

高サイクル荷重を受ける RC 部材のひび割れ幅

Crack Width of RC Member Subjected to High Cyclic Load

北海道大学工学部環境社会工学科 ○学生員 山口和音 (Kazune Yamaguchi)
北海道大学大学院工学研究院 正 員 古内 仁 (Hitoshi Furuuchi)

1. 研究背景と目的

高度経済成長期に整備された社会資本が更新期を迎えつつある。道路橋等のコンクリート構造物では、建設当時の想定を上回る交通荷重の増加や過積載車両によって、耐久性の観点から好ましくないひび割れ幅の増大が生じている事例がみられる。道路構造物の点検・診断技術においては、現状では保有性能を定量的に把握することが難しいため、目視点検等によるグレーディング評価が行われており、必要に応じて補修・補強が実施されている。そのため、補修前後の構造性能が不明確なまま対処療法的に維持管理が進められている。

本研究は、構造物に生じているひび割れに注目し、共用期間中にひび割れ幅が増大するケースについてその要因を明らかにすることを目的とする。ひび割れ幅の増大は、環境因子による材料劣化と繰り返しの荷重作用が主な要因と考えられるが、後者を取り上げて実験による検討を行うこととした。

2. 実験概要

図-1 に供試体の概略図を示す。供試体は、全長 1200mm（支間長 900mm）、辺長 150mm の正方形断面で、D16 異形鉄筋 1 本を中央部に配置した。有効高さは 120mm である。

コンクリートはレディーミクストコンクリートを使用した。圧縮強度の実測値は、材齢 28 日で 32.8N/mm^2 であった。鉄筋には、中心から約 200mm の幅でリブに沿って溝切り加工を行い、25mm 間隔でワイヤーストレインゲージを貼りつけた。

載荷試験には、アクチュエータ試験機を用い、各供試体に 10 万～100 万回までの繰返し荷重を動的に作用させた。ただし、計測は、1、10、100、1000、1 万、10 万、100 万の回数を迎えたときに、静的荷重を作用させて行った。なお、100 万回に達する前に鉄筋の疲労破断が生

じる可能性のある供試体については、10 万回、30 万回もしくは 50 万回で計測を行った。

供試体は 5 体用意し、全て同じ形状の部材となるよう作製した。実験パラメータは、表-1 に示すように鉄筋に作用する下限応力と上限応力である。なお、表ではそれぞれの応力パラメータを鉄筋の実測降伏応力に対する比として示した。

3. 実験結果および考察

供試体のひび割れ状況を図-2 に示す。いずれの供試体も荷重がおおよそ 7kN のときに載荷点直下において最初のひび割れが発生した。その後、ひび割れは 2 本～4 本発生した。これらのひび割れは、繰返し載荷によって、若干の伸展が見られた。

繰返し回数ごとの最大応力時における鉄筋の軸方向ひずみ分布の一例を図-3 に示す。ひずみ分布の形状には山と谷が現れるが、山のピークがひび割れ発生位置と一致する。実験結果から、繰返し回数が増えるとひずみは全体的に増加する傾向にある。この傾向は他の供試体についても同様である。ここで、ひずみ分布を用いて、鉄筋位置におけるひび割れ幅の計算を行う。ひび割れ幅の計算では、隣接するひび割れの境界（ひずみ分布の谷部分）でひずみ分布領域を区切り、その区間のひずみを積分して求めた。図中の青点線が 1 つのひび割れに対するひび割れ幅を求める際のひずみの範囲である。

表-1 供試体一覧と試験条件

供試体	下限応力レベル	上限応力レベル	下限荷重 (kN)	上限荷重 (kN)
No.1	0.3	0.5	11.83	19.72
No.2	0.3	0.7	11.83	27.61
No.3	0.1	0.6	3.94	23.67
No.4	0.3	0.4	11.83	15.78
No.5	0.3	0.6	11.83	23.67

