

防大土木工学教室 正員 ○加 藤 清 志

防大土木工学教室 正員 近 江 雅 夫

1. まえがき

先にコンクリートモデル、セメントペースト、モルタル、ブレンコンクリートなどについての圧縮^{たとえは1)}载荷によって生じる微小ひびわれや、気泡殻ひびわれの特徴・発生機構について報告した。さらに、微小ひびわれを定量的に評価する一つの方法として、コンクリートの内部摩擦としての対数減衰率表示が可能であり、かつ、接線係数とは一次の対応をなすことから応力-ひずみ曲線を求めることができることがわかった。結局、微視的観点からすれば内部摩擦の増大は、非弾性的挙動の要因となり、さらに、破壊耐力低下といった破壊現象に連なる。本報告は以上の諸現象を踏まえて、各種の配合と養生方法に差のあるブレンコンクリートが、载荷履歴により受ける物性変化とその非破壊的評価方法について実験・考察し、実施コンクリートの载荷中の物性あるいは力学的挙動を評価するための基礎的資料を求めることを目的とした。

2. 実験方法

(1) 供試体 セメントは比重3.16の普通ポルトランドセメントで、粗骨材は最大寸法20mm、比重2.65の川砂利、細骨材は比重2.56の川砂である。配合は重量比で1:1:2, 1:1.5:3, 1:2:4, 1:3:6の4種とし、おのおのについてスランブを3cmと15cmの2種ずつとした。養生方法は シリーズ I (28日標準養生), シリーズ II (1週水中, 3週気乾), シリーズ III (28日気乾)の3種である。

(2) 装置 加圧にはアムスラー形圧縮試験機を、縦・横ひずみの計測にはそれぞれ自動平衡加算式と手動零位式ひずみ計を用いた。载荷方向と直交する供試体の超音波縦波伝播速度の測定にはウルトラソニースコープ(振動子の基本周波数は200 KHz)で、動弾性係数は縦振動法で、対数減衰率は自由減衰波高法によった。

(3) 実験の手順 単純圧縮载荷によって強度を求め、この値を5~7分割して応力レベルを決め、繰り返し圧縮载荷した。

3. 実験結果

1) 本実験の強度範囲は580~142kg/cm²で、養生条件によって変化し、気乾養生期間の長いほど圧縮強度は低下する。 2) 見掛けの比例限度は強度に対し一定応力比ではなく、0.3~0.7の範囲にあり、強度とともに大きくなり、200kg/cm²以下の強度では急激に低下する。圧縮強度と見掛けの比例限度応力比とは二次関数で表現される(図-1参照)。 3) ポアソン比変化開始点、すなわち、開始応力は応力比で0.7~0.9で、強度の増大とともに増大し、両者は一次関数で表現される。 4) 臨界応力は従来報告されているように一定の応力比ではなく 0.7~0.95で、強度の増大とともに増

大し、両者は一次関数で表現される（図－２参照）。 5）伝播速度の初期変化開始点応力比は、従来の報告では0.25～0.90の大きな範囲をカバーしている。慎重に測定した結果では0.15～0.61で、その応力比と圧縮強度とは二次関数で表現される（図－３参照）。 6）伝播速度の後期変化開始点応力は下臨界応力とも呼ばれ、応力比で0.62～0.90で、圧縮強度とは一次関数で現わされる（図－３参照）。 7）特性値を応力比で現わした場合の相対的關係 伝播速度の初期変化開始点は、一般には見掛けの比例限度より低い応力比で変化を開始する。ポアソン比変化開始点と伝播速度の後期変化開始点とは、工学的にほぼ一致するといつてよい。下臨界応力比より約5%高い応力比で、臨界応力に達する。したがって、伝播速度の後期変化開始は臨界応力状態の先駆現象といえる。 8）特性値をひずみ比で現わした場合の相対的關係 コンクリートに圧縮破壊が生じる場合のひずみ能力はほぼ一定であることから、特性値をひずみ比で表現しても、応力比で比較した場合とほぼ同様の形況を示す。 9）特性値と配合比との関係 (a) 見掛けの比例限度の応力比は富配合（1：1：2）から貧配合（1：3：6）になるにしたがい、また、気乾養生期間が長くなると0.6程度から0.4程度にまで低下する。(b) 臨界応力比は富配合から貧配合になるにしたがい、スランブの大きいほど、気乾養生期間が長いほど0.9から0.7へと低下する。(c) 伝播速度の初期変化開始点は、一般に見掛けの比例限度よりも低い応力比で、とくに貧配合で強度が低いほど早期に現われる。(d) 伝播速度の後期変化開始点は、臨界応力よりも約5%低い応力比で捕えられ、配合比・スランブ・養生方法の影響は臨界応力の場合と同様である。(e) ポアソン比変化開始点は、伝播速度の後期開始点とほぼ合致し、配合比等の影響も同様である。(f) 特性値をひずみ比で比較した場合、数値の絶対値は小さいが応力比で表現した場合とほぼ同様である。 10) 載荷前の対数減衰率と圧縮強度とは一次関数で現わされ、圧縮強度の大きいものほど対数減衰率は小さくなる。供試体の乾燥度の影響はあまり顕著ではない。 11) 応力比の上昇とともに、対数減衰率は放物線的に単調に大きくなり、臨界応力度から急激に増大する。これは網状モルタルひびわれの形成が主要因と考えられる。 12) 動弾性係数は応力比の上昇とともに比例限度近傍まで直線的に低下し、臨界応力度近傍から顕著な低下を示す。 13) 対数減衰率を媒介して誘導した応力－ひずみ曲線式（図－４参照）

