

九州大学 工学部 正員 徳光 善治
 大学院 学生員 江崎 哲郎

まえがき

短時間強度に対して持続荷重強度はその75~80%程度で、それより高い持続応力を加えようと時間依存の破壊を生じることはよく知られている。これは不安定なクラックの増大などによる弱体化の作用によるものであるが、一方、適当な持続荷重は強度、弾性係数を高くする作用も持ち、この拮抗した2つの作用の平衡関係が時間依存の破壊現象に大きく影響するものと考えられる。本研究はコンクリートの破壊機構の把握という立場から特に時間的要素という点に着目して行なったもので、ここでは、その際重要な要素たる載荷材令および荷重持続時間の変化に対しての一軸圧縮強度特性を調べるのが主たる目的である。

実験供試体と実験手順

供試体は $\phi 5 \times 10$ cm, $W/C = 60\%$, $C/S = 1:2.4$ の早強セメントを使用したモルタル供試体で、載荷材令を3種(3日, 28日および200日)(各々圧縮強度 259, 491および589 Kg/cm^2)、荷重持続時間を6種(2, 10, 50, 250, 1250および6,000分)に変化させ、各応力レベル毎に載荷した。実験方法は、先づ所定の応力レベルまで荷重を単調増加させ、一定時間の持続を終えると、そのまま荷重を単調増加させ破壊に至らしめる。そしてその間の変形を連続して測定する。

実験結果および考察

図1, 2に各材令毎の載荷によるひずみ-時間曲線を示す。図2の左側の曲線は基本となる単調増加の応力-ひずみ曲線であるが、このように応力軸を応力レベルとして表わすと材令が大きくなるほど曲線は直線に近づくので、同一応力レベルではひずみの値が異なり、材令がひずみの値に影響し、水和の進行による強度の伸びの影響以外にも破壊までの時間に影響を及ぼす。更に前回の報告に

* 27回年次学術講演会(昭和47年10月)V-52.

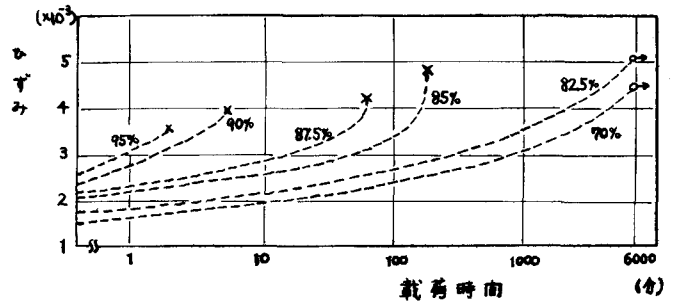


図-1. ひずみ-時間曲線 (載荷材令28日)

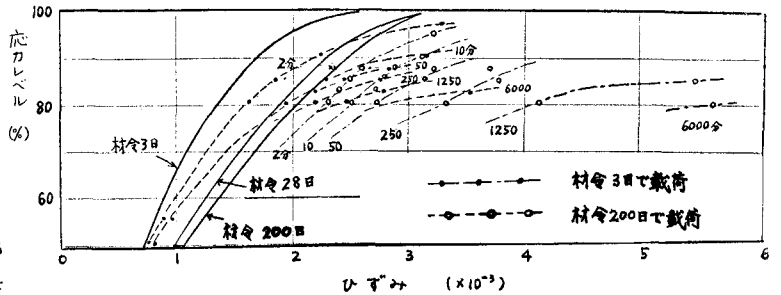


図-2. ひずみ-時間曲線 (載荷材令3日, 200日)

