

PC 箱桁橋の加熱試験

(株)フジエンジニアリング 正会員 ○今川雄亮
大阪工業大学工学部 正会員 大山 理

西日本高速道路(株) 大城壮司
大阪工業大学工学部 正会員 栗田章光

1. はじめに

2006 年の守口高架橋, 2008 年の首都高速 5 号池袋線など, 火災による高架橋の被災事例が数多く報告されている. PC 桁橋が火災を受けた場合, 高強度コンクリートの爆裂および PC 鋼材の強度低下などが懸念されることから, 火災を受ける可能性のある PC 桁橋に対しては耐火対策を施す必要がある.

そこで, 本文では, Eurocode¹⁾の炭化水素曲線下におけるコンクリートの爆裂性状, コンクリート床版, PC 鋼材の受熱温度などを把握するために実施した実物の PC 箱桁橋に対する加熱試験の結果について報告する.

2. 試験の概要

本試験の供試体として用いたプレキャスト PC 箱桁の断面寸法および設置状況を, 図-1 および写真-1 にそれぞれ示す. コンクリートの設計基準強度は 60N/mm^2 , 供試体の下床版は, 幅 3400mm , 厚さ 200mm である. 上下段の配筋鉄筋の純かぶりは 35mm であり, 受熱温度測定のために内ケーブル(下面から 100mm の位置)および外ケーブルを配置した. セグメント 1 個あたりの橋軸方向の長さは 2350mm で, 接合した 3 個のセグメントの中央部 3000mm の範囲に対して加熱試験を行った. 加熱試験は, まず, 大型水平加熱炉にて, 耐火対策を施さない場合について炭化水素曲線下で 30 分間行った. 一方, 下床版下面に厚さ 27.5mm の耐火用セラミックボード(以下, 耐火パネルと略記)を設置した場合について, 炭化水素曲線下で 95 分間の加熱試験を行った. 本試験に用いた耐火パネルの単位体積重量, 熱伝導率ならびに比熱は, それぞれ, 1000 kg/m^3 , $0.16\text{ W/m}^\circ\text{C}$, $0.84\text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ である.

本文では, 上下段鉄筋, 内外ケーブル, コンクリート内部(下面から 100mm の位置)および上面において K 熱電対を用いて測定した受熱温度の結果について示す. なお, 本試験はコンクリート打込みから 34 日後に実施し, 試験時のコンクリートの含水率は 4.6% であった.

3. 試験の結果

(1) 耐火パネルなしの場合

下床版下面は, 5 分程度で爆裂が始まり, 10 分後に下段鉄筋が露出した. その後も爆裂は進行し, 写真-2 に示すように, 20 分後には下段鉄筋が垂れ下がるとともに内ケーブルのシースが露出した. そして, コンクリートが飛散する爆裂現象は, 加熱を終了した 30 分後まで継続した.

Key word : PC 箱桁橋, 火災, 爆裂, 受熱温度, 耐火パネル

連絡先 〒532-0002 大阪市淀川区東三国5丁目5番28号

TEL: (06)6350-6132, FAX: (06)6350-6140

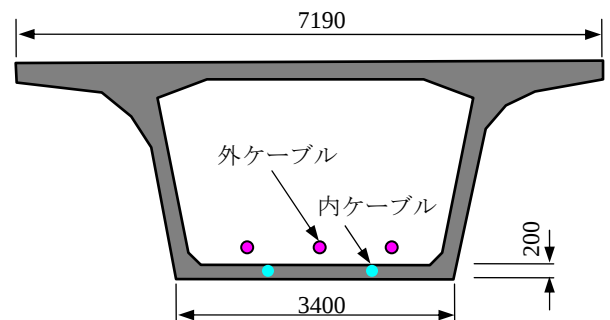


図-1 供試体の断面 (単位:mm)

