

マイナス温度環境下でも硬化する セメント系補修材の開発と上市

MUマテックス株式会社
山本正行

1 はじめに

日本の冷凍冷蔵倉庫は、食生活を支える重要な基盤インフラとして機能しており、その市場規模は今現在も成長基調にある。一方、冷凍冷蔵倉庫は築年数が40年を超えると建て替えが必要と言われているが、費用面等の理由から建て替えは容易ではなく、課題を抱えたまま運用しているケースも多い。また、冷凍冷蔵倉庫は地域によっても異なるが、おおよそ1970～90年代に整備されたものが多く、年を追うごとに築年数40年以上の比率が高まっている。

一般に、冷蔵倉庫は5℃から-5℃、冷凍倉庫は-15℃以下の環境で稼働している。従って、倉庫内で作業するフォークリフトは冷凍冷蔵倉庫用の特殊仕様となっており、特に車輪についてはスリップ防止のため径の小さい物が採用され、且つ、凍結に弱いゴム系の材質は使用が避けられる傾向にある。これは、コンクリートスラブに対してとても過酷な状況となり、車輪が繰り返し通行する箇所や切り返しの多いコーナー部分の損耗が通常の倉庫に比べると激しくなる(図1.参照)。築年数の経過とともに補修や更新が必要となるが、一旦操業した冷蔵冷凍倉庫は補修工事期間中も倉庫内はマイナス温度の環境を維持しなければならない。マイナス温度では、一般的なセメント系の補修材は硬化せず、有機系の補修材は臭気が激しくて食品を保管する冷凍冷蔵倉庫では使用が困難であり、補修材の選定は全ての冷凍冷蔵倉庫業者の悩みの種となっている。



図1. 冷凍冷蔵倉庫の不具合事例とフォークリフト(イメージ)

2 新商品『冷凍フロー』の上市および特徴

この課題解決のため、当社はマイナス温度環境下でも硬化するセメント系モルタル補修材『冷凍フロー』を2025年11月に上市した。本商品は、セメント系モルタルでありながら、-25℃の環境下でも硬化するのが一番の魅力である。

-25℃環境での各種モルタルの発熱挙動を図2.に示す。従来の速硬系モルタルは、水和発熱速度が放熱速度

よりも遅いため、モルタル温度が直ちに氷点下まで低下して水和が停止する。一方、『冷凍フロー』は、水和反応が著しく速い特殊セメントを使用しているため、水和発熱速度が放熱速度より勝ることでモルタル温度の低下が遅く、水和反応が継続する。そのため施工の可使時間は短いが、当社が長年蓄積した高流動モルタルの技術を応用し、高い自己流動性と充填性を付与することで、実用化が可能となった。

-25℃環境での圧縮強度発現を図3に示す。『冷凍フロー』は、材齢1時間で約20N/mm²の圧縮強度を発現する。その後、モルタル温度が氷点下になっても増進するが、これは余剰の混練水が氷となって寄与したと推察される。なお、従来の速硬系モルタルも20N/mm²程度の圧縮強度を発現するが、氷点下に達してから発現であるため、水和反応が十分に進んでおらず、常温環境に戻した際には硬化体が融解して大幅に強度低下する。

