

大阪工業大学大学院工学研究科 学生員 ○村川 友則
 大阪工業大学大学院工学研究科 学生員 高橋 佑介
 大阪工業大学工学部 正会員 林 浩平
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 中山 太士
 大阪工業大学工学部 正会員 今川 雄亮
 大阪工業大学工学部 正会員 大山 理

1. はじめに

近年、国内外の橋梁において、桁下での車輛事故や不審火などを原因とする火災が発生している¹⁾。橋梁において火災が発生すると、長期的な通行止めおよび対面通行規制など交通規制を実施する必要があり、最悪の場合、落橋に至る危険性がある。現在、日本国内では、著者らが調べた限り、火災による落橋事例は見られないが、海外では、アメリカの州間幹線道路 I-75 号線 9-Mile 高架橋(写真-1)やインドネシアのトラス橋において落橋に至っており社会に大きな影響を及ぼしている²⁾。

特に、継手部は部材間を連結する重要な箇所である。そのため、火災による熱影響を受けることで、構造として成り立たなくなる可能性があり、高温時における継手箇所の力学特性を把握することは重要である。摩擦接合高力ボルト継手については、研究成果が多く報告されているが、リベットおよび溶接継手については研究報告が少ないのが現状である^{3),4)}。

そこで、著者らは、高温時におけるリベットおよび溶接継手の力学特性の把握とデータ蓄積を目的に、実構造物で一般的に適用される板厚の供試体を製作し、高温引張試験を実施した。その中で、本稿では、主に、荷重-変位関係に着目し、その結果について報告する。

2. 試験概要

本学が所有する電気炉および 1000kN 万能試験機を用いて、各供試体を試験温度まで加熱し、高温時における引張試験を実施した(写真-2)。各供試体の平面を図-1 および図-2 に示す。リベット継手は片側 1 本、溶接継手は突き合わせ溶接を対象とした。試験条件を表-1 に示す。鋼種はリベット継手が SS400、溶接継手が SM400 であり、供試体中心から±100mm を加熱範囲とした。リベット径はφ22 である。板厚はリベット継手が母材、添接板とも、鉄道橋として一般的に適用されている 9mm、溶接継手が 12mm である。加熱温度は供試体の中央部の温度で制御し、昇温速度は 20°C/min、供試体の中央部の温度が設定温度に達した後、その温度を 30 分間保ち、引張試験を行った。



写真-1 落橋事例 (アメリカ)²⁾



写真-2 試験状況

表-1 試験条件

常温試験：溶接継手，計3本，リベット継手，計3本			
高温試験：溶接継手，計6本，リベット継手，計6本			
継手	500°C	700°C	900°C
溶接	●●	●●	●●
リベット	●●	●●	●●

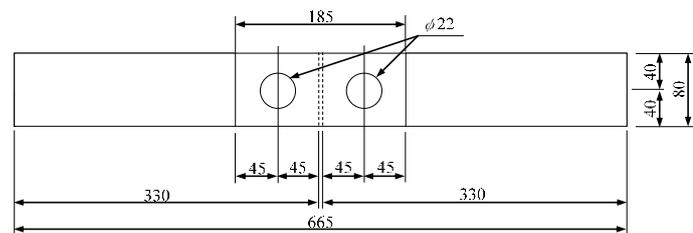


図-1 リベット継手 (単位：mm)

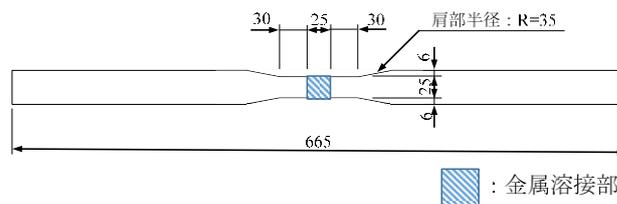


図-2 溶接継手 (単位：mm)

3. 試験結果

まず、加熱試験結果の一例として、各設定温度における鋼材温度と時間の関係を図-3に示す。なお、図中の破線は加熱炉の設定温度を示している。この結果から、引張試験中、設定温度を保持できることが確認できる。

つぎに、リベットおよび溶接継手の引張試験結果を図-4、図-5にそれぞれ示す。なお、変位は、高温の炉内にある供試体の標点間距離を計測するのは困難であるため、万能試験機におけるクロスヘッドの変位量を供試体の全体伸びとした。図-5(b)には、溶接継手⁴⁾およびSM400⁵⁾の先行研究結果も併せて示す。ここで、変化率とは、常温時の値を1.0としたとき、各温度における値を常温時の値で除して無次元化した値である。

図-4(a)より、加熱温度の上昇に伴い、最大荷重が低下し、変位が増加する傾向が見られた。また、図-4(b)より、常温では降伏が先行していた供試体が、熱影響を受けると、すべりが先行する結果になった。なお、本実験では、载荷中に音が発生し、荷重が低下した点をすべりとして評価している。

図-5(a)より、リベット継手と同様に、加熱温度の上昇に伴い、最大荷重が低下し、変位が増加する傾向が見られた。図-5(b)より、本試験結果と先行研究の値を比較した結果、低下傾向に大きな差異は見られず、500℃で常温時の50%程度、900℃で10%程度になることがわかる。

