

局部載荷重下におけるコンクリート中のひび割れ性状

日本大学大学院 学生員 ○富塚 勉
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

ディープビーム的なRC部材は、細長い梁に比べ鉛直応力の影響が大きいと、ひび割れの発生に伴って、コンクリート中の力の流れがトラスやアーチなどの圧縮ストラットとしての性状を示す。著者らは、これら圧縮ストラットが局部載荷重下におけるコンクリートの挙動と類似すると考え、圧裂法による支圧強度試験による検討を行ってきた¹⁾。その結果、応力性状が2次元弾性論に基づくBleichの厳密解で表現できることを示し、支圧による横方向引張力がひび割れの発生や、その後の伸展に影響を及ぼすとの知見を得た。しかし、試験体の破壊が脆性的であったため、最終的な破壊に至るひび割れの伸展状況を把握するまでには至らなかった。

このようなことから、本研究では、急激な破壊を抑制するために横方向鉄筋を配置し、2軸の圧縮応力状態となる載荷板下付近のひび割れ性状を可視化するためにX線造影法を併用した圧裂法による支圧強度試験を行った。これより本報告では、横方向引張力が零となる位置に鉄筋を配置した実験シリーズにおける、ひび割れの発生や伸展状況について検討したものである。

2. 実験概要

試験体は、水セメント比を2種類に変化させ、図-1に示すような形状の異なる2種類のコンクリート平板で、急激な破壊を抑制するために、Bleichによる横方向応力が零となる位置に異形鉄筋D6を配置したものである。実験に際しては、表-1に示すように、さらに支圧板幅を $b=50, 100\text{mm}$ の2条件を加え、合計8試験体である。

造影剤注入孔の位置は、試験体上半分に25mm間隔で配置した。硬化コンクリートおよび鉄筋の性質は、表-2に示すとおりである。実験は、図-2に示すようなコンクリート平板の上下面に支圧板を介して載荷する圧裂法による支圧強度試験にX線造影撮影法を併用したものである。このうちX線撮影に際しては、照射距離60cm、管電圧100kV、電流2mA、照射時間6分で行った。載荷は、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除荷し撮影を行い、撮影後再び載荷を繰り返した。

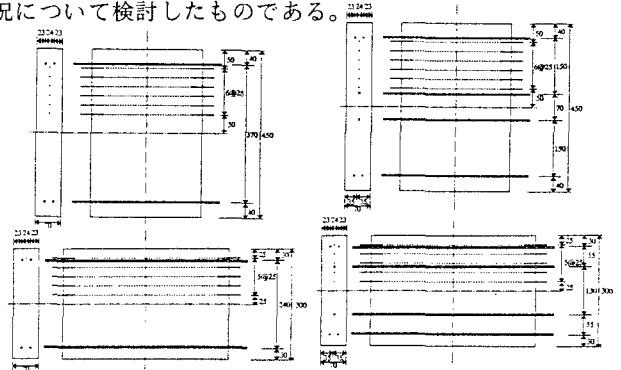


図-1 試験体の形状

表-1 実験条件

Specimens	Conditions					
	W/C(%)	H(mm)	B(mm)	b(mm)	t(mm)	b/H
DP96X-30-45-5-1	65	300	450	50	70	0.167
DP96X-45-30-5-1		450	300	50		0.111
DP96X-30-45-10-1		300	450	100		0.333
DP96X-45-30-10-1		450	300	100		0.222
DP96X-30-45-5-2	45	300	450	50	70	0.167
DP96X-45-30-5-2		450	300	50		0.111
DP96X-30-45-10-2		300	450	100		0.333
DP96X-45-30-10-2		450	300	100		0.222

表-2 材料の性質

硬化コンクリートの性質						
W/C	f_c (N/mm^2)	E_c (kN/mm^2)	ν	f_t (N/mm^2)	f_{tdp} (N/mm^2)	
45%	44.0	31.5	0.202	3.55	3.26	
65%	24.4	23.7	0.173	2.85	2.42	
鉄筋の性質						
種類	規格	降伏点 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)	伸び (%)		
SD295A	D6	362.8	536.3	28.4		