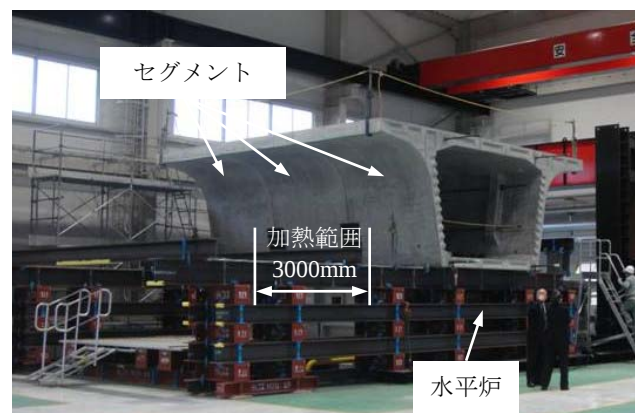


写真-1 供試体の設置状況

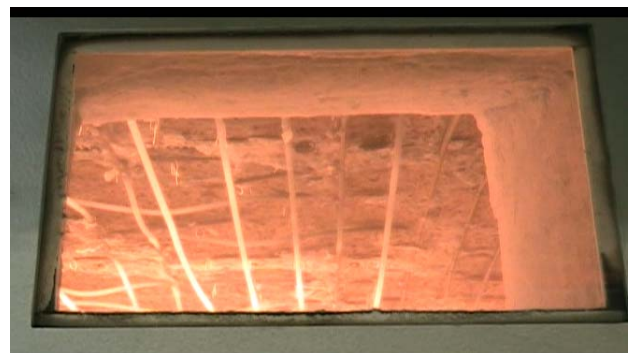


写真-2 加熱 20 分後の爆裂状況

試験後に計測した爆裂深さは、最大で 165mm であり、この部分は、写真-3 に示すように、上段鉄筋までも露出に至った。

中央断面の下床版における上下段鉄筋、内外ケーブル、コンクリート中段(下面から 100mm)および上面の受熱温度を図-2 に示す。下段鉄筋およびコンクリート中段の計測値は、爆裂によって熱電対が炉内に露出し、それぞれ 15 分および 25 分程度で測定不可となった。内ケーブル周辺のコンクリートも爆裂したため、内ケーブルは高い温度を受けており、35 分で 350℃に達したことがわかる。しかし、爆裂に至らなかった上段鉄筋の位置では、最大 100℃程度までの温度上昇しかみられず、爆裂に至らなかったコンクリートの温度上昇は小さいことがわかる。このため、外ケーブルは、ほとんど温度上昇がみられなかった。

(2) 耐火パネルありの場合

耐火パネルを設置して炭化水素曲線で 95 分間加熱した場合、爆裂は生じず、下床版内部の受熱温度が大幅に低減した。耐火パネルを設置した場合の、下段鉄筋、内外ケーブルならびにコンクリート中段の受熱温度を図-3 に示す。同図より、耐火パネルを設置した場合には、内ケーブルの受熱温度は 100℃程度であり、PC 鋼材の強度低下が生じるとされる 200℃以下であることがわかる。

4. まとめ

炭化水素曲線下における PC 箱桁橋の加熱試験結果より、以下の知見が得られた。

- (1) 耐火パネルを設置しない場合、5 分程度で下床版下面の爆裂が始まり、30 分間の加熱で最大 165mm の爆裂深さが生じた。
- (2) 爆裂によって、内ケーブルの受熱温度は、最大で 350℃に達した。しかし、爆裂に至らなかった箇所は、100℃以下であった。
- (3) 耐火パネルを設置した場合、下床版全体の受熱温度が大幅に低減され、内ケーブルの最大受熱温度は 100℃程度であった。

以上より、耐火対策が施されていない PC 箱桁橋の桁下においてタンクローリーの横転による火災が生じた際、爆裂により下コンクリート床版に内ケーブルを配置している場合、ケーブルの急激な温度上昇が懸念される。したがって、火災を受ける可能性のある PC 桁橋に対しては、耐火被覆を施すなど、何らかの対策を行う必要があると考えられる。

【参考文献】

- 1) CEN: Eurocode 1: Actions on structures-Part 1-2: General actions-Actions on structures exposed to fire, EN 1991-1-2, 2002.

