

X線造影法による局部載荷を受けるコンクリートのひび割れの検討

日本大学大学院 学生員 ○石井 崇晴
 東北学院大学工学部 正会員 大塚 浩司
 日本大学工学部 正会員 原 忠勝

1. はじめに

本研究は、局部載荷重下のコンクリートの性状について実験的な検討を行うものである。本報告では、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、ひび割れ発生や伸展、および破壊状況について述べたものである。

表-1 試験体 (DP98Xシリーズ)

Specimen	Dimensions and Test Variables			
	H (mm)	B (mm)	b (mm)	t (mm)
DP98X-15-30-5	150	300	50	70
DP98X-15-30-10	150	300	100	70
DP98X-30-30-5	300	300	50	70
DP98X-30-30-10	300	300	100	70

2. 実験概要

試験体は、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。実験条件は、表-1に示すように、試験体形状を幅を一定とし、高さを変化させた2条件 ($H=150, 300\text{mm}$) と、載荷幅を2条件 ($b=50, 100\text{mm}$) とし、それぞれを組合せた合計4条件である。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の位置から試験体形状に応じて30mmと25mm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 $f'_c=28.5\text{N/mm}^2$ （最大応力時のひずみ $=0.0021$ ，ヤング係数 $=24.0\text{kN/mm}^2$ ，ポアソン比 $=0.194$ ），割裂引張強度 $f_t=2.83\text{N/mm}^2$ ，およびダブルパンチ引張強度 $f_{tdp}=2.14\text{N/mm}^2$ である。載荷は、矩形コンクリートブロックの上面より支圧板を介して行う通常の圧強度試験にX線造影法を併用したものである。このうち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、撮影後再び載荷を行った。

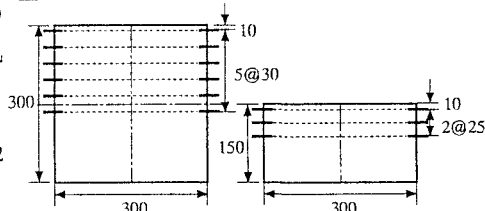


図-1 試験体の形状寸法

3. 実験結果および考察

本実験では、30-30-5の試験体を除き、他の3体の破壊が急激で、ひび割れ発生から伸展に至るひび割れの様子は撮影できなかった。

30-30-5の試験体の場合、図-2に示すように、ひび割れの発生時の様相が観察された。まずモニターによる観察を行っていると、上面より2と3番目の注入孔よりひび割れが発生したのが確認された。そのため、直ちに撮影を行ったが、撮影後のフィルムには、図に示すように、初期ひび割れ発生位置よりかなり下方までひび割れが伸展していた。またモニターで観察されたひび割れ発生位置は、Bleich[1]による横方向引張応力が最大になる付近で発生し

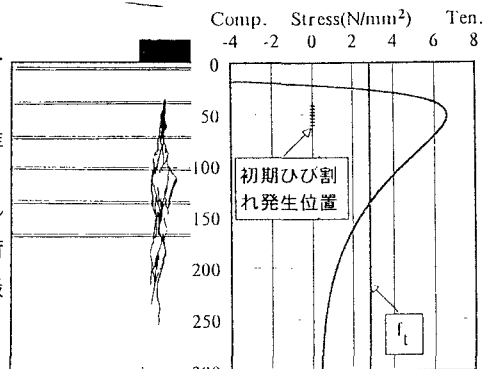


図-2 30-30-5のひび割れ様相とBleich[1]分布

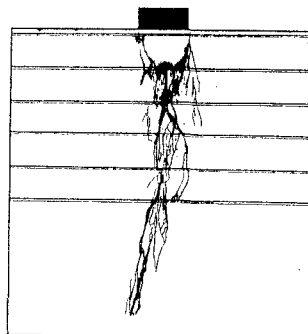


図-3 30-30-5の最終ひび割れ様相

ていた。そして、ひび割れの伸展は、コンクリートの引張強度よりも小さい領域まで伸展する結果が得られた。これらひび割れの撮影後、再び荷重を増加させたところ、図-3に示すようなひび割れ様相となり、最大荷重に至った。しかし、載荷板下に見られるV字型のひび割れについては、本実験の場合、その発生・伸展に至る様子は急激で、撮影観察ともにできなかった。

