

V-36

コンクリート強度が破壊プロセスゾーンの性状に及ぼす影響

東北学院大学 学生員 ○日下 浩樹

東北学院大学 フェロー 大塚 浩司

東北学院大学 学生員 斎藤 英治

1. まえがき

コンクリートの内部の破壊プロセスゾーンの性状を直接的、可視的に調べる研究は少なく、未だ十分には解明されていない。そこで本研究は、引張の作用下でコンクリートに生じる破壊プロセスゾーンをX線造影撮影法によって、非破壊的に検出し、その性状を解明することを目的としたものである。さらに、供試体載荷時に得られる荷重－開口変位曲線から多直線近似法を用いた逆解析によって引張軟化曲線を推定し、破壊プロセスゾーンとの関係について考察を加えた。

2. 実験方法

実験で用いたセメントは、早強ポルトランドセメントである。細骨材として川砂、粗骨材として最大寸法20mmの砕石を使用した。コンクリートの配合は、目標圧縮強度が20N/mm²、40N/mm²および60N/mm²の3種類を用意した。供試体は打設後1日で脱型し、水中養生した後、圧縮強度が目標値になる材令で実験に使用した。

図-1は、供試体を示したものである。寸法は350×350×80mmと一定とした。また、供試体には初期ひび割れを導くための幅2mmのノッチを設けた。さらに、供試体には、X線造影撮影のために造影剤注入孔を設けてある。

図-2は実験装置概要を示したものである。載荷方法は、引張載荷装置から伝わる荷重がダイレクトに供試体に載荷されるように工夫されている。引張載荷装置にロードセル及びクリップゲージを設置し、荷重とひび割れ開口変位の値をデータロガーにより測定した。

また、解析にコンクリートの荷重－開口変位曲線から多直線に近似した引張軟化曲線を逆解析する方法を用いた。解析に用いた要素は総節点数180点、総要素数272点で構成し、ひび割れは、供試体の対称軸に沿って進展していくものとし、ひびわれ部での節点数は45点とした。

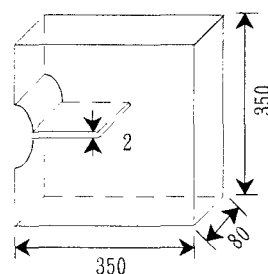


図-1 供試体寸法形状

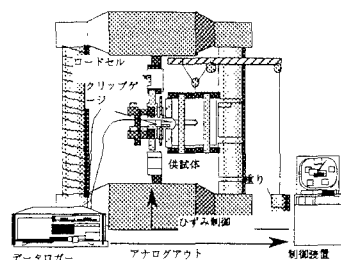


図-2 実験装置概要

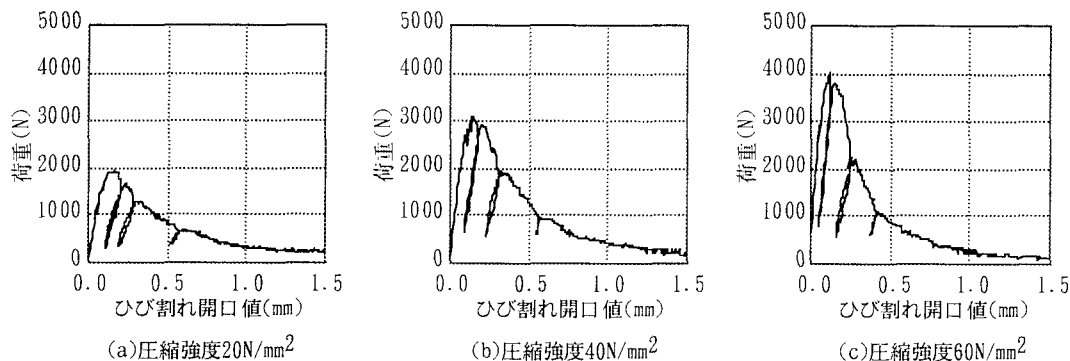


図-3 荷重－開口変位曲線

3・実験結果と考察

図-3は、圧縮強度 20N/mm^2 、 40N/mm^2 および 60N/mm^2 の実験から得られた荷重-開口変位曲線を示す。80%荷重点($0.8P_{\max}$)、最大荷重点($P_{\max}$)、最大荷重後70%荷重点($0.7P_{\max}$)、最大荷重後30%荷重点($0.3P_{\max}$)および終局点でX線造影撮影を行った。