$$\sigma = E_B \{ 1 - (1 - E_a/E_B)(\epsilon/\epsilon_u)^2 \} \epsilon \quad (\text{ただし、} \sigma : \text{圧縮応力、} \epsilon : \text{圧縮ひずみ、} E_B : \text{初期接線係数、} E_a : \text{割線係数、} \epsilon_u : \text{終局ひずみ})$$

の特徴は (a) 式中の諸元がまったく非破壊的に求められる。(b) コンクリートの品質や力学的性質を評価する初期接線係数や割線係数、終局ひずみなどのパラメーターを含む。(c) “ひずみ能力一定”の破壊基準にのっとっているため、一つの破壊理論式ともいえる。

4. むすび

以上の諸結果から、現在使用中のコンクリート構造物の各メンバーの品質を超音波伝播速度、あるいは、あらかじめ埋め込んだひずみ計などのひずみ量を継続的に追跡し、その変化点をキャッチすることにより、内部微小ひびわれ状態との関連性において「構造物のメンバーがどの程度耐久限度に近づいているのか。」という情報として認識し、かつ、対処すべき方策を講じる判断の規準として利用しうる。

5. あとがき

本実験に終始ご援助をいただいた防大土木工学教室 荻野雪男技官にあつくお礼申しあげる。

参考文献

- 1) 加藤清志：“ブレンコンクリート中のマイクロラックと物性” 土木学会論文報告集，
№ 188， pp. 61-72， 昭和46年4月。

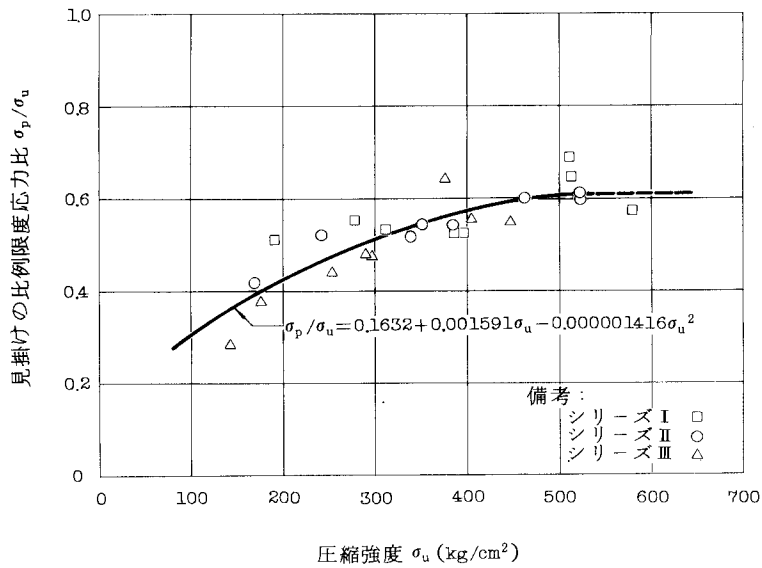


図-1 見掛けの比例限度応力比と圧縮強度との関係

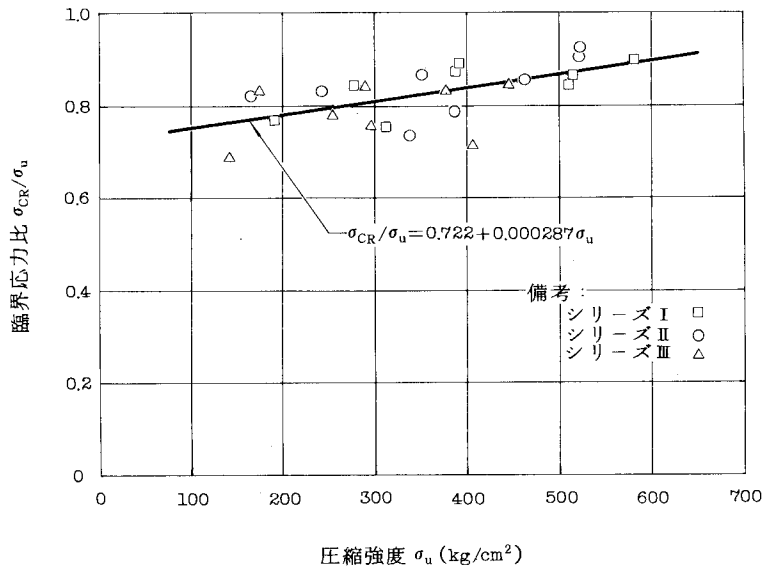


図-2 臨界応力比と圧縮強度との関係

