

凍結融解によって劣化した RC はりのせん断耐力評価

東北大学 学生会員 ○八嶋宏幸
 大成建設 正会員 小林珠祐
 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員 山洞晃一

東北大学 学生会員 土屋祐貴
 東北大学 正会員 内藤英樹
 オリエンタルコンサルタンツ 正会員 古賀秀幸
 東北大学 フェロー 鈴木基行

1. はじめに

東北地方などの寒冷地ではコンクリート構造物の凍害が依然として多く報告されている。しかし、凍害を受けた RC 部材の構造性能は不明な点が多く、未だにその評価手法は確立されていない。主桁端部や支点部など、構造上重要かつ補修や取替えが容易でない箇所の凍害劣化も多く、これらの点検・維持管理では構造安全性の確認方法や確保の議論が極めて重要となる。このような背景から、著者ら¹⁾は、小型加振器を用いたコンクリート部材の共振振動試験方法を提示し、さらに凍結融解試験によって RC はり供試体の相対動弾性係数とせん断耐力の関係を整理してきた。本研究は、特に腹鉄筋の有無をパラメータとして、RC はり供試体の相対動弾性係数とせん断耐力の低下について検討した。

2. 凍結融解試験

(1) 実験概要

実験パラメータと供試体概略図をそれぞれ表-1 と図-1 に示す。腹鉄筋の有無をパラメータとして、いずれもせん断破壊を先行させた。コンクリートは普通ポルトランドセメントを用いて水セメント比 53 % とし、AE 剤は混入していない。凍結融解試験は水中凍結水中融解法として、 $-18^{\circ}\text{C} \sim +5^{\circ}\text{C}$ の温度履歴を与えた。本実験の凍結融解速度は 1 サイクル 10 時間程度であり、20 サイクルごとを基本として質量と動弾性係数を測定した。動弾性係数の測定は、加振器を用いてはり供試体の長さ方向の縦振動を励起させ、1 次の共振周波数を得た¹⁾。各供試体の相対動弾性係数をそれぞれの目標値まで低下させて凍結融解試験を終了し、静的載荷試験 (3 点曲げ載荷) によってせん断耐力を求めた。

(2) 実験結果

凍結融解サイクル数と相対動弾性係数の関係を図-2 に示す。健全 (100 %) から相対動弾性係数 60 % 程度までは、腹鉄筋による実験結果の差異は見出せなかった。しかし、60 % よりも劣化が進展すると、腹鉄筋のない N シリーズでは相対動弾性係数が急落したのに対して、腹鉄筋のある S (58) 供試体では、当初目標とした 40 % まで相対動弾性係数が低下せず、150 サイクルで凍結融解試験を終了した。このとき、S (58) 供試体の全面は粗骨材が露出・剥落するな

表-1 実験パラメータ

供試体名	腹鉄筋の有無	載荷時の相対動弾性係数
N (100)-1	なし	健全時に載荷
N (100)-2		健全時に載荷
N (78)		78 %
N (53)		53 %
N (43)		43 %
S (100)-1	あり	健全時に載荷
S (100)-2		健全時に載荷
S (80)		80 %
S (63)		63 %
S (58)		58 %

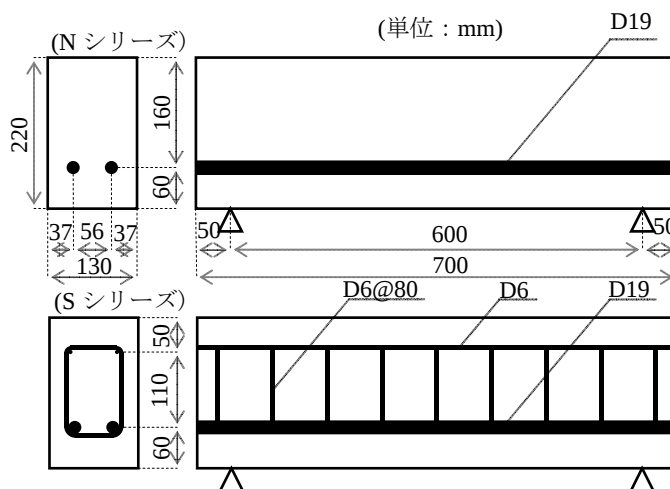


図-1 供試体概略図

キーワード：RC はり，凍結融解試験，相対動弾性係数，せん断耐力

連絡先：〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 TEL：022-795-7449 FAX：022-795-7448

ど、外観上の変状は顕著であった。

凍結融解試験後のはり供試体の載荷試験によって得られた荷重－変位関係を図－3 に示す。全ての供試体はせん断破壊した。場合によっては健全時の 50 % 程度まで耐力が低下する供試体もあり、凍結融解による著しいせん断耐力の低下が見られた。

3. せん断耐力の評価

野口²⁾は凍結融解試験のデータを整理し、コンクリートの相対動弾性係数と引張強度比の関係式を提示している。本研究では、相対動弾性係数に基づいてコンクリートの引張強度を推定し、既往のせん断耐力算定式に代入することによって、凍結融解を受けた RC はり供試体のせん断耐力を算定する¹⁾。なお、腹鉄筋が負担するせん断耐力は降伏応力を仮定した修正トラス理論によって算定し、凍害の影響は考慮しない。実験結果と提案式の比較を図－4 に示す。図－4 には、著者らがこれまでにを行った過去の実験データも併記した。腹鉄筋のない RC はり供試体では、相対動弾性係数 40 % の著しい劣化に対しても、提案式と実験結果は概ね対応した。

