

V-10

コンクリートの引張破壊進行領域の性状に及ぼす各種要因の影響

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 岡 明義

1・はじめに

コンクリートが破壊する際、コンクリートの内部には微細なひび割れ群からなる破壊進行領域が存在する。コンクリート内部の破壊進行領域の性状を直接的、可視的、経時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、引張作用下でコンクリートに生じる破壊進行領域の性状をX線造影撮影法を使用して、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。

2・実験方法

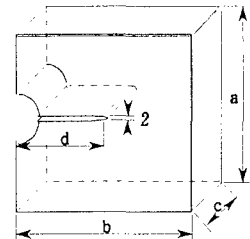
実験で使用したセメントは、早強ポルトランドセメントであり、骨材は、細骨材として川砂（以後、d5とする）、粗骨材として最大寸法10mm（以後、d10とする）、15mm（以後、d15とする）および20mm（以後、d20とする）の砕石を使用した。コンクリートは、 $W/C=68\%$ 、 $s/a=47\%$ とし、目標圧縮強度は 20N/mm^2 とした。供試体は打設後1日で脱型し、水中養生した後、圧縮強度が目標値になる材令で実験に使用した。

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、LLタイプの4種類のコンパクトテンション型供試体を使用した。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であり、供試体の厚さは骨材の最大寸法の4倍である80mmと一定とした。また、供試体には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いる。載荷方法は、引張載荷装置から伝わる荷重が直接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およ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グにて測定した。

3・実験結果と考察

図-2は、荷重-ひび割れ開口変位曲線の一例を示す。図の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)および終局点でX線造影撮影を行った。

図-3は撮影したX線フィルムおよびX線フィルムからひび割れをトレースした図の一例を示す。X線フィルムからひび割れに造影剤が浸透しているのが分かる。このひび割れをトレースし、破壊進行領域の長さ、幅および面積の測定を行った。



	a	b	c	d
S	175	175	80	92
M	262	262	80	128
L	350	350	80	185
LL	525	525	80	276

単位 (mm)

図-1 供試体寸法

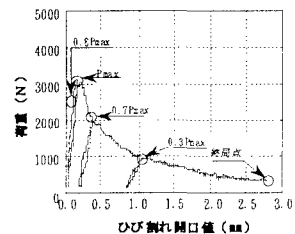


図-2 荷重-開口変位曲線

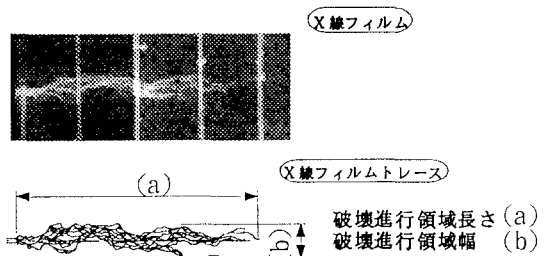


図-3 X線フィルム、X線フィルムトレース

図-4、図-5は供試体寸法別の荷重点別破壊進行領域長さおよび破壊進行領域幅を示す。荷重が増加するにつれて破壊進行領域長さが長さ方向に増加することが分かる。しかし、破壊進行領域幅は供試体寸法が増加してもそれほど変化しないことが分かった。

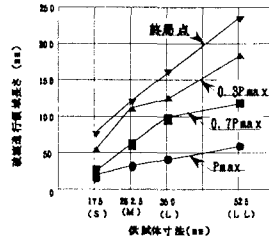


図-4 破壊進行領域長さ
と供試体寸法の関係

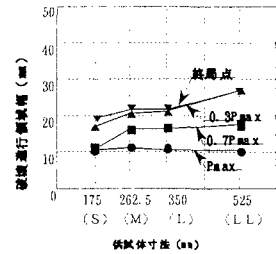


図-5 破壊進行領域幅と
供試体寸法の関係

図-6は供試体寸法別の別破壊進行領域長さ比を示す。供試体寸法比が1:1.5:2:3と増加するにつれて P_{max} で1:1.7:2.2:3.3、0.7 P_{max} で1:2.4:3.7:4.5となり供試体寸法比以上の増加が見られた。このことが最大荷重点以後、供試体寸法が増加するにつれ脆性的に破壊しやすくなる原因であると考えられる。

図-7および図-8は供試体をタイプと一定とした場合の、骨材寸法d5、d10、d15、d20の破壊進行領域長さおよび破壊進行領域幅の関係をj示す。骨材寸法がd10、d15、d20と増加するにつれて破壊進行領域長さは各荷重点で短くなる傾向が見られた。また、破壊進行領域幅は、骨材寸法が増加するにつれて幅方向に広がる傾向が見られた。これは、ひび割れが骨材を迂回するために骨材寸法が大きくなるにつれて破壊エネルギーが長さ方向ではなく幅方向に消費されるために、破壊進行領域長さは短くなり、破壊進行領域幅が大きくなるものと考えられる。しかし、d5のモルタル供試体においては、 P_{max} で破壊進行領域長さをd10を若干上回る傾向が見られたが、荷重が増加するにつれ破壊進行領域長さは短くなる傾向が見られた。これは発生するひび割れの性状が違うためであると考えられる。

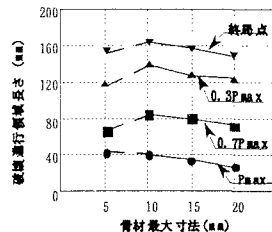


図-7 破壊進行領域長さ
と骨材寸法の関係

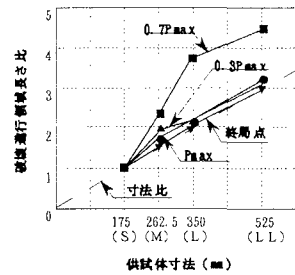


図-6 破壊進行領域長さ比
と供試体寸法の関係

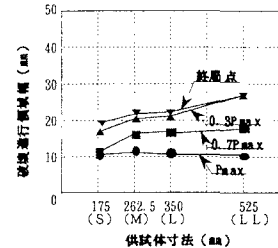


図-8 破壊進行領域幅と
骨材寸法の関係

4・まとめ

本研究の範囲内で以下のことが言える。

- 1) 骨材寸法を一定として供試体寸法を増加させた場合、 P_{max} で1:1.7:2.2:3.3、0.7 P_{max} で1:2.4:3.7:4.5となり供試体寸法比1:1.5:2:3以上の進展が見られた。
- 2) 供試体寸法を一定として骨材の最大寸法を増加させた場合、骨材の最大寸法d10以上においては骨材寸法が増加するにつれて破壊進行領域長さは短くなり、破壊進行領域幅は広がる傾向が見られた。これは骨材の最大寸法が大きくなるとひび割れが骨材を迂回して伸展するためであると考えられる。しかし、D5のモルタル供試体については P_{max} でd10の破壊進行領域長さを若干上まわる傾向が見られたが荷重が増加するにつれて長さは短くなる傾向が見られた。