

急速荷重を受ける鉄筋コンクリート梁の挙動とその解析的評価

防衛大学校 学生会員 ○増田 佳代
防衛大学校 学生会員 萩島 圭太
防衛大学校 正会員 藤掛 一典

1. はじめに

近年、車両、船舶、航空機などの衝突、落石、爆破などの衝撃荷重を受ける鉄筋コンクリート(以下 RC)構造物の安全性を合理的に検討する上で、載荷速度の影響を考慮した RC 梁・柱部材の耐力 - 変形関係を適切に評価することが重要になってきている。そこで本研究では、単純支持された RC 梁部材を対象として載荷速度の影響を考慮した耐力 - 変形関係を解析的に求める手法を提案するとともに、断面の鉄筋量ならびに載荷速度をパラメータとする RC 梁の急速載荷実験を行い、その実験結果と解析結果を比較することにより解析法の妥当性について検討した。

2. 急速荷重を受ける RC 梁の耐力 - 変形解析方法

ここでは、図-1 に示すように RC 梁の中央に急速荷重 P が作用して一定変形速度($\dot{\delta}$)で変形する RC 梁の荷重 - 梁中央部の変位関係をコンクリートや鉄筋のひずみ速度効果を考慮して求める解析方法について述べる¹⁾。図-1(a)に示す単純支持された RC 梁の中央部のたわみと曲率の間には線形弾性を仮定すると $\phi = M/EI = 12\delta/L^2$ の関係がある。そこで本研究では、梁の変形速度と断面の曲率速度($\dot{\phi}$)の間にも同様に $\dot{\phi} = 12\dot{\delta}/L^2$ の関係を仮定して図-2 に示すファイバーモデルによる解析によりひずみ速度効果²⁾を考慮した曲げモーメント - 曲率関係を評価する。次にある作用荷重 P における RC 梁の曲げモーメント分布に対して図-1(d)のように曲率分布を考えることにより梁中央部の変形を計算する。なお、本研究ではコンクリートの応力 - ひずみ関係中の軟化領域における最大圧縮強度の 20%の応力点を終局状態と仮定した。また、RC 梁中央部には Mattock により提案された塑性ヒンジ領域長を考慮した³⁾。

3. RC 梁の急速載荷実験

解析法の適用性を検討するために、RC 梁の鉄筋比ならびに載荷速度をパラメータとする急速載荷実験を行った。図-2 に、本実験で用いた RC 梁試験体の断面形状・寸法を示す。軸方向鉄筋には SD345 を用い、鉄筋量を変化させた 3 種類の断面を準備した。使用したコンクリートの静的な圧縮強度は $f'_c = 42.0$ MPa であった。なお、本試験体にはせん断耐力が曲げ耐力を上回るように十分な量のせん断補強筋を配置している。本試験では、サーボ制御式急速載荷装置を用い、スパン 1400mm で単純支持された RC 梁中央部に所定の速度で 1 点載荷を行った。載荷速度は梁中央部の変位速度で 5×10^{-4} m/s (静的載荷) と 2m/s (高速載荷) の 2 種類とした。計測項目は、荷重ならびに RC 梁中央部の変位とした。

4. 実験結果と解析結果の比較

図-2 に実験ならびに解析で得られた荷重 - 変位関係を示す。なお、解析では D13, D16 ならびに D22 鉄筋の降伏強度はそれぞれ 400, 412, 400MPa とした。また、降伏後の塑性硬化係数は $E_{sp} = 0.015 E_s$ ($E_s = 200$ GPa) とした。解析結果は全ての断面ケースにおいて実験結果と良い対応を示しており、本解析法の妥当性が検証されたと考える。

4. まとめ

本研究では、載荷速度の影響を考慮した RC 梁の耐力 - 変形関係を解析的に求める手法を提案するとともに、急速載荷実験を行い、その実験結果と解析結果を比較することにより解析法の妥当性について提示した。

キーワード 急速載荷実験、鉄筋コンクリート梁、ひずみ速度効果、非線形解析

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 TEL 046-841-3810 E-mail: s51533@nda.ac.jp

