

火災時における合成桁の変形解析

川田工業(株)	正会員	○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・補強などによる長期間の交通規制が必要となる。

そこで、本文では、火災を受けた橋梁に対する診断法の確立を目指して、高架橋として多く採用されている合成桁橋の直下で火災が発生した場合を想定した加熱実験²⁾を行い、合成桁のたわみ変化を測定するとともに、解析値との比較・検討を行った結果について報告する。

2. 実験概要

加熱実験に用いた供試体の側面図および断面図を図-1に示す。

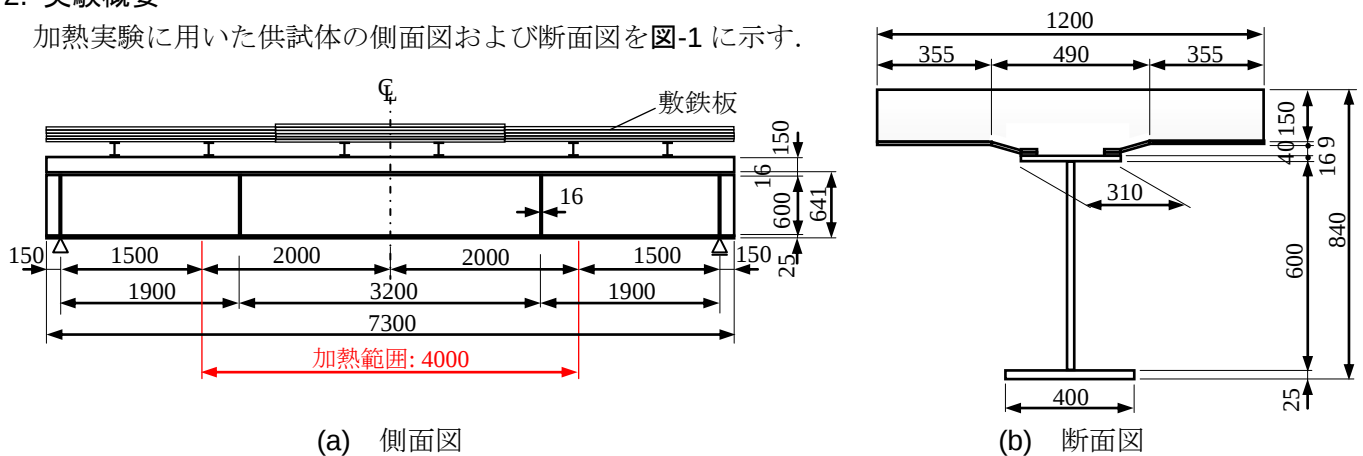


図-1 実験供試体の側面図および断面図 (単位: mm)

実験供試体は、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 範囲とした。実験供試体には、実橋を想定し、支間 30m の合成桁の支間中央下フランジに後死荷重により生じる応力と同等の応力を作用させるため、図-1に示すように、床版上に敷鉄板を数枚載荷した。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(最高: 1100℃)で行った³⁾。たわみの計測は、両端部および端部から支間長の 1/4, 1/2, 3/4 の位置に変位計を設置して行った。

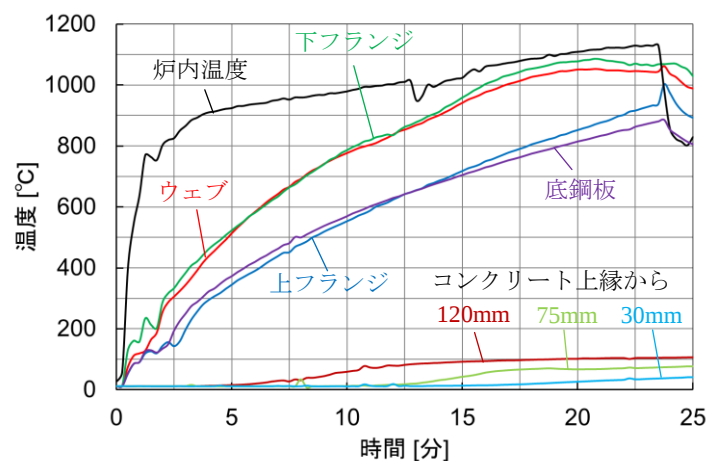


図-2 実験供試体の受熱温度

3. たわみの算定

まず、加熱実験による各部材の受熱温度および Eurocode における鋼材の降伏強度とヤング係数の低下率を

Key word : 火災, 合成桁, たわみ, 抵抗断面

* 〒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

** 〒535-8585 大阪市旭区大宮 5 丁目 16 番 1 号

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

それぞれ図-2 および図-3 に示す⁴⁾。加熱により合成桁に生じるたわみは、曲げ、せん断ならびに温度差の3つが考えられる。そこで、曲げおよびせん断は、図-2 の受熱温度の測定結果に基づき、各部材のヤング係数の低下を考慮して算出する。一方、温度差は、断面内において鋼桁の受熱温度が支配的であると考え、上フランジと下フランジとの温度差による曲率を用い算出する。

4. 比較・検討

実験における支間中央たわみの測定結果および解析結果を図-4 に示す。

図-4 より、加熱開始から約 12 分まで、測定値と解析値は、良好な一致を示した。しかし、それ以降、両者には、大きな差異が見られた。その要因として、図-2 より、12 分時のウェブおよび下フランジの受熱温度は、約 830℃となっており、図-3 より、ヤング係数が常温時の 10%程度まで低下していることを考慮すると、荷重に対して抵抗できず、曲げ剛性が大きく低下したと考えられる。

