

一定軸力ならびに水平力を受ける RC 柱の破壊影響領域の検証に関する解析的研究

中部大学 ○高須賀幸也 中部大学 正員 水野英二

1. まえがき

筆者らは、軸力比、せん断スパン比、強度比、主鉄筋比、および帯鉄筋比などの要因を採り挙げた鉄筋コンクリート (RC) 柱のポストピーク挙動解析を通して、RC 柱の「破壊影響領域」を解析的に特定した。ここでは、コンクリートのひずみ軟化型構成モデルから予測される圧縮破壊領域よりも引張鉄筋の降伏領域の方が軸力比が余り大きくない範囲では「破壊影響領域」を特定する上で大きな指標となることが分かった¹⁾。本研究では、コンクリートの構成モデルとして弾完全塑性型モデルを有限要素法プログラム FEAP に採用して、RC 柱のプッシュオーバー（一方向載荷）解析を実施し、最大耐力時ならびに終局状態時におけるコンクリートの圧壊状況ならびに鉄筋の降伏状況について解析的に調べ、本解析結果と文献 1) から得られている「破壊影響領域」との比較・検討を行った。

2. 供試体概要および解析モデル

2.1 供試体概要

供試体の断面形状および寸法を図-1 に示す。解析対象となった供試体断面は、文献 2) に報告されている高強度材料から成る H 供試体断面である。主鉄筋比は 1.25 % である。なお、供試体の材料諸強度は文献 2) を参照されたい。

2.2 解析モデル

解析モデルを図-2 に示す。本研究では、一定軸力 (P) が作用する鉄筋コンクリート柱に対して、プッシュオーバー（一方向載荷）解析を有限要素法プログラム FEAP により行った。ここでは、主鉄筋部分には水野が開発した修正二曲面モデル³⁾の一軸応力-ひずみ関係を、コンクリート部分には弾完全塑性型の一軸応力-ひずみ関係を採用した。

2.3 分割モデルおよび解析ケース

一例として、せん断スパン比 ($S = 5$) の場合の分割モデルを図-3 に示す。本解析では、表-1 に示すように、1) せん断スパン比 ($S = 4, 5, 6, 7$ の 4 ケース) および 2) 軸力比 ($P/P_y = 0.0, 0.12, 0.24, 0.36, 0.48, 0.60, 0.72, 0.84$ の 8 ケース) を考慮した、計 32 ケースの解析モデルを設定した。なお、各ケースとも要素長さは 9 cm に設定した。

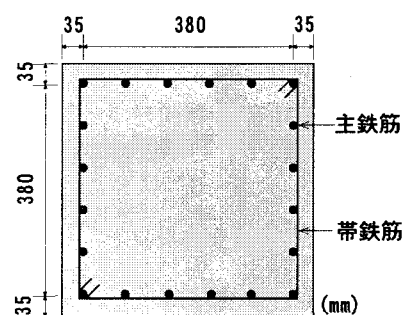


図-1 断面形状および寸法

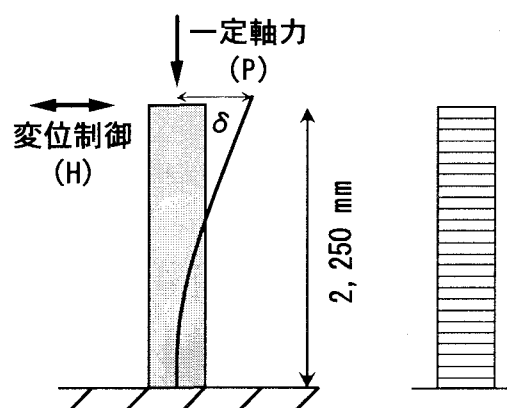


図-2 解析モデル 図-3 分割モデル

表-1 解析ケース

せん断スパン比	軸力比 P / P_y	要素数
4	0.0, 0.12,	20
5	0.24, 0.36,	25
6	0.48, 0.60,	30
7	0.72, 0.84	35

