

X線造影撮影法によるコンクリートの引張破壊進行領域の性状に関する実験的研究

東北学院大学工学部 学生員○小野寺 隆柔
 東北学院大学工学部 正会員 大塚 浩司
 東北学院大学大学院 学生員 今野 洋一
 東北学院大学工学部 学生員 大沼 礼亨

1・まえがき

コンクリート部材の寸法が大きくなるにつれて一般にその強度が減少するという、いわゆる寸法効果は、経験的に良く知られている現象である。この寸法効果の機構が解明できれば、大型構造物などの設計精度の向上が期待でき、経済的でより安全な構造物を作る事が出来ると考えられる。しかし、寸法効果の原因及び性状は未だ十分には解明されていない。

本研究は、コンクリートが引張破壊する際に、コンクリート表面に巨視的ひび割れが発生する以前に内部に発生する微視的破壊進行領域の性状と寸法効果との間に密接な関係があるのではないかと考え、相似形で寸法の異なる供試体を用いて、X線造影撮影法により微視的破壊進行領域の性状を実験的に調べたものである。

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。骨材は、細骨材として川砂、粗骨材として最大寸法10mmの碎石を使用した。コンクリートは、W/C=50%、S/A=54%とし、配合強度は30N/mm²とした。供試体は打設後1日で脱型し、水中養生した後、十分に乾燥させ、材令8日で実験に使用した。

供試体は図-1に示すSタイプ、MタイプおよびLタイプの3種類である。Sタイプ、Mタイプ、Lタイプの供試体寸法比は1:2:3である。供試体の厚さは骨材の最大寸法の8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。

載荷装置を図-2に示す。載荷装置は、引張裁荷装置から伝わる荷重がダイレクトに供試体に裁荷されるように工夫されている。引張裁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。このときの裁荷速度はひずみ制御によりクリップゲージの開口変位が毎分0.05mm増加するように自動制御モードで載荷を行った。

X線造影撮影は、図-3に示す荷重-ひび割れ開口変位曲線における最大荷重点・最大荷重の30%荷重降下点・変曲点・終局点において撮影を行い、その結果得られたX線フィルムをトレースし破壊進行領域長さおよび幅を測定した。

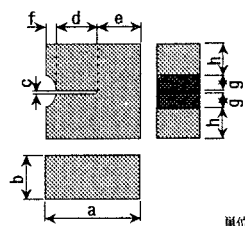


図-1 供試体寸法

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

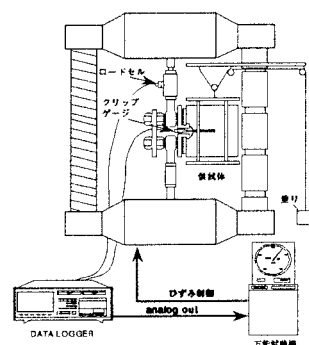


図-2 載荷装置

3・実験結果と考察

X線フィルムのトレースより測定した破壊進行領域の長さと幅を図-4に、破壊進行領域長さと幅を無次元化した図を図-5に、無次元化した破壊進行領域長さと幅を比にした図を図-6に示す。

図-4の実線部分は破壊進行領域長さを表し、点線はその幅を表す。この図から破壊進行領域長さは、Sタイプ、MタイプおよびLタイプ共に载荷が進むにつれて進展していくが、破壊進行領域幅は、それほど進展しない様子がわかる。

図-5における破壊進行領域長さの無次元化は、それぞれリガメント長さおよび骨材の最大寸法で除したものである。この図から無次元化破壊進行領域長さは、最大荷重点においてすでにそれぞれの供試体のリガメント長さのSタイプ：16%、Mタイプ：26%、Lタイプ：35%であり、Lタイプで最も大きな破壊進行が認められる。変曲点に至っては、破壊進行領域長さは、Sタイプ：76%、Mタイプ：83%、Lタイプ：90%にまで達しており、S・M・Lタイプの差は縮小している。破壊進行領域幅は、平均値の勾配がどの撮影点においてもほぼ一定であり、供試体の寸法比が増加してもほぼ一定の割合で進展していることがわかる。

図-6の破壊進行領域長さの無次元化比は、図-5におけるMタイプおよびLタイプの値をSタイプの値で除し、Sタイプに対してMタイプおよびLタイプがどのくらいの比率で破壊進行領域の長さおよび幅が進展しているのかを示してゐる。この図から、最大荷重点および30%荷重降下点において、破壊の進展率が大きいこと、無次元化破壊進行領域長さ比の変曲点、終局点および無次元化破壊進行領域幅比は、1~1.5倍の範囲に収束していることなどがわかる。このように、破壊は、供試体寸法比が大きくなると、最大荷重点付近において、破壊進行領域幅方向よりも破壊進行領域長さ方向により大きく脆性的に進展することが、寸法効果が生じている原因の一つではないかと考えられる。

4・まとめ

実験の範囲内で次の事がいえる。

- 1) 破壊進行領域長さの進展は、破壊進行領域幅の進展よりも大きいことがわかった。
- 2) 供試体寸法が大きくなると、最大荷重点付近において、破壊進行領域長さは、供試体寸法比より大きく進展し、より脆性的になることがわかった。これが寸法効果の生じる原因の一つではないかと考えられる。

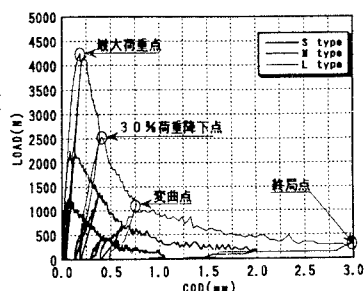


図-3 荷重・ひび割れ開口変位

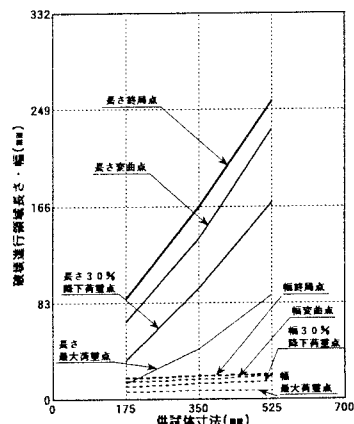


図-4 破壊進行領域長さ・幅

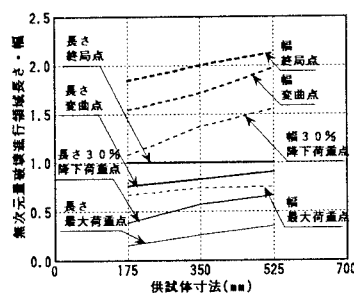


図-5 破壊進行領域長さ・幅
無次元量

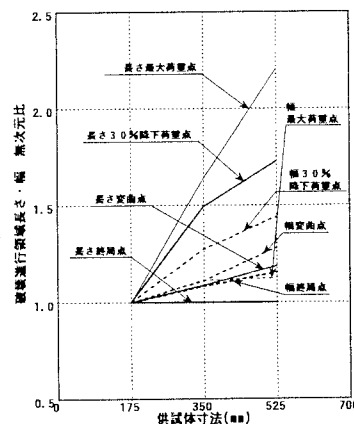


図-6 破壊進行領域長さ・幅
無次元比