

コンクリート補修用
高炉スラグ・繊維入りポリマーセメントモルタル

エフモル®

適用事例



南組グループ
株式会社 エフモル工業

エフモルとは

高炉スラグ微粉末・細骨材、および短繊維を配合したコンクリート補修用ポリマーセメントモルタルです。高炉スラグの特長である潜在水硬性により、耐塩害性能・耐凍害性能・化学抵抗性能に優れ、また繊維の混入により、初期乾燥収縮ひび割れを抑制します。

●北海道発のコンクリート補修材料

- ・室蘭工業大学、（地独）北海道立総合研究機構建築研究本部北方建築総合研究所、北海道電力(株)との共同研究や日鉄住金セメント（株）からの技術アドバイスを経て開発
- ・室蘭製鉄所の副産物『高炉スラグ』と火力発電所の副産物『フライアッシュ』を使用

●独自の製造方式

- ・従来の補修材料の製造方式には無い『1袋計量1袋製造』方式を採用。この製造方式により混合品質のばらつきが極めて少ない製品が生産でき、製造ロスを限りなくゼロにすることが可能

性能

耐塩害性

- ・高炉スラグ微粉末の長期に渡る水和反応により、硬化体の細孔構造が緻密になります。この硬化体の緻密化と併せて、高炉スラグ由来の塩化物イオン固定化能力により、塩分の浸透が著しく低減されます。

耐凍害性

- ・高炉スラグ微粉末の長期に渡る水和反応により、硬化体の細孔構造が緻密になり、凍結融解作用に対する耐久性が向上します。

化学抵抗性

- ・高炉スラグ微粉末の長期に渡る水和反応により、硬化体の細孔構造が緻密になり、酸に対する耐久性が向上します。

ひび割れ抵抗性

- ・乾燥収縮が小さく、また特殊繊維を配合していることで、初期養生時のひび割れを抑制します。

製品一覧

品名	用途	施工方法	荷姿	特徴
エフモル05 (ひび割れ低減タイプ)	断面修復 (小面積)	吹付/左官	粉体：25kg袋	短繊維を0.5vol%配合した、吹付/左官兼用の汎用型断面修復材です。
エフモル12 (ひび割れ抑制タイプ)	断面修復 (大面積)	吹付	粉体：25kg袋 繊維：1袋	短繊維を1.2vol%配合した、吹付専用の断面修復材です。
エフモル15 (高靱性タイプ)	表面被覆	吹付	粉体：25kg袋 繊維：1袋	短繊維を1.5vol%配合した、吹付専用の表面被覆材（靱性モルタル）です。耐摩耗性にも優れているので、摩耗による損傷箇所にも適用可能です。

用途

～コンクリート構造物の断面修復および表面被覆～

<適用事例>

- 土木構造物（橋梁、ダム、ボックスカルバート、トンネル覆道部、擁壁、用排水路など）
- 建築構造物（コンクリート補修など）
- 港湾構造物（護岸、防波堤など）

荷姿



粉体 25kg/袋



特殊繊維 1袋

※エフモル05の場合、特殊繊維は粉体にあらかじめ混入しています。

標準配合

品名	1袋配合			1m ³ 配合		
	粉体	繊維	水	粉体	繊維	水
エフモル05 (ひび割れ低減タイプ)	25kg(1袋)	—	3.9~4.5kg	1775kg (71袋)	—	298kg
エフモル12 (ひび割れ抑制タイプ)	25kg(1袋)	1袋	4.0~4.6kg	1725kg (69袋)	69袋	296.7kg
エフモル15 (高靱性タイプ)	25kg(1袋)	1袋	5.0~5.6kg	1625kg (65袋)	65袋	344.5kg

物性値

(使用水量：標準水量)

項目	試験方法	エフモル05 (ひび割れ低減タイプ)	エフモル12 (ひび割れ抑制タイプ)	エフモル15 (高靱性タイプ)
流動性 (フロー値) (mm)	JISA1171	155	152	160
硬化収縮性 (長さ変化率) (%)	JISA1129-3	0.04	0.04	0.04
圧縮強度 (N/mm ²)	JISA1108 (φ5×10cm)	44.2	45.1	42.1
曲げ強度 (N/mm ²)	JISA1171	8.5	11.4	9.8
付着強度 (N/mm ²)	建研式試験器	2.1	2.1	1.8
凍結融解性 (%)	JISA1148	95	98	96