また寸法が同じで、載荷幅を100mmとした30-30-10の試験体の場合、30-30-5の試験体のようなひび割れの発生や、伸展過程は検出できなかった。したがって図-4には、最大荷重時のひび割れ様相の撮影結果だけを示したが、載荷板下には、くさびの形成によると思われるV字型のひび割れが生じていることがわかった。

一方、試験体の高さを半分にした $H=150\text{mm}$ の試験体の場合、載荷中はひび割れの発生が見られず、最大荷重付近で、載荷板下に鉛直方向のひび割れがかなり発生し、圧縮破壊の様相を呈して破壊に至った。このうち載荷幅を50mmとした15-30-5の試験体の場合、図-5に示すように、短く、断続的な鉛直ひび割れが試験体下方まで発生していた。これに対して、載荷幅を100mmとした15-30-10の試験体の場合、図-6に示すように、載荷板の端部からめり込みによると思われるひび割れが発生している。そして、載荷板下のブロックが圧縮の影響を受け破壊したようなひび割れ様相となっている。

図-7は、支圧強度について、X線撮影のたびに除荷、載荷を繰返した本実験結果と、通常の支圧強度試験結果[2]を示したものである。図に示すように、本実験結果は、ほぼ既往の結果を満足しており、繰返し載荷の影響はなかったように思われる。

4. まとめ

これより、本実験で得られたデータの範囲内でまとめれば以下ようになる。

横方向引張応力分布が十分確保できる試験体高さを有する試験体の場合、ひび割れの様相がX線造影法により検出できた。そして最大荷重時には、載荷板下にはV字型のひび割れが形成されることがわかった。

これに対して、高さが低い場合、鉛直方向の応力の影響が大きくなり、載荷板端部からのひび割れ発生によって形成されたブロックが圧縮の様相を呈して破壊する様子が見られた。この場合、載荷板端部からのひび割れ発生と同時に破壊が急激に生じており、X線造影法によるひび割れ発生や伸展の様子の撮影はできなかった。

【参考文献】

- [1] F. Bleich : Der gerade stab mit Rechteckquerschnitt als ebenes Problem, Der Bauingenieur, H9, pp. 255-259, 1923.
- [2] Niyogi, S. K. : BEARING STRENGTH OF CONCRETE - GEOMETRIC VARIATION, Journal of the Division, ASCE, Vol. 99, No. ST7, pp1471-1490, July 1973

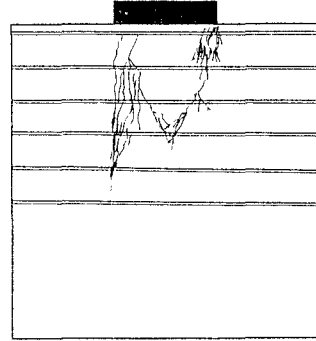


図-4 30-30-10の最終ひび割れ様相

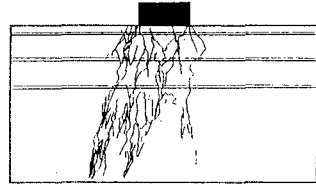


図-5 15-30-5の最終ひび割れ様相

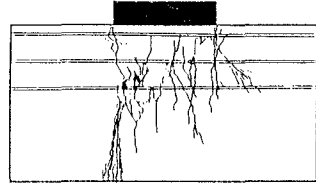


図-6 15-30-10の最終ひび割れ様相

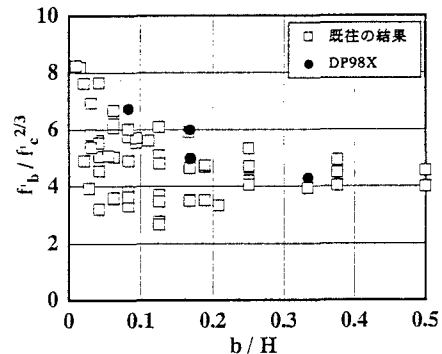


図-7 $f_b / f'_c \cdot 2/3$ と b/H の関係