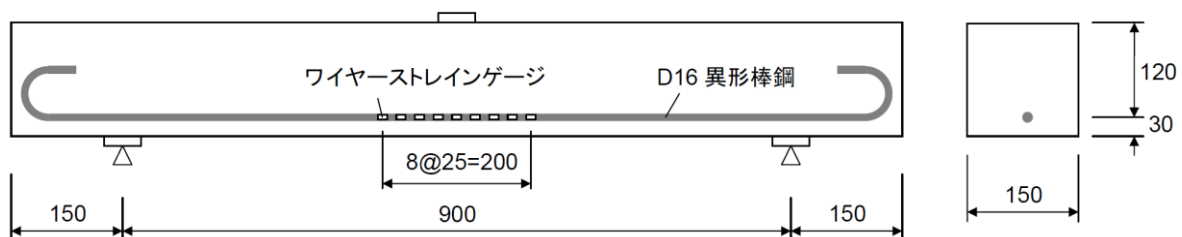


図-1 供試体の形状寸法

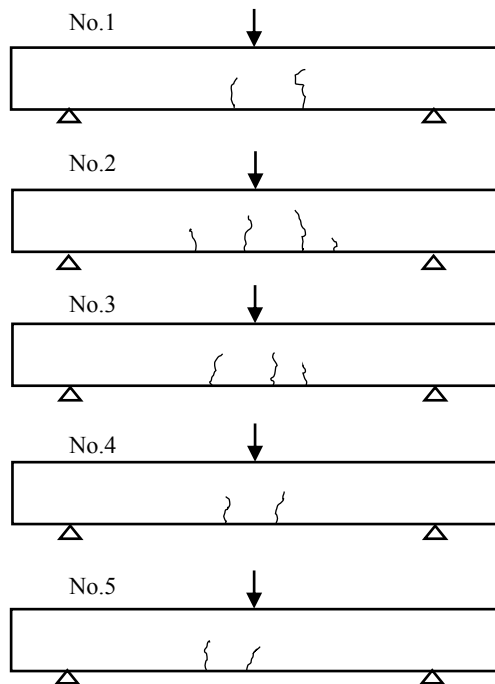


図-2 ひび割れ図

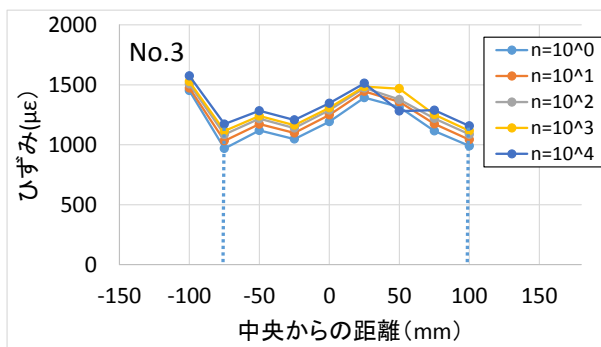


図-3 鉄筋の軸方向ひずみ分布 (供試体 o.3)

図-4 は、ひずみ分布から計算されたひび割れ幅の変化を繰り返し回数ごとに示したものである。なお、No.2、No.3、No.5 は、応力変動幅が他の供試体に比べて大きかったため、高サイクル時に鉄筋のひずみゲージが測定不能になった為、No.2 は 3 万回までの結果を、No.3 は 1 万回までの結果を、No.5 は 10 万回までの結果を示した。これらの図から、下限応力レベルおよび上限応力レベルの大きさに関わらず、荷重の繰り返し回数とともに徐々にひび割れ幅が増加している。

図-5 に繰返し回数と上限応力レベルのときのひび割れ幅の関係を片対数グラフで示す。この図から、ひび割れ幅増加の割合をみることができるが、どの供試体においても概ね 1 万回目までは繰返し回数の対数に比例しているようである。

例として、初期ひび割れ幅から 1 万回目の載荷におけるひび割れ幅の増加率を表-2 に示す。No.5 を除けば、他の 4 体の供試体は、増加率は 1 割強である。No.5 が他の供試体に比べて特別な条件としているわけではないので、ばらつきとしてとらえてよいと考えられる。

