

V-315 材料の応力-歪関係に基づいたRC部材の地震応答解析手法に関する研究

埼玉大学大学院 学生会員 大場新哉
 埼玉大学 工学部 正会員 睦好宏史
 埼玉大学 工学部 正会員 町田篤彦

1. はじめに

地震力を受けるRC構造物の応答解析を行う場合、構造物、或は各部材の復元力モデルを用いた解析手法が一般に用いられてきたが、このような解析手法では部材の損傷分布、或はその程度を求めることは困難である。この点を克服するために、本研究では復元力モデルを用いずに、コンクリート及び鉄筋の応力-歪関係に基づいた応答解析を行い、その妥当性を検討した。すなわち、コンクリート及び鉄筋の応力-歪関係から繰り返し荷重下におけるモーメント-曲率関係を求め、これから得られる復元力特性を用いて逐一応答解析を行うものである。この手法と従来の復元力モデルを用いた解析手法を用いて、単一柱式RC部材に地震力が作用した場合の応答解析を行い、両者の結果を比較することにより、本研究において提案した応答解析手法の有用性を検討した。

2. 材料の応力-歪関係に基づいた応答解析手法

2. 1 繰り返し荷重下におけるモーメント-曲率関係

本研究においては、繰り返し曲げを受ける断面のモーメント-曲率関係を要素分割法により解析的に求めた。以下にその手順を示す。

(1) 解析に用いたコンクリートの応力-歪関係を図1(a)に示す。包絡線は二次放物線と直線とした。鉄筋の応力-歪関係には、完全弾塑性モデルを用いた(図1(b))。減力時の応力勾配はコンクリート及び鉄筋ともに初期弾性勾配とした。

(2) 断面を50個の要素に分割しさらに部材軸方向に5分割した(図2)。

(3) 通常の曲げ理論により繰り返し荷重下におけるモーメント-曲率関係を求めた。

2・2 応答解析手順

解析に用いた部材は、単一柱式橋脚を模した小型供試体で一質点系とみなした。入力地震波は、Elcentro 1940 N-S成分の最初の20秒間の時間軸を1/4に縮小し、最大加速度を1Gに拡大したものを用いた。応答計算にはNewmarkの β 法($\beta = 1/6$)

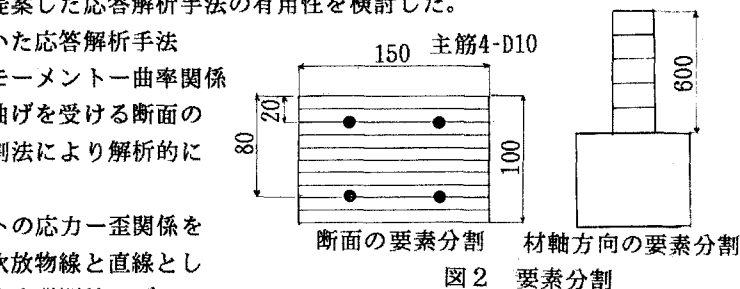


図2 要素分割

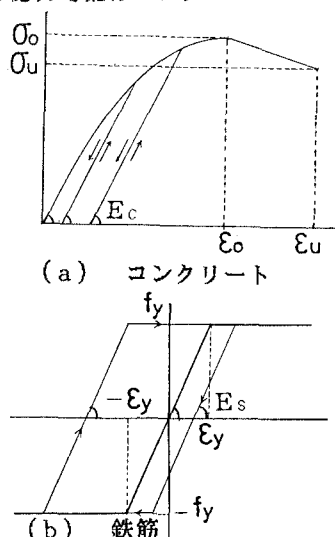


図1 コンクリート及び鉄筋の応力-歪関係

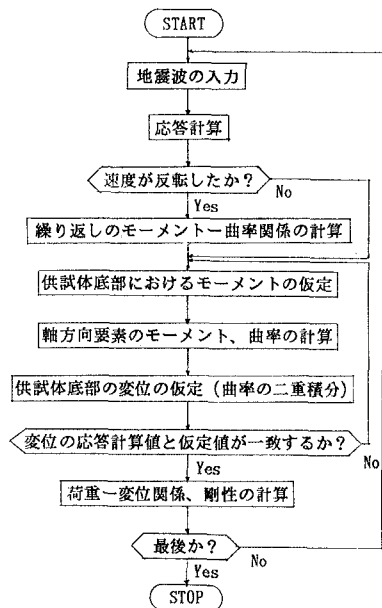


図3 応答解析のフローチャート

を用い、減衰定数を2%と仮定し、時間刻みは0.0025SECとした。

応答計算は増分変位法により行い、各ステップの復元力は次のようにして求めた。すなわちモーメントの逆三角形分布を仮定すると、2. 1より軸方向に分割した各要素におけるモーメント、及び曲率が求まる。各要素における曲率を二重積分することにより、供試体頭部における変位が求まり、これが応答計算から求まる変位と一致した時、その変位に対応するモーメントを復元力とした。すなわち各ステップにおいて

