

2軸曲げ要素における横拘束コンクリートと鉄筋の構成則

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
京都大学大学院 学生員 ○遠藤和重

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では最

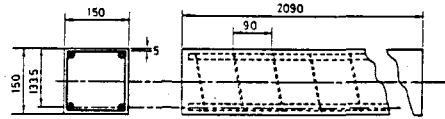


Fig.1 Reinforced Concrete Model

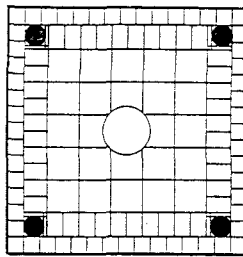


Fig.2 Fiber Element

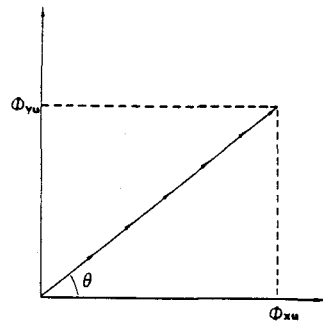


Fig.3 Loading Path

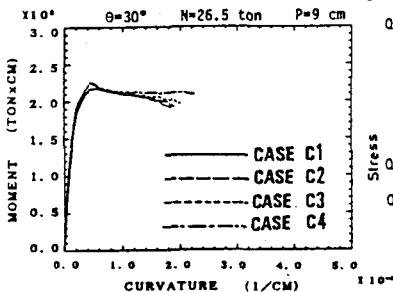


Fig.5 Moment-Curvature Relationship

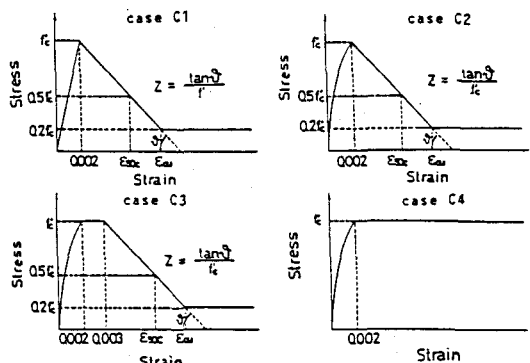


Fig.4 Stress-Strain Relationship

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若干増加したものの、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 関係の降伏モーメントに、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えていない。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少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。

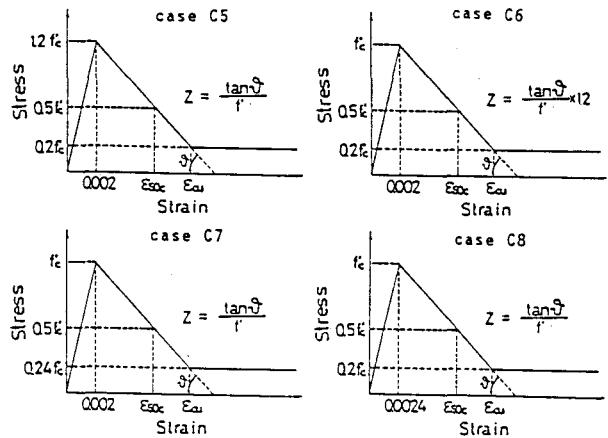


Fig.6 Stress-Strain Relationship

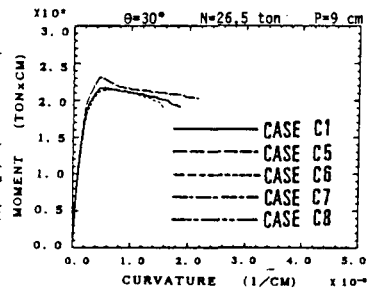


Fig.7 Moment-Curvature Relationship

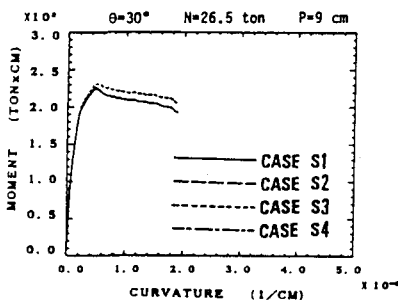


Fig.9 Moment-Curvature Relationship

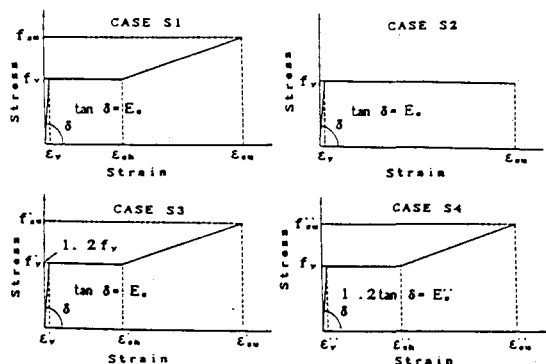


Fig.8 Stress-Strain Relationship