

1. まえがき

漸増する軸力および曲げモーメントをうけるRC柱部材の特性挙動については従来から多くの研究がなされ、かなり詳細な説明がなされている。しかしながら比較的急激に作用し、かつ長期間にわたって持続するという構造物の荷重条件は一般にもっと不利であるが特に破壊に近い高応力の場合には不明の点が多い。すなわち、極限的な強さという点からもこの問題は重要と考えられる。本研究は、偏心あるいは比較的長い柱部材が、このような荷重条件において生じる変形と破壊現象を調べ、複合構構としての応力の配分、荷重経路、時間依存の変形と破壊機構について検討することを目的としている。すなわち、まず円柱供試体により基本となる軸圧縮下での材料的にみたコンクリート（一部はモルタル）の時間依存の変形と破壊特性を調べ、次いで持続荷重をうける模型RC柱についての実験を行ない検討を試みた。なお本研究に関し御指導下さった九州大学徳光善治教授に深謝すると共に本研究に対し昭和47年度吉田研究奨励金と授与されましたことと深謝します。

2. 軸圧縮をうけるコンクリートの時間依存の変形と破壊特性

一定持続荷重下での破壊限度は短時間強度の70～95%とされ実験者によってかなり異なる。ここでは、まず各持続応力レベルに対する時間依存の変形と破壊の関係を調べた。コンクリートの配合はA、B 2配合で骨材最大寸法10mm、 $f_a = 50\%$ 、 W_c および単位セメント量は各々42%、60% および 440 kg/m^3 、 350 kg/m^3 で、モルタルはコンクリート中のモルタルと同一配合である。供試体寸法は $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ で材令28日で載荷開始したが、まず単調増加により短時間強度を求め応力レベルの基準とした。載荷方法は所定の応力レベルまで単調増加させ破壊まで持続させた。応力レベル σ_0 (%) と破壊までの時間 t (分) の関係は図-1に示すように $\sigma_0 = -2.97 \log t + 94.4$ で示され配合等による差異はみられない。また破壊しない限度は77%程度と推定される。

一般に時間依存のひずみ-時間曲線は3つの領域からなるとされ第II領域、定常領域において生じるひずみ量が一定、 $\dot{\epsilon}t = \text{一定}$ と考えられているが、図-2によれば $\dot{\epsilon} = at^{-b}$ の関係があり $a = 2.29 \sim 5.62 \times 10^{-6}$ 、 $b = 0.83 \sim 0.91$ となり、破壊までの時間が長くなるほど、すなわち応力レベルの低いほど破壊時ひずみは増大する。次に、持続載荷は強度、弾性係数と増加させる働きがあるともいわれているが、最終的にはクラックの発達により低下する。そこで配合Bモルタルにより所定時間持続載荷後の応力-ひずみの関係および強度の変化に調べた。図-3は強度と無載荷供試体の強度との比率として示した。高応力レベルでは、強度は初め徐々に増加し、その後急激に低下し、載荷応力レベル以下となって破壊する。

時間依存の変形は弾性的部分と非弾性部分に分けられる。そこでその弾性的部分と Kelvin Model に与えられるひずみエネルギー量 $W_e = \frac{\sigma \epsilon}{2} = \sigma^2(1 - e^{-\frac{\epsilon t}{\tau}})/4\mu$ と瞬間変形の弾性的部分のエネルギー W_L との和からひずみエネルギーを求めると表-1のようになる。これによると破壊時の弾性的ひずみエネルギーはほぼ一定となり弾性的変形が破壊を示す要素であるといえる。

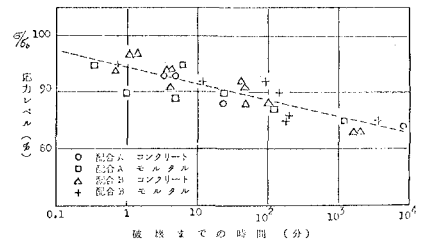


図-1 応力レベルと破壊までの時間の関係

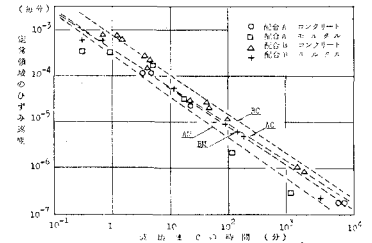


図-2 定常領域のひずみ速度

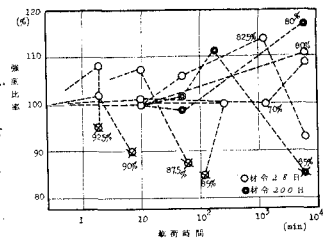


図-3 載荷中の強度変化

表-1 弾性的ひずみエネルギー (×10⁵-erg/cm²)

応力レベル (%)	破壊までの時間 (分)	瞬間変形の弾性的部分のエネルギー W_L	遅延弾性変形に要するエネルギー W_e	$W_e + W_L$
100	—	3.85	—	3.85
92.5	2.0	3.30	0.73	4.03
90	6.8	3.12	0.89	4.01
87.5	63	2.95	0.92	3.87
85	118	2.79	1.39	4.18
82.5	*	2.62	1.40	4.02
80	*	2.46	1.16	3.62

* 6000分までの観測値

3. 偏心した持続荷重をうけるRC柱の変形と破壊特性

曲げ部材のコンクリートの時間依存の変形は応力の大きい圧縮線において大きく増大し、クラック発生前には中立軸の低下をもたらし鉄筋の負担応力は増大するが前にも述べた高応力持続の場合は強度低下が部材の時間依存の破壊に對し最も大きく影響すると予想される。この実験は偏心軸圧縮をうけ、かつは加ス次モーメントをうけるRC柱の時間依存の変形と破壊について検討しようとするものである。

