

火災を想定した熱履歴が経年橋梁鋼材の材料特性に及ぼす影響

名古屋大学大学院	正会員	○廣畑幹人
西日本旅客鉄道株式会社	正会員	中山太士
西日本旅客鉄道株式会社	正会員	橋本 健
大阪工業大学	フェロー	松井繁之

1. はじめに

火災を受けた鋼橋の健全性評価のため、受熱温度推定や鋼材の機械的性質の変状調査が実施される¹⁾。現在の一般的な構造用鋼については火災による熱履歴が鋼材の諸特性に及ぼす影響を調査した事例が報告されている。一方、建設年代の古い経年橋梁に使用されている鋼材は現在の鋼材と化学成分などが異なるため、火災時の熱履歴が経年鋼材の材料特性に及ぼす影響は現在の鋼材の場合と異なることが考えられる。本稿では、経年橋梁が火災を受ける場合を想定し、加熱・冷却履歴が経年鋼材の材料特性に及ぼす影響を明らかにするため実施した一連の基礎的実験の結果について報告する。

2. 供試鋼材

表-1に示す鋼材を撤去された実橋梁から採取し、供試鋼材とした。A材、B材は約100年前に建設された橋梁から採取した鋼材であり、鋼種などは不明であった。C材、D材は50～60年前に建設された橋梁から採取した鋼材であり、鋼種はそれぞれSS41およびSM41Bであった。化学成分を分析した結果、A材は炭素含有量が多く、B、C、D材は不純物であるP（リン）の含有量が多かった。また、A、B、C材はP（リン）と同じく不純物であるS（イオウ）の含有量が多かった。

鋼橋の火災を想定した熱履歴として供試鋼材を600℃および900℃まで加熱した後、空冷および水冷により冷却した²⁾。加熱・冷却後の供試鋼材を加工し、各種実験に用いた。

3. シャルピー衝撃試験

加熱・冷却した各経年鋼材を試験温度0℃でシャルピー衝撃試験に供した結果を表-2に示す。各経年鋼材は加熱・冷却なしの状態でもシャルピー吸収エネルギー値が低かった。空冷の場合、600℃加熱、900℃加熱のいずれも加熱・冷却なしの状態に比べ吸収エネルギーはほぼ同じかやや上昇した。600℃加熱で水冷の場合、D材以外は加熱・冷却なしの状態に比べ吸収エネルギーが低下した。900℃加熱で水冷の場合、すべての鋼材で加熱・冷却なしの状態に比べ吸収エネルギーが上昇した。

4. 引張試験

加熱・冷却した各経年鋼材を引張試験に供した。各鋼材の応力-ひずみ関係を図-1に示す。各経年鋼材とも、空冷の場合、600℃加熱、900℃加熱のいずれも加熱・冷却なしの状態に比べ降伏応力および引張強度はほぼ同じで、破断伸びも同じかやや増加した。水冷の場合、600℃加熱、900℃加熱のいずれも加熱・冷却なしの状態に比べ降伏応力および引張強度が上昇し、破断伸びが減少する傾向が確認された。

表-1 供試鋼材の化学組成 (mass %)

	鋼種	建設年	C	Si	Mn	P	S
A	不明	1912	0.385	0.427	0.798	0.014	0.041
B	不明	1912	0.119	0.031	0.764	0.108	0.042
C	SS41	1956	0.245	0.043	0.650	0.116	0.076
D	SM41B	1967	0.169	0.046	1.366	0.138	0.016

表-2 シャルピー吸収エネルギー (J)

	A	B	C	D
試験片厚さ(mm)	10	7.5	5.0	10
加熱・冷却なし	15	21	26	54
600℃空冷	16	23	33	66
600℃水冷	11	15	7	92
900℃空冷	21	22	40	44
900℃水冷	23	31	41	77