4. まとめ

近年、増加傾向にある橋梁火災時において、部材間を連結する重要な箇所である継手部の力学特性を明確にし、把握することは重要である。そのため、高温時におけるリベットおよび溶接継手の力学特性の把握およびデータ蓄積を目的として、高温引張試験を実施した。

今回、母材厚および添接板厚9mmのリベット継手、母材厚12mmの突き合わせ溶接継手を対象に試験を行ったが、今後、板厚を変更して試験を実施し、より多くのデータを蓄積する必要がある。

【参考文献】

- 1) 例えば、大山 理, 今川雄亮, 栗田章光: 火災による橋梁の損傷事例, 橋梁と基礎 Vol.42, No.10, pp.35~39, (株)建設図書, 2008.10.
- 2) 柳澤則文, 今川雄亮, Marcus P. RUTNER, 大山 理, 栗田章光: アメリカ・9マイル跨道橋の火災による落橋要因の一解析, 橋梁と基礎, Vol.48, No.6, pp.26-30, 2014.6.
- 3) 例えば、平島岳男, 江寄 佑, 安藤秀平: 高温時における高力ボルト摩擦接合の変形性能, 日本建築学会構造系論文集, Vol.79, No.698, pp.541-548, 2014.4.
- 4) 川崎有貴, 尾崎文宣: 鋼構造溶接接合部の高温引張実験, 日本建築学会構造系論文集, No.82, Vol.732, pp.291-298, 2017.2.
- 5) 村川友則, 高橋佑介, 今川雄亮, 大山 理: 高温時における鋼の力学特性, 2019年度 土木学会関西支部年次学術講演会, 2019.5.

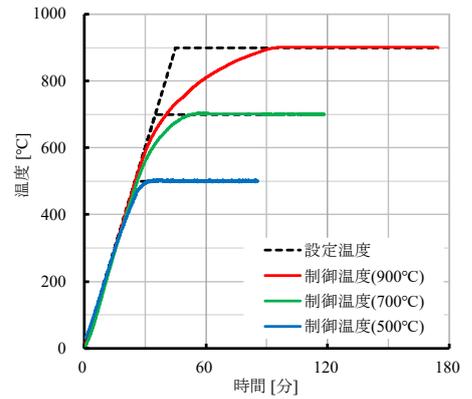
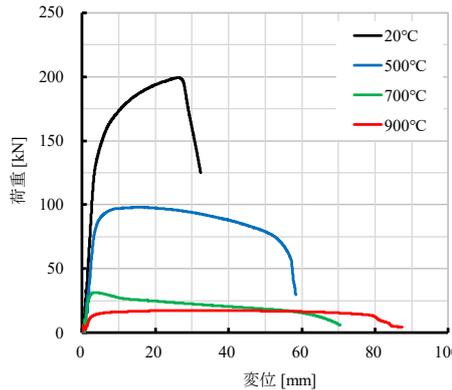
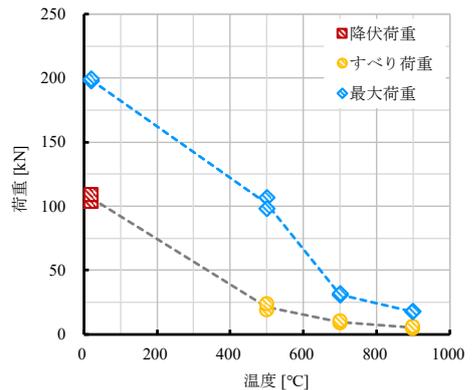


図-3 温度-時間関係

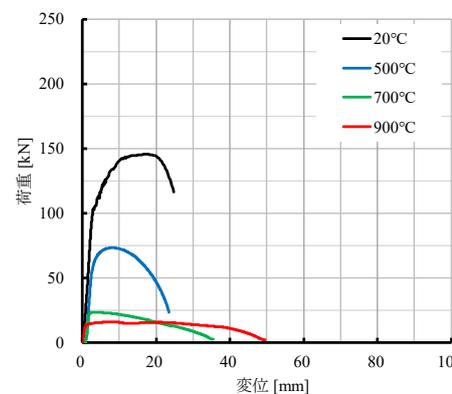


(a) 荷重-変位関係

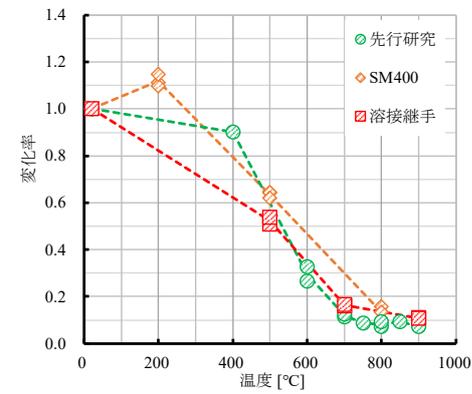


(b) 荷重と温度の関係

図-4 リベット継手



(a) 荷重-変位関係



(b) 最大荷重の変化率と温度の関係^{4),5)}

図-5 溶接継手