

凍結融解を受けたスターラップのないRC はりのせん断耐力

東北大学 学生会員 ○土屋祐貴

東北大学 学生会員 王 蓓

東北大学 正会員 内藤英樹

鉄道建設・運輸施設整備支援機構

正会員 山洞晃一

オリエンタルコンサルタンツ

宮内 健

東北大学 フェロー 鈴木基行

1. はじめに

寒冷地においてコンクリート構造物の耐久性向上を図るためには、凍結融解抵抗性を確保することが重要課題である。しかし、既往の研究では、角柱供試体 (100 mm x 100 mm x 400 mm) を用いた材料の凍結融解試験が多く、構造部材の力学的特性については十分に検討されていない。

曲げを受ける RC 部材では、コンクリートが負担する耐力が小さいため、凍結融解を受けても構造性能の低下は小さい。一方、RC 部材のせん断耐力の算定ではコンクリートが負担する耐力が大きいため、凍結融解による影響が無視できないと考えた。そこで、本研究では、スターラップのない RC はり供試体の凍結融解試験を行い、凍結融解による相対動弾性係数およびせん断耐力の低下を検討した。

表-1 供試体諸元

供試体名	配合名	初期ひび割れ	載荷時の相対動弾性係数
A_n	AE配合	なし	載荷しない
A_cr		あり	
N_n(100)	NonAE配合	なし	健全時に載荷
N_n(90)			92 %
N_n(80)			85 %
N_n(70)			72 %
N_n(60)			32 %
N_cr(90)		あり	79 %
N_cr(80)			83 %
N_cr(70)			70 %
N_cr(60)			52 %

2. 実験概要

(1) 凍結融解試験

供試体諸元と供試体概略図を表-1 と図-1 に示す。供試体はいずれも軸方向鉄筋のみを配置したせん断破壊型である。実験パラメータはコンクリート配合 (AE 剤の有無) と初期ひび割れの有無とした。初期ひび割れの導入は、図-1 の 3 点曲げ載荷によって目視でひび割れが確認できた 50 kN まで載荷した。試験開始 3 日前から供試体に水を含ませ、この状態を基準として質量や相対動弾性係数を測定した。凍結融解試験は水中凍結水中融解法として、 $-18 \sim +5^{\circ}\text{C}$ の温度履歴を与えた。本実験の凍結融解速度は 1 日 2~3 サイクル程度であり、20 サイクルごとを基本に質量と相対動弾性係数を測定した。

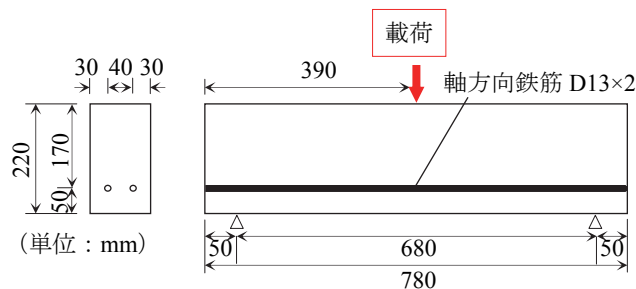


図-1 供試体の概略図および載荷条件

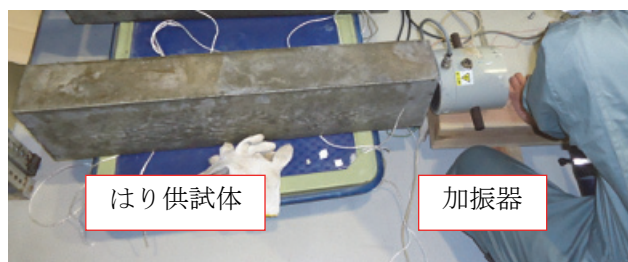


写真-1 強制加振試験の状況

(2) 強制加振試験

著者らは、導電式加振器 (以下、加振器) を用いた橋梁構造部材の強制加振試験を行っており、将来的にはこの振動試験法を RC 部材の凍害調査等へ応用することを想定している。そこで、RC はり供試体の耐力指標となる相対動弾性係数は、加振器を用いて供試体の長さ方向の縦振動を励起させ、1 次の共振周波数を測定することによって評価した。振動試験の状況を写真-1 に示す。

(3) 載荷試験

はり供試体の相対動弾性係数が表-1 の値まで低下したときに凍結融解試験を終了した。その後、凍結融解を受けたはり供試体を用いて、図-1 の 3 点曲げ載荷試験を行った。

キーワード RC はり、凍結融解試験、せん断耐力、相対動弾性係数

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

3. 実験結果

(1) 凍結融解サイクル数と相対動弾性係数の関係

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。AE 配合では初期ひび割れの有無によらず相対動弾性係数の低下はなく、軸方向鉄筋を配置することによって初期ひび割れを導入した場合でも凍結融解によるひび割れ進展を効果的に抑制できた¹⁾。一方、NonAE 配合では、目視による観察の限りでは、軸方向鉄筋の配置によって凍結融解によるひび割れ進展を抑制することはできたが、著しいスケーリングや材料劣化が生じるため、初期ひび割れの有無によらず相対動弾性係数が大きく低下した。

