

V-10 コンクリートのフラクチャープロセスゾーンの性状について

東北学院大学工学部 学生員○松坂恵太
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 勝部宏明
東北学院大学工学部 川畑 勝

1. まえがき

破壊力学をコンクリートに適用する場合、フラクチャープロセスゾーンと呼ばれる非線形領域の実態や構造を解明することは、極めて重要である。

本研究は、X線造影撮影法を独自の工夫でコンクリートに適用し、ひびわれ先端のフラクチャープロセスゾーンを連続的、非破壊的に検出し、その性状を明らかにしようとしたものである。

2. 実験材料

セメントは早強ポルトランドセメント、細骨材は川砂、粗骨材は砕石を使用した。また骨材の最大寸法としては5mm, 10mm, 15mm, 20mmの4種類を使用した。

3. 実験方法

供試体はモードⅠに対するもので寸法および形状は、図-1に示す通りである。この供試体に載荷プレート取付のためのくぼみを設け、さらにX線造影撮影の為に造影剤注入孔を設けた。

引張載荷装置は図-2に示すようなものを使用し、動滑車を用いて供試体を吊るし安定させた。またロードセルおよびクリップゲージを設置し、荷重と変位の値を同時に読み取った。

微細ひびわれを検出するためのX線システムは図-3に示すようなもので、X線発生装置からX線を放射し、X線イメージアンプリファイアで受けた画像をX線制御室のモニターで観察できるようになっている。またX線フィルム直接撮影でより鮮明に微細なひびわれを撮影することができる。本報告では主としてこの直接撮影の結果について述べる。

4. 実験結果

(1) 破壊進行領域の一般的性状

図-4は荷重-ひびわれ開

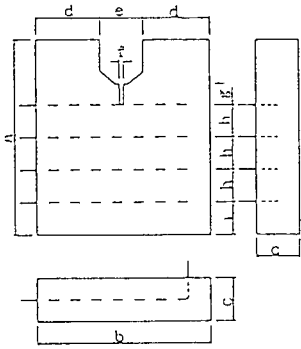


図-1 供試体形状

表-1 供試体寸法

	Aタイプ	Cタイプ
a	250	350
b	250	350
c	50	90
d	90	145
e	60	60
f	3	3
g	50	120
h	40	50
i	50	40

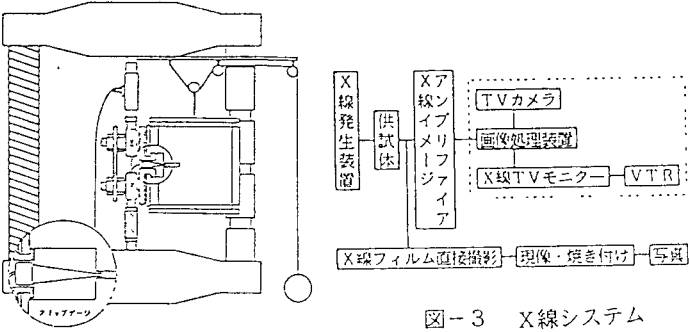


図-3 X線システム

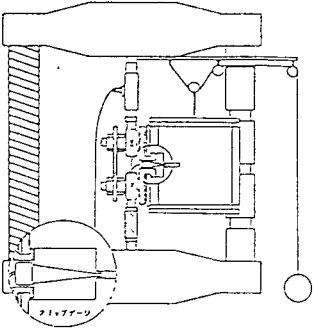


図-2 引張載荷装置

口変位曲線の一例を示す。そして、図中の①の点（最大荷重のおよそ80%）のところでノッチ先端部に微細なひびわれの発生が観察された。

図-5は①の点でノッチ先端部から発生した微細ひびわれを示したものである。微細ひびわれは、ひびわれ開口変位の増加にともなって進展し、単数でなく複数の枝分かれして成長した。そしてそれらのひびわれは、ある領域の幅を有するひびわれ群を形成している。ひびわれ群が形成されたその領域の幅は、進展過程において一定しておらず最大荷重に達したとき最大の幅を形成し、軟化領域にはいるとその幅は減少した。またX線フィルム上で微細ひびわれと判定できるひびわれ群の周辺に雲状の領域が観察された。この雲状の領域も破壊進行領域ではないと思われる。

