

曲げ降伏が先行する実大 RC 梁の実験と終局曲げモーメントに関する研究

長谷川研究室
01512156 星 悠太郎

1. はじめに

RC 建物の耐震設計においては、柱・梁などの各部材の終局曲げモーメントを適切に設定することが重要である。一般に釣合鉄筋比 P_{tb} 以下であれば、設計では終局時の曲げモーメントの算定にあたり、応力中心間距離 j を $0.9d$ (d : 梁の有効せい) とする¹⁾。しかしながら、その根拠は良く知られていない。そこで、ここでは曲げ降伏が先行する実大 RC 梁の荷重実験に基づいて、その根拠を明らかにすると共に、RC 梁の部材塑性率 μ に応じた終局曲げモーメントの略算式を提案する。

2. 試験体と実験結果の概要

2.1 試験体と実験方法

試験体は図 1 に示す通り、幅 300mm、せい 450mm、スパン 3,200mm の鉄筋コンクリート梁 (RC 梁) で、使用鉄筋は上端筋が 2-D13、下端筋が 3-D16 (3 体), 3-D19 (7 体), 3-D22 (3 体), 3-D25 (2 体) の 4 種類を用いた。あばら筋は D10@200mm とし、あばら筋比を $P_w=0.238\%$ ($>0.2\%$) とし、せん断耐力を確保し、曲げ降伏が先行するように設計した²⁾。実験方法は、本学ストラクチャー実習場に整備された油圧ジャッキを手動で制御する方法により二点荷重を行った。油圧ジャッキに設置されているロードセルにより荷重を計測した。また、RC 梁天端の圧縮縁にコンクリートゲージを 3 ヶ、下端筋中央に鉄筋ゲージを 3 ヶ貼付して歪みを計測した (図 1 参照)。

2.2 曲げモーメントと曲率関係 ($M \sim \Phi$ 関係)

実験結果を曲げモーメント M と曲率 Φ の関係について整理した。ここで、 M は荷重との関係から図 2 の (1) 式で評価し、 Φ は同図中の (2) 式と (3) 式から求めた。これらの $M \sim \Phi$ 関係を 4 種類の引張鉄筋比 P_t について図 3(a)~(d) に示す。同図を見ると、いずれの鉄筋比においても第 1 折点は曲げひび割れ、第 2 折点は鉄筋降伏によって生じ、トリリニア型の

スケルトンカーブを描いている。

3. 終局曲げモーメント (M_u) と応力中心間距離 (j)

鉄筋降伏時の曲率 Φ_y に対する終局時の曲率 Φ_u の比を塑性率 μ ($=\Phi_u/\Phi_y$) とし、 μ に対する終局曲げモーメント M_u を検討した。検討にあたり、図 4 中の (1) 式の応力中心間距離 j を同図中の (2) 式で表現し、(3) 式から係数 α を求めた。(3) 式における M_u は実験結果の $M \sim \Phi$ 関係から評価した。具体的には、図 3 のグラフの降伏モーメント M_y と鉄筋の歪み硬化前の最大モーメントを直線近似し、 μ に応じて内分することで M_u を求めた。

このようにして求めた係数 α と塑性率 μ の関係を図 5 にプロットして示す。図 5 を見ると、応力中心間距離 j と比例関係にある係数 α は、塑性率に応じて直線的に増加していることが分かる。そこで、これを直線近似して回帰式を求めると、同図に示す通り $\alpha=0.0137\mu+0.8442$ を得る。これより、一般に設計で用いられている応力中心間距離 $j=0.9d$ は、部材塑性率の点で見ると $\mu=4$ 程度に相当していることが読み取れる。この近似式を用いれば、部材塑性率 μ に応じた終局曲げモーメント M_u の略算式を提案することができる。

4. まとめ

曲げ降伏が先行する実大 RC 梁の荷重実験に基づいて、終局時の応力中心間距離 j を降伏モーメントに対する部材塑性率 μ の関数で回帰した。この回帰式によれば、現行設計で用いられる $j=0.9d$ は部材塑性率で $\mu=4$ 程度に相当する。同回帰式を用いれば、部材塑性率に応じた終局曲げモーメントの設定が可能となる。

