

V-12

支圧応力下のコンクリートのひび割れに対する
X線造影法による検討

日本大学工学部 学生員 ○小林 淳
日本大学工学部 正会員 原 忠勝
東北学院大学工学部 正会員 大塚 浩司

1. はじめに

本研究は、局部荷重重下のコンクリートの性状について検討を行うものである。本報告では、支圧強度試験にX線造影法を併用したひび割れ検出の結果から、ひび割れ発生位置や伸展、および破壊状況について述べたものである。

2. 実験概要

試験体には、粗骨材の最大寸法が $G_{max}=20\text{mm}$ のレディーミクストコンクリートを使用した。試験体は、表-1に示すように、高さ h を一定とし、幅 $B=200\text{mm}$ の場合、荷重幅 $b=50, 100\text{mm}$ の2条件、また、 $B=300\text{mm}$ の場合、 $b=100\text{mm}$ の1条件の3体とした。造影剤注入孔の位置は、図-1に示すように、試験体上縁より 10mm の位置から 30mm 間隔で設置した。試験材齢でのコンクリートの性質は、圧縮強度 $f'_c=26.7\text{N/mm}^2$ （最大応力時のひずみ $=0.0021$ 、ヤング係数 $=22.7\text{kN/mm}^2$ 、ポアソン比 $=0.167$ ）、割裂引張強度 $f'_t=2.76\text{N/mm}^2$ である。図-2は、試験方法の概略図を示したもので、上面より支圧板を介して荷重する通常の支圧強度試験に、X線造影法を併用したものである。X線撮影は、X線フィルムを試験体に密着させ、照射距離を 500mm 、管電圧 120kV 、電流 2mA 、照射時間を2分30秒とした。実験は、X線用CRTモニターで内部の様子をリアルタイムで観察しながら、初期ひび割れ発生までは漸次増加荷重とし、試験体に変化が見られたところで荷重を保持し、撮影を行い、撮影後再び荷重を行った。

表-1 実験条件

Specimen	Dimensions and Test Variables					
	h (mm)	B (mm)	b (mm)	t (mm)	b/h	b/H
SP99X-30-20-5	300	200	50	70	0.167	0.083
SP99X-30-20-10	300	200	100	70	0.333	0.167
SP99X-30-30-10	300	300	100	70	0.333	0.167

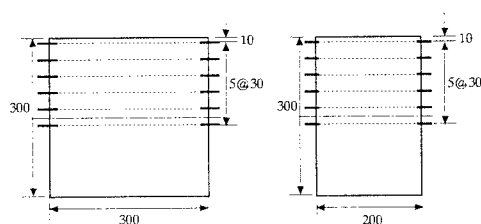


図-1 試験体の形状寸法

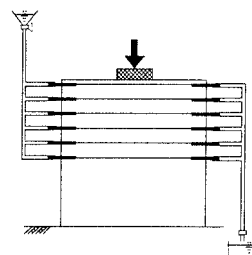


図-2 試験方法の概略図

3. 実験結果および考察

(1) X線によるひび割れ検出結果

写真-1は、SP99X-30-20-10の最大荷重時のひび割れ様相を示したものである。写真-1に示すように、荷重板下にくさびの形成が確認された。SP99X-30-30-10は、ひび割れが急激に発生し、段階的なひび割れの伸展を撮影することができなかった。図-3は、初期ひび割れが撮影できたSP99X-30-20-5の初期ひび割れ様相を示したもので、なお、図には、Bleich[1]による横方向応力分布も示した。初期ひび割れは、上から2、3本目の注入孔付近で発生していた。その位置をBleichによる横方向応力分布と比較すると、引張応力の最大付近であった。写真-2は、その後のひび割れ様相を示した

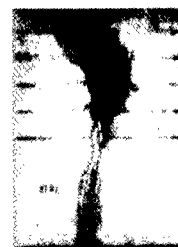


写真-1 SP99X-30-20-10の最大荷重時の
($P_{max}=269.5\text{kN}$)のひび割れ様相

ものである。初期ひび割れは、写真－ 2 に示すように、最初、横方向引張応力がほとんど作用しない下方に伸展し、荷重が増加するにつれて載荷板のほぼ両端から初期ひび割れ発生位置付近に向かってすべり面が形成され、最終的には載荷板下にくさびが確認された。