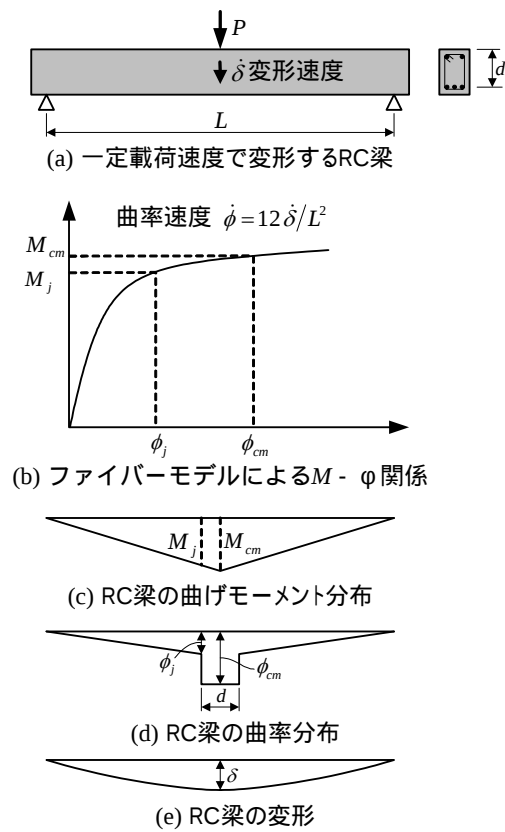
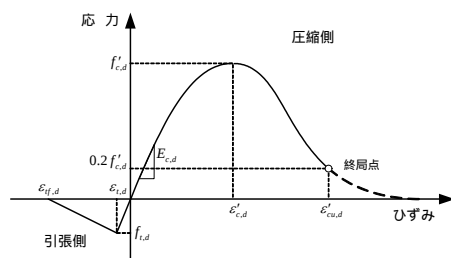
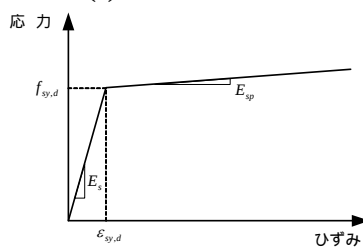


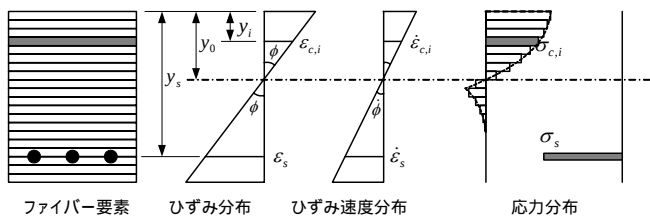
図-1 RC梁の耐力 - 変形解析



(a) コンクリート



(b) 鉄筋



(c) ファイバーモデル

図-2 ひずみ速度効果を考慮した曲げモーメント - 曲率関係の評価方法

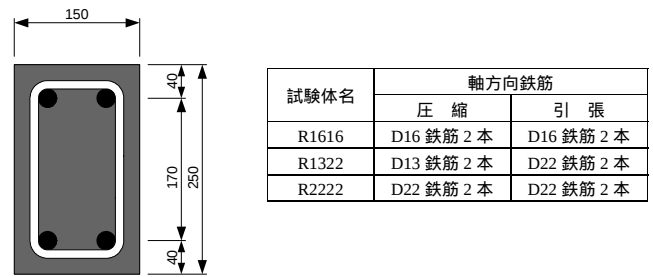
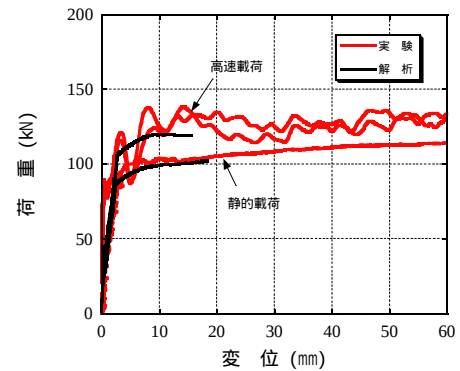
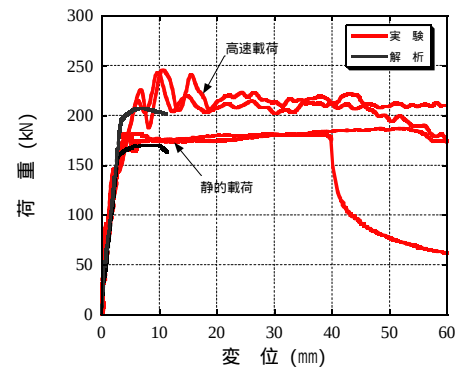


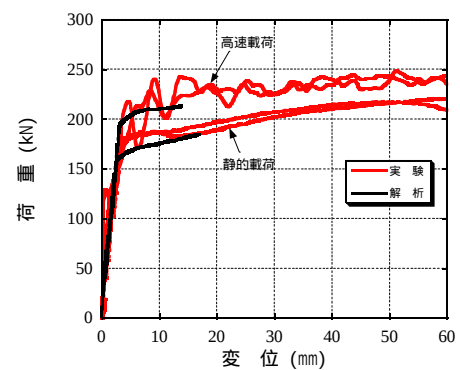
図-3 RC梁の断面



(a) R1616 試験体



(b) R1322 試験体



(c) R2222 試験体

図-4 RC梁の荷重 - 変位関係

参考文献

- 1) Fujikake et al., Journal of Advanced Concrete Technology, Vol.1, 2006.
- 2) 上林他, 土木学会論文集, No.669/V-50, 2001.
- 3) Mattock, A. H., ASCE, V.93, ST2, Apr., 1967.