

第26回 国土技術開発賞 創意開発技術賞受賞

マンホール鉄蓋取替工法
～セイフティーフラット工法～

〔受賞者〕 株式会社シー・エス・ケエ

〔本稿執筆者〕 株式会社シー・エス・ケエ 工藤 守, 池宮 弘

以下に、第26回 国土技術開発賞で創意開発技術賞を受賞した「マンホール鉄蓋取替工法」を紹介します。

1. はじめに

自家用車で走行中、マンホール蓋の上を通ると「ゴトン」という振動、あるいは「ガタン」という蓋ががたつく音を感じたことがあるだろう。運転手は、あえて意識しなければ気にならないかもしれないが、車両の通行により舗装やマンホール蓋に与える損傷や騒音の発生など、その影響は多岐にわたる。このような不具合の大きな原因の一つとして施工品質の問題があるが、詳しくは次章以降で触れる。

一方で、増大するマンホール蓋の老朽化が問題になっている。摩耗した鉄蓋の表面は滑りやすくなり、バイクや歩行者が転倒する恐れがある。一般社団法人日本グラウンドマンホール工業会によると、下水道マンホール蓋は2021年度末時点で全国に約1600万基設置されており、そのうち30年以上経過したものが約350万基ある。しかし、実際に更新されるマンホール蓋は年間10万基とされ、全ての蓋を更新するのに150年以上かかる計算となる。

このような背景を踏まえ、マンホール蓋を取り

替える際の施工品質と施工速度の向上を実現する、マンホール鉄蓋取替工法「セイフティーフラット工法」（以下、「本工法」という）の概要を本稿で説明する。

2. 従来技術の課題

マンホール鉄蓋取替工事の標準工法とされる開削工法は、鉄蓋周辺の舗装版を舗装カッターで矩形切断後に、ブレイカー等による舗装版の破碎・撤去、鉄蓋の撤去、仮復旧を行った後に加熱アスファルト合材で本復旧を行っている。

しかし、舗装切断の際、四隅に発生する余剰切断（クロスカット）箇所からの雨水等の浸入により、周辺舗装の損傷や沈下が生じやすくなり、舗装の沈下は振動やマンホール鉄蓋のがたつきの原因にもなる（図-1, 2）。また、舗装復旧範囲が広がる（最低でも2×2mの舗装復旧が必要）ことから、既設舗装面との平坦性確保にばらつきが生じやすくなり、転圧不足等により施工後に舗装の沈下が見られることもある。

さらに、アスファルト合材のプラント工場から現地への運搬の際に保温を要することや、本復旧完了まで時間を要する（最低でも2日間）等の問題がある。

そこで、余剰切断発生、広い施工範囲、アスファルト合材の調達等の課題を克服し、短時間施工を



図-1 雨水等の浸入による舗装の損傷・沈下

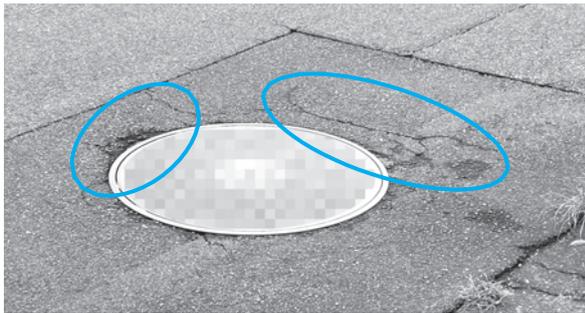


図-2 鉄蓋のがたつきによる舗装の損傷

実現する鉄蓋取替に特化した本工法の開発に着手した。

3. 開発技術の概要

(1) 新規性

本工法では、独自の復旧材料①「S・Fモルタル A」および②「ERアスコン」と③専用小型ミキサー「ERミキサー」をそれぞれ新たに開発し、採用している。

① 鉄蓋取替専用の復旧材料として開発したS・Fモルタル Aは、流動性を確保しつつ一般的な速硬型無収縮モルタルよりもさらに超速硬性を追求し、同時に強度基準もクリアできるように、本工法向けに最適化した（写真-1）。



