



# 山岳トンネル用耐酸性セメント系支保材料の開発

## ーロックボルト定着材および吹付けコンクリートー

Developing Acid-Resistant Cementitious Support Materials for Mountain Tunnels  
- Rock Bolt Fixing Materials and Sprayed Concrete -

廣中哲也\* 倉田桂政\*\* 岩崎 光\*\*\*  
Tetsuya Hironaka, Katsumasa Kurata, Hikaru Iwasaki

### 研究の目的

強酸性湧水が発生する山岳トンネルでは、ロックボルト定着材や吹付けコンクリートのセメント系支保材料の劣化による機能の低下が問題となっている。しかし、耐酸性を有する山岳トンネル用セメント系支保材料は開発されておらず、酸劣化への対策が課題となっている。コンクリートの耐酸性を向上するには、セメント量をできるだけ少なくして、セメントと水との水和反応で生成される水酸化カルシウム量を少なくすることが有効である。そこで、セメントの半分をシリカフェュームと高炉スラグ微粉末で置換した混合セメント（以後、耐酸性セメント）を用いた耐酸性に優れたロックボルト定着材および吹付けコンクリートの開発を目的とした。

### 研究の概要

「セメント使用量を減ずるために混和材を混合すること」、「混和材のポゾラン反応性や潜在水硬性によって水酸化カルシウムを消費し、かつ強度の確保も可能にすること」に着目して、質量比でポルトランドセメント 50%、シリカフェューム 25% および高炉スラグ微粉末 25%の耐酸性セメントを用いたロックボルト定着材および吹付けコンクリートの基本物性試験および試験施工を実施した。

耐酸性ロックボルト定着材について、地山の早期支保を目的とした材齢 1 日圧縮強度で 10N/mm<sup>2</sup> 以上の初期強度の発現が得られた。図-1 に示す 5%濃度硫酸水溶液による耐酸性ロックボルト定着材の質量変化率は、従来品の 1/10 程度と小さくなり、耐酸性を向上させた。また、写真-1 に示す山岳トンネル工事の試験施工から、「定着材の垂れ落ちやロックボルトの拔出し等の不具合はなく、通常と同様の施工ができること」、「ロックボルトの引抜き試験で、所定の定着効果が得られること」を確認した。

耐酸性吹付けコンクリートについて、地山の早期支保を目的とした材齢 1 日引抜き強度で 5N/mm<sup>2</sup> 以上の初期強度の発現が得られた。図-2 に示す 5%濃度硫酸水溶液による耐酸性吹付けコンクリートの質量変化率は、従来配合の 1/4 程度と小さくなり、耐酸性を向上させた。写真-2 に示す模擬トンネルの吹付け試験施工から、混合、急結および付着不良は発生せず、従来と同様の吹付け施工ができることを確認した。また、従来配合に対して、吹付けコンクリートのはね返り率で 2 割程度、吹付け時のトンネル坑内の粉じん濃度で 3 割程度削減できた。

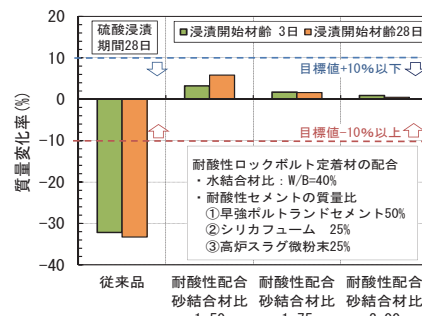


図-1 5%濃度硫酸水溶液によるロックボルト定着材の質量変化

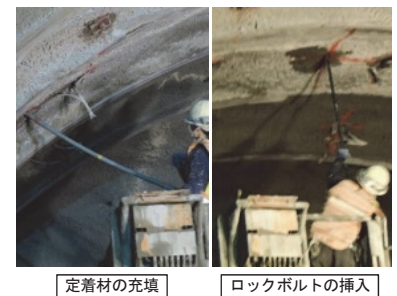


写真-1 山岳トンネル工事の試験施工

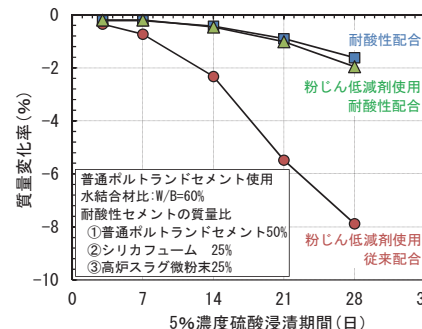


図-2 5%濃度硫酸水溶液による吹付けコンクリートの質量変化



写真-2 模擬トンネルの吹付け試験施工

### 研究の成果

強酸性湧水による腐食環境下における山岳トンネルのセメント系支保材料として使用するために、初期強度発現性を保持し、優れた耐酸性と施工性を有する耐酸性セメントを用いたロックボルト定着材および吹付けコンクリートを開発した。強酸性湧水に対して、これまで対策されていなかった地山側のセメント系支保材料の耐酸性を向上させたことで、支保機能の確保が期待できる。