

1. まえがき

鋼材とは異なり、コンクリートは低応力状態でも大きな時間依存変形（クリープ、乾燥収縮）を生じる特異な構造材料である。従って、これらを複合化したRCやSRC構造、例えば、軸方向の持続荷重を受ける柱部材の場合、その荷重は時間の経過に伴ってコンクリートから軸方向鋼材へと移行される。だが、現行のRC示方書等では、部材安全性の検討に関して、このような断面内部での応力移行に起因する部材耐力の経時変化を全く考慮しておらず、このことが、既設構造物、特に柱部材に於ける地震時のひび割れ発生や耐力低下等の原因と密接に関連しているように思われる。

本研究は、このようなRC部材内部での応力移行現象とそれに起因する曲げひび割れ耐力の差異を検討するために行った基礎的実験に関するものである。以下、本実験の概要、結果等を簡単に報告する。

2. 実験概要

本実験に用いた供試体は図-1のようなRC部材3本（ $15 \times 15 \times 90$ cm、鉄筋比 $p = 2.3\%$ 、供試体記号RC1、RC2、RC3）と同寸法の無筋部材1本（供試体記号PC）の計4本である。なお、コンクリートの諸特性を調べるため、円柱供試体（ $\phi 10 \times 20$ cm）および曲げ供試体（ $15 \times 15 \times 53$ cm）も同時に作製した。供試体は水中養生後、材令7日から恒温室内（温度 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度 $65 \pm 5\%$ ）に静置し、その内、PC、RC1およびRC2部材は材令15日でPC鋼棒（ $\phi 28$ ）により中心軸方向荷重 $P = 14.5$ t o n を導入した。なお、静置期間中のコンクリートの時間依存変形に起因する軸方向荷重の低減を防止するため、その間、PC鋼棒の再緊張を数回行った。また、静置期間中に生じる部材の時間依存変形は、コンクリート両側面および対称配筋位置の埋設鉄筋（D13）2本に貼付したひずみゲージの経日変化から求めた。

曲げ試験は材令124日で図-1に示す二点集中載荷方法で行ない、各荷重段階毎にコンクリート上・下縁および埋設鉄筋に貼付したひずみゲージの値を計測した。なお、PCおよびRC1部材は軸方向荷重を導入したままで、RC2部材は試験直前に軸方向荷重を除去した状態で、RC3部材は逆に試験直前に軸方向荷重 $P = 14.5$ t o n を導入した状態で曲げ試験を行なった。

3. 実験結果および考察

図-2に静置期間中の各部材の時間依存変形の実測曲線を示す。図示するようにRC部材の時間依存変形は、無筋部材に比べて、軸方向鉄筋の拘束作用により半減しているが、本実験程度の静置期間でも、コンクリートの時間依存変形によりRC部材内部でかなりの応力移行を生じることが判る。

図-3～図-6に曲げ載荷時の曲げモーメント-ひずみ図（ $M-\epsilon$ 図）を示す。なお、図中の破線は弾性理論線である。

図-3と図-4、-6との比較から、同じ大きさの軸

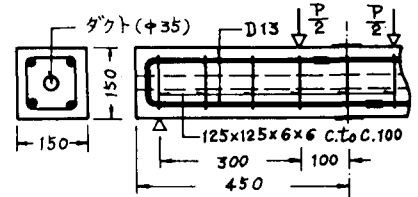


図-1 RC部材配筋および寸法

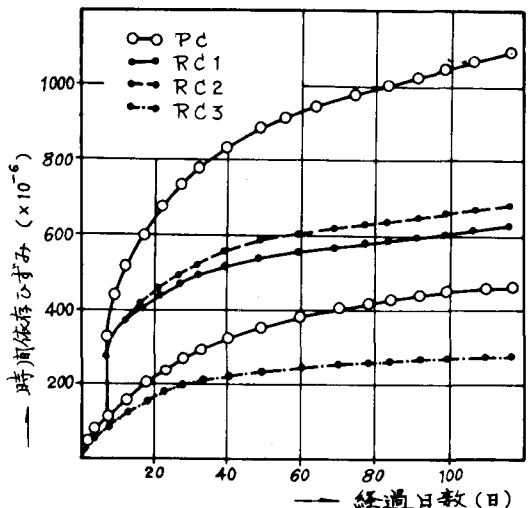


図-2 各部材の時間依存変形

方向荷重を受ける部材でも、RC部材の方が無筋部材より曲げひび割れモーメントが小さく、また、同じRC部材でも持続荷重の作用期間が長いRC1部材の方が、RC3部材より更に曲げひび割れモーメントが小さくなる事が判る。ここに、曲げひび割れモーメントはM-ε図において引張縁ひずみが急変する点と次の荷重段階との間で生じたとして求めたが、肉眼観察での曲げひび割れ発生はその値より更に曲げモーメントが2割程度増加した時点で発見できた。

