

コンクリートの疲労が引張軟化特性に及ぼす影響

武蔵工業大学 ○学生会員 野田 誠
 武蔵工業大学 正会員 栗原 哲彦
 武蔵工業大学 フェロー会員 小玉 克己

1. はじめに

コンクリートの引張軟化特性に関する研究は、国内外問わず、多くの成果が報告されており¹⁾、その成果の一部が、コンクリート標準示方書「構造性能照査編」(2001 年度制定)に紹介されることとなった。しかし、コンクリートの引張軟化特性には、未だ未解明な部分もあり、現在も、精力的に研究が続けられている。疲労の影響もそのひとつである。

そこで本研究では、疲労荷重が各種コンクリートの諸性状に及ぼす影響を明らかにすることを目的とし、コンクリートの引張軟化特性に与える疲労の影響について検討した。

2. 実験概要

表 1 各コンクリートはり供試体の配合

水セメント比 60%(N シリーズ), 40%(H シリーズ)の 2 種類のコンクリートはり供試体(寸法 100×100×400mm)を作製した。N シリーズには普通セメントを、H シリーズには早強セメントを用い、供試体の養生方法は水中養生とし、それぞれ強度が安定する 28 日、14 日を養生期間とし、その後、試験を行った。表 1 に各コンクリートの配合を示す。

シリーズ	W/C (%)	S/a (%)	単位量(kg/m ³)				Ad1 ^{*1} (kg)	Ad1 ^{*2} (kg)	Ad1 ^{*3} (kg)
			W	C	S	G			
N	60	45	155	267	829	1040	2.67	2.67	—
H	40		155	400	779	978	—	—	4.8

*1: AE 減水剤(4 倍液)

*3: 高性能 AE 減水剤(1 倍液)

*2: 補助 AE 減水剤(100 倍液)

表 2 繰返し疲労載荷試験の諸条件
およびコンクリート強度

シリーズ名	N	H
繰返し回数(回)	0, 10 万, 20 万, 40 万	0, 20 万, 40 万, 80 万
周波数(Hz)	5	5
上限荷重(kN)	4.8	9.0
下限荷重(kN)	0.8	0.8
最大曲げ耐力(kN)	11.8	22.5
曲げ強度(N/mm ²)	3.5	6.7
圧縮強度(N/mm ²)	26.4	38.6
引張強度(N/mm ²)	2.82	3.42

試験方法はサーボパルス式試験機を用いた 3 等分点曲げ載荷による繰返し疲労試験を行い、繰返し回数を変化させて、はり供試体に疲労劣化を与えた。このときの上限荷重は最大耐力の 40%とした。表 2 に繰返し疲労載荷試験の諸条件を示す。繰返し疲労載荷試験後、はり供試体中央に切欠き(幅 3mm, 深さ 30mm)を設け、3 点曲げ試験を実施し、ロードセルとクリップゲージにより、それぞれ荷重と切欠き肩口開口変位(CMOD)を測定した。図 1 に試験概略図を示す。さらに、測定した荷重 - CMOD 曲線から多直線近似法により引張軟化曲線の推定を行った。

3. 実験結果

図 2 に荷重 - CMOD 曲線の平均曲線(3 本の平均)を、図 3 に引張軟化曲線を、図 4 に曲げ強度および破壊エネルギーを示す。破壊エネルギーは本来、引張軟化曲線下の面積として算出されるが、ここでは便宜上ひび割れ幅 0.1mm までの面積として示す。

N シリーズでは、20 万回、40 万回と疲労を与えた供試体の荷重 - CMOD 曲線の最大曲げ耐力が 0 回および 10 万回と比べて、低下

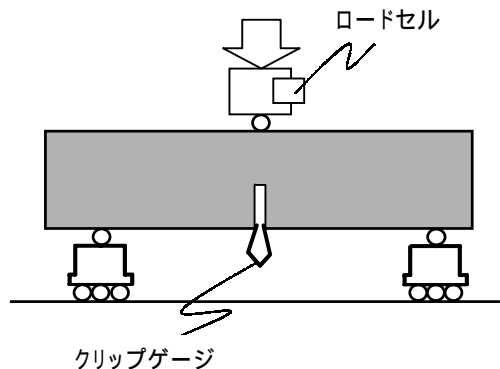


図 1 3 点曲げ試験

Keyword; 疲労特性, 引張軟化特性, 引張軟化曲線, 破壊エネルギー

連絡先: 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学 都市基盤工学科 構造材料工学研究室

TEL: 03 - 3703 - 3111(内線 3240)

しており、疲労の影響を受けていることが確認できた。引張軟化曲線の形状に関しても荷重 - CMOD 曲線と同様の差が認められ、20 万回、40 万回において僅かに応力レベルが下がり、ひび割れ抵抗性が低下していることが確認された。また、繰返し載荷回数 0 回を基準とした場合、10 万回では曲げ強度、破壊エネルギーに差は見られなかったが、20 万回、40 万回では疲労劣化の影響が見られ、曲げ強度および破壊エネルギーに低下が見られた。

H シリーズに関しては、荷重 - CMOD 曲線において、最大曲げ耐力に僅かに差が見られるが、最大耐力以降の形状に大きな差は認められなかった。そのため繰返し回数の変化による引張軟化曲線の全体形状にも明確な差は確認できなかった。また、軟化初期の形状について N シリーズと比較すると、H シリーズの方が極めて急激に応力低下が生じており、破壊が脆性的に起こっているのが確認できる。曲げ強度に関しては 20 万、40 万回で僅かに低下したものの、N シリーズほど明確な疲労の影響は見られなかった。破壊エネルギーは 40 万回において若干低下したが、大きな差は確認できなかった。

4. まとめ

以上より、コンクリートの疲労が引張軟化特性に及ぼす影響について、実験的に検討した結果、N シリーズでは、繰返し回数 20 万回の時点で疲労の影響が見られ始め、特に曲げ強度、破壊エネルギーにおいて、明らかな低下が確認できた。しかし、H シリーズでは、80 万回においても疲労の影響は確認できなかった。今後はさらに繰返し回数を増やし、疲労の影響を調査する必要がある。

【参考文献】

- 1) 破壊力学の応用研究委員会：コンクリート構造への破壊力学の応用に関する研究と技術の現状，委員会報告書，日本コンクリート工学協会，1993.10.

