

# トンネル内装施工による耐火性能の違い

正会員 古川 政弘\* 同 増田 秀昭\*\*  
 同 遊佐 秀逸\*\*\* 同 太田 耕平\*  
 同 石本 貞夫\* 同 寺垣 拓志\*  
 同 川合 孝明\*

トンネル火災 ドイツ基準 繊維強化セメント板  
 R A B T 加熱曲線

## 1. はじめに

近年、トンネル内火災に於ける研究が盛んに行われている。耐火防護材による、トンネル躯体の耐火防護<sup>1) 2)</sup>だけではなく、コンクリートを爆裂防止させ躯体自体の耐火性能向上を目指した研究報告<sup>3)</sup>もある。

耐火防護材は、吹付け系、セラミックブランケット系、ボード系と多種にわたり、一般的にこれらの材料の各々についての標準工法が開発されているが、実際の構造物に適用する場合に生ずる、標準工法と異なる施工に関する耐火性能を検証することも必要だと考えられる。ここでは、ボード系の耐火防護材として採用されているけい酸カルシウム系耐火防護パネルを用い、施工方法の違いによる耐火性能の検証を行った結果についての報告をする。

## 2. 試験条件

2.1 試験体 (試験体概要を図-1 に示す。)

2.1.1 耐火防護材

けい酸カルシウム系耐火防護パネル  
 : 「トンネライト」 27 mm

2.1.2 施工方法

PC 版直張り工法

トンネル躯体に耐火防護パネルを直接留めつけるボード系の一般工法である。これは、施工が簡単であり、工期が短くて済む。しかし、トンネル躯体は曲面やコンクリートの不陸があるため、平板であると目隙が出来やすい。そのため現在は、トンネル躯体の曲面に合うようボード系に R 加工のされた製品もある。

スペーサー工法

スペーサー工法は、平板であるボード系であっても、直張りに比べ曲面や不陸の影響を受けにくくなり目隙が発生しにくい。ここでは、あらかじめボードにインサートを埋込んでおくことで仕上げ面に、ボルトやナットが出ず平滑な仕上がりとなり、耐火防護材と躯体の間に中空層を確保出来るスペーサー工法により検証する。

2.2 加熱温度曲線

試験に用いた想定 時間 - 温度曲線は、図-2 に示すように、我が国で一般にトンネル躯体耐火防護工法の検討に用いられている、ドイツ基準 (ドイツ交通省道路建設部) R A B T 曲線の 60 分加熱とした。図中には、今回の実験に於ける加熱温度の結果も示してある。

2.2.1 R A B T 60 分

加熱開始から 5 分で 1,200 まで昇温、その後 55 分間、1,200 を維持し、110 分かけて加熱しながら室温まで下げる。(total:170 分)

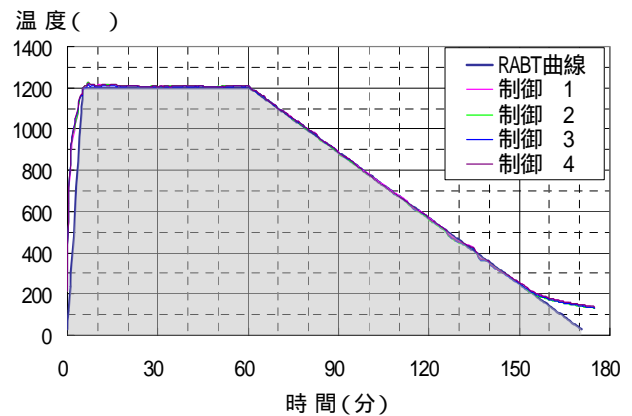
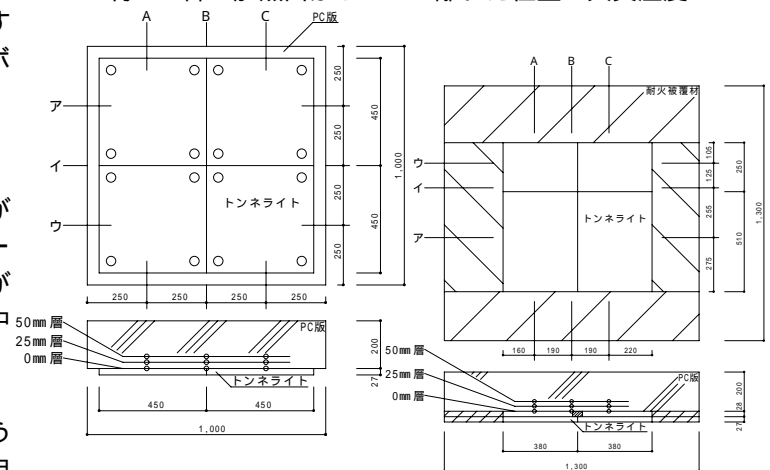


