

合成桁橋の火災に関するシミュレーション解析

JIP テクノサイエンス	正 会 員	○竹原 和夫
大阪工業大学大学院	学生会員	今川 雄亮
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

大小さまざまな火災により橋梁が損傷する事例¹⁾が報告されている。橋梁が火災を受けた場合、車両の通行可否に対する迅速な判断が必要となるが、橋梁に対する火災後の診断法などは確立されていないのが現状である。鋼橋の火災後の診断法を確立させるためには、火災による桁の受熱温度、変形などを把握する必要がある。そこで2007年度に実物の合成桁橋を対象に火災を想定した加熱試験を実施した。本文では、この試験に対して有限要素法を用いたシミュレーション解析を試み、その結果について報告する。

2. 実験概要

本試験に用いた供試体は、阪神高速道路環状線・湊町入路が改築されたことに伴って撤去された合成桁橋（桁高：1500mm、コンクリート床版厚：170mm、ウェブ厚9mm、床版下面の鋼板接着補強なし）である。加熱試験の状況を写真-1に、供試体寸法と計測位置を図-1に示す。計測項目は桁内の火災温度、ウェブ内外および上下の受熱温度、ならびにウェブの面外変形量とした。G2桁におけるB点の火災温度は約7分後に最高1200に達し、ウェブの受熱最高温度は約8分後に内側下段で約800、内側上段で約650、外側下段で約680、外側上段で約550であった。



写真-1 加熱試験状況

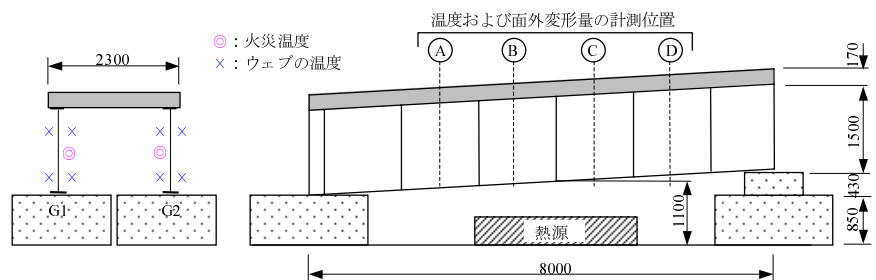


図-1 供試体寸法と計測位置 (単位: mm)

3. 解析条件

この火災試験に対して有限要素解析を試みる。解析モデルを図-2に示す。供試体に含まれる床版、鋼桁や補剛材、横構や対傾構などは可能な限り忠実にモデル化した。部材断面の温度分布を把握できるように、鋼桁ウェブについては板厚方向に3分割、床版については高さ方向に4分割とした。使用した要素は高次のソリッド要素とし、モデルの節点数は37533である。解析には汎用構造解析ソフトウェア DIANA²⁾を用いた。

解析に用いる物性値の一覧を表-1に示す。値については文献³⁾などを参考に標準的な値を採用した。なお、今回のシミュレーションにおいて物性値の温度依存性や材料非線形性は考慮していない。

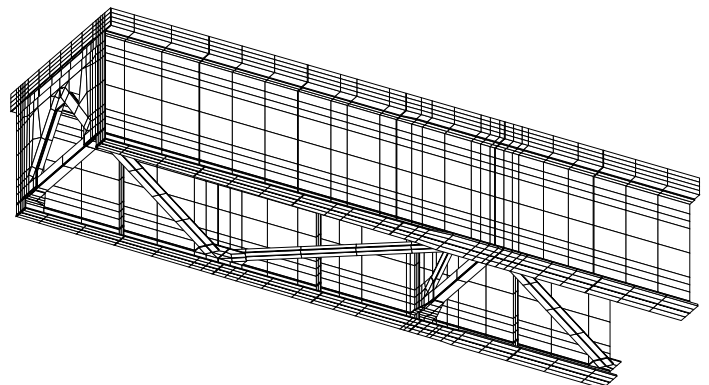


図-2 解析モデル

キーワード: 火災, 合成桁橋, 加熱温度-時間関係, FE 解析, 受熱温度

連絡先: 〒 103-0025 東京都中央区日本橋茅場町 1 丁目 2 番 5 号 Tel 03-5614-3204 / Fax 03-5614-3210

また、解析に用いた温度曲線は測定した桁内の火災温度に基づいて設定し、時間間隔は21.6秒とした。火災温度の入力は桁内部の対流境界要素の熱伝達率を変更する方法⁴⁾とし、床版下面で 100W/m^2 、ウェブ下端で 200W/m^2 まで線形変化すると仮定した。

4. 解析結果

最高温度時における鋼桁および床版の温度分布を図-3に示す。図より横構および対傾構を中心に、モデル下側の温度が高くなっていることがわかる。また図-1のB点について、G2桁におけるウェブ内側の受熱温度と時間の関係を図-4に、ウェブ外側の受熱温度と時間の関係を図-5に示す。両図にはG2桁における火災温度、および計測結果を併記している。解析で得られた最高温度は内側下段で約7分後に 865°C 、外側下段で 684°C であり、ピーク値については計測結果とほぼ類似しているといえる。