【参考文献】

- 1) 市之瀬敏勝：鉄筋コンクリート構造，共立出版，65-68，2015。
- 2) 西芝拓也ほか：静的荷重試験に基づいた実大 RC 梁の耐力評価に関する研究 (その 1)~(その 6)，2015~2018 年度 ものつくり大学卒業研究梗概集。

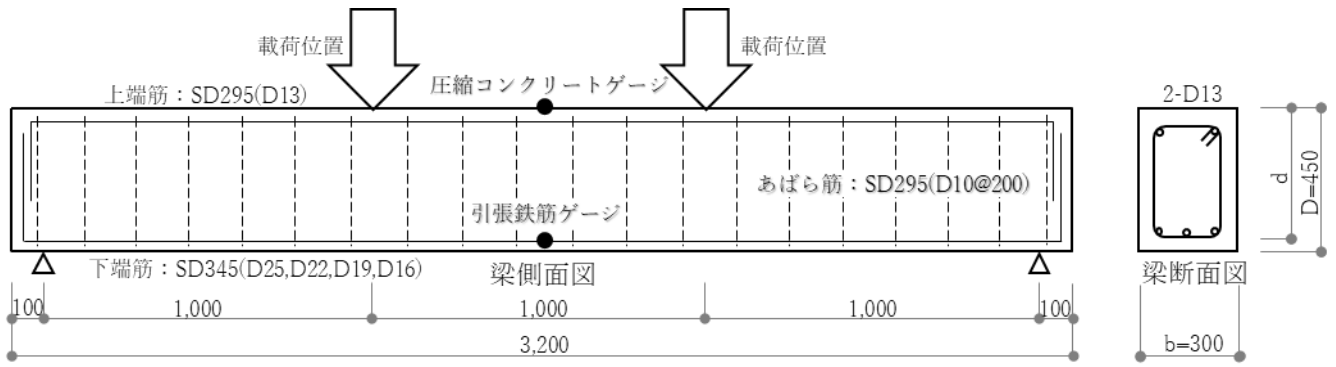


図1：曲げ降伏型実大RC梁の試験体概要

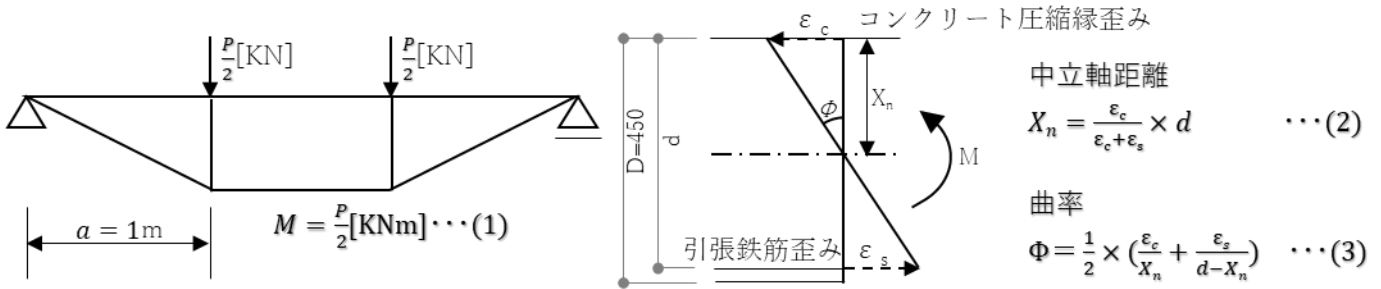