図-5はRC2部材のM-ε図である。図示するようにこの部材の場合、曲げ載荷直後からコンクリート上・下縁のひずみが塑性を呈し、弾性理論線とは大幅に相違している。これは明らかに軸方向荷重を除去した時点でコンクリート断面に微細な引張ひび割れが生じていたことに起因するものと考えられる。ただし、除荷時の肉眼観察ではそのようなひび割れを発見することはできなかった。

表-1に曲げひび割れモーメントの実測値(Mcr)および静置期間中の応力移行を考慮して求めた曲げひび割れモーメントの推定値(mcr)を示す。ここに、mcrは軸方向荷重および静置期間中の応力移行を考慮して求めたコンクリートの有効圧縮応力度(σp)に標準供試体の曲げ強度(σb=49.3Kg f/cm²)を加算して求めた値である。表-1のようにMとmとは材料のばらつき等を考慮すれば、ほぼ一致しており、このように持続荷重を受けるRC部材の曲げひび割れ耐力は、コンクリートの時間依変形による部材内部での応力移行の影響を強く受けるため、そのことを考慮して算定すべきである。

表-1 Mcrとmcrとの比較

コンクリートの 特性値	供試体 記号	σ _p Kg f/cm ²	Mcrの範囲	mcr
			× 10 ⁴ Kg f・cm	
σ _c = 392	PC	67.3	6.45 ~ 7.20	6.56
E _c = 3.11 × 10 ⁴	RC1	40.3	4.95 ~ 5.70	5.79
φ = 1.92	RC2	-24.2	0 ~ 0.38	1.62
E _{sk} = 469.6 × 10	RC3	48.0	5.70 ~ 6.45	6.29

注) 配合: W=180Kg/m³, W/C=0.5

4. まとめ

本実験はRC部材内部での応力移行の影響を究明するために予備的に行なったものであり、今後更に十分な検討を要するが、このような問題は、例えば今回の限界状態設計法指針案に示されている軸方向荷重によるせん断やねじり耐力の増大を考慮するための係数β_nやβ_{nt}の算定に対しても重要であり、また、逆に荷重分担率が増加する軸方向鉄筋に関しては、その座屈防止の面で十分留意すべき問題である。

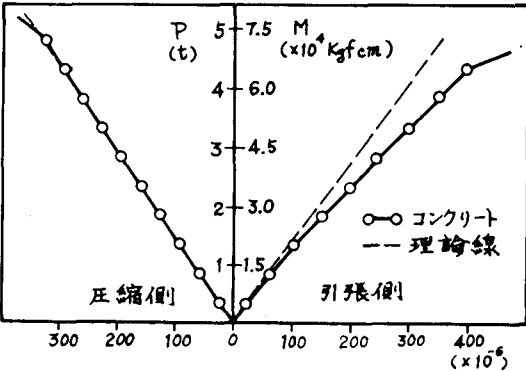


図-3 PC部材のM-ε図

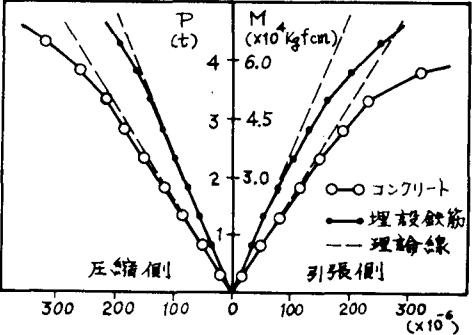


図-4 RC1部材のM-ε図

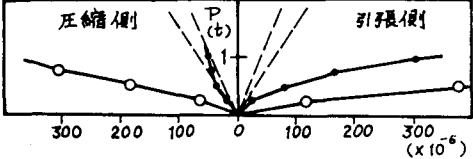


図-5 RC2部材のM-ε図

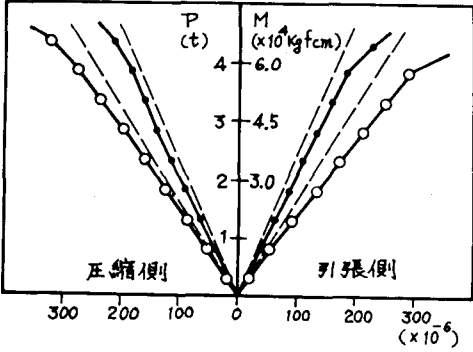


図-6 RC3部材のM-ε図