5. まとめ

合成桁橋の火災に関するシミュレーション解析より、以下の知見が得られた。

- (1) ウェブの受熱温度は、内側下段において7分後に 865°C まで上昇する。
- (2) 最高温度となる時刻は、計測結果よりも早い。
- (3) 最高温度到達後の温度降下勾配は、計測結果よりも急である。

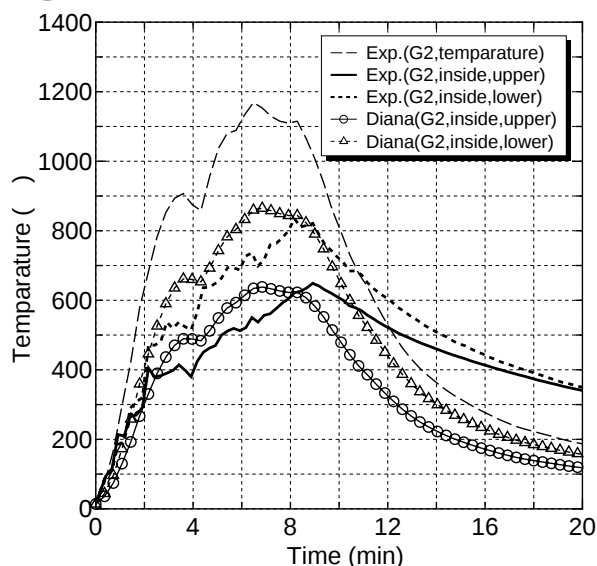


図-4 温度-時間関係 (G2 ウェブ内側)

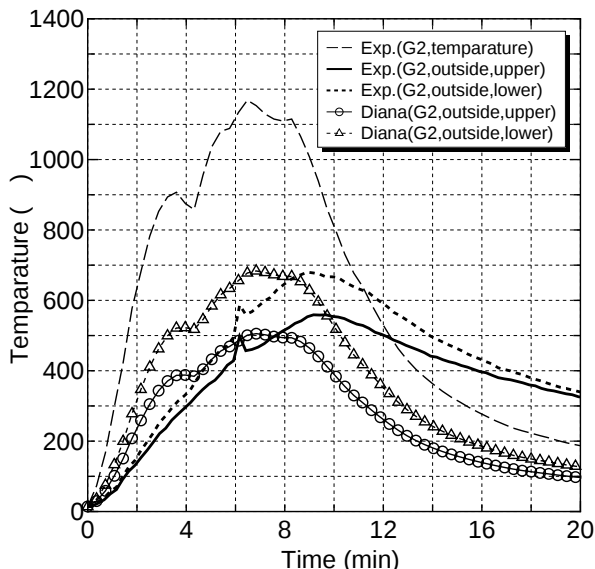


図-5 温度-時間関係 (G2 ウェブ外側)

参考文献

- 1) 例えば、酒井、原田、三輪、高、本間：火災を受けた橋梁の健全度評価と補修、橋梁と基礎，pp.41-48，2003.4.
- 2) DIANA User's Manual Release 9.2，TNO DIANA b.v.
- 3) 土木学会：コンクリート標準示方書 [施工編]，2002.1.
- 4) 土木学会：コンクリート構造物の耐火技術研究小委員会報告ならびにシンポジウム論文集，2004.10.

表-1 材料物性値

	コンクリート	鋼材
熱伝導率 ($\text{W/m}^\circ\text{C}$)	2.7	50.0
比熱 ($\text{kJ/kg}^\circ\text{C}$)	1.15	0.4
初期温度 ($^\circ\text{C}$)	13.9	
外気温 ($^\circ\text{C}$)	15.0	
弾性係数 (N/mm^2)	2.8×10^4	2.0×10^5
ポアソン比	0.17	0.3
密度 (kg/m^3)	2350	7850
線膨張係数 ($1/^\circ\text{C}$)	1.0×10^{-5}	1.2×10^{-5}

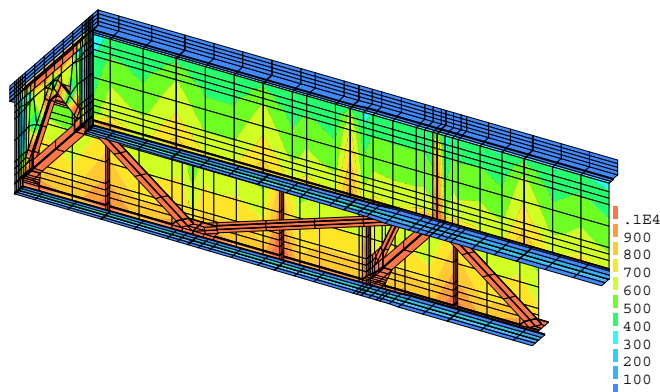


図-3 温度分布図