試験温度：0℃

キーワード 鋼橋、火災、経年鋼材、機械的性質、シャルピー吸収エネルギー

連絡先 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学 TEL 052-789-4619

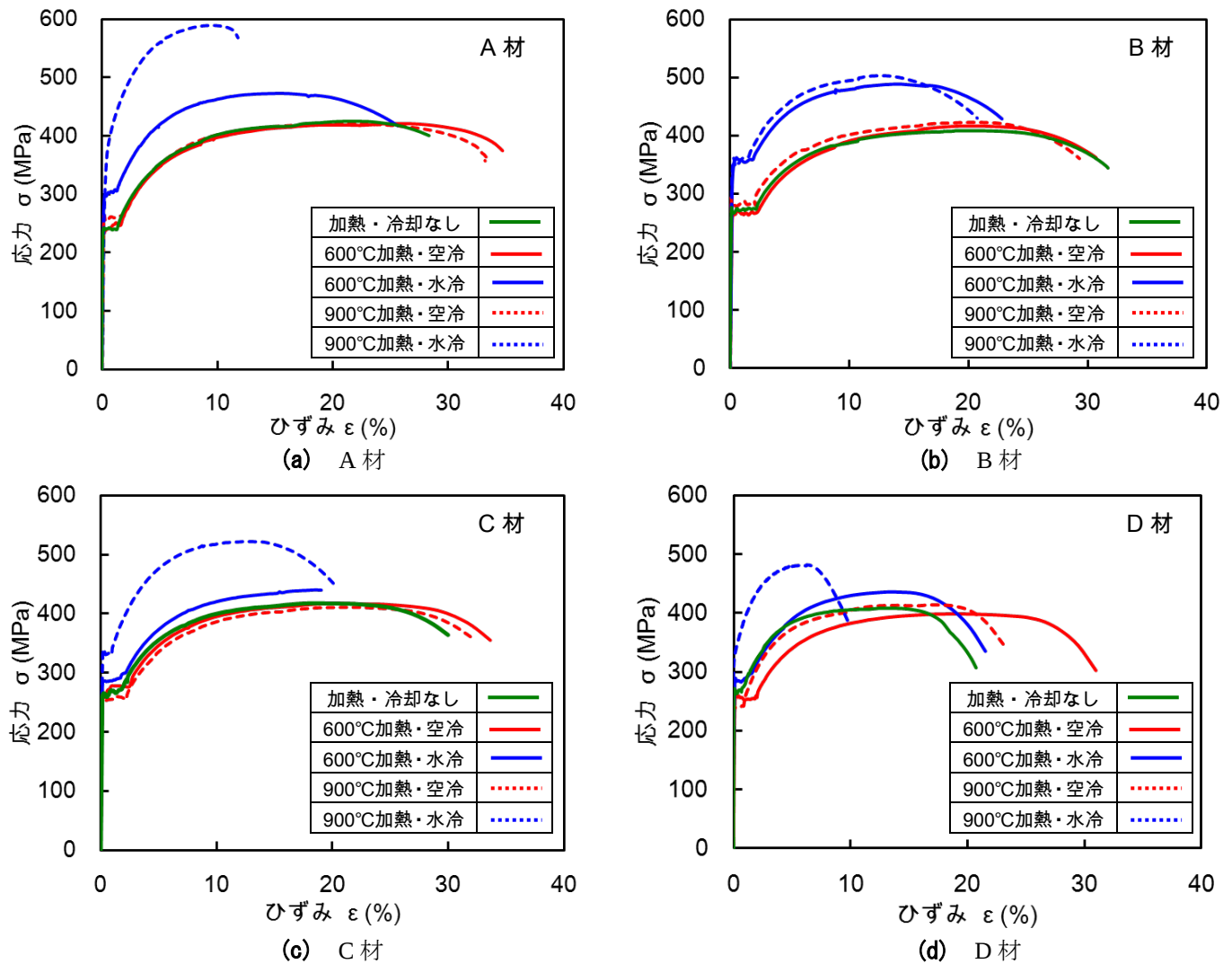


図-1 応力-ひずみ関係

現在の鋼材を 600℃に加熱し水冷した場合、材料特性の変状は確認されなかった²⁾。本実験で使用した経年鋼材は P, S などの不純物を多く含有しており、これらが 600℃の加熱から水冷した場合の鋼の再結晶過程における転位密度の低下を阻害し、硬化が生じたものと推察される。

5. まとめ

火災を想定した加熱・冷却履歴が経年鋼材の材料特性に及ぼす影響を明らかにするため、一連の基礎的実験を実施した。得られた主たる知見を以下に示す。

- (1) 600℃および 900℃に加熱した状態から空冷した場合、経年鋼材の機械的性質およびシャルピー吸収エネルギーは加熱なしの状態とほぼ同じであった。
- (2) 600℃および 900℃に加熱した状態から水冷した場合、加熱なしの状態に比べ経年鋼材の降伏応力および引張強度が上昇し、破断伸びが減少する傾向が確認された。600℃加熱、水冷で材料特性に変状が生じるのは不純物を多く含有する経年鋼材の特徴であると推察される。

謝辞

本研究の一部は日本鋼構造協会による平成 27 年度鋼構造研究助成を受けて行った。結果の分析には日新製鋼(株)堀川裕史氏の協力を得た。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 土木学会鋼構造委員会：鋼構造シリーズ 24 火災を受けた鋼橋の診断補修ガイドライン，土木学会，2015。
- 2) 廣畑幹人，北根安雄，伊藤義人：鋼橋の火災を想定した加熱および冷却過程が構造用鋼の溶接継手特性に及ぼす影響，鋼構造論文集，第 21 巻第 84 号，pp.67-78，2014.12。