

路面上での火災に対するワッフル型 UFC 床版の剛性評価

阪神高速道路株式会社 正会員 ○小坂 崇, 大阪工業大学 正会員 大山 理
 阪神高速道路株式会社 正会員 河野晴彦, 大阪工業大学 正会員 今川雄亮
 阪神高速道路株式会社 正会員 松井章能, 大阪工業大学大学院 学生会員 高橋佑介
 阪神高速道路株式会社 正会員 濱崎浩太, 大阪工業大学大学院 学生会員 村川友則

1. はじめに

超高強度繊維補強コンクリート(以下「UFC」という。)は、細骨材、セメントおよび混和材による密実なセメント系複合材であり、圧縮強度が 180N/mm^2 と従来のコンクリートと比較して4~6倍程度強度が高い。コンクリートは一般的に耐火性を有する材料であるが、高強度になるほど火災時に爆裂現象が生じる危険性があることが指摘されている。阪神高速道路では軽量かつ耐久性の高い道路橋床版として UFC 床版を開発し、実橋への適用を進めているが、UFC 床版の路面上の火災に対する性状への影響については十分な知見を有していない。本稿では消火活動や、お客様の安全性確保の観点から、路面上の車両火災を想定したワッフル型 UFC 床版の加熱試験を実施し、剛性を評価した結果について報告する。

2. 路面上での車両火災事例調査

阪神高速における路面上での車両火災事例を調査した結果、過去5年間において毎年約5件程度が確認された。火災により舗装の変状が確認されたが、RC床版の変状は確認されなかった(写真-1)。また、火災通報から消火までの時間は30~40分程度であった。



写真-1 路面上での車両火災後の舗装の撤去状況

3. 路面上での車両火災を模擬した加熱予備試験

(1) 試験概要

2章で述べた事例調査において床版の変状は確認されず、路面上での火災による火災温度と床版の受熱温度に関する既往研究も殆どないことから、床版の受熱温度が推定できない。よって、路面上での車両火災によるアスファルト舗装およびコンクリート床版の受熱温度および熱伝導特性を把握するため、RC床版を模擬した $400\text{mm} \times 400\text{mm}$ 、厚さ 200mm のコンクリート版(以下「Co版」という。)上に厚さ 50mm の密粒度アスファルト版(以下「As版」という。)を載せた供試体を製作し、加熱予備試験を行った(写真-2)。加熱温度は Eurocode²で規定されている外部火災曲線による火災温度を参考に、As版上面の表面温度が 680°C 程度となるよう 2kg の薪を燃焼して加熱し、鎮火後表面温度が 100°C 以下となるまで(122分間)計測した。



写真-2 加熱試験状況

(2) 試験結果

加熱試験の結果を図-1に示す。同図より、As版上面の表面温度は燃焼開始18分後に最大 722°C まで上昇し、Co版上面は約50分後に最大 145°C 、コンクリート上面から 20mm の位置では約90分後に最大 68°C となった。As版によりCo版への熱影響が抑えられたことに加えて、Co版の熱特性から内部温度はそれほど大きく上昇しなかったと考えられる。試験後の供試体を確認した結果、As版上面はアスファルトの引火点(260°C)以上の熱影響を受けたことにより、溶解、深さ 5mm 程度の浮きおよび砂利化が確認されたが、Co版上面にひび割れ等の損傷は確認されなかった。

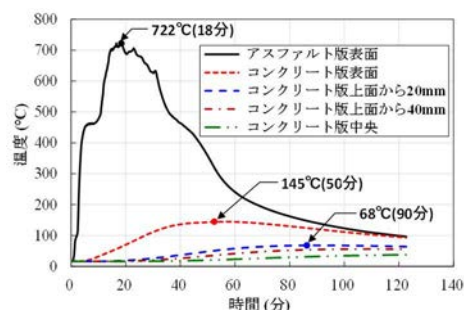


図-1 供試体の温度変化

キーワード：超高強度繊維補強コンクリート、UFC、道路橋床版、火災、加熱試験

連絡先：〒651-0041 神戸市中央区新港町16-1 阪神高速道路(株)建設事業本部神戸建設部 Tel : (078)331-9801

4. ワッフル型 UFC 床版の加熱試験

(1) 試験概要

ワッフル型 UFC 床版を用いて加熱試験を行った。加熱試験は大阪工業大学が所有する大型水平加熱炉により行い、加熱炉への試験体の設置にあたっては、路面上の車両火災を想定して床版上面を加熱する必要があることから、床版を反転して加熱炉の上部に設置した(写真-3)。

