

## 界面の温度計測に関する実験的検証

太平洋セメント(株) 中央研究所 正会員 ○鶴田昌宏  
 太平洋セメント(株) 中央研究所 正会員 谷辺 徹  
 太平洋セメント(株) 中央研究所 正会員 中村秀三

### 1. 目的

近年、頻発するトンネル火災の対策として覆工面への耐火被覆材の設置が検討され<sup>1)</sup>、覆工構造体を模擬したモデル試験体の耐火試験により各構成材料温度を計測し、覆工構造体の火災時安全性の評価が実施されている。また、この温度計測において、各構成材料の境界である界面には仮想境界層が存在するため、その伝熱挙動は均一材料の内部と異なる挙動を示す<sup>2)</sup>。このため、界面では熱電対の設置方法が計測される温度に大きく影響していることが推察される。そこで、本報では湿式吹付け耐火被覆材を施した鋼・コンクリート合成構造モデル試験体の各材料界面に熱電対を設置し、材料界面に存在する仮想境界層が界面の温度計測に与える影響を確認することを目的に実施した耐火試験結果を報告する。

### 2. モデル試験体

鋼材厚さ 6mm の鋼殻に表-1 に示す配合のコンクリートを充填して合成構造のモデル覆工体とし、この覆工体に厚さ 25mm の湿式吹付け耐火被覆材を設置してモデル試験体とした。モデル試験体の概要を以下に記す。

#### (1) 熱電対設置位置および設置方法(図-1 参照)

##### ①コンクリート-鋼材界面温度

- コンクリート表面付近に熱電対の先端を埋設
- コンクリート表面に熱電対先端をアルミテープにて貼付け
- 鋼材背面にφ2mm、深さ2mmの孔を削孔し、カシメ留め
- 鋼材背面に熱電対の先端をアルミテープにて貼付け

##### ②鋼材-耐火被覆材界面温度

- 鋼材表面にφ2mm、深さ2mmの孔を削孔し、カシメ留め
- 鋼材表面に熱電対の先端をアルミテープにて貼付け
- 耐火被覆材背面付近に熱電対の先端を埋設

##### ③耐火被覆材表面-火災界面温度

- 耐火被覆材表面付近に熱電対の先端を埋設
- 耐火被覆材表面から1mm浮かして熱電対の先端を設置

尚、熱電対はφ0.65mm、クラス2のK型熱電対を使用し、各界面に4点毎設置した。また、熱電対の被覆は、a)~g)はガラス繊維被覆とし、h)、I)はセラミックス繊維被覆とした。

#### (2) 耐火被覆材

耐火被覆材には湿式吹付けタイプの耐火被覆材を適用し、鋼殻表面に厚さ25mmで施工した。

#### (3) 充填コンクリート

鋼殻に充填したコンクリートの示方配合を表-1に示す。コンクリート圧縮強度は66.5N/mm<sup>2</sup>であった。

表-1 示方配合

	W/C (%)	s/a (%)	Air (%)	Unit Weight (kg/m <sup>3</sup> )				混和剤	
				W	C	S	G	(C×%)	(kg/m <sup>3</sup> )
示方配合	35.0	45.0	0.0	160	457	814	1,010	1.35	6.17

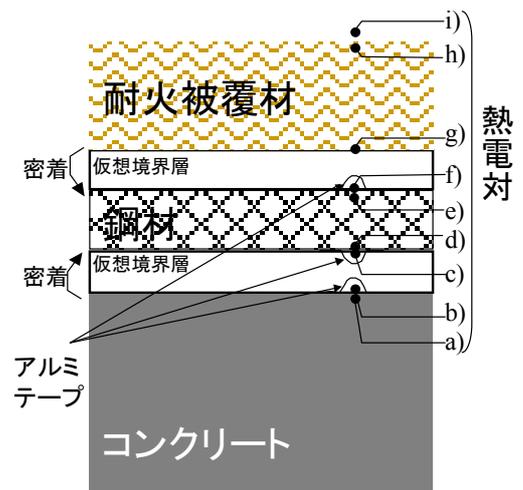


図-1 モデル試験体断面イメージ

### 3. 加熱曲線

加熱曲線はRABT加熱曲線(5分で1200℃まで昇温、1200℃を55分間保持後、110分で常温まで除冷)とした。

キーワード：耐火被覆材、熱電対、RABT加熱曲線、界面、トンネル

〒285-8655 千葉県佐倉市大作2-4-2 TEL 043-498-3811 FAX 043-498-3819

4. 実験結果

各材料界面の最高温度測定結果を表-2に、時間と温度の関係を図-2に、そして断面深さ位置と最高温度の関係を図-3に示した。

表-2 各材料界面の最高温度(°C)

界面種類		表層埋込み			表面貼付け		
		MAX	MIN	平均	MAX	MIN	平均
①コンクリート -鋼材界面	コンクリート側	119	106	114	131	122	126
	鋼材側	330	302	320	327	294	312
②鋼材 -耐火被覆材界面	鋼材側	338	320	331	370	339	356
	耐火被覆材側	434	395	414	-	-	-
③耐火被覆材 -火炎界面	耐火被覆材側	1162	1145	1154	-	-	-
	火炎側	-	-	1218	-	-	-

① コンクリート(Con)-鋼材

(SS)界面では、コンクリート側の最高温度は114°C、鋼材側の最高温度は320°Cと仮想境界層の影響により200°C程度の差が認められた。(表-2, 図-2-a, 図-3)

