

火災時における合成桁の受熱温度推定に関する研究

大阪工業大学大学院	学生員	○長谷亮介*
川田工業(株)	正会員	柳澤則文**
大阪工業大学工学部	正会員	大山 理*
大阪工業大学工学部	正会員	栗田章光*

1. はじめに

近年、タンクローリー車など車輛事故による炎上あるいは不審火や放火などにより、橋梁が火災を受ける事例が多く報告されている。例えば、2008 年 8 月上旬に、首都高速 5 号池袋線で、タンクローリー車の横転・炎上により、橋桁およびコンクリート橋脚が大きな被害を受け、大規模な車線規制と橋桁の取り替えが約 2 ヶ月にわたって行われ、その経済損失は、計り知れないものであった¹⁾。

橋梁が火災を受けると、最悪の場合、落橋も考えられ、落橋に至らない場合でも、調査や補修などによる長期間の交通規制が必要となる。したがって、被災した橋梁の損傷状況や安全性を迅速かつ適確に判断することが重要となるが、今日までに火災を受けた橋梁に対する診断法は確立されていないのが現状である。

そこで、本文では、合成桁の直下で火災が発生した場合を想定した加熱実験を行い、鋼桁およびコンクリート内部の受熱温度を測定するとともに、解析値と比較・検討を行った結果について報告する。

2. 実験概要

実験供試体の側面を図-1、断面を図-2 にそれぞれ示す。同図には、K 熱電対の設置位置も併せて示す。

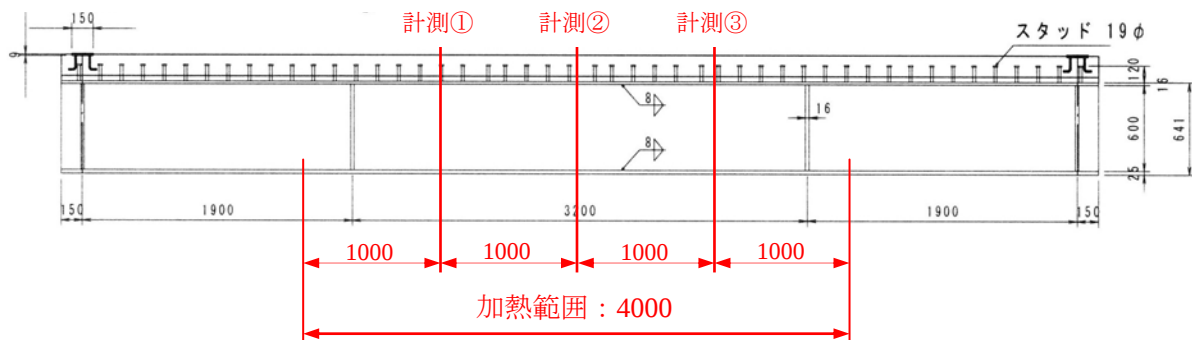


図-1 実験供試体の側面および熱電対設置位置 (単位: mm)

実験供試体は、ロビンソンタイプの合成床版を有する合成桁であり、加熱範囲は、支間中央の 4.0m である。加熱試験(火災温度-時間関係)は、橋梁直下でタンクローリーが横転・炎上したことを想定し、ヨーロッパの設計規準(Eurocode)で規定されている炭化水素曲線(HC：最高温度：1100℃)で行った²⁾。鋼桁および底鋼板の熱電対の設置位置は、図-2 に示すとおりである。一方、コンクリートには、表面、表面から 30、75、120mm の位置に熱電対を設置した。

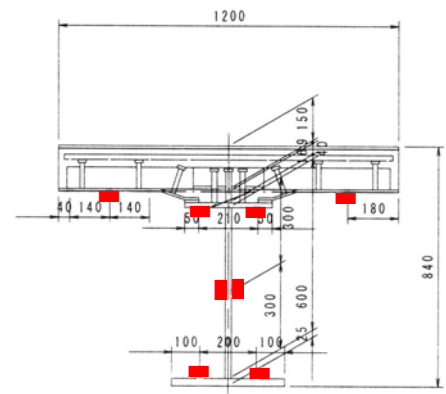


図-2 実験供試体の断面および
熱電対設置位置 (単位: mm)

3. 一次元差分法による温度計算

鋼桁の受熱温度の算定手法は、『鋼構造耐火設計指針(日本建築学会)³⁾』に基づき、さらに、加熱面は3面加熱として算出を行った。一方、合成床版(底鋼板およびコンクリート)の受熱温度は、底鋼板

Key word : 合成桁, 火災, 一次元差分法, 炭化水素曲線

* 〒535-8585 大阪市旭区大宮 5 丁目 16 番 1 号

TEL : (06)6954-3315, FAX : (06)6957-2131

〒550-0014 大阪市西区北堀江1丁目22番19号

TEL : (06)6532-4897, FAX : (06)6532-4890

(厚さ：9mm)およびコンクリート(厚さ：150mm)を、それぞれ、1層と13層に分割し、一次元差分法により算出を行った。なお、鋼材およびコンクリートの熱伝導率や比熱などの熱特性値は、温度依存性を考慮するとともに^{4), 5)}、コンクリートの含水率は、3%と仮定した。