※ 上記の物性値は、標準的な試験法に準拠した弊社の実験データに基づくものです。

特徴：その1 《高炉スラグの配合》

●高炉スラグとは※1

高炉スラグは、銑鉄を製造する高炉で熔融された鉄鉱石の鉄以外の成分と、副原料の石灰石やコークス中の灰分と一緒に分離回収されたもので、銑鉄1tあたり290kg生成されます。高炉から取り出されたスラグは、約1,500℃の熔融状態にあり、その冷却方法によって異なった性状の徐冷スラグと水砕スラグに分類されます。



徐冷スラグ

熔融スラグを冷却ヤードに流し込み、自然放冷と適度の散水により徐冷処理することで、結晶質の岩石状の徐冷スラグとなります。



水砕スラグ

熔融スラグに加圧水を噴射するなど急激に冷却処理することにより、ガラス質で粒状の水砕スラグとなります。

●高炉スラグの特徴※2

水砕スラグを微粉碎した高炉スラグ微粉末は、セメントの水和反応で生成した水酸化カルシウムなどのアルカリ性物質や、石こうなどの刺激によって硬化する潜在水硬性と呼ばれる性質を持っています。「高炉スラグ微粉末」を配合したセメント（＝高炉セメント）を用いたコンクリートやモルタルでは、潜在水硬性が長期にわたって発揮され、緻密で安定的な硬化体組織を形成することができます。

高炉セメントを用いたコンクリート/モルタルの特長

①長期強度の増進

- ・潜在水硬性の発現が長期に渡って持続するため、コンクリート/モルタルの硬化体組織が緻密化し、強度も増加します。

②化学抵抗性に優れる

- ・セメントの水和によって生成する化学的に不安定な水酸化カルシウムが、高炉スラグ微粉末と反応して安定で緻密かつ強固な硬化体組織を形成するため、酸性物質などに対する抵抗性に優れています。

③塩化物遮蔽性に優れる

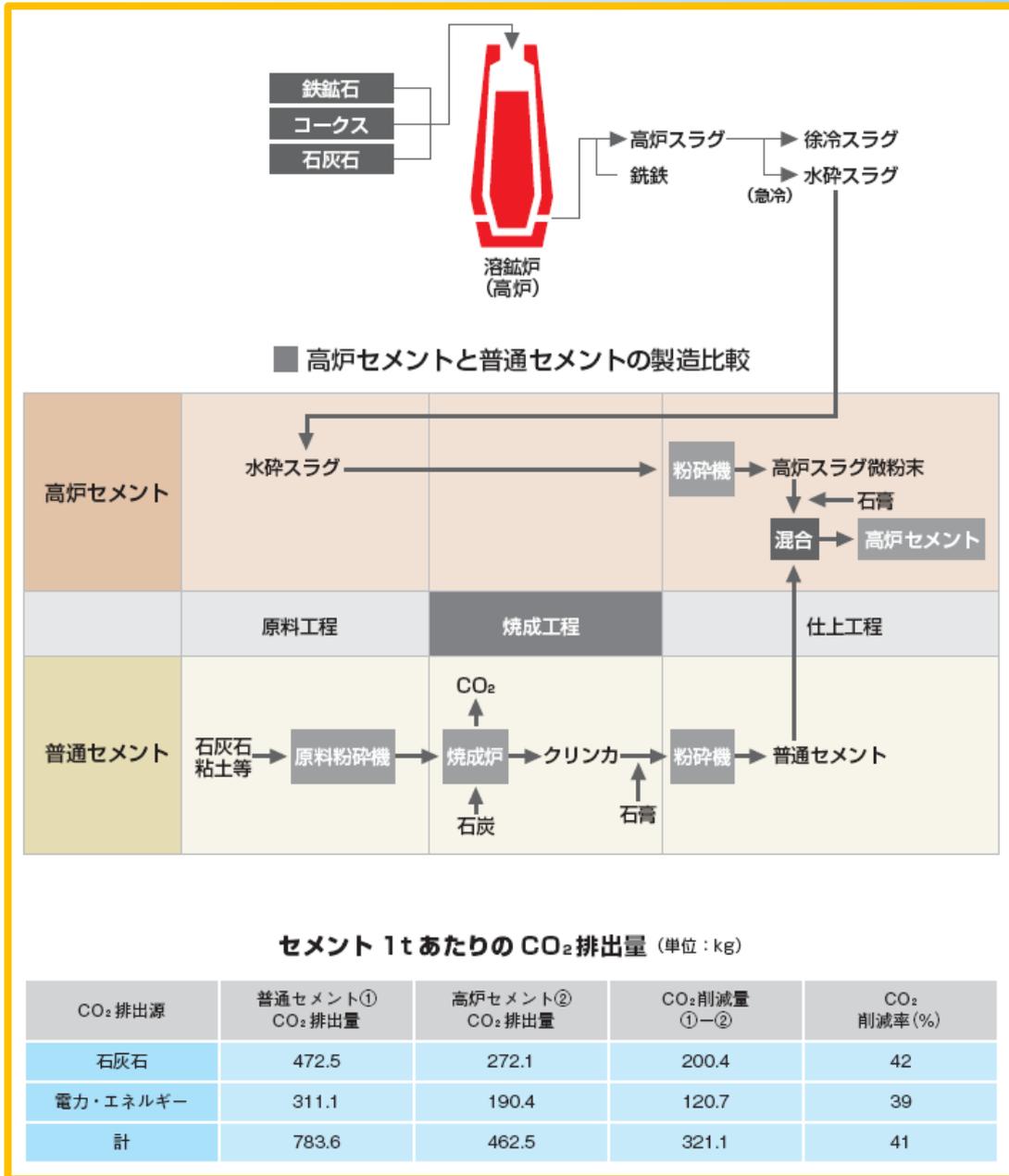
- ・高炉セメント硬化体は、普通セメント硬化体よりも空隙が少なく緻密であるため、塩化物の拡散が小さくなります。また、高炉スラグは塩化物イオンを固定化する性質があるため、塩化物の遮蔽性に優れています。

