であり、コンクリート内部ではほぼ直線的に変化している。図3はシリーズII、IIIの鉄筋降伏後の歪分布である。歪は降伏すると急激に増大し、降伏域内ではほぼ直線的に変化している。シリーズIとIIを比較すると降伏後の繰返しによる影響が小さいことがわかる。同一荷重の1回目と4回繰返した後の歪を比較すると、特に荷重端付近の歪の増大が顕著である。図4はシリーズII、IIIの荷重端変位を示した。図の計算値は、コンクリート内部の歪を積分したものである。実験値と計算値はほぼ一致し、コンクリート内部の鉄筋の伸びが荷重端の鉄筋の抜き出しに等しいことが確かめられた。また、シリーズIIでは、大きな残留変位が生じており、その余裕量はシリーズIと同程度であることがわかる。図5はシリーズIIの荷重端変位を示したものである。繰返しによる変位の増大は小さく、荷重増大

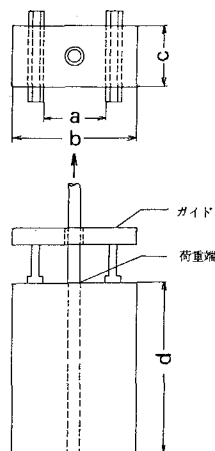


図-1 供試体形状

表-1 供試体寸法

	a	b	c	d
D19	20	40	20	60
D25	25	45	25	75
D32	25	45	25	96

表-2 実験の要因の組合せ

鉄筋 (降伏点)	コンクリート強度	載荷方法
D19 (SD35, 3782 kg/cm ²)	213 kg/cm ²	シリーズI
D25 (SD35, 3769 kg/cm ²)	806 kg/cm ²	シリーズII
D32 (SD35, 3664 kg/cm ²)		シリーズIII

に伴い顕著なものになっている。

以上の結果よりコンクリート内部の歪分布は、図-6のように2つの直線により近似できる。ここに l_y は降伏域の長さ、 ε_y は降伏時の歪である。鉄筋の伸びと積分したものが荷重端での変位であるから、は次のように書ける。

$$\delta = \frac{1}{2} \{ (\varepsilon_y + \varepsilon) l_y + \varepsilon_y (l_0 - l_y) \}$$

l_y は鉄筋径 D とコンクリート強度 f_c の関数として実験より

$$l_y = 2.0 \times 10^{-3} \times \frac{D(\varepsilon - \varepsilon_y)}{f_c^{\frac{1}{3}}}$$

とし、 $l_0 - l_y$ は、平均付着応力を実験より $u = 8.5 f_c^{\frac{1}{3}} \cdot D^{\frac{1}{2}}$ とすると、下式で与えられる。(単位 kg, cm)

$$l_0 - l_y = \frac{\frac{1}{2} \pi D^3 / 4}{8.5 f_c^{\frac{1}{3}} D^{\frac{1}{2}} \pi D} = \frac{f_y D^{\frac{3}{2}}}{34 f_c^{\frac{1}{3}}}$$

よって δ は次式となる。

$$\delta = \frac{1}{2} \left\{ ((\varepsilon - \varepsilon_y) + 2\varepsilon_y) \frac{2D \times 10^{-3} (\varepsilon - \varepsilon_y)}{f_c^{\frac{1}{3}}} + \varepsilon_y \cdot \frac{D}{4u} f_y \right\} \quad \text{--- ①}$$

一方今回の実験より

(P :荷重, P_y :降伏荷重)

($P - P_y$)/ $P_y < 0.1$ の時 $\varepsilon - \varepsilon_y = 2 \times 10^{-4} \cdot (P - P_y)/P_y$ --- ② $\alpha = \frac{(P - P_y)}{P_y} - 1.12$

($P - P_y$)/ $P \geq 0.1$ の時 $\varepsilon - \varepsilon_y = 10^{-4}$

の関係が認められるので、仕様の P に代入して①, ②より $P - \delta$ の曲線が描ける。

なお、鉄筋降伏前の場合は、

$$\delta = \frac{1}{2} \varepsilon l_0 = \frac{E \varepsilon^2 D^{\frac{3}{2}}}{68 f_c^{\frac{1}{3}}}$$

で与えられる。

図-7に $P - \delta$ 曲線の実験値と計算値を示した。このようにコンクリート内部の歪分布をモデル化することと鉄筋の振け出し量を推定することが可能となった。

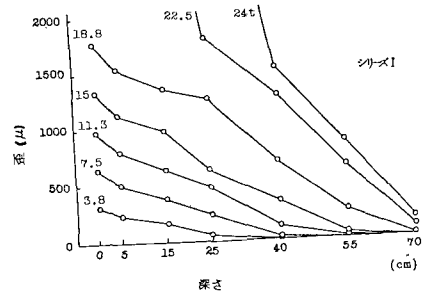


図-2 降伏前の歪分布

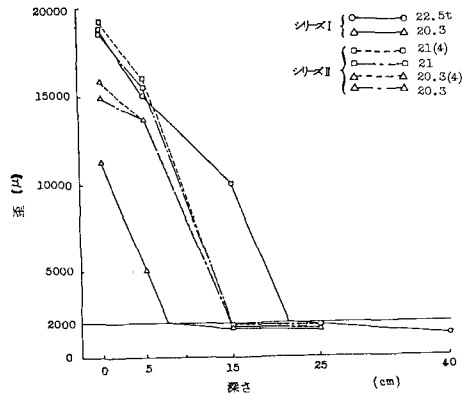


図-3 降伏後の歪分布

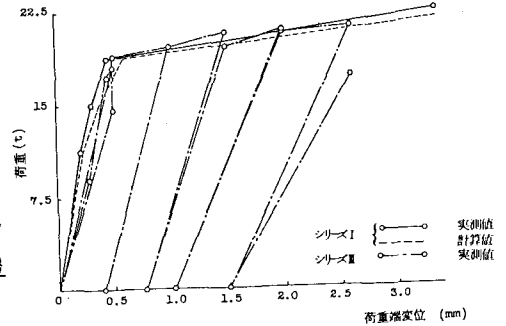


図-4 荷重-変位関係

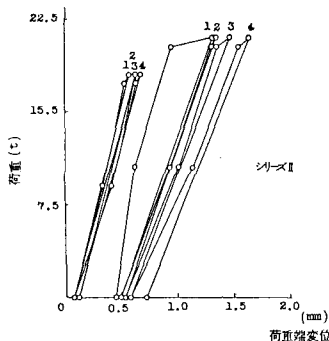


図-5 荷重-変位関係

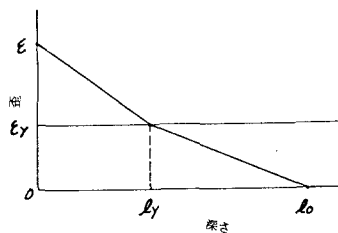


図-6 歪分布

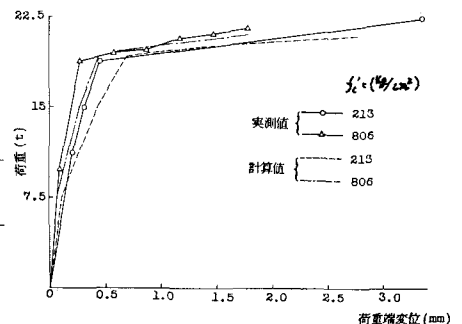


図-7 荷重-変位関係