図2：二点荷重時のモーメント分布とRC断面の歪み分布

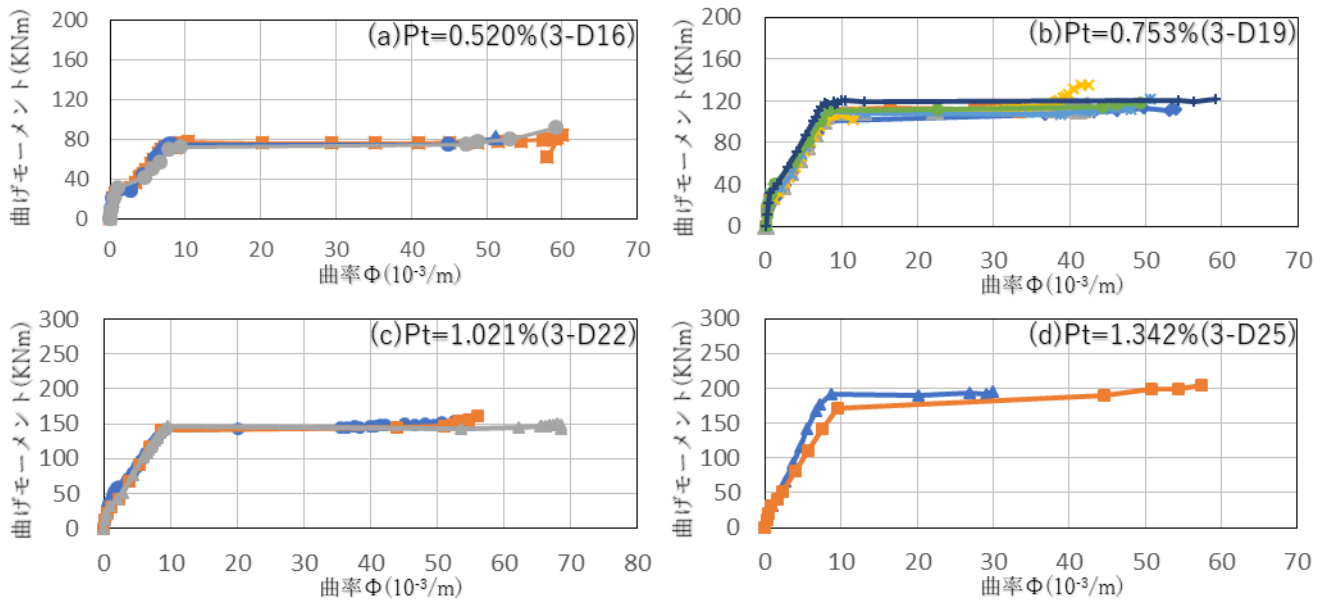


図3：実験結果のモーメント(M)～曲率(Φ)関係

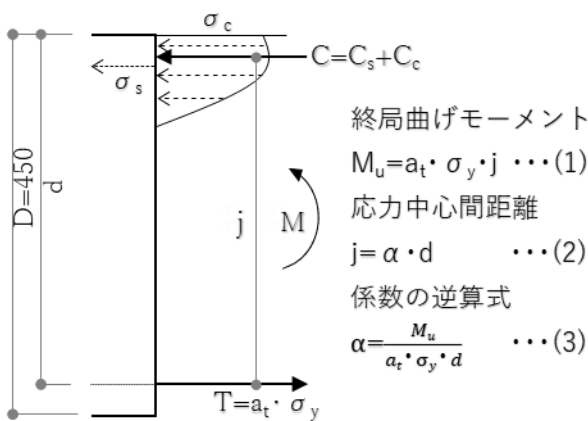


図4：RC断面の応力分布

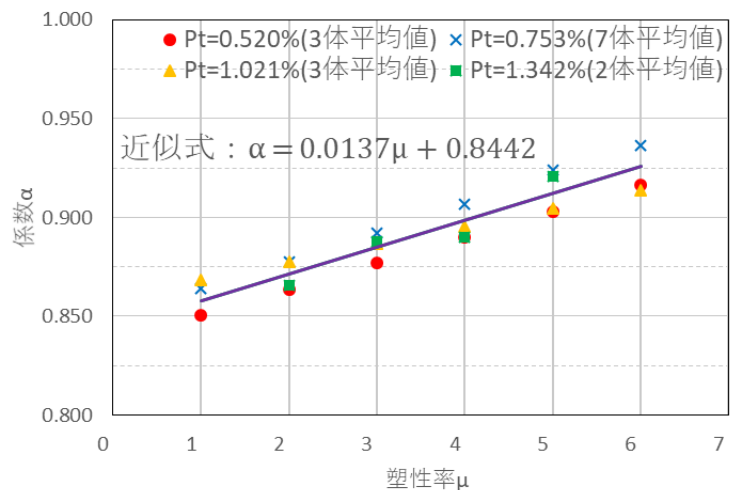


図5：塑性率と応力中心間距離の関係