② 鋼材(SS)-耐火被覆材界面では、鋼材側の最高温度は331°C、耐火被覆材側の最高温度は414°Cと仮想境界層の影響により80°C程度の差が認められた。(表-2, 図-2-d, 図-3)

③ 熱電対の設置方法では、鋼材背面側で埋込み方式の方が高い値を示した以外、その他の界面では貼付け方式の方が高い値を示した。(表-2, 図-2-a~図-2-d)

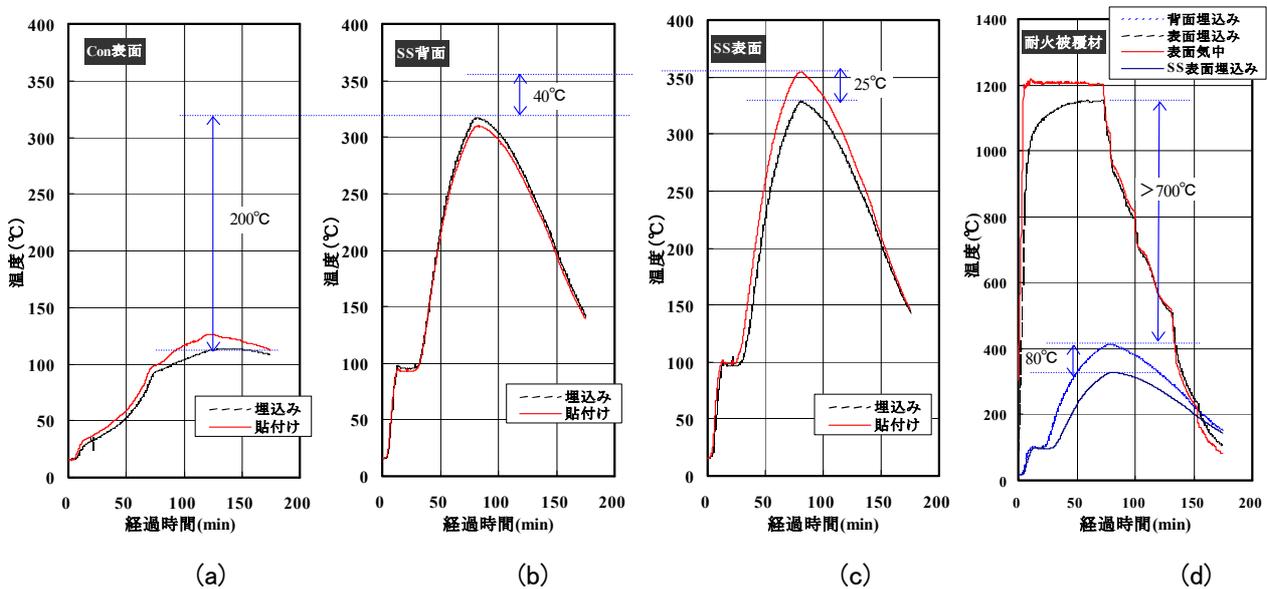


図-2 各界面の温度測定結果

5. まとめ

- ① 同一界面においても測定位置により最大で数 100°Cの温度差があり、仮想境界層の影響が確認された。
- ② 仮想境界層の温度勾配は各層で異なっており、境界を構成する材料種類、温度条件により異なると考えられる。
- ③ 熱電対取付け方法の違いにより計測された温度差は、主に熱電対の先端が設置される仮想境界層内の位置の違いによるものと推察され、鋼材背面部温度が埋込み方式条件の方が高くなったのはこのためと考えられる。
- ④ したがって、材料界面の温度計測を行なう場合は、仮想境界層の影響を避けるため、熱電対取付け位置に十分に留意し、アルミテープなどを用いた貼付け方式でなく、埋込み方式で温度を計測することが望ましい。

参考文献

- 1) 半野久光, 川田成彦: 大断面シールド工法による都市内長大トンネルの施工—首都高速中央環状新宿線—, コンクリート工学, vol.41 NO.1, pp.38-42, 2003.1
- 2) 小幡浩之, 中村秀三, 谷辺徹: 湿式耐火被覆材を被覆したコンクリートの熱伝導解析, コンクリート工学年次論文集, vol.25, No.1, pp.1853-1858, 2003

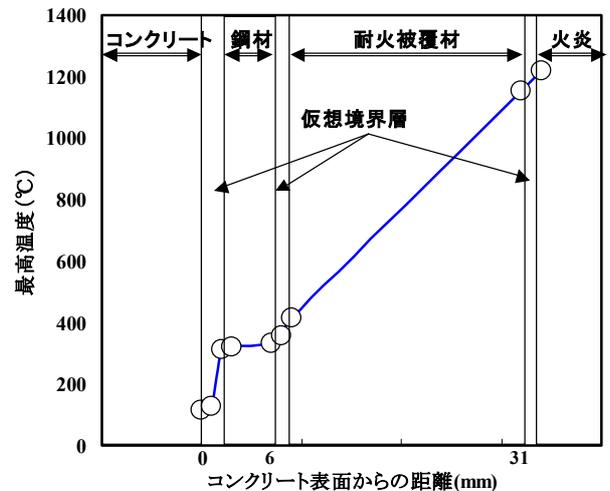


図-3 断面位置と最高温度の関係