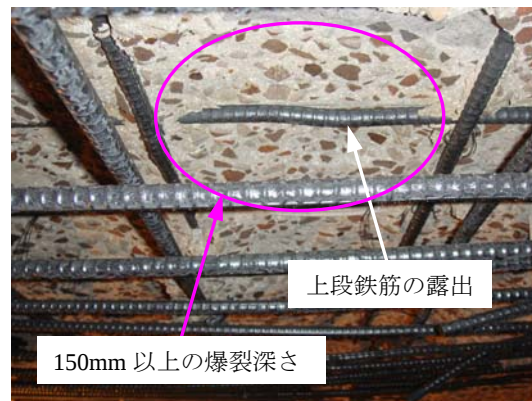


写真-3 試験後の下床版下面の状況

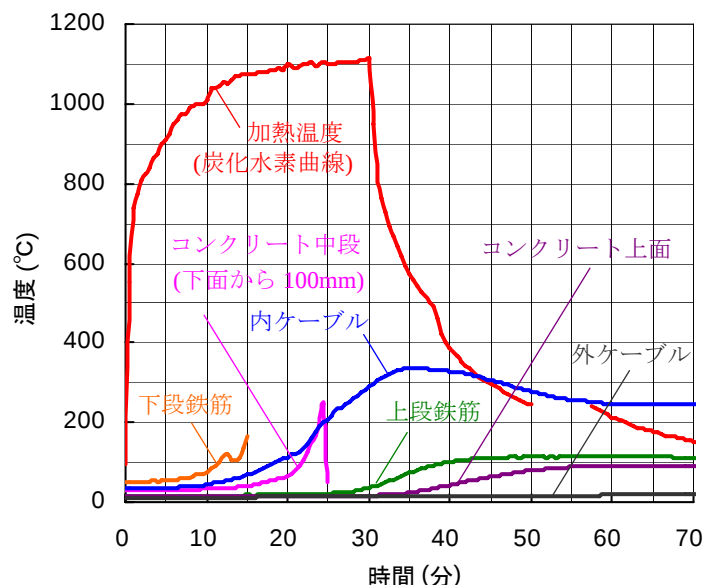


図-2 下床版の受熱温度 (耐火パネルなし)

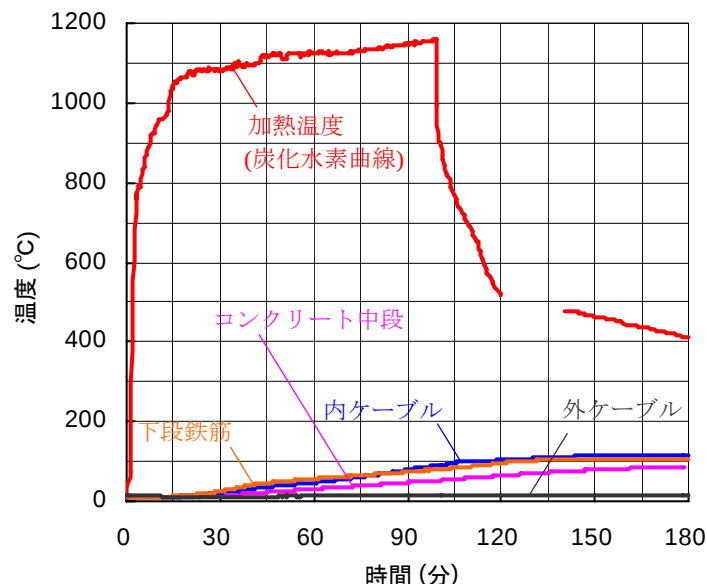


図-3 下床版の受熱温度 (耐火パネルあり)