4. 実験結果

加熱試験は、当大学所有の大型水平加熱炉で行った。写真-1に、実験供試体の設置状況を示す。

つぎに、測定値の一例として、図-1の計測②における鋼桁および合成床版(底鋼板、コンクリート)の受熱温度を、それぞれ、図-3、図-4に実線で示す。同図には、併せて、一次元差分法による解析値を破線で示す。なお、加熱実験は、桁の変形が大きくなったため、開始24分で終了した。また、鋼桁および底鋼板の測定値は、左右で大きな差異が見られなかったため、平均値を示している。

同図より、下フランジおよびウェブの受熱温度は、直接、炎に曝されているため、開始20分程度で、ほぼ炉内と同じ温度になった。また、下フランジおよびウェブの解析値は、比較的、測定値を追従する結果となっている。

一方、上フランジおよび底鋼板の受熱温度の解析値は、測定値よりも大きな結果となった。また、コンクリート内部の受熱温度は、水分の蒸発にエネルギーが消費される潜熱の影響により、100℃付近で上昇が見られない結果となった。

以上より、加熱試験中、コンクリートより多量の水蒸気が出ていたことも踏まえると、コンクリートに含まれる水分の割合が多いため、内部の温度が上昇せず、結果的に、コンクリートに接している上フランジや底鋼板の受熱温度も、下フランジやウェブに比べて、低くなったと考えられる。

5. まとめ

本研究より、合成桁が炎に曝された際、鋼桁の下フランジおよびウェブの受熱温度は、比較的良く推定することができた。一方、コンクリートやコンクリートに接する鋼材の受熱温度の評価には、さらなる検討が必要である。

【参考文献】

- 1) 桑野忠生, 増井 隆, 鈴木寛久, 依田勝雄: タンクローリー火災事故のより損傷を受けた橋梁の復旧, 橋梁と基礎 No.4, pp. 13~18, 2009年4月.
- 2) CEN: Eurocode 1 - Actions on structures - Part 1-2: General actions - Actions on structures exposed to fire, EN 1991-1-2, 2002.11.
- 3) (社)日本建築学会: 鋼構造耐火設計指針, 2008年3月.
- 4) CEN: Eurocode 2 - Design of concrete structures Part 1.2: General rules - Structural fire design, prEN 1992-1-2, 2002.10.
- 5) CEN: Eurocode 3 - Design of steel structures Part 1.2: General rules - Structural fire design, prEN 1993-1-2, 2003.4.



写真-1 実験供試体の設置状況

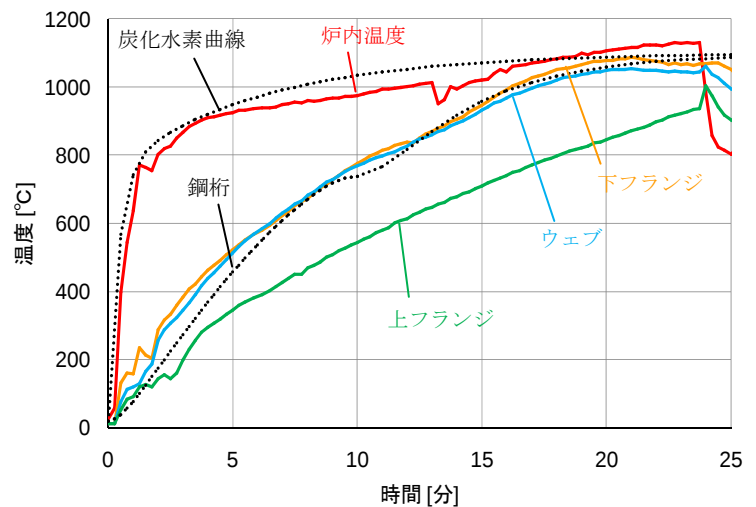


図-3 鋼桁の受熱温度

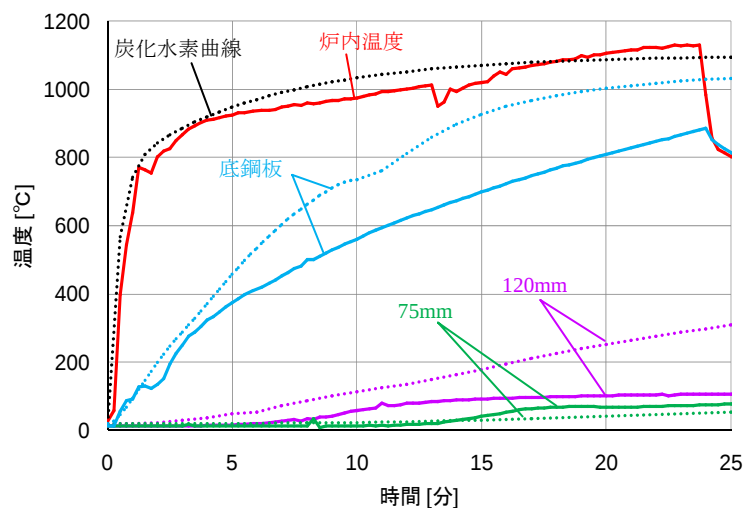


図-4 底鋼板およびコンクリート内部の受熱温度