

橋梁への適用に向けた耐火パネルに関する基礎的研究

川田工業(株) 正会員 ○ 柳澤 則文*
 大阪工業大学大学院 学生員 長谷 亮介**
 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両事故による炎上あるいは不審火や放火などにより、一般橋梁や高架橋が火災を受ける事例が数多く報告されている。例えば、2008年8月上旬に、首都高速5号池袋線で、タンクローリー車の横転・炎上により、橋桁およびコンクリート橋脚が大きな被害を受け、大規模な車線規制と橋桁の取替えが約2ヶ月にわたって行われ、その経済的な損失は計り知れないものであった¹⁾。しかしながら、火災における耐火対策は、トンネルでは重要視されているが、橋梁本体では未対策といった状況である。このようなことから、万一火災事故が発生した場合でも橋梁の安全性が保持できる十分な要求性能を備え、橋梁本体への適用が可能な耐火パネルの開発が必要と考えられる。

そこで、耐火パネルの開発を進めるにあたり、まず、基礎的な加熱実験を行い、フレームの変形状とフレーム、耐火材裏面、横梁下面ならびに鋼桁下面の空気層の受熱温度について測定を行った。本文では、その測定結果について報告する。

2. 実験概要

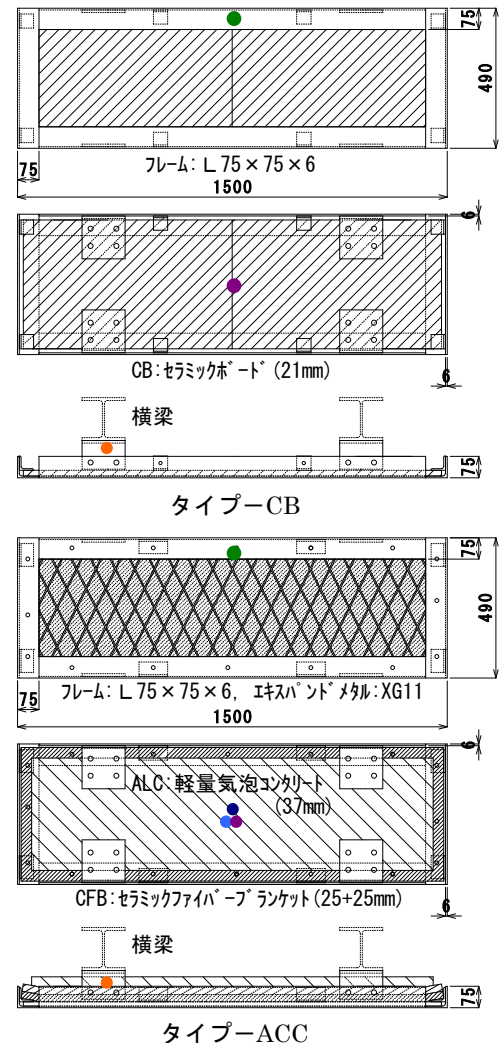
2-1 実験供試体と測定位置 加熱実験で用いる耐火材は、事前に行った予備実験の結果を踏まえ、セラミックボード (CB)、セラミックファイバーブランケット (CFB) と軽量気泡コンクリート版 (ALC) を積層した2タイプとし、SS400材のL形鋼で構成したフレームにセットした (以下、各々の耐火材名をCB、CFB、ALCと称する)。また、受熱温度の測定位置は、フレームの加熱面、各耐火材の裏面中央部および横梁下面に熱電対を設置し行った。なお、高温下での鋼材の材料強度低下を考慮し、鋼桁下面の空気層温度が350℃以上²⁾にならないことを確認するため、実験供試体から約400mm上方の空気層にも熱電対を設置することとした (図-1)。

2-2 実験方法と実験ケース 加熱実験は、大阪工業大学が所有する大型水平加熱炉を用いて行い (写真-1)、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) で規定されている火災温度-時間関係である炭化水素曲線 (HC : 最高温度 : 1100℃)³⁾で90分間加熱することとした。

Key word : 火災, 耐火材, 炭化水素曲線, 変形, 温度

* 〒550-0014 大阪市西区北堀江1丁目22番19号 シルバービル

** 〒535-8585 大阪市旭区大宮5丁目16番1号



注) タイプAC ... ALC:50mm, CFB:25mmを使用, 丸印: 温度測定位置

図-1 実験供試体の形状と測定位置



写真-1 実験供試体の設置状況

TEL 06-6532-4897 FAX 06-6532-4890

TEL 06-6954-3315 FAX 06-6957-2131

表－１ 実験ケース

	タイプ-AC	タイプ-ACC	タイプ-CB	タイプ-CBB
耐火材の種類	軽量気泡コンクリート(ALC) + セラミックファイバーブランケット(CFB)		セラミックボード(CB)	
耐火材厚(mm)	50	37	21	21
空気層 ↑ 加熱面	25	25		
		25		
使用温度(℃)	1300		1200	
耐火材固定方法	積層		L形鋼による挟込み	ボルト

また、検討した実験ケースは、耐火材の厚さ、構成ならびに固定方法等を変え、表－１に示す４ケースとした。

3. 実験結果

3-1 フレームの変形 図－２には代表的にタイプ-ACCのフレームの変形量を示す。フレームの変形は、すべての試験ケースにおいて最大で４～６mm程度の熱による変形が部分的に見られたが、断面形状を保持できないような大きな変形は認められなかった。また短辺側が長辺側と固定されていない部分では、その間隔が75mmから平均62mmと13mm程度狭くなったが（図－２側面図参照）、長辺側と完全に固定することで、その変形量を幾分抑えることが可能と考えられる。