3. 解析結果および考察

一例として、スパン比 5 および軸力比 12 % における RC 柱の弾完全塑性解析結果から得られた、各変位レベルでのコンクリートおよび鉄筋の損傷図をそれぞれ図-4 および図-5 に示す。これらの損傷図から、最大耐力時ならびに終局状態（最大耐力の半分以下）での鉄筋降伏領域・コンクリート圧壊領域を検証し、筆者らの破壊影響領域解析によって得られている結果¹⁾と比較・検討する。

3.1 最大耐力における引張鉄筋の降伏領域 (図-6(a))

軸力比が 24 % 程度までは、引張鉄筋の降伏領域 (○印) は破壊影響領域解析結果 (●印) と対応しているが、高軸力になるとその差は大きくなり、破壊影響領域に対する指標とはならないことが分かる。

3.2 最大耐力におけるコンクリートの圧縮破壊領域 (図-6(b))

低軸力比ではコンクリートの圧壊領域 (○印) は良い指標とはならないが、軸力比 84 % の場合を除いて高軸力になるに従い破壊影響領域解析結果 (●印) とは傾向が一致する。

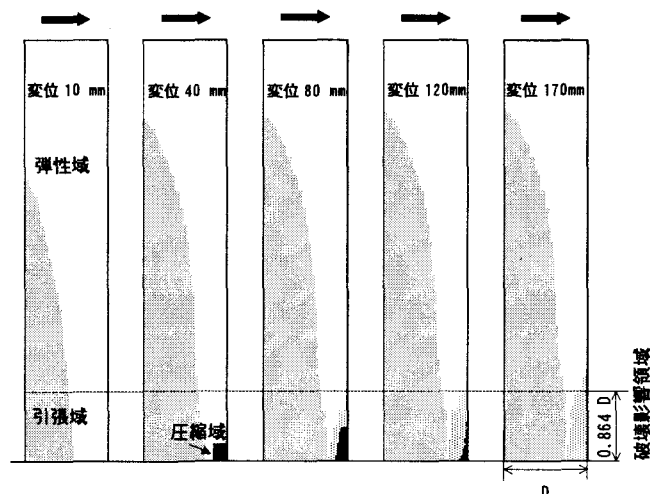


図-4 コンクリートの損傷進展状況

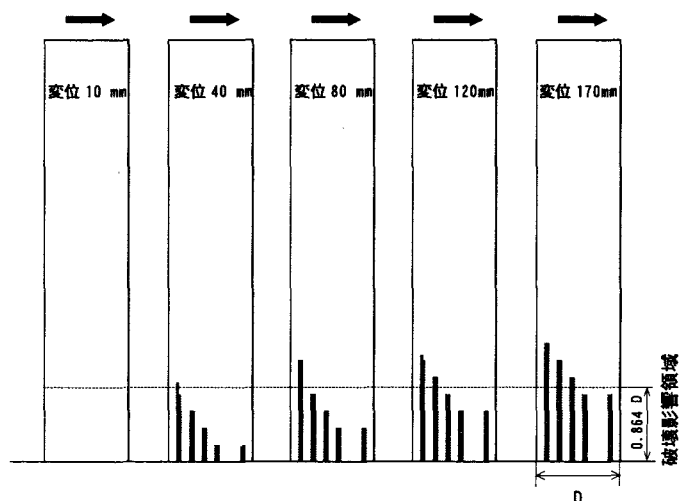
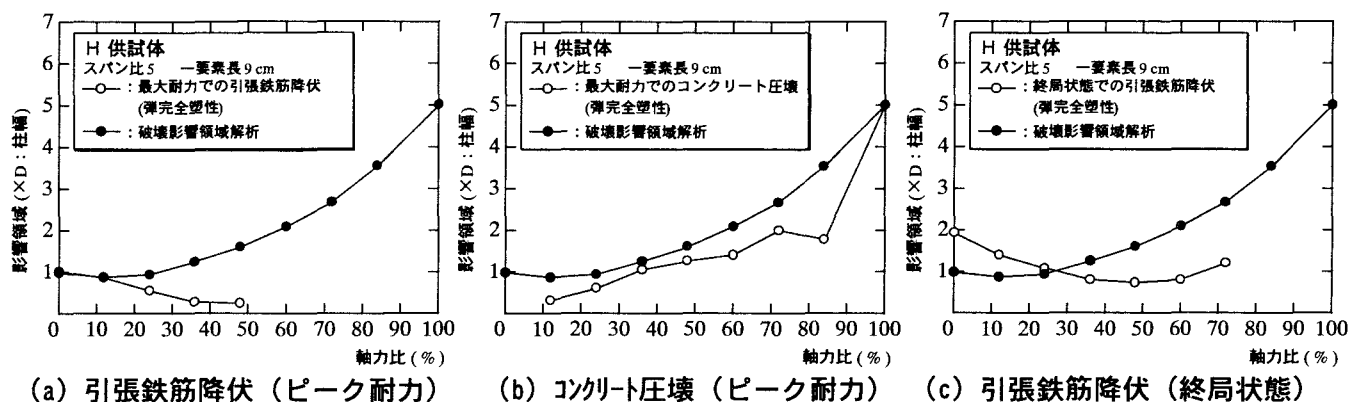


