

高機能セラミック素材の補修材料への活用について

(株)イーグル・ヴィジョン¹
 (株)イーグル・ヴィジョン¹
 (有)補修技術設計²
 (有)補修技術設計²

正会員 小出 博
 永井 光夫
 中馬 勝己
 正会員 津田 康平

1. まえがき

社会基盤の長寿命化が叫ばれるなか、構造物の補修材料として様々な有機、無機系材料が開発されている。これらの材料は時代の流れとともに要求性能も高度化し、高機能であり環境に配慮した材料が次世代材料として要求されている。本件は次世代材料となる可能性を備えた素材、高機能セラミック素材について紹介する。

高機能セラミック素材 (Eagle8) は、放射性廃棄物を封入するために開発された金属系セラミック微粉末である。水と混合することで硬化し、打設後 30 分程度で実用強度に達する。コンクリートを凌ぐ強度を持ちながら硬化収縮がなく、氷点下での施工が可能である。短時間での打設、コーティング施工、吹き付け施工が可能で、トータルコストを大幅に抑えることができる。中性、無害であり、製造工程での二酸化炭素排出量はセメントの約 10 分の 1 と地球環境にも優しい材料である。セメント系や有機系材料に優る様々な特性は、構造物の補修・補強方法への活用や次世代技術の開発に期待できる材料である。

2. 高機能セラミック素材の特性

- 1) 硬化が早く、短時間施工が可能
水と混合することで硬化し、打設後 30 分程度で実用強度に達する。
- 2) 硬化収縮がない
硬化収縮がなく既設コンクリート構造物の補修材として活用できる。
- 3) 高い圧縮・曲げ強度
圧縮強度： ~ 80N/mm²
曲げ強度： ~ 11N/mm²
- 4) 緻密で高い水密性
硬化後は水、空気を透しにくい。
- 5) 優れた付着・密着性
一部のプラスチック類を除く殆どの物質 (コンクリート・鉄・石・木・発泡スチロールなど) と強く密着する。
- 6) 優れた耐火性・耐熱性
1200 以上の耐火・耐熱性を持つ。



写真1 高機能セラミック素材 (左)
 写真2 高機能セラミック素材攪拌状況 (右)

- 7) 優れた耐酸・耐アルカリ性
pH3 ~ 11 での耐性試験結果 (28 日間) で影響なし。
- 8) 高い断熱性
コンクリートの約 2 倍の断熱性を持つ。
- 9) 氷点下での施工が可能
硬化発熱によりマイナス 15 での施工が可能。
- 10) 中性・無害
中性で混入物が劣化せず、骨材を選ばない。
米国では歯や骨の治療にも使用されており、人体に対する無害性は証明されている。

表1 高機能セラミック素材 物性値一例

| 項目 | 材 令 | 試験値 | 試験方法 |
|------------------------------|-----|------|--------------------------|
| 圧縮強度 (N/mm ²) | 1 h | 34.4 | ASTM C109 (JIS A1108) |
| | 3 h | 45.0 | |
| | 1日 | 43.1 | |
| | 7日 | 43.5 | |
| | 28日 | 47.4 | |
| 曲げ強度 (N/mm ²) | 7日 | 2.2 | ASTM C78 (JIS A1106) |
| | 28日 | 3.1 | |
| pH耐性試験 (pH3-pH10) | 28日 | 影響なし | ASTM D1308 |

キーワード：維持管理、補修・補強材料、セラミック、コンクリート、環境、中性

¹〒105-6112 東京都港区浜松町 2-4-1 世界貿易センタービル 12 階 TEL 03-6804-1160 FAX 03-3432-0848

²〒134-0088 東京都江戸川区西葛西 5-6-17 パルクビル 2 階 TEL 03-3877-4642 FAX 03-3688-6342

3. 高機能セラミック素材の活用方法

1) 舗装面の緊急補修材としての利用

補修材料に要求される性能の一つとして速硬性があげられる。特に重交通の道路では、短時間の施工が望まれる。従来の材料では実用強度に達するのに2~3時間は必要であったが、高機能セラミック素材は30分程度で実用強度に達するため、ポットホールなどの補修は短時間で施工が可能となり、工期短縮による渋滞の緩和やトータルコストの削減が可能となる。