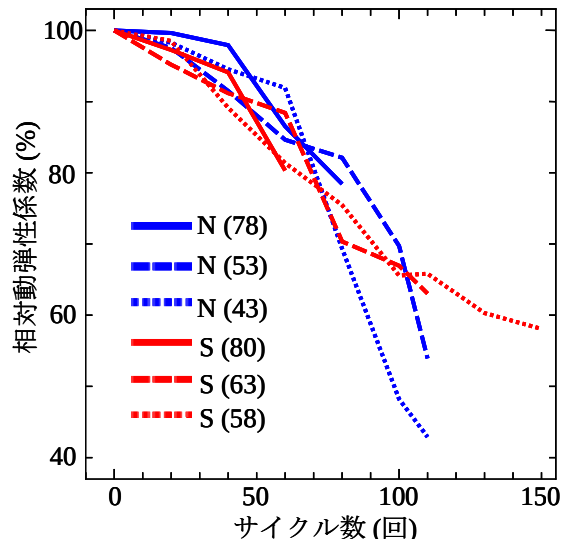
腹鉄筋を有する供試体でも、健全(相対動弾性係数 100 %)から相対動弾性係数 60 % 程度までは、提案式によって実験結果を概ね再現できた。しかし、相対動弾性係数 60 % 以下の著しい劣化に対しては、提案式はせん断耐力を過大評価した。著しい凍害を受けた場合には、コンクリートの脆化によって鉄筋とのストラットが十分形成されないため、腹鉄筋がせん断破壊時に降伏応力を発揮しないことや、相対動弾性係数の評価において鉄筋を無視しているために、相対動弾性係数を過大評価していることなどが理由として考えられる。

4. まとめ

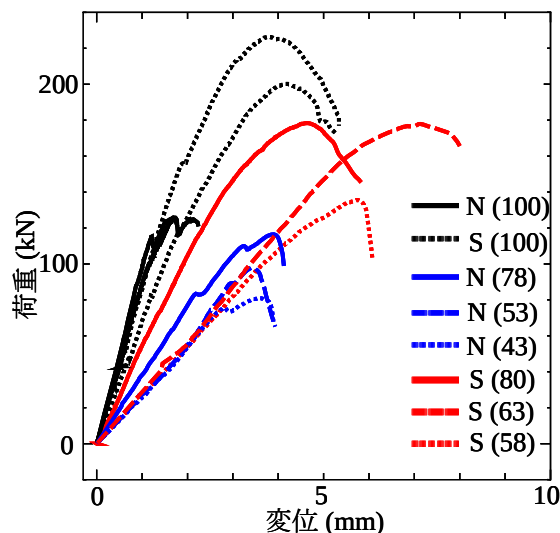
腹鉄筋を有する場合でも、凍結融解を受けた RC はり供試体のせん断耐力は大きく低下した。さらに、相対動弾性係数を指標としたせん断耐力算定式によって、凍結融解を受けた RC はり供試体のせん断耐力を妥当に評価できた。ただし、腹鉄筋を有する RC はり供試体については、相対動弾性係数 60 % 以下の著しい劣化に対しては提案式の見直しが必要であるなど、今後の課題も示された。

参考文献：

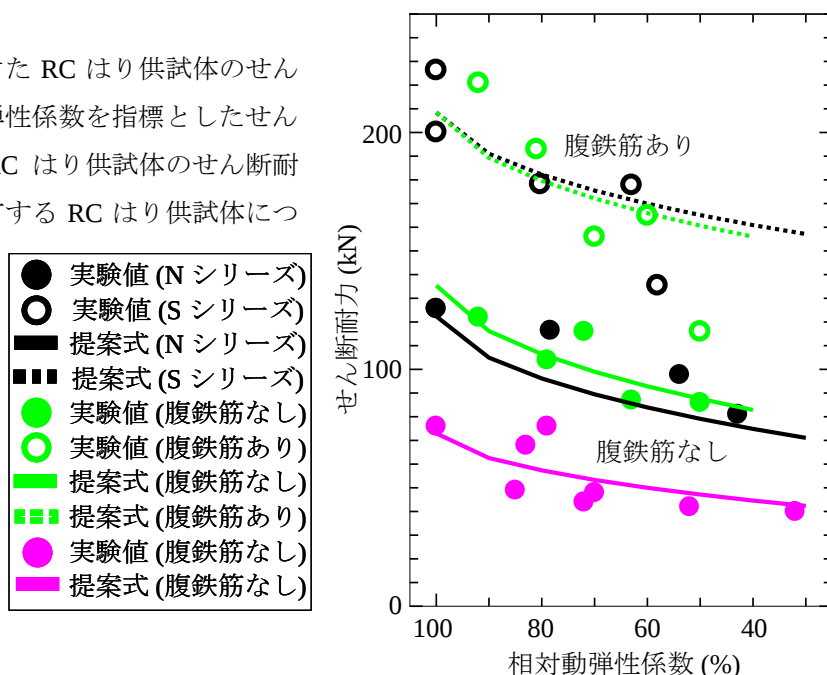
- 1) 内藤英樹，山洞晃一，古賀秀幸，鈴木基行：凍結融解作用を受けた腹鉄筋のない RC はりのせん断耐力，コンクリート工学年次論文集，Vol. 34，No. 1，pp. 916-921，2012.
- 2) 野口博章：凍結融解作用を受けるコンクリートの劣化予測に関する基礎的研究，法政大学学位論文，2008.



図－2 サイクル数と相対動弾性係数



図－3 荷重－変位関係



図－4 相対動弾性係数とせん断耐力