(2) 粗骨材の最大寸法が破壊進行領域の性状に及ぼす影響

骨材の最大寸法 G_{max} は5 mm, 10 mm, 15 mmおよび20 mmの4種類を用いてコンクリートの破壊進行領域に及ぼす骨材の最大寸法の影響を調べた。

微細ひびわれの幅（ひびわれ群の進行方向に対し直角方向の幅）は、表-2のように骨材の最大寸法によって変化した。ひびわれ領域の幅は、骨材の最大寸法が大きくなるほどその領域の幅も大きくなり（図-6）、その大きさは G_{max} の1.0倍から2.5倍程度である。雲状領域の幅も同様に骨材の最大寸法が大きくなるとその幅も大きくなりその大きさは G_{max} の1.6倍から4.3倍程度となった。また破壊エネルギー G_f は、骨材の最大寸法によって変化した（表-3）。破壊エネルギー G_f は、骨材の最大寸法が大きくなるとその値も増加し平均値で示すと G_{max} 5 mmの場合 59 N/m , G_{max} 10 mmの場合 122 N/m , G_{max} 15 mmの場合 153 N/m として G_{max} 20 mmの場合 168 N/m となった。

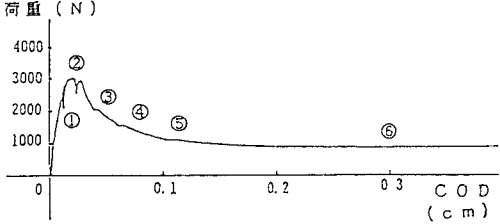


図-4 荷重-ひびわれ開口変位曲線

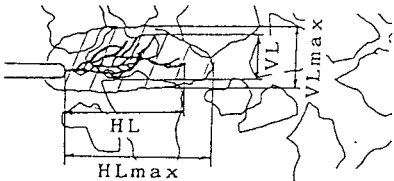


図-5 撮影点①におけるひびわれ状況

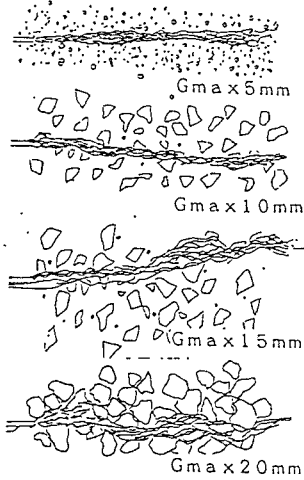


図-6 ひびわれ形状

表-2 G_{max} と破壊進行領域

G_{max}	VL (mm)	VLmax (mm)	VL/ G_{max}	VLmax/ G_{max}
5	15	23	3.2	4.6
	13	22	2.6	4.4
	11	20	2.2	4.0
	10	20	2.0	4.0
	12.5	21.25	2.5	4.25
10	24	35	2.4	3.5
	22	30	2.2	3.0
	22	30	2.2	3.0
	22.5	31.67	2.25	3.17
15	22	30	1.33	2.0
	22	30	1.4	2.0
	22.5	30	1.37	2.0
20	25	50	1.25	2.5
	22	45	1.0	2.25
	22.5	47.5	1.12	2.38

表-3 G_{max} と破壊エネルギー

G_{max} (mm)	強度 (kgf/cm^2)	G_f (kgf/cm) (N/m)	AV (kgf/cm) (N/m)
5	306	0.065	64
	306	0.052	51
	306	0.062	61
	306	0.060	59
10	306	0.095	93
	352	0.118	116
	352	0.142	139
	352	0.144	141
15	337	0.151	149
	348	0.146	143
	348	0.148	145
	348	0.179	175
20	373	0.180	176
	333	0.193	189
	293	0.159	156
	293	0.154	151
			0.172 168

5. あとがき

なお、この研究の一部は平成4年度文部省化学研究費補助金（一般研究C）を受けて行ったものである。