

I-37 X線造影撮影法によるコンクリートのフラクチャープロセスゾーンの検出

東北学院大学 工学部 学生員○勝部宏明

東北学院大学 工学部 正会員 大塚浩司

1. まえがき

コンクリートのフラクチャープロセスゾーンの実態や構造を解明することは、破壊力学をコンクリートに適用する場合の基本事項として、極めて重要である。コンクリートのフラクチャープロセスゾーンについては、これまで、ホログラフィー、レーザースペckル、AEなど種々の方法により、観察されているが、AEを除いて、それらの多くは、コンクリート表面を観察したもので、コンクリート内部のその状態についてはほとんど研究されていない。

そこで、本研究は、従来から医学の分野で用いられているX線造影撮影法を、独自の工夫でコンクリートに応用し、コンクリート内部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、その状態を明らかにしようとするものである。

2. 実験材料

セメントは早強ポルトランドセメント、細粗骨材とも河川産のものを使用した。粗骨材の最大寸法 G_{max} は10mmとし、細骨材と粗骨材との重量比を1:1とした。X線造影剤は、市販の医学用血管造影剤の内から、造影効果、流動性、使用性を比較し、選定したヨード系1種を用いた。

3. 実験方法

供試体は、図-1に示すような形状のものを使用し、その寸法を表-1に示す。供試体には、あらかじめX線造影剤注入用の3本の人工血管が設けられている。供試体の載荷装置は、図-2に示すような、供試体に作用する引張力が直接測定できるように工夫した引張装置を作製し、全体を万能試験機で載荷した。載荷前から供試体人工血管内に造影剤を圧入しておき、載荷中、連続的あるいは段階的にX線造影撮影を行った。ひびわれ検出システムは、図-3に示すような、X線フィルム直接撮影法と、TV画像処理法と併用した。

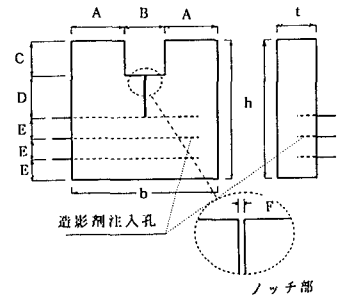


図-1 供試体の形状寸法

表-1 供試体の寸法

寸法 (mm)	寸法 (mm)	寸法 (mm)
b 250	A 95	D 80
h 250	B 60	E 40
t 50	C 50	F 3

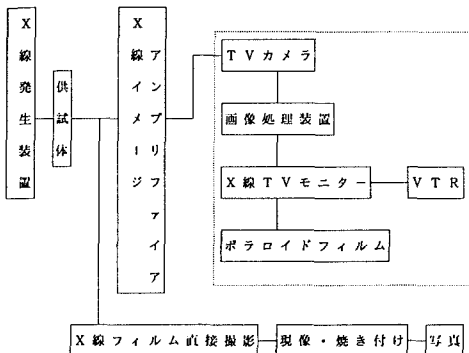


図-3 ひびわれ検出システム

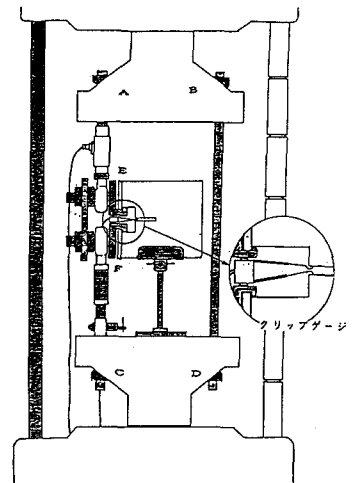


図-2 実験装置

4. 実験結果の概要

実験結果の2, 3の例を示すと次のようである。

図-4は、載荷試験において得られた荷重とひびわれ幅（ノッチ入り口部の開口変位）との関係の一例を示すものである。図中のA, B, C点は、X線フィルム直接撮影を行った時点の位置を示す。