そこで、各鋼部材の受熱温度が 830℃に達した時点で抵抗断面として考慮しないと仮定し、順次、抵抗断面を変化させ、たわみを算出した。その結果を図-5 に示す。なお、直接、熱に曝されていない区間は、桁の受熱温度が 830℃以下であるため、抵抗断面は合成桁断面と仮定した。図-5 より、抵抗断面を加熱開始から 12 分までは合成桁断面、12~19 分では合成床版と上フランジの合成断面、19~21 分では合成床版断面、21 分以降 RC 床版断面として取り扱くと、支間中央および $l/4(3l/4)$ 位置の解析値は、比較的測定値と近い結果となった。

5. まとめ

本研究より、加熱時の合成桁のたわみは、受熱温度に応じて抵抗断面を変化させることで比較的精度良く推定できることがわかった。また、下フランジとウェブを無視した後は、せん断および温度差たわみは考慮せず、上フランジと底鋼板の剛性の低下による曲げたわみのみを考慮すればよいことがわかった。

【参考文献】

- 1) 例えば、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, 2009.4.
- 2) 長谷亮介，柳澤則文，大山 理，栗田章光：火災時における合成桁の受熱温度推定に関する研究，土木学会 第 65 回年次学術講演会講演概要集 CS2-049, pp.97-98, 2010.9.
- 3) CEN: Eurocode 1 - Actions on structures-Part 1-2: General actions-Actions on structures exposed to fire, EN 1991-1-2, 2002.11.
- 4) CEN: Eurocode 3 - Design of steel structures Part 1.2: General rules – Structural fire design, prEN1993-1-2, 2003.4.

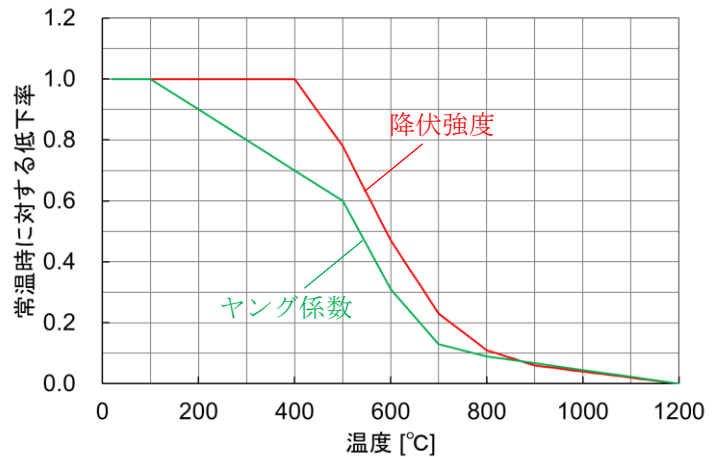


図-3 鋼材の降伏強度およびヤング係数の低下率⁴⁾

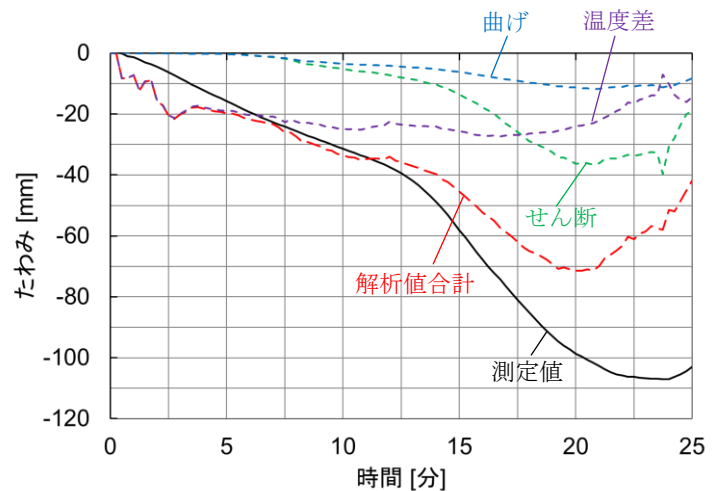


図-4 支間中央たわみの測定値と解析値

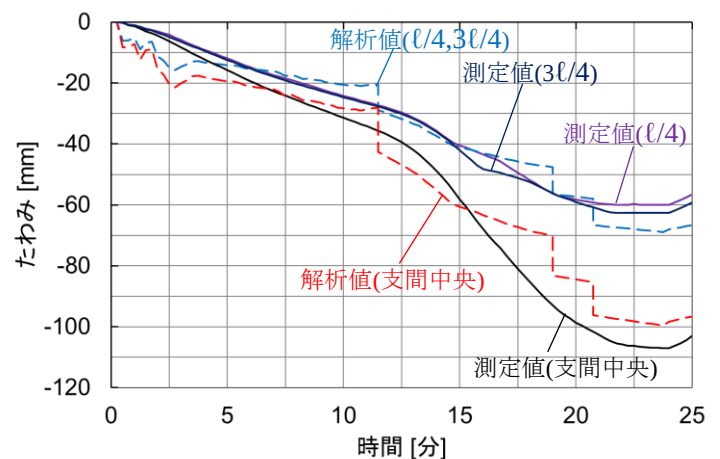


図-5 たわみ(抵抗断面変化)