

## 埋設型繊維シートにより補強したコンクリートの耐火性能

佐藤工業(株) 正会員 ○宇野洋志城<sup>\*1</sup>  
 NEXCO西日本 正会員 上野 清<sup>\*2</sup>  
 NEXCO西日本 堂園 淳一<sup>\*2</sup>  
 佐藤工業(株) 正会員 歌川 紀之<sup>\*1</sup>

### 1. はじめに

既往の調査<sup>1)</sup>によると、『火災による被害が報告されている土木分野の構造物は主にトンネルと高架橋であり、そのうち道路トンネルについては国内で20~30の火災事例が報告されている。自動車火災に関しては1979年の東名日本坂トンネルが、列車火災に関しては1972年の北陸トンネルの火災事故が、日本における本格的なトンネル火災対策の契機となり、火災事故防止対策と非常用施設設置方法が再検討された。』とある。

現在、筆者らが試験的に適用<sup>2)</sup>した埋設型繊維シートによる二次覆工コンクリートのはく落防止対策技術に関しても、二次覆工コンクリート部材をトンネル構造物内での施設の一部と考えれば、他施設と同レベルの耐火性能が求められると考えられた。

本報告は、はく落防止を目的として埋設型繊維シートを適用した二次覆工コンクリート部材の耐火性能を検証するべく実施した発熱性試験およびガス有害性試験の結果について述べるものである。

### 2. 目標の耐火性能

平成12年に改正された建築基準法(基準法施行令大108条の2)によれば、防火材料を評価するときに必要とされる要件は『通常の火災による火熱が加えられた場合に、①燃焼しないものであること、②防火上有害な変形、溶融、亀裂その他の損傷を生じないものであること、③避難上有害な煙またはガスを発生しないものであること』であり、防火材料3ランク(不燃材料、準不燃材料、難燃材料)の性能要求基準が明示された。それぞれのランクは加熱開始後から不燃材料で20分間、準不燃材料で10分間、難燃材料で5分間はその性能を保持しなければ適合するとみなされない。

一方、トンネル火災発生後10分間を避難環境確保の目安とした場合、建築基準法の定める準不燃材料(10分間は燃えない)の基準を満たすことが望ましいと考えられたので、埋設型繊維シート(以降、繊維シートと称す)を適用した二次覆工コンクリート部材が目標とする耐火性能は準不燃材料ランクに適合することとした。

### 3. 試験方法

準不燃材料であることを検証するための試験方法および合格の判定基準を表-1に示す。

表-1 試験方法および合格の判定基準

試験方法	規格	合格の判定基準
発熱性試験 (試験体3体)	ISO5660-1 に準拠	① 加熱開始後10分間の総発熱量が8MJ/m <sup>2</sup> 以下であること ② 加熱開始10分間、防火上有害な裏面まで貫通する亀裂および穴がないこと ③ 加熱開始10分間、最高発熱速度が、10秒以上継続して200kW/m <sup>2</sup> を超えないこと
ガス有害性試験 (試験体2体)	旧建設省告示 1231号に準拠	マウスの平均行動停止時間(X <sub>s</sub> =X-σ)の値が6.8分以上の基準を満足すること ただし、X:8匹のマウスの行動停止までの時間の平均値(単位:分) (マウスが行動を停止するに至らなかった場合は15分とする) σ:8匹のマウスの行動停止までの時間の標準偏差(単位:分) (マウスが行動を停止するに至らなかった場合は15分とする)

キーワード 繊維シート, 準不燃材料, 耐火性能, 二次覆工, 耐アルカリガラス繊維

連絡先 \*1 〒243-0123 神奈川県厚木市森の里青山14-10 TEL:046-270-3091 FAX:046-270-3093

\*2 〒889-0603 宮崎県東臼杵郡門川町大字加草字堂ヶ内53-10 TEL:0982-63-2255

各試験体の寸法に制限があるため（発熱性試験：99×99×厚さ 50mm，ガス有害性試験：220×220×厚さ 15mm），本来のコンクリートと繊維シートの組合せを適用することは不可能と考え，試験体は，繊維シートに二次覆工コンクリートと同水セメント比モルタル（W/C=60%，表－2 参照）を打設し，作製した。