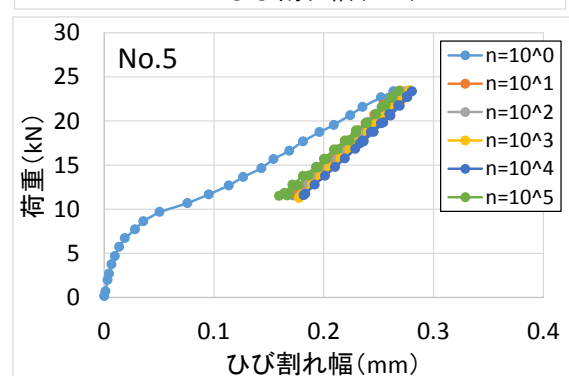
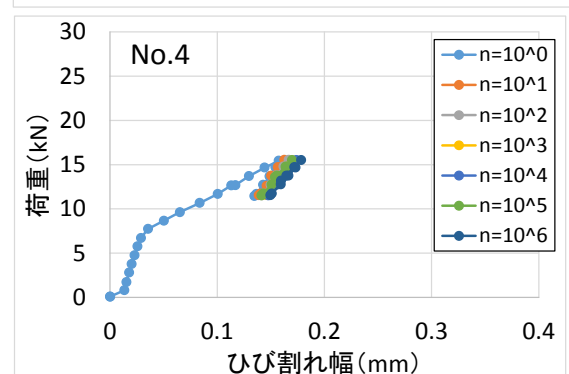
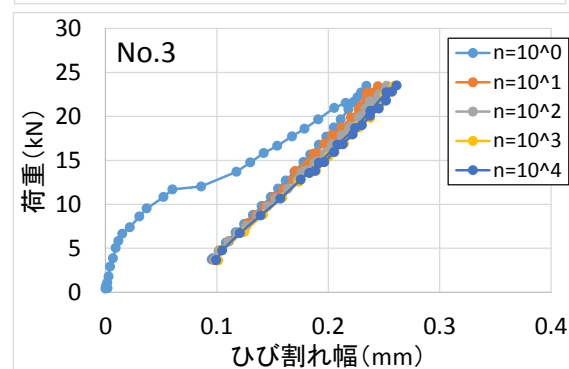
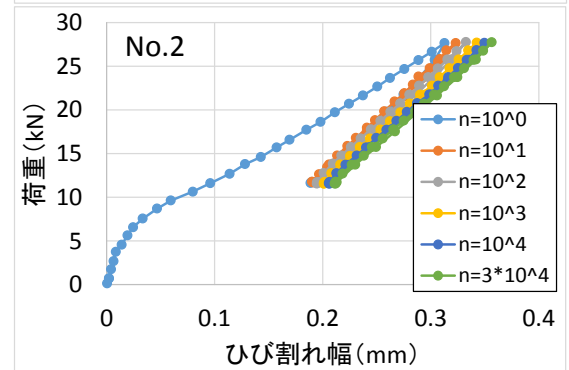
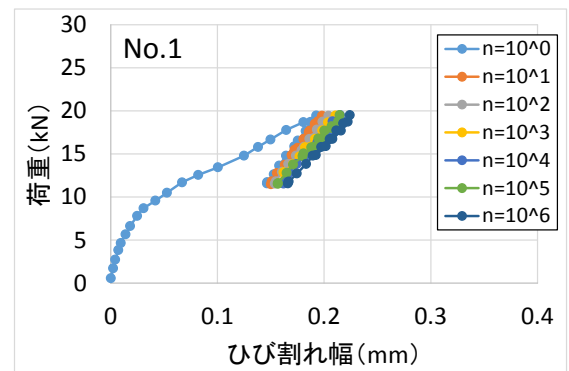


図-4 ひび割れ幅の変化

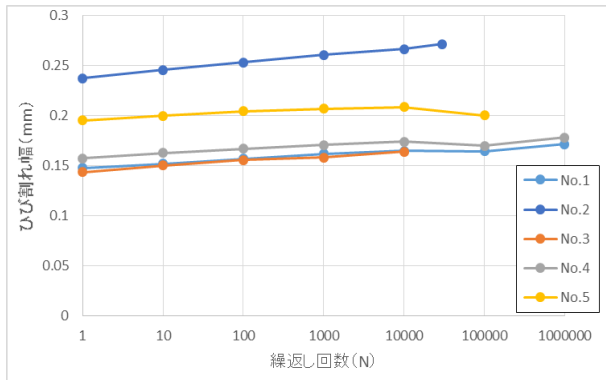


図-5 上限応力レベルにおけるひび割れ幅

表-2 1万回載荷時のひび割れ幅増加率

供試体	下限応力レベル	上限応力レベル	増加率
No.1	0.3	0.5	1.116
No.2	0.3	0.7	1.121
No.3	0.1	0.6	1.140
No.4	0.3	0.4	1.117
No.5	0.3	0.6	1.067

4. まとめ

以上より、RC 部材に繰り返し荷重を作用させるとひび割れ幅が徐々に増加するが、現在のところ応力レベルの大きさとの関係は見いだせなかった。

5. 参考文献

- 1) 角田與史雄：鉄筋コンクリートの最大ひび割れ幅，コンクリート・ジャーナル，Vol. 8, No.9 Sept. 1970
- 2) 林和彦, 椿龍哉, 森竹巧：疲労荷重を受ける RC 部材のひび割れ成長，コンクリート工学年次論文集，Vol. 27, No.2. 2005
- 3) 林和彦, 椿龍哉, 森竹巧：疲労荷重を受ける鉄筋コンクリート部材のひび割れ幅増加と耐久性，土木学会第 60 回年次学術講演会，平成 17 年 9 月，5-304