写真-1 S・Fモルタル A



写真-2 ERアスコンの材料（骨材・バインダー）



写真-3 車載型アスファルトミキサー「ERミキサー」

- ② 同じく、鉄蓋取替専用の復旧材料として開発したERアスコンは、改質アスファルトをベースに微調整し、本工法向けに最適化した。これにより、コンパクターによる転圧で十分な密度が出る材料となっている（写真-2）。
- ③ 併せて、工事車両に積載可能な専用小型ミキサー（ERミキサー）を開発した。これにより、合材プラントでアスファルト合材を調達する際の温度管理に苦勞する必要がなくなり、舗設タイミングが運搬時間に左右されることもなくなった。2カ所分の復旧材料（約128kg）を一度に作製できる大きさにしたり、正確なアスファルト量で作製できる構造にしたりするなど、本工法専用仕様に設計されている（写真-3）。

(2) システム化

本工法が求める施工品質、耐久性、および施工速度の向上を実現するには、個々の製品の開発だけでなく、これらをどう組み合わせるかが重要となる。

- ① 車両に組み込まれたカッター切断機で鉄蓋の中心を基準に舗装面を円形切断することで、舗装カッターで切断した時のように余剰切断が発生しない（図-3、4）。
- ② 専用復旧材料として開発したS・Fモルタル Aにより調整部および路盤部を短時間で復旧することができる上、無収縮タイプのため施工後の沈下が発生しない（図-4）。
- ③ 同じく、専用復旧材料として開発したERアスコンは、軟化点80℃以上でたわみ追従性等に優れ、施工後に大型車両等が通行しても壊れ



図-3 専用カッター車

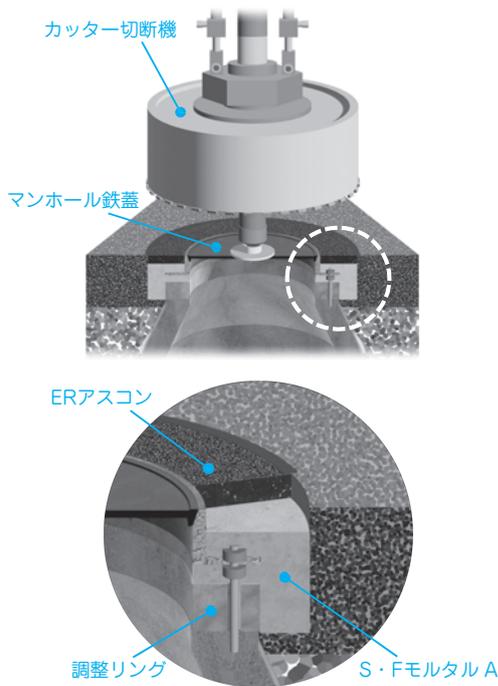


図-4 セーフティーフラット工法概念図



写真-4 ERアスコン（密粒用）で舗装復旧

にくく、耐久性が向上している。また、①により雨水等の浸入が抑えられ、②により施工後に舗装が沈下せず段差が発生しにくい。つまり、通行車両の衝撃荷重が鉄蓋に加わりにくいいため、がたつきが発生しないことも復旧舗装の耐久性向上に寄与する（図-4、写真-4）。

④ 専用プラント車に積載するERミキサーによ

りERアスコンを現地で製造することで、常に一定の品質で作製でき、最適な舗設タイミングで施工が可能である。

これら①～④の組み合わせを、一連のシステムとして最大限の効果が発揮できるように改良を重ねた結果、従来工法と比較して施工速度が飛躍的に向上し、下水道マンホール蓋600型の場合で1カ所当たり2.5時間以内に、連続施工により1日4カ所の施工を可能とする本工法が完成した。

4. 開発技術の効果

(1) 施工速度

前述した施工速度について、もう少し詳しく触れる。本工法のシステム化は、施工品質を確保しつつ各工程がスムーズに流れるように考慮されている。一つ例を挙げると、本工法の主要工程は舗装切断工、蓋高調整工、舗装復旧工の三つであるが、実際には舗装復旧工のうちプラント車内で行うERアスコン作製工程と蓋高調整工は、同時進行となる（図-5）。

