

V-277 高軸力RC柱の2軸曲げ解析における材料構成則の影響

京都大学大学院 学生員 遠藤和重
 京都大学工学部 正員 山田善一 家村浩和
 前田建設工業（株） 正員 細川雅則

1. まえがき 斜張橋のRCタワーなどは高軸力作用下で面内および面外の2方向外力を受けるので、いわゆる2軸曲げ状態に対する耐震設計が慎重に行われる必要がある。このためには、鉄筋コンクリート部材の弾塑性域でのM- ϕ 関係を精度よく知らなければならない。これまで横拘束コンクリートおよび鉄筋の構成則を設定してのM- ϕ 関係の理論解析が行われてきたが、本研究では、設定された横拘束コンクリートおよび鉄筋の構成則モデルおよびパラメータの相違がM- ϕ 関係に及ぼす影響について検討した。

2. 解析方法 解析の対象としたRC柱はFig. 1に示すように15cm×15cmの正方形複鉄筋断面であり、断面をFig. 2に示すような196個のファイバー要素に分割する。つぎに、横拘束コンクリートおよび鉄筋の構成則を設定し、Fig. 3に示すような載荷経路で $\Delta\phi$ を与える。断面重心のひずみを仮定し、断面の内力の和と軸力が等しくなるまで繰り返し収束計算を行い、ファイバー要素の平均ひずみを求め、横拘束コンクリートおよび鉄筋の構成則からそれぞれの要素の応力を決定し、M- ϕ 関係を求める。

3. 横拘束コンクリートの構成則がM- ϕ 関係におよぼす影響

横拘束コンクリートの構成則の4種のモデルをFig. 4に示し、それぞれのモデルから得られたM- ϕ 関係をFig. 5に示した（軸力=26.5 ton）。Case. C1は応力履歴を3本の直線で単純に表したものである。Case. C2は実験結果を反映させており現在では最も代表的なモデルである。Case. C3は最大応力後しばらくは応力が低下しないと考えたものである。さらにCase. C4

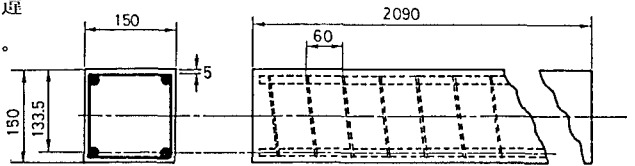


Fig. 1 Reinforced Concrete Model

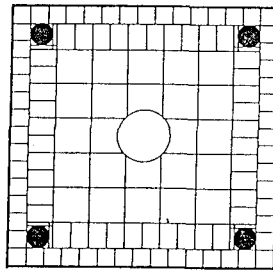


Fig. 2 Fiber Element

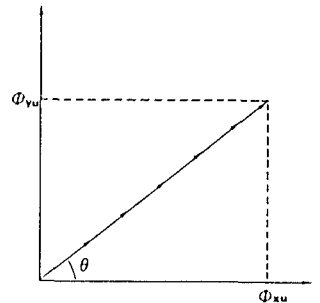


Fig. 3 Loading Path

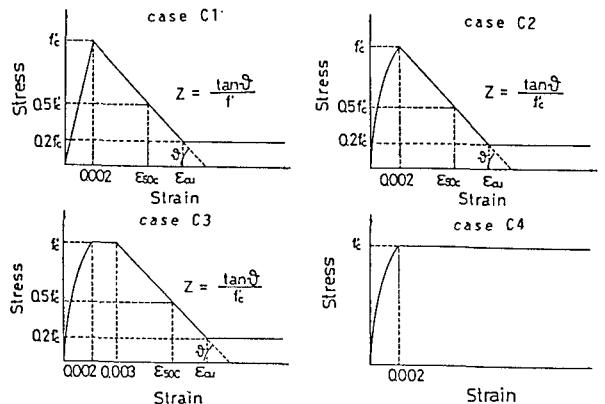


Fig. 4 Stress-Strain Relationship

Fig. 5 Moment-Curvature Relationship

では最大応力後の応力低下が全くないものと考えている。その結果、Case. C4 から得られたM- ϕ 関係の降伏モーメント後の塑性域での抵抗モーメントが増加したものの、全体的に構成則のモデルがM- ϕ 関係に及ぼす影響は少ない。また、構成則におけるパラメータを変えたモデルをFig. 6 に示し、それぞれのモデルから得られたM- ϕ 関係をFig. 7 に示した（軸力=26.5 ton）。Case. C5 は最大応力の値を、Case. C6 は最大応力後の応力低下の割合Zを、Case. C7 はコンクリート終局時の応力を、Case. C8 は最大応力時のひずみの大きさをそれぞれ20%増加させたモデルである。その結果、構成則の最大応力はM- ϕ 関係の最大抵抗モーメントに、構成則の最大応力後の応力低下の割合を表わすZは降伏後の抵抗モーメントに、大きな影響を及ぼすことが認められた。