(2) 破壊状況

写真－ 3 は、SP99X-30-20-5の最大荷重時の X 線による試験体内部のひび割れ様相と試験体表面のひび割れ様相を示したものである。ひび割れ発生後、下方に伸展したひび割れは、写真－ 3 に示すように、内部では、複数の枝分かれをし、複雑に絡み合い、ある幅を持つ領域を形成していた。しかし、表面では、単純な 1 本のひび割れであった。

h=300mm、B=200mmの試験体の場合、載荷幅 b にかかわらず、くさびの形成が確認された。このことから、図－ 4 に示すような塑性論によるくさび（くさびの深さ： r ）と試験体から採取したくさびおよび X 線フィルムでのくさびで深さの比較を行った。その結果、表－ 2 に示すように、試験体から採取されたくさびと X 線フィルムでのくさびとではほぼ同じであった。また、これらを塑性論によるくさびの深さと比較すると、b=100mmの条件は若干大きくなったものの、b=50mmの条件ではほぼ同じであった。

4. まとめ

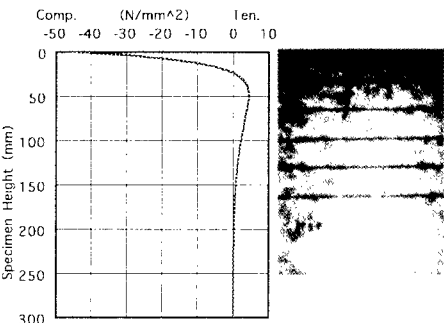
本研究から得られた結果をまとめれば以下のとおりである。段階的なひび割れの伸展が検出されたのは、h=300mm、B=200mmとした 2 つの実験条件であった。そのうち、初期ひび割れ様相が検出されたのは、b=50mmとしたものであり、発生位置は、Bleichの横方向応力分布と比較すると、引張応力の最大付近であった。その後、発生したひび割れは、横方向引張応力がほとんど作用しない下方に伸展し、荷重が増加するにつれて、載荷板のほぼ両端から初期ひび割れ発生位置付近に向かってすべり面が形成され、最終的には載荷板下にくさびが確認された。このことから、このくさびと塑性くさびで深さの比較を行ったところ、各条件ともほぼ同じであった。それから、試験体の内部と表面ではひび割れ様相が異なることが確認された。

【謝辞】

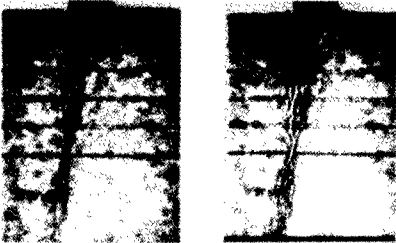
本研究は、東北学院大学・大塚研究室、並びに本大学・石井氏、卒研生らの協力の下に行われたものである。本文をお借りして深く感謝の意を表わします。

【参考文献】

[1] F. Bleich : Der gerade stab mit Rechteckquerschnitt als ebenes Problem,Der Bauingenieur,H9,pp.255-259,1923.

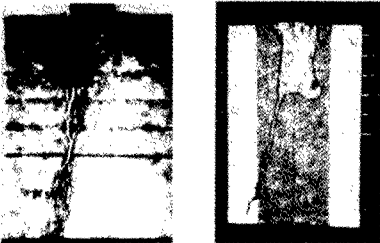


図－ 3 SP99X-30-20-5の初期ひび割れ様相とBleich [1]分布



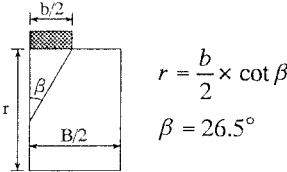
(a) P=185.2kN (b) Pmax=185.5kN

写真－ 2 SP99X-30-20-5のその後のひび割れ様相



(a) 内部 (b) 表面

写真－ 3 SP99X-30-20-5の最大荷重時の内部と表面のひび割れ様相



図－ 4 塑性くさびの概念

表－ 2 くさびの深さ

Specimen	実測値	X線フィルム	計算値
SP99X-30-20-5	52.82mm	50.0±5mm	50.1mm
SP99-30-20-10	139.72mm	130.0±5mm	100.3mm