※1 鉄鋼スラグ協会 「環境資材 鉄鋼スラグ」

※2 太平洋セメント㈱ 「高炉セメント」

●CO₂排出削減への寄与※3

高炉セメントと普通セメントの製造比較およびCO₂ 排出量比較



●グリーン購入法特定調達品目※4

鉄鋼スラグ製品の多くは、環境面での優位性や長年の使用実績が高く評価され、2001年に施行された「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律」（グリーン購入法）の公共工事における特定調達品目（環境負荷低減に資する製品等）に指定されています。グリーン購入法によって、国や地方自治体による積極的な調達が図られ、土木資材として全国各地で有効利用が進展しています。その結果、2007年度には鉄鋼スラグ製品国内全販売量の約70%が特定調達品目の対象製品となっています。エフモルは、グリーン購入法特定調達品目である高炉スラグ骨材を使用しています。

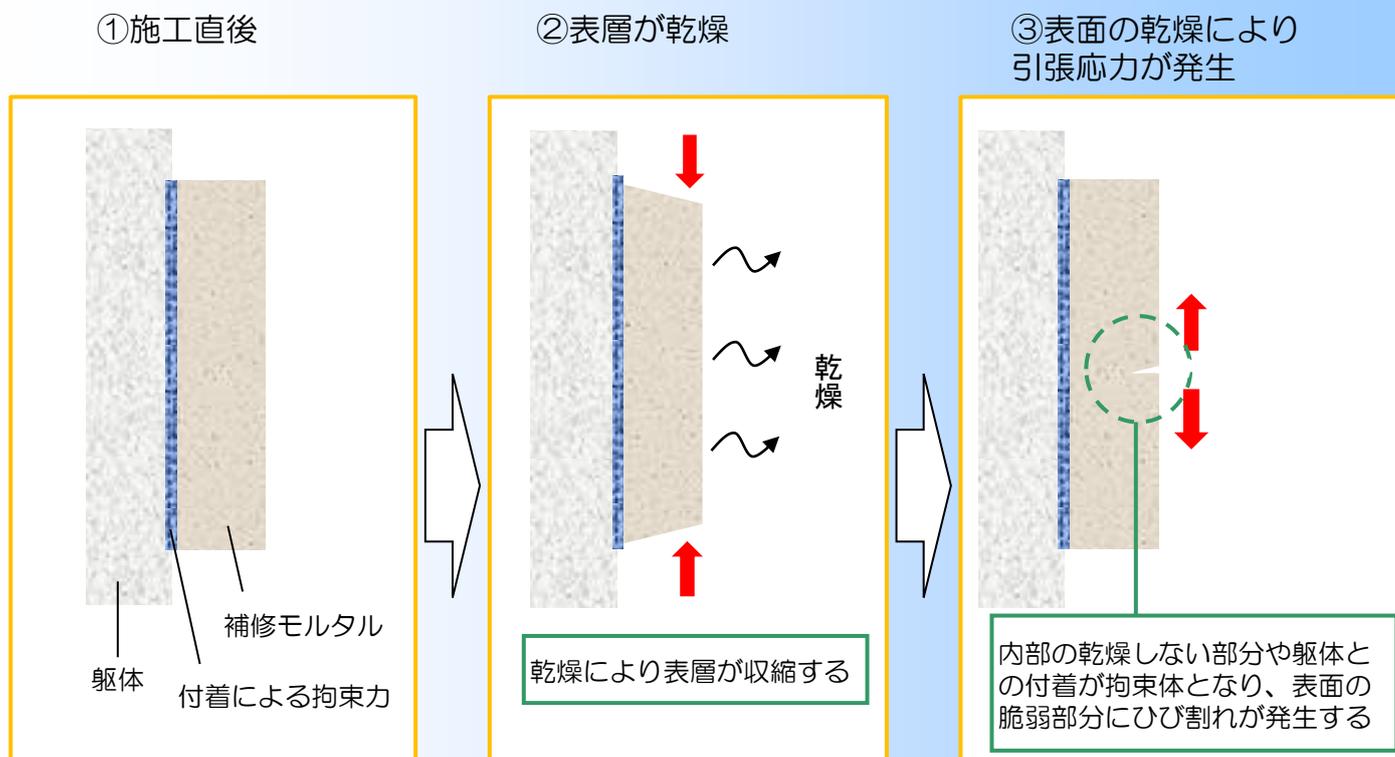
特定調達品目	条件	環境面のプラス
高炉セメント (2001年度指定)	30% を超える高炉スラグを使用した高炉セメント	<ul style="list-style-type: none"> ●石灰石資源の節約 ●省エネルギー効果 ●CO₂発生量抑制
高炉スラグ骨材 (2002年度指定)	天然砂(海砂、山砂)、天然砂利、砕砂や碎石の代替として使用する高炉スラグ骨材	<ul style="list-style-type: none"> ●自然環境の保護 ●破砕加工時に使用される化石燃料削減とCO₂削減

