

## 湿式吹付け耐火被覆材を適用した各種セグメントの耐火試験報告

太平洋マテリアル（株）開発研究所 正会員 ○橋本 英二  
 太平洋マテリアル（株）開発研究所 正会員 山本 盛男  
 太平洋セメント（株） 中央研究所 正会員 谷辺 徹

### 1．目的

トンネル内で発生した火災からトンネル構造物を保護する事を目的として近年、覆工内面に耐火被覆材を設置する検討が行われている。トンネル構造物の特にシールドトンネルにおいては、目的に応じてRCセグメント、スチールセグメント（以後STセグメント）、ダクタイルセグメント（以後DCセグメント）等の各種セグメントが使用されているが、STセグメント、DCセグメントに耐火被覆材を設置した場合の耐火試験の報告は一部実施されているが<sup>1)</sup>少ないのが実状である。本報告では、これら3種類のセグメントを用いて湿式吹付け耐火被覆材を適用した場合のセグメントの火災時の耐火性状を確認することを目的として実施した耐火試験結果について報告する。

### 2．試験体

各種セグメントに湿式吹付け耐火被覆材を厚み 30 mmで設置し試験体とした。なお、RCセグメントについては試験炉のサイズに合わせたモデル構造物を製作し、STセグメント、DCセグメントについては実大セグメントを試験炉のサイズに合わせて切断し、セグメント継手部のシール材の熱履歴を確認できる試験体とした。耐火試験に使用したセグメントは以下の通りである。

#### RCセグメント

寸法：幅 600 mm × 奥行き 900 mm × 厚さ 550 mm

コンクリート：試験体に使用したコンクリートの配合は表-1 に示す通りである。

軸力：φ 40 mmのPC鋼棒 4 本で圧縮応力に換算して 13 N/mm<sup>2</sup>に相当する軸力を導入した。

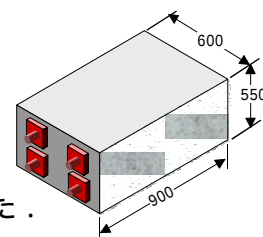


表-1 コンクリートの示方配合

| W/C  | S/a | Air | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |     |      |     |
|------|-----|-----|--------------------------|-----|-----|-----|------|-----|
|      |     |     | W                        | C   | Sg  | S   | G    | AD  |
| 31.9 | 40  | 2±1 | 134                      | 210 | 210 | 744 | 1149 | 4.2 |

#### STセグメント

寸法：幅 1200 mm × 奥行き 900 mm × 厚さ 560 mm

鋼材：材質 SM490YB

シール材：水膨張性ゴムシール材

背面条件：1:3 モルタル厚さ 100 mm + 砂 300 mm

#### DCセグメント

寸法：幅 1200 mm × 奥行き 1350 mm × 厚さ 350 mm

シール材：水膨張性シール材

背面条件：1:3 モルタル厚さ 100 mm + 砂 300 mm

図-1 RCセグメント試験体

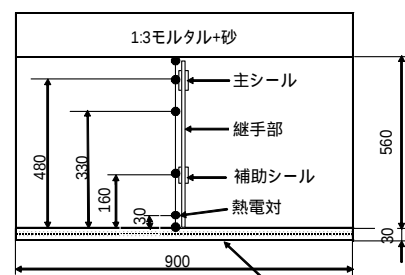


図-2 STセグメント試験体

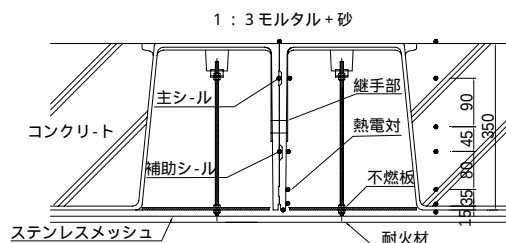


図-3 DCセグメント試験体

### 3．熱電対設置位置

各耐火試験体の熱電対の設置位置は表-2 に示す通りである。RCセグメントはコンクリート内部、STセグメントは継手部およびシール材、DCセグメントは継手部、コンクリート部およびシール材に熱電対を設置した。

キーワード 耐火被覆材、RABT加熱曲線、RCセグメント、ダクタイルセグメント、スチールセグメント

〒103-0023 東京都中央区日本橋本町 4-8-15 材加化'ル7F TEL 03-3278-5317 FAX 03-3278-5357

表-2 各耐火試験体の熱電対設置位置

| セグメント種類  | 熱電対設置位置           | セグメント表面からの深さ (mm)         |
|----------|-------------------|---------------------------|
| RC セグメント | コンクリート内部          | 0, 75, 150                |
| ST セグメント | 継手部               | 0, 30, 160, 330, 480, 560 |
|          | シール材 (補助シール、主シール) | 160, 480                  |
| DC セグメント | 継手部およびコンクリート部     | 0, 50, 130, 175, 265, 350 |
|          | シール材 (補助シール、主シール) | 130, 265                  |