(2) 相対動弾性係数とせん断耐力の関係

載荷試験によって得られた荷重-変位関係を図-3に示す。ただし、N_n(90) 供試体は曲げ破壊となったため、この実験データは除外している。その他の全ての供試体はせん断破壊によって脆性的に耐力を失った。相対動弾性係数とせん断耐力の関係を図-4に示す。図-4より、相対動弾性係数の低下に伴って RC はり供試体のせん断耐力が低下した。なお、本実験の範囲では、せん断耐力の低下に及ぼす初期ひび割れの影響は見られなかった。

4. せん断耐力の評価

RC 部材のせん断耐力はコンクリートの引張強度に大きく影響されると考えた。野口²⁾はコンクリートの凍結融解試験データを整理し、相対動弾性係数と引張強度比(健全時を基準とした相対強度比)の関係式を提示している。そこで、本研究では、RC はり供試体の強制加振試験によって得られる相対動弾性係数からコンクリートの引張強度を推定し、これを既往のせん断耐力算定式³⁾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。図-4に示した提案手法と実験結果との比較より、凍結融解に伴うコンクリートの引張強度の低下を考慮することにより、既往のせん断耐力算定式を用いて実験時のせん断耐力を妥当に評価できた。

5. まとめ

本研究では、スターラップのない RC はり供試体を用いて、凍結融解が RC はりのせん断耐力に及ぼす影響を検討した。凍結融解を受けた RC はり供試体では、相対動弾性係数とせん断耐力の低下が同時に生じることが示された。さらに、相対動弾性係数からコンクリートの引張強度を推定することにより、既往のせん断耐力算定式を用いて凍結融解を受けた RC はりのせん断耐力を妥当に評価できることを確認した。

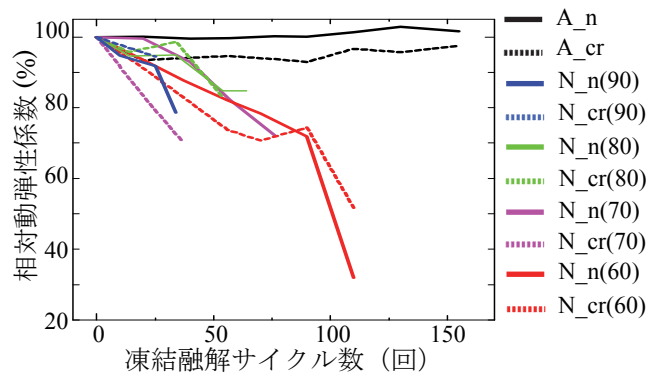


図-2 凍結融解サイクル数と相対動弾性係数

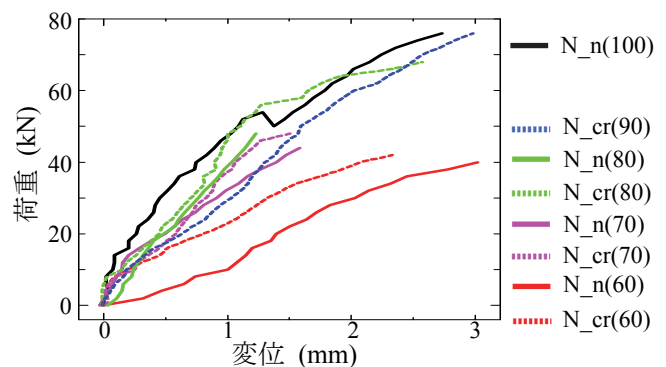


図-3 荷重-変位関係

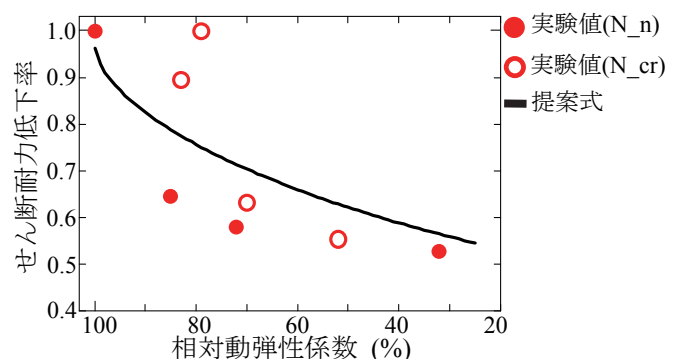


図-4 相対動弾性係数とせん断耐力

参考文献：1) 内藤ら：初期ひび割れを有するコンクリートの凍結融解抵抗性に関する基礎的研究，土木学会論文集 E2, Vol.67, No.3, pp. 436-450, 2011. 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. 3) 齋藤ら：有効高さが変化する RC 棒部材のせん断耐力評価に関する実験的研究，土木学会論文集，No. 725/V-58, pp. 37-52, 2011.