加熱温度については、路上火災を模擬したアスファルト版上面の加熱試験結果における床版上面の受熱温度は 200℃以下であったが、加熱炉内の温度を約 350℃まで加熱した。加熱時間については、2 章で述べた路面上での火災事例調査の結果を踏まえて 30 分とした。温度計測位置を図-2 に示す。

また、ワッフル型 UFC 床版の剛性変化を確認するため、加熱試験前後に床版中央を集中載荷する載荷試験を実施し、鉛直変位を計測、比較した。

(2) 試験結果

加熱試験の結果(図-3)、床版上面(加熱面)から 22.5mm の位置において、最大約 85℃まで温度上昇した。これは 3 章で述べた舗装上面の加熱試験結果におけるコンクリート上面から 20mm の温度計測結果(最大 68℃)と比べて温度上昇が若干大きいと同程度であり、本試験における加熱温度は概ね妥当であるといえる。床版のリップ下面では 33℃までの温度上昇が確認された。内部の PC 鋼材は最大 60℃まで温度上昇が確認された。既往の研究³⁾より、PC 鋼材を 200℃に加熱しても、徐冷後は加熱前と同等の引張強度を有することが確認されていることから、PC 鋼材の性状に殆ど影響は生じていないと推測する。床版中央付近の加熱による鉛直変位量は下側に最大 11mm 程度であり(図-4)、ひび割れ等を生じる程の変形は生じなかった。

加熱試験後の供試体を目視した結果(写真-4)、加熱面に若干変色が見られたが、PC 鋼材の引き込みやひび割れ等は見られず、加熱試験前後の載荷試験より、加熱前後で剛性の変化に有意な差は見られなかった(図-5)。よって、路面上の火災を想定した加熱によって、床版本体の剛性への影響は殆どないものといえる。

5. おわりに

路上火災事例を参考に路面上の車両火災を想定したワッフル型 UFC 床版の加熱試験を実施した結果、30～40 分で消火可能な程度の火災であれば床版本体の剛性に殆ど影響を与えないことを確認した。

路面上の車両火災については、車両の積荷や火災発生の状況により火災温度や構造物へ与える影響が異なるため、今後、本試験結果を参考に消火活動における安全性確保や、損傷判定方法などを検討する必要があるといえる。

参考文献

- 1) 小澤満津雄：超高強度繊維補強コンクリート(UFC)の耐火性向上技術，コンクリート工学，Vol.54，No.9，pp.936-941，2016.9.
- 2) CEN：Eurocode 1：Actions on structures-Part 1-2：General actions-Actions on structures exposed to fire，EN 1991-1-2，Nov. 2002.
- 3) 山根隆志ら：火災の影響を受けた PC 橋の安全性に関する研究(その 1)～PC 鋼材の熱特性に関する要素試験～，土木学会第 65 回年次学術講演会，V-502，pp.1003-1004，2010.9.



写真-3 試験体設置状況

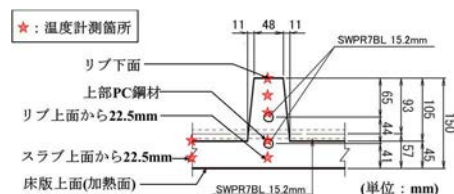


図-2 供試体断面図と計測位置

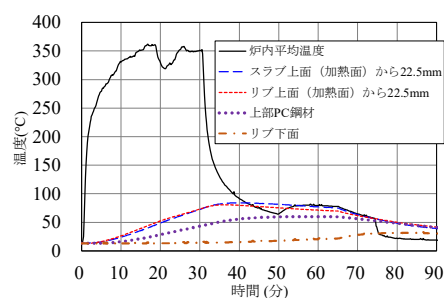


図-3 試験体の温度変化

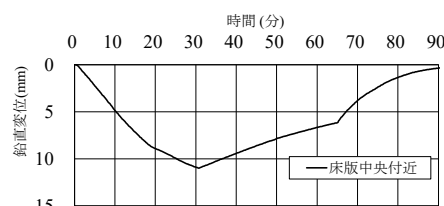


図-4 床版中央付近の鉛直変位量



写真-4 加熱試験後の床版上面

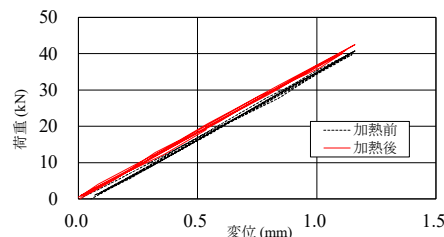


図-5 加熱前後の荷重変位の比較