4. 鉄筋の構成則がM- ϕ 関係に及ぼす影響

鉄筋の構成則のモデルおよびパラメータを変えたモデルをFig. 8 に示し、それぞれのモデルから得られたM- ϕ 関係をFig. 9 に示す（軸力=26.5 ton）。Case. S1 は鉄筋が降伏した後のひずみ硬化を考慮したモデルであるが、Case. S2 ではひずみ硬化を考慮していない。鉄筋の降伏応力およびヤング率を10%増加させたモデルをCase. S3 およびCase. S4 とした。その結果、コンクリートの場合と同じく、鉄筋の構成則のモデルがM- ϕ 関係に及ぼす影響はさほど大きくないことが認められた。しかし、構成則の鉄筋の降伏応力の値はM- ϕ 関係の降伏モーメントに大きな影響を与えることが確かめられた。

5. 結論 軸力および2軸曲げ作用下のRC柱のM- ϕ 関係を精算する際に、横拘束コンクリートの構成則では最大応力およびパラメータZが、鉄筋の構成則では降伏応力の値がM- ϕ 関係に大きな影響を及ぼすことが認められた。また、横拘束コンクリートおよび鉄筋の構成則のモデルが各種提案されているが、これらのモデルの相違が弾塑性域のM- ϕ 関係に及ぼす影響はパラメータの相違による影響に比べると小さいことが認められた。

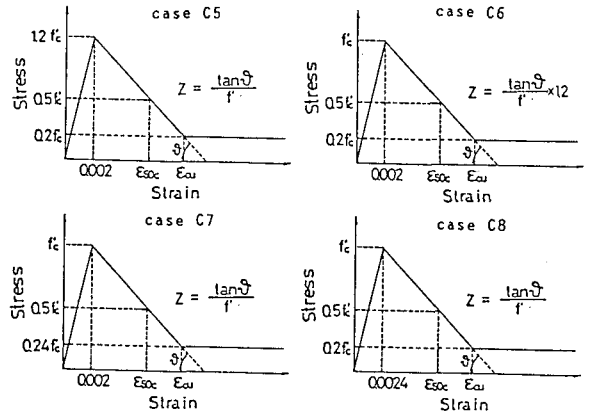


Fig. 6 Stress-Strain Relationship

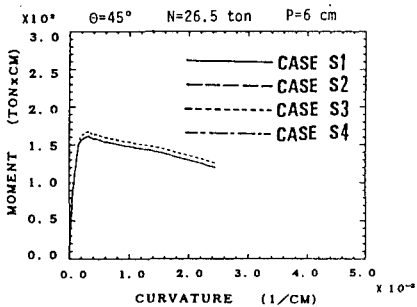


Fig. 9 Moment-Curvature Relationship

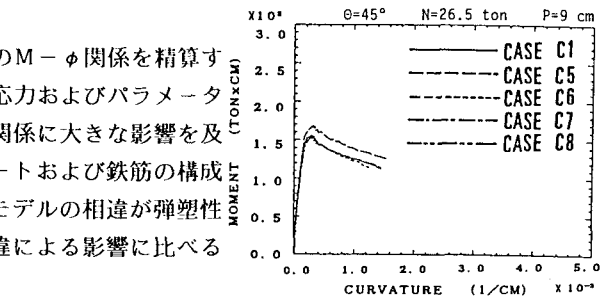


Fig. 7 Moment-Curvature Relationship

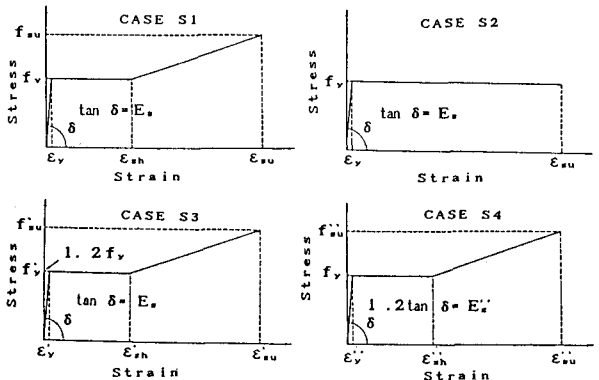


Fig. 8 Stress-Strain Relationship