

コンクリートの破壊進行領域の性状と部材寸法の関係

東北学院大学大学院 学生員 小野寺 隆柔
 東北学院大学工学部 正会員 大塚 浩司
 東北学院大学工学部 学生員 齋藤 尚徳
 東北学院大学工学部 学生員 高橋 宏紀

1・まえがき

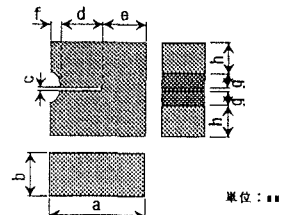
コンクリート部材の寸法が大きくなるにつれて一般にその強度が減少するという、いわゆる寸法効果は、経験的に良く知られている現象である。この寸法効果の機構が解明できれば、大型構造物などの設計精度の向上が期待でき、経済的でより安全な構造物を作る事が出来ると考えられる。しかし、寸法効果の原因及び性状は未だ十分には解明されていない。

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るとともに骨材の最大寸法を変えて、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。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て逆解析によって引張軟化曲線を推定し、それと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、 d_{10} とする）及び20mm（以後、 d_{20} とする）の砕石を使用した。コンクリートは、 $W/C=68\%$ 、 $S/\Lambda=47\%$ とし、配合強度は $20N/mm^2$ とした。供試体は打設後1日で脱型し、水中発生した後、十分に乾燥させ、材令5日で圧縮強度が一定になるようにして実験に使用した。

図－1は、供試体を供試体を示したものである。Sタイプ、MSタイプ、MタイプおよびLタイプの4種類である。Sタイプ、MSタイプ、Mタイプ、Lタイプの供試体寸法比は1:1.5:2:3である。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、供試体は、X線造影撮影のために造影剤注入孔を設けてある。



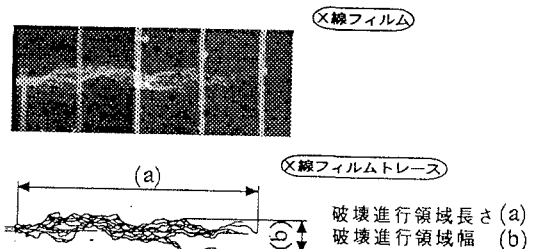
	a	b	c	d	e	f	g	h
S type	175	80	2	72	83	20	27.5	59
MS type	262.5	80	2	118	124.5	20	27.5	101.5
M type	350	80	2	165	165	20	27.5	146.5
L type	525	80	2	256	249	20	27.5	234

図－1 供試体寸法

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。

荷重－ひび割れ開口変位曲線の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）及び終局点で撮影を行った。

図－2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、面積を求めデータ解析を行いました。



図－2 X線フィルム、X線フィルムトレース

更に、コンクリートの引張軟化特性の一つである引張軟化曲線を多直線近似法による逆解析から推定し、その考察を行った。

3・実験結果と考察

図－3は、公称破壊強度（その供試体における最大荷重をリガメント面積で除した値）を示している。供試体

寸法の増加につれ、強度の低下、すなわち寸法効果が見られた。また、d10のSタイプとd20のMタイプの公称破壊強度は、おおよそ同じ値になっている。このように供試体の寸法比と粗骨材の最大寸法を同比率で増加させると、寸法効果の傾向が見られなくなることが分かった。

図一4は、破壊進行領域長さを示すものである。図から、破壊進行領域長さは最大荷重点においてSタイプ:Mタイプ:Mタイプ:Lタイプは1:2:4.7:6.4となり、部材寸法比(1:1.5:2:3)以上の破壊の進展が認められた。

図一5は、破壊進行領域幅を示すものである。図から、破壊進行領域幅は破壊進行領域長さの視点から比較すると、供試体寸法が変わってもあまり変化がないことが分かる。

図一6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%～最大荷重点に相当するのではないかと考えられる。

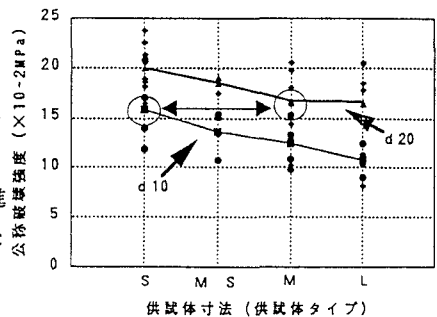
4・まとめ

実験の範囲以内から次の事が言える。

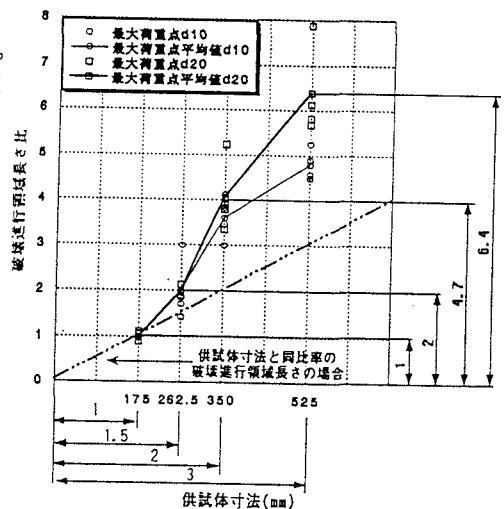
1) 粗骨材の最大寸法が一定の場合、供試体寸法が増加するにつれて、強度の低下、すなわち寸法効果が見られ、供試体の寸法比と粗骨材の寸法比を同比率で増加させると寸法効果が見られなくなることが分かった。

2) 破壊進行領域長さは最大荷重点においてSタイプ:Mタイプ:Mタイプ:Lタイプは1:2:4.7:6.4となり、部材寸法比(1:1.5:2:3)以上の破壊の進展が認められた。しかし、幅方向にはあまり変化はみられなかった。

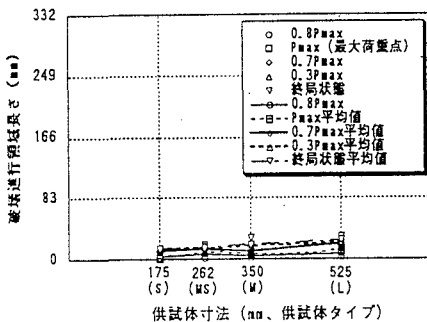
3) 引張軟化曲線の傾きが大きく変わる点は、荷重—開口変位曲線の80%～最大荷重点に相当するのことが分かった。



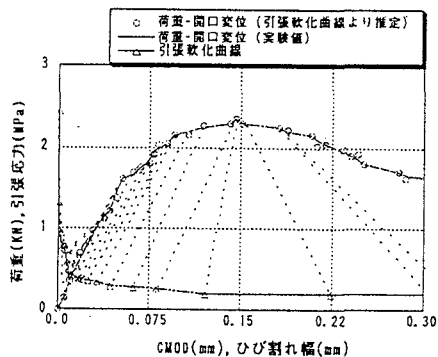
図一3 公称破壊強度



図一4 破壊進行領域長さ比



図一5 破壊進行領域幅



図一6 荷重—開口変位曲線と引張軟化曲線