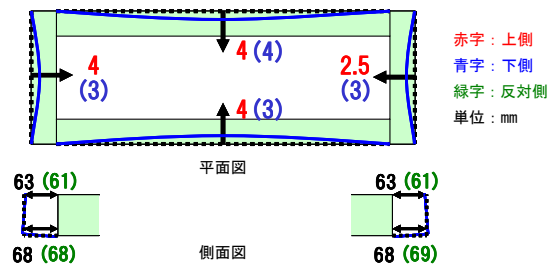
3-2 受熱温度 フレームの受熱温度は、いずれの試験ケースも約1080°C程度と炉内温度に近く、耐火材裏面(ALC)の受熱温度は、タイプ-ACで106°C、タイプ-ACCでは101°Cとほぼ同程度で、ALCは比較的高い含水率を有する材料であることから、100°C付近から温度上昇は見られず安定して推移した。つぎに、横梁下面の受熱温度は、タイプ-ACで211°C、タイプ-ACCでは164°Cと約50°C程度低く、空気層の受熱温度も横梁下面と同様、タイプ-ACで152°C、タイプ-ACCでは114°Cと約40°C程度低い。これは、耐火材の厚さとその構成の違いが影響し生じたものと推察される。また、横梁下面では、耐火材裏面(ALC)や空気層と比べ高い受熱温度となったが、短辺側の隙間から侵入した熱気が影響したものと思われる（図－３，４）。なお、いずれの試験ケースも鋼材の材料強度低下につながるような受熱温度とはなっていない。タイプ-CBについては、耐火材に割れが生じたことから、フレームおよび耐火材裏面(CB)の受熱温度についてのみ参考値として図－５に示す（タイプ-CBBについてもタイプ-CBと同様の結果である）。

4. まとめ

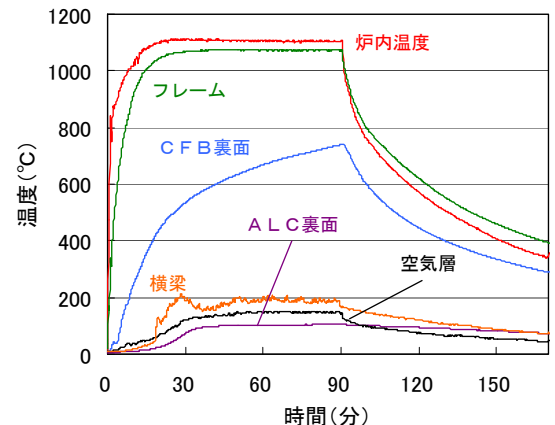
最高温度1100°Cで90分間加熱をしたが、いずれの試験ケースもフレームの大きな変形は見られず、鋼桁下面の空気層の温度も約150°C以下と鋼材の強度低下を招くほどの受熱温度とならないことが確認できた。今後は、CFBやALCの適切な厚さとその構成について検討を進めていきたいと考える。最後に、本実験を実施するにあたり、ALCの提供をいただいた旭化成建材(株)には、この場を借りて深く感謝いたします。

【参考文献】

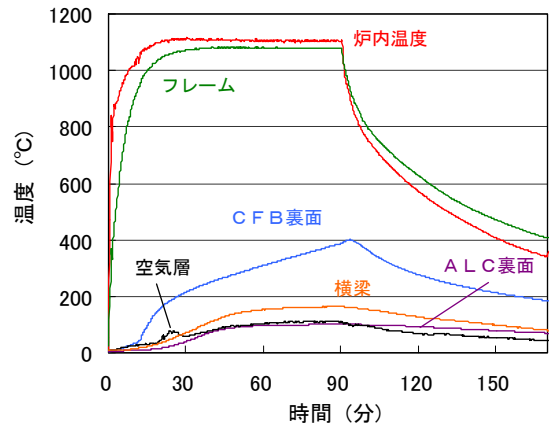
- 1) 桑野，増井，鈴木，依田：タンクローリー火災事故のより損傷を受けた橋梁の復旧，橋梁と基礎 No.4, pp. 13～18, 2009年4月。
- 2) 雑喉，井：素材の耐火性能，JSSC, No.73, pp. 33～38, 2009。
- 3) CEN: Eurocode 1 -Actions on structures-Part 1-2: General actions-Actions on structures exposed to fire, EN 1991-1-2, 2002.11。



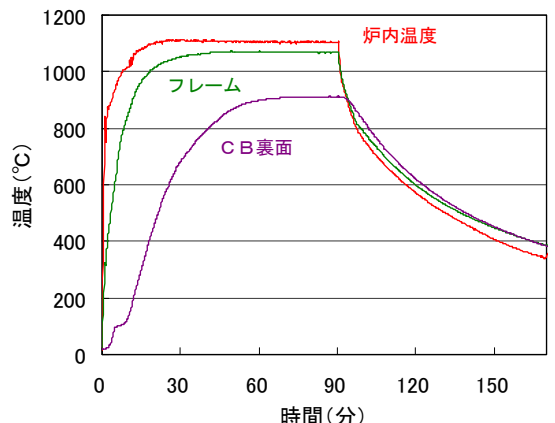
図－２ フレームの変形量（タイプ-ACC）



図－３ 受熱温度（タイプ-AC）



図－４ 受熱温度（タイプ-ACC）



図－５ 受熱温度（タイプ-CB）