図-4は撮影されたX線フィルムの一例である。フィルムから、造影剤が注入孔から侵入してひびわれに浸透しているのが分かる。このフィルムをトレースして破壊プロセスゾーン長さおよび幅を求めた。

図-5は、最大荷重点における圧縮強度 20N/mm^2 、 40N/mm^2 および 60N/mm^2 のX線フィルムトレース図の一例である。それぞれの破壊プロセスゾーンの性状を比較すると、圧縮強度が大きくなると破壊プロセスゾーン長さは長くなり、幅は狭くなる傾向が見られた。これは、コンクリートの圧縮強度が強くなると骨材とセメントペーストとの付着強度も強くなり、骨材を迂回していたひび割れが骨材を貫通して進展するようになったためと考えられる。

図-6は、荷重-開口変位曲線から求めた引張軟化曲線をコンクリートの圧縮強度別に示している。コンクリートの圧縮強度の違いによる引張軟化曲線の違いは、最大荷重点付近の引張応力にあると思われる。コンクリートの圧縮強度が大きくなるにつれて初期引張応力に対する引張応力の低下割合が大きくなる傾向が見られた。このことから、コンクリートの圧縮強度と引張軟化曲線には密接な関係があるものと考えられる。

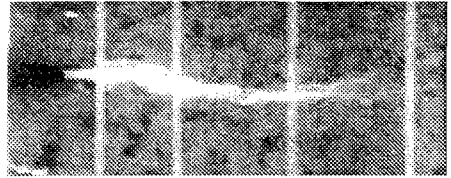


図-4 X線フィルム

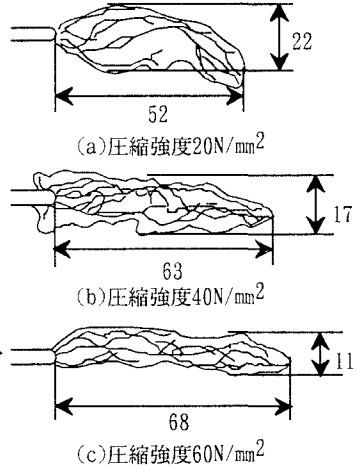


図-5 圧縮強度別X線フィルムトレース図

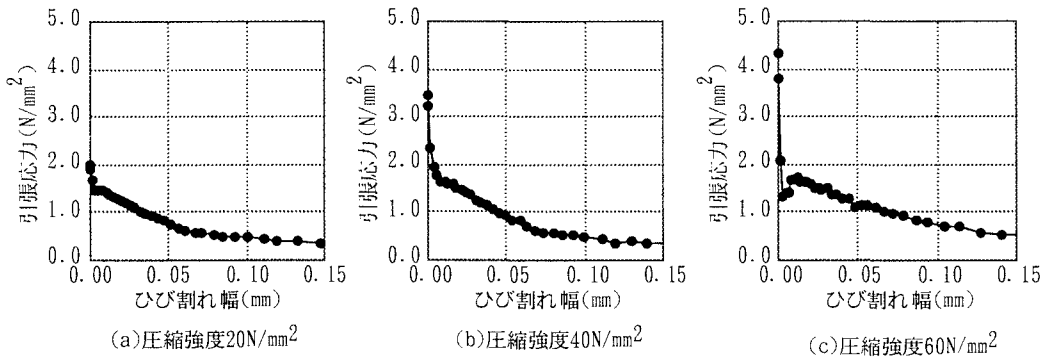


図-6 圧縮強度別引張軟化曲線

4・まとめ

本実験の範囲以内から次の事が言える。

- 1) コンクリートの圧縮強度が大きくなると破壊プロセスゾーン長さは長くなり、幅は狭くなる傾向が見られた。これは、コンクリートの圧縮強度が強くなると骨材とセメントペーストとの付着強度も強くなり、骨材を迂回していたひび割れが骨材を貫通して進展するようになったためであると考えられる。
- 2) 荷重-開口変位曲線から求めた引張軟化曲線の結果から、コンクリートの圧縮強度が大きくなると、初期引張応力に対する低下割合が大きくなる傾向が見られた。このことから、コンクリートの脆性評価に引張軟化曲線は使用できると考えられる。