

中部工業大学

日本産業工業(株)

中部工業大学

正会員

○正会員

学生員

平澤 征夫

杉田 朗

加納 昌男

§1. 序 本実験は、準静的な圧縮繰返し载荷を受けるコンクリート・シリンダーの力学的挙動を究明する目的で行なった。また、コンクリートの最大強度を求めるための静的単純圧縮載荷試験と100回繰返し載荷した後の残存強度を求めるために行なった静的圧縮載荷試験において各々、剛性試験と行ない最大強度後の下降部の形状を求めた。

§2. 実験方法 供試体の載荷には、300 Ton(圧縮)・100 Ton(引張)構造物試験機を使用し、供試体はφ10×20cmの円柱供試体を用いた(28日目標強度350 kg/cm²、湿度20±1℃、相対湿度80±2%の恒温恒湿室内にて養生期間45±3日、コンクリート配合は表-1参照)。実験は以下の載荷方法で行なった。静的単純圧縮載荷試験より求めた最大荷重の30, 40, 50, 60, 70, 80, 85, 90, 95%に相当する荷重を上界荷重とし、下界荷重を1.0 Tonとして100回圧縮繰返し(載荷・除荷速度は平均して約±20 Ton/min)を行なった。100回繰返し載荷した後、無載荷状態を5分間続けた後、残存強度及び繰返し載荷した後の応力-ひずみ曲線を求める為に剛性圧縮載荷試験を行なった。また、供試体は静的単純圧縮試験用に121本、繰返し載荷用に48本、総計169本を使用した。なお、縦・横ひずみの測定には、ダイヤルゲージと電気抵抗線ひずみゲージ(G.L.68mm)を並用した。(注)剛性試験方法は試験機の剛性を高めるために円柱供試体と並列に

表-1 コンクリートの示方配合

粗骨材の最大寸法(mm)	スランプ(cm)	空気量(%)	セメント比 W/C(%)	細骨材率 S/G(%)	単位量(kg/m ³)			
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G
25	7±1	1.5±1	47	40	176	374	716	1081

PC鋼棒(C種φ32mm)を3本配置して試験を行なった(図-1参照)。

§3. 試験結果および考察 繰返し載荷した時のコンクリートの力学的挙動を観察するために各サイクル毎の繰ひずみ(図-3)、および弦弾性係数(Loop Chord Modulus)(図-4)の変化、また、100回の繰返し載荷に耐えた供試体において行なった101サイクル目の応力-ひずみ関係(図-5)、および、残存強度(図-6)などを調べた。なお、本論で述べている各サイクル毎の弦弾性係数は次式で与えられる各サイクル毎の値である。すなわち、載荷時の応力-ひずみ曲線の上界応力と下界応力時のひずみの差の相対的な値(応力-ひずみ曲線の勾配の大小)である(図-2参照)。

$$\text{Loop Chord Modulus} = (e_c - e_A) / (\varepsilon_c - \varepsilon_A) \quad (\text{kg/cm}^2)$$

ただし、 e_c : 上界応力(kg/cm²)、 e_A : 下界応力(kg/cm²)、 ε_c : 上界応力時ひずみ、 ε_A : 下界応力時ひずみ

結果としては、坂・六車両博士が述べられているように1サイクル目に上界応力時ひずみが 1000×10^{-6} 以上生じる時100回以内の圧縮繰返しに耐えられず破壊することが確認でき、その上界応力レベルの限界は最大荷重の約70~80%の間にあることがわかる(図-3参照)。これは、上界応力レベルが70~80%以上になるとひずみの増加がある限界(本論では 1000×10^{-6})以上になりコンクリート内部の母材(ペーストと細骨材)と粗骨材とのひずみの増加のバランスがくずれ、微小ひびわれのような内部崩壊が進行して繰返し回数の増加と共に内部ひずみエネルギーが急激な増加を示しコンクリートの内部組織の維持が困難になり崩壊に至ったと思われる。この100回以内に破壊する上界応力レベル80%以上のものについて別の角度からコンクリートの

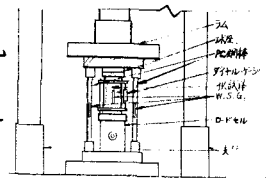


図-1 測定方法

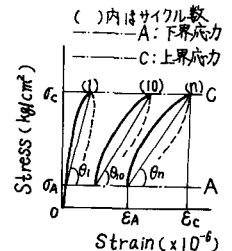


図-2 弦弾性係数

挙動を眺めてみる。その方法として繰返し回数毎の弦弾性係数の値(図-4参照)