〈実験概要〉 供試体は図-4に示すような形状で、法で両端に載荷板を取付けたヒンジを持ち、3シリーズからなっている。Iシリーズはヒンジ間の長さ $l_0=161$ cm、偏心量 $e=0.7$ cm、IIシリーズ($l_0=161$ cm、 $e=1.5$ cm)およびIIIシリーズ($l_0=51$ cm、 $e=1.5$ cm)で各々応力レベル

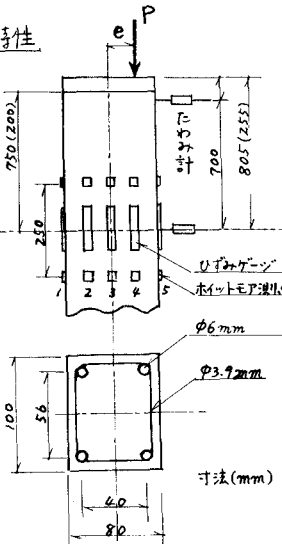


図-4 RC柱供試体

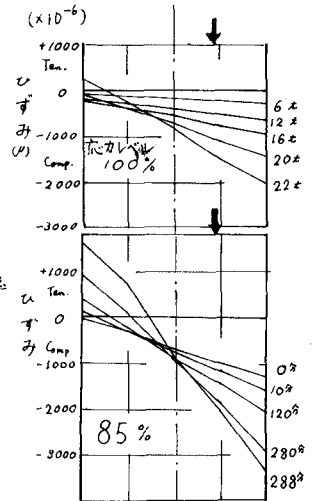


図-6 ひずみの変化の例 (Iシリーズ)

〈結果・考察〉 図-5に応力レベルと破壊までの時間の関係を示す。I, IIシリーズは同じ傾向を示し、長さの影響は破壊境界の低下としてあらわれる。図-6, 7に時間の経過に伴うひずみ、たわみの変化を示す。クラック発生(+0.0005)

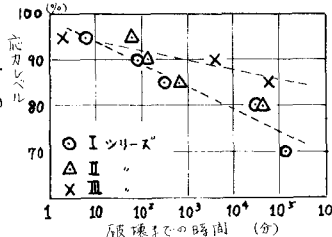


図-5 応力レベルと破壊までの時間の関係

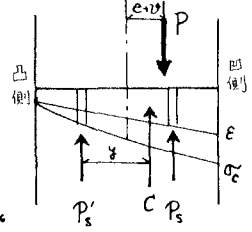


図-8 断面の力の釣合

は近まではひずみ分布は直線といふ。いま図-8のような力の釣合を考え(1)断面の平面斜歪(2)付着は完全(3)鉄筋の応力ひずみ曲線は台形(4)コンクリートの引張無視すれば短時間と持続の場合 図-9, 10のようになる。即ち 1 は同じ増加をするが、持続荷重では鉄筋応力が先に増加し、破壊近くになってコンクリートの負担力が増大する。中立軸は持続荷重により凹側の方へ移動する。図-11は三角形+矩形の応力分布と仮定した場合の移動状況である。各地点は応力履歴をうけているのでひずみとなる又は中立軸よりも凸側にあり、すでに引張長力が働いていると考えられる。

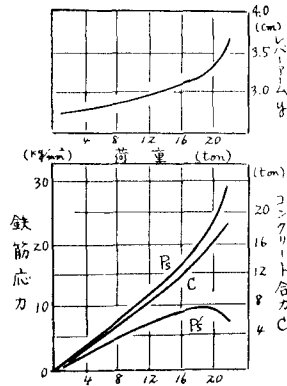


図-9 応力レベル100% (Iシリーズ)

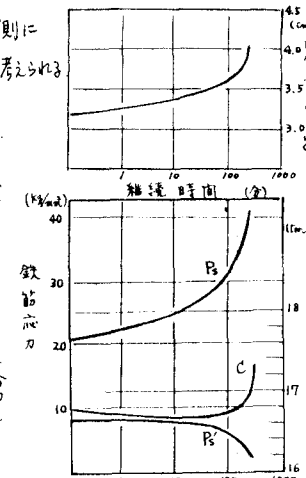


図-10 応力レベル85% (Iシリーズ)

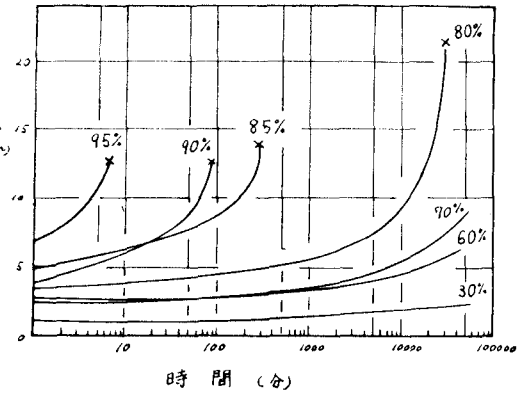


図-7 たわみの変化の例 (Iシリーズ)

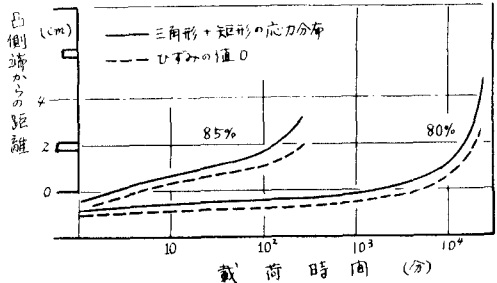


図-11 中立軸の移動 (Iシリーズ)