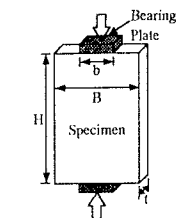


図-2 載荷方法

3. 実験結果及び考察

(1) 初期ひび割れと応力分布の関係

図-3はX線造影法により撮影した初期ひび割れをトレースしたものとBleichによる横方向応力分布を試験体上半分について示したものである。また、図には割裂引張強度と、ひび割れ発生領域における平均引張応力も示した。図に示すように、横長の試験体の場合、ひび割れ発生領域は小さく、平均引張応力は、割裂引張強度とほぼ同じ応力で発生していた。縦長の試験体の場合、ひび割れ発生領域は広く、平均引張応力は、割裂引張強度よりも小さい応力で発生している。しかし、横平方向応力分布の最大位置が割裂引張強度とほぼ同じ応力であることから、微細な初期ひび割れは、横方向応力分布の最大付近で発生し、その後急激にひび割れが伸展したものと考えられる。

(2) ひび割れ伸展の様相

図-4は初期ひび割れ発生後のひび割れ伸展様相である。図に示すように、初期ひび割れ発生後は、試験体上下に向かって伸展し、破壊に至った。しかし、載荷板下のひび割れ性状は、鉄筋軸方向にひび割れが伸展してしまい、造影剤が載荷板下に行き渡らなかったため撮影できなかった。

4. まとめ

本研究の結果をまとめると以下になる。ひび割れ発生領域における平均引張応力は、横長の試験体の場合ほぼ割裂引張強度で、また、縦長の試験体では、割裂引張強度より小さいが、応力分布の最大付近が割裂引張強度に達している。このことから、ひび割れの発生は、支圧による引張力の影響であり、ひび割れ発生位置は、横方向応力分布の最大付近であると考えられる。

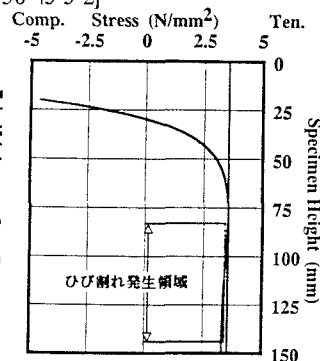
しかし、載荷板下のひび割れ性状については、鉛直応力の影響により、鉄筋が押され、鉄筋の軸方向にひび割れが伸展したため、造影剤が載荷板下まで行き渡らず確認できなかった。このことから、最終的な破壊には、鉛直方向応力の影響も考えられる。

【謝辞】 本研究の遂行に際しましては、本学平成8年度卒業研究生、及び東北学院大学大塚研究室の方々の絶大なる御協力を頂きました。ここに深く感謝の意を表します。

【参考文献】

1) 富塚・原・大塚, "X線造影法による支圧応力下のひび割れ検出," 平成7年度土木学会東北支部技術研究発表会公演概要, pp.530-531, 1996年3月

[DP96X-30-45-5-2]



[DP96X-45-30-10-2]

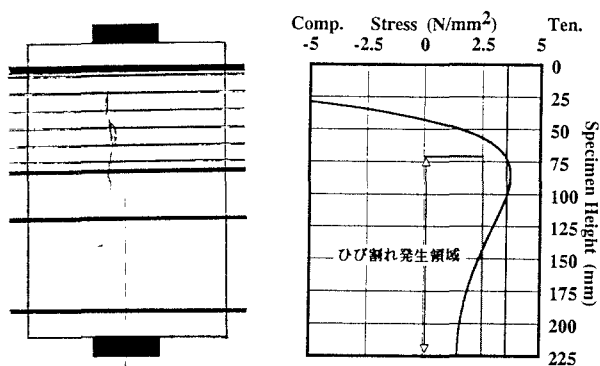


図-3 初期ひび割れ発生領域と横方向応力分布

[DP96X-30-45-5-2]

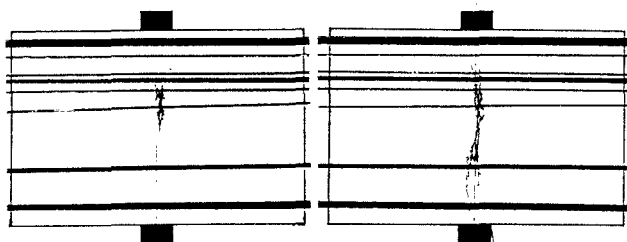


図-4 ひび割れ伸展様相