これは、路盤部を復旧するS・FモルタルAの硬化が完了するタイミングに合わせてERアス

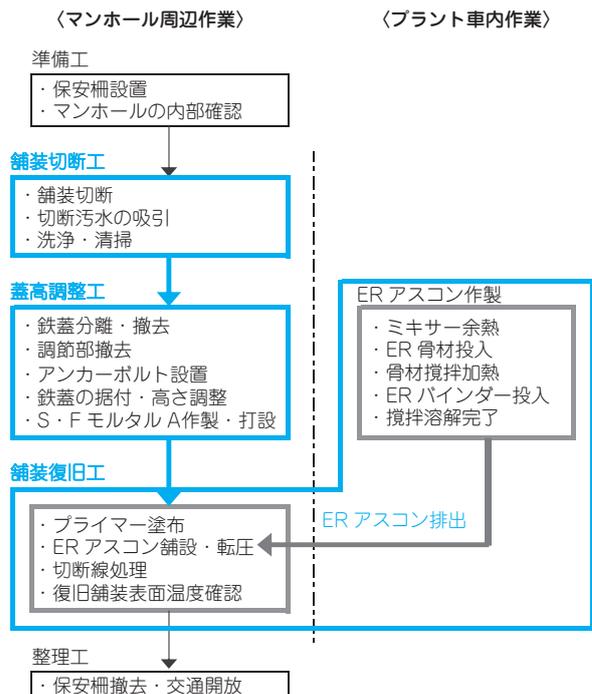


図-5 セーフティーフラット工法 施工サイクル

コンの作製が完了できるようにする工夫であり、手待ち時間が発生することなく工程が流れるようにマニュアル化されている。このような工夫の積み重ねにより、1カ所当たり2.5時間以内、1日4カ所の施工が可能となった。

実際の施工例で比較してみる。図-6（下水道マンホール蓋600型92カ所の取替，切削深さ210mm）のようなまとまった数の工事において本工法を採用すると，開削工法と比較して工期が22.6日（51.7%）となった。実際に1日4カ所を施工するには，施工する鉄蓋が連続で並んでいる，道路規制が連続で可能である，などの好条件が揃うことが前提となるが，開削工法との速度の違いは明らかである。また，工期の短縮に伴い道路を占有する時間も短縮され，道路上の安全確保に寄与するだけでなく，安全対策費を大幅に抑えることができる。

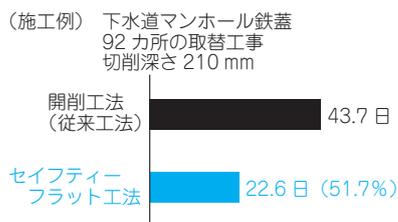


図-6 施工例による従来工法との比較

(2) 施工品質

施工品質については，建設技術審査により，復旧材料（S・FモルタルAとERアスコン）の強度特性が公的試験により証明されており，また既設舗装面と復旧舗装面との平坦性の確保が立会審査により証明されている。さらに，室内試験だけでなく，施工後の復旧舗装から採取した供試体が基準値を満足することも，審査過程において確認されている。

(3) 専用工法ならではのメリット

少し本題からはそれるが，本工法の肝となるERミキサーは，専用設計ならではのさまざまなメリットをもたらす。ERアスコンを骨材1袋単位で作製することができるため，廃棄量は最大1

袋分となり，合材プラントで同様の材料を調達するのに比べて格段に廃棄量を削減することが可能*である。仮に緊急修繕で1カ所（骨材2袋分）のみ施工する場合でも，無駄な材料の廃棄を最小限に抑えることができ，省エネや環境に配慮したシステムになっている。

*一般的に，合材プラントでのアスファルト合材の最低購入単位は0.5tまたは1.0tである。

加えて，骨材を選択できるメリットもある。ERアスコン専用骨材「ER骨材」は，既設舗装に合わせて密粒用と排水用を選択できる。特にERアスコン（排水用）は，施工後も既設舗装面との境目が分からないほど一体化して見えるため，景観を重視する発注者から好評を博している（写真-5）。



写真-5 ERアスコン（排水用）で舗装復旧

5. おわりに

冒頭で下水道マンホール蓋の老朽化に触れた。昨今，国により推進されている下水道ストックマネジメント計画のうち，マンホール蓋の取替工事が全国の市町村等から発注され始めている。特に都市部においては100～200カ所規模での発注が見られるが，開削工法のみで対応するのは施工速度の面で困難であると想定される。下水道設備の主たる目的が普及から維持管理，長寿命化へと移行している今だからこそ，短期間で大量の鉄蓋取替が必要となるストックマネジメントの受け皿として，本工法が最適な工法であると確信している。