応答解析と繰り返し荷重下のモーメントー曲率計算が逐一行われるのである。以上の手順を図3に示す。復元力モデルを用いた従来の応答解析には、剛性劣化型バイリニアモデルを用いた（図4）。[1]

3. 解析結果及び考察

両解析から得られた時刻歴応答変位を図5に示す。復元力モデルを用いた解析では約2秒以降に変位が負側に残留しているが、本研究で提案した解析ではこのような傾向を示していない。また、この間の周期も復元力モデルを用いた解析結果より幾分小さくなっている。しかし、最初の1秒程度までは両者は良い一致を示していると言える。

次に復元力ー変位曲線（図6）を比較すると、復元力モデルを用いた場合には、変位が負側に残留する傾向があるとともに、ループ形状に相違が見られた。ループ形状の相違は、主に鉄筋の応力ー歪関係として完全弾塑性モデルを用いたことに起因するものと思われる。

4. まとめ

コンクリート及び鉄筋の応力ー歪関係に基づいたRC部材の地震応答解析を一質点系に適用し、その妥当性を検討した。今後は、応力ー歪関係のモデル化や計算上の誤差の処理方法を検討することにより、より精度を上げることができるとと思われる。

参考文献

- [1] Clough, R.W. and S.B. Johnston, "Effect of Stiffness Degradation on Earthquake Ductility Requirements", Proc. of Japan Earthquake Engineering Symposium, 1966.

[その他]

- 1) 飯塚ら「変動軸力を考慮したRC造骨組の弾塑性挙動」コンクリート工学年次論文報告集 No.2060
- 2) 飯塚ら「変動軸力を考慮した部材モデルによるRC造骨組の地震応答」コンクリート工学年次論文報告集 No.2074

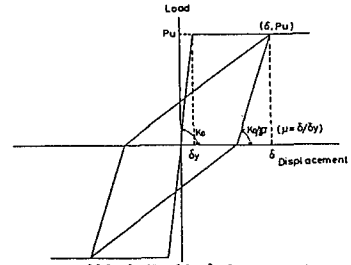


図4 剛性劣化型バイリニアモデル

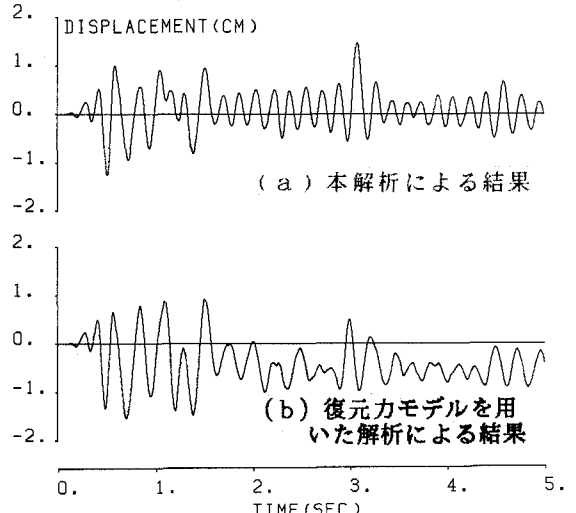
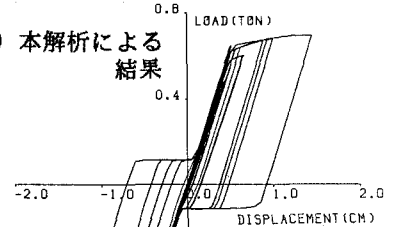


図5 時刻歴応答変位

(a) 本解析による結果



(b) 復元力モデルを用いた解析による結果

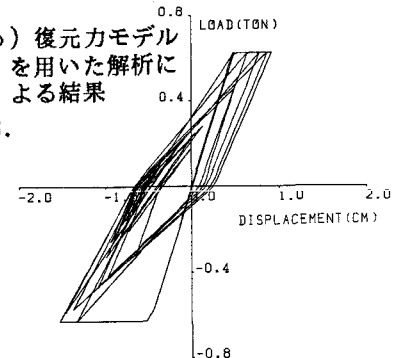


図6 復元力ー変位曲線