

V-411

コンクリートの引張破壊進行領域の性状と引張軟化挙動

東北学院大学 学生員○日下 浩樹

東北学院大学 正会員 大塚 浩司

東北学院大学 学生員 穴戸 直哉

1・まえがき

コンクリートの内部の破壊進行領域の性状を直接的、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進行領域を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、破壊進行領域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り、骨材は、細骨材として川砂、粗骨材として最大寸法10mm(以後、d10とする)及び20mm(以後、d20とする)の砕石を使用した。コンクリートは、W/C=68%、S/A=47%とし、目標とする圧縮強度は20N/mm²とした。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。

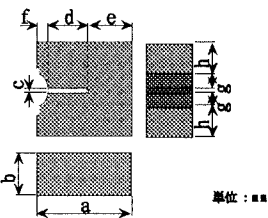
図-1は、供試体を示したものである。Sタイプ、Mタイプ、LタイプおよびLLタイプの4種類である。Sタイプ、Mタイプ、Lタイプ、LLタイプの供試体寸法比は1:1.5:2:3であ供試体の厚さは骨材の最大寸法の4倍である80mmとした。また、これらの供試体の一辺に幅2mmのノッチを設けた。さらに、供試体には、X線造影撮影のために造影剤注入孔を設けてある。

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。

図-4は、荷重-ひび割れ開口変位曲線を示す。80%荷重点(0.8Pmax)、最大荷重点(Pmax)、最大荷重後70%荷重点(0.7Pmax)、最大荷重後30%荷重点(0.3Pmax)及び終局点で撮影を行った。

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。この解析方法はひびわれ進展解析において、ひびわれが進展するごとに引張軟化曲線の勾配を荷重-開口変位関係の計測結果と解析の一致性から決定し、引張軟化曲線の全体像を推定していくものである。解析法のフローチャートを図-3に示す。

解析に用いた要素要素は総節点数94点、総要素数138点で構成し、ひびわれは、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25点とした。



	a	b	c	d	e	f	g	h
S type	175	80	2	72	83	20	27.5	59
MS type	262.5	80	2	118	124.5	20	27.5	101.5
M type	350	80	2	165	165	20	27.5	146.5
L type	525	80	2	256	249	20	27.5	234

図-1 供試体寸法

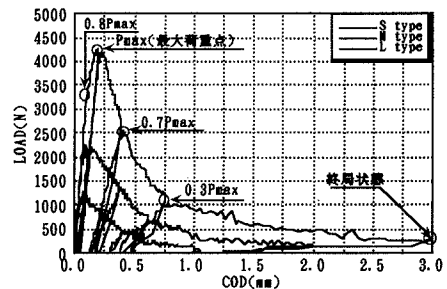


図-2 荷重-開口変位曲線

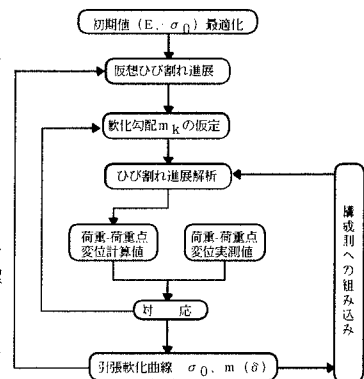


図-3 解析法のフローチャート

キーワード： X線造影撮影法、引張破壊進行領域、引張軟化曲線

連絡先：〒985-0873 宮城県多賀城市中央1-13-1 TEL 022-368-1115 FAX 022-368-7070

3・実験結果と考察

図-4は撮影したX線フィルム、及びトレース図の一例である。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進行領域長さ、幅、面積を求めた。

図-5は、Lタイプの最大荷重後70%荷重点におけるd10とd20のX線フィルムトレース図の一例である。それぞれの破壊進行領域長さを比較するとd10の方がd20より長さ方向に大きく進展する傾向が見られた。破壊進行領域幅に関しては、d20の方がd10よりも幅方向に大きく進展する傾向が見られた。

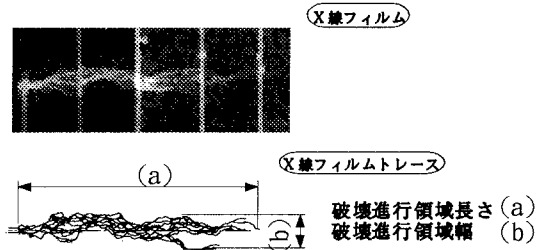


図-4 X線フィルム、X線フィルムトレース

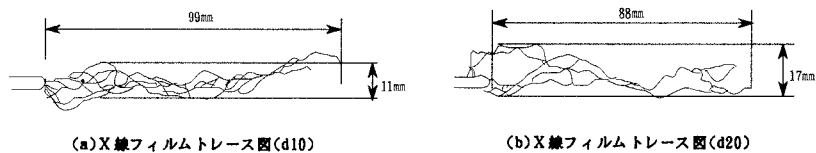


図-5 骨材別X線フィルムトレース図

図-6は引張軟

化曲線を示すものである。荷重－開口変位曲線と引張軟化曲線の比較から、引張軟化曲線の傾きが大きく変わる点は、荷重－開口変位曲線の80%荷重点および最大荷重点に相当するのではないかと考えられる。

図-7は、荷重－開口変位曲線から求めた引張軟化曲線をMタイプのd10、d20の平均で比較したグラフである。骨材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力にあると思われる。d10の場合に引張力が低下した時でも、d10に比べd20のほうが引張応力を保っている。またX線造影撮影法より、骨材が大きくなると、ひび割れが幅方向に広がる結果が得られた。その結果と引張軟化曲線を比較してみると、幅方向にひび割れが広がる過程で、骨材の最大寸法の大きい方が、引張応力を維持しつつ破壊に至るということが分かった。

4・まとめ

実験の範囲以内から次の事が言える。

- 1) 骨材寸法が小さいほど、破壊進行領域の幅は小さくなるが、長さは長くなることが分かった。このことが、骨材寸法の小さいコンクリートが、脆性的に破壊する原因の一つとして考えられる。
- 2) 荷重－開口変位関係から逆解析を用いて求めた引張軟化曲線がかなり敏感に骨材寸法の変化を表現することが分かった。また、破壊進行領域の形状と引張軟化曲線とに密接な関係があることが分かった。

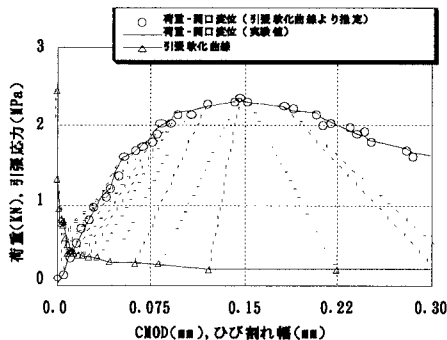


図-6 荷重－開口変位曲線と引張軟化曲線

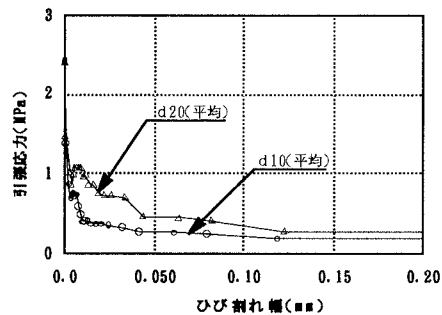


図-7 引張軟化曲線のd10、d20平均の比較