の変化を調べてみると上界応力レベル80%以上のものに対して共通な事柄は、1サイクル目の弦弾性係数を下回った後10回以内の圧縮繰返し載荷により破壊に至っていることである。例として、1サイクル目の弦弾性係数を下回った後、破壊するに要した繰返し回数を調べると上界応力レベルが80%→8回、85%→6回、90%→5回、95%→3回であった。このことから繰返し載荷によりコンクリートが破壊する時の1つの目安として弦弾性係数の値が1サイクル目の弦弾性係数の値を下回った後10サイクル以内で破壊し、そして、上界応力レベルが高い程1サイクル目の弦弾性係数の値より下回った後、破壊に至るまでの繰返し回数が減少する傾向を持つといえるのではないと思われる。同様に、100回の繰返し載荷に耐えた上界応力レベル70%以下のものにおいてもその繰返し載荷による影響を剛性試験より求めた応力-ひずみ曲線の形状と残存強度の変化から調べてみる。まず、図5より応力-ひずみ曲線の最大応力到達後の下降域を比べてみると上界応力レベル50%以下の応力-ひずみ曲線の形状は静的単圧縮載荷のものとはほとんど変わりなく応力-ひずみ曲線に与える影響は少ないと思われる。また、上界応力レベル60、70%の応力-ひずみ曲線の下降域がstaticのものとは比べて勾配が急である。これは、100回の繰返し載荷による応力-ひずみ曲線の囲む面積の減少、すなわち、韌性の低下ということが言えるのではないと思われる。以上の結果より100回の繰返し載荷によるコンクリートに対する影響は最大応力の60%以上の上界応力の時コンクリートの性質に変化を与えらると思われる。なお、図-6から100回の繰返し載荷に耐えた上界応力レベル70%以下のものの残存強度とstaticの強度と比較してみるとわずかながら強度低下が認められた(各上界応力レベル毎の平均値において約2~6%の強度低下)。

§4. まとめ 普通の場合コンクリートの繰返し載荷による定量化の方法として上界、あるいは、下界応力時ひずみの両者または、片方のみ論じているようだがここに取り上げた各周期毎の弦弾性係数のような各上界レベルにおける上界および下界時ひずみの相対的な変化を調べる方法により、比較的正確に破壊に到達するまでの繰返し回数を推定することが可能ではないと思われる。この方法は、また、1サイクル目の弦弾性係数に対する資料を蓄積することにより、ある程度履歴を受けたコンクリートに対してもそれ以後の弦弾性係数の変化を知ることにより破壊までの繰返し回数を推定することも可能となることを示唆している。

最後に、実験に際し御協力を受けた中部工業大学の諸先生、並びに学友諸氏に感謝の意を表します。

§5. 参考文献

- 1) 六車 照, 富永 恵: Repeated Over-Loadを受けるコンクリートの力学的性質の遷移現象について「材料」第19巻, 第200号, 昭和45年5月

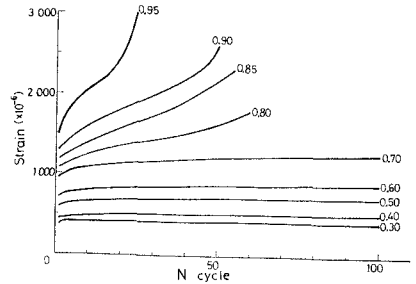


図-3 繰返し回数と上界応力時ひずみ

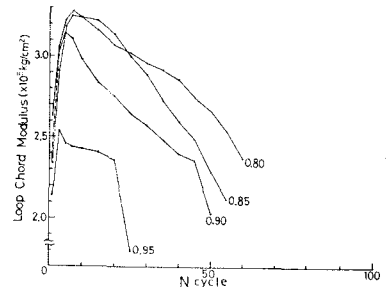


図-4 繰返し回数と弦弾性係数

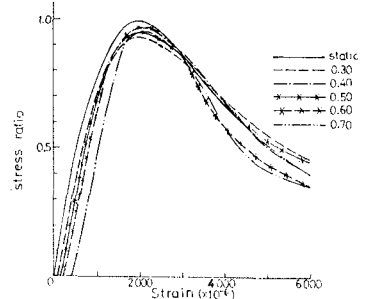


図-5 応力度比-ひずみ曲線

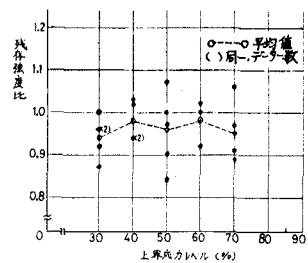


図-6 残存強度