2) 表面保護材としての利用

硬化後は水・空気を透しにくいいため、被覆した内部の物質の劣化を抑え、長期間保護することができる。コンクリートに被覆した場合、塩分や二酸化炭素など劣化因子の浸入を防ぎ、凍結融解も防ぐことが可能である。また、鋼材とも高い付着力を発揮することから、吹き付けや塗布による鋼部材への防食が可能である。

3) 化学的腐食対策としての利用

中性・無害であり耐薬品性を兼ね備えることから、温泉地、上下水道、護岸などで化学的に腐食した構造物へ被覆することで、構造物を化学的腐食から守ることができる。

4) 寒冷地での利用

氷点下におけるセメント系や有機系材料の施工では、本来の性能を発揮することができず、暖気養生などが必要であった。高機能セラミック素材は、硬化発熱により氷点下においても硬化するため、寒冷地ではセメント系や有機系材料の代替となる。

5) 耐火防護材としての利用

トンネル内部や高速道路上で火災が発生した場合、社会経済や構造物の耐久性に及ぼす影響は多大なものとなる。高機能セラミック素材は1200以上の耐火・耐熱性を持つため、トンネル内部やコンクリート構造物に吹き付けや塗布することで、耐火層を形成できる。従来の耐火被覆材は高価で長期間の施工が必要であったが、高機能セラミック素材の活用により短期間で施工が可能となり、大幅なコスト削減が可能となる。また、断熱性も高いことから、鋼材への吹き付けや塗布により、従来なかった主桁や鋼製橋脚などの鋼部材への耐火防護材として活用できる。

6) 環境対応型の材料としての利用

地球温暖化の防止・抑制が取り沙汰されるなか、製造工程での二酸化炭素排出量がセメントの約10分の1というのは魅力的であり、施工を含めるとそれ以上に削減可能な材料である。また、中性・無害であることから環境対応型の材料とし活用が見込める。

4. 高機能セラミック素材の実施工

4-1. 施工内容

床版コンクリート削孔後の孔埋めや橋面はつり調査後の復旧材料として利用した。

【施工概要】

施工目的：床版上面の損傷状態及び鉄筋の腐食状態の確認。床版コンクリートのコア採取。



写真3 高機能セラミック素材による床版補修作業

施工範囲：撤去・復旧範囲 1m×1m

舗装厚 t = 80mm(平均)

かぶりコンクリート厚 t = 30mm(平均)

コア採取 100×200mm 1本/箇所

施工数：2箇所/日(9:00~17:00 実動7h)

気温：0~5

使用量：30kg/箇所×2箇所=60kg

攪拌方法：ハンドミキサー(10kg/回)

写真3の如く、床版かぶりコンクリートの復旧材料に高機能セラミック素材を約30mmの厚さで打設した。低温環境であったが、打設後20分~40分程度で硬化を確認した。舗装の敷設は打設後約90分後に行ったが、沈下や割れなどは見られず、良好な結果が得られた。

4-2. 高機能セラミック素材の課題

今回は従来のセメント系モルタルと同様の施工方法で高機能セラミック素材を使用した。攪拌方法や時間、温度により性質の変化が見られ、従来の材料と同様の感覚で扱うと、本来の性能を十分に発揮できない可能性があることがわかった。

今後の課題を以下に示す

明確な施工方法の検証

国内の基準に沿う物性の検証

各種施工条件の変化による性能の検証

現場での品質管理方法の確立

本材料に対する試験評価については、すでに阪神高速技術(株)で始めている。

5. まとめ

一つ一つの特性を取り上げれば高機能セラミック素材より優れた材料は存在する。高機能セラミック素材はこれらの要求性能を、万遍なく満たせる可能性をもち、あらゆる分野への応用性をもつ材料である。既設コンクリート構造物の補修、あるいはコンクリートを補完する材料・工法、高機能セラミック素材単体での使用など、その応用範囲は多岐にわたると考えられる。そして何よりも環境に優しい=無害ということは、将来へ向けての環境保全やリサイクルによる循環型社会へ大いに貢献できるものと考えられる。