

加熱と凍結融解作用を受けた RC の損傷分布と耐荷性能

八戸工業大学 正 会 員 ○迫井 裕樹
 八戸工業大学 非 会 員 澤田 遼和
 群馬大学 正 会 員 小澤満津雄
 群馬大学 学生会員 高橋 一紗

1. はじめに

鉄筋コンクリート（以下、RC）構造物が火災など高温加熱を受けた場合、表面および内部にひび割れ等の損傷が生じ、力学的特性および耐久性が低下する¹⁾。現在、火害診断²⁾が行われているものの、受熱後の耐荷性能や耐久性に関する評価・検討は十分に行われているとは言いがたいのが現状である。また、受熱部（圧縮側／引張側など）の違いや、受熱後にその他の劣化作用を複合的に受けた際の RC の耐荷性能について検討を進めることが重要であると考えられる。そこで本研究では、加熱作用と凍結融解作用を受けた RC はりを対象として、損傷分布および耐荷性能に及ぼす加熱領域・複合的な劣化作用の影響について検討を行うことを目的とした。

2. 実験概要

本研究では、W/C=49.5%で圧縮強度 46.0MPa のコンクリートを用いた。本研究で作製した試験体概要図を図-1に示す。高さ 150mm×幅 100mm×長さ 1500mm とし、有効高さ 125mm 位置に主筋として D13(SD345) を 2 本配置した。スターラップ (ST) を配置する試験体は、せん断スパンに D6 (SD345) を 100mm 間隔で 5 本ずつ、計 10 本を配置した。また加熱に伴う内部温度分布を測定するため、桁中央部において、加熱面より 25, 50, 75, 125mm 位置に熱電対を設置した。

スターラップの有無が異なる試験体を 2 本ずつ作製し、それぞれ、加熱面を圧縮側あるいは引張側とした。加熱は、ガス水平炉を用い、加熱条件は RABT30 (5 分で 1200℃まで昇温、25 分保持した後、冷却) とした。なお加熱範囲は、桁中央 900mm とした。加熱試験終了後、加熱領域中央から軸方向に 100mm 間隔、高さ方向に 25mm 間隔で透過法による超音波伝搬速度を測定した。その後、JSCE-K572 に準じて試験体を凍結融解環境に暴露した。桁下面 10mm 程度が浸かるよう 3%NaCl 溶液を用いて凍結融解 60 サイクルまで実施したが、スケーリングやひび割れの発生など顕著な劣化が確認されなかったため、試験途中より、凍結融解 10 サイクルごとに、桁上面から 3%NaCl 溶液を散水する方法に切り替え、さらに凍結融解 70 サイクル経過まで暴露を継続した。その後、再度、試験体の超音波伝搬速度を測定した後、スパン 1250mm、等曲げ区間 450mm とし、曲げ載荷試験を実施した。

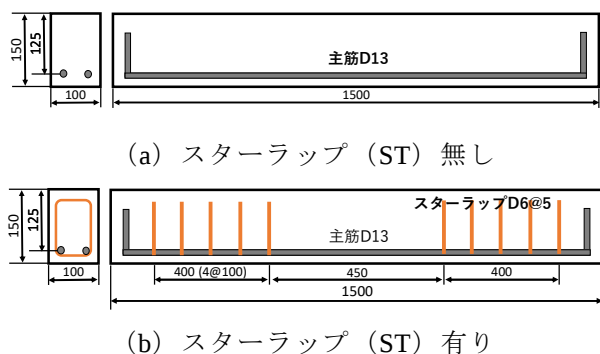


図-1 試験体概要

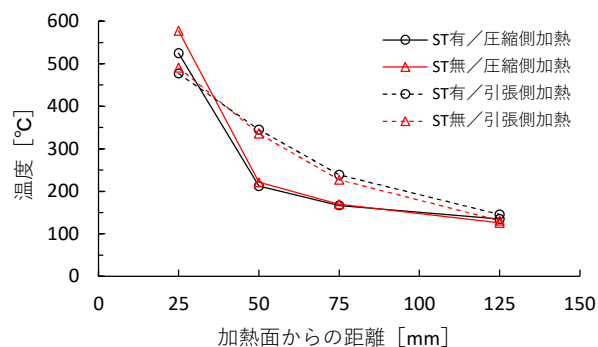
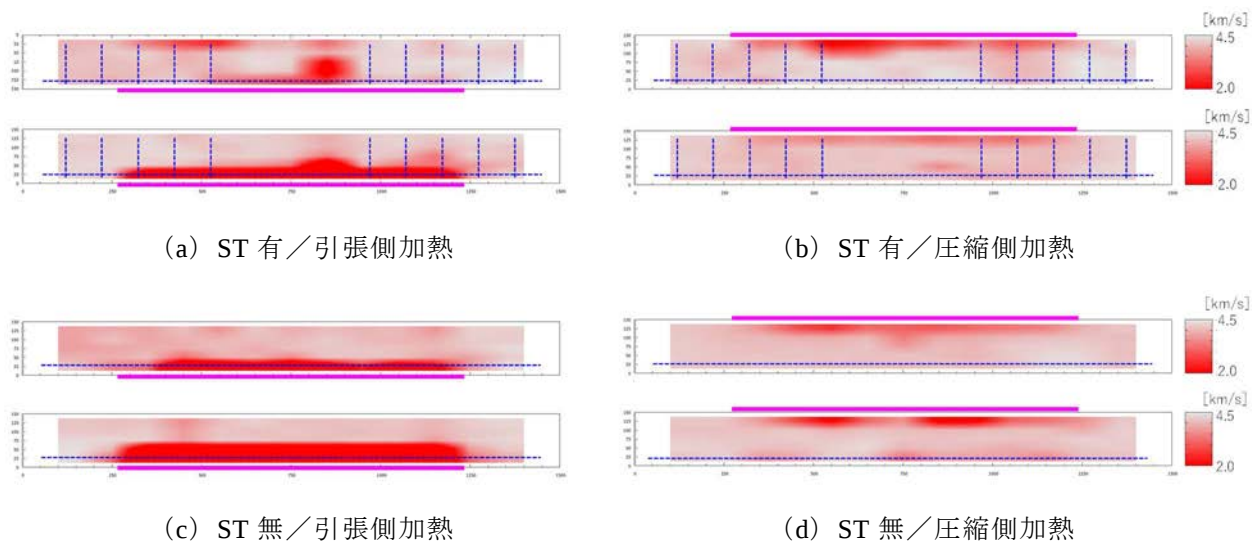