特徴：その2 《特殊繊維の配合》

●乾燥収縮ひび割れの抑制

一般的なポリマーセメントモルタルでは、施工後の初期養生の段階で『乾燥収縮ひび割れ』と呼ばれるひび割れが発生することがあります。エフモルでは、この乾燥収縮ひび割れの発生を抑制するために特殊繊維を配合しています。下図は、一般的な補修用モルタルの場合における、乾燥収縮ひび割れの発生メカニズムの一例です。乾燥収縮ひび割れの発生は、下図のように、補修モルタルの表層部分が乾燥して収縮し、脆弱部に引張力が生じることが一つの要因と考えられています。エフモルでは、配合繊維の『架橋効果』により、この乾燥収縮ひび割れに対する抵抗性を高めています。

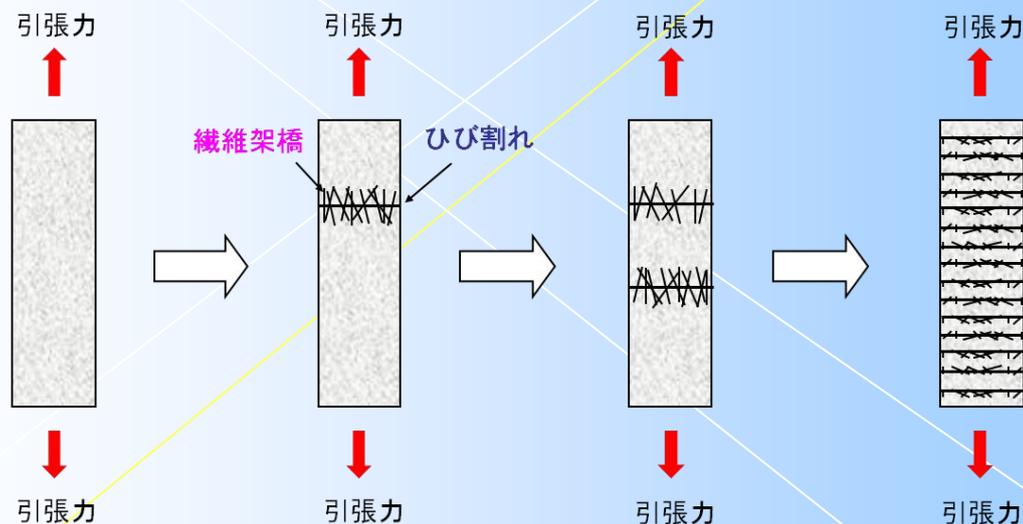
乾燥収縮ひび割れのイメージ



●ひび割れの分散

エフモル15では、下図のように引張力を徐々に加えた場合、ある荷重で幅の狭いひび割れ（有害でないひび割れ）が生じます。さらに引張力を加えていくと、繊維そのものの引張抵抗力和モルタルとの付着力（繊維がモルタルから引き抜かれるよう抵抗する力）によって引張力に対して抵抗し、最初にひび割れが生じた箇所とは別の箇所に新たなひび割れが生じます。この現象が繰り返され、有害でないひび割れが複数に分散していきます。エフモル15では、多量に配合された繊維の架橋効果によって、幅の広い有害なひび割れを抑制します。