図-5 鉄筋の降伏進展状況



(a) 引張鉄筋降伏 (ピーク耐力)

(b) コンクリート圧壊 (ピーク耐力)

(c) 引張鉄筋降伏 (終局状態)

図-6 破壊影響領域解析との比較

3.3 終局状態における引張鉄筋の降伏領域 (図-6(c))

引張鉄筋の降伏領域 (○印) は軸力比が高くなるに従い小さくなる傾向にあり、解析結果 (●印) とは一致せず、指標となり得ない。

3.4 終局状態における圧縮鉄筋の降伏領域 (図-6(d))

圧縮鉄筋の降伏領域 (○印) は解析結果 (●印) とは大変良い一致を示しており、良い指標となり得る。

3.5 終局状態におけるコンクリートの圧縮破壊領域 (図-6(e))

コンクリートの圧壊領域 (○印) についても解析結果 (●印) と大変良い一致を示しており、良い指標となり得ることが分かる。

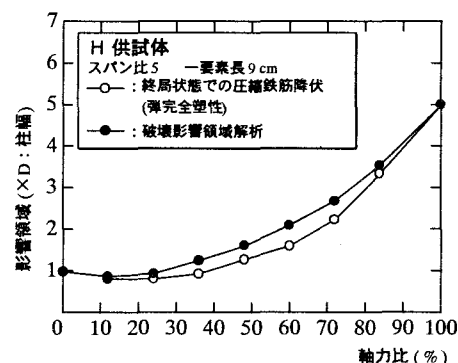
4. まとめ

コンクリートの弾完全塑性モデルを用いた解析では、終局状態における RC 柱の「圧縮鉄筋の降伏領域」および「コンクリートの圧壊領域」はこれまでの破壊影響領域解析から得られた結果とほぼ一致し、破壊領域を特定する上で良い指標となりうるということが分かった。

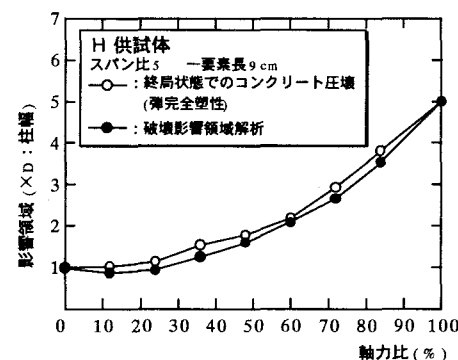
謝辞：中部大学総合工学研究所補助金 (第 6 部門 B) ならびに平成 14-15 年度文部科学省科学研究費補助金 (基盤研究 C, 研究代表者：水野英二) を受けたことを付記し、ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 水谷圭吾, 水野英二, 畑中重光：一定軸力ならびに水平力を受ける RC 柱の破壊影響領域に関する解析的研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.25, 2003.
- 2) 足立幸郎, 運上茂樹, 長屋和宏, 林昌弘：高軸力下における高強度 RC 部材の変形性能に関する実験的検討, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.21, No.3, pp.169-174, 1999.
- 3) 水野英二ら：鋼素材に対する修正二曲面モデルの一般定式化, 構造工学論文集, 土木学会, Vol.40A, pp.235-248, 1994.



(d) 圧縮鉄筋降伏 (終局状態)



(e) コンクリート圧壊 (終局状態)

図-6 破壊影響領域解析との比較