写真-1は、ノッチ先端部に微細なひびわれが発生した直後のX線造影撮影写真を示す（図-4におけるA点に対応する）。写真-2および3は、それぞれ図-4におけるB, C点に対応している。これらの写真から、ノッチ先端部に発生した複数の微細なひびわれが枝分かれをし、複雑に交差しながら進展していく様子が分かる。写真の横に示した図は、印刷紙に焼き付けた写真では判定しにくい影を、X線フィルムをシャーカステンで拡大し、読影判定したひびわれをトレースしたものである。写真とトレースを比較して分かるように、写真には、なお、ひびわれとは明瞭には判定できない影の部分があり、この領域には更に微細なひびわれが発生していることを示していると考えられる。この影の領域を含めてフラクチャープロセスゾーンと考えることができる。

なお、この領域のひびわれ伸展方向と直角方向の幅は骨材の寸法と密接に関係しており、粗骨材の最大寸法が大きくなるほど広がる傾向が、これまでに行った実験において、見られた。

5. あとがき

フラクチャープロセスゾーンの立体形状を調べるための実験を行っているのでその結果については、当日発表したい。

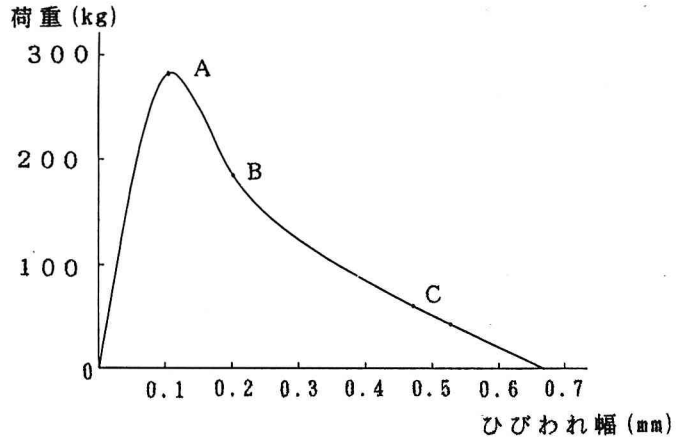


図-4 写真-1, 2, 3のひびわれ軟化曲線

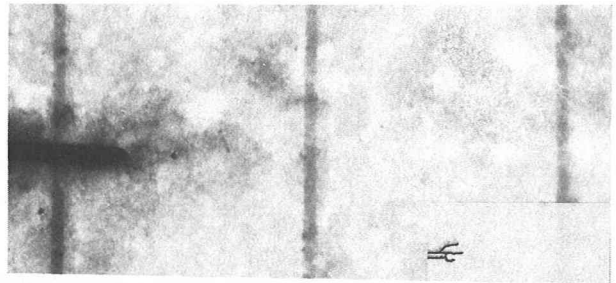


写真-1 (A点) ひびわれ幅0.09mm

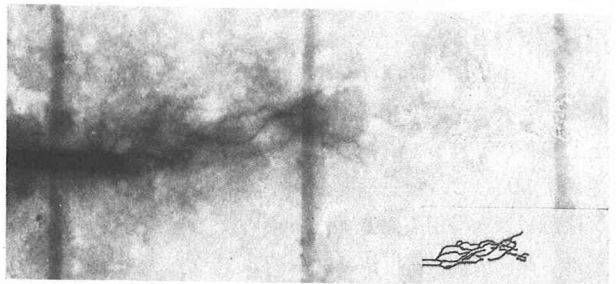


写真-2 (B点) ひびわれ幅0.20mm

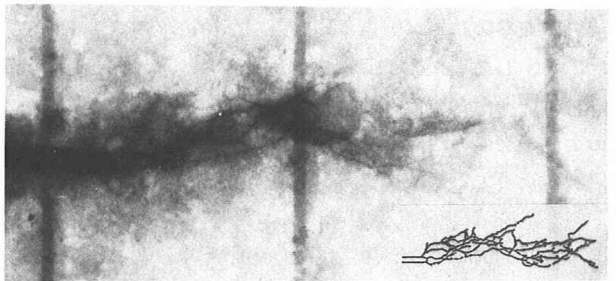


写真-3 (C点) ひびわれ幅0.47mm