図-2 試験体内部の受熱最高温度

キーワード：火害、凍結融解、超音波伝搬速度、耐荷力

連絡先：〒031-8501 青森県八戸市大字妙字大開 88-1 八戸工業大学大学院 TEL：0178-25-8076



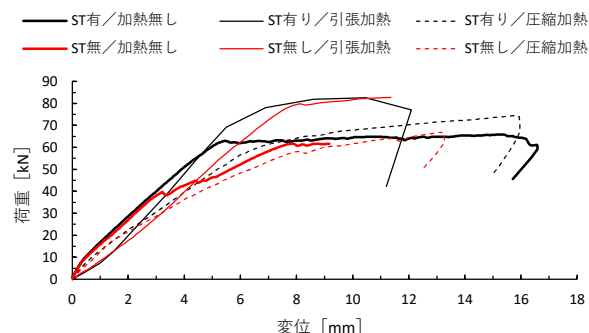
図－3 加熱後および凍結融解暴露後の超音波伝搬速度分布（上段：加熱後，下段：凍結融解 70c 後）

3. 実験結果および考察

図－2 に桁内部の最高受熱温度分布を示す。いずれも内部において温度勾配が生じており，特に引張側加熱を受けた際，ST の有無によらず，より内部まで高温を示す傾向にあることが確認された。

図－3 には，加熱後および凍結融解作用後の超音波伝搬速度分布を示す。加熱後の超音波伝搬速度分布は，一部を除き，加熱面から深さ 50mm 程度までとごく表面に限定された範囲で著しく低い値を示すことが確認された。なお，加熱範囲から横方向への損傷の広がりとは認められなかった。また，凍結融解作用を受けることにより，主筋付近で超音波伝搬速度が低い値を示し，その範囲も拡大する傾向にあることが確認された。特に，引張側加熱を受けた際にその傾向が顕著であった。これは，凍結融解作用による影響よりも，主筋の腐食による影響が大きいものと推察される。

図－4 に，加熱および凍結融解作用を受けた試験体の曲げ載荷試験における荷重－変位曲線を示す。図より，ST の有無によらずいずれも，加熱と凍結融解の複合作用を受けることにより，加熱前と比較して初期剛性が低下することが確認された。また，加熱領域の違いに着目すると，引張側領域が加熱を受けた際に剛性の低下が大きいことが把握された。これは，加熱に伴う鉄筋周辺でのひび割れの発生と，凍結融解作用に伴う鉄筋腐食（およびそれに伴う腐食ひび割れ）による影響が大きいものと推察される。一方で，最大荷重は，加熱領域の違いによらず，いずれも，加熱前と比較して大きな値を示すが，特に引張側加熱を受けた際に，加熱前よりも 30% 程度大きな値を示すことが把握された。これは，加熱後の凍結融解作用期間における再水和の影響や，加熱に伴い生じた損傷（付着力の低下）に起因するアーチ機構の形成によるものと推察される。



図－4 荷重－変位曲線

図－4 に，加熱および凍結融解作用を受けた試験体の曲げ載荷試験における荷重－変位曲線を示す。図より，ST の有無によらずいずれも，加熱と凍結融解の複合作用を受けることにより，加熱前と比較して初期剛性が低下することが確認された。また，加熱領域の違いに着目すると，引張側領域が加熱を受けた際に剛性の低下が大きいことが把握された。これは，加熱に伴う鉄筋周辺でのひび割れの発生と，凍結融解作用に伴う鉄筋腐食（およびそれに伴う腐食ひび割れ）による影響が大きいものと推察される。一方で，最大荷重は，加熱領域の違いによらず，いずれも，加熱前と比較して大きな値を示すが，特に引張側加熱を受けた際に，加熱前よりも 30% 程度大きな値を示すことが把握された。これは，加熱後の凍結融解作用期間における再水和の影響や，加熱に伴い生じた損傷（付着力の低下）に起因するアーチ機構の形成によるものと推察される。

4. まとめ

加熱と凍結融解作用を受けた RC はりの損傷分布は，加熱に起因する損傷の影響が大きいことが把握された。また，曲げ載荷試験により，加熱と凍結融解作用を受けることにより，加熱領域の違いによらず，初期剛性が低下する一方で，最大荷重は加熱前よりも大きな値を示すことが把握された。

参考文献

- 1) 公益社団法人日本コンクリート工学会：高温環境下におけるコンクリートの性能評価に関する研究委員会報告書、公益社団法人日本コンクリート工学会、2017.9
- 2) 日本建築学会：建物の火害診断および補修・補強方法 指針・同解説、日本建築学会、pp.33-35、2015