図-2. 加熱温度曲線

2.3 加熱炉

- ・形 状 : 水平炉
- ・構 造 : JIS A 1304-3 の規定による
- ・熱 源 : L P - G ( 100MJ/N m<sup>3</sup> )
- ・加熱面積 : (縦)950 × (横)900 × (高さ)1,200 mm
- ・測 定 : JIS C 1602 に規定する K 熱電対 3.2 mm
- ・制 御 : 加熱面から 100 mm 離れた位置の火災温度



PC 版直張り工法

スペーサー工法

図-1. 試験体概要図

表-2. 実験結果

|         | PC版表面温度        | 25mm層          | 鉄筋温度           |
|---------|----------------|----------------|----------------|
| 直張り工法   | 235.1 (85.5分)  | 168.2 (121.0分) | 130.4 (134.5分) |
| スペーサー工法 | 174.6 (103.0分) | 139.1 (123.0分) | 120.8 (136.5分) |

#### 2.4 評価

結果の評価は、2003年度の日本建築学会での報告<sup>2)</sup>をもとに、加熱終了までの間に、PC版表面温度が350未満、鉄筋温度が280未満となる場合を許容値とした。

PC版表面温度が350未満とは、コンクリートの爆裂が生じないとされる温度を意味し、鉄筋温度が280未満とは、鉄筋の強度低下を生じない温度を意味している。

### 3. 実験結果

試験結果を図3, 4に示す。PC版直張り工法は、PC版表面温度：MAX 235.1 (85.5分)、鉄筋温度：MAX 130.4 (134.5分)であった。スペーサー工法は、PC版表面温度：MAX 174.6 (103.0分)、鉄筋温度：MAX 120.8 (136.5分)であり、室温レベルに下降するまでの時間では、いずれの試験体も評価温度を下回った。

さらに、いずれの試験体も実験中(170分)に最高温度を記録し、その後の温度上昇は確認出来なかった。



写真-1. 試験状況

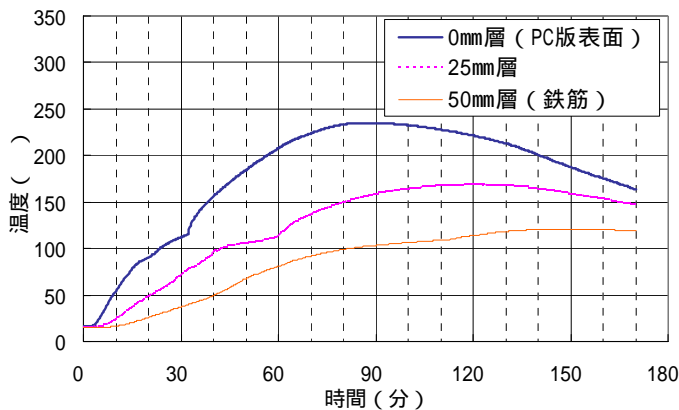


図-3. PC版直張り工法

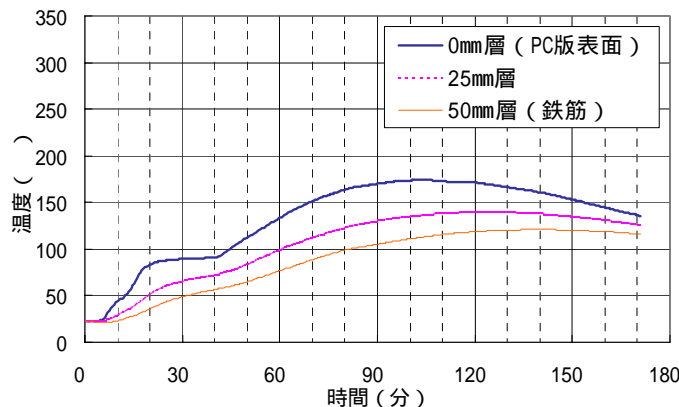


図-4. スペーサー工法

#### 4. まとめ

実験結果より、PC版直張り工法及びスペーサー工法ともに、RABT60分加熱に於けるトンネル躯体を防護するために必要な耐火性能を確認することが出来た。さらに、最高温度値及び最高温度到達時間から、直張り工法よりもスペーサー工法の方が、遮熱性能があることが分かる。これは、耐火防護材とPC版との間に設けられた空気層が、断熱材の役割をしたためであると考えられる。

以上から、空気層の有無により実験結果に差を生むことが確認できた。今後、その他の工法についても性能を確認してゆく予定である。

#### 【参考文献】

- 1) 増田秀昭、遊佐秀逸他；トンネル火災に関する研究 その1 トンネル火災加熱試験 2001年度大会(関東) 日本建築学会学術講演梗概集, 2001年9月
- 2) 遊佐秀逸、増田秀昭他；特殊な火災外力におけるコンクリート構造物の耐火性能評価 2003年度大会(東海) 日本建築学会学術講演梗概集, 2003年9月
- 3) 田嶋仁志、岸田政彦、遊佐秀逸他；火災時のシールドセグメントの変形挙動に関する部分模型実験および解析、コンクリート技術シリーズ 63、コンク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 pp269-274、2004年10月