#### 4. 加熱曲線

R A B T 加熱曲線（5 分で 1200℃ まで昇温、1200℃ を 55 分間保持後、110 分で常温まで徐冷）とした。

#### 5. 耐火試験結果

##### (1) RC セグメント耐火試験結果

耐火試験時のコンクリート温度の経時変化は図-4 に示す通りである。湿式吹付け耐火被覆材 30 mm を設置し耐火試験した結果、コンクリートの表面最高温度は 300℃ 以下であり、コンクリートの爆裂等の劣化現象は認められなかった。

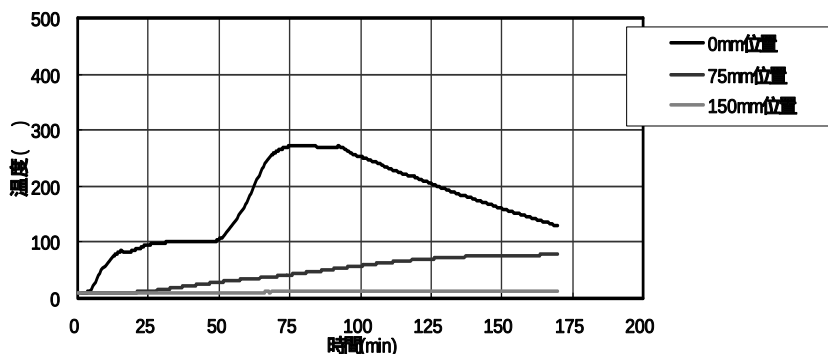


図-4 コンクリート温度の経時変化

##### (2) ST セグメント耐火試験結果

セグメント表面からの深さとセグメント継手部の最高温度の関係およびシール材の最高温度は図-5 に示す通りである。セグメント表面の最高温度は 100℃ 以下であり、鋼材の耐熱上問題ない温度であった。また、シール材の最高温度は主シール部で 85℃ 程度、補助シール部 75℃ 程度であり、いずれも要求性能である 100℃ 以下を満足し、シール材の劣化も認められなかった。

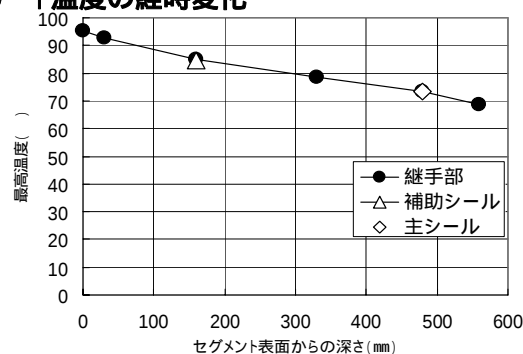


図-5 ST セグメント測定深さと最高温度

##### (3) DC セグメント耐火試験結果

セグメント表面からの深さとセグメント継手部、コンクリート部の最高温度の関係およびシール材の最高温度は図-6 に示す通りである。セグメント表面の最高温度はコンクリート部で 120℃ 程度、継手部で 95℃ 程度であり、鋳鉄ならびにコンクリートの耐熱上問題ない温度であった。また、シール材の最高温度は主シール部で 70℃ 程度、補助シール部で 85℃ 程度であり、いずれも要求性能である 100℃ 以下を満足し、シール材の劣化も認められなかった。

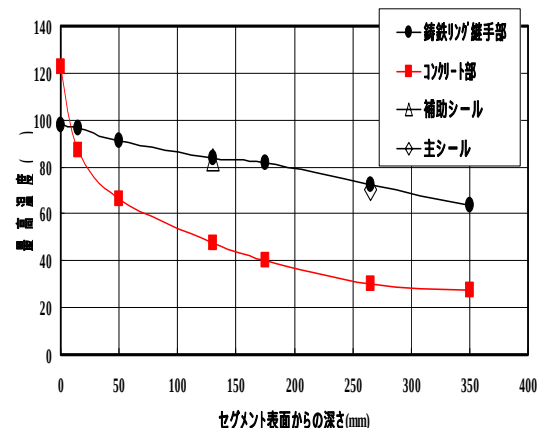


図-6 DC セグメント測定深さと最高温度

#### 6. まとめ

(1) ST セグメント、DC セグメントの表面最高温度が RC セグメントの表面最高温度より低い理由として、鋼材の熱伝導のしやすさが考えられる。

(2) 湿式吹付け耐火被覆材を 30 mm 施した RC セグメント、ST セグメント、DC セグメントのいずれのセグメントにおいて、R A B T 級の火災に被災してもセグメントの健全性が保たれ、十分な耐火性を有することが確認できた。

最後に、実験にあたってご協力頂いた㈱クボタ、J F E 建材㈱および関係各位に深く感謝する。

#### 参考文献

- 1) 村上初央他：ダクトイルセグメントを対象とした耐火性能確認試験（その 2） - 吹付け系湿式被覆材 - , 土木学会第 59 回年次学術講演会概要集 P641-642, 2004.9