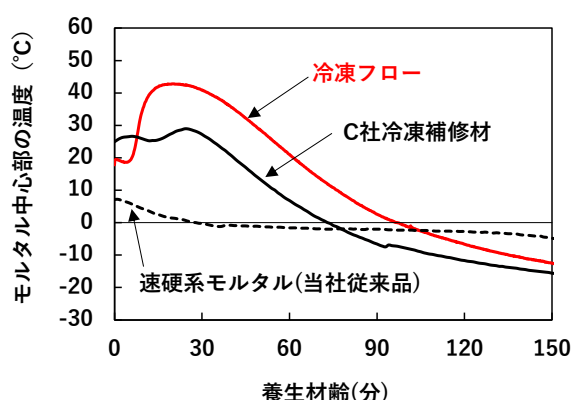


図2. -25℃環境での発熱挙動

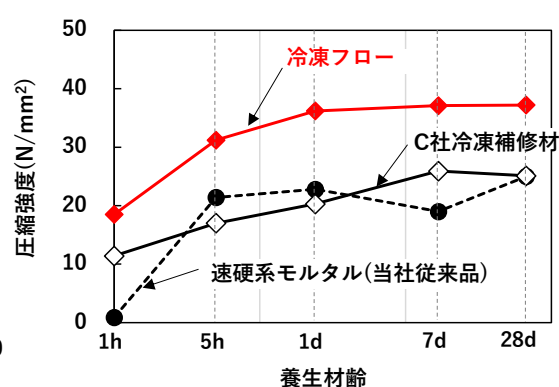


図3. -25℃環境での圧縮強度発現

3 施工方法

まず補修箇所を特定し、補修面積よりもやや大きくコンクリートカッターで切り込みを入れ、ハンマードリル等で深さ25mm以上を研削する（最小：幅100mm×奥行100mm、深さ25mm以上）。これは、充填するモルタルの量が少なく、早期に凍結しまうためである。

続いて、『冷凍フロー』（20kg/袋）を冷蔵冷凍倉庫の前室（5～10℃程度）で温水と混練し、できあがったスラリーを補修箇所に素早く（5分以内）流し込んで直ちに表面を整えて完了となる（図4参照）。

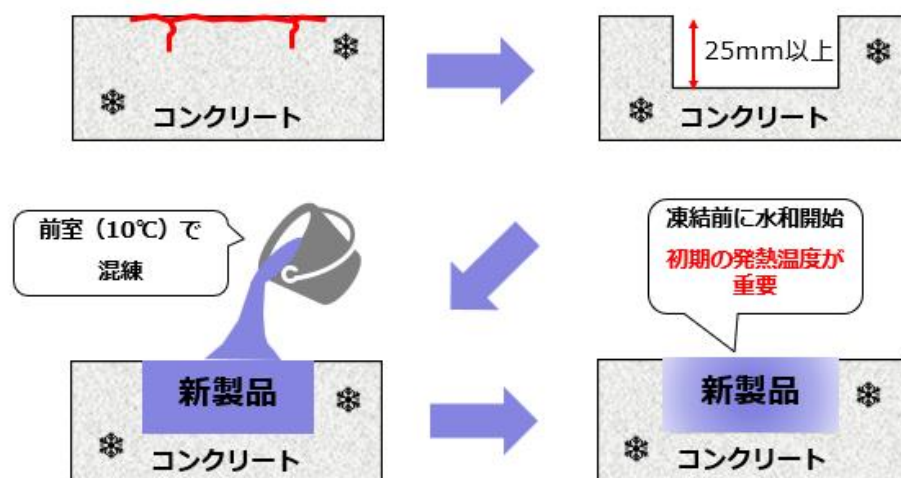


図4. 施工のイメージ

4 施工上の注意点

『冷凍フロー』の施工を行う上で重要となるのは、温度と施工時間の管理である。従って、混練時には温水等を利用してスラリーの温度を管理し、且つ、急速に硬化するため施工は5分以内で行う必要がある。また、作業中の冷凍冷蔵倉庫で施工するため、混練時には簡易ブースを設置するなど、粉塵対策も欠かせない(図5.参照)。

上述のように施工前の段取りや事前のシミュレーションが重要にはなるが、現状の課題を考えれば十分なメリットがあると考えている。



混練水加温



防塵 + 集塵

図 5. 温度管理と粉塵対策

5 最後に

本商品は、マイナス温度環境下でも硬化することが特徴の冷凍冷蔵倉庫用セメント系モルタル補修材である。冷凍冷蔵と同様な環境は寒冷地にもあり、寒冷地での低温環境におけるセメント系モルタルの需要も高まっている。北海道などの地域では冬季におけるモルタルの施工自体が避けられており、これらの技術を取り入れた工法の開発には魅力があると考えられ、今後も引き続き検討していく所存である。