ひび割れ分散のイメージ

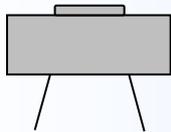


施工手順

①下地処理

- ・ 清掃、脆弱部の除去、鉄筋防錆処理、ひび割れ処理、漏水処理など

②練混ぜ



で3分以上練り混ぜる

モルタルミキサ

- ・ 使用水量は、1袋当り

エフモル05： 3.9～4.5L の範囲内です。

エフモル12： 4.0～4.6L の範囲内です。

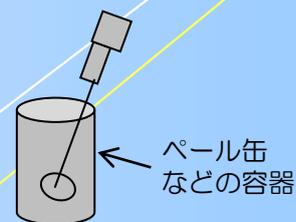
エフモル15： 5.0～5.6L の範囲内です。

- ・ 練混ぜ水は、水道水またはこれに準ずる水を使用してください。
- ・ 袋単位で練混ぜてください。小分けして使用しないでください。
- ・ 材料温度、現場温度などによって使用水量は範囲内で変化します。
- ・ 必ず使用前に試し練りを行い、適切な水量を決定してください。
- ・ プレミックス製品ですので、他のセメント、砂、混和剤などを加えないでください。
- ・ 練混ぜ開始後30～60秒経過すると、練混ぜが一時的に重たくなることがありますが、加水しないで練混ぜ続けてください。プレミックスされている混和剤が練混ぜられると、練混ぜの重たさは解消されます。

※注意

エフモル05はハンドミキサでも練り混ぜができます。
ハンドミキサで練り混ぜる場合、低速用仕様のハンドミキサを使用してください。
また、ハンドミキサによる練り混ぜの場合、練り混ぜ水の入った
ペール缶などの容器の中にエフモル05を少量ずつ入れながら
練り混ぜてください。

ハンドミキサ（低速用）



ペール缶
などの容器

③吹付・左官

- ・ 標準施工厚： 天井面： 10～20mm程度 側壁面： 10～40mm程度
- ・ 吹付の場合、必ずセメントペーストをホース内に通してから材料を圧送してください。
- ・ 吹付ホースを連結する場合、必ず同じ径のホースで連結してください。
- ・ 吹付時、ノズル先からセメントノロが下方に多く飛ぶ場合、吹付空気圧を調整してください。

④養生

- ・ 風や直射日光、降雨、外気温の影響を避ける養生管理を行なってください。

認定・登録など

- ◆農業水利施設保全補修ガイドブック（H27版）掲載
- ◆NETIS（国土交通省新技術情報提供システム）登録番号『HK-110049-A』
- ◆ARIC（農業農村整備民間技術情報データベース）登録番号『1001』
- ◆グリーン購入法特定調達品目『高炉スラグ骨材』使用
- ◆北海道認定リサイクル製品
- ◆北海道新技術情報提供システム登録
- ◆道産建設資材データベース登録：商品コード『00503』



農業水利施設保全補修ガイドブック

使用上の注意

- ご使用前に、必ずカタログおよび施工要領書をお読みください。
- 吸湿性を有する粉末品ですので、セメントと同様に水に濡れないようできるだけ屋内で保管してください。屋外で保管する場合は、地面に直接置かず台座などを用いて湿気を避けるように保管してください。
- 一度開封したものは使い切るようにしてください。開封状態で保管したものを再度使用しないでください。
- 使用に際しては、保護具（防塵マスク、保護メガネ、ゴム手袋など）を着用してください。
- エフモルは水分と接触すると強いアルカリ性になり、皮膚、目、呼吸器等を刺激したり、粘膜に炎症を起こすことがあります。
- 目や口に入った場合は、清水で十分洗い流し、必要に応じて専門医の診察を受けてください。
- 皮膚に付着した場合は、清水で十分洗い流し、必要に応じて専門医の診察を受けてください。
- 廃棄する場合は、都道府県の許可を受けた処理業者に処理を委託してください。

本書に記載されたデータは、標準的な試験法に準拠した弊社の実験データに基づくものです。実際の現場結果を確実に保証するものではありません。また、本書の記載事項は、新しい知見などにより予告なく変更する場合がありますのでご了承ください。

（販売元）

株式会社 エフモル工業（南組グループ）

〒062-0052 北海道札幌市豊平区月寒東2条17丁目3番75号

TEL 011-595-7085 FAX 011-853-0220