初期不整を考慮した合成桁橋の火災に関する シミュレーション解析

| 正 会 員 | 竹原 和夫 |
|-------|----------------------------------|
| 正 会 員 | 今川 雄亮 |
| 正 会 員 | 大山 理 |
| 正会員 | 栗田 章光 |
| | 正 会 員 正 会 員 正 会 員 正 会 員 |

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. 著者らは既に合成桁橋を対象に,火災を想定した加熱試験²⁾に対して有限要素法によるシミュレーション解析 を試みている³⁾が,本文ではその条件に修正を施すことで実現象に近い結果を得たので,ここに報告する. 2. 解析条件

解析モデルは文献³⁾と同じく,床版および鋼桁を全てソリッド 要素でモデル化した図-1とする.熱特性に関して,鋼材について は EC3⁴⁾, コンクリートについては EC2⁵⁾で示されている温度依 存性の材料特性値とした.コンクリートは普通コンクリート(添 字_{NC})の値を用いた.鋼材とコンクリートのそれぞれについて の温度と熱伝導率の関係を式(1)と式(2)に,比熱を式(3)と式 (4) に, これらの図を図-2と図-3に示す. さらに弾性係数に関し



図−1 解析モデル

$$k_{c,NC} = 2 - 0.2451 \frac{T_c}{100} + 0.0107 \left(\frac{T_c}{100}\right)^2 (2)$$





キーワード:火災,合成桁橋,加熱温度-時間関係,FE 解析,初期不整 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

ても,同じくECで示されている温度依存性の低減率(図-4)を適用した.火災温度の入力は既報の研究と同様 に桁内部の対流境界要素の熱伝達率を変更する方法⁶⁾とし、床版下面で50W/m²℃、ウェブ下端で200W/m²℃ まで線形変化するとした.解析には汎用構造解析ソフトウェア DIANA⁷⁾を用いた.

実験では加熱前にウェブパネルに初期変形が生じており、さらに計測位置に対して内側と外側と交互に変形 している²⁾ことから,今回の解析モデルのウェブパネルに式(5)で表される初期たわみ波形⁸⁾を考慮した.

 $w_0 = w_{0max} \sin(\frac{\pi x}{L_{\pi}}) \sin(\frac{\pi z}{L_{\pi}})$

ここに, L_e は単パネル幅, h_w はウェブ高さである.最大初期たわみ womax は実験結果に基づいて 5mm で統一した.

3. 解析結果

G2 桁におけるウェブ内側および外側の受熱温度と時間の関係を図-5 と図-6にそれぞれ示す.これより解析で得られた最高温度は内側下段 で約9分後に723℃,外側下段で約9分後に714℃と,ウェブの内外で ほとんど温度差は生じていないが, ピークとなる時刻はほぼ類似してい るといえる.ウェブの面外変形量について,初期変形を考慮しない場合 を図-7に、初期変形を考慮した場合を図-8、9に示す.これより加熱後 の変形形状は初期たわみ波形を考慮することで,実験結果に一致するこ とがわかる.また弾性係数の温度依存性低減率を考慮すると,最大温度 時の面外変形量が大きくなるが,実際には塑性状態が想定されるため, 今後はこれらの非線形性を温度依存性も含めて検討していきたい.

4. まとめ

本研究より,得られた知見を以下に示す.

- (1) ウェブの内外で受熱温度にほとんど差は生じない.
- (2) 火災後のウェブの面外変形は初期変形を考慮することで,実験結 果に一致する。
- (3) 弾性係数の温度依存性を考慮すると,最大温度時におけるウェブ 図-6 温度-時間関係(G2ウェブ外側) の面外変形量が大きくなる.



参考文献

- 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. 1)
- 今川,西,大山,栗田:実物・合成桁橋の火災試験,第63回年次学術講演会概要集,2008.9. 2
- 3) 竹原,今川,大山,栗田:合成桁橋の火災に関するシミュレーション解析,第63回年次学術講演会概要集,2008.9. Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1.2: General rules - Structural fire design, prEN 1993-1-2, 2003.4. (4)
- Eurocode 2: Design of concrete structures Part 1.2: General rules Structural fire design, prEN 1992-1-2, 2002.10. 5)土木学会:コング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.
- (6)DIANA User's Manual Release 9.3, TNO DIANA b.v. 7
- 8)例えば,コンピュータによる鋼橋の終局強度解析と座屈設計,関西道路研究会・道路橋調査研究委員会,1998.2.



図-5 温度-時間関係(G2 ウェブ内側)