なお，繊維シートには耐アルカリガラス繊維シートを使用しており，その物理的性質と効果に関しては，既に検証済み<sup>3),4)</sup>である。

**4. 試験結果および考察**

発熱性試験結果を表－3に示す。加熱開始から 10 分間経過しても発熱量は合否判定基準値の 8MJ/m<sup>2</sup> の 10 分の 1 以下であり，最高発熱速度も 200 kW/m<sup>2</sup> の 100 分の 1 程度までにしか達しなかった。そのため，着火することなく 10 分間の加熱時間を終了し，有害な亀裂や穴は一切認められなかった（写真－1 参照）。

試験体作製はモルタル中に埋設する方法で実際の施工を模擬しており，接着剤等で表面に繊維シートを貼付ける方法ではないため，試験体表面には燃焼するものが存在しなかった。そのため発熱するものがなく，仮に 20 分間加熱していれば不燃材料のランクにも適合する結果が得られたのではないかと考えられた。

ガス有害性試験結果を表－4に示す。発熱性試験結果の数値から予想された通りの結果となり，マウスが有害なガスを吸引して動けなくなることもなく終了した。

よって，この繊維シートを埋設した二次覆工コンクリート部材は防火材料のうちでも準不燃材料のランクに適合しており，トンネル構造物において十分な耐火性能を有するものと考えられる。

**4. おわりに**

現在，この繊維シートを埋設した二次覆工コンクリートの実施工現場での適用を通じて施工性の確認を済ませ，良好な結果を得ている<sup>2)</sup>。並行して押抜き試験<sup>4)</sup>も実施しており，この繊維シートを埋設したコンクリートが十分なはく落防止性能を有していることを確認済みである。今後は，はく落防止対策に有効な方法の一つとして水平展開するための準備を行う予定である。

**参考文献**

- 1) 清宮理：耐火技術とコンクリート－土木－，コンクリート工学，Vol.45，No.9，pp.8-13，2007.9
- 2) 上野清，田中康一朗，歌川紀之，宇野洋志城：はく落防止を目的とした埋設型繊維シートのトンネル二次覆工への適用，土木学会第 64 回年次学術講演会，（VI部門投稿中），2009.9
- 3) 宇野洋志城，歌川紀之，小泉直人，木村定雄：埋設型連続繊維シート補強コンクリートの曲げ靱性，土木学会第 63 回年次学術講演会，VI-308，pp.615-616，2008.9
- 4) 川崎真史，上野清，馬場弘二，宇野洋志城：埋設型繊維シートにより補強したコンクリートの押抜き耐力，土木学会第 64 回年次学術講演会，（VI部門投稿中），2009.9

表－2 配合表

単体量 (kg/m <sup>3</sup> )			単位容積質量 (g/cm <sup>3</sup> )
水	セメント	細骨材	
279	466	1453	2.198

セメント：高炉セメントB種 密度 3.04g/cm<sup>3</sup>  
 細骨材：表乾密度 2.56g/cm<sup>3</sup>，粗粒率 2.90

表－3 発熱性試験結果

試験体番号	1	2	3
10 分間の総発熱量 (MJ/m <sup>2</sup> )	0.6	0.5	0.3
最高発熱速度 (kW/m <sup>2</sup> )	2.2	2.1	1.7
200kW/m <sup>2</sup> 超過継続時間 (sec)	なし	なし	なし
防火上有害な裏面まで貫通する亀裂および穴の有無	なし	なし	なし
着火時間 (sec)	0	0	0
判定	合格	合格	合格



写真－1 発熱性試験後の試験体状況

表－4 ガス有害性試験結果

試験体番号	1	2
X (min)	15	15
σ (min)	0	0
Xs (min)	15	15
判定	合格	合格