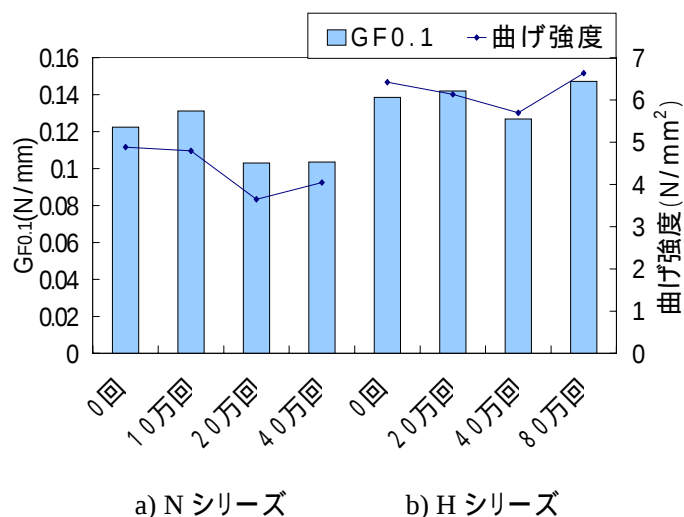


図4 破壊エネルギーGf0.1 および曲げ強度

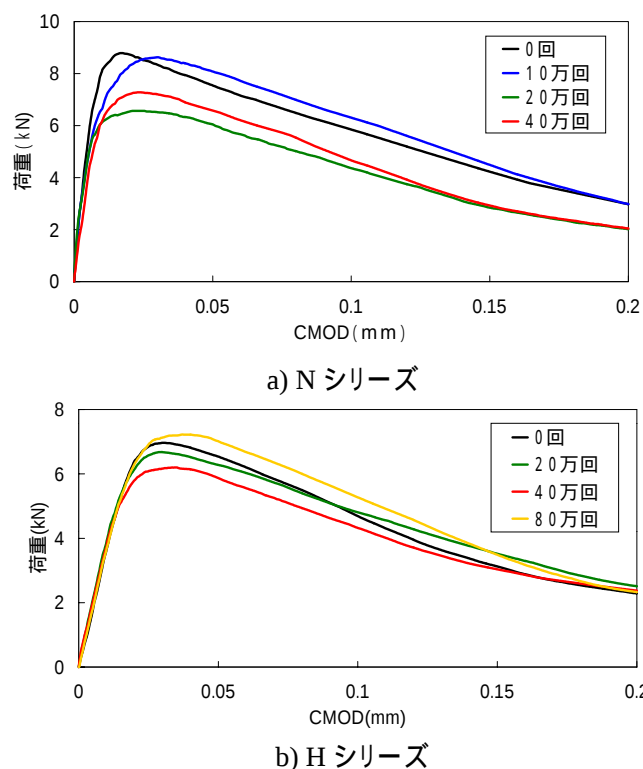


図2 平均した荷重 - CMOD 曲線の比較

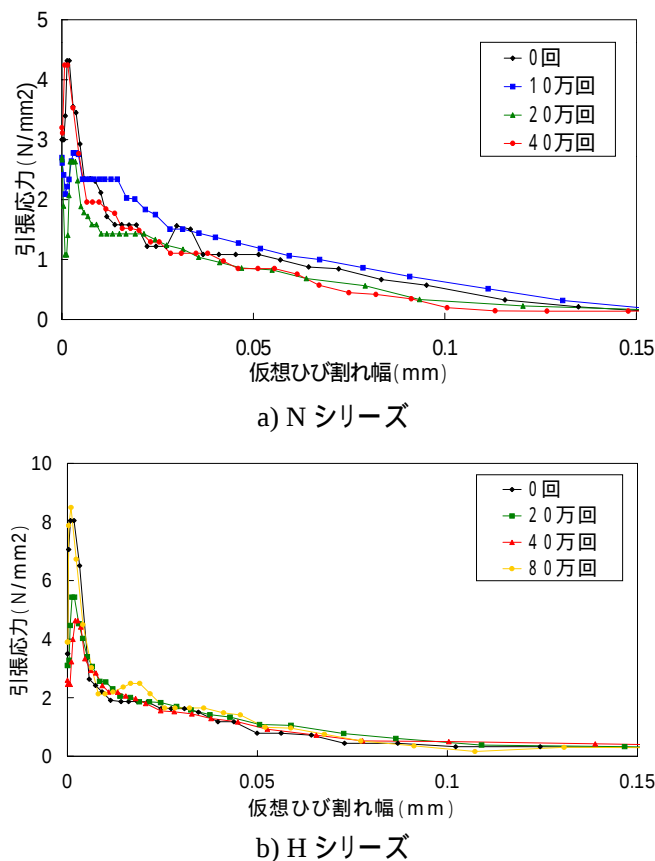


図3 引張軟化曲線の比較