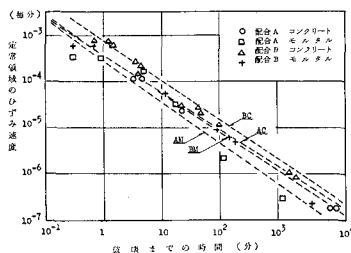


図-3. 定常領域のひずみ速度と破壊までの時間の関係

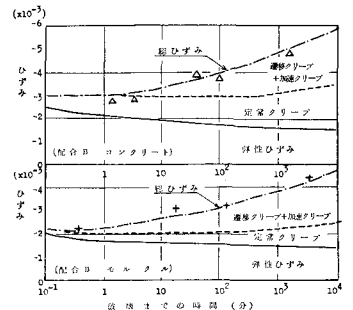


図-4 破壊の限界ひずみの変化

よれば、図3に示すようにフリー7th曲線の定常領域のひずみ速度 $\dot{\epsilon}$ と破壊までの時間 t の関係は $\ln \dot{\epsilon} = a \ln t + b$, ここで実験の範囲では $a = -0.83 \sim -0.91$, $b = -3.29 \sim -3.75$ にあり、例えば配合Bでは図4に示すように破壊までの時間が長くなると破壊限界のひずみも増大する。従って一定ひずみに達したときに破壊するという取扱いができません。材令、破壊までの時間に依存することが明らかである。図5に持続載荷後の加力による応力-ひずみ関係の例を示す。加力により、初載荷時のイニシャルモジュラス程度の傾きで鋭く上昇し、強度的にも短時間強度以上になる場合もある。図6はこの部分の(イニシャルモジュラス)(上昇荷重)から求めた、弾性的変形可能量(残余している弾性ひずみ)と推定される破壊までの寿命時間の関係である。これによればひずみが0となる場合を破壊とすれば、このひずみが破壊に対し重要な要素であると考えられる。従って、遅延弾性変形の進行、飽和により破壊するといういわゆる破壊ひずみエネルギー説は、この点からいえばある程度妥当性があると考えられる。図7に所定の時間の持続載荷後の加力による強度増減を載荷時間に対して示す。(材令進行による強度増は差引いている)。これによれば、持続荷重によって短時間強度は最初徐々に増加する。また、応力レベルの異なるものは短時間に強度上昇をし限界付近で急激な強度低下を生じ破壊する。図8は図7をもとに、時間軸を、破壊時間を100%としてとり、各応力レベル毎にひずみ-時間曲線を示したものである。ここで図中⊙印は図7の強度のピークとなっている点を示す。一般にひずみ-時間曲線は3つの領域に分けられ、遷移領域15~20%、定常領域70~80%、加速領域5~10%と考えられているが、このことより、遷移領域から定常領域にかけての区間付近で強度が最大に達しているのは妥当な結果であると考えられる。また、強度の低下に関しては、定常領域はまだ比較的安定した状況にあり、低下する点は加速領域に移る地味であろうと推定される。そのように仮定すれば、図7中における強度低下は破壊直前に急激に生じることになる。

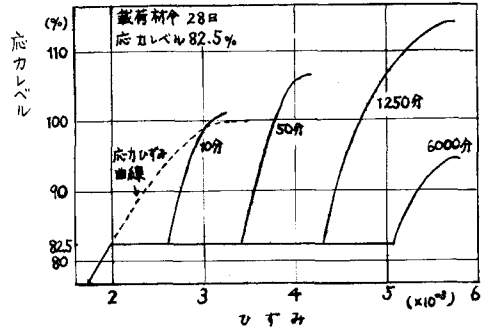


図-5. 持続載荷後の応力-ひずみの関係

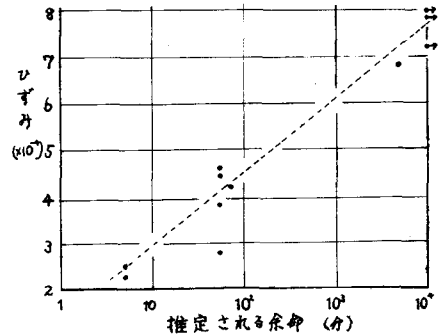


図-6. 残余している弾性ひずみと寿命の関係

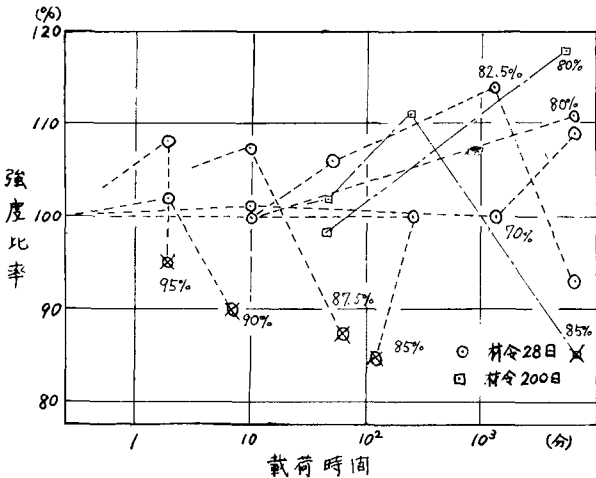


図-7. 持続載荷中の強度の変化

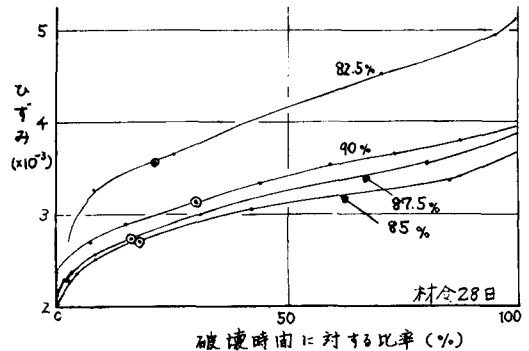


図-8. ひずみ-時間曲線